



河海大学



板桩码头的构造

主讲人

欧阳峰



河海大学

港口海岸与近海工程学院



板桩码头的构造

The Conformation of Sheet Pile Wharf

二、板桩码头的构造

板桩码头的构造

板桩

钢筋混凝土板桩

钢板桩

锚碇结构

锚碇板（墙）

锚碇桩（桩墙）

锚碇叉桩

斜拉桩

拉杆

导梁、帽梁及胸墙

排水设施

2.1 板桩

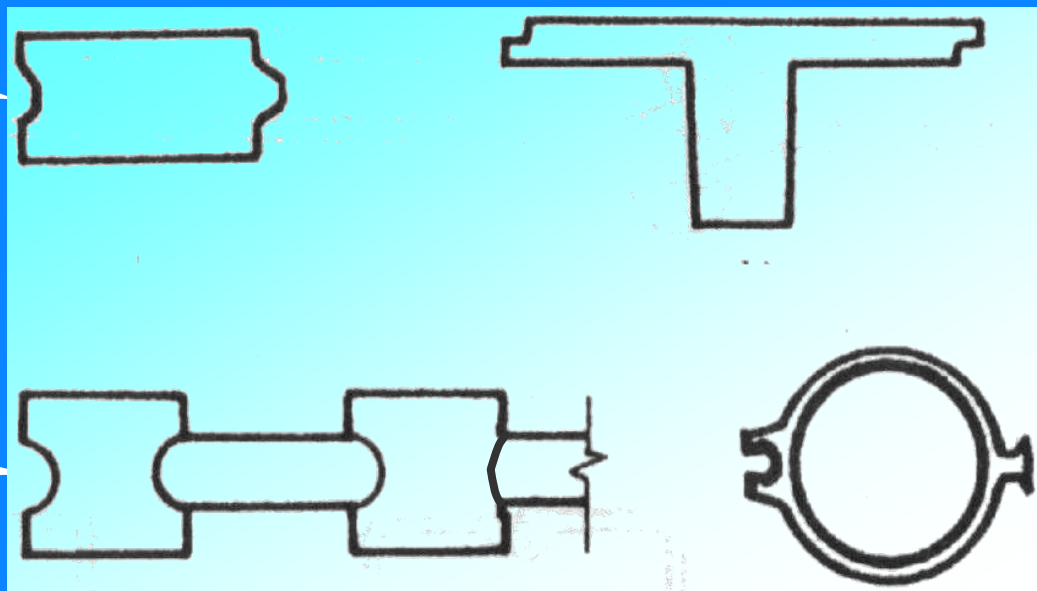
断面形式

矩形

T形

I字形

圆形

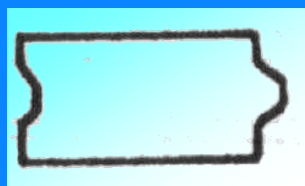


钢筋混凝土板桩

2.1 板桩

断面形式

矩形



特点：形状简单，制作方便，沉桩容易，接缝容易处理。但抗弯能力差，费材料。

尺寸：其厚度应根据强度和抗裂要求由计算确定，一般为20～60cm；宽度由打桩设备的龙口宽度决定，在地基条件和打桩设备允许的情况下，尽可能加大宽度，一般为50～60cm，最宽可达100cm。

钢筋混凝土板桩

2.1 板桩



钢筋混凝土板桩

2.1 板桩



钢筋混凝土板桩

2.1 板桩



钢筋混凝土板桩

2.1 板桩



钢筋混凝土板桩

2.1 板桩



钢筋混凝土板桩

2.1 板桩



钢筋混凝土板桩

2.1 板桩



导向桩

钢筋混凝土板桩沉桩

2.1 板桩



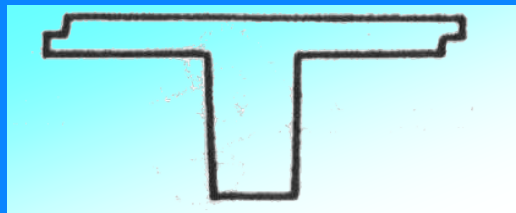
导向梁

钢筋混凝土板桩沉桩

2.1 板桩

断面形式

T形



特点：实际是整体主桩挡板结构，板桩数量少，施工速度快，抗弯能力强；但平接企口导向能力差，易偏位，通常采用水冲沉桩或振动沉桩设备，企口不严，须设置防漏措施。

尺寸：翼板厚度由计算确定，一般为15~20cm，宽度由打桩设备的能力决定，一般为1.0~1.6m，长度只须低于设计水底以下1~1.5m，且不小于港池可能的冲刷深度；肋宽一般为30~45cm，高度由计算确定，一般为50~70cm；长度根据踢脚稳定和岸壁整体滑动稳定性由计算确定。

钢筋混凝土板桩

2.1 板桩

断面形式

圆形



特点：预制管柱桩，省材料，抗弯能力强，可适应多种地质条件下施工，可打桩，可射水沉桩或振动沉桩，但需专门的预制场和专门的预制设备（离心机）。

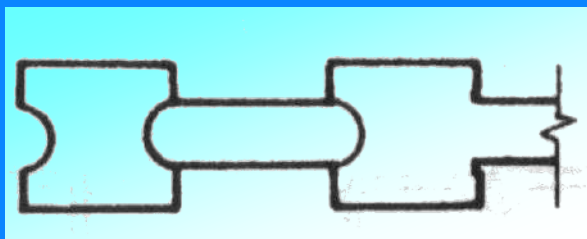
尺寸：预应力管柱桩直径一般为50~300cm，厚度为10~50cm，节长在10m内，在现场用法兰盘连接成需要的长度。

