

隧道工程的施工特点及质量控制分析

邵雨欣

(中国安能集团第三工程局有限公司 成都分公司,四川 成都 611130)

摘 要:隧道工程系危险系数较大的工程,与其它工程相比具有隐蔽性、施工复杂性、地质条件和周围环境不确定性等特点,因此而增大了施工的难度和风险,同时亦对现场施工管理和质量控制措施提出了更高的要求。阐述了西气东输三线中段管道工程流峪口专用隧道工程的施工特点及采取的质量控制措施。

关键词:流峪口专用隧道;明挖隧道;施工特点;质量控制

中图分类号:TV741

文献标志码: B

文章编号:1001-2184(2024)增 2-0082-04

Construction Characteristics and Quality Control Analysis of Tunnel Engineering

SHAO Yuxin

(Chengdu Branch of China Anneng Group Third Engineering Bureau
Co.,Ltd.,Chengdu Sichuan 611130)

Abstract: Tunnel engineering is a highly hazardous project that, compared to other projects, has characteristics such as concealment, construction complexity, uncertainty of geological conditions and surrounding environment. Therefore, it increases the difficulty and risk of construction, and also puts higher requirements for on-site construction management and quality control measures. This article elaborates on the construction characteristics and quality control of the Liuyukou Special Tunnel Project of the Middle Section of the West East Gas Transmission Line 3.

Key words: Liuyukou Special Tunnel; Open-cut tunnels; Construction characteristics; Quality control

1 概 述

隧道工程施工具有难度大、周期长、范围广的特点,根据隧道工程具有的特点进行施工过程中的管理及质量控制尤为重要,因其直接决定着隧道的使用年限。因此,如何有效地对工程施工中各方面进行管理以满足设计标准、保障隧道及安全及质量成为隧道施工中的重点。笔者针对流峪口专用隧道工程的特点及易出现的风险进行了分析研究,对工程管理及质量控制提出了具体的建议并予以实施,以确保工程施工的质量。

流峪口隧道为西气东输三线中段管道工程专用隧道(明挖隧道),位于陕西省蓝田县九间房镇峪口村 2 组和柿园子村 2 组之间的原凉坡山,起讫里程:LYKJK~LYKCK(水平里程 0+16.1~1+565.9),隧道水平长度为 1 549.8 m,实际长度为 1 551.8 m。隧道洞身采用直墙圆弧拱形

断面,净断面尺寸为 3.2 m×3.2 m(宽×高)。

该隧道工程施工具有的特点:

(1)施工环境复杂。鉴于地质环境是隧道工程施工中的一个重要影响因素,开挖前对地质情况进行了解是隧道施工前十分重要的一项任务,隧道地质工作贯穿于整个隧道的建设过程。在隧道施工中,不仅要了解全隧道的地质条件,还要熟悉各类围岩出现的位置及稳定程度,以确定每一段围岩的类别和开挖断面、爆破进尺等^[1]。

流峪口隧道穿越的原凉坡山山势较陡峭,岭脊明显,相对高差为 100~160 m。根据地质资料及设计图纸可知其分布有Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ类围岩且其交叉分布,尤以Ⅳ类围岩分布较多。围岩等级较差的Ⅴ、Ⅵ类围岩主要集中在隧道进、出口部位,因此而大大增加了隧道进、出口段的施工难度及风险。

为了能及时地发现异常情况,为正确选择开

收稿日期:2024-02-23

挖断面、支护设计参数和优化施工方案提供依据,避免施工中发生涌水、大变形等地质灾害,降低施工风险^[2],项目部在流峪口隧道施工过程中及时进行了超前地质预报,进而保证了施工的安全和顺利进行。

流峪口隧道所属区域为暖温带半湿润大陆性气候,降水较多,且其主要集中在 7~9 月。流峪口隧道所属区域于 2023 年 6 月、7 月及 8 月均突发暴雨而导致隧道进场道路及便桥水毁,造成了很大的安全隐患,严重影响到施工进度。

