

食品冷链机电安装项目施工过程管理与安全风险控制策略

杨博 郭重阳 杨志成

华商国际工程有限公司, 北京 100069

[摘要]食品冷链机电安装工程属于现代物流体系的技术根基所在,其风险管控所具有的效能会对冷链设施运营的可靠性以及食品安全保障的水平产生直接的影响。在双碳战略以及产业升级这两种因素共同推动之下,该行业遭遇到了设备智能化集成、能效优化还有质量安全动态管控升级等三个方面的挑战。此项研究着重关注机电安装工程施工过程中的管理以及安全风险的控制,从全生命周期的角度出发去构建起“分级识别、动态评估、多维防控”的机制以及明确相应的控制要点,搭建起由“技术失效阻断”和“质量链追溯”双核心来驱动的管理体系。着重去解决项目在实施过程中出现的质量以及安全风险控制方面的问题,从而推动冷链物流基础设施能够实现稳健式的发展。

[关键词]食品冷链; 机电安装; 风险防控; 全过程管理

DOI: 10.33142/aem.v7i5.16793

中图分类号: TU85

文献标识码: A

Construction Process Management and Safety Risk Control Strategy for Food Cold Chain Electromechanical Installation Project

YANG Bo, GUO Chongyang, YANG Zhicheng

Huashang International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100069, China

Abstract: The mechanical and electrical installation engineering of food cold chain belongs to the technical foundation of modern logistics system, and its risk control effectiveness will have a direct impact on the reliability of cold chain facility operation and the level of food safety guarantee. Driven by the dual carbon strategy and industrial upgrading, the industry is facing challenges in three areas: intelligent integration of equipment, energy efficiency optimization, and dynamic control and upgrading of quality and safety. This study focuses on the management and safety risk control during the construction process of mechanical and electrical installation engineering. From the perspective of the entire life cycle, a mechanism of "graded identification, dynamic evaluation, and multidimensional prevention and control" is established, and corresponding control points are clarified. A management system driven by the dual core of "technical failure prevention" and "quality chain traceability" is built. Focus on addressing quality and safety risk control issues that arise during project implementation, in order to promote the robust development of cold chain logistics infrastructure.

Keywords: food cold chain; mechanical and electrical installation; risk prevention and control; whole process management

引言

随着城乡居民在膳食结构方面发生变革以及生鲜电商市场的规模不断扩展,我国的冷链物流基础设施已然迈入了提质增效的一个全新阶段。依照《“十四五”冷链物流发展规划》所规定的技术要求来看,截止到2025年,冷藏车的人均占有量以及冷库的人均占有量分别需要提升30%和40%,如此一来便给机电系统的标准化安装工作以及智能化运维提出了全新的要求。就当下而言,冷链机电工程当中普遍存在着诸多管理方面的痛点,比如技术风险的识别往往存在滞后的状况,质量缺陷也难以进行有效的追溯等等。尤其是制冷系统出现能效衰减的情况,还有电气控制失准等诸多问题,这些都致使货损率始终处于居高不下的态势。

1 机电安装工程在冷链体系中的核心作用

机电安装工程属于冷链体系里的技术关键部分,它起到的核心作用主要在精准调控多维环境参数以及保障系统可靠性的方面。把热力学循环优化和智能化控制技术相

结合,机电系统就构建起了一条完整的从分子级冷量传递一直到宏观温场稳定的完整技术链。在冷链物流的货架期保障机制里面,机电设备不但要维持预设的温度阈值,而且还要动态地去补偿由于库门启闭、货物吞吐等原因所引发的热负荷扰动。更深层次来讲,机电系统借助能流拓扑优化达成能源的梯级利用,比如把高温级制冷系统的冷凝废热回收起来,然后用于低温级蒸发器除霜,进而形成能量的闭环。这样的技术集成让冷链设施从原本单一的温度控制载体转变成拥有能量自平衡能力的智慧节点,给行业的低碳转型提供了底层的支撑。

