

中华人民共和国国家标准

民用建筑电气设计标准

GB 51348 - 2019

条文说明

编制说明

《民用建筑电气设计标准》GB 51348 - 2019，经住房和城乡建设部 2019 年 11 月 22 日以第 314 号公告批准、发布。

本标准在修订过程中，得到了建筑电气行业广大从业人员、专家、学者和众多企业的大力支持，在此表示衷心的感谢！特别感谢郑州电缆有限公司对本标准编制工作的大力支持和帮助。

本标准是在《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 - 2008（即第 2 版）的基础上修订而成的，上一版的主编单位是中国建筑东北设计研究院，参编单位是：中国建筑标准设计研究院、中国建筑设计研究院、北京市建筑设计研究院、华东建筑设计研究院、上海建筑设计研究院、天津市建筑设计研究院、中国建筑西南设计研究院、中国建筑西北设计研究院、中南建筑设计研究院、哈尔滨工业大学、广东省建筑设计研究院、福建省建筑设计研究院、全国安全防范报警系统标准化技术委员会、施耐德电气（中国）投资有限公司、ABB（中国）投资有限公司、广东伟雄集团、浙江泰科热控湖州有限公司、国际铜业协会（中国）。主要起草人员是王金元、洪元颐、温伯银、王可崇、王东林、尹秀伟、孙兰、成彦、刘希清、刘迪先、李炳华、李雪佩、李朝栋、汪猛、杨守权、杨德才、陈汉民、陈众励、陈建飏、施沪生、张文才、张汉武、胡又新、赵义堂、徐钟芳、郭晓岩、熊江、潘砚海、瞿二澜。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《民用建筑电气设计标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，并着重

对强制性条文的强制理由做了解释。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	1
2	术语和缩略语	3
3	供配电系统	4
3.1	一般规定	4
3.2	负荷分级及供电要求	4
3.3	电源及供配电系统	9
3.4	电压等级选择和电能质量	12
3.5	负荷计算	14
3.6	无功补偿	15
4	变电所	17
4.1	一般规定	17
4.2	所址选择	17
4.3	配电变压器选择	17
4.4	主接线及电器选择	19
4.5	变电所型式和布置	20
4.6	35kV、20kV、10kV 配电装置	21
4.7	低压配电装置	21
4.8	并联电力电容器装置	22
4.9	所用电源及操作电源	22
4.10	对土建专业的要求	23
5	继电保护、自动装置及电气测量	25
5.1	一般规定	25
5.2	继电保护的基本规定	25
5.3	配电变压器保护	26
5.4	20kV 或 10kV 线路保护	27

5.5	35kV 线路保护	28
5.6	35kV、20kV 或 10kV 母线分段断路器保护	28
5.7	并联电容器保护	28
5.8	10kV 异步电动机（电动机容量 $<2\text{MW}$ ）保护	30
5.9	备用电源自动投入装置	30
5.10	应急柴油发电机组与正常电源的切换	30
5.13	二次回路	31
5.14	中央信号装置	32
5.15	电气测量	33
5.16	电能计量	33
6	自备电源	34
6.1	自备柴油发电机组	34
6.2	应急电源	44
6.3	不间断电源	46
7	低压配电	49
7.1	一般规定	49
7.2	低压配电系统	49
7.3	特低电压配电	50
7.4	导体选择	51
7.5	低压电器的选择	58
7.6	低压配电线路的保护	62
7.7	低压配电系统的电击防护	64
8	配电线路布线系统	66
8.1	一般规定	66
8.2	直敷布线	67
8.3	刚性金属导管布线	68
8.4	可弯曲金属导管布线	68
8.5	电缆桥架布线	69
8.6	刚性塑料导管（槽）布线	70
8.7	电力电缆布线	71

8.8	预制分支电缆布线	73
8.9	耐火电缆和矿物绝缘电缆布线	74
8.10	母线槽布线	75
8.11	电气竖井内布线	76
8.12	铝合金电缆布线	76
8.13	照明母线槽布线	78
9	常用设备电气装置	79
9.1	一般规定	79
9.2	电动机	79
9.3	电梯、自动扶梯和自动人行道	88
9.4	自动旋转门、电动门、电动卷帘门和电动伸缩门窗	91
9.5	舞台用电及放映设备	92
9.6	医用设备	95
9.7	交流充电桩	97
9.8	其他用电设备	98
10	电气照明	99
10.1	一般规定	99
10.2	照明方式与种类	99
10.3	照度水平与照明质量	101
10.4	应急照明	103
10.5	照明光源与灯具	104
10.6	照明供电与控制	107
10.7	景观照明	110
11	民用建筑物防雷	113
11.1	一般规定	113
11.2	建筑物的防雷分类	114
11.3	第二类防雷建筑物的雷电防护措施	115
11.4	第三类防雷建筑物的雷电防护措施	117
11.5	其他防雷保护措施	117
11.6	接闪器	119

11.7	引下线	119
11.8	接地网	120
11.9	雷电电磁脉冲防护	123
11.10	防雷装置的材料要求	123
12	电气装置接地和特殊场所的电气安全防护	124
12.1	一般规定	124
12.2	交流电气装置接地的范围	124
12.3	交流电气装置的接地和接地电阻	124
12.4	低压配电系统的接地形式和基本要求	126
12.5	接地装置	142
12.6	通用用电设备接地	148
12.7	保护等电位联结	148
12.9	智能化系统接地	151
12.10	潮湿场所的安全防护	151
13	建筑电气防火	153
13.1	一般规定	153
13.2	系统设置	153
13.3	火灾自动报警系统设计	154
13.4	消防设施联动控制设计	156
13.5	电气火灾监控系统设计	157
13.6	消防应急照明系统设计	159
13.7	系统供电	162
13.8	线缆选择及敷设	165
13.9	非消防负荷线缆与通信电缆的选择	169
14	安全技术防范系统	171
14.1	一般规定	171
14.2	入侵报警系统	171
14.3	视频监控系统	172
14.4	出入口控制系统	174
14.5	电子巡查系统	175

14.6	停车库（场）管理系统	176
14.7	楼宇对讲系统	176
14.8	传输线路	176
14.9	安防监控中心	176
14.10	安防综合管理系统	177
14.11	应急响应系统	178
15	有线电视和卫星电视接收系统	179
15.1	一般规定	179
15.2	有线电视系统设计原则	179
15.3	有线电视系统接入	182
15.4	卫星电视接收系统	183
15.5	自设前端	184
15.6	HFC 接入分配网	184
15.7	IP 接入分配网	186
15.8	传输线路选择	188
16	公共广播与厅堂扩声系统	190
16.1	一般规定	190
16.2	公共广播系统	190
16.3	厅堂扩声系统	192
16.4	设备选择	193
16.5	设备布置	194
16.6	线路及敷设	196
16.7	控制室	196
16.8	供电电源、防雷与接地	197
17	呼叫信号和信息发布系统	198
17.1	一般规定	198
17.2	呼叫信号系统设计	198
17.3	信息引导及发布系统设计	200
17.4	时钟系统设计	202
17.5	设备选择及机房	203

17.6	供电电源、防雷与接地	203
18	建筑设备监控系统	204
18.1	一般规定	204
18.2	建筑设备监控系统网络结构	205
18.3	管理网络层	207
18.4	控制网络层	208
18.5	现场网络层	210
18.6	建筑设备监控系统的软件	211
18.7	现场仪表的选择	211
18.8	冷热源系统监控	212
18.9	空调及通风系统监控	213
18.10	给水与排水系统监控	215
18.11	供配电系统监测	216
18.12	照明系统监控	216
18.14	建筑设备一体化监控系统	217
19	信息网络系统	219
19.1	一般规定	219
19.2	网络系统设计原则	223
19.3	网络系统逻辑设计	224
19.4	网络系统物理设计	226
19.5	网络管理与网络安全	229
19.6	网络服务器选择	232
19.7	网络互联设计	233
19.8	网络应用规划	234
19.9	无线局域网	235
20	通信网络系统	239
20.1	一般规定	239
20.2	信息接入系统	239
20.3	用户电话交换系统	241
20.4	数字无线对讲系统	242

20.5	移动通信室内信号覆盖系统	244
20.6	甚小口径卫星通信系统	248
20.7	数字微波通信系统	248
20.8	会议系统	249
20.9	多媒体教学系统	258
21	综合布线系统	271
21.1	一般规定	271
21.2	系统设计	272
21.3	系统配置	275
21.4	系统指标	276
21.5	设备间及电信间	286
21.6	工作区设备	288
21.7	线缆选择和敷设	288
21.8	接地	290
22	电磁兼容与电磁环境卫生	291
22.1	一般规定	291
22.2	电磁环境卫生	291
22.3	供配电系统的谐波防治	291
23	智能化系统机房	294
23.1	一般规定	294
23.2	机房设置	294
23.3	机房设计与布置	296
23.4	环境条件和对相关专业的要求	297
23.5	机房供电、接地及防静电	297
23.6	消防与安全	297
24	建筑电气节能	298
24.1	一般规定	298
24.2	供配电系统节能设计	299
24.3	电气照明的节能设计	300
24.4	动力装置的节能设计	302

24.5	建筑设备监控系统节能设计	303
24.6	其他	304
25	建筑电气绿色设计	305
25.1	一般规定	305
25.2	光伏发电系统	306
25.3	导光设备	310
25.4	能效监管系统	311
26	弱电线路布线系统	317
26.1	一般规定	317
26.2	园区综合管道	320
26.4	建筑物引入管	326
26.5	建筑物内配线管网	327
26.6	建筑物内配线设施	329

1 总 则

1.0.1 本条阐述了编制本标准的目的，规定了民用建筑电气设计必须遵循的基本原则和应达到的基本要求。

民用建筑电气设计不仅涉及很多领域的专业技术问题，而且要体现国家的基本方针和政策。因此，设计中必须认真贯彻执行国家的方针、政策。

针对不同的工程项目确定合理的设计方案，保证电气设施运行安全可靠、经济合理、技术先进、维护管理方便这些基本要求，是设计中必须遵守的准则；而注意整体美观，则是民用建筑设计的固有特性所决定的，也是不可忽视的重要方面。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。对于燃气加压站、汽车加油站的电气设计，由于工程具有特殊性，涉及的技术内容并非《民用建筑电气设计标准》所能界定的。因此，将上述工程列入不适用范围。

1.0.3 防治污染、保护生态环境是我国的一项重要国策。随着国家经济快速发展，人们生活水平不断提高，对良好生态环境、人居环境的追求已经成为提高生活水平和生活质量的重要组成部分。本标准倡导以人为本的设计理念，重视电磁污染及声、光污染，采取综合治理措施，确保人居环境的安全，无疑是落实国家政策的重要一环。

1.0.4 民用建筑电气设计涉及的技术标准种类繁多，根据不同的工程对象，恰如其分地采用技术标准和系统配置水平，使其与工程的功能、性质相适应是建筑电气设计的重要环节，处理好这一问题实属关键。

1.0.5 节能是一项重要的国策。此条规定的目的，在于强调设计中要从各方面积极采用和推广成熟、有效的节能措施，配合国

家发展和改革委员会颁布的《节能中长期专项规划》的落实，努力降低电能消耗。另外合理采用分布式能源，促进绿色建筑的发展也是本次修订增加的重点内容之一。

1.0.6 此条规定是保证设计质量的有效措施。民用建筑电气设计事关人身、财产安全，如果不能杜绝已被国家淘汰的和不符合国家技术标准的劣质产品在工程上应用，无疑将给工程埋下隐患。因此，条文中采用“严禁使用”来确保产品质量。另外，对于一些国外先进技术虽然国内尚无标准，但其符合国际先进标准，且能够满足工程需求，这类产品也是可以使用的。为了推动企业科技创新，当新产品尚无国家标准或行业标准时，该产品企业标准的性能参数高于国家标准，也是可以采用的。

1.0.7 近年来，建筑电气领域的新产品、新系统层出不穷，从理论到实践都需积累经验，不断去粗取精，尤其是向国际标准靠拢更应结合国情，不能一概照搬。因而强调采用经实践证明行之有效的新技术，这是一种科学精神，避免不必要的浪费和损失，提高经济效益、社会效益。

1.0.8 民用建筑电气设计范围很广，有不少方面又与国家标准和其他行业标准交叉，或对专业性较强的内容未在本标准表述，为避免执行中可能出现的矛盾或误解，故作此规定。

2 术语和缩略语

本次《民用建筑电气设计标准》修订过程中，术语部分沿用了原规范大部分词条，有个别词条根据专家的意见进行了修改，另有一部分词条如保护导体、保护联结导体、保护接地导体和接地导体等与《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 - 2015 的术语部分进行了协调统一。

缩略语部分保留了原规范大部分符号的内容，又根据编制内容的变化，增加了部分新的缩略语，并与科技名词术语进行了协调。

3 供配电系统

3.1 一般规定

3.1.1 原 2008 版的《民用建筑电气设计规范》（以下简称《原规范》）规定，本章适用于 10kV 及以下电压等级的供配电系统。由于近年来全国各地陆续建设了一批规模很大的民用建筑，用电负荷相应增大，对供电的需求加大，部分建筑物内部设有 35kV 等级的变电所，国内部分地区还设有 20kV 的供配电系统。为适应各个地区及各类民用建筑工程的实际情况，本次修订将《原规范》供配电系统电压等级的适用范围调整为 35kV 及以下。

3.1.2 供配电系统如果未进行全面的统筹规划，将会产生能耗大、资金浪费及配置不合理等问题。因此，在供配电系统设计中，应进行全面规划，确定合理可行的供配电系统方案。

3.2 负荷分级及供电要求

3.2.1 本条为强制性条文。用电负荷分级是根据电力负荷因事故中断供电造成的损失或影响的程度，区分其对供电可靠性的要求，损失或影响越大，对供电可靠性的要求越高。负荷分级主要是从安全和经济损失两个方面来确定。电力负荷分级的意义在于正确地反映它对供电可靠性要求的界限，以便恰当地选择符合实际水平的供电方式，保护人员生命安全，并根据负荷等级采取相应的供电方式，提高投资的经济效益和社会效益。

确定负荷特性的目的是确定其供电方案（条文中是按事故停电的损失来确定负荷的特性）。政府部门通常仅对涉及人身和建筑物安全问题采取强制性的规定，而对于停电造成的经济损失的评价主要应该取决于用户所能接受的能力。本标准中对一级负荷中的特别重要负荷及一、二、三级负荷的供电要求是基本要求，

工程设计中用户可以根据其本身的特点确定更高要求的供电方案。由于各类建筑的负荷特性不同，本标准仅对负荷的分级作原则性的规定，各类建筑应按本标准的分级原则确定用电负荷级别。

根据民用建筑的特点，本条对一级负荷中的特别重要负荷作了规定。例如，数据中心、大型金融中心的关键电子计算机系统和防盗报警系统、大型国际比赛场馆的计时记分系统等列为一级负荷中的特别重要负荷。重要的实时处理计算机及计算机网络一旦中断供电将会丢失重要数据，因此列为一级负荷中的特别重要负荷。另外，大多数民用建筑中通常不含有中断供电将发生中毒、爆炸和火灾的负荷，当个别建筑物内含有此类负荷时，应列为一级负荷中的特别重要负荷。

在民用建筑中，重要的交通枢纽、重要的通信枢纽、重要的宾馆、大型体育场馆，以及经常用于重要活动的大量人员集中的公共场所等，由于电源突然中断造成正常秩序严重混乱的用电负荷为一级负荷。大型银行营业厅的照明，一般银行的防盗系统；大型博物馆、展览馆的防盗信号电源，珍贵展品室的照明电源，一旦中断供电可能会造成珍贵文物和珍贵展品被盗，因此列为一级负荷。

中断供电将影响较重要民用建筑的正常工作，例如：通信枢纽等用电单位中的重要电力负荷，以及中断供电将造成大型影剧院、大型商场等较多人员集中的重要公共场所秩序混乱，因此列为二级负荷。

【技术要点】

用电负荷分级是根据电力负荷因事故中断供电造成的损失或影响的程度，区分其对供电可靠性的要求，损失或影响越大，对供电可靠性的要求越高。负荷分级主要是从安全和经济损失两个方面来确定。电力负荷分级的意义在于正确地反映它对供电可靠性要求的界限，以便恰当地选择符合实际水平的供电方式，保护人员生命安全，并根据负荷等级采取相应的供电方式，提高投资

的经济效益和社会效益。本条文根据因事故中断供电造成的损失或影响的程度，对用电负荷的级别进行了划分。

【实施与检查】

实施：在供配电系统设计时，应根据条文中用电负荷分级的原则性要求及本标准附录 A “民用建筑中各类建筑物的主要用电负荷分级”所规定的具体要求，对民用建筑中的各类用电负荷进行判定、分类，确定其具体的用电负荷级别。因各类不同的民用建筑的用电负荷种类繁多，未全部列入本标准附录 A “民用建筑中各类建筑物的主要用电负荷分级”表中的各类用电负荷可类比参照本标准附录 A 确定其用电负荷级别。

检查：在审核供配电系统设计时，应检查其用电负荷分级是否符合条文中对一级负荷中的特别重要负荷及一、二、三级负荷供电的原则性要求，是否符合本标准附录 A “民用建筑中各类建筑物的主要用电负荷分级”所规定的具体要求。

3.2.2 附录 A 是根据原规范表 3.2.2 修改补充而成的。本次修订补充了住宅建筑、办公建筑、交通建筑（如城市轨道交通车站、磁浮列车站、地铁车站等）等不同类型建筑的负荷分级，补充了高层建筑、超高层建筑、剧场、体育场馆及交通建筑等不同类型建筑的消防负荷分级。当本标准附录 A 中序号 1~24 各类建筑物与一类、二类高层建筑的用电负荷级别以及消防用电负荷级别不相同，负荷级别应按其中高者确定。

一类和二类高层建筑中的电梯、部分场所的照明、生活水泵等用电负荷，如果中断供电将影响全楼的公共秩序和安全，对用电可靠性的要求比多层建筑明显提高，因此对其负荷的级别做了相应的划分。

由于各类建筑中应列入一级、二级负荷的用电负荷很多，规范中无法将各类建筑中的所有用电负荷全部列出。因此本标准主要是对用电负荷分级作了原则性规定，并给出了常用的用电负荷分级表，列入附录 A 中。表中未列出的其他类似的负荷可根据工程的具体情况参照表中的相应负荷分级确定。

3.2.6 目前各地建设的住宅小区规模较大者居多，其给水泵房、供暖锅炉房及换热站中断供电对居民的用水、供暖等影响较大，故规定其用电不低于二级负荷。

3.2.8 本条为强制性条文。一级负荷应由双重电源供电，而且这两个电源不能同时损坏。因为只有满足这个基本条件，才可能维持其中一个电源继续供电，这是必须满足的要求。双重电源可同时工作，也可一用一备。

本条中采用的“双重电源”一词出自《国际电工词汇》IEC 60050.601-2008 第 601 章中的术语第 601-02-19 条“duplicate supply”。因国内各地区大电力网在主网电压上部是并网的，用电部门无论从电网取几回电源进线，都无法得到严格意义上的两个独立电源。所以这里指的双重电源可以是来自不同电网的电源，或者来自同一电网但在运行时电路相互之间联系很弱，或者来自同一个电网但其间的电气距离较远，一个电源系统任意一处出现异常运行或发生短路故障时，另一个电源仍能不中断供电，这样的电源都可视为双重电源。

【技术要点】

一级负荷应由双重电源供电，而且这两个电源不能同时损坏。双重电源可以是来自不同电网的电源，或者来自同一电网但在运行时电路相互之间联系很弱，或者来自同一个电网但其间的电气距离较远，一个电源系统任意一处出现异常运行时或发生短路故障时，另一个电源仍能不中断供电。

【实施与检查】

实施：在供配电系统设计中，应与当地供电公司具体沟通协调，根据当地电网的实际情况确定供配电系统设计方案。当市政电网提供的电源不能满足双重电源的要求时，应设置自备电源或应急电源。

检查：在审核供配电系统设计时，应检查当地电网提供的电源是否达到双重电源的要求，如达不到双重电源的要求，应要求其另行增设满足双重电源要求的市政电源或增设自备电源或应急

电源。

3.2.9 对一级负荷中特别重要负荷的供电要求作了规定，除应满足本标准第 3.2.8 条要求的双重电源供电外，还需增设应急电源。

近年来供电系统的运行实践经验证明，从电力网引接两回路电源进线加备用自投（BZT）的供电方式，不能满足一级负荷中特别重要负荷对供电可靠性及连续性的要求，有的全部停电事故是由内部故障引起的，也有的是由电力网故障引起的。由于地区大电力网在主网电压上部是并网的，所以用电部门无论从电网取几路电源进线，都无法得到严格意义上的两个独立电源。因此，电力网的各种故障，可能引起全部电源进线同时失去电源，造成停电事故。

当电网设有自备发电站时，由于内部故障或继电保护的误动作交织在一起，可能造成自备电站电源和电网均不能向负荷供电的事故。因此，正常与电网并列运行的自备电站，一般不宜作为应急电源使用，对一级负荷中特别重要的负荷，需要由与电网不并列的、独立的应急电源供电。禁止应急电源与工作电源并列运行，目的在于防止工作电源故障时可能拖垮应急电源。

多年来实际运行经验表明，电气故障是无法限制在某个范围内的，电力企业难以确保供电不中断。因此，应急电源应是与电网在电气上独立的各种电源，例如蓄电池、柴油发电机等。

为了保证对一级负荷中特别重要负荷的供电可靠性，需严格界定负荷等级，并不得将其他负荷同时接入应急电源回路。

3.2.11 本条规定了对二级负荷的供电要求。由于二级负荷停电影响较大，因此宜由两回线路（由一个城网变电所引来的两个配出回路）供电，配电变压器也宜选两台（两台变压器可不在同一变电所）。只有当负荷较小或地区供电条件困难时，才允许由一回 10kV 及以上的专用架空线或电缆供电。当线路自上一级变电所用电缆引出时必须采用两根电缆组成的电缆线路，其每根电缆应能承受二级负荷的 100%，且互为热备用。

从近年来掌握的供配电系统设计反馈情况看，很多项目对二级负荷的供配电系统设计把握得不够准确，很多项目对二级负荷的供电方式等同于一级负荷，部分项目对二级负荷的供电方案达不到二级负荷的供电要求，设计时存在系统设置偏高或偏低的情况。因此本条对一些比较常见的二级负荷的供电做法作了具体的规定。

3.2.13 对于一用一备工作的生活水泵、排污泵等非消防负荷的一级、二级负荷，采用配对使用的两台变压器低压侧各引一路电源分别为工作泵和备用泵供电，可减少双电源切换开关的使用，并不影响其供电的可靠性。对于消防负荷不允许采用这种供电方式。

3.3 电源及供配电系统

3.3.1 电源及供配电系统设计中，供配电线路宜深入负荷中心，将配电所、变电所及变压器靠近负荷中心位置，可降低电能损耗、提高电压质量、节省线材，这是供配电系统设计时的一条重要原则。

3.3.3 长期运行经验表明，用电单位在一个电源检修或出现事故的同时另一电源又发生事故的情况极少，且这种事故多数是由于误操作造成的，可通过加强维护管理、健全规章制度来解决。

电力系统所属大型电厂其单位功率的投资少，发电成本低，而民用建筑设置的自备电源则相反，因此只有在条文规定的情况下，才宜设置自备电源。

第1款 规定了设置自备电源作为第三电源的条件。一级负荷中特别重要负荷，除双重电源外，还必须增设应急电源，因而需要设置自备电源；

第2款 规定了设置自备电源作为第二电源的条件；

第3款 规定了当双重电源中的一路为冷备用，难以满足消防电源中断供电的要求时，应设置自备电源；

第4款 规定了超高层公共建筑设置自备电源的条件。

本条未包括数据中心自备电源的设置要求，数据中心的自备电源应根据数据中心标准、规范的要求设置。

3.3.4 本条为强制性条文。应急电源与正常电源之间必须采取可靠措施防止并列运行，目的在于保证应急电源的专用性和可靠性，防止正常电源系统故障时应急电源向正常电源系统负荷送电而失去作用。例如，应急电源原动机的启动命令必须由正常电源主开关的辅助接点发出，而不是由继电器的接点发出，因为继电器有可能误动作而造成与正常电源误并网。

【技术要点】

防止应急电源与正常电源并列运行的目的在于保证应急电源的专用性和可靠性，避免正常电源系统故障时由于应急电源与正常电源并列运行而导致应急电源与正常电源同时失去作用，无法确保向应急电源所带的负荷供电。

【实施与检查】

实施：在供配电系统设计中，应在应急电源与正常电源之间采取防止并列运行的具体措施，例如在应急电源与正常电源之间设置手动双投开关或自动转换开关电器，并设置机械和/或电气联锁，以防止应急电源与正常电源并列运行。

检查：在审核供配电系统设计时，应检查系统中的应急电源与正常电源之间是否已经设置了相应的机械和/或电气联锁，应仔细检查并确保应急电源与正常电源之间除经机械和/或电气联锁正常连接外无其他未经联锁的电气通路。

3.3.5 两回电源线路采用同级电压可以互相备用，提高设备利用率，因此宜采用同级电压供电。如能满足一级和二级负荷用电要求时，也可以采用不同电压供电。

3.3.6 民用建筑中 35kV、20kV 或 10kV 供配电系统处于市政电力系统的末端，其系统构成需结合民用建筑的特点，在保证可靠性的前提下尽可能简化系统、减少占地、节约投资。民用建筑供配电系统的运行经验表明，两回 35kV、20kV 或 10kV 电源线路侧的供电系统通常可由单母线分段组成。

3.3.7 如果供电系统结线复杂，配电层次过多，不仅管理不便、操作繁复，而且由于串联元件过多，因元件故障和操作错误而产生事故的可能性也随之增加。所以复杂的供电系统可靠性并不一定高。配电级数过多，继电保护整定时限的级数也随之增多，而电力系统容许继电保护的时限级数对 10kV~35kV 来说正常情况下也只限于两级，如配电级数出现三级，则中间一级势必要与下一级或上一级之间无选择性。由于目前很多民用建筑低压配电系统的构成较为复杂，低压配电设备分布较广，因此规定低压系统的配电级数不宜多于三级。

3.3.8 配电系统采用放射式则供电可靠性高，便于管理，但线路和开关柜数量增多。而对于供电可靠性要求较低者可采用树干式，线路数量少，可节约投资。负荷较大的高层建筑，多含二级和一级负荷，可用分区树干式或环式，以减少配电电缆线路和开关柜数量，从而相应少占电缆竖井和高压配电室的面积。

3.3.10 应急电源类型的选择应根据一级负荷中特别重要负荷的容量、允许中断供电的时间以及要求的电源为交流或直流等条件来进行。

由于蓄电池装置供电稳定、可靠、切换时间短，因此对于允许停电时间为毫秒级、容量不大的特别重要负荷且可采用直流电源者，可由蓄电池装置作为应急电源。如果特别重要负荷要求交流电源供电，且容量不大的，可采用 UPS 静止型不间断供电装置（通常适用于计算机等电容性负载）。

对于应急照明负荷，可采用 EPS 应急电源（通常适用于电感及阻性负载）供电。

如果特别重要负荷中有需驱动的电动机负荷，启动电流冲击较大，但允许停电时间为 30s 以内的，可采用快速自启动的柴油发电机组，这是考虑快速自启动的柴油发电机组自启动时间一般为 10s 左右。

对于带有自动投入装置的独立于正常电源的专门馈电线路，是考虑其自投装置的动作时间，适用于允许中断供电时间大于电

源切换时间的供电。

3.4 电压等级选择和电能质量

3.4.2 应急/备用电源采用发电机组时，需校验供电线路的电压损失和保护灵敏度，当线路较长，保护灵敏度、电压损失等不能满足要求时，需提高柴油发电机组的供电电压等级。

3.4.3 本条规定了正常运行情况下用电设备端子处的电压偏差允许值。各种用电设备对电压偏差都有一定要求，如果电压偏差超过允许值，将导致电动机达不到额定输出功率，增加运行费用，甚至性能劣化，降低寿命；照明器端电压的电压偏差超过允许值时，将使照明器的寿命降低或光通量降低。为使用电设备正常运行并延长使用寿命，设计供配电系统时，应验算用电设备的电压偏差。本条所指的电压偏差不包括电网电压波动。

对于用电单位受电端供电电压的偏差允许值，尚应符合下列要求：35kV 供电电压正、负偏差的绝对值之和不超过额定电压的 10%；10kV 及以下三相供电电压允许偏差为额定电压的 $\pm 7\%$ ；220V 单相供电电压允许偏差为额定电压的 $+7\%$ 、 -10% ；对供电电压允许偏差有特殊要求的用电单位，应与供电企业协议确定。

3.4.4 电力系统通常在 35kV 以上电压的区域变电所中采用有载调压变压器进行调压，大多数用电单位的电压质量能得到满足，所以通常各用电单位不必装设有载调压变压器，既节省投资又减少了维护工作量，提高了供电可靠性。对个别距离区域变电所过远的用电单位，如果在区域变电所采取集中调压方式后，仍不能满足电压质量要求，且对电压要求严格的设备单独设置调压装置技术经济不合理时，也可采用 35kV 及以下的有载调压变压器。

3.4.5 冲击性负荷引起的电压波动对其他用电设备影响甚大，例如照明闪烁、电动机转速不均匀，以及电子设备、自控设备或某些仪器工作不正常等，因此应采取具体措施加以限制，使其在

合理的范围内，电压波动不包括电动机启动时允许的电压骤降。

3.4.6 为降低三相低压配电系统的不对称度，规定了设计低压配电系统时应采取的措施。

第2款 根据各地的通常做法，原规范规定了由公共低压电网供电的220V照明用户，在线路电流不超过40A时，可采用220V单相供电，否则应以220V/380V三相四线供电。考虑到目前各类用户如住宅的用电容量比以前均有较大幅度的增加，大范围采用三相供电也存在检修维护的安全性等问题，而且目前国内一些地区，在实施过程中也已按60A设计，因此将上述40A调整为60A。

3.4.8 选用有源滤波器（APF）成本较高，应根据负荷重要性、非线性负荷所占比例大小以及工程投资情况等综合因素合理、适度地选用。

有源滤波器是根据电流互感器测量负荷电流的谐波含量并进行实时运算后，通过逆变器产生一个和系统中各次谐波大小相等、相位相反的谐波电流注入电网中，以达到消谐的目的，从而净化电网谐波。APF滤波特性不受系统阻抗影响，可消除与系统阻抗发生谐振的危险。有源滤波器通常与非线性负荷并联安装。

3.4.9 以往的工程实践证明，无源滤波器（PPF）用在谐波电流和无功负荷比较稳定的供配电系统中是比较适合的。

无源滤波器是利用电容、电抗、电阻元件构成吸收谐波电流的滤波器。无源滤波器通常是并联在低压母线上。无源滤波器的技术较为成熟，其优点是适用的电压范围较高、容量范围较大；在吸收高次谐波的同时可补偿无功功率，改善功率因数；结构简单，维修方便，成本较低。在工程中一般是将无源滤波器和无功功率补偿装置结合起来设计，以取得较好的经济效果。但无源滤波器只能消除特定的 n 次谐波；滤波器谐振频率与待抑制谐波频率有偏移时阻抗变大，可能影响抑制效果；流过无源滤波器的电流包括谐波电流和基波电流，滤波器容量相应增加（特别是低次

谐波滤波器)；为滤除若干个低次谐波，需用多个滤波器，体积较大。因此设计时应根据具体工程的实际情况合理选用。

3.4.10 混合型滤波器综合了无源滤波器与有源滤波器的优点，通常是将系统中谐波电流大的恒定部分由无源滤波器过滤，而其小谐波电流及波动部分由有源滤波器处理，从而节省了总体造价。设计时应在分析性价比的基础上确定是否采用混合型滤波器。

3.4.11 单独的配电回路是指仅带一个负荷的单独线路，可有效减少对其他用电负荷的影响，是简单、经济且十分有效的技术措施。

3.5 负荷计算

3.5.2 在各类用电负荷尚不够具体或明确的方案设计阶段可采用单位指标法。

需要系数法计算较为简便实用，经过全国各地的设计单位长期和广泛应用证明，需要系数法能够满足需要，所以本标准将需要系数法作为民用建筑电气负荷计算的主要方法。

3.5.3 在实际工程设计中，常遇到消防负荷中含有平时兼作他用的负荷，如消防排烟风机除火灾时排烟外，平时还用于通风(有些情况下排烟和通风状态下的用电容量尚有不同)，因此需特别注意除了在计算消防负荷时应计入其消防部分的电量以外，在计算正常情况下的用电负荷时还应计入其平时使用的用电容量。

3.5.4 目前民用建筑工程设计的消防用电负荷计算存在模糊认识(认为不论何种规模或不同功能的建筑，消防负荷都是要全部同时使用的)以及需要系数选择不当的情况(例如均选为1或选值偏高)，造成较大浪费，特别是近年来全国各地兴建了大量的城市综合体类建筑或集多种建筑功能于一身的大型综合类建筑，上述矛盾就更为突出。

当市政电源不能满足消防负荷的供电要求时，通常需要设置柴油发电机组，此时消防用电负荷计算是选择柴油发电机总装机

容量和单台容量的重要依据之一。对于大型建筑群体，可结合建筑物类别、功能要求、供电距离等因素分区域设置柴油发电机组，并对区域内的消防用电负荷分别进行计算。每个区域内柴油发电机容量应满足建筑火灾延续时间内各消防用电设备持续运行的要求。区域内消防用电负荷的计算，一般考虑一处火灾点，但要考虑到火灾蔓延的迅速性、人员疏散的安全性以及消防设施工作的时限性等要求，因此不仅要计算发生火灾的防火分区，还要考虑关联分区（竖向及水平）的相应消防用电设施。由于区域内任一处发生火灾都需要灭火扑救，因此消防水泵、消防电梯及消防控制室等的用电量均应纳入该区域消防用电负荷的计算。当区域内只有一个塔楼时，应计算塔楼全部消防负荷及裙房消防负荷；当区域内有多个塔楼时，按全部塔楼的消防负荷乘同时系数。当各塔楼均有加压送风机时，可按最大塔楼的风机容量选择。

此外，当消防主管部门及相关消防标准规范有具体规定和要求时，应遵照执行。

3.6 无功补偿

3.6.1 为了尽量减少线损和电压降，宜采用就地平衡无功负荷的原则来装设电容器。由于低压并联电容器的价格比高压并联电容器低，特别是全膜金属化电容器性能优良，因此低压侧的无功负荷完全由低压电容器补偿是比较合理的。此外，由于高压无功自动补偿装置对切换元件的要求比较高，且价格较高，检修维护也较困难，因此当补偿效果相同时，宜优先采用低压无功自动补偿装置。

为了防止低压部分过补偿产生不良后果，因此当有高压感性用电设备或者配电变压器台数较多时，高压部分的无功负荷应由高压电容器补偿。

3.6.2 如果民用建筑内设有多个变配电所且基本无功负荷比较稳定，为便于维护管理，改善补偿效果，宜在各个变配电所内的

变压器低压侧集中补偿。

3.6.3 并联电容器单独就地补偿是将电容器安装在电气设备附近，可以最大限度地减少线损和释放系统容量，在某些情况下还可以缩小馈电线路的截面积，减少有色金属消耗，但电容器的利用率往往不高，初次投资及维护费用增加。为提高电容器的利用率和避免招致损坏，首先选择在容量较大的长期连续运行的用电设备上装设电容器就地补偿。

3.6.4 《电力系统电压质量和无功电力管理规定》规定，100kVA及以上、35kV及以下供电的电力用户在用户高峰负荷时变压器高压侧功率因数不宜低于0.95；其他电力用户，功率因数不宜低于0.90。

3.6.6 根据供电部门对功率因数的管理规定，过补偿要罚款，对于有些对电压敏感的用电设备，在轻载时由于电容器的作用，线路电压往往升得很高，会造成这种用电设备的损坏和严重影响其寿命及使用效能等问题，如经过经济比较认为合理时，宜装设无功自动补偿装置。

4 变 电 所

4.1 一 般 规 定

4.1.1 国内一些地区民用建筑的供电电源已采用 35kV、20kV 电压等级，故本次标准修订，将适用交流电压改为 35kV 及以下的变电所设计。

4.1.3 我国是个多地震国家，全国三百多个大、中城市中有一半的地震烈度为 7 度及以上。如地震时电源受到损坏，不能正常供电，对于抗震救灾都是不利的，本条参考相关专业的规定而作此规定。设计应满足现行国家标准《电力设施抗震设计规范》GB 50260 的要求。

4.2 所 址 选 择

4.2.1 第 7 款 变电所也不宜设在积水场所的正上方，如避不开，变电所应采取防水防潮措施。

4.2.2 根据多年来的经验总结，设置在建筑物地下层的变电所遭水淹渍、散热不良的现象确有发现。尤其在施工安装阶段常常出现上层有水漏进变电所，或地下防水措施未做好，或预留孔未堵塞而造成变电所进水而遭浸泡，影响变电所安全运行的情况都不可忽视。除地下室只有一层外，变电所不应设在最下一层。地下只有一层时，应抬高变电所的地面。

4.2.3 民用建筑低压供电半径一般不宜超过 300m，过大可能造成电压损失过大或保护开关不能保护线路末端短路。对建筑高度大于 100m 的超高层建筑，变电所可分散设置在地下室、避难层等场所。

4.3 配 电 变 压 器 选 择

4.3.2 在民用建筑中，变压器的季节负载变化很大。变压器制

造商家常推荐将变压器采取强冷措施，允许适当过载运行。使用单位为了减少首次安装容量，往往接受此措施。其实变压器在此情况下运行是不经济的，不宜提倡。长期工作负载率应考虑经济运行，不宜大于 85%。当两台变压器设有联结，一台变压器停运时，可以利用强冷措施，允许不超过 30%短时过载。

4.3.4 条文规定民用建筑中的配电变压器结线组别宜选用 Dyn11。该结线组别的变压器比 Yyn0 结线组别的变压器具有明显优点，限制了三次谐波，降低了零序阻抗，即增大了相零单相短路电流值，对提高单相短路电流动作断路器的灵敏度有较大作用。根据多年来我国在民用建筑中的使用情况及现时国际上的使用情况，本标准推荐采用 Dyn11 结线组别的配电变压器。

4.3.5 本条为强制性条文。在民用建筑中设置的变压器，要求均采用干式变压器、气体绝缘变压器和非可燃性液体绝缘变压器。主要是这些变压器的防火性能比油浸式变压器好。油浸式变压器用硅油绝缘，其燃点为 180℃，高燃点为 360℃，发生匝间短路或过负荷可导致变压器内产生瓦斯气体，易发生火灾和爆炸。因此，规定在民用建筑中应采用防火性能更安全的变压器，例如采用干式变压器，这种变压器无可燃油，也不会产生瓦斯爆炸。六氟化硫气体绝缘变压器的绝缘介质是一种具有无毒、无味、无色、难燃和绝缘强度高优点，多用于 35kV 及以上的变压器。非可燃性液体绝缘变压器的绝缘介质有四氟乙烷和氧碳绝缘液等液体，该介质具有无毒、无味、无色、无燃点等优点，是一种防火性能高，绿色环保的产品。另外，采用干式变压器，变电所的防火要求也比油浸式变压器低。在民用建筑中，人员密集，若发生火灾危害生命安全和财产安全，应降低火灾危险，给工作和生活在里面的人以更大的安全感。

【技术要点】

民用建筑内变压器可根据具体情况选择，干燥场所可选择绕线干式变压器或浇注干式变压器；潮湿场所可选择浇注干式变压器；电压等级 35kV 的场所可选择气体绝缘变压器；在绿色建筑

中可选择非可燃性液体绝缘变压器。

【实施与检查】

实施：在设计总说明和供配电系统图中说明所选变压器的绝缘方式，并查看供配电系统图中变压器的型号是干式、气体绝缘或非可燃性液体绝缘变压器。

检查：检查初步设计、施工图设计总说明及供配电系统图是否采用了干式、气体绝缘或非可燃性液体绝缘变压器。

4.3.7 随着民用建筑的规模越来越大，民用建筑使用的配电变压器，单台容量已达到 2000kVA 及以上，但由于其供电范围和供电半径可能偏大，对继电保护和低压断路器等设备要求更高，故本次修订仍规定单台变压器容量不宜大于 1250kVA；户外预装式变电所采用干式变压器时的变压器容量，规定不宜大于 800kVA，采用油浸式变压器时不宜大于 630kVA，当用电设备容量较大，负荷集中且运行合理时，可选用较大容量的变压器。

4.4 主接线及电器选择

4.4.7 第 1 款 规定采用能带负荷操作的电器，是为了就地操作而不需要到总配电所去操作。

第 2 款 是指与总配电所与变电所在同一间建筑平面内或与分配变电所通过门或相连走道相邻的，在进线处可不设开关电器，此两款规定的前提条件是放射式供电和无继电保护要求。

第 3 款 分变电所变压器进线开关一般作为就地隔离检修用，可能存在带电操作，目前多数负荷开关电器只能分断 1000kVA 变压器的空载电流，故要求大于或等于 1250kVA 的变压器进线开关采用断路器。

4.4.11 条文规定真空断路器应配置过电压吸收装置（多为避雷器）。现在的市场产品有自带过电压吸收装置的，有不带的。本条规定真空断路器必须设有过电压吸收装置。

4.4.12 第 2 款 当低压母线联结开关，要求自动投切时，应采用断路器，不能使用接触器等开关电器。

4.5 变电所型式和布置

4.5.1 第2款 小型分散公共建筑群指中小学、社区等，建筑物单体面积不大、分散布置的建筑物群。

4.5.2 对高低压配电装置与干式变压器设置在同一房间，国内外都较普遍，但各地供电部门要求不一，应按当地供电部门要求实施。具有IP2X防护等级外壳靠近布置时，一般可留有200mm~500mm间距，以利于散热及减少变压器振动对配电柜的影响。

4.5.3 独立变电站与其他建筑物之间的防火间距，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的规定，否则应按建筑物附设式变电所的要求进行电气设计。

4.5.4 当一级负荷的容量较大，供电回路数较多时，宜在变电所内分列设置相应的配电装置。由于大部分工程中不具备分列设置的条件，故要求在母线分段处设置防火隔板或隔墙，以确保一级负荷的供电回路安全。

4.5.5 对于供一级负荷的两回路电源电缆（指工作、备用的两回路电源），尽量不敷设在变电所的同一电缆沟，但工程中很难做到分沟敷设。故当同沟敷设时，应满足条文规定的要求。供给一级负荷用电的两回路电缆采用电缆槽盒敷设时，应分设在不同槽盒内。

4.5.6 民用建筑变电所的高、低压配电装置的数量，因建筑物的使用性质、对象的变更，而需增加配电装置数量或增加供电容量的情况时有发生，在设计时应留有适当数量的配电装置位置，以方便以后的增加，应根据该建筑物的具体情况分析确定预留备用位置的数量。

对于0.4kV系统，为使用方的临时供电或增加某些设备或在使用中某个回路损坏需尽快恢复供电等提供方便，增加一定数量的备用回路是非常必要的，一般可预留15%~25%备用回路。

4.5.8 值班室和低压配电装置室合并，在中小型变电所中是常见的，应在低压配电室留有适当的位置，作为供值班人员工作的

场所。要求的 3m 距离，指在配电屏的前面或端头，在此范围内，放置一些必要的储装柜、桌凳等后，仍可保证配电装置的操作安全距离。

4.5.10 防护外壳防护等级的要求，应符合现行国家标准《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208 的规定。现在使用的干式变压器防护外壳，很多已达到 IP5X 的水平，防护等级越高，其散热性越差，选择时应根据实际情况合理确定防护等级。

4.6 35kV、20kV、10kV 配电装置

4.6.3 配电装置室内一般都有通风管道为配电室通风或消防时排烟，另外有些配电室上部还有母线及电缆槽盒，配电装置距顶板留出梁下不小于 1.0m 的净距很有必要。

4.7 低压配电装置

4.7.3 本条为强制性条文。出口的设置主要是保证柜后维护人员的安全。柜后面通道一般较窄，两个出口可以通向配电室室内，也可是设在柜后的门通向室外。配电柜靠墙安装时不受此条限制。

【技术要点】

变电所内配电柜后通道间距一般较小（1m 左右），不利于维护人员紧急时疏散，配电柜在发生电弧性短路等时，可能对维护人员造成伤害，规定 6m 两边设出口，可满足紧急时人员快速撤离要求。本标准严格要求成排布置的配电柜后出口。

【实施与检查】

实施：成排布置的配电柜长度超过 6m 时，在配电柜两端设置不小于 0.8m 的出口，长度超过 15m 时，中间应增设不小于 0.8m 的出口。

检查：在审核变配电工程设计时，应检查核实成排布置的配电柜长度，核实柜后通道的出口，保证其满足间距的要求。

4.8 并联电力电容器装置

4.8.1 民用建筑中的变电所，补偿用电力电容器装置的单组容量，不应大于 1200kvar，容量过大，标准柜体不能满足要求，因此作出限制。

4.9 所用电源及操作电源

4.9.1 所用电源

第 1 款 重要或规模较大的变电所，设所用变压器可提高供电可靠性。当有两回路所用电源时，为了在故障时能尽快投入备用所用电源，所以规定宜装设自动投入装置。

4.9.2 操作电源

第 1 款 随着目前环境保护的要求日益提高，宜采用体积小、重量轻、占地面积小、安装方便、成套性强、在运行中不散发有害气体的阀控式免维护铅酸蓄电池组作为直流操作电源。

第 2 款 直流操作电源的负荷基本都是控制负荷，当采用弹簧储能操动机构的断路器时，每个回路电流较小（一般不大于 5A），且供电距离也不太长，采用 110V 直流电压更有利于直流电源系统安全运行，减少直流电源系统的接地故障。但 110V 直流电压的供电范围不宜大于 250m，因为此时按工作电流为 5A 计算，直流电缆允许电压降已超过直流电源系统标称电压的 6%，控制电缆的截面也将大于 6mm²。

第 3 款 直流母线电压允许波动范围取值参考了《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044-2014 中 4.2 节系统电压的相关规定；规定纹波系数小于 1%，主要是因为无论是晶闸管充电装置还是高频开关电源充电装置都能满足纹波系数小于 1% 的要求。

第 4 款 交流操作电源主要是供给控制、合闸和分励信号等回路使用，它有两种形式：

两路电源中一路由所用变压器或其他低压线路经 220V/

220V 变压器供给电源，另一路由电压互感器经 100V/220V 变压器供给电源，其中所用变压器为工作电源。

两路电源分别引自不同段母线电压互感器经 100V/220V 变压器供给电源，可互为备用电源自动切换。

第 5 款 为确保保护装置正确动作，尽快切除故障回路，UPS 电源本身的可靠性及运行维护的合理性非常重要，因此作相关规定。

选用 UPS 作为继电保护控制、操作及信号电源时，应综合考虑项目的规模、重要性、设备投资等因素。当 UPS 电源容量大于 3kVA 时，其已不具备作为继电保护操作电源的优势，此时可考虑采用其他操作电源。

4.10 对土建专业的要求

4.10.1 本条为强制性条文。充有可燃油变压器及配电装置、电容器等可能因电气过载及短路接地故障引起火灾，规定这些设备用房的耐火等级，就是减少因故障引起火灾时的影响，充有可燃油电气设备其用房的耐火等级要求为不得低于二级。其目的是建筑物内发生火灾，在火灾延续时间内，不要将变电所烧毁。也考虑根据电气装置故障引起火灾的可能性及影响，作了此规定。

【技术要点】

变电所变压器室和配电装置室应满足规定的耐火等级要求，保证供电及建筑安全。

【实施与检查】

实施：在设计时，应向相关土建专业提出变压器室和配电装置室的耐火等级要求。

检查：在审核变电所工程设计时，应检查核实变压器室和配电装置室是否满足耐火等级的要求。

4.10.3 本条是原规范的第 4.9.1 条，修订后不再作为强条。变电所的所有对外开门，均应采用防火门，条文中规定了各种情况下对门的防火等级要求，一方面是为了变电所外部火灾时不应对

供电造成大的影响，另一方面是在变电所内部火灾时，尽量限制在本范围内。

防火门分为甲、乙、丙三级，其耐火最低极限：甲级应为 1.5h；乙级应为 1.0h；丙级应为 0.5h。

门的开启方向，应本着安全疏散的原则，均向“外”开启，即通向变电所室外的门向外开启，由较高电压等级通向较低电压等级房间的门，向较低电压房间开启。

4.10.6 变电所中的单件最重设备为配电变压器。据调查，现在设置在建筑物地下层或楼层的电力变压器，因土建设计未考虑其荷载和运输通道的要求，造成很多麻烦，有的在施工时，变压器勉强运到安装位置，但对今后的更换则非常困难。因此，在设计时应向土建专业提出通道、荷载等要求。设置在高层建筑物避难层、设备层的变电所，考虑到搬运条件，变压器容量不宜大于 1250kVA。配变电设备的运输通道可利用车道、垂直运输机械或专设运输通道（或可拆卸通道）、电梯井道等。800kVA 及以下的单相变压器，可直接由电梯搬运。

4.10.7 变压器运行时会产生振动、噪声及低频电磁辐射。变电所在选址时，应尽量避免与有人员经常活动的房间的上、下贴邻，当无法避开时应采取措施，如做夹层、双墙等将上述房间物理隔开；如仍不达标，还应采取减振、降噪和屏蔽等措施。

5 继电保护、自动装置及电气测量

5.1 一般规定

5.1.1 目前国内民用建筑中的高压电压等级绝大多数为 10kV，也有少数地区采用 20kV、35kV 电压等级，而 6kV 电压等级在民用建筑中几乎没有采用，因此本章电压等级确定为 35kV、20kV 或 10kV。

民用建筑中的配电系统主要由电缆线路构成，当单相接地故障电容电流不大于 10A 时，可采用中性点不接地方式，当单相接地故障电容电流较大时，可采用中性点低电阻接地方式。故本章仅对中性点不接地系统及中性点低电阻接地系统的继电保护、自动装置及电气测量进行规定。

继电保护、自动装置及电气测量中未尽的条款，可根据相应的国家标准及规范设计。

5.1.4 继电保护、自动装置及电气测量的设计除符合本标准外，尚应符合现行国家标准的有关规定，且本标准执行期间，如相关国家标准修订，且条款有所改变，则应以修订的国家标准为准。

5.2 继电保护的基本规定

5.2.1 本条规定了民用建筑中的电力设备和线路应装设的保护。

5.2.2 本条规定了继电保护装置的接线回路应尽可能简单并且尽量减少所使用的元件和接点的数量。

5.2.3 本规定是为了保证继电保护装置的选择性。

5.2.4 保护装置的灵敏系数，应根据不利正常运行方式和不利故障类型进行计算，必要时应计及短路电流衰减的影响。

5.2.5 本条规定是为了便于分别校验保护装置和提高可靠性。

5.2.6 本条所指的断路器台数较多，可规定为馈线变压器总容

量超过 5000kVA 时，宜采用直流操作继电保护。

5.2.7 交流操作投资较低，建设周期较短，二次接线简单，运行维护方便，在一些民用建筑中尚有采用。因交流操作时，保护跳闸通常采用去分流方式，即靠断路器弹簧操动机构中的过电流脱扣器直接跳闸，能源来自电流互感器而不需要另外的电源。因此，交流操作方式只限于出线回路少、采用弹簧储能操动机构的小型配电所，以限制电流互感器二次负荷，满足继电保护要求。

5.2.8 当配电所一次接线简单且断路器柜数不多时，采用在线式不间断电源设备（UPS）作为操作电源的方式是比较可靠的，同时也是经济的。

由于交流操作电源是取自系统电源，当被保护元件发生短路故障时，将会失去控制、信号、合闸以及分励脱扣的电源，所以交流操作的电源可靠性较低。随着交流不间断电源技术的发展和成本的降低，使交流操作应用不间断电源设备（UPS）成为可能，这样就增加了交流操作电源的可靠性。由于操作电源比较可靠，继电保护则可以采用分励脱扣线圈跳闸的保护方式，不再采用电流脱扣器线圈跳闸的保护方式，从而可免去交流操作继电保护两项特殊的整定计算，即继电器强力切换接点容量检验和脱扣器线圈动作可靠性校验，使得保护整定更为简单。

另外，目前小容量直流电源的技术已经比较成熟，由于其具有体积小、安装接线方便等特点，在小型用户终端变电站可分散安装于各种型号的开关柜仪表室内或者柜门上，对于空间有限的箱式变电站和户外（内）环网柜以及小型终端变电站，可以推广使用。

本方案更多适用于民用建筑供电系统中。

5.3 配电变压器保护

5.3.1 本条列举了民用建筑中常用的配电变压器的故障类型及异常运行方式。

5.3.3 增加本条规定，主要是由于民用建筑电源电压等级升高而使大容量变压器（2MVA 及以上）广泛使用，当电流速断保护灵敏度不符合要求时，宜采用纵联差动保护。

5.3.4 过电流保护装置的整定值应考虑变压器区外故障时可能出现的过负荷，而不能按变压器的额定电流来整定。

5.3.5 因某些变电站变压器低压侧中性点经低电阻接地，应配置低压侧三相和中性点零序过电流保护。在变压器低压侧装设零序过电流保护，应设置两个时限，该保护与低压侧出线的接地保护在灵敏度和动作时间上配合，以较短的时限动作于缩小故障影响范围，断开母联或分段断路器，以较长的时限断开变压器各侧断路器。

5.3.9 因民用建筑电源电压等级升高至 35kV，故增加了“带负荷调压变压器的充油调压开关”应装设瓦斯保护的内容。

5.4 20kV 或 10kV 线路保护

5.4.1 本节为 20kV 或 10kV 中性点不接地系统或经低电阻接地系统电力网的线路保护规定。

5.4.2 第 1 款 当接于两相电流互感器上，同一网络的保护装置应装在相同的两相上，是为了保证在不同线路发生两点接地故障时，有 2/3 的机会只切除一条线路，另一条线路可照常供电，以提高供电可靠性。

第 4 款 本标准中所列数据是电磁型继电器的数据，数字型时间继电器为 0.3s~0.5s。

5.4.4 本条是对 20kV 或 10kV 中性点不接地系统中线路的单相接地故障，继电保护配置原则的具体规定。

第 1 款 装设接地监视装置并动作于信号，以便通告运行人员及时处理及寻找故障点。

第 2 款 对有零序电流互感器的线路，宜装设有选择性的接地保护。不能安装零序电流互感器，而单相接地保护能够躲过电流回路中不平衡电流的影响，也可将保护装置接于三相电流互感

器构成的零序回路中。

5.5 35kV 线路保护

本节为 35kV 中性点不接地系统或经低电阻接地系统电力网的线路保护规定。

5.6 35kV、20kV 或 10kV 母线分段断路器保护

5.6.1 当由供电局供电时，由于时限配合的限制，只设置电流速断保护；当设有总降压变电所时，则可设置电流速断及过电流保护。

5.6.2 由于民用建筑中 35kV、20kV 或 10kV 变电所一般采用单母线分段接线，正常时分段运行，一路电源检修或故障，分段断路器闭合。分段断路器的电流速断保护仅在合闸瞬间投入，并在合闸后自动解除。正常运行时仅设置过电流保护。

5.7 并联电容器保护

5.7.2 速断保护的動作電流和動作時間，以及過電流保護的動作電流，均考慮了繼電保護相關規定和電容器組合閘特性來確定整定值。

5.7.3 本條明確規定單台電容器保護用外熔斷器應採用專用熔斷器，不得採用其他非電容器專用的產品替代，因專用熔斷器熔絲的保護特性與電容器外殼的爆裂概率曲線相配合。

本條同時規定了外熔斷器熔絲額定電流的選擇原則，即本標準要與相關的國家現行標準相一致。電力行業標準《高壓并聯電容器單台保護用熔斷器使用技術條件》DL/T 442-2017 已對熔斷器的熔絲額定電流進行了修改，本條中 1.37 倍~1.50 倍電容器額定電流值即為該標準的修訂值。

5.7.4 根據《電力裝置的繼電保護和自動裝置設計規範》GB/T 50062-2008 中的相關規定，補充了當電容器組中故障電容器切除到一定數量後，引起剩餘電容器組端電壓超過 105% 額定電壓

时的保护配置。

《并联电容器装置设计规范》GB 50227 - 2008 中第 4.1.2 条要求：“并联电容器组的接线方式应符合下列规定：1. 并联电容器应采用星形接线。在中性点非直接接地的电网中，星形接线电容组的中性点不应接地。”第 4.1.3 条要求：“低压并联电容器装置可与低压供电柜同接一条母线。低压电容器或电容器组，可采用三角形接线或星形接线方式。”因此，本节只给出了星形接线的相关保护配置。

5.7.6 《并联电容器装置设计规范》GB 50227 - 2008 已不推荐此种保护方式，但本条仍按照《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062 - 2008 的相应条款予以保留。

5.7.7 本条规定的目的是为了**避免电容器在工频过电压下运行发生绝缘损坏**。电容器有承受过电压的能力，原则上过电压保护可以按标准中规定的电压和时间作为整定值，但电网过电压并不经常出现，为确保安全，实际整定值选得比较保守。

5.7.8 从电容器本身的特点来看，运行中的电容器如果失去电压，电容器本身并不会损坏。设置失压保护的目的在于防止所连接的母线失压对运行中的电容器产生不同步冲击的危害。保护的整定值既要保证在失压后电容器尚有残压时能可靠动作，又要防止在系统电压瞬间下降时误动作。一般电压继电器的动作值可整定为电网标称电压的 50%~60%，动作时间需根据系统接线和电容器结构而定，一般可取 0.5s~1s。

5.7.9 在供电系统中，并联电容器常常受到谐波的影响，特殊情况，还可能在某些高次谐波发生谐振现象，产生很大的谐振电流。谐波电流将使电容器过负荷、过热、振动和发出异响，使串联电抗器过热，产生异响或烧损。谐波对电网的运行是有害的，首先应该对产生谐波的各种来源进行限制，使电网运行电压接近正弦波形，否则应按本条规定装设过负荷保护。

5.8 10kV 异步电动机（电动机容量 $< 2\text{MW}$ ）保护

5.8.1 由于目前民用建筑中引入大容量冷冻机组，电动机容量在 2MW 以下，电压等级为 10kV ，故本标准增加了 10kV 异步电动机故障及异常运行方式的保护。

5.8.2 第1款 对于 2MW 以下电动机，电流速断保护是最简单有效的保护形式，且一般都可满足灵敏度要求（灵敏系数大于 1.5 ）。对个别电缆线路长不能满足灵敏度要求的，可装设纵联差动保护。当电动机采用纵联差动保护作为主保护时，所保护电动机应具有 6 个接线端子。

第2款 是指在有些情况下，电动机回路电流超过额定电流（如 1.2 倍额定电流），差动保护不能反应，需要装设过电流保护作为其后备保护。

5.8.4 电动机在启动或自启动及运行过程中都有可能发生过负荷，都应装设过负荷保护。

5.9 备用电源自动投入装置

5.9.1 第2款 增加了“或有互为备用的电源”，因为此种情况在民用建筑中很常见。

第3、4款 按照一级负荷的定义，为其供电的双电源当工作电源故障时，备用电源应自动投入运行。

5.9.2 第2款 原规范为“工作电源故障或断路器被错误断开时，自动投入装置应延时动作”，本次修订按照《继电保护和自动装置技术规程》GB/T 14285 - 2006 改为“工作电源或设备上的电压，不论何种原因消失，除有闭锁信号外，自动投入装置均应动作”，因为这样描述更全面、准确。

5.10 应急柴油发电机组与正常电源的切换

5.10.1 应急柴油发电机组与正常电源之间应采取可靠措施防止并列运行，目的在于保证应急柴油发电机组的专用性，防止正常

电源系统故障时应急柴油发电机组向正常电源系统负荷送电而失去作用。

5.10.3 当系统切换至柴油发电机组供电的状态时，由于柴油发电机的短路容量低于电网的短路容量，必须对切换后的继电保护进行校验。

实际上，油机切换时电流速断保护可能不满足灵敏性的要求，需要过电流保护作后备保护，仍不满足要求时，尚有过负荷保护作后备保护。因此，当柴油发电机组的保护器件是熔断器时，必须增设过电流保护。而无论保护器件是断路器还是熔断器，对于变压器及馈线线路保护，因正常时已设有过电流保护，则需校验其灵敏性；对于电动机保护，因正常时只有电流速断和过负荷保护，则无须校验。

5.13 二次回路

5.13.1 二次回路规定

第1款 原条文规定为不应超过500V，但实际此规定是针对发电厂机组励磁回路电压有的已超过400V来规定的，民用建筑中没有这种情况，故本款修改为不宜超过250V。

第2款 互感器二次回路连接的负荷，是指电缆和继电保护及自动装置的总负荷。

第3款 鉴于二次回路的重要性且铝芯控制电缆和绝缘导线存在易折断、易腐蚀、易变形、铜铝接触的电腐蚀等问题，故本款对此作了明确规定。

第5款 本款对控制电缆或绝缘导线最小截面以及选择电流回路、电压回路、操作回路电缆的条件作出了相应规定。

第7款 本款规定端子排的一个端子一般只接一根导线，最多不超过两根导线。如需接更多导线，可通过连接端子实现。

5.13.2 电流互感器规定

第2款 当保护设置为差动保护时，二次绕组额定电流选为1A，可减小电流互感器的二次负荷，从而减小二次侧的端电压，

相应地减小电流互感器的励磁电流，最终目的是减小正常运行时不平衡电流的影响，提高保护的准确性。

第3款 差动保护各侧不同特性电流互感器励磁电流不同，将导致正常运行时大的不平衡电流。因此宜选用具有相同或相似特性的电流互感器，以减小不平衡电流的影响，提高保护的准确性。

第5款 保护装置与测量仪表一般不应共用电流互感器的二次绕组，当必须共用一组二次绕组时，将保护或自动装置接于测量仪表之前，主要是避免校验测量仪表时失去保护。

第6款 从安全角度考虑，电流互感器的二次回路应有接地点，应是一点接地。若采用两点或多点接地，由于接地点可能存在电位差，会产生地电流。对有几组电路直接联系的电流互感器连接在一起的保护装置在就地端子箱或开关柜上接地，可避免地电流与互感器二次电流耦合对保护装置形成干扰。

5.13.3 电压互感器规定

第3款 由于测量仪表和保护或自动装置对电压互感器要求不同，为避免相互影响，一般不共用同一个二次绕组。当受条件限制共用一个二次绕组时，应选用保护用电压互感器。在这种情况下，互感器的二次绕组需同时满足测量和保护准确级要求。

第4款 防止电压反馈的措施通常是将一次侧隔离开关的常开辅助触点串接在二次回路中。

第5款 从安全角度考虑，电压互感器二次回路应有一处接地。本条对电压互感器二次侧接地点接地方式作出规定。

5.14 中央信号装置

5.14.6 民用建筑的变电所，应根据当地供电部门的要求，采用本节所列出的一种或两种装置的组合构成中央信号系统。特别是对于小型项目，当微机监控系统过于简单、选择的产品质量无法保证时，更需要设置常规中央信号装置予以补充。

5.15 电气测量

本节参照《电力装置电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063-2017，对相关内容进行了整合，对“电压测量和绝缘监测”及“谐波的监测”进行了补充及细化。

5.16 电能计量

本节参照《电力装置电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063-2017，并参考了《电能计量装置技术管理规程》DL/T 448-2016及《电能计量柜》GB/T 16934-2013等有关规定。

6 自备电源

6.1 自备柴油发电机组

6.1.3 本条规定了满足民用建筑自身供电需要，发电机额定电压为 10kV 及以下自备应急柴油发电机组和备用柴油发电机组的选取原则。

第 1 款 确定机组容量时，除考虑应急负荷总容量之外，还应着重考虑启动电动机容量。因单台电动机最大启动容量对确定机组容量有直接关系，决定机组能启动电动机容量大小的因素又很多，它与发电机的技术性能、柴油机的调速性能、电动机的极对数、启动时发电机所带负荷大小和功率因数的高低、发电机的励磁和调压方式以及用电负荷对电压指标的要求等因素有关。因此，设计确定机组容量，应具体分析区别对待。

为了便于设计参考，三相低压 230V/400V 柴油发电机组在空载时，可全电压直接启动的空载四极笼型三相异步电动机最大容量参见表 1。

表 1 机组空载可直接启动空载笼型电动机最大容量

序 号	柴油发电机功率 (kW)	异步电动机额定功率 (kW)
1	40	$0.7P^{\text{①}}$
2	50、64、75	30
3	90、120	55
4	150、200、250	75
5	400 以上	125

注：①P 为柴油发电机功率。

但应注意，表 1 所列数值，没有考虑电动机直接启动对机组母线电压降加以限制，是以全电压直接启动电动机时，电动开关

和失电压保护不应跳闸为条件。

要求额定电压为 230V/400V 的机组并机后总容量不宜超过 3000kW，主要是考虑并机后总输出电流不宜太大，不利保护、管理。

第 2 款 根据国内外现有一些高层建筑用电指标统计，应急发电机容量约占供电变压器总容量的 10%~20%。国外建筑物配电变压器容量一般选择得较富裕，因此后一个指标偏差较大。根据我国现实情况，建筑物规模大时取下限，规模小时取上限。

发电机组的容量可分别按下列公式计算：

1 按稳定负荷计算发电机容量 S_{C1} ：

$$S_{C1} = \alpha \frac{P_{\Sigma}}{\eta_{\Sigma} \cos\varphi} \quad (1)$$

$$S_{C1} = \alpha \left(\frac{p_1}{\eta_1} + \frac{p_2}{\eta_2} + \dots + \frac{p_n}{\eta_n} \right) \frac{1}{\cos\varphi} = \frac{\alpha}{\cos\varphi} \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{\eta_k} \quad (2)$$

式中： P_{Σ} ——总负荷 (kW)；

P_k ——每个或每组负荷容量 (kW)；

η_k ——每个或每组负荷的效率；

η_{Σ} ——总负荷的计算效率，一般取 0.82~0.88；

α ——负荷率；

$\cos\varphi$ ——发电机额定功率因数，可取 0.8。

2 按最大的单台电动机或成组电动机启动的需要，计算发电机容量 S_{C2} ：

$$S_{C2} = \left(\frac{P_{\Sigma} - P_m}{\eta_{\Sigma}} + P_m \cdot K \cdot C \cdot \cos\varphi_m \right) \frac{1}{\cos\varphi} \quad (3)$$

式中： P_m ——启动容量最大的电动机或成组电动机的容量 (kW)；

$\cos\varphi_m$ ——电动机的启动功率因数，一般取 0.4；

K ——电动机的启动倍数；

C ——按电动机启动方式确定的系数；

全压启动： $C=1.0$ ；

Y-△启动：C=0.33；

自耦变压器启动：50%抽头 C=0.25；65%抽头 C=0.42；80%抽头 C=0.64。

P_{Σ} 、 η_{Σ} 、 $\cos\varphi$ ——意义同公式（2）。

3 按启动电动机时母线容许电压降计算发电机容量 S_{C3} ：

$$S_{C3} = P_n \cdot K \cdot C \cdot X''_d \left(\frac{1}{\Delta E} - 1 \right) \quad (4)$$

式中： P_n ——电动机总容量（kW）；

X''_d ——发电机的暂态电抗，一般取 0.25；

ΔE ——应急负荷中心母线允许的瞬时电压降。一般 ΔE 取 0.25~0.3 U_0 （有电梯时取 0.2 U_0 ）；

K 、 C ——意义同公式（3）。

公式（4）适用于柴油发电机与应急负荷中心距离很近的情况。

如果外界气压、温度、湿度等条件不同时，则应按照表 2~表 5 中所列校正系数进行校正。

即：实际功率=额定功率×C %。

表 2 相对湿度 60%非增压柴油机功率修正系数 C

海拔 (m)	大气压 (kPa)	大气温度 (°C)									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	101.3	1	1	1	1	1	1	0.98	0.96	0.93	0.90
200	98.9	1	1	1	1	1	0.98	0.95	0.93	0.90	0.87
400	96.7	1	1	1	0.99	0.97	0.95	0.93	0.90	0.88	0.85
600	94.4	1	1	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.85	0.82
800	92.1	0.99	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87	0.85	0.82	0.80
1000	89.9	0.96	0.94	0.92	0.90	0.89	0.87	0.85	0.82	0.80	0.77
1500	84.5	0.89	0.87	0.86	0.84	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74	0.71
2000	79.5	0.82	0.81	0.79	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68	0.65
2500	74.6	0.76	0.75	0.73	0.72	0.70	0.68	0.66	0.64	0.62	0.60

续表 2

海拔 (m)	大气压 (kPa)	大气温度 (°C)									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
3000	70.1	0.70	0.69	0.67	0.66	0.64	0.63	0.61	0.59	0.57	0.54
3500	65.8	0.65	0.63	0.62	0.61	0.59	0.58	0.56	0.54	0.52	0.49
4000	61.5	0.59	0.58	0.57	0.55	0.54	0.52	0.51	0.49	0.47	0.44

表 3 相对湿度 100%非增压柴油机功率修正系数 C

海拔 (m)	大气压 (kPa)	大气温度 (°C)									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	101.3	1	1	1	1	1	0.99	0.96	0.93	0.90	0.86
200	98.9	1	1	1	1	0.98	0.96	0.93	0.90	0.87	0.83
400	96.7	1	1	1	0.98	0.96	0.93	0.91	0.88	0.84	0.81
600	94.4	1	0.99	0.97	0.95	0.93	0.91	0.88	0.85	0.82	0.78
800	92.1	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.85	0.82	0.79	0.75
1000	89.9	0.96	0.94	0.92	0.90	0.87	0.85	0.83	0.80	0.76	0.73
1500	84.5	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79	0.76	0.73	0.70	0.66
2000	79.4	0.82	0.80	0.79	0.77	0.75	0.73	0.70	0.67	0.64	0.61
2500	74.6	0.76	0.74	0.72	0.71	0.69	0.67	0.64	0.62	0.59	0.55
3000	70.1	0.70	0.68	0.67	0.65	0.63	0.61	0.59	0.56	0.53	0.50
3500	65.8	0.64	0.63	0.61	0.60	0.58	0.56	0.54	0.51	0.48	0.45
4000	61.5	0.59	0.58	0.57	0.55	0.54	0.52	0.51	0.49	0.47	0.44

表 4 相对湿度 60%增压柴油机功率修正系数 C

海拔 (m)	大气压 (kPa)	大气温度 (°C)									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	101.3	1	1	1	1	1	1	0.96	0.92	0.87	0.83
200	98.9	1	1	1	1	1	0.98	0.94	0.90	0.86	0.81
400	96.7	1	1	1	1	1	0.96	0.92	0.88	0.84	0.80
600	94.4	1	1	1	1	0.99	0.95	0.90	0.86	0.82	0.78

续表 4

海拔 (m)	大气压 (kPa)	大气温度 (°C)									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
800	92.1	1	1	1	1	0.97	0.93	0.88	0.84	0.80	0.78
1000	89.9	1	1	1	0.99	0.95	0.91	0.87	0.83	0.79	0.75
1500	84.5	1	1	0.98	0.94	0.90	0.86	0.82	0.78	0.74	0.70
2000	79.5	1	0.98	0.93	0.89	0.85	0.82	0.78	0.74	0.70	0.66
2500	74.6	0.97	0.93	0.89	0.85	0.81	0.77	0.73	0.70	0.66	0.62
3000	70.1	0.92	0.88	0.84	0.80	0.77	0.73	0.69	0.66	0.62	0.59
3500	65.8	0.87	0.83	0.80	0.76	0.72	0.69	0.66	0.62	0.59	0.55
4000	61.5	0.82	0.79	0.75	0.72	0.68	0.65	0.62	0.58	0.55	0.51

表 5 相对湿度 100%增压柴油机功率修正系数 C

海拔 (m)	大气压 (kPa)	大气温度 (°C)									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	101.3	1	1	1	1	1	0.99	0.95	0.90	0.85	0.80
200	98.9	1	1	1	1	1	0.97	0.93	0.88	0.83	0.78
400	96.7	1	1	1	1	1	0.95	0.91	0.86	0.82	0.77
600	94.4	1	1	1	1	0.98	0.93	0.89	0.84	0.80	0.75
800	92.1	1	1	1	1	0.96	0.91	0.87	0.83	0.78	0.73
1000	89.9	1	1	1	0.98	0.94	0.90	0.85	0.81	0.76	0.72
1500	84.5	1	1	0.98	0.93	0.89	0.85	0.81	0.76	0.72	0.67
2000	79.4	1	0.97	0.92	0.88	0.84	0.80	0.76	0.72	0.68	0.63
2500	74.6	0.97	0.92	0.88	0.84	0.80	0.76	0.72	0.68	0.64	0.59
3000	70.1	0.92	0.88	0.84	0.80	0.76	0.72	0.68	0.64	0.60	0.56
3500	65.8	0.87	0.83	0.79	0.75	0.71	0.68	0.64	0.60	0.56	0.52
4000	61.5	0.82	0.78	0.75	0.71	0.67	0.64	0.60	0.56	0.52	0.48

