

中华人民共和国船舶行业标准

CB/T 8502—2005
代替 CB 8502-1992

纵向倾斜船台及滑道设计规范

Code of design for longitudinal inclined building berth and slipway

2005—12—12 发布

2006—05—01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

目次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 工艺设计 1

3.1 斜船台滑道位置的选择要求 1

3.2 斜船台滑道的主要参数 2

3.3 工艺设施 4

3.4 工艺荷载 6

4 结构设计 8

4.1 一般要求 8

4.2 斜船台结构设计 11

4.3 水下滑道结构设计 15

4.4 闸门段结构设计 17

4.5 斜船台滑道施工精度要求 19

5 给排水设计 19

5.1 一般要求 19

5.2 给水设计 19

5.3 灌排水和泵房设计 19

5.4 消防给水设计 20

6 供电和照明设计 20

6.1 一般要求 20

6.2 供电和配电设计 20

6.3 电气照明设计 21

6.4 接地 21

7 动力设计 21

7.1 动力设施及配备原则 21

7.2 各项动力设施的一般要求 22

8 环境保护和职业安全卫生设计 22

8.1 污染的治理设计 22

8.2 职业安全卫生设计 22

9 斜船台及滑道专用设备设计 22

9.1 一般要求 22

9.2 斜船台闸门设计 22

9.3 斜船台止滑器设计 23

附录 A (资料性附录) 船舶主尺度参考表 27

附录 B (资料性附录) 查表法验算地基承载力 28

附录 C (资料性附录) 地基基床系数 K 参考值表 30

附录 D (资料性附录) 预制混凝土挤土桩桩侧极限摩阻力及桩端极限摩阻力标准值 31

附录 E (资料性附录) 钻孔灌注桩桩侧极限摩阻力标准值 34

附 录 F（资料性附录）地基容许承载力及深度修正系数 35

前 言

本规范代替CB 8502—1992《纵向船台油脂滑道设计技术规定（试行）》。

本规范与CB 8502—1992相比，主要有下列变化：

- 1) 修改了名称；
- 2) 补充了船舶载重量为6万载重吨至15万载重吨的大型船舶纵向倾斜船台及滑道的设计规定；
- 3) 增加了钢珠滑道和半坞式斜船台滑道的设计内容。

本规范的附录A、附录B、附录C、附录D、附录E、附录F均为资料性附录。

本规范由中国船舶工业集团公司提出。

本规范由中国船舶工业综合技术经济研究院归口。

本规范起草单位：中国船舶工业第九设计研究院。

本规范主要起草人：王朝晖、朱伟君、乔维杰、何根华、李德华、陆麟宝、吴庭惠、林靖、陈显民、胡小明、姜乃锋、钟百毅、张铁干、顾建新、徐若、高秀理、高国瑜、曾玲根、傅勇。

本规范于1992年4月首次发布。

纵向倾斜船台及滑道设计规范

1 范围

本规范规定了纵向倾斜船台和以油脂或钢珠作为减少滑行阻力介质的下水滑道（以下简称斜船台滑道）的工艺设计、结构设计、给排水设计、供电和照明设计、动力设计、环境保护和职业安全卫生设计、设备设计要求等。

本规范适用于新建的大、中型斜船台滑道的设计。对改建和扩建的大、中型斜船台滑道，以及建造5 000 DWT及其以下船舶的小型斜船台滑道的设计，可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

GB 50028 城镇燃气设计规范
GB 50029 压缩空气站设计规范
GB 50030 氧气站设计规范
GB 50031 乙炔站设计规范
GB 50052-1995 供配电系统设计规范
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB/T 50265 泵站设计规范
GBJ 16 建筑设计防火规范
GBJ 65-1983 工业与民用电力装置的接地设计规范
GBJ 140 建筑灭火器配置设计规范
GBZ 1 工业企业设计卫生标准
GBZ 2 工作场所有害因素职业接触限值
DL/T 5039 水利水电工程钢闸门设计规范
JTJ 024 公路桥涵地基与基础设计规范
JTJ 215 港口工程荷载规范
JTJ 225 水运工程抗震设计规范
JTJ 250 港口工程地基规范
JTJ 252 干船坞水工结构设计规范
JTJ 253 干船坞坞门及灌水排水系统设计规范
JTJ 254 港口工程桩基规范
JTJ 267 港口工程混凝土结构设计规范
JTJ 290 重力式码头设计与施工规范
JTJ 292 板桩码头设计与施工规范

3 工艺设计

3.1 斜船台滑道位置的选择要求

- 3.1.1 斜船台滑道应建在岸线较为顺直，略有冲刷的水域，船舶下水时水流速度不宜大于1 m/s。
- 3.1.2 在淤积地区，斜船台滑道面高程应不低于斜船台滑道所在区域现有泥面高程。

3.1.3 在无潮汐水域，斜船台滑道中心线应与水流流向斜交。在潮汐水域，斜船台滑道中心线宜与岸线垂直。

3.1.4 斜船台滑道所临水域，其水深应大于船舶全浮时最大艏吃水，并另加富裕水深 1.5 m。在斜船台滑道中心线方向的水域纵深，自斜船台滑道末端起不小于船长的 2.0 倍，并根据下水计算决定是否需对下水船舶采取制动措施。

注：富裕水深1.5 m，包括滑板、下水横梁、楞木对水深的要求和滑板下最小富裕水深。

3.1.5 斜船台滑道末端外，船舶即将艏浮时船艏所处水域的水深，应大于设计代表船舶艏浮时艏吃水，并另加富裕水深 1.5 m。

注：富裕水深1.5 m，包括滑板、下水横梁、楞木对水深的要求和滑板下最小富裕水深，并考虑船舶滑行惯性和水位的变动等因素。

3.1.6 斜船台滑道的布置，应符合船舶建造工艺流程。斜船台附近应具有满足起重设备、装配焊接平台和堆场布置的场地。

3.1.7 斜船台防水闸门不应超出驳岸规划线，滑道末端不应超出航道规划线。

3.2 斜船台滑道的主要参数

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 斜船台滑道的型式和主要参数，应根据建造的设计代表船舶主尺度、建造工艺原则、有关装备的类型、拟建斜船台区的水域、陆域和水文条件等确定。在可行性研究阶段，若无具体船舶尺度时，可参照附录 A 所列数据选取。斜船台滑道型式有：

- a) 无防水闸门的斜船台，一般采用油脂滑道；
- b) 在倾斜滑道区域设置防水闸门的斜船台，一般采用油脂滑道；
- c) 防水闸门设在滑道以外的斜船台（即半坞式斜船台），可采用油脂或钢珠滑道。

3.2.1.2 斜船台滑道按无艏支架下水工艺设计。

3.2.1.3 斜船台滑道的设计下水水位应根据设计代表船舶和该处水文条件确定：

- a) 在沿海及潮汐作用明显的河口地区，宜选取持续时间为 1 h、年保证率为 50%~80%的水位作为设计下水低水位；在沿海及潮汐作用明显的河口地区，选取高潮 10%的潮位作为设计下水高水位；在汛期潮汐作用不明显的河口地区，选取多年历时 1%的潮位作为设计下水高水位。
- b) 在不受潮汐影响的江河、湖泊等地区，一般取 3~4 个月的枯水期水位，统计其月平均所能达到一定天数的水位作为设计下水低水位；正常通航水位为设计下水高水位。

3.2.1.4 斜船台宽度、起重设备轨道到斜船台的距离应满足设置船舶舷侧作业装备（登船塔、舷侧脚手架或高空作业车）、动力公用设施及管道敷设的需要。若场地条件、起重设备的吊幅或轨距许可，可予适当放宽。

3.2.1.5 斜船台面和滑道面的纵剖面形状，主要有直线形、圆弧形、折线形三种。选用何种型式，视陆域及水域等条件而定，一般采用直线形的。

3.2.2 斜船台滑道主要参数的确定

3.2.2.1 斜船台有效长度，按公式（1）计算：

$$L_b=L_{oa}+l \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- L_b ——斜船台有效长度的数值，单位为米（m）；
- L_{oa} ——船舶总长的数值，单位为米（m）；
- l ——船舶在斜船台上的艏、艉工作间距之和的数值，单位为米（m）。

船舶在斜船台上的艏、艉工作间距之和见表1。

表1 船舶在斜船台上的艏、艉工作间距之和 单位为米

船舶载重量 DWT	无防水闸门斜船台	有防水闸门斜船台	半坞式斜船台
>60 000~150 000	20~25	25~30	
>5 000~60 000	15~20	20~25	

斜船台有效长度对设有防水闸门的斜船台和半坞式斜船台，系指闸门内边线至斜船台首端之水平投影长度。

对无防水闸门的斜船台，一般以设计下水低水位与滑道面的交线处，作为设计代表船舶艏端线的位置。并以此确定斜船台滑道的相对位置及长度。

3.2.2.2 斜船台宽度，按公式（2）计算：

$$B_k=B+b \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- B_k ——斜船台宽度的数值，单位为米（m）；
- B ——船舶型宽的数值，单位为米（m）；
- b ——船舶舷侧外斜船台面宽度的数值，单位为米（m）。一般取 $b=1\text{ m}\sim 8\text{ m}$ ，取值大小决定于船舶大小及其舷侧作业装备的形式。

3.2.2.3 斜船台防水闸门处，斜船台内宽一般同斜船台宽度，按公式（3）计算：

$$B_k=B \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- B_k ——闸门处斜船台内宽的数值，单位为米（m）。

3.2.2.4 斜船台与滑道的坡度，宜采用同一坡度，以分数值表示。可按表 2 选用。

表2 斜船台与滑道的坡度

船舶载重量 DWT	斜船台滑道坡度
> 60 000~150 000	1/25~1/22
> 10 000~60 000	1/22~1/20
> 5 000~10 000	1/20~1/18

注：当受地形条件所限及产品有特殊要求时，可适当调整选取。

3.2.2.5 滑道长度按斜船台滑道以下三种形式确定：

- a) 无防水闸门斜船台的滑道长度，由水上滑道和水下滑道组成，二者以设计下水低水位与滑道面交点为界。滑道长度按公式（4）计算：

$$L_s=L_k-l_1-l/2+D/i \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- L_s ——滑道长度的数值，单位为米（m）；
- l_1 ——滑道顶端至斜船台顶端距离的数值，一般取 $l_1=2\text{ m}\sim 5\text{ m}$ ，单位为米（m）；
- D ——滑道面末端水深的数值，单位为米（m），按设计下水低水位计算的水深；
- i ——滑道坡度。

- b) 有防水闸门斜船台的滑道长度，由闸门内滑道、闸门门槽活动滑道和闸门外滑道组成。滑道长度按公式（5）计算：

$$L_s=L_k-l_1+(H-H)/i \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- H ——闸门内边线处滑道面高程的数值，单位为米（m）；
- H ——滑道面末端高程的数值，单位为米（m）。

- c) 半坞式斜船台滑道，滑道长度按公式（6）计算：

$$L_s=L_k-l_1-l_2 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

l_2 ——滑道末端至闸门内边线的距离的数值，单位为米(m)。油脂滑道 $l_2 \leq 2\text{ m}$ ，钢珠滑道， $l_2 = 8\text{ m} \sim 12\text{ m}$ 。

注：以上a)、b)、c)中各长度，均指水平投影长度(下同)。

3.2.2.6 滑道中心距的确定，两根滑道中心线之间的距离，一般为船宽的 $1/4 \sim 2/5$ 。大型斜船台的滑道中心距，可小于船宽的 $1/4$ ，自滑道首端至滑道末端宜取同一值。

3.2.2.7 滑道宽度按以下两种方法确定：

- a) 油脂滑道由钢筋混凝土滑道梁和滑道木组成。滑道木顶面比斜船台面高 $0.8\text{ m} \sim 0.9\text{ m}$ ，滑道木的厚度为 $0.2\text{ m} \sim 0.3\text{ m}$ 。每根滑道木的宽度按公式(7)确定：

$$b_{sw} = 10kW / n l_s p_s \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- b_{sw} ——每根滑道木宽度的数值，单位为米(m)；
 k ——两根滑道间不平衡系数， $k = 1.1 \sim 1.2$ ；
 W ——下水重量的数值，单位为吨(t)，包括船舶重量和下水装备重量；
 n ——滑道根数，一般取 $n = 2$ ；
 l_s ——每根滑道上的滑板总长度的数值，单位为米(m)，与设计代表船舶的型宽、线型，滑道中心距有关。当无具体资料时，滑板总长度可取 $(0.85 \sim 0.95) L_{bp}$ ；
 p_s ——油脂压强的数值，单位为千帕(kPa)，一般 $p_s = (2.0 \sim 3.0) \times 10^5$ 。

- b) 钢珠滑道由钢筋混凝土滑道梁、橡胶板、轨板和导轨方钢(圆钢)组成。轨板顶面比斜船台面高 $0.8\text{ m} \sim 0.9\text{ m}$ 。每根滑道轨板宽度按公式(8)确定：

$$b_{st} = 0.125 q_{sc} / N m P_k + 0.14 (m + 2) \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- b_{st} ——每根滑道轨板宽度的数值，单位为米(m)；
 q_{sc} ——每根滑道平均线荷载的数值，单位为千牛每米(kN/m)；
 N ——每米长度内每列钢珠数量， $N = 6\text{ 个} \sim 8\text{ 个}$ ；
 m ——每根滑道上垂直斜船台中心线方向的保距器数量，单位为个， $m = 1\text{ 个} \sim 3\text{ 个}$ ；
 P_k ——每个直径为90 mm的钢珠平均荷载的数值，单位为千牛每个(kN/个)，一般 $P_k = 10 \sim 20$ 。

3.2.2.8 滑道末端水深，按公式(9)计算：

$$D = T_s + h + h_0 \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- D ——滑道面末端水深的数值，单位为米(m)；
 T_s ——船舶全浮时船舶在滑板前端处吃水的数值，单位为米(m)，根据设计代表船舶确定，但不宜小于 2.5 m ；
 h ——船舶基线距滑道面高度的数值，单位为米(m)，一般取 $h = 0.65\text{ m} \sim 1.10\text{ m}$ ，视设计代表船舶尺度、船型、对船底操作净空高度要求等取值；
 h_0 ——裕度的数值，单位为米(m)，一般取 $h_0 = 0.3 \sim 0.5$ 。

3.2.2.9 滑道末端高程，按公式(10)计算：

$$H = H_{st} - D \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- H_{st} ——设计下水低水位的数值，单位为米(m)。

3.3 工艺设施

3.3.1 工艺设施种类

斜船台工艺设施主要有：起重设备、斜船台闸门、登船塔、高空作业车、止滑器、墩木、滑板、下水横梁、保距器、钢珠、钢珠回收箱、斜船台定位拉桩、斜船台中心线槽钢、定位标杆、斜船台长度标尺和水尺等。

3.3.2 工艺设施布置要求

- 3.3.2.1 斜船台起重设备有门座起重机和门式起重机，根据船舶大小和分段划分的大小进行配备。起重设备靠斜船台边线的轨道中心线距斜船台边线不宜小于 3 m。
- 3.3.2.2 有防水闸门的斜船台，门坎高程不宜过低。宜高于设计低水位，以利于闸门段活动滑道木的拆装。
- 3.3.2.3 根据斜船台长度，在其每侧设置上斜船台斜梯 1 座~2 座。建造 10 000 DWT 以上船舶的斜船台，在其一侧近斜船台中下部，设置登船斜梯或登船塔。
- 3.3.2.4 斜船台应设置止滑器，可采用机械式或液压式。建造 10 000 DWT 船舶的斜船台，宜在斜船台中部的滑道外侧，设置机械式或液压式止滑器两对。建造 35 000 DWT 及其以上船舶的斜船台，宜在斜船台中部的滑道内、外侧，设置机械式或液压式止滑器 2 对~4 对。当设置三对止滑器时，两对设置在斜船台中部的上面，一对设置在斜船台中部的下面。
- 3.3.2.5 斜船台止滑器分别设置在设计代表船舶船舫的上下，相距 20 m~30 m。位于同一高程的止滑器应由一个打开装置控制。控制不同高程止滑器的两个打开装置，宜由一个系统操纵。
- 3.3.2.6 船舶在斜船台上的墩木，分为中墩（龙骨墩）和边墩。墩木一般长 1.0 m~2.0 m，断面尺寸为 0.2 m×0.2 m~0.35 m×0.35 m 的木楞头、楔木和砂箱墩(或活络铁墩) 组成。也可与钢筋混凝土或钢质的基座混合组成。
- 3.3.2.7 中墩在设计代表船舶垂线间的长度范围内布置，10 000 DWT 船舶布置单列中墩，其纵向中心距为 2.0 m。35 000 DWT 及其以上船舶宜布置双列中墩，纵向中心距为 2.0 m~3.0 m，横向中心距为 3.0 m~4.0 m。
- 3.3.2.8 边墩应根据船舶的下水重量、船舶底部线型和船体结构进行布置。边墩的纵向间距，宜为中墩纵向间距的 2 倍~4 倍。各级斜船台边墩总列数按表 3 确定：

表3 边墩总列数

船舶载重量 DWT	边墩总列数
> 60 000~150 000	8~12
> 10 000~60 000	6~8
> 5 000~10 000	4~6

- 3.3.2.9 当进行舱内水密性试验时，应根据需要在灌水舱下增设临时支墩。
- 3.3.2.10 斜船台定位拉桩分为独立式和连续式。其拉力为 30 kN~100 kN。独立式拉桩的间距为 4 m~6 m。
- 3.3.2.11 拉桩宜在斜船台中心线两侧对称布置，最内侧一对布置在滑道梁内侧，最外侧一对布置在设计代表船舶船舷以外。其他拉桩按表 4 所列数量等间距布置。

表4 拉桩列数

船舶载重量 DWT	拉桩列数
> 60 000~150 000	6~8
> 10 000~60 000	4~6
> 5 000~10 000	2~4

- 3.3.2.12 斜船台中心线槽钢，应埋设于斜船台中心线处，沿整个斜船台长度布置，在槽钢面标出斜船台中心线标记。
- 3.3.2.13 沿滑道梁外侧应设置斜船台长度标志。
- 3.3.2.14 斜船台防水闸门的门槽内、外应设置水尺。门槽外，为以当地水位零点为基准面的水尺；门槽内，分别设置以当地水位零点为基准面的水尺和以滑道末端为基准面的水尺。

