



水闸加固与生态景观设计

本书编写委员会 编著



游外信



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

水闸加固与生态景观设计

本书编写委员会 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书详细介绍了大型、中型、小型水闸加固设计标准及方法,主要包括水闸主体工程设计,电气与金属结构设计,水闸的施工组织、工程管理及节能设计,绿化与移民,湿地及水土保持与生态环境,工程概预算等方面内容,涉及众多专业,提供了便于在设计中使用的公式、计算方法、技术资料。

本书内容翔实,实用性强,并经工程实践检验,具有很高的参考价值。可供从事水利水电工程规划、设计、施工、运行、科研、教学等科技人员参考,也可作为大专院校师生的参考资料和工程案例读物。

图书在版编目(CIP)数据

水闸加固与生态景观设计 / 《水闸加固与生态景观设计》编写委员会编著. — 北京:中国水利水电出版社, 2018.12

ISBN 978-7-5170-7260-7

I. ①水… II. ①水… III. ①水闸—加固 IV. ①TV698.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第298014号

书 名	水闸加固与生态景观设计 SHUIZHA JIAGU YU SHENGTAI JINGGUAN SHEJI
作 者	本书编写委员会 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	天津嘉恒印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 28.25印张 670千字
版 次	2018年12月第1版 2018年12月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	99.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编写委员会

陈照方 尚 磊 任松林 蓝祖秀 何 楠
赵 楠 苏东喜 王爱国 李孟然 董晨燕
田万福 杜远征 纪冬丽 姜苏阳

大量病险水闸的存在，已成为防汛工作的心腹之患，只有尽快除险加固，才能保证水闸安全，保障防洪保护区人民生命财产安全，减免洪涝水害给国民经济造成的损失。这些水闸在运行几十年过程中持续受到渗流、稳定、冲刷等作用，还有可能受到超标准洪水的破坏，材料逐渐老化，水闸建筑物承受水压力、渗压力等巨大荷载的能力不断降低，需要通过计算分析评价，掌握变化规律，确定危及安全的主要问题。如果这些水闸缺陷隐患不及时进行评价并采取处理措施，会殃及下游，给人民生命财产造成极大的损失，甚至会影响国民经济建设乃至生态环境和社会稳定。

水闸除险加固主要包括：洪水标准复核、工程地质勘察研究、工程任务和规模确定、工程布置及主要建筑物设计、工程等别和建筑物级别、设计标准、工程选址及闸型选择、水力设计、防渗排水设计、结构设计、地基处理设计、机电及金属结构、工程管理、施工组织设计、占地处理及移民安置、水土保持设计、环境影响评价、设计概算等方面；此外，还包括水闸混凝土表面缺陷处理、闸身裂缝修复、止水加固处理、观测设施修复等内容。需要采取不同方法来进行除险加固措施的设计与处理，通过新技术在大中小型水闸除险加固中的应用，使得病险水闸加固工作进一步提高；广泛采用新技术、新方法、新材料、新工艺，力求体现先进性、科学性和经济性，力求在病险水闸治理的工程设计技术方面有所突破。通过对大中小型水闸加固，提高水闸的各种功能，使之成为防洪保障线、抢险交通线、生态景观线；借助河道堤防风景区、水域景观工程，通过对天然水景观加以设计改造，修复生态湿地，打造区域生态景观线，形成了地区性的小气候，使得当地气候温和湿润，呈现出鱼跃鸟飞、草肥水美、水碧天蓝的美景。水闸是重要的生态景观节点，是衔接周围河道堤防生态的绿地节点；设计中充分考虑了水土绿地系统的完整性，将慢行系统、景观节点设计、湿地及水土保持与生态环境相结合；科学合理的河道堤防岸线和优化的多姿多彩的水面形式，使大中小型水闸成为一道亮丽的风景线。

针对水闸除险加固工程的特点，本书介绍了除险加固处理措施，可为水闸除险加固改造的设计和施工提供有价值的参考，并能促进设计水平和工程质量的提高，以适应水闸除险加固改造实践的需要。

本书编写人员分工如下：

陈照方编写了 7.1.2；尚磊编写了 6.1、7.1.3 和 7.2.1~7.2.3；任松林编写了 2.1、2.2 和 5.3；何楠编写了 3.1 和 3.2；赵楠编写了 7.2.4~7.2.6；李孟然编写了 4.1~4.4 和 7.1.1；王爱国编写了 2.3 和 3.3；苏东喜编写了 3.4 和 4.5；蓝祖秀编写了 5.1.1~5.1.4；杜远征编写了第 1 章；董晨燕编写了 5.1.5 和第 8 章；田万福编写了 3.5、3.6 和 5.2；纪冬丽编写了 6.2；全书由苏东喜、田万福和姜苏阳统稿。

