

深埋软弱围岩小净距隧道施工技术

闫慧骁

(中科路恒工程设计有限公司, 山西 太原 030000)

【摘要】若两条相邻的隧道同时施工, 当它们施工的距离超过其影响范围时, 这两条隧道才能彼此独立施工。两条相邻的隧道间距的合理规划、设计可极大地降低工程施工成本和施工难度。随着隧道施工技术不断发展, 隧道施工中遇到的选线、征地、环保等问题也在不断增多, 因此越来越多的小净距隧道施工的出现也是情理之中的。本文对成兰铁路茂县隧道小净距段隧道的施工特点、施工中遇到的技术问题及施工措施作为典型进行分析总结, 为今后类似的铁路隧道工程施工提供借鉴。

【关键词】小净距; 安全步距; 控制爆破; 中岩柱加固

一、工程地质概况

(一) 工程概况

茂县隧道全长 9913m, 合修段隧道长 1290m, 其余段落为左线、右线分修。隧道小净距段包括左线、右线各 460m 的范围, 隧道中岩柱厚度由 1.84m 逐渐增厚至 10.28m, 为减少两隧道施工时产生的影响, 采取三项措施进行控制:

1. 对小净距段隧道的支护结构进行加强;
2. 对小净距段隧道先行洞、后行洞的施工步距进行卡控;
3. 隧道开挖工法采用控制爆破, 必要时采用机械开挖, 控制隧道洞身单点振速不大于 100mm/s。

(二) 隧道地质概况

茂县隧道最大埋深约 1646m, 小净距段隧道施工开挖揭示围岩岩性以志留系茂县群千枚岩为主, 同时受茂汶断裂带影响, 区域内岩体节理裂隙发育, 石英脉体侵入现象发育局部石英脉体富集。隧道开挖时揭示掌子面干燥无水至稍湿状, 但隧道初支完成后局部出现滴水、渗水等明显的地下水现象。

二、施工方案

(一) 施工难点

小净距段隧道施工的施工难点主要为: 隧道周边的围岩压力及施工过程造成的影响在某些区域相互叠加, 中岩柱成为应力场的集中区域, 同时中岩柱范围以外的围岩也会由于左、右线隧道开挖施工二次应力的叠加、影响, 受力情况复杂。

(二) 施工工法

为减小后行洞隧道开挖对先行洞隧道的影响, 后行洞隧道采用控制爆破开挖。后行洞隧道爆破时分段起爆间隔时间宜 $\geq 100\text{ms}$, 爆破时先行洞隧道洞身单点震动速度应控制在 $80 \sim 100\text{mm/s}$ 范围。

同时为保证先行隧道支护结构的稳定性, 随左、右线间距的增大依次选用 A 型、B 型、C 型支护结构。三种衬砌支护主要参数见表 1。

(三) 安全步距控制

考虑到小净距隧道施工过程中两隧间应力调整及爆破的相互影响, 先行洞与后行洞开挖面距离应大于 30m, 后行洞开挖面和先行洞二次衬砌距离也应大于 30m。

表 1 小净距隧道衬砌参数表

衬砌类型	喷射混凝土		锚杆			衬砌厚度	
	部位	厚度 (cm)	设置 部位	锚杆参数		拱墙 cm	仰拱 cm
				间距	长度 (m)		
				环×纵 (m)			
小净距 A 型衬砌	拱墙	25	拱墙	1.2×1.0	3	50 (钢筋混凝土)	50 (钢筋混凝土)
	仰供	25					
小净距 B 型衬砌	拱墙	25	拱墙	1.2×1.0	3	45 (钢筋混凝土)	45 (钢筋混凝土)
	仰供	23					
小净距 C 型衬砌	拱墙	23	拱墙	1.2×1.2	3	40 (钢筋混凝土)	40 (钢筋混凝土)
	仰供	23					

