

涂启明 编著



总体设计与图例

人民交通出版社

Chuanzha Zongti sheji Yu Tuli

船闸总体设计与图例

涂启明 编著

人民交通出版社

(京)新登字091号

Chuanzha Zongti sheji Yu Tuli

船闸总体设计与图例

涂启明 编著

插图设计: 陈竟 正文设计: 乔文平 责任校对: 刘素燕

人民交通出版社出版发行

(100013北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 15 插页: / 字数: 384 千

1992年8月 第1版

1992年8月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—1000 册 定价: 12.50 元

ISBN 7-114-01297-7

U · 00844

前 言

我国已建船闸900多座，积累了丰富的经验，但也存在很多问题。

一座技术先进、经济合理、适用性强的现代船闸，在于妥善的总体布置，足够的引航道尺度，良好的输水系统、闸门及设备，安全可靠、造价低的建筑物及现代化的控制和交通管制设施，同时还要有科学的管理系统，这些都需在总体设计中予以确定。笔者在三十多年的船闸规划、可行性研究、设计和管理中，在京杭运河一线船闸和葛洲坝船闸设计、三峡船闸可行性论证、《船闸设计规范》编制及科研试验中，潜心研究这些问题，并考察了国内100多座船闸，国外30多座船闸，不断地总结经验，积累资料，写有京杭运河船闸、葛洲坝船闸、三峡船闸、船闸规模尺度、泥沙，水力学、水工、通过能力等方面的专业技术论文数十篇。并在此基础上写成《船闸总体设计和图例》一书，期望此举能为我国船闸建设起一砖之效。

限于水平，不妥、谬误难免，敬请读者指正。

作 者

1990年12月

目 录

第一章 总论	1
第一节 概述.....	1
第二节 船闸的组成和类型.....	6
第三节 基本资料.....	10
第二章 船闸规模尺度	13
第一节 设计水平年.....	13
第二节 客、货运量.....	14
第三节 船型船队.....	14
第四节 船闸尺度.....	15
第五节 船闸线数.....	19
第六节 船闸级数.....	19
第七节 船闸规模尺度选择.....	26
第三章 船闸设计水位和各部位高程	28
第一节 船闸设计水位.....	28
第二节 船闸各部位高程.....	31
第四章 船闸通过能力及耗水量	33
第一节 船闸通过能力.....	33
第二节 船闸耗水量.....	42
第五章 船闸总体布置	45
第一节 闸（坝）址选择.....	45
第二节 船闸布置.....	47
第三节 通航水流条件及其改善措施.....	50
第四节 泥沙淤积及其防治.....	59
第五节 船闸引航道.....	62
第六节 前港和外停泊区.....	76
第六章 船闸输水系统	79
第一节 船闸运用和工程结构对输水系统的要求.....	79
第二节 输水系统的分类和型式.....	82
第三节 低水头船闸输水系统型式选择.....	98
第四节 中水头船闸输水系统型式选择.....	104
第五节 高水头船闸输水系统型式选择.....	105
第六节 船闸输水系统水工模型试验要求.....	109
第七章 船闸水工建筑物	110
第一节 概述.....	110

第二节	结构总图	115
第三节	软基上船闸建筑物型式和选择	117
第四节	岩基上船闸建筑物型式和选择	125
第八章	闸、阀门及其启闭机械	132
第一节	概述	132
第二节	闸门及其启闭机型式选择	133
第三节	阀门及其启闭机型式选择	142
第九章	船闸辅助设施及布置	146
第一节	系船设备和检修设施	146
第二节	安全、防护和救助设施	147
第三节	信号和标志、供电和照明	148
第四节	通信、控制、交通管制系统	149
第五节	闸区房屋、道路、环保和绿化	151
第十章	施工通航	153
第一节	施工通航的必要性和任务	153
第二节	施工通航期的客、货运量和船型船队	153
第三节	施工通航方式和工程设施	154
第十一章	实例	156
第一节	葛洲坝船闸	156
第二节	京杭运河苏北段船闸	165
第三节	图库鲁伊船闸	171
第四节	邦纳维尔新船闸	176
第五节	海湾泉船闸	179
第十二章	船闸布置图例和船闸特征表	181
第一节	船闸布置图例	181
第二节	船闸特征表	193
附录	省水船闸	219
第一节	省水途径	219
第二节	设省水池的省水船闸	221
第三节	设调节池的省水船闸	229
主要参考文献		231

第一章 总 论

第一节 概 述

船闸是供船舶克服在天然或渠化河流和运河上建坝形成的集中水位差，用水力直接提升船舶过坝的一种通航建筑物。实际上，它是由上下闸首、闸门、闸室等挡水建筑物和能使闸室水位升降的输水系统形成的水梯。船舶过闸时，由闸首、闸门、闸墙围成的闸室起挡水作用，由廊道和阀门构成的输水系统通过灌（泄）水使闸室水位上升（降落），停在闸室内的船舶藉水浮力随闸室水位的升降而由下游水面升到上游水面，或由上游水面降至下游水面，从而完成过坝作业（图1-1），故船闸又称过坝建筑物。因船舶过坝是由水力完成，故其营运费用较低；另外，船闸尺度可以按照过闸船舶的需要而定，能够做到船队原队一次过闸，故为国内、外所广泛采用。

