

基于复杂地质条件下铁路隧道施工技术研究

李涛

中交第三航务工程局有限公司交建工程分公司, 上海 200940

[摘要] 作为我国交通系统中重要的组成内容, 铁路在经济发展、国民日常通行方面发挥着不可取代的作用。在国民整体水平不断提升背景下, 铁路运输量逐渐增大, 铁路隧道建设工程逐渐增多。铁路隧道建设中往往面临着诸多负责因素, 尤其是在复杂地质条件下, 会大大增加施工难度。为了提高复杂地质条件下铁路隧道施工技术水平, 本篇文章首先对铁路隧道施工难点进行总结, 然后重点针对铁路隧道施工常见技术以及复杂地质条件下施工方法展开细致地分析, 希望可以为相关工作者提供参考。

[关键词] 复杂地质; 铁路隧道; 施工技术

DOI: 10.33142/aem.v5i1.7822

中图分类号: U25

文献标识码: A

Study on Railway Tunnel Construction Technology Based on Complex Geological Conditions

LI Tao

Traffic Construction Engineering Branch of CCCC Third Harbor Engineering Co., Ltd., Shanghai, 200940, China

Abstract: As an important part of Chinese transportation system, railway plays an irreplaceable role in economic development and daily traffic of citizens. In the context of the continuous improvement of the overall national level, the railway transport volume has gradually increased, and the number of railway tunnel construction projects has gradually increased. Railway tunnel construction is often faced with many responsible factors, especially under complex geological conditions, which will greatly increase the construction difficulty. In order to improve the technical level of railway tunnel construction under complex geological conditions, this article first summarizes the difficulties of railway tunnel construction, and then focuses on the detailed analysis of common railway tunnel construction technologies and construction methods under complex geological conditions, so as to provide reference for workers.

Keywords: complex geology; railway tunnel; construction technology

1 复杂地质条件下铁路隧道施工难点

通过总结以往铁路隧道工程施工情况可知, 在复杂地质环境中施工作业常常面临着如下方面难点:

第一, 地质问题。很多铁路隧道需要穿越高山、跨过大河, 地质条件是影响铁路隧道工程施工技术的主要因素, 想要确保顺利安全地建设可靠的铁路隧道工程, 就要得到全面的地质资料, 并展开准确地分析, 根据地质条件预测在施工中可能出现的问题, 并且提前做好防范措施, 以免出现突发事故。

第二, 工程差异性。铁路隧道线路通常偏长, 不同施工段所遇情况存在一定差异, 为此在隧道工程施工期间应做好施工方案合理调整, 根据围岩变化有序安全地推进各项隧道工程施工活动, 以免偏差过大。

第三, 较大难度系数。铁路隧道施工中面临很多未知的挑战, 即便是前期勘察十分细致也难免遇到突发情况, 加上作业环境复杂、空间有限, 难以高效地应用各类大形势设备, 施工中还可能出现塌陷等安全事故, 对工程施工安全、施工进度、施工质量等多方面产生不利影响。

2 铁路隧道施工技术常见复杂地质条件

2.1 浅埋隧道施工

铁路隧道施工中, 较难施工形式为浅埋隧道, 此类隧

道容易出现变形问题, 是容易出现事故的常见项目, 为此, 设计施工人员应高度重视浅埋地段施工难点并做好防范措施。埋深不足是浅埋地段施工最为常见的问题, 该地段往往缺少覆盖层, 缺乏足够的围岩厚度, 地表容易出现坍塌问题, 实际施工中容易损失过多地层, 容易出现明显土体位移, 严重影响后期施工活动, 为此, 应结合实际情况制定掌子面稳定策略, 避免出现地表下沉问题。

