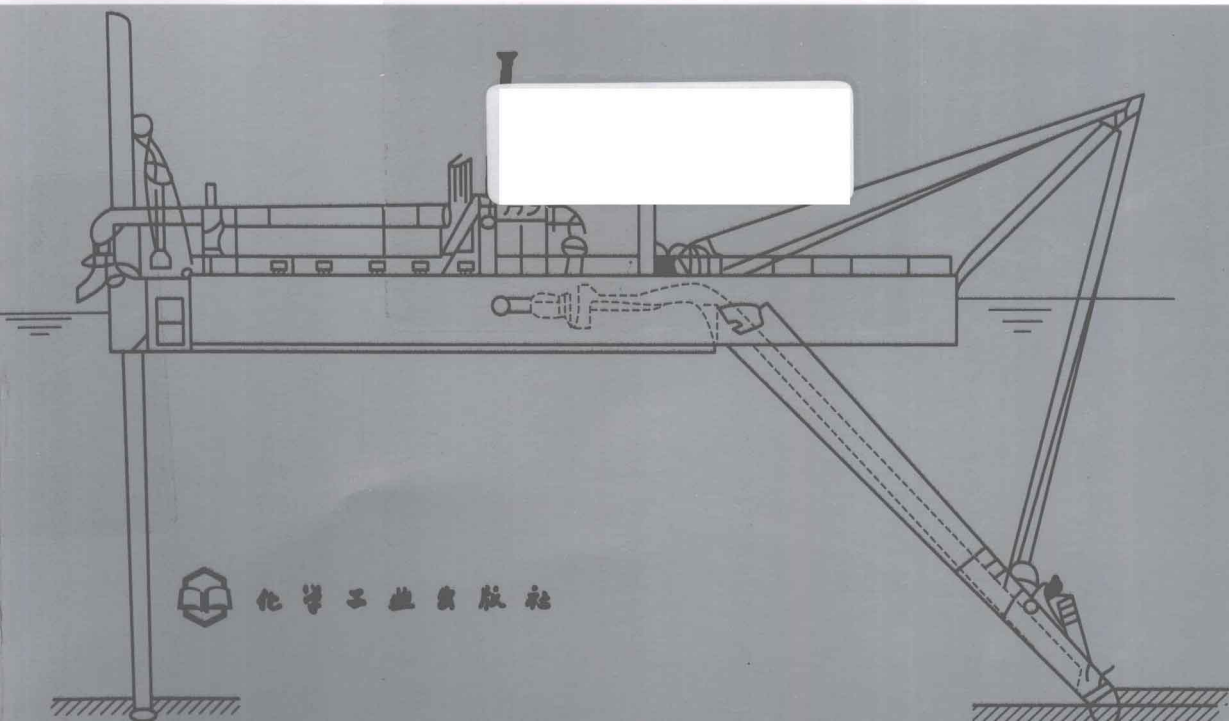


GANGKOU YU HANGDAO
TUMU GONGCHENGSHI
SHIYONG SHOUCHE

港口与航道
土木工程师
实用手册

蒋江波 主编 田立新 副主编



化学工业出版社

GANGKOU YU HANGDAO
TUMU GONGCHENGSHI
SHIYONG SHOUC

港口与航道
土木工程师
实用手册

蒋江波 主编 田立新 副主编

（此处文字模糊，疑似为ISBN或定价信息）



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要介绍了港口与航道的设计,港口与航道工程专业技术,港口与航道工程施工技术,以及港口与航道工程项目施工管理等方面的内容。

本书可作为港口与航道工程土木工程师的参考用书,也可作为高等院校港口与航道工程相关专业以及水利类相关专业学生的参考用书,还可供参加注册土木工程师执业资格考试的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

港口与航道土木工程师实用手册/蒋江波主编. —北京:化学工业出版社, 2013. 1

ISBN 978-7-122-15579-5

I. ①港… II. ①蒋… III. ①港口工程-技术手册②航道工程-技术手册 IV. ①U6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 244215 号

责任编辑:徐娟

文字编辑:谢蓉蓉

责任校对:吴静

装帧设计:韩飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张20½ 字数550千字 2013年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:68.00元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编 蒋江波

副主编 田立新

参编人员 姜鸿昊 陶红梅 于 涛 马可佳 姜立娜
马艳敏 曲彦泽 李 娜 张 健 李晓玲
战 薇 范志强 侯文淑 徐德兰 谢荣秀
丁 文 吴 宁 赵 蕾 白雅君 田立新
蒋江波

前 言

随着我国国民经济的迅速发展，国家进一步加大了对水运工程的投入，一大批港口、航道工程项目相继投建。但是目前我国市场上港航工程类人才相对匮乏，加之我国高等职业教育的纵深发展，大批水利类、交通运输类专业的开设，迫切需要从事港航工程工作的相关人员。为此，我们特编写这本《港口与航道土木工程师实用手册》，以满足航运事业不断发展的要求。

本书内容按照章、节体例划分，结合“本节导读”的编写方式，运用最简单、最直接的手法进行编写。本书非常便于读者阅读，并有利于读者抓住章节重点，理清知识脉络，根据情况选择性阅读。

在本书的编写过程中，编者本着严谨负责、实事求是的态度，认真搜集相关内容，并结合多年的实践经验，同时参考了大量最新的文献与资料，力求做到内容充实与全面。另外，在本书的编写和出版过程中，得到了许多专家和学者的大力支持与热心帮助，在此深表谢意！