- 3.3.2.15 用螺栓将油脂滑道木固定在钢筋混凝土滑道梁上。采用横向方式固定时，钢筋混凝土滑道梁宜比滑道木宽 0.3 m~0.4 m；采用竖向方式固定时，钢筋混凝土滑道梁与滑道木同宽。采用竖向方式固定更有利于滑道木地修理和更换。
- 3.3.2.16 用螺栓将钢珠滑道的轨板固定在钢筋混凝土滑道梁上。在轨板和钢筋混凝土梁之间设橡胶板。轨板厚度一般为 25 mm，橡胶板厚度为 10 mm。在轨板上安装一定数量的导轨方钢（或圆钢），其断面尺寸为 25 mm×25 mm（或 ϕ 25 mm）。
- 3.3.2.17 在钢珠滑道末端外，应设置钢珠回收箱。回收箱的容积，应大于设计代表船舶下水时所用钢珠总量需占用的容积。在回收箱的上口，设有供保距器滑行的轨道与滑道轨板衔接，其坡度比滑道坡度稍陡。
- 3.3.2.18 保距器分为滑块支撑和走轮支撑两种形式。保距器的长度，一般不大于 1.0 m，高度 0.045 m，重量不宜超过 35 kg。
- 3.3.2.19 半坞式斜船台设计代表船舶下水时，钢珠和保距器敷设长度按公式 (11) 计算：

$$L = (L_s + L_n) / 2 \dots\dots\dots (11)$$

式中：
L——钢珠和保距器敷设长度的数值，单位为米（m）。

3.3.2.20 设有防水闸门的斜船台、半坞式斜船台宜设置水泵房。

3.4 工艺荷载

3.4.1 斜船台工艺荷载

斜船台工艺荷载包括下列几种：

- a) 墩木荷载；
- b) 滑道荷载；
- c) 止滑器荷载；
- d) 其他荷载。

3.4.2 斜船台墩木荷载

3.4.2.1 船舶纵向线荷载应根据设计代表船舶的下水重量曲线计算。若无具体产品资料，可按公式 (12) 近似计算：

$$q = 10 a_0 W / 0.9 L_{bp} \dots\dots\dots (12)$$

式中：
q——船舶纵向线荷载的数值，单位为千牛每米（kN/m）；
a₀——船舶重量纵向分布不平衡系数，机舱段：a₀=1.8~2.2，平行舯体段：a₀=1.0，艉部：a₀=0.95，艏部：a₀=0.85；
W——船舶下水重量的数值，单位为吨（t），一般为空船重量的 85%~95%，亦可按实际下水重量适当提高；
L_{bp}——船舶垂线间长的数值，单位为米（m）。

3.4.2.2 单中墩线荷载，按公式 (13) 计算：

$$q_c = a_1 q \dots\dots\dots (13)$$

式中：
q_c——单中墩线荷载的数值，单位为千牛每米（kN/m）；
a₁——单中墩荷载系数，一般取 a₁=0.5~0.8（大船取小值）。艏、艉部分没有边墩时取 a₁=1.0。

3.4.2.3 单中墩荷载，按公式 (14) 计算：

$$P_c = q_c L_c \dots\dots\dots (14)$$

式中：
P_c——单中墩荷载的数值，单位为千牛（kN）；
L_c——中墩纵向中心距的数值，单位为米（m）。

3.4.2.4 双中墩线荷载，按公式 (15) 计算：

$$q_{c1} = 1.1 a_1 q / 2 \dots\dots\dots (15)$$

式中：

q_{c1} ——双中墩线荷载的数值，单位为千牛每米(kN/m)。

3.4.2.5 双中墩荷载，按公式(16)计算：

$$P_{c1}=q_{c1}L_c \dots\dots\dots (16)$$

式中：

P_{c1} ——双中墩荷载的数值，单位为千牛(kN)。

3.4.2.6 边墩线荷载(同一断面边墩线荷载总和)，按公式(17)计算：

$$q_s=a_2q \dots\dots\dots (17)$$

式中：

q_s ——边墩线荷载的数值，单位为千牛每米(kN/m)；

a_2 ——边墩荷载系数，一般取 $a_2=0.7\sim0.9$ 。

3.4.2.7 各列边墩线荷载，按公式(18)计算：

$$q_{si}=k_iq_s \dots\dots\dots (18)$$

式中：

q_{si} ——第*i*列边墩线荷载的数值，单位为千牛每米(kN/m)；

k_i ——第*i*列边墩荷载分配系数，与船型、船宽、船体结构和边墩列数有关。

3.4.2.8 边墩荷载，按公式(19)计算：

$$P_{si}=q_{si}L_{si} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

P_{si} ——第*i*列边墩荷载的数值，单位为千牛(kN)；

L_{si} ——第*i*列边墩纵向中心距的数值，单位为米(m)。

3.4.3 滑道荷载

3.4.3.1 每根滑道平均线荷载，按公式(20)计算：

$$q_{sc}=10kR/nI_s \dots\dots\dots (20)$$

3.4.3.2 机舱区滑道平均线荷载，按公式(21)计算：

$$q_{scm}=a_0q_{sc} \dots\dots\dots (21)$$

式中：

q_{scm} ——机舱区每根滑道平均线荷载的数值，单位为千牛每米(kN/m)。

3.4.3.3 艏浮时，滑板有效接触长度范围内，滑道平均线荷载，按公式(22)计算：

$$q_F=K_1P_F/nI_{s1} \dots\dots\dots (22)$$

式中：

q_F ——艏浮时，滑板有效接触长度范围内，滑道平均线荷载的数值，单位为千牛每米(kN/m)；

K_1 ——艏浮时两根滑道间不平衡系数，一般取 $K_1=1.5\sim1.8$ ；

P_F ——船舶艏浮时，滑板有效接触长度范围内的船舶荷载的数值，单位为千牛(kN)。一般取

$$P_F=(0.25\sim0.28)\times10R;$$

I_{s1} ——艏浮时，每根滑道上的滑板有效接触长度的数值，单位为米(m)。一般取 $I_{s1}=0.1 I_s$ 。

3.4.3.4 滑道末端压力，按公式(23)计算：

$$q_e=(0.6\sim0.7)q_F \dots\dots\dots (23)$$

式中：

q_e ——滑道末端压力的数值，单位为千牛每米(kN/m)。

3.4.3.5 滑道静荷载区，由滑道平均线荷载和机舱区滑道平均线荷载组成。静荷载区总长度与设计代表船舶的滑板长度相同。其中，机舱区滑道平均线荷载作用区与船舶机舱区相对应。静荷载区伴随船舶下滑向滑道末端移动。

艏浮时，滑道有效接触长度内的滑道平均线荷载作用区域，应由下水计算（或艏浮估算）决定。设计下水高水位时，船舶艏浮对应的滑板前端线所处位置，为荷载区域的上端。设计下水低水位时，船舶艏浮对应的滑板有效接触长度的下端线所处位置，为荷载区域的下端。

艏浮时，滑道有效接触长度荷载作用区域，一般与机舱区滑道荷载区部分重叠。

3.4.4 止滑器荷载

3.4.4.1 止滑器荷载按公式（24）计算：

$$P=K_2 (F-\mu N) /n_2 \dots\dots\dots (24)$$

式中：

- P ——每个止滑器的荷载的数值，单位为千牛（kN）；
- K_2 ——止滑器间不平衡系数，一般取 $K_2=1.5\sim2.0$ ；
- F ——下水重量（船舶和下水装备重量之和）沿滑道面之下滑力的数值， $F=10W\sin \alpha$ ，单位为千牛（kN）；
- μ ——减少滑行阻力介质的静摩擦系数，油脂 $\mu=0.02$ ，钢珠 $\mu=0.01$ ；
- N ——下水重量对滑道面的正压力的数值，单位为千牛（kN）；
- n_2 ——同时开启的止滑器的数量。

3.4.4.2 下水重量对滑道面的正压力的数值，按公式（25）计算：

$$N=10W\cos \alpha \dots\dots\dots (25)$$

式中：

α ——滑道面与水平面夹角的数值，单位为度（°）。

4 结构设计

4.1 一般要求

4.1.1 结构组成与选型

4.1.1.1 斜船台滑道，一般由陆上纵向斜船台（含滑道）和水下滑道两部分组成。斜船台一般为实体结构；斜船台高出地坪较高的区段，可设置架空结构。有防水闸门斜船台和半坞式斜船台还包括挡水闸门段。

4.1.1.2 斜船台滑道结构选型，应根据工程地质及自然条件、使用要求、材料供应、施工条件和环保要求等因素，通过技术论证、环境评价等综合考虑确定。

4.1.1.3 斜船台滑道结构的混凝土结构设计按 JTJ 267 规定执行。

4.1.2 结构重要性

根据斜船台滑道构筑物破坏后果，结构安全等级划分为三级，相应结构重要性系数 γ_0 按表5确定。

表5 结构重要性系数

结构安全等级	破坏后果	γ_0
一级	很严重	1.1
二级	严重	1.0
三级	不严重	0.9
一般斜船台滑道构筑物结构安全等级采用二级；用实践经验较少的新型结构或地质条件较复杂时，结构安全等级可提高一级；临时构筑物失事可能引起永久构筑物遭受严重破坏，长期延误施工时，临时构筑物安全等级可由三级提高到二级。		

4.1.3 防洪防汛

当斜船台滑道闸门段和两侧护岸与城市防洪防汛构筑物相关，并有防洪防汛要求时，其结构安全等级应与城市防洪防汛构筑物等级相一致，并按照地方对防洪防汛结构设计的统一规定进行设计。

4.1.4 作用与作用效应组合

4.1.4.1 作用在斜船台滑道结构上的荷载可分下列三种：

- a) 永久作用：结构自重力、固定设备自重力、预加应力、土重力及由永久作用引起的土压力，固定水位的静水压力和浮托力等；
- b) 可变作用：斜船台滑道工艺荷载（斜船台墩木荷载、滑道荷载、止滑器荷载等），斜船台堆载、移动设备荷载，自然荷载（风、波浪、水流、冰），施工荷载，可变作用引起的土压力等；
- c) 偶然作用：地震荷载等。

4.1.4.2 斜船台滑道结构设计可根据使用和施工等条件考虑下列三种设计状况：

- a) 持久状况：在结构使用期，应按承载能力极限状态和正常使用极限状态设计；
- b) 短暂状况：在施工期可能出现的作用，应按承载能力极限状态设计，必要时可按正常使用极限状态设计；
- c) 偶然状况：在使用期遭受地震荷载作用时，仅按承载能力极限状态设计。

4.1.4.3 斜船台滑道结构上的作用效应，应按极限状态和设计状况进行组合。

4.1.4.4 下列情况应按承载能力极限状态设计：

- a) 结构的整体稳定，挡土结构抗倾和抗滑稳定，岸坡稳定等；
- b) 构件的受弯、受剪、受冲切、受压、受拉和受扭等；
- c) 柱和桩的压屈稳定等；
- d) 基床及地基承载力；
- e) 桩的承载力。

4.1.4.5 下列情况应按正常使用极限状态设计：

- a) 混凝土构件的裂缝宽度；
- b) 地基沉降。

4.1.4.6 构件承载能力极限状态作用效应组合，分为持久组合、短暂组合和偶然组合。所取水位分别按下列规定采用：

- a) 持久组合时应采用设计高水位，设计低水位，极端高水位，极端低水位；
- b) 短暂组合时应采用设计高水位，设计低水位或施工时期某一不利水位；
- c) 偶然组合水位应按 JTJ 225 中规定执行。

4.1.4.7 结构承载能力设计，应采用下列极限状态表达式，见公式（26）：

$$S_d \leq R_d \dots\dots\dots (26)$$

式中：

S_d ——作用效应设计值；
 R_d ——结构抗力设计值。

4.1.4.8 持久状况作用效应的持久组合设计值，应按公式（27）确定：

$$S_d = \gamma_0 [\gamma_c C_G G_K + \gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1K} + \psi (\sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} Q_{iK})] \dots\dots\dots (27)$$

式中：

γ_0 ——结构重要性系数，按表5取值；
 γ_c ——永久作用分项系数，按4.1.4.13取值，对以永久作用为主的构件，其分项系数宜适当提高；
 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；
 G_K ——永久作用标准值；
 γ_{Q1} ——主导可变作用分项系数，按4.1.4.13取值；
 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；
 Q_{1K} ——主导可变作用标准值；

- ψ ——组合系数，取 $\psi=0.7$ ；
 γ_{qi} ——第*i*个非主导可变作用分项系数，按4.1.4.13取值；
 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；
 Q_{ik} ——第*i*个非主导可变作用标准值。

4.1.4.9 短暂状况作用效应的短暂组合设计值，应按公式（28）确定：

$$S_d = \gamma_g C_g G_k + \sum_{i=1}^n \gamma_{qi} C_{qi} Q_{ik} \dots\dots\dots (28)$$

- 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4.1.4.13中所列数值减小0.1；
 Q_{ik} ——第*i*个非主导可变作用标准值，对波浪力，水压力等环境荷载的重现期，可采用2 a~5 a；
对施工荷载，检修荷载等，可取可能产生的最大值。

4.1.4.10 偶然状况作用效应的偶然组合，应按 JTJ 225 中规定执行。

4.1.4.11 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，并应分别按下列两种表达式确定：

- a) 持久状况作用的短期效应组合，按公式（29）确定：
$$S_s = S_{GK} + \psi_1 \sum S_{QiK} \dots\dots\dots (29)$$

- 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；
 S_{QiK} ——可变作用标准值产生的作用效应。

- b) 持久状况作用的长期效应组合，按公式（30）确定：
$$S_l = S_{GK} + \psi_2 \sum S_{QiK} \dots\dots\dots (30)$$

- 式中：
 S_l ——作用的长期效应（准永久）组合值；
 ψ_2 ——准永久值系数，取0.6。

4.1.4.12 对短暂状况，当需要考虑正常使用极限状态时，应按公式（31）验算：

$$S = S_{GK} + \sum S_{QiK} \dots\dots\dots (31)$$

- 式中：
 S ——短暂状况效应组合；
 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。

4.1.4.13 斜船台滑道结构设计中，各种作用分项系数和挡土结构稳定验算时的各项作用分项系数，以及对构件承载力计算时的各项作用分项系数的取值，可分别按 JTJ 215 和 JTJ 290 确定。对斜船台滑道各种工艺荷载的作用分项系数 γ 值，按表 6 取值。

表6 作用分项系数

荷载名称	γ
墩木荷载	1.5
滑道荷载	
止滑器荷载	

4.2 斜船台结构设计

4.2.1 地基基础设计

4.2.1.1 天然地基上的基础，对岩石地基可不设砂石垫层，对非岩石地基可设砂石垫层。当地基软弱时，应采用换填砂、强夯、水泥土搅拌桩、砂石桩、预制桩等加固处理办法。

4.2.1.2 天然地基的设计计算，一般包括地基承载力、地基稳定性和地基沉降验算等，可按 JTJ 250 规定执行。当天然地基不能满足要求时，应根据具体情况进行专门的地基处理设计。。

4.2.1.3 天然地基承载力设计值，可根据地基土的抗剪强度指标计算。在有原位测试或静荷载试验资料时，要进行相互验证和综合分析确定。当缺乏上述资料时，对非粘性土地基的小型斜船台滑道，可参见附录 B。

4.2.1.4 弹性地基梁板结构按基床系数法计算的基床系数 K 值，应根据现场荷载试验并考虑底板尺度，以及地基压缩层厚度的影响，进行修正确定。当缺乏荷载试验资料时，可参见附录 C。

注：关于现场荷载试验要点及修正计算方法，可参见JTJ 252。

4.2.1.5 斜船台桩基一般采用钢筋混凝土预制桩、预应力钢筋混凝土管桩（PHC 桩）、钻孔灌注桩、沉管灌注桩、挖孔桩等。可根据地质条件，施工条件及技术经济分析等因素确定桩基型式。

4.2.1.6 桩的承载能力应根据不同受力情况，分别按桩身结构强度和地基土对桩的支承能力进行计算，并取其小值。

4.2.1.7 单桩承载力有条件时应根据静荷载试验确定。当附近工程有试桩资料，且地质情况相近时，也可参照确定。

4.2.1.8 对容许不做静荷载试桩的工程，可按承载力经验参数法确定单桩垂直极限承载力设计值，应按公式（32）计算：

$$Q_d = (U \sum q_{fi} l_i + q_R A) / \gamma_R \dots\dots\dots (32)$$

式中：

- Q_d ——单桩垂直极限承载力设计值，单位为千牛（kN）；
 - U ——桩身截面周长的数值，单位为米（m）；
 - q_{fi} ——单桩第 i 层土的极限侧摩阻力标准值，单位为千帕（kPa）。
 - l_i ——桩身穿过第 i 层土长度的数值，单位为米（m）；
 - q_R ——单桩极限桩端阻力标准值，单位为千帕（kPa）；
 - A ——桩身截面面积的数值，单位为平方米（m²）；
 - γ_R ——单桩垂直承载力分项系数， γ_R 取1.45。当地质条件复杂或永久作用所占比重较大时， γ_R 可取1.55；对灌注桩当无试桩资料时， γ_R 可取1.60~1.65，当有试桩资料时， γ_R 可取1.60。
- 若无当地经验值时，单桩第 i 层土的极限侧摩阻力标准值 q_{fi} 对预制混凝土挤土桩，可参见附录D；

对灌注桩，可参见附录E。

4.2.1.9 单桩极限桩端阻力标准值对预制混凝土挤土桩，可参见附录 D；对灌注桩，可按公式（33）计算：

$$q_R = 2 m_0 \lambda ([q_0] + k_2 \gamma_2 (L_1 - 3)) \dots\dots\dots (33)$$

式中：

- m_0 ——清底系数，挖孔灌注桩取 1.0；钻孔灌注桩取 0.65~0.90，沉渣厚度小取大值，反之取小值，且沉渣厚度不应大于 300 mm；
- λ ——修正系数；
- $[q_0]$ ——地基容许承载力的数值，单位为千帕（kPa）；
- k_2 ——地基容许承载力深度修正系数；
- γ_2 ——桩端以上土的天然重度的数值，单位为千牛每立方米（kN/m³），当土层多于两层时应取加权平均值；

