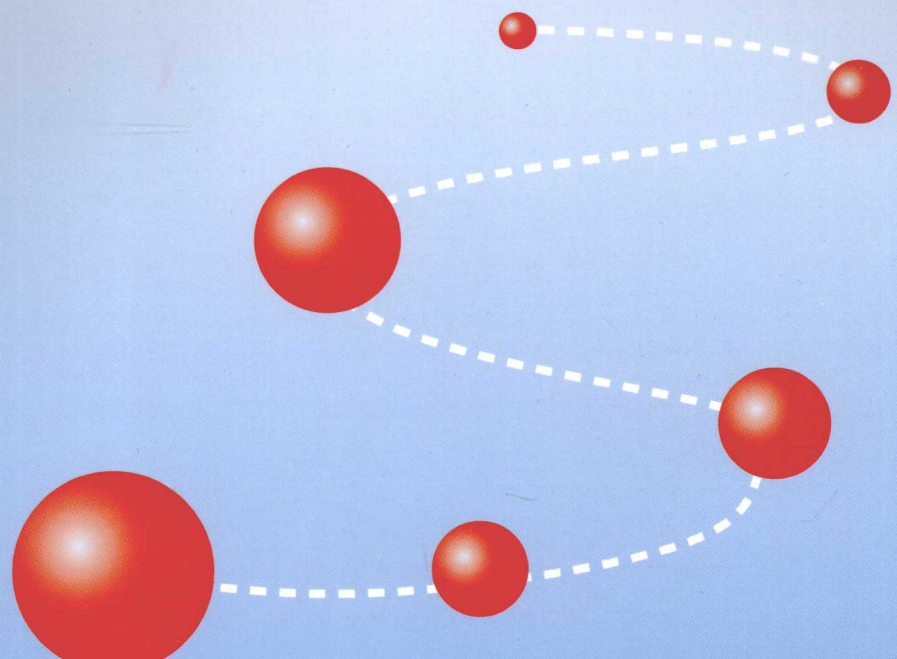


2008

GONGCHENGSHIGONGJISHUYUGUANLILUNWENJI



工程施工技术 与 管理论文集

主编：汤用泉 刘经军 黎学皓

江西高校出版社

工程施工技术与管理论文集

编审委

主 任: 和建生 熊 勇
副 主 任: 刘经军 汤用泉
委 员: 和建生 熊 勇 贾志营 程海琴 赵孚中
邓明润 许承林 陈永富 周永康 阳矩国
黄远华 许 辉 孔 微 倪 跃
主 编: 汤用泉 刘经军 黎学皓

江西高校出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工程施工技术与管理论文集/汤用泉等著. —南昌:

江西高校出版社, 2008. 12

ISBN 978 - 7 - 81132 - 455 - 6

I. 工… II. 汤… III. ①建筑工程 - 工程施工 - 施工技术 - 文集 ②建筑工程 - 施工管理 - 文集
IV. TU7 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 195971 号

责任编辑: 董 纲

封面设计:  Creative Times
创意时代

版式设计: 王文丽

工程施工技术与管理论文集

江西高校出版社出版发行

(江西省南昌市洪都北大道 96 号)

邮编: 330046 电话: (0791) 8529392, 8504319

北京市业和印务有限公司印刷

各地新华书店经销

*

2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 22.25 印张 280 千字

印数: 1—1000

ISBN 978 - 7 - 81132 - 455 - 6

定价: 35.00 元

(江西高校版图书如有印刷、装订错误, 请随时向承印厂调换)

前 言

科学技术是第一生产力，科技进步和技术创新是实现社会良性发展的重要保证，为了实现“又好又快，好中求快”的企业发展理念，我们组织了《工程施工技术与管理论文集》的编制工作。经过近半年的组稿、审稿、编辑、印刷，一册汇集了工程施工技术与经营管理人员大量实践经验和科技成果的论文集出版了，全书约28万字，汇编了60多篇源自工程建设一线的论文，为工程建设行业的科技进步和管理创新提供了较好的素材。

本书内容涉及水利水电、道路与桥梁、给排水等工程领域和土石方、基础处理、混凝土、混凝土缺陷处理、砂石料加工、预应力锚索、试验、测量、机电物资管理、合同管理、国际工程管理等多个专业。作者针对在工程实践中遇到的各种技术及管理问题，阐述了相应的解决办法和相关的科研成果，对类似工程的施工建设有一定的指导和借鉴意义。

在本书的出版过程中，我们得到了许多老专家的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限，书中难免存在这样那样的错误或不足之处，欢迎读者批评指正。

编 者
2008年10月

目 录

土石方工程施工技术

大岗山隧道不良地质段的开挖支护施工方法探讨	3
不良地质段隧道塌方处理	8
混凝土面板堆石坝石料开采爆破参数设计及优化	13
PLC 在人工砂石系统中的应用	19
老渡口水电站砂石系统建设及运行实践	24
三峡地下电站尾水渠控制爆破技术	28
高边坡钻爆开挖施工控制	32
浅谈硃砂水电站导流洞与放空洞交会段开挖施工	36
深层搅拌法加固技术在水闸地基工程中的应用	41
浅谈高边坡扭面预裂爆破施工技术	45
含深厚度崩块石层开挖施工技术浅析	48
尼泊尔查莫里亚引水隧洞软弱岩体开挖施工技术	52
大型渠道机械化衬砌施工技术初步研究与实践	56
盐渍化软土处治技术在新疆公路项目中的综合应用	62
井点排水网络在厂房边坡处理中的应用	66
有轨液压滑模施工技术在竖井衬砌中的尝试与思考	71

