

# 基于智能监理技术的机械工程施工设备安装质量控制研究

张 帆 梁昊东

河南安钢集团工程管理有限公司 河南 安阳 455000

**摘 要：**机械设备的安装精度直接关乎设备运行的稳定状态，传统监理方式普遍存在管控粗糙、实时监测缺位、数据化程度偏低的问题。本文结合设备安装完整工序以及智能监理的运行架构，梳理智能技术在施工数据采集、工序动态监测、安装偏差预警等场景的落地方式，结合现场管控缺陷优化全流程质控架构、细化工序管理标准、规范现场执行要求、搭建数字化管理体系，稳步提升设备安装施工的质控精细化水平。

**关键词：**机械工程；设备安装；智能监理；质量控制；数字化管控

**引言：**机械设备安装属于工程建设的核心施工环节，装配工艺的优劣会直接影响工程建设品质与设备后续使用状态。传统人工监理方式难以适配高精度的设备安装作业，普遍存在监管滞后、测量误差、细节遗漏等常见问题。智能监理手段可以全面融入施工各个环节，依托数字化监测与动态管控优势补齐传统模式的不足，让设备安装质量管控逐步转向精细、数字、全周期的管理形态。

## 1 机械工程施工设备安装施工与智能监理运行架构

### 1.1 机械工程施工安装施工流程与工序构成

机械工程施工设备安装施工具备流程性强、工序衔接紧密的特点，整体作业遵循循序渐进的施工逻辑推进。施工前期包含场地清理、基础复测、设备进场检验等基础作业，为后续装配施工创设稳定作业条件。施工中期涵盖设备就位、对位校准、部件装配、固定加固等核心工序，直接决定设备装配的规整程度与安装精度。施工后期包含管路对接、线路接驳、参数调试、空载试运行等收尾作业，完成整套设备的安装落地工作<sup>[1]</sup>。各施工环节层层递进、相互制约，任意工序出现疏漏都会影响整体施工质量。

### 1.2 机械工程施工安装质量管控覆盖维度

机械工程施工安装质量管控不局限于单一装配环节，贯穿施工全流程的多个作业维度。施工维度针对操作规范、工序标准、施工精度开展管控，约束现场施工人员的作业行为。设备维度聚焦零部件完好度、装配匹配度、结构稳定性进行把控，规避设备本体装配缺陷。环境维度监测作业场地平整度、空间条件、现场工况变化，降低外部环境对安装精度的干扰。参数维度针对设备运行参数、装配误差、校准指标实施精细化管控，保

障设备满足运行标准。

### 1.3 智能监理技术的主要技术形态

智能监理技术依托数字化、智能化技术手段重构传统监理模式，形成多种适配设备安装场景的技术形态。感知类智能技术依靠传感设备、识别设备采集现场施工数据，捕捉安装过程中的细微状态变化。测量类智能技术依托智能定位、高精度检测设备，完成安装尺寸、空间位置与装配偏差的精准测算。分析类智能技术依靠数据运算与逻辑研判方式，对施工状态与质量水平进行分层研判。预警类智能技术依托预设质控标准，对异常施工状态做出主动提示与干预指引。

### 1.4 智能监理与安装施工的匹配形式

智能监理工作区别于传统事后检查模式，能够深度融入机械工程施工安装的全过程作业链条。前置匹配方式应用于施工准备阶段，完成场地校核、方案核验、设备复检等前置质控工作，提前消除潜在施工隐患。过程匹配方式贯穿核心施工工序，跟随施工进度完成实时监测、动态校核与偏差管控。后置匹配方式作用于调试收尾阶段，完成设备运行状态核验与安装质量复盘校核<sup>[2]</sup>。分层匹配模式适配不同施工环节的质控需求，实现监理工作与施工流程的深度融合。

## 2 机械工程施工设备安装质量控制现存问题

### 2.1 传统人工监管理控模式的局限性

机械工程施工设备安装对装配精度有着严苛标准，传统监理工作主要依靠人员现场巡查和个人经验完成质量判定。人工观测与手工测量存在客观误差，装配过程中产生的细微偏差很难及时察觉。施工现场覆盖范围大、作业点位分布零散，人工巡查无法顾及全部施工细节，隐

蔽工序潜藏的质量问题容易长期遗留。不同工作人员的判定标准存在出入,质量评判尺度难以统一,现场质量管控标准无法稳定落地。人工记录方式工作效率偏低,数据整理流程繁琐,难以适配精密设备安装的高标准施工要求。