L_t ——桩的入土深度的数值，单位为米(m)，自冲刷线起算，当 L_t 大于40 m时，按40 m计算。
修正系数 λ 根据表7选取。

表7 修正系数 λ

桩端土情况	L_t / d		
	4~20	20~25	>25
透水性土	0.70	0.70~0.85	0.85
不透水性土	0.65	0.65~0.72	0.72

注：表中 d 为桩的设计直径，单位为米(m)。

地基容许承载力 $[q_0]$ 可参见附录F中表F.1~表F.6。

k_2 根据桩端持力层土的类别，参见附录F中表F.7。

4.2.1.10 桩基布置应发挥桩的承载能力，减少构筑物的沉降和不均匀沉降，并使结构受力合理。

4.2.1.11 提高单桩承载能力，减少斜船台结构沉降或不均匀沉降可采用下列措施：

- a) 桩尖打入良好持力层一定深度，当桩尖不能达到良好持力层时，应使同一桩台的桩尖打至同一土层，且桩尖高差不宜太大；
- b) 当桩尖进入不同土层时，各桩沉桩贯入度不宜相差过大；
- c) 同一桩台基桩桩尖不应打入软硬不同土层。

4.2.1.12 在符合下列条件的桩基，可考虑斜船台板底下桩间土的支承作用：

- a) 桩基下土体不产生自重固结沉降或震陷等；
- b) 桩排数不少于三排，且桩数不少于九根的摩擦型桩基的桩中心距，对挤土桩最小中心距为3.5 d （但不大于6 d ），对灌注桩最小中心距为3.0 d ；

注： d ——桩直径或方桩边长。

- c) 桩尖未达到较好持力土层。

桩间土支撑作用所占的比例，可参照当地经验确定，也可采用适当降低作用分项系数方法，考虑桩间土的支承作用。

4.2.1.13 当遇下列情况时，在桩基设计中宜考虑负摩阻力的影响：

- a) 桩身穿过新近沉积或人工填筑的土层，该土层在其自重重力作用下仍未固结稳定；
- b) 桩基附近地面有大面积堆载时；
- c) 降低地下水等。

4.2.2 斜船台实体段设计

4.2.2.1 斜船台实体段一般由斜船台及侧墙挡土结构组成。斜船台板结构常用矩形横截面、整体式U型结构、倒“T”型或工字形等板梁结构型式。地基型式有天然地基和桩基等。

4.2.2.2 斜船台实体段斜船台板的横向分块可根据斜船台宽度、滑道布置、荷载大小与分布形式，结构受力，以及施工条件等因素合理确定。一般分为中板（含滑道基础梁）和边板。沿斜船台滑道纵向设置的垂直贯通变形缝，应根据地基条件、结构形式、工艺荷载及设施布置等因素确定。其间距一般为15 m~30 m。对地基条件较好，工艺荷载及结构型式较单一，采取相应的施工技术措施，经过技术论证，变形缝间距可加大为40 m~60 m。

4.2.2.3 变形缝宽度一般为20 mm。可采用平缝或企口缝，一般可不设止水措施。对半坞式斜船台的变形缝，应设置止水措施，止水措施通常采用橡胶止水带型式。根据受力及构造需要，缝中可设置传力杆。

4.2.2.4 弹性地基斜船台板的厚度由计算确定。天然地基不宜小于0.3 m；岩基不宜小于0.2 m；桩基上弹性地基板厚不宜小于0.6 m。

4.2.2.5 弹性地基板的垫层厚度一般由计算确定。砂石垫层厚度宜在200 mm~300 mm，当地基承载力较高的硬粘土或密实砂土时，可仅设100 mm厚素混凝土垫层。

4.2.2.6 弹性地基板梁内力可按弹性地基基床系数法计算，也可按有限元法计算。基床系数 K 值，可按4.2.1.4的规定。

4.2.2.7 桩基斜船台板的内力可按弹性地基板的基床系数法或弹性支承板的有限元法计算，也可按相当框架法计算。

4.2.2.8 止滑器坑通常布置在斜船台板中部滑道基础梁的两侧，并安装止滑器设施。斜船台板内力计算中，应考虑较大的偏心止滑力作用所产生的内力。

4.2.2.9 当弹性地基板梁的结构变形缝处，地基应力超过地基承载力时，或者为减少变形缝处地基不均匀沉降，可对变形缝处基础作如下处理：

a) 变形缝处加厚垫层，见图 1；

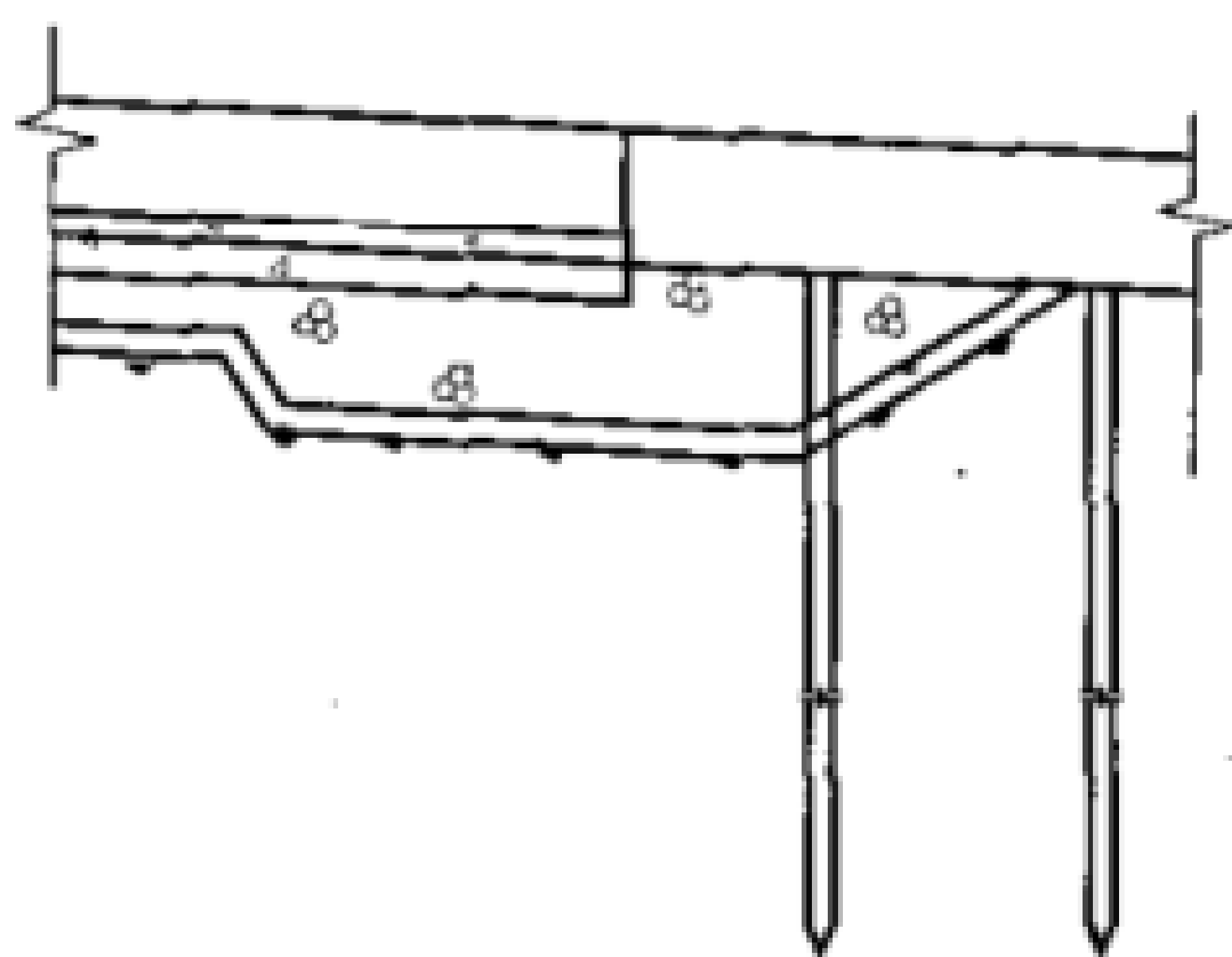
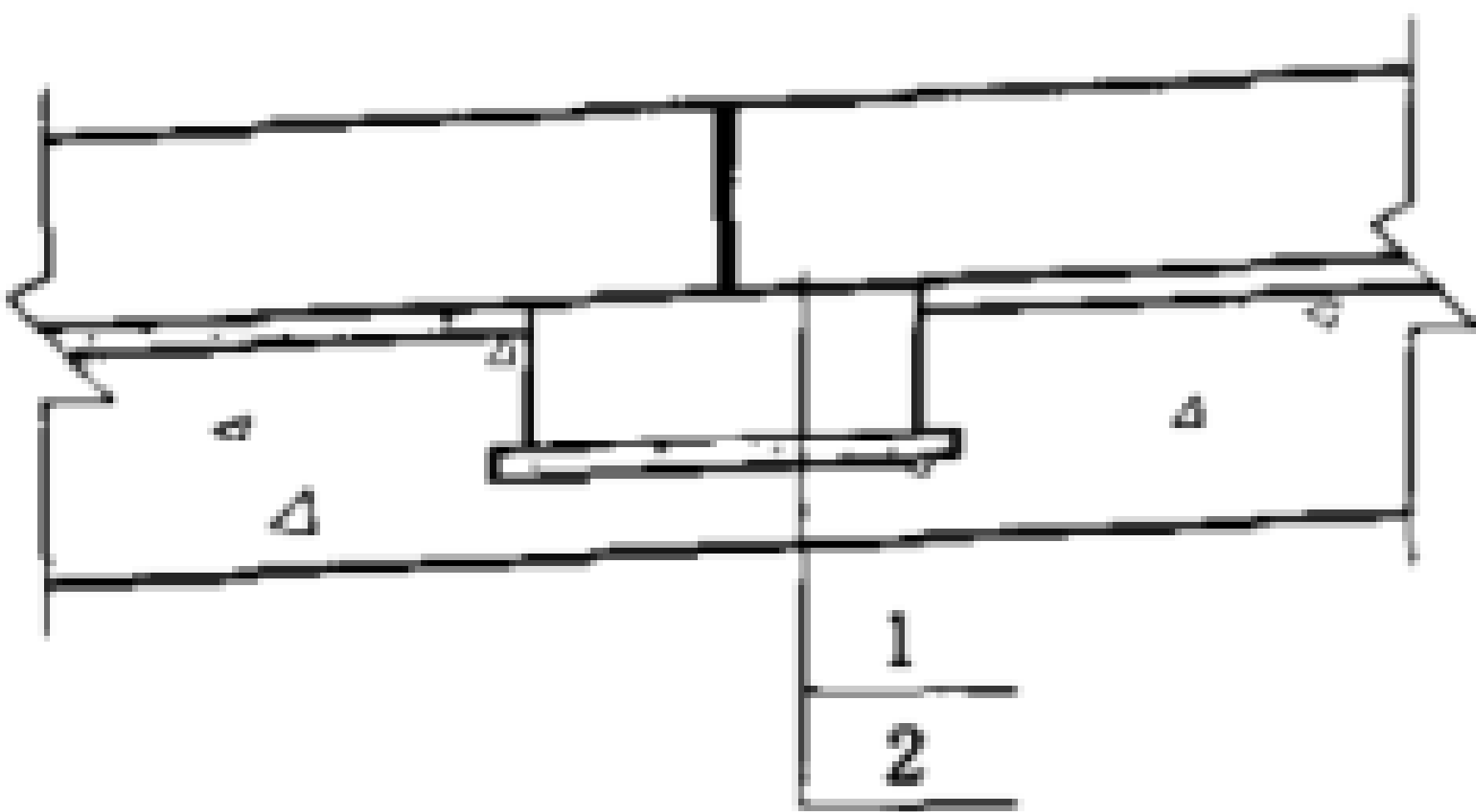


图1 加厚垫层构造图

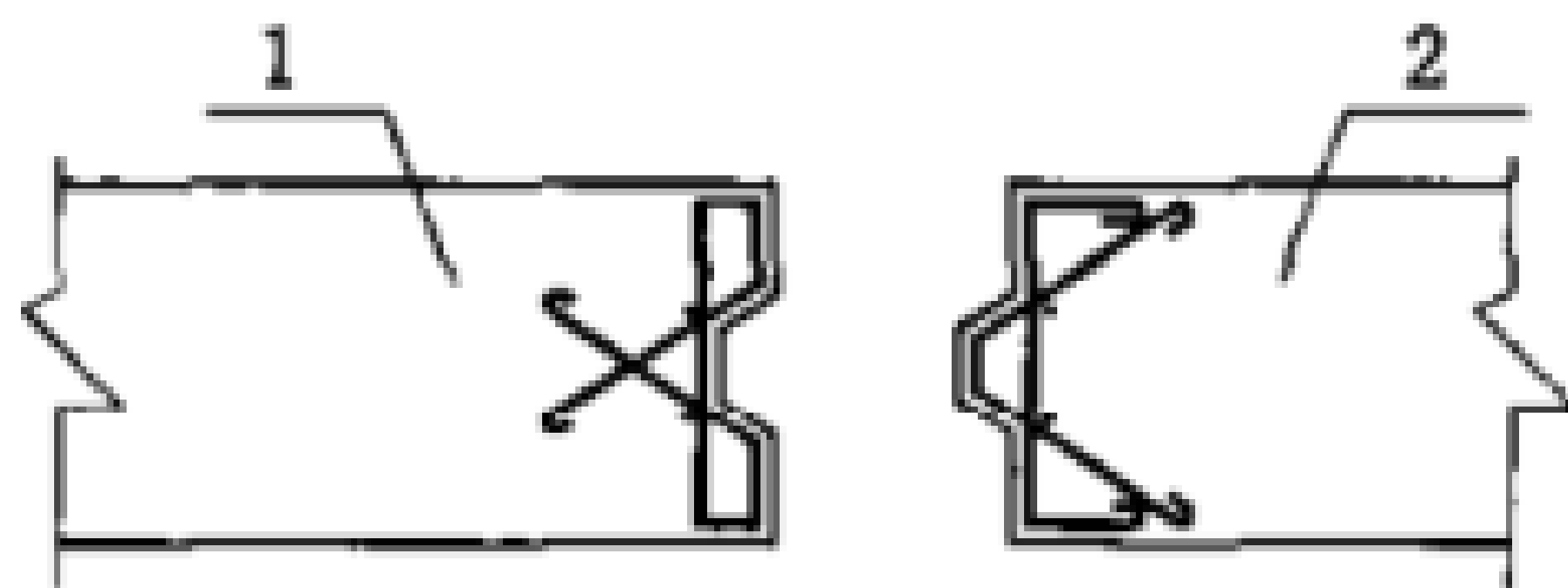
b) 变形缝处加设钢筋混凝土垫板，见图 2；



1—斜船台板；2—垫板

图2 加设垫板构造图

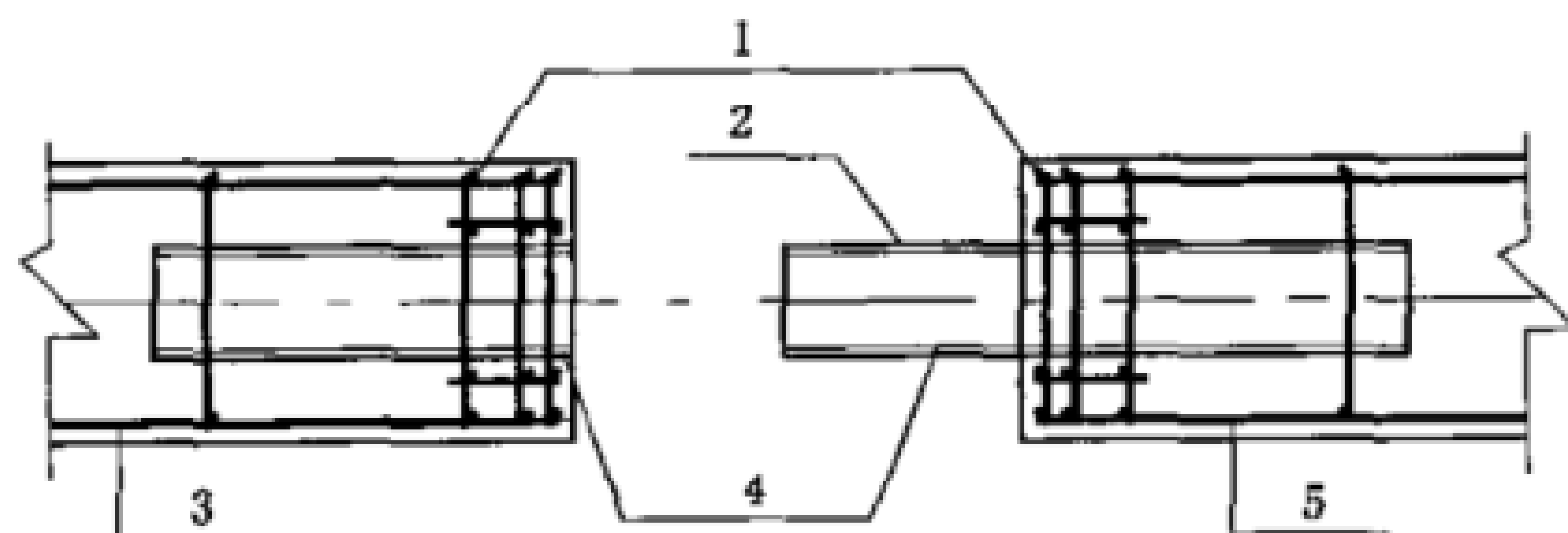
c) 变形缝处加设企口榫槽，见图 3；



1—先浇板；2—后浇板

图3 企口榫槽构造图

d) 变形缝处设置传力杆，见图 4。



1—钢筋网；2—涂沥青；3—后捣板；4—钢管（粗钢筋）；5—先捣板

图4 传力杆构造图

4.2.2.10 斜船台实体段结构设计，应进行下列验算：

- 地基承载力或桩基承载力的验算；
- 板梁结构截面承载力及裂缝宽度的验算；
- 对承受较大墩木集中荷载的冲切承载力的验算；
- 对软土地基的不同结构型式接缝处不均匀沉降的验算；
- 对设有止滑器坑的斜船台板结构，应进行稳定性的验算及按偏心受压构件验算其承载能力。

