

铁路预制T梁智能生产施工技术研究

胡喜兄

中交一航局第四工程有限公司 甘肃 平凉 744000

摘要：随着铁路建设的快速发展，对预制T梁的生产质量与效率提出更高要求。铁路预制T梁智能生产施工技术至关重要，其涵盖智能钢筋加工、模板系统、混凝土浇筑、预应力张拉及养护等关键技术。通过加强技术研发与创新投入、培养专业人才、完善管理体系及推进技术标准化等策略，可有效提升该技术水平，助力铁路建设向智能化、高效化迈进，为提高铁路工程整体质量提供有力支撑。

关键词：铁路预制T梁；智能生产；施工技术

引言

在当前大规模铁路建设背景下，传统预制T梁生产施工技术面临诸多挑战，难以充分满足日益增长的工程需求。铁路预制T梁的质量与生产效率，对铁路工程的安全性与建设周期起着决定性作用。本文聚焦中国交建马来西亚东海岸铁路项目预制T梁，结合登嘉楼梁场实际生产情况，深入剖析其生产技术要点，并针对技术提升提出切实可行的策略，以推动铁路建设领域智能化技术的广泛应用与发展。

1 铁路预制T梁智能生产施工技术的重要性

铁路预制T梁智能生产施工技术的重要性，体现在其对工程效率、质量管控、成本控制及行业发展趋势的多维度推动。在效率提升上，传统预制T梁生产依赖人工，受场地、气候等限制，生产周期长、效率低。智能生产技术引入自动化设备，实现流水线作业。如中国交建马来西亚东海岸铁路项目三分部登嘉楼梁场采用2条生产线，将T梁生产周期从7-10天缩短至4天，单日产梁量达8片左右，生产效率大幅提高。质量管控方面，智能生产技术通过集成化管控，对设备关键参数智能感知与控制。智能化附着振捣系统能按需对不同部位振捣，提升混凝土强度和密实度；智能液压模板实时监测脱合状态，减少模板变形，确保T梁生产标准化、精细化，降低质量缺陷风险。成本控制上，智能生产技术以自动化设备替代人工，减少工序用工20%-50%。从行业发展趋势看，智能生产是桥梁建设领域的创新方向。随着物联网、云计算等技术的深度融合，智慧梁厂成为行业标杆，推动桥梁建设向更高效、更智能发展。这种技术革新提升企业核心竞争力，为行业可持续发展奠定坚实基础。

2 铁路预制T梁智能生产施工关键技术

2.1 智能钢筋加工技术

在铁路预制T梁生产中，智能钢筋加工技术极为关键。其通过数字化控制设备，实现对钢筋的精准调直、弯曲与截断。先进的数控钢筋弯曲中心，能依据预设程序，将钢筋弯曲成各类复杂形状，精准度可达毫米级，极大提升了钢筋加工的精度与效率。传统人工加工，在处理复杂形状钢筋时，不仅耗费大量人力与时间，且精度难以保证。智能加工设备还具备实时监测功能，可对加工过程中的钢筋直径、弯曲角度等参数进行动态监测，一旦出现偏差，能立即自动调整，确保每一根钢筋都符合设计要求。这有效避免了因人工疏忽导致的质量问题，大幅降低了次品率。在大规模铁路建设项目中，智能钢筋加工技术的高效性优势更为突出，能在短时间内完成大量钢筋的加工任务，满足施工进度需求。其对原材料的利用率更高，通过优化加工路径，减少了钢筋的浪费，降低了生产成本。智能钢筋加工技术在保障钢筋加工质量、提高生产效率、降低成本等方面发挥着重要作用，为铁路预制T梁的高质量生产奠定了坚实基础。

2.2 智能模板系统技术

智能模板系统技术是铁路预制T梁智能生产的重要环节。该系统采用先进的自动化控制技术与高精度模板设计，能实现模板的快速安装、拆卸与调整。新型的液压自动模板系统，可通过遥控器或中央控制系统，轻松完成模板的开合与定位，大大缩短了模板安装时间。模板表面采用特殊的涂层处理，具有良好的脱模性能，能使预制T梁表面更加光滑平整，减少了后期表面处理的工作量。智能模板系统还配备了智能监测装置，可实时监测模板在使用过程中的变形、位移等情况。一旦模板出现异常，系统会及时发出警报，并提供相应的调整建议，确保预制T梁的尺寸精度与外观质量。在T梁预制过程中，模板的重复使用次数直接影响成本。智能模板系统通过优化结构设计与材料选择，提高了模板的耐用性，

