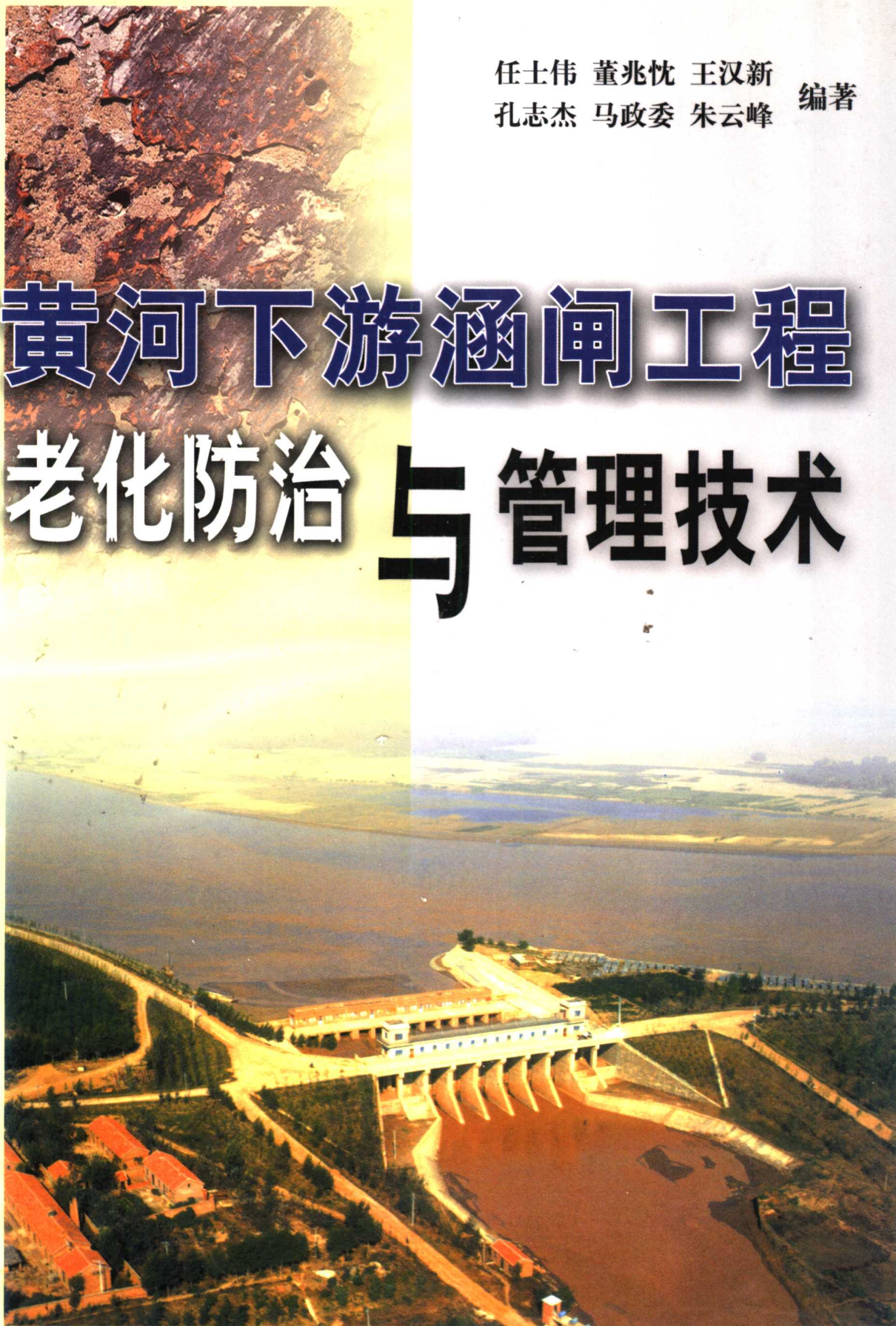


任士伟 董兆忱 王汉新
孔志杰 马政委 朱云峰 编著

黄河下游涵闸工程 老化防治与管理技术



黄河水利出版社

黄河下游涵闸工程老化 防治与管理技术

任士伟 董兆忱 王汉新 编著
孔志杰 马政委 朱云峰

黄河水利出版社

内 容 提 要

以山东黄河涵闸工程为例,系统分析了黄河下游涵闸工程老化病险机理,探讨了工程老化评估方法,提出了工程老化病险预防及整治措施,介绍了涵闸工程抢险及除险加固有关问题和典型实例、涵闸自动化监控新技术、黄河下游涵闸引水减淤技术,总结了部分新兴涵闸工程设计、施工、管理、病险研究新技术,并对当前涵闸工程老化评估方法的改进及整治措施的选择提出了建议。尽量做到严谨的理论分析和丰富的工程实例相结合,力求科学实用。适合于从事涵闸工程设计、施工及运行管理的人员阅读,也可作为大中专院校相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

黄河下游涵闸工程老化防治与管理技术/任士伟,董兆
忱,王汉新等编著. —郑州:黄河水利出版社,2003.2
ISBN 7-80621-640-5

I. 黄… II. ①任… ②董… ③王… III. 黄河—下游
河段—水闸,涵洞—老化—防治—管理—技术 IV.
TV698.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 098757 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail:yrp@public.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:20

字数:462千字

印数:1—3000

版次:2003年2月第1版

印次:2003年2月第1次印刷

书号:ISBN 7-80621-640-5/IV·298 定价:42.00元

前 言

水利工程的老化问题在 1967 年第 9 届国际大坝会议上已经提出,20 世纪 80 年代以来,许多国家对大坝工程老化病险的检测诊断、可靠性评估及工程加固等问题开展了研究。我国从 20 世纪 80 年代开始重视大坝工程的老化问题,对混凝土坝、水闸等水工建筑物逐步开展了病险调查及检测、病险原因分析及危害性评定、修补及加固技术的研究等。1990 年水利部立项进行“全国大型灌区工程老化损坏调查、评估及对策研究”,已建立起了混凝土水闸工程老化病险整体评估递阶层次模型,建立了评估分级标准,采用变权综合评估技术和计算方法对水闸工程老化病险进行评估分级。目前,对水工建筑物老化病险的修复通常遵循“立项→调查检验及原因分析→老化病险评估分级→按评估结果确定修复对策→实施”的程序。欲完善此项工作,急需进行以下 3 个方面的研究和探索:①已有工程的检测手段(仪器)和检测技术;②工程老化病险状况的评估,这是近年来在工程界一直有争议的问题,特别是在水利工程方面,研究工作才刚刚起步,其目标是要采用更准确、更科学、更简便的方法对建筑物的老化病险进行评估;③工程维修、加固、改建的技术和经济分析,主要研究两个方面的问题:一是对老化病险的既有建筑物进行维修、加固和改造的技术措施,二是对新建或待建工程防止其老化病险、延长使用寿命综合措施的研究,这也是国内外研究很多、但尚未圆满解决的问题。

