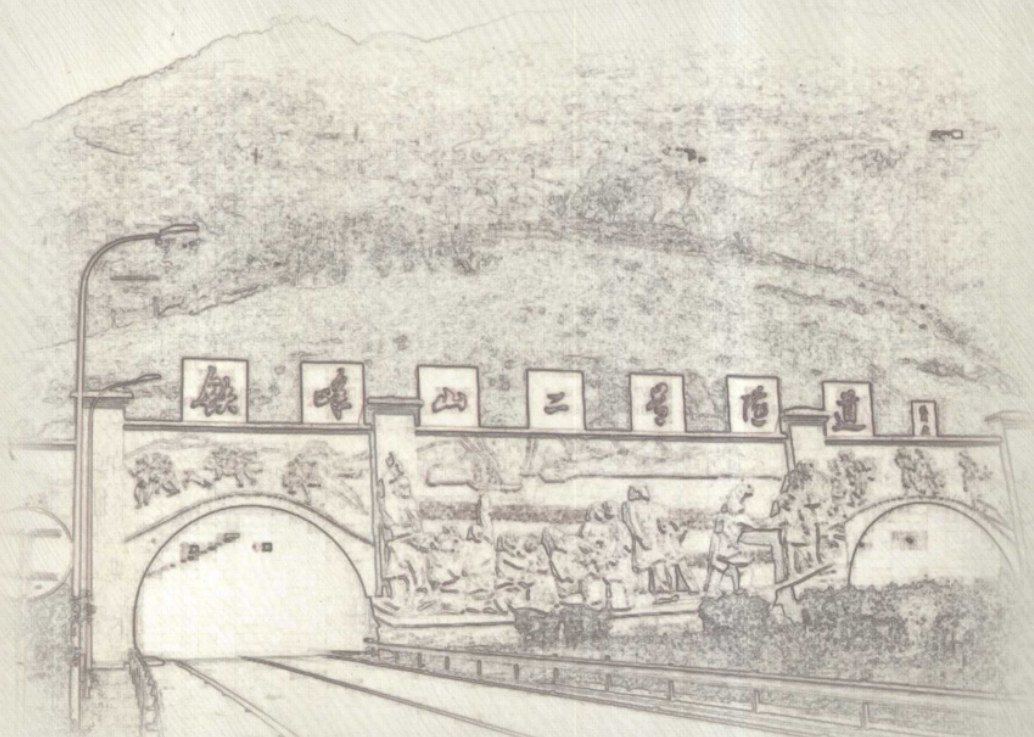


特长公路隧道 建设工程技术

— 重庆万开高速公路铁峰山隧道工程

主 编 李祖伟 袁 勇
副主编 杜国平 曾德云 杜小平



人民交通出版社

China Communications Press



特长公路隧道 建设工程技术

——重庆万开高速公路铁峰山隧道工程

责任编辑 / 沈鸿雁

文字编辑 / 邓 莉 黎小东

美术编辑 / 彭小秋

人民交通出版社网址: <http://www.ccpres.com.cn>

ISBN 978-7-114-06641-2



9 787114 066412 >

定价: 38.00元

Techang Gonglu Suidao Jianshe Gongcheng Jishu
特长公路隧道建设工程技术

——重庆万开高速公路铁峰山隧道工程

主 编 李祖伟 袁 勇
副主编 杜国平 曾德云 杜小平

人民交通出版社

编写委员会

BIANXIWEIYUANHUI

主任委员：徐 谋

副主任委员：李祖伟 章勇武 李海鹰

杜国平

主 编：李祖伟 袁 勇

副 主 编：杜国平 曾德云 杜小平

编写人员：李 丹 黄龙显 张家林

翁其能 段永胜 刘 亮

胡礼忠 柳 献 刘 涛

姚旭鹏 周玉石 李铁生

陈 昕

前 言

QIANYAN

“西部大开发”战略为我国西部地区的经济发展提供新的机遇,同时也对基础设施建设提出了更高的要求。处于西部各省交汇点上的重庆,是西部地区经济联动发展的纽带和交通运输的节点,承担着连接我国西北地区 and 西南地区的陆路交通的重要任务和西北地区各省前出我国南部经济发展中心珠三角地区的捷径。

