

高等学校水利学科教学指导委员会组织编审

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·港口航道与海岸工程

# 港口规划与布置

(第三版)

主编 郭子坚 [大连理工大学]

主审 吴 澎 [中交水运规划设计院]



人民交通出版社  
China Communications Press

高等学校水利学科专业规范核心课程教材

**Gangkou Guihua yu Buzhi**

# 港口规划与布置

(第三版)

(港口航道与海岸工程专业)

主 编 郭子坚[大连理工大学]

主 审 吴 澎[中交水运规划设计院]



人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书为高等学校水利学科港口航道与海岸工程专业规范核心课程教材,系统地介绍了港口规划与布置所涉及的港口规划调查与分析、港口装卸工艺、码头及码头平面设计、港口水域及外堤布置、港口配套设施、港口发展规划、港口环境影响评价及港口景观,并介绍了河港特点。

本书是港口航道与海岸工程专业本科生的必修课教材,也可以作为土木、水利、交通运输类专业为拓宽专业口径而设置的有关港口课程的教材。对从事港口规划、设计、施工和管理的工程技术人员以及从事土木、水利、交通运输等专业的工程师来说,也是一本有益的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

港口规划与布置 / 郭子坚主编. —3 版. —北京 :  
人民交通出版社, 2011. 6

ISBN 978-7-114-09054-7

I. ①港… II. ①郭… III. ①港口规划 IV.  
①U651

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 072164 号

高等学校水利学科专业规范核心课程教材

书 名: 港口规划与布置 (第三版)

著 者: 郭子坚

责任编辑: 黄兴娜

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 16.5

字 数: 382 千

版 次: 2011 年 6 月 第 3 版

印 次: 2011 年 6 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09054-7

印 数: 0001 - 2000 册

定 价: 42.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换,  
未经同意不得复制与翻译)

# 高等学校水利学科专业核心课程教材 编审委员会名单

## 主任委员

张长宽(河海大学)

## 副主任委员

陈 楚(水利部人才资源开发中心) 王国仪(中国水利水电出版社)

彭建民(中国水利教育协会) 余锡平(清华大学)

谈广鸣(武汉大学) 姜 峰(大连理工大学)

练继建(天津大学) 陈建康(四川大学)

周孝德(西安理工大学) 李建林(三峡大学)

刘 超(扬州大学) 刘汉东(华北水利水电学院)

## 秘 书 长

吴胜兴(河海大学)

## 委 员

刘建明(水利部黄河水利委员会) 董雅平(水利部长江水利委员会)

任立良(河海大学) 梅亚东(武汉大学)

袁 鹏(四川大学) 吴吉春(南京大学)

唐洪武(河海大学) 马震岳(大连理工大学)

胡志根(武汉大学) 郑金海(河海大学)

王元战(天津大学) 康海贵(大连理工大学)

黄介生(武汉大学) 张展羽(河海大学)

杨培岭(中国农业大学) 蔡焕杰(西北农林科技大学)

王志锋(南昌工程学院)

# 港口航道与海岸工程专业教材 编审分委员会名单

## 主任委员

郑金海(河海大学)

## 副主任委员

王元战(天津大学)

康海贵(大连理工大学)

## 秘书长

冯卫兵(河海大学)

## 委员 (排名不分先后)

许锡宾(重庆交通大学)

刘晓平(长沙理工大学)

张小峰(武汉大学)

刘月琴(华南理工大学)

陈一梅(东南大学)

张洪雨(哈尔滨工程大学)

李华军(中国海洋大学)

刘曙光(同济大学)

孙东坡(华北水利水电学院)

孙志林(浙江大学)

王志东(江苏科技大学)

喻国良(上海交通大学)

陈子桑(中山大学)

陈刚(西安理工大学)

# 序

随着我国水利事业与高等教育事业的快速发展以及教育教学改革的不断深入,水利高等教育也得到很大的发展与提高。与 20 世纪末相比,水利学科专业的办学点增加了将近 1 倍,每年的招生人数增加了将近 2 倍。通过专业目录调整与面向新世纪的教育教学改革,在水利学科专业的适应面有很大拓宽的同时,水利学科专业的建设也面临着新形势与新任务。

在教育部高教司的领导与组织下,从 2003 年到 2005 年,各学科教学指导委员会开展了本学科专业发展战略研究与制定专业规范的工作。在水利部人教司的支持下,水利学科教学指导委员会也组织课题组于 2005 年年底完成了相关的研究工作,制定了水文与水资源工程、水利水电工程、港口航道与海岸工程以及农业水利工程四个专业规范。这些专业规范较好地总结与体现了近些年来水利学科专业教育教学改革的成果,并能较好地适应不同地区、不同类型高校举办水利学科专业的共性需求与个性特色。为了便于各类港口航道与海岸工程专业学校参照专业规范组织教学,考虑到港口航道与海岸工程专业的特殊性和历史延续性,经水利学科教学指导委员会研究决定,由港口航道与海岸工程专业教学指导分委员会与人民交通出版社共同策划,组织编写出版港口航道与海岸工程专业“高等学校水利学科专业规范核心课程教材”。