山东黄河涵闸工程多建于 20 世纪 60 年代至 80 年代,目前已普遍暴露出各类老化病险问题,主要表现在上下游砌石工程、钢筋混凝土工程、闸门及止水、启闭设备和电力设施等方面。目前,黄河下游对涵闸工程老化问题的研究尚无系统的程序可循,工程检查制度与运行机制不健全,工程老化病险检测手段落后,缺乏科学实用的老化病险评估方法,现行的工程安全鉴定评价方法不够规范科学,对工程老化病险程度的评价不够详尽具体,受人为因素影响大,工程老化病险评估结果缺乏指导性与实用性,工程老化病险的预防措施不够完善,整治技术手段不够科学先进,缺乏针对性和有效性。这些问题的存在,使涵闸工程的老化病险问题长期得不到根治,工程的老化病险形势变得日益严峻。

以山东黄河涵闸工程为代表的各类老化病险问题,已给黄河下游涵闸工

程安全管理和正常运用带来了不同程度的影响。遵循规范、系统的程序对黄河下游涵闸工程老化问题进行研究,建立起一套适用于黄河下游涵闸工程实际的老化病险评估方法,根据老化病险原因和程度有针对性地老化病险进行防治,以有效遏制工程功能的衰减,延长工程使用寿命,最大限度地发挥工程效益,已成为一个急需解决的课题。本书从这一课题出发,遵循“现状调查→机理分析→评估分级→防治措施”的科学程序,对山东黄河涵闸工程老化病险现状进行了系统的调查分析,从外因与内因两个方面分析了工程老化病险的机理,探讨了黄河下游涵闸整体工程及病险多发的钢筋混凝土工程老化评估的方法,在此基础上提出了适合于黄河下游涵闸工程老化病险的先进实用的防治措施,同时介绍了涵闸工程抢险及除险加固有关问题和典型实例、涵闸自动化监控新技术、黄河下游涵闸引水减淤技术,总结了部分近年新兴涵闸工程设计、施工、管理、病险研究新技术,对提高黄河下游涵闸工程老化病险问题的研究水平、防治技术及运行管理水平具有一定的实践指导意义。

本书由任士伟、董兆忱、王汉新、孔志杰、马政委、朱云峰共同编著,具体分工如下:

任士伟:第一章、第五章部分内容、第八章;

董兆忱:第二章、第三章、第五章部分内容、第六章部分内容;

王汉新:第六章部分内容、第九章、第十章部分内容;

孔志杰:第四章部分内容、第七章部分内容、第十章部分内容、附录一;

马政委:第四章部分内容、第五章部分内容、第七章部分内容、第十章部分内容;

朱云峰:第四章部分内容、第七章部分内容、第十章部分内容、附录二;

全书由任士伟、马政委统稿。

在编写过程中,参考引用了许多专家、学者的文献资料,并得到武汉大学徐云修教授的指导,在此表示由衷的感谢!

涵闸工程的老化防治与管理技术有待于进一步研究和发展提高,加上作者水平有限,书中疏漏和不当之处,恳请广大专家、同行予以批评指正。

编 者

2002年10月

目 录

第一章 山东黄河涵闸工程概况	(1)
第一节 山东黄河河道及防洪工程概况.....	(1)
第二节 山东黄河涵闸工程基本情况.....	(2)
第二章 山东黄河涵闸工程老化现状调查分析	(8)
第一节 山东黄河涵闸工程老化状况调查.....	(8)
第二节 山东黄河涵闸工程老化病险状况统计分析	(10)
第三章 山东黄河涵闸工程老化病险机理分析	(12)
第一节 涵闸上下游砌石工程老化病险机理分析	(12)
第二节 钢筋混凝土工程老化病险机理分析	(12)
第三节 闸门及止水老化病险机理分析	(14)
第四节 启闭机老化病险机理分析	(16)
第五节 机电设备及房屋设施老化病险机理分析	(16)
第四章 黄河下游涵闸工程老化病险评估	(17)
第一节 黄河下游涵闸安全鉴定方法初探	(17)
第二节 层次分析法用于黄河下游涵闸工程老化评估的探讨	(18)
第三节 涵闸工程钢筋混凝土结构老化病险评估方法探讨	(24)
第五章 黄河下游涵闸工程老化病险防治对策研究	(29)
第一节 严格执行工程建设程序 科学制定工程设计标准	(29)
第二节 合理进行涵闸改(扩)建总体型式布置	(32)
第三节 严格施工质量管理 确保工程施工质量	(34)
第四节 改革完善管理制度 增加工程管理经费	(34)
第五节 强化工程检测制度 及早发现工程病害	(35)
第六节 科学合理地控制运用涵闸工程	(36)
第七节 引黄涵闸冬季放水应采取的防护措施	(37)
第八节 涵闸上下游砌石工程老化病险整治措施	(39)
第九节 钢筋混凝土工程老化病险整治措施	(45)
第十节 闸门及止水老化病险整治措施	(60)
第十一节 启闭机老化病险整治措施	(65)
第十二节 机电设备老化病险整治措施	(68)
第六章 涵闸抢险	(69)
第一节 涵闸险情分类抢护	(69)
第二节 黄河下游涵闸工程抢险预案	(71)
第三节 涵闸工程抢险实例	(96)
第七章 涵闸除险加固	(104)
第一节 病险涵闸除险加固要点.....	(104)

