

工业厂房消防电气设计方法研究

李碧琳 刘 航

西安航天神舟建筑设计院有限公司 陕西 西安 710075

摘要：在工业生产持续发展的当下，工业厂房的规模与数量日益增长。本文深入探讨工业厂房消防电气设计方法。开篇阐述消防电气设计的概念，明确其在工业厂房安全保障中的关键地位。详细分析设计要点，涵盖消防负荷等级与电源、火灾自动报警系统、应急照明和疏散指示系统、电气线路敷设与保护等方面。同时，剖析常见问题，包括设计规范执行偏差、系统兼容性与联动不畅、设备选型及安装不合理、日常维护管理缺失等，并针对性地提出加强人员培训、强化系统集成测试、严格设备质量控制、建立健全维护机制等优化策略，旨在提升工业厂房消防电气设计水平，保障工业生产安全。

关键词：工业厂房消防；电气设计；方法研究

引言：工业厂房作为工业生产的重要场所，内部设备密集、物资众多，火灾风险较高。一旦发生火灾，极易造成严重的人员伤亡和财产损失。消防电气系统作为工业厂房消防安全的核心组成部分，其设计的科学性与合理性直接关系到火灾预防、报警及扑救的成效。然而，当前工业厂房消防电气设计在实际操作中面临诸多挑战，如设计规范执行不到位、系统集成存在缺陷等。因此，深入研究工业厂房消防电气设计方法，解决现存问题，对提升工业厂房消防安全水平、促进工业稳定发展具有极为重要的现实意义。

1 工业厂房消防电气设计概述

工业厂房消防电气设计，作为工业建筑安全保障体系的关键构成，涉及多维度、多环节的精细规划。从火灾预防角度，通过合理配置火灾自动报警系统，精准部署各类火灾探测器，能够敏锐感知早期火灾迹象，将隐患遏制于萌芽。而在火灾应对阶段，可靠的报警与联动控制系统发挥着核心作用，一旦火灾信号触发，系统立即响应，迅速联动消防泵、喷淋系统、防火卷帘等设备，有序开展灭火与控火行动。应急照明和疏散指示系统则是火灾中人员安全疏散的重要保障，确保在突发紧急状况下，为人员提供清晰、可靠的疏散引导，保障生命通道畅通无阻。消防电气设计对工业厂房意义重大，是维护生产安全、减少火灾损失的关键防线。设计过程中，必须严格参照《建筑设计防火规范》《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》等一系列国家及行业标准，保证设计方案既满足法规要求，又贴合厂房实际，以科学、严谨的设计，全方位提升工业厂房的消防安全水平，为工业生产营造稳定、安全的环境^[1]。

2 工业厂房消防电气设计要点

2.1 消防负荷等级与电源设计

2.1.1 负荷等级确定

工业厂房消防负荷等级的确定至关重要，需依据厂房的规模、火灾危险性以及生产运营的重要程度来判定。一般而言，大型工业厂房或储存易燃易爆物品的厂房，因其火灾风险高、一旦失火影响巨大，消防负荷多被划分为一级负荷，这类负荷要求电源必须具备极高的可靠性，以保障在火灾等紧急情况下消防设备持续稳定运行。中型厂房若生产工艺对消防保障有较高依赖，通常为二级负荷，其供电可靠性要求也不容小觑。而小型厂房或火灾危险性较低的场所，消防负荷可能为三级负荷，但也需确保满足基本消防需求。准确划分负荷等级，是合理开展后续电源设计的基础，直接关系到消防电气系统的有效性。

2.1.2 电源设计

针对不同等级的消防负荷，电源设计有着明确且严格的要求。对于一级负荷，应采用双重电源供电，即两个独立电源，当其中一个电源发生故障时，另一个电源能立即投入使用，确保消防设备不断电，如大型化工厂房的消防泵供电。二级负荷可采用两回路供电，两回路电源应尽可能来自不同变压器或不同母线段，提高供电可靠性。同时，为防止市电中断，所有等级消防负荷均需配备应急电源，如柴油发电机、不间断电源（UPS）等。应急电源的容量需经过精确计算，要满足消防设备在火灾延续时间内的持续运行需求，保障关键时刻消防电气系统正常运转，助力火灾扑救与人员疏散。

2.2 火灾自动报警系统设计

2.2.1 系统形式选择

火灾自动报警系统形式多样,工业厂房需根据自身特性合理抉择。区域报警系统结构简单、成本较低,适用于小型且火灾危险程度不高的厂房,可对局部区域进行火灾监测与报警。集中报警系统则能将多个区域的报警信息集中处理,适用于中型厂房,实现对较大范围的统一管控。而控制中心报警系统功能最为强大,可联动各类消防设备,常用于大型、复杂且火灾危险性高的工业厂房,确保火灾应对的高效协调,满足大规模、高要求的消防报警需求。

