

锦屏一级水电站运行期导流洞快速检修

金大鑫

(中国水利水电第七局工程局有限公司,四川成都 610081)

摘要:针对原遭受过大塌方地质灾害的锦屏一级水电站病险导流洞,在其运行了较长时间后,快速准确地对其进行了检修。检修期间,克服了无法下闸挡水等不利条件,通过修筑土石围堰、快速缺陷修补等措施,圆满地完成了相关检修任务。

关键词:导流洞;围堰;检查;冲蚀;缺陷;修补;锦屏一级水电站

中图分类号:TV7;TV554;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)06-0001-04

1 概述

锦屏一级水电站左岸导流洞洞身段全长为1 214.359 m,洞身进、出口底板高程分别为1 638.5 m和1 634 m,城门洞型断面,其尺寸为15 m×19 m(宽×高),有压过流,全断面衬砌。该导流洞于2005年年初开始进行开挖施工,同年10月下旬~12月中旬分别在K0+426~K0+550段边墙及顶拱位置发生了多次持续性塌方,其中以12月15日K0+430~K0+550段发生的塌方规模最大:前期上下两段塌方穴连为一体并向上延展,塌方穴最高处距导流洞底板42 m,塌方总规模达到了5万m³。后经采用双层钢拱架“戴帽”混凝土临时支护,应力锚索、锚筋桩、固结灌浆永久支护的方案完成了处理工作,该导流洞于2006年12月正式过流。随着连续3年的满负荷运行,尤其是2009年汛期,由于雅砻江流量首次达到10年一遇洪水标准,造成左岸导流洞满流出流,且原布置在导流洞塌方段的监测仪器出现了监测不到任何信号的情况。

对此,业主十分担忧导流洞混凝土的冲刷受损及整体运行安全情况,决定利用2009~2010年枯水期对该导流洞进行全面地检查维修。在导流洞检修闸门无法使用的情况下,通过填筑土石围堰进行挡水,快速保质地完成了检查修复工作,为该导流洞在接下来汛期的安全运行提供了有力保证。

2 检修期临时导流方案

检修原则为:检修期间由右岸导流洞单独过流,左导洞内需保证干燥、无水。因此,必须保证

左岸导流洞进、出口设置的挡水建筑物安全、可靠。

2.1 进口段挡水方案分析

在该进口处设计了两个挡水方案:(1)利用进口闸室安装的闸门挡水;(2)使用土石围堰挡水。后经现场勘查、对比分析后发现:方案一可以较好地解决右导单洞过流导致左导洞口水流流速快、冲刷大的问题且防渗效果较好。但是,由于此次检修本属于突发性事件,进口闸室闸门和启闭机尚未运输至现场且因其安装工期较长,不能满足工期要求。另外,考虑到导流洞进口闸门槽经3年运行后,可能由于变形导致水下安装困难。而方案二虽因左导进口的水流流速较快,临时土石围堰布置施工困难,且上游土石围堰的防渗处理较为棘手,但由于土石围堰施工简单、工期较短,留给检修的时间非常充分。

最终决定左导进口采用方案二之土石围堰实施挡水,左导出口围堰亦使用同样的土石围堰。

2.2 进口段挡水围堰施工

进口围堰按10年一遇枯水期流量(978 m³/s)进行设计,选用粘土心墙防渗。堰顶宽6 m,堰顶长约85 m,最大堰高约13.5 m,上游坡比为1:2,下游坡比为1:2,迎水面采用块石护坡(图1)。

由于施工受当地粘土料本身粘性较差等因素影响,同时,为了进一步保证防渗体效果,进口围堰形成后,根据实际情况又在进口闸室下游混凝土底板上设计了第二道防渗体:由双层粘土袋构成,内敷设土工膜,粘土袋心墙前后用石渣进行回填和压坡(图2)。