## 2.2 设备安装工序管控精细化程度不足

机械设备安装由多道工序有序串联而成,各环节施工精度相互关联,任一工序出现疏漏都会影响整体装配效果。目前部分施工现场对细分工序的约束力度偏弱,标准化施工规范无法切实落实到具体操作环节。基础找平、设备定位、部件对接、紧固校准等关键施工步骤,容易出现参数偏差层层累积的问题。现场针对细分工序的管控规范不够细化,操作容错空间偏大,施工操作存在较强随意性。粗放化管理模式难以适配精密机械的装配标准,持续滋生各类安装质量隐患。

## 2.3 安装施工过程动态管控存在短板

机械设备安装属于动态推进的施工过程,现场环境、设备姿态、装配状态都会随着施工开展持续变动。现有质量管控模式大多集中在阶段性节点检查,缺少覆盖施工全流程的实时监测手段。施工过程中出现的细微偏移、工况波动以及不规范操作,无法得到及时识别与修正。问题排查存在明显滞后性,多数质量缺陷成型后才能被动整改,干扰正常施工节奏。各类缺陷不断累积会逐步降低设备装配精度,不利于设备后期稳定运行。

## 2.4 安装质量过程管控数据化程度偏低

多数施工场地仍采用纸质记录、人工归档的传统模式保存质控资料,数字化建设推进速度较为缓慢。施工阶段产生的校准参数、装配数据、偏差指标大多零散留存,没有形成统一规范的采集、存储渠道。各类质量数据无法开展系统化整合与深度分析,难以支撑数据溯源、问题复盘等核心工作。质量判定工作多依托工作人员经验定性完成,缺少量化数据作为支撑,质控结果客观性不足。

# 3 智能监理技术在设备安装中的应用方式

## 3.1 设备安装施工数据的智能采集方式

机械工程设备安装工序繁琐,施工过程会产生大量精密尺寸、空间位置及现场工况相关数据。传统人工采集依靠手工测量与纸质登记,测量误差频发、数据覆盖不够全面,难以满足现代精密设备安装的高质量质控标准。智能采集体系集成高精度传感器、光学扫描设备与空间定位装置,搭建一体化数据采集架构,全面收集构件规格、装配间距、水平度、垂直度等核心质控数据。

设备进场阶段,智能识别装置自动核验构件外观与参数指标,筛除存在变形、破损、参数不达标的构件。施工开展阶段,固定预埋设备搭配便携检测装置,持续捕捉施工全程的精度波动与工况变化,减少人工操作带来的数据误差<sup>[3]</sup>。整套流程自动完成数据收录、分类归档与远程传输,解决人工记录错漏、整理滞后、资料遗失等问题。

## 3.2 安装关键工序的智能实时监测形式

机械设备安装各工序衔接紧密、相互影响,基础校准、设备就位、部件对接、螺栓紧固、管路接驳等核心环节的施工精度,直接决定设备装配质量与后续运行稳定性。智能监理体系结合各核心工序的作业特点,搭建模块化专属监测架构,区分粗装、精调、固定等不同作业阶段的监测重点。技术人员结合现场施工布局灵活布置监测点位,重点覆盖隐蔽施工区域与高精度装配点位,精准捕捉施工过程中的细微状态变动。精密传感设备持续采集结构微振、装配形变、位置偏移等动态信息,细致把控每一处装配细节。智能监测模块可独立对接单道工序流程,参照行业施工标准划分监测等级,细化不同施工阶段的质控侧重点。

## 3.3 设备安装偏差的智能识别与预警机制

设备安装施工现场环境复杂多变,温湿度波动、现场施工扰动、人工操作不规范、构件匹配偏差等诸多因素,都会造成装配精度偏移。细微误差不断累积,会逐步演变为难以修复的实体质量缺陷。智能识别系统提前录入各类设备的标准化安装参数,依托后台算法自动比对现场实时采集的施工数据,快速甄别超出标准范围的异常信息。系统算法具备精准判别能力,能够区分常规施工浮动与实质性装配偏差,降低监测环节的误判、漏判概率。针对位置偏移、角度偏差、紧固力度不均、部件对接错位等问题,建立分级预警标准,根据缺陷危害程度划分整改优先级。预警信息生成后即时推送至现场管控终端,帮助施工人员快速定位问题区域并完成修正。

## 3.4 设备安装施工状态的动态管控途径

机械设备安装属于持续变化的动态施工过程,施工工况、设备姿态、装配精度都会随作业推进不断调整,传统静态节点检查模式存在明显滞后性,无法适配复杂多变的现场施工场景。智能动态管控依托完善的数据传输交互链路,实时同步施工进度、设备装配状态、精度波动等核心信息,实现全流程动态跟踪监管。系统能够跟随工序推进节奏,适时更新质控标准与监测重点,

