



港及港工建筑物

大連工学院水利系水道及港口教研室編

高等教育出版社



港 及 港 工 建 筑 物

大連工学院水利系水道及港口教研室編

高 等 教 育 出 版 社

本書是根据前高等教育部为“水道及港口的水工建筑物”专业編訂的“港及港工建筑物”教学大纲編写的。本書共分十一篇，書中以我国和苏联的資料为主，詳尽地介紹了：海船；海岸的自然条件；港的基本特性；港的设备；港的总平面布置；外堤建筑物；碼頭建筑物；修造船企业的水工建筑物；海上航道及航标；护岸建筑物；港的设计。这些内容提供了筑港工程技术人员必备的筑港知識。

書中提出了符合社会主义經濟發展的港的总平面布置，并以中外港口实例加以說明。

書中还着重地闡述了外堤建筑物、碼頭建筑物、修造船企业的水工建筑物的布置、結構形式及計算方法；扼要地介紹了海上航道、航标及护岸建筑物。也簡單地介紹了二阶段設計或三阶段設計的概念，港工建設的發展前景。

总之，書中从港的勘测起，到外堤的定位，口門及航道的决定，装卸机械形式及其工艺过程的选择，船位及倉庫的布置和計算，各种建筑物的形式选择和計算，都作比較系統的講述，并且反映出港口建筑的全部过程（施工除外）。

本書可做為高等工业学校及高等海运学校的教学用書，亦可供設計、筑港工程技术人员参考。

本書在大连工学院水利系水道及港口教研室苏联專家 A. A. 卡斯巴申副教授指导下，由傅穆堂、邱大洪二同志共同編写而成。

港 及 港 工 建 筑 物

大连工学院水利系水道及港口教研室編

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7号
(北京市书刊出版业营业許可証出字第054号)

商务印书館上海厂印刷 新华书店发行

統一書号 15010·570 开本 787×1092 1/16 印張 30 7/8 插頁 8

字數 693,000 印數 1—500 定价 (11) 洋 6.00 (精)

1958年12月第1版 1958年12月上海第1次印刷

(另平8.00)

目 录

緒論.....	1
---------	---

第一篇 海船

第一章 海船总論.....	10	§ 3-1. 船体结构.....	32
§ 1-1. 本篇对于水利技术工作者的意义.....	10	§ 3-2. 船体强度.....	35
§ 1-2. 海船的分类.....	10	§ 3-3. 水对船舶移动的阻力.....	38
§ 1-3. 史料簡述.....	14	§ 3-4. 主要机器的功率.....	39
第二章 海船的主要性能、浮性及稳性.....	16	§ 3-5. 船舶推进器与原动机.....	40
§ 2-1. 有关船舶的重要概念.....	17	第四章 船舶装置.....	42
§ 2-2. 船的主要尺寸和形状.....	19	§ 4-1. 舵的装置.....	42
§ 2-3. 浮性.....	24	§ 4-2. 锚的装置及艇的装置.....	43
§ 2-4. 稳性.....	25	§ 4-3. 装卸装置及系泊装置.....	44
§ 2-5. 稳性规范和船上的風荷重.....	31	§ 4-4. 桅杆、索具及船舶起重机械.....	46
第三章 船体结构及强度.....	32	§ 4-5. 船舶系統.....	47

第二篇 海岸的自然条件

第五章 海岸的自然条件总論.....	48	§ 7-2. 深海波浪的古典演繹法.....	67
§ 5-1. 概述.....	48	§ 7-3. 浅海波浪的古典演繹法.....	71
§ 5-2. 海岸形态.....	49	§ 7-4. 波能.....	75
§ 5-3. 我国海岸形状特征簡述.....	52	§ 7-5. 原始波的要素.....	77
§ 5-4. 动力因素.....	52	§ 7-6. 波浪要素的计算.....	78
§ 5-5. 海水的成分.....	53	§ 7-7. 波浪的预测及波况圖的繪制.....	84
§ 5-6. 沿海的水温和冰層.....	54	§ 7-8. 波浪接近海岸时的变化.....	85
第六章 海面水位升降变化.....	54	§ 7-9. 風成波与建筑物之間的相互作用.....	88
§ 6-1. 概述.....	54	§ 7-10. 海流.....	95
§ 6-2. 潮汐升降.....	55	§ 7-11. 我国沿海的海流.....	97
§ 6-3. 潮汐不等.....	56	第八章 海岸綫和深度的变化、泥沙运动.....	98
§ 6-4. 潮汐因素及其分析.....	59	§ 8-1. 陡岸的改变、泥沙的豎向(橫向)移动.....	98
§ 6-5. 河口潮汐.....	61	§ 8-2. 濱海地带泥沙的特性.....	99
§ 6-6. 某些真实的数据.....	63	§ 8-3. 悬移質泥沙的移动.....	100
§ 6-7. 海面水位壅水退水的升降.....	63	§ 8-4. 半悬移質泥沙和推移質泥沙的移动.....	101
§ 6-8. 计算水位的决定.....	64	§ 8-5. 海底流移質泥沙的移动.....	105
第七章 波浪及其对海岸和建筑物的作用.....	66	§ 8-6. 海岸观测和研究.....	105
§ 7-1. 概述、風成波的产生.....	66		

第三篇 港的基本特性

第九章 海港是运输樞紐和水工建筑物的綜合体.....	109	§ 9-5. 港口基本尺寸的决定.....	117
§ 9-1. 概述.....	109	第十章 港的碼頭岸綫長度及其吞吐能力.....	120
§ 9-2. 港的腹地及分貨綫.....	110	§ 10-1. 概述.....	120
§ 9-3. 港口的分类.....	111	§ 10-2. 港的貨运量、客运量.....	120
§ 9-4. 港的主要組成部分.....	114	§ 10-3. 貨物的形式.....	121