重庆直辖的 10 年,也是重庆高速公路建设加速发展的 10 年。重庆地区的交通状况已经由原来的“蜀道难,难于上青天”变成了今天的“八小时重庆”,而且正在朝着 2010 年的“六小时重庆”迈进。“一环四射”6 条高速公路,形成重庆“一小时经济圈”的高速公路主骨架。万(州)开(县)高速公路是国家规划的 9 号横向公路干线杭州至兰州线的重要工程,是重庆乃至西南地区北上的重要通道,它的建成使得万州至开县的公路行车时间从过去的 3 个多小时缩短到现在的 40 分钟。

铁峰山 2 号隧道是万(州)开(县)高速公路的头号控制性工程,是目前我国西南地区贯通的最长的一座高速公路隧道和已建或在建隧道中洞身最长、埋深最大的

公路隧道之一。该隧道施工过程中遭遇到复杂多变的地质结构,施工各方精心研究,细致施工,依靠科研攻关,依次克服了特大涌水、岩爆和瓦斯等技术难关;首次在国内采用逆光照明技术和 LED(发光二极管)光源,大量使用节能设备,使得该隧道成为西部地区典型的“节能型隧道”;从隧道结构服役性能监控到隧道内部交通状况和突发事件的监控,全面施行远程自动化,使之成为重庆地区第一条“智能化隧道”。

本书全面记述了铁峰山 2 号隧道相关的地质情况、设计施工、结构长期行为监测和特殊地质的处理。隧道结构长期行为监测是未来以隧道安全控制和预防为目的的科学研究的主要方向;特殊地质则是我国西部地区的地质状况的典型代表,其处理方法可为将来西部地区的隧道建设提供有益的借鉴。

编写委员会

二〇〇七年五月二十日

目 录

1	总论	1
1.1	工程概况	2
1.2	工程地质条件	3
1.3	设计组织情况	6
1.4	施工方法及施工组织情况	8
1.5	特殊地质路段介绍及初步处理方案	9
1.6	隧道建设中新材料、新技术的应用与研究	11
1.7	隧道施工新奥法	18
2	公路隧道设计	21
2.1	高速公路隧道线形要求及保证途径	21
2.2	隧道支护结构设计	23
2.3	隧道排水、防水系统	26
2.4	隧道通风布置	27
2.5	进出洞洞门设计	29
3	隧道洞口施工	30
3.1	洞口区边坡、仰坡加固及施工	30
3.2	洞门工程及进出洞连接施工	31
4	隧道开挖施工	34
4.1	隧道开挖施工方法及基本方案	34
4.2	控制爆破方法——光面爆破	44
4.3	钻爆设计与施工	54
4.4	隧道开挖超、欠挖及控制	61
4.5	隧道的装、出渣	70
4.6	施工通风、排烟与防尘	75
5	围岩类别现场核实与预报	83
5.1	隧道围岩类别及判别	85
5.2	现场调查与超前地质预报	98
6	衬砌结构及防、排水系统施工	109

6.1	开挖面围岩加固及初期支护结构施工	110
6.2	二次衬砌结构	133
6.3	防、排水结构施工	147
7	施工监控量测与分析	161
7.1	监控量测目的	161
7.2	监控量测原则、项目及量测方法	161
7.3	监控量测数据分析与反馈	173
8	隧道结构行为健康监测	183
8.1	工程概况与健康监测意义	183
8.2	监测方法与监测布置	188
8.3	监测数据处理与应用	206
8.4	预警系统研究	211
9	特殊地质路段及施工处理方法	217
9.1	隧道施工地质灾害	217
9.2	高涌水地段施工组织及防治措施	217
9.3	岩爆地质(rockburst)及处理	235
9.4	煤层与瓦斯处理	235
9.5	膏盐路段处理	236
10	隧道通风与照明	237
10.1	隧道通风	237
10.2	铁峰山2号隧道的通风设计	246
10.3	供电及照明	249
	参考文献	260