本书得到了多位专家的大力支持，在此表示衷心的感谢！由于本书涉及专业众多，编写时间仓促，错误和不当之处，敬请同行专家和广大读者赐教指正。

作者

2018 年 12 月

前言

第 1 章 黄河上的水闸加固特色	1
1.1 黄河大堤上的大型水闸概况	1
1.2 东平湖二级湖堤上水闸概况	5
1.3 黄河上水闸工程的必要性、任务及规模	15
1.4 东平湖滞洪区除险加固工程建设的必要性、任务	18
1.5 除险加固工程规模及设计依据	19
第 2 章 水闸的洪水标准、工程地质勘察	28
2.1 水文气象资料	28
2.2 洪水标准	32
2.3 工程地质	56
第 3 章 水闸主体工程设计	79
3.1 韩墩引黄闸	79
3.2 三义寨闸	100
3.3 三义寨闸堤防加固	121
3.4 林辛闸	137
3.5 马口闸	166
3.6 码头泄水闸	174
第 4 章 电气与金属结构设计	185
4.1 韩墩引黄闸工程	185
4.2 三义寨闸工程	195
4.3 林辛闸工程	207
4.4 码头泄水闸工程	215
4.5 马口闸工程	222
第 5 章 水闸的施工组织、工程管理及节能设计	226
5.1 施工组织	226
5.2 工程管理	281
5.3 节能设计	287

第6章 绿化与移民	301
6.1 占地绿化	301
6.2 移民规划	314
第7章 湿地及水土保持与生态环境	336
7.1 生态环境设计	336
7.2 湿地及水土保持	358
第8章 工程概预算	424
8.1 韩墩引黄闸工程	424
8.2 三义寨闸工程	426
8.3 林辛闸工程	435
8.4 码头泄水闸工程	436
8.5 马口闸工程	438
参考文献	441

第 1 章 黄河上的水闸加固特色

1.1 黄河大堤上的大型水闸概况

黄河是我国第二大河，发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓的约古宗列盆地，流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东九省（自治区），在山东垦利县注入渤海。干流全长 5464km，总落差 4830m，流域面积 75 万 km^2 ，多年平均天然径流量约 580 亿 m^3 。黄河自河源至内蒙古托克托县的河口镇为上游，河口镇至河南郑州以北的桃花峪为中游，桃花峪至入海口为下游。

黄河下游流域面积 2.3 万 km^2 ，仅占全流域面积的 3%；河道全长 878km，河道上宽下窄，比降上陡下缓，由 2.65/10000 到 1/10000，按其特性可分为 4 段：①白鹤至高村河段，长 299km，河宽水散，冲淤幅度大，主槽摆动频繁，为典型的游荡性河段，两岸大堤堤距一般为 5~10km，最宽处达 20 多 km，河道比降 2.65/10000~1.72/10000，支流伊洛河、沁河在此河段汇入；②高村至陶城铺河段，长 165km，属于游荡性向弯曲性转化的过渡性河段，通过河道整治，主流已趋于稳定，堤距 1.4~8.5km，大部分在 5km 以上，河道平均比降 1.15/10000；③陶城铺至垦利宁海河段，长 322km，现状为受工程控制的弯曲性河段，堤距 0.4~5km，一般为 1~2km，河道平均比降 1/10000 左右，支流汶河在此段汇入；④宁海以下为河口段，长 92km，随着黄河口的淤积、延伸、摆动，流路相应改道变迁，现行入海流路是 1976 年人工改道的清水沟流路，已行河 31a。

目前黄河干流上已建的大型水利工程有龙羊峡、刘家峡、三门峡、小浪底水库等，其中龙羊峡水库设计总库容 247 亿 m^3 ，对黄河上游的洪水有较大的调节作用；小浪底水库设计总库容 126.5 亿 m^3 ，是黄河下游防洪工程体系的骨干工程之一。

1.1.1 韩墩引黄闸工程

韩墩引黄闸工程位于黄河下游冻口至利津水文站之间黄河北岸大堤桩号 286+925 处。冻口与利津之间河道长约 170km，韩墩闸下距利津水文站约 25km。

韩墩引黄闸位于山东省滨州市滨城区梁才乡韩墩，该闸为两联六孔，每孔为净宽 3m、净高 3m 的钢筋混凝土箱式涵洞；全长 70m，共分 7 节，每节长 10m，首节涵洞中墩厚 1m，边墩厚 0.7m，缝墩厚 0.8m，高度均为 8m，在 14.30m 高程（大沽高程，下同，该闸的大沽高程与黄海高程高差 1.381m）和 18.25m 高程上分别设有钢筋混凝土撑梁。胸墙底高程为 13.50m，顶高程 18.50m，厚 0.4m，闸首底板长 3.65m，厚 1.70m，其余洞顶、底板厚均为 0.85m。其余 6 节中墙、缝墙均厚 0.45m，边墙厚 0.70m，顶、底板厚均为 0.85m，顶、底板与洞墙交角都设有 0.3m×0.3m 的抹角。每联各节均为整体结构，两联间及节间均设有厚 0.5m、宽 1m 的钢筋混凝土垫梁。闸门采用钢筋混凝土肋形结构的平面闸门，扇宽 3.62m、高 3.15m，

