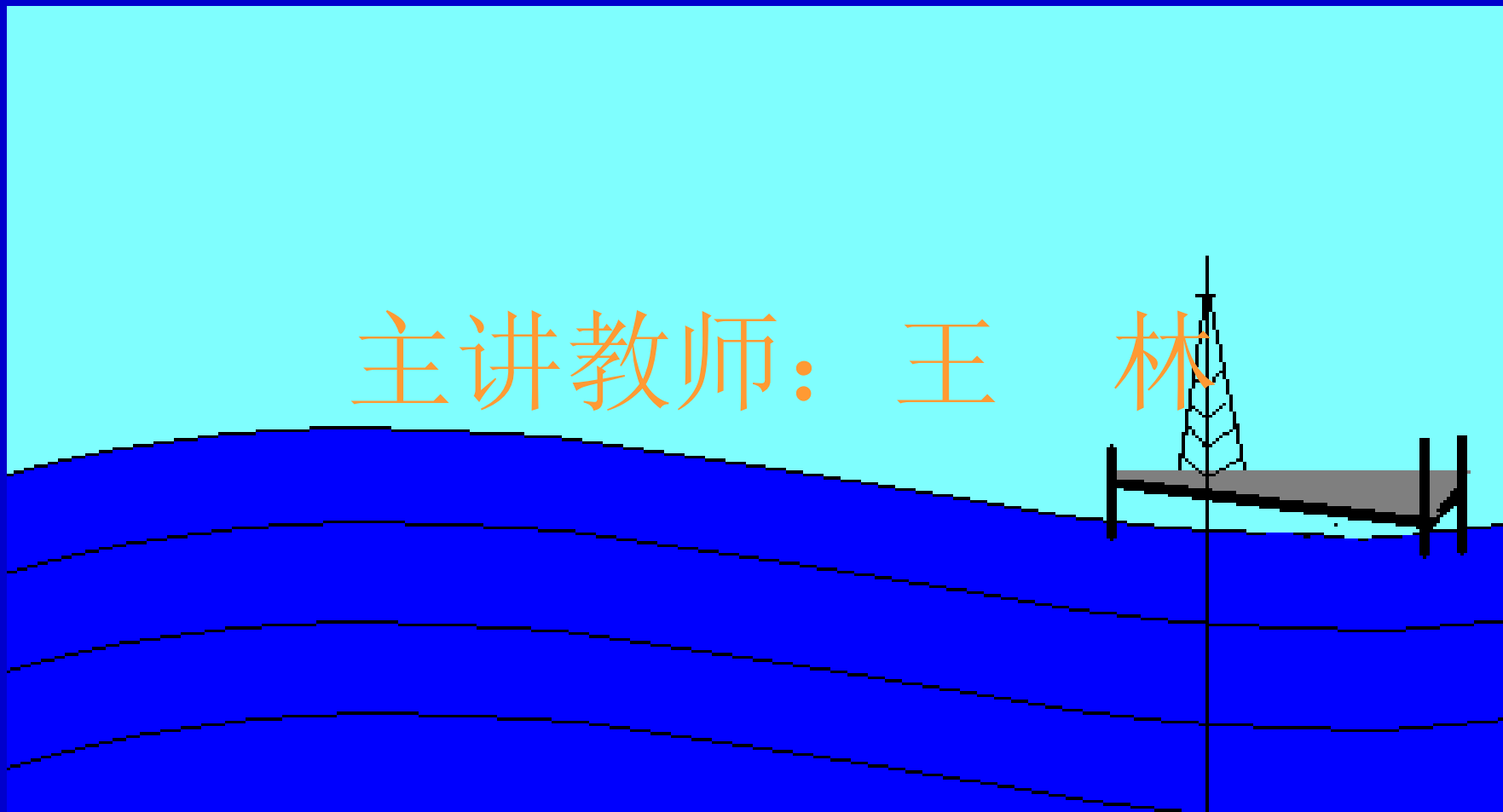




海洋钻井工程

主讲教师：王 林





第一章 绪论



第一节 海洋石油工业概况

一. 海洋石油工业的发展史

- 海洋石油开发是从1987年美国在加利福尼亚州西海岸 架 木质栈桥打井开始的。
- 六十年代进入飞跃发展阶段：

| 时间 | 海洋石油产量 | 占世界总产量 |
|-------|---------|---------|
| 六十年代初 | 1. 94亿吨 | 11% |
| 1971年 | 4. 57亿吨 | 18. 70% |
| 1975年 | 4. 13亿吨 | 15. 70% |
| 1983年 | 7. 09亿吨 | 26% |



第一节 海洋石油工业概况

•1984年海上十大产油国:

| | | | | |
|--------------------------------|-------------|---------------------------|-----------------|-----------|
| 英 特 万 吨 | 11250万 吨 | 国 11700万 吨 | 美 8600万 吨 | 沙 8900 |
| 委 内 瑞 拉 3275万 吨 | 5625万 吨 | 墨 西 哥 5625万 吨 | 挪 威 2515 | |
| 马 来 西 亚 1725万 吨 | 1870万 吨 | 印 尼 2210万 吨 | 巴 西 | |

•1958年起有十多个国家对我国沿海进行了多次大规模的地质调查和勘探

•我国自己也对沿海有关海域进行了勘探开



第一节 海洋石油工业概况

二. 海洋石油资源

- 地质学家 L.G.威克斯估计 海洋石油有2500亿吨
- 由第九届世界石油会议资料 水深小于200M的海上油田已证实储量为280亿吨
- 《近海》杂志1974年估计 海上石油储量为213亿吨 天然气13.5亿 M^3
- 联合国资料 水深超过200M的深海区 石油与天然气储量相当于3100亿吨石油



第二节 海洋钻井的主要特点

一. 海洋钻井的主要特点

- 要有坚不可摧的井场
- 要有隔水、引导、防喷系统、套管头
- 要有定向系统和升沉补偿装置
- 先进的交通、通讯及良好的生活保障
- 有一套防腐措施和设备
- 普遍采用丛式井（定向井）技术
- 井身结构复杂，套管尺寸大，层次多
- 注意安全
- 遵守海洋法

| | |
|----------------------------------|-------|
| “渤海7号”打的井 | |
| 30”导管 | 50M |
| 20”表面导管 | 445M |
| 13 ³ / ₈ ” | 1775米 |
| 技术套管 | |
| 9 ⁵ / ₈ ” | 2505米 |
| 技术套管 | |
| 7”尾管 | 3500米 |



第二节 海洋钻井的主要特点

二. 海上投资

- 海上石油投资是较大的
- 海上油气田开发费用随水深增加而增加
墨西哥海上油田开发费用
 - 水深 30M 比陆地油田高1倍
 - 水深 180M 比陆地油田高1--2.5倍
 - 水深 300M 比陆地油田高2--8倍
- 开发费用这么大，为什么各石油公司还要把钱往水里扔呢？
 - 海上每米进尺的探明储量比陆上高27倍
 - 海上每吨储量的探明成本比陆上低6.7--23倍



第二节 海洋钻井的主要特点

三. 海洋石油勘探开发的几项最高纪录

- 最深的海洋钻井
区块 6983M 钻于路易斯安那西三角27
- 最深的海上采油井
度6173米 位于路易斯安那州近海 深
- 钻井最大水深
水深2386米 1983年美国东海
- 水深最大的固定平台
Cogac 壳牌石油公司建于墨西哥湾的
平台
- 最重的钻采平台
Ninian混凝土平台 雪弗龙公司的北海
重达60
- 钻井最多的平台
加利福利亚圣巴巴拉海

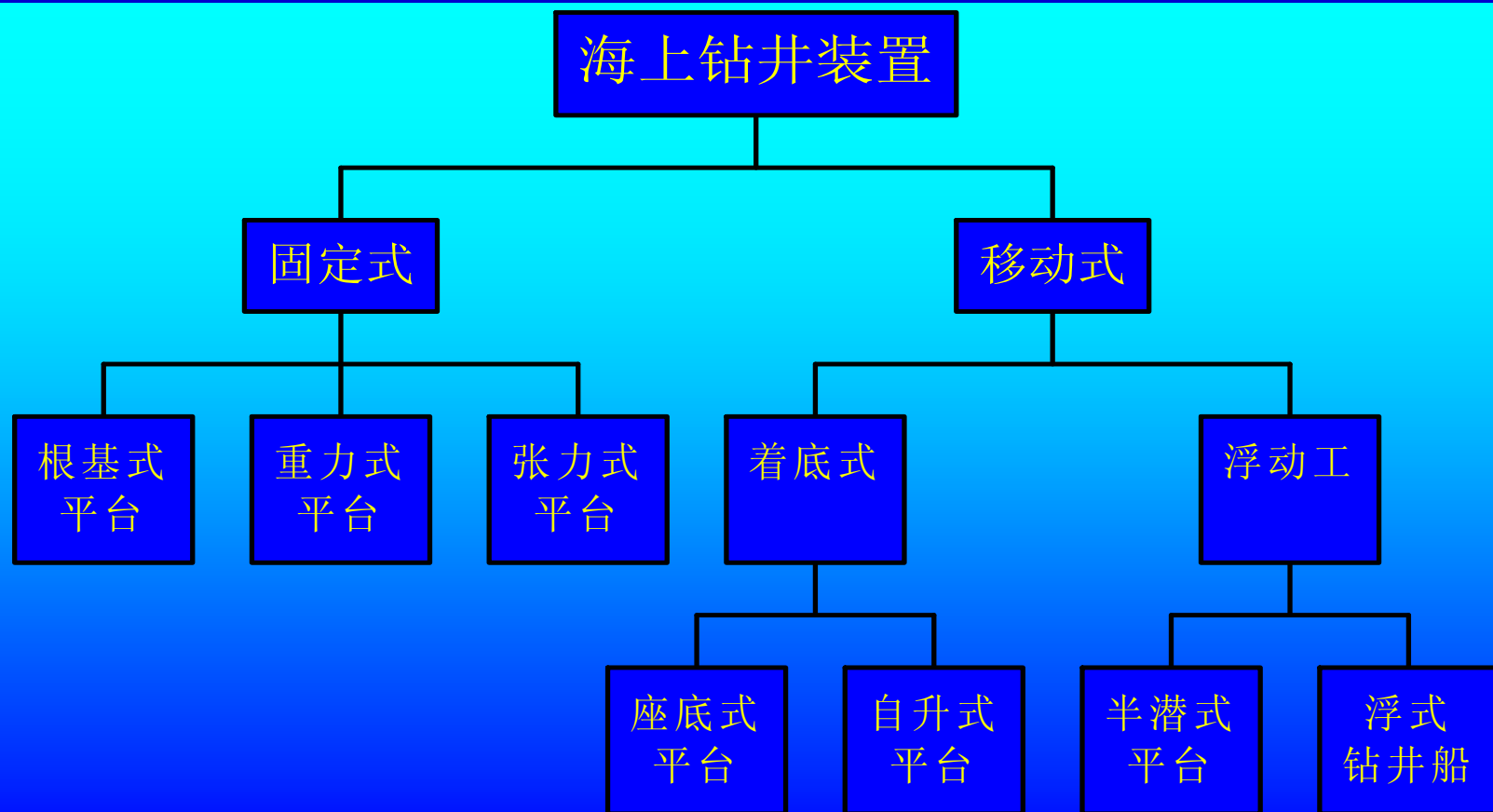


第二章 海上钻井装置

海上钻井平台应满足下面三个条件

- 适应海洋钻井区域环境且安全
- 成本较低
- 满足钻井、采油、测试等各项作业的要求

海上钻井平台的分类



固定式与移动式平台比较情况

优点:

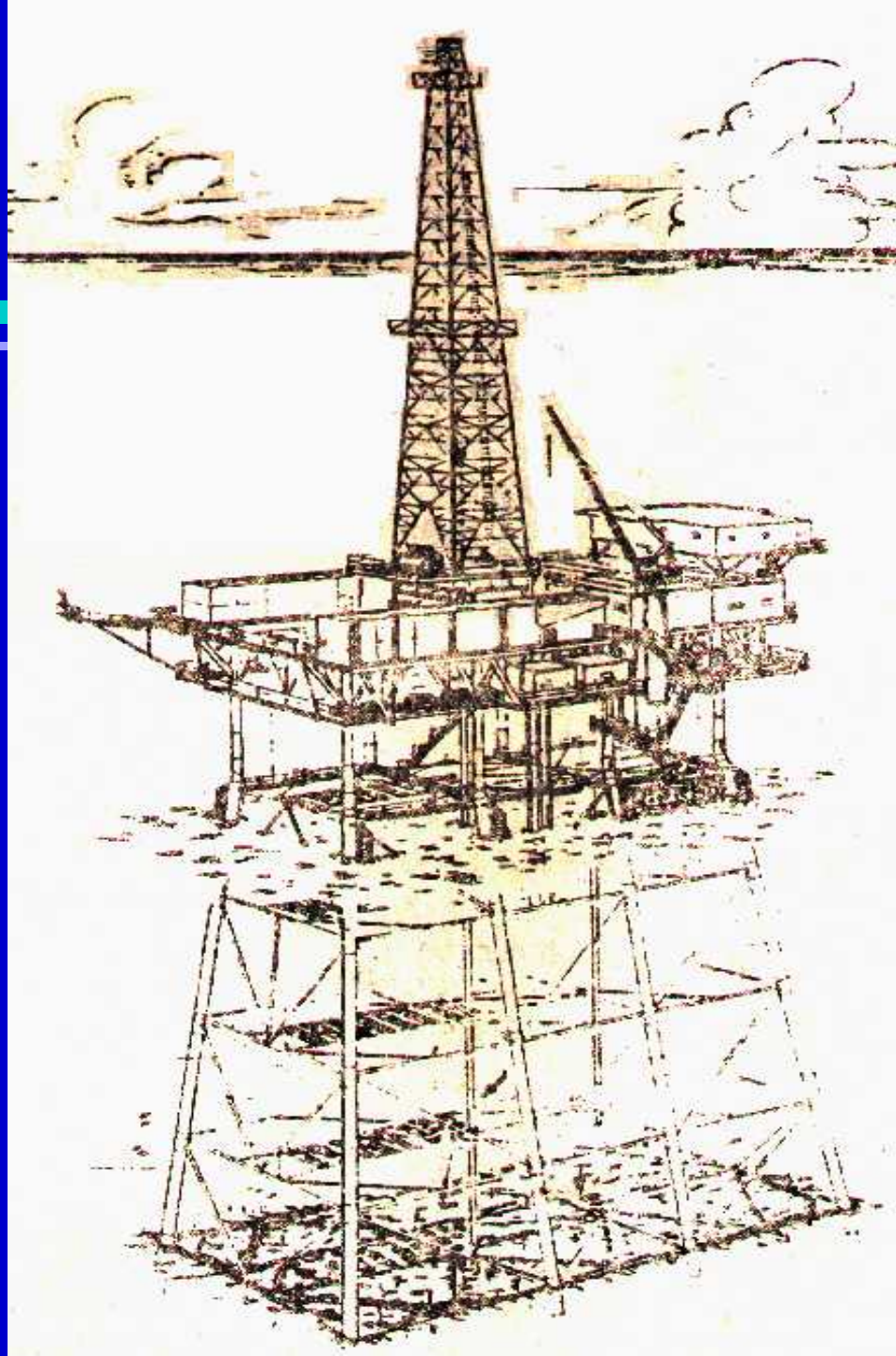
- 稳定性好
- 海面气象条件对钻井工作影响小如有工业性油气，可很快转换成采油平台