收稿日期:2014-09-06

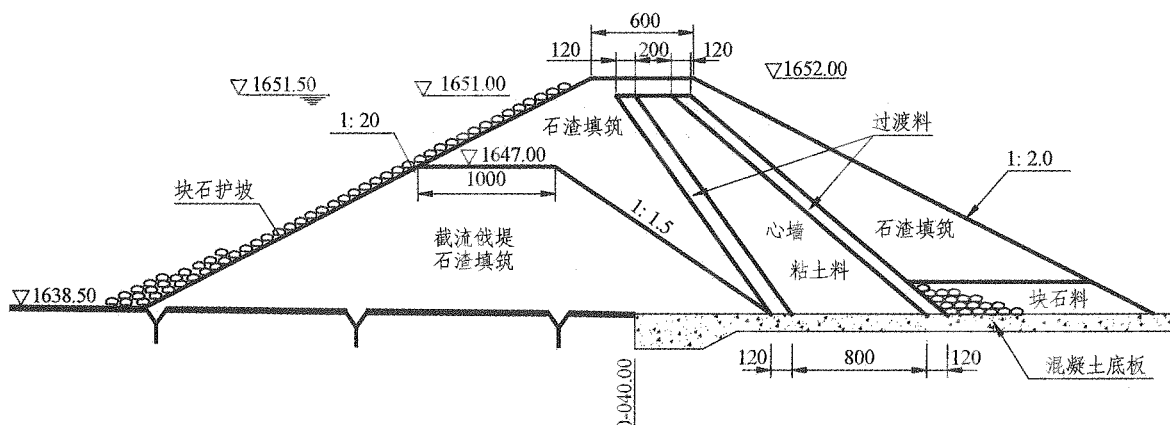


图1 左导进口土石围堰结构图(1:50)

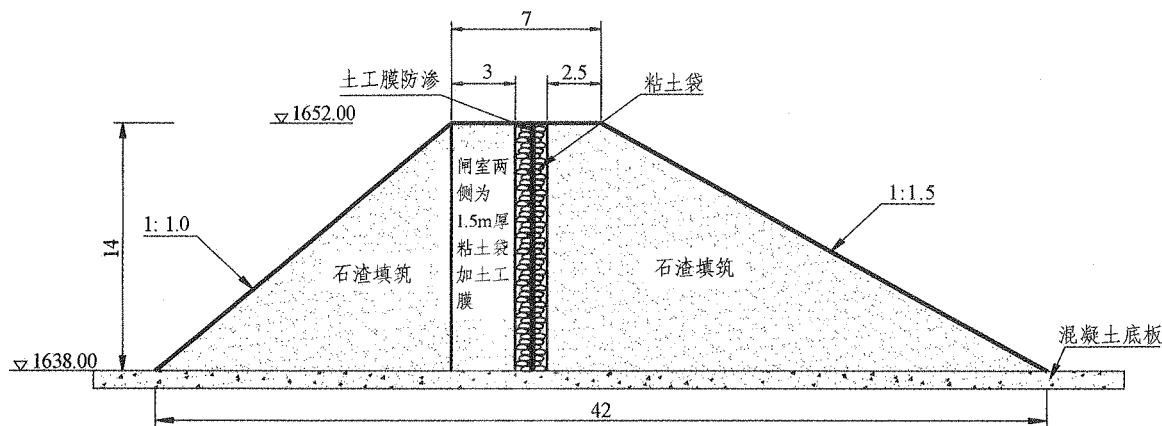


图2 左导进口闸室粘土袋心墙结构图

3 导流洞抽排水施工

导流洞排水包括截流合拢后的初期集中排水和后期经常性排水两大部分。其中后期经常性排水主要排除围堰及基础渗水和施工废水。

洞内设置两处排水泵站。第一处泵站设置在上游进口土石围堰与闸室粘土心墙之间,主要负责排除围堰渗水。采取强排措施,布置4台250S(XD)65A型卧式离心式水泵(备用1台),每台功率132kW,排水能力为560m³/h×台。

第二处泵站布置在左导下游围堰背水面,集水坑使用粘土袋砌成,负责排出原洞内的积水、围堰及基础渗水、施工废水等。在初期集中排水阶段共布置了2台250S(XD)65A型卧式离心式水泵、3台250S(XD)39型卧式离心式水泵、3台QW-400-48-90潜水泵,高峰排水能力为4690m³/h;后期经常性排水期时配置了4台QW-400-48-90型离心式水泵(备用1台)用于完成排水任务。