第二节	穿堤病险涵闸除险加固设计·····	(106)
第三节	涵闸的水毁破坏与修复·····	(109)
第四节	涵闸工程除险加固实例·····	(113)
第五节	涵闸工程除险加固新技术应用·····	(131)
第八章	涵闸自动化监控新技术·····	(146)
第一节	概 述·····	(146)
第二节	黄河水资源管理调度监控指挥系统·····	(153)
第三节	山东李家岸引黄闸计算机自动测控系统·····	(156)
第四节	无线扩频技术在涵闸自动监控中的应用·····	(164)
第五节	引黄灌区信息化建设·····	(167)
第九章	黄河下游涵闸引水减淤技术·····	(171)
第一节	黄河下游引黄涵闸位置的确定·····	(171)
第二节	黄河下游渠首工程要素配置及引水防沙效能·····	(172)
第三节	新村砌技术在黄河下游灌区工程中的应用·····	(176)
第四节	小浪底水库对黄河下游引黄灌区泥沙淤积的影响及治理·····	(180)
第五节	黄河下游引黄灌区泥沙淤积原因及处理对策·····	(185)
第六节	黄河下游引黄灌区防沙减淤工程措施·····	(187)
第十章	涵闸工程新技术·····	(198)
第一节	涵闸工程设计的创新与优化·····	(198)
第二节	涵闸工程施工新工艺·····	(212)
第三节	新材料、新设备在涵闸工程中的应用·····	(223)
第四节	涵闸工程病险研究新技术·····	(237)
第五节	新型挡潮闸工程简介·····	(251)
第六节	涵闸老化病险评估及其整治方法选择的建议·····	(259)
附录一	水闸技术管理规程(SL75-94)·····	(262)
附录二	水闸安全鉴定规定(SL214-98)·····	(288)
	参考文献·····	(312)

第一章 山东黄河涵闸工程概况

第一节 山东黄河河道及防洪工程概况

黄河山东段从山东省东明县入境,呈北偏东向流经9市(地)25个县(市、区),在垦利县注入渤海,全长628km。河道特点是上宽下窄,比降上陡下缓,排洪能力上大下小。自东明上界到高村长56km,属游荡型河段,两岸堤距5~20km,排洪能力 $20\,000\text{m}^3/\text{s}$,比降约为 $1/6\,000$;高村至陶城铺长164km,属过渡型河段,堤距2~8km,排洪能力 $20\,000\sim 11\,000\text{m}^3/\text{s}$,比降约为 $1/8\,000$;陶城铺至利津长298km,属弯曲型窄河段,堤距0.5~4km(其中艾山卡口宽275m),排洪能力 $11\,000\text{m}^3/\text{s}$,比降约为 $1/10\,000$;利津以下为摆动频繁的尾间段,泥沙不断堆积,平均年造陆面积为 $25\sim 30\text{km}^2$ 。

1951年至1998年,进入山东黄河(高村水文站)年均水量为388亿 m^3 ,年均来沙量10亿t。1986年以来,年来水量明显减少,平均每年仅327亿 m^3 。由于水少沙多,径流年内多集中于汛期,泥沙大量淤积,河道年均升高10cm,河床高于背河地面3~5m,设计洪水水位高出背河地面8~10m,是典型的“地上悬河”,防洪形势十分严峻。山东黄河的始末两端纬度相差3度多,每年12月至次年2月形成凌汛,对堤防构成严重威胁。

人民治黄以来,经过山东人民和治黄职工的艰苦努力,初步建成了由堤防、河道整治工程和蓄滞洪区组成的防洪工程体系,为战胜黄河洪水奠定了物质基础。每年汛期,沿黄各地组建100多万人的群众防汛队伍,常备不懈,待命抗洪抢险。凭借防洪工程和“人防大军”,保证了50多年伏秋大汛不决口,彻底改变了历史上黄河“三年两决口”的险恶局面,谱写了人民治黄史上岁岁安澜的新篇章。

山东黄河防洪工程主要有堤防、险工、控导和蓄滞洪工程。现有各种堤防1472.3km(包括东平湖围堤113.1km、北金堤83.4km、南北展宽堤76.4km等),其中:临黄堤803.2km;险工118处3708段坝岸,长223.5km;控导工程114处1831段坝垛,长169.1km。有4处蓄滞洪工程,其中:东平湖水库,面积 627km^2 (老湖区 209km^2 、新湖区 418km^2),近期运用保证水位44.0m、争取44.5m(相应库容为27.3亿 m^3 和30.42亿 m^3),设计分洪能力 $8\,500\text{m}^3/\text{s}$ 、泄洪能力 $3\,500\text{m}^3/\text{s}$;北金堤滞洪区跨豫、鲁两省,总面积 $2\,316\text{km}^2$ (其中山东省 93km^2),设计有效库容27亿 m^3 ;齐河北展宽区面积 106km^2 ,最大库容4.75亿 m^3 ,有效库容3.9亿 m^3 ,设计分洪能力 $2\,000\text{m}^3/\text{s}$;垦利南展宽区面积 123.3km^2 ,近期滞洪库容3.27亿 m^3 ,设计分洪能力 $2\,350\text{m}^3/\text{s}$ 。

第二节 山东黄河涵闸工程基本情况

一、工程概况

黄河下游有引黄涵闸 94 座,其中,沿山东河段有引黄涵闸 61 座,占 65%。另有分泄洪闸 12 座,排水闸 26 座。山东黄河引黄闸及分泄洪闸具体位置、设计参数及修建时间详见表 1-1、表 1-2。

