



广东安银建港公司AYJG.CN 电：020-87656800

JTJ

中华人民共和国行业标准

JTJ 291—98

高桩码头设计与施工规范

Design and Construction Code for
Open Type Wharf on Piles

1998—04—20 发布

1999—06—01 实施

中华人民共和国交通部发布



关于发布《高桩码头 设计与施工规范》的通知

交基发 [1998] 215 号

各省、自治区、直辖市交通厅（局、委、办），部属及双重领导企事业单位：
由我部组织交通部第三航务工程勘察设计院等单位修订的《高桩码头设计与施工规范》，业经审查，现批准为强制性行业标准，编号为 JTJ291—98，自 1999 年 6 月 1 日起施行。《高桩码头规范》（JTJ216—87）同时废止。

本规范的管理和出版组织工作由部基建管理司负责，具体解释工作由交通部第三航务工程勘察设计院负责。

一九九八年四月二十日

中华人民共和国交通部

前 言

本规范系根据交通部（1990）交函工字 210 号文通知，对《港口工程技术规范》第五篇第二册《高桩码头》（JTJ 216—87）进行了修订。近十年来，我国港口工程建设发展迅速。在沿海，高桩码头向离岸远、无掩护和停靠船舶大型化发展；内河的高桩码头不断向大水位差地区延伸。高桩码头结构形式和施工环境都发生了很大变化。在修订规范时，认真总结经验，开展专题研究，吸收国内外科研成果。同时，根据《港口工程结构可靠度设计统一标准》（GB 50158—92）规定，采用了以概率论为基础的极限状态设计法以取代定值法设计。经广泛征求意见，反复修改，最后经审查定稿。

本规范共分 14 章和 8 个附录，并附条文说明。本次主要修订内容有：实现了以可靠度理论为基础、以分项系数表达的概率极限状态设计方法的转轨；为适应外海环境，改进了码头结构形式，增加码头耐久性，修改补充了外海工程施工和控制标准；增加了大水位差码头、柔性靠船桩、双层系靠船板梁式码头和桩帽设计；对集中荷载作用下单向板计算等作了较大修改。

本规范在实施时必须与现行行业标准《港口工程荷载规范》（JTJ 215）、《港口工程桩基规范》（JTJ 254）等配套使用。

本规范在执行过程中，如发现有需要修改和补充之处，请将意见函寄交通部第三航务工程勘察设计院，以便修订时参考。

本规范如有局部修订，其内容在《水运工程标准和造价管理信息》上刊登。

目 次

1	总则	(1)
2	符号	(2)
3	一般规定	(5)
3.1	一般要求	(5)
3.2	作用与作用效应组合	(8)
3.3	码头结构形式	(11)
3.4	接岸结构和岸坡稳定	(13)
3.5	桩基布置及桩的轴向反力系数	(15)
4	板梁式码头设计	(18)
4.1	板	(18)
4.2	纵梁和横向排架	(27)
4.3	桩帽	(31)
4.4	靠船构件	(36)
5	桁架式码头设计	(38)
6	无梁板式码头设计	(41)
7	墩式码头与柔性靠船桩设计	(45)
7.1	墩式码头	(45)
7.2	柔性靠船桩	(47)
8	大水位差码头设计	(50)
9	测量定位	(54)
9.1	一般规定	(54)
9.2	施工测量平面控制网的测设	(54)
9.3	施工高程控制网的测设	(57)
9.4	施工测量定位与竣工测量	(59)
10	构件预制及吊运	(61)



构件预制	(61)
10.2 预制构件吊运、存放及装驳	(62)
11 桩基施工	(65)
11.1 沉桩	(65)
11.2 夹桩	(65)
12 预制构件安装	(67)
13 现场浇筑混凝土	(69)
14 接岸结构和岸坡施工	(72)
附录 A 水平集中力的横向分力在排架中的分配	(74)
附录 B 四边简支板承受集中荷载的弯矩计算	(76)
附录 C 铰接板的荷载横向分布计算	(89)
附录 D 无梁板在集中荷载作用下的内力计算	(95)
附录 E 控制网等级、定位方法和定位仪器选择	(97)
附录 F 坐标转换	(99)
附录 G 夹桩螺栓和垫板	(101)
附录 H 本规范用词用语说明	(102)
附加说明 本规范主编单位、参加单位和主要起草人 名单	(103)
附 条文说明	(105)

1 总 则

1.0.1 为使高桩码头设计与施工做到技术先进、经济合理、安全适用和确保质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于港口工程中板梁式、桁架式、无梁板式和墩式码头以及柔性靠船桩的设计与施工。承台式等其他形式可参照执行。

1.0.3 在可以沉桩的粘性土、粉土、砂土、碎石土和风化岩等地基以及在岩基上使用嵌岩桩时均可采用高桩码头。

1.0.4 高桩码头设计与施工，除应执行本规范外、尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

2 符 号

A_l ——混凝土局部承压面积；

A_p ——桩身横截面面积；

A_s ——受拉钢筋截面面积；

a_c ——集中荷载在平行板跨方向的弯矩计算宽度；

a_{cs} ——集中荷载在平行板跨方向的剪力计算宽度；

a_o ——集中荷载在平行板跨方向的接触宽度；

a_1 ——集中荷载在平行板跨方向的传递宽度；

B ——板宽；

b ——梁宽；

b_c ——集中荷载在垂直板跨方向的弯矩计算宽度；

b_{cs} ——集中荷载在垂直板跨方向的剪力计算宽度；

b_c' ——集中荷载位于自由边附近时沿垂直板跨方向的弯矩计算宽度；

b_{cs}' ——集中荷载位于自由边附近时垂直板跨方向的剪力计算宽度；

b_o ——集中荷载在垂直板跨方向的接触宽度；

b_1 ——集中荷载在垂直板跨方向的传递宽度；

c ——桩入土部分的单位沉降所需的轴向力；

c_{Qi} ——第 i 个非主导可变作用效应系数；

c_{Q1} ——主导可变作用效应系数；

d ——桩径或桩宽；

E_c ——混凝土弹性模量；

E_p ——桩材料弹性模量；

- 钢筋弹性模量；
- e ——板（或梁）的搁置长度；
- f_c ——混凝土轴心受压强度设计值；
- f_{ck} ——混凝土轴心受压强度标准值；
- f_t ——混凝土轴心受拉强度设计值；
- f_y ——钢筋受拉强度设计值；
- G_G ——永久作用效应系数；
- G_k ——永久作用标准值；
- G_s ——混凝土剪变模量；
- H' ——梁肋高度；
- h ——截面高度；
- h_s ——垫层厚度；
- h_o ——截面的有效高度；
- I_p ——桩截面惯性矩；
- K ——桩的轴向反力系数；
- L ——桩身全长；
- L_m ——桩的受弯计算长度；
- L_o ——桩在泥面以上长度；
- l ——梁（或桩）的中心距；
- l_o ——净跨；
- l_o ——计算跨度；
- M ——弯矩；
- M_o ——简支板跨中最大弯矩；
- m ——弯矩系数；
- Q_{ik} ——第 i 个非主导可变作用标准值；
- Q_{ud} ——单桩垂直极限承载力标准值；
- Q_{1k} ——主导可变作用标准值；
- q ——单位面积上的荷载；
- R_d ——抗力设计值；



S ——作用效应设计值；

S_{GK} ——永久作用标准值产生的作用效应；

S_{Q1k} ——主导可变作用标准值产生的作用效应；

S_{Q2k} ——非主导可变作用标准值产生的作用效应；

Z_m ——桩的最大弯矩距泥面的深度；

U_m ——冲切锥体的周长；

β ——混凝土局部承压强度提高系数；

γ_0 ——结构重要性系数；

γ_d ——结构系数；

γ_G ——永久作用分项系数；

γ_{Qi} ——第 i 个可变作用分项系数；

γ_{Q1} ——主导可变作用分项系数；

Ψ ——组合系数；

Ψ_1 ——频遇值系数；

Ψ_2 ——准永久值系数。

3 一般规定

3.1 一般要求

3.1.1 在符合使用要求、保证质量、经济合理和施工条件可能的前提下，宜简化结构形式，采用预应力混凝土构件，增加码头的整体性和使用年限，采用先进的施工工艺进行施工。

3.1.2 高桩码头基桩一般采用预应力混凝土桩、预应力混凝土管桩和钢管桩。内河中小型码头可采用钢筋混凝土桩。此外，也可采用灌注桩和嵌岩桩等其它形式基桩。桩基设计和施工按现行行业标准《港口工程桩基规范》(JTJ 254)规定执行。

3.1.3 码头伸缩缝的间距，应根据本地区的温度差、上部结构的刚度、桩的自由长度和刚度等因素综合考虑。上部结构为装配整体式结构时，宜取 60m~70m；上部结构为现场整体浇筑混凝土时，宜取 35m 左右。

沉降缝的位置应根据荷载情况、结构形式和地质条件确定，沉降缝宜与伸缩缝相结合。

注：当有实践经验或可靠论证时，伸缩缝的间距可适当增减。

3.1.4 码头上部结构在伸缩缝和沉降缝分段处，可采用悬臂式结构或简支结构。分段处的缝宽可取 20mm~30mm。当有抗震要求时缝宽可根据计算或当地经验确定。伸缩缝内应采用泡沫塑料等柔性材料填充，保证结构自由伸缩。

为防止码头相邻两段水平位移不一致影响有轨装卸机械行驶，分段处在平面上宜作成凹凸缝(图 3.1.4)。凹凸缝的齿高可取 200mm~400mm，当水平力较大时应由计算确定。凹凸缝转角处宜设置钢筋予以加强。

3.1.5 上部结构为整体连接的码头，当排架内力按平面问题计算，在确定水平集中力（如船舶撞击力或系缆力等）的横向分力在各排架中的分配时，可将码头上部结构在水平方向视为一个以排架基桩作为支承点的连续梁，排架基桩在水平方向以单位力作用下的变形作为支座反力系数，按弹性支承刚性梁进行计算；当码头排架间距和水平反力系数相等或接近时，水平集中力的横向分力在排架中的分配系数可按附录 A 确定。

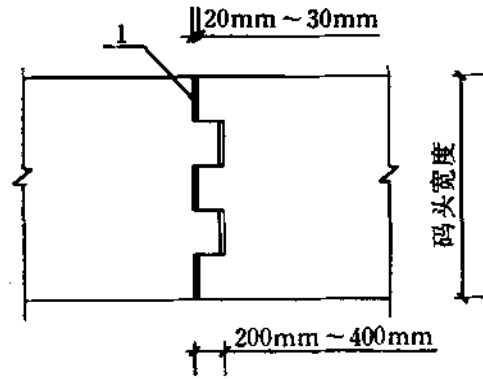


图 3.1.4 伸缩缝和沉降缝平面图

1-伸缩缝、沉降缝

3.1.6 在设计海港高桩码头时，应采取以下措施提高码头的耐久性。

3.1.6.1 采用预应力混凝土构件，简化构件外形，并应避免积水。

3.1.6.2 除遵守现行行业标准《水运工程混凝土质量控制标准》(JTJ 269) 的规定外，尚应采取增加混凝土密实性措施。

3.1.6.3 在有掩护海港，浪溅区的钢筋混凝土构件，根据下列情况采用涂料或其他有效措施进行保护：

(1) 建于侵蚀性严重海域的重要工程，在设计高水位附近梁的底面和侧面；

(2) 面板底部按建筑物的重要性，通风条件，并参照本地区已有建筑物锈蚀情况确定；

(3) 浪溅区其他构件按具体情况确定。

涂料宜在预制构件安装之前涂刷，竣工前对损坏部位应进行修补。

3.1.6.4 在无掩护海港，对钢筋混凝土构件保护范围根据具体情况确定。

3.1.6.5 钢管桩等桩基防腐应符合现行行业标准《港口工程桩基规范》规定。

3.1.7 对堆放散装盐或其他腐蚀性较强的散货码头,应采取措施防止有害物质渗透使钢筋锈蚀。如增加码头面板顶层现浇钢筋保护层的厚度,采用微膨胀混凝土填充预制构件接头或其他有效措施。

3.1.8 预制构件吊运过程中进行强度计算时,应将预制构件重力乘以动力系数 α , α 可取1.3。

3.1.9 高桩码头各部位混凝土强度等级不得低于表3.1.9的规定,并应考虑混凝土耐久性的要求。

混凝土强度等级

表 3.1.9

名称 构件部位	现场浇筑混凝土、 钢筋混凝土	钢筋混凝土预制 构件	预应力混凝土预制 构件
上部结构	C25	C30	C30
基 桩	—	C35	C40

注：①海港工程混凝土强度等级不得低于C30。碳素钢丝、钢绞线作预应力钢筋时，混凝土强度等级不得低于C50；

②预应力混凝土桩，当沉桩困难或桩长较大时，应酌情提高混凝土的强度等级；

③后张法预应力混凝土大直径管桩混凝土强度等级不宜低于C60。

3.1.10 码头面应设排水坡和泄水孔。排水坡度可采用5‰~10‰。

3.1.11 码头面应设置磨耗层，其厚度根据流动机械的类型和使用情况确定。磨耗层与面板同时浇筑时，其厚度不应小于20mm，分开浇筑时不应小于50mm。

磨耗层混凝土的强度等级不应低于C25，对行驶流动机械频繁的码头可适当提高。

3.1.12 预制构件的搁置面上宜采用水泥砂浆找平，砂浆厚度宜取10mm~20mm。水泥砂浆强度等级应按计算确定，但不宜低于M20，并应考虑耐久性要求。

3.1.13 码头前沿护轮坎宜采用钢板进行保护，并作鲜明标记以防碰撞，护轮坎根部视具体情况设置泄水孔。

3.1.14 在码头上应设置固定的沉降、位移观测点，并应符合现行行业标准《港口设施维护技术规程》(JTJ/T289)规定。

3.2 作用与作用效应组合

3.2.1 作用在高桩码头上的荷载可分为：

(1) 永久作用：结构自重力、固定设备自重力、预加应力、土重、永久作用引起的土压力、固定水位的静水压力和浮托力等；

(2) 可变作用：堆货、流动起重运输机械、铁路、汽车、船舶、风、浪、水流、冰、可变作用引起的土压力、温度作用、施工荷载和打桩应力等；

(3) 偶然作用：地震作用等。

3.2.2 高桩码头结构上的作用效应应按极限状态和设计状况进行组合。

3.2.3 下列情况应按承载能力极限状态设计：

(1) 结构的整体稳定、岸坡稳定、挡土结构抗倾和抗滑移等；

(2) 构件的受弯、受剪、受冲切、受压、受拉和受扭等；

(3) 桩和柱的压屈稳定等；

(4) 桩的承载力。

3.2.4 下列情况应按正常使用极限状态设计：

(1) 混凝土构件的抗裂或限裂；

(2) 装卸机械有控制变形要求时梁的挠度；

(3) 柔性靠船桩水平位移；

(4) 装卸机械作业引起结构振动等。

3.2.5 高桩码头整体或其结构构件设计应根据使用和施工等条件考虑以下三种设计状况。

3.2.5.1 持久状况：在结构使用时期应按承载能力极限状态和正常使用极限状态设计。

3.2.5.2 短暂状况：施工时期或使用初期可能出现的作用，应

按承载能力极限状态设计,有时也需要按正常使用极限状态设计。

短暂状况在施工时期可能出现的作用有:结构承受的施工荷载、打桩应力、岸坡由打桩震动所产生的附加应力等;使用初期可能出现的作用,如运输重件的特殊车辆荷载等。

3.2.5.3 偶然状况:应按现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTJ 225)规定执行。

3.2.6 结构承载能力设计应采用下列极限状态设计表达式:

$$S_d \leq R_d \quad (3.2.6)$$

式中 S_d ——作用效应设计值;

R_d ——抗力设计值。

3.2.7 承载能力极限状态作用效应组合,应分为持久组合、短暂组合和偶然组合。

3.2.8 持久状况作用效应的持久组合应按下列公式确定:

$$S_d = \gamma_0 [\gamma_G C_G G_k + \gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1k} + \Psi (\sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} Q_{ik})] \quad (3.2.8)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数,按表 3.2.9-1 取值;

G_k ——永久作用标准值;

C_G ——永久作用效应系数; $C_G G_k$ 为永久作用效应,当有多个永久作用时,应对其作用效应进行叠加;

γ_G ——永久作用分项系数,按表 3.2.9-2 取值,对以永久作用为主的构件,其分项系数宜适当提高;

Q_{1k} ——主导可变作用标准值;

C_{Q1} ——主导可变作用效应系数; $C_{Q1} Q_{1k}$ 为主导可变作用效应,取值应大于其他可变作用效应;

γ_{Q1} ——主导可变作用分项系数,按表 3.2.9-2 取值;

Ψ ——组合系数,取 $\Psi=0.7$;

Q_{ik} ——第 i 个非主导可变作用标准值;

C_{Qi} ——第 i 个非主导可变作用效应系数; $C_{Qi} Q_{ik}$ 为第 i 个非主导可变作用效应,应小于主导可变作用效应;

γ_{Qi} ——第 i 个非主导可变作用分项系数，按表 3.2.9-2 取值。

3.2.9 结构重要性系数 γ_0 和作用分项系数 γ 应分别按表 3.2.9-1 和表 3.2.9-2 取值。

结构重要性系数 γ_0

表 3.2.9-1

安全等级	一级	二级	三级
γ_0	1.1	1.0	0.9

注：一般港口的主要建筑物宜采用二级。

作用分项系数 γ

表 3.2.9-2

荷载名称	分项系数	荷载名称	分项系数
永久荷载	1.2	汽车荷载	1.4
一般件杂货、集装箱荷载	1.4	缆车荷载	1.4
五金钢铁荷载	1.5	船舶系缆力	1.4
散货荷载	1.5	船舶挤靠力	1.4
液体管道（含推力）荷载	1.4	船舶撞击力	1.5
人群荷载	1.4	风荷载	1.4
起重机械荷载	1.5	水流力	1.5
运输机械荷载	1.4	冰荷载	1.5
铁路荷载	1.4	波浪力	1.5

注：当某一非主导可变作用与主导可变作用完全相关时，则该作用亦按主导可变作用考虑。

3.2.10 短暂状况作用效应的短暂组合可按下式确定：

$$S_d = \gamma_G C_G G_k + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} Q_{ik} \quad (3.2.10)$$

式中 γ_G ——永久作用分项系数，取值同持久组合；

γ_{Qi} ——第 i 个可变作用分项系数，取值可按表 3.2.9 中所列数值减小 0.1；

Q_{ik} ——可变作用标准值，对波浪力、水压力等环境荷载的重现期可采用 2~5 年；对施工荷载、检修荷载等可取可能产生的最大值。

3.2.11 偶然状况作用效应的偶然组合应采用现行行业标准《水运工程抗震设计规范》的规定。



— — — 持久状况的正常使用极限状态，应按短期效应（频遇）组合或长期效应（准永久）组合进行验算，并应分别按下列表达式确定：

(1) 持久状况作用的短期效应组合：

$$S_s = S_{Gk} + \Psi_1 \sum S_{Qik} \quad (3.2.12-1)$$

(2) 持久状况作用的长期效应组合：

$$S_l = S_{Gk} + \Psi_2 \sum S_{Qik} \quad (3.2.12-2)$$

式中 S_s ——作用的短期效应（频遇）组合值；

S_{Gk} ——永久作用标准值产生的作用效应；

Ψ_1 ——频遇值系数，取 0.8；

Ψ_2 ——准永久值系数，取 0.6；

S_{Qik} ——可变作用标准值产生的作用效应；

S_l ——作用的长期效应（准永久）组合值。

3.2.13 对短暂状况，当需要考虑正常使用极限状态时，应按下列式验算：

$$S = S_{Gk} + \sum S_{Qik} \quad (3.2.13)$$

式中 S ——短暂状况效应组合值；

S_{Gk} ——短暂状况的永久作用标准值产生的作用效应；

S_{Qik} ——短暂状况的可变作用标准值产生的作用效应。

3.2.14 构件承载能力极限状态作用效应组合所取水位的分别按下列规定采用：

(1) 作用效应持久组合时应采用设计高、低水位，极端高、低水位；

(2) 作用效应短暂组合时应采用设计高、低水位，或施工时期某一不利水位；

(3) 偶然组合应采用现行行业标准《水运工程抗震设计规范》规定的相应水位。

3.3 码头结构形式

3.3.1 高桩码头平面布置通常采用：连片式（图 3.3.1-1），其中



——式 (a) 和引桥式 (b)；墩式 (图 3.3.1-2)。

注：满堂式码头系指码头全长与岸相连接的形式。

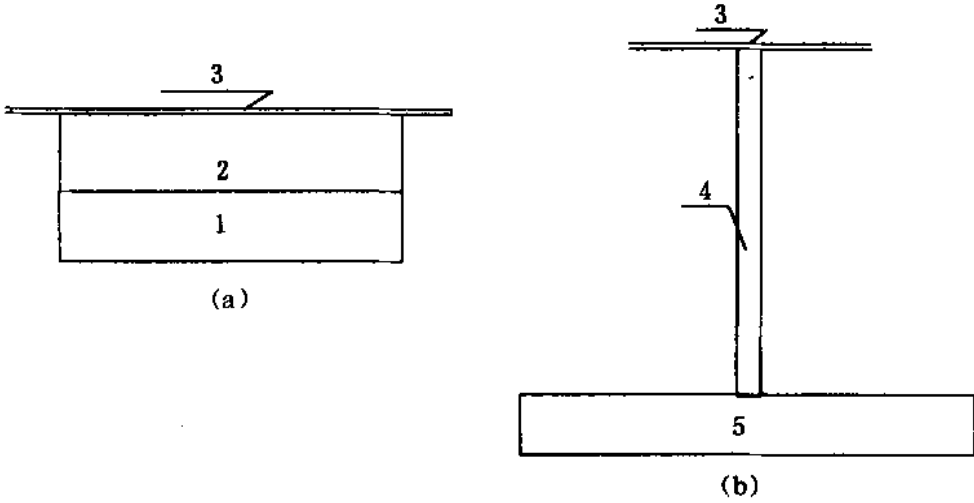


图 3.3.1-1 连片式码头

(a) 满堂式；(b) 引桥式

1-前桩台；2-后桩台；3-接岸结构；4-引桥；5-桩台

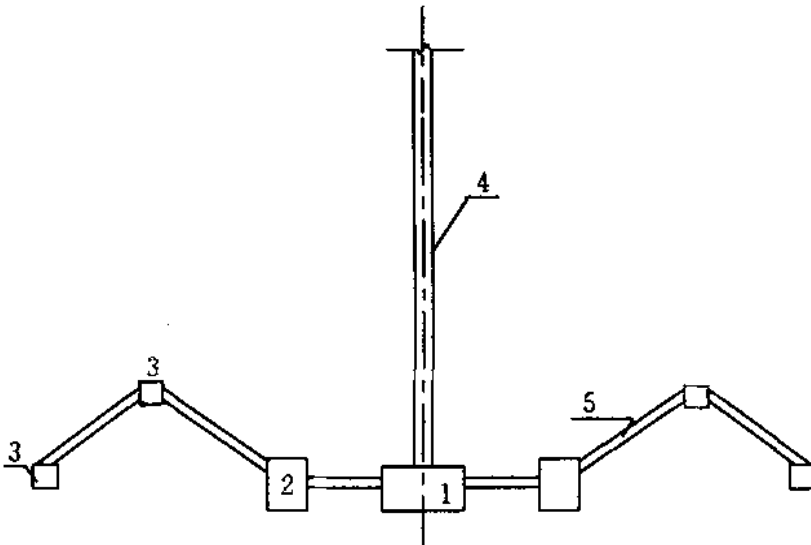


图 3.3.1-2 墩式码头

1-工作平台；2-靠船墩；3-系船墩；4-引桥；5-人行桥

3.3.2 板梁式码头一般适用于水位差不大的港口。

当在码头前沿设置双层系靠船结构 (图 4.2.10) 时，可适用

差 5m~8m 的港口；当在码头前沿设置多层系靠船结构（图 8.0.2）或单独设置浮式系靠船设施（图 8.0.5）时，可适用于水位差 10m~17m 的港口。

3.3.3 桁架式码头一般适用于水位差较大，需多层系统的内河港口。

3.3.4 无梁板式码头适用于水位差不大，集中荷载较小的中小型码头。

3.3.5 墩式码头适用于采用固定式装卸设备进行液体或散货装卸的码头。

3.3.6 满堂式码头有宽桩台和窄桩台两种形式，宽桩台和窄桩台的选择应通过技术经济比较确定。

宽桩台码头的宽度与岸坡地质条件、地基加固方式和所采用接岸结构形式等有关。为避免码头过宽对结构带来不利影响，宽桩台可划分为前桩台和后桩台。

3.3.7 在无掩护水域建造停靠大型船舶的引桥式码头时，应根据具体情况采取措施使码头具有必要的横向刚度。如增加斜桩或叉桩以及适当增加码头的宽度等。

3.3.8 高桩码头构件设计，应分别根据构件在施工时期和使用时期的边界条件，如梁板为简支或连续、桩顶自由或嵌固以及受荷情况等，进行计算。

3.3.9 确定上部结构底面标高时，应考虑使用要求、施工水位、波浪对结构的影响和检修的可能性。

3.3.10 在可冲刷河床或海岸建造高桩码头时，可采取增加桩的入土深度、抛石或沉排等保护措施。

3.3.11 为防止船舶撞击码头端部，可设置防冲簇桩。

流冰地区宜在码头端部设置簇桩以及考虑流冰对码头基桩影响的防冰措施。

3.4 接岸结构和岸坡稳定

3.4.1 码头与陆域之间常用的接岸结构有挡土墙或板桩等形式。接岸结构形式的选择应通过技术经济比较确定。

宽桩台码头通常采用挡土墙作为接岸结构。为减小码头宽度，也可采用抛筑抛石棱体，并在棱体上建造挡土墙。

3.4.3 窄桩台码头的接岸结构需承受较大的土压力。

窄桩台码头通常在码头后方建造板桩作为接岸结构。当地基较好时，也可采用重力式挡土墙接岸。深层水泥搅拌加固地基一般只适用上层土质较差的情况。

3.4.4 引桥与陆域之间宜采用挡土墙作为接岸结构。

3.4.5 接岸结构宜独立承受土压力。接岸结构与码头或引桥之间宜采用简支结构连接，以减少不均匀沉降对结构的影响。

为防止挡土墙沉降过大，必要时应对基础进行处理。在确定挡土墙顶面高程时，可适当预留沉降量。

3.4.6 在软弱地基上建造满堂式高桩码头，当码头后方有大面积回填土、抛填块石或堆货以及码头前沿进行挖泥时，应采取措施减少岸坡土体变形对码头基桩的影响。

当软弱地基较厚或码头后方回填量较大时，宜在码头建造之前，在码头后方先进行回填形成陆域、置换软土或采用软基处理等措施进行加固。

3.4.7 为减少码头后方回填土或抛填块石对码头的影晌，对每次回填高度、间隔时间和回填顺序应做出明确规定。当回填区内需要清淤时，也应对清淤要求做出规定。

3.4.8 对码头前方挖泥范围、每次挖泥厚度、间隔时间以及允许超深应做出规定。

码头基槽开挖超深允许值，对液性指数 $I_L \geq 0.75$ 或标贯击数 $N \leq 14$ 的 I、II 类土取 800mm，对 $I_L < 0$ 或 $N \geq 30$ 的 III、IV 类土取 500mm。

3.4.9 码头岸坡在施工时期和使用时期应按下列规定进行稳定性验算。

3.4.9.1 施工时期应验算岸坡由于挖泥、回填土、抛填块石和吹填等对稳定性的影响，并考虑打桩震动所带来的不利因素。施



— 可能出现的各种受荷情况，与设计低水位组合，进行岸坡稳定性计算。

3.4.9.2 使用时期应按可能出现的各种受荷情况，与极端低水位组合，进行岸坡稳定性验算。

河港码头尚应考虑水位骤降的影响。

在可冲刷河段或海岸建造高桩码头时，尚应考虑冲刷对岸坡稳定的影响。

岸坡稳定计算方法应符合现行行业标准《港口工程地基规范》(JTJ 250) 规定。

3.5 桩基布置及桩的轴向反力系数

3.5.1 高桩码头桩基布置常用的形式有：

(1) 由直桩或斜桩和叉桩组成。其特点是桩端弯矩和排架水平位移较小。

(2) 全部由直桩组成。其特点是结构简单，但桩端弯矩和排架水平位移较大。

3.5.2 当码头可能承受较大的水平力时，如地震作用或由于在软基上大量回填土、抛填块石棱体产生的水平推力等，沿受力方向宜布置叉桩或斜桩。

无掩护码头沿主要波浪作用方向或沿强潮流作用方向宜设置叉桩或斜桩。

3.5.3 同一桩台下的各桩受力宜均匀，桩的截面尺寸和斜桩的倾斜度宜一致。

为减少波浪力、水流力对码头基桩的作用，桩截面宜采用圆形或八角形。

在同一码头的分段，其叉桩的水平投影宜对称。

在起重机梁下宜直接布置基桩。固定式起重机基座下宜适当布置斜桩。

桩与桩空间交叉时，应留有适当距离，防止相碰。

3.5.4 为减少码头的沉降和提高桩的承载力，宜将基桩打入良好



在软弱地基上，如桩端未达良好持力层，同一桩台的基桩桩端宜打至同一土层，且标高不宜相差太大。

同一桩台的基桩桩端不应打入软硬不同的土层。

3.5.5 建造在软弱地基上的满堂式码头，为减少地基变形对叉桩的影响，采取以下措施。

3.5.5.1 由于岸坡土体变形使向岸斜桩产生的弯矩和负摩擦力随斜桩与垂线的夹角增大而增大，当软土层较厚时，其夹角应适当减小，必要时宜将向岸斜桩改为直桩，即采取半叉桩结构。岸坡接岸部位抛石范围内不宜使用向岸斜桩。

