

人工智能在机电安装工程中的应用发展

刘 毅

中国安装协会 北京 100037

摘 要：机电安装工程是建筑与工业领域的核心组成，流程复杂、专业性强，传统施工模式存在效率低、精度不足等问题。本文结合机电安装工程的核心流程与技术特点，分析人工智能与工程的适配性，阐述机器学习、计算机视觉等核心技术，详细探讨人工智能在安装前期设计、施工过程、设备调试及安全管控中的具体应用，最后展望其技术融合、场景延伸、普及化的发展趋势，为人工智能在机电安装工程中的规范化应用提供实践参考，助力行业转型升级。

关键词：人工智能；核心技术；机电安装工程；具体应用；发展趋势

引言：随着建筑与工业行业的快速发展，机电安装工程向标准化、精细化方向转型，对施工精度、效率及安全管控的要求不断提升。传统依赖人工经验的施工模式，已难以适配多专业协同、复杂工况下的工程需求，亟需先进技术赋能升级。人工智能技术凭借数据分析、智能控制等优势，与机电安装工程的全流程、多场景高度适配，逐步应用于工程各环节。本文系统探讨人工智能在机电安装工程中的核心技术、具体应用及发展趋势，为行业技术应用提供思路。

1 人工智能在机电安装工程中的应用概述

1.1 机电安装工程核心流程与技术特点

机电安装工程是建筑工程与工业工程的核心组成部分，贯穿项目设计、施工、调试、运维全生命周期，核心流程主要包括前期设计规划、设备采购与进场验收、现场安装施工、系统调试校准、竣工验收及后期运维等环节。其技术特点呈现多元性与复杂性，一方面涉及电气、给排水、暖通、消防等多个专业领域，各系统间关联性强，对施工精度和协同性要求极高；另一方面，施工环境多为高空作业、密闭空间等复杂场景，受现场条件、天气因素影响较大，且需兼顾施工效率与安全管控。机电安装工程对设备调试、参数匹配的专业性要求严格，传统施工模式下，依赖人工经验进行流程把控和问题排查，易出现效率偏低、误差较大等问题。

1.2 人工智能与机电安装工程的适配性分析

人工智能技术与机电安装工程的适配性，主要体现在其能精准解决传统施工模式的痛点，与工程核心需求高度契合。从流程适配来看，人工智能的数据分析、智能决策能力，可贯穿机电安装全流程，前期能辅助优化设计方案，施工中可实现精准控制，后期能助力高效运维，弥补传统模式下人工经验的局限性。从技术适配来

看，人工智能中的机器学习、计算机视觉、智能监测等技术，可适配机电安装的复杂性需求，例如通过视觉识别实现施工流程合规性检测，通过数据分析优化设备调试参数，大幅提升施工精度和效率。从需求适配来看，当前机电安装工程对高效、安全、节能、精准的需求日益提升，人工智能技术能通过自动化作业减少人工干预，降低安全隐患，同时通过智能优化实现节能降耗，完全契合行业发展趋势，为机电安装工程的转型升级提供有力支撑^[1]。

2 机电安装工程中人工智能核心技术

在机电安装工程领域，人工智能核心技术的应用以实用性、专业性为导向，聚焦工程施工、调试、管控等关键环节，结合工程实际需求筛选适配技术，核心可分为以下几类：（1）机器学习技术。该技术是机电安装中人工智能应用的基础，核心在于通过对机电安装全流程数据的收集、分析与训练，构建适配工程场景的预测与优化模型。数据来源涵盖设备参数、施工工艺、环境参数、历史工程案例等，通过算法训练实现对施工误差、设备故障、流程漏洞的精准预判，同时可优化施工参数与调试方案，无需依赖人工经验即可完成复杂数据的深度分析，适配机电安装多参数、高精度的技术需求。

（2）计算机视觉技术。主要应用于机电安装现场施工管控与设备检测，依托图像采集设备捕捉现场施工画面、设备运行状态，通过图像识别、目标检测算法，实现施工流程合规性核查、设备安装精度检测、安全隐患识别等功能。可精准识别管道对接偏差、设备安装错位、施工人员违规操作等问题，实时反馈现场情况，为现场管控提供数据支撑，降低人工巡检的疏漏率。（3）智能控制与自动化技术。核心用于机电设备安装与调试环节，结合可编程逻辑控制器、传感器等设备，实现施工过程

与设备运行的自动化控制。可完成管道焊接、线路铺设等重复性作业,精准控制施工进度与质量,同时在设备调试阶段,通过智能控制算法自动匹配设备运行参数,提升调试效率与精准度,减少人工操作带来的误差,适配机电安装标准化、规范化的施工要求^[2]。

