

1 总体施工方案

(1)根据工程沿线纵断面图和土石方调配要求,金竹林隧道的全部开挖碴子需调到出口附近作路基填料,以及隧道不长,为非控制工期工程,故决定施工采用由出口向进口单向掘进的方案。

(2)金竹林隧道为双跨连拱结构,采用三导坑法开挖,Ⅲ类围岩地段与Ⅳ类围岩地段施工方法有所不同。

对于Ⅲ类围岩地段:中导坑超前,两侧导滞后开挖;左隧上部开挖,浇筑衬砌,下部开挖及时施作仰拱;待左衬砌达到设计强度后施工右隧道,步骤与左隧相同;左右侧水沟、电缆槽施工;路面施工。

对于Ⅳ类围岩地段:中导坑超前,侧导滞后施工;中导坑贯通后,由东口(进口)方向进料,从西口(出口)倒退浇筑中墙;中墙与核心岩柱之间支顶紧密后,才可浇筑左隧衬砌;左隧衬砌达到设计强度后,方可浇筑右隧衬砌;施作水沟、电缆槽;路面施工。

(3)钻爆法施工,光面爆破,无轨运输,机械通风。

2 施工实施步骤

Ⅲ类、Ⅳ类围岩的施工实施步骤是一样的,见图3所示。

2.1 Ⅲ类围岩地段

(1)中导坑超前,并开挖左导坑,作好左侧边墙支护、防水层,并灌注左墙和中墙模注混凝土。(2)为平衡左侧隧道拱圈推力,在左隧拱部开挖前完成中墙顶部防水层、回填混凝土,并在中墙上部右侧用钢管等支顶,确保中墙顶不发生水平位移。(3)左拱部预留核心土环形开挖,作锚杆、钢筋格栅挂网喷混凝土拱形初期支护,并进行中墙上方的填充注浆。

(4)作左拱防水层并灌注左拱模注混凝土。(5)开挖拱部核心土和拉中槽至隧底,作左隧仰拱。与此同时开挖右侧导坑,并作好右墙支护、防水层和衬砌。(6)左侧隧道模注混凝土衬砌强度达到设计值以后,作右隧拱部预留核心土环形开挖和锚杆、钢筋格栅挂网喷混凝土拱部初期支护。(7)作右拱防水层并浇筑右拱模注混凝土。(8)开挖拱部核心土和拉中槽至隧底,作右隧仰拱。(9)左右侧水沟、电缆槽施工和路面施工。

2.2 Ⅳ类围岩设仰拱段

(1)中导坑超前,并开挖左导坑,作好左边墙初期支护、防水层,并灌注左墙和中墙模注混凝土。(2)为平衡左侧隧道拱圈推力,在左隧上台阶开挖前完成中墙顶部防水层、回填混凝土,

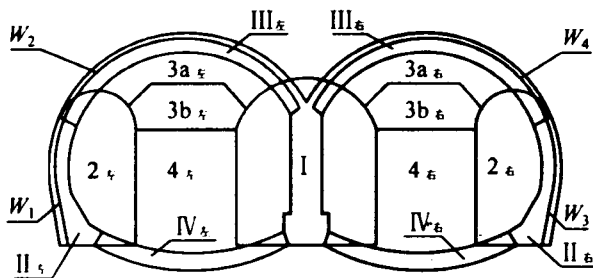


图3 施工实施步骤

并在中墙上部右侧用钢管等支顶,确保中墙顶不发生水平位移。(3)左隧上台阶开挖,作锚杆、钢筋格栅挂网喷混凝土拱部初期支护,并进行中墙上方的填充注浆。(4)作左拱防水层并浇筑左拱模注混凝土。(5)开挖下台阶至隧底,作左隧仰拱。与此同时开挖右侧导坑,并作好右墙支护、防水层和衬砌。(6)左侧隧道模注混凝土衬砌强度达到设计值以后,作右隧上台阶开挖和锚杆、钢筋格栅喷混凝土拱部初期支护。(7)作右隧拱部防水层,并灌注右拱模注混凝土。(8)开挖下台阶至隧底,作右隧仰拱。(9)左右侧水沟、电缆槽施工和路面施工。