2 机电安装工程项目前期策划阶段

项目策划得构建起全维度的需求映射机制,借助系统工程V模型达成需求定义以及验证方面的双向追溯。在需求分析这个层面,运用基于本体的语义建模技术,把食品安全法规里的自然语言条款转变成能够执行的约束条件集合。设计阶段引入多目标优化算法,在制冷效率、噪声控制还有空间占用率这些存在冲突的指标当中去寻找

帕累托最优解^[1]。供应商评估融入可靠性增长模型,针对关键设备开展加速退化试验,凭借威布尔分布拟合来预测其在服役周期之内的失效率曲线。地质风险评估运用由机器学习所驱动的微震信号分析技术,依靠卷积神经网络识别出地下隐伏构造的异常振动模式。创新性地构建冷链项目的知识图谱,把历史案例里面的设计缺陷、施工问题等非结构化数据转化成能够检索的语义关系网络。

3 机电安装工程安装项目前期阶段管理要点

3.1 施工前准备管理深化

在技术准备这块,引入了 BIM 技术来辅助开展图纸会审以及施工方案的编制工作。借助建立起来的三维模型,能够直观地呈现出各个机电系统和建筑结构、其他专业之间在空间方面的相互关系,可以较为精准地去发现并处理像管线碰撞、设备安装空间不够这类问题,从而减少在施工过程当中出现的设计变更情况。与此还利用 BIM 技术对施工工艺予以模拟,以此来优化施工流程,提前对施工难点加以预判,进而为复杂环节专项方案的制定给予更为科学合理的依据。

在材料与设备准备阶段,着手建立起针对供应商的动态评估机制。评估的时候,不仅要考量供应商的信誉状况以及所供产品的质量情况,而且还要留心其供货方面的稳定性、售后服务的相关能力,另外还得留意其对于新技术、新材料所开展的研发工作以及应用方面的能力。就那些关键性的材料与设备而言,可以采取联合采购的方式,或者采用长期战略合作这样的模式,以此来促使采购成本得以降低,同时让供应风险也能有所减少。在对进场的材料展开检验之际,借助物联网技术来达成对材料信息的实时追踪以及溯源的目的,从而保证材料的质量是能够被查证且处于可控状态的。

人员与场地准备方面,强化施工人员技能培训及考核工作。就机电安装工程里的新技术、新工艺来讲,开设专项培训课程,借助实操考核来保障施工人员能够熟练掌握相关知识。在场地规划这块,秉持绿色施工理念,合理安排材料回收以及废弃物处理区域,以此降低施工给环境带来的影响;运用智能场地管理系统,对场地使用情况进行实时监控,提升场地资源的利用效率。

3.2 施工过程管理细化

在进度管理方面,借助大数据分析以及人工智能技术来针对施工进度展开预测并实施动态调整。具体而言,去收集历史项目的相关数据、当下施工的实际条件、资源投入等方面的信息,进而构建起进度预测的模型,以此能够提前对可能出现的进度延误风险给予预警,而且还能自动生成经过优化之后的进度计划。与此强化对施工进度的可视化管理举措,凭借电子看板这类工具,使得项目团队的各个成员可以实时知晓进度的具体情况,从而促使协作效率得以提升。

过程控制方面,质量管理得以进一步强化。引入了质量追溯系统,针对每一道工序,把施工人员的相关情况、施工所耗费的时间、所使用的各类材料以及检验得出的结果等一系列信息都详细记录下来,如此一来便能够实现对质量问题的快速精准定位以及有效追溯^[2]。在对于那些处于关键部位以及关键环节的质量把控工作当中,采用了诸如无损检测、智能监测等一系列较为先进的技术手段。比如说,借助红外热成像仪来检测电气设备接头处的温度状况,从而能够及时察觉到潜在存在的故障隐患;又比如运用管道机器人对排水管道展开内部细致检测,进而切实保证管道安装工作的质量。

