

皇晏岭水工隧道工程中安全措施的应用与研究

徐佳易¹, 杨 斌², 陈新洋²

(1. 常熟市水利工程建设管理处, 江苏 常熟 215500;
2. 苏州市水利建设监理有限公司, 江苏 苏州 215100)

摘要: 近年来长三角地区太湖治理工程项目建设此起彼伏, 随着水利基建资金投入不断增长, 水工隧道工程技术在水利工程建设当中得到了广泛的应用, 因而水工隧道施工的安全控制显得尤为重要。本文以苏州市首个山体爆破水工隧道工程为例, 结合水工隧道工程爆破作业的施工过程, 总结施工安全管理措施, 为山体爆破的类似工程提供参考。

关键词: 水工隧道; 爆破; 安全管理

中图分类号: TV554 文献标识码: B 文章编号: 1007-7839(2017)04-0006-03

Application and research on safety measures in Huangyanling hydraulic tunnel project

XU Jiayi¹, YANG Bin², CHEN Xinyang²

(1. Changshu Hydraulic Project Construction and Management Division, Changshu 215500, Jiangsu;
2. Suzhou Hydraulic Construction Supervision Co., Ltd, Suzhou 215100, Jiangsu)

Abstract: Hydraulic tunnel engineering technology has been applied gradually in hydraulic project construction in recent years. As hydraulic infrastructure investment keeps growing, the safety control of hydraulic tunnel construction appears especially important. The article exemplified by case of the first hydraulic tunnel blasting project in Suzhou City and summed up construction safety management measures in combination with the construction process of the hydraulic tunnel blasting operation. It can provide references for other similar mountain blasting projects.

Key words: hydraulic tunnel; blasting; safety management

0 引言

近年来, 随着水利建设规模的不断扩大和生态文明得到更多重视, 隧道爆破引清工程也开始在平原地区得到应用。国内外许多专家学者对隧道爆破施工的安全措施开展了广泛的研究。赵勇^[1]对铁路隧道施工这类高风险项目的安全事故进行分析, 提出隧道建设中目前存在的主要问题,

归纳了防范和制约安全事故的措施; 杨峰^[2]以重庆嘉华隧道工程为例, 通过分析隧道施工的危险源, 提出了完善施工工艺和修改施工参数的建议以使得安全风险得到有效控制。皇晏岭水工隧道工程作为苏州地区第一个山体爆破水工隧道工程, 安全管理控制显得尤为重要。本文对整个隧道施工中的安全措施进行分析, 归纳总结爆破工程的具体管理措施, 为以后的类似工程提供借鉴。

收稿日期: 2017-01-12

作者简介: 徐佳易(1982-), 男, 本科, 工程师, 主要从事水利工程建设管理工作。

1 工程概况

受城市人口激增、产业快速发展、污染物大量排放以及东侧高水位、高污染、高泥沙的京杭运河水体倒灌的影响, 苏州市高新区建成区河道污染不断增加, 自身净水能力降低, 河网水质恶化, 大部分河道水质常年指标为V类~劣V类, 部分河道一到高温季节就发黑发臭, 严重影响周边居民生活环境。为此, 高新区管委会提出开展高新区建成区水环境整治工程, 改善区域水环境。

本工程位于苏州西部低山丘陵区, 地貌上属于构造剥蚀低山丘陵区。场地位于苏州市高新区马涧路北侧, 太湖大道南侧。工程“西引”方案是通过新建隧道主线位于皇晏岭山体的穿山隧道, 从浒光运河向杨柯柜河引太湖优质水体。皇晏岭山体建造的水工隧道长 164 m, 采用爆破石方开挖施工, 断面采用圆拱直墙式, 圆拱中心角 90°, 衬砌后尺寸为净宽 4.0 m, 直墙段高 3.5 m, 圆拱半径 282.8 cm, 混凝土衬砌厚 50 cm, 两端通过暗埋箱涵联接形成封闭地下过水通道。

