

627.32
0030

小河船閘設計

交通部水运规划設計院 編

人民交通出版社

U-641

41447

J68

小河船閘設計

交通部水运规划設計院 編

人民交通出版社

目前我国正在全面興修水利，开展河网化。为了满足航运上的要求，中小型过船建筑工程是会大量興建起來的，而目前有关这一方面的参考書籍和資料还不是很多，客观形势却要求得很迫切、为了适应县、鄉、社在建閘工程上的迫切需要，編制了这一本小冊子。

本書分为两个部分：第一部分：扼要敘述修建船閘的基础知識，第二部分則分別介紹某些地区的若干实例，目的在于使讀者在看了本書以后，既掌握了理論，又結合了实际，很快地就能夠投入工作，解决实际问题，因而本書可作为从事水利和水运的工程人員的参考手冊。

小 河 船 閘 設 計

交通部水运规划設計院 編

*

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号

新 华 書 店 发 行

人民交通出版社印刷厂印刷

*

1959年5月北京第一版 1959年5月北京第一次印刷

开本：787×1092 1/32 印張：3 1/2 張 插頁16

全書：73,000 字 印數：1— 2000 册

統一書号：15044·3045

定价(9)： 0.77 元

目 录

前言	2
----------	---

第一部分 設計理論述要

第一章 閘址選擇	3
(一)与水利樞紐总体规划的配合	3
(二)小河建筑物的几种佈置形式	3
(三)渠化工程或运渠中的船閘佈置	4
附我国全国平原地区河網化船型、航道、船閘、桥梁标准表	7
第二章 船閘类型与平面佈置	9
(一)过船建筑物及船閘类型	9
(二)船閘上下游的佈置	10
(三)船閘長度及寬度的确定	11
(四)船閘的通过能力	13
第三章 輸水時間的計算	16
第四章 閘門設計 (包括啓閉設備)	17
(一)閘門种类及适用于小河船閘的型式	17
(二)木疊梁式閘門	18
(三)木質人字門	19
(四)啓閉設備	23
第五章 閘牆、閘头、閘底設計	25
(一)小河船閘閘牆、閘头、閘底設計的一般情况	25
(二)閘牆設計	26
(三)閘头設計	33
(四)閘底設計	36
第六章 地下水滲流問題	37
第七章 各項設備	39
(一)修理閘門設備	39
(二)系船及牽引設備	40
(三)其他設備	41

第二部分 国内船閘工程实例

(一)說明	42
(二)平原地区部分 (实例 I 至 VI)	42
(三)山区河流部分 (实例 VII 至 VIII)	47
(四)附圖 (圖例总計31張)	

前 言

由于我国工农业生产有了飞躍的进展，因而必然地对交通运输事业带来了更繁重的任务。形势要求交通运输工作必须紧紧跟上去，才能适应这一新的情况，否则就会阻碍了国家的建设，这个道理是很明显的。在交通运输事业中，铁路和公路是有它的优越性的，但水运的运量大、成本低，耗用钢铁量少，而且可以综合利用水源，进行开发，所以不论在目前或是将来，水运建设的发展是有广阔前途的。目前我国许多省的专区、县、乡和人民公社，已经普遍开展了河网化运动，便是一个很有力的说明；另一方面，天然河流存在着水文上和地理上的自然条件，一年中供出的水量非常不均衡，有时水流过急，有时水深不足，常常不能适应航运的要求。于是我们必须加以人工的改善，采取导流、疏浚或是渠化的方法，来维持通航。其中渠化工程是拦河做堰，可以抬高水位、减低流速，基本解决终年通航和全线通航的要求，并使航行趋于安全，因而它是保证通航的治本方法。此外，它还具有这样一个特点：除了适应航运上的要求而外，还可以利用水头，开发电力；抬高水位，灌溉农田；拦蓄洪水，减少灾害。对于这些方面的知识，有关书籍，载得很多，此处不拟叙述。当然，河道渠化了以后，也会附带一些缺点，如船只航行费时较多；上游地下水位抬高，可能影响农田；水面比降减小，砂土便易淤积等等。但总的说来，渠化河道可以使天然水流的不利条件大大改观，从而基本满足了航运的要求，毕竟是改善航运的一个最好方法。

河流上的水位在分段筑坝以后，便形成了上下游水面不同的高差，在这样的情况下，怎样继续通航呢？那就必须设置过船建筑物。至于过船的方式，在目前主要有三种形式：即船只升降机、牵船道和船闸。其中前两种形式只是在特殊情况下才使用，国内还没有建过这种工程，国外也建得不多。在中小河流上或是水位差不大的条件下，一般都采用了船闸，因为在使用上它是比较经济安全的，在船闸的建造方面，我国已有了悠久的历史，在古书上都有记载，而且至今还有一些建筑物可供我们观摩，证明了在这一方面的经验，我国是有过光辉的一页。同时结合我国目前情况来看，木帆船还是一支很大的运输力量，为数众多，使用频繁，在江苏省某一闸中，一次过船就达50—60只，因而，船闸的使用还是方便的。此外，从它的本身结构来看，可以因地制宜，就地取材，钢铁用量很少，也符合多快好省的建设方针。可以预料在我国目前大力兴修水利，治河开渠，实现河网化的同时，船闸建筑工程必然将要很广泛地被修建起来；另一方面，有些地区还存在着任务紧，工作量大，而技术力量不足的情况。为了解决这些困难和矛盾，我们感到很有必要编出一本有关船闸设计的书册，以供各单位在工作中加以参考使用，这便是编制本书的目的和愿望。

