

盾构施工标准化管理的实践与创新

王 勇 刘 泽

(中铁二局集团有限公司,610031,成都//第一作者,教授级高级工程师)

摘 要 总结盾构施工标准化管理的一些创新做法,探讨了盾构施工标准化管理的实践与创新,提出盾构施工标准化管理的重点创新方向是将建筑工业化理念和信息化新技术深度融入盾构标准化作业全过程,加快盾构施工设备智能化改造,建设数字化工厂、智慧工地,推进绿色建造,实现盾构施工高质量发展。

关键词 盾构施工;标准化管理;实践与创新

中图分类号 U455.1; U455.43

DOI:10.16037/j.1007-869x.2019.05.003

Practice and Innovation of Standardization Management in Shield Construction

WANG Yong, LIU Ze

Abstract With a summary of the innovative standardization methods in shield construction, the practice and innovation of standardization management are discussed. The key innovation direction of standardization management is proposed, which will integrate the concept of building industrialization and new information technology into the whole process of standardized operation of shield tunneling, accelerate the intelligent transformation of shield construction equipment, build digital factories and intelligent construction sites, so as to promote the green construction and achieve high quality development of shield construction.

Key words shield construction; standardization management; practice and innovation

Author's address China Railway No.2 Group Co., Ltd., 610031, Chengdu, China

我国的城市轨道交通建设已进入一个新的快速发展时期,截至2017年底,我国大陆33个城市、161条轨道交通线路投入营运,总运营线路长度达4 712 km;在建线路228条,总线路长度达5 636 km。据不完全统计,我国城市轨道交通隧道工程85%以上采用了盾构(或隧道掘进机)施工。目前,市场对建设标准的要求越来越高,必须通过创新驱动实现高质量发展,以技术创新为基石促进管理创

新。通过创新将建筑工业化、信息化、绿色施工等理念融入盾构施工标准化,实现盾构构件部品化、作业流程标准化、生产高效化和决策科学化,将有助于推动盾构施工高质量发展。

本文通过对盾构施工标准化管理的一些创新做法,探讨盾构施工标准化管理的实践与创新,提出盾构施工标准化管理的重点创新方向是将建筑工业化理念和信息化新技术深度融入盾构标准化作业全过程,加快盾构施工设备智能化改造,建设数字化工厂、智慧工地,推进绿色建造,实现盾构施工高质量发展。

1 将建筑工业化理念融入盾构施工,提升施工质量和效率

建筑工业化凭借设计标准化、构件部品化、施工机械化和科学管理的特征为实现建筑业绿色、高效和可持续发展创造了重要条件^[1]。可将建筑工业化理念融入盾构施工标准化作业,在盾构管片工厂化预制、临时设施构件装配化、施工机械智能化改造等方面进行创新,实施模数化设计和加工制作、标准化作业,以提高构件部品加工质量,降低成本,提升盾构施工效率。

1.1 临时设施规划设计标准化

城区盾构作业场地通常都比较狭窄,而盾构机和配套设施体积较大,如何合理规划设计盾构施工场地,将临时设施构件装配化以便于安装、拆除和重复利用,是临时设施规划设计应考虑的重点。为此,将盾构作业场区规划设计标准化,对盾构管片存放、周转材料存放区等实行标准化布置;创新盾构管片存放支架,设计了专用支架;采用型钢焊接,与管片接触面采用橡胶衬垫,以保护管片;管片架与地面采用钢筋固定,保证支架的稳定性;盾构管片存放支架采用工厂化生产,安装和拆卸快捷方便,可周转重复利用,极大提高了支架的利用率。盾构作业场地标准化布置见图1,盾构管片存放支

架见图2。



图1 盾构作业场地标准化布置



图2 盾构管片存放支架

在盾构隧道内对管线和走行系统作出了一些创新,实现了标准化布设,将“一纤二道三水三电”和走行系统分别设置在盾构隧道两侧,位置固定,提升了盾构隧道内的整洁美观性(见图3)。用于固定盾构管线的定型挂钩、水管抱箍连接式钢管、镀锌钢板整体冲压走道板、槽钢轨枕、管片存放专用支架等均采用模数化设计、工厂化生产、统一标准、集中制作,以降低成本,确保加工质量,提高临时设施部件的周转利用率。