由于时间仓促及编者水平有限，书中不当之处在所难免，恳请读者给予批评指正。

编 者
2012. 12

目 录

第1章 概述	1
1.1 港航工程项目经济评价及效益分析	1
1.1.1 财务评价	1
1.1.2 国民经济评价	2
1.1.3 国民经济费用和效益	3
1.1.4 港口项目评价	4
1.2 港口与航道的配套工程	5
1.2.1 供电、照明	5
1.2.2 油品及其他危险品码头	8
1.2.3 给水、排水	11
1.2.4 环境保护	20
1.3 港口与航道的装卸工艺	24
1.3.1 装卸工艺概述	24
1.3.2 集装箱码头装卸工艺	27
1.3.3 件杂货码头装卸工艺	32
1.3.4 多用途码头装卸工艺	33
1.3.5 煤炭、矿石码头装卸工艺	35
1.3.6 散装粮食码头装卸工艺	40
1.3.7 散装化肥码头装卸工艺	41
1.3.8 河港码头装卸工艺	41
第2章 港口与航道的设计	43
2.1 总平面设计	43
2.1.1 港口选址与总平面方案	43
2.1.2 防护建筑物和锚地总平面布置	46
2.1.3 港口总平面设计中船舶尺度 选取原则	50
2.1.4 泊稳标准	50
2.1.5 陆域高程	51
2.1.6 土石方平衡	52
2.1.7 港口工程坐标计算、地面坡度以 及管线综合的设计原则	53
2.1.8 港池泥沙回淤计算方法	54
2.1.9 渠化工程枢纽总体布置方案 设计原则、方法和环境保护设计	60
2.1.10 总体布置和渠化梯级布置	64
2.2 航道设计	69
2.2.1 航道选线的原则和要求	70
2.2.2 航道主要尺度的计算	71
2.2.3 航道设计水位	76
2.2.4 内河航道整治	80
2.2.5 口外浅滩航道回淤的计算	82
2.3 防护建筑物设计	83
2.3.1 防护建筑物设计的主要原则	84
2.3.2 波浪对直墙式建筑物作用力的 计算方法	86
2.3.3 斜坡上的波浪爬高	91
2.3.4 防波堤和护岸工程结构	92
2.3.5 防波堤结构主尺度	93
2.3.6 直立式防波堤设计	97
2.3.7 筑坝工程	102
2.4 码头建筑物设计	104
2.4.1 沉箱、扶壁和方块码头结构的 构造要求	104
2.4.2 沉箱、扶壁和方块码头 的计算	106
2.4.3 高桩码头的构造要求	112
2.4.4 高桩码头的计算与设计	119
2.4.5 板桩码头的构造要求	125
2.4.6 板桩码头的设计计算	128
2.4.7 斜坡码头和浮码头	134
2.5 修造船建筑物设计	136
2.5.1 机械化滑道	137
2.5.2 船坞	141
2.5.3 干船坞主尺度及水位	142
2.5.4 干船坞坞室设计	144
2.5.5 干船坞坞口设计	149
2.5.6 锚杆式、排水减压式 船坞结构	151
2.6 通航建筑物设计	152
2.6.1 船闸输水系统	152
2.6.2 短廊道输水的水力计算	157
2.6.3 分散输水系统的水力计算	159
2.6.4 闸门和阀门的形式及其适 用条件	160
2.6.5 人字闸门和横拉门	161

第3章 港口与航道工程专业技	术	163
3.1 港口水域的组成及其功能		163
3.1.1 港外水域的组成及其功能		163
3.1.2 港内水域的组成及其功能		163
3.2 港口与航道工程的水文和气象		164
3.2.1 波浪要素和常用波浪的统计特征值		164
3.2.2 潮位基准面与设计潮位		166
3.2.3 近岸海流特征		167
3.2.4 海岸带泥沙运动规律		168
3.2.5 内河的特征水位和泥沙运动规律		169
3.2.6 风级与降水		170
3.3 港口与航道工程施工的测量控制		172
3.3.1 港口与航道工程施工平面控制与高程控制方法		173
3.3.2 港口与航道工程沉降和位移观测方法		174
3.4 港口与航道工程常用材料		175
3.4.1 水泥		175
3.4.2 混凝土		176
3.4.3 钢材		182
3.4.4 土工织物		184
3.5 港口与航道工程软土地基加固方法		186
3.5.1 排水固结法		186
3.5.2 振动水冲法		189
3.5.3 强夯法		191
3.5.4 深层搅拌法		192
3.5.5 爆炸排淤填石法		194
3.6 港口与航道工程钢结构的防腐蚀		197
3.6.1 港口与航道工程钢结构防腐蚀的主要方法及效果		197
3.6.2 海水环境中钢结构腐蚀区域的划分和防腐蚀措施的应用		198
3.7 GPS在港口与航道工程中的应用		199
3.7.1 GPS测量定位系统		199
3.7.2 GPS测量定位系统在港口与航道工程中的应用		201
第4章 港口与航道工程施工技	术	203
4.1 重力式码头施工技术		203
4.1.1 基床施工		203
4.1.2 墙身构件预制安装		211
4.1.3 墙后回填		223
4.1.4 胸墙施工		225
4.2 高桩码头施工技术		226
4.2.1 桩基施工		226
4.2.2 构件预制和安装		228
4.2.3 上部结构施工		230
4.2.4 接岸结构和岸坡施工		232
4.3 板桩码头施工技术		233
4.3.1 预制和施打板桩		234
4.3.2 锚碇系统施工		236
4.3.3 胸墙、帽梁及导梁施工		239
4.3.4 回填施工		241
4.3.5 码头前沿挖泥		242
4.4 斜坡堤施工技术		242
4.4.1 垫层与地基处理		242
4.4.2 堤身填筑		243
4.4.3 护面		244
4.5 航道整治工程施工技术		246
4.5.1 航道整治工程施工概述		246
4.5.2 整治建筑物		248
4.5.3 平原航道整治		253
4.5.4 山区航道整治		260
4.6 疏浚与吹填工程施工技术		264
4.6.1 疏浚与吹填工程认知		265
4.6.2 疏浚挖泥工程		268
4.6.3 疏浚爆破工程		283
4.6.4 吹填工程		284
4.7 环保疏浚与疏浚环保		288
4.7.1 疏浚污染		288
4.7.2 疏浚环保		288
4.7.3 环保疏浚		289
第5章 港口与航道工程项目施	工管理	291
5.1 水运工程施工招标投标管理		291
5.1.1 水运工程施工招标投标管理要求		291
5.1.2 水运工程施工招标条件与程序		292
5.1.3 水运工程施工投标条件与程序		293
5.2 港口与航道工程合同管理		296
5.2.1 港口与航道工程发包人责任		296
5.2.2 港口与航道工程承包人责任		297
5.2.3 水运工程监理职责		297
5.2.4 港口与航道工程施工工期规定的特点		298
5.2.5 港口与航道工程合同价		

