

水闸设计

(上册)

华东水利学院 编

上海科学技术出版社

水 闸 设 计

(上 册)

华东水利学院 编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书主要阐述水闸设计的基本理论、国内外建闸中一些先进经验以及科研成果,并分别对水闸各主要部分的设计计算方法作了比较详细的介绍。

本书分上、下两册。上册共分十章,分别叙述了设计要求与资料收集;闸孔计算;闸上、下游消能与防护;防渗设计;闸室抗滑稳定分析;地基的承载力与沉陷;地基处理;闸室结构;闸底板设计;闸墩结构设计等。下册十章主要介绍了反拱底板式水闸;管柱桩式水闸;其他一些闸型;两岸的连接;岸翼墙设计;水闸的抗震;工作桥;公路桥钢筋混凝土闸门;钢闸门与零部件设计。

本书可作高等学校和中等专业学校有关专业的参考书,也可供从事水闸设计的技术人员参考。

水 闸 设 计

(上 册)

华东水利学院 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 16.5 字数 392,000

1983 年 6 月第 1 版 1983 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—4,600

统一书号: 15119·2223 定价: (科四) 1.55 元

前 言

解放后我国修建了千万座大中型水闸,小型水闸的修建更是星罗棋布,不可胜数。这一些水闸工程在防洪、灌溉、排水、挡潮、供水和航运各方面发挥了综合性的效益,对国民经济影响极大,尤其是在发展农业生产方面更是起了不可估价的作用。随着四个现代化建设的发展,在农业现代化方面,为了建成旱涝保收的高产田,必将修建更多的水利工程,而水闸作为水利工程中的重要控制建筑物之一,必会取得更大的发展。

我国在水闸的设计与施工方面积累了极其丰富的经验,各地区因地制宜创造性地设计出了许多新的结构型式:如华北地区采用的管柱桩闸;华东地区采用的反拱底板闸;华南地区采用的浮运闸;以及翻板式闸、浮体闸、橡胶坝等等,这些新的闸型都经历了运行的考验,取得了成功的经验。在地基处理与基础形式上也是多种多样的,有换砂、换土、强夯、预压、砂桩、桩基、筏基、空箱基础、沉井等等。在闸门与启闭机方面,有钢筋混凝土波形门,折板门、扁壳闸门、圆拱门、油压启闭机等。

本书总结了我们在教学、生产与科研三方面的实践成果,较全面地介绍了我国水闸在设计、施工与运转中的一些经验教训,加强了基本理论的阐述,着重分析了一些因素之间的相互关系,目的是对有关专业人员的学习与工作有所帮助,使之能够进一步掌握事物的本质,根据客观实际的条件设计出合适的建筑物结构型式。对于设计的思考方法,设计步骤与基本技能的训练,作了较系统的介绍。同时也注意到尽可能地收集和介绍了国内外一些先进的设计方法、新型的结构型式与运行的经验,作为借鉴。对目前设计中遇到的一些有疑义的问题,提出讨论与计算方法的新见解。例如,消能设计中闸下游水位的确定,地下轮廓线设计探讨,地基沉陷的计算,有限深弹性地基梁的计算,一些新型水闸的设计方法等等。此外,为便于设计人员的参阅,在编写次序上尽量符合设计步骤,并附有必要的图表与例题。因此本书不仅可作为水利、土木工程类专业的教学参考用书,且可供工程设计人员参考。

本书由华东水利学院组织编写,参加编写者按章节次序有戴寿椿、俞多芬、袁银忠、林益才、姜朴、俞仲泉、马贞信、张发祥、李文跃、王文运、刘瑞、单香麟、俞良正、周定荪等同志。部分章节经宋祖诏同志审阅。全书由袁银忠、赵天台同志负责编审定稿。在编写过程中曾得到江苏、安徽、山东、浙江各省与地区水利局,河北省海河局、山东黄河河务局等单位的大力支持,提供资料及审阅了部分章节,在此一并表示感激。

限于我们的业务水平及缺乏实际的生产经验,一定会有缺点和错误,希望读者来函指出,以便再版时进行修改。

华东水利学院

1982年12月

目 录

前 言

第一章 水闸设计总论	1
第一节 水闸的设计标准	1
第二节 水闸设计的主要原始资料及设计阶段	3
第三节 水闸的组成部分及其作用	4
第四节 水闸的工作特点	6
第五节 闸址的选择	7
第六节 闸室结构型式	10
第二章 水闸的泄流能力	14
第一节 闸孔尺寸的拟定	14
第二节 闸孔泄流能力	16
第三节 挡潮闸闸孔设计	21
第四节 海涂围垦区排水闸闸孔孔径设计	31
第三章 闸上下游消能与防护	39
第一节 概述	39
第二节 静水池设计	41
第三节 消力槛设计	50
第四节 综合静水池	54
第五节 辅助消能工	55
第六节 上下游河道的防护	58
第七节 两岸边坡的保护	62
第八节 闸门操作运行	63
第四章 防渗设计	69
第一节 渗流与渗流变形	69
第二节 地下轮廓线布置	72
第三节 渗流计算	80
第四节 防渗结构设计	91
第五节 闸基排水	96
第六节 边岸绕流	97
第五章 闸室抗滑稳定分析	99
第一节 作用荷载及荷载组合	99
第二节 抗滑稳定计算	104
第三节 地基反力计算	112