4.2.2.11 斜船台实体段的侧墙挡土结构型式，应根据地基条件、使用要求、工程材料，以及现场施工条件等因素，通过技术论证确定。常用的有以下三种：

- 重力式：按挡土结构断面形式一般可分为实体式、悬臂式和扶壁式，适用于承载力较高的地基；
- 前板桩桩基承台式：适用于场地较小和承载力较低的地基；
- 锚碇板桩式：适用于挡土高度较高和承载力较低的地基。

4.2.2.12 实体段侧墙挡土结构设计，应进行下列验算：

- 地基承载力或桩基承载力的验算；
- 整体稳定性、抗滑及抗倾稳定性的验算，对板桩墙还需进行“踢脚”稳定性的验算；
- 构件承载力计算及裂缝宽度验算。

4.2.3 斜船台架空段设计

4.2.3.1 斜船台高出地坪较高部分，通常采用钢筋混凝土架空式板梁结构，由板、梁、柱和基础四部分组成。顶板下的空间可考虑为配电所、工具间、生活间及仓库等辅助建筑用。

4.2.3.2 架空段板、梁、柱和基础的平面布置宜尽可能与滑道基础梁及墩木荷载的位置相一致，并考虑顶板、柱子及基础结构布置，受力和施工的技术经济合理性。

4.2.3.3 架空段斜船台顶板通常沿斜船台纵向设纵梁（无横梁）的单向板布置为宜，可采用预制叠合板型式；也可按柱间设纵横梁系的双向板布置，以现浇钢筋混凝土结构为宜。

4.2.3.4 架空段斜船台的纵向梁系或横向梁系，应沿滑道基础梁及尽可能沿墩木荷载位置布置，并做到梁板结构受力经济合理。

4.2.3.5 架空段板梁的支承结构，通常采用钢筋混凝土立柱型式。对中小型斜船台架空段板梁的支承结构，也可采用砖砌承重墙体型式。

4.2.3.6 架空段柱下基础结构型式有天然地基上的独立基础、条形基础、筏板基础，桩基上的独立单桩基础或桩基承台基础，桩基条形基础等。

4.2.3.7 架空段顶板内力根据不同梁系布置的支承条件，按单向板或双向板计算。

4.2.3.8 架空段梁的内力根据不同柱基的支承条件，按刚性或弹性支承连续梁计算。

4.2.3.9 架空段立柱内力，即梁系内力计算的支承反力，一般按轴心受压或偏心受压构件计算。

4.2.3.10 架空段柱下基础内力计算包括以下五种型式：

- a) 柱下单独基础。根据地基条件及基础尺寸，可按刚性基础或扩展基础（含柱下独立基础和墙下条形基础）计算；
- b) 柱下条形基础。当地基较好及均匀时，上部结构和基础刚度较大，基础梁高大于 $1/6$ 柱距时，可按刚性支承连续梁计算。不符合上述条件时，宜按弹性地基基床系数法计算；
- c) 正交条形基础。交点上的柱荷载，可按交叉梁的刚度或变形协调的要求进行分配，其内力可按 b) 的规定，分别进行计算；
- d) 柱下筏板基础。当上部结构刚度较好，梁板式筏基梁的高跨比或平板式筏基板的厚跨比不小于 $1/6$ ，筏板弯曲内力可采用倒楼盖法计算。若不符合上述条件时，可采用弹性地基基床系数法计算；
- e) 柱下桩基基础。可按桩基承台计算承台正截面弯矩设计值和验算承台受冲切承载力。柱下条形承台梁，根据桩端持力层地质条件，可按弹性地基梁或刚性支座连续梁计算。

4.2.3.11 架空段结构设计，应进行下列验算：

- a) 地基承载力或桩基承载力的验算；
- b) 构件承载力计算及裂缝宽度的验算；
- c) 承受较大墩木集中荷载的顶板，应进行受冲切承载力的验算。

4.3 水下滑道结构设计

4.3.1 水下滑道结构型式有以下三种：

- a) 天然地基及抛石基床上的弹性地基板梁结构，适用于较好地基（含地基处理）；
- b) 桩基上的板梁结构，适用于承载力较低的地基及特殊地基等；
- c) 重力式支墩的板梁结构，适用于承载力较高的岩基或硬粘土，以及砂砾层地基等。

4.3.2 天然地基滑道基础处理，对于岩石地基，水下施工时应设置二片石、碎石找平层，厚度不小于 300 mm。当采用现浇混凝土结构时，可直接做在岩面上。当岩面向水域倾斜时，岩面宜做成阶梯形断面。对于非岩石地基，水下施工时应设置抛石基床。当地基承载力足够时的现浇混凝土结构，可设置厚度为 200 mm~300 mm 的砂石垫层，或设置厚度为 100 mm~200 mm 素混凝土垫层。

4.3.3 水下抛石基床，应按滑道设计坡度阶梯形抛筑，并应进行分层夯实整平。抛石基床构造及施工要求，可按 JTJ 290 有关规定执行。

4.3.4 水下抛石基床应采用未风化、不成片状和无严重裂缝、重量为 10 kg~100 kg 的块状石料。饱水抗压强度不小于 50 MPa。

4.3.5 天然地基上滑道结构型式的选择，应根据使用要求、地基条件以及施工条件等进行技术论证确定。常用的有大块板结构、条形基础梁、“井字”梁板结构等。

4.3.6 水下滑道的桩基常用预制钢筋混凝土桩（含大头桩）、钢筋混凝土管桩（PHC 桩）、钻孔灌注桩以及钢管桩等。

4.3.7 桩基上滑道的结构型式，常用的有以下三种：

- a) 现浇钢筋混凝土大块板结构及条形基础梁；
- b) 水下安装的四根桩的双悬臂单跨“井字”梁（板）和六根桩的双悬臂双跨“日字”梁（板）；
- c) 桩基承台的简支梁板式。

4.3.8 重力式支墩结构型式，常用的有实心混凝土方块、空心混凝土方块和钢筋混凝土沉箱等。滑道结构一般为简支梁板结构型式。

4.3.9 天然地基和抛石基床上弹性地基板梁结构的内力可按弹性地基基床系数法计算，也可按有限元法计算。基床系数 K 值可按 4.2.1.4 规定。

4.3.10 桩基上板梁结构应进行下列内力计算：

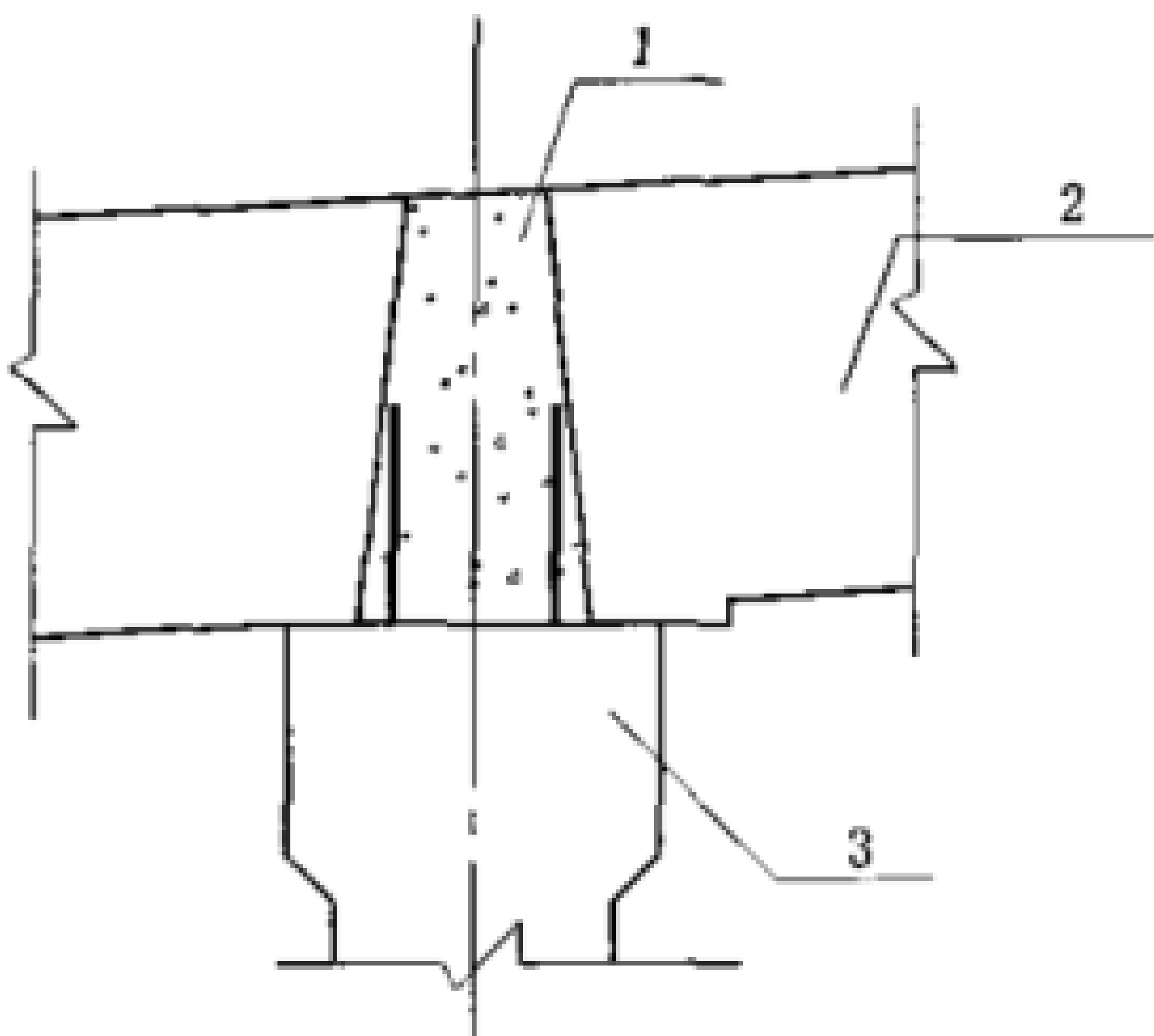
- a) 桩基上现浇钢筋混凝土大块板内力，可按 4.2.2.7 进行计算；
- b) 桩基上板梁内力计算，根据地基条件及板梁支承条件，可按刚性支承的单跨或多跨连续梁计算，或按弹性支承连续梁计算。

4.3.11 重力式支墩上板梁结构的内力可按刚性支承的简支梁计算。

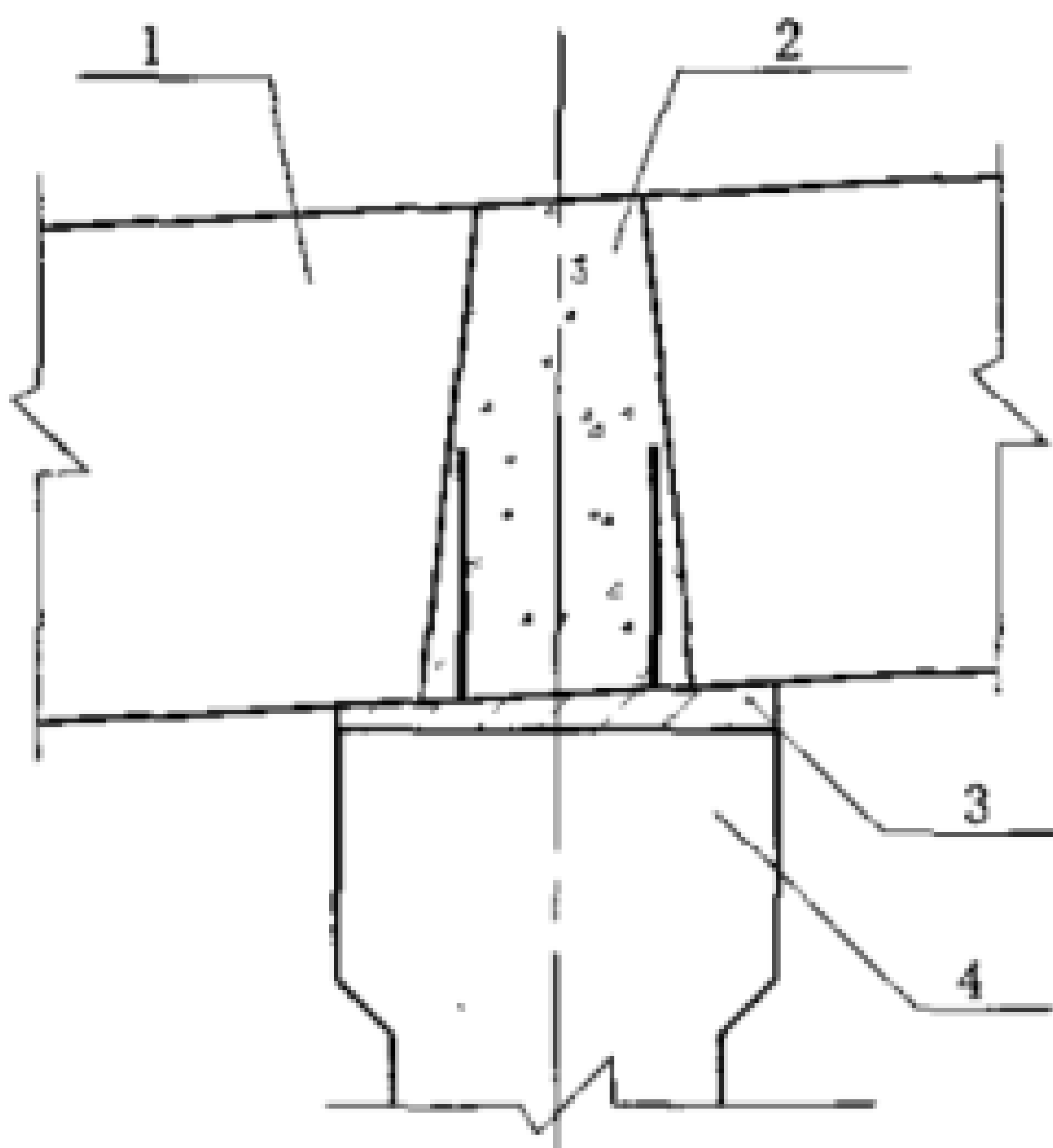
4.3.12 水下滑道结构设计，应进行下列验算：

- a) 地基承载力或基床承载力，以及桩基承载力的验算；

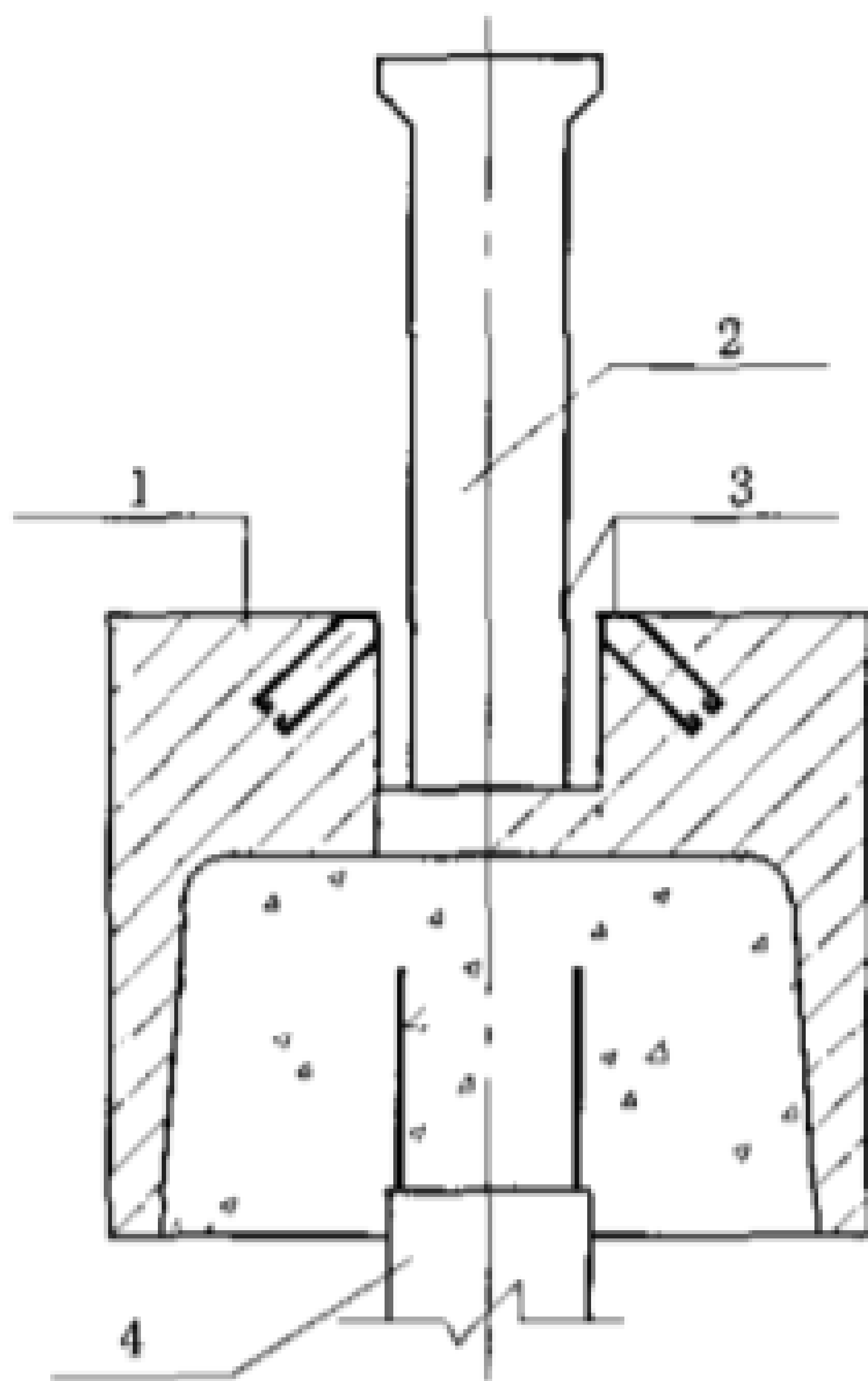
- b) 构件承载力计算及裂缝宽度的验算;
 - c) 对带悬臂端的板梁构件, 应进行艏浮时荷载、作用在悬臂上的梁板构件稳定性和支承节点的验算;
 - d) 桩基上井字板梁结构, 应考虑滑道纵向整体性构造措施。当基桩露出地面较长时, 应验算桩基井字板梁结构受船体下水时瞬时滑道荷载作用所产生的内力和变形。
- 4.3.13 桩基上桩与预制板梁结构的连接构造, 见图 5~图 8:



1—套桩孔水下混凝土; 2—滑道梁; 3—钢筋混凝土大头桩
图5. 大头桩与滑道板梁结构连接构造图

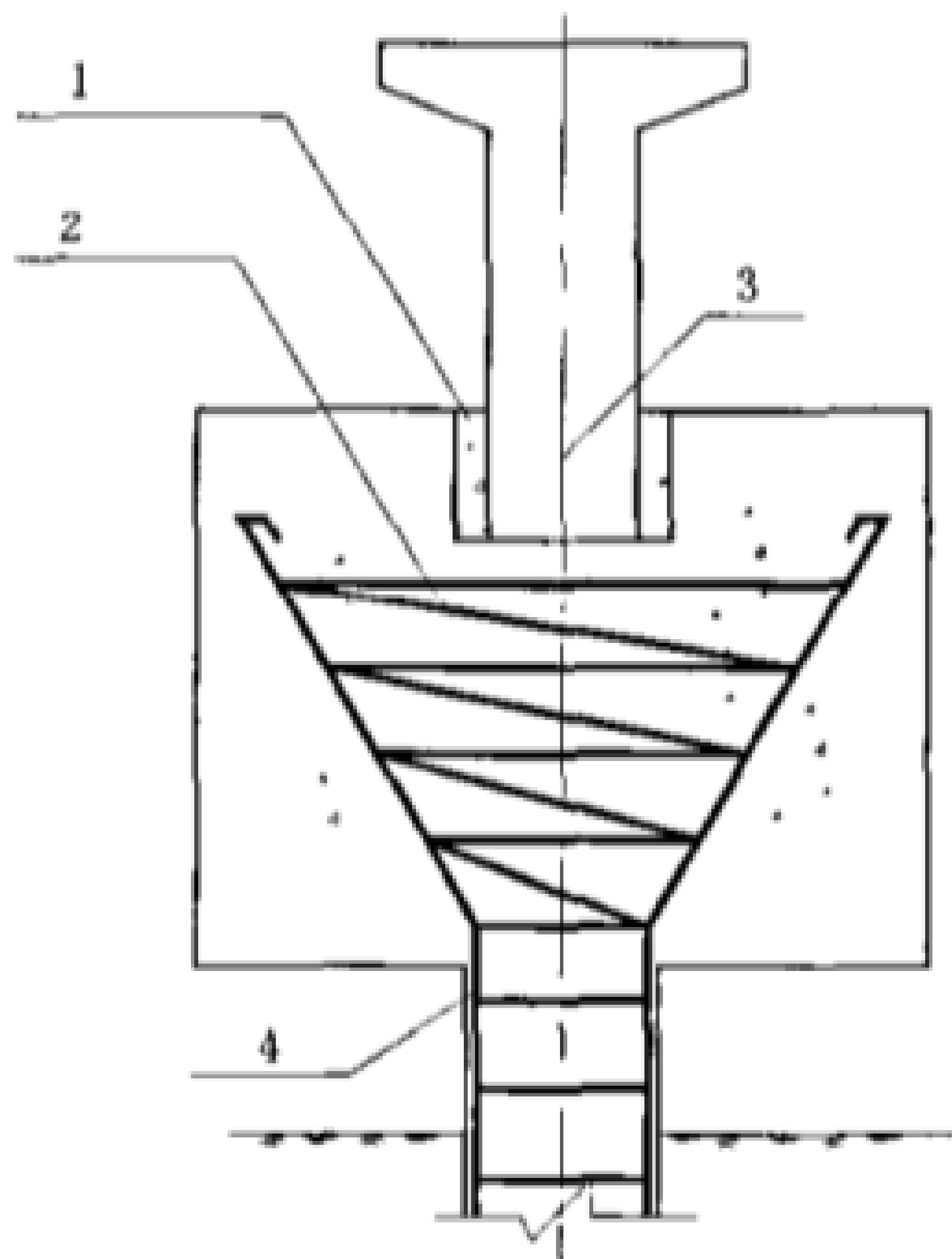


1—滑道梁; 2—套桩孔水下混凝土; 3—楔形垫块; 4—钢筋混凝土大头桩
图6 大头桩与滑道板梁结构连接构造图



1—预制桩帽水下混凝土；2—滑道梁；3—水下电焊；4—打入桩

图7 水下电焊连接构造图



1—水下袋结混凝土封槽；2—钢护筒内现浇桩帽；3—滑道梁；4—钻孔灌注桩

图8 钻孔灌注桩现浇桩帽连接构造图

4.3.14 钢珠滑道末端外，应设置钢珠回收箱平台基础。其结构型式可采用桩基承台基础或抛石基床板式基础。平台基础位置和平面尺寸以及标高等，按工艺要求确定。

4.4 闸门段结构设计

4.4.1 半坞式斜船台的闸门段，一般设置有水泵房和护岸。有防水闸门的斜船台，一般设置有排水明沟和集水坑以及护岸。

4.4.2 闸门段长度及口门的轮廓尺寸，应根据闸门型式、排灌水设施布置、结构稳定性以及强度等因素确定。口门墩内侧净宽，一般不宜小于斜船台有效宽度。

- 4.4.3 闸门门槛和门槽，可根据水质条件和使用要求，采用花岗岩、不锈钢板或高强度混凝土板镶面。闸门止水支承面，应整体、垂直、平整。
- 4.4.4 闸门段结构型式，可采用分离式或整体式。结构型式的选择，应根据地质条件、使用要求、工程材料以及施工条件等因素，通过技术论证确定。
- 4.4.5 闸门段防渗设施，可采用防渗墙、防渗板桩、灌浆帷幕、齿墙及铺盖等结构。防渗墙及防渗板桩的长度及厚度，应根据防渗要求计算确定。
- 4.4.6 分离式闸门段的门墩结构选型，应根据地质条件、施工条件，以及环境要求等因素确定。实体式和空箱式结构，适用于地基承载力较高的地基。沉井式和板桩式，适用于承载力较低的地基。低桩承台式，适用于软基或持力层埋置深度较大的情况。
- 4.4.7 整体式闸门段的结构型式，可采用实体式、浮箱式和“U”型沉井式。实体式和浮箱式结构适用于地基承载力较高的地基。“U”型沉井式结构，一般适用于中小型斜船台滑道和地基承载力较低的情况。
- 4.4.8 分离式的实体式、空箱式的门墩结构设计应考虑横向和纵向荷载的不利组合，可按空间问题采用有限元法进行计算。
- 4.4.9 分离式的沉井门墩结构设计，可按 JTJ 024 有关规定执行。
- 4.4.10 分离式的板桩门墩结构设计，可按 JTJ 292 中有关规定执行。
- 4.4.11 分离式的低桩承台门墩结构，可采用悬臂式、扶壁式和实体式，其结构设计按重力式挡土墙计算，可按 JTJ 290 有关规定执行。在水平力作用下的桩基计算，可按 JTJ 254 有关规定执行。
- 4.4.12 分离式闸门段底板结构计算，可按 4.2.2 有关条文规定执行。
- 4.4.13 整体式闸门段的实体式和浮箱式结构计算，可按 JTJ 252 有关规定执行；“U”型沉井结构计算，可按 4.4.9 执行。
- 4.4.14 闸门段防渗设计，应同时考虑纵、横向的渗流。保证侧向绕流渗径长度，不小于纵向沿闸门段底部渗径长度。所需换算渗径总长度，按公式（34）～公式（36）计算：

$$L \geq CH_k \dots\dots\dots (34)$$

式中：

- L ——渗透轮廓换算渗径总长度的数值，单位为米（m）；
- C ——渗径系数；
- H_k ——渗径起点和终点的水位差的数值，单位为米（m）。

$$L = \sum L_h + m \sum L_v + \sum L_s \dots\dots\dots (35)$$

式中：

- L_h ——渗径轮廓的水平段长度的数值，单位为米（m）；
- L_v ——渗径轮廓的垂直段长度的数值，单位为米（m）；
- L_s ——倾斜段换算长度的数值，单位为米（m）。

$$L_s = \sqrt{L_{sh}^2 + (mL_{sv})^2} \dots\dots\dots (36)$$

式中：

- L_{sh} ——渗径轮廓倾斜段水平投影长度的数值，单位为米（m）；
 - m ——换算系数，对单排板桩取1.5，对多排桩取2.0，对墙身垂直段取1.0；
 - L_{sv} ——渗径轮廓倾斜段垂直投影长度的数值，单位为米（m）。
- 渗径系数 C 按表8取值。

表8 渗径系数 C

土壤类别	粘土	粉质粘土	中粗砂	细砂	粉砂
C	3~4	4~6	5~7	7~8	8~10

- 4.4.15 闸门段结构设计，应进行下列验算：
- a) 地基承载力或桩基承载力的验算；

- b) 抗滑、抗倾及抗浮稳定性的验算;
- c) 渗流稳定性的验算;
- d) 门墩底板截面承载力计算及裂缝宽度的验算;
- e) 局部受压承载力的验算。

4.4.16 闸门段抗滑稳定性验算时,根据斜船台实体段侧墙挡土结构,及其与斜船台板和侧墙连接构造情况,可考虑斜船台结构的顶撑作用。

4.4.17 闸门段门墩与上下游的自然岸坡连接处,一般应设置一段直壁式护岸相连接。护岸结构型式及结构设计,可按 4.2.2.11 及 4.2.2.12 执行。

4.5 斜船台滑道施工精度要求

4.5.1 斜船台结构施工允许偏差为:

- a) 斜船台面高程允许偏差, ± 15 mm;
- b) 中线板位置允许偏差, ± 10 mm;
- c) 止滑器坑及支承位置允许偏差, ± 20 mm;
- d) 止滑器坑及支承高程允许偏差, ± 15 mm;
- e) 斜船台附属设施位置允许偏差, ± 20 mm。

4.5.2 滑道基础梁施工允许偏差为:

- a) 滑道基础梁位置允许偏差, ± 10 mm;
- b) 滑道基础梁高程允许偏差, ± 5 mm。

4.5.3 钢珠滑道基础梁施工允许偏差为:

- a) 滑道基础梁位置允许偏差, ± 10 mm;
- b) 滑道基础梁高程允许偏差, ± 2 mm;
- c) 沿滑道纵向长度 5m 高程允许偏差, ± 2 mm;
- d) 同一横断面滑道基础梁高差, ≤ 2 mm;
- e) 滑道基础梁变形缝处下梁面高程低于上梁面高程, 1 mm。

4.5.4 闸门止水装置的支承面的不平度不大于 5 mm; 局部不平度不大于 1.5 mm/m。

5 给排水设计

5.1 一般要求

5.1.1 斜船台应根据其功能的要求,有选择地配置淡水、江(海)水供水设施。

5.1.2 江(海)水和淡水一般用管道接至供应点。管道布置在斜船台两侧,架空或埋地(地沟)布置。有可能冰冻的给水管道应有防冻措施。

5.1.3 江(海)水和淡水供应点压力应满足工艺要求。

5.1.4 半坞式斜船台的排水泵房若设置在坞门墩内,排水泵宜选用混流泵。若采用在坞底设集水井的布置方式,则在集水井内布置潜污泵作为排水泵。

5.1.5 江(海)水取水泵的布置,可结合半坞式斜船台排水泵设置在坞门墩内。

5.1.6 沿海半坞式斜船台灌排水系统中的水泵、阀门及管道等应选用耐海水腐蚀的材料,或采取有效的防腐蚀措施。

5.1.7 设有工作闸门的半坞式斜船台,应在斜船台内侧最低处设置集水井及排水泵,以排除生产用水、雨水和船下水关闸后的余水。

5.1.8 灌、排水系统设计,应满足工艺设计所确定的灌水时间和排水时间。

5.2 给水设计

5.2.1 3 000 t 级以上的斜船台,一般宜在两侧布置江(海)水和淡水供应点。

5.2.2 船舶压载水、船舱内水密试验灌水、冲水试验的用水,一般采用江(海)水。但对要求较高的燃油、润滑油舱用水应采用淡水。

5.2.3 淡水、江(海)水供应点的布置,离斜船台边线距离一般为 1 m~2 m,纵向间距 25 m~35 m。

5.3 灌排水和泵房设计

5.3.1 设有工作闸门的半坞式斜船台,其灌水系统一般采用在工作闸门上设置灌水阀门的方式。当采用其他灌水方式时,可按 JTJ 253 中的有关规定。

- 5.3.2 在灌、排水系统进口处，应设置栏污栅。栅条净距取 30 mm~50 mm。
- 5.3.3 半坞式斜船台雨水排水量，应根据当地暴雨强度计算公式和斜船台上口投影面积，按公式 (37) 进行计算：

$$Q=q \psi F \dots\dots\dots (37)$$

式中：

Q ——雨水排水量的数值，单位为升每秒 (L/s)；

q ——当地暴雨强度的数值，单位为升每秒每百平方米[L/(s·100m²)]；

ψ ——径流系数，取 $\psi=0.90$ ；

F ——斜船台上口投影面积的数值，单位为平方米 (m²)。

计算 q 时，一般采用重现期 $P=1$ a，雨水集水时间取5 min到10 min。

- 5.3.4 半坞式斜船台排水泵的选型，应根据斜船台闸门关闭后坞内水量、排水时间以及排除坞内水体所需要的最大扬程等因素确定。排水泵一般选用 2 台~3 台，不另设备用泵。排水泵可兼作为雨水泵。水泵的启闭采用水位自动控制。

- 5.3.5 主泵排水时间，按公式 (38) 式计算：
- $$T=V/\Sigma Q \dots\dots\dots (38)$$

式中：

T ——排水时间的数值，单位为秒 (s)；

V ——斜船台内水量的数值，即船舶设计下水水位时，闸门所围合斜船台末端处的楔形水体水量，单位为立方米 (m³)；

ΣQ ——各台主泵的平均流量总和的数值，单位为立方米每秒 (m³/s)。

- 5.3.6 主泵排水时最大扬程，按公式 (39) 计算：
- $$H=H_1+h \dots\dots\dots (39)$$

式中：

H ——主泵最大扬程的数值，单位为米 (m)；

H_1 ——抽水几何高度的数值，单位为米 (m)，闸门外水位取船舶设计下水高潮位；

h ——水泵及管路水头损失的数值，单位为米 (m)。

- 5.3.7 半坞式斜船台排水泵房的设计，应满足下列要求：
- a) 便于设备安装、检修；
 - b) 通风良好，温度、湿度符合设备及运行要求；
 - c) 符合工艺布置要求，并应尽量采用地下式；
 - d) 符合 GB/T 50265 中的有关规定。

- 5.3.8 排水泵房内应设排渍泵，排渍泵的流量，根据排水主泵冷却用水量及主泵填料函的滴漏水等水量确定。排水泵房内集水坑容积取 1 m³~2 m³。

- 5.3.9 地下排水泵房内的水泵机组、管道及其附件的安装，应尽量利用斜船台的起重设备。

5.4 消防给水设计

- 5.4.1 斜船台边应设消火栓。
- 5.4.2 斜船台消防水量的设计，可按建造船舶的体积，参照 GBJ 16 中建筑物的室外消防用水量确定。斜船台消防水量尽量由厂区消防给水统一考虑。
- 5.4.3 当厂区消防给水管道水压无法满足斜船台消防需要时，应设消防泵。

6 供电和照明设计

6.1 一般要求

- 6.1.1 绝缘导体的型号，应按工作电压、敷设方式及使用环境等要求选择。
- 6.1.2 落地式配电箱的底部宜抬高，户外应高出地面 0.2 m 以上。底座周围应采取封闭措施，严防鼠、蛇类等小动物进入箱内。

6.2 供电和配电设计

6.2.1 斜船台用电变电所，宜就近设置。一般可布置在斜船台架空段内。斜船台变电所供电半径，不宜超过 150 m。

6.2.2 斜船台两侧按使用要求，设置 380 V/220 V、380 V/36 V、380 V/24 V 低压用电设备接电箱。供电电缆敷设在斜船台两侧的电缆沟内，一般采用放射与环链式相结合的配电方式。

6.2.3 对自动电焊机供电，宜采用专用回路配电。

6.2.4 斜船台门座式起重机、门式起重机的供电，一般采用 380 V 低压供电。有滚筒拖曳式和沟内滑触线两种方式。当采用滑触线供电时，应选用安全型滑触线。在特殊情况下，为满足安全供电条件，可以采用 6 kV 或 10 kV 中压供电电压（优先考虑已有的中压电压等级）。并按 GB 50052—1995 中 4.0.4 的规定满足电压降要求。

6.2.5 斜船台供配电设备宜选用干式变压器、高低压断路器。特殊情况下，若选用有可燃油类设备时，需按规定要求配备消防设施。

6.3 电气照明设计

6.3.1 斜船台照明一般采用高杆灯。光源采用高效节能型金卤灯或其他光源。高杆灯安装位置，宜设在门座起重机吊装半径以外的区域。为便于检修，高杆灯灯盘宜采用可升降式。

6.3.2 高杆灯照明光源设在临水一侧时，应将光线投向岸侧，不应将光投向水面。

6.3.3 斜船台照明照度不宜低于 20 lx。

6.3.4 船底下的交流 220 V 照明电源（设在两根滑道梁内侧的插座），应引自装有漏电保护断路器的供电回路，漏电保护电流不高于 30 mA。

6.3.5 斜船台区移动式安全照明电压，应采用 36 V 安全电压。特别潮湿场所，特殊作业环境，均应采用 24 V 电压。

6.3.6 斜船台区排气风机设计，应采用 36 V 或 24 V 电源。对特殊大功率排风机采用 220 V 或 380 V 电源时，应有漏电保护措施。

6.3.7 照明供电线路，需与焊机等动力供电线路分开。

6.4 接地

6.4.1 斜船台电气装置的外露导电部分，应按供电系统的接地型式，通过保护线（PE）或保护中性线（PEN）接地。

6.4.2 交流电气装置的接地装置，应充分利用直接埋入地中的自然接地极，如桩基等。

6.4.3 斜船台区的“拉桩槽钢”、“中心槽钢”、电缆沟沟边保护角钢、起重机钢轨，均可作为接地干线，与埋在现浇层内横向扁钢组成接地网络，该扁钢规格应不小于 40 mm×4 mm。网络间距不宜大于 25 m。斜船台区内的水管、采暖、燃气等金属管道，电气装置的外露导电部分，金属构件等，应就近与接地网络等电位连接。连接主母线的截面，应不小于装置最大 PE 干线截面的一半。当连接线是铜线时，截面不应小于 6 mm²。大于 25 mm² 时，可选用 25 mm²。当采用其他金属时，其截面的载流量应与铜线相当。

