

机械工程施工设备安装技术

侯效军

天津蓝巢特种吊装工程有限公司 天津 300300

摘要: 机械工程施工设备安装技术是确保设备达预定使用状态的关键环节, 涵盖安装准备、定位放线、垫铁设置、吊装就位、安装调整、固定灌浆、部件清洗装配、润滑加油及试运行验收等步骤。安装中需严格控制精度, 运用激光测量、三维坐标定位等技术提升定位准确性, 采用液压同步顶升降低吊装风险。同时, 智能化监测与AR辅助安装等创新技术正逐步应用, 推动行业向高效、安全、可持续方向发展。

关键词: 机械工程; 设备安装技术; 创新应用

引言: 在当今工业领域高速发展的时代, 机械工程施工设备安装技术已成为推动产业升级的核心要素之一。它不仅是将设计蓝图转化为实际生产力的关键步骤, 更直接关系到设备运行的稳定性、效率及安全性。随着智能制造浪潮的兴起, 传统安装技术正面临智能化、精准化、绿色化的转型挑战。深入研究并创新机械工程施工设备安装技术, 对于提升我国工业核心竞争力、实现高质量发展具有不可替代的战略意义。

1 机械工程施工设备安装技术基础理论

1.1 安装工艺分类

(1) 整体安装适用于体积小、重量轻且结构紧凑的设备, 如小型泵体、电机等, 其优势在于安装效率高、对现场条件要求低, 可直接吊装就位调试; 解体安装则针对大型复杂设备, 如汽轮机、大型机床等, 需拆分部件运输至现场后逐一组装, 能解决超大设备运输难题, 但对组装精度要求极高。(2) 固定式设备安装需重点强化基础固定稳定性, 如化工反应釜通过地脚螺栓与混凝土基础紧固, 限制设备位移; 移动式设备安装侧重行走机构调试, 如叉车、移动起重机, 需保证转向系统灵活、制动性能可靠, 同时预留设备移动所需空间。

1.2 核心要素分析

(1) 基础验收中, 平整度需通过水平仪检测, 确保表面无明显凸起或凹陷; 强度需核查混凝土试块抗压强度报告, 满足设计荷载要求; 沉降控制需定期观测基础沉降量, 避免不均匀沉降影响设备精度。(2) 安装精度控制时, 垂直度通过铅锤或激光仪校准, 确保设备纵向无倾斜; 水平度采用水平尺或水平仪多点测量, 保证设备横向平稳; 同轴度针对轴类部件, 通过百分表或激光对中仪调整, 减少运转偏差。(3) 连接工艺方面, 螺栓紧固需按规定扭矩操作, 关键部位采用防松措施; 焊接变形控制需优化焊接顺序, 采用对称焊接或刚性固定

法, 减少焊接应力导致的变形^[1]。

1.3 技术规范与标准

(1) 国际标准中, ISO侧重通用设备安装技术要求, ASME在压力容器、动力设备安装领域要求更细致; 国内标准(如GB/T系列)在参考国际标准基础上, 结合国内工程实际优化安全与环保指标, 部分参数更贴合国内设备制造与使用场景。(2) 行业特定规范中, 化工设备安装需符合防爆要求, 选用防爆型部件, 电缆布线与密封处理需达到防爆等级; 矿山设备安装需强化耐磨部件装配精度, 适应恶劣工况下的高强度运行需求。

2 机械工程施工设备安装技术及创新应用

2.1 传统技术优化

(1) 激光测量与三维坐标定位技术打破传统人工测量局限, 在大型桥梁支座安装中, 通过激光跟踪仪实时捕捉支座三维坐标, 精度可达 $\pm 0.03\text{mm}$, 较传统全站仪测量效率提升40%, 有效解决复杂工况下多部件协同安装的定位难题; 在重型机床床身安装时, 结合三维扫描技术构建设备数字模型, 与设计模型实时比对, 及时修正安装偏差, 使机床加工精度稳定提升15%。(2) 液压同步顶升技术在超大型储罐安装中应用广泛, 某10万立方米原油储罐倒装施工中, 采用16台液压千斤顶同步顶升, 通过闭环控制系统实现顶升速度偏差 $\leq 0.5\text{mm/min}$, 避免储罐壁板因受力不均产生变形; 在电厂汽轮机定子安装时, 利用该技术将定子平稳提升至安装位置, 顶升过程中定子水平度偏差控制在 0.1mm/m 内, 大幅降低传统吊装方式的安全风险。

2.2 智能化安装技术

(1) 基于物联网的实时监测系统在高层建筑电梯安装中发挥重要作用, 通过在导轨、轿厢等关键部位布置振动、温度、位移传感器, 实时采集安装数据并传输至云端平台, 当导轨垂直度偏差超出阈值时, 系统自动预