当前明挖法、浅埋暗挖法、盖挖法都是常见浅埋隧道施工方法, 其中明挖法为按照隧道设计要求从上到下进行开挖, 在主体结构施工完成后回填土体。盖挖法主要按照设计要求从地面向下开挖, 达到要求后再封顶处理。浅埋暗挖法主要工序包括开挖、衬砌隧道施工等, 是当前浅埋隧道施工中最为常用的方法。浅埋暗挖法以新奥法为基础形成的一种施工方式, 该方法需要在前期做好支护等支撑系统, 之后为了加强围护结构还要进行二次衬砌施工, 通过综合使用多种手段打到你围岩自主承受能力提升、形成支护封闭环的效果, 确保支护体系能够和周围围岩充分融合, 提高工程整体稳定性。该方法在软弱基础中能够有着较为良好的应用, 围岩缺乏足够的承载力, 通过该方法可以有效减少地面沉降问题, 提高支护体系的刚度, 将支护承重能力提高, 实现围岩自身负载的控制。为了达到提高围

岩负载能力的效果,工作人员在实际施工中可以按照从上到下的方式进行施工,当有了基本稳定的初期结构后,可以按照从上到下的方式进行二次衬砌施工。同时,工作人员应结合实际地质情况做好浅埋暗挖施工,采取较为经济的快速开挖方法,在施工中根据地层条件做好二衬配套机具的合理选择。通过合理布置各项施工资源,有助于快速地完成施工活动,在整个施工过程中,应密切监控施工质量,对重点工序进行严格控制,提高施工团队综合能力,确保施工技术落实到位。同时,做好隧道内通风等工作,为施工人员创造安全的施工环境。

2.2 偏压隧道施工条件

该隧道主要是一些工程中围岩的压力分布十分不均匀,导致隧洞支护结构承受不均匀的压力。很多因素会引起隧洞偏压问题。第一,没有合理选择施工方法,出现施工断面坍塌等问题,影响到围岩的稳定性,导致应力集中在某个区域。第二,在一些特殊地段的围岩施工中发生了倾斜问题,滑动面较大,支护结构缺乏自稳性,影响到了施工过程,当岩体出现滑动后,隧道局部会出现较大的负载。第三,河谷边缘等特殊地段发生了倾斜,缺乏均衡的压力。在实际施工中,最常见的引发偏压的因素为地形因素,多在隧道浅埋段出现偏压问题。如果地面有着较大的横坡坡度,缺乏稳定的围岩地质,在施工中可以根据治水、管超前、强支护、早封闭等方法有效应对偏压问题。

如果偏压问题是施工原因造成的,那么不但要重视设计工作,还要将施工中的失误及时纠正。如果是地段因素造成的偏压,缺乏对称性,此时可以通过设置挡墙、挖切土体、浇筑加固、支护衬砌等方式进行处理,结合施工地段的实际情况做好施工方法的合理选择,将偏压力减少。

2.3 软弱围岩施工条件

软弱围岩往往有着较为破碎松散的土体,缺乏足够的抗压性,加上围岩缺乏良好的整体性,自稳能力不足,在地质条件较为松软的环境下缺乏抗风化、抗水软化等能力,在开挖之后常常会出现较大的变形情况,导致施工难度大大增加。通常在隧道口会出现软弱围岩,在施工中难以形成洞口,加上存在表面光滑的云母片岩等结构,缺乏足够的胶结性和强度,导致软弱围岩成为铁路隧道施工一大难题。通过对以往的施工项目进行总结可知,坍塌和变形是软弱围岩常见的两种工程灾害,而引发灾害的主要原因就是岩体解耦股破碎,自稳性不足,结构面滑动问题明显,一旦开挖就会出现坍塌等问题。当初期支护作业完成后岩体变形问题会较为严重,增大支护结构压力,结构变形问题扩大,甚至破坏之后的结构。

软弱围岩自身缺乏承受能力,如何提高围岩稳定性成为施工重难点。当前稳定掌子面、加固地层、及时闭合等是较为常见的围岩支护形式。在工程施工中,应提高围岩自身承受能力,此时,可以通过支护、喷混凝土等方法达

