



小型建设工程施工项目负责人岗位培训教材

# 港口与航道工程

小型建设工程施工项目负责人  
岗位培训教材编写委员会 编写

中国建筑工业出版社

小型建设工程施工项目负责人岗位培训教材

# 港口与航道工程

小型建设工程施工项目负责人岗位培训教材编写委员会 编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

港口与航道工程/小型建设工程施工项目负责人岗位培训教材编写委员会编写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 8

小型建设工程施工项目负责人岗位培训教材  
ISBN 978-7-112-15571-2

I. ①港… II. ①小… III. ①港口工程-岗位培训-教材  
②航道工程-岗位培训-教材 IV. ①U65②U61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 142999 号

本书是《小型建设工程施工项目负责人岗位培训教材》中的一本, 是港口与航道工程专业小型建设工程施工项目负责人参加岗位培训的参考教材。全书共分 3 章, 包括港口与航道工程施工的基础知识和基本技能, 港口与航道工程施工案例以及港口与航道工程施工执业管理规定及相关要求。本书可供港口与航道工程专业小型建设工程施工项目负责人作为岗位培训参考教材, 也可供港口与航道工程专业相关技术人员和管理人员参考使用。

\* \* \*

责任编辑: 刘 江 岳建光 万 李

责任设计: 李志立

责任校对: 姜小莲 赵 颖

小型建设工程施工项目负责人岗位培训教材  
港口与航道工程

小型建设工程施工项目负责人岗位培训教材编写委员会 编写

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

河北省零五印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12½ 字数: 300 千字

2014 年 4 月第一版 2014 年 4 月第一次印刷

定价: 34.00 元

ISBN 978-7-112-15571-2  
(24157)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

# 小型建设工程施工项目负责人岗位培训教材

## 编写委员会

主 编：缪长江

编 委：（按姓氏笔画排序）

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 王 莹 | 王晓峥 | 王海滨 | 王雪青 |
| 王清训 | 史汉星 | 冯桂烜 | 成 银 |
| 刘伊生 | 刘雪迎 | 孙继德 | 李启明 |
| 杨卫东 | 何孝贵 | 张云富 | 庞南生 |
| 贺 铭 | 高尔新 | 唐江华 | 潘名先 |

# 序

为了加强建设工程施工管理，提高工程管理专业人员素质，保证工程质量和施工安全，建设部会同有关部门自 2002 年以来陆续颁布了《建造师执业资格制度暂行规定》、《注册建造师管理规定》、《注册建造师执业工程规模标准》（试行）、《注册建造师施工管理签章文件目录》（试行）、《注册建造师执业管理办法》（试行）等一系列文件，对从事建设工程项目总承包及施工管理的专业技术人员实行建造师执业资格制度。

《注册建造师执业管理办法》（试行）第五条规定：各专业大、中、小型工程分类标准按《注册建造师执业工程规模标准》（试行）执行；第二十八条规定：小型工程施工项目负责人任职条件和小型工程管理办法由各省、自治区、直辖市人民政府建设行政主管部门会同有关部门根据本地实际情况规定。该文件对小型工程的管理工作做出了总体部署，但目前我国小型建设工程还未形成一个有效、系统的管理体系，尤其是对于小型建设工程施工项目负责人的管理仍是一项空白，为此，本套培训教材编写委员会组织全国具有丰富理论和实践经验的专家、学者以及工程技术人员，编写了《小型建设工程施工项目负责人岗位培训教材》（以下简称《培训教材》），力求能够提高小型建设工程施工项目负责人的素质；缓解“小工程、大事故”的矛盾；帮助地方建立小型工程管理体系；完善和补充建造师执业资格制度体系。

本套《培训教材》共 17 册，分别为《建设工程施工管理》、《建设工程施工技术》、《建设工程施工成本管理》、《建设工程法规及相关知识》、《房屋建筑工程》、《农村公路工程》、《铁路工程》、《港口与航道工程》、《水利水电工程》、《电力工程》、《矿山工程》、《冶炼工程》、《石油化工工程》、《市政公用工程》、《通信与广电工程》、《机电安装工程》、《装饰装修工程》。其中《建设工程施工成本管理》、《建设工程法规及相关知识》、《建设工程施工管理》、《建设工程施工技术》为综合科目，其余专业分册按照《注册建造师执业工程规模标准》（试行）来划分。本套《培训教材》可供相关专业小型建设工程施工项目负责人作为岗位培训参考教材，也可供相关专业相关技术人员和管理人员参考使用。

对参与本套《培训教材》编写的大专院校、行政管理、行业协会和施工企业的专家和学者，表示衷心感谢。

在《培训教材》的编写过程中，虽经反复推敲核证，仍难免有不妥甚至疏漏之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

小型建设工程施工项目负责人岗位培训教材编写委员会

2013 年 9 月

# 前 言

随着我国水运事业的蓬勃发展，大量小型港口与航道工程建设项目被提到了日程上来，大量的中、青年施工项目负责人担负着施工项目管理和实施的责任。

港口与航道工程的小型施工项目，由于其工程位置多处于偏远海隅，河滩独特的固定性决定了施工队伍转场作业的流动性，作业人员变换频繁；大量的海（河）水上作业，受自然因素影响大。港口与航道工程的小型工程结构形式较简单，技术难度一般不大，施工的因陋就简是普遍存在的现象；施工工期不长，但管理头绪较复杂，管理人员到位率多难保证；法律规范意识较淡，以致业主甚至施工队常有变更的随意性；业主（监理）、承包商普遍存在着偏重结果而忽视过程控制的弊病，时常会酿成不可挽回的质量安全事故。