自重 17t, 采用 80t 单吊点启闭机启闭。

韩墩闸设计流量 $60\text{m}^3/\text{s}$, 加大流量 $100\text{m}^3/\text{s}$, 设计引黄水位 12.86m。底板高程 10.50m, 堤顶高程 22.37m, 设计防洪水位 22.80m。1982 年建设, 1983 年建成投入使用。灌溉面积 75 万亩, 灌区主输水渠道长 29km, 设计过水流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ 。近几年平均放水量为 1.5 亿 m^3 左右, 主要供滨州、沾化、东营地区 15 个乡镇、504 个自然村的农村灌溉, 以及城市生活用水和工业供水。

该闸由黄河惠民建筑安装队施工。韩墩闸建成后, 一直属于滨城区河务局管理, 2006 年 7 月移交滨州供水分局管理。

1.1.1.1 设计施工情况

韩墩闸工程建筑物等级按 1 级设计, 该地区设计地震烈度为 7 度。

设计防洪水位 (以 2011 年为准) 22.80m, 校核防洪水位 23.80m, 闸前设计引水位 12.88m (大河相应水位 13.24m, 流量 $117\text{m}^3/\text{s}$), 设计引水流量 $60\text{m}^3/\text{s}$, 闸前最大设计引水位 13.70m (大河相应水位 14.06m, 流量 $400\text{m}^3/\text{s}$), 最大设计引水量 $100\text{m}^3/\text{s}$, 闸前最高运用水位 20.32m (相应于 2011 年大河 $5000\text{m}^3/\text{s}$ 的水位), 闸前设计淤沙高程 20.80m, 闸前校核淤沙高程 21.80m, 闸底板设计高程 10.50m, 堤顶设计高程 24.90m, 堤顶校核高程 25.90m (本期工程填筑高程 22.30m), 闸前启门运用最大淤沙高程 18.32m。

工程于 1982 年 2 月 15 日开工, 至 10 月底全部竣工。该工程由惠民地区农办、惠民修防处、滨县和沾化两县等联合组成施工指挥部。惠民黄河安装队负责混凝土和钢筋混凝土工程施工, 桓台县公社石工队承包石方工程, 土方工程由沾化县组织民工完成。其他观测、止水安装、供电、排水等由安装队承包。

完成的工程主要有: 挖基、黏土环及铺盖回填、垫梁和垫层浇注、底板浇注、闸室洞身浇注、基坑及大堤回填、闸门吊装、机架桥浇注、启闭机安装、全部砌石工程。共完成开挖土方 43803m^3 、回填土方 38429m^3 , 管理台土方 8951m^3 、石方 2956m^3 , 混凝土及钢筋混凝土 4647.5m^3 。

韩墩闸原工程特性见表 1.1-1。

表 1.1-1

韩墩闸原工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
1	工程级别	级	1	
2	抗震设防烈度	度	7	
3	特征水位及流量			
(1)	设计防洪水位	m	22.80	
(2)	校核防洪水位	m	23.80	
(3)	设计引水流量	m^3/s	60	闸前设计引水位 12.88m
(4)	加大引水流量	m^3/s	100	闸前最高运用水位 20.32m
4	水闸主要参数			
(1)	水闸型式		涵洞式	

续表

序号	名称	单位	数量	备注
(2)	闸孔数	孔×联	3×2	
(3)	闸首底板高程	m	10.50	
(4)	洞身尺寸(宽×高)	m×m	3×3	
(5)	洞身总长	m	70	
5	金属结构			
(1)	闸门型式		直升式	
(2)	启闭机型式		移动式启闭机	
(3)	启闭机容量	kW	6台×800kW=4800	

1.1.1.2 水闸运行情况

韩墩闸建成后,一直属于滨城区河务局管理,2006年7月移交给滨州供水分局管理。

韩墩闸建成投入运用后,管理单位制定并落实了各项管理制度,严格执行《涵闸闸门及启闭机操作规程》《涵闸启闭机检修规程》《观测设备操作规程》《发电机操作规程》,严格落实了各项岗位责任制。按规定进行了工程、水文观测、日常管理、维修养护,保证了闸门启闭,运用安全。

