

海洋环境与建筑物设计

海洋环境 与 建筑物设计

〔美〕 J. 盖斯维特 著

海洋环境
与
建筑物设计

海洋出版社

已

连续出版

P75-268

海洋环境与建筑物设计

〔美〕 J. 盖斯维特 著

吴 宜 倜 译

赵 今 声 校

海 洋 出 版 社

1992年·北京

内 容 简 介

本书从海洋工程设计工作的实际需要出发,来介绍海洋环境的基础知识。全书共分七章。前六章依次阐述风、波浪、海流和冰等影响设计荷载的因素,以及潮汐和水位变化等影响建筑物功能与使用的因素,第七章讲述海水腐蚀、污损和海洋生物蛀蚀等影响材料选择和建筑物的持久性与寿命的内容。

本书理论联系实际,不做过多的数学推导;内容新颖丰富,文笔通顺易懂。不仅可供高等院校海洋工程专业师生的教学参考,也可供在职或新转业到海洋工程领域的工程技术人员参考使用。

(京)新登字087号

责任编辑 赵士青

责任校对 刘兴昌

海洋环境与建筑物设计

美] J 盖斯维特 著

吴宜偶 译

赵今声 校

*

海洋出版社出版(北京市复兴门外大街1号)

新华书店北京发行所发行 朝阳科普印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 12.25 字数: 300千字

1992年4月第一版 1992年4月第一次印刷

印数: 1—800

*

ISBN 7-5027-1097-3/X·19 定价: 10.00元

译者序

海洋工程设计有别于陆上工程设计的主要方面,就是有一个比较复杂多变的海洋环境条件。因此海洋环境因素的知识是海洋工程师必须具有的基础知识。国内论述海洋环境的书、特别是结合工程实际写出的书并不多见。美国顾问工程师J.盖斯维特根据多年来从事海洋工程的工作经验,编写了这本《海洋环境与建筑物设计》。虽然书中的举例和数据多采用美国的情况,但是,本书结合工程实际来讲述理论,同时着重探讨物理实质而不过多地进行数学推导的分析方法(书中的数学公式都是实际工作用得上的),都值得我们参考取法;特别对于新从其他专业转行到海洋工程界的科技人员以及大学的专业师生,本书不失为一本好的入门参考书。

此书的翻译得到老师赵今声教授的大力支持,他虽已是耄耋之年,仍然精神矍铄地抽暇审校译稿,纠正错误,润色文句而不遗余力。黄宗国副研究员对第七章有关污损生物和海洋蛀虫的学名翻译等问题,给予了宝贵的指导,在此一并致谢。

在这本译书之后,如有更好的我国学者的海洋工程环境因素的专著出现,来取代这本书,那也就是我的一点希望。

译者

1984年12月

前 言

在成长为一名滨海工程师的岁月里，我曾经费大量时间去寻觅有关海洋及其物理性能的资料。在许多海洋学教科书，海港建筑的参考书，以及各种期刊和参考文献中，都试图联系与建筑物设计有关的海洋科学某些方面的知识。但是，把这些联在一起，并把影响海中建筑物的所有海洋环境加以全面总结的参考书却很少。由于我找不到这样资料，我决定自己动手写，从建筑工程师的观点来汇辑海洋资料。我的基本目的是为那些受过传统训练的土木建筑工程师或船舶工程师提供一些以海洋环境为特点的背景材料。对于帮助他们成为海岸、海港或广阔海洋工程领域的技术专家，这本书或不无小补。我希望本书也可以用作海岸、海港和海洋建筑工程课程的补充教材。在绪论中还将进一步对本书的范围和目的作详尽的阐述。

试图概括海洋环境的所有方面的知识，特别是对建造在海洋中或海洋周围的建筑物设计有关系的知识，我认为本书还是唯一的一本。过去十来年，对海洋开发的各方面都已有文字谈到，但有关本书主题的资料却很少。我相信本书在人类知识的这个重要而又激励人心的领域中，能在逐渐增多的文献著作中得到应有的地位。