港口与航道的小型工程规模虽小，但其施工程序和内容、项目负责人的责任与大、中型项目并无大异。单一的港口工程一般也都包含着基础、主体、上部结构施工的工序；航道工程包含着挖、运、抛的作业过程。因此，小型工程正常、合理的施工同样包含着合同、进度、质量、安全、技术管理等全面内容，忽视了哪一方面，小工程同样会出大事故。

为了帮助和提高港口与航道小型工程施工项目负责人的技术水平和管理能力，本着针对性、实用性和可操作性的原则编写了本培训教材。

本教材共分为 3 章，其中包括重点突出总结施工技术、技能的案例和施工项目管理案例 70 余个。这些案例都是从工程实践中总结提炼出来的，具有极强的针对性和可借鉴性。

限于时间和水平，教材中难免存在不妥和疏漏之处，恳请读者提出宝贵意见。

# 目 录

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第 1 章 港口与航道工程施工的基础知识和基本技能  | 1   |
| 1.1 港口与航道工程的施工技术           | 1   |
| 1.1.1 工程施工环境条件             | 1   |
| 1.1.2 港口与航道工程常用工程材料        | 12  |
| 1.1.3 港口与航道工程混凝土的施工特点      | 17  |
| 1.1.4 港口与航道工程软土地基加固方法      | 28  |
| 1.1.5 港口与航道工程钢结构的防腐蚀       | 36  |
| 1.1.6 重力式码头工程的施工           | 38  |
| 1.1.7 高桩码头工程的施工            | 47  |
| 1.1.8 板桩码头工程的施工            | 53  |
| 1.1.9 斜坡式防波堤的施工            | 56  |
| 1.1.10 航道整治工程施工技术          | 59  |
| 1.1.11 疏浚与吹填工程施工技术         | 70  |
| 1.2 港口与航道工程施工相关规范与标准       | 93  |
| 1.2.1 水运工程质量检查与检验          | 93  |
| 1.2.2 港口与航道工程建设标准强制性条文     | 96  |
| 第 2 章 港口与航道工程施工案例          | 101 |
| 第 3 章 港口与航道工程施工执业管理规定及相关要求 | 188 |
| 3.1 港口与航道工程规模的划分标准         | 188 |
| 3.2 港口与航道工程执业的范围           | 189 |
| 3.3 港口与航道工程施工管理签章文件目录      | 189 |

# 第 1 章 港口与航道工程施工的基础知识和基本技能

本章内容是各类港口与航道工程施工中所经常遇到和必须掌握的基础知识和基本技能。重点要掌握港口与航道工程所处的特殊自然环境条件及其对工程的影响；掌握各种结构形式码头及航道整治工程的施工技术。

## 1.1 港口与航道工程的施工技术

### 1.1.1 工程施工环境条件

#### (1) 波浪

波浪是在外力（风、地震、船行等）的作用下，形成海平面（内河的水平面）有规律的波动。如图 1-1 所示。

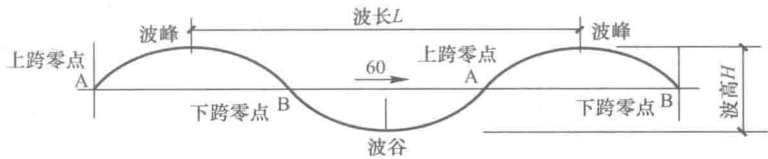


图 1-1 波浪要素示意图

#### 1) 波浪要素

反映波浪形态和几何特征的量，如波高、波长、波向、波速、波陡、波浪周期等称为波浪要素。

- ① 波高：相邻的波峰与波谷的高度差，常用符号  $H$  表示。
- ② 波长：相邻的两个上跨零点（指从波谷到波峰的波形线与静水面的交点）或下跨零点（指从波峰到波谷的波形线与静水面的交点）之间的水平距离。对于规则波而言，就是相邻两个波峰（或波谷）之间的水平距离，波长常用符号  $L$  表示。
- ③ 波陡：波高与波长之比， $\delta = H/L$ 。
- ④ 波浪周期：波形传播一个波长的距离所需要的时间，常用符号  $T$  表示。波浪观测中常采用相邻两个波峰先后通过同一地点的时间间隔作为周期。
- ⑤ 波速：单位时间内波形传播的距离，常用符号  $C$  表示。波速、波长（ $L$ ）和波浪周期（ $T$ ）之间的关系式为： $C = L/T$ 。

