

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50611 - 2010

电子工程防静电设计规范

Code for design of protection of electrostatic
discharge in electronic engineering

2010 - 07 - 15 发布

2011 - 02 - 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

中华人民共和国国家标准

电子工程防静电设计规范

Code for design of protection of electrostatic
discharge in electronic engineering

GB 50611 - 2010

主编部门：中华人民共和国工业和信息化部
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2 0 1 1 年 2 月 1 日

中国计划出版社

2010 北京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 672 号

关于发布国家标准 《电子工程防静电设计规范》的公告

现批准《电子工程防静电设计规范》为国家标准,编号为 GB 50611—2010,自 2011 年 2 月 1 日起实施。其中,第 9.0.4 (2、4)条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
二〇一〇年七月十五日

前　　言

本规范是根据原建设部《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,由上海电子工程设计研究院有限公司会同中国电子工程设计院、信息产业电子第十一设计研究院有限公司等单位共同编制而成。

本规范在编制过程中,编制组遵照国家有关基本建设的方针政策和“以人为本”、“安全第一、预防为主”的指导方针,在总结多年来国内的实践经验,吸收近年来的科研成果,借鉴符合我国国情的国际先进标准的基础上,广泛征求国内有关设计、生产、研究等单位的意见,并反复修改,最后经审查定稿。

本规范共分9章和1个附录,主要内容包括:总则,术语,防静电材料及制品的基本要求和设计选择,防静电工作区室内装饰设计,防静电工作区电气设计,防静电工作区接地系统设计,防静电工作区空气调节系统和工业管道设计,防静电安全工作台的设计选择,离子化静电消除器的设计选择等。

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,由工业和信息化部负责日常管理,由上海电子工程设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,如发现需要修改或补充之处,请将意见和建议寄至上海电子工程设计研究院有限公司《电子工程防静电设计规范》管理组(地址:上海市丽园路478号,邮政编码:200023,E-mail:seedri@seedri.com.cn),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位：上海电子工程设计研究院有限公司

参 编 单 位：中国电子工程设计院

信息产业电子第十一设计研究院有限公司

深圳市电子院设计有限公司

上海防静电工业协会

信息产业部防静电产品检测中心

中国电子基础产品装备公司

浙江金华天开电子材料有限公司

保定市万达环境技术工程公司

上海阳森精细化工有限公司

上海惠华环境建筑装潢工程有限公司

上海市电子产品质量监督检验站

上海市建设工程安全质量监督站

中国人民解放军总装备部工程设计研究院

厦门永平堂静电工程有限公司

主要起草人：杨维垣 陈 阵 朱浩南 韩方俊 薛长立

姬倡文 钟景华 黄晓春 吴昌伟 姜俊平

范通川 邬菊逸 孙延林 王福良 马利洋

孙振国 王克鲁 童子明 于 刚 杜宝强

主要审查人：王元光 黄群骥 马乃祥 王寿泰 赵建龙

蒋守雷 罗宏昌 周启彤

目 次

1	总 则	.....	( 1)
2	术 语	.....	( 2)
3	防静电材料及制品的基本要求和设计选择	.....	( 6)
3.1	防静电材料及制品的基本要求	.....	( 6)
3.2	防静电材料及制品的设计选择	.....	( 6)
4	防静电工作区室内装饰设计	.....	( 8)
4.1	地面设计	.....	( 8)
4.2	顶棚和墙面设计	.....	( 10)
4.3	门窗和其他装修设计	.....	( 11)
5	防静电工作区电气设计	.....	( 13)
6	防静电工作区接地系统设计	.....	( 14)
7	防静电工作区空气调节系统和工业管道设计	.....	( 16)
8	防静电安全工作台的设计选择	.....	( 18)
9	离子化静电消除器的设计选择	.....	( 19)
附录 A	防静电工作区设计分级标准适用场所	.....	( 21)
本规范用词说明	.....		( 22)
引用标准名录	.....		( 23)
附:条文说明	.....		( 25)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	The basic requirements and design selections of antistatic materials and products	(6)
3.1	The basic requirements of antistatic materials and products	(6)
3.2	The design selections of antistatic materials and products	(6)
4	The design of indoor decoration in electrostatic discharge protected area	(8)
4.1	The design of floor	(8)
4.2	The design of ceiling and wall surface	(10)
4.3	The design of door, window and other decoration	(11)
5	Electric design in electrostatic discharge protected area	(13)
6	Grounding system design in electrostatic discharge protected area	(14)
7	Heating ventilation and air conditioning and industrial pipeline design in electrostatic discharge protected area	(16)
8	The design selections of antistatic control worktable	(18)
9	The design selections of ionizing static eliminator	(19)
Appendix A Applicable location for design classification		

standard of electrostatic discharge protected area	(21)
Explanation of wording in this code	(22)
List of quoted standards	(23)
Addition: Explanation of provisions	(25)

1 总 则

1.0.1 为适应电子工程室内防静电设计的要求,规范电子工业建设工程项目防静电工作区的设计、治理的措施和实施方法,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于电子工业领域的新建、扩建和改建工程中室内防静电设计。

1.0.3 防静电工作区设计应遵循下列原则:

1 应根据工艺配置的技术要求,预估工作区静电控制的期望目标,确定静电电位控制的目标值。

2 应根据防静电工作区构成因素和不同的防静电工作区使用要求,选择经济和有效的设计方案。

3 应根据防静电工作区质量控制要素,采取对应的预防措施,进行系统综合设计。

1.0.4 防静电工作区设计应选用静电耗散型或导静电型材料,并应建立可靠的静电接地系统,同时应控制环境温湿度。

1.0.5 防静电工作区设计标准应分为三级,一级标准应为室内控制静电电位绝对值不大于100V;二级标准应为室内控制静电电位绝对值不大于200V;三级标准应为室内控制静电电位绝对值不大于1000V。

防静电工作区设计分级标准适用场所可按本规范附录A确定。

1.0.6 电子工业领域的防静电设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 静电 electrostatic

一种处于相对稳定状态但不是静止不动的电荷,由它所引起的磁场效应较之电场效应可以忽略不计。可由物质的接触与分离、介质极化和带电微粒的附着等物理过程而产生。

2.0.2 静电放电(ESD) electrostatic discharge

当带静电物体表面的场强超过周围介质的绝缘击穿场强时,因介质电离而使带电体上的电荷部分或全部消失的现象。

2.0.3 静电危害 electrostatic harm

因静电放电产生的电磁辐射或静电感应而对电子元器件及仪器产生的有害影响。

2.0.4 电晕放电 corona discharge

发生电场不均匀的,场强较高的电离放电现象,并伴有蓝紫色荧光。

2.0.5 室内静电电位 inner electrostatic potential

在设定的区域环境内,任一物体对地的静电电位差。

2.0.6 静电放电敏感(ESDS) electrostatic discharge sensitive

产品性能受静电放电影响或损坏的敏感性,简称静电敏感。

2.0.7 静电噪声 electrostatic noise

由于静电放电产生的电磁波辐射对电子装置、通信设施等产生的电磁干扰。

2.0.8 防静电工作区(EPA) electrostatic discharge protected area

配备各种防静电设备和器材、能限制静电电位、具有确定边

界、适于从事静电防护操作的特定工作环境。

2.0.9 防静电工作区质量控制要素 quality control elements in electrostatic discharge protected area

