

装配式冷库制冷设备安装施工质量控制

吕金纾

丹佛斯（天津）有限公司 天津 301700

摘要：装配式冷库凭借装配化、集约化的建设优势，广泛应用于冷链工程建设领域，制冷设备安装施工质量，直接决定冷库制冷效能与运行稳定性。冷链工程对设备安装精度、系统密封性及工艺规范性有着严苛标准，现场安装施工易受工序操作、工艺处理、现场管控等多重因素影响，滋生各类质量隐患。本文结合装配式冷库制冷施工的工序特点，从前期筹备、实体设备安装、系统工艺处理及长效管控层面，梳理完善多维度质量管控方式，规范制冷设备全流程安装施工工艺，有效提升装配式冷库整体施工质量与系统运行品质。

关键词：装配式冷库；制冷设备；设备安装；施工工艺；质量管控

引言：冷链物流行业的快速发展，推动装配式冷库建设规模持续扩大，这类冷库依托标准化装配施工模式，有效提升了工程建设效率与场地适配性。制冷系统作为装配式冷库的核心功能体系，设备安装精度、管路施工质量与系统工艺处理效果，直接关系冷库温控精度与运行安全性。现阶段冷库制冷设备安装施工中，普遍存在工序操作不规范、细节管控不到位、系统工艺处理不完善等问题。强化制冷设备安装全流程质量管控，规范各工序施工标准，能够有效规避施工质量缺陷，保障冷库制冷系统稳定可靠运行。

1 装配式冷库制冷设备安装前期质量管控

1.1 安装施工技术筹备管控

装配式冷库制冷设备安装对施工精度与工艺规范有着严苛要求，前期技术筹备工作是保障现场安装有序开展的重要前提。技术人员需要深度梳理冷库施工属性，结合制冷设备的安装特性完善专项技术筹备工作。全面研读施工图纸，梳理设备安装点位、管线走向、结构适配等关键技术要点，排查图纸中存在的矛盾与疏漏。完成图纸会审与技术梳理工作后，细化专项安装技术细则，明确各环节安装工艺标准与质量管控要求。落实技术交底工作，将安装技术要求、施工注意事项传递至全体作业人员，统一现场施工技术标准，规避施工阶段出现技术偏差^[1]。

1.2 设备及配套材料进场质控管理

制冷设备与配套材料的品质状态，直接决定后续安装质量与冷库运行稳定性。进场环节需要落实严谨的质控管理流程，针对各类制冷主机、换热设备、管路配件、保温密封材料开展逐项核查。核对设备型号、规格

参数与施工设计要求的匹配度，检查设备外观完整性与零部件完好状态。排查保温材料、密封辅料的性能属性，杜绝不合格、破损、规格不符的设备材料进入施工现场。规范进场验收登记流程，分类完成设备材料规整存放，从源头把控施工物资质量，为后续标准化安装筑牢基础。

1.3 施工现场安装条件核查管控

装配式冷库安装作业对场地环境、基础结构有着专属要求，场地条件不达标会直接制约设备安装精度。施工前期需要全方位核查施工现场各项条件，重点检查设备安装基础结构的平整度、稳固性与尺寸精度。清理施工现场杂物与障碍物，规整作业空间，保障吊装、搬运与安装作业拥有充足操作范围。核查现场通风、排水、防尘条件，适配制冷设备精密安装的作业需求。针对冷库装配式围护结构、预留孔洞、管线预埋位置进行复核，确保现场施工条件完全适配设备安装作业标准。

1.4 施工机具与辅助设施筹备管控

完整完好的施工机具与辅助设施，是保障制冷设备安装精度与作业效率的基础条件。施工开展前需要根据安装工序需求，配齐吊装设备、测量仪器、焊接机具、紧固工具等各类施工设备。逐一调试各类机具设备，检查仪器精度、设备运行状态，排查机具故障与性能缺陷，保障所有机具可以稳定投入施工作业。按需搭设临时作业平台、防护设施等辅助装置，规整机具摆放位置。完善的机具筹备与设施管控工作，能够有效规范现场作业条件，保障制冷设备安装工序平稳推进。

2 装配式冷库制冷设备实体安装质量管控

2.1 压缩机组安装施工质量控制

压缩机组是装配式冷库制冷系统的核心运转设备,安装施工质量直接影响制冷系统的运行稳定性。机组安装对基础找平、固定方式、水平精度有着严格要求,安装偏差会引发设备震动、噪音超标、部件磨损等问题。施工阶段需要规范机组就位、找平调整、固定锚固等全套作业流程。精准校准机组水平度,调整设备支撑点位,保证机组受力均匀。落实牢靠的锚固固定方式,弱化设备运行产生的震动传导。规范机组安装工序细节,减少安装误差带来的设备损耗,为制冷系统稳定运行提供基础保障。

