

ICS 29.240

F 20

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 741 — 2019

代替 DL/T 741 — 2010

架空输电线路运行规程

Operating code for overhead transmission line

2019-06-04 发布

2019-10-01 实施

国家能源局 发布

架空输电线路运行规程

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本要求	3
5 运行标准	4
6 巡视	8
7 检测	11
8 维修	13
9 特殊区段的运行要求	14
10 线路保护区的运行要求	16
11 输电线路的环境保护	17
12 技术资料管理	18
附录 A (资料性附录) 导线、地线断股损伤的处理	22
附录 B (规范性附录) 线路导线对地距离及交叉跨越	23
附录 C (规范性附录) 各电压等级线路的最小空气间隙	30
附录 D (资料性附录) 不同型式绝缘子的爬电距离有效系数 K_e	35

GB/T 50064 架空输电线路设计规程	DL/T 741—2019
GB/T 50065 架空输电线路运行规程	DL/T 741—2019
GB 50233 110kV~750kV 架空输电线路设计规范	DL/T 741—2019
GB 50545 110kV~750kV 架空输电线路设计规范	DL/T 741—2019
GB 50665 110kV 架空输电线路设计规范	DL/T 741—2019
GB 50790 110kV 及以下架空输电线路设计规范	DL/T 741—2019
DL/T 388 架空输电线路直升机巡视技术导则	DL/T 741—2019
DL/T 389 架空输电线路直升机巡视作业标准	DL/T 741—2019
DL/T 409 电力安全工作规程 (电力线路部分)	DL/T 741—2019
DL/T 626 瓷绝缘子检测规程	DL/T 741—2019
DL/T 627 瓷绝缘子带电检测装置技术规范	DL/T 741—2019
DL/T 815 交流输电线路用复合外套氧化锌避雷器技术规范	DL/T 741—2019
DL/T 867 杆塔工频接地电阻测量	DL/T 741—2019
DL/T 10003 标称电压高于 1000V 架空线路用绝缘子使用导则 第 3 部分: 交流系统用棒形悬式复合绝缘子	DL/T 741—2019
DL/T 1069 架空输电线路导线补修导则	DL/T 741—2019
DL/T 1122 架空输电线路外绝缘配置技术导则	DL/T 741—2019
DL/T 1248 架空输电线路状态检修导则	DL/T 741—2019
DL/T 1249 架空输电线路运行状态评估技术导则	DL/T 741—2019
DL/T 1367 架空输电线路检测技术导则	DL/T 741—2019

前 言

- 本标准依据国标 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则起草。
- 本标准与 DL/T 741—2010 相比主要变化如下：
- 由于交直流输电线路运行维护共同点较多，本标准范围调整为适用于交流 110（66）kV 及以上、直流±400kV 及以上架空输电线路。35kV 架空线路及其他架空输电线路可参照采用。
 - 在术语和定义中扩充了直流输电线路的相关内容。
 - 增加了智能巡检的相关内容。
- 本标准实施后代替 DL/T 741—2010。
- 本标准由中国电力企业联合会提出。
- 本标准由全国架空线路标准化技术委员会线路运行分技术委员会（SAC/TC 202/SC 1）归口。
- 本标准主要起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国家电网有限公司、国网湖北省电力有限公司、国网江西省电力有限公司、国网山东省电力公司、国网浙江省电力有限公司、国网黑龙江省电力有限公司、国网湖南省电力有限公司、云南电网有限责任公司、国网山西省电力公司、国网甘肃省电力公司。
- 本标准主要起草人：邵瑰玮、王剑、易辉、马建国、蔡焕青、张宇、郑连勇、姜文东、李字明、龚政雄、刘敬华、黄修乾、彭波、周国华、牛彪、孔晨华、王海跃、付晶、张丽华、李永莱、纪会争、刘洪正、尹洪、金益迥、陈立明。
- 本标准的历次版本发布情况为：
- DL/T 741—2001、DL/T 741—2010。
- 本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

架空输电线路运行规程

1 范围

本标准规定了架空输电线路运行工作的基本要求、运行标准，对输电线路巡视、检测、维修、技术资料管理等提出了具体要求，并对输电线路特殊区段、保护区的维护和线路的环境保护提出了明确规定。

本标准适用于交流 110（66）kV、直流±400kV 及以上电压等级架空输电线路（含接地极线路）。35kV 架空线路及其他架空输电线路可参照采用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2900.51 电工术语 架空线路
- GB/T 4365 电工术语 电磁兼容
- GB/T 25094 架空输电线路抢修杆塔通用技术条件
- GB/T 26218.1 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分：定义、信息和一般原则
- GB/T 32673 架空输电线路故障巡视技术导则
- GB/T 35695 架空输电线路涉鸟故障防治技术导则
- GB/T 35706 电网冰区分布图绘制技术导则
- GB/T 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范
- GB 50233 110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范
- GB 50545 110kV~750kV 架空输电线路设计规范
- GB 50665 1000kV 架空输电线路设计规范
- GB 50790 ±800kV 直流架空输电线路设计规范
- DL/T 288 架空输电线路直升机巡视技术导则
- DL/T 289 架空输电线路直升机巡视作业标志
- DL/T 409 电业安全工作规程（电力线路部分）
- DL/T 626 劣化悬式绝缘子检测规程
- DL/T 627 绝缘子用常温固化硅橡胶防污闪涂料
- DL/T 815 交流输电线路用复合外套金属氧化物避雷器
- DL/T 887 杆塔工频接地电阻测量
- DL/T 1000.3 标称电压高于 1000V 架空线路用绝缘子使用导则 第 3 部分：交流系统用棒形悬式复合绝缘子
- DL/T 1069 架空输电线路导地线补修导则
- DL/T 1122 架空输电线路外绝缘配置技术导则
- DL/T 1248 架空输电线路状态检修导则
- DL/T 1249 架空输电线路运行状态评估技术导则
- DL/T 1367 架空输电线路检测技术导则

DL/T 1482 架空输电线路无人机巡检作业技术导则

DL/T 1570 架空输电线路涉鸟故障风险分级及分布图绘制

DL/T 5130 架空送电线路钢管杆设计技术规定

DL/T 5235 ±800kV 及以下直流架空输电线路工程施工及验收规程

DL/T 5300 1000kV 架空输电线路工程施工质量检验及评定规程

中华人民共和国主席令第 23 号 中华人民共和国电力法 (全国人民代表大会常务委员会 2018 年 12 月 29 日修正)

中华人民共和国国务院令 588 号 电力设施保护条例 (2011 年 1 月 8 日修正)

中华人民共和国国家发展和改革委员会令 2011 年第 10 号 电力设施保护条例实施细则 (2011 年 6 月 30 日修正)

3 术语和定义

GB/T 2900.51 和 GB/T 4365 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

居民区 residential area

工业企业地区、港口、码头、火车站、城镇、村庄等人口密集区，属于公众环境。

3.2

非居民区 nonresidential area

虽然常有人、有车辆或农业机械到达，但未遇房屋或偶有房屋但人员活动稀少的地区。

3.3

民房 residences

有人长时间居住的建筑物，包括其中的房间或平台。也包括经地方规划批准建设的医院、幼儿园、学校、办公楼等有人长时间居住或工作的建筑物。

3.4

微气象区 area of minute meteorological phenomena

某一大区域内的局部地段。由于地形、位置、坡向及温度、湿度等出现特殊变化，造成有别于大区域的更为特殊且对线路安全运行产生严重影响的局部气象区域。

3.5

微地形区 area of micro-topography

大地形区域中的一个局部狭小的范围。微地形区按分类主要有垭口型、高山分水岭型、水汽增大型、地形抬升型、峡谷风道型等。

3.6

不良地质区 adverse geological area

存在滑坡、泥石流、流沙、地面塌陷、地表裂缝或地面沉降等地质灾害风险的区域或因地下开采作业引起或可能引起地表移动变形的区域。

3.7

接地极线路 earth electrode line

连接换流站中性母线与接地极馈流线的线路。

3.8

线路巡视 line inspection

为掌握线路的运行状况，及时发现线路本体、附属设施以及线路保护区出现的缺陷或隐患，并为线路检修、维护及状态评价（评估）等提供依据，近距离对线路进行观测、检查、记录的工作。根据不同的需要，线路巡视可分为正常巡视、故障巡视、特殊巡视三种。

3.8.1

正常巡视 periodic inspection

按一定的周期对线路所进行的巡视，包括对线路设备（指线路本体和附属设备）和线路保护区（线路通道）所进行的巡视。

3.8.2

故障巡视 fault inspection

运行单位为查明线路故障点、故障原因及故障情况等所组织的线路巡视。

3.8.3

特殊巡视 special inspection

在特殊情况下或根据特殊需要，采用特殊巡视方法所进行的线路巡视。特殊巡视包括夜间巡视、交叉巡视、登杆塔检查、防外力破坏巡视等。

3.9

重要交跨 important crossing

架空输电线路跨越高速铁路、电气化铁路等主干铁路、高速公路、一级公路、重要输电线路等重要设施，发生故障时将会造成重大人身伤亡、重大设备损坏、大面积停电等重大社会影响和安全事件的线路跨越区段。

3.10

特殊区段 special section

线路设计及运行中不同于其他常规区段、经特殊设计建设的线路区段。特殊区段主要包括大跨越、重要交跨、多雷区、重污区、重冰区、涉鸟故障区、外力破坏易发区、微地形区、微气象区及不良地质区。

3.11

大跨越 large crossing

线路跨越通航江河、湖泊或海峡等，因档距较大或杆塔较高，导线选型或杆塔设计需特殊考虑，且发生故障时严重影响航运或修复特别困难的耐张段。

3.12

输电线路保护区 transmission line protected region

导线边线向外侧水平延伸一定距离，并垂直于地面所形成的两平行面内的区域。

3.13

输电线路的电磁环境 electromagnetic environment of transmission line

输电线路运行时线路电压、电流所产生的电场效应、磁场效应，以及电晕效应所产生的无线电干扰和可听噪声等。

3.14

地面合成场强 total electric field strength above ground

由导线所带电荷产生的静电场和由空间电荷产生的电场合成的地面场强。

3.15

离子流密度 ion current density

在电场的作用下，空间电荷不断向地面移动，地面单位面积所接收到的电流。

4 基本要求

4.1 线路的运行工作应贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，执行 DL/T 409 有关规定。运行维护单位应全面做好线路的巡视、检测、维修和管理工作，应积极采用先进技术和实行科学管理，不断总结经验、积累资料、掌握规律，保证线路安全运行。

- 4.2 运行维护单位应参与线路的规划、可行性研究、路径选择、设计审核、杆塔定位、材料设备的选型及招标、竣工验收等生产全过程管理工作，并根据本地区的特点、运行经验和反事故措施，提出要求和建议，使设计与运行协调一致。
- 4.3 每条线路应有明确的运维管理界限，应与发电厂、变电站、用户单位和相邻的运行管理单位明确划分分界点，不应出现空白点。
- 4.4 运行维护单位应建立健全岗位责任制，运行、管理人员应掌握设备状况和维修技术，熟知有关规程制度，经常分析线路运行情况，提出并实施预防事故、提高安全运行水平的措施，如发生事故，应按电力安全事故调查有关规定进行。
- 4.5 运行维护单位应完善重要交跨运维保障责任制。
- 4.6 运行维护单位应严格遵守执行《中华人民共和国电力法》《电力设施保护条例》《电力设施保护条例实施细则》等相关法律法规规定，开展电力设施保护宣传教育及群众护线工作，建立和完善电力设施保护工作机制和责任制，加强线路保护区管理，防止外力破坏。
- 4.7 运行维护单位应与农林、公安、安监等政府相关部门加强沟通，与铁路、公路、航运等单位建立协调机制，确保输电线路安全稳定运行。
- 4.8 新建、改建线路，均应按 GB 50233 等相关标准和规定进行验收移交。
- 4.9 运行维护单位应根据运行经验，按照 DL/T 1249、DL/T 1248 相关要求，在线路状态分析评估的基础上，开展线路状态检修工作。
- 4.10 新型杆塔、导线、金具、绝缘子以及工具等应经试验合格后方可使用。
- 4.11 线路外绝缘的配置应按照 GB/T 50064 等相关标准要求，结合运行经验，综合考虑防污、防雷、防风偏、防覆冰等因素。
- 4.12 运行维护单位应依据 GB/T 35706、DL/T 1570 等相关标准，开展雷区、污区、冰区、涉鸟故障风险等分布图绘制并定期更新，为特殊区段运行提供指导。
- 4.13 对易发生外力破坏区、涉鸟故障区、微气象区、微地形区、不良地质区等特殊区段的输电线路，应加强巡视，并采取针对性技术措施。
- 4.14 线路的杆塔上应有线路名称、杆塔编号、相位以及必要的安全、保护等标志，同塔双回、多回路应有醒目的标识。
- 4.15 运行中应加强对防鸟装置、标志牌、警示牌及有关监测装置等附属设施的维护，确保其完好无损。

