

高落差涵洞事故门井筒加固施工技术

马 军,艾克拜尔·买买提

(新疆水利厅头屯河流域管理处,新疆 昌吉 831100)

摘要 :头屯河水库涵洞闸井事故门井筒加固范围总高 30 m,井筒四周封闭,施工作业面狭窄,属高空作业,在原井筒井壁老混凝土上进行衬砌加固,施工难度很大。为保证施工安全和质量,设计了工作平台制作安装、升降机制作安装和脚手架搭设等方案,较好地解决了高空垂直施工作业问题;采取有效措施控制新老混凝土结合的质量问题,施工质量达到了优良标准,实现了加固目的。

关键词 :高落差;井筒加固;涵洞;事故门;施工技术

中图分类号 :TV554.14

文献标志码 :B

文章编号 :1006-7647(2012)04-0066-04

Construction technology of shaft reinforcement of emergency gate of high drop culvert//MA Jun, MAIMAITI Aikebaier
(Toutun River Drainage Area Administration of Xinjiang, Changji 831100, China)

Abstract :The total height of the shaft reinforcement area is 30 m for the culvert emergency gate of the Toutun River reservoir. Since the shaft is closed and the operation side is narrow and high off of the ground, it is difficult to reinforce the old shaft lining. In order to ensure the safety and quality of construction, schemes for working platform manufacture, lift installation, and scaffold building were designed to solve the problems of high altitude vertical construction operation. Effective measures were also taken to control the bond quality of new and old concrete. Finally, the shaft was reinforced and the construction quality reached an excellent standard.

Key words :high drop; shaft reinforcement; culvert; emergency gate; construction technology

为改变头屯河水库涵洞压力段长期无法检修的局面,在涵洞进口增建了高进水塔作为事故检修门井,在水库低水位检修和事故发生时可以闭门。增加事故检修门以后,水库高水位运行时,改变了原涵洞压力段及闸井事故门井筒的运行状态,即在事故检修门关闭时,原事故门井筒内无水,外有水压力和坝体土压力,井筒结构需重新加固。事故门井筒总高 45 m,筒身段 34 m,井筒横截面尺寸为 4 m×4 m,加固范围在高程 957.50~987.50 m,共 30 m。在原井筒井壁老混凝土上,采用锚筋和钢筋混凝土进行衬砌加固^[1],属高空作业,作业空间处于涵洞过流面以上四周封闭的悬空空间,施工作业平面狭窄,混凝土浇筑施工难度大。本加固工程主要完成锚杆安装 1 378 根,混凝土凿毛 471 m²,混凝土浇筑 171.3 m³,钢筋制作安装 23.34 t。

1 施工方案

在施工方案上首先考虑施工安全和质量,采用自下而上的顺序分层进行施工,脚手架搭设、混凝土

面凿毛、砂浆锚杆植入、结合面清洗等工序按每 3 m 高度控制,钢筋制作安装、模板制作安装、混凝土浇筑等工序按每 2 m 高度控制,往复循环直至设计高程 987.50 m。在高程 957.00 m 处安装一个能够承载一定高度脚手架的施工作业平台,此平台牢固地和井壁四周锚固在一起,同时要解决好施工人员和混凝土等材料的垂直输运问题^[2],施工布置见图 1。

2 施工主要内容及工序

施工主要内容有:工作平台安装、升降机安装、脚手架搭设、混凝土面凿毛、砂浆锚杆植入、混凝土浇筑等。

施工工序为:施工准备→工作平台安装→升降机安装→脚手架搭设→混凝土面凿毛→植入砂浆锚杆→结合面清洗→水泥净浆喷涂→钢筋及模板制作安装→混凝土浇筑→拆模→养护→脚手架拆除。