3.5.5.2 岸坡回填土对桩的侧向压力，随桩与回填土之间的距离增大而减小。叉桩宜靠近码头前缘布置。

3.5.6 当引桥处滩地泥面标高较高，水上打桩需大量挖泥等情况时，可采用灌注桩。靠近驳岸的灌注桩，应考虑驳岸或土堤回填土产生的侧向压力的影响。

3.5.7 桩的轴向反力系数应根据试桩确定。当无试桩资料时，可按下列规定确定。

3.5.7.1 摩擦桩可按下式计算：

$$K = \frac{L_0}{E_p A_p} + \frac{1}{C} \quad (3.5.7-1)$$

$$C = (115 \sim 145) Q_{ud} \quad (3.5.7-2)$$

式中 K ——桩的轴向反力系数，即桩在单位轴向力作用下的桩顶轴向位移 (m/kN)；

L_0 ——桩在泥面以上长度 (m)；

E_p ——桩材料的弹性模量 (kPa)；

A_p ——桩身横截面面积 (m²)；

C ——桩入土部分的单位沉降所需的轴向力，其沉降值包括土中桩身的压缩变形与桩端下土的沉降变形两部分 (kN/m)；

Q_{ud} ——单桩垂直极限承载力标准值 (kN)。



2 支承在岩石上的桩可按下式计算：

$$K = \frac{L}{E_p A_p} \quad (3.5.7-3)$$

式中 L ——桩身全长 (m)。

4 板梁式码头设计

4.1 板

4.1.1 钢筋混凝土板的计算方法，可简化为单向板或双向板。单向板可通过有效分布宽度、弯矩系数简化为简支梁的方法进行计算。双向板可按附录 B 进行计算；有条件时也可按弹性薄板小挠度理论以静力分析方法进行数值解。

4.1.2 两边支承两边自由的板可按单向板计算。四边支承板，长边与短边的计算跨度之比大于或等于 2 时，可按单向板计算；长边与短边的计算跨度之比小于 2 时，可按双向板计算。

4.1.3 单向板和双向板的计算跨度，按下列规定确定：

4.1.3.1 简支板计算跨度（图 4.1.3 (a)）应按下列公式计算：

(1) 弯矩计算：

$$\text{取} \quad l_0 = l_n + h \quad (4.1.3-1)$$

但不大于 $l_n + e$

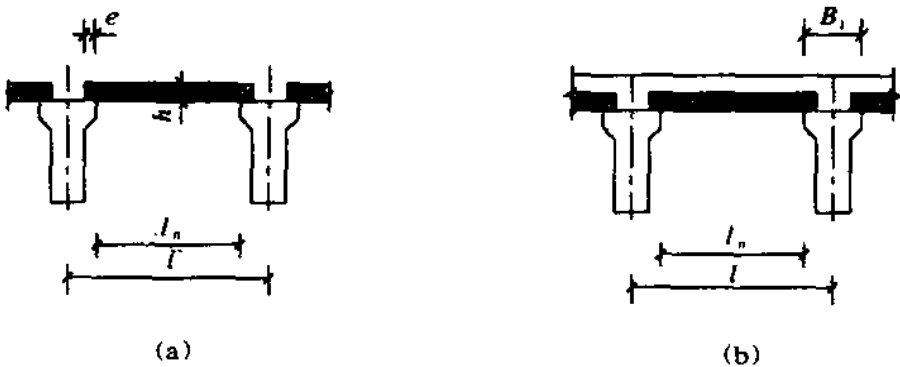


图 4.1.3 板的跨度
(a) 简支板；(b) 连续板

... 剪力计算：

$$\text{取} \quad l_0 = l_n \quad (4.1.3-2)$$

式中 l_0 ——计算跨度 (m)；

l_n ——净跨 (m)；

h ——板的厚度 (m)；

e ——板的搁置长度 (m)。

4.1.3.2 连续板计算跨度 (图 4.1.3 (b)) 应按下列公式计算：

(1) 弯矩计算：

当 $B_1 \leq 0.1l$ 时：

$$l_0 = l \quad (4.1.3-3)$$

当 $B_1 > 0.1l$ 时：

$$\text{取} \quad l_0 = 1.1l_n \quad (4.1.3-4)$$

(2) 剪力计算：

$$\text{取} \quad l_0 = l_n \quad (4.1.3-5)$$

式中 l ——梁的中心距离 (m)；

B_1 ——梁的上翼缘宽度 (m)。

4.1.4 叠合板的内力可按下列规定计算：

(1) 自重及施工荷载产生的内力，按简支板计算；

(2) 可变作用产生的内力，当板与梁整体连接时 (图 4.1.4)，可按连续板采用弯矩系数法计算；当板不与梁整体连接时，按简支板计算。

4.1.5 集中荷载在单向板或双向板上的传递宽度，应按下列规定确定。

4.1.5.1 平行板跨方向的传递宽度按下列公式计算：

(1) 单个集中荷载 (图 4.1.5-1)

$$a_1 = a_0 + 2h_s \quad (4.1.5-1)$$

式中 a_1 ——集中荷载在平行板跨方向的传递宽度 (m)；

a_0 ——集中荷载在平行板跨方向的接触宽度 (m)；

h_s ——垫层厚度 (m)。

(2) 多个集中荷载 (图 4.1.5-2)

$$a_1 = S + a_0 + 2h_s \quad (4.1.5-2)$$

式中 S ——最外面集中荷载的中心间距 (m)；
其他符号意义同前。

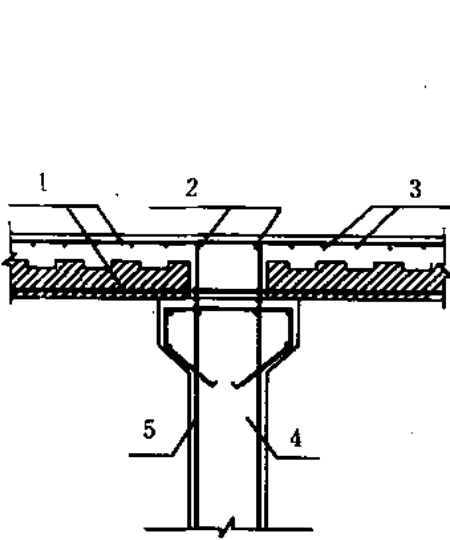


图 4.1.4 板与梁整体连接构造图
1-面板主筋；2-纵梁主筋；
3-面板分布筋；4-纵梁；5-箍筋

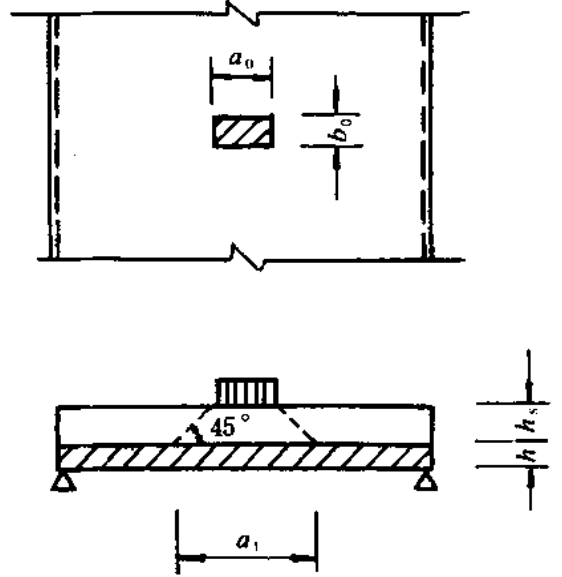


图 4.1.5-1 单个集中荷载传递宽度

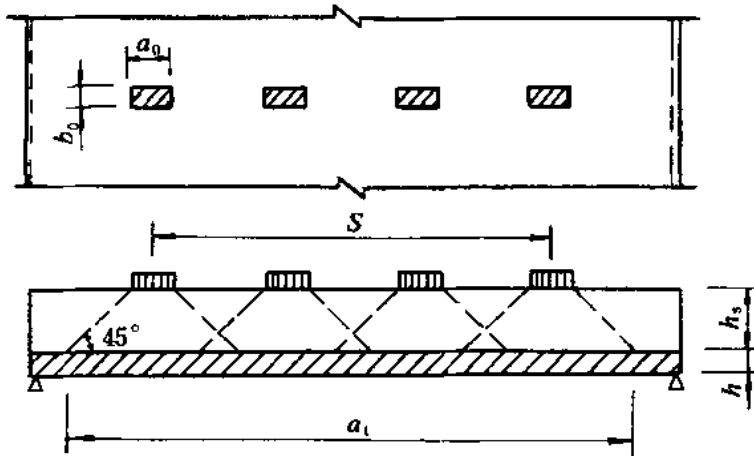


图 4.1.5-2 多个集中荷载的传递宽度

注：多个集中荷载的传递宽度不交叉时，按单个集中荷载计算。

4.1.5.2 垂直板跨方向集中荷载传递宽度的计算方法与平行板跨方向相同。其中，集中荷载在垂直板跨方向的接触宽度为 b_0 (图 4.1.5-1)，集中荷载在垂直板跨方向的传递宽度为 b_1 。

1. 向板在集中荷载作用下的弯矩计算宽度,按下列规定确定。

4.1.6.1 平行板跨方向的弯矩计算宽度可按下式计算:

$$a_c = a_1 \quad (4.1.6-1)$$

式中 a_c ——平行板跨方向的弯矩计算宽度 (m);

a_1 ——集中荷载在平行板跨方向的传递宽度 (m)。

4.1.6.2 垂直板跨度方向的弯矩计算宽度可按下式计算:

(1) 中置荷载 (荷载接触面积中心位于 $1/2$ 板宽至 $y \geq 0.5b_c$) 的弯矩计算宽度 (图 4.1.6):

$$b_c = \frac{Kl_o}{0.8 + 0.1l_o/x} + b_1 + h \quad (4.1.6-2)$$

$$K = \frac{B/l_o}{1.0 + 0.9B/l_o} \quad (4.1.6-3)$$

式中 b_c ——垂直板跨方向的弯矩计算宽度 (m)。当 $b_c > B$ 时,取 $b_c = B$;

K ——与板的宽跨比有关的系数;当 $B/l_o \geq 2.5$ 时,在式 (4.1.6-3) 中取 $B/l_o = 2.5$;

B ——板宽 (m);

x ——荷载接触面积中心至支座边的距离 (m);

l_o ——板的弯矩计算跨度 (m);

b_1 ——集中荷载在垂直板跨方向的传递宽度 (m);

h ——板厚 (m);

y ——荷载接触面积中心至板自由边的距离 (m)。

(2) 偏置荷载 (荷载接触面积中心位于自由边附近,且 $y < 0.5b_c$) 的弯矩计算宽度 (图 4.1.6):

$$b_c' = 0.45b_c + y \quad (4.1.6-4)$$

式中 b_c' ——集中荷载位于自由边附近时,沿垂直板跨方向的弯矩计算宽度 (m);

y ——荷载接触面积中心至板自由边的距离 (m)。

4.1.6.3 当有多个集中荷载同时作用,弯距计算宽度重叠时,

宽度取 $b_c + S$, S 为最外面集中荷载的中心距离。

4.1.7 单向板在集中荷载作用下的剪力计算宽度, 按下列规定确定:

4.1.7.1 平行板跨方向的剪力计算宽度可按下式计算:

$$a_{cs} = a_1 \quad (4.1.7-1)$$

式中 a_{cs} ——平行板跨方向的剪力计算宽度 (m);

a_1 ——集中荷载在平行板跨方向的传递宽度 (m)。

4.1.7.2 垂直板跨方向的剪力计算宽度可按下列公式计算:

(1) 中置荷载 (荷载位于 $1/2$ 板宽附近, 且 $y' \geq 0.3x + 1.8h_o$) 的剪力计算宽度:

$$b_{cs} = b_1 + 3.6h_o + 0.6x \quad (4.1.7-2)$$

式中 b_{cs} ——垂直板跨方向剪力计算宽度 (m);

b_1 ——垂直于板跨方向荷载的传递宽度 (m);

h_o ——板的有效高度 (m);

x ——荷载接触面积中心至支座边缘的距离 (m);

y' ——荷载接触面积边缘至板边的距离 (m)。

(2) 偏置荷载 (荷载位于自由边附近, 且 $y' < 0.3x + 1.8h_o$) 的剪力计算宽度:

$$b_{cs}' = b_1 + 1.8h_o + 0.3x \quad (4.1.7-3)$$

式中 b_{cs}' ——荷载位于板的自由边附近时, 垂直板跨方向的剪力计算宽度 (m)。

4.1.8 与梁整体连接的单向板, 其弯矩可按系数法计算。板的跨中或支座弯矩设计值可按下式计算:

$$M = mM_o \quad (4.1.8)$$

式中 M ——跨中或支座计算弯矩设计值 (kN·m);

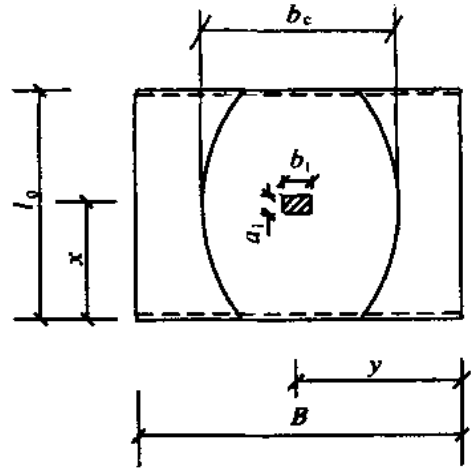


图 4.1.6 弯矩计算宽度



—弯矩系数；

M_0 ——按简支板计算时跨中最大弯矩设计值 (kN.m)，在计算 M_0 时，应考虑各项荷载作用效应组合。

弯矩系数 m 应根据板厚与肋高之比 h/H' (图 4.1.8) 按表 4.1.8 确定。

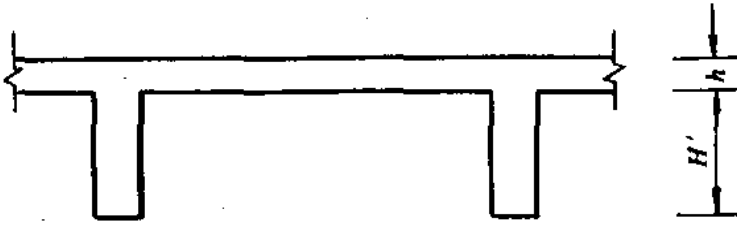


图 4.1.8

弯矩系数 m

表 4.1.8

板的位 置 m 值 h/H'	边 跨 板		中 跨 板	
	边 支 座	跨 中	支 座	跨 中
$<1/4$	-0.50	0.60	-0.60	0.60
$\geq 1/4$	-0.50	0.70	-0.60	0.65

4.1.9 双向板的弯矩可按下列规定确定：

- (1) 四边简支板承受集中荷载所产生的弯矩，按附录 B 计算；
- (2) 当板与梁整体连接时，跨中弯矩采用 $0.525M_a$ 或 $0.525M_b$ ；支座弯矩采用 $-0.75M_a$ 或 $-0.75M_b$ 。 M_a 或 M_b 按附录 B 确定。

4.1.10 双向板受冲切承载力可按下列规定确定。

4.1.10.1 双向板承受集中荷载作用时，受冲切承载力可按下式计算：

$$F_{lu} = \frac{1}{\gamma_d} \xi f_t u_m h_0 \quad (4.1.10-1)$$

式中 F_{lu} ——受冲切承载力设计值 (kN)；

γ_d ——结构系数，取 1.1；

ξ ——系数，一般取 0.7，支座处取 0.85；

f_t ——混凝土轴心受拉强度设计值，对叠合板，取预制板和叠合层中混凝土强度较低值（MPa）；
 u_m ——冲切锥体的周长（mm）；
 h_o ——板的有效高度（mm）。

4.1.10.2 冲切锥体的周长（图 4.1.10）可按下列公式计算。

(1) 当荷载接触面积边缘距支座距离 $d \geq h_o$ 时：

$$u_m = 4(a + h_o) \quad (4.1.10-2)$$

(2) 当 $d < h_o$ 时：

$$u_m = 4a + 3h_o + d \quad (4.1.10-3)$$

4.1.10.3 双向板承受均布荷载所产生的剪力，可按跨中挠度相等的原则，将均布荷载分配于两个位于跨中且相互正交的单位宽度的板条上，板条按简支梁的方法计算。

4.1.11 集中荷载在悬臂板上的弯矩计算宽度（图 4.1.11），可按下列公式计算：

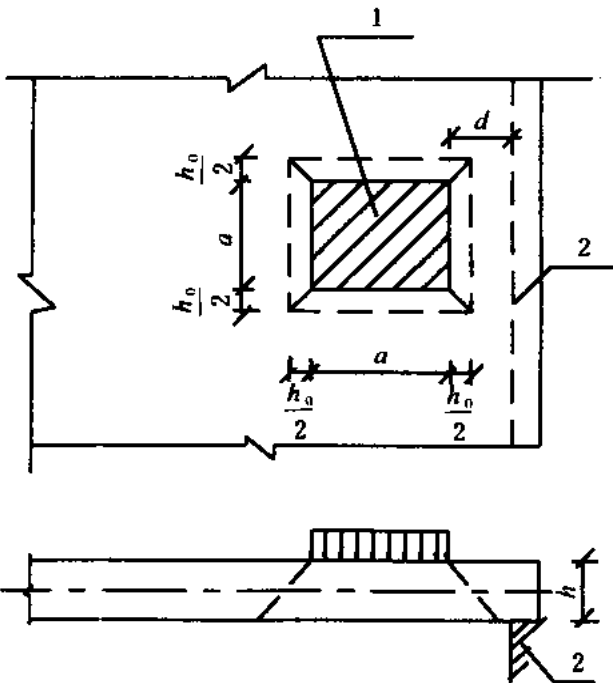


图 4.1.10 双向板冲切示意图

1-荷载接触面积；2-支座

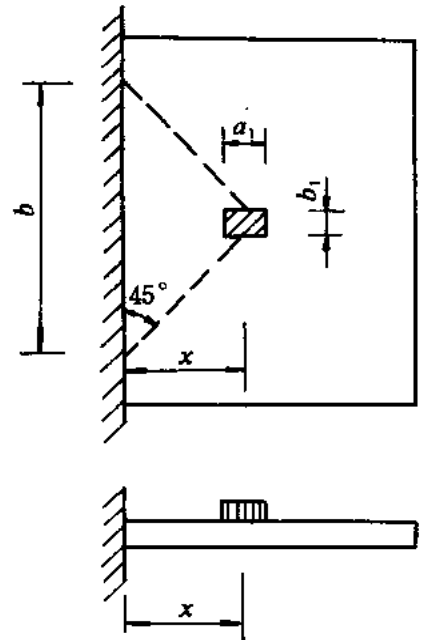


图 4.1.11 悬臂板计算宽度

$$b_c = b_1 + 2x \quad (4.1.11)$$

4.1.12 单向板底层横向分布钢筋按下列规定确定。

4.1.12.1 均布荷载作用时，横向分布钢筋不得小于单位宽度上受力钢筋截面面积的 15%。

4.1.12.2 集中荷载作用时，横向分布钢筋按下列规定确定：

(1) 当板的宽跨比小于、等于 1.0 时，不得小于单位宽度上受力钢筋截面面积的 15%；

(2) 当板的宽跨比大于或等于 1.5 时，板中 1/2 板跨范围内，不得小于单位宽度上受力钢筋截面面积的 35%；板两边各 1/4 板跨范围内，不得小于单位宽度上受力钢筋截面面积的 25%；

(3) 当板的宽跨比在 1.0~1.5 之间时，可在上述规定的配筋范围之间选用；

(4) 横向分布筋的直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 250mm。

4.1.13 叠合板的厚度应由计算确定。但宜增加其现场浇筑层的厚度，以增加整体性。叠合板的结合面，宜采用凹凸型（图 4.1.13）。

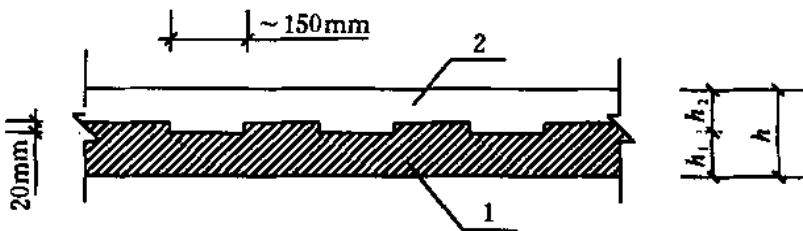


图 4.1.13 叠合板结合面示意图

1-预制板；2-现浇层

4.1.14 当拼板按整板相同的方法计算内力时，对于两块预制板之间横向拼缝，叠合板宜采用图 4.1.14 (a) 形式，非叠合板可采用图 4.1.14 (b) 或其他可靠形式。

注：插筋兼作受力钢筋时，插筋不应少于受力钢筋。

4.1.15 码头面板顶层宜设纵、横向构造钢筋，其配筋率可取受力钢筋截面面积的 15%。

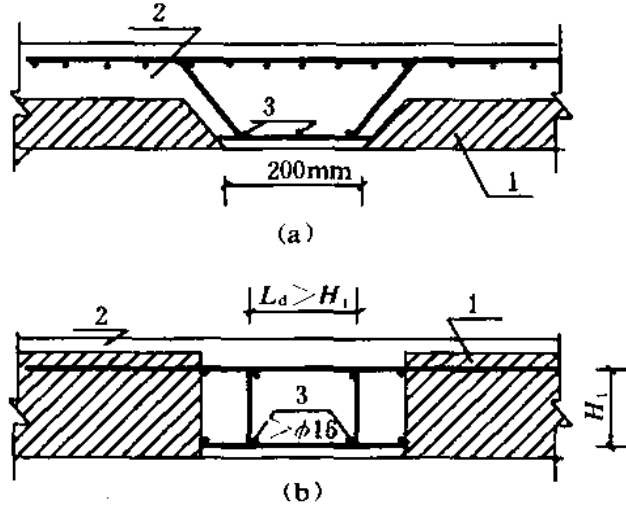


图 4.1.14 预制板拼缝构造图

1-预制板；2-现浇层；3-插筋

为减少现浇面层在横梁顶部出现裂缝的不良影响，宜在横梁顶面垂直于梁的长度方向增设短筋（图 4.1.15）。

4.1.16 板的搁置长度应根据计算确定。简支板不宜小于 200mm；叠合板应不宜小于 150mm。板跨度小于 3m 时，搁置长度可适当减小。

有横梁时，单向板沿宽度方向的搁置长度不应小于 25mm（图 4.1.15）。

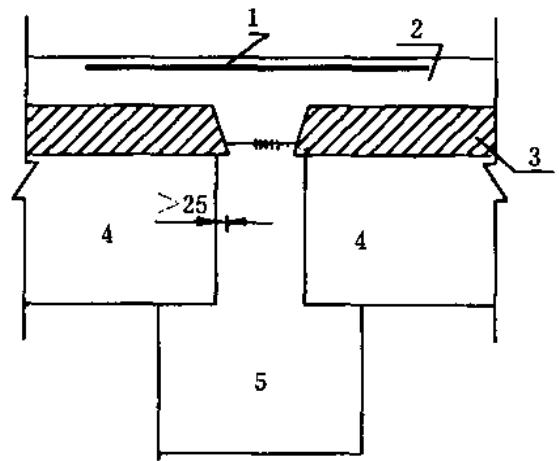


图 4.1.15 横梁顶部构造图

1-梁顶加固筋；2-现浇板；3-预制板；
4-纵梁；5-下横梁

4.1.17 铰接空心板一般适用于码头的后桩台和引桥。小型码头也可采用空心板，但应采取措施使码头具有较好的整体性。

4.1.18 铰接空心板的截面由计算确定。空心板常用的孔洞形式见图 4.1.18，选型时可经技术经济和施工条件比较确定。但板的肋宽不应小于 80mm，孔洞的上下板厚不应小于 70mm。孔洞较大

— 验算孔顶强度。

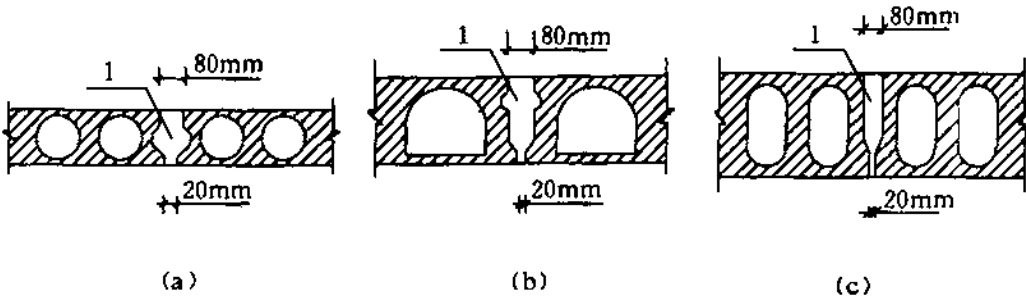


图 4.1.18 空心板型式

1-细石混凝土

4.1.19 铰接空心板之间的纵向拼缝宜做成铰接形式（图 4.1.18）。缝内可采用 C30 级细石混凝土，并应插捣密实。当集中荷载较大时，应验算铰点剪力。

4.1.20 铰接空心板在集中荷载作用下，可按荷载横向分布法或有限条法计算。荷载横向分布法可按附录 C 计算。对于孔洞较大的空心板，尚应验算孔顶冲切强度。

4.2 纵梁和横向排架

4.2.1 纵梁的计算跨度按下列规定确定。

4.2.1.1 简支梁的计算跨度应按下列公式计算：

(1) 弯矩计算中：

$$l_0 = l_n + e \quad (4.2.1-1)$$

但式中 l_0 不大于 $1.05l_n$ ；

(2) 剪力计算中：

$$l_0 = l_n \quad (4.2.1-2)$$

式中 l_0 ——计算跨度 (m)；

l_n ——净跨 (m)；

e ——搁置长度 (m)。

4.2.1.2 连续梁的计算跨度应按下列公式计算：

(1) 刚性支承连续梁：

弯矩计算中：

$B_2 \leq 0.05l$ 时：

$$l_0 = l \quad (4.2.1-3)$$

当 $B_2 > 0.05l$ 时：

$$l_0 = 1.05l_n \quad (4.2.1-4)$$

剪力计算中：

$$l_0 = l_n \quad (4.2.1-5)$$

(2) 弹性支承连续梁：

弯矩计算中：

$$l_0 = l \quad (4.2.1-6)$$

剪力计算中：

$$l_0 = l_n \quad (4.2.1-7)$$

式中 l ——横梁或桩帽中心距 (m)；

B_2 ——纵梁支座、横梁或桩帽宽度 (m)。

4.2.2 横向排架的计算跨度按下列规定确定：

(1) 全部由单桩支承时 (图 4.2.2 (a))，宜取桩轴线与梁底面线交点之间的距离；

(2) 单桩和叉桩支承时 (图 4.2.2 (b))，取单桩轴线和叉桩的两桩轴线交点的垂线与梁底面线交点之间的距离。

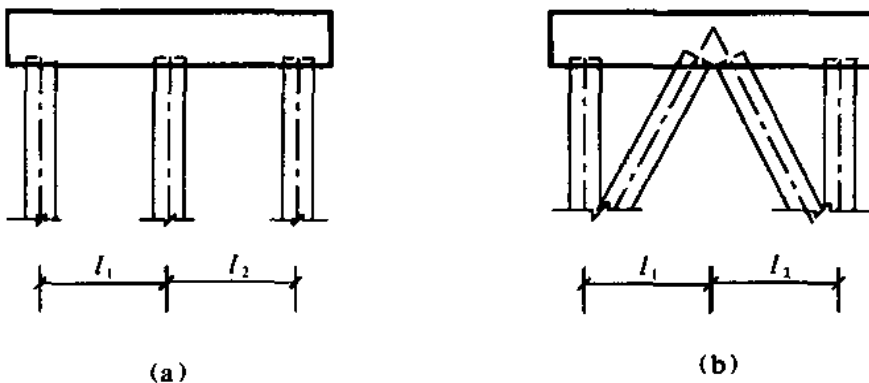


图 4.2.2 横向排架计算跨度示意图

4.2.3 码头下面设抛石棱体，在计算桩的水平承载力和垂直承载力时，各桩的假想地表面在桩轴线上的位置，可取码头前沿泥面

皮面交点的 $1/2$ 处 (图 4.2.3)。

4.2.4 高桩码头具有空间结构特征，结构内力可根据具体情况按下列规定计算。

4.2.4.1 一般可按纵向和横向两个平面计算。纵梁按第 4.2.5 条规定计算，横向排架按第 4.2.7 条规定计算。

4.2.4.2 当码头上部结构具有可靠的整体连接时，有条件可按空间问题进行计算。

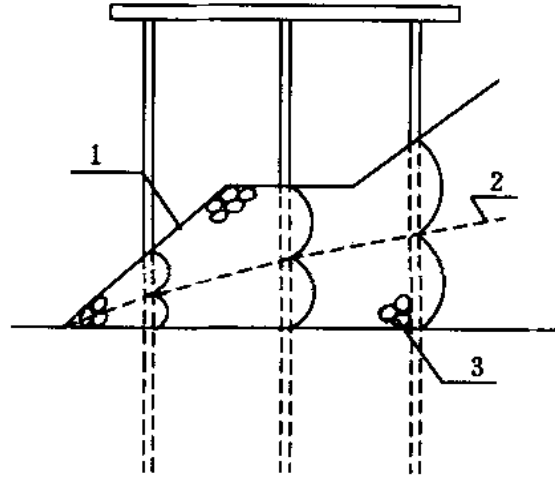


图 4.2.3 抛石棱体假想地表面
1-设计抛石面；2-假想地表面；3-抛石棱体

4.2.5 纵梁内力按下列规定计算：

(1) 支承于桩帽上的连续纵梁，其内力应按弹性支承连续梁计算。

(2) 支承于横梁上的装配整体式纵梁，具有弹性支承性质。对于重要工程宜按弹性支承连续梁计算，一般工程可简化按刚性支承连续梁计算。

4.2.6 弹性支承连续纵梁的支座反力系数按下列规定采用：

(1) 支承于桩帽上的纵梁，取其支承处桩的轴向反力系数；

(2) 搁置在横梁上的纵梁，取搁置处横梁在单位力作用下的垂直变形值。

4.2.7 横向排架内力按下列规定确定。

4.2.7.1 横向排架内力宜按柔性桩台计算。

4.2.7.2 由叉桩和直桩支承的横梁，在进行横向排架计算时可假定桩两端为铰接。在垂直荷载（包括水平力对横梁中和轴产生的力矩）作用下，横梁可按弹性支承连续梁计算；水平力可由叉桩承受。

2.7.3 桩与横梁之间采用嵌固连接的全直桩码头,可按桩土共同作用的刚架计算或按具有弹性支承的刚架计算。

按弹性支承的刚架计算时,在水平力作用下可按刚架进行计算,桩的计算长度可采用嵌固点法确定;在垂直荷载(包括水平力对横梁中和轴产生的力矩)作用下,横梁按弹性支承连续梁计算。嵌固点的计算方法可按现行行业标准《港口工程桩基规范》确定。