5 运行标准

5.1 杆塔与基础

- 5.1.1 基础表面水泥不应脱落、钢筋不应外露，装配式、插入式基础不应出现锈蚀，基础周围保护土层不应流失、塌陷；基础挡土墙或护坡不应出现裂缝、沉陷或变形；基础的排水沟不应堵塞、填埋或淤积；高低腿基础接地体保护措施不应失效；特高压直流架空接地极线路绝缘基础的防腐绝缘处理应满足设计要求；基础边坡保护距离应满足 GB 50545 等标准要求。
- 5.1.2 塔腿主材与保护帽接触处不应有渗水现象，保护帽或基础顶面应留散水坡度；塔腿周围不得堆放腐蚀性、易燃性等物品；污染严重地区塔腿主材应采取防腐措施。
- 5.1.3 长年冻土区杆塔装有热棒的基础，热棒的倾斜度不应大于 30°，热棒翅片间间隙应均匀，不应出现翅片咬齿、挤压、倒伏等，且翅片间不应有泥土、沙石、油污、木屑、悬挂异物等。
- 5.1.4 交流线路杆塔的倾斜度、杆（塔）顶挠度、横担的歪斜程度不应超过表 1 的规定。

表1 交流线路杆塔倾斜度、杆（塔）顶挠度、横担歪斜最大允许值

类别	钢筋混凝土电杆	钢管杆	角钢塔	钢管塔
直线杆塔倾斜度 (包括挠度)	1.5%	0.5% (倾斜度)	0.5% (50m 及以上高度铁塔) 1.0% (50m 以下高度铁塔)	0.5%
直线转角杆最大挠度	/	0.7%	/	/
转角和终端杆 66kV 及以下最大挠度	/	1.5%	/	/
转角和终端杆 110kV~220kV 最大挠度	/	2%	/	/
杆塔横担歪斜度	1.0%	/	1.0%	0.5%

5.1.5 直流线路杆塔的倾斜度、横担的歪斜度不应超过表 2 的规定。

表2 直流线路杆塔倾斜度、横担歪斜度最大允许值

电压等级	杆塔高度	杆塔倾斜度 (包括挠度)	横担歪斜度
±660kV 及以上	100m 及以上	0.15%	1%
	50m 及以上、100m 以下	0.25%	
	50m 以下	0.3%	
±500kV 及以下	50m 及以上	0.5%	1%
	50m 以下	1%	

5.1.6 耐张塔受力后不应向内角倾斜。

5.1.7 终端塔受力后不应向受力方向倾斜或者塔头超过铅垂线偏向受力侧。

5.1.8 铁塔主材相邻结点间弯曲度不应超过 0.2%，特高压钢管塔不应超过 0.1%。

5.1.9 钢筋混凝土杆保护层不应腐蚀脱落、钢筋外露，普通钢筋混凝土杆不应有纵向裂纹、横向裂纹，缝隙宽度不应超过 0.2mm，预应力钢筋混凝土杆不应有裂纹。

5.1.10 拉线拉棒锈蚀后直径减少值不应超过 2mm。

5.1.11 拉线基础埋层厚度、宽度不应减少。

5.1.12 拉线镀锌钢绞线不应断股，镀锌层不应锈蚀、脱落。

5.1.13 拉线张力应均匀，不应出现松弛。

5.1.14 铁塔连接螺栓不应出现松动，相应规格螺栓扭紧力矩应满足表 3 要求。若达不到表 3 规定，应逐一进行紧固。

表3 杆塔热镀锌螺栓扭紧力矩

单位为 N·m

螺栓规格	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M45	M48	M52	M56
扭紧力矩 (4.8 级)	40	80	100	250	353	470	588	784	941	1215	1411	1803	2195	2322
扭紧力矩 (8.8 级)	60	110	220	380	450	600	700	880	1100	1400	1900	2100	2300	2500

4.8 级螺栓的扭紧力矩不应小于表中的规定。
4.8 级以上的螺栓紧固力矩标准值由设计规定，若设计无规定时，宜按 4.8 级螺栓的扭紧力矩紧固。

5.2 导线与地线

5.2.1 导、地线表面不应出现腐蚀、外层脱落或疲劳状态。

5.2.2 导、地线不应出现损伤、断股、严重腐蚀等现象。应按照 DL/T 1069 的规定对导、地线的损伤状况进行评价和分类，并确定相应的补修方法。导、地线由于断股、损伤造成强度损失或减少截面的处理方法参见附录 A。必要时，可对其进行强度试验，强度试验值不应小于原破坏值的 80%。

5.2.3 导、地线弧垂偏差不应超过表 4 的规定。

表 4 导、地线弧垂偏差允许值

档距类型	电压等级	
	110 (66) kV	交流 220kV 及以上、直流 ±400kV 及以上
一般档弧垂	+6.0%、-2.5%	+3.0%、-2.5%
大跨越档弧垂	±1%，正偏差不应超过 1m	

5.2.4 导线相间相对弧垂偏差不应超过表 5 的规定。

表 5 导线相间相对弧垂偏差最大值

单位为 mm

档距类型	电压等级	
	110 (66) kV	交流 220kV 及以上、直流 ±400kV 及以上
一般档	200	300
大跨越档	500	

5.2.5 相分裂导线同相子导线相对弧垂值不应超过以下值：垂直排列双分裂导线 100 mm；其他排列形式分裂导线 220kV 为 80 mm，交流 330kV 及以上、直流 ±400kV 及以上线路 50 mm。

5.2.6 OPGW 接地引线不应松动或对地放电，直通耐张跳线不应直接与地线支架或塔身触碰。

5.2.7 线路导线对地距离及交叉跨越距离应符合附录 B 的要求。

5.2.8 各电压等级线路的最小空气间隙应符合附录 C 的要求。

5.2.9 跳线不应出现下列任一情况：

- a) 断股、损伤、表面腐蚀、外层脱落等原因导致截面减少。
- b) 出现绞股、松股、扭伤现象。

5.3 绝缘子

5.3.1 瓷质绝缘子伞裙不应破损，瓷质不应有裂纹，瓷釉不应烧损。

5.3.2 玻璃绝缘子不应自爆或表面有裂纹。

5.3.3 棒形及盘形复合绝缘子伞裙、护套不应出现破损或龟裂、脱落、蚀损等现象，端头密封不应开裂、老化。

5.3.4 钢帽、绝缘件、钢脚应在同一轴线上，钢脚、钢帽、胶装水泥不应有裂纹、歪斜、变形或严重锈蚀，钢脚与钢帽槽口间隙不应超标。

5.3.5 盘形绝缘子绝缘电阻，330kV 及以下线路不应小于 300MΩ，交流 500kV 及以上、直流 ±400kV 及以上线路绝缘子（含接地极绝缘子）不应小于 500MΩ。

5.3.6 盘型绝缘子分布电压不应为零或低值。

5.3.7 锁紧销不应脱落变形。

5.3.8 瓷质绝缘横担不应有严重结垢、裂纹，不应出现瓷釉烧坏、瓷质损坏、伞裙破损。

5.3.9 复合横担护套不应出现破损或龟裂、脱落等现象。

5.3.10 直线杆塔绝缘子串顺线路方向的偏斜角（除设计要求的预偏外）不应大于 7.5°，或最大偏移值

不应大于 300mm；绝缘横担端部偏移不应大于 100mm。特高压直线塔绝缘子串顺线路方向最大偏移值（除设计要求的预偏外）不应大于 400mm。

5.3.11 地线绝缘子、放电间隙不应出现非雷击放电或烧伤。

5.3.12 防污闪涂料涂层厚度应满足 DL/T 627 规定，涂层应均匀附着在绝缘子表面，涂层不应出现龟裂、起皮和脱落或憎水性丧失等现象。

5.3.13 直流线路绝缘子锌套腐蚀程度应定期进行检查。

5.4 金具

5.4.1 金具本体不应出现变形、锈蚀、磨损、烧伤、裂纹，连接处转动应灵活，强度不应低于原值的 80%。

5.4.2 防振锤、防振阻尼线、间隔棒等金具不应发生松动、位移、变形、失效、疲劳、脱落。

5.4.3 屏蔽环、均压环不应出现松动、变形，均压环不应反装。

5.4.4 绝缘地线放电间隙应符合设计要求。

5.4.5 接地极线路绝缘子串招弧角放电间隙不应小于 300mm，且不大于 0.85 倍绝缘子有效串长，招弧角间隙不应出现松动、位移。

5.4.6 OPGW 的余缆固定金具应固定牢靠，接续盒不应松动、漏水。

5.4.7 OPGW 预绞丝线夹不应出现疲劳断脱或滑移。

5.4.8 接续金具不应出现下列任一情况：

- a) 外观鼓包、裂纹、烧伤、滑移或出口处断股，弯曲度不符合有关规程要求；
- b) 温度高于相邻导线温度 10℃，跳线联板温度高于相邻导线温度 10℃；
- c) 过热变色或连接螺栓松动；
- d) 金具内部严重烧伤、断裂或压接不实（有抽头或位移）或压接施工不规范；
- e) 并沟线夹、跳线引流板螺栓扭矩值未达到相应规格螺栓扭紧力矩时应进行紧固，其扭紧力矩见表 6。

表 6 螺栓型金具钢制热镀锌螺栓扭紧力矩

螺栓直径 mm	8	10	12	14	16	18	20
扭紧力矩 N·m (4.8 级)	9~11	18~23	32~40	45~55	80~100	105~140	125~150
扭紧力矩 N·m (6.8 级)	11~15	25~30	40~55	70~90	120~140	150~180	180~220

5.5 接地装置

5.5.1 检测到的工频接地电阻应按照季节系数（见表 7）进行换算，换算后的数值不应大于设计规定值。

表 7 水平接地体的季节系数

接地射线埋深 m	季节系数
0.6	1.4~1.8
0.8~1.0	1.25~1.45

注：检测接地装置工频接地电阻时，如土壤较干燥，季节系数取较小值；土壤较潮湿时，季节系数取较大值。

5.5.2 多根接地引下线接地电阻不应出现明显差别。

5.5.3 接地引下线不应断开、锈蚀或与接地体接触不良。

5.5.4 雷季干燥时每基杆塔不连地线的工频接地电阻不应大于表 8 所列数值。

表 8 线路杆塔的工频接地电阻

土壤电阻率 ρ $\Omega \cdot m$	$\rho \leq 100$	$100 < \rho \leq 500$	$500 < \rho \leq 1000$	$1000 < \rho \leq 2000$	$\rho > 2000$
接地电阻 Ω	10	15	20	25	30

注：土壤电阻率超过 $2000\Omega \cdot m$ ，接地电阻很难降低到 30Ω 时，可采用 6 根~8 根总长不超过 500m 的放射形接地体，或采用连续伸长接地体，接地电阻不受限制。

5.5.5 接地装置不应出现外露或腐蚀严重，被腐蚀后其导体截面不应低于原值的 80%。

5.5.6 接地材料应满足环境保护及其设计年限要求，电极芯材质宜与接地网相匹配。

6 巡视

6.1 基本要求

6.1.1 线路运行维护单位对所管辖输电线路，均应按区段指定巡视责任人，同时明确其巡视的范围、周期及线路保护（包括宣传、组织群众护线）等责任。

6.1.2 正常巡视包括对线路设备（本体、附属设备）及通道环境的检查，可按全线或区段进行。巡视周期相对固定，并可动态调整。线路设备与通道环境的巡视可按不同的周期分别进行。

6.1.3 故障巡视应在线路发生故障后及时进行，巡视方式和人员由运行维护单位根据需要确定。巡视范围为发生故障的区段或全线。线路发生故障时，应及时组织故障巡视。巡视中巡视责任人应将所分担的巡视区段全部巡完，不应中断或漏巡。发现故障点后应及时报告，遇有重大事故应设法保护现场。对引发事故的物证应妥善保管设法取回，并按照 GB/T 32673 要求对故障巡视现场进行详细记录（包括设备、通道环境等图像或视频资料），以便为事故分析提供证据或参考。

6.1.4 特殊巡视应在气候剧烈变化、自然灾害、外力影响、异常运行和对电网安全稳定运行有特殊要求时进行。特殊巡视根据需要及时进行，巡视的范围视情况可为全线、特定区段或个别组件。

