

中国港湾建设总公司推荐参考文献



英国标准

海工建筑物

第二分册



码头 栈桥和系靠船墩设计

中国港湾建设总公司



[illegible]

目 录

第七分册：防波堤设计和施工指南

邢 龙 张敏健

中译本说明

为参考和利用国际通用标准规范,中国港湾建设总公司组织内部翻译英国标准 BS 6349《海工建筑物》第二、三、四、五、六和七分册。第一分册《总则》已由全国水运工程标准技术委员会翻译出版,现统一汇编重印并新增该分册五次修订译文。

中译本的翻译、审校由中国港湾建设总公司负责组织;编辑和印制等工作由第三航务工程勘察设计院统筹办理。

1988 年版《码头、栈桥和系靠船墩设计》是英国标准 BS 6349《海工建筑物》的第二分册。

本册翻译:邵廷夫

本册审校:黄际雄

总 审 校:李棣荣

在翻译印制工作中得到交通部基建司领导和第三航务工程勘察设计院的大力支持;交通部第二航务工程局为本分册提供很多帮助,特此致谢。

译文中难免有不妥或谬误之处,恳请指正。

中国港湾建设总公司

前 言

BS 6349 的本分册是在土木工程和建筑结构标准委员会的指导下编制的。

本规范包括供工程师作为资料和指导性的材料以及基于良好实践的建议。因此,遵照本规范的建议是非强制性的,在特定情况下,也许能判明偏离本规范的建议才是正确的,而应否于何时遵循本规范的建议则应由工程判断来决定。

本规范供具有本学科知识的工程师使用。它包括成功地从事具体工程设计和施工的工程师们的经验,使得其他有适当资格的工程师可以利用本规范作为类似工程设计的依据。

本规范不打算由不具备本学科知识的工程师或非工程师使用。

本规范反映了编写时的良好实践,而技术发展不可避免地可能使某些部分变得过时。有关设计和施工工程师的责任就是继续通晓在本规范使用以来良好实践的发展。

遵照土木工程师协会海工和水道委员会的建议,土木工程规范标准委员会组成了一个特别专家组从事进一步的研究。1975 年提交的专家组报告的结论认为,在海工建筑物特殊性方面,现行英国规范是不足的,从而需要这样一个规范,并提出了把工作分为两个阶段的计划。

在本英国标准的起草中,系假定其条文的实施将委托给有相当资格和经验的人士,并作为供他们使用的指南。

这一标准将分七册出版如下:

- 第一分册 总则
- 第二分册 码头、栈桥和系靠船墩设计
- 第三分册 干船坞、船闸、滑道和船台、升船机和坞门闸门设计
- 第四分册 护舷和系泊装置设计
- 第五分册 疏浚和陆地填筑规范
- 第六分册 近岸区锚泊装置和浮式结构物设计
- 第七分册 防波堤设计和施工指南

在 BS 6349 第一分册中的建议是帮助业主和工程师取得海工建筑物设计有关的基本资料。

BS 6349 的本分册包含了第一分册中有关板桩墙设计的部分内容,并由于这些是设计而不是总则,因此 1984 年版 BS 6349 第一分册的 51.1、51.2 和 51.6 条将加以修正并删除。对陆上和海工建筑物通用的板桩墙设计将包含在 BS 8002 内;1984 年版 BS 6349 第一分册的 51.3 条将加以修正并删除。通常锚碇设计包括在 DD 81 和 BS 8002 内。海工锚碇的专门方面则包括在本分册和 BS 6349 的第三分册内;1984 年版 BS 6349 第一分册的 53 条将加以修正并删除。