决定室内静电电位控制效果的主要环境因素。包括材料和构造形式、气候和环境条件、接地、器材和器具的静电性能、工艺流程、技术管理制度等。

2.0.10 静电感应 electrostatic induction

在静电场影响下引起物体上的电荷重新分布的现象。

2.0.11 静电泄漏 electrostatic leakage

带电体上的电荷通过其内部或表面等途径使之部分或全部消失的现象。亦称静电泄放。

2.0.12 屏蔽 shielding

把带电体或非带电体置于接地的封闭或近乎封闭的金属外壳或金属栅网内,限制静电场穿过的措施。

2.0.13 表面电阻 surface resistance

在与材料同一表面上相接触的两个规定形状的电极间施加的直流电压与流过两电极间的稳态电流之商。

2.0.14 体积电阻 volume resistance

在材料相对两表面上放置的两个规定形状的电极间施加的直流电压与流过两电极间的稳态电流之商。

2.0.15 表面电阻率 surface resistivity

沿试样表面电流方向的直流电场强度与单位长度的表面传导电流线密度之比。

2.0.16 体积电阻率 volume resistivity

沿试样体积电流方向的直流电场强度与该处的电流面密度之比。

2.0.17 对地电阻 resistance to earth

在被测物体表面一点对接地连接点或防静电接地装置之间的电阻。

2.0.18 静电半衰期 electrostatic half-life

外界作用撤除后,带电体上静电电压或静电电荷下降到其初始值的一半时所需的时间。

2.0.19 静电衰减期 electrostatic decay time

外界作用撤除后,带电体上静电电压或静电电荷下降到其初始值的 10% 时所需的时间。

2.0.20 摩擦起电电压 triboelectric voltage

用摩擦方法使物体带电的表面对地电位差。

2.0.21 接地 grounding

电气连接到能供给或接受大量电荷的大地、舰船或运载工具外壳等物体的措施。

2.0.22 静电接地 electrostatic grounding

将金属导体通过接地极与大地进行电气上的连接,将静电电荷安全传导到地的措施。

2.0.23 间接接地 indirect grounding

为使非金属物体进行静电接地,将其表面的全部或局部与接地的金属体紧密接触的一种接地方式。

2.0.24 软接地 soft grounding

通过足够阻抗接地,把电流限制在 5mA 的人身安全电流以下。

2.0.25 静电放电接地系统 ESD grounding system

使静电泄放到大地而配置的接地线分支系统。亦称 ESD 接地系统、防静电接地系统。

2.0.26 接地连接点 earth bonding point

接地对象上的一个专用点,此点应被一根接地引线引接到接地线配置系统。

2.0.27 防静电接地电阻 electrostatic grounding resistance

从防静电对象接地连接点至接地体,包括接地支线、接地干线和接地体电阻的总和。

2.0.28 防静电安全工作台 antistatic control worktable

供静电敏感元器件、组件及设备操作的具有静电泄放功能的安全工作台架。

2.0.29 静电中和 electrostatic dissipation

带电体上的电荷与其内部或外部异性电荷的结合而使所带静电电荷部分或全部消失的现象。

2.0.30 离子化静电消除器 ionizing static eliminator

利用空气电离产生为中和带电体上的表面异性电荷所必需的正负离子的静电消除装置的统称。

3 防静电材料及制品的基本要求和设计选择

3.1 防静电材料及制品的基本要求

3.1.1 防静电工作区采用的防静电工程材料应符合下列规定：

1 静电屏蔽材料应采用表面电阻或体积电阻小于 $1.0 \times 10^3 \Omega$ 的材料。

2 导静电材料应采用表面电阻或体积电阻为 $2.5 \times 10^4 \Omega \sim 1.0 \times 10^6 \Omega$ (不含 $1.0 \times 10^6 \Omega$) 的材料。

3 静电耗散材料应采用表面电阻或体积电阻为 $1.0 \times 10^6 \Omega \sim 1.0 \times 10^9 \Omega$ 的材料。

4 低起电材料应采用其表面上滚动摩擦后的带电电压绝对值不大于 2000V 的材料。

5 绝缘材料应采用表面电阻或体积电阻大于 $1.0 \times 10^{12} \Omega$ 的材料。绝缘材料在防静电工程中不得作为饰面材料应用。

3.1.2 由几部分材料组合的防静电制品,其内部构造应具有导静电泄放的功能。其防静电性能应由制品的表面电阻、对地电阻和摩擦起电电位等参数确定。

3.1.3 防静电材料应有长效型和短效型的区别。长效型防静电材料其防静电性能应与材料寿命同步,在使用期限内防静电性能应保持稳定。

3.1.4 防静电材料及制品的其他各项性能尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

3.2 防静电材料及制品的设计选择

3.2.1 室内防静电工作区应根据设计分级,选用不同性能的防静电材料及制品,并应符合下列规定:

1 一级防静电工作区的地面和墙面、柱面应选用导静电材料。导静电型地面、墙面、柱面应满足下列技术指标：

- 1) 表面电阻、对地电阻应为 $2.5 \times 10^4 \Omega \sim 1.0 \times 10^6 \Omega$ ；
- 2) 摩擦起电电压绝对值不应大于 100V；
- 3) 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、顶棚和门表面、软帘应选用静电耗散材料。静电耗散型地面、墙面、柱面、顶棚和门表面应满足下列技术指标：

- 1) 表面电阻、对地电阻应为 $1.0 \times 10^6 \Omega \sim 1.0 \times 10^9 \Omega$ ；
- 2) 摩擦起电电压绝对值不应大于 200V；
- 3) 静电半衰期不应大于 1s，但软帘的摩擦起电电压绝对值可不大于 300V。

3 三级防静电工作区的地面、墙面、柱面视工艺技术要求可选用静电耗散材料或低起电材料。顶棚和门表面等可选用低起电材料。选用静电耗散材料的地面、墙面和柱面，应满足本条第 2 款的技术指标；选用低起电材料的地面、墙面、柱面、顶棚和门表面等，应满足摩擦起电电压绝对值不大于 1000V 的要求。

3.2.2 防静电工作区室内设计不得选用短效型防静电材料及制品。

4 防静电工作区室内装饰设计

4.1 地面设计

4.1.1 室内防静电地面设计应符合下列规定：

1 应根据不同的基础条件及防静电目标合理选择地面种类，可选用贴面地面、活动地板、涂覆自流平地面、水磨石地面及移动式地垫等。

2 应具有长效和稳定的导静电性能。

3 应具有可靠的静电泄放接地系统。地面导电层接地引出点不应少于 2 处，且相邻间距不应大于 25m。

4.1.2 贴面地面应符合下列规定：

1 应合理选择贴面地面的材质和形式。可选用塑料贴面（块、砖、卷材）、陶瓷地砖、大理石板等。

2 贴面地面的结构宜由基础地坪、底涂、导电层、面层组成。

3 贴面地面的结构应符合下列规定：

1) 基础地坪应满足含水率不大于 8%，混凝土强度等级不小于 C30，表面平整度不大于 2mm 的要求；

2) 底涂宜满足封底、粘结桥、绝缘隔离层的要求；

3) 导电层应铺设接地金属箔带网格，并用导电粘胶与上铺面层粘结，导电粘胶的电阻值应小于面层材料的电阻值；

4) 面层应符合本规范第 3.2.1 条的规定。

4 接地金属箔带网格宜选用宽 10mm~20mm、厚 0.03mm~0.10mm 的紫铜箔带，网格大小可为 600mm×600mm，当贴面地面为卷材时，网格可为 1200mm×1200mm；网格引出铜箔带应与室内接地干线焊接；网格交叉点应锡焊或用导电粘结剂粘结。

4.1.3 活动地板应符合下列规定：

1 应合理选择活动地板的材质和支撑方式。活动地板按支撑方式可分为四周支撑式活动地板和四角支撑式活动地板。四周支撑式活动地板可由地板、可调支撑、横梁、缓冲垫等组成；四角支撑式活动地板可由地板、可调支撑和缓冲垫等组成。

2 活动地板的防静电贴面板应选用导静电型、静电耗散型材料，其性能要求应符合本规范第 3.2.1 条的规定。

3 活动地板及其配件的材质和技术性能指标应符合现行行业标准《防静电活动地板通用规范》SJ/T 10796 的有关规定。

4 活动地板支撑的底部宜设绝缘衬垫。接地连接导线（接地支线）应采用截面积不小于 1.5mm^2 的多股塑铜线。

5 室内接地干线在活动地板下敷设时，应与地面绝缘。

4.1.4 树脂涂层自流平地面应符合下列规定：

1 树脂涂层自流平地面结构应由基础地坪、底涂层、找平层、导电层和面层组成。树脂涂层自流平地面厚度应为底涂层、找平层、导电层和面层厚度的总和，树脂涂层自流平地面厚度不应小于 2mm 。