§ 10-4. 船位数及码头岸线长度	122	§ 10-8. 水上装卸(船轉船的装卸)	129
§ 10-5. 货船位数的确定	123	第十一章 港内水域面积	130
§ 10-6. 装卸机械的选择	125	§ 11-1. 港的旋泊区面积	130
§ 10-7. 旅客码头船位数的确定	127	§ 11-2. 港池宽度	133

第四篇 港的设备

第十二章 装卸工作的机械化及货物装卸设备	134	第十三章 港的仓库设备及港内运输	155
§ 12-1. 概述	134	§ 13-1. 概述	155
§ 12-2. 港的装卸设备	134	§ 13-2. 仓库容积及其尺寸的决定	156
§ 12-3. 机械化设备的主要型式	136	§ 13-3. 仓库型式及其结构	158
§ 12-4. 件货的装卸设备	138	§ 13-4. 特种型式的仓库	160
§ 12-5. 木材的装卸设备	143	§ 13-5. 港内运输	162
§ 12-6. 堆货的装卸设备	147	第十四章 海港旅客站及港的辅助设备	164
§ 12-7. 谷物的装卸设备	150	§ 14-1. 海港旅客站	164
§ 12-8. 石油的装卸设备	153	§ 14-2. 港的辅助设备	165

第五篇 港的总平面布置

第十五章 港的总体布置	168	§ 16-2. 仓库面积及交通线路的布置	187
§ 15-1. 港口地址的选择	168	§ 16-3. 港的分区	188
§ 15-2. 港口布置的通则	169	§ 16-4. 港口与城市的相对位置	189
§ 15-3. 在开敞海岸线上筑港的特点	171	§ 16-5. 社会主义经济条件下港口的分区	191
§ 15-4. 河口筑港的特点	177	第十七章 港的总平面布置实例	193
§ 15-5. 大潮差条件下建筑海港的特点	180	§ 17-1. 我国港口	193
§ 15-6. 外堤的布置	181	§ 17-2. 苏联港口	200
第十六章 港口内部要素的布置	185	§ 17-3. 资本主义国家港口	204
§ 16-1. 码头形式及其布置	185		

第六篇 外堤建筑物

第十八章 外堤建筑物总论	206	§ 19-10. 沉箱建筑物计算的特点	242
§ 18-1. 概述	206	§ 19-11. 木笼结构计算的特点	245
§ 18-2. 波浪对外堤的作用	206	§ 19-12. 槽式结构计算的特点	246
§ 18-3. 外堤建筑物的分类及其主要型式	207	§ 19-13. 冲刷地基的底速的决定	249
§ 18-4. 外堤型式的选择	211	第二十章 斜坡式外堤建筑物	250
§ 18-5. 外堤的主要部分	214	§ 20-1. 概述	250
§ 18-6. 外堤的平面布置	216	§ 20-2. 堆石外堤	251
第十九章 直立式外堤建筑物及其计算	217	§ 20-3. 方塊堆筑的外堤	252
§ 19-1. 重力式外堤	217	§ 20-4. 具有土堤心的外堤	254
§ 19-2. 重力式外堤的地基	218	§ 20-5. 斜坡式外堤的主要计算公式	256
§ 19-3. 重力式外堤的水下部分	219	§ 20-6. 堆筑料大小的计算	259
§ 19-4. 重力式外堤的水上部分	226	§ 20-7. 土心外堤边坡保护层的计算	260
§ 19-5. 槽式及板槽式外堤	226	第二十一章 混合式外堤	262
§ 19-6. 作用于外堤建筑物上的外力	228	§ 21-1. 概述	262
§ 19-7. 建筑物整体稳定的校核	236	§ 21-2. 空架式外堤	264
§ 19-8. 地基承载能力及建筑物沉陷的校核	240	§ 21-3. 浮式外堤	266
§ 19-9. 平砌方塊建筑物计算的特点	242	§ 21-4. 压气式消波设备	267

第七篇 码头建筑物

第二十二章 码头建筑物总论	270	§ 22-2. 码头建筑物的分类	271
§ 22-1. 码头前沿的形状	270	§ 22-3. 码头建筑物型式的选择	275