盾构隧道的电力系统采用扁铁定型加工挂钩集中挂设固定;照明灯具采用LED(发光二极管)灯带,挂于挂钩最上方,顺次再挂设光纤、照明电缆、洞内施工动力电缆、盾构高压电缆等。

盾构排水系统水管采用抱箍连接式钢管,可分节安装,方便安拆、堆放和运输。为便于区分水管用途,水管上涂以不同颜色,其中循环水管为黄色、污水管为暗红色,表面再配以文字标明用途和水流方向。

盾构隧道内走行系统中的走道板采用镀锌钢板整体冲压成型,反向排孔增加结构刚度,并分块制作,极大地提升了走道板的防滑、耐用性。布设后的走道板美观、便于清洗。

盾构隧道轨道系统水平运输采用43 kg/m钢轨,定制槽钢轨枕;轨枕与轨道采用卡槽连接,限位牢固可靠,免螺栓安拆,安装和拆卸方便快捷,极大

地减轻了维护工作量。



图3 盾构隧道“一纤二道三水三电”和走行系统布置

1.2 盾构管片工厂化预制

应基于建筑工业化理念构建盾构管片自动化生产线,从场区设计、生产流程、养护、场内试验、出场等环节,将机械化、自动化、智能化、信息化和绿色理念融入盾构管片生产全过程,实现盾构管片预制的标准化作业,提升盾构管片预制的质量和效率。

自动化生产流水线应充分考虑管片预制模具、钢筋制作、混凝土拌制、管片浇筑线及管片蒸汽养护线的匹配。钢筋制作采用数控弯曲以提升机械化智能制作水平。管片预制生产线的行走系统(包括驱动、行走及牵引)、蒸汽养护线行走系统(包括驱动、行走及牵引)和横移系统(含横移小车、定位装置)应体现自动化和智能化。混凝土拌制采用脱轨式振动平台(振动平台采用专用橡胶减振块,当模具进入振动平台时车轮会脱离轨道悬空,振动能量不会影响车轮和模具的使用寿命,模具小车可自行进入振动平台、自行脱离振动平台)。预制管片蒸汽养护采用碰撞式蒸养室门和温控系统。为精确控制蒸养室的温度,提高蒸汽养护效果,蒸养室采用PID(比例积分微分)控制模式。

1.3 提升盾构施工机械化和智能化水平

在常规盾构机械化作业基础上,通过技术创新,提升了盾构渣土运输、盾构隧道洞内运输、泥浆处治等长期制约盾构作业进度的难题。

创新应用渣土皮带机输送系统,盾构出土实现了机械化、全程自动化控制,极大提升了出渣效率。渣土运输系统由水平运输系统和垂直夹带输送系统组成,包括水平螺旋输送机、洞内水平皮带机、垂直夹带机、转载机(横向皮带机)等装置。皮带机的机尾搭在盾构机台车上,渣土通过盾构机的皮带转运到连续皮带输送机上,输送到始发井,然后通过垂直夹带输送机直接传输到地面渣土池。在传统电瓶车出渣模式中,当出渣斗车满载时,盾构必须

停止掘进,待满载渣土的电瓶车行至道岔处,另一辆空仓的渣土车再开进至出渣口,此时盾构才能继续推进,这一过程耗时至少要 30 min。采用渣土皮带机输送系统极大地降低了劳动强度和运输成本,提升了出土效率,提高了盾构长距离掘进速度,较传统电瓶车出渣模式节省了时间,且更加节能环保。

开发应用超级电容车水平运输系统大幅提高了出渣车的重载大坡道运行的安全性能。超级电容车具有充电速度快、使用寿命长等特点,且在动力、荷载等方面优势明显。超级电容出渣车无需配备备用电池,充电时间短,可利用出渣车在隧道井口停歇时间快速充电。

