

高等学校交流讲义

水工建筑物

下 册

武汉水利电力学院 水工结构教研组编
农田水利工程建筑物教研组

只限学校内部使用



中国工业出版社

高等学校交流讲义



水 工 建 筑 物

下 册

武汉水利电力学院 水工结构教研组编
农田水利工程建筑物教研组

中国工业出版社

本书分上下册出版。上册包括緒論及总論、蓄水樞紐的水工建築物（其中航运建築物及蓄水樞紐兩章列入下冊）兩篇；下冊包括取水樞紐的水工建築物和渠道系統上的水工建築物兩篇，并附有水工建築物的觀測研究。書中內容力求貫徹理論与实践統一的原則，适当地反映現代水利科學技術的成就，并对当地材料填蓄水樞紐、取水樞紐和渠系上的水工建築物作了比較詳細的闡述。

本书是适应农田水利工程专业及治河防洪工程专业的教学用书的需要而編写的，也可供其他水利专业的师生和水利工程技术人員参考。

水 工 建 筑 物

下 册

武汉水利电力学院 水工結構教研組編
农田水利工程建築物教研組編

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯（北京阜外月坛南营房）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $13^{1/4}$ ·字数309,000

1961年10月北京第一版·1964年1月北京第四次印刷

印数5,751—6,963·定价（10-5）1.80元

*

統一書号：K15165·782（水电-113）

目 录

第十章 航运建筑物227	§ 14-3 有坝取水.....340
§ 10-1 概說.....227	第十五章 沉沙池351
§ 10-2 船閘.....227	§ 15-1 概說.....351
§ 10-3 升船机.....257	§ 15-2 沉沙池的类型及其构造.....351
§ 10-4 过木及过鱼建筑物.....258	§ 15-3 沉沙池的设计.....358
第十一章 蓄水枢纽264	第四篇 渠道系统上的水工建筑物
§ 11-1 水利枢纽规划设计程序.....264	第十六章 渠道系统上的閘及閘枢纽372
§ 11-2 水利枢纽的设计资料.....265	§ 16-1 分水閘.....372
§ 11-3 蓄水枢纽坝区、坝段及坝轴线的选择.....267	§ 16-2 节制閘.....373
§ 11-4 水利枢纽布置及建筑物型式选择.....269	§ 16-3 泄水閘和排沙閘.....376
§ 11-5 水利枢纽经济计算.....275	§ 16-4 渠系上的閘枢纽.....378
第三篇 取水枢纽的水工建筑物	§ 16-5 閘的定型设计和装配式结构.....381
第十二章 壅水坝279	§ 16-6 渠道上的船閘.....383
§ 12-1 概說.....279	第十七章 交叉建筑物386
§ 12-2 坝顶高程和溢流段长度的确定.....280	§ 17-1 概說.....386
§ 12-3 溢流坝的构造.....282	§ 17-2 渡槽.....387
§ 12-4 消能措施.....285	§ 17-3 倒虹吸管.....398
§ 12-5 防渗措施.....290	§ 17-4 涵洞和潜水管.....404
§ 12-6 溢流坝的坝基应力和稳定计算.....299	第十八章 落差建筑物406
第十三章 水閘305	§ 18-1 概說.....406
§ 13-1 概說.....305	§ 18-2 跌水.....408
§ 13-2 水閘的组成部分和整体布置.....307	§ 18-3 陡坡.....412
§ 13-3 閘孔尺寸的确定.....311	§ 18-4 跌水、陡坡形式的选择及落差建筑物下游的防冲问题.....414
§ 13-4 消能防冲设计.....314	附 水工建筑物的观测研究416
§ 13-5 水閘的结构设计.....320	§ 1 概說.....416
第十四章 取水枢纽328	§ 2 混凝土坝的观测研究.....417
§ 14-1 概說.....328	§ 3 土坝的观测研究.....428
§ 14-2 无坝取水.....328	

第十章 航运建筑物

§10-1 概 說

由于我国工农业的飞跃发展,必然給交通运输事业带来更加繁重的任务。水上运输的运输量大、成本低、耗用钢铁量少,因而不論現在或将来,水运事业都有极其广阔的发展前途。

天然河流受到自然条件的限制,一年内水量非常不均衡,常常不能适应航运的要求,必須采用治导、疏竣或渠化等人工改善措施。其中,渠化河流、拦河筑坝以增加水深,减少流速,不仅是保証通航的治本方法,同时又是综合利用水利资源的措施。由于筑坝后形成上下游水面不同的高差,必須修建通航建筑物。通航建筑物主要分两大类:一种是借助工程控制,形成水面升降,便利船只通航的各种船閘;另一种是借助机械功能用以升降和运送船舶的各种升船机。船閘适用于任何水头的水利樞紐、通航河道及渠系上。目前我国为数众多的木帆船还是一支很大的运输力量。因此,因地制宜,就地取材,修建各种结构简单的船閘工程是大力兴修农田水利工程,实现河网化的同时必須重视的一项任务。对于中、高水头的水利樞紐,通航建筑物型式的正确选择,对整个樞紐也有着重大的意义。

此外,在河流上拦河筑坝后,有时还应考虑到对木材浮运和水产事业的影响,从而必須修建专门的建筑物——过木建筑物及过魚建筑物。故本章除着重讲述船閘的规划与设计外,还对过木及过魚建筑物作简单的阐述。

§10-2 船 閘

一、船閘的一般规划

1. 船閘的組成及船舶的过閘方式

船閘的基本組成部分包括:

- (1) 供船舶过閘时停船和升降的閘室;
- (2) 閘室和上下游联結的上閘首和下閘首;
- (3) 設置在閘首,以便在关闭时擋水的閘門;
- (4) 向閘室灌水或泄水以便船舶进出閘的輸水系統;
- (5) 保証船舶安全而方便地进出船閘的引航道,以及导堤、碼頭、信号标志和各种操作设备等(图10-2-1)。