第六章 地基的承载力与沉降	113
第一节 地基设计资料	113
第二节 地基承载能力的验算	118
第三节 地基沉降量的计算	123
第七章 地基处理	137
第一节 软粘土地基处理	137
第二节 松砂地基处理	152
第八章 闸室结构	154
第一节 闸身基本尺寸的拟定	154
第二节 闸底板	162
第三节 闸墩	163
第四节 胸墙	164
第五节 其他结构	165
第六节 一些实际工程中采用的闸室剖面型式	166
第七节 沉陷缝与止水设备	168
第九章 闸底板设计	173
第一节 整体式平底板结构设计	173
第二节 斜缝分离式底板结构计算	201
第三节 中厚度压缩层上闸底板计算	213
第十章 闸墩结构设计	233
第一节 闸墩的型式与尺寸	233
第二节 平板门闸墩的结构设计	234
第三节 弧形门闸墩的结构设计	242

水闸设计总论

水闸是一种低水头控制水流的水工建筑物,具有挡水和泄水的双重作用,无论在水力发电、灌溉、航运、防洪、排涝等水利工程中都占有重要地位,尤其在平原地区的水利建设事业中,更得到广泛的应用。

解放以来,随着我国水利事业的蓬勃发展,在群众大搞水利化运动下,为了防洪、灌溉、排涝、航运以及挡潮等目的,在江苏、浙江、安徽、山东、河南、广东、河北等省兴建了大量的大中型水闸,至于小型涵闸更是星罗棋布,不可胜数,大大地增强了平原地区抗旱和排涝的能力,促进了工农业生产的不断发展。

水闸的分类,一般应按其建闸的作用来分,但事实上几乎所有水闸都是一闸多用的,因此,水闸的分类就不可能有严格的界线。通常按其建闸的主要作用分为,例如:在位于外河水位经常较高,以及沿海河口的地区,为防止外水或海水倒灌成渍、使土地盐碱化,常建闸节制外水,此即为挡水闸(江苏苏北沿海的挡潮闸均属此类);有时为了改善内河航运或蓄水灌溉等目的,在河道上建闸蓄水,此即为蓄水闸;有时为了扩大灌区水源,常在天然河道、水库或天然湖泊的边岸上,开渠疏引客水,并建闸节制,此即所谓引水闸;有时为了减除河流下游的洪水威胁,采用洼地分洪,在分洪区进口处建闸控制,此即为分洪闸。此外尚有排水闸、冲砂闸……等等。凡挡水闸、蓄水闸、引水闸、分洪闸等都可统称为节制闸。

第一节 水闸的设计标准

水闸设计标准与要求,主要包括以下两方面的内容:工程的设计等级标准;工程的设计准则。

一、水闸工程的设计等级

工程设计等级应根据国家颁布的建筑法规统一规定进行划分,水电部 1978 年 9 月颁发了水利水电工程等级划分及设计标准,该标准适用于山区、丘陵部分,至于平原地区水闸设计有关工程等级划分,现正委托江苏省水利厅勘测设计院草拟,在未颁布前,平原地区水闸设计等级的划分,只有参见过去已颁布的有关规定结合地区的情况进行拟定。

关于山丘区工程等级的划分指标,见表 1-1 与表 1-2,对于综合利用的枢纽工程,若按表 1-1 指标分属几个不同的等级时,则应以其中最高等别为准。

当建筑物的工程等级确定后,则其所要求的稳定安全系数及结构强度安全系数亦应相应而定。

二、水闸工程的设计准则

水闸工程设计准则是指水闸工程设计的专用性规范,各地区根据多年来建闸的经验、参考一些专用规范自行编制的,它反映出本地区的技术特点、生产水平,在所属的地区内使用。

表 1-1 水利水电枢纽工程分等指标

工程等别	工程规模	水库总库容 (亿立方米)	分 等 指 标			
			防 洪		灌溉面积 (万亩)	水电站装机 容量(万千瓦)
			保护城镇及工矿区	保护农田面积(万亩)		
一	大(一)型	>10	特别重要城市、工矿区	>500	>150	>75
二	大(二)型	10~1	重要城市、工矿区	500~100	150~50	75~25
三	中 型	1~0.1	中等城市、工矿区	100~30	50~5	25~2.5
四	小(一)型	0.1~0.01	一般城镇、工矿区	<30	5~0.5	2.5~0.05
五	小(二)型	0.01~0.001			<0.5	<0.05

注: (1) 水库总库容系指校核洪水水位以下的水库容积。

(2) 灌溉面积系指设计灌溉面积。

表 1-2 水工建筑物级别的划分

工 程 等 别	永 久 性 建 筑 物 级 别		临时性建筑物级别
	主 要 建 筑 物	次 要 建 筑 物	
一	1	3	4
二	2	3	4
三	3	4	5
四	4	5	5
五	5	5	—

注: (1) 永久性建筑物 系指枢纽工程运行期间使用的建筑物, 根据其重要性分为:

主要建筑物 系指失事后将造成下游灾害或严重影响工程效益的建筑物, 例如坝、泄洪建筑物、输水建筑物及电站厂房等;

次要建筑物 系指失事后不致造成下游灾害或对工程效益影响不大并易于修复的建筑物, 例如失事后不影响主要建筑物和设备运行的挡土墙、导流墙、工作桥、护岸等。

(2) 临时性建筑物 系指枢纽工程施工期间所使用的建筑物, 例如导流建筑物等。

显然由于各地区客观条件不同, 设计要求不同, 因此所拟定的准则也不一致。就某一地区来说, 在历年工程实践的基础上, 准则中对一系列问题的提法亦是有发展的, 尤其是一些问题, 并非单纯的技术问题, 而与国民经济发展有关, 需由有关的国民经济部门和地方政府协议确定。例如农桥设计标准问题, 桥梁的净空问题等等。