1 总 论

我国的隧道建设,尤其是长大隧道的建设主要集中在铁路隧道;截止到2003年,铁路隧道中8km以上长大隧道有7座,分别是西康线的秦岭隧道(18 456m)、京广线的大瑶山隧道(14 294m)、朔黄线长梁山隧道(12 780m)、渝怀线圆梁山隧道(11 068m)、南昆线米花岭隧道(9 383m)、大秦线的军都山隧道(8 460m)和侯月线云舌山隧道(8 145m)。在我国,20世纪60年代中期~80年代初在川黔、成昆、贵昆等西南山区的铁路建造了一批6~7km的长隧道。这些隧道的施工大多采用轻型施工机械,大量采用风枪、电雷管和有轨运输,月掘进速度达到100~150m。从20世纪80年代中期至今,我国隧道施工机具有了很大改观,陆续引进了一批现代化施工机具和先进技术,使我国在铁路隧道的施工方式和建造能力上有了质的改变,设计理论也得到了相应的发展。在此期间,钻爆法施工月进度达200m以上,已达到国际先进水平;而施工方法主要以矿山法和新奥法为主。全断面掘进机(TBM)法在1998年前主要用于煤矿采掘,近期已应用于铁路及公路隧道的开挖施工中,如秦岭特长隧道就采用了此工法进行隧道开挖施工。

公路隧道的施工由于国内高速公路建设的相对滞后,特长隧道的建设数量相对于铁路隧道来说少得多。其中有长度居亚洲第一的公路隧道——西安—安康高速秦岭终南山隧道,长18.4km;四川省泥巴山隧道长8km;福建省少美孤岭隧道全长5.6km;西部地区建设的较长的高速公路隧道四川省鹧鸪山隧道4.4km;成渝高速公路歌乐山隧道3.1km。其中和四川省泥巴山隧道在建中。重庆万开高速公路的铁峰山2号隧道全长6km,在公路隧道中属特长隧道。在当今西部地区大力发展交通、兴建大量的隧道工程的形势下,很有必要对此隧道建设中的诸多技术进行总结以供今后的工程借鉴。

综观世界各国隧道的建造史,制约特长隧道发展的因素大致可分为两大类。一类是施工技术方面的问题;另一类则是隧道开挖可能遭遇的

地质及伴生的地质环境问题。前者包括掘进技术、通风技术、围岩加固技术、支护及衬砌技术等。经过 100 多年的发展,施工技术已经有了长足的发展,如掘进技术方面就已经有大量用于山岭隧道开挖施工的矿山法、越江隧道建设中常用的沉管法、地铁区间隧道的浅埋暗挖技术、盾构隧道技术(Shield Tunnel)、顶挖法、明挖法及掘进机法(TBM 技术)等多种适用于不同条件下的掘进手段;支护技术方面,也有了充分考虑岩体作用的新奥法施工方法。而对于地质及地质环境方面的问题,由于区域地层的复杂性及岩体结构沿隧道纵、横面的多变性,导致了认识、评价地质情况时的诸多困难,同时开挖过程中遭遇的各种复杂地质情况又对隧道施工产生严重的影响。目前常用的方法为,设计时采用钻探及地球物理方法对隧道周围的地质情况进行勘探,在此基础上进行隧道结构设计;在隧道开挖施工过程中采用超前钻孔地质勘测,同时根据开挖掌子面的围岩情况进行评定修正。上述的地质方法已能基本满足隧道建设中对地质及隧道围岩的情况的认识要求,但具体的地质情况下隧道建设保证措施仍是当前的难题,如涌水、突泥、膏岩地层等。

