

沪杭铁路下浅埋公路隧道施工技术

刘坤鹏, 管泽英

(中铁隧道集团, 河南 洛阳 471009)

摘要: 解放路延伸工程的解放路隧道穿越沪杭铁路, 沪杭铁路为国家铁路主干线, 行车密度很大, 为确保解放路隧道施工时沪杭铁路的运输安全畅通, 尽量减少隧道施工对铁路行车的影响, 保证隧道的安全施工, 介绍饱和砂质粉土地层邻河超浅埋隧道下穿既有沪杭铁路的施工技术, 包括隧道开挖、衬砌、支护等过程中所采取的一系列施工措施, 保证了工程的顺利实施。

关键词: 浅埋隧道; 饱和砂土; 下穿铁路; 施工技术

中图分类号: U455 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-3953(2006)02-0050-04

1 工程概况

本隧道为杭州市解放路~新安江路连接线上解放路隧道的一部分, 东西走向, 东邻贴沙河, 西靠金衙庄公园, 下穿沪杭铁路, 如图 1。隧道由 2 座小间距隧道组成, 为双向四车道, 起讫里程为 K0+628.4~K0+671, 共长 42.6 m。

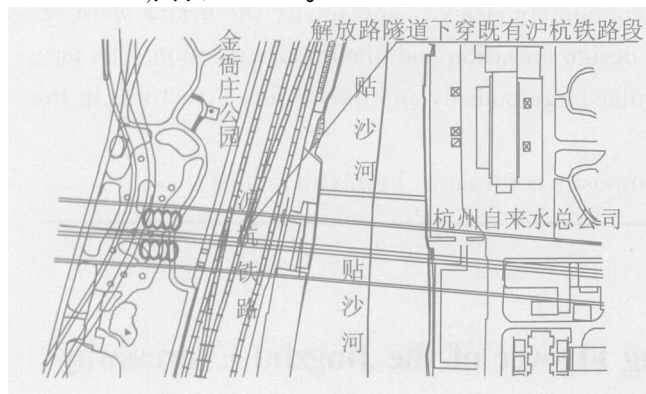


图 1 解放路隧道穿越沪杭铁路段平面位置图

1.1 沪杭铁路

沪杭铁路为国家铁路主干线, 信号自动连锁, 隧道上方有 2 副道岔, 在隧道施工影响范围内共有 4 副道岔。沿铁路线有大量信号电缆、两路架空线, 一路电缆线, 两条铁路排水沟。

因贴沙河距隧道较近, 最近距离仅 11 m; 河底距隧道顶土层厚度较小, 最小处基本相平; 河驳岸为干砌片石沟缝, 背后有大量水的通道; 铁路下靠河侧填土多为修铁路时往贴沙河抛填的片石, 片石间的空隙也会成为水的通道。所以, 施工时可能会出现

塌方及涌水的现象。

1.2 地质概况

隧道洞身处土层主要为砂质粉土夹粉砂层和砂质粉土层, 处于饱和状态, 在施工中易产生流沙、管涌等现象。又由于其高灵敏度特性, 具有触变特性, 在动力作用下, 极易造成土体破坏, 所以若施工不当, 将造成工后沉降过大和不均匀沉降, 所以在施工中应注意做好降水、防渗工作, 控制水土的流失, 同时还应注意施工工艺的选择, 避免对周围环境造成不利的影响。另外, 在隧道完工后, 地下水位将上升, 由于粉土颗粒极细(大部分粒径在 0.01~0.074 mm 之间), 且处于饱和状态, 在列车通过时的震动荷载作用下易液化, 所以若隧道主体结构防水效果不好, 出现渗、漏水, 也将会有部分土体颗粒随着水的流出而流失, 长期的水土流失必将影响铁路的运营安全及周边建筑物的稳定。所以, 隧道主体结构防水效果的好坏也将是衡量本工程成功的标志。