设计准则由于是一规范性文件, 故其内容广泛, 如设计阶段的划分, 各阶段的设计内容, 建筑物设计标准, 各种航道桥梁设计等级、作用力的分类与计算、结构的设计方法, 各建筑物稳定与强度指标, 以及各项原始资料指标的采用等等, 均应作详细的规定。但是这一文件不一定每一地区都有, 如果没有, 可参考其他地区的设计准则和一些专用规范自行引用, 惟引用时应慎重对待。

正由于设计准则是一规范性文件, 在拟定时应根据本地区特点和实际工程经验经充分讨论后确定。在确定某项指标时, 应根据所提供原始资料的方法、可靠程度与实际工程施工质量、运用管理的技术水平, 作出安全而合理的规定。对一些非设计原则的问题, 不宜规定

太死,以免束缚设计人员,使得设计变成抄袭,设计成果变成典型产品。对于从事具体设计工作的同志,当设计不能满足规定的设计要求时,千万不能贪求一时之方便,而任意改变设计准则,对设计准则必须持严肃态度,除非发现有不合理时,或者在某些特定条件下可作一些变更,但亦必须经充分讨论并为上级领导核准后,方可改变原设计准则规定的要求。

第二节 水闸设计的主要原始资料及设计阶段

一、水闸设计的主要原始资料

设计水闸必须有正确的和足够的资料,以便作出符合实际的设计。在以往的水利建设中,有不少工程,由于资料搜集不完善或者不正确,致使有的工程重新设计,有的工程不得临时停工,或给施工带来很大的困难,甚至于造成失事等等。这样的教训不少,应予以重视。

设计水闸所需要搜集资料的范围及要求,视水闸规模大小及设计阶段而定。对于大中型的水闸来说,所需资料包括:(1)有关国民经济方面的资料;(2)地形;(3)水文气象;(4)地质;(5)试验资料等等。对于小型水闸来说,就比较简单得多了。

(一)社会经济资料 社会经济资料包括:

1. 本工程受益范围内的田地、人口、房屋、城镇、农业生产、工商业和交通运输等情况,历年来旱涝灾害损失等。
2. 因工程实施可能引起的损失的调查,如移民拆迁、田亩淹没、挖废压废损失,和对原有水利、交通运输事业的影响。

(二)地形资料

1. 表示本工程范围内的地表、河流、山沟、湖泊及居民状况、农田、交通路线等的地形图(比例 1:5000~1:10000),用以研究灌排渠系的布置设计。
2. 闸址选定后的闸址地形图(比例 1:5000~1:1000),用以进行水闸工程布置和工程量的计算。
3. 本工程地段的河道纵横断面图(比例:横 1:2000,纵 1:200),用以了解河床状况或作水工模型试验之用。

(三)水文气象资料

1. 闸址处的洪水位,枯水位,洪水流量及枯水流量,水位与流量关系曲线,一年内水位变化曲线,各种水位所持续时间等。各种频率的水位和流量应与建筑物等级相适应。
2. 闸址附近河床或渠道的特征,如河床的宽度,洲滩的消涨,河床及岸坡冲刷情况,河床或渠道的糙率,各种流量下的流速。
3. 气象资料包括在本工程区域内每月平均及最大降雨量,各种频率的降雨量,一次暴雨量及其持续时间,一年内气温变化及其蒸发量等。这些资料可作为水闸设计及施工时考虑的条件。

(四)土壤地质及水文地质

1. 地质构造,分布层次和范围,用以确定地基承载能力和建筑物的沉陷量。
2. 土壤的透水性质,用以进行地基及两岸的渗流计算、防渗设计,及确定土壤固结程度。
3. 地下水位的变化,结合土壤透水性,确定施工时基坑开挖的排水条件。

(五)关于试验方面

1. 土工方面试验资料: 土壤的物理力学性质如内摩擦角(ϕ)、粘着力(C)、土壤的干容重(γ_s)、比重(G)、孔隙率(n)、含水量(W)、流限(W_l)、塑限(W_p), 土壤的渗透系数 K 值, 土壤的压缩曲线……等等。

2. 水工模型试验: 水工模型试验包括水闸整体模型试验、断面模型试验及电拟法渗流试验等。在一般情况下, 中小型水闸可不作试验。

二、水闸设计阶段

水闸各设计阶段的划分, 国家尚未正式公布有关法规。对于较为复杂的大、中型水利工程, 过去均按三阶段进行设计。即初步设计(包括概算及初步施工组织设计), 技术设计(包括预算及施工组织总设计), 施工详图。且在进行初步设计之前, 应先编制计划任务书, 作为确定勘测设计任务与进行初步设计的根据。近若干年来, 较多的工程均简化为按两阶段进行设计, 即扩大初步设计和技施设计。实践表明, 对于一般的大中型水闸工程, 按两阶段设计是可行的。合理地简化设计程序, 缩短设计周期, 节约设计力量, 是十分必要的。对于地区、县一级负责设计和施工的中小型水闸工程, 如果条件可能, 质量又有保证时, 可以按一阶段进行设计, 当然对于必须的基本资料应该具备, 这是简化设计程序的一个重要条件。

第三节 水闸的组成部分及其作用

水闸由三部分组成, 即上游联接段、闸室、和下游联接段(图 1-1)。

一、上游联接段

上游联接段主要是引导水流平稳而均匀地进入闸室, 使水闸泄流条件较好, 保证出闸水流均匀, 防止在闸前对河床及两岸发生有害的冲刷, 并借以降低闸基渗流及两岸绕流对水闸的不利影响。