在本书的编制内容上，我们力求理论浅明易懂，使具有一般技术水平的设计人员，可以在具体工作中运用。另外，为了达到实用的目的，在本书中还附了不少的实际例子，这些例子得到江苏省，湖南省，四川省等有关单位大力协作，供予充分的资料后整理出来的，我们深表谢意。同时，我们感到这应该是本书的主要组成部分，因为它可以使设计者结合当地的具体情况，作进一步的参考。因编制本书的人员很少，并受业务水平和经验所限，错误之处在所难免，希读者提出批评和意见，以便将来再充实修正。

第一部分 設計理論述要

第一章 閘址選擇

(一) 与水利樞紐总体规划的配合

船閘閘址的選擇，一般应与水利綜合利用的整体规划綜合考虑。事前应对灌溉，發電，給水以及貨运、客运量各方面通盤安排，并对河流地形，地質，水文以及附近交通運輸等方面情况进行了解与蒐集一些資料，如：

1. 河道平面圖；
2. 周圍地区的地形圖；
3. 土壤土層及其特性；
4. 附近地区的建筑材料；
5. 洪水、冰凌与通航条件。

在总体佈置大致就緒后，应再分別考虑各建筑物所在地址的合适性，佈置一些必要的現場勘测工作，如地形的局部測量，及地層土質的探驗工作。例如，所选閘址的地基为軟泥，流砂等情况时，則应重新考虑方案。务求作到既能总体佈置适当，又能施工便利迅速，造价低廉。

(二) 小河建筑物的几种佈置形式

在总体佈置的方案中，有关船閘方面的佈置，系根据各种条件而不同。下面仅就几种普通的情况加以扼要說明。

圖 1a 中的佈置，系閘堰并列式，河中为溢水壩(1)，船閘(2)及水电站(5)分列兩岸。

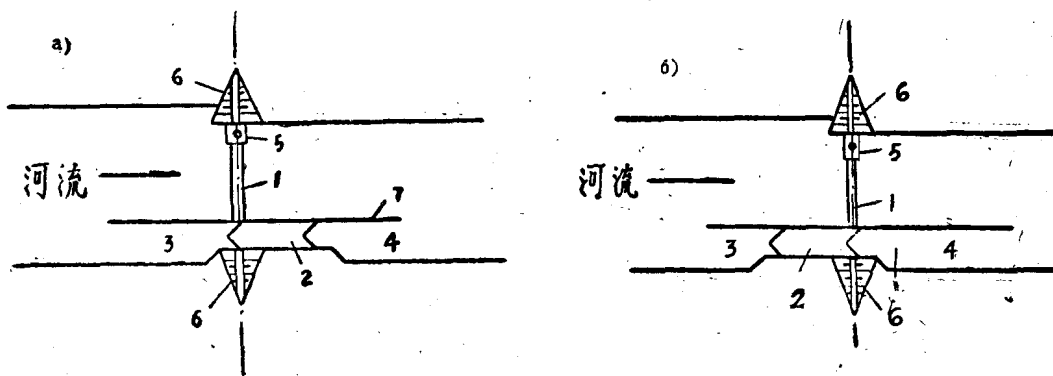


圖 1 閘堰并列式

a) 船閘上閘首与壩中心綫并齐 6) 船閘下閘首与壩中心綫并齐

1—溢水壩；2—船閘；3—前引航道；4—后引航道；5—水电站；6—靠岸壩；7—導牆。

这样佈置可使电站与船閘分开，因而水流的相互干涉影响較少。又分列兩岸較高地区，可能有較淺而較坚实的岩土作地基。在此圖示佈置中，船閘上游閘首，接近于壩的軸綫，这样可減少下游船只駛出閘后，所受壩下急流的干扰。因閘室本身已佔有一部分長度，故下游的导牆可以減短些，否則就需要在下游設較長的导牆。

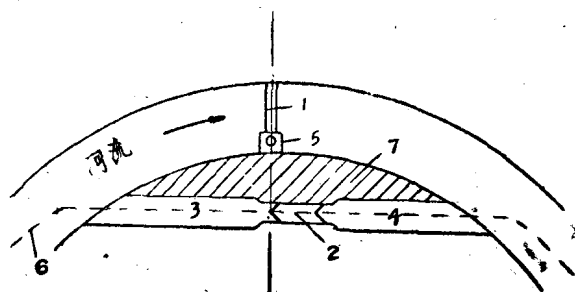


圖 2 閘壩分列式
1—溢水壩；2—船閘；3—前引航道；4—后引航道；
5—水电站；6—航道軸綫；7—人工島。

就通航方面來講，更少受到壩址水流影响。中間的三角洲或人工島，可作为船閘过船設備及水电站岸上設備，以及管理人員工作場地。其缺点是需要另辟河道，因而土方量較大。

圖 3 式的佈置，河岸在壩軸綫处放寬，水电站与船閘共放在一边，以防冰柵保护水电站，免除冰凌的侵襲。这种式样的好处是电站、船閘均位于河的一岸，因而在施工时工場只需一个場址，如澆筑混凝土等。其缺点是水电站所在地址已接近于河流中央，因而需要防冰設備。其他維修費用也較多。

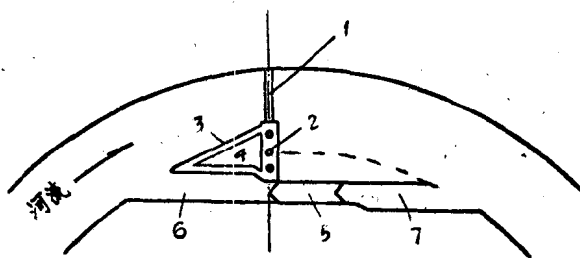


圖 3 船閘电站并列一岸式
1—溢水壩；2—水电站；3—防水柵；4—前池；5—船閘；
6—前引航道；7—后引航道。

总之，整体佈置的形式是多样的，此处不一一臚列。主要应从地形地势等其他方面来比較選擇，否則在使用时会發生各种問題。

圖 4 是 × × 船閘，由于閘址選擇不当引起問題的一例。該船閘横跨兩河之間，

船閘寬長为 10 公尺 × 100 公尺，而前后引航航道过短，均不足 30~25 公尺。水流又急，因而船只在轉向过閘时，常难于控制，撞在护岸或閘首上，很易發生事故。參閱工程实例(V)。