6.1.5 线路巡视中，如发现危急缺陷或线路遭到外力破坏等情况，应立即采取措施并向上级或有关部门报告，以便尽快予以处理。对巡视中发现的可疑情况或无法认定的缺陷，应及时上报以便组织复查、处理。

6.2 设备巡视的内容及要求

6.2.1 设备巡视应沿线路逐基逐档进行巡视，不应出现漏点（段），巡视对象包括线路本体和附属设施。

6.2.2 根据实际需要，对线路上部巡视重点是对导地线、绝缘子、金具、附属设施的完好情况进行全面检查。

6.2.3 设备巡视检查的内容可参照表 9 执行。

表 9 架空输电线路设备巡视检查主要内容表

巡视对象		检查线路本体、附属设施及保护区有无以下缺陷、变化或情况
线路本体	地基与基面	回填土下沉或缺土、水淹、冻胀、堆积杂物等
	杆塔基础	破损、酥松、裂纹、露筋、基础下沉、保护帽破损、边坡保护不够等

表 9 (续)

巡视对象		检查线路本体、附属设施及保护区 有无以下缺陷、变化或情况
线路本体	杆塔	杆塔倾斜, 主材弯曲, 塔材缺失、严重锈蚀, 地线支架变形, 螺栓松动、丢失, 脚钉缺失, 爬梯变形、土埋塔脚等; 基础上拔; 混凝土杆未封杆顶、老化、破损、裂纹等
	接地装置	断裂、严重锈蚀、螺栓松脱、接地带丢失、接地带外露、接地带连接部位有雷电烧痕等
	拉线及基础	拉线金具等被拆卸, 拉线棒严重锈蚀或蚀损, 拉线松弛、断股、严重锈蚀, 基础回填土下沉或缺土等
	绝缘子	伞裙破损、严重污秽、有放电痕迹, 弹簧销缺损, 钢帽裂纹、断裂, 钢脚严重锈蚀或蚀损, 防污闪涂料涂层厚度不满足规定值、涂层龟裂、起皮和脱落或憎水性丧失等; 绝缘子串顺线路方向的偏斜角或最大偏移值超出规定值, 直流线路绝缘子锌套腐蚀等
	导线、地线、引流线、屏蔽线、OPGW	散股、断股、损伤、断线、放电烧伤、导线接头部位过热、悬挂飘浮物、弧垂过大或过小、严重锈蚀、有电晕现象、导线缠绕(混线)、覆冰、舞动、风偏过大、对交叉跨越物距离不够等
	线路金具	线夹断裂、裂纹、磨损、销钉脱落或严重锈蚀; 大截面导线接续金具变形、膨胀; 招弧角、均压环、屏蔽环烧伤、脱落、螺栓松动; 防振锤移位、脱落、严重锈蚀; 阻尼线变形、烧伤; 间隔棒松脱、变形或离位; 各种联板、连接环、调整板损伤、裂纹等
附属设施	防雷装置	避雷器动作异常、计数器失效、破损、变形、引线松脱; 放电间隙变化、烧伤等
	防鸟装置	破损、变形、螺栓松脱、失效、损坏等
	防舞防冰装置	缺失、损坏等
	各种监测装置	缺失、损坏、功能失效等
	警告、防护、指示、相位等标志	缺失、损坏、字迹或颜色不清、严重锈蚀等
	航空警示器材	高塔警示灯、跨江线彩球等缺失、损坏、失灵

6.3 通道环境巡视的内容及要求

6.3.1 通道环境巡视应对线路通道、周边环境、沿线交跨、施工作业等情况进行检查, 及时发现和掌握通道环境的动态变化情况。

6.3.2 在确保对线路设备巡视到位的基础上, 宜适当增加通道环境巡视次数, 根据输电通道性质、地理气象环境条件等实际情况, 对通道环境上的各类隐患或危险点安排定点检查。

6.3.3 应加强重要交跨巡视, 及时掌握交跨通道内环境变化及交叉跨越详细状况。

6.3.4 通道环境巡视检查的内容可参照表 10 执行。

表 10 架空输电线路通道环境巡视检查主要内容

巡视对象		检查线路本体、附属设施及保护区 有无以下缺陷、变化或情况
线路通道环境	基础附近堆土、取土	杆塔基础附近有堆土、取土等安全隐患
	建(构)筑物	有违章建筑, 导线与建筑物的安全距离不足等; 线路通道附近的塑料大棚、彩钢板顶建筑等易发隐患
	树木(竹林)	树木(竹林)与导线安全距离不足等

表 10 (续)

巡视对象		检查线路本体、附属设施及保护区 有无以下缺陷、变化或情况
线路通道 环境	施工作业	线路下方或附近有危及线路安全的施工作业，如距线路中心约 500m 区域内有施工、爆破、开山采石等
	火灾及易燃易爆	线路附近有烧荒等烟火现象，有易燃、易爆物堆积等
	交叉跨越（邻近）	出现新建或改建电力、通信线路、道路、铁路、轨道交通、索道、管道等
	防洪、排水、基础保护设施	坍塌、淤堵、破损等
	自然灾害	地震、洪水、泥石流、山体滑坡等引起通道环境的变化
	道路、桥梁	巡线道、桥梁损坏等
	污染源	出现新的污染源或污染加重
	不良地质区	出现滑坡、裂缝、塌陷等情况
	其他	线路附近有人放风筝、有危及线路安全的漂浮物、线路跨越鱼塘边无警示牌、射击打靶、藤蔓类植物攀附杆塔等

6.4 巡视周期

6.4.1 运行维护单位应根据线路设备、地理气象环境及输电通道性质等特点划分区段，结合状态评价和运行经验确定线路（区段）巡视周期。同时依据线路区段和时间段的变化，及时对巡视周期进行必要的调整。

6.4.2 巡视周期的一般规定：

- a) 城市（城镇）及近郊区域的巡视周期一般为 1 个月。
- b) 远郊、平原、山地丘陵等一般区域的巡视周期一般为 2 个月。
- c) 高山大岭、无人区、沿海滩涂、戈壁沙漠等车辆人员难以到达区域的巡视周期为 3 个月；在大雪封山等特殊情况下，可适当延长周期，但不应超过 6 个月。
- d) 重要交跨巡视周期宜适当缩短，一般为 1 个月。
- e) 单电源、重要负荷、网间联络、缺陷频发线路（区段）等线路的巡视周期宜适当缩短。
- f) 以上应为设备和通道环境的全面巡视，对特殊区段宜增加通道环境的巡视次数。

6.4.3 重大保电、电网非正常运行方式等特殊时段，应制订专项运维保障方案，依据方案开展线路巡视。

6.4.4 新（改）建线路（区段）在投运后 3 个月内，每月应进行 1 次全面巡视，之后执行正常巡视周期。

6.5 巡视方式

6.5.1 综合考虑巡视质量、安全、效率和成本等因素，确定直升机、无人机和人工相协同的巡视周期、内容和配合方式，建立和完善直升机、无人机和人工巡视相互协同、相互补充的作业机制。

6.5.2 运行维护单位根据实际情况和运行经验，确定直升机、无人机和人工相协同的巡视方式。对于在一个周期内已开展直升机、无人机巡视的线路或区段，且满足本标准 6.2 和 6.3 要求的，可不再开展人工巡视。

6.5.3 在同一巡视周期内，直升机、无人机或人工在巡视内容和配合方式上互补。具备条件的，宜优先采用无人机巡视。

6.5.4 运行维护单位在巡视过程中应加强线路（区段）设备特征、地理环境、气象条件等数据信息收

集，不断优化直升机、无人机和人工的巡视周期、内容和配合方式。

7 检测

- 7.1 线路检测是发现设备隐患、开展设备状态评估，为状态检修提供科学依据的重要手段。
- 7.2 应按照 DL/T 1367 提出的要求和方法进行线路检测工作，并对检测结果进行分析与判断。
- 7.3 应要做好检测结果的记录和统计分析，并做好检测资料的存档保管。
- 7.4 检测项目与周期规定见表 11。

表 11 检测项目与周期

项 目	周 期 年	备 注	
杆塔	钢筋混凝土杆裂缝与缺陷检查	必要时	根据巡视发现的问题
	钢筋混凝土杆受冻情况检查： a) 杆内积水 b) 冻土上拔 c) 放水孔检查	1 1 1	根据巡视发现的问题 在结冻前进行 在结冻和解冻后进行 在结冻前进行
	杆塔、铁件锈蚀情况检查	3	对新建线路投运 5 年后，进行一次全面检查，以后结合巡线情况而定；对杆塔进行防腐处理后应做现场检验
	杆塔倾斜、挠度	必要时	根据实际情况选点测量
	钢管塔	必要时	应满足 DL/T 5130 的要求
	钢管杆 表面锈蚀情况 挠度测量 放水孔检查	必要时 1 必要时 每年	对新建线路投运 1 年后，进行一次全面检查，应满足 DL/T 5130 的要求； 对新建线路投运 2 年内，每年测量 1 次，以后根据巡线情况
绝缘子	盘形瓷绝缘子绝缘测试	3~6	参照 DL/T 626，绝缘子投运后 3 年内应普测一次，要求检测时应全线检测，以掌握其劣化率和绝缘子运行情况。结合运行情况每隔 3 年~6 年进行绝缘子劣化抽检，根据绝缘子劣化率和运行经验可适当延长检测周期
	盘形瓷绝缘子污秽度测量	1 年	根据实际情况定点测量，或根据巡视情况选点测量
	绝缘子金属附件检查	2	投运后第 5 年开始抽查
	瓷绝缘子裂纹、钢帽裂纹、胶装水泥及伞裙与钢帽位移	必要时	每次清扫时
	玻璃绝缘子钢帽裂纹、闪络灼伤	必要时	每次清扫时
	复合绝缘子伞裙、护套、黏结剂老化、破损、裂纹；金具及附件锈蚀	2~3	根据运行需要
	复合绝缘子电气机械抽样检测	6~10	参照 DL/T 1000.3，投运后 10 年按批次进行一次抽检试验；第一次抽检 6 年后，应进行第二次抽样
复合绝缘子憎水性抽样检测	1~6	憎水性等级 HC1~HC2 的复合绝缘子检验周期为 6 年；憎水性等级 HC3~HC4 的复合绝缘子检验周期为 3 年；憎水性等级 HC5 的复合绝缘子检验周期为 1 年	

表 11 (续)

项 目		周 期 年	备 注
导线 地线 (OPGW) (铝包 钢)	导线、地线磨损、断股、破股、严重锈蚀、闪络烧伤、松动等	每次检修时	抽查导、地线线夹必须及时打开检查
	大跨越导线、地线振动测量	2~5	对一般线路应选择有代表性档距进行现场振动测量,测量点应包括悬垂线夹、防振锤及间隔棒线夹处,根据振动情况选点测量
	导线、地线舞动观测		在舞动发生时应及时观测
	导线弧垂、对地距离、交叉跨越距离测量	必要时	线路投入运行 1 年后测量 1 次,以后根据巡视结果决定;跨越高铁、高速公路和重要输电通道的架空线路区段每年至少开展一次导、地线弧垂测量
金具	导流金具的测试: a) 直线接续金具; b) 不同金属接续金具; c) 并沟线夹、跳线连接板、压接式耐张线夹	必要时 必要时 每次检修	接续管采用望远镜观察接续管口导线有否断股、灯笼泡或最大张力后导线拔出移位现象;每次线路检修测试连接金具螺栓扭矩符合标准;红外测试应在线路负荷较大时抽测,根据测温结果确定是否进行测试。 对于在运线路重要交跨区段的可疑压接点、耐张线夹,宜开展金属探伤检查
	金具锈蚀、磨损、裂纹、变形检查	每次检修时	外观难以看到的部位,要打开螺栓、垫圈检查或用仪器检查。如果开展线路远红外测温工作,则每年进行一次测温,根据测温结果确定是否进行测试
	间隔棒(器)检查	每次检修时	投运 1 年后紧固 1 次,以后进行抽查
防雷设施及 接地装置	杆塔接地电阻测量	5	根据运行情况可调整时间;每次雷击故障后的杆塔应开展测试,并补测与此相邻的 2 基杆塔;大跨越段杆塔接地电阻测量,适当缩短检测周期
	线路避雷器检测	1~5	参照 DL/T 815 进行,根据运行情况或设备的要求可调整时间。 带间隙线路避雷器,定期(每年至少 1 次,雷雨季节之前)检查避雷器外观,并记录计数器动作数据; 无间隙线路避雷器,每隔 5 年进行预防性检测;带脱离器的无间隙避雷器可按批次抽查
	地线间隙检查 防雷间隙检查	必要时 1	根据巡视发现的问题进行
基础	铁塔、钢管杆(塔)基础(金属基础、预制基础、现场浇制基础、灌注桩基础)	5	抽查,挖开地面 1m 以下,检查金属件锈蚀、混凝土裂纹、酥松、损伤等变化情况
	拉线(拉棒)装置、接地装置	5	拉棒直径测量;接地电阻测试必要时开挖
	基础沉降测量	必要时	根据实际情况选点测量
	灌注桩基础检测	必要时	必要时开展桩基础检测
其他	气象测量	必要时	选点进行
	无线电干扰测量	必要时	根据实际情况选点测量
	地面场强测量	必要时	根据实际情况选点测量
<p>大跨越或易舞区宜选择具有代表性地段杆塔装设在线监测装置。</p> <p>注 1: 检测周期可根据本地区实际情况进行适当调整,但应经本单位分管生产领导批准。</p> <p>注 2: 检测项目的数量及线段可由运维单位根据实际情况选定。</p> <p>注 3: 相间间隔棒检测按照复合绝缘子周期进行。</p>			

