

高等学校教材

港口航道工程学

武汉水利电力大学 周素真 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高 等 学 校 教 材

港 口 航 道 工 程 学

武汉水利电力大学 周素真 主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书为高等学校港口海岸及治河工程专业的统编教材。全书分四篇共十七章,基本内容包括:港口规划与管理、港口水工建筑物设计、航道工程与管理、通航建筑物设计。

本书除适用于上述专业教学外,还可作为其他水利水电类专业的选修课教材和工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

港口航道工程学/周素真主编. —北京:中国水利水电出版社,1999 高等学校教材

ISBN 7-5084-0125-5

I. 港… II. 周… III. ①港口工程-高等学校-教材②航道工程-高等学校-教材 IV. U6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 64501 号

书 作 出	名 者 版	高等学校教材 港口航道工程学 武汉水利电力大学 周素真 主编 中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
发 经 售	行 售	新华书店北京发行所 全国各地新华书店
排 印 规 版 印 定	版 刷 格 次 数 价	中国水利水电出版社微机排版中心 北京密云红光印刷厂 787×1092 毫米 16 开本 20.75 印张 488 千字 2000 年 5 月第一版 2000 年 5 月北京第一次印刷 0001—1000 册 21.30 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

本教材依据水利部高等学校水利水电类教学指导委员会第四轮教材第一批（1996～1997年）出版规划和原港口航道及治河工程教学组通过的《港口航道工程学》大纲编写。

本教材由武汉水利电力大学周素真担任主编。全书除绪论外分四篇共十七章，具体分工如下：谈广鸣编写第一篇（第一、二、三章）；徐云修编写第二篇（第四、五、六、七、八、九章）；明宗富编写第三篇（第十、十一、十二章）；周素真编写绪论及第四篇（第十三、十四、十五、十六、十七章）。

本书由河海大学席与耀担任主审。他对大纲及内容提出许多宝贵的意见及建议。在编写过程中，得到兄弟院校及港航设计、管理部门的支持和帮助，在此一并致谢。

由于我们水平有限，在教材内容编排和取舍方面不尽得当，错误和欠妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1999年10月

目 录

前 言	
绪 论	1

第一篇 港口规划与管理

第一章 港口规划与布置	4
第一节 港口的类型、组成及货物吞吐量	4
第二节 港口规划调查	5
第三节 港址选择及港口作业区划分	6
第四节 港口总体布置	8
第二章 港口泥沙	13
第一节 港口规划与运行中的泥沙问题	13
第二节 防波堤布置及对泥沙运动的影响	20
第三章 港口管理	26
第一节 港政管理	26
第二节 港口生产管理	28

第二篇 港口水工建筑物

第四章 港口水工建筑物的型式与荷载	34
第一节 港口水工建筑物的型式	34
第二节 港口水工建筑物的荷载	38
第五章 重力式码头	58
第一节 重力式码头的组成及结构型式	58
第二节 重力式码头的构造	60
第三节 重力式码头的计算	64
第四节 方块码头	70
第五节 扶壁码头	73
第六节 沉箱码头	77
第六章 板桩码头	84
第一节 板桩码头的组成及结构型式	84
第二节 板桩的构造及断面尺寸	92
第三节 板桩码头的构件设计及整体稳定性验算	96
第七章 高桩码头	117
第一节 高桩码头的组成及结构型式	117

第二节	高桩码头的构造和布置	122
第三节	高桩码头的结构设计及整体稳定性验算	131
第八章	其他型式的码头	143
第一节	斜坡码头	143
第二节	浮码头	147
第三节	开敞式码头	150
第九章	码头设备	154
第一节	防冲设备	154
第二节	系船设备	160
第三节	其它设备	161

第三篇 航道工程与管理

第十章	航道基本尺度	164
第一节	设计水位	164
第二节	内河航道尺度	170
第三节	海港航道尺度	175
第十一章	航道工程	178
第一节	航道工程分类	178
第二节	航道整治工程	180
第三节	航道疏浚工程	207
第四节	航道渠化工程	230
第十二章	航道维护与管理	236
第一节	航道的维护	236
第二节	航标配布与管理	241
第三节	航道管理法规	245

第四篇 通航建筑物

第十三章	船闸的型式及总体规划	247
第一节	船闸的组成及工作原理	247
第二节	船闸的类型及基本尺度的确定	248
第三节	船闸的引航道	253
第四节	船闸的通过能力及耗水量计算	256
第五节	船闸的布置	259
第十四章	船闸输水系统及水力计算	263
第一节	船闸输水系统的设计要求	263
第二节	船闸输水系统的型式及布置	264
第三节	船闸的水力计算	272
第十五章	船闸的结构及设备	288