2 树脂涂层自流平地面结构应符合下列规定：

1) 基础地坪、底涂层、导电层应符合本规范第 4.1.2 条第 3 款的规定；

2) 找平层应符合补充底涂的封底、粘结桥、缓冲找平的要求；

3) 面层应采用符合导静电或静电耗散性能的树脂面层涂料，厚度不宜小于 0.8mm 。

3 导电层接地金属箔带网格要求应符合本规范第 4.1.2 条第 4 款的规定。

4 树脂涂层自流平地面各层结构的凝胶材料应为同一性能的树脂涂料，涂料的耐磨性、附着强度和涂膜硬度尚应符合现行行业标准《防静电地坪涂料通用规范》SJ/T 11294 的有关规定。

4.1.5 水磨石地面应符合下列规定：

1 水磨石地面应由防静电水磨石面层、导静电泄放层和绝缘隔离层组成。

2 防静电水磨石地面面层的厚度宜为 12mm~18mm。面层的石粒应采用粒径 4mm~10mm 的大理石、白云石或其他石料。拌和时不得混入金属杂质。面层的水泥拌和料宜掺加一定比例的导电料,水泥强度等级不应小于 32.5。水泥和石粒的体积比宜采用 1:1.5~1:2.5。

3 水磨石地面的导静电泄放层应采用 $\phi 4\sim\phi 6$ 的钢筋网,网格的间距宜为 2m×2m,并应在网格交叉点阴角处焊接。网格的分布应与水磨石面层的分格条位置错开,并应与防静电接地系统连接。

4 水磨石地面的底涂绝缘隔离层宜采用环氧树脂涂料底漆满涂两遍,厚度不宜小于 0.1mm。

5 水磨石面层磨光后可采用防静电液体地板蜡罩面。

4.1.6 移动式地垫应符合下列规定:

1 移动式地垫可选用防静电塑胶地垫和防静电地毯。

2 防静电塑胶地垫可为三层结构,底层应为导电橡胶材料,中间是布,面层应为静电耗散型塑胶材料。防静电塑胶地垫下应敷设接地金属网,并应可靠接地。防静电工作区内防静电塑胶地垫面层应选用长效型防静电材料。

3 防静电地毯宜为三层结构,底层应为静电耗散型基材,中间应为导电胶,上层应为由导电纤维编织或植绒的静电耗散型材料。防静电地毯下应敷设接地金属网,并应可靠接地。

4.2 顶棚和墙面设计

4.2.1 顶棚和墙、柱面装饰有导电层要求时,应制订合理的导电层方案,并应采用十字形构造铜箔或设置多点间接接地的接点;当顶棚和墙、柱面装饰设置基层骨架时应选用金属材料,金属骨架应接地。接地连接点的设置每个房间不应少于 4 处,相邻连接点之

间距离不应大于 18m。

4.2.2 顶棚和墙、柱面装饰的罩面板应选用导静电型、静电耗散型材料,其性能要求应符合本规范第 3.2.1 条的规定。

4.2.3 一级防静电工作区的墙、柱面应设置导电层;二级防静电工作区的墙、柱面不设置导电层时,应涂刷防静电涂层或装饰静电耗散层,其性能应符合静电耗散材料的指标要求。

4.2.4 空气洁净度 5 级以上洁净环境或严格限制静电吸附场所的顶棚和墙、柱罩面层的静电耗散指标,应根据工艺要求和试验确定。使用导静电无机板材时,表面不应另覆涂层;表层使用金属面板时,应具有静电耗散性能的防静电面层。

4.2.5 一般抹灰墙面或使用水性涂料、天然或人造石材作为表层时,应涂刷具有静电耗散性能的涂层或做其他防静电处理;当场所的环境湿度能稳定保持在 45%~65% 时,可不做防静电处理。

4.3 门窗和其他装修设计

4.3.1 防静电工作区的门窗设计应符合下列规定:

1 一、二级防静电工作区应选用静电耗散材料制作门或采用静电耗散材料贴面。三级防静电工作区可选用低起电材料。

2 金属门窗表面应涂刷具有静电耗散性能的涂层,并应接地。选用静电耗散材料贴面的门及窗的外框应有导静电泄放的接地连接。

3 二级防静电工作区的建筑外层有采光窗时,应设计为双层,其内层窗应符合本条第 1、2 款的规定。

4 门窗与墙体周边应选用具有静电耗散性能的弹性密封材料填嵌。

5 一、二级防静电工作区室内隔断和观察窗安装大面积玻璃时,其内表面应粘贴具有静电耗散性能的透明薄膜,或采用透明的防静电塑料板和具有防静电性能的玻璃板。

4.3.2 防静电工作区的其他装修设计应符合下列规定:

1 各类装修材料应具有表面静电耗散性能。严禁使用未经表面改性处理的高分子绝缘材料。不宜使用强吸湿性材料。

2 各类装修设计的饰面应平整简洁,不宜过于复杂。

5 防静电工作区电气设计

- 5.0.1** 防静电工作区中供电电源质量分级应按工艺要求执行。
- 5.0.2** 防静电工作区中电子设备宜由变电所或低压总配电间的专用回路供电,各种专用电源设备应靠近由其供电的电子设备。
- 5.0.3** 防静电工作区供配电系统设计宜根据供电电网的电源质量,以及系统内可能产生的瞬变干扰和脉冲干扰,采取相应抑制谐波干扰的措施。
- 5.0.4** 防静电工作区电源进线浪涌保护器的设置,应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的有关规定。
- 5.0.5** 低压配电系统中的单相负荷应均匀分配在三相线路上,应使三相负荷不平衡度小于 20%,并应根据负荷实际运行情况可能产生的谐波电流值,选择放大中性线的导线截面积。
- 5.0.6** 防静电工作区中电子设备和设施的电源线、接地干线、信号线和通讯线应分别敷设。电源线宜远离信号线和通讯线,当不可避免时,应采取相应的屏蔽措施。电子设备和设施的工作电源插座和普通电器插座应分别设置,并应有明显区别标志。
- 5.0.7** 防静电工作区中电气设备外壳应可靠接地,电气设备对电磁兼容性的要求尚应符合现行国家标准《电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验》GB/T 17626.2 的有关规定。

6 防静电工作区接地系统设计

6.0.1 防静电工作区应设置防静电接地系统。

6.0.2 防静电工作区接地系统应由接地体、接地干线、接地支线、接地端子板、接地网格或闭合铜排环组成。

6.0.3 防静电工作区中由 TN 交流配电系统供电时应采用 TN-S 或 TN-C-S 系统的接地方式。

6.0.4 防静电工作区中应含有不同功能要求的接地系统,各接地系统的设计都应符合等电位连接的要求,不同接地系统在接入等电位端子前不应混接。

6.0.5 防静电接地宜选择联合接地方式。当选择单独接地方式时,接地电阻值不应大于 10Ω ,并应与防雷接地装置保持 20m 以上的间距。

6.0.6 防静电工作区中整个接地系统的设计应以防雷接地系统设计为基础。防雷接地系统设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的有关规定,特定行业、特定地面及设施的防雷接地尚应符合国家现行有关标准的规定。

6.0.7 防静电工作区顶棚、墙面、地面的防静电接地、人体防静电接地、操作装置和仪器的防静电接地,应分别选择适当位置设置接地连接装置。接地连接装置可使用易于装拆的各种夹式连接器,但应保证电气连接可靠。在防静电工作区内应设置防静电接地端子板、接地网格,或截面积不小于 100mm^2 的闭合接地铜排环。防静电接地引线应从防静电接地端子板、接地网格或闭合铜排环上就近接地,接地引线应使用多股铜线,导线截面积不应小于 1.5mm^2 。

