

基本書籍藏

館內閱覽

1416

運渠工程學

余家洵編著



商務印書館

3

前 言

這本書講述運河和渠化河流工程，這種工程是發展工業和交通事業的重要條件。大家都知道中國是要從農業國變為工業國的，開發水道正是為工業化準備條件。水運的特點是運費比陸運便宜得多，同時適於運輸大量笨重物資。減少原料和產品的運費，從而降低成本，對於工業的發展是有巨大的推動作用的。

運河能夠溝通河流和河流、水系和水系、海洋和海洋，消除地形的障礙，縮短運輸途程，調節資源和文化的交流。它不但在經濟上的貢獻很大，在政治、文化、國防方面同樣的具有重要的影響。我國早在公元前485年周敬王的時候，就開了邳溝接通長江和淮河，以後發展成貫通南北，聯絡沾河、黃河、淮河、長江、太湖、錢塘江六大水系的大運河。

目前海運、陸運、空運發達，但不足以影響內河水運的開發；它們是相輔為用，相得益彰的。因為旅客和受運輸時間上限制的貨物，來往求快，可以趁火車、汽車或飛機、大量的、笨重的物資，在運轉時為減低運費負擔，宜用船載。應當適應各個交通工具的特性，謀其發展。儘管一方面要修築鐵路、公路，但是另一方面還是有建立內河水運系統的必要。德國有密佈的鐵路、公路網，但是還開鑿了不少的運河。蘇聯的幾個五年計劃中也包括了好幾條運河的興修，可作為新中國建設的借鏡。

天然河流受自然條件的支配，或者是水深不夠，或者是水流太急，都不能滿足航行的要求；所以在水量過小，治導河流的可能性不存在的地方，不得不採用渠化法來增加航水深、減小比降、降低水流速度。渠化不祇使最低水位時可以通航，而且因為築壩後水位壅高，又能夠收到灌溉的利益，同時可以利用壩上下游水位的高差來發電，不但可以助長工業的發展，並且可以電化附近的農村，這利益是多方面的。

爲了滿足工業建設的需要，開發內河水運，建立一個四通八達的航運系統是迫不及待的。我們必須作好準備工作，對正在培養中的技術幹部，灌輸運渠工程的知識。目前我國尚缺乏這一方面的文獻，這本書編寫的目的，是爲了便利教學，同時也爲了供從事實際工作的工程師的參考，希望能對即將來臨的經濟建設高潮有一點貢獻。

運渠工程雖發軔於我國，但新式的、這一方面的工程在我國還不多，因此我們在這方面未能積累經驗；同時有關水運的部分資料，由於客觀原因，亦不能發表，所以書內不得不暫時引用一些外國的資料，以供參考。

這本書的缺點一定是有的，希望大家給予批評，多提意見，以便在將來修改和補充。

余家洵

一九五二年七月於武漢大學。

目 錄

前言

第一章 緒論	1
第一節 水運的性質和意義	1
第二節 運渠的分類和功用	1
第三節 世界上著名的運河舉隅	3
第四節 中國的內河水運	5
第五節 內河水運的基本條件	7
第六節 海船和內河船	9
第七節 航行的阻力	11
1. 船身橫斷面對於航行阻力的影響	11
2. 航行阻力的大小	15
第八節 船舶航行法	19
1. 概要、漂流和張帆	19
2. 拉絳	20
3. 用汽輪拖駛	21
第九節 內河航運費用的計算	22
1. 船身費用	22
2. 航行捐稅和拖駛費	25
3. 其他費用	25
第十節 開發內河水道的費用	25
第十一節 內河水道開發價值的研究	26
第二章 天然水道	27
第一節 治導法	27
第二節 渠化法	29
第三章 人工水道	34
第一節 定線	34
第二節 運河的橫斷面	39
第三節 橫斷面的放寬	44
第四節 護岸工事	45
第五節 護底工事	47
第六節 運河的防漏	47
第七節 絳道	51
第八節 橋下淨高和淨寬	52

