

Discussion on Mechanization Matching Construction Technology of Mountain-grown Highway Tunnel

Shilu Qin Runfa Xie

Guizhou Expressway Group Co., Ltd., Guiyang, Guizhou, 563100, China

Abstract

Guizhou, China as expansion in high-speed Tongzi tunnel excavation supporting and inverted arch lining and the subsidiary engineering construction whole process mechanization of form a complete set, in this paper, through the analysis of all kinds of mechanical equipment construction efficiency, quality, safety, cost, summarizes all kinds of advantages and disadvantages in the process of tunnel construction mechanical equipment, for the similar tunnel construction machinery and equipment type selection and applicability.

Keywords

full process construction; mechanization; mode selection; applicability

山区长大公路隧道机械化配套施工技术探讨

秦仕禄 谢润发

贵州高速公路集团有限公司, 中国 · 贵州 贵阳 563100

摘 要

中国贵州重遵扩容高速桐梓隧道在开挖支护、仰拱二衬、附属工程施工进行了全工序机械化配套, 论文通过分析各类机械设备施工工效、质量、安全、成本, 总结出各类隧道机械设备施工过程中的优缺点, 为同类隧道施工机械设备选型以及适用性提供借鉴。

关键词

全工序施工; 机械化; 选型; 适用性

1 引言

重遵扩容高速桐梓隧道以“机械化换人, 自动化减人”为理念, 从开挖支护、仰拱二衬、附属工程施工配置了全工序机械化设备, 并进行了现场实践, 通过收集相关数据对比分析, 总结出全配套机械化设备施工过程中的优缺点, 为同类隧道施工机械设备选型以及适用性提供借鉴。

2 工程概况

桐梓隧道为分离式三车道特长隧道, 全长 10.5km, 隧道穿越地质复杂, 包含高瓦斯、高地应力、岩溶、突泥涌水、断层破碎带等特殊不良地质, 为极高风险隧道。隧道围岩主要以 IV、V 级围岩为主, 合同工期为 41 个月 (1240 日), 经计算, 桐梓隧道月均需完成 90m/ 月施工任务。

3 隧道全工序机械化配套

桐梓隧道超前预报配置了 C6XP-2 多功能地质钻机, 开

挖支护作业线配置了全电脑三臂凿岩台车、拱架安装机、湿喷机械手, 仰拱二衬作业线配置了自行式液压仰拱栈桥、防水板铺挂台车, 自动分层浇筑二衬台车, 附属工程作业线配置了电缆沟槽台车以及液压中心水沟一体化浇筑台车。

4 机械化工装性能及工效分析

4.1 C6XP-2 多功能钻机

C6XP-2 多功能钻机在桐梓隧道断层破碎带、瓦斯段煤系地层、富水岩溶等特殊不良地质施工中能够很好的对前方围岩进行直观探测预报, 指导隧道施工, 其动力足: 克服深孔、大孔、松散体所带来的阻力矩能力更强, 在超前钻探、取芯、大管棚施工中更快捷; 钻进速度快: 平均在 3~4min 即可完成 2m 钻杆换杆和钻进; 超前预报系统更准确: 最新的 DEFI 超前预报系统, 可自动记录钻进过程中转速、扭矩大小, 检测分析更准确。

C6XP-2 多功能钻机售价高达 700 多万, 相比小型钻机虽然在钻孔、取芯、大管棚施工工效方面速度更快, 但是其一次投入过大, 其投入的必要性需结合项目实际情况进一步确定。

【作者简介】秦仕禄 (1992-), 男, 中国贵州遵义人, 本科, 助理工程师, 从事工程管理研究。

4.2 全电脑三臂凿岩台车

超欠挖控制良好,结合地质素描、通过周边眼长短眼设计,每循环动态调整爆破设计,目前隧道线性超挖基本控制在 15~20cm,喷射砼超耗 110% 以内。

安全系数高,操作手在支护成型段落作业,人员安全得到了保证;钻孔人员数量由 16 人减少至 1 人,装药仅需 8 人,大大提高了安全系数。

施工环境改善,人员在封闭驾驶室内施工,隔绝洞外噪声;台车使用 380V 工业用电作为动力来源,不会产生手风钻的废气,降低对人体的危害,减少了矽肺病等职业病的发生。

施工工效提高,三臂凿岩台车比人工钻孔每循环节省 1h,而进尺多 0.8m,三臂凿岩台车月均进尺 110m 左右,比人工施工月进尺多 20~30m,可实现中深空爆破,提高循环进尺。

全电脑三臂凿岩台车一次性投入过大,项目通过全电脑三臂凿岩台车与人工钻爆综合成本核算分析,三臂凿岩台车开挖单价为 46.9 元/m³,较人工钻爆开挖 41.9 元/m³ 多 5 元/m³。但其整体使用效果较好,契合国家机械化减人理念。

