

桂林市小溶江导流隧洞岩石光面爆破施工质量控制

范冬军

(广西水利电力勘测设计研究院 广西 南宁 530023)

摘要 根据工程地质情况,桂林市小溶江导流隧洞工程采用光面爆破方案。由进口支洞开挖爆破试验结果,隧洞上台阶开挖采用直掏槽孔方式,周边孔以多打孔为原则,孔距控制在 55 cm,排距控制在 65 cm,依据相关技术标准选择合理的钻爆参数和装药结构,爆破进程实行严格的质量控制,开挖质量达到优良,实现了隧洞贯通的工期目标,取得了显著的社会效益和经济效益。

关键词 岩石光面爆破;质量控制;小溶江水利枢纽

中图分类号:TU712⁺.2

文献标识码:B

文章编号:1006-764X(2007)S2-0207-03

1 工程概况

小溶江水利枢纽导流隧洞工程位于桂林市灵川县三街镇黄茅湾村附近的小溶江峡谷出口段左岸。导流隧洞为临时工程,建筑物级别为 4 级,由进出口明渠、进水塔、洞身及消力池三大部分组成,隧洞长 702 m,导流隧洞按枯水期 10 年一遇的导流洪水标准设计,度汛标准为 50 年一遇洪水标准。洞身断面采用城门洞型无压洞,断面宽 8.0 m,直墙高 9 m,总高 11.31 m,洞室开挖 7.17 万 m³,相应洪峰流量 255 m³/s。

2 地质情况

0+000~0+075 段的围岩主要为 D₂Y² 紫红色中厚~厚层泥质粉砂岩夹砂岩,以粉砂质泥岩、粉砂岩、微风化为主,岩石较坚硬,围岩类别为Ⅲ类。在 0+075~0+370 段的围岩主要为 D₂Y³ 灰色、灰绿色中厚~厚层砂岩、粉砂岩夹深色泥质粉砂岩,局部为薄~中厚层状,微风化,岩体较完整。该层顶部为中厚层灰绿色粉砂质泥岩,裂隙较发育,岩体较破碎,该段围岩基本稳定,局部稳定性差,围岩类别为Ⅱ~Ⅲ类。在 0+370~0+550 段的围岩主要为 D₂Y⁴ 紫红色厚层粉砂质泥岩夹泥质粉砂岩、砂岩,上部为中厚~厚层砂岩、粉砂岩和粉砂质泥岩互层,下部为紫红色中厚层粉砂质泥岩夹灰绿色泥质粉砂岩,微风化~新鲜,岩体较完整,粉砂质泥岩岩性较软,微风化岩体单轴饱和抗压强度 10~30 MPa,遇水较易软化,岩体透水性较差,围岩类别为Ⅵ类。在

0+550~0+702 段的围岩主要为 D₂Y⁵ 紫红色、紫~紫红色中厚~厚层粉砂岩、石英砂岩夹白色花岗质砂砾岩,微风化~新鲜,岩石较坚硬,粉砂岩体局部发育淋滤小孔洞,洞径 1~2 cm,连通性较差,对岩石强度影响较小,岩层走向与洞向呈 55°~80°相交,局部正交,围岩局部稳定性差,围岩类别为Ⅳ类。

3 爆破方案选择

结合该工程的地质情况,隧洞围岩类别以Ⅲ类为主,适应于岩石光面爆破方案。根据设计施工图纸的开挖断面,衬砌后断面宽 8.0 m,高 11.31 m,开挖施工分上、下台阶。鉴于隧洞开挖断面大的因素,该工程适应于机械化施工,侧翻装载机自卸汽车出渣。

4 优化钻爆参数,提高爆破效率

对于本工程断面较大的隧洞来说,隧洞围岩类别以Ⅲ类为主,围岩基本稳定,完全具备光面爆破的要求,但是每一循环布孔、钻孔和装药要占用掘进时间的 50%,因此,优化钻爆参数、合理布孔等就显得尤为重要。

4.1 选用合理的掏槽方式

隧洞爆破是在一个临空面、周边受挟制情况下进行的。为了让大部分炮孔爆破能在没有或较小挟制条件下进行,使岩石得到充分的破碎,应在隧洞适当部位布置炮孔掏槽,从而为其他掘进炮孔爆破时提供必要的膨胀空间。因此,掏槽效果的好坏是隧洞爆破成败的关键。