本标准中的许多附图是由拥有版权的个别机构提供的,其详细来源见每一附图的脚注,英国标准协会感谢允许复制这些附图。

参加技术委员会的全部机构和技术委员会成员名单见原文。

遵循英国标准不免除其应负的法律責任。

目 录

第一章 总论	(1)
1.1 范围	(1)
1.2 定义	(1)
1.3 符号	(2)
1.4 分项安全系数	(3)
第二章 靠船建筑物的一般设计	(4)
2.1 概论	(4)
2.2 结构的选择	(6)
2.3 一般的场地考虑	(8)
2.4 耐久性	(11)
2.5 公用管线和设备	(12)
第三章 码头和栈桥的荷载考虑	(15)
3.1 设计方法	(15)
3.2 荷载	(15)
第四章 码头和栈桥建筑物中的板墙结构	(18)
4.1 概论	(18)
4.2 适用性	(18)
4.3 结构型式	(18)
4.4 板墙的类型	(24)
4.5 墙的截面模量	(31)
4.6 材料和应力	(31)
4.7 板墙结构的设计	(32)
4.8 桩尖标高	(39)
4.9 现浇胸墙	(39)
4.10 作用于墙上的垂直荷载	(40)
4.11 法向作用于墙上的靠泊荷载和系泊荷载	(41)
4.12 纵向外加荷载	(42)
4.13 导梁与锚碇拉杆	(43)
4.14 码头墙的锚碇	(44)
4.15 角隅	(49)
4.16 土方工程	(52)
4.17 施工顺序	(53)
4.18 公用管道和起重机轨道	(53)
第五章 码头和栈桥建筑物中的重力式墙	(56)
5.1 概论	(56)

5.2	墙的类型	(56)
5.3	重力式墙的设计	(62)
5.4	混凝土块体墙	(64)
5.5	预制钢筋混凝土墙	(68)
5.6	混凝土沉箱	(69)
5.7	格型板桩结构	(72)
5.8	双排板桩结构	(75)
5.9	水下建造的现浇大体积混凝土墙	(77)
5.10	现浇钢筋混凝土墙	(78)
5.11	地下连续墙	(78)
5.12	沉井	(79)
第六章	悬空式面板结构	(81)
6.1	概论	(81)
6.2	适用性	(81)
6.3	应用	(81)
6.4	结构型式	(81)
6.5	整体稳定性	(82)
6.6	顺岸码头的土方工程	(85)
6.7	支承桩的类型	(85)
6.8	桩的设置	(87)
6.9	上部结构的型式	(90)
6.10	设计方法	(92)
6.11	荷载考虑	(94)
6.12	桩的设计	(99)
6.13	施工误差	(103)
第七章	系靠船墩	(104)
7.1	概论	(104)
7.2	结构型式	(104)
7.3	荷载	(107)
7.4	柔性墩的设计	(109)
7.5	刚性墩的设计	(110)
7.6	系泊设备	(111)
7.7	通道和工作面	(111)
第八章	滚装码头坡道	(112)
8.1	概论	(112)
8.2	布置	(112)
8.3	荷载	(115)
8.4	海底冲刷	(116)
第九章	人行通道	(117)

9.1	概论	(117)
9.2	人行桥	(117)
9.3	扶梯	(117)
9.4	爬梯	(118)
9.5	栏杆	(120)
9.6	护轮坎	(120)
9.7	防蚀面与耐久性	(120)
9.8	救生设备	(120)

附录

附录 A	参考文献	(122)
附录 B	有关出版物	(124)

附表

1	悬空式面板结构的桩系统	(82)
2	悬空式面板分项荷载系数 γ_{fl}	(98)

附图

1	锚碇板墙结构	(20~21)
2	悬臂板墙结构	(21)
3	有卸荷平台的板墙	(22~23)
4	木板桩的典型接缝布置	(24)
5	混凝土板桩——典型详图	(25)
6	钢板桩——锁口截面	(26~27)
7	钻孔桩墙——典型布置	(28)
8	地下连续墙——典型的墙段布置	(29)
9	立柱桩墙——典型断面	(30)
10	单锚碇或支撑板墙结构的柔性对于土压力或土抗力的影响	(32)
11	在挖泥前填土时作用在单锚碇或支撑板墙结构上的主动压力分布	(33)
12	在挖泥后填土时作用在单锚碇或支撑板墙结构上的主动压力分布	(33)
13	与挡土中破裂面有关的锚碇位置	(34)
14	双锚碇板墙上的压力分布	(35)
15	有辅助锚碇的板墙:破裂面	(36)
16	悬臂板墙结构上的主动土压力和被动土抗力的简化分布	(37)
17	卸荷平台前板墙上的压力分布	(38)
18	板桩墙的锯齿形桩尖标高	(39)
19	有对角拉杆的锚碇墙平面图	(42)
20	埋入式锚碇示例	(45)
21	悬臂锚碇示例	(46)
22	斜桩锚碇示例	(47)
23	地锚示例	(48)
24	角隅的锚碇布置	(50~52)