混凝土工程施工技术

酉酬水电站大坝工程碾压混凝土快速施工技术	81
碾压混凝土高温施工技术措施	87
碾压混凝土模板施工的研究应用	92
混凝土搅拌站制冷系统实践及综合温控措施	96
混凝土双曲拱坝通水冷却及养护	106
环氧砂浆快速施工技术	114
渡槽高性能泵送混凝土施工防裂方法研究	117
南水北调漕河渡槽现浇施工技术	121
鲤鱼塘水库面板堆石坝填筑施工及质量控制	126
漕河渡槽槽身可更换止水施工工艺	130
鲤鱼塘水库面板混凝土裂缝处理	133
鲤鱼塘水库混凝土面板施工的几项重点技术	137
浅谈大渡河瀑布沟水电站下闸蓄水期间壅水堰工程填筑施工方法	140
预应力混凝土空心板裂缝分析与防治	150
单圆心双曲拱坝表孔悬臂牛腿控制优化	153
戈枕枢纽溢流坝坝顶检修门机大梁现场预制上承式贝雷架的确定	157
固结灌浆在隧洞洞脸塌方工程处理中的应用	161
牛头山水电站大坝施工制冷系统配置研究	163
挤压式混凝土边墙施工技术在中梁水电站一级面板堆石坝工程中的应用	170
漕河渡槽槽身 C50 混凝土温度控制与防裂	174

浅谈我国水电工程的骨料加工技术	177
鲤鱼塘水库大坝帷幕灌浆施工技术	180
水电站 MD1100 型塔式起重机的安装	185
钢模台车在隧洞衬砌中的应用	192
大隆水库导流洞封堵施工	198
预应力锚索工程施工技术	
酉酬水电站预应力闸墩锚索的施工	207
桥梁工程施工技术	
公路特大桥钢管劲性骨架吊装施工技术	213
公路特大桥钢管混凝土灌注施工技术	219
浅谈湖北兴山县高阳大桥钻孔灌注桩施工技术	226
水中桩施工便桥与平台设计与施工	230
水中墩系梁施工技术	238
给排水工程施工技术	
TCJ-0506 型内防腐涂衬机工作范围的改造	243
大口径夹砂玻璃钢管在给排水管道施工中的应用	245
三峡高位消防水池施工工序的控制	247
洞室型虹吸取水泵站施工	252
试验	
新疆吐木秀克水电站工程高性能混凝土试验浅析	261
安徽冬瓜山铜矿老鸦岭尾矿库主体工程碾压试验成果报告	268
测量	
施工坐标系在白莲河地下厂房洞室施工中的应用与分析	277
工程管理	
施工项目管理艺术	285
浅析质量、环境与职业健康安全体系文件的整合方法	289
施工企业进行工程分包应注意的法律风险	292
酉酬水电站爆破施工安全监测	295
HEC 在水利水电工程中的应用	301
加强企业文化建设 提高企业管理水平	306
对公路工程施工的思考	309
机电物资管理	
浅谈设备评估在设备管理中的应用	315
浅谈施工中的材料核销管理	318
经营管理	
溪洛渡水电站引水隧洞开挖施工成本控制	323
工程的风险管理及防范风险的对策	327
探索变更索赔管理方法 提高变更索赔工作水平	330
确定投标报价的思考	334
浅谈工程索赔	337
计算机开发	
Office Anywhere 网络智能办公系统中工作流的应用	343
建筑材料检测软件项目开发设计实例	347



土石方工程 施工技术

大岗山隧道不良地质段的开挖支护施工方法探讨

李风标

【摘要】 由于前期的地质勘探不是很详细,大岗山隧道原设计围岩以Ⅱ、Ⅲ类为主,局部Ⅳ、Ⅴ类为辅;但施工过程中遇灰绿岩脉,洞内实际Ⅴ类围岩段过半;对于此类不良地质段隧道的施工,过于谨慎则影响工期,过于大意又存在安全隐患,如何在确保质量安全的前提下,尽量缩短施工工期并不致于过多的增加工程造价显得尤为重要,本文从减少对保留岩体破坏和确保施工安全的角度出发,系统地介绍了此类隧道的施工方法、施工程序和支护参数等,供同类地质条件的隧道工程施工借鉴。

【关键词】 隧道 不良地质段 开挖 超前支护 初期支护 探讨

1 概述

1.1 工程概况

大岗山水电站位于大渡河中游上段的四川省雅安市石棉县挖角乡境内,为大渡河干流规划的第14梯级电站,电站装机2600MW(4×650MW),大岗山隧道为电站的211省道改线的高线公路,起讫桩号为K5+525~K6+716.8,隧道全长1191.8m,断面近似半圆型,衬砌后标准净空限界为9.0m(宽)×5.3m(高),其中紧急停车带处净空限界为12.5m×5.3m。由于前期的地质勘探不是很详细,原设计围岩以Ⅱ、Ⅲ类为主,局部Ⅳ、Ⅴ类;实际施工中受灰绿岩脉的影响Ⅴ类达654m,主要在隧道进口的K5+525~K5+579.2,以及隧道出口K6+100~K6+716.8一带。

1.2 工程地质条件

隧道的区域地质:场地及周围处青藏高原东南缘向四川盆地过渡地带。大地构造属于扬子准地台滇康地轴的石棉台穹范畴,具体构造部位属于磨西断裂、大渡河断裂和金坪断裂所切割的黄草断块。区内主要分布由晋宁—澄江期花岗岩、花岗质混合岩、闪长岩、基性—超基性岩和火山喷出岩等组成其古老基底。

隧道隧址区主要发育一套岩浆岩,以澄江期的正长花岗岩、黑云母二长花岗岩为主,此外,尚有规模不等岩脉分布,主要有:辉绿岩脉(β)、玢岩(μ)、花岗细晶岩脉(η)、闪长岩脉(δ),尤其以辉绿岩脉分布较广,与围岩的接触关系主要以焊接式接触、裂隙式接触和断层式接触等三种类型;花岗岩以中粒结构为主;隧道洞口段为第四系坡积层,厚20~32m,基岩为 γ_2k_4-4 澄江期肉红色正长花岗岩,呈岩基产出。

在K6+600~K6+480、K6+410~K6+390、K6+340~K6+100段受一直辉绿岩脉($\beta\mu$)的相交影响,且相交角度较小,辉绿岩脉宽度约为3m~11m,局部段全断面均为辉绿岩脉。

