

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50472 – 2008

电子工业洁净厂房设计规范

Code for design of electronic industry clean room

2008 – 12 – 15 发布

2009 – 07 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

前 言

本规范是根据建设部“关于印发《2005 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)》的通知”(建标函〔2005〕124 号)的要求,由中国电子工程设计院会同有关单位编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组结合我国电子工业洁净厂房设计建造和运行的实际情况,进行了广泛的调查研究,收集整理相关的专题报告、测试资料,认真总结多年来电子工业洁净厂房设计建造和运行方面的经验,广泛征求了国内有关单位的意见,最后经审查定稿。

本规范共分 15 章和 4 个附录。主要内容有:总则、术语、电子产品生产环境设计要求、总体设计、工艺设计、洁净建筑设计、空气净化和空调通风设计、给水排水设计、纯水供应、气体供应、化学品供应、电气设计、防静电与接地设计、噪声控制、微振控制等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国电子工程设计院负责具体内容的解释。本规范在执行过程中,希望各有关单位结合工程实践,认真总结经验,若发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄至中国电子工程设计院《电子工业洁净厂房设计规范》管理组(地址:北京市海淀区万寿路 27 号,邮政编码:100840,传真:010-68217842,E-mail:xiaohongmei@ceedi.com.cn),以供今后修改时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人:

主 编 单 位: 中国电子工程设计院

参 编 单 位: 信息产业电子第十一设计研究院有限公司

上海电子工程设计研究院有限公司

深圳市电子院设计有限公司

中国电子系统工程第二建设有限公司

北京中瑞电子系统工程设计院

主要起草人：陈霖新 秦学礼 晁 阳 张利群 王唯国
侯 忆 穆京祥 赵 海 高艳敏 王毅勃
肖红梅 李 杰 李锦生 路振福 章光护
邹英杰 钟景华 牛光宏 张晓敏 周志刚
陈 骝 焦明伟

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	电子产品生产环境设计要求	(6)
3.1	一般规定	(6)
3.2	生产环境设计要求	(6)
4	总体设计	(8)
4.1	位置选择和总平面布置	(8)
4.2	洁净室型式	(9)
4.3	洁净室布置和综合协调	(9)
5	工艺设计	(11)
5.1	一般规定	(11)
5.2	工艺布局	(11)
5.3	人员净化	(12)
5.4	物料净化	(13)
5.5	设备及工器具	(13)
6	洁净建筑设计	(15)
6.1	一般规定	(15)
6.2	防火和疏散	(16)
6.3	室内装修	(17)
7	空气净化和空调通风设计	(19)
7.1	一般规定	(19)
7.2	气流流型和送风量	(20)
7.3	净化空调系统	(21)
7.4	空气净化设备	(21)

7.5	采暖、通风	(23)
7.6	排烟	(25)
7.7	风管、附件	(25)
8	给水排水设计	(27)
8.1	一般规定	(27)
8.2	给水	(27)
8.3	排水	(28)
8.4	雨水	(28)
8.5	消防给水和灭火设备	(28)
9	纯水供应	(30)
9.1	一般规定	(30)
9.2	纯水系统	(30)
9.3	管材、阀门和附件	(31)
10	气体供应	(32)
10.1	一般规定	(32)
10.2	常用气体系统	(33)
10.3	干燥压缩空气系统	(35)
10.4	特种气体系统	(35)
11	化学品供应	(37)
11.1	一般规定	(37)
11.2	化学品储存、输送	(37)
11.3	管材、阀门	(39)
12	电气设计	(40)
12.1	配电	(40)
12.2	照明	(41)
12.3	通信与安全保护装置	(42)
12.4	自动控制	(44)
12.5	接地	(44)
13	防静电与接地设计	(46)

13.1	一般规定	(46)
13.2	防静电措施	(46)
13.3	防静电接地	(48)
14	噪声控制	(49)
14.1	一般规定	(49)
14.2	噪声控制设计	(49)
15	微振控制	(51)
15.1	一般规定	(51)
15.2	容许振动值	(51)
15.3	微振动控制设计	(51)
附录 A	各类电子产品生产对空气洁净度等级的要求	(53)
附录 B	电子产品生产间/工序的火灾危险性 分类举例	(55)
附录 C	精密仪器、设备的容许振动值举例	(56)
附录 D	洁净室(区)性能测试和认证	(57)
	本规范用词说明	(65)
附:	条文说明	(67)

1 总 则

1.0.1 为在电子工业洁净厂房设计中,做到技术先进、经济适用、安全可靠、节约资源、降低能耗、确保质量,并符合劳动卫生和环境保护的要求,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建和改建的电子工业洁净厂房设计。

1.0.3 电子工业洁净厂房的设计应满足需洁净环境的电子产品生产工艺要求,并应根据具体情况为今后产品生产发展或生产工艺改进的需要预留条件。

1.0.4 电子工业洁净厂房的设计应为施工安装、调试检测和安全运行、维护管理创造必要的条件。

1.0.5 电子工业洁净厂房设计除应执行本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 洁净室 clean room

空气悬浮粒子浓度受控的房间。它的建造和使用应减少室内诱人、产生及滞留粒子。室内其他有关参数如温度、湿度、压力等按要求进行控制。

2.0.2 洁净区 clean zone

空气悬浮粒子浓度受控的限定空间。它的建造和使用应减少空间内诱人、产生及滞留粒子。空间内其他有关参数如温度、湿度、压力等按要求进行控制。可以是开放式或封闭式。

2.0.3 人员净化用室 room for cleaning human body

人员在进入洁净室(区)之前按一定程序进行净化的房间。

2.0.4 物料净化用室 room for cleaning material

物料在进入洁净室(区)之前按一定程序进行净化的房间。

2.0.5 粒径 partical size

由给定的粒子尺寸测定仪响应当量于被测粒子等效的球体直径。对离散粒子计数、光散射仪器采用当量光学直径。

2.0.6 悬浮粒子 airborne particles

用于空气洁净度分级的空气中悬浮粒子尺寸范围在 $0.1 \sim 5\mu\text{m}$ 的固体和液体粒子。

2.0.7 含尘浓度 particle concentration

单位体积空气中悬浮粒子的颗数。

2.0.8 洁净度 cleanliness

以单位体积空气某粒径粒子的数量来区分的洁净程度。

2.0.9 空态 as-built

设施已经建成,所有动力接通并运行,但无生产设备、材料及

人员。

2.0.10 静态 at-rest

设施已经建成,生产设备已经安装,并按业主及供应商同意的状态运行,但无生产人员。

2.0.11 动态 operational

设施以规定的状态运行,有规定的人员在场,并在商定的状况下进行工作。

2.0.12 气流流型 air pattern

室内空气的流动形态和分布。

2.0.13 单向流 unidirectional airflow

沿单一方向呈平行流线并且横断面上风速一致的气流。包括垂直单向流和水平单向流。

2.0.14 非单向流 non-unidirectional airflow

凡不符合单向流定义的气流。

2.0.15 混合流 mixed airflow

单向流和非单向流组合的气流。

2.0.16 洁净工作区 clean working area

指洁净室内离地面高度 0.8~1.5m(除工艺特殊要求外)的区域。

2.0.17 空气吹淋室 airshower

利用高速洁净气流吹落并清除进入洁净室人员或物料表面附着粒子的小室。

2.0.18 气闸室 airlock

设置在洁净室出入口,阻隔室外或相邻房间的污染气流和压差控制而设置的缓冲间。

2.0.19 传递窗 passbox

在洁净室隔墙上设置的传递物料和工器具的开口。两侧窗扇的开启应进行联锁控制。

2.0.20 洁净工作服 clean working garment

为把工作人员产生的粒子限制在最低程度所使用的发尘量少的洁净服装。

2.0.21 高效空气过滤器 (HEPA) high efficiency particulate air filter

在额定风量下,最易穿透粒径法的效率在 99.95% 以上及气流初阻力在 220Pa 以下的空气过滤器。

2.0.22 超高效空气过滤器 (ULPA) ultra low penetration air filter

在额定风量下,最易穿透粒径法的效率在 99.9995% 以上及气流初阻力在 250Pa 以下的空气过滤器。

2.0.23 微环境 minienvironment

将产品生产过程与操作人员、污染物进行严格分隔的隔离空间。

2.0.24 风机过滤器机组 fan filter unit (FFU)

由 HEPA 或 ULPA 与风机组合在一起,构成自身可提供动力的末端空气净化的装置。

2.0.25 自净时间 cleanliness recovery characteristic

洁净室被污染后,净化空调系统开始运行至恢复到稳定的规定室内洁净度等级的时间。

2.0.26 技术夹层 technical mezzanine

洁净厂房中以水平构件分隔构成的空间,用于安装辅助设备和公用动力设施以及管线等。

2.0.27 技术夹道 technical tunnel

洁净厂房中以垂直构件分隔构成的廊道,用于安装辅助设备和公用动力设施以及管线等。

2.0.28 技术竖井 technical shaft

洁净厂房中主要以垂直构件分隔构成的井式管廊,用于安装辅助设备和公用动力设施以及管线等。

2.0.29 专用消防口 fire-firing access

消防人员为灭火而进入建筑物的专用入口,平时封闭,使用时由消防人员从室外打开。

2.0.30 纯水 pure water

杂质含量很少的水,其电解质杂质含量(常以电阻率表征)和非电解质杂质(如微粒、有机物、细菌和溶解气体等)含量均要求很少的水。

2.0.31 常用气体 bulk gas

电子产品生产过程中,广泛使用的氢气、氧气、氮气、氩气、氦气等气体。

2.0.32 特种气体 special gas

电子产品生产过程中,使用的硅烷、磷烷、乙硼烷、砷烷、四氯化硅、氯气等气体。这些气体具有可燃、有毒、腐蚀或窒息等特性。

2.0.33 化学品 chemical

指电子产品生产过程中使用的酸、碱、有机溶剂和氧化物等。

2.0.34 防静电环境 ESD controlled environment

具有防止静电危害的特定环境,在此环境中不易产生静电或静电产生后易于泄放或消除,静电噪声难以传播。

2.0.35 表面电阻 surface resistance

在材料的表面上两电极间所加直流电压与流过两极间的稳态电流之商。

3 电子产品生产环境设计要求

3.1 一般规定

3.1.1 电子工业洁净厂房生产环境的设计应根据生产工艺的要求控制微粒和对产品质量有害的杂质,同时还应提出温度、湿度、压差、噪声、振动、静电防护、照度等参数要求。

3.1.2 生产环境设计应根据产品品种及生产工艺要求,对电子产品生产过程需用的包括化学品、常用气体和特种气体、纯水等各种介质的质量进行控制。

3.1.3 洁净室(区)内产品生产过程所使用的工具、器具和物料储运装置,其制作的材质和清洁方式应按生产工艺要求选择。

3.1.4 洁净室(区)的空气洁净度等性能测试和认证应符合本规范附录 D 的要求。

3.2 生产环境设计要求

3.2.1 洁净室(区)的空气洁净度等级应按现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定执行。

洁净室(区)设计时,空气洁净度等级所处状态(空态、静态、动态)应与业主协商确定。

3.2.2 各种电子产品生产环境的空气洁净度等级应根据生产工艺要求确定;无要求时,可按本规范附录 A 确定。

3.2.3 洁净室(区)的温度和相对湿度应按表 3.2.3 确定。

表 3.2.3 洁净室(区)温度和相对湿度要求

房间类别	温度(°C)		相对湿度(%)	
	冬季	夏季	冬季	夏季
生产工艺有要求的洁净室	按具体生产工艺要求确定			

续表 3.2.3

房间类别	温度(°C)		相对湿度(%)	
	冬季	夏季	冬季	夏季
生产工艺无要求的洁净室	≤22	~24	30~50	40~70
人员净化及生活用室	~18	~28	—	—

3.2.4 各类电子产品生产所需纯水水质、气体及化学品的纯度和杂质含量等应根据生产工艺要求确定。

3.2.5 单向流和混合流洁净室(区)的噪声级(空态)不应大于 65dB(A),非单向流洁净室(区)的噪声级(空态)不应大于 60dB(A)。

3.2.6 洁净室(区)的微振动控制设计应满足精密设备、仪器的振动容许值要求。无要求时,可按本规范附录 C 或根据其工作特性确定。

4 总体设计

4.1 位置选择和总平面布置

4.1.1 洁净厂房位置的选择,应根据下列要求经技术经济比较后确定:

1 应布置在大气含尘和有害气体或化学污染物浓度较低、自然环境较好的区域;

2 应远离铁路、码头、飞机场、交通要道以及散发大量粉尘和有害气体或化学污染物的工厂、贮仓、堆场等有严重空气污染、振动或噪声干扰或强电磁场的区域。不能远离严重空气污染源时,则应位于全年最小频率风向向下风侧;

3 在厂区内应布置在环境清洁、污染物少、人流和物流不穿越或少穿越的地段。

4.1.2 洁净厂房净化空调系统的新风口与城市交通干道之间的距离(相邻侧边沿)宜大于50m。当洁净厂房与交通干道之间设有城市绿化带时,可根据具体条件适当减少,但不得小于25m。

4.1.3 对于有微振控制要求的洁净厂房的位置选择,应实际测定周围现有振源和模拟振源的影响,并应与容许振动值比较分析后确定。

4.1.4 厂区总平面布置时,应按洁净生产、非洁净生产、辅助生产、公用动力系统和办公、生活等功能区合理布局。

洁净厂房宜根据电子产品生产工艺特点和各种功能区的要求,按组合式、大体量的综合性厂房布置。

4.1.5 洁净厂房周围及其周边的道路面层,应选用整体性能好、发尘少的材料。

4.1.6 洁净厂房周围应进行绿化,但不宜种植对生产环境和产品

质量有影响的植物。

4.1.7 洁净厂房宜设置环行消防车道,若有困难时可沿厂房的两长边侧设消防车道。消防车道的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

4.2 洁净室型式

4.2.1 洁净室可根据电子产品生产工艺特点、空气洁净度等级和布置要求分为隧道式、开放式和微环境等,也可按气流流型分为单向流洁净室、非单向流洁净室和混合流洁净室。

4.2.2 电子工业洁净厂房垂直单向流洁净室的空间,应包括活动地板以下的下技术夹层、洁净生产层和吊顶以上的上技术夹层。

4.2.3 洁净室型式的选择应综合生产工艺要求、节约能源、减少投资和降低运行费用等因素确定,各种空气洁净度等级的电子工业洁净厂房宜采用混合流洁净室。对空气洁净度净度要求严格时,宜采用微环境等型式。

4.3 洁净室布置和综合协调

4.3.1 洁净厂房的平面布置应合理安排洁净生产区、辅助区和动力区,并应符合下列要求:

1 洁净室(区)人员净化、物料净化和各种辅助用房,应合理分区布置;

2 生产工艺或生产设备有特殊要求时,宜分隔为单独的房间;

3 生产过程中排放腐蚀性气体的生产设备或生产工序应分类、集中布置或与其他生产房间分隔;

4 发热量、发尘量大的生产工序或生产设备,宜与空气洁净度要求严格的房间分隔布置;

5 洁净室(区)的辅助设备、维修间等技术支持区,宜集中布置在洁净室(区)的相邻房间,技术支持区的空气洁净度等级应低

于洁净室(区)的等级;

6 若需在洁净室(区)内设置洁净电梯时,应采取气闸间、洁净送风措施;

7 应符合有关防爆、防火、消防等要求。

4.3.2 洁净室(区)的空间布置应满足下列要求:

1 生产设备、物料运输系统应根据产品生产工艺要求布置,并应做到有效、灵活和操作方便;

2 各类管线的空间布置应满足生产工艺、安全间距和维修要求;

3 终端高效空气过滤器、照明灯具和各种公用动力设施的布置,应满足生产工艺、洁净度等级、安全生产和维修要求;

4 洁净生产层的高度应按生产设备、微环境装置和物料运输设备的外形尺寸确定。技术夹层高度应根据具体工程要求确定。

4.3.3 洁净室(区)内应少分隔,但下列情况应予分隔:

1 按火灾危险性分类,甲、乙类的房间与相邻的生产区段或房间之间,或有防火分隔要求时,应设隔墙;

2 在电子产品生产过程中,经常不同时使用的两个生产区段或房间之间;

3 生产过程中排放影响产品质量的有害气体或化学污染物的工序、设备,宜分隔设独立房间。

4.3.4 洁净厂房的布置应综合协调生产操作、设备安装和维修、公用动力管线、气流流型以及净化空调系统等各类技术设施的需要。

5 工艺设计

5.1 一般规定

5.1.1 洁净厂房的工艺设计、工艺布局应为电子产品发展以及产品生产工艺改造和扩大生产预留必要的条件。

5.1.2 洁净厂房工艺设计应确定各种生产条件,在满足电子产品生产要求的前提下,应做到安全性能好、建设投资少、能量消耗少、运行费用低、生产效率高。

5.1.3 洁净厂房工艺设计应根据产品生产工艺和空气洁净度等级要求设置人流路线、物料运输和仓储设施。

5.2 工艺布局

5.2.1 洁净厂房的工艺布置应按产品生产工艺流程、洁净室的气流流型、工艺设备的安装和维修、物料运输等要求确定。

在单向流洁净室内进行生产工艺设备、操作程序、人员流动路线和物料传输布置时,应采取避免发生气流干扰和交叉污染的措施。

5.2.2 工艺布局应避免人流和物流之间的混杂和交叉,宜分别设置人员入口、物料入口和设备出入口,并应在各自的入口处设置相应的净化设施。

5.2.3 在满足生产工艺和微振控制、噪声控制等要求的前提下,空气洁净度严格的洁净室(区)宜靠近空调机房布置;空气洁净度等级相同的工序或工作室宜集中布置。

5.2.4 洁净室(区)内要求空气洁净度严格的工序(设备)应远离出入口和可能干扰气流的场所设置,并宜布置在上风侧;易产生

污染的工艺设备应布置在靠近回风口位置或下风侧。

5.2.5 工艺布置时,应根据大型生产工艺设备的运输、安装、维修的要求设置运输通道、安装口或检修口。

5.2.6 洁净厂房内不同空气洁净度等级的洁净室(区)之间联系频繁时,应采取防止污染的措施。

5.3 人员净化

5.3.1 人员净化用室和设施应根据洁净室的规模、空气洁净度等级设置,并应设置生活用室。人员净化用室宜按图 5.3.1 的人员净化程序进行布置。

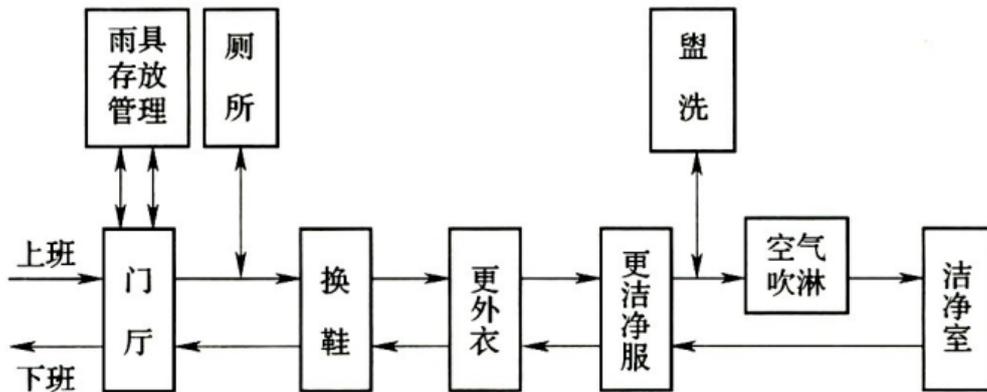


图 5.3.1 人员净化程序

5.3.2 人员净化用室,应根据换鞋(净鞋)、更外衣、更洁净工作服等的需要设置。雨具存放、厕所、盥洗室、淋浴室、休息室等生活用房和空气吹淋室、气闸室、洁净工作服洗涤间及干燥间等其他用室,可根据需要设置。

5.3.3 洁净厂房内人员净化用室和生活用室的建筑面积,应根据洁净室的规模、空气洁净度等级和洁净室内工作人员数量等确定,宜按洁净室(区)内设计人数平均 $2\sim 4\text{m}^2/\text{人}$ 计算。

5.3.4 人员净化用室和生活用房的设置,应符合下列规定:

- 1 净鞋设施应设在洁净室入口处;
- 2 更换外衣和更换洁净工作服用室不应设置在同一房间内;
- 3 外衣存放柜应按洁净室(区)内设计人数配置;

4 应设置存放洁净工作服,且带有空气净化的存衣设施;

5 应设置感应式洗手和烘干设施;

6 厕所宜设在进入人员净化用室之前,需设在人员净化用室内时,应设置前室。

5.3.5 洁净厂房空气吹淋室的设计,应符合下列要求:

1 在洁净室(区)的入口处宜设空气吹淋室。当不设空气吹淋室时,应设气闸室;

2 吹淋室应设在更换洁净工作服后的相邻部位;

3 单人空气吹淋室,应按最大班人数每 30 人设一台。洁净室(区)工作人员超过 5 人时,空气吹淋室一侧应设单向旁通门;

4 空气吹淋室的进、出门不得同时开启,应采取连锁控制措施;

5 空气洁净度等级为 5 级或严于 5 级的垂直单向流洁净室(区),宜设气闸室。

5.3.6 人员净化用室和生活用室的空气洁净度等级,宜由外至内逐步洁净,室内可送入经过高效空气过滤的洁净空气。

洁净工作服更衣室的空气洁净度等级宜低于相邻洁净室(区)的空气洁净度等级;当设有洁净工作服洗涤室时,洗涤室的空气洁净度等级宜为 8 级。

5.4 物料净化

5.4.1 洁净室(区)内的设备和物料出入口,应独立设置,并应根据设备和物料的特征、性质、形状等设置净化用室及相应物净设施。

5.4.2 物料净化用室与洁净室(区)之间应设置气闸室或传递窗。

5.5 设备及工器具

5.5.1 洁净室(区)内应采用具有防尘、防污染的生产设备和辅助生产设备,并应符合下列要求:

- 1 表面应光洁、易清洁、不积尘、不挥发化学物质；
- 2 设备的传动部件等应密封性能好，并应防止润滑油、冷却剂等的泄漏；
- 3 对生产中发尘、排热量大或排出有毒、可燃气体的设备，应采取防扩散措施；
- 4 设备的金属外壳应设置接地设施。

5.5.2 当设备安装在跨越不同空气洁净度等级的洁净室（区）时，宜采取密封隔断措施。

5.5.3 洁净室（区）内的设备宜选用低噪声产品。当所选设备超过洁净室噪声容许值时，应采取隔声措施。

5.5.4 洁净室（区）应设置对电子产品生产过程所使用的工器具进行净化处理的设施。

5.5.5 洁净室（区）内，电子产品生产过程中各种零、部件存放和传送，宜采用专用容器。用于存放和传送的专用容器，应符合下列规定：

- 1 制作材料应光洁、不吸湿、不锈蚀、不散发污染物、防静电，并在空气中不应被氧化；
- 2 应密封性能好；
- 3 当存放物有严格的洁净度要求时，宜充填高纯度或干燥氮气；
- 4 构造、外形应满足生产工艺要求，并应方便操作和运送。

5.5.6 洁净室（区）内设置真空泵时，应符合下列规定：

1 使用油润滑的真空泵应设置除油装置，除油后尾气应排入排气系统；

2 对传输含有可燃气体的真空泵，可燃气体浓度超过爆炸下限的 20% 时，应设尾气处理装置，在排入排气系统前应去除或稀释可燃气体组分；

3 传输易燃、自燃化学品或高浓度氧气的真空泵，应采用不燃泵油，并应配置氮气吹扫。氮气吹扫控制阀应与生产工艺设备操作系统联锁。

6 洁净建筑设计

6.1 一般规定

6.1.1 洁净厂房的建筑平面和空间布局,应根据电子产品发展以及生产工艺改造和扩大生产规模的要求确定。

6.1.2 洁净厂房的主体结构宜采用大空间及大跨度柱网,不应采用内墙承重体系。

6.1.3 洁净厂房的立面设计应简洁、明快,并应适应洁净室(区)的布置要求。洁净厂房围护结构的材料选型应满足保温、隔热、防火、防潮、少产尘、易清洁等要求。

6.1.4 洁净厂房主体结构的耐久性应与电子产品生产线设备、生产环境控制设施协调,并应具有防火、控制温度变形和不均匀沉陷性能。厂房变形缝不宜穿越洁净区。

6.1.5 设有上技术夹层、下技术夹层的洁净厂房的建筑平面、空间布局和构造,应满足产品生产工艺、自动化运输和公用动力设施安装和维修的要求。

6.1.6 设有技术夹层、技术夹道的洁净厂房,技术夹层、技术夹道的建筑设计应满足各种风管和各种动力管线安装和维修的要求。穿越楼层的竖向管线需暗敷时,宜设置技术竖井。技术竖井的形式、尺寸和构造应满足风管、管线的安装、检修和防火要求。

6.1.7 对兼有一般生产区和洁净室(区)的综合性厂房,厂房的平面布局和构造处理,宜避免人流、物流运输及防火方面对洁净生产环境带来不利影响。

6.1.8 洁净厂房内的通道宽度应满足人员操作、物料运输、设备安装和检修的要求。

6.2 防火和疏散

6.2.1 洁净厂房的耐火等级不应低于二级。

6.2.2 洁净厂房内生产工作间的火灾危险性,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。火灾危险性分类举例见本规范附录 B。

6.2.3 洁净厂房内防火分区的划分,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

丙类生产的电子工业洁净厂房的洁净室(区),在关键生产设备设有火灾报警和灭火装置以及回风气流中设有灵敏度严于 0.01% obs/m 的高灵敏度早期火灾报警探测系统后,其每个防火分区的最大允许建筑面积可按生产工艺要求确定。

6.2.4 洁净室的上技术夹层、下技术夹层和洁净生产层,当按其构造特点和用途作为同一防火分区时,上下技术夹层的面积可不计入防火分区的建筑面积,但应分别采取相应的消防措施。

6.2.5 洁净室的顶棚和墙板、技术竖井井壁的材质选择,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定。

6.2.6 在综合性厂房的一个防火分区内,洁净生产区域与一般生产区域之间应设置不燃烧体隔断设施。不燃烧体隔断设施应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定。

6.2.7 洁净厂房的安全出口的设置,应符合下列规定:

1 每一生产层、每个防火分区或每一洁净室的安全出口数目,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定;

2 安全出口应分散布置,并应设有明显的疏散标志;安全疏散距离应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。安全疏散用门应向疏散方向开启,并应设观察玻璃窗;

3 丙类生产的电子工业洁净厂房,在关键生产设备自带火灾报警和灭火装置以及回风气流中设有灵敏度严于 0.01% obs/m

的高灵敏度早期火灾报警探测系统后,安全疏散距离可按工艺需要确定,但不得大于本条第 2 款规定的安全疏散距离的 1.5 倍。

注:对于玻璃基板尺寸大于 1500mm×1850mm 的 TFT-LCD 厂房,且洁净生产区人员密度小于 0.02 人/m²,其疏散距离应按工艺需要确定,但不得大于 120m。

6.2.8 洁净厂房的洁净区各层外墙应设置专用消防口,并应符合下列规定:

1 洁净区各层专用消防口的设计,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定;

2 洁净厂房外墙上的吊门、电控自动门以及装有栅栏的窗,均不应作为专用消防口。

6.2.9 洁净厂房内有爆炸危险的房间应靠建筑外墙布置,且不得与疏散安全口(楼梯间)贴邻。有爆炸危险的房间的防爆措施、泄爆面积等应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

6.3 室内装修

6.3.1 洁净厂房的建筑围护结构和室内装修,应选用气密性良好,且在温度和湿度变化时变形小的材料。洁净室装饰材料及其密封材料不得采用释放对电子产品品质有影响物质的材料。装修材料的燃烧性能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。装修材料的烟密度等级不应大于 50,材料的烟密度等级应符合现行国家标准《建筑材料燃烧或分解的烟密度试验方法》GB/T 8627 的有关规定。

6.3.2 洁净室内墙壁和顶棚的装修应符合下列要求:

1 应满足使用功能的要求,且表面应平整、光滑、不起尘、避免眩光、便于清洁,并应减少凹凸面;

2 当采用踢脚时,踢脚不宜突出墙面。

6.3.3 洁净室楼地面设计应符合下列要求:

1 应满足电子产品生产工艺和设备安装要求;

2 应平整、耐磨、易清洁、不易积聚静电、避免眩光、不开裂、耐撞击等；

3 地面宜配筋，并应做防潮构造。

6.3.4 洁净厂房技术夹层的墙壁和顶棚应满足使用功能要求，且表面应平整、光滑。位于地下的技术层或技术夹层应采取防水或防潮、防霉措施。

6.3.5 当洁净厂房设置外窗时，应采用双层固定窗，并应有良好的气密性，同时应采取防结露措施。

6.3.6 洁净室(区)门窗、墙壁、顶棚、地面、楼面的设计应符合下列要求：

1 应满足使用功能的要求，构造和施工缝隙应采取密闭措施；

2 顶棚以上的技术层或技术夹层宜设检修通道；

3 洁净室(区)不宜设窗台；

4 当地面采用活动地板时，活动地板材质和支撑方式应根据电子产品生产工艺要求选择。

6.3.7 用于电子产品生产的洁净室(区)的墙板和顶棚，宜采用轻质壁板构造。

7 空气净化和空调通风设计

7.1 一般规定

7.1.1 洁净厂房内各洁净室(区)的空气洁净度等级,应根据电子产品生产工艺特点和洁净室型式确定。

7.1.2 气流流型应根据各洁净室(区)空气洁净度等级和电子产品工艺特点的不同要求选用。

7.1.3 有下列情况之一者,净化空调系统宜分开设置:

1 运行班次或使用时间不同;

2 生产过程中散发的物质对其他工序、设备交叉污染,对产品质量或操作人员健康、安全有影响;

3 对温、湿度控制要求差别大;

4 洁净室(区)内工艺设备发热相差悬殊;

5 净化空调系统与一般空调系统;

6 系统风量过大的净化空调系统。

7.1.4 洁净室(区)内的温度、相对湿度应符合本规范第 3.2.3 条的规定。

7.1.5 洁净室(区)内的新鲜空气量应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定。

7.1.6 洁净室(区)与周围的空间应保持一定的静压差,静压差应符合下列规定:

1 各洁净室(区)与周围空间的静压差应按生产工艺要求确定;

2 不同等级的洁净室(区)之间的静压差应大于等于 5Pa;

3 洁净室(区)与非洁净室(区)之间的静压差应大于 5Pa;

4 洁净室(区)与室外的静压差应大于 10Pa。

7.1.7 洁净室(区)维持静压差值所需的压差风量,宜采用缝隙

法或换气次数法确定。

7.1.8 送风、回风和排风系统的启闭联锁、控制要求,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定。

7.1.9 非连续运行的洁净室,可根据生产工艺要求设置值班送风,并应进行净化处理。

7.1.10 洁净室(区)的清扫方式应根据洁净厂房的规模、空气洁净度等级等因素确定。洁净室(区)宜采用移动式高效真空吸尘器。对于空气洁净度等级为1~5级的洁净室宜设置集中式真空吸尘系统,洁净室内的吸尘系统管道应暗敷。

7.2 气流流型和送风量

7.2.1 气流流型的设计,应符合下列要求:

1 气流流型应满足产品生产工艺和空气洁净度等级的要求。空气洁净度等级为1~5级时,应采用单向流或混合流;空气洁净度等级为6~9级时,宜采用非单向流;

2 洁净室工作区的气流流速应满足生产工艺和工作人员健康的要求。

7.2.2 洁净室的送风量,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定。

7.2.3 洁净室(区)所需的满足空气洁净度等级的洁净送风量和气流流型,宜按表 7.2.3 计算。

表 7.2.3 洁净送风量(静态)和气流流型

空气洁净度等级	气流流型	平均风速(m/s)	换气次数(h ⁻¹)
1~5	单向流或混合流	0.20~0.45	—
6	非单向流	—	50~60
7	非单向流	—	15~25
8~9	非单向流	—	10~15

注:1 换气次数适用于层高小于4.0m的洁净室。

2 室内人员少、热源少时,宜采用下限值。

7.3 净化空调系统

7.3.1 洁净厂房中的净化空调系统可分为集中式净化空调系统和分散式净化空调系统。

净化空调系统的型式应根据洁净厂房的规模、空气洁净度等级和产品生产工艺特点确定。洁净室(区)面积较小或只有局部要求净化时,宜采用分散式净化空调系统。

7.3.2 洁净厂房的洁净室(区)送风方式可分为集中送风、隧道送风、风机过滤器机组送风等。应根据洁净室(区)使用功能和降低能量消耗的要求,经技术经济比较,采用运行经济、节约能源的送风方式。

7.3.3 净化空调系统新风的室外吸入口位置,应远离本建筑或其他建筑物排放有害物质或可燃物的排气口。

7.3.4 多套净化空调系统同时运行或较大型电子工业洁净厂房的净化空调系统的新风,应集中处理。

7.3.5 净化空调系统设计应合理利用回风,但下列情况不得回风:

- 1 在生产过程中向车间内散发的有害物质超过规定时;
- 2 采用局部处理不能满足卫生要求时;
- 3 对其他工序有危害或不能避免交叉污染时。

7.3.6 净化空调系统需设置电加热时,应选用不产尘的电加热器,且应布置在高效过滤器的上风侧,并应采取安全保护措施。

7.3.7 净化空调系统的电加湿器应采取安全保护措施。

7.3.8 根据气象条件,存在冷冻可能的地区,新风系统应采取防冻保护措施。

7.4 空气净化设备

7.4.1 空气过滤器的选用和布置应符合下列要求:

- 1 空气过滤器应根据空气洁净度等级选用;

- 2 空气过滤器的处理风量应小于或等于额定风量；
- 3 中效(高中效)空气过滤器宜集中设置在空调箱的正压段；
- 4 高效(亚高效)空气过滤器宜设置在净化空调系统的末端；超高效空气过滤器应设置在净化空调系统的末端；
- 5 同一净化空调系统内末端安装的高效(亚高效、超高效)空气过滤器的阻力、效率应相近；
- 6 同一净化空调系统内末端安装的高效(亚高效、超高效)空气过滤器的使用风量与额定风量之比值宜相近；
- 7 对化学污染物有控制要求的洁净室(区),在净化空调系统中应根据环境条件设置化学过滤器或其他去除装置；
- 8 高效(亚高效、超高效)空气过滤器应采用不燃或难燃材料制作。