第一节 闸室结构型式及构造	288
第二节 闸首的布置与结构	291
第三节 船闸的渗流及防渗排水设施	293
第四节 闸门、阀门和启闭机	298
第十六章 船闸的稳定及结构计算	302
第一节 船闸的荷载及其组合	302
第二节 闸室的稳定及结构计算	304
第三节 闸首的稳定及结构计算	313
第十七章 升船机	318
第一节 垂直升船机	318
第二节 斜面升船机	321
参考文献	323

绪 论

一、水运事业在国民经济中的地位

交通运输业是重要的国民经济部门,虽然它不直接创造物质和生产产品,但却积极参与物质生产过程。在物资的流通过程中,对生产过程的连续性起保证作用。交通运输主要有水上运输、铁路运输、公路运输、航空运输及管道运输五种形式。水上运输包括内河运输、沿海运输和远洋运输,是运输事业的重要组成部分。与其他运输方式相比,水运具有建设投资少、运载量大、运输成本低、水资源可综合利用等优点;水运也存在一些弱点,如速度慢、受自然条件影响大、运输的连续性差等。但随着科学技术的进步、现代化航运网的建设以及营运管理水平的提高,将能不断提高运输速度及运输的连续性,上述缺点会逐步得到克服。

我国海域辽阔、河流纵横、湖泊众多。大陆海岸线长 1.8 万余 km; 岛屿海岸线长 1.4 万余 km; 流域面积 100 km² 以上的河流 5 万多条; 水域面积在 100 km² 以上的湖泊 2800 多个;水运资源非常丰富,为我国水运事业的发展提供了优越条件。

中华人民共和国成立以来,我国水运事业发展迅速,基本形成了一个具有相当规模的水运体系。据统计^[50],1995 年我国沿海、内河主要港口年吞吐量 10 亿多 t,相当于 1949 年的 200 倍;从事国际航运的船舶运力达 2400 万载重吨;集装箱船队已跻身世界四强之列。由于对外贸易量逐年增加,对外开放的 124 个港口年接纳世界 100 多个国家和地区的 3.6 万多艘船舶,总吨位达 2.2 亿 t,承担着我国外贸货物 90% 以上的运输任务。尽管如此,我国水运事业与发达国家相比还比较落后。1995 年底,全国内河航道里程为 11.1 万 km,其中水深 1 m 以上的里程为 6.4 万 km^[51];内河货运周转量在综合运输总量中的比重远低于发达国家的比重。远洋运输中存在的突出问题是船型旧、船龄老、运营指标低等。

综合上述情况可以看出:水运事业在国民经济发展中具有举足轻重的地位;1949 年以来,我国水运事业有很大发展,已成为名副其实的海运大国;但在水运资源利用率、运输量比重及水运现代化程度等方面,与发达国家尚有较大差距,水运事业急需加快发展速度。

二、港口航道建设概况

(一) 港口及港口水工建筑物建设概况

港口是水运的重要基础设施,为水陆交通运输的枢纽,供船舶靠泊、货物装卸、旅客上下和给养取得等。港口由水域及陆域两大部分组成,其主要设施有:靠船设施、装卸设施、堆放设施、导航设施、供应设施及维修设施等。港口是随着水运的发展而逐渐形成和发展起来的。19 世纪以来,由于工业的兴起,海上运输与国际贸易得到迅猛发展,世界各地兴建了大量港口。我国的港口建设具有悠久历史,但长期以来发展缓慢。1949 年,全国万吨级泊位仅有 60 个,码头岸线 2 万多 m,年货物吞吐量约 500 万 t;河港仅 20 余处,拥有泊位近 200 个。中华人民共和国成立后,港口建设得到迅速发展。据 1995 年对沿海内河主要港口的不完全统计^[50]:共拥有泊位 6100 多个,其中万吨级泊位 400 余个,约为 1949 年

的 100 倍；码头岸线长 37 万 m，为 1949 年的 18 倍。在内河航运方面，长江、珠江、黑龙江及大运河等主要水系的港口网已初具规模，港口机械化程度日益提高。近年来，我国又兴建了一批现代化的集装箱码头，各港共拥有集装箱专用泊位 52 个，设计能力达 533 万标准箱^[52]。由此可见，我国的港口建设正步入全面发展时期。

由于船舶吨位及货运量的日益增长，不仅对港口水深、装卸能力及吞吐量提出越来越高的要求，而且对港口水工建筑物、港口疏浚设施及导航设施等的完善、配套和更新也提出更高的要求。