3 人工智能在机电安装工程中具体应用

3.1 安装前期的智能设计与方案优化

安装前期的智能设计与方案优化,核心是依托人工智能技术,实现设计方案的精准化、合理化,规避传统设计中依赖人工经验导致的疏漏,确保方案贴合现场施工需求。(1)智能建模与碰撞检测。结合BIM技术与人工智能算法,构建机电安装全专业三维模型,将电气、给排水、暖通、消防等各专业管线、设备参数精准录入模型。通过人工智能的碰撞检测算法,自动识别各专业间管线交叉、设备安装空间不足、管线与建筑结构冲突等问题,无需人工逐一排查,可精准定位碰撞点并标注具体位置、冲突类型,同时生成初步调整建议,为设计人员优化管线走向、设备布置提供数据支撑。(2)方案参数智能优化。收集同类机电安装工程的历史数据、现场工况参数、设备性能参数等,通过机器学习算法进行数据分析与模型训练,针对当前工程的建筑结构、使用需求,对设计方案中的管线直径、设备型号选型、安装间距等核心参数进行智能优化。例如,针对高层建筑暖通系统安装,通过算法模拟不同管线布置方案的流体阻力、热量损耗,筛选出适配现场空间且符合规范要求的最优方案,避免后期因参数不合理导致的返工。(3)施工进度方案智能规划。结合工程总工期、施工工序、资源配置等因素,通过人工智能算法拆解施工流程,明确各专业、各环节的施工先后顺序、作业时长,自动排查工序衔接中的不合理之处,优化施工进度计划。结合现场人力、设备、材料等资源情况,合理分配施工任务,确保前期设计方案与施工进度、资源配置高度匹配,为后续施工推进奠定基础。

3.2 施工过程中的智能施工与精准控制

施工过程中的智能施工与精准控制,重点聚焦现场作业的标准化、精准化,依托人工智能技术实现施工环节的实时管控,减少人工操作误差,确保施工流程符合规范要求。(1)管线安装精准控制。采用人工智能视觉识别与定位技术,在管线安装现场部署高清摄像头与定位设备,实时捕捉管线安装的位置、坡度、接口对接等情况,通过算法对比预设的设计参数,精准识别管线安装偏差,实时反馈给现场施工人员,指导其及时调整。对于管道焊接、线路铺设等关键工序,结合智能控制

设备,实现焊接参数、铺设间距的自动调节,确保焊接质量、线路布置符合规范,规避人工操作导致的偏差。

(2)多专业协同施工管控。机电安装涉及多个专业交叉作业,通过人工智能协同管理系统,整合各专业施工进度、作业区域、人员配置等信息,实时监测各专业施工衔接情况,当出现工序冲突、作业重叠等问题时,自动发出提醒,同时结合现场实际情况,给出协同调整方案。例如,电气管线与给排水管线交叉作业时,系统可根据施工进度与规范要求,合理分配作业时间与区域,避免相互干扰。(3)施工过程实时监测与调整。通过部署智能传感器,收集施工现场的温度、湿度、施工振动等环境参数,结合人工智能算法进行数据分析,判断环境参数对施工质量的影响。当环境参数超出施工允许范围时,自动提醒施工人员采取防护措施,同时结合算法模型,调整施工工艺参数,确保施工质量不受环境因素影响^[3]。

3.3 设备安装与调试的智能化应用

设备安装与调试是机电安装工程的核心环节,人工智能技术的应用重点聚焦设备安装的精准性与调试的高效性,结合设备性能与工程需求,实现安装与调试的标准化、智能化。(1)设备安装智能定位与辅助。对于大型机电设备、精密仪器的安装,采用人工智能视觉定位与机器人辅助技术,通过高清摄像头捕捉设备安装基准点,结合定位算法精准计算设备安装位置与角度,指导施工人员或智能机器人进行设备吊装、定位与固定。例如,在中央空调主机、变压器等大型设备安装中,通过智能定位技术确保设备安装水平度、垂直度符合要求,避免因安装偏差影响设备运行性能。(2)设备调试参数智能匹配。收集设备出厂参数、同类工程调试数据、现场工况参数等,通过机器学习算法构建设备调试模型,针对不同类型机电设备的运行需求,自动匹配最优调试参数。在设备调试过程中,实时采集设备运行数据,通过算法对比分析,自动调整调试参数,直至设备运行达到设计标准。例如,在消防系统调试中,通过人工智能算法自动优化水泵运行压力、喷淋系统流量等参数,确保系统运行稳定,无需人工反复调试。(3)设备安装质量智能检测。依托人工智能视觉识别技术,对设备安装的接口密封性、固定牢固性、管线连接规范性等进行实时检测,自动识别安装过程中的质量隐患,如接口松动、管线连接错位等,同时标注隐患位置与整改要求,指导施工人员及时整改。