1.1.1.3 安全鉴定结论

根据水利部颁发的《水闸安全鉴定规定》(SL 214—1998)和《水闸安全鉴定管理办法》(水建管〔2008〕214号)及相关规范要求,有关单位完成了韩墩引黄闸的各项调查、检测和安全鉴定工作。依据水利部黄河水利委员会《关于印发山东黄河西双河等八座引黄闸安全鉴定报告书的通知》(黄建管〔2009〕13号,2009年4月)有关韩墩引黄闸的安全分析评价内容及水闸安全鉴定结论,韩墩引黄闸存在以下主要问题:

(1) 闸基各沉降观测点的最终沉降值为29.5~32.8cm,最大沉降值32.8cm,出现在闸首段,均超过规范值。由于洞身不均匀沉降,导致洞身结构出现垂直于水流方向的24条裂缝,其中,23条裂缝的最大宽度超过0.3mm,最大裂缝宽度1.25mm。

(2) 闸基防渗长度83.4m,根据规范计算需要防渗长度123m,不满足要求。水平段渗透坡降最大值为0.48,超过规范允许值,闸基渗透安全不能保证。

(3) 在地震作用下,由于混凝土强度达不到现行规范的要求,排架柱与闸墩顶相接处抗剪能力不足,地震时会产生排架断裂、倒塌。

(4) 洞身混凝土质量较差,保护层厚度不均匀,局部偏小,并有多处混凝土顺筋剥落及钢筋锈蚀现象。

(5) 闸门滚轮支座处钢筋混凝土板的抗剪强度不够,门槽埋件锈蚀严重,滚轮因锈蚀均不能灵活转动。启闭机老化,4号闸门无法控制启闭高度,不适应防汛快速操作的需要。

(6) 电气设备和室外线路老化,存在安全隐患。

(7) 12个沉陷观测点由于堤顶硬化或压盖等原因未挖出而不能使用,6个测压管由于堵塞无法使用。

综上所述,该闸评定为三类闸。

1.1.1.4 核查结论

2011年9月水利部黄河水利委员会安全鉴定核查组对本闸安全鉴定进行了核查,核查意见认为:本工程安全鉴定程序、鉴定单位资质、安全鉴定专家组成员资格符合《水闸安全鉴定管理办法》的要求,安全鉴定书面成果基本反映了水闸存在的主要问题。

该闸闸基最大沉降量超过规范允许值;洞身结构多处出现垂直于水流方向的裂缝,闸基防渗长度及渗透坡降不满足要求;在地震作用下,排架柱与闸墩顶相接处抗剪能力不足;洞身多处出现混凝土顺筋剥落及钢筋锈蚀现象;门槽埋件锈蚀严重,滚轮锈死;电气设备线路老化;启闭机已超过规定折旧年限,观测设施部分损坏。

同意三类闸的鉴定结论。

初步设计主要对水闸除险加固工程进行了复核,确定了除险加固工程内容和各建筑物加固设计方案、闸门及启闭设备型式和接入电力系统方式等,选定了施工总布置和总进度、主要建筑物施工方法及主要施工设备等,提出了投资概算。

1.1.2 三义寨闸工程

1.1.2.1 工程区自然状况

兰考黄河大堤位于黄河下游上端,大堤于古城开封市北侧穿行而过,上端与开封县堤防相接,下端与山东东明县堤防相连。该段堤防始建于金大定六年(公元1166年),经历代河道的变迁、冲决堵筑不断修建而成。起止桩号分别为126+640和156+050。

本区属暖温带、半湿润大陆性季风气候。年平均气温为 14.1°C ,最冷月为1月,月平均气温为 -0.3°C ;最热月为7月,月平均气温 27.0°C 。年平均降水量619.3mm,6—8月降水量占全年降水量的57.8%。多年平均蒸发量1937.0mm,平均相对湿度为68%。该区冬季寒冷干燥,春冬干旱多风沙,秋季天高气爽,夏季高温多雨。雨热同季的气候,不仅适宜小麦和水稻等农作物生长,而且对花生、西瓜等经济作物的栽培也极为有利。

兰考河段属典型的游荡型河段,河势宽、浅、散、乱、游荡多变,素有“豆腐腰”之称。大洪水时主流居中,落水时主流位置变化无常,时常造成河道工程出现重大险情。近年来黄河下游来水偏枯,泥沙集中淤积在主槽内,“槽高滩低堤根洼”的险恶局面逐年加剧,临黄大堤存在顺堤行洪威胁。

三义寨闸位于兰考县境内黄河右岸大堤上,相应大堤桩号130+000处。该闸于1958年建成,为大型开敞式水闸,属1级水工建筑物。闸室为钢筋混凝土结构,安装弧形钢闸门,共分三联六孔,每2孔为一联,每孔净宽12m,闸总宽84.6m。闸底板长21.5m,闸前防冲槽长11m,其后设有59.5m长的防渗黏土铺盖;下游消力池长16m,浆砌石海漫长40m,干砌石海漫长35m,防冲槽长15m。三义寨引黄闸设计正常引水流量 $520\text{m}^3/\text{s}$,设计效益为:灌溉豫东、鲁西南的开封、商丘、菏泽两省三市20个县农田1980万亩,放淤改造盐碱沙荒地15.6万亩。