表 1-1 山东引黄涵闸工程统计

序号	工程名称	所属县、市、区	桩号	岸别	孔数	孔口尺寸 (m)	设计流量 (m ³ /s)	防洪水位 (m)		底板高程 (m)	闸顶高程 (m)	堤顶高程 (m)	修(改)建竣工年、月
								设计	校核				
1	阎潭	东明	162+700	右	6	6.0×2.8	50.0	74.40	75.40	64.20	78.10	76.10	1982.12
2	新谢寨	东明	181+739	右	6	2.2×2.2	50.0	70.90	71.90	62.20	68.70	71.85	1990
3	谢寨	东明	181+790	右	3	2.6×2.8	30.0	69.80	70.80	62.20	68.70	71.90	1980.11
4	高村	东明	207+337	右	2	2.2×2.2	15.0	67.90	68.90	58.35	67.35	68.00	1989
5	刘庄	菏泽	221+086	右	3	6.0×4.0	80.0	64.90	65.90	56.45	68.40	66.20	1979.10
6	苏泗庄	鄄城	240+000	右	6	2.2×2.2	47.0	62.50	63.50	54.50	60.50	63.80	1978.7
7	旧城	鄄城	265+240	右	5	2.8×2.8	50.0	60.27	61.27	50.60	57.60	60.73	1987.5
8	苏阁	郓城	290+719	右	4	2.8×2.8	50.0	58.00	59.00	47.50	54.50	58.20	1983.7
9	杨集	郓城	300+642	右	3	2.6×2.8	30.0	56.60	57.60	45.90	52.90	57.40	1992.7
10	陈垓	梁山	316+718	右	3	2.5×2.5	30.0	53.30	55.30	44.40	50.10	55.60	1977.7
11	国那里	梁山	337+127	右	3	4.7×4.5 5.0×4.5	45.0	50.00	52.00	39.50	50.60	50.69	1975.7
12	陶城铺	阳谷	4+051	左	4	3.0×3.0	50.0	50.10	51.10	38.91	45.91	50.78	1987.9
13	陶城铺东	阳谷	4+115	左	8	3.0×3.0	100.0	50.70		39.15	46.15	50.00	1996
14	位山	东阿	8+040	左	8	7.7×3.6	240.0	49.70	50.70	38.50	52.20	50.20	1983.6
15	郭口	东阿	37+365	左	3	2.6×2.8	25.0	47.81	48.81	35.30	43.30	46.80	1984.8
16	潘庄	齐河	63+120	左	9	2.7×2.55 3.0×2.55	100.0	49.75	44.25	31.32	37.67	44.30	1980.8
17	韩刘	齐河	77+635	左	2	3.0×3.0	15.0	43.72	44.72	30.30	37.30	42.80	1986.11
18	豆腐窝	齐河	105+261	左	2	2.6×2.8	15.0	41.40	42.40	27.80	35.80	40.60	1990
19	李家岸	齐河	123+210	左	9	3.0×3.0	100.0	39.50	40.52	25.88	32.88	39.38	1986.6
20	北店子	槐荫	8+950	右	3	2.8×3.0	50.0	40.40	41.40	26.00	36.00	39.80	1981.9
21	杨庄	槐荫	16+045	右	2	2.0×2.0	10.0	39.74	40.74	26.00	35.00	39.05	1986.12
22	老徐庄	天桥	23+939	右	2	2.0×2.0	10.0	38.80	39.80	25.00	34.00	38.30	1983.12

续表 1-1

序号	工程名称	所属县、市、区	桩号	岸别	孔数	孔口尺寸(m)	设计流量(m ³ /s)	防洪水位(m)		底板高程(m)	闸顶高程(m)	堤顶高程(m)	修(改)建竣工年、月
								设计	校核				
23	大王庙	历城	131+680	左	2	2.6×2.8	15.0	39.00	40.00	25.20	33.20	38.20	1995.10
24	沟阳	济阳	164+755	左	2	2.6×2.8	15.0	34.90	35.90	21.10	29.20	33.90	1996.11
25	邢家渡	济阳	146+905	左	6	2.8×2.6	50.0	33.14	34.14	23.00	29.00	36.24	1975.12
26	葛店	济阳	181+627	左	2	2.6×2.8	15.0	32.40	33.40	19.10	27.10	32.00	1989
27	张辛	章丘	189+910	左	2	2.6×2.8	15.0	32.10	33.10	18.40	26.40	31.30	1991
28	胡家岸	章丘	65+162	右	3	2.6×2.8	20.0	34.50	35.50	21.90	29.90	34.02	1985.11
29	土城子	章丘	73+480	右	2	2.0×2.0	10.0	34.00	35.00	20.30	29.30	33.26	1988
30	马扎子	高青	119+902	右	3	2.6×2.8	27.8	29.20	30.20	16.40	24.40	28.60	1984.7
31	刘春家	高青	154+880	右	4	2.5×2.5	37.5	24.86	25.86	12.80	20.30	25.38	1980.08
32	胡楼	邹平	102+500	右	4	3.0×3.0	35.0	30.70	31.70	18.10	25.60	30.00	1986.6
33	张桥	邹平	95+300	右	2	2.6×2.8	15.0	31.30	32.30	18.50	26.50	30.65	1991.7
34	簸箕李西	惠民	208+034	左	4	3.0×3.0	50.0	30.80	31.80	16.50	23.50	29.50	1989
35	簸箕李	惠民	209+165	左	6	3.0×3.0	75.0	28.96	29.46	18.60	26.10	29.78	1976.12
36	白龙湾	惠民	235+106	左	2	2.6×2.8	20.0	27.90	28.30	15.50	23.50	27.30	1983.7
37	大崔	惠民	244+764	左	1	2.0×2.0	6.0	26.80	27.80	15.15	24.50	26.40	1987.7
38	小开河	滨州	256+387	左	3	2.6×2.8	25.0	26.10	27.10	13.80	21.80	25.58	1987
39	新小开河	滨州	253+690	左	6	3.0×3.0	60.0	26.27	27.27	14.00	21.00	25.60	1994.11
40	张肖堂	滨州	264+498	左	2	3.0×3.0	15.0	24.06	24.56	12.10	20.00	24.60	1979.11
41	韩墩	滨州	286+925	左	6	3.0×3.0	60.0	22.80	23.80	10.50	18.50	22.38	1982.10
42	大道王	滨州	163+985	右	2	2.0×2.0	10.0	24.80	25.80	11.70	20.70	24.40	1991.7
43	道旭	滨州	173+002	右	2	2.6×2.8	15.0	23.82	24.82	10.50	18.50	23.40	1989.8
44	打渔张	博兴	183+650	右	6	6.0×3.0	120.0	22.70	23.70	10.50	25.80	25.97	1981.9
45	麻湾	东营	193+357	右	6	3.0×3.0	60.0	21.70	22.70	9.50	16.50	21.20	1989.10
46	曹店	东营	200+770	右	4	3.0×3.0	30.0	21.13	22.13	9.30	16.30	20.52	1984.12
47	胜利	垦利	210+385	右	3	2.8×3.0	40.0	19.94	20.94	8.80	16.80	20.00	1988.6
48	路庄	垦利	216+181	右	3	2.6×2.8	30.0	18.10	19.10	7.80	14.80	19.00	1996
49	宫家	利津	300+137	左	3	2.6×2.8	30.0	21.59	22.59	9.30	17.30	21.20	1988.6
50	东关	利津	309+330	左	1	2.0×2.0	1.0	21.30	22.30	9.30	16.30	20.20	1993.7
51	王庄	利津	328+192	左	4	3.0×3.0	80.0	18.70	19.70	8.00	21.80	18.70	1998.7
52	纪冯	垦利	225+500	右	1	2.0×2.0	4.0	18.50	19.50	13.85	17.85	18.23	1988.10
53	一号穿涵	垦利	235+450	右	1	2.0×2.0	10.0	16.85	17.85	11.95	15.95	18.95	1982.12
54	格堤穿涵	垦利		右	1	2.0×2.0	10.0	16.85	17.85	12.20	16.20	18.95	1982.12
55	一号坝	垦利	11~18号坝	右	12	3.0×3.6	100.0	16.70	17.70	5.60	14.80	15.80	1986.7
56	西双河	垦利	239+054	右	5	6.0×3.0	100.0	16.70	17.70	5.50	19.80	17.06	1986.7
57	十八户	垦利	246+500	右	8	7.5×3.7	200.0	11.80	12.80	6.50	15.30	15.30	1969.9