6.4.4 交流电气装置接地电阻要求按 GBJ 65—1983 中 4.1.1、4.2.1、4.2.2 的规定。

6.4.5 在电源中性点直接接地，负荷侧的建筑物电气装置的外露导电部分通过保护线与该接地点连接的系统（TN）中，固定式电源供电时，移动式机械的金属外壳或底座，应与电源的接地装置有可靠的金属连接，并与接地网做等电位连接。连接主母线的截面，应不小于装置最大 PE 干线截面的一半，且不应小于 6 mm²。连接线是铜线时，其截面不大于 25 mm²。当采用其他金属时，其截面的载流量应与铜线相当。

7 动力设计

7.1 动力设施及配备原则

7.1.1 斜船台设计应根据其功能的需要，有选择地配备压缩空气、氧气、乙炔气、燃气、二氧化碳气等动力设施。

注：燃气通常指液化石油气中的丙烷、丙烯以及它们与其他气体的混合物。

7.1.2 配备原则如下：

- a) 船厂内，一般集中设置全厂性各类动力站房。也可根据斜船台的规模和船厂的实际情况，在斜船台附近设置专用动力站（气化站和汇流排间）；
- b) 斜船台上所配备的燃气或燃气混合气，其燃烧性能应符合切割、烘烤等工艺要求，密度应小于空气的密度；

- c) 5 000 t 级以上的斜船台，一般需在其两侧布置动力设施；
- d) 压缩空气、氧气、乙炔气、燃气、二氧化碳气的供应点（或称接头箱），一般布置在离斜船台边缘 1 m~2 m 处，纵向间距 15 m~30 m。

7.2 各项动力设施的一般要求

- 7.2.1 压缩空气应采用管道输送。压缩空气消耗量应根据所配置用气工具的数量及同时使用系数、损耗系数确定。供气压力一般为 0.5 MPa~0.8 MPa。
- 7.2.2 氧气供应宜采用管道输送。氧气消耗量应根据所配置用气工具的数量及同时使用系数、损耗系数确定。供气压力一般为 0.5 MPa~0.8 MPa。
- 7.2.3 乙炔气或燃气宜采用管道输送。乙炔气或燃气消耗量的确定同 7.2.2。供气压力一般为 0.07 MPa~0.1 MPa。
- 7.2.4 二氧化碳气可采用管道输送或瓶装就地供应。二氧化碳气消耗量应根据所配置二氧化碳焊接工具的数量及同时使用系数、损耗系数确定。二氧化碳管道输送压力一般为 0.3 MPa~0.5 MPa。
- 7.2.5 压缩空气、氧气、乙炔气、燃气、二氧化碳气等各种动力供应管道的敷设，应符合 GB 50028、GB 50029、GB 50030、GB 50031 等关于管道部分的有关规定。

8 环境保护和职业安全卫生设计

8.1 污染的治理设计

- 8.1.1 船舶下水后，连同滑板进入水域中的飘浮油脂应在设计中提出设置围油栏等清除和处理措施。
- 8.1.2 对无防水闸门的斜船台，应在设计中设置拦污栅。
- 8.1.3 对斜船台配备的排水泵、消防泵等应在设计中提出设置消声装置、减振台座等降噪隔振措施。
- 8.1.4 对斜船台作业中产生的固体废物、废液应在设计中提出设专用容器等收集和处置措施。

8.2 职业安全卫生设计

- 8.2.1 压缩空气、氧气、乙炔气、燃气、二氧化碳气、蒸气等动力站房以及较车房等建筑物应说明防火防爆类别及等级，其间距、周围道路、通道均应按 GBJ 16、GB 50057 等规范要求设计。
- 8.2.2 起重设备应设置安全设施和标志。
- 8.2.3 运动机械部分应设置安全栏杆和防护罩。
- 8.2.4 斜船台面高出或低于地坪处应于斜船台边缘或挡土墙顶设置安全栏杆，栏杆高度为 1.1 m。
- 8.2.5 止滑器坑应设置防护和排水设施。
- 8.2.6 定位拉桩不应高于斜船台面。
- 8.2.7 滑道木面应不低于斜船台面的 0.8 m。
- 8.2.8 电焊机等电气设备带电部位应设置防护措施。
- 8.2.9 斜船台用起重机、排气风机等设备接地系统的防雷及电气安全措施应按 GB 50057 要求设计。
- 8.2.10 60 000 t 级以上斜船台宜设置登船电梯。
- 8.2.11 工作面距坠落基本面超过 2 m 以上的高空作业车、登高塔、脚手架等的操作平台、垂直通道等应设防护栏或安全绳、通道口盖板。
- 8.2.12 针对码头作业人员应提出穿带救生衣等措施，并设置警示标志。
- 8.2.13 针对高低温作业点的防暑、防寒措施，焊接作业点的防辐射措施应符合 GBZ 1、GBZ 2 的要求。
- 8.2.14 斜船台边应设置消防栓，并符合 GBJ 140 的要求。

9 斜船台及滑道专用设备设计

9.1 一般要求

- 9.1.1 闸门按其工作性质，可分为挡潮防汛闸门和半坞式斜船台工作闸门。
- 9.1.2 闸门设计应满足工艺和防汛要求。
- 9.1.3 挡潮防汛闸门一般采用平面闸门。半坞式斜船台闸门采用平面闸门或浮箱门。
- 9.1.4 止滑器应按斜船台中心线对称成对布置，并应考虑各止滑器打开动作的同步性。
- 9.1.5 止滑器坑深度一般应不大于 1.2 m，应设置防护和排水设施。

注：斜船台和滑道专用设备不包括工艺装备（滑板、墩木、拉桩、标杆、标尺、水尺等）。起重设备、动力塔、登船塔、高空作业车另有规范。

9.2 斜船台闸门设计

9.2.1 浮箱门

- 9.2.1.1 浮箱门的结构选型及稳定性、止水装置、防腐蚀措施等按 JTJ 253 规定。
- 9.2.1.2 向斜船台末端处灌水的设施，一般应在浮箱门上设灌水孔。孔口一般用蝶阀控制。灌水孔数量和大小，根据工艺要求的灌水时间确定。灌水孔口数量不少于两个，孔口一般设消能设施。
- 9.2.1.3 在灌水过程中，假设闸门外水位不变。闸门内水位低于灌水孔口中心线为自由出流，闸门内水位高于灌水孔口中心为淹没出流。

灌水时间可按公式（40）近似计算：

$$t = V_1 / \mu \omega \sqrt{2gH_0} + 2V_2 / \mu \omega \sqrt{2gH_0} \dots\dots\dots (40)$$

式中：

- t ——所需灌水时间的数值，单位为秒（s）；
- V_1 ——自由出流的计算水量的数值，单位为立方米（m³）；
- V_2 ——淹没出流的计算水量的数值，单位为立方米（m³）；
- μ ——流量系数的数值，估算时可取 $\mu=0.7$ ；
- ω ——灌水阀门总过水面积的数值，单位为平方米（m²）；
- g ——重力加速度的数值，值为 9.81 m/s²；
- H_0 ——船舶设计下水水位与灌水孔中心线高差的数值，单位为米（m）。

9.2.1.4 半坞式斜船台末端采用浮箱门时，可在闸门内设置排水水泵，此时浮箱门排水操作应同时满足下列不同工况要求：

- a) 浮箱门开启过程中自身排水起浮；
- b) 浮箱门关闭后排除所围斜船台末端处水体；
- c) 浮箱门在关闭状态时，排除斜船台末端处所积的生产废水及雨水。

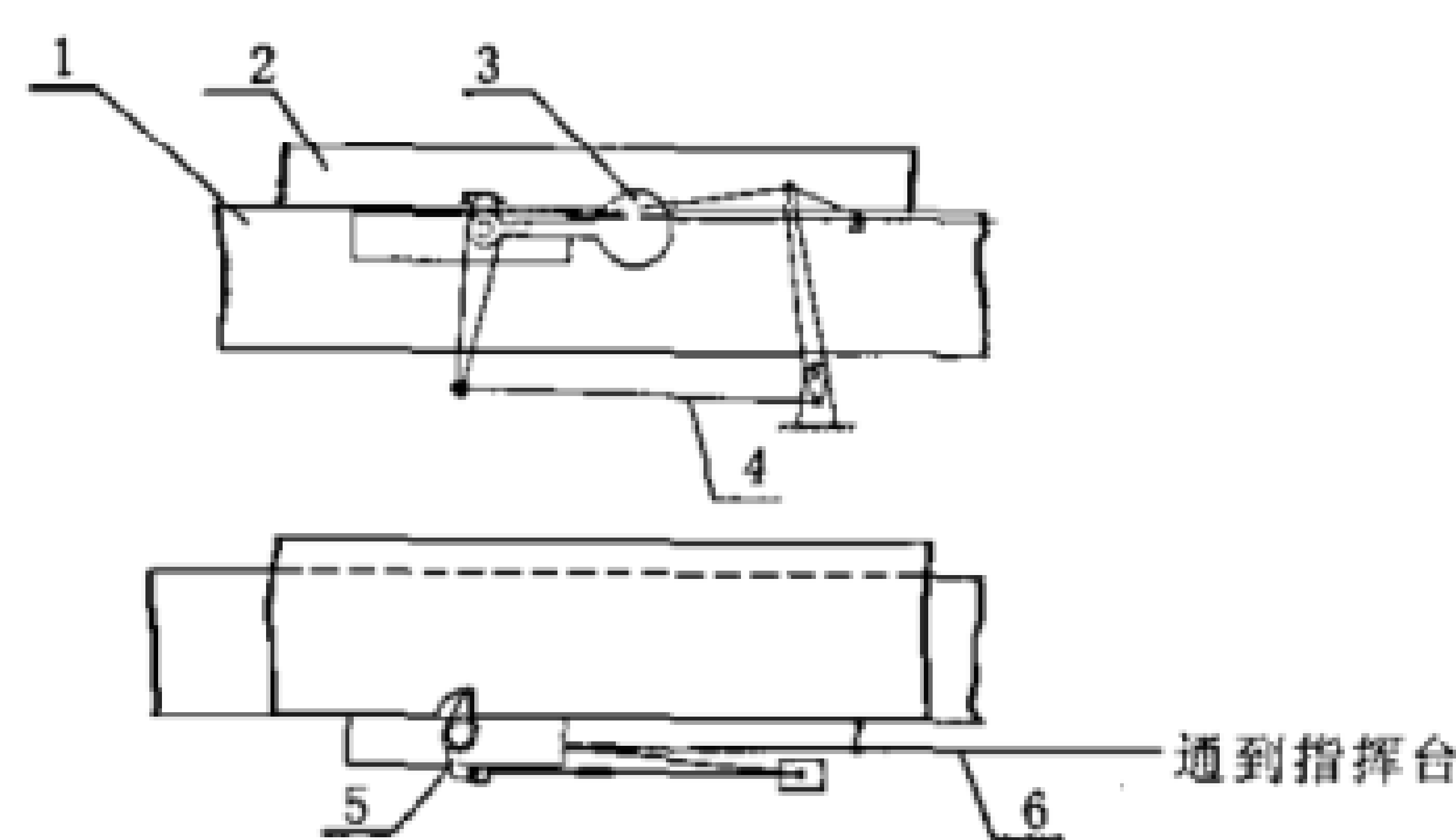
- 9.2.1.5 排水泵的选型、排水时间和最大扬程计算按 5.3.4~5.3.6 规定。
- 9.2.1.6 泵舱的设计应便于设备安装、检修、通风。温度和湿度应满足设备的运行要求。
- 9.2.1.7 泵舱内的起重设备，应根据起吊的设备或部件的最大重量配置。起重设备形式，一般为电动葫芦或手动葫芦配单轨手动小车。
- 9.2.1.8 泵舱设备的操作，一般在操作室集中控制。并在设备附近安装必要的仪表和就地操作按钮。
- 9.2.1.9 泵舱顶部的上甲板上，一般设水密盖板或水密可拆结构，便于水泵等设备吊入，以及设备大修或更换水泵时吊运。
- 9.2.1.10 浮箱门应设压载水舱。其容积应保证最高水位时所需的闸门下压力。闸门的下压力计算按 JTJ 253 规定。
- 9.2.1.11 压载水舱注水，采用阀门控制。阀门数量和通径，根据下沉时间一般不多于 15 min 来确定。

9.2.2 平面闸门

- 9.2.2.1 斜船台采用平面闸门结构时，按闸门的大小和宽深比可取不同的型式。一般采用纵向结构，即在高度方向设间距较小的小纵梁，而在闸门宽度方向设间距较大的竖梁。门顶设较大工字形梁或箱形梁，其上可供人员通行，两侧应设栏杆。
- 9.2.2.2 闸门止水橡胶附近，在斜船台内侧应设拉紧装置，以便拉紧闸门，保证水密。拉紧装置间距在两侧面可取 0.5 m~1.2 m，在底止水处，一般按竖梁位置布置。
- 9.2.2.3 平面闸门的刚度应满足吊装及存放要求。当闸门较宽，可设置斜撑，一般为两根，此时应考虑闸门上托力，防止闸门上浮。
- 9.2.2.4 小型闸门底部一般设木垫块。闸门较大时，底部应设导轮或低摩阻材料垫块。
- 9.2.2.5 平面闸门可采用斜船台起重机吊装启闭。其单扇重量，应在斜船台起重机能力范围内。
- 9.2.2.6 平面闸门启闭应在门内外水位齐平时进行，关门宜在平潮位进行。
- 9.2.2.7 平面闸门吊离使用处后，应有固定存放地和搁架，存放状态尽可能与使用时一致。
- 9.2.2.8 平面闸门结构计算和稳定计算按 DL/T 5039 的规定。

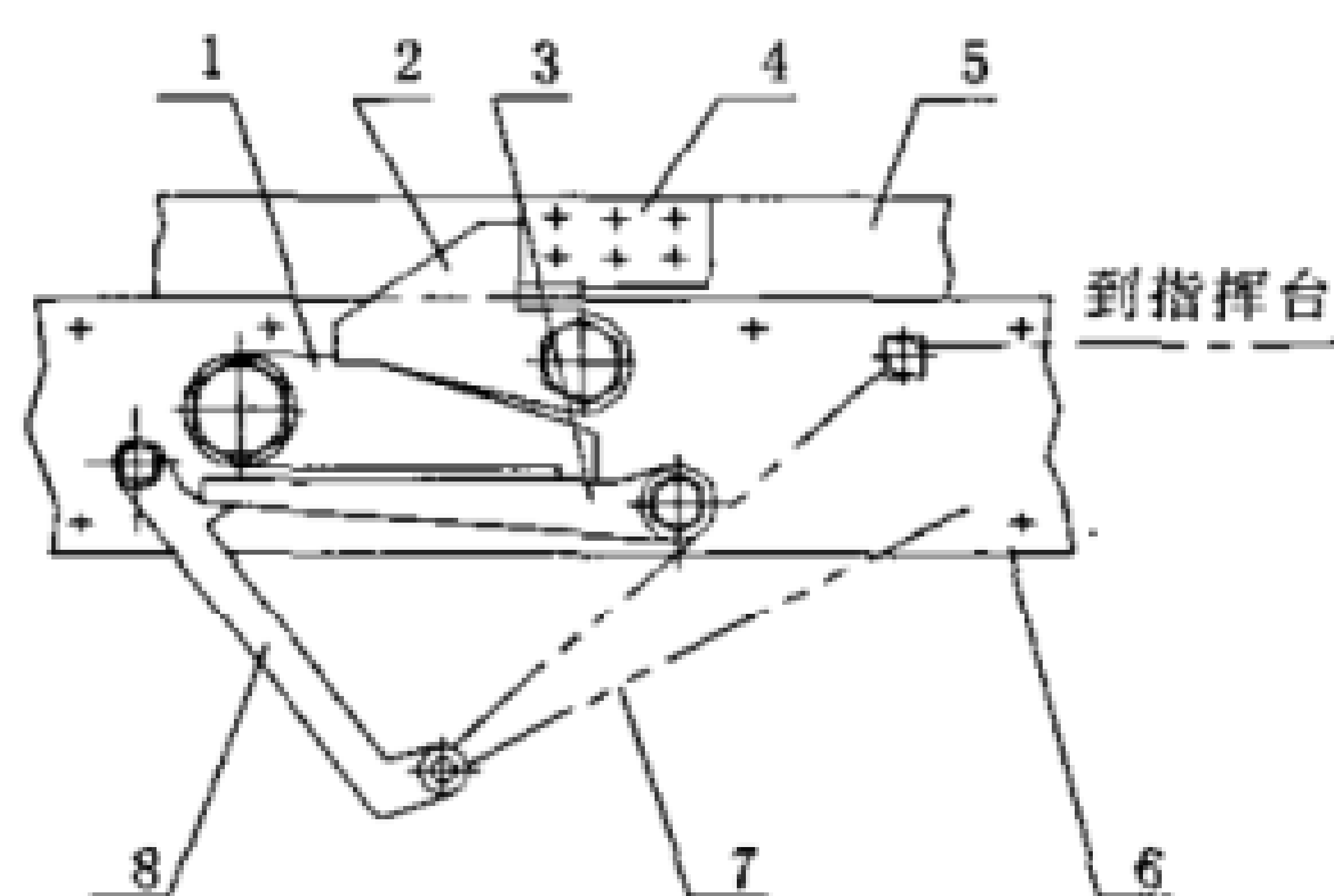
9.3 斜船台止滑器设计

9.3.1 斜船台止滑器，一般采用机械式垂直跌落型和水平旋转型止滑器。按操作方式有气动和液压控制止滑器。对 3 000 t 级以下斜船台滑道也可采用手敲止滑器作为辅助止滑器，见图 9~图 13。