港口水工建筑物按其职责范围，一般包括码头、防波堤及护岸建筑物等。当修造船厂设在港内时，还包括船台、滑道及船坞等。港口水工建筑物是港口和船厂的重要组成部分和主要的基本建设工程，具有承受荷载复杂（包括自然力、使用荷载、施工荷载等）；基础处于水下，施工、检修困难；工程规模大，工期长、投资大等特点。

码头是港口最重要的组成部分，用以停靠船舶、装卸货物和上下旅客等。码头的规模、结构型式和施工方法，随着港口建设要求而不断发展和变化。由于船舶日趋大型化，从建于河岸岸边的中小型码头，逐渐发展到向海外延伸、对风浪无掩护作用的开敞式码头。随着装卸机械化程度的提高，从人工装卸的简易斜坡式码头，发展到能停靠集装箱船，并配有集装箱专用装卸设备的直立式集装箱码头。此外，码头的结构型式、施工方法也向着预制装配、预应力钢筋混凝土结构、大型沉箱结构发展。

（二）航道工程及通航建筑物建设概况

航道是在江河、湖泊、水库、港湾等水域内供船舶航行的通道，是发展水运事业的基础。我国有较大河流 5000 余条，总长达 42 万 km，其中多数河流水量充沛，冬季不结冰，具有发展水运的优越条件。但是，很多天然河流尚未得到合理的开发利用。我国内河航运里程仅 11.1 万 km，其中能全年通航的约 8.7 万 km，能通过 1000 t 以上船舶的约 5800 km，仅占通航里程的 5.2%。此外，由于航道条件差、等级低、营运水平不高，航道建设远落后于水运事业发达的国家。为了提高航道等级和增加通航里程，必须采取各种工程措施以加强航道建设及维护。

航道工程主要是通过调整河床及水流，增加航道尺度，改善水流条件，保证船舶的安全航行。航道工程包括整治工程、疏浚工程、渠化工程等。水运发达的国家都对河流逐步进行综合治理和渠化，以改善航行条件。我国在长期的实践过程中，在航道治理方面积累了丰富的经验。在长江、赣江、湘江、汉水、松花江等河流和沿海航道上，都进行了大规模的航道建设，并在航道整治、疏浚工程、渠化工程、运河开挖等方面取得显著成果。今后，我国航道工程建设的总方向是全面规划，统一标准，综合治理，逐步形成连接江河湖海、四通八达的航运网，以保证水运事业的顺利发展。

通航建筑物是为船舶通过航道上的天然或人工落差而设置的建筑物，通常指船闸和升船机。在天然河流中，由于水利枢纽或渠化工程的兴建而形成集中落差，为了克服落差，必须修建船闸或升船机等通航建筑物。迄今为止，在国内外已建的通航建筑物中，绝大多数为船闸。由于升船机对机电设备的工艺水平要求高，且其承载能力有限，从而影响了它的使用。在我国已建成 60 多座升船机，其中绝大多数是通过 50 t 以下船舶的小型斜面升船机。

我国是修建船闸最早的国家，但直至中华人民共和国成立后，船闸建设才得到较快发

展。1948 年以前,全国仅建小型船闸 30 余座,现在已建船闸达 900 余座^[40]。80 年代建成的葛洲坝水利枢纽的 1 号和 2 号船闸有效长度 280 m,宽 34 m,设计水头分别为 27.5 m 及 27.0 m,是我国最大的船闸,也是世界上最大的船闸之一。已建的赣江万安船闸单级水头达 32.6 m。此外,一座高水头双线多级的巨型船闸正在三峡枢纽中兴建。这些工程的修建,标志着我国的船闸建筑技术已达到国际水平。

三、《港口航道工程学》基本内容与课程任务

本教材是为港口海岸及治河工程专业编写的。根据专业培养目标要求,教材应包含港口及航道工程的规划、设计和管理方面的内容。为妥善处理课程内容涉及面宽而教材篇幅有限的矛盾,采取了在适当照顾系统性的前提下,削枝强干、突出重点的原则进行选材。本书除用少量篇幅概括介绍港航工程的基本内容外,重点阐述了港口规划、航道工程设计、港航工程管理、码头和船闸建筑物的型式、布置与设计。此外,根据本专业的研究方向,教材特别强调了泥沙问题在港址选择、航道整治中的重要地位,并进行了比较详细的论述。为照顾教材的系统性并便于讲述,全书分为四篇。第一篇为港口工程规划与管理,重点介绍港口的规划布置、港口泥沙及港口管理。第二篇为港口水工建筑物,重点介绍重力式码头、板桩码头及高桩码头的型式、构造及设计方法,对其他型式的码头及码头设备作一般介绍。第三篇为航道工程与管理,重点介绍内河航道的尺度、航道工程措施及其设计方法、航道的维护与管理。第四篇为通航建筑物,重点介绍船闸的型式、总体规划、水力计算及结构设计,对船闸的闸阀门、升船机作一般介绍。

