

建筑机电工程消防系统设计优化研究

张立桐

华安工程技术有限公司, 云南 昆明 650000

[摘要]建筑机电工程消防系统是保障建筑安全运行的核心设施,其设计质量直接关系到火灾发生时人员生命财产安全的有效保护。然而,当前消防系统设计中普遍存在专业协调不足、设备选型配置不合理、管线综合布置冲突以及智能化水平偏低等问题,制约了消防系统整体效能的发挥。文中系统分析建筑机电工程消防系统设计优化的必要性,深入剖析当前设计中存在的突出问题,并从优化总体设计方案、完善设备选型与布局、加强管线综合深化设计、提高智能监测与联动控制水平以及强化调试与运行管理五个维度提出具体优化措施,以期为建筑机电消防系统设计质量提升提供参考。

[关键词]建筑机电工程;消防系统;设计优化;管线综合;智能联动

DOI: 10.33142/ect.v4i7.20126

中图分类号: TU976.5

文献标识码: A

Research on Optimization of Fire Protection System Design in Building Mechanical and Electrical Engineering

ZHANG Litong

Hua'an Engineering & Technology Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract: The fire protection system of building electromechanical engineering is the core facility to ensure the safe operation of buildings, and its design quality directly affects the effective protection of personnel's life and property safety in the event of a fire. However, there are common problems in the current design of fire protection systems, such as insufficient professional coordination, unreasonable equipment selection and configuration, conflicting pipeline layout, and low level of intelligence, which restrict the overall effectiveness of the fire protection system. The article systematically analyzes the necessity of optimizing the design of building mechanical and electrical engineering fire protection systems, deeply analyzes the prominent problems in the current design, and proposes specific optimization measures from five dimensions: optimizing the overall design scheme, improving equipment selection and layout, strengthening pipeline comprehensive deepening design, improving intelligent monitoring and linkage control level, and strengthening debugging and operation management, in order to provide reference for improving the design quality of building mechanical and electrical fire protection systems.

Keywords: building electromechanical engineering; fire protection system; design optimization; pipeline integration; smart linkage

引言

建筑机电工程消防系统是建筑安全防护体系的重要组成部分,包括火灾自动报警系统、消防给水及灭火系统、防排烟系统、应急照明和疏散指示系统等子系统,设计质量的好坏直接影响到建筑抵御火灾风险的能力。建筑消防工程属于建筑工程的一部分,在优化设计建筑消防工程,保证相关消防设施设备安全可靠、完备的基础上,才能做好建筑消防工作,保障人民群众生命财产安全。随着建筑功能越来越复杂,建筑高度越来越高,机电系统集成度也越来越高,消防系统的设计技术难度和协调要求也越来越大。从近几年来发生的许多建筑火灾事故中可以看出,如果消

防设计不完善,就会造成相当大的人员伤亡、经济损失和社会影响。建筑机电工程设计阶段怎样对消防系统进行系统的优化,使各个子系统之间协调运行、设备配置合理、管线排布有序、智能联动可靠,已经成为建筑机电工程领域亟待解决的重要问题。

1 消防系统设计优化的必要性

消防系统设计优化属于保证建筑消防安全的基础性工作,它的必要性表现在诸多方面。从安全性能角度来讲,消防系统是建筑火灾防控的最后一道防线,消防系统的设置好坏直接影响到火灾发生后系统能否及时响应、有效动作。传统的机电消防系统建设,总是追求功能越全越好,

但实际上使用中很多非核心功能根本不起作用,反而成了系统稳定运行的绊脚石,降低了抗灾防灾的基本能力。经过设计优化后,去除冗余的设计,只留下主要的功能,使系统更加简洁高效地实现抗灾防灾的使命,更好地应对火灾。从经济效益角度来讲,消防系统设计优化可以达到满足规范要求、合理配置设备和管线的目的,在保证系统整体性能的同时还可以减少运维成本。从施工可行性角度来讲,改良设计可以削减施工期间出现的重复工作以及调整,从而改进工程实施的总体效率和安全状况。从全生命周期管理角度来讲,设计阶段质量控制的好坏会直接影响到之后施工安装、调试运行以及维护管理的便利程度和经济状况。综上所述,消防系统设计优化不但是达到规范达标的基本要求,也是提高建筑消防安全水平、降低工程全生命周期成本的重要途径。

2 建筑机电工程消防系统设计存在的问题

2.1 消防系统设计协调性不足

消防系统牵涉到给排水、暖通、电气、建筑、结构等诸多专业,各个专业之间设计协调是保证系统完整性以及功能可靠性的重要环节。但是目前的设计实践中专业协调不足的问题十分严重。多专业协调不到位,建筑、结构、给排水、暖通、电气等各专业的消防设计方案相互间缺少配合,例如消防的电气需求不能及时提供到电气专业,可能导致消防电源预留不足,暖通的图纸没有及时提供给消防专业,导致消防专业联动接口设计不足,都会导致设计方案反复修改。另外火灾自动报警系统探测器的布置同暖通空调风口、照明灯具的位置发生冲突,消防给水管道的铺设同电气桥架、风管没有统一规划,防排烟系统的风井布置同建筑结构条件没有很好的配合也是经常出现的问题。消防设计一般分为几个阶段,即初步设计、二次设计、深化设计,初步设计和二次设计之间一般不是由一个设计单位或一个设计负责人统一完成,经常会出现脱节现象,而深化设计一般又是由施工单位完成,有的施工单位不具备深化设计能力,深化设计的图纸漏洞百出不能用于施工。即便深化设计完成审图确认,也可能与最初的设计有一定偏差,造成设计思路不连贯。