另外,在导流洞上下游洞轴线上使用粘土袋布置了一条宽80cm、高40cm的排水沟,以便将洞内的渗水及施工废水排至下游泵站。

4 现场检查及存在的问题

2010年1月29日,导流洞底板淤积清理基本完成。业主组织设计、监理及施工单位对现场进行了四方检查。检查结果表明:(1)左岸导流洞塌方段(K0+426~K0+550)整体结构完好,特别是洞顶未受到明显破坏,仅有原明敷的监测电缆线被完全冲断。(2)导流洞洞内底板及边墙混凝土均出现了不同程度的磨损,部分较为严重(图3、4)。缺陷类型主要为:

- ①水流冲刷形成的沟槽。
- ②局部钢筋出露(图5、6)。
- ③冲蚀坑(图7)。

整体来看:导流洞洞内底板、两侧贴脚以及边墙部分范围(底板以上3m左右)混凝土冲蚀较为严重。其中底板C40硅粉混凝土表面顺水流

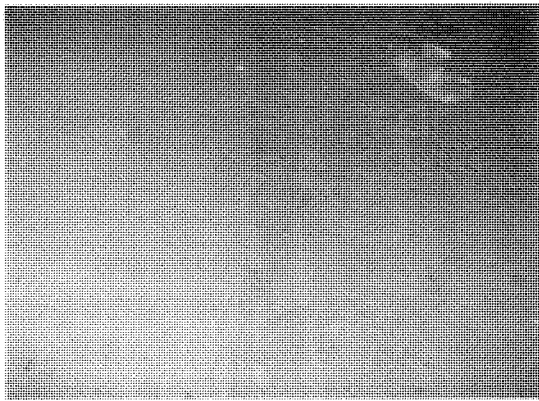


图 3 导流洞左侧贴角与底板交界处形成的连续性冲槽

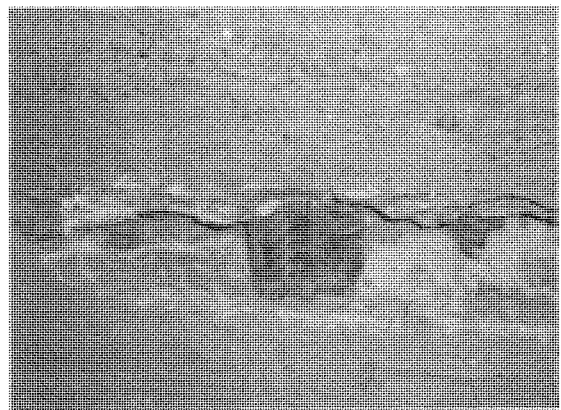


图 6 导流洞边墙结构钢筋出露

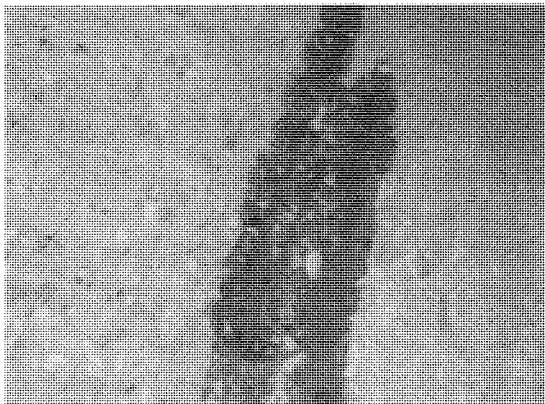


图 4 导流洞底板局部冲槽

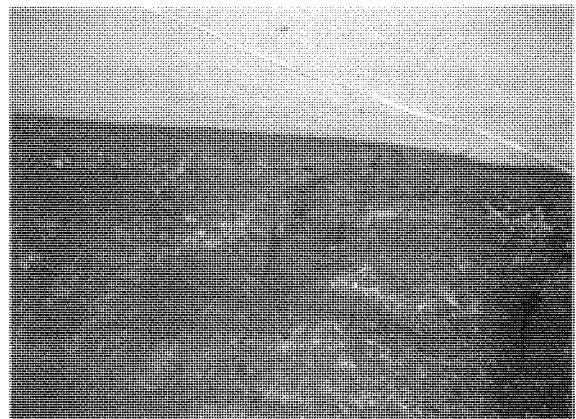


图 7 导流洞底板冲蚀坑

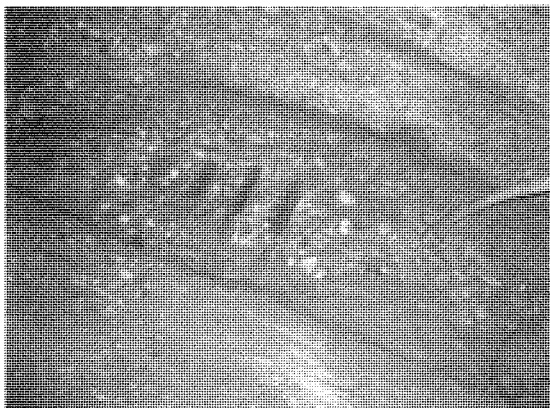


图 5 导流洞底板结构钢筋出露

方向有明显被推移质磨损的擦痕,一般细骨料出露,局部沟槽和冲刷严重部位粗骨料被磨成光滑表面且部分结构钢筋出露。两侧贴角与底板交界处易形成连续的、宽度约为 10 cm 的冲槽,其余部位形成局部冲槽。

5 缺陷修补施工

5.1 缺陷修补原则

通过对左岸导流洞进行目测检查发现,导流