1.1.2.2 水闸运行情况

由于三义寨闸在多年运用过程中,闸身强烈振动,导致闸墩、闸底板、机架桥大梁裂缝,特别是闸底板严重裂缝,遂于1974年和1990年进行了2次改建:第一次改建主要是改中联两孔弧形钢闸门为四孔平板钢闸门,闸门宽4.8m、高4.5m,两边联闸底板加高

2.5m, 中联闸底板加高 2.0m, 设计流量 $300\text{m}^3/\text{s}$; 第二次改建主要是保留中联四孔平板钢闸门, 拆除边联四孔弧形闸门, 在原叠梁闸门槽处修建钢筋混凝土挡水墙。两次改建后的设计流量为 $141\text{m}^3/\text{s}$, 担负着开封、商丘两市十县的农业用水任务。

三义寨闸在长期使用后出现诸多问题, 如闸身强烈振动和不均匀沉陷, 导致闸墩、闸底板、机架桥大梁、交通桥严重裂缝; 钢闸门板锈蚀、漏水, 没有导向装置和行走轮不转动等问题将会造成闸的抗洪能力降低; 闸前、闸后渠道的严重淤积, 导致引水效益下降; 闸的运行能力、防洪能力的降低, 对该闸今后的防汛也产生一定的威胁。

1.1.2.3 安全鉴定结论

依据《水闸安全鉴定规定》(SL 214—1998) 以及《黄河下游水闸安全鉴定规定》(黄建管〔2002〕9号), 根据河南开封三义寨引黄闸工程现状调查分析、现状检测成果分析及复核稳定计算成果分析, 认为该闸运用指标无法达到设计标准, 存在严重的安全问题, 不能满足正常使用要求, 评定为四类闸。

三义寨引黄渠首闸位于国务院明确的黄河重点固守堤段, 承担着分蓄黄河大洪水的压力, 其安全运用与否, 事关黄河防洪安全大局, 鉴于该闸为四类闸, 按照水利部《水闸安全鉴定规定》(SL 214—1998), 同意报废重建。

三义寨闸两侧弯道段的堤防(三义寨闸渠堤)是右岸郑州至兰考三义寨重点确保段唯一没有进行堤防加固的堤段。堤防深入临河侧渠堤桩号为 $0+000$ (对应黄河大堤桩号 $129+300$) $\sim 3+480$ (对应黄河大堤桩号 $130+831$), 其中三义寨引黄闸上游侧渠堤范围为 $0+000\sim 1+475$, 渠堤长 1475m ; 下游侧渠堤范围为 $1+560\sim 3+480$, 渠堤长 1920m 。需要根据三义寨闸改建的工程布置确定渠堤堤防加固的范围。

1.2 东平湖二级湖堤上水闸概况

东平湖滞洪区总面积 627km^2 , 以二级湖堤为界, 分为新、老两个湖区, 实施滞洪分级运用。设计滞洪水位 46.00m , 相应库容 39.79 亿 m^3 ; 当前运用水位 44.50m , 相应库容 30.42 亿 m^3 。

东平湖滞洪区位于山东省梁山、东平和汶上县境内, 位于黄河由宽河道进入窄河道的转折点, 是分滞黄河、汶河洪水, 保证艾山以下窄河段防洪安全的重要水利工程。

东平湖地处黄河和汶河下游交汇的条形洼地上, 位于大汶河下游山东省东平县境西部, 北纬 $35^{\circ}30'\sim 36^{\circ}20'$, 东经 $116^{\circ}00'\sim 116^{\circ}30'$ 。东平湖上承大汶河来水, 南与运河相连, 北由小清河与黄河沟通, 为山东省第二大淡水湖, 水资源丰富。

东平湖是黄河下游最大的滞洪区, 主要作用是削减黄河洪峰, 调蓄黄河、汶河洪水, 控制黄河艾山站下泄流量不超过 $10000\text{m}^3/\text{s}$ 。东平湖在分滞黄河和大汶河洪水、保障黄河下游防洪安全等方面, 发挥了重要的作用。

东平湖区域淡水资源主要来源有 3 个: 天然降水、大汶河来水和地下水。此外, 还有黄河不定期分洪产生的水量。其中, 大汶河来水是东平湖主要的供水水源。

东平湖为保障黄河下游防洪安全, 充分发挥蓄滞洪区的防洪功能, 其蓄水兴利作用并不明显, 导致当地地表水水资源利用率极低。据统计, 现状条件下, 东平湖区域水资源利