4.2.7.4 当有桩帽时,应考虑桩帽对横梁内力的影响。

4.2.8 横梁与靠船构件一起预制时,应考虑翻转吊运时产生的内力。

4.2.9 全部由直桩组成的码头,码头的水平变位应满足使用要求。

为减少码头的水平变位,桩与横梁或桩帽之间宜采用嵌固连接。嵌固连接要求可按现行行业标准《港口工程桩基规范》确定。

4.2.10 双层系靠船的板梁式码头(图 4.2.10),前缘局部构造由靠船构件、人行道板、两层横梁和连接板等构件组成。其计算方可按下列规定确定。

4.2.10.1 双层系靠船的板梁式码头,横向排架宜由横梁、桩、靠船构件、连接板和下层横梁等杆件组成的结构,按平面问题计算。

4.2.10.2 当排架设有叉桩(图 4.2.10)时,可按下列简化方法计算:

(1) 横梁按第 4.2.7 条规定的柔性桩台计算;

(2) 在水平力作用下,假定将连接下层横梁的基桩、靠船构

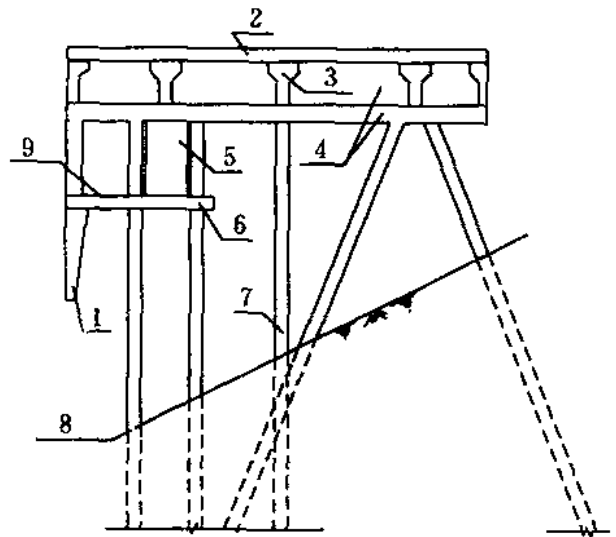


图 4.2.10 双层系靠船的板梁式码头
1-靠船构件; 2-面板; 3-纵梁; 4-横梁;
5-连接板; 6-下层横梁; 7-桩; 8-泥面
线; 9-人行道板



...的上端固定于横梁上，桩下端嵌固于地基中，可按刚架计算各杆件内力。

4.2.11 装配整体式预制纵梁、横梁的搁置长度由计算确定，但不应小于 200mm，梁跨度较大、无掩护码头筒支梁的搁置长度应适当加大。

4.2.12 预制纵梁、横梁按连续梁设计时，在支座处应将其外伸钢筋按现行行业标准《港口工程混凝土结构设计规范》规定要求进行焊接。

4.2.13 横梁的宽度由计算确定，并应考虑纵梁或板的搁置长度等构造要求，现场浇筑横梁尚应考虑打桩偏位的影响。

4.2.14 在码头或引桥的伸缩缝和沉降缝处采用筒支结构时，由于筒支结构受两侧码头温度变形的影响，该筒支梁下面应采用橡胶支座。

筒支结构的橡胶支座应根据支座承载力，梁的搁置要求，两侧码头因温差所产生的变形，可按现行行业标准《公路桥梁板式橡胶支座规格系列》(JT3132.1)或其它有关规定确定。且宜采用氯丁橡胶支座。

当筒支结构承受较大水平荷载时，应采取措施，防止筒支结构产生水平位移。筒支梁的两端应加横隔梁，以加强筒支梁之间的连接。筒支结构两端应采用泡沫塑料等柔性材料与其它结构隔开。

4.2.15 当停靠干舷较低的驳船或工作船，可能撞击外边梁时，应对外边梁在水平力作用下的受弯、受剪和受冲切进行计算。受弯时可假定按悬臂结构计算，悬臂计算长度取荷载作用中心至码头面板底面的距离。

为改进外边梁的受力情况，可适当减小梁高并增加梁的宽度。外边梁透气孔四周宜采用箍筋予以加强。

4.3 桩 帽

4.3.1 桩帽平面形状有方形、圆形等型式。桩帽尺寸可按下列原则确定。

4.3.1 桩帽平面尺寸，取其顶面尺寸和底面尺寸的较大值，并按下列规定确定：

(1) 顶面尺寸，按预制梁的宽度、梁或板的搁置长度，以及预制构件安装允许偏差确定。

(2) 底面尺寸，直桩桩帽应考虑桩径（或边长）、打桩允许偏位和外包最小宽度等因素；叉桩桩帽尚应考虑斜桩与垂线的夹角和斜桩水平扭角，以及两斜桩轴线在桩帽底面交点的距离等因素。

(3) 打桩允许偏位，直桩桩帽或叉桩桩帽可只考虑一个打桩允许偏位值。允许偏位值可按现行行业标准《港口工程桩基规范》确定。

(4) 桩帽外包最小宽度，截面小于或等于 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$ 的方桩可取 150mm ；预应力混凝土管桩，当桩与桩帽为铰接连接时可取 0.25 倍桩径，当桩与桩帽为嵌固连接时可取 0.4 倍桩径。

4.3.1.2 桩帽的高度应由计算确定，同时应考虑桩伸入桩帽的长度，以及桩顶钢筋或预应力混凝土管桩桩芯钢筋锚固长度的要求。桩帽高度不宜小于 0.5 倍桩帽宽度，且不得小于 600mm 。

4.3.2 梁搁置在桩帽顶面的反力，简支梁可按图 4.3.2 (a) 确定，连续梁可按图 4.3.2 (b) 或图 4.3.2 (c) 确定。

全直桩码头在确定桩帽顶面反力时尚应考虑桩帽顶部弯矩的影响。

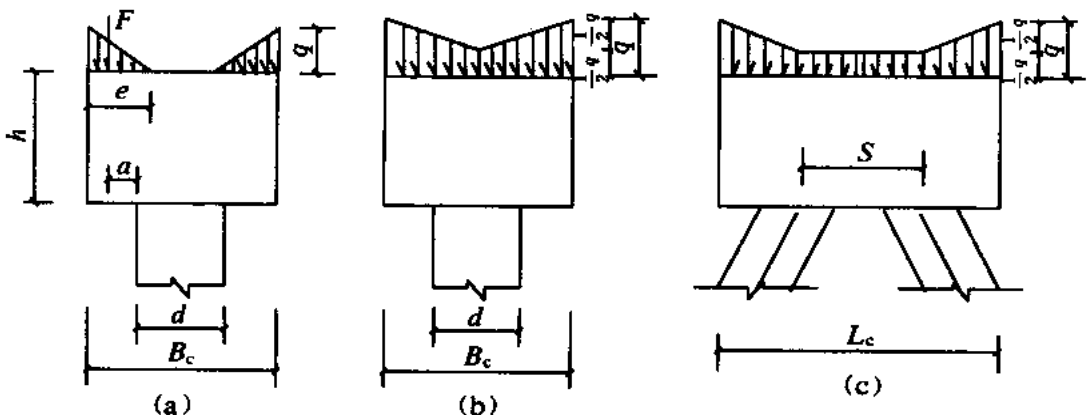


图 4.3.2 梁在桩帽上的反力分布图

(a) 简支梁；(b) 连续梁（单桩）；(c) 连续梁（叉桩）

桩帽内力按下列规定确定：

4.3.3.1 直桩桩帽、叉桩桩帽顶面单向受力时，可按一个平面进行计算，双向受力时可按两个互相垂直的平面分别计算。

注：大型码头叉桩桩帽也可按空间计算。

4.3.3.2 叉桩桩帽沿横梁轴线方向，当斜桩轴线与横梁轴线的平面夹角小于、等于 15° 时，可将桩帽连同基桩按平面刚架计算。考虑到简化计算的影响，计算所得内力应乘以 1.10 增大系数。

4.3.4 桩帽承载力应按下列规定计算。

4.3.4.1 桩帽顶面受弯承载力按下列公式计算：

$$Fa \leq M_u \quad (4.3.4-1)$$

$$M_u = 0.85 A_s f_y h_0 \quad (4.3.4-2)$$

式中 F ——桩帽顶面一侧荷载合力的设计值 (N)；

a ——外力臂 (mm)；直桩桩帽：方桩桩帽取荷载合力点至桩边缘的水平距离，管桩桩帽取荷载合力点至距桩中心 0.589 倍桩半径处的水平距离；叉桩桩帽：沿纵梁搁置方向，方桩取荷载合力点至距两桩中心连线 $1/4$ 桩宽的水平距离，管桩取荷载合力点至两桩中心连线的水平距离；沿横梁搁置方向，取值与直桩桩帽相同。在确定外力臂时尚应考虑打桩偏位影响；

M_u ——桩帽受弯承载力设计值 (N·mm)；

A_s ——受拉钢筋截面面积 (mm^2)。配筋宽度：直桩桩帽，以及叉桩桩帽沿横梁搁置方向，取桩帽宽度；叉桩桩帽沿纵梁搁置方向，取纵梁宽的 3 倍，且不大于桩帽长度；

f_y ——钢筋受拉强度设计值 (MPa)；

h_0 ——截面有效高度 (mm)。

4.3.4.2 桩帽顶面局部受压承载力按下列公式计算：

$$F_{lu} = \frac{1}{\gamma_d} (\beta f_c + 2\rho_v \beta_{cor} f_y) A_1 \xi \omega \quad (4.3.4-3)$$

$$\beta = \sqrt{A_b/A_t} \quad (4.3.4-4)$$

$$\beta_{cor} = A_{cor}/A_t \quad (4.3.4-5)$$

$$\xi = 1.205 \frac{h}{B_c} - 0.168 \quad (4.3.4-6)$$

- 式中 F_{lu} ——桩帽局部受压承载力设计值 (N)；
 γ_d ——结构系数， γ_d 取 1.1；
 ω ——局部受压应力不均匀系数，当承压应力均匀分布时取 1.0，当承压应力不均匀分布时取 0.55；
 β ——混凝土局部承压强度提高系数；
 f_c ——混凝土轴心受压强度设计值 (MPa)；
 A_l ——混凝土局部承压面积 (mm²)；
 A_b ——局部承压计算底面积 (mm²)，可根据同心对称原则按现行行业标准《港口工程混凝土结构设计规范》确定；
 β_{cor} ——配置间接钢筋对局部承压强度的提高系数；
 A_{cor} ——钢筋网或箍筋范围以内混凝土核芯面积，但不大于 A_b ，且其重心应与 A_l 的重心相重合 (mm²)；
 ρ_v ——间接钢筋的体积配筋率，即核芯面积 A_{cor} 范围内单位混凝土体积中所包含的间接钢筋体积；
 B_c ——桩帽宽度 (mm)。

4.3.4.3 当叉桩桩帽受水平力作用时，应按第 4.3.3 条 2 款规定计算杆件内力，桩帽宜按偏心受压构件计算。

4.3.5 桩帽裂缝宽度验算应按现行行业标准《港口工程混凝土结构设计规范》确定。

4.3.6 桩帽的配筋按下列规定确定：

(1) 纵横向受力筋和水平箍筋均应做成封闭形，并在端部设弯钩。箍筋应互相嵌套，纵横向受力筋布置在顶层和底层，水平箍筋应套在最外层 (图 4.3.6)。

(2) 桩帽顶面纵横向钢筋配筋率之比不应超过 1.5。方桩桩帽受力钢筋直径不得小于 14mm，预应力混凝土管桩桩帽受力钢

而且其间距不得小于 16mm。桩帽受力钢筋间距不宜大于 200mm。

(3) 方桩桩帽水平箍筋直径不宜小于 10mm，预应力混凝土管桩桩帽水平箍筋直径不宜小于 12mm，水平箍筋间距不宜大于 200mm。

(4) 直桩和叉桩与桩帽的连接见图 4.3.6，桩内纵向钢筋伸入桩帽的长度应满足最小锚固长度的要求。

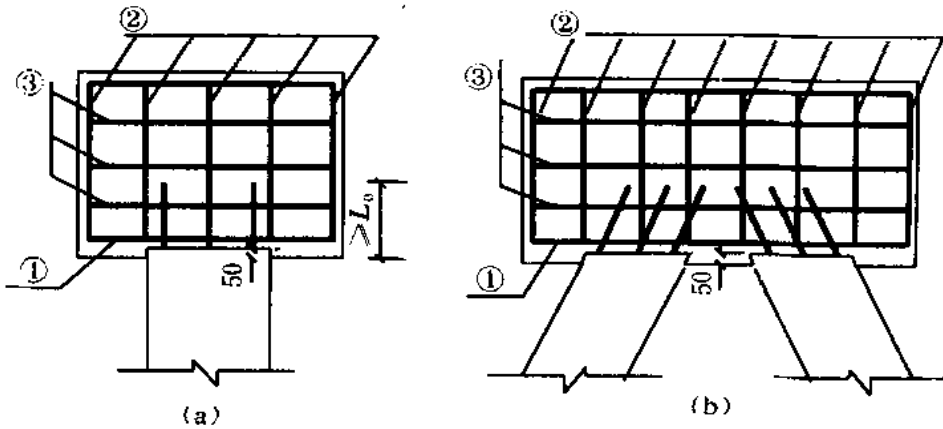


图 4.3.6 桩帽钢筋布置图

(a) 直桩桩帽；(b) 叉桩桩帽

1-横向箍筋；2-纵向箍筋；3-水平箍筋

(5) 叉桩桩帽底面在每根桩范围内应不少于 4 根纵向和横向箍筋通过。如数量不足可增设直筋，其长度和直径与桩帽纵向和横向箍筋相同。

(6) 当桩帽尺寸较大，宜设置水平拉筋，连接纵向或横向受力钢筋。拉筋直径不宜小于 8mm，间距取 200mm~300mm。

4.3.7 桩帽与连续横梁的连接应牢固可靠。连接形式可采用在桩帽与横梁之间预埋钢筋，或在桩帽顶面两侧设帽耳将横梁夹住，并符合下列规定。

4.3.7.1 采用预埋钢筋连接时钢筋数量：对重要工程应由计算确定；一般工程可在桩帽顶面沿横梁轴线预埋两排插筋，插筋直径



个且小于 20mm,间距不宜大于 200mm,并与桩帽纵向钢筋的间距协调,插筋埋置深度和伸入梁内的长度均应满足钢筋锚固要求。

4.3.7.2 当采用帽耳与横梁连接时,帽耳宽度不宜小于 250mm。帽耳与横梁之间应用钢筋连接。

4.3.8 为保证桩帽混凝土质量,不应采用水下浇筑混凝土。

4.4 靠船构件

4.4.1 靠船构件有悬臂梁和悬臂板等型式。靠船构件设计符合下列要求。

4.4.1.1 悬臂梁式靠船构件截面有矩型、T型和 π 型等。

作用在悬臂梁式靠船构件上的全部船舶撞击力应由一个构件承受,并按双向受弯、受扭构件设计,如有可靠纵向水平支撑也可按单向受弯构件设计。撞击力作用位置应根据水位和防护设备等情况确定。

当靠船构件的悬臂较长时,可采用局部降低横梁底标高或增设横向支撑等措施,以改善结构受力情况。

4.4.1.2 悬臂板式靠船构件可按第 6 章规定设计。

4.4.2 预制悬臂式靠船构件伸入现浇横梁中不得少于 50mm。靠船构件的受力钢筋应伸入横梁并与横梁顶层钢筋焊牢。

当设有上横梁和下横梁时,应适当增加横梁悬臂端箍筋,加强上横梁和下横梁的联接,使靠船构件与上横梁和下横梁连成整体。

4.4.3 对开敞式码头,在设计靠船构件时应适当加强。

4.4.4 在确定靠船构件底标高时,应考虑船舶停靠安全等因素。

当停靠顶推驳时,可设置浮护木或采取其它措施,以保证靠船构件安全。当采用浮护木时,应防止浮护木在低水位时进入码头下面。

4.4.5 悬臂梁式靠船构件之间宜设置纵向水平撑(图 4.4.5),水平撑与靠船构件外边线的净距不得小于 100mm。

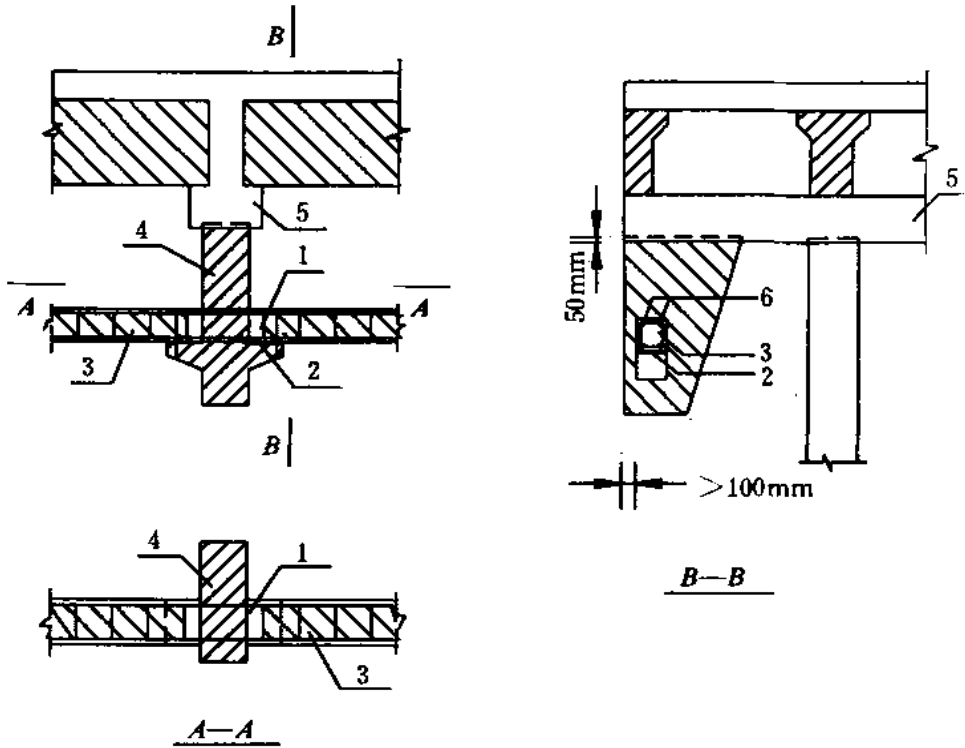


图 4.4.5 水平撑与靠船构件连接示意图

1-现浇节点；2-预埋铁件；3-水平撑；4-靠船构件；5-横梁；6-靠船构件外伸钢筋

5 桁架式码头设计

5.0.1 桁架式码头（图 5.0.1）的面板和纵梁可按板梁式码头有关规定设计。

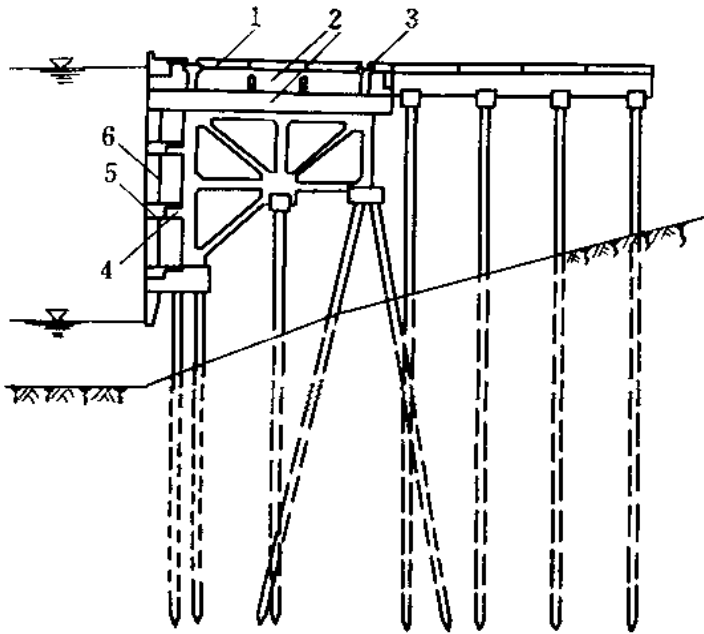


图 5.0.1 桁架式码头

1-面板；2-横梁；3-纵梁；4-横撑；5-系靠船梁；6-靠船立柱

5.0.2 预制系靠船梁可按支承于靠船立柱，并与其整体连接的多跨连续梁计算。

5.0.3 靠船梁应按双向受弯构件计算，系船梁应按双向受弯和受扭构件计算。

5.0.4 横向排架内力，可假定为平面问题进行分析，将桁架和基桩作为一个杆件系统，按弹性杆件法计算基桩桩力、桁架杆件内力、横梁弯矩和剪力。

5.0.5 对小型码头，可将桁架作为刚性桩台，按刚性桩台法计算



图 5.0.5 (a))。按所求得的桩力再计算桁架杆件内力，并假定杆件节点为铰接 (图 5.0.5 (b))。

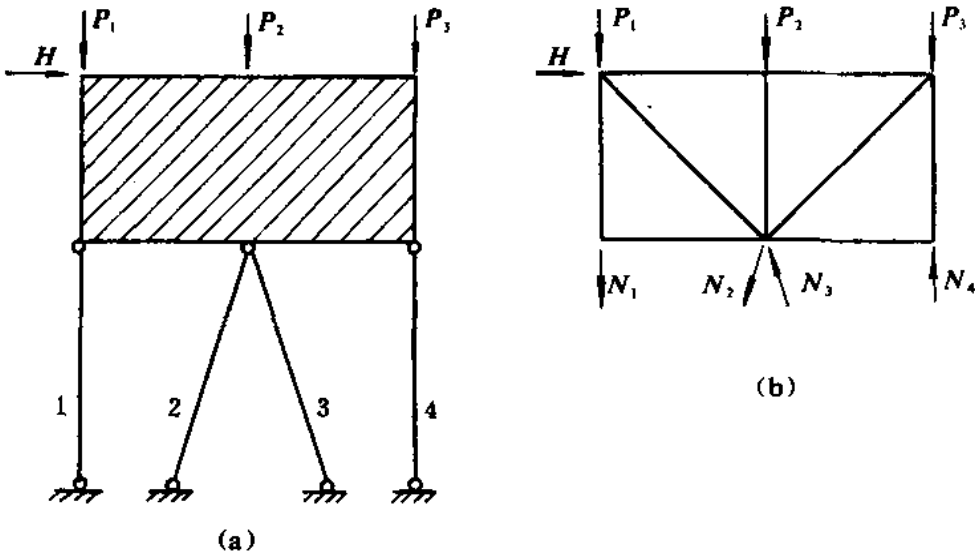


图 5.0.5 刚性桩台和桁架计算图示意图

当桁架式码头布置有直桩和叉桩时，可假定桩两端为铰接，水平力由叉桩承受；全部为直桩时，在垂直外力作用下，可假定桩上端为铰接，下端为固接。在水平力作用下，可假定桩两端均为固接。

其横梁及靠船立柱内力可按第 5.0.6 条～第 5.0.10 条计算。

5.0.6 横梁的计算跨度，采用桁架立柱轴线与横梁底面线交点之间的距离。

5.0.7 桁架上弦杆为横梁的一部分。支承于桁架立柱上的连续横梁，可按刚性支承连续梁计算。

5.0.8 靠船立柱可按以横撑为支承的带悬臂端的连续梁 (图 5.0.1) 计算。

5.0.9 靠船立柱在横梁端反力、靠船立柱自重力、系靠船梁端反力与船舶撞击力的作用下，应按受弯和受压构件计算；在上述竖向力与船舶撞击力所产生的水平摩擦力作用下，应按受弯、受压和受扭构件计算。

5.0.10 桁架的斜撑有单斜撑和剪刀撑。当荷载大时，可采用剪

刀撑。

在满足施工水位和施工工期的情况下,桁架最下一层节点,即桩帽的标高应尽可能降低。

5.0.11 桁架立柱和下弦杆截面边长不宜小于 400mm。桁架整榀或分榀预制时,所有杆件厚度宜相同。

5.0.12 为增加桁架的纵向刚度,相邻桁架间宜设水平撑。必要时,可在端部和伸缩缝处相邻桁架间设置垂直剪刀撑或单斜撑。其截面边长不宜小于 300mm。

5.0.13 桁架节点处各杆件的中心线应交会于一点。为改善结构受力情况,节点处截面应局部加大(图 5.0.13)。其抹角尺寸 δ 不应小于 150mm。

节点处应根据构造要求配置周边钢筋,其直径不宜小于 16mm。

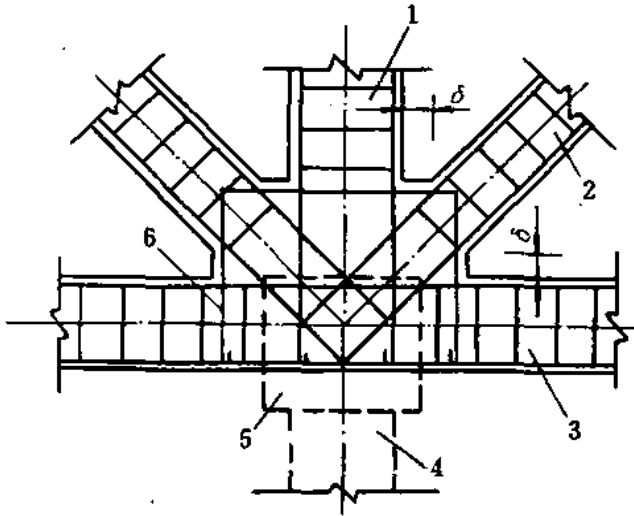


图 5.0.13 桁架节点处截面局部加大及周边钢筋配置

1-立柱; 2-斜撑; 3-下弦杆; 4-桩; 5-桩帽; 6-周边钢筋

5.0.14 对连接多杆件的节点,在保证各杆件连接强度的前提下,应减少各杆件的受力钢筋在节点内交叉重叠。

5.0.15 在施工设备条件可能的情况下,桁架宜整榀预制,并应验算在翻转和吊运安装过程中的内力。

6 无梁板式码头设计

6.0.1 无梁板式码头 (图 6.0.1-1) 的结构计算可采用代替框架法,将面板划分成互相垂直的纵向板带和横向板带,连同基桩作为独立的排架计算 (图 6.0.1-2)。

6.0.2 无梁板板带的计算跨度可按第 4.2.2 条规定采用。

6.0.3 无梁板板带的计算宽度 (图 6.0.1-2) 可按下列公式计算:

(1) 纵向排架计算板带宽度:

$$b_k = \frac{1}{2}(l_k + l_{k+1})$$

(6.0.3-1)

(2) 横向排架计算板带宽度:

$$b_i = \frac{1}{2}(l_i + l_{i+1}) \quad (6.0.3-2)$$

式中 l_k 、 l_{k+1} ——横向排架两相邻跨跨度 (mm);

l_i 、 l_{i+1} ——纵向排架两相邻跨跨度 (mm)。

6.0.4 无梁板纵向排架和横向排架根据桩基布置情况,可按平面问题进行计算。当符合式 (6.0.4) 条件时桩两端应按固接计算。

$$\frac{E_b I_b}{l_0} : \frac{E_p I_p}{L_m} \leq 4 \quad (6.0.4)$$

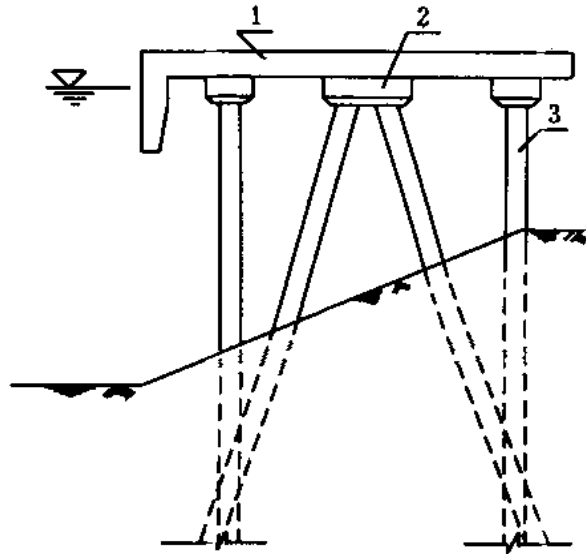


图 6.0.1-1 无梁板式码头

1-面板; 2-桩帽; 3-桩

- E_b ——面板的弹性模量 (kPa);
- I_b ——计算板带的截面惯性矩 (m^4);
- l_0 ——计算跨度 (m);
- E_p ——桩的弹性模量 (kPa);
- I_p ——桩的截面惯性矩 (m^4);
- l_m ——桩的受弯计算长度,当两根桩受弯计算长度不等时,取平均值 (m)。

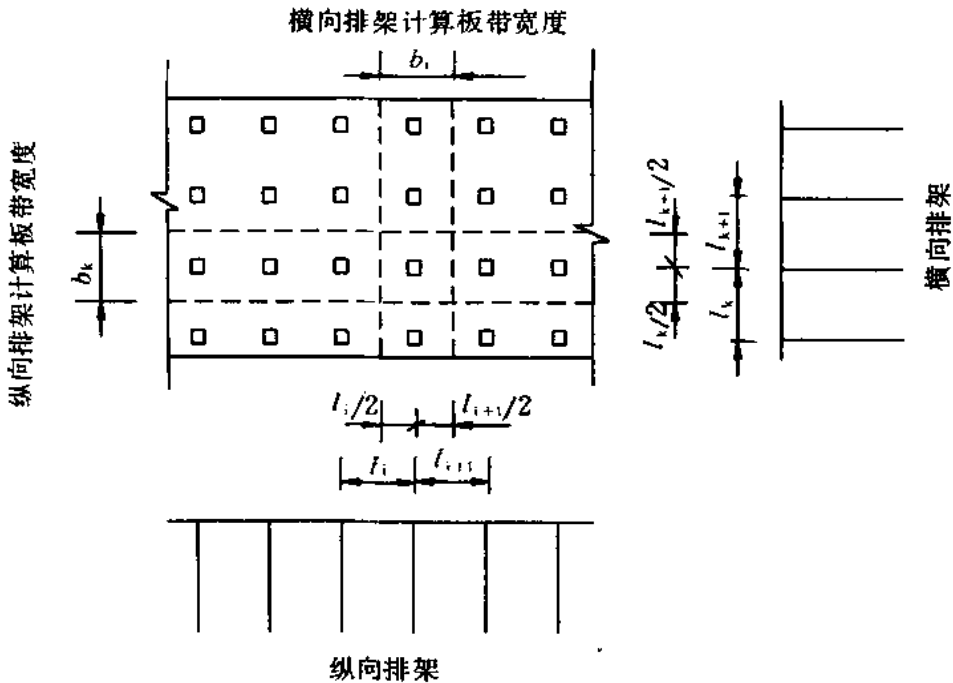


图 6.0.1-2 纵向板带和横向板带划分

6.0.5 无梁板纵向排架可按弹性支承连续梁计算,当符合式(6.0.5)条件时,可按刚性支承连续计算。

$$\alpha = \frac{6E_b I_b K}{l_0^3} < 0.15 \quad (6.0.5)$$

式中 K ——桩的轴向反力系数 (m/kN)。

6.0.6 无梁板的计算荷载:均布荷载可取作用在计算板宽度上的均布荷载数值并考虑最不利布置;集中荷载可按附录 D 确定。

6.0.7 无梁板的计算应考虑桩帽对跨度的影响,其计算弯矩应乘以折减系数。折减系数按下列规定确定:

(1) 均布荷载：

$$n = \frac{\left(l_0 - \frac{2}{3}B_c\right)^2}{l_0^2} \quad (6.0.7)$$

但 B_c 不得大于 $1/3l_0$ ；

(2) 集中荷载可按附录 D 确定。

式中 n ——折减系数；

B_c ——桩帽宽度 (m)，当 B_c 大于 $1/3l_0$ 时，取 $1/3l_0$ ；

l_0 ——计算跨度 (m)。

6.0.8 无梁板纵向配筋板带和横向配筋板带各分为桩上板带和跨中板带 (图 6.0.8) 两部分，板带宽分别为 $1/4 (l_k + l_{k-1})$ 及 $1/4 (l_i + l_{i+1})$ 。

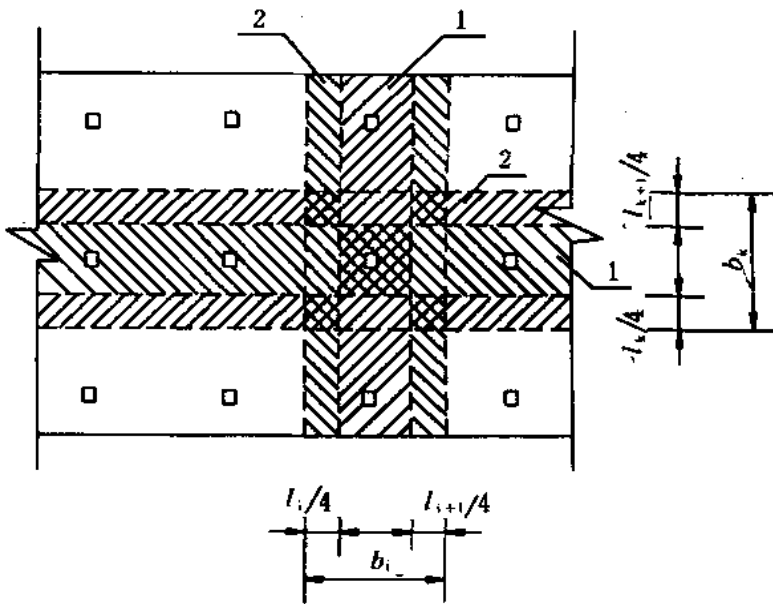


图 6.0.8 纵向配筋板带和横向配筋板带

1-桩上板带；2-跨中板带

6.0.9 无梁板配筋板带弯矩的分配，可按下列规定确定：

(1) 有桩帽情况下的均布荷载：

支座弯矩：桩上板带 75%，跨中板带 25%；

跨中弯矩：桩上板带 55%，跨中板带 45%。

(2) 集中荷载可按附录 D 确定。

6.0.10 无梁板为双向受力结构，对支座弯矩及跨中弯矩尚应分别乘以经验折减系数 m 。均布荷载 m 可取 0.7；集中荷载 m 可取 1.0。

6.0.11 船舶冲击力作用在悬臂板式靠船构件上的弯矩计算宽度可按第 4.1.11 条规定确定。但在伸缩缝处仅向一侧分布。

6.0.12 当码头线较长，采用悬臂板式靠船构件，可根据使用要求在适当位置设置检查口以供舢板出入。

6.0.13 预制无梁板或靠船构件的接缝混凝土强度等级宜较预制构件提高一级。

接缝钢筋的连接宜采用环扣式接头(图 6.0.13)。环形钢筋搭接长度不小于 $5d \sim 7d$ (d 为受力钢筋直径)，环形钢筋的弯曲半径 $R \geq 2.5d$ ，顺接缝配筋由计算确定，但不少于 4 根，直径不小于 16mm。

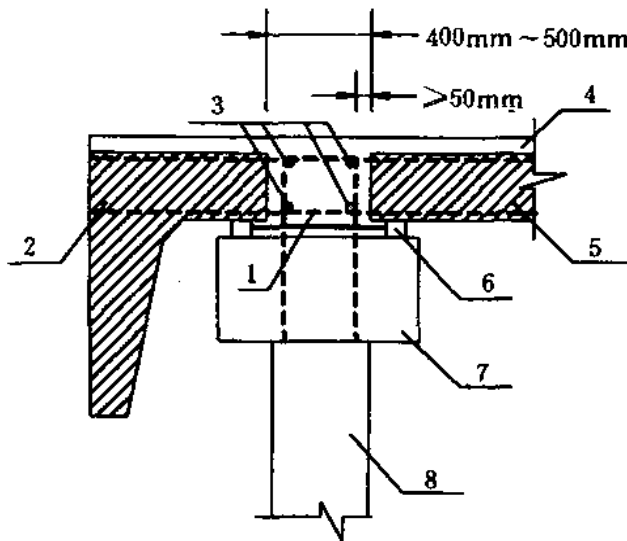


图 6.0.13 靠船构件与面板连接示意图

1-环形钢筋；2-预制靠船构件；3-顺接缝钢筋；4-现浇板；
5-预制面板；6-支承垫块；7-桩帽；8-桩

6.0.14 为保证预制无梁板或靠船构件与桩帽的可靠连接，可按第 4.3.7 条规定确定。

7 墩式码头与柔性靠船桩设计

7.1 墩式码头

7.1.1 墩式码头可由靠船墩、系船墩、工作平台、引桥和人行桥等组成。其平面形状、平面尺度和墩体高度，应根据使用要求、水文条件、施工工艺、桩基布置以及护舷形式等确定。

为改善桩基受力条件，靠船墩前沿宽度不宜过大，且前沿两端可作成八字形或弧形。

7.1.2 墩式码头的墩体结构可根据使用要求、施工能力和自然条件确定，可采用实体式、空箱式、刚架式或桁架式。

7.1.3 实体式墩台上部结构按下列规定确定。

(1) 墩体的高度根据使用要求和受力情况确定，但不宜小于1.5m。

(2) 墩体一般可不进行强度计算。但当墩体较高需分层浇筑时，应对底板进行强度计算。

(3) 墩体的底板、顶部及四周应设置构造钢筋。构造钢筋的直径和间距根据墩体的大小确定。

(4) 墩体底板受力钢筋的最小配筋率可取0.15%。当底板厚度较大时，最小配筋率可适当降低。

7.1.4 空箱式墩台上部结构按下列规定确定：

(1) 底板厚度应由计算确定，但不宜小于0.8m。

(2) 应对侧墙、顶板进行强度计算。侧墙应考虑已浇筑底板约束力的影响。

(3) 可根据需要在底板设置进水孔，在顶部设置排气孔和人孔。

7.1.5 刚架式或桁架式墩台上部结构按下列规定确定：

(1) 刚架或桁架结构设置底部平台时，平台厚度由计算确定，但不宜小于 0.8m，对受力或平面尺度较小的墩台，可适当减少；

(2) 设有平台的刚架式结构，可按刚架底端固结在底板上的平面刚架计算，见图 7.1.5 (a)；

(3) 设有平台的桁架式结构，可按刚性支承上的平台桁架计算，见图 7.1.5 (b)；

(4) 无平台的桁架式结构，可按第 5.0.4 条假定计算；

(5) 预制安装的刚架或桁架式墩体的连接处钢筋应适当加密。

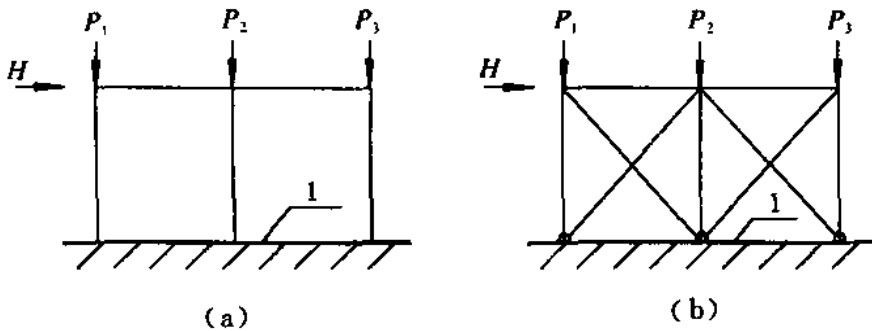


图 7.1.5 上部结构计算简图

1-平台

7.1.6 桩与墩体的连接符合下列规定：

(1) 墩体结构边缘至最外一排基桩外边缘的距离，当桩径小于、等于 600mm 时，不得小于 300mm；当桩径大于、等于 1 000mm 时不得小于 0.4 倍桩径，并不得小于 500mm；

(2) 在墩的底部，沿桩周应设构造筋加强。必要时应对基桩与底板连接处的挤压应力和剪应力进行验算；

(3) 桩与墩体连接的构造要求应符合现行行业标准《港口工程基桩规范》规定。

7.1.7 墩式码头基桩布置除满足第 3.5 节规定外，尚需符合下列规定：

(1) 基桩宜对称布置；

(2) 垂直荷载较大的墩体，可适当布置直桩；

(3) 承受扭矩的墩台，不应采用桩轴线延长线交于一点的布置形式（图 7.1.7）；

斜桩或叉桩水平投影延长线交点的距离宜加大，以增加抗扭刚度。

7.1.8 墩式码头基桩可布置成扇形式(图7.1.8(a))或叉桩式(图7.1.8(b))，应根据受力情况、自然条件、使用要求及施工能力确定。

扇形式布置，桩轴向力较均匀，但墩台位移和桩端弯矩较大，适用于垂直荷载较大、水平力和扭矩较小的情况。

叉桩式布置，沿叉桩方向墩台的位移和桩端弯矩较小，但叉桩的轴力较大。适用于水平力和扭矩较大的情况。

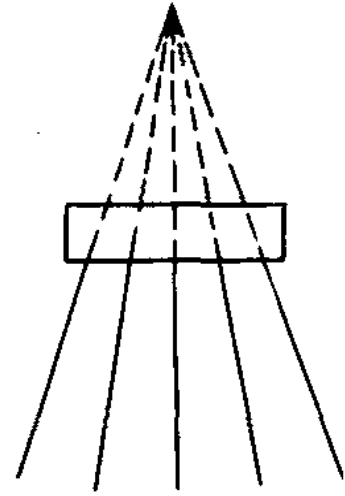


图 7.1.7

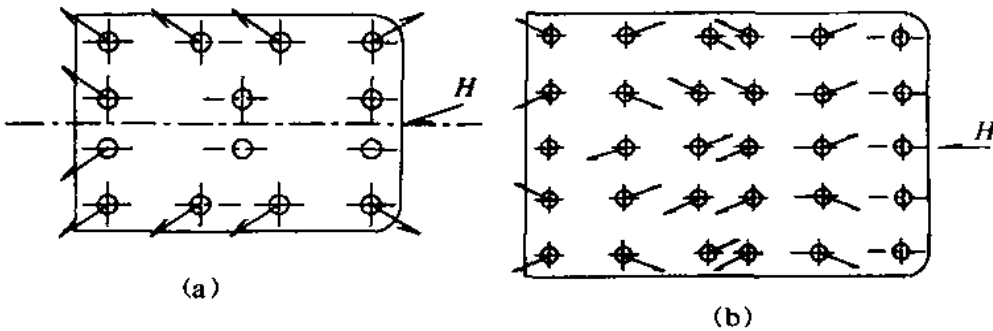


图 7.1.8 墩式码头基桩布置

(a) 扇形式；(b) 叉桩式

7.1.9 墩式码头基桩内力计算时，码头上部墩体为刚性桩台时，应按空间计算。下列情况可按平面问题计算：

(1) 基桩布置对称于一个铅垂面，无扭矩或扭矩很小，且荷载位于对称面上，只验算对称面；

(2) 基桩布置对称于一个或两个互相直交的铅垂面，无扭矩或扭矩很小，可按平面假定验算两个铅垂面。

7.2 柔性靠船桩

7.2.1 柔性靠船桩应采用钢结构。平面布置上与码头装卸平台应

力向设置，单独承受船舶撞击力。

7.2.2 在柔性靠船桩外侧应设防护设施。常用的防护设施有：设置可绕水平轴转动的防护板（图 7.2.2 (a)）和设置固定防护板（图 7.2.2 (b)）。

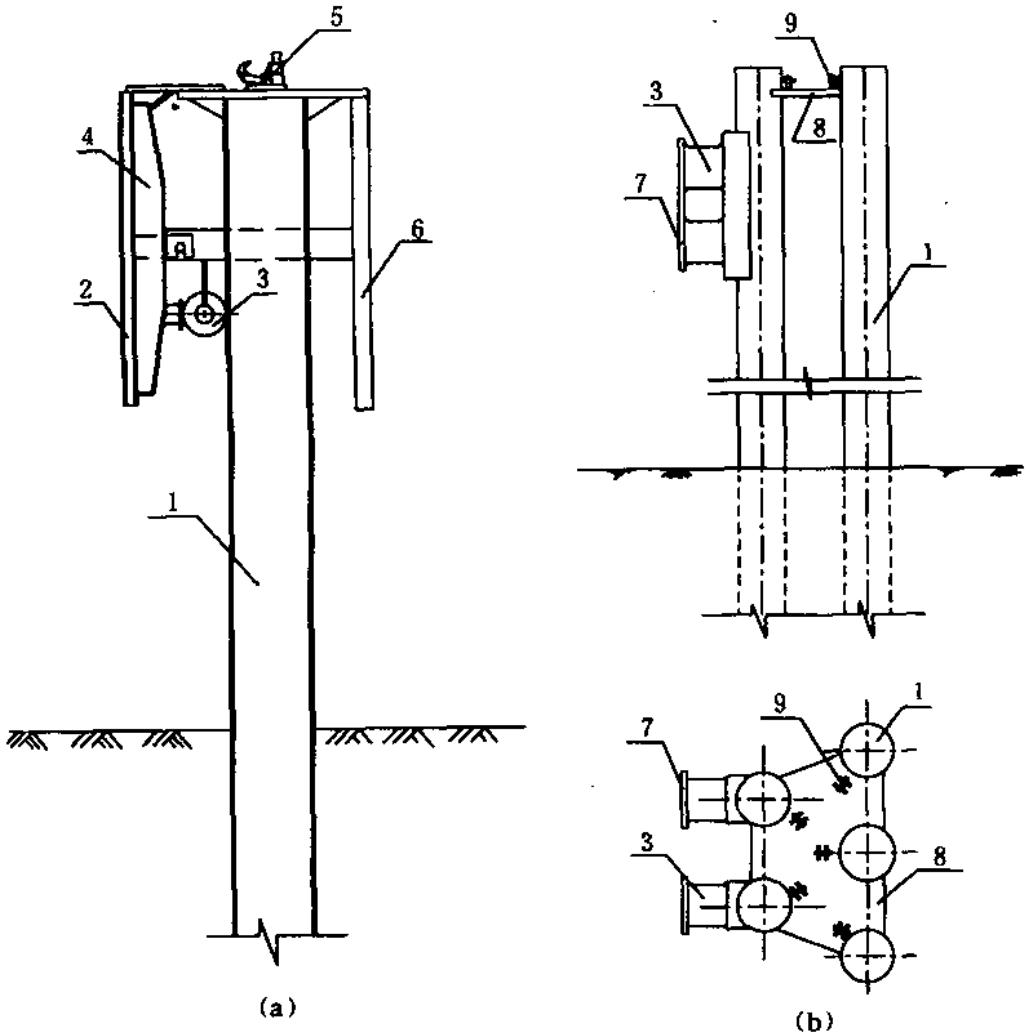


图 7.2.2 柔性靠船桩

1-钢管桩；2-滑条；3-护舷；4-靠船板；5-系缆结构；
6-铁梯；7-防冲板；8-钢平台；9-抗扭臂

7.2.3 根据停靠船舶的大小及地基情况，柔性靠船桩可分别采用单桩、双桩或多桩。桩的中心间距不宜小于 2 倍桩径。

7.2.4 为充分利用钢管桩的弹性变形吸收船舶撞击能量，柔性靠



有较大的水平变形，但最大水平变形值不应大于设计限值，且不宜大于 1 500mm。

当柔性靠船桩后面有建筑物时，其最大变形与建筑物之间必须留有足够的富裕间隙值。

7.2.5 柔性靠船桩的设计应根据地基土的性质、船舶撞击力、作业变形要求和施工条件等，确定钢管桩的桩数及其布置、桩的截面和入土深度。

7.2.6 柔性靠船桩可按单桩或簇桩宽度用无锚板桩的方法计算。桩的土抗力值应乘以增大系数 m ， m 值可按式 (7.2.6) 计算，但不宜大于 1.5。

$$m = 1 + \frac{Z_m}{3B} \quad (7.2.6)$$

式中 m ——桩的土抗力增大系数；

Z_m ——桩的最大弯矩距泥面的深度 (m)；

B ——单桩或簇桩受力面的宽度 (m)。

有条件时也可根据土的物理力学指标用 p — y 曲线法进行计算。计算方法可按现行行业标准《港口工程桩基规范》确定。

7.2.7 确定设计桩长，除应满足计算要求外，尚应考虑码头的重要性、船舶的大小、土层的分布及性质和冲淤情况等再增加 2m~5m。

7.2.8 船靠泊时，应严格控制靠船速度在设计规定的速度以内，对大型船舶应设置速度控制仪监测。

7.2.9 两根或两根以上桩组成的柔性靠船簇桩，其上部应采取构造措施，保证其整体性。

7.2.10 对柔性靠船桩在泥面附近内力较大的部位，应采取增加其局部刚度。

8 大水位差码头设计

8.0.1 大水位差码头通常指设计水位差 10m~17m，设置 3~4 层系靠船结构或浮式系靠船设施的高桩码头。

大水位差码头，除前沿设置 3~4 层系靠船结构的桁架式、墩式外，尚可采用前沿设置 3~4 层系靠船结构的板梁式；单独设置浮式系靠船设施的板梁式；前沿设置 3~4 层系靠船结构的桥式起重机作业的墩式；单独设置浮式系靠船设施的桥式起重机作业的支承墩式等结构形式。

大水位差码头的面板和纵梁可按板梁式码头有关规定设计。

8.0.2 前沿设置 3~4 层系靠船结构的板梁式码头（图 8.0.2），宜采用钢管桩桩基。

8.0.3 钢系船梁按双向受弯、受扭的简支梁计算。钢靠船梁按双向受弯的简支梁计算。

8.0.4 横向排架内力，可假定为平面问题进行分析。将横梁、靠船立柱、基桩和横撑等作为一个杆件系统，可按弹性杆件法计算基桩桩力、杆件内力、横梁弯矩和剪力。

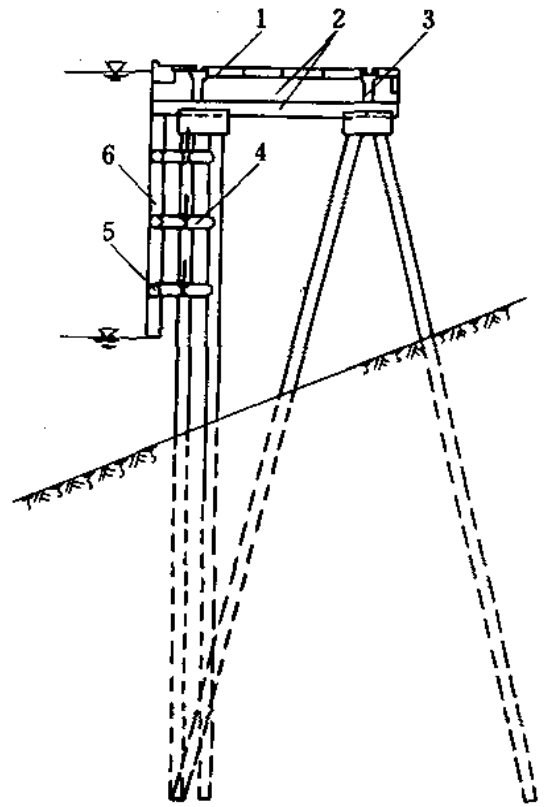


图 8.0.2 前沿设置 3~4 层系靠船结构的板梁式码头
1-面板；2-横梁；3-纵梁；4-横撑；
5-系靠船梁；6-靠船立柱

单独设置浮式系靠船设施的板梁式码头（图 8.0.5）可采用后张法预应力混凝土大直径管桩或钢管桩全直桩桩基。

8.0.6 船舶撞击力可通过钢浮体传给导向传力桩再传给横梁，作用在横向排架上的撞击力，应考虑浮式系靠船设施各部位吸能的影响。船舶系缆力由浮式系靠船设施单独承受。横向排架内力可按第 4.2.7 条规定计算。

8.0.7 在船舶系缆力作用下的导向传力桩，可按第 7.2 节规定设计。

8.0.8 钢浮体的甲板面应具有一定宽度。钢浮体的干弦高，应满足设计船舶满载或空载时靠泊方便和安全要求。钢浮体之间应设置水平联桥。码头面与钢浮体之间应设置扶梯。

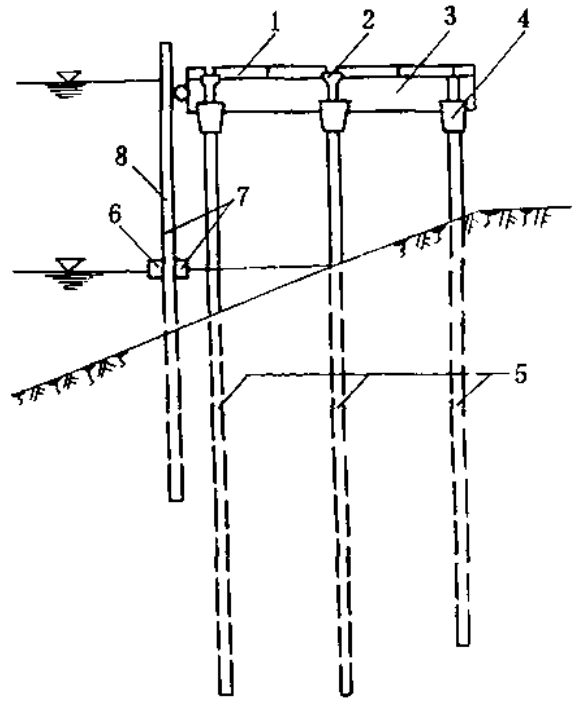


图 8.0.5 单独设置浮式系靠船设施的板梁式码头

- 1-面板；2-纵梁；3-横梁；4-桩帽；5-管桩；6-钢浮体；7-浮式靠船设施；8-导向传力桩

在设置导向传力桩时，应妥善解决洪水期钢浮体的系固措施。

8.0.9 前沿设置 3~4 层系靠船结构的桥式起重机作业的墩式码头，一般由系靠船墩、简支伸臂梁和墩柱组成（图 8.0.9-1）。简支伸臂梁可采用箱型钢梁或箱型预应力混凝土梁。

当单独设置浮式系靠船设施时，亦可采用基桩到墩顶的大直径钢管桩支承墩式（图 8.0.9-2）。

8.0.10 系靠船墩的上部结构计算、基桩布置和基桩内力计算，以及构造要求等，可按第 7 章有关规定设计。

8.0.11 浮式系靠船设施两端的导向传力桩，可按第 7.2 节有关规定设计。

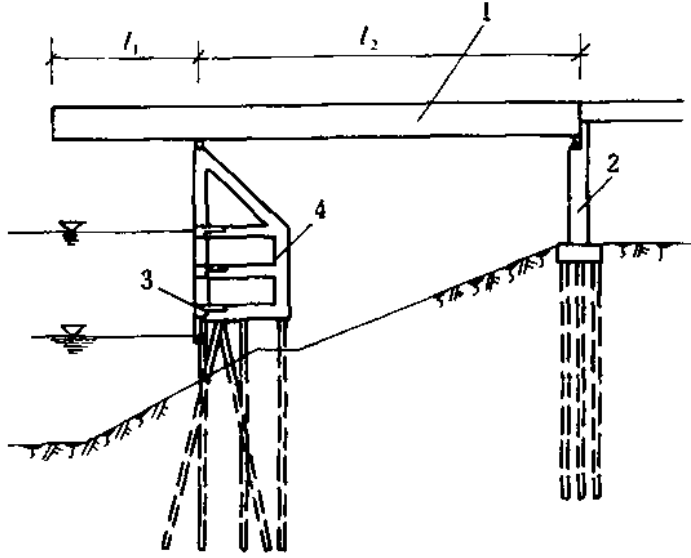


图 8.0.9-1 前沿设置 3~4 层系靠船结构的桥式起重机作业的系靠船墩式
1-简支伸臂梁；2-墩柱；3-系靠船梁；4-系靠船墩；
 l_1 -伸臂长度； l_2 -简支跨长度

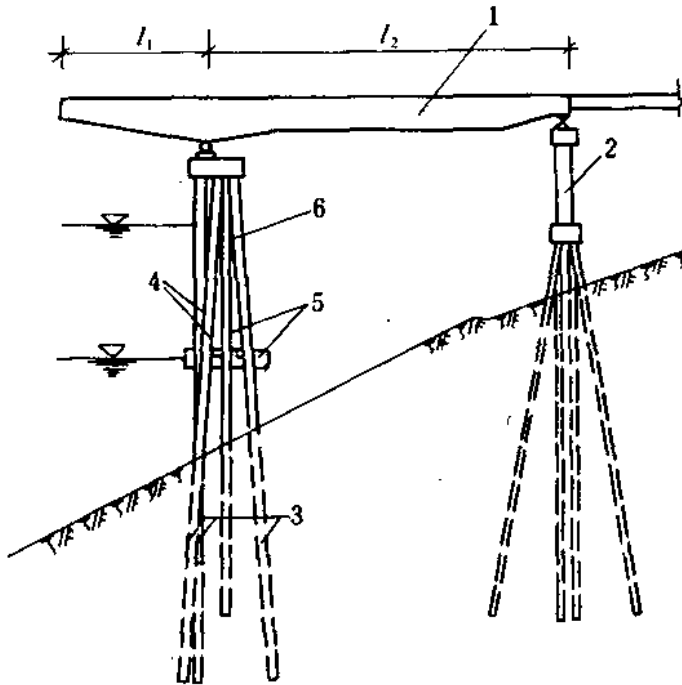


图 8.0.9-2 单独设置浮式系靠船设施的桥式起重机作业的支承墩式
1-简支伸臂梁；2-墩柱；3-钢管桩；4-支承墩；5-浮式系靠船
设施；6-导向传力桩； l_1 -伸臂长度； l_2 -简支跨长度



简支伸臂梁的强度和稳定性计算以及构造要求等，可按现行国家标准《钢结构设计规范》(GBJ17)和现行行业标准《港口工程混凝土结构设计规范》设计。

8.0.13 简支伸臂梁的伸臂长度，应根据设计船型、使用要求和各种结构及设施所需的距离等确定。

8.0.14 简支伸臂梁的简支跨长度，可按桥式起重机在伸臂端部极限位置时，梁的另一端支座不产生拉力和梁的正负弯矩大致相等确定。

8.0.15 桥式起重机作业时，简支伸臂梁的简支跨跨中和伸臂端部最大挠度，均应满足挠度限值要求。对钢梁不应超过 $l/750$ ；对预应力混凝土梁不应超过 $l/600$ 。

注： l 为简支伸臂梁的简支跨长度，对伸臂部分 l 取伸臂长度的2倍。

8.0.16 桥式起重机作业时，简支伸臂梁伸臂部分的横向变形，应满足变形限值的要求，其变形限值应根据使用要求确定。

8.0.17 为减少简支伸臂梁伸臂端部的横向变形，宜在两榀伸臂梁的伸臂端部设置横向联系梁。

8.0.18 为减少墩顶横向变形，布置桩基时应设置足够的斜桩和叉桩。

8.0.19 为减少简支伸臂梁支座的水平摩擦力，适应梁的温度变形，前支座宜采用滚轮支座，后支座宜采用铰接支座。在滚轮支座处，应设置横向约束设施。

9 测量定位

9.1 一般规定

9.1.1 施工前,对设计文件所提供的工程勘测阶段的测量平面与高程控制网点,应在现场进行踏勘交接点位,且应办理书面手续。

施工测量控制应利用原区域内的平面与高程控制网,作为建筑物定位的依据,在此基础上扩展施工控制网。

9.1.2 施工平面控制网,应符合下列要求。

9.1.2.1 施工平面控制网的坐标系统,应与工程设计采用的坐标系统相同。

9.1.2.2 在利用原有平面控制网时,其精度应满足需要外,还应满足投影所引起的长度变形不应超过 $1/40\ 000$ 。否则,应进行换算。

9.1.2.3 小型单项工程,当原控制网点精度不能满足需要时,可选用原控制网中某两个点作为施工平面控制网坐标和方位角的起算数据。

9.1.3 应对已建立的施工平面与高程控制网进行统一编号和绘制平面图。地面上的控制网点必须采取有效措施保护。

9.1.4 施工测量平面与高程控制网建立后,有关方面应组织验收。未经验收的平面与高程控制网不得启用。

9.1.5 施工平面与高程控制网应定期进行检测。

9.1.6 测量仪器应定期检验和校正。

9.2 施工测量平面控制网的测设

9.2.1 施工测量平面控制网的设置满足下列要求。



施工平面控制网宜采用三角测量、三边测量、导线测量、L型基线测量、全站仪坐标测量和GPS定位测量等方法布设。

9.2.1.2 控制网的布网形式及等级精度，应根据码头结构、规模、建筑物离岸远近、地物、地貌、周边原有建筑物状况和基桩定位作业方法等综合选择。

控制网的布网形式、精度及基桩定位方法和仪器设备可按附录E选择。

9.2.1.3 控制网选点和埋设应满足下列要求：

(1) 相邻点之间应有良好的通视条件，如采用GPS测量则无此要求。

(2) 采用电磁波测距时，测距边应避免通过发热体，测站应避免受电磁场干扰，一般要求离开高压线5m以外，选测距边时应避免视线背景部分有反光物体。

(3) 点位应选在土质坚实的地面或坚固稳定的建筑物的顶部。如必须在水域设置测量平台时，平台应牢固，不得在水流或风浪作用下发生晃动。

(4) 在码头重要特征点，如引桥主轴线等应设网点。

(5) 埋石的规格及要求按现行行业标准《水运工程测量规范》(JTJ203)确定。

9.2.1.4 工程区域内原有测量控制网点的坐标系宜采用国家或城建坐标系，为施工测量方便，需转换为以建筑物轴线建立的施工坐标系，其计算方法应按附录F采用。

9.2.2 施工测量平面控制网点的技术要求应符合下列规定。

9.2.2.1 各级三角网或三角锁的主要技术要求按表9.2.2-1采用。

9.2.2.2 各级量距导线技术要求按表9.2.2-2采用。

三角网或三角锁的技术要求

表 9.2.2-1

等级	测角中误差 (")	平均边长 (km)	三角形最大 闭合差 (")	测回数			相对中误差	
				DJ1	DJ2	DJ6	起算边	最弱边
四等	±2.5	2.5	±9	4	6	—	1/100 000 (首级) 1/70 000 (加密)	1/40 000
一级	±5	2.0	±15	—	2	4	1/40 000	1/20 000
二级	±10	1.0	±30	—	1	2	1/20 000	1/10 000
图根	±20	0.5	±50	—	—	1	1/10 000	1/5 000