我要向那些多年来创造本书所用的知识和材料的人们表示感谢。在本书中，我引用了尽可能多的名著和有用的著作。但尽管我对文献作了彻底和细致的查阅，仍难免对某些重要文献和零散资料的原始提供者有遗漏。我还要感谢那些对我从事和发展为一名职业工程师的事业给予过鼓励和影响的人们，特别是克兰道尔 (P. S. Crandall) 先生，他的赤忱和热心是令人鼓舞的。在他的公司任职时期 (克兰道尔干船坞工程公司)，我获得了滨海工程师的重要经验和知识。关于本书，我要特别感谢杰拉德·曼贡 (Gerad Mangone) 博士 (德拉瓦大学海洋政策研究中心主任) 对本书原稿的鼓励与评论，感谢克赖普 (W. F. Clapp) 实验室的理查德 (Beatrice Richards) 夫人审阅了本书中有关海洋蛀虫与材料污损部分的内容，感谢李奇 (Margaret Ruth Rich) 夫人为我打印了定稿，也感谢我的妻子拉伯特 (Michele Rabot Gaythwaite)，她帮助我整理了所有文稿，在编写过程中给予耐心协助。

J. W. 盖斯维特
曼彻斯特 马萨诸塞州

符 号

A = 面积, 截面积
 A_0 = 虚质量面积
 A_p = 投影面积
 A_s = 风暴潮时的天文潮高
 a = 波幅 = 半波高
 B = 船宽
 b = 波向线间隔 = 宽度
 C = 波速
 C_b = 破碎波力系数
 C_D = 拖曳力系数
 C_F = 摩擦曳力系数
 C_G = 波群速
 C_i = 冰力系数
 C_L = 上举力系数
 C_M = 惯性力系数
 C_0 = 初始的或深水波速
 C_R = 波浪反射系数
 G = 波浪传播系数
 c = 冰强度方程式系数
 D = 桩柱直径 = 船舶吃水
 $D. W. L.$ = 设计水位
 d = 水深
 E = 能量
 E_h = 氧化-还原电位
 E_k = 动能
 E_p = 势能
 e = 自然对数的底
 F = 风区长度
 F_D = 拖曳力
 F_c = 海流力
 F_{dm} = 最大波浪拖曳力
 F_i = 惯性力
 F_{im} = 最大惯性力

F_L = 上举力
 F_{Tm} = 最大合力
 f = 频率 = $1/T$
 = 摩擦因数
 f_{ci} = 冰压力强度
 G_z = 高度 Z 处的阵风风速
 G_{30} = 水面上高30英尺处的阵风风速
 g = 地球表面的重力加速度
 H = 波高
 H_b = 破碎波波高
 H_0 = 原始或深水波高
 H_s = 有效波高
 $\overline{H}$, H_{RMS} = 均方根波高
 $H_{1/10}$ = 波记录的10%最大波波高
 K_D = 波浪绕射系数
 K_{dm} = 波浪拖曳力因数
 K_{FP} = 摩擦-渗透系数
 K_m = 波浪惯性力因数
 K_K = 波浪折射系数
 K_s = 浅水系数
 K_1 = 太阳-太阴引潮分力
 k = 波数 = $2\pi/L$
 k_c = 库利甘-卡彭特数
 L = 波长
 L_A = 艾里波长
 L_c = 海流中的波长
 L_0 = 初始的或深水波长
 $L. W. L.$ = 船舶水线长
 M = 质量 = 孤立波方程式参量
 M' = 虚质量
 M_{dm} = 最大波浪拖曳力产生的力矩
 M_{im} = 最大波浪惯性力产生的力矩
 $M. H. W.$ = 平均高水位