到这一目标。此外,软弱围岩施工关键在于断面能否及时闭合,岩石隧道具有自我封闭能力,在施工中应采用临时仰拱、加强底部、超短台阶法等方法及时封闭断面。

2.4 地表滑坡条件

锚杆加固、裂缝处理等都是预防地表滑坡问题常见治理方式。隧道衬砌加固中常常采用锚杆加固方法,工作人员在衬砌上钻孔,并将若干数量锚杆打入洞内,通过螺栓将各个节段锚杆连接,之后用水泥浆灌注,直到水泥混凝土充分粘合锚杆和原有土层,形成牢固、完整的整体。针对裂缝问题,施工人员首先要深入调查隧道结构以及周边地层裂缝具体分布方式,将裂缝深度和宽度确定后合理确定修补方法,比如表面封闭法、内部修补法。可以用环氧树脂砂浆均匀地涂刷不超过5mm宽度的裂缝,将裂缝表面封闭,避免水分、空气等渗入。针对5mm以上宽度的裂缝,可以采用高压注浆的方式将环氧树脂浆液注入其中,之后用膨胀水泥嵌补处理裂缝表面。针对地表存在错台、低洼等情况的区域,施工人员可以采用表面平整的方法,将这些区域夯实、回填,将地表平整度、稳定性、土层压实度全面提高,以免地表土层受到上部荷载影响或者施工扰动而发生不良事故,比如沉降、塌方等。同时,施工人员还要注意优化改进铁路隧道进洞施工技术,合理使用分布台阶开挖、明洞施工等技术。

2.5 膨胀性围岩条件

此类条件下,外部环境气候条件会导致土体强度发生改变,出现洞壁位移、风化开裂、浸水膨胀等问题。比如膨胀性围岩中吸收的水分过量,长时间在水中浸泡会导致岩体在干湿交替过程中不断发生吸水、失水、膨胀、收缩等情况,导致其状态逐渐联合,久而久之形成裂隙,从而导致强度有所降低,造成结构稳定性不足,逐渐发生压力叠加。此时,工作人员在施工方式确定前,先要深入分析地质勘察报告,结合围岩贮存应力值将支护结构体系、支护参数、施工方法等确定,坚持以“围岩加固、改善洞形、先柔后刚”为原则开展施工活动。在加固围岩过程中可以选择多种支护方法,比如预应力锚杆、自进式锚杆,做好锚杆长度严格控制,并确保其长度可以在塑性区厚度以上。施工人员可以选用边墙增大、仰拱曲线率等方法进行洞形改善,挖开铁路隧道断面轮廓,将其修整为表面圆顺的圆形。

3 复杂地质条件下铁路隧道施工方法

3.1 新奥法施工

新奥地利隧道施工方法简称新奥法,该方法在复杂岩体、复杂施工条件、地质条件下适用,可以提高工程设计参数精确度,有助于达到设计要求。在具体施工中,工作人员首先借助先进的仪器设备开展现场勘察测量,对施工现场围岩动态、支护结构工作状态等进行监测。如果是比较差的地质条件下开挖可以选择分块多次开挖方式,一次开挖长度、开挖方式的确定需要充分考虑岩质条件。乳沟

是较好条件的岩质那么可以将开挖长度适当增大,如果是较差岩质条件那么可以将其划分为多个区域,做好开挖长度确定,将全断面开挖长度减少。一般硬质岩中按照2-2.5m范围控制开挖长度,在膨胀地层中按照0.8-1.0m范围控制开挖长度。第一次支护施工流程主要包括次喷射混凝土、打锚杆、立钢拱架、复喷混凝土等,当隧道完成开挖后及时用薄层混凝土进行喷射,之后第一次支护作业在开挖渣堆上完成,此时注意先通过一次喷射混凝土处理没有渣堆覆盖的开挖面之后方可出渣。施工人员按照规范布设锚杆,完成围岩加固,提高围岩承载能力,并且将其作为部分支护体系。之后按照10-30cm范围控制二次混凝土喷射厚度,在混凝土中覆盖钢拱架、锚杆、金属网等。施工中注意第一次支护需要在开挖后围岩自稳时间一半时完成。如果二次支护作业发生变形、底板不稳等情况会造成侧墙、顶部支护稳定性不足,此时需要尽快封底,确保构建封闭式支护体系,将围岩稳定性提高。同时,施工单位在隧道铁路施工中应结合现场实际情况不断完善创新技术方案,确保技术方案充分落实,严格细致地管理每个环节,将整体铁路隧道施工质量水平提高。