第九節 縱向水流	52
第十節 運河的特種建築物	53
1. 船閘的進口	53
2. 迴船處	53
3. 避讓處	51
4. 停泊處	54
5. 過宿處	54
6. 轉運站或港	54
7. 涵洞和倒虹管	55
8. 公路橋和鐵路橋	57
9. 渡槽	57
10. 運河隧道	59
11. 保安門	60
第十一節 運河和通航河流的匯合	61
第十二節 運河和另一運河的匯合	62
第十三節 運河的耗水量	62
1. 蒸發損失	62
2. 滲漏損失	62
3. 船閘漏水損失	63
4. 船舶過閘耗水量	63
5. 開壩的漏水損失	65
6. 給水渠內的水量損失	65
第十四節 運河水量的供給	65
第十五節 運河的退水設備	66
第四章 船閘	67
第一節 緒言	67
1. 定義	67
2. 歷史	67
第二節 船閘的用途	70
第三節 船閘的分類	72
1. 單門船閘	72
2. 廂船閘	73
3. 側廂船閘和列船船閘	74
4. 複廂船閘、階級式船閘、船舶升降機等	75
第四節 船閘的位置和尺度	77
1. 船閘的位置	77
2. 船閘的尺度	78
第五節 船閘和船塢的設計法	80
1. 作用的力的大小	80

2. 船閘(船塢)閘牆和閘底的設計	85
第六節 灌水和洩水的設備	92
1. 各種灌水和洩水的設備	92
2. 灌水和洩水時間	96
第七節 閘底、閘牆、閘閘等的構造	97
1. 閘底	97
2. 閘首的構造	98
3. 閘室的構造	101
第八節 船閘的門	104
1. 概要	104
2. 人字門	105
a. 閘牆承受的力、門閘的斜度等	105
b. 關閉時門扇所受的應力	109
c. 門扇在開啓的位置下承受的力量、空氣箱的裝置	111
d. 門的高度、強海防暴潮的措置	111
e. 直柱門或橫梁門及其結構	112
f. 各種支承點的構造	115
g. 人字門的開關設備	119
(α) 開關時的阻力	119
(β) 人字門的各種開關機	121
3. 旋鈕門	126
a. 水平軸的旋鈕門	126
b. 垂直軸的旋鈕門	128
4. 弓形門、上提門同觀門	129
a. 概要	129
b. 弓形門	129
c. 上提門	130
d. 觀門	131
5. 浮門和推動門	131
a. 浮門	131
b. 滑動和滾動推門	133
c. 門的構造	134
d. 開關設備	135
e. 人字門和推動門的比較	136
6. 扇形門	136
7. 下降門	138
8. 發動機器的大小	138
第九節 船閘灌水和洩水所用的門和閘	139
1. 概要	139
2. 提閘活門	140

3. 弓形活門	142
4. 圓筒形活門	143
a. 高的圓筒形活門	143
b. 簡單的和多重的圓筒形活門	146
5. 虹吸開關、利用水力的開關設備	150
a. 霍托甫式虹吸開關	150
b. 普羅特爾式虹吸開關	151
6. 老式活門	153
a. 蝴蝶活門	153
b. 疊簾式活門	154
7. 發動機器的大小	154
8. 利用閘門本身灌水和洩水	154
第十節 省水設備	155
1. 概要	155
2. 省水船閘用水量的計算法	156
3. 不耗水的船閘	160
第十一節 過船斜面和船舶升降機	162
1. 過船斜面	162
a. 縱向斜面	162
b. 橫向斜面	164
2. 船舶升降機	165
a. 概要	165
b. 浮器升降機	165
c. 有平衡重的升降機	167
第十二節 外港、船閘的配備和管理	168
1. 外港的位置	168
2. 船閘的配備	169
3. 船閘的管理和保養	170
a. 船閘的管理	170
b. 保養	170
中、德、英、俄專門名詞對照及索引	171
人名地名對照及索引	175
參考書籍	179

運渠工程學

第一章 緒論

第一節 水運的性質和意義

交通對於國家的政治和經濟，影響非常重大，執行正確的交通政策，是政府重要任務之一。

現代國家交通政策的對象為陸運、水運同空運，三者互有關係，各具特性，應根據一個綜合的交通政策，謀其發展，使之相輔為用，發揮最高的效率。庶幾物產的交流，行旅的往來，得以依其性質的輕重緩急，選擇最適宜的途徑。