缺点:

- 不能够移动和重复使用
- 造价较高，其成本随水深增加而急剧增加

第一节 导管架桩基平台

一. 结构组成





第一节 导管架桩基平台

导管架：导管架的作用

- 支承上部结构
- 作为打桩定位和导向的工具
- 将平台上面的负荷比较均匀地传递到桩上
- 可安装系靠船的设备
- 可作为安装上部结构时的临时工作平台



第一节 导管架桩基平台

桩：

用于承受平台垂直重量及水平环境推力

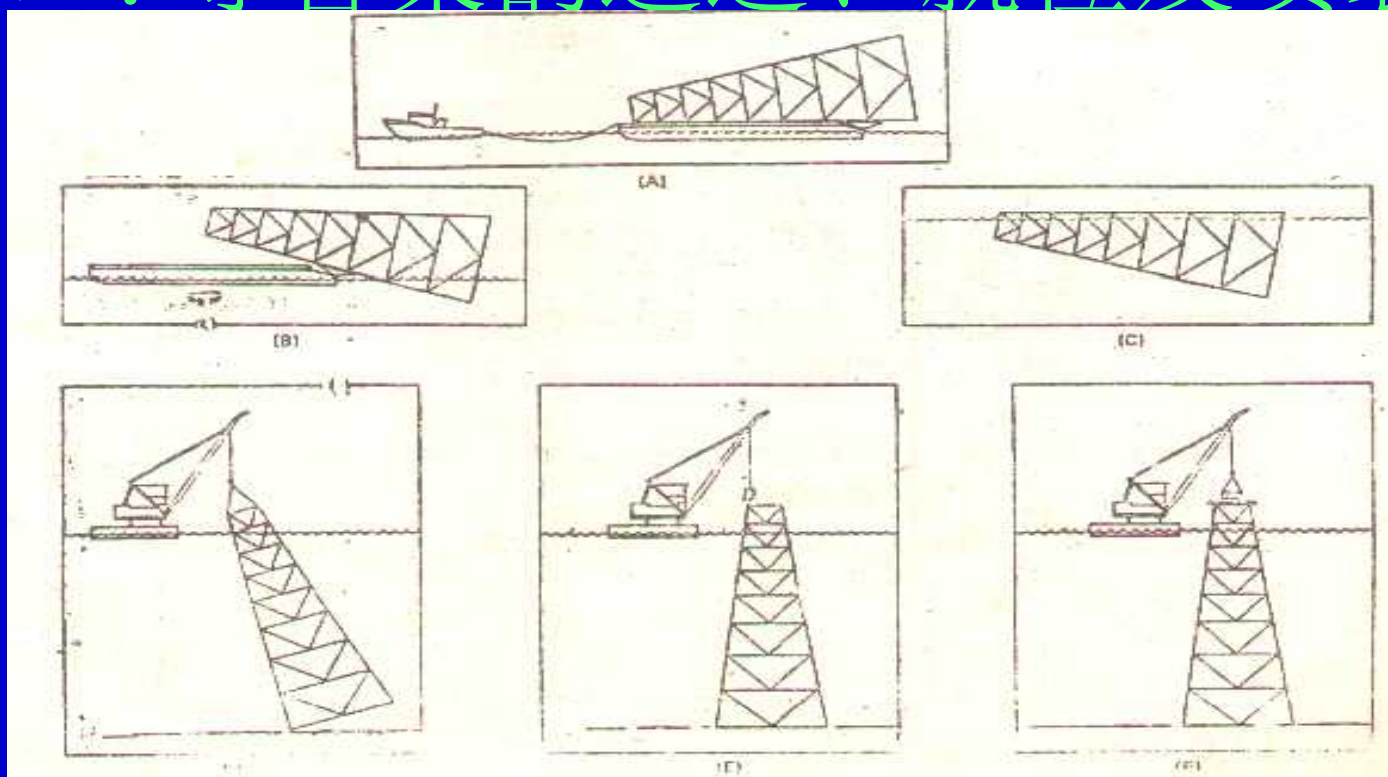
- 支承桩
- 磨擦桩

上部结构：由承受作业机械（机器）和其它载荷的各类桁架及平台甲板组成。

- 上层平台：用作安放井架、绞车、钻具堆放场地及宿舍等
- 下层平台：安放泥浆泵、泥浆池、防喷器、发电房、固井设备、仓库等

第一节 导管架桩基平台

二. 导管架的运送、就位及安装



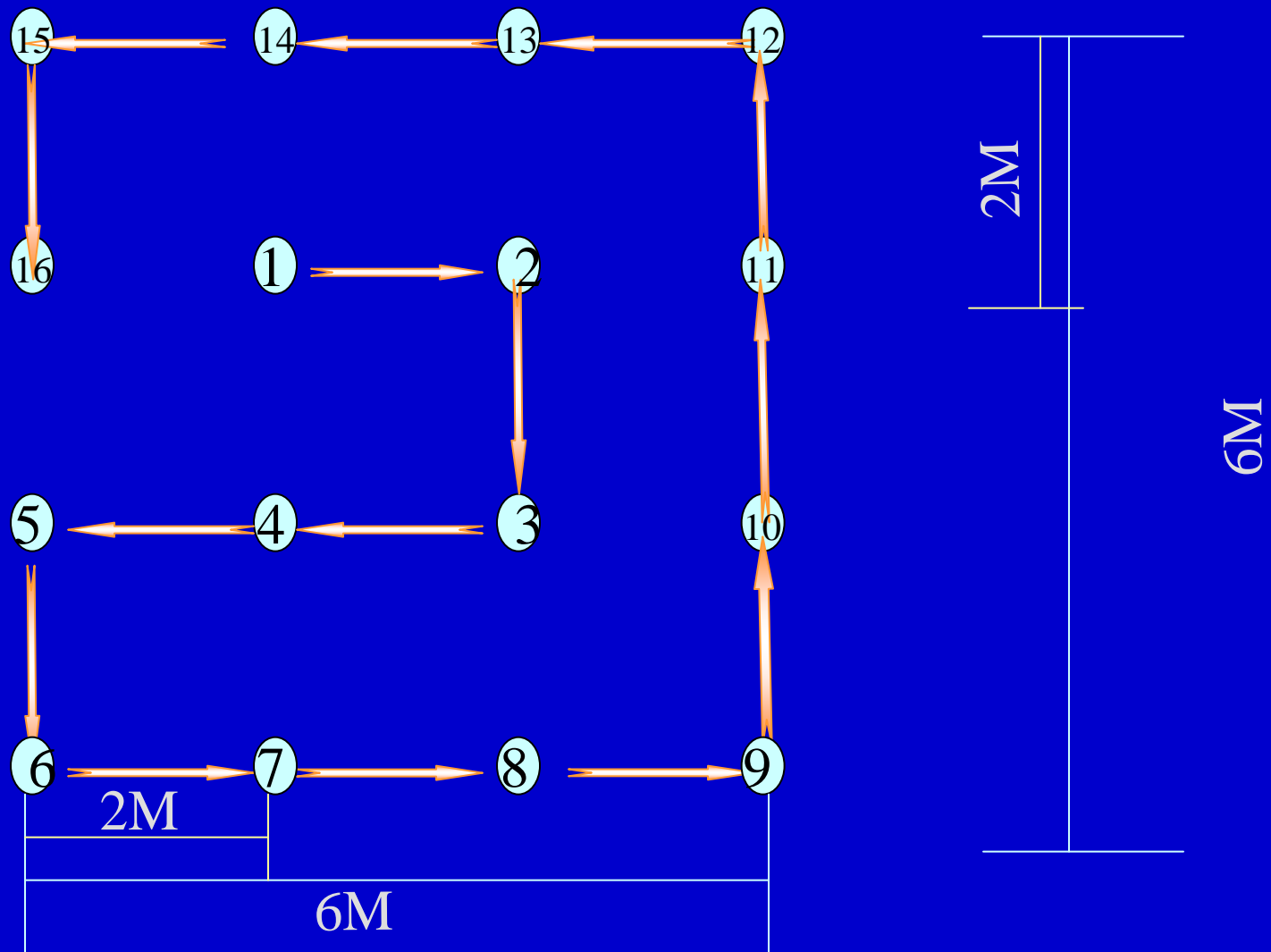


第一节 导管架桩基平台

- 提升法：水深30M以内
- 滑入法+起重机：水深30--70M
- 滑入法+控制压载机：水深70--120M
- 浮运法：水深120M以上
- 打桩：少则四根，多则十必根，打入深度少则50M，多则几百米
- 铺设平台上部结构
 - 整体铺设
 - 分块铺设
- 井架的移位



井架的移位





第二节 其它固定式平台

- 重力式平台
- 张力（腿）式平台
- 绷绳塔架式平台



重力式平台

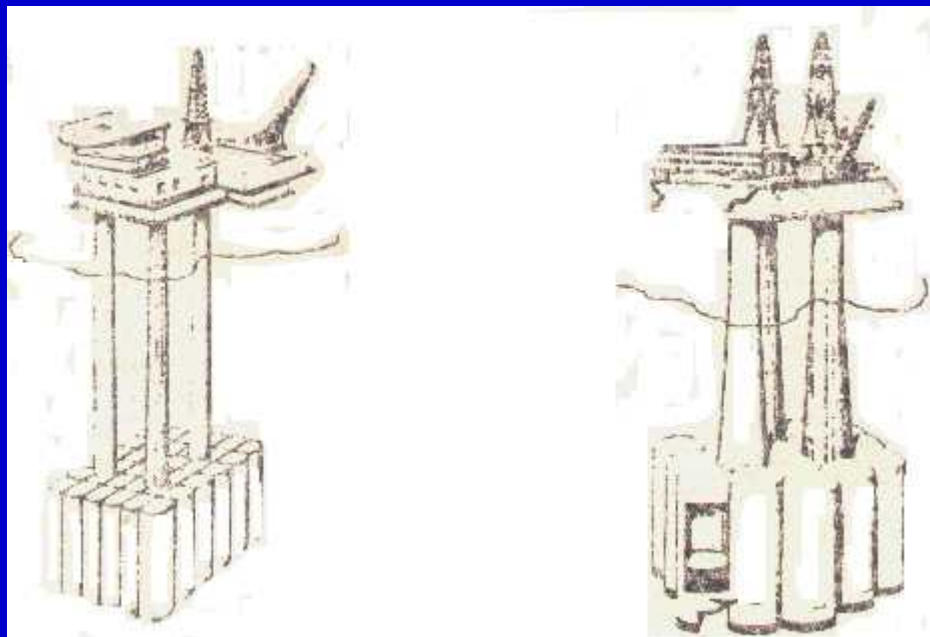
七十年代初出现，它完全借助于其本身的重量直接稳定地座在海底

- 混凝土重力式平台
- 钢质重力式平台
- 平台由沉垫、立柱、甲板三部分组成
- 沉垫有多种形式：圆形、六角形、正方形
- 立柱有：三腿、四腿、独腿等几种
- 甲板有钢持和混凝土两 种