公路隧道的断面尺寸要比铁路隧道的尺寸大,如重庆云(阳)一开(县)高速公路上的铁峰山 2 号隧道,单洞开挖尺寸为 12.10m,建成后隧道净宽为 9.25m。所以在西南地区的特长公路隧道施工仍是一个空白,有必要对此进行深入总结。

1.1 工程概况

铁峰山 2 号隧道工程是重庆万(州)一开(县)高速公路控制性工程之一,隧道左线长 6 029.8m(ZK22+048~ZK27+992),右线长 6 024.8m(K22+060~K28+004),是我国西部地区已建或在建隧道中洞身最长、埋深最深的公路隧道之一。隧道设计行车速度 60km/h,设计为双洞单向行车,单洞净宽 9.25m($2 \times 3.5\text{m}$ 行车道 + $2 \times 0.5\text{m}$ 路缘带 + $2 \times 0.25\text{m}$ 余宽 + 0.75m 检修道),净高 5.0m。隧道直线段路面横坡采用单向坡,坡度为 2%。

铁峰山隧道由重庆高速公路发展有限公司渝东分公司投资建设,重庆甲多公路设计咨询有限公司、四川省公路勘察设计院设计,施工由中铁十三局、中铁隧道局、武警三支队、中铁十五局四家单位共同完成,采取单洞双向对挖接头方式进行隧道开挖衬砌施工。

1.2 工程地质条件

1.2.1 地形地貌

隧道穿越的铁峰山山脉呈东西向,属山高谷深、切割较大的构造剥蚀褶皱山的中低山地貌。山脉走向与区内铁峰山背斜走向基本一致,地形陡峻,多陡坎,悬崖分布。山脊两侧横向冲沟发育,呈现与铁峰山山脉走向近垂直的山脊与沟谷相间分布的地貌特征。隧址区最高点为铁峰山,隧道轴线穿过地带最高点为凉风垭口,高程为 1 199.79m,相对高差达 809.00m。隧道最大埋深大于 760m,隧道所处地区主要为林区,人口、房屋较少。

1.2.2 地层岩性

隧址区出露的地层有:侏罗系沙溪庙组(J_{2xs})、新田沟组(J_{2x})、自流井组(J_{1-2z})、珍珠冲组(J_{1zh})及三叠系须家河组(T_{3xj})和巴东组(T_{2b})地层。在隧道开县端洞口附近覆盖有少量第四系(Q_4)坡残积、崩坡积及滑坡堆积物。由新至老分述如下:

(1)第四系(Q_4):坡残积、滑坡堆积物成因的块、碎石土和亚黏土,松散~密实,块、碎石含量占 50%~60%,可塑~硬塑状,黏性土填充。厚 0~13.00m。

(2)沙溪庙组(J_{2xs}):由灰色、灰绿色、灰紫色厚层细粒长石、岩屑砂岩、紫红色泥岩、粉砂质泥岩组成。

(3)新田沟组(J_{2x}):由灰色、黄灰色中至厚层岩屑长石石英砂岩、砂岩及灰、深灰色页岩组成,局部地段顶部为黄灰色泥岩及粉砂岩。

(4)自流井组(J_{1-2z}):上部以灰色、深灰色页岩为主,夹泥质粉砂岩、粉砂岩。中部黄灰色薄至厚层状泥质粉砂岩、粉砂岩夹薄层状泥、砂质泥岩及灰岩。

(5)珍珠冲组(J_{1zh}):黄灰色、黄绿色薄至中厚层状泥岩及泥质粉砂岩、粉砂岩,夹中至厚层状细粒长石石英砂岩,下部夹数层薄层及煤线和水云母黏土岩,底部为含铁砂岩。

(6)须家河组(T_{3xj}):按岩性组合划分六段,第二、四、六段为灰色厚层状中至粗粒岩屑、石英砂岩;第一、三、五段为灰色薄至中层状泥岩、粉砂质泥岩、页岩、炭质页岩,含煤线和煤层。其中,第五段煤层厚 0.30~0.50m,层位稳定,为该区主要采煤层。