第 4 款 规定母线电压不得低于 80%，基于下列几方面的因素：

1 保证电动机有足够的启动转矩，因启动转矩是与电源电压的平方成正比的。

2 不致因母线电压过低而影响其他用电设备的正常工作，尤其是对电压比较敏感的设备。

3 要保证接触器等开关接触设备的吸引线圈能可靠地工作。

当直接启动大容量的笼型电动机时，发电机母线的电压降落太大，影响应急电力设备启动或正常运行时，不应首先考虑加大发电机组的容量，而应采取其他措施来减少发电机母线的电压波动，例如采用电动机降压启动方式等。

第6款 据调查，目前国内外高层建筑中所采用的应急柴油发电机组以 1500 r/min 高速机组居多。此种机组具有体积小、重量轻、启动运行可靠等优点。

当无励磁交流同步发电机与自动电压调整装置配套使用时，其静态电压调整率可保证在士（1.0%~2.5%）以内。这种类型机组能适应各种运行方式，易于实现机组自动化或对发电机组的遥控。

目前国产柴油发电机组启动时间可小于 15s，有的产品可在 4s~7s，保证值为 15s。

第7款 规定本款是为了防止发电机运行时的噪声对周边环境有较大影响，而选择自带消声处理装置的发电机组时能够较好地降低发电机组的噪声。

第8款 本款主要从自备应急柴油发电机组的性价比及安装运行成本上对其单机容量作了规定，3kV~10kV 时不宜超过 2400kW，1kV 以下时不宜超过 1600kW，此时性价比及安装运行成本相对较好。

第9款 规定 3kV~10kV 中压发电机组的电压等级与用户侧供电电压等级一致，能够简化应急或备用供电系统，提高其安全性，减少供电系统的电压等级。

6.1.4 本条规定了机房设备的布置要求。

第1款~第3款 机房内主要设备有柴油发电机组、控制

屏、操作台、电力及照明配电箱、启动蓄电池、燃油供给和冷却、进排风系统以及维护检修设备等。机房的布置要根据机组容量大小和台数而定。小容量机组一般为机电一体，不用设控制室。机组容量较大，可把机房和控制室分开布置，这样有利于改善工作条件。

机房布置方式及各部位有关最小尺寸，是根据机组运行维护、辅助设备布置、进排风以及施工安装等需要，并结合目前封闭式自循环水冷却方式的应急型机组的外廓尺寸提出的。机房布置主要以横向布置（垂直布置）为主，这种布置机组中心线与机房的轴线相垂直，操作管理方便，管线短，布置紧凑。

第4款 许多超高层建筑往往会设置不同电压等级的发电机组，以满足不同供电距离的要求，这时不同电压等级的发电机组可设置在同一发电机房内，这样可以方便管理，减少机房面积。但机组台数较多时，宜按相同电压等级相对集中设置，便于维护管理。

第5款 机组热风出口位置，应避免经常有自然风顶吹的方向，并应在热风出口设百叶窗，其百叶窗净空不要太小。因散热器的吹风扇风压降一般在127Pa以下，以免影响散热效果和机组出力。

机组设在地下层，热风管引出室外最好平直。如要拐弯引出，其弯头不宜超过两处，拐弯应大于或等于 90° ，而且内部要平滑，以免阻力过大影响散热。

如机组设在地下层其热风管又无法伸出室外，不应选整体风冷机组，应改选分体式散热机组，即柴油机夹套内的冷却器由水泵送至分体式水箱冷却方式。

第6款 机组排烟管伸出室外的位置很重要，如调查某一高级饭店，其机房排烟管道正好设在主建筑物客房上风侧，机组运行时烟气正吹向客房，影响很不好。

排烟管系统的作用是将气缸里的废气排至室外，排烟系统应尽量减少背压，因为废气阻力的增加将导致柴油机出力的下降及

温升的增加。

排烟系统的压降为管路、消声器、防雨帽等各部分压降之和，总的压降以不超过 6720Pa 为宜。

排烟管敷设方式有两种：一是水平架空敷设，优点是转弯少、阻力小。其缺点是增加室内散热量，使机房内温度升高。二是地沟敷设，优点是在地沟内散热量小，对湿热带尤为适宜。其缺点是排烟管转弯多，阻力比架空敷设大。

排烟管温度一般为 $350^{\circ}\text{C}\sim 550^{\circ}\text{C}$ ，为防止烫伤和减少辐射热，其排烟管宜进行保温处理，以减少排烟管的热量散到房间内增高机房温度。保温表面温度不应超过 50°C ，保温措施一般按热力保温方法处理。

排烟噪声在柴油机总噪声中属于最强烈的一种噪声，其频谱是连续的，排烟噪声的强度最高可达 $110\text{dB}\sim 130\text{dB}$ ，对机房和周围环境有较大的影响。所以应设消声器，以减少噪声。

排烟管的热膨胀可由弯头或来回弯补偿，也可设补偿器、波纹管、套筒伸缩节补偿。

6.1.5 根据调查，发电机容量较大时，其出线截面大且线缆根数多，再加各种控制回路和配出线路，显得机房内管线较多。为了敷线方便及维护安全，在发电机出口、控制屏或控制室以及配电路出口等各处之间设电缆沟并贯通一起或采用沿桥架架空敷设的方式比较适宜。

6.1.7 本条规定了控制室的电气设备布置要求。

第 2 款~第 5 款 控制室的主要设备有发电机控制屏、机组操作台、动力控制屏（台）、低压配电屏及照明配电箱等。其布置与低压配电室的要求相同。主要要求操作人员便于观察控制屏或台上仪表，并能通过观察窗看到机组运行情况。

控制室的控制屏（台）一般数量不多，维护通道为 0.8m 是可以的，但在具体工程设计中，如条件允许，可适当放大些，配电装置的最高点距房顶不应小于 0.5m。

6.1.8 本条规定了发电机组的自启动要求。

第1款 应急机组是保证建筑物安全的重要设备，它的首要任务是在应急情况下，必须能够可靠启动并投入正常运行，以满足使用要求。发电机组应在30s内供电，对于低压发电机组而言，一般较易实现；但对于高压发电机组而言，由于需通过变压器将高压电源变换成220V/380V电源才能向设备供电，供电系统实现从启动到供电的时间将会长于低压发电机组，因此对高压发电机组规定在60s内供电；另外，系统的构成应简单、合理、可靠，且变压器不宜处在长时期不通电的状态。本款对发电机组的供电时间要求不包括多台发电机并机的情况。

第2款 与市电网不得并列运行，是考虑到一旦机组发生故障，不要波及市电网，而扩大了故障范围。如市电网有故障，因与机组未并网，也易于随机处理，避免发生意外事故。联锁的目的就是防止误并网。

第5款 机房在寒冷地区应供暖，为保证机组应急时顺利启动。机房最低温度应根据产品要求，但一般不应低于5℃，最高温度不应超过35℃，相对湿度应小于75%。

自启动机组的冷却水应能自流供给，若水源不可靠，应设储水箱或储水池。

为了确保机组启动具有足够的能量，除机组具有充电能力外，在备用过程中应具有浮充电装置。

为保证机组在应急时使用，必须储备一定数量的燃料油，还应设两个以上柴油储油箱，便于新油沉淀。

第6款 启动蓄电池由机组随机供给，工作电压为12V或24V。机组启动时启动电流很大，为减少启动电压降，启动蓄电池应设置在机组的启动电动机附近。因机组不经常工作，为了补充蓄电池自放电，应设置充电装置。

6.1.9 本条规定了发电机组的中性点工作制要求。

第1款 1kV及以下发电机组通常采用三相四线制，中性点直接接地，它的优点是降低了系统的内部过电压倍数，当一相接地时，相间电压为中性点所固定，基本不会升高。机组的接地

形式通常与低压配电系统的接地形式是一致的。

当有多台发电机组并列运行时，每台机组的中性导体要经刀开关或接触器直接接地。当各台机组的中性导体之间存在环流时，应只将其中一台发电机的中性点接地。

发电机中性导体上的接地刀开关及接触器的容量，可根据发电机允许的不对称负荷电流及中性导体上可能出现的零序电流选择。

第 2 款 3kV~10kV 发电机组的接地方式通常采用中性点经小电阻接地或不接地方式。

6.1.10 柴油发电机容量大小不同，小时耗油量也有差异。若在主建筑外设储油库，其防火间距应遵照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中有关规定执行。

中小容量柴油机组出厂时，一般配有日用燃油箱。当机组设在大型民用建筑室内时，根据应急柴油发电机特殊要求，应储备一定数量燃油供应急时使用，但又要考虑建筑防火要求。综合各种因素，通常最大储油量不应超过 8h 的需要量，且日用油箱储油容积不应大于 1m³，并按防火要求处理。当日用油箱储油容积在 1m³~2m³ 之间时，也可分别设置 2 个容积分别不大于 1m³ 的日用油箱储油间，2 个储油间中间加防火隔墙，并按防火要求处理。

6.1.11 自备柴油发电机组机房设计中，特别注意新风量及排烟量的合理配合，以及对环境噪声的影响。

第 8 款 机房内如果未考虑足够的新风及合理的排烟道位置，机组散热器排出的热风会在机房内循环，导致机房温度严重升高，影响机组的正常运行，这种情况应该避免。

第 9 款 柴油发电机运行时，机房的换气量应等于或大于维持柴油机燃烧所用新风量与维持机房温度所需新风量之和。据国外有关资料介绍，维持机房温度所需新风量可按式确定：

$$C = \frac{0.078P}{T} \quad (5)$$

式中： C ——需要新风量 (m^3/s)；
 P ——柴油机额定功率 (kW)；
 T ——柴油发电机房的温升 ($^{\circ}\text{C}$)。

维持柴油机燃烧所需新风量可向柴油机厂家索取，当海拔增加时，每增加 763m，空气量应增加 10%。若无资料，可按 1kW 制动功率需要 $0.1\text{m}^3/\text{min}$ 估算。

规定的环境噪声标准，引自现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的规定。

6.1.12 柴油发电机组的金属外壳、支架等均应接地，且宜采用共用接地方式。

6.1.14 本条规定了柴油发电机房设计时，应对供暖通风专业提出要求。

柴油发电机组运行时，其余热向四周扩散，为了不致引起室温过高，机房内应有良好通风装置。机房里的换气量应等于或大于柴油机燃烧所用新风量与维持机房室温所需新风量之和。

减少暖机功率，对平时利用率较低的应急机组，是不可忽视的。因为应急机组时刻都处在“戒备”状态，而暖机也时刻在运行，其运行费用甚高。

6.2 应急电源

6.2.1 应急电源 EPS 是由电力变流器、储能装置（蓄电池）和转换开关（电子式或机械式）等组合而成的一种电源设备。这种电源设备在交流输入电源正常时，交流输入电源通过转换开关直接输出。交流输入电源同时通过充电器对蓄电池组进行充电。发生中断（如电力中断、电压不符合供电要求）时，EPS 利用蓄电池组的储能放电经过逆变器变换并且经转换开关切换至应急状态向负荷供电。

由于 EPS 各生产厂家的产品技术性能不一致，为安全、可靠，本标准仅对 EPS 在建筑物应急照明系统中的应用作了相关规定，且在一般情况下不建议 EPS 用于建筑物非应急照明系

统中。

6.2.2 本条规定了 EPS 的选择要求。

第 2 款 EPS 分为交流制式及直流制式，适用于阻性、感性负载和混合性负荷，本标准推荐电感性 and 混合性的照明负荷宜选用交流制式；交直流共用的照明负荷宜选用直流制式。

第 3 款 要求额定输出功率为最大计算负荷的 1.3 倍主要是考虑到 EPS 在承受较低功率因数时可能存在不同程度的降容运行情况。

第 4 款 条文规定 EPS 的蓄电池初装容量按疏散照明时间的 3 倍配置，主要是考虑到初装容量的蓄电池在使用一定年限后，其实际容量的衰变情况，加上可能平时对蓄电池的维护、管理不到位，应急时满足不了应急照明所要求供电时间。

第 5 款 规定 EPS 单机容量不大于 90kVA，主要考虑不希望 EPS 单机容量做得过大，单台 EPS 应急供电的范围太广。

第 6 款 EPS 的应急切换时间，不同厂家的产品各不相同，但一般不会超过 0.2s。采用 EPS 电源装置是完全可以满足条文 1) ~3) 项各类应急照明的要求。但现在较多高大空间场所中的照明往往会采用金属卤化物灯或 HID 气体放电灯，并且希望其中部分照明灯能在电源故障转换时仍能点亮，此时当要满足金属卤化物灯或 HID 气体放电灯的电源切换要求时，EPS 装置的切换时间不应大于 3ms。实验表明，当要满足金属卤化物灯或 HID 气体放电灯的电源切换要求时，电源的切换时间不能大于 3ms，否则就无法保证切换后金属卤化物灯或 HID 气体放电灯的点亮。

第 7 款 EPS 输出电压是稳定的。在 0~120% 额定功率范围内，无论所带负载有何变化，输出电压应始终不变；当超过 120% 额定功率时，EPS 的输出电压会有降低，直至降到 EPS 保护启动跳闸为止。

第 8 款 应急电池逆变输出时，效率高可提高电池的使用效果。

6.3 不间断电源

6.3.1 不间断电源 UPS 是由电力变流器、储能装置（蓄电池）和切换开关（电子式或机械式）等组合而成的一种电源设备。这种电源处理设备能在交流输入电源发生故障（如电力中断、瞬间电压波动、频率波形等不符合供电要求）时，保证负荷供电的电源质量和供电的连续性。

6.3.2 在民用建筑电气设计中，UPS 多数用于实时性数据处理装置系统的计算机设备的电源保障方面。当用电负荷不允许中断供电或允许中断供电时间为毫秒级时，多采用 UPS 装置。

6.3.3 本条对 UPS 的选择作了规定。

第 2 款 规定 UPS 的额定输出功率应大于计算机各设备额定功率总和的 1.2 倍，对其他用电设备供电时，其额定输出功率应为最大计算负荷的 1.3 倍主要是考虑到 UPS 在承受较低功率因数时存在不同程度的降容运行系数。

第 4 款 蓄电池组容量决定了 UPS 的储能（蓄电池放电）时间。UPS 与快速自动启动的备用发电机配合使用时，其储能时间宜按不少于 15min 设计。

UPS 与无备用发电设备或手动启动的备用发电设备配合使用时，其工作时间宜按不少于 1h 或按工艺设置安全停车时间考虑。

第 5 款 绝大部分 UPS 的负荷都需要长期连续运行，不间断电源装置 UPS 的工作制，宜按照连续工作制考虑。

6.3.4 UPS 内的整流器产生高次谐波，对于 UPS 装置上游的配电系统有影响时，应该在采用 UPS 的整流器输入侧配置有源滤波器、无源滤波器等降低从 UPS 整流器向上游配电系统提供的谐波电流比率。

6.3.7 在 TN-S 供电系统中，为满足负荷对于 UPS 输出接地形式的要求，必要时应该配置隔离变压器。这是因为 UPS 的旁路系统输入中性导体与输出中性导体连接在一起，UPS 的输入端

与输出端的中性导体必须是同一个系统。但是，在一些应用中 UPS 的负荷对于中性导体系统有特别的要求，这时有可能在 UPS 的旁路输入侧配置隔离变压器，通过隔离变压器使得 UPS 输入端与输出端的中性导体系统是两个不同的中性导体系统。因此规定中性点应接地且应与由接地装置直接引来的接地干线可靠连接。

6.3.8 本条所指的大容量 UPS 一般是指单台容量不小于 80kVA 的 UPS。要求提供 RS232/485 等标准接口，提供国际通用的标准协议，可以方便地与上位监控系统进行通信，监控系统可对 UPS 的运行状态、故障状态等进行自动监测。监测内容通常包括电源运行状况（输入电压、输出电压、输入电流、输出电流、输出功率、逆变电压、分路状态、单节电池电压、电池组电压、机内温度）、电池工作状态、UPS/旁路供电、各种故障状态（输入电源故障、逆变器故障、整流器故障、电池故障、输出开路、输出短路、控制器故障、旁路故障等）、历史记录等。

6.3.9 UPS 本身具有对每节蓄电池监测的功能，可及时发现处于长期备用状态下的蓄电池出现的各种异常并报警，以增加装置的可靠性。

6.3.10 规定本条主要是为了能方便对 UPS 的管理，且 UPS 的单机容量也不宜太大。

6.3.11 UPS 与柴油发电机的容量应有一个匹配问题，其原因是：对柴油发电机而言 UPS 输入线路并不是一个纯线性负载，因此有不同程度的高次谐波（即电流总谐波分量），反馈给前级源（ $THDi \neq 0$ ）；而前级源（柴油发电机或前级变压器）因为后级源的高次谐波反馈，造成前级源的高频短路，使输出电源质量即电压总谐波分量下降（ $THDu \neq 0$ ）。因此，柴油发电机与 UPS 的配比其实质是：柴油发电机功率与 UPS 的功率在一定的配比下，使柴油发电机输出电源的质量（ $THDu$ ）能满足 UPS 输入电源的谐波要求。

前级源（柴油发电机）的输出电压总谐波分量计算公式

如下：

$$THDu = \frac{S_{ups}}{S} \times K \times X''_d (\text{或 } U_{ss}) \quad (6)$$

$$K = \sqrt{\sum_z^n \left(\frac{I_m}{I_1} \times H_n \right)^2} \quad (7)$$

式中： $THDu$ ——柴油发电机的输出（UPS 的输入）电压失真率；

S_{ups} ——UPS 功率（kVA）；

S ——柴油机（或变压器）功率（kVA）；

X''_d ——柴油发电机组，发电机输出径向绕组阻抗（由柴油发电机厂提供）；

U_{ss} ——变压器输出阻抗（可从变压器的销售手册中查询）；

z ——3, 5, 7, …, $n-2$ ；

I_m —— n 次谐波电流值（A）；

H_n ——谐波次数（3, 5, 7, …, n ）。

当 UPS 的输入电源由柴油发电机提供时，一般在正常电源失电 5min 内，柴油发电机都已启动且进入正常运行发电状态，可向 UPS 供电，因此作此规定。另外也考虑到了蓄电池长期使用后的衰变情况，对于容量较大且有人维护的 UPS，其蓄电池初装容量 15min 已足够。

7 低压配电

7.1 一般规定

7.1.1 根据现行国家标准《标准电压》GB/T 156 的规定，本章适用范围确定为工频交流 1000V 及以下的低压配电设计。

7.1.2 具备智能控制功能的电器，可具有扩展的远程通信功能，组成低压智能配电系统，实现自我诊断、故障分析等，以适应某些重要工程的特殊需要。提高系统的可控性和稳定性，也是未来智能电器发展的一个方向。

7.1.4 低压配电系统的设计。

第 1 款 低压配电级数不宜超过三级，因为低压配电级数太多将给开关的选择性动作整定带来困难，但在民用建筑低压配电系统中，不少情况下难以做到这一点。当向非重要负荷供电时，可适当增加配电级数，但不宜过多。

第 2 款 在工程建设过程中，经常会增加低压配电回路，因此在设计中应适当预留备用回路，对于向一、二级负荷供电的低压配电箱（柜）的备用回路，可为总回路数的 25% 左右。

7.2 低压配电系统

本节仅对超高层、高层和多层民用建筑的低压配电系统作了规定，其他各类建筑物低压配电系统的要求详见相应的国家标准。

7.2.1 多层民用建筑的低压配电系统

第 1 款 低压电源在进线处设置总电源箱（柜），并不一定是指靠外墙处，而是指适当位置。

第 2 款 照明、电力、消防及其他防灾用电负荷，通常是指从建筑物内的低压配电室分别自成配电系统。

7.2.2 第3款 当采用 T 接箱或预制分支电缆等方式引至各配电箱时，其电缆分支接头部位应避免产生电解、氧化和过热的影响。

7.2.3 超高层民用建筑的低压配电系统的设计。

第1款 超高层建筑的垂直线缆敷设，特别要注意位移引起的损伤，要有必要的技术措施。

第3款 当在避难层设置变电所时，其供电回路不宜跨越上下避难层，有利于供电的安全和运维。但并非要求每隔一个避难层一定要设置一个变电所或者有避难层的超高层建筑一定要设置变电所。

7.2.4 本条为强制性条文。超高层建筑越建越高，消防救援的难度越来越大，建筑内部人员的安全保障就显得越来越重要。避难层作为人员暂时躲避火灾及其烟气危害的楼层，是人员疏散避难的场所。用电设备是否正常工作直接关系到人员的生命安全，因此，要从变电所采用放射式专用线路配电。

【技术要点】

专用线路配电意指由变电所低压干线引出的配电回路直接引至用电设备。当用电设备容量较小，所选导体截面直接由变电所低压干线引出不能满足热稳定性要求时，可几台用电设备共用一个回路到避难层再进行分配。上述做法均为放射式专用线路配电。

【实施与检查】

实施：在设计中，将避难层的照明及其他供避难层使用的用电设备，由变电所的低压配电专用线路直接送至避难层。

检查：应审核设计图纸中低压配电系统图。首先核实低压配电是否采用了独立的回路，同时，核实用电负荷是否包括了所有供避难层使用的用电设备，最后，再核实线缆是否为放射式供电至避难层。

本条为强制性条文，必须严格执行。

7.3 特低电压配电

7.3.1 民用建筑中主要采用 SELV 和 PELV 两种特低电压配电

系统。

7.3.2 特低电压配电要求：

第2款 如绕组具有等同隔离功能的电动发电机组。

第3款 电化学电源，如蓄电池，其他独立于较高电压回路的电源，如内燃机发电机组。

第4款 这种设备有绝缘测试设备和绝缘监测器。

当在电源的出线端子上出现较高电压，如果用内阻至少为 3000Ω 的电压表测得出线端子上的电压符合本条第1款规定的限内，则可认为该电源仍符合本条的要求。

第5款 如安全隔离变压器或电动发电机组，其绝缘应按双重或加强绝缘的要求来选用或安装。

7.3.3 第1款 SELV 和 PELV 的回路：

诸如继电器、接触器、辅助开关之类的电气设备的带电部分和较高电压回路之间需要采取分隔措施。PELV 回路的接地可与地或与电源本身接地的保护接地导体连接。

7.4 导体选择

7.4.1 导体选择的一般原则和规定：

第1款 在原规范的基础上，低压配电导体增加了铝合金。从资源利用和节约能源的角度看，有着积极的作用。

铝合金电缆源于北美，通过添加合金元素，采用先进的生产工艺，克服了纯铝导体在应用中的一系列问题，已应用于各类建筑40余年。

需要说明的是，并非所有铝合金都可以做电线电缆的导体。在《美国国家电气规范》NEC 2011版、《热固性绝缘电线电缆》UL 44、《热塑性绝缘电线电缆》UL 83、《金属铠装电缆》UL 1569中都有明确的规定，采用AA-8000系列电工级铝合金作为铝合金电线电缆的导体。

在我国，选用的铝合金导体应满足国家现行标准《电缆导体用铝合金线》GB/T 30552和《额定电压0.6/1kV铝合金导体交

联聚乙烯绝缘电缆》NB/T 42051 的相关要求。

第 3 款 对应用铜芯导体的场所作了原则规定，在这些场所中的配电线路、控制和测量线路均应采用铜芯导体。

第 6 款 本款规定是根据第十二届全国人民代表大会第 2092 号提案及住房和城乡建设部建筑电气标准化技术委员会关于“建筑电气长寿命电缆应用及配电线路保护的技术研讨会”会议纪要编制的。长寿命电线电缆采用双层共挤绝缘结构和辐照交联工艺，辐照交联聚乙烯内绝缘和辐照交联无卤低烟阻燃聚烯烃外绝缘分别保证电性能和不延燃性能，产品符合国家现行标准《额定电压 450/750V 及以下双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电线》JG/T 441 和《额定电压 0.6/1kV 双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电力电缆》JG/T 442、《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 中的相关规定。

7.4.2 本条为电缆截面选择的基本原则。

按照敷设方式和环境条件确定的导体截面及载流量，不应小于预期负荷的最大计算电流和保护条件确定的电流，在进行线路保护设计时，还要考虑本回路的阻抗和导体的截面。

原规范表 7.4.2 中的固定敷设的铝导线最小截面是 2.5mm^2 。但根据《低压电气装置 第 5-52 部分：电气设备的选择和安装 布线系统》GB/T 16895.6-2014 表 52.2 导体最小截面的规定，以及《电缆的导体》GB/T 3956 的规定，固定敷设的铝导线最小截面是 10mm^2 。因此，本标准定为 10mm^2 。

本条文为电缆截面选择的基本原则。当电力电缆截面选择不当时，会影响电缆的可靠运行和使用寿命乃至危及安全。

导体的动稳定主要是裸导体敷设时应做校验，电力电缆做热稳定校验。

7.4.3 电缆敷设的环境温度与载流量校正：

第 2 款 气象温度的历年变化有分散性，宜以不少于 10 年的统计值表征。

直埋敷设时环境温度，需取电缆埋深处的对应值，因为不同

埋深层次的温度差别较大。电缆直埋敷设在干燥或潮湿土中，除实施换土处理等能避免水分迁移的措施外，土壤热阻系数宜选择不小于 $2.0\text{K} \cdot \text{m}/\text{W}$ 。

第 3 款 导体的允许载流量，应根据敷设处的环境温度进行校正，校正系数是按《低压电气装置 第 5-52 部分：电气设备的选择和安装 布线系统》GB/T 16895.6 - 2014 表 B. 52. 14 和表 B. 52. 15 的规定进行选取，见表 6、表 7。

表 6 环境空气温度不等于 30℃ 时的校正系数

环境 温度 (℃)	绝 缘			
	PVC	XLPE 或 EPR	矿物绝缘*	
			PVC 外护层和易于接触的 裸护套 70℃	不允许接触的 裸护套 105℃
10	1.22	1.15	1.26	1.14
15	1.17	1.12	1.20	1.11
20	1.12	1.08	1.14	1.07
25	1.06	1.04	1.07	1.04
30	1.00	1.00	1.00	1.00
35	0.94	0.96	0.93	0.96
40	0.87	0.91	0.85	0.92
45	0.79	0.87	0.77	0.88
50	0.71	0.82	0.67	0.84
55	0.61	0.76	0.57	0.80
60	0.50	0.71	0.45	0.75
65	—	0.65	—	0.70
70	—	0.58	—	0.65
75	—	0.50	—	0.60
80	—	0.41	—	0.54
85	—	—	—	0.47
90	—	—	—	0.40
95	—	—	—	0.32

注：1 用于敷设在空气的电缆载流量校正；

2 * 为更高的环境温度，与制造厂协商解决；

3 PVC-聚氯乙烯、XLPE-交联聚乙烯、EPR-乙丙橡胶。

表 7 地下温度不等于 20℃ 的电缆载流量的校正系数

埋地环境温度 (°C)	绝 缘	
	PVC	XLPE 和 EPR
10	1.10	1.07
15	1.05	1.04
20	1.00	1.00
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.80
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0.45	0.65
65	—	0.60
70	—	0.53
75	—	0.46
80	—	0.38

注：用于敷设于地下管道中的电缆载流量校正。

第 4 款 当土壤热阻系数与载流量对应的热阻系数不同时，敷设在土壤中的电缆载流量应进行校正，其校正系数是按《低压电气装置 第 5-52 部分：电气设备的选择和安装 布线系统》GB/T 16895.6 - 2014 表 B. 52.16 的规定进行选取，见表 8。

表 8 土壤热阻系数不同于 2.5K·m/W 时电缆的载流量校正系数

热阻系数 (K·m/W)	0.5	0.7	1	1.5	2	2.5	3
埋地管槽中电缆的校正系数	1.28	1.20	1.18	1.1	1.05	1	0.96
直埋电缆的校正系数	1.88	1.62	1.5	1.28	1.12	1	0.90

注：1 校正系数适用于管槽埋地深度不大于 0.8m；

2 对于直埋电缆，当土壤热阻系数小于 2.5K·m/W 时，此校正系数会高一些。

7.4.4 电缆载流量的校正系数：

第 1 款 多回路或多根多芯电缆成束敷设的载流量校正系数应按《低压电气装置 第 5-52 部分：电气设备的选择和安装 布线系统》GB/T 16895.6 - 2014 表 B. 52. 17 的规定进行选取，见表 9。

表 9 多回路或多根电缆成束敷设的校正系数

项目	排列（电缆相互接触）	回路数或多芯电缆数											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	成束敷设在空气中，沿墙、嵌入式或封闭式敷设	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.45	0.41	0.38
2	单层敷设在墙、地板或无孔托盘上	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	多于 9 个回路或 9 根多芯电缆不再减小校正系数		
3	单层直接固定在木质天花板下	0.95	0.81	0.72	0.68	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61			
4	单层敷设在水平或垂直的有孔托盘上	1.00	0.88	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	0.72			
5	单层敷设在梯架或夹板上	1.00	0.87	0.82	0.80	0.80	0.79	0.79	0.78	0.78			

注：1 适用于尺寸和负荷相同的电缆束。

2 相邻电缆水平间距超过了 2 倍电缆外径时，可不校正。

3 下列情况可使用同一系数：

- 1) 由 2 根或 3 根单芯电缆组成的电缆束；
- 2) 多芯电缆。

4 当系统中同时有 2 芯和 3 芯电缆时，应以电缆总数作为回路数，2 芯电缆应作为 2 根负荷导体，3 芯电缆应作为 3 根负荷导体查取表中相应系数。

5 当电缆束中含有 n 根单芯电缆，可作为 $n/2$ 回 2 根负荷导体回路或 $n/3$ 回 3 根负荷导体回路。

另外，需要说明的是：

电缆束的校正系数适用于具有相同最高运行温度的绝缘导体或电缆束。

含有不同允许最高运行温度的绝缘导体或电缆束，束中所有绝缘导体或电缆的载流量应根据其中允许最高运行温度最低的那根电缆的温度来选择，并用适当的电缆束校正系数校正。

假如一根绝缘导体或电缆预计负荷电流不超过它成束电缆敷设时的额定电流的 30%，在计算束中其他电缆的校正系数时，此电缆可忽略不计。

直埋电缆多于一回路，当土壤热阻系数高于 $2.5\text{K} \cdot \text{m}/\text{W}$ 时，应适当降低载流量或更换电缆周围的土壤。多回路直埋电缆的载流量校正系数，应按《低压电气装置 第 5-52 部分：电气设备的选择和安装 布线系统》GB/T 16895.6 - 2014 表 B.52.18 的规定进行选取，见表 10。

表 10 多回路直埋电缆的校正系数

回路数	电缆间的间距 a				
	无间距（电缆相互接触）	一根电缆外径	0.125m	0.25m	0.5m
2	0.75	0.80	0.85	0.90	0.90
3	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85
4	0.60	0.60	0.70	0.75	0.80
5	0.55	0.55	0.65	0.70	0.80
6	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80
7	0.45	0.51	0.59	0.67	0.76
8	0.43	0.48	0.57	0.65	0.75

注：1 适于埋地深度 0.7m，土壤热阻系数为 $2.5\text{K} \cdot \text{m}/\text{W}$ 时的情况；

2 当土壤热阻系数小于 $2.5\text{K} \cdot \text{m}/\text{W}$ 时，校正系数一般会增加；

3 本表用于多芯电缆与单芯电缆，见图 1。

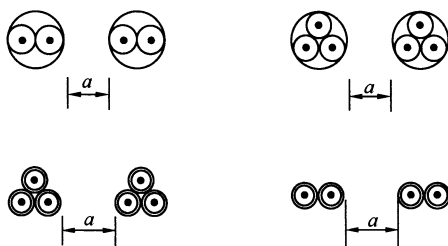


图1 多回路直埋电缆之间的间距

第2款 谐波电流校正系数应用举例：

设想一具有计算电流39A的三相回路，使用4芯PVC绝缘电缆，固定在墙上。

从载流量表可知，6mm²铜芯电缆的载流量为41A。假如回路中不存在谐波电流，选择该电缆是适当的。

假如有20%三次谐波，采用0.86的校正系数，计算电流为 $39/0.86=45\text{A}$ ，则应采用10mm²铜芯电缆。

假如有40%三次谐波，则应按中性导体电流选择截面，中性导体电流为 $39 \times 0.4 \times 3 = 46.8\text{A}$ ，采用0.86的校正系数，计算电流为： $46.8/0.86 = 54.4\text{A}$ 。

对于这一负荷采用10mm²铜芯电缆是适当的。

假如有50%三次谐波，仍按中性导体电流选择截面，中性导体电流为 $39 \times 0.5 \times 3 = 58.5\text{A}$ 。采用校正系数为1，计算电流为58.5A，对于这一中性导体电流，需要采用16mm²铜芯电缆。

以上电缆截面的选择，仅考虑电缆的载流量，未考虑其他设计方面的问题。

7.4.5 第2款 中性导体的短路保护可以利用相导体中的过电流保护电器来实现，在这种情况下，中性导体不需要过电流保护或分断中性导体的电器。

第3款 不是电缆组成部分的保护接地导体敷设在导管、线槽内或类似方式保护，可认为已有机械保护。

第4款 对于配电干线不建议采用这种方式。通常用于配电

支线的两个或更多个回路共用一根保护接地导体，并应通过计算这些回路中遭受最严重的预期故障电流和动作时间来确定截面积，同时符合本条公式（7.4.5）的要求。

第5款 TN-C、TN-C-S 系统中的保护接地中性导体（PEN 导体）应按可能受到的最高电压进行绝缘，以避免产生杂散电流。

7.4.6 本条为强制性条文。由于保护接地中性导体（PEN 导体）具有两种功能，既为 PE 导体又为 N 导体。PEN 导体本身是带电导体。装置外界可导电部分如果作为 PE 导体，一旦发生接地故障，PEN 导体电位升高，当人员触及装置外界可导电部分，易引起电击事故，因此，严禁将其作为保护接地中性导体的一部分。

【技术要点】

与电气装置外露可导电部分连接的外界可导电部分，如金属管道严禁用作 PEN 导体。

【实施与检查】

实施：在设计中，不能采用装置外可导电部分作为 PEN 导体。

检查：应审核设计图纸中 PEN 导体的选择。不仅不能采用装置外可导电部分作为 PEN 导体，同时，其导体截面还应满足本标准第 7.4.5 条的要求。

7.5 低压电器的选择

7.5.2 本条为强制性条文。在 TN-C 系统中，若保护接地中性导体断开，由于不平衡电压或接地故障可能导致保护接地中性导体上带危险电压，从而引起触电事故，危及人身安全。

【技术要点】

TN-C 系统中，保护接地中性导体（PEN 导体），不得装设断开保护接地中性导体的任何电器，诸如隔离开关、断路器、熔断器等。

【实施与检查】

实施：在设计中，对于 TN-C 系统，其保护接地中性导体应保证其完整性，不能在任何位置处出现断开的情况，也不得装设可以断开保护接地中性导体的电器。

检查：对于采用 TN-C 系统的设计图纸，应审核供电系统图和电气平面图中保护接地中性导体的使用情况。

7.5.3 三相四线制系统中，四极开关的选用：

第 1 款 保证电源转换的功能性开关电器应作用于所有带电导体，且不得使这些电源并联，除非该装置是为这种情况特殊设计的。

第 2 款 TN-C-S、TN-S 系统中的电源转换开关应采用同时切断相导体和中性导体的四极开关。在电源转换时切断中性导体可以避免中性导体产生分流（包括在中性导体流过的三次谐波及其他高次谐波），这种分流会使线路上的电流矢量和不为 0，以至在线路周围产生电磁场及电磁干扰。采用四极开关可保证中性导体电流只会流经相应电源开关的中性导体，避免中性导体产生分流和在线路周围产生电磁场及电磁干扰。

第 4 款 正常供电电源与备用发电机之间，其电源转换开关应采用四极开关，断开所有的带电导体。

第 5 款 TT 系统的电源进线开关应采用四级开关，以避免电源侧故障时，危险电位沿中性导体引入。

7.5.4 由于 ATSE 的种类和结构形式不同，转换时间也不同，应用的场所也会不同。将自动转换开关电器（ATSE）的选择作出基本规定，为设计人员正确选择 ATSE 提供依据。本次修订在保留了原规范条文基础上增加了“应急照明负荷”的内容。

第 1 款 ATSE 是根据现行国家标准《低压开关设备和控制设备 第 6-1 部分：多功能电器 转换开关电器》GB/T 14048.11 生产的。该产品分为 PC 级和 CB 级，其特性具有“自投自复”功能。

第 2 款 ATSE 的转换时间取决于自身构造，PC 级的转换

时间一般为 100ms，CB 级一般为 1s~3s。如银行前台照明允许断电时间为 1.5s，此时，PC 级 ATSE 能够满足要求，CB 级有可能满足不了要求。所以，选用的 ATSE 转换动作时间，要考虑是否能满足负荷允许的最大断电时间的要求。

对于一些要求中断供电时间仅为几十毫秒级，甚至更短的重要场所，就需要 ATSE 与 UPS 或 EPS 配合使用。

第 3 款 在选用 PC 级自动转换开关电器时，其额定电流不应小于回路计算电流的 125%，以保证自动转换开关电器有一定的裕量。

第 4 款 为消防负荷供电的配电回路不应采用过负荷断电保护，如装设过负荷保护只能作用于报警。这就是采用 CB 级 ATSE 为消防负荷供电时，应采用仅具短路保护的断路器组成 ATSE 的原因。同时，还应符合本章第 7.6.1 条第 2 款的规定。

第 5 款 采用 CB 级 ATSE 为应急照明负荷供电时，由于其负荷不同于消防风机和水泵，配电回路通常会采用过负荷断电保护。

第 6 款 采用 ATSE 做双电源转换时，从安全着想要求具有检修隔离功能，此处检修隔离指的是 ATSE 配出回路的检修应需隔离。如 ATSE 本体没有检修隔离功能时，设计上应在 ATSE 的进线端加装具有隔离功能的电器。

第 7 款 当设计的供配电系统具有自动重合闸功能，或虽无自动重合闸功能但上一级变电所具有此功能时，工作电源突然断电时，ATSE 不应立即投到备用电源侧，应有一段躲开自动重合闸时间的延时。避免刚切换到备用电源侧，又自复至工作电源，这种连续切换是比较危险的。

第 8 款 由于这类负荷具有高感抗，分合闸时电弧很大。特别是由备用电源侧自复至工作电源时，两个电源同时带电，如果转换过程没有延时，则有弧光短路的危险。如果在先断后合的转换过程中加 50ms~100ms 的延时躲过同时产生弧光的时间，则可保证安全可靠切换。

7.5.5 剩余电流保护器的设置:

第4款 多级装设剩余电流保护器时,在动作时限(Δt)和额定剩余电流动作值($I_{\Delta n}$)应有选择性配合。选择性配合应符合以下两个条件:

$$I_{\Delta n}(\text{RCD1}) > 2I_{\Delta n}(\text{RCD2})$$

$$\Delta t(\text{RCD1}) > \Delta t(\text{RCD2}) + \Delta t(\text{CB2})$$

式中: $I_{\Delta n}(\text{RCD1})$ ——上一级剩余电流保护器额定剩余动作电流;

$I_{\Delta n}(\text{RCD2})$ ——下一级剩余电流保护器额定剩余动作电流;

$\Delta t(\text{RCD1})$ ——上一级剩余电流保护器动作时间;

$\Delta t(\text{RCD2})$ ——下一级剩余电流保护器动作时间;

$\Delta t(\text{CB2})$ ——下一级低压断路器动作时间(包括分断时间)。

为满足条件,有必要知道CB2+RCD2组合的全部分断时间或者进行现场的实际测试或者剩余电流保护器生产厂家能提供相应的选择性配合原则。如施耐德公司,对于剩余电流保护器的选择性配合提出了两个条件:

$$I_{\Delta n}(\text{RCD1}) > 2I_{\Delta n}(\text{RCD2})$$

RCD1的延时设置 > RCD2的延时设置 + 1级

不论何种选择性配合原则,都必须考虑保护器的固有分断时间。

第7款 传统的AC型RCD只对含有正弦交流电流的剩余电流进行保护,而A型或B型RCD除了可以对含有正弦交流电流的剩余电流波形负载进行保护外,还可以对可能含有脉动直流或直流剩余电流波形的电子类负载进行保护。随着电子技术的不断发展,越来越多的电气设备在发生故障时会在回路中产生脉动直流剩余电流,例如:微波炉、电磁炉、电冰箱、洗衣机等家用电器,此时就需要安装A型剩余电流保护器。

国际标准《用于电力网络的电子设备》IEC 50178规定:单相

电子类负载产生的脉动直流剩余电流波形，不能用 AC 型 RCD，而需要用 A 型 RCD 进行保护。B 型 RCD 除具有 AC 型和 A 型的功能外，还能够对含有纯直流剩余电流波形的负载进行保护。

7.6 低压配电线路的保护

7.6.1 低压配电线路保护的一般规定：

第 2 款 配电线路采用的上下级保护电器应具有选择性动作。随着我国保护电器的性能不断提高，实现保护电器的上下级动作配合已具备一定条件。但考虑到低压配电系统量大面广，达到完善的选择性还有一定困难。因此，对于非重要负荷的保护电器，可采用无选择性切断。

7.6.2 配电线路的短路保护，在利用公式（7.6.2）进行计算时，其 k 值取决于导体材料的电阻率、温度系数和热容量以及相应的初始和最终温度的系数。对于以常用材料绝缘的线导体的 k 值，可按《低压电气装置 第 4-43 部分：安全防护 过电流保护》GB/T 16895.5 - 2012 进行选取，见表 11。

表 11 不同导体的 k 值

绝缘 材料		导体绝缘的类型							
		PVC 热塑型塑料		PVC 热塑型塑料 90℃		EPR XLPE 热固型的	橡胶 60℃ 热固型的	矿物质	
		≤300	>300	≤300	>300			PVC 护套	无护套
导体截面积 (mm ²)									
初始温度 (°C)		70		90		90	60	70	105
最终温度 (°C)		160	140	160	140	250	200	160	250
导体材料	铜	115	103	100	86	143	141	115	115* ~ 135
	铝/铝合金	76	68	66	57	94	93	—	—

注：* 这个值用于容易被触摸的裸电缆。

第2款 当短路持续时间小于0.1s时,要计入短路电流非周期分量的影响,由于包含周期分量的短路电流 I 很难计算,所以不能通过公式(7.6.2)进行计算 t ,可通过查阅生产厂商所提供技术资料中的能量值 I^2t 来校验,是否满足 $k^2S^2 > I^2t$ 。

7.6.3 本条为强制性条文。突然断电比过负荷造成的损失更大的线路,对于民用建筑来讲,主要指消防动力设备如消防水泵、防排烟风机等的配电线路,这些设备安装在水泵房、地下室防排烟机房等潮湿场所,又经常不运行,如果发生电动机轴封锈蚀,启动时间过长,启动电流过大,断路器的过负荷保护可能跳闸,火灾时不能灭火,会造成更大损失,故该线路不应设置过负荷保护,当设置时只能动作于报警。

【技术要点】

为消防水泵、防排烟风机和消防电梯等的配电线路,断路器不应设置过负荷保护,过负荷报警应采用电动机控制回路的热继电器的报警信号。

【实施与检查】

实施:在设计中,非消防负荷的配电线路应设置过负荷保护,以保证配电线路的安全。对于重要负荷的供配电系统的过负荷保护问题,例如消防水泵、排烟风机之类的负荷供电回路只设置电磁脱扣器。需要故障报警应在电动机控制回路设置热继电器报警而不是切断电路。

检查:应审核设计图纸中消防水泵、防排烟风机供电的配电线路,断路器仅设置电磁脱扣器,这些回路有过负荷应采用电动机控制回路的热继电器的报警信号。

7.6.4 配电线路短时间的过负荷是难免的,它并不一定会对线路造成损害。长时间的过负荷将对线路的绝缘、接头、端子或导体周围的介质造成损害。绝缘因长期超过允许温升会加速老化而缩短线路使用寿命。严重的过负荷将使绝缘在短时间内软化变形,介质损耗增大,耐压水平下降,最后导致短路,引起火灾和触电事故,过负荷保护的目的在于防止此种情况的发生。

7.6.7 保护电器的装设位置：

由于意外断开用电设备的供电回路会引起危险或损坏的场合，允许省略该回路的过负荷保护电器，这种情况的例子包括：

- 1 旋转电机的励磁机回路；
- 2 起重电磁铁的供电回路；
- 3 电流互感器的二次回路；
- 4 灭火装置的供电回路；
- 5 为安全设施（防盗报警器、瓦斯报警器等）供电的回路。

7.7 低压配电系统的电击防护

7.7.1 电击防护的基本原则是对于危险带电部分必须是不能触及的，而可触及的可导电部分在正常情况下或在单一故障情况下必须是不带危险电位的。

在正常情况下的防护采用基本防护措施，在单一故障情况下的防护采用故障防护措施。对于在特殊情况下（如：装有浴盆或淋浴的场所等）需要采用附加防护措施。

7.7.6 在原规范中强调供电给固定式设备、手持式和移动式电气设备切断故障回路的时间不同，认为手持式和移动式电气设备对人的危险性更大。这次条文的修改是依据《低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护》GB/T 16895.21 - 2011中的有关规定。

1 固定式设备例如机床类的操作者在工作中手握的操作手柄与机床上的电气设备外露可导电部分连通，一旦机床上的电气设备或线路发生接地故障，手握操作手柄的人也会像使用手持式电气设备遭受电击的情况一样危险，因此不存在固定式或移动式的区别。

2 电气装置发生接地故障时，采用微型低压断路器可以迅速切断电源，不一定放大线路的截面。

3 大量民用和工矿企业的用电设备以及绝大多数的手持式电气设备，均采用额定电流为 32A 的终端回路供电。有很多民

用和家庭用户一般不熟悉用电安全方面的知识，而且又不一定有熟练的电气专业人员维护和监管，因此在这些场所发生事故的概率较高，有必要提高防范的要求，当发生事故时加速切断电源。相反，额定电流大于 32A 的终端回路多用于厂矿和公共建筑内，通常由专业人员操作和维护，电击防护措施一般比较正规。因此，即使发生故障后的切断电源的时间超过 0.4s，实行保护等电位联结的功效通常可以免遭电击的伤害。因此，发生事故造成人身或设备危害的概率相对较少。

7.7.8 第 3 款 采用剩余电流保护器 (RCD) 来执行本条规定时，在满足表 7.7.6 规定的切断电源时间要求的预期剩余故障电流，显著大于 RCD 的额定剩余动作电流 $I_{\Delta n}$ (通常为 $5I_{\Delta n}$)。

8 配电线路布线系统

8.1 一般规定

8.1.1 本章仅对民用建筑单体及群体室内外配电线路布线系统作了相应界定，吸收了近年来一些新的配电线路布线方式，例如铠装铝合金电缆、照明母线槽布线等。修订后本章的适用范围和技术内容较修订前有所拓宽。

8.1.2 布线系统的选择和敷设方式的确定，主要取决于建筑物的结构和环境特征等条件和所选用电线、电缆的类型。当几种布线系统同时能满足要求时，则应根据建筑物使用要求、用电设备的分布等因素综合比较，确定合理的布线系统及敷设方式。

8.1.3 环境温度、外部热源的热效应，浸水对绝缘的损害，灰尘聚集对散热和绝缘的不良影响，撞击、振动和其他应力作用以及因建筑物的变形而引起的危害等，对布线系统的敷设和使用安全都将产生极为不利的影响和危害。因此，在选择布线及敷设方式时，必须多方比较选取合适的方式或采取相应措施，以减少或避免上述不良影响和危害。

8.1.4 穿在同一根导管或敷设在同一根线槽内的所有绝缘电线或电缆，都应具有与最高标称电压回路绝缘相同的绝缘等级的要求，其目的是保障线路的使用安全及低电压回路免受高电压回路的干扰。

《低压电气装置 第 5-52 部分：电气设备的选择和安装 布线系统》GB/T 16895.6 - 2014 第 521.6 条规定：假如所有导体的绝缘均能耐受可能出现的最高标称电压，则允许在同一管道或电缆桥架内敷设多个回路。

8.1.6 本条为强制性条文。有可燃物的闷顶和封闭吊顶这些封闭空间内的配电线路一旦发生火灾，不易被发现，容易造成火灾

蔓延。此处可燃物包括：木结构、木吊顶板、PV 吊顶板、泡沫吸声板、PC 聚碳酸酯板和膜材等。因此，要求在这些密闭空间内应采用金属导管和金属槽盒布线方式，这是为了保证防火安全采取的措施。

【技术要点】

在民用建筑电气设计中，对于有可燃物的闷顶和封闭吊顶封闭空间内的电气布线，应采用热镀锌钢导管或密闭式金属槽盒布线方式。

【实施与检查】

实施：设计中，对于可燃物的闷顶和封闭吊顶这些封闭空间内的电气布线，应选择热镀锌钢导管和密闭式金属槽盒。

检查：在初步设计说明和施工图总设计说明或配电系统图中是否标注采用钢导管和密闭式金属槽盒布线。如发现采用刚性塑料的导管和槽盒布线，应视为违反强条，返回修改。

8.1.7 为保证线路运行安全和防火、阻燃要求，布线用刚性塑料导管（槽）及附件必须选用难燃类制品，并符合《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 - 2012 和《公共场所阻燃制品及组件燃烧性能要求和标识》GB 20286 - 2006 的要求。

8.1.10 电缆、导管、电缆桥架及封闭式母线槽在穿越不同防火分区的楼板、墙体时，其洞口采取防火封堵，是为防止火灾蔓延扩大灾情。应按布线形式的不同，分别采用经消防部门检测合格的防火包、防火堵料或防火隔板。

8.2 直敷布线

8.2.1 直敷布线主要用于既有建筑改造工程中，电气照明及日用电器插座线路的明敷布线。

8.2.2 直敷布线所用的护套电线的阻燃级别不应低于 B2 级，旨在提高护套电线的质量，延长电线的使用寿命，防止绝缘过快老化引起漏电而引发电气火灾事故。电线水平敷设至地面的距离不应小于 2.5m，垂直敷设至地面低于 1.8m 部分应穿导管保护

的规定主要是防范由于机械损伤或绝缘老化漏电导致电击事故。

8.2.3 不允许护套绝缘电线直接敷设在建筑物墙体及顶棚的抹灰层、保温层及装饰面板内的规定是基于以下几点：

1 常因电线质量不佳或施工粗糙、违反操作规定而造成严重漏电，危及人身安全；

2 不能检修和更换电线；

3 会因从墙面钉入铁件而损坏线路，引发事故；

4 电线因受水泥、石灰等碱性介质的腐蚀而加速老化，严重时会使绝缘层产生龟裂，受潮时可能发生严重漏电。

8.3 刚性金属导管布线

8.3.2 金属导管明敷于潮湿场所或埋地敷设时，会受到不同程度的锈蚀，为保障线路安全，应采用厚壁镀锌钢导管。

8.3.3 采用导管布线方式，电线总截面积与导管内截面积的比值，除应根据满足电线在通电以后的散热要求确定外，还要根据满足线路在施工或维修更换电线时，不损坏电线及其绝缘等要求确定。

8.3.4 不同回路的线路能否共管敷设，应根据发生故障的危险性和相互之间在运行和维修时的影响决定。一般情况下不同回路的线路不应穿于同一导管内。条文中“除外”的几种情况，是经多年实践证明其危险性不大和相互之间的影响较小，有时是必须共管敷设的。

8.3.6 当线路较长或弯曲较多，如按规定的电线总截面和导管内截面比值选择管径，可能造成穿线困难，在穿线时由于阻力大可能损坏电线绝缘或电线本身被拉断。因此，应加装拉线盒（箱）或加大管径。

8.4 可弯曲金属导管布线

8.4.1 可弯曲金属导管是我国 20 世纪 90 年代初生产的新型电线保护导管，经国家有关部门鉴定合格，并经各行业广泛采用。

可弯曲金属导管，以其良好的抗压、抗拉、防火、阻燃性能和施工方便，管内涂层具有很强的对地绝缘性能，故广泛应用于建筑、机电和铁路等行业。在民用建筑中主要用于室内外场所明敷设及在墙体、地面、混凝土楼板以及在建筑物吊顶棚内暗敷设，也可用于室外直埋。

8.4.2 民用建筑布线系统所采用的可弯曲金属导管，主要为中型和重型两类。中型导管为热镀锌钢带轧制，内涂绝缘防腐树脂，抗压强度大于 750N，适用于明敷在正常环境的室内场所。重型导管也为热镀锌钢带轧制，内涂绝缘防腐树脂，抗压强度大于 1250N，适用于明敷在潮湿场所或暗敷于墙体、现浇钢筋混凝土内，室外地下直埋时，应采用重型防水可弯曲金属导管。

8.4.3 为满足布线施工及运行安全，特制定本条文，详见第 8.3.3 条、第 8.3.4 条的条文说明。

8.4.7 条文规定是为了保证运行安全，可弯曲金属导管与金属接线盒、配电箱、控制箱连接后，尚应与保护联结导体可靠连接。连接应采用可弯曲金属导管专用接地卡子，保护联结导体为截面不小于 4mm^2 的多股软铜线。

8.4.9 为保证可弯曲金属导管布线质量和运行安全，可弯曲金属导管之间及与盒、箱或钢制电线保护导管的连接，应采用符合标准的专用附件。

8.5 电缆桥架布线

8.5.1 本节电缆桥架包含钢制和塑料制梯架、托盘和槽盒，布线包括电缆梯架、托盘（有孔、无孔）和金属槽盒等的布线，适用于民用建筑内电缆数量较多或较集中的场所。

8.5.2 民用建筑电气工程中，对于室外屋面、潮湿场所和有腐蚀性的场所，应采用高分子合金桥架、高强度晶须改性塑料防腐桥架或耐腐蚀钢制桥架。晶须改性塑料防腐桥架因具有强度高、耐腐蚀性强等优点而被广泛采用。钢制电缆桥架一般采用热浸锌、不锈钢、铝合金等防腐措施，可根据工程具体情况选择。

8.5.5 电缆桥架多层布线时，为了保证散热和施工维护的需要，桥架层间应留有一定的距离。强电、弱电电缆之间，为避免强电线路对弱电线路的干扰，当没有采取其他屏蔽措施时，桥架层间距离有必要加大一些。

8.5.6 为了便于施工和维护，相邻同一标高水平敷设的电缆桥架之间应留有一定的距离，不宜小于 200mm。

8.5.8 此条规定是为了保障线路运行安全和防止电缆过热相互影响。

8.5.9 控制、信号线路等非载流导体，不存在因散热不良而损坏电线绝缘问题，截面积比值可增至 50%。

8.5.11 电线在金属槽盒内接头，破坏了电线的原有绝缘，并会因接头不良、包扎绝缘受潮损坏而引起短路故障，因此宜避免在槽盒内接头。

8.5.17 电缆桥架直线段超过 30m 设伸缩节和跨越建筑物变形缝设补偿装置，其目的是保证桥架在运行中不因温度变化和建筑物变形而发生变形、断裂等故障。

8.5.18 为防止电缆漏电导致金属电缆桥架及其支架带电，危及人身安全，金属电缆桥架和支架要做等电位联结，通常在始端变电所或总配电室和末端电气竖井处各做一次接地，当电缆桥架较长，超过 30m 时，根据《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015 的规定，每隔 30m 增加一次连接。

8.6 刚性塑料导管（槽）布线

8.6.1 刚性塑料导管（槽）具有较强的耐酸、碱腐蚀性能，且防潮性能良好，宜优先在潮湿及有酸、碱腐蚀的场所采用。由于刚性塑料导管材质较脆，高温易变形，故不宜在高温和容易遭受机械损伤的场所明敷设。

8.6.2 刚性塑料导管暗敷于墙体或混凝土内，在安装过程中将受到不同程度的外力作用，需要足够的抗压及抗冲击能力。《电缆管理用导管系统 第 1 部分：通用要求》GB/T 20041.1 -

2015 将塑料导管按其抗压、抗冲击及弯曲等性能分为重型、中型及轻型三种类型，暗敷线路要求选用重型导管。

8.6.7 由于刚性塑料导管材质发脆，抗机械损伤能力差，故在引出地面或楼面的一定高度内，应穿钢管或采取其他防止机械损伤措施。

8.6.9 刚性塑料导管（槽）沿建筑物表面和支架敷设，要求达到“横平竖直”，不应因使用或环境温度的变化而变形或损坏。因此，宜在管路直线段部分每隔 30m 加装伸缩接头或其他温度补偿装置。

8.7 电力电缆布线

8.7.1 电力电缆布线的一般规定：

第 1 款 规定了电力电缆布线的选择原则和敷设方式。

第 2 款 规定了在选择电缆布线路径时应符合的要求。在工程实践中，有时往往只注意按电缆路径最短的原则选择路径，而忽视遭受机械外力、过热、腐蚀等危害和场地规划等因素，出现事故隐患或导致故障。

第 3 款 本规定是为了防止电气火灾和火灾时电缆外皮延燃扩大灾情。

第 5 款 要求电力电缆布线，在任何敷设方式时都应注意电缆的弯曲半径。敷设时若不能满足弯曲半径要求，常因电缆绝缘层或保护套受损而引发故障。电缆最小允许弯曲半径是根据《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 - 2015 的规定而修订的。

第 7 款 本规定是防止电缆运行时，接头过热导致接头部位电缆绝缘加速老化，引发短路、接地故障等事故，为检修预留的电缆长度。

8.7.2 电缆室外埋地敷设：

第 1 款 电缆直埋是一种投资少、易实施的电缆布线方式。当沿同一路径敷设的室外电缆不超过 6 根且场地条件允许时，宜优先采用电缆直埋布线方式。

第 2 款 本规定是考虑埋地敷设电缆，可能由于承受上部车辆通过传递的机械应力和开挖施工对电缆造成损坏而引起故障。据有关资料介绍，在直埋敷设的电缆事故中，属机械性损伤的比例相当高，约占全部故障的 40%。

第 3 款 由于电缆通常以聚氯乙烯或聚乙烯构成的挤塑外套，在酸、碱的腐蚀下会发生化学、物理变化导致龟裂、渗透，应予以防止。

土壤存在杂散电流，会使电缆金属外包层因产生的电腐蚀而损坏。

第 4 款 为了室外直埋电缆不受损伤，要具有一定的埋设深度，0.7m 的深度是从防护电缆不受损坏又具有合理的经济性综合考虑的。

8.7.3 电缆在电缆沟或隧道内敷设：

第 1 款 电缆在电缆沟内布线是应用较为普遍的布线方式，当符合条文规定条件时应予以采用。但大量事实表明，由于维护不当，运行年久后会出现地沟盖板断裂破损不全、地表水溢入电缆沟内等情况，常使电缆绝缘变坏导致电缆发生短路，引发火灾事故，宜有所限制。

第 2 款～第 4 款 电缆在电缆沟或电缆隧道内敷设，电缆支架层间距离、通道宽度和固定点间距等是保证电缆施工、运行和维护安全所必需的。修订后条文所列数值均根据《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018 的规定。

第 7 款 因为电缆沟或电缆隧道很可能位于无渗透性潮湿土壤中或地下水位以下，所以要有可靠的防水层，并将电缆沟及电缆隧道底部做坡度，及时排出积水，以保证电缆线路在良好的环境条件下可靠运行。

第 11 款 电缆沟内电缆在维修时，一般采用人工开启电缆沟盖板，每块盖板的重量，应以两人能抬起的 50kg 为宜。

第 15 款 其他管线横穿电缆隧道，影响电缆线路的运行和维护工作，当开挖翻修其他管线时，将会危及电缆线路的运行

安全。

8.7.4 电缆在排管内敷设，选择电缆排管的材质，要满足埋深下的抗压和耐环境腐蚀要求。条文所指为国家标准图集《110kV及以下电缆敷设》12D101-5所推荐的几种材质。其他材质只要符合抗压及耐环境腐蚀要求，都可用作电缆排管（如陶瓷管、玻纤增强塑料导管等）。

第1款 民用建筑群内，道路狭窄、路径拥挤或道路挖掘困难，电缆数量不宜过多，在不宜直埋或采用电缆沟或电缆隧道的地段，可采用电缆在排管内布线方式。

第6款 为使电缆排管内的水自然流入人孔井的集水坑，要求有倾向人孔井侧不小于0.5%的排水坡度；为避免电缆排管因受外力作用而损坏，要求排管顶部距地面有一定高度；排管沟底垫平夯实并铺混凝土垫层，能避免电缆排管错位变形，保证电缆运行安全和便于维修时电缆的抽出和穿入。

第7款 设置电缆人孔井是为便于检查和敷设电缆，并使穿入或抽出电缆时的拉力不超过电缆的允许值。

8.7.5 电缆在室内明敷：

第3款 电缆并列明敷时电缆之间应保持一定距离是为了保证电缆安全运行和维护、检修的需要；避免电缆在发生故障时，烧毁相邻电缆；电缆靠近会影响散热，降低载流量、影响检修且易造成机械损伤。不同用途、不同电压的电缆间更应保持较大距离。

第6款 电缆明敷时，电缆与管道间的最小允许距离或防护要求，是为了防止热力管道对电缆的热效应和管道在施工和检修时对电缆的损坏。

第8款 塑料护套绝缘电缆的塑料外护套具有较强的耐酸、碱腐蚀能力。

8.8 预制分支电缆布线

8.8.1 预制分支电缆因其具有载流量较大、耐腐蚀、防水性能

好、安装方便等优点，已被广泛应用在高层、多层建筑及大型公共建筑中，作为低压树干式系统的配电干线使用。

8.8.2 预制分支电缆是在聚氯乙烯绝缘或交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套的非阻燃、阻燃或耐火型聚氯乙烯护套或钢带铠装单芯或多芯电力电缆上，由制造厂按设计要求的截面及分支距离，采用全程机械化制作分支接头，具有较优良的供电可靠性。

8.8.4 单芯预制分支电缆在运行时，其周围产生强烈的交变磁场，为防止其产生的涡流效应给布线系统造成的不良影响，对电缆的支承桥架、卡具等的选择，应采取分隔磁路的措施。

8.9 耐火电缆和矿物绝缘电缆布线

8.9.1 在民用建筑中，耐火电缆和矿物绝缘电缆作为消防用电设备的配电线路，应满足火灾时连续供电的要求。设计应按照消防设备火灾时的连续供电时间，电缆的耐火时间、耐火温度、耐受电压，线路损耗等因素综合确定。

耐火电缆和矿物绝缘电缆的阻燃性能指标按《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 - 2014 执行，耐火电缆和矿物绝缘电缆的电气性能不应低于消防设备允许的电压偏差。耐火电缆和矿物绝缘电缆所采用标准应符合国家标准，没有国家标准应符合企业标准，但是企业标准的性能指标不应低于国家标准，且必须通过国家认证机构检验合格，设计方可采用。耐火电缆和矿物绝缘电缆通过的检验标准有：《在火焰条件下电缆或光缆的线路完整性试验》GB/T 19216 和《在火焰条件下保持线路完整性的耐火实验方法》BS 6387。

8.9.2 耐火电缆和矿物绝缘电缆的接头是薄弱环节，易发生故障。如果将其设置在电缆桥架内，发生短路故障和导体接触不良时，可能危及其他电缆安全运行。当施工时确实有接头存在时，接头的性能和功能要求应与本体一致。

8.9.3 耐火电缆和矿物绝缘电缆敷设时，其最小允许弯曲半径应符合相应产品标准的要求。

8.9.4 耐火电缆和矿物绝缘电缆经过建筑物变形缝或引入振动源设备时，线路可能会变形，预留电缆的裕量是对所引起的电缆线路的变形进行补偿。工程中通常将电缆敷设成“S”形弯，对变形进行补偿。

8.9.5 单芯耐火电缆和矿物绝缘电缆进出钢制配电柜（箱）时，应采取分隔磁路，防止涡流产生的措施，可采用在配电柜上开大孔，更换铜隔板或在钢板上开长条孔切断分相磁路措施。

单芯电缆穿墙或楼板时，不可采用铁磁材料的闭合导管、槽保护，可采用非导磁的铝合金导管或刚性塑料导管防止产生涡流。

支承单芯电缆的桥架、支架及固定卡具，必须避免形成闭合磁路，可采用铜带或尼龙制成的非导磁卡具或扎带。

8.9.6 单芯电缆通过交流电流时，就会在电缆周围产生交变磁场。如果穿钢管或穿过铁磁材料的金属环状物时，交变磁场就会在环状金属物内感生交变环流，简称涡流。这种涡流将导致钢管、铁磁环状物发热，严重时可危机电缆安全运行，因此在布线系统中应避免涡流产生。减少涡流影响的排列方式工程中通常采用品字形或田字形捆扎布线。

8.9.7 耐火电缆和矿物绝缘电缆在穿过墙、楼板布线时，通常采用预埋钢管保护或金属槽盒保护方式防止机械损伤。另外，预埋钢管与电缆之间的缝隙或槽盒内布线后的空间应采用防火堵料封堵。

8.10 母线槽布线

8.10.1 母线槽不应使用在潮湿和有腐蚀气体的场所（专用型产品除外），是因为母线在受到潮湿空气和腐蚀性气体长期侵蚀后，绝缘强度降低，导体的绝缘层老化，甚至被损坏，将可能导致发生线路短路事故。

8.10.7 当母线槽运行时，导体会随温度的上升而沿长度方向膨胀伸长，伸长多少与电气负荷大小和持续时间等因素有关。为适应膨胀变形，保证母线正常运行，应按规定设置膨胀节。

8.11 电气竖井内布线

8.11.1 电气竖井内布线是高层民用建筑中强电及弱电垂直干线线路特有的一种布线方式。竖井内常用的布线方式为金属导管、电缆桥架及封闭式母线槽等布线。

在电气竖井内除敷设配电干线回路外，还可以设置各层的电力、照明配电箱及弱电线路的分线箱等电气设备。

8.11.2 电气竖井的数量和位置选择，应保证系统的可靠性和减少电能损耗。

8.11.3 条文是根据建筑物防火要求和防止电气线路在火灾时延燃等要求而制定的。为防止火灾沿电气线路蔓延，封闭式母线等布线在穿过竖井楼板或墙壁时，应以防火隔板、防火堵料等材料做好密封隔离。

8.11.5 电气竖井的大小应根据线路及设备的布置确定，而且必须充分考虑布线施工及设备运行的操作、维护距离。

8.11.8 近年来在一些竖井火灾事故中，由于非消防负荷与消防负荷的配电线路共井敷设，非消防负荷的配电线路着火将消防配电线路（有机绝缘类耐火电缆）引燃烧毁。因此，消防部门多次提出非消防负荷与消防负荷的配电线路分井敷设，但是实际工程中很难做到，如果共井敷设又不能满足本章第 8.11.7 条的规定时，就应提高配电线路的耐火等级或阻燃等级。具体是提高消防配电线路耐火等级还是提高非消防负荷配电线路的阻燃等级应通过经济比较确定。

8.11.9 为保证线路的安全运行，避免相互干扰，方便维护管理，强电和弱电竖井宜分别设置。

8.12 铝合金电缆布线

8.12.1 铝合金电缆具有重量轻、易于敷设等优点，既可以减少建筑物的承重负荷又可以缩短施工周期，因此近年来得到较多的应用。在室内场所敷设时可根据电缆类型及环境选择具体敷设

方式。

第 1 款 吊顶内不易观察和维护，易有鼠类出没，无铠装型铝合金电缆在吊顶内采用金属电缆槽盒敷设，能防止机械损伤及鼠咬。

第 2 款 铠装型铝合金电缆采用明敷方式敷设，在提升载流量的同时还能降低采购成本和安装成本。

8.12.3 1kV 铝合金电缆安装时的最小允许弯曲半径与《额定电压 0.6/1kV 铝合金导体交联聚乙烯绝缘电缆》NB/T 42051 的规定相同；6kV~35kV 铝合金电缆安装时的最小允许弯曲半径与《额定电压 1kV ($U_m=1.2kV$) 到 35kV ($U_m=40.5kV$) 挤包绝缘电力电缆及附件》GB/T 12706.1~3 的规定相同。

8.12.4 铝合金联锁铠装结构可以减小电缆明敷时的弧垂、增大固定点间距，从而节省安装材料及工时。本条中关于 1kV 及以下铠装型铝合金电缆固定点间距的规定与《美国国家电气规范》2014 版 (2014 NEC) 第 330.30-B 款的规定相一致。

8.12.5 安装铝合金电缆时所采用的铜铝过渡端子应通过与电缆导体相匹配的 1000 次热循环试验，即其性能符合现行国家标准《额定电压 35kV ($U_m=40.5kV$) 及以下电力电缆导体用压接式和机械式连接金具 试验方法和要求》GB/T 9327 的要求。

端子、连接管及压接工序应依照国家现行标准《电力电缆导体用压接型铜、铝接线端子和连接管》GB/T 14315 和《预制分支和铝合金电力电缆》13D101-7 中的相关规定。铝合金电缆进行端子、连接管压接时宜采用预制灌注抗氧化剂的连接金具，压接前清洁缆芯导体表面，去除氧化层；采用无预制灌注抗氧化剂的连接金具时，先去除缆芯导体表面氧化层再涂敷抗氧化剂。压接后擦去多余的抗氧化剂。

8.12.6 本条为镀锡转接铜排的选择和使用原则。

第 2 款 与断路器连接的镀锡转接铜排，采用弯排与直排间隔使用可增大端子间的电气间隙，有利于端子连接处的散热。

8.12.7 铠装型铝合金电缆剥除铠装后可采用喇叭口形防护装

置，置于电缆的缆芯与铠装之间，以防止缆芯绝缘被铠装断口损伤。

8.13 照明母线槽布线

8.13.1 照明母线槽是小电流母线槽，适用于大空间高密度的商业建筑和公共建筑场所，具有配电灵活、性能可靠、安装简便的特点，因此，工程应用逐年增多。

第1款 在大空间照明场所，灯具密度往往较大，因此照明母线应该配备足够数量的插接口为灯具供电。

第2款 某些特殊的光源如金卤灯，启动电流达到光源额定电流的数倍，照明母线应满足此类负荷短时过载要求。

第3款 大空间照明线路一般长达数十米或上百米，线路上的电压损失应予以校核，满足电压质量要求和光源的额定电压要求。

第4款 大空间照明场所环境各异，有些半开放式空间存在飘雨、积水、积尘等问题，照明母线槽应能够耐受恶劣环境的影响。

第5款 有些照明母线槽应用场合，空间狭小，需要在同一槽盒上插接出足够多的照明回路。有些场合，负荷较大，为了不使插接出的单一配电回路负荷过大，因此，照明母线应能提供多个插接回路为灯具供电。

8.13.2 为适应不同场合的安装位置、安装空间和现场条件，照明母线槽应能吊装、侧装。

8.13.3 照明母线槽本身悬挂灯具，可以简化安装过程，节约安装时间和成本。

8.13.4 采用照明母线槽供电时，应具备可选相功能，保证母线槽三相负荷平衡。

8.13.5 为防止照明母线槽在穿越墙体或变形缝时，因受力而拉伸变形或损坏，应采用柔性部件连接。

9 常用设备电气装置

9.1 一般规定

9.1.2 选择效率高、能耗低、性能先进的电气产品，是为了节能、减排的需要。

9.2 电动机

9.2.1 本节不适用于控制电动机、直线电动机及其他用途的特殊电动机。

9.2.2 工作条件不同时，绝缘条件不同，故需调整保护措施。

9.2.3 主用、备用成组设备的二次控制回路电源分别设置，是为了与一次侧协调动作，避免一个二次控制回路出现故障而影响另一台设备运行。

9.2.5 第1款 电动机频繁启动通常指每小时启动数十次以上。

9.2.7 笼型电动机启动方式增加了软启动。图2及图3为笼型电动机软启动、直接启动、星-三角启动的特性曲线。

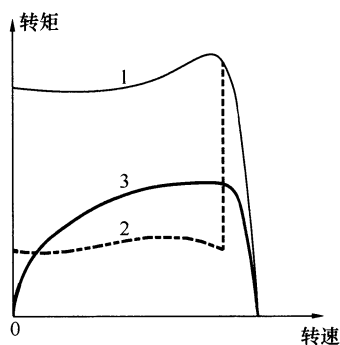


图2 电动机启动转矩-转速曲线
曲线1：直接启动；曲线2：
星-三角启动；曲线3：软启动

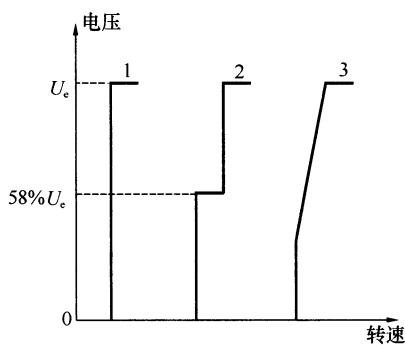


图3 电动机启动电压-转速曲线
曲线1：直接启动；曲线2：
星-三角启动；曲线3：软启动

从图中可以看出，电动机直接启动，启动转矩大，而启动转矩与启动电流成正比，因此，直接启动时，启动电流也大，在电动机直接启动时，对机械造成冲击，使电网电压波动，影响其他负荷正常使用。

星-三角启动方式，启动转矩小，不利于克服静阻转矩，延长电动机的启动时间，造成电动机过载。当星形转换为三角形的瞬间，转矩突然增大，对机械设备有冲击。

软启动的特性曲线比较平滑，有利于延长电动机的寿命，对机械造成冲击较小，并且不会使电网电压造成较大的波动。从实际工程中了解到，有些水管管路会造成水泵电动机过载，有烧毁电动机的例子，而使用软启动装置后，过载问题随即得到解决。当然，软启动装置价格高，它还是非线性器件，能产生高次谐波，污染电网、增加能耗。