#### 2) 波浪玫瑰图

表示某地各个不同方向各级波浪出现频率的图称为波浪玫瑰图。波浪玫瑰图有各种形式，图 1-2 所示即为其中的一种，即用极坐标的径向长度表示频率，垂直于径向的横向长

度表示波高大小，所在方位表示波浪方向。

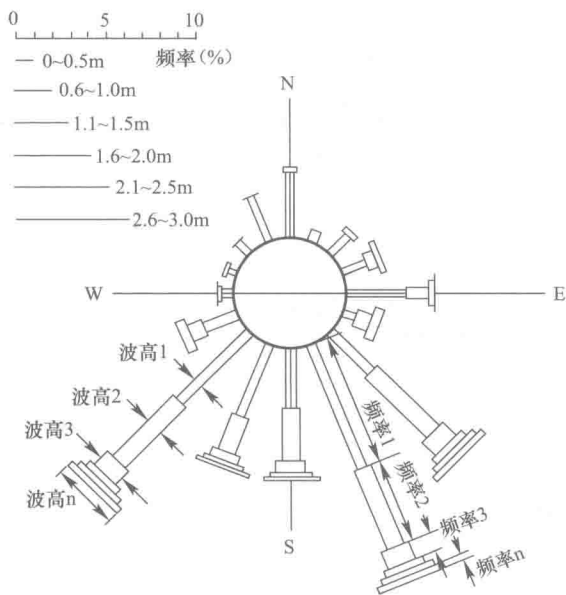


图 1-2 波浪玫瑰图

3) 常用波高统计特征值

常用统计特征波高有以下几种：

① 平均波高：海面上所有的波浪波高的平均值，记为  $H$ 。

② 最大波高：某次观测中实际出现的最大的一个波的波高，有时根据统计规律推算出在某种条件下出现的最大波高，记为  $H_{\max}$ 。

③ 1/10 大波波高 ( $H_{1/10}$ )：海浪连续记录中波高总个数的 1/10 个大波的波高平均值；其对应周期的平均值为 1/10 大波周期 ( $T_{1/10}$ )。

④ 有效波高 ( $H_s$ )：海浪连续记录中波高总个数的 1/3 个大波的波高平均值；其对应周期的平均值为有效波周期 ( $T_s$ )。习惯上，可把  $H_s$  记写为  $H_{1/3}$ 。 $H_s$  的波高，其大小和海面上定期出现的显著大波的平均波高相近，因而也称其为显著波高。

4) 波浪对工程施工的影响

① 波浪对工程施工质量和安全的影响

对于港口工程的海上施工，波浪直接作用于建筑物，对工程施工质量、施工人员、施工船舶和设备、工程结构的安全构成威胁和破坏，例如，波浪流会对刚开挖完成的基槽造成回淤；可能摧毁正在施工来不及防护的防波堤抛石段，淘空围堰的大充砂袋；可能致使沉桩完成但没有充分夹桩的孤立桩和排桩倾斜、位移，甚至折断；可能致使刚刚安放完毕的沉箱位移，甚至倾翻；施工船舶、机械为安全起见，不得不在大风浪（台风和热带风暴）来临前中止作业、封舱加固，到避风区避风避浪等。对于施工作业而言，受波浪影响最大的应是施工船只。大风浪中，当船长与波长接近、波速与船速接近时顺浪航行危险最大，从尾淹和打横的角度考虑，当波长超过 2 倍船长、波速与船速接近时顺浪航行危险最大；从横摇的角度考虑，横浪或者斜顺浪航行较顶浪或者斜顶浪航行更容易发生横谐摇。

因此在实际施工过程中，必须充分重视波浪对施工船舶安全的影响。

## ② 波浪对工程施工进度和工期的影响

对于港口工程海上施工的工期安排中，在工期的自然天数中必须充分考虑波浪的影响，计算有效的施工天数；在施工工序的安排中，也必须考虑波浪的影响，合理地安排流水作业段，形成有效的防风浪保护；对于不可预见的突发大风浪造成的毁损，不仅使工程质量受到影响、工期拖延、经济损失，而且还可能造成施工船机的毁损、人员的伤亡等安全事故。

### (2) 潮位基准面与设计潮位（水位）

#### 1) 潮位基准面

海图深度基准面就是计算海图水深的起算面，一般也是潮汐表的潮高起算面，通常也称为潮高基准面。在水深测量或编制海图时，通常采用低于平均海平面的一个面作为海图深度基准面，此面在绝大部分时间内都应在水面下，但它不是最低的深度面，在某些很低的低潮时还会露出来。我国 1956 年以后基本统一采用理论深度基准面作为海图深度基准面。目前，我国规定以“理论最低潮位”为海图深度基准面，亦为潮位基准面。

平均海平面是多年潮位观测资料中，取每小时潮位记录的平均值，也称平均潮位。平均海平面是作为大地测量中计算陆地海拔高度的起算面，我国规定以黄海（青岛验潮站）平均海平面作为计算中国陆地海拔高度的起算面。

#### 2) 设计潮位（水位）

海港工程的设计潮位（水位）应包括：设计高水位、设计低水位；极端高水位、极端低水位。

① 对于海岸港和潮汐作用明显的河口港，设计高水位应采用高潮累积频率 10% 的潮位，简称高潮 10%；设计低水位应采用低潮累积频率 90% 的潮位，简称低潮 90%。

