

轮胎式设备在地铁铺轨施工中的创新应用

刘晓亭

中铁电气化局集团有限公司, 北京 201700

[摘要]随着城市轨道交通网络的快速扩展, 地铁铺轨施工的规模与复杂性逐年增加。传统的铺轨方法主要依赖重型轨道铺设机与人工协作, 尽管在一定程度上提高了施工效率, 但在作业空间需求、能源消耗、环境污染以及适应性等方面, 显著的不足逐渐暴露。通常, 传统设备需要较大的作业场地, 并且在操作过程中产生较高的能耗和污染问题。此外, 轨道铺设过程中较大程度依赖人工, 容易受人为因素的干扰, 从而影响施工质量与安全性。针对这些挑战, 轮胎式设备应运而生, 凭借其卓越的机动性、自动化操作系统与对复杂环境的适应能力, 成为现代地铁铺轨施工中的一种创新选择。提升施工效率的同时, 这些设备有效降低了对环境的负面影响, 并增强了施工人员的安全保障。因此, 传统施工方法得到了改进, 轮胎式设备不仅成为未来地铁建设的关键发展方向, 也为施工带来了创新性的突破。

[关键词]地铁施工; 铺轨设备; 轮胎铺轨车

DOI: 10.33142/ucp.v1i6.15183

中图分类号: U21

文献标识码: A

Innovative Application of Tire Type Equipment in Subway Track Laying Construction

LIU Xiaoting

Chengtie Company of China Railway Electrification Engineering Group, Beijing, 201700, China

Abstract: With the rapid expansion of urban rail transit networks, the scale and complexity of subway track laying construction have been increasing year by year. The traditional track laying method mainly relies on the cooperation of heavy-duty track laying machines and manual labor. Although it has improved construction efficiency to a certain extent, significant shortcomings have gradually been exposed in terms of workspace requirements, energy consumption, environmental pollution, and adaptability. Usually, traditional equipment requires a large workspace and generates high energy consumption and pollution issues during operation. In addition, the track laying process relies heavily on manual labor and is easily affected by human factors, thereby affecting the construction quality and safety. In response to these challenges, tire type equipment has emerged as an innovative choice in modern subway track laying construction due to its excellent maneuverability, automated operating system, and adaptability to complex environments. While improving construction efficiency, these devices effectively reduce the negative impact on the environment and enhance the safety of construction personnel. Therefore, traditional construction methods have been improved, and tire type equipment has not only become a key development direction for future subway construction, but also brought innovative breakthroughs to construction.

Keywords: subway construction; track laying equipment; tire laying vehicle

引言

随着城市化进程的加速, 地铁已成为现代城市交通体系的核心组成部分, 推动着地铁建设需求的持续增长。铺轨施工作为这一过程中的关键环节, 直接决定着地铁系统的运行效率与安全性。尽管传统铺轨施工方法在过去的项目中取得了一定成效, 但随着城市轨道交通规模的不断扩大, 传统方式的局限性逐渐暴露。为了提高施工效率、降低成本并增强施工安全性, 新的技术与设备逐步被引入这一领域。轮胎式设备, 作为一种新型施工机械, 灵活性、效率与适应性方面的独特优势, 逐渐成为地铁铺轨施工中不可或缺的工具。因此, 深入探讨轮胎式设备在地铁铺轨施工中的应用, 分析其带来的技术创新与变革, 旨在为未来地铁建设提供高效、安全与环保的施工解决方案。

1 轮胎式设备概述

轮胎式设备, 顾名思义是依靠轮胎作为支撑和驱动方

式来执行运输及施工任务的工程设备, 这类设备因其较强的机动性与灵活性, 能够适应多样的地形与复杂的施工环境, 尤其在城市轨道交通建设中, 展现出了显著的应用价值。与传统的轨道式设备相比, 轮胎式设备不再依赖轨道的支持, 得以直接进入施工现场进行铺轨作业, 从而显著提高了施工效率, 同时增强了现场调度的灵活性。操作简便、机动性强、转场迅速, 这些特点使它非常适合应对城市轨道交通工程中频繁变换的施工现场与紧凑的空间。随着技术不断进步, 轮胎式设备的设计逐渐得到优化, 自动化水平与作业能力已得到显著提升, 特别是在提高铺轨精度和加速施工进度方面, 展现了巨大的潜力。