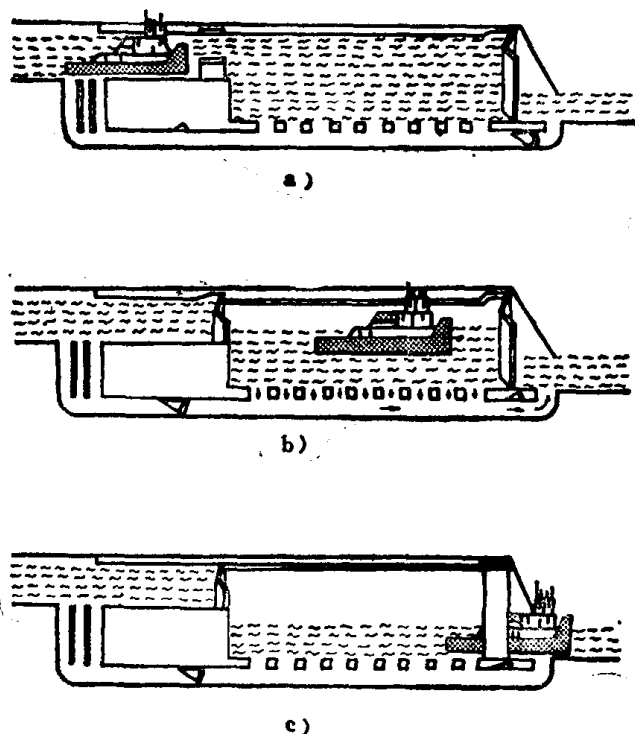


图1-1 船舶过闸示意图

一、船闸是通航建筑物的主要型式

综观我国和世界发达国家的通航建筑物建设的历史和现状以及未来的发展趋势，船闸一直是并且也将是通航建筑物的主要型式。比较已有的船闸和升船机数目就可充分说明这一点。

据统计，我国已建船闸900余座，但升船机只有60余座，仅为船闸的1/13，并且，这些升船机大都为小型斜面式，其通过船舶的标准最大仅150t，绝大多数在10~30t左右。如在浙江，约有20座，多用于农、副业船过坝，水头为1.5~5m，最大为8.7m。该地区的小船

结构历史上就适于干拖过坝，所以这些小型斜面升船机都是干运。

国外的通航建筑物中船闸也占绝对多数，达数千座，相比升船机极少，仅60余座。对升船机发展有很大贡献的德国、比利时，船闸同样占绝大多数。即使为了省水，仍然发展省水船闸，而不是升船机；此外，前苏联、法国的通航建筑物也以船闸为主，美国基本上是船闸。

船闸之成为通航建筑物的主要型式，有以下诸因素：

1. 船闸较升船机更适宜船队原队过闸

由于船闸闸室、闸首都是固定建筑物，可按过闸船队（船只）尺度设计，靠水的浮力提升船舶过坝，故船闸尺度基本不受限制，能较好的适应船队原队过闸要求。

工程实践表明，国内、外船闸的尺度大都按原队过闸要求确定。如我国长江葛洲坝1号和2号船闸按万吨级船队原队过闸设计，船闸有效尺度为 $280 \times 34 \times 5\text{m}$ ；京杭运河苏北段船闸按 $2 \times 3000\text{t}$ 和 $2 \times 2000\text{t}$ 级顶推船队原队过闸设计，船闸尺度为 $230 \times 20\text{m}$ 和 $230 \times 23\text{m}$ ；我国最长的闸港船闸按一拖 $12 \times 100(50)\text{t}$ 三列船队原队过闸设计，船闸尺度为 $320 \times 20 \times 2.3\text{m}$ 。再如美国俄亥俄河和上密西西比河主船闸长 366m ，宽 33.5m ， 23700t 的顶推船队可原队过闸，该两河副船闸和田纳西河、阿肯色河等河的船闸长 183m ，宽 33.5m ， 11152t 的顶推船队可原队过闸；前苏联伏尔加河船闸长 290m ，宽 30m ， 27000t 的顶推船队可原队过闸；多瑙河铁门船闸长 310m ，宽 34m ， $9 \times 1200\text{t}$ 船队可原队过闸；巴西图库鲁伊船闸长 210m ，宽 33m ， 22000t 顶推船队可原队过闸。由于船队过闸前后无需重新编解，故船闸通过能力大，运行费用低。

与船闸不同，升船机却是由机械和电力提升搁置船舶的承船厢实现船舶过坝。由于承船厢的重量受到限制，所以承船厢的尺度很难满足船队原队过坝的要求。船队在过坝前后需进行编解，故升船机通过能力小，运行费用高。国外最大的垂直升船机是比利时斯特勒比—布拉克里升船机，其提升高度为 73.15m ，承船厢尺度为 $112 \times 12.5 \times 3.35 \sim 4.15\text{m}$ ，一次仅能通过 1350t 船舶，将来发展后最大可通过 2500t 船舶；最大斜面升船机是前苏联叶尼塞河克拉斯诺雅尔斯克升船机，水头 100.8m ，提升高度为 112m ，承船厢尺度为 $90 \times 18 \times 3.3\text{m}$ ，一次仅可通过 2000t 船舶。与目前船闸一次能通过的最大船队吨级相差10倍以上。在我国，升船机与船闸一次能通过的船队吨级相差达50~100倍，拟建的300吨级升船机与船闸相比也差30~50倍，不能达到船队原队过坝的要求。正因升船机尺度受到限制，水头很高的通航建筑物仍采用船闸，而采用升船机少。如建设中的闽江水口船闸，水头 58m ，采用多级船闸；沅水五强溪枢纽通航建筑物，水头 60m ，经过较长期的论证比较后仍采用船闸；巴西建设中的图库鲁伊船闸水头 71.5m ，采用设中间渠道的两级船闸；巴西设计中的伊泰普船闸水头 130m ，采用设中间渠道的三级或四级船闸；正在建设的前苏联中叶尼塞水利枢纽通航建筑物水头 54m ，采用设中间渠道的两级船闸，船闸尺度为 $150 \times 20\text{m}$ 。

2. 通航建筑物多为中低水头

在主要通航河流上的水利水电建设、河流渠化、运河开发多采用低坝。水利水电开发修建的高坝多位于支流上游，或者不通航的河流上，位于干流的较少。所以我国900余座船闸中，绝大部分是中低水头，水头 20m 以上的只有9座，大于 40m 的仅1座（不含在建的）。国外的船闸亦多为中低水头，在统计的776座船闸中，水头大于 20m 的只有42座（含多级船闸），大于 40m 仅5座。国内外的经验表明，水头 40m 以下的通航建筑物，船闸较升船机更具有优越性。