3 主要施工方法及技术措施

3.1 工作平台制作安装

工作平台面积为 3.96 m×3.96 m,四边由槽钢焊

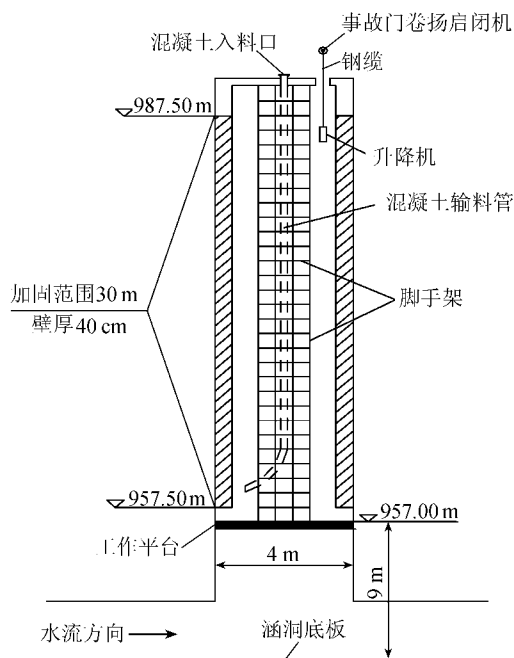


图1 涵洞事故门井筒加固施工布置

制,中间纵横梁由角钢焊制,平台面板由4cm厚木板拼装加固成一体。在井筒上口底板4角处安装4个电动提升机(底座与底板锚固在一起),作为工作平台垂直提升的牵引动力,形成4m×4m的提升控制面。4个电动提升机提升钢缆分别与工作平台四角的吊耳连接在一起(施工人员手持有线控制器,根据需要随时操控按钮控制工作平台在井筒的任何位置),先将工作平台由人工从场外移至井筒上口处,配合电动提升机下放工作平台(竖面朝下)至井口下1m处,调节电动提升机使工作平台竖面变至水平面。施工人员系安全绳乘工作平台由电动提升机下降至井筒内956.00m高程位置。人工将井筒高程957.00m位置处的井壁混凝土水平凿进20cm深,水平布置8根0.2m长25号槽钢,槽钢与井壁原混凝土内钢筋焊接牢固,靠近垂直运输面不加锚槽钢,由此作为工作平台的落脚点^[3]。然后将工作平台升至高程957.00m处,将工作平台的四边槽钢框架与井壁已焊接锚固好的25号槽钢焊接牢固,工作平台安装完成,与下部涵洞过水空间隔开封闭,井筒加固施工不受涵洞过水影响,高空施工作业有了基础平台。

3.2 升降机制作安装

在涵洞事故门井筒上口处制作安装2台升降机。升降机用25号槽钢焊制成钢笼,施工人员所乘升降机尺寸为1m(长)×0.5m(宽)×1.85m(高),钢笼上部遮板封闭,防坠物,保证人员安全^[4]。材料运输升降机尺寸为0.8m(长)×0.5m(宽)×1.85m(高),可供200kg材料运输,钢笼上部敞口,利于长尺寸材料运输。利用原涵洞事故门卷扬启闭机的钢缆作为升降机的牵引吊缆,钢缆与升降机顶部吊耳连接。在升

降机进出口处制作钢围栏保证施工作业安全,施工人员手持有线控制器,根据需要可随时分别操控2台升降机在井筒内进行上下垂直运动或停留^[5]。

3.3 脚手架搭设

脚手架用5m长的钢架杆在工作平台上竖向用脚手架扣连接,横向间距1m用短钢架杆与四边钢架杆连接,横向钢架杆上面铺设木板或竹夹板形成工作面供施工人员方便施工。随施工高度需要,一层一层往上搭设直至混凝土最高浇筑高程987.50m。在搭设过程中,每2m高度脚手架水平杆与井壁锚杆焊接牢固,脚手架与井壁之间留足混凝土浇筑空间(约0.6m)^[6]。

3.4 井壁混凝土凿毛

为保证新老混凝土获得良好的结合面,将原混凝土表面破碎、老化、空蚀、裂纹和脱落的混凝土彻底清除,露出新鲜混凝土,并清除浮渣和碎块。原井壁混凝土凿毛施工采用风镐和电钻,凿毛达到要求后用钢刷和压力管水随刷随清洗达到验收要求。