M, L, W = 平均低水位
 M, S, L = 平均海平面
 M, T, L = 平均潮位
 M_2 = 主太阴引潮分力
 N = 孤立波方程式参量
 N_F = 弗劳德数
 N_R = 雷诺数
 N_S = 斯特劳哈尔数
 n = 波浪传播系数 = 整数
 O_1 = 主太阴余日引潮分力
 P = 单位面积的力 = 功率
 $P(H)$ = 出现 H 的概率
 P_{max} = 最大波压力
 P_{MH} = 最大可能飓风
 P_s = 压力增水
 pH = 氢离子浓度的负对数值 (酸度度量)
 psf = 磅/英尺²
 pcf = 磅/英尺³
 Q = 波浪漫顶的体积
 R = 波浪上冲高度 = 最大风半径 = 摆线波生成圈的半径
 R_T = 返回周期
 = 潮差
 r = 矢量半径 = 波质点轨迹半径
 r_0 = 表面水质点轨道半径
 S = 表面积或湿面积
 SCE = 饱和甘汞电极
 S_d = 波拖曳力力臂
 S_i = 波惯性力力臂
 SPH = 标准设计飓风
 STP = 标准温度和压力
 S, W, L = 静水水位
 $S(\omega)$ = 波谱密度
 S_1 = 主太阳引潮分力
 T = 波周期
 T_n = 海湾或建筑物的自然周期
 T_0 = 初始的或深水波周期
 T_s = 有效波周期

t = 持续期 = 时间
 U = 流速
 U_s = 表面流速
 U_z = 高度 Z 处的流速
 u = 速度分量
 u_{max} = 波峰处水质点的最大速度
 V = 风速
 V_{cr} = 临界风速
 V_F = 风暴前进速率
 V_R = 距风暴中心 R 处的风速
 V_z = 高度 Z 处的风速
 V_1 = 1 分钟持续风速
 V_{30} = 水面以上 30 英尺处的风速
 v = 速度分量
 W_s = 风增水
 W_w = 波增水
 w = 速度分量
 x, y, z = 坐标方向
 α = 风暴速度修正因数
 = 波峰与底线间夹角
 = 波质点加速度
 β = 角度 (按方程式给定义)
 γ = 单位体积重量或比重
 ΔP = 在风暴中心的气压下降值
 ΔS = 深度不变时的距离增量
 ΔX = 距离增量
 ζ = 水质点的纵向位移
 η = 波浪表面高度
 η_c = 在静水位上的波峰高度
 θ = 相位角 = $(kx - \omega t)$
 = 见方程式所给定义
 λ = 纵横比, 层弦比
 μ_e = 涡动粘滞系数
 ν = 运动粘滞系数
 = 盐水体积
 ξ = 水质点的横向位移
 ρ = 密度
 = γ / g
 σ = 冰强度

σ_1 = 海水密度函数

T_B = 底部切应力

T_s = 表面切应力

T_v = 波浪衰变周期

ψ = 实体比

= 速度势 = 纬度

Ω = 地球自转角速度

ω = 角频率

$= 2 \pi / T$

专业学会和组织的略语

ANSI	美国国家标准研究所
API	美国石油研究所
ASCE	美国土木工程师学会
ASME	美国机械工程师学会
BEB	海滩侵蚀管理委员会 (美国陆军)
CRREL	冷区研究与工程实验室 (美国陆军)
MTS	海洋技术学会
NACE	国家腐蚀工程师学会
NAVFAC	海洋设备工程指挥部 (美国海军)
NOAA	国家海洋大气局 (美国商业部)
NOS	国家海洋测量署 (海洋大气局的机构)
OCCIMEP	石油公司国际海洋讨论会
OIC	近海技术会议
PIANC	国际航运会议常设协会
SNAME	造船与轮机工程师学会
USACE	美国陆军工程兵团
USCGS	美国海岸与大地测量局 (美国商业部)
USNCEL	美国海军土木工程实验室
USNOO	美国海军海洋局
WMO	世界气象组织

目 录

第一章 绪论	1
1.1 范围与目的.....	1
1.2 历史的回顾	2
1.3 海洋环境.....	5
1.4 海洋建筑物	6
1.5 设计问题	10
参考文献.....	11
第二章 海上风	13
2.1 风的性质	13
2.2 设计风	14
2.3 风力	22
2.4 动力作用	29
参考文献.....	32
第三章 波浪的作用	35
3.1 海况	35
3.2 波浪的产生、统计与预报	39
3.3 波浪性质的改变	51
3.4 设计波	62
3.5 波浪理论	68
3.6 波浪力	77
3.7 波浪的其他作用	95
参考文献.....	99
第四章 海流的作用	106
4.1 海流行动的类型	106
4.2 海流设计准则	114
4.3 海流力	116
4.4 海流的其他作用	120
参考文献.....	121
第五章 水位的变化与长波的作用	123
5.1 潮汐	123
5.2 风暴潮	129
5.3 长期作用	136
5.4 水域振荡	136