3. 地形条件

一些通航建筑物水头虽然大于40m,但由于地形条件的限制,布置升船机较困难。如消水双牌船闸水头43m,因地形条件不宜设置升船机,故经论证后,采用设中间渠道的两级船闸。

二、我国船闸建设成就和科研成果

新中国成立后,船闸建设飞跃发展,积累了大量船闸规划、设计、施工、运行管理方面的经验。1981年6月15日长江葛洲坝三江2号和3号船闸建成通航,标志我国船闸建筑技术已达到国际水平。

在已建成的900多座船闸中,单级水头大于20m以上的占世界高水头船闸五分之一,居第二位。

我国在船闸建设过程中,开展了大量的科研试验和原型观测,取得了丰富的技术成果,主要表现在:

1.编制了我国第一本《船闸设计规范》(JTJ 261~266)该规范根据我国实际条件、工程经验和科研成果,对船闸总体布置、输水系统、水工建筑物、闸阀门、启闭机、电气等作了全面的规定。按照通过船队的驳船吨级将船闸分为3000、2000、1000、500、300、100、50吨级,闸室净宽度分为8、12、16、23、34m五档,确定了船闸富裕尺度、引航道尺度、通航水流条件、输水系统、水工建筑物,闸阀门和启闭机的设计标准,为船闸设计的标准化、规范化和系列化打下了良好的基础。

2.船闸引航道泥沙的防治技术居国际领先地位。长江葛洲坝船闸设计采用“静水通航、动水冲沙”的方法,成功地解决了引航道泥沙淤积与通航水流条件之间的矛盾。此外,防淤堤、冲沙闸等防淤、减淤、冲淤设施的研究和实践也领先国际水平。

3.首先采用船模动水校核(率定)。为验证国内、外广泛采用静水率定的自航船模与实船的相似性,我国首先对自航船模采用动水校核试验,并取得良好的成果。试验表明,静水率定的自航船模用在弯航道条件下试验,其结果与实船有较大的差异,若用作制定实际工程通航水流条件标准,则偏于不安全,须进行修正;用在直航道条件试验,其结果与实船基本一致。

4.船闸输水系统设计和研究达到国际水平。低水头短廊道集中输水系统设计和研究优于国外同类输水系统;高水头船闸闸室输水系统研究,包括国际上首次采用的长江葛洲坝2号船闸闸室纵横支廊道输水系统和国际上广泛采用的等惯性输水系统及反向弧形阀门研究达到国际水平。

5.高水头船闸中间渠道不稳定流的研究达到国际水平。高水头船闸灌泄水不稳定流对中间渠道航行的影响是设中间运河船闸的关键因素。近年来,通过大比尺水工模型结合遥控自航船模试验研究,已基本摸清了中间渠道不稳定流的特性,即中间渠道不稳定流产生的波浪是浅水长波,在封闭的中间渠道中一般只有半个波长,其波峰和波谷出现于渠道两端。波浪之间的相互干扰、抵消和迭加,将会减小航行水深,增加航行阻力。若采用分散泄水系统,增加中间渠道设计水深,利用有利地形增大中间渠道水域面积等,则可消减这种不利影响。

6.利用船舶操纵模拟器研究船闸引航道尺度。国外利用船舶操纵模拟器训练船员已近20年,但把这种技术用于航道设计则于80年代才开始。为了提高船闸引航道尺度设计的合理性和安全性,近年来已成功开发出能综合反映船舶、水流、风、雾、航道、环境及人等诸因素

影响的船舶操纵模拟器。模拟器包括船舶运动数学模型、视觉图象生成、系统管理及实时数据采集和处理等技术,能同时生成并显示二维和三维图象。研究人员或驾引人员在操纵控制台操纵船模,具有与实船驾驶台操纵船舶相同的感觉。这种设备能模拟船舶(船队)白天、黑夜、风、雾天航行,包括单向航行、双向会遇和追越航行,显示在不同环境条件下的船舶航态,记录、存储、打印船舶航迹,检验船闸引航道设计的适航性和经济性。这项研究填补了我国在这一领域的空白,并达到国际水平。

7.船闸水工建筑物在钢材和水泥不足的条件下,广泛采用就地取材的圬工结构(带横撑的透水闸底)取得实际效果和效益;在一些软基船闸闸首建成了工作量较少的反拱底板,在有软弱夹层的岩基上建成了墙高达50~60m,净跨34m的整体式闸首。

8.大型人字闸门和大型横拉闸门及启闭机设计、制造、安装、运行均取得成功并产生良好效果。高34.05m,宽19.70m的大型人字闸门门体现场分块焊接安装精度达到高水平;建成的闸门,运转灵便,水密良好。

正在进行可行性论证的长江三峡水利枢纽船闸,是一座举世无双的高水头双线多级巨型船闸,其关键技术是超世界水平的。在可行性论证中,研究了连续梯级船闸和中间渠道的分散船闸,设调节池的井式船闸方案。随着三峡水利枢纽船闸的研究和实施,我国的船闸技术必将有更新更高的发展。