8 维修

8.1 维修项目应按照设备状况、巡视、检测的结果和反事故措施确定，其主要项目及周期见表 12。

表 12 线路维修的主要项目及要求

序号	项 目	要 求
1	金属基础、拉线防腐	根据检查结果进行
2	更换或补装杆塔构件	根据巡视结果进行
3	杆塔铁件防腐	根据铁件表面锈蚀情况决定
4	杆塔倾斜扶正	根据测量、巡视结果进行
5	杆塔紧固螺栓	新线路投运 1 年内进行紧固检查 1 次； 在运行线路，根据实际情况必要时检查紧固
6	混凝土杆及混凝土构件修补	根据巡视结果进行
7	混凝土杆内排水，修补防冻装置	根据季节和巡视结果在结冻前进行
8	导线、地线损伤补修	根据巡视结果进行
9	调整导线、地线弧垂	根据巡视、测量结果进行
10	交叉跨越距离处理	根据测量结果进行
11	更换绝缘子	根据巡视、测试结果进行
12	绝缘子清扫	根据污秽情况、盐密测量、运行经验调整周期
13	瓷、玻璃绝缘子涂防污闪涂料	根据防污闪校核结果综合确定
14	防振器和防舞动装置维修调整	根据巡视结果调整周期进行
15	并沟线夹、跳线连板检修紧固	根据巡视、测试结果进行
16	间隔棒更换	根据检查、巡视结果进行
17	调整、更新拉线及金具	根据巡视、测试结果进行
18	砍修剪树、竹	根据巡视结果确定
19	修补防汛设施	根据巡视结果随时进行
20	修补巡线道、桥	根据现场需要随时进行
21	修补防鸟设施和拆除鸟巢	根据需要随时进行
22	各种在线监测设备维修调整	根据监测设备监测结果进行
23	接地装置和防雷设施维修	根据检查、巡视结果进行
24	补齐线路名称、杆号、相位等各种标志及线路标识	根据巡视结果进行

8.2 按工作性质内容与工作涉及范围，维修工作应遵守有关检修工艺要求及质量标准。更换部件维修（如更换杆塔、横担、绝缘子等）时，要求更换后新部件的强度和参数不低于原设计要求。

8.3 线路维修应根据运行巡视、检测和运行状态监测等数据结果，在充分进行技术分析和评估的基础上开展。

8.4 维修工作应根据季节特点和要求安排，应及时落实各项反事故措施。

8.5 维修时，除处理缺陷外，应对杆塔上各部件进行检查，并做好记录。

8.6 抢修工作应遵守以下规定：

a) 运行维护单位应建立健全抢修机制。

- b) 运行维护单位应配备抢修工具,根据不同的抢修方式分类配备工具,包括按照 GB/T 25094 的要求配备事故抢修杆塔,并分类保管。
- c) 运行维护单位应根据线路的运行特点研究制订不同方式的应急抢修预案,应急抢修预案应经过专责工程师审核并经总工程师审定批准,批准后的抢修预案应定期进行演练和完善。
- d) 运行维护单位应根据事故备品备件管理规定,配备充足的事故备品、抢修工具、照明设备及必要的通信工具,不应挪作他用。抢修后,应及时清点补充。事故备品备件应按有关规定及本单位的设备特点和运行条件确定种类和数量。事故备品应单独保管,定期检查测试,并确定各类备件轮回更新使用周期和办法。

8.7 线路维修检测工作应广泛开展带电作业。带电作业时各电压等级的最小安全距离以及带电部分与杆塔的最小间隙见附录 C。

9 特殊区段的运行要求

9.1 大跨越的运行要求

9.1.1 应根据环境、设备特点和运行经验制定专用现场运行规程,维护检修的周期应根据实际运行条件确定。

9.1.2 宜设专门维护班组。在洪汛、覆冰、大风和雷电活动频繁的季节,宜设专人监视,做好记录,有条件的可安装自动监测设备。

9.1.3 应加强对杆塔、基础、导线、地线、绝缘子、金具及防洪、防冰、防舞、防雷、测振等设施的巡视和维修,并做好定期分析工作。

9.1.4 应定期对导、地线进行振动测量。

9.1.5 应适当缩短接地电阻测量周期。

9.1.6 应做好长期的气象、覆冰、雷电、水文的观测记录和分析工作。

9.1.7 主塔的升降设备、航空指示灯、在线监测、照明和通信等附属设施应加强维修保养,保持在良好状态。

9.2 重要交跨的运行要求

9.2.1 应及时掌握交叉跨越状况,建立重要交跨台账,并动态更新。

9.2.2 应定期开展红外测温和弧垂测量。

9.2.3 交叉跨越距离应满足附录 B 的要求。

9.2.4 宜加强智能监控,跨越高铁线路宜安装分布式故障诊断装置,跨越高铁档宜安装图像或视频在线监测装置,跨越高速公路档宜视被跨越物重要程度安装,实现故障定位与巡视监测联动。

9.3 多雷区的运行要求

9.3.1 应按照线路的重要程度、走廊雷电活动强度、地形地貌及线路本体结构的不同,采取安装线路避雷器、降低杆塔接地电阻等差异化防雷措施,加强线段防雷保护。

9.3.2 雷雨季节前,应做好防雷设施的检测和维修,落实各项防雷措施,同时做好雷电定位观测设备的检测、维护、调试工作,确保雷电监测预警系统正常运行。

9.3.3 雷雨季期间,应加强对防雷设施各部件连接状况、防雷设备和观测装置动作情况的检测,并做好雷电活动观测记录。

9.3.4 应做好被雷击线路的检查,损坏的设备应及时更换、修补,发生闪络的绝缘子串的导线、地线线夹必须打开检查,必要时还须检查相邻档线夹及接地装置。

9.3.5 结合雷电监测预警系统的数据,组织做好雷击故障分析,总结现有防雷设施效果,研究更有效

的防雷措施，并加以实施。

9.4 重污区的运行要求

9.4.1 重污区线路外绝缘应“配置到位、留有裕度”。特殊地区可在上级主管部门批准后，在配置足够的爬电比距后，若有必要，可在瓷绝缘子上喷涂长效防污闪涂料。不同类型绝缘子的爬电距离有效系数取值参见附录 D。

9.4.2 应选点定期测量盐密、灰密，要求检测点较一般地区多。必要时建立污秽实验站，以掌握污秽程度、污秽性质、绝缘子表面积污速率及气象变化规律。

9.4.3 污闪季节前，结合污区分布图，应逐基确定污秽等级、检查防污闪措施的落实情况。污秽等级与统一爬电比距不相适应时应及时调整爬电比距、调整绝缘子类型或采取其他有效的防污闪措施。零（低）值绝缘子、憎水性失效的复合绝缘子应及时更换。

9.4.4 应根据污秽度、积污速率、气象变化规律等因素确定清扫周期，及时安排清扫，保证清扫质量。

9.4.5 应建立特殊巡视责任制，在恶劣天气时进行现场特巡，发现异常及时分析并采取措施。

9.4.6 应做好测试分析，掌握规律，总结经验。针对不同性质的污秽物选择相应有效的防污闪措施，临时采取的补救措施应及时改造为长期防御措施。

9.5 重冰区的运行要求

9.5.1 处于重冰区的线路应进行覆冰观测，有条件或危及重要线路运行的区域应建立覆冰观测站，研究覆冰性质、特点，制订有针对性的防冻融冰策略。

9.5.2 经实践证明不能满足重冰区要求的杆塔型式、绝缘子串型式、导线排列方式应有计划地进行改造或更换，做好记录，并提交设计部门，在同类地区不再使用。

9.5.3 重冰区线路应有相应的融冰或除冰方案，配置相关装置。有条件的可开展地线融冰。

9.5.4 覆冰季节前，应对线路进行全面检查，消除设备缺陷，落实除冰、融冰和防止导线、地线跳跃、舞动的措施，检查各种观测、记录设施，并对融冰装置进行检查、试验，确保必要时能投入使用。

9.5.5 覆冰季节应有专门观测维护组织，应加强巡视和覆冰观测，做好覆冰和气象观测记录及分析。适时开展线路特巡，全面掌握线路冰情及设备运行状况，及时采取有效措施。

9.5.6 覆冰季节结束后，及时检查线路杆塔、导地线、绝缘子等设备，发现缺陷及时处理；总结历年覆冰情况和设备运行状况，提出防覆冰倒塔、断线、冰闪等反事故措施。

9.6 涉鸟故障区的运行要求

9.6.1 广泛调查收集沿线鸟类活动规律，研究涉鸟故障发生特点和风险等级划分，积累涉鸟故障防治经验。

9.6.2 根据涉鸟故障风险分布图，参照 GB/T 35695 提出的涉鸟故障防治原则，结合运行情况，针对性地选用防鸟装置。

9.6.3 涉鸟故障多发季节前，应检查防鸟装置的完整性，及时处理防鸟装置变形、损坏、缺失等缺陷。

9.6.4 涉鸟故障多发季节，应检查鸟类筑巢、大型鸟类活动、鸟啄绝缘子及绝缘子受鸟粪污染等情况，及时拆除 I 串绝缘子挂点正上方的鸟巢，清扫或更换鸟粪污染的绝缘子。

9.7 外力破坏易发区的运行要求

9.7.1 开展外力破坏隐患排查，建立外力破坏隐患档案，制订隐患巡查及管控计划，采取下达隐患通知书、树立警示标识、加强特殊巡视、必要时人员蹲守、加装视频（或图像）监控装置等方式，实行

外力破坏隐患动态管控。

9.7.2 对线路周边的大棚、气球、风筝、彩钢板等，应采取清理、加固、拆除等措施。线路周边的水库、鱼塘岸边应设立安全警示标识牌。

9.7.3 对易遭外力碰撞的线路杆塔，应设置防撞墩，并涂刷醒目的防撞标识。

9.7.4 对线路周边存在爆破作业的厂矿应加强监控，防止出现因爆破作业的飞溅物击伤导线、绝缘子等危害线路的事件。

9.7.5 山火易发时节前，应开展防山火隐患排查，掌握线路近地点植被情况、易发山火隐患点、坟区分布等情况，清理保护区内外可能因山火危及线路安全运行的树木、杂草。山火危害严重的区段应定期砍伐山火隔离带，采取特殊巡视、人员蹲守、设置山火瞭望哨、加装山火监测装置等手段加强火情监视、记录。

9.7.6 树竹生长期，尤其是竹笋生长期，应加大清理力度，确保树竹与导线保持足够的安全距离。

9.8 微地形区、微气象区的运行要求

9.8.1 频发超设计标准的自然灾害地区应设立微气象观测站点，通过监测确定微气象区的分布及基本情况。

9.8.2 已经投入运行，经实践证明不能满足微气象区要求的塔型、绝缘子串类型、导线排列方式应有计划地进行改造或更换，做好记录，并提交设计部门，在同类地区不再使用。

9.8.3 大风季节前应对微气象区运行线路做全面检查，消除设备缺陷或安全隐患，落实各项防风措施。

9.8.4 新建线路，选择路径时应尽量避开运行单位提供的微气象区；确实无法避让时应采取符合现场实际的设计方案，确保线路安全运行。

9.9 不良地质区的运行要求

9.9.1 收集线路地质环境变化信息，建立地质灾害隐患台账，为不良地质区输电线路运行积累资料。

9.9.2 要定期对不良地质区杆塔倾斜和基础沉降进行观测，高风险区段的杆塔宜安装杆塔倾斜在线监测装置。

9.9.3 运行中发现基础周围有地表裂缝时，应积极与设计单位联系，进行现场勘察，确定处理方案。依据处理方案，及时对塔基周围的地表裂缝、塌陷进行处理，防止雨水、山洪加剧诱发地基塌陷。