2 围岩勘探及分类

皇晏岭山体围岩为黑云母花岗岩, 岩石单轴抗压强度分布为 20.85 ~ 62.44MPa, 标准值为 35.31MPa, 属于中硬岩; 通过岩石纵波波速和岩体纵波波速测定计算岩体完整性指数 KV 是 0.65, 较完整; 结构面平直光滑, 无地下渗水, 结构面走向与洞轴线夹角大于 60°, 结构面倾角大于 70°, 根据《水利水电工程地质勘察规范》GB50487-2008 标准, 围岩总评分 $T=A+B+C+D+E=12+26+21-0-2=57$, 围岩强度应力

比 $S>2$, 综合评定地下洞室围岩分类为Ⅲ类。

3 安全控制中的关键施工工艺

3.1 钻孔

钻孔机具选用 YT28 型齐腿式凿岩机钻孔, 炮孔直径为 40 mm, 隧道掘进循环进尺 1.5 m。孔的数量和位置详见图 1。

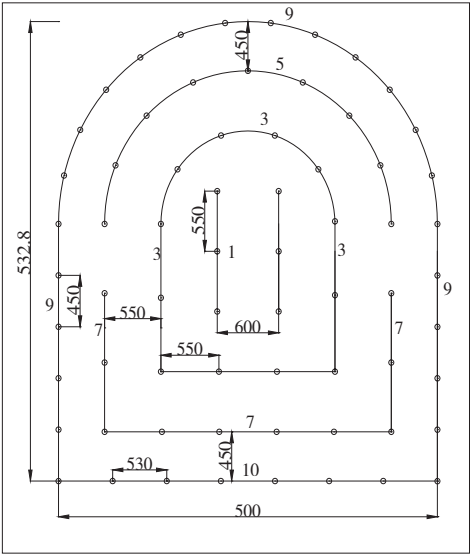


图 1 钻爆设计图(单位: mm)

3.2 装药填塞

考虑到炸药爆速产生的振动对周边建筑物的可能影响, 本工程选用爆速低的 $\Phi 32$ 乳化炸药, 采用炮泥进行孔口填塞, 确保填塞质量。隧道爆破装药参数见表 1。

3.3 起爆系统

采用非电毫秒延期起爆技术, 控制每段雷管间的起爆时间, 使爆破震动波不叠加, 从而消除爆破震动的不利效应。各炮孔起爆顺序为掏槽眼、

表 1 隧道爆破装药参数表(以单循环进尺为 1.5 m 计)

炮孔名称	孔数 / 个	孔深 /cm	孔长 /m	角度 /°		爆破顺序	装药量	
				水平	垂直		支 / 孔	小计 /kg
掏槽孔	6	170	188	65	90	1~2	4.0	4.8
扩槽孔	12	170	178	73	90	3	2.5	6.0
辅助孔	20	160	160	90	90	4	2.0	8.0
周边孔	26	160	160	90	90	5	1.0	5.2
底板孔	12	160	160	90	90	6	2.5	6.0
合计	76							33.0

辅助眼、周边眼、底板眼由里向外逐层起爆。

3.4 衬砌施工

隧道光面爆破碎石清理完成后,先在围岩初喷 6 cm 厚塑钢纤维混凝土之后,采用 16 工字钢制作的钢拱架进行支护,再喷塑钢纤维混凝土,最后进行钢筋混凝土二次衬砌施工。泵送混凝土等级为 C₂₀,每 10 m 设置伸缩缝,伸缩缝宽 2 cm。施工采用衬砌台车,具体结构详见图 2。

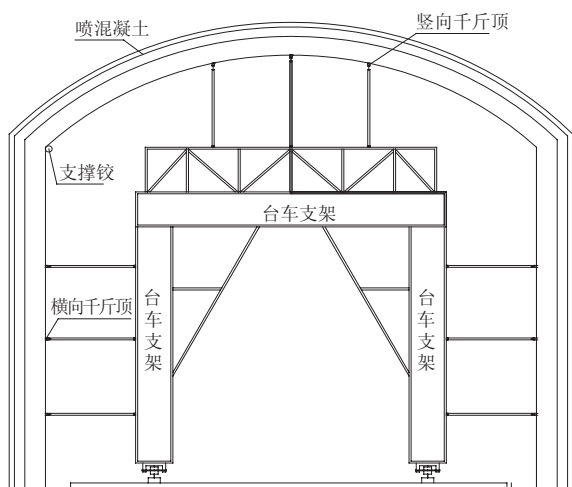


图2 衬砌台车结构示意图

3.5 灌浆封堵

隧洞拱顶回填灌浆孔采用预埋 PVC 管,孔径 50 mm,灌浆孔穿透二次衬砌与初次喷混凝土支护的空腔。回填灌浆水泥选用 P.O42.5R 普通硅酸盐水泥,回填灌浆的水灰比采用 0.5(内掺 4%MgO),灌浆压力为 0.3MPa,保压 10 min^[3]。