三、国外船闸的发展趋势

由于水运运输具有价廉、低耗、量大的优点,所以凡是发达国家,其内河运输都发展较快,河流的综合治理和梯级渠化、运河的开挖及河网的建设也都得到较好的开发和利用。如前苏联内河航道达145 400km,美国为41 106km,法国为8568km,德国西部为4460km。前苏联对伏尔加河、卡马河、奥卡河、第聂伯河、顿河等进行了渠化;修建了白海—波罗的海运河,莫斯科运河,伏尔加河—顿河运河,伏尔加河—波罗的海运河,建立了前苏联欧洲部分统一深水航道网,使黑海、亚速海、里海和波罗的海、白海五海连通。美国对上密西西比河、俄亥俄河、田纳西河、阿肯色河、伊利诺斯河、红河、哥伦比亚—斯内克河、孟农加希拉河、阿拉巴马库色河、康伯兰河、卡林和巴林河等进行了渠化;修建了田纳西—汤比格比运河,与加拿大合作修建了沟通圣劳伦斯河和五大湖的圣劳伦斯海道。德国对莱茵河上游、内卡河、美因河、摩泽尔河、萨尔河等进行了渠化;修建了多特蒙德—埃姆斯运河、中德运河、易北侧运河、美因—多瑙河、易北支运河等。法国对罗纳河、摩泽尔河、塞纳河等进行了渠化,修建了马恩—索恩运河、罗纳—莱茵运河、马恩—莱茵运河、北运河、东运河、南运河等。葡萄牙对杜罗河进行了渠化,荷兰、比利时、奥地利、意大利、英国、捷克斯洛伐克等国也均修建了不少运河和渠化工程。而船闸是渠化航道和设闸运河的重要组成部分,多数国家的现代船闸主要是20世纪50年代以后发展的,有如下特点和趋势:

1.船闸在枢纽中居主要位置。为达到良好的通航条件,满足使用要求,在水利枢纽中,船闸通常被布置在航行条件好,与上、下游航道平顺连接的直段位置,有足够的直线长度,视野开阔。

2.船闸尺度向标准化、大尺度和双线发展。为适应水运成网和运量的要求,一些国家的内河船闸向标准化和大尺度发展,特别是船闸宽度逐步统一。前苏联船闸的宽度主要有30、18m,长度有290(含300)、150、120m等几种;美国船闸宽度主要有33.5、25.6m,长度有366、183、244m等几种;欧洲各国船闸宽度主要有34、24、12m,长度有310、270、230、

190 (含220)、110m 几种。加拿大韦兰运河 8 号船闸长420m, 是目前世界上最长的内河船闸。

随着水运运量的增大和发展, 不少枢纽根据各自的情况和条件兴建了双线或多线船闸。如前苏联伏尔加河各级枢纽都同时兴建了双线船闸: 多瑙河铁门枢纽、阿尔滕韦脱枢纽、阿沙赫枢纽、奥滕斯海姆枢纽、约亨斯坦枢纽, 莱茵河依芬兹海枢纽、费森海姆枢纽、格尔斯海姆枢纽等也都兴建了双线船闸。美国在运量大的低水头枢纽中, 则采取分期建设的办法先建一线船闸, 运量增大后再建第二、三线船闸。

为适应海运发展需要, 不少国家还兴建了大型海船闸。比利时于1955、1967、1978年在安特卫普先后兴建了三座大型海船闸, 其中1967年修建的参德夫利特船闸有效长500m, 有效宽57m, 是目前世界上最长的海船闸, 其平均低潮位时门槛水深为13.5m, 一次可通过4艘30 000t 海轮, 洪水期槛上水深17.5m, 可通过15 000t 海轮。法国1971年修建的弗尔弗朗索瓦1号船闸, 有效长400m, 有效宽67m, 洪水期水深22.8m, 可通250000t 海轮, 枯水期水深14.5m, 可通65000t 海轮; 船闸上下闸首设有双道横拉闸门, 每道闸门长70.5m, 宽11.1m, 高24.55m, 重2500t, 是世界上最大的横拉闸门。比利时最近建设的比朗德尔齐船闸, 闸室长500m, 宽68m, 是目前世界上最大的海船闸, 其上、下闸首均设双道横拉门, 门长69.69m, 宽9m, 高22.6m, 门重1500t, 并可以互换。

3. 向高水头船闸发展。为缩短船舶过闸时间, 减少船闸级数, 适应高坝通航的需要, 内河船闸逐步向高水头船闸发展。据初步统计, 单级水头大于20m 的船闸有39座 (不含连续多级船闸), 其中苏联6座, 第聂伯河第聂伯列宁船闸水头39.2m; 美国19座, 哥伦比亚河约翰德船闸水头34.45m, 设计中的科塞河水道华尔特波丁船闸水头39.6m, 1938年建成的邦纳维尔船闸水头23m (是世界最早建成的第一座高水头船闸), 美因—多瑙运河希尔波斯泰因船闸水头27.67m; 葡萄牙4座, 杜罗河卡朗巴特洛船闸水头35m; 法国4座, 罗纳河东泽雷船闸水头26m; 巴西3座, 尼日利亚1座。

高水头大型船闸的关键技术问题主要是船闸水力学 (主要是阀门水力学) 以及闸门和启闭机技术。为解决高水头船闸灌泄水时闸室和引航道停泊条件及不稳定流对过闸船队运行的影响, 发展了等惯性输水系统或是采用旁侧引水或旁侧泄水系统。为解决阀门水力学问题, 发展了反向弧形阀门, 并采取了降低阀门高程、快速开启阀门和设通气孔等措施, 此外, 还研究了阀门后廊道断面突扩体型。

船闸工作闸门高度和启闭力随水头的增高而增大, 特别是闸门的淹没水深对闸门启闭力影响甚大。目前世界上最大的人字闸门是巴西图库鲁伊2号船闸下游人字门闸门, 门扇高42.5m, 门扇重870t, 淹没水深21.5m。为降低下闸门高度, 在有通航净空条件下加设胸墙, 如葡萄牙杜罗河伯钦欧船闸下闸首人字闸门, 美国设计中的华尔特波丁船闸下闸首人字闸门, 巴西图库鲁伊1号船闸下闸首平板闸门等均设有胸墙, 有效地降低了闸门高度。