25	起重机轨基础布置示例	(55)
26	混凝土方块墙	(57)
27	预制钢筋混凝土墙	(58)
28	混凝土沉箱	(59)
29	格型板桩结构	(59)
30	双排板桩结构	(60)
31	现浇大体积混凝土墙	(60)
32	现浇钢筋混凝土墙	(60)
33	重力式地下连续墙	(61)
34	沉井	(62)
35	在方块墙假想背面上的摩擦角	(67)
36	沉箱接缝示例	(71)
37	格型板桩结构的破坏模式	(74)
38	格型板桩结构上的主动土压力和被动土抗力的分布	(75)
39	双排板桩结构上的主动土压力和被动土抗力的分布	(77)
40	沉井接缝示例	(80)
41	悬空式面板结构示例	(83~84)
42	桩的垂直锚碇	(89)
43	引桥	(91)
44	护舷支座布置	(95~96)
45	桩/面板连接示例	(99)
46	柔性墩示例	(105~106)
47	刚性墩示例	(107~108)
48	滚装码头的典型布置	(112)
49	典型固定式滚装岸上坡道	(113)
50	典型可调式滚装岸上坡道	(113)
51	典型船舶跳板布置	(114)
52	码头岸壁典型扶梯布置	(118)
53	典型爬梯尺寸	(119)

第一章 总 论

1.1 范围

英国标准 BS 6349 的本分册提出了码头、栈桥和系靠船墩设计方面的建议和指导。第二章给出了靠船建筑物设计的一般指南和建议。第三章论述了码头和栈桥的荷载考虑。第四章和第五章分别给出了各种常用于码头和栈桥结构中的板墙*和重力式墙*的建议和指导。第六章包括了支承在独立承重桩、墙垛或小沉箱上的悬空式面板结构设计。第七章涉及系靠船墩的设计。第八章包括滚装码头坡道的一般布置和结构考虑,以及刚性和可调式岸上坡道及其基础。第九章涉及人行通道,包括人行桥、扶梯、爬梯和栏杆。