7.4.2 风机过滤器机组的设置应符合下列要求：

- 1 应根据空气洁净度等级和送风量选用；
- 2 应按洁净室(区)内生产工艺对气流流型的要求布置；
- 3 终阻力时的叠加噪声及振动应满足生产工艺和本规范的规定；
- 4 送风量应能调节；
- 5 应便于安装、维修及过滤器更换。满布或布置率较高时，外壳强度应满足检修要求。

7.4.3 层流罩的设置应符合下列要求：

- 1 洁净室(区)内等于或严于5级的局部净化区域宜采用层流罩；
- 2 层流罩的形式和进风方式应根据生产工艺或设备需要选用；
- 3 终阻力时的叠加噪声及振动应满足生产工艺和本规范的规定；
- 4 安装方式不应影响生产操作。

7.4.4 微环境装置的设置应符合下列要求：

1 当生产工艺或设备对空气洁净度等级、外扰或温度、相对湿度有较高要求,且所控区域不大时,宜采用微环境装置;

2 微环境装置宜与生产工艺设备配套;

3 在不影响工艺操作的前提下,应具有可靠的密闭性,内外表面应平整、光滑;

4 围挡构造、材料的选用应方便生产操作。

7.4.5 干表冷器的设置应符合下列要求:

1 安装位置、外形尺寸应根据洁净厂房的平面和空间布置确定;

2 迎面风速、结构形式应根据洁净室(区)冷负荷、风机过滤器机组所提供的机外余压确定;

3 冷冻水进水温度,宜高于洁净室(区)内空气的露点温度;

4 应设置排水设施。

7.4.6 净化空调系统空气处理机组的选用和布置,应符合下列要求:

1 应有良好的气密性,漏风率不得大于 1%;

2 整体结构应有足够的强度和刚度,内表面应平整、光滑,外表面不应结露;

3 布置应整齐,并应便于运行和维修;当多套空气处理机组为同一洁净室(区)服务时,宜选用相同规格的空气处理机组;

4 送风机宜采取变频调速措施。送风机可按净化空调系统的总风量和总阻力值进行选择。计算系统总阻力时,中效(高中效)、高效(亚高效、超高效)空气过滤器的阻力宜按其初阻力的 1.5~2.0 倍取值;

5 应设置排水装置。

7.5 采暖、通风

7.5.1 空气洁净度等级严于 8 级的洁净室(区)不应采用散热器采暖。

7.5.2 洁净厂房内产生粉尘和有害气体的工艺设备和辅助设备，应设置局部排风装置，排风罩宜为密闭式。局部排风系统单独设置的要求，应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073的有关规定。

7.5.3 洁净室(区)的排风系统设计，应符合下列要求：

1 应防止室外气流倒灌；

2 含有易燃、易爆物质的局部排风系统应按其物理化学性质采取相应防火防爆措施；

3 局部排风系统排出的有害气体，当其有害物质浓度超过排放标准时，应采取有效处理措施。排气管高度和排放速率应满足国家现行有关排放标准的規定；

4 对含有水蒸气或凝结物质的排风系统，应设置坡度及排放口；

5 排风介质中含有剧毒物质时，应设置备用排风机和处理设备，并应设置应急电源；

6 排风介质中含易燃、易爆等危险物质或工艺可靠性要求较高时，应设置备用排风机，并应设置应急电源；

7 排除有爆炸危险的气体和粉尘的局部排风系统，其风量应按在正常运行和事故情况下，风管内爆炸危险气体和粉尘的浓度不大于爆炸下限的 20%计；

8 排除有爆炸危险气体和粉尘的局部排风系统，应设置消除静电的接地装置。

7.5.4 对排风系统中含有毒性、爆炸危险性物质的排气管路，应保持相对于路由区域一定的负压值。

7.5.5 净鞋室、更衣室、盥洗室和厕所等生产辅助房间，应采取通风措施。

7.5.6 洁净室(区)事故排风系统的设计，应符合下列规定：

1 事故排风区域的换气次数不应小于 12 次/h；

2 应设置自动和手动控制开关，手动控制开关应分别设置在

洁净室(区)和洁净室(区)外便于操作的地点;

3 应设置应急电源。

7.6 排 烟

7.6.1 洁净厂房中的疏散走廊,应设置机械排烟设施。

7.6.2 洁净厂房排烟设施的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。当同一防火分区的丙类洁净室(区)人员密度小于 0.02 人/ m^2 ,且安全疏散距离小于 $80m$ 时,洁净室(区)可不设机械排烟设施。

7.6.3 机械排烟系统宜与通风、净化空调系统分开设置;当合用时,应采取防火安全措施,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。

7.6.4 机械排烟系统的风量、排烟口位置、风机的设置,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

7.7 风管、附件

7.7.1 净化空调系统的新风吸入管应设置防倒灌装置;送、回风管宜设置调节阀。

7.7.2 净化空调系统风管的防火阀的设置,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定。

含有可燃、有毒气体或化学品的排风管道,不得设置熔片式防火阀。

7.7.3 净化空调系统的风管、配件、过滤器以及密封材料等,应根据输送空气的洁净度要求确定,并不得采用释放对电子产品有影响物质的材料。

7.7.4 洁净室(区)内排风系统的风管、阀门、附件的制作材料和涂料,应根据排除气体的物理化学性质及其所处的空气环境条件确定,并不得与所输送介质发生化学反应或引起安全事故的发生。

7.7.5 净化空调系统的送、回风总管上,应采取消声措施,并应满

足洁净室（区）内噪声控制的要求。洁净室（区）排风系统，应采取消声措施，并应满足室内外噪声标准的要求。

7.7.6 在集中设置的空气过滤器的前后，应设置测压孔或指针式压差计。在新风管、送风、回风总管段上，应设置风量测定孔。

7.7.7 风管附件及辅助材料的防火性能，应符合下列规定：

- 1 净化空调系统、排风系统的风管应采用不燃材料制作，但接触腐蚀性介质的风管和柔性接头可采用难燃防腐材料制作；
- 2 排烟系统的风管应采用不燃材料制作；
- 3 附件、保温材料和消声材料等均应采用不燃材料或难燃材料。

8 给水排水设计

8.1 一般规定

8.1.1 洁净厂房的给水排水干管应敷设在技术夹层或技术夹道内,并宜敷设在通行的技术夹层内。条件合适时,也可埋地敷设。洁净室(区)内管道宜暗装,与本房间无关的管道不应穿过。

8.1.2 穿过洁净室的水管道,应根据管内水温和所在房间的温度、湿度确定隔热防结露措施。当采取隔热防结露措施时,其外表面应光滑、平整。

8.1.3 给水排水管道穿过洁净室(区)墙壁、楼板和顶棚时应设置套管,管道和套管之间应采取密封措施。

8.2 给 水

8.2.1 洁净厂房内的给水系统应根据各种用途(包括工艺冷却水)对水质、水温、水压、水量的要求确定,宜按生产、生活、消防分别设置独立的给水系统。

8.2.2 当设有危险化学品储存和分配室时,应根据化学品的物理化学性能和人身安全的要求,设置紧急淋浴器和洗眼器,其给水管道应环形敷设布置。

8.2.3 给水管道的管材及附件的选择,应符合下列要求:

1 给水系统的管材和附件的选用,应满足生产工艺和系统工作参数的要求;

2 埋地管道应耐腐蚀,并应具有承受相应地面荷载的能力;

3 生产设备循环冷却水给水和回水管道,应按生产工艺和水质要求,采用不锈钢管、钢塑管、塑料管等,不宜采用焊接钢管;

4 阀门及附件应采用与管材相同的材质。

8.3 排 水

8.3.1 生产、生活排水系统应分别设置。生产排水系统应根据电子产品生产设备排出的废水性质、污染物浓度和水量等特点确定。有害废水应经废水处理达到国家或地方排放标准后排放。

8.3.2 洁净室(区)内与电子产品生产设备相连接的重力排水管道,应在排出口以下部位设置水封装置。排水系统应有完善的通气系统。

8.3.3 洁净室(区)内地漏等排水设施的设置,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定。

8.3.4 洁净厂房内宜采用不易积存污物、易于清洗的卫生设备。

8.4 雨 水

8.4.1 屋面雨水排水系统应确保能迅速、及时地将屋面雨水排至室外雨水管渠或室外。

8.4.2 屋面雨水排水管道的排水设计重现期不宜小于 10 年。

8.4.3 屋面雨水排水工程应设置溢流口、溢流堰、溢流管系等溢流设施。屋面雨水排水工程与溢流设施的总排水能力不应小于 50 年重现期的雨水量。

8.4.4 雨水斗的位置应确保雨水斗连接管和悬吊管不穿过洁净室(区)。

8.5 消防给水和灭火设备

8.5.1 洁净厂房必须设置消防给水系统。消防给水系统的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

8.5.2 洁净厂房消火栓的设置应符合下列规定:

1 洁净室(区)的生产层及上下技术夹层(不含不通行的技术夹层),应设置室内消火栓;

2 室内消火栓的用水量不应小于 10L/s,同时使用水枪数不

应少于 2 支,水枪充实水柱不应小于 10m,每只水枪的出水量不应小于 5L/s;

3 洁净厂房室外消火栓的用水量不应小于 15L/s。

8.5.3 洁净室(区)设置的固定灭火设施,应符合下列规定:

1 设置的自动喷水灭火系统,应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的有关规定。喷水强度不应小于 $8\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$,作用面积不应小于 160m^2 ;

2 设置的气体灭火系统,应符合现行国家标准《气体灭火系统设计规范》GB 50370 和《二氧化碳灭火系统设计规范》GB 50193 的有关规定;

3 存放可燃气体钢瓶的特气柜中应设置自动灭火设施。

8.5.4 洁净厂房内各场所应配置灭火器,并应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。

9 纯水供应

9.1 一般规定

9.1.1 电子产品生产用纯水系统的选择,应根据原水水质和产品生产工艺对水质的要求,并结合系统规模、材料及设备供应等情况,经技术经济比较确定。

9.1.2 纯水的输送干管应敷设在技术夹层或技术夹道内;洁净室(区)内的纯水支管宜暗装。

9.1.3 穿越洁净室(区)墙壁、楼板、顶棚的纯水管道应设套管,套管与管道之间应采取密封措施。

9.1.4 洁净室(区)内纯水管道的保温材料,不得产生污染物,外表面应平整、光滑、易于清洁。

9.2 纯水系统

9.2.1 纯水系统的设备配置除应满足所需水量和水质的要求外,还应满足运行灵活、安全可靠、便于操作管理、运行费用低等要求。

9.2.2 纯水的制备、储存和输送设备,应符合电子产品生产工艺的要求,并应符合下列规定:

1 纯水的制备、终端处理设备的选型和制造材料的选择,应满足供水水质、终端水质的要求;

2 纯水储罐、输送设备的选型和制造材料的选择,应确保水质污染少、密封性好,不得有渗气现象;

3 纯水制备、储存、输送设备应有效地防止水质降低。

9.2.3 纯水系统应采用循环供水方式,宜采用单管式循环供水系统或设有独立回水管的双管式循环供水系统,并应符合下列规定:

1 循环回流量应大于设计供水量的 30%;

- 2 干管流速应大于等于 1.5m/s;
- 3 不循环支管的长度不应大于管径的 6 倍;
- 4 干管应设置清洗口;
- 5 管道系统必须密封,不得有渗气现象;
- 6 应配备在线水质检测仪表;
- 7 对纯水水质要求严格的电子产品生产工艺,应采用双管式循环供水系统。

9.2.4 纯水系统中与纯水直接接触的设备表面应光洁、平整、化学性质稳定、耐腐蚀、易清洗、易消毒。

9.2.5 用于纯水系统的水质检测设备、量具、仪表,其连接不应使纯水水质降低,其检测范围和精度应符合纯水生产和检验的要求。

9.2.6 纯水精处理或终端处理装置宜靠近用水生产设备设置。

9.3 管材、阀门和附件

9.3.1 纯水系统管道材质的选用,应符合下列要求:

- 1 应满足纯水水质指标的要求;
- 2 材料的化学稳定性应好;
- 3 管道内壁光洁度应好;
- 4 不得有渗气现象。

9.3.2 纯水管道的阀门和附件的选用应符合下列规定:

- 1 应选择与管道相同的材质;
- 2 应选用密封好、结构合理、无渗气现象的阀门;
- 3 对纯水的水质要求严格的产品生产工艺用纯水系统,应采用隔膜阀。

10 气体供应

10.1 一般规定

10.1.1 洁净厂房内应根据生产的需求使用各种不同类型的特种气体、常用气体、干燥压缩空气,其气体品质应满足生产工艺要求。

10.1.2 常用气体的供气方式和供气系统,应根据气体用量、气体品质和当地的供气状况等因素,经技术经济比较后确定。

10.1.3 洁净厂房常用气体、特种气体的制备、储存、分配系统,除应符合本规范外,还应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《氢气站设计规范》GB 50177 和《氧气站设计规范》GB 50030 等的有关规定。

10.1.4 洁净厂房内的气体管道的干管,应敷设在技术夹层或技术夹道内。当与水、电管线共架时,比空气重的气体管道宜设在水、电管线下部;比空气轻的气体管道宜设在水、电管线上部。

10.1.5 洁净室(区)内的可燃气体管道和有毒气体管道应明敷,穿过洁净室(区)的墙壁或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取密封措施。

10.1.6 可燃气体管道和有毒气体管道不得穿过不使用此类气体的房间;当必须穿过时应设套管或双层管。

10.1.7 高纯气体管道设计应符合下列规定:

1 管径应按气体容许流量、压力或生产工艺设备确定,管外径不宜小于 6mm,壁厚不宜小于 1mm;

2 不得出现不易吹除的“盲管”等死空间;

3 管道系统应设置吹扫口和取样口。

10.1.8 洁净厂房的可燃气体管道系统应设置下列安全设施:

1 可燃气体管道设置阀门时应设置阀门箱,阀门箱应设置气

体泄漏报警和事故排风装置,报警装置应与相应的事故排风机联锁;

- 2 接至用气设备的支管和放散管,宜设置阻火设施;
- 3 引至室外的放散管,应设置防雷保护设施;
- 4 应设置导除静电的接地设施。

10.1.9 气体过滤器应根据产品生产工艺对气体洁净度的要求进行选择和配置。终端气体过滤器应设置在靠近用气点处。

10.2 常用气体系统

10.2.1 常用气体供应系统宜在工厂内或邻近处设置制气装置或采用外购液态气体、瓶装气体。

10.2.2 氢气、氧气管道的终端或最高点应设置放散管。氢气放散管口应设置阻火器。放散管引至室外,应高出本建筑的屋脊1m,并应采取防雨、防杂物侵入的措施。

10.2.3 气体纯化装置的设置,应符合下列要求:

- 1 气体纯化装置应根据气源和产品生产工艺对气体纯度、容许杂质含量要求选择;

- 2 气体纯化装置宜设置在气体纯化间(站)内。当洁净厂房设有气体入口室时,气体纯化间宜与气体入口室合建;

- 3 各类气体纯化装置宜设置在同一气体纯化间(站)内。若有特殊要求时,也可根据具体要求分别设置在各自的气体纯化间内;

- 4 气体终端纯化装置宜设置在邻近用气点处。

10.2.4 进入洁净厂房的气体管道控制阀门、气体过滤器、调压装置、压力表、流量计、在线分析仪等,宜集中设置在气体入口室。

10.2.5 气体纯化间(站)或气体入口室内,设有氢气等可燃气体纯化装置或管道时,气体纯化间(站)或气体入口室的火灾危险性应按甲类确定,并应符合下列规定:

- 1 应靠外墙设置,并应设置防爆泄压设施;

- 2 氢气等可燃气体引入管道上应设置自动切断阀；
- 3 应具有良好的自然通风,并应设置事故排风装置；
- 4 应设置气体泄漏报警装置,并应与事故排风装置联锁；
- 5 应设置导除静电的接地设施。

10.2.6 洁净厂房内的氧气管道等,应采取下列安全技术措施:

- 1 管道及阀门、附件应经严格的脱脂处理；
- 2 应设置导除静电的接地设施；
- 3 氧气引入管道上应设置自动切断阀。

10.2.7 各种常用气体的气瓶库应集中设置在洁净厂房外。当日用气量不超过 1 瓶时,气瓶可设置在洁净室(区)内,但应采取不积尘和易于清洁的措施。

10.2.8 气体管道和阀门应根据产品生产工艺要求选择,宜符合下列规定:

1 气体纯度大于或等于 99.999999%时,应采用内壁电抛光的低碳不锈钢管,阀门应采用隔膜阀;

2 气体纯度大于或等于 99.999%、露点低于 -76°C 时,宜采用内壁电抛光的低碳不锈钢管或内壁电抛光的钢管,阀门宜采用隔膜阀或波纹管阀;

3 气体纯度大于或等于 99.99%、露点低于 -60°C 时,宜采用内壁抛光的不锈钢管,除可燃气体管道宜采用波纹管阀外,其余气体管道宜采用球阀;

4 气体管道阀门、附件的材质宜与相连接的管道材质一致。

10.2.9 气体管道连接,应符合下列规定:

1 管道连接应采用焊接;

2 不锈钢管应采用氩弧焊,宜采用自动氩弧焊或等离子熔融对接焊;

3 管道与设备或阀门的连接,宜采用表面密封的接头或双卡套,接头或双卡套的密封材料宜采用金属垫或聚四氟乙烯垫;

4 管道与设备的连接应符合设备连接的要求。当采用软管

连接时,宜采用金属软管。

10.3 干燥压缩空气系统

10.3.1 洁净厂房内的干燥压缩空气系统应根据各类产品生产工艺要求、供气量和供气品质等因素确定,并应符合下列规定:

1 供气规模应按产品生产所需供气量和计入必要损耗量确定,并应设有一定的备用供气量;

2 供气品质应根据生产工艺对含水量、含油量、微粒粒径及其浓度等要求确定;

3 供气系统可集中设置在洁净厂房内的供气站或洁净厂房外的综合动力站;

4 应选用能耗少、噪声低的设备,宜选用无油润滑空气压缩机;

5 含水量要求严格时,宜选用加热再生吸附干燥装置。

10.3.2 干燥压缩空气管道内输送露点低于 -76°C 时,应采用内壁电抛光低碳不锈钢管或内壁电抛光不锈钢管;露点低于 -40°C 时,宜采用不锈钢管或热镀锌无缝钢管。阀门宜采用波纹管阀或球阀。

10.3.3 管道连接应符合下列规定:

1 宜采用焊接,不锈钢管应采用氩弧焊;

2 含水量露点严于 -40°C 时,用于管道连接的密封材料宜采用金属垫或聚四氟乙烯垫;

3 当采用软管连接时,宜采用金属软管。

10.4 特种气体系统

10.4.1 特种气体应采用外购钢瓶气体、液态气体供应,在电子工厂内应设置储存、分配系统。

10.4.2 洁净厂房内特种气体的储存分配间应采用耐火极限不低于2.0h不燃烧体的隔墙与洁净室(区)分隔,隔墙上的门窗应为甲

级防火门窗。

10.4.3 洁净室(区)内可燃或有毒的特种气体分配系统的设置,应符合下列规定:

1 特种气体钢瓶(含硅烷或硅烷混合物)应设置在具有连续机械排风的特气柜中;

2 排风机、泄漏报警、自动切断阀均应设置应急电源;

3 一个特气分配系统供多台生产设备使用时,应设置多路阀门箱;

4 可燃性、氧化性特种气体管道的设置应符合本规范第10.1和10.2节的有关规定。

10.4.4 特种气体分配系统应设置吹扫盘,并应符合下列规定:

1 应设置应急切断装置;

2 应设置过流量控制装置;

3 应设置手动隔离阀;

4 吹扫气源不宜采用常用气体系统;

5 不相容特种气体的吹扫盘不得共用吹扫气瓶。

10.4.5 硅烷或硅烷混合物的气瓶应存放在洁净厂房建筑外的储存区内。储存区的设置应符合下列规定:

1 储存区应至少三面敞开,气瓶应固定在钢制框架上;

2 气瓶或气瓶组与周围的构筑物或围栏的间距应大于3.0m;

3 储存区顶棚的高度应大于3.5m。

11 化学品供应

11.1 一般规定

11.1.1 洁净厂房内化学品的储存、输送方式,应根据产品生产工艺和化学品的品质、数量、物理化学特性等确定。

11.1.2 洁净厂房内使用的各类化学品应按照各自的物理化学特性分类和储存,并应符合现行国家标准《常用危险化学品的分类及标志》GB 13690 的有关规定。

11.1.3 在洁净室(区)内使用危险化学品的生产设备或空间,应采取相应的安全保护措施。

11.2 化学品储存、输送

11.2.1 洁净厂房内各种化学品储存间(区)的设置,应符合下列规定:

1 化学品储存间(区)的储量不应超过该化学品 24h 的消耗量;

2 化学品应按物化特性分类储存;当物化性质不容许同库储存时,应采用实体墙分隔;

3 危险化学品应储存在单独的储存间或储存分配间内,与相邻房间应采用耐火极限大于 1.5h 的隔墙分隔;

4 危险化学品储存、分配间宜靠外墙布置;

5 各类化学品储存、分配间应设置机械排风。机械排风应采用应急电源;

6 易爆化学品储存、分配间,应采用不发生火花的防静电地面;

7 输送易燃、易爆化学品的管道,应设置导除静电的接地

设施；

8 接至用户的输送易燃、易爆化学品的总管上，应设置自动和手动切断阀。

11.2.2 洁净厂房内采用容器传送危险化学品时，应符合下列规定：

1 严禁在出入口、疏散走廊储存和分配危险化学品。洁净厂房内运送易燃化学品的走廊应设置自动灭火系统；

2 运送危险化学品的推车运载量不得超过 250L；单个容器的容量不应超过 20L；

3 物理化学特性不相容的危险化学品不得采用同一推车运送。

11.2.3 当采用压力罐输送危险化学品时，应符合下列规定：

1 输送系统设备、管道应采用与所输送的化学品相容的材质；

2 压力罐应设置减压通风口，减压通风口的排气管应接至安全区域；

3 输送系统应只容许采用氮气增压；

4 在分配和使用处应设置手动切断阀；

5 应设置液位监控和自动关闭装置，并应设置溢流应对设施。

11.2.4 危险化学品的储存、分配间应设置排水系统，并应符合下列规定：

1 含可燃液体的排水，应排入相关的生产排水管道，不得排入易产生化学反应以及引起火灾或爆炸的排水管道；

2 物理化学特性不相容的化学品，应分别单独设置排水系统。

11.2.5 液态危险化学品的储存、分配间，应设置溢出保护设施，并应符合下列规定：

1 储存罐或罐组应设置保护堤，保护堤堤内容积应大于最大

储罐的容积或 20min 消防用水量；保护堤的高度不应低于 500mm；

2 化学品相互接触引起化学反应的可燃液体储罐或罐组之间，应设置隔堤，隔堤不得渗漏；管道穿过隔堤时应采用不燃材料密封。隔堤高度不应低于 400mm；

3 应设置液体泄露报警装置；

4 应设置紧急淋浴和洗眼器。

11.3 管材、阀门

11.3.1 化学品供应系统管道材质的选用，应按所输送化学品的物理化学性质确定，并应选择化学稳定性能良好和相容性好的材料。

11.3.2 输送腐蚀性化学品的管道，可直接采用非金属管材，但应设置保护套管。

11.3.3 化学品输送管路系统，对多台生产设备供应化学品时，应设置分配阀箱。

11.3.4 输送有机溶剂的管道材质，宜采用低碳不锈钢管；输送酸、碱类管道材质，宜采用聚四氟乙烯。用于管道系统的垫片，宜采用氟橡胶或聚四氟乙烯。

11.3.5 用于化学品管路的阀门材质应与管道材质一致。

12 电气设计

12.1 配 电

12.1.1 洁净厂房的用电负荷等级和供电要求,应根据电子产品生产工艺及设备要求和现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的有关规定确定。

12.1.2 洁净厂房低压配电电压等级应符合生产工艺设备用电要求。带电导体系统的型式宜采用单相二线制、三相三线制、三相四线制。系统接地型式宜采用 TN-S 或 TN-C-S 系统。

12.1.3 电子产品生产用主要工艺设备,应由专用变压器或专用低压馈电线路供电。对电源连续性有特殊要求的生产设备、动力设备,宜设置不间断电源或备用发电装置等。在洁净室(区)内宜设置独立的检修电源。

12.1.4 洁净厂房的净化空调系统(含制冷机),应由变电所专线供电。

12.1.5 洁净厂房的电源进线(不包括消防电源进线)应设置手动切断装置,手动切断装置宜设置在洁净室(区)外便于操作管理的场所。

12.1.6 洁净室(区)内的配电设备,应选择不易积尘、便于擦拭的小型、暗装设备,不宜设置落地安装的配电设备。配电设备宜设置在下技术夹层,并应在顶部设挡水设施。

12.1.7 洁净厂房的电气管线宜敷设在技术夹层或技术夹道内,宜采用低烟、无卤型电缆,穿线导管应采用不燃材料。洁净生产区的电气管线宜暗敷,电气管线管口及安装于墙上的各种电器设备与墙体接缝处应采取密封措施。

12.1.8 洁净厂房内,可燃气体或液体的储存、分配间的电气设

计,应根据可燃气体或液体的特性确定,并应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

12.2 照 明

12.2.1 洁净室(区)的主要生产用房间一般照明的照度值宜为300~500 lx;辅助工作室、人员净化和物料净化用室、气闸室、走廊等的照度值宜为200~300 lx。

12.2.2 对照度有特殊要求的电子产品生产部位应设置局部照明,其照度值应根据生产操作的要求确定。

12.2.3 洁净厂房备用照明的设置应符合下列规定:

- 1 洁净室(区)内应设备用照明;
- 2 备用照明宜作为正常照明的一部分,且不应低于该场所一般照明照度值的20%;
- 3 备用照明的电源宜由变电所专线供电。

12.2.4 洁净厂房内应设置供人员疏散用的应急照明,其照度不应低于5.0 lx。在安全出入口、疏散通道或疏散通道转角处应设置疏散标志。在专用消防口应设置红色应急照明指示灯。

12.2.5 洁净室(区)内照明光源,宜采用高效荧光灯。对有感光度要求的生产场所,宜采用黄色光源。

12.2.6 洁净室(区)内一般照明灯具的选择与布置,应符合下列规定:

- 1 洁净室(区)内宜采用吸顶明装、不易积尘、便于清洁的洁净灯具;
- 2 空气洁净度等级严于或等于5级的洁净室(区),宜采用泪珠型灯具;
- 3 当采用嵌入式灯具时,其安装缝隙应采取密封措施;
- 4 洁净室(区)内灯具的布置,不应影响气流流型,并应与送风口协调布置。

12.3 通信与安全保护装置

12.3.1 洁净厂房内应设置通信设施,通信设施的设置应符合下列要求:

1 洁净室(区)内应设置内外联系的通信设施。每个工序宜设置有线语音插座;

2 洁净室(区)内设置的无线通信系统,不得对电子产品生产设备造成干扰;

3 数据通信装置应根据管理及电子产品生产工艺的需要设置;

4 通信线路宜采用综合布线系统,综合布线系统的配线间不应设在洁净室(区)内。

12.3.2 洁净厂房应设置火灾自动报警系统,其防护等级应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。当防火分区面积超过现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定的最大建筑面积允许值时,保护等级应为一级。

12.3.3 洁净厂房的消防控制室不应设在洁净室(区)内。消防专用电话总机的设置应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定,并应在下列场所设置消防专用电话:

1 洁净室(区)的入口处;

2 应急处理中心;

3 中央控制室;

4 特种气体管理室。

12.3.4 洁净厂房内火灾探测器的设置应符合下列规定:

1 洁净生产区、技术夹层、机房、站房等均应设置火灾探测器,其中洁净生产区、技术夹层应设置智能型探测器;

2 当洁净厂房防火分区面积超过现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定时或顶部安装点式探测器不能满足现行规范设计要求时,在洁净室(区)内净化空调系统混入新风前的回

风气流中应设置灵敏度严于 0.01% obs/m 的早期烟雾报警探测器；

3 硅烷储存、分配间(区),应设置红外线-紫外线火焰探测器；

4 洁净生产区、走道和技术夹层(不包括不通行的技术夹层)应设置手动报警按钮和声光报警装置。

12.3.5 洁净厂房应设置火灾自动报警及消防联动控制。控制设备的控制及显示功能应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定,洁净室(区)火灾报警应进行核实,当确认火灾后,在消防控制室应对下列各项进行手动控制:

1 关闭有关部位的电动防火阀,停止相应的净化空调系统的送风机、排风机和新风机,并接收其反馈信号;

2 启动排烟风机,并接收其反馈信号;

3 在消防控制室或低压配电室,手动切断有关部位的非消防电源。

12.3.6 洁净厂房内下列场所应设置气体泄漏报警装置:

1 易燃、易爆、有毒气体的储存分配间(区);

2 易燃、易爆、有毒气体的气瓶柜和分配阀门箱内;

3 工艺设备的气体分配箱和排风管内。

12.3.7 洁净厂房内气体报警装置的联动控制,应符合下列规定:

1 应自动启动相应的事故排风装置;

2 应自动关闭相关部位的进气阀;

3 应自动关闭相关部位的电动防火门、防火卷帘门;

4 报警信号应发送至消防控制室和气体控制室。应自动启动泄漏现场的声光警报装置和应急广播。

12.3.8 洁净厂房内易燃、易爆、有毒气体泄漏报警值应为其爆炸下限值或允许浓度值的 20%。

12.3.9 洁净厂房设置的事故应急广播系统应符合现行国家标准

《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。洁净室(区)内应采用不影响空气洁净度等级的扬声器。

12.3.10 洁净厂房内的安全保护系统应设置应急电源。

12.3.11 洁净室(区)火灾报警、气体泄漏报警系统的控制、通讯和警报线路应采用阻燃型电缆,电缆敷设应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

12.3.12 洁净厂房内的各类安全保护系统均应可靠接地,系统接地应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

12.4 自动控制

12.4.1 洁净厂房的自动控制系统宜采用集散式网络结构,并应具有稳定、可靠、节能、开放和可扩展性。

12.4.2 洁净厂房应对净化空调、供热、供冷、纯水和气体供应等系统进行自动监控。

12.4.3 洁净室(区)内外的压差监测,宜采用压差变送器通过控制系统调节洁净室(区)的送风量或回风量。

12.4.4 净化空调系统采用电加热器时,电加热器与风机应连锁控制,并应设置无风、超温断电保护;当采用电加湿器时,应设置无水、无风断电保护。

12.4.5 在满足生产工艺要求的前提下,宜对风机、水泵等动力设备采取变频调速等节能控制措施。

12.5 接地

12.5.1 功能性接地、保护性接地、电磁兼容性接地、建筑防雷接地宜采用共用接地系统。接地电阻值应按其中最小值确定,且不应大于 1Ω 。

12.5.2 当电子设备的功能接地要求分开设置时,应设有防止雷电反击设施。分开设置的接地系统接地极应与共用接地系统接地

极保持 20m 以上的间距。

12.5.3 洁净厂房防雷接地设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

13 防静电与接地设计

13.1 一般规定

13.1.1 洁净厂房应根据生产工艺要求设置防静电环境。防静电环境设计应满足抑制或减少静电的产生,以及将已产生的静电迅速、安全、有效地排除的要求。

13.1.2 防静电环境设计应按电子产品或生产工序(设备)进行分级。防静电环境内静电电位绝对值应小于电子产品的静电电位安全值。防静电环境设计应分为三级,防静电环境设计分级适用场所应符合表 13.1.2 的要求。

表 13.1.2 防静电环境设计分级适用场所

防静电级别	静电电位绝对值 V	适用场所
一级	≤ 100	1. 半导体器件、集成电路、平板显示器制造和测试的场所 2. 电子产品生产过程中操作 1 级静电敏感器件制造和测试的场所
二级	≤ 200	1. 静电敏感精密电子仪器的测试和维修场所 2. 静电敏感电子器件制造和测试的场所
三级	≤ 1000	除一级、二级场所以外的电子器件和整机的组装、调试场所

13.2 防静电措施

13.2.1 洁净厂房防静电环境中,防静电地面的面层结构和材料应符合下列要求:

1 防静电地面面层的选择,应满足电子产品生产工艺的要求;

2 防静电地面的表层应采用静电耗散性材料,静电耗散性材料表面电阻率应为 $2.5 \times 10^4 \sim 1 \times 10^9 \Omega$;

3 防静电地面应设置导静电泄放设施和接地连接,其地面对地泄放电阻值应为 $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^8 \Omega$ 。

13.2.2 洁净厂房防静电环境的吊顶、墙面和柱面的装饰设计,应符合下列要求:

1 一级防静电工作区的地面、墙面和柱面应采用导静电型。导静电型地面、墙面、柱面的表面电阻、对地电阻应为 $2.5 \times 10^4 \sim 1 \times 10^6 \Omega$,摩擦起电电压不应大于 100V,静电半衰期不应大于 0.1s;

2 二级防静电工作区的地面、墙面、柱面、顶棚、门和软帘应采用静电耗散型。静电耗散型地面、墙面、柱面和顶棚、门的表面电阻、对地电阻应为 $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^9 \Omega$,摩擦起电电压不应大于 200V,静电半衰期不应大于 1s,但软帘的摩擦起电电压不应大于 300V;

3 三级防静电工作区的地面、墙面和柱面宜根据生产工艺要求采用静电耗散型材料或低起电材料,顶棚、门等宜采用低起电材料。选用静电耗散型材料的地面、墙面和柱面,应符合本条第 2 款的要求;选用低起电材料的地面、墙面、柱面、顶棚、门等的摩擦起电电压不应大于 1000V。

13.2.3 洁净厂房防静电环境的门窗设计,应符合下列要求:

1 应选用静电耗散材料制作门窗或采用耗散材料贴面;

2 金属门窗表面应涂刷静电耗散性涂层,并应接地;