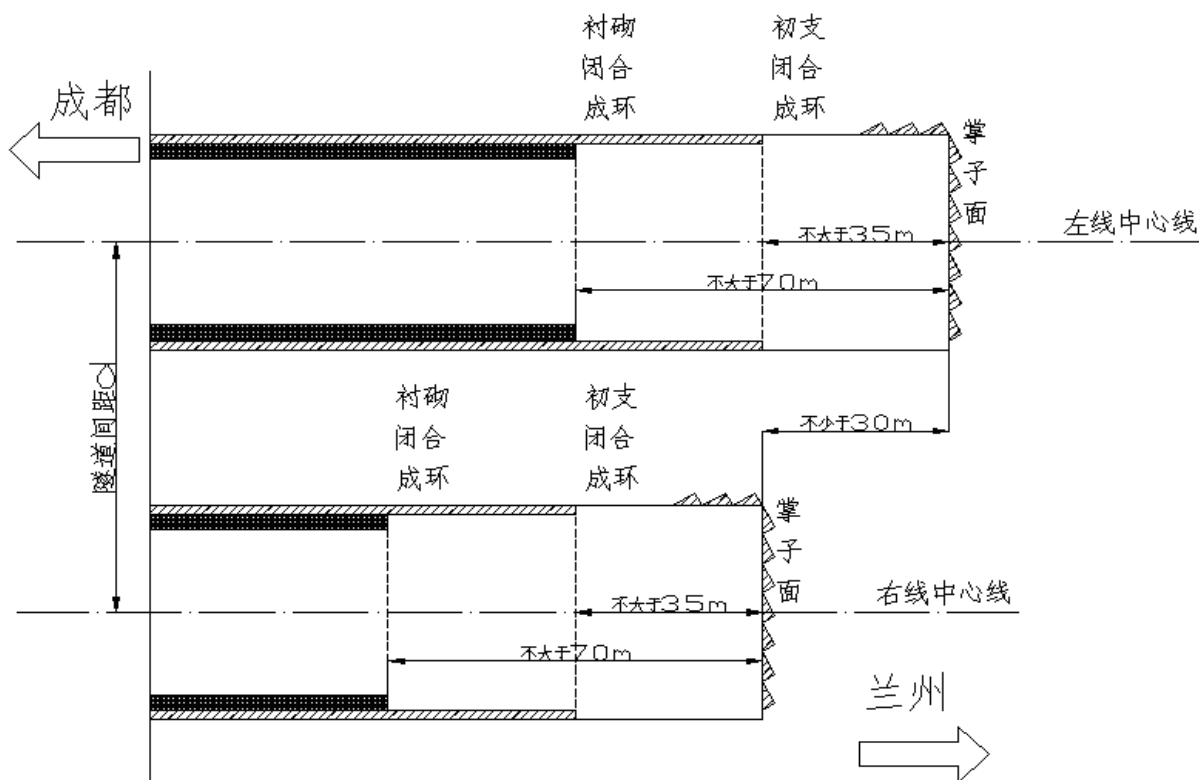


图 1 小间距开挖安全步距示意图

(四) 超前支护

采用超前小导管超前支护措施来进一步保证小净距隧道施工安全。超前小导管施工：沿隧道纵向在拱墙范围（除中岩柱）打设长度为 4.5m 的超前小导管，环向间距 40cm，水平搭接长度 $\geq 1\text{m}$ ；

