

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50646 – 2020

特种气体系统工程技术标准

Technical standard for specialty gas system engineering

2020 – 02 – 27 发布

2020 – 10 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

特种气体系统工程技术标准

Technical standard for specialty gas system engineering

GB 50646 - 2020

主编部门:中华人民共和国工业和信息化部

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2 0 2 0 年 1 0 月 1 日

中国计划出版社

2020 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

2020 年 第 59 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《特种气体系统工程技术标准》的公告

现批准《特种气体系统工程技术标准》为国家标准，编号为 GB 50646-2020，自 2020 年 10 月 1 日起实施。其中，第 3.1.5(1、2)、3.1.6、3.2.5、3.2.6、3.2.7、3.3.7、3.3.8、4.2.1(2、5、6)、4.3.1、4.4.4、4.4.7、5.2.1(1、2、3、4、5)、5.2.3(1、2、3)、5.2.6、5.4.5、6.1.3、6.1.4、6.2.6、7.2.1、7.2.9、9.1.3、9.2.5、9.2.6(1)、9.3.2、9.3.15、9.3.17、10.6.2(7)、10.7.2 条(款)为强制性条文，必须严格执行。原国家标准《特种气体系统工程技术规范》GB 50646-2011 同时废止。

本标准在住房和城乡建设部门户网站(www.mohurd.gov.cn)公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
2020 年 2 月 27 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2017年工程建设标准制订、修订及相关工作计划〉的通知》(建标〔2016〕248号)的要求,由信息产业电子第十一研究院科技工程股份有限公司和中国电子系统工程第二建设有限公司会同有关单位共同编制完成。

本标准在编制过程中,编制组根据我国特种气体系统各类站房的设计、建造和运行的实际情况,进行了广泛的调查研究,同时考虑我国特种气体的技术来源情况,对国外的有关标准进行了研读,并在全国范围内广泛向有关单位或个人征求意见的基础上,修改、完善标准,最后经审查定稿。

本标准的主要技术内容是:总则、术语、特种气体站房、特种气体工艺系统、生命安全系统、特种气体管道输送系统、建筑结构、电气与防雷、公用工程、特种气体系统工程施工、特种气体系统工程验收等。

本标准修订的主要技术内容是:

1. 取消规范中的第5章“硅烷站”的设置,根据其专业内容分别并入第3章至第9章的相关章节。
2. 合并规范中的第10章“给水排水及消防”和第11章“采暖通风与空气调节”,合并后为新标准的第9章“公用工程”。
3. 根据我国工程建设的实际情况及国外相关规范的内容,修改了第3章“特种气体站房”的部分内容。
4. 将第11章“特种气体系统验收”的部分内容纳入该章节的条文说明。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解

释,由工业和信息化部负责日常管理,由信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司负责具体技术内容的解释。在执行本标准的过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,如发现需要修改或补充之处,请将意见和有关资料寄至信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司(地址:四川成都市双林路 251 号;邮编:610021;传真:028-84333172;E-mail:edri11@edri.cn),以供今后修订时参考。

本标准主编单位:信息产业电子第十一设计研究院科技
工程股份有限公司

中国电子系统工程第二建设有限公司

本标准参编单位:上海正帆科技股份有限公司

中国电子工程设计院有限公司

工业和信息化部电子工业标准化研究院

液化空气(中国)投资有限公司

咸阳彩虹光电科技有限公司

成都爱德工程有限公司

中国电子科技集团公司第五十八研究所

本标准主要起草人员:李 骥 吴 军 闫诗源 薛长立

黄 勇 李东升 江元升 欧华星

夏双兵 陆 崎 张家红 王凌旭

宋 燕 钱春健 朱梅君 薛首文

毛冬凯 胡天碧 王鹏亮 顾爱军

本标准主要审查人员:郑秉孝 侯文川 崔永祥 刘小娇

薛东升 姜剑锋 周礼誉 张志辉

孙效义

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	特种气体站房	(7)
3.1	一般规定	(7)
3.2	特种气体站房布置	(8)
3.3	特种气体设备布置	(9)
4	特种气体工艺系统	(11)
4.1	一般规定	(11)
4.2	特种气体输送系统	(11)
4.3	吹扫和排气系统	(14)
4.4	硅烷工艺系统	(14)
5	生命安全系统	(16)
5.1	特种气体管理系统	(16)
5.2	特种气体探测系统	(16)
5.3	其他安全设施	(18)
5.4	特种气体报警的联动控制	(19)
6	特种气体管道输送系统	(20)
6.1	一般规定	(20)
6.2	材料选型	(20)
6.3	管道设计	(21)
6.4	管道标识	(22)
7	建筑结构	(24)
7.1	一般规定	(24)
7.2	建筑防火	(24)

7.3	建筑构造措施	(27)
8	电气与防雷	(28)
8.1	配电与照明	(28)
8.2	防雷与接地	(28)
9	公用工程	(30)
9.1	给水排水	(30)
9.2	消防	(30)
9.3	采暖通风与空气调节	(31)
10	特种气体系统工程施工	(34)
10.1	一般规定	(34)
10.2	主要设备、材料进场验收	(34)
10.3	气瓶柜与气瓶架的安装	(36)
10.4	阀门箱与阀门盘的安装	(36)
10.5	尾气处理装置及纯化器的安装	(37)
10.6	特种气体管道安装	(37)
10.7	特种气体管道改扩建工程施工	(41)
11	特种气体系统工程验收	(42)
11.1	一般规定	(42)
11.2	设备验收	(42)
11.3	管路与系统验收	(42)
11.4	气体探测(监控)系统验收	(43)
附录 A	特种气体管道氦检漏方法	(44)
附录 B	电子工业用特种气体的主要物化性质 (单一气体)	(45)
	本标准用词说明	(50)
	引用标准名录	(51)
	附:条文说明	(53)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Specialty gases station room	(7)
3.1	General requirements	(7)
3.2	Specialty gases station room	(8)
3.3	Specialty gases equipment layout	(9)
4	Process system of specialty gases	(11)
4.1	General requirements	(11)
4.2	Pipeline system of specialty gases	(11)
4.3	Purge and vent system	(14)
4.4	Silane process system	(14)
5	Life safety system	(16)
5.1	Management system of specialty gases	(16)
5.2	Detection system of specialty gases	(16)
5.3	Safety provisions	(18)
5.4	Inter control of specialty gases alarm	(19)
6	Pipeline of specialty gases	(20)
6.1	General requirements	(20)
6.2	Materials selection	(20)
6.3	Pipeline design	(21)
6.4	Pipeline labeling	(22)
7	Architecture and structure	(24)
7.1	General requirements	(24)
7.2	Architecture fire protection	(24)

7.3	Architecture construction measure	(27)
8	Electrical and lightning protection	(28)
8.1	Power distribution and lighting	(28)
8.2	Lightning protection and grounding	(28)
9	Utility engineering	(30)
9.1	Water supply and drainage	(30)
9.2	Fire protection	(30)
9.3	Heating ventilation and air conditioning	(31)
10	Engineering construction of specialty gases system	(34)
10.1	General requirements	(34)
10.2	Site acceptance of main equipment and materials	(34)
10.3	Installation of GC and GR	(36)
10.4	Installation of VMB and VMP	(36)
10.5	Installation of exhaust gases local scrubber and purifier	(37)
10.6	Installation of specialty gases pipeline	(37)
10.7	Engineering construction of revamp and expansion project of specialty gases pipeline	(41)
11	Engineering inspection and acceptance of specialty gases system	(42)
11.1	General requirements	(42)
11.2	Inspection and acceptance of equipment	(42)
11.3	Inspection and acceptance of pipeline system	(42)
11.4	Inspection and acceptance of gases detection/monitoring system	(43)
Appendix A	Helium test leakage of specialty gas	(44)
Appendix B	The characteristics of specialty gas(mono-gas)	(45)
	Explanation of wording in this standard	(50)
	List of quoted standards	(51)
	Addition; Explanation of provisions	(53)

1 总 则

1.0.1 为了在电子工业工厂特种气体系统及配套装置的工程设计、施工及验收中贯彻国家现行法律、法规,满足产品生产要求,确保人身和财产安全、做到安全适用、技术先进、保护环境、节约能源、经济合理,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建、扩建的电子工业的特种气体系统工程中的设计、施工和验收。

1.0.3 本标准不适用于特种气体的制取、提纯、灌装等生产及配套装置的工程设计、施工和验收。

1.0.4 特种气体系统工程的设计、施工及验收除应符合本标准的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 特种气体 specialty gas

电子产品生产外延、化学气相沉积、刻蚀、掺杂等工艺中使用的自燃性、易燃性、剧毒性、毒性、腐蚀性、氧化性、惰性等特殊气体。

2.0.2 自燃性气体 pyrophoric gas

也称作发火气体,是指在空气中等于或低于 54℃ 时可能自燃的易燃气体。

2.0.3 易燃性气体 flammable gas

一种在 20℃ 和标准压力 101.3kPa 状态时空气混合有一定易燃范围的气体。

2.0.4 剧毒性气体 highly toxic gas

半致死浓度(空气中吸入 4h)小于或等于 100mL/m³ 的气体。

2.0.5 毒性气体 toxic gas

半致死浓度(空气中吸入 4h)大于 100mL/m³ 但不超过 2500mL/m³ 的气体。

2.0.6 腐蚀性气体 corrosive gas

对材料或人体组织通过接触产生化学反应引起可见破坏或不可逆变化的气体。

2.0.7 氧化性气体 oxidizing gas

一般通过提供氧气,比空气更能导致和促使其他物质燃烧的任何气体。

2.0.8 惰性气体 inert gas

在一般情况下不会与其他物质产生化学反应的气体。

2.0.9 低蒸汽压力气体 low vapor pressure gas

在室温下的饱和蒸气压小于 0.2MPa 的气体。

2.0.10 特种气体系统 specialty gas system

特种气体的储存、输送与分配过程的设备、管道和附件的总称。

2.0.11 大宗硅烷系统 bulk silane system

是指包括 ISO 标准集装瓶组、长管拖车、钢瓶集装格、Y 型卧式钢瓶,或总的水容积超过 250L 的硅烷系统。

2.0.12 大宗特种气体系统 bulk specialty gas system

一般指单个气体设备容积大于 400L 的特种气体储存和送气系统。

2.0.13 液态特种气体系统 liquid specialty gas system

是指以液态输送、分配,在用户终端进行汽化的特种气体系统。

2.0.14 气体探测系统 gas detector system(GDS)

设置在特种气瓶柜、气瓶架、阀门箱、阀门盘及其他特种气体输送设备与管道所覆盖区域,通过检测本质气体或关联气体在空气中的浓度来判断本质气体的泄漏,从而发出声光报警信号、提供探测数据的系统。

2.0.15 气体管理系统 gas management system(GMS)

包含特种气体探测系统、应急处理系统、工作管理系统、监视系统、数据传输与处理系统的气体管理与控制系统的统称。

2.0.16 生产区 fabrication area

电子生产厂房内布置生产设备及相关研发、测试的区域,有些生产过程将使用危险性生产材料,该区域为生产厂房的核心区域。

2.0.17 特种气体间 specialty gas room

电子生产厂房放置特种气瓶柜、气瓶架、卧式气瓶、气瓶集装格、尾气处理装置等气体设备,并通过管道向生产设备输送特种气体的房间。

2.0.18 特种气体站 specialty gas station

电子工厂放置卧式气瓶、气瓶集装格、ISO 标准集装瓶组、长管拖车、尾气处理装置等气体设备,并通过管道向用生产厂房气设备输送特种气体的独立建(构)筑物。

2.0.19 特种气体站房 specialty gas station and room

是指在电子工厂特种气体间与特种气体站的统称。

2.0.20 硅烷站 silane station

是指放置硅烷或硅烷混合气体钢瓶、钢瓶集装格、卧式钢瓶、长管拖车或 ISO 标准集装瓶组、硅烷气化装置、尾气处理装置、电气装置等,并通过管道向生产厂房供应硅烷气体的独立建(构)筑物或区域。

2.0.21 气瓶集装格 the bundle of gas cylinders

用专用金属框架固定,采用集气管将多只气体钢瓶接口并联组合的气体钢瓶组单元。

2.0.22 ISO 标准集装瓶组 ISO module

采用集气管将气体钢瓶、长管钢瓶或气瓶集装格相互连接并安装在专用金属框架上的组合集装模块。

2.0.23 气瓶柜 gas cabinet(GC)

特种气体使用的封闭式气瓶放置与气体输送设备。

2.0.24 气瓶架 gas rack(GR)

特种气体使用的开放式气瓶放置与气体输送设备。

2.0.25 阀门箱 valve manifold box(VMB)

特种气体在输送过程中使用的封闭式管道分配箱体,用于向一个或多个工艺设备提供特种气体。

2.0.26 阀门盘 valve manifold panel(VMP)

特种气体在输送过程中使用的开放式管道分配装置,用于向一个或多个工艺设备提供特种气体。

2.0.27 尾气处理装置 local scrubber

自燃性、易燃性、剧毒性、腐蚀性等气体的排气与吹扫气体的现

场处理装置,处理后的尾气达到规定排放浓度,并排入用气车间的排气管道。

2.0.28 卧式气瓶 horizontal cylinder

用于储存较多特种气体的气瓶。一般水容积为 450L、950L。

2.0.29 限流孔板 restrict flow orifice(RFO)

限定流体系统最大流量的一种装置。

2.0.30 过流开关 excess flow switch(EFS)

流体系统的流量超出设定值时,给出开关信号。

2.0.31 负压气源 sub-atmospheric gas source(SAGS)

1 型:在标准温度和压力下,钢瓶内和阀门出口均为负压的气源。

2 型:在标准温度和压力下,钢瓶内为正压,阀门出口为负压的气源。

2.0.32 不相容性 incompatible

不同气体混合后即发生化学反应,释放出能量并对环境产生危害作用的特性。

2.0.33 吹扫 purge

用氮气或惰性气体对特种气体系统内的本质气体或工作气体进行置换的过程。

2.0.34 排气 vent

特种气体设备与系统中排出的本质气体或工作气体。

2.0.35 气体面板 gas panel

集成切断阀门、调压阀、过滤器、压力计等零部件的专用设施。

2.0.36 半致死浓度 lethal concentration 50(LC50)

在空气中使健康的成年大白鼠连续吸入 1h,能引起受试白鼠在 14d 内死亡一半的气体的浓度。

2.0.37 爆炸浓度下限值 low explosion limit(LEL)

易燃性气体在空气或氧化气体中发生爆炸的浓度下限值。

2.0.38 最高允许浓度值 threshold limit value(TLV)

毒性气体在空气中的浓度小于该值时,充分且持续暴露于该环境中的作用人员的健康不会受到损害。

2.0.39 最高允许浓度值—时间加权平均允许浓度 threshold limit value-time weighted average(TLV-TWA)

作业人员按每天 8h,每周 5d 工作制工作,健康不会受到损害的毒性气体时间加权平均浓度。

3 特种气体站房

3.1 一般规定

3.1.1 特种气体站房应布置在独立的建(构)筑物或生产厂房的特种气体间内。

3.1.2 布置在生产厂房内的特种气体间,可采用气瓶柜、气瓶架、卧式气瓶、气瓶集装格等向生产设备供应特种气体。

3.1.3 布置在单独建(构)筑物的特种气体站,可采用气瓶集装格、卧式气瓶、ISO 标准集装瓶组、长管拖车等向生产设备供应特种气体。

3.1.4 布置在生产区的特种气体设备应符合下列规定:

1 特种气体的最大允许使用储存量应符合表 3.1.4 的规定;

2 特种气体应设置气瓶柜、排风装置;

3 生产区应设置自动消防喷淋系统,并应用防火隔墙与其他区域相互隔离;

4 当特种气体的使用储存量超过表 3.1.4 规定的数量时,应设置特种气体间。

表 3.1.4 生产厂房生产区最大允许使用储存量

序号	气体种类	气体总量(m ³)
1	易燃性气体	56.0
2	毒性气体	92.0
3	剧毒性气体	1.1
4	自燃性气体	2.8
5	氧化性气体	170.0
6	腐蚀性气体	92.0

注:气体总量为标准状态下的气体体积量。

3.1.5 特种气体间的设计应符合下列规定：

1 特种气体间应设置排风系统,并应按负压设计；

2 特种气体间应采用防火隔墙相互隔离；

3 特种气体间的设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

3.1.6 当生产厂房内的自燃性特种气体的储存量超过 57m^3 时,应设置独立的特种气体站。

3.1.7 生产厂房内生产区的低蒸汽压力特种气体设备宜靠近生产设备布置。

3.1.8 特种气体间应集中布置在生产厂房一楼或其他辅助楼层,位置宜靠外墙。

3.1.9 特种气体间的附近区域宜布置货运通道、货运电梯等运输设施。

3.2 特种气体站房布置

3.2.1 特种气体应根据其物理化学性能及安全特性进行分类和工程设计。

3.2.2 特种气体站房的生产的火灾危险性类别应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

3.2.3 生产厂房内的特种气体间根据气体性质宜分为易燃性气体间、毒性(腐蚀性)气体间、惰性(氧化性)气体间、剧毒性气体间等。

3.2.4 独立的特种气体站根据气体种类、兼容性等因素应分为不同种类的特种气体间。

3.2.5 大宗硅烷系统气体设备应布置在独立的开敞式建筑,不得布置在地下室。开敞式建筑应带屋顶遮盖,外墙面的遮挡部分不得大于三面,且墙体与墙体之间、墙体与屋顶结构之间应设置自然通风的空间。硅烷容器与四周障碍物的最小距离小于障碍物高度的 2 倍时,大宗硅烷系统应设置机械通风。

- 3.2.6 硅烷站内大宗容器之间以及容器与工艺气体盘之间的距离小于9m时,应设置2h以上的防火隔断。
- 3.2.7 硅烷气瓶柜内的硅烷钢瓶应固定在钢架上,两个钢瓶之间应采用钢板隔离,钢板厚度应大于或等于6mm。
- 3.2.8 非大宗硅烷系统气体设备可放置在室内,不得建在地下室。
- 3.2.9 布置在开敞式建筑中的大宗硅烷站应在设备区域设置防雨防晒措施。

3.3 特种气体设备布置

- 3.3.1 不相容特种气体的气瓶架应布置在不同房间里;当布置在同一房间时,气瓶架之间的距离应大于6m。
- 3.3.2 同时具有易燃性和毒性气体的设备应放在易燃性气体间。
- 3.3.3 特种气体房间内的气瓶柜、气瓶架、尾气处理装置、气瓶集装格等设备宜靠墙布置,具有相同或相近性质的气体设备应布置在一起。
- 3.3.4 特种气体间的中间通道宽度不得小于2m,特种气体设备的布置应预留满足设备运输、维修与操作、安全逃生的空间。
- 3.3.5 液化特种气体设备和系统应根据其气体特性设置加热装置。
- 3.3.6 液化特种气体设备应设置不同种类的磅秤装置。
- 3.3.7 剧毒性特种气体供应间应配置专用容器或堵漏工具、排风装置和剧毒性特种气体在事故状态下的排风处理装置。
- 3.3.8 剧毒性特种气体供应间应设置双锁安全门、防盗窗和防止人员入侵的技术防范设施。
- 3.3.9 特种气体站房内特种气体生产储量达到重大危险源的数量时,设计应符合现行国家标准《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218的有关规定。
- 3.3.10 特种气体系统的电气控制室的设计应符合下列规定:

- 1 电气控制室应布置在与特种气体间相邻的控制室内；
- 2 电气控制室应以耐火极限不小于 3.00h 的隔墙和不低于 1.50h 的楼板与特种气体间隔开，穿越隔墙的管道孔隙应以防火材料填堵。

4 特种气体工艺系统

4.1 一般规定

4.1.1 特种气体工艺系统应设置下列主要装置：

- 1 储存、供气的气瓶柜、气瓶架、集装格、卧式气瓶、长管拖车；
- 2 气体分配用阀门箱、阀门盘；
- 3 辅助氮气吹扫系统；
- 4 尾气处理装置。

4.1.2 特种气体工艺系统的设计应满足电子产品生产工艺对特种气体工艺参数、污染控制、使用安全的要求。

4.1.3 不相容的特种气体的排气管道不得接入同一排气系统。

4.1.4 不相容的特种气体的排风管道不得接入同一排风系统。

4.2 特种气体输送系统

4.2.1 特种气体系统的气瓶柜、气瓶架的设置应符合下列规定：

- 1 气瓶柜与气瓶架可采用单工艺气瓶外置吹扫气源、双工艺气瓶外置吹扫气源、双工艺气瓶内置吹扫气源等多种结构配置；
- 2 不相容气体瓶不应放置于同一气瓶柜或气瓶架中；
- 3 气瓶柜、气瓶架应设置作业用气体面板；
- 4 系统的供应能力应经过热力学和流体力学计算核实；
- 5 气瓶柜闭门时应保持不低于 100Pa 负压，柜内的排风换气次数不得低于 300 次/h；
- 6 自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性气瓶柜应在排风出口设置固定式气体泄漏探测器；
- 7 气瓶柜柜体外壳钢板厚度不应小于 2.5mm，并应有防腐

蚀涂层；

8 气瓶柜门应具备自动关闭功能，并应配备防爆玻璃观察窗；气瓶柜的固定螺栓设计应满足当地地震设防烈度的要求；

9 气瓶柜、气瓶架应设置清晰明确的安全标识牌；

10 当气瓶柜放置在有爆炸和火灾危险环境时，其设计应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

4.2.2 特种气体的气瓶柜、气瓶架的气体面板设置应符合下列规定：

1 自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性气体面板应设有紧急关断阀门，并应为常闭气动阀门，位置应靠近气瓶；

2 气瓶压力大于 0.1MPa 的自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性气体面板应设有过流开关；

3 自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性气体面板应设有惰性气体吹扫、辅助抽真空装置，真空管路应设止回阀；

4 气体面板应设置工艺气体排气口。

4.2.3 可燃和自燃性特种气体的气瓶柜应符合下列规定：

1 当硅烷气瓶使用直径 0.25mm 限流孔时，气瓶柜的排风换气次数不得低于 1200 次/h，当使用直径 0.15mm 限流孔时，气瓶柜的排风换气次数不得低于 400 次/h，且气瓶柜的负压应连续监控；

2 自燃性特种气体的气瓶柜应设置紫外、红外火焰探测器；

3 易燃性特种气体的气瓶柜应设置水喷淋系统；

4 自燃性特种气体的气瓶柜应在气瓶之间设置隔离钢板。

4.2.4 大宗特种气体系统应符合下列规定：

1 应设置独立气瓶、储罐或长管拖车等的压力指示或钢瓶称重装置、连接回型管、气流控制的气体面板、吹扫氮气单元、电气控制柜等装置；

2 大宗特种气体系统的功能配备应符合本标准第 4.2.1 条

的有关规定；

3 液态气体瓶应设计钢瓶加热与保温装置；

4 减压降温效应显著的气体，应在减压前对气体进行预热。

4.2.5 液态特种气体系统的设置应符合下列规定：

1 应设置独立的液体槽罐、液体输送柜、连接回型管、驱动气体单元、吹扫氮气单元、电气控制柜、重量计量等装置；

2 液态特种气体系统宜利用驱动气体压力将液态特种气体从槽罐输送至液态特种气体柜，或从液态特种气体柜直接驱动输送至用气工艺设备，液态特种气体亦可采用泵送；

3 用气点应设置鼓泡器或蒸发器，将液态特种气体鼓泡或直接蒸发，以汽化形式输送至工艺反应设备；

4 液态特种气瓶柜功能设置应符合本标准第 4.2.1 条的有关规定；

5 具有自燃性和遇水反应性的金属有机物前驱体液体，供应柜应设置相应灭火系统；底部应设置收集槽，并应放置吸附材料。

4.2.6 自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性特种气体系统的阀门箱设置应符合下列规定：

1 应设置进气管路隔离阀及压力指示装置；

2 气体支路应设有独立的压力控制调节阀、过滤器；

3 气体支路应设有独立的出口隔离阀；

4 气体分支路应设置独立的吹扫气体装置。

4.2.7 惰性及氧化性特种气体系统的阀门盘设置应符合下列规定：

1 应设有进气管路隔离阀及压力指示装置；

2 气体支路应设有独立的压力控制调节阀、过滤器；

3 气体支路应设有独立出口隔离阀门。

4.2.8 负压气源特种气体的气瓶柜、气瓶架的设置应符合负压气源特种气体的特性。

4.3 吹扫和排气系统

4.3.1 特种气体系统吹扫气体的设置应符合下列规定：

1 自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性特种气体系统的吹扫气体应与独立的气源连接，不得与公用气源或工艺气源系统相连；

2 不相容性特种气体系统的吹扫气体不得共用同一气源；

3 吹扫气体管线应设置止回阀。

4.3.2 吹扫氮气的气体面板应设有压力调节阀、排气管、高低压截止阀、高低压压力指示装置、安全阀。

4.3.3 特种气体系统的辅助抽真空装置的设置应符合下列规定：

1 真空发生器宜采用氮气作为引射气源；

2 抽真空用氮气可由公用普通氮气供给；自燃性和腐蚀性气体，氮气供应管道应设置止回阀和微漏阀。

4.3.4 特种气体排气与废气处理的设置应符合下列规定：

1 特种气体系统的排气管应设置氮气稀释与连续吹扫装置；

2 自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性特种气体的排空气体应经过尾气处理装置处理，处理后的气体应符合现行国家废气排放要求。

4.3.5 特种气体尾气处理装置的设置应符合下列规定：

1 尾气处理装置的类型，应根据所处理的排气中特种气体的特性进行选择，不相容特种气体应分别设置尾气处理装置；

2 尾气处理装置应靠近特种气体柜、气瓶架等特种气体设备布置；

3 特种气体的尾气处理方法宜采用干式吸附、湿式洗涤、加热分解、燃烧、等离子分解、稀释及以上几种处理方式的组合。

4.4 硅烷工艺系统

4.4.1 硅烷工艺系统的设计应根据下列因素确定：

1 硅烷站的规模；

2 硅烷的物理化学性质；

- 3 当地硅烷供应的充装、运输状况；
 - 4 用户对硅烷纯度、压力和负荷变化的要求。
- 4.4.2** 硅烷输送系统应设有硅烷容器、气体面板、阀门箱及连接管道。
- 4.4.3** 硅烷气体面板应包括减压过滤、吹扫、排气、安全控制的功能。
- 4.4.4** 硅烷系统必须采用独立的惰性气源进行吹扫。
- 4.4.5** 硅烷阀门箱设置除应符合本标准第 4.2.6 条的规定外，还应配置惰性气体吹扫装置、气体泄漏探测器和紫外红外火焰探测器。
- 4.4.6** 硅烷系统的排气装置的设置应符合下列规定：
- 1 硅烷系统的排气管不得接入排风系统；
 - 2 排气管应采用惰性气体连续吹扫，吹扫气体流速不得小于 0.3m/s。
- 4.4.7** 硅烷连接管道钢瓶侧应设置常闭式紧急切断阀，硅烷站的安全出口应设置手动紧急切断按钮，至少有一个手动紧急切断按钮与输送装置的距离不应小于 4.6m。
- 4.4.8** 硅烷系统阀门、附件的设置应符合下列规定：
- 1 硅烷输送系统应采用金属材质的波纹管阀、隔膜阀、调压阀；
 - 2 硅烷输送系统应根据流量配置不同直径的限流孔板；
 - 3 硅烷系统应配置过流开关、紧急切断阀，调压阀的加热装置应根据流量核算确定。