延长了模板的使用寿命。其便捷的安装与拆卸方式,也减少了模板在安装与拆卸过程中的损坏风险,进一步降低了生产成本。智能模板系统技术以其高效、精准、耐用等特性,为铁路预制T梁的快速、高质量生产提供了有力支撑^[1]。

2.3 智能混凝土生产与浇筑技术

智能混凝土生产与浇筑技术为铁路预制T梁的质量提供了关键保障。在混凝土生产环节,智能搅拌站借助自动化控制系统,精准调控水泥、砂石、外加剂等原材料的配比。通过传感器实时追踪原材料重量与流量,确保每批次混凝土配合比与设计要求严丝合缝,从源头上保障混凝土质量的稳定性。运输过程中,装有智能监控系统的混凝土搅拌车大显身手。该系统能实时获取坍落度、温度等参数,异常时迅速调整,维持浇筑前工作性能。浇筑环节,智能浇筑设备运用先进泵送技术与自动化控制装置,实现混凝土的均匀、连续浇筑。以智能布料机为例,它能依据T梁结构特点,自动调整布料位置与速度,有效避免漏振与过振现象,确保T梁内部结构密实。智能浇筑设备还能与振捣设备联动,依据混凝土浇筑进度自动控制振捣时间与强度,进一步提升浇筑质量。智能混凝土生产与浇筑技术通过对生产、运输、浇筑全过程的智能化控制,有效提升了混凝土的质量与浇筑效率,为铁路预制T梁的高质量建造提供了可靠的技术支持。

2.4 智能张拉技术

智能张拉技术是铁路预制T梁智能生产施工的关键环节之一,对T梁的力学性能和结构稳定性起着至关重要的作用。在传统张拉方式中,人工操作往往难以保证张拉力的精准与稳定,而智能张拉技术则有效解决了这一问题。该技术采用先进的自动化张拉设备,融入高精度传感器与智能系统,精准把控过程,能够实现对预应力筋张拉过程的精准控制。在张拉过程中,系统可实时监测张拉力、伸长量等关键参数,其监测精度极高,哪怕是极其微小的变化也能被准确捕捉。系统会根据预设的张拉程序自动调整张拉力,确保预应力筋的张拉符合设计要求。智能张拉技术具有显著优势。第一,它提高了张拉的精度和稳定性,避免了传统人工张拉过程中因人为主因素导致的误差,使张拉质量更加可靠。第二,实现了张拉过程的自动化和智能化,减少了人工操作,大大提高了生产效率。通过实时监测和数据分析,能够及时发现张拉过程中的异常情况,并采取相应的措施进行调整,保证了T梁的质量和结构安全。例如,在马东铁项目中,采用智能张拉技术后,T梁的预应力损失明显降低,结构

性能得到了显著提升^[2]。

2.5 智能养护技术

智能养护技术是提升铁路预制T梁耐久性与强度的重要手段。该技术采用智能化的温湿度控制设备,根据预制T梁不同的养护阶段,精准调节养护环境的温度与湿度。在T梁浇筑完成后的初期,智能养护系统通过自动喷淋装置,保持混凝土表面的湿润状态,防止因水分蒸发过快导致混凝土出现裂缝。利用加热或降温设备,将养护环境温度控制在适宜范围内,促进混凝土的早期强度增长。在养护过程中,智能传感器实时监测T梁内部与表面的温度、湿度变化,并将数据传输至中央控制系统。系统根据预设的养护曲线,自动调整养护设备的运行参数,确保T梁始终处于最佳的养护条件下。与传统养护方式相比,智能养护技术能更精准地控制养护环境,大大缩短了养护周期,提高了生产效率。例如,对于一些采用高性能混凝土的预制T梁,传统养护耗时久,智能养护技术则能优化条件,在较短时间内让T梁强度达标。智能养护技术以其精准、高效的特点,为铁路预制T梁的质量提升与快速生产提供了有力保障,有助于延长铁路桥梁的使用寿命。

3 提升铁路预制T梁智能生产施工技术的策略

3.1 加强技术研发与创新投入

(1) 在铁路预制T梁智能生产施工领域,持续且充足的技术研发投入是核心驱动力。需聚焦智能生产关键技术难题,如高精度模具的智能设计与制造技术,投入大量资源开展专项研究。借助先进软件与工具,对模具结构进行优化,以此保障T梁尺寸精度,提高模具重复使用率,降低生产成本。(2) 自动化生产设备的研发亦不可忽视。应投入资金与人力研发新型自动化钢筋加工设备,使其能自动完成钢筋调直、弯曲、焊接等复杂工序。加工时,通过智能传感器实时监测钢筋加工参数,出现偏差立即自动调整,确保钢筋加工质量稳定,从源头提升T梁整体质量。(3) 在材料创新方面要加大研发力度。需着重聚焦混凝土材料领域,积极探索新型高性能混凝土材料,在确保其强度与耐久性达标的前提下,着力提升流动性与自密实性,适配自动化浇筑工艺,提高效率、降低劳动强度,为技术提升筑牢根基。