(三) 渠化工程或运渠中的船閘佈置

在开挖运河或溝渠以連接兩条河流通航时，常遇到上下游有不同高程的水位，这时就需要

建立船閘來克服水位差所造成的航運阻礙。河流渠化時，在河上分段築壩攔水，並設船閘以保證低水位時的通航水深這也是常遇到的。此時對水級的規劃應結合各種條件如地形、地質、沿河經濟情況（工廠，居民區），農田灌溉以及地下水位是否被抬高而致田地淹沒等，均需充分搜集資料，現場調查，了解研究。

船閘頂高、底高均應結合水文情況，多方面考慮。閘頂需高出最高水位，以免被淹沒。閘的高程應視閘建築物的重要性以及使用情況分別以 50 年、100 年、200 年或 500 年以至千年一遇的洪水位來考慮。在初步確定設計水位後，用多方面的水位高程校核，例如灌溉時期水位、排澇時期水位、閘下最低枯水時水位、最高蓄洪時蓄水位、最低洩洪時水位，在受潮汐影響的河道尚須校核最高潮位時水位以及最低潮位時水位等等。對小河中較次要的簡易小船閘，以 20 年一遇洪水位考慮即可。船閘閘底高程，應保證在最低水位時，能滿足航行需要的深度。

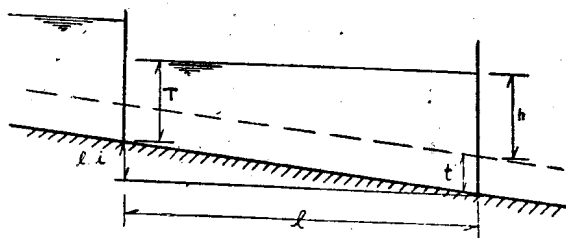


圖 5

一般水級的控制，可以用圖 5 表示。

圖 5 中： T = 計劃水深； t = 未渠化前低水位時水深； h = 攔河堰閘抬高的水位高度； i = 低水位時水面坡降，在天然渠道中大約與河床比降相等； l = 兩閘堰間的距離。

由圖可見

$$l \cdot i + T = h + t$$

$$\text{或 } l = (h + t - T) / i$$

上式中 T 為計劃水深。當不考慮其它因素時，例如灌溉需要等等，則此時的 T 值即為計劃中航行船只需要的最大水深。 t 為已知數， h 值可先規定，因而按式可推求閘堰位置間的距離。

如果需要較精確地計算時，可按水力学中所述壅水曲線的原理及方法作進一步的計算繪制。

按上述情況，在運河及渠化河流中可沿河選擇各適當地區以佈置一系列的閘壩或船閘（圖 6）。

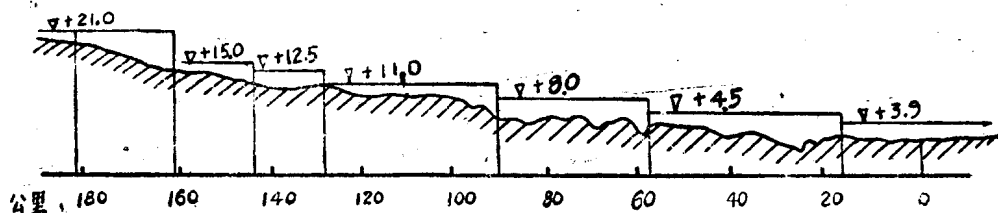


圖 6 河流的渠化

在考慮渠化河道或運河中的水位差佈置時，應注意水位差分佈適當。最好是能將各段水位差平均分佈，使每一個船閘具有的水位差及船閘高度大致一樣，因而使各該河段中船閘的型式，大致相似。這樣就可避免各種不同型式的選擇與每個船閘的單獨設計。此外，各項設