随着高坝建设的发展以及船闸水力学和闸门启闭机技术的限制, 还发展了多级船闸, 包括设中间运河的多级船闸和连续多级船闸。设中间运河的多级船闸, 由中间运河把集中水头分散为若干座单级船闸, 故在运行上具有灵活性, 所以近代高水头多级船闸多发展设中间运河的型式, 如巴西建设中的图库鲁伊设中间渠道的两级船闸, 单级水头36.5m; 规划中的伊泰普设中间运河的三级 (或四级) 船闸, 单级水头44~33m。前苏联研究设计了总水头110m 的设中间运河的两级船闸, 每级水头55.5m 的井式船闸及单级水头110m 的井式船闸, 但没有实施。连续多级船闸因船舶过闸慢, 通航保证率低, 通过能力小, 故60年代末以后, 未再

发展。

4.发展省水船闸。为在缺水条件下发展水运运输，减少船闸耗水量，在欧洲一些国家发展了省水船闸。如西德勒尔斯特顿省水船闸，水头24.67m；于尔岑省水船闸，水头23m，可节省约60%的过闸耗水量。除了省水目的外，近年来有的国家还研究了设调节池来解决船闸的水力学问题，如比利时学者曾在1988年国际高坝会议上提出单级水头50~80m的设环形调节池的船闸。

5.发展人字闸门。现代船闸闸门主要发展运行灵便的人字门，其次是平板门、下降弧形门、横拉门等诸种。据对351座船闸闸门的分析，上闸门人字门占60%，下闸门人字门占76%。其中在美国船闸中，人字门占绝大多数，在其125座船闸中，人字门占80%（上闸门）~92%（下闸门）；欧洲诸国船闸闸门形式多样，但人字闸门仍居多数，在186座船闸中，人字闸门占47%（上闸门）~18.8%（下闸门）。

6.发展集中控制和交通管理系统。为充分发挥船闸的设计能力，减少安全事故，现代船闸采用集中控制，同时发展交通管理系统。加拿大圣劳伦斯海道和韦兰运河船闸采用了交通管理系统、控制中心计算机信息处理系统、船舶动态监控跟踪系统、电视显示系统，能清晰显示管控段的航道、船闸、桥梁及船舶过闸运行的全过程，碰撞事故减少1/4。

第二节 船闸的组成和类型

一、船闸的组成

船闸主要由闸首、闸室、引航道、导航和靠船建筑物等部分及其相应的设备组成（图1-2），同时还包括引航道口门区与上下游航道连接段和外停泊区及前港。这些部分相互关联，组成一个过船建筑物综合体，缺一不可，是船舶安全通畅过闸的保证。我国过去船闸建设中，有的只重视闸室、闸首建设，而忽视引航道及导航和靠船建筑物，以致船闸各部分不配套，影响使用，使设计能力不能充分发挥。

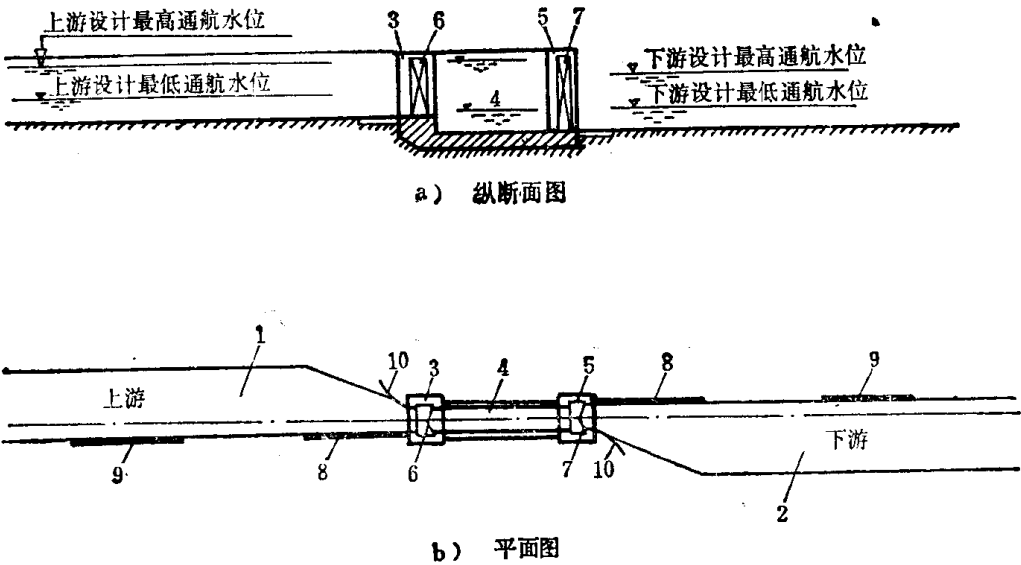


图1-2 船闸组成示意图

1-上游引航道；2-下游引航道；3-上闸首；4-闸室；5-下闸首；6-上闸门；7-下闸门；8-导航建筑物；9-靠船建筑物；10-辅导航建筑物

闸首是挡水的建筑物，由两侧边墩和闸门构成，设有闸门及其启闭机械；采用首部输水系统的船闸，在闸首设有灌泄水系统。上闸首是该枢纽挡水前缘建筑物的一部分（闸室伸向上游的例外），将上游引航道与闸室隔开；下闸首和多级船闸的中闸首是闸室的挡水建筑物，下闸首将闸室和下游引航道隔开，中闸首将两相邻闸室隔开。

闸室是由上、下闸首和两侧闸墙围成的厢形空间，包括有效和无效两部分，因形似无盖的长方形厢，故又称闸厢，供过闸船舶安全停泊、升降和通过之用。采用分散输水方式的闸室设有输水廊道系统。当船闸灌水或泄水时，闸室的水位由下游水位逐渐升到与上游水位齐平，或逐渐由上游水位降到与下游水位齐平，停泊于闸室中的过闸船舶随着闸室水位的升降而升到上游水位或降到下游水位，再由闸室驶出，完成过闸。