用率只有5%左右,主要是利用地下水,地下水的开采率平均已达到72.8%,地表水资源利用率却很低,地表水资源具有较大的开发潜力。

东平湖除了拥有丰富水资源条件之外,湖内山水相依、绿树成荫,具有独特的生态景观,并拥有丰富水生生物资源。东平湖古老、神秘的历史变迁积淀了丰富的文化内涵,这些都使其具有丰富的旅游资源。

由于黄河河道逐年淤积抬高,东平湖蓄洪运用后向黄河排水越来越困难。为提高东平湖北排入黄河的泄流能力,2002年汛前对出湖河道进行了开挖,使出湖河道最大泄流能力达到 $2350\text{m}^3/\text{s}$,并在入黄口处修建了庞口防倒灌闸。这些工程在近两年的防汛抗洪中发挥了显著的作用。但是,由于庞口闸泄流能力明显偏小,造成东平湖高水位持续时间长,加大了工程出险概率,庞口防倒灌围堰破除概率增大。一旦围堰破除,黄河来水需要再次围堵,不但取土困难,而且围堵时机很难把握,围堵不及时又将造成河道淤积。

东平湖老湖蓄滞洪运用后一旦向北排水入黄河受阻,在紧急情况下可以利用八里湾闸通过流长河连通司垓退水闸向南四湖紧急泄水。南排流路虽然由于八里湾泄水闸的建成有了基本的控制手段,但整个排水系统尚不完善,一旦南排,必然产生倒灌,造成两岸农田受淹。因此,目前尚不具备向南泄水的条件。

东平湖二级湖堤是决定老湖调蓄能力的关键工程,设计为4级堤防,标准偏低,难以抵御风浪的淘刷。石洼、林辛、陈山口等5座进出湖闸供变电设备、启闭设备及备用电厂机电设施已经严重老化,运行中经常出现故障,而且维修困难,难以保证分泄洪闸的正常启闭。东平湖沿湖建有多座小型排灌涵闸,但大部分涵闸建于20世纪60—70年代,目前存在设防标准不足、渗径达不到标准、基础渗水、设备老化严重、堤身断面不足、沉陷下蛰等安全问题。沿湖的卧牛堤、斑清堤、两闸隔堤、青龙堤、玉斑堤修筑时由于多种原因,造成堤身质量差,库区蓄水运用以来,高水位时全段渗水严重。石护坡年久失修,损坏严重,难以保证度汛安全。大清河险工和控导工程已多年未进行改建,坦石坡度较陡,根石台顶宽小于2m,坝顶宽度严重不足,极易出险。一旦发生险情,抢护困难,遇较大洪水时易造成垮坝事故。

东平湖滞洪区工程由围坝、二级湖堤、山口隔堤及进出湖闸等组成。二级湖堤将湖区分为新、老湖区两部分,老湖区与汶河相通。东平湖围坝从徐庄闸至武家漫全长88.30km,其中,徐庄闸—梁山国那里(0+000~10+471)为黄、湖两用堤;梁山国那里—武家漫(10+471~88+300)为滞洪区围坝,坝顶高程47.33~46.4m(黄海高程,下同),坝顶宽9~10m,坝高8~10m,临湖边坡1:3,背湖边坡1:2.5,临湖干砌石护坡顶高程约43.90m;老湖区设计分洪运用水位44.79m,新湖区设计分洪运用水位43.79m;二级湖堤从林辛闸至解河口长26.731km,堤顶高程46.79m左右,顶宽6.0m,堤高5~9m,临背边坡均为1:2.5,临老湖区面46.59m高程以下修有石护坡。

东平湖进湖闸由石洼、林辛、十里堡、徐庄和耿山口5座闸组成,原设计总分洪流量 $11340\text{m}^3/\text{s}$,由于徐庄、耿山口两闸的引水渠较长和闸前淤积等因素影响,已堵复。根据1982年实际分洪情况分析,现东平湖最大分洪能力为 $8500\text{m}^3/\text{s}$,考虑侧向分洪不利因素,按 $7500\text{m}^3/\text{s}$ 设计;退水闸有陈山口和清河门两座,原设计退水能力 $2500\text{m}^3/\text{s}$,由于受黄河河床逐年淤积抬高的影响,退水日趋困难。为确保水库运用安全,并考虑湖区早日恢复生

产, 1987年冬开始兴建司垓退水闸, 1989年竣工, 退水入南四湖, 设计退水能力 $1000\text{m}^3/\text{s}$ 。

东平湖滞洪区共有水闸 22 座, 其中, 分洪闸 6 座, 其他水闸 16 座。大多数闸修建于 20 世纪 60—70 年代, 大多已运行 40 多年, 由于近几年东平湖运用情况发生了变化, 1993 年黄委批准《东平湖扩大老湖调蓄能力工程规划报告》, 老湖运用水位由 43.29m 提高到 44.79m。但这些水闸未进行改建加固, 其中许多水闸防洪标准不满足要求; 在近几年运用中, 部分水闸出现机电设备老化、闸门漏水以及混凝土裂缝、炭化剥落、钢筋锈蚀等现象。通过初步分析, 马口闸、码头泄水闸、流长河泄水闸、堂子排灌涵洞、卧牛排灌涵洞 5 座水闸需加固或改建。