核心课程是指该课程所包括的专业教育知识单元和知识点,是本专业的每个学生都必须学习、掌握的,或在一组课程中必须选择几门课程学习、掌握的,因而,核心课程教材质量对于保证水利学科各专业的教学质量具有重要的意义。为此,我们不仅提出了坚持“质量第一”的原则,还通过专业教学讨论、提出,专家咨询组审议、遴选,相关院、系认定等步骤,对核心课程教材选题及其主编、主审和教材编写大纲进行了严格把关。为了把本套教材组织好、编著好、出版好、使用好,我们还成立了高等学校水利学科专业规范核心课程教材编审委员会以及各专业教材编审分委员会,对教材编纂与使用的全过程进行组织、把关和监督,充分依靠各学科专家发挥咨询、评审、决策等作用。

本套教材第一批共规划港口航道与海岸工程专业 11 种,计划在 2010 年年底之前全部出齐。尽管已有许多人为本套教材作出了许多努力,付出了许多心血,但是,由于专业规范还在修订完善之中,参照专业规范组织教学还需要通过实践不断总结提高,加之,在新形势下如何组织好教材建设还缺乏经验,因此,这套教材一定会有各种不足与缺点,恳请使用这套教材的师生提出宝贵意见。本套教材还将出版配套的立体化教材,以利于教、便于学,更希望师生们对此提出建议。

高等学校水利学科教学指导委员会  
港口航道与海岸工程专业教学指导分委员会  
人民交通出版社  
2008 年 7 月

# 前 言

《港口规划与布置》第二版出版于1999年。伴随着国际交流的日益频繁和经济全球化的迅速发展,港口已经成为我国经济和社会进步的缩影。2004年《中华人民共和国港口法》的实施使我国港口规划、建设、维护、经营和管理有了法律依据,为了适应现代港口建设和发展的需要,受高等学校水利学科教学指导委员会港口航道与海岸工程专业教学指导分委员会的委托,经本书前两版主编洪承礼教授的同意和授权,重新编写该书并作为第三版正式出版。

本书详细介绍了编制港口规划所涉及的港口规划调查与分析、港口装卸工艺、码头及码头平面设计、港口水域及外堤布置、港口配套设施、港口发展规划等基本内容;增加了港口环境影响评价及港口景观等内容,以培养学生注重海洋生态环境和公众亲水空间的港口规划理念;增添了岸线规划、码头装卸工艺的内容,并对滚装运输、LNG/LPG、游艇港及人工岛等内容进行了适当的补充;为适应国际工程日益增加的需要,本书对部分专业名词作了英文标注,以供参考使用。

本书以海港为对象,着重介绍了港口规划中的相关基础知识和理论方法,这些知识和思路在河港规划中也是相通的。本书由大连理工大学郭子坚教授担任主编,并编写第一、第四、第五、第六(除内河航运以外的内容)、第七、第八章;由大连理工大学宋向群教授编写第二、第三章,重庆交通大学周世良教授负责编写第九章。考虑到内河航运的迅速发展及其对港口集疏运的影响,在第六章中增加了内河航运网规划相关基础知识,由长沙交通大学黄伦超教授负责编写第六章中的内河航运的内容。

特别感谢中交水运规划设计院吴澎总工程师在百忙之中审阅本书,并提出了有益的建议和修改意见。

大连理工大学洪承礼教授、中国海洋大学董胜教授对本书的补充修订提出了宝贵的修改建议,在此表示衷心的感谢。

感谢唐国磊、王文渊博士等研究生协助完成本书插图和附图的誊绘。

作为本科生的专业课程教材,本书在编写的过程中参考并引用了大量国内外相关文献资料和研究成果,在此一并表达谢意。

编 者

2011年3月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 水路运输系统.....	1
第二节 港口的组成.....	2
第三节 港口的分类.....	5
第四节 港口的运营.....	9
习题 .....	12
<b>第二章 港口规划调查与分析</b> .....	13
第一节 腹地的经济社会条件调查 .....	13
第二节 港口的自然条件调查与分析 .....	15
第三节 港口吞吐量发展水平预测 .....	33
第四节 船舶及船型预测 .....	42
习题 .....	49
<b>第三章 港口装卸工艺</b> .....	50
第一节 件杂货码头装卸机械和工艺 .....	51
第二节 集装箱码头装卸机械和工艺 .....	55
第三节 干散货码头装卸机械和工艺 .....	60
第四节 液体散货码头装卸工艺 .....	62
第五节 滚装码头装卸工艺 .....	62
第六节 游艇上下岸工艺 .....	64
习题 .....	65
<b>第四章 码头及码头平面设计</b> .....	66
第一节 码头规模的确定 .....	66
第二节 提高港口效率的方式 .....	77
第三节 码头布置型式 .....	80
第四节 港口陆域尺度 .....	87
第五节 码头陆域布置 .....	93
习题.....	115
<b>第五章 港口水域及外堤布置</b> .....	116
第一节 港口水深.....	117
第二节 航道.....	121
第三节 锚地与回旋水域.....	128
第四节 港池.....	133