款与支付	299	5.3.4 港口与航道工程工程价款变更的 依据与方法	315
5.2.6 港口与航道工程设计变更	299	5.4 水运工程质量监督的有关规定	316
5.3 港口与航道工程造价管理	300	5.4.1 水运工程质量监督机构职责	316
5.3.1 港口及航道工程费用的组成	300	5.4.2 水运工程质量监督内容	317
5.3.2 港口与航道工程计量的标 准和方法	308	5.4.3 水运工程质量监督程序	318
5.3.3 港口与航道工程工程量清单 计价的应用	311	5.4.4 对违反水运工程质量监督规 定的处罚	319
参考文献			320

第1章 概 述

1.1 港航工程项目经济评价及效益分析

本节导读:

港航工程项目建设是我国经济建设的重要组成部分。现代港航工程对国家经济发展的贡献不仅在于通过运输功能的发挥促进国内外贸易量的增长,它的贡献还表现在推动工业、服务业等行业的发展,提高对外开放的程度,增强地区经济实力等诸多方面。对港航工程项目经济评价及效益进行定量定性分析,能够用于评价港航工程在社会经济增长中的重要作用。本节内容主要包括财务评价、国民经济评价、国民经济费用和效益以及港口项目评价。

1.1.1 财务评价

财务评价在我国建设项目可行性研究中又称为企业经济评价,西方发达国家一般称其为财务分析。财务评价是建设项目经济评价的重要组成部分,是在国家现行价格和财税制度条件下,以财务预测中各种财务报表所测得的数据为依据,从项目范围的财务角度分析,计算项目的财务盈利能力和清偿能力,据以判别项目在财务方面的可行性。

水运建设项目的财务评价主要体现在投入和产出的关系。投入主要分为两部分:①在建设期内组成项目建设费用的各部分的总投资额;②项目投产后生产期间的营运支出和更新费用。产出主要指在生产期内项目实现的营运收入,主要包括装卸(运输)、堆存、港务管理、外轮代理及其他业务收入。

水运建设项目的投资构成,主要由基础设施和营运设施投资两部分组成。这种投资结构是水运建设项目投资区别于其他工业项目投资的重要特点。基础设施投资所形成的固定资产不仅可以为港口营运业务服务,而且也与与水运企业相关的许多企事业部门服务。

基础设施投资在项目总投资中占有相当大的比重。这反映为水运建设项目的资金投入大,项目建设周期长,项目建成投产后,其主要经济效益体现在对国家和有关部门可以做出较大贡献。对水运企业来说,财务盈利能力和清偿能力通常要比一般工业项目弱些。

财务评价通过一系列的预测、计算、分析、比较,对水运建设项目产生的财务效益进行全面评估。财务评价对水运建设项目的的主要作用如下。

- (1) 预测建设项目的盈利能力、清偿能力及抗风险能力。
- (2) 制订资金筹措方案,合理使用各项资金,提高投资效益。
- (3) 明确投资者的权益。
- (4) 安排盈利分配和资金运用。

水运建设项目的构成比较复杂,要做好财务评价,评价人员必须做到以下几点。

- (1) 熟悉各种不同设计方案的基本内容、投资构成、费用分摊、建设进度。

- (2) 了解水运企业的生产方式、生产过程、货物性能、船舶在港停泊情况、各种辅助作业。
- (3) 熟悉水运企业的财务会计制度、会计核算方法、各种财务报表和有关业务。
- (4) 熟悉和正确运用水运企业的各种费收规则，掌握费收标准的变动情况。

1.1.2 国民经济评价

国民经济评价的目的是对项目的经济价值进行分析，以确定项目消耗社会资源的真实价值。国民经济评价是宏观上合理配置国家有限资源、真实反映项目对国家经济净贡献的需要，同时也是投资决策科学化的需要。