6.0.8 防静电接地系统在接入大地前应设置总等电位接地端子板、楼层等电位接地端子板、防静电接地端子板。从总等电位接地端子板或楼层等电位接地端子板上引出的接地主干线,其截面积不应小于 95mm^2 ,并应使用绝缘屏蔽电缆或采用绝缘导线穿金属管敷设。接地主干线引到防静电工作区时应与设置在该区域内的防静电接地端子板连接。防静电接地系统各个连接部位之间电阻值不应大于 0.1Ω 。

6.0.9 防静电接地主干电缆应避免与非屏蔽电源电缆长距离平行敷设,并应远离防雷引下线。防静电接地主干电缆的屏蔽金属层应两端接地。

6.0.10 防静电接地连接应采用焊接或用连接器具连接的方式,连接器具应能与接地对象可靠地连接。当接地对象采取间接接地时,应在接地对象上装设紧密结合的可靠的金属导体,并应在金属导体上引出接地导线。金属导体的紧密结合面积不应小于 20cm^2 。

6.0.11 防静电工作区中不得有对地绝缘的孤立导体,所有金属结构件都应可靠接地。当两个以上的金属结构件相互绝缘时,应将各自的金属结构件进行接地,或在其相互之间连接跨接线,并应接地。

6.0.12 易燃、易爆特定环境的接地尚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。

7 防静电工作区空气调节系统和工业管道设计

7.0.1 防静电工作区宜设置空气调节系统。

7.0.2 当防静电工作区和其他房间空调参数不同时,宜分别设置空调系统。

7.0.3 防静电工作区的温度及波动范围应满足工艺要求,宜为 $18^{\circ}\text{C} \sim 28^{\circ}\text{C}$ 。

7.0.4 防静电工作区的相对湿度及波动范围应满足工艺要求,宜为 $45\% \sim 65\%$ 。

7.0.5 防静电工作区的气流组织形式应根据洁净室(区)空气洁净度等级和生产工艺特点的不同要求确定。

7.0.6 防静电工作区中空气调节系统的送、回风口和风管以及各种工业管道的输出、输入口装置,应选用导电材料制作,或表面涂刷防静电涂层,也可按工艺要求进行防静电处理。送、回风口和各种输出、输入口装置与配管系统之间应有可靠的电气连接,并应接地。

7.0.7 防静电工作区中空气调节系统的风管和各种工业管道均应采取接地措施,接地连接点之间的距离不应大于 30m ,接地连接点的构造应符合设计要求。采用普通的法兰或螺栓连接,且中间存在非导体隔离时,应采取跨接措施。

7.0.8 防静电工作区的配管系统中,使用部分绝缘性材质的配管时,应在配管表面安装紧密结合的金属网,并应将金属网接地。使用导电性非金属软管时,应在软管上安装与其紧密结合的接触面积不小于 20cm^2 的金属导体,并应用接地引线与金属导体可靠连接接地。

7.0.9 防静电工作区空气调节系统配置离子化静电消除器时,应

符合本规范第9章的有关规定。

7.0.10 防静电工作区空气调节系统的设备对电磁兼容性的要求尚应符合现行国家标准《电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验》GB/T 17626.2的有关规定。

7.0.11 易燃、易爆环境以及各种流动液体或气体、粉体管道安装的防静电措施尚应符合现行国家标准《工业金属管道设计规范》GB 50316的有关规定。

8 防静电安全工作台的设计选择

8.0.1 防静电安全工作台可用于制造和应用静电敏感元器件的场所。静电敏感元器件、组件及设备的操作,应在防静电安全工作台上进行。

一、二级防静电工作区及有明确防静电要求的台式精密电子设备的三级防静电工作区,应根据工艺要求配置防静电安全工作台。

防静电分级为一级的微电子制造和测试场所,防静电安全工作台应使用硬质台垫及无表面涂覆的难氧化金属台架;除微电子电路制造和测试以外的电子产品或整机产品的生产或调试场所的防静电安全工作台,其台面可采用软质台垫,台架可采用木质或金属。

8.0.2 防静电安全工作台应由工作台、防静电台面或台垫、腕带连接装置、限流电阻和接地引线组成。

8.0.3 防静电安全工作台按台面基材可分为普通型和专用型。专用型防静电安全工作台宜用于洁净室工作站。防静电安全工作台台面的防静电性能指标应符合本规范第3.2.1条的规定。

8.0.4 硬质和软质防静电台垫,其表面电阻和体积电阻范围应为 $2.5 \times 10^4 \Omega \sim 1.0 \times 10^9 \Omega$ 。

8.0.5 防静电安全工作台应设置腕带连接装置,防静电腕带应便于人体佩戴,并应接地。腕带连接装置应布置在工位的左、右两侧。

8.0.6 防静电安全工作台应接地,腕带连接装置的下端应采用截面积不小于 1.5mm^2 多股塑铜线与防静电接地系统连接。多台防静电安全工作台的接地连线不得串联连接。

9 离子化静电消除器的设计选择

9.0.1 一、二级防静电工作区配置的设备机台局部,以及防静电安全工作台等对静电敏感元器件有明确防护要求的场所,应选用离子化静电消除器。

9.0.2 离子化静电消除器的设计选择应根据现场条件和消除静电的控制目标,并结合静电消除器的消电效能和综合性能确定。

9.0.3 离子化静电消除器的离子平衡度、消电时间、臭氧发生量、噪声等技术指标应符合国家现行有关产品标准的规定。

9.0.4 离子化静电消除器的设计选择应符合下列规定:

1 气流组织形式为单向流的洁净空调系统,宜选择脉冲式高压静电消除器。

2 易燃、易爆环境应选用自感应式静电消除器、高频高压型静电消除器,以及具有防爆通风型结构的离子化静电消除器。

3 空气洁净度等级 5 级以上的洁净环境,不宜使用有风扇的离子化静电消除器,其他洁净环境的风扇式离子化静电消除器应具有自清扫功能。

4 选用同位素静电消除器时,应按现行国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871 的有关规定进行防护设计,并应符合对射线屏蔽、人体防护的要求。

5 选用高频高压型静电消除器时,电气间隙和基本绝缘试验电压等限值应符合现行国家标准《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第一部分:通用要求》GB 4793.1 的有关规定,场感应电流和磁场强度限值应符合现行国家标准《工业、科学和医疗(ISM)射频设备 电磁骚扰特性 限值和测量方法》GB 4824 的有关规定。

6 选用离子化静电消除器时,臭氧发生量的容许浓度值应符合国家现行有关工业场所有害因素职业接触限值的规定。

9.0.5 离子化静电消除器外壳应采用金属材质,其外壳及金属支承体应有可靠的保护接地。

附录 A 防静电工作区设计分级标准 适用场所

表 A 防静电工作区设计分级标准适用场所举例

防静电级别	适 用 场 所
一级	<ol style="list-style-type: none">1. 电子电路制造和测试的场所： 芯片制造：氧化、扩散、清洗、刻蚀、薄膜、离子注入、CMP、光刻，外延，在线检测，设备区等工序和场所； 芯片封装：划片、粘片、键合，封装、测试等工序； TFT 液晶显示屏制造：阵列板（薄膜、光刻、刻蚀、剥离），成盒（涂复、摩擦、液晶注入、切割、磨边）、模块等工序； 彩色滤光片（C/F）制造； LED 芯片制造2. 电子产品生产过程中操作一级静电敏感元器件的场所： 硬盘制造（HDD）：制造区； 等离子显示屏（PDP）：核心区； 彩色显像管：表面处理工序； 高密磁带制造； 磁头生产：核心区
二级	<ol style="list-style-type: none">1. 静电敏感精密电子仪器的测试和维修场所2. 静电敏感元器件制造和测试场所： 半导体材料制造：拉单晶、磨、抛等工序； 太阳能硅片电池制造（扩散、刻蚀、镀膜、丝网印刷）； STN 液晶显示器制造； 硬盘制造除制造区外的其他区； 等离子显示屏（PDP）的支持区； 锂电池制造：干工艺和其他区； 彩色显像管制造：锥石墨涂覆、荫罩装配工序； 印制板的成像、制版干膜工序； 光导纤维制造：预制棒、拉丝工序； 磁头生产：清洗区； 片式陶瓷电容、片式电阻等制造：丝印、流延工序； 声表面波器件制造：光刻、显影、镀膜、清洗、划片、封帽工序
三级	<ol style="list-style-type: none">1. 除上述范围以外的电子元器件和整机的组装调试场所2. 存在外部电磁干扰，必须对环境中的电子设备和设施提供最基本的防静电保护的场所