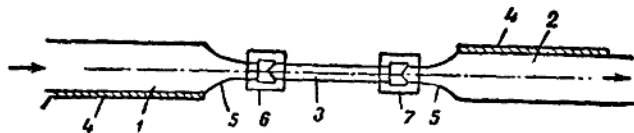


图 10-2-1 船閘平面布置图

- 1—上游引航道; 2—下游引航道; 3—閘室; 4—碼頭牆;
5—导航架; 6—上閘首; 7—下閘首。

船閘閘室的有效长度 L_R 、閘室的宽度 B_R 、閘檻上的水深 h_R 和船閘的水头 H (上游水

位与下游水位之差)是船閘的基本数据,是影响船閘型式和构造的重要因素。

船只或木筏通过船閘时,船閘的工作应按一定的操作程序进行。如果有船只自上游到下游,假定这时船閘的下游閘門和輸水系統閘門是开着的,且閘室內的水位与下游齐平,則船只的过閘程序是:关闭下閘門和輸水系統的閘門;开启上游輸水系統閘門向閘室灌水,直到閘室水位与上游齐平时即打开上游閘門,船駛入室;关闭上游閘門和輸水系統閘門,开下游輸水系統閘門向下游泄出室內的水体,船只即随室內水位的下降而下降;当閘室水位下降到与下游水位齐平时,打开下游閘門,船駛出閘室(图10—2—2)。船只由下游到上游的过閘程序适相反。

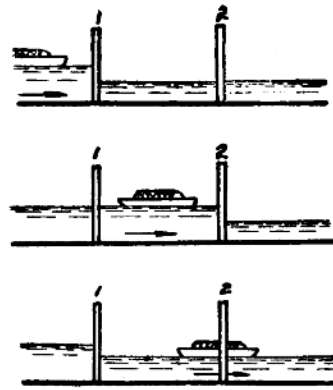


图 10—2—2 船只过閘示意图
1—上游閘門; 2—下游閘門。

如果通过船閘的船只每次都是由上游到下游,或由下游到上游,一个接着一个地向一个方向进行,叫作单向过閘;如船只过閘依次按两个不同的方向交互进行,叫作双向过閘。

2. 船閘的类型

船閘的类型很多,可以根据各种特征进行分类:

(1) 按閘室的数目分 只具有一个閘室和上下游閘首的单室船閘和由几个連續的閘室构成的。各閘室用中間閘首分开的多室船閘(或称多级船閘),如图10—2—3和10—2—4所示。

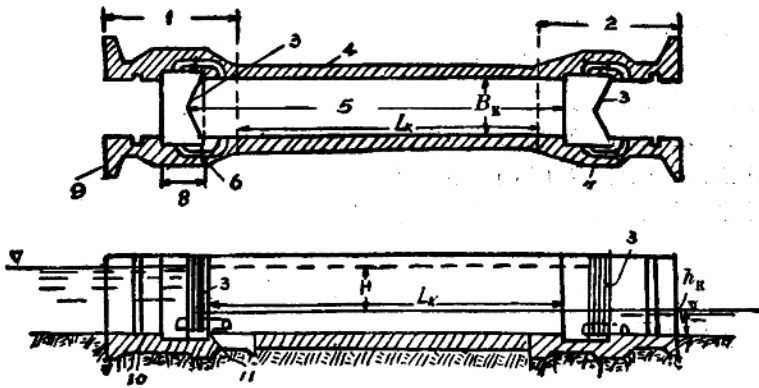


图 10—2—3 单室船閘

1—上游閘首; 2—下游閘首; 3—閘門; 4—閘室牆; 5—閘室; 6—輸水廊道閘門;
7—輸水廊道; 8—門槽; 9—反翼牆; 10—底板; 11—底樑。

多级船閘的总水头适当地分配給各級閘室,而所有各閘室应尽可能地作成同一尺寸。

(2) 按閘室的布置分 按閘室的布置可以分为单綫船閘和多綫船閘。在单綫船閘的通过能力不足的情况下,可以設双綫或多綫船閘。

双綫或多綫船閘的每一綫有单級的,也有多級的。两个閘室并列布置,且有一共用閘

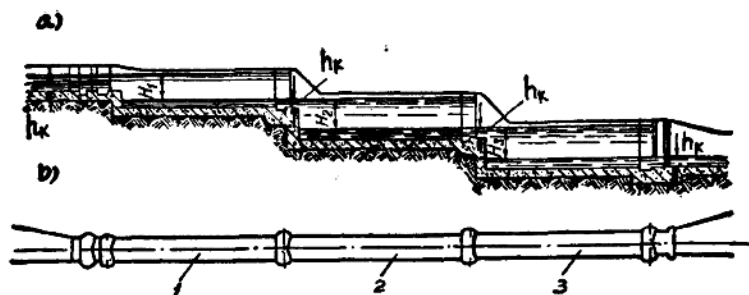


图 10-2-4 多級船閘

a) 縱斷面圖; b) 平面圖。

1—上游閘室; 2—中間閘室; 3—下游閘室。

牆的雙繞船閘叫複式船閘。

(8) 按閘牆的型式分 閘牆可分為鉛直牆和斜坡牆兩種。具有鉛直式閘牆的船閘耗水量少，但這種閘牆應能承受閘室外的土壓力和地下水壓力。斜坡式閘牆的船閘耗水量大，但兩側斜坡可以採用簡單加固的土坡，這種閘室為了避免船只過閘時擱淺，在斜坡上沿閘室設置連續的棧橋或單獨分開的棧橋（圖10-2-5）。

