

塔贝拉水电站四期扩建项目复杂环境混凝土拆除技术

沈俊峰, 拓瑜, 杨合谊

(中国水利水电第七工程局有限公司 国际工程公司, 四川 成都 610081)

摘要:巴基斯坦塔贝拉四期扩建项目混凝土拆除工程不仅规模为国内外罕见,而且施工环境、结构复杂,几乎涵盖了各种类型的混凝土拆除施工。简述了复杂环境、结构混凝土快速拆除技术,可为后续其它工程混凝土拆除施工提供参考和借鉴。

关键词:塔贝拉水电站;混凝土;复杂环境;拆除

中图分类号:TV7;TV52;TV544

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)03-0136-05

1 工程概况

塔贝拉水电站位于巴基斯坦首都伊斯兰堡西北方,距伊斯兰堡约113 km。塔贝拉水电站4期扩建工程是将现有的4#灌溉隧洞改为引水发电洞,扩容1410 MW(3台单机容量为470 MW混流式水轮机)机组,使现有电站装机容量由3478 MW增大到4888 MW,从而增加该国的电力供应。

2 塔贝拉水电站混凝土拆除具有的特点

根据设计,为形成塔贝拉水电站4期扩建规划中的新厂房、新压力钢管的建基面,需要对原有的3#、4#隧洞出口部位的混凝土结构进行拆除,主要包括原4#隧洞出口泄洪道及挑流鼻坎的拆除,原4#隧洞出口右翼墙的拆除,原3#隧洞出口消力池底板的拆除,原3#、4#隧洞中隔墙的拆除,原3#、4#隧洞出口弧门控制塔的拆除,原4#隧洞出口弧门附属结构的拆除,原4#隧洞出口压力钢管及二岔管外包混凝土的拆除等。混凝土拆除具有以下特点:

(1)总拆除工程量巨大,实际达34万 m^3 。

(2)需要拆除的混凝土类型多,包括钢筋混凝土、无筋混凝土、碾压混凝土、预应力钢筋混凝土等不同结构;

(3)最大拆除高度约40 m,场地狭窄,难以布置施工道路;

(4)施工区紧邻现有的、正在运行的发电厂房,最近处仅35 m,对爆破飞石及爆破振动的要求极高。

3 混凝土拆除规划

收稿日期:2018-06-20

由于混凝土拆除施工区位于下游库区,考虑到下游钢板桩围堰施工难度大、周期长,为尽快启动混凝土拆除施工,根据待拆除混凝土的结构特点,对该项施工进行了分两期拆除/开挖的总体规划。

(1)一期拆除/开挖:在下游钢板桩围堰施工完成之前,将部分待拆除结构物暂时预留,利用3#、4#隧洞出口段中隔墙、4#隧洞出口挑流鼻坎及部分4#隧洞出口右侧挡墙形成一道预围堰进行挡水,对预围堰内侧区域进行一期拆除/开挖;

(2)二期拆除/开挖:厂房基坑排水完成后,在厂房基坑下游侧修筑施工道路,对剩余的混凝土进行拆除/开挖(主要为原3#隧洞出口消力池底板)。

塔贝拉水电站四期工程混凝土拆除施工的总体规划,特别是在下游钢板桩围堰形成之前利用原有混凝土结构形成预围堰以进行一期拆除/开挖的施工规划,使17#机的基础开挖时间大大提前,从而为整个项目赶工计划的实现创造了有利条件。

4 混凝土拆除施工技术

4.1 钻爆拆除

该工程混凝土拆除施工主要采用常规的毫秒微差浅孔梯段爆破的施工方式,设计边坡采用预裂爆破方式施工。钻孔设备主要采用液压钻、锚固钻机、手风钻,清理工作面及出渣设备主要采用液压锤、液压反铲及20 t自卸车。

通过控制最大单响装药量以满足周边建筑物在爆破作业中的粒子振动速率不得超过2 cm/s的合同要求。

经过多次研究和生产性爆破试验,不断调整

优化,针对不同结构、不同强度的混凝土总结了一些经验并获得了一些施工效果好、成本经济的爆破设计,具体情况如下:

(1)梯段爆破深度宜与混凝土原施工分层层厚一致,即炮孔不穿透混凝土施工缝,爆破效果最好,一般为2~3 m;若炮孔穿透混凝土施工缝,则炮孔内宜采用分段装药形式,除在炮孔孔口处堵塞外,还应在混凝土层间分缝处堵塞。

(2)应尽量创造好的临空面条件,使爆破效果更好。

(3)经调整优化,将钢筋混凝土拆除的炸药单耗控制在 $0.7 \sim 1 \text{ kg/m}^3$,无筋混凝土拆除的炸药单耗控制在 $0.4 \sim 0.7 \text{ kg/m}^3$,碾压混凝土拆除

的炸药单耗控制在 $0.3 \sim 0.4 \text{ kg/m}^3$,效果较好。

(4)混凝土预裂爆破采用液压钻钻孔,孔径为76 mm,孔距70 cm,采用空气间隔不耦合装药形式,药卷直径为32 mm,线装药密度控制在 $230 \sim 260 \text{ g/m}$ 效果较好。

4.1.1 爆破设计

经实践证明,以下几种爆破设计在该工程施工中较为常用,效果较好:

(1)炮孔深度为3 m,炮孔间排距为 $2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$,炮孔直径为76 mm,炮孔按梅花形布置,药卷直径为63 mm,单孔装药3.5 kg,炸药单耗约为 0.39 kg/m^3 ,适用于碾压混凝土的拆除(图1)。

(2)炮孔深度为3 m,炮孔间排距为 $2 \text{ m} \times$

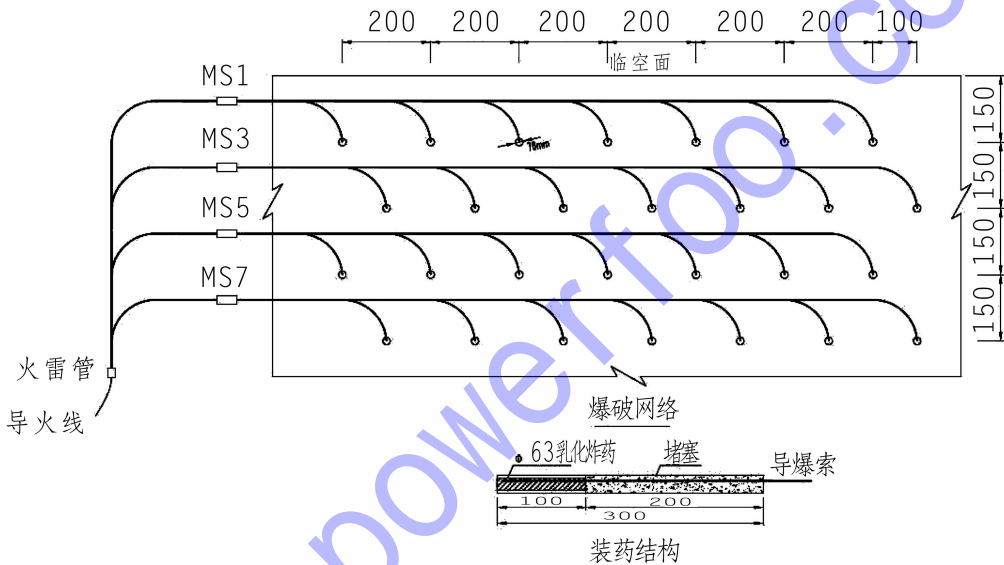


图1 混凝土拆除典型爆破设计示意图

1.5 m,炮孔直径为76 mm,炮孔按梅花形布置,药卷直径为63 mm,单孔装药5.3 kg,炸药单耗约为 0.59 kg/m^3 ,适用于大体积素混凝土、钢筋含量较少的大体积混凝土拆除(图2)。