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:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

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

引用标准名录

- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058
- 《工业金属管道设计规范》GB 50316
- 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343
- 《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第一部分:通用要求》GB 4793.1
- 《工业、科学和医疗(ISM)射频设备 电磁骚扰特性 限值和测量方法》GB 4824
- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871
- 《电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验》GB/T 17626.2
- 《防静电活动地板通用规范》SJ/T 10796
- 《防静电地坪涂料通用规范》SJ/T 11294

中华人民共和国国家标准
电子工程防静电设计规范

GB 50611 - 2010

条文说明

制 定 说 明

《电子工程防静电设计规范》GB 50611—2010,经住房和城乡建设部2010年7月15日以第672号公告批准发布。

本规范认真贯彻执行国家有关促进电子信息产业发展和节能减排的方针政策,总结我国电子工程防静电行业近年来的科研成果和实践经验,吸收、采用经过实践验证并符合我国国情的新工艺、新设备、新材料、新技术,做到技术先进、经济合理、安全适用。

本规范制定过程分为准备阶段、征求意见阶段、送审阶段和报批阶段,编制组在各阶段开展的主要编制工作如下:

准备阶段:起草规范编制大纲,重点分析规范的主要内容和框架结构、研究的重点问题和方法,制定总体编制工作进度和分工合作安排等。

征求意见阶段:编制组成员根据审定的编制大纲要求,在前期收集资料的基础上,分析、研究、总结了国内外相关法规、标准、规范和电子工程静电防护措施,起草规范讨论稿,并汇总、调整形成规范征求意见稿初稿。

此后,编制组组织了多次会议,分别就重点问题进行研讨,并分别于2006年5月、12月对征求意见稿初稿进行了两次规模较大的征求意见活动;2006年9月、2008年10月还进行了二次征求专家意见;在此基础上多次修改完善,完成了规范送审稿的编制。

送审阶段:2008年12月26日,由工业和信息化部在上海组织召开了《电子工程防静电设计规范》(送审稿)专家审查会,通过了审查。审查专家组认为,本规范总结、梳理、归纳、提升了电子工程领域静电防护方面的工程经验,能够很好地满足需求;具有先进性、科学性、协调性和可操作性;规范的贯彻实施,将促进电子工程

防静电设计的规范化,推动防静电工程领域的技术进步;同时在规范市场、促进产业进步方面也将起到重要作用,产生较好的经济效益和社会效益。

报批阶段:根据审查会专家意见,编制组认真进行了修改、完善,形成报批稿。

本规范制订过程中,编制组进行了深入调查研究,总结了我国电子行业的实践经验,同时参考了国外先进技术法规,广泛征求了国内有关设计、生产、研究等单位的意见,最后制定出本规范。

为便于广大设计、施工、科研、教学等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《电子工程防静电设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明。对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,并着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(31)
3	防静电材料及制品的基本要求和设计选择	(34)
3.1	防静电材料及制品的基本要求	(34)
3.2	防静电材料及制品的设计选择	(36)
4	防静电工作区室内装饰设计	(37)
4.1	地面设计	(37)
4.2	顶棚和墙面设计	(38)
4.3	门窗和其他装修设计	(39)
5	防静电工作区电气设计	(40)
6	防静电工作区接地系统设计	(42)
7	防静电工作区空气调节系统和工业管道设计	(45)
8	防静电安全工作台的设计选择	(47)
9	离子化静电消除器的设计选择	(49)

1 总 则

1.0.1 本规范属于工程建设类标准。随着电子工业的高速发展,对各类特定功能防静电工作区的需求日益增加,本规范旨在提供一般电子工业建设工程设计中可能设置防静电工作区的设计控制目标、实施方法,同时规定防静电工作区室内设计的质量标准及适用范围。

1.0.2 电子工业领域建设工程中要求其室内环境控制静电的场所主要有以下两类:

1 静电放电敏感的基础材料、元器件、组件、仪器和设备的制造和操作场所。这里指的“操作”包括静电敏感元器件的包装、运输、打开包装、测试、安装、保养和维修以及与这些操作相关联的活动。

2 配置静电放电敏感的电子仪器、设备和设施的应用场所,诸如各类电子信息机房,各类静电放电敏感的电子仪器实验室、监控室等。

电子工业领域的某些场所有较高的洁净环境要求,静电的存在会影响洁净设施的效能,同时洁净环境的高速气流会产生较严重的静电,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。

1.0.3 本条提出了防静电工作区设计应遵循的几条原则:根据使用要求,确定控制目标、选择防静电等级;根据不同的环境影响因素、使用要求,进行技术经济比较,选择经济有效的设计方案;根据质量控制要素的要求,进行系统综合设计,达到使用要求、控制目标、影响因素、设计方案、对应措施、实现需求的总体设计目标。

防静电工作区的确定边界,可以是建筑的实体介质(如墙、柱、

门窗、地面、顶棚等),也可以是空间的界定范围(图 1)。

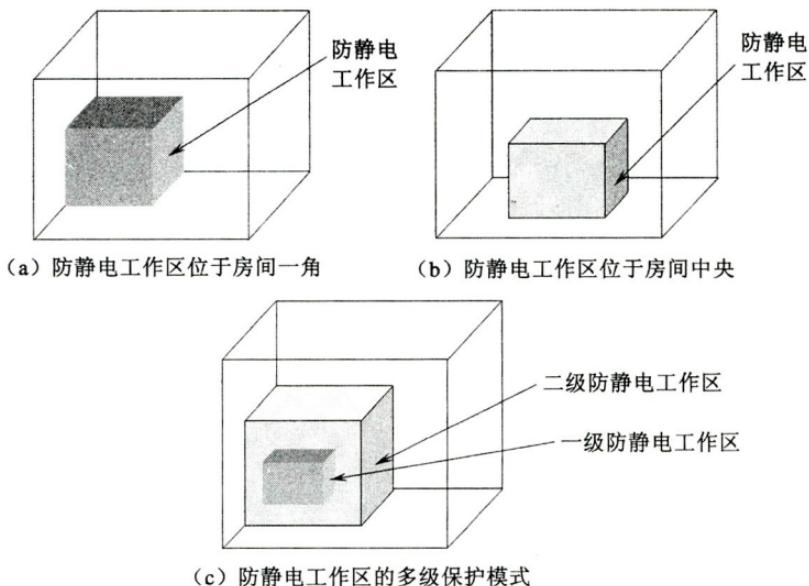


图 1 防静电工作区边界的空间界定

注:图中最外层六面体是建筑的实质性边界,即墙、柱、门窗、顶棚、地面。

1.0.4 本条提出了防静电工作区设计应采用的主要技术措施,从抑制或减少静电的产生和有效、安全地泄放静电两个方面制定了 3 条措施。关于消除防静电工作区局部超过规定静电电位限值的工程措施,因不具有普遍性,在第 9 章专述。

1.0.5 现行行业标准《防静电工作区技术要求》GJB 3007 将防静电工作区的允许对地静电电位绝对值按 100V 为界分为 A、B 二级。本规范以这一“分级”标准为参考,分析电子工业静电防护的需求分布,调查防静电工程的工程实例,考虑对应的技术措施,从需求、资源、措施、目标链式要素等的综合表述,将防静电工作区设计标准细化,分为静电电位绝对值不大于 100V、不大于 200V、不大于 1000V 三级。力求标准目标明确,资源利用充分,措施对应得力,执行简便易行。