水運的經濟意義，主要的是運費低廉，適於運輸大量笨重物資如煤炭、礦產、糧食等。其他貴重貨物，若不受運輸時間上的限制，也可利用廉價的水道。我國鐵路公路正在日益發展，內地運輸，包括旅客，多賴水道。水運的缺點是緩慢，同時在天然河流內，水淺時航行受阻，不能充分利用船隻的容量（吃水深），冬季結冰或在大修時須停航。但是航水深不夠，可藉改良河槽，蓄水調節，及渠化河流等技術的處置來克服。對於後者，可以事先照顧，趁冬季來臨前加強運輸。所以內河水運應完成的最高每日運輸量，可假定為最高年運輸量的 $\frac{1}{200}$ 。

第二節 運渠的分類和功用

運渠包括人工開鑿的水道同渠化的河流，人工開鑿的水道習稱運河，分內陸運河及通海運河兩種。嚴格的說：曾經新法治導的通航河流，也應當列入人工水道，因為它的天然狀態已經經過徹底的改變，不宜再

稱為天然水道。除了它的流量為天然的外，它的河床已經經過人工的改造了。但習慣上經過治導和沒有經過治導的河流都被看作天然水流。

一條河流的治導工程是要調整大段河流內的比降，在各個小段落內集中比降（河灣和過渡段的交替）。而渠化工程需要集中大段河流的比降，在水位壅高的段落內比降連續變動，這是兩種工程顯著的區別。

治導工程不需要單獨為行船而設的建築物，渠化工程則在比降集中處要有過船的設備（如船閘、船舶升降機、活動壩的通船孔、筏道等）。

為了開發某一水系，在今天多半兩法並用，治導河流的範圍在求它的水量、特別是當中等低水位時，能在合乎經濟的條件下，容許一般船隻的航行。在水量過小，治導可能性不存在的地方，不得不採取渠化法。

由於交通的日繁，河流渠化的範圍將日廣，又加上從築壩處可以獲得水力，更多了一個促進的因素。惟在河流上游，坡度過陡，若勉強施行渠化工程，有失經濟原則。例如在河流比降大於 1:1500 的地方^①，以開鑿旁繞的渠道為宜。或者不順河流，開鑿橫貫的航渠。

內陸運河也多航行木排、竹筏，並且可兼供灌溉同給水之用。根據它的作用來定運河的水面比降、水面高度和橫斷面的形狀。按照地面形勢分高度差別不大的運河，傍着河流的運河，跨越分水嶺的運河。跨越高地或者比降太大的運河，需要建築船閘，把運河分成若干級，各級內水都不流動，這種運河叫做閉合的運河。比降小，水也流動，不需要船閘等過水設備的運河，叫開敞的運河。

通海運河的開闢，使運渠工程得到更進一步的發展。海船運費的低廉，不是任何交通工具所能比擬的。所以應當極力讓海船能夠深入內陸。由通海運河和外洋聯絡的內地大城有莫斯科（蘇聯）、哥尼斯堡（德國）、曼徹斯特（英國）、布魯日（比國）、阿姆斯特丹（荷蘭）及聖路易（美國）等地。

① 此一界限要為每一河流個別定之，它與河槽切入地面的深度有關。

第三節 世界上著名的運河舉隅

1. 大運河 大運河北起河北通縣，南迄浙江杭縣（圖1），連通了海河、黃河、淮河、長江、錢塘江五大水系，全長1782公里，是世界上最長的運河，着手開鑿也最早。

大運河亦名御河，又名漕河，其水來自山東的汶水。歷代分段開鑿，到元朝才完成。周敬王35年（公元前485年），吳王闔廬開邗溝，北接於淮，南接太湖而達於江，就是現在的淮南運河。西漢文帝、景帝的時候（公元前179年至公元前141年），吳王濞開邗溝，自茱萸灣通海陵倉，及碭溪白蒲，為現在的通揚運河的起始。東晉廢帝太和四年（公元369年），桓溫伐燕，鑿鉅野300里名桓公溝，自清水入河，遂至枋頭，為現在山東南運河的起始。隋煬帝大業元年（公元605年），徵民二十萬，擴大江淮運河，大業6年（公元610年），穿江南運河，自京口到餘杭，長460餘公里。元朝建都北京，引汶水分流南北，鑿通惠渠。