备，如閘門、系船柱、拖船設備、啓閉机械亦大致相同，如此可趋向定型化与标准設計，以使船閘的佈置、設計和施工逐步簡化与机械化。

船閘的佈置距离最好大致相等，这样可使船只每次过閘有相等的間隔，以避免突然拥挤在一起，耽擱航行時間。

船閘最好放在交通綫交叉处，船閘閘牆即可作为架桥之用。

出入运河的船只很多时，应在入口前佈置广闊的水面作为前港。当有裝卸或轉船必要时，可在适当地点建筑簡易型式的碼頭。

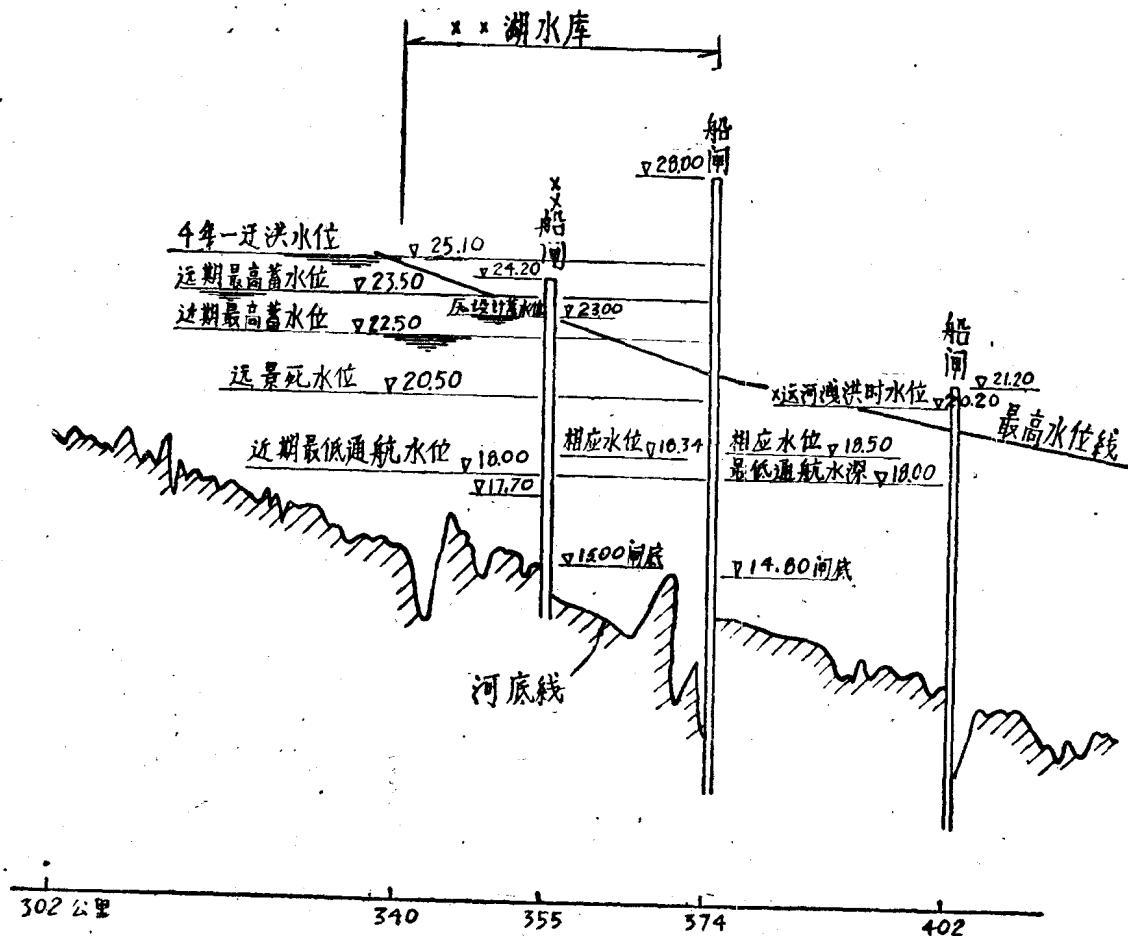
进船閘水流速应不大于2公尺/秒。船在閘內行进不超过0.5公尺/秒。

航道弯曲半径应大于6~3倍船队長度，閘型愈小則要求可愈低。

进出船閘前后应有稳定的暢流，不应有急灘、迴流或淤积处。

船閘中的充水、洩水時間，应在不影响船只与閘室的安全条件下愈短愈好。

建閘对于渠化河道或开挖运河不論在水利方面或航运方面均是一个很有利的措施。例如我国南北大运河工程中即有着一系列的攔河筑堤建閘的工程。农田水利上可得到蓄水灌溉，防洪、防旱等利益。在渠化后抬高各段河道，也使得枯水时期原来不能通航，或只能通航吃



附我国全国平原地区河網化船型、航道、船閘、桥梁标准表 (表1)。

全国平原地区河網化船型、航道、船閘、桥梁标准表 (草案)

表 1

級 別	分 节 推 駁				滿載航速 (公里/ 小时)	航道尺度 (公尺)			船閘尺度 (公尺)			桥梁尺度 (公尺)			参 考 数	
	載重量 (噸)	船型尺度 (公尺)				底 寬	水 深	弯曲半徑	河道边坡	長	寬	門檻水深	淨 跨 孔 高度	航速断面船底水平 积与船槓綫間寬与 面積的比船寬的比	值	航道水深 与船槓吃 水的比值
		型 長	型 寬	吃 水												
一	5,000	105	17	3.5	90	6	1,000	1 : 3	280	20	6	60	11	6.2	1.71	
二	3,000	77	17	3.0	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	60	4	600	1 : 3	230	20	4	50	7	14	8.1	1.6
	1,000	63	10	2.4												
	500	47	8.5	1.8												
四	300	35	8.5	1.5	40	3	400	1 : 3	160	12	3	30	5	10	5.6	1.67
	100	27	5	1.2												
五	50	20	4.2	1.0	20	2	200	1 : 3	100	12	2	15	3.5	9	4.9	1.67
	5~10	7.5	2.5	0.5~0.8					6							

說明: (1) 本标准适用于平原地区行駛內河船舶的河網人工航道, 通航海輪的运河以及山区人工运河均不在本标准范围之内。

(2) 本标准分为六級, 其中一、二級为大宗貨物專綫運輸用的大运河, 三級为通行全国的干綫运河, 四級为省内干綫运河, 五級为县、社运河, 六級为田間運輸用的小河。