2 不良地质段洞身开挖施工技术

因为岩体是地下隧道结构体系中的主要承载结构,所以隧道施工中围岩的稳定和减少对围岩的

扰动,避免过度破坏岩体的强度非常重要,因此在施工中应选择适当的施工方法。大岗山隧道在施工过程中洞身段开挖按照“新奥法”原理组织施工,在施工中根据围岩状况进行钻爆设计,及时调整钻爆参数,在围岩条件较差段严格遵循“短进尺、弱爆破、强支护、勤观测”的施工原则。

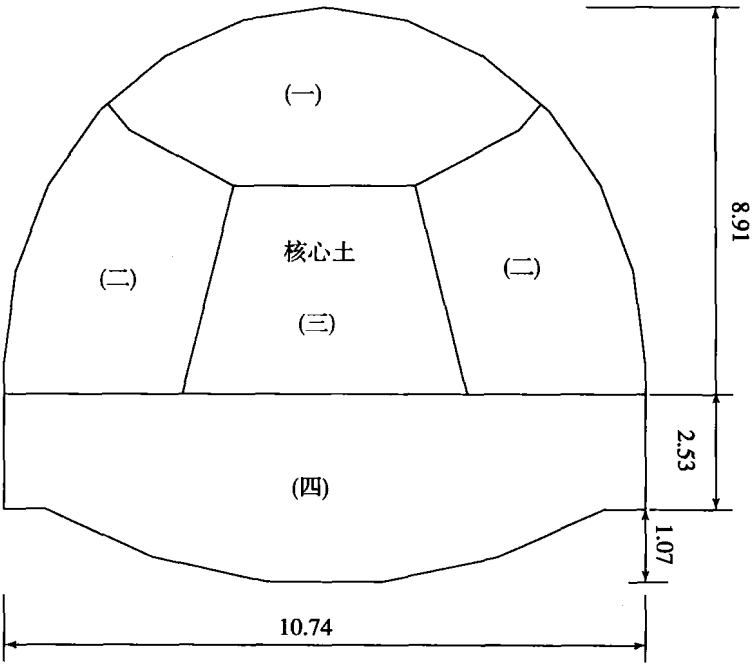
2.1 洞身开挖工艺流程

V ~ IV类围岩洞身段开挖工艺流程:测量布孔→钻孔→清孔→装药、联网起爆→通风、除尘→排险→出碴→清底→初期支护→进入下一循环。

2.2 洞身开挖施工方法

V ~ IV类围岩地段采用短台阶拱部环形开挖留核心土法开挖,开挖断面分5部分施工。顶拱(一)部开挖周边轮廓采用光面爆破,中间直眼掏槽,一次开挖进尺1.6m。爆破钻孔采用气腿钻机作业,人工装药,非电导爆管起爆,微差爆破。爆破后人工排险,采用侧卸式装载机挖装,自卸汽车运出渣。两侧(二)、(二)部开挖滞后于(一)部一个循环,周边轮廓采用光面爆破,一次开挖进尺1.6m。钻孔、爆破、出渣方法及临时支护与(一)部相同。(三)部(核心土)直接用气腿钻机水平钻孔爆破挖除,爆破渣料由反铲扒渣至底层台阶后挖装,自卸汽车运出渣。出渣完毕后,先对掌子面以及开挖出的洞身段喷5cm厚的砼,然后打锚杆,挂钢筋网,安装型钢钢架,再喷砼至设计厚度。

底层滞后跟进施工,采用半幅交替方式开挖,以保证以上各部开挖的交通需要。两侧面及底板轮廓面采用光面爆破,中间采用水平孔爆破,一次开挖进尺2.5m。



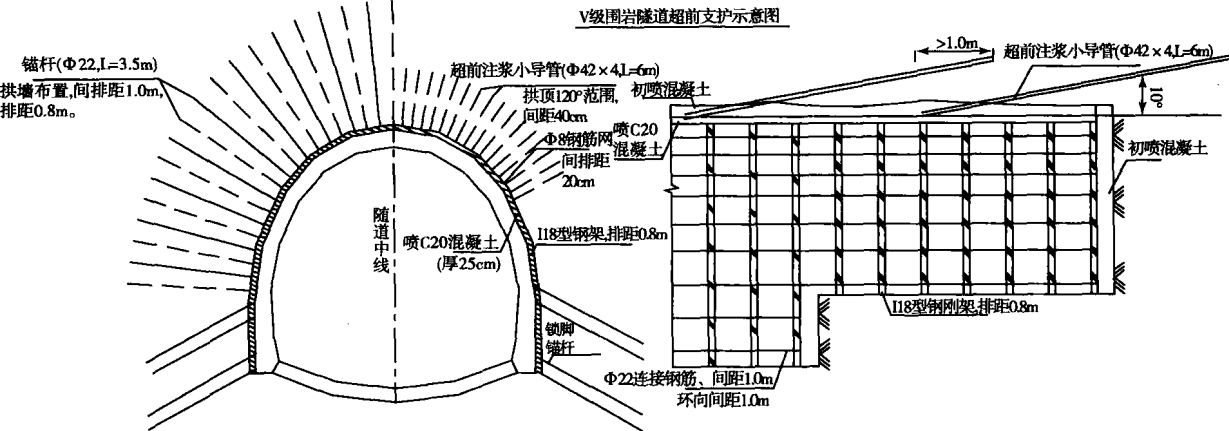
3 不良地质段初期支护施工技术

3.1 支护参数

大岗山隧道V类围岩洞身段的初期支护工程包括超前超前注浆小导管、 $\Phi 22$ 系统锚杆、网喷支护、型钢钢架(工字钢)等。

部位	围岩类别	超前支护	预留变形量	系统锚杆	喷混凝土及钢筋网	钢拱架	连接钢筋	二次衬砌厚度
大岗山隧道	V类	$\Phi 42 \times 4\text{mm}$ 、 $L = 6.0\text{m}$ 钢花管拱顶 120° 范围布置, 间距 40cm , 排距 400cm 。	7cm	$\Phi 22$ 、 $L = 3.5\text{m}$ 砂浆锚杆	C20 混凝土厚度 25cm $\Phi 8$ 钢筋网 $20 \times 20\text{cm}$ 网格	I 18 工字钢, 间距 0.8m	$\Phi 22$, 间距 1.0m	厚度 45cm , C20 混凝土