引航道是连接闸首与主航道的一段静水渠道，供过闸船舶停泊系靠、调顺、会让和安全通畅进、出闸室之用。与上闸首相接的称上游引航道，与下闸首相接的称下游引航道，在引道内设有主、辅导航建筑物和靠船建筑物。为使引航道成为静水区域，一般在靠河、湖、水库侧设有防浪隔流建筑物，其上游或下游引航道口门外的水域为引航道口门区。

外停泊区是上、下游引航道外供进、出闸船舶等待过闸、重新编队、更换推（拖）船之用的水域，设有靠船、系船及港作推（拖）船等设施。

前港是与水库或湖泊相连接的引航道口门外有防护建筑物掩护的水域，以保证船舶安全通畅进、出引航道和船闸，亦可供船队编解队作业、靠泊和避风等之用。

二、船 闸 类 型

船闸种类很多，根据船闸不同的特征，如闸室数目、位置、功能、输水型式、结构型式及闸门型式等等，可以分为不同的类型。本节所述的后三种分类将在六、七、八章里讨论。

1. 单级船闸

按船闸纵向相邻闸室的数目，船闸可以分为单级船闸、两级船闸和多级船闸。单级船闸又称单室船闸（图1-2），是国内外最广泛采用的船闸型式。采用这种船闸，船舶能一次克服上、下游水位全部落差。我国已建成的船闸中，绝大多数属这种类型。单级船闸又可分为有帷墙的单级船闸和无帷墙的单级船闸。

2. 设中间闸首的单级船闸

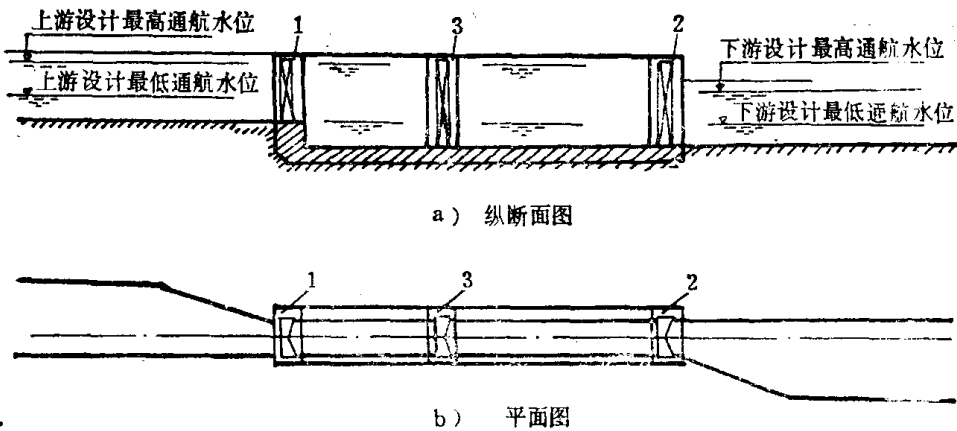


图1-3 设中间闸首的单级船闸
1-上闸首；2-下闸首；3-中闸首

当过闸船队种类较多，尺度又相差较大，为缩短船队过闸时间和节省耗水量，在闸室中设中间闸首，将闸室分为两段，这种船闸称为设中间闸首的单级船闸（图1-3）。当船队过闸只使用一段时，中间闸首起作用，另一段闸室是航道；使用两段时，中间闸首则是闸室长度的一部分。

3. 连续多级船闸

当纵向相邻闸室数目为两个或两个以上时称连续两级船闸或连续多级船闸（图1-4）。

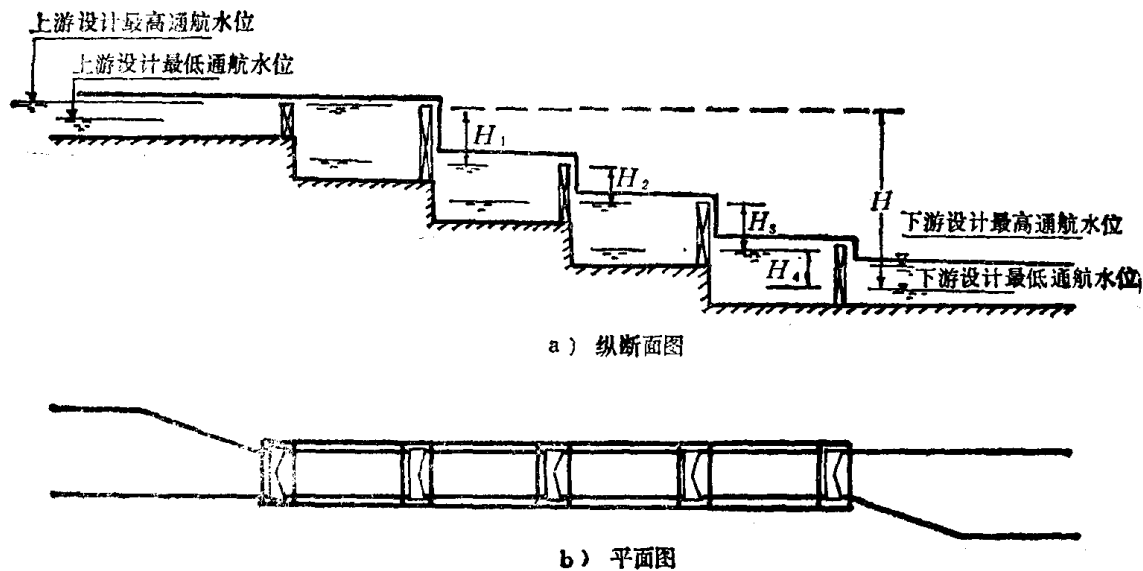


图1-4 连续多级船闸示意图

4. 设中间运河的多级船闸

为提高多级船闸通过能力和运行保证率，根据船舶过闸运行的需要和地形、地质等条件，在纵向两个闸室或多个闸室之间，设可供错船会让的中间运河，称设中间运河的两级船闸或多级船闸（图1-5）。中间运河数为级数减一。