第五节	港内泊稳标准及波况估算	135
第六节	外堤布置	139
第七节	港口导航	145
	习题	148
<b>第六章</b>	<b>港口配套设施</b>	<b>150</b>
第一节	集疏运设施	150
第二节	供电与照明	163
第三节	给排水	165
第四节	通信与信息	170
第五节	水上安全监督	171
	习题	172
<b>第七章</b>	<b>港口发展规划</b>	<b>173</b>
第一节	港口规划及其层次	173
第二节	港口建设项目可行性研究	179
第三节	港址选择	181
第四节	岸线及岸线规划	190
	习题	192
<b>第八章</b>	<b>港口环境影响评价及港口景观</b>	<b>193</b>
第一节	港口环境影响评价	193
第二节	港口景观	198
	习题	204
<b>第九章</b>	<b>河港特点</b>	<b>205</b>
第一节	港址选择	205
第二节	装卸作业系统	209
第三节	陆域布置	216
第四节	水域布置	219
	习题	223
<b>附录一</b>	<b>近似计算极端水位的 <math>K</math> 值表</b>	<b>224</b>
<b>附录二</b>	<b>设计船型尺度</b>	<b>225</b>
<b>附录三</b>	<b>排队论模型中的 <math>T_w/T_b</math> (平均待泊时间/平均靠泊时间)</b>	<b>227</b>
<b>附录四</b>	<b>杂货单位有效面积的货物堆存量</b>	<b>236</b>
<b>附录五</b>	<b>规则波绕射系数</b>	<b>237</b>
<b>附录六</b>	<b>泥沙移动临界水深的计算方法</b>	<b>239</b>
<b>附录七</b>	<b>内河航道尺度</b>	<b>242</b>
<b>附录八</b>	<b>港口用水量标准</b>	<b>247</b>
	<b>参考文献</b>	<b>249</b>

# 第一章 绪 论

## 第一节 水路运输系统

水路运输系统是由港口、航道、船舶、船员、运输保障等部分组成,用于承担水路货物和旅客运输的复杂的系统。水路运输是综合运输中最古老的运输方式,利用船舶航行于水域,实现旅客和货物的空间移动。从远古的独木舟到现代的大型运输船舶,人类经历了舟筏时代、帆船时代、蒸汽机时代和柴油机时代。早在公元前1 000多年前,欧洲已经在地中海沿岸开始了航海和筑港,我国在战国至秦时期于渤海、黄海之滨建成碣石、转附、琅琊等海港。随着海洋运输业和海洋渔业的发展,以及沿海经济建设的需要,世界沿海国家和地区陆续兴建了大批港口及修造船设施,逐渐形成了现代世界航运网络,并与其他运输方式共同构成了综合交通运输系统。

综合交通运输系统将水路、公路、铁路、航空和管道五种基本运输方式按照运输过程的要求有机地联系起来,逐步形成技术先进、路网布局和运输结构合理的交通运输体系,以满足国家对运输资源在各种运输方式之间合理配置的要求,实现旅客运输的“零距离换乘”以及货物运输的“无缝中转”。水路运输具有运量大、成本低的优点;公路运输则具有机动灵活、便于实现货物门到门运输的特点;铁路运输的主要优点是受气候影响较小,可深入内陆实现货物长距离的准时运输;航空运输可实现货物的快速运输;管道运输成本低廉,且受天气情况的影响非常小,可以长期稳定地使用,安全性较高。

综合交通运输体系由固定设施和载运工具构成。固定设施包括作为交通基础设施的码头、铁路、道路、机场、管道、船闸、隧道和车站等,也包括与其配套的通讯信号等控制设备。载运工具是使运输对象空间场所移动的载体,包括船舶、火车、汽车和飞机等。通常把两种或两种以上不同运输方式进行联运的运输组织形式叫做多式联运,包括水陆、陆空、海空等联运方式。综合交通运输体系是经济社会发展到一定阶段,在科技创新和制度创新的作用下产生的一种现代交通运输的组织形式,可以综合利用各种运输方式,充分发挥每种运输方式的优点,用较少的劳动消耗完成运输任务,减少客货运输的中间环节,提高运输组织水平,协调各种运输方式的衔接,提高运输效率,降低运输成本,实现合理运输。

水路运输包括内河运输、沿海运输、近洋运输和远洋运输,具有点多、面广、线长的特点。2009年我国水路货物运输量和货物周转量在综合运输体系中分别占12%和63%。通过内河运输与远洋运输,实现了内陆经济腹地与世界连通,并使处于运输交汇处的港口城市产生了内陆经济腹地与国际港口城市两个极为宽阔的辐射面。港口作为交通运输的枢纽和水陆联运的咽喉,是综合运输体系中各种运输方式的汇集点。同时,港口也是国际贸易的重要组成部分,国际贸易量的近90%是通过水路运输(主要是海运)完成的。我国的内河干线和沿海水运在