3 室内隔断和观察窗安装大面积玻璃时,玻璃表面应粘贴静电耗散性透明薄膜或喷涂静电耗散性涂层。

13.2.4 洁净厂房防静电环境的装修设计应符合下列要求:

1 各类装修材料应具有表面静电耗散性能,不得使用未经表

面改性处理的高分子绝缘的装饰材料；

2 各类装修的饰面应平整光滑。

13.2.5 洁净厂房防静电环境的净化空调系统送风口和风管,应选用导电材料制作,并应接地。

13.2.6 洁净厂房防静电环境的净化空调系统、各种配管使用部分绝缘性材质时,应在其表面安装金属网,并应将其接地。当使用导电性橡胶软管时,应在软管上安装与其紧密结合的金属导体,并应采用接地引线与其可靠连接接地。

13.2.7 洁净厂房防静电环境中,应根据生产工艺的需要设置静电消除器、防静电安全工作台。

13.3 防静电接地

13.3.1 洁净厂房内金属物体包括洁净室(区)的墙面、门窗、吊顶的金属骨架,应与接地系统做可靠连接;导静电地面、活动地板、工作台面、座椅等应做静电接地。

13.3.2 静电接地的连接线应有足够的机械强度和化学稳定性,其主干线截面不应小于 95mm^2 ,支线最小截面应为 2.5mm^2 。

13.3.3 与人体接触的静电接地应串接限流电阻,限流电阻的阻值宜为 $1\text{M}\Omega$ 。

13.3.4 对电子产品生产过程中产生静电危害的设备、流动液体、气体或粉体管道,应采取防静电接地措施,其中有爆炸和火灾危险的设备、管道应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

14 噪声控制

14.1 一般规定

14.1.1 洁净厂房的噪声控制,应满足电子产品生产的要求,并保持工作人员具有舒适、安全的环境。

14.1.2 洁净厂房的噪声控制设计应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87 的有关规定。

14.1.3 洁净室(区)的噪声控制设计的噪声级(空态)应符合本规范第 3.2.5 条的规定。

14.1.4 洁净室(区)的噪声频谱限制值,应采用倍频程声压级,各频带声压级应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定。

14.2 噪声控制设计

14.2.1 洁净厂房的平面、空间布置时,应根据噪声控制要求布置,宜集中布置发声设备。

14.2.2 洁净室(区)内的各种设备均应选用低噪声产品。对于辐射噪声值超过规定的设备,应根据设备的特性、外形尺寸等因素,采取降低声源噪声的隔声设施。洁净室的围护结构应具有良好的隔声性能。

14.2.3 净化空调系统、公用动力设备和输送管道等洁净厂房的主要噪声源,应采取隔声、消声、隔振等噪声控制措施。空调机房、动力站房宜采取下列措施:

- 1 围护结构宜采取吸声和隔声处理;
- 2 对辐射噪声值超过规定的设备,应设置隔声屏、隔声罩或悬挂吸声体等;

3 机房、站房内控制室的围护结构,宜采用隔声性能良好的材料。

14.2.4 洁净室(区)内的各类排风系统(不包括事故排风系统)应设置消声器等降噪设施。

15 微振控制

15.1 一般规定

15.1.1 洁净厂房的微振控制设施的设计应分阶段进行,应包括设计、施工和投产等各阶段的微振动测试、厂房建筑结构微振控制设计、动力设备隔振设计和精密仪器设备隔振设计等。

15.1.2 设计有微振控制要求的洁净厂房时,应符合下列规定:

1 总平面布置时,应核实相邻厂房、建筑物或构筑物对精密设备、仪器的振动影响;

2 设有精密设备、仪器的洁净厂房,其建筑基础构造、结构选型、隔振缝的设置、洁净室装修等应按微振控制要求设计;

3 对设有精密设备、仪器的洁净室(区)有振动影响的动力设备及其管道,应采取主动隔振措施;

4 洁净室(区)内精密设备、仪器,经测试确认受到周围振动影响时,应采取被动隔振措施。

15.2 容许振动值

15.2.1 微振动控制设计应根据精密仪器、设备的特性,采取综合隔振措施,并应满足容许振动值的要求。

15.2.2 精密设备、仪器的容许振动值物理量的表述,应采用时间域或频率域的振动加速度、振动速度和振动位移等。

15.2.3 精密仪器、设备的容许振动值,应由制造商提供。无法确定时,可按本规范附录 C 或根据其工作特性确定。

15.3 微振动控制设计

15.3.1 洁净厂房的微振动控制设计,应按下列阶段进行微振动

测试分析：

- 1 场地环境振动测试及分析；
- 2 洁净厂房建筑结构振动特性测试及分析；
- 3 精密设备、仪器安装地点环境振动测试及分析；
- 4 微振动控制的最终测试及分析。

15.3.2 有微振动控制要求的洁净室（区），其建筑结构的微振动控制设计，应符合下列规定：

- 1 建筑物基础宜置于动力性能良好的地基土上，且基础应有足够刚度；
- 2 应设置独立的建筑结构微振动控制体系，并应与厂房主体结构分隔；
- 3 主体结构应根据微振动控制的要求，适当加大梁、柱、墙、基础等截面尺寸。

15.3.3 有强烈振动的设备和管道，宜采取主动隔振措施，并应符合下列要求：

- 1 宜采用隔振台（座）；
- 2 应选用刚度适当的隔振器；
- 3 通往洁净室（区）的管道，宜采取隔振支（吊）架、柔性连接等隔振措施。

15.3.4 洁净室内精密设备、仪器的被动隔振措施的设计，应符合下列要求：

- 1 隔振台（座）应具有足够的刚度；
- 2 应采用低刚度隔振设施；
- 3 隔振系统各向阻尼比不应小于 0.15；
- 4 隔振台（座）应采取倾斜校正措施；
- 5 隔振设施不应影响气流流型；
- 6 当采用空气弹簧隔振器时，其供气系统应进行净化处理，并应达到洁净室空气洁净度等级的要求。

附录 A 各类电子产品生产对空气 洁净度等级的要求

表 A 各类电子产品生产对空气洁净度等级的要求

产品、工序		空气洁净度等级	控制粒径(μm)
半导体材料	拉单晶	6~8	0.5
	切、磨、抛	5~7	0.3~0.5
	清洗	4~6	0.3~0.5
	外延	4~6	0.3~0.5
芯片制造	氧化、扩散、清洗、刻蚀、薄膜、离子注入、CMP	2~5	0.1~0.5
	光刻	1~5	0.1~0.3
	检测	3~6	0.2~0.5
	设备区	6~8	0.3~0.5
封装	划片、键合	5~7	0.3~0.5
	封装	6~8	0.3~0.5
TFT-LCD	阵列板(薄膜、光刻、刻蚀、剥离)	2~5	0.2~0.3
	成盒(涂复、磨擦、液晶注入、切割、磨边)	3~6	0.2~0.3
	模块	4~6	0.3~0.5
	彩膜板	2~5	0.2~0.3
	STN-LCD	6~7(局部5级)	0.3~0.5
HDD	制造区	3~4	0.1~0.3
	其他区	6~7	0.3~0.5

续表 A

产品、工序		空气洁净度等级	控制粒径(μm)
PDP	核心区	6~7	0.3~0.5
	支持区	7~8	0.3~0.5
锂电池	干工艺	6~7	0.5
	其他区	7~8	0.5
彩色显像管	涂屏、电子枪 装配、荧光粉	6~7	0.5
	锥石墨涂覆、荫 罩装配	8	0.5
	表面处理	5~7	0.5
电子仪器、微型计算机装配		8	(0.5)
高密磁带制造		6~8(局部 5 级)	(0.5)
印制版的照相、制版、干膜		7~8	(0.5)
光导纤维	预制棒	6~7	0.3~0.5
	拉丝	5~7	0.3~0.5
	光盘制造	6~8	0.3~0.5
磁头生产	核心区	5	0.3
	清洗区	6	0.3
片式陶瓷 电容、片式 电阻等制 造	丝印、流延	8	0.5
声表面波 器件制造	光刻、显影	5	0.3~0.5
	镀膜、清洗、划 片、封帽	6	0.5

附录 B 电子产品生产间/工序的火灾危险性分类举例

表 B 电子产品生产间/工序的火灾危险性分类举例

生产类别	举 例
甲	磁带涂布烘干工段 有丁酮、丙酮、异丙醇等易燃化学品的储存、分配间 有可燃/有毒气体的储存、分配间
乙	印制线路板厂的贴膜曝光间、检验修版间 彩色荧光粉的蓝粉着色间
丙	半导体器件、集成电路工厂的外延间 ^① 、化学气相沉积间 ^① 、清洗间 ^① 液晶显示器件工厂的 CVD 间 ^① ，显影、刻蚀间，模块装配间，彩膜生产间 计算机房记录数据的磁盘储存间 彩色荧光粉厂的生粉制造间 荫罩厂(制版)的曝光间、显影间、涂胶间 磁带装配工段 集成电路工厂的氧化、扩散间，光刻间，离子注入间，封装间
丁	电真空显示器件工厂的装配车间、涂屏车间、荫罩加工车间、屏锥加工车间 ^② 半导体器件、集成电路工厂的拉单晶间，蒸发、溅射间，芯片贴片间 液晶显示器件工厂的溅射间、彩膜检验间 光纤预制棒工厂的 MCVD、OVD 沉积间，火抛光、芯棒烧缩及拉伸间、光纤拉丝区 彩色荧光粉厂的蓝粉、绿粉、红粉制造间
戊	半导体器件、集成电路工厂的切片间、磨片间、抛光间 光纤、光缆工厂的光纤筛选、检验区，光缆生产线 ^③

注：① 表中房间在设备密闭性良好，并设有气体或可燃蒸气报警装置和灭火装置时，应按丙类设防；否则仍应按甲类设防。

② 屏锥加工车间中低熔点玻璃配制和低熔点玻璃涂复间面积超过本层或防火分区总面积 5% 时，生产类别应为乙类设防。

③ 光缆外皮采用发泡塑料时，该生产线应为丙类。

附录 C 精密仪器、设备的容许振动值举例

表 C 精密仪器、设备的容许振动值举例

序号	精密仪器设备名称	振动位移 (μm)	振动速度 (mm/s)
1	每毫米刻 3600 线以上的光栅刻线机	—	0.01
2	每毫米刻 2400 线以上的光栅刻线机	—	0.02
3	每毫米刻 1800 线的光栅刻线机、自控激光光波比长仪及光栅刻线检刻机、80 万倍电子显微镜、精度 $0.03\mu\text{m}$ 光波干涉孔径测量仪、14 万倍扫描电镜、精度 $0.02\mu\text{m}$ 柯氏干涉仪、精度 0.01μ 双管乌氏光管测角仪	—	0.03
4	每毫米刻 1200 线的光栅刻线机、6 万倍显微镜、 $\nabla 14$ 光洁度干涉显微镜、 $\nabla 13$ 光洁度测量仪、光导纤维拉丝机、胶片和相纸挤压涂布机、声表面波器件制版机	1.5	0.05
5	每毫米刻 600 线的光栅刻线机、立式金相显微镜、 AC_4 型检流计、 $0.2\mu\text{m}$ 分光镜(测角仪)、高精度机床装配台、超微粒干板涂布机	—	0.10
6	精度 $1\mu\text{m}$ 的立式(卧式)光学比较仪、投影光学仪、测量计	—	0.20

附录 D 洁净室(区)性能测试和认证

D.1 通 则

D.1.1 洁净室(区)应定期进行性能测试。以认证洁净室(区)始终符合本规范的要求。

D.1.2 洁净室(区)性能测试认证工作,应由专门检测认证单位承担,并应提交检测报告。

D.1.3 测试和认证工作之前,系统应达到稳定运行。测试仪表应在标定证书有效使用期内。

D.1.4 洁净室(区)的占用状态应有空态、静态、动态,其性能测试和认证宜为静态或动态。

D.2 洁净室(区)性能测试要求

D.2.1 确认洁净室(区)符合本规范要求,应进行下列基本测试:

- 1 空气洁净度等级测定;
- 2 静压差;
- 3 风速或风量。

D.2.2 空气洁净度等级、静压差、风速或风量的认证测试的最长时间间隔应符合表 D.2.2-1 和表 D.2.2-2 的规定。

表 D.2.2-1 空气洁净度等级认证的测试要求

空气洁净度等级	最长时间间隔(月)	测试方法
1~5	6	见 D.3.4
6~9	12	见 D.3.4

表 D. 2. 2-2 静压差和风速或风量认证的测试要求

测试项目	最长时间间隔(月)	测试方法
风速或风量	12	见 D. 3. 1
静压差	12	见 D. 3. 2

注:1 若洁净室(区)运行中已对粒子浓度、风速、静压差进行连续监测,且其测试值均符合本规范要求时,认证的测试时间间隔可延长。具体间隔时间,可与认证单位洽商。

2 空气洁净度等级认证,可在静态或动态检测,洽商确定。

3 风量测定,应采用风速计在风口或风管测定。

D. 2. 3 电子工业洁净室(区)的认证测试,除空气洁净度等级、静压差、风速或风量测试外,还应根据需要进行表 D. 2. 3 规定的洽商选择测试项目。

表 D. 2. 3 洁净室(区)洽商选择的测试项目

测试项目	空气洁净度等级	建议最长的时间间隔 (月)	测试方法
已安装过滤器泄漏	所有洁净度等级	24	见 D. 3. 3
气流流型目测		24	见 D. 3. 5
温度		12	见 D. 3. 6
相对湿度		12	见 D. 3. 6
照度		24	见 D. 3. 8
噪声		>12	见 D. 3. 7
自净时间		>24	见 D. 3. 10
密闭性		>24	见 D. 3. 11

D. 3 洁净室测试方法

D. 3. 1 风量或风速测试,应符合下列规定:

1 对于单向流洁净室,应采用截面平均风速和截面乘积的方法确定送风量,并应取离高效过滤器 300mm 垂直于气流的截面作为测试平面。应将测试平面分成相等的栅格,每个栅格尺寸应为 600mm×600mm 或末端空气过滤器尺寸,测点应在栅格中心或不应少于 3 点。每一点的测试时间不应少于 10s。应记录平均

值、最大值和最小值,并应以算术平均值作为平均风速。

2 对于非单向流洁净室,每一点的测试时间不应少于 10s。

3 在每个末端空气过滤器或散流器处,应采用风口法、风管法、风罩法等测量送风风速确定送风量,每个测试位置的测点数不应少于 3 点。

D.3.2 静压差测试,应符合下列规定:

1 静压差的测定应在所有的门关闭时进行。

2 仪器宜采用各种型式的微压计,仪表灵敏度应小于 1.0Pa。

3 洁净厂房有多个洁净室(区)时,应从最里面的房间与相邻房间的压差测试开始,并按顺序向外进行检测。

D.3.3 已安装的空气过滤器泄漏测试,应符合下列规定:

1 仪器应使用采样量大于 1 l/min 的光学粒子计数器。

2 应在过滤器上风侧引入大于等于 $0.1\mu\text{m}$ ($0.5\mu\text{m}$) 粒子,粒子浓度应大于 $3.5 \times 10^7 \text{P}/\text{m}^3$ 的大气尘或其他气溶胶;在过滤器下风侧应用粒子计数器的等动力采样头放在距离被检过滤器表面 20~30mm 处,并应以 5~20mm/s 速度移动。应检测包括过滤器的整个面和过滤器周边、过滤器框架及其密封处的扫描。

D.3.4 洁净度的检测,应符合下列规定:

1 应使用采样量大于 1 l/min 光学粒子计数器,应根据粒径鉴别能力、粒子浓度适用范围和计数效率等要求选用仪器。仪器应有有效的标定合格证书。

2 最少采样点应按下式计算:

$$N_L = A^{0.5} \quad (\text{D.3.4-1})$$

式中 N_L ——最少采样点;

A ——洁净室或被控洁净区的面积(m^2)。

采样点应均匀分布于洁净室(区)的整个面积内,并应位于工作区的高度。

3 每一采样点的每次采样量应按下式确定:

$$V_s = \frac{20}{C_{n,m}} \times 100 \quad (\text{D. 3. 4-2})$$

式中 V_s ——每个采样点的每次采样量,以 l 表示,当 V_s 很大时,可使用顺序采样法。每个采样点的最小采样时间为 1min ,采样量应至少为 $2l$;

$C_{n,m}$ ——被测洁净室空气洁净度等级的被测粒径的限值 (p/m^3);

20——在规定被测粒径粒子的空气洁净度等级限值时,可测到的粒子颗数(颗)。

4 当洁净室(区)仅有一个采样点时,则在该点应至少采样 3 次。

D. 3. 5 气流流型的检测,应符合下列规定:

1 气流流型的检测,宜采用气流目测法。

2 气流目测法有示踪线法、示踪剂注入法,并应用图像处理技术记录和处理。示踪线法所用纤维或示踪剂的微粒都不应成为洁净室(区)的一种污染源。

3 示踪线法应为通过观察放置在测试杆末端或气流中细钢丝格栅上的丝线或单根尼龙纤维等,直接目测得到气流方向或因干扰引起的波动。

4 示踪剂注入法,可采用纯水喷雾或化学法生成的乙醇/正二醇等示踪剂粒子的特性,在高强度光源下进行观察或做成图像。

5 应采用图像处理技术进行气流目测,本法一般是与示踪法结合,将在摄像机或膜上的粒子图像等经技术处理得到气流特性。

6 气流目测的测点位置、仪器等,应根据洁净室(区)的具体条件洽商确定。

D. 3. 6 温度、相对湿度的检测,应符合下列规定:

1 温度、相对湿度的检测应在洁净室(区)内气流分布均匀状态测试,并应在净化空调系统试运转合格后安排进行。温度、相对湿度检测应在净化空调系统已经运转,并应至少稳定运行 1.0h

后进行。

2 相对湿度检测应将洁净工作区划分为等面积网格,每格最大面积应为 100m^2 ,应每格一个测点,但每个房间不应少于 2 个测点。

3 检测用探测器应设在洁净室(区)内的工作高度,且距洁净室(区)的吊顶、墙和地面不应少于 300mm 。并应考量洁净室(区)内可能存在的热源的影响。

4 检测时间应至少 1.0h ,并应至少 6min 进行 1 次(30s)读数、记录。

D.3.7 噪声检测,应符合下列规定:

1 洁净室(区)内的噪声检测应采用带倍频程分析的声级计。

2 洁净室(区)内的噪声检测点应根据电子产品生产工艺要求确定。噪声检测点宜距地面 $1.1\sim 1.5\text{m}$,距墙应大于 3m ;检测点的布置宜按洁净室(区)面积均分,宜每 100m^2 设一检测点。

D.3.8 照度测试,应符合下列规定:

1 洁净室(区)内照度检测宜采用便携式自动记录照度计。

2 照度检测应在室内温度稳定、光源光输出稳定后进行。洁净室(区)照度检测不应包括生产设备等的局部照明和备用照明。

3 照度检测点应设在工作高度,宜距地面 0.85m ,应每 25m^2 设一个测点。

D.3.9 微振检测,应符合下列规定:

1 洁净室(区)内有微振控制要求的场所的检测,应采用符合精密设备、仪器容许振动值要求的微振测试分析系统进行分阶段测试。

2 微振检测点应根据洁净室(区)内需进行微振控制的精密设备、仪器的布置和微振控制设计的要求设置,一般检测点应设在微振控制相关的地面、楼面、基础面等。

3 微振控制的检测应由具有相应资质的单位进行。现场检测数据等应经过科学分析后,提供微振控制检测报告,应包括检测

数据的分析、结论等。

D.3.10 自净时间检测,应符合下列规定:

1 自净时间的检测,宜用于非单向流洁净室。

2 自净时间的检测,宜采用大气尘或烟雾发生器等人工尘源为基准,并宜以粒子计数器进行检测,同时应符合下列要求:

1)以大气尘为基准时,则必须将洁净室停止运行相当时间,在室内含尘浓度已接近于大气浓度时,测出洁净室内靠近回风口处的含尘浓度(N_0)。然后开机,定时读数(一般可设置每间隔 6s 读数一次),直到回风口处的含尘浓度恢复到原来的稳定状态,记录下所需的时间(t)。

2)以人工尘源为基准时,应将烟雾发生器放置在离地面 1.8m 以上室中心,发烟 1~2min 后停止,等待 1min,测出洁净室内靠近回风口处的含尘浓度(N_0)。然后开机,方法同上。

3 由初始浓度(N_0)、室内达到稳定的浓度(N)、实际换气次数(n),可得到计算自净时间(t_0),与实测自净时间(t)进行对比,如果 $t \leq 1.2t_0$,为合格。

4 自净时间检测方法除上述方法外,还有微粒浓度变化率评估法等。自净时间检测方法应洽商确定。

D.3.11 密闭性检测,应符合下列规定:

1 密闭性检测或称抑制渗漏测试,是测定洁净室(区)有无受污染的空气从周围具有相同或不相同静压的较低洁净度等级的洁净室(区)或非洁净室(区)侵入。本检测一般用于 ISO 1~5 级洁净室(区)。

2 采用粒子计数器法检测洁净室(区)的密闭性,检测时应先测量紧靠被测围护结构表面外部的悬浮粒子浓度,一般此浓度应比洁净室(区)内浓度大 10^4 ,并大于等于 3.5×10^6 个/ m^3 待测粒径的粒子。

3 洁净室(区)的施工接缝,包括对墙板、吊顶的接缝和管线、

灯具等的接缝的渗漏检测,应在被测部位的 50~100mm 处扫描,其扫描速度为 50mm/s。

洁净室敞开门处的渗漏检测,应在距离门 0.3~3.0m 处测定洁净室内的悬浮粒子浓度。

记录并报告比测得的外部相同粒径粒子浓度大于 10^{-3} 倍的读数和位置。

D.4 认 证

D.4.1 洁净厂房性能测试认证前,应由业主与认证单位签订协议书,协议书中应明确检测项目、测点位置及数量、测量要求和限值等,如测量空气悬浮粒子浓度采样点数、每次最少的空气采样量、采样时间、每个采样点的测量次数、测量时间间隔、被计数粒子的粒径,以及粒子数的限值等。

D.4.2 按协议书规定及本附录第 D.2 节的要求,以及本附录第 D.3 节的方法进行测试,若测试结果在规定的限值之内,说明该洁净室(区)符合规定要求。若测试结果超过规定的限值,说明该洁净室(区)不符合要求,应进行改进,在完成改进工作之后,应进行再认证。

D.4.3 每次性能测试或再认证测试应作记录,并提交性能合格或不合格的综合报告。测试报告应包括下列内容:

- 1 测试机构的名称、地址;
- 2 测试日期和测试者签名;
- 3 执行标准的编号及标准出版日期;
- 4 被测试洁净室(区)的地址、测试项目、测点的特定编号及坐标图;
- 5 被测洁净室(区)的空气洁净度等级、被测粒径、被测洁净室(区)所处的状态、气流流型和静压差、全部采样点坐标图上注明所测的粒子浓度;
- 6 测量用仪器的编号和标定证书;测试方法细则及测试中特

殊情况；

- 7 测试结果包括所有测试项目的记录数据、分析结论等；
- 8 对异常测试值进行说明及数据处理；
- 9 注明上次的测试日期；
- 10 设施的测试档案可作为下次检测计划的依据。

D.4.4 测试机构应提交洁净室检验证书、再检验证书。

D.5 记 录

D.5.1 记录保存应符合质量控制程序的要求。

D.5.2 应按常规或定期的测试方法和仪表检测，将初始观察记录、计算、数据处理和最终报告，以及测试评价、报告人员签名和日期进行存档。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

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用词:

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用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

电子工业洁净厂房设计规范

GB 50472 - 2008

条文说明

目 次

1	总 则	(73)
3	电子产品生产环境设计要求	(74)
3.1	一般规定	(74)
3.2	生产环境设计要求	(76)
4	总体设计	(87)
4.1	位置选择和总平面布置	(87)
4.2	洁净室型式	(89)
4.3	洁净室布置和综合协调	(92)
5	工艺设计	(94)
5.1	一般规定	(94)
5.2	工艺布局	(94)
5.3	人员净化	(96)
5.4	物料净化	(98)
5.5	设备及工器具	(99)
6	洁净建筑设计	(102)
6.1	一般规定	(102)
6.2	防火和疏散	(103)
6.3	室内装修	(109)
7	空气净化和空调通风设计	(111)
7.1	一般规定	(111)
7.2	气流流型和送风量	(112)
7.3	净化空调系统	(115)
7.4	空气净化设备	(118)
7.5	采暖、通风	(120)

7.6	排烟	(122)
7.7	风管、附件	(123)
8	给水排水设计	(125)
8.1	一般规定	(125)
8.2	给水	(126)
8.3	排水	(127)
8.4	雨水	(128)
8.5	消防给水和灭火设备	(128)
9	纯水供应	(130)
9.1	一般规定	(130)
9.2	纯水系统	(131)
9.3	管材、阀门和附件	(132)
10	气体供应	(134)
10.1	一般规定	(134)
10.2	常用气体系统	(137)
10.3	干燥压缩空气系统	(139)
10.4	特种气体系统	(140)
11	化学品供应	(143)
11.1	一般规定	(143)
11.2	化学品储存、输送	(144)
11.3	管材、阀门	(146)
12	电气设计	(148)
12.1	配电	(148)
12.2	照明	(149)
12.3	通信与安全保护装置	(150)
12.4	自动控制	(153)
12.5	接地	(154)
13	防静电与接地设计	(156)
13.1	一般规定	(156)

13.2	防静电措施	(156)
13.3	防静电接地	(158)
14	噪声控制	(160)
14.1	一般规定	(160)
14.2	噪声控制设计	(160)
15	微振控制	(162)
15.1	一般规定	(162)
15.2	容许振动值	(162)
15.3	微振动控制设计	(163)

1 总 则

本规范是电子工业洁净厂房设计的国家标准,适用于各种类型电子产品生产用新建、扩建和改建的洁净厂房设计。由于各类电子工业洁净厂房内所生产的电子产品及其生产工艺各不相同,它们对生产环境包括空气环境和直接与产品生产过程接触的各类介质都有一定的要求。近年来以微电子产品为代表的高新技术发展迅速,微电子产品生产过程对生产环境要求十分严格,对生产过程所需高纯物质——高纯气体、高纯水、各类化学品的纯度及其杂质含量要求更为严格,对微振控制、噪声控制和防静电控制也有严格的要求。因此本规范根据电子工业洁净厂房的特点制定工程设计中应该遵循的相关规定,确保工程设计做到技术先进、经济适用、安全可靠、节约资源,满足电子产品生产工艺的需求。

3 电子产品生产环境设计要求

3.1 一般规定

3.1.1~3.1.3 随着科学技术的发展,电子产品生产日新月异,以微电子产品为代表的各种电子产品生产技术发展迅速。现代电子产品要求微型化、精密化、高纯度、高质量和高可靠性,以人们熟悉的手机、笔记本电脑为例,它所使用的集成电路、电子元器件以及其组装的生产过程都要求在受控环境条件下进行操作,其中以集成电路生产过程对受控环境的要求尤为严格,当今线宽为 45nm 的超大规模集成电路产品已投入生产,其受控生产环境——洁净室(区)的受控粒子尺寸要求小于 $0.02\ \mu\text{m}$ 甚至更小。表 1 是超大规模集成电路的发展及相应控制粒子的粒径。集成电路产品的生产和研究表明,超大规模集成电路生产所需受控环境不仅严格控制微粒,而且还需严格控制生产环境的化学污染物和直接与产品生产过程接触的各种介质——高纯水、高纯气体、化学品的纯度和杂质含量,表 2 是超大规模集成电路对化学污染物的控制指标。表 3 是大规模集成电路的工艺发展。

表 1 超大规模集成电路发展与相应控制粒子的粒径

投产年代	1997	1999	2001	2003	2006	2009	2012
项目							
集成度(DRAM)	256M	1G	1G	4G	16G	64G	256G
线宽(μm)	0.25	0.18	0.15	0.13	0.10	0.07	0.05
控制粒子直径(μm)	0.125	0.09	0.075	0.065	0.05	0.035	0.025

表 2 超大规模集成电路对化学污染物的控制指标

项目	年份					
	1995	1997~1999	1999~2001	2003~2004	2006~2007	2009~2010
集成度(DRAM)	64M	256M	1G	4G	16G	64G
线宽(μm)	0.35	0.25	0.18~0.15	0.13	0.10	0.07
硅片直径(μm)	200	200	300	300	400~450	400~450
受控粒径(μm)	0.12	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02
粒子数(栅清洗) (个· cm^{-2})	1400	950	500	250	200	150
重金属(Fe) (原子· cm^{-2})	5×10^{10}	2.5×10^{10}	1×10^{10}	5×10^9	2.5×10^9	$< 2.5 \times 10^9$
有机物(C) (原子· cm^{-2})	1×10^{14}	5×10^{13}	3×10^{13}	1×10^{13}	5×10^{12}	3×10^{12}

表 3 大规模集成电路的工艺发展

工艺特征	年份							
	1980	1984	1987	1990	1993	1996	1999	2006
硅片直径(μm)	75	100	125	150	200	200	200	300
DRAM 技术	64K	256K	1M	4M	16M	64M	256M	1G
特征尺寸(μm)	2	1.5	1	0.8	0.5	0.35	0.25	0.2~0.1
工艺步数	100	150	200	300	400	500	600	700~800
洁净度等级	5~6	5	3	1~2	1~2	1~2	1~2	1
纯气、纯水中杂质	10^3 $\times 10^{-9}$	500 $\times 10^{-9}$	100 $\times 10^{-9}$	50 $\times 10^{-9}$	5 $\times 10^{-9}$	1 $\times 10^{-9}$	0.1 $\times 10^{-9}$	0.01 $\times 10^{-9}$

从表 1~表 3 中所列数据可见,动态随机存储器(Dynamic Random Access memory,简称 DRAM)产品的线宽从 $0.25\mu\text{m}$ 发展到 $0.05\mu\text{m}$,要求洁净室(区)生产环境控制粒子直径从 $0.125\mu\text{m}$ 严格到 $0.025\mu\text{m}$,空气洁净度等级从 5 级到 6 级,严格到 1 级或更严;生产过程使用的高纯气、高纯水中的杂质含量从

10^{-6} , 严格到 10^{-11} 等。集成电路生产实践表明, 芯片生产过程使用的工具、器具和物料储运装置也可能成为微粒、化学污染物的携带者或污染源, 所以对其制作材质和清洁方式或保护方法, 应根据产品生产工艺要求采取相应的技术措施。为此, 在本规范中作出第 3.1.1~3.1.3 条的一般规定。

3.2 生产环境设计要求

3.2.1 在现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073—2001 中等同采用国际标准《洁净室及相关受控环境第一篇》ISO 14644-1 中有关洁净室及相关受控环境空气中悬浮粒子洁净度级别划分。

3.2.2、3.2.3 电子产品的种类繁多, 随着微型化、精密化、高纯度、高质量和高可靠的电子产品品种的增加, 需要在空气悬浮粒子受控环境中进行全过程生产或部分生产的电子产品主要有: 各种半导体材料及其器件生产、集成电路生产、化合物半导体生产、光电子生产、薄膜晶体管液晶显示器 (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display, 简称 TFT-LCD) 生产、微硬盘驱动器 (Hard Disk Driver, 简称 HDD) 生产、等离子显示器 (Plasma Display Panel, 简称 PDP) 生产、磁头和磁带生产、光导纤维生产、印制电路板等。各类产品的品种不同、生产工艺不同, 所要求的空气洁净度等级也不相同。因此第 3.2.2 条规定各种电子产品用洁净厂房设计时, 生产环境的空气洁净度等级应根据生产工艺要求确定; 当在设计时, 业主或发包方未提出要求或暂时未提出要求时, 可参照本规范附录 A 的要求确定。在附录 A 所列要求中, 由于各种产品生产工艺都各不相同, 所以对于空气洁净度等级、控制粒径均列出一定的范围供参考, 为说明这些差异, 下面列举一些工程的实例供参考。

1 表 4~表 6 分别列出 8" 和 4"、5" 硅单晶及硅片加工、集成电路的芯片制造、TFT-LCD 生产所需的空气洁净度等级、温度、湿度的实例。

表 4 8"、4"、5"硅单晶及硅片加工要求的空气洁净度等级

名 称	8"	4"、5"
单晶拉制、原辅材料腐蚀	8 级	二级过滤
磨片清洗、喷砂、加热炉室、检测封装	7 级	二级过滤
石英管清洗、腐蚀清洗、加热炉后室	6 级	—
磨片、腐蚀清洗	7 级	二级过滤,局部 5 级
抛光室	7 级	二级过滤
抛光贴片	6 级	二级过滤,局部 5 级
清洗、检测、包装	4 级	6 级,局部 5 级
最终检测	3 级	6 级,局部 5 级

表 5 集成电路的芯片制造用洁净厂房的空气洁净度等级、温湿度要求

名 称	A 厂	B 厂	C 厂	D 厂	E 厂
光刻:空气洁净度*	4.5 级	4 级	5 级	5 级	5 级
温度(°C)	22±1	21±1	22±1	22±0.5	22±1
湿度(%)	45±5	50±5	45±5	45±3	45±5
氯化、扩散、清洗、离子注入等					
空气洁净度*	5.5 级	5 级	6 级	5 级	3.5 级
温度(°C)	22±2	21±1	23±2	22±0.5	22±1
湿度(%)	45±10	50±5	45±10	45±3	45±5
检测:空气洁净度	7 级	6 级	7 级	5/7 级	7 级
温度(°C)	≤26	20~28	18~28	24±1	22±3
湿度(%)	≥40	40~60	40~70	35~40	40~70
设备区:空气洁净度	6/7 级	7 级	7 级	5/7 级	7 级
温度(°C)	24±2	20~28	23±3	24±1	22±3
湿度(%)	50±10	40~60	45±10	35~40	40~70
外延:空气洁净度		5 级			
温度(°C)	—	21±1	—	—	—
湿度(%)		50±5			