上游联接段由上游翼墙、铺盖、护底、上游防冲槽及护坡等组成。

(一)上游翼墙 上游翼墙是使水流良好地收缩, 平顺而均匀地进入闸室的导水结构。此

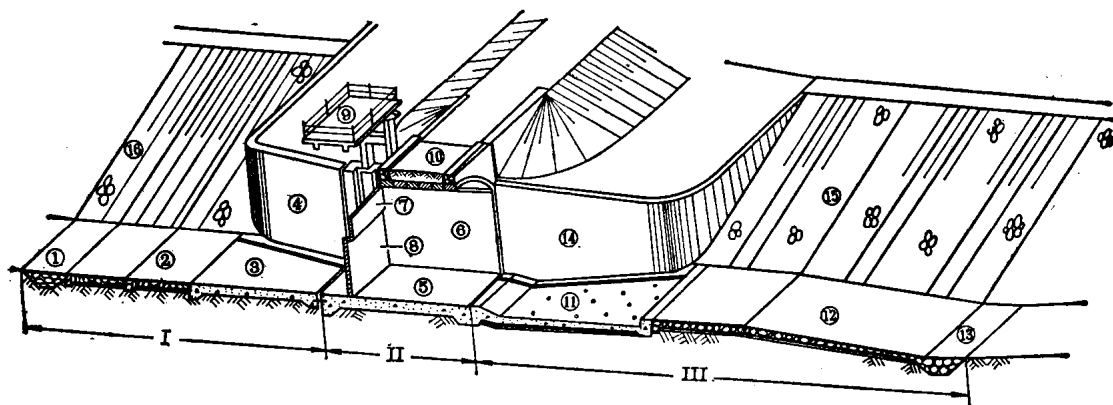


图 1-1 水闸组成部分示意图

I—上游联接段; II—闸室段; III—下游联接段

- ①—上游防冲槽; ②—上游护底; ③—铺盖; ④—上游翼墙; ⑤—闸底板; ⑥—闸墙;
⑦—胸墙; ⑧—闸门; ⑨—工作桥; ⑩—交通桥; ⑪—消力池; ⑫—海漫;
⑬—下游防冲槽; ⑭—下游翼墙; ⑮—下游护坡; ⑯—上游护坡

外,它还兼有挡土及防冲、护岸和减少侧向渗流危害等作用,其结构型式与一般的挡土墙类同。

(二)铺盖 铺盖是一种防渗结构,位于闸室底板前,该处是闸前水流流速最大的区域,故铺盖还必须兼备防冲的作用。因而常采用抗渗和防冲性能良好的混凝土或粘土筑成,当采用粘土铺盖时,其上铺以浆砌或干砌块石,借以满足防冲要求。

(三)护底、护坡 它的作用是保护引水河渠的河床及岸坡。因为水流过闸时,在闸前相当一段距离内,水面形成跌落,过水断面逐渐缩小,流速逐渐增大,流速分布不均。闸前河底及岸坡均可能被水流冲刷,必须采取相应的保护措施,例如常采用浆砌块石或干块石加以保护。

(四)上游防冲槽 防冲槽实际上是河床护底工程的延续,因在护底工程结束处,水流对河床仍具有一定的冲刷能力,若将护底工程直接与原河床连接,由于河床发生冲刷后,冲刷坑有可能向下游推移,使原有的护底工程遭到破坏,甚至于危及到上游防渗设备,进而危及到整个闸室的安全。因此在河床护底的末端需设防冲槽,使在河床刷深后,冲刷坑不致于向下游推移,危及到上游的铺盖。

二、闸室

闸室是水闸的主体工程,它包括闸底板、闸墩、岸墙、闸门、工作桥以及公路桥或交通桥等,分别简述于下:

(一)闸底板 闸底板是闸室的基础部分。它的功用是承受闸室上部结构的重量(如闸门、闸墩、工作桥、交通桥等)和水压力……等外荷载,并将它们较均匀地传给地基;同时,还依靠它与地基接触面上的摩阻力来保证闸室的抗滑稳定,此外,闸底板还兼有保护闸室地基免受闸水流冲刷及防渗等作用。

闸底板一般采用混凝土、钢筋混凝土结构,在小型工程中也有采用浆砌块石做成的闸底板。

(二)闸墩 对于较宽的闸室,均设有闸墩,将闸室分成若干较小的闸孔,成为多孔水闸。闸墩主要是用来支承闸门,承受闸门传来的水压力,同时作为工作桥、公路桥或交通桥及胸墙的支承结构。

闸墩一般采用混凝土、钢筋混凝土、浆砌块石做成,其头部外形应尽可能满足过闸水流平顺、侧向收缩较小的要求,常做成半圆形(图 1-2a)、尖角形(图 1-2b)和流线形(图 1-2c)。

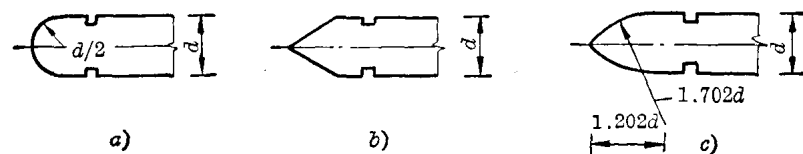


图 1-2 闸墩头部外形

(三)岸墙 岸墙是闸室与两岸的联接建筑物。它的功用主要是挡土,不使两岸高填土直接作用在闸墩上。

岸墙一般都用混凝土、钢筋混凝土、浆砌块石做成,它的结构型式和一般挡土墙一样,有重力式、悬臂式、扶壁式、空箱式结构等。在小型水闸中,有时直接利用边墩挡土,不再建造岸墙。也有一些工程设计中直接利用岸墙做为边墩,如在反拱底板闸型中常用之。

(四) 闸门 闸门是闸室的主要挡水结构, 可借以调节上、下游的水位和流量。大型水闸的闸门一般采用钢闸门与钢筋混凝土闸门; 在中小型水闸中常用钢筋混凝土闸门。过去, 也有采用钢筋混凝土或钢结构组成的梁格上, 铺设木面板挡水, 但是由于木面板容易腐烂, 养护、维修很不方便, 亦不经济, 现已逐渐淘汰, 多将木面板改成波形钢丝网面板。