9.2.8 直流电动机的启动不仅受机械调速要求和温升的制约，而且受换向器火花的限制。《旋转电机 定额和性能》GB/T 755 规定：直流电动机和交流换向器电动机在最高满磁场转速下，电动机应能承受 1.5 倍的额定电流，历时不小于 60s。上述要求比较严格，尤其对小型直流电动机而言，可能允许有较高的偶然过电流，因此对直流电动机启动提出了本规定。

9.2.10 第 1 款 数台电动机共用一套短路保护电器属于极特殊情况，一般不采用；导流风机、风机盘管等单相风机在容量满足要求时，允许共用一个短路保护电器。

第 3 款 为了确保短路保护器件不误动作，应从保护电器的类型和额定电流两方面确定。

9.2.11 保护电器的类别有多种，根据负荷特点，短路保护电器主要分为照明保护型、配电型、电动机保护型、电子元器件保护型等。用于电动机回路的短路保护电器宜选用保护电动机型。当选用低压熔断器时，宜选用电动机保护型熔断器。

电动机启动时存在非周期分量，上海电器科学研究所的实验

表明：启动电流非周期分量主要出现在第一个半波；电动机启动电流第一个半波的有效值通常不超过其周期分量有效值的 2 倍，个别情况可达 2.3 倍。因此，本标准取 2 倍~2.5 倍。

9.2.12 第 3 款 水泵房一般由专业人员进入，发生直接接触电击的可能性极小，安全防护的重点是防止间接接触电击防护（故障防护）。对于常见的 TN 和 TT 系统，参见图 4 和图 5 故障电流分析图，可以发现，对于 TN 系统而言，单相接地故障电流通常较大，利用保护电器的短路保护可以兼作接地故障保护，但需要对故障电流 I_f 进行验证，避免发生故障电流过小短路保护无法动作的情况；对于 TT 系统，单相接地故障电流较小（数安培），需要加装 RCD 来进行故障保护，考虑到兼顾电气火灾防护的功能，故在此规定选用灵敏度为 300mA 的剩余电流保护器进行防止间接接触电击防护（故障防护）。

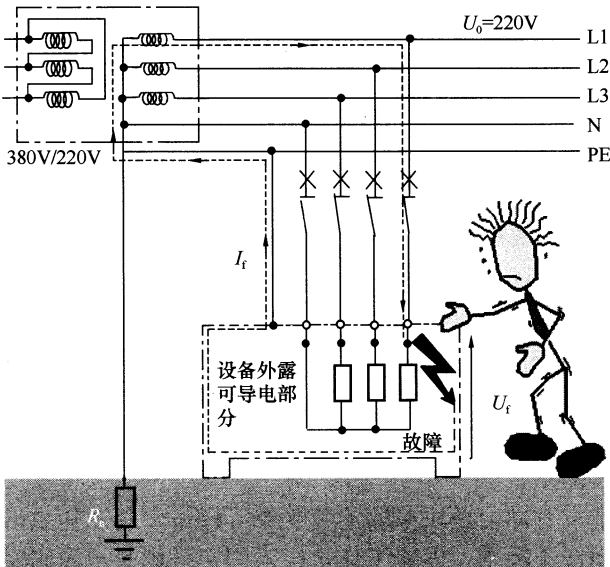


图 4 TN-S 系统发生单相接地故障时的故障电流分析

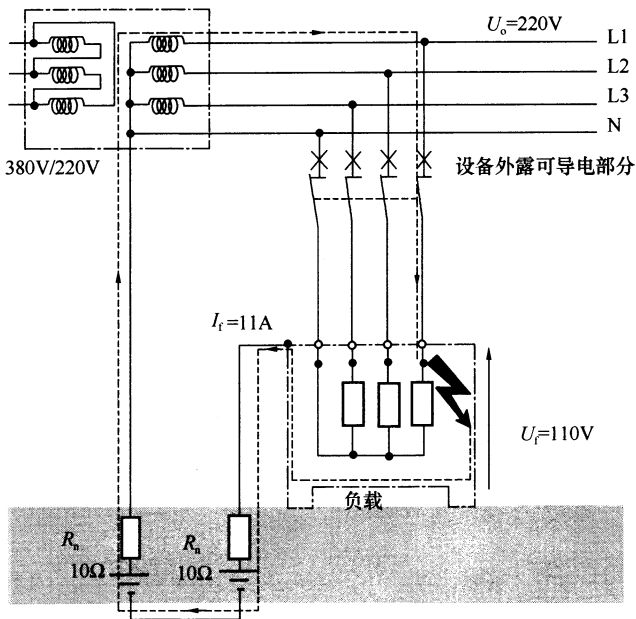


图 5 TT 系统发生单相接地故障时的故障电流分析

9.2.13 根据美国《电气建设与维护》杂志报道，烧毁电动机的实例中约 95% 的电动机是由过负荷造成的。这些故障主要有机械过载、断相运行、三相不平衡、电压过低、频率升高、散热不良、环境温度过高等。

短时工作或断续周期工作的电动机，采用传统的双金属片热继电器整定较困难，效果不好，鉴于目前设备现状，此时可不装设过负荷保护。如果采用电子式热继电器，还是可以选择过负荷保护的。

对于设有固定备用泵的消防泵类等设备，其工作泵的过负荷保护应动作于跳闸，停止工作，投入固定备用泵，而固定备用泵过负荷保护时应仅动作于信号，且声光警示信号送至消防控制室。

过负荷保护器件宜采用电子式的热继电器。双金属片热继电器

器可靠性低。

表 9.2.13 为过负荷保护器件通电时的动作电流，该表引用国际标准《低压开关设备和控制设备》IEC 60947 相关条款，对于不同负荷应选择不同类型的过负荷保护器。由于双金属片热继电器还在广泛使用，IEC 没有涉及 30 类以上及 10A 类以下类型，但是，某些场合电动机过负荷保护需要 30 类以上和 10A 类以下的非标准产品，因此本条款增加了“当电动机启动时间超过 30s 时，应向厂家订购与电动机过负荷特性相配合的非标准过负荷保护器件”。如果采用标准产品不能满足要求，可以采用“在启动过程的一定时限内短接或切除过负荷保护器件”的措施。

电动机所拖动的机械按其启动、运行特性可分为三类，这样分类是相对的，有的文献将负载分为重载和轻载。本标准将其分为三类：

轻载：启动时间短，起始转矩小；一般风机、水泵，负荷为流体的负载，和转速成正比，启动时转速从零到正常转速启动负载逐步增加到正常负荷都是轻载启动。

中载：启动时间较长，起始转矩较大。

重载：启动时间长，起始转矩大。比如水泥行业的球磨机，钢铁行业的轧钢机，煤矿行业的皮带机、起重机提升启动通常认为是重载启动。

而实际工程中，负载启动特性相差较大。

9.2.17 交流电动机的主回路由隔离电器、短路保护电器、控制电器、过负荷保护电器、附加保护器件、导线等组成。主回路的构成可以是上述器件的全部或部分，但隔离电器、短路保护电器和导线是必不可少的。关于三相交流电动机的主回路构成，国际上比较统一，IEC、VDE、NEC 等标准均与我国标准一致。在现行的国家低压电器标准中，已列入了低压空气式开关、隔离开关、隔离器、熔断器组合电器等隔离电器。低压断路器标准中也列入了隔离型。半导体电器严禁用作隔离电器。

9.2.19 短路保护电器应与其负荷侧的控制电器和过载保护电器

相配合，这些要求引自 IEC 标准。

从表 12 中可以看出，一般设备由于供电可靠性要求较低可以用 1 类配合，而 2 类配合强调供电的可靠性和连续性，因此重要负荷如消防类负荷应满足 2 类配合。据有关资料介绍，IEC 正在制定要求更高的 3 类配合标准。

表 12 1 类配合和 2 类配合

配合类别	定义	特点
1 类配合	在短路情况下接触器、热继电器的损坏是可以接受的： 1 不危及操作人员的安全； 2 除接触器、热继电器以外，其他器件不能损坏	允许供电中断，直到维修或更换接触器和热继电器后才可恢复供电
2 类配合	短路时，接触器、启动器触点可容许熔化，且能够继续使用。同时，不能危及操作人员的安全和不能损坏其他器件	供电连续性十分重要，而且触点必须被容易地分开

接触器或启动器的限制短路电流不应小于安装处的预期短路电流，即发生短路时，短路保护电器切断故障回路之前，接触器或启动器应能承受故障电流，满足 1 类或 2 类配合要求。

短路保护电器宜采用接触器或启动器产品标准中规定的型号和规格。必须通过试验，得出与接触器或启动器相配合的短路保护电器。

9.2.21 根据 IEC 有关规定，启动和停止电动机所需要的所有开关电器与适当的过负荷保护电器相结合的组合电器称为启动器。因此，控制电器系指电动机的启动器、接触器及其他开关电器，而不是“控制电路电器”。

根据电动机保护配合的要求，堵转电流及以下电流应由控制电器接通和分断。大多数的 Y 系列电动机堵转电流小于或等于 $7I_e$ ，最小三相电动机为 0.37kW， $I_e \approx 1.1A$ 。因此，选择接触器时，应该考虑分合堵转电流，其额定电流一般不应小于 7A。

9.2.22 电线或电缆（以下简称线缆）载流量有关数据没有列入本规定。设计时应考虑下列因素：

1 电动机工作制有连续、断续、短时工作制，各种工作制还可细分。因此，按基准工作制的额定电流选择导线比较准确、简单。

2 导线与电动机相比，发热时间常数及过载能力较小，设计时应考虑这个问题，也就是说，导线应留有裕量。美国 NEC 法规规定，导线载流量不应小于电动机额定电流的 125%。日本《内线规程》规定，当额定电流不大于 50A 时，导线载流量不应小于电动机额定电流的 125%；当额定电流大于 50A 时，导线载流量不应小于电动机额定电流的 111%。

3 按照国际标准《低压开关设备和控制设备》IEC 60947 的要求，启动后电刷短路的绕线式电动机，其转子回路导线的载流量按轻载、中载、重载分成三类。

9.2.23 交流电动机的控制回路：

第 1 款 每台电动机的控制回路装设隔离电器和短路保护电器与一次线路一致。有些设备，如消防类水泵，如果控制回路断电会造成严重后果，是否另设短路保护应根据具体情况决定，设计者可以考虑下列因素（以消防类水泵为例）：是否有备用泵，保护器件的可靠性如何，一次回路保护电器的整定值是否能保护二次回路。

第 2 款 控制回路的电源和接线的安全、可靠最为关键。以消防栓泵为例，为了提高可靠性，控制回路应采取如下措施：工作泵与备用泵控制电源应分开设置、工作泵与备用泵控制回路应独立。TN 和 TT 系统中的控制回路发生接地故障时，应避免保护和控制被大地短接，造成电动机意外启动或不能停车。

如图 6 所示，当 a 点发生对大地短路时，电气通路为：L1—熔断器—接触器线圈—a 点—大地，因此，接触器线圈带电，造成电动机不能停车，或电动机意外启动。图 7 控制电源为 380V，如果 b 点发生短路，L1—熔断器—接触器线圈—b 点—大地构成

电气通路，结果是电动机不能停车或意外启动。因此，图 6 和图 7 都是不可靠的控制接线方案，设计时应引起注意。

如果直流控制回路采用其中一极接地系统，也有可能出现图 6 和图 7 的错误接线，因此，直流控制回路最好采用不接地系统，并装设绝缘监视。

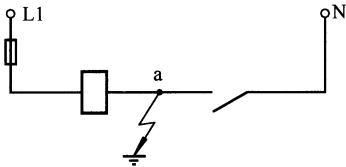


图 6 220V 控制电源错误接线

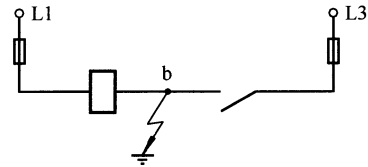


图 7 380V 控制电源错误接线

额定电压不超过交流 50V 或直流 120V 的控制回路的接线和布线，应有防止高电位引入措施，主要方法有短路保护电器设过电压保护、电源侧设浪涌保护器、220V 强电触点不能直接接入交流 50V 或直流 120V 控制箱（柜）等。

第 3 款 本条款说明电动机一地控制和两地控制要求。在控制点不能观察到电动机或所拖动的机械时，在控制点装设指示电动机工作状态的信号和仪表、启动按钮和停止按钮。

第 4 款 从安全性考虑，自动控制、联锁或远方控制的电动机，宜有就地控制和解除远方控制的措施，当突然启动可能危及周围人员时，应在机旁装设启动预告信号和应急断电开关或自锁式按钮。自动控制或联锁控制的电动机，还应有手动控制和解除自动控制或联锁控制的措施。

第 5 款 从安全性作出的要求。

9.2.24 其他保护电器或启动装置的选择：

第 1 款 组合式保护电器是多功能的电动机保护产品，组合式保护电器分为三类：第一类为 CPS，CPS 采用了以接触器为主体的模块式组合结构，以一个具有独立结构形式的单一产品实现隔离电器、断路器、接触器、过负荷继电器等元件的主要组合

功能，包括电动机单向控制、可逆控制等多系列产品。

第二类为集隔离电器、短路保护电器、过负荷保护电器于一体；第三类包括隔离电器、短路保护电器功能。这两类组合式保护电器可以与同厂的某些接触器插接安装。与独立的电动机保护、控制器件相比，组合式保护电器的体积较小。

第 2 款 民用建筑中，除消防设备外，大功率的水泵如果采用直接启动或星-三角启动等启动方式，可能造成对电网的冲击，对机械设备产生不良的影响（参见图 2 和图 3）。另外，由于水管网络的问题，可能造成电动机长期过负荷，过负荷保护动作，使水泵不能正常工作；如果过负荷保护选择不当，则会缩短电动机的寿命，甚至烧毁电动机。而采用软启动装置则可避免此类问题的发生，对电动机有较好的保护作用。

多大功率的水泵、风机要用软启动装置应根据本标准第 9.2.5 条的要求确定。

9.2.25 交流电动机的节能要求：

电动机类负荷占民用建筑的负荷比例较大，其节能意义重大。根据现行国家标准《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 规定，电动机能效限定值是指在标准规定测试条件下，所允许电动机效率最低的保证值，电动机能效限定值是强制性的，必须满足。而电动机节能评价价值是在标准规定测试条件下，节能电动机效率应达到的最低保证值。电动机节能评价价值比能效限定值要高。节能评价价值是推荐性的，当电动机满足节能评价价值的要求，就可认为电动机是高能效型的。

“当机械工作在不同工况时，在满足工艺要求的情况下，电动机宜采用调速装置”。对风机、设备而言，不同工况往往有不同流量或风量的要求，这是由工艺所决定的。通过调节电动机的转速不仅可以满足调节流量或风量的要求，而且能达到节能的效果。因为，流量与转速的一次方成正比，而功率与转速的三次方成正比。从表 13 可以得出，转速 n 为额定转速 n_e 的 75% 时，功率 P 为额定功率 P_e 的 42.1875%；转速为额定转速的 25% 时，

功率为额定功率的 1.5625%。因此，根据需求（如流量、风量等）对电动机调速，节能效果十分明显。

表 13 转速与功率的关系

转速 n/n_e	0.25	0.5	0.75	1.0
功率 P/P_e	1.5625%	12.5%	42.1875%	100%

当工艺只有 2 个~3 个工况时，笼型电动机采用变极对数调速有较多优点：效率高、控制电路简单，易维修，价格低，与定子调压或电磁转差离合器配合可得到效率较高的平滑调速。

当工况较多时，调速变得频繁，采用变频调速比较合适。变频调速无附加转差损耗，效率高，调速范围宽，尤其适合于较长时间处于低负载运行或启停运行较频繁的场所，达到节电和保护电机的目的。

现在国内外对电磁兼容十分重视，在推广、普及高效节能产品的同时不能忽视产品给环境带来的电磁污染。

9.3 电梯、自动扶梯和自动人行道

9.3.2 电梯断电就近自动平层开门功能，是防止断电带来的安全问题而制定的条款。

9.3.3 电梯、自动扶梯和自动人行道的供电容量确定：

1 单台交流电梯的计算电流应取曳引机铭牌 0.5h 或 1h 工作制额定电流 90% 及附属电器的负荷电流，或取铭牌连续工作制额定电流的 140% 及附属电器的负荷电流。

2 单台直流电梯的计算电流应取变流机组或整流器的连续工作制交流额定输入电流的 140%。

3 两台及以上电梯电源的计算电流应计入同时系数，见表 14。

4 交流自动扶梯的计算电流应取每级拖动电机的连续工作制额定电流及每级的照明负荷电流；自动人行道取铭牌连续工作制额定电流及照明负荷电流。

表 14 不同电梯台数的同时系数

电梯数量 (台)	2	3	4	5	6	7	8
直流电梯	0.91	0.85	0.80	0.76	0.72	0.69	0.67
交流电梯	0.85	0.78	0.72	0.67	0.63	0.59	0.56

9.3.4 电梯、自动扶梯和自动人行道的供电线缆选择时，其最小截面积应满足温升和允许电压降两个条件，并从中选择较大者作为选择依据。

9.3.6 电梯底坑的照明开关可设置在 1m 左右的高度。底坑插座安装高度可为 1m 左右，主要作为检修用。

9.3.8 对于载货电梯和病床电梯可采用简易自动式。乘客电梯可采用集选控制方式，但对电梯台数较多的大型公共建筑宜选用群控运行方式。有条件宜使电梯具有节能控制、电源应急控制、灾情（地震、火灾）控制及自动营救控制等功能。

电梯群控系统主要包括以下内容：

1 轿厢到达各停靠站台前应减速，到达两端站台前强迫减速、停车，避免撞顶和冲底，以保证安全。

2 对轿厢内的乘客所要到达的站台进行登记并通过指示灯作为应答信号，在到达指定站台前减速停车、消号，对候梯的乘客的呼叫进行登记并做出应答信号。

3 满载直驶，只停轿厢内乘客指定的站台。

4 当轿厢到达某一站台而成空载时，另有站台呼叫，该轿厢与另外行驶中同方向的轿厢比较各自至呼叫层的距离，近者抵达呼叫站并消号。

5 端站台乘客呼叫，调用抵端站台轿厢与空载轿厢之近者服务。

6 在各站台设置轿厢位置显示器，对站台乘客进行预报，消除乘客的焦急情绪，同时可使乘客向应答电梯预先移动，缩短候梯时间。

7 站台呼叫被登记应答后，轿厢到达该站台时应有声音提醒候梯乘客。

8 运行中的轿厢扫描各站台的减速点，根据轿厢内或站台有无呼叫决定是否停车。

9 乘客站台呼叫轿厢，同站台能提供服务的所有电梯的应答器均做出应答。

10 控制室将电梯群分类，分单数层站停和双数层站停，所有电梯都以端站为终点，在中间层站，单数层站台呼叫双数层站台的轿厢，控制室不登记，不作应答，反之也一样。

11 中间站台呼叫直达电梯不登记，不作出应答。

12 轿厢完成输送任务，若无呼叫信号或被指示执行其他服务，则电梯停留在该站台，轿厢门打开，等待其他的呼叫信号。

13 控制系统时刻监视电梯的状态，同时扫描各站台的呼叫的状态。

住宅电梯的功能配置可以分为两部分：一部分是基本功能，另一部分是选用功能。

住宅电梯的基本功能应有：

1 消防功能。

2 指令信号和召唤信号可任意登记功能。

3 指令信号可实现优先定向功能。

4 当指令信号被登记时，电梯可依次逐一自动截车、减速信号、自动平层、自动开门功能。

5 当指令信号已登记且发现出错时，按一次可消号功能。

6 当召唤信号被登记时，电梯可依次顺向自动截车、减速信号、自动平层、自动开门功能。

7 召唤信号具有最远反向截车、减速信号、自动平层、自动开门功能。

8 当轿厢满载时，召唤信号不执行截车，电梯进行直驶功能。

9 当轿厢满载时，电梯不能关门与行驶，且超载灯亮，报警铃发出喻声功能。

10 当轿厢位于平层，电梯未启动，如有本层召唤信号时，

应能立即开门。

11 当电梯停站开门过程结束后，在延时 4s~6s 之后，应能立即自动实现关门功能。

12 具有检修操作功能。

13 在正常照明电源被中断情况下，应急照明灯自动点亮功能。

14 具有紧急报警装置，乘客在需要时能有效地向外求救功能。

15 其他避险、防劫和安全保护功能。

住宅电梯的选用功能应有：

1 防捣乱功能。

2 电梯故障显示监控功能。

3 电梯远程监控功能。

9.4 自动旋转门、电动门、电动卷帘门和电动伸缩门窗

9.4.1 目前国内用于自动门控制的传感器种类繁多。由于微波传感器只能对运动体产生反应，而红外线传感器和超声波传感器则对静止或运动体均能反应，所以，在探测对象为动态体的场所，可采用微波、红外线及超声波中任何一种传感器。考虑到微波传感器的探测范围较后两者大，采用微波传感器更适宜些。运动体速度比较缓慢的场所，则只能采用红外传感器或超声波传感器。

9.4.2 引单独回路供电是为了避免因其他线路发生故障而影响自动门的正常运行。

9.4.5 本条为强制性条文。电动伸缩门室外安装，有淋雨的可能，为了防止这些门的接线盒因淋雨等原因漏电伤及行人，从保证人身和配电系统的安全出发，要求配电系统的保护电器应具有过负荷保护、短路保护及剩余电流保护功能，应该严格执行。

【技术要点】对室外安装的电动伸缩门的配电线路除应设置过负荷保护、短路保护外，尚应增设剩余电流保护。

【实施与检查】

实施：设计时，对电动伸缩门的配电线路设置过负荷保护、短路保护及剩余电流保护。

检查：低压配电系统设计施工图中，为电动伸缩门等的配电线路保护电器是否设置了过负荷保护、短路保护及剩余电流保护，否则应视为违反强条，返回修改。

9.5 舞台用电及放映设备

9.5.1 调光回路的功率一般是 4kW~6kW，而且从安全角度考虑，一般 4kW 回路带 2kW 灯具，6kW 回路带 4kW 灯具，均留有一定的裕度。

9.5.2 关于舞台照明灯光回路分配数量，不同剧场、剧种均有其不同要求，尚未有统一的标准，尤其是一些特大型能够演出多种剧种的舞台，其灯光回路数量及其分配均不统一。而且舞台照明发展趋向于多回路多灯位，这样可适应舞台照明多功能的需求。

调光回路数量、直通回路数量及天幕灯区电源容量可参照表 15 确定。

表 15 舞台照明灯光回路及天幕灯区电源容量

剧场规模	调光回路数量	每个灯区直通回路数量	天幕灯区专用电源容量 (A)
特大型	≥360	2~8	≥200
大型	180~360	2~6	≥150
中型	120~180	1~3	≥100
小型	45~90	1~3	≥75

天幕灯区应设专用电源线路，其电源开关箱宜设在靠近天幕的墙上。

舞台照明灯光回路的分配可参照表 16 确定。

表 16 舞台照明灯光回路分配表

剧场规模	小型		中型			大型			特大型		
灯光回路 灯光名称	调光 回路	直通 回路	调光 回路	直通 回路	特技 回路	调光 回路	直通 回路	特技 回路	调光 回路	直通 回路	特技 回路
二楼前沿光	—	—	—	—	—	6	3	—	12	3	3
面光 1	10	2	18	3	1	14	3	3	22	6	3
面光 2	—	—	—	—	—	12	—	—	20	—	—
耳光 (左)	5	1	9	1	1	15	2	3	23	3	3
耳光 (右)	5	1	9	1	1	15	2	3	23	3	3
柱光 (左)	3	—	6	1	1	12	2	—	18	3	—
柱光 (右)	3	—	6	1	1	12	2	—	18	3	—
侧光 (左)	10	—	6	1	1	3	2	1	5	3	2
侧光 (右)	10	—	6	1	1	3	2	1	5	3	2
流光 (左)	—	—	2	—	—	5	3	—	7	4	—
流光 (右)	—	—	2	—	—	5	3	—	7	4	—
顶光 1	—	—	8	—	—	15	—	2	27	3	3
顶光 2	—	—	4	—	—	9	—	3	12	3	3
顶光 3	—	—	8	—	—	15	—	3	21	3	3
顶光 4	—	—	7	—	—	6	—	1	12	3	1
顶光 5	—	—	9	—	—	12	—	2	15	3	2
顶光 6	—	—	—	—	—	6	—	1	11	3	1
脚光	—	—	3	—	—	3	—	3	3	2	3
天幕光	14	3	14	2	2	20	6	3	30	8	3
乐池光	—	—	3	—	—	3	2	—	6	3	2
指挥光	—	—	—	—	—	1	—	—	3	—	—
吊笼光	—	—	—	—	—	48	—	8	60	6	8
合计	60	7	120	11	9	240	32	37	360	72	45

9.5.3 舞台照明大部分为专用灯具，其灯具与配电线路的连接均采用专用的接插件或专用的接线端子，这样可以方便地进行灯具调整更换。为了安全可靠，对所采用的接插件或接线端子的额

定容量应适当地加大留有一定的裕度。

当调光设备运行在完全对称情况下，三次谐波电流对中性导体压降与基波对中性导体压降相等条件下，算出中性导体截面积约为相线截面积的 1.8 倍。为了可靠并考虑计算和实验产生的误差，因此取中性导体截面积不应小于相导体截面积的 2 倍。

9.5.4 对于乐池内谱架灯等低于 24V 电源供电的规定，是为保障人身安全避免触电事故的发生。

9.5.5 带预选装置的控制装置，较多地用于小型剧场。而带计算机控制的装置，因其功能更加完善，越来越多地用于大中型剧场。

舞台照明控制装置的安装位置，根据不同剧场和舞台，其设置的位置会发生变化，本条提出适宜的一些安装位置和原则，以减少电能损失和节约有色金属。

9.5.7 由于晶闸管调光装置在工作过程中产生谐波干扰，妨碍声像设备正常工作，因此必须抑制。

9.5.8 舞台照明负荷计算是一个较为复杂的问题。由于我国剧种较多，各剧种的舞台艺术布景对照明的要求各不相同，因而在演出时各场用电负荷相差较大。在设计时对舞台照明负荷的计算，没有可靠的计算依据，一般都是进行估算。

K_x 值的大小与剧场的设备容量有关，从新近建成的上海大剧院的情况看，设计时 K_x 选 0.5，但在实际使用中，不同剧种的演出，负荷相差很大。因此，在负荷计算时对 K_x 值的选取，要重视舞台设备容量对 K_x 值的影响。

目前，国内对舞台照明计算需要系数尚无统一规定，本标准参考了国外舞台照明负荷系数以及国内一些舞台实际使用情况，以便在设计中参照。

9.5.9 当舞台电动吊杆数量较多时，为实现自动化，减轻工作人员的劳动强度，确保电动吊杆动作的准确性，宜采用带预选装置的控制装置进行控制。

9.5.10 采取就地安装，可减少线路长度，而且不影响演出。控

制器安装位置主要是基于便于直观控制的目的。

9.5.11 舞台设备负荷计算，目前国内尚无统一规定，而且根据不同剧种、不同规模的剧场，其舞台吊杆设置有很大不同，很难做出统一的规定。因此，给出的需要系数，其取值范围较大，设计时可根据实际剧种、剧场规模等综合考虑。

9.5.12 本条是从使用方便的角度考虑的。

9.6 医用设备

9.6.1 医院电气设备工作场所按国际标准《低压电气装置第 7-710 部分：特殊装置或场所的要求 医疗场所》IEC 60364-7-710 应分为 0 类、1 类和 2 类。0 类：不使用医疗电气设备接触部件的场所；1 类：医疗电气设备接触部件需要与患者体表、体内（除 2 类医疗场所外）接触的医疗场所；2 类：医疗电气设备接触部件需要与患者体内接触、手术室以及电源中断或故障后将危及患者生命的医疗场所。

在医疗用房内禁止采用 TN-C 系统，主要是防止 PEN 导体断线。由于不平衡电压或接地故障可能导致 PEN 导体上带危险电压，从而引起触电事故，危及人身安全。

9.6.2 X 射线诊断机，X 射线 CT 机及 ECT 机规定为断续工作用电设备，其最大用电负荷性质是瞬时负荷。

X 射线治疗机，一般其最大负荷可连续扫描 10min~30min，从宏观角度上，规定为连续工作用电设备，其最大用电负荷性质确定为长期负荷。

电子加速器，NMR-CT 机规定为连续工作用电设备，其最大用电负荷性质是长期负荷。设计中，应根据医疗设备的特点选择断路器和导体。

9.6.3 本条是根据使用单位在经济方面的承受能力、设备的使用条件及使用单位的技术条件，对放射线机供电线路作出的一般规定。

按医疗设备的一般分类，400mA 及其以上规格的 X 射线机，

规定为大型 X 射线诊断机（有的资料介绍 500mA 及以上规格规定为大型 X 射线诊断机）。该设备用电量大，机器结构复杂，设备完善，用途广，输出量大，不易拆装，但必须在较好的电源条件下使用，为此规定应设专用回路供电。

CT 机、电子加速器等医疗装置的附属设备较多，用电量较大，要求供电可靠。为了保证主机部分的供电，规定上述设备应至少采用双回路供电，其中主机部分应采用专用回路供电。根据负荷用电性质，在配电设计上有条件时还宜设备用电源回路，保证事故状态下供电。一般大型医疗设备设置在放射科，这些设备瞬时压降大，由变电所引出单独回路供电，一方面保证线路的压降控制在一定范围，另一方面减少对其他设备的影响。

大型医疗设备对电源压降均有具体要求，有的体现为电源压降指标，有的则体现为电源内阻指标。

9.6.5 X 射线诊断机的线路保护电器，应按该机使用时的瞬时最大电流值进行选择。如果使用快速熔断器作线路保护，可直接以计算所得的瞬时最大电流值，选用快速熔断器。但是目前 X 射线诊断机生产厂，常常选用 RL 型熔断器，其熔体一般以略大于瞬时电流值的 50% 选择。X 射线诊断机线路计算实例参见表 17。

表 17 X 射线诊断机线路计算实例

生产厂提供的技术数据						计算数据
产品型号	X 射线管最大工作电流（平均值）（mA）	X 射线管最大工作电流（平均值）对应最大工作电压（峰值）（kV）	X 射线机整流方式	X 射线机电源侧		利用公式计算的 X 射线机交流侧瞬时最大负荷/瞬时最大电流（kVA/A）
				瞬时最大电流值（有效值）（A）	熔断器选用的熔体（A）	
XG-200	200	80	单相桥式	60		13.53/61.51
F30-IB	200	80	单相桥式/ 二相桥式		30/20	13.53/ 61.51/35.6

续表 17

生产厂提供的技术数据						计算数据
产品型号	X 射线管最大工作电流 (平均值) (mA)	X 射线管最大工作电流 (平均值) 对应最大工作电压 (峰值) (kV)	X 射线机整流方式	X 射线机电源侧		利用公式计算的 X 射线机交流侧瞬时最大负荷/瞬时最大电流 (kVA/A)
				瞬时最大电流值 (有效值) (A)	熔断器选用的熔体 (A)	
XG-500	500	70	二相桥式	80		29.6/77.91
KXO-850	800	100	三相 12 峰		(380V) 60	87.9/133.6
XHD 1508-10	800	100	三相 12 峰		(200V) 操作开关 150, 配线断路器 100	87.9/253.8

9.7 交流充电桩

9.7.1 民用建筑室内的场所，是指多层和高层建筑内的地下、地上车库，别墅内的车库和室外停车场。

9.7.2 交流充电桩固定安装在电动汽车外，与交流电网连接，是采用传导方式为具备车载充电机的电动汽车提供交流电能的专用装置。当前交流充电桩国内外主流电动汽车生产厂商所生产的电动汽车车载充电机的交流供电电源主要采用单相 220V 交流电压，额定电流为 16A（较常用）和 32A。考虑到电动汽车当前的应用需要及电动汽车的发展趋势，确定交流充电桩供电电源采用单相 220V 交流供电，额定电流不大于 32A。

9.7.3 功率因数和效率应该以电动汽车和充电桩的数据为依据，在设计阶段如无充电机的详细资料，单台充电机的功率因数和效率参考取值 0.9。同时系数可与最终用户和物业管理部门沟通使用者的近期和远期使用情况后确定，也可参考以下取值：3 台及

以下，取 1；4 台～10 台，取 0.8；11 台～20 台，取 0.6；大于 20 台，取 0.5。

9.7.4 充电装置中的电子元件会在系统中产生脉动直流，传统的 AC 型 RCD 对脉动直流无法进行有效的剩余电流保护，所以在交流充电桩中剩余电流保护器应选用 A 型。

9.7.5 为了保证充电过程中操作者、电动汽车及动力电池的安全，交流充电桩应具备急停开关。

9.7.6 增加通信接口是为了统一管理。

9.7.7 设置机械防护措施可为安装防撞栏。

按照国际标准“Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IKcode)” IEC 62262 - 2002 中的定义，抗击有害的外部机械撞击能力的等级 IK 代码标准，IK 代码表示抗击有害的外部机械撞击能力的等级。IK 代码共分 11 个不同级别，IK 后两位数字对应不同程度的能量冲击的值，其中 IK07 对应于 2J 级别的能量冲击（IEC 62262 - 2002 第 4.2 条表 1）。

9.8 其他用电设备

9.8.1 电辐射供暖、电热缆的电气设计应注意其电气防护要全面。

9.8.2 电伴热主要适用于金属管道及设备工艺装置的保温和防冻。每个发热电缆应分别装设保护。

9.8.3 电干、湿桑拿室因内部环境潮湿，故主要电气防护是过负荷、短路及剩余电流保护。

9.8.5 屋顶擦窗机注意采取防雷措施。

9.8.6 厨房设备因使用环境温度高、潮湿，故应关注电气设备的防护措施。

10 电气照明

10.1 一般规定

10.1.1、10.1.2 民用建筑照明设计的基本原则。

10.1.4 本标准与其他国家标准的关系。

10.2 照明方式与种类

10.2.1 与《建筑照明设计标准》GB 50034 - 2013 中的照明方式分类相同。场所内仅用于通行的非作业区域一般照明的照度不低于作业区域照度的 1/3，是参照欧盟标准《光和照明工作场所照明》EN 12464 - 1 (2011) 制定的；“邻近周围”是引自 CIE 标准《室内工作场所照明》S008/E - 2001 的概念，其范围的规定见《建筑照明设计标准》GB 50034 - 2013，规定作业区邻近周围照度主要是为了提供视野内亮度的良好平衡，避免视觉不舒适。

10.2.2 警卫区域可能是整栋建筑，也可能仅是建筑物中的部分区域。因此，第 1 款针对警卫区域周边，第 2 款~第 4 款针对警卫区域的外延区域。

10.2.3 需要在非工作时间安排值守的场所为了方便巡视等设置的照明。值班照明可利用正常照明中能够单独控制的一部分或利用应急照明的一部分或全部，但在开关控制上应该有独立的控制开关。

10.2.4 应急照明是现代建筑中的一项重要安全设施。在建筑发生火灾、电源故障断电或其他灾害时，应急照明对人员疏散、消防和救援工作，保障人身、设备安全，进行必要的操作和处置或继续维持生产、工作都有重要作用。本标准仍延续与《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2014 (2018 年版)、《建筑照明设计标准》GB 50034 - 2013、中国照明学会第 1 号技术文件《应急照明设计指南》等一致的分类定义，以便于在实行过程中协调一致。但就当前国际

上一些技术文件来看，应急照明的分类及其定义已经发生了较大变化。如当前欧盟标准和欧洲各国的相关标准均按照图 8 进行分类。

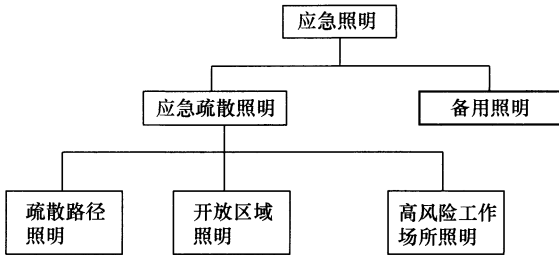


图 8 应急照明的具体形式
(摘自《Emergency Lighting》EN 1838)

10.2.5 本标准将景观照明作为单独一类列出，主要是考虑近年来景观照明发展较快，且多作为独立于建筑工程之外的单项工程进行设计和施工。

10.2.6 本条依据《民用航空法》、国际民航组织 ICSO 附件 14 和《民用机场飞行区技术标准》MH 5001 - 2013 中的有关规定。航空障碍标志灯设置区域如图 9 所示。

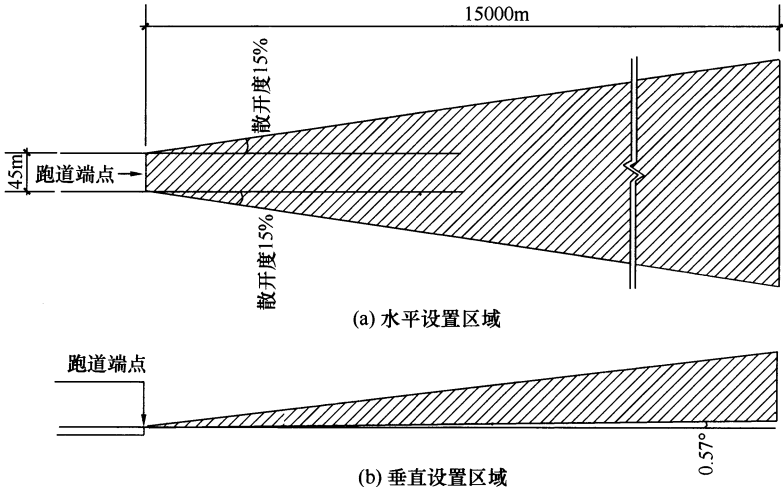


图 9 航空障碍标志灯设置区域示意

10.2.7 应注意，为了减少夜间标志灯对居民的干扰，低于45m的建筑物和其他建筑物低于45m的部分只能使用低光强（小于32.5cd）的障碍标志灯。航空障碍标志灯设置位置如图10所示。

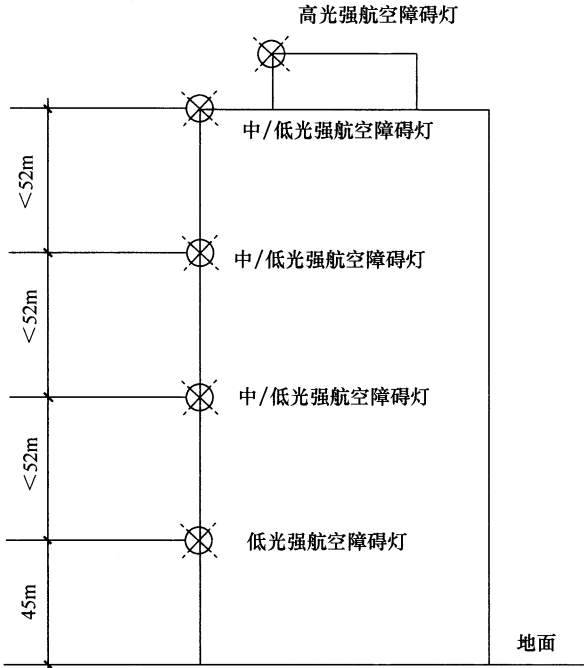


图10 航空障碍灯设置位置示意

10.2.8 有关高架直升机场灯光系统的具体设置，可参照现行行业标准《民用直升机场飞行场地技术标准》MH 5013中的相关规定执行。

10.3 照度水平与照明质量

10.3.1、10.3.2 原规范条文，未作调整。

10.3.3 本条规定是本标准第10.2.1条的延伸。对于采用混合照明或采用分区一般照明方式的场所，由于视觉工作区域仅为整

个区域中的一部分且照度指标明显高于周围区域，为了避免因视觉不适应而产生视觉疲劳或发生事故，一般照明占工作面总照度的 $1/3 \sim 1/5$ 是比较合适的。50lx 可以基本满足大多数非精细视觉活动的要求。

10.3.4 此条是原规范条文，根据 CIE 建议而定。其中 I 类是用于住宅或寒冷地区；II 类适用于办公室等，应用范围较广；III 类适用于体育场馆等高照度场所或温暖气候地区。

10.3.5 如果室内表面颜色的彩色度较高，光源的光线将被强烈地选择吸收，使色彩环境发生显著变化而改变了原设计的色彩意图，从而不能满足功能要求。

10.3.6 参照 CIE 文件分为六个等级，对应眩光程度的文字描述参考了日本照明标准。现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 中虽没有明确标出级别，但实际上也是按照 CIE 文件进行区分的。

10.3.7 本条参照 CIE 和《建筑照明设计标准》GB 50034 - 2013 而定。统一眩光值 UGR 适用于下列条件：

1 适用于简单的立体型房间的一般照明装置，不适用于间接照明和发光顶棚；

2 适用于灯具发光部分对眼睛所形成的立体角为 $0.0003\text{sr} < \omega < 0.1\text{sr}$ 的情况；

3 同一类灯具为均匀等间距布置；

4 灯具为双对称配光；

5 灯具高出人眼睛的安装高度。

应注意的是，对于室内体育馆等高空间高照度的场所，其照明环境已接近于室外照明环境，因此该类场所的眩光评价应采用 GR，具体使用方法参照现行行业标准《体育场馆照明设计及检测标准》JGJ 153。

10.3.8 参照 CIE 建议和《建筑照明设计标准》GB 50034 - 2013 提出的对反射眩光和光幕反射的防护措施。其主要内容是处理好光源与工作位置的关系，力求避免灯光从作业面向眼睛直

接反射。

10.3.9 对于开启型灯具和下部装透明罩的直接型灯具规定了最小遮光角的要求。本条是参照 CIE 和《建筑照明设计标准》GB 50034-2013 的有关规定。

10.3.10 参考 CIE 建议而定。根据实验，室内环境与视觉作业相邻近的地方，其亮度应尽可能低于视觉作业的亮度，但不宜低于作业亮度的 1/3。工作房间内为了减少灯具同其周围顶棚之间的对比，尤其是采用嵌入式安装灯具时，顶棚的反射系数应尽量提高，避免由于顶棚亮度太低形成“黑洞效应”。当采用亮度系数法计算室内亮度时，可根据理想的无光泽表面上的亮度计算公式求得。

$$L = \frac{\rho E}{\pi} \quad (8)$$

式中： ρ ——反射系数；

E ——照度 (lx)。

10.3.11 条文规定是为使被照物体的造型具有立体效果。造型立体感评价指标目前有三种评价方法，即造型指数法 \hat{E}/E_s (\hat{E} 为照度矢量， E_s 为标量照度又称平均球面照度)； E_c/E_h 法 (E_c 为半柱面照度) 和 E_v/E_h 法。在上述方法中以 \hat{E}/E_s 法较为完善，但 \hat{E} 的计算较繁杂，难以得到准确的结果，不利推广应用。 E_c/E_h 法实用价值较大，计算问题已基本解决，同时又不必另外规定光的照射方向 (因向下直射时 $E_c=0$ ， $E_c/E_h=0$ ，当光线来自水平方向时， $E_h=0$ ， $E_c/E_h \rightarrow \infty$ ，所以给出的量值已包含了光线方向因素)，但计算仍较繁杂。本标准采用一种简单的表达照明方向性效果指标的方法即 E_v/E_h (垂直照度与水平照度之比) 不得小于 0.25，当需要获得满意效果时则为 0.5。

10.4 应急照明

10.4.1 设置备用照明可以保证人们暂时的继续工作和采取应急处理避免可能引发的事故或损失。

10.4.2 本条规定主要针对部分重要建筑中已具备了备用供电措

施的正常照明，避免重复建设。

10.4.3 本条文仅规定了民用建筑中必要的通用场所备用照明的照度要求，医疗、金融、教育、体育、会展等各类建筑中的专用场所的备用照明要求，应符合相关规范的要求。

10.4.5 人员处于非静止状态且周围存在潜在危险设施的场所，如设有圆盘锯的木材加工间、体育运动项目中的跳水和体操场地等，当正常照明因故失效后，人员由于无法有效观察周围环境而极易发生人身伤害，因此需要设置不中断或瞬时恢复的应急照明。本条文与《建筑照明设计标准》GB 50034 - 2013 的规定一致。

10.4.6 本条文与《建筑照明设计标准》GB 50034 - 2013 的规定一致。应注意的是，本条文中医院手术室、重症监护室的正常照明是指该场所的一般照明，并不包括手术无影灯等专用医疗器械所形成的局部工作照明。

10.4.7 处于非静止状态且周围存在潜在危险设施的人员，在正常照明失效的瞬间，需要迅速在安全照明的作用下做出应急反应，此时安全照明保持与正常照明一致的照射方向会有效加速对周围环境特征的识别过程；且此时该场所中所有对人员不存在潜在危险的区域并不需要立即被有效识别。

10.4.8 当备用照明和安全照明采用同一组照明设施时，应按二者中照度标准值要求较高的确定，其照明持续时间应满足备用照明的需求，而照明转换时间应满足安全照明的需求。

10.4.9 考虑目前国内民用建筑设计中疏散照明及疏散指示标志的设计文件同样需要获得当地消防部门的审批，因此相关规定放在第 13 章更便于设计人员使用。

10.4.10 应急照明灯在正常电源失效后，其备用电源的转换时间必须保证在允许中断的时间内恢复。

10.5 照明光源与灯具

10.5.1 在选择光源时应合理地选择光电参数，本条文的用意是要根据使用对象以某一个或某几个指标作为主要选择依据。

10.5.2 本条文的中心意义是推行节能高效光源和灯具。但是由于卤钨灯有可瞬时点亮、显色性好、易于调光等特点，也不会产生强烈的电磁干扰，在此情况下可以局部选用该光源。

10.5.3 本条文主要考虑在一般房间内的光色和显色性等指标尽量一致，避免在光源选择上出现复杂化，也不利于维护工作。但在有些场所，由于建筑功能的需要，为避免出现平淡的光环境或是为了区别不同使用性质——如工作区和交通区，也可以采用不同类型的光源。

10.5.4 卤钨灯、荧光灯等传统光源在点燃的过程中都需要一个灯丝预热的启动过程，这个过程对光源寿命有着很大的影响；而LED灯由于是固体激发发光，其寿命仅与PN结的工作温度有关，而频繁开关灯恰恰可以达到降低PN结温度的效果。另外，传统光源在降低光通量输出时，其发光效率也大大降低；LED灯由于是由多颗芯片组成，分组关闭其中的部分可以在不影响其余部分额定发光状态的情况下达到调节光通量输出的效果。

10.5.5 人对光色的爱好同照度水平有相应的关系。1941年，Kruithoff首先定量地指出了光色舒适区的范围（图11），并得到

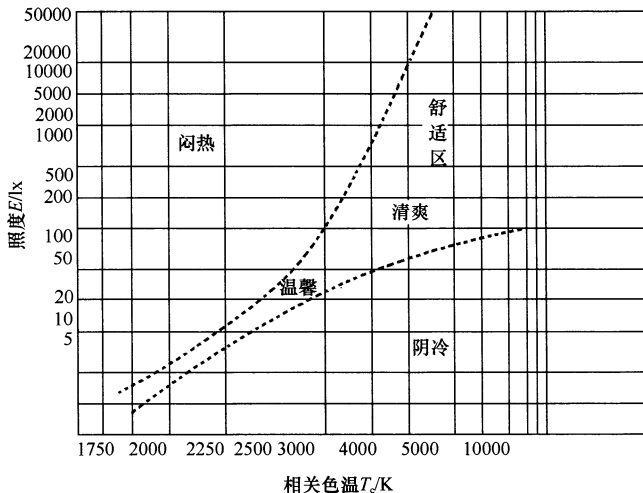


图11 Kruithoff 曲线

实践的进一步证实，本条文即采用其研究结果。另外，辅助照明光源应与昼光的颜色一致或接近，同天然色的色表取得协调，以利于创造舒适的光环境。

10.5.6 本条规定引自《LED室内照明应用技术要求》GB/T 31831-2015。辨别色差变化的可见阈值由 MacAdam 椭圆定义，MacAdam 椭圆的尺度由颜色匹配标准偏差（SDCM）决定。一般来说，5个 SDCM “步长”的色容差是荧光灯、LED 灯的允许使用标准，但应用于大面积浅色表面的均匀照明时，5SDCM 的颜色差异仍然是可以被察觉的。

10.5.8 当电光源光通量波动的频率与运动（旋转）物体的速度（转速）成整倍数关系时，运动（旋转）物体的运动（旋转）状态，在人的视觉中就会产生静止、倒转、运动（旋转）速度缓慢，以及上述三种状态周期性重复的错误视觉，轻则导致视觉疲劳、偏头痛和工作效率的降低，重则引发工伤事故。光通量波动的深度越大，频闪深度越大，负效应越大，危害越严重。频闪的影响可以用频闪指数定义。频闪指数（flicker index）：在一个波动周期内，超出平均值部分的光输出与总的光输出之比。

10.5.9 本条文主要是从节能上考虑。即在体育比赛场地或办公、教室等用房的一般照明，尽可能采用直接型开启式或带有格栅的灯具，少采用在出光口上装有透光材料的灯具或间接照明。

10.5.10 根据英国照明工程学会的相关研究结果，亮度水平达到 $16500\text{cd}/\text{m}^2$ 的顶部发光体会引起不舒适眩光；CIE 第 3 分部的研究成果表明，“LED 的点阵，尤其是高色温的 LED 点阵（5000K 以上）在某些灯具及布置中比其他非 LED 点阵的灯具和布置更易引起眩光”，并指出为了避免显示终端反射眩光，安装在顶部的灯具的发光表面平均亮度不应高于 $6500\text{cd}/\text{m}^2$ 。

10.5.11 在民用建筑照明设计中，一般照明的布灯应当采用有规则的排列。在确定灯具间距时，应根据该灯具的最大距高比选择，以保证有适宜的照明均匀度。

10.5.12 本条是依据《建筑设计防火规范》GB 50016-2014

(2018年版)的有关规定制定的。

10.5.13 在高空间安装的灯具因检修灯具更换光源较麻烦，所以要采用延长光源寿命的措施，以延长光源更换周期。

10.5.14 这是对装有格栅或光檐、发光顶棚、光梁等照明形式的表面材质作出规定。如白色、浅冷色、浅暖色的油漆、涂料、釉面砖、石材等，其反射比均可达0.6~0.8。

10.5.15 光源/灯具的光参数包括：光源功率、光通量、光色、色温、显色性、寿命，灯具光束角、灯具效率或灯具效能等；电参数包括输入电压、启动电流、工作电流、功率因数、电压电流谐波以及灯具的防触电等级等。

10.6 照明供电与控制

10.6.1 只有合理地确定负荷等级，正确地选择供电方案才能使照明用电保持在适当水平，照明负荷等级的确定详见本标准第3.2节的有关规定。

10.6.4 在三相四线制配电系统中，如果三相负荷分布不均匀（相导体对中性导体），将产生电源中性点偏移，负荷大的某相电压降低，负荷小的某相电压升高，增大了电压偏差。同样，线间负荷不平衡，也会引起线间电压不平衡，造成电压偏差增大。同时，三相负荷分布不均还会导致中性线电流损耗增加、变压器损耗增加和变压器能效下降等。参见《电能质量 三相电压不平衡》GB/T 15543-2008。

10.6.5 重要的照明负荷采用两个专用回路（两个电源）各带一半照明负荷的办法，有利于简化系统，减少自动投切层次。当然对应急照明负荷首先还是要考虑自动切换电源的方式。

10.6.6 本条款列举了三种疏散照明的应急供电方式，设计时应根据照明场所的使用性质、用电负荷等级和电源条件确定。应急疏散照明，由于设备用电量较小、电源转换时间要求较高，特别是在消防疏散过程中要保证持续供电，因此用蓄电池组作应急电源，能保证其可靠性，而与其他电源组合的方式可保证应急供电

持续时间。安全照明对照明中断时间的要求最高，最好采用两个独立电源同时供电的方式，即正常照明熄灭并不影响安全照明的状态；当不具备两个独立电源条件时，应采用蓄电池组，其可靠性高，转换快，但持续时间较短。备用照明由于设备用电量比较大，且对电源转换时间要求不高，通常宜采用接自电力网的独立的第二电源或自备发电机组作为应急电源；对于消防备用照明，其供电电源可取自该场所内消防用电设施的供电装置的电源侧。

10.6.7 因照明负荷主要为单相设备，因此采用三相断路器时，如果其中一相发生故障也会出现三相跳闸，从而扩大了停电范围，因此应当避免出现这种情况。

10.6.8 限制每分支回路的电流值和所接灯数，是为了使分支线路或灯内发生短路或过负载等故障时，断开电路影响的范围不致太大，故障发生后检查维修较方便。对于以发光二极管灯为主的照明分支回路，其所接数量可以发光二极管的灯具数来计算，而通常单颗芯片的 LED 灯不会超过 3W，限制其数量没有实际意义。

10.6.9 主要从控制的灵活性和方便性上考虑。在特殊情况下（如安全需要）仍可就地控制。

10.6.10 若供电条件受限，确需普通照明与插座共用同一分支回路，则应同时满足以下条件：

- 1 经比较，插座与普通照明共用支路更加经济合理。
- 2 该分支回路或该插座处应具有剩余电流保护功能。
- 3 该插座对应的使用功能不会对照明功能产生不利影响。

10.6.11 气体放电灯及其镇流器均含有一定量的谐波，特别是使用电子镇流器或电感镇流器配置有补偿电容时，有可能使谐波含量较大，从而使线路电流加大，特别是 3 次谐波以及 3 的奇数倍次谐波在三相四线制线路的中性线上叠加，使中性线电流大大增加，所以规定中性线导体截面积不应小于相线截面积；当 3 次谐波电流大于 33% 时，中性线电流将大于相线电流，此时，则应按中性线电流选择截面积，并按国家标准《低压配电设计规

范》GB 50054 - 2011 第 3.2.9 条计算。

10.6.12 本条是作为改善频闪效应的一项措施而提出的，在实际安装中应注意同一盏灯具内接线的正确性和可靠性。

10.6.13 用安全特低电压 (SELV) 时，其降压变压器的初级和次级应予隔离，二次侧不应做保护接地，以免高电压侵入到特低电压 (交流 50V 及以下) 侧而导致不安全。相关规定可参见《低压电气装置 第 4-41 部分：安全防护 电击防护》GB/T 16895.21 - 2011 第 10.6.15 条，由于检修相对不便以及光源功率较大，如果采取每盏灯具加装保护，可避免因一个光源出现故障而影响一片。顶棚内检修通道要考虑到能承受住两名维修人员连同工具在内的重量 (总重量约 300kg)。

10.6.16 白天透过采光窗进入室内的自然光较强，近窗区域的水平照度通常可达到 1000lx 以上，因此关闭部分人工照明并不会影响正常视觉工作，分组控制的目的是为了将同一场所中天然采光充足或不充足的区域分别开关。而大部分建筑物在夜间除了值班人员之外都很少有人活动，对一些公共区域的照明实行分组控制，可以方便地用手动或自动方式操作，有利于节电。

10.6.17 商业楼宇中存在大量大空间办公场所，以准备客户租用后根据其自身的办公需求灵活地进行空间分隔，因此在布置此类场所的照明时应考虑其各种分隔的可能性，以避免对照明线路进行大的改动。通常建议按照每个采光窗作为一个可能独立分隔的区域来考虑。电化教室、会议厅、多功能厅、报告厅等场所通常设置投影仪或大型显示屏等设备，为了提高视看效率和舒适性，应考虑可以单独控制讲台和邻近区域的灯光。当一个场所既不需要考虑特殊使用需求，也不存在日后分隔的可能性时，则建议控制灯列与侧窗平行，当天然采光满足靠近侧窗附近的区域的视觉需求时，可以分组关闭该区域的人工照明，实现节能的目的。

10.6.18 对于部分中小型高档次建筑 and 智能建筑或其中某些场所，有条件时在临近采光窗的照明支路上设置光感器件等可实现

关闭部分灯具、调光或其他自控措施，以节约电能。

10.6.22 大型公共建筑面积大、功能复杂、人流量大，采用自动（智能）照明控制系统可以有效地对照明系统进行合理控制，加强系统对各类不同需求的适应能力，提升建筑物的整体形象，有效节约照明系统的能耗，大幅度降低照明系统的运行维护成本。为了保证能够较好地与各类光源灯具协调运行，并满足不同使用目的的灵活操作，智能照明控制系统宜具备下列功能：

1 可以接入包括声、光、红外微波、位置等多种传感器进行现场信息采集；

2 具备手控、电控、遥控、延时、调光、调色等多种控制方式；

3 可根据不同使用需求预先设置并存储多个不同场景的控制模式；

4 针对需要控制的不同照明装置，宜具备相适应的接口，以方便与应用于卤钨灯的晶闸管电压调制器，应用于气体放电灯的脉冲宽度调制、脉冲频率调制、脉冲相位调制镇流器、LED的脉冲宽度调制驱动器等协调运行；

5 实时显示和记录所控照明系统的各种相关信息并可自动生成分析和统计报表，方便用户对整个照明系统的运行状态、设备完好率、能耗、故障原因等形成完整的掌控；

6 具备良好的中文人机交互界面，便于满足不同文化程度的使用者进行操控；

7 预留与其他系统的联动接口，可以作为智能建筑的一个子系统便捷地接入智能建筑管理平台（IBMS）。

10.7 景观照明

10.7.1 一个城市或地区的景观含自然景观和人文景观两类，自然景观包括地形、水体、动植物以及气候变化所带来的季节景观，人文景观包括历史建筑与现代建筑、庭园广场、街区商铺以及文化民俗活动等；所有这些构成了城市夜景照明的基本载体，

因此必须进行深入合理的评价与分析。同时，应认识到其原有灯光系统的客观存在和对整体夜景效果所具有的不可忽略的影响，因此景观照明的设置应与周边环境及相关城市系统密切配合。

10.7.2 立面投光（泛光）照明要确定好被照物立面各部位表面的照度或亮度，使照明层次感强，不用把整个景物均匀地照亮，特别是高大建筑物，但是也不能在同一照明区内出现明显的光斑、暗区或扭曲其形象的情况。

轮廓照明的方法是用 LED 点光源每隔一定间距连续安装形成光带，或用串灯、霓虹灯、美耐灯、导光管、通体发光光纤等线性灯饰器材直接勾画景观轮廓。但应注意单独使用这种照明方式时，由于夜间景物是暗的，近距离的观感并不好。因此，一般做法是同时使用投光照明和轮廓照明。在选用轮廓灯时应根据景物的轮廓造型、饰面材料、维修难易程度、能源消耗及造价等具体情况，综合分析后确定。

内透光照明是利用室内光线向外透射形成夜景照明效果。在室内靠窗或需要重点表现其夜景的部位，如玻璃幕墙、廊柱、透空结构或艺术阳台等部位专门设置内透光照明设施，形成透光发光面或发光体来表现建筑物的夜景。也可在室内靠窗或玻璃幕墙处设置专用灯具和具备良好反射效果的窗帘，在夜晚窗帘降下后，利用反射光线形成景观效果。

随着激光、光纤、全息摄影，特别是电脑技术等高科技的发展及其在夜景照明中的推广应用，人们用特殊方法和手段营造特殊夜景照明的方式也应运而生，如使用激光器，通过各种颜色的激光光束在夜空进行激光立体造型表演，使用端头出光的光纤，形成一个个明亮的光点作为夜景装饰照明，亮点的明暗和颜色变化由电脑控制，有规律地变化形成各种奇特的照明效果。

10.7.4 室外照明配电可采用 TT 系统是《低压电气装置 第 7-714 部分：特殊装置或场所的要求 户外照明装置》GB/T 16895.28-2017 的要求。但在建筑景观照明系统中，通常会有大量的照明设施设置于建筑外墙表面或距外墙很近的范围内，这

些设施供电若采用与建筑物本体供电系统相同的接地形式，对运行和保护是有利的。因此本条文规定距建筑物 20m 以外的照明系统设施可采用 TT 系统。另外，由于 TT 系统单相短路保护的灵敏度比 TN 系统低，熔断器和断路器拒绝动作的情况时有发生，致使外露可导电部分长时期带有接近 110V 危险电压。采用剩余电流保护装置，能大幅度提高 TT 系统触电保护的灵敏度，使 TT 系统更为安全可靠。

11 民用建筑物防雷

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于民用建筑物、构筑物的防雷设计，但不适用于露天体育场等空旷场地的防雷设计，因为这些空旷的场地不是建筑物、构筑物，采用对建筑物、构筑物的一般防雷保护措施不能保护对这些空旷场地的防雷安全。

11.1.4 我国地域辽阔，就雷电活动规律而言各地区差别很大。从地理条件来看，湿热带地区的雷电活动多于干冷地区，在我国大致是华南、西南、长江流域、华北、东北、西北等依次递减。从地域看是山区多于平原，陆地多于湖海。从地质条件看是有利于很快聚集与雷云相反电荷的地面（如地下埋有导电矿藏的地区、地下水位高的地方、矿泉和小河沟及地下水出口处、土壤电阻率突变的地方、土山的山顶以及岩石山的山脚下土壤厚的地方等）容易落雷。从地形条件看，某些地形可以引起局部气候的变化，造成有利于雷云形成和相遇的条件，如某些山区，山的南坡落雷次数明显多于北坡，靠海的一面山坡明显多于背海的一面山坡，环山中的平地落雷次数明显多于峡谷，风暴走廊与风向一致的地方的风口和顺风的河谷容易落雷。从地物条件看，由于地物的影响，有利于雷云与大地之间建立良好的放电通道，如孤立高耸的地物、排出导电尘埃的排废气管道、建筑物旁的大树、山区和旷野地区的输电线路等落雷次数就多。

当然雷电频繁程度与地面落雷虽是两个不同的概念，但是雷电活动多的地方往往地面落雷次数就多。由于自然界变化较大（植树或开采矿藏等），各地的气候变化很大，因此防雷设计必须因地制宜，应调查当地近年来的雷电活动资料，作为设计的依据。

雷击选择性的规律，对于正确考虑防雷措施是一个极其重要的因素。从多年来的运行经验和国内外的模拟试验资料来看，凡建筑物坐落在山谷潮湿地带、河边湖边、土壤结构不同的地质交界处、地下有矿脉及地下水露头处等地方，遭受雷击较多。可见，雷击事故发生除与雷电日的多少有关外，在很大程度上与地形、地貌、建筑物高度、建筑物的结构形式以及建筑地点的地质条件等因素都有密切关系。日本在《雷与避雷》论文中指出，当建筑物周围的土壤是砂砾地（ $\rho=10^5\Omega\cdot m$ ）时，雷击建筑物的概率为11.2%；当建筑物是坐落在砂质黏土（ $\rho=10^4\Omega\cdot m$ ）上时，则建筑物遭受雷击的概率可高达84.5%。综合国内外资料和多年来我国科研设计部门积累的实践经验，在制定防雷措施时，调查当地的气象、地质等环境条件作为重要设计依据是必要的。

建筑物防雷设计应在建筑物设计阶段就开始详细研究防雷装置的设计方案，这样才有可能利用建筑物的导电金属物体而得到最大的效益，在使用安全、经济、可靠的基础上，尽量体现整个建筑物的美观，以最小投资保证防雷装置的有效性。

11.1.7 由于气象资料更新较快，因此应以当地气象台（站）的最新资讯为准。

11.1.8 250m及以上建筑，其防雷保护类别仍按计算值确定，但由于其遭雷击破坏后的影响更大，其防雷保护的技术措施可根据工程的实际情况，予以相应提高或加强。

11.2 建筑物的防雷分类

11.2.3 本条为强制性条文。民用建筑防雷设计中，防雷类别的划分是决定防雷设计措施的基本原则，必须严格执行。

【技术要点】

民用建筑防雷设计中，防雷类别的划分是决定防雷设计措施的基本原则，民用建筑应首先确定防雷类别，再进行相应的防雷设计。

【实施与检查】

实施：民用建筑防雷设计中，应将符合本条要求的民用建筑划分为第二类防雷建筑。

检查：在审核民用建筑防雷电气设计时，若该建筑符合本条要求，应检查其是否已明确为第二类防雷建筑作为是否违反了本强条的依据。

11.2.4 本条为强制性条文。民用建筑防雷设计中，防雷类别的划分是决定防雷设计措施的基本原则，必须严格执行。

【技术要点】

民用建筑防雷设计中，防雷类别的划分是决定防雷设计措施的基本原则，民用建筑应首先确定防雷类别，再进行相应的防雷设计。

【实施与检查】

实施：民用建筑防雷设计时，应将符合本条要求的民用建筑划分为第三类防雷建筑。

检查：在审核民用建筑防雷电气设计时，若该建筑符合本条要求，应检查其是否已明确为第三类防雷建筑，作为是否违反了本强条的依据。

11.3 第二类防雷建筑物的雷电防护措施

11.3.2 第7款 “专用引下线”是用作防雷检测的引下线。建筑物所有的钢筋混凝土中的钢筋或钢结构柱均推荐作为防雷引下线，但这些防雷引下线都按防雷检测的要求进行检测的话，一来工作量太大、经济上不可取，二来也没有必要。因此只要求部分防雷引下线按防雷检测要求检测，这部分防雷引下线称为“专用引下线”。

“专设引下线”仅当无建筑物钢筋混凝土中的钢筋或钢结构柱可作为防雷装置的引下线时，才需要设置；民用建筑应首先利用建筑物钢筋混凝土中的钢筋或钢结构柱作为防雷装置的引下线。

11.3.5 为了防止雷击建筑物周围高大树木或建、构筑物跳击到线路上的高电位或雷直击线路时的高电位侵入建筑物内而造成人身伤亡或设备损坏，低压线路宜全线采用电缆埋地或穿金属导管埋地引入。当难以全线埋设电缆或穿金属导管敷设时，允许从架空线上换接一段有金属铠装的电缆或全塑电缆穿金属导管埋地引入。

但需强调，电缆与架空线交接处必须装设避雷器并与铁横担、绝缘子铁脚、电缆外皮连在一起共同接地，入户端的电缆外皮必须接到防雷和电气保护接地网上才能起到应有的保护作用。

规定埋地电缆长度不小于 $2\sqrt{\rho}$ (m) 是考虑电缆金属外皮、铠装、钢管等起散流接地体的作用。接地导体在冲击电流下其有效长度为 $2\sqrt{\rho}$ (m)，又限制埋地电缆长度不应小于 15m，是考虑架空线距爆炸危险环境至少为杆高的 1.5 倍，杆高一般为 10m，即 15m。英国防雷法规针对爆炸和火灾危险场所时，电缆长度不小于 15m，对民用建筑来说，这一距离更是可靠的。

由于防雷装置直接装在建、构筑物上，要保持防雷装置与各种金属物体之间的安全距离已经很难做到。因此只能将屋内的各种金属管道和金属物体与防雷装置就近接在一起，并进行多处连接，首先是在进出建、构筑物处连接，使防雷装置和邻近的金属物体电位相等或降低其间的电位差，以防反击危险。

11.3.6 为了防止雷击电流流过防雷装置时所产生的高电位对被保护建筑物或与其有联系的金属物体和金属管道发生反击，应使防雷装置与这些物体和管道之间保持一定的安全距离。此处“金属物”是指建筑物的金属构配件、电气装置的外露可导电部分等类似物体。

关于公式中分流系数 K_c 值，本标准采用了 IEC 规定的系数。通过分析认为，这个系数是合理的，如单根引下线其引下线流散

的是全部雷电流，因此 $K_c=1$ 。当为两根引下线时，每根引下线流散的雷电流从宏观上讲是 $1/2$ 雷电流，但根据不同情况（如雷击点距引下线的远近等因素）又可以说是不相等的。IEC 规定两根引下线的 $K_c=0.66$ ，这一规定与我国的规定是近似的，是安全的。多根引下线规定 $K_c=0.44$ 也是相当安全的，引下线越多安全度就越高。

11.3.7 本条文主要是等电位措施。钢筋混凝土结构的建筑物均压效果比较好，梁与柱内的钢筋均有贯通性连接，多数楼板与梁的钢筋只隔 50mm 的混凝土层，只需 25kV 的电压即可以击穿使楼板均压，在楼板上放置的东西、人将不会损坏和出现安全问题。值得引起重视的是竖向金属管道，它可能带有很高的电位，如处理不当，就可能出现跳闪现象。此时有两种情况：一种情况是金属管带高电位向周围和金属物跳击；另一种情况是结构中的钢筋带高电位向管子跳击。由于雷电流的数值（经过多次分流）不易计算，因此本条规定每 3 层连接一次，这一数值是十分可靠的。

11.3.8 “利用建筑物钢筋混凝土基础作为接地网”见本标准第 11.8.7 条的说明。当专设接地网时，接地网应围绕建筑物敷设一个闭合环路，其冲击接地电阻不应大于 10Ω ，其目的是使被保护建筑物首层地平电位平滑，减少跨步电压和接触电压， 10Ω 的规定是沿用现行规范的规定。

11.4 第三类防雷建筑物的雷电防护措施

11.4.1 有爆炸危险场所的民用建筑已列入二类防雷建筑，三类防雷建筑内无爆炸危险场所，因此不需采取防闪电感应的措施。

11.5 其他防雷保护措施

11.5.2 各种天线的同轴电缆的芯线，都是通过匹配器线圈与其屏蔽层相连，所以，芯线实际上与天线支架、保护钢管处于同一

电位。当建筑物防雷装置或天线遭雷击时，由于保护管的屏蔽作用和集肤效应，同轴电缆芯线和屏蔽层无雷电流流过。当雷击天线支架时，由于天线支架已与建筑物防雷装置最少有两处连在一起，大部分雷击电流沿建筑物防雷装置数条引下线流入大地，其中少量的雷电流经同轴电缆的保护钢导管流入大地。由于雷电流的频率高达数千赫兹，属于高频范畴，产生集肤效应，所以这部分雷电流被排挤到同轴电缆的保护钢导管上去了，此时电缆芯中产生感应反电动势，从理论上讲在有集肤效应作用下，流经芯线的雷电流趋向于零。

同轴电缆芯线和屏蔽层与钢管之间的电位差没有横向电位差，而仅有纵向电位差，该值为流经钢管的雷电流与钢导管耦合电阻的乘积，钢导管的耦合电阻比其直流电阻小得多。

天线塔不在机房上，而且远离机房，此时要求进出机房的各种金属管道和电缆的金属外皮或穿线金属导管进行接地。金属管道直接引入建筑物时，即使采取接地措施后，若雷击于入户附近的管道上，高电位侵入仍然很高，对建筑物仍存在危险。因此，如果管道在没有自然屏蔽条件或易遭受雷击的情况下，在入户附近的一段，应与保护接地和防雷接地装置相连。

11.5.6 由于机房内的设备大都是较贵重的电子设备，经不起大电流和高电压的冲击，如果首层地面不是钢筋混凝土楼板时，要求安装设备的地面不能出现很大的电位差，为保护设备的安全运行，尽量做到一个均衡电压的电位面，故要求均压网格不大于 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ 。如果是将设备安装在钢筋混凝土楼板上时，由于钢筋混凝土楼板内的钢筋足以起到均压作用，就没有必要再做均压网了。

11.5.10 固定在建筑物上的节日彩灯、航空障碍标志灯及各种排风机、正压送风机、风口、冷却水塔等非临时设备的金属外壳或保护网罩，在遭受雷击时，当采取了本条第1款~第4款的措施之后与本标准第11.5.1条的部分情况有些相似，本条新增措施也是基于第11.5.1条有关说明的理由制定的。

对于无金属外壳和无保护网罩的用电设备（如厕所排风扇、风机等），这些用电设备，如果不在接闪器的保护之内，或者根本就不做防雷保护，其带电体（电机和管线等）遭受雷击的可能性是比较大的，所以这些用电设备均应处于接闪器的保护范围以内。

11.6 接 闪 器

11.6.7 屋顶上的旗杆、金属栏杆、金属装饰物体等，其尺寸不小于对标准接闪器所规定尺寸时，宜作为接闪器使用的理由是：这些物体在建筑物上处于至高点，它很难处于接闪器的保护范围之内，如果它与建筑物所利用的结构钢筋能连成可靠的电气通路，且符合接闪器的要求，作为本建筑的避雷针（带）利用，既经济又美观。

本条第2款中所指的钢管和钢罐，是指在民用建筑物的屋顶上放置的太阳能热水管道和热水箱罐等金属容器，它不会由于被雷击穿而发生危险，所以只要厚度不小于2.5mm就可以利用。

11.6.8 推荐接闪器应热镀锌的理由是热镀锌接闪器比涂漆的接闪器具有防腐效果好、维修量少及安全可靠等优点。多年的运行实践证明，一些解放初期安装的镀锌接闪器，迄今已安全使用50余年仍完好无损，基本无维修工作量。而涂漆的接闪器则必须每一、两年重新涂漆维修，维修量较大且有时要请专业队伍进行，花费很多，相比之下很不经济。

还可以采取其他新型的防腐蚀措施，只要与环境相适应且能达到预期的防腐蚀效果即可。

11.7 引 下 线

11.7.4 为了减少引下线的电感量，引下线应以较短路径接地。对于建筑艺术要求较高的建筑物，引下线可以采用暗设但截面积要加大一级，这主要是考虑维修困难。

11.8 接 地 网

11.8.2 本条文规定的最小截面积，已经考虑了一定的耐腐蚀能力，并结合多年的实际使用尺寸而提出的。经验证明，规定的截面积及厚度在一般情况下能得到良好的使用效果，但是必须指出，在腐蚀性较大的土壤中，还应采取加大截面积或采取其他防腐措施。