1.2.1 林辛闸工程

林辛闸址位于东平县戴庙乡林辛村, 桩号为临黄堤右岸 338+886~339+020。主要作用是当黄河发生大洪水时, 通过石洼、林辛、十里堡等分洪闸分水入老湖, 控制艾山下泄流量不超过 $10000\text{m}^3/\text{s}$, 确保下游防洪安全。

林辛闸修建于 1968 年, 为桩基开敞式水闸, 按 2 级建筑物设计。全闸共 15 孔, 孔宽 6m, 高 5.5m, 中墩厚 1.0m, 边墩厚 1.1m, 全闸总宽 106.2m。闸底板高程 38.79m (除注明外均为黄海高程, 下同), 闸顶高程 49.29m, 闸底板顺水流方向长 13.80m。中孔闸室底板采用分离式, 由闸孔中心分缝, 底板宽 7.0m, 闸墩下宽 2.60m、厚 1.45m, 然后逐渐减薄至 0.6m。每块底板下布置直径 0.85m 的钢筋混凝土灌注桩 18 根, 其中, 7 根长 14m, 11 根长 12.5m。边孔为整体底板, 由相邻中孔的中心分缝, 底板宽 11.1m, 厚 1.45m, 底板下设钢筋混凝土灌注桩 31 根, 其中, 11 根长 14m, 20 根长 12.5m。中墩底部长 12m, 由高程 39.29m 开始逐渐缩窄, 至 42.79m 高程处仅长 5.5m, 在 46.79m 高程又开始逐渐放长至 10.4m。顶部设移动式启闭机, 设公路和启闭机混合桥 1 座, 闸墩顶部净宽 10m, 两侧为钢筋混凝土简支公路桥板。中部设 2 根启闭机行车梁, 行车梁上平铺钢筋混凝土盖板, 在不启闭闸门时全桥 10m 均可通行汽车, 闸门启闭时汽车由两侧分上下道行驶。胸墙采用简支式钢筋混凝土叠梁结构。闸室前黏土铺盖长 40m, 上设 0.5m 厚浆砌石防冲。在消力池首端 38.79m 高程平台下设反滤排水井 1 排, 以减少闸基水位渗透压力。消力池全长 27.5m, 浆砌石结构, 前半部有素混凝土护面, 总厚 1.2m。消力池底高程 36.79m, 消力坎顶高程 37.79m。下游海漫段浆砌石段长 20m, 干砌石段长 15m, 顶高程 37.79m, 后接抛石槽。原设计水位为 45.79m, 校核水位为 46.79m, 分洪流量为 $1500\text{m}^3/\text{s}$ (远期 $1800\text{m}^3/\text{s}$)。原工程特性见表 1.2-1。

表 1.2-1

林辛分洪闸原工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
1	水文			
(1)	控制黄河下泄流量	m^3/s	<10000 (艾山站)	
(2)	施工期黄河流量	m^3/s	800	
2	工程等级			
(1)	工程等级	等	II 等, 大 (2) 型	
(2)	工程级别	级	1	

续表

序号	名称	单位	数量	备注
3	洪水标准			
(1)	分洪流量	m ³ /s	1500	加大时 1800
	相应水位			
	上游水位 (设计)	m	49.79 (51.00)	黄海 (大沽)
	上游水位 (校核)	m	50.79 (52.00)	
	下游水位	m	43.76 (44.97)	
(2)	设计挡水位	m	49.79 (51.00)	
	相应下游水位	m	39.64 (40.85)	
(3)	校核挡水位	m	50.79 (52.00)	
	相应下游水位	m	39.64 (40.85)	
4	其他			
(1)	地震设防烈度	度	7	
(2)	风速	m/s	19.00	

水闸建成后,根据当时的黄河防洪规划,临黄侧设计水位由 45.79m 抬高到 49.79m,校核水位由 46.79m 抬高到 50.79m。由于上游水位的抬高,闸室所受的水平推力也增大,因此便需要添加井柱桩来承受加大的水平推力。此外由于水闸上下游水头差的加大,闸室的防渗、消能及强度等方面都不能满足安全的需要,因此要求采取相应的加固和改建措施,遂于 1977—1979 年进行改建。