2.2.2 火灾探测器设置

火灾探测器的合理设置是精准探测火灾的关键。在工业厂房中,需依据空间高度、环境条件及可燃物类型来确定。对于高大空间,如大型机械加工厂房,宜选用红外光束感烟探测器,其探测范围广,能有效覆盖高处区域。在多粉尘或有烟雾干扰的场所,如纺织厂,则采用感温探测器更为合适,避免误报。探测器的安装间距要严格按照规范执行,确保无探测盲区,全方位守护厂房消防安全,及时捕捉火灾早期信号。

2.2.3 报警控制器与联动控制

报警控制器作为火灾自动报警系统的核心,承担着接收、处理探测器信号并发出警报的重任。在工业厂房中,其需具备强大的数据处理能力,能快速响应大量探测器信号。联动控制则是将报警系统与各类消防设备紧密相连,一旦报警控制器确认火灾,立即自动启动消防泵、开启防排烟风机、降下防火卷帘等,实现消防设备的协同运作。通过精准的联动控制,可有效遏制火势蔓延,为人员疏散和火灾扑救创造有利条件,最大程度降低火灾损失。

2.3 消防应急照明和疏散指示系统设计

2.3.1 应急照明设计

工业厂房的应急照明设计,是保障火灾时人员安全疏散的重要环节。要确保足够的照度,在疏散通道、安全出口等关键位置,应急照明亮度应符合相关标准,使人员能清晰辨别路径。灯具选型也十分关键,需选用具备高可靠性、长寿命且能快速启动的产品,如LED应急灯,其能耗低、亮度高,能在断电瞬间迅速点亮。此外,应急照明的持续供电时间需严格保证,一般要满足人员疏散所需时长,常通过配备备用电源,如蓄电池,来实现持续照明,为慌乱中的人员指引“生命通道”,助力其安全撤离火灾现场。

2.3.2 疏散指示设计

疏散指示设计着重于清晰、准确地引导人员疏散。在工业厂房内,疏散指示标识要合理设置,安装高度、

间距都有严格规范。标识应采用醒目颜色,如绿色,确保在烟雾弥漫等恶劣环境下也能被看见。方向指示尤为重要,要依据厂房布局和人员疏散路线,精准引导人员前往安全出口,避免出现误导。对于大型厂房,还需设置连续的疏散指示灯带,强化引导效果,使人员在紧急情况下能迅速、有序地朝着安全方向疏散,最大限度提高疏散效率,减少人员伤亡风险。

2.4 电气线路敷设与保护

2.4.1 线路敷设方式

在工业厂房中,电气线路敷设方式需谨慎选择。明敷操作简便且便于检修,适用于对美观要求不高、空间开阔的区域,像一些单层机械加工厂房的部分区域,但易受外界环境影响。暗敷则将线路隐藏于墙体、楼板等内部,美观且安全性高,能有效避免机械损伤与火灾隐患,常用于对环境要求较高的电子厂房。线槽敷设适合线路较多的场所,它能将线路有序收纳,便于管理与维护,如大型数据中心厂房。电缆桥架敷设可承载大量电缆,适用于电力需求大、线路复杂的厂房,为消防电气系统稳定供电提供可靠路径,满足不同厂房的多样化线路敷设需求。

2.4.2 线路保护措施

电气线路保护措施是保障消防电气系统稳定运行的关键。短路保护通过熔断器、断路器等设备,在发生短路故障时迅速切断电路,避免线路过热引发火灾。过载保护则依靠热继电器等装置,当线路电流持续过载时,自动切断电源,防止电线因长期过载而损坏。接地保护不可或缺,将电气设备金属外壳接地,一旦设备绝缘损坏漏电,电流可通过接地装置导入大地,保障人员安全。对于消防线路,还需采用防火阻燃线缆,并对线路穿管保护,如使用防火金属管或阻燃塑料管,增强线路在火灾中的抗火能力,确保火灾时线路能正常传输电力,维持消防设备运行^[2]。

3 工业厂房消防电气设计常见问题与优化策略

3.1 常见问题分析

3.1.1 设计规范理解与执行偏差

部分设计人员对工业厂房消防电气设计规范掌握不扎实,在确定消防负荷等级时,未充分考量厂房实际生产规模、火灾危险性等因素,导致负荷等级划分错误,影响电源配置。在火灾自动报警系统设计中,对探测器设置间距、安装高度等规范要求执行不严,致使探测存在盲区。在电气线路敷设方面,未严格遵循防火、防爆等相关规范,选用不符合要求的线缆与敷设方式,给消防电气系统埋下安全隐患,一旦发生火灾,可能无法有