3.5 砂浆锚杆植入

3.5.1 材料

a. 砂浆锚杆布置形式:高程957.50~978.50m范围采用Ⅱ级钢筋直径20mm的插筋,伸入原井壁40cm;高程978.50~987.50m范围采用Ⅱ级钢筋直径18mm的插筋,伸入原井壁35cm。

b. 水泥砂浆采用高抗硫酸盐硅酸盐水泥。

c. 水泥砂浆强度等级不得低于20MPa,掺入UEA型膨胀剂及早强剂等,UEA膨胀剂的掺入量为水泥质量的10%。砂浆配合比:水泥与沙之比(质量比)为1:1.5,水灰比为0.40。施工时通过试验选择合适的配合比,使浆液的稠度及流动性满足浆液既不会从锚杆中自动流出,又不易堵塞注浆管的要求。

d. 砂子采用中、细沙,最大粒径不超过2.5mm。

3.5.2 植入砂浆锚杆施工流程

在施工前先进行现场工艺试验,然后确定采用“先注浆后安装锚杆”程序施工。施工工艺流程:施工准备→钻孔→清孔→注入水泥砂浆→插入锚杆→验收。

a. 钻孔。注浆锚杆的钻孔孔径大于锚杆直径,钻头直径大于锚杆直径15mm以上。

b. 清孔。采用高压水清孔。

c. 注浆后插入锚杆。在注浆端部加工一直径略小于锚孔的活塞(用橡胶类材料),使之与注浆管固定为一整体,将注浆管送入孔底,然后退回5~10cm开始注浆,随着注浆的进行,通过有压的浆液将注浆管缓慢推出孔外。为防止堵管,将注浆管端头管口锯成45°坡口,注浆时孔内必须是干孔,用高

压风吹孔,注浆管通过注浆压力缓慢推出孔外,一般不能人为拔出。

3.6 水泥净浆喷涂和测量放样

井壁清洗干净后,施工人员用毛刷在凿面上均匀喷涂水泥净浆覆盖至整个浇筑面上。水泥净浆表面微干后,根据施工详图,用水准仪、钢卷尺、测绳进行测量放线,确定结构物边线、混凝土面高程,并定出钢筋绑扎和立模边线,做好标记。

3.7 钢筋及模板制作安装

3.7.1 钢筋制作安装

钢筋运入工地时,每批 60 t 钢筋抽检一次,合格后进行加工。钢筋在加工厂按设计要求制作,分类编号,通过升降机运送至工作仓面。根据测量放线标记,焊接钢筋样架。按照配筋施工详图,核实钢筋的数量、型号等,按由低到高、由内向外的原则,人工进行钢筋绑扎和焊接。钢筋接头错开焊接,同一截面处的接头数不超过总钢筋数的 50%^[7]。为保证垂直输送混凝土时钢筋骨架不变形及固定模板,把已插入井壁锚固好的锚杆与钢筋网绑扎在一起。为保证混凝土保护层的厚度,在钢筋与模板之间设置强度不低于结构设计强度的混凝土垫块,垫块埋设铁丝并与钢筋扎紧,垫块相互错开,分散布置。为保证钢筋位置准确,钢筋安装均采用架立筋辅助定位。钢筋接头采用绑扎接头。

3.7.2 模板制作安装

采用镜面模板,施工时对模板进行检查,发现损坏或变形立即修补、校正或更换。模板表面涂刷水溶性脱模剂。上下层混凝土模板接缝处用双面胶带等进行堵塞,防止漏浆。模板加固采用方木及钢架杆,方木纵向布置间距 20 cm,贴紧模板,横向钢杆间距 40 cm,为避免模板位移,于模板内布置钢筋支撑。浇筑前用高压风、水冲洗仓面。

3.8 混凝土浇筑

3.8.1 混凝土配合比

水泥采用新疆屯河生产的 42.5R 普通硅酸盐水泥,采用 C25F200W6 二级配混凝土,掺 25% 的Ⅱ级粉煤灰和 25% 的矿渣粉,含气量 5.7%,水胶比 0.4,坍落度 57 mm,含砂率 29%,各材料用量见表 1。

表 1 每立方米混凝土各项材料用量 kg

水泥	粉煤灰	矿渣粉	砂子	小石	中石	水	减水剂	引气剂
147	74	74	558	546	820	118	0.54	0.87

3.8.2 混凝土拌制

采用 HZS-60 型拌和设备建立混凝土拌和站,配料机为磁铁式自动计量装置,料斗为 JS-1000 型,用 JS-2000 自动计量强制式搅拌机拌制混凝土。混凝土