钢筋混凝土板桩

2.1 板桩

断面形式

I字形



特点：实际上是主桩板桩结合，适用于地质条件较差处，但构件类型多，施工麻烦，主桩受力较大，板桩受力小，受力不均匀。

钢筋混凝土板桩

2.1 板桩

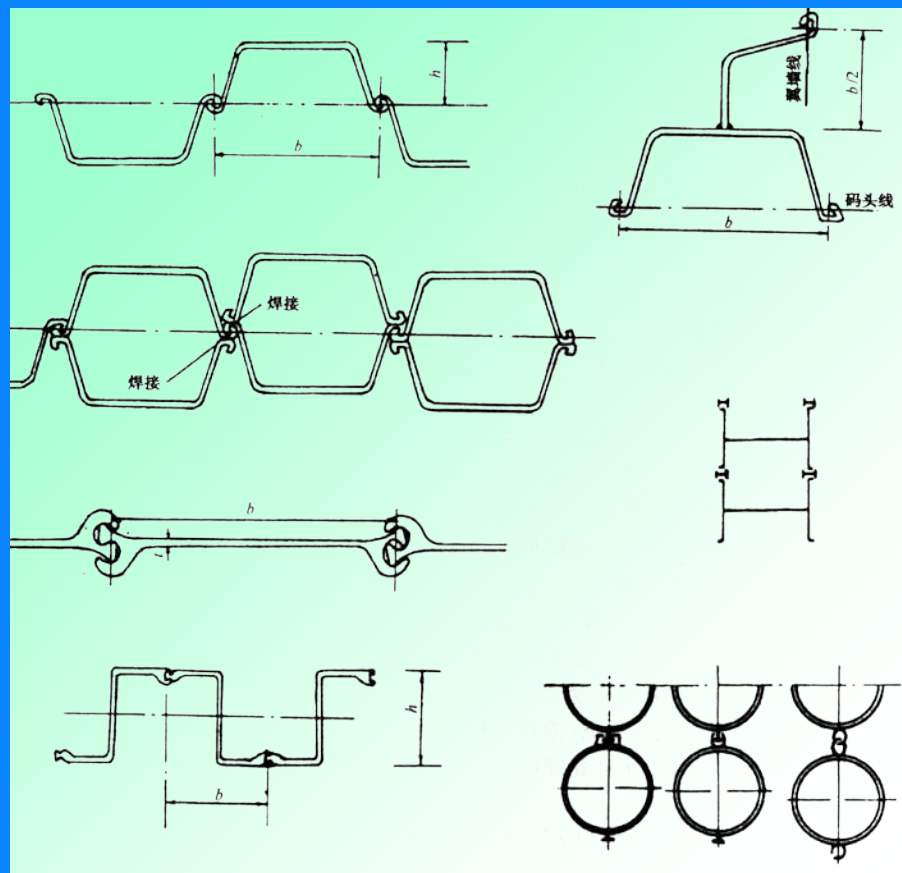
断面形式

U形

U形组合

平板形

Z形



转角构造

H形

圆管形

钢板桩

2.1 板桩



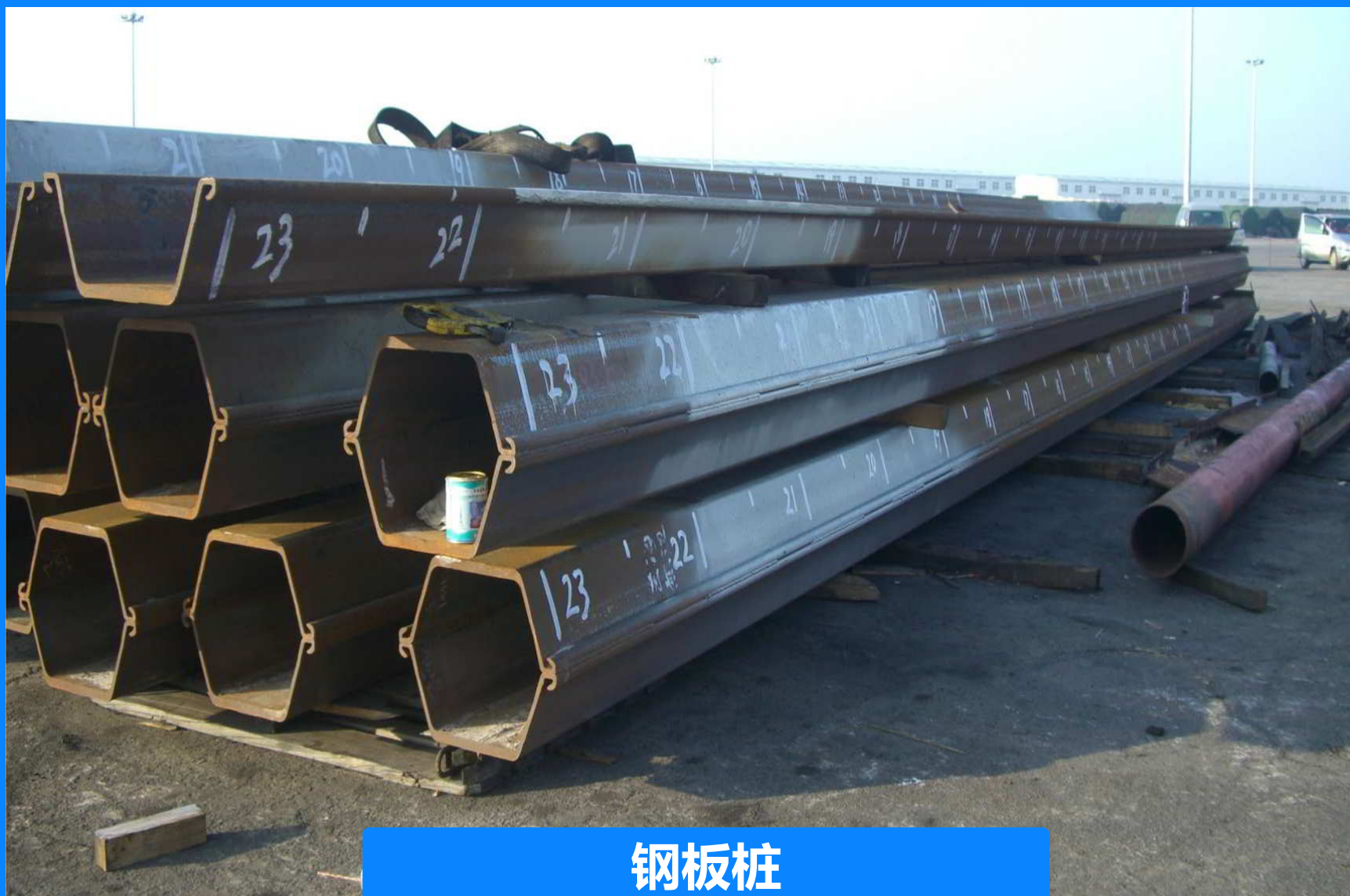
钢板桩

2.1 板桩



钢板桩

2.1 板桩



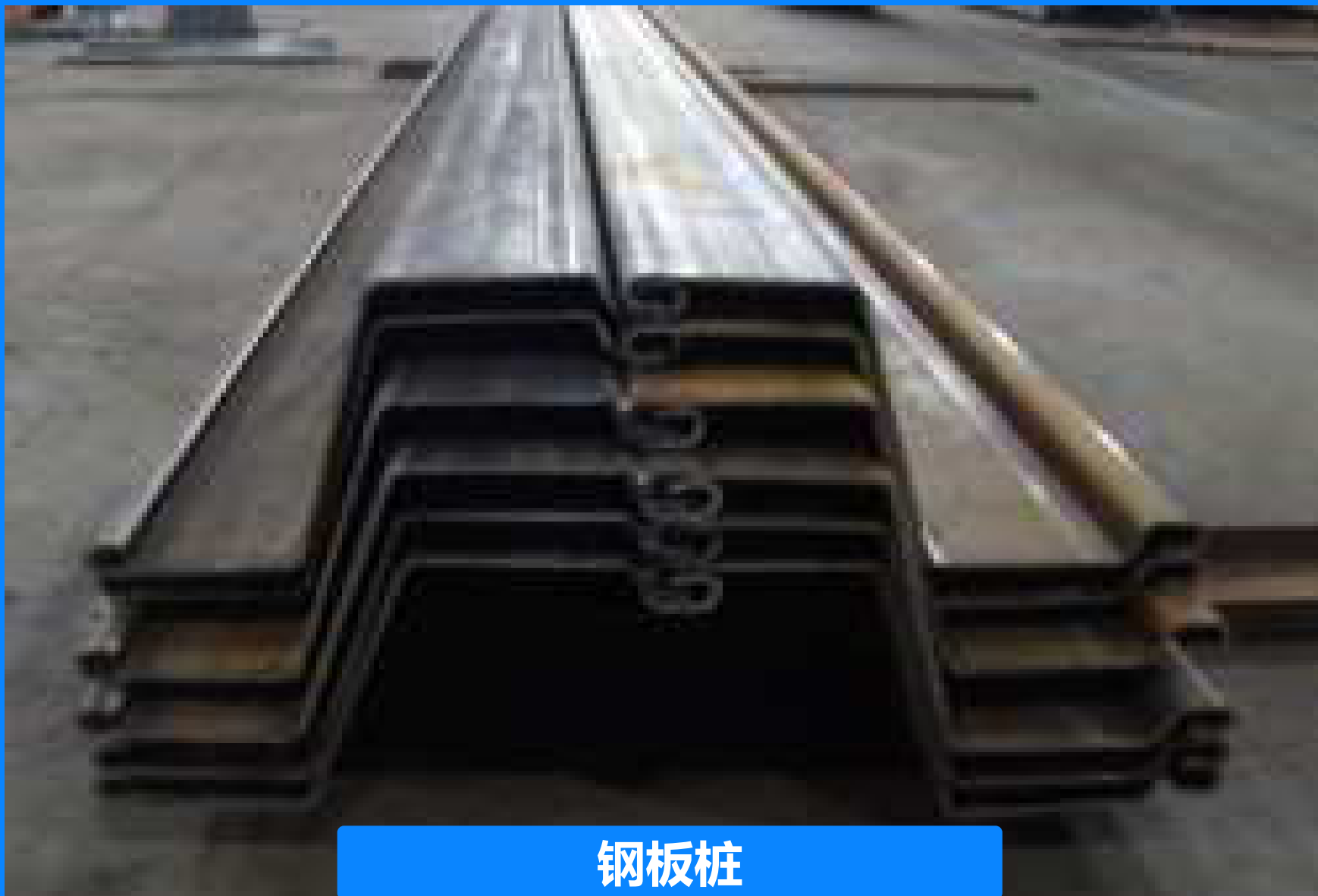
钢板桩

2.1 板桩



钢板桩

2.1 板桩



钢板桩

2.1 板桩



钢板桩

2.1 板桩



钢板桩

2.1 板桩



钢板桩

2.1 板桩



钢板桩

2.1 板桩



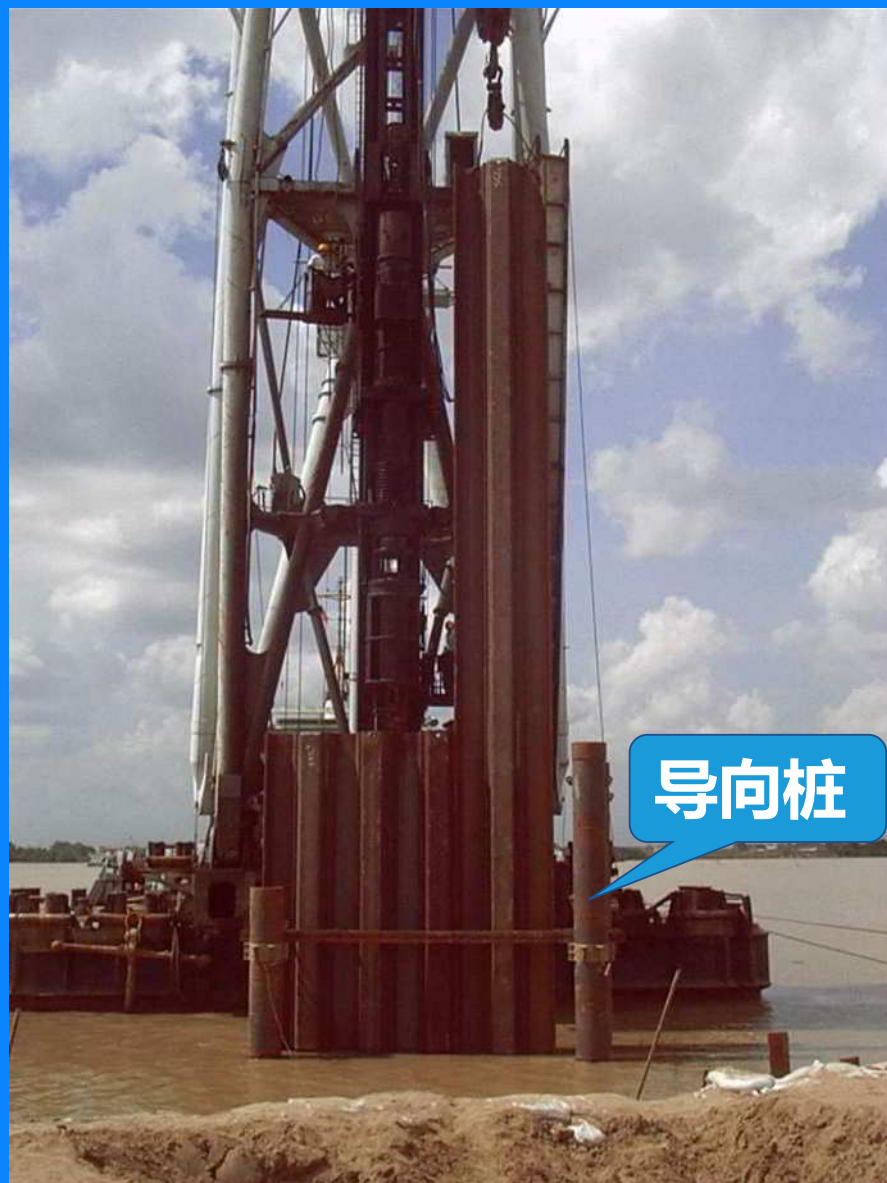
钢板桩

2.1 板桩



钢板桩