(2)时效性要求较高。通常隧道施工的时间较为紧凑,各工序需要保证畅通性、连续性,且对其每一道工序都必须严格把控质量。流峪口隧道施工期间,由于受多方面因素影响,严重影响到施工进度。据统计,不可抗力因素导致的工期延误时间已超过合同工期的一半。

从流峪口隧道施工的实际情况可以发现,影响施工进度的原因多种多样,且主要以外部不可抗力因素为主。因此,在隧道工程施工过程中紧凑安排施工工序,充分利用时间,减小因突发状况导致工期滞后的情况发生就显得尤为重要。

(3)施工技术难度大。该隧道工程施工时洞内环境条件较差,进而大大提高了对施工技术的要求。主要存在以下几方面问题:

① 作业面小。流峪口隧道衬砌后的净断面为 $3.2\text{ m}\times 3.2\text{ m}$,洞长 1 552 m,属于长隧洞,其最小纵坡为 0.3%。该工程为长隧道施工且施工操作空间较小,严重影响到洞内出渣的运输效率,且其作业空间内能见度较低、施工噪声较大,加之各工序交错进行导致相互干扰较强,对施工人员的施工技能和施工情绪产生了一定程度的影响^[3]。由于隧道洞身断面尺寸小、双向掘进长、施工强度大,给通风散烟带来了较不利的影响。

② 洞身涌水量较大。裂隙水给洞室开挖带来了极为不利的环境,若排水方案与所选的设备不合理,将会造成淹洞、塌方,不仅影响工程进度和安全,甚至会造成人员伤亡。

③ 自然因素的干扰。流峪口隧道由于工区受洪灾、泥石流等自然灾害影响,施工现场的地形地貌对比招标文件描述的情况发生了一定的变化,导致临建布置、施工方案、机械资源等需要进一步适应现场实际施工环境。

④ 施工方案的复杂性。在该隧道工程建设中,施工队伍、机械设备、施工人员的技术水平等均对施工难度有直接影响。由于该工程的施工方案与工艺流程较为复杂,且不同的施工方法使用条件不同,若随意采取某种方案必然会在一定的风险^[4]。同时,鉴于整个工程的建设周期长、施工环境条件差,对施工人员易产生不良影响,容易出现各种意外风险事故。

2 针对隧道施工采取的现场管理措施

为了保证工期的情况下提高施工质量,必须加强施工现场的管理力度,增加对现场施工人员的技能培训。必须始终坚持安全第一的原则,提高施工人员的安全意识,普及安全教育,让所有人员都要了解施工现场安全的重要性。严格要求施工人员遵守施工现场的制度与规则,避免出现操作失误等情况,减少事故的发生,进而保障施工安全。此外,对于施工过程中可能遇到的突发事件,项目部在施工前要求施工人员必须掌握面对不同情况的应急措施,以期最大程度地避免人员伤亡和经济损失。

2.1 前期准备工作

正式进洞施工前,必须做好洞门、天沟及边沟的防排水设施,保证安全进洞。制定出切实可行的应急救援预案,对项目部全体人员及施工人员进行风险管理和安全培训。交班人员必须详细地向接班人员交代本工班的施工情况及有关安全事项。

2.2 施工过程管理

施工过程中,必须加强对围岩及支护情况的检查检测,随时掌握围岩及支护的变形位移情况^[5]。发现险情时必须第一时间在危险地段做好明显标志或指派专人看守并立即报告相关负责人,及时采取有效措施进行处理。情况危急时,应立即发出预警,待全部人员撤离危险区后及时将有关情况向上级单位报告。