因此，国民经济评价所采用的通用参数，如社会折现率、影子汇率、影子工资、贸易费用率，以及重要投入物的影子价格等，由国家计划委员会和建设部组织测定、颁布并定期调整，以保证各类项目评价标准的统一性和评价结论的可比性。

国民经济评价应遵循统一的效益和费用划分原则。

项目的效益是指项目对国民经济所做的贡献，可分为直接效益和间接效益。

(1) 直接效益是指由项目产生并在项目范围内计算的经济效益。一般表现为增加该产出物数量满足国内需求的效益，替代其他相同或类似企业的产出物，使被替代企业减产以减少国家有用资源耗费（或损失）的效益；增加出口（或减少进口）所增收（或节支）的国家外汇等。

(2) 间接效益是指由项目引起而在直接效益中未能得到反映的那部分效益。

项目的费用是指国民经济为项目所付出的代价，分为直接费用和间接费用。

(1) 直接费用是指项目使用投入物所产生并在项目范围内计算的经济费用。一般表现为其他部门为供应本项目投入而扩大生产规模所耗用的资源费用；减少对其他项目（或最终消费）投入物的供应而放弃的效益；增加进口（或减少出口）所耗用（或减收）的外汇等。

(2) 间接费用是指由项目引起而在项目的直接费用中未得到反映的那部分费用。

水运建设项目的特点是不生产实物产品，而是为社会提供运输服务。因而水运建设项目的国民经济评价除应遵循上述原则外，其具体方法还包括以下内容。

1.1.2.1 有无对比法

有无对比法是指有项目情况与无项目情况对比的方法。

“有项目情况”是指所研究的运输系统为满足某种运输需求而拟建的项目在实施后将要发生的情况。“无项目情况”是指不实施拟建项目，现在运输系统在计算期内最可能发生的情况。

1.1.2.2 机会成本法

机会成本是从国民经济角度分析资源合理分配和利用的更为广泛的概念，它不是一项实际支出，而是在决策中以未被选择方案所丧失的利益为尺度，评价被选择方案的一种假设性成本或付出的代价。

机会成本是与资源的稀缺性和有限性密切联系的。由于资源是稀缺的、有限的，所以不能以有限的资源生产所需要的一切东西。生产这一种，就要放弃另一种。因此，社会生产某种产品的真正成本就是不能生产另一种产品的代价。也就是说选中方案的机会成本就是牺牲被放弃方案的效益。

1.1.2.3 增量原则

改扩建项目或更新项目应采用有无对比法，以增量指标作为判断项目经济合理性的主要依据。改扩建项目或更新项目在不同程度上利用了原有资产和资源，以增量调动存量，以较小的新增投入取得较大的新增效益。进行有无对比、增量计算时，可选用以下两种方法之一。

(1) 先计算改扩建后（即“有项目”）以及不改扩建（即“无项目”）两种情况下的效益和费用，然后通过这两套数据的差额（即增量数据，包括增量效益和增量费用），计算增量指标。

(2) 有些改扩建项目，如新建生产泊位或生产线，新增一种或数种货物运量，其效益和费用能与原有企业分开计算的，可视同新建项目，直接采用增量效益和增量费用，计算增量指标。

1.1.2.4 影子价格

为了正确计算项目对国民经济所做的净贡献,在进行国民经济评价时,原则上都应该使用影子价格。为了简化计算,在不影响评价结论的前提下,可只对其价值在效益或费用中占比较大,或者国内价格明显不合理的产出物或投入物使用影子价格。

影子价格是在一定经济结构中,以线性规划方法计算的,反映资源最优利用的价格。某种资源的影子价格不是一个固定数值,而是随着经济结构和市场的变化而变化。当目标函数和约束条件发生变化时,整套影子价格也将随之发生变化。因此,同一资源在不同经济结构中将有不同的影子价格。

影子价格不仅取决于某一社会折现率下的国内生产价格体系,还取决于国际市场价格、影子汇率、货物稀缺程度及供求关系等诸多因素。在选用国家制定的影子价格时,要注意使用条件,条件符合时可直接选用,否则应由项目评价人员按照影子价格测算方法自行分析求得。

1.1.3 国民经济费用和效益

项目评价是把项目的效益和费用放在一个共同可比的标准上进行衡量和评价。如果这种以共同尺度衡量的效益超过了费用,项目就可以接受;否则,项目就应予以拒绝。一个项目的效益是根据它对国家基本目标所产生的效果来定义,而项目费用则是根据其机会成本来定义的。在某一项目中使用了某些资源,就有可能使最好的替代项目由于不能使用这些资源而被迫舍弃。由此,国家也就失去了这个被迫放弃的替代用途中所产生的效益,这一被迫放弃的效益就是项目使用这些资源的机会成本。

1.1.3.1 费用的识别和计算

(1) 国民经济费用的定义。项目的费用是指国民经济为建设项目所付出的代价,即指这个建设项目在兴建和建成后运营中所投入的全部物资消耗和人力消耗,并用影子价格进行测算。它不仅包括与这个项目的兴建和运营直接有关的直接费用,而且包括这个项目完成预期效益,国民经济为此所付出的其他代价,即间接费用或称外部费用。例如,港口建设项目的实施会引起当地水产资源的损害,为了抵消或防止这种损害的影响而付出的代价便属于这种间接费用。在项目评价中,一般是将外部费用以内部化处理。