(3) 本标准所列各級船型系專用于河網人工运河中的分节推駁。在实際建造时, 載重量和船型尺度容許略有調整, 但寬度应維持不变。船寬不包括船舷护木。

(4) 各級航道和船閘系按通行本級的單排頂推双駁船队来規定的, 同时照顧到上一級的船舶也能通过, 而下一級的船舶則可以編成更大的船队通过。

(5) 桥梁淨孔高度系按設計通航水位起算, 該水位为河網蓄水位的最高水位。

水較淺船只的地方也能分別控制到全年通航規定等級的船舶。如南北大運河在整治疏濬，重新修建渠化工程，興修船閘後將可全年通航 3000 噸的船隻。圖 7 為大運河中某一段渠化的實例。由圖可見該段配合水庫攔洪蓄水以及控制通航水位的情況一斑。其中 × × 船閘由於興建較早，未能配合最近的水庫蓄洪工程計劃，因而在新的設計方案中，在千年一遇的洪水水位時，閘頂將低於洪水位，這也說明船閘高程設計時需要儘量結合各方面以及遠景規劃多方面來考慮。

關於最低通航要求的水深，應結合國內航運情況，遠景規劃而有着統一的航道等級、船閘尺度的規定。我國所規定的航道等級與蘇聯所規定的有所不同，顯著的一點是，我國所定的航道深度以及相應的船閘門檻上水深，較之蘇聯要比較深得多。這是因為我國結合水利綜合利用以及河網化運動，有着以蓄水為主的規劃原則所致。（參閱表 1，表 2）

蘇聯內河水道等級、船閘尺度、橋梁淨孔高度主要參考材料

表 2

內河水道的等級和類別	內河水道的級別	航 道 水 深 (公尺)	
		最 小 保 証 深 度	航期內被船隻所利用的平均深度
超 級 干 綫	I	>2.0	>3.0
I 級 干 綫	II	1.6~2.6	2.4~3.0
II 級 干 綫	III	1.1~2.0	1.65~2.4
I 級 地 方 水 道	IV	0.8~1.4	1.35~1.65
II 級 地 方 水 道	V	0.6~1.1	1.0~1.35

表 3

水 道 等 級	閘室橫断面尺度 (公尺)		水 道 等 級	閘室橫断面尺度 (公尺)	
	寬 度	水 深		寬 度	水 深
I	30	5.5	III	18	2.5
I~II	30	4	II~III	15	3.65
II	30	3	II~III	15	3
I~II	22.5	3.65	III~IV	15	2.2
I~II	18	3.65	IV~V	15	1.8
II~III	18	3	V	11	1.5~2

表 4

水 道 等 級	I	II	III	IV	V
橋下淨空 (最小的) 的高度 (公尺)	不小于 13.5	不小于 12.5	不小于 10	不小于 10	不小于 7

以上表格摘自 AB 米哈依諾夫“船閘”——科學技術出版社。

第二章 船閘类型与平面佈置

(一) 过船建筑物及船閘类型

过船建筑物的类型，一般有船只升降机、船閘和牵船道。船只升降机仅适用于高坝通航，对普通小河，可以考虑船閘与牵船道，牵船道因过船数量少，而在小河中多为成队的木船，所以普通均使用船閘。

船閘基本部分为閘首（分上閘首与下閘首）、閘室、輸水設備（見圖8）。此外为进閘航道或引航道，以及佈置于引航道上的导堤和系船樁；有时在閘的前后佈置碼頭，供船舶停靠、裝卸貨物或轉运。

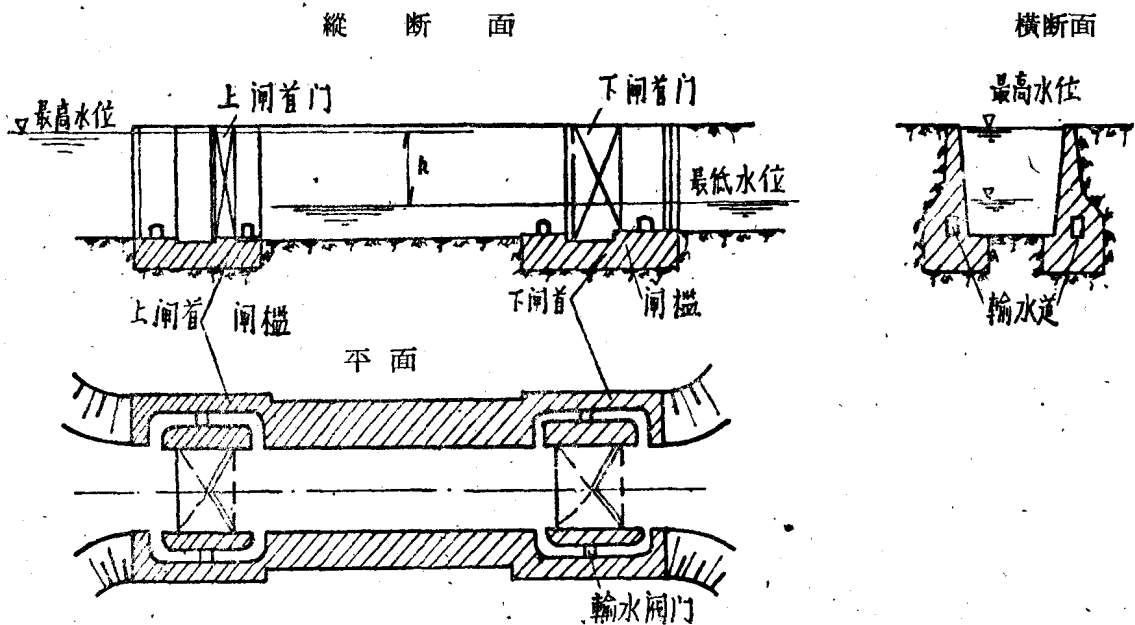


圖8 單船閘縱橫断面

船閘的类型，按上下游水位差的大小可造成有帷牆式或無帷牆式。当上下游水位差較大时，上游閘头可建造在較高处，即有帷牆式，以減少上閘首的造价；此时帷牆頂的标高，应在上游最低水位时能維持通航要求的水深（見圖9）。