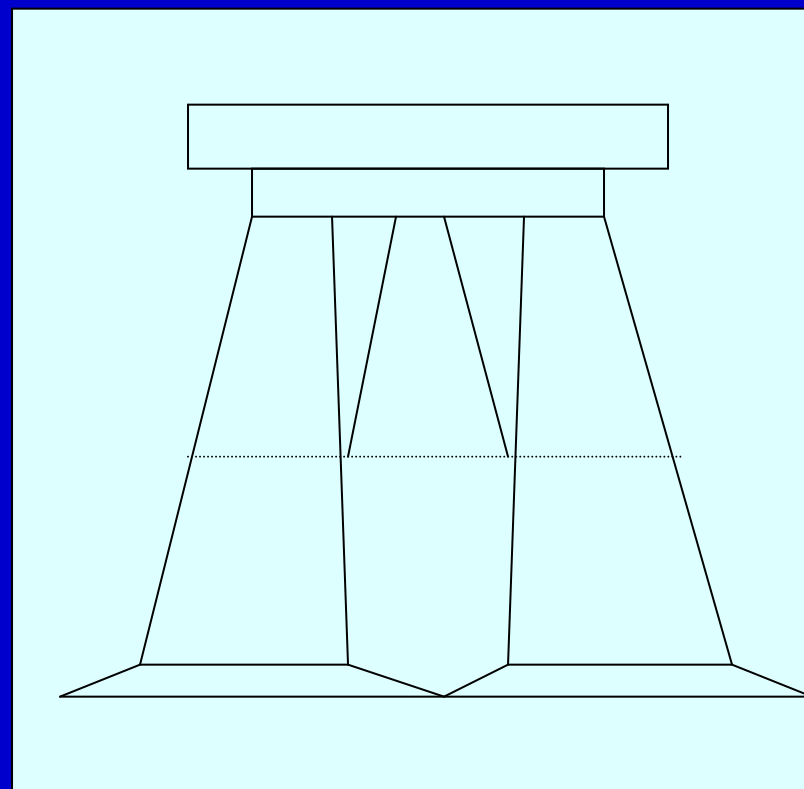
混凝土重力式平台

康迪普型平台

此种平台1973年出现。



塞尔默型平台





混凝土重力式平台

与导管架平台相比，具有以下优缺点

↗ 优：★不需打桩

★具有相当的贮油能力

★节省钢材，防火、防腐性较好，维修费用低，寿命长

↗ 缺：★对地质条件要求高

★出现缺陷后修复较困难



钢质重力式平台

1971年意大利首造，水深90米，
称洛安高平台

➤ 整个平台由沉箱、支承框架、
甲板三部分组成，沉箱可作贮
油罐

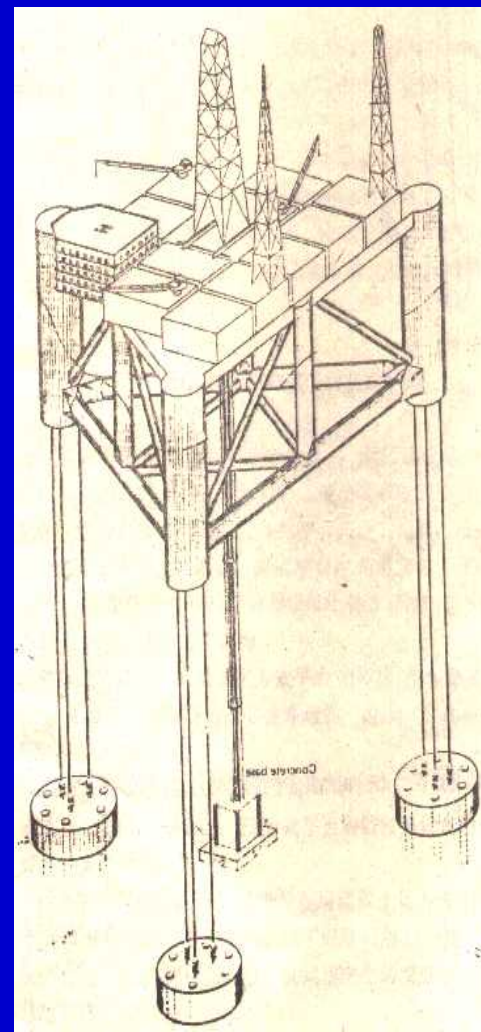
优 {
★重量比混凝土轻
★预制过程中对水载要求不高
★拖船马力小
★对地基承载力要求不高

缺 {
★贮油量
★用钢多，易腐蚀

张力（腿）式平台

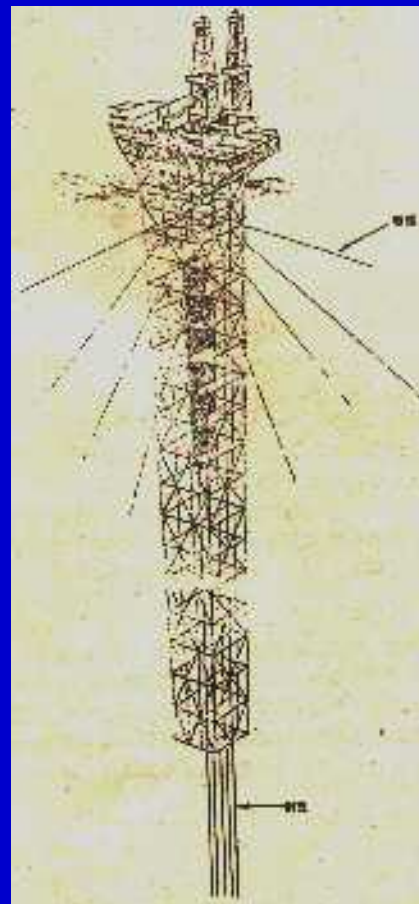
英国北海Hutton油田首次于生产中使用此平台，1983年安装，84年投产

- 张力式平台主要由甲板、立柱（大浮体）、缆索及系统桩组成
- 它是今后深水用主要平台
- 优点：受力合理、用钢少、成本低、适用于深水、对海洋环境适应性大



绷绳塔架式平台

- 研究证明：绷绳塔架式平台最经济的工作水深范围在40~480米之间
- 与钢质桩基相比，优点如下
 - 节省钢材（成本低）
 - 井口装置可设置于水面上





第三节 移动式钻井平台

- 1949年出现第一台移动式钻井装置“环球钻机40”，它是一台座底式钻井平台
- 1953年出现第一台自升式钻井平台
- 1953年出现了浮式钻井船
- 1961年出现了半潜式钻井平台

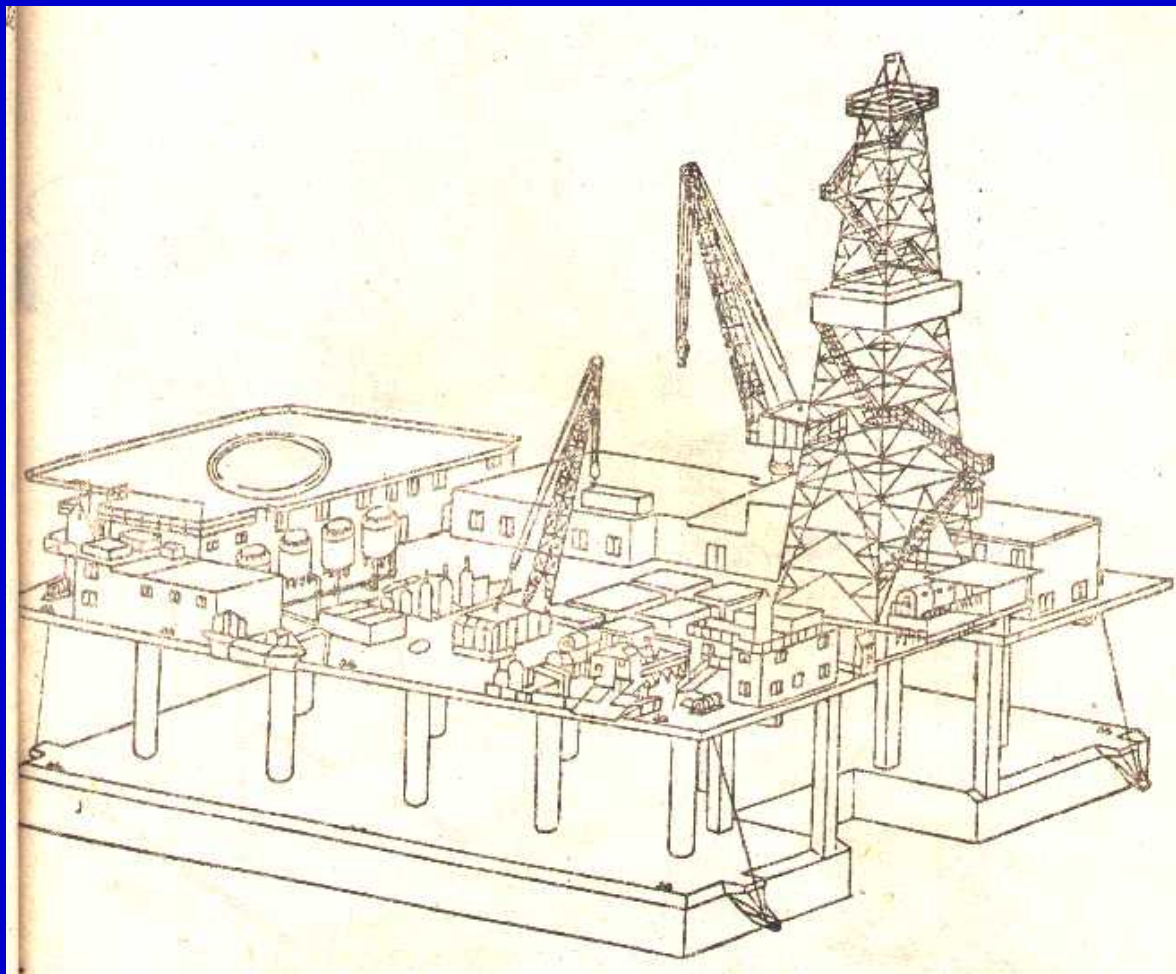


移动式钻井平台分类

- 座底式钻井平台
- 自升式钻井平台
- 半潜式钻井平台
- 浮式钻井平台

座底式钻井平台

- 结构组成
 - 沉垫浮
 - 工作平
 - 中间支撑





座底式钻井平台

优缺点

➤ 优点:

- 钻井时固定牢靠不受海洋环境的影响
- 完井后移动灵活

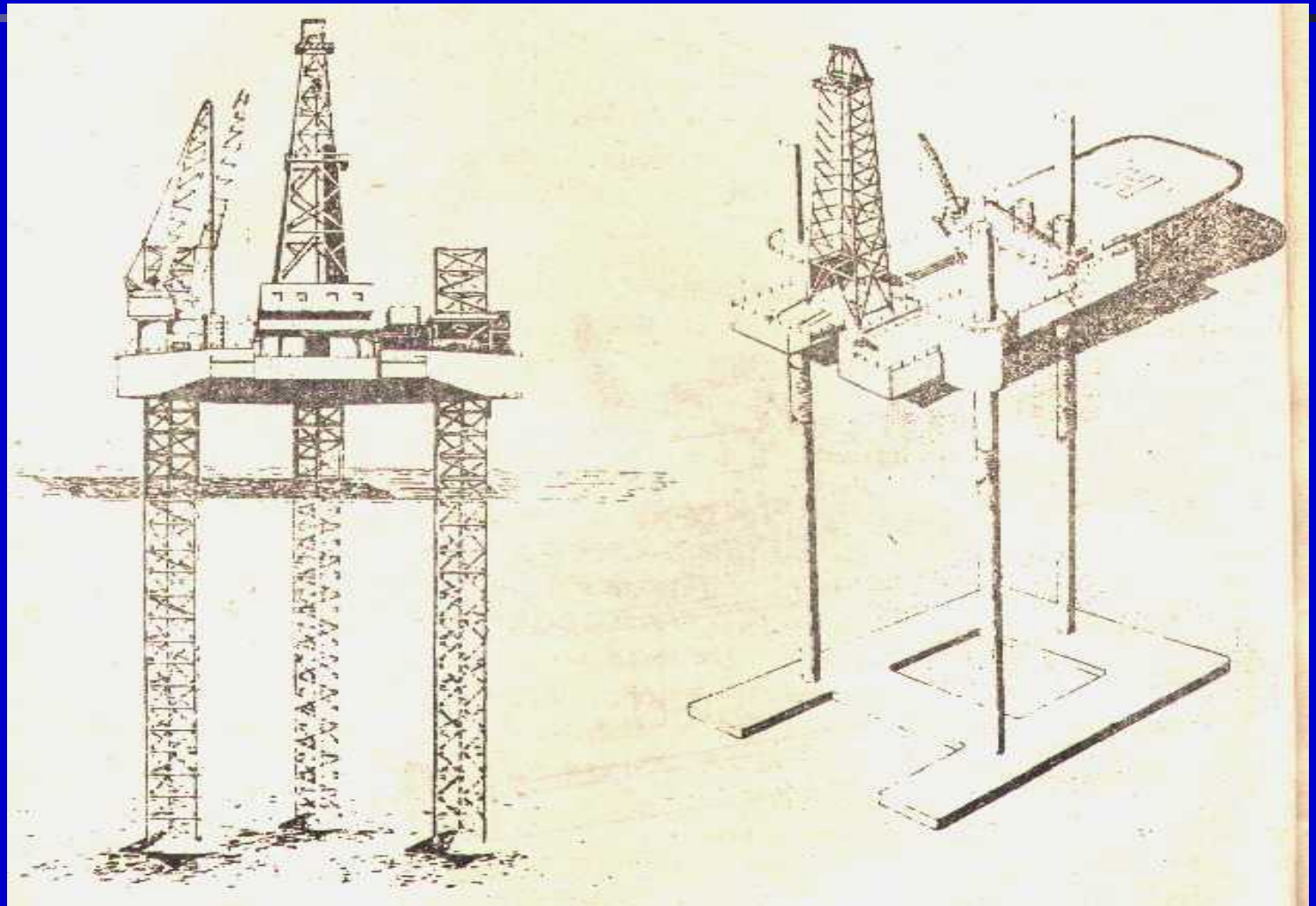
➤ 缺点:

- 工作高度恒定，不能调节
- 对海底地基要求高
- 工作水深较浅



自升式钻井平台

德朗1号





结构组成

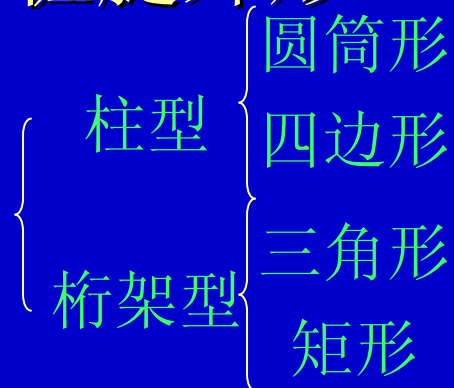
自升式平台由工作平台、桩腿和升降机构组成

➤ 工作平台的形状有三角形、四边形、五角形等多种形状

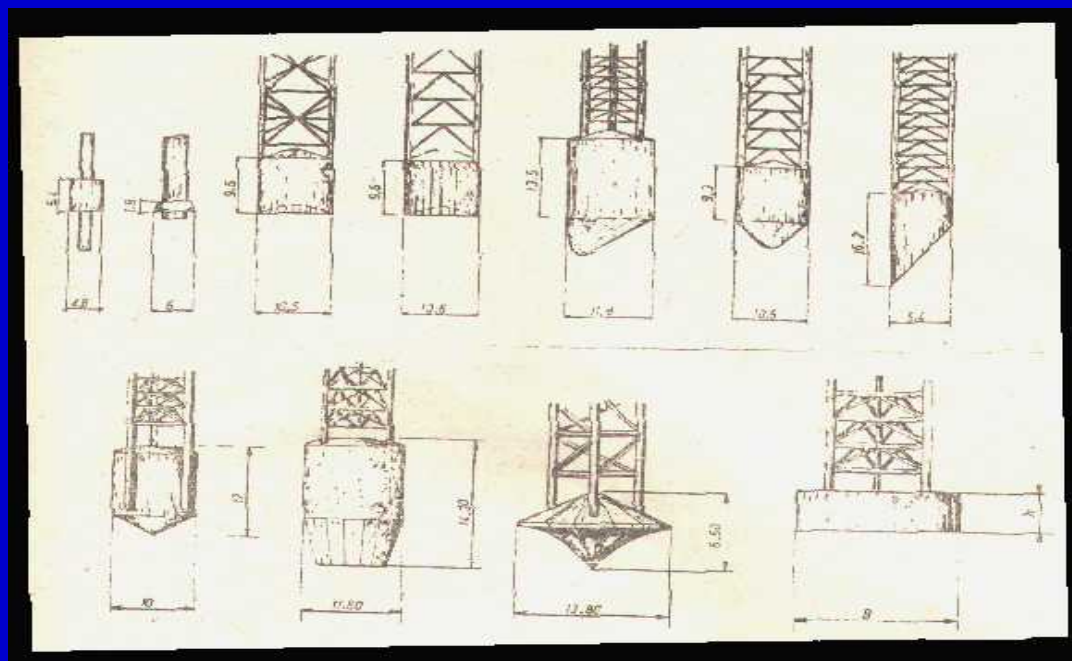
桩腿

- 桩腿数目有3, 4, 5, 6, 12, 14, 18腿等多种
- 桩腿直径从两米多到十多米不等

➤ 桩腿外形

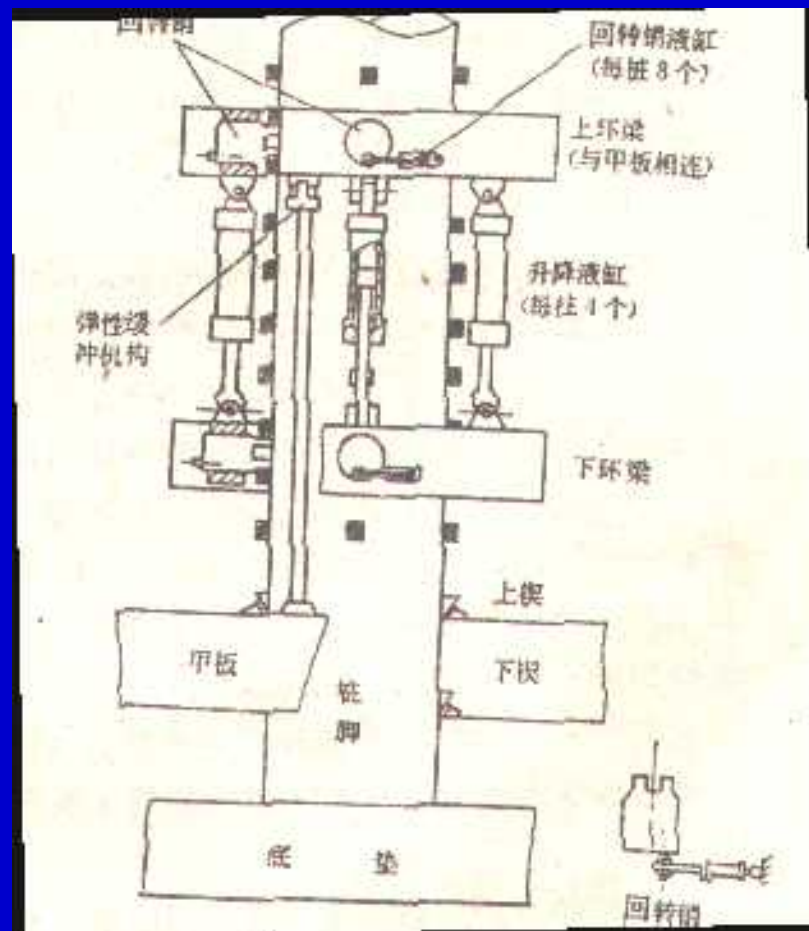


➤ 桩腿箱和底垫



升降机构

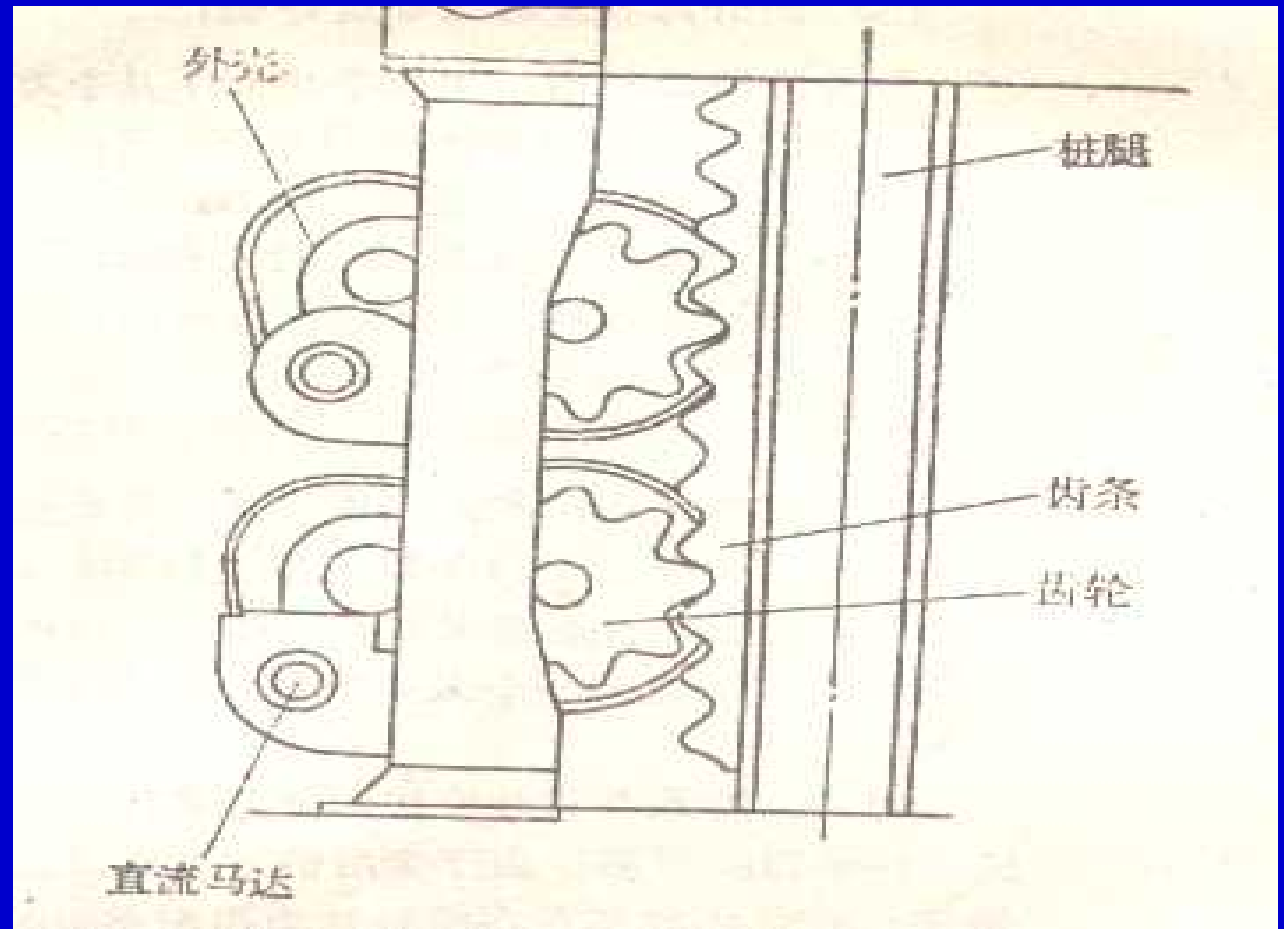
- 升降机构的作用是升降平台和拔桩。它分为两类：一类是孔穴插销液压升降装置，另一类是齿轮齿条式电动升降装置
- 孔穴插销液压升降装置





升降机构

齿轮齿条式电动升降装置





自升式平台的安置与撤离

➤ 降下平台

- 固定活动部件，关闭密封舱门，注意天气预报，检查升降机构
- 抛锚 下降速度1ft/min

➤ 拔起桩腿

- 冲桩 → 迅速同时提桩 → 固桩

➤ 拖航

- 拖航方式有串联和并联

自升式平台的安置与撤离

压载

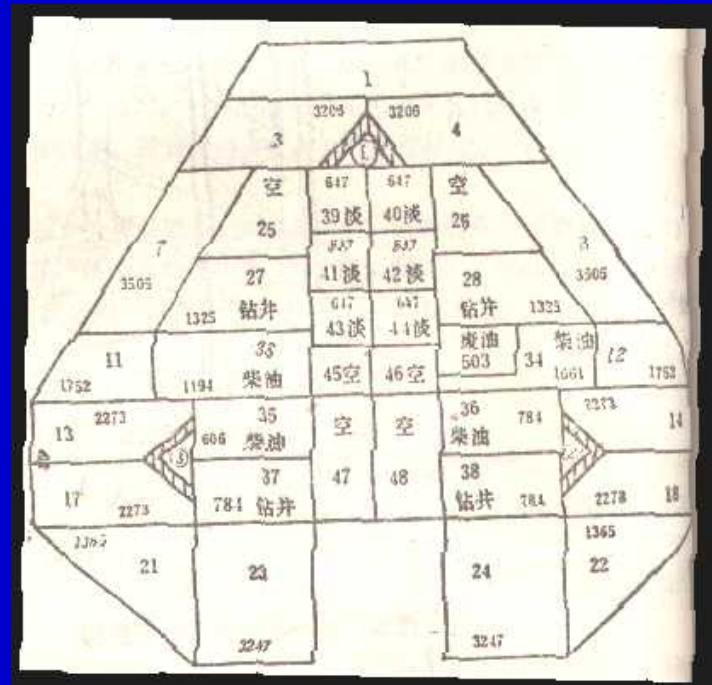
压载有两种：

一种是靠自身重量压载，另一种是压载舱压载

升起平台

平台纵向和横向倾斜不能大于 1°

平台离开水面高度一般在6~18m之间





自升式平台的优缺点

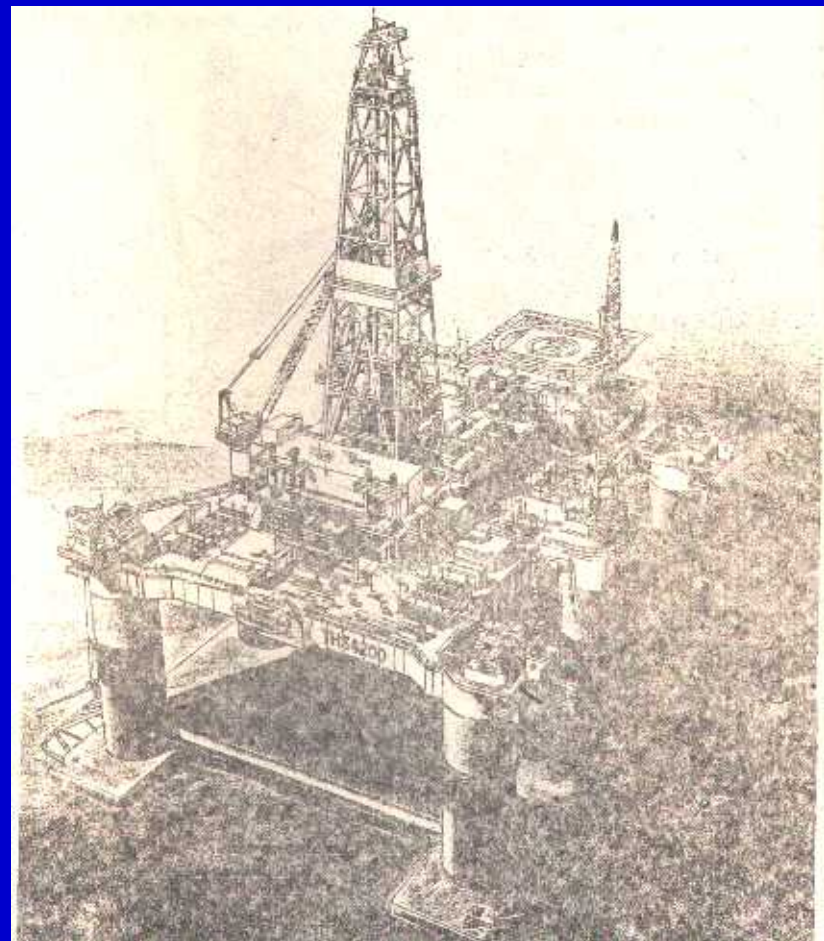
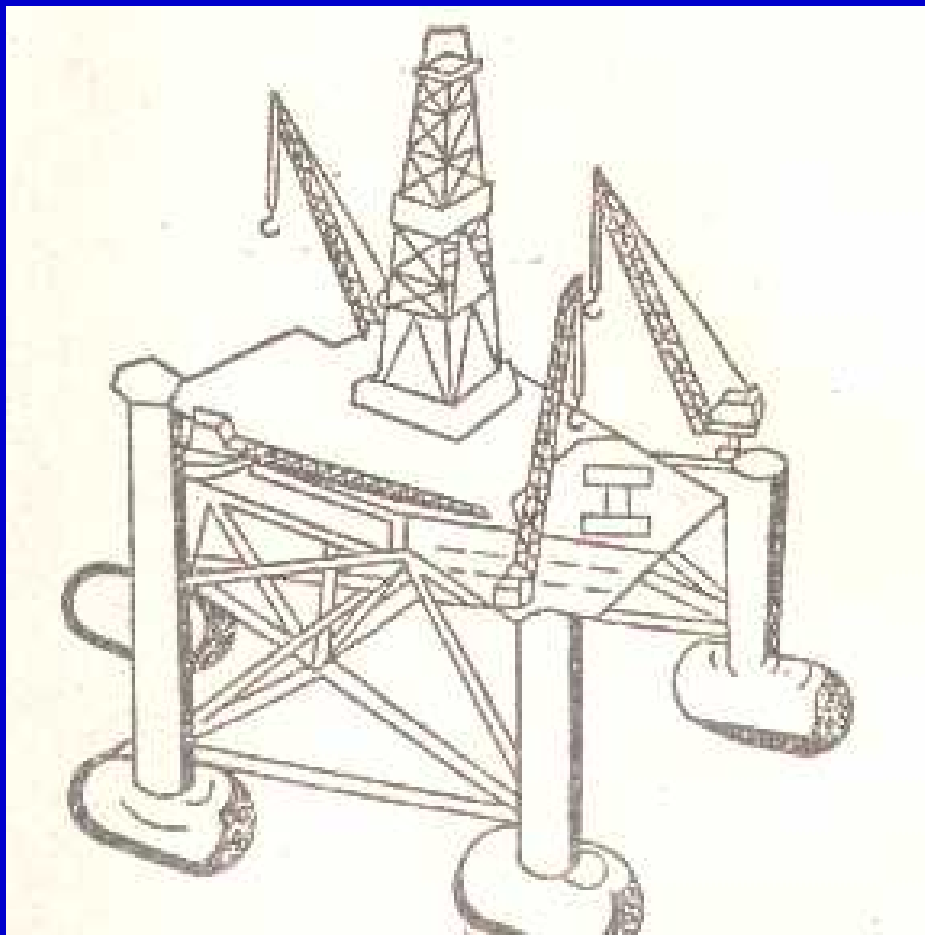
优