本课程是港口海岸及治河工程专业的主干课,其任务是使学生在学习过大量基础课和相关专业课的基础上,通过各种实践性教学环节训练,学习港口及航道工程的规划、设计和管理方法,港口水工建筑物及通航建筑物的基本理论和设计方法;培养学生从事港口航道工程及其建筑物的规划、设计、管理及科研工作的能力。

第一篇 港口规划与管理

与铁路和公路运输相比,水路运输运量大、运费低、节省能源、占地少、投资少而且见效快。水路运输不仅是交通运输的重要组成部分,也是发展国际贸易的重要环节。

港口、航道、船舶是发展水运事业的三大要素。港口是位于江河湖海沿岸的水陆联运枢纽,供旅客上下和货物集散。港口也是变换运输方式的场所,如由水运转为铁路、公路运输,由河船转海船,或进行相反程序的转载。

本篇将侧重介绍港口的组成、规划、布置、选址、运行管理和货物装卸,也将重点介绍港口规划建设和运行中涉及到的泥沙问题。

第一章 港口规划与布置

第一节 港口的类型、组成及货物吞吐量

一、港口的类型

按照用途分类,港口可分为商港、军港、渔港、工业港和避风港。商港是供客、货运用的港口。军港专供海军舰艇使用。渔港供渔船停泊、装卸、修理等。工业港是工矿企业专用港口。避风港是供船舶躲避风浪用的,亦可取得补给,进行小修。

按其所在位置分类,港口可分为内河港、海岸港和河口港。内河港设置在天然河流、人工运河、湖泊或水库之内,是内河船舶停靠、装卸、编解队、补给及修理的处所,简称河港。海岸港位置在海岸、海湾或沿岸泻湖之内,主要为海船服务。河口港位置在河口或受潮汐影响的近口河段,可兼为河船、海船服务,与内地联系方便,天然掩护较好。河口港与海岸港常统称为海港。

二、港口的组成

港口由水域和陆域两大部分组成。水域供来港船舶航行、运转、锚泊和停泊装卸之用,要求有适当的深度和面积,水流平缓,水面平静。陆域供旅客上下船、货物装卸、货物堆存和转载,要求有适当的高程、岸线长度和纵深。

图 1-1 为某海港示意图。该海港的水域部分又由港外水域和港内水域两部分组成。港外水域包括港外航道和港外锚地;港内水域是指防波堤所掩护的水域,包括港内航道、回旋水域、港内锚地和码头前水域(或港池)。港内水域要求流速小,水面平稳。在天然掩护不足的地点修建海港,需建造防波堤,以满足泊稳要求。