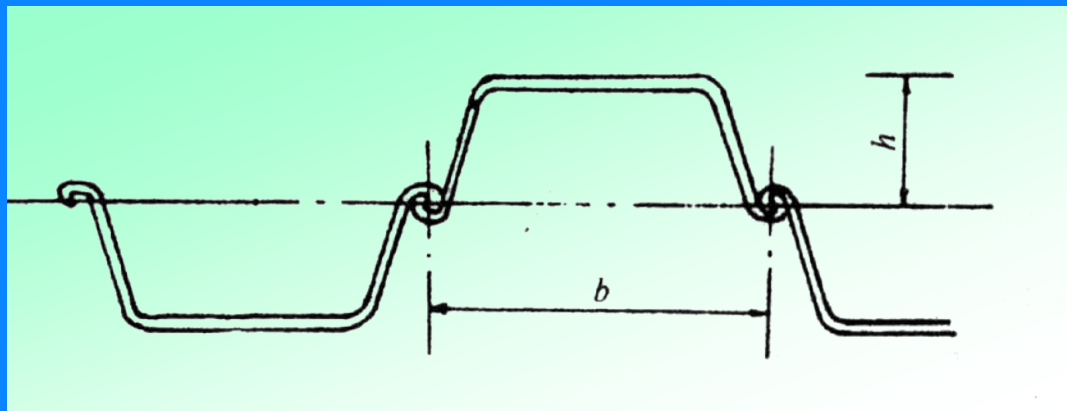
2.1 板桩



2.1 板桩

断面形式

U形



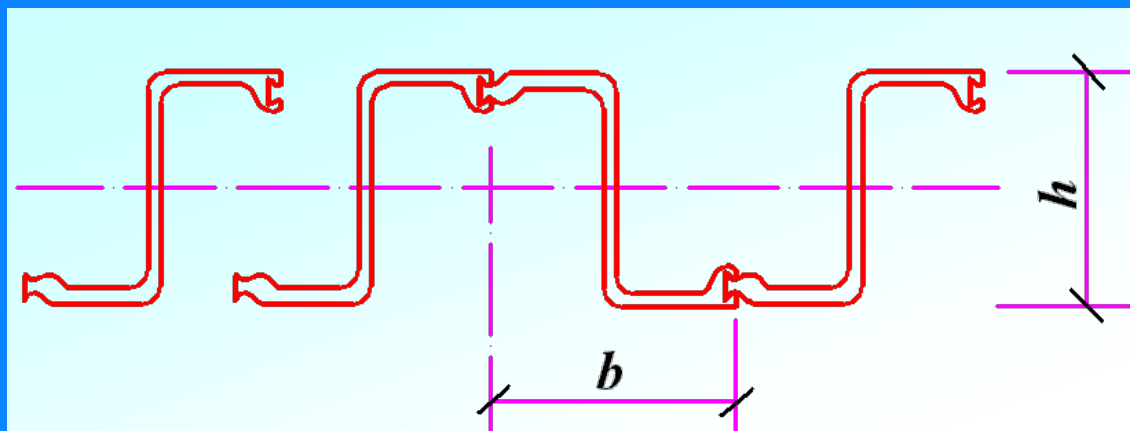
特点：U形钢板桩相互倒置形成“折瓦”形断面的连续墙，其中和轴位于“折瓦”形断面的中间，即锁口位置。由材料力学可知，受弯矩作用时，中和轴处的剪应力最大，如锁口咬合不牢，受力后易错位，断面系数降低，设计时，通常要根据实际情况，对其断面系数进行折减。

钢板桩

2.1 板桩

断面形式

Z形



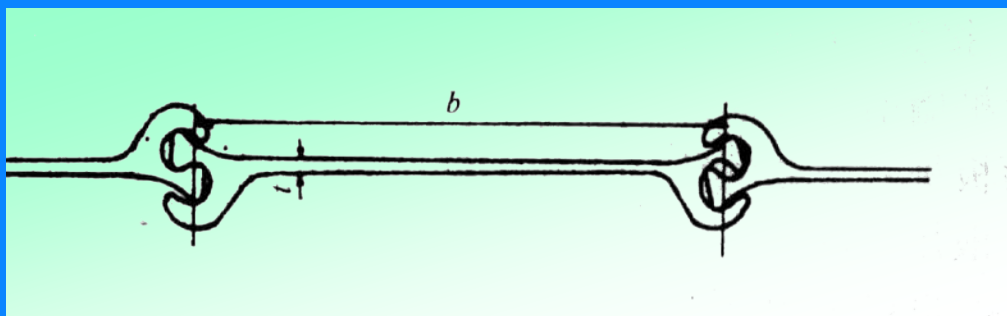
特点：抗弯能力好，受弯时，连接锁口处，剪应力为零，由于单根Z形钢板桩断面不对称，施工时易扭转，故施工时一般采用将两根板桩焊在一起施打。

钢板桩

2.1 板桩

断面形式

平板形



特点：抗弯能力差，但“锁骨”形锁口，横向受拉能力强，适用于格型结构中。

钢板桩

2.1 板桩

钢板桩的锈蚀和防护

- ①物理保护——涂料保护：采用涂环氧煤沥青漆或聚乙烯和聚氨酯弹性体覆盖，一般保护3~5年，适于水位变动区