注:表中*为芯片生产设备配带微环境装置,装置内空气洁净度等级为 1~2 级。

表 6 TFT-LCD 制造用洁净厂房的空气洁净度等级、温度、湿度

名 称	A 厂	B 厂	典型 5 代生产线
阵列(薄膜、光刻、刻蚀)			
空气洁净度	5 级(0.3 μ m)	5 级(0.3 μ m)、4 级	4 级(0.3 μ m)
温度(°C)	23 \pm 2	23 \pm 1	23 \pm 1
湿度(%)	60 \pm 5	55 \pm 5	55 \pm 5
成盒(液晶注入、装配、切割)			
空气洁净度	7 级(0.3 μ m)	6 级(0.3 μ m)、5 级	5 级(0.3 μ m)、 6 级(0.3 μ m)
温度(°C)	23 \pm 2	23 \pm 2	23 \pm 2
湿度(%)	60 \pm 5	55 \pm 10	55 \pm 10
模块:空气洁净度	8 级(0.3 μ m)	7 级(0.3 μ m)	7 级(0.3 μ m) 局部 5 级
温度(°C)	23 \pm 2	23 \pm 2	23 \pm 2
湿度(%)	60 \pm 5	60 \pm 10	60 \pm 5
彩膜:空气洁净度		7 级(0.3 μ m)、5 级	5 级(0.3 μ m)
温度(°C)	—	23 \pm 2	23 \pm 1
湿度(%)		55 \pm 10	55 \pm 5

2 微硬盘驱动器(HDD)生产用洁净厂房:

溅射生产区 4 级: 0.1 μ m、23 \pm 1°C、45% \pm 5%;

组装、测试等 6 级: 0.3 μ m、23 \pm 2°C、45% \pm 10%。

3 高密度磁盘生产用洁净厂房:

1)切带间、带基间、涂布间、固化间等 6 级: 0.5 μ m、23 \pm 1°C、50 \pm 5%,其中,涂布间的头部要求 5 级;

2)组装间 7 级: 0.5 μ m、23 \pm 2°C、50 \pm 10%;

3)配件间、化验室 8 级: 0.5 μ m、24 \pm 3°C、50 \pm 10%。

4 表 7、表 8 分别列出彩色显像管生产、光导纤维生产所需的空气洁净度等级、温度、湿度的实例。

表 7 彩色显像管生产用洁净厂房的空气洁净度等级、温度、湿度

名 称	A 厂	B 厂	C 厂	D 厂
屏、电子枪组装:				
空气洁净度	8 级(5 级)	7 级(5 级)	7 级(5 级)	5 级
温度(°C)	25 \pm 2	24 \pm 2	24 \pm 2	
湿度(%)	60 \pm 5	60 \pm 5	60 \pm 5	

续表 7

名 称	A 厂	B 厂	C 厂	D 厂
荧光粉配制等：				
空气洁净度	8 级	8 级	8 级	8 级
温度(°C)	22±2	24±2	24±2	26±1
湿度(%)	<80	60±5	50±5	50±5
荫罩组装、锥石墨涂覆：				
空气洁净度	8~8.5 级	7 级	8 级	8 级
温度(°C)	20~26	24±2	20~26	20~26
湿度(%)	40~70	60±5	40~70	40~70
蒸铝间：				
空气洁净度	8 级	8 级	8 级	8 级
温度(°C)	24±4	24±2	26±2	26±2
湿度(%)	60±5	<50	<65	55±5
涂有机膜：				
空气洁净度	8 级	7 级	7 级	8 级
温度(°C)	22±2	24±2	24±2	22±2
湿度(%)	60±5	<50	65±5	60±5

表 8 光纤生产用洁净厂房的空气洁净度等级、温度、湿度

名 称	A 厂	B 厂	C 厂
光纤拉制间：			
空气洁净度	6 级(5 级)	6 级(5 级)	7 级(5 级)
温度(°C)	24±2	24±2	24±2
湿度(%)	55±5	55±5	
预制棒制造：			
空气洁净度	6 级	7 级	8 级
温度(°C)	22±2	24±2	25±3
湿度(%)	55±5	55±5	60±5
检测间：			
空气洁净度	8 级	8 级	8 级
温度(°C)	24±3	24±3	25±3
湿度(%)	60±5	60±5	60±5

5 磁头生产用洁净厂房：磁头装配、溅射烧结等要求 4 级(0.1 μ m)，研磨、检测等要求 5 级(0.1 μ m)，切割等要求 6 级。

6 印制电路板生产用洁净厂房：6.5 级、24±2°C、65%

±5%。

7 锂电池生产的干作业洁净生产区:6级、23℃,露点(DP) -30℃;组装、测试洁净室(区):7级、23±2℃、≈20%。

8 等离子显示器(PDP)生产用洁净厂房:涂屏间等:5.5级、25±2℃,50%±10%;其他生产间:6.5~8级、20~26℃、55%±10%。

3.2.4 现代电子产品生产的重要特点之一,在许多电子产品的生产过程中需使用高纯水、高纯气体和高纯化学品,且各类电子产品生产时,因品种不同、产品生产工艺也不同,对高纯物质的纯度、杂质含量的要求不同,它们之间差异很大。表9是中国电子级水的技术指标,表10是美国ASTMD5127电子及半导体工业用纯水的水质要求,表11是TFT-LCD生产用纯水水质要求,表12是一个8"集成电路芯片制造用高纯水水质要求。

表9 中国电子级水的技术指标(GB/T 11446.1—1997)

级别 指标	EW-1	EW-2	EW-3	EW-4
电阻率 $I(\text{M}\Omega \cdot \text{cm}, 25^\circ\text{C})$	18以上 (95%时间) 不低于17	15以上 (95%时间) 不低于13	12.0	0.5
全硅,最大值($\mu\text{g}/\text{L}$)	2	10	50	1000
>1 μm 微粒数, 最大值($\mu\text{g}/\text{L}$)	0.1	5	10	500
细菌个数, 最大值(个/mL)	0.01	0.1	10	100
铜,最大值($\mu\text{g}/\text{L}$)	0.2	1	2	500
锌,最大值($\mu\text{g}/\text{L}$)	0.2	1	5	500
镍,最大值($\mu\text{g}/\text{L}$)	0.1	1	2	500
钠,最大值($\mu\text{g}/\text{L}$)	0.5	2	5	1000
钾,最大值($\mu\text{g}/\text{L}$)	0.5	2	5	500
氯,最大值($\mu\text{g}/\text{L}$)	1	1	10	1000

续表 9

级别 指标	EW-1	EW-2	EW-3	EW-4
硝酸根, 最大值($\mu\text{g/L}$)	1	1	5	500
磷酸根, 最大值($\mu\text{g/L}$)	1	1	5	500
硫酸根, 最大值($\mu\text{g/L}$)	1	1	5	500
总有机碳最大值($\mu\text{g/L}$)	20	100	200	1000

表 10 美国 ASTM D 5127 电子及半导体工业用水水质要求

项 目	Type E-1	Type E-1.1	Type E-1.2	Type E-2	Type E-3	Type E-4
线宽 (μm)	1.0~ 0.5	0.5~ 0.25	0.25~ 0.18	5.0~ 1.0	>5.0	—
电阻率 ($\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$, 25 $^{\circ}\text{C}$)	18.2	18.2	18.2	17.5	12	0.5
热源(EU/mL)	0.03	0.03	0.03	0.25	—	—
总有机碳 TOC ($\mu\text{g/L}$)	5	2	1	50	300	1000
溶解氧 DO ($\mu\text{g/L}$)	1	1	1	—	—	—
蒸发残渣 ($\mu\text{g/L}$)	1	0.5	0.1	—	—	—
微粒 (μm)(SEM 检测)						
0.1~0.2	1000	1000	200	—	—	—
0.2~0.5	500	500	100	3000	—	—
0.5~1.0	50	50	1	—	10000	—
10	—	—	—	—	—	100000
微粒 (μm)(在线检测)						
0.05~0.1	500	500	100	—	—	—
0.1~0.2	300	300	50	—	—	—
0.2~0.3	50	50	20	—	—	—
0.3~0.5	20	20	10	—	—	—
>0.5	4	4	1	—	—	—
细菌						
100mL Sample	1	1	1	—	—	—
1L Sample	1	1	0.1	10	10000	100000
硅 (μm)						
总硅	3	0.5	0.5	10	50	1000
溶解硅	1	0.1	0.05	—	—	—

续表 10

项 目	Type	Type	Type	Type	Type	Type
	E-1	E-1.1	E-1.2	E-2	E-3	E-4
离子 ($\mu\text{g/L}$)						
NH ₄	0.1	0.10	0.05	—	—	—
Br	0.1	0.05	0.02	—	—	—
Cl (Chloride)	0.1	0.05	0.02	1	10	1000
F (Fluoride)	0.1	0.05	0.03	—	—	—
NO ₃ (Nitrate)	0.1	0.05	0.02	1	5	500
NO ₂ (Nitrite)	0.1	0.05	0.02	—	—	—
PO ₄ (Phosphate)	0.1	0.05	0.02	1	5	500
SO ₄ (Sulfate)	0.1	0.05	0.02	1	5	500
Al (Aluminum)	0.05	0.02	0.005	—	—	—
Ba (Barium)	0.05	0.02	0.001	—	—	—
B (Boron)	0.05	0.02	0.005	—	—	—
Ca (Calcium)	0.05	0.02	0.002	—	—	—
Cr (Chromium)	0.05	0.02	0.002	—	—	—
Cu (Copper)	0.05	0.02	0.002	1	2	500
Fe (Iron)	0.05	0.02	0.002	—	—	—
Pb (Lead)	0.05	0.03	0.005	—	—	—
Li (Lithium)	0.05	0.02	0.003	—	—	—
Mg (Magnesium)	0.05	0.02	0.002	—	—	—
Mn (Manganese)	0.05	0.02	0.002	—	—	—
Ni (Nickel)	0.05	0.02	0.002	1	2	500
K (Potassium)	0.05	0.02	0.005	2	5	500
Na (Sodium)	0.05	0.02	0.005	1	5	1000
Sr (Strontium)	0.05	0.02	0.001	—	—	—
Zi (Zine)	0.05	0.02	0.002	1	5	500

表 11 TFT-LCD 生产用高纯水质量指标

项 目	质量 指标			
	项目(1)	项目(2)	项目(3)	
			DIW	UPW
电阻率(25℃)	$\geq 18\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$	$\geq 18\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$	$\geq 16\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$	$\geq 18\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$
微粒子 (0.1 μm)	≤ 10 个/mL	≤ 10 个/mL	≤ 10 个/mL	≤ 10 个/mL

续表 11

项 目	质量指标			
	项目(1)	项目(2)	项目(3)	
			DIW	UPW
细菌	≤ 0.05 个/mL	≤ 0.1 个/mL	≤ 100 个/L	≤ 50 个/L
溶解氧	≤ 0.05 mg/L	≤ 0.1 mg/L	≤ 100 ppb	≤ 50 ppb
水温	$25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	暂缺	$23 \pm 2^{\circ}\text{C}$	$23 \pm 2^{\circ}\text{C}$
水压	0.25 ± 0.02 MPa	≤ 0.2 MPa	0.25 ± 0.05 MPa	0.25 ± 0.05 MPa
TOC	≤ 0.03 mg/L	≤ 0.05 mg/L	$\leq 100 \times 10^{-9}$	$\leq 50 \times 10^{-9}$
Na ⁺	≤ 0.5 $\mu\text{g/L}$	≤ 0.5 $\mu\text{g/L}$	$\leq 1 \times 10^{-9}$	$\leq 0.2 \times 10^{-9}$
Fe ²⁺	≤ 1 $\mu\text{g/L}$	≤ 3 $\mu\text{g/L}$	$\leq 1 \times 10^{-9}$	$\leq 0.2 \times 10^{-9}$
K ⁺	≤ 0.5 $\mu\text{g/L}$	≤ 0.5 $\mu\text{g/L}$	$\leq 1 \times 10^{-9}$	$\leq 0.2 \times 10^{-9}$
Ni ⁺	≤ 1 $\mu\text{g/L}$	≤ 3 $\mu\text{g/L}$	—	—
Zn ²⁺	—	≤ 3 $\mu\text{g/L}$	—	—
Cu ²⁺	≤ 0.5 $\mu\text{g/L}$	≤ 3 $\mu\text{g/L}$	$\leq 1 \times 10^{-9}$	$\leq 0.2 \times 10^{-9}$
Ca ²⁺	—	≤ 0.5 $\mu\text{g/L}$	—	—
Mg ²⁺	—	≤ 0.5 $\mu\text{g/L}$	—	—

表 12 8"大规模集成电路生产用高纯水质量指标(前工序)

参 数	标 准
电阻率(M Ω ·cm, 25 $^{\circ}\text{C}$)	>18.20
活性硅($\mu\text{g/L}$)	0.10
胶体硅($\mu\text{g/L}$)	<0.10
颗粒(个/mL)($\geq 0.05\mu\text{m}$)	<0.50
总有机碳 TOC($\mu\text{g/L}$)	<1.00
溶解氧 DO($\mu\text{g/L}$)	<2.00
细菌(cfu/L)	<1.00
使用点温度(POU) $^{\circ}\text{C}$	22 ± 1
Na、K、Ca、Ni、Fe、Zn、B、Cu、Al ($\mu\text{g/L}$)	0.01
Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻ ($\mu\text{g/L}$)	每项 <0.05
PO ₄ ³⁻ ($\mu\text{g/L}$)	<0.01

电子工业用高纯气体品种很多,高纯常用气体和特种气体达数十种,表 13 是 SEMI 部分半导体用特种气体的质量标准,表 14 是线宽 $0.35\mu\text{m}$ 超大规模集成电路生产线(前工序)的部分高纯气体的质量指标,表 15 是 TFT-LCD 生产用部分高纯气体质量指标。

表 13 SEMI 部分半导体用特种气体的质量指标

名称	砷烷	氯化氢	磷烷	硅烷	一氧化氮	氯	二氯硅烷	
分子式	AsH ₃	HCl	PH ₃	SiH ₄	N ₂ O	Cl ₂	SiH ₂ Cl ₂	
状态	瓶装	瓶装	瓶装	瓶装	瓶装	瓶装	瓶装	
纯度(%)	99.9467	99.9940	99.9828	99.9417	99.9974	99.9961	97.0000	
杂质含量 (10 ⁻⁶)	CO CO ₂	>2	10	10	>10	1 2	1 10	All. 0×10^{-9} (wt) As 0.5×10^{-9} (wt)
	H ₂	500	10	100	500		1	B 0.3×10^{-9} (wt)
	N ₂	10	16	50		10	20	C 10×10^{-9} (wt)
	O ₂	5	4	4	10	2	4	Fe 50×10^{-9} (wt)
	THC (以 CH ₄ 计)	1	5	4		1	<1	P 0.3×10^{-9} (wt)
	HC (C ₁ -E3)	—	—	—	10	—	Ni < 20×10^{-9} (wt)	S 0.5×10^{-9} (wt)
	PH ₃	10	—	—	—	NH ₃ 5	Fe < 200×10^{-9} (wt)	—
	AsH ₃	—	—	2	—	—	Cr < 200	氯烷 3%
	稀有气体	—	5	—	Ar+ He 40	—	—	—
	SiCl ₄	总硫 1	—	—	10	NO 1 NO ₂ 1	—	—
	H ₂ O	4	10	2	3	3	3	—
	重金属	**	—	**	**	—	—	—
	微粒	**	—	**	**	—	**	—
	小计	533	60	172	583	26	—	—

注:表 ** 为协商确定。

表 14 线宽 0.35 μm 超大规模集成电路生产线
(前工序)的部分高纯气体的质量指标(10^{-9})

集成度	H ₂ O	O ₂	CO	CO ₂	CH ₄	微粒
256KB	1000	1000	5000	5000	5000	$\geq 0.2\mu\text{m}, < 3.5\text{pc}/\text{m}^3$
16KB	5	1.0	1.0	1.0	1.0	$\geq 0.014\mu\text{m}, < 2\text{pc}/\text{m}^3$

表 15 TFT-LCD 生产用部分高纯气体质量指标

项目	N ₂	O ₂	H ₂	Ar	He	NH ₃	HCl	SiH ₄	N ₂ O	
纯度(%)	99.999	99.9999	99.9999	99.9995	99.9999	99.999	99.999	99.995	99.995	
杂质含量 (10^{-9})	O ₂ ≤	43	—	10	200	100	2×10^{-6}	1×10^{-6}	—	1×10^{-6}
	CO≤	—	10	10	200	50	1×10^{-6}	1×10^{-6}	0.1×10^{-6}	—
	CO ₂ ≤	—	10	10	200	—	—	4×10^{-6}	0.1×10^{-6}	—
	H ₂ ≤	—	—	—	500	—	0.5×10^{-6}	1×10^{-6}	50×10^{-6}	—
	THC≤	—	—	10	200	—	0.5×10^{-6}	1×10^{-6}	0.5×10^{-6}	—
	H ₂ O≤	500	90	90	500	500	1×10^{-6}	1×10^{-6}	1×10^{-6}	5×10^{-6}
	N ₂ ≤	—	—	10	200	200	4×10^{-6}	1×10^{-6}	1×10^{-6}	2×10^{-6}
微粒	pc/m ³	10(0.3 μm)	10(0.1 μm)	10(0.1 μm)	—	—	—	—	—	

3.2.5 近年来,对一些电子工厂的洁净室(区)内的噪声级(空态)的检测资料表明,大部分单向流洁净室(区)内的噪声均可小于 65dB(A),也有少数洁净室(区)由于各种原因,实际检测的噪声超过 65dB(A)。非单向流洁净室(区)内的噪声大部分可小于 60dB(A)。表 16 是部分电子工厂洁净室(区)内噪声的检测数据。

表 16 一些电子工厂洁净室(区)的噪声实测值

房间名称	空气洁净度等级	实测噪声[dB(A)]	状态
光电子器件	7 级	58~61	空态
TFT-LCD 阵列	5 级	62.9	空态
干法刻蚀间	6 级	61.0	空态
光刻间	5 级	68.0	空态
塑封间	6 级	51.5	空态
化学镀膜间	4 级	55.3	空态
精密装校间	4 级	59.3	空态
扩散间	3 级	62.7	空态
部品清洗间	7 级	53.4	空态
洁净服洗涤间	7 级	52.1	空态
MOCVD	8 级	54.3	空态
键合间	8 级	59.6	空态
清洗间	8 级	56.5	空态

4 总体设计

4.1 位置选择和总平面布置

4.1.1 电子产品生产用洁净厂房与其他工业洁净厂房的重要区别之一是一些电子产品生产对化学污染物有严格的要求,如微电子产品中需严格控制生产环境中的重金属、有机物的含量,在表2中列出集成度从64M发展到64G时,重金属要求从 5×10^{10} (原子· cm^{-2})严格至小于 2.5×10^9 (原子· cm^{-2});有机物从 1×10^{14} (原子· cm^{-2})严格至 3×10^{12} (原子· cm^{-2})。据了解,一些微电子洁净厂房的产品生产中发现极微量的 Na^+ 、 SO_4^{2-} 等化学物质对产品生产影响极大,应予严格控制。

近年来,国内外研究表明,由于全球环境保护的严峻形势和各类工业生产发展、人民生活水平提高都使大气中污染物种类、浓度发生了变化,尤其是城市中的工业燃烧排放物和汽车燃烧排放物的增加,大气中的微粒浓度、化学污染物也呈增加趋势。大气中化学污染物与所在地区的经济发展状况、固定燃烧源和移动燃烧源(汽车等)的组成、类型和数量关系密切,据大气检测表明,大气中的化学物质主要有阳离子 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 NH_4^+ ,阴离子 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 F^- 等,还有一些浓度较低的Hg等。随着国民经济的发展,人民生活质量的提高,这些物质总的趋势是逐年增加,一些城市或一些具体场所还会由于工业生产或汽车数量的增加或气象条件的变化,有时或某一时间段这些化学物质的数量、浓度都会增加,所以在进行电子工厂特别在一些产品生产过程对化学污染物要求严格的洁净厂房的选址应予充分重视。为此,本条作出了三款的推荐性规定。

4.1.2 本条规定电子工业洁净厂房的新风口与城市交通干道之

间的距离。由于城市交通干道上运输车辆运行中所产生的污染物主要通过新风的吸入对洁净厂房产生影响,根据现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的相关规定,此距离宜大于50m。

近年来,我国各地区的城市交通干道两侧或城市交通干道与工厂之间都建设了绿化带,这些绿化带有以草坪为主或树、草间种或以树为主等多种形式。测试数据表明,各种形式的绿化带都具有一定吸尘、降低空气中微粒浓度的作用,所以本条规定,当电子工业洁净厂房与交通干道之间设有城市绿化带时,可视具体条件适当减少距离。

4.1.3 对于有微振控制要求的电子工业洁净厂房的位置选择时,应实际测定拟建工厂厂址或已有工厂内拟选择洁净厂房的场地周围,现有振源和预测可能的振源的振动影响。此项测定正逐渐被相关科技人员和工程项目承建者关注和重视,但是由于微振控制要求和各类振源对微振控制的影响评价的技术复杂性,所以本条规定中强调“实际测定”和“模拟振源”的影响。

4.1.4 近年来,电子工业洁净厂房的总平面布置时,在充分考虑电子产品生产工艺特点和具体工程项目中洁净厂房内各功能区(包括洁净生产区、辅助生产区、非洁净生产区、公用动力系统和办公等功能区)合理布置的情况下,在合理进行人流、物流组织,方便运行维护管理、合理布置公用动力管线、降低能量消耗、确保安全生产的条件下,常常将电子工业洁净厂房按组合式、大体量的综合性厂房布置,这些电子工厂投入使用后得到了各方面的认同。

4.1.5、4.1.6 为减少电子工业洁净厂房周围的尘源或散发微粒的数量,在规范中规定,在洁净厂房周围及其周边或对于设有洁净厂房的电子工厂内相关道路的路面选择时,应选择整体性能好、不易产生裂缝的材料,不得选用容易发尘材料铺砌,通常推荐采用沥青路面。

目前,电子工业洁净厂房周围进行绿化时,一般可以采用铺草坪的方式或草坪间种灌木等树种的方式。由于电子产品的品种较多,不可能推荐一种绿化方式,考虑到种植各类树种、花草等可能产生花粉等尘粒,并且微粒的化学组成十分复杂,为确保产品质量,本规范中规定:不宜种植对生产环境和产品质量有影响的植物。

4.1.7 本条编写的依据是现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 中相关的规定。电子工业洁净厂房内均设有人净设施、物净设施等技术措施,洁净厂房内的疏散走道常常是曲折、多变,一旦出现火情后,为了方便消防人员能够及时到达出事地点,为此,本条对洁净厂房消防车道的设置不规定厂房占地面积下限值。

4.2 洁净室型式

4.2.1 随着科学技术发展,近年来,电子产品生产用洁净室有多种形式,下面根据在电子工厂中已实际应用的各种类型的洁净室形式进行简要描述。

1 根据电子产品生产工艺要求,空气洁净度等级和平面或空间布置要求,微电子厂房洁净室布置形式一般有隧道式或港湾式、开放式、岛形布置等,见图 1。据调查表明,集成电路芯片制造用洁净室一般采用隧道式和开放式,其中隧道式洁净室主要用于 5"、6"芯片制造厂,生产工艺设备跨洁净生产区和设备维护区,洁净生产区对洁净度要求严格,而维护区的空气洁净度等级较低。目前 8"、12"芯片制造工厂普遍采用开放式洁净室加微环境(mini-environment)的方式,将芯片制造过程对空气洁净度要求十分严格的硅片加工过程(1~4 级)布置在微环境装置内,而开放式洁净室的洁净度等级只需 5~6 级,这种洁净室形式既可做到工艺布置的灵活性,又可做到减少建设投资和降低能量消耗、降低运行费用等。

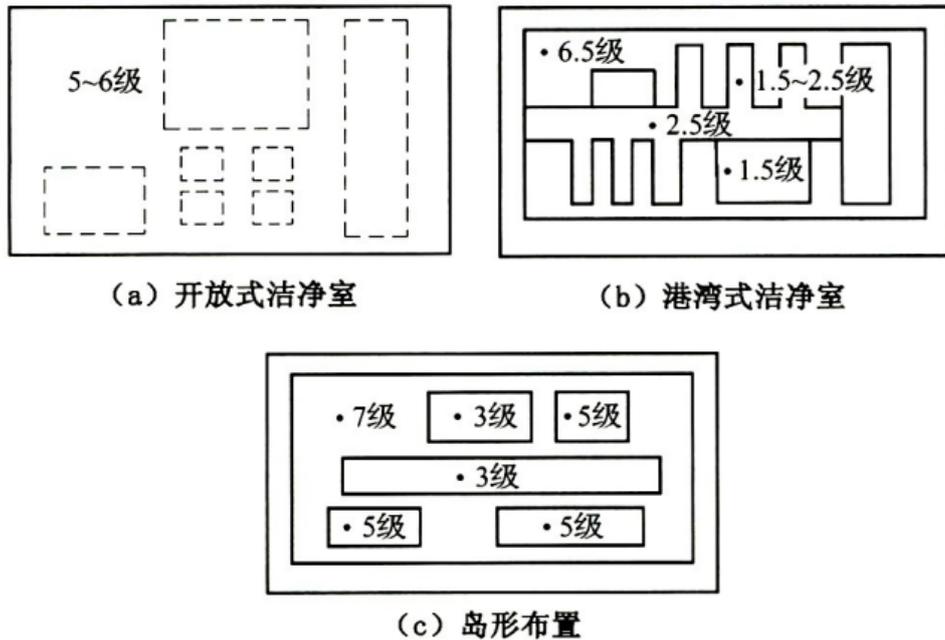


图 1 洁净室形式

2 按气流流型划分洁净室时,可划分为单向流洁净室、非单向流洁净室和混合流洁净室。

- 1) 单层洁净室,在单向流洁净生产区的上部、下部设有上下技术夹层,上技术夹层内设置空气过滤装置、风管和公用动力管线;下技术夹层为回风道。这种形式适用于规模较小的洁净室。
- 2) 多层洁净室,在单向流洁净生产区吊顶格栅以上设有送风静压箱或循环空气处理设备或空气过滤单元机组等的上技术层;在单向流洁净生产区的活动地板以下设有回风静压箱或辅助生产设备或公用动力设备、管线等的下技术层。有的电子工业洁净厂房的下技术层根据需要可为一层或二层。

非单向流洁净室是采用非单向流气流流型的洁净室,主要用于空气洁净度等级为 6~9 级的洁净室,此类洁净室当单侧回风时其宽度一般不大于 6m。混合流洁净室是在同一洁净室内,同时存在单向流和非单向流两种气流流型的洁净室(区)。

4.2.2 制定本条的主要依据是：

1 近年来,在大规模集成电路生产(前工序)用洁净厂房、TFT-LCD 生产用洁净厂房的建造、设计中,基本上采用多层的布置方式,在洁净生产层吊顶格栅以上的上技术夹层常常作为送风静压箱,洁净空气通过 FFU 向洁净生产层送风,实际上,洁净生产层与上技术夹层是相通的;而洁净生产层的下部是活动地板及其支撑件和钢筋混凝土多孔板,在活动地板等以下是作为回风静压箱的下技术夹层,在下技术夹层常常还设置一些公用动力设备、辅助生产设备和公用动力管线等,洁净生产层的回风通过活动地板、多孔板回至下技术夹层,实际上,下技术夹层与洁净生产层是相通的,所以可以认为:电子工厂洁净厂房垂直单向流洁净室的空间包括活动地板以下的下技术夹层,洁净生产层和吊顶以上的上技术夹层。

2 在美国国家消防协会(NFPA)的标准规范 NFPA 318《洁净厂房消防标准》(Standard for the protection of cleanroom)(2000 年版)的第 1.5.5 条中规定:“洁净室的范围包括活动地板下的下技术夹层和吊顶上面的上技术夹层。”同时在 NFPA 318 的总则中明确,该标准适用于半导体工厂的洁净室。

4.2.3 电子工厂洁净厂房是能源消耗量大、建设投资大的厂房,为了使洁净厂房的建设获得较好的节能和经济效益,从洁净室类型的选择开始就应该认真地分析比较,选择既满足电子产品生产工艺要求,又能做到降低能耗、减少建设投资和降低运行费用等需求。目前在超大规模集成电路工厂采用微环境类型的洁净室,是一种能满足以上要求的混合流洁净室。图 2 是 Ballroom+微环境洁净室与港湾式洁净室的对比图示,图中(a)将要求大面积的单向流平均风速为 0.45m/s 变化为只有微环境范围内小面积,而大部分空间均采用 5~6 级、平均风速约为 0.1m/s。两种方式的主要技术经济数据的比较见表 17,从表中数据可见:Ballroom+微环境洁净室能量消耗少,也可做到总体建设投资少,所以当空气洁净

度等级要求十分严格时,宜采用此种类型。

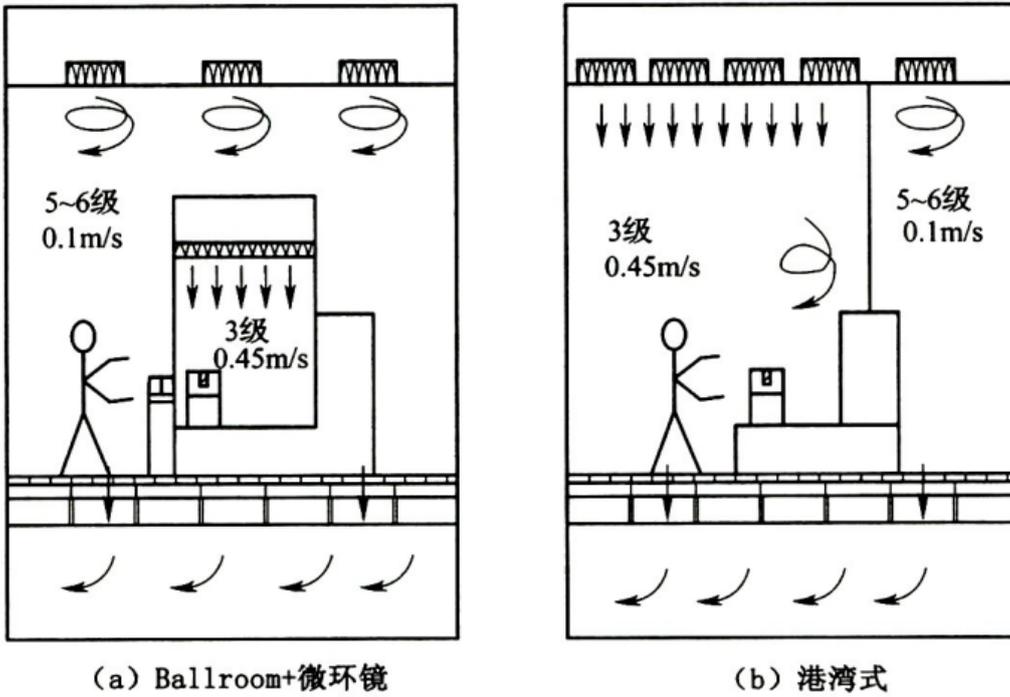


图 2 微环境与港湾式洁净室示意

表 17 微环境与港湾式洁净室的主要技术经济指标

指 标	传统洁净室	微环境
总送风量(cm ³ /s)	3246048	890300
高效过滤器(个)	4508	1237
风机发热(Btuh)	8326100	1689566
冷负荷(RT)	694	141
风机耗电(kW)	2921	583
HVAC 总耗电(kW)	3754	762
HVAC 年耗电量(kW/h)	32885506	6673250

注:表中两种方式的总排风量均为 80900cm³/s,新风总量为 100000cm³/s。

4.3 洁净室布置和综合协调

4.3.2 洁净室(区)的空间布置,主要应做到:满足产品生产工艺要求,合理布置产品生产工艺设备,特别是高、大设备的安排,合理布置物料运输系统,使电子产品生产做到有效、灵活和操作方便。

与此同时,由于电子工业洁净厂房中各种公用动力设施和管线、产品生产工艺所需管线、净化空调系统风管和末端装置、电气照明设施等种类繁多,在进行洁净室(区)的空间布置时应充分兼顾以上各项内容,并做妥善安排。根据已有或正在建设中的电子工业洁净厂房的空间布置状况表明:单层垂直单向流洁净室的上技术夹层的空间尺寸一般为2.0~2.5m;当采用活动地板时,下技术夹层为1.0~1.5m,有的面积较小的洁净室只有0.6~0.8m。所谓“多层”垂直单向流洁净室,上技术夹层空间尺寸是根据其使用功能和建筑结构确定,如在此空间是否安装循环风处理装置以及风管及过滤器或FFU的外形尺寸等确定,一般上技术夹层空间尺寸3.0m左右,有的可达4.0m;下技术夹层一般不仅是净化空调系统的回风静压箱,常常还设置有公用动力设施、生产辅助设施等,为了运行管理方便和必须的安全保护距离,一般下技术夹层空间尺寸为4.0m。

非单向流洁净室只设有上技术夹层或技术夹道,目前各种用途的非单向流洁净室的上技术夹层的空间尺寸一般为1.5~2.0m,视具体工程项目安排的使用功能和布置在此空间的公用动力设施、管线的多少和外形尺寸确定。

4.3.3 现今电子工业洁净厂房,一般推荐使用大开间的开放式生产设备布置,所以本条规定在洁净室(区)内应少设隔间、少分隔,只有本条规定的三种情况,才予以分隔。其中第1款是安全生产和消防的需要,必须进行分隔。列为强制性条文。第2款,是从方便管理和节约能源出发,对经常不同时使用的生产区域或房间之间进行分隔。第3款,是从排放有害气体或化学污染物会发生交叉污染或影响电子产品质量时,应将此类工序、设备进行分隔设独立房间,但若采取可靠的排风处理措施,能够确保不发生交叉污染或影响产品质量时,也可不予分隔。

5 工艺设计

5.1 一般规定

5.1.1 随着科学技术的发展,电子产品的更新换代、产品生产技术的发展十分迅速,以集成电路为代表的微电子产品尤为显著,集成电路产品基本上是2~3年或更短的时间就会提升一代产品;以TFT-LCD为代表的显示器件正在取代彩色显像管的显示器件生产;微型计算机的迅速发展,使各种元器件生产发展十分迅速。因此,电子工业洁净厂房的设计、建造必须适应这种快速发展的需要,从洁净厂房的规划开始,对于电子工厂、洁净厂房的工艺设计、工艺布局应充分考虑电子产品发展的灵活性,以满足电子产品生产工艺改造和扩大生产的需求。