港口陆域一般包括码头、港口仓库及货场、港口铁路及道路、港口装卸及运输机械、以及各种港口辅助生产设备等,有客运任务的还设有客运站。

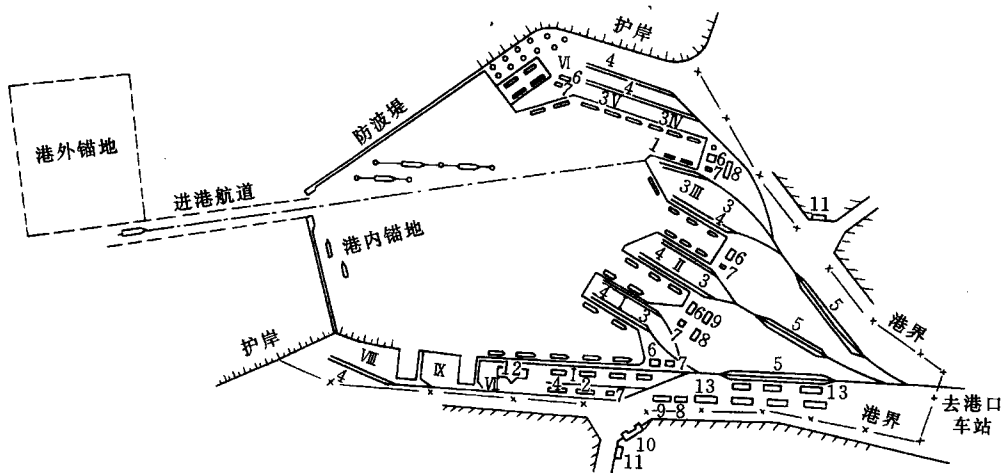


图 1-1 某海港示意图

I—一件杂货码头；II—木材码头；III—矿石码头；IV—煤炭码头；V—矿物建材码头；VI—石油码头；VII—客运码头；VIII—工作船码头及航修站；IX—工程维修基地；1—导航标志；2—港口仓库；3—露天货场；4—铁路装卸线；5—铁路分区调车场；6—作业区办公室；7—作业区工人休息室；8—工具库房；9—车库；10—港口管理局；11—警卫室；12—客运站；13—储存仓库

三、港口货物吞吐量

港口每年从水运转陆运和从陆运转水运的货物数量的总和，加上在港口锚地进行的船与船转载的货物数量以及通过港口仓库进行河运与海运互转的货物数量，称为港口的货物吞吐量，它是港口工作的基本指标。港口货物集散运输的地区，称为港口腹地，腹地的范围一般根据港口的地理位置以及腹地的交通运输状况而划分。

港口远景货物吞吐量是远景规划中年度进出港口货物可能达到的数量。进行港口规划时，远景货物吞吐量是一种重要依据。因此，要调查研究港口腹地的经济和交通现状及未来发展，以及对外贸易的发展变化，从而确定规划年度内进出港口货物的种类、包装形式、来源、流向、年运量、不平衡性、逐年增长情况以及运输方式等；有客运的港口，同时还要确定港口的旅客运量、来源、流向、不平衡性及逐年增长情况等，以便合理规划港口的建设规模。港口吞吐量的预测方法很多，最常用的有线性回归分析法及概率分析法两种，具体计算可参考有关文献。

第二节 港口规划调查

港口建设过程大致分为三个阶段：①前期工作阶段；②设计和施工阶段；③试投产阶段。前期工作阶段又包括规划阶段和可行性研究阶段。

港口规划是根据水运事业发展的需要及可能，对港口建设和发展所进行的规划。我国的港口规划属于水运规划的一个组成部分，应在全国水运规划的基础上进行。港口规划的任务主要是研究港口的合理布局与发展，港口近期和远景客货运量的预测，港口的总体布

置,以及港口与港口之间、港口与城市之间、港口与经济腹地之间的相互作用,使港口建设能达到少投资、多收益的目标。

港口规划包括港口布局规划、港口总体规划和港口港区规划三类内容。进行港口规划设计时,首先要对当地的社会经济状况及有关自然条件进行全面的调查和分析,并以此作为规划设计的依据。

一、社会经济调查

进行社会经济调查的目的是为了选择港址、预测港口远景客货吞吐量、确定港口发展规模。

社会经济调查主要项目有:

1) 腹地内交通运输状况,包括铁路、公路、航空等各种运输的客货运量、运价及货流方向。
2) 腹地内所有工矿企业的产值,原材料和产品的运输量、流向,以及主要企业的发展规划资料。

3) 腹地内农产品的产销与供求情况。

4) 腹地内地下资源的埋藏量及其开发情况、水资源情况、电力发展情况。

5) 腹地人口及其增长率、劳动力人数,各种职业人数,腹地消费状况。

6) 可能来港的船舶的吨位级、数量。

7) 港口所在城市的发展规划、国际贸易情况及其发展趋势。

8) 邻近港口的吞吐量、经营状况及其变化趋势。

9) 附近海洋资源开发情况、旅游及环境情况等。

二、自然状况调查

港口建筑物的布置与规模、作用荷载及其组合等,都需要根据当地的自然条件决定。因此,必须具有较长时间的调查资料。自然条件主要调查项目如下:

(1) 气象 主要是风的资料,需要绘制风玫瑰图,其中包括各方向的风速和频率,由此可得到常风向和强风向;其他气象因素如雾、降水量、气温、冰况等也应调查。

(2) 潮汐及波浪 需要有风浪玫瑰图,以得到浪高和波长等特征值;还需调查各种海流(含潮流、吹流和波浪流)的流向、流速和水位变化,以及各种潮位和潮周的特征值。

(3) 泥沙 泥沙运动状况的调查,有助于确定防波堤的布置和采取港湾免淤或减淤的措施。

(4) 地形及地质 港口位于水陆交界处,不仅需要一定范围的水域和陆域面积,而且要求有足够的水深和适宜的地面高程,故需对地面及水下地形进行测量;而建筑物的型式、布置、尺寸以及泊地是否适合抛锚均与地质和土质状况有关,应查明港区的地质构造、土的物理力学性质及地下水状况。

