

大型导流洞群开挖施工质量控制

段刚强, 吴勇华, 石强

(中国水利水电第七工程局有限公司, 四川 成都 610081)

摘要:白鹤滩水电站左岸导流洞工程具有洞室断面大、埋深较大、地应力较高且层间错动较多、玄武岩柱状节理发育等不利因素,开挖施工质量难以控制。在采取了一系列质量控制措施后,洞室开挖质量取得了较好效果,获得甲方评定多个样板工程的良好效果。

关键词:白鹤滩水电站;大型导流洞群;开挖;施工质量控制

中图分类号:TV7;TV554;TV542;TV522

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)增1-0091-05

1 概述

白鹤滩水电站位于金沙江下游四川省宁南县和云南省巧家县境内,上接乌东德梯级,下邻溪洛渡梯级。本工程施工导流采用全年挡水围堰、隧洞导流的方式,共布置5条导流隧洞,其中左岸布置3条。左岸导流隧洞平面上呈双弯、平行布置,轴线间距60 m,导流隧洞下游段均与引水发电系统的尾水隧洞相结合。左岸导流洞开挖断面大、跨度大,进口段最大开挖断面达到28.5 m × 27 m(宽 × 高),其余洞身最大开挖断面为22.5 m × 27 m(宽 × 高)。

左岸导流洞洞身段发育的断层有15条,断层走向主要为NW,以陡倾角为主,其破碎带宽度一般为0.5~2 m,断层分布位置附近岩体破碎,多呈碎裂结构,少量呈散体结构;洞身段层间错动带发育有C2、C3两条,其产状为N40°~50°E,SE,∠14°~19°,与岩流层产状基本一致,错动带位于凝灰岩的中上部,宽5~60 cm。层间错动带两侧岩体破碎,呈碎裂结构,少量呈散体结构;导流洞沿线裂隙较发育,导流洞深埋部位属于中等~高应力区,左岸导流洞围岩为 $P_2\beta_2^3 \sim P_2\beta_4^2$ 层岩流层玄武岩,围岩类别以Ⅲ₁类为主,Ⅱ类次之,Ⅳ类所占比例较少。

2 导流隧洞开挖施工的特点

(1)施工工期紧张,导流洞作为临时建筑工程,为满足防洪度汛要求,开挖时段仅为10个月,月平均开挖强度达25万m³,实际洞挖高峰强度达41万m³/月,开挖强度非常高,故施工采用先

进快速的开挖手段,同时严格质量管控,确保目标工期的实现。

(2)开挖断面尺寸大(宽 × 高 = 22.5 m × 27 m),必须分层开挖且顶拱支护需及时。

(3)地质条件复杂。导流隧洞岩体主要为玄武岩,同时有1/3为柱状玄武岩结构并发育有层内层间错动带,还有断层等,因此,对爆破设计参数进行了多种优化。

(4)工程施工质量要求高。为了更好地控制工程质量,业主方制定了高于规范标准的样板工程文件。

3 施工行为质量管理

3.1 质量管理保障体系健全

根据GB/T19001-ISO9001:2008质量标准,施工局建立了合理的质量管理保障体系,成立了以施工局局长为组长的质量管理委员会,同时采用三层质量管理理念,即决策层→管理层→执行层,并成立了施工局局长→质量副局长/总工程师→职能部门→施工厂队→施工班组的质量管理组织体系。

3.2 健全质量管理体系

为了给顾客提供合格、优质的产品,加强了对工程施工质量的管理,规范了各级质量控制措施并明确了各级质量职责,在质量管理控制过程中,能够做到管理有章可巡,有规可依,奖罚分明,持续改进;采取了预先管理、预先控制措施,结合实际情况建立健全了各项质量管理体系。制定了《质量总计划》、《质量奖惩办法》、《质量管理办法》、《各级各类人员质量管理职责和权限》、《“三

收稿日期:2014-06-28

检制”管理规定》、《质量例会制度》、《质量事故报告和调查处理规定》等制度。

对所有参与本工程施工的职工进行了进场制度培训;由质量部负责讲授工程总体概况和质量总体要求、质量目标、质量管理体系和质量管理制度,全面加强了作业人员的质量意识。同时,由技术部进行了施工作业技术交底。

