

# 地铁浅埋隧道初期支护变形侵限换拱施工技术

陈涛, 杨继恒

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局, 四川 彭山 620860)

**摘要:**成都地铁 18 号线太平隧道为单线隧道, 全隧岩体为 V 级围岩, 隧道为进口向出口单向施工, 采用矿山法施工, 出口端为缓坡出洞, 埋深 5~10 m, 洞段岩体为软弱土质围岩。在隧道施工到出口浅埋段时, 左右线均出现沉降变形且变形较大, 造成部分初期支护侵限二衬, 现场对变形侵限部位的拱架进行了更换与加固处理。浅埋隧道软弱围岩初期支护侵限换拱加固后取得了良好的效果, 最终监控量测结果证明: 在进行初期支护支护换拱后, 结构稳定, 达到了结构安全要求, 保证了隧道净空和二衬混凝土厚度。针对太平隧道软弱围岩段初期支护变形侵限换拱技术进行了阐述, 可为类似工程提供借鉴。

**关键词:**暗挖隧道; 出口浅埋; 软弱围岩; 沉降变形; 初期支护侵限; 换拱处理; 太平隧道; 成都轨道交通 18 号线

**中图分类号:** U21; U23; [U25]; U215

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2019)增 1-0026-02

## 1 概述

太平隧道位于成都轨道交通 18 号线二期工程, 采用双洞分修, 隧道进口左右线间距为 30 m, 出口左右线间距为 17.115 m, 为采用矿山法施工的山岭隧道。隧道左线桩号为 ZDK51+378.55~ZDK51+786.63, 长度为 408.08 m, 右线桩号为 YDK51+401.55~YDK51+790, 长度为 388.45 m, 全隧洞段岩体全部为 V 类围岩, 采用暗挖台阶法施工, 隧道施工为进口单向施工, 线路为 2.52% 的单面下坡, 隧道标准净空断面为 6.88 m×7.1 m, 隧道最大埋深 55 m。

## 2 工程地质条件

太平隧道进口端坡度较陡, 出口端为缓坡出洞, 隧区位于龙泉山山脉东侧, 处于由中低山地貌向丘陵地貌过渡地段, 全隧主要穿越的岩层为侏罗系上统蓬莱镇组 (J3p) 泥岩夹砂岩。

太平隧道出口为缓坡出洞, 埋深 5~10 m, 主要为粉质黏土 (Q4dl+el), 褐黄色, 硬塑状, 含少量砂泥岩质碎石角砾。同时, 该段范围内的岩层呈单斜构造, 岩层层理产状倾角较小, 地质条件较差。

## 3 初期支护变形侵限情况

### 3.1 初期支护变形概述

太平隧道左右线采用从进口单向掘进施工, 前期施工较顺利, 左右线在距离出口 50 m 开始均预留 20 cm 初期支护预留变形量, 在右线剩余开挖 30 m 段落期间, 右洞存在沉降变形, 但变形

值均在控制范围内。在右线贯通时, 左线上台阶掌子面已开挖至距离出坡洞口约 35 m, 此时, 右线出口 32 m 段及左线上台阶附近均出现了沉降变形且变形较大。其中右线 YDK51+738~YDK51+770 因沉降变形累积值过大而造成右线左侧拱肩以下位置侵限, 局部侵限最大值达 43 cm, 左线侵限主要集中在 ZDK51+706~ZDK51+714, 侵限值最大为 21.5 cm, 大部分侵限值为 7 cm 左右, 所有侵限对后续二衬混凝土浇筑影响较大, 需做局部换拱处理, 拱架加工时按照设计蓝图拱架尺寸向外放大 40 cm 加工。