为了保证工程安全及质量,所有施工内容必须严格按照设计图纸进行施工。各工序完成后需报项目部现场管理人员及现场监理人员进行验收,待验收合格后方可进行下一道工序。

3 隧道工程的施工质量控制

隧道工程的施工质量控制不仅关系到隧道的安全性和稳定性,亦直接影响到隧道的使用寿命和运营效益^[6]。质量控制包括对原材料的检验、

施工过程的管理、半成品及成品的检验等环节,任何环节出现纰漏都有可能

导致严重的质量安全事故。因此,有效且合理的质量控制措施对提高隧

道工程的质量具有十分重要的意义。

3.1 工程质量风险分析

工程质量风险分析见表 1。

表 1 工程质量风险分析表

序号	工程名称	风险识别	原因分析	解决措施
1	浆砌石截水沟	浆砌片石水沟开裂、断裂	基底脱空、不密实	基底处理密实
2	边仰坡	未按设计开挖线刷坡	未按设计要求进行放样或未按放样进行施工	按照设计要求进行放样并按照放样进行施工
3	正洞开挖	爆破引起的超欠挖	装药量过大引起超挖,周边眼间距过大引起欠挖	调整爆破参数
4	超前支护	超前注浆不饱满,注浆压力不足	未进行初压、终压的稳压	按照设计要求进行稳压注浆
5	初期支护	钢筋网搭接长度不足	未按照设计要求的网格尺寸进行搭接	按照设计要求进行搭接
		钢架底部悬空	未清理底部虚渣或未采取垫块垫塞	及时清理虚渣并及时采用垫块垫塞
		喷射混凝土不密实、厚度不足	未按照工艺流程喷射,对欠挖未进行处理	及时处理欠挖,严格按照喷射混凝土工艺流程施工
6	底板、水沟	底板平整度差、水沟净空不满足要求	底板浇筑完成后未进行收面,水沟未采用定型模板	底板浇筑完成后必须及时进行收面,水沟浇筑时使用定型模板进行施工
		土工布、防水板挂设不平整	喷射混凝土不平整或太松弛	防水材料铺设前应 对喷射混凝土不平整的地方进行处理,施工时土工布及防水板的挂设必须紧贴牢固
		防水板破烂	锚杆端头未切除或采用电焊、热熔焊机切除所导致	对锚杆端头进行切除或电焊、热熔焊按照规定进行施工
7	衬砌	止水带偏移	未进行固定	固定止水带
		钢筋搭接长度不足	钢筋下料尺寸错误	钢筋加工时必须严格按照设计尺寸进行
		混凝土浇筑不密实、有错台与冷缝麻面	未对称浇筑、振捣不足、浇筑不连续	衬砌混凝土施工时必须按照施工技术要求进行连续、对称浇筑且振捣密实
		侵限	台车定位时未进行复测	台车每次定位后需进行复测

3.2 工程质量控制措施

3.2.1 混凝土施工采取的质量保证措施

(1)严格控制原材料的质量,加强对砂、石等原材料的检验。

(2)规范拌和站建设。混凝土拌和站的建设必须达到工厂化要求。混凝土拌和站的设备配置、场地布置和工艺流程应满足高性能混凝土施工所需的用量和质量控制要求。对料场地面进行硬化,做到排水畅通。

(3)通过试配择优选选择原材料和外加剂的品种与掺量,择优选择混凝土配合比;主体工程混凝土应采用自动化拌和站集中拌和,并加强对混凝土的养护。

(4)对于拌和站原材料储存、搅拌设备防护、混凝土运输、现场灌注时机等

均需考虑季节性施工需要,采取有效的控制温度措施以保证混凝土在冬季和炎热季节的施工质量。

(5)针对冬期、夏期施工的混凝土必须采取有效的温度控制措施。

3.2.2 开挖质量保证措施

(1)采用全站仪进行中线控制、开挖轮廓控制和开挖成形效果、隧道净空检查反馈以确保隧道的开挖质量,加强监控量测、收集信息并及时反

馈用于指导施工。

(2)加强对隧道内的沉降及断面监测。在隧道开挖施工过程中,由于隧道开挖后其上部结构处于悬空状态,会随时间的变化出现沉降现象,因此,在隧道开挖后,必须及时对围岩结构的稳定性进行实时动态监测。同时,在开挖过程中一定要遵循“短进尺、弱爆破、强支护”的基本原则并通过监测数据修正爆破参数,进而有效避免隧道出现超欠挖现象,确保隧道内围岩结构的稳定性。