9.9.4 应加强线路的运行巡视，结合线路所处的地理环境及季节变化，进行不良地质区杆塔倾斜、塔材或杆体变形、基础根开变化、拉线变化、导线弧垂变化、地面塌陷和裂缝变化检查，采取相应防范措施，避免发生倒塔、断线等事故。

10 线路保护区的运行要求

10.1 架空输电线路保护区内应控制新建建筑物、厂矿、植树及其他危及线路安全运行的生产活动。一般地区各级电压导线的边线保护区范围见表 13。

表 13 一般地区各电压等级导线的边线保护区范围

电压等级 kV	边线外距离 m
110 (66)	10
220~330	15
500	20
750	25

表 13 (续)

电压等级 kV	边线外距离 m
1000	30
±400	20
±500	20
±660	25
±800	30
±1100	40

在厂矿、城镇等人口密集地区，架空输电线路保护区的区域可略小于上述规定，但各级电压导线边线延伸的距离，不应小于导线在最大计算弧垂及最大计算风偏后的水平距离和距建筑物的安全距离之和。

10.2 巡视人员发现保护区隐患时，应了解并记录隐患的详细信息。

10.3 运行维护单位应联系隐患所属单位（个人），告知《中华人民共和国电力法》和《电力设施保护条例》等有关规定，督促其整改，并及时将隐患消除。

10.4 运行维护单位对无法消除的隐患，应及时上报政府主管部门，并做好现场监护跟踪工作。

10.5 运行单位应建立健全隐患台账，实行分级管控并动态更新。台账的内容包括发现时间、地点、情况、所属单位（个人）、联系方式、处理情况及结果等。

10.6 运行维护单位应向保护区内有固定场地的施工单位宣讲《中华人民共和国电力法》和《电力设施保护条例》等有关规定，并与其签订安全责任书（或协议书），明确防范措施及安全责任，同时加强线路巡视，必要时应进行现场监护。

10.7 运行维护单位对保护区内有可能会危及线路安全运行的作业（如使用吊车等大型施工机械）或邻近保护区可能危及线路安全运行的作业，应及时予以制止并令其采取经运行维护单位确认的确保线路安全运行的措施，必要时应进行现场监护。

10.8 在易发生外力破坏隐患的线路杆塔上或线路附近，应设置醒目的禁止、警示、警告类标识或宣传告示。

10.9 线路遭受人为破坏或线路主（配）件被盗，应及时报告当地公安部门并配合侦查。

10.10 宜采用先进的技防措施，对线路隐患进行预防或监控，如线路通道及附近施工场所应安装硬隔离措施；杆塔塔基对公路距离不满足要求时，可安装防撞墩等。

11 输电线路的环境保护

11.1 电磁环境保护

11.1.1 电场

对于交流线路，运行维护中应注意因交流线路弧垂变大导致的工频电场变化；对于直流线路，应注意因直流线路弧垂变大、导线表面状况变化较大（如严重积污、潮湿等）、直流线路运行方式改变及大风等天气变化导致地面合成场强和离子流密度的变化。

11.1.2 磁场

在运行维护过程中，应注意因交流线路负荷变化、弧垂变化导致工频磁场变化；应注意因直流线

路运行方式改变导致的直流磁场变化。

11.1.3 无线电干扰

在运行初期，新建线路导线表面有毛刺或架线过程中可能有导线与金具的损伤，导线容易起晕，无线电干扰值普遍偏高。运行半年至一年后，输电线路老化过程基本完成，无线电干扰值将降低至限值之内。对运行一年后的输电线路进行维护时，应注意外力和运行过程中自身的磨损而使得导线、金具发生损伤而导致的尖端或电晕放电，使无线电干扰水平增大。

11.1.4 可听噪声

线路运行维护时，应关注天气状况变化和其他原因导致输电线路可听噪声的变化，避免由此引起公众投诉。

11.2 生态环境保护

11.2.1 直流线路在单极大地回路运行工况时，注意对周围环境与生态影响的资料收集。

11.2.2 线路巡视通道维护时应减少对沿线植被的破坏。

11.2.3 线路巡视或检修过程中所产生的生活、生产垃圾应妥善处理，禁止随意丢弃、污染环境。

12 技术资料管理

12.1 运行维护单位应建立和完善输电线路生产管理系统，并在此基础上开展技术管理。

12.2 运行维护单位应存有但不限于以下基本的法律、法规、规程、制度等文件：

- a) 《中华人民共和国电力法》；
- b) 《电力设施保护条例》；
- c) 《电力设施保护条例实施细则》；
- d) 《生产安全事故报告和调查处理条例》；
- e) 《电力安全事故应急处置和调查处理条例》；
- f) GB 50061 66kV 及以下架空电力线路设计规范；
- g) GB/T 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范；
- h) GB 50065 交流电气装置的接地设计规范；
- i) GB 50233 10kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范；
- j) GB 50545 110kV~750kV 架空输电线路设计规范；
- k) GB 50665 1000kV 架空输电线路设计规范；
- l) GB 50790 ±800kV 直流架空输电线路设计规范；
- m) GB/T 26218.1 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第1部分：定义、信息和一般原则；
- n) DL/T 288 架空输电线路直升机巡视技术导则；
- o) DL/T 289 架空输电线路直升机巡视作业标志；
- p) DL/T 409 电业安全工作规程（电力线路部分）；
- q) DL/T 626 劣化悬式绝缘子检测规程；
- r) DL/T 741 架空输电线路运行规程；
- s) DL/T 887 杆塔工频接地电阻测量；
- t) DL/T 1122 架空输电线路外绝缘配置技术导则；
- u) DL/T 1482 架空输电线路无人机巡检作业技术导则；
- v) DL/T 5235 ±800kV 及以下直流架空输电线路工程施工及验收规程；

w) DL/T 5300 1000kV 架空输电线路工程施工质量检验及评定规程。

12.3 运行单位至少应有下列图表：

- a) 设备一览表；
- b) 地区电力系统接线图；
- c) 污区分布图；
- d) 雷区分布图；
- e) 冰区分布图；
- f) 舞动区分布图；
- g) 风区分布图；
- h) 涉鸟故障风险分布图；
- i) 事故跳闸统计表；
- j) 反事故措施计划表；
- k) 年度技改、大修计划表；
- l) 工器具和仪器、仪表试验以及检测（校验）计划表；
- m) 周期性检测计划表。

12.4 项目管理单位、设计和施工方移交的基础资料应包括下列内容：

- a) 工程建设依据性文件及资料：
 - 1) 国有土地使用证、规划许可证、施工许可证、建设用地许可证、用地批准等；
 - 2) 同规划、土地、林业、环保、建设、通信、军事、民航等单位的来往合同、协议；
 - 3) 可行性研究报告、审批文件和环评报告。
- b) 线路设计文件及资料：
 - 1) 工程初步设计资料及审查批复文件；
 - 2) 工程施工图会审意见；
 - 3) 线路竣工图；
 - 4) 设计变更通知单；
 - 5) 线路杆塔经纬度坐标；
 - 6) 新建线路途经重要交跨区段时，若需采用杆塔跨越方式，应提供杆塔校核合格文件。
- c) 与沿线有关单位、政府、个人签订的合同、协议（包括青苗、林木等赔偿协议，交叉跨越、房屋拆迁协议，各种安全协议等）。
- d) 施工、供货文件及资料：
 - 1) 线路复测记录；
 - 2) 基础分坑及开挖施工检查记录；
 - 3) 基础施工检查及评级记录；
 - 4) 铁塔组立施工检查及评级记录；
 - 5) 杆塔接地电阻测量记录；
 - 6) 导线、地线及 OPGW 展放施工检查及评级记录；
 - 7) 导线、地线及 OPGW 紧线施工检查及评级记录；
 - 8) 附件安装施工检查及评级记录；
 - 9) 导线、地线直线接续管施工检查及评级记录；
 - 10) 导线换位记录；
 - 11) 绝缘子检测记录；
 - 12) 导线耐张接续管施工检查及评级记录；
 - 13) 接地装置施工检查及评级记录；

- 14) 线路防护设施施工检查及评级记录;
- 15) 交叉跨越施工检查及评级记录;
- 16) 附属设施安装记录;
- 17) 原材料和器材出厂质量的合格证明、检测试验报告;
- 18) 代用材料清单;
- 19) 隐蔽工程检查验收记录、影像资料及签证书;
- 20) 工程试验报告或记录;
- 21) 质量监督报告;
- 22) 工程竣工验收报告;
- 23) 施工缺陷处理明细表及附图。

12.5 运行单位应结合实际需要, 应具备下列记录:

a) 检测记录:

- 1) 杆塔偏移、倾斜和挠度测量记录;
- 2) 杆塔金属部件锈蚀检查记录;
- 3) 绝缘子检测记录;
- 4) 绝缘子盐密、灰密测量记录;
- 5) 导线、地线弧垂测量记录;
- 6) 交叉跨越和限距测量记录;
- 7) 接地装置以及接地电阻检测记录;
- 8) 导线、地线覆冰观测记录;
- 9) 导线、地线振动、舞动观测记录;
- 10) 大跨越监测记录;
- 11) 红外测温记录;
- 12) 工器具和仪器、仪表试验及检测(校验)记录。

b) 运行维护管理记录:

- 1) 线路巡视记录;
- 2) 设备缺陷及消缺记录;
- 3) 带电检测记录;
- 4) 带电检修记录;
- 5) 停电检修记录;
- 6) 线路跳闸、事故及异常运行记录;
- 7) 运行分析记录;
- 8) 事故备品、备件记录;
- 9) 对外联系记录及有关协议。

12.6 运行维护单位应结合实际需要, 开展以下专项技术工作并形成专项技术管理资料:

- a) 设备台账;
- b) 防雷害管理;
- c) 防污闪管理;
- d) 涉鸟故障管理;
- e) 防外力破坏管理;
- f) 防风害管理;
- g) 防覆冰管理;
- h) 重要交跨管理;

- i) 保护区管理;
- j) 在线监测装置管理。

12.7 线路运行维护工作分析总结资料应包括下列内容:

- a) 输电线路年度工作总结;
- b) 故障、异常情况分析;
- c) 专项技术分析报告;
- d) 线路设备运行状态评价报告。

12.8 大修、技改及迁改资料管理:

- a) 运行维护单位应将大修、技改及迁改工程项目的相关资料及时归档;
- b) 大修、技改及迁改工程项目完工后应将设备台账等相关资料及时进行更新。

CHINA ELECTRIC POWER PRESS



地区类别	±400	±500	±600	±800	±1100
居民区	15.5	16	18	21.0	24.5
非居民区	6.5	7.5	11 (10.5)	15.5	22 (19)
交通困难地区	5.0	6.5	8.5	11	15

注1: 500kV线路对非居民区11m用于杆塔位于杆塔之间的单回路, 0.5m用于杆塔位于杆塔之间的三回路。
 注2: 750kV线路对非居民区11m用于杆塔位于杆塔之间的单回路, 13.7m用于导线水平排列单回路的非农业耕作区。
 注3: 1000kV线路对非居民区21m用于农业耕作区, 18m用于人口稀少的非农业耕作区, 1000kV线路对居民区(包括学校)非居民区21m用于农业耕作区, 18m用于人口稀少的非农业耕作区。
 注4: 交通困难地区是指车辆、农业机械不能到达的地区。

表2 ±400kV~±1100kV线路导线对地面的最小距离 单位:m

地区类别	电压等级 kV					
	±400	±500	±600	±800		±1100
				水平V排	水平T排	
居民区	15.5	16	18	21.0	21.5	24.5

附录 A

(资料性附录)