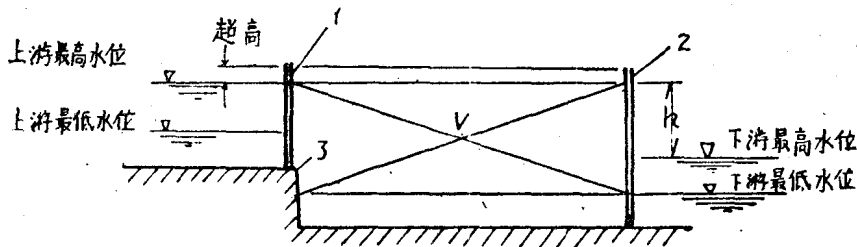


圖9

1—上游閘門；2—下游閘門；3—帷牆； h —船閘水头； V —洩水容量

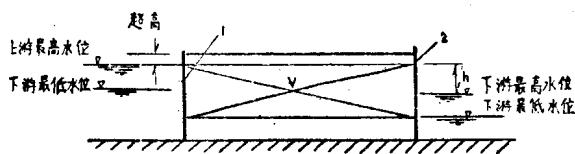


圖 10

1—上游閘門；2—下游閘門； h —船閘水頭差； V —洩水容量

按閘廂數目，可分為單廂式的與多廂式的。目前單廂式最高水頭只能到12~15公尺，因而在水位差較大，或需過高壩、越山嶺時則採用多廂式，此時水頭總落差平均分配於各廂間。普通平原地區小河船閘，水位差不大，採用單廂式即可。

當船只出入較多，因而原有閘廂不敷時，可以添造下游部分閘廂，此時原有下閘首成為中間閘首，而在下游另建下閘首（見圖11），在船只進出忽多忽少很不均勻的地方，也可建造此種中間閘首式的船閘，在船少時使用一廂，以節省輸水量與減少過船時間。

船只數量逐漸增多，原有船閘過船能力不足時，也有採用雙綫式的船閘（見圖12）。

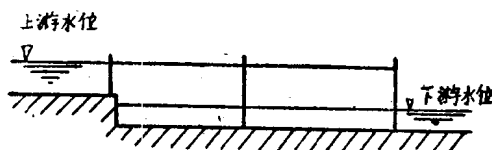


圖 11 中間閘首式船閘

a)



b)

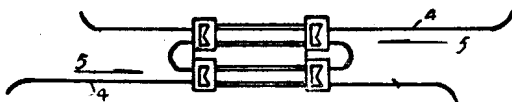


圖 12 雙綫閘門平面佈置 a)中間系船碼頭式；
b)分開系船碼頭式：1—上游引航道；2—下游引航道；
3、4—系船碼頭或系船柱；5—船隊運動方向

對於在小河建閘來說，一般需要估計到遠景運量的發展，但也不必過於求大求全，特別是在閘門的寬度上，較寬較大時，費用急驟地增加，此外還增加了輸水與過船的時間。因此除了需要考慮遠景運量這一因素而外還要考慮將來增長閘室及佈置雙綫式船閘的可能性，並為日後擴建時留出適當的地位。

按使用時的情況，船閘也可分為單向船閘或双向船閘。當兩行船隊上下游

相對行駛即双向使用時，則過船能力增大，而用水量則減省。

(二) 船閘上下游的佈置

在交通頻繁的水道上，船只駛近船閘要等待過閘，為了避免擁擠，要有面積較寬廣的前港區域或引航道，分別為上游引航道及下游引航道。設港中同時並列 n 條船或船隊，則其寬度為 $n \cdot b + (n-1) \cdot 3$ 公尺，通常 $n=3$ 。

中間航道的中心綫應與船閘中心綫相合。

船只出入船閘時，沿着中間航道中心綫行駛，等待入閘的船停靠右岸，特种船只如工作船或避風船則停左岸。左右兩岸都要設立樁柱，以便系纜。也可設簡易碼頭。

停泊地段的長度約等于船長的二倍或三倍，或等于拖船隊長度的 1.5 倍，以便交叉航行。

拖船队从船閘駛出时要保持直線行駛，直至船队中的最后一船 离开 船閘后，才允許轉換方向。

除兩旁停船外，中間留出的航道應比船寬增加 6 公尺左右。兩岸停泊的水面，可用河岸導牆或樁柱做範圍。船只停泊处，至少要离开閘头 40 公尺，拖船队駛入时才可不受阻碍。在閘头外面应有不透水的導牆，船只靠右边航行。右岸導牆平面斜度 1:8 ~ 1:10，長約 50~100 公尺；在左岸是 1:4~1:5，左岸的長度可較短。

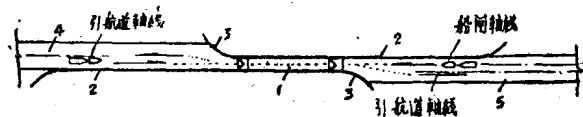


圖 14 有引航道的船只平面佈置圖（非对称式）
1—閘室；2—碼頭；3—導航架；4—下游引航道；
5—上游引航道

見圖 13、圖 14。圖 13 为对称式的，而圖 14 为非对称式的。

当只有一个船队行駛时，不論何种平面佈置式样，船队均走引航道中綫。

当两个船队对面行駛时，在对称式的引航道內，船只或船队均需相互避讓靠右走曲綫的途徑，如圖 13 中虛綫所示。

在非对称式的平面佈置，系在上下游引航道中向不同的兩側加寬，二个船队各可在进閘前与进閘时走船閘中綫，而在出閘后向右走曲綫避开、如圖 14 虛綫所示。

（三）船閘長度及寬度的确定

船閘的基本輪廓尺寸，为閘室的有效長度 L_k ；閘室的寬度 B_k ；門檻上的最小水深 S_k 。船閘所受的水头压力，即最高上游水位和最低下游水位的高差 H_k 也是基本尺度之一，它表征船閘的特性并影响其型式和構造。