2.2 消防设备选型与配置不合理

消防设备正确选型、合理配置是保证系统正常工作的基础,在工程实践中,设备选型、配置不合理现象比较普遍。火灾报警系统中的火灾探测器选型不恰当,例如在对电缆夹层的探测保护,应当采用缆式感温电缆和点型感烟探测器,如果采用点型感温探测器则不容易探测到最初着

火点。在设备配置上,初步设计只给出功能框架,没有给出具体的设备型号、技术数据和具体的联动关系及要求,如果二次设计和深化设计时没有明确设备选型及技术参数要求,现场安装调试时会出现很多问题,往往达不到设计要求。设备选型及配置不合理会使得消防系统在火灾工况下不能充分发挥作用,还会增大后期运维的难度和费用。

2.3 消防管线综合布置存在冲突

建筑机电工程中消防管线种类繁多,消火栓管道、自动喷淋管道、消防电气线槽、防排烟风管等,加上给排水管、空调风管、电气桥架等其他机电管线在有限的建筑空间内综合布置的难度非常大。管线布置交叉冲突,在垂直或者水平的走廊、机房等地方,喷淋、水带、消火栓、排烟管道、电缆桥架等多系统之间有冲突,空间协调不到位。大型建筑给排水及消防管道系统工况繁杂、管线众多,传统的二维设计很容易造成管线碰撞、设计脱节等状况,影响施工效率和工程质量。管线综合布置时,各个专业的施工图各自独立出来,各个专业在空间上的布置存在着冲突、交叉的现象。构造节点不明晰,防火分隔、隔烟设施、疏散口、防火门等节点的详细做法及接口控制措施没有说明。由于管线繁杂,空间狭小,技术夹层、设备转换层、走道吊顶等部位的管线集中在一起,会互相影响。

2.4 消防系统智能化水平有待提升

随着建筑智能化程度的不断提高,消防系统的智能化水平也成了评价系统先进性、可靠性的标准之一。但是目前很多建筑的消防系统仍然处在传统的模式中,智能化程度不高。运维人员面对一堆告警,知道“哪里响了”,但是不能说出“为什么响”和“还会怎样”,依靠的是翻三个系统的报表以及自身的经验。联动控制方面存在的接口不统一、协同响应不稳定、调试困难等各方面的制约,使系统整体效能无法得到充分发挥。不同厂家的消防设备之间协议不兼容,不能实现统一管理和调度。传统的消防系统大多依靠单一的烟感、温感探测器来实现全过程的防护。由于智能化水平的欠缺,消防系统在遇到复杂火灾情况的时候反应迟缓、协调无能,不能达到由被动报警向主动智能控制的转变。

3 建筑机电工程消防系统设计优化措施

3.1 优化消防系统总体设计方案

消防系统总体设计方案的优化属于保证系统整体性能的第一步工作,必须从系统架构、功能定位、规范适配这三个方面综合考虑。从系统架构上来说,要合理确定各个子系统的组成、规模和配置标准,按照防火分区布置设

备,把消火栓泵、喷淋泵、报警阀组等集中设置在对应的防火分区设备间内,防止管道跨防火分区敷设。高层建筑应采用分区供水方式,每个分区设独立的减压阀组和水箱,减少主管道压力等级。从功能定位上看,应该集中于消防系统的主功能,去掉冗余设计,突出核心功能,使系统更加简洁高效地实现抗灾防灾的功能。在规范适配上要严格按照现行规范的要求进行,参数准确无误,防止由于参数不足而造成现场返工。同时对数据中心等特殊场所的消防系统预留气体灭火管道接口,防止后期改造破坏原有的装修。经过总体设计方案的优化,为消防系统后续的深化设计、设备配置、施工安装打下了良好的基础。

3.2 完善消防设备选型与布局设计

消防设备选型及布局是否合理,直接影响到系统在火灾工况下的实际效能,必须从选型依据、布局原则、配置标准这三个方面进行系统的改进。根据建筑类型、火灾危险等级、场所功能等各方面因素来选择合适的灭火系统。设计单位应当严格按照有关消防设计规范全面进行消防设计,在布局上要保证设备保护范围全覆盖、无死角,并且还要考虑操作和维护空间的要求,例如气体灭火系统设计时,除了保护对象的特性和传送距离外,气瓶间的大小也是一个重要的考虑因素,对于水喷雾灭火系统,喷头的流量设计和位置设置更是设计的重点。除此之外,设计中还需要考虑在配置标准上保证消防设备的备用电源、供水能力等可以满足火灾延续时间内的连续工作。经过设备选型和布局的系统优化,保证消防设备在火灾发生时可以可靠启动、有效动作。