土配料机与搅拌机配合使用,理论生产能力为 25 ~ 30 m³/h。水泥、粉煤灰、矿渣粉、外加剂采用人工上料,其中砂、石骨料使用 ZL30 装载机上料至配料机。严格按照设计配合比并采用质量法配置混凝土,混凝土搅拌时间不少于 3 min,在机口每 4 h 检测一次混凝土拌和物的坍落度,每 2 h 检测一次含气量^[8]。

3.8.3 混凝土运输及入仓

将长 5 m、直径 200 mm、厚 1 mm 的轻质铁皮管在地面上两头焊接法兰,共 5 节管,管与管之间的法兰用螺栓上紧。在井筒上口紧挨井壁地板的适宜位置凿一直径 40 cm 的孔洞,用木板围护作为混凝土入料口,铁皮管用安全绳系好从孔洞往下放。离浇筑层最近的铁皮管末端和长 4 m、直径 200 mm 的钢丝软胶管连接,软胶管方便在浇筑仓面上方来回移动控制混凝土入仓量和高度,铁皮管和软胶管共同组成混凝土输料管。为保证铁皮管在垂直运输混凝土时不来回摆动,在铁皮管靠近井壁适宜位置上用铁卡把铁皮管固定在井壁上,并在井筒上口地板适宜位置用两条安全绳固定好。随着浇筑层上升,随时解开安全绳提升一段铁皮管来保证对浇筑高度的控制。

混凝土拌制好后,用一辆 4 t 自卸车运送至工作闸井门口处,人工用手推车转运至入料口。浇筑时,先输送一定数量的水泥砂浆润滑铁管,在仓面底部形成垫层,稀释铁皮管里发生离析的砂石骨料。开始输送时,先慢后快,再匀速入料。当输送混凝土出现堵塞时(容易在软胶管折弯处堵塞),停止入料,用木槌敲击等办法,查明堵塞部位,将混凝土击松后,卸完管内混凝土,排除堵塞,再接好软胶管继续输送混凝土。

3.9 混凝土振捣、拆模及养护

采用 ZX-30 和 ZX-50 型插入式振捣器振捣。每层铺浆厚度不超过 50 cm,振动棒间距为 250 ~ 300 mm,振动时间不小于 30 s,混凝土捣实至表面呈现浮浆和不再出现气泡为止,从而保证振捣效果。

混凝土浇筑完成后,待混凝土强度达到设计强度的 70% 时拆模。拆模时轻敲轻放。拆模后,对混凝土进行洒水养护,局部边角用喷雾器洒水,以利于混凝土表面长时间保持湿润状态,直至养护龄期。

4 施工质量控制

本次涵洞闸井事故门井筒加固施工中,新老混凝土之间的结合是质量控制要点。采取了以下处理措施:

a. 用电锤钻凿除原井壁老混凝土表面碳化层、质地疏松层以及裂缝、孔洞等局部缺陷部位,露出新鲜完整的混凝土。为确保施工质量,用钢丝刷刷毛

后,用高压水冲洗。

b. 在水平方向或垂直方向的插筋位置按设计图纸严格放线,做好钻孔标记。用电锤钻钻孔,孔径比插筋直径大 4~8 mm,孔深比设计的插筋锚固长度略深。钻孔遇到原涵洞内钢筋时可稍偏移绕过。灌注锚固材料前,对钻孔用清水冲洗干净。从钻孔底部开始灌注锚固材料,以确保钻孔完全填充。灌注锚固材料采用膨胀砂浆,增加插筋与老混凝土之间的黏结强度。在植入钢筋时使一些浆液溢出,24 h 内不准触动锚固筋。植入的锚固筋与新的钢筋网焊接,保证共同受力。

c. 井壁采用净浆喷涂。水泥净浆的配合比根据试验结果严格控制。水泥净浆采用涂刷的方法进行施工,由专业人员操作,以保证施工质量。水泥净浆厚度控制在 3 mm 以上,施工单位设专人负责施工质量和控制。

d. 选择低温时间浇筑混凝土,减少新老混凝土的温差应力,浇筑后加强混凝土养护。

5 施工质量验收评定

涵洞事故门井筒加固工程共分为 14 个单元工程,经现场实际检测评定,合格率 100%;其中 12 个单元工程为优良,优良率 85.7%,工程质量优良^[9-11]。