2 地铁铺轨施工方法

2.1 传统铺轨施工方法

传统的地铁铺轨施工方法依赖于轨道铺设机及一系列辅助设备, 通过标准化的工艺流程完成轨道的铺设、固

定及调整。通常，施工单位会使用重型机械清理和平整道床，以确保铺轨区域的基础设施符合相关要求。随后，轨道材料会被运送至指定位置，轨道铺设机将其铺设至预定位置，并由轨道支撑系统进行支撑。接着，轨距及水平会通过人工或其他机械设备进行精确调整。最后，轨道会通过道钉或固定装置稳固地固定在道床上，以确保轨道的稳定性与耐久性。尽管这一方法在过去的施工中取得了显著成效，但在施工周期、作业复杂性、设备依赖性及适应不同施工空间的能力上，存在一定的不足之处。此外，过度依赖操作人员使得施工精度与安全性容易受到人为因素的干扰，尤其在复杂环境下，施工效率往往受到限制。

2.2 新型铺轨施工方法

新型铺轨施工方法近年来在地铁建设领域广泛应用，凭借其高效性、智能化及强适应性，逐步成为行业发展的主要趋势。与传统方法相比，这项新技术引入了更多的自动化与智能控制，施工精度与速度得到了显著提升。无人驾驶铺轨设备的应用，使集成传感器与智能系统可以实时监测轨道位置、轨距及几何形状。在无人干预的情况下，作业参数能够自动调整，从而确保轨道精准铺设。液压系统的优化设计使新型设备在复杂地形中具备更高的作业效率，施工的灵活性得到了大幅提升。相较于传统设备，新型铺轨方法不仅提升了施工效率，还有效减少了对环境的影响，特别是在城市中心或地下施工时，严格的空间与噪音要求得到了满足。无轨化技术的引入使轮胎式设备能够快速转场，执行道床整形、轨道铺设及轨距调整等多项任务。设备的高机动性及低成本特点，展现了这种方法的优势，不仅缩短了施工周期，也降低了人力与物料消耗。

3 轮胎式设备在地铁铺轨施工中的优势

3.1 提高施工效率

轮胎式设备在地铁铺轨施工中的显著优势之一，便是能够显著提高施工效率。传统铺轨设备通常依赖于固定轨道，这限制了转场与调整施工位置的灵活性，致使施工进度容易受到场地变化的影响。相比之下，轮胎式设备的最大优势在于其卓越的机动性与灵活性，能够迅速适应复杂的城市环境，调度与转场时间得到了显著缩短。特别是在城市轨道交通施工中，轮胎式设备能够迅速在不同作业面之间进行转换，频繁拆卸与重组设备的需求得以避免，不仅节省了时间还有效优化了资源配置，确保了工期的顺利推进。引入的自动化技术使轮胎式设备能够在作业过程中高效完成轨道铺设、轨距调整等精细操作，人工干预的需求得以减少，作业效率得到了提升，同时也增强了施工精度与可靠性。

3.2 增强施工安全性

轮胎式设备在地铁铺轨施工中的另一大优势，在于其显著提升了施工的安全性。与传统的轨道式设备相比，轮胎式设备凭借其更强的机动性，能够迅速调整位置以适应

复杂的城市环境，从而减少了施工人员在危险区域长时间暴露的风险，有效降低了施工过程中的安全隐患。高水平应用的自动化技术，使许多作业环节得以实现机械化控制，减少了人为操作失误的可能性，进一步保障了施工人员的安全。设备本身还配备了多项安全防护措施，如超载保护与紧急停车系统，这些功能在防范设备故障或操作失误时发挥了关键作用，有效预防了安全事故的发生。凭借其灵活的调度能力，轮胎式设备能够优化施工现场的空间布局及人员安排，减少了交叉作业及人员密集带来的安全风险，从而提高了整个施工过程的安全管理水平。