§ 22-4. 碼頭建築物的主要構成部分	279	§ 24-4. 高樁合碼頭建築物的計算	337
§ 22-5. 碼頭建築物的基本(主要)尺寸	282	§ 24-5. H. M. 蓋爾賽伐諾夫的剛性樁台計算法	338
§ 22-6. 碼頭建築物上的荷重	283	§ 24-6. 柔性樁台計算方法	344
第二十三章 重力式碼頭建築物	287	§ 24-7. 樁的承載能力	347
§ 23-1. 重力式碼頭建築物的型式	287	§ 24-8. 樁台計算	348
§ 23-2. 重力式碼頭建築物的地基	288	§ 24-9. 樁和板樁結構的混合式碼頭建築物	348
§ 23-3. 建築物的水下部分	289	§ 24-10. 樁—板樁混合結構的計算	350
§ 23-4. 建築物的水上部分	295	第二十五章 複雜特殊地基上的碼頭建築物	354
§ 23-5. 空架結構重力式建築物的特點	296	§ 25-1. 墩柱式岸壁	354
§ 23-6. 作用予重力式碼頭建築物上的外力	297	§ 25-2. 沉井式和壓氣沉箱式岸壁	355
§ 23-7. 基本計算情況	303	§ 25-3. 複雜基礎岸壁計算的特點	356
§ 23-8. 建築物整體穩定性的核算	304	§ 25-4. 特殊形式的碼頭建築物	356
§ 23-9. 方塊砌體建築物計算的特點	307	§ 25-5. 斜坡式碼頭建築物	357
§ 23-10. 沉箱碼頭建築物計算的特點	308	§ 25-6. 浮碼頭	359
§ 23-11. 空架結構重力式碼頭建築物計算的特點	308	§ 25-7. 浮碼頭的計算	360
第二十四章 樁式及板樁式碼頭建築物	310	第二十六章 碼頭設備	360
§ 24-1. 板樁式碼頭建築物	310	§ 26-1. 靠船設備	360
§ 24-2. 板樁式碼頭建築物的計算	319	§ 26-2. 系船設備	364
§ 24-3. 高樁台形式的碼頭建築物	330	§ 26-3. 階梯和小梯	365
第八篇 修造船企業的水工建築物			
第二十七章 修造船企業的水工建築物總論	367	第三十一章 干船塢	414
§ 27-1. 概述	367	§ 31-1. 定義及分類	414
§ 27-2. 發展簡史	369	§ 31-2. 干船塢的各個部分	414
§ 27-3. 布置修造船企業的原則	370	§ 31-3. 出入塢時的作業程序	416
§ 27-4. 近代造船及其下水的原則	370	§ 31-4. 干船塢塢室的型式	416
第二十八章 造船台	374	§ 31-5. 塢室的內部尺寸	418
§ 28-1. 造船台的分類	374	§ 31-6. 干船塢的塢首	418
§ 28-2. 造船台的位置	375	§ 31-7. 船塢的水力系統	422
§ 28-3. 縱向船台的主要部分及其尺寸的決定	375	第三十二章 塢廂的力學計算	426
§ 28-4. 結構型式的選擇	377	§ 32-1. 主要的計算情況及其相應的荷重	426
§ 28-5. 船隻的下水	379	§ 32-2. 塢牆的計算	429
§ 28-6. 造船台的計算	379	§ 32-3. 塢底的計算	480
§ 28-7. 船台的構造	387	§ 32-4. 基于彈性理論的計算方法	431
第二十九章 修船工作的組織	387	第三十三章 干造船塢	435
§ 29-1. 概述	387	§ 33-1. 概述	435
§ 29-2. 起船設備的選擇	389	§ 33-2. 塢廂的計算及構造	436
§ 29-3. 起船建築物工作量的計算	391	§ 33-3. 頭部及塢門	437
§ 29-4. 鐵裝碼頭岸綫長度的計算	391	§ 33-4. 抽水設備及起重設備	437
§ 29-5. 修船企業的總體布置	392	§ 33-5. 充水塢廂的構造及計算	438
第三十章 修船台和修船場及其計算	394	§ 33-6. 充水塢廂的塢頭建築	439
§ 30-1. 修船台	394	§ 33-7. 抽水設備	439
§ 30-2. 修船場	396	第三十四章 浮船塢	440
§ 30-3. 運船小車的分類	399	§ 34-1. 概述	440
§ 30-4. 軌道結構	402	§ 34-2. 浮船塢的基本型式	440
§ 30-5. 船台和船場主要尺寸的決定	404	§ 34-3. 結構構件和設備	441
§ 30-6. 確定計算荷重	407	§ 34-4. 設計的簡要概念	443
§ 30-7. 地基的計算	411	§ 34-5. 浮船塢的設置	445
§ 30-8. 絞車及滑車基礎的計算	413		

第九篇 海上航道及航标

第三十五章 海上航道	447	§ 36-3. 夜标	456
§ 35-1. 概述及分类	447	§ 36-4. 灯塔	458
§ 35-2. 航道的主要要素	449	§ 36-5. 作用在灯塔建筑物上的外力	460
§ 35-3. 航道的回淤	453	§ 36-6. 灯塔建筑物的一般计算及其设计	462
§ 35-4. 海船闸建筑物的特点	453	§ 36-7. 灯塔的基础	464
第三十六章 海上航标	454	§ 36-8. 高灯塔建筑物的振动与变位	465
§ 36-1. 概述及分类	454	§ 36-9. 灯塔照明机具	466
§ 36-2. 昼标	455		

第十篇 护岸建筑物

第三十七章 护岸建筑物	467	§ 37-3. 消极护岸方法中所采用的建筑物	468
§ 37-1. 概述	467	§ 37-4. 积极护岸方法中所采用的建筑物	473
§ 37-2. 护岸的方法及建筑物的主要型式	468		

第十一篇 港的设计

第三十八章 港的设计	478	§ 38-4. 技术设计	480
§ 38-1. 概述	478	§ 38-5. 施工设计	481
§ 38-2. 设计任务	479	§ 38-6. 勘测与调查	481
§ 38-3. 初步设计	480		

结 束 语
主 要 参 考 书

緒 論

1. 課程的目的及其与各有关課程的关系

“港及港工建筑物”是“水道及港口的水工建筑專業”的主要課程。

本課程的基本任务有两个:第一个任务是綜合地掌握几世紀来所积累的建港經驗,其中着重注意現代最先进的技术經驗;第二个任务是学会运用以前所学的理論課及基础技术課的知識,来設計具体的港、港工建筑物,并在这个專業技术理論的指导下深入學習,精益求精。我們应指出这里所提的港、港工建筑物,亦包括修造船企业及有关結構的設計和施工。

这样,对于水道及港口的水工建筑專業的学生說来,“港及港工建筑物”这一課程,就是把基础課与專業課中所获得的知識加以綜合运用。

我們將根据学生在材料力学、建筑力学及彈性理論方面的知識来进行这門課的教学。在对那些复杂而重要的結構物(防波堤、橫碼頭、直碼頭、船塢、船台等)进行力学計算和强度計算时,这些方面的知識是不可缺少的。这里結構物的形式很多,可能包括我們在建筑力学方面所碰到的全部結構类型。

为了估計水工建筑物所受到的波动性或非波动性的水动压力作用,为了进行防波結構的計算,排水系統的渗透計算,以及船塢、海船閘和其他建筑物的輸水系統的水力計算,有关水力学的基礎知識和專業課的知識都是必要的。