闸门的启闭, 除很小的闸门外, 一般均配置专门机械设备, 启闭机械安装在工作桥或闸墩上。

(五) 工作桥 工作桥是安装启闭机械和供工作人员操作用的, 一般用钢筋混凝土做成。工作桥通常直接支承在闸墩上, 当其位置很高时, 则往往将其支承部分建成排架结构。

(六) 交通桥 修建水闸时, 常常采用闸、桥相结合的形式, 把公路桥(交通桥)搁支在闸墩上, 既便利了河渠两岸的交通, 又比较经济。公路桥的位置, 常常布置在低水位的一边, 以利于两岸的联接。

三、下游联接段

下游联接段主要包括河床部分的护坦、海漫、下游防冲槽和岸坡部分的下游翼墙和下游护坡等。

(一) 护坦 护坦是闸室以下防止地基冲刷的刚性保护结构。因为出闸水流, 具有大量动能, 如不予以消除和对河床加以必要的保护, 则必然危及水闸安全。工程上一般都将护坦做成静水池的形式, 使出闸水流在静水池内形成水跃消能, 静水池一般采用钢筋混凝土或混凝土结构。

(二) 海漫 海漫是护坦以下防止河床被冲的柔性保护结构。因为在护坦末端经过消能以后的水流, 仍然具有较大的流速, 且水流紊动较厉害, 会冲刷河床, 必须采取工程措施, 加以保护。海漫一般采用浆砌块石、干砌块石等修建。海漫上决不允许出现水跃。海漫末端应该水流平顺, 河道内流量分布较均匀, 流速值接近河道不冲流速。

(三) 下游防冲槽 水流出海漫后, 仍具有一定冲刷能力, 可能继续刷深河床, 为了不使冲刷坑向上游发展, 危及到海漫的安全, 故在海漫后建防冲槽。

(四) 下游翼墙 下游翼墙是引导出闸水流, 使水流均匀扩散的导流、防冲、护岸建筑物。在护坦段内的水流流速很大, 水流紊乱, 故下游翼墙一般都要做到护坦末端。

(五) 下游护坡 紧接下游翼墙以下的一段河岸仍应采用必要的保护, 即护坡, 护坡一般在起始段采用浆砌块石, 而后过渡到干砌块石结构, 其长度视闸后消能及河床土质情况而定, 一般护坡长度均须超过防冲槽。

第四节 水闸的工作特点

水闸是一种低水头“既能挡水、又能泄水”的水工建筑物, 故又称之为“活动坝”, 由于它多建于河流中下游平原地区的软土地基上, 因此具有一定的工作特点, 兹分述如下:

一、水闸建成后, 挡水时, 闸上下游形成一定的水头差, 使闸室承受巨大的水平推力, 将使闸室向下游移动, 而闸基是软土地基时, 基土与闸底板间的抗滑摩擦系数随着基土类别变化很大, 可以从 0.15 变到 0.6。在淤泥质、软粘土的地基上, 抗滑系数很低, 闸室的稳定往往难以满足。

二、若地基系淤泥时, 不仅闸室的抗滑稳定难以满足, 而且由于地基压缩性很大, 承载

力极低,在闸室自重及外荷载的作用下,地基可能产生很大的沉降和不均匀沉陷、造成闸室倾斜、止水破坏、闸底板断裂,甚至于基土发生塑性流,引起水闸失事。因此如何正确的拟定闸室结构的形式和加固地基,以使能互相协调,保证建筑物正常工作,是在很差的地基条件下建闸的一个关键问题。

三、渗流与渗流变形。建闸后,闸上下游形成水头差,使得在闸基与两岸发生渗流运动,在闸基部分形成渗透压力,对闸室稳定带来不利影响,在两岸部分抬高了墙后原来的地下水位,恶化了上下游翼墙的水平抗滑稳定条件。不仅如此,由于水流渗透运动,还可能将土体中土粒带走或在水流逸出处将整个土块浮起,形成管涌或流土的渗流破坏,淘刷了建筑物的基础,造成失事。

四、当闸孔泄流时,由于下泄水流具有一定的能量和土壤抗冲能力极低,例如粉砂与淤土,允许流速仅为 $0.15 \sim 0.2$ 米/秒(水深为 1 米时),故闸下极易产生冲刷(如有的水闸下游冲刷深度竟深达 10 米以上),且冲坑的发展速度很快,会立即危及到建筑物的安全。另外,在闸孔泄流时,若由于来水不均匀或闸后水流的平面扩散不良,也会造成下游的严重冲刷。所以,如何加强水闸的防冲消能措施,也是水闸设计中不容忽视的一个重要问题。

除上述水闸设计中的几个重要问题外,在某些特定条件下还存在着一些特殊的问题,需要很好地解决。例如:在有涌潮河口上建闸,必须注意到潮浪的冲击;在有泥砂的河道上取水,必须注意到泥砂的淤积问题等等。

通过以上初步的分析,可以看出,虽然水闸是一低水头建筑物,但由于它建造在软土地基上,因此诸如防冲消能、地基的承载力、建筑物的稳定、沉陷、防渗问题、以及建筑物的结构形式,都有着它独自的特点,必须慎重对待,否则将造成建筑物设计上的浪费或不够安全,甚而导致建筑物的失事。

第五节 闸址的选择

闸址选择是水闸规划设计中的一项重要工作,闸址合适与否,不仅将涉及到水闸建设的成败,并且关系到整个地区的经济发展,因此对闸址选择的工作应十分重视。

由于建闸的目的与性质不同,闸址选择的要求也不尽一致,其一般要求可归纳如下:

1. 工程的兴建,尤其是大型水闸的修建,常促使附近地区的社会经济发生变化。如排灌工程的兴建,一方面改善了水利条件,扩大了耕地面积,发展了渠道交通,繁荣了社会经济;另一方面,渠道的占地、居民的拆迁、原有航道的被截断、必须增建新的通航工程……等情况,都是在兴建工程以后,随之带来的必须解决的问题。因此闸址的选择,应该考虑整个配套工程等在技术上和经济上的优越性,即要立足于规划、设计的全局来选定闸址。

2. 拦河大型水闸的闸址,应尽可能选择在河道相对稳定的直段上,这样不仅闸址处河段稳定,而且对进、出闸水流均较有利。

3. 建造在感潮河段上的挡潮闸、排水闸,则应将闸址尽可能选在河口附近,或使闸下尾渠与河道流向的交角,成小于 60° 的锐角,以尽量减少闸下尾渠的淤积。

4. 对于旁江兴建的引水闸、分洪闸,则应将闸址选在河岸稳定的一边。并应考虑建闸以后的影响。

对于分洪闸来说,建闸分洪后,则在分洪口的上游段,由于流量不变,水面降低(由分洪

口上溯,水面呈降水曲线),则比降变陡,流速增大,挟沙能力提高,势必增加对上游河床的冲刷,加剧了上游险工段的危险性,并可能出现新的险工段。给航运也增加了上航的困难。在



图 1-3 在分洪口上、下附近地段的变化

分洪口的原河道下游,由于流量减少,水位降低,流速减缓,将可能引起新的淤积。在分洪口上、下附近地段表现尤为突出(图 1-3)。在分洪口门的上游,流速加大,发生剧烈冲刷。在分洪口门的下游附近,亦受分流的牵制,发生主流偏斜,并且由于主流紧靠分洪口的河岸,造成剧烈冲刷或产生漩涡,而在其对岸则出现缓慢回流,形成淤沙,促使河道深泓进一步移向分洪闸一岸。

对于排水闸来说,情况刚好与上述相反,但因排水闸一般泄量不大,故对河道不致造成明显的不利影响。

因而一般地说,旁岸建闸的闸址以选择河岸基本稳定的凹岸为好,其中尤以将闸址置于弯道顶点以下为最好,凸岸则不宜选作闸址。

5. 在闸址选择中应尽量选择土质均匀密实,压缩性小的地基,并要求地下水位较低,尤应避开地基内有高承压水层。

6. 闸址的选择,应考虑到有足够的施工场地(包括弃土场地),对外交通方便,以及有利于就地取材。

以上仅属一般性的要求,在实际工程中还有许许多多特殊问题需要注意,例如南京水利科学研究所就江苏省水闸工程进行典型调查报告,对水闸闸址选择就水流及泥沙运动方面进行了以下的总结,具有一定的普遍意义,可供设计时参考采用。

一、平面交叉河口的闸址选择

在江苏苏北平原地区,河流密布,互相交叉,常常需要在交叉河口处建造水闸,用以控制水流。在这种交叉口布置水闸时,应该着重注意:(1)交叉河口的河床及岸坡必须是稳定的。(2)当水闸泄水时,必须保证船只能安全地通过交叉口,不致使船舶曳入水闸,发生不幸事故。(3)应使水闸水流平顺。为了满足上述要求,一般水闸最好布置在离交叉口较远的地方,并使上下游的引河尽量顺直。

例如淮安运东分水闸离运河和苏北灌溉总渠交叉口较近,老船闸离交叉口仅 400 米,来往船只航行很不安全,常有发生木排曳入闸孔,撞坏闸门臂杆等事故。现新船闸离交叉口 800 米,比以前情况较好,但仍感不足。根据管理部门的意见,运东分水闸距交叉口的距离,应在 1000 米以上方为合适。

二、多支流汇合口后的闸址选择

水闸如建在多支流汇合口下游,水闸的位置最好远离汇合口,使具有足够长度的河段,借以调整由于各支流来水量不等、流向不正所造成的闸前河道流量分配不均、主流偏离河心的现象,以避免由于过闸各孔流量不均,致使闸下水流折冲,冲刷岸坡,引起河道的变形。

这方面最为典型的例子,是江都的东风闸(原名万福闸),计 65 孔,每孔净宽 6 米,闸身总长 466.8 米,于 1960 年建成。该闸位于入江水道的凤凰河、新河、壁虎河三条支流汇合口的下游(见图 1-4)。因受地形、地质条件的影响,该闸紧临汇合口的下游。由于河道弯曲,各支流来水量不等,流量分配不均,对该闸的进水条件十分不利。经南京水利科学研究所水