推广应用真空抽浆系统清除盾构泥浆,可提升盾构作业文明施工水平。针对盾构掘进过程中盾构车架及隧道内泥浆特性,研制了一种具有高实用性、高效率的真空抽浆系统,提高了盾构隧道文明施工管理水平。该系统操作简单、维修方便,替代了传统意义上的纯人工清理。

1.4 推进绿色施工实现可持续发展

据统计,在我国,建筑业、制造业和交通行业已成为三大资源消耗大户,也是污染排放的大户^[2]。通过对盾构施工工艺、技术、模具的优化与持续创新,可提高资源利用率,节能减排,推动绿色施工和可持续发展。通过对超级电容车水平运输系统、渣土皮带机输送系统、泥水分离设备、污水处理等进行改进创新,以及革新传统施工工艺,对走道板等模具进行装配化设计、工厂化制作,将绿色施工贯穿盾构施工全过程,践行绿色发展理念。

2 将信息化融入盾构施工,助推盾构施工标准化

信息化以其高知识性、技术性和智能性等特征为盾构作业实现管理规范化、流程标准化、生产高效化和决策科学化创造了有利条件。推动信息化、智能化与盾构传统施工融合,助推盾构施工标准化,已成为实现盾构施工高质量发展的重要选择和迫切需要。

通过开发应用二维码技术、多终端物资信息化管理系统、盾构远程监控大数据管理系统、BIM(建筑信息模型)等信息化技术,搭建盾构施工信息化、智能化管理平台,以信息化手段促进管理效能的全面提升,打造“标准、智慧、创新、绿色”的数字化工地。

在此基础上,应进一步研究基于大数据技术的海量数据分析,提供更符合实际的水文地质环境和理论模型,结合盾构远程大数据监控系统、BIM 技术、数字化掘进系统,开发基于人工智能算法的掘进参数的预设以及智能调整的掘进平台,以规避盾构高风险工程作业风险,提升盾构施工安全与效率。

2.1 开发应用盾构远程监控大数据管理系统

通过开发应用盾构远程监控大数据管理系统,实现了公司所有盾构掘进参数(推力、扭矩、速度、转速、土压、油温)的及时采集、发布与实时监控。通过手机 App 及时推送盾构作业参数异常信息,及时启动预警,可在第一时间发现、分析和解决问题。该系统具有强大的数据分析功能,可对关键参数、综合参数,以及导向异常、管片姿态、地表沉降、设备管理与维护等参数进行实时数据统计分析,通过收集、整理、统计、分析盾构施工相关数据,形成盾构施工技术总结,为类似地质环境盾构施工提供参考。

2.2 BIM 技术应用

作为建筑业信息化的重要组成部分,BIM 技术在建筑全生命周期的精细管理上优势明显,不仅能实现各参与方在建筑全生命期对同一信息模型的数据共享,而且能为建筑工业化的实现提供技术保障。BIM 技术作为一种全新的理念及系统性方案,在建筑行业受到广泛关注和认可,随着建筑产品资源库的逐步完善,BIM 技术将在绿色建筑的大数据时代发挥重要作用^[3]。

基于盾构管片预制和盾构施工作业全过程工序特点,引进开发 BIM 施工协同管理平台,深度应用 BIM 技术提升盾构施工信息化水平,助推盾构施工标准化作业的快速落地。将 BIM 技术应用于盾构施工场地规划布置、三维建模、图纸优化、可视化交底、施工模拟、施工协同管理等施工全过程,通过建立盾构掘进施工模型,细化各地层盾构掘进参数,优化盾构施工工艺,强化风险工程预控,提升盾构施工作业的安全性和效率。