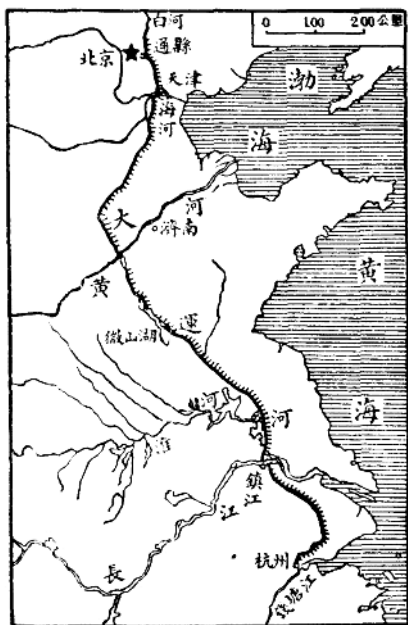


圖1 大運河。

到元泰定帝（公元1324—1327）時大運河全部完成，先後共歷1600年。

過去海運未開，鐵道未成，北方各省產米較少，全靠運河從南方漕運。到清同治13年，開通海運，遂廢漕運。但是運河經過的地方，都是

富庶的區域，華北到長江間的內地水運，還甚需要，應當在地形同經濟的可能範圍內，整理和改良大運河，助長水運的發展。

2. 蘇彝士運河 蘇彝士運河溝通地中海和紅海，1859年興工，到1869年完成通航，縮短歐洲到印度的途程8000公里。蘇彝士運河全長166公里，起於地中海畔的塞得港，終於紅海畔的蘇彝士城。塞得港附近地中海的潮高在0.44公尺(平常)至0.95公尺(暴潮)之間。蘇彝士城附近紅海的潮高普通為0.8到1.5公尺，暴潮時為3.24公尺。所以運河內自塞得港到苦湖的一段，水略微流動，自苦湖到蘇彝士的一段，水流較速。蘇彝士運河是一種開敞的運河。

3. 巴拿馬運河 巴拿馬運河溝通大西洋和太平洋，1905年興工，1915年1月1日舉行落成典禮。巴拿馬運河全長81公里，起於大西洋畔的柯朗城，該處潮高平均為0.3公尺，最大為0.75公尺；終於太平洋畔的巴拿馬城，該處潮高平均為4公尺，最大為6.8公尺。用船閘分成三級，各段的水都不流動，是一種關閉的運河。

4. 列寧伏爾加河——頓河通航運河 溝通蘇聯歐洲部分南方和北方以及裏海和黑海間的航運，已建築完成，兩條河流的水已在1952年5月31日會合，並在6月1日開始試航，簡稱列寧運河，6月9日首次航行勝利完成。伏爾加河從東北流向西南，到了斯大林格勒，折向東南，流入裏海。頓河從西北流向東南，到了斯大林格勒西邊的卡拉奇鎮，轉向西南，流入亞速海，再入黑海。列寧運河從伏爾加河西岸斯大林格勒以南的紅軍城，穿過兩條河流的分水嶺耶爾根尼高地到達頓河東岸的卡拉奇鎮，全長101公里。運河越脊段內的水面高於伏爾加河水面88公尺，高於頓河水面44公尺。利用三個強大的電力抽水站從頓河河道上的齊姆良水庫把水抽到越脊段內以後，便自動流入伏爾加河。在分水嶺上形成了總共100平方公里的三個蓄水庫。船舶往來須通過階級式船閘，在頓河方面有4個階級式船閘，在伏爾加河方面有9個階級式船閘。列寧伏爾加河——頓河運河通航後，兩條河流溝通起來，並打

通了黑海、亞速海、裏海、波羅的海和白海，以莫斯科為中心，把蘇聯歐洲部分所有海道聯成一個統一的水運系統，使莫斯科成為五海之都。

在目前伏爾加河流域和頓河流域之間有五條東西向的鐵路線在聯絡着，由東往西運的主要是五穀、木材，由西往東運的主要是煤、煤油、金屬礦產，這些都是體積龐大而最合水道運輸的東西。因此，這條新運河鑿通和通航以後，將可大大的減輕這些重要糧食、工業原料的運費，和減輕目前該地區鐵路的運輸負擔，對蘇聯國民經濟的發展，作用極大。

