

工业洁净厂房电气设计研究

何欢

身份证号码: 510722198909300463

摘要: 工业洁净厂房的设计是个系统工程。参考的行业规范主要有GB 50472—2008《电子工业洁净厂房设计规范》和GB 50073—2013《洁净厂房设计规范》。本文从供配电系统、照明系统、防雷接地系统等方面具体分析探讨工业洁净室的电气设计特点。

关键词: 工业洁净厂房; 电气设计; 分析特点

Research on Electrical Design of Industrial Clean Plant

Huan He

Id No.: 510722198909300463

Abstract: The design of industrial clean plant is a system engineering. The reference industry specifications mainly include GB 50472—2008《Design Code for Clean Building in Electronic Industry》and GB 50073—2013《Design Code for Clean Building》. This paper analyzes the electrical design characteristics of industrial clean room from the aspects of power supply and distribution system, lighting system, lightning protection and grounding system.

Keywords: Industrial clean plant; Electrical design; Analysis characteristics

工业洁净厂房的主要特点是对工业产品生产环境中的悬浮粒子进行控制。它的建造和使用应减少室内诱入、产生及滞留的悬浮离子。本文结合某项目的实际要求和行业规范要求,介绍在工业洁净厂房电气设计中需要特别关注的问题点和处理方法,希望更多同行一起探讨。



图1 工业洁净厂房

一、洁净厂房中电气设计

1. 洁净厂房设计要求

《洁净厂房设计规范》GB50073-2013中对洁净室内配电设备的规格尺寸有明确规定。洁净室内的配电设备,尽量选择小型配电设备,安装方式采用暗装方式。

这么做主要是为了满足洁净室洁净度的要求,《洁净厂房设计规范》GBJ 73-84中空气洁净度等级分为4级,即100级、1000级、10000级、100000级。随着电子工业的飞速发展,洁净厂房对空气洁净度的要求越来越高,要求控制尘粒的粒径到0.1um以下。新的《洁净厂房设计规范》GB 50073-2013中空气洁净度从4个等级增加为9个等级,即1级、2级、3级……9级。采用暗装方式主要是考虑灰尘不易积累。而选用大型落地式配电设备,暗装进墙内很困难,采用明装方式会积累大量灰尘。故为了减少积灰,大型落地配电设备宜放置而非洁净区内。

洁净室内的电气管线宜采用暗敷设的方式,这样要求的目的是为了减少灰尘的积累。由于洁净厂房有空气洁净度的要求,各个专业的管线均采用暗敷的方式,电气专业的电缆桥架、管线在暗敷时要注意与其他各专业的协调和配合。微电子、集成电路工业由于用电点较多、较集中,如采用配管的方式线管较多,布线较凌乱,给施工会带来不便,故采用电缆桥架配线,穿管引下至用电点是个较好的选择。洁净厂房技术夹层或技术吊顶内的风管较多,且有纵有横,电缆桥架采用局部翻越风

管的方式并不适合,故电缆桥架标高需高于风管的顶标高;当洁净厂房内设置自动喷水灭火系统时,桥架标高需同时高于风管的顶标高和自动喷水管道的最高点。

考虑到防火要求,洁净室内穿线导管应采用不燃材料,一般工程设计中常采用镀锌钢管,除了埋地、埋楼板和消防管线外,也可采用氧指数在27以上的难燃PVC管。为了防止空调系统停止运行时,因为压差的作用尘粒通过管线空隙进入洁净室,故洁净区的电气管口及安装于墙上的各种与墙体接缝处应有可靠的密封措施。

2. 某供电系统设计案例

(1) 负荷分级

本项目生产工艺设备及其支持和辅助设备对供电的可靠性和连续性有很高的要求。因此,这些用电负荷等级定为一级,采用两路市电供电。消防安保设备、事故排风、特气化学品系统及不能长时间停电的设备等属于特别重要负荷,除正常两路市电供电,还采用自备柴油发电机系统供电。某些工艺段,例如光刻机、电化学层积、PECVD等只允许中断供电时间为毫秒级以下的设备则还应配置蓄电池静止型不间断电源装置(UPS)对其供电。