5 生命安全系统

5.1 特种气体管理系统

5.1.1 应用多种特种气体的生产厂房宜设特种气体管理系统,并应符合下列规定:

1 特种气体管理系统应配置特种气体的连续检测、指示、报警的功能,并应能记录、存储和打印;

2 特种气体管理系统宜为独立的系统,应具有特种气体探测、应急处理、工作管理、监视、数据传输与处理的功能;

3 特种气体管理系统宜与工厂设备管理控制系统和消防报警控制系统通过数据总线相连。

5.1.2 特种气体管理系统应设在全厂动力控制中心,在消防控制室和应急处理中心宜设特种气体报警显示单元和集中应急阀门切断控制盘。

5.1.3 特种气体气瓶柜、气瓶架、阀门箱、阀门盘的可编程控制器的通信接口应与气体管理系统连接。

5.2 特种气体探测系统

5.2.1 储存、输送、使用特种气体的下列区域或场所应设置特种气体探测装置:

1 自燃性、易燃性、剧毒性、毒性、腐蚀性气体气瓶柜和阀门箱的排风管口处;

2 生产工艺设备的自燃性、易燃性、剧毒性、毒性、腐蚀性气体阀门箱的排风管口处,工艺设备的排风管口处;

3 生产工艺设备的特种气体的废气处理装置排风出管口处;

4 惰性气体间可能产生窒息的区域;

5 自燃性、易燃性、剧毒性、毒性、腐蚀性气体设备间；

6 其他可能发生泄漏的自燃性、易燃性、剧毒性、毒性、腐蚀性气体的环境。

5.2.2 易燃性、自燃性特种气体探测系统、有毒气体检测装置应设置一级报警或二级报警。

5.2.3 自燃性、易燃性、剧毒性、毒性气体、氧气检测装置报警设定值应符合下列规定：

1 自燃性、易燃性气体的一级报警设定值不应大于 25% 易燃性气体爆炸浓度下限值，二级报警设定值不应大于 50% 易燃性气体爆炸浓度下限值；

2 剧毒性、毒性气体的一级报警设定值不应大于 50% 空气中有害物质的最高允许浓度值—时间加权平均容许浓度 (TLV-TWA)，二级报警设定值不应大于 100% 空气中有害物质的最高允许浓度值—时间加权平均容许浓度 (TLV-TWA)；

3 设在惰性气体间的氧气探测器，其一级报警设定值不应小于 19.5% 氧气体积浓度 (V/V)，二级报警设定值不应小于 18% 氧气体积浓度 (V/V)；

4 二氧化碳气体系统宜设二氧化碳气体探测器，其报警设定值应为 5000ppm。

5.2.4 自燃性、易燃性、剧毒性、毒性气体、氧气检测装置的检测报警响应时间应符合下列规定：

1 自燃性、易燃性气体检测报警采用扩散式应小于 20s，吸入式应小于 15s；

2 剧毒性、毒性气体检测报警采用扩散式应小于 40s，吸入式应小于 20s；

3 氧气检测报警采用扩散式应小于 20s，吸入式应小于 15s。

5.2.5 当特种气体相对密度小于或等于 0.75 时，特种气体探测器应同时设置在释放源上方和厂房最高点易积气处。当特种气体相对密度大于 0.75 时，特种气体探测器应设置在释放源下方离地

面 0.3m~0.5m 处。

5.2.6 硅烷排风管道的**气体探测器的报警设定值,应小于或等于 50ppm,并应与硅烷气源的自动切断阀联锁;硅烷站环境气体探测器的报警设定值应小于或等于 5ppm,环境气体探测器报警时,硅烷控制系统不应自动切断硅烷输送管路。**

5.2.7 有机金属前躯体材料**应设置相应的侦测及火灾报警装置,当无对应侦测器时,应根据其分解物选择侦测器。**

5.3 其他安全设施

5.3.1 自燃性、易燃性、剧毒性、毒性气体的储存、分配及使用场所的安全设施应符合下列规定:

- 1 应设置数字式视频监控摄像机和门禁;
- 2 生产厂房入口处、气瓶柜间入口处、洁净室内宜设置安全管理显示屏;

3 使用场所内及相关建筑主入口、内通道等处应设置灯光闪烁报警装置,灯光颜色应与其他灯光报警装置相区别;

4 入口处应设紧急手动按钮,应急处理中心室也应设紧急手动按钮;

5 用于自燃性、易燃性、剧毒性、毒性气体的储存、分配及使用场所的监控视频图像宜预留通过网络接入政府安全监督、管理部门的接口,且监控视频图像存储时间不应低于 30d。

5.3.2 在地震多发地区,使用特种气体的主要生产车间宜设置地震探测装置,地震探测信号应与特种气体探测系统相连。

5.3.3 特种气体站房内应在气瓶柜的基座上设置一台地震探测装置,并应以气体站房为基准点,等距离三角形延伸厂区内另外两点设置地震探测装置。地震探测装置不得设置于人员进出频繁的地点,并应避免受外力干扰而造成误动作。

5.3.4 封闭的自燃性、易燃性气体的特种气体间宜设置防爆紫外、红外火焰探测器。

5.3.5 特种气体站房应配置防毒面具、自给式呼吸器等安全防护设施。

5.3.6 特种气体站房屋顶最高点处应设置明显的风向标。

5.4 特种气体报警的联动控制

5.4.1 特种气体探测系统在确认气体泄漏时,应自动关闭相关部位的气体切断阀,并接受反馈信号,特种气体站房的事故通风装置应与其气体泄漏和气体切断信号连锁。

5.4.2 特种气体探测系统确认气体泄漏时,应自动启动泄漏现场的声光报警装置,该声光报警应有别于火灾报警装置,并应自动启动应急广播系统。

5.4.3 特种气体探测系统确认气体泄漏后,应关闭有关部位的电动防火门、防火卷帘门,自动释放门禁,可联动闭路电视监控系统,应启动相应区域的摄像机,并应自动录像。

5.4.4 地震探测装置探测到里氏 5 级以上地震,且两台地震探测装置同时报警时,特种气体管理系统确认收到的信号后,应启动现场的声光报警装置;同时,应关闭气瓶柜、气瓶架、阀门箱、阀门盘的切断阀门。

5.4.5 室外大宗硅烷系统的钢瓶区域内必须设置紫外、红外火焰探测器;室内硅烷输送系统应采用火焰探测器或感温探测器。

6 特种气体管道输送系统

6.1 一般规定

- 6.1.1 特种气体管道输送系统应包括特种气体储存、分配管道系统、工艺设备和尾气处理系统的管道以及管件、阀门、过滤器、减压装置、压力释放装置、压力监测装置等部件。
- 6.1.2 生产厂房内特种气体管道的主干管,应敷设在技术夹层或技术夹道内;当与水电管线共架时,特种气体的管道宜设在水、电管线上部。
- 6.1.3 生产厂房洁净室内的自燃性、易燃性和毒性特种气体管道应明敷,并应采用焊接。
- 6.1.4 特种气体穿过生产区墙壁与楼板处的管段应设置套管,套管内的管道不得有焊缝,套管与管道之间应采用密封措施。易燃性、毒性、腐蚀性特种气体管道的机械连接处,应置于排风罩内。
- 6.1.5 自燃性、易燃性、毒性特种气体管道应避免穿过不使用此类气体的房间,当必须穿过时应设套管或使用双层管。
- 6.1.6 特种气体管道不宜出现盲管及U形弯等死区。
- 6.1.7 易燃性、氧化性特种气体管道,应设置防静电接地。
- 6.1.8 室外布置的特种气体管道宜架空布置。

6.2 材料选型

- 6.2.1 特种气体管道和管件应采用奥氏体不锈钢无缝钢管,内表面应进行洁净和钝化处理。
- 6.2.2 腐蚀性气体管道,宜采用二次真空电弧熔炼的奥氏体不锈钢或镍基合金材料的无缝钢管,内表面应进行洁净和钝化处理。
- 6.2.3 特种气体阀门的密封座材质应与气体性质匹配。

6.2.4 双层管的外层管道宜采用不锈钢管道,内层管道应按所输送特种气体的性质匹配。

6.2.5 特种气体系统的排气、尾气真空管道宜采用普通不锈钢管道,并应经过脱脂处理。

6.2.6 氧化性气体系统应采用专用禁油阀门、附件和管材,并进行脱脂处理。

6.3 管道设计

6.3.1 特种气体管道的设计应根据输送流体的特性参数,并结合管道布置、环境等进行,并应符合现行国家标准《工业金属管道设计规范》GB 50316 的有关规定。

6.3.2 特种气体管道的设计应符合用气设备对流量、压力的要求,并应符合现行行业标准《化工装置工艺系统工程设计技术规定》HG/T 20570 的有关规定。

6.3.3 管材的壁厚应符合现行国家标准《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T 14976 的有关规定。

6.3.4 液态特种气体水平管道的坡度不应小于 0.3%,坡度应坡向供液设备或收集器。

6.3.5 具有自燃性、剧毒性、强腐蚀性的特种气体,宜采用双套管设计。

6.3.6 低蒸汽压特种气体的管道应设置伴热和保温措施,加热温度不宜超过 50℃。

6.3.7 特种气体管道宜采用全自动轨道焊接。阀件或管件连接处应采用径向面密封连接,不宜采用螺纹或法兰连接。

6.3.8 特种气体阀门应采用隔膜阀或波纹管阀。

6.3.9 特种气体管道连接用密封垫片宜选用不锈钢或镍垫片,垫片的材质与特种气体的性质应相容。

6.3.10 特种气体输送系统易产生颗粒的阀件下游宜安装过滤器。

6.4 管道标识

6.4.1 特种气体管道应进行管道标识。

6.4.2 特种气体管道应以不同颜色、字体等标识气体名称、主要危险特性和流向,并应符合表 6.4.2 的规定。

表 6.4.2 特种气体管路标识要求

底色	意义	内容物特性	内容物举例	字体色	箭头色
红色	危险	易燃性、剧毒性	AsH ₃ , SiH ₄ , CH ₂ F ₂ , PH ₃ , WF ₆ , ClF ₃ , CO, CCl ₄ , SiH ₂ Cl ₂	白色	白色
黄色	警告	毒性、腐蚀性、对人体有危害	HBr, HCl, HF, NH ₃	黑色	黑色
蓝色/绿色	安全	危害性较小或无危害	SF ₆ , Kr/Ne, Xe	白色	白色

6.4.3 管道标识的描述、顺序和间距可根据实际情况进行调整,描述宜为内容物化学分子式、中文名、主要危险特性、流动方向(图 6.4.3)。



图 6.4.3 管道标识

6.4.4 标识的尺寸应按管径确定,并应符合表 6.4.4 的规定,标识较长时,可根据实际需要增加标识长度。

表 6.4.4 标识尺寸与管径的对照

管径	标识长度	标识高度	箭头长度	字体高度
6mm(1/4")	150mm(6")	15mm(1/2")	30mm(1.2")	8mm(1/4")
10mm(3/8")	150mm(6")	15mm(1/2")	30mm(1.2")	8mm(1/4")
15mm(1/2")	150mm(6")	15mm(1/2")	30mm(1.2")	8mm(1/4")
20mm(3/4")	200mm(8")	20mm(3/4")	40mm(1.6")	15mm(1/2")

续表 6.4.4

管径	标识长度	标识高度	箭头长度	字体高度
25mm(1")~50mm(2")	200mm(8")	25mm(1")	40mm(1.6")	20mm(3/4")
50mm(2")以上	300mm(12")	40mm(1.5")	60mm(2.4")	30mm(1.25")

6.4.5 管道上粘贴标识应符合下列规定：

1 管道内径小于或等于 100mm 的水平直管道，以人员视线为基准方位，应每隔 3m 粘贴一张；管道内径大于 100mm 的水平管道，以人员视线为基准方位，应每隔 6m 粘贴一张；

2 管道内径小于或等于 100mm 的垂直管道，应每隔 2m 粘贴一张，并应以地面向上 150cm 处为基准位置粘贴一张；管道内径大于 100mm 的垂直管道，应每隔 4m 粘贴一张，并应以地面向上 150cm 处为基准位置粘贴一张；

3 管道阀件、弯头的连接处，工艺设备与管道的连接处，以及管道穿越墙、壁、楼板的两侧部分都应各粘贴一张；

4 标识粘贴应整齐、牢固，水平管道的标识中心应相互对齐，垂直管道的标识上边缘应对齐。

7 建筑结构

7.1 一般规定

7.1.1 特种气体站的平面布置应符合下列规定：

1 特种气体站应布置在辅助生产区，且远离有明火或散发火花的地点；

2 特种气体站不得布置在人员密集地段和主要交通要道临近处；

3 特种气体站的设置应方便运输车辆和消防车辆的进出；

4 特种气体站的储存、分配区域应设有防止车辆撞击的保护措施；

5 大宗硅烷站宜设置不燃烧体的实体围墙，其高度不应小于2.0m。

7.1.2 有爆炸危险的特种气体站房的承重结构宜采用钢筋混凝土或钢框架、排架结构。钢框架、排架结构应采用防火保护措施，腐蚀性特种气体间的钢结构、排架结构应采用防腐蚀保护措施。

7.1.3 有爆炸危险的特种气体站房间应设置泄压设施，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

7.2 建筑防火

7.2.1 甲类特种气体站与工厂建(构)筑物的防火间距，不得小于表7.2.1的规定。

表 7.2.1 甲类特种气体站与工厂建(构)筑物的防火间距(m)

名 称		甲类特种气体站	
		甲类物品 第 3、4 项	甲类物品 第 1、2、5、6 项
高层民用建筑、重要公共建筑		50	50
裙房、其他民用建筑、明火或散发火花地点		40	30
甲类仓库		20	20
其他建筑	一、二级耐火建筑	20	15
	三级耐火建筑	25	20
	四级耐火建筑	30	25
电力系统电压为 35kV~500kV 且每台变压器容量在 10MV·A 以上的室外变、配电站工业企业的变压器总油量大于 5t 的室外降压变电站		40	30
厂外铁路线中心线		40	40
厂内铁路线中心线		30	30
厂外道路路边		20	20
厂内道路路边	主要	10	10
	次要	5	5

注:1 防火间距应按相邻建(构)筑物的外墙、凸出部分外缘、气瓶集装箱外缘的最近距离计算。

2 甲类特种气体站与甲类仓库之间的防火间距,当第 3、4 项物品使用储量不大于 2t,第 1、2、5、6 项物品使用储量不大于 5t 时,不应小于 12m。

7.2.2 布置于生产厂房的甲、乙类特种气体间的耐火等级不应低于二级,结构构件的耐火极限应该符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

7.2.3 特种气体站内的装修材料应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

7.2.4 有爆炸危险的特种气体间与无爆炸危险房间之间,应采用

耐火极限不低于 4.00h 的不燃烧体防爆墙分隔,防爆墙上不应开设门窗洞口;设置双门斗相通时,门应错位布置,门应为甲级防火门。

7.2.5 特种气体站的电气控制室应设置在独立的房间内;与硅烷气瓶间等有爆炸危险的房间相邻时,相邻的隔墙不得有门窗、洞口,隔墙的耐火极限不得低于 3.00h。

7.2.6 当自燃性、易燃性特种气体管道穿越防火隔断时,应采用不燃材料将管道与防火隔断之间的缝隙填充封堵,封堵材料的耐火等级与防火隔断应相同。

7.2.7 有爆炸危险的特种气体房间的设计应符合下列规定:

1 安全出口不应少于 2 个,并应分散布置;

2 相邻 2 个安全出口最近边缘之间的水平距离不应小于 5m,其中 1 个应直通室外;爆炸危险的特种气体房间通向疏散走道处应设置门斗等防护措施,门斗隔墙为耐火极限不应低于 2.00h 防火隔墙,门应采用甲级防火门;

3 爆炸危险特种气体的房间面积小于或等于 100m^2 且同一时间的生产人数不超过 5 人时,可设置一个直接通往室外的出口。

7.2.8 毒性、腐蚀性、惰性气体间的设计应符合下列规定:

1 安全出口不应少于 2 个,并应分散布置;

2 相邻 2 个安全出口最近边缘之间的水平距离不应小于 5m,其中 1 个应直通室外;毒性、腐蚀性、惰性气体间通向疏散走道的门应为乙级防火门;

3 毒性、腐蚀性、惰性气体间的面积小于或等于 150m^2 ,且同一时间的作业人员不超过 10 人时,可设置一个直接通往室外的出口。

7.2.9 硅烷站安全出口的设置应符合下列规定:

1 硅烷站的建筑面积大于或等于 19m^2 时,不得少于两个安全出口;建筑面积小于 19m^2 时,不得少于一个安全出口;

2 硅烷站内任何地点到最近安全出口的距离不得大于 23m。

7.3 建筑构造措施

7.3.1 特种气体站房净高度宜大于 4.5m, 并应满足设备与管道布置的要求; 对于一些比空气轻的气体、混合气体, 可采用坡屋顶, 并应在屋顶最高处保持通风良好。

7.3.2 特种气体房间的疏散门应采用平开门, 并应向疏散方向开启, 疏散门应采用快开式推杆锁, 不得采用其他形式的锁具。有爆炸危险房间的门窗应采用撞击时不产生火花的制作。

7.3.3 易燃性特种气体相对密度小于或等于 0.75 时, 特种气体间上部应采取防止气体集聚的措施。

7.3.4 易燃性种气体相对密度大于 0.75 时, 特种气体间应符合下列规定:

- 1 应采用不产生火花的地面, 并应平整、耐磨、防滑;
- 2 采用绝缘材料作整体面层时, 应采取防静电措施。

8 电气与防雷

8.1 配电与照明

8.1.1 特种气体站房的电力负荷分级应符合下列规定：

- 1 特种气体站房除检修插座电源外不应低于二级负荷；
- 2 气体管理与气体探测系统应配置不间断电源(UPS)。

8.1.2 特种气体站房中的爆炸性气体环境内电气设备选择不应低于 2 区,并应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

8.1.3 特种气体站房的照明灯具宜安装在操作与维修通道处,不宜安装在设备正上方,并应设置备用照明。

8.2 防雷与接地

8.2.1 特种气体站的防雷分类不应低于第二类防雷建筑物,并应采取防直击雷、防雷电感应和防闪电电涌侵入的措施。

8.2.2 排放爆炸危险气体或蒸气的放散管、风管等物体的防雷应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 中第一类防雷建筑物的防雷措施中对管口保护范围的有关规定;突出屋面的排放无爆炸危险气体或蒸气的放散管、风管,以及装有阻火器的放散管、排风管的防雷应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 中第二类防雷建筑物的防雷措施中的有关规定。

8.2.3 特种气体管道在进出建筑物处应与防闪电感应的接地装置相连。室外架空敷设的特种气体管道,宜每隔 25m 接地一次,其冲击接地电阻不宜大于 10Ω 。

8.2.4 特种气体设备与管道应采取防静电接地措施,在管道进出建筑物处、不同分区的环境边界、管道分岔处及直管段每隔 30m

处应设防静电接地。

8.2.5 设备接地端子、管道卡箍或法兰与接地线之间,可采用螺栓紧固连接;对有振动、位移的设备和管道,连接处应加挠性连接线过渡。

8.2.6 特种气体系统的电气设备工作接地、保护接地、防雷接地以及防静电接地等不同用途接地采用联合接地方式时,接地装置的接地电阻值应按其中的最小值确定。

8.2.7 防静电接地为单独接地时每组接地电阻宜小于 100Ω 。

9 公用工程

9.1 给水排水

- 9.1.1 布置在特种气体站房的给排水管道,应按照水温和所在房间的温度与湿度要求采取隔热和防结露措施。
- 9.1.2 特种气体站房排出的有害废水,不应直接排至市政管网。
- 9.1.3 毒性、剧毒性、腐蚀性气体的特种气体间应在安全区域设置紧急冲身洗眼器。

9.2 消防

- 9.2.1 特种气体站、特种气体间室内外消防的设计应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 和《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50081 的有关规定。
- 9.2.2 特种气体站、特种气体间应配置手提灭火器,配置应满足现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。
- 9.2.3 特种气体站、特种气体间应设置自动喷水灭火系统,喷水强度不应小于 $8\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,保护面积不应小于 160m^2 ,当实际站房面积小于 160m^2 时,可按实际面积计算。
- 9.2.4 特种气体柜带有自动喷水冷却装置时,在厂房内设置的自动喷水灭火系统应为该系统预留管道和信号阀。
- 9.2.5 特种气体站、特种气体间内存储的特种气体与水可能发生剧烈反应时,该特种气体间不得采用水消防系统。
- 9.2.6 硅烷站的消防系统应符合下列规定:
- 1 发生硅烷火灾时,应紧急切断硅烷气源,在未切断气源的情况下,严禁扑灭硅烷火焰;
 - 2 发生硅烷火灾时,应使用水对钢瓶、储罐等进行冷却;

3 不应使用卤代烷类及二氧化碳灭火器；

4 硅烷站应设置室外消火栓，室外消火栓应设置在距大宗钢瓶 46m 之内。

9.2.7 硅烷站的自动喷水系统应符合下列规定：

1 硅烷的输送系统应设置雨淋系统，雨淋系统可采用手动启动方式，也可采用自动启动方式，启动装置的位置应远离存储硅烷的设备；

2 雨淋系统设计的喷水强度不应小于 $12\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ ，火灾延续时间不应小于 2h；雨淋系统保护部位应包括硅烷钢瓶瓶身、大宗硅烷储罐本体；

3 切断硅烷供应系统的同时，启动雨淋系统；

4 当硅烷站设有屋顶等防雨措施时，建筑物本身可采用自动喷水灭火系统进行保护。设计喷水强度不应小于 $16\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ ，保护面积不应小于 260m^2 ，当实际站房面积小于 260m^2 时，可按实际面积计算；

5 闭式喷淋系统、雨淋系统应独立设置报警阀。

9.2.8 存储、分配和使用硅烷的房间应设置自动喷水灭火系统。设计喷水强度不应小于 $12\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ ，保护面积不应小于 260m^2 ，当实际房间面积小于 260m^2 时，可按实际面积计算。

9.3 采暖通风与空气调节

9.3.1 特种气体站房应设置连续的机械通风，通风量应满足气瓶柜的排风要求，且特种气体站房通风换气率不应低于 $18\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 。

9.3.2 特种气体气瓶柜、阀门箱应设置机械排风装置。

9.3.3 凡属下列情况之一时，特种气体站房应分别设置排风系统：

1 两种或两种以上的特种气体混合后能引起燃烧或爆炸时；

2 特种气体混合后发生化学反应，形成更大危害性或腐蚀性的混合物、化合物时；

3 混合后形成粉尘。

9.3.4 大宗特种气体站房应设置事故通风,事故通风量宜根据事故泄漏量计算确定,但房间换气次数不应小于12次/h。事故通风应与特种气体站房环境探测器进行联锁,并应在特种气体站房外设置事故通风紧急按钮。

9.3.5 硅烷气瓶柜、阀门箱的排风量计算应符合下列规定:

1 气瓶柜内、阀门箱的硅烷泄漏量应按照硅烷限流孔直径和最大储存压力计算;

2 排风量应满足气瓶柜内的硅烷体积浓度小于0.4%。

9.3.6 硅烷气瓶组直接安装在封闭的房间时,房间排风量计算应符合下列规定:

1 房间内的硅烷泄漏量应按照硅烷限流孔直径和最大储存压力计算;

2 排风量应满足房间内的硅烷体积浓度小于0.4%。

9.3.7 易燃性、毒性、腐蚀性气瓶柜、阀门箱的排风口与主排风管道连接的支管应采用刚性风管。气瓶柜、阀门箱的排风管路上不应设置防火阀。大宗有毒性气体容器出口阀门部位应设置抽风罩。

9.3.8 特种气体间排风口位置应根据特种气体特性确定,当相对密度小于或等于0.75时,排风口应设置在房间上部,当相对密度大于0.75时,排风口应设置在房间的下部。

9.3.9 特种气体设备排风和站房排风,应根据排风的危害性和浓度设置处理装置。

9.3.10 特种气体间通风系统应设置备用机组。特种气体间通风系统电源应设置应急电源。

9.3.11 特种气体站房宜设置空调系统,并应符合下列规定:

1 室内温度、湿度设计参数应满足气瓶柜的要求,当气瓶柜无具体要求时,室内设计参数宜满足温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$,湿度为30%~70%的环境要求;

2 不得采用循环空气。

9.3.12 空调风管不应穿越特种气体间之间的分隔墙。

9.3.13 空调系统宜设置备用空调机组,或采取措施保证在空调机组维护或故障时,能满足特种气体房间的通风要求。

9.3.14 空调系统宜设置应急电源。

9.3.15 特种气体设备及站房排风管道及空调风管应采用不燃材料制作,保温应采用不燃或难燃材料,腐蚀性特种气体的排风管道应采用耐腐蚀材料制作。

9.3.16 特种气体设备排风管道、站房通风管道及空调风管应设置防静电接地装置。

9.3.17 特种气体站房排风系统不得与火灾报警系统联动控制;火灾发生时,严禁关闭排风系统。

10 特种气体系统工程施工

10.1 一般规定

10.1.1 特种气体系统工程施工应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235、《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236和《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683的有关规定。

10.1.2 特种气体系统使用的不锈钢管道应采用自动轨道氩弧焊机焊接,高纯氩气保护。

10.1.3 安装和试验检测用计量器具应经检验合格并在有效期内使用。

10.1.4 特种气体系统工程施工前应编制专项施工方案,并应经业主审批后实施。

10.1.5 主要设备材料进场应提供下列文件:

- 1 产品合格证、质量保证书、性能测试报告;
- 2 产品安装、使用、维护和试验要求等技术文件;
- 3 产品规格、型号、数量、设备附件及专用工具。

10.1.6 设备材料进场验收、焊接样品鉴定时,建设单位技术人员应在场检验确认。

10.2 主要设备、材料进场验收

10.2.1 气瓶柜、气瓶架、阀门箱、阀门盘进场验收应符合下列规定:

1 外包装上应具有防止倾倒、轻放、防雨标识、防震标识,并应完整无损;