3.3 降低成本与环境影响

轮胎式设备在地铁铺轨施工中的优势，除了提升施工效率外，还在降低成本与减少环境影响方面表现出了显著效果。由于其高机动性，轮胎式设备能够灵活调度，转场与搬运所需的时间得以减少，从而有效降低了施工过程中的间接费用。与传统的轨道式设备相比，轮胎式设备占地面积较小，能够更合理地利用有限的施工空间，缩短了公共资源的占用时间，降低了相关成本。设备普遍采用低油耗、高效能的动力系统，不仅保障了作业效率还大大降低了能源消耗，从而减少了能源费用。在环境保护方面，轮胎式设备由于噪音与排放较低，在城市轨道交通建设中展现了显著的环保优势。精准的作业与灵活的调度，不仅减少了废弃物的产生，还有效避免了施工过程中对周边环境的污染，尤其在城市中心区施工时，能够显著降低对居民生活环境的干扰，充分体现了绿色施工理念的实际应用。

4 轮胎式设备在地铁铺轨施工中的创新应用

4.1 创新设计与技术特点

现代轮胎式设备在地铁铺轨施工中的设计与技术特点，显著推动了施工效率与精度的提升。创新体现在多个方面，尤其是在液压技术、智能控制系统、自动化操作和节能设计方面的突破，使轨道铺设工作更加精确、高效，并能够适应复杂的施工环境。首先，轮胎式设备的液压技术创新使得轨道铺设与调整过程变得更加精确和可控，高效的液压系统不仅提升了作业能力，还增强了在复杂地形上的适应性，确保设备能够在不平整、软弱或崎岖的地面上保持高效工作。液压驱动系统的改进，不仅提供了更稳定的推力，还增强了设备在不同工况下的操作能力，特别是在高负荷条件下，设备的稳定性得到了极大提高^[1]。智能控制系统的引入是轮胎式设备在现代地铁铺轨施工中最大的创新之一，通过智能化控制，设备能够根据现场实际情况自动调整工作参数，如轨距、轨道平整度等。通过与传感器的结合，设备实时监测施工过程中轨道的几何状态，并根据预设程序进行精准铺轨，极大减少了人工干预。这种自动化控制不仅有效降低了操作误差，还提高了施工精度，使得铺轨工作可以在更短的时间内完成。此外，优化设计的动力系统使得轮胎式设备能够在各种复杂地形

与环境下保持稳定的作业能力,不同于传统的轨道式设备,轮胎式设备依赖于轮胎驱动系统,这使得它能够在城市密集区域、狭小施工空间以及崎岖不平的道路上顺利作业。紧凑的结构设计是这种高适应性的核心,使得设备能够在有限的空间内灵活调度,同时确保在不同环境下均能完成轨道铺设任务。特别是在城市地下轨道或狭小的施工现场,轮胎式设备表现出了极高的灵活性和机动性,极大缩短了施工周期。在环境保护方面,创新的防震与降噪技术有效减少了施工过程对周围环境的影响,施工时产生的震动和噪音不仅影响施工人员的工作环境,还可能对周围的建筑物和居民生活产生干扰。为此,轮胎式设备通过优化机械结构与使用减震材料,显著降低了设备运行时的震动。同时,噪音控制技术的应用,使得设备在工作过程中噪音水平降到了最低,有效减少了对周围环境的干扰。随着技术的不断进步,轮胎式设备的智能化和自动化作业能力得到了显著提升,这些技术创新不仅提高了施工效率与精度,也使得设备更加环保、节能,减少了对资源的消耗,降低了能源消耗及排放。