(2) 供电方案

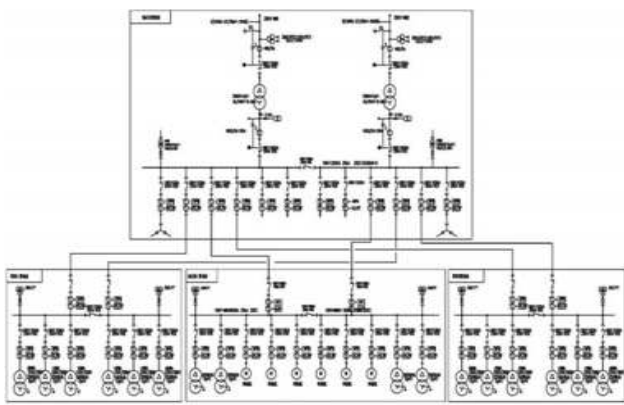


图2 全厂电力系统架构图

本项目设置独立35kV变电站:全厂计算负荷为22237.7kVA,变压器装机容量为25MVA,两台。动力中心:高压冷冻机采用10kV直接供电;另设置4台SCB13-2000kVA-10/0.4kV干式变压器为低压动力设备供电。A车间内设置一个终端变电站,站内设置两台动力变压器SCB13-2500kVA-10kV/0.4kV供车间动力设备用电;工艺变压器4台,两台SCB13-2500kVA-10kV/0.4kV和两台SCB13-1600kVA-10kV/0.208kV供车间工艺设备用电。B车间内设置一个终端变电站,站内设置两台动力变压器

SCB13-2500kVA-10kV/0.4kV供车间动力设备用电;工艺变压器4台,两台SCB13-2500kVA-10kV/0.4kV和两台SCB13-1600kVA-10kV/0.208kV供车间工艺设备用电。

本项目应急电源采用柴油发电机和UPS,本项目柴油发电机容量(E电)按40%总负荷设置,UPS容量(U电)按20%总负荷设置,UPS应急时间为15min。

(3) 低压配电

低压配电电压采用220/380V,低压配电电压采用220/380V。某些工艺设备为进口设备,电压等级和国内不同,采用低压120/208V配电,故单独设置10kV/0.208kV变压器。低压配电系统接地形式采用TN-S或TN-C-S系统,带电导体的形式采用单相二线制、三相三线制和三相四线制。

洁净厂房的生产线设备较多,更新换代快,后期改造会有很大变化。工艺设备采用封闭式母线槽+插接箱方式配电,母线插接箱用电缆连接至生产设备的电控箱或低压配电柜。封闭母线槽具有供电载流大,安装方便等优点。封闭式母线对安装空间要求较高,通常情况下强电电缆桥架要避免让空调风管,其他管线要避免让封闭式母线。

洁净厂房的辅助生产设备的可靠供电是保证正常生产的前提,净化空调系统用电由变压器专线供电,以提高其供电的可靠性。对某些有毒气体的处理装置在终端切换的双路电源还需设置互投装置,避免由于电气故障酿成中毒事故。

(4) 洁净室内电气设备安装

进入洁净区的配电线路均应设置切断装置。洁净区的配电设备,应选择不易积尘,便于擦拭,外壳不易锈蚀的小型暗装配电箱或插座箱。一般在每个生产车间设置现场配电箱。一般万级以上洁净厂房,配电箱在车间内靠近设备放置;千级以下的洁净厂房,便于环境控制气流组织,配电箱一般放置于回风夹道或者技术夹层中。

(5) 电缆选择及敷设

洁净厂房一般设备电力干线、支干线选用低烟无卤阻燃铜芯交联电力电缆沿电缆桥架敷设,支线选用低烟无卤阻燃铜芯塑料绝缘线穿热镀锌钢管暗敷。消防用电设备选用矿物绝缘电缆沿独立的电缆桥架敷设。电缆桥架一般在上夹层敷设,若有下夹层,再下夹层敷设。洁净区的管线采用暗敷,电气安装管口采用密封处理。

二、洁净厂房中的照明设计

1. 照明种类及供电方式

按照CB 50073—2013《洁净厂房设计规范》，电子工业洁净厂房内照明可分为以下几类。

(1) 正常照明：室内及相关辅助场所正常工作状态下需要的照明。

(2) 备用照明：室内及相关辅助场所需确保正常工作或活动继续进行的场所设置照明。

(3) 消防应急照明和疏散指示：为发生火灾时人员疏散仍需工作的场所提供照明。

照明负荷应由变电所专线供电，与动力设备分开，避免因照明负荷波动影响动力设备供电可靠性，同时避免动力设备启停对照明系统产生冲击，影响照明质量。备用照明负荷单独从变电所普通电源及应急电源引来两回路，互为备用，保证照明可靠性。消防应急照明和疏散指示系统按照GB 51309—2018《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》设置。洁净室内正常照明和备用照明按照2：1比例设计。