- ②化学保护——阴极保护：效果好，费用高，适于水下部分
- ③改进钢材化学成分，采用防腐蚀的钢种
- ④增加钢板桩的厚度
- ⑤降低帽梁和胸墙底高程
- ⑥与钢板桩接触的金属件采用与钢板桩材质相同的钢材

2.1 板桩

钢结构的单面平均腐蚀速度

表 3.0.7-1

部 位		平均腐蚀速度(mm/a)
大气区		0.05 ~ 0.10
浪溅区	有掩护条件	0.20 ~ 0.30
	无掩护条件	0.40 ~ 0.50
水位变动区、水下区		0.12
泥下区		0.05

注:①表中平均腐蚀速度适用于 $\text{pH} = 4 \sim 10$ 的环境条件,对有严重污染的环境,应适当增大;

②对水质含盐量层次分明的河口区或年平均气温高、波浪大、流速大的环境,应适当增大;

③钢板桩岸侧可参照泥下区取值。

2.1 板桩



2.1 板桩



2.1 板桩



2.1 板桩

特点：干地施工，可现浇可预制，连续性好，可有效防渗和止水，不需大型和复杂机械，施工速度快，造价低，断面可以较大，形式多样，但现浇混凝土质量不易保证。适用于不具备打桩设备或必须避免因打桩震动而影响邻近建筑物的场地。

