

文章编号: 1006 - 7051(2004)02 - 0083 - 06

水电站建筑物岩基开挖爆破工程质量监理的认识与实践

段征宇

(中南勘测设计研究院, 长沙 410014)

摘 要: 凌津滩水电站大坝等水工建筑物地基开挖面积大, 质量要求高, 因受洪水影响, 实际比原计划推迟 4 个多月才开始施工。通过以爆破方案设计为工作重点, 以技术促质量, 以质量促进度, 进行全过程质量控制, 克服了工期十分紧张的被动局面, 使工程的安全、质量、工期、投资控制达到了总体最优, 按期实现发电目标。

关键词: 工程监理; 岩石开挖; 深孔爆破; 施工管理

中图分类号: TV542; TD235.4⁺1

文献标识码: A

UNDERSTANDING AND PRACTICE OF ENGINEERING QUALITY SUPERVISION IN BLASTING EXCAVATION OF BASE ROCK IN HYDROPOWER STATION

DUAN Zheng-yu

(Central South Institute of Survey Design and Research, Changsha 410014, China)

ABSTRACT: In the Lingjintan Hydropower Station, large area of base rock excavation and high quality of blasting excavation are required. Because of flood impact, actual starting time of engineering construction is delayed by over four months as compared with scheduled time. Through overall quality control with taking the blasting plan as a supervisory focus, using techniques as a means to improve the quality and using high quality as a way to quicken the pace of project, the positive situation on short time limit for this project has been changed and the aim of which the hydropower station is put into operation on schedule has been achieved with optimal controls to safety, quality, project term and investment.

KEY WORDS: Engineering supervision; Rock excavation; Long-hole blasting; Constructing management

1 概 况

凌津滩水电站位于湖南桃源县境内, 是沅水干流下游最末一个梯级电站, 共装机 9 台 30 MW 的贯流灯泡式机组, 总装机 270MW。枢纽从右至左依次布置有右岸重力坝、永久船闸(含上、下游引航道)、14 孔泄洪闸坝段、消力池、消力坎、厂坝导墙、厂房坝段、厂房及安装间、左岸重力坝等, 爆破开挖

总量约 158 万 m^3 , 开挖后形成水工建筑物岩石地基约 3.8 万 m^2 。基础开挖施工分两期进行, 一期开挖右岸重力坝、右岸 9 孔泄洪闸、右消力池、右消力坎、中导墙、永久船闸及上、下游引航道, 开挖方量约 64 万 m^3 , 开挖深度为 6.5 ~ 8.0m, 最大开挖强度 17.3 万 m^3 /月。二期开挖左岸重力坝、厂房坝段、厂房及安装间、厂房进水口、尾水渠、厂坝导墙、左 5 孔泄洪闸坝段和左消力池等建筑物地基, 爆破开挖深度一般为 11.0 ~ 16.0m。枢纽除第四系覆盖层外, 地基岩体主要由前震旦系上板溪群五强溪组浅变质砂岩、砂质板岩和石英砂岩夹薄层板岩组成, 分

收稿日期: 2003 - 12 - 10

作者简介: 段征宇, 高级工程师, 注册监理工程师。

布在大坝、厂房、船闸、消力池等建筑物部位,岩层走向垂直河流流向,倾向下游,产状一般为 $50^{\circ}\sim 55^{\circ}$ SE $44^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。因地层古老,历多次构造运动,断层、软弱夹层等各类型的软弱结构面发育,节理、裂隙分布密集,岩体风化强烈,完整性较差,河床中地下水位一般仅比钻孔孔口低0.5m。基础开挖工程计划于1995年3月施工,但因受洪水影响实际推迟到8月开始开挖,比计划滞后4个多月。从总进度计划分析,如果右岸基坑开挖不能缩短工期,后续混凝土浇筑无法进行,工程便难以做到1996年安全渡汛和大江截流,电站总工期将被迫推迟一年。推迟发电势必产生较大经济损失,所以业主单位要求总工期目标不变,压缩开挖工期。

2 水工建筑物地基对爆破开挖施工的质量要求

水电站基坑爆破开挖的质量要求,首先是使建基面达到设计要求的轮廓尺寸,坡度、桩号线位置及高程准确,保证爆破开挖不破坏地基岩体的完整性,不产生爆破松动带和爆破裂隙,不使原有节理裂隙扩大和延伸;其次,爆破开挖后的建基面达到新鲜或微风化岩体,平整度满足设计和规范要求,超欠挖控制在允许范围内,满足建筑结构的要求;再次,控制爆破震动影响,不使邻近建筑物受爆破震动破坏。