11.8.4 接地体的长度是沿用原规范的规定。实践证明，2.5m 的长度是合适的。这个长度既便于施工，又能取得较好的泄流效果，可以继续使用。

当接地网由多根水平或垂直接地极组成时，为了减少相邻接地极的屏蔽作用，接地极的间距规定为 5m，此时，相应的利用系数约为 0.75~0.85。当接地网的敷设场所受到限制时，上述距离可以根据实际情况适当减小一些，但一般不应小于接地极的长度。

11.8.5 接地导体埋设深度一般在冻土层以下但不应小于 0.6m，同时要求远离高温影响的地方。众所周知，接地导体埋设在较深的土层中，能接触到良导电性的土壤，其释放电流的效果好，接地导体埋得越深，土壤的湿度和温度的变化就越小，接地电阻越稳定。

11.8.7 早在 20 世纪 60 年代初期，国内外就开始采用钢筋混凝土基础作为各种接地网。通过 50 余年的运行和总结证明是切实可行的，现已普遍采用。利用建筑物的钢筋混凝土基础作为接地网的理由是：关于钢筋混凝土的导电性能，中国建筑工业出版社出版的《基础接地体及其应用》一书指出，钢筋混凝土在其干燥时，是不良导体，电阻率较大，但当具有一定湿度时，就成了较好的导电物质，电阻率常可达 $100\Omega \cdot \text{m} \sim 200\Omega \cdot \text{m}$ 。潮湿的混凝土导电性能较好，是因为混凝土中的硅酸盐与水形成导电性盐基性溶液。混凝土在施工过程中加入了较多的水分，成形后结构中密布着很多大大小小的毛细孔洞，因此就有了一些水分储存。

当埋入地下后，地下的潮气，又可通过毛细管作用吸入混凝土中，保持一定湿度。

根据我国的具体情况，土壤一般可保持有 20% 左右的湿度，即使在最不利的情况下，也有 5%~6% 的湿度。苏联对安装在湿度不低于 5% 的土壤中的柱子和基座的钢筋体进行试验，认为可以作为自然接地体。在不损坏它们的电气和机械特性下，能把极大的冲击电流引入大地。

在利用基础内钢筋作为接地极时，有人不管周围环境条件如何，甚至位于岩石上也利用，这是错误的。因此，规定了“周围土壤的含水量不低 4%”。从图 12 可见，混凝土的含水量在 3.5% 及以上时其电阻率就趋于稳定，当小于 3.5% 时电阻率随水分的减小而增大。因此，含水量定为不低于 4%。该含水量应是当地历史上一年中最早发生雷闪时间以前的含水量，不是夏季的含水量。

如图 12 所示，在混凝土的真实湿度的范围内（从水饱和到干涸）其电阻率的变化约为 520 倍。在重复饱和及干涸的整个过程中，没有观察到各点的位移，也就是每一湿度都有一相应的电阻率。

当基础的外表面有沥青质的防腐层时，以往认为该防腐层是

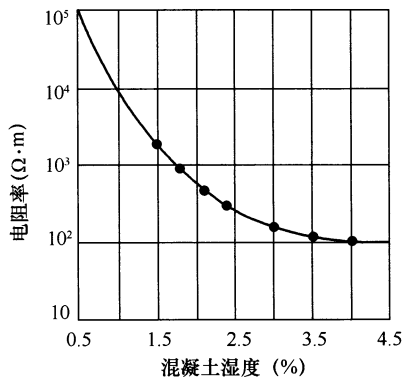


图 12 混凝土湿度对其电阻率的影响

绝缘的，不可利用基础内钢筋作接地极。但是，实践证实并不是这样，国内外都有人做过测试和分析，认为是可利用基础内钢筋作为接地极的。《建筑电气》曾刊登一篇译文名称为《利用防侵蚀钢筋混凝土基础作为接地体的可能性》的文章，在其结论中指出：“厚度 3mm 的沥青涂层，对接地极电阻无明显的影响，因此，在计算钢筋混凝土基础接地电阻时，均可不考虑涂层的影响。厚度为 6mm 的沥青涂层或 3mm 的乳化沥青涂层或 4mm 的粘贴沥青卷材，仅当周围土壤的等效电阻率 $\rho \leq 100 \Omega \cdot \text{m}$ 和基础面积的平均边长 $S \leq 100\text{m}$ 时，其基础网电阻约增加 33%，在其他情况下这些涂层的影晌很小，可忽略不计。”

因此，本条规定钢筋混凝土基础的外表面无防腐层或有沥青质的防腐层时，宜利用其作为接地网。

11.8.8 本条为强制性条文。当采用敷设在钢筋混凝土中的单根钢筋或圆钢作为防雷装置时，应确保其有足够的机械强度和耐腐蚀性，因此规定钢筋或圆钢的直径不应小于 10mm。条款中钢筋一般指螺纹钢，圆钢一般指非螺纹钢。

【技术要点】

当采用敷设在钢筋混凝土中的单根钢筋或圆钢作为防雷装置时，应选用直径不小于 10mm 的钢筋或圆钢，否则不得采用。

【实施与检查】

实施：当采用敷设在钢筋混凝土中的单根钢筋或圆钢作为防雷装置时，应选用直径不小于 10mm 的钢筋。

检查：在审核民用建筑物的防雷装置时，若设计利用单根钢筋或圆钢作为防雷装置时，应检查其直径是否小于 10mm，作为是否违反了本强条的依据。

11.8.9 闭合环状接地体，环越小，环内的电位越平，地面的均压效果越好，环内被保护物体越安全。但是考虑到维修方便和疏散雷电流的效果好等因素，规定了沿建筑物外面四周敷设闭合环状的水平接地网，可埋设在建筑物散水以外的基础槽边。

将接地导体直接敷设在基础坑底与土壤接触是不合适的。由

于接地体受土壤的腐蚀是会破损的，如果被基础压在下面，日后无法维修，因此规定应敷设在散水以外。散水一般距建筑物外墙皮 0.5m~0.8m，散水以外的地下土壤也有一定的湿度，对电阻率的下降和疏散雷电流的效果好。

11.8.10 防雷装置的接地电阻值，是指每年雨季以前开春以后测量的电阻值。防雷装置每年均应检查和测量一次，有损坏的地方要早日发现早日修复，否则比不装防雷装置更危险，这是因为装了避雷针的建筑物，受雷击的可能比不装防雷装置的建筑物高的缘故。

11.9 雷电电磁脉冲防护

11.9.1 民用建筑的电子信息系统防雷设计要求参见现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 相关内容。

第 7 款 民用建筑的电子信息系统机房的防雷设计要求参见现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 相关内容。

11.9.5 建筑物及结构的自然屏蔽、线路路径的合理选择及敷设都是电子信息系统防雷电磁脉冲的最有效的措施之一。但电子设备的供电及信号系统也应为电子设备正常工作提供可靠保证，设置必要的 SPD。

表 11.9.5 基于现行国家标准《低压电涌保护器（SPD）第 1 部分：低压配电系统的电涌保护器 性能要求和试验方法》GB 18802.1 做过相关试验的电涌保护器产品。

11.9.11 为了降低电涌保护器连接导线上的感应电压 $L \frac{di}{dt}$ ，连接电线应短而直，且越短越好，引线总长度不宜超过 0.5m。

11.10 防雷装置的材料要求

11.10.2 公式 (11.10.2) 是引用《雷电防护—第 5 部分：公共设施》IEC 62305-5：2005 中的公式。

12 电气装置接地和特殊场所的电气安全防护

12.1 一般规定

12.1.1 基于目前民用建筑电气设计中，有许多外电网为 20kV 和 35kV 情况，因此，本次修订改为“适用于民用建筑交流标称电压 35kV 及以下电气装置的接地设计和特殊场所的电气安全防护设计”。

12.1.2 电气装置的接地分为功能接地和保护接地。按功能与作用分为交流系统的电源中性点接地和直流系统的工作接地。保护接地包括不同电压等级电气设备的保护接地、防雷接地、防静电接地与屏蔽接地等。

12.1.3 实践证明，采用共用接地装置，不但节省投资，而且接地极的寿命长，接地电阻也可达到较低值。如果接地系统不是共用一个接地网时，连接不同电位接地装置的设备之间可能出现危险电位差，危及人身及财产安全。

12.2 交流电气装置接地的范围

12.2.1 交流电气装置的接地，包括配电变电所低压中性点的系统接地和高压电气装置或设备的保护接地，以及低压电气装置或设备的保护接地。

12.2.2 本条引自《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065，取消了民用建筑工程中不常用款项。

12.3 交流电气装置的接地和接地电阻

12.3.1 第 1 款 为了防止保护接地导体（PE）或保护接地中性导体（PEN）断线所造成的危害，保护接地导体（PE）或保护接地中性导体（PEN）应重复接地。

第 2 款 TT 系统应只有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分应接到电气上独立于电源系统接地的接地极上，对电气装置的 PE 可另外增设接地。

12.3.3 在确定变电所接地装置的接地电阻时，主要考虑变电所高压侧发生接地故障时，对低压系统产生的工频故障电压 (U_f) 和工频应力电压 (U_1 和 U_2) 影响，见本章条文说明图 26，这种影响与高压系统中性点对地情况，以及低压系统接地形式有关，也与变电所内高压系统保护接地和低压系统接地相互连接或分隔有关。

第 1 款 当高压系统为中性点直接接地或经低电阻接地时，接地故障电流 I_E 通常较大，一般为 100A~1000A。

当低压系统接地形式为 TN 系统时，无须考虑工频应力电压，所以在确定变电所接地装置的接地电阻 R_E 时，仅需考虑工频故障电压 (U_f) 达到允许值之前被切断的要求，参见本章条文说明图 27。实际工程中多为变电所内高压系统保护接地和低压系统接地相互连接的情况。例如，如高压继电保护在接地故障电流 I_E 为 200A 时 300ms 动作切断故障电流，查图 27 可得知，允许的工频故障电压 U_f 是 400V，则接地电阻值 $R_E \leq U_f / I_E = 400 / 200 = 2\Omega$ 。

当低压系统接地形式为 TT 系统时，无须考虑工频故障电压 (U_f)。在确定变电所接地装置的接地电阻 R_E 时，仅需考虑是否满足低压设备工频应力电压允许值，当高压系统为中性点直接接地或经低电阻接地时，高压系统接地故障持续时间 $t \leq 5s$ ，参见表 26。

例如，当地供电部门提供的高压系统流经变电所接地装置的接地故障电流 I_E 为 600A，则接地电阻值 $R_E \leq 1200 / I_E = 1200 / 600 = 2\Omega$ 。

第 2 款 当高压系统为中性点不接地、经消弧线圈接地或高电阻接地时，接地故障电流 I_E 通常较小，例如在 10kV 系统一般为 10A~30A。

1) 例如，接地故障电流 I_E 为 10A 时，则接地电阻值 R_E

$$\leq 50/I_E = 50/10 = 5\Omega。$$

- 2) 当低压系统接地形式为 TT 系统时, 在确定变电所接地装置的接地电阻 R_E 时, 仅需考虑是否满足低压设备工频应力电压允许值, 当高压系统为中性点不接地、经消弧线圈接地或高电阻接地时, 高压系统接地故障持续时间 $t > 5s$, 参见表 26。例如, 当地供电部门提供的高压系统流经变电所接地装置的接地故障电流 I_E 为 10A, 则接地电阻值 $R_E \leq 250/10 = 25\Omega$ 。

当高压侧系统接地为直接接地或经低电阻接地系统, 推荐 $R_E \leq 2\Omega$; 当高压侧系统接地为不接地系统, 推荐 $R_E \leq 5\Omega$ 。

12.4 低压配电系统的接地形式和基本要求

12.4.1 低压配电系统三种接地形式引自《低压电气装置 第 1 部分: 基本原则、一般特性评估和定义》GB/T 16895.1-2008。

低压配电系统的接地形式以拉丁字母作代号, 其含义为:

第 1 个字母表示电源系统与地的关系, 表示如下:

T——某点对地直接连接;

I——所有的带电部分与地隔离; 或某点经阻抗接地。

第 2 个字母表示电气装置的外露可导电部分对地的关系, 表示如下:

T——电气装置的外露可导电部分与地直接做电气连接, 它与系统电源的任何一点的接地无任何连接;

N——电气装置的外露可导电部分与电源系统的接地点直接做电气连接 (在交流系统中, 电源系统的接地点通常是中性点, 或者如果没有可连接中性点, 则与一个相导体连接)。后续的字母—N 与 PE 的配置, 表示如下:

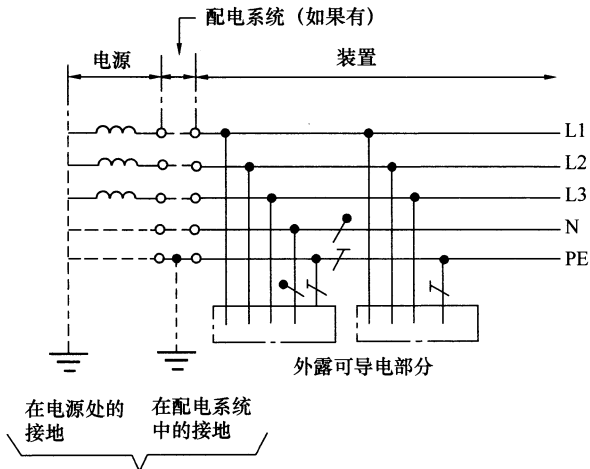
S——将与 N 或被接地的导体 (在交流系统中是被接地的相导体) 分离的导体作为 PE;

N 和 PE 功能合并在一根导体中 (PEN)。

1 TN 系统可分为单电源系统和多电源系统。

对于单电源系统，TN 电源系统在电源处应有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分应经 PE 接到接地点。TN 系统可按 N 和 PE 配置分为下列三种类型：

- 1) TN-S 系统，整个系统应全部采用单独的 PE，电气装置的 PE 也可另外增设接地（图 13~图 15）。



系统的接地可通过一个或多个接地极来实现

图 13 全系统将 N 与 PE 分开的 TN-S 系统

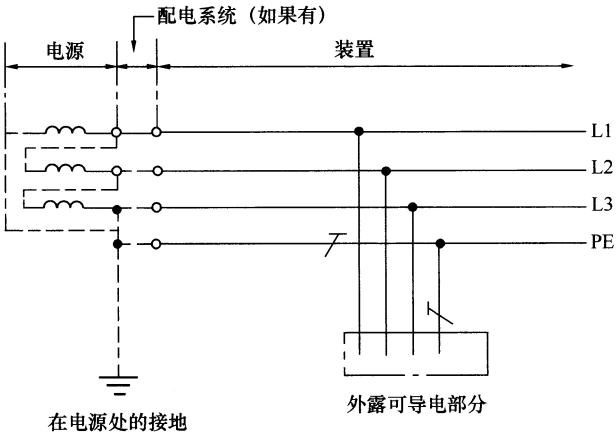


图 14 全系统将被接地的相导体与 PE 分开的 TN-S 系统

置的 PEN 或 PE 导体可另外增设接地。图 17 和图 18 中对配电系统的 PEN 和装置的 PE 也可另外增设接地。

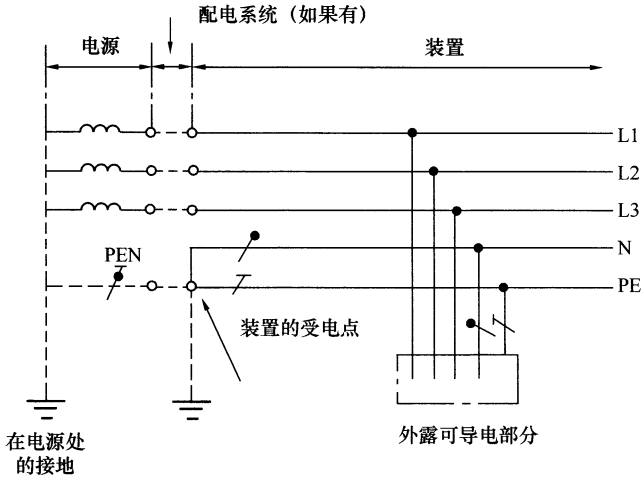


图 17 在电气装置受电点将 PEN 分离成 PE 和 N 的三相四线制 TN-C-S 系统

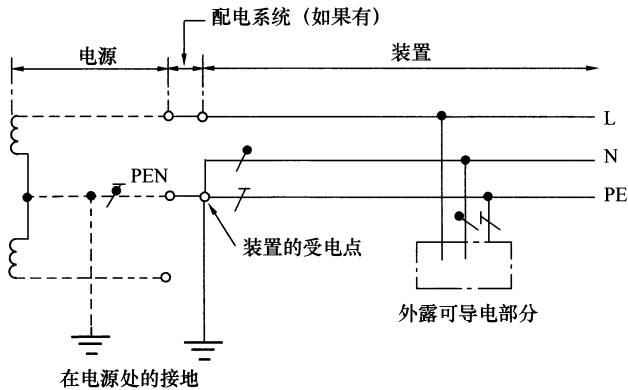


图 18 在电气装置受电点将 PEN 分离成 PE 和 N 的单相两线制 TN-C-S 系统

- 3) TN-C 系统，在全系统中，N 的功能和 PE 的功能合并在一根导体中（图 19）。电气装置的 PEN 也可另外增设接地。

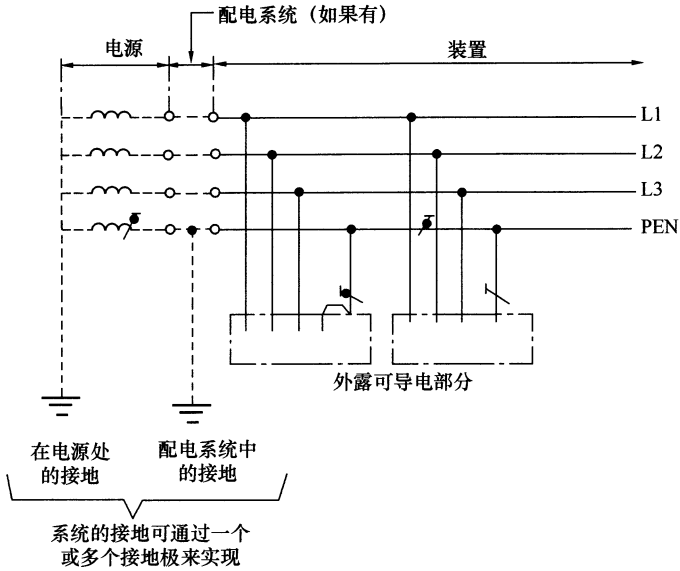


图 19 全系统采用 N 的功能和 PE 的功能合并在一根导体中的 TN-C 系统

对用电设备采用单独的 PE 和 N 的多电源 TN-C-S 系统（图 20），仅有两相负荷和三相负荷情况下，无须配出 N 和 PE 宜多处接地。具有多电源的 TN 系统（图 21），应避免工作电流流过不期望的路径。

2 TT 系统应只有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分应接到电气上独立于电源系统接地的接地极上（图 22 和图 23），对电气装置的 PE 可另外增设接地。

3 IT 电源系统的所有带电部分应与地隔离，或某一点通过阻抗接地（图 24 和图 25）。对电气装置的 PE 可另外增设接地，并应符合下列要求：

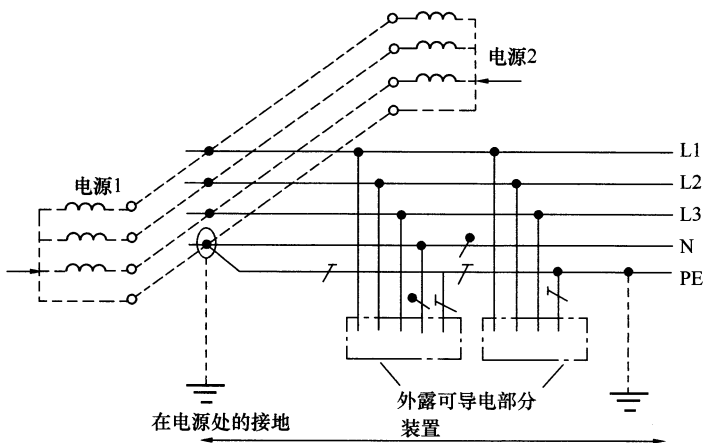


图 20 对用电设备采用单独的 PE 和 N 的多电源 TN-C-S 系统

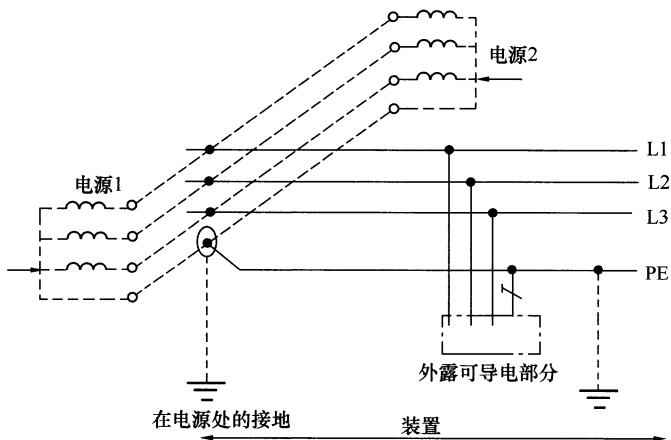


图 21 给两相或三相负荷供电的全系统内只有 PE 没有 N 的多电源 TN 系统

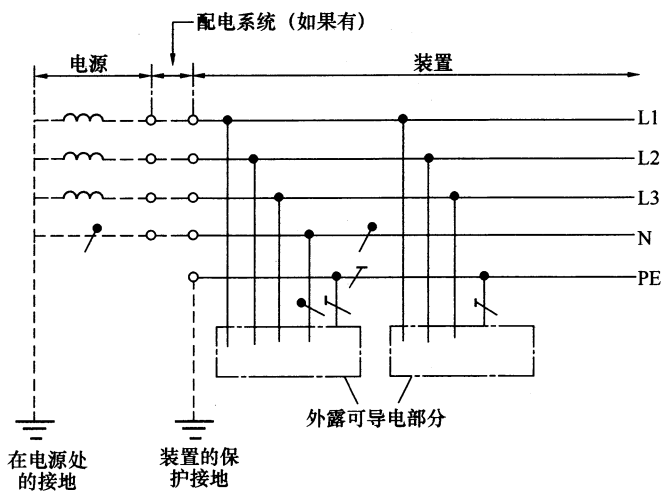


图 22 全部电气装置都采用分开的中性导体和保护导体的 TT 系统

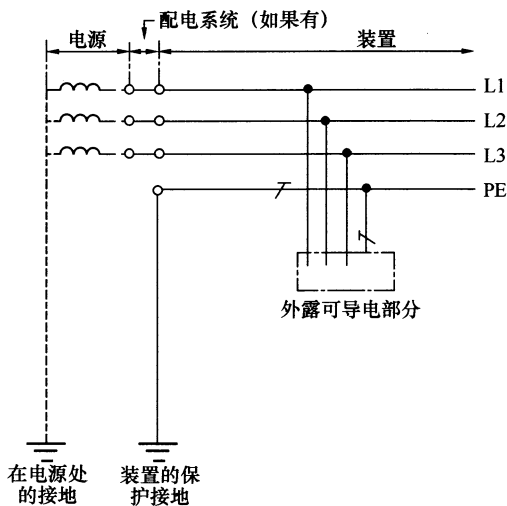


图 23 全部电气装置都具有接地的保护导体，但不配出中性线的 TT 系统

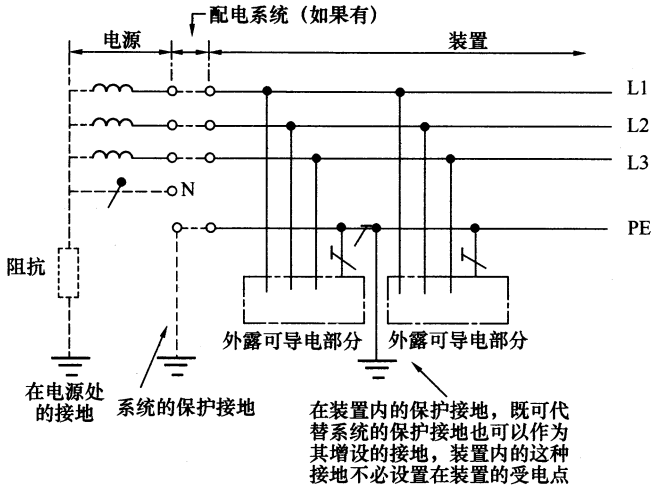


图 24 将所有外露可导电部分采用 PE 相连后集中接地的 IT 系统

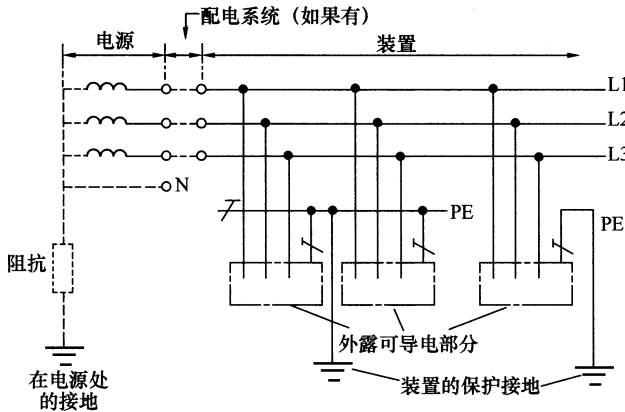


图 25 将外露可导电部分分组接地或独立接地的 IT 系统

- 1) 该系统可经足够高阻抗接地;
- 2) 可以配出 N, 也可不配出 N。

12.4.2 采用自动切断供电是一项故障防护措施, 系统的接地形

式为其提供了必要的条件，为保证自动切断供电措施的可靠和有效，应满足以下要求：

1 当电气装置中发生了带电部分与外露可导电部分（或保护导体）之间的故障时，保护电器应在规定时间内切断电源，避免电流通过人体产生危险的生理效应。

2 电气装置中的外露可导电部分，均应与保护接地导体或保护接地中性导体相连接，以保证故障回路的形成。

3 凡可被人体同时触及的外露可导电部分，应连接到同一接地系统。

12.4.3 本条引自《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置、保护导体和保护联结导体》IEC 60364 -5 - 54。

12.4.4 本条引自《系统接地的型式及安全技术要求》GB 14050 和《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置、保护导体和保护联结导体》IEC 60364 - 5 - 54。如接地线串联使用，则当其中一处接地线断开时，其后面串接的设备将失去接地，为避免直接危及人的生命安全，电气装置的外露可导电部分不得用作保护接地导体（PE）的串联过渡接点。

12.4.5 本条引自《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置、保护导体和保护联结导体》IEC 60364 - 5 - 54。

第 1 款 保护接地导体之间或保护接地导体与其他设备之间的每处连接（例如螺栓连接、夹板连接器），应具有持久的电气连续性和足够的机械强度及保护。连接保护接地导体的螺栓不应用作任何其他目的。连接不应采用锡焊。所有的电气连接应有耐受在导体或有最大截面积的电缆/外护物中可出现任何电流/时间组合的符合要求的耐热能力和机械强度。

12.4.6 保护接地导体（PE）的截面积确定：

1 关于自动切断电源所要求的条件见《低压电气装置 第 4-41 部分：安全防护 电击防护》GB/T 16895.21 - 2011 中的第 411.3.2 条。保护接地导体的截面积可按公式（9）计算，也可按表 18 进行选择。这两种方法都应考虑本标准第 12.4.7 条的

规定。保护接地导体的端子大小，应能容纳按本条所规定截面积的导体。TT 系统详见本标准第 12.4.12 条 3 款规定。

表 18 保护接地导体的最小截面积（如不根据公式（9）计算）

线导体截面积 S (mm ²) 铜	相应保护接地导体的最小截面积 (mm ²)	
	保护接地导体与线导体使用相同材料	保护接地导体与线导体使用不同材料
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	16	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$\frac{S}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$

注：1 k_1 是线导体的 k 值，它是由公式（10）导出或由《低压电气装置 第 4 部分：安全防护 第 43 章：过电流保护》IEC 60364-4-43 中的表按导体和绝缘的材料选择的；

2 k_2 是保护接地导体的 k 值，是按表 19~表 23 中适用的有关参数选择的；

3 对于 PEN 导体，其截面积仅在符合中性导体截面积确定原则（见《低压电气装置 第 5 部分：电气设备的选择和安装 第 52 章：布线系统》IEC 60364-5-52）的前提下，才允许减小。

表 19 非电缆芯线且不与其他电缆成束敷设的绝缘保护接地导体的初始、最终温度和系数

导体绝缘	温度 (°C)		导体材料		
	初始	最终	铜	铝	钢
70°C 聚氯乙烯	30	160/(140)	143/(133)	95/(88)	52/(49)
90°C 聚氯乙烯	30	160/(140)	143/(133)	95/(88)	52/(49)
90°C 热固性材料	30	250	176	116	64
60°C 橡胶	30	200	159	105	58
85°C 橡胶	30	220	166	110	60
硅橡胶	30	350	201	133	73

注：括号内数值适用于截面积大于 300mm² 的热塑性（如 PVC）绝缘导体。

**表 20 与电缆外护层接触但不与其他电缆成束敷设的
裸保护接地导体的初始、最终温度和系数**

电缆护层	温度 (°C)		导体材料		
	初始	最终	铜	铝	钢
聚氯乙烯	30	200	159	105	58
聚乙烯	30	150	138	91	50
氯磺化聚乙烯	30	220	166	110	60

**表 21 电缆芯线或其他电缆或绝缘导体成束敷设的保护
接地导体的初始、最终温度和系数**

导体绝缘	温度 (°C)		导体材料		
	初始	最终	铜	铝	钢
70°C 聚氯乙烯	70	160/(140)	115/(103)	76/(68)	42/(37)
90°C 聚氯乙烯	90	160/(140)	100/(86)	66/(57)	36/(31)
90°C 热固性材料	90	250	143	94	52
60°C 橡胶	60	200	141	93	51
85°C 橡胶	85	220	134	89	48
硅橡胶	180	350	132	87	47

注：括号内数值适用于截面积大于 300mm² 的热塑性（如 PVC）绝缘导体。

**表 22 用电缆的金属护层作保护接地导体的
初始、最终温度和系数**

导体绝缘	温度 (°C)		导体材料		
	初始	最终	铜	铝	钢
70°C 聚氯乙烯	60	200	141	93	51
90°C 聚氯乙烯	80	200	128	85	46
90°C 热固性材料	80	200	128	85	46
60°C 橡胶	55	200	144	95	52
85°C 橡胶	75	220	140	93	51
硅橡胶	70	200	135	—	—
裸露的矿物护套	105	250	135	—	—

注：电缆的金属护层，如铠装、金属护套、同心导体等。

表 23 裸导体温度不损伤相邻材料时的初始、
最终温度和系数

条件	初始温度 (°C)	导体材料		
		铜	铝	钢
		最高温度 (最终温度) (°C)	最高温度 (最终温度) (°C)	最高温度 (最终温度) (°C)
在狭窄区域内 并可目察的	30	500	300	500
正常条件	30	200	200	200
有火灾危险	30	150	150	150

2 保护接地导体的截面积的确定，仅对切断时间不超过 5s 时，可由下列公式确定：

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} \quad (9)$$

式中：S——保护接地导体的截面积 (mm²)；

I——流过保护电器的忽略故障点阻抗产生的预期故障电流方均根值 (A) (见《三相交流系统短路电流 第 0 部分：电流计算》IEC 60909-0)；

t——保护电器自动切断的动作时间 (s)；

k——由保护接地导体、绝缘和其他部分的材料及初始和最终温度决定的系数，k 值的计算见公式 (10)。

若用公式求得的规格是非标准的，至少应采用最接近的较大标准截面积的导体。

3 系数 k 值由下式确定：

$$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20)}{\rho_{20}} \ln\left(1 + \frac{\theta_i - \theta_i}{\beta + \theta_i}\right)} \quad (10)$$

式中：Q_c——导体材料在 20°C 时的体积热容量，取值见表 24；

β——导体在 0°C 时电阻率温度系数的倒数 (°C)，取值见表 24；

ρ_{20} ——导体材料在 20℃ 时的电阻率 ($\Omega \cdot \text{mm}$)，取值见表 24；

θ_i ——导体初始温度 (℃)；

θ_f ——导体最终温度 (℃)。

表 24 不同材料的参数值

材料	β (℃)	Q_c [J/ (K · mm ³)]	ρ_{20} ($\Omega \cdot \text{mm}$)
铜	234.5	3.45×10^{-3}	17.241×10^{-6}
铝	228.0	2.5×10^{-3}	28.264×10^{-6}
钢	202.0	3.8×10^{-3}	138×10^{-6}

4 两个或更多个回路共用一根保护接地导体时，其截面积应为在这些回路中遭受最严重的预期故障电流和动作时间，其截面积按公式 (9) 计算或表 18 中对应于所用诸回路中的最大导体截面积来选择。

12.4.8 本条引自《低压电气装置 第 5-54 部分 电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体》GB/T 16895.3 - 2017 第 543.2.3 条，第 4 款，指符合 GB/T 16895.3 中第 543.2.2 条的 a) 和 b) 规定。根据民用建筑工程的特点，作此规定，即能利用结构或适当的连接，使对机械、化学或电化学损伤的防护性能得到保证，从而保证它们的电气连续性，并且保护接地导体的截面积应满足要求。同心导体电力电缆就是将中性导体或保护性导体用同心绞合的方式缠绕在成缆芯外面，形成同轴结构。

12.4.9 本条引自《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体》GB/T 16895.3 - 2017。

12.4.10 本条为强制性条文。TN-C-S 系统中，保护导体与中性导体分开后又合并，出现接地环路，一些工作电流通过不期望的接地路径流通，可能引起火灾、腐蚀和电磁干扰等危害；此外，这种接线会造成剩余电流保护器误动作。

【技术要点】

TN-C-S 系统自电源到另一建筑物用户电气装置之间，保护

导体和中性导体共用，节省一根专用 PE 线，这段 PEN 线上的电压降使整个电气装置对地升高电压，但由于电源进线点后在保护导体与中性导体分开，且设置总等电位联结，使 PE 线并不产生电压降，当发生接地故障人体遭受电击时，其接触电压与 TN-S 系统一样，因此 TN-C-S 系统在保护导体与中性导体分开后就不应再合并，中性导体不应再接地了。否则造成前段的 N、PE 并联，PE 导体可能会有大电流通过，提高 PE 导体的对地电位，危及人身安全；此外这种接线会造成剩余电流保护器误动作。

【实施与检查】

实施：在设计中，TN-C-S 系统在保护导体与中性导体分开后就不应再合并。

检查：审核人员应检查 TN-C-S 系统在保护导体与中性导体分开后是否存在合并情况。当有 TN-C-S 系统在保护导体与中性导体分开后有再合并或相互接触或中性导体出现再接地时，应督促设计人员修改。

12.4.11 本条引自《低压电气装置 第 4-41 部分：安全防护 电击防护》GB/T 16895.21 - 2011 和《系统接地的型式及安全技术要求》GB 14050 - 2008。

第 1 款 PEN 线应多点接地，并应尽量减少 PEN 线中断的危险；

$$R_B/R_E \leq 50/(U_0 - 50) \quad (11)$$

式中： R_B ——PEN 线多点接地的并联接地极的接地电阻 (Ω)；

R_E ——没有与保护导体连接的装置外可导电部分与地之间的最小接触电阻 (Ω)；

U_0 ——对地标称交流电压方均根值 (V)。

第 4 款 因为 PEN 导体可能有大电流通过，用外界可导电部分作为中性导体是不适宜的，故提出了外界可导电部分严禁用作 PEN 导体，而且 PEN 导体的绝缘水平应与相导体相同。

第 6 款 1 当变电所只有一台变压器时：

- 1) 与其他变电所无低压联结时，变压器 0.4kV 侧中性点可在变压器中性点处一点接地，也可以在低压配电柜处通过与保护接地线（PE）连接后一点接地。但此两种接地方式只能采用其中一种。主断路器可以选用 3 极断路器。
 - 2) 与其他变电所有低压联结时，本变电所以及与其联结的变电所变压器 0.4kV 侧中性点接地只能在变压器中性点处一点接地，所有主断路器与联结断路器均需要选用 4 极断路器。
- 2 当变电所有两台及以上变压器时：
- 1) 当变压器 0.4kV 侧中性点在各自变压器的中性点处接地时，所有主断路器与母线联结断路器，均应选用 4 极断路器；当与其他变电所有低压联结时，其他变电所也应采用在各自变压器的中性点处接地，所有主断路器与母线联结断路器，也均应选用 4 极断路器，每台变压器 0.4kV 侧中性线（N）利用绝缘导线引出后不允许再接地。
 - 2) 当变压器 0.4kV 侧中性点在低压配电柜处接地时，不允许在中性点处再接地，每台变压器 0.4kV 侧中性点利用绝缘导线，将各自的变压器中性线（PEN）接到各自的低压配电柜电源中性线（N）母排上，所有低压配电柜电源中性线（N）母排连接在一起后，只能与保护接地线（PE）一处连接后，通过保护接地线（PE）再接地，所有主断路器与母线联结断路器，均可选用 3 极断路器，此种接地方式不能够用于与其他变电所有低压联结的变电所。

12.4.12 本条引自《系统接地的型式及安全技术要求》GB 14050-2008。

第 1 款 系统中所装设的用于故障防护的保护电器的特性和电气装置外露可导电部分与大地间的电阻值应满足公式（12）

要求：

$$R_A \cdot I_a \leq 50V \quad (12)$$

式中 R_A ——电气装置的外露可导电部分与大地间的电阻 (Ω)；

I_a ——在系统出现接地故障时保证保护电器能自动动作的电流 (A)。

当该保护电器为剩余电流保护装置时，公式 (12) 中的 I_a 为额定剩余电流动作电流 $I_{\Delta n}$ ；当保护电器为过电流保护电器时， I_a 为下述两者之一：

- 1) 对具有反时限特性的保护电器，为保证电器在 5s 内自动动作的电流；
- 2) 对具有瞬时跳闸特性的保护电器，为保证瞬时跳闸的最小电流。

第 3 款引自《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体》GB/T 16895.3 - 2017。

12.4.13 IT 系统是采用隔离变压器与供电系统的接地系统完全分开，所以其系统中的任何带电部分（包括中性导体）严禁直接接地。单点对地的第一次故障，故障电流没有直接返回电源的通路，故障电流很小，可不切断电源，但应对 IT 系统中的电源系统对地的绝缘状态进行监视，对发生一次接地故障状态进行报警。IT 电力系统的带电部分与大地不直接连接，而电气装置的外露可导电部分则是接地的。

12.4.14 本条为强制性条文。为了保障电气系统、电气设备安全运行和人身安全，规定了第 1 款～第 4 款所述场所严禁接地。本条为强制性条文。

第 1 款 采用设置非导电场所保护方式的电气设备外露可导电部分，如高压实验室；

第 2 款 采用不接地的等电位联结保护方式的电气设备外露可导电部分，如采用分隔方式供电，人身可以触及的交流 220V 室外照明灯；

第3款 采用电气分隔保护方式的单台电气设备外露可导电部分，例如：不允许进入的喷水池内安装的交流 220V 水下照明灯具的金属外壳；

第4款 在采用双重绝缘及加强绝缘保护方式中的绝缘外护物里面的外露可导电部分，如电视机、电风扇等，由于采取不同的非接地保护方式，如果外露可导电部分人为接地，一旦发生故障将造成电气设备损坏和人身伤害，故本条中规定的电气设备的外露可导电部分严禁接地。

【技术要点】

由于采取不同的保护方式，为了对电气设备的接地实施有效保护，本条中规定的电气设备的外露可导电部分严禁保护接地。

【实施与检查】

实施：在设计中，对设置在非导电场所保护方式的电气设备外露可导电部分、不接地的等电位联结保护方式的电气设备外露可导电部分、电气分隔保护方式的单台电气设备外露可导电部分、采用双重绝缘及加强绝缘保护方式中的绝缘外护物里面的外露可导电部分不应接地。

检查：审核人员应检查设置在非导电场所保护方式的电气设备外露可导电部分、不接地的等电位联结保护方式的电气设备外露可导电部分、电气分隔保护方式的单台电气设备外露可导电部分、采用双重绝缘及加强绝缘保护方式中的绝缘外护物里面的外露可导电部分是否进行接地。当不满足要求时，应督促设计人员修改。

12.4.15 本条引自《低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护》GB/T 16895.21-2011。

12.5 接地装置

12.5.1 依据《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011 相关规定，确定高压配电装置的接地电阻值。

12.5.2 本条引自《低压电气装置 第4-44部分：安全防护

电压骚扰和电磁骚扰防护》GB/T 16895.10 - 2010。若变电所高压侧有接地故障，低压系统将产生工频故障电压 (U_1) 和工频应力电压 (U_1 和 U_2)，见图 26，表 25 中列举不同类型低压接地系统的过电压相关计算方法。若高、低压系统接地相互靠近，目前可采用以下两种措施：

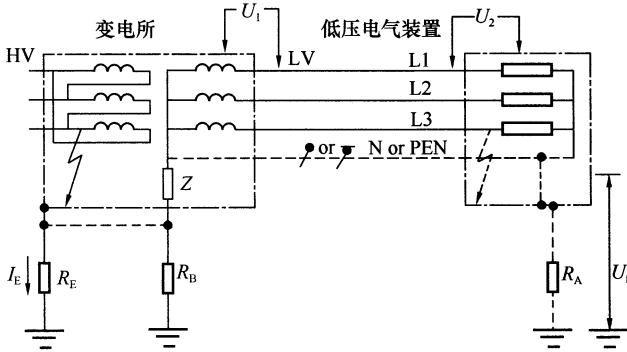


图 26 变电所和低压装置可能对地的连接及故障时出现过电压的典型示意

1 所有的高压接地系统 (R_E) 和低压接地系统 (R_B) 相互连接；相互连接是常采用的方式。若低压系统完全处在高压系统接地所包围的区域内，高、低压系统接地应相互连接（见《交流电压大于 1kV 的电力装置 第 1 部分：通用规则》IEC 61936 - 1）。

2 高压接地系统 (R_E) 和低压接地系统 (R_B) 分隔。

表 25 不同类型低压接地系统的工频应力电压和工频故障电压

系统接地类型	对地连接类型	U_1	U_2	U_f
TT	R_E 与 R_B 连接	U_0^*	$R_E \times I_E + U_0$	0^*
	R_E 与 R_B 分隔	$R_E \times I_E + U_0$	U_0^*	0^*
TN	R_E 与 R_B 连接	U_0^*	U_0^*	$R_E \times I_E^*$
	R_E 与 R_B 分隔	$R_E \times I_E + U_0$	U_0^*	0^*

续表 25

系统接地类型	对地连接类型	U_1	U_2	U_f
IT	R_E 与 Z 连接	U_0^*	$R_E \times I_E + U_0$	0^*
	R_E 与 R_A 分隔	$U_0 \times \sqrt{3}$	$R_E \times I_E + U_0 \times \sqrt{3}$	$R_A \times I_h$
	R_E 与 Z 连接	U_0^*	U_0^*	$R_E \times I_E$
	R_E 与 R_A 互连	$U_0 \times \sqrt{3}$	$U_0 \times \sqrt{3}$	$R_E \times I_E$
	R_E 与 Z 分隔	$R_E \times I_E + U_0$	U_0^*	0^*
	R_E 与 R_A 分隔	$R_E \times I_E + U_0 \times \sqrt{3}$	$U_0 \times \sqrt{3}$	$R_A \times I_d$

注：1 表中仅涉及有中性点的 IT 系统；无中性点的 IT 系统，公式应相应地修正；

2 低压系统接地不同类型（TN、TT、IT）详见《低压电气装置 第 1 部分：基本原则、一般特性评估和定义》GB/T 16895.1-2008；

3 U_1 和 U_2 要求源于低压设备关于暂时过电压绝缘设计标准（可见表 26）；

4 中性点与变电所接地装置连接的系统，暂态工频过电压施加在位于建筑物外其外壳不接地设备的绝缘上；

5 在 TT 和 TN 系统中，所述“连接”和“分隔”涉及 R_E 与 R_B 之间电气连接；对于 IT 系统，涉及 R_E 与 Z 之间电气连接和 R_E 与 R_B 之间连接；

6 通常低压系统的 PEN 导体对地多点接地。在这种情况下，总并联接地电阻值降低。对于多点接地 PEN 导体， U_f 按下式计算： $U_f = 0.5R_{PE} \times I_F$ ；

7 * 不需考虑。

工频故障电压量值及持续时间的确定：低压装置的外露可导电部分与地之间出现故障电压 U_f 的幅值及持续时间（按表 25 计算）不应超过故障电压持续时间对应图 27 曲线上 U_f 的值。

允许的工频应力电压见表 26。

表 26 允许的工频应力电压

高压系统接地故障持续时间 t (s)	低压装置中的设备允许的工频应力电压 (V)
>5	$U_0 + 250$
≤ 5	$U_0 + 1200$

注：1 无中性导体的系统， U_0 应是相对相的电压；

2 表中第 1 行数值适用于接地故障切断时间较长的高压系统，例如中性点绝缘和谐振接地的高压系统；

第 2 行数值适用于接地故障切断时间较短的高压系统，例如中性点低阻抗接地的高压系统。两行数值是低压设备对于暂时工频过电压绝缘的相关设计准则（见《低压系统内设备的绝缘配合 第 1 部分：原则、要求和试验》IEC 60664-1）；

3 对于中性点与变电所接地装置连接的系统，此暂时工频过电压也出现在处于建筑物外的设备外壳的不接地绝缘上。

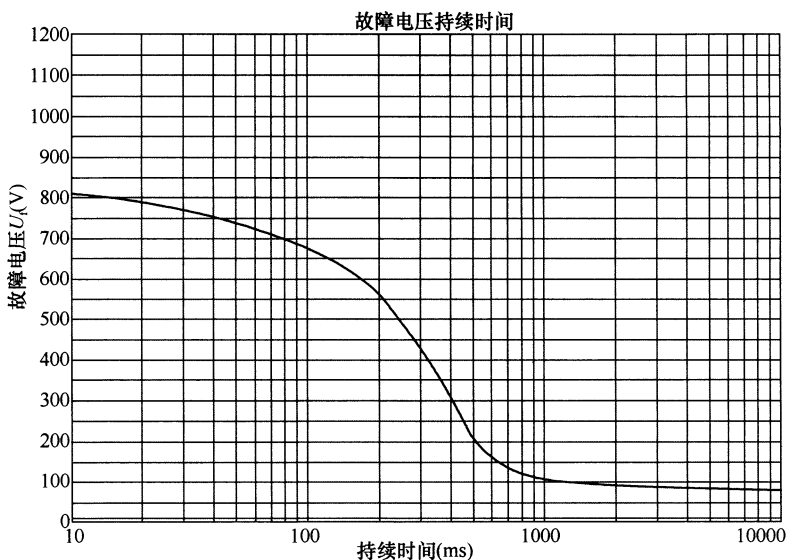


图 27 由于高压系统接地故障允许的故障电压值

注：图中所示的曲线取自《交流电压大于 1kV 的电力装置 第 1 部分：通用规定》IEC 61936-1。根据概率和统计的数据，该曲线表征仅当低压系统中性导体与变电所接地共用接地装置时的低发生率最不利情况。有关其他情况的在《交流电压大于 1kV 的电力装置 第 1 部分：通用规定》IEC 61936-1 中有规定。

12.5.3 本条引自《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011。

12.5.4 利用建筑物的自然接地体，不但可以节省投资，而且接地极的寿命长，所以应优先作为接地装置。

12.5.5 本条引自《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体》GB/T 16895.3-2017。工程中常用的接地极材料，按抗腐蚀和机械强度要求，埋入土壤或混凝土的接地极的最小尺寸，应符合表 27 的规定。

表 27 考虑腐蚀和机械强度的埋入土壤或混凝土的接地极常用材料的最小尺寸

材料和表面	形状	直径 (mm)	截面积 (mm ²)	厚度 (mm)	镀层 重量 (g/m ³)	镀层/外 护层厚度 (μm)
埋在混凝土内的钢材 (裸、热镀锌或不 锈钢)	圆线	10				
	条状或带状		75	3		
热浸镀锌钢 ^⑤	带状 ^② 或成型带/ 板—实体板—花格板		90	3	500	63
	垂直安装的圆棒	16			350	45
	水平安装的圆线	10			350	45
	管状	25		2	350	45
	绞线(埋在混凝土 内)		70			
	垂直安装的型材		(290)	3		
铜包钢	垂直安装的圆棒	(15)				2000
电沉积铜 包钢	垂直安装的圆棒	14				250 ^⑥
	水平安装的圆线	(8)				70
	水平安装的带		90	3		70
不锈钢 ^①	带状 ^② 或成型带/ 板		90	3		
	垂直安装的圆棒	16				
	水平安装的圆线	10				
	管状	25		2		
铜	带状		50	2		
	水平安装的圆线		(25) ^④ 50			
	垂直安装的圆棒	(12) 15				

续表 27

材料和表面	形状	直径 (mm)	截面积 (mm ²)	厚度 (mm)	镀层 重量 (g/m ³)	镀层/外 护层厚度 (μm)
铜	绞线	每股 1.7	(25) ^④ 50			
	管状	20		2		
	实体板			(1.5) 2		
	花格板			2		

注：括号内的数值仅适用于电击防护，不在括号内的数值适用于雷电防护和电击防护。

- ① 铬 $\geq 16\%$ ，镍 $\geq 5\%$ ，钼 $\geq 2\%$ ，碳 $\leq 0.08\%$ 。
- ② 如轧制带状或带圆角的切割的带状。
- ③ 镀层应均匀、连续和无斑点。
- ④ 经验表明，在腐蚀和机械损伤风险极低的场所，可采用 16mm²。
- ⑤ 此厚度是为在安装中铜镀层能耐受机械损伤而规定的，如果能按制造商说明书要求采取特殊措施（例如先在地面上钻孔洞或在接地极顶端上安装保护层）以免铜镀层受机械损伤，则此厚度可减少至不小于 100μm。

12.5.6 第 1 款～第 3 款引自《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 - 2011。

第 4 款引自《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体》GB/T 16895.3 - 2017，为了防止电化学腐蚀，埋在土壤内的外接导体不应采用热浸镀锌钢材。例如，采用铜质材料或不锈钢材料。

12.5.7 本条引自《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 - 2011。

12.5.8 本条为强制性条文。由于铝线易氧化，电阻率不稳定，在一定时间后影响接地效果，一旦出现导体断线，将影响供配电系统的运行和安全。在设计中，不应采用裸铝线作接地导体。

【技术要点】

由于铝线易氧化，电阻率不稳定，在一定时间后影响接地效果。在设计中，不应采用铝线作接地导体。

【实施与检查】

实施：在设计中，不应采用铝线作接地极或接地导体。

检查：审核人员应检查接地极或接地导体是否采用铝线。当不满足要求时，应修改。由于铝线易氧化，电阻率不稳定，在一定时间后影响接地效果。在设计中，不应采用裸铝线作接地导体。

12.5.11 采用共用接地网的目的是达到均压、等电位以减小各种接地设备间、不同系统之间的电位差。其接地电阻因采取了等电位联结措施，所以按接入设备中要求的最小值确定。根据实际工程经验，当各系统不能确定接地电阻值时，提出接地电阻不应大于 1Ω 要求。

12.5.13 本条引自《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011。

12.5.14 本条引自《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011。

12.5.15 本条是结合原规范和《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011 提出的。

12.6 通用用电设备接地

12.6.1 电源插座可以为小功率电器（包括移动式小型设备）提供电源，因便携式用电设备经常移动，导线绝缘易损坏或导线折断，一旦电线或设备绝缘损坏，会发生人员电击事故，因此插座应选择带有接地插孔的插座。

12.7 保护等电位联结

12.7.1 保护和功能连接导体应各自连接到总接地端子上，这样当一根导体断开时，其余导体仍保持固定方式连接到总接地端子上。

12.7.2 接地配置和保护导体的示例见图 28（引自《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护

导体》GB/T 16895.3 - 2017)。

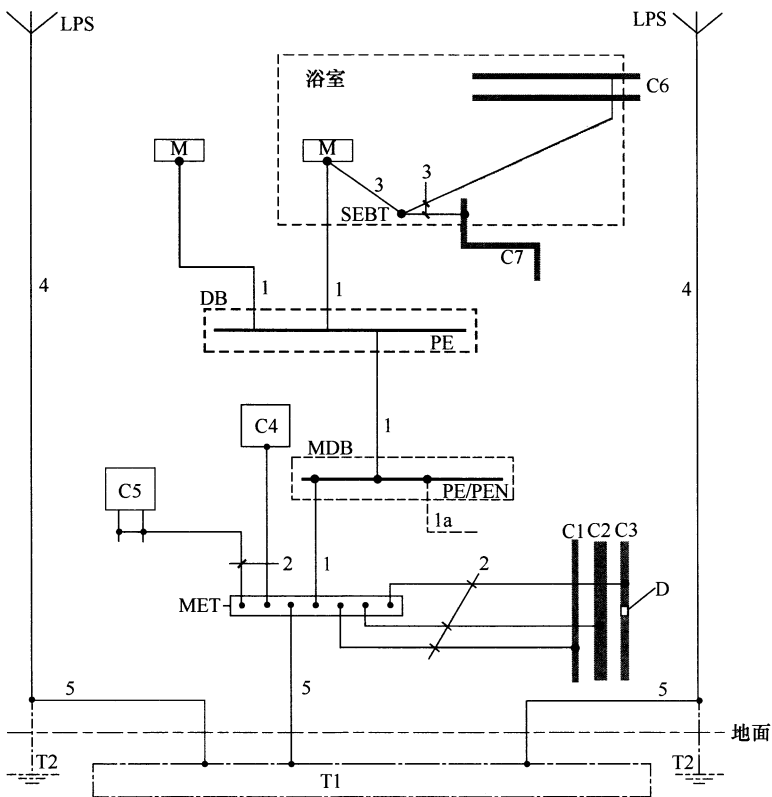


图 28 基础接地极和保护导体的接地配置示例

说明

符号	名称
C	外界可导电部分
C1	水管或区域供热管，引入的金属管
C2	排水管，引入的金属管
C3	插入绝缘段的燃气管，引入的金属管
C4	空调

续表

符号	名 称
C5	供热系统
C6	水管, 如浴室里的金属水管
C7	排水管, 如浴室里的金属水管
D	插入绝缘段
MDB	总配电盘
DB	配电盘 (由总配电盘供电)
MET	总接地端子
SEBT	辅助等电位联结端子
T1	埋入混凝土基础内接地极或埋入土壤基础内接地极
T2	可能安装的防雷装置的接地极
LPS	可能安装的防雷装置
PE	配电盘内的 PE 端子 (排)
PE/PEN	总配电盘内的 PE/PEN 端子 (排)
M	外露可导电部分
1	保护接地导体 (PE)
1a	如适用, 来自供电网络的保护接地导体或 PEN 导体
2	连接到总接地端子的保护联结导体
3	辅助联结的保护联结导体
4	如适用, 防雷装置引下线
5	接地导体

注: 1 设置防雷装置场所, 应注意《雷电防护 第 3 部分: 建筑物的物理损坏和生命危险》GB/T 21714.3-2015 第 6 节给出的要求。

2 图中功能接地导体未示出。

12.7.3 本条引自《低压电气装置 第 4-41 部分: 安全防护 电击防护》GB/T 16895.21-2011。

当 PE 已经通过其他 PE 与总接地端子连接时, 则不应把每根 PE 直接连接到总接地端子上。

12.7.5 本条引自《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体》GB/T 16895.3 - 2017。

12.7.6 本条引自《系统接地的型式及安全技术要求》GB 14050 - 2008。

12.7.8 本条引自《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体》GB/T 16895.3 - 2017。辅助等电位联结被视为故障保护的附加保护。实施辅助等电位联结后，为了其他原因诸如对火灾以及电气设备内热效应等的防护、发生故障时应需切断电源。辅助等电位联结可涵盖电气装置的全部或一部分，或涵盖一台电气设备或一个场所。如果不能肯定辅助等电位联结的有效性，应判定同时触及的外露可导电部分和外界可导电部分之间的电阻 R 是否满足下式要求：

$$\text{在交流系统中：} \quad R \leq 50/I_a \quad (13)$$

$$\text{在直流系统中：} \quad R \leq 120/I_a \quad (14)$$

式中： I_a ——为保护电气的动作电流（A），对于剩余电流保护器（RCD）为 $I_{\Delta n}$ ，对于过电流保护器为 5s 内动作的电流。

12.9 智能化系统接地

12.9.1 按照 IEC 标准规定，除个别特殊情况外，一个建筑物电气装置内只允许存在一个共用的接地装置，并应实施等电位联结，这样才能消除或减少电位差。对电子信息设备也不例外，其保护接地和信号接地只能共用一个接地装置，不能分接不同的接地装置。

12.10 潮湿场所的安全防护

12.10.4 辅助的保护等电位联结可设置在装有浴盆或淋浴器的室内或室外，尽可能在靠近外界可导电部分进入房间的入口处连接。辅助保护等电位联结导体截面积应满足本标准第 12.7.6 条的规定。外界可导电部分如：供水系统的金属部分和排水系统的

金属部分；加热系统的金属部分和空气调节系统的金属部分；燃气系统的金属部分；可接触的建筑物的金属部分等。采用塑料护套的金属管道，只要在其所处的场所是不容易接近的，则不需要做辅助等电位联结。

12.10.6 在 1 区生产厂商使用安装说明中所适用的用电设备指：

- 1 涡流设备；
- 2 淋浴泵；
- 3 额定电压不超过交流 25V 或直流 60V 的 SELV 或 PELV 作保护的 设备，如照明设备；
- 4 通风设备；
- 5 毛巾架；
- 6 电热水器；
- 7 灯具。

12.10.9 第 3 款 剃须刀电源器件应是符合《电力变压器：电源装置及类似设备的安全 第 2 部分：剃须刀变压器和剃刀电源》IEC 61558-2-5 中的剃须刀电源器件。

12.10.14 本条引自《低压电气装置 第 7-702 部分：特殊装置或场所的要求 游泳池和喷水池》IEC 60364-7-7-702。

13 建筑电气防火

13.1 一般规定

电气防火设计，是一项政策性很强、技术性复杂，同时涉及消防法规、人身和财产安全的工作。其从业人员，应该熟练掌握与防火有关的现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116、《建筑设计防火规范》GB 50016 以及各种类型的单项建筑设计规范的规定。

13.1.1 本条界定了建筑电气防火设计的范围，主要包括民用建筑内火灾自动报警系统、电气火灾监控系统、消防应急照明系统、消防电源及配电系统、配电线路布线系统的防火设计。

13.1.2 在建筑电气防火设计中，从业人员应注重“消”和“防”。“消”意指发生火灾之后，要保障消防设备可靠工作进行灭火，主要内容包括消防电源的可靠性（接线方式）、消防配电线路选择与敷设、消防配电箱和控制箱的安装和消防用电设备的选择；“防”意指非消防负荷配电线路的选择与敷设应保证自身不易发生火灾，一旦建筑物发生火灾，非消防负荷配电线路被燃烧时，应产生少量烟气和毒性以保证人员疏散，同时防止火灾蔓延和扩大火势。

13.2 系统设置

13.2.1 第1~2款规定是对《建筑设计防火规范》GB 50016有关住宅设置火灾自动报警系统的补充。在住房城乡建设部与应急管理部协调时，应急管理部建议第1款的内容由现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016修订时在相关条文中体现。故第1款修改为现条款。

目前住宅附属商业服务网点的设置，已经与规范提出商业服

务网点概念时发生了很大的变化，当初规范所提商业服务网点是指为方便小区居民购买一些柴米油盐所设置的不超过 3000m² 的商业服务用房，而现在已经发展到整个小区周边都建成商业服务网点，建筑面积可达几万平方米，功能无所不有，堪称商业综合建筑，火灾危险性增加，因此，本款规定的住宅附属商业服务网点应设置火灾自动报警系统。

第 5 款 民航机场的综合交通换乘中心是指与机场航站楼连接的公交汽车、小型轿车、地铁等停车、换乘的地上或地下建筑。虽然有的地上部分四周并不封闭，但由于面积很大，大量停车，一旦发生火灾危害很大，因此亦应设置火灾自动报警系统。

13.2.2、13.2.3 这两条是根据民用建筑的特点，对《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 - 2013、《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2014（2018 年版）中的电气火灾监控系统、消防应急照明及疏散指示标志系统的设置范围做了相应的补充或细化，以便设计人员采标和执行。

13.3 火灾自动报警系统设计

13.3.1 第 2 款～第 4 款 主要针对的是城市综合体和建筑高度超过 100m 的高层建筑，设置火灾自动报警系统时的设计原则和要求。上述建筑具有业态多、火灾自动报警系统复杂等特点，一些业态要求所辖区域内的火灾自动报警及联动系统由自己管理。在不具备设置分消防控制室条件的超高层建筑裙房以上部分，有需求的业态可将报警控制器设置在有人值班的场所。该场所即为《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 - 2013 第 3.3.2 条所指的“火灾报警控制器应设置在有人值班的场所”。其功能为保护设备安全及方便值班人员现场查验。可专门设置也可与其他值班室合用，值班室不具有手动控制功能。

第 6 款 本款根据超高层建筑设有转输泵系统和高层建筑内未设置转输泵系统两种情况，规定了主消防控制室、各分消防控制室的功能，各分消防控制室与主消防控制室信息共享的原则。

13.3.2 住宅小区火灾自动报警系统设计，应根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和本标准第 13.2.1 条的要求设置。

第 2 款 本款规定当居住区规模大，设有多个消防水池时，建议采用消防控制中心报警系统。按消防水池的数量设置总控制室和 $n-1$ 个分消防控制室， n 为消防水池的数量。

增设分消防控制室，主要原因如下：

- 1 系统过大，不易稳定运行；
- 2 系统报警点和输入输出点太多，系统布线势必很远，火灾确认就比较困难。

由于上述原因作本条规定。

第 3 款 住宅户内应首先设置家用感烟火灾探测器和家用火灾报警控制器。当独立式感烟探测器直接接入火灾报警控制器的报警总线时，其接口的通信协议应与火灾报警控制器的接口通信协议相兼容，并符合现行国家标准《火灾自动报警系统组件兼容性要求》GB 22134 的规定。

13.3.3 本标准补充了建筑高度超过 100m 的高层民用建筑的火灾自动报警系统设计的要求。

第 1 款 推荐塔楼采用集中报警系统和区域报警系统组成的火灾自动报警系统，区域报警控制器与集中报警控制器之间采用环形接线，主要是从系统故障风险分担的角度制定的。系统在运行中如集中报警控制器故障，区域报警控制器还在工作值班。如区域报警控制器故障，只影响塔楼局部报警瘫痪，亦可减少故障波及面。采用环形接线提高了系统可靠性，如环形接线发生一点断线，不影响系统工作。

第 2 款 规定每台区域报警控制器分支回路不应跨越避难层，是从防止火灾蔓延的角度制定的，以免避难层上层发生火灾蔓延至下一层。

第 4 款 规定各避难层与消防控制室之间应设置独立的有线和无线呼救通信，是保证火灾时避难层能够与消防控制室可靠通

信的措施。有线通信指专线消防电话，无线通信是在避难层（间）设置无线对讲分级。

13.3.7 消防专用通信是指具有一个独立的火警电话通信系统。条文规定的独立通信系统不能用建筑工程中的市话通信系统（市话用户线）或本工程电话站通信系统（小总机用户线）代用。

13.4 消防设施联动控制设计

13.4.6 本条为强制性条文。在有消防控制室或值班室的工程中，疏散照明灯的点燃均由消防控制室或值班室集中手动、自动控制，通常有两种控制方式：①由疏散照明控制器控制；②由火灾自动报警系统的联动模块控制。在上述两种方式中均能完成接通电源点亮疏散照明灯。

条文规定不得用切断消防电源的方式强启疏散照明灯是基于下列原因作出的界定：

1 错误地采用备用照明灯（双头灯）作为疏散照明灯，导致双头灯在火灾时不切断电源不亮；

2 如用双头灯代替疏散照明灯，由于灯具内附的电池组具有衰变特性，3年左右就更换电池组，如不及时更换，火灾时一旦切断消防电源，不能保证疏散照明时间（1.5h、1.0h或0.5h）的要求；

3 火灾时疏散通道上没有足够的疏散照明时间是不可接受的。

基于上述原因将本条定为强制性条文。

【技术要点】

在集中控制型疏散照明系统中，由安装在消防控制室的疏散照明控制器接通电源点亮疏散照明灯。由应急照明配电箱控制的疏散照明系统，是由火灾自动报警系统联动模块控制的。在配电箱附近设控制模块，火灾时接通电源点亮疏散照明灯。

【实施与检查】

实施：在设计消防应急照明及疏散指示系统时，在初步设计

说明和施工图总设计说明或系统图中，应注明火灾时接通消防电源点亮消防应急照明灯。

检查：初步设计说明和施工图总设计说明或消防应急照明及疏散指示系统图中是否标注接通电源点亮的要求或者查看灯具型号确定是否是采用了疏散照明灯具。发现采用应视为违反强条，返回修改。

13.4.7 除 27m 以下住宅建筑外，规定设置消防控制室或值班室的民用建筑，消火栓旁应设置消火栓按钮，是基于消火栓联动控制和消防控制室或值班室内设置了图形显示装置，如果不设置消火栓按钮，图形显示装置上就不能显示各层消火栓的灭火情况，消防人员也就不能掌握火灾现场的灭火情况，故作此规定。

13.5 电气火灾监控系统设计

13.5.1 电气火灾监控系统由①电气火灾监控器、接口模块；②剩余电流式电气火灾探测器；③测温式电气火灾探测器；④电弧故障探测器等部分或全部设备组成。工程中①是必选项，①+②+③可组合成一种测剩余电流+测温式电气火灾监控系统。也可由①+③+④组合成一种测电弧故障+测温式电气火灾监控系统。还可根据配电线路火灾危险性分别设置不同的电气火灾探测器，例如大型商场的照明配电线路可采用电弧故障探测器+测温式探测器，动力负荷的配电线路可采用剩余电流式探测器+测温式探测器组合混合式电气火灾监控系统。

13.5.3 在电气火灾监控系统设计中，监测点的设置至关重要。如设计得不合理，误报率将很高。通常监测点的设置要考虑两个问题：一是配电回路的自然漏流对测量的影响和自然漏流波动对测量的影响；二是电气火灾易发生的部位。

由于配电线路的分布电容与线路容量、线路长短、敷设方式与空气湿度等有关，考虑到自然漏流波动较大，为了减少误报，监测点的设置应符合条款中的规定。

配电线路的温度监测点应与剩余电流式电气火灾探测器的监

测点设置在相同部位。电缆与保护电器接驳处应设温度监测，温度监测采用直接接触方式，覆盖 LA、LB、LC、N 四线。

13.5.4 人身安全防护高于电气火灾防护，用于人身安全保护的剩余电流保护装置可直接消除金属接地性及电弧性的电气火灾隐患，因此不需重复设置。

13.5.6 剩余电流式电气火灾监控探测器动作报警值 300mA 是引自《低压电气装置 第 4-42 部分：安全防护、热效应 第 422 节 火灾特别危险场所的防护措施》IEC 60364 - 4 - 42 - 422 火灾防护的规定，泄漏电流达到了这一数值就可能会引起火灾，因此建议报警值为 300mA。

非消防负荷的配电线路电缆最高耐温通常为 70℃、95℃、105℃、125℃等级别，测温式火灾探测器的动作报警值推荐按所选电缆最高耐温的 70%~80% 设定，电缆绝缘在没有损坏前报警。

故障电弧探测器 (AFDD) 的报警值应符合《电气火灾监控系统 第 4 部分：故障电弧探测器》GB 14287.4 - 2014 的要求：

1 63A 及以下的串联电弧电流下 AFDD 动作判别的极限值，见表 28。

表 28 额定电压为 230V 的 AFDD 报警时间极限值

电弧电流有效值 (A)	3	6	13	20	40	63
最大分断时间 (s)	1	0.5	0.25	0.15	0.12	0.12

2 在 63A 以上的并联电弧电流下 AFDD 动作判别的极限值，见表 29。

表 29 额定电压为 230V 的 AFDD 在 0.5s 内允许的最大半波数

电弧电流有效值 (A)	75	100	150	200	300	500
N	12	10	8	8	8	8

注：N 是额定频率下的半波数。

13.5.7 配电线路中都存在着自然漏流，其直接影响报警的准确性，因此应采取措施尽量抵消。方法一是将监测点设置在负荷侧，干线部分的自然漏流对测量没有影响。方法二是将监测点设置在电源侧，采用下限连续可调的剩余电流式电气火灾监控探测器抵消自然漏流的影响。

配电线路设置的测温式火灾探测器的动作报警值应具备 $0^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 连续可调，是考虑到电缆最高耐温等级不同，电缆的温度报警值也不同，为了适应各种电缆报警值的要求作此规定。

13.5.8 当采用独立式电气火灾监控探测器报警时，如有集中监视要求，可利用火灾自动报警系统的编码模块与其连接组成一个系统。另外，一些产品制造商为了适应市场需求，研发了16点的小型电气火灾监控器，也是独立式电气火灾监控探测器如有集中监视要求时的一个选项。

13.5.9 关于电气火灾监控系统控制器的安装，国内有两种观点：一是将其安装于消防控制室，二是将其安装于变电所。安装在消防控制室的理由是该系统也是火灾报警系统，且消防控制室在24h内均有人值班，便于维护和管理。安装于变电所内的理由是该系统监测的是配电线路的接地故障，一旦出现问题值班人员可以马上处理。

从上述看二者都有道理，但从工程实际情况看，很多变电所无人值班或非24h值班。因此，本标准规定将其安装于消防控制室。

13.6 消防应急照明系统设计

13.6.1 《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945-2010将消防应急照明及疏散指示标志系统分为：自带电源集中控制型、集中电源集中控制型（简称为集中控制型系统）、自带电源非集中控制型及集中电源非集中控制型（简称为非集中控制型系统）四类系统。四类不同系统由应急照明控制器、应急照明电源及其配电箱、应急照明配电箱、疏散照明灯及疏散标志灯等组成。

对于大中型民用建筑及人员密集场所的消防应急疏散照明系统，应采用集中控制型系统，系统中的疏散照明灯及疏散标志灯由总线控制。而小型民用建筑若采用集中控制型系统，投资太大，不经济，故不推荐采用。对于小型民用建筑推荐采用非集中控制型系统，即由火灾自动报警系统的控制模块控制应急照明配电线路接通或断开，达到点亮疏散照明灯及疏散指示标志灯的目的。

关于安装高度距地面 8m 及以下的疏散照明灯具采用低电压 24V 电源问题，是近年的热点问题。火灾时消防水泵喷水灭火，采用 220V 电压的灯具和线路上的接线盒进水后易发生消防员遭电击事故，因此，要求消防应急照明及疏散指示标志采用低电压 24V 供电。基于火灾状态下既要避免触电事故发生又要保证疏散照明供电，以安全电压供电的消防应急照明及疏散指示标志系统已开始广泛地应用，技术已基本成熟，应可全面展开。

安装高度距地面 8m 以上的疏散照明灯具由于容量较大，采用低电压供电线路电流很大，一个回路带不了几盏灯，技术和经济指标不合理，因此，仍采用交流 220V 或直流 216V 电源供电。

消防应急照明及疏散指示系统的《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945 - 2010 中规定主电源和蓄电池电源额定工作电压均低于 DC36V 或 AC36V 的灯具为低电压型灯具，其余的灯具为非低电压型灯具。

在典型的安全电压型消防（疏散）应急照明及疏散指示标志系统的实际应用中，为使技术方案合理，要注重解决灯具额定功率、回路允许的额定电流、回路带灯数量、线路布置方式、线径选择、供电半径、线路压降及疏散照度等问题。在实际应用中，DC24V 型常规标志灯额定功率定义为小于或等于 1W；DC24V 型疏散照明灯额定功率为 2W、3W 及 5W；对于地面标志灯，一个回路配带 64 盏，总功率 64W 是合理的，但对于单独的疏散照明灯回路或标志灯和疏散照明灯回路，因 64 盏灯的线路较长，压降较大，所配带灯具数量要控制在 25 盏以内，方可满足导线

线径、供电半径及线路压降合理要求。

13.6.5 第1款 应急（疏散）照明灯均为点光源，LED光源的遮光角在 60° 左右，且光强分布是不均匀的，灯具的安装位置、安装方式、疏散走道及楼梯间的不同构造以及柱子和护手等因素均会影响100%地面水平最低照度的实现。从实践来看，在疏散走道中两个灯之间的中点的地面水平最低照度达到 $1lx$ 时，最高点已到达 $3lx$ 以上，整个走道亮度高低错落，对人员疏散视觉无太大影响；在大面积场所中，由于柱子的遮光作用，柱子另一侧地面水平最低照度偏低，但同走道一样，整个场所亮度高低错落，对人员疏散视觉无太大影响。《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018年版）对疏散走道地面水平最低照度解析中，同样以50%的宽度边侧为准，在欧洲国家相关规范中，也基本与本标准要求一致。强调应急（疏散）照明灯不应采用嵌入式安装方式，一是应急（疏散）照明灯以广照型为主，嵌入方式不利于地面水平最低照度的实现；二是火灾时烟气上浮，最易在嵌入式灯内形成烟窝，影响疏散照度。