同时采用水泥 - 水玻璃双浆液注入围岩进行加固，以达到提高围岩自身承载能力的目的。

(五) 中岩柱加固

小净距隧道施工中对中岩柱的保护是施工质量安全保证的关键。因此对厚度在 $0B \sim 0.5B$ 范围

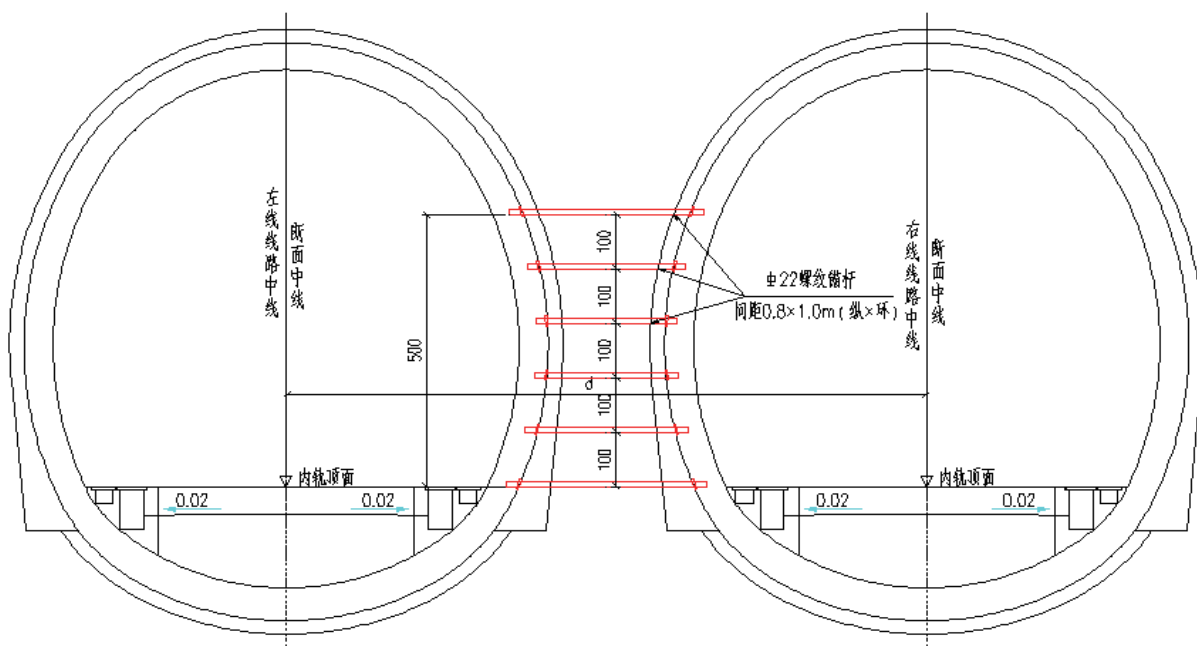


图 2 中岩柱加固示意图

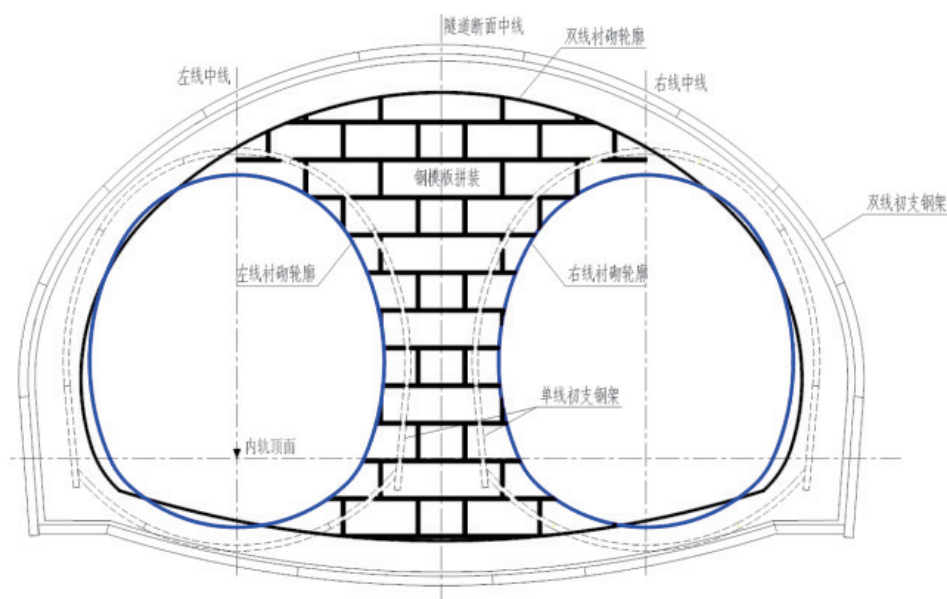


图3 挡头墙衬砌施工示意图

的中岩柱采取以下措施进行加固。

1. 对拉锚杆。随隧道后行洞开挖，施工中岩柱水平预应力对拉锚杆，对拉锚杆选用 $\Phi 22$ 螺纹锚杆，锚杆两端均设置垫板。锚杆施工间距为 $0.8 \times 1.0\text{m}$ （纵 $\times$ 环），长度根据布置位置实际截取。锚杆施工时要保证钻孔方向与中岩柱的垂直度。

2. 注浆加固。对中岩柱围岩进行注浆加固，提高其围岩整体稳定性，保证施工安全，同时可最大程度保证隧道支护结构的稳定性。注浆浆液采用 1:1 水泥浆，保证注浆压力不小于 0.4MPa 。

（六）监控量测

1. 监控量测项目与监测方法。隧道监控量测项目包括：隧道地质和支护结构状况的观察，隧道拱部沉降、边墙位移量测。选测项目包括：爆破振动、钢架内力、初支与二衬接触压力等。隧道监控测量重点项目：隧道中岩柱的稳定性和隧道爆破开挖时隧道洞身的振动速度和对相邻隧道的影响。

2. 监控量测数据的分析应用。当隧道监控量测的数据满足下列要求时即可认为隧道初支变形已基本稳定，可以施工隧道衬砌：（1）隧道拱部沉降及边墙水平位移速率明显收敛；（2）已产生的隧道拱部沉降及边墙水平位移已达到预计总位移量的 $80\% \sim 90\%$ ；（3）拱部沉降速度小于 $0.07 \sim 0.15\text{mm/d}$ 或边墙水平位移速率小于 $0.1 \sim 0.2\text{mm/d}$ 。