2 表面应平整光洁、色泽一致、无毛刺、无划痕、无锈蚀、不起鼓；柜体顶部应设抽风口，柜门下方应设可调节空气过滤网进风口；

3 面板上应有气体的名称、化学式、浓度、化学性质和危险标志的标识，并应有管线、阀体及附件相互连接的系统图；同时，应配有与其对应的操作手册；

4 内部引出的管路和阀件接口应用专用管帽和堵头封堵；

5 在运输过程中盘面内应保有不低于 0.1MPa(表压)压力的氮气；

6 阀门、仪表与面板之间应有专用阀门支撑件，支撑件材质应采用不锈钢；不得将阀门、仪表等直接用螺栓固定在面板上。

10.2.2 尾气处理装置进场验收应符合下列规定：

1 尾气处理装置进场应对外观、外形尺寸、构成、接口、铭牌、气密试验、阀门动作、信号传输等性能进行检查和核对；

2 尾气处理装置的主要组成件、附件应符合设计与合同的要求，随机资料和专用工具应齐全；

3 酸碱中和装置的洗涤塔、风机、泵、控制盘、酸(碱)储罐以及连接管路等应进行外观检查，随机资料应齐全；

4 尾气处理装置、风机、泵的出厂合格证、性能测试报告，铭牌、标识应齐全；

5 系统流程图、控制原理图、设备使用说明书应齐全。

10.2.3 管道、管件和阀门进场验收应符合下列规定：

1 在非洁净室全数目测检查管道外包装，不得有破损、变形；

2 检查合格的管道、管件及阀门搬入洁净室前，应在缓冲间(前室)去除外包装薄膜；搬入洁净室后，应按种类、规格分别存放在洁净室的货架上，不得直接放在地面上。洁净室的洁净度宜优于或等于 7 级(0.5 μ m)；

3 进场的管道、管件和阀门应有产品规格、型号、合格证、材质证明、使用说明书、检验报告。

10.2.4 管道、管件和阀门应在洁净室内进行内包装开封检查,并应符合下列规定:

1 管道、管件、阀门应有独立的内包装,端口均应装有防尘帽;

2 管道、管件、阀门检查后应恢复内包装及防尘帽;

3 管道外观检查应按全数的5%以上抽查,规格尺寸、壁厚,圆度、端面平整度等应符合产品的技术要求;

4 材质检查宜采用便携式金属光谱分析仪检查,每批每种规格应随机抽查5%以上,且不得少于1件,其化学成分应符合材质质量保证书及相关要求;

5 管道、管件内表面粗糙度应采用样品比较法在管道两端检查,每批每种规格应随机抽查5%以上,且不得少于1件,有不合格时应加倍抽查;

6 管道内壁平均表面粗糙度 R_a 及最大表面粗糙度 R_{max} 应满足设计文件的要求。

10.3 气瓶柜与气瓶架的安装

10.3.1 气瓶柜和气瓶架应按设计要求定位。

10.3.2 气瓶柜和气瓶架就位找平、找正后,应固定牢固。

10.3.3 气瓶柜和气瓶架的垂直度偏差不应大于1.5‰,成列盘面的垂直度偏差不应大于5mm。

10.3.4 气瓶柜的安装应确保柜门开关自如,不得扭曲变形、关闭不严。

10.4 阀门箱与阀门盘的安装

10.4.1 阀门箱和阀门盘应固定在专用支座上或固定支架固定在梁、柱与墙上,不得将阀门箱直接固定在地面上。

10.4.2 阀门箱和阀门盘的支座宜采用专用镀锌型钢、专用喷塑型钢或专用不锈钢型钢装配式连接,不宜采用焊接。

10.4.3 阀门箱和阀门盘的垂直度偏差不应大于 1.5‰，成列盘面的垂直度偏差不应大于 5mm。

10.4.4 阀门箱与阀门盘就位找平后，应固定牢固。

10.4.5 连接阀门与阀门盘、阀门箱的螺栓应为不锈钢螺栓，不得将阀门和管道系统与任何未经处理的碳钢件直接接触。

10.5 尾气处理装置及纯化器的安装

10.5.1 尾气处理装置安装应符合现行国家标准《机械设备安装工程验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

10.5.2 尾气处理装置的基础应坚固平整，水平度不得大于 3‰。

10.5.3 每个系统的管线及阀门都应贴上显著的正确标识，阀门应开关灵活，锁定装置应可靠。

10.5.4 干式尾气处理装置及纯化器安装时，应防止吸附剂长期接触空气。

10.6 特种气体管道安装

10.6.1 特种气体管道下料、预制应符合下列规定：

1 工作人员应穿戴洁净服、洁净口罩、洁净无尘手套在洁净室内进行下料、预制等各项操作，不得用裸手接触管口及管道内壁；

2 管外径小于或等于 1/2" 的管道切割应使用不锈钢管切管器，切割后应以平口机处理管口，并应用专用倒角器去除管口内外毛刺，管口端面应垂直、不变形，满足不加丝自动轨道氩弧焊要求；不得使用塑料管割刀替代；

3 平口机处理管口时应将管口向下，并应在另一端管口用高纯氮气快速吹扫，不得将刚平口处理的管口向上；

4 管外径大于 1/2" 的管道切割应采用不锈钢管洁净专用切割机，切割时不得使用润滑油；切口端面应垂直、无毛刺、不变形；满足不加丝自动轨道氩弧焊要求；不得使用手工锯、砂轮切割机

切割；

5 管道切管作业时，应分别从两端管口将高纯氮气或氩气通入管内，并不得损伤管道外壁；

6 管口倒角作业时，不得损伤管道内壁，并不得采用什锦锉对管口进行倒角；

7 管道吹扫完毕，应使用不产尘的洁净布沾上异丙醇或无水乙醇将切割管口清洗干净，应迅速用洁净防尘帽或洁净胶带将管口封堵；

8 切割结束后，剩余管材应以洁净防尘帽封或洁净胶带堵后装入包装袋中；

9 管道预制焊接总长度不应超过 12m，预制时应放置在专用支座上，支点数量不得少于 4 个；管道运输时每 3m 长度应设一个支点。

10.6.2 特种气体管道配管应符合下列规定：

1 按照管道系统单线图，应将规定尺寸的管段及预制好的管道有序放在管架上，用专用夹具定位后进行预连接，并应通入适量的高纯氩气进行保护；

2 支架宜采用碳钢喷塑、不锈钢、热镀锌 C 型钢或铝合金的槽式桥架组合；

3 支架应采用机械切割，不得气割，切割后的端头应倒角并涂环氧漆后加盖塑料封头；

4 当采用有盖槽式不锈钢桥架或铝制桥架时，应采用树脂薄板将桥架与钢制综合支架隔离；

5 管外径小于或等于 1/2" 管道宜采用 π 型不锈钢管卡或镀锌电工管卡；大于或等于 3/4" 管道宜采用 U 型不锈钢管卡或带塑料管束的镀锌 P 型卡；

6 管外径大于 1/2" 的管道弯头应采用成品弯头；管外径小于或等于 1/2" 的弯头可在现场使用专用弯管器压制，BA 级管道弯头弯曲半径不应小于管外径的 3 倍，EP 级管道弯头弯曲半径不

应小于管外径的 5 倍,公、英制弯管器不应混用;

7 不锈钢管道密封接头的密封垫片应根据气体的性质采用不锈钢垫片或镍垫片,严禁采用非金属垫片、有划伤的垫片以及将使用过的垫片,在同一密封面应采用一个垫片;

8 特种气体管道与用气生产工艺设备之间的连接应采用不锈钢管道面密封接头或自动轨道氩弧焊机焊接,不得采用非金属软管;

9 管道穿墙部位应设套管,并应以难燃材料填充套管与管道之间的间隙;同时应对穿墙部位加以密封。

10.6.3 特种气体管道焊接应符合下列规定:

1 施工单位在工程开工前应对参加该工程的焊工进行认证,并向建设单位提交管道焊接样品、焊接合格确认单,经建设单位项目技术负责人签字确认后方能进行焊接施工,施工单位应保留合格的焊接样品和记录;

2 应使用自动轨道氩弧焊机焊接,所用氩气纯度不得小于 99.999%,焊接用气体应加装可调节流量计显示气体流量,内保护气应装压力计监测管内压力;

3 在正式焊接前、更换焊头后、更换钨棒后、改变焊接管径、焊机电源关闭重新启动后都应进行焊接测试,焊接测试样品经质量检验员检查合格并填写焊接合格确认单后方可正式施焊;在结束焊接前也应进行焊接测试,并应检查正式施焊后所焊焊接接头是否合格;

4 焊接前应编制焊接工艺规程和绘制系统的单线图,单线图上应对焊接接头进行编号,编号应与焊接记录的焊接接头编号一致;

5 应严格按照焊接工艺规程要求进行焊接,焊接过程中应做好焊接记录,焊接接头处应标明焊接时间、焊工姓名或焊工钢印号、焊接接头编号、介质名称;

6 对接接头组对时应对称均匀,接头错边量不应大于管壁厚

度的 10%，且管道不得在焊接接头的位置弯曲；

7 管外径大于或等于 1"时，焊接前应先采用手工氩弧焊机进行不加丝对称点焊预连接，点焊时管内应通入高纯氩气进行保护，点焊后应对焊点进行洁净处理，并应用洁净胶带密封焊接接头；

8 焊机应采用专用配电箱，当电源电压不稳定时应采用自动稳压装置供电。焊机本体应可靠接地；

9 焊接时的保护气体流量应以做焊接样品的保护气体流量为基准；施工过程中应连续充气保护。施工中断时可降低充气流量，但应确保管内呈正压；

10 每一个系统焊接完成后，均应充高纯氩气或氮气正压保护；

11 外焊缝宽度应为管壁厚度的 2.5 倍～4.0 倍，内焊缝宽度不应小于外焊缝宽度的 2/3 倍，焊缝不应有裂纹、未焊透、未熔合焊接缺陷，不得有气孔、夹渣、咬边等缺陷。焊缝错边量不应大于管壁厚度的 10%，管内、外焊缝凹、凸起高度不应大于管道壁厚的 10%。

10.6.4 低蒸汽压特种气体管道施工除应符合本标准第 10.6.1 条～第 10.6.3 条的规定外，还应符合下列规定：

- 1 管路应安装伴热带并用保温棉包覆管路；
- 2 当管道穿越温差较大区域时应分段加热。

10.6.5 双层管特种气体管道施工除应符合本标准第 10.6.1 条～第 10.6.3 条的规定外，还应符合下列规定：

1 当双层管焊接施工时，应先实施内管的焊接，并在焊接接头处安装滑套；

2 当双层管焊接外管及滑套时，内管和外管都应充高纯氩气保护，宜采用自动轨道氩弧焊机焊接；

3 内管焊接完成后应先做压力试验和氦检漏，确认内管无泄漏后，方可焊接外管上的滑套；

4 双层管的内管和外管之间应安装弹簧进行隔离,内管和外管不得直接接触;

5 双套管施工宜采用分段隔绝的方式施工,从气瓶柜到阀门箱的外层套管不得全部相通。

10.7 特种气体管道改扩建工程施工

10.7.1 改建、扩建、拆除特种气体管道工程的施工应符合下列规定:

1 施工单位在开工前应编制施工方案;内容应包含重点部位、作业过程注意事项,危险作业过程的监控,应急预案,紧急联系电话和专门负责人,对潜在的危险应向施工人员进行详尽的技术交底;

2 生产区与施工区之间应采取临时隔离措施及设置危险警示标志,施工人员不得进入与施工无关的区域;

3 施工现场应有业主和施工方的技术人员在场,阀门的开关动作、电气开关动作、气体置换操作等都应由专人在业主技术人员的指导下完成,未经许可,不得操作;切割改造工作时应提前在被切割管道全线和切割处明显标识,标识管道现场需得到业主和施工方的技术人员确认。

10.7.2 施工前应将管道内的特种气体用高纯氮气完全置换,被置换出的气体应经过尾气处理装置处理,达标后排放。

10.7.3 施工完毕、测试合格后,应将管道系统内充入 0.1MPa (表压)的高纯氮气。

11 特种气体系统工程验收

11.1 一般规定

11.1.1 特种气体系统验收应包括设备验收、管路系统验收和气体探测(监控)系统验收等。

11.1.2 特种气体系统的验收应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184 和《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的有关规定。

11.2 设备验收

11.2.1 设备验收应按照设备工艺流程图、配置表以及钢瓶容器接口形式、使用压力等级等参数对设备内部的管路流程、各部件的选型和安装等进行检验。

11.2.2 设备验收应检查设备出厂的测试检验报告,设备定位安装后宜对盘面再次进行压力、氨检漏测试。

11.2.3 设备供应商应提供合格的现场设备功能调试报告与操作手册,监控部件的功能、参数设置和联锁、联动作用等应符合设计要求。

11.2.4 安装在防爆区域内的设备,其电器部件应符合相关防爆要求。

11.2.5 尾气处理设备的验收应包括外观检查,工艺流程检验,设备部件功能测试,设备供应商应提供合格的现场设备功能调试报告与操作手册。

11.3 管路与系统验收

11.3.1 管路安装完成后应首先进行包括管件的安装位置和方

向,弯头遏制,焊接质量的外观检查。

11.3.2 管路外观检查合格后,应按规定进行压力,氦检漏,颗粒,水分,氧分等5项测试,测试合格后应提交相应测试报告并得到相关人员的签字认可。

11.3.3 管路及系统验收应检查其组成部件的质量文件,施工过程中的焊样、焊接日志应完整并具有可追溯性。

11.3.4 系统验收前应先确定现场所有缺失项都已整改完成并得到相关人员签字确认,所有竣工文件资料都已提交相关部门。文件的检验应包括但不仅限于竣工图纸,最终技术标准,报审、报验报告,焊接日志,测试、调试报告,操作说明书。

11.4 气体探测(监控)系统验收

11.4.1 特种气体探测器安装完成后,应检查探测器的数量、类型、标定时间、报警设定和安装位置、取样管长度、排放管排放位置、电源信号接线,出厂质量文件等内容。

11.4.2 根据控制逻辑图,应对探测器的报警和切断输出信号进行点对点模拟测试,并应保证联动控制和声光报警正确动作。

11.4.3 监控系统的验收应检查包括电脑内存和硬盘容量、CPU选型、控制箱面板、输入输出设备位置和数量、电缆规格、电源、接地等设施应符合设计文件的规定。

11.4.4 测试软件系统图形应与实际系统应一致,系统内的各项设置应符合设计要求。

附录 A 特种气体管道氦检漏方法

- A.0.1** 顺序宜采用内向检漏法、阀座检漏法、外向检漏法。
- A.0.2** 内向检漏法(喷氦法)应采用管道内部抽真空,外部喷氦气的方法检漏,测试管路系统的泄漏率。
- A.0.3** 阀座检漏法应采用阀门上游充氦气,下游抽真空的方法检漏,测试管路系统的泄漏率。
- A.0.4** 外向检漏法(吸枪法)应采用管路内部充氦气或氦氮混合气,外部应采用吸枪检查漏点的方法检漏,测试管路系统的泄漏率。
- A.0.5** 氦检漏仪表应采用质谱型氦检测仪,其检测精度不得低于 1×10^{-10} mbar · L/s。
- A.0.6** 特种气体系统氦检漏的泄漏率应符合下列规定:
- 1 内向测漏法测定的泄漏率不得大于 1×10^{-9} mbar · L/s;
 - 2 阀座测漏法测定的泄漏率不得大于 1×10^{-6} mbar · L/s;
 - 3 外向测漏法测定的泄漏率不得大于 1×10^{-6} mbar · L/s。
- A.0.7** 氦检漏发现的泄漏点经修补后,应重新经过气密性试验合格后,然后按规定再进行氦检漏。
- A.0.8** 所有可能泄漏点应用塑料袋进行隔离。
- A.0.9** 系统测试完毕,应充入高纯氦气或氩气,并应进行吹扫。
- A.0.10** 测试完毕后,应提交测试报告。

附录 B 电子工业用特种气体的主要物化性质(单一气体)

表 B 电子工业用特种气体的主要物化性质(单一气体)

分子式	气体状态 @20℃	气体压力 (bar) @20℃	特种气体的危险性性质				特种气体的物理性质		
			LC50 (ppm/4h)	TLV-TWA (ppm)	空气中 LFL	空气中 UFL	分子量	比重 (空气=1)	临界温度 (℃)
Ar	G	—	—	—	—	—	40	1.38	-122
AsH ₃	G	15	10	0.05	3.90%	78%	77.95	2.7	100
B ₂ H ₆	G	—	40	0.1	0.90%	98%	27.7	1	16.6
BBr ₃	L	0.05@14℃	—	1	—	—	250.54	8.6	—
BCl ₃	G	1.6	1270	1	—	—	117.17	4	179
BF ₃	G	—	194	1	—	—	68	2.4	12.3
C ₂ F ₆	G	30	—	—	—	—	138	4.8	19.7
C ₂ H ₂	G	44	—	—	2.30%	100%	26.04	0.91	35
C ₄ F ₈	G	0.8	650	—	7%	73%	162	5.6	—

续表 B

分子式	气体状态 @20℃	气体压力 (bar) @20℃	特种气体的危险性质				特种气体的物理性质		
			LC50 (ppm/4h)	TLV-TWA (ppm)	空气中 LFL	空气中 UFL	分子量	比重 (空气=1)	临界温度 (℃)
C ₅ F ₈	L	0.8	1124	—	—	—	212	—	160
CF ₄	G	—	—	—	—	—	88	3	-45
CH ₂ F ₂	G	13.8	—	—	14%	31%	52	1.8	—
CH ₃ F	G	33	—	—	5.60%	未知	34	1.2	44.5
CH ₄	G	NA	—	—	4.40%	15%	16	0.6	-82
CHF ₃	G	41.6	—	—	—	—	70	2.4	25.6
Cl ₂	G	6.8	146.5	0.5	—	—	71	2.5	144
ClF ₃	G	1.5	149.5	0.1	—	—	92.5	2.8	154
CO	G	—	1880	25	11%	74%	28	1	-140
CO ₂	G	57.3	—	5000	—	—	44	1.52	30
F ₂	G	NA	92.5	1	—	—	38	1.3	-129
GeF ₄	G	—	49	2.5	—	—	148	5.1	—
GeH ₄	G	1@-89℃	310	0.2	自燃的	—	76.6	2.6	34.8

续表 B

分子式	气体状态 @20℃	气体压力 (bar) @20℃	特种气体的危险性质				特种气体的物理性质		
			LC50 (ppm/4h)	TLV-TWA (ppm)	空气中 LFL	空气中 UFL	分子量	比重 (空气=1)	临界温度 (℃)
H ₂	G	NA	—	—	4.00%	75%	2	0.07	-240
H ₂ S	G	18.8	356	5	3.90%	46%	34	1.2	100
HBr	G	21	1430	3	—	—	81	2.8	90
HCl	G	42.6	1405	2	—	—	36.5	1.3	51.4
He	G	NA	—	—	—	—	4	0.14	-268
HF	G	0.9	483	3	—	—	20	0.7	188
N ₂	G	NA	—	—	—	—	28	0.97	-147
N ₂ O	G	50.8	—	50	—	—	44	1.5	36.4
NF ₃	G	NA	3350	10	—	—	71	2.4	-39
NH ₃	G	8.6	2000	25	15%	30%	17	0.6	132
NO	G	NA	57.5	25	—	—	30	1	-93
O ₂	G	NA	—	—	—	—	32	1.1	-118
PH ₃	G	34.6	10	0.3	1.60%	自燃的	34	1.2	51.6

续表 B

分子式	气体状态 @20℃	气体压力 (bar) @20℃	特种气体的危险性性质				特种气体的物理性质		
			LC50 (ppm/4h)	TLV-TWA (ppm)	空气中 LFL	空气中 UFL	分子量	比重 (空气=1)	临界温度 (℃)
SF ₆	G	21	—	1000	—	—	146	5	45.5
SiCl ₄	L	-10.7	8000	5	—	—	169.9	5.89	452.6
SiF ₄	G	NA	225	—	—	—	104	3.6	-14.1
SiH ₂ Cl ₂	G	1.6	157	5	2.80%	80%	101	3.5	176
SiH ₄	G	NA	9500	5	1.37%	96%	32	1.1	-3.5
SiHCl ₃	L	-5.2	1040	5	7.00%	83%	135.5	4.67	402.5
SO ₂	G	3.3	1260	2	—	—	64	2.3	158
WF ₆	G	1.1	80	3	—	—	298	10.3	170
Xe	G	—	—	—	—	—	131	4.5	16.6
C ₄ F ₆	G	4.73@60℃	—	—	7%	73%	162	6.8	—
COS	G	11	1700	5	6.50%	28.50%	60	2	101.8
D ₂	G	—	—	—	6.7%	79.6%	4	0.14	-235
3MS	G	1.6	—	—	1.3%	44%	74.2	2.6	155

续表 B

分子式	气体状态 @20℃	气体压力 (bar) @20℃	特种气体的危险性质				特种气体的物理性质		
			LC50 (ppm/4h)	TLV-TWA (ppm)	空气中 LFL	空气中 UFL	分子量	比重 (空气=1)	临界温度 (℃)
CF ₃ I	G	4.79@25℃	—	—	—	—	195.91	—	122
Si ₂ H ₆	G	2.3	—	—	1.37%	96%	62	2.2	158.9
Ne	G	NA	—	—	—	—	20	0.7	-229
TSA	L	0.42@25℃	—	—	0.70%	—	107.4	—	—
TMA	L	—	—	—	—	—	72.09	—	—
HCDS	L	0.016@40℃	—	—	—	—	268.8	—	—
TiCl ₄	L	0.012	LD:3160mg/kg	—	—	—	189.71	—	370

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058
- 《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50081
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
- 《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184
- 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231
- 《工业金属管道工程施工规范》GB 50235
- 《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236
- 《工业金属管道设计规范》GB 50316
- 《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683
- 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974
- 《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T 14976
- 《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218
- 《化工装置工艺系统工程设计技术规定》HG/T 20570

中华人民共和国国家标准

特种气体系统工程技术标准

GB 50646 - 2020

条文说明

编制说明

《特种气体系统工程技术标准》GB 50646-2020,经住房和城乡建设部 2020 年 2 月 27 日以第 59 号公告批准发布。

本标准是在国家标准《特种气体系统工程技术规范》GB 50646-2011 的基础上修订而成,上一版的主编单位是信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司和中国电子工程第二建设有限公司,参编单位是上海正帆超净技术有限公司、中国电子工程设计院、中国电子科技集团公司第五十八研究所、上海华虹 NEC 电子有限公司、成都爱德工程有限公司,参加单位是上海兄弟微电子技术有限公司,主要起草人员是李骥、王开源、薛长立、杜宝强、黄勇、李东升、江元升、欧华星、张家红、夏双兵、陆崎、李少洪、王凌旭、张强、顾爱军、陈奕弢、崔永祥。

本标准在修订过程中,编制组对收到的意见进行了归纳,对实施的电子工程进行了调查研究,并总结了电子工程特种气体系统工程设计、施工、运行的实践经验,同时参考了国外先进技术规范、技术标准。

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,《特种气体系统工程技术标准》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,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。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	(59)
2	术 语	(60)
3	特种气体站房	(61)
3.1	一般规定	(61)
3.2	特种气体站房布置	(67)
3.3	特种气体设备布置	(71)
4	特种气体工艺系统	(76)
4.1	一般规定	(76)
4.2	特种气体输送系统	(77)
4.3	吹扫和排气系统	(82)
4.4	硅烷工艺系统	(84)
5	生命安全系统	(89)
5.1	特种气体管理系统	(89)
5.2	特种气体探测系统	(89)
5.3	其他安全设施	(92)
5.4	特种气体报警的联动控制	(94)
6	特种气体管道输送系统	(96)
6.1	一般规定	(96)
6.2	材料选型	(97)
6.3	管道设计	(98)
6.4	管道标识	(100)
7	建筑结构	(102)
7.1	一般规定	(102)
7.2	建筑防火	(103)

7.3	建筑构造措施	(104)
8	电气与防雷	(106)
8.1	配电与照明	(106)
8.2	防雷与接地	(106)
9	公用工程	(107)
9.1	给水排水	(107)
9.2	消防	(107)
9.3	采暖通风与空气调节	(110)
10	特种气体系统工程施工	(115)
10.1	一般规定	(115)
10.2	主要设备、材料进场验收	(116)
10.3	气瓶柜与气瓶架的安装	(117)
10.4	阀门箱与阀门盘的安装	(117)
10.5	尾气处理装置及纯化器的安装	(118)
10.6	特种气体管道安装	(118)
10.7	特种气体管道改扩建工程施工	(122)
11	特种气体系统工程验收	(124)
11.1	一般规定	(124)
11.2	设备验收	(124)
11.3	管路与系统验收	(130)
11.4	气体探测(监控)系统验收	(138)
附录 A	特种气体管道氦检漏方法	(141)
附录 B	电子工业用特种气体的主要物化性质 (单一气体)	(142)

1 总 则

1.0.1 本条是本标准的宗旨,鉴于电子工厂大部分的特种气体具有自燃、易燃、毒性、腐蚀性、氧化性的特点,同时许多特种气体都具有窒息性,密闭性好的电子工厂厂房内窒息性气体对人员的危害性不可忽视,所以,电子工厂中特种气体站房的设计、建造对于确保财产安全、生命安全都十分重要。随着国内电子工厂特别是半导体器件、集成电路、光电器件类电子工厂,如大规模和超大规模集成电路工厂、薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)工厂、太阳能电池工厂、电子材料工厂等建设的日益增多,特种气体系统的应用越来越广,因此,特种气体站房及其系统的设计、施工和验收要采取相应的防火、防毒、防腐蚀和防窒息等安全措施,正确贯彻实施国家有关环境保护、节约能源等各种法律法规,同时,系统的设计要具有先进性和经济性。

1.0.2、1.0.3 本标准适用范围是从外购特种气体与其附属设备在工厂内的站房开始到工艺设备之间的系统工程的设计、施工和验收,不包含特种气体的制取、提纯、罐装系统的设计、施工和验收。本标准主要适应于电子工厂的工程设计、施工和验收,科研院校的实验室、小型车间的特种气体系统可参考执行。

1.0.4 鉴于特种气体具有易燃易爆、毒性大、腐蚀性强的特点,结合国家倡导的绿色环保、以人为本理念,特种气体系统的设计和施工应符合国家相关政策要求。与本标准有关的国家现行标准、规范主要有:《建筑设计防火规范》GB 50016、《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058、《氢气站设计规范》GB 50177、《工业金属管道设计规范》GB 50316、《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084、《工业企业设计卫生标准》等。

2 术 语

本章所列术语、定义是根据本标准的范围和特种气体的特性以及储存、输送的实际需要进行制定,在制定相关术语时还依据美国消防协会标准《压缩气体及低温流体规范》(*Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code*)NFPA 55-2016 版、《建筑建设和安全规范》(*Building Construction and Safety Code*)NFPA 5000-2018 版、美国国家标准学会(ANSI)标准《硅烷和硅烷混合物的储存和输送》(*Storage and Handling of Silane and Silane Mixture*)ANSI/CGA-13-2015 版中的有关规定,如本节第 2.0.16 条“生产区”(fabrication area)是按照 NFPA 5000-2018 中的 3.3.35.5“fabrication area”制定的,该条的内容摘录如下:

3.3.35.5 半导体生产设备及相关研发区域,在该区域内,有些工艺生产需要使用危险性生产材料(HPM)。

如本节第 2.0.22 条“ISO 标准集装瓶组”是按照 ANSI/CGA-13-2015 中的 3.2.4.1.2“ISO 模块”制定的,该条的内容摘录如下:

3.2.4.1.2 采用集气管将气体钢瓶、长管钢瓶或气瓶集装格相互连接并安装在专用金属框架上的组合集装模块。ISO 模块的框架及其角件都经过特殊设计,其尺寸适合于集装箱船、高速公路集装箱半挂车和铁路运集装箱的多模运输。