(5) 地震 对港口建筑物破坏作用强,在地震区进行工程规划设计时必须考虑。

此外,海水生物及海水对建筑材料的腐蚀作用等,必要时也应进行调查。

第三节 港址选择及港口作业区划分

一、港址选择的基本要求

港址选择是港口建设的首要环节。选择港址时,应力求节省建设投资,缩短施工期限,

且有利于港区的内部布置，以使船舶运转安全、货物吞吐迅速、经营管理方便、维护工作量少、运输成本低，更好地促进腹地经济的发展。为此，港址选择应在深入调查研究的基础上，根据港口的吞吐任务、船型、运输特点、以及地形、地质、地震、水文、气象等自然条件，并考虑全国港口发展战略、河海岸线资源综合利用的要求，从政治、经济、技术诸方面进行分析比较后，慎重确定。

影响港址优劣的因素很多，良好的港址应满足下列基本要求：

1) 具有广阔的经济腹地，以保证足够的货源。港口位置靠近腹地进出货物重心，且与腹地有方便的交通运输联系，腹地进出港口的货物和旅客要能经济有效地通过港口集疏。

2) 与城市发展相协调。港口的发展会逐步形成城市；而城市的发展与繁荣，必将促使港口规模的扩大。港口选址力求有城市作为依托，以便于港口建设与管理。但港口的发展，会在岸线及陆域占用、后方集疏运输方面对城市交通及居民生活带来干扰。因此，除客运码头外，现代化港口的港址，不应位于被居民区包围的城市中心区，而应移至城区的端侧，形成港口与城市发展互不干扰的城市用地结构和布局，如图 1-2 (c) 所示。

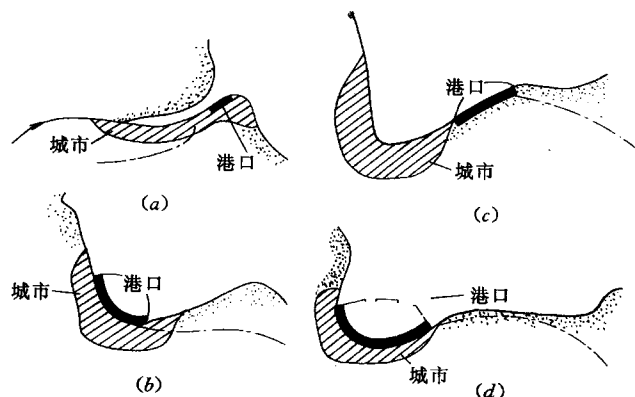


图 1-2 港口与城市位置示意图

3) 有发展余地。随着国民经济的发展，港口建设的规模也将不断扩大。此外，影响远景货物吞吐量预测的不确定因素较多，因此，港址的选择必须为将来的发展留有余地，至少要满足 30~50 年港口发展的需要。随着吞吐量的增加，有可能在已有的基础上合理安排新的建设项目。

4) 满足船舶航行与停泊要求。这是港址选择的关键，主要内容有：①进港航道和港池水深应满足船舶设计吃水深度。天然港址一般难以直接满足这一要求，常需采用疏浚的方法达到水深要求。因此，必须探明基岩埋深情况和研究开挖的港池、航道回淤量大小。②具有宽阔的水域，以供船舶锚泊、回旋、港内航行、停靠作业等。要求水域受波浪影响小，水流、流冰等不致过分影响船舶作业。此外，还应有供地方小船、驳船、港作船和游艇等使用的水域。③水域底质适于船舶锚泊，以细沙及粘土等混合底质最佳。

5) 有足够的岸线长度和陆域面积，用以布置前方作业地带、库场、铁路、道路及生产辅助设施，并能适应远景吞吐量的需要。具体要求为：①有相当长的岸线用以布置不同作业区的码头泊位；危险品及污染严重货种的作业区，能与其他区域保持足够的距离。②港

区陆域宽度根据不同货种、装卸工艺的要求而定，一般不应小于700~1000m。③有足够的陆域面积及适宜的地形，便于布置港口铁路车站及分区车场；港外疏港道路能方便地与高速公路和干线公路相衔接，并避免穿越城市市区。

6) 考虑国防要求。一般情况下，军港宜远离大、中城市，单独选址。商港也要考虑到战时作为临时军事活动辅助港，在选址时，应注意能满足船舰调动的迅速性、航道进出口与陆上设施的安全隐蔽性以及疏运设施与防波堤的易于修复性等。