3.2 其他施工方法

第一,锚杆技术。复杂地质条件下,该技术可以有效处理围岩位移问题。围岩会导致铁路隧道工程施工中掌子面发生相对移动,施工单位通过合理设置锚杆可以有效控制横截面位移问题,将围岩、支护结构、掌子面变形问题有效解决。可以选择切割或者玻璃纤维锚杆等方式完成超前预加固施工中,按照20m长度控制锚杆构件,确保围岩结构整体稳定性,将工程支护体系可靠性提高。

第二,洞内加固方法。洞内施工中通过合理应用加固支撑系统可以显著提高洞内稳定性。该方法主要借助钢拱架和混凝土提高支护体系稳定性,通过应用这些高强度材料,可以将铁路隧道结构主体抗压性显著提高,进而将隧道运行可靠性提升。同时,施工人员可以针对特定施工工作做好施工方法和施工思路确定,进行岩石加固处理,并且综合使用其他方法监控整个洞内各个部位实际情况,一旦发生变形等问题及时预警。此外,施工单位在复杂地质隧道建造中,可以选择模板衬砌施工方法,将基础可靠性提高。施工单位在仰拱结构施工中可以从侧壁开展施工活动,提高结构整体闭环路,将主体结构稳定性提高。施工

单位通过合理地应用支护技术可以有效将铁路隧道加固施工难度降低,有助于提高施工安全性,减少坍塌等事故问题出现概率。

第三,台阶法开挖。这是铁路隧道开挖施工中较为常见一种施工方式,有助于工程稳定性、安全性提升。施工单位在铁路隧道开挖之前先要对施工现场周围地质环境情况进行全面考察,结合岩体实际特征完成开挖作业。在软弱围岩地质条件下,台阶法开挖施工技术适应性良好,可以充分发挥施工设备的应用价值。在完成开挖施工后,隧道内部施工空间较大,此时一些机械设备的应用可以显著提高施工效率。施工单位在起拱周围合理划分台阶,从而保证按照铁路隧道施工标准控制开挖后围岩自稳时间,将施工安全性、可靠性提高。如果是较好围岩岩石条件,可以将台阶高度适当提高,为顺利高效地使用大型设备创造有利条件。此外,如果铁路隧道环境工程断面可靠性不足,在开挖中也可以选择台阶法开挖方法,该方法主要按照三部分开挖隧道,施工单位重点监督评估整个施工过程,将开挖对隧道上下部空间产生不良影响尽可能地降低。

4 结语

施工企业在开展复杂地质条件下铁路隧道工程建设中需要充分做好相关技术掌握,提前对施工地区地质情况进行勘察,做好施工方案科学制定,将施工人员综合素质水平提高,从而保证顺利、安全、有序地完成各项施工活动,做好施工技术优化,实现铁路隧道施工质量水平提升。

[参考文献]

- [1]陈添平.复杂地质条件下铁路隧道施工技术分析[J].江西建材,2020(12):192-193.
- [2]刘国善.复杂地质条件下铁路隧道施工技术研究[J].工程建设与设计,2020(19):115-117.
- [3]王成功.复杂地质条件下铁路隧道施工技术探讨[J].科学技术创新,2020(16):115-116.
- [4]马培雷.复杂地质条件下铁路隧道施工技术[J].佳木斯职业学院学报,2020,36(2):242-243.
- [5]穆文辉.复杂地质条件下铁路隧道施工技术微探[J].工程建设与设计,2020(2):164-165.

作者简介:李涛(1974.9-),男,北京语言大学,经济管理,中交第三航务工程局有限公司交建工程分公司,项目经理,助理工程师。