断面形式：现浇——矩形、T形、钻孔排桩形
预制——矩形

尺寸：厚度或直径由强度计算确定，现浇地下墙厚度一般60~130cm，预制地下墙厚度一般40~80cm，钻孔桩桩径不宜小于55cm。单元墙段一般4~8m。

地下连续墙

2.1 板桩



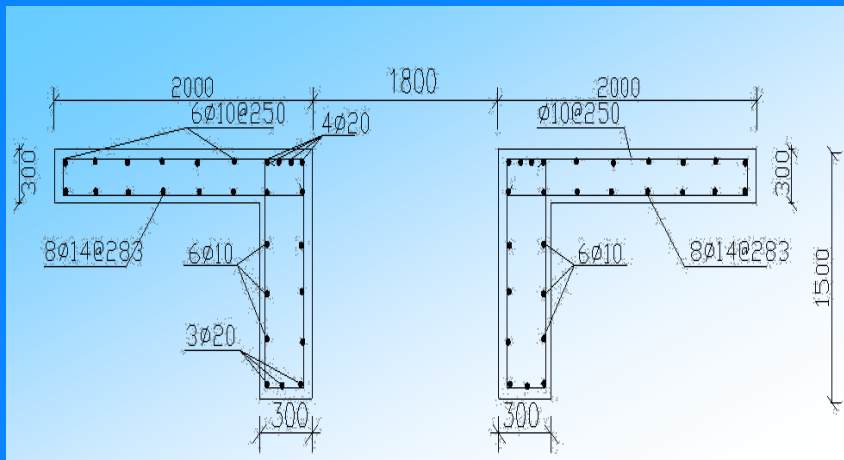
地下连续墙导墙施工

2.1 板桩



地下连续墙导墙施工

2.1 板桩



地下连续墙导墙施工

2.1 板桩



地下连续墙成槽

2.1 板桩



地下连续墙绑扎钢筋笼

2.1 板桩



地下连续墙钢筋笼吊装

2.1 板桩



地下连续墙钢筋笼吊装

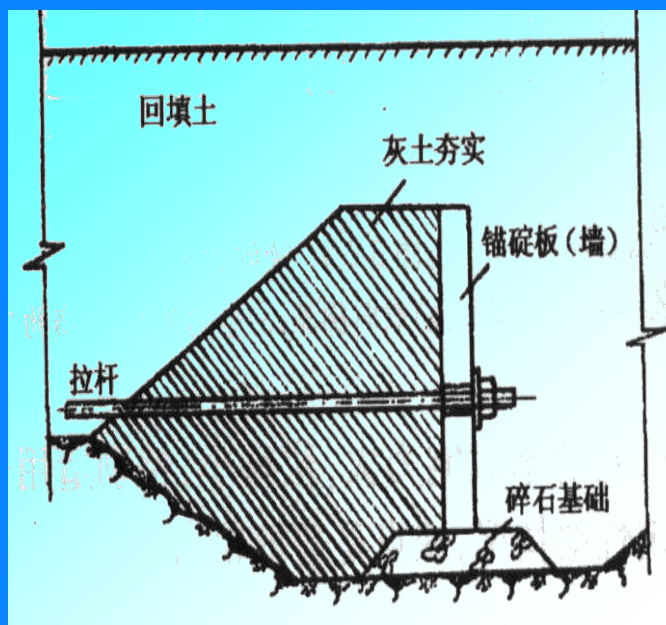
2.1 板桩



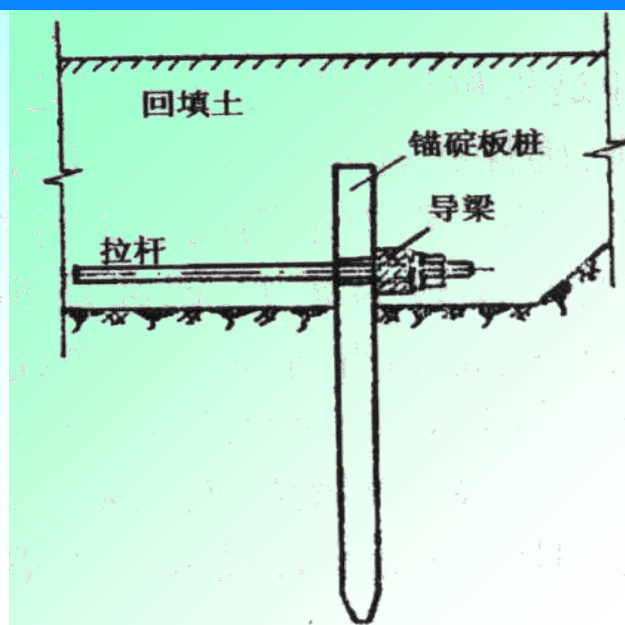
地下连续墙墙身混凝土浇筑

2.2 锚碇结构

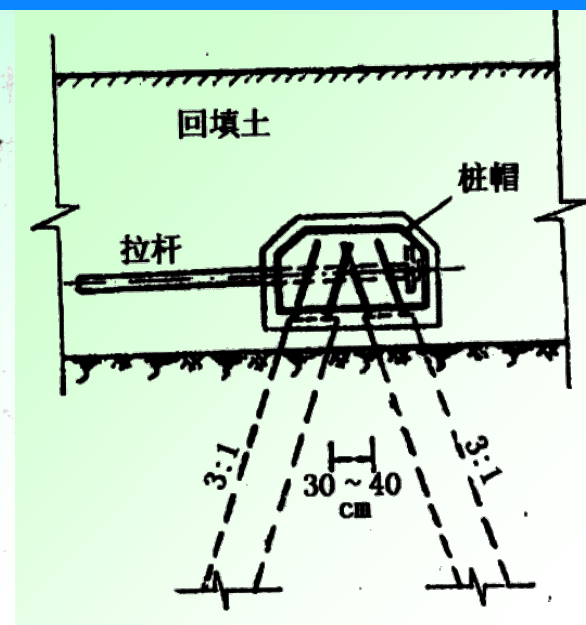
结构形式



锚碇板（墙）



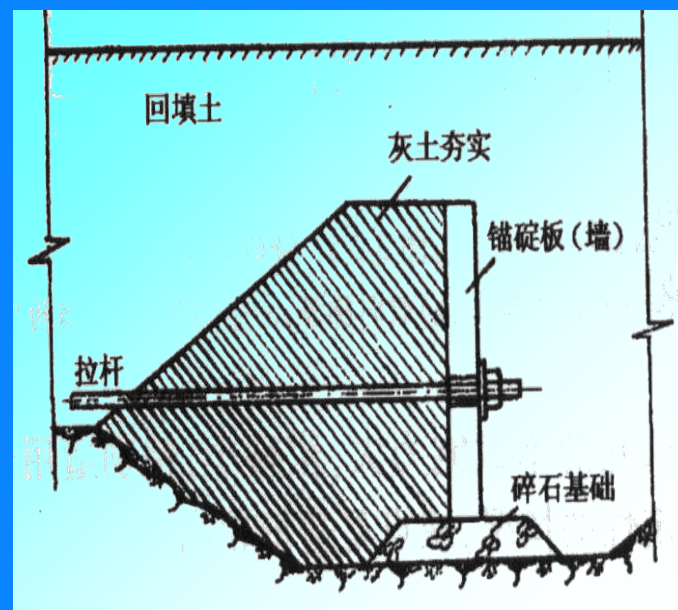
锚碇桩（桩墙）



锚碇叉桩

2.2 锚碇结构

特点：依靠板（墙）前回填料的抗力来平衡拉杆拉力。承载能力较小，水平位移大。结构简单，不需打桩设备，材料用量少，造价便宜，但必须开挖基坑或基槽，增加了开挖工程量并破坏了原状土结构。适用码头后方场地宽敞，拉杆拉力不大的情况。



型式：锚碇板——预制，平板、T字型、双向梯形
锚碇墙——现浇，也可预制，矩形、梯形、L形

锚碇板（墙）

2.2 锚碇结构

尺寸：高度由稳定计算确定，一般不宜小于埋置深度的 $1/3$ ，常采用 $1.0 \sim 3.5\text{m}$ ；厚度由强度和裂缝控制计算确定， $\leq 15\text{cm}$ ，常采用 $20 \sim 40\text{cm}$ ；预留拉杆孔位置宜与作用在锚碇板（墙）上的土压力合力作用点重合，斜度与拉杆方向一致。

回填：为了充分利用墙前土抗力，墙后一般须换填力学性质好（抗剪强度高）的填料（如北方常采用灰土夯实，南方常采用块石回填）。