- 对水深适应性强
- 无桩脚底垫时，用钢量少，造价较低
- 在出现意外的高海浪时，平台可增大离水面的距离
- 桩脚插入海底时，有良好的搞侧向移动性
- 平台离开水面后，可维修整个船体

缺

- 桩腿下部有底垫时，容易造成整个装置的飘浮
- 不适于更深海域
- 拖航时，易遭风暴的袭击

半潜式钻井平台





半潜式钻井平台

➤ 结构组成

➤ 沉垫浮箱

其外形有矩形、鱼雷形、潜艇形及上下平坦、左右两侧为椭圆等多种形式

➤ 上部平台

其外形有三角形、矩形、五角形、八角形、十字形及中字形等多种形式

➤ 立柱

立柱个数有3, 4, 5, 6, 8个等

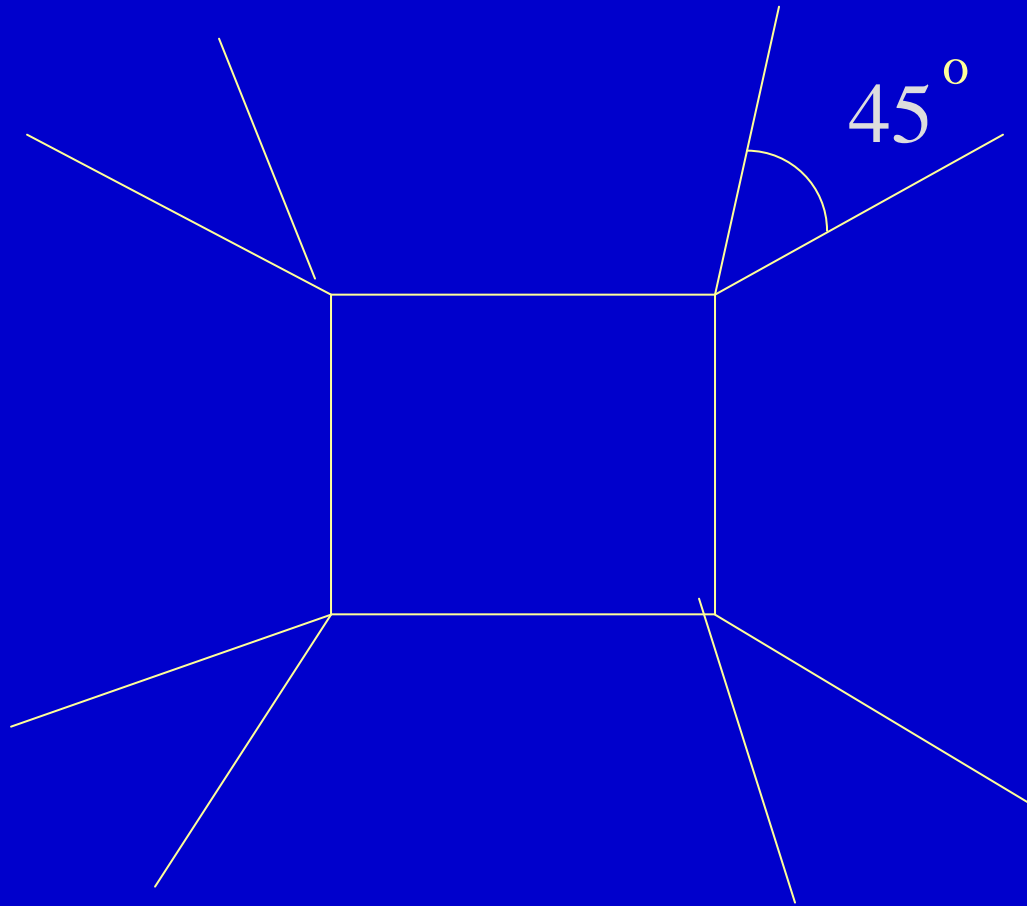
➤ 抛锚作业

用得较多的是 45° 夹角类

对称（1-5
2-6, 4-8,
3-7）抛锚



半潜式钻井平台





半潜式钻井平台优缺点

➤ 优点:

- 稳定性好
- 移动灵活
- 兼有底座式平台的优点

➤ 缺点:

- 造价高
- 净负荷能力小
- 航行速度较低



浮式钻井船

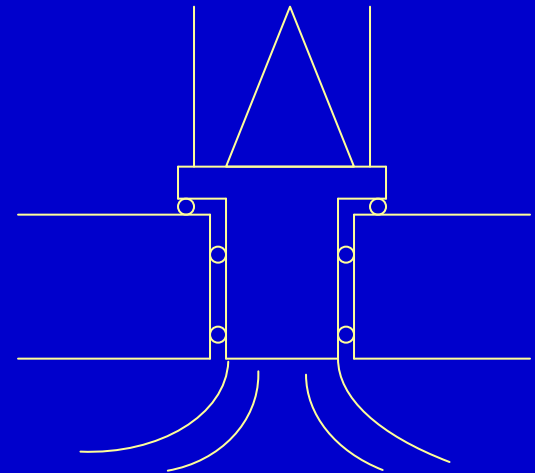
第一艘浮式钻井船是1953年
改装下水的

船体有单船体和双船体



人们采取克服船体运动对 钻井影响的措施

- 增设升沉补偿装置
- 采取定位（抛锚或动力定位）措施
- 中心抛锚以减少摇摆
- 采用钻杆自动排放架
- 设置减摇舱、减摇罐
- 采用双体船型，增加横摇周期






浮式钻井平台优缺点

➤ 优点:

- 适用于较深的海域
- 移动性能好
- 造价较低，易维护
- 船速高

➤ 缺点:

- 对风浪极为敏感、稳定性差
- 被迫停工率高



第三章 移动式钻井平台的锚泊定位系统

第一节 锚泊定位概述

- 锚泊定位系统
- 锚系的组成
- 锚系的分类
- 平台对锚系的要求
- 锚泊系统的布锚方式



第一节 锚泊定位概述

➤ 锚泊定位系统

它是在海底设置固定的基底设备，用锚泊线将水面系留物（平台）与基底设备联系起来，从而限制系留物（平台）的漂移

➤ 锚系的组成

它是由锚、锚链（锚缆）、锚机、锚架、锚浮标等组成



锚系的分类

☹️移动性锚系

☹️暂时性锚系

☹️永久性锚系



平台对锚系的要求

自升式平台

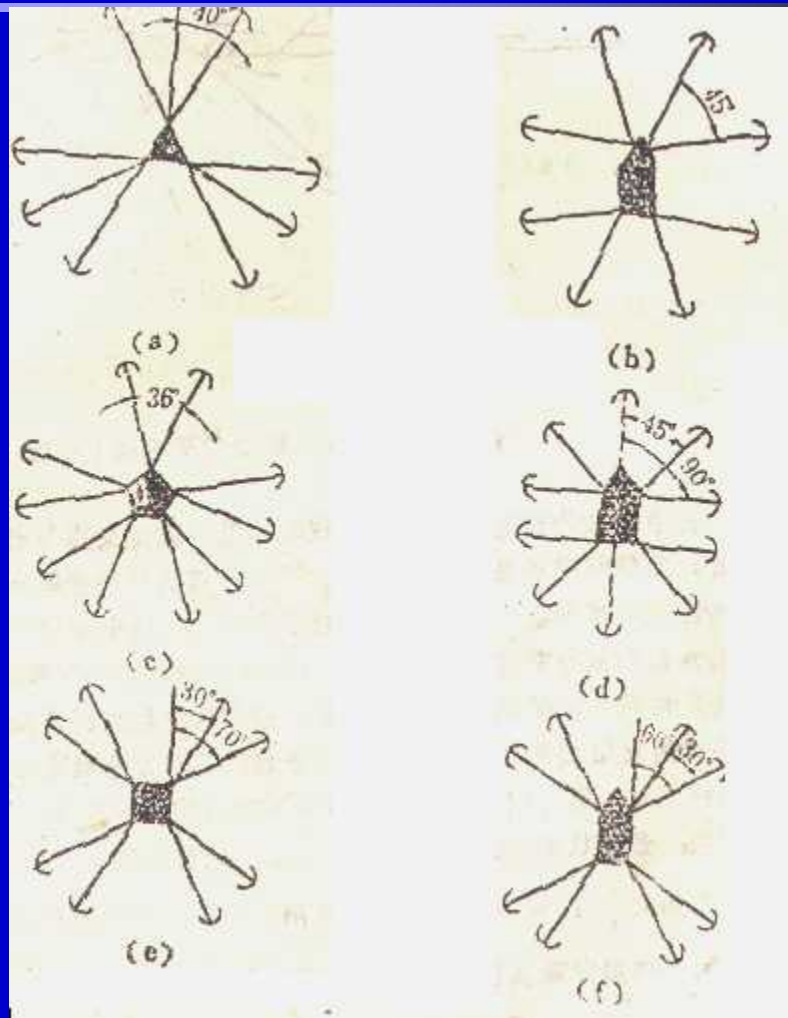
- 要满足升船前的锚泊定位要求
- 要满足锚泊定位后的移船就位要求
- 要满足拖航过程中对锚泊的要求

半潜式平台

- 定位要求
 - 最大漂移半径 $< 5\sim 6\%$ 水深
 - 常为漂移半径 $< 2\sim 3\%$ 水深
- 拖航与就位的要求
 - 控制平台的漂移
 - 确保平台的生存
 - 拖航时，与自升平台相同
 - 移船就位的要求

锚泊系统的布锚方式

- 临时锚泊
- 定位锚泊

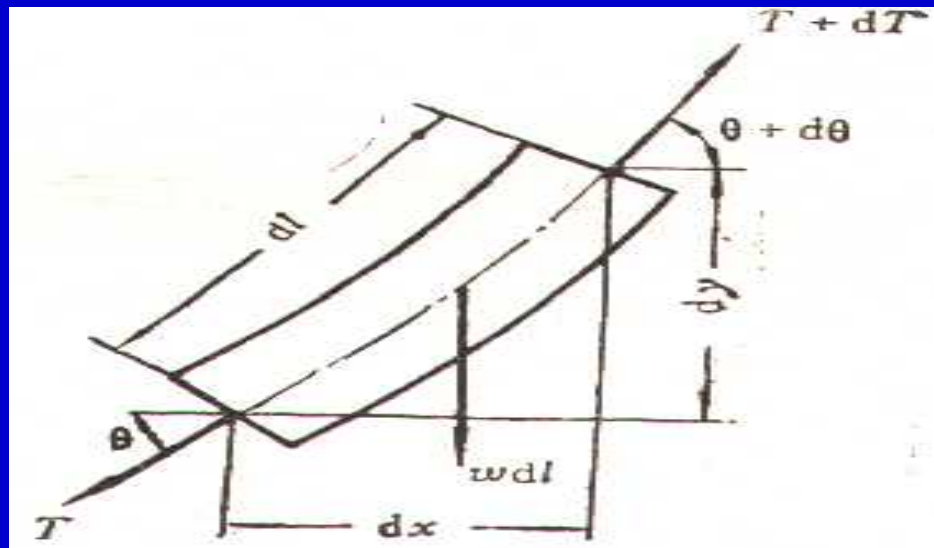


第二节 锚泊系统的静力分析

➤ 悬链线

它是一种具有均质、完全柔性而无延伸的链或索自由悬挂于两点上所形成的曲线

➤ 悬链线方程





悬链线方程

$$(T + dT) \cos(\theta + d\theta) - T \cos \theta = 0 \quad (1)$$

$$(T + dT) \sin(\theta + d\theta) - T \sin \theta - wdl = 0 \quad (2)$$

当 $d\theta$ 很小时, $\cos d\theta \approx 1$ $\sin d\theta = d\theta$
忽略 $dTd\theta$, 则

$$T \sin \theta d\theta - \cos \theta dT = 0 \quad (3)$$

$$T \cos \theta d\theta + \sin \theta dT - wdl = 0 \quad (4)$$

由(4)得
$$dT = \frac{1}{\sin \theta} (wdl - T \cos \theta d\theta)$$

上式代入(3)得



悬链线方程

$$T \sin \theta d\theta = \frac{\cos \theta}{\sin \theta} (w dl - T \cos \theta d\theta)$$

$$= \frac{\cos \theta}{\sin \theta} w dl - \frac{T \cos^2 \theta d\theta}{\sin \theta}$$

$$\therefore T d\theta = \frac{\cos \theta}{\sin \theta} w dl \bigg/ \left(\sin^2 \theta + \frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta} \right)$$

$$= \cos \theta w dl \bigg/ (\sin^2 \theta + \cos^2 \theta)$$

$$= \cos \theta w dl$$

(5)