2.3 二维码技术应用

在物资管理、临电配电箱、试件、技术交底等环节采用二维码技术,实现材料可追溯性,方便现场快速查阅技术交底书等技术资料,实现实时、无纸、可追溯化管理。

配电箱创新采用快速接头,避免了“一闸多机”等违规现象。同时,采用二维码技术,授权电工扫

码操作,其他人员可通过扫码查看临电安全负责人、电工操作证、巡视检查记录等,既规范了临电管理,也方便操作。配电箱快速接头及二维码技术应用见图4。



图4 配电箱快速接头及二维码技术应用

2.4 开发应用多终端物资信息化管理系统

仓库物资管理运用超市管理理念,开发应用多终端物资信息化管理系统。手持扫码终端扫描出入库中对应物资唯一的识别条形码,将物资出入库数据上传至数据库后,该物资方可出入库,提高了物资管理效率。通过手机端、电脑端软件,工区和物资管理人员可随时查看物资库存数量,设置物资库存报警信息,避免停工待料。

2.5 VR(虚拟现实)漫游及安全体验

结合VR眼镜实现动态漫游。设计VR安全体验软件,模拟真实场景下的安全事故,同时结合VR眼镜,让体验者更加逼真地体验高空坠落、坍塌、物体打击、触电、爆炸、机械伤害、火灾等场景,提高工人对安全事故的感性认识,自觉提高安全意识。

2.6 人脸识别门禁及储物柜

采用智能门禁系统,进出人员通过人脸识别、指纹识别、智能卡进入闸口,屏幕显示作业人员信息。智能储物柜可储存安全帽等小件随身物件,通过人脸识别进行存取。

3 通过管理创新,提升盾构施工标准化管控水平

科学的管理是落实现场标准化管理的关键,为此,在盾构施工标准化作业管理方面开展了一些探索。一是实现标准化工地挂牌评比管理。制定标准化工地挂牌评比管理办法,明确标准,对满足标准的进行挂牌,举行授牌仪式,管理过程中不达标

时实施摘牌,形成“挂牌光荣、摘牌可耻、无牌平庸”的良性竞争氛围,进一步巩固和提高现场标准化管理意识,弘扬先进,样板引路。二是实施盾构掘进质量专项奖励机制。制定质量专项奖励标准,将盾构成型质量中拼装错台错缝标准提升至5 mm以内,以无碎裂、无渗漏等质量管控要素为核心,对实现标准的成型隧道实行专项奖励,提升全员质量意识。三是实行安全、质量和环境工分兑换管理制,激发全员安全管理主动性。为夯实现场安全、质量、环境管理,鼓励作业人员参与安全、质量和环境的管控,开展作业人员安全、质量和环境工分制,对发现、消除不同隐患作业人员对应奖励相应面值工分票。工分票可兑换相应等价物品,并与自动售卖机兑换结合,从而调动全员参与安全、质量和环保管理的积极性,激发全员安全管理主动性。四是采用安全教育视频交底。结合盾构施工各个工序安全特点,利用动漫等形式生动形象地展示垂直运输、水平运输、管片拼装等安全教育,阐述作业工序的风险点及风险控制措施,列举工序施工事故案例等。作业工人从应付安全教育到愿听、会听、想听,取得了明显的效果。

4 结语

随着我国城市轨道交通的快速发展,盾构施工将面临更加复杂的环境,市民对环保的期望更加强烈,各方对盾构施工的标准和要求也更加严苛。因此,必须通过技术和管理的持续改进与创新,融入信息化、智能化的先进技术和管理理念,创新工艺和模具,对机具进行智能化改造,实施标准化管理,建设绿色、智慧型工地,进一步推动盾构建设高质量发展。

参考文献

- [1] 毛林超.我国建筑工业化与信息化融合的关键影响因素研究[D].北京:北京建筑大学,2016.
- [2] 徐义屏.中国建筑业协会徐义屏副会长在绿色施工分会专家研修班上的讲话[J].中国有色建设,2015(1):13.
- [3] 刘学贤,马祥,张婧一.BIM与建筑工业化融合的绿色建筑发展前景分析[J].建筑咨询,2017,44(22):9.

(收稿日期:2018-09-27)