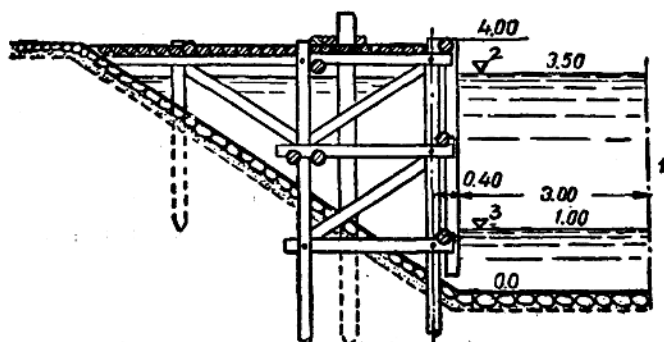


图 10-2-5 具有斜坡式閘牆和導向棧橋的船閘的閘室橫斷面圖

(圖中單位以米計)

1—船閘軸棧; 2—上游水位; 3—下游水位。

此外尚有井式船閘（圖10-2-6）及具有中間閘首的船閘。井式船閘適用於高水頭的且輪廓尺寸不大的單室船閘；這種船閘的優點是可以減少下閘門的尺寸和重量，缺點是下游出口閘孔高度受到限制，可能影響船隻的出入。井式船閘也可以是雙繞的。

具有中間閘首的船閘，除了上閘首和下閘首外，還有中部閘首，把閘室分成兩個通常是不相等的部分。船隊過閘時，中部閘首門開啟，利用閘室的全部長度；單個船舶過閘時，則利用中部閘首的門把閘室隔成兩部

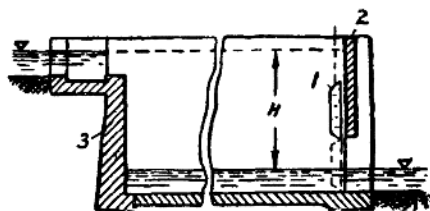


图 10-2-6 井式船閘

1—上舉式平面閘門; 2—胸牆; 3—跌水牆。

分,只利用上游部分或下游部分,以降低船閘的耗水量,并加速过閘時間(图10—2—7)。

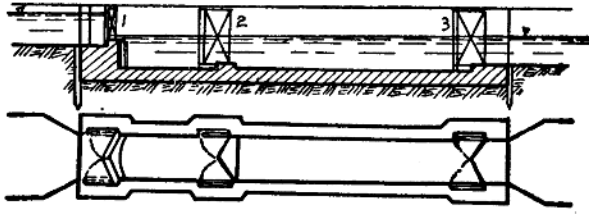


图 10—2—7 具有中間閘首的船閘布置图

1—上游閘門; 2—中間閘門; 3—下游閘門。

3. 船閘的基本尺寸

船閘的尺寸取决于水道近期和远期的货运量、最大船只的尺寸和船队的运输組織型式等因素。閘室的主要輪廓尺寸可以根据計算船队的尺寸来确定。

閘室有效长度 L_{κ} 如下式所示:

$$L_{\kappa} = l_0 + nl_0 + (n+1)\Delta l, \quad (10-2-1)$$

式中 l_0 ——拖輪的长度;

l_0 ——設計駁船的长度;

n ——船队沿閘室长度纵向排列的駁船数;

Δl ——沿閘室长度方向,船与船間以及船与閘室有效长度边缘之間的空隙。对于拖带式船队,其值一般采用 $\Delta l = 2 \sim 5$ 米,或可近似地采用 $\Delta l = 0.03l_0$ 。

近年来船队用拖輪頂推的方法极为經濟,并得到广泛的推广。在这种情况下,大大的減少了船队行駛时的水流阻力。

当用拖輪頂推方法引导船只过閘时,拖輪直接地紧靠在船队的最后。在这种情况下,式(10—2—1)中最后一項的乘数 $(n+1)$ 应改为 2,这就減小了所需要的閘室有效长度。

閘室有效寬 B_{κ} 如下式所示:

$$B_{\kappa} = mB_0 + 2\Delta B, \quad (10-2-2)$$

式中 B_0 ——設計駁船寬度;

m ——沿船閘閘室寬度横向排列的駁船数;

ΔB ——船与閘牆間的空隙,可近似地采用 $\Delta B = (0.05 \sim 0.07)B_0$ 。

在初步設計时可采用

$$B_{\kappa} = (1.10 \sim 1.15)mB_0. \quad (10-2-3)$$

閘檻上的最小深度 h_{κ} 应根据船舶的吃水深度而定,

$$h_{\kappa} = T + \Delta T, \quad (10-2-4)$$

式中 T ——設計駁船滿載时的吃水深度;

ΔT ——船底龙骨以下的富裕深度(表10—2—1)。

初步設計时可采用

$$h_{\kappa} = (1.25 \sim 1.3)T. \quad (10-2-5)$$

跨过船閘的桥梁,閘門提升后的下緣,应高出最高通航水位一定的高度,以免妨碍航行。

下列各表列出了苏联“运河技术管理规程”规定的各项富裕尺寸(表10—2—1, 10—2—2及10—2—3)及我国“全国平原地区河网化船型、航道、船闸、桥梁标准(草案)”(表10—2—4)等可供设计时参考。

表 10—2—1

船 闸 类 型	门 槛 处 水 深 h_k (米)	船 底 下 富 裕 深 度 ΔT (米)
木 船 闸	1.0 以下	0.10
”	1.0 以上	0.15
石砌、混凝土、钢筋混凝土船闸	2.5 以下	0.30
”	2.5 以上	0.50

表 10—2—2

船 只 或 船 队 宽 度 B_k (米)	富 裕 宽 度 ΔB (米)
5 以 内	0.2
10 以 内	0.4
20 以 内	0.6

表 10—2—3

水 道 等 级	I	II	III	IV	V
桥下最小净空高度(米)	13.5	12.5	10	10	7

表 10—2—4 全国平原地区河网化船型、航道、船闸、桥梁标准表(草案)