第2款 疏散指示标志灯安装位置主要在安全出口、疏散走道和楼梯间。疏散人员进入楼梯间后，不需方向指示灯指引，均知道往下走，此时对人员来说，距地面还有多少层是关键，楼层疏散指示标志灯具正是这个作用。需要提醒的是，有些住宅是通过屋顶建立第二疏散途径，此时楼梯间需加设双向指示标志灯。

在宽约 $2m$ 的疏散走道的直行段，如是垂直观对 $20m$ 的标志灯指示方向或安全出口标识清晰可见，对安装在侧墙边上即侧面视觉，在 $5m\sim 6m$ 还可勉强看到标志灯指示方向，在 $10m$ 处基本看不清楚，故本标准规定不应大于 $10m$ 设置。在交叉通道及转角处，应首先考虑垂直观标志灯的设置，在转角处安装时距角边不应大于 $1m$ 是无法做到垂直观效果后的选择，交叉通道上垂直观标志灯的设置，只能采用顶装方式。

13.7 系统供电

13.7.4 第1款 众所周知，低压配电系统的主接线方案有两大类：一类为负荷不分组接线方案，如图 29 所示；另一类为负荷分组接线方案，如图 30 所示。两大类方案很多，参见设计手册或相关书籍。在民用建筑中，低压配电系统主接线方案两类均有采用，但图 29 所示方案居多，这种负荷不分组接线方案是消防负荷与非消防负荷共用同一低压母线段，无疑消防负荷受非消防负荷的影响要大，消防负荷供电可靠性不高。如果低压母线发生短路或由于火灾时“切非”不利，消防水四溢导致配电线路发生接地故障或短路，造成越级跳闸等都会使进线断路器跳闸。因此，近年火灾案例中发生消防灭火设备在火灾初期可启动灭火，但在灭火过程中，发生主电源跳闸，主电源虽然有电，但合不上闸，消防灭火设备不能启动，耽误了最佳灭火时间，火势蔓延造成重大损失的案例很多。因此，基层消防官兵提出将消防负荷与非消防负荷分别设置进线断路器，以提高消防供电系统的可靠

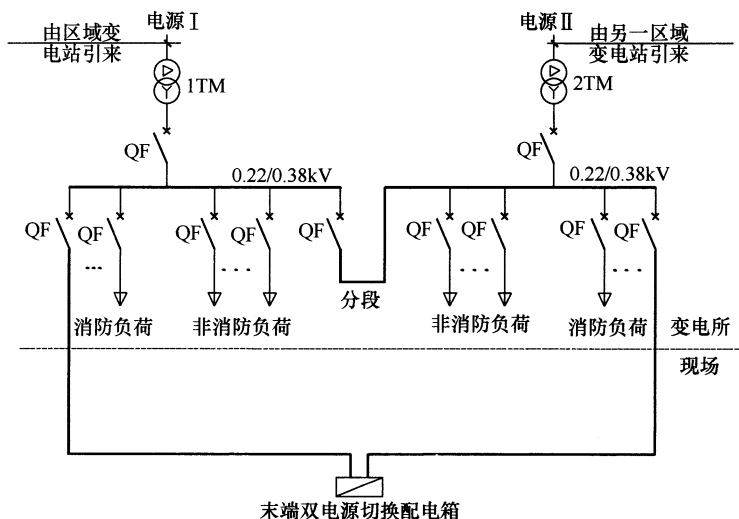


图 29 消防负荷与非消防负荷不分组方案

性。本标准结合各方意见，提出超过 100m 的高层建筑推荐采用分组供电方式，如图 30 所示。

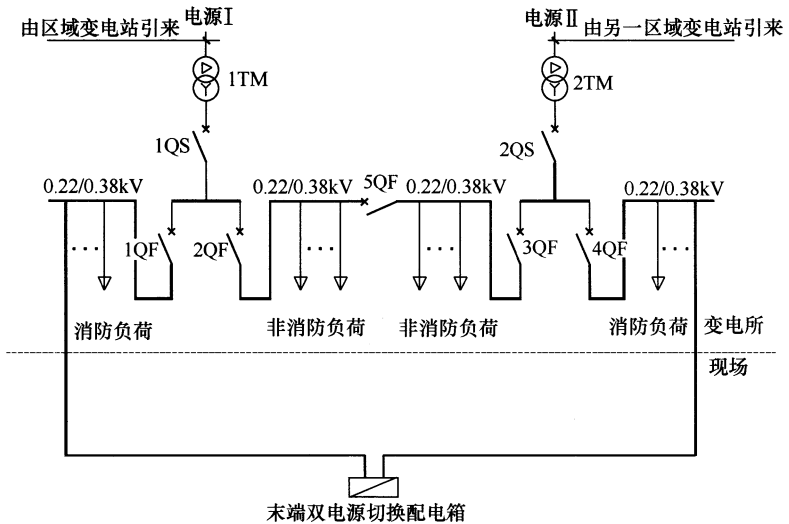


图 30 消防负荷与非消防负荷分组方案

第 5 款 消防负荷的两个配电线路在最末一级配电箱内自动切换，“最末一级配电箱距消防设备多远就算末端了？”这一问题多年来一直未能得到很好的解决，本次标准编制，为了解决这一问题，明确规定：消防末端配电箱应设置在消防水泵房、消防电梯机房、消防控制室和各防火分区的配电小间内。各防火分区内的防排烟风机、消防排水泵、防火卷帘等可分别由配电小间内的双电源切换箱放射式、树干式供电。随着电缆技术的发展，为消防设备供电的耐火电缆可靠性不断提高，采用在防火分区内设双电源切换箱供电的方式，也能保证消防设备防排烟风机、消防排水泵、防火卷帘等消防设备的供电可靠性，同时减少双电源切换开关环节，也能规避元件故障风险。

13.7.6 本条为强制性条文。由于变频调速器为电子控制器，其故障率远远高于接触器，对于消防水泵、防烟及排烟风机这些重

要的消防设备，IEC 标准中也是采用接触器控制，而不是采用变频调速器。因此本条款对变频调速器控制消防水泵、防烟及排烟风机等作出了限制。

【技术要点】

由于变频调速器控制器为电子式控制器，属有源器件组成，对环境的要求很高，如振动、温湿度的影响，与接触器控制相比易发生故障，对于消防水泵、防排烟风机等设备不应采用此类控制器。

【实施与检查】

实施：在设计消防水泵、防排烟风机的控制系统时，初步设计说明和施工图总设计说明或控制原理图中，应注明控制方式，如直接启动方式、星三角启动或自耦减压启动方式。

检查：初步设计说明和施工图总设计说明或控制原理图中是否采用了变频调速器控制和设置变频低速巡检装置。发现采用应视为违反强条，返回修改。

13.7.7 近年来国内推出了消防水泵变频低速巡检装置，这种装置的主控制设备就是变频调速器，其作用是防止消防水泵轴封锈蚀。什么环境才能使消防水泵的轴封锈蚀呢？重度潮湿场所，消防水泵终年无人管理或维护轴封才可能生锈。如果按照《建筑消防设施的维护管理》GB 25201 - 2010 的规定按时维护管理，消防水泵轴封不可能生锈，这种用设备代替管理的理念有下列弊端：

1 增加无谓的投资。以 110kW 的消防水泵为例，初投资增加 35 万元~45 万元，不包括运行、维修和管理费用。

2 与节能减排基本国策抵触。在节能减排的大环境下，几十千瓦的变频低速巡检装置终日通电运行，浪费电能。

3 消防水泵变频低速巡检装置不能带来安全，反而增加隐患。其工作原理是平时变频低速巡检，火灾时，消防水泵控制箱接到启动信号，并在起泵前的 0.1s 将巡检装置的输出端与消防水泵的主回路断开。否则消防水泵将不能启动。巡检装置是电子

设备，寿命有限，如故障不能使其安全地从消防水泵的主回路分离，消防水泵将不能启动，后果不堪设想。

4 管理方面的问题，不能用增加设备来解决。试想连简单的接触器控制都管理不好的企业，如何能管理好复杂的变频低速巡检装置。

基于上述原因作出本条规定。

13.7.12 公共建筑屋顶层的消防设备除消防电梯外，一般情况下还设有正压送风机、增压泵等，故明确这类设备的供电要求。

13.8 线缆选择及敷设

13.8.4 根据《建筑物电气装置》IEC 60364 火灾防护的规定，消防配电线路应保证消防设备火灾时持续运行时间的要求，据此本标准提出应按消防设备持续供电时间要求的不同，选用不同耐火等级的电线、电缆或耐火母线槽。

条文中的 950℃是指火灾现场可能达到的温度，也是目前检测耐火电缆产品燃烧时需承受的温度。

第 1 款 火灾自动报警系统的报警总线由于火灾初期就完成报警任务。因此，可选择燃烧性能不低于 B2 级阻燃电线电缆，并符合现行国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 的规定；消防联动总线及控制线路、火灾自动报警控制器（联动型）的总线、消防广播线路和消防电话线路选择耐火时间不低于 750℃、90min 且满足毒性指标不低于 t1 的电线或电缆，并符合现行国家标准《在火焰条件下电缆或光缆的线路完整性试验》GB/T 19216 的规定。

第 2 款 消防设备的供电干线通常指变电所配出回路至第一级配电箱之间的供电线路，设计人员可根据工程具体情况选用耐火电缆和矿物绝缘电缆或耐火母线槽。

根据《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 - 2014 的规定，各类建筑的火灾延续时间为：商业楼、展览楼、综合楼、建筑高度大于 50m 的财贸金融楼、图书馆、书库、重要的档案楼、

科研楼和高级宾馆的为 3h；其他高层建筑和住宅为 2h。同时规定消防控制室、消防水泵、消防电梯、水幕泵等要运行 3h 或 2h，喷淋泵运行 1h。《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2014（2018 年版）规定了建筑高度超过 100m 的民用建筑，疏散照明系统的备用电源连续供电时间不应小于 1.5h。防排烟系统（加压送风系统）的工作时间与疏散照明系统的工作时间相同。为了保证有效灭火和人员疏散安全，消防设备供电干线的耐火温度、耐火时间、耐受电压、防喷淋、防撞击等参数，应能保证供电干线电能传输质量，在火灾延续时间内满足消防设备可靠运行要求。

耐火电缆和矿物绝缘电缆或耐火母线槽是在火灾中使用的，导体的温升是影响电压传输质量的重要因素，在火灾延续时间内，导体的温度不宜超过 500℃。耐火电缆或耐火母线槽一般选用铜导体，铜导体的电阻随温度的升高而增加，铜的电阻温度系数为 0.0043/℃，当导体温度为 500℃时，经计算导体的电阻是 20℃时的 3 倍，正常温度时线路压降为 -5%，此时电缆电压降约为 -15%，达到允许的下限值。根据本标准第 9 章规定，消防设备如水泵和风机类负荷（电动机不频繁启动）火灾时，端电压不宜低于 85%；消防电梯（电动机频繁启动）不宜低于 90%。所以，在试验条件下耐火电缆、矿物绝缘电缆和母线槽的导体温度越低越好。

目前，耐火电缆在火焰条件下完整性试验的供火温度有两个范围：750℃~800℃和 950℃~1000℃。《在火焰条件下电缆或光缆的线路完整性试验 第 21 部分：试验步骤和要求 额定电压 0.6/1.0kV 及以下电缆》GB/T 19216.21 - 2003/IEC 60331 - 21: 1999 规定试验装置—火焰温度不低于 750℃的单独供火，推荐供火时间为 90min（如果没有规定时）。《额定电压 0.6/1kV 及以下云母带矿物绝缘波纹铜护套电缆及终端》GB/T 34926 - 2017 试验时选用火焰温度为 950℃~1000℃，燃烧时间为 180min。由于民用建筑发生火灾时，火焰核心温度通常在 650℃~900℃之间，消防设备的供电干线选用供火温度为 950℃~1000℃耐火电缆或

母线槽，可提高消防设备供电的可靠性。

有关耐火电缆和耐火母线槽的主要国家现行标准和国外标准如下：

- 1) 《母线干线系统（母线槽）阻燃、防火、耐火性能的试验方法》GA/T 537；
- 2) 《耐火母线干线系统（耐火母线槽）》JB/T 10327；
- 3) 《额定电压 750V 及以下矿物绝缘电缆及终端 第 1 部分：电缆》GB/T 13033.1 - 2007；
- 4) 《额定电压 750V 及以下矿物绝缘电缆及终端 第 2 部分：终端》GB/T 13033.2 - 2007；
- 5) 《额定电压 0.6/1kV 及以下金属护套无机矿物绝缘电缆及终端》JG/T 313 - 2014；
- 6) 《额定电压 0.6/1kV 双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电力电缆》（其中耐火型）JG/T 442 - 2014；
- 7) 《额定电压 0.6/1kV 及以下云母带矿物绝缘波纹铜护套电缆及终端》GB/T 34926 - 2017；
- 8) 《在火焰条件下电缆或光缆的线路完整性试验 第 21 部分：试验步骤和要求 额定电压 0.6/1.0kV 及以下电缆》GB/T 19216.21 - 2003/IEC 60331 - 21: 1999；
- 9) 《用作烟和热控制系统及其他现役消防安全系统部件的大直径电缆的耐火完整性评估方法》BS 8491: 2008；
- 10) 《在火焰条件下电缆线路完整试验耐火试验方法》BS 6387: 2013；
- 11) 《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》GB/T 19666 - 2019；
- 12) 《阻燃及耐火电缆 塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求 第 2 部分：耐火电缆》GA 306.2 - 2007；
- 13) 《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 - 2014。

第 4 款 消防用电设备火灾时持续运行的时间应符合相关现行国家标准的规定。

1 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 - 2014 规定:

- 1) 火灾延续时间为 3h 的建筑物, 消火栓泵运行时间为 3h; 火灾延续时间为 2h 的建筑物, 消火栓泵运行时间为 2h。
 - 2) 为钢制防火卷帘设置的水幕泵运行时间为 3h。
 - 3) 喷淋泵运行时间为 1h; 连接高位消防水箱的加压泵工作时间为 10min。
- 2 根据相关规范, 其他消防设备的运行时间如下:

- 1) 消防电梯的运行时间要与建筑物主体结构的耐火时间保持一致, 供电时间不低于 3h 或 2h; 消防控制室是灭火和消防设备控制的指挥中心, 其工作时间要与火灾延续时间保持一致。
- 2) 防火电动卷帘门和防火门火灾初期落下和关闭就完成了赋予的任务, 故可用最低耐火等级的电缆。

第 8 款 通常柴油发电机输出的配电回路引至变电所进线柜的配出方式有两种:

1 消防负荷与非消防负荷合用一个配电回路, 至变电所后再行分组。此时, 至变电所的配电回路均应采用规定的耐火电缆。

2 消防负荷与非消防负荷在发电机房就分别配出, 消防负荷应采用规定的耐火电缆和矿物绝缘电缆。

对于 10kV 柴油发电机的配出, 通常是消防负荷与非消防负荷共用, 因此要采用 10kV 耐火电缆和矿物绝缘电缆。

13.8.5 火灾自动报警系统报警线路和消防配电线路与其他配电线路原则上希望分电气竖井、电缆沟敷设, 但在实际工程中实现难度较大, 当报警线路和消防配电线路与其他配电线路共电气竖井、电缆沟敷设时, 应符合相关规范的规定。

第 1 款 在民用建筑消防线路布线系统中, 为了节省投资和布线空间, 大多数双电源回路采用专用电缆桥架敷设, 实践证明

是可行的。当采用槽盒布线时，双电源回路之间需加金属隔板分隔。

对于 250m 以上的超高层建筑，应提高布线标准，采用双路由布线，其他建筑均按本条款执行。

第 2 款 对于综合管廊大型布线场所，通常要求电气（强电、弱电）与给水排水和采暖通风专业管道各占一侧，因此对消防线路与其他配电线路在一侧敷设时，规定了安全布线要求。

13.9 非消防负荷线缆与通信电缆的选择

13.9.1 近年来，随着电缆行业的技术发展，符合《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 - 2014 的规定的电线、电缆大量涌现，其燃烧性能分级为 A 级（不燃）、B1 级（难燃）、B2 级（阻燃）、B3 级（阻燃），这些电线、电缆的出现为民用建筑防火设计提供了支持。从防范电气火灾讲，其性能优于传统的低烟无卤阻燃电线电缆，自身发生火灾的概率大幅降低。虽然发生火灾后，这些电缆被燃烧，但是其阻燃性能为人员疏散提供了更长的时间。符合《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 - 2014 的电线、电缆还增加了电缆燃烧时烟气释放的毒性指标：t0 级、t1 级、t2 级，t0 级烟气释放的毒性最小。另外，还增加了电缆燃烧时有机物的滴落指标：d0 级、d1 级、d2 级，d0 级电缆燃烧时的滴落物最少。电缆燃烧时的滴落物是火灾蔓延的重要途径之一。为防止火灾蔓延，应根据建筑物的使用性质和发生火灾时的扑救难度，选择相应燃烧性能等级的电力电缆、通信电缆和光缆为防火设计提供了更多的选择。本节基于上述原则对不同的建筑物采用不同级别电线电缆作了规定。

13.9.2 配电线路在桥架内或竖井内成束敷设受非金属含量限制不能满足《电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 31 部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 试验装置》GB/T 18380.31 - 2008 的有关要求时，选择不受非金属含量限制电缆，该电缆应符合《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 - 2014 规

定的 A 级及以上的不燃性电缆。

13.9.3 综合布线系统的通信电缆和光缆在民用建筑中大量应用，火灾时，成为火灾蔓延的途径之一。因此，应根据建筑物的重要性，选择相应燃烧性能等级的通信电缆和光缆，并应符合本标准表 13.9.3 的规定。表中标注的重要建筑物包括：城市的机场航站楼、高铁站、地铁车站；金融证券类建筑；省市级及以上政府办公楼；国家和省级以上电力调度中心；电信枢纽；2000 个床位及以上的医院等建筑。

水平燃烧测试是依据公安部消防局下属消防研究所的水平燃烧性能检测设备，测试样品在燃烧试验时间（20min）内需同时满足：最大烟密度 ≤ 0.50 ；平均烟密度 ≤ 0.15 ；最大火焰传播距离 $\leq 1.5\text{m}$ 。其中有任一项指标未达标则视为样品未通过测试。

14 安全技术防范系统

14.1 一般规定

14.1.2 安防综合管理系统是指对安全技术防范各子系统进行管理和控制的系统集成设计或总系统集成设计（包括硬件和软件）。

14.1.4 数字化、网络化、宽带化、高清化、智能化是未来视频监控系统的的发展趋势，但模拟与数字混合系统在某些建筑及场合仍将适用。

风险和安全需求分析是确定系统防护要求和系统设计的基础。风险是项目易受攻击的程度及攻击可能造成的损失，具有不确定性；安全需求是为防止受到攻击和减少损失而采取的防护措施。分析明确防护的目的、防护级别，确定适当的技术系统和技术手段。

14.2 入侵报警系统

14.2.1 建筑物尤其是住宅，地面层与顶层是最易受到入侵威胁的地方，因此有必要在此薄弱部位考虑设防。

周界的每个独立防区长度不宜过大（超过200m），电子围栏组成的周界防护系统，每个防区长度不宜大于100m，以便于报警定位与维护管理。当周界较长时，可增加多防区控制器，这样可以把周界分成多个防区，降低成本，方便管理。

14.2.2 入侵报警系统防护再严密，若做不到自检、故障报警、防破坏报警等功能，系统的可靠性、安全性、有效性必将受到影响。实际应用中，经常出现设备的防拆开关不连接系统或入侵探测器报警信号与防拆报警信号连在一个防区，在撤防状态下，系统对探测器的防拆信号不响应，这种设计或安装是不符合防拆保护要求的。为此，对于可设防/撤防防区设备的防拆装置报警要

设为单独防区，且 24h 设防。

14.2.3 入侵探测器的灵敏度和可靠性是相互影响的，不能盲目选用高灵敏度产品。探测器的作用距离、覆盖面积，一般应留有裕量，并能通过灵敏度调整进行调节；室外工作环境恶劣时，主动红外探测器留有 30% 左右的裕量是有必要的。

电子围栏（张力式和脉冲式）是一种主动入侵防御系统，对入侵企图做出反击，延迟入侵时间，并把入侵信号发送到监控设备上，以保证管理人员能及时了解报警区域的情况，做出快速响应。但在民用建筑中不宜采用高压脉冲冲击式系统，以免对人体安全构成威胁。脉冲式电子围栏主机输出电压不宜大于 1000V，每次脉冲产生能量不应大于 5J，避免对人体造成伤害。

14.3 视频监控系统

14.3.1 视频监控摄像机设置部位很难一一列举，但不外乎用于安全生产、安全运营、安保监督等方面。设计人员应根据项目设计任务书的要求，选用不同规格、不同功能的摄像机，达到一定的安防视频监控目的。

摄像机的设置部位不限于表 14.3.1 所列。

14.3.2 为使视频监控系统在设备上互相兼容，在连接端口层面上保持物理特性、输入输出信号特性的一致性是十分必要的。如模拟视频输入输出阻抗及同轴电缆特性阻抗都以目前的模拟电视制式为准；音频设备的输入输出阻抗都为高阻抗等。

14.3.3 网络实用带宽估算方法：128 路以下时，前端设备接入监控中心所需的网络实用带宽应大于系统接入视频路数 \times 单路视频码率 $\times 2$ ；128 路以上时，前端设备接入监控中心所需的网络实用带宽应大于系统接入视频路数 \times 单路视频码率 + 允许并发显示的视频路数 \times 单路视频码率。对于有线 IP 网络 352 \times 288 分辨率的单路视频码率可用 512kbps 估算；704 \times 576 分辨率的单路视频码率可用 3 \times 512kbps 估算。

目前主要的视频编解码标准有：国际电联制定的 H.264、

H. 265 标准, 国际标准化组织制定的 MPEG-4 标准, 我国自行开发批准的 SVAC、AVS 标准等。视频图像分辨率应支持 4CIF (704×576) 及以上并可调, 宜支持 G. 711/G. 723. 1/G. 729 音频编解码标准。

14.3.6 监视场所环境照度要求高于摄像机最低照度的 50 倍以上, 这是近些年来工程中的经验值。电梯轿厢安装摄像机主要目的是监视轿厢内整体情况及获取乘客面部信息。

14.3.9 视频智能分析技术, 通过将摄像机场景中背景和目标分离, 进而分析并判断场景的各种状况。用户可以根据实际场景, 建立相应不同场景模型, 生成在场景中出现不同状况后联动相应报警事件的规则, 通过这种规则来判断和分析视频, 自动发出报警, 输出联动信号, 提示用户进行相应的操作或根据报警的场景来采取相应措施。

14.3.10 显示设备的配置数量与前端摄像机数量的配比不是定数, 可根据监视场所的重要性程度、系统规模大小及显示屏尺寸配置相应数量的显示设备。配比可以是 1:4、1:8、1:10 或 1:16。性质重要比例就高些, 规模较大比例就小些, 一般有主显示屏、轮巡显示屏及多画面显示屏。显示屏宜采用 29in~55in 彩色显示设备。

14.3.11 对于小型系统 (120 路以下), 可采用数字硬盘录像机 (DVR) 或网络视频录像机 (NVR); 对于中型系统 (400 路以下), 可采用网络视频录像机 (NVR) 或中心级视频网络存储设备 (CVR); 对于大型系统 (400 路以上、存储容量大于 500TB), 宜采用 IP-SAN/NAS 集中存储架构, 配备高密度磁盘阵列或光盘刻录机进行存储。综合信息网络存储设备应采用 RAID 冗余机制确保数据安全, 根据安全管理的要求和存储策略合理配置存储设备。配置的专用存储设备 (如磁盘阵列、网络存储系统、光盘刻录机等) 应能备份需要长期保留的信息。

14.4 出入口控制系统

14.4.1 出入口控制系统一般还被通俗地称为“门禁系统”，但从字面上看门禁系统不能全面表述出入口控制系统的内涵。把出入口控制系统看成仅是目标人员通过受控门的管控是不全面的，起码还应该包括对物品流动的管控。同样，仅对出入目标实施放行与拒绝操作而无事件记录及报警功能的系统，也是达不到安防管理要求的。

14.4.3 本条为强制性条文。在安全技术防范系统中与消防紧急疏散系统联系最为紧密的就是出入口控制系统，其强调的是对空间的隔离，以保证管理安全（Security），而消防紧急疏散强调的是快速逃离，以保证人身安全（Safety）。所以在人身安全优先的原则指导下，出入口控制系统的设计必须满足消防紧急疏散的需求，即安装在疏散通道上的出入口控制点及控制措施必须与消防联动，以保证在紧急情况下，人员能不使用钥匙、不经过识读判别，迅速安全地通过。

【技术要点】

火灾自动报警系统输出的信号通常为无源干接点信号，出入口控制系统与其联动一般通过两种方式来实现：

第一，对出入口控制系统控制的电控锁直接断电方式。火灾自动报警系统可直接外接继电器实现对出入口控制系统的电控锁电源进行控制，即继电器的常开触点控制 220V 电源通断，当发生火灾报警时继电器会及时动作，强行对出入口控制系统电控锁电源进行断电控制（市电及后备电源），以使系统断电时指定的门能够自动打开。

第二，出入口控制系统逻辑判断联动（间接联动）。火灾自动报警系统的报警信号与出入口控制器上的联动扩展端口直接沟通，这种方式可以实现包括消防报警信号输入、玻璃破碎器报警信号输入等输入功能，以及声光报警器信号输出、强制电锁动作输出等功能。当发生火灾时，出入口控制器会接受火灾自动报警

系统以继电器干触点方式传输过来的消防报警信号（消防系统主动发送信号，出入口控制系统被动接收并执行控制），从而按预定的联动命令去控制指定的电锁自动打开或关闭，以方便人员正常疏散，达到逃生目的，同时关闭某些门以阻隔烟火蔓延。

【实施与检查】

实施：在设计出入口控制系统时，初步设计说明和施工图设计首页或系统图应注明哪些出入口控制系统需要与火灾自动报警系统联动、联动要求及联动方式。

检查：在审核设计出入口控制系统时，应检查设计说明、首页说明及系统图，是否注明或表明了出入口控制系统与火灾自动报警的联动。

14.4.6 同级别受控区是指它们对目标的授权是一致的，高级别受控区是指能进入其中的目标一定能进入比其级别低的受控区，反之则不然。当电控锁的连接线必须离开本受控区、同级别受控区、高级别受控区敷设时，有可能成为被攻击的薄弱环节，须加以防护。若想提高安全性和可靠性，尽量采用联网控制的单门出入口控制器，若采用多门出入口控制器，则应安装在高级别受控区内并做好连接线的防护。

14.4.10 出入口控制系统的独立运行和联动正是该系统的重要特征之一。独立性强调了系统不依赖于其他系统的好坏而能可靠工作；联动性强调紧急疏散及资源的合理利用，一方面保证安全疏散，另一方面提高处警效率。

14.5 电子巡查系统

14.5.1 在线式电子巡查系统较为复杂，实时性是它的最大特点。离线式无须布线，较为灵活、方便、经济。

14.5.8 无论是在线式还是离线式电子巡查系统都应能对巡查路线进行设置、更改，并能自动记录巡查信息。

14.6 停车库（场）管理系统

14.6.2 停车库（场）管理系统的设计应基于停车库（场）的建筑布局、投资和对系统需求分析。本条所列功能可根据实际需要灵活配置，形成适当的停车库（场）管理系统。

14.6.8 对于较大型、管理复杂的停车库（场）来说，管理的便捷、灵活、有效非常重要。分散收费、视频识别、反向寻车、联网管理等，都是系统便捷、灵活、有效的体现。

14.7 楼宇对讲系统

14.7.2 联网式楼宇对讲系统室内分机应该具有紧急求助功能或有紧急求助扩展接口，便于在紧急情况下向管理中心（管理机）报警。

14.8 传输线路

14.8.1 安全技术防范系统的传输线路关键在于安全，隐蔽、防火、防破坏、抗干扰是设计中不可忽视的重要环节。传输线路设计还应符合本标准第 13 章、第 26 章的相关规定。

14.9 安防监控中心

14.9.1 建筑面积大于 20000m² 的公共建筑、建筑面积大于 50000m² 的居住区、超高层建筑、治安保卫重点单位的安防监控管理室，本标准称为安防监控中心，其余建筑的安防监控管理室称为安防监控室。

14.9.4 本条为强制性条文。安防监控中心是安防系统的神经枢纽和指挥中心，尤其是设在治安保卫重点单位内，以及设在建筑面积大于 20000m² 公共建筑中的安防监控中心至关重要，应该列为禁区（不允许未授权人员随意出入的防护区域）。所以除了自身要有安全防护措施外，其对外通信联结也非常重要，它是下达指挥命令和向上一级接处警中心报告的必要保证。通信措施可以

是有线的，也可以是无线的。有线通信是指公网电话或报警专线电话，无线通信是指区域无线对讲机或移动电话等。

关系全国或者所在地区国计民生、国家安全和公共安全的单位是治安保卫重点单位。治安保卫重点单位由县级以上地方各级人民政府公安机关按照下列范围提出，报本级人民政府确定：

- ①广播电台、电视台、通讯社等重要新闻单位；
- ②机场、港口、大型车站等重要交通枢纽；
- ③国防科技工业重要产品的研制、生产单位；
- ④电信、邮政、金融单位；
- ⑤大型能源动力设施、水利设施和城市水、电、燃气、热力供应设施；
- ⑥大型物资储备单位和大型商贸中心；
- ⑦教育、科研、医疗单位和大型文化、体育场所；
- ⑧博物馆、档案馆和重点文物保护单位；
- ⑨研制、生产、销售、储存危险物品或者实验、保藏传染性菌种、毒种的单位；
- ⑩国家重点建设工程单位。

【技术要点】

设在治安保卫重点单位内，以及设在建筑面积大于 20000m²的公共建筑中的安防监控中心（包括与消防控制室合设的消防安防控制中心），是不允许未授权人员随意出入的。故在施工图设计时应设安防监控中心的出入口设置出入口控制装置或其他限制措施。除此之外，其对外通信联结也非常重要。所以应设置有线及无线通信设施，并留有向上一级接处警中心报警的通信接口。

【实施与检查】

实施：在设计安防监控中心时，应设置出入口控制装置及外线或专线电话，并标明留有向上一级接处警中心报警的通信接口。

检查：在审核安防监控中心设计时，应检查是否设计了出入口控制装置及外线或专线电话，首页说明或机房布置图附注中，是否注明留有向上一级接处警中心报警的通信接口。

14.10 安防综合管理系统

14.10.2 安全技术防范系统的各子系统可在物理、逻辑上连接

起来，成为子系统垂直管理体系，即实现系统集成设计；也可通过各子系统提供开放的控制接口及二次开发的软件接口，借助统一的集成系统平台（多媒体计算机及应用软件），成为一个相对完整的安防综合管理系统。

14.10.7 安防综合管理系统应采用标准化通信协议，宜采用物理层、数据链路层和应用层三层模式，以保证系统通信的实时性和数据交换的安全性、可靠性。具有与上一级管理系统进行更高一级的集成设计，即可纳入建筑设备管理系统（BMS）集成设计。

14.11 应急响应系统

14.11.1 面积超过 20000m² 的大型公共建筑、超高层建筑应以火灾自动报警系统和安全技术防范系统为基础，构建应急联动系统。通过多种技术手段、采取多种通信方式、运用专业化应急预案，对火灾、非法入侵、突发安全事件等，实行现场指挥调度、事故紧急处置、组织疏散引导，以及接收上级指令等。

14.11.3 应急响应系统是对消防、安防等智能化系统信息关联、资源整合、功能衔接的合成，系统指挥中心是处置公共安全事件的核心，应能为参与指挥人员提供多种方式的通信与信息服务，监视并预测事件进展，为决策提供依据和技术支持。

15 有线电视和卫星电视接收系统

15.1 一般规定

15.1.1 随着技术发展和社会需求的不断提高，有线电视系统的业务也向多元化拓展。有线电视系统除了具备原有的有线电视广播类业务，还开展了互动电视类业务、基于有线电视网络的网络服务业务、多媒体通信业务、互联网接入业务、远程教育、远程医疗、电视支付业务、远程控制以及基于广电网络、通信网络的物联网业务等。因全国各地发展速度不一致，所以民用建筑的有线电视系统应结合国家和当地广播电视的发展规划进行设计。

新建的有线电视系统应具备开放性、可扩展性和兼容性；改建或扩建的有线电视系统应对原有业务系统向下兼容。

15.1.2 除特殊地区和特殊要求外，民用建筑有线电视系统应设计成双向系统，满足用户终端传输下行信号和上行信号的需求。三网融合的技术要求主要是针对系统的城域网，设计人员应根据本地区的城域网做好本工程/system接入分配网的设计。

15.1.3 自设卫星电视接收信号或自设节目的信号与有线电视信号混合后传输，用户终端可使用一个传输网络收看上述三类节目。这种方式既经济合理，又便于系统运行维护。

15.1.4 民用建筑设置有线电视和卫星电视接收系统的要求应符合现行国家标准《智能建筑设计标准》GB 50314 及有关规定的规定。

15.2 有线电视系统设计原则

15.2.1 有线电视系统组成形式在现行国家标准《有线电视网络工程设计标准》GB/T 50200 里有描述。

有线电视网络可由干线网、城域干线网和接入分配网构成。

干线网是连接两个以上城市有线电视网络前端的大容量光传输网络。干线网可分国家干线网和省干线网两类。

城域干线网是城市有线电视网络中，连接前端和所有分前端的网络（针对 HFC）；或者连接所有核心节点、汇聚节点和接入节点的网络（针对 IP）。

接入分配网是城市有线电视网络中连接城域干线网边缘设备和用户终端（或者用户家庭网络网关）的网络。

有线电视系统组网可由三种技术体系构成：光纤/同轴电缆混合网（HFC）体系、数字基带传输交换（IP）体系、HFC 和数字基带传输交换的叠加或融合（混合体系）体系。三种体系架构的应用由当地有线广播电视系统管理部门确定，设计人员应根据当地有线电视组网的形式进行设计。

目前全国各地区有线电视系统组网入户的现状如下：

1 同轴电缆入户，HFC 电口（CATV RF 接口）接电视；或增加机顶盒（Cable Modem）可接提供 HFC 电口（CATV RF）接电视，提供 IP 电口（10/100Base-T 接口 RJ45）接电脑。国内绝大多数有线网络运营商采用此种做法。

2 同轴电缆+对绞电缆入户，同轴电缆提供 HFC 电口（CATV RF）接电视；对绞电缆提供 IP 电口（10/100Base-T 接口 RJ45）接电脑。国内少量有线网络运营商采用此种做法。

3 光纤入户，目前国内少量有线网络运营商在特定试点小区采用，技术体制可分以下三种：

1) HFC 光口（含 Cable Modem）+EoC 光口（以太网封装数据业务）；

2) HFC 光口（不含 Cable Modem）+EPON 光口（以太网封装数据业务）；

3) HFC 光口（不含 Cable Modem）+ GPON 光口（ATM/GEM 封装数据业务）。

双向传输已成为有线电视传输网络的主流，根据我国目前有

线电视系统的构成形式，光纤/同轴电缆混合网（HFC）仍是较为理想的有线电视传输网络。三网融合后可通过 IP 组网形式，实现光纤到户和光纤到用户终端设备。目前已能通过 IP 组网和 EoC 组网实现光纤到户，光纤到用户终端设备还需配置相应的产品或光电转换装置。

由于有线电视网络有三种形式，所以设计人员在做设计时，首先要明确系统的组网形式，组网形式不同，接入点接口的技术参数也不同。当设计人员明确有线电视组网形式后，没有自设前端的民用建筑，有线电视系统宜从建设用地红线内当地有线广播电视信号接入点开始做设计。系统的接入点应由有线广播电视系统管理部门确定。当建筑物及建筑群规模大，速率要求高时，建设用地红线内接入点数量及要求宜与当地有线广播电视系统管理部门商定，有可能会设置分前端（当地有线广播电视系统的分前端，不是民用建筑的自设前端）。当建设用地红线内设置分前端时，系统可从分前端开始做设计。

光缆的芯数应根据用户业务类型、数量及需求配置，分前端至光交接箱的光缆一般不少于 8 芯光纤；光交接箱至每个光节点的光缆一般为 4 芯~8 芯光纤，超过 100 个用户终端的建筑物与建筑群，光交接箱至光节点的光缆一般不少于 8 芯光纤。

15.2.2 自设前端的民用建筑有线电视系统信号可包括当地有线广播电视网络提供的节目、自设卫星接收节目和自设节目。根据建设方的要求，设计人员可将自设卫星接收节目和自设节目信号与当地有线广播电视信号进行混合后传输。设计内容包括自设前端和建筑物及建筑群内有线电视接入分配网。

卫星接收节目和自设节目的设置由建设方提出要求。

15.2.3 下行模拟电视频道配置、波段划分可参见现行行业标准《有线电视广播系统技术规范》GY/T 106 的有关规定；下行数字电视频道配置可参见现行国家标准《有线电视网络工程设计标准》GB/T 50200 的有关规定。

15.2.4 当建设方要求自设卫星电视接收信号或自设节目源信号

(包括两种信号源同时设置)时,增设的频道不应占用或改变当地有线广播电视选定的频道。

场强值的实测数据与理论计算数值有差异,取自实测数据相对准确。有线电视和卫星电视接收信号场强值,宜取自实测数据。

15.2.5 对于采用 HFC 组网的有线电视系统,接入点可设在建设红线里的分前端、光分配(光交接箱)或光节点处;对于采用 IP 组网的有线电视系统,接入点可设在建设红线里的汇聚节点或接入节点(光交接箱)处。

对于建筑群或超高层建筑,当用户终端设置区域有密有疏时,接入点宜设计在靠近用户终端集中区域,而不是设计在建筑群或超高层建筑的几何中心。如办公建筑、体育建筑、商店建筑有线电视的用户终端相对较少,住宅建筑、旅馆建筑有线电视的用户终端相对较多。

15.2.6 用户终端在本章节里为连接用户终端设备(电视机、电脑、电话等)的机顶盒。当电视机、电脑具备机顶盒功能时,用户终端即为电视机、电脑。

用户终端可提供视频 CATV RF 接口、多媒体通信接口、语音接口、以太网接口、无线网络等。用户终端一般由当地有线广播电视网络管理部门提供。

用户终端设备为用户直接操作使用的终端固定设备或移动设备,如电视、电脑、电话、手机、移动终端等。

15.3 有线电视系统接入

15.3.1 有线电视系统接入点的数量与建筑规模、建筑功能和用户数量有关,有线电视系统接入点接口的技术参数与系统的组网形式有关,设计人员在做有线电视系统设计时,应取得当地有线广播电视系统管理部门提供的相关资料。

有线电视系统的接入点一般为产权划分界面,宜加标识区分。标识的设置宜由当地有线广播电视系统管理部门统一规定。

接入点的设备（前端设备、光交接箱、配线设备、光节点设备等）宜设置在室内便于维护管理处。

15.3.3 本条款的前端设备为建设方自设卫星电视接收信号或自设节目源信号所需的前端设备。有线电视前端机房设置要求见本标准第 23 章的相关内容。

15.3.4 为了产权划分清楚，光交接箱一般设置在建设用地红线内。

15.3.5 光节点/接入节点设备宜安装在值班室、设备间、弱电间、弱电竖井等有专人维护管理的空间。光节点设备针对 HFC 组网，接入节点设备针对 IP 组网。

15.4 卫星电视接收系统

15.4.6 当天线直径较大时，因前馈式天线的高频头前置其焦点处，受环境因素影响，工作温度升高，信噪比下降，而且高频头安装不便，故不宜采用。而后馈式抛物面天线因其具有如下特点，所以对直径较大的抛物面天线更适合：

- 1 双反射面，便于根据需要使其几何尺寸的设计比较灵活；

- 2 可采用短焦距抛物面作为主反射面，缩短其纵向尺寸；

- 3 由于馈源安装在主反射面后面，避免阳光的直射，使其工作温度降低，有利信噪比的提高，且由于馈源与低噪声放大器之间的传输距离较短，减小了传输噪声；

- 4 天线效率较高，对大型天线而言，可降低造价。

偏馈式抛物面天线其馈源安装位置与主反射面偏置。因而馈源不会对主反射面接收的电波有遮挡。具有天线噪声电平明显降低、有较佳的驻波系数、安装时仰角较小、受雨雪影响相对较小及效率较高的特点，所以当抛物面天线口径在 1.5m~2m 之间，特别是 Ku 波段大功率卫星电视接收天线，多采用偏馈式抛物面天线。

15.5 自设前端

自设前端为建设方自设卫星电视接收信号或自设节目源信号（或两者都包括）所需的设备、安装位置、传输要求等。

15.5.2 自设前端设在用户区域中心可以使系统的传输损耗和传输特性较为一致。

15.5.6 第2款 本款主要考虑高频信号传输时，其信号损失较低频信号大。

15.6 HFC 接入分配网

15.6.1 HFC 的光传输可采用星型拓扑结构，分光点处可设置光交接箱，在光交接箱内完成光缆配纤。当民用建筑规模较大，需在建设用地红线内设置分前端时，分前端到光节点的分配级联数不宜超过两级。

15.6.2 HFC 的 FTTB 为光纤传输到楼或光纤传输到楼层。光纤传输到楼还是传输到楼层应根据用户终端的数量及业务需求确定。

15.6.3 《有线电视网络工程设计标准》GB/T 50200 - 2018 给出了 HFC 上行和下行传输通道主要技术参数：载噪比 C/N、载波复合二次差拍比 C/CSO 和载波复合三次差拍比 C/CTB 三项指标。模拟电视下行通路指标应符合表 30 的规定，数字电视下行通路指标应符合表 31 的规定。

表 30 模拟电视下行通路指标

下行通路指标	用户端输入口	单级光链路光传输段	两级光链路光传输段
C/N (视频带宽 $B=5.75\text{MHz}$)	$\geq 43\text{dB}$	$\geq 50\text{dB}$	48dB
C/CTB	$\geq 54\text{dB}$	$\geq 65\text{dB}$	$\geq 60\text{dB}$
C/CSO	$\geq 54\text{dB}$	$\geq 60\text{dB}$	$\geq 58\text{dB}$
电平	$60\text{dB}\mu\text{V}\sim 80\text{dB}\mu\text{V}$	—	—

表 31 数字电视下行通路指标

下行通路指标	用户端输入口	单级光链路光传输段	两级光链路光传输段
BER	$\leq 10^{-6}$	$\leq 10^{-8}$	$\leq 10^{-8}$
MER (64QAM)	$\geq 26\text{dB}$	$\geq 36\text{dB}$	$\geq 34\text{dB}$
电平	50dB μ V~75dB μ V	—	—

HFC 上行通路指标应符合下列规定：

- 1 上行频率范围应为 5MHz~65MHz；
- 2 标称上行端口输入电平应为 104dB μ V；
- 3 任意用户端口上行传输增益差应小于 10dB；
- 4 当工作频段为 5.0MHz~20.2MHz 时，上行通道载噪比 C/N 不应低于 22dB，当工作频段为 20.2MHz~5.0MHz 时，上行通道载噪比 C/N 不应低于 26dB；
- 5 调制方式应为 QPSK 或 8QAM、16QAM、32QAM、64QAM、128QAM、256QAM；
- 6 多址方式应为 A-TDMA 或 S-CDMA；
- 7 其他上行指标应符合现行行业标准《HFC 网络上行传输物理通道技术规范》GY/T 180 的有关规定。

15.6.4 光节点设备每个端口可接多少用户终端应根据其使用要求及信息流量进行计算得出。

本条款给出的光节点设备每个端口可接 200 个用户终端，主要针对一个用户终端只接一台电视机，另设计算机网络接电脑。如果一个用户终端同时接电视机和电脑，一个光节点就满足不了接 200 个用户终端的要求，需要进行计算。

对于住宅建筑、旅馆建筑，一套住宅或一间客房，设置几个用户终端应由建设方或建设标准确定。

15.6.6 光节点端口与用户终端之间的链路损耗指标参照现行国家标准《有线电视网络工程设计标准》GB/T 50200。光节点端口到线路放大器到用户终端为下行信号传输，用户终端到线路放大器到光节点端口为上行信号传输。

15.6.7 本条为系统采用光纤到楼（层）时的设计要求。

第3款 目前集中分支器用的较多的产品有6路终端分支器和8路终端分支器，设计人员可根据用户终端的数量和产品规格，选择无源集中分配到用户终端的方式。

第7款 从光节点端口到用户终端，分配器的串接数在做设计时，应注意用户配线箱/家居配线箱内是否设置了分配器。

15.6.8 本条为系统采用 EoC 实现光纤到户时的设计要求。EoC 组网方式的网络性能和设备指标应符合现行行业标准《NGB 宽带接主系统 HINOC 传输和媒质接入控制技术规范》GY/T 265 或《NGB 宽带接入系统 C-HPAV 系统技术规范》GY/T 269 的规定。

15.7 IP 接入分配网

15.7.1 光纤到户的户可以是公共建筑里的一个用户单元，也可以是住宅建筑里的一个住户，目前还不是指一个用户终端设备（光纤到桌面）。用户配线箱对于住宅就是家居配线箱。

光纤到户（FTTH）是为了给用户提供高速双向的业务服务，下行信号除了传递模拟和数字有线广播电视信号，还应传递互联网、物联网、云端的信号；上行信号除了电视节目点播等，还可传输其他语音、图像、视频、数字等信号。

目前供用户选择上互联网、物联网、云端的运营商很多，有线广播电视网络只是其中的一种，用户可以选择有线广播电视的 HFC 或 IP 网络上网。如果用户选择了其他运营商光纤到户的上网形式，那么有线电视系统 HFC 的一个光节点端口可接 200 个用户终端。

《有线电视网络工程设计标准》GB/T 50200 - 2018 给出了有线广播电视 IP 组网的形式：

- 1) 当 FTTH 必须利用承载 HFC 平台 HFC 下行光信号的一芯光纤实现入户时，系统应采用单纤三波长波分复用方式构建（图 31）。采用单纤三波长波分复用方

式时，应考虑光信号的受激拉曼散射（SRSC）效应对传输性能的影响。

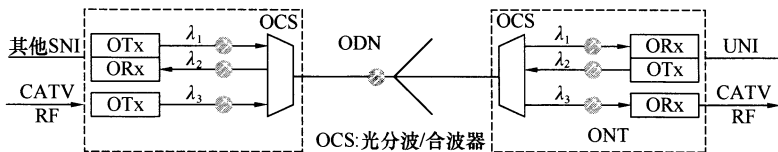


图 31 单纤三波长 FTTH 结构

注： λ_3 波长范围为 1540nm~1560nm，用于传输下行的 CATV RF 光信号

- 2) EPON 和 GPON 均应采用单芯光纤同时传送上行、下行光信号，其中上行光工作波长应为 1260nm~1360nm，下行光工作波长应为 1480nm~1500nm（图 32）。

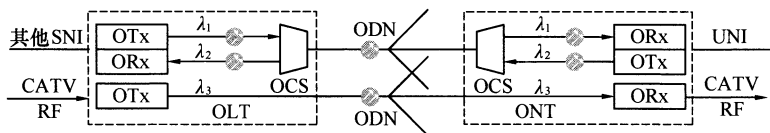


图 32 双纤 FTTH 结构

注： λ_1 为下行波长， λ_2 为上行波长；

另外一根光纤用于传输下行的 A 平台模拟调制的 CATV RF 光信号

光纤到户可提供广播电视类、互动电视类、网络服务业务互联网接入业务类、互联网数据传送增值业务类、多媒体通信类、媒体内容服务类等，可提供视音频接口、多媒体通信接口、语音接口、以太网接口、无线网络等。

15.7.2 光纤到户作为“宽带中国”国家基础建设，已在《住宅区和住宅建筑内光纤到户通信设施工程设计规范》GB 50846-2012 里规定为强制性条文。用户配线箱/家居配线箱至用户终端设备根据其特性不同，选用的传输方式和传输线缆也有所不同。如连接电视可选用电缆，接电脑可选用电缆或光缆，接移动终端可选用无线等。

15.8 传输线路选择

15.8.1 光纤到户的光缆选型摘自《有线电视网络工程设计标准》GB/T 50200-2018。IP组网的有线电视系统，接入节点一般在用户配线箱/家居配线箱里完成有线广播电视信号的光电转换。从用户配线箱/家居配线箱引出同轴电缆接至电视机，引出对绞电缆或光缆接至电脑。目前大部分电脑可采用对绞电缆（超五类以上）接入或无线 Wi-Fi 接入，也可采用光纤到桌面到电脑的方式，此种方式需配置相应的产品。

对于用户较多的建筑可采用两级无源分光，对于用户较少的建筑可采用一级无源分光，见图 33。

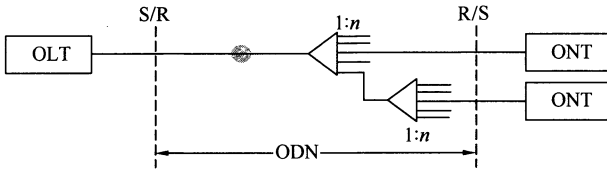


图 33 采用一级分光或二级分光示意

EPON 一般采用 32 路分光，GPON 一般采用 64 路分光，每个配线区所带的用户包括 10% 的冗余量。

15.8.2 当有线电视系统以接收有线广播电视信号为主时，光纤同轴电缆混合网（HFC）仍是我国目前较为理想的有线电视传输网络，每个光节点所服务的用户终端可参照单向传输的要求，一般不超过 200 个。

第 2 款 本条款是按楼、层、用户终端三部分提出的要求，实际工程中可能只有其中的两部分，设计人员可自行调整。对于公共建筑，同轴电缆从层配线箱直接接至用户终端；对于住宅建筑，用户终端的同轴电缆是从家居配线箱引出的。

15.8.3 本条只给出了从用户配线箱/家居配线箱/用户终端至用户终端设备插座（电视机、电脑）的电缆要求。电话插座也可采

用对绞电缆，双工光纤插座的可采用两芯光纤光缆。

15.8.4 同轴电缆敷设超过 30m，经过调整位置或加大一级线径后仍达不到指标时，可增加有源设备或改为光传输。

15.8.5 通过 IP 组网连接互联网、物联网、云端的用户终端设备（电脑），其水平缆线、水平光缆的设置要求应满足本标准第 21 章的相关规定。

16 公共广播与厅堂扩声系统

16.1 一般规定

16.1.1 公共广播系统的设置

第1款 规定了业务广播的服务对象、任务及其隶属关系。业务广播对日常工作和宣传都是必要的。

第2款 背景广播主要用于旅馆建筑、大型公共活动场所。背景广播的范围是背景音乐和客房节目广播，任务是为人们提供欣赏音乐类节目，以服务为主要宗旨。内容安排应根据服务对象和工程的级别情况确定。星级旅馆的广播节目一般为3套～6套。

第3款 本款中突发公共事件包括洪水、地震、恐怖活动、疫情、火灾等灾害。人员密集场所，如大型办公楼、商业综合体、大型会展中心、车站、客运码头及航空港等，一旦发生突发事件，后果很严重。为了应对突发公共事件所设置的广播，称为紧急广播。紧急广播包含消防应急广播。消防应急广播主要用于火灾时通知人们迅速撤离危险场所，它的控制方式、鸣响范围与一般广播不同，具体要求见本标准第13章和现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116的有关规定。

16.1.2 近年来，随着电声学、电子学和建筑声学的发展，扩声技术发展很快，人们对扩声质量的要求也越来越高。因此本条强调扩声系统设计要与建筑设计同步进行，并要重视与其他相关专业的配合。

16.2 公共广播系统

16.2.1 一般情况下，不必在整栋建筑物内配置立体声的公共广播系统，公共广播原则上是单声道广播而不是立体声广播。用传

声器实时发布语音广播是公共广播系统的基本功能，有一个广播传声器处于最高广播优先级是必需的。

16.2.2 由定压式广播功率放大器驱动功率传输线路，直接激励广播扬声器放声的系统，是无源终端系统。经由信号传输线路激励带功放设备广播扬声器放声的系统是有源终端系统。

16.2.3 公共建筑中除设公共广播控制室外，往往还设有扩声控制室（如多功能厅、宴会厅等公共活动场所）。在这种情况下，应采取措施将两个控制室间连成一个整体，使其既可单独广播又可联网广播，提高系统的灵活性和利用率。

16.2.4 广播分区十分重要，直接涉及系统的确定和功放设备的配置。合理的分区便于管理，有利于分散系统风险，应根据工程的具体情况合理确定。在分区时应注意消防应急广播的分区问题，特别是与其他广播系统（如业务、背景广播）合用时，应首先满足消防应急广播的分区要求，满足鸣响范围的特殊控制要求。

16.2.5 根据国际标准，功放单元（或机柜）的定压输出分为70V、100V和120V。目前，国内生产的功放单元（或机柜）也逐渐采用这样的标准。

16.2.7 公共广播系统功率传输回路为二线制。在公共广播兼紧急广播，并且装有音量调节装置的传输回路中，紧急广播时，通过控制线切除音量调节装置，系统以最大音量广播。

16.2.8 航空港、客运码头及铁路旅客站等旅客大厅内的公共广播应以语言清晰度要求为主，但很多旅客大厅（候车、机厅）在广播时听不清楚，其主要原因如下：

- 1 环境噪声高，广播声压级与其差值不符合要求；
- 2 建筑声学处理不合适或存在建声缺陷，如室内混响时间太长，存在回声等；
- 3 扬声器（或扬声器组）低频量太强。

故本条提出应从建筑声学及广播系统两方面采取措施，保证满足语言清晰度的要求。

16.2.9 为了节约建设成本，消防应急广播也可与业务广播、背景广播合用或部分合用一套公共广播系统，但是在应急状态时，公共广播系统必须能够无条件地切换至消防应急广播状态，这是保证消防应急广播信息有效传递的基本技术要求。

16.2.10 在突发公共事件发生时，为了确保紧急广播系统正常工作，本条对其保障条件、应备功能作出了相应规定，且与《应急声系统设备主要性能测试方法》GB/T 33856 - 2017 的相关条文相一致。

16.3 厅堂扩声系统

16.3.1 厅堂扩声系统技术指标的确定是关系到使用和投资的重要环节，选用的是否合理对其影响很大。条文主要提出在确定技术指标时应考虑的因素。

16.3.2 条文在提出专用会议场所设计要求的同时，还提出多功能会议场所的扩声系统设计原则，目的在于扩大利用率，提高效益，节约投资。事实上，设有多功能会议场所的建筑是较普遍的，在设计时应认真考虑。

第3款 多个会议室是指3个以上，且集中设置的会议室。

16.3.3 本条指出了室内、室外扩声设计应注意的问题。

室内声源的声传播受到封闭界面的限制将产生反复反射造成混响效果。因此，场内某一点的声级除由声源直达声外还有室内混响在该点的混响声，是两者在该点的叠加结果，因此带来一些特殊的问题。应尽力减弱声反馈以提高传输增益和增加50ms以前的声能密度，提高语言清晰度。

室外扩声基本上属于自由声场，思考的重点是以直达声为主。但它的一个重要问题就是声传播遇到障碍物产生反射形成的回声，如果不处理好这个问题，将会影响清晰度甚至造成很坏的效果，所以不论在什么情况下都必须使反射声在直达声后50ms内到达。如果实现确有困难，应使直达声比回声高10dB以上，掩蔽回声干扰。另外，要注意解决因来自不同扬声器（或扬声器

系统)声音路程差大于 17m 而引起类似回声的双重音感觉。

16.3.4 厅堂类建筑的扩声质量要求较高,宜采用定阻输出,避免引入电感类设备,保证频响效果。对体育场类建筑,供声范围大、噪声级高,要用大功率驱动,才能满足听众区的高声级要求。所以,宜采用定压输出为好。为保证传输质量,本条提出传输线路的衰耗应尽量小,不应大于 0.5dB (1000Hz 时)。

16.3.5 在扩声系统中,用一台功放设备负担很多扬声器(或扬声器系统)是不恰当的。因为一个功率单元故障会影响大范围内失声,所以应合理划分功率单元的输出分路,使每分路单独控制以提高可靠性,减少故障影响面。合理划分功率单元也有利于备用功率单元的设置和调度。

16.4 设备选择

16.4.2 传声器在扩声系统中是很重要的设备,本条仅提出选用时应注意的问题。

不同用途、不同场所应选择不同的传声器(如动圈式、电容式等)。传声器的指向性很重要,一则减少干扰,二则提高传声增益。传声器的频响对扩声有直接影响,语言扩声时频响可窄些,而音乐扩声时频响可宽些,以保证音质丰富。应特别注意传声器与前端控制设备的连接配合以及连接传声器线路长度的影响。

16.4.3 扩声系统的前端控制设备所处地位十分重要,要根据不同的使用要求选用不同的设备。它的主要功能是接收信号、处理信号并根据需要输出信号,以达到设备之间的最佳配接。

调音台是听觉形象的重要加工环节,除满足功能要求外,应特别注意主通道的等效输入噪声电平和输入动态余量。一般而言这两者是相互矛盾的,应合理兼顾,可根据不同使用要求有所侧重。调音台的输入路数一般多功能厅和歌舞厅为 8 路~24 路。

16.4.4 广播控制分路的划分也直接影响到功放单元(或机柜)的确定。如宾馆的背景广播,它包括背景音乐和客房内的数套节

目，它们将会同时使用但又要分设节目类别，应按分路控制要求来确定最大容量，分别设置分路功放设备。根据调查分析，规范提出了每路的同时需要系数，供设计时选用。

16.4.5 扩声系统功放要有一定的功率储备量，储备量的大小与扩声动态范围的要求有关，使瞬态脉冲在放大器中放大而不削波，声音不发“劈”，一般情况下要完全满足也是不经济的。应该允许有一个很短暂的削波而又不影响效果。不要以很少出现的某一动态峰值作为要求的标准，只能考虑大多数情况下能满足要求即可。

16.4.6 民用建筑的公共广播一般都比较重要，功放设备应设置备用单元以保证广播可靠。因为各类情况不同，对备用单元的数量不宜规定得太死，仅提出应根据广播的重要程度确定，有的可以是几备一，有的就可能是一备一。备用单元的数量直接涉及投资、用房的建筑面积，应在保证可靠的情况下合理确定备用量。

备用单元应设自动、手动两种投入方式，对重要广播环节（如消防应急广播）备用单元应处于热备用状态或能立即投入。

16.4.7 民用建筑中扬声器（或扬声器系统）的选用主要应满足播放效果的要求，要在考虑灵敏度、频响、指向性等性能的前提下考虑功率大小。扬声器要有好的音质效果，当选用声柱时要注意广播的服务范围、建筑的室内装修情况及安装条件等。

在民用建筑中高音号筒扬声器可用在地下室、设备机房或潮湿场所，作为火灾应急广播用。因为它声级高，不怕潮湿和灰尘。

16.4.8 扩声扬声器系统选择应满足扩声功能要求，单声道适用于语言为主的扩声；双声道适用于文艺演出为主的扩声；三声道（左/中/右）适用于文艺演出为主的场所扩声。

16.5 设备布置

16.5.1 条文为传声器的设置要求，主要目的是为了减少声反馈，提高传声增益和防止干扰。

16.5.2 因为传声器和扬声器（或扬声器系统）处在同一声场内，扬声器辐射的声信号会反馈到传声器。这种再生信号会在整个工作频率范围内的某些频率上激发自振，使扩声系统不能充分发挥潜力，严重出现“开不足”。所以减弱或尽量抑制声反馈是扩声系统设计的重要任务，本条提出了抑制声反馈的一般措施。

16.5.4 厅堂扩声系统扬声器的布置原则与布置方式：

第1款 对一些公共场所（如剧场等）要求扬声器系统集中布置的主要原因就是要求声相一致，即声音来的方向基本与声源所在方向一致，给人们真实亲切的感觉。另外一个好处就是扬声器系统时差可忽略不计，不会造成双重声，使控制电路简单。第2)项指的是有些公共建筑（如体育馆）各方向上都有观众。而受观众厅的建筑、结构条件限制，若将扬声器系统分散布置时，声音几乎是从观众头顶甚至从背后而来，使观众感觉不舒服。这种情况也宜采取集中布置方式。

第2款 规定了扬声器分散布置的场所及应注意的问题。

第3款 规定了扬声器采用混合布置的场所及应注意的问题。

16.5.5 公共广播的效果与环境情况、设置的标准有关，它直接决定着扬声器的选择、布置形式及间距问题，如扬声器的服务范围间距是轴线与边重叠、边与边重叠或它们不同程度的重叠等，因而直接决定着声场的情况，本条仅作了原则性规定。

16.5.6 在厅堂类建筑物中，声源在室内形成的声场中，存在着直达声和混响两部分，并用扩散场距离 D_c 来表达两者间的关系。

扬声器的供声距离和传声器与扬声器间距都与扩散场距离 D_c 有关系。扬声器的最大供声距离不大于 $3D_c$ ，而且是在使直达声下降至混响声强 12dB 为前提的。

要求传声器至任一只扬声器之间的间距尽量大于 D_c ，其目的是使传声器位于混响声场中，移动传声器不会产生啸叫。

16.5.7 广场类扩声尽量以直达声为主，没有混响声的影响，却

有障碍物的反射会带来回声影响和因不同扬声器（或扬声器系统）的声程差大于 17m 而引起类似回声的双重声感觉，两者都会影响清晰度。所以在广场类扩声设计时应特别注意直达声压级对回声的掩蔽问题。

广场类扩声，因范围大、噪声高，需要大功率高灵敏度级的扬声器系统，所以应注意对环境噪声的污染控制。

16.6 线路及敷设

16.6.1 公共广播通常是有线广播，当传输距离不远时，采用无源广播扬声器，并采用普通线缆传送广播功率信号，是可靠、经济的选择，对导线要求绞合型是为了减弱导线间分布电容造成的串音影响。但长距离、大功率传输必须考虑线路衰耗、高频损失等问题，这时采用普通线缆传送广播功率信号，就不一定是可靠、经济的选择。当传输距离大于 3km，且终端功率在千瓦级以上时，采用五类屏蔽线缆、同轴电缆或光缆传输广播信号，由有源终端放声，不仅保障传输质量，而且有利于节约投资。

16.6.2 线路穿导管或线槽敷设是建筑电气室内线路常用的敷设方式。

16.6.3 传声器线路与调音台（或前级控制台）的进出线路都属于低电平信号线路，最易受干扰。所以在采用可控硅调光设备的场所应特别注意防干扰措施的处理。

由于民用建筑工程的总图规划要求较高，室外广播线路一般采用埋地敷设为主，条文主要提出对埋地敷设线路的几项规定。

16.6.4 民用建筑的室外广播线路，只有在总图规划允许时，方可架空设置。架空线路应考虑与路灯照明线路合杆架设，此时，广播线路宜采用电力控制用电缆而不采用裸导线。

16.7 控制室

16.7.1 建筑物的类别、用途不同，广播控制室的设置位置也不同。

对宾馆类建筑，提出将广播、电视合并设置控制室，是因它们的工作任务和制度相同，合并设置可节省用房、减少人员编制和便于更好地管理。

对其他建筑物来说，广播控制室的位置可根据工作和使用方便确定。

16.7.4 扩声控制室（简称声控室）的位置确定，也是设计中重要的一环，本条提出了一些位置方案。将剧院类建筑的声控室设在观众厅后部能全面观察到舞台，利于调音控制，利于对观众席的观察，能直接听到场内的实际效果，且声控室的面积不受限制。

16.7.5 扩声控制室内的设备布置原则，主要是避免工作人员为了操作或监视，需要频繁地离开座位或者频繁地起坐，因此要求将需要直接操作和监视的部分都设在操作人员的附近，在不离开座位的情况下迅速操作，以提高效率。

本条建议将控制台（或调音台等）与观察窗垂直放置，其理由是使操作人员能尽量靠近观察窗，可直接在座位上通过观察窗较全面地进行观察。

16.8 供电电源、防雷与接地

16.8.1 民用建筑的公共广播、扩声与会议系统对交流电源的基本要求是供电可靠。在一般场所中，紧急广播系统设备的应急电源与疏散照明系统的应急电源的供电时间要保持一致。

公共广播终期设备是指规划终期的最大广播设备需要的容量，不包括广播控制室内非广播设备，如控制室内的空调、照明、电力等。

17 呼叫信号和信息发布系统

17.1 一般规定

17.1.1 本章涉及的呼叫信号系统是指以找人为目的的声光提示及应答系统，是将其作为建筑物的设施或附属设施设置的，界定了本标准呼叫信号系统的范围。

17.1.2 本章涉及的信息发布系统是指在会议厅（室）及公共场所以信息传播为目的的计时及动态文字、图形、图像显示系统，是将其作为建筑物的设施或附属设施设置的，界定了本标准信息显示系统的范围。

17.2 呼叫信号系统设计

17.2.2 医院病房护理呼叫信号系统：

第2款 本款有下列两层含义：

1 “按护理区及医护责任体系”是划分子系统（信号管理单元）应遵循的基本原则，也是使系统实用、好用、便于管理的基本保证；

2 各子系统（信号管理单元）可以是非联网独立工作的，也可将各子系统联网组成医院护理呼叫信号系统，便于总值班掌握各护理区、科室病房的护理服务情况及资源调配。

工程中可根据实际需求确定组成方案。

第3款 安全特低电压指42V、36V、24V、12V、6V。

第4款 强调接收呼叫在时间上的不间断和位置上的准确。“显示床位号或房间号”，并非一定显示字符，也可以模拟盘显示呼叫位置。工程中可根据实际情况选择显示形式。

所有提示方式的设置，都是为便于医护人员迅速、准确、直观地找到呼叫位置。如病房门口的光提示和走廊提示显示屏，都

具有防止医护人员匆忙中遗漏、遗忘患者地址及返回护士站途中接收新的患者呼叫的功能。

紧急呼叫是指既有优先呼叫权，又有特殊提示方式。

对具体工程而言，呼叫提示信号的解除装置应设于病房或病床呼叫分机处，医护人员作临床处置，同时将提示信号解除，否则呼叫提示信号将持续保留。护士站不能远程解除呼叫，除非系统关机。

根据医院建筑设计实践，对病房呼叫信号系统是否应具备对讲功能，存在分歧。赞成具备对讲功能的观点认为，有了对讲功能，加强了护一患之间的沟通，便于医护人员了解患者的需求及临床情况，使得医疗服务更具针对性，快速、高效。有了呼叫系统，不到现场就可以解决，提高了对整个护理区的工作效率。不赞成具备对讲功能的观点认为，有了对讲功能，有事没事，事大事小成天呼叫不断，有可能影响对真正需要救治的患者的服务，系统投资多，效果还不好。关于“效率”和“服务”的分歧，根本上还是管理和基于管理的营运问题。设计上应根据实际情况向建设方提出建议并按建设方决定的方案执行。

第4款8)项 本项是对6)项解除呼叫方式规定的除外情况。

17.2.3 医院候诊呼叫信号系统：

第1款 门诊量较大医院的候诊室、检验室、药局、出入院手续办理处，因等候患者多、求诊求药心切，患者局部集中，不利于医疗秩序的管理。候诊、取药等呼叫信号因其告示范围相对较大，排序原则公开，便于形成较好的候诊、取药秩序。

第2款 “出诊席虚拟叫号器”由与HIS系统兼容的叫号软件写入出诊电脑工作站。虚拟叫号器具有支持任意编组和在不变更硬件设施的情况下随出诊电脑工作站位移的优点。

第3款 “有特殊医疗工艺要求科室”是指某些检验室、放射科室等。

17.2.5 老年人照料设施建筑呼叫信号系统：

第4款 寓所门口提示器和走廊显示屏为辅助提示的备选设置项。

17.2.7 电梯多方通话系统：

第1款 为支持电梯维修和故障时的乘客救援，工程中提出设置电梯三方通话或五方通话系统。

17.2.8 公共求助呼叫信号系统：

无障碍卫生间等场所的呼叫器不宜采用拉线式，拉线式呼叫器紧急情况下极易损坏且不易恢复，导致无法进行再次呼叫。

17.3 信息引导及发布系统设计

17.3.2 显示查询单元的设计：

第1款 根据使用要求，在充分衡量各类显示器件及显示方案的光和电技术指标、环境适应条件等因素的基础上确定屏面显示方案，是信息显示装置设计的重要工作之一。

第4款 采用LED模组拼装矩阵显示装置时，设计宜对显示装置按表32的分级性能，提出部分或全部技术要求。

表32 LED显示屏的性能和指标要求

项目		甲级	乙级	丙级
光学性能	分辨率	像素矩阵的点间距	像素矩阵的点间距	像素矩阵的点间距
	亮度 (L)	室外 $\geq 6000\text{cd}/\text{m}^2$ ， 室内 $\geq 1500\text{cd}/\text{m}^2$	室外 $\geq 4000\text{cd}/\text{m}^2$ ， 室内 $\geq 1000\text{cd}/\text{m}^2$	室外 $\geq 1200\text{cd}/\text{m}^2$ ， 室内 $\geq 200\text{cd}/\text{m}^2$
	对比度 (D)	$D \geq 10$	$10 > D \geq 8$	$8 > D > 5$
	白场色温 (T_c)	$6000\text{K} < T_c$ $\leq 10000\text{K}$	$5500\text{K} < T_c$ $\leq 6000\text{K}$	$5000\text{K} < T_c$ $\leq 5500\text{K}$
	闪烁			
	视角	水平 $\geq 140^\circ$ / 垂直 $\geq 70^\circ$	水平 $\geq 120^\circ$ / 垂直 $\geq 60^\circ$	水平 $\geq 100^\circ$ / 垂直 $\geq 60^\circ$
	亮度均匀性 (B)	$B \geq 95\%$	$B \geq 75\%$	$B \geq 50\%$
	最小组字矩阵	汉字 (16×16) / 西文 (5×7)	汉字 (16×16) / 西文 (5×7)	汉字 (16×16) / 西文 (5×7)

续表 32

项目		甲级	乙级	丙级
电性能	最大换帧频率(F_H)	$F_H \geq 50\text{Hz}$	$50\text{Hz} > F_H \geq 25\text{Hz}$	$25\text{Hz} > F_H > 16\text{Hz}$
	刷新频率(F_c)	$F_c \geq 300\text{Hz}$	$300\text{Hz} > F_c \geq 200\text{Hz}$	$200\text{Hz} > F_c \geq 100\text{Hz}$
	灰色等级(HB)	$HB \geq 256$ 级(8bit)	256 级(8bit) $> HB \geq 32$ 级(5bit)	32 级(5bit) $> HB \geq 8$ 级(3bit)
	信噪比(S/N)	$S/N \geq 47\text{dB}$	$47\text{dB} > S/N \geq 43\text{dB}$	$43\text{dB} > S/N \geq 35\text{dB}$
	伴音功能	应有	宜有	宜有
	耗电指标	与像素数/ m^2 和亮度(管芯功率)密切相关		
机械结构	模组拼接平整度(P)	$P \leq 0.5\text{mm}$	$P \leq 1.5\text{mm}$	$P \leq 2.5\text{mm}$
	像素中心距相对偏差(J)	$J \leq 5\%$	$J \leq 7.5\%$	$J \leq 10\%$
	水平错位精度(C_s)	$C_s \leq 5\%$	$C_s \leq 7.5\%$	$C_s \leq 10\%$
	垂直错位精度(C_c)	$C_c \leq 5\%$	$C_c \leq 7.5\%$	$C_c \leq 10\%$
	室内屏外壳防护等级(F_N)	$F_N \geq \text{IP}31$	$\text{IP}30 \leq F_N < \text{IP}31$	$\text{IP} \leq F_N < \text{IP}30$
	室外屏外壳防护等级(F_w)	$F_w \geq \text{IP}66$	$\text{IP}54 \leq F_w < \text{IP}66$	$\text{IP}33 \leq F_w < \text{IP}54$
环境条件	照度	室内或室外能全方位设置	室外背光设置	室外背光设置
	温度	室内: $-10^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$, 室外: $-40^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$	室内: $-10^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$, 室外: $-30^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$	室内: $-10^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$, 室外: $-30^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$
	相对湿度	0~100%	0~95%	0~80%
	气体腐蚀性	能防腐蚀性气体	具备一般腐蚀性气体(盐雾)防护	不具备腐蚀性气体防护

续表 32

项目		甲级	乙级	丙级
系统可靠性	平均无故障运行时间	MTBF>10000h	5000h<MTBF ≤10000h	3000h<MTBF ≤5000h
	室内屏像素失控率 (P_{zN})	P_{zN} ≤ 1×10^{-4}	$P_{zN} \leq 2 \times 10^{-4}$	$P_{zN} \leq 3 \times 10^{-4}$
	室外屏像素失控率 (P_{zw})	$P_{zw} \leq 1 \times 10^{-4}$	$P_{zw} \leq 4 \times 10^{-4}$	$P_{zw} \leq 2 \times 10^{-4}$
	不间断工作时间	7d×24h	7d×24h	3d×24h