隧洞爆破常用的有平行直孔掏槽、楔形掏槽 2 种爆破方式^[1]。经在进口支洞开挖爆破试验表明,水平楔形掏槽对钻孔的精度要求较低,达不到预定的爆破效果,且不利于施工,故不适合本工程爆破开挖。平行直孔掏槽虽然对钻孔质量要求高,但炮孔利用率高,效果较为理想。各参建单位最终决定隧洞上台阶开挖采用直孔掏槽方式。为提高掏槽效果,监理工程师采取以下措施:①控制炮眼孔底偏向误差 $\pm 10\text{ cm}$,以保证造孔质量;②为防止出现炸药受压钝化效应,避免殉爆现象,要求掏槽只装化学发泡型 2 号乳化炸药,而不许使用高威力的胶质炸药和钝化效应明显的珍珠岩敏化的胶质炸药,掏槽孔装药按装药系数 $K = 0.8$ 控制,其他的孔眼装药量按装药系数 $K = 0.65$ 控制。平行直孔掏槽孔布置见图 1。

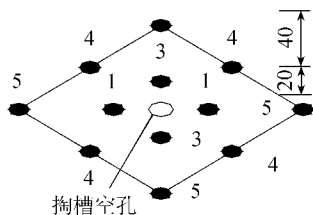


图 1 直掏槽孔布置(单位:cm)

4.2 周边孔的合理布置

周边孔的布置也是隧洞光面爆破关键之一,它直接反映光面爆破效果,即残留炮孔痕迹占断面开挖面积。周边孔以多打孔为原则,孔距控制在 55 cm,排距控制在 65 cm。提高画线打孔的精度及周边孔的精度,即周边眼精度直接影响超欠挖值。因此,要认真准确测画轮廓线,测量误差控制在 5 cm 以内。

4.3 选择合理的钻爆参数

监理工程师依据规范^[2]的技术标准,确保隧洞超欠挖控制在允许的范围内。根据不同地质情况,爆破中不断地总结经验,对周边爆破的各项参数进行调整,以获得最佳效果,督促承包人选择合理的钻爆参数,选配各种爆破器材,完善爆破工艺,不断提高爆破质量。监理工程师对断面检查及信息反馈的措施:为了解开挖后断面各点的超欠挖情况,分析超欠挖原因,要求专职测量工程师检查开挖断面,及时修正爆破设计,纠正误差。

4.4 设计合理的装药结构

隧洞爆破除掏槽技术外,其余部分的爆破原则上可采用露天台阶爆破的原理进行设计。但隧洞爆破是在周边受约束的条件下进行的,飞石、冲击波、地震震动的危害不同于露天爆破,因此,可采用较高的炸药消耗量进行爆破,从而使岩石得到充分破碎,以有利于提高装渣效率,加快掘进速度。

5 光面爆破过程控制

5.1 布孔

根据围岩、断面、工期及采用的施工方法,依断面炮眼均布原则及规范要求,经计算上台阶炮孔总数为 155 个,其中周边孔 35 个,底板孔 15 个,辅助孔 92 个,扩槽孔 8 个,掏槽孔 5 个,其中 1 个为中心孔。周边孔和底板孔在断面轮廓线上开孔,孔底落在设计轮廓线外 5 cm 处,其他孔眼的布置误差不大于 10 cm。下台阶炮孔总数为 42 个,其中周边孔 20 个,缓冲孔 10 个,主爆孔 10 个。监理工程师依据施工方案对所定的孔眼数和间距等进行验收,通过复核检查每个孔眼的位置,每一排炮均要求承包人用红油漆予以标识,见图 2。

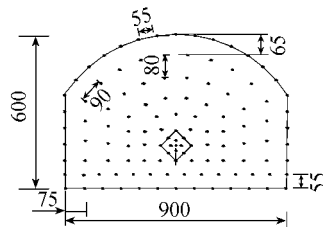


图 2 导流洞出口上层洞挖钻孔布置(单位:cm)

5.2 钻孔

施工前应准确标出设计边线和边孔的钻孔位置,钻工必须掌握好孔的方向、角度和深度,各边孔炮位应相互平行,孔底应落在同一水平面上,采用的风钻机钻孔,钻孔的孔径不得少于 42 mm,钻孔的数量、技术参数要按设计标准和测量点进行。施工过程中钻工手不能离开钻机及风门,禁止用胸部顶住钻机,吹风管和钻机接头要保证牢靠,打炮孔时要严格控制,尤其是周边孔施工不准欠挖,超挖控制在 10 cm 内,通过验收后方能进行下道工序的施工。

5.3 装药

装药前对所有炮孔进行检验,不合格者应采取补救措施,并吹干净炮孔内的石粉。全部药卷套用塑料定位器,使药卷与孔壁有径向空隙,用以减弱爆破震动和冲击波,炮孔顶部要用由 1 份黏土和 2 份砂混合成的材料堵塞。超装量控制在 5% 以内。上台阶循环进尺取 2.5 m,装药量控制在 80% 以内;下台阶循环进尺取 3 m,装药量控制在 75% 以内。

5.4 起爆方式

上台阶起爆顺序为先掏槽孔(1~4 段),后扩槽孔(5~7 段),崩落孔(8~13 段),底板(13 段),周边孔最后起爆(14 段)。下台阶起爆顺序为先主爆孔(1~9 段),然后缓冲孔(3~11 段)。隧洞开挖按光面爆破要求进行钻爆设计,周边眼使用小直径光爆炸药,炮眼间距 55 cm 以内,采用间隔装药,导爆索起爆,孔