(3)炮孔深度为2.2 m,炮孔间排距为 $1.2 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}$,炮孔直径为42 mm,炮孔按梅花形布置,药卷直径为32 mm,单孔装药为0.62 kg,炸药单耗约为 0.59 kg/m^3 ,适用于体积较小的钢筋混凝土挡墙的拆除(图3)。

(4)预裂爆破:炮孔直径为76 mm,炮孔间距为0.7 m,采用空气间隔不耦合装药方式,药卷直径为32 mm,底部2倍加强装药,单孔线装药密度控制在 240 g/m (图4)。

4.1.2 爆破振动控制

该工程混凝土拆除施工区紧邻现有的、正在运行的发电厂房,最近处仅为35 m。为防止爆破振动对现有厂房结构及其正在运行的机组产生不利影响,合同技术条款中对该项目混凝土拆除施工中的爆破作业有严格规定,要求现有厂房结构在爆破作业中的粒子振动速度不超过 2 cm/s 。

该工程混凝土拆除中的爆破作业主要采用非电毫秒微差爆破网络,通过控制单响最大装药量以满足周边建筑物在爆破作业中的粒子振动速度不超过 2 cm/s 的合同要求。由于爆破周边的结构物的粒子振动速度与爆破中心区至结构物之间的介质性质、爆破中心区至结构物的距离、瞬时爆破当量等参数密切相关,首先应对爆破周边的结

