

基于 BIM 技术的机电安装工程施工进度优化与管理研究

黎焰宗

江西新钢建设有限责任公司 江西新余 338000

摘 要：消防设施安装质量因与建筑消防安全紧密相关，而机电工程作为对其安装施工起着核心支撑作用的体系，使得其技术应用以及协同效果对安装质量具有决定性的影响。聚焦于消防设施安装的整个流程，从机电工程的视角切入进去，剖析那些诸如管线敷设冲突、设备联动调试不顺畅、特殊环境适配性不足之类的核心技术难点问题；基于机电工程所具备的精度控制、系统协同以及技术升级等方面的特性，针对性地提出像是基于 BIM 的管线优化、机电协同调试还有特殊环境适配等相关解决方案。

关键词：机电工程；消防设施安装；技术难点；解决方案；安装质量

引言

鉴于建筑行业朝着高层化、智能化方向进行发展，致使消防设施在功能性与可靠性方面的要求变得愈发严苛，其安装施工所具备的技术含量也随之而提升。机电工程作为消防设施安装的基础性载体，二者实现深度融合便成为保障消防系统能够高效运行起来的关键因素。当前阶段，在消防设施安装过程当中时常出现如管线布局冲突、设备联动产生故障等一系列问题，而多数问题均是与机电工程协同不足存在着直接关联。从机电工程的视角出发去梳理安装技术上的难点、探索相关解决方案，这样一来既能够将机电技术所具备的支撑优势给发挥出来，又可以做到精准破解安装过程中的痛点。

1 消防设施安装与机电工程的关联性

1.1 机电工程对安装精度的支撑作用

由于消防设施安装对于精度有着极高的要求，例如喷头间距偏差以及管道接口密封性情况等均会直接对消防效果产生影响，而机电工程则为精度控制提供核心保障方面的支持。机电工程里的精密测量技术，诸如激光测距仪、全站仪这类设备的应用，能够实现对管线定位以及设备安装在毫米级精度上的把控；并且机电施工所遵循的标准化流程为消防设施安装提供规范参照依据。举例来讲，支架制作安装时对于精度的控制，能够避免消防管道由于受力不均从而出现位移方面的状况。

1.2 机电系统与消防设施的协同要求

消防设施并非处于独立运行的状态，而是需要与机电

系统达成高效协同才能充分发挥出最大效能，并且这种协同贯穿于安装的整个流程之中。供电系统需要为消防设备提供可靠的应急电源，在进行安装的时候需要明确消防设备的供电等级、接线方式等，从而确保在发生火灾的时候供电不会出现中断的情况；通风与空调系统需要同防排烟系统形成联动，在安装过程当中要做到精准对接风道接口、控制模块等，以此保障在发生火灾的时候能够快速切换至排烟模式。

1.3 机电技术升级对安装的影响

持续升级的机电工程技术既给消防设施安装带来全新机遇，同时也伴随着诸多挑战的情形下，因智能化机电设备得以广泛普及，推动着消防安装朝着智能化方向转型。像智能传感器与机电控制系统这种集成安装，就使得施工人员必须掌握新的接线以及调试技术。而 BIM 技术于机电工程当中进行应用，使得消防安装能够借助三维建模在施工之前对管线布局加以规划，进而减少现场产生冲突；但与此同时也对施工人员所具备的 BIM 操作能力提出特定要求。

2 消防设施安装核心技术难点

2.1 管线敷设与机电管线冲突问题

管线敷设作为消防安装和机电施工相交叉的核心环节，存在冲突问题频发而且影响较为严重的状况。因为建筑空间受到限制，消防水管、喷淋管以及机电的给排水管、电缆桥架等密集布置，从而容易出现位置重叠和走向交叉的情况。传统二维图纸设计难以全方位预判可能出现的冲突，致使现场施工的时候需要频繁进行调整，不但延误工期，并且还有可能破坏管线密封性或者结构稳定性。例如，当消防主管管

与空调冷冻水管发生冲突时，强行避让可能导致消防水管坡度不足，最终影响排水效果。

2.2 消防设备联动调试技术难题

消防设备联动调试作为保障系统整体效能的关键环节，却由于涉及多个系统协同而面临一系列技术难题。消防报警系统、灭火系统、防排烟系统等需要和机电的供电、通风、弱电系统实现联动，然而各系统品牌、型号不尽相同，通信协议存在差异，进而容易出现信号传输不畅的问题。在调试的时候，如果某一模块参数设置不恰当，就可能致使联动逻辑陷入混乱，比如火灾发生时排烟风机没有启动、喷淋泵延迟运行等情况。