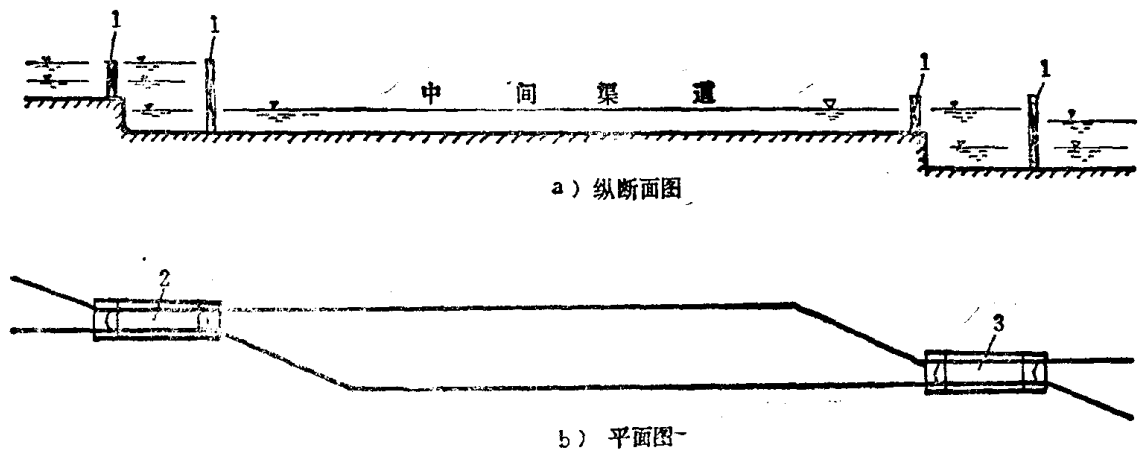


图1-5 设中间运河的多级船闸
1-闸门；2-第一级船闸；3-第二级船闸

5. 双线船闸和多线船闸

按船闸横向相邻闸室数目，船闸可分为单线船闸、双线船闸和多线船闸。在双线船闸和多线船闸中，又分并列式双线船闸（图1-6）和有两条航线的双线和多线船闸（图1-7）。

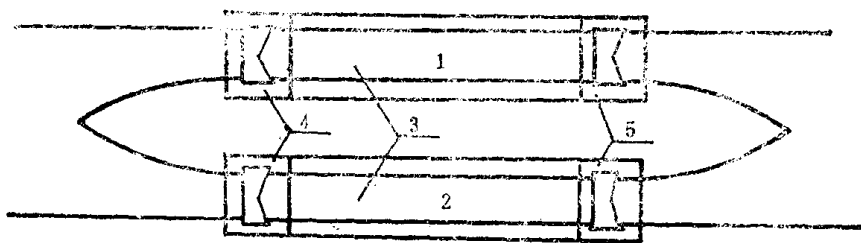


图1-6 并列式双线船闸
1-1号船闸；2-2号船闸；3-闸室；4-上闸首；5-下闸首

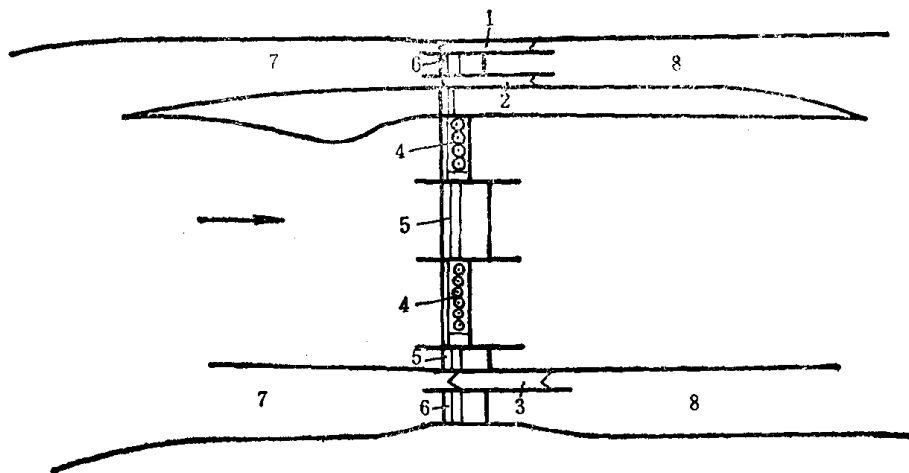


图1-7 有两条航线的三线船闸
1-1号船闸；2-2号船闸；3-3号船闸；4-电站；5-泄水闸；6-冲沙闸；7-上游引航道；8-下游引航道

6. 双线多级或多线多级船闸

当闸室的横向和纵向排列均为两个或两个以上时称为双线多级或多线多级船闸，其中又分多线连续多级和多线设中间运河的多级船闸（图1-8）。



图1-8 双线多级船闸

7. 井式船闸

当水头较高，地形、地质条件合适，在下闸首工作闸门的上部建一道横跨闸首的胸墙与下闸门共同挡水，胸墙下缘满足通航净空要求的船闸称为井式船闸。单级船闸和多级船闸均可采用井式船闸（图1-9）。