续表 1-1

序号	工程名称	所属县、市、区	桩号	岸别	孔数	孔口尺寸 (m)	设计流量 (m ³ /s)	防洪水位(m)		底板高程 (m)	闸顶高程 (m)	堤顶高程 (m)	修(改)建竣工年、月
								设计	校核				
58	三十公里	垦利	北 30+112.5	左	2	2.6×2.8	20.0	11.24	12.24	3.40	9.40	12.34	1996.11
59	五七	垦利	防 3+000	右	2	2.6×2.8	15.0	14.60	15.60	4.80	10.80	14.48	1990.7
60	神仙沟(2)	河口	北 18+1700	右	3	2.6×2.8	25.0	14.00	15.00	5.42	11.42	13.60	1987.12
61	罗家屋子	河口	9+900 (北大堤)	右	3	2.6×2.8	30.0	15.00	16.00	6.94	12.94	15.45	1993.7

注:如无特殊说明,高程均为大沽高程。

表 1-2

山东黄河分泄洪闸基本情况统计

序号	名称	桩号	岸别	孔数	孔口尺寸 (m)	设计流量 (m ³ /s)	防洪水位(m)		底板高程 (m)	公路面高程 (m)	修(改)建竣工年、月	情况说明
							设计	校核				
1	石洼	338+000	右	49	6×4	5 000.0	51.50	52.50	42.50	53.00	1978.6	
2	林辛	339+000	右	15	6×4	1 500.0	51.00	52.00	42.00	53.00	1979.6	
3	十里堡	340+000	右	10	7×4	2 000.0	51.00	52.00	40.75	50.50	1981.10	
4	徐庄	0+000	右	5	10×6	1 000.0	47.25	48.25	39.49 38.74	49.99	1 960.4	堰顶高程 48.5m, 边坡1:2,顶宽 4m
5	耿山口		右	6	10×7	1 840.0	47.25	48.25	38.49 37.74	50.99	1960.8	堰顶高程 48.5m, 边坡1:2,顶宽 4m
6	清河门	[0+650]	右	15	6×5.5	1 300.0	47.40	48.40	36.50	48.50	1968.8	
7	陈山口		右	7	10×8	1 200.0	47.40	48.40	36.75	49.25	1959.10	
8	司垓	42+750	右	9	8×3.6 8×3	1 000.0	46.00	47.00	39.50	48.50	1989.10	
9	豆腐窝	104+644	左	7	20×7	2 000.0	39.04	39.54	33.10	38.70	1973.8	围堰 37.5m
10	大吴	32+455	右	9	8×2.8 8×2	300.0	34.40	35.50	22.00	35.50	1978.12	
11	麻湾	191+270	右	6	30×5.54	2 350.0	18.00	18.00 +地震	13.00 13.50	22.25	1974.10	
12	章丘屋子	232+647	右	16	8×6.5	1 530.0	16.00	17.00	9.50 9.00	18.50	1977.7	

注:(1)如无特殊说明,高程均为大沽高程;

(2)引黄虹吸工程 1998 年底仅有盖家沟、付家庄、王家梨行 3 处 8 条管,1999 年 5 月开始拆除,6 月底前全部完成拆除任务。

二、工程效益简介

根据“除害兴利”的方针,山东省积极开发利用黄河水资源,为沿黄工农业生产服务。目前,黄河山东段已有引黄闸 61 座,设计引水流量 $2\ 800\text{m}^3/\text{s}$,共开辟引黄灌区 73 处,其中 2万 hm^2 以上的大型灌区 19 处,引黄灌溉和供水范围已达 11 市(地)68 个县(市、区)。近 10 年来,全省年均引水量 77.8 亿 m^3 (引水量最多的 1989 年为 123 亿 m^3),灌溉面积 200 万 hm^2 。引黄供水事业的发展,大大改善了沿黄地区农业生产条件,保证了灌区粮棉连年丰收。自 1979 年以来,山东省多年干旱少雨,沿黄的菏泽、济宁、聊城、德州、济南、淄博、滨州、东营 8 市(地),粮棉产量每年都有大幅度增长,粮食总产量由 1979 年的 952 万 t 提高到 1994 年的 2 140 万 t,增长了 1.25 倍,棉花总产由 12.9 万 t 提高到 49.3 万 t,增长了 2.82 倍。沿黄地市比全省同期粮棉增长幅度分别高出 59.3% 和 46.8%。1995 年沿黄 8 市(地)小麦平均单产达 $5\ 307\text{kg}/\text{hm}^2$,高出非沿黄市(地) $363\text{kg}/\text{hm}^2$,昔日贫穷落后的鲁西北地区,如今成了商品粮棉基地,发生了翻天覆地的变化。据推算,自 1980 年以来,山东省农业引黄灌溉年增产效益达 30 多亿元。

此外,山东省还利用黄河水为沿黄地区放淤改土 18.7万 hm^2 ,并通过灌溉排水、冲洗等措施,使沿黄市(地)的盐碱地面积由 73.3万 hm^2 减少到不足 20万 hm^2 ,把不毛之地改造成肥沃良田,促进了农业生产的发展。引黄供水工程为城镇工业和居民生活提供了大量水源:1981~1983 年引黄济津供水 8.5 亿 m^3 ;1989~1997 年向青岛及沿线供水 17.79 亿 m^3 ,增加工农业产值 200 多亿元;1993~1997 年向河北省送水 14.36 亿 m^3 ,缓解了沧州市工业和居民生活用水紧张的局面。