土力学,地基与基础对本課程亦屬重要。在許多情形下,港工建筑物就其本質說来,多半可以認為是支承在天然地基或人工地基上的基础(这个基础的尺寸一般是非常大的)。这里,必須指出:这时工程地質問題常常起着决定性的作用。如果要使所采用的工程方案能在結構方面具体地表現出来,就要求善于灵活地运用在鋼筋混凝土結構、鋼結構及木結構各課程中所學到的知識。

我們要利用水文学中的公式、方法来解決許多重要的問題:如碇泊区、計算水位的选择、波浪和流量大小的确定、泥沙运动和海岸冲刷情况、航道淤积以及其他等問題。

常常有人忽視“給水、排水工程”这一課程中的內容。其实,在所有的情形下,当設計及建造巨型綜合建筑物时(港口就是这样的一个建筑物),毫無例外,会遇到該課程中所講过的問題。

有关鐵路方面的基本知識也是需要的。

在學習“港及港工建筑物”时,所有这些丰富的材料,都密切配合着港及港工建筑物这一課程的主要章节,并用課程設計把它系統化。这时应使一般的知識具有工程的傾向性,并用更具体的內容使其充实,这样使其能接近于現代水工建設的实际情况,以及这一方面科学和技术上的最新成就。同时使以前所获得的知識加以巩固和深入。在學習本課程的相应章节时,每个同学要做

完三个課程設計，这三个課程設計就担负着所有这些方面的重要使命。有关港的畢業設計就是我們这一課程的直接成就。畢業設計的題目通常是关于港和修造船企业的改建或新建。

2. 关于水路运输和港的一般概念

在現代交通中，水路运输起着最重要的作用。不久以前，在相隔重洋的陆地之間，水路运输还是交通貿易的唯一工具。連結同一大陆上許多国家的水道，和一个国家内部为国民經济服务的水路运输，都具有重大意义。对于那些具有很長的海岸綫和辽闊的通航網路（內河水道）的国家說来，水上运输的意义更为重大。我国就是这样的国家之一。

在本課程里，主要是討論与海路运输（或水面的水路运输）有关的問題，因为內河运输是另一專業課程的研究对象。但是應該指出，在某些章节里，很难将这两个專業課程从技术內容方面把它們严格地划分开，近来，海上水工建筑和內河水工建筑之間的关系日趋密切。苏联和我国的計劃經济和巨大規模的水利建設，使这个关系表現得更为突出。

譬如，建造在大河流上的巨型水庫，就能發生高达二、三公尺及三公尺以上的波浪。因而，从形式上說来內河航道条件，本質上就接近了在海洋上的航行条件。为了保护碇泊区不受波浪的作用，就需要建造防护建筑物，如防波堤及突堤，港口的水深也要增加，因为在已經改良的水道中，船舶的型式及尺寸是和海船的型式及尺寸相接近的。此外，由于各大河流的連接（如苏联的伏尔加—頓河运河）和深水河道的利用（如我国的長江及将来的黄河），現在已經提出了，甚至已經部分地解决了关于建造通航于海洋及內河之間的特殊型式的船舶的問題。虽然如此，和其他型式的交通比較起来，海运仍然显示出許多重要的和无可爭辯的优点。

在漫无边际的海洋上，容許在任一方向开辟航路，其通行能力也是无限制的，而且其初期投資和用在維護方面的耗費也比較小（仅在必要的情况下，才需要投資来增加水深）。船舶的航行淨空不受限制，其型式多样化，且其容積極为龐大。此外，由于船舶运动阻力小，所以單位燃料消耗（运输單位重量貨物所需的消耗）亦較小，与所运输貨物的重量比較起来，自重（船等）的單位运输亦相当小，而且这些运输單元的价格亦較便宜——所有这些都使海运远远优于其他型式的运输。在陆地上修建运输綫需要較大投資，并且为了养护与修理綫路需要不断地檢查与工作，而車輛的淨空亦限制在窄狹的綫路本身的尺寸範圍內。还有在这些綫路上的运动阻力，也比海洋上大，这就需要消耗很大的牵引力。因此，就增加了單位的燃料消耗。鉄路上列車（車廂，機車）的自重不低于其所載貨物重量的40%，有时甚至到60%。而海洋貨船的自重平均只为其所載貨物重量的20—25%。和海路的无限制的通行能力比較起来，鉄路仅能担负不大的貨运。只要打开地圖一看就会馬上看到，海港是匯聚鉄路、公路，有时还有內河的樞紐。在那里把貨物从海上轉运到陆地，或从陆地轉运到海上。因而作为交通的道路來說，海洋不仅是具有很大能力的运输工具，而且比之所有的鉄路和公路，在它們共同發揮作用方面，海洋更是无比强大的运输工具。

1954年世界上的商船总吨数达到9300万吨之巨。現在所有海洋上航行的蒸汽机船和內燃机船超过82000艘，保证了每年运输約近5亿吨的貨物。

直到不久以前，海上运输与鉄路运输比較起来，其缺点是航行的速度还不够快，而且亦不够

安全。但是二十世紀的造船和機械製造的巨大成就，海路上的設備的改善，通信設備日益改進，尤其是採用了無線電，使在極大的程度上減輕了海運在這些方面的缺點。現在，和內陸的運輸一樣，海運也實現了快速而安全的運輸。

在所有各條巨大的海洋航綫中，可以分成主要兩組：(1)國際海洋航綫及(2)沿海航綫。

國際海洋航綫連系着不同國家的港口，有時并把它分為通過一個或幾個大洋的外洋航綫，及只通過一個或相鄰幾個海的地方性航綫。後者與前者的區別在於：航路較短，船舶的噸位較小。