本章的特种气体不包括电子工业中常用的五种大宗气体,即氮气、氢气、氧气、氩气和氦气。

3 特种气体站房

3.1 一般规定

3.1.1 在电子工厂设计中,当供应和储存特种气体量较少时,为减少气体管道长度、保证气体质量,特种气体站房一般布置在生产厂房内一层的特种气体间。当供应和储存特种气体量较多时,为了安全需要,规定应将特种气体站房布置在单独的建(构)筑物内,利用室外管道输送特种气体至用气厂房。

3.1.2 布置在生产厂房内的特种气体间,用量相对较小。根据目前我国及欧美、日本等世界发达国家的特种气体供应情况,自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性气体多采用气瓶柜供应,氧化性、惰性气体多采用气瓶架以及气体集装格等多种形式供应。

3.1.3 布置在单独建(构)筑物或区域内的特种气体站,根据目前我国及欧美、日本等世界发达国家的特种气体实际供应情况,通常采用气体集装格、卧式气瓶 ISO 标准集装瓶组、长管拖车等供应方式。

3.1.4 本条规定了生产区特种气体设备的布置原则与最大允许使用储存量,因为电子工业厂房的生产区要使用大量的特种气体,这些特种气体多具有自燃性、易燃性、剧毒性、毒性、腐蚀性、氧化性的危险性质,为此,规定特种气体在设置气瓶柜、排风装置,生产区设置自动消防喷淋系统的情况下,应按照表 3.1.4 的数量布置特种气体,这些数据是我国半导体行业多年来运行经验的总结,与电子工业发达国家的规定相近,惰性气体不在列表范围,不受上述文件限制。虽然本条规定了特种气体在生产区的布置要求,但是一般情况下,除非特种气体因为性质原因(如低蒸汽压力气体)或工艺有特殊要求,标准仍然建议将生产区的特种气体数量(包括惰性气体)降至最小值,尽可能将特种气体放置在特种气体间内,便

于集中管理控制,这符合行业惯例与安全要求。

美国消防协会标准《压缩气体及低温流体规范》NFPA 55-2016 第 3.3 条(一般定义),第 6.2 条(控制区),第 6.3 条(用房保护级别)和《国际防火规范》IFC-2018 表 2704.2.2.1(每个半导体生产区危险材料的数量限制)也做了相关的规定,上述 NFPA 55-2016 和 IFC-2008 的相关内容摘录如下:

《压缩气体及低温流体规范》NFPA 55-2016:

3.3 一般定义

3.3.6.1 控制区:建筑或建筑的一部分,该区域内允许危险性材料的储存、输送、使用、或操作,危险性材料(HPM)的数量不应该超过最大量。

6.2 控制区

6.2.1 建设需求:控制区是按照表 6.2.1 的要求,用防火隔离相互分开的区域。

表 6.2.1 控制区的设计和数量

楼层	每个控制区最大允许数量(%)	每个楼层控制区的数量	防火隔离等级(hr)
地上楼层 4~6	12.5	2	2
3	50	2	1
2	75	3	1
1	100	4	1
地下楼层 1	75	3	1
2	50	2	1

注释:上述表中的百分比是指表 2(6.3.1.1)中的最大允许量(MAQ)及注释中允许增加数量的比例。

6.3 用房保护级别

6.3.1.2 超过 MAQ 的数量:当室内相关控制区储存和使用

低温流体及压缩气体的数量超过表 6.3.1.2 的数量时,将按照第 6 章的相关章节的要求执行。

表 6.3.1.2 每个控制区危险材料的最大允许量(MAQ)

原料	储存		封闭系统内使用	
	液体	气体	液体	气体
低温流体				
易燃	45 gal(b,c)	不使用	45 gal(b,c)	不使用
氧化	45 gal(d,e)	不使用	45 gal(d,e)	不使用
惰性	无限制	不使用	无限制	不使用
易燃气体				
非液化气体	不使用	1000 scf(d,e)	不使用	1000 scf(d,e)
液化气体	不使用	150 lb(d,e)	不使用	150 lb(d,e)
惰性气体				
非液化气体	不使用	不限制	不使用	不限制
液化气体	不使用	不限制	不使用	不限制
氧化气体				
非液化气体	不使用	1500 scf(d,e)	不使用	1500 scf(d,e)
液化气体	不使用	150 lb(d,e)	不使用	150 lb(d,e)
自燃性气体				
非液化气体	不使用	50 scf(d,e)	不使用	50 scf(d,j)
液化气体	不使用	4 lb(d,e)	不使用	4 lb(d,j)
非液化不稳定气体				
4 或 3 易爆气体	不使用	10 scf(d,j)	不使用	10 scf(d,j)
3 非易爆气体	不使用	50 scf(d,e)	不使用	50 scf(d,e)
2	不使用	750 scf(d,e)	不使用	750 scf(d,e)
1	不使用	不限制	不使用	不限制
液化不稳定气体				
4 或 3 易爆气体	不使用	1 lb(d,j)	不使用	1 lb(d,j)
3 非易爆气体	不使用	2 lb(d,e)	不使用	2 lb(d,e)
2	不使用	150 lb(d,e)	不使用	150 lb(d,e)
1	不使用	不限制	不使用	不限制

续表 6.3.1.2

原料	储存		封闭系统内使用	
	液体	气体	液体	气体
腐蚀性气体				
非液化气体	不使用	810 scf(d,e)	不使用	810 scf(d,e)
液化气体	不使用	150 lb(d,e)	不使用	150 lb(d,e)
高毒性气体				
非液化气体	不使用	20 scf(e,k)	不使用	20 scf(e,k)
液化气体	不使用	4 lb(e,k)	不使用	4 lb(e,k)
毒性气体				
非液化气体	不使用	810 scf(d,e)	不使用	810 scf(d,e)
液化气体	不使用	150 lb(d,e)	不使用	150 lb(d,e)

注释：

(1)控制区的定义和使用请见本规范第 6.2 节。

(2)未摘录。

(3)使用和储存的总量不应该超过储存的量,特殊存放总量不允许超过建筑规范的限制。

- a. 气体测量为标准状态(20℃)和(101.3kPa)。
- b. 除非储存和使用在气体房间或批准的气体柜或密闭排风,及规范有说明,上述气体不允许储存和使用在非喷淋的建筑内。
- c. 固定或移动式容器具有压力释放装置,并直接通往室外或排风罩。
- d. 当材料酌情储存或使用在批准的柜体,气瓶柜,密闭排风,气体房时,数量可以增加 100%。注释 e. 也使用时,两个注释的数量可以叠加增加。
- e. 当整个建筑按照 NFPA 13 设置有自动喷淋系统时,数量可以增加 100%,注释 d. 也使用时,两个注释的数量可以叠加增加。
- f. 移动设备或槽车燃料储罐内可燃气体量可以超过 MAQ,储存和操作的设备按照相关规范。
- j. 仅仅允许放置在按照 NFPA 13 规范设计有自动喷淋系统的建筑内。
- k. 仅仅允许储存和使用在气体房间或批准的气瓶柜或密闭排风,规范有特别说明的地方。

《国际防火规范》IFC-2018:

表 2704.2.2.1 每个半导体生产区危险材料的数量限制。

注释:

a. 管道内的危险性材料不包括在计算数量内。

b. 每个半导体生产区的危险材料的数量不应超过表 5003.1.1(1)和表 5003.1.1(2)内每个控制区的允许数量(编者注:与 NFPA 55-2016 表 6.3.1.1 相同)。

c. 符合 ISO 8115 包装要求的密集打包棉花不包括在上表的材料等级内。

d. 可燃气体、自燃气体、毒性气体和剧毒性气体的总量不应该超过 $0.2\text{ft}^3/\text{ft}^2$ 或 9000ft^3 (编者注:NFPA 55-2016 上述气体总量为 $56+92+1.1+2.8=151.9\text{m}^3=5364\text{ft}^3$, 小于 IFC 规定的 9000ft^3 的允许量)。

e. 在建筑内自燃性气体的总量不应该超过表 5003.8.2 展示的数据(编者注:为 2000ft^3 , 即 57m^3 , 与 NFPA 55-2016 表 6.5 相同)。

综上所述,电子工厂生产厂房的生产区内特种气体的数量限制采用。NFPA 55-2016 中每个控制区危险材料的最大允许量(MAQ)是合适的。

3.1.5 本条第 1 款、第 2 款为强制性条款,必须严格执行。本条规定了特种气体间的设计应满足的要求。特种气体间应设置排风系统,房间应运行在负压状态是为了及时排除泄漏气体和防止气体间泄漏的气体进入相邻房间或通道,杜绝事故扩大;特种气体间应采用防火隔墙相互隔离是为了防止特种气体间的火灾事故蔓延至相邻房间。

同时,也规定了特种气体间的设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

美国消防协会标准《压缩气体及低温流体规范》NFPA 55-2016 的第 6.4 条(气体室)也做了相关的规定,上述 NFPA 55-2016 的相关内容摘录如下:

6.4 气体间,因为气体的特殊供应需要,或材料的其他需

要,或第7章至第16章涉及的特别使用需要等原因,气体的储存和用量超过阈值(最大允许量 MAQ)时,气体间的使用可以满足这种要求。气体间的设计应符合第6.4.1条至第6.4.5条的规定。

6.4.1 压力控制,气体间与相关的周边区域相比,应是处于负压运行环境。

6.4.2 排风,气体间将提供排风系统。

6.4.3 建筑工程,气体间的建设将满足建筑规范的要求。

6.4.4 分隔,气体间将采与周边区域用1h的防火隔离。

6.4.5 容量的限制,储存和使用压缩气体、相关设备、供应部件的压缩气体房间的功能将受到限制。

3.1.6 本条为强制性条文,必须严格执行。本条的编制依据是美国消防协会标准《压缩气体及低温流体规范》NFPA 55-2016的第6.5条(独立式建筑)的相关内容,上述NFPA 55-2016的相关内容摘录如下:

6.5 独立式建筑,储存和使用压缩气体包括独立式大宗氢气压缩气体系统,当数量超过表6.5指定的数量时,应设计独立式建筑,建筑的建设应符合建筑规范的相关规定。

表 6.5. 材料数量超出了显示量,需设置独立式建筑

气体危险	级别	材料数量	
		ft ³	m ³
独立的大宗氢气压缩气体系统	NA	15000	425
不稳定反应性气体(易爆气体)	4 或 3	需特殊考虑气体的数量限值	
不稳定反应性气体(非易爆气体)	3	2000	57
不稳定反应性气体(非易爆气体)	2	10000	283
自燃性气体	NA	2000	57

NFPA 55-2016 规定是当气体间超过表3中规定值时,应设置独立的气体供应站,考虑目前电子工业使用特种气体的具体情

况,本条只规定了自燃气体超过 57m³ 时,应该设置独立的气体站。表中不稳定反应气体没有在电子行业中使用,氢气有专门规范定义,所以本条未纳入这两种气体。自燃性气体的燃爆危险性较其他特种气体更大,把超过一定数量的自燃气体布置在独立建筑,可以减少事故状态下对主生产厂房的影响,这在工厂设计中是非常必要的,也是行业内的通用做法。

虽然本条只对自燃性气体设置独立的大宗气体站的储量进行了规定,但是,当电子工厂的其他特种气体危险性较大、储存量较多、且气体适合较远距离输送时,标准仍然建议在工厂设置独立的大宗特种气体站。

3.1.7 低蒸汽压力特种气体供应设施宜靠近工艺设备是考虑这些气体的蒸汽压力较低,从气瓶柜到工艺设备的输送距离应尽可能短。

3.1.8 生产厂房内的特种气体间集中布置在一楼或其他辅助楼层靠外墙位置的主要理由有:一是特种气体的气瓶架、气瓶柜、卧式气瓶的实瓶运进和空瓶运出方便性;二是按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定,易燃易爆特种气体间在建筑设计上应设置防爆措施,特种气体间的外墙可以设计为泄爆面;三是集中布置便于进行安全管理;四是集中布置有利于特种气体间的空调、排放、排气、GMS、GDS 的合理设计。

3.2 特种气体站房布置

3.2.1 根据特种气体的物理化学及安全特性,可分为自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性、氧化性及惰性气体,几乎所有的特种气体都具有两种以上的物理化学性质,工程上按其主要危险性质进行划分,制定相关的防护措施和规定。

3.2.2 许多特种气体都具有自燃、易燃、易爆、氧化等性能,故本条规定特种气体站房的火灾危险性应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中厂房的有关规定。

3.2.3 对国内电子工厂已装设的特种气体系统的调查得知,中国

大陆电子工厂不论是国外独资企业、中外合资企业、国有企业，布置在生产厂房内的特种气体间基本上分为易燃性气体间、毒性气体间/腐蚀性气体间、氧化性/惰性气体间、剧毒性气体间等，主要是依据物理化学特性和相关法规来确定的。

3.2.5 本条为强制性条文，必须严格执行。本条规定大宗硅烷站应布置为独立的开敞式建筑物，并规定了开敞式建筑屋顶、外墙及它们之间的特殊设计和建设方法，如规定外墙与外墙之间，外墙与屋面结构之间应设置足够的隔离空间，其目的是防止因为墙体的设置不当，影响硅烷站的自然通风，防止硅烷积聚造成安全事故，同时，说明了硅烷容器与周边障碍物的距离要求，规定距离应不小于障碍物高度的2倍或通过设计机械通风来防止硅烷积聚。硅烷属于自燃性气体，自燃温度为 -50°C ，燃烧热 $44,370\text{kJ/kg}$ （1kg硅烷相当于10kgTNT当量）。硅烷按化学当量与空气混合时（硅烷占9.51%），局限空间（定容）环境下硅烷的爆燃产生的压力是10.21atm，而爆炸情况下是19.81atm。如此强大的压力冲击波，会对周围的人员和建筑物带来灾难性的损失。许多大型电子工厂硅烷储存量达到12t~15t，一旦发生爆炸，危险性极大，本条规定是为了通过独立式的开敞式建筑及相关措施，通过自然通风和机械通风的方法防止事故状态下的硅烷堆积，减少事故发生，并在万一发生事故时，将事故危害降至最低程度。

美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015 第3.2.22.2条（室外）、第6.2.1条（位置）、第6.2.1.1条（空旷）、第6.2.1.1.1条（减缓措施）和第7.2条（室内储存和使用）也做了相关的规定。上述ANSI/CGA G-13-2015的相关内容摘录如下：

3.2.22.2 室外位置有两种情况：1. 建筑的室外；2. 有顶棚遮盖和不多余三面独立的外墙的场所，墙与顶棚结构之间、墙与墙之间有足够的空间隔离，当硅烷泄漏时，可以减少硅烷的堆积。注释：可以通过链式围栏或相似的不阻挡空气流动的开放式结构建设敞开式环境。

6.2.1 除了按照第7章要求的安装非大宗硅烷系统和按照第18章的要求安装的大宗硅烷系统可以放置在室内,硅烷气源和供应系统应放置在室外,虽然硅烷系统允许放置在室内,硅烷的存放和使用还是最好在室外,目的是为了减少在火灾和保证事故时,对设备和人员造成的危害。通过把硅烷系统安装在一个无限制的空间,周围的环境能够吸收无限的热量,周围的环境也允许无限的膨胀,以便迅速释放超高的压力。

6.2.1.1 系统应置于开敞式环境中,并按按照第6.3条的要求允许空气自由流动,减少硅烷泄漏时潜在的堆积,详见第3.2.22.1条。非硅烷系统的物体,或支撑结构,或防火隔离会影响硅烷系统区域空气的自由流动,这些障碍物与硅烷储存容器的最小距离应为障碍物高度的2倍,不是大型障碍物且不影响空气流动,不需要考虑最小距离,比如,电话杆等宽度较小的物体。支撑结构和防火隔墙的设计应允许尽可能多的空气自由流动。

6.2.1.1.1 减缓措施。

不符合第6.2.1.1条要求的硅烷气源和系统应为硅烷的使用提供减灾措施。

例如,设定位于结构屋面下的硅烷瓶一侧布置的设备高度为10ft(3m),应用上述规则,设备至屋面结构的距离不应少于20ft(6m),如果不能满足20ft(6m)的距离要求,应该提供减灾措施,强制空气流动作减灾措施是允许的,硅烷使用的减灾措施可以通过容器阀门连接件和非焊接的机械连接上部的空气流动防止硅烷在结构内的堆积。

7.2 用于硅烷储存的建筑、房间或区域的建设应符合当地消防部门(AHJ)的要求,硅烷站不应建在地下室,大宗硅烷站不应建在室内。

3.2.6 本条为强制性条文,必须严格执行。规定硅烷站内大宗容器之间以及容器与工艺气体盘之间的距离要求的目的是为了在事故状态下保护操作人员的安全,同时考虑了工厂的实际情况,又规定单硅烷站内大宗容器之间以及容器与工艺气体盘之间的距离小

于9m时,应设置2h以上的防火隔断,目的是通过防火隔墙控制火灾范围,保护操作人员的安全。

美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015第6.4.3条(大宗硅烷系统的布置)也做了相关的规定,上述CGA G-13-2015相关内容摘录如下:

6.4.3.2.1 控制盘和硅烷供应源的分隔。

在硅烷大宗供应源容器和控制盘或工艺气体盘之间应设置2h的防火隔墙。或者作为选择,在容器和控制或工艺气体盘之间应设置30英尺(9m)的隔断。

6.4.3.2.2 控制盘和工艺气体盘之间的分隔。

为保护盘面操作期间硅烷潜在泄漏对操作者的伤害,控制盘的位置应离工艺气体盘不少于15ft(4.6m),如果防火隔墙或其他保护系统用于保护操作者,控制盘的距离可以减少。

3.2.7 本条为强制性条文,必须严格执行。规定硅烷气瓶柜内的硅烷钢瓶应固定在钢架上,两个钢瓶之间应用6mm钢板隔离。这是为了防止硅烷泄漏的火焰破坏临近钢瓶和设备,避免硅烷泄漏事故进一步扩大,保护设备与工作人员,这些措施是电子工厂多年运行的经验总结。

美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015第6.4.2条(气瓶系统的布置)也做了相关的规定,上述ANSI/CGA G-13-2015相关内容摘录如下:

6.2.4 为了防止硅烷泄漏的火焰破坏临近钢瓶和设备,气瓶柜内的硅烷钢瓶应固定在钢架上,且之间应采用1/4in(6mm)厚的钢板隔离。钢板应延伸到阀门出口中心线以下至少18in(460mm),以及中心线以上至少6in(150mm)来进行保护。

3.2.8 本条规定非大宗硅烷气体设备可布置在室内,不得建在地下室。因为非大宗硅烷用量不大,这也为硅烷存储设备水容积不超过250L的硅烷供应系统提供另外一种设计选项,可以减少建设投资,缩短硅烷管道的长度,方便硅烷系统的管理。同时,强调

不得建在地下室也是为了进一步防控安全风险。

美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015 第 7.2 条(室内储存和使用)、第 7.3 条(非大宗硅烷系统)也做了相关的内容,上述 CGA G-13-2015 相关内容摘录如下:

7.2 用于硅烷储存的建筑、房间或区域的建设应符合当地消防部门(AHJ)的要求,硅烷站不应建在地下室,大宗硅烷站不应建在室内。

7.3 非大宗硅烷设备和系统允许放置在室内,室内储罐系统与室外储罐系统的指南是相似的,不同点是为了防止在硅烷泄漏时硅烷的堆积,需要对硅烷储罐机械连接部分进行强制通风,第二个不同点是在火灾和爆炸事故时控制有限的潜在风险。

3.3 特种气体设备布置

3.3.1 特种气体的相容特性见表 1。表中 H 代表两种特种气体会发生强烈反应,M 代表两种特种气体会发生正常反应,L 代表两种特种气体一般不会发生反应。为防止两种气体相遇发生化学反应带来安全危害,本条规定两种气体相遇会发生反应的不相容特种气体不要放在同一个房间,如果设计有困难,特种气体气瓶架的距离在 6m 以上才能放在同一房间。美国消防协会标准《压缩性气体和低温流体规范》NFPA 55-2016 的第 7.1.6.2 条的主要内容是对不相容特种气体容器、气瓶、储罐布置距离的要求,其中第 7.1.6.2.1 条内容摘录如下:

如果采用耐火极限在 0.5h 以上,高度在 1.5m 以上的不燃烧材料制成隔离墙时,气瓶之间的距离可以不加限制地减少。

7.1.6.2.2 条内容摘录如下:

如果一个气瓶柜内封闭了一种气体,应允许 6.1m 的间距减少到 1.5m,如果数个气瓶柜内对两种气体都进行了封闭,应允许该间距无限制地减少。

表 1 常见特种气体相容性表

化学式	氨气	砷化氢	三氯化硼	三氯化硼 11	二氧化碳	一氧化碳	氯气	三氟化氯	二氟化硅	六氟乙烷	氟化甲基	氟	氢气	溴化氢	氯化氢	甲烷	甲基硅烷	二氧化氮	三氟化氮	一氧化氮	氧气	磷烷	硅烷	四氯化硅	二氧化硫	六氟化钙
NH ₃		M			M	L				L	L		L			L	M	M	M	M	M	M	M			
AsH ₃	M			M	L	L			M	L	L		L	M	M	L	L	M	M	M	M	L	L		M	
CO ₂	M							M				M														
CO	L	L	L	L	L		M	M	L	L	L	M	L	L	L	L	M	M	M	M	M	L	M	L	L	L
Cl ₂			L	L	L	M		M	M	L		M		L	L	M		M	L	M	L			L		L
SiH ₂ Cl ₂		M	L	M	L	L	M	M		L	L	M	L	L	L	M	L		L	M		M	L	L		M
Si ₂ H ₆	M	L			L	M			L	L	L		L	M	M	L	L					L	L			
CH ₂ F ₂	L	L	L	L	L	L			L	L	L		L	L	L	L	L	M	M	M	M	L	L	M	M	M
CH ₃ F	L	L	L	L	L	L			L	L			L	L	L	L	L	M	M	M	M	L	L	M	M	M
F ₂					M	M	M	L	M	L				M	M				M	M	L					L
H ₂	L	L	L	L	L	L			L	L	L			L	L	L	L	M	M	M	M	L	L	M	M	M
HBr		M	L	L	L	L	L	M	L	L	L	M	L		L	L	M	L	L	L	L		M	L	L	L
HCl		M	L	L	L	L	L	M	L	L	L	M	L	L		L	M	M	L	M	L		M	L	M	L
CH ₄	L	L			L	L	M		M	L	L		L	L	L		L	M	M	M	M	L	L	M	L	M

续表 1

化学式	氨气	砷化氢	三氯化硼	三氯化硼 11	二氧化碳	一氧化碳	氯气	三氟化氯	二氟硅烷	六氟乙烷	氯化甲基	氟	氢气	溴化氢	氯化氢	甲烷	甲基硅烷	二氧化氮	三氟化氮	一氧化氮	氧气	磷烷	硅烷	四氯化硅	二硫化硅	六氟化钨
NO	M	M	H	M	L	M	M	H	H	L	M	H	M	L	M	M	H		L	L	M	H	H	M	M	H
NF ₃	M	M	L	L	L	M	L	M	L	M	M	M	M	L	L	M	H	L		M	L	H	H	L	L	L
N ₂ O	M	M	M	M	L	M	M	M	M	L	M	M	M	L	M	M	H	L	M		L	H	H	L	L	L
O ₂	M	M	M	L	L	M	L	L	H	L	M	L	M	L	L	M	H	M	L	L		H	H	L	L	L
PH ₃	M	L	H	M	L	L	H	H	M	L	L	H	L	H	H	L	L	H	H	H	H		L	H	M	H
PF ₅	H	H	H	L	L	L	L	L	H	L	M	L	M	L	L	M	H	M	L	M	L	H	H	M	M	L
SiH ₄	M	L	H	H	L	M	H	H	L	L	L	H	L	M	M	L	L	H	H	H	H	L		H	H	H
SiCl ₄	H	H	L	L	L	L	L	H	L	L	M	H	M	L	L	M	H	M	L	L	L	H	H		H	M
SiF ₄	H	M	L	L	L	L	M	H	M	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	M	L	L	L	L
SF ₆																										
C ₂ H ₂ F ₄																										
WF ₆	H	H	M	L	L	L	L	L	M	L	M	L	M	L	L	M	H	H	L	L	L	H	H	M	H	

3.3.2 同时具有易燃性和毒性的气体应放在易燃性气体间特种气体房间的条款主要是按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定,气体的易燃性是防火设计的主要指标,毒性气体系统的设计主要是考虑职业卫生的要求。

3.3.3 气瓶柜、气瓶架、尾气处理装置、气瓶集装格靠墙布置是为了便于气瓶的运送和系统的操作,也是电子工厂典型的布置方式。

由于特种气体间的气瓶柜、气瓶架等设备的外形尺寸较为统一,为了安装、维护、管理的方便,宜靠墙布置,且宜将气体性质相同或相近的设备布置在一起。

3.3.4 为了安装、检修方便和作业人员巡视检查等的需要,本条规定了特种气体间的通道宽度。

3.3.5 液化特种气体设置加热装置是为了便于气体加快汽化速度,保证汽化后气体的压力,同时对有的特种气体减压后产生的二次液化气体进行加热。

3.3.6 液化特种气体的磅秤装置用于测量装置内液化特种气体的使用情况,确定更换液化气体储存装置的时间。

3.3.7 本条为强制性条文,必须严格执行。为了防止剧毒性特种气体(如氯气、砷烷、磷烷等气体)发生泄漏时造成人员伤亡事故,最大限度地减少对工厂和周边人员生命健康的影响,迅速防止剧毒性气体扩散,本条规定,剧毒性特种气体供应间应配置专用容器堵漏工具、排风装置和事故状态下的剧毒性特种气体排风处理装置,目的是尽快终止事故的影响。事故排风处理装置包括就地洗涤装置、就地吸收处理装置、中央洗涤装置、房间内喷淋装置等。在氯气间室外设置的碱液池,可在紧急状况下,佩戴生命保护系统的工作人员借助工具将泄漏氯气的气瓶推入碱液池。

3.3.8 本条为强制性条文,必须严格执行。为了防止剧毒化学品被人盗取,造成对社会及人民健康的危害,本条规定,剧毒性特种气体供应间应设置双锁安全门、防盗窗和防止人员入侵的技术防范设施。

3.3.9 电子工业生产中使用的硅烷、氨气、氯气等特种气体的使用储存量常常大于危险化学品重大危险源辨识的数量,为此,从安全的角度考虑,规定当特种气体生产储量达到重大危险源的数量时,设计应符合现行国家标准《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218 的有关规定。

3.3.10 本条主要基于特种气体的自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性、氧化性、窒息性的特点,从工作人员的生命安全、操作方便、电气设备特性考虑,放置电气控制盘、仪表控制盘的控制室应比邻或靠近特种气体间布置,并且用防火隔墙隔开。