“北煤南运”、“北粮南运”和油矿中转等大宗货物运输中发挥了主通道作用,保障了重点物资运输,有力地推动了我国现代物流的发展,为经济社会发展提供了坚实的运输保障。我国拥有陆地国土面积 960 万  $\text{km}^2$ ,大陆海岸线长 1.8 万  $\text{km}$ ;海岛 6 961 个,岛屿海岸线长近 1.4 万  $\text{km}$ ,海岛面积超过 8 万  $\text{km}^2$ ,其中有人居住的海岛 433 个;我国还拥有 300 万  $\text{km}^2$  的海洋国土面积。发展水运和港口建设的条件十分优越。

港口是临水地区人与货的出入口,是具有足够水深、受风浪影响较小、便于船舶进出和安全停靠的停泊地。至 2009 年年底,全国沿海和内河港口分别拥有生产用码头泊位 5 320 个和 26 109 个,其中万吨级及以上泊位分别为 1 261 个和 293 个。现代港口作为交通运输大动脉中的枢纽,是货物集散、暂存、换装并转换运输方式的中心,是水上运输和陆上运输的连接点。现代港口必须具有一定的物理条件,即拥有良好的水上、陆上交通条件和便于物资集散的空间条件,包括为船舶提供可靠的航道及安全的靠泊场所;方便旅客上下、货物装卸与船舶补给所必须的设施,如码头、仓库及前方堆场等;港口内的水上工具,如拖轮、消防艇等。因此,港口是上述各种水工建筑物、构筑物和设施及设备的综合体。同时,现代港口是社会经济活动的重要组成部分,在发展国民经济、促进社会进步的进程中起着重要作用。作为沟通外界的窗口,港口是一个城市、地区乃至整个国家对外开放、与世界相连的大通道,是港口城市的重要组成部分。随着世界经济的发展,现代物流作为现代经济的重要组成部分,凭借其先进的综合服务模式,正在全球范围内迅速发展。与此相适应,现代港口已不再是一个简单的货物装卸和换装场所,而是国际物流与供应链上的一个重要环节。现代港口的概念被赋予了新的内涵,港口功能有了新的拓展,增加了临港工业、保税、贸易信息服务与咨询等多种功能。除了经济活动之外,港口还承载着由经济活动延伸而出的社会活动,为城市的开发、城市居民生活的改善提供了有效的重要场所。

## 第二节 港口的组成

港口(port and harbor)由港界内的所有设施构成。港界(port boundary)即构成港口的水陆域与其外围区域的分界,是对港口进行有效管理所必须明确的管辖范围。通常在港口总体规划中确定港界的范围,港界以内由港口经营者进行统一管理。

港口由港口水域、码头岸线和港口陆域组成,图 1-1 是大连港部分港区平面图,图 1-2 是大连港大港港区平面图。

### 一、港口水域

港口水域(port waters; harbor waters)包括锚地、航道、回旋水域和码头前水域等。

锚地(anchorage area)是专供船舶等待靠泊码头、接受检疫、进行水上装卸作业以及避风的指定水域,可分为港外锚地和港内锚地。港口通常为装载危险品的油船等设有单独的锚地,如图 1-1 中的油船检疫锚地等。

航道(waterway; navigation channel)是为船舶进出港口提供特定的安全航行通道。多数情况下,近海自然水深不能满足船舶吃水要求,航道一般是人工开挖而成。船舶进出港口必须按照航行标志航行,遵守航行规则,以避免发生海上事故,如图 1-1 中和尚岛东港区的供船舶进