导线、地线断股损伤的处理

导线、地线由于断股、损伤造成强度损失或减少截面的处理方法,按表 A.1 进行。

表 A.1 导线、地线断股、损伤造成强度损失或减少截面的处理方法

导线、地线类别	处 理 方 法			
	金属单丝、预绞式补修条补修	预绞式导线护线条、普通补修管补修	加长型补修管、预绞式接续条	接续管、预绞式接续条、接续管补强接续条
钢芯铝绞线 钢芯铝合金绞线	导线在同一处损伤导致强度损失未超过总拉断力的 5%且截面积损伤未超过总导电部分截面积的 7%	导线在同一处损伤导致强度损失在总拉断力的 5%~17%间,且截面积损伤在总导电部分截面积的 7%~25%	导线损伤范围导致强度损失在总拉断力的 17%~50%间,且截面积损伤在总导电部分截面积的 25%~60%	导线损伤范围导致强度损失在总拉断力的 50%以上,且截面积损伤在总导电部分截面积的 60%及以上
铝绞线 铝合金绞线	断股损伤截面积不超过总面积 7%	断股损伤截面积占总面积 7%~25%	断股损伤截面积占总面积 25%~60%	断股损伤截面积超过总面积 60%及以上
镀锌钢绞线	19 股断 1 股	7 股断 1 股 19 股断 2 股	7 股断 2 股 19 股断 3 股	7 股断 2 股以上 19 股断 3 股以上
OPGW	断股损伤截面不超过总面积 7% (光纤单元未损伤)	断股损伤截面占面积 7%~17%, 光纤单元未损伤 (补修管不适用)		
<p>注 1: 钢芯铝绞线导线应未伤及钢芯, 计算强度损失或总铝截面损伤时, 按铝股的总拉断力和铝股总面积作基数进行计算。</p> <p>注 2: 铝绞线、铝合金绞线导线计算损伤截面积时, 按导线的总面积作基数进行计算。</p> <p>注 3: 良导体架空地线按钢芯铝绞线计算强度损失和铝截面损失。</p>				

附录 B
(规范性附录)
线路导线对地距离及交叉跨越

B.1 弧垂计算

导线对地面、建筑物、树木、铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路的距离，应根据导线运行温度 40℃（若导线按允许温度 80℃ 设计时，导线运行温度取 50℃）情况或覆冰无风情况求得的最大弧垂计算垂直距离，根据最大风情况或覆冰情况求得的最大风偏进行风偏验算。重覆冰区的线路，还应计算导线不均匀覆冰和验算覆冰情况下的弧垂增大。

计算上述距离，可不考虑由于电流、太阳辐射等引起的弧垂增大，但应计及导线架设后塑性伸长的影响和设计、施工的误差。

大跨越的导线弧垂应按导线实际能够达到的最高温度计算。

输电线路与标准轨距铁路、高速公路及一级公路交叉时，如交叉档距超过 200m 时，最大弧垂应按导线允许温度计算，导线的允许温度按不同要求取 70℃ 或 80℃ 计算。

输电线路与主干铁路、高速公路交叉时，采用独立耐张段。

B.2 导线与地面距离

导线与地面的距离，在最大计算弧垂情况下，不应小于表 B.1 和表 B.2 所列数值。

表 B.1 110 (66) kV~1000kV 线路导线对地面的最小距离 单位为 m

地区类别	电压等级 kV						
	110 (66)	220	330	500	750	1000	
						单回路	同塔双回路 (逆相序)
居民区	7.0	7.5	8.5	14.0	19.5	27	25
非居民区	6.0	6.5	7.5	11 (10.5)	15.5 (13.7)	22 (19)	21 (18)
交通困难地区	5.0	5.5	6.5	8.5	11.0	15	

注 1: 500kV 线路对非居民区 11m 用于导线水平排列的单回路，10.5m 用于导线三角排列的单回路。
注 2: 750kV 线路对非居民区 15.5m 用于导线水平排列单回路的农业耕作区，13.7m 用于导线水平排列单回路的非农业耕作区。
注 3: 1000kV 单回路对非居民区 22m 用于农业耕作区，19m 用于人烟稀少的非农业耕作区；1000kV 同塔双回路（逆相序）对非居民区 21m 用于农业耕作区，18m 用于人烟稀少的非农业耕作区。
注 4: 交通困难地区是指车辆、农业机械不能到达的地区。

表 B.2 ±400kV~±1100kV 线路导线对地面的最小距离 单位为 m

地区类别	电压等级 kV					
	±400	±500	±660	±800		±1100
				水平 V 串	水平 II 串	
居民区	15.5	16	18	21.0	21.5	28.5

表 B.2 (续)

地区类别	电压等级 kV					
	±400	±500	±660	±800		±1100
				水平 V 串	水平 II 串	
非居民区	12	12.5 (11.5)、 9.5	16 (14)	18 (16)	18.5 (17)	25 (22)
交通困难地区	/	11 (10)	14	16	17	21

注 1: “/” 指此项不做要求。
注 2: ±500 线路对非居民区 12.5m 用于导线截面积小于 720mm² 的农业耕作区、11.5m 用于截面积大于等于 720mm² 大截面导线的农业耕作区; 9.5m 用于人烟稀少的非农业耕作区。
注 3: ±660kV 线路对非居民区 16m 用于农业耕作区, 14m 用于非农业耕作区。
注 4: ±800kV 线路水平 V 串对非居民区 18m 用于农业耕作区, 16m 用于人烟稀少的非农业耕作区; ±800kV 线路水平 II 串对非居民区 18.5m 用于农业耕作区, 17m 用于人烟稀少的非农业耕作区。
注 5: ±1100kV 线路非居民区 25m 用于农业耕作区, 22m 用于人烟稀少的非农业耕作区。

B.3 导线与山坡距离

导线与山坡、峭壁、岩石之间的净空距离, 在最大计算风偏情况下, 不应小于表 B.3 所列数值。

表 B.3 导线与山坡、峭壁、岩石间的最小净空距离

单位为 m

线路经过地区	电压等级 kV										
	110 (66)	220	330	500	750	1000	±400	±500	±660	±800	±1100
步行可以到达的山坡	5.0	5.5	6.5	8.5	11.0	13	8.5	9.0	11.0	13	15.5
步行不能到达的山坡、峭壁和岩石	3.0	4.0	5.0	6.5	8.5	11	6.5	6.5	8.5	11	13.5

注: 表中 1000kV 线路数值适用于单回路和同塔双回路 (逆相序)。

B.4 导线与建筑物之间的垂直距离

线路导线不应跨越屋顶为易燃材料做成的建筑物。对于耐火屋顶的建筑物, 应尽量不跨越, 特殊情况需要跨越时, 电力建设部门应采取一定的安全措施, 并与有关部门达成协议或取得当地政府同意。500kV 及以上线路导线不应跨越有人居住或经常有人出入的耐火屋顶的建筑物。

导线与建筑物之间的垂直距离, 在最大计算弧垂情况下, 不应小于表 B.4 所列数值。

表 B.4 导线与建筑物之间的最小垂直距离

电压等级 kV	110 (66)	220	330	500	750	1000	±400	±500	±660	±800	±1100
垂直距离 m	5.0	6.0	7.0	9.0	11.5	15.5	9.0	9.0	14.0	16	21.5

B.5 边导线与建筑物之间的净空距离和水平距离

线路边导线与建筑物之间的最小净空距离, 在最大计算风偏情况下, 不应小于表 B.5 所列数值。

表 B.5 边导线与建筑物之间的最小净空距离

电压等级 kV	110 (66)	220	330	500	750	1000	±400	±500	±660	±800	±1100
净空距离 m	4.0	5.0	6.0	8.5	11.0	15	8.5	8.5	13.5	15.5	21

在无风情况下，边导线与建筑物之间的水平距离，不应小于表 B.6 所列数值。

表 B.6 边导线与建筑物之间的最小水平距离

电压等级 kV	110 (66)	220	330	500	750	1000	±500	±660	±800	±1100
水平距离 m	2.0	2.5	3.0	5.0	6.0	7	5	6.5	7	7

B.6 线路通过林区

线路跨越森林、防风林、固沙林、河流坝堤的防护林、高等级公路绿化带、经济园林等，宜根据树种的自然生长高度采用高跨设计；未采取高跨设计时，应砍伐出通道。通道宽度不应小于线路两边相导线间的距离和林区主要树种自然生长最终高度两倍之和。通道附近超过主要树种自然生长最终高度的个别树木，也应砍伐。

对不影响线路安全运行，不妨碍对线路进行巡视、维修的树木或果林、经济作物林或高跨设计的林区树木，可不砍伐，但线路运维单位与树木所有者应签订限高协议，确定双方责任。运行中应对这些特殊地段建立台账并定期测量维护，确保线路导线在最大弧垂或最大风偏后与树木之间的安全距离不小于表 B.7 和表 B.8 所列数值。

表 B.7 导线在最大弧垂、最大风偏时与树木之间的安全距离（按自然生长高度）

电压等级 kV	110 (66)	220	330	500	750	1000	±400	±500	±660	±800	±1100
最大弧垂时最小垂直距离 m	4.0	4.5	5.5	7.0	8.5	单回路：14； 同塔双回路（逆相序）：13	7.0	7.0	10.5	13.5	17
最大风偏时最小净空距离 m	3.5	4.0	5.0	7.0	8.5	10	7.0	7.0	10.5	10.5	14

表 B.8 导线与果树、经济作物、城市绿化灌木及街道树之间的最小垂直距离

电压等级 kV	110 (66)	220	330	500	750	1000	±500	±660	±800	±1100
垂直距离 m	3.0	3.5	4.5	7.0	8.5	单回路：16 同塔双回路；（逆相序）：15	8.5	12.0	15.0	19.5

B.7 导线与树木间距

对于已运行线路先于架线栽种的防护区内树木，也可采取削顶处理。树木削顶要掌握好季节、时间，果树宜在果农剪枝时进行，在水源充足的湿地或沟渠旁的杨树、柳树等七八月份生长很快，宜在每年6月底前修剪。

B.8 与弱电线路交叉

线路与弱电线路交叉时，对一、二级弱电线路（不包括光缆和埋地电缆）的交叉角应分别大于或等于45°、30°，对三级弱电线路不限制。

B.9 防火防爆间距

线路与甲类火灾危险性的生产厂房、甲类物品库房、易燃、易爆材料堆场以及可燃或易燃、易爆液（气）体储罐的防火间距，不应小于杆塔全高加3m，还应满足其他的相关规定。

B.10 与交通设施、线路、管道间距

线路与铁路、公路、电车道以及道路、河流、弱电线路、管道、索道及各种电力线路交叉或接近的基本要求，应符合表 B.9 和表 B.10 的要求。跨越弱电线路或电力线路，如导线截面积按允许载流量选择，还应校验最高允许温度时的交叉距离，其数值不应小于操作过电压间隙，且不应小于0.8m。

表 B.9 输电线路与铁路、公路、电车道交叉或接近的基本要求

项目		铁路			公路	电车道（有轨及无轨）			
导线或地线在跨越档内接头		不应接头			高速公路，一级公路：不应接头； 二级公路：66kV 不应接头，其他电压等级不限制； 三、四级公路：不限制	不应接头			
最小垂直距离 m	电压等级 kV	至轨顶			至承力索或接触线	至路面	至路面	至承力索或接触线	
		标准轨	窄轨	电气轨					
		110 (66)	7.5	7.5	11.5	3.0	7.0	10.0	3.0
		220	8.5	7.5	12.5	4.0	8.0	11.0	4.0
		330	9.5	8.5	13.5	5.0	9.0	12.0	5.0
		500	14.0	13.0	16.0	6.0	14.0	16.0	6.5
		750	19.5	18.5	21.5	7.0 (10)	19.5	21.5	7 (10)
		1000	单回路	27		10 (16)	27	/	/
			双回路 (逆相序)	25		10 (14)	25	/	/
		±400	25		/	二级及以上公路：13 其他公路：12	16	8.6 (9)	
		±500	16		6 (8.5)	16	/	/	
	±660	18		8 (10.5)	18	/	/		
	±800	21.5		15.0	21.5	/	/		
	±1100	28.5		19.5	28.5	/	/		

表 B.9 (续)

