

辅助坑道进入正洞挑顶施工技术研究

Research on the Construction Technology of the Auxiliary Tunnel entering the Main Hole and Lifting the Roof

于洋

Yang Yu

中铁十四局集团第四工程有限公司 中国·山东 济南 250000

China Railway 14th Bureau Group Fourth Engineering Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250000, China

摘要: 论文研究隧道辅助坑道进入正洞挑顶的技术措施,从施工顺序、施工方法、施工工艺等方面控制,来达到辅助坑道安全进正洞的目的。

Abstract: This paper studies the technical measures of the tunnel auxiliary tunnel entering the main tunnel, and controls the construction sequence, construction method and construction technology to achieve the purpose of the auxiliary tunnel entering the main tunnel safely.

关键词: 辅助坑道;挑顶;技术措施;工艺

Keywords: auxiliary tunnel; roof overhang; technical measures; craftsmanship

DOI: 10.12346/etr.v4i5.5684

1 概述

辅助坑道与正洞交叉口段结构特殊,受力状态复杂,辅助坑道进入正洞的挑顶施工是保证隧道施工安全的重要环节,交叉口段可采用横向棚架法挑顶进洞。

2 辅助坑道挑顶施工应遵循以下原则

①先加固、后开挖。根据地质情况,辅助坑道与正洞相交范围的初期支护应加强。

②辅助坑道进入正洞的门洞采用加强环。

③辅助坑道进入正洞后的挑顶施工,应从外向内逐步扩大。

④正洞交叉口段的一环二次衬砌,应在辅助坑道断面宽度范围外的两侧各设置一道沉降缝,防止不均匀沉降,引起交叉口处正洞混凝土衬砌开裂。

3 隧辅助坑道进正洞挑顶施工

3.1 工程概况

戈溪隧道斜井全长 140m。斜井单面下坡,坡率为 8.5%。斜井正洞 V 级围岩长度 97m、IV 级围岩长度 43m;地层岩性砂岩:强—弱风化。强风化为灰绿色、灰白色,砂质结构,层状结构,节理裂隙发育,岩体较破碎;弱风化为灰白色、

青灰色、砂质结构,层状构造,节理裂隙发育,岩体完整。

3.2 斜井邻近交叉口段支护设计

斜井(XDK0+0-XDK0+33)初期支护采用格栅钢架,拱架间距为 1m/榀,钢架间纵向连接钢筋采用 $\phi 22$ 钢筋按环向间距 1.0m 设置;拱墙采用 $\Phi 22$ 的砂浆锚杆,长度 $L=3m$,拱部间距(环) $1.5m \times$ (纵) $1.5m$,边墙间距(环) $1.2m \times$ (纵) $1.2m$,梅花型布置; $\phi 6$ 钢筋网片,网格间距 $20 \times 20cm$ 。C25 喷射混凝土厚 20cm。

3.3 正洞加强段支护设计

正洞加强段(DK146+000-DK146+060)采用 IV b 复合衬砌结构,初期支护采用 I18 型钢钢架,间距 1m;拱部采用 $\Phi 22$ 组合中空锚杆,长 3.5m,间距(环) $1.5m \times$ (纵) $1.5m$;边墙采用 $\Phi 22$ 砂浆锚杆长 3.5m,间距(环) $1.2m \times$ (纵) $1.2m$,均呈梅花型布置。 $\phi 6$ 钢筋网,网格间距 $20cm \times 20cm$;C25 喷射混凝土厚 25cm。