4.2 施工工序的优化与创新

轮胎式设备在地铁铺轨施工中的应用,不仅提升了设备性能,还对施工流程进行了创新性的优化,使整个施工过程更加高效且精确。传统铺轨施工通常需要多台设备协同作业,繁琐的工序以及频繁的设备切换和人员操作,常常导致效率低下。采用轮胎式设备后,施工流程得到了有效简化与整合,能够同时完成轨道铺设、轨距调整以及道床清理等任务的设备,显著减少了设备协调与转换的时间,进而提高了施工的连续性^[2]。此外,自动化调节技术的融入,使设备能够实时监测轨道的平整度与几何形状,依据反馈数据进行自动调整,从而确保轨道质量符合标准要求,克服了传统人工检查的局限。自适应控制系统的配备,使设备能够根据不同地形与工作环境灵活调整作业模式,确保各环节高效完成,进一步提升了施工效率与作业精度。通过一系列工序上的创新改进,不仅施工周期被缩短,还有效降低了人为操作失误的风险,推动了地铁铺轨施工的现代化进程。

4.3 关键技术的突破与应用

在轮胎式设备的应用过程中,若干关键技术的突破显著提升了地铁铺轨施工的效率与质量。智能化轨道检测与调整技术的引入,使设备能够实时监测轨道的平整度、轨距以及其他几何参数,并自动进行调整。借助传感器与数据分析,该技术精确测量铺设过程中每一个细节,从而确保轨道的精准性,避免了人为检查中可能出现的疏漏或误差^[3]。另一个重要突破是液压系统的优化,经过改进后的高效液压驱动系统不仅提供了更精确的作业能力,尤其在复杂地形下还确保了在重载和恶劣环境下操作的稳定性

与安全性。与此同时,多功能集成技术的应用,使现代轮胎式设备能够将轨道铺设、轨距调节、道床整形等多项任务集成于一体,减少了所需设备的数量及操作的复杂性,从而提升了施工效率。通过这些技术的结合,施工速度得以加快,操作风险得以降低,对人工的依赖也得以减少,施工过程变得更加智能化与安全。

5 轮胎式设备在地铁铺轨施工中的未来发展

随着城市轨道交通建设的迅猛发展,轮胎式设备在地铁铺轨施工中的应用前景愈加广阔。随着科技进步及智能化水平的提升,轮胎式设备将在精度、效率及适应性方面突破现有的局限。进一步应用智能化技术,设备将能够实现更加精准的自动化控制,尤其在轨道铺设、轨距调整以及道床整形等环节。结合大数据与人工智能,作业参数能够实时优化,从而提升施工质量。未来,更多的环保突破将使轮胎式设备取得,采用更节能高效的动力系统,降低能源消耗与排放,以符合可持续发展的目标。在“无轨化”技术逐步推广的背景下,轮胎式设备将在更复杂的施工环境中展现出其独特优势,尤其在城市狭窄空间和地下施工中,能够灵活应对各种挑战,减少传统施工方法带来的干扰与环境污染。更进一步,设备的多功能集成化使其不仅限于轨道铺设,还能在施工过程中承担更多任务,如道床检测与轨道维护,从而大幅提升施工的综合效率。

6 结语

轮胎式设备在地铁铺轨施工中的创新应用,凭借其高效、精准与灵活的特点,正逐步取代传统铺轨方式,推动地铁建设朝智能化与绿色化发展。通过智能控制系统、自动化技术及无轨化设计的深度融合,不仅提高了施工效率,且在保障施工安全方面发挥了重要作用,同时减少了对环境的负面影响。尽管目前仍面临一定的技术与成本挑战,但随着技术的持续进步与市场需求的不断增长,轮胎式设备将在未来地铁铺轨施工中承担更加重要的角色。随着相关技术不断突破与创新,轮胎式设备有望成为地铁建设中不可或缺的核心工具,为城市轨道交通的快速发展提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]生尉鑫. 轮胎式铺轨设备在地铁施工中的应用探析[J]. 工程机械与维修, 2023(2): 33-35.
 - [2]丁文长. 轮胎式设备在地铁铺轨施工中的创新应用[J]. 时代汽车, 2020(9): 34-37.
 - [3]张兆钦. 地铁铺轨施工中轮胎式铺轨设备创新应用[J]. 中国设备工程, 2020(3): 205-207.
- 作者简介: 刘晓亭(1986.3—), 男, 毕业院校: 北京交通大学, 所学专业: 土木工程专业, 目前就职单位: 中铁电气化局集团有限公司, 职务: 项目总工, 职称级别: 工程师。