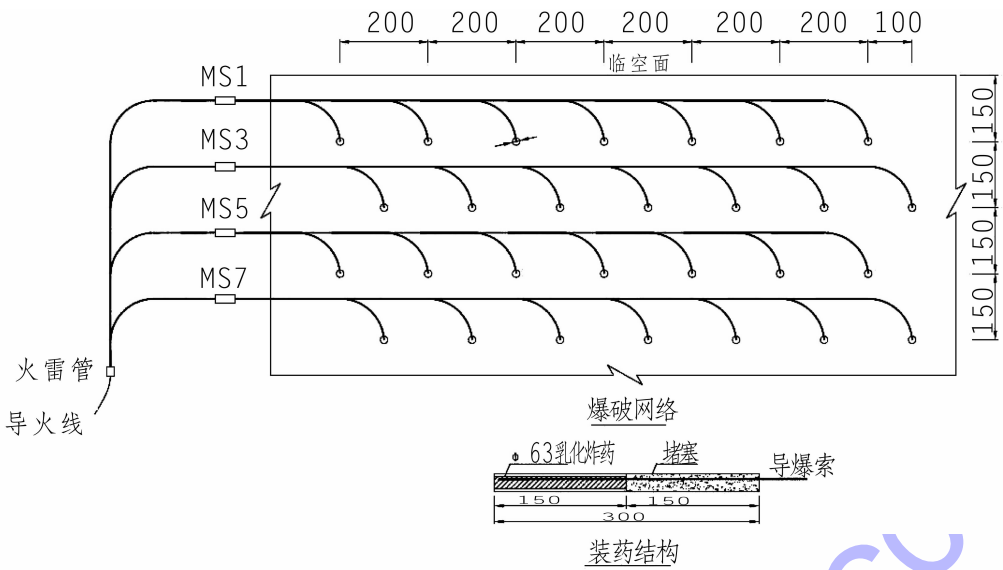


图2 混凝土拆除典型爆破设计示意图

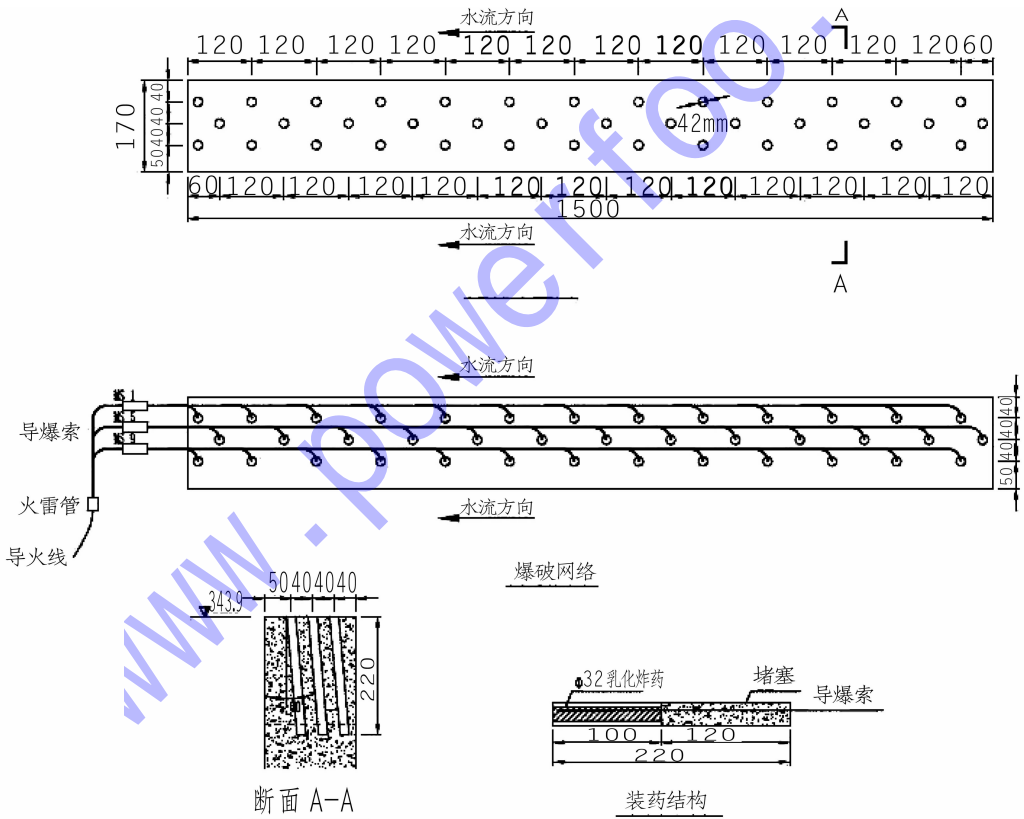


图3 混凝土拆除典型爆破设计示意图

构物至爆破作业区之间的介质进行详细调查。该工程中,根据实际情况以及现有厂房的竣工图,现有厂房至混凝土拆除施工区之间包含河水、混凝土挡墙、回填砂砾料、压力钢管、厂房结构混凝土等不同性质的介质及结构物情况较为复杂,很难

采用经验公式 $V = K(\frac{Q}{D})^\alpha$ 对现有厂房机组中心处的爆破振动进行估算,因此,应通过由远及近、单响爆破装药量由小到大的生产性爆破试验对爆破振动结果进行监测,并根据监测结果总结出爆