(7)巴东组(T_{2b}):按岩性组合划分为三段。

第三段(T_{2b3}):灰色薄层状泥质灰岩、含泥质灰岩、白云岩、钙质泥岩、石膏、硬石膏,灰岩中含较多方解石脉,局部发育溶蚀小孔隙。在背斜北西翼由于岩层倾角缓,层厚,南东翼稍薄。

第二段(T_{2b2}):紫红色薄层状泥岩夹页岩,局部夹泥质灰岩,在背斜北西翼由于岩层倾角缓,层厚,南东翼稍薄。

第一段(T_{2b1}):灰色、黄灰色薄层至中厚层状白云岩及白云岩、硬石膏互层,夹白云质泥岩、角砾状泥质白云岩及泥质灰岩。

1.2.3 地质构造

隧址区属新华夏系第三隆起带之川鄂湘黔隆起褶带北西缘。从南西向北东,主要构造线由北东走向自然弯转为近东西向,成为凸向北西的弧形构造带。区内褶皱发育,断裂较少,褶皱形态为宽阔平缓的雁形向斜和梳状高背斜相间排列。主要背斜北西翼缓南东翼陡,反映了由北西往南东的地应力的主动作用。

隧址区内主要构造为铁峰山背斜。隧道在 K25+640 穿越铁峰山背斜核部。

1.2.4 水文地质条件

隧址区穿越铁峰山背斜中段,为中低山地貌。K24+890 凉风垭口近东西向山脊为场区分水岭最高点,将拟建隧道分为北西、南东两个相对独立的地表水水文地质单元。区内主要受大气降水补给,由铁峰山山脊向两侧排泄,北西侧流向大河沟,南东侧流向无名河流。北西侧主要受大气降水补给,同时受砂岩的地下水补给,顺坡沿山间沟谷向大河沟排泄;南东侧主要受大气降水补给,同时受砂岩孔隙裂隙水及巴东组岩溶水补给,顺坡沿山间沟谷向无名河流排泄。区内地表水系统属长江水系。

根据水文地质条件的差异性,将地下水分为三个水文地质单元,即铁峰山背斜轴部巴东组岩溶水岩组及构造裂隙含水层组、两翼的珍珠冲组、须家河组基岩孔隙裂隙含水岩组。岩溶含水层差异性较大。泥质岩类属相对隔水层,碳酸盐岩喜水性较好;背斜核部两翼的基岩挤压破碎,裂隙较发育,地下水量丰富,富水性强。背斜两翼的基岩裂隙水,其中须家河二、四、六层为厚层砂岩,富水性较强,綦地层主要为砂、泥岩,富水性弱。第四系孔隙水呈不连续零星状分布,水量小。

预测地下水涌水量隧道双洞总涌水量一般情况下约为 $17\ 000\text{m}^3/\text{d}$,雨

季按 1.5 倍考虑,水质对混凝土无腐蚀。

1.2.5 隧道工程地质评价

根据《公路工程地质勘察规范》(JTJ 069—98)、《公路隧道设计规范》(JTJ 026—90)^①有关分类标准,在岩石强度及波速划分的基础上,考虑围岩特征、环境、地下水等因素进行围岩分类,将隧道围岩分为 II、III、IV 三类。背斜轴部的巴东组一段白云岩及含白云岩硬石膏、石膏段岩层严重弯曲变形,构造裂隙发育,岩体较破碎,划分为 II 类围岩;背斜北翼近轴部地段次级褶皱发育,受地质构造影响较重,其中巴东组三段局部地下水丰富,将硬石膏、石膏划为 III 类围岩;北翼秦地段的岩石抗压强度高,岩层倾角大于 27°,岩体裂隙较发育,将砂岩、泥岩、白云岩及泥质灰岩划为 IV 类围岩;南翼岩层产状较陡,砂岩强度高,泥岩及页岩为软质岩,受构造应力影响,岩体裂隙发育,故将砂岩划为 IV 类围岩;泥岩及页岩、泥质砂岩划为 III 类~IV 类围岩;侏罗系地层的隧道出露地段,砂泥岩过渡岩性段,考虑到该类岩石在环境条件改变情况下极易风化的劣性,同时层间结合差,故划为 III 类;较稳定的砂岩划为 IV 类;灰岩呈薄层状产出,层间夹页岩,划为 III 类;处在洞口附近一带围岩因受风化影响岩体破碎以及含煤层和煤线一带围岩由于含有害气体,且层间结合差,均划为 II 类围岩。隧道围岩分类长度见表 1-1(不含洞口长度为 17.15m)。

