

化工工程中机电安装工程施工技术分析

王传莹 茹小虎*

多氟多新材料股份有限公司 河南 焦作 454000

摘要: 化工工程中机电安装工程施工技术涉及管道、设备、电气与自动化系统安装及防腐保温等环节。其特点为工艺复杂、多专业交叉、高精度要求及特殊环境限制。施工难点包括管道焊接防腐、大型设备吊装定位、电气防爆接地及多专业协调等。需采用科学管理方法、先进施工技术及严格质量控制措施, 确保安装质量与安全性, 满足化工生产高效稳定运行需求。

关键词: 化工工程; 机电安装工程; 施工技术

引言: 在化工工程领域, 机电安装工程作为核心环节, 直接关乎生产系统的稳定性与安全性。其施工过程涵盖管道、设备、电气及自动化系统等多专业协同作业, 不仅面临工艺流程复杂、介质危险性高、安装精度要求严苛等挑战, 还需应对防爆区、高温高压等特殊环境的施工限制。本文通过系统分析机电安装工程的技术特点与施工难点, 探讨关键施工技术及质量控制策略, 旨在为提升化工工程机电安装水平提供理论支持与实践参考。

1 化工工程机电安装工程特点与难点

1.1 化工工程特殊性

(1) 工艺流程复杂性对机电安装的影响: 化工生产工艺流程繁琐且关联性强, 各环节衔接紧密, 对机电安装的系统性和协调性要求极高。不同工艺环节需配套专属机电设备、管道及控制系统, 安装过程中需精准匹配工艺参数, 确保设备启停、介质输送、参数调控同步衔接, 一旦某一部位安装偏差, 可能导致整个工艺流程中断, 影响生产效率甚至引发安全隐患, 因此安装需严格遵循工艺设计规范, 兼顾各环节的联动性。(2) 介质危险性的技术要求: 化工生产中涉及的介质多具有易燃易爆、有毒有害、腐蚀性等特性, 对机电安装的安全性提出严苛要求。安装过程中需严格控制设备、管道的密封性, 杜绝介质泄漏; 电气设备需满足防爆等级, 管道、阀门等部件需选用耐腐蚀材质并做好密封处理, 同时需配套完善的检测预警装置, 确保安装质量符合安全规范, 防范介质泄漏引发的爆炸、中毒等事故。

1.2 机电安装工程核心特点

(1) 多专业交叉作业: 化工机电安装涉及管道、电气、自动化、仪表等多个专业, 各专业交叉作业频繁。

通讯作者: 茹小虎, 1974年6月, 男, 河南焦作, 汉, 本科, 研究方向: 化工项目管理, rxh6858@163.com

施工过程中需合理规划各专业施工顺序, 协调好管道铺设、电气布线、自动化仪表安装的衔接, 避免专业间冲突, 同时要求施工人员具备跨专业协同意识, 确保各专业安装工作有序推进、衔接顺畅。(2) 高精度安装需求: 化工生产依赖精密检测仪器、大型反应设备等, 此类设备对安装精度要求极高。精密仪器安装需控制水平度、垂直度, 避免振动干扰; 大型设备安装需精准定位, 确保设备接口、连接部位契合, 偏差需控制在规范允许范围内, 否则会影响设备运行精度和使用寿命, 增加后期维护成本^[1]。(3) 施工环境限制: 化工厂区多存在防爆区、高温高压作业区等特殊环境, 限制了机电安装施工。防爆区内严禁违规动火、使用非防爆设备, 施工需采取专项防爆措施; 高温高压区施工需做好人员防护, 同时避免环境因素影响安装精度和设备性能, 增加了施工组织和操作难度。

1.3 常见施工难点

(1) 管道焊接与防腐处理: 化工管道输送介质特殊, 焊接质量直接影响密封性和安全性, 焊接过程中需控制焊缝成型、避免夹渣、气孔等缺陷, 部分管道需进行无损检测。同时, 管道需做好防腐、防腐蚀处理, 需根据介质特性和环境条件选用合适的防腐材料和工艺, 确保防腐层均匀、牢固, 防范管道腐蚀泄漏。(2) 大型设备吊装与定位: 化工大型设备体积大、重量重, 吊装作业受厂区空间、设备摆放位置限制, 需精准选用吊装设备和吊装方案, 控制吊装速度和力度, 避免设备碰撞、损坏。设备定位需结合工艺要求, 精准调整设备标高和水平度, 确保设备与管道、基础的衔接契合, 定位偏差需严格控制在规范范围内。(3) 电气系统防爆与接地技术: 化工厂区防爆要求高, 电气系统安装需严格遵循防爆规范, 选用符合防爆等级的电气设备和配件, 布线、接线需规范, 避免产生电火花。同时, 电气系统