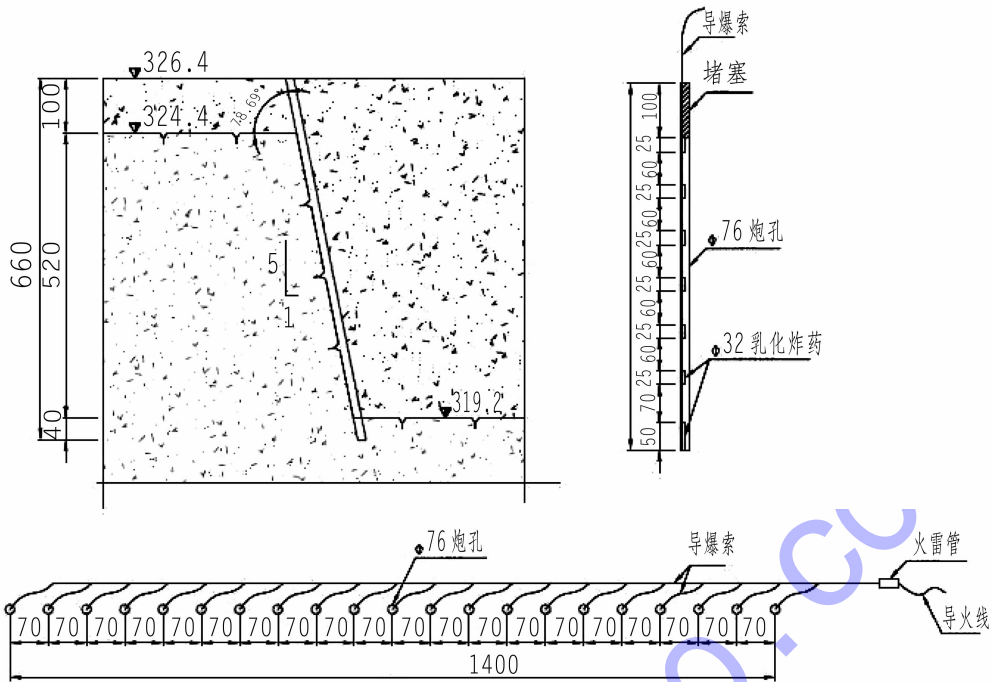


图4 混凝土拆除典型爆破设计示意图

破振动规律,调整和控制爆破单响装药量,用以指导不同部位的大面爆破。

实际施工中,工程师要求在厂房部位设置4个振动监测点,采用TC-4850型爆破振动监测仪对每一次爆破作业进行监测,根据记录,4个振动监测点最高记录数据分别为4.3 mm/s,5.2 mm/s,13.1 mm/s,4.2 mm/s,未发生过一起爆破振动超标的事例,获得了业主和工程师的认可和好评。实践证明:在无法通过经验公式对爆破振动控制进行技术指导的情况下,项目部采用的这种预防措施取得了非常好的效果。

4.1.3 爆破飞石控制

该工程混凝土拆除施工区位于现有厂房右侧,最近处仅有35 m。为防止爆破飞石对现有厂房造成破坏,项目部主要采取以下措施进行防护:

(1)爆破作业前,清理并修整临空面,使临空面尽量平顺。

(2)装药前,尽量将工作面上的松散石渣等清理干净,特别是炮孔周围的浮石务必清理干净。

(3)对炮孔钻孔角度应严格控制,确保按爆破设计施工。

(4)采用非电毫秒微差爆破网络,合理设计起爆顺序,以控制飞石方向。

(5)采用废旧橡胶输送带及沙袋对炮孔进行覆盖。

实践证明:上述措施取得了非常好的效果。

4.2 施工工序安排

施工安排是否得当,是能否完成施工任务和能否利用资源创造效益的最关键环节。该项目混凝土拆除施工主要采用钻爆方式进行,包括施工准备、造孔、爆破、出渣、钢筋切割等工序,所用设备和普通岩石开挖设备基本相同,即手风钻、液压钻、液压锤、反铲、自卸车等,施工顺序上存在客观的先后步骤,且一些工序如爆破相关的作业只能在白天进行,根据这些特点以及施工计划和资源配置,项目部采取了分区错序流水作业的方式进行施工,即将混凝土拆除施工大面划分为若干个工作面,每个工作面的作业工序错开,根据作业面的大小和工程量的多少合理配置设备,每个工作面的本道工序大致在相同的时间内完成,然后将其设备转移至其它工作面上,如此循环,流水作业,充分利用了设备资源,保证了整个大面的连续施工。

4.3 施工设备

采用钻爆方式进行的混凝土拆除施工与普通的石方明挖施工较为相似,主要采用的钻爆开挖

设备为液压钻、液压挖掘机、自卸车、手风钻、空压机等,但也存在不同之处,特别是大体积钢筋混凝土的拆除、爆破之后,由于表层钢筋的作用,表层的混凝土虽然断裂破碎,但大部分仍会与钢筋粘连,较难采用反铲直接挖除,里层混凝土则因受表层钢筋网约束,爆破仅对其产生挤压断裂,却不会使之松散,因此,爆破之后,应根据实际情况安排足够数量的火焰切割机对钢筋进行切割分离,并安排足够数量的液压锤对里层混凝土块进行振动、破碎、松散处理,否则,爆破之后,将会极大地影响出渣效率。