II 类围岩段:主要包括洞口碎屑岩浅埋段、洞身三叠系须家河组含煤层段、巴东组背斜轴部的膏盐段,开挖不当可能产生较大的坍塌。

III 类围岩段:主要包括碎屑岩地层的砂、泥、页岩互层段,巴东组厚层膏盐段,稳定性较差。

IV 类围岩段:主要包括三叠系须家河组二、四、六段的长石石英砂岩、碎屑岩地层中的厚层砂岩、泥岩段,巴东组中的厚层碳酸盐岩段。节理裂隙较发育,岩体较完整,富含裂隙水,岩体呈块碎石镶嵌结构或大块状砌体结构,稳定性好。

开县端洞口段地势相对平缓,在隧道进口西侧 150m、洞身 K22+330~K22+720 段为古滑坡堆积体。该滑体已偏离隧道,对隧道基本无影响。隧道进出口覆盖较薄,下伏基岩质软,稳定性差。万州端洞口段地层为侏罗系沙溪庙组(J_{2xs})紫红色泥岩及浅灰色砂岩。隧道出口位于一斜坡中部,地面

^①新规范为《公路隧道设计规范》(JTD D70—2004)。

坡度约为 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，洞顶岩土覆盖层厚 $14\sim 20\text{m}$ ，左线隧道出口外约 40m 有一冲沟，沟内常年流水。周围汇水面积较大，对出洞口影响较大，应防止地表水对洞口的冲刷，该出口段覆盖较薄，下卧基岩为硬质岩，但稳定性较差。

1.3 设计组织情况

本隧道工程是由重庆甲多公路设计咨询有限公司和四川省公路勘察设计院共同设计，2003年11月提交两阶段施工图设计，供业主进行招标、遴选施工单位进行隧道的施工。

隧道平面：设计隧道分为左线、右线，测量轴线相距 30m ，隧道中线（行车道中线）相距 39.5m 。

洞内、洞外通道：隧道外设置联系道，以利于关闭一座隧道时可在洞外转向及抢险救灾用。隧道内设置行人横洞，间距 $200\sim 300\text{m}$ ，按 $500\sim 600\text{m}$ 间距设置了行车横洞，对应位置设紧急停车带，紧急停车带较主洞加宽 3.0m ，全长 40m 。

隧道纵面：综合考虑地形、地质条件、通风、排水、施工及隧道两端的接线条件，拟定本隧道左、右线纵坡均为 -1.8% （开县至万州方向上坡为正）。

隧道衬砌主轮廓：确定隧道主洞衬砌内轮廓为净宽 10.4m 、拱高 6.92m 的三心圆边墙结构。紧急停车带内轮廓为净宽 13.40m 、拱高 7.54m 的五心圆曲边墙内轮廓。行车横洞拟定为三心圆曲边墙内轮廓，净宽 5.66m ，净高 5.36m 。行人横洞拟定为单心圆拱直边墙内轮廓，净宽 2.50m ，净高 2.8m 。

通风方式：纵向通风采用纵向射流通风，此方式具有投资小，施工、安装简便，管理和维护方便的特点，而此项技术也日趋完善，所以本项目采用了纵向射流通风方式。通风采用 HowdenAMA-1120 型射流风机，风机可一次性安装完成，左、右洞各设 18 台 HowdenAMA-1120 型射流风机，功率 639kW ，控制方式采用稀释异味控制。同时为预防救灾和未来交通量的突变，本隧道左洞还预留了竖向通风的位置。