1—滑道；2—滑板；3—配重；4—连杆；5—止滑器；6—钢丝绳

图9 机械水平旋转型止滑器



1、2、3—止滑器；4—撑头；5—滑板；6—滑道；7—钢丝绳；8—平衡器。

图10 机械式垂直跌落型止滑器

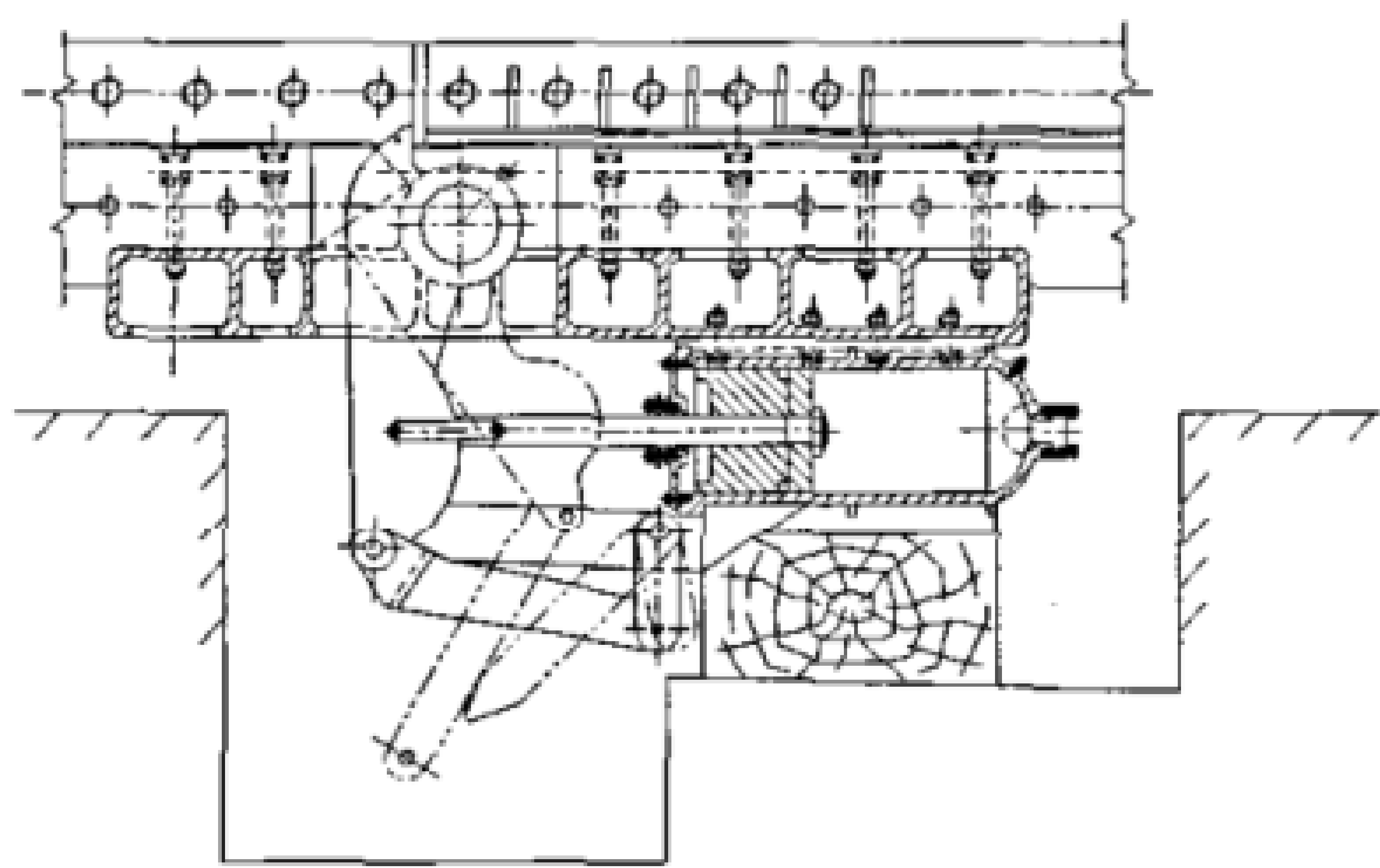
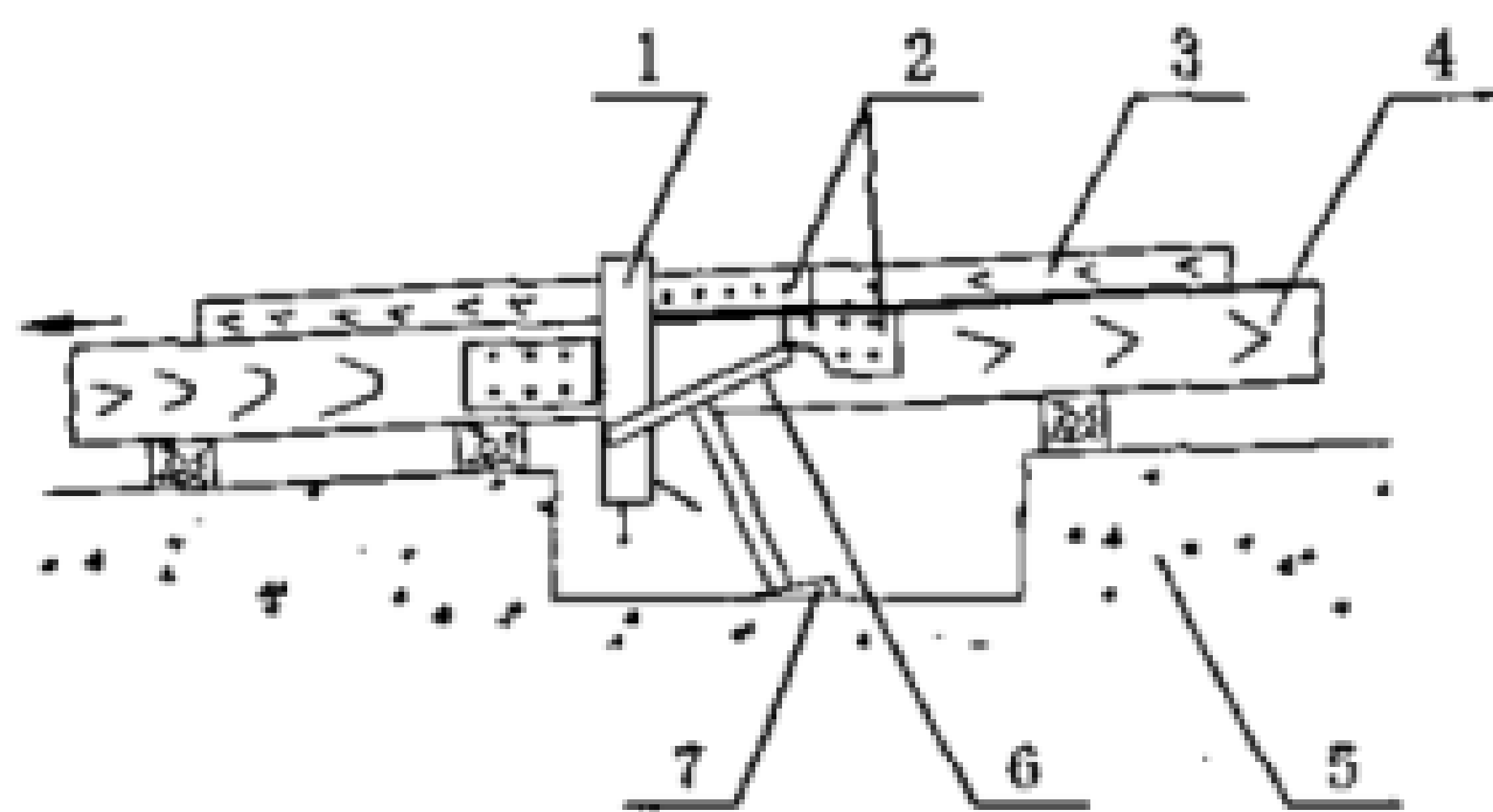
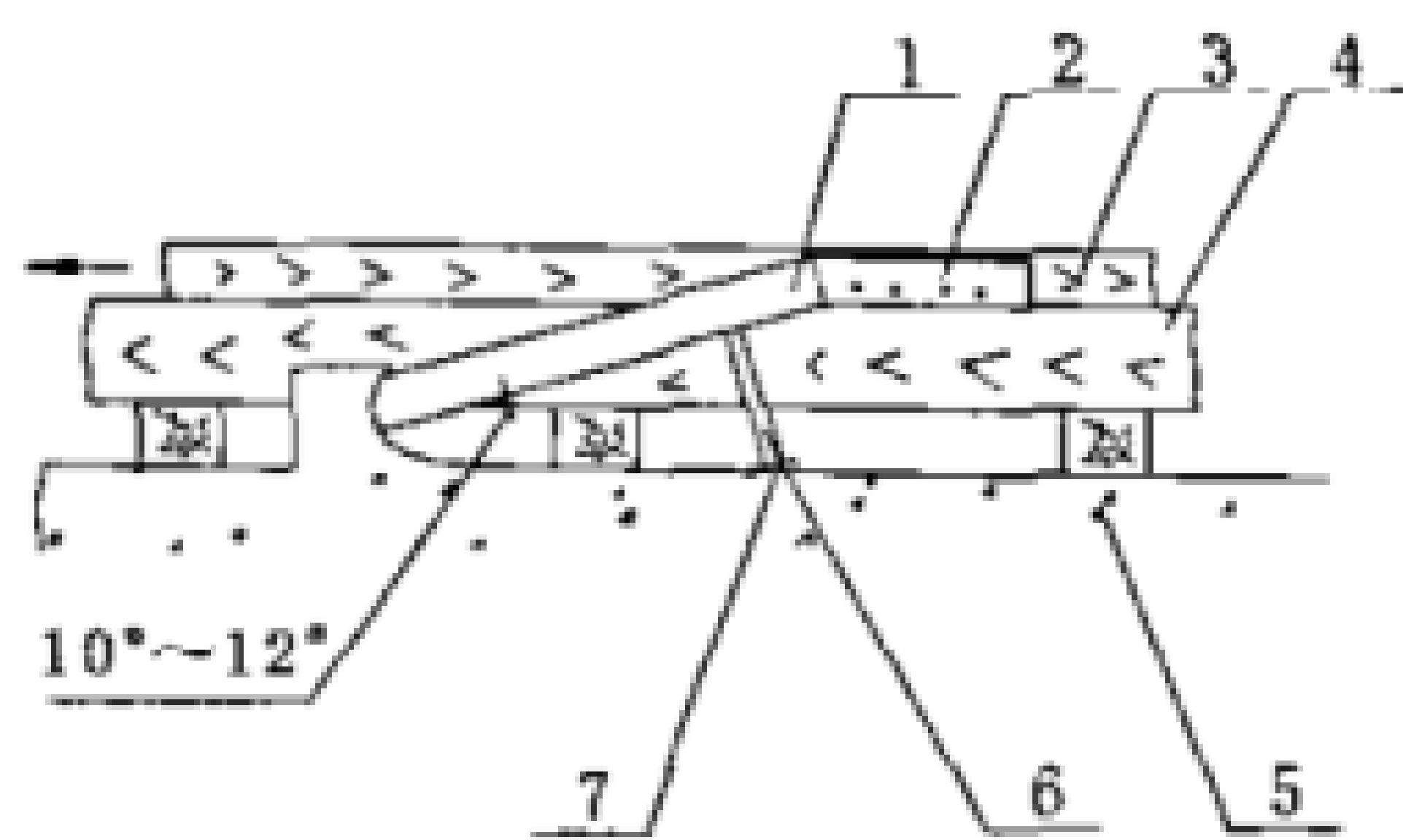


图11 机械式液压止滑器



1—止滑器；2—撑头；3—滑板；4—滑道；5—船台；6—撑杆；7—楔木。

图12 手敲止滑器（间接支撑式）



1—止滑器； 2—撑头； 3—滑板； 4—滑道； 5—船台； 6—撑杆； 7—楔木。

图13 手敲止滑器（直接支撑式）

- 9.3.2 机械式止滑器最后拉件拉力一般不大于1 500 N。
- 9.3.3 止滑器零部件设计，可按机械零件及材料力学有关公式计算。材料的容许应力，按表 9 及表 10 选用。

表9 支承、运转件的容许应力 单位为兆帕

应 力 类 种	符 号	普通碳素钢		低合金钢	碳素铸钢			
		Q235	Q275	Q345	ZG230 —450	ZG270 —500	ZG310 —570	ZG340 —640
抗拉、抗压和抗弯	[σ]	100	120	140	115	120	140	150
抗 剪	[τ]	65	75	90	85	90	105	115
局部承压	[σ_{cl}]	150	180	210	170	180	200	220
局部紧接承压	[σ_{cl}]	80	95	110	90	95	110	120
孔壁抗拉	[σ_k]	120	145	180	130	140	155	170
应 力 类 种	符 号	优质碳素钢		合金铸钢		合金结构钢		
		35	45	ZG35 CrMn ₀	ZG50Mn ₂	35Mn ₂	40Cr	
抗拉、抗 压和抗弯	[σ]	130	145	170 (235)	190	130 (280)	(320)	
抗 剪	[τ]	85	95	130 (180)	150	85 (190)	(215)	
局部承压	[σ_{cl}]	195	220	250 (345)	280	195 (430)	(485)	
局部紧接承压	[σ_{cl}]	105	120	135 (190)	155	105 (230)	(265)	
孔壁抗拉	[σ_k]	150	170	190 (265)	220	150 (330)	(375)	
孔壁抗拉容许应力系指固定结合的情况，若系活动结合，则应按表值降低20%。								
注 1：括号内为调质处理后的数值。								
注 2：表列合金结构钢的容许应力，适用于截面尺寸为25 mm，由于厚度影响，屈服点有减少时，各类容许应力，可按屈服点减少比例予以减少。								
注 3：表列合金铸钢的容许应力仅适用于壁厚不大于100 mm的铸钢件。								

表10 轴套容许内力 单位为兆帕

材料	符号	径向压力
钢对 9—4 铸铝铁青铜	$[\sigma_{ca}]$	50
钢对 10—1 铸锡磷青铜	$[\sigma_{ca}]$	40
水下重要的运转件，轴衬、轴套的容许应力允许降低20%。		

附录 A
(资料性附录)
船舶主尺度参考表

船舶主尺度见表A.1。

表 A.1 船舶主尺度参考表

船舶载重吨 DWT t	船舶总长 $L_{\text{总}}$ m	垂线间长 $L_{\text{垂}}$ m	船舶型宽 B m
3 000	106~111	96~101	13.8
5 000	120~125	110~115	16.1
7 000	132~145	120~125	17.9
9 000	139~145	127~135	19.5
10 000	145~150	132~137	19.9
12 000	153~157	140~144	21.1
14 000	158~163	145~150	22.1
15 000	163~165	150~153	22.6
16 000	164~167	152~155	23.7
18 000	167~172	155~160	23.9
20 000	172~178	162~165	24.7
22 000	177~182	165~170	25.5
24 000	182~185	170~173	26.2
26 000	184~187	172~175	26.7
28 000	187~190	175~180	27.5
30 000	190~195	180~184	28.1
35 000	193~202	183~192	29.5
40 000	200~208	190~198	30.8
45 000	210~216	200~206	31.0
50 000	218~225	208~212	33.1
55 000	225~228	215~218	34.1
60 000	232~235	220~225	35.1
65 000	236~240	225~230	36.0
70 000	240~245	230~235	36.8
75 000	245~250	235~240	37.7
80 000	250~254	240~244	38.5
85 000	255~258	245~248	39.2
90 000	260~262	250~253	39.9
95 000	262~265	253~257	40.6
100 000	263~268	255~260	41.3
110 000	268~275	260~265	42.6
120 000	270~285	260~275	43.8
150 000	300~318	290~310	47.1

注：表中船舶型宽一栏所对应载重吨船舶是按常规船型统计，未计及浅吃水宽船体。

附录 B
(资料性附录)
查表法验算地基承载力

B.1 岩石地基的承载力设计值可按表B.1 确定。

表 B.1 岩石承载力设计值 [f_d] 单位为千帕

岩石类别	风化程度			
	微风化	中等风化	强风化	全风化
硬质岩石	2 500~4 000	1 000~2 500	500~1 000	200~500
软质岩石	1 000~1 500	500~1 000	200~500	—
强风化岩石改变埋藏条件后，若强度降低，宜按降低程度选用较低值；当受倾斜荷载时，其承载力设计值应进行专门研究； 微风化硬质岩石的承载力设计值若选用大于4000 kPa时应进行专门研究； 全风化软质岩石的承载力设计值应按土考虑。				

B.2 当基础有效宽度不大于 3 m，基础埋深为 0.5 m~1.5 m时，地基承载力设计值根据岩石和土的野外特征、密实度或标准贯入击数可分别按B.3、B.4 确定，表中数值允许内插。

B.3 碎石土地基承载力设计值可参照表B.2 确定。

表 B.2 碎石土承载力设计值 [f_d] 单位为千帕

土 名	$\text{tg } \delta$								
	密 实			中 密			稍 密		
	0	0.2	0.4	0	0.2	0.4	0	0.2	0.4
卵 石	800~	640~	288~	500~	400~	180~	300~	240~	108~
	1 000	840	360	800	640	288	500	400	180
碎 石	700~	560~	252~	400~	320~	144~	250~	200~	90~
	900	720	324	700	560	252	400	320	144
圆 砾	500~	400~	180~	300~	240~	108~	200~	160~	72~
	700	560	252	500	400	180	300	240	108
角 砾	400~	320~	144~	250~	200~	90~	200~	160~	72~
	600	480	216	400	320	144	250	200	90
表中数值适用于骨架颗粒孔隙全部由中砂、粗砂或液性指数 $I_L \leq 0.25$ 的粘性土所填充； 当粗颗粒为中等风化或强风化时，可按风化程度适当降低承载力设计值；当颗粒间呈半胶结状时，可适当提高承载力设计值。									