### 3.2 沉降变形超限及侵限原因

(1) 隧道出口段地层岩性较差, 以泥岩为主, 易风化剥落, 具遇水软化崩解、失水收缩开裂等特性, 对隧道沉降变形影响较大。

(2) 在设计预留变形量的基数上将现场实际预留变形量调整至 11 cm, 调整增加的数值偏小, 不能满足要求。

(3) 隧道出口地表平缓, 覆土层深厚, 地表植被茂密, 呈台阶状分布, 隧道埋深较浅, 浅埋段长, 加之施工期雨水较多, 对隧道沉降变形及收敛影响较大。

## 4 换拱采用的施工技术

### 4.1 换拱施工流程

换拱段断面测绘→现场标识侵限偏差值→临时加固施作→换拱段附近二次衬砌完成→确认换拱段→仰拱及仰拱填充施作且变形收敛稳定→换

收稿日期: 2019-01-22

拱拱架端头施作锁脚锚管→分单元凿除每榀侵限段初期支护及拱架→开挖并安装型钢钢架→分单元喷射 C30 早强混凝土→下一榀处理→完成换拱后及时同步施作二衬混凝土。

#### 4.2 换拱部位的临时支撑加固

(1)首先对侵限段已施作的初期支护进行临时加固,防止在凿除混凝土或换拱过程中变形过大而导致塌方,新换拱架与原初期支护拱架一一对应。

临时加固方式主要是在原有钢架的位置架设临时工字钢横撑(双拼焊接 I18 工字钢),工字钢横撑两端设置 20 cm×20 cm×1.5 cm 钢板,每榀横撑之间采用 I10 槽钢焊接相连形成整体。对不侵限拱架分段进行锁脚锚管固定,锁脚锚管每组 2 根,入岩 4.5 m,直径为 42 mm 小导管,锚管外露端头采用直径 22 mm 螺纹钢焊接弯钩对拱架进行约束。

#### 4.3 换拱施工

(1)因左右线侵限均处于隧道同一侧拱墙部位,换拱时人工手持风镐或工业电镐分段凿除剥离侵限部位的喷射混凝土,然后拆除拱架分段连接板处的连接螺栓。逐榀切除、分割需换拱的该榀初期支护混凝土及钢筋网片,防止对不凿除部分混凝土造成损伤,拆除过程中同时逐榀拆除临时横撑。

(2)换拱按照间隔拆换的原则依次更换。拱架拆除遵循先上后下,一次一榀的原则进行处理。在更换完成一个单元后、喷混凝土前,按照原设计方案施作相邻拱架之间的连接钢筋外,按照环向每节拱架增设 I14 工字钢钢托梁加强纵向连接,增强其整体刚度。同时,因更换后的拱架向外放大了 40 cm,拱脚部位与仰拱钢架连接错位,为将初期支护拱架封闭成环,可采用 I18 工字钢帮条搭接焊使其形成封闭初期支护拱架,同时,拱架部位必须凿除松软围岩、进行 C30 混凝土置换,方能确保拱架落在坚硬的基础上。

在每榀钢拱架更换时,混凝土凿除范围要严格按照测量数据进行处理。对于更换后的拱架纵向连接钢筋和钢托梁要及时施作,以降低换拱期间的安全风险。

(3)单元节段拱架拆除后,测量并检查开挖尺寸是否满足要求。待其满足要求后及时对开挖面

喷射 C30 早强混凝土封闭,再按原设计参数重新施作初期支护。

(4)喷射混凝土之前,再次检查其尺寸是否正确,确保不造成二次侵限。

(5)喷射混凝土完成后,重复以上步骤对下一榀钢架进行拱架拆除与安装。

#### 4.4 监控量测

施工中的监控量测是施工安全的保障,因此,隧道的换拱部位将监控量测作为工序引入作业循环,测量后及时整理测量数据并与工程类比法相结合及时作出评价,实施动态管理,指导现场施工。

隧道换拱洞段的监控量测每隔 2 m 进行布点监测,同一断面上、中、下各设置两测点用于岩面收敛量测,拱顶设置一沉降观测点。

### 5 换拱施工的注意事项

(1)换拱期间,应加强监控量测,当总变形值超过 10 cm 或变形大于 2 cm/d 时,立即停止换拱作业并设置临时支撑措施以抑制变形。

(2)换拱作业前,必须对拱墙进行横撑和端头锁脚锚管加固。

(3)换拱前应量测断面轮廓并与设计断面轮廓对比,确定换拱范围,严禁因操作失误造成误换拱或二次换拱。

(4)换拱前应核实监控量测,当沉降及净空收敛稳定后方可进行换拱作业。

(5)换拱前应先行进行隧底开挖、仰拱及填充施作。初期支护封闭成环,仰拱及填充施作形成对隧底周边岩体的反压。

(6)拆除拱架时要随时注意围岩情况,如发现围岩破碎及掉块现象应立即停止拆除,用喷射混凝土封闭拆除面后再次进行径向注浆加固以稳固围岩。

(7)拆换拱架时,拆除完一个单元或一榀钢拱架后,应立即安装新的拱架上去,待全环支护完成后方可进行下一榀钢拱架的拆除置换工作。

(8)换拱时严禁一次拆除两榀及两榀以上钢架。

### 6 结 语

太平隧道在出口施工过程中出现了沉降变形,初期支护侵限二衬,现场对变形侵限部位的拱

(下转第 31 页)