4 隧道施工安全监控措施

4.1 采用联合体投标的招标方案

本工程主要内容为水工隧道和暗埋箱涵两部分,工程造价为 2500 万元左右。为保证工程质量和安全,建设单位采用了联合体投标的招标方案,明确隧道施工的联合体成员必须是爆破专业施工资质,并有近 3 年相同规模的隧道施工业绩,从而保证选取到隧道施工的专业施工队伍。同样,监理单位也采取了联合体方式进行爆破专项监理工作,现场爆破监理人员需具备爆破安全特种作业证书,确保持证上岗。

4.2 编制隧道爆破施工方案和安全专项方案

隧道施工前,由负责隧道施工的联合体成员根据山体围岩、周边建筑物、隧道的断面等因素

编制爆破施工方案和安全警戒方案,经施工单位技术负责人审批后报送监理审核。

4.3 委托爆破安全评估单位进行安全评估

建设单位按照《江苏省公安机关爆破作业项目许可管理工作规范》的要求,专门委托第三方爆破安全评估机构进行安全评估。评估单位组建专家组,通过察看现场,评估施工方案和安全警戒方案,针对施工单位资质等级、岩土地质情况、爆破设计方案、起爆网络设计、对周边建筑物的影响、安全保障措施、应急预案等方面内容进行审核,并编制安全评估报告,认定爆破施工方案和安全警戒方案切实可行^[4]。

4.4 申报安全爆破作业行政许可

按照《爆破作业项目管理要求》(GA991-2012)和《江苏省公安机关爆破作业项目许可管理工作规范》的要求,本项目向苏州市公安局申请爆破安全作业行政许可。公安机关在收到申报材料后,到施工现场察看,并组织各参建单位、爆破安全评估单位、专家等召开了爆破安全专家论证会议,对爆破火工品的申购、领用、施工和监管等重点提出进一步要求,最后下达“准予行政许可决定书”,同意进行爆破施工^[5]。

4.5 隧道安全监控

为保证爆破安全,本工程邀请第三方监控单位,对隧道的收敛、基坑的位移、周边建筑物和高压铁塔的沉降等进行观测。监控结果表明:爆破作业处于受控状态,周边需保护的建筑物和高压铁塔均处于安全状态。

4.6 进出洞口的安全设计

原设计为爆破作业的穿山隧道,洞口外为土方开挖的深基坑下暗埋箱涵。实际施工过程中,由于山体岩层的长期风化作用,山体与风化土体之间存在一定的过渡段。起始端的爆破作业是隧道施工安全管理的关键,本着“早进洞,晚出洞”施工原则,施工单位提出了超前小导管的施工方案,采用隧洞洞身轮廓线外围钻孔布设钢管,压浆加密周围土体。

4.7 爆破作业的超挖控制

原设计初次支护采用挂网喷射混凝土 6 cm,然后安装钢拱架 16 cm 工字钢。爆破后发现断面较大且不平顺,存在光面爆破超挖现象。为此,参建单位专题会议研究决定,将周边孔原间距 50 cm

(下转第 12 页)

5 结语

境,对水体自净能力的提高和水生态文明建设的
影响是巨大的。

- [1] 赵勇.隧道施工安全事故的原因分析及对策建议[J].铁道标准设计, 2007, 增刊 1:1-4.
- [2] 杨峰.嘉华隧道施工安全风险控制应用[J].现代隧道技术, 2009, 46(3):60-65.
- [3] SL279-2016, 水工隧洞设计规范[S].
- [4] 刘辉.公路隧道施工安全评价指标体系的研究[J].工业安全与环保, 2006, 32(8):48-51.
- [5] GA991-2012, 爆破作业项目管理要求[S].

(责任编辑:王宏伟)