需做好接地处理,确保接地电阻符合要求,防范静电积累、漏电等引发的安全事故,接地装置的安装、检测难度较大^[2]。

2 化工工程中机电安装工程关键施工技术分析

2.1 管道安装技术

(1) 管道材料选择与预处理:化工管道需根据输送介质的腐蚀性、压力、温度等参数,优先选用耐腐蚀管材,如不锈钢、玻璃钢、聚四氟乙烯等,确保管材性能与介质特性匹配。预处理环节核心是焊接工艺准备,焊接前需对管材接口进行打磨、除锈,去除氧化皮和油污,根据管材材质选用对应的焊接工艺,如不锈钢管道采用氩弧焊,碳钢管道采用手工电弧焊,焊接过程中严格控制焊接电流、电压和速度,避免出现夹渣、气孔、未焊透等缺陷,保障接口密封性和承载能力。(2) 管道布置与应力分析:管道布置需兼顾工艺流程、设备布局和安全规范,避免与电气线路、仪表管线交叉干扰,同时预留检修空间。由于化工生产中管道常处于高温、高压环境,易产生热膨胀变形,需进行应力分析,合理设置热膨胀补偿装置(如波纹管补偿器、套筒补偿器),优化支架设计,确保支架具备足够的承载能力和稳定性,防止管道因热应力过大出现断裂、泄漏等问题,保障管道长期安全运行^[3]。(3) 管道试压与清洗技术:管道安装完成后,需进行严格的试压和清洗工作,排除安全隐患。试压分为气压试验和液压试验,根据管道设计压力选择对应方式,试压过程中缓慢升压,严格控制试验压力和保压时间,检查管道接口、阀门等部位是否泄漏。试压合格后,采用化学清洗或水冲洗方式,清除管道内部的铁锈、焊渣、油污等杂物,避免杂物堵塞管道或影响介质纯度,确保管道满足生产运行要求。

2.2 设备安装技术

(1) 大型设备吊装方案:化工大型设备(如反应釜、换热器)体积大、重量重,吊装作业需结合设备重量、安装高度和厂区空间,制定科学的吊装方案,常用吊装方法包括液压提升法和滑移法。液压提升法利用液压千斤顶同步提升设备,精度高、稳定性强;滑移法适用于场地狭窄的场景,通过滑轨将设备滑移至安装位置,吊装过程中需精准控制吊装速度和力度,配备专业指挥人员,避免设备碰撞、倾斜,确保吊装作业安全高效。(2) 设备定位与找正技术:设备安装的核心是精准定位与找正,采用激光对中技术,精准检测设备主轴、底座的同轴度和水平度,结合垫铁调整,将设备偏差控制在规范允许范围内。对于大型静置设备,重点调整设备标高和水平度;对于转动设备,需确保转子与定

子的同轴度,避免运行过程中产生振动,为设备后续稳定运行奠定基础。(3) 动设备试运行与振动分析:动设备(如离心泵、压缩机)安装完成后,需进行试运行调试,逐步提升转速,检查设备运行声音、温度、压力等参数是否正常。同时开展振动分析,采用专业仪器检测设备振动幅值和频率,排查振动超标原因,如基础松动、转子不平衡等,及时进行调整处理,确保动设备运行平稳,满足生产负荷要求,延长设备使用寿命^[4]。

2.3 电气与自动化系统安装技术

(1) 防爆电气设备安装规范:化工厂区属于易燃易爆环境,防爆电气设备安装需严格遵循Ex认证标准,选用符合防爆等级的设备和配件,安装过程中确保设备外壳完好、密封严密,接线部位采用防爆密封接头,避免电火花泄漏。电气线路铺设需穿防爆钢管,严禁明敷,确保电气系统运行过程中不产生引燃爆炸性混合物的火源,保障厂区电气安全。(2) 仪表控制系统校准:化工生产依赖DCS(分布式控制系统)、SIS(安全仪表系统)实现工艺参数的精准调控,安装过程中需对仪表控制系统进行严格校准。重点校准温度、压力、流量等检测仪表,调试控制系统的信号传输精度和响应速度,确保仪表测量数据准确,控制系统能够及时、可靠地反馈和调控工艺参数,防范生产过程中的参数偏差引发安全事故。(3) 接地与防雷技术:电气与自动化系统需做好接地和防雷处理,采用等电位连接方式,将设备外壳、管线、支架等金属构件可靠连接,确保接地电阻符合规范要求,防范静电积累和漏电事故。同时安装防雷装置,做好设备和线路的防雷跨接处理,避免雷电冲击损坏电气设备和控制系统,保障系统稳定运行。