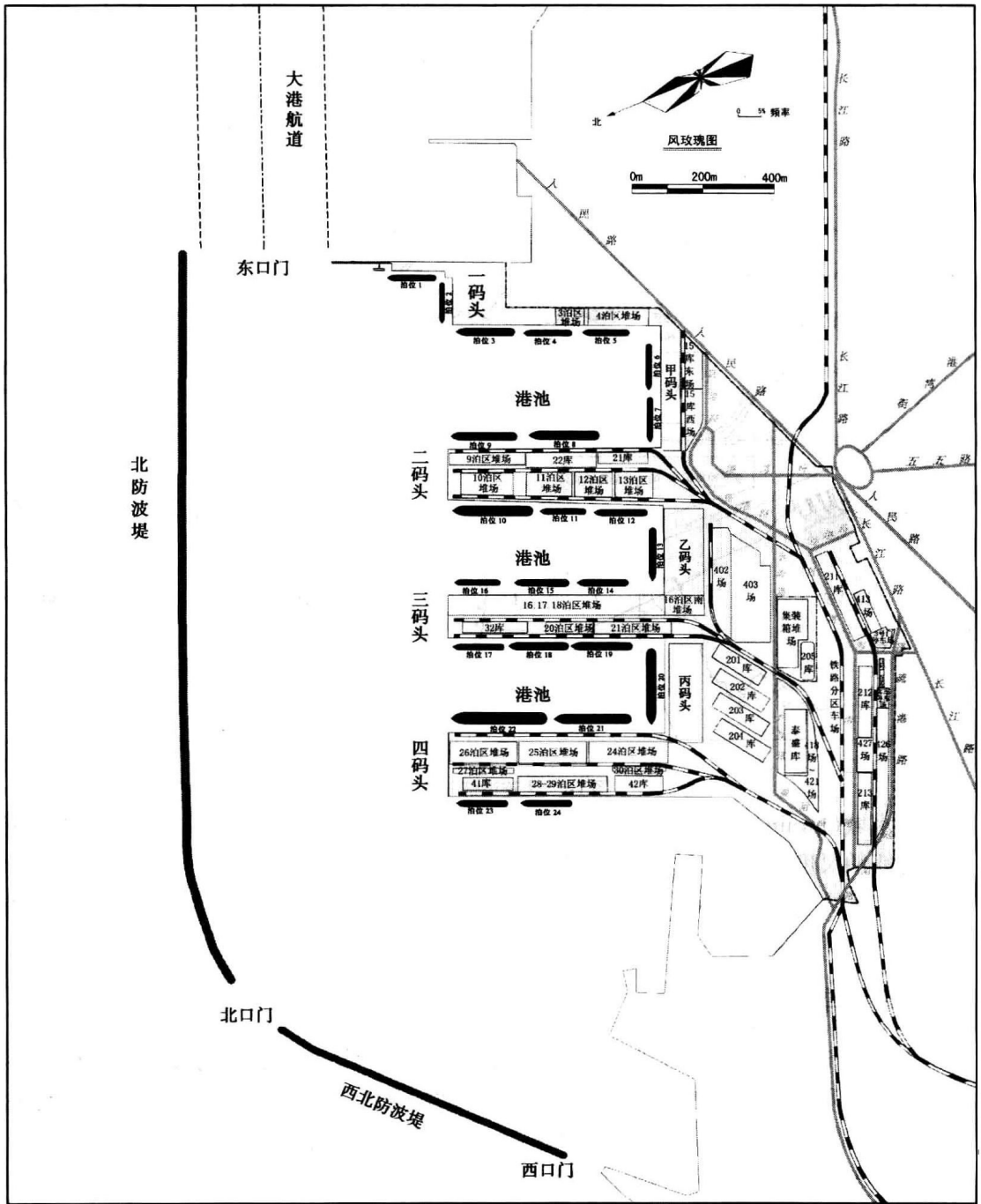


图 1-2 大连港大港港区平面图

港口的生产作业系统由五大系统构成,见表 1-1 中的序号(1~5)。各系统相互协调才能确保生产作业的顺利进行。另外还需建立港口的环境保护设施与景观系统,以促进港口的和谐发展。

在港口规划中,港、港区、作业区、码头、泊位是不同层次的概念。通常所说的某港是指隶属于某行政区域的港口总称,一般根据地理位置或功能可划分为若干港区。如大连港包含大

连市行政管辖范围内的全部港口设施。由两个以上行政区所属港口共同组建的港口属于组合港,如纽约/新泽西港。港区(port area)则是根据港口规划中按照地理位置或者功能关系所划分的构成港口的一个独立陆域与水域范围,规模不大时亦可称作港站或港口。在大连港总体规划中,大连港划分大窑湾、鲇鱼湾、长兴岛等港区,以及庄河港、皮口港、旅顺新港等若干个中小港站。作业区(port operation section)是港区范围内相对独立的生产分区,通常是完成单一货种装卸运输的水域与陆域范围,如大窑湾港区有集装箱作业区和散粮作业区等,也有一些小的港口直接由一个或几个作业区构成。码头是作业区内供船舶停靠、装卸货物或上下旅客的场所,如大窑湾港区集装箱作业区内有一期集装箱码头、二期集装箱码头等。泊位(berth)一般是指一艘设计船型船舶停靠码头时所占用的空间,一座码头有一个或多个泊位。

港口生产作业系统

表 1-1

序号	系 统	主要设施
1	船舶航行作业系统	航道、导助航设施、拖轮、锚地、回旋水域、港池、航修设施、船舶供水供油、船舶废弃物收集、岸电电源
2	装卸作业系统	码头、装卸作业锚地、装卸机械、运输机械、旅客上下船设施、防波堤、指挥控制中心
3	存储、分运系统	堆场、仓库、库内机械、分拨中心、客运站、宾馆
4	集疏运及配套系统	铁路、公路(进港高速公路)、水网、电网、管道、内河水运
5	信息与商务系统	港口 EDI 服务中心、航运及贸易服务中心
6	环境保护设施与景观系统	污水处理设施、废弃物处理设施、港口绿地、港口景观

### 第三节 港口的分类

港口按功能与用途分,有商港、工业港、渔港、军港、游艇港、避风港等;按地理位置分,有海港、河口港、河港和运河港等。

#### 一、按功能与用途分类

##### 1. 商港

商港(commercial port)又称贸易港,以商船和货物运输为主要服务对象,是海上和内河航线上货物和旅客的起讫点或中转地。一般均兼运各种类型的货物,设有不同的货物作业区,并根据是否从事国际贸易分为外贸港和内贸港。商港所在城市,一般工商业集中,经济发达,交通便利,而且具有从事海、陆、空联运的设施。著名的商港有上海港、新加坡港、香港港等。图 1-3 为上海港外高桥港区四、五、六期集装箱码头的示意图。

