

## 浅谈病险水闸安全评价

徐剑锋

安徽省临泉县水利局, 安徽 阜阳 236400

**[摘要]**水闸是控制流量和调节水位的低水头水工建筑物,是水利设施中最重要组成部分。通过对水闸的综合调度,关闭闸门可以拦洪、挡潮或抬高上游水位,以满足灌溉、发电、航运、水产、工业和生活用水等需要;开启闸门,可以泄洪、排涝、排污,也可对下游河道或渠道供水。为工农业生产提供必不可少的基础保障。为了充分发挥水闸的综合效益与作用,保障水闸的运行安全,管理单位就必须全面掌握所管辖范围内水闸运行当中存在的安全隐患,做好水闸安全鉴定评价工作。

**[关键词]**水闸;安全;评价

DOI: 10.33142/hst.v5i4.6610

中图分类号: TV698.21

文献标识码: A

### Brief Discussion on Safety Evaluation of Dangerous Sluice

XU Jianfeng

Anhui Linquan County Water Conservancy Bureau, Fuyang, Anhui, 236400, China

**Abstract:** Sluice is a low head hydraulic structure that controls flow and water level. It is the most important part of water conservancy facilities. Through the comprehensive regulation of the sluice, closing the sluice can block flood, tide or raise the upstream water level to meet the needs of irrigation, power generation, shipping, aquaculture, industry and domestic water; Open the gate to discharge flood, flood and sewage, supply water to downstream rivers or channels, and provide essential basic guarantee for industrial and agricultural production. In order to give full play to the comprehensive benefits and functions of the sluice and ensure the operation safety of the sluice, the management unit must fully grasp the potential safety hazards existing in the operation of the sluice within its jurisdiction and do a good job in the safety appraisal and evaluation of the sluice.

**Keywords:** sluice; safety; evaluation

### 引言

随着国家对水利建设投资的不断加大,60、70年代兴建的水闸基本上已完成了拆除重建工作。但80、90年代兴建水闸,由于当时资金短缺或设计标准低,再加上已运行30~40年,存在许多安全隐患,出现不少病险水闸。例如,闸门漏水、螺杆弯曲、机电设备老化、闸室墩墙开裂、翼墙沉降等。为加强水闸安全管理,规范水闸安全鉴定工作,保障水闸安全运行,根据中华人民共和国水利部《水闸安全鉴定管理办法》第三条水闸实行定期安全鉴定制度。首次安全鉴定应在竣工验收后5年内进行,以后应每隔10年进行1次全面安全鉴定。运行中遭遇超标准洪水、强烈地震、增水高度超过校核潮位的风暴潮、工程发生重大事故后,应及时进行安全检查,如出现影响安全的异常现象的,应及时进行安全鉴定。闸门等单项工程达到折旧年限,应按有关规定和规范适时进行单项安全鉴定。

去年,有幸参与了临泉县夏桥闸、临泉县韦周闸、临泉县土陂闸等中型闸安全鉴定工作。必须委托由资质水利工程质量检测单位进行安全鉴定,下面谈一下对水闸安全鉴定的认识。

### 1 水闸安全评价过程

#### 1.1 现状调查分析

水闸现状调查主要是收集工程设计、管理运行及建设

的有关基本资料,在掌握基本资料基础上对工程现场进行全面检查,包括外观、重要部位、隐蔽部位、运行情况、维修保养、管理人员配备情况等。在全面检查后,对检查中发现的具体问题、隐患、缺陷和不足,初步分析其成因和对工程安全运用的影响程度。根据水闸现状检查结果编制工程现状调查分析报告,提出需要进一步检查、检测和复核计算的具体内容与要求。

#### 1.2 现场安全检测内容及检测结果

根据工程现状调查分析报告内容,对工程各部位作进一步的科学检测。检测的目的为水闸安全复核及评价提供必要的资料。检测内容包括混凝土结构及砌体外观检测、混凝土抗压强度检测、混凝土碳化及钢筋锈蚀检测、变形缝检测、回填土密度及抗剪强度检测、金属结构及机电设备的外观检测、启闭试验检测、机电设备质量检测等,同时还需要对水下结构闸室底板、上游铺盖、下游消力池等外观进行检测,利用水下定点三维声呐扫描进行。根据检测结果编制现场安全检测报告,同时根据《水闸安全评价导则》SL214-2015,确定工程质量评定等级,为安全复核提供科学依据。下面以临泉县土陂闸现场安全检测为例,详细反馈检测的结果。