悬链线方程

由(3)得
$$T = \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \frac{dT}{d\theta}$$

上式代入(4)得

$$\begin{aligned} \frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta} dT + \sin \theta dT - wdl &= 0 \\ \therefore dT &= \frac{wdl}{\left(\frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta} + \sin \theta \right)} = w \sin \theta dl \end{aligned} \quad (6)$$

$$\text{又 } \because dx = \cos \theta dl \quad (7)$$

$$dy = \sin \theta dl \quad (8)$$

$$T_o = T_a \cos \theta_a = T_b \cos \theta_b \quad (9)$$

悬链线方程

即悬链线的水平张力相等
由(6)和(8)式，得

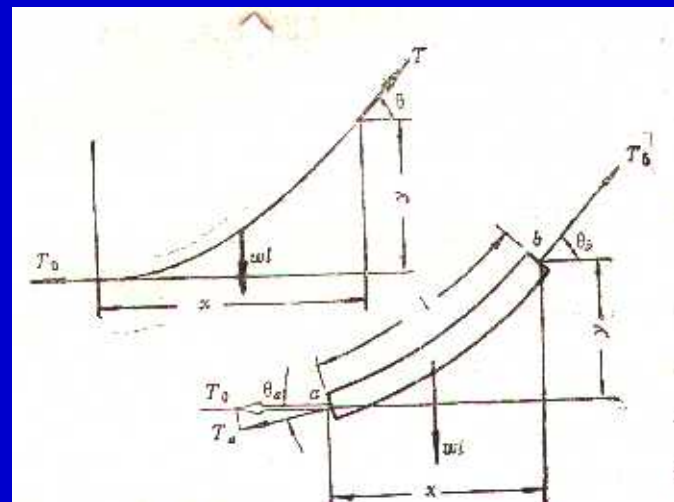
$$dT = w dy$$

在a,b段上积分

$$\int_{T_a}^{T_b} T = \int_0^y w dy$$

$$\therefore T_b = T_a + wy \quad (10)$$

由(5)式得 $dl = \frac{td\theta}{w \cos \theta}$ 代入(8)式得





悬链线方程

$$dy = \sin \theta \frac{td \theta}{w \cos \theta}$$

由于 $T = \frac{T_o}{\cos \theta}$
代入上式得 $dy = \frac{T_o}{w} \frac{\sin \theta}{\cos^2 \theta} d \theta$

积分 $\int_0^y dy = \frac{T_o}{w} \int_{\theta_a}^{\theta_b} \frac{\sin \theta}{\cos^2 \theta} d \theta$

$$\begin{aligned} \therefore y &= \frac{T_o}{w} \left(\frac{1}{\cos \theta_b} - \frac{1}{\cos \theta_a} \right) \\ &= \frac{T_o}{w} \left(\sqrt{\tan^2 \theta_b + 1} - \sqrt{\tan^2 \theta_a + 1} \right) \end{aligned} \quad (11)$$



悬链线方程

同理由(5)和(7)式得

$$dx = \frac{T_o}{w} \frac{1}{\cos \theta} d\theta$$

$$\int_0^y dx = \int_{\theta_a}^{\theta_b} \frac{T_o}{w} \frac{1}{\cos \theta} d\theta$$

$$x = \frac{T_o}{w} [\ln(\operatorname{tg} \theta_b + \sqrt{\operatorname{tg}^2 \theta_b + 1}) - \ln(\operatorname{tg} \theta_a + \sqrt{\operatorname{tg}^2 \theta_a + 1})]$$

$$= \frac{T_o}{w} [\operatorname{sh}^{-1}(\operatorname{tg} \theta_b) - \operatorname{sh}^{-1}(\operatorname{tg} \theta_a)]$$

(12)

由(5)式得



悬链线方程

$$dl = \frac{T_o}{w} \frac{1}{\cos^2 \theta} d\theta$$

$$\int_0^l dl = \int_{\theta_a}^{\theta_b} \frac{T_o}{w} \frac{1}{\cos^2 \theta} d\theta$$

$$l = \frac{T_o}{w} (tg \theta_b - tg \theta_a) \quad (13)$$

注意：a 点并未与海底相切

单一成分锚泊线

以 $\theta_a = 0$ $T_a = T_o$

并将 $\theta \rightarrow \theta_b$ $T \rightarrow T_b$ $h \rightarrow y$ $s \rightarrow x$

代入(13) (10) (12) (11) 则可得如下的公式

$$\operatorname{tg} \theta = wl / T_o \quad (14)$$

$$T = T_o + wh = \sqrt{(wl)^2 + T_o^2} \quad (15)$$

$$s = \frac{T_o}{w} \operatorname{sh}^{-1}(wl / T_o) = \frac{T_o}{w} \operatorname{sh}^{-1}(\operatorname{tg} \theta) \quad (16)$$

$$h = \frac{T_o}{w} [\sqrt{(wl / T_o)^2 + 1} - 1] = \frac{T_o}{w} [\sqrt{\operatorname{tg}^2 \theta + 1} - 1] = \frac{T_o}{w} [\operatorname{ch}(ws / T_o) - 1] \quad (17)$$

单一成分锚泊线

以上公式共有七个变量： θ 、 w 、 l 、 T_0 、 T 、 h 和 s

➤ 如果已知 h 、 w 和锚泊线上端所受的水平力 θ ($\theta = T_0$)

便可由上述公式求出 l 、 T 、 θ 、 s

➤ 若已知 h 、 l 、 w 则可求出最大外力 Q_m 及 θ 、 T 、 s

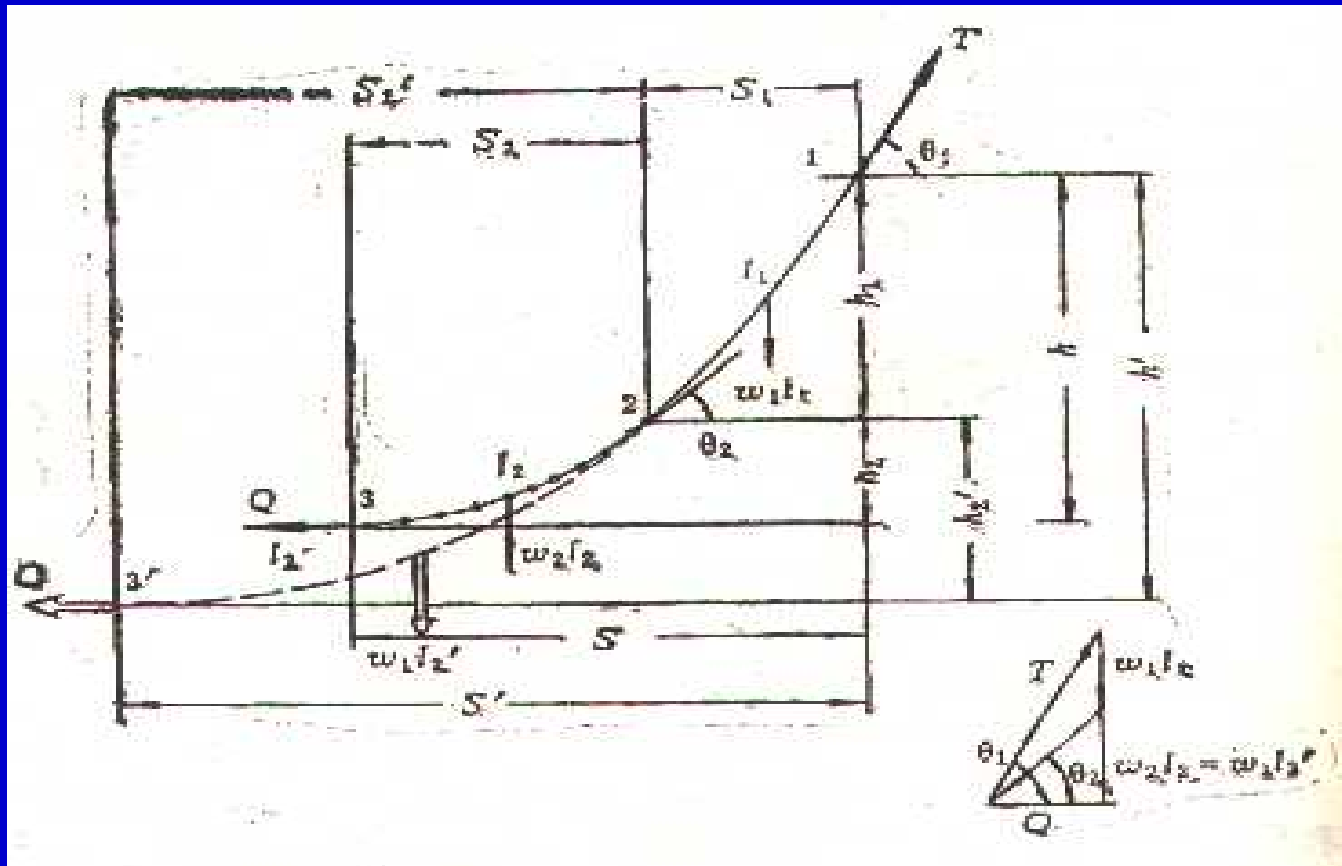
- 若所受外力 $Q < Q_m$ ，则锚泊线未全部提起

则可根据 h 、 w 、 Q 计算出实际提起的悬垂长度 l' 及其它参数

- 若 $Q > Q_m$ ，则锚泊线全部提起且下端倾角必大于零

这时应根据公式(9)至(13)计算各相关参数

二成分锚泊线



二成分锚泊线

注意各符号的意义

$Q \rightarrow T_0$ 便得

$$tg \theta_1 = (w_1 l_1 + w_2 l_2) / Q \quad (18)$$

$$tg \theta_2 = w_2 l_2 / Q \quad (19)$$

$$T = Q + w_1 l_1 + w_2 l_2 = \sqrt{(w_1 l_1 + w_2 l_2)^2 + Q^2} \quad (20)$$

$$s_1 = \frac{Q}{w_1} [sh^{-1}(tg \theta_1) - sh^{-1}(tg \theta_2)] \quad (21)$$

$$s_2 = \frac{Q}{w_2} sh^{-1}(tg \theta_2) \quad (22)$$

$$s = s_1 + s_2 \quad (23)$$

二成分锚泊线

$$h_1 = \frac{Q}{w_1} [\sqrt{\tan^2 \theta_1 + 1} - \sqrt{\tan^2 \theta_2 + 1}] \quad (24)$$

$$h_2 = \frac{Q}{w_1} (\sqrt{\tan^2 \theta_2 + 1} - 1) \quad (25)$$

$$h = h_1 + h_2 \quad (26)$$

上面九个公式中共有十四个变量：

$$\theta_1 \quad \theta_2 \quad w_1 \quad w_2 \quad l_1 \quad l_2 \quad Q \quad T \quad s_1 \quad s_2 \quad s \quad h \quad h_1 \quad h_2$$

☆ 若已知 w_1 、 l_1 、 w_2 、 l_2 、 h 便可计算出保悬链线下端张力水平时，其上端所能承受的最大水平外力 Q_m 及其他参数（采用迭代法，先假设一个 Q 值）

二成分锚泊线

☆ 若已知 w_1 , l_1 , w_2 , h 和预张力 T_p , 则可能出现多种情况:

➤ 若 $l_1 > h$, 则有三种情况:

l_1 没有被完全提起

l_1 恰好被完全提起

不仅 l_1 全部提起且 l_2 被部分提起

以上三种情况应根据公式 $T = Q + w_1 h$ 来进一步判断 $Q = T_p - w_1 h$ 的大小

二成分锚泊线

- 若 $Q = T_p - w_1 h < 0$ 所给条件有矛盾（加大 T_p ）

$Q = 0$ 表明水平外力为零，锚泊线自由下垂

$Q > 0$ 为正常情况，这时进一步比较 $\sqrt{T_p^2 - Q^2} / w_1$ 与 l_1 的大小

注： $T = \sqrt{(w_1 l_1 + Q)^2}$

若 $\sqrt{T_p^2 - Q^2} / w_1 < l_1$ ，表明 l_1 未全部提起，这时预紧状态下悬链线长度

若 $\sqrt{T_p^2 - Q^2} / w_1 > l_1$ ，表明 l_1 长度不足，下段 l_2 也要提起一部分，按(18)至(26)式用迭代法先假设一个 l_2' 进行计算

注意：实际下段长度 l_2 应大于假设的 l_2'

二成分锚泊线

若 $l_1 \leq h$, 则有以下几种情况:

● 提起 $l_1 = h$ 时, 若 $Q = T_p - w_1 h = 0$, 恰好

$Q < 0$ 所给条件有矛盾

● 时, $Q > 0$ 正常 (按二成分计算)