5. 土庫曼運河 這條運河對蘇聯正在進行的斯大林改造自然計劃是個偉大的貢獻，工程規模很龐大，它從卡拉卡爾帕克自治共和國的首都紐庫斯起，流經古阿姆河三角洲和庫尼亞——達里亞平原，繞過薩里、卡米什湖的大乾窪地，而注入烏滋波伊——阿姆河舊河床。這條長達1100公里的運河，預定在6年之內完成，將給荒漠帶來了生命，這一地區將要出現新的城市和村莊，出產的棉花將由最短的水路運到工業中心去，棉花種植者將在目前只缺乏水分的肥沃土壤上獲得空前的收成。大運河將使土庫曼共和國灌溉土地的面積增加1倍以上，使卡拉卡爾帕克自治共和國的灌溉面積超出目前的2倍以上。

第四節 中國的內河水運

長江航運之便，在全世界大河流中，首屈一指。由長江口到重慶2450公里之間，航運很發達。由長江口到漢口止1100公里之間，漲水時海船也可自由往來，實為內陸交通幹線。長江幹支流中，輪船同民船可以航行的距離達38000公里。

長江的三角地帶江蘇、浙江、安徽三省，鐵路在1000公里以上，公路5400公里，水路長達18000公里，其中8500公里，一般民船之外，小輪船也可通行。本區域內運輸貨物的數量，在1937年以前約為900萬公噸，若按運輸途徑分類，則由鐵路運的為210萬公噸，比率為23%，

輪船運的爲 300 萬公噸，比率爲 32%，民船運的爲 410 萬公噸，比率爲 45%。在這區域內，因爲長江和滬寧、寧蕪等鐵路平行，加以在裝載地同到達地，陸上的搬運連絡也以鐵路爲比較方便。水運的運費，雖然低廉，故採用鐵路運輸者甚多。不過大宗貨物還是利用水運。

華北情形與此稍有不同，水道狀況不像華中的便利，故運輸以鐵路爲主。拿 1935 年在華北水運圈內鐵路同水運的運輸量作一比較，鐵路長 1391 公里，1 年運貨 9936000 公噸，水路長 2609 公里，1 年運貨 1697420 公噸。若一查此項運輸物資的內容，則由鐵路運輸者，礦產佔 6375000 公噸，農產 867000 公噸，其他貨物 2694000 公噸；水運貨物難以明白分類，礦產類以南運河水系的煤炭爲主，約 30 萬公噸，雜貨 42 萬公噸，同農產物 98 萬公噸，小麥、棉花等農產品由水路運輸者常超過由鐵路運輸者。惟棉花有相當的數量，是由鐵路運輸者。就每年運送天津約 100 萬擔的棉花觀之，由 1921 年到 1931 年運輸的途徑加以調查，在 1921 年由鐵路運輸者佔 78.1%，民船運送者佔 19.8%，以後漸有船運趨多之勢，1930 年由鐵路運輸者爲 18.8%，由民船運送者爲 77%，運輸量較多的年份，利用水路運輸的數量也大。以煤炭爲大宗的華北礦產幾乎全由陸運。

華北大部份的水道不能認爲良好，運輸的方法也很簡陋。但水運的重要不可忽視，今後當從改良水道同運輸組織來發展水運。

淮北坡水區域，受了黃河歷次決口同改道的影響，古代的運渠已經沒有蹤跡了。祇有元、明、清三代所修的運河，還經過裏下河坡水區域極西的邊緣和淮北坡水區域極東的邊緣。直到清末，淮河流域都靠着淮河幹支流和大運河來維持交通的。大運河淮陰以南的一段，淮河正陽關到蚌埠的一段，潁河從正陽關到周家口的一段，裏下河的通揚運河和串場河，廢黃河以北的鹽河和灌河，迄今仍可通航，運輸物資。至治淮工程完成後，淮河當可充分發揮作用，成爲我國華中物資交流的大動脈。其餘接近各鐵路車站的河道，也成爲鐵路貨物的供給線。

第五節 內河水運的基本條件

內河水運經濟而有利，是大家所公認的，但內河水運所受自然條件的影響，遠過於公路鐵路。正確的、統一的交通政策，是根據全面規劃、綜合處理的方法，使各個機能的特色得以充分發揮，並互相取得密切的聯繫。

