

浅析水库除险加固工程中非开挖修复管道的应用

林文婷

珠海汇炬项目管理有限公司 广东 珠海 519000

摘要: 经过长期的实践与发展,我国水利工程建设已经取得显著成就,但在实际运行中还是存在诸多问题,如土石坝穿坝输水涵管存在的问题,渗漏问题长期存在且没有得到有效的解决,成为影响水库大坝安全运行的重要因素之一。本文通过典型案例对水库除险加固工程措施,结合非开挖修复管道的技术应用进行讨论分析,以为同类除险加固工程提供参考。

关键词: 水库;除险加固;非开挖修复

引言: 通过水库除险加固工程措施,可以使水库大坝等建筑物达到安全状况并正常运行,充分发挥水库防洪安全、供水、灌溉功能,为区域人民群众生命财产安全和经济社会的可持续发展提供有利保障。本文就水库输水涵管修复方式进行分析。

1 案例分析

我国有不少中小型水库,这些水库不仅在防洪灌溉方面发挥重要作用,同时可实现对供水的有效支撑,最终实现对社会效益、经济效益以及生态效益的有效获取。这些水库大多数都是在20世纪六七十年代开始建设,当年是政府响应国家号召发动群众,采用人工担土夯填的方式筑坝,许多水库坝体运行到现在出现多种问题,土坝单薄、输水涵管渗漏等安全隐患现象普遍存在,因此,我们必须利用现代的办法与技术手段解决上述问题。本文通过珠海市斗门区南山水库案例对输水涵管的修复进行分析。

珠海市斗门区南山水库位于珠海市斗门区乾务镇三里村太平里。水库于1956年12月开工建设,至1983年4月才基本完成,建设历时二十余年。2002年,珠海市水务管理局批复斗门区南山水库加固达标工程,该工程于2002年7月开工,于2003年11月完工。

水库为一宗以防洪灌溉为主,结合供水的小(1)型水库。其设计灌溉面积5777亩,防洪面积10360亩,捍卫人口1万多人。工程等级为IV等,主要建筑物为4级,次要建筑物为5级,设计洪水标准为50年一遇,校核洪水标准为500年一遇。

水库由大坝、溢洪道、放水涵管、管理房等建筑物组成。大坝长502m,坝顶高程25.086m(黄基,下同),最大坝高17.3m。开敞式溢洪道,堰顶高程21.586m,宽10m,最大泄流量 $82.88\text{m}^3/\text{s}$;坝底放水涵洞为圆形混凝土管,直径0.49m,进水口设斜拉转动门盖

开关,进水口高程为10.366m。供水设施一宗,设计日供水能力 5900m^3 。正常高水位21.586m,50年一遇设计洪水位23.176m,500年一遇校核洪水位23.726m(安全鉴定),死水位9.24m;总库容 $376\text{万}\text{m}^3$,正常库容 $289.2\text{万}\text{m}^3$,调节库容 $283.6\text{万}\text{m}^3$,死库容 $5.5\text{万}\text{m}^3$ 。

水库于2016年09月由湖北省水利水电规划勘测设计院完成了《珠海市斗门区南山水库大坝安全鉴定报告》,经评审批复,鉴定结论为:南山水库大坝工程质量不合格,运行管理较好,防洪安全等级为B级,渗流安全为C级,结构安全为B级,抗震安全为A级,金属结构安全为C级,综合评定南山水库大坝为三类坝,即大坝运行不安全,属于病险水库大坝,需进行必要的除险加固。

南山水库除险加固主要包括大坝除险加固工程、溢洪道除险加固工程、输水管道除险加固工程、大坝观测设施工程、管理房工程5个方面。除险加固工程均在水库原有建筑物上进行,不改变其布置,不改变水库原有规模。

水库除险加固过程中的输水涵管建设对水库的安全运行尤为关键,传统输水涵管建设中不可避免发生老旧、破损现象,给水库安全造成较大的影响,成为水库安全运营的一种隐患,而输水涵管修复多采用开槽翻挖的方式进行处理。随着新技术、新材料和新工艺的引进,非开挖技术在输水管涵建设中逐渐得到了应用。本论文主要分析在南山水库输水管道除险加固工程设计过程中,考虑与非开挖修复管道的方案分析。以下主要对南山水库输水涵管除险加固设计方案进行案例分析。

