

高速公路隧道二衬台车无轨行走技术的施工实践与改进

凡思勇 孔维松 陈籽佑

中铁三局集团第五工程有限公司 山西晋中 030600

摘要: 目前,高速公路隧道二衬台车轨道式构造形式使用较为普遍,行走过程中需要反复铺设轨道,工序繁琐,需要人员较多,且行走过程中容易出现钢轨变形从而导致脱轨问题。相比传统二衬台车行走过程中存在的弊端,二衬台车无轨行走技术因行走操作简单、节约劳动力等优势,在高速公路隧道施工中有十分广泛的应用需求。在此背景下,本文概述了无轨行走技术的原理及优势,分析了无轨行走技术的施工实践,提出了无轨行走技术的改进措施,旨在为广大技术人员提供书面参考与借鉴,保障高速公路隧道的施工安全与质量,提升施工效率,降低施工成本。

关键词: 高速公路;隧道;二衬台车;无轨行走;实践与改进

高速公路隧道二衬施工是隧道施工至关重要的一步,对整个工程的安全与耐久性能有很大影响。但常规有轨台车施工过程中,存在作业效率低下、劳动强度大及铺设线路烦琐等问题,严重影响施工的质量与效率,且脱轨风险较为突出。为解决上述问题,无轨行走技术在二衬台车中的应用应运而生。隧道二衬台车更换传统轨道式爬行受力结构为液压支腿式,该技术设备行走操作简单,节约劳动力,实现机械化减人。本文主要以在建高速公路特大断面隧道为依托,对二衬台车无轨行走技术展开了综合方面的分析和研究。为隧道建设提供安全、高效、可靠的施工解决方案。

一、无轨行走技术的原理及优势

(一) 原理阐述

无轨行走技术适用于高速公路、铁路工程隧道等建设项目。根据隧道设计断面尺寸大小,定制与之匹配的二衬台车,更换传统轨道式爬行受力结构为液压支腿式,支腿受力重新计算,确保支撑稳定。通过横向、纵向液压伸缩调整,实现台车前移和横移就位。主体结构采用液压推行式,液压电机功率 $1 \times 5.5\text{kW}$ 、 $1 \times 7.5\text{kW}$,主动推进油缸 $2 \times 1500\text{mm}$ 个,台车行走速度 3m/min ,升降油缸最大行程 300mm ,边模油缸最大行程 300mm ,平移油缸最大行程 200mm 。隧道二衬台车更换传统轨道式爬行受力结构为液压支腿式,能适用大角度纵向坡度隧道施工,二衬施工作业更安全;同时没有钢轨的存在,现场设备更简洁,有利于场地清理,现场文明施工较好,且减少了钢轨维护成本,提升了施工效率与环保水平^[1]。

(二) 技术优势

鉴于无轨行走技术的众多优点,因此在我国隧道建设工程中具有巨大的应用前景。在精确的液压控制下,台车可快速平稳地移动至预定地点,加快了工程进度。采用无轨化的结构设计,可以降低轨道的运行费用,同时也可以避免脱轨安全问题。同时,这项新技术还促进了环保理念的落实,避免轨道的经常替换与维修,从而降低了对环境的影响。此外,该技术具有较强的灵活性,可适用于不同地质条件、不同倾角的隧道施工需求,保证工程的质量与安全性。无轨行走技术通过优化场地布置,实现机械的合理布置,从而有效提升工程的施工效率,促进文明施工的发展,彰显环保、高效、安全的施工理念。

二、无轨行走技术的施工实践

(一) 工程案例介绍

位于川渝交界处的铜资高速安岳隧道,双洞全长 6649m ,平均断面面积 167m^2 ,最大断面面积 220m^2 。针对该大断面特长隧道二衬施工,项目采用了无轨液压行走二衬台车,很好地解决了传统二衬台车行走弊端。避免传统台车行走过程中反复铺设轨道问题、避免钢轨变形造成脱轨问题、避免仰拱填充顶面施工质量差造成的钢轨悬空受力不均问题。无轨液压行走二衬台车可以自由地移动到所需的工作面上,不受轨道限制,从而极大地提高了施工效率,行走操作简单,节约劳动力,实现机械化减人目标。隧道二衬台车更换传统轨道式爬行受力结构为液压支腿式,能适用大角度纵向坡度隧道施工,

二衬施工作业更安全。同时没有钢轨的存在,现场设备更简洁,有利于场地清理,现场文明施工较好。实践证明,该设备的液压驱动装置工作稳定,一次性可实现12m二衬施工,稳步推进工程建设^[2]。

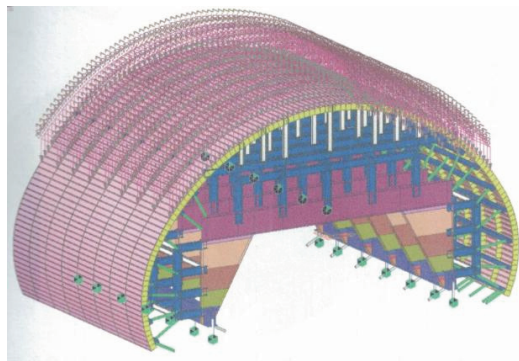


图1 无轨台车模型

(二) 施工工艺流程

升降油缸开始工作,其活塞杆逐渐上升,带动下端的步进式油缸支座逐渐脱离地面,达到悬挂的目的。为了确保台车的平稳运行,必须对油缸的提升速率进行准确的控制。在步进油缸支座全部悬起后,步进油缸开始收缩动作,将步进式油缸支座沿台车底座上的轨道回退,直到达到梁下轨道的尾端为止。这时,步进式油缸的收缩动作已经结束,可以进行下一阶段的移动。然后,升降油缸将原来抬起的油缸拉回来,从而使伸缩杆也处于悬浮状态。在此过程中,对液压系统的气压进行控制是非常关键的,要保证油缸的回收能够顺利进行,平稳且无冲击。接着,进油缸开始展开,带动步进油缸打开,由液压系统带动台车前进。在这种情况下,为了保证工程的正常运行,台车的运行速率要随隧道的特殊情况及安全需求而不断变化。上述过程为一个完整的行走周期,通过重复操作,可使台车一步一步地前进,最后达到设计要求的作业点。