凡属新建部分按 1 级建筑物设计,原有部分需要加固的按 1 级建筑物加固补强。加固措施是将上游闸墩及闸底板上延 5.5m,距上游 2.65m 加一堰坎,溢流堰、闸门、胸墙及机架桥等均放在新建的底板及闸墩上。改建后的结构情况如下:全闸共 15 孔,每孔净宽 6m,底板长 19.3m,除两边孔为联孔底板、宽 11.1m 外,中墩为分离式底板,底板宽 7.0m,均在中孔分缝,下设灌注桩,边孔 48 根,中孔 30 根。共计 456 根,桩径 0.85m,长度 12.7~19.7m,底板高程 39.79~39.17m,门底堰顶高程 40.79m。闸室上部有公路桥、工作桥、机架桥、铁路桥及机房、桥头堡,闸室两端各有浆砌石减载孔,填土高程 44.29~43.79m。

上游连接段总长 59.5~74.5m,其中,浆砌石铺盖长 34.5m,下设黏土防渗铺盖厚 0.8~1.3m,干砌石铺盖长 25~40m,前设抛石槽长 5~8m。

下游连接段长 125.1m,两级消能,一级池长 48.3m,高程 36.99~38.09m,末端有尾坎,其高程 40.39m;二级消力池长 15.2m,底高程 36.79m;下游海漫长 47.8m,高程 37.79m,抛石槽长 13.8m。

1.2.1.1 水闸运行情况

1. 建设情况

林辛闸修建于 1968 年,为桩基开敞式水闸。1977—1979 年进行改建,凡属新建部分按 1 级建筑物设计;原有部分能加固的按 1 级加固补强。加固措施是将上游闸墩及闸底板

上延 5.5m, 距上游 2.65m 加一堰坎, 溢流堰、闸门、胸墙及机架桥等均放在新建的闸室上。

1982 年 4 月, 经黄河水利委员会、山东黄河河务局联合验收鉴定, 除闸墩及底板混凝土标号稍低于设计强度外, 其他部位施工质量属尚好, 可以交付使用。

改建施工时, 闸墩、消力池护面及一部分底板混凝土浇筑工程, 由于黄砂颗粒偏细及使用了矿渣水泥, 以致大部分混凝土龄期 (28d) 强度没有达到要求, 但经检验后期强度 (60~90d) 均已达到或超过设计标准。

2. 运行情况

该闸从初建完成至改建完成期间未正式运用, 初建后于 1968 年底进行充水试验, 除闸门漏水外, 其他情况正常。

1982 年分洪运用, 分洪流量最大 $1350\text{m}^3/\text{s}$ 。

2008 年 3 月 19 日观测资料显示: 最大沉降量 561mm, 超过规范规定的最大沉降量 150mm, 不满足规范要求。最大沉降差为 244mm, 超过规范规定的最大沉降差 50mm。

3. 主要存在问题

通过现场调查分析, 林辛闸主要存在如下的问题。

(1) 部分闸墩表面有麻面、局部混凝土脱落现象; 部分胸墙混凝土表面有麻面现象, 个别部位混凝土脱落。

(2) 闸门为钢筋混凝土平面门, 年久失修, 3 号、7 号、10 号和 15 号孔闸门混凝土脱落, 金属构件出露、锈蚀严重; 1 号、6 号、8 号、13 号、15 号孔闸门顶止水裂开严重。

(3) 机架桥桥面板有混凝土剥落、露筋及桥面板断裂现象; 交通桥桥板跨中部位混凝土剥蚀严重, 钢筋锈蚀裸露; 工作桥护栏出现混凝土老化剥落、露筋及桥面板断裂现象。

(4) 左岸桥头堡不均匀沉陷严重, 上游南导墙、北翼墙、北减载孔墩与边墩都出现裂缝。

(5) 渗压观测管 4 组, 在南北边墩、5 号和 10 号中墩上, 原建每组有 2 管, 设在下游铁路桥面上, 改建时每组在机房内增设 1 管。从 1982 年开始, 该闸 A1~A4 下游组泥土堵塞。

(6) 电气设备多为改建时架设, 部分为涵闸始建时配置, 由于年久失修, 部分线路已严重老化; 电源开关部件为老式闸刀, 开关不灵活, 有黏滞现象; 控制点没有切断总电源的紧急断电开关。与石洼、十里堡分洪闸共用的备用电厂, 35kV 变电站, 进闸 10kV 变电设备不能正常使用。

(7) 启闭机已经超过规范规定 20 年折旧年限, 设备陈旧; 启闭机制动器抱闸时出现冒烟现象, 轴瓦老化; 高度指示器均有不同偏差, 有的失去作用; 部分启闭机减速器、联轴器出现漏电现象; 绝大部分启闭机未设荷载限制器。

1.2.1.2 安全鉴定结论

2009 年 4 月 26 日, 黄河水利委员会在泰安组织召开了山东东平湖林辛闸安全鉴定会议, 形成鉴定结论如下。

(1) 防洪标准能够满足要求。