

# 电子工业洁净厂房电气设计分析

裴占庆

上海电子工程设计研究院有限公司西北分公司 陕西 西安 710000

**摘要:** 电子工业洁净厂房电气设计是确保生产环境高洁净度、高效率运行的关键环节。本文首先概述了电子工业洁净厂房的概况和发展,并阐述了电气设计的基本要求。随后,从供电、配电、照明、防雷接地、火灾自动报警及空调机组设计等方面进行了深入探析。通过系统分析和技术探讨,旨在为电子工业洁净厂房的电气设计提供全面指导,确保设计方案的合理性、可靠性和高效性,为电子工业生产提供有力保障。

**关键词:** 电子工业; 洁净厂房; 电气设计

## 引言

随着电子工业的快速发展,洁净厂房作为其核心生产场所,对电气设计提出了更为严格的要求。洁净厂房的电气设计不仅关乎生产效率,更直接关系到产品质量和人员安全。因此,对电子工业洁净厂房的电气设计进行深入研究和分析,具有重要的现实意义和应用价值。以下将从电子工业概述、电气设计基本要求及具体设计环节等方面展开论述,以期对相关设计和施工提供参考和借鉴。

## 1 概述

### 1.1 电子工业洁净厂房的概况和发展

洁净厂房亦称为无尘厂房、洁净室、无尘房等,是指将特定的空间区域内空气中的微粒子、有害气体、微生物的污染去除,同时控制房间温度、洁净度、房间压强、气流速率和气流位置、噪音振动以及照明、静电控制等在某一需求下特别设计的房间。无论室内外天气温度怎样改变,房间均能保持规定的洁净度、温湿度和气压等功能的空间<sup>[1]</sup>。电子行业的洁净厂房是指在微电子产品、精密仪器、LED、液晶显示等精密制造以及研究过程中,为实现生产中所必须的特殊受控条件,而特意建立的无尘厂房、无尘厂房和无尘室。是以满足实验科研和生产制造的精密化、微形变、优级纯、高质量和高可靠度的方面需要而兴建的特殊工业大楼。随着现代科技的发达,电子生产日新月异,精密化、微形变、更高级纯、高质量和高可靠性,电子设备中所用的集成电路、电子元件及其生产制造过程所需受控条件极为关键,微粒的管理和控制必须得到高度重视。且还应严格控制生产环境所涉及的化学污染物,以及直接与生产制造环境接触的所有介质,包括高纯水、高纯空气、化学物质的纯度,以及污染物浓度。另外,在电子产品制造流程中所用的运输工具、器物和材料储运用的装置装置体积大、对自动

化传输要求较高,而且制作的材料、清洁方法与保存方式均有特殊要求。针对现代电子的特定制造条件与技术特征,近年来电子洁净工厂逐渐向大空间、组合式、高层化、易燃易爆物料集中的综合性工厂发展。

### 1.2 电子工业洁净厂房电气设计基本要求

电子洁净工厂的电气设计,一般涉及供配电系统、照明系统、防雷与接地等系统的设计制作,各系统必须与其它专业技术相互配合,是电子洁净工厂安全设计不能缺的重要要素。电子洁净工厂的供配电设备,其功能是在上级电力系统提供的电力输入后,逐级以适应洁净工厂内部各设备的用电需求,把电力按需分配到各个工厂的或是制造车间的具体使用设备上,使用电设备才得以顺利工作,以便完成一般的制造过程。电子工程中清洁厂房的设计工序比较复杂,清洁空间的电气设计也要满足国家有关规范规定。在电气设计流程中,设计人员一是要考虑国家设备的安装要求,二是要在洁净区内设置单独的检修电源,与洁净区无关的配电装置需设置在非洁净场所,要学会运用联锁控制装备。另外,在保证安全的前提下,要确保电力运行、电力供给的稳定性,此方面是考虑到大多数的电气设备在洁净环境中其本身对电压等方面需具备稳定的需求。还有诸多洁净空间维护设备包括洁净空调在内,这些设备都需要为连续和稳定的电力供给。按照电子工业洁净厂房工艺的发展形势,洁净室因分工不同,所以,在照明设计中最好是以单个的洁净室为单位,设立相应的智能照明控制开关。

## 2 电子工业洁净厂房电气设计探析

### 2.1 供电设计

工业洁净厂房在设计电气的过程中,必须严格按照国家的相关规定来执行。我国现行的供配电系统设计相关规范对工业洁净厂房的用电量、电压以及电力传输要求都做出了明确的规定。由于洁净厂房内部的绝大多数