德國水道所分擔的運輸，幾佔全部運輸量的30%，水道成為重要的交通幹線，它在地理上的條件很優良。德國的大河數條在由南而北的方向並流入海，各有優良的海港，很能適應必要物資的運輸。又國內河流，連絡良好，例如可由水道以低廉的運費，將斯干的那維亞半島的鐵礦運到魯爾產煤地。佔國內運輸量大部分的過剩穀物、麵粉、木材、家畜等也可運到萊茵區域、威斯特發里亞、德國中部、上西里西亞、德國南部等工業中心消費地區；再由此等地方將工業生產品如肥料、合成飼料等運往農業區域。煤炭和棕煤，則運銷全國。這些事實都充分說明水道運輸的有利。

美國水道的情形和德國不同，美國的主要通航河流，多數係貫通南北，而物資則以東西移動為主。又美國人口密度遠較歐洲各國為低，僅由包含大部分通航河流的經度103度以東地區計之，每1平方公里祇有24人，而德國每1平方公里則有140人，由此可知美國水道運輸能力小於德國。同時美國河流較歐洲河流輸送的泥沙為多，如密士西必河雖和多腦河有相等的流量，但其每年挾帶的泥沙，卻相當於多腦河的200倍，這是一個比較顯著的例子。近來美國雖亦在從事整理，但是成效不大，水運仍僅為鐵路的輔助。

中國除長江流域外，華北沃野達324000平方公里，生活於此的居民8100萬人，每平方公里的人口超過250人。地形很平坦，沿着太行山麓的京漢沿線不過在大沽海面上60公尺到70公尺之間。除了永定河由河口上溯160公里，進入山中以外，其他如大清河、子牙河、南運

河，都以天津為集中點，呈扇面狀放射形，比降都很和緩，南運河雖然長達 1000 公里，而高低相差祇 70 公尺

華北諸河流多穿過肥沃的平原流向海港，經過的區域有 66% 的耕地，人口的稠密也倍於德國。著名的煤礦如井陘、磁縣、六河溝、焦作等均在各個河流出山地的附近。華北諸河流的水運，在地理同經濟上，都可說是得天獨厚。華北平原適於種棉花和小麥，如能設法增產，供應量勢必增加，對於水運的需要也將隨之加大。各煤礦增加生產，有賴於水運的配合，因為煤炭等原料物資，若利用鐵道作長距離的運輸，是不經濟的。像磁縣、六河溝的煤炭便可經滏陽河出塘沽，焦作、晉城的煤炭，也可取道黃河、衛河運往濟南、天津，供給沿線的需要。又將來若利用黃河的水力發電，同焦作附近出產的煤炭，預料在新鄉附近必可成立一大規模的化學工業地，肥料和其他各種製成品也可利用衛河輸出。

華北諸河流在地形上極為優越，經濟上也有極好的前途，但在水理上卻有極困難的地方。因為華北整個區域內的平均年雨量只有 500 公厘左右，這個雨量普通都集中於一時期，以致河內流量，在枯水時和洪水時差別很大。黃河的洪水紀錄為 23000 立方公尺/秒鐘，最小祇為 150 立方公尺/秒鐘，最大流量和最小流量過分懸殊，河流的毛病就在此。尤以含沙量多，更加困難，從黃土高原流來的河流，平常就含有 1% 左右的泥沙；洪水時有的在 30% 以上。黃河在 1 年內的輸沙量當在 10 億立方公尺以上。減少和消除黃河內的泥沙，是開發黃河水利工作中的重要課題之一。

總之欲求內河水運達成經濟上的任務，其基本條件如下：

1. 要水道良好，水深充足，水量豐富，流速不過急；
 2. 水道要與物資移動的方向平行；
 3. 產地、消費地區和水道要有完善的聯絡；
 4. 利用水運的物資，為體積龐大、不計運輸時日、但求運費低廉者。
- 我們計劃水道運輸，更應深切瞭解的是水運祇是水利的一部分，在