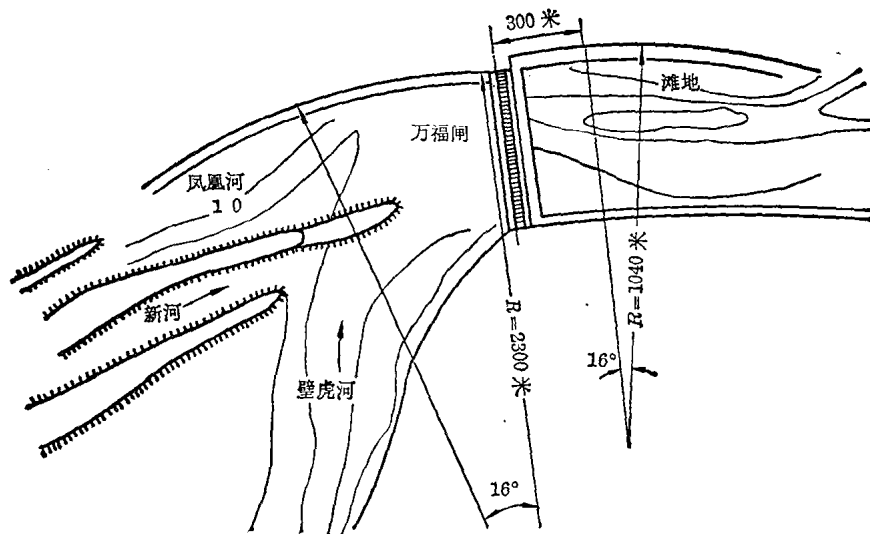


图 1-4 东风闸平面布置示意图

工模型试验, 将凤凰河与新河之间的老堤延长 100 米。并向左与延长线成 8° 交角, 堤头至闸轴线距离 350 米。增加了该导堤后, 对闸前来水有所改善, 但壁虎河来水仍有斜冲现象。各闸孔流量分配仍不均, 自右岸 1#~30# 孔间流量大(单宽流量 $q=25$ 立米/秒米), 流速急。31#~65# 孔流量小(单宽流量 $q=16\sim18$ 立米/秒米)。当闸门全开时, 第 64#~65# 两孔甚至出现回水倒流的情况。水闸下游由于左岸滩地突出太多, 未能彻底切除, 将水流挑向右岸, 造成右岸严重冲刷, 冲毁农田 200 余亩及房屋多间, 冲深达 7 米。此外, 闸下水流左右折冲, 蜿蜒十余公里, 造成下游河床严重变形, 岸坡坍塌, 危害很大。

根据上述经验教训, 凡在宽浅河道多支流汇合口下游建闸, 闸址离汇合口不能太近, 至少应有数倍河宽的距离。而东风闸在汇合口下游的距离不足一倍, 因此酿成现在难以克服的缺陷。

三、沿海挡潮闸及沿江感潮区排灌闸的平面布置

在沿海及沿江感潮区建闸, 普遍存在闸下引渠或闸后河道的淤积问题。经调查发现, 淤积与闸的位置有关。根据南科所调查认为在选定闸址时, 应按下列原则考虑:

1. 在原有河道上建闸, 闸址应尽量临近海口或江边, 以减少进潮量, 从而可减小淤积量。
2. 在新建渠系上建闸, 闸前宜短而直。引渠轴线方向尽可能避开常年大风向。
3. 尽量避开几个闸同处于一排水河道的上游。二者相距不能太近, 以免水闸下游另一处大闸泄水时, 河道或排水渠道水位迅速抬高, 影响水闸泄水, 并造成水闸出口河渠淤积。

例如启东县七门港闸及桃花红闸, 前者 7 孔总长 21.6 米, 最大泄水流量 $160 \text{ 米}^3/\text{秒}$, 后者一孔宽 4.0 米, 最大泄流量 $32 \text{ 米}^3/\text{秒}$ 。二者相距仅 300 米, 共同一个出口。当七门港闸泄水时, 海口水位迅速升高, 影响桃花红闸排水, 此外由于下游入海渠道弯曲, 闸下排水河道淤积严重, 七门港闸 63 年清淤 17 万方, 桃花红闸 63 年清淤 5 万方。而启东县头光闸、三条闸, 闸的下游河渠较短, 前者约 1300 米, 后者约 800 米, 闸下淤积量相应减轻, 并便于冲淤。

闸下淤积与大风风向有密切关系, 例如苏北灌溉总渠上的六垛北闸, 东北风时, 风向与

下游河道方向一致,一潮可淤高 1 厘米。小洋口闸每月大潮北风,东北风,西北风,每二潮可淤高 15 厘米,潮大,风大,淤高也大。小潮无风,每潮仅淤 3~4 厘米。桃花红闸每年 6~9 月,每潮淤高 4~6 厘米,在东南风时淤的多,无东南风时淤的少。

四、临湖水闸的布置

临湖水闸,若就江苏的情况来说有两种布置。一种是闸前水面开阔,水闸紧邻深湖,如三河闸、二河闸。一种是闸前面临浅滩、堤岸弯曲、水系交错,如高良涧闸。

为了保证闸前来水平顺,各孔流速分布均匀,出闸后不形成折冲水流,据调查认为:第一种水闸闸轴线的位置方向十分重要,一般尽量与来水方向正交,并做导堤,以减小由于横向水流而引起的在边孔处发生立轴回流、各孔泄流不匀以及出闸水流扩散不良等现象。第二种水闸,必须新开引渠,在闸前需要有一段平直段,使水闸远离航道水系交叉口和保证闸前来水平顺均匀,避免出闸水流发生折冲现象。

图 1-5 所示是三河闸平面布置图,闸前水域开阔,泄流时闸前来水由于受右岸突出地形的影响,主流方向弯曲,来水不正,进闸处主流偏向左岸,当闸门全开泄水时,闸下右岸近于死水,闸后两岸均有冲刷现象。