3.2.3 支护质量保证措施

为了将隧道开挖后的围岩变形控制在合理的范围内,需要在开挖后及时进行初期支护。

(1)严格按照设计规范架设钢拱架以增强围岩的稳定性。

(2)严格控制锚杆的加工及安装质量,例如检查锚杆的长度、抗拉性能是否符合相关规范要求,锚杆的安装质量是否满足设计要求等。

3.2.4 衬砌质量保证措施

(1)采用整体台车或小型模板以减少模板的拼装次数和接缝,提高衬砌混凝土的整体性能。

(2)施工中严格控制混凝土坍落度,确保进仓前混凝土坍落度满足施工要求。严禁在现场随意加水,以保证混凝土的密实度及抗裂性。

(3)钢筋安装过程中,在搬运和安装钢筋时应保证防水板的完整性,禁止出现防水板破损现象。对于预埋件必须采取切实有效的措施仔细施工,确保位置准确。

(4)混凝土浇筑时,为了确保混凝土能够连续施工,需要配备备用泵送机。二衬混凝土浇筑完毕,应及时对混凝土进行洒水养护。

(5)采用雷达等检测仪器对衬砌混凝土进行无损检测,确保其衬砌厚度、密实度和耐久性达到设计要求。

3.2.5 附属工程质量保证措施

(1)基坑开挖时,应对基坑进行良好的防护和支挡,所开挖的基坑应始终保持良好的排水,确保干槽施工。

(2)钢筋的加工、焊接、绑扎与安装必须严格按照国家现行的有关规定和操作规程施工,及时进行隐蔽工程的验收与记录。

(3)模板安装前必须进行技术交底,安装后需经检查合格后方可进入下道工序。

(4)混凝土浇筑前应进行详细的检查:模板尺寸应准确,支撑应牢靠;检查钢筋骨架有无歪斜、扭曲、结扎(点焊)松脱等现象;预埋件的数量、规格、位置是否与设计图纸相符;若有问题必须及时进行处理。保护层垫块的厚度应适当,必须做好隐蔽工程验收的记录并清除杂物。

(5)变形缝的施工必须严格按照施工图纸及质量验收规范施工。

此外,在隧道施工过程中,施工人员作为整个工程的参与者需要具有较高的责任心及良好的施工技术,若不能满足要求,很容易造成工程质量隐患。因此,在工程施工前,需要根据隧道的实际特点对施工人员进行培训。

4 结 语

隧道工程的施工特点决定着施工方案的选择、施工技术难度的大小以及施工管理的方法,而对于质量的控制又直接关系到隧道的安全性、稳定性、使用寿命和运营效益。因此,研究隧道工程的施工特点及质量控制方面的内容具有十分重要的意义,能够为确保隧道工程的施工质量满足设计要求提供保障。

笔者以流峪口隧道施工为例,对隧道工程的施工特点和所采取的质量控制措施进行了探讨,阐述了通过采取合理的管理方法、各分部分项工程的质量管理措施达到了更好的施工效果,所取得的经验可为隧道工程施工提供参考。

参考文献:

- [1] 赵晖.隧道工程地质条件特征及稳定性研究[J].石材,2024,42(2):82-85.
- [2] 陈跃进.隧道施工技术管理关键点及质量控制分析[J].运输经理世界,2020,57(12):39-40.
- [3] 裴伟良.隧道工程施工中常见的问题[J].山西建筑,2018,44(5):186-187.
- [4] 刘斌.隧道工程施工技术及质量控制分析[J].运输经理世界,2023,60(27):112-114.
- [5] 张明耀.浅谈隧道工程施工质量控制技术[J].居舍,2020,40(9):71,77.
- [6] 胡煜斌.隧道工程施工质量控制管理探究[J].广东蚕业,2017,51(1):36-37.

作者简介:

邵雨欣(1999-),女,陕西汉中,助理工程师,学士,从事隧道工程施工技术与管理工作。

(编辑:李燕辉)