山东省沿黄地区有大量的工矿企业,像华能德州电厂、沾化电厂等大中型企业,都是靠黄河供水。胜利油田地处黄河河口地区,年产原油 3 000 万 t 左右。当地地下水都是咸水,无法利用,黄河水这里的惟一淡水资源,每年需要黄河水 3 亿多 m^3 。滨州地区和东营市地处黄河最下游,濒临渤海,地下水含盐、氟量高,工业用水和人畜饮水全靠黄河水。黄河水已成为山东省经济和社会发展的重要资源,正在为富民兴鲁发挥着越来越大的作用。

为在汛期超常情况下有效运用蓄滞洪区分洪,充分减小洪水威胁,黄河山东河段自 20 世纪 50 年代末至 80 年代初共修建分泄洪闸 12 座、排水闸 26 座,担负着黄河山东河段分洪、泄洪的重要任务,这些工程能否及时准确运用,直接关系到黄河防洪的安危,作用举足轻重。

三、工程控制运用原则

针对黄河多泥沙、高水位的特点,山东黄河引黄涵闸的控制运用遵循闸前最高运用水位不高于当地 $5\ 000\text{m}^3/\text{s}$ 流量大河水位、闸前最高运用淤沙高程不高于设计防洪水位以下 2m 的原则;各闸引水流量按照统一调度,上下游、左右岸统筹兼顾的原则进行分配。

承担分洪、分凌和泄洪任务的涵闸必须按黄河防汛总指挥部的命令进行启闭。如东平湖水库的分泄洪闸、齐河北展、垦利南展的分洪(凌)闸的运用,具体由黄河防汛总指挥部会同山东省人民政府确定,山东省防汛指挥部组织实施。

四、工程管理及检测现状

山东黄河引黄涵闸及分泄洪闸工程管理,一般设有专门管理机构,负责日常检查观测、维修保养及其他方面的管理工作。为保持工程完整、维持工程强度、充分发挥工程综合效益,黄河下游近几年大力开展工程管理达标活动,目前山东黄河涵闸工程达标率达65%。山东黄河涵闸工程检查可分为经常检查、定期检查、特殊检查和安全鉴定。经常检查是指为保证工程设施的正常运行,由各类工程管理人员按照岗位责任制的要求进行的检查。检查的主要内容包括混凝土结构、圻工及闸门、启闭机等设备。定期检查主要指由基层管理单位按有关规定组织进行的全面检查。检查内容包括对引黄涵闸工程定期进行清淤检查,对分泄洪闸每年汛前要进行试运行并通过试运行检查工程状况。特殊检查是指当工程处于非常运用条件下和工程发生重大事故或者发现工程存在较大问题时进行的检查,一般由工程主管单位(基层管理单位)组织进行,邀请上级主管部门和其他有关部门参加,或者报请上级主管部门直接组织进行检查。特殊检查要对检查的工程项目提出鉴定意见、处理方案或措施建议,工程主管单位要编写专题报告呈报上级主管部门。安全鉴定是指对工程安全进行的特殊检查与评定工作。各种检查发现的问题和工程缺陷,应及时进行处理或修补,情况严重的,除查明原因,采取必要措施外,还应报告上级主管部门处理,对重要问题要认真进行记录,连同处理情况一并存入工程技术档案。

目前,山东黄河具有代表性的涵闸专项观测技术有以下两个方面。

(一)涵闸测流测沙

采用目前黄河下游涵闸测流中应用的微机控制自动测流系统,能够实现整个测流过程的全面自动控制及数据采集、数据处理、数据计算、成果打印、报表输出等的自动化,达到了较高的自动化水平。

(二)涵闸工程观测

目前山东黄河涵闸工程观测的主要项目有:沉陷(垂直位移)、水平位移、渗透、裂缝及伸缩缝、水流形态、上下游冲淤、闸门振动及冰情等内容。工程沉陷与水平位移一般由专业测量队伍观测,其他观测项目一般由闸管单位自行观测。

五、工程现有维修保养措施

为了保持山东黄河涵闸工程完整、设备良好和安全运转,需要经常进行维修保养。维修保养分为经常性的养护维修、岁修、大修和抢修,均以保持和恢复工程原设计标准或局部改善原有结构为原则。如工程设计标准有较大的变更,必须作出计划并经批准后才能执行。目前山东黄河涵闸工程的养护主要包括混凝土、钢筋混凝土工程养护,砌石工程养护,涵闸附近土堤、土石结合部、洞顶的土工养护,钢木结构的养护,启闭机械的养护等方面。主要的维修措施有以下几个方面。

(一)混凝土表层损坏的修补

根据损坏的程度及原因采取不同的修补措施,主要有水泥砂浆修补、预缩砂浆修补、喷浆修补、喷混凝土修补、压浆混凝土修补、混凝土真空作业修补、环氧及其他化学材料修补等几种。

(二)混凝土裂缝的修补

混凝土裂缝的补修主要有表面处理(表面涂抹水泥砂浆、防水快凝砂浆、环氧基液及环氧砂浆)、表面贴补、凿槽嵌补、凿槽嵌补与表面处理相结合、喷浆修补等措施。

(三)砌体工程的整修

对表层浅缝一般采用勾缝、更换部分块石或对空隙部分灌注水泥浆的方法;对贯穿裂缝一般将砌体破坏部分拆除,然后按原设计要求进行回填重砌;对砌体裂缝渗漏主要采用麻绳填塞、环氧材料涂抹、水泥灌浆等处理措施。

(四)土工建筑物裂缝处理

纵缝一般程度较轻,可采取用土填实处理;对横缝一般采用开挖后逐坯夯实回填或采用泥浆灌填的方法。

(五)常用渗漏处理措施

对闸体裂缝引起的渗漏,对其表面可采用涂抹、粘贴、嵌补、喷浆等处理措施,对其内部可采用化学灌浆方法进行处理;对于绕闸渗流,可以在枯水期开挖回填加修齿墙,也可以采用压力灌浆方法密实回填土,堵塞渗水通道;对基础渗漏,可以采用在闸体上游帷幕灌浆,旋喷或灌注连续截渗墙,并在下游辅之以反滤带导渗措施;对于集中渗流,可以采用快凝胶泥填堵孔洞的处理措施;对于散渗,可以采用灌浆、涂抹或筑防渗层的处理方法。