2.2 换热类制冷设备安装质量控制

蒸发器、冷凝器等换热类设备承担热量交换与温度调节功能,安装精度影响冷库换热效率与降温均匀性。这类设备多为精密换热构件,安装位置、倾角状态、固定强度都会改变换热工况。现场作业需要按照施工规范完成设备就位与调平作业,控制设备安装倾角与空间位置。稳固设备支架与连接结构,避免设备后期出现松动偏移。把控设备对接端面的平整状态,减少安装缝隙带来的换热损耗。规范细致的安装操作,可以维持换热设备的工作性能,保障冷库温度调控效果稳定。

2.3 制冷阀件与配套装置安装质量控制

各类制冷阀件、过滤装置、稳压装置是调节制冷介质流量、压力的关键构件,安装规范性决定系统调节精度与运行安全性。阀件安装具备明确的方向要求与位置标准,错位安装、反向安装会造成系统无法正常工作。施工过程中需要核对阀件型号与安装方向,严格按照工序要求完成定位安装与紧固作业。把控阀件连接紧固程度,避免过紧变形或过松渗漏。细化各类配套装置的安装间距与固定标准,保证构件协同工作状态稳定,完善制冷系统调节性能。

2.4 制冷管路敷设与连接施工质量控制

制冷管路承担制冷介质输送任务,敷设与连接质量关乎系统密封性与输送稳定性。管路敷设走向、支撑间距、连接工艺均需要保持统一规范。施工环节需要规整管路敷设路径,合理设置管路支撑点位,规避管路下垂、弯折变形等问题^[2]。管路对接作业严格把控对口精度与焊接工艺,保证接口密实完好。做好管路安装规整度管控,减少管路形变、接口缺陷引发的介质泄漏隐患,维持制冷管路长期稳定的输送工况。

2.5 制冷配套电控设备安装质量控制

电控设备负责制冷系统启停、温度调控、工况监测,安装质量决定整套制冷系统的可控性与安全性。电

控设备安装需要规整安装位置,保证设备固定牢靠、布线规整。细化线路排布、接口对接、线路防护等作业细节,杜绝线路杂乱、接口松动等问题。规范电控设备接地与防护施工,提升设备运行安全系数。标准化的电控安装作业,能够保障制冷设备信号传输稳定、控制响应精准,支撑冷库制冷系统长效平稳运行。

3 装配式冷库制冷系统工艺处理质量管控

3.1 制冷系统除尘清洁工艺管控

装配式冷库制冷设备及管路安装完成后,系统内部残留的粉尘、焊渣与杂物会干扰介质正常循环,损伤精密设备构件。清洁工艺作为系统调试前的基础工序,对维持设备运行工况起到关键作用。施工人员需要按照规范流程开展全系统除尘清理作业,针对管路内部、阀件腔体、换热设备内部等关键区域开展精细化清理。清除施工阶段遗留的各类杂质,规避杂物堆积引发的管路堵塞、换热效率下降等问题。保持制冷系统内部洁净状态,为后续除湿、密封等工艺施工创造良好条件。

3.2 制冷系统干燥除湿工艺管控

制冷系统内部留存水汽会引发冰堵故障,破坏冷媒循环稳定性,长期残留水分还会腐蚀管路与设备内壁。干燥除湿是保障制冷系统长效运行的关键工艺。现场需要采用专业除湿设备对整套制冷系统进行风干与除湿处理,重点处理管路弯折点位、设备腔体低洼位置等容易存水的区域。严格把控除湿作业标准,逐步降低系统内部湿度,彻底清除施工过程中积攒的残留水汽。稳定干燥的系统环境可以规避低温工况下的结冰堵塞问题,保障制冷系统运行顺畅。

3.3 制冷系统密封封堵工艺管控

制冷系统的密闭性能直接决定冷库制冷稳定性,各类接口、焊缝、开孔位置密封不到位,会出现冷媒渗漏、外界湿热气体侵入等问题。施工环节需要针对全部管路接口、设备连接缝隙、预留施工孔洞开展密封封堵作业。选用适配的密封材料,按照标准工艺完成封堵施工,保证密封层均匀密实。细致排查隐蔽缝隙与细微接口缺陷,补齐密封施工短板。规范的密封工艺能够维持制冷系统密闭状态,减少冷量损耗,规避系统运行故障。

3.4 制冷系统管路保温工艺管控

管路保温施工可以阻隔外界温度对制冷管路的影响,降低冷量损耗,规避管路结露、结霜甚至结冰的现象。保温作业需要覆盖全部制冷输送管路,根据管路规格匹配对应的保温板材与包覆材料。规范板材裁切、贴