适配不同施工阶段的差异化管控需求。面对不规范施工操作、进度偏移、精度失控等问题,系统可自主调节监测频次与管控强度,适配各类复杂现场工况。整合多维度施工数据开展综合研判,统筹把控施工节奏与质量标准,平衡施工效率与装配精度。

#### 4 依托智能监理技术的安装质量控制优化策略

##### 4.1 重塑智能化全过程质量管控框架

传统机械设备质量管控框架大多聚焦施工中后期检查环节,整体管控覆盖范围有限,难以适配智能监理技术的应用优势。借助智能监理技术优化质控工作,需要打破分段式、节点式的老旧管理架构,重新搭建覆盖施工筹备、现场装配、调试收尾的全周期管控体系。结合机械设备安装的作业规律,重新划分管控层级,明确各阶段智能监理的工作重心与覆盖范围。梳理各环节质控工作的衔接逻辑,打通前期校核、过程监测、后期复盘的作业壁垒,让质控工作贯穿施工完整链路。结合现场施工条件调整框架适配逻辑,匹配不同类型机械设备的装配施工需求,消除管控盲区与监管漏洞<sup>[4]</sup>。通过全新的架构设计,实现施工全流程质量工作的统一统筹与有序管控。

##### 4.2 细化设备安装各工序智能管控流程

机械设备安装工序繁杂且关联性强,任意工序出现管控疏漏,都会造成精度偏差累积,影响整体施工质量。粗放化的流程管理模式无法发挥智能监理技术的精准管控优势,需要针对每一道细分工序细化专属智能管控流程。针对基础处理、设备就位、精密装配、紧固对接、管路调试等不同工序,匹配对应的智能监测、数据采集、偏差校核方式。明确各工序智能设备的布设位置、监测频次、数据采集标准,统一各环节智能化作业的执行规范。梳理工序交替阶段的质控衔接要点,避免工序切换过程中出现监测断层与管控空白。通过精细化的流程划分,让智能质控手段精准对应各工序施工需求,层层把控装配精度。

##### 4.3 规范智能监理现场落地执行标准

智能监理技术的应用效果,取决于现场落地执行的规范程度。现阶段部分施工现场缺少统一的智能化监理执行标准,作业流程随意性较强,容易出现设备布设不规范、参数设置不统一、数据采集不标准等问题。需要

结合设备安装施工场景,制定适配现场作业的智能监理执行准则,明确智能设备安装调试、参数设定、日常运维的具体要求。统一数据采集精度、预警阈值、监测范围的执行标准,规避人为操作差异带来的质控偏差。细化现场人员的岗位职责,明确智能监理操作、数据核验、问题处置的工作权责,规范现场智能化作业的整体流程。标准化现场执行机制可以稳固智能监理在施工一线的质控作用,持续保障设备安装施工质量。

##### 4.4 构建设备安装质量数字化管控模式

传统质控模式数据整合能力薄弱,施工数据零散留存,无法为质量优化、问题溯源、工艺升级提供有效支撑。利用智能监理技术积累的海量施工数据,搭建系统化数字化管控模式,整合施工全过程的精度参数、监测数据、整改记录。对各类施工数据进行分类归档、统一存储,搭建可随时查询、溯源、分析的施工数据库。借助数据运算能力梳理施工偏差规律,挖掘施工过程中的高频质量问题,针对性优化施工工艺与管控方式。借助数字化平台完成质控工作的可视化管理,直观展现现场施工状态与质量水平。利用数据赋能现场管理,持续迭代设备安装的精细化质控作业方式。

#### 结束语

智能监理技术可以推动机械设备安装质控模式完成升级迭代,妥善解决人工监管漏洞、装配精度不足、过程管控滞后等常见问题。完善的全流程质控架构、细化的工序管控标准、统一的现场执行规范,能够搭建成熟的数字化管理体系,全方位改善设备安装施工质量。持续推行智能化管控模式,可以不断优化现场施工条件,保障机械设备长期平稳运行。

#### 参考文献

- [1] 吴志超. 智能传感技术在设备安装工程监理中的应用与分析[J]. 数字通信世界,2024(6):173-175.
- [2] 王宏伟, 景建胤. 机电设备安装中的机械结构稳定性控制技术研究[J]. 科技资讯,2026,24(2):86-88.
- [3] 杨凯. 冶金机械设备安装的核心问题与关注要点分析[J]. 冶金设备管理与维修,2025,43(2):57-60.
- [4] 李志立. 机械电气设备安装工程中的风险管控技术与施工保障措施实践[J]. 科技视界,2026,16(2):81-85.