现有输水涵管布置在大坝的左岸,为圆形混凝土管,直径0.49m,进水口中心高程为10.366m,管道长112m,与坝轴线呈 19° 斜穿大坝。输水涵管由进水口闸阀、管道和出水口阀门组成。进水口闸阀为斜拉式金属闸阀;出水口为闸阀式阀门,大小规格不一,共5个。

根据工程地质勘察报告,南山水库大坝为均质土坝,坝体填筑料主要为附近山体残积土,坝址附近主要为花岗岩残积土,主要岩性为粉质粘土,含砾、砂。报告显示,南山水库大坝坝体填筑土的塑性指数基本满足规范要求;天然含水率不满足规范要求;粘粒含量大部分不满足规范要求。大坝碾压欠密实,压实度不满足规范要求,坝体上游水平向裂缝由于大坝填筑不密实导致不均匀沉降造成。

南山水库放水涵管位于坝体左中段,为圆形砼管,直径 0.49m,进水口设置斜拉转动门盖开关,涵管进口底高程 9.24m。放水涵管地基土体为坝体填筑土,粘聚力(快剪) 22.29kPa,内摩擦角(快剪) 16.76°,粘聚力(固结快剪) 28.23kPa,内摩擦角(固结快剪) 22.47°,压缩系数 0.43MPa⁻¹,压缩模量 4.22MPa,承载力特征值 130kPa。放水涵管埋于坝体中,从运行情况看,放水涵管附近坝体未见明显渗水现象,说明涵管周围坝体基本完好。从现场检查情况来看,放水涵管锈蚀较严重,阀门密封较差,漏水情况较严重。但未发现大坝放水涵管周围坝体填土与涵管之间的接触冲刷破坏及渗漏、坝体沉陷及裂缝等问题。

由此可见,大坝若采取传统的修复方式,对土体影响较大,放水涵管管道区工程地质条件良好,地基不存在安全隐患。由于涵管已运行多年,若涵管出现破损,将对大坝的稳定构成严重的威胁,需尽快进行修复加固。

2 输水涵管修复加固方式

输水涵管修复加固方法有多种,其中:

①补强灌浆法:适用于涵管本身未破裂,只是由于止水环节、接头未搞好的涵管,一般可采用内补强、外灌浆处理。即对涵管接头采用粘合材料(如环氧砂浆之类)把涵管接头修补好,使其具有一定的强度和防渗能力。然后对涵管外壁四周作灌浆处理,通过灌浆使涵管四周空隙得到充实,与坝体防渗体结合良好,发挥止水作用。

②管内套管:适用于管径较大的管涵。当涵管已破裂、渗漏、腐蚀较严重,无法修补时采用管内套管,一般采用钢管内套。二管之间的空隙用混凝土或水泥砂浆堵塞,再进行充填灌浆处理。套管法作为传统方法在水库大坝旧输水管多有采用,缺点是明显减少原管道过水断面,管径较小不宜采用,也不宜重复套管。

③开挖重建:对于涵管已破裂、渗漏、腐蚀较严重,无法修补,采用将原涵管进行开挖,重建新涵管。该方法对坝体伤害较大,且工期较长,严重影响水库防洪及水库供水,显然不适用本工程,不予考虑。

④顶管法:适用于土坝,是原管无法修复加固,根据输水需要重新顶置管道,取代原来输水管道,并废除封堵原有管道。顶管法难免对坝身土体产生一定扰动,且顶管外壁与土体之间容易出现接触渗漏,需要对管壁外围土体进行灌浆加固。

⑤非开挖修复法:非开挖技术是当前水利基础设施建设中常用技术,主要是在不开挖断面,不扰动地表土体的情况下,在不同土层和深度进行钻孔作业的一种施工方法。适用于环境敏感地区的排水管道修复更新,是采用高分子材料热塑材料在管道内壁进行修复,与套管法相似,但该方法热塑材料紧贴于管道的内壁,与套管法最大区别在于该方法与原管壁无缝粘合,无需充填灌浆处理。该方法目前已作为市政管道修复的主流方法并广泛运用。具有修复速度快、效率高,无环境破坏等优点,一般可在一周内完成管道修复。该方法不改变管材的力学参数,内衬厚度为5~20mm,不明显减少原管断面,且高分子材料热塑材料槽率低,保障管道输水。

非开挖修复工程所修复的管道变形或破坏严重、接头错位等部位应进行预处理,漏水严重的原有管道,应对漏水点进行止水或隔水处理,修复后的管道结构应满足受力要求,过流能力应满足要求,当原有管道地基不满足要求时,应进行处理。