级 别	分 节 推 驳			满载航速(公里/小时)	航道尺度(米)			河道边坡	船闸尺度(米)				桥梁尺度(米)		参 考 数		
	载重量(吨)	船型尺度(米)			底 宽	水 深	弯 曲 半 径		长	宽	门槛水深	闸跨	净孔高度	航道断面面积与船横面积之比	船底水深与船宽之比	航道水深与船吃水之比	
一	5,000	105	17	3.5	12.5	90	6	1,000	1:3	200	20	6	60	10	11	6.2	1.21
二	3,000	77	17	3.0	10.5	90	5	800	1:3	250	20	5	50	7	10.3	6.0	1.67
	3,000	82	15	3.2													
	2,000	80	13	2.5													
三	1,000	65	8.5	2.5	11	60	4	600	1:3	230	20	4	50	7	14	8.1	1.60
	1,000	63	10	2.4													
四	50	47	8.5	1.8	9	40	3	400	1:3	160	12	3	30	5	10	5.6	1.67
	300	35	8.5	1.5													
五	100	27	5	1.2	8	20	2	200	1:3	100	12	2	15	3.5	9	4.9	1.67
	50	20	4.2	1.0													
六	5~10	75	2.5	0.5~0.8	6	6	1~1.5	50	1:2	—	—	—	6	2.5	6.6~4.7	3.5	1.87

说明: (1) 本标准适用于平原地区行驶内河船舶的河网、人工航道, 通航海轮的运河以及山区人工运河均不在本标准范围之内。

(2) 本标准分为六级, 其中一、二级为大宗货物专线运输用的大运河, 三级为通行全国的干线运河, 四级为省内干线运河, 五级为县、社运河, 六级为田间运输用的小河。

(3) 本标准所列各级船型系专用于河网人工运河中的分节推驳。在实际建造时, 载重量和船型尺度容许略有调整, 但宽度应维持不变。船宽不包括船舷护木。

(4) 各级航道和船闸系按通行本级的单排顶推双驳船队来规定的, 同时照顾到上一级的船舶也能通过, 而下一级的船舶则可以编成更大的船队通过。

(5) 桥梁净孔高度系按设计通航水位起算, 该水位为河网蓄水的最髙水位。

閘檻和閘室頂高程的確定如下。閘檻上、閘室內和引航道內的水深應不小於水道中的設計水深，這是保證船閘正常通航的條件之一，設計時對於船閘門檻高程的選擇必須給以應有的注意。由於不同因素的影響，船閘上下游水位是變化的，無論上游或下游門檻上的水深都應根據最低通航水位來確定，即：

$$\text{閘檻高程} = \text{最低通航水位} - \text{閘檻有效深度 } h_k。$$

運河上的船閘的上閘首、閘室牆、下閘首的頂部高程通常置於同一高程上，高出正常水位1~2米。

天然河流上的船閘的上閘首高程應等於最高洪水水位加上可能發生的最大風浪高和超高；其他部分則較低（根據相應的要求而定）。在內河上，浪高可假定為0.3~0.5米，超高0.2~0.4米。下閘首可不考慮浪高。

對於多級船閘，在上下游水位變化幅度不大的情況下，可以將總的水位差平均分配於各閘室（圖10—2—8）。閘室頂部高程可根據上下游最高通航水位加上一定的超高來確定；而閘室底高程則按上下游最低通航水位來決定。在上下游水位變化幅度大的情況下，則應根據上下游水位變化的情況，進行較詳細的比較計算，以合理的決定閘室頂及閘室底高程。

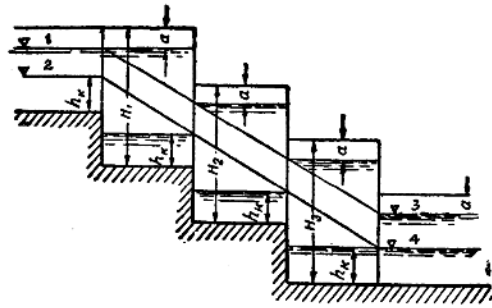


圖 10—2—8 上下游水位變化不大時多級船閘的落差分配圖
1—上游高水位；2—上游低水位；3—下游高水位；4—下游低水位。

4. 船隻過閘的時間

船閘的運轉工作是使船隊從一個水級通過船閘而達到另一個水級。船隊一個接一個依次由一個方向通過船閘（單向過閘），或由相反的方向交互過閘（雙向過閘）。對於這二種情況操作的項目是不同的，因而所需的過閘時間也不相同。以下說明單室船閘單向及雙向過閘的順序及粗略估計時間的方法。

(1) 單向過閘 船隻從進閘室至出閘從下游到上游的全部時間包括以下幾個過程：1) 船隻駛入閘室 t_2 ；2) 關閉下游閘門 t_1 ；3) 閘室灌水 t_3 ；4) 開啟上游閘門 t_1 ；5) 船隻出閘 t_4 ；6) 關閉上游閘門 t_1 ；7) 閘室泄水 t_3 ；8) 放開下游閘門 t_1 。圖 10—2—9, a 所示，I、II—III、IV 表示單向過閘時，船隻航行路線。

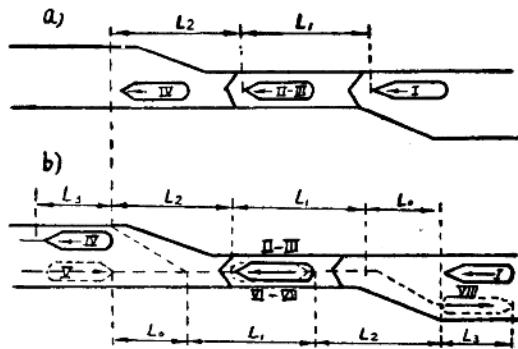


圖 10—2—9 船隻過閘程序示意圖
a) 單向過閘；b) 雙向過閘。

以上八個操作結束後，就可以將下一船隊引入閘室。假定當水面齊平時所有關閉閘門的時間相同，閘室的灌泄時間也相同，則一個船隊通過船閘的全部時間等於：

$$T_1 = 4t_1 + t_2 + 2t_3 + t_4. \quad (10-2-6)$$

单向过閘一次所需的時間約20~55分鐘。

(2) 双向过閘 当船只双向过閘时, 在完成上述前五項操作后, 还要相繼完成以下操作:

相反方向行駛的船只进入閘室 t_2 ; 关闭上游閘門 t_1 ; 閘室泄水 t_3 ; 开启下游閘門 t_4 ; 船只出閘 t_4 。

$$T_2 = 4t_1 + 2t_2 + 2t_3 + 2t_4. \quad (10-2-7)$$

双向过閘所需時間約40~90分鐘。

双向过閘方式需上下行駛船队密切配合, 交錯通过, 这样可节省時間和用水量。如图10-2-9, b 所示, I、II-III、IV及V、VI-VII、VIII分別表示双向过閘时, 船只从下游駛至上游及从上游駛至下游所走的路綫。但实际上, 由于很难保証全部为双向过閘, 因此可在計算中采用平均值:

$$T = \frac{T_1 + \frac{T_2}{2}}{2}, \quad (10-2-8)$$

式中 T_1 ——单向过閘時間;

T_2 ——双向过閘時間。

平均一次过閘時間約为20~50分鐘。

船只过閘时, 有些操作的時間是互相重叠的, 因此在过閘時間中便未計入。如閘室泄水或灌水之后关闭輸水閘門的操作, 可以和船队出入及开关閘門的操作同时进行; 在閘室內系船的操作, 可以和船只进閘后关闭閘門的操作同时进行。

閘門的启閉時間取決于閘門的型式与尺寸以及启閉設備的功率, 一般每次启閉約1~2分鐘。

閘室灌泄水時間取決于閘室容积, 水位差及輸水系統型式等, 通常为5~15分鐘。

船只进出閘所占的時間最长, 常常是过閘時間的大部分, 它取決于船队的組成和牵引方法:

$$t_2 = L_1 / V_1; \quad t_4 = L_2 / V_2;$$

式中 $L_1 = L_2 = sL_K$ 。

L_K ——船閘閘室长度;

s ——系数, 单向过閘时, 可采用1.5, 双向过閘时采用3.0;

V_1 、 V_2 ——船只进閘及出閘的速度, 取決于船队組成及牵引方式。一般拖船牵引时, $V_1 = 0.3 \sim 0.5$ 米/秒; $V_2 = 0.5 \sim 0.8$ 米/秒。岸边牵引或机动船过閘时, 可达0.3~1.3米/秒。

就船只或船队本身來說, 双向过閘反而延迟時間。其原因在于双向过閘时, 因船队进出船閘时要进行一段較长的距离, 以便相互避让。但对船閘通过能力來說, 显然是提高了, 而且节省了船閘用水量。

多級船閘过閘時間的估算方法, 和单室船閘的估算方法相同, 但还要考虑船队通过中

間閘室的时间*。

5. 船閘的通过能力

在河流中設有船閘时，則其运输能力决定于船閘的通过能力。船閘的通过能力是在通航期內貨运的吨数，它决定于一次过閘的船舶或木筏的载貨量和通航期內过閘的次數。

按理論計算的船閘通过能力：

$$P = nNm g,$$

式中 $n = 1440/T$ ，理論上船舶每天过閘次數；

T ——每次过閘所需時間，以分鐘計；

N ——通航期的长短以昼夜計（如終年通航，則应为 365 昼夜）；

m ——同时过閘的船舶數；

g ——船舶平均载重量（吨）。

因为过閘船中除貨船外尚有客船以及单个的拖駁，所以船閘的实际通过能力远較 P 值为小，必須从一昼夜的理論过閘次數 n 內減去通过上述船只的过閘次數 n_0 ，作为設計的一昼夜过閘次數。

此外，貨船的载重量常未完全被利用，还应乘以船舶载重量平均利用系数 α ($\alpha = 0.8 \sim 0.9$)；有时需要檢修船閘的設備，在一昼夜內船閘的平均工作時間數 $\tau < 24$ 小时（可采用 22.5 小时）；考虑到在一年过程中貨物运输的不平衡性，引入不平衡系数 β ($\beta = 1.25 \sim 1.75$)，最后乃得船閘的实际通过能力为：

$$P_{np} = (n - n_0) \frac{Nmg\alpha}{\beta} \frac{\tau}{24}. \quad (10-2-9)$$

为了增大船閘的通过能力，改善船队的使用情况，必須力求减少不平衡系数 β ，加大船只载重利用系数 α ，以及改善船閘的管理情况。一般实际通过能力約为理論的 0.2~0.5 倍。

二、船閘的布置型式

1. 船閘在樞紐中的布置

船閘及引航道的平面布置应首先保証船只航行的安全和方便。当通过泄水建筑物泄放設計流量时，过閘船只不应遭到被水流引向坝孔或电站厂房的危險；在上下游靠近船閘处应設有停泊处，以备适当数量的船队或木筏等待过閘，并保証停泊的安全；还应考虑整个