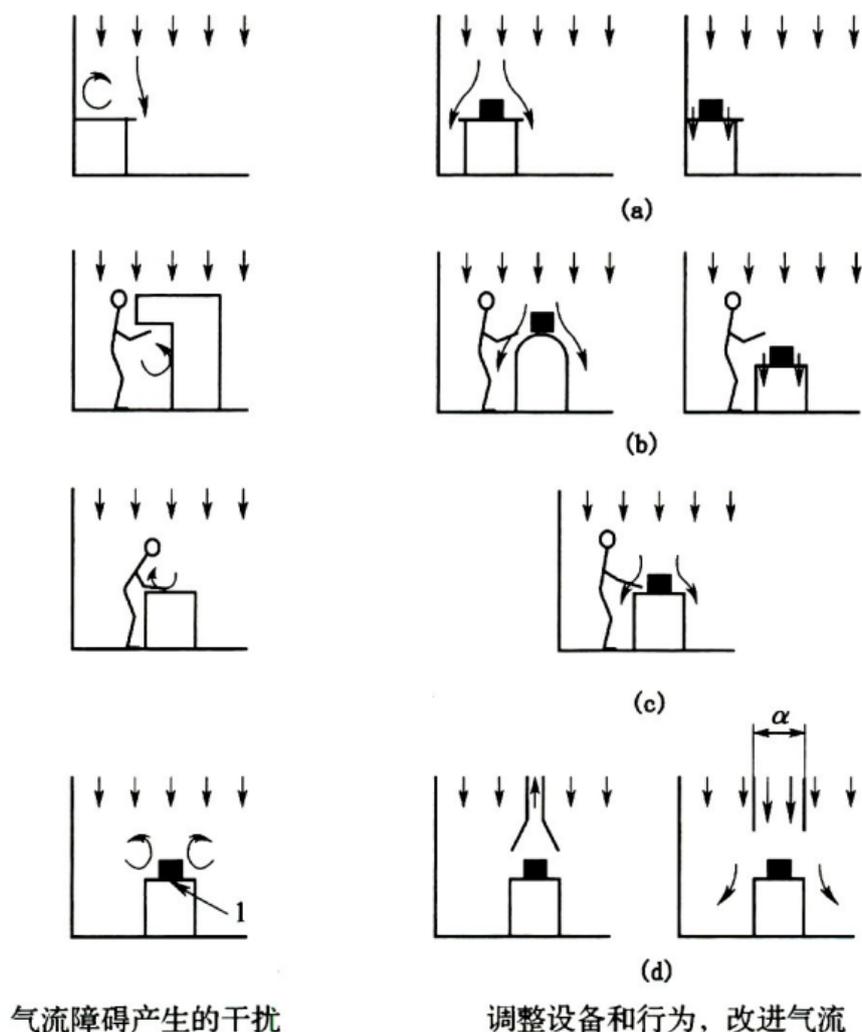
5.1.2、5.1.3 以集成电路芯片制造、TFT-LCD液晶显示器件生产用洁净厂为代表的微电子生产洁净厂房,具有洁净度要求严格、大面积、大体量和能耗大、运行费用高的特点,洁净厂房工艺设计是先导工序,所以对电子工业洁净厂房工艺设计的基本要求是:在满足电子产品生产要求的前提下,合理进行洁净厂房工艺布局,合理确定各种公用动力设施的技术条件和要求等生产条件,做到能量消耗少、运行费用低、生产效率高和建设投资少;合理进行人流路线、物料运输和仓储设施的配置和布置,满足电子产品洁净生产要求和产品生产工艺要求;工艺设计应合理选择生产设备的自动化水平和物料运输的自动化水平,在经济、实用、安全可靠的前提下提高生产效率。

5.2 工艺布局

5.2.1 洁净厂房的工艺布局应综合各方面的因素,重点要考虑生

产工艺、人员操作、设备维修、物料运输、未来发展等方面的要求。工艺布局的核心是要满足电子产品生产工艺要求,在此前提下根据所选择的洁净室气流型式,在有利于工艺设备的安装维修、物料运输和提高效率、降低造价等,合理进行洁净厂房的工艺布置。

在单向流洁净室(区)布置时,对于洁净室(区)中的生产工艺设备的布置、操作程序的安排和人员流动、物料传输等可能对单向气流造成的物理障碍,应采用措施避免发生紊流或交叉污染。图 3 是表示设备、人员等对单向气流的干扰和改进措施,左侧图示为物理障碍产生的干扰;右侧图(a)是采取调整工艺设备布置,改善气流流动;(b)是改进设备构造、外形,改善气流;(c)是改变人员的操作行为,改善气流;(d)改进气流流动方式,确保产品生产区域的洁净度要求。



气流障碍产生的干扰

调整设备和行为,改进气流

图 3 设备、人员对单向流的干扰和改进

5.2.2 人员进出、材料出入、产品运送及设备、工具搬运的频繁交错,不但会彼此干扰、易发生混杂、降低生产效率,并可能会使洁净室(区)的空气洁净度受到影响和气流受到破坏。因此,在工艺布局时,应充分考虑人员、物料设备,有各自的出入口。人员入口处的净化设施包括单人吹淋室、多人吹淋室、通道式吹淋室、气闸室等,具体选用何种形式,需根据洁净室(区)的空气洁净度等级、人员数量、未来发展需求等确定。

物料净化设施包括货物吹淋室、气闸室、压缩空气吹扫头等,一般可根据物料种类、包装方式和洁净室(区)的空气洁净度等级等确定。

5.2.3~5.2.5 洁净厂房中生产区、辅助区和各类生产设备的布置与洁净室(区)内的气流流型、空气洁净度等级的保持密切相关,所以本规范规定:在洁净室(区)内要求空气洁净度严格的工序(设备)应远离出入口和可能干扰气流的场所设置,并宜布置在上风侧;空气洁净度等级要求相同的工序或工作室相对集中布置等都是电子产品洁净室(区)内布置的基本要求。

另外,由于电子产品更新换代快,电子工厂在实际生产中,在线维修及调试、边生产边增加设备扩大生产能力的情况很多,因此在做工艺布局时,应根据具体情况,考虑这些因素,留出相应的运作空间。

5.2.6 为避免不同空气洁净度等级的洁净室(区)之间的频繁联系发生交叉污染,应根据电子产品生产工艺要求合理选择相应技术措施,如人的联系应采用气闸室或空气吹淋室;大物件的运送也可以采用气闸室,一般物件的运送可采用传递窗;穿越隔墙的管线应采用可靠气密措施等。

5.3 人员净化

5.3.1、5.3.2 电子工业洁净厂房,由于电子产品品种、规格、产量的不同,其洁净室的规模和空气洁净度等级要求差异较大,如现今

的大规模集成电路用洁净厂房或 TFT-LCD 用洁净厂房的建筑面积一般均在几万平方米,空气洁净度等级为 1~3 级或 4~5 级,而印制电路版生产用洁净室的建筑面积一般只有几百平方米,且有时还根据工艺布局要求需分多处设置,空气洁净度等级为 7 级或 8 级。为此,本规范只推荐一种人员净化程序供设计参考,并规定:“人员净化用室和设施应根据洁净室的规模、空气洁净度等级设置,并应设置生活用室。”电子工业洁净厂房中人员净化用室、生活用室以及空气吹淋室、气闸室、洁净工作服洗涤间和干燥间等均应在具体工程项目设计时,根据实际情况和需要设置。

5.3.3 洁净厂房内人员净化用室和生活用室的建筑面积指标——按设计人数平均每人 $2\sim 4\text{m}^2$ 是经验数据,在具体工程项目设计时,应根据洁净室的规模大小、洁净室内人数多少和空气洁净度等级等因素合理确定。一般情况下,洁净室内人数较多时采取推荐数据的下限,人数较少时采取上限;洁净室规模较大时,一般可采取下限。

5.3.5 电子工业洁净厂房中,设置了空气吹淋室的主要是 6~9 级的洁净室,但有的洁净室也未设空气吹淋室;而空气洁净度等级为 5 级或严于 5 级的垂直单向流洁净室设置空气吹淋室的较少,设气闸室的较多。关于空气吹淋室对人员净化作用的评价众说纷纭,但根据测定数据表明:只要空气吹淋室产品质量符合标准规定要求和管理得当,它对进入洁净室人员的净化效果是肯定的。为此,本条没有规定洁净厂房内洁净室(区)的入口处都应设空气吹淋室,而是对洁净厂房空气吹淋室的设计,规定了 4 款要求:

第 1、4 款,实际上是推荐 6~9 级洁净室入口处宜设空气吹淋室。具体工程项目中,若不设空气吹淋室时,应设气闸室,作为洁净室(区)与非洁净室(区)的分隔和缓冲。5 级或严于 5 级的垂直单向流洁净室(区),推荐设气闸室。

第 2 款,规定空气吹淋室应设在更换洁净工作服后的相邻场所,就是进一步明确空气吹淋室的气闸作用,既分隔洁净室(区)与

非洁净室(区),又能防止外部空气进入洁净室,并使洁净室维持正压状态。它是从非洁净室(区)更换洁净工作服后经空气吹淋进入洁净室(区)。

第3款,其规定包含:①洁净室按最大班人数每30人设1台单人空气吹淋室,以此选用空气吹淋室的数量;由于空气吹淋室有多种形式,如单人吹淋室、多人吹淋室、通道式吹淋室等,所以洁净室内人数较少时可采用单人吹淋室,而人数较多时则应采用多人吹淋室和多个并联或通道式吹淋室等形式。②洁净室(区)内的工作人员超过5人时,为上下班人员进出和管理方便,应在空气吹淋室一侧设旁通门。

5.3.6 洁净厂房内的人员净化应遵循由外至内逐步洁净的循序渐进的原则,每个洁净室的人员净化路线都应有合理的程序,应避免已经过净化的部分又再被污染的情况发生。对于人员净化用室和生活用室的空气洁净度等级要求,本条只规定:①洁净工作服更衣室的洁净度等级,推荐低于相邻洁净室(区)空气洁净度等级;②当设有洁净工作服洗涤室时,其空气洁净度等级不宜低于8级。

本条还要求,对于人员净化用室和生活用室,可根据具体条件,送入经过高效空气过滤的洁净空气,从而减少人员携带污染物进入洁净室(区)。

5.4 物料净化

电子工业洁净厂房内,为避免多种物料搬入洁净室时,携带污染物影响洁净室(区)的空气洁净度,甚至影响电子产品质量,造成次品或废品的出现,因此本节规定各种物料搬入洁净室(区)的下列基本规定:

1 洁净室(区)的设备和物料出入口,应独立设置。此类出入口不得与人员出入口混同使用,避免污染物混杂、交叉。但对于洁净室规模较小,如建筑面积只有几十平方米的洁净室,设备和物料

出入口是否应独立设置,应根据具体工程项目情况、物料状态、洁净室内人员数量等实事求是地确定。

2 洁净室(区)应设有设备和物料净化用室,并在此房间内设有相应的物料净化设施,对搬入洁净室(区)的设备和物料进行净化处理。该物净用室的面积、空间尺寸和物净设施,应根据物料的特征、性质、形状等确定,比如按物料的包装方式、物化性质的不同,可采取真空吸尘、压缩空气吹除、擦拭等不同方法进行物料净化处理等。

3 洁净室(区)的物料净化用室与洁净室(区)之间应设置气闸室或传递窗。本条规定不仅是确保物料的搬入不影响洁净室(区)的空气洁净度的变化;而且是保持物料出入口处,洁净室(区)与非洁净室(区)静压差的基本条件,也是物料出入口处,洁净室与非洁净室的分界和分隔。因此,第 5.4.2 条是强制性条文。

5.5 设备及工器具

5.5.1~5.5.3 在这三条的条文中,规定了为实现在洁净室(区)内使用防尘、防污染的生产设备和辅助生产设备,在工艺设计和选用设备时应该遵循的一些基本要求。

1 设备表面光洁、易清洁、不积尘、不挥发化学物质。这里不能只理解为设备外表面,应该包括设备的所有可能与洁净室(区)生产环境接触的表面和可能与电子产品生产过程接触的表面,也包括这些表面的制作材料。某些电子产品与一些化学物质在制作过程中或在电子产品的使用过程中可能发生化学反应,影响某些电子产品的性能参数,所以要求设备表面不挥发化学物质。

2 在电子工业洁净室(区)内,常常按产品生产工艺要求配置有在生产运行中将会散发微粒或排热量大或排出有毒、可燃气体的设备,如半导体器件、集成电路生产中的扩散炉、外延炉、刻蚀机、离子注入设备、气相沉积设备等,此类设备一般均设有局部排

风设施,即第 5.5.1 条第 3 款所称“防扩散措施”;有的设备还配带有专用尾气(排气)处理设备,对所排出的高浓度有害气体或有毒或可燃气体进行处理后,才能经过洁净厂房中设置的相关排气系统排出。

3 由于电子产品生产工艺的需要,某些设备必须跨越不同空气洁净度等级的洁净室(区)时,应采取固定隔断或洁净空气幕等可靠的密封隔断措施。

4 为保护洁净室(区)内工作人员的身体健康,本规范第 3.2.5 条规定了洁净室(区)内噪声容许值,因此安装在洁净室(区)内的设备应选用符合要求的低噪声设备,但由于电子产品生产过程或设备设计、运行条件的限制,所选设备超过洁净室噪声容许值时,应根据具体工程项目的实际条件采取相应的隔声措施,如操作间隔声、隔声值班室、隔声罩、隔声屏等。

5.5.5 本条的规定是对洁净室(区)电子产品生产过程中,存放、传送各种材料、中间产品或零部件使用的专用容器的设计、制作及其材料等的基本要求。由于电子产品种类繁多,它们在生产过程的存放、传送条件和要求有较大差异,所以本条是推荐性条文。对于某些电子产品如集成电路的芯片生产用专用容器应遵循本条文的 1~4 款的规定,并且由于芯片的集成度的不同或运送的材料、中间产品的状态不同,专用容器中充填的氮气纯度要求也会有所不同;而对另一些电子产品生产过程用专用容器,只需按其生产工艺特点遵循本条中的相关规定。

5.5.6 本条为强制性条文,其编写的依据是:

1 电子工业洁净厂房中常常设置有各种类型的真空泵,用于电子产品生产过程中的抽真空或用于排气等,是生产工艺设备的辅助设备或就是生产工艺设备的一部分。各种类型的真空泵一般安装在洁净室(区)内的生产设备邻近处或配套组装在生产工艺设备上,有的则安装在洁净室(区)的辅助生产间或技术支持区内。为了确保洁净室(区)的正常生产,避免安全事故的发生,应对设置

在洁净室(区)内的有油润滑的真空泵、输送含有可燃气体的真空泵,传输易燃、自燃化学品或高浓度含氧气体或氧化性化学品的真空泵等设置必须的安全技术措施,为此制定了本条的规定。

2 参照美国消防协会(NFPA)标准 NFPA 318《洁净室消防标准》(Standard for the procection of cleanroom)第 8.6.1 条和第 8.6.2 条规定,在本条中作出了相关规定。

6 洁净建筑设计

6.1 一般规定

6.1.1、6.1.2 随着科学技术的发展,电子产品生产发展很快,即使某一种电子产品也常常需要更新换代或生产工艺调整或生产规模的扩大;一些老的电子产品根据微型化、精密化、高可靠的要求将被淘汰,而代之以新的产品。电子产品生产工艺技术迅猛发展,以大规模集成电路的特征尺寸为例,已从微米发展到亚微米,现今正进入纳米级集成电路的研制和逐渐投入批量生产;再以 TFT-LCD 生产发展状况为例,近几年来,我国虽然发展迅速,已建成第五代或筹建中的第五、六代生产线已有多个厂家,但在国际上已进入第七、八代生产线的建设。所以电子工业洁净厂房的建筑平面和空间设计必须适应这种电子产品迅速发展和扩大生产需要的灵活性,这里所说的灵活性主要应理解为:

1 要能满足生产工艺改造和扩大生产规模的需要,实现在建筑面积不增加或少增加、建筑高度不改变的情况下,进行生产工艺和生产设备的调整。

2 电子工业洁净厂房的主体结构宜采用大空间、大跨度的柱网,以便适应产品生产工艺调整或生产规模的扩大或产品的升级换代等需要。

3 电子工业洁净厂房内不应采用内墙承重体系,避免因承重内墙的固定不变,妨碍生产工艺或设备的调整。

为了强调电子工业洁净厂房主体结构设计的特点,制定第 6.1.2 条的规定。

6.1.4 据了解近年由于电子产品生产线设备、生产环境控制设施的价格高、建造昂贵,这两部分的造价已占总造价的 60% 以上,有

的甚至达 90%以上,因此,洁净厂房主体结构的耐久性等应与之适应,主体结构形式、构造、材质均应选用符合安全、可靠、耐火的要求。

6.1.5 电子工业洁净厂房的技术夹层、技术夹道的设置方式大体可分为:

1 设有上技术夹层、下技术夹层的洁净厂房。这种形式常常用于集成电路的芯片生产或 TFT-LCD 生产用洁净厂房。洁净生产层吊顶上部的技术夹层,一般用于净化空调系统的送风静压箱,或安装循环送风的空调机或 FFU 装置和风管以及动力管线,层高一般约 3m 左右;洁净生产层活动地板和多孔板以下的下技术夹层,一般用于设置公用动力设施及其管线,也是净化空调系统的回风静压箱,层高一般约 4m。这种形式的洁净厂房,一般规模较大,产品生产工艺连续性强、自动化程度高,常常是全部或部分采用产品生产过程的自动化传输装置,所以在进行建筑平面、空间布局和构造设计时,应与工艺设计、公用动力工程设计密切配合,充分满足产品生产工艺需要、自动化传输要求和各种公用动力设施的安 装、维护要求,作出满足需要、方便运行管理的建筑设计。这种设置型式,属于垂直单向流或混合流洁净室。

2 设有技术夹层、技术夹道的洁净厂房。这种型式可用于各类电子产品生产的洁净厂房,在洁净室(区)吊顶上部的技术夹层或洁净室(区)一侧或两侧的技术夹道,主要用于安装空气过滤器、灯具、风管和各种公用动力管线,所以它们的建筑设计包括高度或宽度的确定,应满足空气过滤器、灯具、风管和各种公用动力管线的安 装、维护要求。这种设置型式,属于非单向流洁净室。

6.2 防火和疏散

6.2.1 电子工业洁净厂房具有如下主要特点:①在电子产品如电子材料、半导体器件、集成电路、液晶显示器件等的生产过程中需使用易燃易爆的气体、化学品等,它们对洁净厂房构成潜在的火灾

威胁；②一些电子工业洁净厂房的面积大、体积大，并且常常是平面布置、空间布置曲折，增加了疏散路线上的障碍，可能延长安全疏散的时间；③洁净厂房内电子产品生产过程需应用各种类型的精密、贵重的设备、仪器，建设投资巨大，一旦失火，将会造成极大的损失。鉴于以上主要特点，为了保障财产、人身的安全，严格控制电子工业洁净厂房建筑耐火等级是十分重要的，因此作了本条规定，并为强制性条文。

6.2.2 本条规定：电子工业洁净厂房内生产工作间的火灾危险性，应按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 分类，并在附录 B 中列出电子工业洁净厂房生产工作间的火灾危险性分类的举例。现对附录 B 中与现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 相关举例不同或增加的内容说明如下：

1 电子工业洁净厂房中，有使用丁酮、丙酮、异丙醇等易燃化学品的洁净室，这些化学品的主要性质见表 25。从表中数据可见丙酮、异丙醇等均为易燃化学品，应属甲类，因此将电子工业洁净厂房设有这些化学品的储存间、分配间列为甲类。

2 电子工业洁净厂房中，尤其在半导体类洁净厂房中常常使用 H_2 、 SiH_4 、 AsH_3 、 PH_3 等可燃、有毒气体，从表 22 中所列这些气体的主要性质可见，它们均为可燃气体、有毒气体，因此将电子工业洁净厂房中设有可燃、有毒气体的储存、分配间列为甲类。

3 半导体器件、集成电路工厂的外延间，由于其生产过程中需使用 H_2 、 SiH_4 等可燃气体，因此在现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 附录 A 中外延间列为甲类。但是近年来，随着科学技术进步，半导体器件和集成电路生产所采用的外延设备的设计、制造技术有了很大的提高，各种气体供应、控制系统、设备和附件设计、制造技术有了很大的提高，气体报警设施的安全可靠性也有了长足进步和提高。据调查表明：半导体器件和集成电路生产所采用的外延设备已配置有氢气泄漏和排放超浓度报警、连锁控制装置以及灭火装置等；半导体器件和集成电路生产用外延间

的氢气供应管路设有紧急切断阀,一旦发生事故、火情时,自动切断氢气供应;外延间按建筑特点在可能积聚氢气处设置氢气报警装置和事故排风连锁控制装置等安全技术措施。所以本次规范制定时,考虑到在具备上述安全技术措施的条件下,宜将半导体器件和集成电路生产等所使用的外延间列为丙类。

6.2.3 从20世纪90年代末以来,我国建设了一批大规模集成电路芯片生产用洁净厂房、TFT-LCD生产用洁净厂房,它们的洁净室面积和防火分区面积均大大超过现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073、《建筑设计防火规范》GB 50016规定的面积。这些芯片制造、TFT-LCD制造为代表的高科技洁净厂房具有大面积、大体量的特点,如表18所列的国内8"~12"芯片生产洁净厂房洁净区面积从 $6500\text{m}^2\sim 16000\text{m}^2$,第五、六代TFT-LCD生产用洁净区已达 36000m^2 ,第八代TFT-LCD已达 90000m^2 。这类洁净厂房通常由洁净生产区和洁净生产区各自设置的上下技术夹层构成,厂房高度约为20~30m。由于芯片制造、TFT-LCD制造的生产工艺设备体量大,制造过程的连续性和自动化传输,所以生产工艺区是不能分隔的。为加强消防技术措施,在美国消防标准NFPA 318《洁净室消防标准》中要求采用高灵敏($\leq 0.01\% \text{ obs/m}$)早期空气取样式烟雾探测系统,在环境空气中烟雾浓度很低的火情出现初期,探测系统即发出警报,相应消防应急系统即可启动将火情消灭在初始阶段;据了解,国内外的此类高科技洁净厂房都这样设计建造,投产最早的已有十年以上。

鉴于上述情况,本条条文规定:“丙类生产的电子工业洁净厂房的洁净室(区),在关键生产设备设有火灾报警和灭火装置以及回风气流中设有灵敏度小于等于 $0.01\% \text{ obs/m}$ 的高灵敏度早期烟雾报警探测系统后,其每个防火分区的最大允许建筑面积可按生产工艺要求确定。”这里对这类电子工业洁净厂房的防火分区最大容许建筑面积所做规定的理由是:①电子产品生产工艺要求确实不可分时,即由于电子产品工艺的连续性或生产过程的自动化

传输设备的需要,洁净室确实不能按防火分区要求进行分隔的电子工厂洁净厂房;②在洁净厂房内净化空调系统混入新风前的回风气流中应设置高灵敏度早期报警火灾探测器及其报警系统(Very Early Smoke Detection Apparatus,简称VESDA)或称空气采样式烟雾探测系统(Air Sampling Type Smoke Detection System),这类探测系统是主动抽取环境中空气,只要空气中有烟雾,就能及时报警,并在火灾形成前数小时,实现早期报警。本条规定的灵敏度是传统探测器的数百倍,做到早期发现,将火源消灭在初始状态;③在关键生产设备,主要是使用易引发火情的设备应设有火灾报警和灭火装置。据调研表明,在集成电路芯片工厂、TFT-LCD制造工厂等使用易燃、易爆化学品、气体的生产设备都设有火灾报警和灭火装置,为本条规定的实施创造了有利条件。

表 18 一些洁净厂房的主要技术指标

工厂类别	洁净室建筑(核心生产区)面积(m ²)	洁净室建筑高度(m)	主要消防技术措施
集成电路芯片甲厂	8700	20.0	设有回风高灵敏度早期火灾报警系统,易燃、易爆气体报警系统,机械排烟设施,CO ₂ 灭火装置等
集成电路芯片乙厂	14000	26.8	设有机械排烟系统,回风高灵敏度早期火灾报警系统,易燃、易爆气体、化学品泄漏报警与连锁等
集成电路芯片丙厂	15800	22.0	设有自动喷淋系统,CO ₂ 灭火装置,回风高灵敏度早期火灾报警系统,易燃、易爆气体报警系统等
TFT-LCD甲厂	28000	23.0	设有自动喷淋系统,疏散走廊机械排烟,回风高灵敏度早期火灾报警系统,特气、危险化学品报警系统等

续表 18

工厂类别	洁净室建筑(核心生产区)面积(m ²)	洁净室建筑高度(m)	主要消防技术措施
TFT-LCD 乙厂	22000+14000	20.3	设有早期火灾报警系统,机械排烟系统,易燃、易爆气体报警系统、自动喷淋系统等
TFT-LCD 丙厂	33000	26.5	设有早期火灾报警系统,机械排烟系统,易燃、易爆气体报警系统,自动喷淋系统等

6.2.4 据调查资料表明,表 18 所列的一些电子工业洁净厂房都是垂直单向流洁净室。此类洁净室的洁净生产区与下技术夹层是以多孔活动地板和多孔混凝土板(华夫板)分隔,下技术夹层是回风静压箱,并可能安装生产辅助设施、各类管线等。多孔活动地板上开孔多少视回风量确定,其开孔率一般在 30%~50%;而华夫板上的开孔率大于上述开孔率,每个孔洞的直径一般是 400mm 左右。下技术夹层不设岗位操作人员,其高度为 2.5~5.5m。上技术夹层是送风静压箱,它以基本布满高效空气过滤器或 FFU 和灯具的吊顶格栅与洁净生产区相连。上技术夹层没有岗位操作人员,其高度一般为 2.5~5.5m。由于上述构造特点和使用特性,所以美国 NFPA 318《洁净室消防标准》中明确:“洁净室包括活动地板下的空间和吊顶格栅以上作为空气通道的空间”,“活动地板下方提供安装机械、电讯或类似系统,或作为送风或回风静压箱作用的空间”。洁净室的上下技术夹层的建筑面积可不计入防火分区的建筑面积。上下技术夹层和洁净生产层,按其构造特点和用途,可作为同一防火分区。对于非单向流的技术夹层,一般均设在吊顶上部,其高度均小于 2.0m,其洁净生产层与吊顶上部的技术夹层均按同一防火分区进行设计、建造。所以本条作了相关的规定。

6.2.5 电子工业洁净厂房洁净室的顶棚和墙板、技术竖井井壁的

材质,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073—2001 中第 5.2.4 条、第 5.2.6 条的相关规定。

6.2.6 本条依据现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073—2001 中第 5.2.5 条的规定。

6.2.7 本条为洁净厂房的安全出口设置的有关规定。第 1 款中规定依据现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073—2001 中第 5.2.7 条的规定。

第 2 款安全疏散距离依据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 的第 3.7.4 条中有关厂房内任一点到最近安全出口的距离不应大于表 3.7.4 的规定。第 2 款中,还根据洁净厂房平面布置要求和洁净室的特点,规定了“安全出口应分散布置,并应设有明显的疏散标志”等,以利于人员的疏散。

第 3 款的规定是由于近年设计建造的微电子工厂洁净厂房的大体量、大面积的实际情况,如表 18 中所列的 5 代、6 代 TFT-LCD 液晶显示器生产用洁净厂房的洁净生产区面积已达 33000m² 以上,建筑高度达 26.5m,其厂房内任一点到最近安全出口的距离达 80~120m。这类洁净厂房内使用可燃、易燃气体的关键设备均设有火灾报警、气体报警和 CO₂ 灭火装置;这类厂房如前所述均设有高灵敏度早期烟雾探测系统,且此类厂房由于生产工艺设备体积大、连续性生产、自动化传输等因素,致使要实现厂房内任一点到安全出口的距离符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定十分困难;此类厂房中操作人员较少,人员密度极低,且人员流动巡查。因此本款规定:“丙类生产的电子工业洁净厂房,在关键生产设备自带火灾报警和灭火装置以及回风气流中设有灵敏度严于 0.01% obs/m 的高灵敏度早期火灾报警探测系统后,安全疏散距离可按工艺需要确定,但不得大于本条第 2 款规定的安全疏散距离的 1.5 倍。”在本款的“注”中对 8 代 TFT-LCD 生产用洁净生产区的疏散距离,推荐在人员密度小于 0.02 人/m² 时,可按工艺需要确定,但不得超过 120m。

6.2.8 由于电子工业洁净厂房空间密闭,且设有人员净化、物料净化设施,一旦出现火情,消防人员进入洁净室的路径较困难,为此本条规定洁净室(区)各层外墙应设供消防人员通往洁净室(区)的入口。

鉴于洁净厂房外墙上楼层的吊门、电控自动门,一般都不能从外面开启,因此不能作为消防人员进入厂房的入口;装有栅栏的窗,由于栅栏的阻隔,影响消防人员迅速进入厂房,也不能作为消防人员的入口。

6.2.9 制定本条的依据是:

1 在电子工业洁净厂房内不可避免地会设有现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 相关规定所容许的一定规模的有爆炸危险的甲乙类生产部位(区域、房间等),如高纯气体纯化间、有可燃气体的气体入口室、特种气体储存分配间、可燃化学品储存、分配间等。

2 在现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 中明确规定,对有爆炸危险的甲乙类生产部位,宜设置在单层厂房外墙的泄压设施或多层厂房顶层靠外墙的泄压设施附近。

6.3 室内装修

6.3.1 本条规定包括三方面的内容:

1 洁净厂房的建筑围护结构和室内装修用材料,不可避免地会在温度和湿度变化时引起变形,为确保洁净室(区)内的洁净环境,减少微尘产生、积聚,应选用气密性良好,且在温度、湿度变化时变形小的材料。

2 洁净室(区)内,某些电子产品会因化学污染物在产品表面沉积影响产品质量或在后续生产过程中发生化学反应,造成次品以至废品,所以在洁净室(区)内,为防止化学污染,本条规定:“洁净室装饰材料及其密封材料不得采用释放对电子产品品质有影响物质的材料。”在进行洁净室设计或建造选用装饰材料时,应与具

体项目的业主方或提供生产工艺方进行协调后确定。

3 洁净室内所选用的装修材料的燃烧性能应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的规定。

6.3.3 制定本条文的目的除了强调洁净室楼地面设计应避免微粒的产生、积聚外,还规定了:

1 洁净室(区)地面应满足电子产品生产工艺和设备安装要求。如芯片生产用洁净厂房,采用垂直单向流洁净室时,一般采用回风活动地板;在洁净室(区)不同部位因生产工艺和设备安装的要求,尚需选用不同承载能力、规格型号各不相同的活动地板。

2 为防止洁净室(区)内地面施工后,在使用过程发生裂缝、裂纹等,容易产生和微粒积聚,为此,洁净室地面垫层推荐采用配筋方式。

6.3.7 目前,国内电子产品生产洁净室(区)内的墙板和顶棚基本上均采用轻质壁板构造,各地所采用的轻质壁板有多种形式,如夹芯彩钢板、玻璃板、无机复合材料钢塑板等。其中夹芯彩钢板应用广泛,其夹芯材料有多种材料和构造,如岩棉、纸蜂窝、铝蜂窝、双层石膏板、无机复合材料等。不论采用何种材质,除壁板本身质量至关重要外,轻质壁板构造、轻质壁板连接构造的整体性和气密性是很重要的,整体性除板与板之间的雌雄槽紧密地组合外,还靠上下马槽和板之间的严密结合,使洁净室形成一个完整的匣体。壁板之间的接缝应以硅橡胶等密封材料嵌缝密封,它的作用是防止灰尘在停机时从此进入室内,同时使洁净室在正常工作时易于保持所需正压,减少能量的损耗。此外,洁净室的关键密封部位是高效过滤器本身或高效过滤器与其安装骨架之间的缝隙,一定要具有良好密封性能。目前国内使用的密封方法很多,如液槽密封、机械压垫密封等,但必须做到涂抹或填嵌方便、操作简单,而且还要考虑更换高效过滤器时方便拆装。总之,没有经过高效过滤器过滤的空气是不允许直接进入洁净室。洁净室顶棚轻质壁板应具有一定的承重能力,以便施工、运行维护时人员行走。

7 空气净化和空调通风设计

7.1 一般规定

7.1.3 洁净厂房中净化空调系统的划分原则,本条推荐6种情况宜采用“分开设置”。研究分析净化空调系统“分开设置”的依据,大体可归纳为:电子产品生产工艺特点或要求,方便运行管理,减少能量消耗,防止交叉污染和由此带来的影响产品质量或工作人员健康或影响运行安全等多项因素。本条中的第1、3、4款,主要是为方便运行管理、减少能量消耗作出的规定。第2款是为防止交叉污染,确保电子产品质量和保护工作人员健康以及安全运行作出的规定。第5款是为了方便运行管理、减少设备投资和方便安装调试等作出的规定。第6款是为了方便运行管理、减少风管尺寸等因素作出的规定。

7.1.5 洁净室(区)内的新鲜空气量,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073—2001中第6.1.5条的规定。

7.1.6、7.1.7 洁净室(区)与周围的空间必须保持一定的静压差,这是为了确保洁净室(区)的正常工作状态或空气平衡暂时受到破坏时,空气流只能从空气洁净度等级高的房间或区域流向空气洁净度等级低的房间或区域,使洁净室(区)内的空气洁净度不会受到污染空气的干扰。

由于电子产品生产工艺各不相同,因此各类洁净室(区)所要求的空气洁净度不同;各个房间或区域散发的污染物种类、发尘量不同,所以各类洁净室(区)之间的静压差只能随产品生产工艺要求确定。

静压差值的大小应选择适当。若压差值选择过小,洁净室的压差很容易被破坏,洁净室(区)的洁净度就会受到影响。若压差

值选择过大,就会使净化空调系统的新风量增大,空调负荷增加,同时使中效、高效过滤器使用寿命缩短,故很不经济。另外,当室内静压差值高于 50Pa 时,门的开关就会受到影响。

国际上现行的洁净室标准中都明确地规定:为了保持洁净室(区)的空气洁净度等级免受外界的干扰,对于不同等级的洁净室之间、洁净室与相邻的无洁净度级别的房间之间都必须维持一定的静压差。虽然各个国家规定的最小压差值不尽相同,但最小压差值都在 5Pa 以上。