注：最弱边长中误差取±50mm时，平均边长应按上表缩短1/2；取±200mm时，平均边长可按上表放宽一倍。

量距导线技术要求

表 9.2.2-2

等级	测回数		平均边长 (m)	导线总长 (m)	测角中误差 (")	方位角闭合差 (")	导线相对 闭合差
	DJ2	DJ6					
一级	2	4	100~300	4 000	±5	$\pm 10 \sqrt{n}$	1/10 000
二级	1	2	50~150	2 000	±10	$\pm 20 \sqrt{n}$	1/5 000
图根	—	1	—	1 000	±20	$\pm 60 \sqrt{n}$	1/2 000

注：①表中 n 为导线的测站数；

②最弱点点位中误差取±50mm时，导线总长应按上表缩短1/2；

③取±200mm时，导线总长和平均边长可按上表放宽一倍；

导线网布设成结点网时，网中起算点与结点和结点与结点间的路线长度，应小于规定导线长度的0.7倍。布设成结点网时，导线总长不宜超过相应等级规定总长的1.7倍；

④各级支导线总长不得超过相应的等级导线规定总长的0.4倍。

9.2.2.3 各等级电磁波测距导线的技术要求按表 9.2.2-3 采用。

电磁波测距导线技术要求

表 9.2.2-3

等级	测回数		平均边长 (m)	导线总长 (m)	测角中误差 (")	方位角闭合差 (")	导线相对 闭合差
	DJ2	DJ6					
四等	4	6	1 500	1 5000	±2.5	±6 \sqrt{n}	1/40 000
一级	2	4	>1 000	10 000	±5	±10 \sqrt{n}	1/20 000
			400~1 000	8 000			
二级	1	2	<400	5 000	±10	±20 \sqrt{n}	1/10 000
图根	—	1	—	2 500	±20	±60 \sqrt{n}	1/5 000

注：表中 n 为导线的测站数。

9.3 施工高程控制网的测设

9.3.1 施工水准网、点按下列要求设置：

- (1) 施工高程控制测量的等级可分为三、四等和图根。
- (2) 施工区域高程系统，宜采用近期国家高程基准。小区域联测有困难时，亦可采用假定高程系统。
- (3) 一个施工区域内，应采用同一高程系统。如有两个或两个以上高程系统时，应求出其相关关系。
- (4) 水准网点应选在不发生沉降、位移，便于使用的地方，也可建立在已建成的建筑物上。
- (5) 水准网点测量等级精度选择，应按码头工程大小、结构复杂程度、装卸机械安装精度要求和建筑物离岸距离等因素确定。一般工程应采用四等水准测量，建筑物离岸 1.5km 以上的陆域水准网、点应采用三等水准测量。
- (6) 水准网、点的设置与平面控制网、点两者可兼用。
- (7) 水准网、点应定期进行复测。

9.3.2 施工高程控制网、点技术要求应符合下列规定。

9.3.2.1 各级水准测量技术要求按表 9.3.2 采用。

各级水准测量技术要求

表 9.3.2

等级	每 km 高差中误差 (mm)		检测已测 测段高差 之差 (mm)	附和或环线 闭合差往返 测较差 (mm)	路线长度 (km)		
	偶然中误差 M_{Δ}	全中误差 M_w			附和或环线		支 线
			往 返	单 程	往 返		
三等	±3	±6	±20 \sqrt{L}	±12 \sqrt{R}	50	—	25
四等	±5	±10	±30 \sqrt{L}	±20 \sqrt{R}	20	15	10
图根	—	±20	±60 \sqrt{L}	±40 \sqrt{R}	—	16	4

注：①表中 L 为已测测段路线长度 (km)， R 为附和或环线路线长度 (km)；计算往返测较差时， R 为测段或区段长度 (km)；

②控制网布设成结点网时，结点与结点或起算点间的路线长度，应小于表中相应等级规定的路线长度的 0.7 倍。

9.3.2.2 每 km 高差偶然中误差可按测段往返较差计算：

$$M_{\Delta} = \pm \sqrt{\frac{1}{4n} \left[\frac{\Delta\Delta}{R} \right]} \quad (9.3.2-1)$$

式中 M_{Δ} ——每 km 高差偶然中误差 (mm)；

Δ ——各测段往返较差 (mm)；

n ——测段数，不宜小于 20；

R ——测段长度 (km)。

9.3.2.3 每 km 高差全中误差可按下式计算：

$$M_w = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{WW}{R} \right]} \quad (9.3.2-2)$$

式中 M_w ——每 km 高差全中误差 (mm)；

W ——水准环闭合差 (mm)；

N ——水准环个数；

R ——水准环线长度 (km)。

9.3.3 电磁波测距三角高程网控制，宜在平面控制点的基础上布设成三角高程网或高程导线，并遵守下列规定。

9.3.3.1 电磁波测距三角高程测量技术要求，应按表 9.3.3 采

电磁波测距三角高程测量的技术要求

表 9.3.3

等级	仪器	测回数		指标差	垂直角	对向观测高差较差 (mm)	附和或环形闭合差 (mm)
		二丝法	中丝法	较差 (")	较差 (")		
四等	DJ2	—	3	7	7	$\pm 40 \sqrt{D}$	$\pm 20 \sqrt{D}$
图根	DJ2	1	2	10	10	$\pm 60 \sqrt{D}$	$\pm 30 \sqrt{D}$

注：D 为电磁波测距边长度 (km)。

9.3.3.2 对向观测宜在较短时间内进行。计算对向观测时，应考虑地球曲率和折光差的影响。

9.3.3.3 三角高程网的边长，应采用不低于 II 级的测距仪，四等水准网应往返各一测回测定，图根水准网可一测回测定。

9.3.3.4 仪器高、反射镜高或觇标高应在观测前和观测后，对四等水准网采用测杆量测精度 1mm，较差不大于 2mm 时，取中数，图根水准网量测精度 1mm，差不大于 4mm 时，取中数。

9.3.3.5 四等水准网垂直角观测，采用觇标为照准目标，应采用中丝法三个测回测定。每照准一次的两次读数之差不应大于 3"。

9.3.3.6 内业计算，垂直角值应取至 0.1"，高程值应取至 1mm。

9.3.3.7 采用全站仪测量时，四等水准网应测二测回，并进行大气折光和地球曲率的修正。

9.4 施工测量定位与竣工测量

9.4.1 基桩沉桩定位应进行下列工作：

- (1) 按附录 E 选择定位方法；
- (2) 沉桩定位数据计算；
- (3) 沉桩定位与记录；
- (4) 测定每根基桩偏位值。

9.4.2 结构找平、放线应进行下列工作：

- (1) 测设桩顶标高；



- (2) 采用分段平差法测设排架轴线；
- (3) 测设模板平面和高程位置；
- (4) 测设预埋件和预留孔点位；
- (5) 测设预制构件安装的平面和高程位置；
- (6) 测设门机轨道、输送机廊道位置。

9.4.3 码头建成后，应进行下列竣工测量：

- (1) 在上部结构浇注前测定基桩竣工偏位；
- (2) 位移和沉降点初始读数测量；
- (3) 码头、角点坐标测量；
- (4) 码头面高程测量；
- (5) 火车和门机轨道高程、轨距、纵横坡度和直线度测量；
- (6) 连续装卸线和转运站轴线测量；
- (7) 绘制码头竣工总平面图。

10 构件预制及吊运

10.1 构件预制

10.1.1 预制场地的布置，应根据施工工艺要求，结合具体条件合理安排以节约用地，减少场内搬运和减少工序间的干扰。

10.1.2 选择临时性预制场地时，满足下列要求：

(1) 宜靠近施工现场，有贮存场地，周围道路畅通，临近水域，便于出运构件；

(2) 岸坡稳定，地基有足够承载力，且不宜产生有害的不均匀沉降，必要时应对地基加以处理；

(3) 不宜受水位变化和风浪的影响，并利于排水；

(4) 利用原有码头面作预制场地时，构件及施工机械的荷载不应超过码头的设计荷载。

10.1.3 上部结构预制偏差，应符合表 10.1.3 规定。

上部结构预制构件允许偏差 表 10.1.3

偏 差 名 称	规 格	允 许 偏 差 (mm)			
		梁	板	π 型板	箱型板
长度	梁长 ≤ 10m	±10	端头凿毛 ±15	端头凿毛 ±15	±10
	梁长 > 10m	+10 -15	端头凿毛 ±10	端头凿毛 ±10	
高度	梁高 ≤ 1.5m	±8	光面 ±5	±10	±10
	梁高 > 1.5m	±10	凹凸面毛面 ±10		
宽度	梁高 ≤ 1.5m	±5	侧面凿毛 +10 -15	±10	±10
	梁高 > 1.5m	±10	侧面无凿毛 ±10		



续上表

偏 差 名 称	规 格	允 许 偏 差 (mm)			
		梁	板	π型板	箱型板
侧面竖向倾斜	—	5H/1 000	—	5H/1 000	5H/1 000
垂线或水平的弯曲矢高	梁长≤10m	8	边板外沿 5	边板外沿 5	L/1 000
	梁长>10m	13	其它 8	其它 8	
顶面两对角线之差	短边长度≤3m	—	20	30	30
	短边长度>3m		30	30	30
钢筋保护层厚度	—	+5	+5	+5	+5

注：①板包括空心板；

②桁架的允许偏差，长度为±15mm，高度为±10mm，其他偏差参照表中有关规定采用；

③H为梁高，L为箱型板长度。

10.1.4 预制构件结合面的凿毛处理，应符合设计要求及现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTJ268)有关规定。

10.1.5 预制构件上应注明工程名称、构件型号、混凝土浇筑日期和施工编号。

10.1.6 预制构件出厂前应进行验收。

10.2 预制构件吊运、存放及装驳

10.2.1 预制构件吊运时的混凝土强度应符合设计要求。如需提前吊运，应经验算。

10.2.2 预制构件采用绳扣吊运时，其吊点位置偏差不应超过设计规定位置±200mm。如用钢丝绳捆绑时，为避免钢丝绳损坏构件棱角，吊运时宜用麻袋或木块等衬垫。

10.2.3 预制构件吊运时应使各吊点同时受力，并应注意防止构件产生扭曲。吊绳与构件水平面所成夹角不应小于45°。

10.2.4 预制构件吊运时应徐徐起落，以免损坏。

10.2.5 吊运桁架时应有足够的刚度，必要时采用夹木加固。

10.2.6 对有特殊吊运要求的构件，应根据设计要求，结合施工

采用必要的特制工具或其他吊运及加固措施，以保证施工质量。

10.2.7 预制构件存放符合下列规定。

10.2.7.1 存放场地宜平整。

10.2.7.2 按两点吊设计的预制构件，可用两点支垫存放，但应避免较长时间用两点堆置，致使构件发生挠曲变形。必要时可采用多点垫或其他方式存放。按三点吊以上设计的预制构件，宜采用多点支垫存放。垫木应均匀铺设，并应注意场地不均匀沉降对构件的影响。

10.2.7.3 不同规格的预制构件，宜分别存放。

10.2.8 多层堆放预制构件时，其堆放层数应根据构件强度、地基承载力、垫木强度和存放稳定性确定。各层垫木应位于同一垂直面上，其位置偏差不应超过 $\pm 200\text{mm}$ 。

混凝土构件堆放层数应符合下列规定：

- (1) 桩不超过三层；
- (2) 叠合板不超过五层；
- (3) 空心板和无梁板不超过三层；
- (4) 桁架不超过两层。

10.2.9 在岸坡顶部堆放预制构件时，应加强观测，必要时应采取措，防止岸坡滑坡位移或发生有害沉降。

10.2.10 预制构件存进贮存场，仍应按规定继续进行养护，以保证混凝土质量。

10.2.11 用驳船装运预制构件时，符合下列规定：

(1) 驳船甲板面上应均匀铺设垫木，并适当布置通楞。垫木顶面应保持在同一平面上，并用木楔调整垫实，预制构件宜均匀对称地摆置在垫木上，保持驳船本身平稳。

(2) 按支点位置布置垫木时，其位置偏差不得超过 $\pm 200\text{mm}$ 。

(3) 装运多层预制构件时，各层垫木应在同一垂直面上。

10.2.12 驳船装运预制构件时，应注意甲板的强度和船体的稳定性，宜采用宝塔式和对称的间隔方法装驳。吊运构件时，应使船



持平稳。

驳船装预制构件长途运输时，应采取下列措施：

(1) 对船体进行严格检查，采取必要的加固措施；

(2) 如有风浪影响，应水密封舱；

(3) 预制构件装驳后应采取加撑、加焊和系绑等措施，防止因风浪影响，造成构件倾倒或坠落。

10.2.13 在陆上运输预制构件时，各支点位置应符合设计要求，并防止过猛的震动。在斜坡上运送时，滑道应平整以保持构件的平稳。

11 桩基施工

11.1 沉 桩

11.1.1 沉桩前应进行下列工作：

- (1) 结合基桩允许偏差，校核各桩是否相碰；
- (2) 根据选用船机性能、桩长和施工时水位变化情况，检查沉桩区泥面标高和水深是否符合沉桩要求；
- (3) 检查沉桩区有无障碍物；
- (4) 沉桩区附近建筑物和沉桩施工互相有无影响。

11.1.2 为保证桩基施工顺利进行，施工前应根据工程桩位平面布置图，结合地形、地物、地质、水深、海况、机具船舶性能、船只抛锚和沉桩操作对航行有无影响等情况，拟订施工技术措施，编制沉桩施工顺序图，并按沉桩顺序安排制桩及沉桩。

11.1.3 当沉桩遇土层异常情况时，应会同有关单位研究，必要时进行补充钻探，以摸清土层实际情况。

11.1.4 沉桩区需先行挖泥时，为使岸坡恢复稳定，挖泥后应根据土质、坡度、水流、挖泥深度及施工要求等情况，间歇一定时间沉桩。

11.1.5 在沉桩过程中应观测岸坡及邻近建筑物位移和沉降，并作好记录。

11.1.6 沉桩控制标准、质量要求等应按现行行业标准《港口工程桩基规范》有关规定执行。

11.2 夹 桩

11.2.1 沉桩结束后应及时夹桩，加强基桩之间的连接，以减少



...位移，改善施工期受力状态。

11.2.2 应根据受力情况进行夹桩设计，必要时应作现场加载试验。夹桩螺栓和垫板，可按附录 G 采用。

11.2.3 当有台风、大浪和洪峰等预报时，必须检查夹桩设施是否牢固可靠，并采取必要的加固措施。

11.2.4 当施工荷载较大，可采用吊挂式夹桩，桩距较大且桩顶标高距施工水位较小时，可采用钢梁或上承式桁架结构。并应根据施工荷载，对钢梁、桁架、吊筋螺栓及其部件进行设计。

12 预制构件安装

12.0.1 预制构件安装前，应进行下列工作：

- (1) 测设预制构件的安装位置线和标高控制点；
- (2) 对预制构件的类型编号、外形尺寸、质量、数量、混凝土强度、预留孔、预埋件及吊点等进行复查；
- (3) 检查支承结构的可靠性以及周围的钢筋和模板等是否妨碍安装；
- (4) 为使安装顺利进行，应结合施工情况，选择安装船机和吊索点，编制预制构件装驳和安装顺序图，按顺序图装驳及安装。

12.0.2 预制构件安装时，应满足下列要求：

- (1) 搁置面应平整，预制构件与搁置面间应接触紧密；
- (2) 应逐层控制标高；
- (3) 当露出的钢筋影响安装时，不得随意割除，并应及时与设计单位研究解决；
- (4) 对安装后不易稳定及可能遭受风浪、水流和船舶碰撞等影响的构件，应在安装后及时采取夹木、加撑、加焊和系缆等加固措施，防止构件倾倒或坠落。

12.0.3 用水泥砂浆找平预制构件搁置面时，应符合下列规定：

- (1) 不得在砂浆硬化后安装构件；
- (2) 水泥砂浆找平厚度宜取 10mm~20mm，超过 20mm 应采取措措施；
- (3) 应做到坐浆饱满，安装后略有余浆挤出缝口为准，缝口处不得有空隙，并在接缝处应用砂浆嵌塞密实及勾缝。

12.0.4 卧制桁架或与靠船构件一起预制的横梁，吊运时各吊点应同时起吊，翻转时应采取夹木或型钢加固等措施，并检查是否

...裂缝和损坏。其他预制构件有特殊要求时，应采取必要的措施。

12.0.5 无梁板的安装，根据结构情况采取措施，应使各支承点受力符合设计要求。

12.0.6 采用预制安装桁架或刚架结构时，对钢筋接头及铁件焊接，应符合设计要求及有关规定。

12.0.7 预制构件安装完毕后，应核对构件编号，检查安装位置，复核标高。

预制构件安装偏差，应符合表 12.0.7 规定。

预制构件安装允许偏差

表 12.0.7

构件安装偏差名称		允许偏差 (mm)			
		梁	桁架	板	靠船构件
轴线位置		±10	±20	—	±15
侧面竖向 倾斜	构件高 ≤1 000mm	5	H/100 且不大于 20	—	H/100 且不大于 20
	构件高 >1 000mm	H/100 且不大于 15			
搁置长度	设计搁置长度 <200mm	—	—	±15	—
	设计搁置长度 ≥200mm	±20	±20	±20	—
顶面标高	一层安装	±15	±15	±15	±15
	两层安装	—	—	±20	—
结构边沿线		±10	±10	±10	—

注：①板包括空心板；

②一层安装或两层安装指现浇构件上面安装的层数；

③H 为构件高度。

12.0.8 码头附属设施，如系船柱、护舷、系网环、栏杆和铁梯等的材质、规格和安装应符合设计要求。

13 现场浇筑混凝土

13.0.1 现场浇筑上部结构混凝土，符合下列规定：

(1) 浇筑前应对模板、钢筋、预留孔和预埋铁件等进行检查验收；

(2) 施工用的预埋铁件，应避免外露，对必须外露的铁件应采取防腐蚀措施；

(3) 构件接点采用预埋铁件连接时，宜采取间隔焊法，以保证混凝土的质量；

(4) 现场浇筑混凝土应掌握施工时水位的变化规律，以免影响混凝土质量。

13.0.2 现场浇筑节点、接缝和接合面等混凝土，应符合下列规定：

(1) 浇筑前应将节点、接缝和接合面处按规定进行凿毛并清除模板内的杂物和积水。

(2) 节点和接缝处的模板应不漏浆。

(3) 浇筑前应在接合面处铺设 10mm~20mm 厚水泥砂浆或涂刷水泥浆。水泥砂浆的水灰比，不得大于所浇筑混凝土的水灰比。水泥砂浆和水泥浆铺涂后应及时浇筑混凝土。

(4) 为使节点或接缝处混凝土密实，应采取相应的施工措施，并注意浇筑程序。

13.0.3 现场浇筑大面积码头面层混凝土时，应特别注意防雨、防裂及加强养护等措施。对装配整体式结构，应先将纵横梁结合处及预制板拼缝处等沟槽浇平，然后再浇筑面层混凝土。

13.0.4 为防止码头面层混凝土开裂，可采用切缝机切缝。混凝土切缝间距应根据码头结构、施工工艺、水泥品种和气温等情况确定，切缝应设在构件受力较小的部位。宜在面层混凝土强度达到 10MPa~15MPa 时进行切缝，切缝深度不大于 20mm。缝内应用沥青灌填。

13.0.5 墩式码头墩体混凝土浇筑前，应对侧模和底模承重结构及支撑结构进行强度和变形验算。

13.0.6 当实体墩式码头截面面积较大时，浇筑混凝土应采取大体积混凝土防裂和防止松顶等施工措施。

13.0.7 在无掩护水域现场浇筑混凝土时，应避免在风暴来临前浇筑。还应根据水位情况考虑风浪对模板及新浇筑尚未达到设计强度的混凝土采取保护措施。

13.0.8 为避免现场浇筑混凝土受沉桩震动的影响，在混凝土强度未达到 5MPa 前，锤击沉桩处与现场浇筑混凝土之间的距离不得小于 30m。

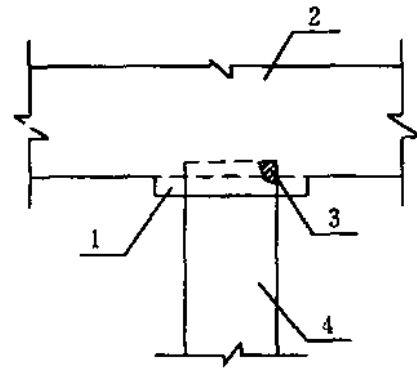


图 13.0.9 桩顶损裂局部降低标高示意图

1-局部降低标高；2-梁；
3-劈裂掉角；4-桩

13.0.9 桩顶局部损裂或掉角的部位包不进上部结构底面混凝土内时，应采取局部降低标高的措施（图 13.0.9）。

13.0.10 码头伸缩缝和沉降缝的构造及填缝材料的品种、规格和质量，应符合设计要求。伸缩缝和沉降缝分层施工时，其上下层的位置应一致，缝内不得有杂物。

13.0.11 利用刚完工的码头作施工场地时，应进行核算，并应加强保护防止破损和污染。

13.0.12 码头面施工偏差应符合表 13.0.12 规定。

码头面施工允许偏差

表 13.0.12

偏 差 名 称		允 许 偏 差 (mm)
码头面高程		±15
码头面平整度(用2m直尺检查)		6
相邻浇筑面层顶面 高 差	纵 缝	5
	横 缝	5
板块伸缩缝 顺直差(每20m)	纵 缝	10
	横 缝	15

14 接岸结构和岸坡施工

14.0.1 施工工艺和施工程序应符合码头岸坡稳定的设计要求。如不符合，应进行岸坡稳定验算。

14.0.2 码头施工区挖泥，应按下列要求进行：

- (1) 挖泥前，应测量挖泥区水深断面；
- (2) 应按设计或施工的开挖要求进行阶梯形分层挖泥；
- (3) 挖泥完毕后，应复测开挖范围的水深断面是否符合要求。

14.0.3 沉桩后进行回填或抛石前，必须清除回淤浮泥和塌坡泥土。抛填过程中，宜定时施测回淤量。如遇异常情况，如大风暴、特大潮等过后，必须及时施测回淤量，必要时，应再次清淤。清淤后及时进行抛填，应做到随清随抛。

抛填时，应由水域向岸分层进行，在基桩处，沿桩周对称抛填，桩两侧高差不得大于 1m。如设计另有规定，应满足设计要求。

14.0.4 在接岸结构岸坡回填土和抛石时，不宜由岸向水域方向倾倒推进的施工方法。

14.0.5 当接岸结构采用挡土墙时，其基础回填土或抛石均应分层夯实或辗压密实。如采用板桩时，应按现行行业标准《板桩码头设计与施工规范》(JTJ 292) 规定进行施工；如采用深层水泥搅拌加固地基时，应按现行行业标准《港口工程地基规范》规定施工。

14.0.6 施工过程中，根据设计要求，结合现场施工条件设置沉降和位移观测点，并应符合下列要求：

- (1) 施工期间，对正在施工部位以及附近受影响的建筑物或岸坡定期进行沉降及位移观测，并作好记录；



、在浇筑码头面层时，埋置固定的沉降、位移观测点，定期进行观测，并做好记录；

(3) 固定的沉降、位移观测点，应在竣工平面图上注明，竣工验收时一并交付使用单位。

附录 A 水平集中力的横向分力 在排架中的分配

水平集中力的横向分力在排架中的分配系数 表 A

码头 分段 跨数	受 力 排 架	各 排 架 分 配 系 数					
		1	2	3	4	5	6
5	1	0.524(-0.190)	0.381(-0.048)	0.238(0.095)			
	2	0.381(-0.048)	0.295(0.038)	0.210(0.124)			
	3	0.238(0.095)	0.210(0.124)	0.180(0.152)			
6	1	0.464(-0.179)	0.375(-0.071)	0.250(0.036)	0.143		
	2	0.357(-0.071)	0.286(0)	0.214(0.071)	0.143		
	3	0.250(0.036)	0.214(0.071)	0.179(0.107)	0.143		
	4	0.143(0.143)	0.143(0.143)	0.143(0.143)	0.143		
7	1	0.417(-0.167)	0.333(-0.083)	0.250(0)	0.167(0.083)		
	2	0.333(-0.083)	0.274(-0.024)	0.214(0.036)	0.155(0.095)		
	3	0.250(0)	0.214(0.036)	0.179(0.071)	0.143(0.107)		
	4	0.167(0.083)	0.155(0.095)	0.143(0.107)	0.131(0.119)		
8	1	0.370(-0.156)	0.311(-0.089)	0.244(-0.022)	0.178(0.044)	0.111	
	2	0.311(-0.089)	0.261(-0.039)	0.211(0.011)	0.161(0.061)	0.111	
	3	0.244(-0.022)	0.211(0.011)	0.178(0.044)	0.144(0.078)	0.111	
	4	0.178(0.044)	0.161(0.061)	0.144(0.078)	0.128(0.094)	0.111	
	5	0.111(0.111)	0.111(0.111)	0.111(0.111)	0.111(0.111)	0.111	

续上表

码头 分段 跨数	受 力 排 架	各 排 架 分 配 系 数					
		1	2	3	4	5	6
9	1	0.345(-0.145)	0.291(-0.091)	0.236(-0.036)	0.182(0.018)	0.127(0.073)	
	2	0.291(-0.091)	0.248(-0.048)	0.206(-0.006)	0.164(0.036)	0.121(0.079)	
	3	0.236(-0.036)	0.206(-0.006)	0.176(0.024)	0.145(0.055)	0.115(0.085)	
	4	0.182(0.018)	0.164(0.036)	0.145(0.055)	0.127(0.073)	0.109(0.091)	
	5	0.127(0.073)	0.121(0.079)	0.115(0.085)	0.109(0.091)	0.103(0.097)	
10	1	0.310(-0.136)	0.273(-0.091)	0.227(-0.045)	0.182(0)	0.136(0.045)	0.091
	2	0.273(-0.091)	0.236(-0.055)	0.020(-0.018)	0.164(0.018)	0.127(0.055)	0.091
	3	0.227(-0.045)	0.200(-0.018)	0.173(0.009)	0.145(0.036)	0.118(0.064)	0.091
	4	0.182(0)	0.164(0.018)	0.145(0.036)	0.127(0.055)	0.109(0.073)	0.091
	5	0.136(0.045)	0.127(0.055)	0.118(0.064)	0.109(0.073)	0.100(0.082)	0.091
	6	0.091(0.091)	0.091(0.091)	0.091(0.091)	0.091(0.091)	0.091(0.091)	0.091

注：表中括弧内数值为对称排架的分配系数。以10跨码头为例，当力作用在第一榀排架时，第3榀排架分配系数为0.227，第9榀排架分配系数为-0.045。

附录 B 四边简支板承受集中荷载的弯矩计算

B. 0. 1 对称于板中心的集中荷载 (图 B. 0. 1) 所产生的弯矩标准值, 可按下列公式计算:

$$M_a = \alpha_0 P \quad (\text{B. 0. 1-1})$$

$$M_b = \beta_0 P \quad (\text{B. 0. 1-2})$$

$$q = \frac{P}{a_1 b_1} \quad (\text{B. 0. 1-3})$$

式中 M_a 、 M_b ——双向板在单位宽度上, 计算跨度为 l_a 和 l_b 的跨中弯矩标准值 (kN·m);

α_0 、 β_0 ——系数, 按表 B. 0. 1 采用;

P ——集中荷载标准值 (kN);

q ——单位面积上的荷载 (kPa);

a_1 ——集中荷载沿 l_a 方向的传递宽度 (m);

b_1 ——集中荷载沿 l_b 方向的传递宽度 (m)。

注: 在确定弯矩设计值时, 应考虑各项荷载作用效应组合。

B. 0. 2 非对称于板中心的集中荷载所产生的弯矩标准值, 可近似地按迭加原理求得, 并按下列规定确定。

B. 0. 2. 1 荷载作用在对称轴上 (图 B. 0. 2-1) 可按下列公式计算:

$$M_a = \alpha_0 P = \alpha_0 a_1 b_1 q \quad (\text{B. 0. 2-1})$$

$$M_b = \beta_0 P = \beta_0 a_1 b_1 q \quad (\text{B. 0. 2-2})$$

$$\alpha_0 = \alpha_1 \frac{b_1 + b_1'}{b_1} - \alpha_2 \frac{b_1'}{b_1} \quad (\text{B. 0. 2-3})$$

$$\beta_0 = \beta_1 \frac{b_1 + b_1'}{b_1} - \beta_2 \frac{b_1'}{b_1} \quad (\text{B. 0. 2-4})$$

β_1 ——系数，按 $a=a_1$ ， $b=2(b_1+b_2')$ 由表 B.0.1 查得； a 、 b 即表 B.0.1 中的 a_1 、 b_1 ；
 α_2 、 β_2 ——系数，按 $a=a_1$ ， $b=2b_1'$ 由表 B.0.1 查得。