2.3 特殊环境下安装技术瓶颈

在诸如高温、高湿、防爆、地下等特殊环境里，消防设施安装面临众多技术瓶颈。在高温车间当中，消防管道容易因为热胀冷缩出现接口松动，传统密封材料易老化失效，所以需要特殊耐高温材料和安装工艺；在像地下车库这样的潮湿环境里，消防设备金属部件容易发生锈蚀，如果安装时防腐处理做得不到位，就会缩短设备使用寿命；在防爆区域例如化工车间，消防电器设备安装需满足防爆等级要求，接线密封、设备间距等控制难度较大，稍有不慎就可能引发安全事故；另外，在狭窄空间比如管道井内进行安装施工，操作空间受到限制，管线对接、设备固定等工序难以精准实施。

3 机电工程视角下的解决方案设计

3.1 基于 BIM 的管线综合优化方案

借助那具有三维建模优势的 BIM 技术，便能有效将消防与机电管线冲突的问题予以解决。在施工开始之前，将消防管线以及机电各专业管线相关参数信息录入进 BIM 系统之中，从而构建起全专业三维模型，把管线布局直观地呈现出来。利用碰撞检测功能，自动对管线冲突的位置、类型及程度进行识别，并生成碰撞报告；基于该报告，联合消防与机电施工人员针对方案进行优化，按照“小管让大管、有压让无压”这一原则，对管线走向、标高做出调整，同时将检修空间予以预留。于施工过程里，利用 BIM 模型实施可视化交底，对现场精准放线安装起到指导作用；竣工完成之后，把实际安装数据更新至模型内，最终形成数字化竣工资料。

3.2 机电协同的设备调试技术路径

构建机电协同调试这样一种机制，能够系统性将消防设备联动调试所面临的难题破解掉。首先要成立由消防与机

电专业人员共同组成的联合调试小组，明确各个专业的职责以及接口方面要求；提前针对各系统通信协议展开梳理，选用兼容的接口模块或者加装协议转换器。在调试开始之前，制定详细程度较高的协同调试方案，将调试流程、参数标准以及判定依据进行明确。采用“分系统调试—子系统联动调试—全系统联动调试”这样的阶梯式调试方法，先是确保各系统能够独立运行处于正常状态，而后再逐步开展联动测试工作。利用智能调试仪器对信号传输状态进行实时监测，针对异常数据实现精准定位，及时做出参数调整；调试完成之后，多次进行模拟火灾场景测试，对联动可靠性加以验证。

3.3 特殊环境安装的机电适配策略

针对各种不同的特殊环境，制定基于机电技术的消防安装适配策略很有必要。在高温环境之下，需选用耐高温的不锈钢消防管道以及硅橡胶密封材料，采用柔性接口连接方式来应对热胀冷缩这一情况，同时借助机电的温度监测系统对环境温度进行实时监控，联动调整设备运行具体状态；处于高湿或腐蚀环境时，要对消防设备金属部件进行镀锌或者涂刷防腐涂层处理，电气设备选择防水防腐型，结合机电的除湿系统对环境湿度加以控制；在防爆区域进行安装工作时，严格按照防爆等级要求选用消防电器设备，采用防爆接线盒与密封接头，电气管线敷设采用镀锌钢管丝扣连接方式，保证整体防爆性能能够达到标准；在狭窄空间内，则采用小型化、模块化消防设备，借助机电的精密吊装设备来提升安装精度。

4 消防设施安装质量控制要点

4.1 机电材料与消防设备质检标准

机电材料与消防设备的质量作为安装质量的基础部分，必须要建立起严格的质检标准体系。在机电材料方面，电线电缆需要对导电性能、绝缘强度以及耐高温等级进行检测，确保能够符合消防设备供电相关要求；管材需要核查壁厚、耐压强度以及防腐性能，以保障与消防管线适配。当消防设备进场的时候，要对产品合格证、3C 认证证书进行核对，检测设备外观完整性以及关键参数，比如喷头的流量系数、报警控制器的灵敏度等。建立“进场检验—抽样送检—见证取样”这样的三级检验机制，对不合格的材料与设备坚决采取清场措施。