2.3 IV类围岩无仰拱段

施工实施步骤与Ⅳ类围岩设仰拱段相类似,只是少了作仰拱这一步骤。

3 具体施工方法

3.1 开挖

加工制作简易台车,分层采用多台气腿式凿岩机钻孔。进洞时采用震松法,根据实际地质情况采取周边眼不装药或间隔装药的办法。在隧道进出口端强化“短开挖,弱爆破,强支护,快衬砌”的原则。采用光面爆破。由于隧道不长,为非控制工期工程,故考虑循环进尺为 1.5m。主要施工机具有气腿式凿岩机、空压机(置在洞外)。爆破施工设计如下:

(1) III类围岩地段

①中导坑:中导坑开挖宽度取 4.0m,开挖高度取 6.0m。炮眼布置如图 4 所示(关于炮眼布置原则在有关铁路隧道的教材和资料中均有明确说明,限于篇幅,本文仅给出中导坑的炮眼布置图,其余各开挖部的炮眼布置图也是类似的,不再重复给出),药量分配见表 1。

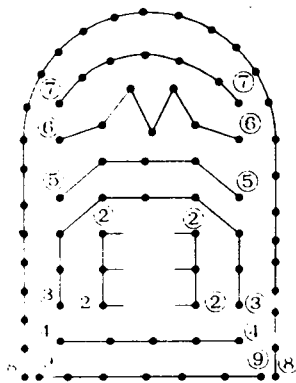


图 4 炮眼布置

表 1 中导坑爆破药量分析

炮眼名称	雷管段别	眼深/m	炮眼个数	每孔药量/kg	每孔药卷数	总装药量/kg	备注
掏槽眼	2	1.70	6	0.66	4.5	4.05	Ø32 药卷
掘进眼	3	1.60	9	0.50	3.5	4.73	Ø32 药卷
掘进眼	1	1.60	5	0.50	3.5	2.63	Ø32 药卷
掘进眼	×	1.60	5	0.50	3.5	2.63	Ø32 药卷
掘进眼		1.60	7	0.50	3.5	3.68	Ø32 药卷
掘进眼		1.60	7	0.50	3.5	3.68	Ø32 药卷
周边眼	8	1.60	29	0.50	3.5	15.23	Ø32 药卷
底眼	9	1.60	7	0.60	4	4.20	Ø32 药卷
合 计	—	—	75	—	—	40.83	—

②左侧导坑:开挖跨度拟定 4.0m,开挖高度取 6.0m,左侧开挖轮廓与隧道左轮廓相一致。

共有 77 个炮眼,总装药量 38.09kg。

③左隧弧形开挖:拱部弧形开挖共有 81 个炮眼,总用药量为 37.96kg。

④左隧上部核心土开挖:上部核心土开挖的炮眼总数为 35,总用药量 18.38kg。

⑤左隧道拉槽至隧底:拉槽的炮眼数量为 62,总用药量 33.62kg。

⑥右隧道开挖:右隧道各部开挖的钻爆设计与左隧道的相同。

(2)Ⅳ类围岩地段

Ⅳ类围岩地段的爆破设计与Ⅲ类围岩地段的相类似,只是Ⅳ类围岩地段爆破单位岩体的炸药用量比Ⅲ类围岩地段的要大一些,在此不再赘述。

所要说明的是以上所述的爆破设计是初步的。实际施工时应根据具体地质情况和做几个断面的爆破试验后作适当修正,以取得最佳爆破效果。

3.2 通风降尘

爆破后应作通风降尘工作。通风为机械通风,主要设备为可逆型子午系列通风机和 $\varnothing 1000$ 的通风管。降尘则采用洒水喷雾的方法进行。

3.3 装碴运输

导坑和隧道开挖中的出碴采用无轨运输方式进行。主要机械设备为轮胎式蟹爪装碴机和VOLVO双向自卸汽车。隧碴运至出口洞外用作路基填料。

3.4 支护

施工时根据设计图纸要求和实际情况,对Ⅲ类围岩的导坑和隧道采用锚杆、钢筋格栅喷混凝土(局部加设钢筋网)作为初期支护;对Ⅳ类围岩的导坑和隧道采用锚杆、喷混凝土(局部加设钢筋网)作为初期支护。

(1)钢筋格栅:钢筋格栅采用 $4 \times \Phi 25, 18\text{cm} \times 18\text{cm}$ 的四肢型格栅,沿隧道纵向每1.2m设一榀。每榀钢筋格栅根据不同的开挖部位由2~3个单元组成,每个单元由主筋、加强筋和连接角钢焊接而成,单元之间的螺栓连接。边墙底、中墙及边墙顶均垫有槽钢。格栅架立之前先喷一层厚约4cm的混凝土,然后架立格栅,完成喷锚网初期支护。在格栅处,其保护层不小于3cm。