2 隧道设计与施工方案

2.1 辅助施工方案

2.1.1 铁路加固

先采用 D24 定型便梁^[1]加固一条隧道洞身长度范围的轨道, 然后进行加固后的隧道施工, 待施工完这条隧道后, 将 D24 定型便梁移至另外一条隧道, 再对隧道洞身长度范围的轨道进行加固, 然后进行隧道施工。隧道范围外临时基础采用钻孔灌注桩基础, 隧道范围内承台底部采用树根桩及注浆(图 2)处理加固。

2.1.2 井点降水

地表采用自流深井降水和隧道内真空轻型井点

收稿日期: 2006-02-22

作者简介: 刘坤鹏(1967—), 男, 高级工程师

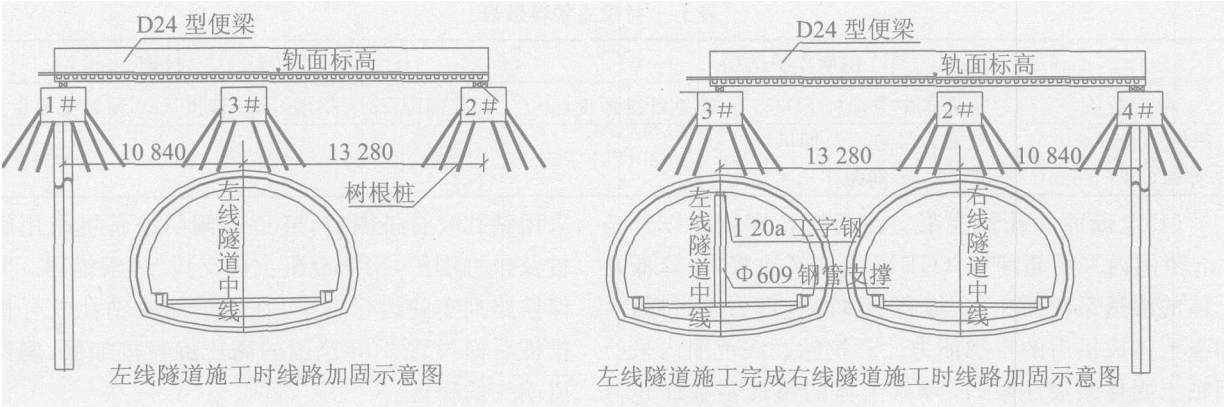


图 2 线路加固示意图(单位:mm)

降水方式将地下水位适当降低^[2],降低隧道穿过土层内水压。深井降水是在开挖轮廓线 4 m 外各布设一排共 8 口井点,左右隧道中间布设 3 口水位观测井,井点间距在 7.7~13.8 m 之间,井深 21 m。水位观测井深 17.0 m。为了切断河水与该段地层的水头联系,在隧道端部设置了 4 排旋喷桩,桩径 1 m,桩间距 0.8 m,桩深 20 m。

洞内井点降水,井点管为洞内两侧布置的双排井点形式,采用 6 m $\varnothing 40$ mm PVC 塑料管,井点间距为 1.0 m。

2.2 施工方案

本段隧道位于平面直线上以及坡率为 - 0.359 % 的纵坡上,埋深约 4.2 m,隧道结构顶离铁路轨顶的距离仅约 5.6 m。隧道由两座上、下行分离式小间距(净距为 0.75 m)隧道组成,隧道道路等级为城市主干道,设计车速为 50 km/h,路面结构计算荷载为

汽 - 20,挂 - 100。隧道为饱和砂质粉土中的大跨、超浅埋、超近距、下穿既有铁路隧道,采用铁路轨道加固下的浅埋暗挖法中的 CRD 工法施工。隧道两端是线路的明挖段,隧道通过明挖段进洞及运送隧道施工用的各种材料,并通过明挖段出土。