洞门设计：隧道开县端和万州端洞口轴线与洞口等高线近乎正交，开县端仰坡较缓，设计为同断面削竹式洞门，万州端仰坡较陡，设计为同断面柱式洞门。

洞身结构设计：隧道按新奥法施工原理进行洞身结构设计，即以系统锚

杆、喷混凝土、钢筋网、钢架组成初期支护与二次模筑混凝土相结合的复合衬砌形式,对于 II 类围岩地段辅以超前支护(超前小导管或药卷锚杆)配合钢架以确保安全。对不同地质围岩类型采用不同的支护方式,整个隧道的围岩分类、长度及支护结构见表 1-1。

洞身衬砌支护参数

表 1-1

衬砌类型	长度(m)	初期支护				二次支护			备注
		喷混凝土(cm)	系统锚杆		钢筋网间距(cm)	钢架间距(cm)	拱墙厚度(cm)	仰拱厚度(cm)	
			长度(cm)	纵×横(cm×cm)					
II _强	169	20	350	80×80	20×20	80	50	50	浅埋,破碎,设超前支护
II _弱	421	20	350	80×80	20×20	80	40	40	瓦斯设防段,设超前支护
II _★	328	20	350	80×80	20×20	60	50	50	膏盐段
III _★	465	20	300	100×80	25×25	80	50	50	膏盐段
III _{加强}	40	20	300	80×80	25×25	/	35	35	拱部稳定性较差段
III	1 888	20	300	100×100	25×25	/	35	35	深埋一般段
IV	785	15	250	120×120	25×25	/	35	/	深埋一般段
IV _封		15	250	120×120	25×25	/	35	/	基底为软质岩的围岩段

注:①II、III类围岩的衬砌系统锚杆采用 $\phi 25$ mm中空注浆锚杆,IV类围岩采用改进型 $\phi 22$ mm砂浆锚杆。

②III类加强型衬砌钢筋网为双层 $\phi 12$ mm钢筋,其他衬砌类型初期支护钢筋网为 $\phi 6.5$ mm单层钢筋。

③II类围岩衬砌超前支护采用 $\phi 42$ mm小导管注浆。

④II_弱型衬砌二次衬砌混凝土为气密性混凝土,防水层全断面封闭。

⑤II_★、III_★型衬砌初期支护和二次混凝土支护均采用防腐蚀混凝土,初期支护和二次衬砌之间设20cm厚泡沫混凝土,仰拱设加长锚杆。

防排水设计:洞身防排水设计原则以排为主,防、排、截、堵相结合,达到排水通畅、防水可靠、经济合理、不留后患的目的。

(1)洞身排水措施(含瓦斯)

①渗水流处设置橡塑板盲沟,设计按 10m(膏盐段 5m)一道计量,渗水面积较大地段橡塑板盲沟可并排设置。

②集中股水流处设置弹簧管盲沟,设计按 20m(膏盐段 10m)一道计量,盲沟管端部应穿越初期支护直接与股水流处对接以达到更好的排水效果。

③隧道两侧边墙初期支护底部分别设置 $\phi 100$ HPDE 单壁打孔波纹纵向排水管以引排盲沟水(单壁打孔波纹管内径为 $\phi 100\text{mm}$,外径为 $\phi 116\text{mm}$)。

④隧道中部设置中央排水管,并每隔 10m(膏盐段 5m)设 $\phi 100$ HPDE 单壁打孔波纹管边墙泄水管一道(横向),将墙背纵向排水管的水引入中央排水管内。

⑤隧道内较低一侧靠路缘带设置开口水沟以排泄路面水,每隔 30m 间距设置带铸铁蓖的沉沙池一处。

⑥中央排水管排出洞外后设置水气分离装置,使管内瓦斯气体排入路地表 10m 以上的空中。

(2)洞身防水措施

①全隧道满铺 1.2mm 厚 EVA 点防水卷材及 $300\text{g}/\text{m}^2$ 无纺布(靠围岩侧),防水板的焊接应采用热风双焊缝无钉铺挂施工。

