

长大隧道机械化施工技术

崔 辉

中铁十八局集团有限公司 河北 涿州 441602

【摘要】随着我国经济飞速发展，国家对公路、铁路等道路建设的加强过程中，长大隧道越来越多的出现在人们面前，为了保障工程质量与人身安全，越来越多的机械化施工技术参与到隧道施工中。本文以郑万高铁工程中苏家岩隧道出口隧道施工实践为例，围绕施工条件与机械设备配套技术进行讨论。

【关键词】长大隧道；机械化；施工技术

专家用“郑万高铁不是修高铁，而是在修地铁”来形容郑万高铁修建的困难度。其中的软弱破碎围岩地段施工是该项工程中遇到的最大难题。其中的苏家岩隧道出口主要以砂质、碳岩为主，这种土质遇水成泥，在隧道施工中经常出现渗水、涌水，岩石如豆腐，施工就像在软沙里打洞，寸步难行、谁见谁愁。

1 长大隧道机械化施工技术概述

长大隧道的施工技术通常分为掘进机法和钻爆法两种，其中钻爆法在施工中应用较为普遍。该项施工技术主要是先在岩壁上凿岩，然后通过人工安装炸药进行爆破作业，然后将岩石、岩渣等运力，这种被称为无轨运输。在无轨运输方式产生困难时，可以同时配有有轨运输方式进行施工作业^[1]。隧道施工过程中，一般是采用通风机进行通风作业，采用发电站进行供电照明。但是不同的隧道工程需采取不同的措施，比如隧道中含有瓦斯等气体时需采用强通风措施；针对反坡排水要运用抽水设备等，以保证通风设备可以正常使用。

2 工程概况

郑万高铁仅湖北段就需要进行 24 个隧道的施工，施工单位在机械配套方面使用了超前地质预报、钻爆开挖、初期支护、仰拱填充、防排水、拱墙衬砌、衬砌养护等全工序的

机械化技术。

苏家岩隧道(图1)检测里程为:DK478+195-DK478+220,全长 25 延米,初期支护发现背后不密实等缺陷,锚杆检测合格率为 74.4%,道岩体破碎,节理裂隙发育,地质条件差,施工难度大,安全风险高,施工中极易发生突水、突泥现象。

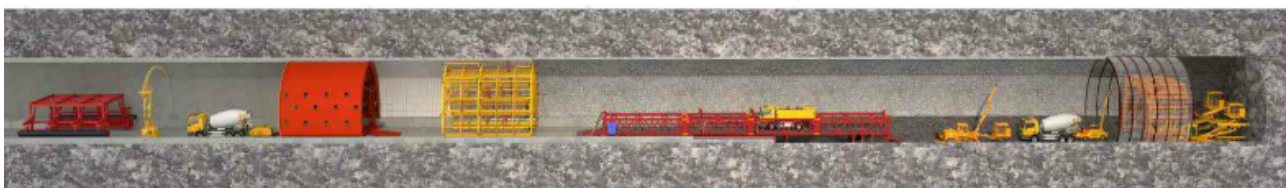
3 机械化配套技术

3.1 机械配置

苏家岩隧道如此艰难的施工环境下,为确保施工质量及施工安全,施工单位使用隧道支护施工的新型设备“三臂架安装台车”(图2)。三臂架安装台车只需要 4 名作业人员,机械臂可以延长至 12.5 米,单个拱架只需要 20 分钟左右即可安装完成,是工期压力下工程作业进度及工作人员安全性较高的机械,且柴电双动力的设计也改进了对环境污染的问题^[2]。同时,施工单位在施工过程中分别采用了三臂凿岩台车的钻孔爆破技术、打设砂浆锚杆技术、新型 YE 技术以及应力锚杆注浆等先进机械施工技术,形成全面的隧道开挖机械配套施工技术的流水线。

3.2 机械化技术配套要点

- (1) 设备在选型上和数量上需要满足隧道机械化施工的要求。
- (2) 隧道机械化施工需要满足施工功法的具体要求。



整体式沟槽模板台车	遥控自动喷淋养护台架	无骨架衬砌模板台车	半自动洒水喷淋设备及钢架衬砌定位架、台架	桥拱一体自行式仰拱模板	锚杆钻进一体机	混凝土喷射机帮手	半自动开挖立拱多功能台架	全电脑三臂凿岩台车

图 1 苏家岩隧道图



图 2 三臂架安装台车作业图

(3) 隧道内供电设备产生的电压满足各项机械设备的正常运转需求。

(4) 必须选用符合质量要求, 安装与维修简单且经济合理的机械设备。

(5) 所选用的机械设备需是当前在市场上配件易于购买, 易损配件可以得到及时供应的机械设备。

3.3 机械化配套作业注意事项

(1) 机械施工作业人员技术水平必须过关。机械操作业要求具有一定的精准度, 对作业人员技术要求非常的高, 对于机械的精确控制是工程安全施工的关键。

(2) 各个机械施工环节严密配合。施工现场的管理十分重要, 施工通常是一个环节紧扣下一环节, 一个环节的失误就很可能造成整体施工的失败, 所以在隧道施工过程中, 急需注意施工作业环节的严密协调与配合。