第 5 款 采用文字单行左移或多行上移显示方式时，文字移动速度宜以中等文化水准读者的阅读速度为参考基点。

第 6 款 对比度的取得与显示装置所处环境亮度有关，环境亮度越高，对比度取值应越大。适合于日场显示的对比度，在夜场时会因明暗对比过分强烈而影响视看。

17.4 时钟系统设计

17.4.1 时钟系统的母钟可包括中心母钟和二级母钟。当时钟系统规模较大时，可设置二级母钟。

17.4.4 时钟系统通过标准时间信号接收单元，可以实现时间无累积误差运行。

17.4.5 信号传输单元应由传输通道、传输线路组成。

第 1 款 传输通道通信可采用 SDH(同步数字体系)方式、PCM(脉冲编码调制)方式、ATM(异步转移模式)方式、OTN(开放式传输网络)方式。

第 3 款 当时钟系统有远程传输要求时，可借用的综合网络，指现有的、能借用的并具备本系统传输要求的网络。

17.4.8 塔钟可以是独立的时钟系统，也可作为时钟系统的子钟单元。

17.4.9 由于时钟系统配线需要的线对数较少，且与通信网络同

属低压电通信线路，一般可采用综合布线网传输。

17.5 设备选择及机房

17.5.4 由于组成信息显示装置显示屏的像素点数量有限，每个像素点的作用显得尤其重要，因此对屏面出现的失控点应及时维修、更换。在屏体构造设计时，应充分考虑这一因素。

17.5.6 在显示装置主控室应能直接或间接观察到显示屏的工作状态，便于控制和意外情况的处置。

17.5.7 母钟站站址主要应按建设单位的要求并综合考虑维护与管理的方便确定，并应考虑母钟站所需机房面积较少，宜与其他通信设施放在一起或设在相邻位置的可能性。母钟站内设备应安装在机房的侧光或背光面，并远离散热器、热力管道等。

17.6 供电电源、防雷与接地

17.6.3 母钟站电源的接地系统与信息网络机房统一设置，因为时钟系统同步显示屏如接地系统处理不当，易造成显示的逻辑误差、计时不同步等问题。

17.6.4 直流馈电线的总电压损失，即自蓄电池经直流配电盘、控制屏至配线架出线端全程电压损失，对于 24V 电源，一般取 0.8V~1.2V。为保证子钟正常工作电压 18V~24V，考虑线路上允许一定量的电压降和蓄电池组放电电压等诸多因素，这里仅取下限值。

18 建筑设备监控系统

18.1 一般规定

18.1.1 建筑设备自动化系统（BAS）是智能建筑的基本组成要素之一，其含义是将建筑物或建筑群内的空调、电力、照明、给水排水、运输、防灾、保安等设备以集中监视和管理为目的，构成一个综合系统。一般是一个分布控制系统，即分散控制与集中监视、管理的计算机控制网络。在国外早期（20世纪70年代末）一般称之为“building automation system”，简称“BAS”或“BA系统”，国内早期一般译为建筑物自动化系统或楼宇自动化系统，现在称为建筑设备自动化系统。

BA系统按工作范围有两种定义方法，即广义的BAS和狭义的BAS。广义的BAS即建筑设备自动化系统，它包括建筑设备监控系统、火灾自动报警系统和安全防范系统；狭义的BAS即建筑设备监控系统，它不包括火灾自动报警系统和安全防范系统。从方便使用的角度，可将“狭义”二字去掉，简称建筑设备监控系统为“BAS”。

18.1.2 建筑设备监控系统的控制对象涉及面很广，很难有一个厂家的相关产品都是性价比最高的。因此，该系统由多家产品组成时就存在一个产品开放性的问题。在规范正文中，将主要机电设备（通常为空调系统）的监控系统简称为主系统，其他机电设备的监控系统如与主系统不是同一厂家生产，则称为第三方子系统。

满足可互换用的产品通常性价比比较高，例如个人机领域内的产品就是如此，因而提倡优先选择满足可互换用的产品。

18.1.4 在确定建筑设备监控系统网络结构、通信方式及控制问题时，系统规模是需要考虑的主要因素之一。因此，不同厂家的

集散型计算机控制系统产品说明或综述介绍中，大多数都涉及规模划分问题，其共同点是以监控点的数量作为划分的依据。但是各厂家都是根据各自产品的应用条件来描述规模大小的，有关大小的数量规定差异很大。由上述情况可以看出，表 18.1.4 的意义在于给出一个明确的量化标准，为后续条款的相关规定提供前提，而不在于其具体的量化值。

18.2 建筑设备监控系统网络结构

18.2.1 目前，BAS 的系统结构仍以集散型计算机控制系统 (DCS) 结构为主。DCS 的通信网络为多层结构，其中分为三层，即管理网络层、控制网络层、现场设备层，并与 Web 商业活动结合在一起的系统，预计在今后若干年仍将占主导地位。

分布控制系统的主旨是监督、管理和操作集中，控制分散 (即危险分散)。由此看来，控制网络层并非必不可少的。目前很多厂家 (特别是一些国内厂家) 的产品已经只包括管理网络层和现场设备层，网络结构层次的减少可降低造价并简化设计、安装和管理。

在图 34 和图 35 中给出了两种 (并不是只有这两种) 常用的建筑设备监控系统网络系统结构图。在图 34 中，控制网络层采

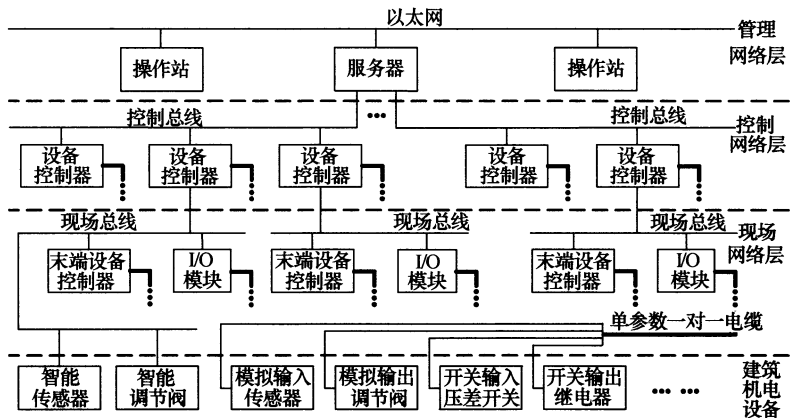


图 34 建筑设备监控系统网络系统结构 (一)

用自行布线的控制总线拓扑结构；在图 35 中，控制网络层采用以太网组网方式，并通常使用建筑物的综合布线系统组网。

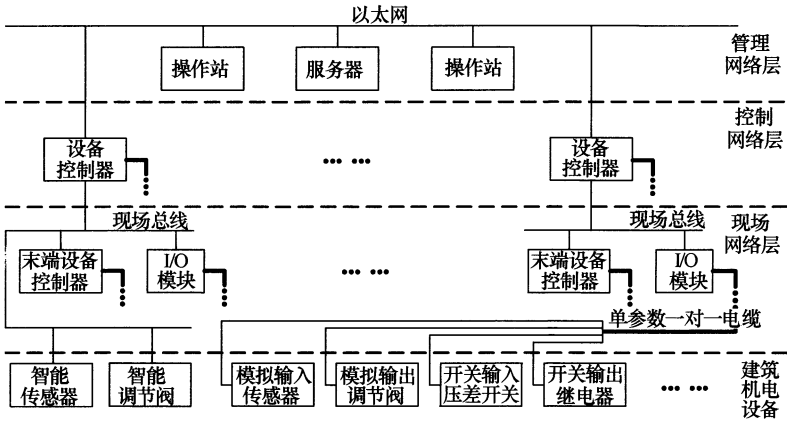


图 35 建筑设备监控系统网络系统结构（二）

在图 34 和图 35 中，各方框在垂直方向的外部连线为连接至本层网络的多数据双向一对多电缆或光缆，各方框在水平方向的外部连线为单参数单向一对一电缆。由于各方框的一对一电缆均用于连接模入、模出、开入、开出器件，各方框与上述器件的连接方式也相同，因此，为简洁图面，仅在图的右下角绘制出其中一个方框与上述器件的连接方式，其余的方框只绘出一对一电缆与该方框的连接部分，不再完整绘出其全部连接方式。

18.2.2 如前所述，DCS 的通信网络通常采用多层次的结构。各个层次网络之间，甚至同层次网络之间，往往在地域上比较分散且可能不是相同结构的，因此需要用网络接口设备把它们互联起来。网络接口设备通常包括四种，即中继器、网桥、路由器和网关。

网络互联从通信模型的角度也可分为几个层次，在不同的协议层互联就必须选择不同层次的互联设备：中继器通过复制位信号延伸网段长度，中继器仅在网络的物理层起作用，通过中继器连接在一起的两个网段实际上是一个网段；网桥是存储转发设

备，用来在数据链路层次上连接同一类型的局域网，可在局域网之间存储或转发数据帧；路由器工作在物理层、数据链路层和网络层，网络层使用路由器在不同网络间存储转发分组信号；在传输层及传输层以上，使用网关进行协议转换，提供更高层次的接口，用以实现不同通信协议的网络之间，包括使用不同网络操作系统的网络之间的互联。

18.3 管理网络层

18.3.2 管理网络层、控制网络层、现场网络层这三层网络中的每一层网络均由两部分组成，一部分是负责信息处理的资源子网，它向网络提供可用的资源（微机、小型机、管理工作站、控制工作站等）；另一部分是负责网络信息传递的通信子网（规范正文中称之为本层网络），本层网络传递信息，其通信介质既可用有线的方式（如电缆、光缆），也可用无线的方式（如微波、卫星、红外线等）。

现在许多新型系统的操作站主机就是普通 PC 机，采用 Windows 操作系统，以太网卡插在 PC 内。在这种情况下，如果操作站的台数比较多，采用客户机/服务器的方式比较合适，一台或多台计算机作为服务器使用，为网络提供资源，其他计算机是客户机（操作站），使用服务器提供的资源。管理网络层是指由 2 台或 2 台以上的安装客户机或服务器软件的 PC 机通过以太网和 TCP/IP 协议连接而成的计算机网络。管理网络层通常是由建筑物的综合布线系统组成，如果管理网络层仅局限在中央监控室内，也可以由一个交换机和馈线自行组成。

通常服务器和客户机之间可以采用 ARCNet、以太网连接，但是用以太网连接的比较多。ARCNet、以太网所使用的电缆不能互换。以太网有较多的网络适配器、网络交换机可供选择，更为重要的是其价格便宜。管理网络层采用以太网与 TCP/IP 通信协议结合的 Internet 互联方式，也为构成建筑设备管理系统（BMS）与建筑集成管理系统（IBMS）提供了便利条件。BAS

也可在 Internet 互联的基础上组建一个 BACnet 网络,从而将各厂商的楼宇自控设备集成为一个高效、统一和具有竞争力的控制网络系统。浏览器/Web 服务器也可以在 Internet 互联的基础上登录、监控现场的实时数据及报警信息,从而实现远程的监视与控制。

18.3.3 当多个建筑设备监控系统采用分布式服务器结构时,整个系统成为一个统一的网络,每个建筑设备监控系统的操作站均可以监控整个网络。但是每个建筑设备监控系统服务器的总监控点数不应超过该服务器最大的监控点数。

18.3.4 目前,很多建筑设备监控系统管理网络层与控制网络层的本层网络均采用以太网,并统一使用建筑物的综合布线系统组成同质的通信网络,如图 35 所示的网络结构。这样做的优点是:高速的本层网络有利于设备控制器处理复杂的控制任务(如将某些节能技术引入控制过程),使其能在同一个采样周期内采集和处理系统中大量的各种控制信息。但在现场网络层,由于成本和一些技术瓶颈的限制,还不宜使用以太网来连接末端设备控制器、分布式智能 I/O 模块、智能传感器和智能调节阀。目前,现场网络层的本层网络仍大多采用现场总线,但这不妨碍在该层采用一些互联网技术。

为使整个系统的造价比较经济,控制网络层的本层网络可以使用传统的多条控制总线结构形式,如图 34 所示的网络结构。与使用以太网的控制网络层相比,使用控制总线结构的控制网络层,数据传输的实时性和可靠性较好。

另外,在管理体制允许,建筑设备监控系统(BAS)、火灾自动报警系统(FAS)和安全防范系统(SAS)共用一个监控中心的情况下,BAS、FAS、SAS 可共用同一个管理网络层,构成建筑设备管理系统(BMS)。

18.4 控制网络层

18.4.4 DDC 控制器和 PLC 控制器虽然都能完成控制功能,但

两者还是有一些差别。DDC 控制器适用于以模拟量为主的过程控制，PLC 控制器适用于以开关量控制为主的工厂自动化控制。由于民用建筑的环境控制（冷热源系统、暖通空调系统等）主要是过程控制，所以除有特殊要求外，建议采用 DDC 控制器。控制器的 I/O 模块，除常见的 AI、AO、DI、DO 模块外，还包括 PI 模块。PI 为脉冲计数输入的英文字头。PI 模块可以与使用电子脉冲数作为输出信号的传感器（如涡轮流量计）配合使用。

18.4.6 第 1 款 当控制网络层的本层网络为以太网时，以太网的通信调度方式为 CSMA/CD（载波侦听多路访问/冲突检测），这本质上是一种非确定性的通信调度方式，即不能确保一帧数据在确定的时间间隔（如一个采样周期）内传送到。由于以太网通信调度机制的非确定性，当系统在近程控制和/或远程控制中有大量声音、图像等多媒体数据需要实时传输和实时控制时，设计者除了要关注生产厂家是如何解决这个问题的，还可以在综合布线系统中设置建筑设备监控系统专用的楼层交换机和核心交换机，并由网络管理人员为建筑设备监控系统建立独立的虚拟局域网。上述措施均可大幅减少无关的网络通信负荷，从而提高以太网通信的确定性和实时性。在使用建筑物的综合布线系统组成控制网络层的场合，使用虚拟局域网将建筑设备监控系统中的设备控制器、服务器、操作站与其他接入到综合布线系统的设备从逻辑上分离开来，这样既方便管理又可以减少其他设备对建筑设备监控系统的干扰。

第 2 款 控制网络层由多条并行工作的控制总线组成时，其中每条控制总线与管理网络通信的监控点数（硬件点）一般不小于 500 点，每条控制总线长度（不加中继器）不小于 500m，设备控制器可与中央管理工作站进行通信，且每条控制总线连接的设备数量不超过 64 台，加中继器后，不超过 127 台。

第 3 款 在设备现场环境电磁干扰较强烈的场所，楼层交换机至设备控制器间的连接宜采用屏蔽对绞电缆，并沿金属槽盒或穿金属管明敷或暗敷，电缆屏蔽层应在设备控制器一侧单端接

地，对于重要的网段还可采用冗余网络技术，以提高网络的抗干扰能力和可靠性。

第5款 不通过中央节点，从一台设备到其他设备的通信方式称为对等式通信。即使中央节点出现故障，采用对等式通信的控制器仍能独立完成对所辖设备的控制。

18.5 现场网络层

18.5.1 中型及以上系统现场网络层的末端设备控制器按专业功能可分为以下几类：

1 空调系统的变风量箱末端设备控制器、风机盘管末端设备控制器、吊顶空调末端设备控制器、热泵末端设备控制器等。

2 给水排水系统的给水泵末端设备控制器、中水泵末端设备控制器、排水泵末端设备控制器等。

3 变配电末端设备控制器、照明末端设备控制器等。

18.5.2 在符合现行国家标准的各种现场总线中，Meter Bus 主要用于冷量、热量、电量、燃气、自来水等的消耗计量。Modbus 最初由 Modicon 公司开发，协议支持传统的 RS-232、RS-422、RS-485 和以太网设备。Modbus 协议可以方便地在各种网络体系结构内进行通信，各种设备（PLC、控制面板、变频器、I/O 设备）都能使用 Modbus 协议来启动远程操作，同样的通信能够在串行链路和 TCP/IP 以太网络上进行，而网关则能够实现各种使用 Modbus 协议的总线或网络之间的通信。

18.5.3 与设备控制器一般为模块化结构不同，末端设备控制器、智能现场仪表、分布式智能 I/O 模块大多为嵌入式系统网络化现场设备。

18.5.6 当设备控制器为模块化结构的控制器时，其 I/O 模块可分为两类：一类是集中式，即控制器各 I/O 模块和 CPU 模块等安装在箱体（包括附近的扩展箱体）中；另外一类是分布式，就是把这些 I/O 模块分布在不同的地方，使用现场总线连接在一起以后，与控制器 CPU 模块连通工作。可以把两类模块混合

在一个设备控制器中组合应用，也可分别单独应用。

18.6 建筑设备监控系统的软件

18.6.5 现场网络层的智能传感器与智能调节阀可直接双向传送数字信号，它们都内嵌有 PID 控制、逻辑运算、算术运算、积分等软件功能模块，用户可通过组态软件对这些功能模块进行任意调用，以实现过程参数的现场控制。使用智能仪表，回路控制功能能够不依赖控制器直接在现场完成，实现了真正的分散控制。而且智能仪表都安装在现场设备附近，这使得信号传输的距离大大缩短，回路的不稳定性降低，还可以节省控制室的空间。

18.7 现场仪表的选择

18.7.1 为满足控制过程的要求，传感器的选择本应同时考虑静态参数和动态参数。但考虑到建筑设备监控系统处理的控制过程响应时间通常比传感器响应时间大得多，本条中只提出影响最大的两项静态参数指标：精度和量程。测量（或传感器）精度必须高于要求的过程控制精度 1 个等级已为大家熟知，而测量精度同时取决于传感器精度和合适的量程这一点，却容易被忽略。

被测参数测量通道包括检测仪表及 I/O 模块内的 A/D 转换电路。被测参数测量通道各环节的不确定度经误差综合后，测量通道总的不确定度应小于被测参数测量精度所允许的不确定度。模拟检测仪表通常包括传感器、转换器及变送器几个环节，对传感器输出的小信号进行放大和参数变换的转换器，既可以与传感器制作在同一现场检测仪表内，也可以脱离传感器而制作在同一测量通道的 I/O 模块内；当模拟检测仪表输出信号需要远传时，该检测仪表应包括变送器。智能传感器是由传感器、转换器、A/D 转换电路、微处理器及其附属器件组成的一体化现场检测仪表，微处理器可对 A/D 转换电路输出的数字化的被测参数进行线性化、温度压力补偿、零点漂移校正、系统误差校正等数字处理。智能传感器应有以太网或现场总线通信接口。通常，被测

参数量程选择为该被测参数工作范围的 120%~150%，而被测参数测量通道的检测仪表或 I/O 模块内的 A/D 转换电路应设置有硬件调整量程的装置。

在建筑设备监控系统中，常见的需要测量的脉动压力有泵、压缩机和风机等出口处的压力。

18.7.2 调节阀理想流量特性的选择是基于改善调节系统品质而确定的，即以调节阀的流量特性去补偿狭义控制过程的非线性特性，从而使广义控制过程近似为线性特性。

18.7.3 为使阀位定位准确和工作稳定，注意在设计时选取的电动执行器应带信号反馈。

18.8 冷热源系统监控

18.8.1 冷源系统一般由多台制冷机和冷水、冷却水、冷却塔、补水箱、膨胀水箱等设备组成。制冷机通常有冷水机组、溴化锂吸收式制冷设备、冰蓄冷设备等，其中冷水机组应用较广的主要有电动压缩式制冷和吸收式制冷。

热源系统中的热源一般为锅炉、城市热网，当然使用直燃型溴化锂机组和风冷热泵机组等热源装置也可提供热源。另外，锅炉、城市热网提供的热水或蒸汽温度都高于空调系统要求的温度（65℃~70℃），所以系统还需要设置换热机组将高温热水或蒸汽转换成空调热水。

18.8.2 由于通常情况下冷水机组/空气源热泵的内部设备（电机、压缩机、蒸发器、冷凝器等）自动保护与控制均由机组自带的控制系统实现，本条主要针对冷水及冷却水系统的外部水路的参数监测与控制。

18.8.4 冰蓄冷是一种降低空调系统电费支出的技术，它并不节电，而是合理利用了峰谷电价差。冰蓄冷技术起源于欧美，主要为了平衡电网的昼夜峰谷差，在夜间电力低谷时段蓄冰设备存蓄冷量，在日间电力高峰时段释放其存蓄的冷量，减少电力高峰时段制冷设备的电力消耗。由于电力部门实行电力峰谷差价，使得

用户可以节省一定的运行费用，也是电力网“削峰填谷”的较好途径。我国从 20 世纪 90 年代开始推广这项技术，目前技术较成熟，已有较多建成的工程项目。

18.8.5 本条中所涉及的热源主要是自备锅炉（如燃油、燃气或电锅炉等）或城市热网提供的热水。热源采用锅炉时，其监控基本由设备本身自带的控制盘完成，但其中的运行数据信息应接入建筑设备监控系统。

18.8.6 热源热交换系统的作用是给建筑物提供供暖、空调及生活用热水，热交换系统的主体设备是热交换器。

18.9 空调及通风系统监控

18.9.1 新风机组所服务的对象主要有两类：一是新风机组与风机盘管配合的空调方式，主要为各房间提供一定的新鲜空气，满足室内卫生要求；二是采用直流式空调系统的房间，新风机组要负担新风和室内负荷，控制室内温、湿度参数，本条主要规定了新风机组的监控及新风机组的参数监测要求。

18.9.2 本条主要规定了常用空调机组的监控要求。常用空调机组主要包括定风量空调系统和变风量空调系统。

1 定风量系统（Constant Air Volume, CAV），即空调机吹出的风量一定，以提供空调区域所需要的冷（暖）气。当空调区域负荷变动时，则以改变送风温度来应付室内负荷，并达到维持室内温度与舒适区的要求。常用的中央空调系统为 AHU（空调机）与冷水管系统（FCU 系统）。这两者一般均以定风量（CAV）来供应空调区，为了应付室内部分负荷的变动，在 AHU 定风量系统以空调机的变温送风来处理，在一般 FCU 系统则以冷水阀 ON/OFF 控制来调节送风温度。

2 变风量系统（Variable Air Volume, VAV），即空调机（AHU 或 FCU）可以调变风量。定风量系统为了应付室内部分负荷的变动，其 AHU 系统以空调机的变温送风来处理，而 FCU 系统则以冷水阀 ON/OFF 控制来调节送风温度。然而这两

者在送风系统上浪费了大量能源。因为在长期低负荷时送风机亦均执行全风量运转而耗电，这不但不易维持稳定的室内温、湿度条件，而且浪费大量的能源。变风量系统就是针对上述缺点而采取的节能对策。变风量系统可分为两种：一种为 AHU 风管系统中的空调机变风量系统（AHU-VAV 系统）；另一种为 FCU 系统中的室内风机变风量系统（FCU-VAV 系统）。AHU-VAV 系统是在全风管系统中将送风温度固定，以调节送风机送风量的方式来应付室内空调负荷的变动。FCU-VAV 系统则是将冷水供应量固定，在室内 FCU 加装无段变功率控制器改变送风量，即改变 FCU 的热交换率来调节室内负荷变动。这两种方式通过风量的调整来减少送风机的耗电量，同时也可增加热源机器的运转效率而节约热源耗电，因此可在送风及热源两方面同时获得节能效果。变风量系统控制的核心是对总风量进行控制，常用的总风量控制方法有定静压控制法、变静压控制法和总风量控制法等。

定静压控制一般是在送风系统的适当位置（常在离风机 $2/3$ 处）设置静压传感器，在保持该点静压值一定的前提下，通过调节风机频率来改变空调系统的送风量。变静压控制时一般应将阀门开大或接近于全开（ $85\% \sim 99\%$ 的开度），并在送风管道静压值尽可能处于减小的前提下，通过变频来调节空调系统的送风量。总风量控制法是通过自动计量、统计求出各末端装置实时风量之和通过送风机相似特性及相关计算求出对应的送风机转速，并控制空调机组送风机在此转速运行，使送风量与负荷匹配。采用总风量与末端负荷匹配的总风量控制法可有效地进行 VAV 系统的节能运行控制。

3 串级调节在空调中适用于调节对象纯滞后大、时间常数大或局部扰量大的场合。在单回路控制系统中，所有干扰量统统包含在调节回路中，其影响都反映在室温对给定值的偏差上。但对于纯滞后比较大的系统，单回路 PID 控制的微分作用对克服扰量影响是无能为力的。这是因为在纯滞后的时间里，参数的变化速度等于零，微分单元没有输出变化，只有等室内给定值偏差

出现后才能进行调节，结果使调节品质变坏。如果设一个副控制回路将空调系统的干扰源如室外温度的变化、新风量的变化、冷热水温度的变化等都纳入副控制回路，由于副控制回路对于这些干扰源有较快速的反应，通过主副回路的配合，将会获得较好的控制质量。另外，对调节对象时间常数大的系统，采用单回路的配合，将会获得较好的控制质量。对调节对象时间常数大的系统，采用单回路系统不仅超调量大，而且过渡时间长，同样，合理地组成副回路可使超调量减小，过渡时间缩短。此外，如果系统中有变化剧烈，幅度较大的局部干扰时，系统就不易稳定，如果将这一局部干扰纳入副回路，则可大大增强系统的抗干扰能力。

串级调节系统主回路以回风温度作为主参数构成主环，副回路以送风温度作为副参数构成副环，以回风温度重调送风温度设定值，提高控制系统调节品质，满足精密空调的要求。

18.9.4 变风量空调系统末端装置种类较多，但基本的控制原理分为压力有关型控制和压力无关型控制。按照是否补偿压力变化，末端装置分为压力有关型和压力无关型。前者由温控器直接控制风阀，末端装置的送风量不但取决于控制风阀的开度，还取决于送风管道的静压。如果管道静压发生变化，则送风量也会变化，进而造成室内温度的变化，这种变风量空调系统末端装置为压力有关型。这种控制方式较为简单，控制中没有使用实际送风量参数。

压力无关型末端装置除了使用温控器外，还有一个风量传感器和一个风量控制器，温控器为主控器，风量控制器为副控器，构成串级控制环路。当末端入口压力变化时，通过末端的风量会发生变化，压力无关型末端可以较快地补偿这种压力变化维持原有风量。

18.10 给水与排水系统监控

本节主要对生活给水系统、中水系统、排水系统的监控作了

相关的规定。这是建筑中常用的给水排水系统的监控方式。

18.11 供配电系统监测

目前在国内，较大型的、对变配电系统的可靠性要求较高的建筑中对供配电系统的监测常会采用电能管理系统，其通过专业的管理系统对建筑物中的电力系统运行状态进行集中监测、预警、故障分析、统计输出及必要时进行自动控制，实现电力系统的自动化管理，提高供配电系统运行的可靠性。

电能管理系统应是一套完整的智能化监控系统，能完成对变配电系统内配电回路和重要设备的电气参数、开关量状态等信息进行监测、记录、分析、控制以及与上级系统通信等综合性的自动化功能。

当供配电系统采用自成体系的专业系统时，应通过标准通信接口纳入建筑设备监控系统或建筑设备管理系统（BMS）。

一般民用建筑中设置的电能管理系统，主要以系统和设备的运行监测为主，并辅以相应的事件、故障报警和开/关控制。

18.12 照明系统监控

公共照明系统的控制目前有两种方式。

一种是由建筑设备监控系统对照明系统进行监控，监控系统中的 DDC 控制器对照明系统相关回路按时间程序进行开、关控制。系统中央站可显示照明系统运行状态、打印报警报告、系统运行报表等。

另一种方式是采用自成体系专业照明监控系统（智能照明控制系统）对建筑物内的各类照明进行控制和管理，并将智能照明系统与建筑设备监控系统进行联网，实现统一管理。智能照明控制系统具有多功能控制、节能、延长灯具寿命、简化布线、便于功能修改和提高管理水平等优点。由于智能照明控制系统是专用的照明控制系统，其实现的各种照明控制功能比由建筑设备监控系统对照明进行控制的方式控制功能更多、更完善，管理更方

便，节能效果更好。

18.14 建筑设备一体化监控系统

18.14.1 建筑设备一体化监控系统主要是基于以太网、物联网控制系统平台，将建筑内若干智能一体化控制设备以及现场的传感器、执行器、网络元件等通过通信网络连接在一起，共同实现建筑设备控制并达到各项控制目标的软硬件的集合，如图 36 所示。系统能将节能控制理念与配电控制技术整合为一体，结合计算机技术、网络技术、现代控制技术、配电技术等等于一体，能监控建筑内各机电、照明设备，将机电集成在一个统一的平台下，实现节能、联动控制、信息共享、综合管理。同时，系统又能减少很多交叉施工，将原来在施工现场做得较多工作移到成套设备厂来完成，提高了整体的工程效率与质量，也方便后期的服务，责任明确，维护有保障。

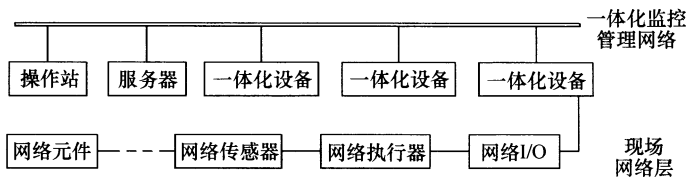


图 36 建筑设备一体化监控系统网络结构

18.14.4 一体化控制箱/柜是集配电、控制、保护、设备环境监控、节能、计量、安全报警、通信为一体的智能一体化成套控制设备，可实现建筑物内的照明、空调、送/排风机、循环水泵、补水泵，新风、空调机、空调热泵机组以及室外路灯、景观照明灯等控制以及进行电能数据、状态监测等功能。一体化控制箱/柜将配电保护开关元件、设备控制元件、节能控制元件、计量设备、通信设备等多种传统的由多个施工单位到现场通过协调配合、装配、调试等复杂的现场施工方法，改为由一体化设备厂家在工厂装配调试后，搬运到现场安装、配置即可的简单方法。一

体化控制箱/柜应具有相关内容的测试报告及 CCC 认证。

18.14.6 由于一体化控制箱/柜内的电气、弱电控制元件被安装在同一箱/柜体内，因此应采用有效的抗干扰技术措施，尽量避免强电对弱电控制元件的干扰。另外，一体化控制箱/柜内的电气与控制元件及其布线宜尽量占有相对独立的空间，一般可将电气与控制元件、强弱电布线分别安装在箱/柜的上下侧或箱/柜的两侧。

18.14.8 建筑设备一体化监控系统具备与火灾自动报警系统（FAS）及安全防范系统（SAS）的通信接口，主要是能方便进行综合管理。

19 信息网络系统

19.1 一般规定

19.1.2 信息网络系统的设计和配置

1 网络的根本是实现互相通信，一个网络中使用的软硬件产品可能由多家生产商提供，因此信息网络系统中使用的软硬件标准应遵循国际标准，如国际标准化组织（ISO）的开放系统互联标准（OSI）、美国电气与电子工程师协会（IEEE）的局域网标准（IEEE 802. x）、互联网工程任务组（The Internet Engineering Task Force）的互联网标准——传输控制/网络互联协议栈（TCP/IP）等。

2 网络标准的特性与组织

标准定义了网络软硬件以下方面的物理特性和操作特性：个人计算机环境、网络和通信设备、操作系统、软件。目前计算机工业主要来自有数的几个组织，这些组织中的每一家都定义了不同网络活动领域中的标准。

3 主要网络标准

1) OSI 参考模型是网络最基本的规范，其描述见表 33。

表 33 OSI 参考模型

OSI 分层结构	各层主要功能与网络活动
7 应用层	应用层是 OSI 模型的最高层，该层的服务是直接支持用户应用程序，如用于文件传输、数据库访问和电子邮件的软件
6 表示层	表示层定义了在互联网计算机之间交换信息的格式，可将其看作是网络的翻译器。表示层负责协议转换、数据格式翻译、数据加密、字符集的改变或转换；表示层还管理数据压缩

续表 33

OSI 分层结构	各层主要功能与网络活动
5 会话层	会话层负责管理不同计算机之间的对话，它完成名称识别及其他两个应用程序网络通信所必需的功能，如安全性。会话层通过在数据流中设置检查点来提供用户间的同步服务
4 传输层	传输层确保在计算机发送方与接收方之间正确无误、按顺序、无丢失或无重复地传输数据包，并提供流量控制和错误处理功能
3 网络层	网络层负责处理消息并将逻辑地址翻译成物理地址，网络层还根据网络状况、服务优先级和其他条件决定数据的传输路径，它还管理网络中的数据流问题，如分组交换及路由和数据拥塞控制
2 数据链路层	<ol style="list-style-type: none"> 负责将数据帧从网络层发送到物理层，它控制进出网络传输介质的电脉冲； 负责将数据帧通过物理层从一台计算机无差错地传输到另一台计算机
1 物理层	<p>物理层是 OSI 模型的最底层，又称“硬件层”，其上各层的功能相对第一层也可被看作是软件活动。</p> <ol style="list-style-type: none"> 负责网络中计算机之间物理链路的建立，还负责运载由其上层产生的数据信号； 定义了传输介质与网卡如何连接，如：定义了连接器有多少帧以及每个帧的作用，还定义了通过网络传输介质发送数据时所用的传输技术； 提供数据编码和位同步功能，因为不同的介质以不同的物理方式传输位，物理层定义每个脉冲周期以及每一位是如何转换成网络传输介质的电或光脉冲的

2) IEEE802. x 主要标准参见表 34。

表 34 IEEE802. x 主要标准

规范	描述
802.1	与网络管理相关的网络标准
802.2	定义用于数据链路层的一般标准。IEEE 将该层分为两个子层：LLC 和 MAC 层，MAC 层随不同的网络类型而变化，它由 IEEE802.3、802.4、802.5 分别定义

续表 34

规范	描述
802.3	<p>定义使用带冲突检测的载波侦听多路访问的总线型网络的 MAC 层，这是一种传统的以太网标准，在 802.3 标准的基础上，近年又扩展出快速以太网和千兆位以太网标准：</p> <p>1) 802.3u: 快速以太网标准，作为 100Base-T4 (4 对 3、4 或 5 类 UTP)、100BaseTX (2 对 5 类 UTP 或 STP) 和 100BaseFX (2 股光缆) 以太网的规范；</p> <p>2) 802.3ab: 千兆位以太网标准，作为 1000Base-T (4 对 5 类 UTP) 以太网的规范；</p> <p>3) 802.3z: 千兆位以太网标准，作为 1000Base-LX (50μm 或 62.5μm 多模光缆或 9μm 单模光缆)、1000Base-SX (50μm 或 62.5μm 多模光缆) 以太网的规范；</p> <p>4) 802.3ae: 万兆以太网标准，作为 10GBase-S、10GBase-L、10GBase-E、10GBase-LX4 的规范；</p> <p>5) 802.3ak: 万兆以太网标准，作为 10GBase-CX4 以太网的规范；</p> <p>6) 802.3ba: 100G 以太网标准，作为 100GBase-ER4 以太网的规范</p>
802.4	定义使用令牌传送机制 (令牌总线局域网) 的总线型网络的 MAC 层
802.4	定义使用令牌环网络 (令牌环局域网) 的 MAC 层
802.9	定义集成语音/数据网络
802.10	定义网络安全性
802.11	定义无线网络标准
802.12	定义需求优先级访问局域网 100BaseVG-AnyLAN
802.15	定义无线个人区域网 (WPAN)
802.16	定义宽带无线标准

3) TCP/IP 传输控制/网络互联协议栈。

传输控制协议/Internet 协议 (TCP/IP) 是一种开放式工业标准的协议栈，它已经成为不同类型计算机 (由完全不同的元件构成) 间互相通信的网际协议标准。此外，TCP/IP 还提供可路由的企业网络协议，可访问 Internet 及其资源。

Internet 协议 (IP) 是一种包交换协议，它完成寻址和路

由选择功能；传输控制协议（TCP）负责数据从某个节点到另一节点的可靠传输，它是一种基于连接的协议。由于 TCP/IP 的开发早于 OSI 模型的开发，它与七层 OSI 模型的各层不完全匹配，TCP/IP 分为四层，各层的功能以及与 OSI 模型的对应关系参见表 35。

表 35 TCP/IP 各层功能及与 OSI 模型的对应关系

TCP/IP 分层	TCP/IP 各层的功能	TCP/IP 相当于 OSI 模型的分层
网络接口层	提供网络体系结构（如以太网、令牌环）和 Internet 层间的接口，可直接与网络进行通信	物理层和数据链路层
Internet 层	使用几种协议用来路由和传输数据，工作于 Internet 层的协议有：网际协议（IP）、地址解析协议（ARP）、逆向解析协议（RARP）和 Internet 信报控制协议（ICMP）	网络层
传输层	负责建立和维护两台计算机之间端到端的通信，进行接收确认、流量控制和序列数据包。它还处理数据包的重新传输。传输层可根据传输要求使用 TCP 或 UDP。TCP 是基于连接的协议，UDP 是一种无连接协议，UDP 与 TCP 使用不同的端口，它们可使用相同的号码而不会发生冲突	传输层
应用层	应用层将应用程序连接到网络中。两种应用程序编程接口（API）提供对 TCP/IP 传输协议的访问：WinSock 和 NetBIOS	会话层、表示层和应用层

4 创建信息网络系统时最常见的问题是硬件不兼容和软、硬件之间不兼容或升级后的软件与原有硬件不兼容，因此，兼容性是必须在设计之初就要充分考虑的问题。

5 可扩展性是指软、硬件的配置应留有适当的余量，以适应未来网络用户增加的需要，如布线、集线器/交换机端口、机柜和软件容量等。

6 每个用户都有其特定的网络应用需求，只有对特定用户充分调查了解并进行需求分析后，才能设计出满足用户在网络应用、网络管理、安全性和对未来计划实施等方面的需求。

7 信息网络应用和技术的发展日新月异，网络产品不断推陈出新，因此网络的配置既要满足适用性原则，又要有一定的前瞻性，选择网络设备时应充分考虑网络可预见的应用和技术的发展趋势，在一定时期内适应这些网络应用。

19.1.3 网络逻辑设计和物理设计密不可分，其目的是一致的，两者不可脱节。

19.2 网络系统设计原则

19.2.1 信息网络是可高度定制化的平台。一个满足特定用户使用需求的信息网络必须经过规范的设计过程，其中用户调查和需求分析是设计的前提条件。规范设计程序的目的是可对所设计网络的功能、性能和投资寻找最优的交点。做到有依据、有目的地设计。

19.2.2 信息网络体系结构选择

1 网络根据介质访问方法的不同分为多种网络体系结构，以太网是当今主流的网络体系结构，其他网络体系结构除非特定要求，已基本不再使用；

2 以太网的主要特性参见表 36；

表 36 以太网的主要特性

特 性	描 述
传统拓扑结构	总线型
主流拓扑结构	星形
信号传输方式	基带

续表 36

特 性	描 述
介质访问方法	CSMA/CD (10G 以太网采用全双工方式)
规范	IEEE802.3
传输速率	10Base-T; 10Mbps 100Base-TX/100Base-FX; 100Mbps 1000Base-T/1000Base-SX/1000Base-LX; 1000Mbps 10GBase-S/L/E/LX4、10GBase-CX4; 10Gbps 100GBase-ER4; 100Gbps
传输介质类型	UTP、STP、光缆、同轴电缆

3 10G/100G 以太网是最新的以太网技术，与 10M/100M/1000M 以太网兼容，可实现网络的无缝升级，并可用于广域网；

4 网络传输介质主要有非屏蔽对绞线（UTP）、屏蔽对绞线（STP）、粗/细同轴电缆、光缆等，由于在现今流行的快速以太网不支持同轴电缆的使用，在此不作同轴电缆的规定。

19.3 网络系统逻辑设计

19.3.1、19.3.2 “拓扑”是指网络中计算机、线缆和其他部件的连接形式。网络的拓扑结构主要分为总线型、星形、环形、网格型四类。实际应用中，也常采用其变形或混合型，如星形总线、星形环网等。拓扑可分为物理（实际的布线结构）或逻辑的，逻辑上是总线或环形的网络其布线结构也可是星形的。

局域网最常用的是星形拓扑结构。

网络的拓扑结构是网络设计的重点和难点，各种网络拓扑结构的比较见表 37（指物理拓扑）。

表 37 各种网络拓扑结构的比较

拓扑结构	结构特点	优点	缺点	局域网典型应用
总线型	由一根被称为“主干”（又称为骨干或段）的传输介质组成，网络中所有的计算机连在这根传输介质上。在每条传输介质的两端需设端接器	节省传输介质、介质便宜、易于使用；系统简单可靠；总线易于扩展	在网络数据流量大时性能下降；查找问题困难；传输介质断开将影响许多用户	对等网络或小型（10 个用户以下）基于服务器的网络
环形	用一根传输介质环接所有的计算机，每台计算机都可作为中继器，用于增强信号传送给下一台计算机	系统为所有计算机提供相同的接入，在用户数据较多时仍能保持适当的性能	一台计算机故障将影响整个网络；查找问题困难；网络重新配置时将终止正常操作	令牌环 LAN、FDDI 或 CDDI
星形	计算机通过传输介质连接到被称为“集线器”的中央部件	是最常用的物理拓扑结构，无论逻辑上采用何种网络类型都可采用物理星形，方便预先布线，系统易于变化和扩展；集中式监视和管理；某台计算机或某根传输介质故障不会影响其他部分的正常工作	需要安装大量传输介质；如果中心点出现问题，连接于该中心点（网段）上的所有计算机将瘫痪	是最常用的拓扑结构；以太网；星形令牌环；星形 FDDI

续表 37

拓扑结构	结构特点	优点	缺点	局域网典型应用
网格型	每台计算机通过分离的传输介质与其他计算机相连	系统提供高冗余性和可靠性，并能方便地诊断故障	需要安装大量传输介质	主要用于城域网，也可用于特别重要的以太网主干网段
变形或混合型	根据网络中计算机的分布、网络的可靠性、网络性能要求（数据流量和通信规律）的特点，选择相应的网络拓扑结构	满足不同网段性能的要求，在可靠性与经济性之间选择最佳交点	具有相应网段拓扑结构的缺点	是实际应用最普遍的拓扑结构

19.3.3 在安防应用的网络系统中，接入层交换设备之间不应采用堆叠以及级联技术。

19.4 网络系统物理设计

19.4.1 路由器的主要作用是在网络层（第3层）上将若干个LAN连接到主干网上，如局域网与广域网的连接，局域网中不同子网的连接。

路由器与交换机相比，交换机比路由器的运行速率更高、价格更便宜。使用交换机虽然可以消除许多子网，建立一个托管所有计算机的统一网络，但是当工作站生成广播时，广播消息会传遍由交换机连接的整个网络，浪费大量的带宽。用路由器连接的多个子网可将广播消息限制在各个子网中，而且路由器还提供了很好的安全性，因为它使信息只能传输给单个子网。为此，导致了两种新技术的诞生：一是虚拟局域网（VLAN）技术，二是第3层交换机（使用路由器技术与交换机技术相结合的产物），在局域网中使用了有第3层交换功能的交换机时可不再使用路

由器。

传统的网络连接部件还有中继器和网桥。由于集线器已经取代了中继器，交换机比网桥有更高的性价比，因此现在的局域网中已基本上不再使用中继器和网桥，但在无线网络中仍常用无线网桥连接两个网段。

交换机目前已成为网络的主流连接设备。局域网中都是以各种交换机为主，基本不再设计使用集线器和路由器。

名词解释：

1 第二层交换机：交换机也叫交换式集线器。第二层交换机工作在 OSI/RM 开放体系模型的第二层——数据链路层。它依赖链路层中的信息（如 MAC 地址）完成不同端口数据间的线速交换，主要功能包括物理编址、错误校验、帧序列以及数据流控制。基于硬件的桥接，用于工作组连通和网络分段。

2 第三层交换机：根据第三层（网络层）信息，通过硬件执行数据包路由交换的交换机。用于高性能地处理局域网络的流量，可放置在网络的任何地方，经济有效地代替传统的路由器。

3 第四层交换机：第四层交换机是基于传输层数据包的交换过程的，是一类基于 TCP/IP 协议应用层的用户应用交换需求的新型局域网交换机。第四层交换机支持 TCP/UDP 第四层以下的所有协议，可实现应用层的访问控制和服务质量保证。

第四层交换机主要实现对网络传输服务质量的控制能力。典型应用是带宽分配、故障诊断和对 TCP/IP 应用程序数据流进行访问控制等任务分配和负载均衡方面。

4 多层交换机：综合第二层交换和第三层路由功能的交换机。一般是以板卡形式提供相应的功能，多数用作网络主交换机。

5 交换机链路：指连接交换机之间的物理介质路径。

6 紧缩核心：当分布层和核心层功能由同一台设备执行时称为紧缩核心。

7 PoE 交换机：Power Over Ethernet，指在现有以太网五

类布线架构下，能够通过网线为远端符合规范的受电终端提供电力的网络交换机。传统远端受电终端为无线 AP、网络摄像机和 IP 电话机等。PoE 标准的主要供电特性见表 38。

表 38 PoE 标准的主要供电特性

类别	802.3af 标准 (PoE)	802.3at 标准 (PoE Plus)
分级 (Classification)	0~3	0~4
最大电流	350mA	600mA
供电端设备 (PSE) 输出电压	44V~57V DC	50V~57V DC
供电端设备 (PSE) 输出功率	≤15.4 W	≤30W
受电端设备 (PD) 输入电压	36V~57V DC	42.5V~57V DC
受电端设备 (PD) 最大功率	12.95W	25.5W
线缆要求	Cat5 及以上	Cat5e 及以上
供电线缆对	2	2

在讨论的关于 PoE 的标准 802.3bt 中，拟将提升最大输出功率 PSE 端至 90W，PD 端至 70W。

19.4.2 网络适配器 (NIC)，也叫网络接口卡，简称网卡。网卡是网络传输介质与计算机或智能设备终端之间的物理接口，其作用是：

- 1 为网络传输介质准备来自计算机或智能设备终端的数据；
- 2 向另一台计算机或智能设备终端发送数据；
- 3 控制计算机或智能设备终端与传输介质之间的数据流量；
- 4 接收来自传输介质的数据，并将其解释为计算机或智能设备终端能够理解的形式。

网卡是计算机或智能设备终端与传输介质之间数据传输的桥梁，网卡的性能对整个网络的传输性能会产生巨大的影响。网卡的选择应与特定的网络体系结构相匹配，例如以太网卡等。

网卡的选择还必须与计算机或智能设备总线类型以及网络传输介质相匹配。网卡与计算机的接口，根据计算机扩展总线类

型，可划分为 ISA、EISA、PCI、PCIE、PCMCIA 和 USB 六种。按与网络传输介质分，网卡分为铜缆、光纤和无线三类。过去，网卡是作为一种独立板卡存在。现在，网络接口已经是计算机或智能设备的标准配备，除非特别需要，不再需要单独配置。一般使用 USB 接口的网卡作为应急补充。

19.4.3 网络设备的连接顺序如图 37 所示。

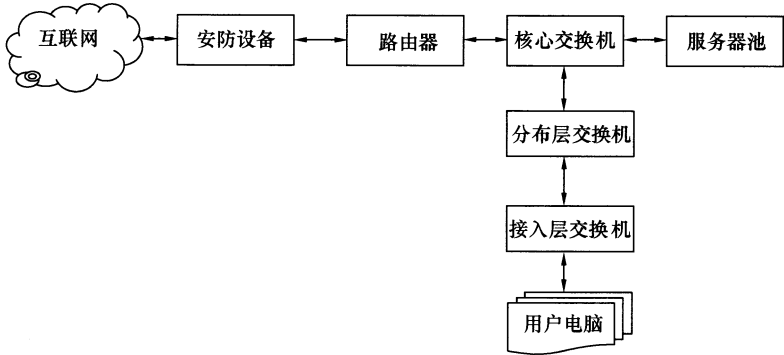


图 37 网络设备的连接顺序

19.4.4 网络交换机一般采用每台 16 端口、24 端口、48 端口、96 端口的配置。组网时常采用 24 口、48 口的设备或其组合。

19.5 网络管理与网络安全

19.5.1、19.5.2 网络操作系统是一种软件，它提供了计算机的应用程序和服务所运行的基础。目前，所有的主流网络操作系统都可在以太网中运行。

客户机（端）/服务器（C/S）网络架构是基于服务器的一种网络部署形式，其工作原理是：用户使用的计算机上装有与服务器对应的专用程序，这样的计算机叫客户端计算机（以下简称客户机，Client）。客户机将用户的请求整理成标准请求并向服务器提出数据服务请求，服务器将对应服务请求的数据或数据处理结果反馈给客户机，客户机自己对服务器提供的数据进一步处

理并呈现给用户。

浏览器/服务器 (Browse/Server) 网络架构是基于服务器的另一种网络部署形式, 其工作原理是: 所有用户在其使用的终端设备 (可以是计算机, 也可以是手机等智能终端) 上使用标准的客户端程序——浏览器 (Browse), 如微软公司的 IE、谷歌公司的 Chrome 和苹果公司的 Safari 等, 所有的用户请求在所使用的计算机上不做任何处理, 都传给网络后台的服务器端。后台的服务器处理用户请求并将结果反馈给请求的浏览器, 呈现给用户。

Microsoft Windows (包括 Windows XP、Windows 7 和 Windows 8 以及 Windows Server)、Unix/Linux 和 Apple OS 是当今占统治地位的网络操作系统。

三种主流操作系统的比较:

1 Windows 和 Apple OS 桌面版本是从事办公和商务工作的普遍使用的客户端操作系统, 具有用户界面友善、易于安装和使用的特点。

2 Unix/Linux 是功能最强大、最灵活和最稳定的多用户、多任务操作系统, 也有对应的桌面版本。Unix/Linux 下多数软件是免费的, 但是其普及度不如 Windows。近年来, 随互联网普及和版权的原因, 用户数有上升趋势。

3 Microsoft Windows、Unix/Linux 对应的服务器版本是常用的网络服务器操作系统。具有构筑服务器集群和服务器池的能力。服务器集群用于实现高性能计算 (HPC) 的网格计算技术; 服务器池用于建立互连网络的云计算中心。Unix/Linux 及其变种在高端应用环境中优于 Windows Server。

19.5.3 网络管理系统的功能包括:

1 网络设备的系统固件管理, 应包括对网络设备的系统软件管理;

2 文件管理, 应包括对数据、文件和程序的存储进行有序管理和备份;

3 配置管理，应包括对网络设备进行相关的参数配置、网络策略设置；

4 故障管理，应包括对网络设备和线路发生的故障预设报警和处理；

5 安全控制，应包括通过身份、密码、权限等验证；

6 性能管理，应包括网络的运行状态、发展趋势分析和预期调整等。

19.5.5 网络安全设计应对非授权访问、信息泄露或丢失、破坏数据完整性、拒绝服务攻击和病毒传播等采取的防范措施包括：

1 传导防护、辐射防护、电磁兼容环境防护等物理安全策略；

2 容错计算机、安全操作系统、安全数据库、病毒防范等系统安全措施；

3 设置包过滤防火墙、代理防火墙、双宿主机防火墙等类型的防火墙；

4 采取入网访问控制、网络权限控制、属性安全控制、网络服务器安全控制、网络监测和锁定控制、网络端口和节点控制等网络访问控制；

5 数据加密；

6 采取报文保密、报文完整性及互相证明等安全协议；

7 采取消息确认、身份确认、数字签名、数字凭证等信息确认措施。

19.5.7 网络的互联网出口通常面临网络层和应用层的攻击，一般应在此设置安全控制措施。针对不同的网络需求和充分保证网络边界的安全和完整性，可在网络的互联网出口部署访问控制、地址转换、应用层防护、流量控制、行为审计、链路负载均衡、DMZ 服务器负载均衡、SSL 远程接入、防 DDoS 攻击等多种技术手段。或者根据具体网络情况，设计以上防范技术的组合方案。

19.6 网络服务器选择

19.6.2 塔式服务器：

1 塔式服务器一般由普通 PC 主机加强而来，机箱较大，可以设置较多的各类接口和扩展插槽；一机多能，相对设备成本低，适用入门级服务器的应用环境；

2 一般在中小型网络中心或独立服务器时，选用塔式服务器；

3 缺点是占用空间大，不便移动，因而在规模稍大的数据中心已很少部署这类服务器。

19.6.3 机架式服务器和刀片式服务器：

1 机架式服务器有统一空间标准，19 英寸宽，高度以 U 为单位，依据具体的服务器能力，高度可为 1U~7U；

2 机架式服务器可以统一部署在机房的标准机柜中；这样的服务器部署能方便地与同一机柜或位于列头机柜内的以太网交换机相连，简化机房的布线和管理；

3 机架式服务器便于移动；

4 机架式服务器占用空间小，在单位空间内可放置更多服务器，便于机房内统一管理，一般在中、大型数据中心用于密集部署服务器；

5 机架式服务器对机房的制冷要求较高，在安装机架式服务器时，冷空气应从服务器机柜前方送入机柜，冷空气流经服务器，从服务器机柜后面流出；

6 刀片式服务器的主体结构是一个具有标准机架尺寸的机箱（刀箱），刀箱内部可插上多块“服务器刀片”单元，每个刀片单元有自己的硬盘和操作系统，每个刀片单元就是一台独立的服务器，多个刀片单元可通过集群软件组成一个服务器集群，刀箱内还可以根据需要安装网络刀片、存储刀片、管理刀片等特定功能的刀片单元；

7 刀片式服务器在节省空间、易于管理、可扩展性方面比

机架式服务器更有优势，在大型数据中心或计算密集型需求的情况下，宜优先采用；

8 刀片式服务器的服务器刀片单元高密度聚集，在设计承载机柜的供电功率和制冷方面必须着重考虑。

19.7 网络互联设计

19.7.1~19.7.3 广域网连接是指通过公共模拟或数据通信网络，将多个局域网或局域网与 Internet 之间相互连接的方式。

其他 WAN 连接技术还有：

1 公共交换数据网 (X.25)：帧中继技术以更高的性能、更低的价格已取代 X.25；

2 xDSL 还有 SDSL (3Mbit/s)、IDSL (144kbit/s)、HDSL (768kbit/s) 和 VDSL (13Mbit/s~52Mbit/s) 等技术，这些技术都得不到广泛使用；

3 宽带 ISDN (BISDN)：BISDN 是一种新的 WAN 技术，能够通过同一介质（光缆或铜缆）发送多信道的数据、视频和语音，其应用还不普及；

4 双向 CATV：由有线电视公司作为 ISP 的一种共享带宽式 WLAN 技术，适用于偏远地区 LAN 的广域网连接；

5 SMDS：设计用于存在大量突发式通信量的 WAN 链路，其应用不多；

6 SDH/SONET：即光同步数字传输网（美国称为 SONET，其他国家称为 SDH），目前中国大部分网络运营商已经有了自己的 SDH 传输网，可为用户提供速率为 2Gbit/s~2.5Gbit/s 的 WAN 连接，ATM 可以在 SDH 上运行；SDH 技术的优点是具有端到端远程监控、故障告警、网络恢复和自愈等功能，可以保证数据传输的安全性（SDH 已成为公认的未来信息高速公路的主要物理传送平台）；

7 40GE/100GE 以太网：目前 10G 以太网正逐步扩展为广域网使用，它可与 SDH/SONET 兼容，可利用现有的 SDH/SONET

NET 的传输设备以 9.584 64Gbit/s 的速率 (OC-192 级) 进行传输, 是一种新兴的广域网连接方式。

19.8 网络应用规划

19.8.1 信息网络系统的设计首先应适应其网络应用的需求, 不同使用功能的建筑其网络系统的应用特征各不相同, 大致可分为一般办公建筑、重要办公建筑、商业性办公建筑、公共建筑、旅馆建筑、教育建筑等几大类, 其网络应用的特征如下:

1 一般办公建筑指处理一般办公事务, 对数据安全无特殊要求的企事业单位办公楼和区级以下政府行政办公楼。其特征是用于处理一般办公事务, 广域网连接主要是 Internet 的 Web 和 E-mail, 局域网内外数据流比例约为 8:2 (传统 2/8 模型)。

2 重要办公建筑指需处理大量办公事务或业务流程, 对数据安全性与网络运行稳定性有较高要求的企事业单位行政办公楼和区级及以上政府行政办公楼, 如银行、档案、电信、电力、税务等系统或大型企业总部行政办公楼。其网络特征是大多要求分设内、外两个物理隔离的局域网, 内网主要用于办公事务的处理与决策或企业机密业务流程处理, 外网用于政策、法规的发布与查询或企业总部与外驻分部的广域网连接, 如单点对多点/多点对多点远程视频会议、虚拟专用网等应用。

3 商业性办公建筑指出租或出售给多用户共同使用的办公建筑。其特征是局域网内部各工作组彼此之间无多大的数据流动, 只提供网络高速主干通道, 为商业团体局域网提供高性能的 Internet 的 Web/E-mail 服务和各种广域网连接应用, 如单点对多点/多点对多点远程视频会议、虚拟专用网等应用。局域网内外数据流比例约为 2:8 (新 2/8 模型)。

4 公共建筑指体育场馆、展览馆、大型商场、航站楼、客运站等。其网络应用的特征是服务对象有内部固定用户和外部流动用户两大类。内部固定用户的网络使用特征与重要办公建筑类似。外部用户的网络使用特征与商业性办公建筑类似, 还具有用

户的流动性和数据流的时段性。

5 旅馆建筑指三星级及以上的饭店、宾馆、招待所等建筑。其网络应用的特征是服务对象有内部固定用户和外部流动用户两大类。内部固定用户的网络使用特征与一般办公建筑类似，主要用于饭店的计算机经营管理；外部用户的网络使用特征与商业性办公建筑类似，主要是用于 Internet 的 Web 和 E-mail 服务和远程视频会议、虚拟专用网等应用，并且还具有数据流较小的特征和时段性（夜晚高峰）。

6 教育建筑的校园网络指覆盖大、中专院校、企业园区等较大区域的计算机局域网。其网络应用的特征是子网多而分散，用户众多，主干和广域网数据流量大。因此，采用网络分段（第 3 层路由功能的交换机）和子网数据驻留（分布设置服务器）的方式控制流经主干上的数据流，提高主干的传输速率。

19.8.2 在安全性或运行稳定性要求一般的网络中，构建适应多种应用需求的共用网络具有使用灵活、方便，便于网络管理，减少网络投资等优点。

19.8.3 通常指政府行政办公楼或重要企业行政办公楼，如银行、档案、电信、电力、税务等，采取物理隔离措施隔离内部、外部网络是对内部网络安全性与运行稳定性的有效保障。

19.9 无线局域网

19.9.1 WLAN 网络是对传统无线网络和有线数据网络智能一体化融合的延伸和补充。作为事实上与 2G、3G、LTE 并存的无线网络，WLAN 是移动互联高速接入的唯一智能通道。

无线网具有性价比高、使用灵活的特性，是一种很有前途的网络形式，目前无线网已开始普及应用，并将成为局域网的主流。由于存在抗干扰性、安全性和传输速率等方面的限制，无线网络在多数情况下是用于对有线局域网的拓展，如公共建筑中供流动用户使用的网络段、跨接难以布线的两个（或多个）网段，在某些工作人员流动性较大的办公建筑中也可局部采用无线网作

为有线网的拓展。

除了网络接口卡是连接在收发器，而不是连接到传输介质以外，在无线网络中运行的计算机与在有线网络环境中的相应部件类似。无线网络接口卡所使用的收发器安装在每台计算机中，用于广播和接收周围计算机的信号，它通过安装在墙上的收发器（有线）与有线网络连接。

19.9.3 无线网络标准如表 39 所示。

表 39 无线网络标准

协议	发布时间	标准频宽 (GHz)	实际速度 (标准) (Mbps)	实际速度 (最大) (Mbps)	半径 范围 (室内)	半径 范围 (室外)
Legacy	1997 年	2.4~2.5	1	2		
802.11a	1999 年	5.15~5.35/ 5.47~5.725/ 5.725~5.875	25	54	约 30m	约 45m
802.11b	1999 年	2.4~2.5	6.5	11	约 30m	约 100m
802.11g	2003 年	2.4~2.5	25	54	约 30m	约 100m
802.11n	2009 年	2.4 或 5	300 (20MHz * 4MIMO)	600 (40MHz * 4MIMO)	约 70m	约 250m
802.11p	2009 年	5.86~5.925	3	27	约 300m	约 1000m
802.11ac	2011 年	5	433、 867(80MHz), (160MHz 为可选)	867, 1.73, 3.47 6.93 (8MIMO, 160MHz)	约 35m	

19.9.6 大多数情况下无线局域网是作为有线网络的一种补充和扩展，在这种配置下多个无线终端通过无线 AP 连接到有线网络上，使无线用户能够访问网络。AP 有覆盖范围限制，通常为几十米至上百米。当网络环境存在多个 AP 且覆盖区有重叠时，漫

游的无线终端能够自动发现附近信号强度大的 AP 并通过这个 AP 收发数据，保持不间断的网络连接。

胖 AP 架构一般在传统的无线网络环境或家用等解决简单接入方式的小型场合环境下应用。这类无线网络架构不需要 AC。

瘦 AP 架构是通过 AC 来管理众多的 AP 接入认证和控制策略。此时的 AP（瘦 AP），自身不能单独配置或者使用，需从 AC 处获得网络策略和管理规则。

典型的无线网络架构如图 38 所示。

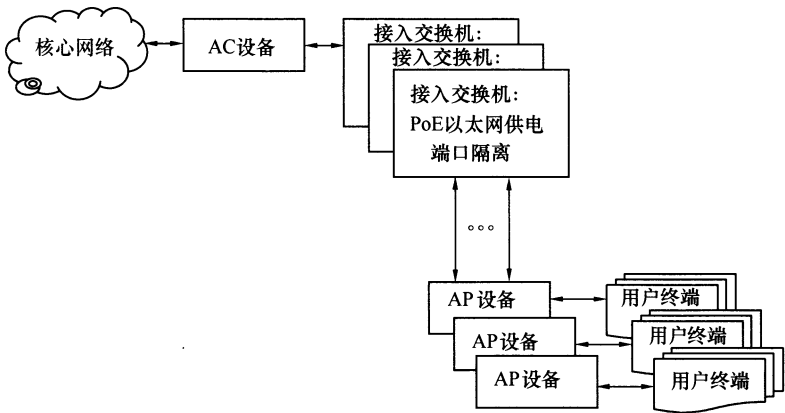


图 38 典型的无线网络架构

瘦 AP 架构的无线网络中 AC 的设置位置决定了集中式、分布式和混合式 AC 设置模式。

19.9.7 无线网络方案实施前应确定的内容：

1 有线网络侧：

- 1) 承载 AP 数据的有线网络拓扑结构；
- 2) 设备之间 VLAN 及路由；
- 3) DHCP 服务器及设备 IP 地址规划；
- 4) 设备间冗余备份、负载均衡等其他功能的规划。

2 无线网络侧：

- 1) 无线网络侧的拓扑结构；

- 2) 统一的 SSID 命名规则；
- 3) 统一的 AP 命名规则；
- 4) 确定用户使用的接入认证方式和计费方式等；
- 5) 统一的无线用户 VLAN 和 IP 地址规划。

20 通信网络系统

20.1 一般规定

20.1.2 本章通信网络系统仅仅涉及民用建筑中常用的通信接入网系统、用户电话交换系统、无线通信系统、甚小口径卫星通信系统、会议电视系统、多媒体教学系统。其他通信网络系统可参见国家现行相关的设计规范或标准。同时为保证国家通信网络系统的安全，在电信网络传输中所涉及的信息接入系统、用户电话交换系统、无线通信系统、甚小口径卫星通信系统、会议电视系统、多媒体教学系统设备均应取得工业和信息化部“电信设备进网许可证”。

20.1.4 单体或群体民用建筑建设时所涉及的通信网络系统工程，其用地红线内的室外地下通信管道、建筑内的配线管网、进线间、信息接入机房、设备间、电信间或弱电间等通信设施，应与单体或群体民用建筑同步进行建设。

20.2 信息接入系统

20.2.3 有线接入网应采用光纤接入方式，其接入工程设计应符合现行行业标准《有线接入网设备安装工程设计规范》YD/T 5139 和《宽带光纤接入工程设计规范》YD 5206 中有关规定。ISPBX 应符合现行行业标准《N-ISDN 第二类网络终端（NT2 型）设备 ISDN 用户交换机技术规范》YD/T 928 的有关规定。

20.2.4 用户接入点是多家电信业务经营者共同接入的部位，亦是建筑物内用户自由选择电信业务经营者的部位，同时也是电信业务经营者与建筑物建设方的工程分界点。建筑物内用户接入点的设定是为了解决多家电信业务经营者在通信工程实施时的交叉

性与复杂性，其工程的建设界面划分能让建筑物建设方更具有可操作性。

用户接入点处的光纤配线设备具有光缆分路、配线及分纤的功能，同时用户接入点处宜设置光分路器。当光纤到单体或群体建筑为租售商务办公楼时，为保证各租售楼层各家使用单位用户单元信息配线箱内光网络单元（ONU）上能获得楼外电信业务经营者交换局侧发来较低衰耗的光信号，其光分路器设备宜选用32路至64路分路数。

本条是根据《国务院关于印发“宽带中国”战略及实施方案的通知》（国发〔2013〕31号）的要求编制的，该方案通知是国务院特制定的通知。通知特别强调：“按照高速接入、广泛覆盖、多种手段、因地制宜的思路，推进接入网建设。城市地区利用光纤到户、光纤到楼等技术方式进行接入网建设和改造，并结合3G/LTE与无线局域网技术，实现宽带网络无缝覆盖。农村地区因地制宜，灵活采取有线、无线等技术方式进行接入网建设。”和“下一代广播电视宽带网建设。采用超高速智能光纤和同轴光缆传输技术建设下一代广播电视宽带网，通过光纤到小区、光纤到自然村、光纤到楼等方式，结合同轴电缆入户，充分利用广播电视网海量下行带宽、室内多信息点分布的优势，满足不同用户对弹性接入带宽的需要，加快实现宽带网络优化提速，促进宽带普及”的要求。

同时根据原信息产业部和原建设部联合发布的《关于进一步规范住宅小区及商住楼通信管线及通信设施建设的通知》（信部联规〔2007〕24号）的要求提出的，即房地产开发企业、项目管理者不得就接入和使用住宅小区和商住楼内的通信管线等通信设施与电信运营企业签订垄断协议，不得以任何方式限制其他电信运营企业的接入和使用，不得限制用户自由选择电信业务的权利。

20.2.5 光纤到用户单元通信设施的工程，其包含建筑规划用地红线内地下通信管道、建筑内管槽及通信光缆、光配线设备、用

户单元信息配线箱及预留的设备间等设备所需安装空间。用户单元信息配线箱是安装于用户单元区域内的完成信息互通与电信业务接入的配线箱体。

20.2.6 第4款 单体高层建筑或建筑高度大于100m时，用户接入点可设置在建筑的进线间附近信息接入机房内或可设置在不同业态建筑区域相关避难层中的通信设施机房内。并可根据建筑物建设方或使用方实际需求，设置在综合布线系统设备间（BD）内，但设备间内应有各家电信业务经营者独立安装通信设施的空间与位置。当进线间受到建筑平面设置条件限制且各家电信业务经营者共建信息接入机房时，进线间可与信息接入机房合设。

20.3 用户电话交换系统

20.3.1 调度交换系统、会议电话系统和呼叫中心系统，是以电话交换技术为基础具有不同功能的通信系统，并与用户电话交换系统互通。根据工程项目对系统的应用需求，可独立设置调度交换系统、会议电话系统和呼叫中心系统设置，亦可与用户电话交换系统合设。

用户电话交换系统是用户通信系统中一个很重要的系统，它不仅能完成系统内部分机之间以及内部分机与公网用户间的通信，同时还与其他系统互通。随着通信技术的不断发展和计算机技术向电信领域的渗透，用户电话交换机技术也不断更新，由数字程控交换机，到具备ISDN功能的程控用户交换机和IP分组交换用户电话交换机，以及目前较为主流的控制与承载相分离的软交换架构的用户电话交换机，用户可根据实际需求选择。

20.3.2 用户电话交换系统

第2款 用户电话交换系统可分为PBX、ISPBX、IP PBX和软交换用户电话交换机构成的系统。

20.3.7 用户电话交换系统的供电要求

建筑物内无发电机组设备时，应根据当地供电部门网运行状况和使用单位对电话交换系统重要性的要求，设置电池组放电时间。

20.4 数字无线对讲系统

20.4.9 第3款 室内主干馈线采用 50Ω 低损耗无卤低烟阻燃射频同轴电缆，工程中通常采用直径不小于 7/8 英寸的 HCTA-YZ-50-22 或 HTTAYZ-50-22 同轴电缆。

第4款 室内水平分支馈线采用的 50Ω 低损耗无卤低烟阻燃射频同轴电缆，工程中通常采用直径不小于 1/2 英寸的 HCAAYZ-50-12 或 HCAHYZ-50-9 的同轴电缆。

20.4.11 室内天馈线分布系统中信号覆盖强度

第2款 MOS 评分方法是由 ITU 国际电信联盟（原 CCITT 国际电报电话咨询委员会）推荐的主观评价方法，它能快捷地给出语音质量评价的客观评价方法，其采用五级评分制，见表 40。

表 40 MOS 评分的五级标准及相应的主观评定与失真描述

MOS 评分	质量级别	主观评定标准或失真级别
5	优	几乎无噪声或无失真
4	良	刚有感觉的轻微噪声或刚有察觉的失真
3	中	有稍觉烦恼的噪声或有察觉的失真
2	差	有明显烦恼仍可忍受的噪声或严重失真
1	劣	不可忍受的噪声或失真

20.4.13 系统设计中信号强度传播损耗

第2款 室外不规则地形上射频信号路径传播损耗 Egli 模型计算公式应符合下列要求：

$$L_p(\text{dB}) = 88 + 20\lg F - 20\lg h_t - 20\lg h_r + 40\lg D - G \quad (15)$$

式中： L_p ——室外不规则地形上信号路径传播损耗值 (dB)；
 F ——工作频率 (MHz)；
 h_t ——室外天线高度 (m)；
 h_r ——移动台天线高度 (m)，典型高度为 1.5m；
 D ——空间信号传输距离 (km)；
 G ——地形修正因子 (dB)。

Egli 模型是用于陆上无线通信 HF (高频段)、VHF (甚高频)、UHF (特高频) 无线信号传播预测或计算的方式，适用于 25MHz~470MHz 频段范围 (并可扩展至 1GHz)。是根据不规则地形上所得到的大量数据的综合分析所提出的一种经验模型。其模型路径传播损耗计算公式适用于室外郊区的开阔地、园区，以及高度不大于 15m 的丘陵地形起伏地段或障碍物；当丘陵地形起伏或障碍物高度大于 15m 时，其地形因素会对信号路径传播损耗计算有影响，应增添地形修正因子 G 予以路径传播损耗计算修正。Egli 模型地形修正因子 G 见图 39。

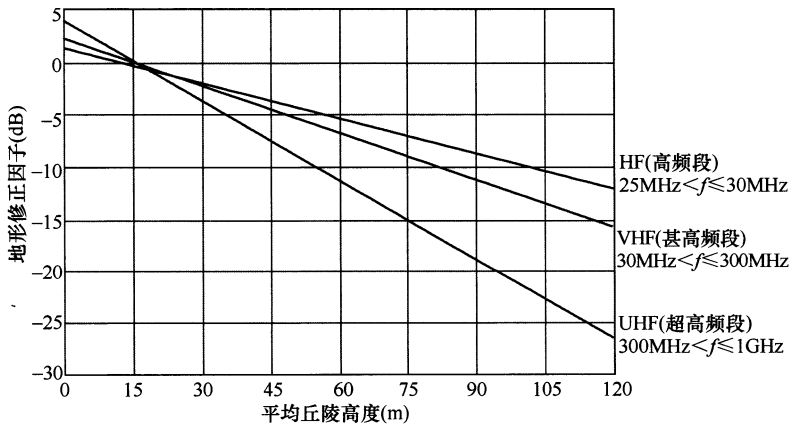


图 39 Egli 模型地形修正因子 G

第 3 款 空间射频电波信号穿越建筑墙体、楼板等材料时，其传输被吸收损耗值可参见表 41 和表 42 中经验值。

**表 41 150MHz/350MHz/400MHz 频段室内无线信号
穿越建筑墙体楼板等材料时传播损耗值**

损耗 (dB) 工作频段 (MHz)	墙体材料					
	混凝土墙 (厚 100mm)	砖砌墙	玻璃	混凝土 楼板 (厚 80mm)	吊顶内 机电金属 管道	
150/350/400	12~15	5~12	5~10	10~13	8	

**表 42 150MHz/350MHz/400MHz 频段室内无线信号
穿越建筑装饰等材料时传播损耗值**

损耗 (dB) 工作频段 (MHz)	墙体材料					
	木板 (厚 15mm)	石膏板 (厚 7mm)	砖 (厚 60mm)	砖 (含水) (厚 60mm)	瓦 (厚 15mm)	隔热 玻璃 纤维
150/350/400	3.2	0.1	1.3	5.5	7.5	34.1

20.5 移动通信室内信号覆盖系统

20.5.4 各家电信业务经营者移动通信频率范围可参见表 43。

表 43 专用频段及民用频段移动通信信号的频段

频段 运营网络		运营方式	
		上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)
2G 系统	中国移动 GSM900	889~909	934~954
	中国联通 GSM900	909~915	954~960
	中国电信 CDMA800	825~835	870~880
	中国移动 DCS1800	1710~1735	1805~1830
	中国联通 DCS1800	1735~1755	1830~1850
3G 系统	中国移动 TD-SCDMA	1880~1900, 2010~2025	
	中国联通 WCDMA	1940~1955	2130~2145
	中国电信 CDMA2000	1920~1935	2110~2125