沿海航綫連接國內各港口，不管這些港口是否位於一個或幾個不同的海中，甚至幾個洋中（例如：大連—湛江，新港—青島、阿爾漢格爾斯克—列寧格勒，放德薩—海參威）。有時還分為大的沿海航綫（一國內位於不同海域各港間的海上交通綫），及小的沿海航綫（在一海域內的航綫）。一個國家的沿海航綫的航行權是屬於該國家所有，這些航綫是不允許外國船舶利用的。但是，在舊中國絕大部分沿海運輸是被操縱在外國的輪船公司的手裡，這些輪船公司是屬於帝國主義資本的最重要的工具之一。解放後的人民中國永遠的消除了這些帝國主義資本的工具。

海上運輸的發展，促使了在航綫的起點和終點建造港口，在洋與洋之間及海與海之間建造運河，在陸地上建造各種支綫，在危險地區設置燈塔及各種標志，研究水流及波浪，測量水深，組織有系統的水文觀測站及氣象觀測站等。

港口的最初概念是便於船舶進出的沿海港灣。這些港灣可以防止船舶被海浪的侵襲，等待宜於航行的天氣，也可以在那裡直接地（在岸邊）或間接地（用舢舨）裝卸貨物。

隨着造船事業的發展、船舶體積的增加、貿易的頻繁和港口沿岸貨物的大量集中，就常常必須採取建造人工防護建築物的措施，同時亦需要增加入港航道的水深與港內水深。為了可以使吃水深的船舶緊緊地靠岸，便不得不使岸邊具有通常所必須的水深。因此，就必須建造人工建築物。例如碼頭、護岸、棧橋及其他型式的建築物。隨着入港船舶數目的增加，就需要將碼頭前沿加長和加寬。因此，必須將新的碇泊區防護起來，或在原來的防護建築物區域內開挖新的港池。這樣一來，一個原始而簡單但有防護碇泊區的港口外形，就顯得越來越複雜了，在這樣的港口中有了新的部分——內部港口的港池或港灣。

原來只是作為一般用途和容量不大的貨棚和倉庫，則被堆放專門貨物的特种倉庫所代替（谷倉、冷藏庫、煤棧、礦物棧等）。隨着使用機械來代替體力勞動，在港內開始出現各種的機械裝備及動力設備。

隨着港內船舶數量的增加，來往於港口和內陸間的貨運工具也相應的發展了，同時鐵路網也擴大了；人工照明系統出現了；港埠人口增多和運輸工具等大量地集中生產，也就需要敷設排水和供水系統。對於人工港的船舶，亦需要用更複雜的設備進行修理。由於這些就產生了裝備複雜的起船設備和結構物（船塢、造船台、船場）。

此外，在某些港口中，還建有造船企業或造船廠。這些企業有時佔據着一個極大的場地。因為在某些情況下，造船廠自身就具備獨立的港口設備。在其他的情形中，在港區的岸邊或相鄰的港區岸邊建立了巨大的工業企業（工廠、電站），以便從運輸低廉的水路上獲得燃料、原料及半成品，同時亦從水路上輸出自己所生產的成品。

和港口貨運發展的同時，在某些港口中，旅客的來往亦愈來愈多。因而就需有為旅客服務的專用設備，在個別的情形下，這些設備還單獨地分出來成為客運港或客運站。

這樣一來，由簡單的避風塘的“入口”而逐步地發展成為現代的海港，它包括了許多組成部分——碇泊區、港池、港区及其設備——並包括各種建築物的設備——水工的、工業的、民用的、鐵路的、機械的。

把這些建築物在計劃經濟的條件下如何協調地組合起來，以及其中每一種建築物的結構及施工特點，組成了本課程的內容。當然，本課程的中心內容就是港口和修造船企業的水工建築物，這裡也包括海上航道及護岸工程。

3. 史料簡述

現在世界上廣闊的航海網是在十九世紀後半期形成的。但是海上航運、海上的航路和港口的發展史，至少已有四千年。

在奴隸社會發展的時期，地中海沿岸的強國——埃及、菲尼基、希臘、加太基及羅馬——就擁有相當強大的航海船隊。

關於我國航海與築港的發展史在下面再詳細講。

在西歐和北非航海術的發源地——地中海上，打通了古代第一條海上航綫，東方許多大的陸路亦都通向地中海沿岸的港口。促進地中海沿岸航海術的發展，是由於該地區具有許多有利的自然因素：如海上氣候暖和，能全年通航，海岸綫很曲折，潮水漲落不大，船舶極易靠岸，天氣晴朗，使水手可以按照星座來決定航向，夏季的風有規律性等。

古代的人民在地中海不僅有船隊，還有造船廠和設備良好的港口。譬如，在公元前一千多年前埃及便有了5個建造海船的工廠。在菲尼基巨大的商業和手工業中心基爾，菲尼基人建立了古代最大的碇泊區。這個碇泊區用二道石砌堤防護起來，堤上設有燈塔，其面積為23公頃。古代希臘人在皮列建造的港口也用人工防護物來防浪。此外，他們還建立了造船和修船企業。在靠近亞歷山大城（埃及）的法洛斯島上曾建有巨大的燈塔。這個燈塔是在早期希臘史時代（公元前800年到700年）就已聞名的古代“七大奇蹟”之一。在加太基曾有过石頭造的沿海碼頭。

隨著古代奴隸國家的衰落，航海的發展便處於停滯的狀態，這種狀態一直延續了數百年之久。

航海術在地中海發展較早，但當時只是利用工作效率極低的奴隸划手來划行。這個時期我國航海者已有了巨大成就（關於這一點，我們以後還要詳細地講）。在公元第一世紀，在西方南斯拉夫人在黑海及地中海的航行是很特出的。

到第九、第十世紀，撒克遜人、英格蘭人、丹麥人及日爾曼人亦開始致力於海上的經營。歐洲第一艘帆船就是在這時出現的。航海事業便開始新的高漲。除地中海外，波羅的海與北海是歐洲發展海上航路的第二區域。這裡，大諾沃哥羅德及以現代的最巨大的港口（律伯克、漢堡及不來梅）為首的德國自由市同盟，組成了廣闊的海上貿易網。恩格斯指出，意大利在南歐以及德國自由市在西北歐的航海事業的意義，是在十五世紀以前便已經造成了某種類似世界性的海上貿