警并推送调整方案,某商业综合体电梯安装项目借此将故障排查时间缩短60%,安装工期提前10天;在风电设备安装中,该系统可远程监测塔筒法兰连接螺栓的预紧力变化,预防因螺栓松动引发的安全事故。(2)AR辅助安装在汽车生产线设备调试中成效显著,某车企焊装车间安装机器人工作站时,技术人员通过AR眼镜调取设备三维装配图纸,虚拟模型与实体设备精准叠加,直观显示部件安装顺序和螺栓紧固扭矩参数,新手技术员培训周期缩短50%,安装错误率从12%降至2%;在发动机缸体装配线改造中,AR技术可实时指引传感器安装位置,确保传感器与缸体配合间隙符合设计要求,提升发动机运行稳定性^[2]。

2.3 绿色安装技术

(1)节能型设备运输与吊装方案在城市地铁施工中广泛应用,采用新能源重型卡车运输盾构机部件,相比传统柴油卡车减少碳排放35%,同时搭配轻量化吊装索具,如高强度合成纤维吊带,重量仅为同规格钢丝绳的1/5,降低吊装设备能耗;在光伏电站逆变器安装中,采用模块化运输方式,将逆变器拆解为标准化组件,通过小型新能源叉车转运,减少大型运输设备对场地的破坏,运输成本降低20%。(2)安装过程废弃物减量化措施在建筑机电安装项目中成效突出,某写字楼空调系统安装时,采用BIM技术优化管道预制加工方案,实现管道工厂化预制率达85%,现场切割废料减少70%;在钢结构安装中,推广使用可循环利用的临时支撑构件,替代传统一次性脚手架,单次项目可减少木材消耗约200立方米,同时对安装产生的螺栓、焊渣等废料分类回收,回收率达90%以上,实现资源循环利用。

3 机械程设备安装过程中的质量控制

3.1 安装前准备阶段

(1)设备开箱检验需严格遵循“核对清单-外观检查-部件清点”流程,首先对照设备装箱单与设计图纸,核查设备型号、规格及附件数量是否一致,重点关注关键部件如轴承、电机绕组的型号匹配性;外观检查采用目视与工具检测结合方式,记录设备表面划痕、变形、锈蚀等损伤情况,对密封件如法兰密封面、油管接口需用塞尺检测平整度,若发现缺件需立即出具《设备缺件记录表》,注明缺件名称、规格、数量及位置,同步联系供应商补件;精密部件如传感器、伺服电机需单独存放,避免因搬运碰撞导致精度偏差,检验完成后签署《设备开箱检验报告》,作为后续安装的质量依据。(2)安装环境条件控制需根据设备特性制定专项方案,温湿度控制方面,精密机床安装环境温度需稳定在

20±2℃,相对湿度保持40%-60%,采用恒温恒湿空调系统实时调控,每小时记录1次温湿度数据;洁净度控制针对电子设备安装,如半导体生产设备,需在Class1000级洁净车间内施工,通过空气过滤器过滤粉尘颗粒,定期用粒子计数器检测空气中≥0.5μm颗粒浓度,确保不超过3520粒/m³;同时需控制安装现场振动,如邻近有施工机械,需设置减振沟或减振垫,避免振动影响设备基础浇筑质量^[3]。

3.2 安装实施阶段

(1)工序交接实行“三检制”(自检、互检、专检),上道工序完成后,施工班组先进行自检,如设备基础找平后自检水平度偏差,再由相邻班组开展互检,最后由质量检查员进行专检,检测合格后填写《工序交接验收单》,方可进入下道工序;中间验收重点针对关键工序,如大型储罐焊接完成后,需进行无损检测(UT/RT),检测焊接接头内部缺陷,合格率需达到100%,管道安装完成后进行压力试验,试验压力为设计压力的1.5倍,保压30分钟无泄漏方可通过验收,中间验收不合格需出具《整改通知书》,明确整改要求与时限,整改完成后重新验收。(2)动态调整需结合设备运行特性制定补偿策略,地基沉降补偿采用“定期观测-数据分析-精准调整”模式,如大型轧机安装后,每月通过水准仪观测地基沉降量,若累计沉降量超出5mm,采用液压千斤顶顶起设备,在基础与设备之间加装调整垫片,垫片厚度根据沉降数据精确计算,确保设备水平度恢复至设计要求;对于受温度影响的设备,如汽轮机转子,需在安装时预留热胀间隙,根据运行时的温度变化,通过调整轴承座位置补偿热变形,避免因热胀冷缩导致设备卡滞。