3.3 质量考核办法完备

监理单位每月进行质量考核并召开质量例会。施工局内部实行质量全员考核,同时项目部制定了分区质量责任制、决策层轮流值夜班制,对质量执行情况实施全过程监督。

签订质量责任书,对整个工程内容进行质量考核,最终形成全方位质量管理。

4 实体质量管理与控制

4.1 质量控制标准

4.1.1 开挖质量控制标准(规范)

周边孔在断面轮廓线上开孔,沿开挖轮廓线范围和掏槽孔的孔位偏差 $\leq 5\text{ cm}$,其它炮孔的偏差 $\leq 10\text{ cm}$ 。

(1)残留炮孔痕迹在开挖轮廓面上均匀分布;

(2)孔痕迹保存率:完整岩石在80%以上,较完整和完整性差的岩石 $\geq 50\%$,较破碎和破碎岩石 $\geq 20\%$;

(3)相邻两茬炮之间的台阶或预裂爆破孔的最大外斜值 $\leq 15\text{ cm}$;

(4)相邻两孔间的岩面平整,孔壁没有明显的爆震裂隙。

预裂孔除以上要求外,还要求做到孔底处于同一高程上。

4.1.2 样板工程质量控制标准

工程质量的样板引路是工程施工质量管理的一种行之有效的做法,项目部对整个工程推行工程质量样板,使之成为项目质量管控的一项措施,有利于加强工程施工重要工序、关键环节的质量控制,消除工程质量通病,提高工程质量的整体水平。

样板工程除满足开挖质量控制标准外,对工程的质量提出了更高的要求:

(1)半孔率:残留爆破孔痕迹保存率(半孔率) $\geq 90\%$;

(2)平整度:周边孔两孔(间)不平整度 $\leq 10\text{ cm}$;周边孔相邻两茬炮之间的台阶 $\leq 10\text{ cm}$;周边孔钻孔的最大偏斜值 $\leq 10\text{ cm}$;

(3)超欠挖:径向平均超挖 $\leq 15\text{ cm}$,无欠挖;

(4)每个申报样板工程需满足以下条件:样板工程所含单元工程必须全部满足“优良”标准;开挖面积 $\geq 2000\text{ m}^2$ 。

4.2 开挖队伍的管控

(1)开挖队伍的选择:选择一支好的开挖队伍,对于施工质量的保证具有重要意义。制定开挖队伍的准入制度,包括开挖队伍的诚信、资质范围、在类似工程中取得的成果效益,对不合格的队伍禁止入场。

(2)开挖队伍培训制:开挖队伍是工程施工直接的操作者,只有他们的管理水平和业务技术提高了,工程质量才能达到既定的目标。因此,要着重对开挖队伍进行技术培训和质量管理教育,帮助开挖队伍提高管理水平,项目对开挖队伍中的班组长及主要施工人员进行质量控制标准、施工方法、样板工程工序幻灯片放映等的培训;明确各级各类人员的质量职责和权限以及三级检查验收制度。

(3)人员管理:质量管理是一种以人为中心的质量管理,必须重视整个过程中所涉及到的人员,做到以人为本。管理人员要经常与员工沟通,告诉员工质量管理的重要性;另外应加大质量考核的力度,增加员工对质量的重视程度。

4.3 测量管控

提高测量的放样精度是保证开挖施工质量的前提条件。在各项施工测量开始之前,详细查阅设计图纸及设计通知,经过计算,选择正确的施工测量方法,收集并整理放样资料,绘制放样图,对所有的放样基础资料必须两个人独立进行检查和校核,确认无误后方可作为放样的依据。在放样的过程中,对于放样的数据以及过程中需要注明的地方必须认真做好记录,对放样的点线应及时进行复查、量测,放样过程完成后,应及时对外业放样过程与数据进行复查。

洞内测量控制点埋设应牢固隐蔽,作好保护,防止机械设备破坏,建立由上一级测量部门定期复核制度。

4.4 质量管控措施

(1) 制作、发放质量明白卡:对现场的技术人员、现场管理人员、钻工、爆破工等人员发放质量明白卡,明确每个工序的质量控制标准、质量控制要点等。

(2) 钻工分区制:钻机手分区,实行定人、定机、定位;炮孔验收时填写钻工分区责任表,按“准、正、平、直、齐”的要求施钻,严格按照爆破布孔图施钻,对每一茬炮作炮后分析,按分区责任表对钻工进行考核;对责任心不强的钻工进行调换,制定明确的质量经济考评制度,对连续三茬炮开挖效果现场评定为优良的由质检员对钻工进行奖励,现场发放奖金;对于后期被评为样板工程的再进行奖励。通过加大奖励的力度,有效地调动了钻爆人员的质量意识。