5.5 海啸	140
参考文献.....	141
第六章 冰的作用	144
6.1 冰的一般描述和分布	144
6.2 冰的力学性质	147
6.3 冰力	149
6.4 冰的其他作用	154
参考文献.....	155
第七章 海水中建筑物的侵蚀	157
7.1 引言	157
7.2 环境因素	158
7.3 污损	166
7.4 海洋蛀虫与朽坏	168
7.5 腐蚀	173
7.6 海洋混凝土	179
参考文献.....	180
附录 I 单位换算	183

第一章 绪 论

从人类文化的黎明时期以来，艺术家和诗人、海员和探险家、商人和猎取宝物者都曾来到海边，面对着雄伟的大海，无不为其发展变化，为它的严酷而不可预计的形态，为在不断变化着的表面上下的万千种生命而震惊。科学家和工程师也到海边来研究它、测量它和了解它，并在海洋上从事建设，从有人类起就和它共存，今后仍将依靠它来维持地球上的生态平衡。今天，当我们把海洋作为食物、能量和原料的来源，把海洋作为运输和再创造的介质而开发的时候，我们必须充分认识这种微妙平衡的重要性。设计土木工程建筑物是人类和海洋共存的一个重要方面，它是进一步开发海洋巨大财富的立足点。谁要是规划、设计和建造这样的建筑物——固定式或浮动式的，在海边或远离陆地的——都必须对海洋习性有所了解。他们必须试着预报它的运动，使设计的建筑物不仅能承受自然力的破坏，而且还能与海洋谐和相处，与其周围的物理、化学和生物过程谐和相处。

1.1 范围与目的

本书基本目的是给予读者一般海洋环境知识，因此它影响海上建筑物设计。本书是面向当代土木工程结构的；但由于大多数海洋工程项目有共同守则，所以本书许多资料能引起普遍兴趣，特别是书中所引资料都是取材于土木工程、船舶工程和应用（物理的）海洋学领域中的文献。海洋工程师这个头衔出现于70年代，一位海洋工程师可以是受过任何基础训练的工程师，但他或她又要在所从事的业务范围内具有海洋环境的某些知识。虽然本书是面向海洋建筑工程师的，但它提供的海洋环境基本资料也必然有益于任何专业的工程师。在近海建筑物和各种特殊用途的浮式建筑物领域，必然带有船舶和土木工程传统规则的色彩。

本书试图包括与结构设计有关的所有的海洋环境内容，特别是影响设计负载和选用材料的内容。风、波浪、海流和冰是环境荷载的主要起因，潮汐和水位变化要影响建筑物的功能与使用，海水腐蚀、污损和海洋生物蛀蚀影响材料选择和建筑物的持久性与寿命。取自文献[1]的图1.1简要表示了本书所要详细讨论的环境问题。这里没讲水下土壤力学和地震荷载，是由于范围和深度都太大并且已在其他著作中有详细论述。

海洋环境的问题广泛。解决特定问题的资料有时很难找到；它们可能隐藏在不常见的技术刊物内，或者根本就没有。本书必须大量引用他人的文章。作者试图将所有能应用于建筑物设计问题和比较重要的文章都概括进来，尽量避免作理论推导和数学运算，使叙述流畅进行。当然要想彻底了解和应用这些内容，就要牢固地掌握中等到高级工程数学和静力学知识，以及水动力学和流体力学的基础知识。本书不想成为一本设计指南，只不过对影响设计准则的环境作一些评论而已。