7) 重视环境影响。港口装卸作业与港区工业的发展对附近水域生态环境和水陆域自然景观可能产生不利影响，选址时应注意建港对附近名胜古迹、城市居民生活岸线或其他大型文化设施等的影响，并采取相应的环境保护措施。

8) 尽量降低工程造价。要选择在地质条件好的弱震地区建港；要充分利用荒地劣地，少占或不占良田，避免大量拆迁，以减少工程量，降低总的工程造价，从而缩短偿还期。

不同类型河段和港湾的港址选择方法将在第二章中结合泥沙问题进行介绍。

二、港口作业区的划分和布置

为了提高装卸效率、防止环境污染、保证安全作业及方便管理等，综合性港口通常按货物性质及装卸工艺划分不同专业的作业区。在各作业区内，根据货种及流向选择适宜的装卸设备及工艺流程，布置库场及运输线路等。由此可见，合理地划分及布置作业区，对加速车船周转、降低运输成本及安全运营具有重要意义。在进行港址选择的同时，应充分考虑作业区划分及布置的要求。

港口作业区应根据货物类型、港区的地理位置、地形、水文气象条件等进行划分和布置。通常需考虑下述原则：

1) 根据货物种类及其吞吐量、装卸特点及泊位分工等条件划分作业区；并注意协调各作业区运量的饱和程度及进出港口运量的平衡。

2) 按货运量大小、靠泊船型要求的水深以及工艺布置特点等，确定作业区所需岸线长度、纵深及面积等，以减少港池开挖及陆域建设的工程量，降低工程费用。

3) 作业区的划分及布置应注意安全性，并满足城市及港区环境保护要求；同时，还应与城市交通、工业布局及岸线使用相协调。

根据以上原则，对批量大、货流稳定的散货可考虑在深水区设立单独的作业区及专门码头；对易燃易爆及其他危险品应单独设置作业区，并尽可能远离其他货区；石油码头应布置在河流的下游方向和盛行风的下风方向；客运码头宜布置在离市区近、交通方便的位置；集装箱由于装卸和堆存方式的特点，需设专用码头。

第四节 港口总体布置

港口是各类货物换装和旅客上下的水陆运输枢纽。为使各种运输工具和设施在港口高效安全地运转，须对港口各种设施和建筑物进行合理布置。港口总体布置是一项涉及各种专业的综合性工作，对港口建设、管理具有重要意义。总体布置不当，不仅会增加工程投资和装卸成本，而且会给港口管理和未来的发展造成许多困难，甚至成为所在城市的沉重负担。

港口总体布置工作的主要内容包括：①在货运量规划、船型及车型的选择、装卸工艺

设计以及设备选型的基础上,确定港口各主要组成部分的规模、平面布置形式、基本尺度和高程;②绘制总平面布置图;③编写设计说明书。一般情况下,港口总体布置设计贯穿于港址选择、作业区划分、以及工程初步设计的全过程。

由于篇幅所限,不可能对港口总体布置进行全面系统的论述。本节仅对港口总体布置的一般原则以及港口水域和港口陆域的主要组成、平面布置及基本尺度的确定作简要介绍。

一、港口总体布置的原则和要求

进行港口总体布置应注意以下几个方面的原则和要求:

1) 港口是为航运服务的,其总体布置需首先满足船舶航行要求,故港口应具有良好的水域条件,便于船舶安全进出、停泊及进行装卸作业等。

2) 港口布置应满足营运管理要求,其陆域的装卸、贮存及疏运三大系统应合理布局、有机结合,以便于货物的直接装卸及快速运转,降低装卸作业成本。为此,港口的总体布置需考虑与整个交通系统、有关经济部门相互协调,近期与远景发展相结合的原则,通过对近期和远景货流情况的分析,确定港区各组成部分的规模及布局。

3) 港口总体布置应与所在城市的建设规划相协调,合理地分配及使用码头岸线。除满足城市交通、环境保护、城市美化等方面的要求外,应充分发挥港口对城市经济繁荣的促进作用。

4) 节约工程投资和营运管理费用,合理利用岸线及地形条件进行工程布置,施工快捷方便,投产后便于管理,营运成本低。

二、港口水域布置

港口水域是指位于港界内归港口专用的水域,是供来港船舶进出口、港内航行及停泊、进行装卸及其他水上作业的场所。按位置不同,海港水域分为港外水域及港内水域两部分。港外水域位于港口口门外,包括进港航道及港外锚地。港内水域位于港口口门内,包括作业水域及航行水域。根据功能不同,作业水域可分为港池和港内锚地;航行水域则分为港内航行水域与回旋水域。河港水域由码头前水域(港池)、锚地和主航道组成。