成本管理方面着重去挖掘能够实现降本增效的各种途径。在常规的针对材料以及人工成本加以控制之外,还把目光聚焦到了能源消耗成本之上。于施工设备的选型事宜上,会优先去选用那些节能型的设备。借助智能能耗监测系统,可以对施工现场的水电消耗状况予以实时的监控,进而通过对能耗数据展开分析,制定出相应的节能举措。以此进一步强化合同管理工作,对工程变更以及索赔事项进行严格的审核,以此来防止出现不必要的成本增加情况。

4 机电安装工程安全风险控制深度分析

4.1 安全管理制度完善

构建起全员安全责任体系,这可是提升项目安全水平的关键举措。得清晰明确从项目经理、专业工程师一直到班组长、一线作业人员各自具体的安全职责,进而形成这样一种“人人有责、层层把关”的责任链条。与此要把安全责任落实的情况纳入到个人绩效考核体系当中,建立起奖惩分明的管理机制。比如说,对于那些能够按照要求完成安全交底且没有违章操作记录的班组,给予他们在季度绩效上的加分;而对存在责任事故的人员,则要严格加以追责,以此来实现制度化激励与约束二者同时发挥作用^[3]。还要建立安全隐患举报与奖惩联动机制,以此来调动一线人员参与安全管理的积极性。可以设立匿名举报的渠道以及安全问题反馈的平台,对于有效的隐患信息给予奖励并且要及时进行整改,推动从“要我安全”向“我要安全”的思想转变。完善安全操作规程的时候,应当紧密结合施工现场的实际状况,对各工序进行安全标准的细化处理。举例来讲,在高空作业当中,要依据作业高度等级去制定差异化的防护要求,像是强制要求佩戴全身式的安全带、设立双重生命绳保护系统等等。针对电气安装作业而言,需要规范断电挂锁、验电操作、接地排查等这些关键步骤,并且通过图文手册、动画视频以及实操培训相结合的方式强化员工的记忆与理解,防止出现那种“只知其形,不解其意”的形式主义培训情况。

4.2 安全教育培训创新

安全教育的创新手段对于保障机电安装工程达成“零事故”目标有着极为重要的支撑作用。虚拟现实技术的引

入,使得培训的沉浸感以及实际效果都得到了大幅度的提升。施工单位能够借助构建诸如高空坠落、触电事故、设备倾覆之类的虚拟施工场景,让施工人员在虚拟环境当中仿佛亲身经历一般去体验事故的整个过程,从而深切地感受到违规作业所可能带来的极为严重的后果,进而激发起他们内在的安全意识。与此依据建筑行业的具体特点来开发线上学习平台,以此达成个性化的安全教育目的。该平台可以依据不同的岗位以及工种来推送专属的安全课程,像高空作业、电气安装、焊接作业等等,并且通过模块化的测试以及在线考试的方式来对学习效果加以评估。系统会记录下学习数据以及测试成绩,为后续的绩效考核以及再培训给予数据方面的有力支持,进而构建起“线上自学+线下实训”这样双轮驱动的培训体系。在教育活动之外,实践演练同样是十分重要的。建议每个季度都组织一次复合型应急演练,其中要涵盖触电事故现场处置、高空人员坠落抢救、消防联动疏散等一系列的真实场景。演练应当模拟实际的操作流程,比如怎样断电、如何呼救、怎样使用消防设备等等,以此来提升一线工人在应急情况下的反应能力以及协同处置的水平。