设计海洋建筑物有两个重要方面必须明确：一是通过了解环境荷载的性质，并考虑极

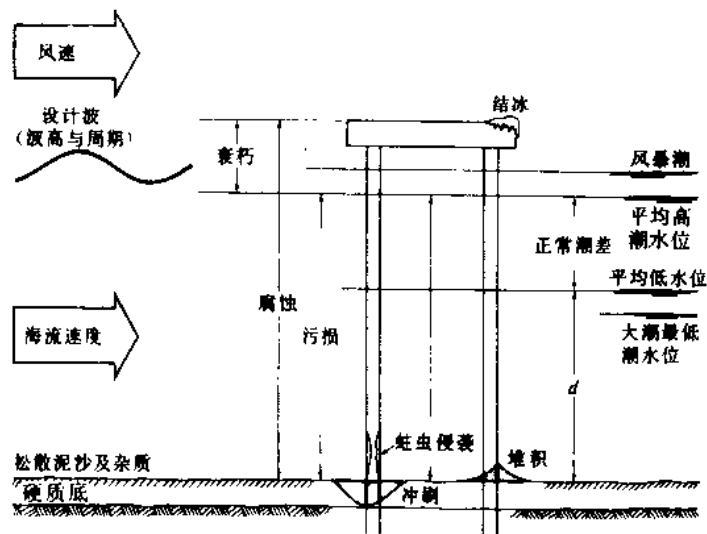


图 1.1 海洋建筑物的设计条件

端情况出现的概率与经济、安全之对比，明智地选用设计标准；另一个是从建筑物的功能和寿命考虑，恰当地选择材料。本书第二到第六章都是讲述造成荷载的环境，第七章则探讨影响材料持久期的某些环境因素。

显然，建筑工程师不可能在所有有关领域都是专家，但他或她必须有足够的知识去与别的领域中的专家交往，以便决定荷载和功能设计标准。设计者必须经常深入研究文献资料，获得足够知识，来解决手头上的问题。他或她还必须从各种学术领域中去选择可供应用的最新资料。本书试图弥补建筑工程师和海洋科学家之间的鸿沟，将提供足够的文献和参考材料来找到大量海洋设计问题的答案。取得有关领域的基础知识，怎么强调也不会过分。最后，用科学方法搜集数据和进行分析，用工程方法去解析问题，在此基础上，运用成熟的工程判断能力，是无法用其他方法代替的。对度量单位需简单说明。本书没有采用统一的单位，例如公制。资料采用的单位都是在美国通常使用的、从其他来源引用的数据，其单位仍保留原样。另外，在米制和英制之外，海洋工程还有自己的单位（例如：海里、节、英寻等）。海洋工程师应该习惯于使用不同的单位去思考问题，因为他或她必将处理从多种来源得到的数据和尺寸。不幸的是，在美国还没有一种统一的单位制，今后短时间也可能不会有。重要的单位换算因数见本书后面的附录。

1.2 历史的回顾

港口和港湾的发展可以回溯到古代。有文字记载的最早的港口和港湾工程是由埃及人和腓尼基人所建造的。有理由可以相信，甚至在此以前，在早期东方的文明时代已经有了原始的人工海港，但没有文字记载。众所周知，埃及和腓尼基都有商业船队，并有一套精心规划的贸易制度。大约在公元前3000年，尼罗河支流上已建有阿乌尔港口。古代的泰尔和西顿城市也有人工海港，建有码头和仓库设施。公元前2000年，亚历山大的法罗斯港口可能是早期海港建筑工程中最引人注目的，这个海港工程包括有8500英尺长的抛石防波堤，其后在大约公元前270年时，又建造了著名的法罗斯灯塔。希腊人在罗德岛、萨拉米

斯、科林斯、锡拉丘兹和比雷埃夫斯等地建造了有名的海港工程。

罗马人具有建设海港的天才和能力，他们的某些工程至今仍有残留，例如俄罗斯蒂亚的港口工程，由于岸线前伸，如今已经距离第伯尔河口20英里之远了。罗马人还发展了打桩技术，建造围堰，并且发展了一种叫做“波佐兰纳”(pozzolana)的水泥，大约在公元前300年已用来建造混凝土海塘。早期罗马的茨维塔、威恰亚港口至今仍保留着能使用的港湾，可接纳吃水20英尺的船舶。