合、拼接与固定流程,保证保温层紧密贴合管路表面,杜绝空鼓、缝隙、搭接不严等施工问题。做好管路弯头、接口等细部位置的保温补强处理,弱化温差带来的管路损耗,提升制冷系统整体节能与运行性能。

3.5 制冷系统整体适配工艺管控

单一部件施工达标无法保障整套系统协调运行,需要开展整体适配工艺处理,统筹各设备、管路、阀件的运行匹配状态。作业人员梳理全系统施工工艺细节,调整管路受力状态、构件匹配精度与设备运行工况。统一整套系统的工艺施工标准,弥补局部施工存在的细微偏差。完善系统内部工况适配性,让各类构件保持稳定协同的工作状态,提升装配式冷库制冷系统的整体施工质量与运行稳定性^[3]。

4 装配式冷库制冷设备安装质量提升管控措施

4.1 施工人员作业行为规范化管控

装配式冷库制冷设备安装属于高精度施工作业,整体施工质量高度依赖现场人员的专业能力与作业规范度。施工人员对制冷安装工艺理解不到位、操作手法不统一,会在设备就位、管路对接、密封保温等关键环节产生细微施工偏差。偏差持续积累会逐步演变为质量隐患,破坏制冷系统密闭性,降低设备运行稳定性。施工单位需要建立完善的人员作业管控体系,结合冷库制冷施工的工艺特点制定统一的作业准则。常态化开展专项技术培训,讲解安装工序要点、规范操作细节以及质量管控重点,稳步提升作业人员专业认知与标准化施工意识。严格执行现场督导机制,及时纠正不规范操作行为,杜绝粗放化施工现象。

4.2 安装施工流程标准化优化

装配式冷库制冷施工工序关联度较高,各施工环节相互制约、相互影响。传统依托施工经验开展作业的模式缺乏统一标准,容易造成工序穿插混乱、施工顺序错乱等问题,增加安装缺陷的发生概率。施工团队需要立足制冷设备安装的内在逻辑,系统梳理并优化整体施工流程。整合前期技术筹备、设备进场安置、主体设备装配、管路敷设、工艺处理、系统适配等全部施工环节,明确各道工序的施工顺序与前置施工条件。细化各工序的操作规范、施工重点与质量管控标准,补齐原有流程存在的管控短板。

4.3 关键安装节点精细化管控

制冷系统的运行质量由各类关键安装节点的施工精度决定,常规质量管控多侧重阶段性整体验收,对细部节点的细节管控力度不足。节点施工细节把控不到位,容易引发冷媒渗漏、换热效率衰减、系统运行异常等问题,直接影响冷库使用年限与运行质量。施工阶段需要落实精细化管控理念,针对重点安装节点开展专项质量管控。重点围绕压缩机组固定、管路对口焊接、阀件定位安装、接口密封处理、管路保温包覆等核心工序,结合不同节点的施工特性制定精细化管控细则。强化施工全过程巡查核验,细致把控每一处施工细节与工艺落实状态。

4.4 施工质量长效管控保障方式

装配式冷库制冷设备安装质量管控需要贯穿施工全周期,阶段性抽查、局部核验的管控模式存在明显局限性,无法全面排查施工隐患,难以杜绝同类质量问题重复出现。施工单位需要构建完整的长效化质量保障体系,持续巩固标准化施工成果。搭建多层级核验机制,落实岗位自查、班组互查、管理层抽检的核验模式,实现施工全流程质量全覆盖管控。清晰划分各岗位的质量管控职责,细化管控范围与工作内容,压实各层级质量责任。

结束语

装配式冷库制冷设备安装是一项精细化、系统性的施工工作,施工质量管控贯穿前期筹备、实体安装、系统工艺处理的全过程。规范各类制冷主机、管路、电控设备的安装标准,落实除尘、除湿、密封、保温等专项工艺管控,搭配标准化、精细化的现场管控机制,能够有效规避安装施工带来的质量缺陷。系统化的质量管控模式,可全面规整冷库制冷施工流程,完善制冷系统运行工况,为装配式冷库安全、稳定、长效运行提供坚实的施工质量保障。

参考文献

- [1] 关朋,凌志,蔚向阳,等.液化天然气冷能在冷库制冷系统中的应用[J].制冷与空调,2026,26(5):80-87.
- [2] 李亚军.预制装配式技术在冷库房建筑施工中的应用研究[J].城市开发,2025(5):152-154.
- [3] 周勇,于连奎,崔芳,等.土建冷库装配式混凝土外围护结构的应用[J].冷藏技术,2023,46(2):32-35,21.