易,虽然这种貿易范围很狹小。到这个时期,葡萄牙和西班牙也跃上了海上的强国之列。

在十五世紀末葡萄牙探險队首先开辟到印度去的海路,这是世界性航海發展極其重要的阶段。在同一时期,第二个最重要的横渡大洋的航路(从欧洲經大西洋到美洲的海岸)亦已为人所知。哥倫布(1492)和哥倫布以后最先航行到美洲的是西班牙人,后来是葡萄牙和英格兰人。新大陆遂成为侵略者无限制地掠夺当地居民的源泉以及买卖奴隶的广大市場。十五世紀末及十六世紀初的地理上的偉大發現,对于航海事业具有極大的意义。在三、四十年之内已發現了2/3以上的地球表面,并且第一次肯定了水的面积要多于陆地的面积,使横洋航行及环球航行成为可能。国际貿易的范围超出了原来局限的沿海地区,而开始显出远洋貿易的象征。但是只在十九世紀資本主义工业和技术普遍發展的基础上,世界性的貿易才达到这样的規模,即在大洋两岸各国之間开辟定期的貿易航路,航运开始成为資本主义为生产和交換的最主要方法,成为資本主义向外擴張和統治殖民地的工具。馬克思指出,工业和农业生产方法中的革命,使得連絡和运输工具亦需要革命。仅仅在十九世紀这一百年中,海船的吨位就增加了七倍多(从400万吨增加到3000万吨),而在此以前的130中海船的吨位只增加了一倍。由于資本主义的發展,蒸汽机船被广泛地采用,而帆船則被淘汰。在亞洲、非洲、南美和中美洲的沿岸建立了近代化的海港,开凿了巴拿馬运河、苏彝士运河、基尔运河及其他运河,开辟新航路的问题不断地提出来。这个时期的国际海上貿易,仅部分地建立在工业国家之間的商品交換上,它的主要面貌是由宗主国对殖民地施行殘酷的剝削,将殖民地及其附庸国轉变为从属于这个或另一个宗主国的农业国家。在工业資本主义时期,所建立起来的海上运输系統在殖民体系的总危机时期,受到帝国主义的各种各样力量的激烈影响。在帝国主义的壓力下,貨物运输轉到新的、常常在經濟上看来是没有理由的航路上去。海上航綫就成为日益深化了的帝国主义的竞争目标。

現代資本主义的海上运输,反映了資本主义社会走向崩潰的矛盾。

在第一次世界大战以后,海上航路就轉变成成为帝国主义列强侵略目的而服务的道路。不管外国的船主怎么样,苏联的航海事业建立起来了。还在1913年,外国輪船主利用俄国技术与經濟上的落后,掌握了当时俄罗斯各港93%的出口运输。在第二次世界大战后,苏联恢复了太平洋的自由出路,无与倫比地加强了自己在波罗的海的地位。欧洲与亞洲的人民民主国家摆脱了資本主义体系。与此同时,資本主义海上运输的世界体系亦随之瓦解了。从原来的买办及外国帝国主义者的双重压迫下解放出来的偉大的我国劳动人民,在發展生产的条件下,奠定了把自己的国家轉变为偉大的海上强国的基础。波兰、羅馬尼亞、捷克斯洛伐克及德意志民主共和国,以計划的运输姿态出现在波罗的海和黑海上。社会主义陣营国家之間的地方性的和远洋性的航海事业有了發展。

港口建造在俄罗斯有着数百年的历史。如所周知,早在十世紀海船就在北特維那河上的霍尔莫郭雷起卸过貨物。在十六世紀,在阿尔汉格尔斯克建造了第一个港口碼頭和干船塢。在十七世紀末阿尔汉格尔斯克港获得了極大的發展。那时彼得一世开始在那里建造船舶,亞速海上的达勘劳克港和里海上的馬哈奇喀拉港亦是在这个时期建造的。

在十八世紀初,与彼得堡同时,曾建造了彼得堡港,然后又建造了克朗施达得港。还在比这

更早的时候,在波罗的海的里加(十三世紀)和塔林(十一世紀)就建造过港口。

在十八世紀末及十九世紀初,在俄罗斯的出口的黑海沿岸,开始建造了各个港口(敖德薩、尼古拉也夫、塞瓦斯托波尔)。

在十九世紀的后半期,在俄罗斯大大地發展了港口的建設。那时外国資本开始激烈地渗入俄罗斯,向国外輸出的谷物、木材及其他矿产品亦急剧地增多。在这个时期为了保证將貨物运到港口去的铁路也在大規模的兴建。波罗的海沿岸的里加、亞速海沿岸的馬利烏坡里(現在的日丹諾夫城),黑海沿岸的諾沃罗西斯克、巴統、索契等地都建造了港口。

不过只有在偉大的十月革命之后,俄罗斯的港口建設才获得廣泛的發展。列宁在苏維埃政权建立的第一天,所制定的苏联政府关于船舶国有化的法令中,把船舶、港口、造船企业及修船企业,都集中在苏維埃国家的手里。

大多数的港口都加以清理并重建,并且建造了許多新的港口(黑海沿岸的索契和奥訖姆契尔,白海的貝洛摩爾斯克,巴倫支海沿岸的姆尔曼斯克,远东的港口及沿着北海航綫的港口)。港口都采用了新的先进的技术和設備,首先是裝置了强有力的起重机,及其他用以代替繁重的体力劳动的运输机械。这样就大大地增加了碼头的运转能力,縮短了船舶留港的时间,加速了船舶的周轉,同时也就大大的增加了船舶的运转能力。