若 $l_1 < h$
条件有矛盾

$Q = T_p - w_1 h - w_2 (h - l_1) < 0$, 所给条

$Q = 0$ 所说明水平外力为零, 锚泊线自由下垂,
全部 l_1 提起和部分 l_2 (其长度 $l'_2 = h - l_1$)

$Q > 0$ 正常 说明 l_2 被斜提起一部分 (用二成分 按
迭代法先假设一个 l'_2



第四章 海上钻井特殊工艺和装置

- ↗ 水下井口装置
- ↗ 升沉补偿装置
- ↗ 钻井施工和水下井口安装
- ↗ 绳索作业及完井方法



第一节 水下井口装置

- 水下井口装置的功用及组成
- 水下井口装置各部件的作用

水下井口装置的功用组成

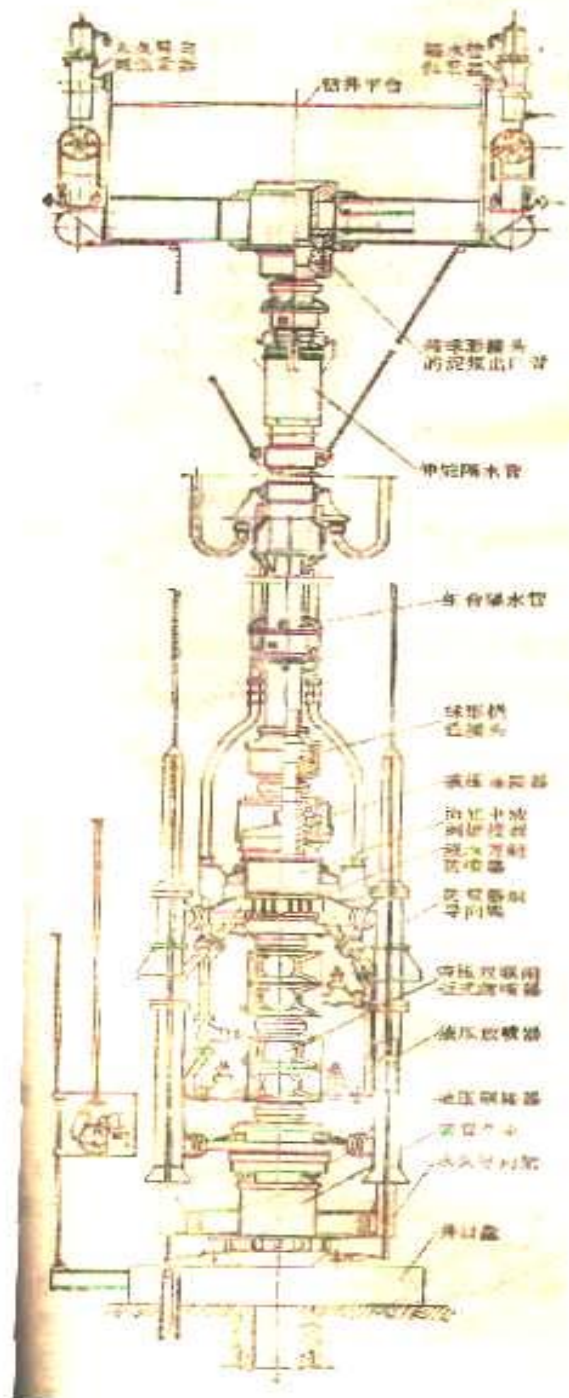
➤ 功用

- 隔绝海水
- 适应升沉、漂移和摇摆的工作环境

➤ 控制井口

组成

- 导向装置
- 套管头组
- 防喷器组
- 隔水管柱
- 连接器
- 其它



水下井口装置各部的作用

- 井口盘：其作用是固定海底井口位置，确定一个开钻基点，并承受井口的重量
- 导引架：其作用是引导其它水下工具就位

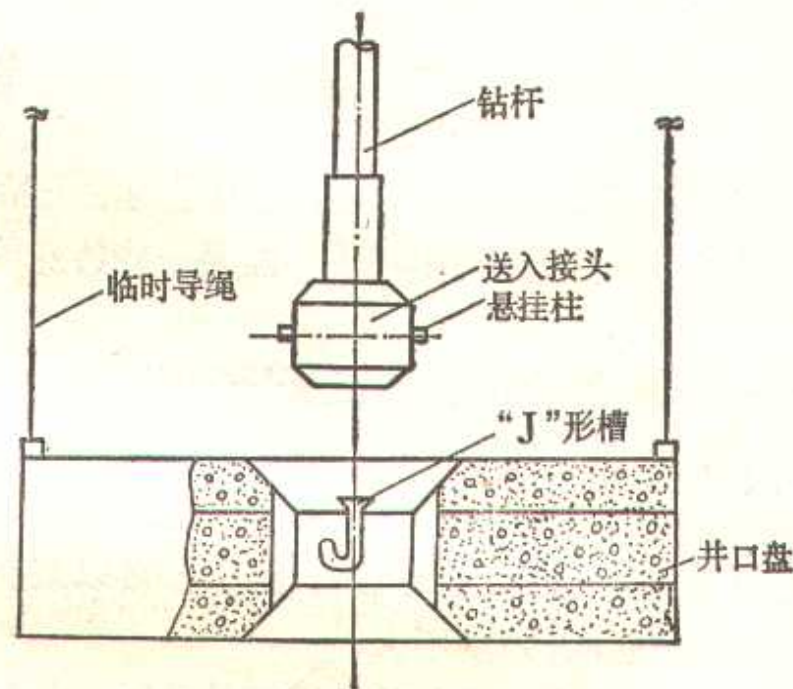
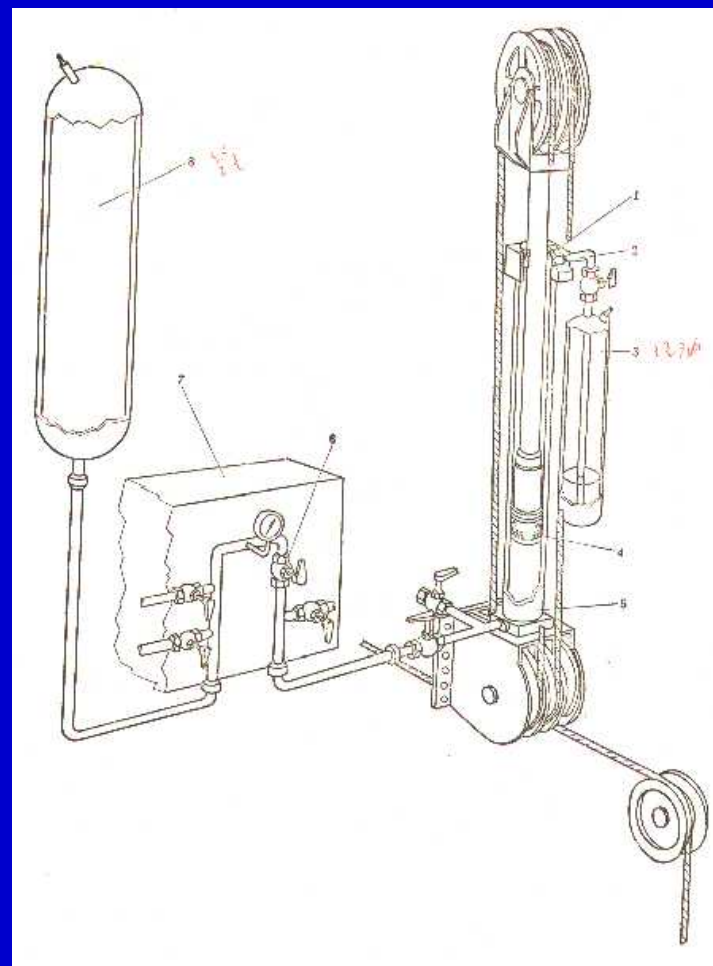


图 11—59 井口盘及其送入工具

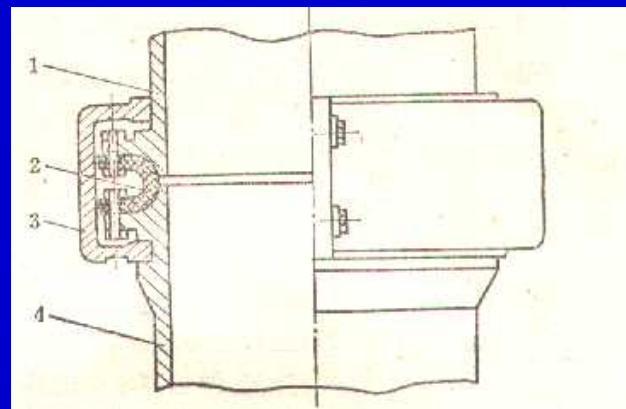
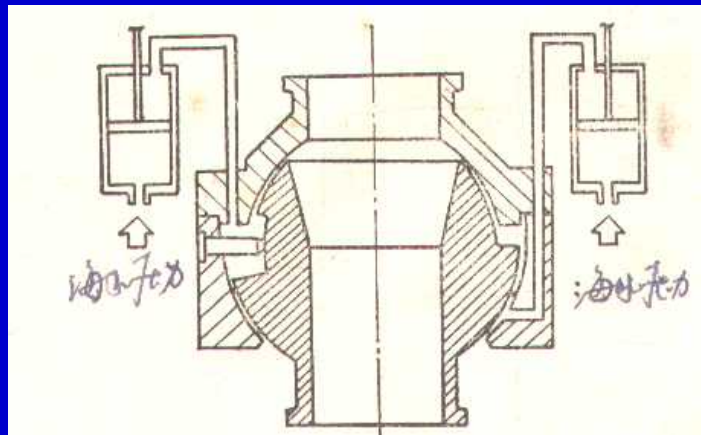
水下井口装置各部的作用

