

浅谈洁净厂房消防水系统的设计要点

王 磊

信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司 安徽 合肥 230000

摘要: 本文主要探讨洁净厂房中消防水系统的设计要点。首先介绍了洁净厂房的特点及设置消防水系统的必要性,其次详细地阐述了消防水系统的设计要点,包括水源选择、系统类型、水量及水压计算、FM要求等方面,为类似工程设计提供了思路。

关键词: 洁净室; 甲类库; 消防工程; FM

1 引言

我国洁净厂房工程行业发端于国防、航天、原子能工业与科研,兴起于改革开放,于21世纪迎来加速发展期,随着国家在半导体、新型显示、生命科学、食品药品大健康、锂电池等其他高科技行业的快速发展以及5G、AI、云计算、汽车电子等新兴领域的崛起,将直接拉动洁净室工程市场需求。在洁净室行业,尤其是在电子类生产行业,项目投资规模都是巨大的,因此对厂房的消防安全等级要求非常高。由于洁净厂房的特殊环境和工艺布置要求,消防水系统的设计就成为了重要课题。本文就某电子类项目洁净厂房消防水系统的设计要点进行了探讨。

2 洁净厂房的分类及特点

洁净厂房一般包括洁净生产区、洁净辅助区、支持区、中间仓库以及端部的办公区。所谓洁净厂房,将一定空间范围内空气中的微粒子、有害气体、细菌等微污染物排除,并将室内洁净度、温度、湿度、压力、气流速度与流向、噪音、电磁干扰、微振动、照度、静电等控制在某一需求范围内,而给予特别设计的厂房。随着电子产品的精密程度越来越高,结构越来越复杂,对环境要求也进行严格控制,尤其是对生产环境的温度、湿度、空气洁净度、气流组织和压力平衡等参数。

以某电子类洁净厂房为例,通常具有以下几个特点:

洁净厂房单体建筑面积大、洁净生产区通常经过换鞋、一次更衣、二次更衣等功能房间进入,发生火灾时,入口处的消防疏散极为复杂和困难,不宜作为疏散出口。同时由于生产区工艺设备较多,平面流线复杂,疏散路线蜿蜒曲折,增加了安全疏散距离。

工艺生产设备精密,工艺设备体积大、自动化程度高、价格比较昂贵、产品科技含量要求高,这种设备往往集中布置于洁净生产区内。同时生产环境有洁净要求,且洁净度要求高,一旦出现火灾或污染情况,容易

造成较大的经济损失。

洁净室生产层通过回风夹道与上下夹层贯通,空间相对非洁净区较为密闭,因为洁净室需要良好的密闭性来保证生产环境要求。一旦发生火灾,由于空间密闭,燃烧时产生的烟气和热量难以排除,热传导经过四周金属洁净板传递,室内迅速升温,加快室内其他物质燃烧。

主体两侧或下夹层为支持区,为相对独立的辅助用房,主要布置设备用房、电气室、管道井、生产办公等功能以及设有日用特气化学品输送间、废有机溶剂收集区等易燃易爆区域,屋顶局部区域还设置了洗涤塔等尾气处理设备,吊顶或下夹层均布置有生产设备必要的配电柜、电缆、新风管、超纯水管道、冷却水管道、大宗气体管道、特气管道、真空管道、化学品管道等,燃烧物质复杂、火灾危险源点位较多。

3 火灾危险源的分析

通过以上电子类洁净厂房特点的分析,对消防安全提出了特殊要求。消防水系统作为洁净厂房的重要组成部分,其设计必须充分考虑洁净厂房的特点,确保在火灾发生时能够快速有效地控制火势,保障人员安全和设备完好,避免火灾产生重大的人员伤亡和经济损失。

通常情况下,电子类洁净厂房中主要的火灾危险源有:

洁净厂房里面所有的用电设备、电器元件、电缆、桥架、FFU滤芯、配电柜、超纯水管道、废水管道等。

电子洁净厂房工艺生产过程中需使用多种易燃易爆和有毒物质化学品,主要分为四类,酸、碱、有机物化学研磨液、配比类化学液。主要的酸碱类的氢氟酸、磷酸、硫酸、硝酸、氨水、氢氧化钾、氢氧化钠和氢氧化四甲基铵等;有机类的异丙醇、NMP、丙酮等。配比类化学液是指通过复配手段达到特殊功能和工艺需求的化学品,如显影液、剥离液、蚀刻液、清洗液等。以及在热氧化、掺杂、气相沉积、外延、离子注入、扩散等生

产工艺中使用的具有自燃性、可燃性、毒性、腐蚀性、氧化性的特种气体,主要有硅烷、磷烷、砷烷、三氟化氯等。其中三氟化氯遇水反应,要单独设置三氟化氯房间,毒性、腐蚀性、可燃性气体及尾气处理装置位于相应区域。