方案比选表

序号	修复方案	优缺点	设计采用
1	补强灌浆法	只对涵管本身未破裂进行修补,本阶段未对管涵进行检测,未能掌握其完整性,不能保证该方案可行性	不采用
2	管内套管	套管法作为传统方法在水库大坝旧输水管多有采用,缺点是明显减少原管道过水断面,管径较小不宜采用,也不宜重复套管	不可行
3	开挖重建	施工难度较大,对坝体破坏较大,工期长。	不可行
4	顶管法	对坝身土体产生一定扰动,且顶管外壁与土体之间容易出现接触渗漏,需要对管壁外围土体进行灌浆加固。工期长,造价高。	不采用
5	原位热塑成型管道修复法	施工简便,施工不伤及坝体,工期短、对水库供水、运行管理影响小,需要采用满足饮用水的材料要求,延米造价相对市政管道修复高,但总造价较其它方案低。	推荐使用

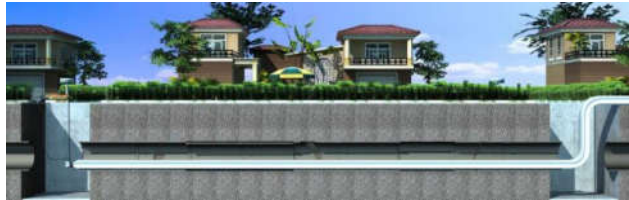
3 非开挖修复加固技术的应用

南山水库输水管涵修复采用高分子材料的热塑成型

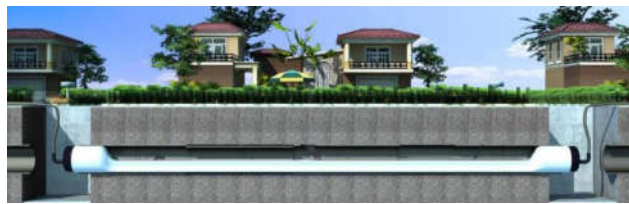
技术,待修管道主要是通过高压水进行冲洗,工程现场中应用热塑成型工艺将工厂生产的衬管安装于待修管道

的内壁。衬管的强度高，可达到单独承受地下管道所有的外部荷载，包括静水压力，土压力，和交通荷载。由于管道的密闭性能卓越，在高压管道的母管强度没有严重破坏的情况下，可以用于高压压力管道的修复。

原位热塑成型非开挖修复工艺在待修管道的内部，以原管道为模子，通过热塑成型的工艺新建一条管道，从而达到修复的目的。内衬厚度为5~20mm，适用于1200mm以下管径，使用年限可达30年以上。



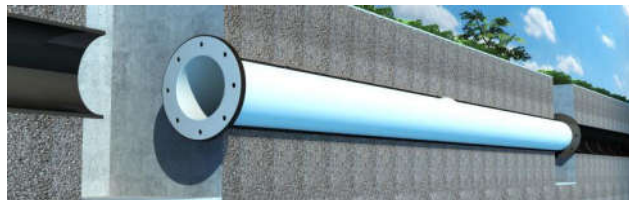
衬管拖入



端口插入塞堵



衬管热塑成型



端口处理

原位热塑成型非开挖修复工艺材料从工厂预制，安装过程无有害物质排放，衬管安装前后主要力学性能指标一致，能够与原有管道紧密贴合，解决老化管道的功能性和结构性的问题。同时考虑了水库大坝输水管涵修复难度大，该工艺一次修复距离长，可减少开挖工作井工程量，避免对坝身造成较大的破坏。

目前，南山水库大坝除险加固工程已竣工验收并投入使用，运行情况良好，该设计防洪功能上可满足设计标准，施工风险较低，供借鉴参考。

结语：目前，国家加大了对小型病险水库的治理力度，在进行水库除险加固设计时，对涵管处理应给予高度重视，着重分析原因，根据工程特点并结合实际，有针对性地确定处理方案。在过往的水库除险加固建设

中，输水涵管修复加固主要采用传统的修复方式，非开挖修复方式从根本上可解决管道渗漏、破损等问题，能够克服传统开挖对于施工环境要求苛刻和爆破施工对于水库的安全影响，较大程度降低了施工成本及风险，对确保管道的安全稳定运行有重大意义，对水库输水管道整体修复具有极大的推广应用价值。

参考文献：

- [1]《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2001）
- [2]《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》（CJJT 210-2014）
- [3]林俊.非开挖技术在水库坝下输水管涵建设中的应用[J].水利技术监督,2017,25(05):140-143.