B.4 砂土地基的承载力设计值可按表B.3 确定。

表B.3 砂土承载力设计值 [f_d'] 单位为千帕

土 类			N			土 类			N		
			50~30	30~15	15~10				50~30	30~15	15~10
中粗砂	tg δ	0	500~340	340~250	250~180	粉细砂	tg δ	0	340~250	250~180	180~140
		0.2	400~272	272~200	200~144			0.2	272~200	200~144	144~112
		0.4	180~122	122~90	90~65			0.4	122~90	90~65	65~50

B.5 当基础有效宽度大于 3 m或基础埋深大于 1.5 m时，由表B.1~B.3 查得的承载力设计值，按公式 (B.1) 进行修正。

$$f_d' = [f_d'] + m_B \gamma_1 (B_0 - 3) + m_D \gamma_2 (D - 1.5) \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：
f_d' ——修正后地基承载力设计值，单位为千帕（kPa）；
[f_d'] ——按各表查得的地基承载力设计值，单位为千帕（kPa）；
m_B ——基础宽度的承载力修正系数；
γ₁ ——基础底面下土的重度的数值，水下用浮重度，单位为千牛每立方米（kN/m³）；
B₀ ——基础有效宽度的数值，单位为米（m），当宽度小于3 m时，取3 m；大于8 m时，取8 m；
m_D ——基础埋深的承载力修正系数；
γ₂ ——基础底面以上土的加权平均重度的数值，水下用浮重度，单位为千牛每立方米（kN/m³）；
D ——基础埋深的数值，单位为米（m），当埋深小于1.5 m时，取1.5 m。

B.6 基础宽度的承载力修正系数和基础埋深的承载力修正系数可采用表B.4 中的数值。

表 B.4 基础宽度和埋深的承载力修正系数 m_B、 m_D

土 类		tg δ					
		0		0.2		0.4	
		m _B	m _D	m _B	m _D	m _B	m _D
砂土	细砂、粉砂	2.0	3.0	1.6	2.5	0.6	1.2
	砾砂、粗砂、中砂	4.0	5.0	3.5	4.5	1.8	2.4
碎石土		5.0	6.0	4.0	5.0		

注：微风化、中等风化岩石不修正；强风化岩石的修正系数按相近的土类采用。

B.7 按基础的有效面积或有效宽度计算垂直平均压力设计值 σ_d。σ_d应根据基础形状分别符合公式(B.2)、公式 (B.3) 要求。

a) 矩形基础：
$$\sigma_d = V_d / A_c \leq f_d' \dots\dots\dots (B.2)$$

b) 条形基础：
$$\sigma_d = V_d / B_c' \leq f_d' \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：
σ_d ——作用于基础底面单位有效面积的平均压力设计值，单位为千帕（kPa）；
V_d ——作用于抛石基床底面上竖向合力的设计值，单位为千帕（kPa）。

附录 C
(资料性附录)
地基基床系数 K 参考值表

地基基床系数 K 参考值见表 C.1。

表 C.1 地基基床系数 K 参考值表

地基分类	地基特征	K 10^4kN/m^3
粘性土	淤泥质土	0.5~1.0
	软塑的一般粘性土	1.0~2.0
	可塑的一般粘性土	2.0~4.0
	硬塑的一般粘性土	4.0~10.0
	密实的老粘土	5.0~15.0
砂 土	松散的（不包括新填筑的砂土）	1.0~1.5
	中密的	1.5~2.5
	密实的	2.5~4.0
碎石土	中密的下卧卵石、砾石	2.5~5.0
	紧密的下卧卵石、砾石	5.0~15.0
岩 土	强风化岩	5.0~10.0
	中等风化的硬质岩石	10.0~50.0
	软质岩石 ($R_c < 30\,000\text{ kN/m}^2$)	5.0~100.0
	硬质岩石 ($R_c \geq 30\,000\text{ kN/m}^2$)	100.0~150.0
道 碴	夯实的砂、碎石或卵石	4.0~6.0
	级配道碴	5.0~10.0
注1：本表适用于基底面积大于10 m ² 。		
注2：地基土分类名称，按JTJ 250的规定。		

附录 D
(资料性附录)
预制混凝土挤土桩桩侧极限摩阻力及桩端极限摩阻力标准值

D.1 预制混凝土挤土桩桩侧极限摩阻力标准值 q_{fi} 见表D.1。

表 D.1 预制混凝土挤土桩桩侧极限摩阻力标准值 q_{fi} 单位为千帕

土的名称	土的状态	土 层 深 度						
		m						
		0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~13	13~16
淤 泥	$I_L > 1.0$ $1.5 < e \leq 2.4$	2~4	4~6	6~8	8~10	10~12	12~24	—
粘土 $I_p > 17$	$I_L > 1.0$	4~7	7~9	9~11	11~13	13~15	15~17	17~19
	$0.75 < I_L \leq 1.0$	11~14	14~17	17~20	20~23	23~26	26~29	29~32
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	20~23	23~26	26~29	29~32	32~35	35~38	38~41
	$0.25 < I_L \leq 0.5$	27~31	31~35	35~39	39~43	43~47	47~51	51~55
	$0 < I_L \leq 0.25$	34~38	38~42	42~46	46~50	50~54	54~58	58~62
粉质粘土 $10 < I_p \leq 17$	$I_L > 1.0$	9~11	11~13	13~15	15~17	17~19	19~21	21~23
	$0.75 < I_L \leq 1.0$	20~22	22~24	24~26	26~28	28~30	30~32	32~34
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	27~30	30~33	33~36	36~39	39~42	42~45	45~48
	$0.25 < I_L \leq 0.5$	35~39	39~43	43~47	47~51	51~55	55~59	59~63
	$0 < I_L \leq 0.25$	44~49	49~54	54~59	59~64	64~69	69~74	74~79
粉 土 $0 < I_p \leq 10$	$0.75 < I_L \leq 1.0$	27~30	30~33	33~36	36~39	39~42	42~45	45~48
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	35~39	39~43	43~47	47~51	51~55	55~59	59~63
	$0.25 < I_L \leq 0.5$	44~49	49~54	54~59	59~64	64~69	69~74	74~79
	$0 < I_L \leq 0.25$	54~60	60~66	66~72	72~78	78~84	84~90	90~96
粉砂细砂	稍 密	35~39	39~43	43~47	47~51	51~55	55~59	59~63
	中 密	44~49	49~54	54~59	59~64	64~69	69~74	74~79
	密 实	54~60	60~66	66~72	72~78	78~84	84~90	90~96
中粗砂	$N > 30$	65~70	70~75	75~81	81~90	90~99	99~107	107~115

表D.1（续）

土的名称	土的状态	土 层 深 度					
		m					
		16~19	19~22	22~26	26~30	30~35	35~40
淤 泥	$I_L > 1.0$ $1.5 < e \leq 2.4$	—	—	—	—	—	—
粘土 $I_p > 17$	$I_L > 1.0$	—	—	—	—	—	—
	$0.75 < I_L \leq 1.0$	32~34	34~36	36~38	38~40	40~42	42~44
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	41~44	44~47	47~50	50~53	53~56	56~59
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	55~59	59~63	63~67	67~71	71~75	75~79
	$0 < I_L \leq 0.25$	62~66	66~70	70~74	74~78	78~82	82~86
粉质粘土 $10 < I_p \leq 17$	$I_L > 1.0$	—	—	—	—	—	—
	$0.75 < I_L \leq 1.0$	34~36	36~38	38~40	40~42	42~44	44~46
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	48~51	51~54	54~57	57~60	60~63	63~66
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	63~67	67~71	71~75	75~79	79~83	83~87
	$0 < I_L \leq 0.25$	79~84	84~89	89~94	94~99	99~104	104~109
粉 土 $0 < I_p \leq 10$	$0.75 < I_L \leq 1.0$	48~51	51~54	54~57	57~60	60~63	63~66
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	63~67	67~71	71~75	75~79	79~83	83~87
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	79~84	84~89	89~94	94~99	99~104	104~109
	$0 < I_L \leq 0.25$	96~102	102~108	108~114	114~120	120~126	126~132
粉砂细砂	稍 密	63~67	67~71	71~75	75~79	79~83	83~87
	中 密	79~84	84~89	89~94	94~99	99~104	104~109
	密 实	96~102	102~108	108~114	114~120	120~126	126~132
中粗砂	$N > 30$	115~123	123~130	130~137	137~144	144~150	150~156

注： I_p 为土的塑性指数， I_L 为土的液性指数， N 为标准贯入击数， e 为土的天然孔隙比。

D.2 预制混凝土挤土桩桩端极限摩阻力标准值 q_{fi} 见表D.2。

表 D.2 预制混凝土挤土桩桩端极限摩阻力标准值 q_{fi} 单位为千帕

土的名称	土的状态	土 层 深 度						
		m						
		5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40
粘土 $I_p > 17$	$0.75 < I_L \leq 1.0$	100~ 300	300~ 500	500~ 700	700~ 900	900~ 1 100	1 100~ 1 200	1 200~ 1 300
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	300~ 500	500~ 700	700~ 950	950~ 1 200	1 200~ 1 400	1 400~ 1 500	1 500~ 1 600
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	500~ 700	700~ 950	950~ 1 200	1 200~ 1 430	1 430~ 1 650	1 650~ 1 800	1 800~ 1 950
	$0 < I_L \leq 0.25$	700~ 970	970~ 1 250	1 200~ 1 500	1 500~ 1 750	1 750~ 2 000	2 000~ 2 200	2 200~ 2 300
粉质粘土 $10 < I_p \leq 17$	$0.75 < I_L \leq 1.0$	200~ 500	500~ 790	790~ 1 000	1 000~ 1 200	1 200~ 1 450	1 450~ 1 600	1 600~ 1 750
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	400~ 700	700~ 1 050	1 050~ 1 400	1 400~ 1 750	1 750~ 2 050	2 050~ 2 200	2 250~ 2 400
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	600~ 1 000	1 000~ 1 400	1 400~ 1 800	1 800~ 2 150	2 150~ 2 400	2 400~ 2 650	2 650~ 2 750
	$0 < I_L \leq 0.25$	800~ 1 300	1 300~ 1 800	1 800~ 2 300	2 300~ 2 650	2 650~ 3 000	3 000~ 3 200	3 200~ 3 350
粉 土 $0 < I_p \leq 10$	$0.75 < I_L \leq 1.0$	600~ 1 000	1 000~ 1 400	1 400~ 1 800	1 800~ 2 150	2 150~ 2 400	2 400~ 2 650	2 650~ 2 750
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	800~ 1 300	1 300~ 1 800	1 800~ 2 300	2 300~ 2 650	2 650~ 3 000	3 000~ 3 200	3 200~ 3 500
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	1 000~ 1 700	1 700~ 2 300	2 300~ 2 900	2 900~ 3 350	3 350~ 3 750	3 750~ 4 000	4 000~ 4 200
	$0 < I_L \leq 0.25$	1 500~ 2 300	2 300~ 3 000	3 000~ 3 600	3 600~ 4 100	4 100~ 4 500	4 500~ 4 800	4 800~ 5 000
粉砂细砂	稍 密	1 000~ 1 700	1 700~ 2 300	2 300~ 2 900	2 900~ 3 350	3 350~ 3 750	3 750~ 4 000	4 000~ 4 200
	中 密	1 500~ 2 300	2 300~ 3 000	3 000~ 3 600	3 600~ 4 100	4 100~ 4 500	4 500~ 4 800	4 800~ 5 000
	密 实	2 000~ 3 000	3 000~ 3 900	3 900~ 4 750	4 750~ 5 500	5 500~ 6 100	6 100~ 6 600	6 600~ 7 000
中粗砂	$N > 30$	2 400~ 3 800	3 800~ 5 200	5 200~ 6 250	6 250~ 7 200	7 200~ 8 000	8 000~ 8 650	8 650~ 9 100

注： I_p 为土的塑性指数， I_L 为土的液性指数， N 为标准贯入击数， e 为土的天然孔隙比。

附录 E
(资料性附录)
钻孔灌注桩桩侧极限摩阻力标准值

灌注桩桩侧极限摩阻力标准值见表E. 1。

表 E. 1 钻孔灌注桩桩侧极限侧摩阻力标准值 q_{fi} 单位为千帕

土 类	极限侧摩阻力标准值 q_{fi}
回填的中密炉渣、粉煤灰	40~60
流塑粘土、粉质粘土、砂质粉土	20~30
软塑粘土	30~50
硬塑粘土	50~80
硬粘土	80~120
软塑粉质粘土、砂质粉土	35~55
硬塑粉质粘土、砂质粉土	55~85
粉砂、细砂	35~55
中砂	40~60
粗砂、砾砂	60~140
圆砾、角砾	120~180
碎石、卵石	160~400
土层中粒径为300 mm~400 mm的漂石、块石，含量占40%~50%时， q_{fi} 可取600 kPa。 砂土可根据密实度选用其大值或小值。 圆砾、角砾、碎石和卵石可根据密实度和填充料选用其大值或小值。 挖孔灌注桩的极限摩阻力标准值可参照本表采用。	

附录 F
(资料性附录)
地基容许承载力及深度修正系数

当基础宽度 $b \leq 2\text{m}$ ，入土深度 $L_t \leq 3\text{m}$ 时，地基容许承载力 $[q_0]$ 可按表F.1~F.7选用。

表 F.1 老粘性土的容许承载力 $[q_0]$

E_s MPa	10	15	20	25	30	35	40
$[q_0]$ kPa	380	430	470	510	550	580	620
$E_s = (1 + e_1) / a_{1-2}$ 式中： E_s ——压缩模量，当老粘性土 $E_s < 10\text{ MPa}$ 时，容许承载力 $[q_0]$ 按一般粘性土表F.2确定； e_1 ——压力为0.1 MPa时，土样的孔隙比； a_{1-2} ——对应于0.1 MPa~0.2 MPa压力段的压缩系数（MPa ⁻¹ ）。 注1：老粘性土是指第四纪晚更新世（Q ₃ ）及其以前沉积的粘性土。							

表 F.2 一般粘性土的容许承载力 $[q_0]$ 单位为千帕

天然孔隙比 e	液性指数 I_L												
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
0.5	450	440	430	420	400	380	350	310	270	240	220	—	—
0.6	420	410	400	380	360	340	310	280	250	220	200	180	—
0.7	400	370	350	330	310	290	270	240	220	190	170	160	150
0.8	380	330	300	280	260	240	230	210	180	160	150	140	130
0.9	320	280	260	240	220	210	190	180	160	140	130	120	100
1.0	250	230	220	210	190	170	160	150	140	120	110	—	—
1.1	—	—	160	150	140	130	120	110	100	90	—	—	—
土中含有粒径大于2 mm的颗粒重量超过全部重量30%以上的， $[q_0]$ 可适当提高。 注1：一般粘性土是指第四纪全新世（Q ₄ ）沉积的粘性土。 注2：当 $e < 0.5$ 时，取 $e = 0.5$ 。													

表 F.3 残积粘性土的容许承载力 $[q_0]$

E_s MPa	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$[q_0]$ kPa	190	220	250	270	290	310	320	330	340
注：本表适用于我国西南地区碳酸盐类岩层的残积土，其他地区可参照使用。									

表 F.4 砂土的容许承载力[φ] 单位为千帕

土名	湿度	密实程度		
		密实	中密	松散
砾砂、粗砂	与湿度无关	550	400	200
中砂	与湿度无关	450	350	150
细砂	水上	350	250	100
	水下	300	200	—
粉砂	水上	300	200	
	水下	200	100	

表 F.5 碎石土的容许承载力[φ] 单位为千帕

土名	密实程度		
	密实	中密	松散
卵石	1 200~1 000	1 000~600	500~300
碎石	1 000~800	800~500	400~200
圆砾	800~600	600~400	300~200
角砾	700~500	500~300	
<p>由硬质岩组成，填充砂土者取高值；由软质岩组成，填充粘性土者取低值。 半胶结的碎石土，可按密实的同类土的$[\varphi]$值提高10%~30%。 松散的碎石土在天然河床中很少遇见，需特别注意鉴定。 漂石、块石的$[\varphi]$值，可参照卵石、碎石适当提高。</p>			

表 F.6 岩石的容许承载力[φ] 单位为千帕

岩石名称	岩石破碎程度		
	碎石状	碎块状	大块状
硬质岩 ($R_s>30\text{MPa}$)	1 500~2 000	2 000~3 000	>4 000
软质岩 ($R_s=5\sim30\text{MPa}$)	500~1 200	1 000~1 500	1 500~3 000
极软岩 ($R_s<5\text{MPa}$)	400~800	600~1 000	800~1 200
<p>表中R_s为岩块单轴抗压强度，表中数值视岩块强度、厚度和裂隙发育程度等因素适当选用，易软化的岩石及极软岩受水浸泡时，宜用较低值。 软质岩强度R_s高于30 MPa的仍按软质岩计。 岩石已风化成砾、砂和土状的风化残积物，可比照相应的土类确定其容许承载力，如果颗粒间有一定的胶结力，可比照相应的土类适当提高。</p>			

表 F.7 地基容许承载力深度修正系数 k_2

系 数	土的类别															
k_2	粘性土				砂土								碎石土			
	老 粘 性 土	一般 粘性土		残 积 粘 性 土	粉砂		细砂		中砂		砂砾 粗砂		碎石 圆砾 角砾		卵石	
		$k \geq$ 0.5	$k <$ 0.5		中 密	密 实	中 密	密 实	中 密	密 实	中 密	密 实	中 密	密 实	中 密	密 实
		2.5	1.5		2.5	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0		5.5	5.0	6.0	5.0	6.0
节理不发育或较发育的岩石不作深度修正，节理发育或很发育的岩石， k_2 可参照碎石的系数，但对已风化成砂、土状者，则参照砂土、粘性土的系数。																
注：对稍松状态的砂土和松散状态的碎石土， k_2 值可取表列中密值的50%。																

中 华 人 民 共 和 国
船 舶 行 业 标 准
纵向倾斜船台及滑道设计规范
CB/T 8502—2005

*

中国船舶工业综合技术经济研究院
北京市海淀区学院南路 70 号
邮政编码: 100081
网址: www.shipstd.com.cn
电话: 010—62185021
船舶标准信息咨询中心出版发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 2½ 字数 3.4 千字
2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第一次印刷
印数 1—300

*