在中世纪和以后发现新大陆时期，增加了大量船舶和各种货物，但是港口工程的设计和建造仍然是依靠过去经验，而不是根据对自然力有某种程度了解的科学。英格兰的工业革命带来了早期波浪理论和经验公式。1809年盖斯特纳 (Gerstner) 发表了他的摆线波理论，而微幅波理论则是艾里 (Airy) 于1845年发表的。稍后不久，斯托克斯 (Stokes) 发表了他的振荡波著作。这些早期的理论为现代波浪理论及分析技术提供了基础。直到第二次世界大战的两栖登陆作战，科学家和工程师才将注意力真正转移到应用海洋科学。

1938年，第一台近海石油钻井由亨布尔 (Humble) 石油公司建造在墨西哥湾海岸外大约1英里远的60英尺水深中。它建在木桩上，并用一座木栈桥与岸连接。较早的平台是在20年代建造在马拉凯波湖上。1911年在科多湖中靠近斯勒夫港钻了第一口出水面的油井，它具有一个木质平台，建造在枯木桩上，水深只有10英尺。

现代巨大近海平台的先驱者是由克尔-麦吉 (Kerr-McGee) 公司在1947年建造的。它位于墨西哥湾近海12英里的20英尺深水中 (参见图1.2)。这是一种自升式平台，首先由麦克德莫特 (J. Ray McDermott) 公司的威利 (M. B. Willey) 设想出来的。它用钢管构件相互联接。平台结构先预制好，再拖运到现场，定位以后，再从空心的升降柱里打进钢

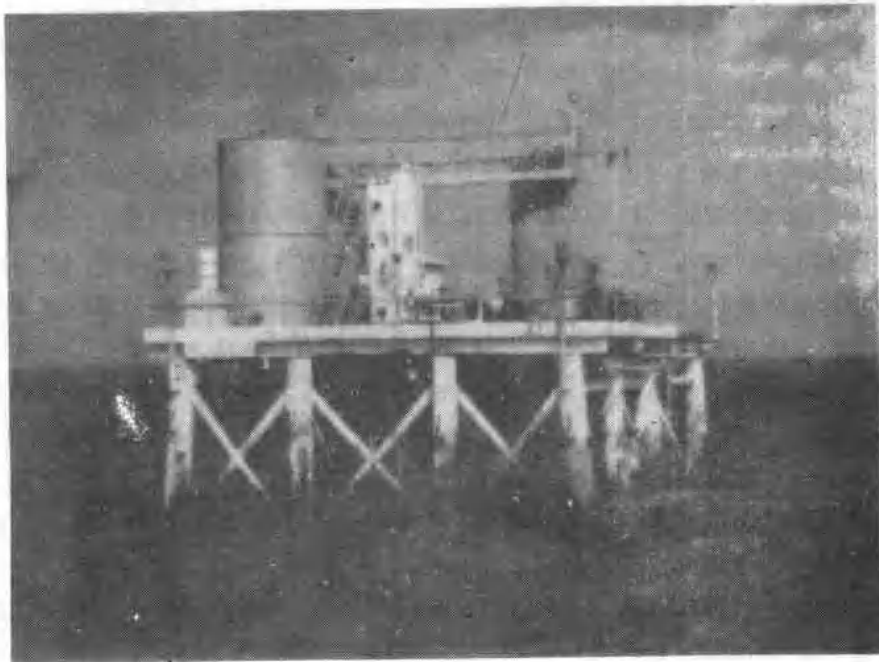


图 1.2 凯尔-麦基近海石油平台32号浅滩座底式船的现状图 (1977)。该平台建于1947年是世界第一口近海商业生产油井，平台位于摩根城的西南方45英里远的墨西哥湾中，这是至今仍在生产的第一口油井

管桩 这种建造方法在今天依然广泛采用。1961年元月，美国空军的雷达平台4号（得克萨斯塔架）在新泽西的海岸外，由于一场冬季风暴产生了灾难性的损失。这一事件向人们指出，需要更好地了解建筑物和波浪的相互作用，因而促进了人们对随机海洋中的塔架动力学的研究。今天，固定式平台已经矗立在深达1 000英尺的水中（参见图1.3），座落在大陆架的边缘。它们大多都建造在严酷的环境中，如阿拉斯加海湾和北海等。平台有各种构造，有钢结构的也有混凝土的。