##### 2. 工业港

工业港(industrial port)是为大型企业输入原材料及输出成品的专用港口,是海上运输与企业生产的汇集地,如我国的上海宝钢码头(图 1-4)和日本千叶港等。工业港的码头称为业主码头或货主码头,它是企业自建的,直接为本企业生产服务,承担原材料和产成品等的运输;是企业生产的配套设施,多为沿海沿江的大型钢铁及石化工业等企业所拥有。与业主码头相对应的公用码头系指面向全社会提供运输服务的生产性码头设施。

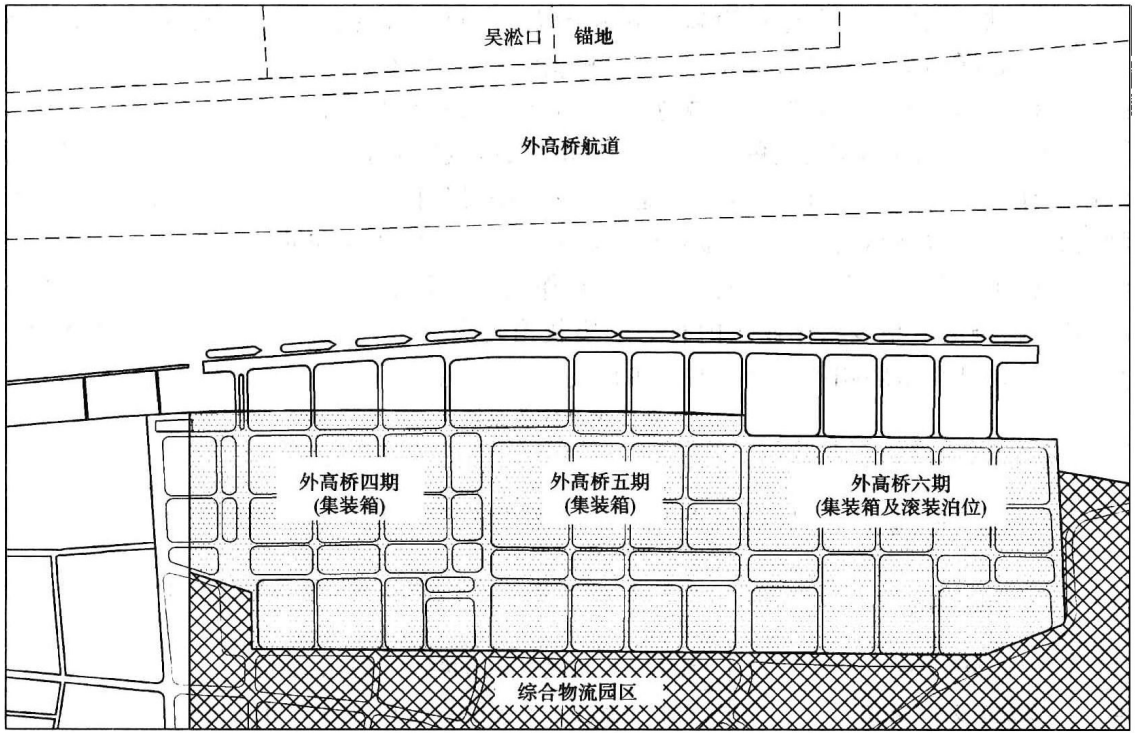


图 1-3 上海港外高桥港区部分集装箱码头示意图

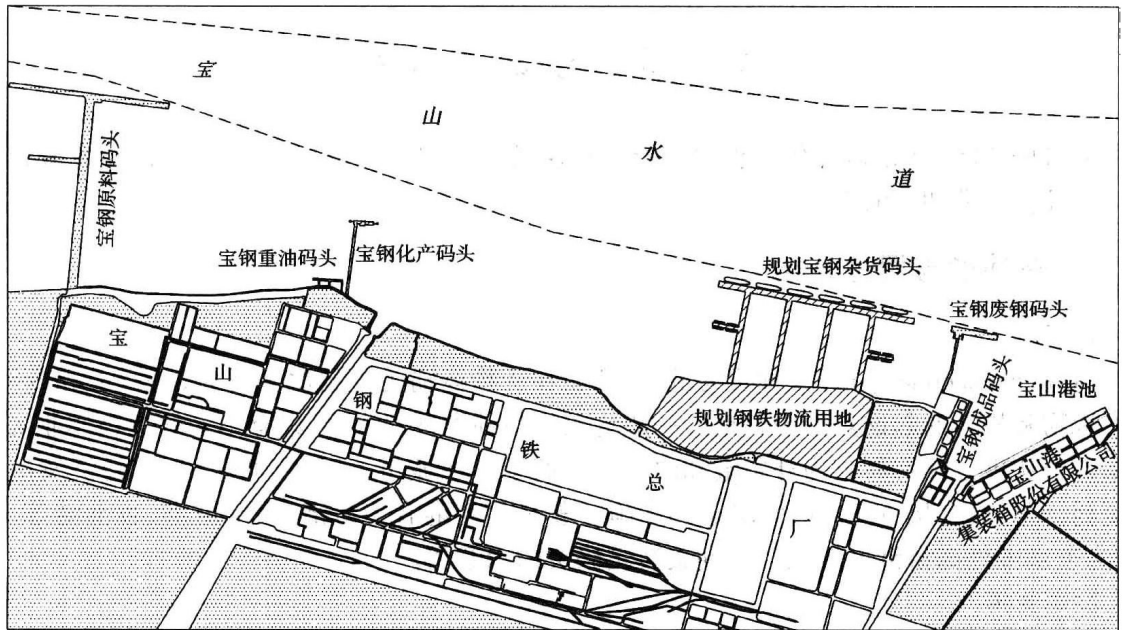


图 1-4 上海宝钢码头示意图

### 3. 渔港

渔港(fishery port)指主要为渔业生产服务和供渔业船舶停泊、避风、装卸渔获物和补充渔需物资的人工港口或者自然港湾。渔港一般可提供渔获物的冷冻、加工、储运、贸易以及渔船

维修、通信等服务,如我国舟山沈家门渔港。