①右岸岸墙砖砌重力式结构护面混凝土出现横向裂缝,裂缝自闸墩变截面处向下游开展,延伸至下游翼墙处,

最大裂缝宽 8mm;其余各孔闸墩经检查未发现明显的不适于承载的结构裂缝和异常变形;钻取的芯样显示闸墩混凝土内部密实性良好,未出现孔洞、夹泥等质量缺陷;抽检的闸墩共计 4 处,其龄龄期混凝土抗压强度推定值分别为 40.1MPa~50.2MPa,符合设计强度等级 C15 要求。抽检的闸墩各测点混凝土碳化深度小于保护层厚度,钢筋处于混凝土的碱性保护之中,不易锈蚀。

②排架柱外观良好,混凝土无开裂、破损和钢筋外露锈蚀等质量缺陷,无异常变形;钻取的芯样显示排架柱混凝土内部密实性良好,未出现孔洞、夹泥等质量缺陷;抽检的排架柱共计 4 处,其龄龄期混凝土抗压强度推定值分别为 55.2MPa~56.9MPa,符合设计强度等级 C20 要求;抽检的排架柱各测点混凝土碳化深度小于保护层厚度,钢筋处于混凝土的碱性保护之中,不易锈蚀。

③交通桥梁板板底及板侧外观质量普遍较好、检查未发现露筋、蜂窝、孔洞、缺棱掉角、裂缝等质量缺陷;交通桥护栏结构完整,未发现护栏破损、缺失等外观缺陷。

④启闭机梁外观良好、混凝土无开裂、破损和钢筋外露锈蚀等质量缺陷,无异常变形。启闭机房各部位未发现较明显的不适于承载的裂缝、倾斜等情况;结构分缝未见明显的拉开、错位现象;启闭机房各孔间分缝处存在渗水现象。

⑤上游左岸翼墙外观基本良好,无明显开裂破损和不均匀沉降现象;上游右岸翼墙段首存在竖向裂缝,裂缝最大宽度 3mm,是第 2 段翼墙与第 3 段翼墙间存在不均匀沉降所导致,前后错台约 10mm。下游两岸翼墙顺水流方向末端与末段翼墙间存在不均匀沉降导致的拉裂现象,裂缝下宽上窄,顶部最大拉裂宽度约 28mm。上、下游两岸护坡均为混凝土现浇护坡,护坡表面平整,护坡稳固无坍塌、沉陷,现场未见有明显的冲刷破坏现象。

⑥翼墙与岸墙(边墩)连接处之间的分缝无拉开、错位、扭曲等现象。

⑦利用定点三维声呐(BV5000)技术对抽检的闸底板、上游铺盖、下游消力池等水下结构进行扫描检测,外观良好、未发现坍塌、开裂、严重冲刷等缺陷和异常变形。

⑧闸门所在水道及门槽前后的水流流态未发现异常,侧向止水位置未发现明显漏水现象;钢筋混凝土外观质量良好,混凝土抗压强度符合设计强度 C25 要求,碳化深度小于 2mm,闸门混凝土质量较好;闸门吊耳无变形及开裂,止水装置完整、有效,局部止水橡皮存在老化现象,止水钢板锈蚀;该工程未设置检修门槽、未配备检修闸门,为后续的水闸维修加固带来不便。

⑨启闭机机身表面防腐良好,无明显变形和损伤;传动皮带老化;传动轴无明显变形;1#启闭机螺杆弯曲严重;螺杆设有下限位装置,动作有效,无上限位装置,无开度指示器;抽检的 2 台启闭机螺杆直线度误差检测结果符合规范(SL381—2007)的技术要求;3#闸门启闭机运行困难,该孔闸目前处于长期关闭状态;现场对 1#、4#孔