气体供应间、气体VMB、真空泵、有机废水废液收集间、尾气处理装置、可燃和有毒气体供应间、有丁酮、丙酮、异丙醇等易燃化学品供应间、印制线路板的贴膜曝光间、检验修版间等生产车间属于甲、乙类危险性场所^[1]。

化学品输配站内存储的易燃易爆和腐蚀性/有毒液体,如刻蚀液、显影液、清洁剂、剥离液、稀释剂、丙酮、醇异丙醇、双氧水剥离液等^[1]。

公用工程区的高低压配电间、UPS电源间、消防控制中心、FMCS控制室、燃油或燃气锅炉房等^[1]。

4 火灾特性分析

4.1 固体物质火灾

各建筑各场所内的纸制品等存在场所,办公行政区纸箱包装等特性。这种物质往往具有有机物质性质,一般在燃烧时产生灼热的余烬,属于易燃物质。

4.2 液体火灾

各建筑内贮存和使用的甲乙丙类液体,主要是有机溶剂和柴油存在场所。设置位置于化学品供应间、有机溶剂中转区域、室外埋地柴油罐、供油系统的输油管路、日用油箱间。由于甲乙类液体闪点低,在常温下以液体状态存在,当流淌至地面时,接触到高温烟气和明火引发燃烧,遇火容易引起燃烧。

4.3 气体火灾

各建筑内贮存和使用的甲乙类气体,主要是特气系统,如硅烷(SiH_4)、氨气(NH_3)等;

存在场所:特气输配站、生产厂房支持区的日用特气输送间和生产线上名使用点;

特性:甲乙类可燃气体爆炸下限浓度低,如发生泄露,与空气混合,达到一定的浓度,遇到火源立即发生爆炸式燃烧,属于易燃易爆物质。

4.4 电气火灾

各建筑内的电气设备、电缆桥架等;

存在场所:生产厂房洁净室区域和支持区的高低压配电室、下技术夹层电气桥架、上技术夹层FFU的电缆、消防控制中心、数据监控中心以及UPS电源间等;

特性:电气线路、用电设备、器具以及供配电设备出现故障性释放的热能在具备燃烧条件下引燃本体或其他可燃物而造成的火灾。

5 消防水系统的设计要点

5.1 水源选择

消防水系统的水源应优先选择城市自来水,因为其水质稳定、压力适中,可以满足洁净厂房的消防需求。同时,应设置消防水池,以满足火灾延续时间内消防用水的需求。

5.2 灭火系统的选择

根据上述对火灾危险源和火灾特性的分析,对造成火灾的各类不同物质的不同物理特性和化学特性进行梳理,针对不同火灾危险源选择不同灭火系统。

固体火灾:水;

液体火灾:泡沫、水喷雾、水;

气体火灾:水喷雾、雨淋、水;

电气火灾:气体灭火、高压细水雾。

5.3 水量及水压确定

洁净厂房必须设置消防给水设施,消防给水设施设置设计应根据生产的火灾危险性、建筑物耐火等级以及建筑物的体积等因素确定。同时,应确保消防水系统的水压满足消防设备的要求,以保证灭火效果。

5.4 基本参数的确定

灭火系统的基本参数的选定依据《建筑设计防火规范》、《消防给水及消火栓系统技术规范》《自动喷水灭火系统设计规范》、《气体灭火系统设计规范》《水喷雾灭火系统设计规范》、《低倍数泡沫灭火系统设计规范》《二氧化碳灭火系统设计规范》《电子工业洁净厂房设计规范》、《洁净厂房设计规范》《特种气体系统工程技术规范》、《探火管灭火装置技术规程》。

室外消火栓:按照建筑物耐火等级/用途功能/体积/火灾危险性来确认相关设计参数;室内消火栓:洁净室的生产层及可通行的上、下技术夹层应设置室内消火栓^[2]。

自动喷水灭火系统:按照净空高度/用途功能/火灾危险等级来确认,对于仓库来说还有储存方式/货架型式/储物高度。根据GB50073《洁净厂房设计规范》第7.4.5条,当净厂房内设有贵重设备、仪器的房间设置自动喷水灭火系统时,宜采用预作用式自动水灭火系统^[2]。现在大规模洁净室均采用的FFU龙骨吊顶,为防止FFU震动对喷淋管道的影响和方便安装施工,一般使用消防软管连接喷头,但GB50084《自动喷水灭火系统设计规范》8.0.4条规定,消防软管仅适用于湿式系统,不适用于预作用系统^[2]。通常来说,洁净区内还是建议采用湿式系统。电子工业厂房洁净区域:喷水强度不应小于 $8\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$,作用面积为 160m^2 ,FM要求:喷水强度不应小于 $8.2\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$,作用面积为 279m^2 。