(2) 国民经济费用与财务费用的区别。国民经济费用与财务费用有以下几点区别。

① 国民经济的费用是用影子价格来衡量,而财务费用则用市场价格来衡量。这两种价格之间可能有很大的差别。

② 国民经济费用不但要计算直接费用,而且要计算间接费用。财务费用则只计算项目直接发生的费用。

③ 某些在项目中支出的财务费用,并不反映对国家资源的直接要求,它只是反映了对资源分配的控制权力从社会的一个成员或部门转移到另一个成员或部门,例如税金、国内借款利息、补贴和折旧费等均属这种转移支付,不应该计为项目的国民经济费用。

(3) 国民经济费用的计算。在国民经济评价中,除了要计算由其投入物所体现的直接费用外,还需计算国民经济为项目所付出的其他代价,即间接费用。

在财务评价基础上计算国民经济费用需做下列调整。

① 调整费用的计算范围,即剔除已计入财务费用中的内部转移支付、识别项目的间接费用。对能定量的应进行定量计算,不能定量的应做定性描述。

② 费用数值的调整。按影子价格或换算系数对各项财务费用,包括固定资产投资、流动资金、运营费用和外汇汇率进行调整。

直接进行国民经济费用的计算包括以下内容。

① 用货物的影子价格、土地影子费用、影子工资、影子汇率、社会折现率等参数直接进行项目的投资估算。

② 按项目运营的影子费用乘以一定的百分比估算流动资金。

③ 根据生产经营的实物消耗,用货物的影子价格、影子工资、影子汇率等参数计算项目的运营费用。

1.1.3.2 效益的识别和计算

(1) 国民经济效益的定义。凡是项目为国民经济所做的贡献均计为项目的效益,可分为直接效益和间接效益。直接效益主要是用影子价格计算的项目的产出物(物质产品或服务)的经济价值,间接效益则是项目对社会产生的那些未能在直接效益中得到反映的其他效益,如港口建设项目的实施可能导致出口产品价格下降,增加出口,多赚外汇等均属于港口建设项目的间接效益,或称外部效益。对外部效益的处理,也是尽量内部化。

(2) 国民经济效益的识别与计算。在国民经济评价中,与项目相关的间接效益和间接费用统称为外部效果。外部效果通常是较难计算的,为了减少计算上的困难,首先应力求明确项目范围的“边界”。一般情况下是扩大项目的范围,把一些相关的项目合在一起作为“联合体”进行评价。另外,采用影子价格计算效益和费用,在很大程度上使项目的外部效果在项目内部得到了体现。因此,通过扩大计算范围和调整价格两步工作,实际上是将很多“外部效果”内部化。这样处理之后,在考虑某些外部效果时,还应注意以下问题。

① 对上下游企业产生的效果。它是由于拟建项目的投入使其上下游企业,如“以运定产”的工矿企业,运输能力的增加使其原来闲置的生产能力得以发挥或达到经济规模所产生的效果。为防止外部效果扩大化,计算时需注意随着时间的推移,如果没有该拟建项目,上下游企业生产能力的利用也可能会变化,要按照有无对比的原则计算增量效果;并注意其他拟建项目是否也有类似的效果。如果有,就不应把上下游企业闲置生产能力的利用都归因于该拟建项目,以免引起外部效果的重复计算。

② 技术扩散的效果。建设技术先进的项目,由于技术培训、人才流动、技术推广和扩散,整个社会都将受益,这种效果通常都未能在影子价格中得到反映,不过由于计量上的困难,一般只作定性说明。

③ 建设项目造成的环境污染和生态的破坏,是一种间接费用、可参照现有同类企业所造成的损失来计算,至少也应作定性描述。

④ 计算外部效果时还应区别是否已经在项目投入物和产出物的影子价格中得到充分反映。由于项目使用投入物,提供产出物,引起上游工矿企业、下游工矿企业效益或费用的变化,一般多在投入物、产出物的影响价格中得到反映,不必再计算间接效益或费用。

⑤ 项目的外部效果一般只计算一次相关效果,不应连续扩展。

1.1.4 港口项目评价

港口建设项目评价应遵循水运建设项目评价的一般原则、方法和程序的要求。此外,尚应根据港口项目的类型和特点进行具体的评价。

港口项目属于生产性基础设施项目,主要是在流通领域内为生产服务,既不同于一般的盈利性的生产项目,以追求最大利润为其目的,也不同于社会性基础设施(文教卫生等项目)主要为社会服务,而是一种半盈利、半服务性的项目。因为港口设施是由经营设施和基础设施构成的,经营设施用于货物装卸、堆存等营运活动,按规定的费率收取费用,是一种盈利性项目,而基础设施则是为船舶航行和停靠等活动服务的公共设施,不以盈利为目的,是一种非盈利性的项目(只收很少的规费)。因此,港口项目评价有其一些特点。

(1) 在一般条件下,评价结果应以国民经济评价和综合评价为主。当国民经济评价结果与财务评价结果发生矛盾时,如国民经济效益达到或超过一般的要求标准(社会折现率),而财务效益达不到基准收益率或设定的收益率,应以国民经济效益或综合评价的结果为准,同时分析产生矛盾的原因,提出解决矛盾的相应建议,使项目具有财务上的生存能力。