项目	铁路			公路		电车道 (有轨及无轨)	
	电压等级 kV	杆塔外缘至轨道中心		杆塔外缘到路基边缘		杆塔外缘到路基边缘	
				开阔地区	路径受限制地区	开阔地区	路径受限制地区
最小水平距离 m	110 (66)~220	交叉: 新建线路塔高加 3.1m, 无法满足要求时可适当减小, 但不应小于 30m; 平行: 塔高加 3.1m, 困难时双方协商确定		交叉: 8; 10 (750kV); 平行: 最高杆塔高	5.0	交叉: 8; 10 (750kV); 平行: 最高杆塔高	5.0
	330				6.0		6.0
	500				8.0 (15)		8.0
	750				10 (20)		10.0
	1000 (单回路/双回路逆相序)	交叉: 新建线路塔高加 3.1m, 无法满足要求时可适当减小, 但不应小于 40m; 平行: 塔高加 3.1m, 困难时双方协商确定		交叉 (杆塔外缘至路基边缘): 15m 或按协议取值; 平行 (边导线至路基边缘): 最高塔高	交叉 (杆塔外缘至路基边缘): 15m 或按协议取值; 平行 (边导线至路基边缘): 15m/13m 或按协议取值	/	
	±500	交叉: 新建线路塔高加 3.1m, 无法满足要求时可适当减小, 但不应小于 30m; 平行: 塔高加 3.1m, 困难时双方协商确定		交叉 (杆塔外缘至路基边缘): 8.0m 或按协议取值; 平行 (边导线至路基边缘): 最高塔高	交叉 (杆塔外缘至路基边缘): 8.0m 或按协议取值; 平行 (边导线至路基边缘): 8.0 或按协议取值	/	
	±660	交叉: 新建线路塔高加 3.1m, 无法满足要求时可适当减小, 但不应小于 35m 或按协议取值; 平行: 塔高加 3.1m, 困难时双方协商确定		交叉 (杆塔外缘至路基边缘): 15.0m 或按协议取值; 平行 (边导线至路基边缘): 最高塔高	交叉 (杆塔外缘至路基边缘): 15.0m 或按协议取值; 平行 (边导线至路基边缘): 10.5m 或按协议取值	/	
	±800	交叉: 新建线路塔高加 3.1m, 无法满足要求时可适当减小, 但不应小于 40m; 平行: 塔高加 3.1m, 困难时双方协商确定		交叉 (杆塔外缘至路基边缘): 15.0m 或按协议取值; 平行 (边导线至路基边缘): 最高塔高	交叉 (杆塔外缘至路基边缘): 15.0m 或按协议取值; 平行 (边导线至路基边缘): 12.0m 或按协议取值	/	
	±1100	交叉: 新建线路塔高加 3.1m, 无法满足要求时可适当减小, 但不应小于 40m; 平行: 塔高加 3.1m, 困难时双方协商确定		交叉 (杆塔外缘至路基边缘): 15.0m 或按协议取值; 平行 (边导线至路基边缘): 最高塔高	交叉 (杆塔外缘至路基边缘): 15.0m 或按协议取值; 平行 (边导线至路基边缘): 15.0m 或按协议取值	/	
	邻档断线时的最小垂直距离 m	电压等级 kV	至轨顶	至承力索或接触线	至路面		到路面
110		7.0	2.0	6.0		/	2.0
附加要求	不宜在铁路出站信号机以内跨越			a) 三、四级公路可不检验邻档断线; b) 括号内为高速公路数值, 高速公路路基边缘是指公路下缘的排水沟		/	
注 1: 垂直距离中, 括号内的数值用于跨杆 (塔) 顶。 注 2: “/” 指此项不做要求。 注 3: ±400kV 线路取海拔为 4000m 时的数据。							

表 B.10 输电线路与河流、弱电线路、电力线路、管道、索道交叉或接近的基本要求

项目		通航河流		不通航河流		弱电线路	电力线路	特殊管道	索道		
导线或地线在跨越档内接头		不应接头		不限制		不限制	110kV 及以上线路：不得接头 110kV 以下线路：不限制	不应接头	不应接头		
最小垂直距离 m	电压等级 kV	至 5 年一遇洪水水位	至最高航行水位的最高船桅顶	至百年一遇洪水水位	冬季至冰面	至被跨越线	至被跨越线	至管道任何部分	至索道任何部分		
	66	6.0	2.0	3.0	5.0	3.0	3.0	4.0	3.0		
	110	6.0	2.0	3.0	6.0	3.0	3.0	4.0	3.0		
	220	7.0	3.0	4.0	6.5	4.0	4.0	5.0	4.0		
	330	8.0	4.0	5.0	7.5	5.0	5.0	6.0	5.0		
	500	9.5	6.0	6.5	11.0 (水平) 10.5 (三角)	8.5	6.0 (8.5)	7.5	6.5		
	750	11.5	8.0	8.0	15.5	12.0	7 (12)	9.5	8.5 (顶部) 11.0 (底部)		
	1000 (单回路/双回路逆相序)	14/13	10	10	22/21	18/16	10 (16)	18/16	/		
	±400	11.5	7.6	8.6	13	8.5	8.6 (9)	9	8.6		
	±500	9	6	8	12	8.5	6 (8.5)	9	6		
	±660	12.5	8	10	16	14	8 (10.5)	14	8		
	±800	15.0	10.5	12.5	18.5	17.0	10.5 (15.0)	17.0	10.5		
±1100	19	13	15	25	22	13 (19.5)	22	13			
邻档断线时最小垂直距离 m	110	/				至被跨越物： 1.0		/	至管道任何部分： 1.0	/	
最小水平距离 m	电压等级 kV	边导线至斜坡上缘				与边导线间		与边导线间		与导线至管道、索道任何部分	
						开阔地区	路径受限制地区	开阔地区	路径受限制地区	开阔地区	路径受限制地区 (在最大风偏情况下)
	110 (66)	最高杆塔高				平行时：	4.0	平行时：	5.0	平行时：	4.0
	220					最高杆塔高	5.0	最高杆塔高	7.0	最高杆塔高	5.0
	330					最高杆塔高	6.0	最高杆塔高	9.0	最高杆塔高	6.0
500	最高杆塔高					8.0	最高杆塔高	13.0	最高杆塔高	7.5	
750	最高杆塔高				平行时： 最高杆塔高	10.0	平行时： 最高杆塔高	16.0	平行时： 最高杆塔高	9.5 (管道) 8.5 (顶部) 11.0 (底部)	

表 B.10 (续)

项目	通航河流	不通航河流		弱电线路	电力线路	特殊管道	索道
		与边导线间		与边导线间		与导线至管道、索道任何部分	
电压等级 kV	边导线至斜坡上缘	开阔地区	路径受限制地区	开阔地区	路径受限制地区	开阔地区	路径受限制地区(在最大风偏情况下)
		1000 (单回路/双回路逆相序)	塔位至河堤: 河堤保护范围之外或按协议取值	/	13/12	/	杆塔同步排列取 20m 杆塔交错排列导线最大风偏时取 13m
±500	边导线至斜坡上缘(线路与拉纤小路平行): 最高塔高	最高塔高	8	最高塔高	边导线间 13m, 导线风偏至邻塔 8.5m	最高塔高	9
±660	边导线至斜坡上缘(线路与拉纤小路平行): 最高塔高	最高塔高	11	最高塔高	边导线间 18m, 导线风偏至邻塔 11m	最高塔高	13
±800	边导线至斜坡上缘(线路与拉纤小路平行): 最高塔高	最高塔高	13	最高塔高	边导线间 20m, 导线风偏至邻塔 13m	交叉: 最高塔高 平行: 天然气、石油(非埋地管道): 最高塔高+3m	风偏时 15m
±1100	最高塔高	最高塔高	15.5	最高塔高	杆塔同步时, 边导线间 22m; 杆塔交错时, 导线风偏至邻塔 15.5m	交叉: 最高塔高 平行: 天然气、石油(非埋地管道): 最高塔高+3m	风偏时 17.5m
附加要求及备注	a) 最高洪水时, 有抗洪抢险船只航行的河流, 垂直距离应协商确定; b) 不通航河流指不能通航也不能浮运的河流	输电线路应架在上方, II、III级弱电线可不检验邻档断线		a) 电压较高的线路架在电压较低线路的上方; b) 同一等级电压的电网公用线路应架设在专用线路上方		a) 与索道交叉, 如索道在上方, 索道的下方应装保护设施; b) 交叉点不应选在管道的检查井(孔)处; c) 与管、索道平行、交叉时管、索道应接地; d) 管、索道上的附属设施, 均应视为管、索道的一部分; e) 特殊管道指架设在地面上输送易燃、易爆物品的管道	

注 1: 垂直距离中, 括号内的数值用于跨杆(塔)顶。

注 2: “/”指此项不做要求。

注 3: ±400kV 线路取海拔为 4000m 时的数据。

附录 C

(规范性附录)

各电压等级线路的最小空气间隙

C.1 在相应风偏条件下,各电压等级线路带电部分与杆塔构件(包括拉线、脚钉等)的最小间隙,应符合表 C.1~表 C.4 的规定。海拔超过 1000m 的地区,应按照式 (C.1) 进行海拔校正。

表 C.1 66kV~500kV 带电部分与杆塔构件的最小间隙

电压等级 kV	66	110	220	330	500	
工频电压最小间隙 m	0.20	0.25	0.55	0.90	1.20	1.30
操作过电压最小间隙 m	0.50	0.70	1.45	1.95	2.50	2.70
雷电过电压最小间隙 m	0.65	1.00	1.90	2.30	3.30	3.30

注 1: 本表适用于海拔不超过 1000m 的地区。
注 2: 500kV 空气间隙,左侧数据适用于海拔不超过 500m 地区;右侧适用于超过 500m 但不超过 1000m 的地区。

表 C.2 750kV~1000kV 带电部分与杆塔构件的最小间隙

电压等级 kV		750		1000 (单回路)			1000 (双回路)			
海拔 m		500	1000	500	1000	1500	500	1000	1500	
工频电压最小间隙 m		1.80	1.90	2.7	2.9	3.1	2.7	2.9	3.1	
操作过电压 最小间隙 m	边相 I 串	3.80	4.00	5.6	6.0	6.4	6.0	6.2	6.4	
	中相 V 串	4.60	4.80	6.7 (7.9)	7.2 (8.0)	7.7 (8.1)				
雷电过电压最小间隙 m		4.20 (或按绝缘子串放电 电压的 0.80 配合)			/			6.7	7.1	7.6

注 1: 750kV 工频电压最小间隙值为 I 串数据。
注 2: 1000kV 单回路括号内数值为对上横担最小间隙值。
注 3: 1000kV 双回路最小间隙值为 I 串数据。

表 C.3 ±400kV 带电部分与杆塔构件的最小间隙

海拔 m	1000	3000	4000	4500	5000	5300
工作电压最小间隙 m	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
操作过电压最小间隙 m	2.1	3.0	3.6	3.9	4.2	4.4

注: ±400kV 操作过电压取 1.7 (标么值)。

表 C.4 ±500kV~±1100kV 带电部分与杆塔构件的最小间隙

电压等级 kV	±500 (单回路)		±660		±500 (双回路)		±800			±1100			
	海拔 m	500	1000	500	1000	500	1000	500	1000	2000	1000	2000	3000
工作电压 最小间隙 m		1.30	1.40	1.70	1.85	1.30	1.40	2.1	2.3	2.5	3.2	3.7	4.2
操作过电压 最小间隙 m		2.45	2.65	3.90	4.10	2.75	2.95	4.9	5.3	5.9	8.1/8.9	8.7/9.5	9.2/9.9
雷电过电压 最小间隙 m		/	/	/	/	4.2	/	/	/	/	/	/	/

注 1: ±500kV 单回路和±660kV 操作过电压取 1.7 (标么值), ±500kV 双回路操作过电压取 1.8 (标么值)。
注 2: ±800kV 操作过电压取 1.6 (标么值)。
注 3: ±1100kV 操作过电压最小间隙数值斜杠上方对应 1.50 (标么值), 斜杠下方对应 1.58 (标么值)。

C.2 66kV~500kV 线路带电作业时, 在海拔 1000m 以下地区, 塔上地电位作业人员对带电体的最小安全距离和等电位作业人员对地、对相邻导线最小安全距离应符合表 C.5 的规定。

表 C.5 66kV~500kV 带电作业最小安全距离

单位为 m

作业类型	间隙类别	电压等级 kV				
		66	110	220	330	500
地电位	相对地	1.2	1.5	2.3	3.1	3.9
等电位	相对地	1.2	1.5	2.3	3.1	3.9
	与相邻导线	1.4	1.9	3.0	4.0	5.5

注: 表中最小安全距离包括人体占位间隙 0.5m。

C.3 750kV 线路带电作业时, 塔上地电位作业人员距带电体的最小安全距离和等电位作业人员对地、与相邻导线最小安全距离应符合表 C.6 的规定。

表 C.6 750kV 带电作业最小安全距离

单位为 m

作业类型	间隙类别	位置	说明	海拔				
				≤1000	1000~1500	1500~2000	2000~2500	2500~3000
地电位	相对地	直线塔边相	地电位作业人员距带电体	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7
		直线塔中相	地电位作业人员距带电体	4.8	5.1	5.3	5.7	6.0
等电位	相对地	直线塔边相	等电位作业人员距塔身	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7
		直线塔中相	等电位作业人员距塔身	4.8	5.1	5.3	5.7	6.0
		直线塔边相或中相	等电位作业人员距上横担或顶部构架	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5
	相间	直线塔边相	边相等电位作业人员距相邻导线	6.5	7.0	7.4	7.9	8.3
		直线塔中相	中相等电位作业人员距相邻导线	7.0	7.4	7.7	8.3	8.8