V类围岩初期支护施工示意图如下:



3.2 超前小导管施工

超前小导管在开挖前进行,小导管采用外径 42mm,壁厚 4.0mm 热轧无缝钢花管,钢管前端呈尖锥状(25 ~ 30°),长度为 6.0m,其中花管长度 5m,花管部分钻有 10mm 孔眼,每排 4 个,交叉排列,间距 15 ~ 20cm,拱顶 120°范围布置,小导管安插后采用水泥浆液(填加 5% 水玻璃)注浆。

- (1)超前小导管施工工艺流程为:钻孔→清孔→插管→压力注浆。
- (2)超前小导管从钢拱架腹部穿过,每开挖循环之间的小导管搭接长度不小于 1000mm。
- (3)导管钻孔采用气腿钻机,以 10° ~ 15° 仰角钻孔,钻孔深度 6m,环向间距 40cm,纵向间距 320cm。
- (4)打一个孔及时插入一根导管,插管由人工进行,导管注浆采用填压式注浆法,注浆设备选用 SGB - 1 型灌浆泵。注浆的浆液比为 1:1、1:0.8 及 ~1:0.5 三个比级,纯压式灌浆,初始压力 0.2Mpa,结束压力 1Mpa,灌浆的水泥为 P. O42.5 级普通硅酸盐水泥。
- (5)注浆完成后,将小导管尾端焊接在相应位置的型钢钢架上,与钢架共同作用,形成棚架支护系统。

3.3 喷护支护施工

在隧道石方开挖爆破出渣后,及时对开挖面进行喷锚支护施工。为保证开挖掌子面的稳定,爆破开挖出渣后首先要进行开挖裸露的围岩喷一层 6cm 厚混凝土进行封闭,保证支护施工时的安全,这一点尤为重要。

- (1)挂网喷砼施工,按照“喷—网—喷”的程序进行,即锚杆施工后,先初喷一层砼,然后挂钢筋网,再喷砼至设计厚度。
- (2)钢筋网在工地加工厂按 2 ~ 4m² 一块进行编焊,运至工作面后,人工在平台车上铺挂,利用锚杆头点焊固定,中间用膨胀螺栓加密固定,网间接头用铅丝扎牢。
- (3)喷砼支护前清撬表面危石和欠挖部分,用高压风吹冲岩面粉屑,确保岩面洁净,正式喷砼时,

采用高压水雾湿润岩面,使喷砼能更好地粘贴在受喷岩面上,减少回弹,提高喷砼效率。喷护应将第一次支护的受力钢拱架覆盖,喷护完成后,及时对喷护面进行湿润养护。

4.4 型钢钢架施工

隧洞开挖施工前,型钢钢架在工地加工厂分节加工,编号后运至施工现场备用。当隧洞开挖掘进到需要型钢钢架支护部位时,用汽车运送到作业面分节架设。每一节钢拱架设置至少2根锁脚锚杆,采用系统锚杆代替,锁脚锚杆与钢拱架焊接牢固,并且钢拱架之间采用 $\Phi 22$ 钢筋进行焊接连接,间距为1.0m。

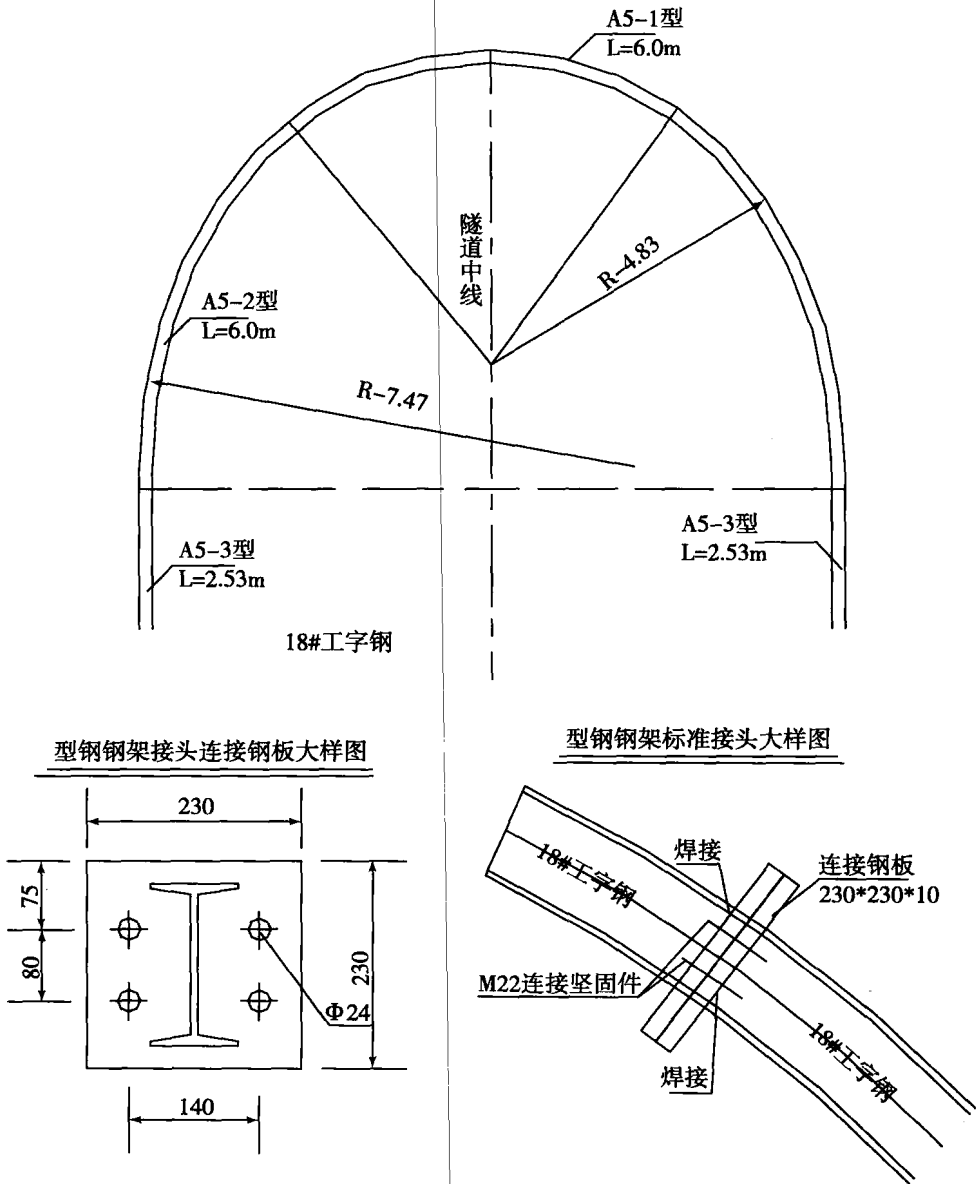
(1)型钢钢架在开挖爆破出渣后立即架设,架设时利用装载机将肢杆一端举至洞顶,在拱顶处与另肢相接。