试验研究的结果表明:洁净室内正压值受室外风速的影响,室内正压值要高于室外风速产生的风压力。当室外风速大于 3m/s 时,产生的风压力接近 5Pa;若洁净室内正压值等于或小于 5Pa 时,室外的污染空气就有可能渗漏到室内。因此,洁净室与室外相邻时其最小的静压差值应该大于 5Pa,所以规定洁净室与室外的最小压差为 10Pa。

7.1.8 洁净室(区)的送风、回风和排风系统的启闭联锁、控制要求,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073—2001 中第 6.2.4 条的规定。

7.2 气流流型和送风量

7.2.1 气流流型的确定应充分考虑的因素有:满足空气洁净度等级要求、一次建设投资、运行维护费、空气过滤器等更换方便等。本条推荐的洁净室(区)内气流流型的设计要求,是基于数十年电子工厂洁净厂房工作实践的经验总结,并结合国际标准化组织 ISO/TC 209 技术委员会已经颁布、实施的《洁净室及相关受控环境标准》ISO 14644-1、ISO 14644-4 中有关气流流型的要求和近年来国内建成投产的电子工业洁净厂房所采用的气流流型的实际状况制定的。图 4 是 ISO 14644-4 中对洁净室气流流型的图示。表 19 是一些电子工业洁净厂房的气流流型。上述情况表明:空气洁净度等级为 1~5 级时,基本上采用单向流或混合流;空气洁净度

等级为 6~9 级时,基本上采用非单向流,且混合流型可应用于所有各种空气洁净度等级的洁净室。

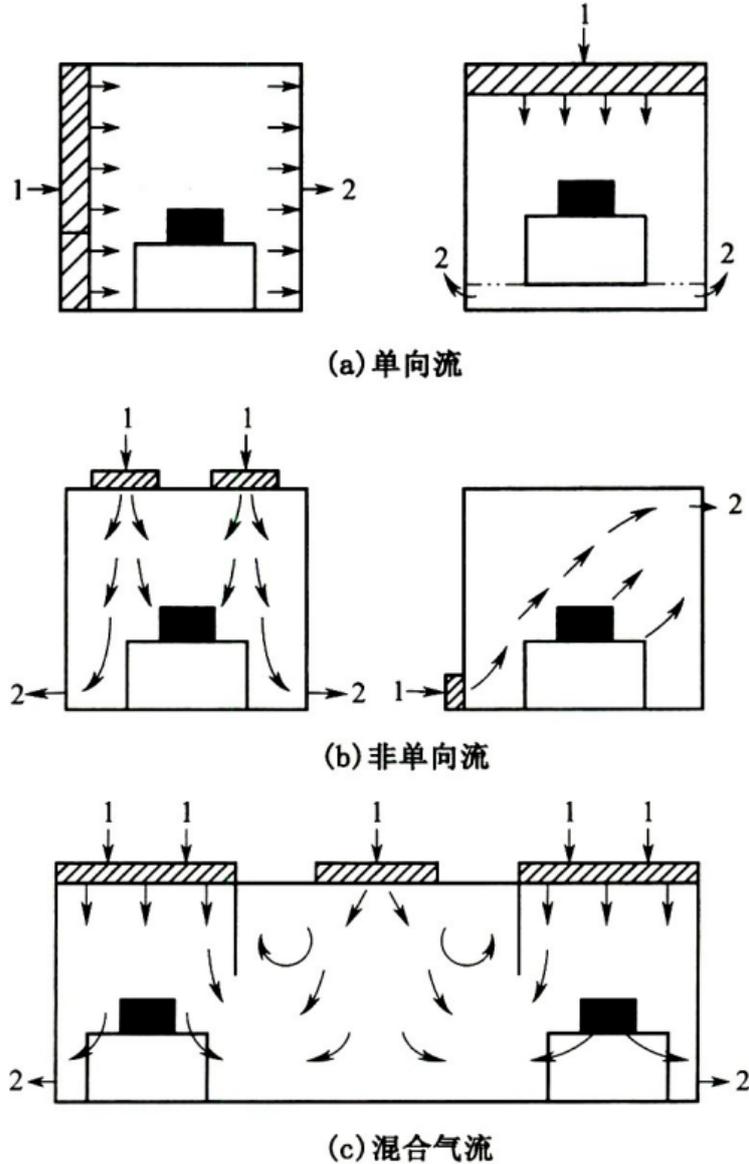


图 4 洁净室内的气流流型示意

表 19 一些电子工业洁净厂房的气流流型

工厂类别	产品类型	空气洁净度等级	气流流型	建设时间
集成电路芯片制造甲厂	6"	5	单向流	1996 年
集成电路芯片制造乙厂	8"	1.5/7	单向流	1999 年
集成电路芯片制造丙厂	6"/8"	3/5	混合流	2003 年
TFT-LCD 甲厂	3.5 代	5	单向流	1998 年
TFT-LCD 乙厂	5 代	4/5	混合流	2004 年

7.2.2 洁净室的送风量是保证空气洁净度等级的送风量,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073—2001 中第 6.3.2 的规定。

7.2.3 制定本条的依据是:

1 表 20 是根据国际标准化组织 ISO/TC 209 技术委员会编写、发布的《洁净室及相关受控环境标准》ISO 14644-4《洁净室的设计、建造和试运行》中的表 B.2 微电子洁净室的实例,列出了空气洁净度等级为 2~8 级的气流流型、洁净送风量的数据。

表 20 微电子洁净室的实例

空气洁净度等级 (级)工作状态	气流形式	平均气流速度 (m/s)	换气次数 (次/h)	应用举例
2	U	0.3~0.5	不适用	光刻,半导体加工区
3	U	0.3~0.5	不适用	工作区,半导体加工区
4	U	0.3~0.5	不适用	工作区,多层掩膜加工,光盘制造,半导体服务区,公用设施区
5	U	0.2~0.5	不适用	工作区,多层掩膜加工,光盘制造,半导体服务区,公用设施区
6	N 或 M	不适用	70~160	公用设施区,多层掩膜加工,半导体服务区
7	N 或 M	不适用	30~70	服务区,表面处理
8	N 或 M	不适用	10~20	服务区

注:在制定最佳设计条件前,应该详细规定并商定与 ISO 等级有关的占用状况。

表列的气流形式表示该等级洁净室的气流特性:U 为单向流;N 为非单向流;M 为混合气流(U 和 N 组合)。平均气流速度是通常规定洁净室内单向流的方法。对单向流速度的要求取决于局部的参数,如几何图形和热参数。不一定是过滤器的面速度。每小时换气次数是规定非单向流和混合气流的方法。建议的换气次数是指 3.0m 的室高度。应考虑不透水的屏障技术。污染源和待保护的区域要有效地分隔开,可以用物理或气流屏障。

2 近年来,一些 8"、12"集成电路芯片生产用洁净厂房中主要生产设备配置微环境装置时,洁净室采用 Ballroom+微环境时,

其洁净厂房内洁净区的空气洁净度等级为 5 级或 6 级,气流流型为非单向流,洁净生产区送风一般选用 FFU,吊顶上 FFU 的满布率为 25%左右;微环境内的空气洁净度等级为 2~4 级。

3 单向流洁净室的平均风速下限值,在自动化、机械化程度很高的洁净室(区)内基本无人的情况下,有的洁净室(区)仅采用 0.11m/s。

7.3 净化空调系统

7.3.1 电子工业洁净厂房中的净化空调系统的主要形式为集中式和分散式,图 5 是几种分散式净化空调系统的典型图示。从图中可见,各种形式各具特点和适用性,在实际应用中,应根据具体工程项目的洁净室规模、空气洁净度等级和电子产品生产工艺特点及其要求确定,同时考虑运行经济和降低能量消耗。

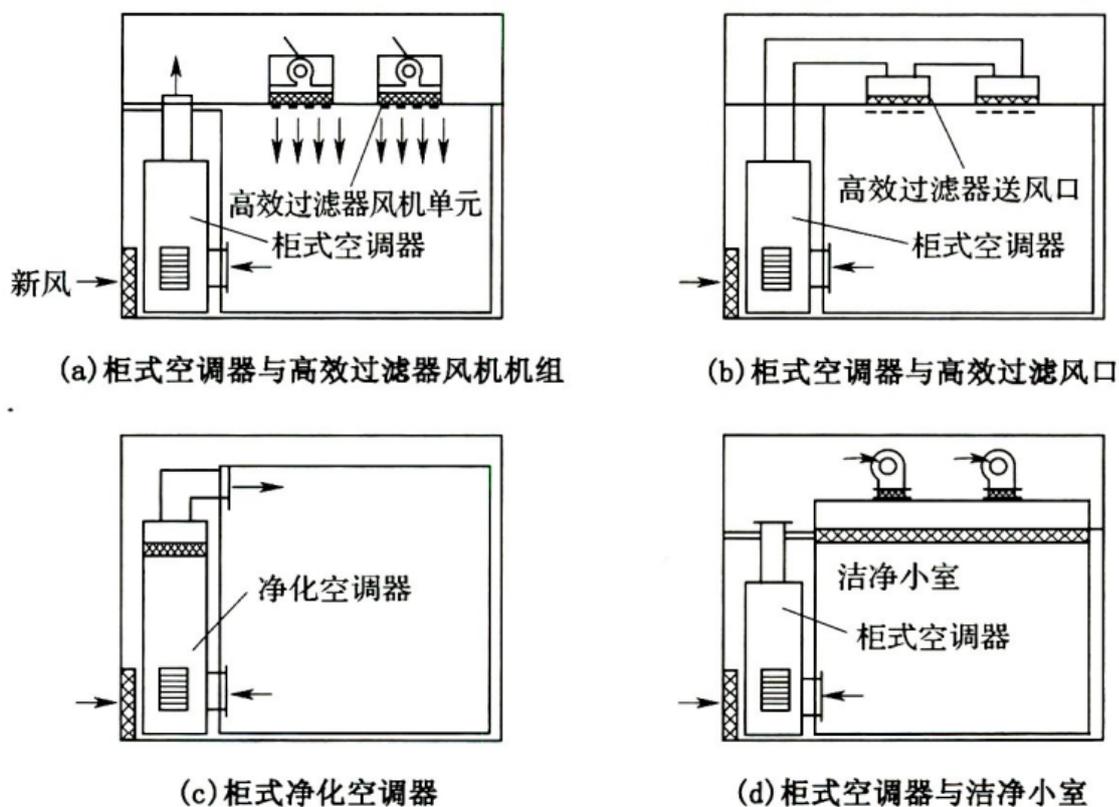


图 5 分散式净化空调系统的示例

7.3.2 电子工业洁净厂房,尤其在规模较大的集成电路芯片生产

和 TFT-LCD 生产用洁净厂房的送风方式有集中送风、隧道送风和风机过滤机组送风等类型,各种送风方式各具特点和适用性,图 6 是各种送风方式的示意图。图 6 中:(a)集中送风系统(Central System),室外新风经新风处理装置(MAU)后,与经表冷器降温 and 风机增压后的回风混合,通过高效过滤器送至洁净生产层。(b)隧道送风系统(Tunnel System),洁净区的回风经维修区与新风处理(MAU)后的新风混合后,由循环空气处理装置送入送风静压箱,通过空气过滤器送入洁净区。(c)FFU 系统,洁净区回风经表冷器降温后与处理后新风混合,通过 FFU 增压、过滤送入洁净区。三个系统各有利弊,其选择主要与电子产品生产工艺、能量消耗、建设投资等有关,有时也与业主的意愿有关,但近年来在集成电路洁净厂房中,采用 FFU 系统者日益增多。

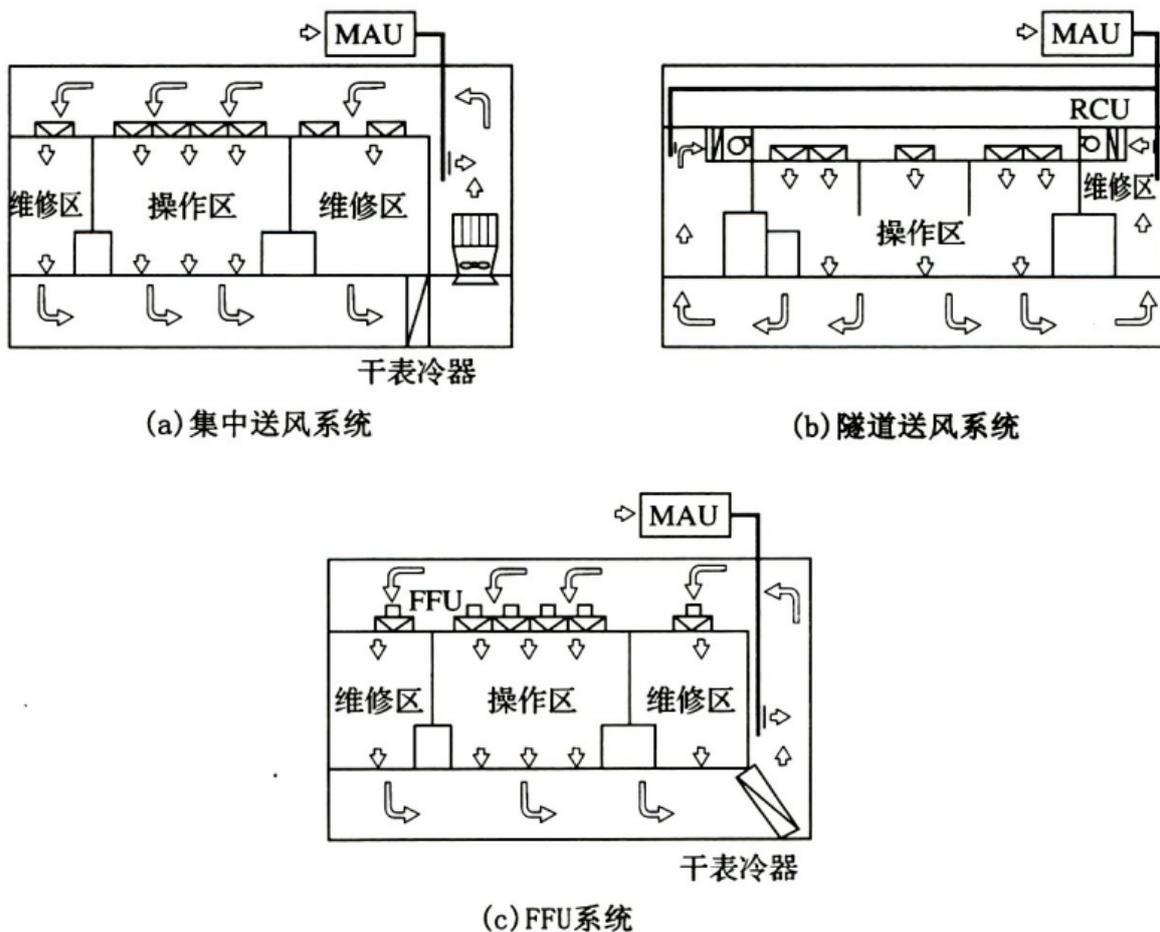


图 6 三种送风方式示意

7.3.3 在一些电子产品生产过程中,需使用各种不同的可燃、有毒气体或化学品,使用这些物质的生产设备或储存、分配设施都将设置必要的排风装置,为此,在这类电子产品生产用洁净厂房的净化空调系统的新鲜空气吸入口,必须远离上述排气口,以确保洁净室(区)的安全运行和工作人员身体健康。

美国消防协会发布的 NFPA318《洁净室消防标准》的第3.1.1条规定,洁净室的室外空气吸入口的位置必须避免吸入本建筑或装置产生的可燃气体或有毒化学品。

7.3.4 近年在电子工业洁净厂房中,当设有多个净化空调系统或洁净厂房规模较大时,常常采用新风集中处理的方式,采用这种方式的特点或优越性主要有:

- 1 将送入洁净室的空气净化与热湿处理分离,有利于降低能源消耗;

- 2 有利于消除冷热抵消;

- 3 有利于强化对室外新风的处理,在微电子、光电子用洁净室的送风中,不仅要求控制微粒、温度、相对湿度等,还要求去除影响产品质量或降低成品率的分子态化学污染物,如 Na、SO_x、NO_x、Cl、B 等,这些污染物主要来自室外大气中。为此,对于此类洁净厂房需对室外吸入新鲜空气进行严格处理,常常可以采用淋水法去除大气中的 SO_x、NO_x 和 Cl;采用化学过滤器和活性炭过滤器,利用物理吸附和化学吸附的原理,将低浓度的分子态化学污染物去除到规定的浓度要求。图 7 是某微电子工业洁净厂房的新风处理装置示意图,采用了 11 个功能段——两级加热、两级表冷、两级淋水、四级过滤和一级加湿。

7.3.5 洁净厂房净化空调系统的设计,若能在满足工作人员必须的新鲜空气量的前提下将洁净室的回风基本得到合理利用,是最佳的运行方式,这样可以大大降低新风处理所需加热、冷却用能量和输送用能量,是洁净室设计中最佳节能措施。所以本条规定除了三种情况不得回风外,其余均应合理利用回风。

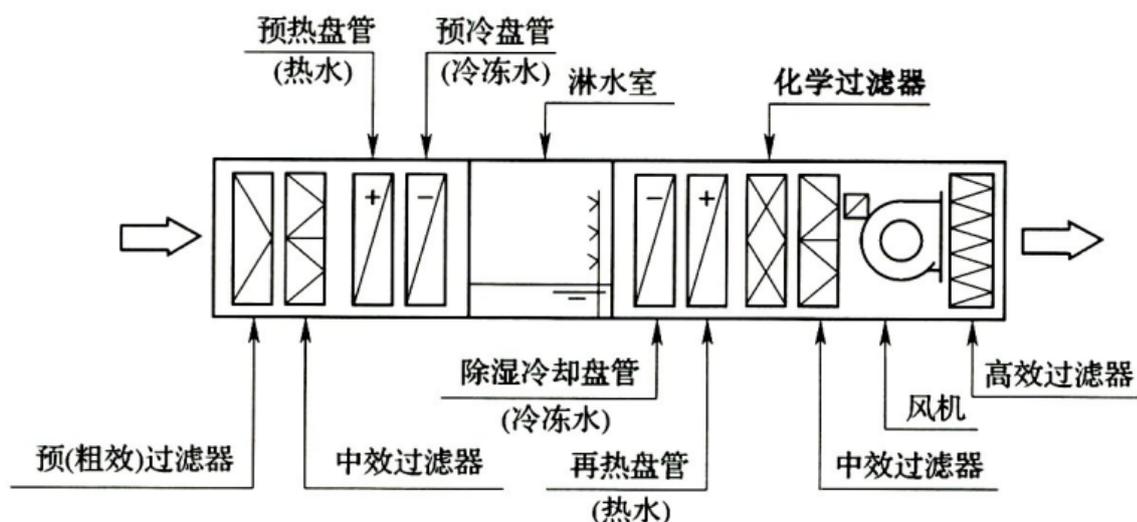


图 7 新风处理装置的示意

7.4 空气净化设备

7.4.1 电子工业洁净厂房的净化空调系统的核心设备之一的空气过滤器的正确选用和合理布置,是至关重要的。首先,应遵循我国的相关国家标准、行业标准合理选用空气过滤器,包括空气过滤器的处理风量、效率、阻力、材质和检测方法(含检漏方法)等。其次,根据具体工程项目的产品生产要求和净化空调系统设计,合理安排各类空气过滤器的位置,在空调箱中,中效(高中效)空气过滤器常安装在正压段,但近年来为了保持表冷器表面清洁,减少尘粒沉积,已有许多设计中在风机前安装中效空气过滤器,图 7 便是一例。鉴于目前我国的相关标准中还没有去除化学污染物的空气过滤器或其他去除装置的标准,只能参照相关国际标准进行选用和布置。

7.4.2 风机过滤机组(FFU)是将风机与高效过滤器(HEPA)或超高效过滤器(ULPA)组合在一起,构成自身可提供推动力的末端空气净化装置。它由风机、过滤器、机壳和电器控制等部分组成。FFU 的主要技术性能包括风量(一般以断面风速表示)、余压、能耗、效率、噪声和控制方式等。目前国内电子工业洁净室应用 FFU 越来越多,不仅在大面积、空气洁净度要求严格的单向流或混合流洁净室(区)采用,而且在各种用途的、面积不是很大的单

向流或混合流洁净室(区)中也有应用。目前在应用中受到各方面关注的主要是 FFU 装置的经济性(投资、运行费)、风量和余压、噪声、能耗等性能参数,表 21 是对国内市场的几个制造厂家生产的 FFU 装置的实测性能参数。

表 21 一些厂家生产的 FFU 机组的性能参数

产品编号		A			B			C			D		
转数 (r/min)		1180			1250			1140			925		
风速 (m/s)	风量 (m ³ /h)	余压 (Pa)	噪声 [dB(A)]	能耗 (kW)									
0.350	856	105	57.0	0.153	132	58.0	0.176	93	59.0	0.170	125	54.5	0.330
0.356	870	100	57.0	0.154	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.368	900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	54.5	0.343
0.390	955	—	—	—	100	58.5	0.179	—	—	—	—	—	—
0.400	978	69	58.0	0.157	93	58.5	0.181	60	60.0	0.173	60	54.5	0.35
0.410	1002	60	58.0	0.159	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.417	1020	55	58.0	—	78	58.5	0.182	48	59.0	0.174	20	54.0	0.357
0.442	1080	—	—	—	60	59.5	0.187	—	—	—	—	—	—
0.450	1100	31	59.0	0.164	52	59.5	0.19	27	57.5	0.174	—	—	—
0.462	1130	20	59.0	0.165	43	59.5	0.19	20	57.0	0.174	—	—	—
0.490	1200	—	—	—	22	60.0	0.192	—	—	—	—	—	—

注:表中产品的模数尺寸为 1200mm×600mm。风压均为机外余压(Pa)。

从表 21 中数据可见,4 种同样风速、风量下的 FFU 装置,余压、能耗相差较大;单台噪声均在 60dB(A)以下,但是数十台、数百台甚至上千台 FFU 装置安装后的叠加噪声将是不同的。据初步估算,为了达到本规范规定的单向流、混合流洁净室噪声不超过 65dB(A)(空态)的要求,FFU 在断面风速为 0.45m/s 的条件下,其余压大于 100Pa 时,单台 FFU 装置的噪声应为 50dB(A)左右。

基于上述情况,本条对电子工业洁净厂房中 FFU 装置的设置,提出了 5 款基本要求。

7.4.5 干表冷器是以中温水为冷媒的空气换热设备,其功能只求空气降温,不需去湿,即无凝结水析出。在与FFU联合使用时,干表冷器设置在FFU回风的通道上,其冷媒的进水温度应计算确定;通过的风速不宜过高,一般应小于2m/s;干表冷器的风阻力不应太大,应在30~40Pa左右。在正常运行时虽无凝结水析出,但是为了安全,最好还应设置滴水盘或其他排水措施。

7.4.6 空气处理机组是电子工业洁净厂房净化空调系统的关键设备,它与舒适性空调系统中的空气处理机组相比,首先应做到气密性好,既应减少系统中的空气往外泄漏,使能量消耗增加,又要防止“机组”周围相对脏的空气渗入“机组”,增大各级过滤器的负荷,所以本条规定机组的漏风率不得大于1%。第二,为了做到空气处理机组在运行维护中,不易渗漏、散发微粒和便于擦拭、清洁,不仅整体结构应耐压具有足够强度和刚度,而且内表面应平整、光滑,并应具有较好的保温和防冷桥的性能。第三,洁净室设计经验表明,洁净厂房能量消耗大,其中净化空调系统及其冷热源设备又是能量消耗大户。送风量大是能量消耗大的主要源头,降低送风量有多项技术措施,在净化空调系统已经确定送风量的情况下,随着电子产品生产过程中生产工艺设备开启数量和负荷率的变化,室内外温湿度的变化等因素的变化,都可能需要调节送风量;另外,净化空调系统中的初、中、高效过滤器的阻力是不断变化的,为此送风机采取变频变速措施,可调节风机转数,调节送风量,减少电能消耗,是洁净厂房的重要节能措施之一。但是送风机的变频变速措施的设置,一定要结合具体工程项目的实际情况,合理进行选择。

7.5 采暖、通风

7.5.1 为使洁净室(区)内严格做到不产生或少产生尘粒、不滞留或少滞留尘粒,若洁净室(区)需设置采暖设施时,不应采用散热器采暖。据调查了解,目前电子产品生产用洁净室(区)内大多不采

用散热器采暖,为此本条作了严格规定,并为强制性条文。

7.5.2 为确保局部排风系统的安全、稳定运行,电子工业洁净厂房内局部排风系统单独设置的要求,应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073—2001 中第 6.5.3 条规定。

7.5.3 一些电子工业洁净厂房内使用各类品种、一定数量的可燃、易爆和有毒物质,其中以集成电路芯片制造工厂为最多,为确保电子产品生产的安全、可靠运行,通常在使用这些物质的生产设备均设有局部排风系统。在芯片制造用洁净厂房中的可燃、有毒或有害物质主要有:酸碱类:HF、HCl、H₂SO₄、HNO₃、NH₃ 等;有机类:IPA(异丙醇)、CHCl₃、NBA、HMDS、丙酮等;特种气体:AsH₃、SiH₄、PH₃、B₂H₆、HCl、NF₃、WF₆、SiHCl₃、CF₄、SF₆、N₂O 等。这些物质大部分对人类生存环境具有巨大的危害性,为此,电子工业洁净厂房设计中必须采取必要的技术措施,将危害性减少到最小;同时,还应采取技术措施,防止这些物质的排气系统对所在厂房的安全、卫生造成威胁或危害。本条的各项要求以此为出发点作出相应的规定。现对一些规定说明如下:

1 排气系统中,含有水蒸气或凝结物质时,若不能排除系统中的凝结液,将使排气系统不能正常运行或造成安全事故或影响洁净室(区)的空气洁净度,为此本条规定:此类排风系统应设坡度及排放口,以便及时排出凝结物质。

2 排气介质中含有剧毒物质时,该排风系统在运行过程中是不能停止运转的,一旦停机,将对洁净室工作人员和洁净厂房周围环境带来致命的或巨大的危害,为此本条规定:此类排风系统的排风机和处理设备应设备用,并设置应急电源。

排风介质中含易燃、易爆等危险物质或工艺可靠性要求较高时,为确保安全运行,排风系统也不能停止运转,为此本条规定:此类系统的排风机应设备用,并应设应急电源。

3 现将美国消防协会(NFPA)的 NFPA 318《洁净室消防标准》中的相关条文摘录如下,供参考:第 3.5.1 条,排风系统必须设

有自动应急电源。第 3.5.2 条,应急电源工作时,必须达到不低于排气系统 50% 的容量。第 8.8 节,使用可燃或易燃化学品的设备,必须具有可燃或易燃气体或蒸气浓度降低至爆炸下限 20% 以下的排气系统。

7.5.4 为了避免含有毒性、爆炸危险性物质的排气管路向沿程或路由区域泄漏,形成安全事故的发生,本条规定:此类排气管路内压力应低于路由区域内的压力,即保持一定的负压值。

美国消防协会的 NFPA 318《洁净室消防标准》中第 3.2.3 条规定:含有有毒化学物质的排气系统压力,必须低于通过建筑区域的正常压力。

7.5.6 制定本条的主要依据有:

1 按现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019—2003 中第 5.4.3 条制定本条第 1 款规定。

2 根据现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019—2003 中第 5.4.6 条规定本条第 2 款明确规定在洁净室(区)和洁净室(区)外设手动控制开关;为运行安全和管理要求,并规定应设自动控制开关。

3 参照美国消防标准 NFPA 318《洁净室消防标准》中第 3.5.1 条“排气通风系统应设置应急电源”。为确保事故排风系统及时投入运行,不会因停电无法运行而诱发事故的发生,制定本条第 3 款的规定。

7.6 排 烟

7.6.1 电子工业洁净厂房中,不论在上技术夹层或下技术夹层或技术夹道中各种管线均较多,如果再安排机械排烟管道较困难,为了确保洁净厂房安全和一旦出现火情后,有能力及时疏散生产厂房中的工作人员,所以本条规定:洁净厂房的疏散走廊,应设置机械排烟设施。本条是强制性条文,所有电子工业洁净厂房设计、建造时均应认真执行。

这里需要说明的是:本条的规定并不是说所有电子工业洁净厂房都仅仅在疏散走廊设置机械排烟设施,如果一个具体工程项目,在洁净厂房的技术夹层等的管线布置安排中确有可能布置机械排烟管道,并且工程项目的业主希望洁净厂房设置机械排烟设施时,工程设计单位应密切配合,妥善进行各种管线的安排,做好机械排烟系统的设计。

7.6.2 本条规定了电子工业洁净厂房应按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的要求设置排烟设施。但由于以集成电路、光电器件生产为代表的高科技洁净室(区)具有大体量、大面积、人员密度小以及厂房构造、关键工艺生产设备设有安全设施等特点,且此类洁净厂房内各种公用动力、净化空调、高纯物质供应设施、管线较多,布置复杂,使机械排烟管线的布置比较困难,为此本条又规定:“当同一防火分区的丙类洁净室(区)内人员密度小于 0.02 人/ m^2 ,且安全疏散距离小于 $80m$ 时,洁净室(区)可不设置机械排烟设施。”

7.6.3 机械排烟系统设计(风量、排烟口位置、风机等的选择)应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2001 中第9.4.4条等的有关规定。

7.7 风管、附件

7.7.2 鉴于含有易燃、有毒气体或化学品的排风管道在出现火情后,为确保人员的安全疏散,应首先将系统、设备和管道中的有害气体排出,达到安全规定后,才能关断,所以本条规定“不得设置熔片式防火阀”。

7.7.3 电子工业洁净厂房中的净化空调系统的风管和调节阀、高效空气过滤器的保护网、孔板等附件的制作材料和涂料的选择,不仅应根据输送空气的洁净度要求确定,还应充分考虑这些材料的应用,是否会释放对电子产品有影响的物质,比如集成电路芯片生产中,如果净化空气中含有Na、B等物质时,将会使产品质量降低

或成品率降低,严重时不能制造出所需要的成品,为此本条规定“不得采用释放对电子产品有影响物质的材料”。

7.7.4 由于洁净室(区)内排风系统有多种类型,各个排风系统含有各类化学物质,因此选用排风系统的风管、阀门、附件的制作材料和涂料时,应认真分析、对比所选材质与所在排风系统内物质的物化性质及其所处的环境参数,以不得发生化学反应和引起安全事故为前提选用合适的材质。

7.7.7 制定本条的主要依据是:

1 根据现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019—2003 中第 5.8.10 条和第 7.9.3 条第 4 款的规定。

2 美国消防标准 NFPA 318《洁净室消防标准》中第 3.3.5 条规定:“排风管道应采用不燃材料制造”。

鉴于上述规定和电子工业洁净厂房的特点,作了本条规定,且第 2 款、第 3 款为强制性条文。

8 给水排水设计

8.1 一般规定

8.1.1 洁净厂房内的管道敷设方式会对洁净室的空气洁净度产生影响,成排布置的给水排水管道有时会对洁净室的气流流型产生影响。为此,本条要求尽量将各种给水排水管道布置在洁净室(区)外,使布置在洁净室内的管道最大限度地减少。洁净厂房经常采用下列管道布置方式:

1 设有上下技术夹层或技术夹道的洁净室,除洁净室内的消防水干管位于上技术夹层外,其余给水排水干管一般都位于洁净室的下技术夹层。

2 各种立管一般布置在技术竖井或技术夹道或墙板、管槽内。

8.1.2 洁净室(区)空气的温度、湿度和压力等都受到控制,基本属于恒温恒湿状态。制定本条的目的就是要确保穿过洁净室的给水排水管道不因其结露而影响洁净室的温度、湿度或洁净度。另外,如果穿过洁净室(区)的给水排水管道其表面温度若高于洁净室(区)的环境温度时,则应对该管道进行隔热保温。保温材料选择时,应确保施工和维护时保温材料脱落的粉尘对洁净室的影响最小;保温层外表面要求平整、光滑,是为了尽可能减少保温层表面积灰并便于清理,宜采用镀锌铁皮等做外壳。

8.1.3 穿过洁净室(区)的管道,其穿管处的密封是保证洁净室空气参数的重要一环。密封不好或不进行密封,一方面会导致洁净室的正压风大量泄漏,造成能量浪费;另一方面,非洁净室(区)的尘粒也会顺管道缝隙进入洁净室,从而破坏洁净室的洁净环境。实践表明,采用套管方式是行之有效的。对无法设置套管的部位,

应采用微孔海绵、有机硅橡胶、橡胶圈及环氧树脂冷胶等进行密封。

8.2 给 水

8.2.1 电子工业洁净厂房内的生产工艺一般为精细或超精细加工,对水质、水温、水压等的要求都较为严格,水质、水温、水压等的变化可能会导致次品或工艺设备故障,因此,应根据不同的工艺要求设置独立给水系统。常见的系统有:纯水或超纯水系统;工艺循环冷却水系统;一般工业给水系统,热(温)纯水系统等。对上述给水系统的补充水可从洁净厂房中的生活给水系统供给。

8.2.2 电子工业半导体、液晶显示器等电子产品生产工艺中往往会使用大量的危险化学品,为此,在厂房(车间)设有危险化学品储存和分配系统,考虑到操作和维护人员的安全,应在这些地方设置紧急淋浴器和洗眼器。环行设置紧急淋浴器和洗眼器的供水管路,是为了提高供水的可靠性,确保在任何时刻都有水供应。

8.2.3 本条是为了确保电子产品生产工艺用水的水质、水压、水温作出的相应规定。

1 给水系统管材选用。首先,要保证该管材不会使所输送的水水质发生变化,即要求该管材具有良好的耐腐蚀性和良好的抗溶出性。其次,要确保该管材的允许工作压力大于系统的工作压力。

2 由于半导体制造、液晶显示器生产等电子工业洁净厂房往往有较严格的微振控制要求,所以这类厂房的首层底板经常加厚,有时达到600~800mm。埋设在这些底板下的给水管道,维修和更换是较困难的,因此,埋地给水管一方面要按水的性质确定管内壁的耐腐蚀性,另一方面要按地下水及土壤的条件确定管外壁的耐腐蚀性。需要注意的是,镀锌层是防锈层而不是防腐层,所以埋地镀锌管必须做防腐处理。在进行洁净室的给水排水设计时,应尽量避免埋地管道。