注. 有关 BS 6349 本分册的刊物名称列于文后。文字中有关其他刊物均以方括弧标出号码并列于附录 A 中。

1.2 定义

英国标准 BS 6349 第一分册中的定义与下列定义一并应用于英国标准 BS 6349 的本分册。

1.2.1 顺岸泊位

平行于岸的泊位。

1.2.2 防波堤泊位

在防波堤内侧的泊位。

1.2.3 码头

后方为岸或填筑地的靠船建筑物。

1.2.4 码头前沿地带

紧靠泊位的一块开敞地。

1.2.5 突堤

从岸上伸出提供泊位的建筑物。

1.2.6 栈桥

离岸若干距离提供一个泊位或多个泊位的建筑物。

注. 栈桥可由引桥或引堤与岸相连,或者也可以是岛式的。

1.2.7 栈桥头

位于栈桥或引堤海侧一端的平台。

1.2.8 板墙*

利用弯曲抵抗荷载的薄断面挡土墙。

1.2.9 重力式墙*

* 鉴于本分册中出现术语“wall”的场合各异,故一般未译成惯用术语“岸壁”,而直译为“墙”。

用自重抵抗荷载的厚断面挡土墙。

注：自重可以用地锚来加大。

1.2.10 悬空式面板结构

支于承重桩上的面板组成的码头或栈桥。

1.2.11 靠泊线

在未变位的情况下护舷正面沿线或(无护舷时)泊位结构正面沿线。

1.2.12 卸荷平台

建于面板之下并以承重桩为基础的平台,其主要功能为减少板墙上部的侧向土压力。

注：卸荷平台常支承在挡土墙上。

1.2.13 引桥

连接栈桥头与岸的桥,供车辆或行人通行及/或支承管线或输送带。

1.2.14 系靠船墩

一座孤立的结构物或加强段,用以操纵船舶或便于将船舶固定到其泊位位置。

1.2.15 靠船墩

用以承受靠泊船舶的撞击并在风或流把船舶推向泊位时将其固定的设施。

注：靠船墩常设有系紧船舶倒缆的措施。

1.2.16 系船墩

设有系船柱或系缆钩的墩子,用以系紧船舶并防止船舶在风或流的作用下移离泊位。

注：系船墩常位于靠泊线的内侧,这样就不可能被靠泊船舶所碰撞,并改善系船缆绳的效果。

1.2.17 靠船梁

平行于泊位设有连续桩帽的孤立桩式结构,与两个或多个靠船墩有相同功能。

1.2.18 绞缆墩

在结构的一端或在泊位的转向处设置的墩子,用以帮助在相邻位置间进行操纵的船舶(同靠船墩)。

1.2.19 滚装(滚上滚下)坡道

固定坡道或桥式结构,使车辆能在滚装船的车辆甲板和岸之间通过。

注：桥式结构可以适应由于船舶荷载条件和水位引起的相对高差。

1.2.20 人行桥

供行人走向孤立结构如系靠船墩的固定结构。

1.2.21 码头面前沿

靠近泊位的码头或栈桥的顶边缘。

1.2.22 覆盖式面板

上有填土和面层的结构板。

1.3 符号

下列符号应用于英国标准 BS 6349 的本分册。

有关悬空式面板结构荷载的符号在第六章内规定;专门有关悬空式面板结构极限状态设计的符号在英国标准 BS 5400 内规定。

D	桩的直径。
d_1	净水平压力为零的标高以下的贯入深度。
d_y	板桩的有效埋深。
F_H	水平土摩阻力。
F_V	垂直土摩阻力。
F_1	土力(F_2 和 F_3 同)。
f_{cu}	混凝土立方体强度。
H_1	拉杆高度(H_2 同)。
H_R	结构所挡高度。
h_s	超载的换算高度。
K_A	主动土压力系数。
l_e	锚碇的有效长度。
l_0	锚碇的无效长度。
M	锯齿点的有关弯矩。
M_s	格型结构和所容土体的质量。
P_A	墙的单位长度上的总主动土力。
P_{AO}	墙的单位长度上作用于破坏楔体后面的总主动土力。
P_p	墙的单位长度上的被动土力。
P_s	超载压力。
P_0	作用于破坏楔体后面的主动土力。
P_1	桩的反力(P_2 、 P_3 、 P_4 同)。
R	有关破裂面上的合力。
R_p	被动抗力的合力。
s	锯齿高度的一半。
T_1	拉杆中的拉力(T_2 同)
t	厚度。
W	土楔体的重量。
Y	净水平压力为零的水平面的深度。
γ	水位以上土的密度。
Δ'	变位(Δ_2 同)。
δ	墙摩阻角。
ϕ_r	土抗剪摩擦角。

1.4 分项安全系数

荷载和材料的安全系数和分项安全系数值是根据英国标准 BS 5400 求得,同样应用于英国标准 BS 6349 的本分册。

第二章 靠船建筑物的一般设计

2.1 概论

2.1.1 规划

具体建筑物的详细设计不能孤立地脱离总体规划来考虑,总体规划需保证满足其功能要求。本章仅讨论可能影响设计的规划问题。

关于港口总体规划的指南另见[1、2、3、4、5]。

2.1.2 疏浚与填筑

在建筑物计划结合疏浚作业的地方,应当考虑把疏浚材料用于填筑。根据材料的适合性,在泊位结构的费用中还可获得一定的经济性。

由于天然淤积或由于装卸散货如煤炭时船与泊位间掉落的材料,维护疏浚可能是必要的。疏浚深度大于最小需要的深度可能有经济上的效益,这样就减少了中断作业的维护疏浚。应当仔细考虑施工中和维护疏浚中达到的疏浚误差(见第 2.2.6 条)。

2.1.3 建筑物的功能

靠船建筑物是供一艘具体的船舶或一系列船舶停靠所用。在船舶长度超过码头或栈桥长度的泊位上,可能需要系靠船墩。用墩子来抵抗靠船和系船荷载,有时可能是经济的,这样,码头或栈桥本身就容许使用较轻型的结构。这对巨型油轮使用的油码头特别适用,该处最大水平荷载很大而外加垂直荷载甚轻。应参考英国标准 BS 6349 第四分册关于系靠船墩的专门建议。泊位是否需要与岸连接,需要的码头前沿地带宽度以及泊位后方需要的陆域面积,都是取决于货物装卸和堆存的方式。散货可能需要宽广的堆存陆域面积,但也可以在有相当距离的后方,而将散货用管子或输送带从泊位输送到罐区、筒仓、仓库或露天堆场。相反,在件杂货或集装箱泊位的后方陆域则是与泊位形成一个整体,而货物从船舶到前方仓库或堆场则应直接而且距离尽可能地短。一般,顺岸式泊位满足这些要求。泊位后方需要的陆域往往包括填筑,而这可能对采用顺岸结构型式有着很大的影响。