4 辅助坑道进主洞工程施工顺序

①施工辅助坑道掘进接近正洞相交里程时,逐渐抬高施工辅助坑道拱顶高程,接长钢架。拱顶抬高坡度控制在 20% 以内。

【作者简介】于洋(1986-),中国山东潍坊人,本科,副高级工程师,从事铁路工程、隧道施工研究。

②施工辅助坑道掘进至正洞开挖轮廓线后，在交叉口处施做加强环。及时施做施工辅助坑道交汇段衬砌。

③在施工辅助坑道与正洞相交处，采用棚洞进入正洞，棚架斜向上爬坡至正洞拱顶后，以平坡向前开挖至正洞外侧上台阶拱脚位置。

④沿隧道正洞方向，拆除棚架一侧的临时支护，根据设计选用VI b 开挖方法和支护参数，施做正洞初期支护并开挖上台阶。

⑤掉头拆除棚架另一侧的临时支护，据设计，选择VI b 开挖方法和支护参数，施做正洞初期支护并开挖上台阶。

⑥待施工空间满足后，两侧同时施工正洞落底。正洞落底后要及时进行正洞仰拱施工，以便初期支护与仰拱尽早成环，确保施工安全。

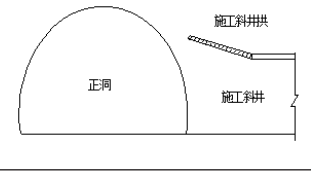
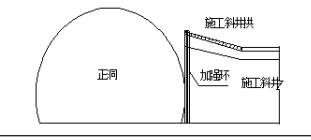
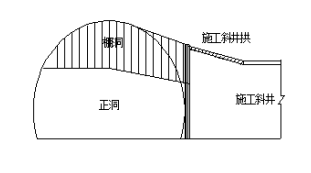
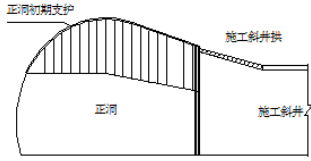
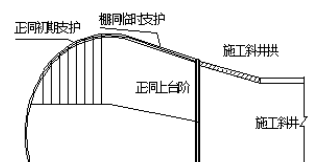
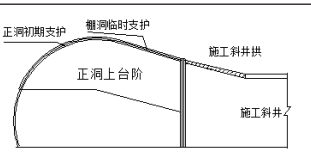
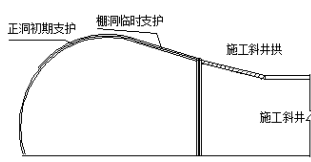
1		①施工开挖正洞相交里程距离 7m 时逐渐抬高拱顶里程，接长钢架。拱顶抬高坡度为 20%
2		②掘进至正洞开挖轮廓线后在交叉口处施作加强环
3		③在施工和正洞相交处采用棚洞法入洞，棚架爬坡至正洞拱顶处，以平坡向前开挖至正洞外侧上台阶拱脚位置
4		④在棚洞内施作上台阶初期支护
5		⑤沿隧道正洞方向，拆除棚架一侧临时支护，根据地质条件，选择合理的开挖方法和支护参数，施作正洞初期支护
6		⑥掉头拆除棚架另一侧临时支护，根据地质条件，选择合理的开挖方法和支护参数，施作正洞初期支护
7		⑦待施工空间满足后，两侧同时施工正洞落底。正洞落底后要及时进行正洞仰拱施工，以便初支尽早成环确保施工安全

图 1 辅助坑道与正洞相交处施工工艺

5 施工技术

5.1 戈溪斜井辅助坑道加强段

斜井与正洞为正交，根据斜井与正洞之间的高差，靠近正洞段 7m 为抬高段，确定斜井在抬高段以 20% 坡度开始抬高拱顶标高。7m 抬高段辅助坑道原设计格栅拱架替换为 I22 型钢拱架，间距调整为 1m，共 7 根钢架。其他支护参数， $\phi 6$ 钢筋网片，网格间距 $20 \times 20\text{cm}$ ，边墙采用 $\Phi 22$ 的砂浆锚杆，间距（环） $1.2\text{m} \times$ （纵） 1.2m ，拱部采用 $\Phi 22$ 的中空锚杆，间距（环） $1.5\text{m} \times$ （纵） 1.5m ，长度 $L=3.5\text{m}$ ，梅花型布置，C25 喷射混凝土厚 29cm。每循环进尺 2 榀，见图 2。

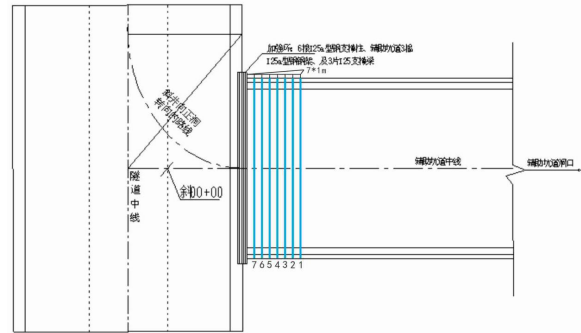


图 2 斜井加强段钢拱架平面示意图

5.2 加强环施工

辅助坑道与正洞交接处设计 0.6m 加强环，加强环中设置 3 榀 I25a 辅助坑道型钢钢架，相邻钢架采用 $\Phi 22$ 纵向钢筋连接，间距 1m。每榀加强环设 4 根 $\Phi 42$ 的锁脚锚管， $L=4\text{m}$ 。然后进行混凝土喷射，C25 喷射混凝土厚 32cm。开挖正洞交界处至钢架施作后，不间断观测围岩变化收敛情况，并派人全程观察围岩及支护变化情况，确保施工安全，见图 3。

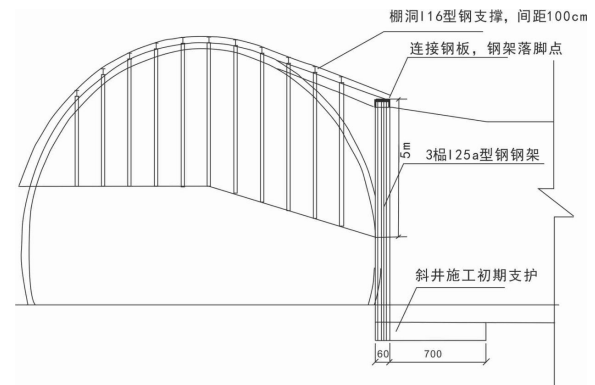


图 3 斜井加强段钢拱架平面示意图

5.3 棚洞开挖

辅助坑道初期支护完成后，按垂直正洞走向采用 $4.5 \times 5\text{m}$ 的棚洞以上坡方式开挖到正洞中线位置，然后再向前平坡开挖至正洞外侧上台阶拱脚位置处，棚洞钢架临时支护及时跟进。