2. 灯具选择

(1) 各洁净生产区采用吸顶密闭式洁净荧光灯，灯具应具有防水、防静电、防腐蚀、抗氧化功能，并且各洁净生产区内设置备用照明，保证工艺生产的正常进行。

(2) 非洁净区有吊顶处采用嵌入式格栅荧光灯具，无吊顶处采用链吊式控罩荧光灯或吸顶筒式荧光灯具。荧光灯灯具效率为：开敞式不低于75%、格栅式不低于65%。

(3) 设备用房等房间采用紧凑型荧光灯，灯具位置视现场管线及设备位置可酌情调整。

(4) 工艺生产区域中高度较高的区域采用吊装时灯具与梁底平齐。

(5) 防爆区域均选用隔爆型灯具，潮湿场所选用防水防潮灯具。

3. 应急照明

(1) 在建筑物出入口处、走廊、楼梯间、消防值班室、强、弱电间等设置应急照明；走廊、封闭楼梯间设置安全疏散方向指示灯、出入口处设置出口指示灯。

(2) 应急照明的电源采用双电源供电并在首端配电箱处互投，并采用EPS作为备用电源，EPS相对集中设置在配电间。

三、防雷及接地系统

1. 防雷系统

根据计算和规范要求：洁净厂房丙类厂房及氢气站、硅烷站、化学品仓库等甲类仓库按照二类防雷建筑设计。其他建筑按照三类防雷建筑设计。

2. 接地系统

洁净工厂有多种不同用途的接地，包括功能性接地、保护性接地、电磁兼容性接地、防静电接地和防雷接地，采用共用接地系统。不同的接地可以采用单独的接地线接到共用接地极，并采用总等电位和局部等电位联结。

工业洁净厂房项目中工艺设备多为信息技术设备(ITE)，ITE设备需要两种接地：一个是为保证人身安全，设备金属外壳接PE线作为保护接地，属于保护接地；另一个是接同一设备金属外壳的信息技术系统的高频信号接地，它要求高频条件下的接地阻抗小，以获得各设备间相等或接近的参考电位，常用等电位联结取得参考等电位，属于功能接地。高频信号接地分为放射式(S式)信号接地和局部水平等电位联结的网格式(M式)信号接地。

洁净厂房为减少总等电位的高频阻抗，在主厂房将等电位联结中的增加接地母干线。具体做法是在建筑物外墙内侧的墙角敷设50mm²以上的铜导体作为接地母干线。凡需联结的金属部件，例如进入建筑物的金属管道、柱子钢筋、基础钢筋以及其他金属构件、电缆金属护套等都就近与该接地母干线直接联结。

3. 静电接地

化学品仓库、甲类仓库等防爆危险区域必须进行防静电接地。一般在各房间内地面+0.3m处沿墙设置一圈扁钢或铜排作为静电接地干线，静电接地干线不少于两点与接地网连接。

洁净厂房的室内环境中许多场合存在着静电危害，从而导致电子设备、电子仪器损坏或导致尘埃吸附影响生产环境洁净度。因此规范规定：洁净室内可能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，净化空调系统应采取防静电接地措施。防静电接地系统设置单独的接地连接端子。以房间为单位，分别设置等电位端子箱、接地网格，或闭合的接地铜排环。铜排截面不小于100mm²，防静电接地引线应从等电位的接地网格或者闭合铜排环上就近接地连接。

对静电敏感的区域，例如成品测试间、封装、光刻板库、等常采用静电消除(ESD)离子发生器消除静电。采用离子棒、集中控制器、移动控制器组成的空间静电消除系统，每个空间离子棒固定在FFU旁龙骨或固定在天花板下，空间离子棒的针尖大致需要离地3m，每个空间离子棒的静电消除范围约为3m内。

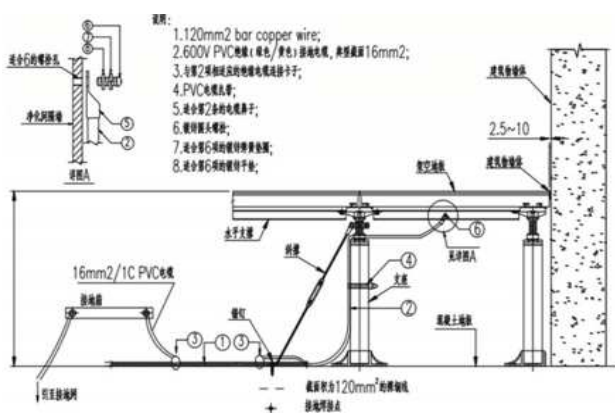


图3 架空地板防静电接地接线示意图

四、结语

科学合理的电气设计是确保洁净厂房连续、安全运转的重要环节。电气设计人员要结合工业洁净厂房的实际要求和相关规范, 应用先进设计理念及技术, 确保洁

净厂房电源稳定可靠及防备灾害发生, 达到电气设计的先进性、安全性、经济性高度统一。

参考文献:

- [1]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. DOI: 10.16618/j.cnki.1674-8417.2021.01.013.
- [2]段遵亚. 洁净厂房电气设计的有关分析[J]. 科技创新导报, 2019, 16 (02): 123-124. DOI: 10.16660/j.cnki.1674-098x.2019.02.123.
- [3]陆叶. 医药洁净厂房的电气设计[J]. 化工与医药工程, 2014, 35 (06): 25-30.
- [4]江蓉. 洁净厂房防爆电气设计[J]. 电气防爆, 2011 (02): 28-29. DOI: 10.14023/j.cnki.dqfb.2011.02.002.
- [5]王斌. 医药工业洁净厂房电气设计的探讨[J]. 山西建筑, 2005 (07): 151-152.