构造：采用预制安装的锚碇板（墙），下面常用 $10 \sim 20\text{cm}$ 厚的碎石铺垫。采用现浇锚碇墙时，下面应浇注 $10 \sim 15\text{cm}$ 的贫质砼垫层。

锚碇板（墙）

2.2 锚碇结构



锚碇板

2.2 锚碇结构



锚碇墙

2.2 锚碇结构



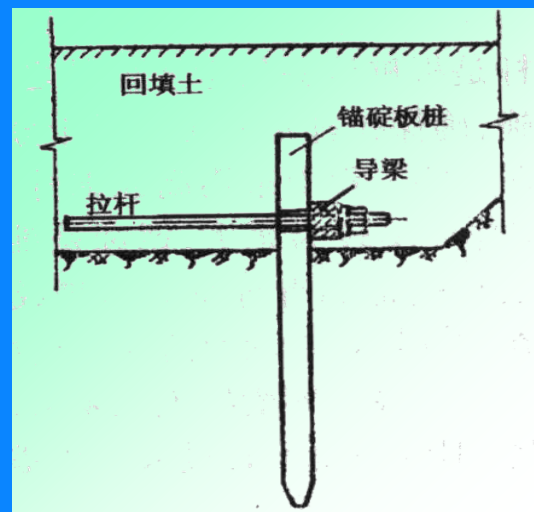
锚碇墙

2.2 锚碇结构



2.2 锚碇结构

特点：依靠桩打入土中的弹性嵌固作用承受拉杆拉力。此结构属于无锚桩，承载能力较小，水平位移较大；桩直接沉入土中，填挖方量少，不破坏原状土，但需打桩设备。适用于码头后方场地宽敞，地下水位较高或要利用原土层的情况。



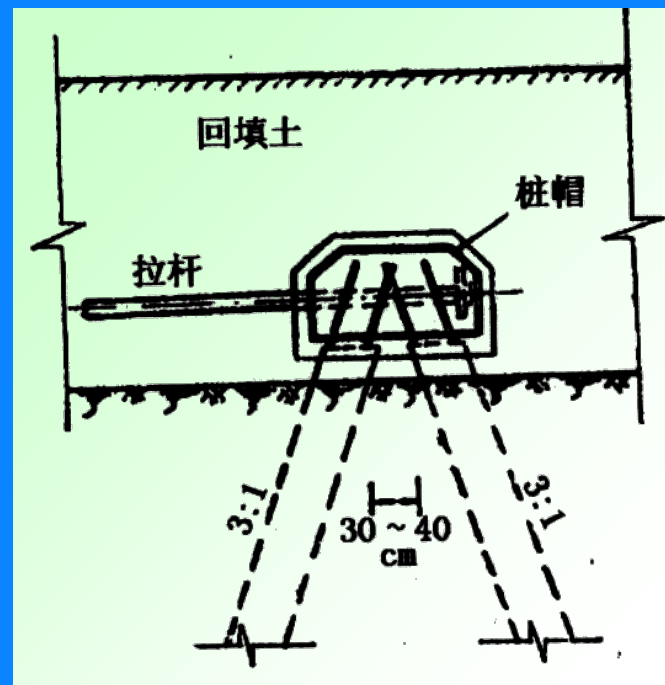
型式：锚碇桩——预制钢筋混凝土桩或钢管桩
锚碇桩墙——预制板桩，也可现浇地下连续墙

尺寸：断面尺寸由强度和裂缝控制计算确定， $\leq 15\text{cm}$ ，常采用20~40cm；其深度由“踢脚”稳定来确定

锚碇桩（桩墙）

2.2 锚碇结构

特点：依靠桩的轴向抗压和抗拔承载力来承担拉杆拉力。其稳定性由桩的承载能力确定，与板桩墙的距离可以很近，挖填方量少，拉杆长度短，承载能力大，位移小，造价高。适用于码头后方场地狭窄，拉杆拉力较大的情况。



尺寸：斜度宜采用3:1~4:1；桩顶净距30~40cm；现浇桩帽，将拉杆与桩连成整体。

锚碇叉桩

2.3 拉杆

材料：拉杆一般用圆钢制成。采用能保证焊接质量及**延伸率不低于18%**的高强钢材，当拉杆拉力较大时，也可采用经热处理后延伸率不小于17%的高强钢材。安装时**除锈，防腐蚀**，设计时**预留锈蚀量**。

位置：拉杆一般**水平放置**，从减少板桩墙跨中弯矩来说，拉杆位置**越低越好**，但为了保证在水上穿拉杆和水上浇注胸墙或导梁的施工要求，一般在**平均水位以下，设计低水位以上0.5~1.0m**，且不得低于导梁和胸墙的施工水位。

尺寸：钢拉杆**直径**由强度计算确定，可为40~100mm。拉杆的**间距**根据拉杆力的大小来确定，常用1.0~3.0m。一般为板桩宽度的整数倍或偶数倍。拉杆的**长度**为板桩墙与锚碇结构的距离，由计算确定。当长度较长(>12m)时，宜分节组装，紧张器连接。