4 特种气体工艺系统

4.1 一般规定

4.1.1、4.1.2 特种气体输送系统是电子工厂中危险性重大的设施或场所,一旦特种气体系统发生泄漏都可能造成人员、厂房、设备的严重损失。如特种气体中的硅烷为自燃性,一旦泄漏就会与空气中的氧气发生剧烈反应,开始燃烧。砷烷为剧毒性,微量泄漏就可能对人员的生命危险。因此,对系统设计的安全性要求十分严格。特种气体输送系统应保证生产工艺设备对流量、压力、温度等的工艺参数要求。为此,在气源一端一般要配置高精度的流量计、压力变送器、电子秤、温控器等。对于大宗特种气体系统,不但要考虑管路压降和液化钢瓶蒸发吸热对流量的影响,还要考虑特种气体经过调压阀减压后的焦耳-汤普逊效应。部分特种气体减压后,温度会降低,甚至液化,这会造造成输送压力的不稳定以及管路系统的损坏。因此需要考虑在减压前对气体进行预热。

在管路吹扫、测试检验等每一个环节应采取措施,使特种气体工艺的设计满足电子工厂生产工艺的要求。例如在更换钢瓶后,可能有一段管路被外界气体污染,所以要求管路设计应满足对此段管路以氮气进行反复冲吹,使其符合供应质量的要求。为此,特种气体工艺系统应将钢瓶置于气瓶柜内或气瓶架上,大宗特种气体应采用集装格、卧式气瓶、长管拖车作为供气装置,并应在生产工艺设备临近处设置特种气体的阀门箱、阀门盘、辅助氮气吹扫系统、尾气处理装置等,以保证特种气体系统的安全和工艺对特种气体质量的要求。

为满足电子产品工艺对特种气体工艺参数、污染控制、使用安全的要求,并按照行业标准《气瓶安全技术监察规程》TSG R0006-

2014 6.7.1(4),瓶内气体不能用尽,压缩气体,溶解乙炔气气瓶的剩余压力不小于 0.05MPa;液化气体、低温液体气瓶要有不小于 0.5%~1.0%规定充装量的剩余气体。同时,鉴于半导体工艺对气体品质要求非常高(5N 以上),而且气瓶里的气体由于气体固有特性和包装物的特性,使用到后期时,剩余气体的杂质成分会慢慢析出,不纯物浓度越来越高。所以按照经验设定剩余量为 10%,且液相不宜用干。

4.1.3 为防止不相容特种气体相遇发生反应带来安全危害,不相容的特种气体的排气管道不得接入同一排气系统,为此,做了本条的规定。

4.1.4 工程实践表明,特种气体系统的排风管道将不可避免地带入浓度不同的特种气体,为防止不相容特种气体相遇发生反应带来安全危害,本条规定不相容的特种气体的排风管道不得接入同一排风系统。

4.2 特种气体输送系统

4.2.1 气瓶柜、气瓶架是特种气体气瓶存放和进行气体配送的装置,本条规定了基本配置。

1 本款定义了工程上常用的几种气瓶柜、气瓶架的配置形式。

2 本款为强制性条款,必须严格执行。本款规定不相容气瓶不应放置于同一气瓶柜或气瓶架中,是为了防止不相容气体在非正常状态下相遇发生反应,酿成重大事故。美国消防协会标准《压缩气体和低温液体规范》NFPA 55-2016 第 6.17.5 条也做了规定:“不相容气体钢瓶,应在不同的气柜内分开储存或使用。”

3 本款规定是因为作业面板是气瓶柜、气瓶架的控制操作平台,通过作业面板完成供气、切断、事故紧急切断、与气体探测系统和气体管理系统的连通等一系列操作。

4 本款规定是因为特种气体系统管路的设计应考虑特种气

体系统的固有性质,如液态特种气体的加温、相当多特种气体进过调节阀后因为焦耳—汤普逊效应带来温度降低甚至液化的加温、特种气体管路吹扫及尾气抽真空这些都是热力学和流体力学考虑的问题。

5 本款为强制性条款,必须严格执行。本款规定气瓶柜闭门时应保持不低于100Pa负压,其排风换气次数不得低于300次/h,目的是保持气瓶柜在负压下运行,即使在危险性特种气体泄漏的情况下,也不至于泄漏进入工作环境,从而保障工厂的财产和员工的生命安全。美国消防协会标准《压缩气体和低温液体规范》NFPA 55-2016第6.18条做了规定,摘录如下:

6.18.1 排风要求:如果需要或使用排气罩来增加需要特殊规定的气体的阈值,则排气柜应设置排气通风系统,设计成与周围相关区域负压下工作。

6.18.1.1 门窗打开时的风速控制:在存放有毒性、剧毒、自燃、3类或4类不稳定反应性,或腐蚀性气体时,在开启面的平均风速应不小于200ft/min(61m/min),且任何一点风速不小于150ft/min(46m/min)。

6 本款为强制性条款,必须严格执行。本款规定自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性气瓶柜应在排风出口设置固定式气体泄漏探测器,目的是在这些特种气体泄漏开始时就探测到这些有害气体的泄漏状况,采取气体供应自动关断措施,预防事故发生。美国消防协会标准《压缩气体和低温液体规范》NFPA 55-2016第7.9.6条也做了规定,气体探测系统应当在气瓶柜、排风柜或气体房的排风点监测。

7.9.6 气体探测:除了第7.9.6.1条描述外,按照第7.9.6.2条至第7.9.6.6条的要求,室内储存或使用毒性或剧毒压缩气体应设置连续气体侦测系统。

7 本款规定了气瓶柜钢板厚度和防腐蚀涂层要求,目的是为了保障发生泄漏造成火灾爆炸等情况下的钢瓶安全。

8 本款规定气瓶柜门应具备自动关闭功能,并配备防爆玻璃观察窗,目的是防止在人员误操作的情况下导致气体外泄到工作环境中,酿成重大事故。根据国际半导体产业协会标准《半导体制造设备的环境、健康和安全指南》SEMI S2 的规定,气柜的四角采用地脚螺栓与地面固定,每个地脚螺栓抵御气柜侧翻的最大应力荷载为 2550N。

9 本款规定气瓶柜、气瓶架应设置清晰明确的安全标识牌,目的是为了以防工作人员装错气瓶和其他误操作,同时随时掌握气体的信息和相关安全知识,在应急状态下按照安全标识牌能够从容处理。美国消防协会标准《压缩气体和低温液体规范》NFPA 55-2016 第 4.10.2.3 条也做了规定,气体房和气瓶柜辨识:存放压缩气体的房间和气柜需要明显标识。

10 本款规定当气瓶柜放置在有爆炸和火灾危险环境时,其设计应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的规定。因为气瓶柜工作的环境基本都是爆炸和火灾危险环境,其电气装置应考虑火灾与防爆设计。

4.2.2 气体面板是特种气体气瓶柜与气瓶架的操作控制装置,本条从使用和安全的角度规定了气体面板应配置的装置、附件的基本功能。自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性气体系统一旦发生事故,仪表控制气源自动切断,应急关断阀门自动关闭,如规定气瓶柜应使用气动阀门钢瓶来实现紧急切断功能,气瓶柜配置的紧急切断阀可以取消。

4.2.3 易燃性特种气体包括自燃性、易燃性气体,此类气瓶柜的设置应依据该类特种气体的自燃性、易燃性特性,符合气瓶柜内设置的相关规定,如排风次数、紫外、红外火焰探测器设置、水喷淋系统以及自燃性气瓶之间设置隔离钢板等安全措施,以确保安全可靠运行。美国压缩气体协会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》CGA G-13 标准中第 13.2.3 条也做了规定,硅烷在气柜内使用时,为了确保硅烷泄漏造成的聚集低于 0.4% 的安全浓度,抽风

需要达到泄漏量的 250 倍。根据最大钢瓶压力和钢瓶安装的限流孔直径大小,推算出气瓶柜的换气次数要求。

4.2.4 大宗特种气体系统主要用于超大规模集成电路厂(气体种类包括 SiH_4 、 N_2O 、 CO_2 、 C_2F_6 、 NH_3 、 NF_3 等)、100MW 以上的太阳能光伏电池生产线(气体种类包括 SiH_4 、 NH_3)、化合物半导体外延工序线(气体种类包括 NH_3 等)、5 代以上液晶显示器工厂(气体种类包括 SiH_4 、 NH_3 、 NF_3 等)、光纤(气体种类包括 SiCl_4 、OM-CTS)、硅材料外延生产线(气体种类包括 SiCl_4 、 HCl)等行业。它们的投资规模巨大,采用先进的工艺生产设备,用气需求较大,对稳定和不间断供应、纯度控制和安全生产提出严格的要求。

本条从大宗特种气体系统的工艺流程、安全特性提出了大宗特种气体系统设备及管路配置要求。系统的气体供应能力由气源瓶的供气压力变化与气体流程管道及零部件造成的压力损失决定,供应能力要经过相应的热力学和流体力学计算核实。液化气体瓶的大宗特种气体系统设计合适的钢瓶加热与保温装置是由于气体经过调压阀减压后的焦耳-汤普孙效应,气体减压后,温度会降低,甚至液化,从而使输送压力的不稳定以及管路系统的损坏,因此需要考虑在减压前对气体进行预热和保温。

大宗特种气体的容器包括钢瓶(通常称 Y 钢、T 瓶、集装格)、槽车、长管拖车等,还有移动式压力容器。连接回形管是指连接气体容器和输送设备的挠性管。

4.2.5 本条对液态特种气体系统的设置做出了规定。

液态特种气体系统不包括酸、碱、溶剂等大宗化学品。由于液态特种气体的物理化学性质要求和确保输送过程的安全、稳定,液态特种气体应利用驱动气体的压力,将液态特种气体从大包装槽罐输送至液体输送柜里的小包装液罐,或者将小包装液罐里的液体直接驱动输送至液态特种液体用气点,在用气点设备处利用设置的鼓泡器或蒸发器,将液态特种气体鼓泡或直接蒸发,以气态形式输送至用气工艺设备。典型液态特种气体输送系统流程图如

图 1 所示。液态特种气体的驱动气体应采用无污染的惰性气体。针对化合物半导体产业外延工艺使用的三甲基镓等,以及硅基太阳能电池产业背钝化工艺使用的三甲基铝等金属有机物前驱体,具有自燃、遇水反应等特点,发生泄漏时不能采用水灭火,通常采用干粉灭火。气柜内容器泄漏时需要在气柜底部设置收集槽,并使用吸附材料(如蛭石等),降低与空气接触燃烧概率。大宗容器需要建筑设计收集地坑。

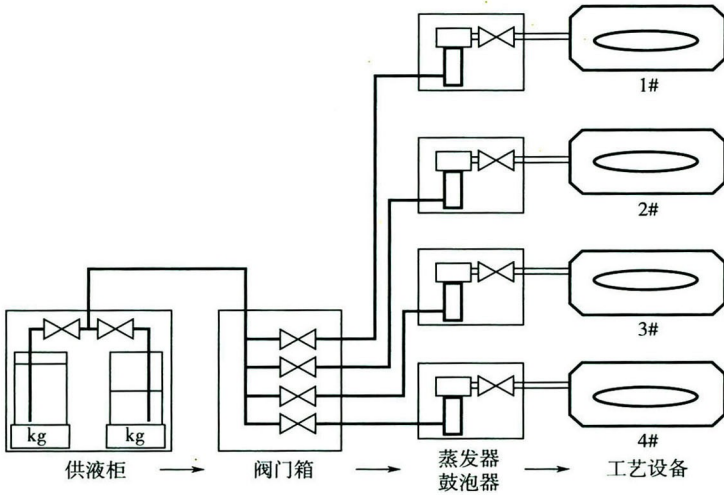


图 1 液态特种气体输送系统

4.2.6 阀门箱的设置与气瓶柜相似,包括封闭的防护箱体、强制排气、气体泄漏探测器、紧急自动关断阀、紧急手动关断阀、吹扫管路等,一般用手动阀进行供气控制调节,气动阀作为紧急关断之用。通常阀门箱内不设置火焰探测器和水喷淋设施。一般阀门箱施工检测验收后,管路不再移动且不常操作,或进行管路的拆装,危险性较气瓶柜低。由于目前的特种气体管路零组件与施工质量都严格进行控制,所发生泄漏的概率较小,一旦紧急状况如泄漏、地震发生时,可利用气动阀进行自动关断,将气源做分段的隔离。用气工艺设备维修时,也可作为特种气体管路的阻隔措施,为人员

的安全提供进一步的保护。

4.2.7 惰性及氧化性气体用的阀门盘为开放式结构,特种气体的质量及特种气体系统的安全保证主要是通过管路的设置来实现。

4.2.8 美国消防协会标准《半导体生产设施防护标准》NFPA 318-2018 第 7.14 条规定:掺杂气体(AsH_3 、 PH_3 、 BF_3 等)因剧毒,常用负压气源(SAGS)。包括 1 型(内置吸附剂,在标准温度和压力下钢瓶内及阀门出口为负压)和 2 型(无吸附剂,在标准温度和压力下钢瓶内为正压,内置常闭阀门,只有抽真空时才能打开,因此阀门出口也是负压)。在工程实践中,负压气源的特种气体因为负压特性,通常情况下不会经阀门向外泄漏,即使不相容的负压气源特种气体也可以共用气柜及其吹扫、排气和排风系统。

4.3 吹扫和排气系统

4.3.1 本条为强制性条文,必须严格执行。

根据美国消防协会标准《半导体生产设施防护标准》NFPA 318-2018 第 7.1.4 条的相关条文对特殊气体系统吹扫气体的设置做了规定。

7.1.4.4 吹扫面板的设计应防止吹扫气体和工艺气体的返流与交叉污染。

7.1.4.7 危险性气体钢瓶的吹扫面板应配置专用吹扫钢瓶。

7.1.4.7.1 相容气体的吹扫面板可以共用一支吹扫钢瓶。

7.1.4.8 危险性气体钢瓶的吹扫面板不得使用大宗气体气源。

1 本款规定自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性特种气体系统的吹扫气体应与独立的气源连接,不得与公用气源或工艺气源系统相连,目的是为了防止上述危险性特种气体污染公用和工艺气源系统。

2 本款规定不相容性特种气体系统的吹扫气体不得共用同一气源,目的是防止操作不当造成不相容的特种气体混合后造成污染和发生不良反应。

3 本款规定吹扫气体管线应设置止回阀,目的是为了阻止自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性特种气体系统的吹扫气体被本质特种气体污染,引发着火、中毒或设备拉坏等事故。

4.3.2 本条从特种气体质量及系统安全的方面规定了吹扫氮气的气体面板的设置要求。当调压阀下游的管件耐压等级低于吹扫气瓶的最高压力,且未设置超压气源自动切断装置时,应设置安全阀,避免低压阀件损坏。

4.3.3 本条对特种气体系统的辅助抽真空装置的设置做了规定。

1 由于电子工厂常有氮气供应,且氮气价格低廉、性能稳定,所以特种气体系统的真空发生器一般采用氮气引射抽真空。

2 抽真空用氮气宜在进入真空发生器前加装止回阀,并保持微量气体流通,以避免真空发生器出口发生堵塞、排放气体倒灌的风险。

4.3.4 本条对特种气体排气与废气处理的设置做了规定。

2 自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性特种气体系统在抽真空或吹扫过程中排出的超过规定浓度的特种气体和特种气体混合气对环境与人体将会造成着火、中毒和损坏设备、管路等安全危害,因此,这些特种气体及混合气应通过排气管道进入尾气处理装置进行处理,达到规定浓度后才能排入厂务排气系统。

4.3.5 尾气处理装置的设置是特种气体系统的重要部分之一,既涉及特种气体系统的储存、输送系统的安全运行,也涉及生产厂房,周围环境安全以及人员健康。

1 尾气处理装置的类型有多种,具体某种特种气体尾气处理装置的选型,应根据其物理化学性质,排气中特种气体的浓度等特性进行选择。几种尾气处理方法对特种气体的适用性大体是:干法吸附较适用于 AsH_3 等;湿法洗涤较适用于 NH_3 、 NO_x 、 HCl 等;热分解或燃烧式较适用于 CF_4 、 SF_6 、 SiH_4 、 PH_3 等特种气体。

3 为防止不相容性特种气体发生反应引发事故,不相容性特种气体应分别采用不同的尾气处理装置进行处理。从安全和环境

保护的角度出发,尾气处理装置靠近特种气体设备布置是为了缩短管道长度,便于与特种气体设备一并考虑建筑、电气的设计。

4.4 硅烷工艺系统

4.4.1 硅烷在半导体、太阳能光伏电池、平板显示器、化合物半导体、光纤预制棒等电子工程制造领域广泛应用。硅烷的主要物化性质见表 2。

表 2 硅烷的主要物理化学性质

参 数	数值
分子式	SiH ₄
外观	无色气体
沸点	-112℃
熔点	-184℃
气体密度@1 atm20℃	1.35kg/m ³
比重@1 atm21℃	1.2(空气=1)
比容@1 atm21℃	0.75m ³ /kg
分子量	32.12
水溶性	可忽略
临界温度	-3.4℃
临界压力	4844kPa
临界密度	0.247g/cm ³
燃烧热	44370kJ/kg
空气中燃烧范围	1.37%~96%
自燃性温度	-50℃
最高浓度值—时间加权平均允许浓度(TLV-TWA)	5ppm

硅烷在空气中的燃烧范围为 1.37%~96%。空气中硅烷浓度在 1.37%~4.5%时,遇外界火源时,会产生爆燃,速度可达

5m/s;当空气中硅烷浓度超过 4.5%,处于亚稳定状态,会发生延迟自燃性;浓度越高,延迟时间越短,这种延迟自燃性会导致爆燃甚至爆轰。

硅烷的首要危害是它的自燃性,毒性为次要危害。硅烷的半致死浓度(LC₅₀)为 9600ppm(大鼠,4h 吸入),工作场所最高允许浓度为 5ppm。

4.4.2 硅烷输送系统是指从硅烷气瓶至生产工艺设备用气处的管路系统,为确保生产安全和避免硅烷气泄漏至房间,目前,电子工厂的硅烷系统均设有硅烷容器、气体面板或气柜、阀门分配箱以及相应的连接管道等,为此,做了本条规定。

4.4.3 从工程实际情况看,典型的硅烷气体面板主要包括减压过滤、吹扫/排放、安全控制等功能。典型的硅烷面板示意图见图 2。

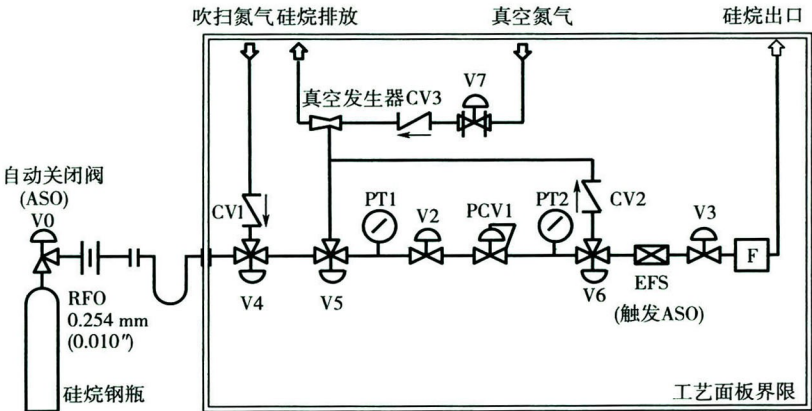


图 2 硅烷面板示意图

4.4.4 本条为强制性条文,必须严格执行。本条规定了硅烷系统必须采用独立的惰性气源进行吹扫,目的是为了防止硅烷本质气体对吹扫气体的污染。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA-G13-2015 第 15.2 条(专用吹扫气源)也做了规定:用于在气源位置吹扫硅烷输送系统管道和部件的吹扫气体应由专用的惰性气体供应来源提供(图 3)。

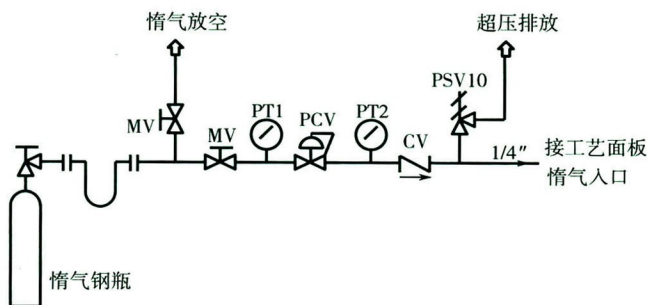


图 3 惰性气体吹扫示意图

4.4.5 鉴于硅烷的物理化学性质和安全运行的要求，硅烷阀门分配箱(VMB)用于把主管道分成多个支路进行供气。阀门分配箱支路在打开前后，均需要使用惰性气体进行吹扫。考虑硅烷的自燃性质，本条规定硅烷阀门分配箱应设置气体泄漏探测器和紫外、红外火焰探测器。

4.4.6 本条对硅烷系统的排气装置的设置做了规定。

1 为防止硅烷气体在排风系统内引发着火和爆炸或可能与排风系统中的相关物质发生化学反应引发火灾事故，本款规定硅烷的放空不得排入排风系统。若排气中硅烷浓度较高(如高于0.34%时)通常采用燃烧式尾气处理装置处理后排入大气。

2 为了稀释硅烷用惰性氮气对排放管道连续吹扫，防止大气中的氧气进入硅烷系统，本款规定放空管道吹扫氮气最低流速在0.3m/s。《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015第14.5.1条也做了规定。该条内容摘要如下：

14.5.1 为防止大气中的氧气通过尾气处理装置的尾气管线进入硅烷系统，尾气系统应连续吹扫，在尾气管线内的最少吹扫速度不得小于1ft/s(0.3m/s)。

4.4.7 本条为强制性条文，必须严格执行。从安全操作的角度出发，为了在硅烷站发生安全事故时，操作人员能够进行远距离操作，减少事故对操作人员的伤害，本条规定硅烷连接管道钢瓶侧应

设置常闭式紧急切断阀,硅烷站的安全出口至少应设置一个手动紧急切断按钮,该手动紧急切断按钮与输送装置的距离不应小于4.6m,硅烷站每个安全出口应设置手动紧急切断按钮,从电子工厂硅烷站的实际情况看,4.6m是一个较为合适的距离。典型大宗硅烷站布置见图4。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015第6.4.1.1条(远程布置手动切断阀)和第6.4.3条(气瓶系统的布置),图4的内容也做了规定,现摘录如下:

6.4.1.1 远程布置手动切断阀

按照10.2.3最少设置一个远程布置手动切断阀,切断控制阀位置与气体控制源和工艺气体盘控制系统不少于15ft(4.6m),切断控制的启动将直接切断气源处(气瓶或猪尾巴管的 ESO)的气体流动,并隔离气源和输送系统,另外的远程布置手动切断控制阀(ESO)布置在保护区域的每一个出口。

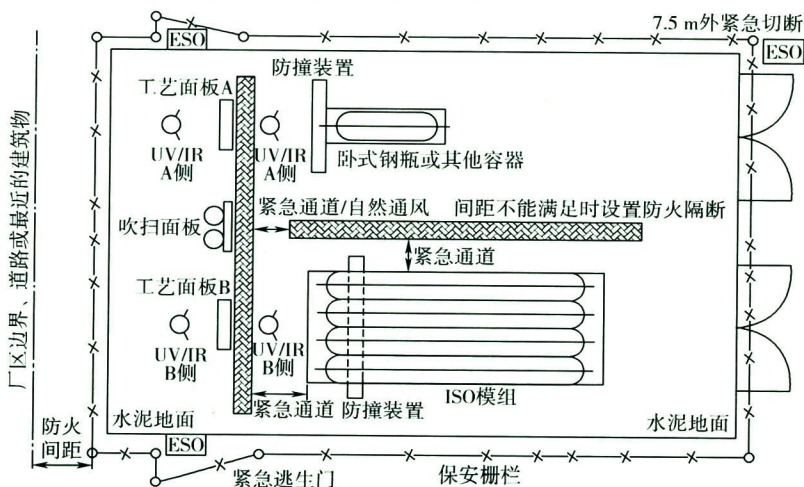


图4 典型大宗硅烷站布置图

4.4.8 本条对硅烷系统阀门、附件的设置做出了规定。

1 由于硅烷气体暴露在大气中会发生自燃,同时为保证硅烷

气体的纯度,接触的管道及附件应具有化学稳定性,本款规定了硅烷输送系统应采用金属材质的波纹管阀、隔膜阀、调压阀。

2 为了防止管路断裂造成的硅烷大量泄漏,通常大宗气源应配置直径小于 3.175mm 的限流孔板(RFO),小钢瓶应配置直径小于 0.25mm 的限流孔板。

3 为了在硅烷泄漏状态下切断管路,本款规定了硅烷输送系统应配置过流开关(EFS),并与紧急切断阀门联锁。由于硅烷的焦耳-汤姆孙效应非常明显,对于大流量输送系统,调压阀会出现结霜现象,严重时会造成膜片变脆,无法调节压力。可通过对气体进行加热来解决。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015 第 10.2.4 条(限流孔板)。该内容摘录如下:

10.2.4.1 非大宗气源应配置直径小于 0.25mm 的限流孔板(RFO)。

10.2.4.2 大宗气源应配置直径小于 3.175mm 的限流孔板(RFO)。

5 生命安全系统

5.1 特种气体管理系统

5.1.1 近年来,我国电子工厂尤其是芯片生产工厂、TFT-LCD 液晶显示器生产工厂等生产过程均需要应用多种特种气体,据了解,这类工厂多数设有特种气体管理系统,特种气体管理系统控制多采用可编程逻辑控制器方式控制,简单系统多采用单台报警控制主机或二次仪表控制,特种气体管理系统在有条件的工厂宜独立设置系统,为此做了本条规定。

5.1.2 根据我国电子类工厂的实际情况,规定特种气体管理系统设置在全厂动力中心,并在消防控制室和应急管理中心设报警显示单元和集中应急阀门切断控制盘,这是为了实现工厂动力控制系统、消防控制和应急管理的集中控制、统一指挥。

5.2 特种气体探测系统

5.2.1 本条是对电子工厂中设置特种气体探测器位置的区域或场所的规定,本条第1款~第5款为强制性条款,必须严格执行。

1~3 自燃性、易燃性、剧毒性、毒性、腐蚀性气体储存、分配设备的排风口,因发生特种气体泄漏,可能达到规定报警浓度,应设气体探测器。

4 使用惰性气体房间应设置氧气探测器,主要是因为惰性气体泄漏后,可能使空气中氧浓度降低到使房间的作业人员造成窒息,且国内外已有多个工厂发生惰性气体造成人员窒息伤亡事故。

5 自燃性、易燃性、剧毒性、毒性、腐蚀性气体储存、分配间内的气体发生泄漏、易积聚处应设气体探测器,主要是因为气体储存、分配间的体积相对于生产区较小,发生泄漏容易聚集,并达到

报警的数字。

6 自燃性、易燃性、剧毒性、毒性、腐蚀性气体的使用场所是指使用以上气体的工艺设备房间内,气体操作箱等气体可能发生泄漏处附近;技术夹层内气体探测器是设置在有阀门箱等可能发生气体泄漏、易积聚的设备内。

《国际防火规范》IFC—2018 第 2703.13 条(气体探测系统)也做了规定,该条款摘录如下:

27 章 半导体生产装置

2703.13 气体探测系统

符合 916 节的气体探测系统将用于 HPM 气体,按照 2703.13.1 至 2703.13.2.2 的要求,气体和易燃性气体的生理学报警阈值高于可接受允许暴露限制(Permissible Exposure Limit PEL)。

2703.13.1 气体侦测器需要布置的地方。2703.13.1.1 至 2703.13.1.4 节规定了气体侦测器应布置的区域。

2703.13.1.1 生产区,使用 HPM 气体的电子生产区域应设置气体侦测器。

2703.13.1.2 HPM 房间,使用 HPM 气体的 HPM 房间应设置气体侦测器。

2703.13.1.3 气体柜,密闭排风和气体房间。HPM 气体的气瓶柜和密闭排风环境,HPM 气体未放置在气瓶柜或密闭排风的环境应设置气体侦测器。

2703.13.1.4 走道,HPM 气体穿越由墙、地面、顶面构成的走道应设置气体侦测器。

5.2.2 由于自燃性、易燃性、有毒气体一旦泄漏超过规定值,危害性极大,为此做了本条规定,一级报警后,即使气体浓度发生变化,报警仍应持续,只有经人工确认并采取相应的措施后才能停止报警。

特种气体探测系统检测装置主要有以下几种:

(1)自燃性、易燃性气体检测采用催化燃烧型检测装置、半导

体检测装置、电化学检测装置。

(2) 毒性气体检测采用电化学检测装置。

(3) 根据使用场所的不同确定不同特种气体采样方式,正确选用扩散式检测装置、单点或多点吸入式气体检测装置。

5.2.3 为了明确检测报警装置的工作状况,防止事故发生,本条规定了可燃性、易燃性、毒性气体检测装置报警设定值的要求,本条第1款~第3款为强制性条款,必须严格执行。

1 本款规定了可燃性、易燃性气体的一级报警和二级报警设定值,一级报警设定值不应大于25%可燃性气体爆炸浓度下限值,二级报警设定值不应大于50%可燃性气体爆炸浓度下限值是为了在气体早期泄漏时,通过一次和二次监测报警,自动关闭应急切断阀,关断气源,防止事态扩大,采用25%和50%分别作为一级和二级报警值时行业内的通常做法,既可以判断气体泄漏,泄漏的气体浓度又不会引起爆炸。

2 本款规定了剧毒性、毒性气体的一级报警和二级报警设定值,目的是在气体早期泄漏时,自动关闭应急切断阀,保护工作人员的生命安全,一级、二级报警设定值也是根据国内外多年的使用经验规定的。

3 本款规定了惰性气体间的氧气探测器的一级报警和二级报警设定值,目的是为了防止惰性气体泄漏导致人员窒息伤亡,氧气探测器一旦报警,启动应急排风和自动关闭应急切断阀,保护工作人员的生命安全,一级、二级报警设定值也是根据国内外多年的使用经验规定的。

4 本款规定二氧化碳气体系统宜设二氧化碳气体探测器,主要是因为近年来,电子工厂发生二氧化碳泄漏导致人员伤亡的情况,为保护人员生命安全,制定本款,目前国内电子工厂多采用5000ppm作为CO₂的报警值。美国消防协会标准《压缩气体和低温液体规范》NFPA 55-2016第A.13.6.2.1条也做了规定,美国政府工业卫生医师学会(ACGIH)关于TLV_s和BEI_s,即化学物

质、物理药物和生物暴露数组的临界极限数组(TLV_s),CO₂的最高允许浓度值—时间加权平均容许浓度(TLV-TWA)确定为5000ppm,短期数组(STEL-TLV)为30000ppm。

5.2.4 本条确定的数值符合现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》GB 50493中的有关规定,同时结合半导体工厂使用气体检测装置产品的快速响应要求做出检测报警响应时间规定。

5.2.5 气体探测器的设置位置是否恰当将直接影响到能否及时、正确报警,为确保生产厂房和特种气体系统安全、稳定运行,本条按特种气体相对密度的不同,做出了气体探测器的设置位置不同的规定。

5.2.6 本条为强制性条文,必须严格执行。规定在硅烷排风管道中设置气体探测器,设定报警值并与硅烷气源的自动切断阀进行连锁,目的是为了硅烷系统能做到早期报警,防止事故发生。规定硅烷站设置环境气体探测器,设定报警值但不与硅烷自动控制系统连锁,这是为了防止环境中的硅烷气体探测器误报警导致影响正常生产,综合考虑安全与生产的关系后,规定报警但不切断输送系统,工作人员可在不停产的情况下,确认报警是否是由硅烷泄漏引起还是其他原因造成的误报。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015第11.1.4.1条(排风区域内的监控)和11.1.4.2条(排风区域外的监控)也做了规定,现摘录如下:

11.1.4.1 排风区域内的监控:排风区域应设置监控装置,当硅烷气体浓度小于或等于50ppm时,气体监控系统启动报警。

11.1.4.2 排风区域外的监控:排风区域外应设置监控装置,当硅烷气体浓度小于或等于5ppm时,气体监控系统启动报警。

5.3 其他安全设施

5.3.1 为确保生产厂房和特种气体系统的运行安全,本条规定了

自燃性、易燃性、剧毒性、毒性、腐蚀性气体的储存、分配及使用场所安全设施的设置。

1 本款规定了设置数字式视频监控摄像机、门禁,摄像机、门禁应考虑与使用环境相适应,如有防爆、防腐蚀要求的场所,需使用相应防护的产品。

2 本款是从实际情况看,安全管理显示屏一般安装在洁净室内、洁净室入口服务台处、气瓶柜间的入口等位置。其显示内容为阻止人员接近危险区域以及采取切断阀门等措施。以 TCP/IP 网络联机方式连接至洁净室入口服务台处之服务器。在洁净室入口服务台处及值班室的工作站,可键入日常信息,在安全显示屏上显示。为此做了本款规定。

3 因为自燃性、易燃性、毒性气体一旦发生泄漏等安全事故,将对电子类工厂的生产与人员生命安全带来巨大隐患,为此,本款规定在这些气体的储存、分配、使用场所内及相关建筑主入口、内通道等设置明显的灯光闪烁报警装置,提醒人员注意,采取防范措施。

4 为了在紧急情况下切断特种气体的供应,避免事故的蔓延与扩大,本款规定在自燃性、易燃性、毒性气体储存、分配、使用场所入口处应设紧急手动按钮。由于应急处理中心室有专人值班,规定了主要紧急手动按钮设在应急处理中心室。

5.3.2 为防止地震破坏电子类工厂的特种气体系统而造成重大次生灾害,对生产与作业人员带来危害,本条规定了在地震多发地区,特种气体的主要生产车间宜设地震探测装置。

5.3.3 国外电子工厂地震探测装置在运用较普遍,一般设置三组地震探测装置(设置位置应根据地震仪特性及现场环境因素确定),为了防止地震仪误动作影响生产并造成不必要的人员恐慌,本条规定了只有当其中任两组同时检测到里氏 5 级以上地震时,才立即执行连锁控制功能,并将警报信号传送到工厂设备管理控制系统。

对于实验室,工艺设备少的电子工厂,按需要设置地震探测装置,不做强制要求安装。

5.3.5 从保护人员生命安全的角度考虑,本条规定了气体站房应配置防毒面具、自吸式防毒面具等安全防护设施。

5.3.6 为了在事故状态下保障疏散人员的按照正确的方向逃生,本条规定了在特种气体站房屋顶最高点处应设置明显的风向标。

5.4 特种气体报警的联动控制

5.4.1 本条规定在确认特种气体泄漏后,为确保生产车间和特种气体系统的安全、应采取各项联动控制,启动显示、记录功能。一旦特种气体泄漏后,切断阀、事故通风装置与气体探测器联动,自动启动相应的事故通风装置、关闭切断阀,切断气体来源。特种气体站房环境设置事故排风是因为特种气体站房气体储存量较大,存在大量气体进入房间的可能,按照国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019-2015 第 6.4.1 条,对可能突然放散大量有毒气体、有爆炸危险气体或粉尘的场所,应根据工艺设计要求设置事故通风系统。而在实践中,净化厂房及上、下技术夹层属于空调环境,且空间较大、循环风量较大,且相对气体量较小,为此,通常不考虑设计事故通风。

5.4.2 为了保护人员的生命安全,本条规定当气体探测系统确认气体泄漏时,应启动泄漏现场的声光报警装置,提醒作用人员采取应急措施和迅速离开事故现场。

5.4.3 为保障生命安全,在气体探测系统确认气体泄漏时,本条规定通过气体报警系统或厂务设备管理和控制系统(FMCS)系统联动与安全逃生有关的通道部位,主要有关闭有关部位的电动防火门、防火卷帘门,自动释放门禁门,可联动闭路电视监控(CCTV)系统,唤醒、启动相应区域的摄像机,进入连续录像,保留证据。

5.4.4 为了保护人员的生命安全,并考虑工厂生产不会因为地震

仪的误动作造成不必要的恐慌而影响生产,本条规定只有当两台地震探测装置同时报警时,才应启动现场的声光报警装置。

5.4.5 本条为强制性条文,必须严格执行。本条规定室外大宗硅烷系统与室内硅烷输送系统探测器的布置原则,规定室外大宗硅烷系统必须设置紫外、红外火焰探测器,室内硅烷输送系统应设置火焰探测器或感温探测器,目的是为了发现早期微量火焰,及早报警并关闭气体供应系统,杜绝危险环境扩大,保护人员与财产安全。由于室外环境多变,温度、湿度随季节变化,规定设置环境适应能力强的紫外、红外探测器,室内环境相对固定,为增加探测器的选择范围,规定设置火焰探测器或感温探测器,这种规定也是国内电子工厂目前普遍的做法。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015 第 11.2(火焰侦测)条、11.2.1(室外系统)条、11.2.2(室内系统)条也做了规定,上述条款摘录如下:

11.2.1 室外系统,当硅烷输送系统布置在室外时,应布置经核准用于硅烷的火焰探测系统用于潜在的硅烷泄漏区域的火焰侦测,如硅烷瓶支撑架、硅烷集装瓶组、ISO 瓶组、工艺和吹扫气体盘。用于室外的侦测器应符合硅烷室外条件和经过不受太阳光、电弧焊、人工区域照明,或偏离使侦测器误动作的紫外或红外光源的测试。

11.2.2 室内系统,当硅烷输送系统布置在室内房间或区域时,火焰侦测系统应适用于硅烷,火焰侦测器按照 11.2.2.1、11.2.2.2 和 11.2.3 或酌情进行设置,用于室内的侦测器应经过不受太阳光、电弧焊、人工区域照明,或偏离使侦测器误动作的紫外或红外光源的测试。

6 特种气体管道输送系统

6.1 一般规定

6.1.1 本条定义了特种气体管道输送系统的构成部件与要素。

6.1.2 在电子工厂的工程设计中,为使管道走向明晰,便于管理,生产厂房内特种气体干管,一般都敷设在技术夹层或技术夹道内。由于特种气体多数具有易燃性、毒性、腐蚀性、氧化性、窒息性等危害特性,本条规定了特种气体管道与水、电气管道的共架布置的原则。

6.1.3 本条为强制性条文,必须严格执行。为了防止自燃性、易燃性、毒性特种气体泄漏后聚积,引发着火、爆炸事故,本条规定此类特种气体管道在生产厂房洁净室内应明敷。为了防止管道接头松动,减少气体在管道泄漏,进一步规定特种气体管道应采用焊接。美国消防协会标准《半导体生产设施防护标准》NFPA 318-2018 第 5.7.1 条也做了规定,危险化学液体和气体的供应管道应全程焊接。

6.1.4 本条为强制性条文,必须严格执行。为了防止此类特种气体管道穿过生产区墙壁与楼板处的管段气体泄漏后积聚,本条规定特种气体穿过生产区墙壁与楼板处的管道应设置套管,在套管内的管道不应有焊缝。国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235-2010 第 7.1.5 条,现摘录如下:

7.1.5 当工业金属管道穿越道路、墙体、楼板或构筑物时,应加设套管或砌筑涵洞进行保护,应符合设计文件和国家现行有关标准的规定,并应符合下列规定:

- 1 管道焊缝不应设置在套管内。
- 2 穿过墙体的套管长度不得小于墙体厚度。

- 3 穿过楼板的套管应高出楼面 50mm。
- 4 穿过屋面的管道应设置防水肩和防雨帽。
- 5 管道与套管之间应填塞对管道无害的不燃材料。

为了排除自燃性、易燃性、有毒、腐蚀性等危险气体在机械连接部位可能发生的泄漏气体,本条规定应将这些连接部位设置在排风罩内,如气柜、阀门箱等。

6.1.5 由于不使用易燃性特种气体、毒性特种气体的房间在工程上不会设计与安全相关的排风、气体泄漏报警以及电气防爆装置,易燃性特种气体、毒性特种气体管道穿越这类房间后,将可能发气体泄漏,引发着火、中毒事故。有时为减少管道的长度及便于布置,必须穿越时应设套管或使用双层管。

6.1.6 本条规定特种气体管道不宜出现不易吹除的盲管等死区,避免 U 形弯。这是为了防止在特种气体管道启用、维修时有效吹扫置换管道中的残留气体或其他杂质。

6.1.7 为防止静电积聚,引发着火事故,本条规定易燃性特种气体、氧化性特种气体管道,应设置导除静电的接地设施。

6.1.8 为了防止特种气体泄漏发生聚集,并方便检修,本条规定特种气体管道宜架空布置。

6.2 材料选型

6.2.1 工程实践表明,电子工厂特种气体和吹扫气体管道输送系统常用管道材料应采用 SS304、SS316、SS316L 等不锈钢无缝钢管和 HC-22 哈氏合金无缝钢管等。根据特种气体品种和纯度、杂质含量要求,特种气体管道内表面应进行洁净和钝化处理;管道内表面粗糙度,对 BA 管道要求小于 $Ra40$,EP 管道要求小于 $Ra25$,为此,本条做此原则性规定。

6.2.2 普通不锈钢只进行初级熔炼,常用熔炼方式有氩氧脱碳 AOD(Argon Oxygen Decarburization)、真空感应熔炼 VIM(Vacuum Induction Melt)。但输送腐蚀性特种气体,为减轻腐蚀,管道

材料宜采用经过二次熔炼(精炼)的工艺及真空电弧重熔 VAR (Vacuum Arc Remelt)等工艺,二次真空电弧熔炼的奥氏体不锈钢或镍基合金无缝钢管,此种管材具有较强的抗腐蚀性能,管道内表面进行 EP 处理,可同时满足洁净和钝化的目的。

6.2.3 近年来的工程实践表明,电子工厂的特种气体管道系统应采用隔膜阀、波纹管阀等。这些阀门的阀座密封材料应尽量减少应用塑料聚合物等材料的使用量,因为这些材料易逸出气体,容易影响气体纯度或引起化学反应。为此还应注意选些材料时应与具体特种气体的物理化学性质匹配,如氨气(NH_3)禁止使用氟化橡胶(Viton)材料、笑气(N_2O)应使用聚酰亚胺树脂(Vespel)材料等。

6.2.4 在保证安全和工艺要求的前提下,节省投资也是工程设计的重要内容。为此,本条规定了双层管的外管作为安全保护的第二道屏障,采用 SS304 材料即可满足要求,且一般不做特殊的洁净要求。

6.2.5 排气管道和尾气真空管道对管道材质没有特殊要求,采用 SS304 管道即可满足要求,在实际工程中,也有排气管道采用 PVC 材料。

6.2.6 本条为强制性条文,必须严格执行。为避免管道内油脂与氧化性介质发生反应,产生燃烧等严重后果,本条规定管道氧化性气体管道应经过严格的脱脂处理。

6.3 管道设计

6.3.1 由于电子工厂应用的特种气体的品种多,且每种气体的使用量较小的实际情况,特种气体管道系统的管道设计中应充分考虑所输送的流体品种及其特性以及产品生产工艺所要求的动力、流量等参数进行设计,为此做了本条规定。管材通常采用美国机械工程师协会 ASME B36.10 标准的 Sch5 或 Sch10 的管道,但是设计要符合现行国家标准《工业金属管道设计规范》GB 50316 的

规定。

6.3.2 电子产品生产设备用特种气体的用量较小,压力较低,因此,在进行管道水力计算时应充分考虑流量、压力、温度等参数,按照流量设计图表对管道进行设计计算。目前电子工厂中的大多数特种气体管道的管径较小,一般不超过 DN25。

6.3.3 由于电子工厂使用的特种气体要求具有较高的纯度,所以对输送管道的材质有严格的要求,目前主要是采用进口的低碳不锈钢管道,如 EP 管、BA 管等。表 3 是不锈钢管外径和壁厚规格。电子行业常用的是美标和日标规格。

表 3 不锈钢管道外径壁厚规格

国标 GB(mm)	美 ASMEB 31.3(inch)	日本 JIS(mm)
DN8, 外径 12, 壁厚 1.0	外径 1/4"; 壁厚 0.035"	8A 外径 13.8, 壁厚 1.2
DN10, 外径 14, 壁厚 1.2	外径 3/8"; 壁厚 0.035"	10A 外径 17.3, 壁厚 1.2
DN15, 外径 18, 壁厚 1.6	外径 1/2"; 壁厚 0.049"	15A 外径 21.7, 壁厚 1.65
DN20, 外径 25, 壁厚 1.6	外径 3/4"; 壁厚 0.065"	20A 外径 27.2, 壁厚 1.65
DN25, 外径 32, 壁厚 1.6	外径 1"; 壁厚 0.065"	25A 外径 34, 壁厚 1.65
DN40, 外径 45, 壁厚 1.6	外径 1 $\frac{1}{2}$ "; 壁厚 0.065"	40A 外径 48.6, 壁厚 1.65
DN50, 外径 57, 壁厚 1.6	外径 2"; 壁厚 0.065"	50A 外径 60.5, 壁厚 1.65
DN80, 外径 89, 壁厚 2.0	外径 3"; 壁厚 0.065"	80A 外径 89.1, 壁厚 2.1
DN100, 外径 108, 壁厚 2.0	外径 4"; 壁厚 0.083"	100A 外径 114.3, 壁厚 2.1
DN150, 外径 159, 壁厚 2.9	外径 6"; 壁厚 0.109"	150A 外径 165.2, 壁厚 2.8

6.3.4 为了保证液体的流动,本条规定液态特种气体水平管道应有不小于 0.3% 的坡度,坡度应坡向供液设备或收集器。

6.3.5 由于自燃性、剧毒性和强腐蚀性气体一旦泄漏,危害性极大,将会造成较大的人身伤亡和财产损失,目前在电子工厂中较多地采用双层管道输送这类特种气体,属于这类特种气体的主要有强反应性气体: B_2H_6 、 H_2Se 、 GeH_4 、 SiH_4 、 Si_2H_6 、 SiH_3CH_3 、 C_2H_2 、 $B(CH_3)_3$ 、 F_2 、 ClF_3 等; 自燃性气体: B_2H_6 、 GeH_4 、 SiH_4 、 Si_2H_6 、

SiH₃CH₃、B(CH₃)₃等；剧毒性气体：AsH₃、PH₃、GeH₄、B₂H₆、H₂Se、F₂、B(CH₃)₃、NO、ClF₃、PF₅等。但是在工程实际中，由于每一个工厂对气体特性的理解不同，从而导致同一种高危险性气体在不同工厂所使用的管道不一致。

6.3.6 为防止低蒸汽压力气体在输送过程中，因为冷却导致液化，导致输送困难，无法使用，本条规定低蒸汽压力气体应设置伴热或保温措施。电子工厂应用的低蒸汽压气体主要有BCl₃、C₅F₈、WF₆、SiH₂Cl₂、ClF₃等。

6.3.7 为防止特种气体的泄漏和确保管道焊接质量，特种气体管道宜采用全自动管道焊接连接，与阀门或管件连接处，应采用径向面密封连接（VCR连接），规定不宜采用螺纹或法兰连接的目的是防止气体在连接处发生泄漏。

6.3.8 隔膜阀和波纹管阀都具有良好的密封性，且不易产生颗粒；而球阀、旋塞阀等，因采用填料密封，密封性较差，易发生泄漏，且阀门开关时有部件摩擦，易产生颗粒，不能满足特种气体的输送过程的严格要求。

6.3.9 为防止密封垫片与特种气体性质的不相容而产生化学反应，规定垫片宜采用不锈钢或镍垫片，垫片与特种气体的性质应该相容。

6.3.10 特种气体钢瓶接口处，在每次更换钢瓶时，因摩擦作用易产生颗粒，因此其下游宜设置过滤器，保护阀门的膜片和下游气体不被污染。为了保证特种气体的纯度，在接入生产工艺设备前的特种气体管道上宜设置精密过滤器。

6.4 管道标识

6.4.1 本条规定了特种气体管道应进行管道标识，其目的是为特种气体管道的安装施工中管道的标识提供依据和生产运行中使用标识特种气体管道内容物及其危险特点，防止事故的发生或一旦发生事故时使作用人员，安全管理人员迅速识别特种气体管道的

内容物及其危险性。美国国家标准学会标准《压缩气体和低温液体规范》NFPA 55-2016 第 7.1.7.4 条也做了规定,现摘录如下:

7.1.7.4 管道系统需要根据《管道系统识别方案》ASME A13.1 进行标识,或采用其他如下适用且认可的标准,标识应包括气体的名称和流向箭头。用于在不同时间输送多于一种气体的管道应标明以提供危险的明确标识和警告。管路系统的标识应在下列位置设置:

- (a) 每个关键工艺控制阀处;
- (b) 穿越墙、地板,或天花板处;
- (c) 流向发生变化处;
- (d) 最少每 6.1m 或整个管路走向间隔。

6.4.2、6.4.3 这两条分别规定的管道标识的颜色、字体、主要危险特性和介质流向,这些规定是电子工厂多年经验的总结和行业的通用做法,规定的颜色也符合现行国家标准《安全色》GB 2893 的有关规定。

6.4.4、6.4.5 这两条分别规定了管道标识的尺寸和粘贴标示的主要事项,这些规定都是电子行业经验总结和通用做法。

7 建筑结构

7.1 一般规定

7.1.1 本条是按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中有关生产厂房防爆等安全要求制定的。

1 本款规定的特种气体设备在电子工厂属于辅助生产设施,集中布置在辅助生产区,管道布置集中,便于工厂管理,远离明火或散发火花的地方也是出于安全的考虑。

2 本款规定主要是因为部分特种气体在事故时产生爆炸混合气的燃烧、爆炸扩散速度快,发生事故时疏散和抢救比较困难,将会造成较大的伤亡和损失。为减少事故时对人员造成较大损失,规定不得布置在人员密集地段和主要交通要道临近处。

3 本款是考虑在工程正常运行时,特种气体站会有大量的特种气体供应设备与气体的运输,且部分特种气体的具有易燃易爆特性,所以规定特种气体站的设置应方便运输和消防车辆的进出。

4 本款是考虑特种气体运送车辆为长管拖车、货车等大型车辆,为防止在汽车运输与停放过程中撞击室外管桥、室外消火栓、室内墙、柱,规定特种气体站的运送、分配区域应设有防止车辆撞击的保护措施。

5 本款规定主要是考虑大宗硅烷站的火灾危险性和工厂的安全管理要求,大宗硅烷站布置在敞开式建筑内,布置围墙是为了防止无关人员进入高危区域,造成安全隐患,同时实体围墙可以防止火灾的蔓延,在火灾情况下,减少和防止硅烷站与其他建筑的相互影响。规范推荐大宗硅烷站设置不燃烧体的实体围墙,目前国内许多电子工厂的大宗硅烷站建设有不燃烧体的实体围墙,也有

部分电子工厂建设有透空的围栏,考虑工厂的实际情况,本款未做强制要求。

7.1.2 本条是根据国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016 有关甲类生产厂房防爆的规定制定的。有爆炸危险特种气体房间的承重结构以及重要部位应具备足够的抗爆性能,以减少爆炸对主体结构带来的危害,避免造成重大的人员伤亡和经济损失。

7.1.3 有爆炸危险特种气体站房应采取非燃烧体轻质屋盖、易于泄压的门、窗、轻质墙体也可作为泄压设施,并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

7.2 建筑防火

7.2.1 本条为强制性条文,必须严格执行。甲类特种气体站与其他建(构)筑物、道路的防火间距应按表 7.2.1 严格执行。电子工厂的甲类特种气体供应站包括硅烷站、部分大宗特种气体供应站,这些建筑物内使用储存易燃易爆危险品较多,建筑发生火灾的危险性较大,发生火灾后对周边建(构)筑物的影响范围广,因此有关防火间距要严格控制。

7.2.2 根据国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定,本条规定甲类、乙类特种气体间的耐火等级不应低于二级。

7.2.3 特种气体多具有易燃、易爆、腐蚀等特性,特种气体房间内装修应根据其气体特性进行选材与设计,符合国家现行标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

7.2.4 有爆炸危险性的特种气体房间,一旦发生火灾,其燃烧时间较长,燃烧过程中所释放的热量也大,该房间与其他房间之间的隔墙除满足防爆要求以外,该墙体的耐火极限还要求不低于 4.00h。若当设置双门斗相通时,应采用甲级防火门。

7.2.5 本条规定是为了保障电气控制室与变配电所的安全,减少事故影响范围。硅烷站的电气控制室放置有较多的电气设备,且有人值守,一旦硅烷站内的气瓶发生爆炸,会对人的生命安全带来

巨大危害,因此,电气控制室应该设置在单独的房间内,并且采用防爆墙与硅烷站隔开。

7.2.6 在芯片、液晶面板生产厂房的设计中,几乎不能避免自燃性、易燃性特种气体管道穿越防火隔断,为防止火焰从一个防火分区扩散至另一个防火分区,本条规定用耐火等级与防火隔断一致的封堵材料将管道与防火隔断之间的缝隙填实封堵。

7.2.7、7.2.8 这两条规定了特种气体房间安全出口的设置数量。安全出口对保证人和物资的安全疏散极为重要。特种气体房间至少应有2个安全出口,可提高火灾时人员安全疏散的可靠性。但对特种气体房间面积较小时仍要求2个出口有一定的困难,为此规定了特种气体房间设置1个安全出口时应具备的条件。对有爆炸危险性的房间因火势蔓延快、对人员安全影响大,因而在面积控制上要求严格些;毒性、腐蚀性、惰性特种气体房间的面积控制要求适当放宽。

7.2.9 本条为强制性条文,必须严格执行。本条规定了硅烷站的安全出口的设置方法和硅烷站到最近安全出口的距离要求,目的是在硅烷站发生火灾时,人员能够尽快逃离火灾现场,保护人身安全。规定了硅烷站的面积小于 19m^2 时,应设置一个安全出口;规定了任何地点到最近安全出口的距离不得大于 23m ,都是目前我国电子工厂的普遍做法。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015第7.5条(出口)也做了规定。该条摘录如下:

7.5 储存和使用区域最少有两个出口,当区域面积少于 $200\text{ft}^2(19\text{m}^2)$ 以及设备的布置使得逃生口非常清晰时,可以布置一个安全出口,到出口的逃生距离不得大于 $75\text{ft}(23\text{m})$ 。