续表 43

频段		运营方式		上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)
		运营网络			
4G 系统	中国移动		TD-LTE	1880~1900, 2320~2370, 2575~2635	
	中国 联通	TD-LTE		2300~2320, 2555~2575	
		FDD LTE		1750~1765	1845~1860
	中国 电信	TD-LTE		2370~2390, 2635~2655	
		FDD LTE		1765~1780	1860~1875
WLAN			2400~2483.5		
数字集群 800MHz			806~821	851~866	

- 注：1 表内专用频段及民用频段移动通信信号的频段最终以工业与信息产业部发放牌照时要求为准；
- 2 中国电信 CDMA 系统上行 825MHz~835MHz 及下行 870MHz~880MHz 包含电信 CDMA EvDo；
- 3 中国联通、中国电信 4G 系统组网均采用 FDD LTE 与 TD-LTE 混合组网方式；
- 4 列出的 WLAN 2400MHz 为无线局域网民用频段；数字集群 800MHz 为专用频段。供参考。

20.5.5 室内信号覆盖系统的接入应满足 CDMA800、GSM900、GSM1800、TD-SCDMA、CDMA2000、WCDMA、TD-LTE(4G)、LTE FDD(4G)等多种技术标准的无线信号接入。

20.5.6 系统信号源的设定与引入方式

第 1 款 系统信号源的引入方式，对公共建筑内部话务量需求大、建筑高度大于 100m 的建筑、大型或特大型建筑以及有特殊需求的场所，宜选用微蜂窝或宏蜂窝基站且采用基站直接耦合信号方式；而基站直接耦合信号方式就是指从周边已建成基站或在建筑物内新添加的基站中直接用功率器件（功分器、耦合器）等设备提取信号的方式。

第 2 款 对建筑面积规模较小或话务量需求较少的场所，以

及建筑物在周边室外基站较为密集的场所，应采用有线信号的引入方式，即采用光纤直放站直接信号引入方式。而直放站是基站（BS）与移动台（MS）之间的中继转发器，属于同频放大设备，是指在无线通信传输过程中起到信号增强的一种无线电发射中转设备。直放站的基本功能就是一个射频信号功率增强器。

光纤直放站就是借助光纤进行信号传输的直放站，其主要由光近端机、光纤、光远端机（覆盖单元）几个部分组成。光近端机和光远端机都包括射频单元（RF 单元）和光单元。光纤直放站中近端机一般安装在基站机房里，无线信号通过耦合器从基站中耦合出来后，进入光近端机；远端机则安装在需要覆盖的单体建筑或群体建筑内信息接入机房或弱电间或某个设备能适当安置的位置，通常在远端机旁边还需装一个光纤配线盒（ODF）。

第 3 款 当建筑物受条件限制不具备使用光纤直放站的场所或建筑物周边空间信号较为纯净的场所，宜采用空间无线耦合信号方式（空间无线直放站方式）。而空间无线耦合信号方式就是指利用直放站作为信源接入设备，通过空间耦合的方式引入周边已建成基站信号的方式。空间无线耦合信号方式中宜采用无线同频直放站时，其具有建站容易、开通快捷和成本低廉等优点，在移动通信信号室内覆盖系统中已被广泛应用。

第 5 款 室外天线安装位置的选择非常重要，天线处接收功率应该大于 -80dBm ，其扇区 $\text{EC}/\text{IO} > -6\text{dB}$ 。设计时特别要注意的是天线不宜安装在最高的楼顶。由于在市区内各个基站密度很大，在最高的屋顶会收到很多扇区的信号，导频信号会污染严重。如将天线安装在最高层的屋顶，会将屋顶的导频信号污染扩大到室内。如有条件，可将天线安装在建筑物面视基站的裙楼屋顶（如：4 层到 7 层楼的屋顶）。

20.5.7 室内信号覆盖系统的接通率

第 2 款 每个楼层面天线的设置应按无线覆盖的接通率而定。

20.5.8 系统的室内天馈线分布系统设计

第 3 款 系统的室内无线信号覆盖的边缘强度值应大于或

等于-75dBm，并应高于室外无线信号强度 8dB~10dB，以保证室内信号覆盖的边缘处的移动用户能正常切换接入室内网络。

第 5 款 自由空间传播路径损耗计算公式应符合下列要求：

$$L_{fs}(\text{dB}) = 32.44 + 20\lg F + 20\lg D \quad (16)$$

式中： L_{fs} ——自由空间传输损耗值（dB）；

F ——工作频率（MHz）；

D ——空间信号传输距离（km）。

公式是在气温 25℃，1 个大气压的理想情况的计算公式。

室内空间环境中，移动通信信号室内覆盖系统 800MHz~2400MHz 频率无线信号传播距离损耗值可见表 44。

表 44 800MHz~2400MHz 频率无线信号传播距离损耗表（dB）

损耗（dB） 频率（MHz）	传播距离 （km）					
	1	5	10	15	20	30
800	30.44	44.42	50.44	53.96	56.44	59.58
900	31.52	45.50	51.52	55.04	57.52	61.06
1800	37.54	51.52	57.54	61.06	63.56	67.08
1900	38.01	51.99	58.01	61.53	64.03	67.55
2400	40.04	54.02	60.04	63.56	66.06	69.58

第 6 款 室内吊平顶板采用对信号无屏蔽遮挡的石膏板或木质板时，可将全向吸顶天线固定在吊平顶板内，并可在天线附近吊平顶板上留有天线检修口。

第 8~10 款 系统中主干馈线和水平馈线编制的型式代号应符合国家现行行业标准《通信电缆 无线通信用 50Ω 泡沫聚烯烃绝缘皱纹铜管外导体射频同轴电缆》YD/T 1092 的要求。

系统中射频同轴电缆和室内/室外光缆水平敷设安装时，缆线应弯曲圆滑，其最小弯曲半径应符合表 45 的要求。

表 45 射频电缆和室内/室外光缆水平弯曲半径表

线径 (mm)	二次弯曲的半径 (mm)	一次性弯曲半径 (mm)
22.2 (7/8 英寸) 射频同轴电缆	360	250
12.7 (1/2 英寸) 射频同轴电缆	210	125
室内/室外光缆	—	15D/15H (静态)

注：D 为缆芯处圆形护套外径；H 为缆芯处扁形护套短轴的高度。

20.6 甚小口径卫星通信系统

20.6.11 甚小口径 (VSAT) 卫星通信系统地面固定端站宜直接设置在用户使用地点或设置在用户使用地点附近。当端站直接设置在用户使用地点处时，可将端站上通信电路接口直接连接至使用设备上；当端站设置在用户使用地点附近时，需加设连接两端之间的连接管线。

20.7 数字微波通信系统

20.7.3 企事业单位应对重要数据干线光纤传输进行补充和冗余，当需快速建立城市内的短距离支线连接、对远端场所计算机局域网进行联网，以及在边远地区和专用通信网中建立为用户提供基本通信业务、提供紧急灾难地区通信时，宜设置数字微波通信系统。

数字微波通信系统进行点对点通信时，可在 10km~20km 范围内建筑物等场所两点之间，实现数据、语音、视频等信号高速传输，建立无线网桥，并可进行扩展。

系统进行点对多点通信时，可在 5km~10km 的覆盖范围内，实现本建筑物为中心与远端各建筑或分支机构等场所之间，实现点对多点间的多路视频、数据、语音等信号快速传输，建立无线网桥。

20.7.8 数字微波通信系统在分米波段 (或称超高频段、UHF

波段)内工作时,频率大于300MHz但不大于3000MHz,其电磁波长在1m~0.1m之间。系统在厘米波段(或称超高频段、SHF波段)内工作时,频率大于3GHz但不大于30GHz,其电磁波长在10cm~1cm之间。

20.8 会议系统

I 会议电视系统

20.8.3 会议电视系统设备

第1款 由移动通信3G、4G及以上和WiFi等无线方式链接的个人便携式手提电脑、智能手机、平板电脑等终端设备的会议电视系统,能通过软件实现用户之间的交互式视音频通信;

第2款 会议电视录制与播放系统宜具有对本地音频、视频信号进行自动录制与播放,并可交互式对远端会场音频、视频信号进行自动播放的功能;

第3款 会场电视扩声系统宜选用功率放大器、监听设备、扬声器或音箱,其扬声器或音箱宜采用集中式、分散式或集中分散相结合的设置方式,满足全场覆盖、声场均匀度及声像一致性的要求。

20.8.4 会议电视系统基本功能

第1款~第3款 会议电视视频显示系统宜采用1块或2块16:9显示屏幕分别显示本地会场和远端会场的会议内容,支持摄像机视频图像和计算机数据能在双屏或多屏上显示。同时能支持多媒体DVD播放图像,以及VGA、HDMI、DVI等各类视频图像信号的显示。

第4款 会议电视期间应能在显示屏幕设备上查看到当前系统网络上运行的实时数据信息。其数据信息显示宜具有下列要求:

- 1 数据丢包率在专用网络时宜小于3%,广域网络时宜小

于 5%；

2 数据丢包恢复技术能力宜在 10%~30%之间；

3 视频图像高清分辨率不宜低于 1280 像素×720 像素；

4 视频图像传输时延在专用网络时不宜大于 100ms，广域网络时宜小于 200ms；

5 视频图像传输的帧率应按网络上当前运行的能力，自适应应在 5f/s~60f/s 内可调。

20.8.5 会议系统进行控制和管理

1 会议电视集中控制系统宜能通过计算机及无线触摸屏，控制音频及视频信号切换、灯光调光、投影机升降、电动投影幕、电动窗帘等设备；

2 会议电视管理系统宜具有会议预定、会议通知、会议签到、会务管理、数据统计、会议计费的智能化会务管理平台的功能。

20.8.6 会议电视系统采用多点控制单元 (MCU) 设备组网。

第 9 款 数量配置可选用支持 8 方~64 方会议功能。

20.8.8 会议电视系统应符合多种标准协议。

会议电视系统应遵循 ITU-T 相关规范，应支持 H.320、H.323 和 SIP 网络传输协议，支持语音 G.711、G.722、G.723.1、G.728、G.729、G.729A、G.719、MPEG4-AAC LC/LD 等音频编码标准，支持视频 H.263、H.264、H.264 Main Profile、H.264 High Profile、H.265 等图像编码标准，可支持高清晰度视频达 25/30f/s720P、25/30f/s1080P 或 50/60f/s1080P 图像数据传输标准，以及支持双码流 H.239 和 SIP 的 BFCP 图像数据传输等标准。

1 基于 H.320 标准的会议电视系统是基于窄带的可视电话终端及系统。系统可采用单 MCU 星形组网和两级 MCU 组网 (主从) 结构两种，用户层的接入一般采用 E1 专线方式或 ISDN 2B+D 的接入方式连接。

2 基于 H.323 标准的会议电视系统是基于包交换技术的多

媒体通信系统。随着 Internet/Intranet 技术的发展,采用 TCP/IP 作为传输标准的 H. 323 标准的会议电视系统越来越多地在企事业单位得到应用。同时, H. 323 与 H. 320 标准的会议电视系统主要区别如下:

- 1) H. 323 标准采用总线型网络结构,而 H. 320 标准采用的是主从星形汇接结构; H. 323 标准的总线型结构不会因组网中某一个会议终端出现临时故障而影响整个会议和网络;
 - 2) H. 323 标准是基于 TCP/IP 协议传输,具备多点广播功能,而 H. 320 标准不具备广播功能;
 - 3) H. 323 标准采用的是目前主流的 TCP/IP 协议,可使用现行的互联网或专线网络传输,而 H. 320 标准由于采用传统会议电视系统技术,即采用的是 E1 专线或 ISDN 2B+D 的接入方式,用户在会议期间租用电信线路费用上将比采用 H. 323 标准的会议电视系统要高。
- 3 传输速率的要求:
- 1) 基于 H. 320 通信协议时,应支持 64kbps~2Mbps 的传输速率;
 - 2) 基于 H. 323 通信协议时,应支持 128kbps~8Mbps 及以上的传输速率;
 - 3) 基于 SIP 通信协议时,应支持 128kbps 及以上的传输速率。

20.8.9

1 会议电视系统终端视频图像质量效果主观评价应采用五级损伤制评分方法,并应符合国家现行标准《数字电视图像质量主观评价方法》GY/T 134(该标准等效采用 ITU-R BT. 599-7 和 Rec. 710-1)和《彩色电视图像质量主观评价方法》GB/T 7401 中相关要求。

五级损伤制评分等级是根据图像质量受损程度的主观感觉

(见表 46)，对受评图像进行评分。其评分等级与被测图像质量的受损程度的主观感觉应符合本标准第 14.3.2 条中五级损伤制评定图像等级的要求。

表 46 五级损伤评分标度及图像质量受损程度的主观感觉

评分等级	被测图像质量的受损程度
5	不觉察有损伤或干扰存在
4	有稍可觉察的损伤或干扰，但不令人讨厌
3	有明显觉察的损伤或干扰，令人感到讨厌
2	损伤或干扰较严重，令人相当讨厌
1	损伤或干扰极严重，不能观看

2 会议电视系统中 H. 239 双码流协议图像标准、帧率及信号传输双向对称带宽宜满足表 47 的要求。

表 47 图像标准、帧率及信号传输双向对称带宽性能参数

图像标准	帧率 (f/s)	双向对称带宽 (HP)	双向对称带宽 (MP)	双向对称带宽 (H. 265)
4CIF	25/30	128kbps~256kbps	128kbps~256kbps	—
	50/60	256kbps~512kbps	256kbps~512kbps	—
720P	25/30	384kbps~768kbps	512kbps~768kbps	256kbps~512kbps
	50/60	512kbps~1Mbps	768kbps~1Mbps	384kbps~768kbps
1080P	25/30	512kbps~1Mbps	1Mbps~2Mbps	384kbps~768kbps
	50/60	1Mbps~2Mbps	2Mbps~4Mbps	768kbps~1Mbps
4K	25/30	—	—	2Mbps~4Mbps
	50/60	—	—	4Mbps~8Mbps

注：表中双向对称带宽 HP 是基于 H. 264 high profile 传输标准，MP 是基于 H. 264 Main profile 传输标准。

20.8.10 会议电视系统用房

第4款 中型或大型或特大型会议电视场所内会议桌椅面向显示屏幕扇形排列布置时，第一排会议桌椅与单屏幕或双幕显示部分间距离宜为2.0m~4.0m。前后排之间的间距不宜小于1.2m，左右相邻排桌之间的通道宽度不宜小于1.2m；当设置靠墙通道时宽度不宜小于0.8m。

20.8.12 会议电视系统的会场电子声学、建筑声学及建筑环境要求

第1款 会场宜满足室内电子扩声系统特性达到国家颁布的厅堂扩声一级标准的电声要求，具有较高的语言清晰度、适当混响时间、声场达到最大扩散等声学条件。

第2款 其室内最佳混响时间可参照图40；并可参考现行国家标准《剧场、电影院和多功能厅建筑声学技术规范》GB/T 50356中的相关规定。

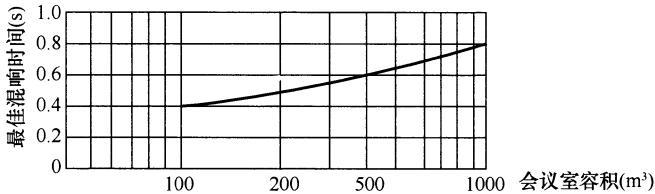


图40 室内最佳混响时间

第3款 会议电视室的建筑环境除符合本标准第23.3节和建筑围护结构、建筑声学的有关要求外，还应符合以下要求：

1 房间内应满足室内无回声、颤动回声和声聚焦的建筑声学要求；

2 房间的围护结构应具有良好的隔声性能，室内的内壁、顶棚、地面应进行吸声处理，通风、空调应采取降噪措施；

3 房间围护结构的隔墙与楼板的空气声、撞击声隔声标准以及室内允许噪声级见表48；

表 48 隔声和室内噪声限制标准

房间名称	空气声隔声标准 (计权隔声量 dB)			撞击声隔声标准 (计权标准化 撞击声压级 dB)			室内允许噪声级 (A 声级, dB)		
	一级	二级	三级	一级	二级	三级	一级	二级	三级
大会议室	≥50	—	—	≤65	—	—	≤40	—	—
中小会议室	≥50	—	—	≤65	—	—	≤40	—	—
控制室	—	≥45	—	—	≤65	—	—	≤50	—
传输设备室	—	—	≥40	—	≤65	—	—	—	≤55

4 室内围护装饰、会议桌椅布置、地毯等应采用无反光材料，宜具有浅色舒适的色调。严禁采用黑色或白色作背景。

20.8.14 会议电视室内距地板面 0.8m 的主席台区域工作面的局部照明垂直照度不宜低于 750lx。视频显示屏幕区域的局部照明垂直照度不宜高于 75lx，其他区域的局部照明垂直照度宜在 500lx。会议电视室应采用多区域调光控制的方式予以其增强或减弱。

II 电子会议系统

20.8.15 电子会议系统工程组成和连接关系见图 41。

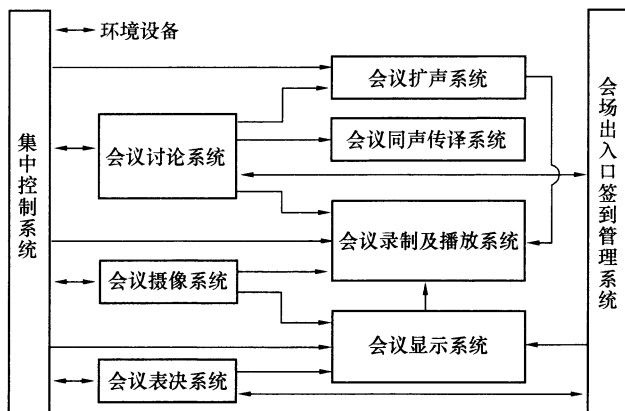


图 41 电子会议系统工程组成和连接

根据会议厅堂规模 and 实际需求的不同，可选择不同的子系统，组合见表 49。

表 49 典型电子会议系统工程的子系统选择

子系统	小型讨论 会议室	中型同传 会议厅	政府中型 会议厅	会议中心 多功能厅	人大、政协 会堂	大型国际 会议厅
会议讨论系统	✓	✓	✓	✓	✓	✓
有线同声 传译系统	—	✓	—	—	✓	✓
红外线同声 传译系统	—	✓ (可选)	—	✓ (可选)	✓ (可选)	✓ (可选)
会议表决 系统	—	✓	✓	—	✓	✓
会议扩声 系统	✓ (可选)	✓	✓	✓	✓	✓
会议显示 系统	✓ (可选)	✓	✓	✓	✓	✓
会议摄像 系统	—	✓	✓	✓	✓	✓
会议录制和 播放系统	—	✓	✓	✓	✓	✓
集中控制 系统	✓ (可选)	✓	✓	✓	✓	✓
会场出入口 签到管理系统	—	—	—	—	✓	—
控制室	—	✓ (可选)	✓	✓	✓	✓

其中，小型会议是指 50 个座席以下的会议场所，中型会议是指 50 个~200 个座席的会议场所，大型会议是指 200 个座席以上的会议场所。

20.8.16 电子会议讨论系统的分类见表 50。

表 50 电子会议讨论系统的分类

设备连接方式		有线 (菊花链式/星形式)	无线 (红外线式/射频式)
音频传输 方式	模拟	模拟有线会议讨论系统	模拟无线会议讨论系统
	数字	数字有线会议讨论系统	数字无线会议讨论系统

第 1 款 根据会议场所座席的布局、布线安装条件等选择会议讨论系统的类型。

第 2 款 采用无线射频会议讨论系统，当在会场中或会场附近有与本系统相同或相近频段的射频设备工作时，有其他采用相同技术的设备同时运行，就可能引起同频干扰。在红外无线会议讨论系统中，信号是通过红外光进行传输的，可起到会议保密和防止恶意干扰的效果。

第 3 款 采取措施预防系统内部的干扰，关闭门窗和在透明的门窗上加挂遮光窗帘等措施，将会场的光线与外界隔离，可起到会议保密和防止恶意干扰的作用。

第 4 款 星形会议讨论系统中，当传声器数量超过 20 只，布线、安装将会变得复杂，线路间的干扰也会增大。

20.8.17 同声传译语言分配系统的分类见表 51。

表 51 同声传译语言分配系统的分类

信号传输方式		有线	无线（红外线式）	无线（射频式）
音频传输 方式	模拟	模拟有线语言分配系统	模拟红外语言分配系统	模拟射频语言音频传输分配系统
	数字	数字有线语言分配系统	数字红外语言分配系统	数字射频语言分配系统

第 1 款 根据会议场所座席的布局、布线安装条件等选择语言分配系统的类型。

第 2 款 对于采用模拟音频传输的模拟有线语言分配系统，需要多芯专用传输线，这种专用传输线缆不仅昂贵、复杂，而且

连接点多，会增加故障。各通道选择器之间的干扰和外部的电磁波干扰会随着通道选择器数量的增多而加大。此外，音频信号电平的衰减随传输距离的增加而增加，使得信号噪声比、通道串音衰减、频率响应等音频指标越来越差。

第6款 在同声传译的设计中要处理好译音室的技术要求，特别要处理好观察窗的隔声要求和合理选择空调设备，并做好消声处理。

20.8.18 在电子会议扩声系统中传输频率特性、传声增益、声场不均匀度、系统总噪声级指标均是依据《厅堂扩声系统设计规范》GB 50371 - 2006 中对会议类扩声系统声学特性指标的规定。语言清晰度最常用、最方便的表征方法是语言传输指数（STI）。它是由国外科学家提出，经 IEC 认可并列入 IEC 文件；但 STI 的测量比较复杂、烦琐，因此通常在有扩声系统的房间测量扩声系统语言传输指数 STIPA。在我国，《厅堂扩声特性测量方法》GB/T 4959 - 2011 增加了评价扩声系统语言传输指数 STIPA 的测量方法，使 STI 测量方法更加科学、合理。

20.8.19 会议表决系统可根据设备的连接方式分为有线会议表决系统和无线会议表决系统。有线会议表决系统可根据表决速度分为普通有线会议表决系统和高速有线会议表决系统。无线会议表决系统可分为射频式无线会议表决系统和红外线式无线会议表决系统。根据会议场所座席的布局、布线安装条件、表决器数量等选择会议表决系统的类型。

20.8.20 会议显示系统可分为交互式电子显示白板显示系统、发光二极管显示系统、投影显示系统、等离子显示系统和液晶显示系统等。在一定的亮度范围内，亮度值越大，则显示的图像越清晰，但亮度值超过一定的范围，亮度值再增加，反而使图像清晰度下降；并且长时间在高亮度状态下观看显示屏幕，眼睛易感疲劳；此外，亮度太高不仅浪费能源，还会降低显示屏和投影机的使用寿命。

20.8.21 会议摄像系统可分为会场摄像系统和跟踪摄像系统，

本条规定了系统的基本功能及摄像机清晰度的性能要求。

20.8.22 会议录像和播放系统设计可分为分布式录播系统和一体机录播系统，本条规定了系统的基本功能、接口及性能要求。

20.8.23 集中控制系统可根据控制及信号传输方式的不同，分为无线单向控制、无线双向控制、有线控制等，本条规定了系统的基本控制功能、联动及性能要求。

20.8.24 会场出入口签到管理系统可分为远距离会场出入口签到管理系统和近距离会场出入口签到管理系统，本条规定了系统的基本功能及性能要求。

20.8.26 对于临时设置在会议室内的摄像机、监视器等设备的供电，应考虑提供相应的专用插座。采用不同相电源，容易产生干扰现象，如噪声、噪波等。

20.9 多媒体教学系统

20.9.1 多媒体教学系统应运用多媒体计算机辅助教学系统设备，即利用多媒体计算机，进行综合处理和控制符号、语言、文字、声音、图形、图像、影像等多种媒体信息，将多媒体的各个要素按教学要求进行有机组合，并通过屏幕及音响显示出音频与视频，配以使用者与计算机之间的人机交互操作，完成教学或培训过程。

I 数字交互式语言学习系统

20.9.3 语言实验教室内数字交互式语言学习系统是由一套教师主控单元、多套学生单元设备、系统操作及教学应用软件组成。

数字交互式语言学习系统中教师授课主控单元设备可包括教师授课计算机（兼服务器）、教师语言教学中央控制系统、教师语言教学专用主录放机、实时数字音视频编码器、音视频节目源设备（如DVD、MP3）、对讲式耳机话筒设备、网络交换机、教师辅助设备（如数字视频实物展示台）、主控制台等设备；学生单元设备可包括嵌入式学生语音LCD显示屏播放终端机或学生

台式 17 英寸及以上 LCD 显示屏计算机、对讲式耳机、键盘、鼠标以及学生终端桌等设备；并包括系统操作、控制软件和教学应用软件。同时，在教室内可设置 1 块不低于宽度 4m、高度 1m 的教师授课的书写白板或书写绿板或书写搪瓷板。教师主控单元与多套学生单元设备之间应能进行信号有效传输、管理、处理和存储。

20.9.4 语言学习系统中采用终端型设备方式时，系统教师授课主控单元应具有实时音频处理能力，可配有液晶显示和按键等相关设备，并在计算机感染病毒不能开启教师计算机时应具有实现课堂课件广播（如 DVD、磁带、展台）、教师插话、示范和对讲等基本上课功能。

20.9.5 数字交互式语言学习系统中数字语音信号在教师主控单元、学生单元之间全通道传输时，其设备技术参数分为两个级别，即 A 级与 B 级，并应分别达到以下要求：

- 1) 频率响应：A 级为 125Hz~10000Hz(± 2 dB)；B 级为 150Hz~6300Hz(± 2 dB)；
- 2) 信噪比（A 加权）：A 级为不小于 65dB；B 级为不小于 55dB；
- 3) 谐波失真：A 级为不大于 0.2%；B 级为不大于 1%；
- 4) 教师广播声音延迟：A 级为不大于 30ms；B 级为不大于 80ms；
- 5) 学生之间对讲声音延迟：A 级为不大于 30ms；B 级为不大于 80ms；
- 6) 声音断裂：声音信号中间断裂时间要求不大于 10ms；出现声音断裂频率，平均 3min 内不多于 2 次；
- 7) 变速播放比：在满足频偏不大于 0.5%，失真率不大于 3%的条件下，播放变速比应在 $\pm 30\%$ 之间可调；
- 8) 学生声道要求：A 级为双声道；B 级为单声道。

20.9.6 数字交互式语言学习系统可按需进行设备扩展。

- 1 终端型语言学习系统设备使用功能应具有下列功能：

- 1) 教师单元除提供系统控制计算机外，还应提供教师辅助控制等设备；
- 2) 教师辅助控制设备：应能实现全通话、单独通话、多人示范、广播教学、多媒体设备切换和控制教学功能；
- 3) 全通话要求：教师应能向学生进行单向广播式声音通话；
- 4) 单独通话要求：教师应能通过教师主控单元与任何一个学习单元的学生进行通话；
- 5) 多人示范要求：教师可设置至少 4 名学生的语音信号传送给全体学生进行声音示范教学；
- 6) 广播教学要求：教师主控单元能调用本地资源、校园网（包括互联网）及音视频输入设备的多媒体资源进行广播教学；
- 7) 教师屏幕广播要求：教师主控单元显示器全屏画面信息发送给学生终端，学生单元显示器能够全屏显示；
- 8) 分组讨论要求：学生单元可采用指定、随机和固定三种组合方式，进行 2 人、3 人、4 人、8 人的小组讨论；
- 9) 监听要求：教师可监听某一位学生、循环监听全体学生的耳机信号；
- 10) 呼叫要求：在学生单元按“呼叫”键，教师主控单元的屏幕上即时显示所呼叫学生单元的位置；
- 11) 实况录音要求：记录授课语音，包括师生交互的语音；
- 12) 录音回放要求：可以选择某一个学生的录音进行统一回放，也可以全体复听自己的录音；
- 13) 音频点播要求：学生单元能点播数字音频节目并能进行循环收听；
- 14) 书签设置要求：可根据需求在音频资源上做位置标记；

- 15) SP 播放要求：每播放一语句，暂停与句长成比例的一段时间后，再自动播放下一句；
- 16) 变速播放要求：学生单元可以加快或减慢音频的播放速度，播放的音频不会失真；
- 17) 口语测试要求：对试题及学生的口语回答单个或分组录音，教师可按学生选听录音进行评分；
- 18) 同声传译要求：学生根据听到的语音同步口译为指定的目标语言，支持至少 4 路频道同时翻译，其他学生可以选择收听原声和译音，以数字录音方式记录原声和学生的译音；
- 19) 听力测试要求：学生收听听力试题，在设定的时间内对可选答案进行选择并自动评分；
- 20) 资料发放要求：教师可以将文本、音频文件发给学生单元，学生可以根据自己的理解能力和学习进度选择打开，决定学习顺序和音频播放速度；
- 21) 考前试音要求：口语考试正式开始之前，每个学生录制一段录音并进行回放；
- 22) 登录要求：学生单元向教师主控单元发出进入系统的信息；
- 23) 身份认证要求：在学生单元输入学生特征信息，确认学生身份；
- 24) 学生单元工作状态显示要求：可显示学生座位号码、发言状态、举手状态、与其他学生通话时的对方编号。

2 计算机型语言学习系统除具有终端型语言学习系统设备使用功能外，还要具备下列功能：

- 1) 数字视频点播要求：学生能点播系统上数字视频节目；
- 2) 数字音频及文本点播要求：学生能点播数字音频节目和同步看到文本资料；
- 3) 电子作业要求：授课教师能将课堂电子作业分发给学生，学生按照教师的要求完成作业后应能将电子作业

在课堂上提交给教师；

- 4) 短信互动要求：授课过程中，教师与学生之间可通过文字短信进行沟通，不干扰教学进程；
- 5) 学生示范要求：学生与学生之间可进行屏幕共享；
- 6) 学习检查要求：在学习过程中，老师可随机检查课堂上学生计算机屏幕界面，并进行管理；
- 7) 自定义口语考试要求：授课教师可进行自定义式的口语考试流程和试题；
- 8) 多语言切换要求：授课时，教师界面可进行不同语言的在线切换，语言应不少于中文、英文、法文等；
- 9) 分组教学要求：系统应具有分组教学功能，满足授课教师能将全体上课学生分成不同教学目标的小组，各小组可按不同教学模式进行分组教学活动；
- 10) 学生计算机管理要求：授课时，教师可管理在线学生计算机的操作使用；
- 11) 自动跟随要求：授课时，后登录的学生单元可自动跟随教师授课进程。

20.9.8 每间语言实验教室内应配置 1 套授课教师主控单元和多套学员单元，其学员单元数量可设置 40 套~128 套。

20.9.10 数字交互式语言实验教室网络结构宜采用国际化的网络架构。

20.9.11 语言实验教室平面设计及教学等设备布置

第 1 款 语言实验教室内学生单元应按标准的二座席位学员单元设备桌规格位置和教师单元主控制台规格位置进行平面设置；教师单元主控制台宜采用钢制结构，学员单元设备课桌椅可采用钢木结构，其规格尺寸可参见相关标准要求；

语言实验教室内学员单元设备桌宜按面向教师主控制台水平横向四纵或双纵列排列，纵列之间的走道净宽度宜为 0.8m，课桌间排列净距离宜为 1.35m；

教师主控制台内侧边距教师后背墙固定书写板之间净距宜不

小于 1.4m，前排学员单元设备桌外侧边距主控制台净距宜不小于 0.8m；

语言实验教室内学员单元应按标准的二座席学员单元设备桌规格位置和教师单元主控制台规格位置进行平面设置；教师单元主控制台宜采用钢板制作结构，学员单元设备课桌椅宜采用钢木结构，其规格尺寸可参见表 52。

表 52 语言实验教室教师控制台及学员课桌椅规格尺寸

规格尺寸	教师单元 主控制台 长×宽×高 (m)	教师活动 转椅 长×宽×高 (m)	学员双人 设备桌 长×宽×高 (m)	学员单人 设备桌 长×宽×高 (m)	学生单人 矩形座椅 长×宽×高 (m)
语言实验教室	1.8×0.8× 0.78	0.50×0.52× 0.45	1.4×0.6× 0.74	0.7×0.6× 0.74	0.5×0.3× 0.44

- 注：1 学员单元双人或单人设备桌椅高度或宽度尺寸应针对各类学员体型的实际需求进行加减微调；
- 2 学员单元单人设备桌通常为单人隔板分隔的两人或四人连排桌；
- 3 为避免前后排学员相互影响，学员单元双人或单人设备桌面前宜配置 5mm 厚钢化玻璃挡板；
- 4 教师活动转椅可采用钢木活动转椅或气压式升降活动软靠椅；
- 5 学员单人座椅宜配置矩形钢木座椅，或可配置固定式圆形钢木转椅；
- 6 学校课桌椅功能尺寸详细要求可参见现行国家标准《学校课桌椅功能尺寸及技术要求》GB/T 3976 中有关规定。

20.9.12 语言实验教室的室内环境应符合下列要求：

第 3 款 教室内语言学习系统的网络布线与配电线缆的金属管槽可按下列方式敷设：

- 1) 宜在楼板上防静电全钢活动地板内敷设；教师与学员单元使用的信息与电源金属出线盒可嵌装在全钢活动地板上或直接嵌装在教师主控制台及学员单元设备桌上；
- 2) 在楼板上硬木制地板内敷设，木地板表面应采取防尘防静电措施；地板上应开设条形木槽沟，并嵌装敷设

网络缆线的金属槽盒，系统的配电线缆可穿金属导管；各金属管槽应满足系统设备缆线数量的敷设；教师与学员单元使用的信息与电源金属出线盒可嵌装在木地板上或直接嵌装在教师主控制台及学员单元设备桌上；

- 3) 在楼板的垫层及找平层内敷设，找平层表面应采取防尘防静电措施；楼板中可预先布局暗埋教师与学员单元使用的网络缆线与配电线缆金属矩形槽管或导管，以及配套暗埋的金属过路盒或出线盒；各金属槽管的规格大小与数量应满足系统网络布线与电源线缆的敷设。教师与学员单元使用的信息与电源金属出线盒可直接嵌装在教师主控制台及学员单元设备桌上。

第4款 教室的室内环境还要符合以下要求：

- 1) 教室围护结构的隔声、混响时间、噪声限值应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118、《剧场、电影院和多用途厅堂建筑声学技术规范》GB/T 50356、《声环境质量标准》GB 3096 的相关规定；
- 2) 教室建筑楼面均布活荷载值不宜低于 3.5kN/m^2 ；教学用房的抗震设防类别和设计应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 中的规定；
- 3) 教室的供暖通风与空气调节需求应符合现行国家标准《中小学校设计规范》GB 50099 和《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的相关规定；
- 4) 教室内火灾报警系统设备的配置应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的规定；
- 5) 教室内安全防范系统设备和实体防护设施的配置应符合现行国家标准《安全防范工程技术标准》GB 50348 的规定和地方公安与教育部门颁发的学校建筑安全防范设计标准要求；
- 6) 教室的室内照明设计值、室内照明光源色表及电气节

能的配置应符合现行行业标准《教育建筑电气设计规范》JGJ 310 的规定；

- 7) 教室内多媒体电子教学系统设备防雷接地和局部等电位接地端子板的配置应符合现行国家标准《建筑物电子信息防雷技术规范》GB 50343 的规定。
- 8) 教室内教师主控制台与座椅和学生课桌椅等课堂教学钢木结构制品的甲醛释放量环保指标，必须不大于 1.5mg/L (E1 标准) 国家环保强制性条款要求，并应符合现行国家标准《木家具通用技术条件》GB/T 3324、《金属家具通用技术条件》GB/T 3325 的安全性要求。

II 多媒体普通教室教学系统

20.9.16 第1款 教师授课的计算机终端可选用不低于 B85 主板/i5CPU 双核/512M 独立显卡及 HDMI 等二路高清输出接口/4G 内存/500G 硬盘/集成声卡/集成 10/100/1000M 自适应网卡/不小于 19 英寸宽屏/100 万像素分辨率显示；超短距投影仪宜选用不低于 3 片 LCD/正投/100 万像素分辨率/3000ANSI/2000 : 1 对比度/带 HDMI 输入端口/带红外手持遥控器；电子白板宜选用不低于 4096×4096 分辨率/8 毫秒响应速度/笔写或手写/16 : 10 比例显示/防眩光；视频实物展示台宜选用不低于 300 万像素分辨率/800TVL 水平清晰度/光学 10 倍及电子 8 倍变焦/带 HDMI 输出端口；音频播放设备宜采用专用功率放大器及 8 英寸二分音全频或采用 9W×2 二分音全频有源音箱及有线话筒；播放设备宜采用蓝光 DVD、有线电视射频信号转换器设备宜采用高清晰度高分辨率图像输出，且图像分辨率不应低于 100 万像素。

第3款 教师授课的交互式电子白板宜选用今后发展使用的 16 : 9 或 16 : 10 宽高比例的防眩目防反光电子白板。当教室内采用 16 : 9 或 16 : 10 宽高比例的电子白板时，其电子白板外边

规格尺寸应能嵌装在宽度不小于 4.2m、高度不小于 1.2m 的水平推拉组合式防眩光无尘移动书写绿板或米黄色板框架内；当采用 4 : 3 宽高比例电子白板时，其电子白板外边规格尺寸应能嵌装在宽度不小于 4.0m、高度不小于 1.2m 的水平推拉式移动书写绿板或米黄色板框架内。

第 4 款 授课采用投影幕布时，宜选用高清高亮度投影仪和对角线不小于 100in、16 : 9 宽高比例、宽视觉角度显示电动投影幕布，并与双门或三门移动书写绿板或米黄色板配套设置。

第 5 款、第 6 款 多媒体教师讲台中内置的网络中央集中控制设备，宜具有多个 VGA 信号输入/输出接口、数字或模拟视频输入/输出接口、音频输入/输出接口、网络 RJ-45 接口、USB 接口、电源接口、投影机控制 RS-232 串口/红外控制、RS-485 接口、讲台内置安全报警等接口，并能对教室内各教学基本配置设备和扩展配置设备的电源开关、音量升降、频道切换等进行集中控制管理。同时可对教学扩展配置的教学观测监控和评估摄像机、教室高保真拾音器、教室灯光控制等设备进行信号连接、传输及控制。中央机房配置的中央集中控制设备管理软件应满足对每个教室中多媒体教学设备的实时监控管理。

教学观测监控和评估摄像机设置时，宜采用不低于 1080P 高清晰度摄像机；监控时不应有视觉盲区，教室内拾音器可与现场数字摄像机就近连接。

20.9.17 第 1 款 交互式触摸电视电脑一体机型教学设备应集有平板式显示屏计算机，且集有大屏幕显示、交互式电子白板、电视机、功放音响、中央控制器、手写笔写多点触摸技术于一体，其设备应具有电子白板的全部教学功能、流媒体动态图像及课件教学讲解和批注功能及有线电视播放等功能。

授课的交互式触摸电视电脑一体机可选用不低于对角线 70 英寸及以上规格尺寸显示屏、16 : 9 宽高比例、200 万像素分辨率、450cd/m²亮度、170°宽视角、低辐射无闪烁显示屏及内嵌防眩光防护硬屏的薄型一体机，其一体机外框规格尺寸应能嵌装在

宽不小于 4.2m、高不小于 1.2m 的三门或双门水平推拉式防眩光无尘的书写移动绿板或米黄色板框架内。

第 3 款 校园或企业可视化网络综合信息管理平台应对各个多媒体教室进行控制，实现对多媒体教学设备的集控管理。其管理平台应具有模块化结构设计，可支持跨网段跨路由远程控制管理、图形化操作界面导航、设备资产管理，实现教学多级用户权限管理、教学课表管理、教室的可视化教学、可视化教学评估、教室校园广播、教室校园视频会议等教学功能的应用，并能对远程教室视频监控、远程教学设备安全报警、远程教学设备实时监测进行管理。

III 多媒体阶梯教室教学系统

20.9.20 各类学校公共教学时能容纳 3 个及以上班级（每班 40 人~50 人）的教室并配置了多媒体教学设备即可称为多媒体合班教室或多媒体阶梯教室。阶梯教室应以授课教师讲台为基本中心，学员课桌及座椅宜采用扇形平面与梯阶平台升高空间方式布局。前排与后排座椅应水平错位设置，满足每位学员能获得授课内容和能与授课教师进行面对面的直接目视交流；阶梯教室可作为多功能教室，可用于合班教学、视听教学、电化教学、观摩教学、集会等多种用途。

20.9.23 第 4 款 阶梯教室可设置 3 台及以上课堂教学场景摄像机，并能对授课教师的教学、书写板上板书内容、教室学生场景进行音视频信号实时录制，其摄像机宜采用不低于 1080P 高清晰度彩色摄像机和配套高保真拾音器。

20.9.24 第 4 款 教室内宜设置不少于 2 套自衡式上下推拉书写白板，每套采用宽 3.5m、高 1.2m 的书写白板上下各 1 块；自衡式白板两侧宜采用金属垂直轨道立杆，其高度离地不宜低于 3.2m。

第 5 款 教室的左侧或右侧可按授课教学的实际需求，配置落地可移动的交互式触摸屏电视电脑薄型一体机。一体机具有的

主要技术指标应不低于 B85 主板/i5 CPU 双核/512M 独立显卡//4G 内存/1T 硬盘/集成高清晰立体音效声卡/集成 10/100/1000M 自适应网卡/集成 802.11a/b/g/n 无线网卡接口/HDMI、VGA、USB、AV、S 端子、RJ-45 等输入输出接口和电脑操作软件与教学控制软件，并具有不低于对角线 70 英寸规格尺寸显示屏、16:9 宽高比例、200 万像素分辨率、4000:1 对比度、450cd/m² 亮度、多点触摸技术、高透光率防眩光防爆钢化玻璃书写硬屏幕等显示的低功耗节能型一体机。

第 6 款 教室内设置的 3 台及以上 1080P 课堂教学场景数字彩色摄像机，摄像机可采用固定式或采用自动变焦云台一体式及配套的高保真拾音器，并对教学场景进行音视频信号实时录制。

20.9.26 第 1 款 公共教学的阶梯教室内应以教师书写板为基本中心，学员课桌椅宜采用扇型平面及梯阶升高空间方式布局，通常每一个梯阶平台宜升高 0.24m~0.30m，其纵向通道步行台阶宜高 0.12m~0.15m；每一个升高的梯阶平台上宜设一排或两排课桌椅，前排与后排座椅应水平错位设置。

IV 计算机网络多媒体教室教学系统

20.9.32 计算机网络多媒体教室是以计算机多媒体、计算机网络为核心的计算机教室。计算机网络多媒体教室中教师授课及学生上课硬件设备的不同搭配可构成不同类型的有线或无线网络教室模式，并在不同教学模型下可增配网络教学平台应用软件和各类教学扩展设备，充分营造出能提供丰富多样的教学活动及教学环境。网络教学平台宜在校园或企业办公网中配置，供计算机网络教室通过平台软件能与校园企业办公网、城域网、广域网上教学平台链接。

20.9.34 第 1 款 计算机网络多媒体教室宜采用长方形教室竖向布局方式，其各类学校学员与教室使用面积可参见表 53 的要求。

表 53 计算机网络多媒体教室学员数量、教室及设备用房使用面积

学校	班级学生 (人)	计算机 网络教室 (m ²)	单设教学 辅助用房 (m ²)	合设教学 辅助用房 (m ²)
授课或培训教室	50~100	95~190	16	24

注：1 计算机网络多媒体教室使用面积在各类学校中，每位学员人均使用面积宜不小于 2.0m²；

2 多个计算机网络多媒体教室宜合设教学辅助用房，安放网络教学设备、网络维护设备及教学资料等。

第 2 款 计算机网络多媒体教室平面布局设计、控制台及课桌椅规格尺寸等设备可参见表 54 的要求。

**表 54 计算机网络多媒体教室教师网络控制台及
学员网络设备桌椅规格尺寸**

规格尺寸	教师网络 主控制台	教师 活动转椅	学生双人 网络设备桌	学生单人 网络设备桌	学生单人 矩形座椅
宽×深×高 (m)	1.8×0.8 ×0.78	0.50×0.52 ×0.45	1.4×0.6 ×0.74	0.7×0.6 ×0.74	0.5×0.3 ×0.44

注：1 学员双人或单人网络设备桌椅高度或宽度尺寸可针对学员实际需求进行加减微调；

2 学员网络设备桌可采用两人或四人一排长桌，并宜面向教师书写白板进行横向排列；或网络设备桌可采用侧向教师书写白板的竖向排列方式，或网络设备桌可采用扇形或圆形或多种组合排列设置方式；

4 教师活动转椅可采用钢木活动转椅或气压式升降活动软靠椅；

5 学员每个单人座椅宜配置矩形钢木座椅，或可配置固定式圆形钢木转椅；

6 学校课桌椅功能尺寸详细要求可参见现行国家标准《学校课桌椅功能尺寸及技术要求》GB/T 3976 的有关规定。

V 交互式多媒体教室教学系统

20.9.41 第 1 款 嵌入式专用终端系统设备显示屏规格尺寸应按多媒体教室面积大小进行配置，可采用 2 台及以上对角线不小于 70in 及以上规格超窄边拼接显示屏。其屏幕基本技术指标不宜低于 16：9 宽高比例、200 万及以上像素分辨率、4000：1 对

比度、 $450\text{cd}/\text{m}^2$ 及以上亮度。

第2款 多点控制单元（MCU）设备功能模块的技术指标、扩容能力、多画面显示与合成、分组教学等功能应满足交互式视频教学需求。

21 综合布线系统

21.1 一般规定

21.1.1 建筑物的综合布线系统设计应根据各建筑物的性质、环境、功能、应用网络、用户近期的业务需求及中远期发展规划，按照铜缆和光纤布线系统分级和线缆类别确定系统设计等级，并进行系统配置。

21.1.2 综合布线系统采用开放式网络拓扑结构，该结构下的每个分支子系统都是相对独立的单元，对每个分支单元系统改动都不影响其他子系统。只要改变节点连接就可使网络在星形、总线型、环形等各种类型网络间进行转换。

21.1.3 综合布线系统中不同级别的系统支持不同的带宽和网络应用，综合布线链路中选用的配线电缆、连接器件、跳线等，其性能和类别必须全部满足该系统级别传输性能的要求，考虑终端设备的互换性，允许配线子系统选用的电缆和连接硬件的传输性能高于本系统级别。

21.1.4 建筑物内供多个单位使用以及自用建筑将楼内部分楼层或区域租赁给相关的公司或企业作为工作场所，这些区域的面积、空间划分、使用功能等经常会随着使用者的变化而发生改变。同时，这些单位、公司或企业用户一般会建设自用的局域网和布线系统，并要求直接连接至公用电信网的接入系统，本标准将这些区域定义为用户单元，光纤到用户单元建设通信设施工程的要求，既能满足用户对高速率、大带宽的数据及多媒体业务的需要，适应现阶段及将来通信业务需求的快速增长；又可以有效地避免对通信设施进行频繁的改建及扩建；同时为用户自由选择电信业务经营者创造便利条件。

21.2 系统设计

21.2.1 综合布线系统工程宜按工作区、配线子系统、干线子系统、建筑群子系统、设备间、进线间、管理 7 个部分设计。

21.2.2 综合布线系统光纤信道的构成要符合下列原则：

1 图 42 表示水平光缆和主干光缆在楼层电信间的光配线设备 (FD) 经光纤跳线连接互通。

2 水平光缆和主干光缆在楼层电信间处经接续 (熔接或机械连接) 互通时, 光纤信道构成如图 42 所示。

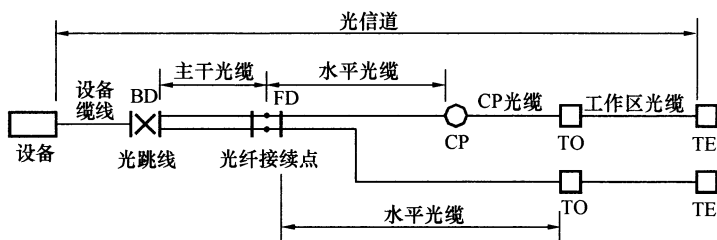


图 42 水平光缆和主干光缆在楼层电信间处经光纤接续

3 电信间只作为主干光缆或水平光缆路径场所时, 光纤信道构成如图 43 所示。

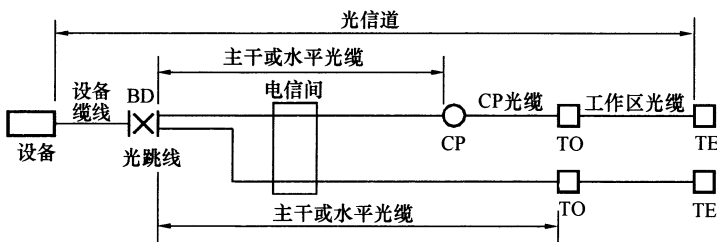


图 43 电信间只作为主干光缆或水平光缆路径场所

21.2.3 在《用户建筑通用布线系统》(ISO/IEC 11801 2010.4) 中提出对绞电缆布线系统包括了 A~F_A 8 个等级, 对布线系统高带宽的应用时, 某些指标参数只在 D~F_A 等级中考虑; 将 5 类

布线系统的性能指标提高，不再提及 5e 类布线产品；在标准中又规定了 6、6_A、7、7_A 布线系统支持的传输带宽，最高可达到 1000MHz。

目前，3 类与 5 类的布线系统只应用于语音主干布线的大对数电缆及相关配线设备。

对绞电缆布线信道应用等级的传输性能取决于电缆长度、连接级数、连接器终端安装和器件工艺性能。当信道超过一定长度时，可以通过使用更少的连接或通过使用更高级别性能的组件以满足传输的性能要求。

21.2.6 工作区是包括办公室、机房、会议室、工作间等需要电话、计算机终端等设施的区域和相应设备的统称。因为建筑物用户性质、功能要求和实际需求不同，信息点数量不能仅按办公楼的模式确定，尤其是对于专用建筑如电信、金融、体育场馆、博物馆等更应加强需求分析，做出合理的配置。

21.2.7 配线子系统的组成要符合下列原则：

1 配线子系统中电信间 FD 与电话交换配线及计算机网络设备之间的连接方式如图 44~图 46 所示。

1) 电话交换配线的连接方式

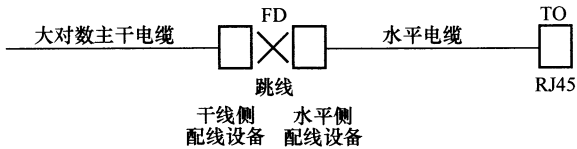


图 44 电话交换配线的连接方式

2) 计算机网络设备连接方式

① 经跳线连接

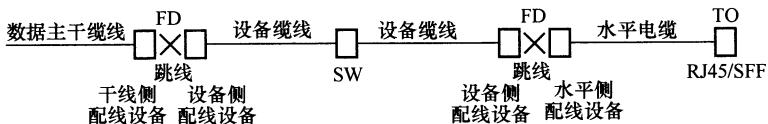


图 45 数据设备配线交叉连接方式

② 经设备缆线连接

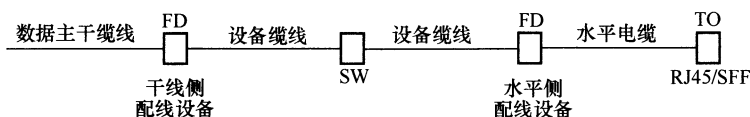


图 46 数据设备配线互连方式

21.2.8 干线子系统的组成应符合下列规定：

第 2 款 点对点成端是最简单、最直接的配线方法，电信间的每根干线电缆直接从设备间延伸到指定的楼层电信间。分支递减成端是用 1 根大对数干线电缆来支持若干个电信间的通信容量，经过电缆接头保护箱分出若干根小电缆，它们分别延伸到相应的电信间，并成端于目的地的配线设备。

21.2.10 设备间是进行配线管理、网络管理和信息交换的场地，通常安装建筑物配线设备、建筑群配线设备、以太网交换机、电话交换机、计算机网络设备、入口设施等等。

21.2.11 进线间可作为入口设施和建筑群或单体建筑配线设备的安装场地，并应符合下列规定：

第 4 款 应预留有不少于 4 孔的余量是考虑建筑物之间信息通信系统与电信业务经营者通信业务的发展需要。

21.2.12 管理是针对设备间、电信间和工作区的配线设备、线缆等设施，按一定的模式进行标识和记录的规定。内容包括管理方式、标识、色标和连接等。目前，市场上已有商用的管理软件可供选用。

综合布线系统相关设施的工作状态应包括设备和线缆的用途、使用部门、组成局域网的拓扑结构、传输信息速率、成端设备配置状况、占用器件编号、色标、链路与信道的功能和各项主要指标参数及完好状况、故障记录等，还应包括设备位置和线缆走向等内容。

21.2.13 用户单元的设定是为了解决工程实施的交叉与复杂性，使得工程的建设界面划分更加具有可操作性。用户接入点为多家

电信业务经营者共同接入及用户自由选择电信业务经营者的部位，也是电信业务经营者与建筑物建设方的工程分界点。光纤用户接入点的位置依据不同类型的建筑形成的配线区以及所辖的用户数确定。

21.3 系统配置

21.3.1 在表 21.3.1 中，其他应用一栏应根据系统对网络的构成、传输线缆的规格、传输距离、接口方式等要求选用相应等级的综合布线产品。

第 3 款 跳线两端采用的 IDC（如 110 型）插头，指 4 对或多对的扁平模块，主要连接多端子配线模块；RJ45 即 8 位插头，可与 8 位模块通用插座相连；跳线两端如为 SC、LC 光纤连接器件，则与相应的光纤适配器配套相连。

第 4 款 信息点电端口如为 7 类及以上布线系统时，需要注意模块的连接图要求。

21.3.2 每个工作区信息点数量的确定范围都比较大，从现有的工程情况分析，设置从 1 个至 10 个信息点的现象都存在。由于建筑物用户性质不一样，其功能要求和业务需求也不一样，尤其是对于专用建筑（如电信、金融、体育场馆、博物馆等建筑）及计算机网络存在内网、外网等多个网络时，更应加强需求分析，做出合理的配置。

21.3.5 布线系统的水平配线子系统为布线系统的永久链路部分，安装完毕后，不易产生变更，应以远期需要为主；垂直干线子系统线缆的安装环境多为弱电竖井，数量较少，施工方便，应以近期实用为主。

为了说明问题，以一个工程实例来进行设备与线缆的配置。例如建筑物的某一层共设置了 220 个信息点，计算机网络与电话各占 50%，即各为 110 个信息点。

1 电话部分

1) FD 水平侧配线模块按连接 110 根 4 对的水平电缆

配置；

- 2) 语音主干电缆的总对数按水平电缆总对数的 25% 计，为 110 对线的需求；如考虑 10% 的备份线对，则语音主干电缆总对数需求量为 121 对；
- 3) FD 干线侧配线模块可按卡接大对数主干电缆 121 对端子容量配置。

2 数据部分

- 1) FD 水平侧配线模块按连接 110 根 4 对的水平电缆配置；
- 2) 数据主干线缆：通常以每个 SW 为 24 个端口计，110 个数据信息点需设置 5 个 SW；以每台 SW（24 个端口）设置 1 个主干端口，加上 1 个备份端口，共需设置 10 个主干端口；如主干线缆采用 4 对对绞电缆，每个主干电端口按 1 根 4 对对绞电缆考虑，则共需 10 根 4 对对绞电缆；如主干线缆采用光缆，每个主干光端口按 2 芯光纤考虑，则光纤的需求量为 20 芯；
- 3) FD 干线侧配线模块可根据主干 4 对对绞电缆或主干光缆的总容量加以配置。

配置数量计算得出以后，再根据电缆、光缆、配线模块的类型、规格加以选用，做出合理配置。

21.4 系统指标

21.4.1 对绞电缆性能指标与电缆的命名方式参照国际标准《用户建筑通用布线系统》ISO/IEC 11801 2010.4 的相关内容。

布线系统电缆统一命名推荐的方法，使用 XX/Y/ZZ 编号表示。

XX 表示电缆整体结构（U 为非屏蔽、F 为箔屏蔽、S 为编织物屏蔽、SF 为编织物+箔屏蔽），Y 为线对屏蔽状况（U 为非屏蔽、F 为箔屏蔽），ZZ 为线对状态（TP 为 2 芯对绞线对、TQ 为 4 芯对绞线对）。

按照此规定，电缆可以分为 8 种类型：U/UTP、F/UTP、U/FTP、SF/UTP、S/FTP、U/UTQ、U/FTQ 及 S/FTQ。

21.4.2 本条对对绞电缆连接器件基本电气特性作出规定。

第 3 款 导线直径在小于 0.5mm 或大于 0.65mm，应考虑与连接器件的兼容性。

第 5 款 对 7 类布线系统的插座采用非 RJ45 连接方式。插座连接方式应符合《电子设备连接器 第 7 部分：8 位非屏蔽非固定和固定连接器》IEC 60603-7 的描述。插座使用插针 1、2、3、4、5、6、7 和 8 时，能够支持 5/6/6_A 类布线应用，使用插针 1、2、3'、4'、5'、6'、7 和 8 时，能够支持 7/7_A 类布线应用。

21.4.3 综合布线系统工程设计中，对于 100Ω 对绞电缆组成的永久链路或 CP 链路的各项指标值如下：

1 回波损耗 (RL)：在布线的两端均应符合回波损耗值的要求，布线系统永久链路的最小回波损耗值如表 55 所示。

表 55 回波损耗 (RL) 值

频率 (MHz)	最小 RL 值 (dB)					
	等级					
	C	D	E	E _A	F	F _A
1	15.0	19.0	21.0	21.0	21.0	21.0
16	15.0	19.0	20.0	20.0	20.0	20.0
100	—	12.0	14.0	14.0	14.0	14.0
250	—	—	10.0	10.0	10.0	10.0
500	—	—	—	8.0	10.0	10.0
600	—	—	—	—	10.0	10.0
1000	—	—	—	—	—	8.0

2 布线系统永久链路的最大插入损耗 (IL) 值如表 56 所示。

表 56 插入损耗 (IL) 值

频率 (MHz)	最大 IL 值 (dB)							
	等级							
	A	B	C	D	E	E _A	F	F _A
0.1	16.0	5.5	—	—	—	—	—	—
1	—	5.8	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
16	—	—	12.2	7.7	7.1	7.0	6.9	6.8
100	—	—	—	20.4	18.5	17.8	17.7	17.3
250	—	—	—	—	30.7	28.9	28.8	27.7
500	—	—	—	—	—	42.1	42.1	39.8
600	—	—	—	—	—	—	46.6	43.9
1000	—	—	—	—	—	—	—	57.6

3 线对与线对之间的近端串音 (NEXT) 在布线的两端均应符合 NEXT 值的要求, 布线系统永久链路的近端串音值如表 57 所示。

表 57 近端串音 (NEXT) 值

频率 (MHz)	最小 NEXT 值 (dB)							
	等级							
	A	B	C	D	E	E _A	F	F _A
0.1	27.0	40.0	—	—	—	—	—	—
1	—	25.0	40.1	64.2	65.0	65.0	65.0	65.0
16	—	—	21.1	45.2	54.6	54.6	65.0	65.0
100	—	—	—	32.3	41.8	41.8	65.0	65.0
250	—	—	—	—	35.3	35.3	60.4	61.7
500	—	—	—	—	—	29.2 27.9 ^①	55.9	56.1

续表 57

频率 (MHz)	最小 NEXT 值 (dB)							
	等级							
	A	B	C	D	E	E _A	F	F _A
600	—	—	—	—	—	—	54.7	54.7
1000	—	—	—	—	—	—	—	49.1 47.9 ^①

注：① 为有 CP 点存在的永久链路指标。

4 近端串音功率和 (*PS NEXT*) 值在布线的两端均应符合 *PS NEXT* 值要求，布线系统永久链路的 *PS NEXT* 值如表 58 所示。

表 58 近端串音功率和 (*PS NEXT*) 值

频率 (MHz)	最小 <i>PS NEXT</i> 值 (dB)				
	等级				
	D	E	E _A	F	F _A
1	57.0	62.0	62.0	62.0	62.0
16	42.2	52.2	52.2	62.0	62.0
100	29.3	39.3	39.3	62.0	62.0
250	—	32.7	32.7	57.4	58.7
500	—	—	26.4 24.8 ^①	52.9	53.1
600	—	—	—	51.7	51.7
1000	—	—	—	—	46.1 44.9 ^①

注：① 为有 CP 点存在的永久链路指标。

5 线对与线对之间的衰减近端串音比 (*ACR-N*)，在布线的两端均应符合 *ACR-N* 值要求。永久链路的 *ACR-N* 值如表 59 所示。

表 59 衰减近端串音比 (ACR-N) 值

频率 (MHz)	最小 ACR-N 值 (dB)				
	等级				
	D	E	E _A	F	F _A
1	60.2	61.0	61.0	61.0	61.0
16	37.5	47.5	47.6	58.1	58.2
100	11.9	23.3	24.0	47.3	47.7
250	—	4.7	6.4	31.6	34.0
500	—	—	-12.9 -14.2 ^①	13.8	16.4
600	—	—	—	8.1	10.8
1000	—	—	—	—	-8.5 -9.7 ^①

注：① 为有 CP 点存在的永久链路指标。

6 布线系统永久链路的 PS ACR-N 值如表 60 所示。

表 60 衰减近端串音比功率和 (PS ACR-N) 值

频率 (MHz)	最小 PS ACR-N 值 (dB)				
	等级				
	D	E	E _A	F	F _A
1	53.0	58.0	58.0	58.0	58.0
16	34.5	45.1	45.2	55.1	55.2
100	8.9	20.8	21.5	44.3	44.7
250	—	2.0	3.8	28.6	31.0
500	—	—	-15.7 -16.3 ^①	10.8	13.4
600	—	—	—	5.1	7.8
1000	—	—	—	—	-11.5 -12.7 ^①

注：① 为有 CP 点存在的永久链路指标。

7 在布线的两端均应符合 $ACR-F$ 值要求。永久链路的 $ACR-F$ 值如表 61 所示。

表 61 衰减远端串音比 ($ACR-F$) 值

频率 (MHz)	最小 $ACR-F$ 值 (dB)				
	等级				
	D	E	E_A	F	F_A
1	58.6	64.2	64.2	65.0	65.0
16	34.5	40.1	40.1	59.3	64.7
100	18.6	24.2	24.2	46.0	48.8
250	—	16.2	16.2	39.2	40.8
500	—	—	10.2	34.0	34.8
600	—	—	—	32.6	33.2
1000	—	—	—	—	28.8

8 布线系统永久链路的 $PS ACR-F$ 值如表 62 所示。

表 62 衰减远端串音比功率和 ($PS ACR-F$) 值

频率 (MHz)	最小 $PS ACR-F$ 值 (dB)				
	等级				
	D	E	E_A	F	F_A
1	55.6	61.2	61.2	62.0	62.0
16	31.5	37.1	37.1	56.3	61.7
100	15.6	21.2	21.2	43.0	45.8
250	—	13.2	13.2	36.2	37.8
500	—	—	7.2	31.0	31.8
600	—	—	—	29.6	30.2
1000	—	—	—	—	25.8

9 布线系统永久链路的直流环路电阻如表 63 所示。

表 63 永久链路直流环路电阻

最大直流环路电阻 (Ω)							
等级							
A	B	C	D	E	E _A	F	F _A
530	140	34	21	21	21	21	21

10 布线系统永久链路的最大传播时延如表 64 所示。

表 64 传播时延

频率 (MHz)	最大传播时延 (μs)							
	等级							
	A	B	C	D	E	E _A	F	F _A
0.1	19.4	4.4	—	—	—	—	—	—
1	—	4.4	0.521	0.521	0.521	0.521	0.521	0.521
16	—	—	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496
100	—	—	—	0.491	0.491	0.491	0.491	0.491
250	—	—	—	—	0.490	0.490	0.490	0.490
500	—	—	—	—	—	0.490	0.490	0.490
600	—	—	—	—	—	—	0.489	0.489
1000	—	—	—	—	—	—	—	0.489

11 布线系统永久链路的最大传播时延偏差如表 65 所示。

表 65 传播时延偏差

等级	频率 (MHz)	最大时延偏差 (μs)
A	$f=0.1$	—
B	$0.1 \leq f \leq 1$	—
C	$1 \leq f \leq 16$	0.044 ^①
D	$1 \leq f \leq 100$	0.044 ^①
E	$1 \leq f \leq 250$	0.044 ^①
E _A	$1 \leq f \leq 500$	0.044 ^①
F	$1 \leq f \leq 600$	0.026 ^②
F _A	$1 \leq f \leq 1000$	0.026 ^②

注：① 为 $0.9 \times 0.045 + 3 \times 0.00125$ 计算结果；

② 为 $0.9 \times 0.025 + 3 \times 0.00125$ 计算结果。

12 外部近端串音功率和 ($PS ANEXT$) 值在布线的两端均应符合 $PS ANEXT$ 值要求, 布线系统永久链路的 $PS ANEXT$ 值如表 66 所示。

表 66 外部近端串音功率和 ($PS ANEXT$) 值

频率 (MHz)	最小 $PS ANEXT$ 值 (dB)	
	等级	
	E_A	F_A
1	67.0	67.0
100	60.0	67.0
250	54.0	67.0
500	49.5	64.5
1000	—	60.0

13 外部近端串音功率和平均 ($PS ANEXT_{avg}$) 值在布线的两端均应符合 $PS ANEXT_{avg}$ 值要求, 布线系统永久链路的 $PS ANEXT_{avg}$ 值如表 67 所示。

表 67 外部近端串音功率和平均 ($PS ANEXT_{avg}$) 值

频率 (MHz)	最小 $PS ANEXT_{avg}$ 值 (dB)
	E_A
1	67.0
100	62.3
250	56.3
500	51.8

14 外部 $ACR-F$ 功率和 ($PS AACR-F$) 在布线的两端均应符合 $PS AACR-F$ 值要求, 布线系统永久链路的 $PS AACR-F$ 值如表 68 所示。

表 68 外部 ACR-F 功率和 (PS AACR-F) 值

频率 (MHz)	最小 PS AACR-F 值 (dB)	
	等级	
	E _A	F _A
1	67.0	67.0
100	37.0	52.0
250	29.0	44.0
500	23.0	38.0
1000	—	32.0

15 外部 ACR-F 功率和平均 (PS AACR-F_{avg}) 值在布线的两端均应符合 PS AACR-F_{avg} 值要求, 布线系统永久链路的 PS AACR-F_{avg} 值如表 69 所示。

表 69 外部 ACR-F 功率和平均 (PS AACR-F_{avg}) 值

频率 (MHz)	PS AACR-F _{avg} 值 (dB)
	等级
	E _A
1	67.0
100	41.0
250	33.0
500	27.0

21.4.4 屏蔽布线系统电缆的对绞线对传输性能要求同表 55~表 69 各表格的内容, 电缆的屏蔽性能的指标参数应符合下列规定:

- 1 非屏蔽布线信道中每个线对的 TCL 值如表 70 所示。

表 70 非屏蔽布线信道横向转换损耗 TCL

等级	频率 (MHz)	最小 TCL (dB) ^①
A	$f = 0.1$	30
B	$f = 0.1$	45
	$f = 1$	20

续表 70

等级	频率 (MHz)	最小 TCL (dB) ^①
C	$1 \leq f \leq 16$	$30 \sim 5 \lg f$
D、E、E _A 、F、F _A	$1 \leq f \leq 30$ $30 \leq f \leq 250$ ^②	$53 \sim 15 \lg f$ $60.3 \sim 20 \lg f$

注：① 若 TCL 对应于一个频率的计算值大于 40dB 时，仍应满足 40dB 的最小要求。

② 对大于等于 250MHz 时的参数仅供参考。

2 非屏蔽布线信道两端等效横向转换损耗 (ELTCTL) 值见表 71 所示。

表 71 非屏蔽布线信道两端等效横向转换损耗 (ELTCTL)

等级	频率 (MHz)	最小 ELTCTL (dB)
D、E、E _A 、F、F _A	$1 \leq f \leq 30$	$30 \sim 20 \lg f$

3 屏蔽布线信道耦合衰减值如表 72 所示。

表 72 屏蔽布线信道耦合衰减

等级	频率 (MHz)	最小耦合衰减 (dB)
D、E、E _A 、F、F _A	$30 \leq f \leq 250$ ^①	$80 \sim 20 \lg f$

注：① 如 ELTCTL 大于 40dB 的频率计算值时，仍应满足 40dB 的最小要求。大于 1000MHz 时的参数，仅供参考。

21.4.5 光纤布线系统传输性能指标应符合下列表中的规定：

1 各等级的光纤信道衰减限值如表 73 所示。

表 73 信道衰减

信道衰减限值 (dB)				
等级	多模		单模	
	850nm	1300nm	1310nm	1550nm
OF-300	2.55	1.95	1.80	1.80
OF-500	3.25	2.25	2.00	2.00
OF-2000	8.50	4.50	3.50	3.50

注：光纤信道包括的所有连接器件的衰减合计不应大于 1.5dB。

2 各等级的光纤衰减限值如表 74 所示。

表 74 光纤衰减

光纤衰减限值 (dB/km)							
光纤类型	多模光纤		单模光纤		单模光纤		
	OM1、OM2、OM3、 OM4		OS1		OS2		
波长 (nm)	850	1300	1310	1550	1310	1383	1550
衰减 (dB)	3.5	1.5	1.0	1.0	0.4	0.4	0.4

3 多模光纤的最小模式带宽如表 75 所示。

表 75 多模光纤模式带宽

多模光纤类型	光纤直径 (μm)	最小模式带宽 (MHz · km)		
		满注入带宽		有效激光注入带宽
		波长		波长
		850nm	1300nm	850nm
OM1	50 或 62.5	200	500	—
OM2	50 或 62.5	500	500	—
OM3	50	1500	500	2000
OM4	50	3500	500	4700

注：使用《光纤 第 2-10 部分：产品规范 A1 类多模光纤分规范》IEC/PAS 60793-2-10 规定的差分模式时延 (DMD) 确保有效的光发射带宽，过量的发射模式带宽的光纤可能不支持某些应用。

21.5 设备间及电信间

21.5.2 第 1 款、第 2 款 设备间的使用面积不包括程控用户交换机、计算机网络设备等设施所需的面积在内。如果 1 个设备间以 10m^2 ($2.5\text{m} \times 4.0\text{m}$) 计，大约能安装 5 个 600mm 宽度的 19in 机柜。在机柜中安装电话大对数电缆多对卡接式模块，数据主干线缆配线设备模块，大约能支持总量为 6000 个信息点所需（其中电话和数据信息点各占 50%）的建筑物配线设备安装

空间。设备间的面积确定同样地需考虑机柜尺寸这一因素。如采用 800mm 宽度的 19in 机柜，则需要增加设备间的面积。

第 3 款 光纤到用户单元接入点设置在设备间时，共安装 4 个 19in 标准机柜。其中 3 个机柜为电信业务经营者使用，每家电信业务经营者使用 1 个机柜，机柜满足配线光缆与光纤跳线的引入、配线光缆光纤的成端与盘留、光纤配线模块与光纤分路器（1:64）的安装及理线的需要。另一个机柜满足用户光缆与光纤跳线的引入、用户光缆光纤的成端与盘留、光纤配线模块的安装及理线的需要。电信业务经营者与建筑物建设方机柜的光纤配线模块之间通过光跳线互通。

当配线设备安装采用 4 个 600mm 宽的机柜时，设备间尺寸为 4m×2.5m，面积为 10m²。如果采用 4 个 800mm 宽的机柜时，设备间尺寸为 5m×3m，则面积为 15m²。当设备间还需安装通信成端与入口设施时，应相应地扩大其面积，以满足设施安装的特定要求。

21.5.3 电信间主要为楼层安装配线设备（机柜、机架、机箱等）和楼层计算机以太网交换机的场地，并可考虑在该场地内设置线缆竖井、等电位接地体、电源插座、UPS 配电箱等设施。在场地面积满足的情况下，也可设置光纤到用户单元配线箱、无线信号覆盖等系统的电缆管槽、功能模块及配线箱的安装。

21.5.4 设备安装宜符合下列规定：

1 19in 机柜的尺寸宽度为 600mm 或 800mm，深度为 600mm~1200mm 不等；机柜的高度以占有的空间选用：机柜 2000mm 高，占 42U 空间；1800mm 高，占 37U 空间；1600mm 高，占 32U 空间；1400mm 高，占 27U 空间；650mm 高，占 12U 空间；500mm 高，占 9U 空间；350mm 高，占 6U。1U=44.5mm 高。

2 预留空间需考虑地面采用的活动地板板块的尺寸、设备安装施工方便及运行和维护的安全。

21.6 工作区设备

21.6.2 项目前期施工预留预埋管均采用适合标准 86 系列面板安装的接线盒。光纤模块安装采用深底盒，以保证光纤的预留长度和弯曲半径。

21.7 线缆选择和敷设

21.7.1 随着布线系统的发展，屏蔽布线系统的物理带宽已经超过了非屏蔽布线系统，到 2012 年，非屏蔽布线系统的最高产品等级为 6_A类，屏蔽布线系统的最高产品等级为 7_A类。