（七）衬砌施工

1. 合修段及分修段隧道衬砌施工。隧道初支变形稳定后进行衬砌施工。隧道衬砌施工采用衬砌台车整体浇筑，采取附着式振捣器为主、插入

式振捣器为辅的方式保证衬砌混凝土施工质量。

2. 挡头墙衬砌施工。隧道合修段衬砌调整台车步距，施工至变截面处；分修段后行洞施工满足安全步距后，左、右线衬砌台车移动至变截面处，两台台车定位后进行横断面模板拼装，采用与隧道衬砌钢筋同等级、型号钢筋进行不同衬砌纵向主筋的连接，并保证有效搭接。为保证隧道衬砌结构的整体性与稳定性，挡头墙与相邻分修段隧道衬砌混凝土一体浇筑。

三、结束语

小净距隧道与一般平行单线隧道的最大区别在于：小净距隧道在施工过程中对周边围岩、中岩柱及隧道支护结构等产生影响较大，故在施工中要严格按照“管超前、严注浆、短进尺、弱爆破、强支护、早封闭、勤量测、速反馈”的施工原则，进行科学的施工组织，保证加强围岩监控量测、严格控制爆破、超前支护等关键工序的施工质量，根据实际地质情况进行合理的施工参数调整，在确保施工安全质量的前提下，创造最佳经济效益。

参考文献：

- [1] 倪新兴. 小净距隧道施工技术 [J]. 西部探矿工程, 2002, 14 (3) : 78-79.
- [2] 曲道锋. 小净距隧道施工技术 [J]. 山东交通科技, 2005 (3) : 65-66.
- [3] 陈世权, 王俊生. 小净距大跨隧道的施工技术 [J]. 工程质量, 2009 (4) .
- [4] 黄波. 小净距隧道施工技术要点 [J]. 公路交通运输, 2004 (10) .