修造船舶的技艺有了很大的改进。新的、巨大的造船企业建立起来了,其技术装备也是最新的。在港口建設中,亦研究了并广泛地采用了更为完善的海港建筑物的結構型式。其中广泛地采用了鋼筋混凝土,改善了港口的堆棧;建造了巨大的谷倉,并为易坏的貨物建造了冷藏庫;改善并發展了港口的铁路設備。其他型式的海上水工技术亦获得广大的發展。

苏联共产党第十九次代表大会根据發展国民經济的五年計劃,对海港及海上建筑物的建設極為重視。譬如規定扩建和改建几个主要的海港(列宁格勒、敖德薩、日丹諾夫、諾沃罗西斯克等等),以及新建和扩建一些新旧造船企业。

應該指出,在海上水工技术及其相近的領域中,荣誉是屬於俄罗斯的,尤其是苏联的学者們的。俄罗斯的航海家以其有極大价值的發現为自己的祖国爭取了光荣。亞洲大陆远东部分沿海的發現,北冰洋及太平洋上許多島嶼的發現,这些荣誉都是屬於他們的。他們首先在美洲西北部及南極洲的大陆上举起苏联的旗帜。

在研究海洋自然环境的科学方面,在海洋学、海圖学及海洋物理学方面,苏联的科学由于这些学者的名字,像 Ю. М. 索柯立斯基院士, B. B. 舒林金院士、H. H. 祖勃夫教授及 B. C. 別列茲金而得以自豪。他們在海洋学、海洋物理学及其他方面付出了很大的劳动。他們这些劳动不仅丰富了苏联的、而且亦丰富了世界的海洋科学。

在波浪的理論方面應該提起的名字是 A. И. 涅克拉索夫院士、H. E. 柯欽及 Л. H. 斯列切斯基。

在直接从事海上建設方面,應該提起 H. M. 盖尔赛伐諾夫教授——俄罗斯第一位筑港理論家, A. Г. 牛別尔格教授、B. E. 提莫諾夫教授、Г. H. 甘集巴教授等。

特要提到苏联科学院通訊院士 H. M. 盖尔赛伐諾夫的工作,他对海港建筑物的主要型式給

出了許多新的計算方法。

十月革命以前在海洋建筑方面是分散的科学工作,在革命以后都集中到專門的科学研究所去了。

4. 我国航海与筑港的發展

只要看一下地圖,就可以确信我国的自然条件对于水上运输尤其是海上运输的發展是异常有利的。我国为太平洋、黄海、东海、南海所环绕,海岸綫总长达 12000 公里。有着无数的大小海湾及深水河口,海岸綫附近海水很深,非常适于建筑掩护很好的海港。这些海港有着很方便的出口,通向把我国与世界各国联系在一起的辽阔的海洋。

我国水道的重要优良特点,就是海船可以沿着長江、珠江以及将来治理后的黄河等多水河流深入我国大陆内数百公里。

因此,我国航海的发展开始于远古时期是十分自然的。肯定地说,我国船舶开始驶入海洋还是在公元以前。古代年鑑中記載,在春秋时代(公元前 400 年到 770 年)在山东半島地区就开始近海航行的海上运输。

以后,在战国时代从渤海灣到南海海岸都开始了通航,与台湾島、朝鮮、日本的島屿甚至与越南的海上联系的开始都属于这个时期。沿海的許多居民区就是随着海运的开始而产生和發展的。这些居民区,我們可以把它們叫做我国古代的第一批港口。其中有:碣石(在秦皇島附近)是燕国通海的門戶;轉附(在山东半島,在现代烟台港——芝罘附近);琅玕(在青島以南);会稽(在宁波地区);番禺(在广州以南)以及其他地区。

有一系列的不容置疑的証明,在公元后几世紀,我国的海船就到过印度、錫兰及阿拉伯,而元朝建立时期(即公元十三世紀)当时的我国大船从朝鮮沿岸到印度洋进行了蓬勃的貿易,与印度及阿拉伯进行商业竞争。

当时我国主要的出口商品是絲織品及黄金,交換輸入的是象牙、棉織品、香料及其他貨物。在这个时期广州已成为非常著名的国际贸易大港。

毫无疑问,在很长的一段时期中,約在十四、十五世紀以前,我国海运的发展大大地超过了西方海运的发展。但是以后随着资本主义生产关系在西方的发展,在闭关自守的封建制度下的我国,海运也像国家經濟其他部門一样越来越衰退了。在十九世紀后半期及二十世紀初,我国筑港事业的发展是与西方帝国主义列强向外扩张密切地联系在一起的,当时这些国家已经走上了对殖民地、附屬国及半附屬国残酷剥削的道路。这个时期在我国建筑的大港成了日本、英国、德国及以后的美国等帝国主义强国掠夺政策的重要据点。例如大連港开始建筑是在 1898 年,也就是在日俄战争时期,以后大連港在日本对我国东北的侵略,以及不断地把工业原料及粮食往日本海島运输中起了重要作用。青島港也是在这一时期开始建筑的。过去它也是为殖民主义的目的而服务的,首先是为竭力想在我国領土上确立主权的德国服务。1901—1902 年間建立了秦皇島。上海港发展很早,但近代建筑物是在 1905 年开始建筑的,后来决定要使这个港成为世界大港之一,年貨运量超过 3000 万吨。过去上海港是世界帝国主义陣营的主要据点之一。它起初是英

國向外侵略擴張的中心，在這里建設了強有力的海關管理系統，而後來到1949年為止這個海關系統實際上是美國所控制的。在系統地對我國人民的掠奪中，過去上海港起了非常險惡的作用，隨後在英帝國主義之外又增加了法、美及日本殖民主義者。他們在上海港的四周佈滿了強大的企業和租界，這樣他們就踏上了對我國進行直接殖民侵略的道路。後來在1914—1915年建造了煙台港（轉附），在1933—1936年建造了輸出煤的典型港——連雲港。1930年開始興建葫蘆島港，但一直延續多年，到1945年尚未完工。塘沽新港於1941—1945年間開始興建，解放後才基本上完成，目前在我國商業海運中它起着巨大的作用。

