

# 盘龙岭隧道群关键技术问题及处理措施

姜 杰<sup>1</sup>,冯华奇<sup>1</sup>,莫勋涛<sup>2</sup>

(1、中铁第十二工程局第三公司,山西 太原 030013; 2、石家庄铁道学院土木分院,河北 石家庄 050011)

**摘 要:**介绍了盘龙岭隧道群施工中的关键技术问题及解决措施。

**关键词:**盘龙岭隧道群;关键技术;措施

## 1 盘龙岭隧道群关键技术问题概述

盘龙岭隧道群位于浙江省新昌县与天台县交界的盘龙岭,全长约 3.7km,是上(虞)三(门)线一级汽车专用公路的咽喉工程之一,它由盘龙岭一号隧道和盘龙岭二号隧道组成;一号隧道右线长度为 1020m,左线长度为 940m,纵坡 2.66‰,二号右线长 24414m,纵坡 - 2.64‰,左线长度 2445m,纵坡 - 2.65‰。两隧道设计为单向行驶双洞双车道,双洞轴线间距为 35m,隧道净宽 10.16m,净高 6.98m,内轮廓采用曲墙三心圆拱。

盘龙岭隧道群被划分为两个标段,第十六合同段和第十七合同段,分界里程为:右线 K94+800,左线 FK97+786.356。本段的施工处于第十六合同段,由盘龙岭一号隧道北洞口至二号隧道标段分界里程。

在本合同段内,隧道工程地质条件差,地层岩性复杂,构造断裂带多,节理裂隙发育,并存在有节理密集带和节理的不利组合等不良地质条件,施工难度较大;在施工过程中对照地质断面进行地面踏勘时,发现右线里程在 K96+310~K96+370 之间有一水田,根据实测结果推算,水田下岩石面距离隧道的开挖面仅 2.9m,属于施工较为复杂的地段之一。

此外,在一号隧道右线南洞口上方有较厚的坡积物,并在雨季有较大地表水,对于隧道的进洞极为不利,由于设计的洞门位置几乎位于坡积体的边缘,直接进洞需要进行较多的辅助措施。这些不利的地质因素构成了本合同段施工的难点。

软弱地层的处理措施得当与否,直接关系到隧道工程的施工质量和施工进度,在本合同段,这些在隧道工程中经常遇到的断层和软弱夹层的处理,同样需要非常地谨慎和稳妥的技术处理;平行隧道施工,掘进掌子面安全距离对于隧道的光面爆破技术提出了较高的要求。对应以上种种问题,在本合同段的施工中得到了较好的处理,顺利地按计划完成了施工任务。

## 2 主要技术问题的解决措施

### 2.1 进洞措施

隧道的进洞措施是否得当,对于后期的隧道施工有重要的影响。一般来说,洞门段是一切施工人员、车辆及材料的进出通道,在施工的任何时刻,洞门的稳定对于隧道内部的正常施工是至关重要的。盘龙岭隧道群的 4 座隧道的洞门口附近的地质状况均非常软弱,属类围岩,在洞门沿轴线的设计位置较难更改的情况下,针对不同的地质情况,采用不同的施工措施,顺利地完成进洞的施工,保证了洞内各工序按时有序地展开。

洞门段的施工除了左线 1#洞口的处理较为特殊外,其他洞门段的施工依照下面的工序进行:

(1) 按照设计要求,首先完成洞门上方的仰坡开挖,按图纸要求的高程及平面一次刷坡到位,考虑到预计施工可能产生的边坡失稳,在坡面完成后,立即自上而下喷射一层 5cm 厚的喷砼;

(2) 沿洞口横断面位置沿轴线方向进行大管棚的钻进,由于预计的岩体状况均为风化岩石,且厚度不大,因此,设计要求适于土层施工的大管棚施工机械,改为岩石钻进设备。每一根钢管头部除了加劲肋之外,同时设计浆液封堵机构,以利于进行麻丝沥青的施工;管口部位添加法蓝;注浆机械采用高压注浆泵,浆材采用水泥、水玻璃;