2.3 拉杆



2.3 拉杆



2.3 拉杆



2.3 拉杆

其他：

- ①安装时应施加一定的初始拉力，保证各拉杆初始拉力相同
- ②一个码头分段中所有拉杆材质、长度和构造应相同

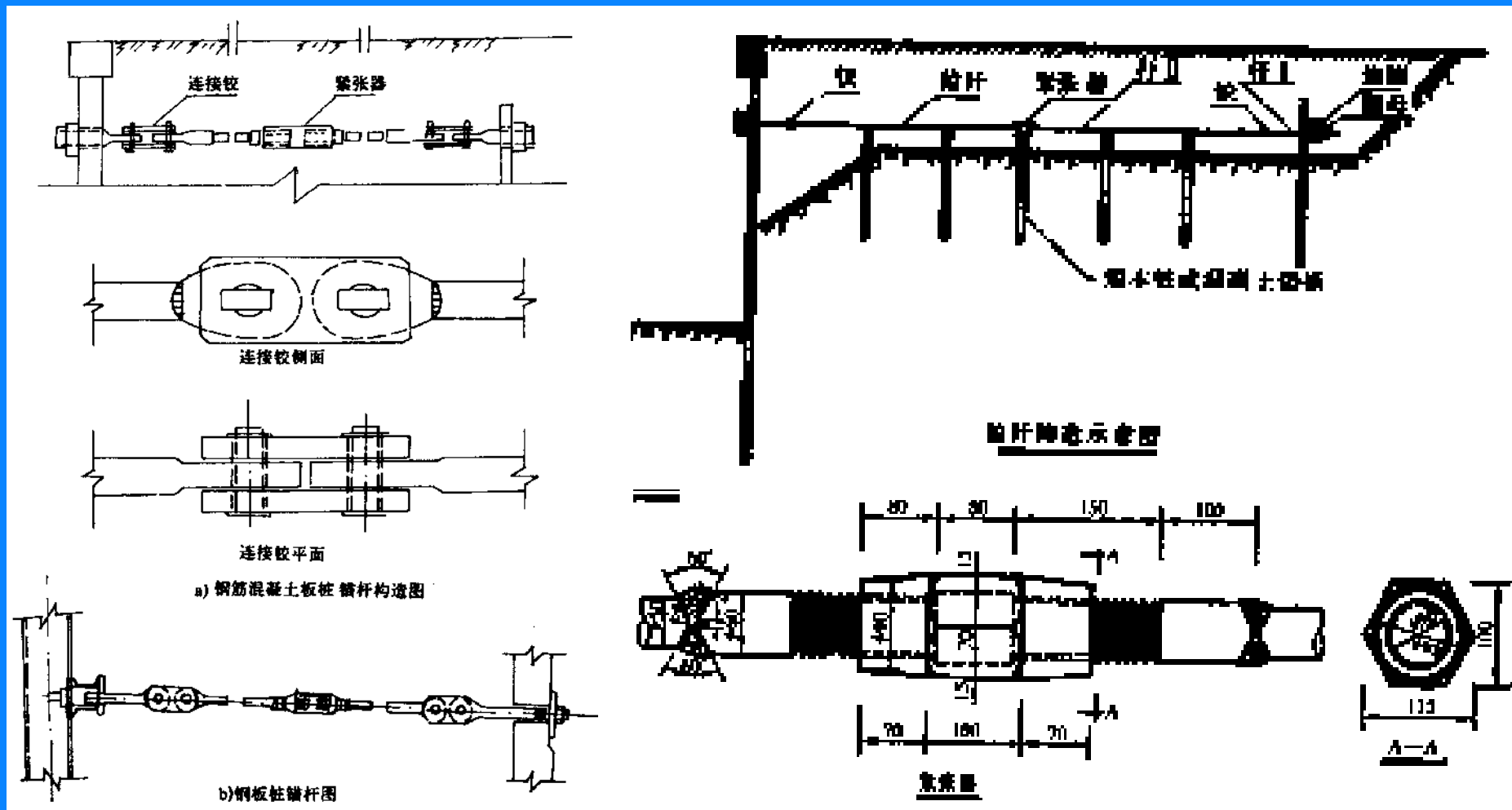
减小和消除拉杆附加应力措施：

- ①在拉杆两端设置连接铰，以消除其附加应力。
- ②夯实拉杆下的填土，或在拉杆下设置支撑，以减小沉陷，支撑形式有支撑桩、设砟垫块或垫墩、铺碎石或灰土垫层。
- ③在拉杆上方设置U形防护罩，使拉杆上面的土重及地面荷载通过防护罩传到拉杆两侧的地基上。