3 爆破质量处处从事先控制着想、着手

为保证开挖质量,监理首先协促施工单位制定详细可靠的爆破开挖方案、编制爆破开挖规划图。根据右岸基坑作业面大、开挖深度不大但进度紧张的特点,为减少后期清基工作量,加强工序搭接,合理划分了钻爆块施工的先后顺序,制定了钻爆块“水平预裂孔+垂直主爆孔布孔、水平预裂与梯段微差共同联网一次起爆形成设计要求的建基面”的快速施工爆破设计方案。爆破开挖规划图、钻爆块的布孔样点设计图、装药联网图等,事先发到测量队、作业队等有关技术人员手中,按图施工,禁止无图作业;督促、协同质检部门建立质检验收程序,申请验收时对实际钻孔质量逐一量测检查,做到资料齐全、真实完整。详细的爆破开挖规划和爆破设计,严格的要求,使一期基坑钻爆开挖单元终检一次验收合格率达94%,二期达86%,减少了施工质量中常见的通病和多发病,促进了质量的提高,使施工单位开挖作业达到了创纪录的月开挖强度。其次,从整体考虑,坚持上道工序要为下道工序提供优良的质量

保证和服务,发现问题及时与有关单位协商后调整开挖方案,避患于未然。右岸基坑开挖受洪水影响滞后4个多月后,原计划于汛前进行的开挖被迫拖到了汛后,工期十分紧张。只有在建基面高程全面实行预裂爆破、保证预裂效果,才能保证工期目标。施工单位为避免开槽耽误时间,取消了下游先锋开槽施工,实行顺岩层走向的水平预裂爆破。监理及时对现场情况进行研究,认为下游岩体整体性较差,软弱夹层多顺岩层走向分布,如果进行顺岩层方式预裂开挖,就会事与愿违,欲速则不达,既不能保证质量,更不能保证进度,因此及时提出加快消力坎齿槽施工,坚持垂直岩层走向水平预裂的意见。同时,由于现场施工难度大,顺岩层方向预裂效果差,将给以后的清基增加许多困难。1995年8月24日及时举行建设、设计、施工、监理四方开挖专题会议,会上采纳了监理意见。由于及时调整和采用了适应现场情况的合理方法,上、下游两个工作面的水平预裂开挖施工很快形成生产高潮,质量和进度均得到保证,1995年10月27日提前实现右岸基坑主体工程混凝土浇筑。再次,遇到施工难题或地基岩体质量不能满足设计要求、现场需作补充开挖的部位,监理提前与设计协商,通知施工单位早安排、早准备。例如,为减少后期规格修整工作量,保证地基面规格尺寸,监理一方面对建筑物结构复杂和基础面坡比变化大、控制难的部位,与施工单位认真商量分析技术措施,提出质量控制办法,防止超欠挖,使后续工序的钢筋布设变得容易了,基础超挖回填混凝土量得到控制;另一方面,对局部地基质量不能满足设计要求的部位,及时通知施工单位作特殊处理,使右岸基坑地基工程质量优良率平均达到93%。

4 以“变”应“变”,加强中间过程的控制

凌津滩左岸基坑大坝及厂房部位开挖的特点与右岸不同,开挖深度大,一般为11~16m,最深处一次钻孔达20.0m,地下水位高,钻孔粉尘因排出孔外困难,在孔壁或孔底沉积;爆破开挖区段的岩体也从强风化区段逐步转变为弱风化区段,然后在建基面附近变成微风化或新鲜岩石;爆破单元还有的离已浇筑的水工建筑物较近,因此保证爆破质量效果、加快爆破开挖施工进度难度大。只要一些爆破工序在质量上稍微产生偏差,就会造成岩体底部不能炸碎。由于孔太深,底部炸不碎,有的爆破块计划的爆破量,实际能挖动的爆碴只能达到一半,导致重复返工、挖掘设备磨损严重而影响进度。

左岸基坑开挖顺序是从右至左,先从9#机中间部位开槽进入1#机,然后对1#机附近岩体进行开挖,开槽工期仅26天。根据计算,只要在开槽爆破过程中有一次失误而导致岩体没有炸碎,预定在1#机实现开浇混凝土的工期目标就难以达到;大规模深孔爆破只要有一次失控,就会对周边水工建筑物产生破坏性影响。因此,必须根据变化的情况对爆破设计进行调整,既要保证岩石地基质量,保证周边建筑物不受影响,还要保证爆破效果,争取工期目标的实现。