2.1.4 通道和安全

对所有海工建筑物都应仔细考虑安全问题。考虑的要点包括紧急服务的通道,从危险区逃生的路线以及提供消防(见第 2.5.2 条)和救生设备。其他有关安全的指南另见[6、7]。

根据装卸货物的性质,可能需要防污染设备。

在巨型油轮码头上,应考虑提供靠船速度监测仪,流速仪和风速仪。在所有的海工码头上,至少应设置一个潮位计。

可能时,应设置维护时检查结构的通道或通道设施。

2.1.5 泊位轴线定向

在可自由选择泊位朝向或泊位处于开敞位置的地方,泊位方向的选择应使主导风、浪和流对泊位作业的影响最小,而且建筑物对海岸或海湾形态的影响也最微小。为了研究这些影响,物理或数学模型可能是必需的。

泊位不应当使船侧面对着强常风或强常浪。如可能有舷侧向风,则航行和货物装卸都应

予以考虑。

考虑泊位处的波浪时,周期和方向的影响应予评价[见英国标准 BS 6349(1984 年版)第一分册的第 31.4 条)]。

有潮汐处的流向是常常变化的。潮流影响航行的重要性取决于潮流的强度,有无拖轮,船舶的装载情况以及活动是否受潮位的限制。

离岸流可能帮助船舶离开泊位,但如果满载船舶必须靠泊时,则可能是不利的。当不利的潮流不能避免时,应当用导流堤来重新引导潮流。船舶靠向泊位的方向应予考虑。如果船舶经常在同一方面靠船(如船首朝里或船首朝外),则系泊点以及固定装卸设备或轨道装卸设备的布置有时可能需加改进。

海底的性质,悬移质的数量,现场的潮流方向和速度以及沿岸漂沙的规律都需要检验,其对于结构朝向的敏感性则需要研究。除了对总体形态的影响外,对于不利的潮流变化,泊位处海底的局部冲刷或淤积这些局部影响也要检验。剖面中的突然变化可能产生相当大的紊乱,从而对结构以及可能对附近的航行造成影响。

2.1.6 泊位的尺度

注:公用管线及固定装卸设备或轨道装卸设备对泊位尺度的影响均在 2.5 节中述及。

2.1.6.1 泊位长度

泊位长度是船舶长度的函数,并应考虑到在泊位的使用期内船舶尺寸可望发生的任何变化。当泊位是一直线段上众多泊位中的一个时,应考虑到会有多种船舶使用泊位线。直线上停泊的船舶间距决定于船舶的靠泊方法,但一般采用的最小距离为 15m。对于渔船和游艇,泊位长度需为船舶长度的 1.15 倍。

与船舶接触所需的靠船建筑物长度决定于装卸货物的类型。件杂货船和许多干散货船需要长的靠船面,使装卸设备能通向任何货舱作业。或者,可以用短的靠船面和固定的装卸设备,这样,船舶就要沿泊位移动。液体和干散货例如可以用管线气动输送的水泥是在一个固定点上装卸的,而靠船面只要有足够容纳这些装卸设施的长度就可以了。

2.1.6.2 泊位前沿水深

泊位前沿所需水深是泊位使用期内可望使用的船舶作业吃水、潮差以及开敞泊位处波浪作用影响的函数。还应考虑到行驶船舶引起的波浪,造成横摇的风作用以及在装卸时船舶侧倾对吃水的影响。如果船运规律表明使用泊位的船舶从未满载,则减少水深是可以的。

对吃水最深的船舶而言,在平静状态下的龙骨下富裕深度一般应至少为 0.5m,但应为纵倾、侧倾和波浪引起的运动增加适当的富裕深度,而在岩石海底处可能还要增加富裕深度。对于最大船型乘潮靠泊的情况,可以在码头前沿挖一个停泊槽以满足龙骨下富裕深度的要求。停泊水域的宽度应至少为最大船宽的 1.5 倍,长度至少为船舶总长的 1.2 倍,并大约在泊位的中点对称地布置。