相关的标准也提出了屏蔽布线系统的应用场合。如：“银行、证券交易所的市级总部办公楼、结算中心以及备份中心的计算机网络宜采用屏蔽布线系统。”（《公共建筑电磁兼容设计规范》DG/TJ 08-1104-2005 第 7.2.3 条）；“在医技楼、专业实验室等特殊建筑内必须设置大型电磁辐射发射装置、核辐射装置或电磁辐射较严重的高频电子设备时，计算机网络宜采用屏蔽布线系统。”（《公共建筑电磁兼容设计规范》DG/TJ 08-1104-2005 第 4.1.4 条）。

第 1 款 《电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的抗扰度》GB/T 17799.1-2017 与国际标准草案 77/181/FDIS 及 IEEE 802.3-2002 标准中都认可 3V/m 的指标值。

第 3 款 对 10G 及以上的高速以太网应用中，无论从传输距离，还是抵挡外部干扰与减少电缆外部串扰的影响等方面来看，屏蔽布线系统有更大的优势。

21.7.2 当综合布线采用屏蔽布线系统时，必须有良好的接地系统，并应符合下列规定：

第 2 款 屏蔽电缆可以在 F/UTP、U/FTP、SF/UTP、S/FTP 中选择，不同的屏蔽电缆会产生不同的屏蔽效果。一般认可金属箔对高频、金属编织丝网对低频的电磁屏蔽效果。对于六类及以上具有线对屏蔽结构的 U/FTP 或 S/FTP 屏蔽电缆，

则屏蔽效果更为理想，可以同时抵御线对之间和来自外部的电磁辐射干扰，减少线对之间及线对对外部的电磁辐射干扰。因此，屏蔽布线工程有多种形式的电缆可以选择，但为保证良好屏蔽，电缆的屏蔽层与屏蔽连接器件之间必须做好 360° 的连接。

21.7.3 对于防火线缆的应用分级，北美、欧洲等国际相应标准中主要以线缆受火的燃烧程度及着火以后，火焰在线缆上蔓延的距离、燃烧的时间、热量与烟雾的释放、释放气体的毒性等指标，并通过实验室模拟线缆燃烧的现场状况实测取得。

对欧洲、美洲、国际的线缆测试标准进行同等比较以后，建筑物的线缆在不同的场合与不同的安装敷设方式，建议选用符合相应防火等级的线缆，并按以下几种情况分别列出：

1 在通风空间内（如吊顶内及高架地板下等）采用敞开方式敷设线缆时，可选用 CMP 级（光缆为 OFNP 或 OFCP）或 B1 级。

2 在线缆竖井内的主干线缆采用敞开的方式敷设时，可选用 CMR 级（光缆为 OFNR 或 OFCR）或 B2、B3 级。

3 在使用密封的金属管槽做防火保护的敷设条件下，线缆可选用 CM 级（光缆为 OFN 或 OFC）或 D 级。

现行国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 中建议使用以“标准名+级别名”，而不以材料名称的方法来判断线缆的安全特性。并参考了欧盟电缆燃烧性能分级判据，将电缆及光缆燃烧性能的分级划分为 A 级、B1 级、B2 级、B3 级。民用建筑内采用的电缆及光缆燃烧性能分级应符合本标准第 13.9 节的规定。

21.7.4 从电信间引出线缆的类型包括大对数屏蔽与非屏蔽电缆（25 对、50 对、100 对），4 对对绞屏蔽与非屏蔽电缆及光缆（5 类、6 类、7 类）及光缆（2 芯至 24 芯）等。尤其是 6 类及以上级别与屏蔽线缆，因构成的方式较复杂，众多线缆的直径与硬度有较大的差异。如电缆的外形可为圆形与椭圆形，线对又有“十”形、“一”形等，有的 6 类电缆在布放时为减少对绞电缆之

间串音对传输信号的影响，提出不要求完全做到平直和均匀，甚至可以不绑扎，因此对布线系统管线的利用率提出了较高要求。

21.8 接 地

21.8.2 当连接导体的长度为干扰频率波长的 $1/4$ 或奇数倍时，其阻抗为无穷大，相当于一根天线，可接收或辐射干扰信号，而采用两根不同长度的连接导体，可以避免其长度为干扰频率波长的 $1/4$ 或奇数倍，为高频干扰信号提供一个低阻抗的泄放通道。

综合布线系统接地导线截面积可参考表 76 确定。

表 76 接地导线选择表

名 称	楼层配线设备至建筑等电位接地装置的距离	
	$\leq 30\text{m}$	$\leq 100\text{m}$
信息点的数量 (个)	≤ 75	$> 75, \leq 450$
选用绝缘铜导线的截面面积 (mm^2)	6~16	16~50

22 电磁兼容与电磁环境卫生

22.1 一般规定

22.1.2 应根据辐射源的特性，有针对性地采取防护措施。比如对低频磁场可采用高导电及导磁性能的材料，对电场或高频电磁场采用具有一定导电及导磁性能的材料等进行屏蔽，屏蔽设施需要进行良好接地。在工程设计中，还应重视门窗、孔洞和缝隙的电磁辐射防护以及贯穿金属线缆的传导防护等问题。

22.1.6 《建筑电气工程电磁兼容技术规范》GB 51204 - 2016 对电磁屏蔽、防静电等工程设计都作了明确规定。

22.2 电磁环境卫生

22.2.1 《建筑电气工程电磁兼容技术规范》GB 51204 - 2016 规定了高压架空线路边导线与建筑物的距离，小于该间距时应做电磁环境评价。

22.2.3 本条款引自《电磁环境控制限值》GB 8702 - 2014。

22.3 供配电系统的谐波防治

22.3.1 表 22.3.1-1 中指标是指与该公共连接点相连的所有用户向该点注入的谐波电流分量或电压分量（方均根值）之和。对于专线接入的供电用户，表 22.3.1-1 中数据就是该用户谐波电流或谐波电压的上限，对于多个用户合用一条线路时，表 22.3.1-2 中限值按各用户的供电容量分摊。

公共连接点是指从市政电网引入的 0.38(6、10)kV 电源回路接到用户端主开关的这一点。

22.3.2 当配电变压器向非线性负荷供电且没有设置谐波吸收装置时，可根据按线性负荷计算所选变压器的额定容量、负荷率和

谐波源的具体情况，由公式 (22.3.2) 计算出变压器在满负荷供电时因谐波源引起的降容系数 D 值之后，再判断按线性负荷计算所选择的变压器是否需要降低容量或扩容使用。公式 (22.3.2) 是法国、英国和美国相关标准使用的经验公式。

【例 1】 计算条件：设变压器额定电流的相对值 $I_1 = 1$ ；
 谐波源： $S = 0.1 S_{T.e}$ ； $HRI_5\% = 35$ ； $HRI_7\% = 20$ ；
 按 $\cos\phi$ 算出的变压器负荷率 $\beta = 0.9$ 。

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{1}{\sqrt{1 + 0.1 \times \left[\sum_{n=5,7} n^{1.6} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2 \right]}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{1 + 0.1 \times \left[5^{1.6} \left(\frac{0.1 \times 0.35}{1} \right)^2 + 7^{1.6} \left(\frac{0.1 \times 0.2}{1} \right)^2 \right]}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{1 + 0.1 \times (16.0875 \times 10^{-3} + 8.9995 \times 10^{-3})}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{1 + 25.0870 \times 10^{-4}}} \\
 &= \frac{1}{1.001254} \\
 &= 0.9987
 \end{aligned}$$

从计算结果看，在给定的技术条件下，变压器不需要降容，变压器还有 9.87% 的余量 ($99.87\% - 90\% = 9.87\%$)。

【例 2】 变压器对于正序、负序和零序混合谐波电流源降容系数 D 计算。

计算条件：设变压器额定电流的相对值 $I_1 = 1$ ；
 谐波源 1： $S_1 = 0.1 S_{T.e}$ ； $HRI_5\% = 35$ ； $HRI_7\% = 20$ ；
 谐波源 2： $S_2 = 0.1 S_{T.e}$ ； $HRI_3\% = 35$ ； $HRI_9\% = 20$ ；
 按 $\cos\phi$ 算出的变压器负荷率 $\beta = 0.9$ 。

$$\begin{aligned}
D &= \frac{1}{\sqrt{1+0.1 \times \left[\sum_{n=3,5,7,9} n^{1.6} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2 \right]}} \\
&= \frac{1}{\sqrt{1+0.1 \times \left[(3^{1.6} + 5^{1.6}) \left(\frac{0.1 \times 0.35}{1} \right)^2 + (7^{1.6} + 9^{1.6}) \left(\frac{0.1 \times 0.2}{1} \right)^2 \right]}} \\
&= \frac{1}{\sqrt{1+0.1 \times (7.1044 + 16.0875 + 8.9995 + 13.4539) \times 10^{-3}}} \\
&= \frac{1}{\sqrt{1+45.6453 \times 10^{-4}}} \\
&= \frac{1}{1.00228} \\
&= 0.9977
\end{aligned}$$

从计算结果看，在给定的技术条件下，变压器不需要降容，变压器还有 9.77% 的余量 ($99.77\% - 90\% = 9.77\%$)。

23 智能化系统机房

23.1 一般规定

23.1.1 本章适用于民用建筑物或建筑群中所设的各类系统机房的设计。不适用于银行、政务、大型企业等设置的数据中心，银行、博物馆等高风险对象的安防监控中心，党政机关等涉密信息系统机房的专项设计。

23.1.2 本章涉及的机房名称，如建筑设备管理系统机房、信息网络机房、信息化应用系统机房和信息设施系统总配线机房等分类引自《智能建筑设计标准》GB 50314-2015。

23.1.3 机房设置与智能化系统的形式密切相关，除应满足系统正常运行和维护的需要外，还应适应物业管理的要求，满足系统操作、受控设备的运行管理或为用户提供服务的便利性等需求。

23.1.4 电子信息技术发展很快，建筑智能化应用系统内容在不断增加，机房预留适度的面积，是满足系统扩容和增加新系统发展的需要。此外，项目在设计、建设或运营过程中使用功能、管理模式、建设标准变化时，机房面积应有一定的适应性。

23.1.5 地震时机房和设备不应遭到破坏。

23.1.6 对于高层建筑或智能化系统较多的多层建筑，其各类设备及机柜、布线、接线箱等较多，故应设置弱电间，便于管理维护，系统运行不受电磁场等干扰影响。

23.2 机房设置

23.2.1 机房位置选择

漏水、粉尘、油烟、振动、电磁场干扰等都会影响智能化系统的正常工作和管理人员的身心健康，因此机房位置应尽可能远离产生上述影响源的场所或采取必要的防护措施。主机房应设于

环境较好、出入方便、布线距离较短的位置。

安防监控中心、建筑设备管理系统机房等需实时监控的机房，要求设于能及时处理事件的位置；物业管理、智能卡应用、信息设施运行管理信息化应用系统及信息服务设施机房，宜尽量设于对用户便利的位置。

23.2.3 民用建筑中各类智能化系统机房的设置应根据其设备运行环境、物业管理的专业化要求和对用户服务的便利性等因素综合考虑。如综合布线系统、信息网络系统、安防监控中心等需要集中设置较多的布线机柜、服务器/交换机机柜及附属设备，这些系统机房着重考虑设备的运行环境。随着信息技术的发展，建筑智能化系统多采用数字化、网络化、分布式系统形式，机房内通常只有少量的服务器、操作站和网络连接等设备，机房设置主要考虑的是物业管理的专业化要求和服务的便利性，如将需要面向用户服务的信息化应用系统及信息服务设施操作站集中设于交通便利的服务用房，主要设备集中于设备机房，由专业技术人员进行管理和维护，这样既便于服务用户，专业化管理设备，又节约机房占用的建筑面积。

建筑智能化系统的管理通常按其使用功能或管理职能分类，如信息设施系统、建筑设备管理系统、安全管理系统通常分别由物业管理公司的 IT 部、工程部和保安部管理。各类系统独立的操作区域便于管理操作。

23.2.5 信息网络机房设置要求

第 1 款 信息化应用程度较高的公共建筑，信息网络系统是运营、管理不可或缺的系统，其重要性不言而喻，这类建筑多设有各类信息化应用系统服务器，单独设置信息网络机房便于专业人员管理、维护和操作。

第 2 款 商业类建筑信息网络系统主要是宽带 Internet 接入功能，这类建筑信息网络系统日常的主要工作是网络设备的保养和维护。

23.2.6 建筑设备管理系统中不同功能的子系统合设或分设机房

取决于机电系统管理的需要。其原则一是能对机电系统有效管理，二是对事件能及时处理，三是与物业管理的职能相对应。

23.2.8 进线间（信息接入机房）设置要求

第1款 虽然目前不少地区电信业务经营者要求单独设置进线间，但从节约资源的角度出发，合设进线间是合适的。

第4款 为了满足多家电信业务经营者平等接入的规定，通局管道指连通至电信运营商的管道。

23.2.9 弱电间（弱电竖井）设置要求

第1款 弱电间设置应考虑智能化系统正常运行、减少布线量及设备安装、操作维护等因素。

第2款~第5款 弱电间是楼层（或区域）各智能化系统管线敷设和设备、机柜、接线箱、端子箱等安装的空间，其位置应满足进出线、安装、管理和维护的需要，应尽可能独立设置，并与影响系统正常运行的其他管道隔离。

第7款 智能化系统性质重要、可靠性要求高或高度超过250m的公共建筑有条件时每层设置不少于两个的弱电间是出于对弱电间（竖井）因火灾、水浸等情况下，保障智能化系统可靠性的考虑。

23.3 机房设计与布置

23.3.1 机房采用矩形平面是为了保障机房的有效使用面积。

23.3.2、23.3.3 为保障智能化系统可靠运行采取相应的防护措施。

23.3.4 对设备昂贵、性质重要的机房加强防护十分必要。机房综合管理系统是指具备机房基础设施监控、环境设施综合管理、信息设施服务管理等功能的系统。机房安全系统是指机房内设置的安防视频监控、出入口控制系统、入侵报警系统等安防系统，其监控设备设于机房内。

23.3.6 合用机房设计要求

第1款 各智能化子系统占用的合用机房面积参考如下：

综合布线设备间：信息点 ≤ 6000 点， $S = 10\text{m}^2$ ，每增加1000点增加 2m^2 。

电话交换系统：数字程控用户交换机 $S=10\text{m}^2$ ；虚拟交换方式 $S=6\text{m}^2$ 。

建筑设备监控系统： $S=12\text{m}^2$ 。

建筑能效监管系统： $S=10\text{m}^2$ 。

安全技术防范系统： $S=20\text{m}^2$ （基本型）； $S=30\text{m}^2$ （提高型）； $S=50\text{m}^2$ （先进型）。

信息化应用系统： $S=6\text{m}^2\sim 12\text{m}^2$ 。

其他智能化子系统： $S=6\text{m}^2\sim 10\text{m}^2$ 。

注：条文中的 S 是1个子系统所需面积。当有多个子系统时，为 S 乘子系统的个数。

23.3.8 为了满足运行管理人员操作、监视、维护等需要，机房设备布置应保障足够的通道和操作空间。

23.4 环境条件和对相关专业的要求

23.4.1 粉尘、电磁场干扰会影响智能化系统正常工作，噪声还会影响运行管理人员的身心健康。

23.4.2、23.4.3 为满足设备安装、线缆敷设、系统可靠运行和管理的需要，对建筑、暖通、给水排水等专业提出的相关要求。

23.5 机房供电、接地及防静电

为了保证智能化系统安全、可靠地运行，以及运行管理人员的人身安全，对机房的供电、接地、防静电设计提出的相关要求。

23.6 消防与安全

由于机房在建筑物中的重要性，机房设计应考虑在正常情况下和非正常情况下的使用需求，还要考虑自身的安全，火灾时能保证人员安全疏散，对人为破坏具有一定的抵御能力。

24 建筑电气节能

24.1 一般规定

24.1.2 节能是在保证建筑原有功能的前提下才有意义。目前社会上存在着降低建筑电气功能来实现节能的现象，这样的节能没有实际意义。

系统设计是节能的重要措施之一，例如季节性负荷、临时性负荷等的系统设计不必纳入永久系统中。

选择节能型的电气设备也是节能的主要措施，详见本标准第24.1.4条的规定和条文说明。

控制与管理也是重要的节能措施之一，建议控制系统将节能作为主要目标之一。

24.1.3 选用的变压器、电动机、光源、镇流器、接触器等电气产品必须达到现行国家标准所规定的能效限定值要求，推荐采用能效标准达到节能评价值的电气产品。条文中的“节能型的电气产品”是指达到国家能效标准中满足节能评价值的电气产品。相关的国家标准举例如下：

《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB 20052

《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》GB 18613

《室内照明用LED产品能效限定值及能效等级》GB 30255

《单端荧光灯能效限定值及节能评价值》GB 19415

《普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级》GB 19043

《普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级》GB 19044

《金属卤化物灯能效限定值及能效等级》GB 20054

《高压钠灯能效限定值及能效等级》GB 19573

《管形荧光灯镇流器能效限定值及能效等级》GB 17896

《金属卤化物灯用镇流器能效限定值及能效等级》GB 20053

《高压钠灯用镇流器能效限定值及节能评价》GB 19574

24.1.4 表 24.1.4 根据广州、北京、上海等地 203 座建筑物实际运行数据经过分析、梳理后编制而成。节能值是用于衡量建筑电气设计变压器容量的选择是否合理的指标，通常变压器的容量不应超过限定值。当建筑电气设计符合表 24.1.4 中要求时，可认为建筑电气节能设计是合理的。

24.2 供配电系统节能设计

24.2.1 本条给出了供配电系统节能设计的原则，即在确保使用功能、系统可靠性的前提下选择节能的系统，也就是节能不能影响正常的使用功能。

技术经济比较是节能设计的关键，没有良好的经济性，节能是没有意义的。

24.2.2 第 1 款 建筑物的配变电所为末端的用户站，变压的级数一般不超过二级，多一级变电意味着设备投资的增加，也意味着变电过程中能耗的增多。如果是 10kV 电源，一般只有一级变电；如果是 35kV 电源，有可能存在 35kV/10kV、10kV/0.4kV 二级变电，也有可能 35kV 直降到 0.4kV 一级变电；如果是 110kV 电源进线，则存在二级变电。

第 2 款 根据《Ed 1.0 Low voltage electrical installation Part 8-1: Energy efficiency》IEC 60364-8-1 编制而成。

第 3 款 强调技术经济比较合理配置变压器或配变电所。对于城市综合体建筑、建筑群、超高层建筑等，由于建筑规模大、功能多样、建筑高度高，往往存在多个负荷中心，建议按照建筑使用功能、业态、大负荷情况、物业管理、避难层/设备层等设置配变电所。

第 4 款、第 5 款 是对季节性负荷、临时性负荷的要求。

24.2.3 本条根据《评价企业合理用电技术导则》GB/T 3485 - 1998 编制。

24.2.4 《Ed 1.0 Low voltage electrical installation Part 8-1:

Energy efficiency》IEC 60364-8-1 认为，当变压器的铜损等于铁损时，变压器效率最高，此时变压器的负载系数宜为 40%~65%。

《电力变压器经济运行》GB/T 13462 - 2008 规定，对双绕组变压器而言，变压器最佳经济运行区间为 $1.33\beta_{1Z}^2 \sim 0.75$ 。其中 β_{1Z} 为变压器综合功率经济负载系数。

24.2.6 谐波抑制措施参见现行国家标准《建筑电气工程电磁兼容技术规范》GB 51204 的相关规定。

24.2.7 采取的措施参见本标准第 3.4.5 条的规定，主要措施有：

- 1 采用专线供电；
- 2 与其他负荷共用配电线路时，宜降低配电线路阻抗；
- 3 较大功率的冲击性负荷、冲击性负荷群与对电压波动、闪变敏感的负荷，宜由不同变压器供电；
- 4 采用动态无功补偿装置或动态电压调节装置。

《电能质量 电压波动和闪变》GB/T 12326 - 2008 是对公共电网连接点 PCC 处的电压波动和闪变作出的要求。

24.2.8 本条根据《Ed 1.0 Low voltage electrical installation Part 8-1: Energy efficiency》IEC 60364-8-1 标准编制。

另外，《额定电压 0.6/1 kV 双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电力电缆》JG/T 442 - 2014 和《额定电压 450/750V 及以下双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电线》JG/T 441 - 2014 两项标准已经颁布实施，电线电缆寿命由 25 年左右延长到 70 年，达到节材和节省生产、运输等过程中的能耗和成本。电缆的寿命需与建筑物设计使用寿命、为其供电的设备寿命、二次装修的周期、业态变换周期等因素相匹配。

24.3 电气照明的节能设计

24.3.1 节能需要进行技术经济比较，如果没有良好的经济效益，节能是没有意义的。

24.3.3 本条从节能出发，针对不同场所提出对光源的要求。

第1款 国家发展改革委、商务部、海关总署、工商总局、质检总局联合发布的2011年第28号公告明确指出，从2012年10月1日起我国逐步禁止进口（含从海关特殊监管区域和保税监管场所进口）和销售普通照明白炽灯，到第五阶段，即2016年10月1日起，禁止进口和销售15W及以上普通照明白炽灯，或视中期评估结果进行调整。因此，本款对白炽灯的应用加以限制。

第2款 一般而言，同类型、同系列单灯功率大的光源光效比功率小的光源要高。以三基色T8细管径荧光灯为例，长管（36W）比同系列的短管（18W）荧光灯光效高出20%~30%。相类似的，同类型、同系列的光源，高色温、高显色性的光源其光效比标准色温和显色性的要低，LED灯尤为明显。

第3款~第5款 LED灯是近几年发展起来的照明新技术，其性能逐渐成熟，且价格显著下降，并在许多工程中取得宝贵的应用经验，节能效果比较明显。但LED技术还处在发展阶段，相关标准也在完善过程中，因此本款对应用比较成熟的场所给出推荐意见。

第6款 LED的蓝光危害一直备受人们的关注，研究表明：当LED的相关色温在4000K时，其蓝光强度与荧光灯相仿，相关色温越低，蓝光强度越小，对人健康的影响越小。

24.3.4 本条根据《评价企业合理用电技术导则》GB/T 3485-1998的要求编制。

24.3.5 第3款 根据《建筑照明设计标准》GB 50034-2013、《LED室内照明应用技术要求》GB/T 31831-2015等标准，结合LED最新技术编制。

条文中的窄配光、中配光、宽配光是以灯具的光束角大小来划分的，依据《建筑照明术语标准》JGJ/T 119，光束角是在给定平面上，以极坐标表示光强曲线的两矢径间所夹的角度，该矢径的光强通常是10%或50%的最大光强。国际照明委员会（CIE）采用50%最大光强的夹角作为光束角，而北美照明工程

协会 (IES) 则采用 10% 最大光强的夹角。我国标准采用了 CIE 的定义。光束角小于 80° 的直接型灯具为窄配光, 光束角大于 120° 的为宽配光, 光束角在 $80^\circ \sim 120^\circ$ 的为中配光。

条文中室外灯光球场是指室外的灯光篮球场、网球场、足球场等没有看台的场地, 场地照明灯具投射距离明显小于有看台的体育场。

高天棚灯具是一种以 LED 为光源, 用于室内高大空间一般照明的灯具。

24.3.6 本条强调光源、镇流器及其他附件之间需要匹配, 不应使用降低光源光效的镇流器及其他附件。如果光源与镇流器不匹配, 轻者影响光源的发光效率, 重者光源不能被点亮或者光源被损坏, 影响正常使用。另外, 我国的制造标准对单灯功率不超过 25W 的气体放电灯的镇流器谐波限定值要求较低, 因此在选用这类镇流器时尽量选择谐波含量低的镇流器。

24.3.7 照明控制是照明节能的重要手段, 并通过实际工程验证是行之有效的节能措施。

24.3.8 本条采用《建筑照明术语标准》JGJ/T 119-2008 中的术语, 夜景照明泛指除体育场场地、建筑工地、道路照明和室外安全等功能性照明外, 所有室外活动空间或景物夜间的照明。

第 1 款 考虑到平时与一般节日、重大节日对照明效果的不同要求, 且不同照明模式下的用电量差别较大, 从照明节能出发, 特作此规定。

第 2 款 考虑到进入深夜及后半夜, 室外人员较少, 通过减光或关灯达到节能的目的。

24.4 动力装置的节能设计

24.4.1 本条系根据《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015、国家发展和改革委员会《节约用电管理办法》(2004)、《评价企业合理用电技术导则》GB/T 3485-1998 编制而成。

其中第 5 款在民用建筑中得到广泛应用。例如, 平时/消防

时两用的双速风机，平时采用低速运行用于排风；火灾时采用高速运行用于排烟。风机工作在低速和高速两个不同工况，通过控制电路调整电动机极数，从而达到电动机调速的目的，既满足工艺要求，又可靠、经济。

24.4.2 多台电梯集中调度和群控，不仅方便使用，而且优化了运行逻辑，实现良好的节能效果，建议推广使用。

24.4.3 电梯的能量回收技术逐渐成熟，具有良好的节能效益。

24.4.4 自动扶梯和自动人行道在空载时需一定的延时才可停止运行或低速运行，既有利于节能环保，又避免频繁启停。

24.5 建筑设备监控系统节能设计

24.5.1 本条是建筑设备监控系统节能设计的原则。

24.5.2~24.5.4 暖通空调系统占现代建筑物总能耗的比重很大，而冷热源设备及其水系统的能耗又是暖通空调系统能耗的最主要部分。提高冷热源设备及其水系统的效率，对建筑节能的重要性不言而喻。在控制冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔运行台数时，如果能根据实际负荷变化情况对这些设备的转速进行相应的调节，节能效果会更好。当然，这会使系统设备一次投资增加，需在系统设计阶段作出全面的评估与选择。

24.5.5 焓值控制是指在空调系统中利用新风和回风的焓值比较来控制新风量，以最大限度地节约能量。它是通过测量元件测得新风和回风的温度和湿度，在焓值比较器内进行比较，以确定新风的焓值大于还是小于回风焓值，并结合新风的干球温度高于还是低于回风的干球温度，确定采用全部新风、最小新风或改变新风回风量的比例。

24.5.6 红外线探测器术语与《入侵探测器 第5部分：室内用被动红外探测器》GB 10408.5-2000一致，该标准等同采用国际电工委员会《报警系统 第2部分：入侵报警系统技术要求 第6节：建筑物内用被动红外探测器》IEC 839-2-6：1990。

24.6 其 他

24.6.1 《交流接触器能效限定值及能效等级》GB 21518 - 2008 交流接触器能效等级分为 3 个级别，1 级的吸持功率最低，2 级为节能评价值，3 级是能效限定值，其中 3 级是最基本要求，必须满足。

25 建筑电气绿色设计

25.1 一般规定

25.1.2 建筑电气绿色设计强调在满足其建筑功能的基础上，实现建筑全寿命周期内节约电能、利用再生能源节材和环境保护，为人们创造健康、适用和高效的使用空间。对于建筑电气绿色设计而言，在节能方面涉及供配电系统（第3章、第4章、第7章）、导体选择（第7章、第8章）、照明系统（第10章、第24章）、电气设备节能（第9章、第24章）和其他用电设备的节能控制（第18章、第24章）等内容；在能源利用方面涉及风能和太阳能等可再生能源；在室内环境质量方面涉及室内照明指标要求（第10章），室内空气质量监控系统（第18章）；在运营管理方面涉及建筑智能化系统（第14章~第21章）以及能效监管系统等内容。对于其他章节尚未涉及的内容均包括在本章节中（由于风能在民用建筑中应用较少，暂不涉及）。

这些绿色设计的内容并非每一个绿色建筑都必须包括，要根据建筑物所在区域的绿色建筑评价等级划分要求以及当地的气候、资源、生态环境等条件综合考虑，经过经济技术比较后，选择出适合于绿色建筑的电气设计内容。

25.1.7 对于公共建筑，一般能耗较大，设备管理繁杂，设置能效监管系统十分必要。在硬件上不仅需要设置电能计量装置，同时还需要设置水量、燃气量（天然气量或者煤气量）、集中供热量、集中供冷量等的计量装置，并建立统一的管理平台，采用专用软件对以上计量数据进行能耗的监测、统计和分析，为管理决策创造条件，同时，提高物业管理水平，减少物业管理人員配置。

25.2 光伏发电系统

25.2.3 光伏发电系统无论是直接向负载提供电能还是与电网并网，在电压偏差、电压波动、闪变、谐波和三相电压不平衡等电能质量指标方面都应符合现行国家标准《电能质量 供电电压偏差》GB/T 12325、《电能质量 电压波动和闪变》GB/T 12326、《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549、《电能质量 三相电压不平衡》GB/T 15543、《电能质量 公用电网间谐波》GB/T 24337 的有关规定。

25.2.4 光伏发电系统的预测发电量，在国内往往采用公式计算法，这种方法普遍存在着主观性强、误差大、分析不全面等缺点。采用专业模拟软件，如瑞士的 PV_{sys} 软件进行光伏发电系统的分析和计算，由于软件自带气象、光伏组件、逆变器等基本数据库，能够较完整地光伏发电系统进行模拟、计算和数据分析，效果较好。

本条是根据国内的实际情况，给出一种计算公式。在确定公式中的综合效率系数时，需要考虑光伏组件设置的位置、角度、产品性能参数以及电气系统等诸多因素的影响。在最佳条件下，一般可取 0.65~0.85。

1 光伏组件类型修正系数及转换效率修正系数：光伏组件类型修正系数通常根据组件类型和厂家参数确定，转换效率修正系数与组件衰减率、工作温度系数以及输出功率偏离值等有关，例如：

光伏组件输出的直流功率通常是标称功率。在现场运行的光伏组件往往达不到标准测试条件，输出的允许偏差为 5%，其输出功率就要考虑到 0.95 的影响系数。

光伏组件随着温度的升高，输出功率会下降。对于晶体硅组件，当光伏组件内部的温度达到 50℃~75℃时，输出功率约降为额定功率的 89%，其输出功率就要考虑到 0.89 的影响系数。

光伏组件表面灰尘的累积，会影响辐射到电池板表面的太阳辐射强度，最终影响光伏组件的输出功率。据相关文献报道，某种光伏组件表面灰尘会对光伏组件的出力产生 7% 的影响，其输出功率就要考虑到 0.93 的影响系数。

2 光伏组件的位置修正系数与光伏组件安装的倾角、方位角等有关，与所在地的太阳能资源数据及纬度、经度有关。

3 光照利用率是指由于太阳辐射的不均匀性，光伏组件几乎不可能同时达到最大功率输出，因此光伏阵列的输出功率要低于各个组件的标称功率之和。

障碍物对光伏组件上的太阳光造成的遮挡以及光伏组件之间的遮挡都可能影响到光伏板表面的太阳辐射强度。因此，光照利用率不可能达到 1.0。

4 光伏发电电气系统的效率与光伏组件、逆变器及逆变器至并网点之间的电气装置和连接线缆以及逆变器的效率等均有关系。

25.2.5 光伏发电系统采用何种类型与建筑物的自身条件有直接的关系。光伏发电系统常用的分类方式如下：光伏发电系统按照与电网的连接方式，分为并网光伏发电系统和独立光伏发电系统；并网光伏发电系统按照接入并网点不同，可分为用户侧并网的光伏发电系统和电网侧并网的光伏发电系统，按照是否允许向公共电网馈电，系统又可分为逆流光伏发电系统和非逆流光伏发电系统，非逆流光伏发电系统不向公共电网馈电，但需设置逆向功率保护装置；光伏发电系统按照是否采用储能装置分为有储能装置系统和无储能装置系统。

25.2.6 光伏组件直接构建成建筑围护结构时，应与建筑整体形成一体化，并与所在部位的建筑防水、排水、融雪和保温隔热等要求相一致。同时要考虑光伏组件的维修与更换、防雷接地及线缆敷设等。

25.2.7 光伏方阵安装最佳倾角可按《光伏电站设计规范》GB 50797-2012 附录 B 确定，即表 77。

表 77 光伏阵列最佳倾角参考值

城市	纬度 ϕ ($^{\circ}$)	斜面日均 辐射量 (kJ/m^2)	日辐射量 (kJ/m^2)	独立系统 推荐倾角 ($^{\circ}$)	并网系统 推荐倾角 ($^{\circ}$)
哈尔滨	45.68	15835	12703	$\phi+3$	$\phi-3$
长春	43.9	17127	13572	$\phi+1$	$\phi-3$
沈阳	41.7	16563	13793	$\phi+1$	$\phi-8$
北京	39.8	18035	15261	$\phi+4$	$\phi-7$
天津	39.1	16722	14356	$\phi+5$	$\phi-3$
呼和浩特	40.78	20075	16574	$\phi+3$	$\phi-3$
太原	37.78	17394	15061	$\phi+5$	$\phi-6$
乌鲁木齐	43.78	16594	14464	$\phi+12$	$\phi-3$
西宁	36.75	19617	16777	$\phi+1$	$\phi-1$
兰州	36.05	15842	14966	$\phi+8$	$\phi-9$
银川	38.48	19615	16553	$\phi+2$	$\phi-2$
西安	34.3	12952	12781	$\phi+14$	$\phi-5$
上海	31.17	13691	12760	$\phi+3$	$\phi-7$
南京	32	14207	13099	$\phi+5$	$\phi-4$
合肥	31.85	13299	12525	$\phi+9$	$\phi-5$
杭州	30.23	12372	11668	$\phi+3$	$\phi-4$
南昌	28.67	13714	13094	$\phi+2$	$\phi-6$
福州	26.08	12451	12001	$\phi+4$	$\phi-7$
济南	36.68	15994	14043	$\phi+6$	$\phi-2$
郑州	34.72	14558	13332	$\phi+7$	$\phi-3$

25.2.8 在光伏发电系统从交流侧断开后，直流侧的设备仍可能带电。因此，设置防止触电的安全措施和警示标志是非常必要的。

25.2.9 在汇流箱内设置监测装置是为了更好地了解光伏方阵的运行情况，目前主要还是监测电压和电流。

25.2.11 逆变器除满足条文中的规定外，在使用时还要考虑逆变器的过载能力，通常在 1.2 倍额定电流以下，可以连续可靠工

作时间不少于 1min。当电网发生短路时，逆变器的过电流要不大于额定电流的 1.5 倍，并在 0.1s 内断开光伏系统与电网的连接。

第 8 款 光伏发电系统引起火灾最多的原因是电弧，主要发生在光伏组件和汇流箱等处，因此，在条件允许的情况下，安装直流电弧故障断路器。

25.2.13 在具有公共电网的区域，光伏发电系统往往都会并网运行，以减少天气、遮挡等外界因素对光伏发电输出功率的影响，保障用户可靠的电能供应。无论采用“可逆”还是“非可逆”光伏发电系统，只要接入电网都需要采取并网保护措施。

第 3 款 当并网点的电能质量参数超限时，应自动将光伏系统与电网安全解列，在电网质量恢复正常后的 5min 内，光伏系统不应向电网送电。

光伏系统应能检测到电压异常并做出反应。在电网并网点的电压超出表 78 规定的范围时，逆变器应停止向电网送电。

表 78 电网并网点的电压

电压（电网并网点）	最大分闸时间
$U < 50\%U_{\text{正常}}$	0.1s
$50\%U_{\text{正常}} \leq U < 85\%U_{\text{正常}}$	2.0s
$85\%U_{\text{正常}} \leq U \leq 110\%U_{\text{正常}}$	继续运行
$110\%U_{\text{正常}} < U \leq 135\%U_{\text{正常}}$	2.0s
$135\%U_{\text{正常}} < U$	0.05s

注：最大分闸时间是指异常状态发生到逆变器停止向电网送电的时间。

系统应能检测到电网并网点的频率偏差超出规定限值时，频率保护在 0.2s 内断开与电网的连接。

第 5 款 当电网失压时，防孤岛保护应在 2s 内断开与电网的连接。

第 6 款 光伏发电系统配置的电能计量装置应符合现行行业标准《电能计量系统设计技术规程》DL/T 5202 的有关规定，电能计量装置应具备双向有功和四象限无功计量功能。接入公共

电网时，还应符合当地电力部门的要求。

第 8 款 光伏发电输出功率受太阳光辐照度影响很大，会从零到最大再到零不断变化，对并网点甚至临近节点的电压都会带来影响，限定容量主要是为防止光伏发电系统的接入对上一级电网的继电保护、无功补偿和电压等方面产生影响，如果超过这一限值，就需要进行无功补偿和电能质量等方面的分析。当光伏系统容量较大时，还应分析光伏系统出力变化引起的线路功率和节点电压的波动情况。

第 9 款 有研究认为，光伏发电系统额定电流与并网点的三相短路电流之比低于 10% 时，基本可以保证光伏发电系统接入后所引起的谐波、电压波动等电能质量问题不超标，如果该比例超过 10%，应进行无功补偿和电能质量等方面的分析。

25.2.14 光伏系统无功补偿容量的计算要考虑到逆变器的功率因数、线路及变压器等无功损耗的影响。并且逆变器的功率因数要在超前 0.95~滞后 0.95 范围内连续可调，需要设置无功补偿装置时宜采用自动无功补偿装置，必要时，可以安装动态无功补偿装置，以提供无功容量。

25.2.16 光伏发电系统的总等电位联结和光伏汇流箱内电涌保护器设置方式，可以参考《建筑物电气装置 第 7-712 部分：特殊装置或场所的要求 太阳能光伏 (PV) 电源供电系统》GB/T 16895.32-2008/IEC 60364-7-712:2002 图 712.1 和图 712.2。

25.3 导光设备

25.3.2 在地下房间或场所工作或停留，不利于人们的工作、视力保护、身心健康和劳动效率的提高。将自然光引入地下，不仅仅为了照明节能，更主要的是可有效地改善地下空间光环境质量。具体设置的区域和位置，要在满足土建条件基础上，通过技术经济比较确定。

25.3.11 光纤采光系统的产品参数会有一定差异性，以帕兰光纤为例，每个太阳能面板能引出 4 根光纤 (0.75mm~6mm 直

径), 每根光纤直径为 6mm, 重量为 30g/m, 长度可至 20m, 弯曲半径为 25mm。

25.4 能效监管系统

25.4.1 设置建筑能效监管系统的目的是掌握各类能源的使用/生产的情况, 以及用电系统分项能源消耗的情况(用电的设备类型比较多, 需进行分项)。同时, 也考虑到向上一级数据中心上传的能耗数据格式统一的要求, 以满足数据传输、存储、分析、比对及管理等的要求。

建筑能效监管系统应根据建筑物的具体特性进行有针对性的设计, 不仅可以为当地上一级数据中心提供准确、可靠的能耗数据, 同时, 也可为建筑物的节能降耗提供服务, 为绿色建筑评价提供准确的分类和分项能耗数据。

在为建筑物自身需要设置能耗计量装置时, 应考虑建筑物的各种实际使用需求和用能设备的特点。

25.4.2 能效监管系统的分类和分项能耗数据采集是根据《公共建筑能耗远程监测系统技术规程》JGJ/T 285-2014 以及住房和城乡建设部组织编写的《国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统分项能耗数据采集技术导则》、《国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统分项能耗数据传输技术导则》等的相关内容。

在能效监管系统设计时, 设置的子系统及监测的能耗数据分类应参照表 79 进行。

表 79 分类能耗数据表

分类能耗	一级子类
电	无
水	给水
	中水
	自备水源

续表 79

分类能耗	一级子类
燃气	天然气
	液化石油气
	人工煤气
集中供热	无
集中供冷	无
燃油和燃煤	汽油
	煤油
	柴油
	煤
可再生能源	太阳能光热
	太阳能光伏
	风能
	地热能
	其他
其他能源	无

建筑电类分项能耗数据应按表 80 的规定进行。

表 80 分项能耗数据表

能耗用途	分项能耗	一级子项	二级子项	
用电	照明及插座用电	室内照明与插座	—	
		公共区域照明	—	
		室外景观照明	—	
		专用插座	—	
	空调及供暖用电	冷热源系统	冷水机组、冷却塔等	
			电锅炉、采暖循环泵等	
		空调水系统	冷水循环泵等	
		空调风系统	空调机组、风机盘管等	

续表 80

能耗用途	分项能耗	一级子项	二级子项
用电	动力用电	电梯	—
		水泵	—
		通风机	—
	特殊用电	信息中心	—
		洗衣房	—
		厨房、餐厅	—
		游泳池	—
		健身房	—
		其他	—

表 79 中的可再生能源分类能耗数据主要是反映建筑物所利用可再生能源的总量。太阳能光热为总耗热量；太阳能光伏为总发电量；风能为风力总发电量；地热能为总耗热量。

表 80 中的建筑电类分项能耗数据按用途不同分为 4 个分项：

1 照明及插座用电是指建筑物主要功能区域的照明、插座等室内设备用电的总称。一级子项中的室内照明及插座包括从插座取电的计算机等办公设备，若空调末端设备用电不可单独计量，则应计算在房间照明与插座用电子项中，如果照明与插座可以分别单独计量，则增加二级子项。

公共区域照明指建筑物的公共区域各种照明，如走廊、大厅等处的公共照明和应急照明灯具。

室外景观照明指建筑物外立面照明灯具及室外园林景观照明灯具。

专用插座指有特殊用途的插座回路，如公共区域的楼层开水间的电加热开水器、充电设备（非汽车）等。

2 空调及供暖用电是指为建筑物提供空调、供暖的设备用电的统称。一级子项包括冷热源系统、空调水系统和空调风系统的用电。

冷热源系统包括空调系统的制备冷热量的用电设备，如冷源用电设备主要包括冷水机组、冷却水循环泵、冷却塔风机等。热源用电设备主要包括热水循环泵及自备锅炉、补水泵等的用电。

空调水系统包括空调冷水循环泵（一次冷水循环泵、二次冷水循环泵）等的用电。

空调风系统是指可以单独设置能耗计量装置的全空气机组、新风机组、空调区域的排风机组和风机盘管、变风量末端等的用电。

3 动力用电是指为建筑物提供各种动力的设备用电的统称。不包括空调供暖系统和人防系统的用电设备。一级子项包括电梯、水泵和通风机的用电。

电梯包括建筑物中使用的所有电梯（如货梯、客梯、消防梯、扶梯等）及电梯机房专用空调等附属设备的用电。

水泵包括除空调供暖系统和消防系统以外的所有水泵，如自来水加压泵、生活热水泵、排污泵、中水泵等的用电。

通风机包括除空调供暖系统和消防系统以外的所有风机，如车库通风机、可以单独设置能耗计量装置的操作间排风机、卫生间排风机等的用电。

4 特殊用电是指能耗密度高、占总用电能耗比重大的用电区域及设备，如信息中心、洗衣房、厨房餐厅、游泳池、健身房等高能耗区域，将它们设为特殊用电分项能耗的一级子项。对于医疗建筑中的医疗设备用电、剧场建筑中的舞台灯光和音响用电、体育场馆中的 LED 大屏幕和音响用电以及大型商业广告照明等，均属于能耗密度高的特殊用电设备，由于此类设备较多，将它们归入一级子项中的其他用电范围内。

25.4.3 在公共建筑中通常设有建筑设备监控系统（BAS）和变电站综合自动化系统，这两种系统都有一定的计量功能。在建筑设备监控系统中，供冷和供暖空调水系统的冷（热）量常采用数字冷（热）量表或流量计和供/回水管道匹配的温差传感器计量；水流量采用数字水表计量；燃气量采用数字燃气表计量；电能量

采用电量变送器或数字电能表进行计量。如果这些计量装置满足能耗计量装置性能要求，即可为能效监管系统所用。在变电站综合自动化系统中，经互感器接入或直接接入的多功能电能表采集的数据，如果满足能耗计量装置性能要求，也可为能效监管系统所用。但主机设备不可共用，最好设置专用主机。

25.4.4 如果能耗计量装置设置不当，会对建筑用能系统的既有功能产生影响。如：选用具有切断功能的能耗计量装置，当达到某一数值时会自动切断用能管路/线路，影响用能系统的正常工作；对于医院手术室的供电回路以直接接入的方式安装电能表，在表计出现故障时，会直接影响到手术室的正常用电。

25.4.6 电类分项能耗计量装置的设置

第1款 根据建筑物用电量的大小，设置10kV及以上电压等级的变电站或0.4kV低压配电装置。当采用10kV及以上电压等级的变电站供电时，在高压侧设置能耗计量装置，可以获得多台变压器供电时的总耗电量。在变压器低压侧设置低压总能耗计量装置，可以获得单台变压器低压侧供电时的总耗电量。当采用0.4kV低压配电装置供电时，应在低压侧进线柜设置总能耗计量装置，以获取建筑总耗电量。能耗计量装置宜选用三相多功能电能表，以获取电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、谐波等参数。

25.4.8 能效监管系统的数据传输

有线传输可采用专线传输、公共电话网传输、公共数据网传输、电缆光缆传输等多种模式。根据传输设备技术性能要求采用RS 485总线制传输方式、以太网传输方式、Wi-Fi等无线传输方式或两者混合应用的传输方式。

当系统在建筑物内敷设缆线时，可单独敷设，当与其他信息系统同类缆线合用线槽敷设时，应采用屏蔽型线缆。传输系统缆线宜采用金属线管（或金属线槽）防护。当传输距离较远或电磁环境条件较恶劣时，应选用光缆。当系统在建筑物外敷设缆线时，应采用防水型。

25.4.9 能效监管系统主机设备

第1款 建筑能效监管系统的主机设备宜设置在机房内，通常可以和配变电站控制室、建筑设备管理系统机房等合用。

25.4.10 能效监管系统管理软件

第11款 在向上一级数据中心通信时，应采用高级数据加密标准（AES）进行加密。

高级数据加密标准（AES），又称 Rijndael 加密法，是美国联邦政府采用的一种区块加密标准，已被全世界所使用。

26 弱电线路布线系统

26.1 一般规定

26.1.3 弱电线路布线系统中各类室内/室外通信专用线路、弱电信号传输、设备供电、控制等线路采用的缆线应符合本地区工程项目实际使用需求，缆线内绝缘及护套厚度与类型、耐压与耐腐蚀、抗拉与防油、防水、防晒等机械特性及环境特性应符合国家相关标准的要求。

26.1.5 交流额定电压 U_0/U 为 300V/300V 及以下的铜芯绝缘电缆宜用于交流 25V 及以下或直流 60V 及以下电器、仪表和电子设备及其自动化装置内部布线（含弱电设备控制、信号传输和弱电设备特低电压供电线路）的场所；交流额定电压 U_0/U 为 300V/500V 及以下的铜芯绝缘电缆宜用于交流 50V 以上或直流 120V 以上电器、仪器仪表（含弱电设备控制、广播信号或通信信号的传输和弱电设备供电线路）的场所；交流额定电压 U_0/U 为 450V/750V 及以下的铜芯绝缘导线或电缆应用于交流 220V/380V 电气的动力装置、照明、仪器仪表、控制或监控线路及保护等线路的场所。

26.1.6、**26.1.7** 弱电线路电缆在同一个槽盒内宜敷设相同电压等级的铜芯绝缘电缆；当各线路电缆电压等级不相同，其槽盒内所有的线路绝缘电缆应采用与最高额定电压线路绝缘相同的电压等级绝缘或在槽盒内分别加设金属隔板敷设。除条文规定外，尚应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 和《低压配电设计规范》GB 50054 的有关规定。

26.1.8 弱电线路布线系统中缆线型号的选用应根据民用建筑类型、防火安全性质与危险性质、人员疏散时间、火灾扑救难度、

环保等要求设定。弱电系统缆线（电缆及光缆）的阻燃燃烧性能分级（燃烧性能等级、烟气毒性等级、燃烧滴落物/微粒等级、腐蚀性等级）等附加信息应参照《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247-2014 中强制性章节规定；耐火电缆及光缆的耐火性能应参照现行行业标准《阻燃及耐火电缆 塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求 第2部分：耐火电缆》GA 306.2 的有关规定。

弱电系统中缆线的选择除符合本标准第 13.9 节规定执行，还可参考表 81 选择。

表 81 公共建筑中弱电系统缆线的阻燃与耐火性能

公共建筑名称	建筑物类型	缆线敷设方式	缆线的燃烧性能				
			燃烧性能等级	烟气毒性等级	燃烧滴落物/微粒等级	腐蚀性等级	耐火等级
公共建筑及数据中心	1 建筑高度大于或等于 100m 的公共建筑 2 建筑高度小于 100m 大于或等于 50m 且面积超过 100000m ² 的公共建筑 3 B 级及以上数据中心 4 避难层（间）	水平敷设	①	t0	d0	a2 ^②	750℃ / 1.5h ^④
		垂直敷设	B1	t0	d0	a2 ^②	750℃ / 1.5h ^④
公共建筑	重要公共建筑 ^③	水平敷设	≥B1	≥t1	≥d1	a2 ^②	750℃ / 1.5h ^④
		垂直敷设	B2	t2	d2	a2 ^②	750℃ / 1.5h ^④

续表 81

公共建筑名称	建筑物类型	缆线敷设方式	缆线的燃烧性能				
			燃烧性能等级	烟气毒性等级	燃烧滴落物/微粒等级	腐蚀性等级	耐火等级
一类 单层及多层建筑	1 建筑高度大于 24m 的 单层建筑 2 单栋地上建筑面积 大于 5000m ² 多层建筑 3 每层建筑面积大于 3000m ² 的百货楼、展览 楼、酒店、财贸金融楼、 电信楼等多层建筑 4 重要的科研楼、资 料档案楼 5 重点文物保护场所 6 建筑面积大于 1000m ² 的公共娱乐场所和面积大于 1000m ² 的餐饮（不含厨 房）场所	水平	≥B2	≥t1	≥d2	a2 ^②	750℃/ 1.5h ^④
	垂直	B2	t1	d2	a2 ^②	750℃/ 1.5h ^④	
二类 多层建筑	1 建筑高度不大于 24m 的单层建筑 2 每层建筑面积大于 1500m ² 但不大于 3000m ² 的商业楼、财贸金融楼、 电信楼、展览楼、旅馆等 建筑 3 区县级的邮政、广 播电视、电力调度、防灾 指挥调度楼 4 中型及以下的影 剧院 5 图书馆、书库、档 案楼 6 建筑 面积 小 于 1000m ² 的公共娱乐场所	水平	≥B2	≥t1	≥d2	a2 ^②	750℃/ 1.5h ^④
	垂直	B2	t1	d2	a2 ^②	750℃/ 1.5h ^④	

续表 81

公共建筑名称		建筑物类型	缆线敷设方式	缆线的燃烧性能				
				燃烧性能等级	烟气毒性等级	燃烧滴落物/微粒等级	腐蚀性等级	耐火等级
地下建筑	—	1 地下轨道交通车站 2 地下影剧院、礼堂 3 地下的商场、旅馆、展览厅等公共场所	水平	≥B2	≥t1	≥d2	a2 ^②	750℃/ 1.5h ^④
		4 重要的实验室、图书馆、资料档案库	垂直	B2	t1	d2	a2 ^②	750℃/ 1.5h ^④
汽车库	I类	停车当量数大于 300 辆	水平	≥B2	≥t1	≥d2	a2 ^②	750℃/ 1.5h ^④
			垂直	B2	t1	d2	a2 ^②	
	II类	停车当量数 151 辆 ~ 300 辆	水平	≥B2	≥t1	≥d2	a2 ^②	
			垂直	B2	t1	d2	a2 ^②	
	III类	停车当量数 51 辆 ~ 150 辆	水平	B2	t1	d2	a2 ^②	
			垂直	B2	t1	d2	a2 ^②	

注：① 公共建筑及数据中心所示建筑物的弱电缆水平敷设时，不仅要满足 B1 级要求，还要满足通过水平燃烧试验要求的通信电缆或光缆。

② 有防腐要求的场所，可根据防腐要求选择腐蚀性等级为 a1 或 a2 的线缆，在电缆或光缆燃烧性能试验中无防腐要求时，默认为 a3 级。

③ 重要的公共建筑的解释请参阅本规范第 13.9 节条文说明。

④ 是指建筑物内的消防广播、消防电话和避难层（间）视频监控缆线等明敷的情况。

26.2 园区综合管道

26.2.4 地下通信管道与其他设施地下管线及建筑物间的最小净距应符合表 82 的规定，并符合现行国家标准《通信管道与通道工程设计标准》GB 50373 的有关规定。

表 82 通信管道和其他地下管道及建筑物的最小净距

其他地下管道及建筑物名称		平行净距 (m)	交叉净距 (m)
已有建筑物		2.00	—
规划建筑物红线		1.50	—
给水管	直径为 300mm 以下	0.50	0.15
	直径为 300mm~500mm	1.00	
	直径为 500mm 以上	1.50	
污水、排水管		1.00 ^①	0.15 ^②
热力管		1.00	0.25
煤气管	压力 \leq 300kPa (压力 \leq 3kg/cm ²)	1.00	0.30 ^③
	300kPa < 压力 \leq 800kPa (3kg/cm ² < 压力 \leq 8kg/cm ²)	2.00	
10kV 及以下电力电缆		0.50	0.50 ^④
其他通信电缆或通信管道		0.50	0.25
绿化	乔木	1.50	—
	灌木	1.00	—
地上杆柱		0.50~1.00	—
马路边石		1.00	—
沟渠(基础底)		—	0.50
涵洞(基础底)		—	0.25
电车轨底		—	1.0

注：① 主干排水管后敷设时，其施工沟边与通信管道间的水平净距不宜小于 1.5m。

② 当通信管道在排水管下部穿越时，净距不宜小于 0.4m，通信管道应做包封，包封长度自排水管的两侧各加长 2.0m。

③ 与煤气管道交界处 2.0m 范围内，煤气管不应做接合装置和附属设备。如上述情况不能避免时，通信管道应做包封 2.0m。

④ 如电力电缆加保护管时，净距可减至 0.15m。

26.2.6 地下公用电信网通信专用管道和弱电系统综合管道可采用塑料管（硬质单孔实壁管、半硬质单孔双壁波纹管、多孔塑料管、硅芯管）、塑料合金复合型等管道，尚应符合国家现行标准《地下通信管道用塑料管 第1部分：总则》YD/T 841.1、《地下通信管道用塑料管 第2部分：实壁管》YD/T 841.2、《地下通信管道用塑料管 第3部分：双壁波纹管》YD/T 841.3、《地下通信管道用塑料管 第5部分：梅花管》YD/T 841.5、《地下通信管道用塑料管 第8部分：塑料合金复合型管》YD/T 841.8、《通信管道与通道工程设计标准》GB 50373 中的有关规定。

地下公用电信网通信专用管道和弱电系统综合管道当采用热镀锌焊接厚壁钢导管、无缝钢管和钢塑复合管时，应符合下列要求：

1 采用热镀锌焊接厚壁钢导管时，应符合现行国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091、《焊接钢管尺寸及单位长度重量》GB/T 21835 中的有关规定且可参照表 83 的规定执行。

表 83 焊接钢管的公称口径与钢管的外径、壁厚对照表（单位：mm）

公称口径 (DN)	外径	壁厚	
		普通钢管	加厚钢管
15	21.3	2.8	3.5
20	26.9	2.8	3.5
25	33.7	3.2	4.0
32	42.4	3.5	4.0
40	48.3	3.5	4.5
50	60.3	3.8	4.5
65	76.1	4.0	4.5
80	88.9	4.0	5.0
100	114.3	4.0	5.0

续表 83

公称口径 (DN)	外径	壁厚	
		普通钢管	加厚钢管
125	139.7	4.0	5.5
150	168.3	4.5	6.0

注：表中的公称口径即为公称直径，其系近似内径的名义尺寸，但不表示外径减去两个壁厚所得的内径。

2 采用无缝钢导管时，尚应符合现行国家标准《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 17395 中的有关规定，且可参照表 84 的规定执行。

表 84 无缝钢导管的公称口径与钢管的外径、壁厚对照表（单位：mm）

公称口径 (DN)	外径	壁厚	
		普通钢管	加厚钢管
15	21.3	2.8	3.5
20	26.9	2.8	3.5
25	33.7	3.2	4.0
32	42.4	3.5	4.0
40	48.3	3.5	4.5
50	60.3	3.5	4.5
50	63.5*	3.5	4.5
65	76.1	4.0	4.5
80	88.9	4.0	5.0
90	101.6*	4.0	5.0
100	114.3	4.0	5.0
125	139.7	4.0	5.5
150	168.3	4.5	6.0

注：1 表中的公称口径即为公称直径，其系近似内径的名义尺寸，但不表示外径减去两个壁厚所得的内径；

2 表中其他的公称口径普通无缝钢管均为通用系列管材。

3 *表示外径规格尺寸为 63.5mm、101.6mm 为普通无缝钢管中非通用系列管材。

3 采用钢塑复合管时，尚应符合现行国家标准《钢塑复合管》GB/T 28897 中的有关规定。

26.2.7 地下通信管道中的子管宜采用高密度聚乙烯（HDPE）硅芯管，其内壁应具有硅胶质固体润滑剂的复合管道，并具有摩擦系数低、密封性能好、耐化学腐蚀等优点。

26.2.13 人（手）孔的设置

第 1 款 人（手）孔的设计还应符合下列规定：

- 1) 人（手）孔设置在地下水位以下时，应采取防渗水措施；设置在地下冰冻层以内时，应采用钢筋混凝土人（手）孔，并应采取防渗水措施；
- 2) 人（手）孔应有混凝土基础，遇到土壤松软或地下水位较高时，应在人孔井底部基础下增设砂石、碎石垫层，或采用钢筋混凝土基础；
- 3) 人（手）孔的盖板可采用钢筋混凝土或钢纤维材料预制，厚度不宜小于 100mm；手孔盖板数量应根据手孔长度确定。

26.2.14 弱电综合管道人（手）孔程式应根据所在管段的用途及容量并按表 85 选择。

表 85 弱电综合管道人（手）孔程式

管道段落	管道容量	人(手)孔程式选用 净尺寸规格 (mm)			用 途
		长	宽	高	
弱电地下 综合管道	3 孔及以下	550 (600)	550 (600)	800	小号手孔 1（用于弱电缆线 过线与接续）
	3 孔及以下	700	500	800	小号手孔 2（用于弱电缆线 过线与接续及电信过线）
	4 孔及以下	900	700	注	小号手孔 3（用于弱电缆线 过线与接续及电信过线）

续表 85

管道段落		管道容量	人(手)孔程式选用 净尺寸规格 (mm)			用 途
			长	宽	高	
弱电地下 综合管道		4 孔及以下	1120	700	注	中号手孔 1 (用于园区弱电与电信缆线过线及接续)
		6 孔及以下	1200	900	1200	中号手孔 2 (用于园区弱电与电信缆线过线及接续)
		6 孔至 9 孔	1700	1200	1400	大号手孔 (用于园区弱电与电信等缆线分支及接续)
		6 孔至 9 孔	1800	1200	1800	小号人孔 (用于园区弱电与电信等缆线分支及接续)
		9 孔至 12 孔	2000	1400	1800	人孔 (用于电信等缆线分支及接续)
		12 孔以上	2400	1500	1850	人孔 (用于电信等缆线分支及接续)
引入 管道	至室外缆 线交接箱 或分接箱	3 孔及以下	550 (600)	550 (600)	800	小号手孔 1 (用于弱电与电信缆线接续及管道分支)
		3 孔及以下	700	500	800	小号手孔 2 (用于弱电与电信缆线接续及管道分支)
		4 孔及以下	900	700	注	小号手孔 3 (用于弱电与电信缆线接续及管道分支)
	至设备间	6 孔及以下	1120	700	1000	中号手孔 1 (用于弱电与电信缆线接续及管道分支)
	至建筑物	6 孔及以下	1200	900	1200	中号手孔 2 (用于弱电与电信缆线接续及管道分支)
		4 孔及以下	900	700	注	手孔 3 (用于缆线过线及进楼管接口用)

续表 85

管道段落		管道容量	人(手)孔程式选用 净尺寸规格 (mm)			用途
			长	宽	高	
引入 管道	至建筑物	6 孔及以下	1120 (1200)	700 (900)	注	中号手孔 1 和中号手孔 2 (用于缆线过线及进楼管接口 用)
		6 孔至 9 孔	1800	1200	1800	人孔 (可用于缆线分支与 接续及进楼管接口用)
		9 孔至 12 孔	2000 (2400)	1400	1800	人孔 (可用于缆线分支与 接续及进楼管接口用)
		12 孔以上	2400 (3000)	1400 (1500)	1800	人孔 (用于缆线分支与接 续及进楼管接口用)
衔接 手孔	与公用通信网管道 相通的手孔	1120 (1200)	700 (900)	1000 (1200)	中号手孔 (用于衔接电信 业务经营者通信管道)	
衔接 人孔	与公用通信网管道相通 的人孔	1800	1200	1800	小号人孔 (用于衔接电信 业务经营者通信管道)	

- 注：1 表格中的“注”是表示可根据引入管的埋深调节人(手)孔的净深高度；
- 2 表格中管道容量 6 孔及 6 孔以下宜采用手孔，6 孔以上可采用人孔；
- 3 表中管孔表示公称外径为 110mm 及以下圆形的塑料管的孔数或公称口径为 DN125 及以下厚壁金属钢管的孔数，但未标示出多孔一体塑料管材（即每一根一体多孔管形状具有 4/6/9 子孔栅格状管、3/4/5/7 子孔蜂窝状管、4/5/7 子孔梅花状塑料管）；园区内弱电主干综合管道宜优先选用多孔一体塑料管材；
- 4 表格中括弧内的参数为人(手)孔设计时对应的大一号的规格。

26.4 建筑物引入管

26.4.5 地下综合管道点位处的引入管应采用无缝钢管或热浸镀锌厚壁焊接钢导管，金属钢管的公称口径与钢管的外径、壁厚

可参见表 83 和表 84 中无缝钢管或热浸镀锌厚壁焊接钢管对照表的要求。

26.5 建筑物内配线管网

26.5.2 弱电配线管网中室内或室外弱电缆线安装用金属导管宜采用热镀锌或热浸镀锌钢导管，基本型、防水型或防油防水防日晒型包塑可弯曲金属导管等。除符合本标准条文外，尚应符合国家现行标准《电缆管理用导管系统 第 1 部分：通用要求》GB/T 20041.1 或 idt IEC 63386-1、《电缆管理用导管系统 第 22 部分：可弯曲导管系统的特殊要求》GB 20041.22 或 idt IEC 63386-22、《建筑电气用可弯曲金属导管》JG/T 526 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的有关规定。当金属导管有机械外压力时，金属导管应符合现行国家标准《电缆管理用导管系统 第 1 部分：通用要求》GB/T 20041.1 中耐压分类为中型、重型及超重型的金属导管中的有关规定。

弱电配线管网中室内和室外弱电缆线安装用金属槽盒宜采用热镀锌或热浸镀锌钢制槽盒和复合耐腐电缆槽盒等。除符合本标准条文外，尚应符合国家现行标准《节能耐腐蚀钢制电缆桥架》GB/T 23639 和《电控配电用电缆桥架》JB/T 10216 中的有关规定。

26.5.8 在有酸碱腐蚀介质的环境场所敷设弱电配线管网时，弱电缆线可穿各规格公称口径的钢塑复合管或穿各规格公称外径的建筑电气安装使用的阻燃塑料导管。除符合本标准条文外，尚应符合国家现行标准《钢塑复合管》GB/T 28897、《电缆管理用导管系统 第 1 部分：通用要求》GB/T 20041.1、《热塑性塑料管材通用壁厚表》GB/T 10798、《建筑用绝缘电工套管及配件》JG 3050 和《电气安装用阻燃 PVC 塑料平导管通用技术条件》GA 305 中的有关规定；布线用塑料槽盒，应符合现行国家标准《电气安装用电缆槽管系统 第 1 部分：通用要求》GB/T 19215.1 中非火焰蔓延型的有关规定。

26.5.10 建筑物竖向配线管网宜采用封闭式金属竖向槽盒或金属导管

第3款~第5款 弱电间（电信间）或弱电竖井内采用封闭式金属槽盒时，其槽盒内每隔400mm~500mm槽壁上应加设（铆接或焊接）金属横担，并满足弱电系统竖向缆线的安装。

第6款 高度超过150m以上的建筑，应在楼层弱电间和增设的弱电竖井（与电气合设）内分别设置1根（为1+1冗余）竖向应急防灾专用竖向缆线管道，供各避难层中避难区域（间）处专用弱电间内各应急防灾设备专用主干缆线使用。

两根弱电布线系统异处敷设的竖向应急防灾专用竖向缆线管道应采用封闭式金属竖向槽盒（即槽式电缆走线槽）且须采取防火措施。封闭式金属竖向槽盒的规格应根据实际需求且留有余量，并应根据楼层高度且下部楼层规格宽上部楼层规格窄的配置方式进行配置，通常采用200mm~400mm宽150mm深。

连接两根竖向专用槽盒的双路由主干管槽分别由大楼总消防安防控制室或应急指挥室（中心）引出，经水平分方向分别引至楼层的弱电间（电信间）和专用弱电竖井或配电间强电竖井内。

26.5.16 当金属导管及槽盒必须局部穿越前室和合用前室的内墙或楼板时，除应对金属管及槽盒采取防火措施外，还应在穿越段的管槽外加设耐火装饰材料包封。其包封装饰材料应与内墙或楼板建筑构件耐火等级相同。

26.5.17 导管或槽盒内部截面积大于或等于710mm²时，应在缆线敷设后在管槽内部进行防火封堵。并尚应符合现行国家标准《低压电气装置 第5-52部分：电气设备的选择和安装 布线系统》GB/T 16895.6的有关规定。

26.5.18 弱电配线管网在避难层和避难区域（间）内敷设

第3款 避难层可兼作设备层。在公共建筑避难区域（间）与非避难区域防火墙交接处设置楼层专用弱电间时，其面积不宜小于2m²，并应满足能安放避难区域（间）内专用的19in标准

机柜、网络交换机、数字安防视频监控、广播、布线、局部等电位端子板箱、配套电源等设施。专用弱电间四周侧墙应采用不低于3.00h耐火极限的防火隔墙与非避难区域分隔，其上下楼板的耐火极限不应低于2.00h，并采用甲级防火门，防火门可朝避难区域（间）内开设。专用弱电间除满足上述要求外，尚应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

第4款 各避难区域（间）专用弱电间内专用防灾设备线路为专用数字安防网络线路、专用广播线路、专用安防视频监控等线路的配线管网，其线路缆线经大楼防灾专用竖向主干缆线管道由大楼消防和安防控制室直接引来，缆线专用竖向与水平保护管槽的外露部分均应采取防火措施。

第6款 弱电布线电缆在超高层民用建筑避难层、避难区域（间）和大楼竖向专用弱电配线管网中楼层水平缆线和大楼竖向专用主干缆线的设计宜采用耐火型缆线（电缆或光缆）。高度100m以上至250m和高度250m以上建筑物的各个避难区域及大楼竖向专用弱电配线管网中缆线的耐火要求，在燃烧温度在750℃及以上时，应满足不低于90min耐火时间的防护需求。

26.6 建筑物内配线设施

26.6.3 进线间、（电信间）或弱电竖井内可选用通用19英寸标准网络及布线设备落地或挂墙机柜，其机柜规格尺寸可参见表86和表87。

表86 通用19英寸标准网络及布线设备机柜（单位：mm）

机柜外框总高度	1000	1200	1400	1600	1800		2000		2200	
实际有效使用高度	889.0 (20U)	1066.8 (24U)	1289.1 (29U)	1466.9 (33U)	1689.1 (38U)		1866.9 (42U)		2089.2 (47U)	
机柜总宽度	600	600	600	600	600	800	600	800	600	800

续表 86

机柜总深度	600	600	600	600	600	—	600	—	600	—
	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

- 注：1 表中机柜有效使用高度可参照《电子设备机械结构 482.6mm (19in) 系列机械结构尺寸 第 3-100 部分：面板、插箱、机箱、机架和机柜的基本尺寸》GB/T 19520.16-2015/IEC60297-3-100 标准中推荐 200mm 作为高度模数增量 ($2 \times 200 = 9U$) 的要求；
- 2 表中机柜总宽度 800mm 和 600mm 时，分别为机房机柜和弱电间或竖井机柜内配置网络设备及布线设备时首选规格尺寸；
- 3 表中机柜总深度可参照《电子设备机械结构 482.6mm (19in) 系列机械结构尺寸 第 3-100 部分：面板、插箱、机箱、机架和机柜的基本尺寸》GB/T 19520.16-2015 或 IEC60297-3-100 标准（即优先推荐 200mm 作为高度模数增量）；
- 4 表中符号 U 为高度方向进制， $1U = 44.45\text{mm}$ ；
- 5 表中机柜用于环境较恶劣、灰尘较多的场所时，前门宜采用透明钢化玻璃门或无孔钢质平板门；
- 6 表中机柜的后门，侧板等板金材料应采用厚度不小于 1.2mm 的冷轧钢板，并做喷塑处理；
- 7 表中机柜内应配置 PDU 电源插座设备，并应在机柜顶部预留风扇配置的位置；
- 8 表中机柜外框总高度规格尺寸不包含机柜脚轮的高度；配置脚轮时，其高度为 72mm。

表 87 通用挂墙式 19 英寸标准网络及布线设备机柜（单位：mm）

机柜外框总高度	370	500	630	770	900
实际有效使用高度	266.7 (6U)	400.1 (9U)	533.4 (12U)	666.8 (15U)	800.1 (18U)
机柜总宽度	600	600	600	600	600

续表 87

机柜总深度	450	450	450	450	450
	550	550	550	550	550
	600	600	600	600	600

- 注：1 表中机柜的后门，侧板等板金材料应采用厚度不小于 1.2mm 的冷轧钢板，并做喷塑处理；
- 2 表中符号 U 为高度方向进制，1U=44.45mm；
- 3 表中挂墙式机柜前门宜采用透明钢化玻璃门且加设锁具，其侧板（两侧）可拆卸开启；
- 4 表中机柜内应配置 PDU 电源插座设备，并应在机柜顶部预留风扇配置的位置；
- 5 表中机柜静态荷载不应小于 30kg。

《高压钠灯用镇流器能效限定值及节能评价》GB 19574

24.1.4 表 24.1.4 根据广州、北京、上海等地 203 座建筑物实际运行数据经过分析、梳理后编制而成。节能值是用于衡量建筑电气设计变压器容量的选择是否合理的指标，通常变压器的容量不应超过限定值。当建筑电气设计符合表 24.1.4 中要求时，可认为建筑电气节能设计是合理的。

24.2 供配电系统节能设计

24.2.1 本条给出了供配电系统节能设计的原则，即在确保使用功能、系统可靠性的前提下选择节能的系统，也就是节能不能影响正常的使用功能。

技术经济比较是节能设计的关键，没有良好的经济性，节能是没有意义的。

24.2.2 第 1 款 建筑物的配变电所为末端的用户站，变压的级数一般不超过二级，多一级变电意味着设备投资的增加，也意味着变电过程中能耗的增多。如果是 10kV 电源，一般只有一级变电；如果是 35kV 电源，有可能存在 35kV/10kV、10kV/0.4kV 二级变电，也有可能 35kV 直降到 0.4kV 一级变电；如果是 110kV 电源进线，则存在二级变电。

第 2 款 根据《Ed 1.0 Low voltage electrical installation Part 8-1: Energy efficiency》IEC 60364-8-1 编制而成。

第 3 款 强调技术经济比较合理配置变压器或配变电所。对于城市综合体建筑、建筑群、超高层建筑等，由于建筑规模大、功能多样、建筑高度高，往往存在多个负荷中心，建议按照建筑使用功能、业态、大负荷情况、物业管理、避难层/设备层等设置配变电所。

第 4 款、第 5 款 是对季节性负荷、临时性负荷的要求。

24.2.3 本条根据《评价企业合理用电技术导则》GB/T 3485 - 1998 编制。

24.2.4 《Ed 1.0 Low voltage electrical installation Part 8-1:

Energy efficiency》IEC 60364-8-1 认为，当变压器的铜损等于铁损时，变压器效率最高，此时变压器的负载系数宜为 40%~65%。

《电力变压器经济运行》GB/T 13462 - 2008 规定，对双绕组变压器而言，变压器最佳经济运行区间为 $1.33\beta_{1Z}^2 \sim 0.75$ 。其中 β_{1Z} 为变压器综合功率经济负载系数。

24.2.6 谐波抑制措施参见现行国家标准《建筑电气工程电磁兼容技术规范》GB 51204 的相关规定。

24.2.7 采取的措施参见本标准第 3.4.5 条的规定，主要措施有：

- 1 采用专线供电；
- 2 与其他负荷共用配电线路时，宜降低配电线路阻抗；
- 3 较大功率的冲击性负荷、冲击性负荷群与对电压波动、闪变敏感的负荷，宜由不同变压器供电；
- 4 采用动态无功补偿装置或动态电压调节装置。

《电能质量 电压波动和闪变》GB/T 12326 - 2008 是对公共电网连接点 PCC 处的电压波动和闪变作出的要求。

24.2.8 本条根据《Ed 1.0 Low voltage electrical installation Part 8-1: Energy efficiency》IEC 60364-8-1 标准编制。

另外，《额定电压 0.6/1 kV 双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电力电缆》JG/T 442 - 2014 和《额定电压 450/750V 及以下双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电线》JG/T 441 - 2014 两项标准已经颁布实施，电线电缆寿命由 25 年左右延长到 70 年，达到节材和节省生产、运输等过程中的能耗和成本。电缆的寿命需与建筑物设计使用寿命、为其供电的设备寿命、二次装修的周期、业态变换周期等因素相匹配。

24.3 电气照明的节能设计

24.3.1 节能需要进行技术经济比较，如果没有良好的经济效益，节能是没有意义的。

24.3.3 本条从节能出发，针对不同场所提出对光源的要求。