(三) 施工过程中的注意事项

由于在施工时,台车的各个部位都会受到一定力的作用,螺栓、销子都可能会发生松动,若拧紧不当,则会造成台车的结构不稳,从而对工程的质量与安全性产生不利的影响。因此,每一个工作循环后要检查各部位螺栓、销子的松紧状态,对各种连接件重新检查紧固。台车行走机构、丝杆千斤顶,都是台车行走与支撑的关键部件,其润滑状态直接影响台车的运行情况,应定期给台车行走机构、丝杆千斤顶等设备打黄油,使其保持良好的润滑状态。液压系统应无泄漏现象,液压油应清

洁,工作时压力表开关应打开,随时观察压力的波动情况。钢模板台车行走时,边模板下端与地面间不得有风管、水管等障碍物,严防台车行走时有拖带现象。台车浇筑前,对地丝杠千斤顶务必顶牢于地面^[3]。

三、无轨行走技术的改进措施

(一) 液压系统优化

二衬台车无轨行走系统采用的是以液压系统为中心的动力装置,液压系统的工作状态直接影响台车运行的稳定性和可靠性。要达到高效率的工作,首先要做的就是谨慎地选择和改造液压泵。传统的定量泵在复杂变化的工程条件下难以实现精确的功率匹配,而新型的变量泵能够根据实际负荷和工作速率,对其进行动态调整,从而有效解决能源损耗和功率短缺问题。例如:台车起步和爬升时,能自动增加出力,保证强大的功率输出;在平路上以均匀速度行进,可降低流量,节约能源。在此基础上,对该系统进行整体的优化设计,选择具有良好抗腐蚀性能和平滑内壁的管道,以减少管道弯曲和连接件的数目,减小流体在流体中沿程的阻力和部分的压降。这不但可以提升整个装置的工作效能,而且可以降低由于压力波动引起的装置振动和噪声。此外,还必须配置高精度的液压油过滤设备,采用多层过滤装置,将细小的杂质粒子阻隔于体系外部,避免其对液压元件的损伤,从而提高液压缸、液压阀等重要零件的工作寿命,减少机械故障^[4]。

(二) 台车结构改进

为了保证无轨行走的高效和安全,需要设计合理的台车结构。在结构方面,采用先进的有限元分析技术,对台车总体构架进行优化,选择高强度、低密度的合金钢材,在保证其强度的同时,显著减少行走时的能量消耗,提高其在狭窄隧道空间中的灵活性和机动能力。比如,对框架的截面形状和尺度布局进行合理的设计,使得台车既能满足承载要求,又能实现重量的有效控制。为了保证台车行走时的平稳,需要准确地计算和适当地调节其中心点,通过对设备布置的调整和配重的优化,实现重心位置向台车的几何重心接近,同时将重心高度控制在较低的水平。从而使台车在转弯、坡度改变、地面不平的情况下保持良好的重心,降低台车的倾翻危险。从而提高施工人员的操作舒适度和装备工作的稳定性^[5]。

(三) 安全性能提升

对于二衬台车无轨行走而言,加强其安全性显得尤为重要。台车的外部造型,应增加其大小和显眼度,并

采用高亮度和高反射性能的材质制成警示标志和警告灯。在较暗的通道中，上述警示标志可引起周边建筑工人的关注，对站台台车的移动方向进行预警，减少发生碰撞事件的概率。

强化对施工人员的安全训练和管理，定期组织并开展安全常识的讲解和业务技能的训练，让施工人员的安全意识和紧急情况下的应对技能得到提升，严格执行安全操作规程，在施工人员层面建立一道牢固的安全屏障，为隧道施工创造一个稳定、安全的工作环境，确保工程顺利完成^[6]。

结语

综上所述，随着科学技术的不断发展，在高速公路隧道二衬施工中应用无轨行走技术，能够大幅提高工程的施工效率，减轻工人的劳动强度，保证工程的安全和质量。通过液压系统的提升、台车结构的优化、安全性的提高，该技术正逐渐突破当前的瓶颈，显示出良好的应用前景。未来，无轨行走技术将在高速公路隧道二衬

施工中发挥更加重要的作用，推动隧道建设迈向更加高效、安全的新阶段。

参考文献

- [1]陈琦.隧道一体化二衬台车设计分析与应用[J].价值工程, 2025, 44(07): 95-97.
- [2]柳霄.铁路隧道二衬施工无门架台车模板加工工艺改进研究[J].工程机械, 2024, 55(04): 177-179+15.
- [3]危志豪, 李酉勇, 魏刚.山岭地区隧道二衬台车纵移平台设计及有限元分析[J].公路, 2024, 69(02): 151-155.
- [4]陆峻, 魏波, 刘翔, 刘丽.二衬台车智能化技术在成渝中线铁路隧道中的应用分析[J].工程技术研究, 2023, 8(14): 32-35.
- [5]赵志刚.公路隧道二衬液压顶升整体式钢端模施工技术[J].科学技术创新, 2023, (11): 143-146.
- [6]蒋诗东.地铁工程二衬台车换撑扣拱施工技术分析[J].浙江水利水电学院学报, 2022, 34(05): 78-83.