洞整体基本完好,但局部冲刷严重。为了防止其进一步遭到水流破坏,必须对局部形成的冲槽、冲坑进行修复。考虑到施工工期较为紧张,故将缺陷主要分为三类:冲蚀坑(槽)按深度小于或等于 3 cm、3~5 cm、5 cm 以上分类,重点对 3 cm 以上的缺陷进行修补;而对于小于 3 cm 的坑(槽)仅进行打磨处理。另外,对于有钢筋外露的部位必须进行修补处理。

5.2 修补材料的准备

缺陷修补用砂浆及混凝土遵循“现场拌制,随拌随用”的原则,使用 2 台 JZC 系列混凝土搅拌机,满足两种不同用途混凝土的拌制,其中一台满足 C50 一级配聚丙烯纤维粉煤灰硅粉混凝土拌和,一台满足 M60 硅粉砂浆拌和。每台拌和机产量为 6 m³/h。

水泥:嘉华 P·MH42.5;

骨料:印把子沟砂石系统生产;砂为中砂,细度模数为 2.8;

外加剂:使用云南宣威 I 级粉煤灰(掺量

15%)、成都彩讯硅粉(掺量10%)、云南昆明生威SW红星膨胀剂(外掺8%)、北京冶建JG-2H羟

酸类液体减水剂(掺量0.8%)、深圳维克耐工程材料有限公司生产的PVA纤维。

表1 修补采用的混凝土、砂浆施工配合比参数表

设计强度等级	级配	水胶比	砂率	容重 /kg·m ⁻³	每m ³ 混凝土、砂浆原材料用量 /kg·m ⁻³								
					水	水泥	煤灰	硅粉	膨胀剂	砂子	小石	PVA纤维	减水剂
C50	—	0.29	29	2 410	160	414	83	55	44	480	1 174	0.9	4.416
M60	/	0.25	100	2 200	220	792	/	88	70	1 030	/	/	7.04

5.3 对冲刷破坏采取的处理措施

5.3.1 外露钢筋的处理

对于外露钢筋的处理分为两种类型,其中外露钢筋为结构钢筋时,需要将钢筋外露范围内的混凝土全部剔除,使钢筋整体外露,再对外露部分钢筋进行冲洗和钢丝刷除锈,最大限度地保证回填混凝土和钢筋结合紧密。