#### 4. 军港

军港 (naval harbor) 是专供海军舰艇使用的港口,是舰艇停泊、避风和获得战斗、技术、后勤等保障的军事基地。除了有供各种舰艇驻泊的综合港和供一种舰艇驻泊的专用港外,还有军商合一、军民合用港等。军港通常要求在地势和入港条件上能保证舰队调度和停泊的安全,使军舰可以在任何时间自由驶入,并具有一些特殊的设施和设备。如我国旅顺军港、日本横须贺军港等。

#### 5. 游艇港

游艇港 (marina) 是为各类运动、休闲和商务游艇提供停泊和上岸保管的港口,通常也是观光游览船的到发港,图 1-5 所示为日本大阪游艇港。

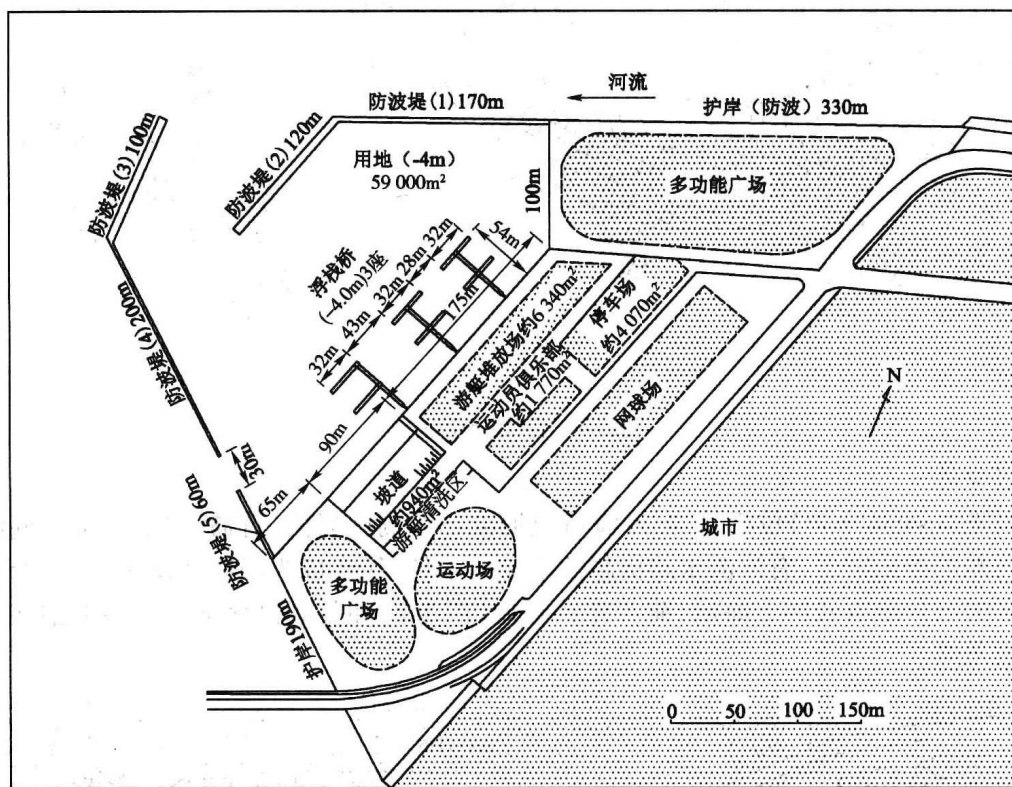


图 1-5 大阪游艇港

#### 6. 避风港

避风港 (refuge harbor) 一般位于主要海洋航线经过的凸出海岸或岛上,专供沿海或远洋长途航行的海船躲避暴风、海浪,并补给燃料和淡水。

## 二、按地理位置分类

### 1. 海港

海港 (coastal port) 指沿海岸线 (包括岛屿海岸线) 分布的港口,通常位于有掩护的海湾内或开敞的海岸上,利用海湾、岬角等天然掩护,可避开或减少风浪、沿岸输沙的影响,图 1-6 所示为青岛港前湾港区平面图;还有离开海岸建在深水海面上由单点或多点系泊码头和岛式码