(3) 正式进洞爆破之前,对于坡面上已经松动的岩块,尽可能撬除,较大的岩块则采用 3m 的长锚杆进行预加固。

(4) 爆破进洞;在进洞达 5m 左右时,停止掘进,进行洞门段的二次衬砌施工,确保洞门的稳定。

对于 1#线出口洞门,由于上部属于坡积土,且植被发育,雨季时沿坡面水量较大,坡面陡峭,雨季易于在洞口段形成大水,影响洞内的出渣及材料进出;设计洞门位置,在洞口路堑开挖到位后发现,洞顶覆盖层较薄,覆盖层几乎全部为松软土质,没有进洞条件。在征得监理同意的情况下,继续开挖到有岩石出露为止,然后按上述步骤进行施工。同时,在拱顶坡面上,加做截水天沟,将水流引向隧道两侧。在爆破进洞之前,为了保持洞门后岩体的稳定,首先在洞门开挖位置做临时素砼洞门,依靠临时洞门自重保持岩体的稳定。

按照以上处理措施,四座隧道均安全进洞,并在整个隧道的施工过程中均保持较好的稳定性。

### 2.2 洞内软弱地带的处理

在工程的施工中遇到较多的软弱破碎带及断层,由于缺乏比较明确的地质资料,这些不利的地质现象只能在开挖的过程中进行识别和处理。在通过这些地段时,依照设计采用小导管注浆。导管采用  $\varnothing 42\text{mm} \times 4\text{mm} \times 6\text{m}$  热轧无缝钢管,环距 60cm,以 18°外插角打入围岩,压注 20 号水泥砂浆。相邻两排小导管之间的搭接长度 1.5m。小导管的注浆布置见图 1。

在以上小导管工作完成后,进行正常的钻爆作业,以短进尺,若爆破为施工的指导原则,断面仍分为上下导坑,支护按照设计采用喷锚支护,并适当缩小格栅间距,以利于采用大型机械

施工。

由于地质情况较差,在这里,监控量测工作需要特别加强。量测工作主要以收敛和拱顶沉降量测为主,以表1的频率进行。施工过程中成立专门的量测人员,保证量测数据的及时读取和及时反馈。

表1 盘龙岭隧道软弱地带的收敛量测频率

项目名称	方法及工具	布置	量测间隔时间			
			1~15d	16d~1月	1~3月	>3月
地质及初期支护状况观察	岩性、结构面产状及支护开裂观察	开挖、支护后	每次爆破后进行			
水平净空收敛	收敛计	层厚<10m, 3个断面, 10~50m, 每5m设一个断面, 三点断面形式	1~2次/d	1次/2d	1~2次/周	1~3次/月
拱顶下沉	水平尺、钢卷尺或测尺	层厚<10m, 3个断面, 10~50m, 每5m设一个断面, 三点断面形式	1~2次/d	1次/2d	1~2次/周	1~3次/月

### 2.3 浅埋地段的处理

此段位于FK97+317~FK97+387之间,穿越CF10断层,埋深较浅,下部围岩为一强-弱风化角砾凝灰岩,压碎结构;拱部为残

坡积土及强风化层,厚7~12m,松散结构,开挖易坍塌,地下水有渗入补给,开挖时将有严重的渗滴水现象。经详细地表勘察,在上述浅埋里程之内,实际发现山顶为一正在耕种的稻田,稻田之下的泥层较厚;进一步的断面测量发现,实际的拱顶覆盖层厚度在2.9m以下(见图2)。按照设计,此段为加强型钢筋砼衬砌,预计钢筋的绑扎及砼的灌注将会耗费较长的时间。因此,在施工阶段钻爆作业过程中及二次衬砌完成之前,如何保证拱顶的稳定是一个非常重要的问题。

考虑到以上的种种不利因素,决定采取以下技术措施,确保施工设备、人员及结构的安全:

(1) 施工断面开挖按上下台阶法进行,控制一次钻爆循环的进尺在1m之内,起爆段数的间隔在3段,在每一起爆段保持较小的装药量,并按实际爆破的效果进行现场调整,在保证安全的前提下,尽可能地得到较好的爆破轮廓,降低对于围岩的有害扰动;