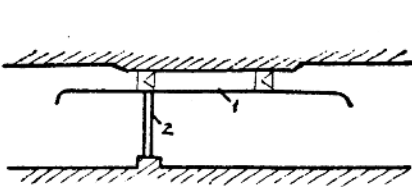


图 10-2-10 布置在河床中的船閘
1—船閘； 2—坝。

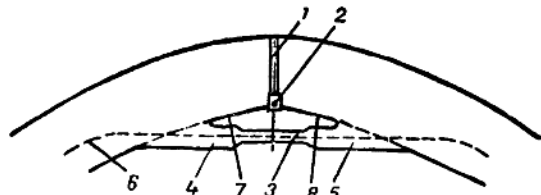


图 10-2-11 布置在引河上的船閘
1—溢水坝；2—水电站；3—船閘；4—上游引航道；
5—下游引航道；6—航道軸綫；7—上岸角；8—下岸角。

* 参考 A. B. 米哈依洛夫：“船閘”（中譯本），科学技术出版社，1957年。

樞紐的运用和施工条件, 不要使其他建筑物的工作条件变坏。

在水利樞紐中, 根据当地的具体情况, 船閘的布置形式有以下两种: 一种是布置在河床中(图10—2—10); 另一种是布置在河道之外的引河上(图10—2—11)。

在低水头的水利樞紐中, 当河宽足以布置溢流坝和水电站时, 若樞紐中有船閘, 可布置在河床内(图10—2—10)。在这种布置中, 船閘引航道的挖方通常较少, 有时还可兼作施工导流之用。但船閘必须和坝一样在围堰内施工, 这样将增加围堰圈围的面积, 使建筑费用增加。这时, 为了船舶从上游或下游进入船閘时的安全和便利, 必须修建较长的引航道, 用导墙把航道和河道分开。在河槽中, 船閘通常位于岸边, 最好把船閘布置在水深最大和地基情况较好的一岸, 以便使下游接近船閘的引航道挖掘工作量最小, 且使进口也不易被淤塞。

当水利樞紐位于河湾时, 船閘特别适于布置在岸上开出的引河中(图10—2—11)。船閘布置在引河内, 使船閘的施工条件大为简化。这时船閘可建筑于开敞的基坑中, 多半不需要筑围堰, 施工时可利用原来河道维持通航。从运用观点上看, 船閘布置在引河中也是便利的, 船閘的进出口离溢流坝较远, 流速一般不大。船閘布置在岸上引河中的缺点是需要进行大量的开挖。

在水利樞紐中采用船閘布置于河床中的方案时, 船閘和坝轴线的相互位置有以下两种布置方法: 一为船閘突出在坝的下游(图10—2—12, a); 一为船閘突出在坝的上游(图10—

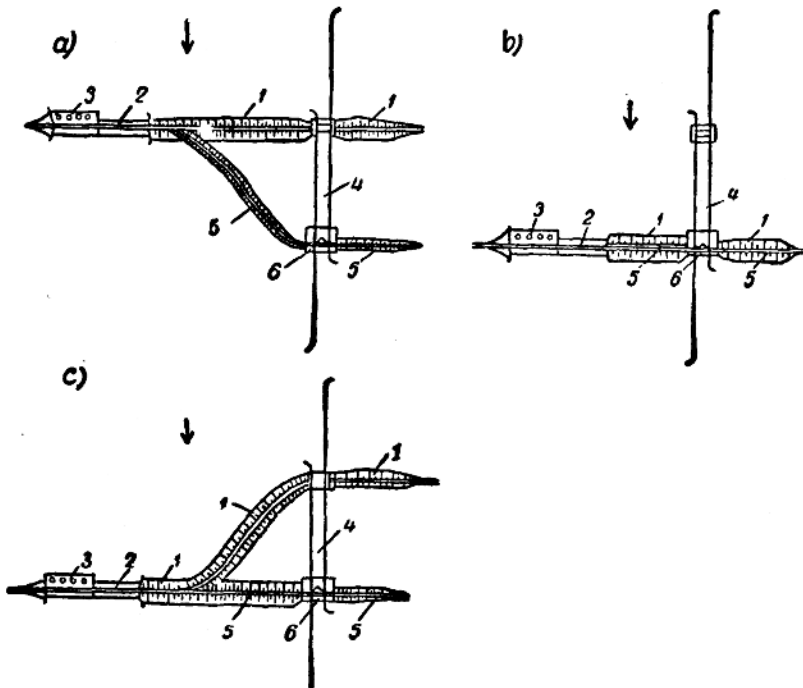


图 10—2—12 船閘和桥的布置图

a) — 閘室在下游, 桥通过下閘首; b) — 閘室在上游, 道路直綫地通过下閘首上的桥;

c) — 具有直綫的引桥, 但有擋水堤和上閘首相連。

1—土坝; 2—溢水坝; 3—水电站厂房; 4—船閘; 5—路; 6—經過船閘的桥。

2—12, b 及 c)。

船閘布置在坝的上游的优点是：船閘的上游进口距溢流坝较远，如果此处需要建筑导堤时，它的长度可以作得比较短，通常不超过閘室的长度。上游导堤长度的减少是比较经济的，因为它的高度是由上游水深决定的，因而往往比较高。其次，有可能在船閘和道路的交叉点建造固定的桥梁，由坝顶直线跨过下閘首。船只通过桥下时，閘室内的水位和下游水位相齐平，桥下有较大的净空，当水头较大时也不须将桥台过分抬高。这种布置的主要缺点是：閘室处于上游深水处，承受了较大的水压力，因此閘墙、底板需要强度较大的结构。同时，防渗措施比较复杂，修理时较为困难。下游引航道的入口必须远离溢流坝，使由溢流坝下泄的水不影响船只的出入，因而下游段的导堤必须相当长；为了避免冲刷，导堤也必须加固。

对于船閘布置在坝下游的方案，閘墙、底板的负载均较小。为了避免驶进船閘的船只被水流冲向溢流坝孔的危险，上游导堤的长度必须增加，但下游导堤的长度可较短。道路和船閘交叉点建立固定桥梁较为困难，因为跨过上游閘首建桥，桥下净空往往不够，常需绕道下游閘首建桥，或在上游閘首作成活动桥。当有铁路通过时，由于铁路曲率半径很大，前一个方案就很难实现；至于用活动桥通过船閘，也只适用于交通不频繁的铁路，例如，当这种铁路只供运输水电站设备时。