4.3 施工现场安全防护强化

施工现场属于安全风险高度集中之地,务必要强化依靠科技手段作为支撑的安全防护体系。近些年来,智能监控系统已然成为主流配置其中的一个选项。借助部署那种拥有图像识别功能的高清摄像头,能够自动去识别出种种不安全的行为,像是人员没有佩戴安全帽、站位出现错误、跨越了警戒线等等情况,并且会把识别所得的结果实时上传到安全管理平台,以便于在平台上开展分析、预警以及记录等工作。这个系统还能够和考勤系统相互联动起来,对违规行为以及相关责任人予以追踪,进而提升安全管控方面的精细程度。智能防护设备同样是风险预控环节里的重要组成部分。比如说在起重吊装的区域当中,可以设置红外感应式的电子围栏,以此来自动识别人员闯入的行为并且触发声光报警;在关键的危险区域要配置联动门禁系统,仅仅允许那些持有经过授权工牌的人员进出,从而从源头处遏制无关人员误入的情况发生。在临时用电以及大型机械设备方面,需要凭借物联网传感器来达成实时监控的目的。施工现场可以统一去配备智能电箱,把漏电保护器、功率限制器等一系列的组件嵌入其中,借此对用电的具体情况远程的监测,能够及时察觉到线路老化、过载、短路等诸多问题并且自动实现断电操作,以此防止火灾这类次生事故的发生。对于像塔吊、施工升降机、吊篮等这类大型设备而言,建议为其安装智能安全监控终端,能够实时采集设备的运行参数,要是这些参数一旦超出安全所设定的阈值就会自动锁定设备的运行并发出相应的

警告。就好比说在极端天气或者设备处于偏载的状态之下,系统能够实现“红灯预警——语音提示——强制停止”这样三个层级的联动效果,以此来确保设备能够安全地加以使用^[4]。除此之外,施工现场应当建立起“人—机—环”一体化的智能安全监管体系,达成对施工环境的全面感知以及动态干预的目标。在人员安全这可以为施工人员配备可穿戴式的安全装置,像是智能安全帽、定位胸卡等等,能够实时监控他们所在的位置、心率状况、作业状态等方面的信息,一旦出现跌落、长时间处于静止状态或者接近高危区域等情况,系统就能够自动发出报警信号并通知管理人员及时采取干预措施。在设备运行环境中可以通过空气质量监测器、温湿度感应器等相关设备,针对施工现场的有害气体浓度、温度突然发生变动等环境方面的因素展开实时的监测工作,以此来预防中暑、中毒、火灾等各类事故的发生。

5 结语

食品冷链机电安装工程属于保障食品品质以及流通安全的关键基础范畴,其在施工过程当中的管理状况以及安全风险控制情况,会对冷链体系的运行效率与可靠性产生直接影响。本文从全过程管理的角度出发,针对项目前期策划环节、施工组织环节以及现场安全环节展开分析,全面剖析了机电安装工程里的核心管理要点以及潜在的风险因素,并且给出了以智能化技术作为支撑的多维度防控策略。借助引入 BIM、大数据、物联网、VR 培训等较为先进的手段,搭建起将风险识别、动态评估以及质量追溯相互结合起来的管理体系,切实提高了施工效率以及安全水平。在未来,随着冷链产业朝着数字化、绿色化方向不断地进行升级,机电安装项目的管理模式也需要持续地演进,逐步形成标准化、智能化、闭环化的治理途径。建议相关的主管部门尽快推进行业标准的制定工作以及技术规范的更新事宜,强化对工程全过程的信息化监督以及数据的互联互通。

【参考文献】

- [1]杨彬.机电一体化系统在食品安全检测设备中的应用[J].设备管理与维修,2019(14):232-233.
 - [2]谢志刚,陈小芹,许智扬.食品包装热成型机电动八杆开合模机构的运动及受力分析[J].食品与机械,2024,40(1):90-94.
 - [3]魏洪波.食品机械控制系统在机电制造中的应用研究[C].中国智慧工程研究会.2024 人工智能与工程管理学术交流会论文集.浙江金鹰食品机械有限公司,2024:564-566[Z].
 - [4]江君,周毅,叶晨昊,等.智能化技术在食品机电工程管理中的应用探索[J].现代食品,2024,30(24):103-105.
- 作者简介:杨博(1988.10—),男,工程师,籍贯:陕西。