(2) 下调初期支护格栅的间距,从设计的80cm调整到

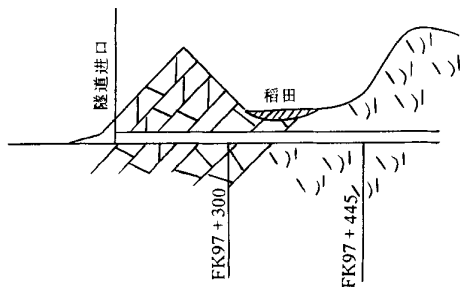


图2 盘龙岭隧道浅埋段示意图

50cm,并同时调整锚杆的布置形式,由间距1.2m调整到1m,增大锚杆的安设密度;并将锚杆直接焊接在格栅拱上,使之与围岩连成一体;在此段的喷砼施工中要求将喷砼厚度必须完全覆盖格栅拱表面,使锚杆、格栅拱、喷砼和围岩四者之间形成一个完整的闭合承载结构,承担上覆岩体的压力;

(3) 强调上导坑格栅拱角的处理,必须要做到坚实牢靠,拱角处必须焊接在锚杆之上,以防止在下导坑开挖完成后,由于拱角悬空而可能引起的上部初期支护的沉降,导致拱顶部位的开裂而引起失稳;

(4) 加强监控量测,及时反馈围岩及初期支护联合结构的变形沉降;由于此段的安全非常敏感,故每日安排三次量测,密切注意拱顶下沉的变化趋势,及时进行初期支护的加强。并在水下沉速率变化较大时,立即封闭仰拱,并完成二次衬砌;

(5) 在下导坑完成后,下部格栅的安装应快速与上部格栅进行连接,并尽快安设格栅封闭底部仰拱,快速填充仰拱部的喷砼,使上下导坑的支护形成封闭的承载结构;

(6) 二次衬砌的灌注,使用模板台车,对于边墙和拱部砼使用砼输送泵,以加快二次衬砌的灌注速度,以利于本段结构尽快完成,及早受力。

本段岩体被划分为Ⅲ类围岩,岩体破碎,地下水较为丰富,为了上部稻田的正常使用,地下水的处理主要是以堵为主,尽量保持岩体内部的水分处于原始状态,尽可能减少来自上部稻田的水的流失。为此,此段的喷砼施工采用吊模法,尽量使喷砼在格栅结构上快速成型,同时封闭围岩的裂隙,切断水流通道,结合防水层和二次衬砌的施工,迅速安全地通过了此段。

### 2.4 相邻隧道的钻爆施工安排

盘龙岭隧道群包括平行的两条隧道,二者之间的净间距为24.84m,根据我国铁路隧道的施工经验,Ⅲ类围岩地段相邻单线隧道的最小净间距为 $(3.0 \sim 5.0)B$  ( $B$ :隧道开挖断面宽度,m),以此标准推算,即使在隧道宽度为6.5m的情况下,洞间岩壁的最小厚度也需要19.5~32.5m。考虑到本工程的跨度较大,施工爆破震动可能会对两条隧道的施工和结构安全造成不利的影响,因此,左右线隧道的开挖面根据岩体质量情况,拉开间距在20~30m左右。在每一条隧道内,严格控制爆破装药量,衬砌与掌子面之间的距离30m,以尽可能保持围岩的承载能力。

### 3 结束语

针对盘龙岭隧道群施工过程中的不利地质条件时,即洞口薄弱段、断层破碎带、浅埋地层和小间距隧道等,为了安全施工,及时采取处理方法,顺利通过了不利地层,保证了工程按期完成。

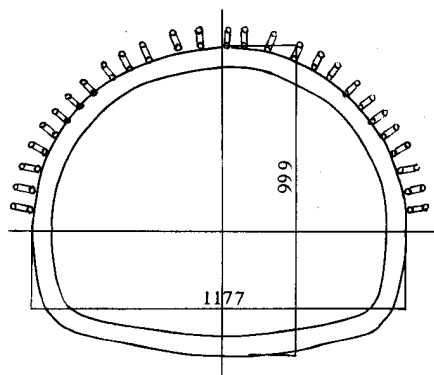


图1 小导管的注浆布置图