本规范规定的防静电工作区一级标准,即室内静电电位绝对

值不大于 100V,仅是本级标准的最低要求。注意到当前某些工程有静电电位绝对值不大于 50V 的要求,但囿于工程实现条件需要一个成熟的过程,本规范暂不设规定,待条件成熟时及时修订。

为实施的可操作性,本规范附录 A 表 A 提供了各级标准防静电工作区的适用场所,但并不能涵盖电子工业所有工程类别,相近工程设计可根据此表参照使用。

1.0.6 防静电工程设计涉及多种专业,相关的专业有:建筑装饰、空调洁净、电气技术、消防、防雷以及电子计算机、通信技术、环保、职业安全等。所涉及相关专业的要求均应符合相应国家现行有关标准和规范的规定。同时尚应执行国家有关安全、环保、建筑节能方面的政策法规的规定。

3 防静电材料及制品的基本要求和设计选择

3.1 防静电材料及制品的基本要求

3.1.1 材料学理论及实验室条件对材料电性能采用的经典指标是电阻率。随着防静电工程理论的发展和工程实践经验的积累,目前防静电工程业界比较趋同的认识是:在防静电工程领域,采用材料的表面电阻值或体积电阻值作为材料分类参数比表面电阻率或体积电阻率更符合应用实际。国内(如电子行业)、国外[如美国材料与试验学会(ASTM)、美国国家标准学会/防静电协会(ANSI/ESD)]近年来发布的标准都使用了上述量纲单位,本规范采纳电阻值作为量纲单位。

本条规定的材料名称、性能指标主要依据现行行业标准《电子产品制造与应用系统防静电检测通用规范》SJ/T 10694、《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,并且参考国际、国内相关规范、标准,结合我国实际情况,综合考虑确定。

考虑到制品配制和工程前检测的需要,为使用方便,这里补充相应的防静电材料电阻率指标:

1 静电屏蔽材料:表面电阻率小于 $1.0 \times 10^5 \Omega/\square$ 、体积电阻率小于 $1.0 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 的材料。

2 导静电材料:表面电阻率小于 $1.0 \times 10^8 \Omega/\square$ 、体积电阻率小于 $1.0 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 的材料。

3 静电耗散材料:表面电阻率 $1.0 \times 10^8 \Omega/\square \sim 1.0 \times 10^{11} \Omega/\square$ 、体积电阻率为 $1.0 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm} \sim 1.0 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 的材料。

应当指出,目前无论国内或国外并无统一的材料静电性能测试标准,不同标准、条件、仪器测量的结果有差异,应以质监部门认

可的(按《电子产品制造与应用系统防静电检测通用规范》SJ/T 10694—2006)测量报告为准。

3.1.2 许多防静电材料及制品都由几部分材料复合组成,本条规定强调各部分组合应具有导静电泄放功能,最终鉴别的是系统的综合防静电性能。

3.1.3 防静电材料及制品由于制作方法不同,其防静电性能稳定性差异较大,本条规定要求对防静电材料及制品进行长效型和短效型的鉴别。明示在明确的使用期限内防静电性能应保持稳定,以便设计选择和采取相应措施。

防静电材料及制品使用期限,可参照《电气绝缘设备评价和鉴定》IEC 60505 的原则,通过加速老化试验,进行功能性评定和寿命预测。

防静电性能保持稳定,可以从以下三个方面进行检测鉴定。

1 环境湿度从 75% 变化到 30%,环境温度从 15℃ 变化到 35℃,当材料及制品的电阻变化在一个数量级范围内,可视为稳定。

2 测试电压绝对值从 100V 变化到 500V,材料及制品的电阻变化在半个数量级范围内,可视为稳定。

3 在温度为 25℃,相对湿度为 40%~65% 的条件下对试样施加放电,静电电位绝对值衰减从 1000V 到 100V,当静电衰减时间不大于 1s,可视为稳定。

3.1.4 本规范仅对材料及制品的防静电性能进行规定,涉及其他物理化学性能的应按国家和行业现行标准《防静电活动地板通用规范》SJ/T 10796、《防静电贴面板通用规范》SJ/T 11236、《防静电鞋、导电鞋技术要求》GB 4385、《防静电工作服》GB 12014、《防静电地坪涂料通用规范》SJ/T 11294 等的有关规定执行,尤其要符合国家有关环保、安全、卫生方面的规定。

3.2 防静电材料及制品的设计选择

3.2.1 本条规定主要依据现行行业标准《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》DG/TJ 08—83等，并参考国内、国外相关标准以及近年来大量的工程实践经验而制定。

由于软帘的放电机理比较特殊，其静电泄放过程不是一次就释放全部能量，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绝对值不大于2000V，为满足三级防静电工作区的静电电位要求，用于防静电环境材料的摩擦起电电压绝对值仍不得大于1000V。

3.2.2 本条规定适用于工程意义上的固定设施，不包括局部的临时或过渡性设施。

4 防静电工作区室内装饰设计

4.1 地面设计

4.1.1 防静电地面是室内环境静电控制的重点部位。防静电地面类型的选择,首先应满足不同的生产工艺及使用要求,其次应适合建筑环境条件,同时还应进行综合技术经济分析和比较。

本规范将防静电地面分为五大类,本条款不排除其他新型材料及地面类型的使用,当采用其他新型材料或地面类型时,可参照相近地面类型进行设计选择。具有长效和稳定的导静电性能地面材料参见本规范第3.1.3条的规定,具有可靠的静电泄放接地系统参见本规范第6章的相关规定。

本规范采取设置绝缘隔离层来保证静电泄放接地系统的可靠性,是缘于我国某些地区地下水位较高,气候潮湿引起基础地坪电阻过低,造成静电无组织泄放的问题。为使接地检测真实可靠,设置绝缘隔离层是必要的措施。但设计判定当地气象和地质条件能保证基础地坪有较高电阻时,三级防静电工作区可不设置绝缘隔离层。

4.1.2~4.1.6 条文规定主要依据现行国家标准《建筑工程施工质量验收规范》GB 50209、行业标准《防静电地面施工及验收规范》SJ/T 31469 和地方标准《防静电工程技术规程》DG/TJ 08—83,以及总结各地专业施工、设计单位近年来工程经验编写而成。为方便设计选择,提供下列推荐使用表(表1)供参考。

贴面地面如需防护上蜡,应在保持其原有性能的基础上,导静电型地面上涂导静电蜡,静电耗散型地面上涂防静电蜡。

表 1 防静电地面

地面类型	一级	二级	三级
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	—	—	√

注:表中☆为推荐使用,√为可以使用。

4.2 顶棚和墙面设计

4.2.1 金属骨架有利于整体电气连接和接地。设置接地连接点的规定来源于工程实践,并参照相关国家标准及行业标准。静电泄放和等电位连接是防静电工作区环境抗干扰的必要手段。

4.2.2 顶棚和墙、柱面的防静电装饰对控制防静电工作区环境质量主要有两方面的作用:

1 抑制尘埃的带电吸附,改善环境的清洁度。

2 抑制静电噪声的空间传导及其与电噪声的耦合,净化防静电工作区的电场环境。

其实际效果最终反映仍然是环境的静电电位控制。所以防静电工作区的顶棚和墙、柱面的罩面板应根据设计分级标准选择。

4.2.3 为确保任何情况下防静电工作区的静电电位绝对值不大于 100V,一级防静电工作区的墙、柱面应设置导电层,这有利于静电的可靠泄导。

4.2.4 由于高度洁净或严格限制静电吸附场所的静电场对尘埃的影响,不能笼统按照本规范第 3.1.1 条的规定进行控制,因此应根据工艺要求计算确定或依据模拟试验确定顶棚和墙、柱罩面层的静电耗散指标。