棚洞钢架采用 I16 型钢, 间距 100cm, 并设置 4 根 $\Phi 42$ 锁脚锚杆, L 为 3m。在棚架横向两端设置两个节点, 节点板: $22 \times 27\text{cm}$, 厚度为 15mm, 每个节点由 4 个螺栓连接, 螺栓强度为 8.8 级, 其他临时支护参数, $\Phi 6$ 钢筋网。网格间距 $20 \times 20\text{cm}$, 网格搭接不少于 1 个网格, 喷射 C25 混凝土 23cm。棚洞每循环进尺 2 榦。

施工中, 棚洞临时支护体系中的顶部钢架上位于正洞初期支护外, 所以棚洞拱顶高程超出正洞设计开挖线, 要满足临时支护厚度和预留变形量需要, 见图 4。

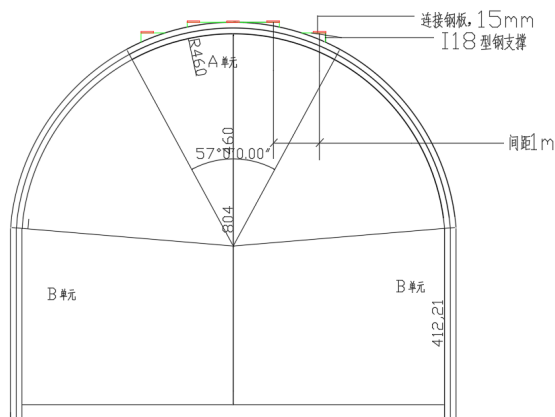


图 4 正洞钢架示意图

落地点施做完成后, 安设正洞初期支护钢架, 首先施做棚洞段 5 榦钢架。钢架一侧落脚于加强环落脚点上, 另一侧支在混凝土垫块上, 在钢架拱脚处和钢架与加强环连接点以上 30cm 处施做长 4m 的 $\Phi 42$ 锁脚锚管两根。其他支护参数, 拱部采用 $\Phi 22$ 组合中空锚杆, 长 3.5m, 间距 (环) $1.5\text{m} \times$ (纵) 1.5m ; 边墙采用 $\Phi 22$ 砂浆锚杆长 3.5m, 间距 (环) $1.2\text{m} \times$ (纵) 1.2m , 均呈梅花型布置。 $\Phi 6$ 钢筋网, 网格间距 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$; C25 喷射混凝土厚 25cm。

5.4 正洞施工

棚洞内的正洞初期支护完成后, 进行正洞施工, 采用三台阶开挖, 拆除棚洞一侧临时支护, 进行正洞上台阶开挖预支护, 待正洞开挖和支护 5m 后封闭掌子面, 再拆除棚洞另

一侧临时支护, 进行另一端正洞上台阶开挖预支护。然后往返进行中台阶和下台阶施工, 待施工空间满足后, 两侧工作面可以同时施工。

①正洞首先向大里程掘进上台阶 5m, 支护完成后封闭掌子面, 停止施工。

②转向小里程方向掘进上台阶 5m, 然后开启中台阶施工, 上、中台阶同时掘进 8m, 支护完成后停止施工。

③转向大里程方向上、中台阶同时掘进 8m, 然后开启下台阶施工, 上、中、下台阶同时掘进 35m, 支护完成后停止施工。

④转向小里程方向上、中、下台阶同时掘进 35m, 支护完成后停止施工。

⑤以上开挖完成后, 及时施做正洞交叉口处仰拱, 正洞仰拱钢架与辅助坑道加强环最外侧的仰拱钢架焊接。

⑥视进度情况, 向小里程开挖 50m 满足操作空间后, 选择大里程方向为主攻方向。保证施工安全步距。

⑦交叉口处正洞二衬待其他部位二衬施做完成后再进行施工。

6 结语

通过戈溪隧道挑顶方法的技术研究有效地保护围岩, 控制安全、质量。以该工法可以为隧道辅助坑道进正洞提供可借鉴的方法和经验。体现出较高的参考价值及良好的推广应用前景, 具有积极的社会示范意义, 取得了良好的社会效益。

参考文献

- [1] 张文强. 长江隧道三岔口施工技术在实际中的选择与应用分析[J]. 隧道建设, 2012, 32(3): 383-387.
- [2] 赵东荣. 浅谈大断面黄图隧道斜井三岔口地段挑顶施工[J]. 山西建筑, 2007, 33(12): 264-265.
- [3] 才泳. 云贵铁路对门山隧道斜井挑顶进洞技术方案[J]. 价值工程, 2018, 37(2): 137-139.
- [4] 李春光. 斜井挑顶进正洞的施工技术探讨[J]. 兰州交通大学学报, 2017, 36(6): 114-118.