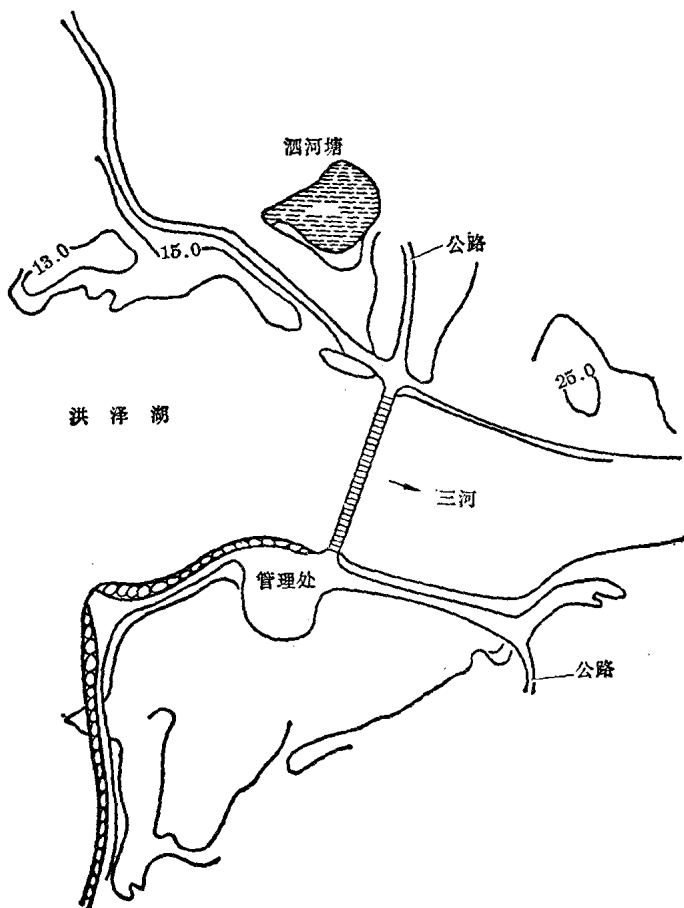


图 1-5 三河闸平面布置示意图

综上所述,闸址选择的要求是多方面的,必须根据具体情况分清主次,全面考虑,尽可能地满足主要的要求,兼顾到次要的要求。对于大型的水闸枢纽工程,闸址的选择,应通过全面的技术经济比较及模型试验确定。

第六节 闸室结构型式

闸室结构中影响闸室结构型式的主要因素,是底板的结构形态和挡水结构的特征。

平底板闸室结构是常采用的型式之一,它构造简单,施工方便,对不同的地基有一定的适应性,闸孔泄流流态属宽顶堰,泄流比较稳定,流量系数较实用堰小,有时可能产生波状水跃。平底板有整体式与分离式两种,整体式底板结构主要缺点是底板厚度大、钢材耗费量多,所以当地基条件较好时,常采用分离式平底板结构形式(又称为大小底板结构)来改善底

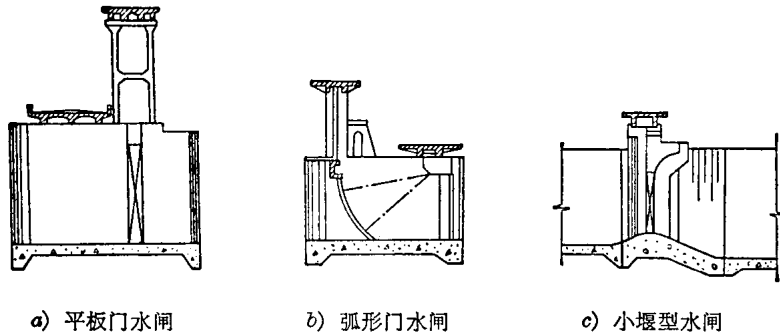


图 1-6 平底板水闸

板受力,降低钢材用量,这种分离结构的缺点是底板接缝较多,给止水防渗与浇筑分块带来麻烦和不利。

反拱底板闸室结构是近年来为江苏等地区常采用的一种新型结构,它利用拱形结构的特点,发挥了圬工材料的抗压性能,底板厚度较薄,钢筋用量也可大为减少。由于反拱底板系连拱式超静定结构,对于地基的不均匀沉陷比较敏感,因此要求建造在较好的地基上。对于粉沙地基上的反拱施工,必须采取有效的降低地下水位的工程措施,否则开挖反拱基坑难以成形,或地基在施工中易受扰动而液化。此外,在闸室泄流时,反拱底板易形成水流的集中,不利于下游消能。当地基条件较好,为了节省钢材,反拱底板还是比较好的一种结构型式。

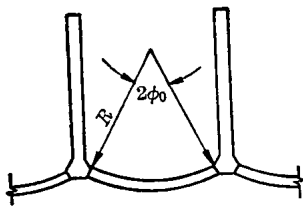


图 1-7 反拱底板水闸

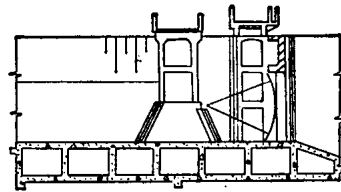


图 1-8 空箱式底板水闸

空箱式结构是将底板或整个闸室做成空箱以减轻结构自重和增强建筑物的刚度,这种结构适用于地基很差的情况下,如淤土地基承载力在 $3 \sim 5$ 吨/米² 以下,压缩系数高达 0.1 厘米²/公斤以上,这时除了采用人工地基外,可考虑采用改变闸室结构型式以适应之。显然这种结构型式的地基反力较小,闸室刚度大,能适应地基承载力小、沉陷值大的特点,但也必须指出,这种结构钢筋用量多、造价高、施工困难,不一定比进行地基处理经济,近年来在实际工程中较少采用。

在交叉河口建闸,为了节省工程造价,往往将闸室结构与穿河底涵合并在一起建造,利用穿河底涵作为闸室的空箱底板,当穿河底涵尺寸较大时,尚可利用底涵作为空箱式护坦,这种闸涵结合的空箱式结构,在某种情况下还是比较优越的。

实用堰型底板闸室结构类似于软土地基上的低水头溢流坝。当堰顶高程并不要求与河底同高时,可考虑采用这种结构型式,以降低闸门高度。实用堰的流量系数较大,泄流能力较宽顶堰强,但随着淹没度的增加,泄流能力很快降低。

管柱桩基水闸,在我国的海河、黄河治理工程中,以及河南、河北、山东等省比较普遍地采用。