注: 表中最小安全距离包括人体占位间隙 0.5m。

C.4 1000kV 线路带电作业时，塔上地电位作业人员距带电体的最小安全距离和等电位作业人员与接地构架之间的最小安全距离，应符合表 C.7 的规定。

表 C.7 1000kV 带电作业最小安全距离

单位为 m

作业类型	位置	海拔	
		≤1000	1000~2000
地电位	中相	7.3	7.9
	边相	6.5	7.1
等电位	中相	7.3	7.9
	边相	6.5	7.1

注：表中最小安全距离包括人体占位间隙 0.5m。

C.5 ±500kV、±660kV、±800kV 和 ±1100kV 线路带电作业时，塔上作业人员与带电体间的最小安全距离应符合表 C.8~表 C.11 的规定。

表 C.8 ±500kV 带电作业最小安全距离

作业类型	间隙类别	距离 m
地电位	相对地	3.9
等电位	相对地	3.9

注 1：表中最小安全距离包括人体占位间隙 0.5m。
注 2：表中数值适用于在海拔 1000m 以下地区。

表 C.9 ±660kV 带电作业最小安全距离

单位为 m

作业类型	间隙类别	说明	海拔			
			≤500	500~1000	1000~1500	1500~2000
地电位	相对地	地电位作业人员对带电体	4.7	5.0	5.2	5.5
等电位	相对地	等电位作业人员距侧方塔身构架	4.7	5.0	5.2	5.5
	相对地	等电位作业人员距上横担或顶部构架	5.3	5.6	5.8	6.1

注：表中最小安全距离包括人体占位间隙 0.5m。

表 C.10 ±800kV 带电作业最小安全距离

单位为 m

作业类型	间隙类别	海拔		
		≤1000	1000~2000	2000~2500
地电位	相对地	6.8	7.3	7.9
等电位	相对地	6.8	7.3	7.9

注：表中最小安全距离包括人体占位间隙 0.5m。

表 C.11 ±110kV 带电作业最小安全距离

单位为 m

作业类型	间隙类别	海拔					
		过电压 1.58 (标幺值)			过电压 1.50 (标幺值)		
		≤1000	1000~2000	2000~2500	≤1000	1000~2000	2000~2500
地电位	相对地	10.1	10.6	10.8	9.5	9.9	10.1
等电位	相对地	10.3	10.9	11.2	9.5	10.1	10.3

注：表中最小安全距离包括人体占位间隙 0.5m。

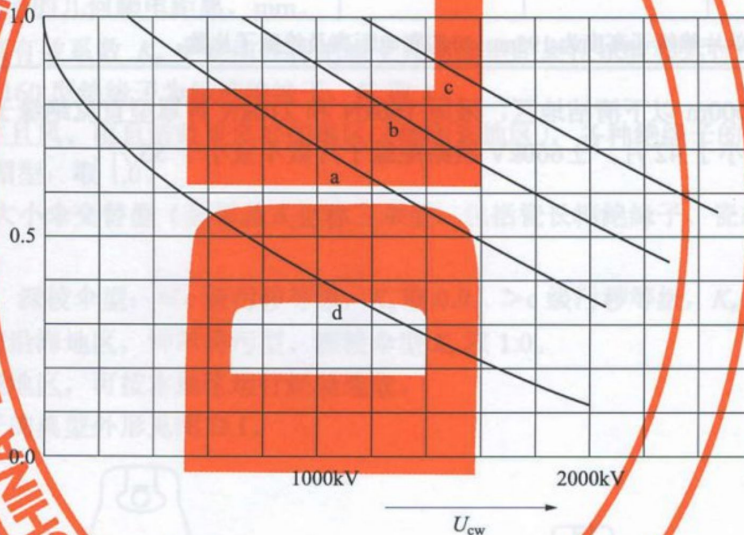
C.6 空气放电电压海拔修正系数 K_a ，可按下式计算：

$$K_a = e^{mH/8150} \quad (\text{C.1})$$

式中：

H ——海拔，m；

m ——海拔修正因子，工频、雷电电压海拔修正因子 $m=1.0$ ；操作过电压海拔修正因子可按海拔修正因子 m 与电压的关系中的曲线 a、c 取值，如图 C.1 所示。



说明：a——相对地绝缘；b——纵向绝缘；c——相间绝缘；d——棒-板间隙。

图 C.1 海拔修正因子 m 与电压的关系

C.7 在海拔 1000m 以下地区的 110kV~750kV 线路，操作过电压及雷电过电压要求的悬垂绝缘子串的绝缘子最少片数，应符合表 C.12 的规定。耐张绝缘子串的绝缘子片数应在表 C.12 的基础上增加，110kV~330kV 输电线路应增加 1 片，500kV 输电线路应增加 2 片，750kV 输电线路不需要增加片数。

表 C.12 操作过电压及雷电过电压要求悬垂绝缘子串的最少绝缘子片数

电压等级 kV	110	220	330	500	750
单片绝缘子的高度 mm	146	146	146	155	170
绝缘子片数 片	7	13	17	25	32

全高超过 40m 有地线的杆塔，高度每增加 10m，应比表 C.12 增加 1 片相当于高度为 146mm 的绝缘子，全高超过 100m 的杆塔，绝缘子片数应根据运行经验结合计算确定。由于杆塔高而增加绝缘子片数时，雷电过电压最小间隙也应相应增大；750kV 杆塔全高超过 40m 时，可根据实际情况进行验算，确定是否需要增加绝缘子片数和间隙。

C.8 对于 ±500kV、±660kV 和 ±800kV 线路，在海拔 1000m 以下的轻污区，工作电压要求的悬垂绝缘子串绝缘子片数，不宜少于表 C.13 的数值。

表 C.13 ±500kV、±660kV 和 ±800kV 线路轻污区要求的钟罩型悬垂绝缘子串片数

电压等级 kV	±500		±660		±800
	I 型	V 型	I 型	V 型	V 型
串型					
单片绝缘子的高度 mm	170	170	170 (195)	170 (195)	170 (195)
爬电距离 mm	545	545	545 (635)	545 (635)	545 (635)
绝缘子片数 片	40	38	53 (46)	51 (44)	60 (56)

注：括号中数值为单片绝缘子高度为 195mm 时的爬电距离及绝缘子片数。

在重冰区海拔 1000m 以下清洁地区，采用 160kN 和 210kN 钟罩型直流绝缘子 I 型串时，±500kV 线路绝缘子片数不宜小于 42 片，±660kV 线路绝缘子片数不宜小于 55 片。

注 1：表中最小安全距离指带电体至人体的距离。
注 2：表中爬电距离指在海拔 1000m 以下地区。

作业类型	间隙类别	1000m 以下	1000m 以上	电压等级	最小安全距离
带电作业	相对地	0.7	1.0	±500	0.7
带电作业	相对地	0.7	1.0	±660	0.7
带电作业	相对地	0.7	1.0	±800	0.7

注：表中最小安全距离指带电体至人体的距离。

附录 D
(资料性附录)

不同型式绝缘子的爬电距离有效系数 K_e

D.1 当绝缘配合设计采用爬电比距法时，绝缘子片数应按下式计算：

$$n \geq \frac{\lambda U}{L_s} \quad (\text{D.1})$$

$$L_s = K_e L_{01} \quad (\text{D.2})$$

式中：

n ——每联绝缘子串所需片数；

λ ——统一爬电比距，根据当地污秽等级确定其要求的下限值，mm/kV；

U ——绝缘子串承担的最高运行电压（对于交流系统，为最高相电压），kV；

L_s ——单片绝缘子的有效爬电距离，mm；

K_e ——单片绝缘子的爬电距离有效系数；

L_{01} ——单片绝缘子的几何爬电距离，mm。

D.2 绝缘子爬电距离有效系数 K_e 主要由各种绝缘子几何爬电距离在试验和运行中污秽耐压的有效性来确定，XP-70、XP-160 型绝缘子为标准绝缘子， K_e 取 1。

D.3 以粉尘污染为主且风、雨自洁效果良好的地区（如华东地区），各种绝缘子的典型 K_e 如下：

a) 普通型、草帽型：取 1.0。

b) 双层伞型、大小伞交替型（盘形悬式也称三伞型，包括瓷长棒绝缘子、瓷或玻璃复合伞裙绝缘子）：取 1.0。

c) 钟罩防污型、深棱伞型：≤c 级污秽等级， K_e 取 0.9；>c 级污秽等级， K_e 取 0.8。

D.4 在非粉尘污染的沿海地区，钟罩防污型、深棱伞型 K_e 取 1.0。

D.5 在其他污秽类型地区，可按本地区运行经验选取。

D.6 盘形悬式绝缘子的典型外形见图 D.1。

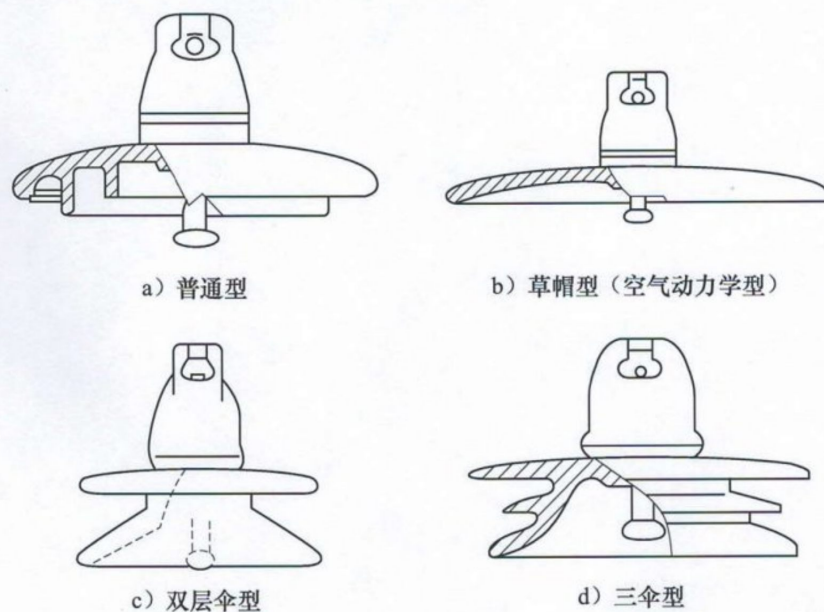
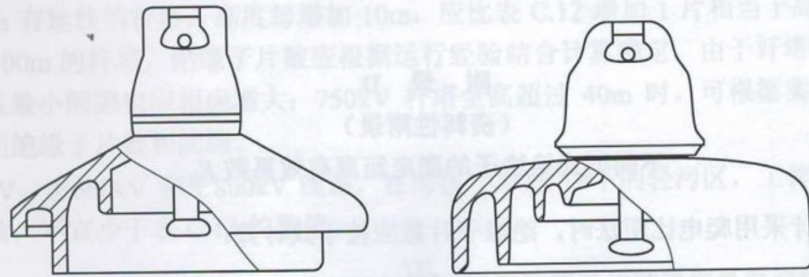


图 D.1 盘形悬式绝缘子的典型外形图

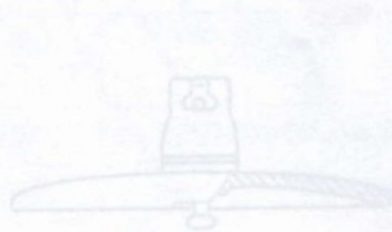


e) 钟罩防污型

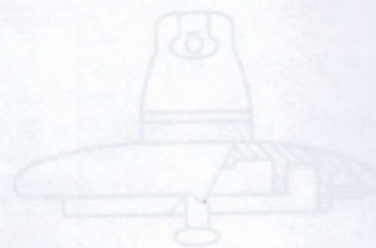
f) 深棱伞型

图 D.1 盘形悬式绝缘子的典型外形图 (续)

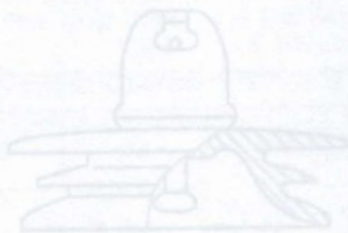
电压等级 (kV)	1型	2型	3型	4型
单片绝缘子的高度 mm	140	140	140	140
爬电距离 mm	245	345	445 (633)	545
绝缘子片数 片	40	30	33	23



(悬伞(伞)型) 悬伞型 (a)



深棱伞型 (b)



悬伞型 (c)



悬伞型 (d)

图 D.1 盘形悬式绝缘子的典型外形图 (续)