图 1.3 世界上最高的固定式近海平台，建成于1979年，位于密西西比河口的南方12英里1 025英尺深的水中。该平台重59 000吨，有62口油井

当然，在最近20年来，并非只有近海石油工业使海洋建筑物迈进了一大步；由于材料装卸技术的发展而使近海和岸上港口得到的发展，都显示了应用科学的创新和复杂性。吃水大的超级轮船的出现，发展了船舶系泊和货物装卸的新方法。例如巨型油船在近海系泊在单浮筒上即可装卸，并可通过柔性软管和水下管道将液体货物从船上输送到岸上。随着新型船舶的出现，如集装箱货船（Lash）和滚装船（RoRo），带来了码头的新型设计（其他现代海洋建筑物将在本章1.4节中讨论）。

从以上的论述可知海洋建筑物虽然在古代就扎下了根基，但使它成为一门应用科学却是最近的事。

〔英曼（Inman）^[8]曾评述过海港工程史，布鲁恩（Bruun）也写过海岸防护工程史^[9]，有兴趣的读者可以参看他们的著作，以获得更多的历史资料。〕

1.3 海洋环境

海洋环境为海洋工程师提供了一幅很苛刻的富于挑战性的背景,墨西哥海湾可以作证。那里的建筑物必须设计成能承受风速 100 节或更大的飓风和 50 英尺到 70 英尺的波高,湾内的典型淤泥海底使基础遇到困难问题,持久的高气温和大湿度天气使钢结构出现高速率的腐蚀。在阿拉斯加和库克海口的近海建筑物所要考虑的设计问题则是:潮流驱动海冰的速度高达 9 节,每日两次的潮差为 30 英尺,大风、低于冰点的气温和大面积的海面冰封。这些都是当地的经常情况。在北海海域,那里每年都会遇到 30 英尺到 40 英尺的波高,而平均每 50 年就要出现一次 65 英尺的波高,所有的海洋建筑物都暴露在狂风暴雨的自然活动和极端的气象条件之中。

海洋不停地运动着,驱动它的是大气和地质扰动、水团的密度差和太阳、月球等天体的影响;所有这些运动又因地球的转动和陆地、海底和大气所强加的边界条件而被修改。这些运动可归类为波浪、潮汐和海流。

波浪是海面周期的起伏运动。虽然在海洋深处不同密度水团的界面上存在着内波,但大多数波浪(在第三章还要详细谈到)都是由风产生的。波浪也可因地震、滑坡和爆炸的冲击而产生。由文献[10]提供的图 1.4,是一张按周期划分的波谱。图中表示了海面高度周期性变化的典型周期(两个波峰经过的间隔时间)。风波受到重力和粘性复原力,其典型的周期范围为 1 到 20 秒;而冲击产生的波,如地震波,也叫做海啸,其周期范围从几分钟到几小时,所以叫做长波。表面张力波形成于风刚吹来之时,而在驱动力去掉之后就立刻消逝。

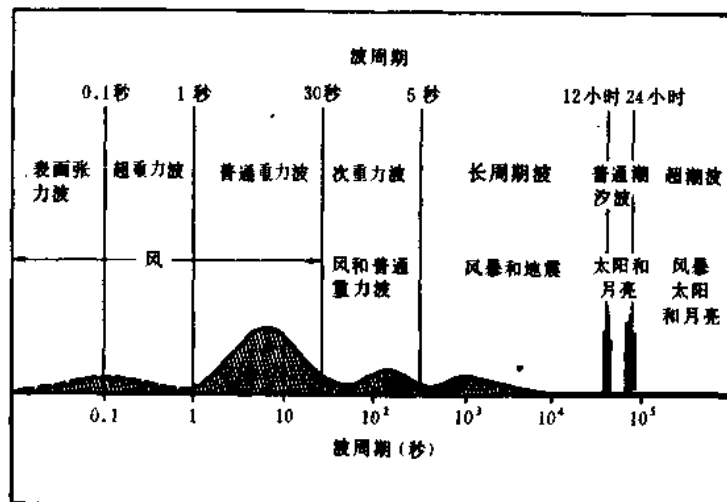


图 1.4 海浪分类谱, 相对波幅由曲线指出

潮汐可以看作是具有 12 至 24 小时周期面波长等于半个地球表面的一种长波。潮汐是海洋对太阳和月亮摄动的全球性反应。它们围绕着假想的节点振荡(如在第五章所讨论的), 并由于海湾地形的影响而大大削弱了他们在当地的作用。