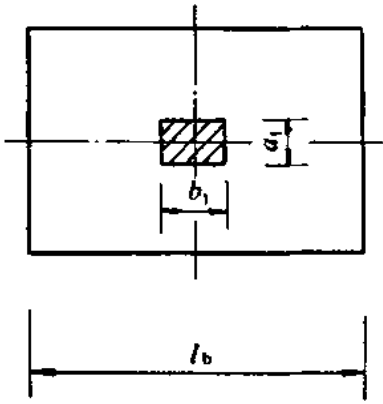


图 B.0.1

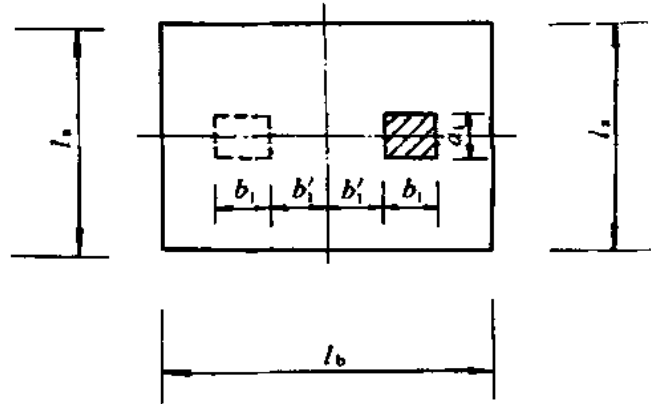


图 B.0.2-1

B.0.2.2 荷载不作用在对称轴上(图 B.0.2-2), 可按下列公式计算:

$$M_a = \alpha_0 P = \alpha_0 a_1 b_1 q \quad (\text{B.0.2-5})$$

$$M_b = \beta_0 P = \beta_0 a_1 b_1 q \quad (\text{B.0.2-6})$$

$$\begin{aligned}
 \alpha_0 = & \alpha_1 \frac{(a_1 + a_1')(b_1 + b_1')}{a_1 b_1} + \alpha_2 \frac{a_1' b_1'}{a_1 b_1} \\
 & - \alpha_3 \frac{b_1'(a_1 + a_1')}{a_1 b_1} - \alpha_4 \frac{a_1'(b_1 + b_1')}{a_1 b_1} \quad (\text{B.0.2-7})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \beta_0 = & \beta_1 \frac{(a_1 + a_1')(b_1 + b_1')}{a_1 b_1} + \beta_2 \frac{a_1' b_1'}{a_1 b_1} \\
 & - \beta_3 \frac{b_1'(a_1 + a_1')}{a_1 b_1} - \beta_4 \frac{a_1'(b_1 + b_1')}{a_1 b_1} \quad (\text{B.0.2-8})
 \end{aligned}$$

式中 α_1 、 β_1 ——系数，按 $a=2(a_1+a_1')$ ， $b=2(b_1+b_1')$ 由表 B.0.1 查得；

α_2 、 β_2 ——系数，按 $a=2a_1'$ ， $b=2b_1'$ 由表 B.0.1 查得； a 、 b 即表中的 a_1 、 b_1 ；

α_3 、 β_3 ——系数，按 $a=2(a_1+a_1')$ ， $b=2b_1'$ 由表 B.0.1 查

得；

α_4 、 β_4 ——系数，按 $a=2a_1'$ ， $b=2(b_1 + b_1')$ 由表 B.0.1 查得。

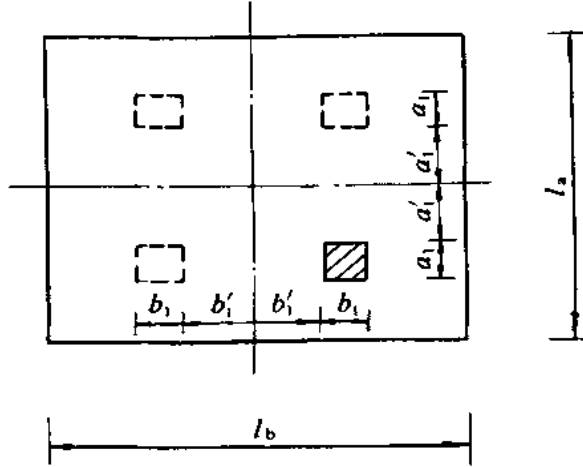


图 B.0.2-2

四边简支板的弯矩系数 $\alpha_0\beta_0$

表 B. 0. 1

$a_1: l_a$	$b_1: l_b$	$l_b: l_a=1.0$		$l_b: l_a=1.2$		$l_b: l_a=1.4$		$l_b: l_a=1.6$		$l_b: l_a=1.8$		$l_b: l_a=2.0$	
		α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0
0.00	0.00	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	0.05	0.401	0.343	0.419	0.339	0.431	0.335	0.439	0.332	0.443	0.329	0.446	0.328
	0.10	0.342	0.280	0.360	0.276	0.372	0.272	0.379	0.268	0.384	0.266	0.386	0.264
	0.15	0.305	0.243	0.324	0.239	0.336	0.234	0.343	0.231	0.348	0.229	0.350	0.227
	0.20	0.279	0.216	0.298	0.212	0.310	0.208	0.317	0.205	0.322	0.203	0.325	0.201
	0.30	0.242	0.179	0.260	0.176	0.272	0.171	0.280	0.168	0.285	0.166	0.288	0.164
	0.40	0.215	0.155	0.235	0.150	0.247	0.146	0.253	0.142	0.262	0.141	0.261	0.139
	0.60	0.175	0.119	0.193	0.115	0.209	0.112	0.217	0.109	0.234	0.107	0.224	0.104
	0.80	0.145	0.095	0.166	0.093	0.179	0.089	0.189	0.087	0.193	0.084	0.197	0.082
	1.00	0.119	0.078	0.141	0.075	0.157	0.073	0.165	0.070	0.174	0.067	0.174	0.066
	1.20			0.120	0.065	0.136	0.062	0.147	0.059	0.153	0.056	0.157	0.054
	1.40					0.118	0.053	0.130	0.050	0.136	0.048	0.142	0.045
	1.60							0.115	0.045	0.123	0.042	0.128	0.040
	1.80									0.111	0.037	0.116	0.035
2.00											0.104	0.031	

续上表

$a_1; l_a$	$b_1; l_b$	$l_b; l_a=1.0$		$l_b; l_a=1.2$		$l_b; l_a=1.4$		$l_b; l_a=1.6$		$l_b; l_a=1.8$		$l_b; l_a=2.0$	
		α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0
0.05	0.00	0.343	0.401	0.361	0.395	0.373	0.389	0.380	0.383	0.384	0.379	0.386	0.376
	0.05	0.319	0.319	0.337	0.315	0.349	0.311	0.356	0.308	0.361	0.305	0.364	0.304
	0.10	0.293	0.269	0.311	0.265	0.323	0.260	0.331	0.257	0.335	0.255	0.338	0.253
	0.15	0.271	0.235	0.289	0.231	0.301	0.227	0.309	0.224	0.313	0.222	0.316	0.220
	0.20	0.253	0.211	0.271	0.207	0.283	0.203	0.291	0.200	0.295	0.197	0.298	0.196
	0.30	0.224	0.176	0.242	0.172	0.254	0.168	0.262	0.165	0.267	0.162	0.269	0.161
	0.40	0.201	0.151	0.220	0.147	0.232	0.143	0.240	0.140	0.244	0.138	0.247	0.136
	0.60	0.165	0.117	0.185	0.114	0.198	0.110	0.206	0.106	0.211	0.104	0.214	0.103
	0.80	0.137	0.094	0.158	0.091	0.171	0.088	0.180	0.084	0.185	0.082	0.198	0.080
	1.00	0.113	0.076	0.135	0.075	0.150	0.072	0.159	0.069	0.165	0.066	0.168	0.065
	1.20			0.115	0.063	0.131	0.061	0.141	0.058	0.148	0.055	0.152	0.053
	1.40					0.114	0.052	0.125	0.049	0.132	0.047	0.137	0.045
	1.60							0.111	0.043	0.119	0.041	0.124	0.038
	1.80									0.107	0.036	0.112	0.034
2.00											0.102	0.030	

续上表

$a_1: l_a$	$b_1: l_b$	$l_b: l_a=1.0$		$l_b: l_a=1.2$		$l_b: l_a=1.4$		$l_b: l_a=1.6$		$l_b: l_a=1.8$		$l_b: l_a=2.0$	
		α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0
0.10	0.00	0.280	0.342	0.298	0.337	0.309	0.331	0.317	0.327	0.321	0.324	0.324	0.321
	0.05	0.269	0.293	0.287	0.289	0.298	0.285	0.306	0.282	0.310	0.279	0.313	0.278
	0.10	0.255	0.255	0.273	0.251	0.285	0.247	0.292	0.243	0.297	0.241	0.300	0.240
	0.15	0.241	0.227	0.259	0.223	0.271	0.218	0.279	0.215	0.283	0.213	0.286	0.211
	0.20	0.229	0.205	0.247	0.201	0.259	0.197	0.266	0.193	0.271	0.191	0.274	0.189
	0.30	0.206	0.172	0.225	0.168	0.237	0.164	0.244	0.161	0.249	0.158	0.252	0.157
	0.40	0.187	0.148	0.206	0.144	0.218	0.140	0.226	0.137	0.230	0.135	0.233	0.133
	0.60	0.156	0.115	0.175	0.112	0.188	0.108	0.196	0.105	0.201	0.102	0.204	0.101
	0.80	0.130	0.092	0.151	0.090	0.164	0.086	0.173	0.083	0.178	0.080	0.181	0.079
	1.00	0.108	0.075	0.129	0.074	0.144	0.071	0.153	0.068	0.159	0.065	0.162	0.063
	1.20			0.110	0.062	0.126	0.060	0.136	0.057	0.143	0.054	0.146	0.052
	1.40					0.110	0.051	0.121	0.048	0.128	0.046	0.133	0.044
	1.60							0.107	0.042	0.115	0.040	0.120	0.038
	1.80									0.103	0.035	0.109	0.033
2.00											0.099	0.030	

续上表

$a_1: l_a$	$b_1: l_b$	$l_b: l_a=1.0$		$l_b: l_a=1.2$		$l_b: l_a=1.4$		$l_b: l_a=1.6$		$l_b: l_a=1.8$		$l_b: l_a=2.0$	
		α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0
0.15	0.00	0.243	0.305	0.260	0.301	0.272	0.296	0.279	0.292	0.284	0.289	0.286	0.287
	0.05	0.235	0.271	0.253	0.267	0.265	0.263	0.273	0.260	0.277	0.258	0.280	0.256
	0.10	0.227	0.241	0.245	0.237	0.256	0.233	0.264	0.230	0.268	0.228	0.271	0.226
	0.15	0.217	0.217	0.235	0.213	0.247	0.209	0.255	0.206	0.259	0.204	0.262	0.202
	0.20	0.208	0.198	0.226	0.194	0.238	0.190	0.246	0.186	0.250	0.184	0.253	0.183
	0.30	0.190	0.167	0.209	0.164	0.221	0.160	0.228	0.156	0.233	0.154	0.236	0.152
	0.40	0.175	0.145	0.193	0.141	0.205	0.137	0.213	0.134	0.218	0.132	0.220	0.130
	0.60	0.147	0.113	0.166	0.110	0.179	0.106	0.187	0.103	0.192	0.100	0.195	0.099
	0.80	0.123	0.091	0.144	0.088	0.157	0.085	0.166	0.081	0.171	0.079	0.174	0.077
	1.00	0.102	0.074	0.124	0.075	0.138	0.070	0.147	0.066	0.153	0.064	0.157	0.062
	1.20			0.105	0.061	0.121	0.059	0.131	0.056	0.138	0.053	0.142	0.051
	1.40					0.106	0.050	0.117	0.048	0.124	0.045	0.128	0.043
	1.60							0.103	0.042	0.111	0.039	0.116	0.037
	1.80									0.100	0.035	0.106	0.033
2.00											0.096	0.029	

续上表

$a_1: l_a$	$b_1: l_b$	$l_b: l_a=1.0$		$l_b: l_a=1.2$		$l_b: l_a=1.4$		$l_b: l_a=1.6$		$l_b: l_a=1.8$		$l_b: l_a=2.0$	
		α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0
0.20	0.00	0.216	0.279	0.234	0.275	0.246	0.270	0.253	0.266	0.257	0.264	0.260	0.262
	0.05	0.211	0.253	0.229	0.249	0.241	0.245	0.248	0.242	0.252	0.239	0.255	0.238
	0.10	0.205	0.229	0.223	0.225	0.234	0.220	0.242	0.217	0.246	0.215	0.249	0.214
	0.15	0.198	0.208	0.216	0.204	0.227	0.200	0.235	0.197	0.239	0.194	0.242	0.193
	0.20	0.191	0.191	0.209	0.187	0.220	0.183	0.228	0.179	0.232	0.177	0.235	0.176
	0.30	0.176	0.163	0.195	0.159	0.207	0.155	0.214	0.152	0.219	0.149	0.221	0.148
	0.40	0.163	0.141	0.181	0.138	0.194	0.134	0.201	0.131	0.206	0.128	0.209	0.127
	0.60	0.139	0.111	0.158	0.107	0.170	0.104	0.178	0.100	0.183	0.098	0.186	0.096
	0.80	0.117	0.083	0.137	0.087	0.150	0.083	0.159	0.080	0.164	0.077	0.167	0.076
	1.00	0.097	0.073	0.118	0.072	0.135	0.068	0.142	0.065	0.147	0.063	0.151	0.061
	1.20			0.101	0.060	0.116	0.058	0.127	0.055	0.133	0.052	0.137	0.050
	1.40					0.101	0.050	0.113	0.047	0.120	0.044	0.124	0.042
	1.60							0.100	0.041	0.108	0.038	0.113	0.036
	1.80									0.097	0.034	0.102	0.032
2.00											0.093	0.029	

续上表

$a_1: l_a$	$b_1: l_b$	$l_b: l_a=1.0$		$l_b: l_a=1.2$		$l_b: l_a=1.4$		$l_b: l_a=1.6$		$l_b: l_a=1.8$		$l_b: l_a=2.0$	
		α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0
0.30	0.00	0.179	0.242	0.197	0.238	0.208	0.233	0.215	0.230	0.220	0.227	0.222	0.225
	0.05	0.176	0.224	0.194	0.220	0.205	0.216	0.212	0.213	0.217	0.210	0.219	0.209
	0.10	0.172	0.206	0.189	0.202	0.201	0.198	0.208	0.195	0.213	0.193	0.215	0.191
	0.15	0.168	0.190	0.185	0.187	0.197	0.183	0.204	0.179	0.208	0.177	0.211	0.176
	0.20	0.163	0.176	0.180	0.173	0.192	0.169	0.199	0.165	0.204	0.163	0.206	0.162
	0.30	0.153	0.153	0.171	0.149	0.182	0.145	0.190	0.142	0.194	0.140	0.197	0.138
	0.40	0.143	0.134	0.161	0.131	0.173	0.127	0.180	0.123	0.185	0.121	0.188	0.120
	0.60	0.123	0.106	0.142	0.103	0.155	0.099	0.162	0.096	0.167	0.093	0.170	0.092
	0.80	0.105	0.085	0.124	0.083	0.138	0.080	0.146	0.076	0.151	0.074	0.154	0.072
	1.00	0.087	0.070	0.108	0.069	0.122	0.066	0.131	0.063	0.137	0.060	0.140	0.058
	1.20			0.092	0.058	0.108	0.055	0.117	0.052	0.124	0.050	0.127	0.048
	1.40					0.094	0.048	0.105	0.045	0.112	0.042	0.116	0.040
	1.60							0.093	0.039	0.101	0.037	0.105	0.035
	1.80									0.090	0.033	0.096	0.030
2.00											0.087	0.027	

续上表

$a_1: l_a$	$b_1: l_b$	$l_b: l_a=1.0$		$l_b: l_a=1.2$		$l_b: l_a=1.4$		$l_b: l_a=1.6$		$l_b: l_a=1.8$		$l_b: l_a=2.0$	
		α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0
0.40	0.00	0.155	0.215	0.173	0.214	0.185	0.210	0.190	0.207	0.195	0.205	0.198	0.203
	0.05	0.151	0.201	0.168	0.197	0.179	0.193	0.186	0.190	0.191	0.188	0.193	0.187
	0.10	0.148	0.187	0.165	0.183	0.176	0.179	0.183	0.176	0.188	0.174	0.190	0.173
	0.15	0.145	0.175	0.162	0.171	0.173	0.167	0.180	0.164	0.184	0.162	0.187	0.160
	0.20	0.141	0.164	0.158	0.159	0.171	0.156	0.176	0.153	0.183	0.150	0.183	0.149
	0.30	0.134	0.143	0.151	0.139	0.163	0.136	0.170	0.132	0.174	0.130	0.177	0.129
	0.40	0.126	0.126	0.144	0.123	0.155	0.119	0.162	0.117	0.167	0.114	0.171	0.113
	0.60	0.110	0.100	0.128	0.097	0.141	0.095	0.148	0.090	0.156	0.088	0.156	0.087
	0.80	0.094	0.081	0.112	0.079	0.127	0.076	0.135	0.072	0.139	0.071	0.143	0.070
	1.00	0.079	0.066	0.099	0.065	0.112	0.062	0.121	0.060	0.129	0.058	0.130	0.056
	1.20			0.084	0.056	0.099	0.054	0.108	0.050	0.115	0.048	0.119	0.046
	1.40					0.086	0.046	0.098	0.043	0.103	0.041	0.109	0.039
	1.60							0.086	0.037	0.093	0.035	0.098	0.033
	1.80									0.085	0.031	0.090	0.029
2.00											0.081	0.026	

续上表

$a_1: l_a$	$b_1: l_a$	$l_b: l_a=1.0$		$l_b: l_a=1.2$		$l_b: l_a=1.4$		$l_b: l_a=1.6$		$l_b: l_a=1.8$		$l_b: l_a=2.0$	
		α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0
0.60	0.00	0.119	0.175	0.134	0.171	0.144	0.167	0.151	0.164	0.154	0.162	0.157	0.161
	0.05	0.117	0.165	0.132	0.162	0.143	0.158	0.149	0.156	0.153	0.154	0.155	0.152
	0.10	0.115	0.156	0.130	0.152	0.141	0.149	0.147	0.146	0.151	0.144	0.153	0.143
	0.15	0.113	0.147	0.128	0.144	0.139	0.140	0.145	0.137	0.149	0.135	0.151	0.134
	0.20	0.111	0.139	0.126	0.135	0.136	0.132	0.143	0.129	0.147	0.127	0.149	0.126
	0.30	0.106	0.123	0.121	0.120	0.132	0.117	0.138	0.114	0.142	0.112	0.145	0.111
	0.40	0.100	0.110	0.116	0.107	0.127	0.104	0.134	0.101	0.138	0.099	0.140	0.098
	0.60	0.089	0.089	0.105	0.086	0.116	0.083	0.123	0.080	0.128	0.078	0.130	0.077
	0.80	0.077	0.072	0.094	0.071	0.106	0.067	0.113	0.065	0.118	0.062	0.120	0.061
	1.00	0.064	0.059	0.082	0.059	0.095	0.056	0.103	0.053	0.108	0.051	0.111	0.049
	1.20			0.070	0.049	0.084	0.047	0.093	0.045	0.098	0.042	0.102	0.041
	1.40					0.073	0.041	0.083	0.038	0.089	0.036	0.093	0.034
	1.60							0.074	0.033	0.081	0.031	0.085	0.029
	1.80									0.072	0.028	0.077	0.026
	2.00											0.070	0.023

续上表

$a_1: l_a$	$b_1: l_a$	$l_b: l_a=1.0$		$l_b: l_a=1.2$		$l_b: l_a=1.4$		$l_b: l_a=1.6$		$l_b: l_a=1.8$		$l_b: l_a=2.0$	
		α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0
0.80	0.00	0.095	0.145	0.108	0.142	0.117	0.138	0.124	0.136	0.127	0.134	0.129	0.133
	0.05	0.094	0.137	0.107	0.134	0.116	0.131	0.122	0.129	0.125	0.127	0.127	0.126
	0.10	0.092	0.130	0.106	0.127	0.115	0.124	0.121	0.122	0.124	0.120	0.126	0.119
	0.15	0.091	0.123	0.104	0.120	0.113	0.117	0.119	0.115	0.122	0.113	0.125	0.112
	0.20	0.089	0.117	0.103	0.113	0.112	0.111	0.117	0.109	0.120	0.106	0.124	0.105
	0.30	0.085	0.105	0.099	0.102	0.108	0.099	0.114	0.096	0.118	0.095	0.120	0.093
	0.40	0.081	0.094	0.096	0.092	0.105	0.089	0.111	0.086	0.116	0.085	0.116	0.084
	0.60	0.073	0.077	0.087	0.075	0.098	0.073	0.103	0.069	0.108	0.067	0.109	0.066
	0.80	0.063	0.062	0.076	0.060	0.089	0.059	0.094	0.057	0.101	0.053	0.101	0.053
	1.00	0.052	0.052	0.068	0.050	0.079	0.049	0.087	0.047	0.090	0.044	0.092	0.044
	1.20			0.059	0.043	0.070	0.041	0.076	0.039	0.083	0.037	0.086	0.035
	1.40					0.062	0.036	0.070	0.033	0.075	0.032	0.079	0.030
	1.60							0.063	0.029	0.069	0.028	0.071	0.026
	1.80									0.062	0.022	0.066	0.023
2.00											0.061	0.021	

续上表

$a_1: l_a$	$b_1: l_a$	$l_b: l_a=1.0$		$l_b: l_a=1.2$		$l_b: l_a=1.4$		$l_b: l_a=1.6$		$l_b: l_a=1.8$		$l_b: l_a=2.0$	
		α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0	α_0	β_0
1.00	0.00	0.078	0.119	0.088	0.116	0.097	0.114	0.100	0.112	0.105	0.111	0.106	0.110
	0.05	0.076	0.113	0.088	0.111	0.095	0.108	0.100	0.106	0.103	0.105	0.105	0.104
	0.10	0.075	0.108	0.087	0.105	0.094	0.102	0.099	0.100	0.102	0.099	0.104	0.098
	0.15	0.074	0.102	0.085	0.100	0.093	0.097	0.098	0.095	0.101	0.093	0.102	0.092
	0.20	0.073	0.098	0.084	0.094	0.092	0.091	0.096	0.090	0.101	0.089	0.101	0.088
	0.30	0.070	0.087	0.081	0.085	0.089	0.082	0.094	0.080	0.097	0.079	0.099	0.078
	0.40	0.066	0.078	0.078	0.077	0.087	0.074	0.091	0.072	0.095	0.069	0.095	0.069
	0.60	0.059	0.064	0.073	0.062	0.081	0.060	0.086	0.058	0.089	0.057	0.089	0.054
	0.80	0.052	0.052	0.065	0.051	0.073	0.049	0.078	0.047	0.083	0.045	0.083	0.045
	1.00	0.042	0.043	0.057	0.042	0.066	0.040	0.072	0.039	0.075	0.038	0.077	0.037
	1.20			0.048	0.036	0.057	0.034	0.066	0.033	0.070	0.032	0.071	0.029
	1.40					0.051	0.031	0.058	0.028	0.063	0.028	0.066	0.025
	1.60							0.052	0.024	0.056	0.022	0.061	0.022
	1.80									0.051	0.019	0.056	0.019
2.00											0.050	0.018	

 注：本表采用泊桑比 $\mu=1/6$ 。

附录 C 铰接板的荷载横向分布计算

C.0.1 对空心板按等抗扭矩原则，简化为图 C.0.1 的计算图式。空心板的截面抗扭惯性矩 I_t 可按下式计算：

$$I_t = 4b^2h^2 \frac{1}{\frac{2h}{t} + \frac{b}{t_1} + \frac{b}{t_2}} \quad (\text{C.0.1})$$

式中 I_t ——板截面抗扭惯性矩 (mm^4)；
 b ——板的宽度 (mm)；
 h ——板的高度 (mm)；
 t 、 t_1 、 t_2 ——换算壁厚 (mm)。

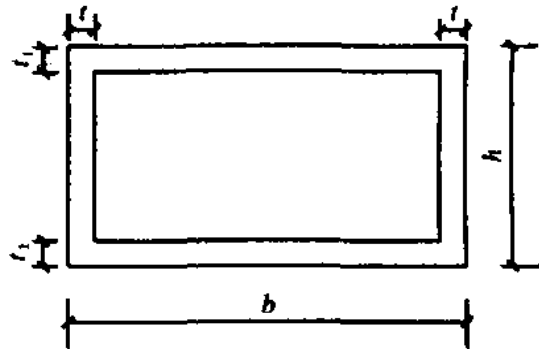


图 C.0.1

C.0.2 板的抗弯刚度与抗扭刚度比例参数可按下式计算：

$$r = \frac{\pi^2 E_s I}{4G_s I_t} \left(\frac{b_1}{l_0}\right)^2 = 5.8 \frac{I}{I_t} \left(\frac{b_1}{l_0}\right)^2 \quad (\text{C.0.2})$$

式中 r ——板的抗弯刚度与抗扭刚度的比例参数；
 b_1 ——板的中距宽度 (mm)；
 l_0 ——板的计算跨度 (mm)；
 E_s ——弹性模量 (MPa)；
 G_s ——剪切模量 (MPa)。对混凝土 G_s 通常取 $0.425E_s$ ；
 I ——板截面抗弯惯性矩 (mm^4)。



3 根据板数、所计算的板号及 r 值查表 C.0.3 得各板轴线处的影响线坐标 η , 查得的 η 值应乘以 10^{-3} , 表中第一行为梁的序号。

C.0.4 当空心板为搁置支座时, r 应采用 $2r$ 代替 r 值查表 C.0.3, 求荷载横向分布系数。

C.0.5 表 C.0.3 中的表头格式 J_{n-k} , 其中 n 为空心板块数, K 为计算板的序号, 一律自左至右分别为 1、2、…… n 。

C.0.6 荷载横向分布值为 $\sum P_i \eta_i$, P_i 为 n 个集中荷载中第 i 个荷载值, η_i 为 P_i 所对应的影响线坐标值。

C.0.7 剪力计算时, 荷载位于支座处 $n=1.0$, 从支座到 $1/5$ 跨或两倍板宽处取其中较大者, 按表 C.0.3 确定, 两者之间用直线连接。

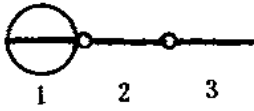
J2-1

铰接板荷载横向分布影响线表

表 C.0.3

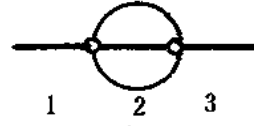
r	1	2
0.00	500	500
0.01	505	495
0.02	510	490
0.04		
0.06		
0.08		
0.10		
0.15		
0.20		
0.30		
0.40		
0.60		
1.00		
2.00		
∞		

J_{3-1}



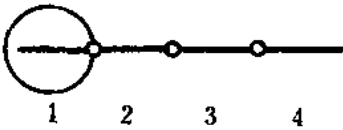
r	1	2	3
0.00	333	333	333
0.01	348	332	319
0.02	363	331	306
0.04	389	329	282
0.06	413	327	260
0.08	434	325	241
0.10	454	323	223
0.15	496	317	186
0.20	531	313	156
0.30	585	303	112
0.40	626	294	80
0.60	683	278	40
1.00	750	250	0
2.00	829	200	-29

J_{3-2}



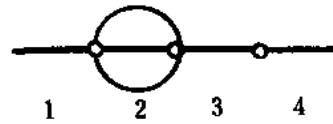
r	1	2	3
0.00	333	333	333
0.01	332	336	332
0.02	331	338	331
0.04	329	342	329
0.06	327	346	327
0.08	325	351	325
0.10	323	355	323
0.15	317	365	317
0.20	313	375	313
0.30	303	394	303
0.40	294	412	294
0.60	278	444	278
1.00	250	500	250
2.00	200	600	200

J_{4-1}

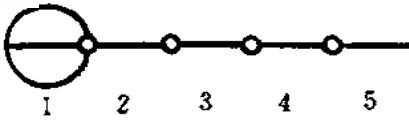


r	1	2	3	4
0.00	250	250	250	250
0.01	276	257	238	229
0.02	300	263	227	210
0.04	341	273	208	178
0.06	375	280	192	153
0.08	405	285	178	132
0.10	431	289	165	114
0.15	484	295	139	82
0.20	524	298	119	60
0.30	583	296	89	33
0.40	625	291	66	18
0.60	682	277	35	5
1.00	750	250	0	0
2.00	828	201	-34	5

J_{4-2}

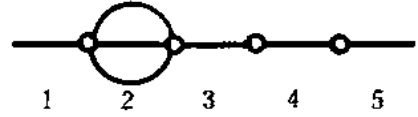


r	1	2	3	4
0.00	250	250	250	250
0.01	257	257	248	238
0.02	263	264	246	227
0.04	273	276	243	208
0.06	280	287	241	192
0.08	285	298	239	178
0.10	289	307	239	165
0.15	295	327	238	139
0.20	298	345	238	119
0.30	296	375	240	89
0.40	291	400	243	66
0.60	277	441	247	35
1.00	250	500	250	0
2.00	201	593	240	-34



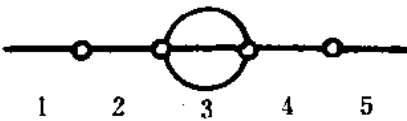
r	1	2	3	4	5
0.00	200	200	200	200	200
0.01	237	216	194	180	173
0.02	269	229	188	163	151
0.04	321	249	178	136	116
0.06	362	263	168	115	92
0.08	396	273	158	99	73
0.10	425	281	150	85	59
0.15	481	291	130	61	36
0.20	523	295	114	45	23
0.30	583	298	87	26	10
0.40	625	291	66	15	4
0.60	682	277	35	4	1
1.00	750	250	0	0	0
2.00	828	201	-34	6	-1

J_{4-2}



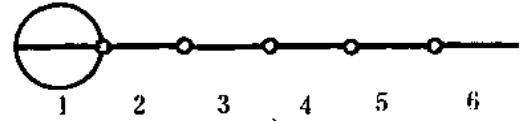
r	1	2	3	4	5
0.00	200	200	200	200	200
0.01	216	215	202	187	180
0.02	229	228	204	176	163
0.04	249	249	207	158	136
0.06	263	267	211	144	115
0.08	273	281	214	133	99
0.10	281	294	216	123	85
0.15	291	320	222	105	61
0.20	295	341	227	91	45
0.30	296	374	235	70	26
0.40	291	399	240	55	15
0.60	277	440	246	31	4
1.00	250	500	250	0	0
2.00	201	593	241	-41	6

J_{5-1}



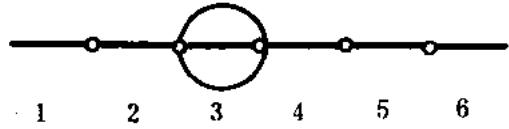
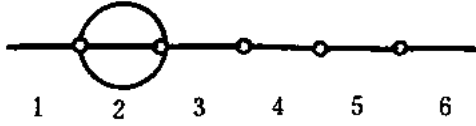
r	1	2	3	4	5
0.00	200	200	200	200	200
0.01	194	202	208	202	194
0.02	188	204	215	204	188
0.04	178	207	230	207	178
0.06	168	211	243	211	168
0.08	158	214	256	214	158
0.10	150	216	268	216	150
0.15	130	222	295	222	130
0.20	114	227	318	227	114
0.30	87	235	357	235	87
0.40	66	240	389	240	66
0.60	35	246	437	246	35
1.00	0	250	500	250	0
2.00	-34	241	586	241	-34