口堵塞长度足够,周边孔的底孔应该装一个直径 32 mm 药卷,以克服岩体挟制作用,周边孔应该同时起爆才能保证光面爆破效果,起爆方式布置见图 3。

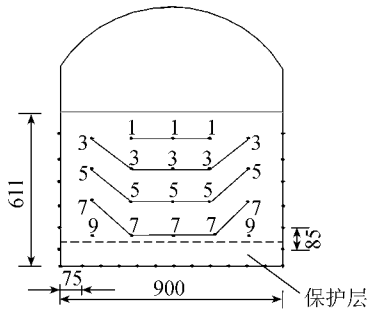


图 3 起爆方式 单位: cm)

5.5 爆 破

隧洞爆破采用毫秒微差分段爆破。当岩层相邻厚度挖至中风化岩 40 m、微风化岩 30 m 时,只允许一方起爆,并在此之前通知对方人员和设备撤离^[2]。爆破由专人负责指挥,设警戒范围、定起爆时间,设标志信号并进行清场。

5.6 爆破后工作处理

为了减少超挖和降低工程造价,爆破开挖后,加强断面量测,并及时处理欠挖部位及调整爆破参数,修整开挖断面,以获得良好的经济效果。炮孔痕迹在开挖轮廓面上均匀分布,炮孔痕迹Ⅱ,Ⅲ类围岩控

制在 90% 以上,Ⅳ类围岩控制在 70% 以上,保证开挖面与设计轮廓线一致,径向超挖值和开挖岩面的起伏差均小于 200 mm,平均 100 mm。围岩中不得有明显可见的爆破震动裂隙,不能有欠挖。

6 结 语

小溶江水利枢纽导流隧洞工程采用光面爆破法施工隧洞,单位耗药量小,施工进度快,洞身平均日进尺达 9 m,在 0+000~0+138 段的炮孔痕迹在 70% 以上,0+138~0+702 段的炮孔痕迹在 90% 以上,洞身欠挖和超挖平均控制在 8 cm 内,开挖质量达到优良,无人员伤亡,基本达到了业主、监理贯通隧洞的工期目标,为后期主体工程创造了条件,同时得到社会各界的认可,取得了显著的社会效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会. 水利水电工程管理与实务[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2004.
- [2] SDJ 212—83, 水工建筑物地下开挖工程施工技术规范[S].

(收稿日期 2007-04-30 编辑 熊水斌)

(上接第 195 页)

道德品质,在思想上树立正确的世界观、人生观和价值观,以高度的责任感和事业心对待工程监理中的每一项工作。要结合新形势不断学习工程建设有关法规、标准,特别是有关工程招投标、工程质量管理、工程质量评定、工程验收管理等有关规范以及国家、行业部委的有关规定。总之作为一个好的监理工程师在专业技术上、道德品质上、管理水平上、组织协调及开会艺术等方面,要具备高智能、高素质。平时加强政治思想和专业技术学习,积极进行知识更新,不断提高自身的综合素质。

c. 作为一名总监理工程师要有良好的职业道德。一个项目工程监理团队在总监理工程师的领导下开展工作,总监理工程师的职业道德很大程度上决定着或直接影响着这个团队其他人员的工作态度和工作质量。监理工作是一项重要的、负有连带责任并为建设单位提供工程技术与管理服务的工作,其工作质量好坏、监理工作深度尚无客观评价标准,因此,担负着监理工作重任的总监理工程师必须要具有良好的职业道德。其次要具备很强的专业胜任能力,专业胜任能力是保证监理工作质量的真正保障。

d. 施工单位的质量保证体系是工程建设质量的基础,如何使该体系正常、有效地运转是监理工程师质量控制工作的一项重要任务。必须认识到,监理工程师的质量控制抽检、旁站监理手段,真正的目的是检查、监督施工单位的质量保证体系的运转情况,只有保证了体系的有效运转,监理工程师的质量控制工作才能落到实处。

e. 抓好各方面的配合。推行和实施工程建设监理制,必须有素质好、水平高的专业化施工队伍相配合。因此,监理单位提前介入施工招标工作,对选择高素质施工单位非常重要。

f. 监理工程师应着眼于“理”和“服务”。“理”即理顺协调关系,相互理解,尊重事实,以理服人,合情合理。“服务”具有双重性,即在为业主提供高水平专业服务的同时,也为施工单位提供服务。要在技术上和施工组织管理上为施工单位出谋划策,帮助施工单位解决在施工过程中遇到的问题和困难,只“卡”不“帮”只会加剧施工单位与监理单位的对立,影响监理工作的顺利进行。

(收稿日期 2007-04-30 编辑 熊水斌)