4.4 绳锯切割

原3、4#洞出口弧门控制塔为独立的两个混凝土门架结构,每个控制塔高出地面约15 m,合同中不允许爆破拆除。项目部根据控制塔的结构特点,采用金刚石绳锯对其支柱进行斜缝切割,使塔体失稳倒塌后再采用液压锤破碎拆除。

4.5 预应力锚筋的卸荷

该工程混凝土拆除施工中,原4#洞出口弧门段混凝土结构内有大量的预应力锚筋,按合同要求,拆除该部位混凝土前,需采用千斤顶将预应力锚筋逐一拔出卸荷。根据现场情况并查阅原混凝土结构竣工图,采用合同中要求的施工方法极为困难,基本不具备操作性。经对竣工图纸和现场锚索仔细分析研究后认为:该锚索为全段粘结锚索,不需要卸荷处理。最终确定对预应力锚筋锚固段混凝土直接采用爆破方式拆除,成功解决了预应力锚筋卸荷及混凝土拆除问题且安全高效。

4.6 钻爆方式拆除代替非钻爆方式拆除

该工程混凝土拆除施工中,原3#洞出口消力池底板混凝土结构紧邻现有的发电厂房且与发电厂房的右侧混凝土挡墙相接,根据合同技术条款,该部位的混凝土拆除不允许采用爆破方式进行。

合同技术条款中的规定主要是考虑到该部位距离现有厂房过近,设计者担心,若采用爆破方式,其爆破振动难以控制,从而对现有发电厂房造成破坏性影响。项目部经过仔细研究并结合前期混凝土钻爆拆除施工中的经验,提出了在混凝土拆除设计边界处设置两排减振孔,孔径76 mm,孔距40 cm,减振孔排距20 cm,孔深与设计开挖底

部高程齐平,以此将受保护部位与爆破施工区隔断,从而大大减小受保护部位在爆破过程中的振动效应。经积极与工程师沟通,最终促成了该部位采用钻爆方式拆除替代非钻爆方式拆除。实践证明:该方案取得了极好的效果,极大地提高了该部位的拆除施工效率,创造了巨大的经济效益,且爆破振动在后来的施工中得到了良好的控制,未超出合同规定。

5 结语

针对该混凝土拆除施工的复杂环境和合同技术条款中的严格要求,经过反复研究和实践,总结出了一套安全、快速的施工方法,对不同部位、不同强度混凝土的拆除得出了一套行之有效的爆破设计参数。至2015年9月15日,塔贝拉水电站4期扩建项目厂房部位混凝土拆除施工已全部完成,施工期间,未发生爆破飞石损坏周边建筑物的事件,且周边建筑物在爆破作业中的振动从未超出合同技术条款中要求的20 mm/s。厂房部位混凝土拆除施工的安全措施、质量控制满足合同要求,获得了业主及工程师的认可。

笔者主要对施工规划、施工布置、施工措施、施工工序安排、施工设备等与混凝土拆除施工效率密切相关的要点进行总结,同时,对采用钻爆拆除方式进行的混凝土拆除施工中的爆破振动监控及爆破飞石防护也进行了一些经验总结。另外,还对该项目中采用非爆破方式拆除特殊混凝土结构以及采用爆破方式对合同中不允许爆破的部位进行拆除施工的可行性研究和处理措施进行了介绍,可为后续其他项目提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1] GB6722-2014,爆破安全规程[S].
- [2] DL/T 5135-2013,水电水利工程爆破施工技术规范[S].

作者简介:

沈俊峰(1979-),男,湖北黄梅人,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作;

拓瑜(1984-),男,陕西榆林人,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作;

杨合谊(1978-),男,贵州金沙人,高级工程师,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)