J_{5-2}



r	1	2	3	4	5	6
0.00	167	167	167	167	167	167
0.01	214	192	168	151	140	135
0.02	252	212	168	138	119	110
0.04	312	239	165	117	90	77
0.06	358	257	159	101	69	55
0.08	394	270	152	88	55	41
0.10	423	278	146	78	44	31
0.15	481	290	129	58	27	16
0.20	523	295	113	43	17	9
0.30	583	295	86	25	8	3
0.40	625	291	65	15	3	1
0.60	682	277	35	4	1	0
1.00	750	250	0	0	0	0
2.00	828	201	-34	6	-1	0

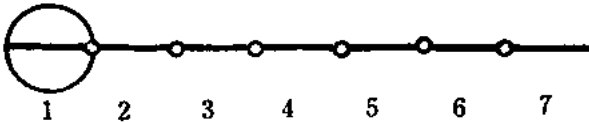
J_{6-1}



r	1	2	3	4	5	6
0.00	167	167	167	167	167	167
0.01	192	190	175	157	146	140
0.02	212	209	182	149	129	119
0.04	230	238	192	137	105	90
0.06	257	259	200	127	87	69
0.08	270	276	206	119	74	55
0.10	278	291	210	112	64	44
0.15	290	319	219	98	46	27
0.20	295	340	226	87	35	17
0.30	295	373	234	69	21	8
0.40	291	399	240	54	12	3
0.60	277	440	246	31	4	1
1.00	250	500	250	0	0	0
2.00	201	593	241	-41	7	-1

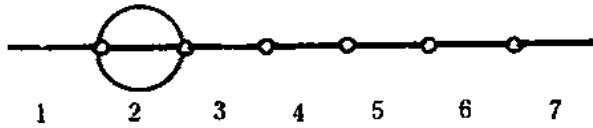
r	1	2	3	4	5	6
0.00	167	167	167	167	167	167
0.10	168	175	179	170	157	151
0.02	168	182	190	173	149	138
0.04	165	192	210	179	137	117
0.06	159	200	227	186	127	101
0.08	152	206	243	191	119	88
0.10	146	210	257	197	112	78
0.15	129	219	288	208	98	58
0.20	113	226	314	217	87	43
0.30	86	234	356	230	69	25
0.40	65	240	388	238	54	15
0.60	35	246	437	246	31	4
1.00	0	250	500	250	0	0
2.00	-34	241	586	243	-41	6

J_{7-1}



r	1	2	3	4	5	6	7
0.00	143	143	143	143	143	143	143
0.01	200	177	152	133	120	111	107
0.02	244	202	157	125	102	88	82
0.04	309	235	159	109	78	59	51
0.06	356	255	156	96	61	42	34
0.08	393	268	151	85	49	31	23
0.10	423	278	144	76	40	23	16
0.15	480	290	128	57	25	12	7
0.20	523	295	113	43	17	7	3
0.30	583	295	86	25	7	2	1
0.40	625	291	65	15	3	1	0
0.60	682	277	35	4	1	0	0
1.00	750	250	0	0	0	0	0
2.00	828	201	-34	6	-1	0	0

J_{7-2}



r	1	2	3	4	5	6	7
0.00	143	143	143	143	143	143	143
0.01	177	175	158	139	125	115	111
0.02	202	198	170	135	111	96	88
0.04	235	232	185	127	91	69	59
0.06	255	256	196	121	77	53	42
0.08	268	275	203	115	67	41	31
0.10	278	290	209	109	58	33	23
0.15	290	318	219	97	43	20	12
0.20	295	340	225	86	33	13	7
0.30	295	373	234	68	20	6	2
0.40	291	399	240	54	12	3	1
0.60	277	440	246	31	4	1	0
1.00	250	500	250	0	0	0	0
2.00	201	593	241	-41	7	-1	0

J_{7-4}



r	1	2	3	4	5	6	7
0.00	143	143	143	143	143	143	143
0.01	133	139	150	157	150	139	133
0.02	125	135	156	169	156	135	125
0.04	109	127	167	193	167	127	109
0.06	96	121	176	213	176	121	96
0.08	85	115	184	231	184	115	85
0.10	76	109	191	248	191	109	76
0.15	57	97	205	282	205	97	57
0.20	43	86	216	310	216	86	43
0.30	25	68	229	354	229	68	25
0.40	15	54	237	387	237	54	15
0.60	4	31	246	436	246	31	4
1.00	0	0	250	500	250	0	0
2.00	6	-41	243	586	243	-41	6

附录 D 无梁板在集中荷载作用下的内力计算

D. 0. 1 无梁板在集中荷载作用下按下列规定计算：

(1) 纵向排架：当集中荷载作用在纵向排架桩的中心线上时，按实际的荷载计算。当集中荷载不作用在纵向排架的中心线上时，可近似地按简支梁分配原则，将该荷载分配至两相邻排架上，分别进行计算。

(2) 横向排架：按纵向排架内力分析得出的支座反力，通过试算找出使横向排架产生最大内力的荷载及其位置为最不利组合时的反力，作为集中荷载，并按原荷载位置作用在横向排架上进行计算。

D. 0. 2 无梁板在集中荷载作用下配筋板带弯矩的分配，集中荷载产生的弯矩由计算宽度承受，其计算宽度按下列规定计算。

(1) 集中荷载位于跨中时：

$$b_c = b_o + 2h_s + \frac{1}{3}l_o \quad (\text{D. 0. 2-1})$$

但不小于 $1/3l_o$ ，亦不大于计算板带宽度；

(2) 集中荷载位于支座附近时：

$$b_c = b_o + 2h_s \quad (\text{D. 0. 2-2})$$

但不小于 $1/3l_o$ ，亦不大于计算板带宽度；

式中 b_c ——计算板带宽度 (m)；

b_o ——集中荷载与码头面接触宽度 (m)；

h_s ——垫层厚度 (m)；

l_o ——计算跨度 (m)。

(3) b_c 小于或等于桩上或跨中配盘板带宽度时，集中荷载产生

... i ，全部由 b_c 承受。

(4) b_c 等于计算板带宽度时，集中荷载产生的弯矩同均布荷载产生的弯矩，按桩上板带和跨中板带分配。

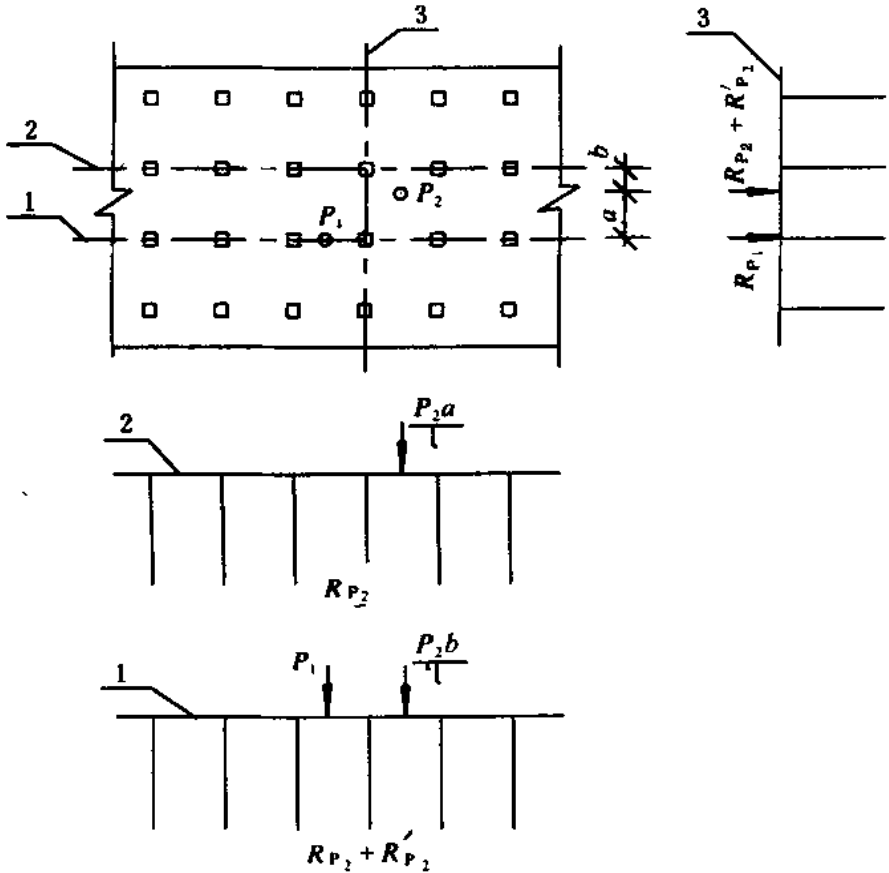


图 D.0.1

1-#2 纵向排架；2-#1 纵向排架；3-横向排架

附录 E 控制网等级、定位方法和定位仪器选择

控制网等级、定位方法和定位仪选择表

表 E

建筑物离岸距离 (m)	10~200	200~500	500~1 000	1 000~2 000	2 000 以上
控制网等级	二级小三角	一级小三角	一级小三角	一级小三角	四等三角
	二级导线	二级导线	一级导线	一级导线	四等三边
	L 基线		一级小三边	四等三角 四等三边	
水准网等级	四等	四等	四等	三等	三等
定 位 方 法					
A	L 型基线法	A	—	—	—
B	角度前方交会法	B	B	B	B
C	测距仪极坐标法	C	C	C	C
D	全站仪坐标法	D	D	D	D
E	自动跟踪定位法 (微波定位)	E	E	E	E
F	定位平台法	—	—	F	F
G	GPS 定位法	—	—	—	G

续上表

建筑物离岸距离 (m)	10~200	200~500	500~1 000	1 000~2 000	2 000 以上
控制网等级	二级小三角	一级小三角	一级小三角	一级小三角	四等三角
	二级导线	二级导线	一级导线	一级导线	四等三边
	L 基线		一级小三边	四等三角 四等三边	
水准网等级	四等	四等	四等	三等	三等
定 位 仪 器 及 装 置					
a	DJ ₆ (经纬仪)	a	—	—	—
b	DJ ₂ (经纬仪)	b	b	b	—
c	DJ ₁ (经纬仪)	c	c	c	c
d	测距仪 (I-I 级)	d	d	d	d
e	全站仪	e	e	e	e
f	微波定位系统	—	f	f	—
g	GPS (导航空位 系统)	—	—	g	g
h	S ₁ 、S ₁ 、S _{0.5} 水准仪	S ₃	S ₃	S _{0.5}	S _{0.5}

- 注：①A~G——定位方法代号；
 ②a~h——定位仪器代号；
 ③DJ₁~DJ₆——经纬仪型号；
 ④S_{0.5}~S₃——水准仪型号。

附录 F 坐标转换

F.0.1 坐标转换关系如图 F.0.1 所示。

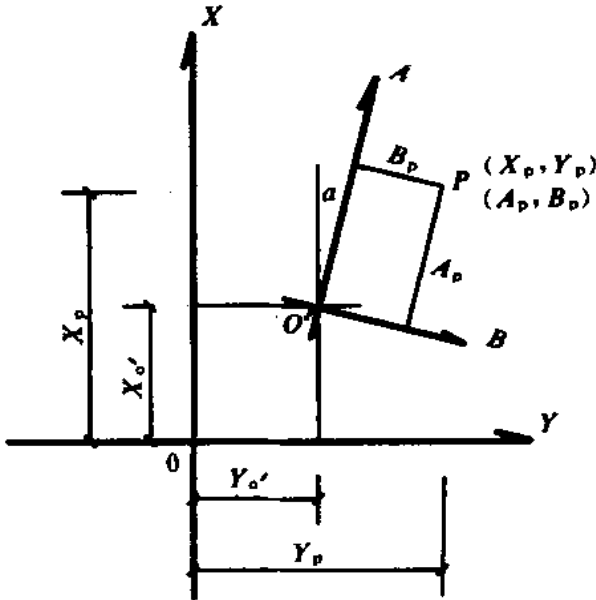


图 F.0.1 坐标转换图

XOY -国家或城建坐标系； $AO'B$ -施工坐标系或称建设坐标系； P -待转换的点。

F.0.2 坐标转换公式如下：

(1) 用施工坐标系，表示国家或城建坐标系：

$$X_p = X_{p'} - B_p \sin \alpha + A_p \cos \alpha \quad (\text{E.0.2-1})$$

$$Y_p = Y_{p'} + B_p \sin \alpha + A_p \sin \alpha \quad (\text{E.0.2-2})$$

(2) 用国家或城建坐标系，表示施工坐标系：

$$A_p = (Y_p - Y_{p'}) \sin \alpha + (X_p - X_{p'}) \cos \alpha \quad (\text{E.0.2-3})$$

$$B_p = (Y_p - Y_{p'}) \cos \alpha - (X_p - X_{p'}) \sin \alpha \quad (\text{E.0.2-4})$$

式中 X_p 、 Y_p —— P 点在原国家、城建坐标系中的坐标；



A_p 、 B_p —— P 点在施工坐标中的坐标；

α ——施工坐标系原点 O' ，在国家或城建坐标系中的夹角；

X_o 、 Y_o ——施工坐标系原点 O' ，在国家或城建坐标系中的坐标。

注：国家或城建坐标系中的纵轴为 X 轴与高斯坐标相反。

附录 G 夹桩螺栓和垫板

G.0.1 由两根螺栓组成的夹桩木，其夹桩摩擦力，在无实测资料时可按下式计算。

$$\gamma_N N_0 \leq 2Tf \quad (\text{G.0.1})$$

式中 γ_N ——荷载分项系数，一般取 2；直接承受安装荷载时取 3；

N_0 ——荷载标准值 (kN)；

T ——单根螺栓施于桩壁压力设计值 (kN)；

f ——木与混凝土摩擦系数的设计值， f 可取 0.5。

G.0.2 螺栓和垫板规格可按表 G.0.2 选用：

螺栓和垫板选用数据

表 G.0.2

螺栓直径 (mm)		16	18	20	22	24
垫板 尺寸	面积 (mm ²)	70×70	80×80	90×90	100×100	110×110
	厚度 (mm)	8	10	10	12	13
T (kN)		30	40	50	70	80

注：表中 T 值与螺栓直径和垫板尺寸有关外，并与夹桩木截面、木材的品种和干湿有直接关系；同时 T 值与施工操作和螺栓上得松紧有关。

G.0.3 为充分发挥木材的局部挤压应力，上紧夹桩螺栓时，应按下列要求进行：

- (1) 上紧夹桩螺栓应采用套筒扳手，其长度不宜小于 600mm；
- (2) 螺栓上紧应使垫块嵌入夹桩木内 1mm 左右。

附录 H 本规范用词用语说明

H.0.1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

(1) 表示很严格，非这样作不可的：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样作的：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样作的：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

H.0.2 条文中指定应按其他有关标准、规范的规定执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。



明

本规范主编单位、参加单位 和主要起草人名单

主编单位：交通部第三航务工程勘察设计院

参加单位：中交水运规划设计院

交通部第一航务工程勘察设计院

交通部第二航务工程勘察设计院

河海大学

交通部第一航务工程局

交通部第二航务工程局

交通部第三航务工程局

交通部第四航务工程局

主要起草人：王炳煌 李泰宣

(以下按姓氏笔画为序)

王东明 阮青 李为荣 陈正维

陈奉琦 张萼芳 姚辉 徐竞进

夏琪利 袁孟全 俞亚军 赵秉钧

贾德庆 黄素怀 唐耿星 钱国梁



JTJ 291—98

条文说明

修 订 说 明

《高桩码头设计与施工规范》系根据交通部（1990）交函工字210号文的通知，由交通部第三航务工程勘察设计院主编，参加编写的单位有：中交水运规划设计院、交通部第一、二航务工程勘察设计院、河海大学、交通部第一、二、三、四航务工程局。

本规范在修订过程中，按国家现行标准《港口工程结构可靠度设计统一标准》（GB 50158—92）规定的原则，总结我国高桩码头设计与施工经验，进行多项专题试验研究，借鉴国外有关标准，结合我国港口工程的实际情况，对高桩码头设计与施工做了规定。广泛征求意见，经反复修改后，于1995年12月完成送审稿。

本规范各章及附录的编写人员如下：

第1章、第2章：王炳煌

第3章：王炳煌 夏琪利 阮青 徐竞进

第4章：王炳煌 陈奉琦 徐竞进 唐耿星

钱国梁 陈正维 姚辉

第5章：黄素怀

第6章：徐竞进

第7章：张萼芳 唐耿星

第8章：赵秉钧

第9章：李为荣

第10~14章：李泰宣 袁孟全 王东明 贾德庆

俞亚军

附录A：王炳煌

附录B：王炳煌 陈奉琦

附录C、附录D：徐竞进



附录 E、附录 F：李为荣

附录 G：李泰宣

规范总校工作领导小组：

组 长：仇伯强

副组长：姜明宝

成 员：杜廷瑞 贺 铮 孙毓华 王炳煌

本规范总校组：

组 长：贺 铮

副组长：孙毓华 王炳煌

成 员：仇伯强 李泰宣 赵秉钧 夏琪利 唐耿星
李为荣

本规范于 1996 年 12 月 6 日通过部审，1998 年 4 月 28 日发布，1999 年 6 月 1 日起实施。

目 次

1 总则	(110)
3 一般规定	(111)
3.1 一般要求	(111)
3.2 作用与作用效应组合	(112)
3.3 码头结构形式	(113)
3.4 接岸结构和岸坡稳定	(113)
3.5 桩基布置及桩的轴向反力系数	(115)
4 板梁式码头设计	(117)
4.1 板	(117)
4.2 纵梁和横向排架	(119)
4.3 桩帽	(121)
4.4 靠船构件	(122)
5 桁架式码头设计	(123)
6 无梁板式码头设计	(125)
7 墩式码头与柔性靠船桩设计	(126)
7.1 墩式码头	(126)
7.2 柔性靠船桩	(127)
8 大水位差码头设计	(129)
9 测量定位	(132)
9.1 一般规定	(132)
9.2 施工测量平面控制网的测设	(132)
9.3 施工高程控制网的测设	(133)
12 预制构件安装	(134)
13 现场浇筑混凝土	(135)
14 接岸结构和岸坡施工	(136)

1 总 则

1.0.2~1.03 高桩码头是我国港口工程中主要建筑物之一,在沿海和内河港口得到广泛应用。高桩码头一般采用预应力混凝土桩,预应力混凝土管桩和钢管桩,内河中小型码头可采用钢筋混凝土桩。此外,也可采用灌注桩等不同类型的桩作为基础,在可以沉桩地区均可采用高桩码头。在岩基上,如覆盖层较薄时可采用嵌岩桩作为基础建造高桩码头。高桩码头的结构形式较多,其中板梁式在我国应用广泛,此外还有桁架式、无梁板式、墩式码头和柔性靠船桩等型式。结构形式的选择应根据使用要求、自然条件和施工条件通过技术经济比较确定。

3 一般规定

3.1 一般要求

3.1.3 影响高桩码头伸缩缝间距的因素较多，如温差、上部结构形式、桩的刚度、桩基布置（直桩或斜桩）等。华东地区已有多座码头伸缩缝间距超过原有 60m 的规定，根据调查，并参照现行行业标准《钢筋混凝土设计规范》(TJ 10) 对相类似结构伸缩缝的规定，同时考虑到各地区温差相差较大等因素，修订规范时适当加大了伸缩缝间距。

3.1.4 码头上部结构在分段（伸缩缝和沉降缝）处，通常采用悬臂式结构或简支结构。由于受后方大面积回填或堆货的影响，相邻两段码头水平位移可能不一致，产生错位，工程中已有不少实例。因此对有轨装卸机械码头，分段处在平面上宜作成凹凸缝。

3.1.5 当码头横向排架按平面问题计算时，需确定水平力（如船舶撞击力或系缆力等）的水平横向分力等在码头各排架中的分配时，为研究分配系数，采用多种计算方法进行比较并用模型试验加以验证。试验考虑了不同码头宽度、不同排架间距以及不同桩基布置型式（排架基桩为全直桩或由直桩和叉桩组成）。

在一般情况下，对于上部结构为整体连接的码头，不论其码头宽度、排架间距，采用全直桩或由直桩和叉桩组成的码头，在水平力作用下各排架横梁中和轴位移后的连线近于直线，由于码头横向刚度较大，横向位移接近于刚体位移。实测各排架最大力分配系数值与按弹性支承刚性梁或弹性支承连续梁法求解结果很接近。当各排架间距或水平力反力系数不等需由计算确定分配系数时，可将码头上部结构在水平方向视为一个以排架基桩作为支

.....]连续梁，以排架基桩在水平方向在单位力作用下的变形作为支座反力系数，按弹性支承刚性梁计算。

附表 A 是按码头上部结构为整体连接，各排架的间距和水平反力系数相同，同一段码头叉桩的水平投影对称情况下，根据计算结果制定的。

3.1.6 在海水环境建造高桩码头，钢筋混凝土构件锈蚀是影响码头使用寿命的主要原因。

现行行业标准《水运工程混凝土质量控制标准》(JTJ 269)对腐蚀区域划分、混凝土质量控制、钢筋保护层厚度以及钢筋间距等作了规定，设计时应严格遵守该规范规定。高桩码头起重机梁等纵向梁系的底面常位于浪溅区，而且梁底钢筋密集，混凝土不易震捣密实，是锈蚀最为严重的部位，设计时尤应注意。

对钢筋混凝土构件采用涂料或其他有效措施进行保护，也是防止或减少锈蚀的一项重要措施。连云港和秦皇岛码头纵梁采用环氧沥青进行保护，取得较好效果。湛江港和北仑港等地区的高桩码头也采用涂料对码头构件进行保护。我国对高桩码头钢筋混凝土构件采用涂料进行保护的时间较短，涂料的品种较多而且在不断发展，涂料的选用应根据保护效果，费用等综合确定。

3.2 作用与作用效应组合

本节规定根据国家现行标准《港口工程结构可靠度设计统一标准》(GB 50158—92)和现行行业标准《港口工程混凝土结构设计规范》(JTJ 267)《港口工程荷载规范》(JTJ 215)，并结合高桩码头施工时期和使用时期可能出现的作用与作用效应组合而制定的。

高桩码头按正常使用极限状态设计时，对于重要工程的起重机梁或跨度较大的梁应进行挠度计算；由钢管桩组成的柔性靠船桩是利用变形吸收船舶撞击能量，变形计算是一项重要内容；装卸机械作业引起的振动往往是不能忽视的，尤其是起重能力较大的装卸设备或码头刚度较小的情况。

由于短暂状况，高桩码头在施工时期所承受的荷载，如构件安装过程，沉桩完毕后波浪力和水流力对桩（尤其是斜桩）的影响以及打桩应力等往往起控制作用。高桩码头在使用初期可能出现的短暂状况，如电厂码头等在建成初期需通过重件等情况。

在结构承载力极限状态表达式中，抗力设计值以 R_d 表示。高桩码头中由于涉及钢筋混凝土构件、钢结构构件和桩的承载力，抗力设计值表示符号并不完全一致，使用时应注意。

3.3 码头结构形式

3.3.1~3.3.5 连片式码头适应于多种类型机械设备作业，装卸效率高，应用广泛。墩式码头造价相对较低，但通常只适用于采用固定式装卸设备进行液体或散货的装卸。

板梁式码头受力明确，能承受较大的线荷载，施工较方便，在国内得到广泛应用。过去，板梁式码头一般应用在设计水位差不超过 $5m$ ，采用单层系缆的码头。由于结构形式更新，在码头前沿增设双层或多层系靠船结构，已能适应水位差较大的码头。

桁架式码头整体性好，在水位差较大时由于桁架节点较低，可降低桩的自由长度，增加码头刚度。但桁架式码头施工较困难，多适应于需多层系缆的内河码头。

无梁板式码头结构简单、施工方便，但在水位差较大时靠船构件处理较困难，一般只适用于水位差不大的中小型码头。

3.3.7 在无掩护水域建造停靠大型船舶的引桥式码头，船舶吃水深，桩的自由度大，船舶停靠和波浪力可能产生很大的水平力。因此，码头应具备必要的横向刚度，避免结构损坏或出现较大的水平变形，可采用增加斜桩或叉桩，适当加大码头宽度等措施。

3.4 接岸结构和岸坡稳定

3.4.6 在软基上建造满堂式高桩码头时，码头后方往往要进行大

面积回填、抛填块石或堆货，码头前沿进行挖泥，岸坡土体原有平衡受到破坏而产生变形。

岸坡土体变形对满堂式码头的影晌主要表现在：

(1) 水平位移：后桩台挤压前桩台，后桩台和前桩台共同产生水平位移。

(2) 不均匀沉降：码头桩端未打入良好持力层影响明显，华东某港早期建造的码头较普遍存在着后方沉降大于前方。

(3) 近岸直桩桩顶或桩帽开裂。

(4) 叉桩中的向岸斜桩桩顶开裂（严重的发生断桩）或叉桩桩帽开裂。

当软弱地基较厚，且码头后方回填量较大时，可考虑对地基采取加固措施。但加固费用一般较贵，设计时应由技术经济比较确定。

3.4.7 码头后方大面积回填使岸坡土体发生沉降和位移，其中施工阶段所占比重较大。因此，在施工阶段对于每次回填高度、间隔时间以及回填顺序都应作出明确规定，尽量减少由于回填对码头结构的不利影响。

3.4.8 码头基槽开挖超深允许值按现行行业标准《港口工程质量检验评定标准》(JTJ 221) 采用，使用条件是用 $4\text{m}^3 \sim 8\text{m}^3$ 抓斗进行挖泥。河港的小型码头基槽开挖超深允许值视挖泥设备可适当减小。

3.4.9 对码头岸坡整体稳定验算，是保证码头安全的重要步骤。岸坡失稳事故时有发生，且多发生在施工时期。轻则在岸坡坡顶沿顺岸方向产生裂缝，已下沉桩基向水域一侧倾斜变形，已测桩顶水平位移可达 $300\text{mm} \sim 400\text{mm}$ 甚至更大；严重事故可使岸坡连同建筑物一起滑动倒塌，造成重大经济损失。因而，对施工时期岸坡稳定应引起重视。由于施工时期和使用时期验算岸坡稳定的边界条件不同，要求分别进行验算。

3.5 桩基布置及桩的轴向反力系数

3.5.1 码头横向排架基桩常用的布置形式有两种，即由直桩（或斜桩）和叉桩组成或全部由直桩组成。

当排架设置有叉桩时，作用在排架上的水平力基本上由叉桩承担，因而桩端弯矩较小，排架的水平变形也小，这种形式用得较多。

全直桩码头的优点是结构形式简单、施工方便，但桩端弯矩和码头的水平变形都较大，过去多用于中小型码头，随着后张法预应力混凝土大直径管桩的生产，大型码头也有采用全直桩。当水平荷载很大时，如地震、软基上大量回填土或抛填块石对桩基产生侧压力，可能使码头产生较大的水平变形。

3.5.3 在同一码头分段，叉桩水平投影宜相对称，否则在水平力作用下码头将产生附加扭矩。

固定式起重机在装卸货物需旋转时，将产生很大扭矩，其基座下宜适当布置斜桩。

3.5.4 桩端打入良好持力层，可以显著提高桩的承载力，大大减少码头沉降和不均匀沉降，已为大量试桩和工程实践所证实。

同一桩台基桩桩端打入软硬不同土层的情况应避免，否则可能出现不均匀沉降使结构产生很大的应力而遭到破坏。如某码头同一排架部分基桩桩端打入暗绿色硬土层，部分打入淤泥质亚粘土，6年后横向不均匀沉降达100mm~120mm，桩基和横梁遭到严重破坏。在其他工程中也有类似情况发生。

3.5.5 地基沉降和水平变形对叉桩受力的影响是很复杂的，对桩端向海斜桩和向岸斜桩影响是不一样的，向岸斜桩受力最为不利。如某码头，由于大面积回填土和码头基桩桩端打入软硬不同土层，向岸斜桩遭到严重破坏。现场试验也证明叉桩中靠堆载一侧的斜桩（相当于码头向岸斜桩）受力最不利，而靠外面一侧的斜桩受力较小。

虽然叉桩的受力情况要优于半叉桩，但当码头后方回填量大，



且软土层较厚时，减小向岸斜桩与垂线的夹角，可以改善斜桩受力条件，甚至采用半叉桩（即将向岸斜桩改为直桩）也是必要的。

上体水平变形对桩所产生的侧向压力，随桩与回填土之间的距离增大而减小，后桩台与接岸结构连接处的第一排桩最易受到损坏。

当回填土高度大且软土层较厚时，可能产生很大的侧向压力，发生后桩台挤压前桩台，甚至使前桩台产生较大的水平位移，应引起重视。

3.5.7 桩的轴向反力系数 K 值取值正确与否对横梁内力和桩力计算有一定影响，横梁截面积尺寸小时影响较大。

对摩擦性，桩单位沉降所需轴向力 C 值是根据 138 根打入式钢筋混凝土方桩的试桩资料，经统计分析确定。

4 板梁式码头设计

4.1 板

4.1.1 在高桩码头设计中,把板划分为单向板和双向板的简化计算方法是一种简便实用方法,将板的二维问题简化为一维问题,可大大简化计算工作。为保证简化计算的精度,在修订工作中委托南京水利科学研究院进行专题试验研究,对原规范作了修订,使计算精度有进一步提高。

码头常用面板的厚度远较平面尺寸为小,最大挠度一般能满足薄板小挠度理论的基本假定,因此也可把板视为弹性薄板按小挠度理论进行分析。

4.1.6 原规范规定板的有效分布宽度(即弯矩计算宽度)的计算方法:

$$b = b_1 + \frac{1}{3}l_0。 \quad \text{但不小于} \frac{2}{3}l_0。$$

一般情况下 $b_1 < 1/3l_0$, 所以事实上弯矩计算宽度 b 仅与计算跨度 l_0 有关, 这是不合理的。修订规范时委托南京水利科学院试验, 共有试板 40 多块, 有多种板型, 同时参照天津大学和大连理工大学 38 块试板资料。计算方法中考虑了板的宽跨比 B/l_0 、板厚、荷载作用面积及作用位置等影响。其中影响较大且比较复杂的是宽跨比 B/l_0 , 在计算公式中用 K 表示, K 与 B/l_0 的关系是通过实测数据拟合得到的。

荷载作用在板自由边附近的弯矩计算宽度, 按偏置荷载与中置荷载的关系 $b_c = \alpha b_c + y$ 进行推导。根据试验分析, 取 $\alpha = 0.45$ 。

4.1.7 针对剪力计算宽度前后进行了两次试验, 共有试板 159

块。综合试验情况，提出的剪力计算宽度的计算公式，考虑了荷载位置、荷载作用宽度和板厚等因素。需要说明的是对 b_{cs} 计算公式的验证是间接进行的，试验是把 b_{cs} 作为抗剪承载力计算公式的一个部分一起进行验证的。因此，使用时应把求得剪力计算宽度代入抗剪承载力公式，进行板的抗剪能力分析。