(3) 质量旁站制:在开挖施工过程中,为保证施工质量,专职质检员对开挖施工过程进行质量旁站控制,以保证开挖施工过程满足要求,避免或减少事后控制,同时,质量经济考评制度也将三检人员全部并入一起考评,充分调动员工的积极性。

(4) 分析总结制:每茬炮爆破后召开由现场技术人员、现场施工人员、质检员等参加的总结会,对爆破效果在现场进行分析总结评定并填写评定表格;根据评定表格对爆破设计进行优化处理、改进,为下次爆破提供更优化的爆破参数。建立开挖爆破技术档案,对于每一次爆破及时进行记录资料的收集、整理、分析、总结并进行归档工作,以不断改进爆破参数,提高爆破施工技术水平。

4.5 质量控制工艺

施工质量控制工艺是形成工程项目实体的过程,也是决定最终产品质量的关键阶段,导流洞共分三层进行开挖。

4.5.1 第一层开挖的质量控制

导流洞第一层开挖高度为10 m,分3区施工,中导洞顶拱直接开挖至设计结构边线,导洞断面尺寸为10 m(高)×12 m(宽),左右侧扩挖分开扩挖。为便于下一层预裂施工,为钻机作业预留空间,将第一层边墙向外侧技术超挖30 cm。第一层开挖采用光面爆破,手风钻进行造孔,测量放点时,每茬炮放5~8个后视点(方向点),先施工有后视点的导向孔,插入钻杆(或镀锌钢管)外

露1 m以上,引导其它孔的施工,以便钻孔时角度的控制;对于特殊部位逐孔放后视点施工。挑选熟练的、有责任心的钻手负责掏槽孔和周边孔的钻进,每个钻手定区,炮孔验收时填写钻工分区责任表,严格按照爆破布孔图施钻,做到将炮孔的孔底落在爆破规定的同一个铅直断面上。为了减少超欠挖,将钻进3.5 m时周边孔的外偏角控制在2°以内(图1)。

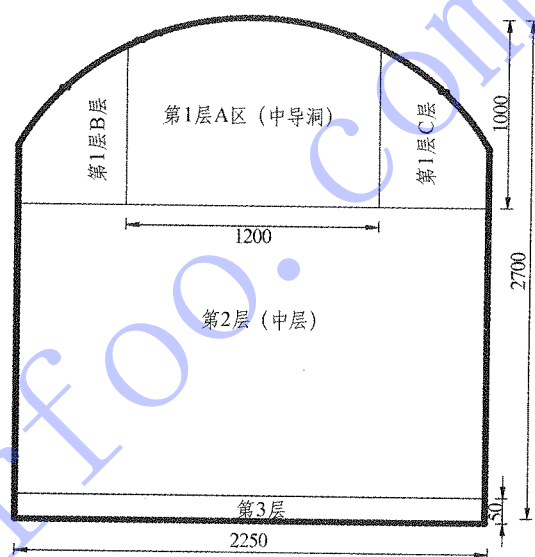


图1 顶拱开挖效果图

4.5.2 第二层开挖的质量控制

导流洞第二层开挖采用先边墙深孔预裂,后全断面梯段爆破开挖的方式进行。预裂孔采用100B潜孔钻钻孔,φ48钢管样架导向,预留50 cm保护层深度(后期在开挖第三层时钻光爆孔)。

第二层开挖爆破的主要工序:爆破设计及审批→清面→爆破区上钻平台找平→上钻前验收→

测量放线→布孔→对钻孔作业人员进行技术交底→钻孔→清孔→钻孔保护→钻孔质量检查、验收→钻孔合格→爆破申请→进行爆破前的技术交底→装药→网络连接→网络检查→起爆→安全检查→出渣→爆破效果分析→优化钻爆参数→下一循环。

(1)上钻前(样架)的验收:首先,搭设样架的钢管采用壁厚较厚($\varphi 48 \times 5$ mm)的钢管,按照“三点成面,具有较好的稳定性”原则搭设,即同一断面上布置立柱、插筋紧固,再纵向设置上下排连接横杆及斜向撑杆间隔支撑,节点用十字扣或转扣连接牢靠,保证样架不因钻机风动、提升而摇晃;样架使用前需验收合格才能使用。