圖 15 所示为閘室基本尺寸。

門檻上的最小水深，通常以最低低水位下的要求通航深度 T 来确定，此外再加上一些富裕深度，即

$$S_k \geq T + \Delta T$$

式中 ΔT = 富裕水深約 0.3~0.5 公尺

一般在运河中通常門檻水深要比运河河床水深大些，例如大 0.5 公尺，以减少船舶入閘时阻力。在河渠中因蓄水灌溉关系而有充足的或过多于航运要求的低水位下深度时，則可与河床同高，或較高于河床。

較高于河床的情况，应在水流平緩的情况下，以避免冲蝕閘基。

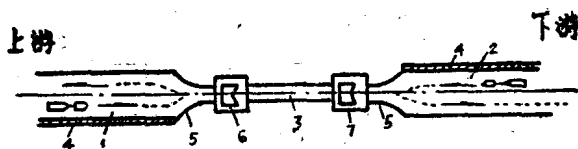


圖 13 有引航道的船閘平面圖（对称式）
1—上游引航道；2—下游引航道；3—閘室；4—碼頭綫；
5—導航架；6—上閘首；7—下閘首

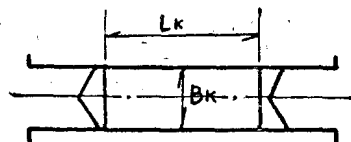
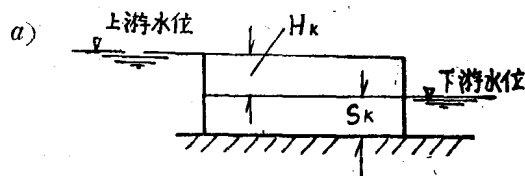


圖 15 閘室基本尺寸 a) 縱断面；b) 平面；
 H_k —閘室水头； B_k —閘室有效寬度；
 S_k —門檻上最小水深； L_k —閘室有效長度

按照(苏联河运技术管理規則)有表 5 的規定可供参考。

表 5

船 閘 类	門 檻 处 水 深 (公尺)	船底下富裕水深 (公尺)
木 船 閘	1.0 以下	0.1
木 船 閘	1.0 以上	0.15
石砌的、混凝土的和鋼筋混凝土的船閘	2.5 以下	0.30
石砌的、混凝土的和鋼筋混凝土的船閘	2.5 以上	0.50

对木筏來說，木筏底下的富裕深度應該比照供船舶用的大 0.2 公尺。按船只的載重量为吃水深度的三次方函数， $Q=f(T)^3$ ，故船只吃水愈深則愈經濟，因而門檻处深度，应适当地照顧远景計劃。

宽度方面，对通行小木船必需讓几只木船能同时过閘，而对較大船只則只允許單只通过，以免閘門过大。不論以單只單排，或双排过閘，其宽度必須为最大船寬加富裕宽度，即

$$B_K = B_B + 2e,$$

式中 B_B ——并列拖船队的淨宽度，或單只船舶的最大宽度 (公尺)；

e ——每一边船舷外的富裕宽度 (公尺)。

按照(苏联运河技术管理規則)規定，可参考表 6。

表 6

船 只 或 船 队 宽 度 (公尺) (B_B)	富 裕 宽 度 (公尺) (e)
5 以 內	0.2
10 以 內	0.4
20 以 內	0.6

船閘的有效長度，系自上閘首尾界量起至下閘首上界止，或即是上游門龕的尾部量起至下游門龕的起点处为止，当有帷牆时，則应从帷牆下界量起，一般小河中船只的过閘方式往往成單排、双排或三排过閘，此时需要的有效長度：

$$L_K = L_{\text{拖輪}} + \sum_{i=1}^n L_{\text{駁船}} + (n+1) \Delta L$$

式中 n ——船只数目，包括拖輪，

ΔL ——船舶的距离，采用 1~1.5 公尺，

当采用頂推式时則采用較小数字，或考虑船队首尾有充足富裕量即可。

当采用門洞輪水式或叠梁式門时，上閘首前可能有紊流，此时应从叠梁处留出 5 公尺左右开始計算有效長度，而在下游处也应有 3~5 公尺的富裕距离。

考虑閘牆高度时，除照顧水位差外，尚需有超高部份 0.3~0.5 公尺。

在选定船閘尺度时，最好按規定的整数，如 8 公尺、10 公尺等，不要有零星尺寸，这样可使結構趋于定型，便于施工，且便于將來修理。

例 1. 人民公社六級航道，一般船型尺寸为：長 7.5 公尺，寬 2.5 公尺，吃水 0.5~0.8

公尺，双排船队进出。

計算通用船閘尺度。

以每次双排，每排 6 只船計，共 12 只

閘室寬： $2 \times 2.5 + 2 \times 0.4 = 5.8 \approx 6.0$ 公尺

(註：在以船队的形式过閘时，閘門寬即等于閘室寬，在單船进出时，閘門寬度可以較小。)

閘室長： $6 \times 7.5 + 7 \times 1.5 = 45.0 + 10.5 = 55.5 \approx 60$ 公尺

門檻上最小水深 $0.8 + 0.3 \sim 0.5 = 1.1 \sim 1.3$ 公尺

为照顧船舶远景計劃，采用水深 1.5 公尺。

当水位差为 2 公尺，不用帷牆时：

上下閘头閘牆高度为 $1.5 + 2.0 + 0.5 = 4.0$ 公尺

有时上游閘头再留出一些防水浪的富裕高度 $0.3 \sim 0.5$ 公尺，此时上閘首高 $4.0 + 0.5 = 4.5$ 公尺。閘室牆在近上游閘首处亦斜坡形升高 0.5 公尺。