港口水域布置主要包括港池布置、锚地布置、港内航行水域布置、防波堤和码头建筑物的布置等。其中防波堤布置将在第二章中介绍。下面将对港池、锚地及港内航行水域的布置分别予以介绍。

(一) 港池

港池是供船舶停靠和装卸货物用的紧靠码头的水域,也称码头前水域。它必须具有足够的深度和宽度,以利船舶方便地靠岸和离岸。顺岸式码头前的港池可以是回旋水域的一部分。

港池的布置型式取决于码头线的布置型式,通常分为顺岸式、突堤式及挖入式三种。顺岸式港池的泊位沿原岸线布置[图 1-3 (a)],占用自然岸线长,作业区分散,管理不够方便。但这种布置具有船舶靠离岸方便,陆域宽阔等突出优点,故绝大多数河港均采用这种布置型式。同时,它也适用于条件适宜的海港。突堤式港池[图 1-3 (b)]是由从岸边伸向水域、并与岸线正交或斜交的突堤间形成的港池。其优点是占用的自然岸线短、布置紧凑集中、便于作业区管理,但码头后陆域狭窄,不便布置疏运系统。此种型式多用于海港。在岸上开挖的港池称为挖入式港池[图 1-3 (c)]。它具有水域掩护条件好、泊位占用岸线短

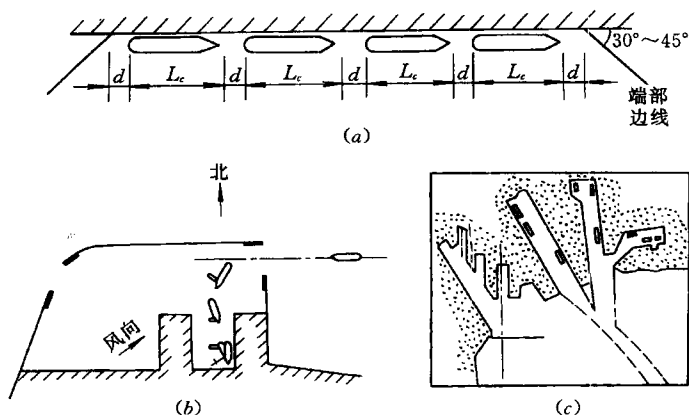


图 1-3 港池布置型式

(a) 顺岸式港池；(b) 突堤式港池；(c) 挖入式港池

的优点，其缺点是土方开挖量大，易受泥沙回淤影响。挖入式港池适用于自然岸线不足和具有适宜地形的海岸及河口。

港池的基本尺度与港池型式、船舶尺度及泊位数有关，这里不作介绍。

(二) 锚地

锚地是供船舶或船队停泊及进行各种作业的水域。按用途可分为停泊锚地、避风锚地、引水锚地和水上装卸作业锚地等。在河港，锚地还兼作驳船编队和解队之用。海港锚地分为港外锚地与港内锚地，港外锚地专供船舶等待引水、检疫时停泊之用。

锚地的面积取决于所需的泊位数和锚泊方式。每个锚泊泊位的面积也与锚泊方式有关。锚泊方式分为抛锚停泊和浮筒系泊两种。

抛锚停泊是船舶利用自备锚具停泊，有单锚停泊和双锚停泊之分。单锚停泊所需面积较大，适用于水域宽阔的锚地，船舶可以随风向或水流方向自动调整停泊方向，以减少受风面积。单锚停泊所需水域为一圆面积 [图 1-4 (a)]，其半径 R 为：

$$R = L_c + r + l + c \quad (1-1)$$

式中 L_c ——设计标准船型的船长，m；

r ——水位变化和抛锚可能引起的偏位，一般取为 25 m；

l ——锚链的水平投影长度，m；

c ——船尾与泊位边界距离，m。

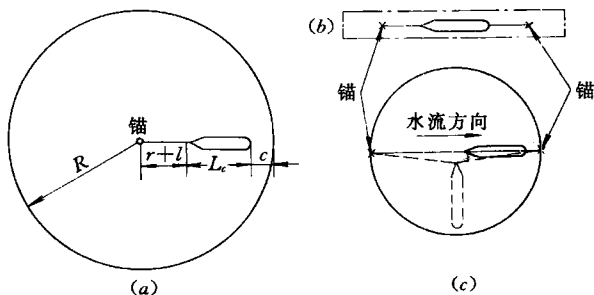


图 1-4 抛锚停泊示意图

(a) 单锚停泊所需水域；(b)、(c) 双锚停泊