3.3 调试与验收阶段

(1)空载试验需按设备操作规程逐步开展,首先检查设备各部件运转灵活性,如齿轮传动系统无卡阻、轴承转动平稳,空载运行时间根据设备类型确定,中小型电机空载运行2小时,大型风机空载运行4小时,期间记录电机电流、转速等参数,确保电流稳定且不超过额定电流的30%;负载试验需模拟实际工况加载,如水泵负载试验按设计流量的50%、100%、120%分级加载,每级加载稳定运行30分钟,检测出口压力、流量是否符合设计标准,负载试验不合格需排查安装偏差,如叶轮与泵壳间隙是否过大,调整后重新试验。(2)关键参数检测需采用专业设备,振动检测使用振动分析仪,在设备轴承座、电机端盖等关键部位布置测点,测量振动速度有效值,如离心泵振动速度需≤4.5mm/s,超标时需检查转子平衡度或地脚螺栓紧固情况;噪声检测在设备1m处采

用声级计测量,工业泵噪声需 $\leq 85\text{dB(A)}$,若噪声超标需分析是否因部件摩擦或共振导致,如调整齿轮啮合间隙;温升检测通过热电偶传感器实时监测轴承、电机绕组温度,运行1小时后温升需 $\leq 40\text{K}$ (环境温度以上),若温升过高需检查润滑系统是否缺油或散热装置是否失效,确保设备运行参数符合国家标准^[4]。

4 机械工程施工安装技术发展趋势

4.1 技术融合方向

(1) 数字孪生技术可构建与实体设备完全对应的虚拟模型,在安装前对整个安装流程进行模拟。通过虚拟模型还原设备部件的装配关系、安装顺序及空间布局,提前发现可能存在的干涉问题,如部件安装路径冲突、预留空间不足等,进而优化安装方案。安装过程中,虚拟模型还能与现场实际安装进度实时同步,技术人员可通过虚拟模型远程查看安装状态,对安装步骤进行精准指导,减少现场试错成本。(2) 5G技术的高带宽与低延迟特性,结合边缘计算的实时数据处理能力,可实现设备安装过程的远程监控。边缘计算节点部署在安装现场附近,能快速采集设备安装中的各类数据,如部件位置信息、连接紧固状态等,经处理后通过5G网络传输至远程监控平台。技术专家无需到达现场,即可通过平台实时掌握安装进展,对安装过程中出现的问题及时分析并给出解决方案,尤其适用于偏远地区或复杂环境下的设备安装项目。

4.2 行业标准完善

(1) 当前不同行业的机械工程施工安装技术规范存在差异,导致跨行业设备安装时需频繁调整操作流程。未来跨行业安装技术规范将逐步走向统一,针对设备安装的基础要求、通用流程、安全准则等制定共性标准,消除行业间的技术壁垒。无论是化工、矿山还是汽车制造领域的设备安装,均可遵循统一的基础规范,同时结合行业特性补充专项要求,提升跨行业设备安装的兼容性与效率。(2) 安装工程师资质认证体系的建立将成为行业发展重点。该体系会明确安装工程师的知识储备、技能水平与实践经验要求,通过系统的培训与考核,确保工程师具备设备安装全流程的把控能力,包括安装方

案设计、现场问题解决、质量验收等。资质认证不仅能提升安装从业人员的职业素养,也能为行业筛选优质人才,保障设备安装质量的稳定性与可靠性。

4.3 可持续性发展

(1) 模块化设计将设备拆分为多个标准化模块,各模块可在工厂提前完成预制与调试。现场安装时,只需将预制好的模块进行拼接与连接,省去传统安装中大量的现场加工与调整环节,显著简化安装流程,缩短安装周期。同时,模块化设计使安装过程更易把控,减少因现场操作不当导致的质量问题,进一步提升安装效率。

(2) 在循环经济理念下,设备再制造安装将成为重要发展方向。对于经过翻新、修复的再制造设备,安装过程会注重部件的兼容性与适配性,确保再制造部件与原有设备结构精准对接。安装时还会同步检查设备的性能恢复情况,保障再制造设备安装后能达到新设备的运行标准,实现设备资源的循环利用,减少设备报废带来的资源浪费,推动行业向绿色可持续方向发展。

结束语

机械工程施工安装技术作为工业生产的基石,其精准性与可靠性直接影响着设备效能的发挥与生产安全。随着科技的不断进步,智能化安装、绿色安装等新理念正逐步融入传统工艺,推动行业向高效、低碳方向转型。未来,我们需持续探索技术创新,强化标准规范与人才培养,以适应日益复杂的工业需求。唯有如此,方能确保机械工程施工安装技术始终走在时代前沿,为我国工业现代化建设提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 张海东.机电设备安装工程项目质量问题与质量事故处理研究[J].电镀与精饰,2020,(04):58-60.
- [2] 侯宪喜.建筑工程机电设备安装技术分析[J].安防科技,2021,(03):45-46.
- [3] 李莞福.高层建筑机电设备的安装技术难点及措施探讨[J].砖瓦世界,2021,(09):78-81.
- [4] 丁小亮.现代建筑工程施工中的智能化机电设备安装技术[J].智能建筑与城市信息,2020,(12):134-135.