能造成施工风险的情况制定相应的措施,预防事故的发生。同时,项目部成立了瓦斯监测检测管理小组、通风维护管理小组、电气设备管理小组、机械设备管理小组、超前地质预报管理小组,进一步细化瓦斯防控管理措施,在各个环节上将瓦斯施工风险监控到位,降低隧道施工风险。

### 3 结 语

通过高瓦斯隧道应急管理制度的建设,全施工过程控制施工生产产生的风险,提前预防控制,加强对各级及各类人员应急管理知识的培训,提

(上接第 27 页)

架进行了更换并进行了加固处理,浅埋隧道软弱围岩初期支护侵限换拱加固后取得了良好的效果,最终的监控量测结果证明:在进行初期支护换拱后,结构稳定,达到了结构安全要求,保证了隧道净空和二衬混凝土厚度的要求。

隧道施工过程中,进出口浅埋软弱围岩段出现沉降变形是隧道施工的一个难题,变形侵限后置换拱架对工期和效益都有影响。因此要求我们在施工过程中一定要科学、合理地进行施工,随时

高高瓦斯隧道施工生产风险控制和突发事件应急处置的能力,尽可能地避免事故的发生,减小事故发生后的次生灾害和损失,提高了瓦斯隧道施工的安全效益。

#### 作者简介:

董爱斌(1990-),男,甘肃天水人,助理工程师,学士,从事市政工程施工安全管理工作;

张慧敏(1990-),女,河南商丘人,助理工程师,从事市政工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

关注围岩变化,加强地质调查、超前地质预报、测量监控等,根据现场变化动态调整施工参数,确保隧道正常安全掘进。

#### 参考文献:

[1] 欧 华.浅埋隧道初期支护变形侵限处理施工技术研究[J].四川建材,2017,43(4):193-194.

#### 作者简介:

陈 涛(1987-),男,四川成都人,工程师,学士,从事水电与市政工程施工技术与管理工作;

杨继恒(1989-),男,四川会理人,助理工程师,从事轨道交通工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 2019 年深化四川电力体制改革的实施意见发布

### —— 提高电力交易市场化程度、改进电网成本监管、降低电价

近日,《贯彻落实<深化四川电力体制改革的实施意见>2019 年度工作方案》(川发改价格〔2019〕136 号)印发。方案中指出:进一步扩大和创新电力市场化交易、实施分类支持性电价政策、加大电能替代工作力度、推进水电消纳产业示范区试点、促进国家电网与地方电网融合发展、制定电力现货市场试点方案等等。具体内容如下:

一、进一步扩大和创新电力市场化交易。其中包括:1.扩大参与电力市场化用户范围;2.完善丰水期富余电量政策;3.推进风电和光伏发电上网电价市场化;4.平衡国调省调等机组关系;5.完善丰水期低谷时段弃水电量交易政策。二、实施分类支持性电价政策 06突出对重点产业和绿色高载能产业电价支持力度;7.减轻一般工商业用户电费负担;8.用好甘孜、阿坝、凉山、雅安留存电量;

三、加大电能替代工作力度 092实施电能替代支持政策。10.实行丰水期居民生活电能替代电价。实行并完善2019 年丰水期居民生活电能替代电价政策。

四、推进水电消纳产业示范区试点 012、开展水电消纳产业示范区试点;12.开展园区和电源合作试点;13.抓好增量配电业务试点。

五、促进国家电网与地方电网融合发展 012.推进省属电网输配电价改革和同价工作;15.增强网际间合作;16.鼓励国网四川电网参与地方电网股权多元化改革。

六、其他措施 012.制定电力现货市场试点方案;18.加强对售电公司的管理;19.加强市场监管;20.指导用户用好用足既有各项政策。

以上具体内容分别由省发展改革委、经济和信息化厅、省能源局、四川能源监管办、国网四川省电力公司,甘孜州、攀枝花市、雅安市、乐山市人民政府等牵头和组织实施。

(四川发改委 2019 年 3 月 26 日)