又如当船只較少，只需每排 4 只，共 8 只过閘时，則閘室長度为 $4 \times 7.5 + 5 \times 1.5 = 30 + 7.5 = 37.5 \approx 40$ 公尺

例 2. 五級航道，船長 $20 \times$ 寬 $4.2 \times$ 吃水 1.0 公尺；或船長 $27 \times$ 寬 $5.0 \times$ 吃水 1.2 公尺，双排拖或頂推过閘。

計算通用船閘尺度：

閘門寬： $2 \times (5.0 + 0.5) = 11$ 公尺 ≈ 12 公尺

閘室長：

如按圖 16 所示方式頂推过閘，此时可用 100 公尺長閘室。

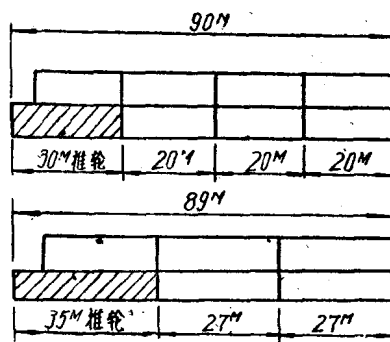


圖 16

(四) 船閘的通过能力

河流中設有船閘时，則其运输能力决定于船閘的通过能力。

1. 按理論計算的船閘通过能力：

$$P = n \cdot N \cdot m \cdot g$$

式中 n —— 理論上船舶每天的过閘次数 ($1440/T$)；

T —— 每次过閘所需的时间，以分計；

(1440—为每日 24 小时的通航時間，以分計)

N —— 航期 (晝夜)，一年为 365 个晝夜，但实际通航时期將較此数为少，

因有洪水、冰凌、風雨等影响；

m —— 同时过閘的船舶艘数；

g —— 船舶平均載重量。

2. 实际上船閘的通过能力將較理論数字为小，粗估的过閘能力 (通过货物的吨数)：

$$P_{np} = (n - n_0) \cdot \frac{N \cdot m \cdot g \cdot \alpha}{\beta} \cdot \frac{T}{24}$$

式中 n_0 —— 每天客輪、拖輪、工作船只过閘次数 (可約估为 5)；

β —— 貨物运输月不平衡系数；

$$\beta = \frac{\text{最大月貨物通過量}}{\text{平均月貨物通過量}},$$

(一般 $\beta = 1.25 \sim 1.75$)

α ——船舶載重量利用率，依賴于具體的營運條件（上下行貨物不平衡狀態）及貨物種類等。關系于當地具體營運條件和貨物種類，變化很大，如無適當統計時，可採用 $\alpha = 0.8 \sim 0.9$ 估算；

T ——船閘每天平均工作小時數，考慮船閘的修理、檢查所費時間、按每天的分攤，可採用 22.5 小時。

例：船閘每次通過 100 噸船只 5 只（每船長 $27 \times$ 寬 $5.0 \times$ 吃水 1.2 公尺），如每次過閘連同等待時間為 1 小時，其月通過貨運量為多少？每年航期 280 天計算時，年通過量多少？（參照例 2）

解： $n = 24$ 次（每晝夜理論次數）

$$(24 - 5) \times \frac{22.5}{24} = 17 \text{ (每晝夜實際次數)}$$

每次過貨船 5 只，共載貨 $5 \times 100 \times 0.8$ （載重量利用率）= 400 噸

日運量 = 17×400 噸 = 6,800 噸

$$\text{月運量} = 6,800 \times \frac{280}{12} = 159,000 \text{ 噸}$$

$$\text{年運量} = 159,000 \times 12 \times \frac{1}{1.75} \text{ (月不平衡係數)} = 1,090,000 \text{ 噸}$$

或列成公式計算：（參照前列公式）

$$P_{mp} = (24 - 5) \times \frac{280 \times 5 \times 100 \times 0.8}{1.75} \times \frac{22.5}{24} = 1,090,000 \text{ 噸}$$

如夜間不航，則以 12 小時計算為 545,000 噸。

在規劃設計船閘大小時，先需調查近期貨運量，規劃以後可能有的貨運量，然後按例題試算，以驗算船閘尺寸大小是否適合目前及較近期的遠景規劃量。

以下系單向及双向過閘的順序及粗略估計時間數字（參閱圖 17）。

1. 單向過閘：（假定自下游駛向上游）

(1) 船舶自下游駛入閘室	$t_1 = \frac{L_1}{V_1} = 6 \sim 12 \text{ 分}$
(2) 關閉下游閘門	$t_2 = 1 \sim 2 \text{ 分}$
(3) 閘室充水（包括輸水孔水門的操縱時間）	$t_3 = 4 \sim 12 \text{ 分}$
(4) 開啓上游閘門	$t_4 = 1 \sim 2 \text{ 分}$
(5) 船舶由閘室駛向上游	$t_5 = \frac{L_2}{V_2} = 4 \sim 10 \text{ 分}$
(6) 關閉上游閘門	$t_6 = 1 \sim 2 \text{ 分}$
(7) 船閘洩水	$t_7 = 4 \sim 12 \text{ 分}$
(8) 開啓下游閘門	$t_8 = 1 \sim 2 \text{ 分}$

共計 $\Sigma t_i = 22 \sim 51 \text{ 分}$

（其中 L_1 與 L_2 可約估為 $1.5L$ ， L = 船閘長度）