4.3 车载式双臂拱架安装机

施工工效高:相比人工安装节约 0.5~1h;安全性高:作业人员由传统的 10 人减少至 5~8 人,减少操作人员,提高施工安全性,降低劳动强度;一机多用:可进行其他的高空作业。

双臂进行大跨隧道拱架安装易出现变形,其在双车道隧道拱架安装效果有待进一步分析,且该机械仅有两个操作平台,在锚杆、超前小导管施工效率方面不如人工台架作业,总体来说,该机械在桐梓隧道中的应用效果不佳,还需进一步改进。

4.4 车载湿喷机械手

安全系数高:掌子面作业人数由传统干喷法的 8 人减少至 2 人;喷射混凝土早期强度高,施工质量好;粉尘浓度低,工人作业环境好;用电少,回弹小,节约经济成本。一次性投入大,需对湿喷砼进行配合比优化、改良才能节约综合成本。

4.5 自行式液压仰拱栈桥

施工跨度大,可跨越已施工仰拱(最长 12m)进行施工;安全稳定,高强度刚性结构承重能力强,重型车辆通过更加安全;模板可和栈桥一起移动,12m 仰拱装模定位仅需 1 人 1~2h,相比传统人工 4~5 人搭配装载机 4~5h,大大节约装模时间。该设备日常使用过程中需要人工维护,维护保养成本高,由于该设备为二衬班组购置,在使用过程中开挖、二衬班组人员责任界定不清,维护保养责任主体难以划分,需对协作单位合同管理模式进一步探讨。

4.6 防水板、土工布铺挂台车

台车可为轮胎自行式及轨行式,操作便捷;台车满足长度为 6m 及 6m 以下所有规格的防水布及土工布半自动铺设,减少人工操作,提升施工效率;台车设有防水板及土工布提

升机构,节省人工劳动力;实现防水板铺设与钢筋绑扎平行作业。该台车上料系统刚性过大,在轨道上滑动时容易出现卡顿,行走不顺畅,影响施工效率,需进一步解决上料系统与轨道结合滑动的问题。该台车上料系统没有微调压紧装置,防水板与初支面之间的距离较为固定,防水材料需人工调整才能处在合适位置。总体来说该台车在桐梓隧道中应用效果不佳,机械设备的选型及其适用性还需进一步探讨。

4.7 自动分层浇筑二衬台车

混凝土自动化分层逐窗入模浇筑,二衬强度更均匀;实现机械化施工,操作简单快捷,所需人员少,工人强度低;大断面循环浇筑时间能实现 10~12h/12m,耗时短;管路均为封闭式,不会造成混凝土坍落度损失而堵管和影响浇筑质量和现场的污染。该台车管路较多,对二衬混凝土品质要求较高,且该台车因采用支撑受力而非门架受力体系,台车改装较困难。

4.8 电缆沟台车

电缆沟接缝少,线型美观,外观质量较好;隧道两侧电缆沟、排水暗沟整体浇筑,避免了人工定型型钢模板来回拆装,大大减少了人工劳动;改善现场文明施工环境。但是台车每天可施工 12m,与传统人工施工 15m/天相比,在施工效率、经济效益上面优势并不明显,可对台车进行加长改进;电缆沟槽台车由于是刚性模板结构,隧道曲线段无法采用,且对二衬、仰拱施工面平整度要求较高,定位困难,需配合破碎锤进行平整。

4.9 液压中心水沟台车

模架行走轨道系统可实现自行行走,使得每循环施工周期较传统施工方法节约 50%,且施工质量高,外观表面质量好,线型平顺。传统组合模板配工人 6 名,3 循环/2 天,每循环 12m,隧中心水沟台车仅需配工人 4 名,2 循环/1 天,每循环 12m,相比传统组合钢模板施工效率提高一倍。施工需要做好隧道运输车辆交通管制,保证施工安全。

5 结语

通过桐梓隧道机械化施工分析总结得出,C6XP-2 多功能钻机、全电脑三臂凿岩台车、湿喷机械手、自动分层浇筑二衬台车、液压中心水沟一体化浇筑台车应用效果较好,双臂拱架安装机、防水板铺挂台车、自行式液压仰拱栈桥、电缆沟槽台车应用效果不佳,在设备选型或者是在技术、管理等方面存在诸多问题,还需进一步改进提升,以真正达到隧道全工序机械化作业。

参考文献

- [1] 汤宪高,单向华,魏志宏,等.长大铁路隧道机械化施工配套技术经济分析研究[J].隧道建设,2012,32(3):270-274.
- [2] 李有兵.长大隧道机械化配套安全快速施工技术[J].现代隧道技术,2012,49(5):110-116.
- [3] 郭海波.机械化施工配套在高速铁路隧道施工中的应用[J].山西建筑,2013,39(26):144-146.