3.4 施工安全的智能监测与预警

施工安全的智能监测与预警,核心是通过人工智能

技术实现施工现场安全隐患的实时排查、精准识别与提前预警,聚焦高空作业、密闭空间、用电安全等关键风险点。(1)人员安全智能监测。在施工现场部署智能摄像头与人员定位设备,通过人工智能视觉识别技术,实时监测施工人员的作业行为,自动识别未佩戴安全帽、高空作业未系安全绳、违规进入危险区域等违规行为,立即发出声光预警,同时将预警信息推送至现场管理人员,便于及时制止违规操作。(2)现场环境与设备安全监测。通过智能传感器收集施工现场的环境参数与设备运行状态数据,结合人工智能算法进行数据分析,实时监测火灾隐患、用电安全、高空坠物风险等。例如,通过电气火灾智能监测设备,实时采集线路电流、电压、温度等参数,当出现线路过载、短路等异常情况时,自动发出预警并切断电源;通过智能监测设备监测脚手架、吊装设备的运行状态,排查结构松动、设备故障等安全隐患,提前发出预警。(3)安全隐患智能排查与溯源。依托人工智能算法,对施工现场的安全监测数据进行深度分析,精准识别安全隐患的类型、等级与分布情况,同时结合历史监测数据,追溯隐患产生的原因,为安全管理提供数据支撑。例如,针对反复出现的违规操作隐患,通过算法分析排查管理漏洞,优化安全管控措施;针对设备运行异常隐患,追溯安装或调试环节的问题,及时整改,避免隐患扩大^[4]。

4 人工智能在机电安装工程中的发展趋势

随着机电安装工程向标准化、精细化、智能化转型,人工智能技术的应用将逐步深化,聚焦工程需求,与行业技术、施工场景深度融合,呈现出以下清晰的发展方向。(1)技术融合化趋势。人工智能将与BIM、物联网、大数据等技术深度协同,构建一体化机电安装管控体系。将BIM模型的三维可视化优势与人工智能的数据分析能力结合,实现从设计、施工到运维的全流程数据互通,无需单独依托某一技术,可实现管线碰撞检测、施工进度管控、设备状态监测的一体化推进,同时整合物联网设备采集的现场实时数据,通过人工智能算法实现数据深度分析,打破各技术应用壁垒,提升工程全流

程管控水平。(2)应用场景精细化延伸。人工智能应用将从当前核心环节,向机电安装细分场景延伸,覆盖更多施工与运维细节。例如,在管线焊接、精密设备安装等细分工序中,引入更精准的人工智能视觉定位与控制技术,实现工序操作的标准化;在后期运维中,结合人工智能算法对设备运行数据进行常态化分析,实现设备故障的提前预判与精准排查,覆盖传统模式下难以管控的细分场景。(3)技术应用轻量化、普及化。未来人工智能技术将适配中小规模机电安装工程需求,推出轻量化应用方案,降低技术应用门槛。不再局限于大型工程项目,中小型工程可通过简易智能设备、轻量化算法模型,实现施工安全监测、设备调试优化等基础应用,同时人工智能设备与系统的成本将逐步降低,推动技术在行业内的全面普及,逐步替代传统人工主导的管控模式^[5]。

结束语:本文围绕人工智能在机电安装工程中的应用发展展开研究,梳理了机电安装工程的核心特点与人工智能的适配性,明确了相关核心技术及各环节具体应用,展望了未来发展趋势。人工智能技术为机电安装工程破解传统痛点、提升工程质量提供了有效路径,当前其应用已逐步落地,但仍需在技术融合、场景延伸、普及推广等方面持续完善。

参考文献

- [1]张先锋.人工智能技术在地铁机电安装工程中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026(4):164-166.
- [2]刘润宝,李德军.建筑机电安装工程中智能化技术应用分析[J].建筑,2025(2):126-128.
- [3]翟金亮.智能化技术在工业机电电气安装中的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026(3):076-079.
- [4]钟小亮.人工智能技术在电气自动化控制领域中的运用探析[J].消费电子,2025(7):124-126.
- [5]罗燕朵.人工智能在机电一体化系统中的应用与发展趋势[J].新潮电子,2026(8):16-18.