3.3 加强消防管线综合深化设计

消防管线综合深化设计是解决管线冲突、提高空间利用率的重要手段,要充分发挥 BIM 等数字化工具的优势,做精细的设计。BIM 技术对碰撞检测、协同控制、成本控制等有较大的应用价值。利用 BIM 软件对消防管道、给排水、电气桥架、空调风管等模型进行整合,提前发现交叉冲突并进行修正,从而提高施工效率。管线综合布置时应遵循主管优先布置、支管避让、有压管让无压管的原则。在竖井等空间狭小的关键部位,在 BIM 中模拟出电井、管井的空间,确定消防管道和弱电桥架的分层布置。在设计中要注明管道穿过墙体、楼板的位置及套管的规格,

以免现场开孔破坏结构。优化机电管线排布,合理确定各个专业管线路由,解决复杂部位的碰撞问题,准确确定结构预留预埋位置,充分利用空间。利用管线综合深化设计可以减少施工阶段管线冲突、返工。

3.4 提高消防系统智能监测与联动控制水平

智能化属于消防系统设计优化方向之一,从智能监测、智能联动、智能管理这三个方面入手系统推进。从智能监测角度出发,依靠 AI 智能算法的加持,用视觉、空间、语言等各方面进行感知,可以识别出违规行为,也可以找到火灾隐患。在智能联动方面要创建起一个集前端感知、边缘计算、云端分析和联动控制于一体的智能联动技术架构,使消防系统由被动报警变成主动智能控制。消防系统同建筑互联平台深度融合,可以提高实时监控水平和数字报警传送机。从智能管理的角度来说,可以采用物联网技术对消防设施进行数字化管理,物联网技术具有很强的设备互联能力以及实时的数据采集能力,它使传统的消防安全和安防系统由原来的“信息孤岛”变成了一个协同工作、智能响应的综合体系。智能化水平提高之后,消防系统由原来的被动响应变为现在的主动防控。

3.5 强化消防系统调试与运行管理

消防系统调试及运行管理是保证设计意图最终实现、系统长期稳定运行的重要环节,必须从调试流程、运行监测、维护管理三个方面系统加强。

调试阶段要对消防线路敷设的技术要点、电气消防系统分层调试的方法、消防联动控制的关键技术逻辑进行分析。建立响应灵敏、运行稳定的电气消防系统要制定系统化的调试方案,分阶段完成单机调试、子系统调试和系统联调工作,保证各个设备的参数准确、联动逻辑正确、信号传输可靠。运行监测要达到消防水管网水压动态监测、消防水池和水箱液位精确采集的目的。常态化的动态检测、隐患排查,及时发现、消除安全隐患,保证消防设施正常运转。维护管理上要建立完善的制度和责任体系,各有关单位要确定消防电气管理的负责人,做到责任到人、落实到位。通过健全人员配备、创建制度化的维保体系、实行风险导向抽检方式、推行数字化管理手段来提高消防设施的运行质量。只有把设计优化同调试运行管理结合起来,才能使消防系统全生命周期可靠地运行。

表 1 消防系统调试与运行管理阶段优化重点

管理阶段	核心任务	关键控制要点	优化措施
调试阶段	单机调试与系统联调	设备参数校验、联动逻辑验证、信号传输测试	分层调试、逐级验收、全工况模拟
运行监测	实时状态监控与预警	水压监测、液位采集、设备状态追踪	物联网感知、远程监控、异常自动报警
维护管理	日常巡检与故障处置	巡检制度化、维护标准化、响应快速化	电子化巡检、风险导向抽检、全生命周期管理

4 结语

建筑机电工程消防系统设计优化是多专业协作、各个环节控制相结合的综合性工程。就目前而言,由于设计协调性差、设备选型配置不合理、管线综合布置冲突、智能化水平低等现实问题,必须从总体设计方案的优化、设备选型与布局的完善、管线综合深化设计的加强、智能监测与联动控制水平的提高、调试和运行管理的强化等方面协同推进。未来应该继续推进 BIM 技术、物联网、人工智能等先进技术在消防系统设计中深入应用,不断完善设计标准和规范体系,加强各个专业的协调配合,用设计优化来促进消防系统整体性能的不断提升,更好地保障建筑消防安全和人民群众的生命财产安全。

[参考文献]

- [1]熊海鸣.建筑机电工程中的消防控制系统应用研究[J].消防界(电子版),2025,11(21):46-48.
- [2]徐冬冬.建筑机电工程中的消防系统控制技术应用研究[J].消防界(电子版),2025,11(16):58-60.
- [3]苗敬智.建筑机电工程中的消防系统控制技术应用研究[J].消防界(电子版),2023,9(19):126-128.
- [4]王彦儒.建筑机电工程中的消防系统控制应用[J].石材,2025,11(4):121-123.

作者简介:张立桐(1991—),男,陕西宝鸡人,工程师,中国民航大学电气工程及其自动化专业毕业,现就职于华安工程技术有限公司,从事消防工程设计工作。