② 对于海岸港和潮汐作用明显的河口港，如已有历时累积频率统计资料，其设计高水位和设计低水位也可分别采用历时累积频率 1% 和 98% 的潮位。

③ 对于汛期潮汐作用不明显的河口港，设计高水位和设计低水位应分别采用多年的历时累积频率 1% 和 98% 的潮位。

④ 海港工程的极端高水位应采用重现期为 50 年的年极值高水位；极端低水位应采用重现期为 50 年的年极值低水位。

#### 3) 施工水位

施工水位是根据工程结构的具体情况、所在海域的水文情况、所采用的施工工艺等具体条件综合确定的能满足施工工艺和施工质量要求、安全施工和工期要求的潮位（水位）。

《水工建筑定额》中的施工水位以设计规定为准。如设计无规定时，在有潮港中，以建筑物所在地平均高潮位以下 1m 为界线。

### (3) 内河特征水位

内河常用的特征水位有下列几种：

1) 最高水位：即在研究时期内出现的最高水位。最高水位有：月最高水位、年最高水位、历年最高水位。

2) 最低水位：即在研究时期内出现的最低水位。最低水位有：月最低水位、年最低水位、历年最低水位。

3) 平均水位：在研究时期内水位的算术平均值，又可分为：月平均水位、年平均水位、历年平均水位。

4) 平均最高水位：每年最高水位的算术平均值。

5) 平均最低水位：每年最低水位的算术平均值。

6) 正常水位：多年水位平均值。

7) 中水位：在研究时期的水位累积曲线（历时曲线）上相当于历时 50%的水位。

(4) 风级

1) 风级与风速

目前的风速用蒲福风级来表示，见表 1-1。蒲福风级按风速大小不同分为 12 级。

蒲福风级 表 1-1

| 蒲福风级 | 一般描述 | 风速约数<br>(m/s) | 浪高<br>(m) | 征 状                                         |                       |
|------|------|---------------|-----------|---------------------------------------------|-----------------------|
|      |      |               |           | 海岸                                          | 内陆                    |
| 0    | 平静   | 0.0~0.2       | 0         | 海面如镜                                        | 烟直上                   |
| 1    | 软风   | 0.3~1.5       | 0.1~0.2   | 出现很小的波纹，但尚无飞沫状波峰                            | 烟能显示出风向，但风向标不能转动      |
| 2    | 轻风   | 1.6~3.3       | 0.3~0.5   | 出现小的子波，但波峰平静而不破碎                            | 人面感觉有风，树叶沙沙响，风向标转动    |
| 3    | 微风   | 3.4~5.4       | 0.6~1.0   | 出现大的子波，波峰顶开始破碎，形成散乱的白浪                      | 树叶和细枝动摇不息，旌旗展开        |
| 4    | 和风   | 5.5~7.9       | 1.5       | 小波浪变长，形成频繁的白浪                               | 能吹起尘土和松散的纸张，树的小枝摇动    |
| 5    | 清劲风  | 8.0~10.7      | 2.0       | 中等波浪，出现许多白浪，偶然出现激溅浪花                        | 有叶小树摇摆，风过水面有小波        |
| 6    | 强风   | 10.8~13.8     | 3.5       | 大波浪出现，白色飞沫的波峰延至各处，可能出现激溅浪花                  | 大树枝摇动，电线呼呼作响，举伞困难     |
| 7    | 疾风   | 13.9~17.1     | 5.0       | 海面起伏，碎波白色飞沫开始被风吹成条纹；开始见到激溅浪花                | 全树摇动，迎风步行感到不便         |
| 8    | 大风   | 17.2~20.7     | 7.5       | 较长的较高的波浪出现；飞沫被吹成明显条纹；波峰顶边缘破碎成浪花             | 细枝被折，人向前进阻力甚大         |
| 9    | 烈风   | 20.8~24.4     | 9.5       | 出现高波浪；浪翻卷；激溅浪花影响能见度                         | 不结实的建筑物发生危险，烟囱管帽和房屋摇动 |
| 10   | 狂风   | 24.5~28.4     | 12.0      | 出现很高的波浪；长的悬浪和翻卷浪重重地撞击，整个海面呈白色，飞沫成片，并被吹成浓白条纹 | 内陆少见，树被连根拔起，很多建筑发生危险  |
| 11   | 暴风   | 28.5~32.6     | 15.0      | 出现异常高的波浪，海面已被长条状白色飞沫完全覆盖；中小尺度的船舶可能久时隐没于波浪背后 | 极少出现，有则必有严重损毁         |
| 12   | 飓风   | 32.7~36.9     |           | 空中充满飞沫和激溅浪花；推进着的激溅浪花使海面变成白色，能见度极低           | 极少出现，有则必有严重损毁         |

2) 强风与大风

风速为 10.8~13.8m/s 或风力达 6 级的风称为强风。在港口与航道工程中，施工船

船的防风、防台是指船舶防御风力在 6 级以上的季风和热带气旋。

施工船舶在未来 48h 以内，遭遇风力可能达到 6 级以上，则称船舶“在台风威胁中”。

施工船舶在未来 12h 以内，遭遇风力可能达到 6 级以上，则称船舶“在台风严重威胁中”。

风速为 17.2~20.7m/s 或风力达 8 级的风称为大风。一日中如有此级风出现，即视为大风日。大风对航运及海上作业都有很大危害，常造成重大事故；如与天文高潮相遇，常形成风暴潮，使海水泛滥，危害更严重。

施工船舶接近台风中心，风力达 8 级以上时，称船舶“在台风袭击中”。

我国沿海，东海沿岸大风最多；其次是黄海、渤海沿岸；南海沿岸大风最少。一般沿海岛屿的大风比大陆岸边的大风多。

3) 风玫瑰图

所谓风玫瑰图是指用来表达风的时间段、风向、风速和频率四个量的变化情况图。风玫瑰图一般按 16 个方位绘制。这四个量有各种不同的组合方式，而且一幅风玫瑰图也常常不能表达出这四个量的全部情况，所以常按工程需要绘制各种形式的风玫瑰图，其最常见的有：