4.2 安装过程中的机电工艺管控

在那涵盖着从初步着手直至全面完成的安装过程里，

全流程的管控,是以机电工艺标准作为核心基础来实施推进的,这其中涵盖众多细致关键点。比如管线安装的时候,就需要严格依据机电管线敷设规范,对坡度、间距以及固定方式这些关键方面进行控制;对于消防水管的焊接操作,探伤检测被采用以便确保焊缝质量达标;而电气管线与消防管线之间的间距,必须与安全规范要求相符。到了设备安装的阶段,基于机电设备安装工艺去实现精准定位,像消防水泵的找平找正工作,目的在于确保其运行的稳定性;报警探测器的安装高度以及间距,则需要结合机电弱电布线状况合理进行规划。

4.3 隐蔽工程的质量验收方法

就隐蔽工程验收而言,其作为防控消防安装质量隐患的关键要点,要结合机电工程验收积累的丰富经验,制定出科学合理的方法流程。在验收之前,施工单位需要整理诸如隐蔽工程施工记录、材料合格证以及检测报告等相关文件资料,明确验收的具体部位与详尽内容。在实施验收之时,采用“直观检查+专业检测”相结合的方式:针对管线预埋以及墙体内部管线敷设等部位,通过现场开挖或者利用内窥镜检查其走向与固定情况;对于电气接头、管道接口等隐蔽节点,运用红外测温或者压力测试手段检测其可靠性。

5 消防设施安装技术发展趋势

5.1 智能化安装技术的应用前景

当下,智能化安装技术正逐步成为消防设施安装领域重要的发展方向,其具备极为广阔的应用前景。以智能放线机器人为例,它能够结合 BIM 模型达成消防管线的自动化放线定位,精度相比于人工操作提升 30% 以上,从而大幅提高施工的整体效率;又如无人机巡检技术,可应用于高大空间场景,像厂房、场馆这类场所的消防设备安装定位以及后期验收工作,有效解决高空作业面临的难题;还有智能检测设备,比如无线传感检测仪,能够实时监测安装过程中的管道压力以及电气参数等重要数据,及时反馈出现的异常情况。随着 5G 技术与物联网实现深度融合,未来有望实现安装过程的远程监控以及智能调度,通过数字化平台整合各类施工数据,达成安装质量全过程可追溯的目标,进一步推动消防安装朝着数字化、智能化方向转型发展。

5.2 机电一体化消防安装新模式

机电一体化所呈现的趋势,有力推动消防安装形成一种全新的模式,实现效率与质量的双重提升。在这种全新模

式之下,消防设施与机电系统从设计阶段开始就进行一体化整合工作,借助 BIM 全专业协同设计优化方案,有效减少后期变更的发生概率。施工的时候采用一体化施工团队,团队人员同时具备机电与消防施工技能,达成管线敷设、设备安装与调试的无缝衔接状态。

5.3 绿色安装理念的融合实践

当将那种绿色安装理念与消防设施安装进行融合实践之时,此正以一种难以忽视的态势渐渐成为行业发展的全新趋势。在施工期间会优先去选用那些环保型的材料,诸如低烟无卤电缆以及可回收消防管材,这样做的目的在于减少对周遭环境所产生的污染;并且还采用模块化预制施工方式,就是在工厂里面完成消防设备组件的预制工作,于现场仅仅是进行组装,以此来降低现场粉尘与噪音所造成的污染。

6 结论

消防设施安装和机电工程之间所达成的深度融合这一情况,是保障建筑消防安全的关键核心要点所在。从机电工程的独特视角去看待的话,像管线敷设时所出现的冲突、设备联动调试的不顺畅、特殊环境适配方面的不足等一系列技术难点,究其根源是二者协同程度不足以及技术应用出现不匹配的状况导致的。不过,借助基于 BIM 的管线优化以及机电协同调试还有特殊环境适配等各类解决方案,能够对上述这些难点予以有效破解;而且强化对机电材料与设备的质检工作、把控安装工艺过程以及进行隐蔽工程验收等,乃是保障安装质量的关键手段。

参考文献:

- [1] 赵家敏,刘亚基,黄杨彬.建筑机电安装 BIM 中间件融合技术分析[J].四川建材,2025,51(10):234-237.
- [2] 傅成淦.基于 BIM 的家装机电安装全过程管理研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(18):160-162.
- [3] 朱宏镇,傅先珩,朱子健,等.数据中心机电安装设计与施工技术论述[J].科技与创新,2025,(18):138-141.
- [4] 李泽昌.BIM 技术在高层建筑机电安装施工中的应用[J].大众标准化,2025,(16):169-171.
- [5] 李泽昌.装配式建筑机电安装施工技术应用[J].大众标准化,2025,(15):150-152.

作者简介:

黎焰宗(1974.1-),男,汉,江西人,大专,研究方向:机电工程