(3) 合理施工间距。隧道施工普遍是多单位进行, 平行作业需要保持机械通行的畅通, 且在施工中要避免机械作业之间的相互干扰, 保证施工作业的正常运行。

(4) 设置良好的通风、排水系统。施工机械在隧道内进行施工的时候会排出大量尾气且会造成扬尘, 加上隧道内其他有害气体和渗水现象的发生, 作业人员危险性非常高, 所以在施工过程中隧道需要提供良好的通风设备和排水设备。

4 机械化作业流水线

4.1 挖凿作业线

凿岩车(图3)是隧道施工过程中比较常用的典型机械, 是针对较为坚硬的或者比较具有完整性的岩石进行施工的机械, 它操作简单、能耗低、钻孔快且爆破质量好, 是隧道施工机械使用的主要发展趋势^[9]。



图 3 凿岩车参考图

(1) 断层测量: 凿岩台车在控制超欠挖方面难度比较大, 因此需要特别注意爆破炮眼位置和开挖的轮廓线, 且需根据爆破效果进行设计的不断修正。

(2) 钻爆: 首先根据地质与土层情况进行爆破设计, 然后使用爆破器械进行爆破作业。当前隧道施工通常会使用三臂凿岩台车, 它具有平行打眼操作功能和兼有施钻系统锚杆眼孔功能, 可以打进行深孔打眼且不需要过多辅助设施, 施工作业中灰尘少、工作效率高。

(3) 爆破: 采用的是当前比较具有稳定性的乳化炸药和非电毫秒雷管, 它们都具有防水性和稳定性, 且塑料导管的抗电能力较强, 隧道施爆破作业过程中在选用了适合的火工品前提下可以实现钻孔和装药的平行作业。

(4) 超欠挖控制: 隧道开挖工程施工在放样精准且爆破设计合理为前提, 对作业人员的机械操作技能提升培训与强效管理同时实施, 在控制超欠挖方面取得良好效果, 且在一系列开挖施工环节的相互配合中, 培养出一批凿岩台车司钻优秀作业人员, 为我国液压凿岩台车在隧道施工应用奠定了一定的技术基础。

(5) 爆破效果与施工安全: 爆破施工作业后应及时进行光爆面剥落情况、围岩完整情况、炮茬衔接台阶、开挖面尺寸和平整度以及炮眼残留等详细检查, 通过检查得出的详细数据分析开挖作业的合理性和安全性。并且在机械施工作业中需保持其运转功能稳定, 保证过载保护装置和自动控制装置无损坏, 工作人员施工具备安全具体。

4.2 喷射砼作业线

混凝土喷射机械手(图4)对隧道施工中改善劳动工人工作条件起到非常重要的作用, 它可以实现自动、多角度、匀速的进行混凝土喷射。苏家岩隧道在进行隧道的开挖工程后及时进行了初喷, 对围岩起到柔性支护作用, 再根据施工作业情况进行分层、分段的进行混凝土喷射作业, 以确保达到预先设计的喷层厚度和对岩层的支护能力标准。



图4 混凝土喷射机械手参考图

4.3 仰拱作业线

苏家岩隧道采用了先仰拱再衬砌的施工设计方案,这样有利于加强整体结构的承载力,同时对早闭合与墙体坍塌起到了相应作用,整幅仰拱会影响机械、车辆的运行,由此过渡通道施工单位采用了防干扰移动栈桥(图5),有效的支持了出渣、初支、钢筋绑扎作业以及仰拱浇筑等平行作业的同时进行。

4.4 衬砌与防水作业线

苏家岩隧道采用的是复合衬砌,这是目前隧道施工中常用的衬砌方式,一般是通过架设钢架、设定锚杆、欧喷射混凝土等过程进行初步施工,然后使用模板台进行混凝土的浇筑,是有效保障隧道的安全性的衬砌结构,防水板及钢筋施工自动台车在衬砌作业中起到了重要作用。

防排水作业线上采用的是自动防排水及钢筋施作一体



图5 防干扰移动栈桥参考图

台车,自动防排水及钢筋施作一体台车操作性能强且防水板铺设技术成熟,在防水板及钢筋施工自动台车平行施工作用下,使得施工缝防水得到了有效保障,且安装止水带作业和封端的工序互不干扰,有效提升止水带质量同时实现了高效施工作业。

5 结束语

综上所述,苏家岩隧道出口段其地质性质之特殊、施工难度之大,使机械施工技术具有一定挑战性,而在对隧道施工过程中通过对设计与设备的不断调整,加大了技术的创新成果,提升了机械施工技术。通过多方面经验的不断累积和现场实践证明,苏家岩隧道的机械化配套施工设备是成功了的。

【参考文献】

- [1] 刘飞香. 智能型隧道多功能作业台车及其施工技术 [J]. 现代隧道技术, 2019 (4): 1-7.
- [2] 明文锋. 隧道机械化施工成本分析 [J]. 现代国企研究, 2018 (2): 146-146.
- [3] 薛君, 郝纯宗, 谭忠盛. 特长公路隧道机械化配套快速施工技术研究 [J]. 施工技术, 2018 (S1): 605-608.