(2)测量放样:预裂孔位的测量采用逐孔进行放点,并在样架搭设好后请测量人员在上、下层水平横杆上放出孔位点、方向点,并用红色或黑色胶布做好明显标识并加以保护,然后根据超欠平衡理论计算技术性超挖的具体值和具体的钻孔偏角;在每个孔位处挂设施工牌,将该孔的编号、孔深、孔距、倾角等相关数据写在施工牌上,以便于钻工施工和专职质检人员的控制(图2)。

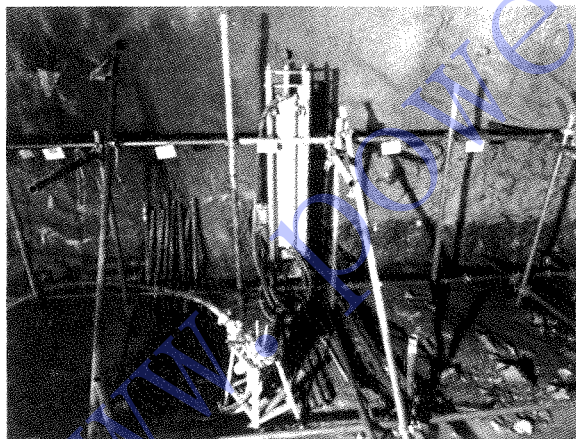


图2 每个预裂孔均挂设施工牌指导施工

(3)器具的检查与校验。

①罗盘、量角器的校验:a. 每班钻孔前,施工技术人员必须对当班使用的罗盘、量角器进行校验,校验工作必须在校准板上进行。b. 对所使用的罗盘、量角器必须进行编号,并相应标识出误差值,以便在使用过程中修正误差值。c. 罗盘、量角器误差值超过0.5必须停止使用。d. 做好检查、校验纪录,以备检查。

②钻杆的检查:每班必须对使用于预裂孔造孔的钻杆采用1 m钢板尺检查,严禁使用弯曲的钻杆。

在钻孔施工过程中,钻机中下部位的托钎器和限位挡板具有控制孔向的作用,必须经常检查其间隙,间隙大了将失去控制作用时需更换。

(4)造孔:开孔时严禁钻头偏移,使用小冲击、少钻进的方法,当钻进深度达到10 cm时,经检验合格后方可正常钻进,以后每钻进0.5 m、1 m,每一根钻杆都要校核一次,各复测一次钻杆中心线顶面的倾角和方向,以了解成孔情况。钻孔倾角控制原则:采用罗盘进行初调,以可调性的量角器控制为主,将量角器的线锤指针调整到设计角度;方位控制采用线锤和钻杆确定的三角平面进行控制,使线锤与钻杆重合,并在钻机钻进过程中做到3 m以内每钻进一根钻杆检查校核一次;3 m以上每2~3根钻杆校核一次(图3)。

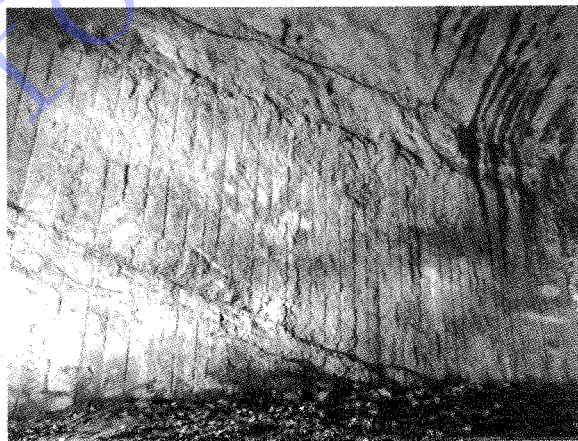


图3 边墙开挖效果图

4.5.3 第三层开挖的质量控制

第三层开挖采用手风钻水平钻爆进尺、光面爆破,除按质量管控措施及第一层的光面爆破控制方法外,还要求:①开挖掌子范围内不允许有欠挖,同时下钻点上的浮渣必须清理干净,以免石渣垫起钻机,造成钻杆下飘;②由于钻机本身的构造特点,不可能紧贴基岩面,要求采用4.5 m的长钻杆,利用钻杆的柔性、下沉保证钻杆水平钻进而不造成超挖。