不属于波浪和潮汐的海面高程变化还有风暴潮, 伴随有气压突降的假潮和由其他海水

运动引起的共振。

海水有随着空间和时间发生的温度、密度和盐度的细微变化。开阔海域海水的温度、密度和盐度在全球范围内维持在相当小的界限内。在局部海岸水域,这些参量和海水的化学成分可发生激烈变化。这些变化是海洋学家和工程师都同样特别感兴趣的。海水可以看作是一种稀释的化学液体,其中包含了以不同形式出现的全部自然界的元素。海洋的物理和化学过程将在第七章概括介绍。

海洋养育着大量的各种类型的生命,大约有160 000种动物(占全球的16%)。海洋中的生物过程对海洋工程师来说也是重要的,特别是它们会影响海水化学变化,产生有害的海洋附生物(造成污损)和对建筑物的直接侵袭(如海洋蛀虫)。而海水中的细菌对于一座建筑物的腐蚀和污损也起着重要的作用。有关生物损害的情况在第七章讨论。

本书将不讨论海底地质学。但是固定式海洋建筑物的设计者自然必须关心海底的地形、特征及组成,发生地震和水下滑坡及其可能引起的海啸和混浊流。最近的估算表明,被称为海平面变化的全球性海平面升高的速度是每百年4英寸。海洋工程师当然更应该关心当地海平面的相对变化。例如,由于更新世冰期遗留的荷载减轻,均衡弹回引起海底的向上弯曲,或由于底泥固结而使海底沉降。

海底地形及特性是大尺度地壳变形的地质过程形成的,包括火山、造山运动、风和水流输沙造成的侵蚀和堆积,以及生物过程,如珊瑚虫的造礁、微小生物的遗骸和贝壳等的堆积作用。大陆架就是由侵蚀和堆积作用而形成的。大陆架可从海岸延伸到200英里以外,也可能不存在。大陆架的典型深度范围为100至600英尺(可与大洋平均深度12 000英尺比较),其底质一般为沙和泥。由于近年近海石油钻井的大批出现,石油企业曾对大陆架作过细致的调查。大陆坡离海底的平均距离为30到50英里,其坡度的变化范围由1:6到1:40。海滩是海岸的主要特征。冬季波浪冲刷和向岸输沙作用加强,坡度变得更陡,海滩断面随季节变化。海滩可根据粒径大小(如卵石、细砾砂、粉砂等)和坡度分类。拍岸浪能量和粒径及坡度有直接关系。海滩物质趋向由砂粒组成,典型坡度范围为1:3到1:40。海滩研究及防护属于海岸工程,已超出本书范围。一般说,海底沉积物的特性为高含水量、低容重和低的剪切强度,这给工程基础带来困难。

可供海洋工程师选用的海洋学与物理海洋学的参考文献均已列在本章的后面。

1.4 海洋建筑物

海洋建筑物从简单的岸壁到复杂的近海平台,其形式多种多样。它们可以是建于海床之上的永久建筑物,或者是自由浮动的,或者是固定系泊的(与某种系船装置连接,这种装置与海床或与附近的陆地连接)。传统的海洋建筑物可分为港口建筑物(用以系泊船舶);和防护建筑物(用以创造人工海港),如围垦滩涂、保护或开辟娱乐游泳海滩。现在我们还可以增加另一大类:用以采集、贮存和运输天然资源(石油、天然气和矿产)的海洋建筑物。传统的海港或滨水建筑物包括突堤、码头、挡土墙、岸壁、系靠船墩柱、干船坞和助航设施(如浮标、航标、灯塔)和船闸等。突堤和码头既有透空式结构(由桩柱式或其他透空构架组成),也有实体式结构(如板桩、木笼、沉箱或重力墙等)。图1.5表示突堤和码头的结构形式。图1.6则显示了一座现代化集装箱码头和普通货物码头。