7.3 建筑构造措施

7.3.1 根据特种气体站内气瓶组、长管拖车、气瓶柜、工艺控制面板、阀门分配箱以及相应的连接管道等的常用尺寸,当特种气体站

房的空间最低净空要求不宜低于 4.5m 时,不会影响各种设备的正常使用。

7.3.2 本条规定了特种气体间逃生门的开启方式。为了便于逃生疏散,从站内向站外的疏散门不能采用闭锁方式,以免人员在紧急情况下缺乏足够的判断力而不能打开疏散门,建议采用逃生用快开式推杠锁。从站外向站内不能随便进入,从站内向外,保证疏散通道的随时畅通。同时规定有爆炸危险房间的门窗应采用撞击时不起火花的制作,门窗材料可采用木材、铝、橡胶、塑料等。

7.3.3 散发比空气轻的易燃性特种气体容易积聚在房间上部,条件合适时可能引发作火爆炸,所以在房间应为防止气流向上在死角处积聚,排不出去,导致气体达到爆炸浓度,故顶棚应尽量平整、避免死角,并且房间上部空间要求通风良好。

7.3.4 散发比空气重的易燃性特种气体容易积聚在房间下部空间靠近地面处。为防止地面因摩擦起火和避免车间地面、墙面因为凹凸不平积聚粉尘,本条规定了地面设计中预防引发爆炸的措施要求。

8 电气与防雷

8.1 配电与照明

8.1.1 特种气体站房的各类设备在停电中断供气后,会造成工厂产品成批报废,经济损失较大,所以电力负荷的等级要求较高,不低于二级负荷为特种气体生产用负荷为双路市政电源或一路市政电源加应急电源。气体管理(控制系统)与气体泄漏探测系统允许中断供电的时间为毫秒级,应配有不间断电源 UPS,其中,电子秤的供电电源与气体管理与气体探测系统相同。

8.1.3 电子工厂部分易燃易爆气体的比重小于或近似于空气,易向上方扩散;同时特种气体站房多为三班制连续运行,中断照明会影响生产。

8.2 防雷与接地

8.2.1 按照现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 规定,具有 2 区爆炸危险场所的第二类防雷建筑物除采取防直击雷和防闪电电涌侵入的措施外,尚应采取防雷电感应的措施。

8.2.5 采用螺栓连接是为了便于设备和管道的拆卸检修。采用挠性连接线是为了避免振动、位移影响接地可靠性。

8.2.6 考虑到我国相当多的电子工厂在工程实际中采用联合接地的方式,本条规定了接地电阻值的要求。

8.2.7 本条规定中的电阻值是符合现行国家行业标准《石油化工静电接地设计规范》SH/T 3097 中的有关规定的。

9 公用工程

9.1 给水排水

9.1.1 因为特种气体的工艺与安全要求,特种气体间室内温度控制在 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$,为防止管道外表面结露,应考虑防止结露措施。

9.1.2 氨气等一些特种气体易溶于水,产生有害废水。发生火灾时,某些气体燃烧后产生有害消防废水,这些有害消防废水不能直接排至市政管网,否则会造成污染。应把这些水排至废水处理站,处理合格后排放。当消防废水不能直接排至废水处理站时,应考虑消防废水收集措施。

9.1.3 本条为强制性条文,必须严格执行。为保护工作人员的生命安全,本条规定毒性、剧毒性、腐蚀性气体的特种气体间应设置紧急冲身洗眼器,现场紧急冲身洗眼器设置的目的是人员受到毒性、腐蚀性气体危害的最短时间减少内,通过水洗最大程度去除身体上的有害物质,减少伤害。冲身洗眼器放置于安全区域就是紧急冲身洗眼器的布置与危险物质的排放点有距离要求,防止人员冲洗时再次受到这些危险物质的污染。

9.2 消 防

9.2.3 特种气体站房、特种气体间内设置的自动喷水系统可以在火灾发生时,对房间内的设施进行消防及冷却,避免由于特种气体泄漏或爆炸产生更大的损失。根据现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50081的相关条款将特种气体站房定义为中危险Ⅱ级,以此为依据,本条规定了喷水强度和保护面积。如果所参与的项目有国外保险商参与,或是气体公司有特殊要求,可以按照较严格的规范执行。

9.2.5 本条为强制性条文,必须严格执行。部分种类的特种气体与水接触会发生剧烈的化学反应,如产生有毒有害物质、释放不可控制的热量、发生或加剧燃烧反应等严重后果,比如 ClF_3 、 WF_6 等。存储和供应这些气体的特种气体间不得采用水消防系统,通常采用气体消防、干粉灭火器等消防形式。具体采用的消防方法需要与气体公司确认气体性质后决定。

9.2.6 本条对硅烷站的消防系统做了规定。

1 本款为强制性条款,必须严格执行。硅烷发生火灾时,及时切断硅烷气源非常关键。如果在没有切断气源时就扑灭了火焰,有可能泄漏的硅烷大量聚集后发生轰燃或爆炸,造成更大的损失。

2 发生火灾时,应有水喷淋等措施来冷却钢瓶及相关设备,避免因过热发生爆炸,从而造成更大损失。

3 卤代烷类的灭火剂与硅烷会发生化学反应因此不能使用。对于已经发生的硅烷火灾,二氧化碳可能会使火暂时灭掉,因此不能使用。

4 室外消火栓距离硅烷钢瓶如果太远就起不到作用。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015 第 12.2.3 条也做了规定,该条内容摘录如下:

12.2.3 消火栓应设置在离硅烷容器不超过 150ft(46m)的地方。

9.2.7 本条对硅烷站的自动喷水系统做了规定。

1 硅烷站的雨淋冷却系统是为了冷却硅烷钢瓶、储罐等设备用的,发生火灾时,应有喷水等措施来冷却钢瓶及相关设备,避免因过热发生爆炸,从而造成更大损失。雨淋阀等启动装置应远离危险源,保证发生火灾时,能够及时开启消防冷却系统。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015 第 12.2.1.1 条也做了规定,该条的内容摘录如下:

12.2.1.1 手动启动雨淋系统的装置距离硅烷存储装置要保

持一定的安全距离。同时也可以采用自动启动雨淋系统的方式。

2 雨淋系统喷水强度和持续时间是为了保证消防和硅烷容器的降温效果,喷水强度与喷水时间符合国家现行标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50081 的相关条款。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015 第 12.2.1.3 条喷水强度也做了规定,该条的内容摘录如下:

12.2.1.3 雨淋灭火系统应能提供最小每平方英尺每分钟 0.30gal[12L/(min·m²)]的强度,至少能持续 2h,可覆盖容器表面区域应包括硅烷气瓶,大宗硅烷存储气瓶。喷水将直接喷向容器壁降温。

3 为了防止在扑灭硅烷火灾时产生次生灾害,本款规定只有在切断硅烷供应系统的时候,才能启动雨淋系统。

4 当室外硅烷站有屋顶等防雨措施时,规定采用自动喷水灭火系统保护建筑物结构,喷水强度和保护面积是我国电子工厂多年运行经验的总结。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015 第 12.2.2 条构造保护也做了规定。该条的内容摘录如下:

12.2.2 当室外硅烷站设置屋顶或天棚来保护硅烷站不受天气的影响,应设置自动喷水灭火系统来保护,这个系统应设计为不低于《自动喷水灭火系统安装标准》NFPA 13-2016 中要求的严重危险等级 2 级和保护面积最小 2500ft²(232m²),当站房面积小于此数据时,以小的数据为准。

9.2.8 当工程上根据工艺等诸多因素考虑设置室内硅烷间时,自动喷水灭火系统可以稳定地发挥消防作用。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物的储存和操作》ANSI/CGA G-13-2015 第 12.3.2 条区域喷水系统也做了规定。该条的内容摘录如下:

12.3.2 存储硅烷的房间和区域以及硅烷的使用应设置自动喷水系统保护。根据硅烷气体的特性,硅烷存储、分配房间里设

计喷水强度为不应低于《自动喷水灭火系统安装标准》NFPA 13-2016 严重危险等级 I 级,保护面积为 2500ft^2 (232m^2),当实际站房面积小于保护面积时,以小的数据为准。

9.3 采暖通风与空气调节

9.3.1 特种气体站房用于储存和分配自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性、氧化性、窒息性气体,存在管道或阀门泄漏和积聚的潜在危险性。因此,特种气体站房应设置连续的机械通风,防止自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性、氧化性、窒息性气体在特种气体间内积聚。通常,自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性气体储存在气瓶柜内,气瓶柜应设置局部通风,房间通风量应不小于气瓶柜的通风要求,为了保证房间通风良好,本条规定了特种气体站房的最小通风换气率。美国国家消防协会标准《半导体生产设施防护标准》NFPA-318-2018 第 5.5.3 条也做了规定,该条内容摘录如下:

5.5.3 有害化学品储存和配送房间应设置机械通风,机械通风换气率不应低于 $0.31\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ [$1\text{ft}^3/(\text{min} \cdot \text{ft}^2)$] 地面面积。

$0.31\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 相当于 $18\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 地面面积。特种气体气瓶安装在气柜内,特种气体气柜设有机械排风、自动喷水灭火喷头、气体侦测装置、控制以及吹扫装置,一旦有极少量有害气体泄漏,气体探测装置将自动切断气瓶瓶头阀门并停止气体供应,自动吹扫管道,机械排风系统将释放在气柜内的极少量有害气体及时排出,不会造成有害气体在特种气体站房扩散。特种气体站房为恒温恒湿空调环境,且采用直流式空调系统,为降低能耗,在保证安全的前提下,应尽量减少新风量。基于上述原因,故本条规定了特种气体站房通风换气率不应小于 $18\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 地面面积。

9.3.2 本条为强制性条文,必须严格执行。特种气体气瓶柜和阀

门箱内安装了特种气体分配阀门和管道,阀门和管道接口较多,存在泄漏的可能性。因此,特种气体的气瓶柜和阀门箱应设置机械排风进行强制通风,防止自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性、氧化性、窒息性气体在气瓶柜和阀门箱内积聚而引起事故。

9.3.3 特种气体的排风系统划分原则包括以下三点:

(1)防止不同种类和性质的特种气体混合后引起燃烧或爆炸事故。

(2)避免形成毒性更大的混合物或化合物,对人体造成危害或设备和管道腐蚀。

(3)防止在风管中积聚粉尘,从而增加风管阻力或造成风管堵塞,影响通风系统的正常运行。

9.3.4 大宗特种气体站房内特种气体容器容积较大,且特种气体容器直接暴露在特气站房环境中,发生气体泄漏时,气体直接泄漏至特种气体站房环境中,操作人员、救援人员暴露风险高,因此,大宗气体站房应设置事故通风。事故通风量应根据事故时泄放的特种气体量和危害程度通过计算确定。根据现行国家职业卫生标准《工业企业设计卫生标准》中的规定,事故通风换气次数的下限定为12次/h。特种气体站房事故通风系统与环境气体探测器联锁,当发生气体泄漏事故时,自动开启事故通风系统,以降低环境中气体浓度。报警在特种气体站房外设置紧急按钮以便救援人员启动事故排风系统。

9.3.5、9.3.6 硅烷属于易燃、易爆气体,一旦发生泄漏,将会发生自燃,有可能导致火灾或爆炸,为了确保硅烷的泄漏数量不会导致自燃,本条规定是为了将硅烷供应使用区域的硅烷浓度控制在0.4%以下。美国国家标准学会标准《硅烷和硅烷混合物储存和操作》CGA G-13-2015第13章第13.2.3条也做了规定,该条的内容摘录如下:

13.2.3 排风罩、抽风罩、气柜应设置排风系统,以阻止渗漏硅烷积聚,并限制硅烷平均浓度为0.4%,即体积比250:1。试验

表明 0.4% 平均浓度可能引起气柜内局部体积爆燃 (PVD)。估计 0.4% 限值所产生的超压可以通过气柜门闷失灵来泄爆。标准硅烷体积流量应根据管道系统泄放至密闭空间的最大流量来决定。流量应根据管线限流孔板或气瓶阀尺寸和硅烷源最大压力来计算。在硅烷气瓶或管道系统非焊接附件和连接处的最小通风量应不小于最大硅烷体流量的 250 倍。表 13.2.3 为标准硅烷流量和最小通风量。

表 13.2.3 标准硅烷流量和最小通风量

气源 压力 (psi)	典型气柜限流 孔板直径 0.006in (0.15mm)		典型气柜限流 孔板直径 0.010in (0.25mm)		典型阀门箱限流 孔板直径 0.014in (0.36mm)		典型阀门箱限流 孔板直径 0.020in (0.51mm)	
	硅烷 流量 (scfm)	通风 流量 (scfm)	硅烷 流量 (scfm)	通风 流量 (scfm)	硅烷 流量 (scfm)	通风 流量 (scfm)	硅烷 流量 (scfm)	通风 流量 (scfm)
50	0.025	8	0.069	21	0.136	41	0.288	86
100	0.045	14	0.124	37	0.243	73	0.497	149
200	0.085	26	0.237	71	0.465	140	0.949	285
400	0.173	52	0.480	144	—	—	—	—
600	0.275	83	0.755	227	—	—	—	—
800	0.395	119	1.080	324	—	—	—	—
1000	0.555	167	1.510	453	—	—	—	—
1200	0.724	217	1.970	591	—	—	—	—
1500	0.913	274	2.500	750	—	—	—	—
1650	0.987	296	2.700	810	—	—	—	—

- 注：1. 硅烷气源温度为 75°F (24°C)。
 2. 限流孔板下流侧压力为 0psi。
 3. 限流孔板孔口出流系数为 0.8。
 4. 立方英尺/分 (scfm) 转换为升/分换算系数 28.32。
 5. psi 转换为 kPa 换算系数 6.895。

9.3.7 排风管道为负压,采用柔性风管或软管,风管的有效通风面积减小,将会影响到通风效果,同时,柔性风管或软管对火灾的耐受性较差,很容易造成排风管烧坏和变形。因此,易燃性、毒性、腐蚀性气体柜和阀门箱的排风与主排风管道连接的支管采用刚性风管。气瓶柜、阀门箱排风管道是保证气瓶柜通风良好的必要前提。如果在气瓶柜、阀门箱的排风管道上设置防火阀,一方面,防火阀可能误动作,导致气瓶柜、阀门箱排风故障,将存在有害气体在气瓶柜内积聚,存在安全风险;另一方面,在火灾情形下,气瓶柜、阀门的排风仍有必要保持联系工作,才能保证操作人员和消防人员的生命安全。因此,本条规定了气瓶柜、阀门箱的排风管路上不应设置防火阀。大宗有毒性气体容器出口阀门部位管道连接为机械密封,存在泄漏风险,故本条规定了应设置抽风罩,提高通风效率,阻止泄漏气体进入室内环境。

9.3.8 房间排风口的位置应根据特种气体与空气的相对密度来确定,防止有害气体积聚。为了将不同位置积聚的特种气体排出,本条规定了根据特种气体相对密度的大小设置房间排风口的位置,这样可以有效地将大于、小于空气密度的特种气体排至室外。

9.3.9 避免特种气体站房排风造成对周围环境和人身安全造成危害,因此,应根据排风中特种气体的性质和浓度等因素确定设置处理装置进行处理,如洗涤塔、吸附塔等。

9.3.10 为保证特种气体站房排风系统的连续可靠运行,宜设置备用排风机。备用排风机也可以兼做事故排风机。特种气体间通风系统电源设置应急电源,目的是保证排风系统的稳定运行可靠。

9.3.11 特种气体站房的火灾危险性属甲类、乙类,如采用循环空调系统,易形成易燃性气体积聚,而引起爆炸事故,另外,毒性、腐蚀性的特种气体的积聚也危及人员的生命安全,因此,不应采用循环空调系统。特种气体间设置空调系统目的是为特种气体柜及其控制系统提供一个适宜的工作环境。

9.3.12 避免相邻特种气体间的火灾蔓延,或因一个特种气体间

火灾而导致多个特种气体间的通风关闭,造成更大的危害。因此,空调风管不应穿越特种气体间之间的分隔墙。

9.3.13 为保证特种气体间的环境状态稳定,因此,建议空调系统设置备用空调机组。当受到条件限制时,采用适当措施保证在空调机组维护或故障时,特种气体房间能取得足够的补风,也是保证安全的有效措施之一。

9.3.14 特种气体间空调系统电源设置应急电源,目的是保证特种气体间的通风平衡和稳定。

9.3.15 本条为强制性条文,必须严格执行。特种气体设备及站房排风管道及空调风管采用不燃材料制作,保温采用应采用不燃或难燃材料,是为了防止火灾蔓延和扩散,规定腐蚀性特种气体的排风管道采用耐腐蚀材料,是为了防止腐蚀气体破坏排风管道,产生气体泄漏事故。

9.3.16 为防止因空气摩擦产生静电积聚,而引起燃烧和爆炸事故,因此,特种气体设备排风管、站房通风管道及空调风管应设置防静电接地装置,消除风管静电。

9.3.17 本条为强制性条文,必须严格执行。为了保证特气站房排风系统连续运行,防止特种气体积聚,从而降低了火灾危险性和对救援人员的危害,本条规定特气站房排风系统不得与火灾报警系统联动控制。因为火灾时,一旦关闭特种气体站房的排风系统,特种气体系统的自燃、易燃、毒性、腐蚀性、窒息性气体可能会泄漏进入房间,造成人员伤害,伤害可能比火灾危险发生更早,所以,本条规定火灾发生时,严禁关闭排风系统。

10 特种气体系统工程施工

10.1 一般规定

10.1.1 在现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235、《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236、《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683 中对从事焊接的单位、焊接人员都做了规定。特种气体管道系统焊接采用自动轨道氩弧焊机焊接,也应遵守以上标准的有关条文的规定。

10.1.2 特种气体管道焊接质量是保证系统安全运行的重要条件,本条规定了特种气体管道焊接机具、焊接方式。

10.1.3 管道的安装应保证施工用计量器具的准确性、有效性,避免引起事故、检测数据的争议,为此规定计量器具应经过有授权机构认定的单位进行鉴定,确保使用的器具在有效期内使用,确保检测数据客观准确。

10.1.4 特种气体具有自燃性、易燃性、毒性、腐蚀性、氧化性、窒息性、麻醉性危害,而且多数情况下一种特种气体同时具有多种危害性,稍有不慎往往会对人员、环境、生产设施造成难以挽回的巨大损失,所以工程施工前应编制专项施工方案,控制人、机、料和安全等各施工要素,为解决施工技术难点,关键工序,质量保障,安全保障,环境保障,施工过程的质量检验等做好技术准备,施工方案并应经业主审批后实施。

10.1.5 主要设备、材料的质量,将直接影响工程的质量,不合格的设备及材料将对设施及人员安全构成潜在危险,所以本条规定主要设备、材料进入现场后应进行实物验收,符合产品质量及本标准要求才能在施工中使用。为保证质量的可追溯性,要求保存

产品合格证和质量保证书、检验结论记录等。

10.1.6 工程质量控制的关键在于过程控制,本条规定的各个工序都是关键工序,在施工单位做好自检自律的同时,让相关单位共同验证施工质量和安全可靠是十分重要的,所以本条规定建设单位技术人员应在场检验确认。

10.2 主要设备、材料进场验收

10.2.1 国内外的气瓶柜、气瓶架,阀门箱、阀门盘的做法各不相同,设备上的各种标识也不尽相同,为方便统一管理,保证使用的安全可靠,本条对气瓶柜、气瓶架、阀门箱、阀门盘做了统一规定。

1 本款规定的是通过书面告知运输部门设备的运输要求,防止上述设备在运输过程中损坏。

2 本款规定的是由于上述设备接触的都是生产过程中的高纯特种气体,为保证特种气体的质量,防止在设备内污染,对设备外观和机械性能提出了基本要求。

3 本款规定对基本功能配制提出了要求,目的在于保证工艺需要、特种气体质量需要和安全功能的需要,防止人员操作失误。

4 本款规定是为了防止系统内部在运输与安装过程中受到污染与机械破坏。

5 本款规定在运输过程中盘面应保有不低于 0.1MPa(表压)的压力的氮气是为了防止外界空气对设备内部的污染。

6 在进场验收时,要注意阀门的支撑件是否符合本标准的要求,规定阀门用专用支撑件是为了安全的要求,阀门采用不锈钢材料是为了环境净化的要求。

10.2.2 尾气处理装置组件较多,随机资料也较多,进场验收时需要一一核实。对于酸碱洗涤塔设备尤其要注意设计要求和合同要求,因为酸碱洗涤塔设备大多是有有机玻璃钢材料制作,质量好的玻璃钢可以使用 15 年~20 年,质量差的玻璃钢使用寿命只有 2 年~3 年,所以应严格按照合同和设计的要求进行验收。

10.2.3 本条对管道、管件和阀门进场验收做出了规定。

1 本款规定管道、管件和阀门的最外层的包装可在非洁净区打开,是为防止管道在搬运过程中造成弯曲,采用了加固的木箱包装,为防止管道内外表面洁净受污染,内包装采用了双层密封的塑料袋包装,并且是在洁净室内完成的。管件和阀门也采用了相同包装方法,所以外包装可在非洁净区打开,开箱后主要检查管道、管件、阀门的双层塑料透明聚乙烯薄膜是否损伤,防止受到污染。

2 本款规定了验收合格产品的在洁净室内的放置方法、放置位置,同时对保管产品的洁净环境做了规定。

3 为保证产品的质量和可追溯性,本款规定了进场的管道、管件和阀门应具备相关的资料。

10.2.4 本条强调特种气体管道、附件、阀门在洁净室内打开内包装,防止管道、管件和阀门验收时受到环境污染物的污染,特规定了验收的环境、内容和方法。

10.3 气瓶柜与气瓶架的安装

10.3.1 为防止施工单位未经过设计单位同意更改图纸,造成安全与质量隐患,本条规定气瓶柜、架应按照设计图纸的要求定位。

10.3.2 本条是对气瓶柜、气瓶架的固定做出的规定,目的在于防止气瓶柜晃动和移动,造成气瓶柜连接的管道接口松动,导致气体泄露发生事故。

10.3.3 本条是对单个气瓶柜、气瓶架和成排气瓶柜、气瓶架定位的基本要求。满足使用功能要求的同时,也满足美观功能的要求。

10.3.4 为保证气瓶柜的安装质量,本条规定气瓶柜的安装应保证柜门开关自如,不得扭曲变形、关闭不严。

10.4 阀门箱与阀门盘的安装

10.4.1 本条对阀门箱和阀门盘的安装位置做了规定,这样便于操作,同时保证阀门箱稳固和避免对管道运行造成的影响。

10.4.2 本条规定,一是保证支座不会因腐蚀而影响洁净室的洁净度,二是保证整体的美观,因为特种气体系统的施工要求严格,造价较贵,支座的制作应与系统整体美观相适应。

10.4.3 本条是对单个和成排就位的阀门箱和阀门盘的基本要求。满足使用功能要求的同时,也满足美观舒适的要求。

10.4.4 本条是对阀门箱和阀门盘的固定而做出的规定。目的在于防止阀门箱和阀门盘的晃动和移动,造成阀门箱和阀门盘连接的管道接口松动,导致气体泄露发生事故。

10.4.5 在众多的工业用途中,不锈钢都能提供令人满意的耐腐蚀性能,但不锈钢与其他金属和非金属之间容易造成点腐蚀、晶间腐蚀以及缝隙腐蚀。尤其在湿度较大或有弱酸性的环境中,其腐蚀更为严重,所以本条对阀门箱和阀门盘的连接螺栓做了规定。

10.5 尾气处理装置及纯化器的安装

10.5.2 本条是对尾气处理装置的固定而做出的规定。目的在于防止尾气处理装置的晃动和移动,造成设备连接管道接口松动,导致气体泄露发生事故。

10.5.4 为防止吸附剂失效,本条规定干式尾气处理装置及纯化器安装时,应防止吸附剂长期接触空气。

10.6 特种气体管道安装

10.6.1 本条对特种气体管道下料、预制做出了规定。

1 本款是针对特种气体管道是洁净管道的特点,规定各种作业应在洁净室内完成,所以作业人员的穿戴应满足洁净室的基本要求,并规定不得用裸手触摸管口及管道内壁,因为手上往往附着肉眼无法看得见的油分子、水分子、细小的灰尘颗粒等,这些看不见的有害分子的是特种气体管道施工的主要隐患,所以应杜绝。

2 本款规定切管器所适用的不锈钢管的管道口径,切管器(即通常所说的割刀)应与管道直径相匹配,并规定了切割后管道

的端口处理方式和处理要求,这些都是为保证特种气体管焊接质量而做出的规定。

3 本款规定的目的是防止管道加工时切屑进入管道内污染或划伤管道内壁。

4 本款规定管外径大于 $1/2''$ 的管道的切割方法和要求。不锈钢管洁净施工专用切割机一般采用行星式薄壁不锈钢管道切割机,它是使自转的刀片绕着管子公转进行切割,管子被夹紧在确保和刀片垂直的自定心卡盘上;行星式管道切割机切割前,进刀手柄先进刀,然后固定进刀位置,接着旋转手轮,在刀片公转一周以后,管道自动切割下来。由于夹持面和切割面非常垂直,切割中受力并不大,所以可以得到与管道垂直的切割平面。行星式切割机的优点是:整个切割过程为冷切割,没有毛刺,切口非常垂直,不用冷却液,管道待焊部位没有污染,能满足焊接质量要求;切割机有非常高的切割速度,能在 30s 内完成一个管外径为 $3 \frac{1}{2}''$ 薄壁不锈钢管道的切割,如果要和带锯相比较的话,带锯切割相同的管道需要 5 倍的时间,而且切割质量无法相提并论。而手工锯、砂轮切割机更是不能满足特种气体配管的质量的要求,为保证管道的洁净度和防止危险发生,为此,做了本款规定。

5 由于不锈钢管洁净施工专用切割机切割时会产切屑颗粒,通入高纯氮气的目的是及时将产生的铁屑颗粒从切口处吹出,减少颗粒在管道内壁的吸附。

6 本款规定不得采用什锦锉的目的是为了防止什锦锉对管道内壁戳伤导致管道报废。

7 本款规定了对切割后的管道及时进行管口的清理,用洁净防尘帽或洁净纸胶带将管道口封堵目的在于保证管道的洁净度的要求。

8 特种气体系统材料昂贵,不能随意丢失,应对切割后剩余管道进行防空气污染的处理,方便下次使用。本款的洁净环境要求,目的是为了保障特种气体管道的施工质量。

10.6.2 本条对特种气体管道配管做出了规定。

1 本款强调室外作业的特种气体管道应进行预连接,并不应全部打开包装袋,仅在管口处打开并立即充氩气保护,其目的是避免污染。

2 因为特种气体管道支架间距比公用、动力管道小,而室外特种气体管道经常与公用动力管道共用室外管架,所以本款规定室外特种气体管道支架采用槽式桥架的形式。槽式桥架的材质应保证特种气体管道不发生腐蚀和满足美观的要求。