监理经过认真分析计算,在右岸基坑爆破方案的基础上,在水平预裂孔上部约1.5~2.5m的位置,增加一排水平主爆孔,提出了“水平预裂孔+水平主爆孔+垂直主爆孔,水平预裂孔及水平主爆孔与垂直主爆孔共同联网,孔间微差,一次起爆形成设计要求的建基面”的快速施工爆破设计方案。加强了旁站监理,与施工单位质检技术人员每日坚守现场,检查钻孔质量,严格把关装药,查检爆破联网,避免漏洞,实施了严格的爆破控制。1997年2月22日、26日,3月2日、7日,在左岸基坑接连进行了4次约1万 m^3 规模的大爆破,都获得成功,最大单响药量均不超过60kg。不但保证了基岩质量,而且加大了爆破规模,加快了进度。经声波测试和检查,地基岩体和周边水工建筑物均未受震动破坏影响。左岸基坑增加水平主爆孔的深孔爆破方案,在地下水水位高的河床、在基坑实施超深孔的梯段爆破条件下,成功解决了岩石地基一次钻孔爆破成型难的问题,较好地避免了多次重复爆破或返工,方便和加快了出碴与清基,为按期实现厂房1#机混凝土浇筑目标提供了重要的技术保证。

5 严格终检把关,推动爆破施工提供优良建基面

终检把关,是指在爆破实施前,对爆破孔、装药量、联网起爆方式和设计、监理提前通知的有关要求等所采取的严格检查和把关的监理方法。由于炮一响,质量情况已定,无论是建基面破坏引起的超挖,还是对周边建筑物产生的破坏,都无法挽回。如果岩体爆破达不到预期效果,引起返工,工期也不允许。因此,终检把关,成败攸关大局。

1997年3月19日,1#机下游高程21.45m平台的混凝土仓面准备完毕,等待浇筑混凝土,并准备次日在厂房部位举行开浇混凝土庆典,全面推进工程进度。但是,距仓面36.0m的上游部位尚有比仓

面高出7.0~11.0m、约6000 m^3 的岩体等待爆破。施工单位3月19日上午还在抓紧钻孔,准备晚上爆破,时间紧迫。要保证1#机如期浇筑混凝土,必须实施定向爆破,保证一次成功,而且侧向飞碴也必须控制在36.0m距离范围内,避免砸坏模板、钢筋。相反,如果定向爆破不成功,爆碴倾覆仓面,势必引起重新清基立模,混凝土将无法按期开浇。为此,监理根据现场实际情况,精心设计了定向爆破方案,认真计算校审了有关参数,特别重点加强了爆破参数的终检把关。严格控制钻孔的方向、间距、深度偏差,检查了1600kg炸药的装填、联网和孔口封堵。通过严格的终检把关,如期达到了定向抛掷的目的,爆碴无一飞入待浇混凝土仓面,达到了令人满意的效果。1#机主体工程混凝土的按期开浇,有力地促进了整个工程进度。

厂房1#机左侧的渗漏集水井开挖是制约该部位连续浇筑混凝土的关键,由于多种原因影响,该部位开挖进度滞后。集水井长30.9m、宽13.5m、深11.5m,是电站永久建筑物。集水井左侧为安装场,通过高34.0m的1:0.5边坡与集水井相接,边坡横切岩层走向,由于F18断层影响,岩体完整性较差,局部发生坍塌。根据总进度计划要求,必须尽快完成渗漏集水井爆破开挖。施工单位为抢进度,要求从晚上6:30至次日早晨7:30,采取边打孔边验收、钻孔完成后立即装药放炮的方法,实施爆破。监理经现场分析研究,决定总体上采取“周边预裂、中间掏槽、梯段微差、爆破一次形成设计轮廓尺寸”的快速施工方案,尽量减少多次重复爆破。但由于集水井无侧向临空面,又必须限制爆破震动影响,且时间紧迫,因此爆破施工质量控制的难度大,对爆破质量和爆破效果的要求高。要尽可能使开挖爆破一次达到设计结构尺寸要求,又不使附近已浇筑的混凝土建筑物受到破坏,不使侧向高边坡在爆破震动下失稳坍塌,关键在于严格终检把关。因此,监理及时与施工单位商量,共同采取了加强质量检查控制的措施:

(1)作业队正、副队长当晚必须有1人现场值班,督促检查质量,组织指挥生产,以便保证爆破效果。

(2)从中夜班至次日零点班,增加2个质检员和1个施工员跟踪检查施工,技术人员到现场进行集水井专项爆破设计。

5月19日晚,监理与开挖作业队长、技术员、质检员、质检办主任共同讨论了钻爆方案,对单响药

量、减震限震、联网起爆的爆破设计进行了多方案比较,形成了深孔集水井开挖的详细爆破方案。经过一个不眠之夜的跟踪控制和终检把关,预裂孔倾角误差不大于 1° ,间排距误差小于30cm。5月20日早晨7:50终于如期爆破成功!由于采取了多种减震防震措施,现场检查和声波测试结果都表明,边坡和邻近部位已施工的水工建筑物均未受到破坏,地基岩体没有产生爆破裂隙,集水井除底部局部欠挖外基本一次成型,解决了制约1[#]机连续浇筑混凝土的关键问题。