(2)肢杆架设后,随即装设支点钢垫板及撑杆,待所有肢杆柱,支点钢垫板及撑杆全部完成,隧道开挖即可进行下一轮循环作业,每榀钢架之间的纵向联接筋焊接可在开挖循环作业时进行。

(3)型钢钢架架设后,如在短时间内不进行衬砌砼浇筑,则在支撑基脚处建一条高约60~80cm的纵向钢筋砼地梁,将支撑基脚包没,同时起到将各支撑连接的作用。

(4)型钢钢架架设后,及时进行锚杆施工和砼喷射施工。

钢拱架加工图如下:



4.5 锚杆支护施工

为保证锚杆作业施工时地安全,打部分锚杆在隧道安装钢拱架后进行,锚杆支护施工包括:砂浆锚杆钻孔、注浆及杆体安插、锚杆托板安装。系统锚杆的间排距为 1.0m。

(1) 砂浆锚杆:锚杆孔采用 T28 气腿钻钻孔。按照先注浆后插杆的工艺进行锚杆安装,注浆机注浆,人工插入锚杆。施工工艺为:测量定位→钻机就位→造孔→洗(冲)孔→灌注水泥砂浆→人工插杆→锚杆托板安装→检测。

(2) 锚杆钻孔前根据设计要求和围岩情况,定出孔位,作出标记,一般情况锚杆方向为垂直岩面,遇断层和滑动面应调整为垂直滑动面。钻孔做到圆而直,其孔径和孔深符合设计要求,孔内积水和岩粉应吹洗干净;

(3) 锚杆人工插杆后停 30 分钟,即可上托板,并用螺母拧紧即可。锚杆螺母必须用机械或力矩扳手(拧紧),确保锚杆的托板紧贴岩壁。锚杆托板应安装牢固,基本密贴岩面,不松动。

5 结束语

大岗山隧道地质条件复杂,经对洞室开挖的理论研究和以往施工经验,采取了合理的开挖分层,确定了合理的初期支护参数,充分利用新奥法,高度重视初期支护的时段,取得了良好的质量、进度和经济效益。

在此类不良地质段,虽然实施光面爆破不能形成留有较多半孔炮痕的洞壁,但仍须强调实施光爆技术,以减轻爆破振动对围岩的扰动,可采取对拱部周边密孔布置,隔孔装药保证隧道拱顶形成,减少超欠挖。同时应利用对已开挖洞段、掌子面及时进行地质编录,依据已知围岩的风化、裂隙发育状况及开挖石渣的粒径、形状、质量状况和较大渗水点的渗水量、水温等条件的常规地质预报,预报掌子面前方未开挖地段的地质情况、可能出现的不良地质体及围岩类别。

在施工过程中应注意超前注浆小导管、锁脚锚杆的施工,尤其是与钢拱架的焊接;对于上下台阶开挖后,上下台阶的工字钢之间的连接一定要注意连接牢固,可适当进行加钢板进行焊接,每个台阶进行钢拱架施工时,注意钢拱架的地脚应坐落在岩基上,避免坐落在虚渣上;为节约投资及提高施工进度,对于工字钢的间距可以根据具体情况将间距拉大。

不良地质段隧道塌方处理

李凤标

【摘要】 塌方在隧道施工过程中难于完全避免,事故处理的好坏、快慢,对隧道本身的安全、造价、工期和建成后的运行都有直接的影响。本文介绍了大岗山隧道1#停车带的大塌方处理采用先加固未塌方地段,再进行塌腔的回填,通过对掌子面的外侧塌方墟碴固结回填灌浆,最后按短进尺、少扰动、多台阶、强支护的原则掘进顺利的通过了塌方段,十分成功,为以后同类工程施工处理塌方提供一定的经验和借鉴

【关键词】 隧道 塌方处理 泵送砼回填 固结灌浆

1 工程概况

大岗山水电站位于大渡河中游上段的四川省雅安市石棉县挖角乡境内,为大渡河干流规划的第14梯级电站,电站装机2600MW(4×650 MW),大岗山隧道为电站的211省道改线的高线公路,起讫桩号为K5+525~K6+716.8,隧道全长1191.8m,断面近似半圆型,衬砌后标准净空限界为9.0m(宽) $\times$ 5.3m(高),其中紧急停车带设计桩号为K6+050~K6+100及K6+150~K6+200,紧急停车带处净空限界为12.5m $\times$ 5.3m。2007年4月5日,隧道开挖与初期支护已至K6+101桩号,通过了1#停车带,K6+093桩号拱顶处的初期支护出现开裂,并继续掉落,上部的破碎岩体随后大块掉落,塌方随后向两端发展迅速,上部的辉绿岩随后大块掉落,塌落体很快将整个洞口封死,并且持续不停,塌方靠进洞口已发展到K6+078桩号,由于塌方体将隧道全部封住,具体里面塌方发展到什么位置不清楚,受期间普降暴雨影响,塌方部位的滴水也比较大,塌方位置在1#停车带(K6+050~K6+100)部位中间的一段。