3 本款规定了支架的制作要求,支架切割、端头处理等措施,这与系统整体质量要求一致,目的是防止支架生锈、产尘,从而影响环境洁净度。

4 本款是为了防止支架不被腐蚀而做的规定。

5 特种气体系统配管的支架应单独设立,一方面保证支架免受腐蚀,另一方面保证不受产品制造装置的辅机、排风管、管道等振动影响或利用它们的固定支架进行配管施工而引起微振,从而导致阀门箱(盘)内的接头会慢慢产生气体泄漏。 π 型不锈钢管卡就是特种气体管道专用管卡,与U型钢匹配,口径 $1/2''$ 及其以下的管道通用。 $3/4''$ 及以上的管卡没有专用 π 型管卡,而且由于管径大,其需要的承受力增大,故本款做此规定。

6 本款规定是对弯管器所能弯的口径的界定,是十多年经验的总结和多次试验的结果。为减少流体阻力,弯管的曲率半径一般为管径的5倍,规定弯管变形率越小越好是为了保证焊接质量和保护管内表面的粗糙度。操作者用大弯管器弯制小口径的管道,用公制的铜管弯管器弯制英制不锈钢管,甚至出现直接用手弯制,弯制出来的管道出现变形时还使用榔头敲打等现象。这些做法都会严重影响管道的表面粗糙度,是绝对不允许的。

7 本款为强制性条款,必须严格执行。本款规定不锈钢管道密封面接头的密封垫片使用不锈钢垫片或镍垫片,这是因为这两种材料能与管道材料性质相匹配,能保证垫片挤压的延展性,从实

际效果看密封良好,而聚四氟乙烯等非金属垫片的刚度达不到要求,容易挤坏破损而导致泄漏,同时,使用过的金属垫片密封性能下降,所以规定严禁使用非金属垫片和使用过的金属垫片;经验表明,两个垫片重叠使用会造成密封不严,面密封(这里是指行业内通称的 VCR 面密封)端面用硬器稍微毁伤(如头发丝那么细或肉眼看不见)都会导致大量的气体泄漏,特种气体的泄漏会危及人员的生命安全和财产的损失,所以本款规定了同一密封面上应采用一个垫片。

8 本款规定用气设备与特种气体管道的连接应采用不锈钢面密封(这里是指行业内通称的 VCR 面密封)形式,非金属软管不能满足特种气体的质量要求,所以不能采用。

9 本款规定为保证特种气体管道免受损伤,在穿墙部位设置套管;为达到防火的要求,在套管内填充难燃材料;为保证室内外密封,同时应将洞口两侧密封处理。

10.6.3 本条对特种气体管道焊接做出了规定。

2 本款规定焊接使用的工具应为自动轨道氩弧焊机,内外氩气保护焊接,是因为这种焊接方式的焊口质量优良,能满足特种气体管道的要求,规定氩气的纯度也是为了保证焊接质量,低纯度的氩气会导致焊缝表面发黄或发黑,造成焊口报废。管路末端装压力计的目的在于保证同种规格的管道焊接参数容易掌握、焊接质量稳定。

5 焊接工艺评定的目的是为了验证焊接接头的力学性能是否满足使用需求,是编制焊接工艺规程的依据。所以本款规定应按焊接工艺规程中的技术参数要求进行焊接,否则焊接接头的力学性能无法得到保证。焊接过程中应做好焊接记录,焊接接头编号要与单线图中焊接接头编号、现场实际焊接接头位置编号一致,相关信息具有可追溯性,以确保焊接质量得到有效控制。

9 特种气体管道施工过程中不得中断保护气体供应,其目的在于防止焊接时形成氧化膜及管内壁被空气污染;施工中断时,可

适当降低充气流量,但应确保管内呈正压,其目的也在于防止管道内壁被污染。

10 特种气体管道的两端管口在运输、保管、施工、测试等各种情况下都应保持密封或管道内充高纯氩气或氮气,使管道内免受空气污染。管口暴露在大气中,会使空气中的水分、颗粒、氧气、油分吸附在管道内壁,对最终测试和运行使用造成极大的隐患,甚至造成整个系统的报废,所以当安装结束后,所有系统内应充氩气或氮气正压保护。

10.6.5 本条对双层管特种气体管道施工做出了规定。

2 本款规定双层管焊接外管及滑套时,内管和外管都应充高纯氩气保护,其目的是为了及时地、准确地确认内管是否被焊穿。因为内管一旦焊穿,外管与内管之间的氩气就会流入内管,内管上压力表的读数就会增加。

10.7 特种气体管道改扩建工程施工

10.7.1 特种气体系统改建、扩建工程施工工艺及质量要求与新建工程的要求是一致的,但由于改建、扩建工程中增加了拆除特种气体管道的工序,这牵涉到与生产同时进行以及拆除的管道中有可能残存少量危害性极大气体。

1 本款再次强调应编制施工方案,鉴于改建、扩建工程的特点,其施工方案应更加具有针对性、指导性和全面性,要把现场可能出现的危险因素全部考虑周到,并制订切实可行的实施措施以及应急预案,由于业主方专业技术人员比施工方更了解现场情况、风险程度及安全技术措施,所以施工方案应报业主批准。对潜在的危险向施工人员进行详尽的技术交底,也是安全预防措施的一个很重要的方面,是避免安全事故发生的源头保证。

2 本款规定是为了尽量减少施工对生产造成影响,保证施工人员和产品生产作业人员的安全以及设备的安全、产品质量、施工质量等应采取的措施。

3 本款规定改建、扩建、拆除工程由施工方和业主方共同现场监督,所有作业应由专人在业主技术人员的指导下完成。施工人员要有极强的责任心和丰富的施工操作经验,在双方技术人员的共同确认下认真地完成各项作业,如切割改造工作时应提前在被切割管道全线和切割处明显标示。

10.7.2 本条为强制性条文,必须严格执行。施工前将管道内的特种气体用高纯氮气置换尽,这是为了防止管内残存有害气体在施工时对人身、环境和设施造成安全威胁所采取的措施,由于特种气体对环境及人员存在的危险性特性,因此,本条规定被置换出的气体应经过尾气处理装置处理,达标后排放。

10.7.3 施工、测试完成后,其管内充入高纯 0.1MPa 的高纯氮气,其目的是为了便于检查管道因受外力导致接头松动或管道破损而造成管道泄漏,同时还确保管道不受污染。

11 特种气体系统工程验收

11.1 一般规定

本节是对特种气体系统施工验收的范围和工程验收的依据做出了规定。

11.2 设备验收

11.2.1~11.2.3 特种气体设备的验收,可根据设备的类型、功能特性和参数确定验收程序,检查包括但不限于管道走向、焊接质量、调节阀规格和流向、气动/手动阀门规格和流向、单向阀规格和流向、微漏阀规格和流向、压力变送器/压力表规格、过滤器规格和流向、过流开关规格和安装方向、安全阀流向和设定压力、面密封接头是否锁紧、管道支架安装、吹扫入口管径、设备出口管径、排放口管径、危险标签等内容。

监测和联动控制的压力传感器、电子秤、过流开关、高温开关、火焰探测器、负压开关、紧急切断、输入电源、输入输出信号、接地保护、功能联动测试等参数应符合工程设计要求。

尾气处理器的检查内容除了包括型号、流程、配管、配电、仪表量程、标签、说明书、出厂测试报告,还应检查测量仪表显示、本体阻力、漏风率、噪音、滴漏、处理量、去除效率、报警联锁测试、紧急切断等参数是否符合设计要求。

下列验收表的检查、验收内容是一些工程公司实际使用的验收表格,供使用者参考。表4是常用气瓶柜/气瓶架/阀门箱/阀门盘的验收内容,表5是尾气处理装置的验收内容。本节是根据这些表格的内容整理并结合工程实践做出的相关规定(条文中的面密封是指行业内通称的VCR面密封)。

表 4 常用 GC/GR/VMB/VMP 验收表

日期:		名称:	
编号:		适用气体:	
序列号:		盘面号码:	
盘面:	_____左_____中_____ 右_____吹扫		√(好), ×(不好), N/A(不适用)
1. _____外观检验			
管道横平竖直		焊接质量合格	
管道清洁		调节阀规格和流向	
气动/手动阀门规格和流向		气动/手动阀门手柄颜色(若要求)	
单向阀规格和流向		细流阀规格和流向	
压力变送器/压力表规格		过滤器规格和流向	
过流开关和流量 (高压: _____ 低压: _____ slpm)		安全阀流向和设定压力(_____ MPa)	
所有 VCR 已锁紧		管件规格: 弯头/三通/密封接头等	
垫片规格		管道与阀门支架已安装	
吹扫入口管径		工艺出口管径	
排气管径: 入口 _____ 出口 _____		测漏管线入口管径	
零组件配置与图面是否一致			
触摸屏图控与盘面流程是否一致			
2. _____压力测试			
测试压力:	_____ MPa	日期:	
24h 压降:	_____ MPa	时间:	
		温度:	

续表 4

3. _____ 氦测漏					
		仅限于内部连接管线		氦测漏仪型号	
吸枪法测试压力		_____ MPa		阀门内漏测试压力 _____ MPa	
喷氦法 (1×10^{-9})		吸枪法 (1×10^{-6})		内漏 (1×10^{-6}) _____ (mbar · L/s)	
4. _____ 颗粒测试(可选项)					
颗粒测试仪型号:					
		0.1 μ m		样品号	
				1 _ 2 _ 3 _ 4 _ 5 _	
入口压力:		_____ MPa		日期:	
出口压力:		_____ MPa		时间: _____ 温度: _____	
盘面流量:		_____ slpm		样品数量:	
5. _____ 水分和氧分分析(可选项)					
入口压力:		_____ MPa		日期:	
出口压力:		_____ MPa		时间: _____ 温度: _____	
最终数值		H ₂ O 水分: _____ ppb		O ₂ 氧分: _____ ppb	
基线数值		H ₂ O 水分: _____ ppb		O ₂ 氧分: _____ ppb	
6. _____ 功能测试					
过流开关				过流阀门	
温度开关				压力传感器	
电子秤				气柜排风开关	
细流吹扫阀门				压力开关	
安全阀					
7. _____ 最终检验					
标签—气柜序列				公司标签	
危险品标签				气柜警示标签	
电气序标签				盘面序列号	

续表 4

7. _____最终检验			
盘面阀门		手动阀一手柄颜色	
检查 CGA 垫圈和微孔		正确的钢瓶盘管高度	
钢瓶托架		气柜入口过滤器已安装	
排风指示带已安装		其他散件	
钢瓶扎带/链条		门窗钥匙	
门窗闭合器		喷淋头已旋紧	
穿线已密封		排风口已袋封	
喷漆色泽均匀		地板垫已放置	
工程资料		操作手册	
合格证明		盘面保压 20psig	
所有开孔已密封		气柜/装配盘面已清洁	
检验标签已挂			
8. _____系统完成			
质保合格印章：		日期：	
检验者签名：		日期：	

表 5 尾气处理装置验收表

No.	检查内容	标准	检查点	状况
外观检查				
1	电缆连接	与电气图纸对比	电缆规格	
			编号	
			隐蔽线	
			端子规格	

续表 5

No.	检查内容	标准	检查点	状况
2	管道连接	与管道图纸对比	管件	
			管道流程	
3	管道接头	目测	采用标准扳手	
4	管道弯管	目测	可靠性	
			维护性	
			拆卸	
			装配	
5	电气附件	目测	与图纸对比	
6	仪表附件	目测	与图纸对比	
7	柜壳	与图纸对比	外形尺寸	
			柜门状况	
8	洁净	目测	无粉尘油渍等	
9	标签	是否张贴	大小	
			位置	
			气体流向	
10	油漆	目测	颜色	
			疤痕	
11	管夹	目测	测量间距	
电气检查				
1	主电源	380V AC 3Phase	380V AC	
			3Phase	
2	24V DC 变压器	24V DC \pm 3%	24V DC	
3	加热温度控制器	ALH:850℃	℃	
	参数	ALL:650℃	℃	
	设定值	设定值:750℃	℃	

续表 5

No.	检查内容	标准	检查点	状况
4	排风温度控制器	ALH:60℃	℃	
	参数设定	设定值:60℃	℃	
5	SSR 固态继电器	ON/OFF		
6	热电偶	<±2℃	±℃	
7	入口压力表	最大 200 mmH ₂ O		
8	出口压力表	最大 200 mmH ₂ O		
9	蜂鸣器	ON/OFF		
10	紧急切断	ON/OFF		
11	风扇	ON/OFF		
12	氮气流量范围	30L/min~50L/min	kg/cm ² L/min	
13	水流量范围	5L/min~7L/min	kg/cm ² L/min	
14	空气流量范围	60L/min~180L/min	kg/cm ² L/min	
15	电磁阀	ON/OFF		
16	信号灯	ON/OFF		
17	塔灯	正常:绿		
		警告:黄		
		报警:红		
18	加热器升温时间	<30min	min	
19	磁接触	ON/OFF		
20	传感器	ON/OFF		
21	PLC	运行		
22	水流开关	ON/OFF		
23	气流开关	ON/OFF		
24	排液泵	ON/OFF		
其他:				

11.3 管路系统与系统验收

11.3.1 本条是对特种气体管路施工安装后的外观检查等做出的规定。其中,管件的安装位置和方向应符合设计文件要求。弯头的掣制和焊缝的验收应符合本标准中相关章节的规定。

11.3.3 本条规定的特种气体管道安装完后需进行 5 项测试,包括:

(1)压力试验,包括强度试验和气密性试验或泄漏量试验。由于此类管道大都输送具有一定纯度的各种特种气体,为避免污染和吹净水分的复杂过程,所以规定不能采用水压试验,一般采用高纯氮气或高纯氩气进行气压试验。压力试验前管道及附件不应进行绝热保温作业,管道各路出口应用阀门、堵头或其他措施隔离。在进行气压试验前应确认完成管道吹扫。管道强度试验压力应为系统设计压力的 1.15 倍,时间应保持 30min。气压试验时,应逐步缓慢增加压力,当压力升至试验压力的 50%时,如未发现异状或泄漏,应继续按试验压力的 10%逐级升压,每级稳压 3min,直至试验压力。管道气密性试验压力应为系统设计压力的 1.05 倍,时间应保持 24h。为避免昼夜温度变化和长时间试验时的压力波动,所以应记录整个试验过程的温度、压力变化,并对记录值进行温度、压力修正后压降值不得超过 1%。压力试验的压力修正公式如下:

$$P_2 = [(P_1 + P_{\text{atm}}) \times (T_2) / (T_1)] - P_{\text{atm}} \quad (1)$$

式中: P_1 ——初始表压;

P_2 ——最终表压;

P_{atm} ——大气压力,通常为 1.01bar(a);

T_1 ——初始周围温度 K($K = ^\circ\text{C} + 273.15$);

T_2 ——最终周围温度 K($K = ^\circ\text{C} + 273.15$);

压力试验合格后,将压力降低到 0.5bar 左右,保证管道内为正压并提交测试报告,格式可参考表 6 的规定。

表 6 压力测试记录表

项目名称: _____ 项目编号: _____				
项目		结果		
测试范围	描述	例: SiH ₄ 工艺管线		
	从客户内部设备编号	例: SiH ₄ 气瓶柜/GC001		
	至客户内部设备编号	例: SiH ₄ VMB/VMB001		
测试结果	测试介质	<input type="checkbox"/> N ₂ <input type="checkbox"/> Ar <input type="checkbox"/> He/N ₂		
	测试标准	<input type="checkbox"/> 低压测试: 例: 80 psig × 24h, Drop ≤ 1%		
		<input type="checkbox"/> 高压测试: 例: 1500 psig × 30min, Drop ≤ 1%		
		<input type="checkbox"/> 其他		
	起始压力	psig/bar(g)	月	日 时 分
	结束压力	psig/bar(g)	月	日 时 分
下降比率	%	起始温度: T ₁ °C	结束温度: T ₂ °C	
确认	操作人	年 月 日		
	项目经理	年 月 日		
	客户	年 月 日		

(2) 氦检漏试验。由于特种气体有易燃性,有毒,腐蚀性、氧化性、窒息性等特性,这些气体在生产作业过程中一旦发生泄漏将会引发作火、中毒、腐蚀和损害作业人员健康等事故。为防止泄漏,特种气体管道在进行气密性试验或泄漏性试验后还应进行氦检漏试验,以便严格检查控制管道系统可能出现的泄漏点,确保管道施工质量。特种气体氦检漏测试要求应符合本标准附录 A 的规定;测试完毕后,应提交测试报告,格式见表 7。

表 7 氦检漏测试记录表

项目名称: _____ 项目编号: _____		
项目		结果
测试范围	描述	
	从客户内部 设备编号	
	至客户内部 设备编号	
	测试点	
测试设备	氦测漏仪型号	型号
		序列号
测试结果	测试方式	<input type="checkbox"/> 内向检漏法 (In-Board Leaking Rate)
		<input type="checkbox"/> 外向检漏法 (Out-Board Leaking Rate)
		<input type="checkbox"/> 阀座检漏法 (Cross-Seat Leaking Rate)
	测试标准	<input type="checkbox"/> $\leq 1 \times 10^{-9}$ mbar · L/s <input type="checkbox"/> $\leq 2 \times 10^{-9}$ mbar · L/s
<input type="checkbox"/> $\leq 5 \times 10^{-6}$ mbar · L/s <input type="checkbox"/> 其他 $\leq \quad \times 10^{-\quad}$ mbar · L/s		
测试结果	$\times 10^{-\quad}$ mbar · L/s	
确认	操作人	年 月 日
	项目经理	年 月 日
	客户	年 月 日

(3) 颗粒、水、氧测试。为了确保特种气体管道投入运行后,不会因为管道内存在污染物或管道内壁吸附的污染物质逐渐释放或管道附件、阀门花簇渗漏污染物,影响输送的特种气体受到污染,达不到产品生产所要求的纯度,为此,应在特种气体进行氦检漏试验合格后进行纯度试验。根据所输送的特种气体种类和物理化学性质的不同采用不同的试验气体,包括颗粒测试、水分测试、氧分测试的纯度测试或纯度试验均采用增重法进行评价,即从被测试特种气体管道的测试气体引入端获取引入的测试气体的颗粒、水分、氧分含量,同被测试管道排出口的测试气体的相关杂质含量进

行比较,若增量值未超过规定值,判断为验收合格。纯度测试用仪器应根据增量规定值的要求选用相应检测精度的分析仪器。

颗粒度分析主要是检查高纯气体系统中各种尺寸超细颗粒的数量,也是系统纯度检查和纯度保证的一种方式,它对于辅助吹扫气源的颗粒度有严格的要求,一般要求 $0.1\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ 的颗粒数量为零,辅助吹扫气体的雷诺数应大于 10000,表 8 是各种尺寸管道颗粒检查对于吹扫气体流量及雷诺数的推荐要求:

表 8 管道吹扫气体流量

管道外径(in)	气体流量 slpm(scfh)	雷诺数
1/4	35(70)	10000
3/8	50(100)	10000
1/2	75(150)	10000
3/4	120(240)	10000
1	170(340)	10000
1 1/2	260(520)	10000
2	270(540)	7500
3	280(560)	5000
4	370(740)	5000
6	450(900)	4000

气体系统颗粒计数器大都采用激光式的计数器,激光颗粒计数器主要应用光散射和分子布朗运动的基本物理性质制成,激光具有很好的单色性和极强的方向性,所以在没有阻碍的无限空间中激光将会照射到无穷远的地方,并且在传播过程中很少有发散的现象。

特种气体系统颗粒测试合格的参考标准:

1) 大规模集成电路行业管道系统测试气体中大于 $0.1\mu\text{m}$ 的颗粒数宜小于或等于 1 颗/标准立方英尺;连续 5 次达标为合格;

2) 平板显示行业管道系统测试气体中大于 $0.1\mu\text{m}$ 的颗粒数

宜小于或等于 1 颗/标准立方英尺；连续 3 次达标为合格；

3) 太阳能电池行业管道系统测试气体中大于 $0.3\mu\text{m}$ 的颗粒数宜小于或等于 1 颗/标准立方英尺；连续 3 次达标为合格。

4) 颗粒测试完毕后，应提交测试报告，格式见表 9。

表 9 颗粒测试记录表

项目名称：_____ 项目编号：_____			
请把检测设备打印出的测试结果原稿贴在此处			
项目		结 果	
测试范围	描述		
	从客户内部设备编号		
	至客户内部设备编号		
	测试点		
测试设备	测试仪型号	型号	
		序列号	
	测试气体	<input type="checkbox"/> N_2	<input type="checkbox"/> 其他
	气体流量	<input type="checkbox"/> 0.1 scfm	<input type="checkbox"/> 其他 scfm
	压力	入口：psig	出口：psig
测试结果	测试标准(增量)	<input type="checkbox"/> $\leq 1 \text{ pcs @ } 1\mu\text{m}/\text{scf}$	<input type="checkbox"/> 其他 $\leq \text{ pcs @ } \mu\text{m}/\text{scf}$
	样品号	(1) (2) (3)	(4) (5) pcs/scf
确认	操作人		年 月 日
	项目经理		年 月 日
	客户		年 月 日

(4)水分测试。为保证高纯气体系统的水分含量及系统的纯度,需要进行水分分析。一般情况下,直接阅读水分分析仪的显示数值。水分分析仪器有很多种,它的测量方式主要有电化学测量法和光学绝对测量法。

特种气体系统的水分测试应符合下列要求:

1)特种气体系统水分测试时,气体速度应低于设计流速的10%,且小于3m/s。

2)测试气源的水分应小于10ppbv。

3)水分测试合格参考标准:

①大规模集成电路行业管道系统测试气体水分增量宜小于10ppbv;

②平板显示行业管道系统测试气体水分增量宜小于10ppbv;

③太阳能电池行业管道系统测试气体水分增量宜小于20ppbv。

4)测试结束后,应至少保持20min稳定在规定值以下为合格。

5)水分测试完毕后,应提交测试报告,格式见表10。

表10 水分测试记录表

项目名称: _____ 项目编号: _____	
项目	结果
测试范围	描述
	从客户内部设备编号
	至客户内部设备编号
	测试点

续表 10

项目		结果	
测试设备	测试仪型号	型号	
		序列号	
	测试气体	<input type="checkbox"/> N ₂	<input type="checkbox"/> 其他
	入口压力	<input type="checkbox"/> 80 psig	<input type="checkbox"/> 其他 psig
	气体流量	<input type="checkbox"/> 200 sccm	<input type="checkbox"/> 其他 sccm
测试结果	测试标准(增量)	<input type="checkbox"/> ≤ 10 ppb	<input type="checkbox"/> 其他 ≤ ppb
	入口水含量	ppb	
	出口水含量	ppb	
	水含量增量	ppb	
确认	操作人	年 月 日	
	项目经理	年 月 日	
	客户	年 月 日	

(5)氧分分析。氧分分析的目的和水分分析一样,也是检查气体系统纯度的一种方式,一般情况下,直接阅读氧分析仪的显示数值,电子行业所用的氧分分析仪器主要为电化学分析仪器。

特种气体系统的氧分测试应符合下列要求:

1)特种气体系统氧分测试时,气体速度低于设计流速的10%,且小于3m/s;

2)测试气源的氧分应小于10ppbv;

3)氧分测试合格的参考标准:

①大规模集成电路行业管道系统测试气体氧分增量宜小于10ppbv;

②平板显示行业管道系统测试气体氧分增量宜小于10ppbv;

③太阳能电池行业管道系统测试气体氧分增量宜小于

20ppbv。

4) 测试结束后,应至少保持 20min 稳定在规定值以下为合格。

5) 氧分测试完毕后,应提交测试报告,格式见表 11。

表 11 氧分测试记录表

项目名称: _____ 项目编号: _____			
项目		结果	
测试范围	描述		
	从客户内部设备编号		
	至客户内部设备编号		
	测试点		
测试设备	测试仪型号	型号	
		序列号	
	测试气体	<input type="checkbox"/> N ₂	<input type="checkbox"/> 其他
	气体流量:	<input type="checkbox"/> 1 slpm	<input type="checkbox"/> 其他 slpm
测试结果	测试标准(增量)	<input type="checkbox"/> ≤10ppb	<input type="checkbox"/> 其他 ≤ ppb
	入口氧含量	ppb	
	出口氧含量	ppb	
	氧含量增量	ppb	
确认	操作人	年 月 日	
	项目经理	年 月 日	
	客户	年 月 日	

11.4 气体探测(监控)系统验收

11.4.1~11.4.4 这四条规定了特种气体系统的气体探测、监控系统施工验收时,应进行的检查和功能模拟试验的内容,这些内容的规定是依据近年来国内电子工厂特种气体输送系统的施工安装工程实践的经验,进行认真分析、总结做出了本条规定。对于软件系统,其操作系统、登录安全级别、远程登录、历史数据储存位置、短信通知、通信协议、反应速度等应符合设计要求。表 12 中的气体探测、监控系统检查、验收内容是一些工程公司实际使用的验收表格,供使用者参考。

表 12 特种气体探测、监控系统验收表

条目	描 述	是	否	不适用
系统设计检验				
A.	设备要置于干燥封闭区域			
B.	所有气体探测设备按照设计图纸安装			
C.	气体探测传感器已根据气流方向安装			
D.	气体探测系统的排放管道已经接入抽风管			
E.	控制系统按照设计文件安装			
F.	功能表已经审核完毕			
系统安装检验				
A.	所有设备安装固定完毕,并具备操作空间			
B.	气体探测传感器已根据气流方向安装			
C.	气体探测器取样管已根据气流方向安装			
D.	控制系统按照设计文件和标准安装			
E.	声光报警器根据设计图纸位置安装			
F.	标签已粘贴			
G.	设备安全接地			
H.	气体探测系统的排放管道已经接入抽风管			

续表 12

条目	描 述	是	否	不适用
调试运行检验				
A.	主要菜单显示			
B.	传感器维护			
C.	选择气体名称			
D.	报警值设置			
E.	探测器操作手册			
系统功能检验				
A.	按功能和程序表,校验每个探测器的故障信号			
B.	按功能和程序表,校验每个探测器的一级报警			
C.	按功能和程序表,校验每个探测器的二级报警			
D.	按功能和程序表,校验每个数字输入信号的动作			
图形软件检验				
A.	系统启动流程			
B.	系统登录流程			
C.	安全口令设置			
D.	报警屏幕的报警确认			
E.	图形趋势视窗审核,包括:顶部屏幕报警确认、顶部屏幕报警重置、维护/监控变换按钮、探测器设置视窗和趋势记录视窗导航			
F.	设置视窗/改变图标			
G.	位置			
H.	系统关闭			
I.	图形软件操作手册			

续表 12

条目	描 述	是	否	不适用
图形功能检验				
A.	确认气体监控系统与气体输送系统界面完成,功能满足要求			
B.	确认气体监控系统与设备切断系统界面完成,功能满足要求			
C.	根据功能表,测试系统程序满足报警和切断功能			
D.	确认真实气体泄漏测试完成,并有相关部门见证			

附录 A 特种气体管道氦检漏方法

本附录为特种气体管道氦检漏方法,本附录的内容在一些工程公司的实际工作中得到使用,作为推荐性内容提供给使用者。

附录 B 电子工业用特种气体的 主要物化性质(单一气体)

本附录为电子工业用特种气体的主要物化性质(单一气体),本附录的内容在一些工程公司的实际工作中得到使用,作为推荐性内容提供给使用者。

S/N:155182 · 0650



统一书号: 155182 · 0650

定 价: 29.00 元

9 155182 065000