① 风向频率玫瑰图：见图 1-3。图中某一方向的线段长度与图例中单位长度的比值即为该方向风的频率值。

② 最大风速玫瑰图：见图 1-4。图中某一方向的线段长度与图例中单位长度的比值即为该方向的最大风速。

③ 大于某一风级的风频率玫瑰图：见图 1-5。图中某一方向的线段中阴影部分长度与图例中单位长度的比值即为该方向大于等于 6 级风的频率。

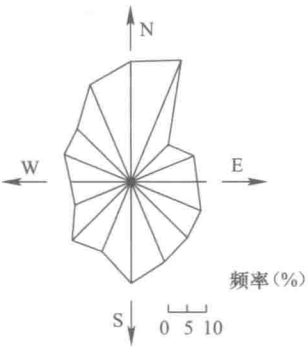


图 1-3 风向频率玫瑰图

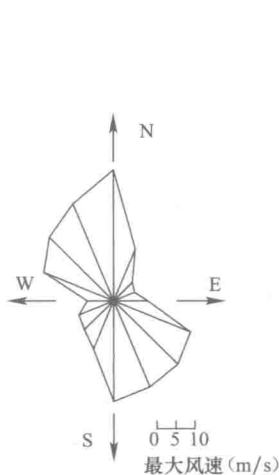


图 1-4 最大风速玫瑰图

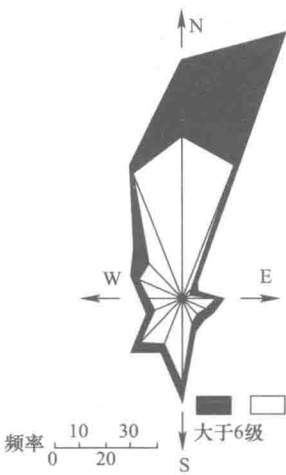


图 1-5 风频率玫瑰图

4) 台风与热带风暴

台风是发生在东经 180°以西的北太平洋和南中国海的热带低压气旋（风暴）。世界气象组织将太平洋的风暴分为三个等级：中心最大风力在 12 级或 12 级以上的风暴称为台风，

10~11 级风暴称为强热带风暴, 8~9 级风暴称为热带风暴。低于 8 级的称为热带低压。

#### 5) 风对工程施工的影响

对于港口工程的海上施工, 风不但直接作用于结构物构成风荷载, 而且生成波浪和风成流, 对工程施工质量、施工人员、施工船舶和设备、工程结构的安全构成威胁和破坏,

对于港口工程海上施工的工期安排中, 在工期的自然天数中必须充分考虑风浪的影响, 计算有效的施工天数; 在施工工序的安排中, 必须考虑风浪的影响, 合理地安排流水作业段, 形成有效的防风浪保护; 对于不可预见的突发大风浪造成的毁损, 不仅使工程质量受到影响、工期拖延、经济损失, 而且还可能造成施工船机、人员等的毁损、伤亡安全事故。海上施工必须事先制定有效的防风、防台预案。

#### (5) 工程地质

对于中小型工程, 地质勘察可划分为初步设计和施工图设计两个阶段, 当工程地质条件简单或有经验、熟悉地区的工程, 也可以合并为一个勘察阶段。

港口与航道工程地质勘察, 应满足《岩土工程勘察规范》GB 50021、《港口工程地质勘察规范》JTJ 240、《疏浚岩土分类标准》JTJ/T 320 等要求。

《港口工程地质勘察规范》JTJ 240 对勘察报告的格式和内容规定如下:

##### 1) 序言

勘察工作的依据、目的和任务, 工程概况和设计要求、勘察沿革等。勘察和原位测试的设备和方法。土工试验采用的仪器设备、测试方法、试样的质量评价等。

##### 2) 地貌

港湾或河段地形特征, 各地貌单元的成因类型、特征及分布。与工程有关的微地貌单元(如岸坡区、填土区、掩埋的古冲沟分布区等)的特征与分布。

##### 3) 地层

岩土层的分布、产状、性质、地质时代、成因类型、成层特征等。

##### 4) 地质构造

场地的地质构造稳定性和与工程有关的地质构造现象, 其对工程影响的分析和防治措施的建议, 地质构造对岸坡稳定性影响的分析。

##### 5) 不良地质现象

不良地质现象的性质、分布与发育程度、形成原因及防治措施与建议。

##### 6) 地下水

地下水类型、形成条件、水位特征、含水层的渗透系数(垂直和水平方向)。地下水活动对不良地质现象的发育和基础施工的影响。地下水水质对建筑材料的侵蚀性。

##### 7) 地震

按照地震规范划分场地土和建筑场地类别, 场地中对抗震有利、不利和危险地段。根据地震烈度, 判定饱和砂土和粉土在地震作用下的液化趋势。

##### 8) 岩土物理力学性质

各岩土单元体的特性、状态、均匀程度、密实程度和风化程度等物理力学性质指标的统计值。

##### 9) 岩土工程评价

对各岩土单元体的综合评价及工程设计所需的岩土技术参数; 对持力层的推荐和施工

中应注意的问题；天然岸坡稳定性的评价；不良地质现象的整治方案建议；地基处理方案的建议；工程活动对地质环境的作用和影响等。

#### 10) 附图和附表

##### ① 勘察点平面位置图

以地形图为底图，标有各类勘察点、剖面线的位置和序号，勘探点坐标、高程数据表。

##### ② 综合工程地质图

以地形图为底图，根据地貌、构造、地层时代、岩土性质、不良地质现象等所做的综合工程地质分区。列有综合柱状图。

##### ③ 工程地质剖面图

根据岸线方向、主要地貌单元、地层的分布、地质构造线、建筑物轮廓线等确定的剖面位置，绘制纵横工程地质剖面图。图上画有该剖面的岩土单元体的分布、地下水位、地质构造、标准贯入试验击数、静力触探曲线等。

##### ④ 钻孔柱状图

反映钻孔深度内岩土层厚度、分布、性质、取样和测试的位置、实测标准贯入击数、地下水位，有关的物理力学指标（如天然含水量、孔隙比、无侧限抗压强度等）随钻孔深度的变化曲线。

##### ⑤ 原位测试图表

反映标准贯入、静力触探等原位测试成果的图表。

##### ⑥ 土工试验图表

土工试验成果表、固结试验数据表、颗粒级配曲线等。

##### ⑦ 各岩土单元体的物理、力学指标统计表。

##### ⑧ 对于特殊地质条件或为满足特殊需要而绘制的专门图件。

《港口工程桩基规范》附录 A 桩基工程勘察要点的要求：各层土的物理力学性能指标试验宜包括含水量、重力密度、孔隙比、流限、塑限、灵敏度、颗粒成分、密实度、压缩系数、压缩模量、无侧限抗压强度、黏聚力、内摩擦角、标准贯入击数和现场十字板剪切强度等。有条件时宜进行静力触探试验。

#### 11) 港口工程地质勘察成果指标及其应用

① 含水量  $W$  (%)：土中水重/土颗粒重。用于确定淤泥性土的分类。

② 孔隙比  $e$ ：孔隙体积/土粒体积。用于确定淤泥性土的分类和确定单桩极限承载力。

③ 孔隙率  $n$  (%)：土中孔隙体积/土体总体积。

④ 液限  $W_L$ ：由流动状态变成可塑状态的界限含水量。用于计算塑性指数  $I_P$  和液性指数  $I_L$ 。

⑤ 塑限  $W_P$ ：土从可塑状态转为半固体状态的界限含水量。用于计算塑性指数  $I_P$  和液性指数  $I_L$ 。

⑥ 塑性指数  $I_P$ ：土颗粒保持结合水的数量，说明可塑性的大小。用于确定黏性土的名称和确定单桩极限承载力。

⑦ 液性指数  $I_L$ ：说明土的软硬程度。用于确定黏性土的状态和确定单桩极限承载力。

⑧ 黏聚力  $c$ ：用于土坡和地基稳定验算。

- ⑨ 内摩擦角  $\varphi$ : 用于土坡和地基稳定验算。
- ⑩ 标准贯入试验: 标准贯入试验击数  $N$  值系指质量为 63.5kg 的锤, 从 76cm 的高度自由落下, 将标准贯入器击入土中 30cm 时的锤击数。可根据标准贯入试验击数, 结合当地经验确定砂土的密实度、砂土的内摩擦角和一般黏性土的无侧限抗压强度, 评价地基强度、土层液化可能性、单桩极限承载力、沉桩可能性和地基加固效果等。
- ⑪ 十字板剪切试验: 系指用十字板剪切仪在原位直接测定饱和软黏土的不排水抗剪强度和灵敏度的试验。十字板剪切强度值, 可用于地基土的稳定分析、检验软基加固效果、测定软弱地基破坏后滑动面位置和残余强度值以及地基土的灵敏度。
- ⑫ 静力触探试验: 静力触探试验适用于黏性土、粉土和砂土。可根据静力触探资料结合当地经验和钻孔资料划分土层, 确定土的承载力、压缩模量、单桩承载力, 判断沉桩的可能性、饱和粉土和砂土的液化趋势。
- 港口工程地质勘察成果的应用如表 1-2~表 1-7 所示。

砂土按密实度分类 表 1-2

| 标准贯入击数 $N$       | 密实度 | 标准贯入击数 $N$       | 密实度 |
|------------------|-----|------------------|-----|
| $N \leq 10$      | 松散  | $30 < N \leq 50$ | 密实  |
| $10 < N \leq 15$ | 稍密  | $N > 50$         | 极密实 |
| $15 < N \leq 30$ | 中密  |                  |     |

粉土的分类 表 1-3

| 名 称  | 黏粒含量 $M_c$ (%)     |
|------|--------------------|
| 黏质粉土 | $10 \leq M_c < 15$ |
| 砂质粉土 | $3 \leq M_c < 10$  |

黏性土的分类 表 1-4

| 塑性指数 $I_p$         | 土的名称 |
|--------------------|------|
| $I_p > 17$         | 黏土   |
| $10 < I_p \leq 17$ | 粉质黏土 |