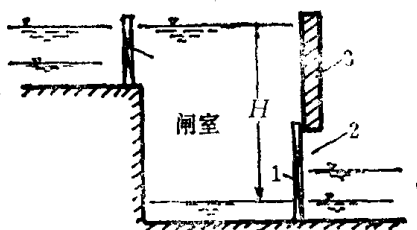


图1-9 井式船闸
1-闸门；2-通航孔道；3-胸墙；H-水头

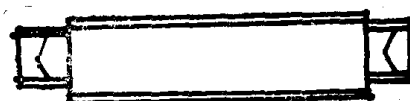


图1-10 广室船闸

8.广室船闸

闸室宽度大于闸首口门宽度的船闸称为广室船闸（图1-10），有闸室向两侧展宽和一侧两种展宽，一般只在Ⅳ级以下航道才采用。

9.省水船闸

为节省过闸用水量，在闸室一侧或两侧设置贮水池的船闸称为省水船闸（图1-11）。

10.溢洪船闸

在水位变幅大、暴涨暴落的山区河流中，一些中小船闸为节省工程投资，往往采用低于最高洪水位的闸顶高程，当出现高于上游设计最高通航水位的洪水时，洪水即没过船闸门顶溢洪，这时船闸停航，这种船闸称为溢洪船闸。当船闸溢洪时，其闸门锁锭和船闸工作条件很复杂。

11.河船闸和海船闸

按船闸通过船舶的类型和船闸所处的位置可分为河船闸和海船闸。位于内河、通行内河船舶的船闸称河船闸，包括运河船闸。按通行海轮设计、位于河口的船闸称海船闸，包括按通行海船设计的通海运河船闸。

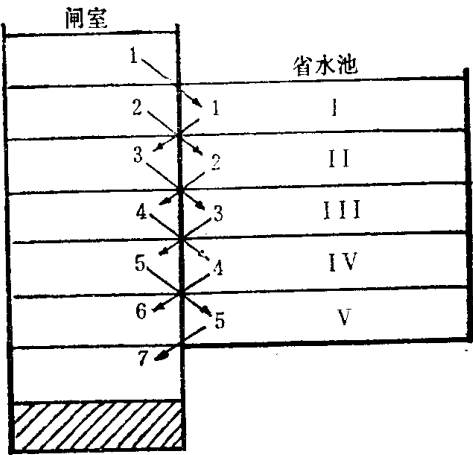


图1-11 省水船闸

第三节 基本资料

一、设计任务书和有关文件

船闸总体设计应遵守国家规定的基本建设程序，设计前应有批准的设计任务书，明确工程标准规模、建设年限、投资和效益等；此外，一般还需有航运规划或可行性研究报告、水利水电规划或可行性研究报告、同一枢纽中的其他工程（如拦河坝水电站、溢流坝、泄水闸等）的可行性研究报告或设计文件。当有铁路或公路通过船闸时，还应有铁路或公路的有关设计文件。

二、地形、地质、水文、气象资料

地形、地质、水文、气象等是设计的基本资料，需经严格的审校，并作为设计文件内容的一部分。

1.地形图

地形图应满足枢纽布置、坝址和船闸闸址选择的需要，包括陆上地形和水下河道地形两部分。根据工程规模不同，地形图的比尺一般为1/500~1/5000。地形图的纵向长度至少应包括船闸上下游引航道口门区以外3~5倍设计最大船队长的范围，并能满足引航道与航道连接设计和总体、水工、泥沙模型试验的需要。当需设置外停泊区(锚地)和前港时，还应有外停泊区和前港的水下地形图。地形图须标出地物、地貌、控制点及河床表面地质情况等。

2.地质勘探报告

枢纽地质勘探报告应包括区域地质构造和地貌特征等地质资料，并有枢纽综合地质平面图和钻孔柱状图、坝轴线和船闸轴线的地质纵剖面 and 横剖面图。上下闸首、闸室、引航道、导航和靠船建筑物等亦应有若干地质纵横剖面图，纵、横剖面图的数量视船闸规模和地质条件而定。此外，还须具有建筑物基础地质的物理力学指标、河床覆盖层的颗粒组成、水文地质资料和历史地震和地震烈度资料。

3. 水文、泥沙资料

坝址以上流域面积、河流长度和支流概况资料；坝址处20年以上的水位流量资料，包括：最枯水位、流量资料、洪水和特大洪水资料—实测和调查洪水资料及其对航运的影响、年平均流量、年径流总量资料；同一枢纽中的水利水电工程规划设计资料；泥沙资料：多年最大、最小、平均含沙量，汛期、枯水期平均含沙和输沙量及年变化规律，丰、中、枯水期年输沙量，多年平均输沙量，泥沙粒径组成，悬移质、床沙质、推移质资料等；感潮河流（河段）的潮汐、潮型、感潮段长，历史最大、最小、多年平均潮差，最大、最小、平均进潮总量，最大、最小、平均含沙量；等等。

4. 气象

雨量资料：多年平均降雨量、天数及年内分布，历史极端最高、最低降雨量，连续降雨天数和雨量，暴雨强度。

气温资料：最高、最低、年平均气温。

风：风速、风向、常风和强风向，大风对航运影响及停航天数，风玫瑰图，历史台风及灾害情况。

雾况资料：雾发季、天数、延时及对航运的影响。

冰凌资料：平均结冰天数，因结冰、流冰停航的天数。

三、航道资料

坝址上、下游航道历史、现状及发展规划资料：

1. 航道里程、标准和尺度

(1) 航道通航里程，与相连航道和各支流通航里程和标准；

(2) 航道尺度，包括历史、现状和发展规划的最小航道宽度、最小水深、最小弯曲半径；

(3) 通航保证率，包括历史、现状和发展规划的洪、枯水通航保证率，最大、最小通航流量，停航天数等。

2. 航道条件

(1) 航道落差、比降，航道各段的洪、中、枯水比降、流速、冰冻（流冰、封河、解冻）及水位变化等资料；

(2) 航道地形图、纵剖面图、两岸地形、河谷特征及植被资料；

(3) 航道泥沙、河床底质和组成、河道演变及整治资料；

(4) 航道滩险，洪、中、枯水滩险位置、分布和演变规律及整治资料。

3. 航道上的建筑物

(1) 航道上已建和规划兴建的闸坝建筑物资料，包括拦河坝、泄水闸、节制闸、船闸、电站、引水渠道等的建设时间、规模、标准和现状；

(2) 航道上港口码头的位置和分布，修建时间、规模、标准及现状和发展规划；