2 塌方段地质条件

塌方段岩性为 $\gamma \frac{4-4}{2k}$ 澄江期肉红色正长花岗岩,局部辉绿岩($\beta\mu$),洞身岩体出现明显的不均质现象,左侧及局部拱顶岩体存在辉绿岩脉断层,右侧为肉红色正长花岗岩,岩体花岗岩多呈块状结构,局部碎裂状结构,岩体较完整,局部破碎,裂隙较发育-发育,间距在0.4~0.6m。辉绿岩(断层)岩体呈碎块状,局部泥化,面上特征弯曲起伏。围岩主要裂隙3组:(1)N80W/NE $\angle$ 75°~85°,长度>5m,裂隙宽1~5mm,充填泥质/岩屑,结合度差;(2)N40E/SE $\angle$ 30°~60°,长度>5m,裂隙宽1~2mm,少有充填,结合度一般;(3)N40W/NE $\angle$ 70°~85°,长度>5m,裂隙宽1~3mm,充填泥质/岩屑,结合度差。地下水情况,为施工过程中掌子面左侧滴水,右侧湿润。影响隧道洞室稳定性的主要因素为断层、破碎带、以及不利结构面,破碎带断层对隧道构成严重威胁,是造成此次隧道塌方的主要原因。

3 塌方段处理的方案

塌方事故发生后,先进行塌方区域的封闭。确定处理塌方的施工原则:处理塌方应先加固停车带段未塌方地段,防止其继续蔓延发展,处理方法为不进行塌方体的清渣,采用先护后挖法。

具体的塌方处理总体施工方案及程序,经过多次的边施工、反复讨论,遇到问题再调整,最后形成

的塌方处理方案如下:待塌方段稳定后,先对 K6 +050 ~ K6 +078 段未塌方段停车带进行加钢支撑加强支护,以控制塌方往洞口方向发展和蔓延;再对塌方的松碴体喷 C20 砼进行封闭处理,然后进行埋设泵管、出浆管及通气孔,回填 C20 砼将塌腔回填;回填完成后按标准开挖断面进行塌方体开挖与初期支护,此段开挖采用钢拱架初期支护(间距 50cm),同时在开挖过程中采用小导管对掌子面外侧虚碴进行固结灌浆,再逐步开挖推进措施;考虑具体塌方到掌子面还有多少不能确定,塌方范围及深度无法探明,可能一次回填不能进行整段的塌方段的塌腔形成顶拱,所以可能分段循环灌注 C20 砼方式进行,实际开挖过程中,发现前面上部还有塌腔,进行 2 次循环方式进行安装泵管封闭回填砼,最后开挖通过塌方处。考虑停车带处塌方段,将停车带向洞口方向扩挖,将停车带错开塌方位置,扩挖后的停车带初期支护采用钢支撑。

3.1 停车带 K6 +050 ~ K6 +078 段型钢拱架加强支护

先不能进行洞内的塌方体挖运,将未塌方已初期喷锚支护的 K6 +050 ~ K6 +078 段停车带进行加固,防止塌方继续往洞口方向蔓延发展,此段停车带,不进行处理可能发生塌方的情况,同时加固处理时,随时观测此段未塌方部位变形观察,看有无裂缝发展。K6 +050 ~ K6 +078 段停车带结构尺寸不够位置进行适当扩挖,以保证 18#工字钢初期支护后二衬砼的厚度,扩挖后钢支撑加强支护,型钢拱架为 18#工字钢,型钢拱架间距 60cm,每榀安装锁脚锚杆 12 根,锁脚锚杆为 $\Phi 22$ 砂浆锚杆,长 3m,型钢拱架之间的纵向连接钢筋为 $\Phi 22$ 螺纹钢及 $\Phi 8$ 圆钢, $\Phi 22$ 螺纹钢连接间距 1m, $\Phi 8$ 圆钢连接间距 20cm $\times$ 20cm,初期喷护的喷 C20 砼厚度 15cm。加固此段停车带为进一步回填坍塌位置提供安全保障条件。

3.2 封闭塌方松碴体

考虑回填坍塌位置处理时,施工人员及设备的安全,增加塌碴体的稳定性,以及尽可能减少回填时漏浆,将塌方的松碴体表面进行喷 C20 砼封闭处理,C20 砼喷射厚度 15cm。为防止坍塌回填时漏浆,在隧道拱顶部及侧面的空口位置采用装土编织袋码设封闭,同时外侧进行适当加固,以防回填坍塌时混凝土冲跨空口位置编织袋。