3 电子工业生产设备的冷却水,一般对电导率、TOC、pH 值等提出要求,为确保生产设备循环冷却水的水质,给水管和回水管采用不锈钢管、钢塑管和塑料管是合适的;焊接钢管由于其耐腐蚀性差,容易产生锈蚀,故不宜使用在对电导率、TOC、pH 值等有要求的场合。

4 阀门及配件要求与管材一致,主要是为了保证供水水质。

8.3 排 水

8.3.1 电子产品生产过程排出的生产废水因产品品种、生产工艺的不同而异,仅以半导体器件、集成电路等电子产品为例,在此类产品生产过程中排出的生产废水就有酸性废水(HF、HCl、HNO₃、H₂SO₄等)、碱性废水(NaOH、NH₄OH等)、研磨废水(硅粉粒等)、废气洗涤废水、有机废水(IPA、显影液、光阻液等)等,它们的排放浓度在生产过程的各个工序也有所不同,但在电子工厂中通常都根据排出的生产废水的品种、性质、污染物浓度等设置废水处理站或废水处理装置进行处理,并达到国家排放标准或地方排放标准后排放。据调查了解,由于上述电子工厂生产废水的排放特点,目前在工程设计和实际生产实践中均采用生产废水系统、生活废水系统分别设置的方式。因此作出本条规定,并为强制性条文。

8.3.2 本条是电子工业洁净厂房给水排水设计安全卫生和维持洁净室(区)空气洁净度等级等技术指标的重要保证,必须严格执行。

对洁净室而言,当洁净室正常工作时,水封装置的主要作用是防止洁净室内的正压风通过重力排水管向外泄漏,而洁净室内的正压风向外泄漏会引起能量损失和破坏洁净环境;当洁净室非正常工作时,它可以防止管道内的有害气体或室外气进入室内,破坏洁净环境。

一般情况下,洁净室与室外的静压差为 10Pa,考虑水封装置

内水的蒸发损失、自虹吸损失及管道内气压变化等因素,水封深度应为 50~100mm 水柱并不小于 50mm,这与《建筑给水排水设计规范》GB 50015 关于水封的设置要求是一致的。

通气系统的作用:①排除排水管道中的有害气体;②平衡管道内的压力,保护水封装置内的水封。通气管的设置位置和高度要确保不对周围环境产生影响,必要时应考虑处理措施。

8.3.3 洁净室(区)内地漏等排水设施的设置应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073—2001 中第 7.3.3 条的规定。

8.3.4 本条是为了从各个方面采取相应措施确保洁净室的洁净度制定的。一般洁净室内的卫生器具应采用白陶瓷或不锈钢制品,不得采用水磨石或水泥等易起尘的制品。卫生器具配件应采用镀铬或工程塑料等表面光滑、易于清洗的产品。

8.4 雨 水

8.4.1 为了减少屋面雨水聚积,减少屋面荷载并降低屋面漏水的可能性,屋面不得积水,为此制定本条规定。

8.4.2 作出本条规定,一是由于洁净厂房设备贵重,生产工艺对环境的要求严格;二是根据国内已经建成的一些电子工业洁净厂房屋面雨水排水重现期的工程实践。

8.4.4 本条规定主要是为了防止因雨水斗密封不好或雨水悬吊管漏水而影响洁净室(区)的洁净环境。

8.5 消防给水和灭火设备

8.5.1、8.5.2 本条明确规定电子工业洁净厂房必须设置消防给水系统。消防水量及系统设置除需要满足《建筑设计防火规范》GB 50016 外,还应符合本规范第 8.5.2 条的规定。

8.5.3 目前在我国的电子工业洁净厂房设计、建造中,洁净室(区)的消防设施有的设置了自动喷水灭火系统,也有的没有设置自动喷水灭火系统;在电子工业洁净厂房中,在储存、分配或使用

易燃、易爆气体、化学品的部位设有气体灭火系统。灭火实践说明：固定灭火设施——自动喷水灭火系统或气体灭火系统均为有效的灭火设施，它能及时、有效地扑灭火情。所以，为了确保洁净室(区)的安全运行，一旦出现火情时，减少经济损失，及时进行扑救，推荐在电子工业洁净厂房设计时，采用固定灭火设施——自动喷水灭火系统或气体灭火系统等。为此本条规定洁净厂房的洁净室(区)应设固定灭火设施。根据我国经济发展水平和近年电子工业洁净厂房消防设计的实践，并参照美国消防协会发布的 NFPA 318《洁净室消防标准》的有关规定，作出本条规定。

1 无特殊要求的洁净室(区)设置的自动喷水灭火系统，可考虑湿式系统，这与 NFPA 318 及国外有关洁净室自动喷水灭火系统的选择是一致的。关于喷水强度和作用面积：我国近年建成的部分电子工业洁净厂房其喷水强度均按 $8\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 进行设计，作用面积有的为 160m^2 ，有的为 280m^2 ；美国消防标准 NFPA 318 规定洁净室自动喷水灭火系统的喷水强度为 $8\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ ，作用面积为 280m^2 ；结合我国现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 中的规定，本条规定自动喷水灭火系统喷水强度为 $8\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ ，作用面积为 160m^2 。

2 据了解，目前在电子工业洁净厂房中，所有存放可燃类特种气体钢瓶的特气柜中均设有自动喷水喷头；美国消防标准 NFPA 318 中第 2.1.2.3 条规定：“存放有可燃气体钢瓶的贮柜中必须安装自动灭火喷水喷头。”

8.5.4 灭火器是扑灭初期火灾的最有效手段。据统计，60%~80%的初期火灾，是在消防队到达之前靠灭火器扑灭的。因此规定洁净厂房要按现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 设置灭火器。应注意的是，洁净室采用的灭火器不应因误喷而破坏洁净环境，也就是说避免使用各种类型的干粉灭火器，同时应避免使用蛋白泡沫灭火器(该灭火器喷完后会散发出臭味)。目前大多采用 CO_2 灭火器。

9 纯水供应

9.1 一般规定

9.1.1 电子工业洁净厂房设计中纯水供应是重要内容之一。各种电子产品生产工艺对纯水水质、水量要求均不相同,在中国电子级水的技术指标中,仅电阻率一项指标——EW-1级水为 $18\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上,而EW-4级水只为 $0.5\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$,相差36倍。在美国试验与材料协会(ASTM) D5127《电子及半导体工业用纯水水质要求》中E-1级、E-4级的电阻率指标也是这样,并且对各等级纯水中离子浓度要求相差更大,如Na离子,E-1级为 $0.05\mu\text{g/L}$,E-1.2级为 $0.005\mu\text{g/L}$ 、E-3级为 $5\mu\text{g/L}$ 、E-4级为 $1000\mu\text{g/L}$;E-1级与E-4级相差20000倍。各种电子产品生产用水量的差异也是很大的,一些电子产品组装厂或电子元件工厂的纯水用量在 5t/h 以下,而TFT-LCD洁净厂房的纯水用量达 $500\sim 1000\text{t/h}$ 。

纯水系统的原水水质因各地区、城市的水源不同相差很大,有的城市以河水为水源,即使是河水,其河水的源头和沿途流经地区的地质、地貌不同,水质也是不同的;有的城市以井水为水源,井的深度不同、地域不同、地质构造不同均会千差万别;现在不少城市的水源包括河水、湖水、井水等,有的城市各个区、段供水水质也不相同。所以纯水系统的选择,应根据原水水质的不同,差异很大,是否选择原水预处理,预处理设备的种类、规模都与原水水质有关。因此,电子工业洁净厂房的纯水系统的选择应根据原水水质和电子产品生产工艺对水质的要求,结合纯水系统的产水量以及当时、当地的纯水设备、材料供应等情况,综合进行技术经济比较确定。首先是技术上的可行、供水水质的可靠,在此前提下,选用建设投资较少、运行费用低或建设投资回收年限较短的技术方案。

9.1.4 电子工业洁净厂房的洁净室(区)内,一般不可避免地将会布置有纯水支管或接至产品生产设备的纯水管,为了减少污染物的扩散、发生、积聚和易于清洁,纯水管道的保温材料选择时,应选用不产生污染物的材料,如橡塑保温材料等,其外表面应平整、光滑,宜外包保护层。

9.2 纯水系统

9.2.2 纯水的制备、储存和输送设备的选型和制造材质的选择,除了应充分满足电子产品生产工艺对供水水质、终端水质的要求外,纯水的制备、储存和输送设备的选型和材质选择,还应充分考虑下列因素:

1 纯水是一种极好的溶剂,为了确保在纯水的制备、储存和输送过程中纯水水质下降最小,必须选择化学稳定性极好的材料,这些材料在所处的纯水中的溶出物最小。各类材料的溶出物多少应以材料的溶出试验确定,主要包括金属离子、有机物的溶出。

2 设备内壁光洁度好,若内壁有微小的凹凸,会造成微粒的沉积和微生物的繁殖,导致微粒和细菌两项指标的不合格。不锈钢内壁光洁度可达几微米至几十微米,内衬 PVDF 的内壁光洁度可达 $1\mu\text{m}$ 以下。

3 设备内壁以及接管处应平整、光滑,以防止产生流水的涡流区,避免污染物积聚。

4 设备内不应有“死水区”、“存水弯”等可能形成不流动水的“死角”、“盲点”等,防止水质降低,避免微生物的滋生。

5 纯水的储罐等设备的上部空间,为防止发生渗气现象等,应充以纯氮保护。

6 应设有检查口、清洗口,以便对设备进行定期检查、清洗,防止长期运行后,内壁产生沉积物及微生物积聚使水质下降。

为此,本条作了纯水的制备、储存和输送设备,应符合电子产品生产工艺的要求,并应符合规定的三款要求。

9.2.3 电子工业洁净厂房的纯水系统设计和运行经验表明,采用纯水循环供水方式是确保纯水水质的安全、方便和可靠的方法,也是目前各类电子工业洁净厂房纯水系统的实际设置状况,图 8 是单管式循环供水系统和有独立回水管的双管式循环供水系统。在集成电路芯片生产等对纯水水质要求严格的电子产品生产工艺用纯水供水系统,目前均采用双管式循环供水系统。

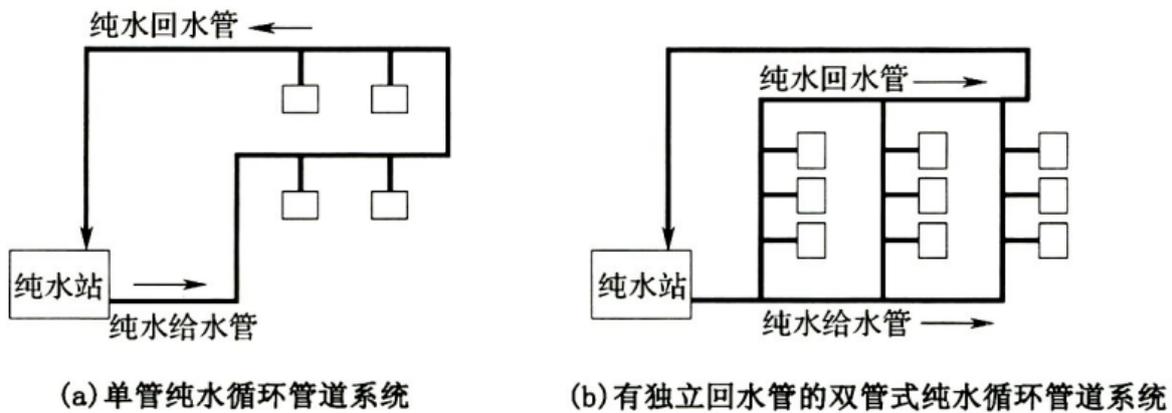


图 8 纯水循环供水管路示意

为了确保电子产品生产所需纯水水质,本条作了七款详细的规定,并且有三款是电子工业洁净厂房中设有纯水系统时,其纯水系统的设计、建造时需强制执行的规定。

9.3 管材、阀门和附件

纯水系统管道及其阀门和附件的材质的选择,与前面所述的与纯水接触的设备和纯水储存、输送设备的要求类似,所以本节要求:材料的化学稳定性应好、管道内壁光洁度应好、不得有渗气现象等。目前,电子工业洁净厂房中纯水系统管道的材质,根据所需纯水水质的不同,一般分别采用低碳优质不锈钢、聚氯乙烯(UPVC、CL-PVC)、聚偏二氟乙烯(PVDF、PVDF-HP)等类型的管材。据了解,在集成电路芯片生产用纯水系统中,一般在反渗透装置(RO)前的管道材质采用 C-PVC;而 RO 装置之后的纯水管材质一般采用 PVDF-HP,循环供水系统的回水管路材质一般

采用 PVDF。

对于纯水系统的阀门、附件的选用,其材质应选择与管道相同的材质。为防止阀门可能发生渗气现象,影响纯水的水质,所以应选用密封好、结构合理的阀门。根据电子工业洁净厂房的实际情况,在集成电路芯片生产等对纯水水质要求严格的电子产品生产工艺用纯水系统中,一般采用隔膜阀。

10 气体供应

10.1 一般规定

10.1.1 洁净厂房使用的气体有常用气体、干燥压缩空气及特种气体三大类,根据各种电子产品品种及其生产工艺的不同,使用气体的品种、纯度及杂质含量是不相同的。表 22 是几类电子产品所需气体品种。

表 22 几类电子产品所需气体品种

气体种类	性 质	集成电路芯片 制造厂	TFT-LCD 制造厂	光纤预制棒 拉丝工厂
F ₂ /Kr/Ne	腐蚀性	√		
NF ₃	毒性、强氧化性	√	√	
Cl ₂	腐蚀性	√	√	√
HBr	毒性、腐蚀性	√		
BCl ₃	毒性、腐蚀性	√		
WF ₆	毒性、腐蚀性	√		√
SiF ₄	毒性、腐蚀性	√		
ClF ₃	腐蚀性、强氧化性	√		
C ₅ F ₈	腐蚀性	√		
CH ₄	可燃性	√		
NH ₃	可燃性	√	√	
CH ₂ F ₂	可燃性	√		
POCl ₃	腐蚀性	√		√
SiH ₄	毒性、可燃性	√	√	
PH ₃	毒性、可燃性	√	√	
CHF ₃	惰性	√	√	

续表 22

气体种类	性 质	集成电路芯片 制造厂	TFT-LCD 制造厂	光纤预制棒 拉丝工厂
CO	可燃性	√		
SiH ₂ Cl ₂	毒性、可燃性	√		
Kr/Ne	惰性	√		
C ₂ F ₆	惰性	√		
C ₄ F ₈	惰性	√		
CF ₄	惰性	√	√	
CH ₃ F	可燃性	√		
SF ₆	惰性	√	√	√
CO ₂	惰性	√		
SiCl ₄	腐蚀性	√		√
N ₂ O	氧化性	√		
HCl	腐蚀性		√	
GeCl ₄	腐蚀性			√
PH ₂	可燃性	√	√	√
PO ₂	氧化性	√	√	√
UN ₂	惰性	√	√	√
PN ₂	惰性	√	√	√
PAr	惰性	√	√	
PHe	惰性	√	√	√

注：表中符号“√”表示该类工厂需用气体。

10.1.3 洁净厂房所使用气体的制备、纯化、储存及分配系统，除应遵守本规范外，还应遵守相关现行国家标准的规定，其中主要有：《建筑设计防火规范》GB 50016、《压缩空气站设计规范》GB 50029、《氢气站设计规范》GB 50177、《氧气站设计规范》GB 50030、《工业金属管道设计规范》GB 50316 等。

10.1.4~10.1.6 目前，各类电子工业洁净厂房中，常用气体管道的一次配管，均敷设在与用气设备相关洁净室(区)毗邻的技术夹层或技术夹道内。除压缩空气管道外，其他各类气体管道不得穿过与其无关的房间或不使用这些气体的房间，有时为布置的方便

或可减少大量的管材,必须穿越时应设套管或双层管,以免运行中这些气体泄漏。由于此类无关房间未采取通风、报警措施,易引起事故。特种气体管道由于管径较小,一般均采用相对集中敷设。洁净室(区)内的惰性及无危害性气体管道及其管架宜暗敷或设置在便于检查、维护的装饰面板内;可燃、有毒或有害气体管道应外露敷设。

可燃气体、有毒气体穿过洁净室(区)墙或楼板处管道应设套管,该套管内的气体管道不得有焊缝,以避免因焊缝质量问题,泄漏气体后无法检查,形成逐渐积聚,成为安全事故的隐患。

10.1.7 电子工业洁净厂房中,由于高纯气体管道内输送的气体中杂质含量都极低,一般氧含量都在 $10^{-6} \sim 10^{-10}$,水含量在 $10^{-5} \sim 10^{-9}$,而洁净室生产环境中的氧浓度、水汽含量均在 10^{-1} 以上,即高纯气体输送管内外的氧气、水分的分压差达 $10^5 \sim 10^{10}$,分压差极大。根据国内外许多研究试验和实际运行都表明:高纯气体输送过程中存在着被生产环境中的气体或水分所污染的巨大潜在危险,为此,防渗漏污染是高纯气体管路设计中必须认真解决的技术措施。另外,在高纯气体管道施工安装或检修后或因故停气恢复时,管内存在的各种杂质气体的吹扫或因停气后不可避免地因管内外分压差而被污染,也需进行吹扫置换达到所要求纯度和杂质容许含量。为了减少吹扫、置换时间,也要求高纯气体管路设计时,必须采取相应的技术措施。本条规定的 3 款规定正是这些技术措施的具体要求,它们是国内外从事高纯气体设计、安装和运行的科技人员多年经验的总结。其中第 2、3 款作为强制性条文,是有关设计者必须遵守的规定。

10.1.8 本条为电子工业洁净厂房内设有可燃气体管道时,应采取的安全技术措施。制定这些规定的理由是:

1 在使用可燃气体的洁净室厂房内,为避免可燃气体的泄漏引发燃烧、爆炸事故,一般是将管路上的阀门设置在阀门箱内,此类阀门箱均设有气体泄漏报警和事故排风装置。

2 目前,在电子工业洁净厂房中的氢气或含氢可燃气体等接至用气设备(无明火)的支管和放散管,为防火回火引发事故,均设有阻火器,但除此之外的可燃气体管道大部分没有设阻火器,所以本条规定“宜设置阻火设施”。

10.2 常用气体系统

10.2.1 常用气体主要包括氢气、氮气、氧气、氩气和氦气,在电子工厂中它们的供气方式主要有三种:第一种是在电子工厂内或邻近处设制气装置,采用管道输送至用气厂房、车间或设备;第二种,外购液态气体,在电子厂房内设液态气体储罐、气化器及气体过滤、调压、输配装置,由管道送至用气厂房、车间或设备;第三种,外购瓶装压缩气体,瓶装压缩气体有单个钢瓶或钢瓶集装格或长管气瓶拖车等形式,在电子工厂内设压缩气体钢瓶储存、气体分配装置或汇流排,再由管道输送至用气厂房、车间或设备。表 23 是三种方式的比较。

表 23 三种供气方式的比较

供气方式	主要优缺点	适用范围
设现场制气设备管道供气	<ol style="list-style-type: none"> 1. 输送气体量大 2. 输送中污染少 3. 使用方便灵活,稳定可靠 4. 电耗少,成本较低 5. 基建投资较大 6. 需操作人员 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工厂用气量大 2. 离制气厂远 3. 邻近几家工厂统一集中供气
液态气体供气	<ol style="list-style-type: none"> 1. 输送气体量较大 2. 与钢瓶运输相比,输送费低 3. 输送中污染较少 4. 使用较方便 5. 电耗及成本高 6. 输送储存中,均有损耗 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工厂有一定的用气量 2. 可方便、价格适宜地得到液态气体供应
气体钢瓶供气	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用气量少时,投资少,使用方便 2. 电耗及制气成本较液态低 3. 运费高,劳动强度大 4. 输送中易污染 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 仅在工厂用气量少时采用 2. 工厂有一定的氢气用量,可采用长管气瓶拖车供应

10.2.3~10.2.5 这3条是对电子工业洁净厂房中的气体纯化装置的设置、气体入口室的设置和气体纯化间、气体入口室内设有氢气等可燃气体纯化装置或管道时,为了安全、稳定运行作的规定或要求。

1 根据电子产品生产工艺要求和气源的品质,电子工业洁净厂房内常常设有不同类型的气体纯化装置,如电子产品生产工艺要求气体中杂质含量达到 10^{-9} 时,即使管道供应或外购气瓶的气体纯度达99.99%或99.999%,尚需设置金属吸气剂法、低温吸附法和钯膜扩散法等类气体纯化装置对气体进行提纯。

2 根据国内已建各类电子工业洁净厂房的状况,对于用气设备较多的厂房,为方便管理和安全运行,各种气体纯化装置大多设在气体纯化间(站)内,并且常常将多种气体纯化装置集中设置在一气体纯化间(站)内。一般氧气纯化装置由于不需要用氢气进行活化再生,配置非防爆电气装置时,可将氧气纯化装置与配置有防爆电气装置的气体纯化装置分开设置。

3 为了对进入电子工业洁净厂房的各种气体管道进行集中管理,目前国内各工厂大多设有气体入口室,也有的工厂为管理方便将部分气体纯化装置或全部气体纯化装置也设置在气体入口室内或将气体进入洁净厂房的相关控制阀门设在气体纯化间内。

4 由于气体终端纯化装置是确保用气设备处的气体品质,并且这类设备对气体品质要求均十分严格,为了减少高纯气体输送过程被污染和减少管路投资以及管理方便,宜将气体终端纯化设备设在邻近用气点处。

5 对于甲类火灾危险生产的气体纯化间(站)或气体入口室,根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的要求,应靠外墙设置。

6 氢气等可燃气体引入管道上,应设自动切断阀,对洁净室(区)的安全可靠运行十分有利,一旦出现异常时,切断可燃气体气源,防止事故扩大。美国消防协会颁布的NFPA 318《洁净室消防

标准》第 6.6.3 条规定：“……可燃和有毒气体探测器必须启动报警器和切断气体供给”。

7 设有氢气等可燃气体的气体纯化间或气体入口室,应设有良好的自然通风设施,以确保一旦氢气等泄漏时及时排放,避免在室内积累;当房间内泄漏气体达到规定浓度时,气体泄漏报警装置报警并启动事故排风装置。工程实践证明,自然通风、事故排风均为可靠的、行之有效的安全技术措施。

10.2.6 鉴于氧气的特性,氧气与油脂接触后,如碰上着火源,极易引起燃烧事故,所以氧气管道、阀门及附件均应忌油,都必须进行严格的脱脂处理;氧气是典型的氧化性气体,只要在氧气管道内因各种原因存在机械杂质、铁锈等可燃物时,一旦有着火源都极易引发着火燃烧事故,因此氧气管道等均应设有导除静电的接地设施,以及时消除管道内气流摩擦等因素产生的静电聚集;当洁净厂房因各种原因出现火情或重大事故时,为了避免引发氧气管道产生次生灾害,减少损失,应及时切断氧气供气气源。为此制定本条规定,并为强制性条文。

10.2.9 由于洁净室(区)内密闭性好,为避免各类气体泄漏后不易排出,积聚在洁净室(区)内或技术夹层、技术夹道内,根据电子工业洁净厂房设计、建造的实践经验,气体管道的连接应采用焊接。当气体管道的材质采用不锈钢管时,应采用氩弧焊,并宜采用等离子熔融对接焊。气体管道与设备或阀门的连接宜采用表面密封接头(VCR)或双卡套,高纯气体管道应采用表面密封接头(VCR),采用双卡套接头时,其密封材料宜采用金属或聚四氟乙烯垫。

10.3 干燥压缩空气系统

10.3.1 干燥压缩空气系统是电子工厂中的一种重要动力源,它用于许多电子产品生产工艺设备气动设备或仪器仪表的动力气源,一旦供气量不足或供气品质下降,都将影响产品生产过程的正

常进行,严重时还将停产,故本条对电子工业洁净厂房中的干燥压缩空气系统作了相关的规定。

1 应按生产工艺、公用动力系统对干燥压缩空气品质、消耗量确定设计规模。为确保生产工艺供气的安全、可靠、稳定性要求,应留有合理的富余量。当产品生产过程要求不能中断供气或中断供气将会引起安全事故时,应设置一定的备用供气装置等。

2 电子产品生产过程对于干燥压缩空气的含水量(或露点)、含油量、微粒粒径及其浓度的要求较为严格,表 24 是一些电子产品生产工艺对于干燥压缩空气品质的主要要求。

表 24 一些电子产品对于干燥压缩空气品质的主要要求

品质指标	集成电路芯片制造	TFT-LCD 制造	光纤制造
含水量(露点)(°C)	-80~-90	-70~-80	-60
微粒限控粒径(μm)	0.01~0.1	0.1~0.2	≥ 0.3
微粒控制浓度(个/ ft^3)	1~10	10~30	10~30
含油量	不容许含油	不容许含油	不容许含油

3 电子工厂所需干燥压缩空气大多要求严格控制含油量或无油;即使少数产品因生产工艺对于干燥压缩空气无含油量要求,但为了确保干燥装置的安全可靠运行,应采用无油润滑空气压缩机或采取多级过滤器除油,所以本条推荐“宜选用无油润滑空气压缩机”。

10.4 特种气体系统

10.4.1 由于电子产品生产工艺所使用的特种气体是品种多、单一品种数量少,所以均为外购供应,一般采用钢瓶包装、运输、储存或少量采用槽车运输。在钢瓶(储罐)内的状态有气体及液体。根据生产工艺所使用的特种气体物化性质、耗量、品质要求,在电子工厂内应合理设置储存、分配系统。

10.4.2 本条规定的特种气体储存分配间是指电子工业洁净厂房中设置特气柜的专用房间,该特气柜间属于洁净厂房中的生产辅

助房间,通常设在靠外墙的边跨中,有时为了平面布局的需要也可设在其他场所。该特气间生产危险性类别的划分应根据放置的特气种类确定,而电子工业洁净厂房中的特气间常常设有可燃性、毒性、氧化性特种气体,所以应按甲、乙类生产类别进行设计。参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 中的相关规定,在甲、乙、丙类厂房内,布置有不同类别火灾危险性的房间的隔墙应采用耐火极限不低于 2.0h 的不燃烧体,隔墙上的门窗应为甲级防火门窗。并根据多年的工程实践,制定本条规定,并为强制性条文。

10.4.3 可燃或有毒的特种气体具有对安全生产、人员健康极大的危害,因此本条的第 1~3 款对其分配系统的设置作了强制性规定:

1 特种气体钢瓶及其分配系统应设在具有连续机械排风的特气柜中,该特气柜应配有气体泄漏检测报警系统、手动或自动切换系统、自动切断输送气体及自动吹扫的设施。气体泄漏检测报警系统应与事故机械排风机联锁。该特气柜设排风装置,并应排入相应的生产废气处理系统,经集中处理达标后,方能排放至大气。对储存高危害性特种气体的钢瓶柜应配置就地废气处理装置,经集中处理达标后,才能排入上述相应的生产废气处理系统。

2 为确保连续不中断运行,分配系统所设置的自控系统、报警系统及与之所联锁的事故排风机的电源,均应设应急电源。

3 特种气体系统的阀门、附件及连接件都应设在多路阀门箱(盘)(VMB 或 VMP)内,该阀门箱/盘均设机械排风装置、气体泄漏检测及声光报警系统,并能在事故发生时及时切断气体供应和启动所联锁的事故排风机,排入相应的生产废气处理系统。

10.4.4 特种气体分配系统中,具有危害性的特种气体钢瓶气源应配备吹扫盘,为此本条作了相应规定。

1 现将美国消防协会发布的 NFPA 318《洁净室消防标准》第 6.3 节有关特种气体吹扫盘的相关规定摘要如下:

- 1)所有危险的压缩工艺气体钢瓶在使用时,应设置吹扫盘;
- 2)选用的吹扫盘所使用的管道、配件的材料与所输送的气体应具有相容性;
- 3)应设置过流量控制,并设紧急切断阀;
- 4)只有用于相容气体的吹扫盘,才容许共用吹扫气瓶;
- 5)设手动切断阀,以便将吹扫盘整体取下进行修理。

2 吹扫盘的吹扫气源一般采用以下两种方式:

1)采用常用气体输配系统作为吹扫气源,系统应设置防回流措施,以防止吹扫气体与其他工艺特气的交叉污染;

2)采用专用吹扫气体钢瓶或钢瓶组作为吹扫气源,对物化性质不相容的两个或两个以上特气钢瓶气源所配置的吹扫盘,不允许合用一气体钢瓶或钢瓶组吹扫气源。

10.4.5 本条规定硅烷或硅烷混合物气瓶应存放在电子工业洁净厂房建筑外的储存区内,并规定了这类储存区设置的相关规定。这些规定,主要是参考了美国消防协会发布的 NFPA318《洁净室消防标准》第 6.4 节的有关规定:

- 1 储存区必须是三面敞开的,气瓶用钢制框架保护。
- 2 气瓶与周围构筑物及围栏最小间距应大于等于 95 英尺(约 2.7m)。
- 3 当储存区设有雨篷时,其净高应为 12 英尺(约 3.7m)。

11 化学品供应

11.1 一般规定

11.1.1 电子工业洁净厂房常常需使用各种化学品,根据电子产品品种及其生产工艺的不同,各种电子产品生产所使用的化学品是不相同的,其中以集成电路芯片制造过程、TFT-LCD 生产过程所需的化学品品种多,有的纯度要求严格,表 25 是这两种电子产品生产用洁净厂房内所用的主要化学品种类。表 26 是有关资料提出的集成电路芯片 64M 生产过程部分化学品的质量要求。

表 25 一些电子工业洁净厂房所用主要化学品种类

化学品种类	性质	TFT-LCD 制造工厂	集成电路芯片制造工厂
C_3H_6O	毒性、可燃性		√
$(CH_3)_2CHOH$	可燃性	√	√
C_5H_9NO	可燃性	√	
$C_2H_3Cl_3$	毒性、可燃性		√
NH_4HF_2/NH_4T	毒性、腐蚀性		√
NH_4OH	腐蚀性		√
H_2SO_4	腐蚀性		√
HPO_3	腐蚀性	√	√
HCl	腐蚀性	√	√
HF	腐蚀性		√
BOE	腐蚀性		√
H_2O_2	氧化性		√
CH_3COOH	腐蚀性、可燃性	√	√
HNO_3	腐蚀性、氧化性	√	√
NaOH	腐蚀性	√	√
$(CH_3)_2SO$	腐蚀性	√	
$HOCH_2CH_2NH_2$	腐蚀性、毒性	√	

注:表中符号“√”表示该类工厂需用的气体。

表 26 集成电路芯片(64M)生产过程部分化学品的质量要求

化学品种类	微粒(PC/CC)		金属离子
	0.1 μ m	0.2 μ m	
H ₃ PO ₄	<40	<20	<1.0 $\times 10^{-9}$
HCl	<30	<20	<1.0 $\times 10^{-9}$
H ₂ SO ₄	<20	<10	<1.0 $\times 10^{-9}$
H ₂ O ₂	<20	<10	<1.0 $\times 10^{-9}$
NH ₄ OH	<20	<10	<1.0 $\times 10^{-9}$
HNO ₃	<30	<20	<1.0 $\times 10^{-9}$
49% HF	<30	<20	<1.0 $\times 10^{-9}$
5% HF	<30	<20	<1.0 $\times 10^{-9}$
1% HF	<30	<20	<1.0 $\times 10^{-9}$

11.1.2 电子工业洁净厂房所用化学品如表 25 所列品种较多,它们的分类、储存应符合现行国家标准《常用危险化学品的分类及标志》GB 13690、《常用危险化学品贮存通则》GB 15603 等的相关规定。危险化学品按主要危险特性分为 8 类,即第 1 类 爆炸品,第 2 类 压缩气体和液化气体,第 3 类 易燃液体,第 4 类 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品,第 5 类 氧化剂和有机氧化物,第 6 类 有毒品,第 7 类 放射性物品,第 8 类 腐蚀品。

由于各类化学品的性质不同,因此常用化学危险品应分区、分类、分库储存,并不得与禁忌物料混合储存。储存化学危险品的建筑物不得有地下室或其他地下建筑,其耐火等级、层数、占地面积、安全疏散和防火间距,应符合国家有关规定。

11.2 化学品储存、输送

11.2.1 制定本条的依据和参考材料如下:

1 现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 第 3.3.9 条的规定。

2 现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—92(1999 年版)第 5.9.1 条。

3 美国消防协会发布的 NFPA 318《洁净室消防标准》的有

关规定。第 5.1.1 条,危险化学品的储存和分配间应以耐火极限为 1.0h 的构造物与洁净室分隔。第 5.1.3 条,洁净室中应把危险化学品控制在使用和维护需要的限值。第 5.1.4 条,危险化学品的储存和分配间应设有下列机械排风装置:(1)机械排风最低流量为 $1\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$ 地板面积;(2)排风和入口处的开口应防止气体的积聚;(3)机械排风系统应与自动应急电源相连。

11.2.2 制定本条的依据和参考资料如下:

1 美国消防协会发布的 NFPA 318《洁净室消防标准》的有关规定。第 5.3.2 条,危险化学品不应在出入口走廊内分配和存放。第 5.3.3 条,运输和装载危险化学品的小车应为完全封闭型。用于运输化学品的小车的容量不应超过 208L,最大单个容器的容量为 19L。第 5.3.4 条,不相容的危险化学品,不得用同一装载危险化学品的小车同时运输。

2 据了解,目前国内一些使用危险化学品的电子工业洁净厂房内,为确保桶装危险化学品运输过程的安全,均采用液压升降装置,在运输危险化学品的通道或走廊,均设有自动灭火装置,一旦发生火情,及时进行救援。对于运送有机溶剂部位,应采用二氧化碳灭火系统或泡沫灭火系统,其余采用自动喷水灭火系统。