- 导引绳张紧器：其作用是保持导引绳的张力恒定，使其不受平台升沉的影响
- 套管头组：其作用是悬挂套管
- 连接器：其作用是便于某些水下器具间的快速连接与拆卸



水下井口装置各部的作用

- 防喷器组：其作用在于开启和封闭井口，以便处理和控制井内复杂情况，防止井喷
- 球形、挠性接头：其作用是使隔水管适应钻井船的摇摆、漂移运动，防止隔水管弯曲

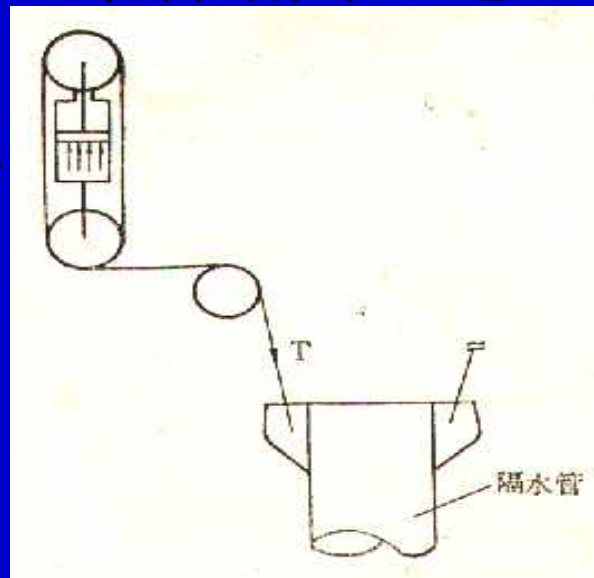


水下井口装置各部的作用

- 隔水管 其主要作用是隔绝海水、导引钻具，造成泥浆的回路

防止隔水管因自重压弯的四种方法：

- 平衡锤法
 - 用漂浮材料
 - 装同心充气筒
 - 防水管张紧器
- 伸缩隔水管：其作用是适应钻井船的升沉运动，使水下器具不受钻井船上下升沉的影响。





第二节 升沉补偿装置

- 使用伸缩钻杆
- 钻柱升沉补偿装置
- 死绳恒张力补偿装置
- 天车恒张力补偿装置

使用伸缩钻杆

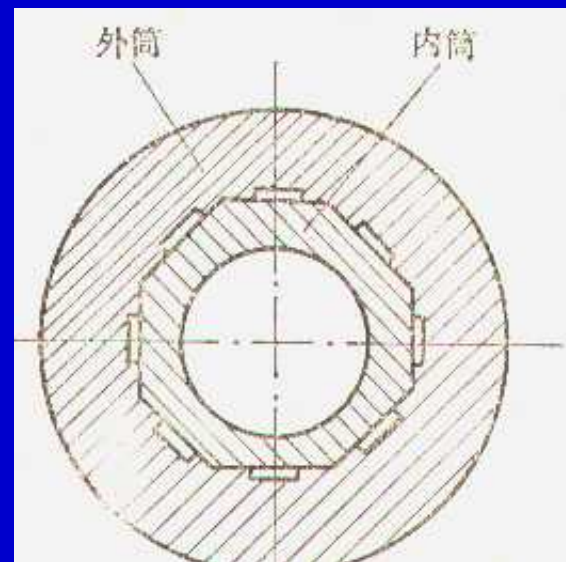
➤ 结构

➤ 位置

安装于钻铤的上面

➤ 原理

➤ 使用伸缩钻杆的优缺点



优：结构简单，维修方便，价格便宜，能基本满足钻井的要求

缺：钻压不能调节

承载条件恶劣

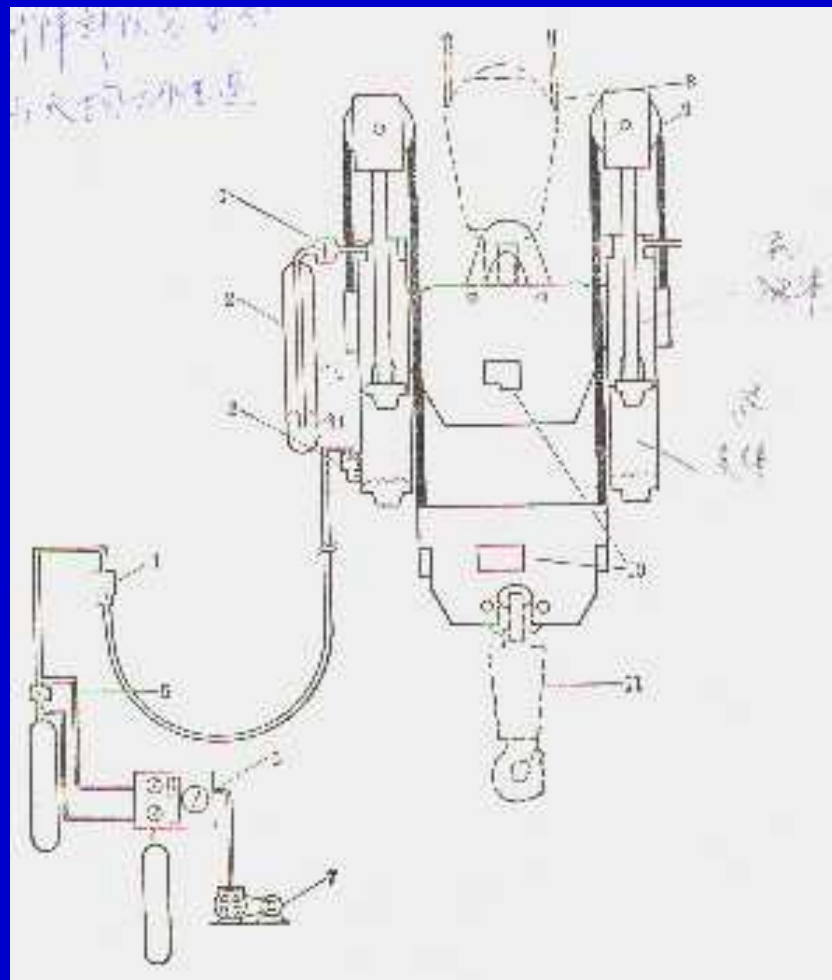
增加防喷器的磨损

难以准确确定井深

钻柱升沉补偿装置

73年研制成功

- 位置：在游车与大钩之间
- 结构组成：
 - 液缸
 - 活塞（杆）
 - 储能器
 - 锁紧装置
- 工作原理





钻柱升沉补偿装置

➤ 钻压的调节

正常钻井时，向上力=向下力

即 $2PA + P_b = w$

则 $P_b = w - 2PA$

➤ 存在的问题

大钩还有少许位移

原因

➤ 工作缸中液体的摩擦影响

➤ 机械摩擦影响

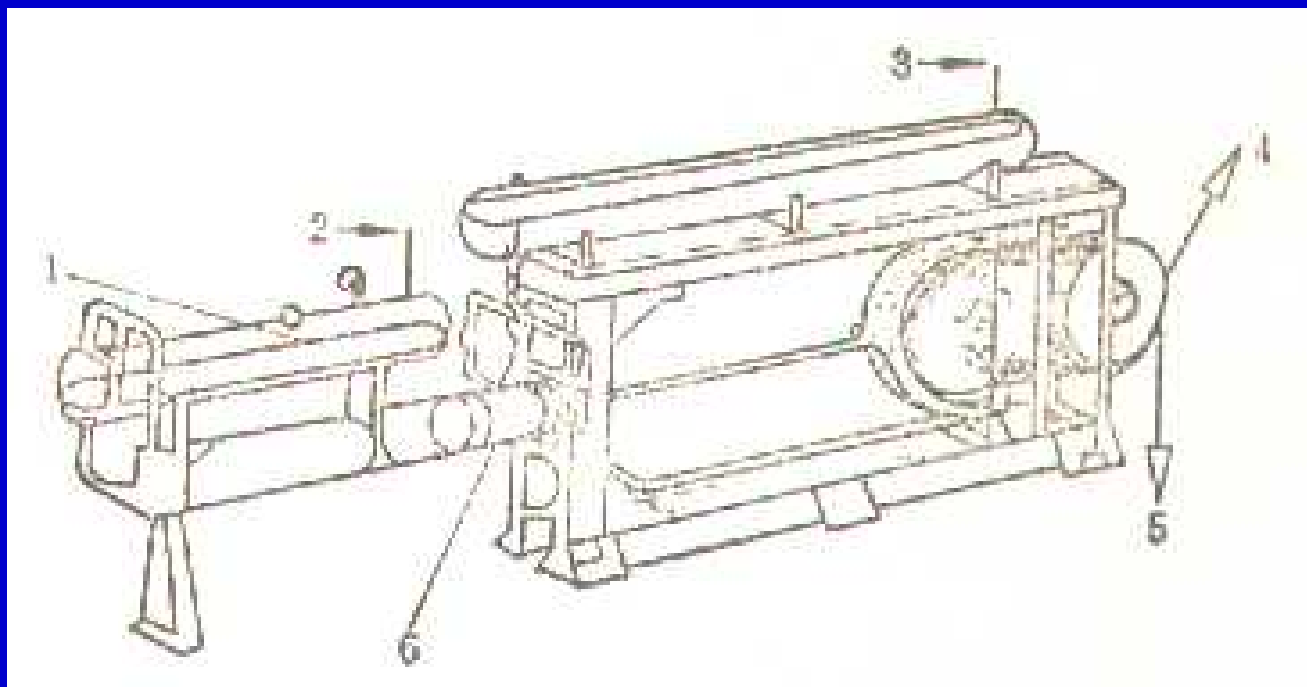
➤ 活塞下端液体压缩气罐中气体，使之压缩膨胀对压力的影响

$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$$

死绳恒张力装置

72年研制成功

➤ 结构



➤ 工作原理

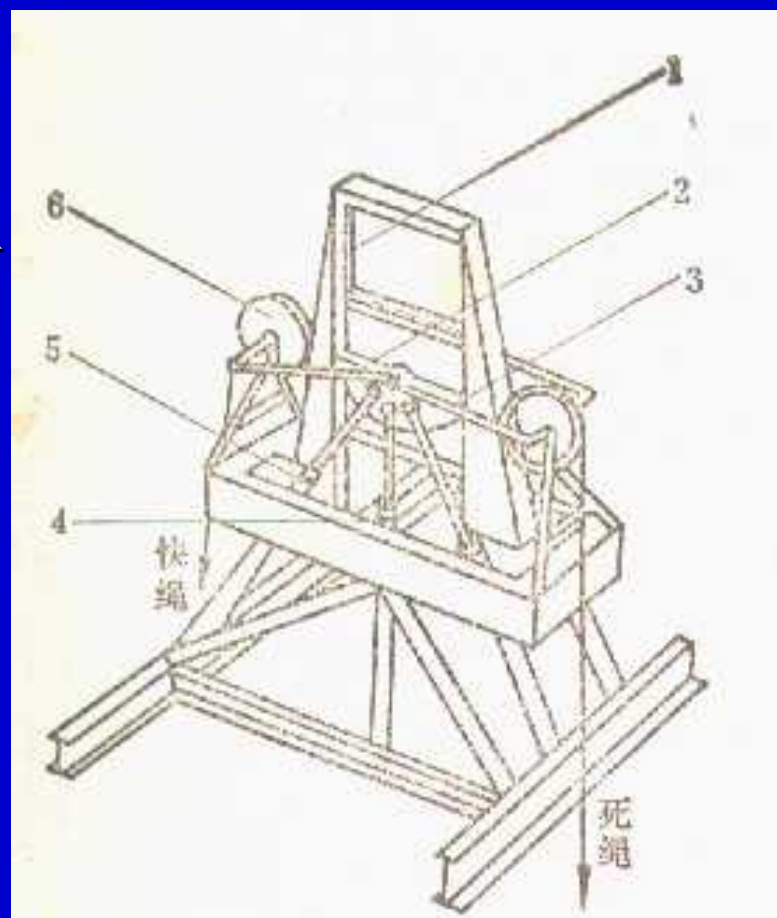
天车恒张力补偿装置

72年研制成功

➤ 位置：安装于天车上

➤ 结构组成

➤ 工作原理





第三节 钻井施工及水下井口安装

➤ 典型井身结构及套管程序

用36"钻头钻50m左右，下30"导管

用26"钻头钻160~300m，下20"表层套管

用 $17\frac{1}{2}$ "钻头钻 800~1000m，下 $13\frac{3}{8}$ "技术套管

用 $12\frac{1}{4}$ "钻头钻 1800~2500m，下 $9\frac{5}{8}$ "技术套管

用 $8\frac{1}{2}$ "钻头钻至底（4000m），需要时可下
入7"套管（或尾管）



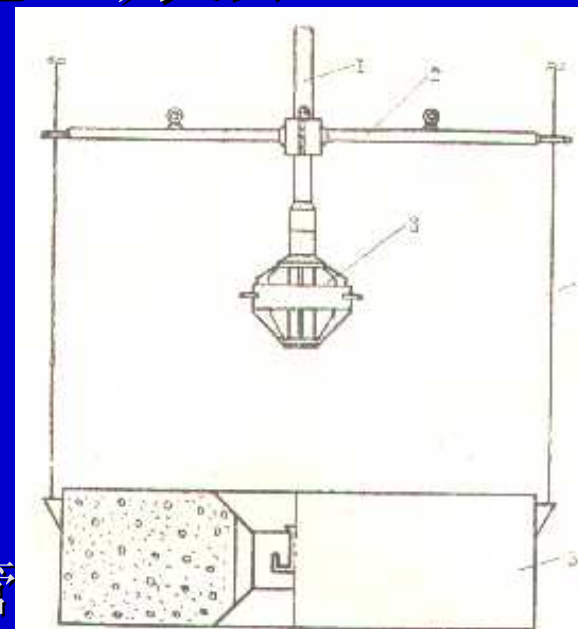
施工程序

- 适用于固定式或着底式平台的下导管的两种方法
 - 用打桩机把导管打入海底一定深度
 - 先钻井眼，再下入导管固井

施工程序

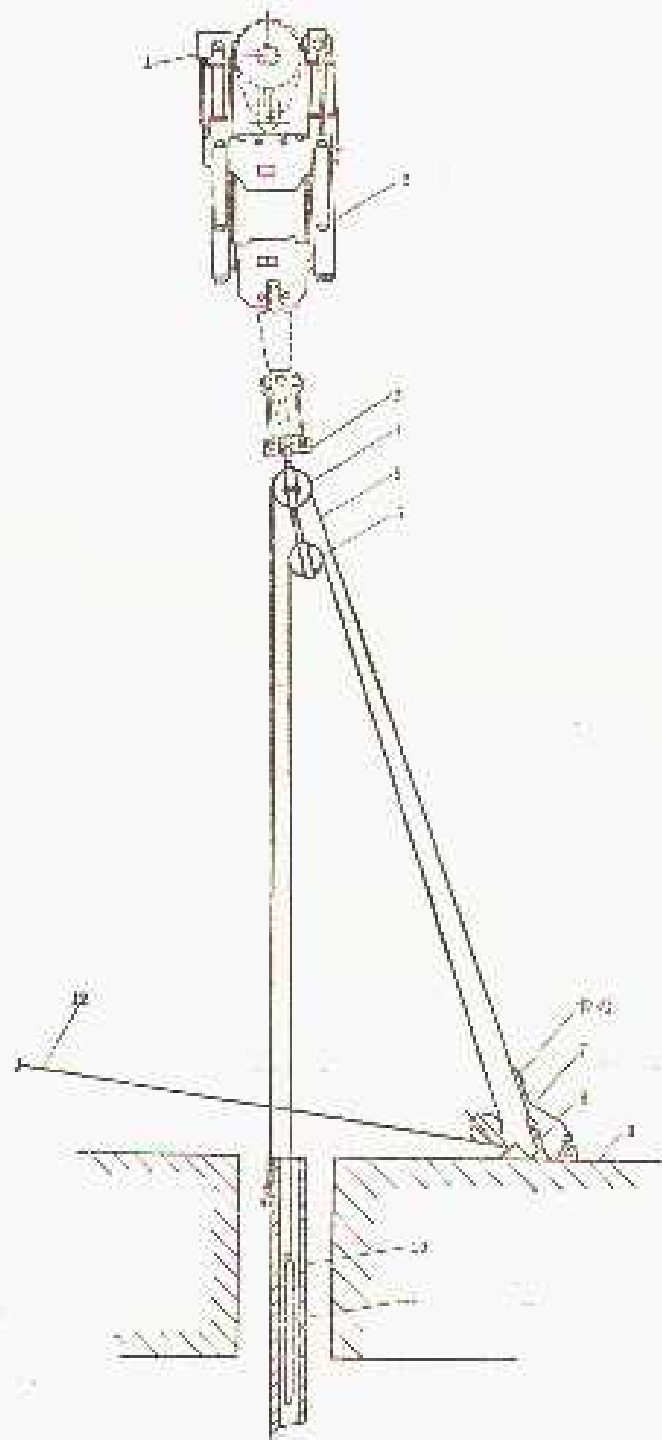
适用于半潜式和钻井船的具体施工办法

- 下入井口盘
- 钻36"井段
- 下30" 导管及导向架
- 下隔水管
- 钻26" 井段下20" 套管尾管
- 装防喷器组及隔水管系统
- 安装表层套管头的抗磨补心
- 钻 $17\frac{1}{2}$ " 井段及下一步 $13\frac{3}{8}$ " 技术套管
- 依上述程序和方法依次钻完以后各井段，直至完井
- 弃井



第四节 绳索作业及完井方法

➤ 绳索作业





完井方法

↗ 水面完井

- ↗ 优：技术困难少，便于设备的检修、管理和井下作业
- ↗ 缺：需建专门的采油平台，其将妨碍航运及捕鱼作业，腐蚀严重

↗ 水下完井

- ↗ 优：不需建平台，且不妨碍航运及捕鱼，自然保温
- ↗ 缺：井口装置复杂，技术性能要求高，井口的操作、管理、检修及井口装置的安装、拆换都要远距离控制，困难较多

↗ 完井方法与所采用平台类型的关系