对外露为非结构的钢筋,使用砂轮机沿混凝土表面将钢筋头切除,切除前先用砧子将钢筋头附近混凝土凿除0.5~1 cm,并用砂轮机研磨至混凝土面以下2~3 mm,清洗干净后,刮M60硅粉砂浆抹平。

5.3.2 对于深度大于3 cm坑槽的处理

对于深度大于3 cm的冲刷破坏坑槽,先用电动切割机对修补范围进行成型的切割,再用风镐进行凿除,避免由于人工凿除出现新老混凝土结合不规则、结合不紧密的情况,然后用风水枪对破坏凿除范围进行冲洗,彻底清除基面上已损坏、松动和胶结不良的表面混凝土、油污及杂物。

对边墙等较为干燥的处理部位,修补前应进行浸水湿润,以提高混凝土的结合能力。修补区存在渗水时,修补前必须先进行堵漏或改流并清除积水。

对于底板区域内的缺陷修补边缘应凿成齿槽状,边墙修补区应凿成楔形状。

修补时,应首先在基面上均匀涂刷M60净砂浆,并在砂浆初凝前完成修补材料的覆盖和铺筑。其中处理后对于宽度为3~5 cm的坑槽使用M60硅粉砂浆填补,对于宽度5 cm以上的坑槽则使用C50一级配聚丙烯纤维粉煤灰硅粉混凝土。

在铺筑混凝土或砂浆过程中,应充分振捣并及时进行精细抹面,抹面应进行反复抹压和拍打。对边墙修补区的振捣采用人工敲打振捣,对底板修补范围内的混凝土采用平仓机进行平整振捣。

修补范围必须与老混凝土连接平顺,不应出现突变。

5.3.3 对于深度小于3 cm坑槽的修补

对于深度小于3 cm的坑槽不进行修补处理,仅采用磨光机进行打磨,使其与周边混凝土平顺衔接。处理后的过流表面突体高度≤12 mm,上游坡磨成的坡比缓于1:10,下游坡磨成的坡比缓于1:5,侧面坡磨成的坡比缓于1:2。

5.3.4 混凝土修补后的养护

对修补后的混凝土和砂浆应立即对其表面进行喷雾养护,修补混凝土和砂浆终凝后,采用麻袋覆盖养护,养护时间为28 d。

6 洞内监测电缆的修复施工

原导流洞塌方段明敷的监测电缆直接固定于导流洞顶拱处,无保护装置,故在导流洞出现满流的情况下容易被水流冲断。电缆修复时,采用搭设固定排架作为施工平台,从靠近仪器端混凝土衬砌出露部位截断原破损的电缆,重新接线。接头在规范要求的基础上加缠了一层生橡胶及两层止水胶带,接头要求达到1 MPa以上的耐水压力。

另外,为了更好地保护电缆,防止其再次出现被冲断现象,修复后的电缆外套一根φ25高强PVC管实施保护。管路固定于导流洞顶拱位置,每0.5 m距离设置一个Ω形固定支座,支座采用5 mm厚、5 cm宽钢条加工面。支座与管路之间、管路接头之间用螺丝固定,支座与顶拱混凝土之间使用膨胀螺栓固定。

修复后的电缆运行效果良好,至今信号十分稳定。

7 结语

病险导流洞在运行期间进行较大规模的检修情况较为少见,通过此次检修,得出以下结论:

(1)土石围堰与水泵坑结合挡水、排水以及设立多重挡水围堰等两项施工措施在此次导流洞检修中得到了很好的应用并取得了较好的施工效果和经济效益,可对今后类似工程处理提供一定的借鉴。

(下转第9页)