黏性土的状态 表 1-5

| 状 态        | 坚 硬          | 硬 塑                 | 可 塑                    | 软 塑                 | 流 塑       |
|------------|--------------|---------------------|------------------------|---------------------|-----------|
| 液性指数 $I_L$ | $I_L \leq 0$ | $0 < I_L \leq 0.25$ | $0.25 < I_L \leq 0.75$ | $0.75 < I_L \leq 1$ | $I_L > 1$ |

黏性土的天然状态 表 1-6

| 黏性土状态 | 坚 硬   | 硬    | 中 等 | 软   | 很 软 |
|-------|-------|------|-----|-----|-----|
| $N$   | 30~15 | 15~8 | 8~4 | 4~2 | 2   |

淤泥性土的分类 表 1-7

| 土的名称 \ 指标 | 孔隙比 $e$            | 含水率 $\omega$ (%)       |
|-----------|--------------------|------------------------|
| 淤泥质土      | $1.0 < e \leq 1.5$ | $36 < \omega \leq 55$  |
| 淤泥        | $1.5 < e \leq 2.4$ | $55 < \omega \leq 85$  |
| 流泥        |                    | $85 < \omega \leq 150$ |
| 浮泥        |                    | $\omega > 150$         |

12) 航道疏浚工程地质勘察成果的应用

在航道疏浚工程设计与施工进行之前，必须充分调查现场的地质条件，对岩土进行分析试验，并对其疏浚吹填特性做出评价。对工程量较小，已进行疏浚，有一定经验且地质条件简单的地区，可简化勘察工作。工程勘察成果在航道疏浚工程上的应用，主要是用以判定疏浚土的工程特性、进行分类和判定挖泥船对疏浚土的可挖性，见表 1-8、表 1-9 所列。

挖泥船对疏浚岩土的可挖性 表 1-8

| 岩土类别    | 级 别 | 状 态 | 耙吸（舱容）<br>(m³) |       | 绞吸（泥泵功率）<br>(kW) |       | 链斗（m³） |      | 抓斗（m³） |    | 铲斗（斗容）<br>(m³) |    |
|---------|-----|-----|----------------|-------|------------------|-------|--------|------|--------|----|----------------|----|
|         |     |     | ≥3000          | <3000 | ≥2940            | <2940 | ≥500   | <500 | ≥4     | <4 | ≥4             | <4 |
| 有机质土及泥炭 | 0   | 极软  | 容易             | 容易    | 容易               | 容易    | 容易     | 容易   | 容易     | 容易 | 不适             | 不适 |
| 淤泥土类    | 1   | 流态  | 较易             | 较易    | 容易               | 较易    | 较易     | 较易   | 不适     | 不适 | 不适             | 不适 |
|         | 2   | 很软  | 容易             | 容易    | 容易               | 容易    | 容易     | 容易   | 容易     | 容易 | 较易             | 较易 |
| 黏性土类    | 3   | 软   | 容易             | 容易    | 容易               | 容易    | 容易     | 容易   | 容易     | 容易 | 容易             | 容易 |
|         | 4   | 中等  | 较易             | 尚可    | 较易               | 较易    | 较易     | 较易   | 较易     | 较易 | 容易             | 容易 |
|         | 5   | 硬   | 困难             | 困难    | 较难               | 较难    | 较易     | 较难   | 较易     | 尚可 | 较易             | 尚可 |
|         | 6   | 坚硬  | 很难             | 很难    | 困难               | 困难    | 困难     | 困难   | 困难     | 很难 | 较难             | 较难 |
| 砂土类     | 7   | 极松  | 容易             | 容易    | 容易               | 容易    | 容易     | 容易   | 容易     | 容易 | 容易             | 容易 |
|         | 8   | 松散  | 容易~较难          | 较易    | 容易               | 容易    | 容易     | 容易   | 容易     | 容易 | 容易             | 容易 |
|         | 9   | 中密  | 尚可~较难          | 较难    | 较易               | 较难    | 较易     | 尚可   | 较易     | 较难 | 容易             | 较易 |
|         | 10  | 密实  | 较难~困难          | 困难    | 困难               | 困难    | 较难     | 困难   | 困难     | 很难 | 尚可             | 尚可 |
| 碎石土类    | 11  | 松散  | 困难             | 困难    | 很难               | 很难    | 较易     | 尚可   | 较易     | 尚可 | 容易             | 较易 |
|         | 12  | 中密  | 很难             | 不适    | 很难               | 不适    | 困难     | 困难   | 尚可     | 困难 | 较易             | 尚可 |
|         | 13  | 密实  | 不适             | 不适    | 不适               | 不适    | 很难     | 不适   | 很难     | 不适 | 较难             | 困难 |
| 岩石类     | 14  | 弱   | 不适             | 不适    | 尚可               | 不适    | 困难~很难  | 很难   | 很难     | 不适 | 尚可~困难          | 很难 |
|         | 15  | 稍强  | 不适             | 不适    | 困难               | 不适    | 不适     | 不适   | 不适     | 不适 | 不适             | 不适 |

(6) 港口与航道工程地形图和水深图

1) 地形图

利用经纬仪、水平仪等各种测量仪器将地球表面各点的位置、高度以及各种地形、地物的位置和形状测出，并按一定比例尺和规定的符号，绘在图纸上，形成地形图。地形图的比例尺，又称缩尺，是图上直线长度与地面上相应直线水平投影长度之比。如 1：500 即是说地面上直线水平投影长度 500m 相当于图上 1m。一般说，比例尺越大，反映测区的地形越详细、精确。