4.5.4 不良地质洞段开挖质量的控制

(1)一层(顶拱)不良地质洞段的质量控制。

对于顶拱存在的不良地质洞段,在开挖过程

中宜采取超前探测,发现有岩爆或不良地质洞段时按“短进尺、弱爆破、强支护”的原则进行施工,不良地质洞段的钻孔深度不大于2.3 m,预计进尺2 m,并严格控制单响药量。

(2) 二层(边墙)不良地质洞段的质量控制。

对导流洞第一层开挖过程中发生过岩爆的洞段进行统计整理,作为第二、三层开挖岩爆重点防范洞段;对地应力较高的边墙预裂形成的预裂缝可适当释放围岩应力,爆破后,及时采用高压水枪对岩面进行降温、软化。

针对导流洞柱状节理洞段,采用边墙深孔预裂、中部全断面梯段爆破方式进行开挖,预裂爆破与梯段爆破同步进行,通过非电雷管微差起爆的方式保证预裂孔先于主爆孔响炮,既可保证预裂爆破质量,又能避免预裂成缝后搁置较长时间而致使边墙发生松弛垮塌。

5 结语

(上接第52页)

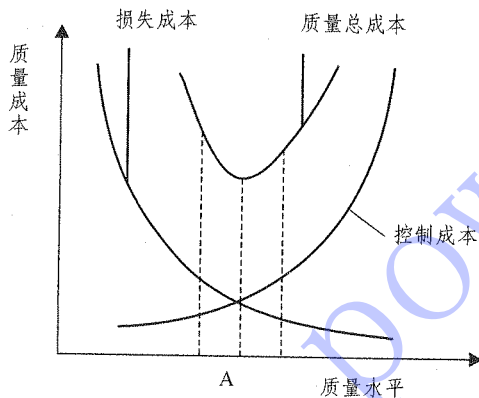


图1 质量成本曲线图

质量总成本下降或有下降的趋势,则说明工程质量成本的工作点位于A点的左面,可以增加这一措施的强度或增加类似的改进措施,直到质量总成本停止下降为止,说明已接近最佳工作点,应转向采取控制措施。反之,当采取某项质量改进措施后,质量总成本上升或有上升趋势,则说明质量工作点在最佳点的右侧,此时,则应撤销这一措施或采取反作用逆措施。实际上,进行观察分析或采取措施本身也需要投资,所以,一般并不需要找出绝对的最佳工作点,只要知道已位于适用区即可,此时的特点是:无论采取正向措施或逆向措施,质量总成本的变化都处于最优界限。

白鹤滩水电站左岸导流洞工程目前已全面完成导流洞建设的各项任务,创造了水电工程建设施工进度和强度的新记录,创下了月开挖量为41万 m^3 的洞室开挖纪录。通过施工行为质量管理中的保障体系、质量制度、考核办法以及实体质量管控,施工质量满足规范设计要求的指标及整体的外观质量指标要求,并成功创建了14个开挖样板工程。本文对大型类似洞室的开挖施工质量控制措施不失为一个较好的工程实例,值得借鉴。

作者简介:

段刚强(1978-),男,四川南充人,白鹤滩施工局副局长,高级工程师,学士,从事水电工程施工质量管理工作;

吴勇华(1982-),男,湖北天门人,助理工程师,学士,从事水电工程现场质量管理工作;

石强(1974-),男,四川仪陇人,白鹤滩施工局质量部主任,工程师,从事水电工程质量安全管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

6 结语

综上所述可知,施工企业的成本管理中存在诸多问题,只有认清问题的本质,根据成本控制的原则,采取组织、技术、经济三大措施,以项目部为项目成本控制中心,以投标报价为依据,制定项目成本控制目标,形成以市场投标报价为基础的施工方案、物资采购、劳动力配备经济优化的项目成本控制体系,才能有效控制项目成本,提高施工企业的竞争力和经济效益。

参考文献:

[1] 成虎. 工程项目管理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.

[2] 任汉波,等. 工程项目责任成本管理与控制[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2002.

作者简介:

王瑞(1982-),男,湖南长沙人,助理会计师,学士,从事会计工作;

曾贤仁(1971-),男,江西南昌人,助理会计师,学士,从事会计工作;

刘耀(1986-),男,青海西宁人,助理会计师,学士,从事会计工作。

(责任编辑:李燕辉)