当表层使用金属面板时,金属导体会与靠近的带电人体产生电离与放电,所以面层金属不宜裸露。

4.2.5 本条规定针对二、三级防静电工作区。环境湿度对静电的积聚影响极大,湿度提高会有利静电的耗散,所以在有利湿度的条件下,静电防护的措施可简化。

4.3 门窗和其他装修设计

4.3.1 本条规定第1、2款是防静电工作区的基本条件,第3~5款满足环境密封防尘的基本要求,这对净化防静电环境和节能等具有积极影响。

第5款考虑到长效型静电耗散薄膜的价格问题,提出了可采用透明防静电塑料板。

4.3.2 一般装修设计中经常使用未经表面改性处理的高分子绝缘材料,这是环境中产生静电的主要静电源,因此本规范明确强调禁用。另外,强吸湿性材料在高湿环境条件下容易造成尘埃的悬浮吸附,不宜使用。

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,所以防静电工作区作为工作场所不宜将饰面设计得过于复杂。

5 防静电工作区电气设计

5.0.1 防静电工作区电源质量与静电的产生并无直接关系,但当环境中的静电噪声与电源噪声产生感应耦合时,将会诱发对电子设备的干扰。因此基于抑制静电噪声的考虑,在防静电工程设计中应规定供电电源的质量要求。供电电源质量分级可参照现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 的规定执行。

5.0.2 防静电工作区中的电子设备和设施对供电的可靠性有较高的要求,因此为了防止其他电力负荷的干扰,同时亦为有利于运行维护管理,当电子设备和设施用电容量较大时,宜由变电所专用回路供电;当电子设备和设施用电容量较小时,宜由低压总配电间专用回路供电。本条又规定各种电源设施应尽量靠近电子设备和设施,是为了减少线路电压下降和线路干扰。

5.0.3 本条及其以下各条规定指明了在防静电工作区的供配电和照明设计必须解决防电源线干扰的途径。电气设计应为防静电工作区的电子设备和设施的安全运行与可靠性工作提供保证。根据 IBM 公司、AT&T 公司及美国海军所发布的数据,影响电子设备工作的问题主要起因于长时间的电压跌落和短时间的瞬变。

5.0.4 本条规定是为了防止雷击及操作过电压对防静电工作区中的电子设备和设施造成危害。

5.0.5 电子设备和设施中单相负荷的不均匀分配,特别是大容量负荷的突然变更,都将导致电压波动和谐波失真,因此本规定强调单相负荷的均匀分配,并引用现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 规定的三相负荷不平衡度应小于 20%。同时又规定应根据负荷实际运行情况,选择放大中性线的导线截面,以防止谐波电流通过时,造成中性线过热现象。

5.0.6 本条对电源布线方式的规定,是为了防止相邻导线之间电磁骚扰能量的感应耦合,抑制电源噪声的传播。本条又规定应分别设置电子设备和设施的工作电源插座和普通电源插座,这是为了避免其他电气设备误插入电子设备和设施的专用工作电源插座,从而影响电子设备和设施的正常工作。

5.0.7 本条是对防静电工作区中的电气设备电磁兼容性的规定。

6 防静电工作区接地系统设计

6.0.1 将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,应设置防静电接地系统。

6.0.3 防静电工作区有较多的电子设备是单相负荷,存在着不平衡电流,而且由于环境中有荧光灯、晶闸管以及其他非线性负荷的存在,在线路中产生高次谐波,使中性线带有较大的电流,而 TN-S 或 TN-C-S 供电接地系统中有专用不带电的保护接地 PE 线,因此安全性好。

6.0.4 防静电工作区必然有多种电子设备和装置,因此除了一般建筑物共有的防雷接地、工作(交流工作)接地、保护(故障保护)接地外,还有直流工作(信号参考接地、逻辑接地)接地、屏蔽接地、功率接地和防静电接地系统等。由于各自的功能不同,为了抑制相互干扰,不同功能的接地系统不应混接,而且必须遵循总等电位、局部等电位连接的原则。

6.0.5 图 2 提供了防静电接地系统满足本条要求的一种布置方式,供参考。

6.0.6 为了解决好各个接地系统之间的相互关系,在接地系统设计时,应以防雷接地系统设计为基础。由于在大多数情况下各种功能接地系统最终采用联合接地方式,因此应首先考虑防雷接地系统设计,使其他功能接地系统都包含在防雷接地系统的保护范围之内。

特定行业、特定地面及设施的防雷接地尚应符合现行国家标准《电子信息机房设计规范》GB 50174 和现行行业标准《通信机房静电防护通则》YD/T 754、《移动通信基站防雷与接地设计规范》YD 5068、《航天系统地面设施接地要求》QJ 1211 等的有关规定。

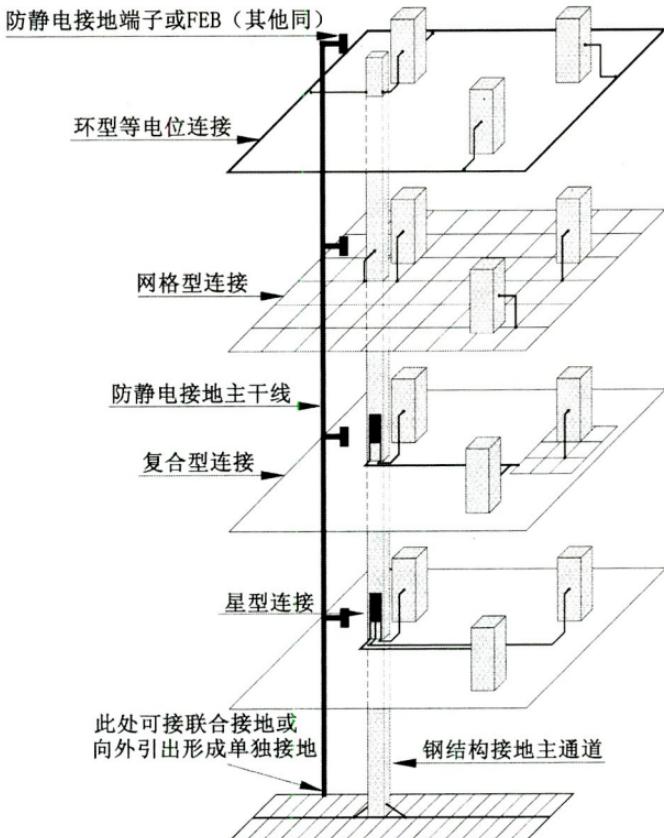


图 2 防静电接地系统典型布置

注:图中 FEB 为楼层等电位接地端子板。

6.0.7、6.0.8 防静电接地系统接地端口之间应做等电位连接。防静电接地系统应设计低阻抗的静电泄放电气通路,接地导线的横截面除了满足低电阻的要求以外,还必须有足够的机械强度及其他电磁兼容性要求。电子、航天行业标准规定接地主干线截面积不应小于 95mm^2 ,本规范引用了这一规定标准。

防静电接地主干线通常应从总等电位接地端子板引接。当防静电工作区设置在高层建筑内,总等电位接地端子板与防静电工作区楼层垂直距离较远时,为保证防静电接地端子板与楼层其他

接地设备的等电位,防静电接地主干线宜从楼层等电位接地端子板引接。

现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343—2004 第 5.2.2 条条文说明中提到,当建筑物采用总等电位连接措施后,各等电位连接网络均与共用接地系统有直通大地的可靠连接,每个电子信息系统的等电位连接网络,不宜再设单独的接地引下线接至总等电位接地端子板,而宜将各个等电位连接网络用接地线引至本楼层或电气竖井的等电位接地端子板。

6.0.9 本条规定是为了保证整个设施接地系统获得良好的接地连接和低阻抗的电气通路。为了减少电磁干扰的耦合,接地电缆的屏蔽金属层应两端接地。

6.0.10 接地连接的质量是整个接地系统有效发挥作用的基本要素。由于接地对象必须是金属导体,因而当接地对象是非金属导体时,应在接地对象上设置金属连接件,采取间接接地方式。