獲致交通上要求的水運效用時，應當照顧到河流的綜合性多目標的開發。

第六節 海船和內河船

今日各種船舶已經由具有龍骨的船逐漸變為盒狀橫斷面的船，因此船閘的進口和閘廂形狀所受影響特別大。至於船的建造同它的裝備，非本書所應敘及的，可參閱造船的專門書籍。

各種船舶的長度、寬度和深度的比例，僅在很狹窄的範圍內變動。海船寬度同長度的比例在 $B:L=1:6.7$ 到 $1:8.5$ 之間，深度同寬度的比例在 $T:B=0.45:1$ 到 $0.54:1$ 之間，平均貨船的 $L:B:T=15:2:1$ ，郵船的 $L:B:T=22.5:25:1$ 。

船的排水量 $V = \delta \cdot L \cdot B \cdot T \dots\dots\dots(1)$

上式內的 L 為船身不連舵的最大長度， T 為船身潛入水中的最大深度， B 為船身在水面線上不連護木的最大寬度， δ 為船的排水量係數，海洋貨船的 δ 值在 0.65 到 0.8 之間，郵船的約在 0.58 到 0.63 之間，大軍艦的約在 0.6 左右。

內河船和海船不同的地方，為它的高度和寬度比頗小，它的橫斷面也完全是盒狀，它的 $T:B=1:3$ 到 $1:6$ ，平均 $1:4.5$ ； $B:L=1:5$ 到 $1:9$ ，平均 $1:8$ ；所以 $L:B:T$ 平均是 $36:4.5:1$ 。排水量係數 δ 在 0.8 到 0.95 之間。在運河內航行的船舶，因為速度小， δ 可以較大。在河流內航行的船舶，為了顧及河水的流動和舵的靈活的操縱，應當修長，它的排水量係數 δ 較小。

內河船的載重量約為它的排水量的 0.75 到 0.82 ，即船的自重連同裝備佔排水量的 $25-18\%$ ，空船的吃水深在 25 公分與 40 公分之間。在河流內行駛的船多為匙狀，船頭同船尾都作圓，像湯匙。在運河內航行的船舶，則以熨鐵形的為比較好。

船舶大小的發展，和人民的經濟狀況有關，或進展或退步，像波浪

的起伏。自從採用鋼鐵造船後，船舶的尺度激增。應當根據水道的情况，由政府加以限制。像德國易北河內航行的船舶，經規定最大寬度不得超過 11 公尺，最大長度不得超過 76 公尺。德國水工專家恩格思建議載重 1000 公噸的船的尺度如下：長 80 公尺，連兩旁護木在內，寬 9.2 公尺，滿載時吃水深 1.9 公尺。

船舶的尺寸各地不同，下面舉德國河流內和運河內的船舶幾種，以供參考：

第 1 表 各種船舶載重能力[公噸]

吃水深 公尺	勞羅運河船 40.2×4.6 平方公尺	奧德河船 55.0×8.0 平方公尺	易北河內 65.0×8.0 平方公尺	多特蒙德 運河船 65.95×8.1 平方公尺	1000 公噸 的內河船 80×10.5 平方公尺	1000 公噸 的運河船 80×9.2 平方公尺	附註
0.8	80	190	210	220	380	280	尺度和空船吃水深度變動無定
1.0	110	260	300	310	535	400	
1.2	140	330	390	405	690	520	
1.4	170	400	480	502	845	640	
1.6	200	470	570	601	1000	760	
1.8	230	540	660	702	1155	880	
2.0	—	—	—	850	1310	1000	
2.2	—	—	—	910	—	1150	

我國船舶，類型和尺寸都很雜亂，舊式的船載客的多叫剝子，兩端尖，底帶穹形，中間有艙。載貨的船半底的居多。在運河內行駛的有西河牛、楊木頭、大小糧划、鹽划、如意頭、大小黃艙、大小黑艙、廠口、團頭等名。載重 5.6 公噸，到 20 公噸，乃至 30 公噸，都用木製，衛河、南運河內航行的，差不多完全是 20 公噸到 180 公噸的對槽子船。黃河上游寧夏以上到蘭州，以通行皮筏為主。後河套區航行的民船，最大的叫積城船或八張船，船長約 15 公尺，滿載時吃水 1.2 公尺至 1.3 公尺，載重約為 35 公噸，最多的叫七張船，吃水 0.9 公尺，能載重 20 公噸。1934 年以後行駛包頭、寧夏間的機船，長 20 公尺，寬 4 至 5 公尺，吃水 0.5