11.2.3 本条规定是根据国内一些电子工业洁净厂房使用危险化学品的储存、输送系统的调查分析资料和参考 NFPA 318《洁净室消防标准》的相关条文制定的。

1 电子工业洁净厂房中的危险化学品采用管道输送时,一般采用气泵增压输送,增压气体采用氮气。

2 在危险化学品的管道输送系统的压力储罐后的分配和使用设备处均应设手动切断阀,以便及时进行切断操作。

3 NFPA 318《洁净室消防标准》第 5.2 节中的相关规定:“采用加压系统时,系统中所用各种材料都应与所输送的化学品物化性能具有相容性”,“压力罐设有自动减压通风口,若火灾时,可排气至安全的位置”,“使用点设手动切断阀”、“加压只能用惰性气

体”等。

11.2.5 制定本条规定的主要依据如下：

1 根据对一些电子工业洁净厂房内设有危险化学品储存、分配间的调查表明,储存化学品的储罐一般设置在底层半地下间,位于化学品供应系统的最低处,在各类液体储罐之间设有隔堤或保护堤。保护堤是用于储罐泄漏或检修用围堰,防止液体化学品外溢;隔堤是用于甲、乙类液体或液体相互接触能引起化学反应的储罐之间的分隔。隔堤、防护堤的高度约 500mm。危险化学品储存、分配间一般均设有液体泄漏报警装置、紧急洗眼器、淋浴器。

2 在现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 中,对于甲、乙类液体设置防火堤、隔堤制定了有关规定。

3 NFPA 318《洁净室消防标准》第 5.1.2 条规定:洁净厂房内的危险化学品储存和分配间应设二次抑制化学品溢出的设施。

11.3 管材、阀门

11.3.1 电子工业洁净厂房所需化学品的品质较多,包括具有可燃性、氧化性、腐蚀性的各种酸碱、有机溶剂等,为确保化学品的输送质量、安全运行和使用寿命,输送化学品的管道材质应根据管内流过化学品的物理化学性质进行选择,如酸碱类输送管道材质,通常采用聚四氟乙烯管,并以透明 PVC 管做保护套管,避免输送管道被腐蚀和预防酸碱液泄漏时造成人身(设备)受伤(受损)。为防止各类化学品,特别是一些高纯化学品在输送过程中被污染或因管道材质选用不当,引发不应发生的化学反应,影响化学品质量,所以输送化学品管道的材质应选用化学稳定性良好和相容性好的材料,如:输送有机溶剂类化学品管道材质,通常采用管内壁抛光的低碳不锈钢管(SUS316L EP/BA)等。本条为强制性条文。

11.3.2 据调查了解,在电子工业洁净厂房中,为防止有腐蚀性的酸碱类管道泄漏,殃及操作人员或生产设备,各类腐蚀性的酸碱类管道均采用带套管的聚四氟乙烯管(PFA 管),外套管为透明的

PVC 管等。

在美国消防协会颁布的 NFPA 318《洁净室消防标准》中，有一条例外的说明：“易燃液体的加压输送系统容许用非金属管道输送，但必须设置于熔点高于 1093°C (2000°F) 的金属制造的外壳中”。

鉴于上述情况，作了本条规定。

11.3.3 对一些使用多种化学品的管道供应系统的国内电子工业洁净厂房的调查和相关的技术资料介绍表明，为确保化学品供应输送系统的安全和有利于连接多台生产设备共用一条管路系统，一般在液体化学品供应系统中设有化学品供应分配阀箱 (Valve Manifold Box, 简称 VMB, 如图 9 所示)。故作本规定。

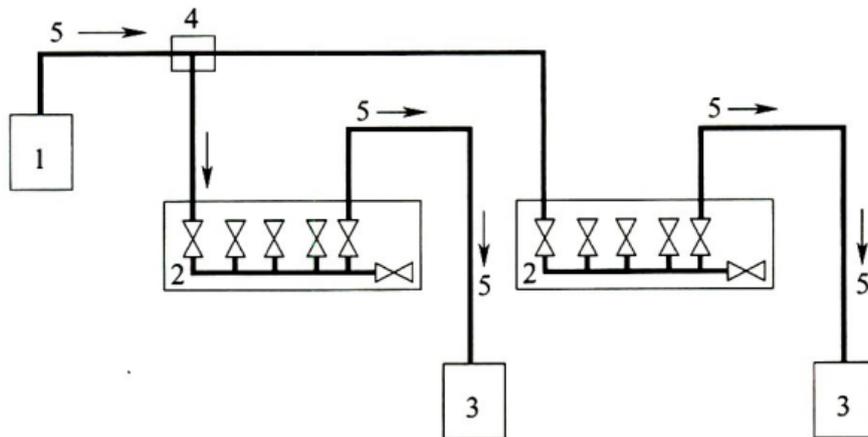


图 9 化学品供给系统示意

1—化学品供给装置；2—阀门箱(VMB)；3—使用化学品的设备；
4—三通箱；5—化学品供给管道

12 电气设计

12.1 配 电

12.1.3 电子工业洁净厂房中的产品生产用主要工艺设备,一般都是电子生产线的关键设备、核心设备,它们的正常、连续运转对确保生产线的正常运转至关重要,所以近年来的一些电子产品生产用主要设备都要求由专用变压器或专用低压馈电线路供电。随着科学技术的发展,电子产品生产的精细化、微型化、高质量和高可靠性的要求日益严格,对洁净室(区)的空气洁净度等级要求严格和连续运转、高纯物质(高纯水、高纯气、高纯化学品)供应可靠和连续,这些都对洁净室(区)的电力供应提出了连续甚至不间断供应和电压稳定性要求。据不完全统计,近年来设计的大规模集成电路芯片制造工厂、TFT-LCD 制造工厂中,均要求电力供应中设置备用发电机组。供应有特殊要求的生产工艺设备和公用动力设备(包括高纯气、特种气体、部分净化空调系统、化学品等供应系统)等所需电力,应急发电机供应电力的能力约占全厂装设功率的2%~15%,不间断电源(UPS)的电力供应能力占全厂装设功率的1%~15%;一些大规模集成电路芯片制造工厂的应急发电装置设有8~12台,单台发电能力1500~2000kW。虽然有上述工程实践,但电子产品类型很多,据了解,并不是所有电子产品生产用洁净厂房都采用上述配置,因此作了本条规定。

12.1.4 为确保洁净厂房的净化空调系统(含制冷机)连续、稳定地运行,应由变电所低压馈电专线供电。

12.1.6 本条规定电子工业洁净室(区)中的配电设备应采用暗装,是为了防止或减少产生、积聚微粒,方便清洁。近年来,电子工业洁净厂房中采用垂直单向流洁净室时,下技术夹层高度常常为

4m 以上,此时,配电系统的配电箱基本上均布置在下技术夹层内,故本条规定“配电设备宜设置在下技术夹层”。

12.1.7 洁净室(区)为密闭空间,一旦出现火情时烟气不易排出,为确保工作人员的安全和健康,宜采用低烟、无卤型电缆,避免电缆燃烧产生的烟雾和卤素毒气危及工作人员的安全。为保证洁净生产区的洁净度、不积聚尘埃,电缆不宜在洁净生产区明敷。为避免防止污染物从接缝渗漏入洁净室(区),对各种接缝、电气管线口应进行密封处理。

12.1.8 电子工业洁净厂房内使用的可燃气体、危险化学品的种类很多,各自的物理化学特性不同和供应系统配置不同,且具体工程中的系统、设备和安防设施的配置也不相同,所以电气设计应按现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的规定,由工艺专业等确定其设防等级。

12.2 照 明

12.2.1 根据现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034—2004 中的规定,照度值均为作业面或参考平面上的维持平均照度值。该标准第 5 章中规定了各类建筑的照明标准值,现将其中有关电子工业的部分摘录于表 27 中。

表 27 电子工业建筑一般照明标准值

房间或场所	参考平面及其高度	照度标准值(lx)	备 注
电子元器件	0.75m 水平面	500	应另加局部照明
电子零部件	0.75m 水平面	500	
电子材料	0.75m 水平面	300	
酸、碱、药液及粉配制	0.75m 水平面	300	—

据调查,近年来设计、建造的一些大规模集成电路芯片制造工厂、TFT-LCD 制造工厂洁净室(区)的照度值大部分为 500 lx,也有的采用 300 lx;更衣室、支持区和化学品储存分配间等,大部分为 300~500 lx,也有的采用 150~200 lx。根据上述情况,制定了

本条规定。

12.2.2 据调查,局部照明的设置和照度值的选择均与产品生产操作要求相关,实际采用局部照明的照度值一般为 500~2000 lx,个别也有超过 2000 lx 的。为此,本条规定局部照明的照度值应根据生产操作的要求确定。

12.2.3 洁净室(区)内的电子产品生产一般为连续性生产,对照明的连续性、可靠性均有较严格的要求。设置备用照明的目的是为了正常照明因故熄灭时,确保工作人员能够继续从事必要的生产活动或采取应对措施所必须的照度。为减少灯具的重复设置,节省投资,备用照明一般都是作为正常照明的一部分,以不低于该场所一般照明照度值的 20%为宜。

12.2.4 由于洁净厂房的密闭性和基本采用人工照明的特点,所以目前已建的洁净厂房内均设有供人员疏散用的应急照明。设置应急照明的部位包括洁净室(区)、技术夹层和疏散通道等。

12.3 通信与安全保护装置

12.3.1 电子工业洁净厂房是一密闭性建筑,为确保正常生产、安全生产,在洁净室(区)内设置通信设施,是加强内外联系和实现科学管理的重要手段。

1 洁净室内设置内外联系的通信设施,主要指建立内外语音和数据通信。鉴于洁净室内的工作人员是主要的尘源,人员走动时的发尘量是静止时的 5~10 倍,为了减少洁净室内人员的走动,保证室内洁净度,在每个工位宜设一个有线语音插座。

2 若洁净室(区)设有无线通信系统时,应采用功率小的微蜂窝无线通信等系统,以避免对生产设备造成干扰。

3 洁净室生产工艺大多采用自动化操作,需要网络来支持;现代化生产管理,也需要网络来支持。因此,需在洁净室(区)设局域网的线路及插座。

4 为减少洁净室(区)内人员的活动,最大限度地减少不必要

人员进入,通信配线及管理设备不应设置在洁净室(区)内。

12.3.2 电子产品生产用洁净厂房中的丙类生产厂房,按照现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的要求,其火灾保护等级应为二级。当此类洁净厂房中防火分区面积不超过现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 要求的防火分区的最大允许建筑面积时,是可行的。

但有些电子工业洁净厂房由于工艺流程的需要,其防火分区的面积超过现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定,有的甚至超过几倍。另外,电子产品生产工艺复杂,有些电子产品生产中要使用多种易燃、有毒化学溶剂和易燃、有毒气体、特种气体。洁净厂房是密闭性空间,一旦发生火灾,热量无处泄漏,火情扩散速度较快,且通过风管或风道彼此串通,烟火会沿着风管或风道迅速蔓延。电子工业洁净厂房中的生产设备又很昂贵,加强对洁净室的火灾报警系统设置是非常必要的。所以,在防火分区面积超过规定时,应将保护等级提高为一级。

12.3.3 由于洁净室(区)进出程序比较复杂,一般未做身体净化的人员是不能进入的。当洁净室内火灾报警时,又需要进行火灾确认后方可手动控制空调机等设备的动作。因此,应该在洁净室(区)内,包括下技术夹层内、空调机房、动力站房、各类控制室内均应设置固定消防电话分机,建立洁净室与消防控制室的消防专用通信线路,以便消防控制人员通过电话及时了解洁净室(区)和相关房间内的火灾情况。

12.3.4 制定本条的依据是:

1 电子工业洁净厂房内火灾探测器选择时,应充分考虑洁净室(区)的环境条件及房间构造特点,如高度、面积、空气流向、流速、有无对火灾探测器的干扰等,以及火灾探测器的特性和技术指标。选用智能型探测器可比较可靠地探测火灾。

2 在一些芯片制造和第五代、六代以上液晶显示器生产用洁净厂房,洁净生产区的面积较大,防火分区的面积大大超过现行国

家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定的最大容许建筑面积,为强化消防设计技术措施,本条明确规定在洁净室(区)内净化空调系统混入新风前的回风气流中,应设置高灵敏度的早期烟雾报警探测器,把着眼点放在不可见烟雾的探测,尽早发现火情,把火灾消灭在萌发阶段,为避免事态扩大争取到更多的宝贵时间。据了解,近年来这类洁净厂房均在回风气流中安装了高灵敏度早期报警火灾探测器,虽然费用较高和安装、维护要求严格,但仍然得到了用户和消防部门的认可。

3 在室温下,硅烷是一种在空气中可以自燃的气体,硅烷一旦泄漏,很快燃烧,不产生烟雾。而红外-紫外线(UV-IR)双重扫描的火焰探测器,对硅烷产生的火灾反应速度最快。故规定硅烷储存、分配间(区)应采用火焰探测器。

4 洁净室(区)的上下技术夹层、静压箱有时是有操作人员在现场的,当这些区域发生火灾时,为了第一时间发出警报,便于人员疏散,应设置手动报警按钮和声光报警装置。

12.3.5 在消防控制室平时对下列设备不应自动联动,应对洁净室(区)的火灾报警进行核实,当确认火灾后,才能在消防控制室进行手动控制。

1 由于一旦关闭电动防火阀,停止送风,洁净室(区)的环境就会遭到破坏,恢复起来需要一定的代价和时间。所以规定应在火灾报警核实、确认火灾后,才能实施“关闭有关部位的电动防火阀,停止相应的净化空调系统的送风机、排风机和新风机,并接收其反馈信号。”

2 为防止误报造成不必要的损失,宜在消防值班室或低压配电室采用人工方式,对洁净室(区)空调循环风机、新风机等各类设备的非消防用电进行控制。

12.3.6~12.3.8 制定这三条的根据是:

1 在一些电子产品生产过程中使用品种多样的易燃、易爆、有毒气体,如 SiH_4 、 SiH_2Cl_2 、 NH_3 、 C_4F_6 、 AsH_3 、 PH_3 、 Cl_2 等。这

些气体一旦泄漏,将可能产生火灾或爆炸、或危及操作人员安全、或对设备造成损害。因此,必须设置有效、安全、可靠的气体探测和控制系统,避免、防止因气体泄漏造成事故。气体探测器按原理分,有电化学式、化学纸带式、红外技术和固态金属氧化物技术等;按采样方式分,有泵吸式和扩散式。应根据所监测的气体物化特性和使用环境特点合理选用。

2 因在各种气体的输送管道和特种气体的气瓶柜、分配阀门箱内的气瓶阀、减压阀、分配阀、切换阀等的连接处容易产生气体泄漏,在特气柜更换气瓶时因操作不当阀门未关紧,管道接口、阀门受腐蚀或连接不牢固等原因,易产生气体泄漏。因此,在这些易发生泄漏的场所,沿程管道的阀门或接头易泄漏处和气瓶柜、分配阀门箱内均应设置检测点。气瓶柜、分配阀门箱均设有强制排风系统,如有气体泄漏时,泄漏的气体大部分被吸入到排风管内,所以应将采样点设置在排风管口处。

3 气体泄漏报警装置报警后,为了及时切断相应气体的气源,防止继续泄漏,造成着火、爆炸事故,应自动连锁相应气体输送管道的进气阀门。

4 美国消防协会发布的 NFPA 318《洁净室消防标准》,第 6.6.1 条规定:易燃或有毒气体在使用中,应设置于配有排气通风的柜内,柜内应设置气体监测报警和自动切断气体供应设施。第 6.6.3 条规定:在可能有易燃、有毒气体泄漏的场所、阀门或装配件或接头处,应设置气体报警和排气通风设施,一旦报警时,应能切断气源。第 6.6.5 条规定:对可能发生易燃气体泄漏的场所,设置爆炸下限 20% 的报警装置。以上各条要求是制定本条规定的主要依据。

12.4 自动控制

12.4.1、12.4.2 电子工业洁净厂房的设备监控系统是一门集电气技术、自动化仪表、计算机技术和网络通信等技术为一体的综合

技术,只有正确合理地运用各门技术,系统才能达到控制要求。为了保证电子工业洁净厂房对生产环境控制的特殊要求,公用动力工程系统、净化空调系统等控制系统应具有高可靠性。其次,对于不同的控制设备,要求具有开放性,以适应实现全厂联网控制的要求。电子产品工艺技术发展迅速,电子工业洁净厂房设计应具有灵活性、扩展性,为此要求控制设备具有可扩展性,以满足洁净厂房控制要求的变化。

集散式网络结构具有良好的人机交互界面,能较好地实现对生产环境、各类动力公用设备实施检测、监视和控制,可适用于采用计算机技术进行控制的洁净厂房。当洁净厂房的参数指标要求不是很严格时,也采用常规仪表进行控制。但无论采用何种方式,控制精度都应满足生产要求,并能做到稳定、可靠运行,达到节能的要求。

12.4.3 洁净室(区)需要保持一定的静压差,这是实现洁净室(区)空气洁净度的基本要求,所有洁净室(区)都应采用各种不同的静压差控制方法,如余压阀、压差变送器等。

12.4.4 净化空调系统采用电加热器对送入洁净室(区)的洁净空气进行加热时,通常都将电加热器设置在送风管的支干管或支管上,一旦发生风机事故停车或送风量减少引起送风温度超过允许温度时,可能诱发电加热器烧毁甚至相关部分着火事故;净化空调系统采用电加湿器时,加湿器加热汽化纯水对送入洁净室(区)的洁净空气增湿,通常将电加湿器安装在空气处理机组或送风管内,一旦发生纯水供水中断或无风时,也会诱发电加湿器烧毁甚至相关部分着火事故。为此作了本条的规定,并为强制性条文。

12.5 接 地

12.5.1 电子工业洁净厂房有多种用于不同目的的接地,宜采用共用接地系统,以避免分开接地不同电位所带来的不安全因素,以及不同接地导体间的耦合影响。不同的接地可以采用单独的接地

线,但接地极系统是共用的,并应遵循等电位连接的原则。

12.5.3 接地系统设计应以防雷接地系统为基础,各种接地应包括在防雷接地系统保护范围之内。

13 防静电与接地设计

13.1 一般规定

电子工业洁净厂房中,根据电子产品生产工艺要求设防静电环境的场所主要有对静电放电敏感的电子元器件、组件、仪器和设备的制造和操作场所。操作场所包括包装、传输、测试、组装以及与这些操作相关联的活动;配置静电放电敏感的电子仪器、设备和设施的应用场所,如各类电子计算机房,各类电子仪器实验室、监控室等。在电子工厂中的一些电子产品生产、检测、试验场所有洁净环境要求,静电的存在将会影响洁净技术措施的效果。因此、洁净环境的设计亦应设定静电控制的预期目标,并按本规范的规定执行。

防静电环境设计应采用的主要技术措施,应从抑制或减少静电的产生和有效、安全地排除静电的措施着手。

13.2 防静电措施

13.2.1 本条是对防静电环境中防静电地面的规定,其主要依据是:

1 防静电地面是防静电环境控制的重点部位,防静电地面面层类型的选择,首先应满足不同的电子产品的生产工艺的要求,并进行技术经济比较后确定。一般防静电地面有导静电型活动地板、静电耗散型活动地板、贴面地板、树脂涂层地面、水磨石地面、移动式地垫等。

2 随着防静电工程技术的发展和工程实践经验,在防静电工程领域,采用表面电阻值、表面电阻率或体积电阻率等作为量纲单位,国内(如电子行业)、国外(如美国材料与试验协会、防静电协

会)近年来发布的标准都使用了上述量纲单位,本规范采纳表面电阻率作为量纲单位。

本条规定的材料名称、性能指标主要依据《地板覆盖层和装配地板静电性能的试验方法》SJ/T 11159、《防静电地面施工及验收规范》SJ/T 31469,并参考国际、国内相关规范、标准,结合我国实际情况,综合考虑确定。

13.2.2 本条是对防静电环境中的吊顶和墙、柱面的防静电要求。制定的理由是:

1 在电子工业洁净厂房防静电环境中的顶棚和墙、柱面采用防静电装饰,对控制环境质量的作用主要是:抑制尘埃的带电吸附,改善环境的清洁度;抑制静电噪声的空间传导及其与电噪声的耦合,净化工作区的电场环境。故本条规定防静电环境中的吊顶和墙、柱面的装饰应按设计分级标准选择。

为确保在任何时间任何情况下静电电位不大于规定值,一、二级防静电环境的墙、柱面应设置导电层,有利于静电的可靠泄导。

2 本条规定主要依据行业标准《防静电地面施工及验收规范》SJ/T 31469、地方标准《防静电工程技术规程》DGJ 08—83,并参考国内、国外相关标准以及近年来大量大工程实践经验制定。

由于软帘的放电机理比较特殊,在静电泄放过程中会形成多次放电,参照国外标准,软帘的摩擦起电电压可适当放宽。

三级防静电工作区提出了低起电材料的应用,根据有关标准和文献的一般提法,低起电材料界定为摩擦起电电压不大于2000V,为满足三级防静电工作区的静电电位要求,用于防静电环境的材料仍不应大于1000V。

13.2.4 未经表面改性处理的高分子绝缘材料,是环境中产生静电的主要静电源,因此本条明确规定电子工业洁净厂房中的防静电环境不得使用这类材料。

由于装修饰面的平整光滑对于抑制静电的产生和积聚有积极作用,所以防静电环境不宜设计的过于复杂。

13.2.5、13.2.6 制定这两条的理由是：

1 由于净化空调系统送、回风口和风管管壁是易于产生静电的部位，因此规定了在防静电环境中的送、回风口和风管制作应采用导电材料，并应接地的要求。

2 在防静电环境的净化空调系统、各种配管系统中使用部分绝缘性材质、导电性橡胶软管时，应采取相应的导电措施，以泄放可能产生的静电，并采取可靠接地的措施。

13.2.7 由于在一些电子产品生产过程中不断地产生和积聚静电，虽然在防静电环境中采取了上述各项防静电设计技术措施，但仍不能达到某些电子产品生产对防静电的严格要求或在某些局部仍然会形成超过规定的静电电位。实践表明，应用离子化静电消除器等装置，消除、中和局部表面或空气中的电荷，是行之有效的方式。离子化静电消除器种类繁多，其作用原理、产品形式、消除静电效能、环境要求均差异很大。按空气离子化原理分，有同位素放射型、交流型、稳定直流型、脉冲直流型等型式。还可按结构形式分，有台座式离子风机、管式离子风嘴、箱柜式离子风机、离子风枪和静电离子棒。按适用场所分，有机内层流罩式、洁净室式、空调房间式、工作台面式和压缩气体式。按组合布置分，有针、细棒、网格(隔栅)、发射体和离子风等。防静电技术措施应根据不同场所、不同产品生产工艺要求，综合使用不同形式的离子化消电手段，以达到较好的消电效能。

13.3 防静电接地

13.3.1 导静电泄放至大地是消除静电的一种主要方法。为了保证静电迅速、安全、有效地泄放，洁净区域金属物体、导静电材料均应做可靠接地。

13.3.4 在电子工业洁净厂房中，有多种可燃、有毒的气体、液体或粉体输送、储存设备、管道，这些介质的设备、管道也是容易产生静电危害的场所。所以，对这些介质的设备、管道应采取可靠的、

安全的导静电泄放至大地的接地措施,以保证一旦产生静电能够迅速、有效、安全地泄放。有爆炸和火灾危险的设备、管道应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

14 噪声控制

14.1 一般规定

14.1.1 电子工业洁净厂房内噪声控制的基本要求：一是应满足电子产品生产的要求，不能因为洁净室内的公用动力设施等引起的机械噪声、气体动力噪声，影响电子产品生产的正常进行或由于噪声的影响降低产品的质量；二是保护洁净室内工作人员的身体健康，保持工作人员有舒适、安全的工作环境。

14.1.4 电子工业洁净室(区)的噪声频谱限制值，应采用倍频程声压级，各频带声压级不宜大于现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073—2001 的规定，现将该规范的相关规定摘录在表 28 中。

表 28 噪声频谱的限制值(空态)

倍频程声级 压[dB(A)]	中心频率 (Hz)								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
洁净室分类									
非单向流	79	70	63	58	55	52	50	40	
单向流、混合流	83	74	68	63	60	57	55	54	

14.2 噪声控制设计

14.2.1、14.2.2 噪声控制设计，一般应充分考虑声源设备的选型、布置和降噪隔声措施。工程实践和洁净室内噪声测试表明：一是在进行洁净厂房的平面、空间布置时，在工艺布局可能的情况下，宜将发声类设备集中布置，并应充分考虑噪声控制技术措施的合理安排；二是在洁净厂房内公用动力用房、空调机房、洁净室(区)的围护结构设计时，应认真分析研究各类发声设备的特性、性

能参数后,合理地选用围护结构的构造、材料,以达到良好的隔声性能;三是洁净厂房内,包括公用动力系统、洁净室(区)内应选用低噪声产品,以确保洁净室(区)内的噪声控制要求;当选用的设备辐射噪声值超过规定时,应根据设备的特性、性能参数、外形尺寸等因素,设置专用隔声室或隔声罩或隔声屏或隔声器等隔声设施。

14.2.3 本条规定电子工业洁净厂房中的主要声源设备——公用动力设备,如各种压缩机、泵类设备、净化空调系统等噪声超过规定时,应设有隔声、消声、隔振等有效的噪声控制措施。工程实践表明,动力站房、空调机房的围护结构包括墙体、门窗、顶棚等,均应采取吸声、隔声处理;对于辐射噪声值超过规定的公用动力设备、风机等设备的四周、顶部,应根据这些设备的特性、性能参数、外形及其尺寸等因素,采取设置隔声罩、隔声屏或悬挂吸声体等噪声控制设施;为了进一步降低空调机房、动力站房内控制室的噪声声压级,改善操作人员的工作环境,宜对控制室的围护结构包括墙体、门窗和顶棚采用隔声性能良好的材料进行隔声处理。

15 微振控制

15.1 一般规定

影响洁净厂房内精密设备、仪器的微振控制设施不能达到微振动容许值的因素主要有：环境的干扰振动，洁净厂房内公用动力系统、净化空调系统的设备、管道在运转过程中产生的振动等；洁净厂房的建筑基础构造、结构选型、隔振缝的设置等能否满足微振控制要求；微振动控制设施中所采取的主动隔振措施、被动隔振措施的准确性等。微振控制设施的工程设计、施工、测试和实际运转的实践表明，洁净厂房的精密设备、仪器的微振控制设施的设计，应分阶段进行。这里所谓的分阶段进行微振控制设施的设计是根据微振动测试所得到的数据进行分析研究后作为设计依据，按具体项目工程设计的要求，一般是按 2~3 阶段进行精密设备、仪器的微振控制设计工作。一是按场地环境测试数据和精密设备、仪器的微振控制要求，合理进行所在洁净厂房的总平面布置和建筑基础以及隔振措施的设计；二是根据建筑结构振动特性测试和精密设备安装地点环境振动测试及其分析研究结果，合理、准确地进行微振控制设施的设计；三是在微振控制设备的最终测试和分析研究后，若微振控制设施没有达到控制要求时，尚需进行调整设计。

15.2 容许振动值

精密设备、仪器是微振控制设计的主要对象。当作用于精密设备、仪器的微振动超过一定的界限时，此类设备、仪器就无法进行正常的工作，不能按要求生产合格的产品或中间产品，这一界限就是微振动控制值或容许振动值。容许振动值是指保证精密仪

器、设备正常工作条件下,其支撑结构面的容许振动幅值。电子工业洁净厂房内的精密设备、仪器种类很多,它们都有各自的特性或所生产电子产品的不同精度有其特定的容许振动值,如集成电路生产的光刻机、图像发生器,光导纤维生产的光纤拉制机,TFT-LCD生产的电子速曝光机、光刻机等。

精密设备、仪器的容许振动值的物理量表达有多种,目前在微振控制设计时常用的有:振幅或容许振动位移量(μm)、振动速度(量纲为 mm/s)、振动加速度(量纲为 mm/s^2)。精密设备、仪器根据本身的使用特点采用不同的物理量进行微振控制设计。

精密设备、仪器的容许振动值一般是通过试验确定或在实际生产运行中的经验总结或实测数据,这些值与设备、仪器的特性和产品工艺要求关系密切,目前微振控制设计时的容许振动值一般由生产工艺提供方或设备制造厂家按其用途提供这些数据。本规范附录 C 列出一些精密设备、仪器的容许振动值供参考。

15.3 微振动控制设计

15.3.1 电子工业洁净厂房中微振控制设计,应按图 10 所示的程序进行。工程实践表明,该程序是电子工厂,特别是微电子工厂洁净厂房中微振控制设计的有效程序。图中指出的四次测试就是本条制定的依据。

15.3.2 有微振控制要求的洁净室(区)的建筑结构设计是微振控制设计的重要部分。实践表明,大量的环境振动能量是通过建筑结构传递到精密设备、仪器的基础底部,所以建筑结构的微振动控制设计的基本要求是:建筑物的基础应尽可能地置于坚硬土层上或置于动力特性良好的地基上,并且基础应具有足够的刚度;设置独立的建筑结构微振动控制体系,并与厂房主体结构脱开,减少厂房主体结构振动的影响;厂房的主体结构还应根据微振动控制的需要,在可能情况下,适当增大结构截面尺寸,增加整体建筑的刚度。建筑结构微振动控制体系的内容,随不同电子产品的生产工

艺要求有所不同,如集成电路芯片生产用洁净厂房的建筑结构微振动控制体系包括:独立于厂房主体结构的基础,一般采用深基础或复合地基,以确保基础具有足够刚度和较少沉降量;设置防微振平台,该平台与主体结构脱开,并应具有较大的质量及较好的刚度,平台下支撑柱一般采用较小的柱距;在防微振平台下,一般设必要的防微振墙,以减弱水平向振动的传递;微振动控制体系底部一般设置厚重地面层等。根据上述要求和工程实践制定本条规定。

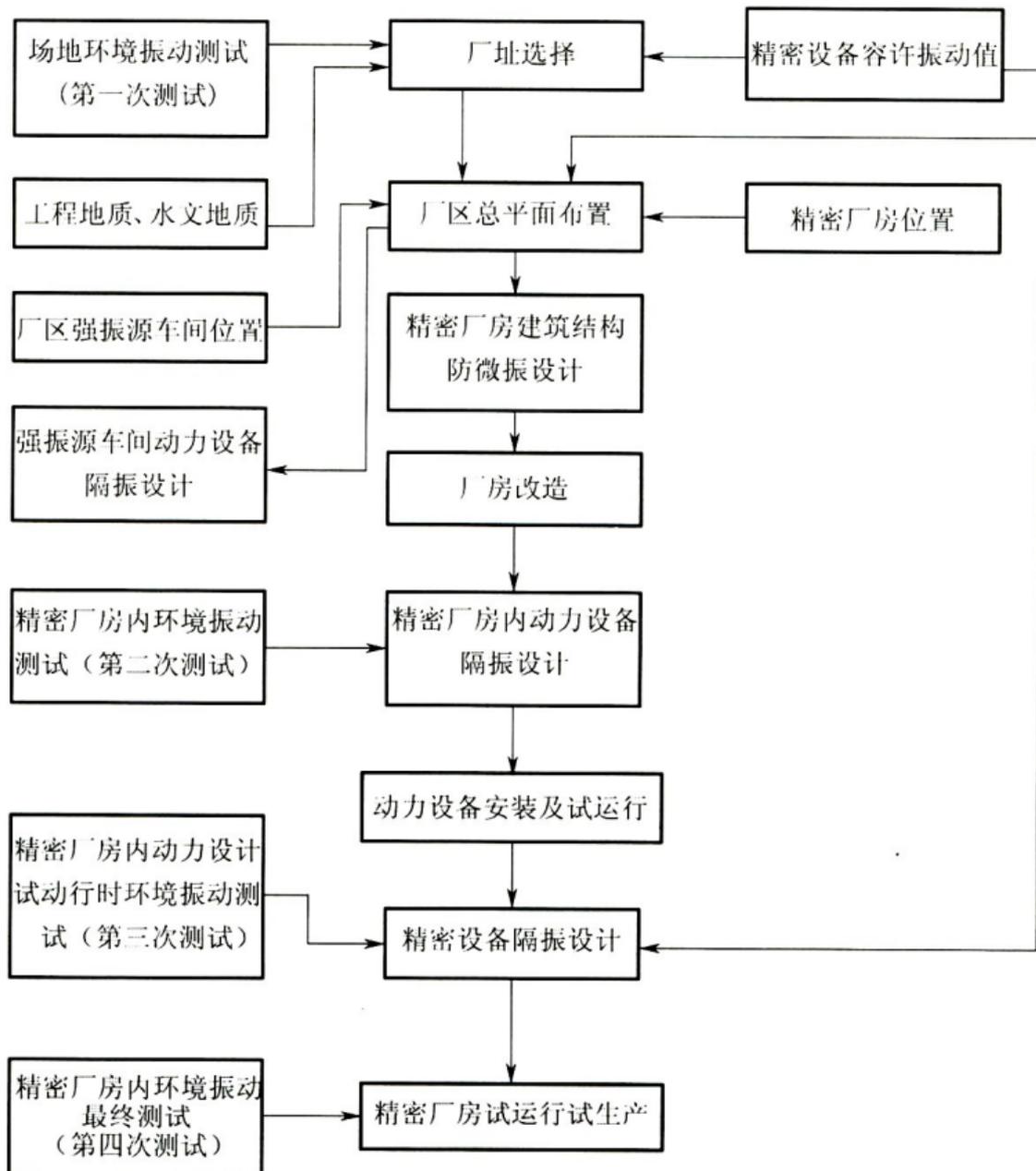


图 10 微振控制工程设计程序

15.3.3、15.3.4 对洁净厂房内的各类振源进行积极隔振,以减少它们对洁净室(区)内的精密设备、仪器的振动影响,是洁净厂房设计的重要内容之一。洁净厂房内的振源形式大体有:冲击型(冲床、各类介质输送管道等)、往复型(各种压缩机等)、旋转型(通风机、离心式压缩机、泵、电动机等),对它们的隔振措施设计包括隔振元件的选用、隔振台座的形式和构造的设计、静力计算及振动计算等。

对精密设备、仪器采用隔振器隔振,以减弱支承结构传递的振动影响,达到容许振动值的要求,这被称为消极隔振。根据近年来微振控制设计、测试、建造的工程实践,制定了本条规定。