闸门逐一进行启闭试验,闸门运行正常无卡阻,启、闭、停动作有效。

⑩配电箱内仅配有闸刀和空气开关,开关动作有效;动力电缆布置凌乱,接法不规范,绝缘外皮老化;配备 1 台变压器和 1 台柴油发电机组,运行正常;配备的 S7-30/10 变压器为国家明令淘汰产品;抽检的 2 台启闭机配套的电动机绝缘电阻及运行时三相电流检测结果符合规范(GB50150—2016)要求,电动机型号为 Y132M1—6,为国家明令淘汰产品;抽检的 1 台配电箱和 2 台现地控制箱的绝缘电阻检测结果符合规范(GB50150—2016)要求;启闭机配套的电动机、现地控制箱、配电箱均未接地,启闭机房屋顶南侧避雷针引下线断裂未接地、屋顶北侧避雷针引下线接地电阻检测结果符合规范(GB50150—2016)要求。

从以上检测结果看,部分检测结果不满足标准要求,右岸闸室边墩出现横向裂缝,下游翼墙出现竖向裂缝,3#闸门启闭机运行困难。根据《水闸安全评价导则》(SL214—2015),工程质量评定为 C 级。

### 1.3 安全复核

为了解水闸安全性是否满足要求,通过对防洪标准、结构安全、抗震安全、渗流安全、金属结构安全和机电设备安全、避雷安全等项目的复核计算、分析,评估水闸工程质量状况和安全运用影响程度,提出对工程运行、管理的建议。水闸安全复核计算是据现场安全检测的成果、各种现行设计规范、各种现行的技术规范、施工图纸、《水闸安全评价导则》SL214—2015 等进行安全复核计算、分析。依据安全规范系数,对各项复核的内容进行安全分级,为安全评价提供依据。防洪标准复核应包括洪水标准(工程设计时的防洪标准)、闸门顶高程(挡水时的门顶高程、泄水时的门顶高程,二者取较大值)、过流能力复核。通过计算,确定门顶理论高程与实际门顶高程对比、实际过闸流量与规划设计过闸流量对比,最后确定防洪标准安全级别。通过复核计算,临泉县土陂闸的防洪标准、水闸门顶高程、过闸流量均满足设计和运行要求。

### 2 水闸安全评价报告及建议

依据有关现行规范、规程、现状调查资料、检测资料,对检测的内容进行安全复核计算,按照 SL214—2015《水闸安全评价导则》规定的编制水闸安全鉴定报告。水闸安全鉴定报告中所列出的水闸安全分析评价的内容,即防洪标准、水闸稳定性和抗渗稳定性、抗震能力、消能防冲、水闸过水能力、混凝土结构、闸门与启闭机、电气设备、观测设施及其他等项目来作为水闸工程的评价标准。最终评价水闸安全类别,根据水闸安全类别等级,提出合理化建议。水闸安全类别划分为四类:一类闸、二类闸、三类闸、四类闸。根据 SL214—2015《水闸安全评价导则》一类闸:运用指标能达到设计标准,无影响正常运行的缺陷,按常规维护保养即可保证正常运行;二类闸:运用指标基本达到设计标准,工程存在一定损坏,经大修后,可达到正常运行;三类闸:运用指

标达不到设计标准,工程存在严重损坏,经除险加固后,才能达到正常运行;四类闸:运用指标无法达到设计标准,工程存在严重安全问题,需降低标准运用或报废重建。

根据现场检查检测的结果、《水闸安全鉴定办法》、《水闸安全评价导则》(SL2014—2015)、相关现行水工设计规范、各种技术标准等对临泉县土陂闸进行综合安全评价。评价结论如下。

①防洪标准符合要求,过流能力和闸顶高程均满足设计和运行要求,水闸防洪安全等级评定为A级。

②闸基防渗长度满足规范要求,闸基水平段和出口段的渗流坡降值均小于规范允许渗流坡降值。渗流安全等级评定为A级。

③闸室、岸墙稳定复核计算结果均满足规范要求;闸室、岸墙和翼墙结构强度满足规范要求;消能防冲复核计算结果满足规范要求;翼墙稳定复核计算结果不满足规范要求,交通桥桥板搭接长度不足,水闸岸墙(边墩)存在横向裂缝,水闸结构安全等级评定为B级。