4.1.8 原规范中所取用的弯矩系数是参考国外有关规范，取值仅考虑 h/H 的影响，正负弯矩之和偏大。修订时进行了试验，试验板型为：不等板厚、等跨、两边自由的四跨连续板；等跨、等板厚、两边自由的四跨连续板；等跨、不等板厚，有横梁影响的五跨连续板。

对试验资料进行了统计分析，所给弯矩系数，考虑了荷载位置及不同 h/H 等因素的影响，比原规定更为合理。

4.1.10 对双向板在集中荷载作用下的抗剪性能委托郑州工学院进行了试验研究。试板共 45 块，板型有：简支整浇板、简支叠合板、约束整浇板。试板的破坏形态均为冲切破坏，破坏时板中形成冲切锥体，板顶加荷面下混凝土被冲陷，板底形成一完整或不完整的环状冲切错动缝。提出的计算公式是根据冲切锥体的力学模型及相关的因素，利用试验资料拟合得到的。当简支板上的集中荷载为流动荷载时，荷载位于板中最为不利。根据试验和参照有关规范，一般取 ξ 为 0.70，当荷载靠近支座时，考虑小剪跨抗剪强度提高，取 ξ 为 0.85。

4.1.12 为研究单向板在集中荷载作用下的双向应力状态，委托南京水利科学研究所进行试验，共有试板 25 块，分两边简支和四边简支两种板型，并配合有限元分析。试验结果表明：在集中荷载作用下，单向板处于双向应力工作状态，板内存在着纵向弯矩 M_x ，横向弯矩 M_y ， M_x/M_y 随加荷面积增大而减少，且受宽跨比 B/l_0 的影响。当 $B/l_0 < 1.5$ 时，板主要呈单向弯曲破坏。当 $B/l_0 \geq 1.5$ 时，板呈双向弯曲破坏，横向弯矩 M_y 主要分布在荷载作用点的附近，远离荷载作用处 M_y 变号，一般分布在集中荷载作用点附近约等于 $l_0/2$ 的范围内。

规范所采用的修订值是依据试验结果，并通过计算分析得出的，由于试验结论中对板的宽跨比分档过大，配筋率的跳跃过大，故增加了宽跨比从 1.0~1.5 的过渡段，以更接近实际的受力状态。

4.1.18 铰接空心板主要用于承受垂直荷载，多用于引桥或后桩台。在港工中一些小型码头也采用空心板，为了考虑船舶荷载作用，应采取措施增加码头整体性，有的工程加设内外边梁或其他措施，以增加码头刚度。

4.1.20 铰接空心板受均布荷载作用的计算方法同单向板。受集中荷载作用以前有不同的计算方法，采用单向板计算方法时荷载分配系数从 0.22~0.67，变化范围较大。南京水利科学研究院做了大量工作，并与《公路桥梁荷载横向分布计算》相比较得出：

(1) 空心板支座为铰支时，实测与计算结果相当接近，其比值为 0.97，可直接按《公路桥梁荷载横向分布计算》方法进行计算。

(2) 空心板支座为搁置时，实测与计算结果的比值为 1.14，偏于不安全，但用 2γ 替代 γ 值进行查表计算，比值为 0.98，与实际相接近且偏于安全。

此外，也可采用有限条法求解空心板，可得出较精确的计算结果。

4.2 纵梁和横向排架

4.2.3 由于桩径增大，目前不少工程采用全直桩码头，并在码头下面抛筑抛石棱体。本条文关于假设地表面的规定引用国外规范所给的简化计算方法，该方法偏于安全。

4.2.4 在一般情况下高桩码头可按纵向和横向两个平面进行结构内力计算，即横向排架按柔性桩台计算，纵梁视其支承条件按刚性支承连续梁或弹性支承连续梁计算。规范对高桩码头计算方法的规定已经考虑到高桩码头空间结构的特征，如规定作用在码头上的水平力应考虑沿码头各排架进行传递，支承于桩帽上的纵

梁或重要工程的纵梁均应按弹性支承连续梁计算，即对作用于横向排架的外荷载已考虑空间传递作用。

对高桩码头按空间计算，已有不少专题研究报告，空间计算方法尚在发展之中，有条件时可根据具体情况选用合适的空间计算方法进行计算。

4.2.7 在板梁式码头中，由叉桩和直桩支承的横梁是常见的结构形式，设置叉桩的横向排架能较好地抵抗水平变形，由于横梁的线性刚度远大于桩的线性刚度，计算结果表明直桩和叉桩的桩端弯矩很小，桩主要是承受轴向力。因此当叉桩中两斜桩的截面尺寸、坡度和桩长相等或接近时，在进行横向排架内力分析时，可假定桩两端为铰接，水平力由叉桩承受。

对于全直桩码头，在水平力作用下将产生较大水平变形。当桩与横梁之间采用嵌固连接时，可按考虑桩土共同作用的刚架计算，或按具有弹性支承的刚架进行计算。

4.2.10 双层系靠船的板梁式高桩码头在长江下游得到广泛使用，适用于水位差 5m~8m 的港口。

双层系靠船板梁式码头的横向排架计算，可采用将横向排架（包括二层横梁）作为一个由杆件所组成的整体结构，并考虑每根杆件抗拉刚度和抗弯刚度，进行计算。

当设有叉桩时，可根据桩基的实际布置，按不等跨等刚度柔性桩台如条文规定的简化方法进行内力计算。

4.2.14 在码头或引桥分段（伸缩缝或沉降缝）处采用简支结构时，该结构两侧受码头整个分段长度温度变形的影响，码头分段（长 60m~70m）在年温差的影响下变形可达 20mm 左右，如不能自由伸缩将使结构造成破坏。损坏主要表现在简支梁端出现斜裂缝，梁搁置处混凝土拉裂或露筋，影响安全使用。因此对上述简支梁要求按本条规定处理，以保证结构自由伸缩。

4.2.15 当码头前沿需停靠干舷较低的驳船或工作船时，船只往往直接撞击外边梁，造成事故。因此，当船只有可能撞击外边梁时，设计时应考虑水平力对外边梁作用。

4.3 桩 帽

4.3.1 桩帽的平面形式一般为方形,当采用预应力混凝土管桩或钢管桩时可考虑作成圆形或其它形式,以节省造价。

在确定桩帽底面尺寸时,除考虑外包最小宽度外还应考虑打桩偏位影响,这是由于水上打桩偏位比陆上大得多,而且近岸和远岸允许打桩偏位相差较大,因而将打桩偏位作为一个确定桩帽尺寸的因素。

当桩帽的平面尺寸能满足本条规定时,不宜再扩大尺寸,而适当增加桩帽高度,对提高桩帽抗剪强度和减少纵、横向配筋都是有益的。

4.3.2 根据二维有限元分析桩帽顶面压应力分布规律与梁的跨高比有关,高桩码头的纵、横简支梁和连续梁搁置在桩帽顶面的压力分布呈高次抛物线,为方便计算进行了简化。

4.3.3 桩帽试验结果表明,直桩桩帽顶面在一个方向加载时,该方向受力钢筋进入流限后,与其垂直方向的钢筋应变仍然很小。三维有限元的应力分析与试验得出同样结论,说明桩帽单向受力可按平面计算,双向受力可按两个互相垂直的平面分别计算。

叉桩桩帽斜桩与横梁铅垂面之间有一平面夹角,属空间结构。为方便计算,可简化为平面刚架,但尚有误差,其中弯矩增大1.15~1.20倍,局部承压增大1.00~1.10倍,为简化计算增大系数均取1.10。

4.3.4~4.3.5 为了解桩帽的受力特性,委托武汉水利电力学院进行了72个直桩桩帽和22个叉桩桩帽的结构试验,同时按三维有限元进行分析。

直桩桩帽与叉桩桩帽在垂直荷载作用下,初始裂缝和破坏形态主要是弯曲和局部受压,所以应进行弯曲和局部受压的承载力计算,裂缝宽度验算应按现行行业标准《港口工程混凝土结构设计规范》进行;在水平荷载作用下,叉桩桩帽中段顶面压桩内侧常出现裂缝而破坏,是由于偏心受压受拉区所引起的,应计算偏

心受压的承载力和进行裂缝宽度验算。

当纵梁搁置在叉桩桩帽（或双直桩桩帽）时，截面的计算宽度可按三倍的搁置梁宽，但不得大于两斜桩之间的中心距离。

桩帽在外力作用下，一般不首先出现剪切裂缝而破坏，可不进行受剪承载力的计算和裂缝宽度验算。

4.3.6 桩帽受力情况较为复杂，在构造上必须保证桩帽具有较好的整体性，桩帽纵、横向受力钢筋应做成封闭形，桩帽的水平箍筋对阻止冲压块体的外胀和下陷有明显作用，水平箍筋不仅应做成封闭式而且应套在纵、横筋的最外面。

4.4 靠船构件

4.4.1 悬臂式靠船构件损坏的主要原因是：靠船构件受力钢筋伸入横梁较短，由于靠船构件直接承受船舶撞击力，因而在靠船构件与横梁连接处开裂；另一种情况是在设有上、下横梁的码头，靠船构件受力钢筋虽有足够的锚固长度，但上、下横梁连接处是变截面，是一薄弱环节，损坏多发生在该连接处上。将靠船构件受力钢筋伸入横梁并与横梁顶层钢筋焊牢是一项有效措施。

4.4.4 对于停靠干舷较低的小型船舶，低水位（潮位）时船舷有可能被卡住，造成事故。在流冰区，为防止流冰损坏基桩，靠船构件底标高不宜定的太高。

顶推驳有时是两节或多节驳船组合在一起靠泊，靠泊操作困难，撞击力大，而且船头为方型，撞击力集中，靠船构件往往遭到严重破坏，可采用浮护木或其他措施，防止靠船构件等被撞坏。

5 桁架式码头设计

5.0.3 系靠船梁在恒载、人群荷载，以及船舶系缆力的竖向分力作用下，在竖直平面内产生弯曲，在船舶撞击力或系缆力的水平分力作用下，在水平平面内产生弯曲变形。此外，船舶系缆力尚对系船梁产生扭曲变形。因此，靠船梁属双向受弯，应按双向受弯构件计算；系船梁属双向受弯、受扭，按双向受弯、受扭构件计算。

5.0.4 桁架式码头各排架的基桩布置一般均相同，据分析，取一榀排架按平面问题与按空间问题进行分析，基桩桩力相差不大。以往工程均按平面问题进行计算，已有多年工程实践经验。

经对基桩桩力、桁架构件内力、横梁弯矩和剪力，结合工程实例用弹性杆件法与刚性桩台法进行计算比较结果表明：按弹性杆件法求得的各桩桩力稍大，桁架竖向杆件内力稍小，其他杆件内力不起控制作用，横梁跨中最大弯矩显著增大，中间支座负弯矩减小，跨中出现了负弯矩，支座出现正弯矩。

近十年来，已建的桁架式码头排架间距增大，排架中的桩距增大，码头刚度相对减小，基桩和桁架杆件实际上是一个弹性杆件系统，条文中规定按弹性杆件法计算。

5.0.5 小型码头的排架间距较小，码头刚度较大，荷载小，横梁一般按构造配筋，计算弯矩不起控制作用，可假定按刚性桩台法计算。

5.0.7 桁架上弦杆为横梁的一部分，横梁除受弯、受剪外，尚承受由桁架上弦杆传递的轴向力。

将桁架作为刚性桩台，在外力作用下，桩台只有整体的位移和转动，不考虑桁架本身的变形。支承于桁架立柱上的连续横梁



可按刚性支承连续梁计算。

5.0.9 靠船立柱在横梁端反力、靠船立柱自重力、系靠船梁端反力所产生的轴向力与船舶撞击力的共同作用下，属受弯、受压构件，故接受弯、受压构件计算。弯曲平面为垂直码头前沿线的竖直平面。船舶撞击力的作用位置在竖向上具有任意性，撞击力产生的内力图实际上是一个包络图。

在上述竖向力所产生的轴向力与船舶撞击力产生的水平摩擦力共同作用下，属受弯、受压、受扭构件。弯曲变形平面可近似地取靠船立柱形心轴所在的竖直平面。

5.0.10 早期桁架式码头的桁架大多采用剪刀撑。70年代以来，在内河，特别是长江中游通常均采用单斜撑，桁架的层高亦较高，因此，在条文中规定当荷载大时，可采用剪刀撑。

桁架式码头一般在水位差较大时采用。降低桁架最下层节点（桩帽）的标高，目的是增加桁架横向刚度，减少桩的自由长度和靠船立柱的悬臂长度。

5.0.12 早期为保证码头的纵向刚度和整体性，在相邻桁架间大多设置垂直和水平剪刀撑或单斜撑，形成构件纵横交叉，节点钢筋过分集中，施工困难。70年代以来，一般均改在桁架下节点设置水平撑，以增加码头纵向刚度。当码头纵向受力较大并对纵向刚度有要求时，可在端部和伸缩处相邻桁架间增设垂直剪刀撑或单斜撑。

5.0.13 计算桁架杆件内力通常假定节点为铰接，在构造上要求各构件的中心线在节点处交会于一点。由于节点受力情况比较复杂，节点处宜适当放大，予以加强，同时配置周边钢筋。



6 无梁板式码头设计

6.0.1 无梁板式码头结构计算来源于无梁楼盖,无梁楼盖的计算方法目前有两种,即准确计算法和代替框架法。前者计算复杂,代替框架法是一种简化计算方法,我国已建造的十多座大、中、小型无梁板码头都是采用这种方法,经过数十年的使用并未发现问题。

6.0.4 无梁板纵、横向排架计算,由于上部结构刚度较小,桩两端应按固接计算。但当刚度比大于4时,用刚架与连续梁算出的弯矩最大误差在10%左右,且求得的桩弯矩值又很小,此时可简化成板与桩的连接按铰接计算。

6.0.5 无梁板码头的排架一般为弹性支承,但由于纵向排架各跨的基本特性相同,且纵向排架在正常使用情况下一般只承受垂直荷载,可用 $\alpha=6E_b I_b K/l^3$ 表示纵向排架支承性质,经比较,当 α 小于0.15时,计算结果接近刚性支承,其最大差值为12%,可认为在允许范围内。

6.0.7 桩帽刚度对板的内力有影响,在计算跨度上应予以折减,为计算方便,在内力计算时采用轴线间距离,在内力分配时再乘以跨度折减系数 n 。

6.0.8 试验研究结果表明,无梁板的计算弯矩是按余弦定律分布,由桩轴线中心向板中心逐渐减少分配于板上,为便于配筋,设计时分为桩上板带和跨中板带两部分作用为无梁板的配筋板带。

6.0.9 配筋板带弯矩的分配是根据试验结果得出的。每一板带均采用部分弯矩的平均值作为计算弯矩,在板带上均布配筋。

7 墩式码头与柔性靠船桩设计

7.1 墩式码头

7.1.2 实体式和空箱式墩体结构刚度大、耐久性好、施工简便，对外海无掩护情况尤为适用。但这两种结构型式的自重和迎水面积大，相应桩力、水的侧压力和波压力大。刚架式和桁架式墩体结构复杂、施工困难、构件截面较小，耐久性相对较差。由于其自重和迎水面小，多用于内河以及多层带缆的码头。

7.1.3 实体式墩台上部结构一般按构造配筋，构造钢筋的直径和间距视墩体大小而定。墩体较高时应分层浇筑，底板配筋由强度计算确定，并不得小于最小配筋率。

7.1.7 基桩布置是墩式码头设计中重要的一环，基桩布置的好坏直接影响到码头的安全和经济效益，因此，基桩布置的优化是很重要的。从计算内力的角度，桩的轴向力对桩的布置形式非常敏感，如同等数量的桩只变化桩的斜度或平面扭角，桩力和桩端弯矩都有较大差异。对桩基布置应进行多种方案优化比选，根据施工设备条件，在桩端弯矩能够控制在允许范围之内条件下，尽可能使桩轴力均匀，以减少桩长。

7.1.8 基桩布置形式，目前尚无一定的规律和固定模式。近年来，由于船舶吨位越来越大，受力也比较复杂，基桩布置运用单一典型的形式已不能满足要求，因此，实践中的基桩布置通常采用混合形。布置基桩应进行优化。

7.1.9 墩式码头的基桩内力应按空间结构计算，特别是外海墩式码头受力比较复杂、墩体体积较大，属三维空间结构。工程较小、受力简单的工程，可以简化按平面计算。

7.2 柔性靠船桩

7.2.1 柔性靠船桩是指与装卸平台分离的结构。柔性靠船桩在冲击力作用下，上端不受约束，有较大的水平变形，均采用钢管桩。

7.2.3 国内使用过的柔性靠船桩曾选用过单桩、双桩和多桩等情况。桩中心间距最小为2倍桩径，较大的为4.96倍桩径，根据桩的受力合理性、施工情况及已有的工程经验规定桩距不宜小于2倍桩径。

7.2.4 柔性靠船桩是利用自身的较大水平变形来吸能。柔性靠船桩设计时应根据船舶的法向靠泊速度计算，提出相应的最大水平变形限值作为控制值。根据我国的工程实践经验和国内外的有关建议，限制柔性靠船桩的最大水平变形值为1500mm。同时，如柔性靠船桩顶端水平变形超过1500mm，对船舶驾驶操作会有较大困难。

7.2.6 柔性靠船桩的计算方法，国内过去采用无锚板桩的弹性线

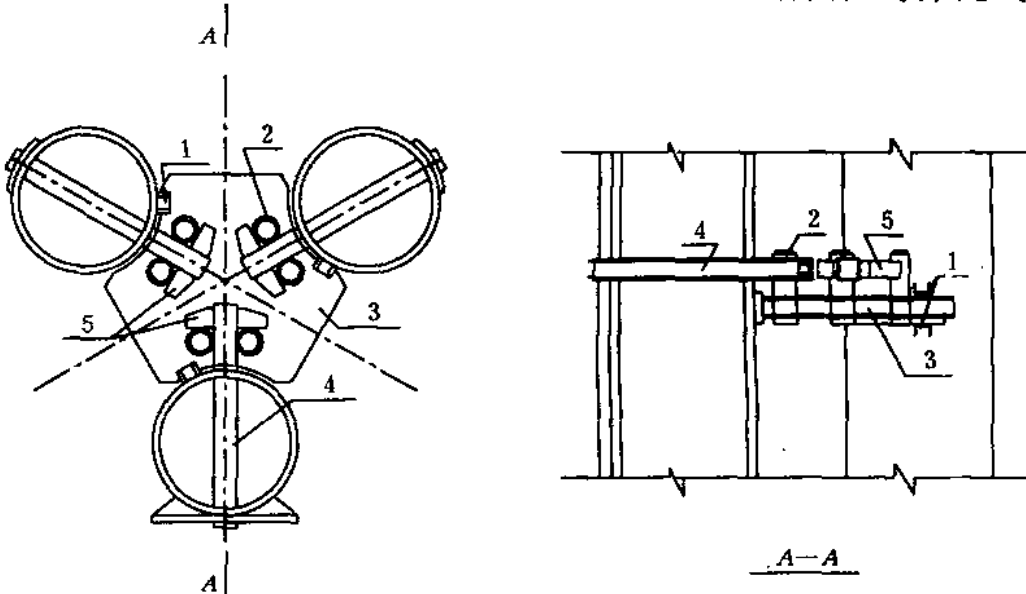


图 7.2.9 柔性靠船桩抗扭臂构造图

1-支座；2-抗扭柱；3-钢平台；4-抗扭杆；5-抗扭杆横档

法，有实践经验。基于柔性靠船桩土抗力的空间性，桩位移面土抗力的受力宽度应乘以大于1.0的增大系数 m ，本条文所列 m 计



公式为国内有关单位在多座工程设计中所采用的。

7.2.7 条文规定是根据我国已建码头中的柔性靠船桩的设计经验，提出计算桩长加长 2m~5m。

7.2.9 为了使柔性靠船桩中各基桩能很好的共同受力，对采用固定防护板的柔性靠船簇柱，在其上部宜设传力钢平台，平台上设抗扭柱，通过焊接在每根钢管桩上的抗扭臂将各桩连在一起共同受力。见图 7.2.9。

8 大水位差码头设计

8.0.1 设计水位差在 10m~17m 的高桩码头，由于船舶系缆的需要，在码头前沿需设置 3~4 层系靠船结构或浮式系靠船设施。这类码头，通常称为大水位差码头。

除本章所列几种码头型式外，桁架式和墩式码头亦可适应于设计水位差 10m~17m，其计算原则、方法和构造要求详见有关章节。

8.0.2 由于钢管桩的抗弯强度高，船舶系缆力和撞击力可以通过前排两根钢管桩传给横梁再传给叉桩。因此，基桩宜采用钢管桩。

8.0.4 横向排架内力的分析，与普通板梁式码头相似，同样可假定为平面问题进行分析。将横梁、靠船立柱、基桩和横撑作为单个杆件，并考虑各杆件的抗压和抗弯刚度，按由各杆件组成的杆件系统，用弹性杆件法计算基桩桩力、杆件内力、横梁弯矩和剪力是符合实际情况的。

8.0.5 采用浮式系靠船设施可大大减小船舶对码头的撞击力。根据大连理工大学对某多用途码头工程的浮式系靠船设施模型试验的实测结果，码头所吸收的船舶有效撞击能量，最大只有总有效撞击能量的 30%。因此，对单独设置浮式系靠船设施的板梁式码头，可采用后张法预应力混凝土大直径管桩或钢管桩全直桩型式。

8.0.6 浮式系靠船设施由钢浮体和导向传力钢管桩组成。当采用单根钢管桩作为钢浮体的导向传力桩时，船舶撞击力可通过钢浮体传给导向传力桩，再传给横梁。在船舶靠码头过程中，船舶总有效撞击能量被浮式系靠船设施各部位所吸收。作用在横梁上的撞击力，应考虑上述各部位吸能的影响。

船舶系缆力通过浮式系靠船设施各部位直接传给导向传力

与头横向排架无关。可单独进行计算。

8.0.8 钢浮体相当于一艘小囤船，在无约束的条件下，应满足浮体稳定性要求。钢浮体甲板面的宽度，在码头起重机吊幅满足设计船舶装卸的前提下，宜适当加宽，以减少自身摆动，增加安全。钢浮体的干弦不宜太小，应按设计船舶干弦和船舶结构允许受力部位等确定，以保证设计船舶满载和空载时靠泊的方便和安全。为便于水手通行，钢浮体之间应设置联桥。码头面与钢浮体间应设置扶梯，宜沿码头前沿线单坡向布置，以保证各时期水位的上下交通。

码头的设计高水位一般均低于历史最高水位，在设置导向传力桩时，应妥善解决洪水期钢浮体的系固措施。

8.0.9 采用桥式起重机作业的大水位差码头与一般墩式码头相同，前排墩除承受上部结构自重力、桥式起重机荷载、风荷载和水流力外，尚直接承受系靠船荷载，属支承、系靠墩性质，通常称系靠船墩。当两墩之间单独设置浮式系靠船设施时，船舶系缆力和冲击力直接由该设施承受，前排墩不再承受船舶荷载，可采用支承墩式，例如基桩到墩顶的大直径钢管桩支承墩式等。

8.0.13 简支伸臂梁的伸臂长度，应根据设计船型的宽度并满足桥式起重机吊钩中心达到驳船舱口的外边沿的工艺要求以及梁前支座至码头前沿的距离、吊钩中心至限位器端面的距离、大车制动安全距离和车挡至伸臂端面的距离等确定。

8.0.15 控制简支伸臂梁的挠度，目的是保证桥式起重机的正常运行。挠度允许值属正常使用极限状态，主要根据使用要求确定。经国内外有关规范的对比提出对于钢梁不应超过 $l/750$ ；对于预应力混凝土梁不应超过 $l/600$ 。

长江及内河桥式起重机作业的大水位差墩式码头简支伸臂梁大多按上述挠度值控制，经多年实践未发现问题。

8.0.17 简支伸臂梁的伸臂端部的横向变形，往往不能满足变形限值的要求，须在两榀梁的伸臂端部设置横向联系梁，以减少作用在一榀梁上的横向力，联系梁与简支梁的伸臂端部宜用铰链连



立两榀梁的伸臂在受到不等的垂直荷载情况下出现竖向挠度差而引起的附加扭矩。

8.0.18 对桥式起重机作业的大水位差墩式码头，其系靠船墩横向变形的限制比一般墩式码头严格。由于水位差大，自简支伸臂梁上的轨顶至系靠船墩底的高差亦大，再加上基桩的自由长度，则高差更大，由外力作用产生的横向变形较大。为减少墩顶的横向变形，墩底基桩应布置足够的斜桩和叉桩。

8.0.19 前支座为滚轮支座，后支座为铰接支座，目的是使梁伸缩时前支座只产生滚动摩擦力，可减少对系靠船墩的纵向水平作用力，在滚轮支座处设置横向约束措施，对梁予以横向约束，是为了达到既能适应梁的伸缩，又能传递横向水平力。

9 测量定位

9.1 一般规定

9.1.1 拟建区域内的测量控制点一般是勘测阶段设置的,距施工有较长的时间,点位容易被掩埋、碰动和损坏,建设和施工单位若不认真检测,很容易产生事故。

有些重大工程项目远离岸边,测量精度要求较高,原有工程勘测的控制网、点不能满足要求,应重新布设施工测量控制网、点。

有些小型工程没有测量控制网、点,而在施工总平面图上仅有拟建码头与相邻建筑物的平面与高程关系。可依据上述关系建立独立施工控制网、点。

9.1.2 坐标系统的选择上尽量采用高斯正投影按 3° 分带,只有当投影长度变形值超限,影响工程建设精度要求时,才采用独立坐标系统。

9.1.3 在施工现场埋设的平面与高程控制点的周围建立保护标桩或标志,以防碰撞、堆埋与碾压。工期长的大型工程项目,测量控制点应建立观测墩,以便长期使用与保存。

9.1.5 施工控制网、点都是建立在施工区域附近,很容易产生位移与沉降。故对控制网、点每隔一定时间应进行复测,其复测周期可控制在6~12月。当位移、沉降量在1mm~3mm之间时,可适当延长复测周期。

9.2 施工测量平面控制网的测设

9.2.1 在工程项目中,布网形式和测量方法应根据工程总体平面图及码头规模、结构形式、建筑物离岸远近、地物、地貌和周边



而定，也要视施工单位的测量技术装备情况及人员技术水平综合考虑。如：拟建的水工建筑物是顺岸布置的，应采用建立导线网。

控制网的布网形式及等级精度，应考虑要保证工程测量精度、建筑物总平面布置、测量技术装备状况和经济、技术指标等因素。

导线选点宜直线性，导线边接近相等；三角网、三边网宜由近似等边的三角形组成，三角形的内角应在 $30^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 。为了缩短视距和组成合理的图形，当没有高等级的测量定位装置时，可在水上搭设测量平台。

9.2.2 施工测量平面控制网、点的技术指标除按现行行业标准《水运工程测量规范》确定外，还增加了四等技术要求。

9.3 施工高程控制网的测设

9.3.1 施工区域的高程系统，宜采用国家高程系统，但有时为了工程需要，规范允许采用当地零点，如吴淞零点、黄河零点等，均应与国家高程系统求出相互关系。

9.3.3 电磁波三角高程测量可以代替四等水准测量和图根水准测量。

12 预制构件安装

12.0.3 预制构件安装和搁置面的接触应严密，砂浆应饱满。一方面防止因受力不均匀使局部搁置面混凝土挤压损坏，另一方面防止因有空隙使水和潮湿空气渗入使钢筋产生锈蚀。

12.0.4 桁架一般采用卧式预制，由于构件截面较小起吊中常出现裂缝和损坏，应采用大方木或型钢夹紧等措施，以避免构件起吊过程中损坏，对超薄结构均应作受力验算防止发生意外。

12.0.7 随着码头上部结构构件截面和跨度不断加大，通过对构件安装实际偏差值的统计分析，按构件截面制定不同允许偏差值。梁及靠船构件顶面安装标高的控制是保证下道工序安装质量的基础，而预制板的安装标高又影响到码头现浇层的厚度和标高，因此必须严格控制。离岸式码头和引桥的边线顺直会直接影响码头总体外观质量。

13 现场浇筑混凝土

13.0.3 经调查，南、北方高桩码头面层混凝土都有不同程度的裂缝发生。因此，面层施工前必须根据工程实际情况，制定出防裂的具体措施，以增加码头耐久性。

13.0.4 码头面混凝土面积大，现浇层厚度薄，老混凝土约束力强，加之气温、湿度等影响，混凝土极易干缩而开裂。决定老混凝土相对约束程度的一个重要因素是新浇混凝土的几何尺寸，新浇筑混凝土的平面尺寸越小，干缩的不利影响也就越小。因此，正确选择码头面混凝土的分块尺寸是防裂的重要措施之一。近年来多用无齿锯切缝以缩小混凝土分块尺寸。分块尺寸的确定根据计算、经验和试验确定。切缝时间过早混凝土强度低，切缝不平顺、石子松散，切缝时间过晚混凝土强度高、锯齿磨损大，切缝效率低。

13.0.5 墩式码头上部结构采用实体式或空箱式时自重较大，混凝土对模板侧压力及浇筑时对底板的冲击力和混凝土自重对模板结构的强度和刚度有较大的影响，为了防止结构的变形和出现意外事故，应对模板及支撑结构强度和变形进行验算。

13.0.6 实体式墩式码头由于体积大，在浇筑混凝土时会产生较大水化热，使混凝土产生裂缝，故必须采取减少内外温差的措施。

13.0.7 在无掩护的水域现场浇筑混凝土时，在模板钢筋已架设完毕而未浇筑混凝土前，或已浇筑完混凝土但尚未达到设计强度前，会因受风浪影响而造成模板、钢筋损坏或影响混凝土质量。因此，在风、浪来之前应采取有效加固措施，确保工程质量。

13.0.10 近年来调查发现，在码头的沉降缝和伸缩缝处，出现混凝土起拱、挤碎、裂缝等现象，其原因一是填缝材料不符合设计要求，二是施工时缝宽大小不一或同一截面处上下不一致，施工时应予以重视。

14 接岸结构和岸坡施工

14.0.4 近年由于机械化施工和加快工程进度，不少施工单位采用倾倒式回填土、石方的施工方法，对刚建成的建筑物产生很大的侧压力和对岸坡稳定产生不利的影响，应予以避免。

14.0.5 码头接岸结构采用混凝土挡土墙时，对其基础必须分层夯实或碾压，否则会使挡土墙产生过大沉降、位移或倾斜，影响使用。