3.2 培养专业技术人才

(1) 铁路预制T梁智能生产施工技术的有效应用离不开专业技术人才的支撑。针对智能生产设备操作,选拔有机械操作基础的人员,制定系统培训计划。由专业工程师讲解设备原理、操作及故障处理,经实操训练,让操作人员熟练掌握技能,精准高效完成任务。(2) 在技

术研发人才培养上,与高校、科研机构建立深度合作机制。输送企业内部有潜力的技术人员参与高校相关专业进修课程,学习智能生产、材料科学等前沿知识,并参与科研机构课题研究,接触最新成果与技术理念。鼓励他们所学应用于铁路预制T梁生产实践,开展技术创新活动,为企业带来技术突破。(3)针对现场施工管理人才,定期组织专业培训活动。邀请行业内资深专家分享智能生产施工管理经验,涵盖施工进度把控、质量管控、安全管理等要点与技巧。通过案例分析、实地观摩等形式,提升管理人员管理能力,确保施工现场各项工作有序推进,发挥智能生产施工技术优势^[3]。

3.3 完善智能生产施工管理体系

(1)构建全面的智能生产施工管理体系,需优化生产流程管理。细致梳理铁路预制T梁智能生产的各个环节,运用流程再造理论,去除繁琐冗余步骤。例如,借助信息化系统实现原材料采购、运输、存储与生产需求的精准对接,防止原材料积压或缺货,让生产流程更顺畅高效。(2)质量管理方面,建立基于大数据的质量管控体系。利用智能传感器收集T梁生产中的质量数据,如混凝土浇筑温度等,通过数据分析模型实时分析。若质量数据偏离标准,系统即刻预警,管理人员能及时调整,确保T梁质量可控。(3)设备管理是重要组成部分。为每台智能生产设备建立全生命周期管理档案,记录采购、安装调试等信息。运用设备监测系统实时掌握设备运行状态,依据设备运行数据科学制定维护计划,实施提前预防性维护,降低故障率,保障施工连续性与稳定性。

3.4 推进智能生产施工技术标准化

(1)推进铁路预制T梁智能生产施工技术标准化,首要任务是制定统一技术标准规范。需组织技术专家、企业骨干共同参与,融合国内外先进经验与国内实际需

求,针对设备选型、工艺流程、质量检验等环节进行细致规范,明确自动化钢筋加工设备精度、T梁浇筑振捣参数等具体标准,为智能生产施工提供清晰、明确的技术依据。(2)在标准推广方面,应通过举办技术交流会、培训班等形式,向铁路建设相关企业、施工单位宣传智能生产施工技术标准。邀请标准制定者进行详细解读,并现场演示标准在实际生产施工中的应用方法,确保相关人员深入理解标准内涵,能够在实际工作中准确执行。(3)需持续跟踪智能生产施工技术标准的实施效果,建立反馈机制。收集企业在执行标准过程中遇到的问题与建议,组织专家进行分析评估,及时修订完善标准中不合理或不适应实际发展的部分,使标准与时俱进,促进铁路预制T梁智能生产施工技术行业的规范化、标准化发展^[4]。

结语

综上所述,铁路预制T梁智能生产施工技术在现代铁路建设中展现出显著优势。关键技术的有效运用及提升策略的实施,极大地提高了预制T梁的生产质量与效率。然而,技术发展永无止境,未来应持续加大研发力度,深化智能技术与铁路建设的融合,进一步完善智能生产体系,不断探索新技术、新方法,为铁路事业的蓬勃发展提供更坚实的技术保障。

参考文献

- [1]陆亦云,祝安宝.铁路后张法预制T梁智慧环形生产线施工技术研究[J].西部交通科技,2024(8):179-182.
- [2]邹光明.普速铁路预制T梁横向预应力孔道三维空间精确定位技术[J].大科技,2024(4):88-90.
- [3]代路云.单线铁路预制T梁架设施工技术[J].云南水力发电,2022,38(4):144-151.
- [4]李琼.铁路预制T梁桥上封端施工技术[J].黑龙江生态工程职业学院学报,2020,33(3):40-41.