(2) 公共性港口项目的财务评价,按项目的全部投资和营运设施投资进行,确定其盈利能力。

(3) 原油港口码头项目,不划分基础设施与营运设施投资,国民经济评价和财务评价均按全部投资进行。

(4) 对于配套建设的货主码头(如电厂的煤码头)、专用港或工业港应作为主要建设项目工程的组成部分,同该项目作为一个整体进行评价,不单独进行经济评价。

(5) 港口项目的计算期包括建设期和计算营运期。建设期根据建设计划的合理工期确定,计算营运期参照项目主要营运设施的折旧年限或综合折旧年限确定,一般不宜超过30年。

1.2 港口与航道的配套工程

本节导读:

港口与航道配套工程在港航工程建设中发挥着重要的功能作用。本节所述配套工程主要包括供电、照明,油品及其他危险品码头,给水、排水与环境保护等内容。

1.2.1 供电、照明

1.2.1.1 负荷计算及无功功率补偿

在港口开发和建设中,按其供电负荷的重要性和中断供电所造成的损失或影响程度来划分,供电负荷一般分为三级。

一级负荷:突然中断供电将造成人身伤亡或重大政治、经济损失者。如重要通信导航设施、重要铁路信号、国际客运站和国际海员俱乐部等。一级负荷必须由两个独立的电源供电。

二级负荷:突然中断供电将造成较大的政治或经济损失者。如大中型港口的用电负荷,年吞吐量大于2000万吨的煤(矿石)码头用电负荷,年吞吐量大于30万箱的大型集装箱码头用电负荷等。二级负荷应由两个电源供电。两个电源可以同时供电,也可一路主送,另一路备用,以保证一般事故不至于中断供电(或是能迅速恢复供电)。如果取得两个电源确有困难时,允许由一路专用线路供电。

三级负荷:不属于一、二级负荷者,如不停靠外轮的港口或地方专用的小码头等。对三级负荷的供电未做规定。

(1) 设计基础资料。设计基础资料是供电设计的依据。基础资料可靠、正确是设计顺利进行及保证设计质量的关键,故应做好基础资料的收集工作,做好文字记录和来往文件的记录。主要包括以下内容:

港口规模及主要工艺资料;向供电部门提供的资料;需向供电部门索取的资料;地区气象资料;港口供电特点。

(2) 负荷计算

① 港口用电负荷统计和划分。港口用电负荷大致可分为三类:吊车装卸生产用电负荷,辅助生产用电负荷,生活用电负荷。

② 设备容量的确定。设备功率的确定:进行负荷计算时,将用电设备按其性质分为不同的用电设备组,然后确定设备功率。

③ 需要系数法和二项式法确定计算负荷

a. 需要系数法。需要系数法是把设备功率乘以需要系数和同时系数直接求出计算负荷的方法。这种方法比较简便，广泛使用于码头的初步设计和施工图设计中变、配电所的负荷计算。

b. 二项式法。在确定用电设备台数较少，而容量差别相当大的低压分支线和干线的计算负荷时，为了弥补需要系数法的不足，可用二项式系数法来确定计算负荷。

④ 单相负荷计算。在港口供电中单相负荷应用也很广泛，如照明、电焊机、电热器等。单相设备接在三相电路中，应尽可能均匀分配，使三相达到基本平衡。当单相设备的总容量小于三相用电设备总容量的 15% 时可直接按三相平衡计算，当单相用电设备的总容量大于三相用电设备总容量的 15%，且三相明显不对称时，应将其换算成相负荷后，选择负荷最大的一相的设备容量乘以 3，再同三相用电设备一起进行计算。

⑤ 尖峰电流计算。尖峰电流是配电线路运行中产生的瞬时最大电流，即在线路负荷中大型电动机的启动而产生的瞬时最大电流。尖峰电流值是计算电压波动、电压损失，选择熔断器、继电保护等设备的重要依据。

(3) 无功功率补偿

① 提高功率因素的意义和自动补偿。电气设备如电动机等投入运行后，不仅吸收有功功率用于做功，也吸收无功功率建立磁场，其他的用电设备也如此，因此港口负荷自然功率因数均较低。我国电业部门对企业用电的功率因数制定了标准，在计算最大负荷时功率因数应达到下列数值。

a. 高压供电的工业用电单位和高压供电装有有载调压装置的用电单位，功率因数为 0.9 以上。

b. 其他 100kVA (kW) 及以上的用户和大、中型电力排灌站，功率因数为 0.85 以上。

② 并联电容器补偿的方式。采用并联电容器补偿时，电容器应尽可能装设在消耗无功功率大的地方，并应便于维护管理。根据补偿地点所处的条件，可以集中补偿也可以分散补偿，可以在高压补偿也可以在低压补偿，总之要根据具体情况而定。港口并联电容器补偿经常采用的方式有以下几种。

a. 凡是有 35kV 及以上电压等级的港口，电容器补偿一般分为两级，即高压 (6kV、10kV) 补偿和低压 (220V、380V) 补偿。高、低压补偿容量的划分是按高、低压无功功率的多少及其他使用和技术条件，要充分考虑经济的合理性，一般情况下低压补偿较多，在技术上是容易的，经济上是合理的。

b. 集中补偿和分散补偿。在港口供电电网中将全部的无功补偿装置设在变、配电所内进行的补偿为集中补偿；将无功补偿装置分散于各配电干线用电设备的末端进行补偿为分散补偿。