②二次模筑混凝土采用防水混凝土浇筑,防水混凝土等级为 S8。

③隧道洞身变形缝设置橡胶止水带,模筑混凝土施工缝均应设置带加强网膨胀橡胶止水条。

洞内路面水:隧道内的路面水通过路面横坡及纵坡排至路侧排水沟。

1.4 施工方法及施工组织情况

根据具体地质特点及设计情况,选定隧道的施工方案为双向单洞双向对挖接头的方式。这样有四个开挖施工工作面,可以很好地满足施工的工期要求,但对施工中的测量要求较高。

隧道主体的设计工程施工方法如下。

(1)洞口软弱围岩浅埋地段

隧道洞口浅埋段,根据围岩及荷载情况并结合结构计算,建议采用短台阶法进行开挖施工,紧跟掌子面做好初期支护及临时支护;初期支护采用湿

法喷射混凝土,钢筋网和锚杆联合支护,并辅以超前支护和格栅钢架。该段模筑混凝土及仰拱应及早施作。

(2) 洞身地段

根据隧道围岩特征及开挖后的应力分布情况,建议洞身 II、III 围岩地段采用台阶法开挖;IV 类及以上围岩地段可采用全断面开挖法进行施工。

(3) 煤与瓦斯突出地段

在确定煤层无瓦斯突出危险的情况下,先施工超前支护,后开挖并及时施作初期支护。开挖应由上而下,衬砌施工由下而上,开挖应采用短台阶开挖,上下台阶距离为 10~15m。

(4) 膏盐地段

膏盐地段施工应尽量减少围岩的暴露时间,封闭围岩,应尽快施作系统锚杆及垫板,加强施工排水,控制施工用水,减小围岩含水状态的变化。

具体主体工程施工程序如图 1-1 所示。

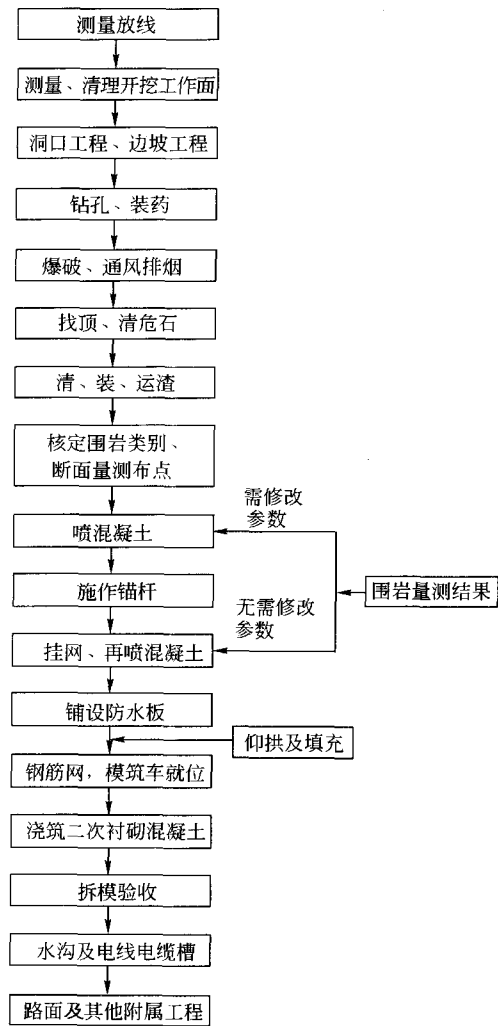


图 1-1 隧道施工程序框图

1.5 特殊地质路段介绍及初步处理方案

1.5.1 洞口浅埋段

在隧道右侧 150m 及洞身 K22+330~K22+720 段覆盖层为古滑坡堆