具有現代帝國主義掠奪侵略性質的資本主義經濟體系，在革命前我國海港的建設及其歷史發展上，以及在港內組織工作上都打上了有害的烙印。港口多半是自然發展起來的，沒有總體規劃，因而各部分的佈置極端紊亂，在很多情況下，鐵路很難甚至不可以通到各部分去；另一方面，同一種貨物或同一種操作（例如修船）在港中却很分散，有時是裝備簡陋，地區狹小。在這方面上海港就是一個典型的例子，以後我們將對它詳細加以研究。

過去港口工人的工資非常低，因而採用機械化是不利的。例如在過去我國搬運工人的工資是很難維持一家的溫飽，甚至一人的生計也有困難。勞動力價格低廉和對工人勞動條件的完全無視，促使資本家們不從事費錢的改善通港航道的工作，也不裝設裝卸機械，過去常常認為把貨物先卸至駁船上；然後再用人工卸貨是比較經濟的。在這方面的例外是幾個巨大的機械化輸出港（如大連的煤碼頭、黃石港的礦石碼頭），它們是用來特別加強榨取工業原料的，主要是供給日本準備二次大戰的軍事需要。

現在這些工人，在我國人民的財富所建造的、過去卻為帝國主義侵略掠奪我國的目的而服務的港口上，辛勤而愉快的勞動着。

1949年我國解放，同年中華人民共和國宣告成立，在我國海運及築港史上就打開了新的一頁。自新中國成立起，共產黨和人民政府過去和現在都一直對恢復和迅速發展海運的問題特別重視。雖然被帝國主義者和國民黨反動派所破壞了的國民經濟情況很嚴重，但立即開始着手建設塘沽新港的巨大工程，其中第一期工程已於1952年完工。在我國南部的黃浦港上建造了主要的碼頭，這些碼頭國民黨反動政府由1937年起就在“規劃”，可是卻無從實現。南部湛江為海船所修建的巨大的新港口也先後勘測、設計、建築，現已完成。

由1953年開始實施的第一個五年計劃中規定，到1957年時：

1. 貨船載重量增加40萬噸；
2. 海運量增加195%，即60億噸—哩；
3. 旅客運量增加110%，即23000萬人—哩；
4. 在主要港口中裝卸機械化系數增加4倍（1952年5%—1957年20%）；與此同時海運成本也大大降低。

在第一個五年計劃中，已完成了湛江及裕溪口新建巨大港口的工程，同時在改建舊港方面也做了巨大的工作，按照有計劃的社會主義經濟原則來改造私營資本主義企業所遺留下來的混亂的港口業務。這個工作的重要性是無從估計的。將來還要進行上海港的重新分區工作及巨大的

改建工程,以保證裝卸工作的广泛机械化,并将鉄路綫鋪至目前沒有鉄路的各碼頭。对武汉港及其他很多港口也計劃进行根本的改建。新建及改建修造船企业的工程,在目前和将来都要大規模地进行。

我国的自然环境、久远的历史和目前的社会經濟制度,就肯定了我国将来是偉大的海上强国。我国筑港事业具有光輝前途是毫无疑問的。

本課程的目的就是教給学生們在这偉大的創造性劳动中所必需的专业知識。

第一篇 海船

第一章 海船总論

§ 1-1. 本篇对于水利技术工作者的意义

当我们开始研究课程中“海船”部分的时候,会很自然地产生这样一个问题:为什么我们这些未来的港工结构的工程师们要来研究船舶呢?这不是白白地浪费时间吗?

这个问题唯一的回答就是:任何一个水利技术工作者,首先是筑港的技术工作者必须具备一定的关于船舶建造与使用方面的知识。这有很多的理由。

第一、若不明确该建筑物在运转中将负担起何种任务,那末就不能顺利地设计和妥善地设计这个港工建筑物,而港工建筑物的运用与出入港的船舶有着密切关系。可以认为港工建筑物就是为船舶服务的。例如,外堤建筑物必须能使船舶避免恶劣气候的影响,保证船舶安全地进出港口;码头建筑物必须保证船舶能可靠地在码头旁停泊,无论任何水位和任何吃水的船只,都不能受到限制和影响,保证货物装卸及旅客上下安全和便利。此外,在修造船企业方面,知道升降船只水工建筑物的有效载荷是很重要的,所谓有效载荷就是被修造船舶的重量。

当设计人工水道(运河)及船闸、升船机械和其他建筑物时,关于船舶的基本知识显得尤为重要。

这样,当决定港工建筑物的结构尺寸和作用在它上面的荷重时,当考虑它在使用方面的各种要求时,当选择这些建筑物的设备时,我们不可避免地要遇到许多属于船舶建造与使用的问题(使用中也包括修理)。

第二、在设计或建造港工建筑物和其他河道上的水工建筑物时,水利工程师常常必须直接遇到工作船的使用问题。特别是挖泥船、吸泥船、拖船以及浮船坞、起重船、打桩船等浮运筑港工具的使用问题。水利工程师不是不可能,而是很有可能必须自己设计某些最简单的浮运工具,如装置起重杆的方驳或平底船、浮码头与各式辅助工具。

这里举的一些例子都足以使人信服地证明了在“港及港工建筑物”课程中,讲述船舶构造和使用这一部分的重要性。

§ 1-2. 海船的分类

现代的海船可以根据很多的特点加以分类。其中主要的特点如下:

A. 按照用途特征的分类:海船首先可分为商船和军舰。商船是为载运货物、旅客以及执行与港及水道使用的有关工作之用。