2.4 防腐与保温技术

(1) 防腐涂层施工工艺:化工设备和管道长期接触腐蚀性介质,需采用科学的防腐涂层施工工艺。施工前先对设备、管道表面进行喷砂除锈处理,去除表面铁锈、氧化皮和杂物,确保表面洁净、粗糙,增强涂层附着力。涂层施工过程中控制涂层厚度和涂刷均匀度,采用多道涂刷方式,确保涂层无气泡、裂纹等缺陷,提升防腐性能,延长设备和管道使用寿命。(2) 保温材料选择与安装:保温技术主要用于高温、低温设备和管道,减少能量损耗,保障生产工艺稳定。需根据设备和管道的温度参数,选择合适的保温材料,常用材料包括岩棉、硅酸铝纤维等,此类材料具备耐高温、保温效果好、阻燃等特点。安装过程中确保保温材料铺设紧密、平整,接口部位做好密封处理,避免出现缝隙导致热量流失,同时固定牢固,防止保温层脱落。

3 化工工程中机电安装工程施工质量控制与安全管理

3.1 质量管理体系

(1) ISO9001标准在化工机电安装中的应用：化工机电安装施工需严格遵循ISO9001质量管理体系标准，结合工程实际构建完善的质量管控体系，明确各岗位质量职责、施工流程和验收标准。将标准要求贯穿施工全流程，从材料采购、进场检验，到工序施工、竣工验收，均制定标准化流程，重点管控材料质量合格性、施工工艺规范性，建立质量台账，记录施工过程中的关键数据，实现施工质量的全过程可追溯，确保安装工程质量符合设计要求和行业规范。(2) 三检制（自检、互检、专检）实施要点：严格落实三检制，筑牢质量管控防线。自检由施工人员对本工序施工质量逐一检查，重点排查施工偏差、操作不规范等问题，合格后方可进入下一工序；互检由班组之间、工序之间相互检查，弥补自检漏洞，确保工序衔接处质量达标；专检由专业质检人员全程巡查、重点抽检，对关键工序、隐蔽工程进行专项检测，出具质检报告，对不合格项下达整改通知，限期整改并复核，直至符合质量要求。

3.2 关键工序质量控制

(1) 焊接质量无损检测：焊接是化工机电安装的关键工序，需采用无损检测技术全面排查焊接缺陷。根据焊接部位、管材材质选择合适的检测方法，RT（射线检测）重点检测内部夹渣、气孔、未焊透等缺陷；UT（超声波检测）用于检测焊缝内部裂纹；MT（磁粉检测）、PT（渗透检测）用于检测表面及近表面缺陷。检测人员需具备专业资质，对检测出的缺陷及时分析原因，采取补焊等整改措施，确保焊接质量满足安全运行要求。(2) 电气回路绝缘电阻测试：电气系统安全运行依赖良好的绝缘性能，需在电气回路安装完成后，进行严格的绝缘电阻测试。选用符合标准的测试仪器，对电缆、电气设备接口、回路线路等进行全面测试，重点检测绝缘电阻值是否符合设计规范，排查线路破损、绝缘老化等问题。测试数据需详细记录，对绝缘电阻不达标的部位，及时排查故障、修复处理，防止运行过程中出现漏电、短路等安全隐患^[5]。

3.3 安全管理措施

(1) 危险源辨识与风险分级管控：结合化工机电安装施工特点，全面开展危险源辨识，重点识别易燃易爆、有毒有害介质、高空作业、吊装作业、电气作业等潜在危险源。采用HAZOP（危险与可操作性分析）方法，对危险源进行风险分级，划分重大、较大、一般、低风险等级，针对不同等级风险制定差异化管控措施，明确管控责任人、管控流程和应急处置方案，定期开展风险排查，及时更新危险源清单，防范风险升级。(2) 特殊作业许可制度：严格执行特殊作业许可制度，动火、受限空间等高危作业必须办理作业许可证，严禁无证作业。动火作业前清理作业区域易燃易爆物品，配备灭火器材和监护人员；受限空间作业前进行通风换气、气体检测，确保作业环境安全，作业过程中安排专人监护，全程监测气体浓度，严禁违规操作，作业完成后全面检查，确认无安全隐患后方可撤离。

结束语

化工工程中机电安装工程作为保障生产安全与高效运行的关键，其施工技术需兼顾多专业协同、高精度安装及特殊环境适应性。通过优化管道焊接防腐、大型设备精准吊装、电气防爆与自动化系统集成等关键技术，并强化全过程质量管控与风险防控，可显著提升安装质量与工程可靠性。未来需持续推进技术创新与标准化管理，以应对化工行业规模化、智能化发展需求，为产业升级提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]孙建.石油化工工程中机电安装工程施工技术与质量管理[J].绿色环保建材,2021,(07):121-122.
- [2]钟继波.化工工程中机电安装工程施工技术分析[J].科学技术创新,2023,(09):21-24.
- [3]秦伟民.化工工程中机电安装工程施工技术分析[J].工程建设(维泽科技),2024,7(5):55-57.
- [4]李伟,刘丽丽.化工工程中机电安装工程施工技术分析[J].电脑爱好者(普及版),2023(8):157-159.
- [5]马述虎.石油化工工程中机电安装工程施工技术与质量管理研究[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(8):39-41.