电子设备都处在非线性负荷状态，因而使得供电线路中电流以高次谐波电流的形式存在，这就造成了中线性上的电流过大。所以一定要选择安全性能较好的接地保护线，此外，还要采用科学合理的接地型式系统。将这两种情况综合考虑在内，TN-S系统或者TN-C-S系统是最好的选择，它们不仅自带专门的保护接地线，而且接地线是绝缘的，能够有效防止漏电事故的发生，能够切实保护工业洁净厂房的人员安全的物资安全。随着电子工业技术的不断发展，洁净厂房内的设备可能会不断更新和升级，这要求供电系统必须具备一定的灵活性和可扩展性。因此，在供电设计时，应充分考虑预留足够的电力容量和接口，以便未来能够方便地增加新的用电设备或更新旧的设备。并且对于高次谐波电流的影响，除了选择合适的接地保护线和接地型式系统外，还可以考虑在供电系统中加入滤波装置，以减少高次谐波电流对系统的影响，提高供电系统的稳定性和可靠性。

## 2.2 配电设计

无论是企业还是工厂，在配电设计之初都要以用电安全为基本设计原则。那是因为如果配电设计不当，轻者会造成用电不稳，重者会因为漏电事故的发生而发生火灾，对于个人来说，生命安全得不到保障，对于工厂来说，为经济的长远发展埋下了隐患<sup>[2]</sup>。因此，为了防止电器火灾事故发生或者是为了在火灾发生之时能够及时断电，工业洁净厂房的配电设备应该安装在显眼和空旷的地方。但是由于工业洁净厂房的生产特点，因而对生产工作环境的洁净度要求很高，所以常常在工业洁净厂房中的电源设备都应该在洁净区内设置单独的检修电源。在这种情况下，最好选用体型较小的配电设备进行暗箱装置，这样既利于灰尘的侵袭，也便于日常的清洁护理工作。除了配电设备的安装要合理之外，配电线路的安装也要合理，只有这样才能使工业洁净厂房做到真正的洁净与安全。一方面，在选择配电线管的时候，应该选用不可燃烧的材质，避免其在高温情况下线管自燃而引起火灾事故的现象发生；另一方面，在安装配电线管的时候，一是要采用暗设的方法进行线路铺设，二是要做好洁净程度不同的区域内的电气管线口的密封工作，以此来防止灰层从接口进入污染洁净室。洁净区域的酸碱废排风系统、硅烷排风系统、有机风系统等废排系统的配电按照二级负荷设计，满足一路电源停电时，另一路电源正常能够运行，将生产过程中生产的有毒危害废气经过处理排放在室外。净化空调系统采用电加热器时，电加热器与风机应联锁控制，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。

## 2.3 照明系统设计

电子洁净厂房的照明系统由几个关键部分组成，包括一般照明、备用照明和应急照明。为了保障清洁生产区域的高洁净度要求，洁净厂房还特别引入了专用的清洁灯具。这些灯具在投入使用之前，都会经过严格的密封处理，确保在更换灯管或进行清洁时，灰尘不会进入洁净室。在选择与FFU龙骨搭配的灯具时要特别注重灯具的设计，保证不会形成风口，同时易于使用和维护。由于清洁区域的照明需求特殊，因此我们选用高效LED灯作为照明灯具。这些灯具不仅亮度高，而且能够节能降耗，所有的照明灯具都采用了节能光源，以实现绿色、环保的照明效果。对感光度较有条件的工业场地（如光刻区）则选用黄色灯光。洁净区的主要生产管理用房一般照明照度值为300-500lx，而辅助区一般照明值为200-300lx，在电气设计时必须与生产管理人员协调确定，以满足使用方的需求。备用照明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百分之二十<sup>[3]</sup>。生产厂区设有用于员工撤离用应急照明，其照度不得小于5.0lx。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。生产厂房的夹层内管线长且复杂，需安装检修灯具，方便检查人员通过，动力站灯安装于管线下部防止被管线挡住。

## 2.4 防雷和接地设计

现在的项目一般按照共用接地系统设计，即防雷接地、工作接地、保护接地、电磁兼容性接地、防静电接地等接地系统共用建筑物基础作为接地装置，接地电阻不应大于1Ω。

当电子设备的功能接地要求分开设置时，应设防雷电反击设施，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以上的距离<sup>[4]</sup>。利用结构柱（墙）内主钢筋（2根直径16mm以上）或结构钢柱作为防雷引下线。经过气象信息的统计确定，根据国家标准制定相应的防雷措施。对电子制造业厂区和建设中存在爆炸性危险地区的工厂，须按国家二级防雷规定设防，危险地点以及洁净室内可能产生静电危险的机械设备、流动液体、废气以及粉尘管道（如沸腾制粒机、干燥机）等，都要做好防静电接地措施，非净化环境一般选择25x4的不锈钢扁钢，沿内墙约零点四米处明敷做为防静电接地干。而净化场所室内的静电接地干线则一般选择大于25x4的不锈钢扁钢，净化中央空调机房内必须设有防静电连接线路，而风管和风口均宜采用防静电联接。洁净工厂内各种功能的接地线设计应满足等电位连接的条