2.2.1 隧道结构形式及支护参数

隧道衬砌结构按新奥法原理设计,采用复合式衬砌结构,以喷射钢纤维混凝土、钢架及锚杆为初期支护,模筑 C30 防水钢筋混凝土为二次衬砌。根据隧道特点并考虑施工因素,参照《公路隧道设计规范》及国内外类似工程的经验,拟定隧道衬砌断面形式(图 3)及复合式衬砌的各项支护参数(表 1)。为控制隧道变形,以免变形过大引起沪杭铁路的下沉,危及铁路运营安全,设计要求严格控制隧道超挖量以及施工误差,隧道预留变形量不大于 3 cm。

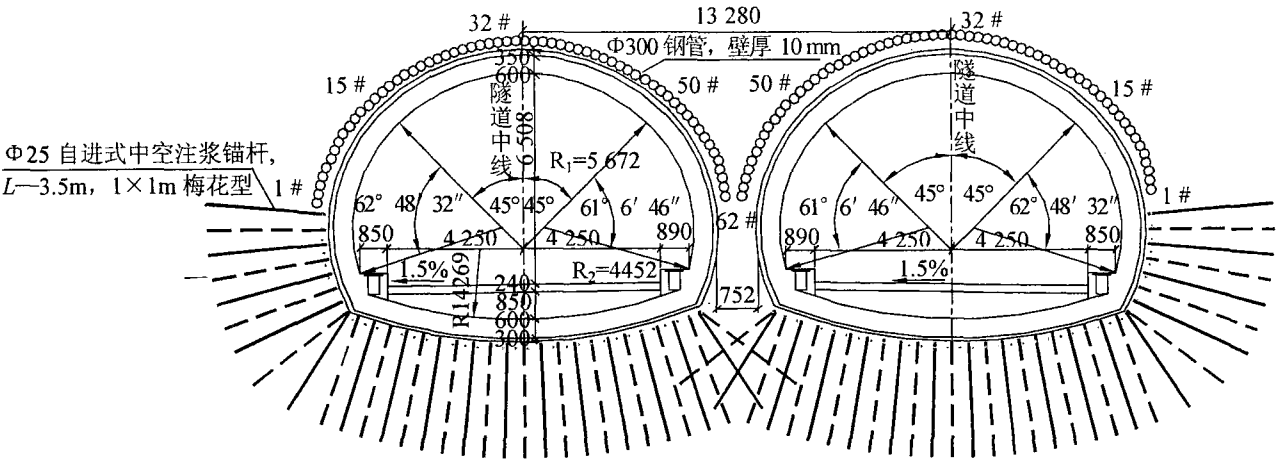


图 3 隧道衬砌设计图(单位:mm)

2.2.2 隧道辅助施工措施

针对本段暗挖隧道和周边环境条件及沉降要求

高等特点,采取表 1 辅助施工措施。初期支护采用 I16 工字钢加强,间距 0.5 m 一榀。

表 1 衬砌支护参数表

初期支护结构				衬砌		
喷混凝土	自进式中空锚杆 SD25	喷钢纤维厚度/cm	钢架间距/m	拱墙/cm	仰拱/cm	预留变形量/cm
拱墙 (30+5) cm, 仰拱 (25+5) cm	位置为半边墙及仰拱, 长度 3.5 m, 间距 1 m × 1 m	30 (25)	0.5	60	60	3

- (1) 全断面深孔预注浆。在开挖轮廓线至以外 1 m 范围内采用超细型 TGRM 灌浆料注浆, 以降低土体的渗透系数而止水, 提高土体的物理力学指标, 加强土体成拱后的自稳能力。开挖轮廓线范围内采用粘土固化浆液注浆, 以降低土体的渗透系数而止水, 增加土体的固结度, 其因对土体的强度增加不大, 从而有利于隧道采用人工开挖。
- (2) 大管棚超前预支护。考虑到隧道结构及受力复杂等特点, 沿隧道拱部采用一层壁厚 10 mm 的 $\varnothing 299$ mm 钢管作大管棚超前预支护。管棚中心环向间距 30.9 cm, 距离隧道开挖轮廓线 10 cm, 长 39.6 m。管棚采用夯管锤击法施工, 钢管内清除土后, 在钢管内灌注混凝土, 部分管段在出土困难情况下压注水泥 - 水玻璃浆液充填。
- (3) 超前锚杆预支护。在隧道内设置长 3.5 m 的 38SD 型自进式中空钢花锚杆作为超前锚杆, 沿隧道侧墙及仰拱周边布置, 环向间距 40 cm, 纵向间距结合钢架间距, 采用 2.0~2.5 m 一环。
- (4) 明暗挖分界处隧道掌子面的加固。暗挖隧道前后的明挖基坑深度约 16 m, 隧道西侧明挖基坑