需要时,对推进器和船首推动器引起的冲刷应予保护(见第 2.3.5 条)。还应考虑到为将来加深泊位设计的需要。

2.1.6.3 码头面高程

沿泊位正面的码头面高程可由已有泊位或泊位后方的作业场地来确定。对于从未建造码头的地区,码头面高程的确定必须是切实可行而且经济。

最佳的码头面高程可由淹没风险选定,然后评估这种淹没的影响和牵连。可以进行经济

分析来比较基建投资费用和淹没损失费用或为补偿这种损失而提供保险的费用。

在小艇专用的泊位上,低码头面可能是适合的。

应当考虑码头面标高对于起重机高度和滚装坡道的影响。

在封闭港池内的货运泊位上,地面标高应在工作水位以上至少 1.5m。

对于开敞式港湾或无掩护处的泊位,可以编制一个统计分析来确定高水位和波高的标高和频率。

应用联合概率方法来计算极端的海面高程另见[8]所述。

2.1.6.4 码头前沿地带宽度

对于泊位前沿地带的宽度,没有硬性的指南,而是决定于装卸货物的方法。泊位的性质是专用泊位或多用途泊位对所需前沿地带宽度有很大影响。有前方仓库的现代化杂货泊位,泊位面与仓库之间的距离需要 20m 至 50m。对某些专用货物如鱼,前沿地带宽度可以根据装卸方法尽量减小。客运和海军泊位也都有不同的前沿地带宽度要求。

泊位建造应有足够的后方陆域,用以储存泊位使用期间预期要装卸的货物。至于集装箱码头,则整个陆域常为开敞的,而从泊位面到后方边界的距离可达到 300m 或更大。

码头前沿地带应有足够宽度供装卸设备有效地安全操作,同时应特别注意要提供车辆调头以及紧急车辆通行所需的地方。

2.1.6.5 泊位面的富裕净空

必须仔细研究利用泊位的船舶线型。集装箱船或海军舰船的外倾船舷可能需要较大的富裕净空。起重机的前腿,装卸设备的软管及其他装卸设备应靠后一些,以免碰到悬出的船首或船尾或悬出的船桥,并在系船柱和起重机结构之间提供人行通道。集装箱和散货装卸起重机的轨距较大,且因大多数起重机都是订制的,所以可采用任何适当的跨度。

特殊类型的散货码头尺寸,如采用旋转式装船机或卸船机的码头,应个别评估。

在确定结构面的水下净空时,靠泊船舶的最大吃水和侧倾程度应予考虑。

当码头面线与船舶的纵轴线夹角可能超过 7° 时,应考虑为球形船头增加富裕净空。关于进靠角度的指南应参考英国标准 BS 6349 第四分册。

还应当考虑防止船舶碰撞独立护舷间空档处的结构,在船舶可能沿泊位调头且潮流可能延缓或拖长操纵船舶时,这点尤为重要。

通常,海工建筑物不能设计来承受很大的垂直荷载,这种荷载可能为潮水涨落时船舶或其他巨大漂浮物卡在突出物下面或挂在突出物上所造成。仔细的设计以避免有棱角的突出物并将水平突出物做成外倾状边缘,可能减少发生这种异常而破坏性的垂直荷载的可能性。银面和面板的构件应与主体结构可靠地连接,因为,仅靠重力一般不足以保持这些构件的位置。

2.2 结构的选择

2.2.1 概述

对任何重要的结构来说,各种不同型式都应予以比较,并在基建费用和维护费用或施工容易的基础上作出选择。利用标准设计来满足各种不同的条件,可能是不经济的。本规范中所示典型设计并不意味着排除利用替代结构方案,而是包括所述的两个或多个方案的综合。

原设计的许多例子见[9]。

2.2.2 结构的型式

海工建筑物可以是实体的或透空桩基的。透空桩基结构可以是刚性的或柔性的[见英国标准 BS 6349(1984 年版)第一分册的第 4.7.1 条]。

实体结构包括具有实体垂直靠船面的所有板墙和重力式墙。这种结构型式最常使用于必须挡住填筑材料的顺岸泊位,但这种结构也用于突堤码头、栈桥和系靠船墩。

透空结构含有以桩为基础的悬空式面板。结构可能是仅有直桩和没有外部水平约束的柔性结构。或者是有斜桩或有支撑于岸上的较为刚性的结构。柔性的程度取决于总的轮廓、框架以及构件及其支撑的相对刚度。如果柔性形式的结构用来支承起重机或散货装卸设备,则可能是不适当的,特别是在地震区。

后方挡土的许多码头结构型式在施工中或施工后因产生主动土压力和被动土抗力而略有位移。位移可能是水平移动或结合向前转动的水平移动。这些是自然沉降以外的移动并取决于结构型式和地基条件。对于以码头结构为一支点、或者以主动楔体内的挡土为一支点跨到远离该支点的另一地基支点的固定上部结构,应当考虑这些移动对于固定上部结构的影响。