(2)锚杆:Ⅲ类围岩地段采用 $\Phi 22, L=300\text{cm}$,间距 $100\text{cm} \times 100\text{cm}$ 梅花形布置的砂浆锚杆,Ⅳ类围岩地段采用 $\Phi 22, L=250\text{cm}$,间距 $120\text{cm} \times 120\text{cm}$ 梅花布置的砂浆锚杆。按先灌后锚法施工,工艺过程为:钻孔→清孔→灌浆→插入杆体。

(3)钢筋网:施工时,视实际情况,局部地段的初期支护需加设钢筋挂网。钢筋网采用 $\varnothing 8, 25\text{cm} \times 25\text{cm}$ 。

(4)喷射混凝土:采用HPJ-Ⅰ型潮喷机组,用潮喷法喷射混凝土。喷混凝土的技术参数要求比较高,要严格控制水灰比并根据实际情况调节工作风压。喷射路线自下往上,范围每次长1.5~2.0m,高1.0~1.5m。复喷应划分区段,每段长不超过6m,先喷凹面,后喷凸面。一次喷层厚度拱部控制在5~7cm,边墙7~10cm。喷射距离保持在60~100cm,困难时(如拱顶部位)可放宽为100~140cm。需要加设钢筋网的部位,注意钢筋保护层的厚度不小于2cm。

3.5 衬砌

根据设计图纸,隧道衬砌设计为复合衬砌。锚杆、钢筋格栅、钢筋挂网、喷混凝土等为初期支护,模注混凝土为二次衬砌。初期支护和二次衬砌之间设防水层。

(1)防水层

防水层材料为 CCRP11 型橡胶板和无纺布。防水层的施作应在初期支护变形基本稳定后和二次衬砌灌注前进行。

(2)模筑混凝土二次衬砌

在围岩和初期支护变形基本稳定,具有一定条件后进行模注混凝土二次衬砌。

3.6 施工用水及照明

施工用水由专门设在隧道出口上方的高位蓄水池提供。洞内采用高压钠灯照明。

3.7 隧道主体工程进度安排

隧道主体工程计划在一年零一个月內完成。

3.8 施工监测

为了掌握连拱隧道施工过程中围岩及支护体系的稳定状态,检验各项支护手段的效果,指导施工,需要作施工监测。监控量测的主要项目有:拱项下沉,水平收敛以及中墙顶的水平位移。主要测试仪器有精密水准仪,精密水准尺和收敛计等。

4 结语

经检索,我国修建双跨连拱高速公路隧道数量不到 5 座,尚未积累很丰富的施工经验。本文结合金竹林隧道的具体情况,从总体施工方案、施工实施步骤和具体施工方法等几个方面介绍了大跨连拱高速公路隧道的修建方法,所述内容被作为重庆万县至梁平高速公路第 K 合同段技术投标的主要组成部分,受到有关专家的好评。

参 考 文 献

- 1 吴维,刘庆权. 浅埋、软岩大跨度公路隧道的设计与体会. 隧道与地下工程,1994,15(4):1~8
- 2 靳水明,郭景伟. 五连拱“超浅埋”暗挖施工技术. 铁道工程学报,1996(增刊): 218~223
- 3 康宁. 东港城市公路隧道的建设. 隧道及地下工程,1997,16(1):34~43
- 4 冯卫星等,某液化石油气灌区工程隧道开挖方案研究. 岩土力学,1997,18(增刊):16~165

Construction Scheme of Continuous-Double-Arch Expressway Tunnel

Feng Weixing¹⁾ Zhang Yingming²⁾

(Department of Communication Engineering¹⁾, Industrial Department²⁾,
Shijiazhuang Railway Institute, Shijiazhuang 050043)

【Abstract】Based on real condition of Jinzhulin Tunnel, the construction method of continuous-double-arch expressway tunnel is, in this paper, introduced from several aspects such as general construction scheme, construction execution procedure and practical construction method. The contents described in the paper contribute knowledge and experience for construction of continuous-double-arch expressway tunnel.

【Key words】continuous-double-arch tunnel construction expressway