效发挥作用。

3.1.2 系统兼容性与联动问题

工业厂房消防电气系统涉及多个子系统，不同品牌、型号设备间常出现兼容性问题。火灾自动报警系统与消防联动控制系统通信协议不一致，导致报警后联动设备无法及时响应，如报警信号发出后，消防泵未能启动。应急照明和疏散指示系统与火灾报警系统联动不畅，不能根据火灾发生位置自动切换指示方向，影响人员疏散效率。各子系统集成商缺乏有效沟通与协调，系统整合时未充分测试兼容性，使得整个消防电气系统难以协同工作，降低了火灾应对能力。

3.1.3 设备选型与安装不合理

设备选型时，未根据工业厂房特殊环境与消防需求精准匹配。在多粉尘、高湿度厂房，选用普通火灾探测器，易受环境干扰出现误报或漏报。应急照明灯具亮度不足、持续供电时间短，无法满足人员疏散要求。安装过程中，施工人员技术水平参差不齐，存在安装位置不准确、接线不牢固等问题。如报警控制器安装在潮湿、易受震动的地方，影响其正常运行；消防设备电源线连接不规范，易引发接触不良，导致设备故障，削弱消防电气系统可靠性。

3.1.4 日常维护与管理不到位

多数工业厂房未建立完善的消防电气系统日常维护制度，缺乏定期巡检安排。对电气线路老化、设备损坏等问题难以及时发现，如线缆外皮破损、熔断器熔断未及时更换。维护人员专业知识匮乏，不能熟练操作检测设备，对复杂故障无法准确判断与修复。管理层面，责任划分不明确，出现问题相互推诿，缺乏有效的监督考核机制，使得消防电气系统长期带病运行，一旦发生火灾，极可能因系统故障而延误最佳灭火与疏散时机。

3.2 优化策略探讨

3.2.1 加强设计人员培训与规范学习

定期组织设计人员参加消防电气设计规范培训课程，邀请行业专家深入解读规范要点，结合实际工业厂房案例分析，加深对规范的理解。鼓励设计人员参与学术交流，及时掌握最新规范动态与行业前沿技术。建立内部考核机制，对设计人员规范知识掌握程度进行定期考核，考核结果与绩效挂钩，督促其主动学习规范，确保在设计过程中能准确依据规范确定消防负荷等级、合理设计火灾自动报警系统及电气线路敷设方案，从源头保障设计质量。

3.2.2 强化系统集成与联动测试

在系统集成阶段，要求各子系统集成商共同参与技

术交底会议，明确各系统通信协议与接口标准，确保不同品牌、型号设备能无缝对接。建立系统兼容性测试平台，在设备安装前，模拟实际运行环境，对火灾自动报警、消防联动、应急照明和疏散指示等系统进行全面联动测试，及时发现并解决兼容性问题。系统安装完成后，进行多轮模拟火灾演练，检验各系统协同工作效果，根据演练结果优化联动逻辑，确保报警后消防设备迅速响应，应急照明和疏散指示系统能精准引导人员疏散。

3.2.3 严格设备选型与安装质量控制

依据工业厂房环境特点与消防需求，制定详细的设备选型标准。在多粉尘、高湿度等特殊环境厂房，选用具备防尘、防潮功能的专用火灾探测器；为确保应急照明效果，选用高亮度、长续航的应急照明灯具。建立设备供应商评估体系，对设备质量、性能进行严格审核。安装过程中，加强对施工人员的技术培训与监督，要求其按照安装规范操作，对安装位置、接线工艺等关键环节进行严格把控。

3.2.4 建立健全维护管理机制

制定完善的消防电气系统日常维护管理制度，明确维护周期、内容与标准。安排专业维护人员定期巡检电气线路与设备，运用专业检测设备，及时发现线路老化、设备故障等问题并记录在案。加强对维护人员的专业培训，提升其故障诊断与修复能力。在管理层面，明确各部门与人员在消防电气系统维护中的职责，建立监督考核机制，对维护工作成效进行定期评估，对表现优秀的给予奖励，对失职人员进行处罚，确保消防电气系统始终处于良好运行状态，为工业厂房消防安全提供有力保障^[3]。

结束语

工业厂房消防电气设计关乎生产安全与人员生命财产，其重要性不言而喻。本文深入剖析了设计要点，从消防负荷等级、火灾自动报警系统，到应急照明与疏散指示系统及电气线路敷设与保护等方面，均需严谨规划。同时，指出常见的设计规范执行偏差、系统兼容性问题，并提出加强人员培训、强化系统集成测试、严格设备管控以及健全维护机制等优化策略。

参考文献

- [1]李永.工业厂房消防电气设计方法分析[J].建材与装饰,2023,19(36):73-75.
- [2]崔运呈.生产厂房电气消防设计探讨[J].门窗,2023(11):139-141.
- [3]曹礼鹏.建筑电气设计中消防配电设计方案研究[J].电力系统装备,2023:161-162.