防锈措施：

- ①涂两层防锈漆，并用沥青纤维布包裹两层。
- ②回填料严禁带有腐蚀性，如炉渣、矿渣等。

2.3 拉杆



连接铰和紧张器

2.3 拉杆



2.3 拉杆



2.3 拉杆

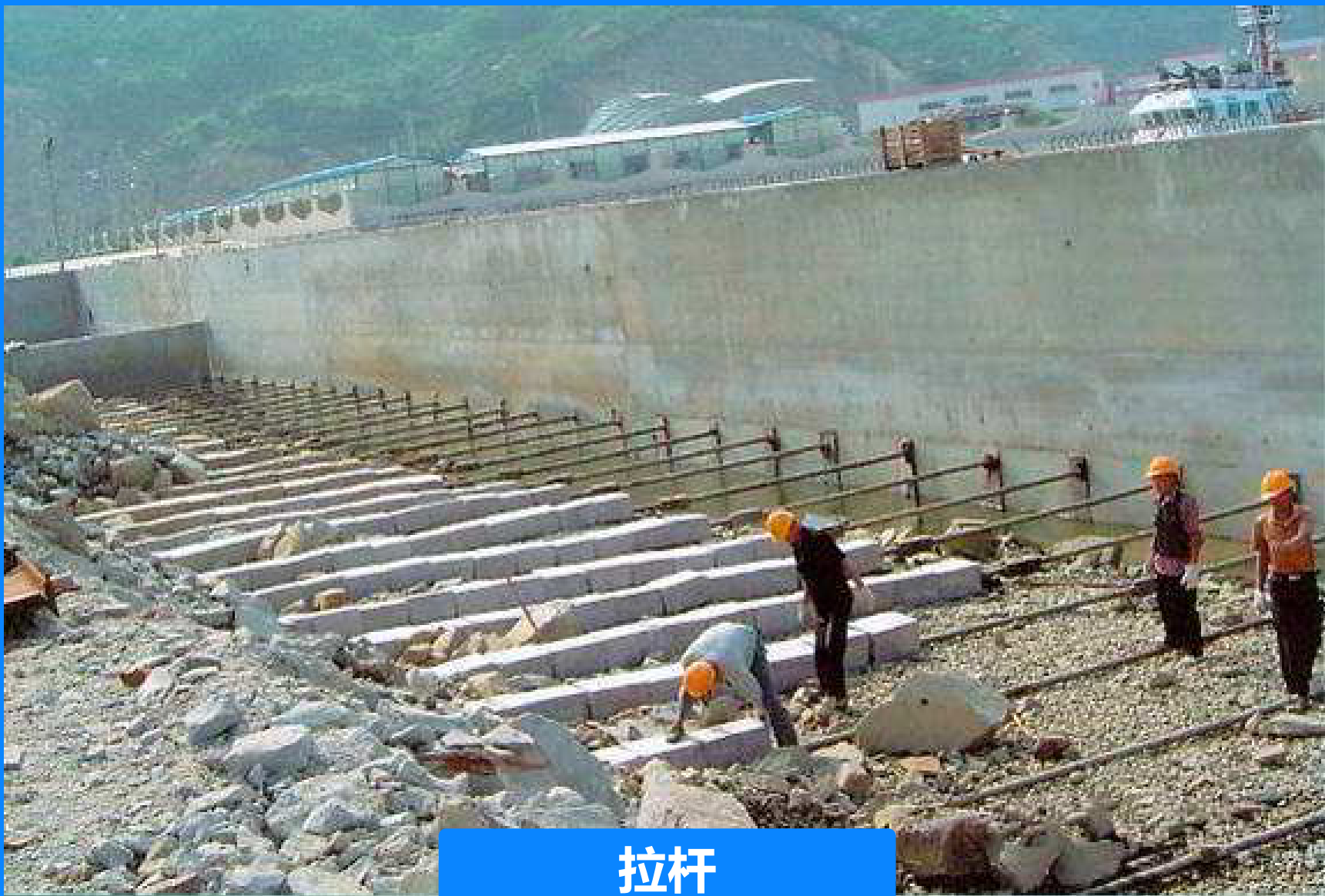


拉杆

2.3 拉杆



2.3 拉杆



拉杆

2.3 拉杆



拉杆

2.3 拉杆



拉杆

2.4 帽梁、导梁及胸墙

构造说明：

- (1) 帽梁或胸墙高度不小于30cm，前后两侧应比板桩宽15cm以上。
- (2) 前墙应伸入帽梁内一定深度，钢筋混凝土前墙伸入帽梁或胸墙的深度可取5~7cm，钢板桩前墙伸入帽梁或胸墙的深度可取1倍板桩截面高度或桩径，且不小于20cm。
- (3) 系船柱块体宜与帽梁或胸墙整体浇注，其尺寸由系缆力和系船柱构造要求确定。块体上可增设拉杆或八字形布置的副拉杆。锚碇结构可单独设置，也可与板桩墙结合设置。
- (4) 帽梁、导梁或胸墙沿码头长度方向应设置变形缝，变形缝间距一般可取15~30m，并设置在结构型式和水深变化处、地基土质差别较大处及新旧结构的衔接处。缝宽20~30mm，弹性材料填充。

2.4 帽梁、导梁及胸墙



钢导梁

2.4 帽梁、导梁及胸墙



胸墙钢筋

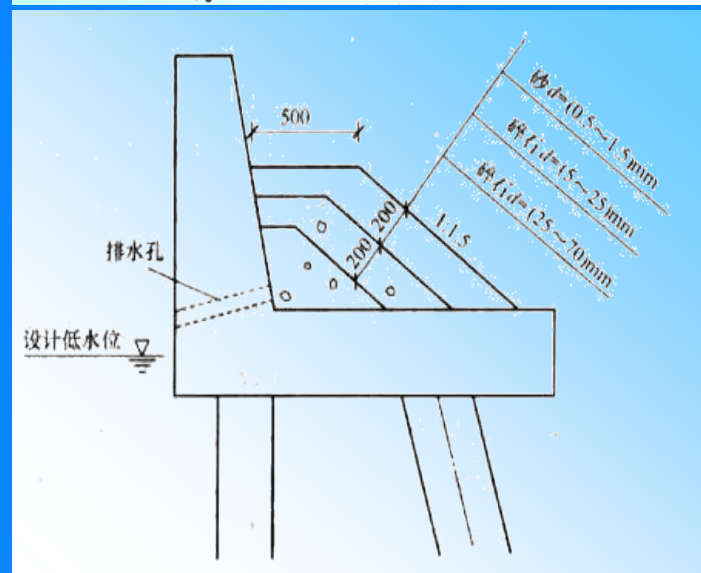
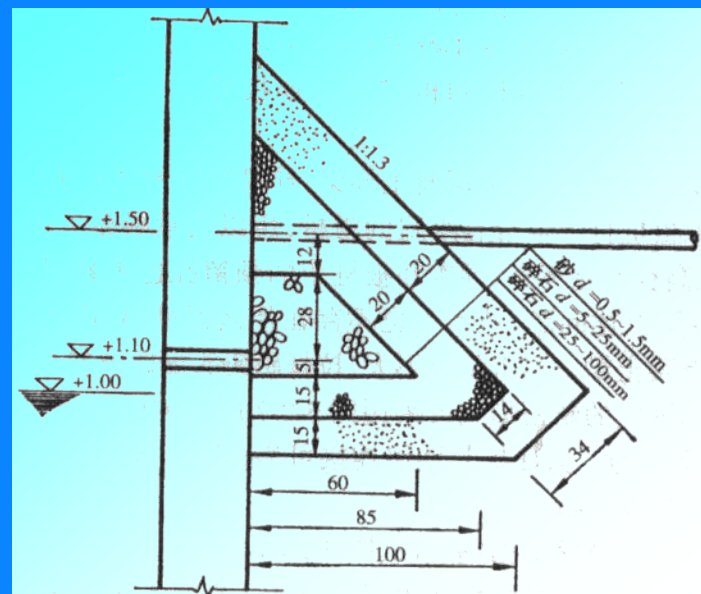
2.4 帽梁、导梁及胸墙



胸墙立模

2.5 排水设施

为了减小或消除作用在板桩墙上的剩余水压力，前墙应设排水孔。排水孔位置不宜高于**设计低水位**，在施工条件允许的情况下，宜设在**极端低水位**附近。排水孔的**间距**和**孔径**根据前墙水位变化幅度、前墙透水情况和墙后土质确定，一般**3~5m**设置一个直径**5~10cm**的排水孔。除墙后回填块石的情况外，排水孔后均应设置倒滤棱体，以防墙后填土流失。





谢谢！

Thanks a Lot