3.3 安装泵管回填坍塌

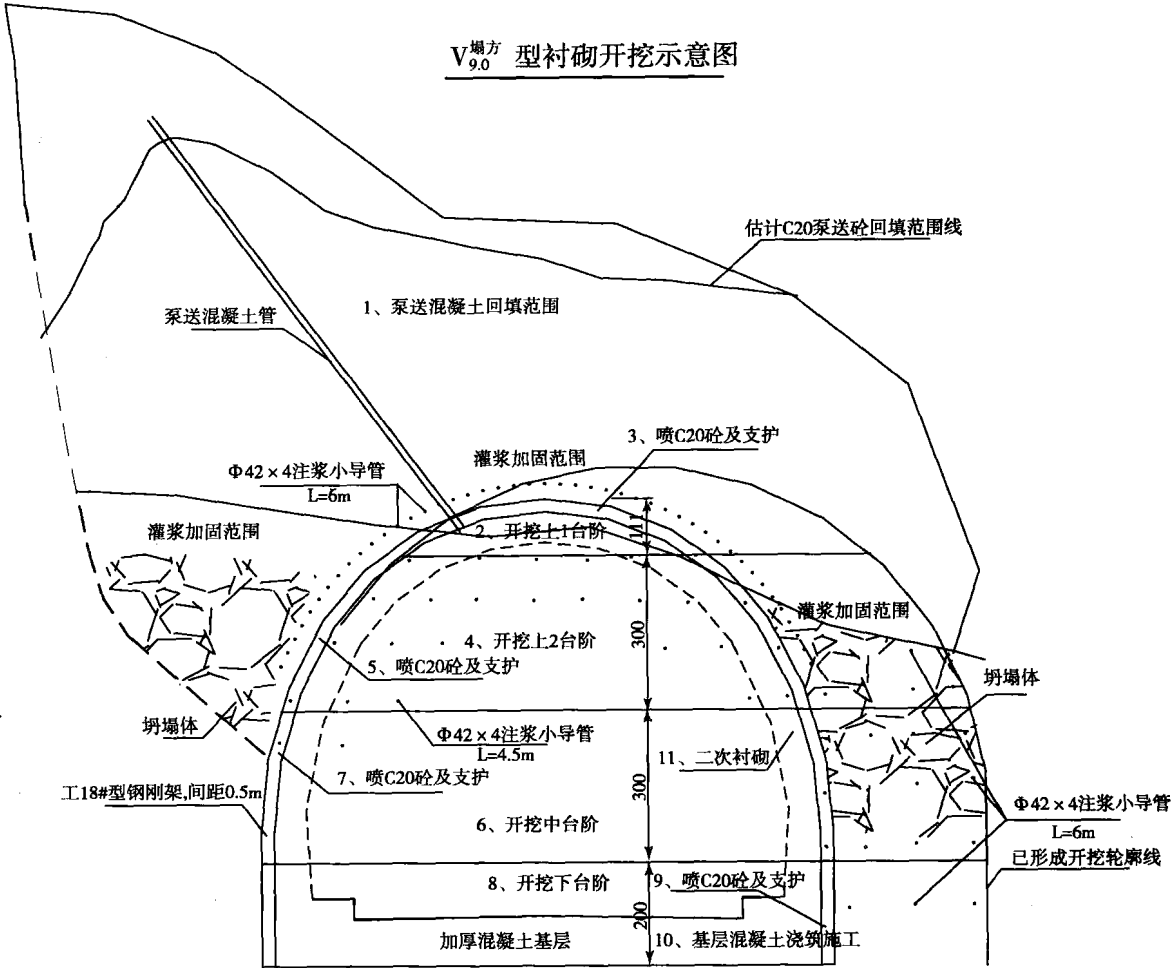
将塌方松碴体进行喷 C20 砼封闭处理后,封闭拱部空腔前,在 K6 +078 处预留进入孔,预埋 1 根 125mm 泵送钢管,埋设高度要求保证混凝土能流动到拱部以上空腔各个部位,因塌方体上部左侧辉绿岩不能稳定,时常掉块,泵管采用反铲推入,同时在外侧事先加工好泵送钢管的固定支架,迅速安装完成。同时预埋出浆管及通气管,通气管埋设尽量埋到塌方最高处,通气管采用 $\Phi 75$ mmPVC 管埋设;出浆管每间隔 3 ~ 5m 高差埋设,第一根检测管高度高于隧道顶部 3.5m,采用钢管埋设同时固定牢固,以便确定坍塌回填高度。

回填注浆管埋设完毕后进行泵机安装就位,同时将隧道 K6 +087 断面洞碴顶部开口用沙袋封堵至隧道开挖线外,进行坍塌回填 C20 泵送混凝土,坍塌回填时,注意回填的速度,防止回填过快造成垮塌,回填时注意观察塌方松碴体的稳定,根据情况间隔泵送回填;分层回填时,在停止回填前将泵管内砼打空以便下次回填泵送。

3.4 塌方体开挖与支护

塌方体的开挖采用预留核心土,先拱后墙方式,及时进行支护,开挖过程减少对周围塌方体的扰动,开挖总共分 4 个台阶进行,第一个台阶采用人工及风镐进行开挖。各台阶开挖过程中,为了避免掌子面再次塌方,对掌子面和已坍塌的紧急停车带加宽部位及开挖的轮廓线外进行打设小导管注浆加强,注浆小导管为 $\Phi 42$ mm $\times$ 4mm,长 4.5m,通过注浆固结塌方松碴体,避免开挖掌子面的塌方,确保

下一开挖循环的顺利进行,同时通过注浆塌方松碴体形成稳定支座,有力的支撑开挖线外回填的混凝土。具体的开挖与支护示意图如下:



说明:

- 1.本图尺寸均以cm计;
- 2.隧道开挖前先进行塌腔回填泵送砼,开挖分4步进行,开挖顺序为2→4→6→8,其中2为人工及风镐进行开挖;
- 3.第二个台阶开挖长度超前≤5m,第三个台阶超前≤5m。
- 4.在采用小导管进行坍塌体的注浆时,开始的第一个断面为垂直掌子面打入,开挖2m后边墙以45°斜方向打入。

(1)待回填处理完毕及回填的砼有一定的强度后,进行适当清理 K6 + 087 前洞碴,形成开挖作业面,开挖方案采用小管棚处理。开挖出掌子面,开挖采用反铲、装载机及 15T 自卸汽车,将侵入结构线的回填混凝土进行爆破挖除,拱部开挖方法采用短进尺、少扰动、多台阶、强支护原则,每次进尺控制在 50 ~ 60cm,减少对塌方体的扰动,开挖后对塌方掌字面进行素喷。

(2)塌方体开挖后洞内初期支护型式:局部拱部 120°范围设超前注浆小导管(Φ42×4, L=6m)间距为 40cm,初期支护型钢拱架为 18#工字钢,间距 50cm/榀,型钢拱架之间的纵向连接钢筋为 Φ22 螺纹钢钢筋及 Φ12 螺纹钢,Φ22 螺纹钢钢筋连接间距 1m,Φ12 螺纹钢钢筋连接间距 20cm×20cm,初期喷护的喷 C20 砼厚度 25cm,在 K6 + 087 前对开挖掌子面及开挖轮廓线外洞碴进行打设小导管注浆,形成稳定支座,有力的支撑开挖线外回填的混凝土。