6 结 语

凌津滩水电站工程岩石地基的爆破开挖监理,由于坚持以技术促质量,以爆破设计为工作重点,进行了全过程的质量监理,因此,安全、质量、工期、投资控制达到了总体最优。岩石地基爆破开挖工程在被迫推迟4个多月才开工、由汛前开挖变成汛后才开始的情况下,缩短了开挖工期,为1996年安全渡汛和大江截流、1998年按期发电目标的实现,起到了十分重要作用。通过合理的爆破设计方案和开挖爆破规划的实施,在水电站 3.8万 m^2 的基坑全部

实行了预裂爆破,不仅大量节省了清基时间,加快了施工进度,还有力地提高了开挖质量,地基岩体的平整度和预裂孔残留率达到了较高水平,地基优良率总体平均达89%,爆破开挖施工没有出现任何安全事故。此外,由于制定的爆破设计方案和爆破质量控制措施适应了工程地质特点和建筑结构对地基的要求,较好地控制了超欠挖,从而避免了大量超挖引起的混凝土回填,较好地控制了投资增加。工程在许多部位地基不允许欠挖的情况下,平均超挖仅16cm,低于《规范》允许值。工程于1998年12月首台机组按期投产发电,产生了巨大的经济效益。5年多来的安全蓄水、发电、泄洪等运行工况表明,水工建筑物地基基础工程的质量达到优良。

参考文献:

- (1) 龙维祺,霍永基. 爆破工程[M]. 北京:冶金工业出版社,1996.
- (2) 曹稼良,董振华,等. 爆破设计[A]. 水利水电工程施工组织设计手册[M]. 北京:水利电力出版社,1990.
- (3) 冯叔瑜,霍永基,等. 定向爆破堆石坝[A]. 水利水电工程施工组织设计手册[M]. 北京:水利电力出版社,1990.

中银大厦烂尾楼爆破拆除成功

由广东中人集团建设有限公司总承包、铁四院控制爆破技术研究所监理的温州市中银大厦烂尾楼爆破拆除工程,于2004年5月18日早上6点成功爆破拆除。

温州市中银大厦始建于1997年,后因质量问题,决定采用爆破方式拆除,2004年元月,通过招投标确定由广东中人集团建设有限公司承担本次爆破工程。广东中人集团建设有限公司中标后,立即抽调集团三个爆破公司(广东中人爆破工程有限公司、南京中人爆破工程有限公司、湖南中人爆破工程有限公司)的精干技术力量编制爆破方案。

中银大厦烂尾楼位于温州市学院路和车站大道交叉口西南侧,大楼共22层,高93.05m,建筑面积 15408m^2 ,框架剪力墙结构。楼房西面距温州市国土资源局办公楼10m;北面距中国建设银行温州市分行57m;东面距温州市检验检疫局97m,距供水管线、煤气管道、通信电缆、市政设施20m;南距温州市群众艺术馆102m。该楼的爆破拆除,外部环境复杂,属A级爆破拆除工程。

中银大厦为全国爆破拆除第一高楼,东南角和西南角的楼梯间、中间的电梯间均为剪力墙结构,混凝土强度低;结构不对称,定向控制爆破技术难度高。针对本工程特点,采用

三个爆破切口、优化点火线路、改进防护方法等技术措施,实现了大楼由南向北、由下到上延期爆破、向南定向倒塌,爆破过程持续2.05s。

爆破后,楼房按设计向南定向倒塌,倒塌方向与设计完全一致。倒塌长度47m,爆堆高度12m,塌散范围1~5m,无后坐现象;爆破飞石全部控制在防护范围内,附近大楼玻璃无一损坏;爆破质点振动速度小,距离最近的国土资源局办公楼测得的最大振速为 1.17cm/s ;爆破没有对周围建筑和设施造成任何损坏,附近地下管线完好无损;爆破达到设计的要求,爆破效果非常理想,当地政府和新闻媒体给予了高度评价。

在工地指导工作的中国工程爆破协会三位副理事长称:本次爆破把高层建筑物爆破拆除技术提高到了一个新的水平,对促进国内高层建筑物爆破拆除的发展起到了极其重要的作用。

本次爆破实施过程中,许多专家给予了大力的支持,特别是王中黔、张正宇、周家汉、关志中、刘宏刚等教授,亲自到现场指导工作,在此对他们表示衷心的感谢。

(南京中人爆破工程公司 朱朝祥)