在为新建码头选择结构型式时,应当考虑邻近的已有结构。

对于泊位处和相邻地点的现有海洋规律的变化影响,透空桩基结构可能比实体结构为小,因为前者对于潮流和波浪较少阻碍。在可能发生淤积的地方,实体结构可能增加流速,从而减少沿结构的淤积量,但可能在别处产生不利的影响。由于反射的波浪,实体结构可能对泊位上的船舶引起不能容许的扰动,但可在正面开洞或部分敞开来减少扰动。在以透空结构作为顺岸泊位的地方,泊位后方的填土常为一护坡挡住。这一护坡可用以吸收波浪能量并减少反射。

柔性结构的弹性变位可用以吸收靠泊船舶的部分或全部能量(见英国标准 BS 6349 第四分册)。

无论什么结构型式,其设计应有充分的余地以适应可能在施工中遇到的当地条件的各种局部变化。

2.2.3 海底条件

土工资料和水深测量应一起研究以确定不同结构型式的恰当的基础标高,并决定疏浚是否必要或是否经济。

2.2.4 当地建筑材料

在任何土工勘察中应包括研究当地可能有的天然建筑材料。在短运距内有石料或一般的回填料,可能对选择结构有着强烈的影响。

2.2.5 施工方法

施工方法和施工顺序以及可提供的主要施工机具,可能决定最终选定的结构型式。为早日竣工,可尽量采用预制构件,但构件的尺寸和重量必须在可提供机具的吊运能力之内。当施工项目为一个项目的一部分时,把调遣专用设备和建立大型预制场作为整个项目来配置可能节省费用。

如果对于在全年或季节性地使用浮动机具来说天气条件太坏,则从岸上筑一临时堤或从岸线逐步推进施工,或在顶升趸船上施工,或许是必要的。

2.2.6 施工难度

设计应考虑到这一事实即结构通常都在水上的临时工作平台上施工。快速的潮流和波浪作用增加了准确施工的难度。

在陆上建筑工程中正常的误差往往不能在水上条件下达到。

特别应当记住的是,在水上打的桩是难以在其全部长度上支撑的,虽然可以在海底上正确地定位,但桩头可能偏离正确的位置。置于桩上的上部构件设计应能适应桩基的容许偏差。

陆上开挖可以仔细控制,但在水下必须由挖泥船或偶而由潜水员来实施。挖泥船会留下一个起伏不平或台级状的表面,上面可能淤积一层细粒材料。应当记住,超挖误差(砂、粉土和软粘土中为 0.3m)常可能超过,而超挖的凹槽可能充满软泥。应当考虑到经常会有开挖不平整以及基础下面有形成一层潜在破坏面的可能性。在回填以前,海底上可以放置一层砾石或块石,用以防止填料下形成这种破坏面。对于可能会淤积软土的临时斜坡,其斜面方向应与土中潜在破坏面的斜面相反。

当预制构件放置在海底上面的砾石基床上时,最终的整平和基床准备必须由潜水员来进行,但能见度往往很差。故潜水员的工作应尽可能地简单。

施工中对工程应有适当的保护以避免为漂浮的船舶、波浪和潮流所损坏。

2.3 一般的场地考虑

2.3.1 沉降

应当仔细地考虑沉降对港口作业的影响。通常,码头和栈桥仅容许少量的沉降,除非为尽量减少大量沉降对作业的影响而采用特殊的基础(见第 4.8 节)。

在高压缩性土的场地上,打桩、疏浚、回填和在填筑土上未来活载的影响,在设计中要充分研究,以便采取必要的措施来保证全部施工阶段中码头附近和码头下面地基的稳定性。

2.3.2 回填材料

码头后的回填料应为易于排水的颗粒料。这可以保证在浸水区达到最大的天然密实度,而常常不再进行压实。在水位以上,回填料可用通用办法来压实,并应仔细评价港口一般要求的强夯的影响。这种影响可以包括作用在墙上后来接近于静止值的侧向土压力,导致在墙中或锚锭中产生的附加应力,或附加的向海侧的变位。