件。对消防设备管理的弱电部分系统,宜在机械间分别安装专用连接地板或端子柜,连接线路从地面连接系统引出。

### 2.5 火灾自动报警系统设计

(1) 探测器选择与设置。工业生产工艺具有复杂性的特征,因此洁净工厂的内部环境也各不相同,通过独立的隔板进行隔离,隔板之间、技术夹层、净高超过0.8m的具有可燃物的闷顶要安装火灾探测器。温度较高并且有蒸汽的区域,可以选择温度传感器,防爆区域可以选择防爆可燃气体探测器。大型空间的辅助储存区域,可以选用红外线烟雾探测器等等。(2) 消防通讯。洁净工厂的金属板主要是发挥防护作用,对其需要进行全面的消防通信设施。另外,在消防泵房、电力分配室、空调室等经常有人值班的相关技术室,按照规定安装专用消防电话分机,并且消防控制室需要配备一个可以直接报警的专用外线消防电话。(3) 报警系统一旦接收到火警信号,将进行确认,并通过联动控制设备和输出模块发出相应的指示,如启动声光报警、关闭防火门、启动排烟系统等,以确保火势得到及时控制,保障人员安全撤离。

### 2.6 洁净厂房空调机组设计

在电子工业洁净厂房的电气设计中,空调机组设计直接关系到厂房内部的温度、湿度以及洁净度等关键环境参数的控制。第一,洁净厂房的空调机组设计必须满足严格的环境控制要求。由于电子工业对生产环境的洁净度有极高的要求,因此空调机组需要具有高效的过滤系统,能够去除空气中的尘埃、微粒和其他污染物,确保厂房内部空气洁净。第二,在温度控制方面,空调机组需要具备精确的温控能力。电子工业的生产设备对温度有着严格的要求,过高或过低的温度都可能影响设备的正常运行和产品的质量。因此,空调机组需要能够精确地控制厂房内部的温度,确保其在设定的范围内波动<sup>[5]</sup>。第三,湿度控制也是空调机组设计的一个重要方面。在电子工业中湿度过高可能导致设备内部结露,湿

度过低则可能产生静电,对生产设备和产品造成损害。因此,空调机组需要能够精确地控制厂房内部的湿度,确保其在合理的范围内。第四,在设计中还需要考虑到节能和环保的因素。采用高效节能的空调机组和控制系统,可以显著降低洁净厂房的能耗和运行成本的同时,还可以选择环保型的制冷剂和冷却方式,可以减少对环境的污染和破坏。第五,空调机组设计应充分考虑系统的可靠性和冗余性。由于电子工业洁净厂房对生产环境的要求极高,任何停机或故障都可能对生产造成严重影响。因此,在设计空调机组时,应采用高可靠性的设备和材料,并设置冗余系统,以确保在某一设备或系统出现故障时,其他设备或系统能够迅速接管工作,保障厂房内环境的持续稳定。

### 结束语

电子工业洁净厂房电气设计是一项复杂而重要的工程,需要综合考虑多方面因素。通过以上对供电、配电、照明、防雷接地、火灾自动报警及空调机组设计的深入分析和探讨,我们不难发现,只有确保电气设计的合理性、可靠性和高效性,才能满足电子工业生产的严格要求。未来,随着技术的不断进步,电气设计将更加智能化、节能化、绿色化和人性化,为电子工业的发展提供更加强有力的支持。

### 参考文献

- [1]段遵亚.洁净厂房电气设计的有关分析[J].科技创新导报,2019,016(002):123-124.
- [2]林喜云.微电子洁净厂房的设计分析[J].制冷与空调(四川),2019,33(001):25-29.
- [3]黄晓冬,彭超,熊智,等.电子工业厂房洁净系统施工监理探讨[J].中国房地产业,2019,000(012):123.
- [4]李岳澄,毛建东.工业洁净厂房电气设计分析探讨[J].中国科技博览,2020,000(013):2-2.
- [5]刘佳,李光光.电子工业洁净厂房电气设计探讨[J].现代建筑电气,2021,12(01):57-61.