(3)在 V 塌方型衬砌拱部 120°范围的开挖线外 30cm 处设置一排长 6.0m, Φ42mm×4mm 的锁口注浆小导管。小导管注浆完成后,将小导管尾端焊接在相应位置的型钢钢架上,与钢架共同作用,形成棚架支护系统。

(4)开挖支护掌子面上 1 台阶,人工及风镐进行,每次开挖进尺 0.5m,并及时进行掌子面素喷处

理,安装型钢钢架支护。

(5)开挖,支护掌子面中2台阶,反铲进行开挖,每次进尺0.5m~1.0m,并及时进行掌子面素喷处理,安装型钢钢架支护。安装完成钢架支护后,对开挖掌子面及开挖轮廓线外洞碴进行打设小导管注浆,胶结开挖轮廓外的松碴体,保证下个循环的顺利掘进。

(6)开挖,支护掌子面中台阶,方法同中2台阶。对开挖掌子面及开挖轮廓线外洞碴进行打设小导管注浆,胶结开挖轮廓外的松碴体,保证下个循环的顺利掘进,以及形成稳定支座,有力的支撑开挖线外回填的混凝土。

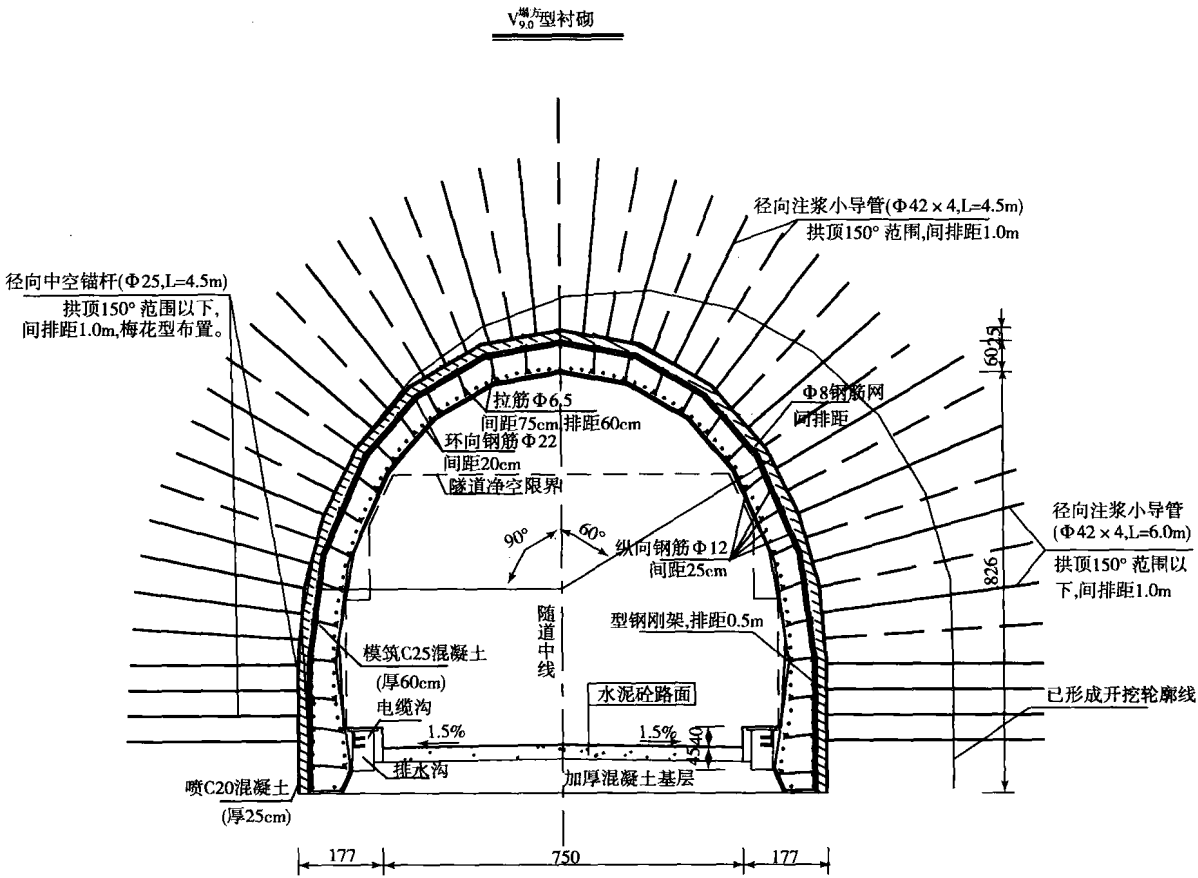
(7)开挖支护掌子面下台阶,开挖进尺不大于1.0m。型钢钢架接头处,必按要求施作注浆小导管锁脚。

(8)施工过程中,注意出水点的变化,在集中出水的地方打设排水孔,做好出水点的记录工作,方便二次衬砌施工时做相应处理。

(9)开挖完成后立即施作二次衬砌。

3.5 塌方段的二衬

在开挖通过此塌方段后,先将此段起拱线1.15m高程以下边墙砼及加厚混凝土基层浇筑,将型钢钢架支撑基脚包没,同时起到将各支撑连接的作用。在通过塌方段往前开挖约30m后,将二衬的台车就位,立即完成塌方段二衬砼浇筑。塌方段的衬砌型式如下:



说明:

- 1.图中尺寸除钢筋直径以mm计外,其余以cm计。
- 2.除图中外,另超前注浆小导管(Φ42×4)于拱顶120°范围布置,环向间距35cm,排距300cm,小导管长度6m;管头为25~30°的锥体,其中花管长约5000mm,花管部分钻有Φ6~10mm孔眼,每排4个孔,交叉排列,间距20cm;小导管外插角10°,注浆完成后,小导管端部焊接在钢架上,与钢架共同作用,形成棚架支护系统。