采用钻孔咬合桩围护, 隧道东侧明挖基坑采用旋喷桩及排桩围护, 钢筋混凝土内支撑、锚索锚固。为确保铁路列车的运行安全, 在隧道端头钻孔咬合桩或排桩后面设置 3 m 范围的高压旋喷桩加固, 确保隧道端头的稳定。

3 隧道开挖、支护施工技术

3.1 隧道开挖

隧道施工采用基于 CRD 工法的分层分块、化大为小、步步成环的开挖方法, 将开挖断面分为 6 块, 分为 3 层、3 个台阶, 按 6 步进行施工。施工步骤如图 4, 按照 、 、 、 、 、 的施工顺序进行每块的开挖、初期支护及临时支护。每块完成后均设置临时支撑, 使其成为一闭合环。相邻施工步骤台阶差为 2~4 m, 如图 5。隧道采用自进式图强 SD 型注浆超前锚杆加固, 锚杆长度为 3.5 m, 环向间距为 40 cm, 纵向间距为 2.5 m。搭接长度 1 m, 外插角 10~15°。超前锚杆的布置见图 4。根据该隧道具体条件应贯彻: 管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤测量的隧道开挖施工原则。

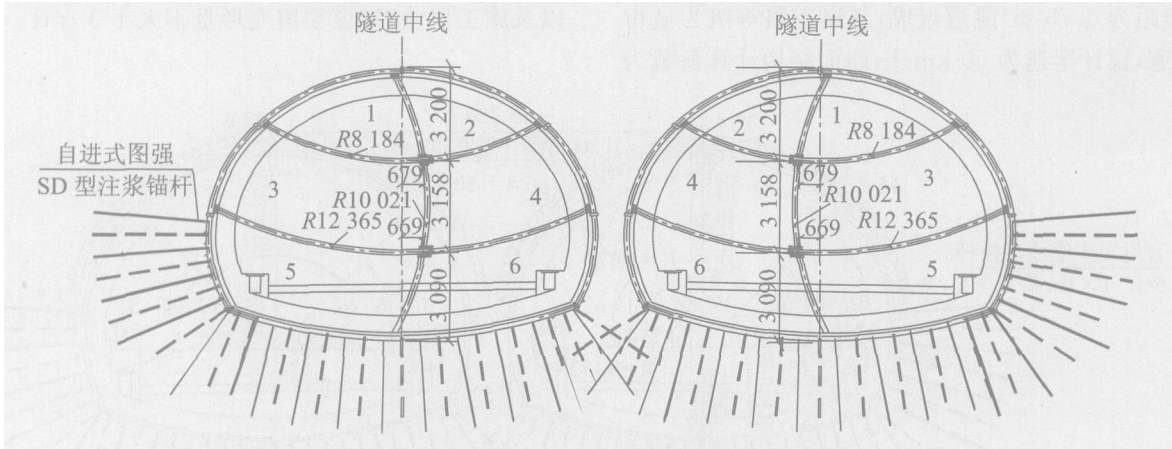


图 4 CRD 工法施工步骤(单位:mm)

3.2 支护

- 采用 (5+20) cm 厚的 C20 喷射混凝土 + 0.5 m 一榀 I16 工字钢架作为临时支撑。
- 采用 5 cm 厚 C30 素喷混凝土 + 30 cm 厚 C30 喷钢纤维混凝土 + 0.5 m 一榀 I16 工字钢架 + 自进