比较两种布置方案的优缺点可以看出，在一般情况下，船閘突出于上游方面的布置方式需要较大的投资，因而只有在必要的条件下（例如铁路跨閘时）才采取这种布置方式。

2. 引航道的布置

在交通频繁的水道上，船只驶进船閘时要等待过閘，为了保证船只的安全和便利，要有面积较广的前沿区域或引航道。

引航道的布置基本上可分为对称和不对称两类（图 10—2—13）。当单向过閘时，船队在这两种布置形式的引航道内都沿着航道的轴线行驶。当双向过閘时，由于对称式引航道的轴线和閘轴线重合，为了互相避让，船队进出閘都沿曲线行驶（图 10—2—13, a）；但在非对称的引航道内，有一个方向的船队可以直线航行（图 10—2—13, c）。

若上、下游引航道向不同两侧扩大（图 10—2—13, b），在双向过閘时，可以沿直线进閘曲线出閘，也可以沿曲线进閘直线出閘。在前一种情况下，船队沿直线进閘时可以有较快的速度，但在出閘时因须绕过等待过閘的船只，为了安全起见，要以较小的速度行驶。在后一种情况下，船队沿曲线路径进閘时须以较小的速度行驶，但因此时等待过閘的船只停在出閘船队行驶路线以外，沿直线路径出閘的船队便可以立刻增大速度。

为了保证船队进出船閘的便利和安全，上、下游引航道内的水深不得小于閘槛上的水深。

船閘本身应与上、下游引航道布置在一直线上，船閘及引航道直线段的总长度 l_n 不小于：

$$l_n = nL_K + (n+1)l_r + 2l_p. \quad (10-2-10)$$

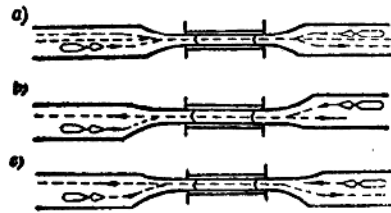


图 10—2—13 引航道平面图

a) 对称的；b) 非对称的，船只曲线地入閘；c) 非对称的，货流方向的船只直线地进閘和出閘。

式中 L_K ——閘室的有效長度；
 n ——船閘的閘室數；
 L_r ——閘頭的長度；
 l_p ——側引航道直綫段的長度。

通常 l_p 可以採用：

$$l_p = 1.2L_K。$$

因此：

$$l_n = (n + 2.4)L_K + (n + 1)l_p。 \quad (10-2-11)$$

對單室船閘約為：

$$l_n = (3.7 \sim 3.8)L_K。 \quad (10-2-12)$$

船隊和個別船只在引航道中開往閘前停泊處不應有急劇的轉彎，引航道進出口的曲率半徑不應小於：

$$R_{\min} = 6l_c。 \quad (10-2-13)$$

式中 l_c ——最大設計船隻的長度。

為了使相反方向航行的船隊能相互避讓，引航道在船隻最大吃水深度的平面上，應具有的寬度 b 為：

$$b = 2B + a_c + 2a_b \approx 2.6B。 \quad (10-2-14)$$

式中 B ——最大船隻或船隊的寬度；

a_c ——船和船之間的空隙，一般取 $a_c \approx 0.2B$ ；

a_b ——船和引航道边坡的空隙，一般取 $a_b = a_c \approx 0.2B$ 。

為了使船隻進出安全，引航道的進出口應遠離泄水建築物，使船隻免受橫向水流的影响，因此常須修築導堤和分水堤，並須有足夠的長度以保證該處的流速不大於允許的最大流速。在下游引航道的進口處還須考慮河床的變遷情況，使進口位於河床穩定、有足夠水深且不淤積的地方，以保證船隻的通航水深。

三、船閘的輸水設備

船閘的灌水 and 泄水過程是完成船舶過閘最主要的程序。在設計輸水設備時要求最大限度地縮短閘室灌、泄水的時間，以減少過閘的時間；且必須保證閘室內水流平穩，以便停泊於其中的船隻不遭受劇烈的振蕩和位移。

船閘的輸水設備可以分為兩種基本類型，即頭部輸水系統和分散輸水系統。頭部輸水系統的特點是：所有輸水設備都布置在閘頭內（10-2-14, a）。分散輸水系統（圖10-

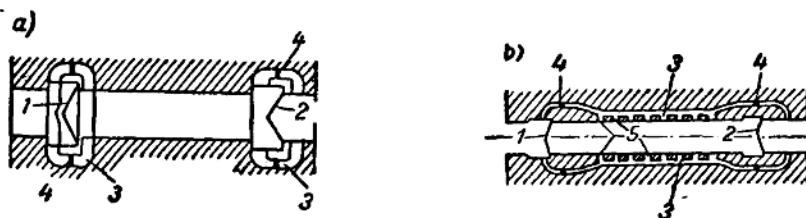


圖 10-2-14 船閘輸水系統

a) 頭部輸水系統； b) 分散輸水系統。

1—上閘門； 2—下閘門； 3—輸水涵洞； 4—閘門； 5—出水口。

2—14, b) 則經由縱向涵洞輸水, 它的特点是: 灌水和泄水均沿閘室全長經過許多布置閘室牆或閘底內的涵洞進行。

頭部輸水系統不須在閘室範圍內設置涵洞, 因而就可能簡化閘室牆及底的構造。頭部輸水系統也往往可以完全不用環形涵洞, 而把閘門和輸水設備的閘門合而為一, 以簡化并降低閘首及其設備的構造和造價。

船閘水頭較大及閘室尺寸較大時, 採用分散輸水系統可以縮短灌水時間。水頭愈大, 節省時間愈多。但在經濟上, 頭部輸水系統的造價遠較分散輸水系統為低, 并且管理方便, 運轉費用也較低。