(六)防渗止水工程修复

修复防渗止水的办法主要有:涂抹沥青胶保护橡皮;涵洞伸缩缝橡皮(紫铜片)止水、铜板压橡皮止水、型钢压橡皮止水;环氧贴橡皮包角止水、环氧贴橡皮铆孔止水;冰凝化学灌浆堵漏;补灌沥青等处理措施。

六、工程存在的主要问题

目前,山东黄河引黄涵闸工程质量虽能基本满足运用要求,但也普遍地存在着止水橡皮老化损坏、闸门漏水,启闭设备和电力设施陈旧落后,闸上下游浆砌石护坡(平台、翼墙)出现蛰陷、裂缝,钢筋混凝土构件出现碳化锈蚀等问题。分泄洪闸工程均建于20世纪60~70年代,平均已运行近30年,已进入工程老化期,加上多年来工程岁修经费严重短缺,工程设施得不到有效的维护,机电设备不能及时更新改造,设备陈旧,老化严重,工程欠账越来越多,直接影响到分泄洪闸的安全运用。对山东黄河涵闸工程老化问题进行科学系统的研究,在此基础上制定技术先进、经济可行的防治措施,对于确保工程强度、充分发挥工程效益具有重要意义。

第二章 山东黄河涵闸工程老化现状调查分析

第一节 山东黄河涵闸工程老化状况调查

1999年黄河山东段开展了一次系统全面的涵闸安全检查工作。本次检查共检查涵闸95座,其中引黄闸61座,分泄洪闸10座,排水闸24座。本着突出重点、兼顾一般的原则,将作用重要、修建时间长、运行管理中问题突出的涵闸作为此次检查的重点。涵闸安全检查专家组由有关设计、施工、管理、科研等方面的专家和涵闸上级主管部门及管理单位的技术负责人组成。检查采用专家组首先查看涵闸沉陷、水平位移、测压管水位等观测资料和听取工程设计、施工管理中存在的问题及处理情况汇报后,再进行外业检查的方式,检查项目包括土石方工程、钢筋混凝土工程、闸门、启闭机设备、机电设备等。根据本次检查情况,目前山东黄河涵闸工程存在的主要问题有以下几个方面。

一、土石方工程

在检查的95座涵闸中,有32座涵闸上下游翼墙、扭曲面存在裂缝,比较严重的有13座。其中:分泄洪闸有章丘屋子泄洪闸、石洼分洪闸和林辛分洪闸;引黄闸有路庄、胜利、打渔张、北店子、郭口和国那里闸;排水闸有睦里、王台、赵升白和八里庙闸。章丘屋子泄洪闸因基础沉陷较大,致使右侧翼墙倾斜,产生了一条宽2~3cm的裂缝;石洼分洪闸、林辛分洪闸上下游两侧减载孔与边墩接触处各有一条长5m左右、宽3~5cm的裂缝;路庄引黄闸上下游4个浆砌石扭曲面各有一条长4~5m的竖缝;胜利引黄闸上游右侧砌石护坡与扭曲面结合处有一条宽0.5~2cm的竖缝;打渔张引黄闸左岸刺墙外凸10~20cm,出现裂缝,缝宽1cm;北店子引黄闸上游翼墙各有两条长6m左右、宽5~10cm的裂缝;郭口引黄闸上游翼墙有3条长0.7m左右、宽2cm的裂缝,闸下游右侧平台有两条长3m左右裂缝;国那里引黄闸上游左侧混凝土挡土墙有一条长3m的裂缝,最宽处8cm;睦里排水闸上游右侧翼墙扭曲面有一条长4m、宽0.5~1.0cm的裂缝;王台排水闸上游边墩与刺墙接缝处左右两伸缩缝内沥青杉板腐烂,形成上下游通缝,缝长4m、宽5~9cm,洪水时形成过水通道(已于1999年6月份处理完毕);赵升白排水闸上游扭曲面翼墙左右岸各有竖向裂缝一条,右岸裂缝长3m、宽0.5~2cm,左岸裂缝长1.5m、宽0.5~1cm;八里庙排水闸上游左岸4条裂缝,长3~5m,宽1~5cm。

有29座涵闸砌石护坡存在着不同程度的蛰陷裂缝现象,比较严重的有4座。大吴泄洪闸上游砌石护坡沉陷较为严重,平台沿子石前倾,总长度140m,最大位移20cm;胜利引黄闸下游右侧砌石护坡塌陷 18m^2 ,最大塌陷深度1.2m;一号坝引黄闸上游干砌石护坡有较大蛰陷5处,蛰陷深度5~15cm,总面积达 306m^2 ,陷石下土体空洞深度60~80cm;谢

寨引黄闸上游翼墙有一蛰陷,面积 30m^2 ,深度 15cm 。

有 14 座涵闸上下游平台存在不同程度的局部塌陷现象,比较严重的有 7 座。麻湾分凌分洪闸上游翼墙顶砌石平台靠闸部分蛰陷深度 $10\sim 30\text{cm}$,面积 280m^2 ;西双河引黄闸上游 12.5m 高程平台蛰陷 $30\sim 40\text{cm}$;胜利引黄闸上游砌石平台靠闸身处有 3 处面积分别为 18m^2 、 5m^2 、 25m^2 的蛰陷,蛰陷深度 $3\sim 5\text{cm}$;老徐庄闸上游平台水泥花砖有 200m^2 凸起,原因是 13 号坝漏水;胡家岸引黄闸上游平台有一直径为 30cm 的陷洞;土城子引黄闸下游平台蛰陷面积 300m^2 ;小八里排水闸上游平台有一处蛰陷,面积 60m^2 。

二、钢筋混凝土工程

有 7 座涵闸混凝土闸门表面混凝土剥蚀露筋。该现象多存在于修建比较早的涵闸,如章丘屋子泄洪闸闸门横梁混凝土脱落,钢筋外露面积达 30m^2 。

有 13 座涵闸闸墩表层混凝土碳化、脱落,钢筋外露锈蚀,比较严重的有 2 座。麻湾分凌分洪闸右边墩门槽上有一长 1.5m 、宽 $0.1\sim 0.3\text{cm}$ 的垂直裂缝;十里堡分洪闸闸墩下半部混凝土剥蚀严重。