c. 补偿容量的计算。

(4) 变压器的选择

① 变压器形式的选择。码头性质不同对变压器的形式提出不同的要求。

a. 杂货码头、木材码头、钢铁码头等，一般选用普通油浸变压器。

b. 煤码头由于粉尘较多选用全封闭变压器。

c. 散粮码头由于粉尘和防爆等因素一般选用非燃性全封闭变压器 (指工作楼内)。

d. 集装箱码头的冷藏箱选用特殊电压等级的专用变压器。

各种类型的变压器，应选用低损耗节能型变压器。

② 变压器容量和台数选择。变压器的容量应根据计算负荷选择，一般港口动力和照明共用变压器供电。有些港口为保证照明负荷供电质量和计量收费方便，将动力和照明分开，设专用照明变压器。

a. 港口多属于二级负荷，为了保证港口的供电电压质量，一般在总降压变电站设有载

调压变压器，主变压器应为两台，主变容量应一致。单台主变的容量一般可为总计算负荷的60%~70%（应保证所有二级负荷的供电）。

b. 装设一台变压器时，至少留有15%~20%富余量。

c. 港口6(10)/0.4kV变电所一般设两台变压器，在高峰用电时，可考虑变压器并列运行。

d. 变压器的容量，应根据电动机启动或其他冲击负荷的条件进行验算。

e. 对“变压器-电动机”组，电动机为鼠笼型直接启动，应满足式(1-1)要求：

$$S_B > 1.25S_D \quad (1-1)$$

式中 S_B 、 S_D ——分别为变压器和电动机的额定容量，kVA。

f. 居民区或生活区变电所的变压器，其容量等级应按照城市供电部门的统一要求规定。

1.2.1.2 变、配电系统

港口的变、配电系统是根据港口的负荷等级和建设规模确定的。港口的负荷大部分属于二级负荷。但港口是国际贸易货物的集散地，是海上交通枢纽，港口供电的可靠性具有一定的政治影响。一般大、中型港口应有两个电源。变、配电系统的规模，取决于港口的建设规模。

(1) 一般要求

① 港口变、配电系统，应简单可靠。在满足供电条件的情况下，尽量减少变、配电级数。简化中间环节，降低损耗，如采用110kV变6kV配电。一些小港口在使用35kV电源方便的情况下，采用35kV变380V供电。

② 在配电系统中，同一级电压的配电不宜超过二级。

③ 在外界电网技术条件相同的情况下。两种电压都能满足供电要求，港口电源系统，应采用低一级的电压，如此可节约投资，减少维修费用。

④ 港口变、配电系统的设计，应考虑近期合理性并便于今后的发展。

⑤ 港口变、配电系统，应力求简单灵活，便于操作维护和运行，便于负荷的增减与调配。

(2) 电源的可靠性和电源电压确定。港口供电电压与地方电网电压等级有密切的关系，采用何种电压等级和供电方案，必须征求当地电业部门的意见后，才能确定供电方案。

① 大、中型港口一般采用双回路供电。双回路的电压等级相同。

② 采用双回路供电，条件受到限制时，也可采用不同电压等级的电源。

③ 对于中、小型港口负荷不大时，可采用单电源10(6)kV供电。

④ 港口已有一定的规模，又进行扩建时，总计算负荷超过5000kW时，可采用35kV供电。

⑤ 新建机械化、自动化的散货码头，当计算负荷达5000kW，可采用35kV供电。

⑥ 新建大型综合性港口，当计算负荷超过10000kW时，可采用110kV供电。

⑦ 新建大型机械化、自动化煤、矿石等码头，年运量达3000万吨或是计算负荷超过10000kW时，可采用110kV供电。

(3) 常用电源系统结线

① 港口常用电源系统结线的特点

a. 港口总降压变电站（包括110kV变电站和35kV变电站）一般应为终端式。

b. 根据港口的规模和重要性，应设置专用电源线路供电。

c. 当港口总降压变电站有两条电源线路和两台变压器时，一般采用桥型结线。这种结线方式，设备少、占地面积小、结构简单，节省投资，为终端式变电站广泛采用。

② 外桥结线的应用。一般在港口应用较少，主要用在有穿越功率供给其他用户的地方，或是用电负荷变化相当大，经常切换变压器的地方。

③ 双电源采用单母线分段结线。这种结线方式又称为H型结线方式，是内桥和外桥综合性结线，具有内桥结线和外桥结线的优点。但是比内桥和外桥结线多用两台断路器，投资

增加了,但避免了桥型结线的缺点,是目前大、中型港口电源系统中经常采用的结线方式。当有两个电源进线,还需要配出电源时,也采用单母线分段。

④ 单电源供电结线方式。一般情况下,需在电源线上设断路器的条件如下。

- a. 电源线不是专用线,有其他用户时。
- b. 需要带负荷操作时。
- c. 当供电系统短路电流超过 6kA 时。
- d. 单电源供电干线有其他馈出线时。
- e. 需要继电保护或自动装置时。

(4) 常用配电系统方式。港口高、低压配电方式有下列几种。

① 单回路放射式供电。

② 双回路放射式供电。双回路放射式供电比前一种多了一路电源线路。当馈电回路较多时,设母线分段断路器。本线路具有以下特点。

- a. 双电源供电可靠性高。
- b. 运行方式增加:负荷少时用单电源;负荷多时可用双电源。
- c. 容易实现设置电源断路器和分段断路器之间的自动投入装置。
- d. 给变、配电所清扫和维护带来方便。
- e. 设备和投资有所增加。