结强度高、耐久性强等优点。

(4)能够抑制混凝土塑性收缩及干缩裂缝,提高混凝土抗冻融能力、抗疲劳性、抗渗透性、抗磨、抗碎裂、抗冲击性能,具有抗弯增强和辅助增强功能。

该配比通过在锦屏二级水电站引水隧洞中的应用,能够适应诸多恶劣地质条件,如强岩爆、稳定性极差的洞段。对于强岩爆洞段,采用外掺无机纳米材料喷射混凝土,可以提高混凝土的一次喷射厚度,为系统锚杆支护提供施工时间和施工安全保障,且喷混凝土强度增长迅速,效果显著。截止到2012年10月25日,C30纳米湿喷混凝土在1~4#引水洞和施工排水洞中共使用102 778 m³,CF30纳米仿钢湿喷混凝土在1~4#引水洞、1~4#调压室顶拱和施工排水洞中共使用58 741

m³,工程质量满足设计要求,得到业主、设计及多家施工单位的好评。纳米材料、增韧型聚丙烯合成粗纤维等喷射混凝土在锦屏二级水电工程中的首次运用,保证了锦屏二级水电站引水隧洞的施工质量,为工程进度赢得了时间。

随着湿喷混凝土技术的快速发展,特种湿喷混凝土作为大洞室锚喷支护施工中的重要组成部分,在快速支护和应对复杂地质条件等方面发挥出巨大的作用。

作者简介:

韩旭东(1967-),男,山东潍坊人,锦屏二级水电站东端项目部试验室主任,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作;

葛军(1960-),男,贵州黎平人,锦屏二级水电站东端项目部副经理,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)

(上接第4页)

(2)通过此次检修发现:导流洞水流冲击对混凝土的破坏主要集中在边墙及以下部位。总体来说导流洞顺水流向左侧冲刷较右侧严重,冲刷严重部位主要集中在进口段、两侧贴角与底板交界处、两浇筑段结构缝等处。这些现象的发现,可为其他导流洞对冲蚀破坏的预防和治理提供一定的数据和依据。

(3)当导流洞缺陷修补施工工期较紧时,对于深度3 cm以下的冲槽仅使用磨光机对其缺陷

部位按照水流方向进行局部打磨是一种非常快速、有效的修补手段。

(4)此次施工实践证明:使用M60砂浆及C50硅粉混凝土作为修补材料,不仅在施工过程中比使用环氧砂浆等材料更为经济且更加便捷。

作者简介:

金大鑫(1987-),男,四川温江人,助理工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

由中水五局公司承建的锦屏二级水电站7号机一次启动成功

9月26日14时26分,在中水五局公司成立60年之际,由中水五局制安分局承担的单机60万千瓦的锦屏二级水电站7号机组一次启动成功,比计划提前两天完成节点目标,实现了公司单机60万千瓦机组的安装梦,跻身于水电行业“70万千瓦”机组安装俱乐部。自2011年4月锦屏二级水电站7号机组安装进场以来,经过制安分局广大建设者历时三年多时间的努力拼搏,终于迎来了公司首台60万千瓦水电机组的启动。在整洁的开机现场,各项准备工作有序进行,人员、措施落实到位,业主、监理、施工方三方联合检查并经启动领导小组同意,14时26分,7号机组缓缓启动,按照有水调试计划和大纲,分阶段平稳升至额定转速,无异常情况发生,一次启动成功。制安分局试验室、锦屏电厂、中鼎公司人员共同参与了机组运行数据的监测,摆度、温度等实测数据令各方十分满意。机组转动平稳,站在盖板上几乎感觉不到震动,证明安装质量优异,安全可靠。60万千瓦机组的各项技术指标完全达到业主方编制的“二滩规范”要求,参数显示优于前6台机组。锦屏二级电站7号机组的完美启动,使中水五局公司机电安装水平得到了进一步的提升,安装技术实现了质的飞跃,为今后开拓大业主、大流域、大市场开拓奠定了基础,赢得了信誉,增强了信心。雅砻江流域水电开发有限公司副总经理张肇刚、凉山彝族自治州副州长等业主和地方领导分别亲临现场,查看了安装现场,对水电五局为锦屏电站建设做出的突出贡献给予了充分的肯定。锦屏建设管理局局长王继敏、中水五局公司副总经理张郁涛、制安分局局长李则泉、二滩国际总监李兴易等见证了这一难忘的时刻。