自动喷水灭火给水系统-水喷雾系统:规范中水喷雾系统仅适合扑救固体火灾、电气火灾以及丙类火灾,并可用于可燃气体和甲乙丙类液体火灾的防火冷却,所以柴油发电机房采用的燃料闪点,是能否设计水喷雾灭火系统的关键因素之一。

闭式泡沫-喷淋系统:由于化学品输配间、有机溶剂中转间里面的甲类物质易燃易爆迅速蔓延的特征,因此考虑采用闭式泡沫-喷淋联用系统。其中大多数有机溶剂溶于水,故泡沫液均采用抗溶性泡沫液,闭式泡沫-喷淋联用系统的供给强度按 $12L/min.m^2$,作用面积为 $465m^2$,持续喷泡沫的时间为20分钟。需要注意的是洁净室区域喷头一般采用快速响应性喷头,针对采用FFU的吊顶龙骨区域,十字接头要根据喷头形式选用不同规格开孔规格,一般有27mm、32mm两种规格可以配K80喷头, K115以上的需要现场扩口。

泡沫灭火系统:柴油罐区设置固定泡沫灭火系统+移动泡沫枪系统固定泡沫灭火系统供给强度按 $6L/min.m^2$,作用面积为罐体横截面积持续喷泡沫的时间为30分钟,进行设计:移动泡沫枪系统,其泡沫混合液供给强度按 $65L/min.m^2$,作用面积为最大流淌面积,持续喷泡沫的时间为30分钟^[1]。

雨淋系统:根据FM要求,冷却塔内设雨淋系统,每个单元一个阀,喷水强度 $20.4L/min.m^2$,单个报警阀控制面积按单个塔填料,水量按相邻的2台塔同时喷水计,火灾持续时间2h。

自动气体灭火系统(CO₂局部应用灭火系统):生产厂房内工艺设备光刻工段等工艺设备设置CO₂局部应用灭火系统;单位体积喷射率为 $48Kg/(min.m^3)$,设计喷射时间为0.5min;变电站内高压配电柜、低压电容柜设置CO₂探火管式自动探火灭火装置系统:CO₂设计浓度为40%,物质系数为1.2,设计喷射时间为1min,抑制时间10分钟;FMCS间及消防控制室主要由电气设备组成,严禁漏水的场所,宜采用全淹没七氟丙烷、IG541等气体灭火系统系统(应采用浓度低于无毒性反应的气体灭火剂),通过火灾预警系统,联动气体灭火保护,可有效抑制燃烧发生。

5.5 消防水池

市政为一路进水或两路进水但流量或压力不能满足室外消防用水量需求时,消防用水量为最大的一栋建筑室

内外消防用水量之和市政为两路进水且流量和压力均能满足室外消防用水量需求时,消防用水量为最大的一栋建筑室内消防用水量;需要强调:市政两路供水指一个水厂两根供水管道,从市政环状管网上分别引出的两路管道,设计中不可拟设两路做为设计依据:生产水池可设置消防取水口,做为第三消防水源。

5.6 灭火器

常见的灭火器有几种类型,如干粉灭火器、泡沫灭火器、二氧化碳灭火器等。首先,洁净厂房对房间的洁净度有一定要求,因此在灭火过程中,干粉灭火器会喷出大量的粉尘,导致洁净室内工艺设备有污染的可能性。洁净室区域一般按照A/E类火灾,配置手提式或推车式CO₂灭火器,既能达到灭火的效果,又能保证车间设备不受污染。

5.7 FM和GB对消防泵房的设置要求

FM的项目:消防泵安装于地面层,且至少高于100年一遇洪水线1米。消防泵房的选址应以一楼且最接近出入口的地点为主,并且有独立直接通往户外的门或出入口,严格禁止设置在地下室任何楼层,消防泵房内的地面高度至少应高于户外地面30cm。安装FM认证消防泵,至少为一用一备,且至少其中一台为柴油机消防泵。同时消防泵主泵吸水管路上的过滤器应该设置在吸水管的入口处,禁止设置在吸水管中间或靠近主泵的位置,避免影响消防主泵的出水压力及流量。采用适当的系统设计确保系统不会超压,尽可能避免使用泄压阀^[3]。

6 结论

洁净厂房消防水系统的设计是一项综合性工作,需要充分考虑洁净厂房的特点及实际需求。通过科学合理的设计,可以确保消防水系统在火灾发生时能够快速有效地发挥作用,保障人员安全和设备完好。同时,加强员工消防安全意识培训,提高应对火灾的能力也是至关重要的。

参考文献

- [1] 韦静, TFT 液晶面板工厂消防系统设计探讨, 今日消防, 2019, 03
- [2] GB 50073-2013, 洁净厂房设计规范
- [3] GB 50016-2014, 建筑设计防火规范