③ 树干式供电

a. 单回路树干式供电。单回路树干式供电,在港口多用于生活区或生产辅建区中一些不重要负荷供电。它具有设备少、投资小等优点,但发生事故影响面积大,供电可靠性差,一般根据负荷的重要性和使用设备多少进行选择。

- b. 单侧供电双电源树干式。
- c. 双侧电源单回路供电的树干式。
- d. 双侧电源双回路供电的树干式。

④ 环式供电。环式供电有闭路环式和开路环式两种形式,为了简化保护,一般采用开路环式,其供电可靠性较高,运行也比较灵活,但负荷不能过多,运行中需注意倒闸操作和安全运行问题。

1.2.2 油品及其他危险品码头

1.2.2.1 总平面布置

(1) 一般规定。油品码头应根据码头等级和火灾危险性,结合具体条件,以保证安全、有利于防火和灭火为原则合理布置。油品码头宜布置在港口的边缘地区。内河港口的油品码头宜布置在港口的下游,当岸线布置确有困难时,可布置在港口上游,但应符合相关的规定。

(2) 防火间距。油品泊位与其他泊位的船舶间距应符合表 1-1 的规定。油品码头相邻泊位的船舶间距应符合表 1-2 的规定。

表 1-1 油品泊位与其他泊位的船舶间距

单位: m

泊位名称	油品种类		泊位名称	油品种类	
	甲、乙类	丙类		甲、乙类	丙类
海港客运泊位	300		位于油品泊位下游河港客运泊位	3000	
位于油品泊位上游河港客运泊位	300		其他货运泊位	150	50

注: 1. 船舶间距系指油品泊位与相邻其他泊位设计船型船舶的净距。

2. 介质设计输送温度在其闪点以下 10℃ 范围内的丙类油品泊位与其他货运泊位的间距不应小于 150m。

3. 对停靠小于 500t 级的船舶的油品泊位,表中距离可减少 50%。

表 1-2 油品码头相邻泊位的船舶间距

船长 L/m	<110	110~150	151~182	183~235	>236
船舶间距 d/m	25	35	40	50	55

注：1. 船舶间距系指相邻油品泊位设计船型的船舶净距；

2. 当相邻泊位设计船型不同时，其间距应按吨级较大者计算；

3. 当突堤或栈桥码头两侧靠船时，可不受上述船舶间距的限制，但对于装卸甲类油品泊位，船舶间距不应小于 25m。

海港或河港中位于锚地上游的装卸甲、乙类油品泊位与锚地的距离不应小于 1000m，装卸丙类油品泊位与锚地的距离不应小于 150m；河港中位于锚地下游的油品泊位与锚地的间距不应小于 150m。海港甲、乙类油品泊位的船舶与航道边线的净距不宜小于 100m；河口港及河港，可根据实际情况适当缩小，但不宜小于 50m。装卸甲、乙类油品的泊位与明火或散发火花场所的防火间距不应小于 40m。甲、乙类油品码头前沿线与陆上储油罐的防火间距不应小于 50m。陆上与装卸作业无关的其他设施与油品码头的间距不应小于 40m。

油品泊位的码头结构应采用不燃性材料。油品码头上应设置必要的人行通道和检修通道并应采用不燃性或阻燃性材料。开敞式装卸油品一级码头宜设置靠岸测速仪。装卸甲、乙类油品一级码头宜设置快速脱缆装置。

1.2.2.2 装卸工艺系统设计的防火措施

装卸工艺系统设计应满足防火要求，根据输送介质的特点和工艺要求，采用合理的工艺流程，选用安全可靠的设备材料，做到防泄漏、防爆、防雷及防静电。

油品泊位的设置应满足下列要求。

- (1) 液化石油气泊位宜单独设置。
- (2) 30000t 级及 30000t 级以下的原油、成品油泊位，可与液化石油气共用一个泊位。
- (3) 油品泊位严禁与客运泊位共用。当油船需在泊位上排压舱水时，应设置压舱水接收设施，码头区域内管道系统的火灾危险性类别应与装卸的油品相同。

装卸工艺系统的防火措施如下。

(1) 油品码头。

- ① 码头装船系统与装船泵房之间应有可靠的通信联络或设置启停连锁装置。
- ② 乙类油品以及介质设计输送温度在其闪点以下 10℃ 范围内的丙类油品，不得采用从顶部向油舱口灌装工艺，采用软管时应伸入舱底。

(2) 设备。

- ① 装载臂应设置移动超限报警装置。
- ② 装载臂与油船接口处，宜配置快速连接器。
- ③ 采用金属软管装卸时，应采取避免和防止软管与码头面之间的摩擦碰撞产生火花。

(3) 管道系统。

- ① 输送原油或成品油，宜采用钢质管道；输送液化石油气，宜采用无缝钢管。
- ② 管道保温层、保护层应采用不燃性材料或难燃性材料；管道支架、支墩等附属构筑物，应采用不燃性材料。

(4) 管道设计流速。

- ① 原油或成品油在正常作业状态时，管道安全流速不应大于 4.5m/s。
- ② 液化石油气液态管道安全流速不应大于 3.0m/s。

(5) 装卸油品泵房。

- ① 泵房宜采用地上式，有条件时，可采用露天或半露天布置方式。