有 15 座涵闸机架桥、工作桥、公路桥混凝土部分剥蚀脱落,严重者导致钢筋外露锈蚀,严重降低了机架桥、工作桥、公路桥的承载能力,对闸门启闭和工作人员的人身安全构成威胁,比较严重的有 11 座。其中:麻湾分凌分洪闸公路桥第六孔第一排上游侧立柱裂缝长 3m 、宽 0.5cm ,该闸公路桥微弯板部件 90% 以上存在裂缝;章丘屋子泄洪闸机架桥大梁混凝土剥蚀严重,其中第十一孔下游梁露筋长度 1.3m ,机架桥盖板 60% 以上出现混凝土剥蚀和钢筋锈蚀外露,强度降低;十里堡分洪闸公路桥面混凝土严重老化;石洼分洪闸消力池水位变化区混凝土严重剥蚀和林辛分洪闸消力坎混凝土剥蚀严重;一号坝引黄闸、西双河引黄闸机架桥、工作桥栏杆 70% 以上龟裂、酥脆,钢筋锈蚀外露;打渔张引黄闸公路桥及下游挡土墙混凝土栏杆年久失修,混凝土开裂破碎、钢筋锈蚀;国那里引黄闸上游工作桥栏杆严重老化,部分碎裂,钢筋锈蚀,右侧工作桥桥板断裂;十八户放淤闸机架桥第八孔第七块桥板底部钢筋全部外露;流长河排水闸与码头排水闸工作桥、闸墩、胸墙、闸门混凝土严重老化。

北展堤小八里排水闸清淤检查发现洞室有 35 条裂缝,其中 1 号孔 18 条:边墩 2 条,中墩 11 条,顶板 5 条,缝宽 $0.1\sim 2\text{mm}$;2 号孔 17 条:边墩 3 条,中墩 10 条,顶板 4 条,缝宽 $0.2\sim 2\text{mm}$ 。

三、闸门

有 24 座涵闸闸门的门板或部件存在着不同程度的锈蚀,锈蚀部件主要是导轨、导轮、吊耳、吊环等,比较严重的有 12 座。麻湾分凌分洪闸钢闸门底部锈蚀高度 0.5m ,6 扇钢闸门 12 个滑轮组外壳均已锈蚀穿孔,其中第六孔滑轮组外壳已全部锈蚀脱落;石洼分洪闸门页连接板、螺栓严重锈蚀,影响闸门安全启闭;纪冯引黄闸闸门导轨、导轮全部锈蚀,导轮不能转动;一号坝格堤穿涵闸门导轨、导轮全部锈蚀,导轮不能转动;打渔张引黄闸六孔闸门铁件严重锈蚀,支承滚轮基本不能转动;邢家渡引黄闸闸门主轮支承座锈蚀在 0.3cm 以上,已影响到支承强度;国那里引黄闸中孔闸门吊耳严重锈蚀,上下页穿钉锈断,

边孔闸门连接螺杆锈蚀断裂;苏泗庄引黄闸第三孔闸门吊杆变形,致使抱头销钉不牢,闸门吊耳由于长时期浸泡在水中,锈蚀严重,强度降低,影响闸门安全启闭;杨集引黄闸闸门提升至0.3~0.4m时发生震动;位山引黄闸第五孔闸门开启高度大于1.5m时牛腿处有异常声音;胜干排水闸三孔闸门全部卡死,不能启闭;流长河排水闸吊耳、导轮严重锈蚀。

闸门止水老化现象比较普遍,有31座涵闸因止水老化而漏水,其中麻湾引黄闸、一号坝引黄闸、韩墩引黄闸、大道王引黄闸漏水流量均超过 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ 。

四、启闭机

启闭机存在的主要问题是闸门制动失灵、钢丝绳锈蚀断丝、防护罩损坏等。其中闸门制动失灵的涵闸有12座,钢丝绳存在断丝现象的涵闸有9座。麻湾分凌分洪闸12台启闭机护罩严重变形;章丘屋子泄洪闸、国那里引黄闸、苏泗庄引黄闸钢丝绳锈蚀严重,有断丝现象;赵升白排水闸启闭机丝杠弯曲,启闭困难;八里庙排水闸启闭设备锈蚀,无法启动;小八里排水闸1号启闭机已经运行了25年,老化十分严重。部分涵闸无电源,闸门的启闭仍需要人工操作,费时费力,也不安全。

五、机电设备

有28座涵闸存在机电设备陈旧、供电线路老化问题,其中比较严重的有大吴泄洪闸、麻湾分凌分洪闸、石洼分洪闸、章丘屋子泄洪闸、豆腐窝分洪闸、潘庄引黄闸、苏泗庄引黄闸。大吴泄洪闸无网电设施,自备发电机为已淘汰的20世纪70年代捷克产品,设备陈旧,配件难购;章丘屋子泄洪闸无网电电源,自备发电机组严重老化,一旦出现问题,将直接影响涵闸的及时准确启闭;麻湾分凌分洪闸发电机组设备陈旧,已不能保证安全及时运用;石洼电厂供电线路老化,需要更换;石洼变电站变压器设备陈旧,耗电量大,属淘汰产品,当地电力部门已多次下达限期整改通知;豆腐窝分洪闸高压线路已运行26年,严重老化。苏泗庄引黄闸现有发电机组损坏严重,无法修复已报废,配电设备及线路老化严重,供电极不正常,严重影响了闸门启闭及度汛安全。

六、机房

有6座涵闸启闭机房、发电机房、油库房顶老化失修,加速了电器设备老化,并给日常管理带来困难。如司垓闸机房、大吴泄洪闸油库等都存在此类问题。

第二节 山东黄河涵闸工程老化病险状况统计分析

为便于系统了解山东黄河涵闸工程老化病险状况,以下从老化病险程度、老化病险形式及常见部位两个方面对其老化调查资料进行统计分析。

一、山东黄河涵闸工程老化病险程度分类

山东黄河涵闸工程老化病险程度分为四类,按三种不同功能的涵闸分别汇总于表2-1。