头构成的海港。

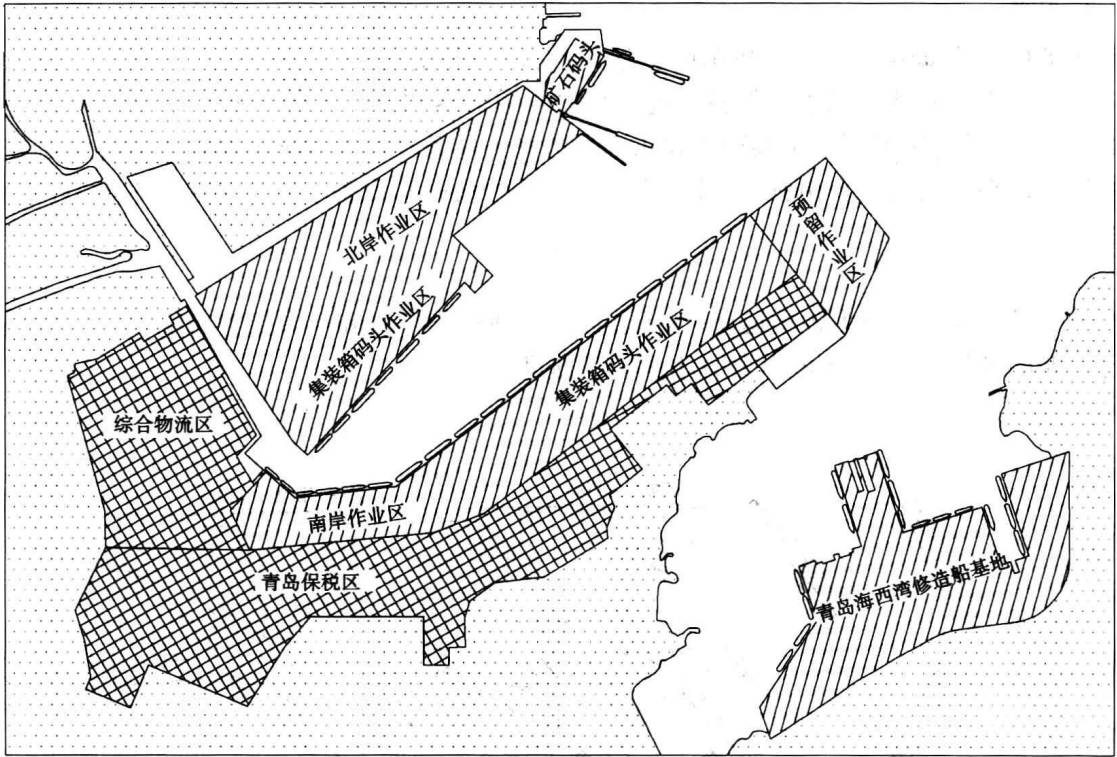


图 1-6 青岛港前湾港区

### 2. 河口港

河口港 (estuary port) 位于江、河入海口或河流下游潮区界内, 有通海航道, 可以同时满足海船与河船的停泊需要, 有河流水路优越的集疏运条件, 往往成为国际或国内重要的贸易港。比较著名的河口港有我国上海港、荷兰鹿特丹港 (图 1-7) 和德国汉堡港等。一般把河口港划入海港的范畴。

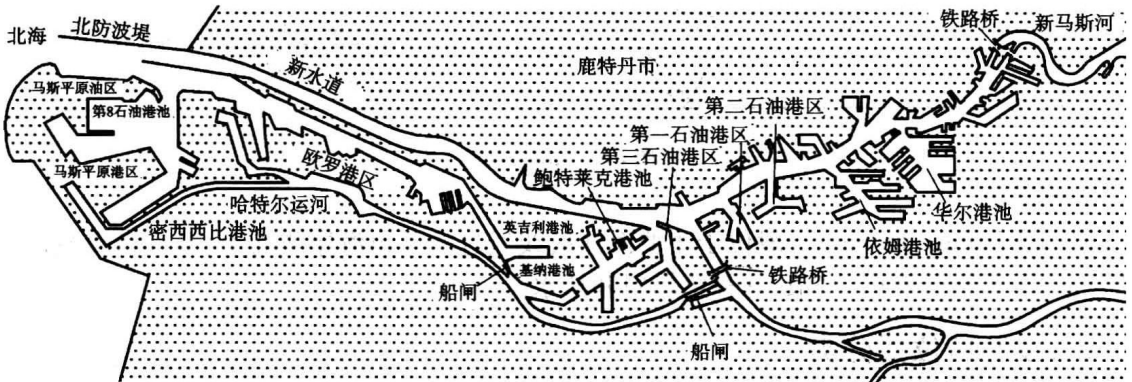


图 1-7 荷兰鹿特丹港

### 3. 河港

河港 (river port) 是位于天然河流上的港口, 包括湖泊港和水库港。多数以内贸经营为主,