6.0.11 本条规定是为了避免金属物体没有可靠接地时,受到防静电工作区内电气设备的电场作用而表面积聚静电。

7 防静电工作区空气调节系统和工业管道设计

7.0.1 防静电材料的静电耗散性能与环境的温度、湿度条件密切相关,可以利用空气调节系统通过对环境温度、湿度的控制,抑制静电的产生,而且大量电子设施的应用对环境条件都有温度、湿度的控制要求,因此一般防静电工作区都需要设置空气调节系统。反之,防静电材料及制品的性能参数,又必须根据环境温度、湿度控制的实际情况确定。对于一级标准的防静电工作区,宜采用温度、湿度自动控制的空气调节系统,以利于环境的静电控制。

7.0.2 本条规定了空气调节系统应区别不同要求合理配置的基本原则。

7.0.3 本条规定的环境温度控制范围,是根据实验数据所表明的达到静电最有效控制的环境条件。

7.0.4 本条规定的环境相对湿度控制范围,是根据实验数据所表明的达到静电最有效控制的环境条件。

7.0.5 本条规定了防静电工作区选择气流组织形式的基本原则,以及对于不同气流组织形式应分别采取相应的防静电措施的基本要求。

7.0.6 由于空调系统的送、回风口和风管管壁及工业管道输出、输入口装置是易产生静电的部位,因此本条规定了送、回风口和风管及工业管道输出、输入口装置制作用材和接地的要求。

7.0.7 本条是对风管和工业管道安装接地的规定。

7.0.8 本条是对配管系统中非金属管道采取间接接地的规定。

7.0.10 本条规定是为了抑制空调和制冷设备的电噪声对电子设备正常工作的干扰。

7.0.11 本条是对流动液体、气体和粉体管道安装的规定,由于这

类管道的内壁会在液体、气体和粉体的流动过程中产生摩擦起电，因此不适当的安装将会造成静电放电的严重危害。易燃、易爆环境中的防静电接地，相关行业都已经制定了相应标准。

8 防静电安全工作台的设计选择

8.0.1 防静电安全工作台是防静电工作区配设的一种专用工作台,具有特殊的防静电功能,在这种工作台上可以安全操作各类静电敏感元器件和电子仪器设备,可以防止因静电放电、静电感应或静电吸附造成危害。本条及以下各条结合国内实际应用的情况并参考国外静电放电(ESD)控制工作站相关标准制定了一些基本规定。本条规定了不同等级防静电工作区,防静电安全工作台的选用原则。

8.0.2 腕带连接装置、限流电阻和接地引线是防静电安全工作台特有的组成部分。腕带连接装置是专为提供接插防静电腕带使用的。限流电阻是为了保障人体安全而设置的,使通过人体的安全电流不大于5mA。接地引线是为了防静电安全工作台接地而配置的。防静电安全工作台形式各异,附设构件多种多样,但有五个必备部分:工作台、防静电台面或台垫、腕带连接装置、限流电阻和接地引线。

8.0.3 普通型防静电安全工作台台面基材由木质或其他无机材料制作,台面可贴有饰面板;专用型防静电安全工作台台面基材由无表面涂覆的难氧化金属或导电无机材料复合面板制作,使用时再在台面上铺设防静电台垫。防静电安全工作台甲醛和苯的释放量应符合有关标准的规定。本条提出洁净室内防静电安全工作台基材要求主要是为了满足对发尘量及防静电性能稳定的控制目标。

8.0.4 硬质台垫主要应用于一级防静电工作区,但其表面电阻或体积电阻应为 $2.5 \times 10^4 \Omega \sim 1.0 \times 10^9 \Omega$ 。硬质台垫的邵氏D硬度应大于90,软质台垫的邵氏A硬度范围为45~85。

8.0.5 腕带连接装置是提供人体佩戴的防静电腕带接地的必要设施。本条从人体工程的角度提出安装位置的要求。

目前有带纽扣式限流电阻的防静电腕带产品,因此本规范对限流电阻的安装位置不作要求。但限流电阻不论何种情况,都应视为防静电安全工作台的必要构成。

8.0.6 多台防静电安全工作台的接地连线不得串联连接的规定是为了确保每个工位的接地可靠。

9 离子化静电消除器的设计选择

9.0.1 电子工业生产过程,无时无刻不在产生和积聚静电,即便本规范其他各章的设计做得很好,防静电工作区某些部位仍然会形成超过规定限值的静电电位。因此,应用离子化静电消除器来中和局部表面和空气中的静电电荷是行之有效的手段。

9.0.2 离子化静电消除器种类繁多,其作用原理、产品形式、消电效能、环境要求以及价格千差万别。

离子化静电消除器按空气离子化原理可分为自感应式、高压式、同位素式、光电子式等数种。

1 自感应式静电消除器不需外加电源,结构简单,容易安装,宜用于空间狭窄的场所,但消电效果弱。

2 高压式离子化静电消除器分工频高压、高频高压、脉冲高压、直流高压多种型式。

1)工频高压型发射密度高,一致性好,但消电效果较弱。

2)高频高压型通过电容较方便地实现间接耦合的电晕放电,针电极的短路电流小,防爆性能好。

3)脉冲高压型对气流配合的要求低,一致性好,适用于室内环境上空的全离子保护,也可应用于离子喷枪、离子风淋、离子净化工作台等设备的配套。

4)直流高压型适用于要求加大消电作用距离的场合,但应配有电源输出电压升降和极性变化的可控装置。

3 同位素式离子化静电消除器不需外加电源,结构简单,维护方便。设计应根据同位素的放射强度和半衰期,以及射线的电离能力和穿透能力选择。

4 光电子式离子化静电消除器消电效果好,宜用于某些要求

高的场所。

离子化静电消除器由高压电源、电晕放电器和通风系统三部分组成。设计应考虑电源、风源和电晕放电器的合理配置。

离子化静电消除器还可按结构形式分类,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、静电离子棒等。

按适用场所分类,有机内层流罩式、洁净室式、空调房间式、工作台面式、压缩气体式等。

按组合布置分类,有针、细棒、网格(格栅)、发射体、离子风等。

所以设计应根据不同场所,不同工艺要求,综合采用不同型式的离子化消电手段,并应考虑离子化静电消除器本身产生的电晕放电、放电腐蚀、静电屏蔽等问题,以及由此产生的尘埃、臭氧、放射线、噪声等环境问题,尽可能避免离子化静电消除器的负面影响,从而达到较好的消电效能和综合性能。

9.0.3 目前未见有完整的离子化静电消除器产品的国家或行业标准,只有各种国际、国外及我国相关标准对离子平衡度、消电时间、臭氧发生量、噪声的要求参数,提供如下,以便使用者参考:

离子平衡度(亦称空间残留电压,指放置于离子化环境中的绝缘导电板,用充电金属板监测仪观测到的残留电压):应用于房间系统,电压绝对值偏移小于150V;应用于非房间系统,电压绝对值偏移小于50V。

消电时间(指空气相对湿度60%的情况下,绝缘金属板的电压绝对值从1000V降至100V的时间)(见表2)。

表2 离子化静电消除器消电时间(s)

使用场所	消电时间
层流罩	10~20
洁净室	20~60
空调房间	50~500
工作台面	2~20
压缩空气	0.1~5.0

臭氧发生量:不大于 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。

噪声:不大于 55dB(A) 。

9.0.4 本条规定了离子化静电消除器设计选择应符合的规定。其中第2款和第4款因涉及人身安全及环保等要求,规定为强制性条款。

参考国外有关标准,推荐下列不同布置形式的离子化静电消除器适宜使用的场所(表3)。

表3 离子化静电消除器适宜使用场所

场所 型式	房间系统	层流罩	工作台面	压缩空气出口
同位素放射型	禁用	棒式	台顶	可用
交流型	网格	网格/棒式/台式	台顶/顶棚	可用
稳定直流型	网格/细棒	棒式	台顶/顶棚	可用
脉冲直流型	发射体/棒	棒式	慎用	不用

9.0.5 为降低使用离子化静电消除器的负面影响,净化防静电环境,其外壳及金属支承体可靠接地是必要的措施。