6 结 语

涵洞事故门井筒加固工程在施工方案上首先要考虑施工安全,在 45 m 高的封闭悬空空间,制作安装了一个能够承载一定高度脚手架的施工作业平台,并在此基础上搭设脚手架,解决了高空垂直施工作业问题,制作安装了升降机,解决了施工人员和材料在井筒内垂直输运问题。在施工中采取了有效的措施解决了新老混凝土结合的问题。在以后的工程实践中,可进一步优化施工方案和施工技术,不断完善和发展此技术在类似工程中的应用。

参考文献:

[1] GB50367—2006 混凝土结构加固设计规范[S].
[2] SL303—2004 水利水电工程施工组织设计规范[S].
[3] JGJ45—2004 混凝土结构后锚固技术规程[S].
[4] SL399—2007 水利水电工程土建施工安全技术规程[S].
[5] SL401—2007 水利水电工程施工作业人员安全操作规程[S].
[6] SL400—2007 水利水电工程金属结构与机电设备安装安全技术规程[S].
[7] DL/T5169—2002 水工混凝土钢筋施工规范[S].
[8] SL352—2006 水工混凝土施工规范[S].
[9] GB50204—2002 混凝土结构工程施工质量验收规范[S].

[10] SL223—2008 水利水电建设工程验收规程[S].

[11] SL176—2007 水利水电工程施工质量检验与评定规程[S].
(收稿日期 2011-12-15 编辑 周红梅)

(上接第 65 页)

[9] 彭安华,孙旭东,王智明.基于正交试验法的 PID 控制器参数整定[J].机械科学与技术,2011,30(6):1028-1032.
[10] 倪恒,刘佑荣,龙治国.正交设计在滑坡敏感性分析中的应用[J].岩石力学与工程学报,2002,21(7):989-992.
[11] 翟远征,王金生,苏小四.正交试验法在地下水数值模拟敏感性分析中的应用[J].工程勘察,2011(1):46-50.
[12] 陈惠玲.水工试验设计[M].南京:河海大学出版社,1995.
[13] 王灵敏,吕中明,邵伟.温州市瓯飞一期围垦工程围区排涝控制规划[R].杭州:浙江省水利水电勘测设计院,2011.
[14] 包中进,王斌,徐岗.温州市瓯飞一期围垦工程水闸水工模型试验研究阶段报告[R].杭州:浙江省水利河口研究院,2011.
[15] 王敏,杨国录,史英标,等.一、二维数学模型在飞云江河口航道建设中的运用[J].中国农村水利水电,2006(8):109-112.

(收稿日期 2011-11-28 编辑 熊水斌)

· 简讯 ·

河海大学彭世彰教授获“ICID 国际节水技术奖”

经中国国家灌溉排水委员会提名,国际灌溉排水委员会(ICID)组织评审,河海大学彭世彰教授荣获 2012 年度“ICID 国际节水技术奖”,成为该奖项 2012 年度全世界唯一获奖者。

彭世彰教授主要凭借 4 项技术研究上的突破获此殊荣:一是原创性地提出了水稻控制灌溉新理论,形成了水稻无水层控制灌溉技术模式;二是以水稻控制灌溉技术为核心,考虑农艺、工程、水资源调度、管理之间的配套衔接关系,建立了适用于不同类型区域的水稻灌区综合节水模式,并得到了大面积推广应用,突破了由理论技术研究到推广应用的技术瓶颈;三是致力于节水灌溉与稻田生态效应的统一,提出了节水、高产、优质、控污、减排的水稻灌排联合调控模式;四是研究成果先后在全国近 10 个省(市、区)的水稻灌区累积推广 300 万 hm²,增产 16 亿 kg,节水 90 亿 m³,节支增收 40 亿元。

“ICID 国际节水技术奖”设立于 1997 年,每年颁发一次,授予在节水技术领域做出杰出贡献的个人或团体,注重成熟的节水理论与技术应用,旨在推动水资源的可持续利用。我国至今只有 3 位学者获得此奖,另两位是茆智院士(2000 年)和康绍忠院士(2006 年)。

(本刊编辑部供稿)