地形图测图比例尺应根据测量类别、测区范围、任务来源和经济合理性按表 1-10 选用。

疏浚岩土工程特性和分级

表 1-9

| 岩土类别        | 级别 | 状态 | 强度及结构特征                                                                 | 判别指标                |                           | 辅助指标              |                        |               |            |                   |                                                                          |               |                  |
|-------------|----|----|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|---------------|------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|
|             |    |    |                                                                         | 标贯击数<br>$N$         | 天然重力<br>密度<br>( $N/m^3$ ) | 抗压强度<br>( $MPa$ ) | 天然含水<br>量 $\omega$ (%) | 液性指数<br>$I_L$ | 孔隙比<br>$e$ | 抗剪强度<br>$r$ (kPa) | 附着力 $F$<br>( $g/cm^2$ )                                                  | 相对密度<br>$D_r$ | 烧失量<br>$Q_l$ (%) |
| 有机质土<br>及淤泥 | 0  | 极软 | 密实的或松软的, 强度和结构<br>在水平和垂直方向上可能相差<br>很大, 并存在气体                            |                     | $<12.8$                   |                   |                        |               |            |                   |                                                                          |               | $\geq 5$         |
|             | 1  | 流态 |                                                                         |                     | $<14.9$                   |                   | $>85$                  |               | $>2.4$     |                   |                                                                          |               |                  |
| 淤泥土类        | 2  | 很软 | 极易在手指内挤压                                                                | $<2$                | $<16.6$                   |                   | $55\sim 85$            | $>1.0$        | $>1.5$     | $<13$             |                                                                          |               |                  |
|             | 3  | 软  | 极易用手指捏成形                                                                | $\leq 4$            | $\leq 17.6$               |                   |                        | $\leq 1.0$    |            | $\leq 25$         |                                                                          |               |                  |
|             | 4  | 中等 | 稍用力捏可成形                                                                 | $\leq 8$            | $\leq 18.7$               |                   |                        | $\leq 0.75$   |            | $\leq 50$         | $<50$ 无                                                                  |               |                  |
|             | 5  | 硬  | 手指需用力捏才成形                                                               | $\leq 15$           | $\leq 19.5$               |                   |                        | $\leq 0.60$   |            | $\leq 100$        | $50\sim 150$ 弱                                                           |               |                  |
|             | 6  | 坚硬 | 不能用手指捏成形, 可用大拇<br>指压出凹痕                                                 | $>15$               | $\leq 19.5$               |                   |                        | $<0.25$       |            | $>100$            | $150\sim 250$<br>中等<br>$>250$ 强                                          |               |                  |
| 砂土类         | 7  | 极松 | 极容易将 12mm 钢筋插入土中                                                        | $\leq 4$            | $<18.3$                   |                   |                        |               |            |                   |                                                                          |               |                  |
|             | 8  | 松散 | 极容易将 12mm 钢筋插入土中                                                        | $\leq 10$           | $\leq 18.6$               |                   |                        |               |            |                   |                                                                          |               |                  |
|             | 9  | 中密 | 用 2~3kg 重锤很容易将 12mm<br>钢筋打入土中                                           | $\leq 30$           | $\leq 19.5$               |                   |                        |               |            |                   | 满足 $C_u\geq 5$ , $C_c=1\sim 3$ 为良好级配的砂 (SW), 不能<br>满足上述条件的为不良级配的砂 (SP)   |               |                  |
|             | 10 | 密实 | 用 2~3kg 重锤可将 12mm 钢筋<br>打入土中 30mm                                       | $>30$               | $>19.6$                   |                   |                        |               |            |                   |                                                                          |               |                  |
| 碎石土类        | 11 | 松散 | 骨架颗粒含量 $<$ 总质量的 60%,<br>排列混乱, 大部分不接触, 充<br>填物包裹大部分骨架颗粒, 且<br>呈疏松状态或可塑状态 | $N_{63.5}$<br>$<7$  | $DG<65$                   |                   |                        |               |            |                   |                                                                          |               |                  |
|             | 12 | 中密 | 骨架颗粒含量为总质量的 60%~<br>70%, 呈交错排列, 大部分连<br>续接触, 充填物包裹骨架颗粒,<br>呈中密状态或硬塑状态   | $N_{63.5}$<br>7~18  | $DG$<br>65~70             |                   |                        |               |            |                   | 满足 $C_u\geq 5$ , $C_c=1\sim 3$ 为良好级配的砾石 (GW), 不<br>能满足上述条件的为不良级配的砾石 (GP) |               |                  |
|             | 13 | 密实 | 骨架颗粒含量 $>70\%$ , 呈交错<br>排列, 连续接触, 或只有部分<br>骨架颗粒连续接触, 但充填物<br>呈紧密状态或坚硬状态 | $N_{63.5}$<br>$>18$ | $DG>70$                   |                   |                        |               |            |                   |                                                                          |               |                  |
| 岩石类         | 14 | 弱  | 锹镐可挖掘                                                                   | $<50$               |                           | $\leq 10$         |                        |               |            |                   |                                                                          |               |                  |
|             | 15 | 稍强 | 锹镐难挖掘, 锤可击碎                                                             |                     |                           | $<30$             |                        |               |            |                   |                                                                          |               |                  |