④本工程按VI度设防,上下游翼墙、边墩采用砖砌结构或砖砌与混凝土混合结构,结构整体性差。抗震安全等级评定为B级。

⑤该工程未设置检修门槽、未配套检修闸门,3#孔启闭机运行困难,1#启闭机螺杆弯曲严重。金属结构安全等级评定为C级。

⑥该工程配套的简易控制开关,电缆老化且布置凌乱,防雷接地不满足要求;启闭机配套电动机及变压器属于高耗能国家明令淘汰产品。机电设备安全等级评定为C级。

通过对以上项目的安全等级评定,根据《水闸安全评价导则》(SL214—2015),该工程综合评定为三类闸。

建议:水闸尽快实施除险加固,消除安全隐患;水闸除险加固前应采取相应安全运行措施,对交通桥通行车辆进行限载;加强水闸安全管理与安全监测。

### 3 提高水闸安全运行管理水平

为保障水闸的安全运行,充分发挥水闸综合效益,切实做好水闸检查、观测、维修保养工作,提高水闸安全运行管理水平。

#### 3.1 水闸检查

水闸检查包括日常检查、定期检查和专项检查。检查的部门及频次要求。

##### ①水闸日常检查

这是运营经理的职责。闸门施工初期,正常运行期间每周两次。每月至少一次;汛期增加检查次数,并且水闸在设计水位运行时至少每天检查一次。

##### ②定期检查

水闸管理单位负责组织专业人员对水闸进行定期检查。

##### ③专项检查

水闸管理单位负责组织专业人员进行水闸专项检查。

当水闸经受地震、台风、风暴潮或其它自然灾害或超过设计水位运行后,发现较大隐患、异常或拟进行技术改造时,应进行专项检查。

#### 3.2 水闸检查报告

水闸检查完成后,应填写检查记录,及时整理检查资料,编写检查报告。检查报告包含下列内容。

- ①检查日期。
- ②检查的目的和任务。
- ③检查结果,包括文字记录、简图、照片等。
- ④与以往的检查结果对比、分析和判断等。
- ⑤异常情况原因分析。
- ⑥检查结论及建议
- ⑦检查组成员签名。

#### 3.3 水闸观测

水闸观测的内容应根据设计要求确定,也可根据水闸运行管理的实际需要增加观测内容。水闸观测分为一般观测和专业观测两大类。一般观测包括水位、流量、闸下流态、抬升压力、垂直位移、水平位移、冲刷、淤积等;专业观测主要包括永久节理、结构应力、墙后土压力、地基反力、水质、泥沙、冰淇淋等。

#### 3.4 做好维修保养

根据日常检查、定期检查和专项检查中发现的安全隐患,针对存在问题的轻重缓急,列出维修计划和维修完成时间;按时完成岁修、防汛急办工程,真正解决工程存在的不安全因素。

#### 3.5 做好人员培训

为进一步提高水利工程管理水平,发挥综合效益,要定期开展水利工程管理人员业务培训工作,加强业务知识学习,提高岗位技,更好的服务社会。

### 4 结束语

全面安全检测,是安全评价的前提与基础,为水利工程安全性、可靠程度判断提供了科学依据。对水闸检测后,要进行综合安全评价,对水闸结构是否达到破坏极限状态和水闸老化程度的判断更科学、更严谨。

#### 【参考文献】

- [1] 周庆华. 谈水闸的安全鉴定[J]. 科技资讯, 2007(15): 12.
  - [2] 林建洪. 北溪水闸工程安全检测与评估[J]. 水利水电快报, 2005(7): 25.
  - [3] 孙小冉. 基于物元可拓理论的水闸安全评价[J]. 治淮, 2018(7): 19-21.
  - [4] 苏冠东. 改进层次分析法在水闸安全评价中的应用[D]. 南宁: 广西大学, 2018.
- 作者简介: 徐剑锋(1979.5-)男, 安徽人, 汉族, 专科学历, 临泉县水利局, 工程师, 从事水利工程建设和管理工作。