在挡土墙后进行水力冲填时,应注意保证靠近墙后不形成软土坑。

当码头岸壁建造在背后有岩面的基岩上时,作用在墙后的总侧向压力有时可以因下部回填土改用现浇混凝土而适当减少。以后墙体脱离混凝土使得水进入墙与混凝土中间的空间的可能性,必须予以考虑。

回填料的指南载于英国标准 BS 6349(1984 年版)第一分册的第 50.2.7 条。

2.3.3 排水和倒滤层

为尽量减少潮滞作用[见英国标准 BS 6349(1984 年版)第一分册的第 51.5 条],穿过码头墙的排水常采用排水孔或单向阀的形式。某些型式的码头墙允许在通缝处排水,但应用适当的倒滤层封住以防止填料的流失。

排水孔应设计为能防止填料流失,这可以用垂直的窄槽来达到,窄槽的宽度小于邻近滤

层中石块的最小尺寸。排水孔的设计应考虑到被海洋生物堵塞的可能性。

在含泥量大的水域中,单向阀的采用应优先于排水孔,以防止堵塞。单向阀应固定在刚好高于低水位的地方以便维护,并与墙后所建造的一系列排水设施相连。

挡住填筑材料的码头上部结构如卸荷平台和某些型式重力式墙,应具备排水设施如球形阀闸,用以减少过大的静水压力。排水设施应位于低水位以上以便维护,而且不会被船舶或漂浮物所损坏。

回填料的排水可用排水管、砾石排水、排水布或用回填块石。块石常用于大块体混凝土墙的后面,用以减少作用于墙上的侧压力。但由于可能产生高的接触压力,对于其他型式的墙来说,块石可能是不能采用的。在块石和一般填料之间需要一个倒滤层。回填砾石可以代用;砾石应设计为一倒滤层,用以防止一般填料进入块石。

关于倒滤层设计指南见参考文献[10]。

2.3.4 作用在墙上的波压力

码头岸壁常建于有掩护的水域内。然而,有掩护的海湾可能遭受到长周期的波浪。此外还有行经船舶产生的波浪,但其周期一般很短,不会对岸壁施加很大的荷载。

在估计设计岸壁上的总静水压力时,应考虑波浪的波高、波长和波向;波谷的下降常比波峰的压力更为重要。对于不透水水的结构,潮滞应增加到至少半个波高,意味着可能发生立波时的波谷[见英国标准 BS 6349(1984 年版)第一分册的第 39.4 条]。对于回填料为透水的结构,波浪作用使回填料中逐渐增高水位的影响应予考虑。也应研究波浪越顶结构如防波堤码头有关墙后可能增高水位的影响。

2.3.5 冲刷防护

应该仔细地评估船舶的推进器和船首推动器、波浪和潮流对于海底以及靠近建筑物的任何水下边坡稳定性的影响。具有可变螺距推进器的船舶,特别是渡轮,可能比固定螺距推进器的船舶会引起更严重的冲刷。

在考虑可能冲刷的地方,在码头岸壁前,特别是船舶常常停靠在相同位置的泊位处,应设置防护,如海底采用块石抗冲刷护坦[11]。水下边坡防护石块的尺寸应不小于抗御推进器和船首推动器冲刷所需的尺寸。在块石和下卧层之间设置一层倒滤层可能是必要的。

由船首推动器扰动起来并抛向结构的天然海底材料和小石块,对于结构耐久性的影响应予考虑。防冲刷的其他指南载于英国标准 BS 6349(1984 年版)第一分册的第 54 条。

2.3.6 蓄水港池

在经受大潮差的地方,为了减少码头处的水位变化,可设置通过船闸入口的封闭港池。水位可以借助水泵始终维持高于外面的高水位,或者也可以变动,例如,考虑在高潮时开启闸门,随着大潮/小潮的幅度、渗漏和过闸损失而使高水位逐渐下降。在后一情况下,应对作业情况下港池内最低可能的水位作出估计,并应用于正常荷载条件下的土压力计算(见第 3.2.3.2 条)。

但是,在封闭港池内的水位,由于有意的泄降,闸门的意外损坏、破坏或可能的放弃,可能降到最低可能的正常水位以下。在没有专用的阻止水流的设施时,闸门意外损坏后全部泄降的最低水位应取平均大潮低潮位(MLWS)。

意外泄降的风险取决于现场闸门的数量,现场是否有后备闸门以及有后备闸门时可否马上投入使用以及取决于和闸门尺寸有关的港池水域面积。关于闸门的指南应参阅英国标