式图强 SD 型注浆超前锚杆进行联合支护。

4 隧道拆撑与衬砌施工技术

4.1 临时支护拆除

隧道二次衬砌前, 应根据监控量测信息反馈、分

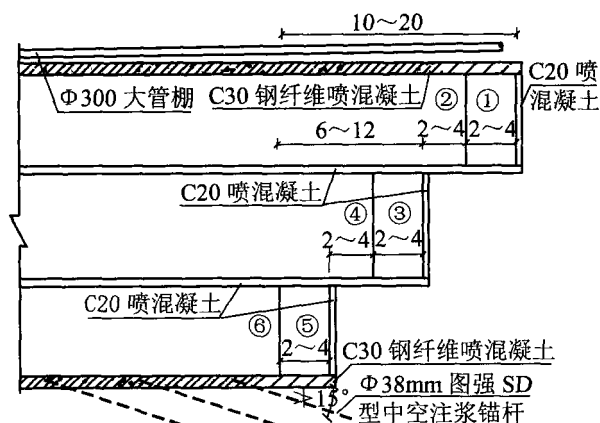


图5 CRD工法台阶长度(单位:m)

析的情况,进行初期临时支护拆除。临时支护拆除分两部进行:一是拆除隧道底部内的临时支护以便于隧道底部防水层、仰拱及其填充的施工;二是拆除衬砌台车施工范围内的临时支护,拆除时利用衬砌台车作为工作平台,人工分段破除,每次拆除长度比将要进行的衬砌长度长0.5m。

4.2 衬砌施工

为了保证二次衬砌的整体性,洞身衬砌采用模板台车衬砌。衬砌采用商品混凝土,混凝土运输车运输,输送泵输送入模。

5 结束语

(1)由于采用对既有沪杭铁路进行加固方案。在隧道施工过程中,未出现因隧道施工而造成的铁路运营安全事故及其他不正常现象,同时未出现隧道塌方,也未出现隧道初期支护、二次衬砌受火车冲击荷载作用而开裂的现象。

(2)左线隧道完成后再施工右线隧道的方案,同时采用 $\Phi 300$ mm超前大管棚及超前注浆预加固方案,隧道开挖采用CRD工法,并采用加强初期支护的方案。保证隧道施工过程中,未出现隧道塌方,地表最大沉降与隧道最大变形都在允许的范围内。

(3)在隧道施工过程中采用注浆与降水相结合的方案,未出现大面积渗水、流沙、管涌现象,保证了隧道正常、有序地施工。

参考文献

- [1]马文天.地铁车站下穿铁路站场期间对既有线路的加固设计与施工[A].见:中国土木工程学会第十一届、隧道和地下工程分会第十三届年会论文集[C].北京:中南科学出版社,2004.534~537
- [2]史文杰.饱和粉质砂土内浅埋暗挖法施工降水技术[J].隧道建设,2005,(2):34~35

Construction Technology for the Shallow buried Highway Tunnel Crossing the Hu-Hang Railway Underneath

LIU Kun-peng, GUAN Ze-ying

(The Railway Tunnel Group of the Railway Ministry, Luoyang 471009, China)

Abstract: The Jiefang Road Tunnel of the Jiefang Road-extending Project has to cross the Hu-Hang Railway underneath, which is one of the national trunk railways of China with busy traffic. In order to ensure the safe and normal operation of the Hu-Hang Railway during the construction of the Jiefang Road tunnel, a series of countermeasures are taken to minimize the impact of the tunnel construction on the railway operation and to ensure the safety of the tunnel construction. Those techniques adopted for the project make the project under way with great success. The article presents a description of the construction technology for the shallow-buried river-neighboring tunnel crossing the Hu-Hang Railway underneath in saturated sandy silt ground.

Key words: shallow-buried tunnel; saturated sand; crossing underneath a railway; construction technology