一般可以認為: 當水頭在 10~12 米以內時, 宜用頭部輸水系統; 在閘室短, 或閘室雖長但航運並不頻繁, 允許灌泄水時間延長的條件下, 這種輸水系統也可用於較高水頭的船閘。

分散輸水系統主要用于高水頭 (一般大於 12~13 米), 或灌、泄水時間要求很短的船閘上。在岩石地基上, 具有中等水頭和採用大體積混凝土牆的船閘, 可以在不顯著地增加工程量和造價的條件下, 修築縱向輸水涵洞。

1. 頭部輸水系統

(1) 閘門上設有活門的輸水系統 在閘門上設置裝有閘門的孔口。是頭部輸水系統在構造上最為簡單的型式。這種活門往往設有一排, 位置在閘門的下部, 并在下游水位以下 (圖 10—2—15, a)。孔口的活門作成平板門, 可以繞水平軸或垂直軸轉動, 或向上提升。活門的操縱通過設置在閘門頂便橋上的拉桿來進行。這種型式在木籠式閘首上應用最廣。

簡單活門式輸水系統的主要缺點是: 輸水時水流集中, 對停在閘室內的船隻不利。為了減小水流沖擊力的影響, 改善船只在閘室內停泊的條件, 可以布置 2~3 排水平排列的小門 (圖 10—2—15, b), 使水流流速減小。這種型式的輸水設備具有結構簡單、造價低廉, 使用方便等優點, 所以在水頭較小的小型船閘中 ($H < 3 \sim 4$ 米) 被廣泛採用。當水頭和閘室尺寸都比較大時, 它可用作主要輸水系統的輔助輸水設備。

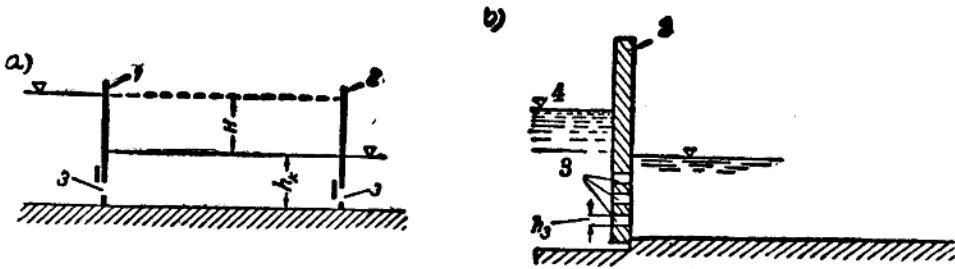


圖 10—2—15 閘門上設有活門的頭部輸水系統

a) 一排活門; b) 多排活門。

1—上閘門; 2—下閘門; 3—活門; 4—閘室內的水位。h₂—孔口高度。

(2) 繞過閘門帶有短涵洞的輸水系統 這種輸水系統設置在閘首牆內。在上閘首, 由閘門上游取水, 繞過閘門壩并从閘門下方引入閘室, 流出的方向和船閘軸綫正交 (圖 10—2—16); 在下閘首, 則由閘門前閘室內取水, 在閘門下方引入下一閘室或下游河道。

这种系统比閘門上的活門好的地方是：水从两侧垂直于閘軸綫流出时，互相撞击，可以消杀大部分能量，由于水流能量的消除比较充分，可以用于较大的水头（5~6米）和閘室尺寸较大的船閘。其缺点是：两股水流对冲的区域水流紊乱，不便船只停泊，因而要延长閘室的长度；且因首部集中输水沿閘室产生纵向水流，也对船只的停泊不利，因而必须延缓閘室的灌水时间。虽然有这些缺点，但这种输水系统构造简单，如在出口处进一步采取消能措施，其缺点还可减小，故此种首部输水系统采用较多。

在水头较大时（5~12米或更大一些），还可以采用在帷墙内具有消能室的输水系统（图10-2-17）及在閘首内设有消能设备的不用涵洞的输水系统（图10-2-18及10-2-19）。

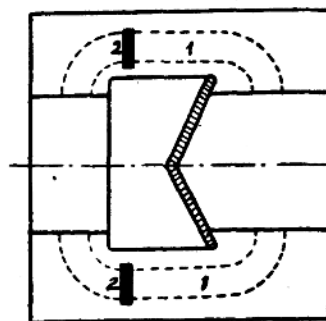


图 10-2-16
绕过閘首牆的输水涵洞
1—输水短涵洞；2—閘門。

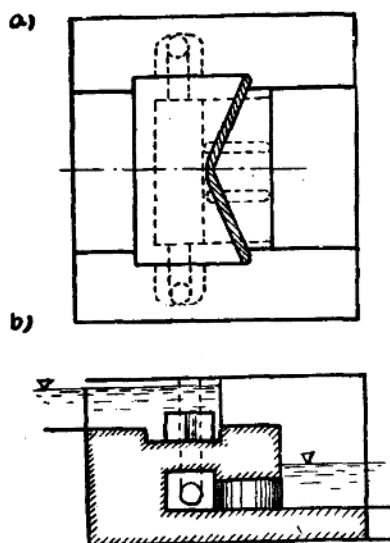


图 10-2-17 在帷墙内具有消能室的输水系统
a)平面图；b)沿軸綫的断面图。

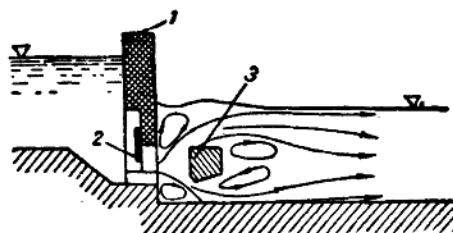


图 10-2-18 具有消能梁的船閘上閘首簡图
1—上閘門；2—输水閘門；3—消能梁。