

浮式钻井设备 及其使用



[美]R·谢菲尔德 著

石油工业出版社

070599

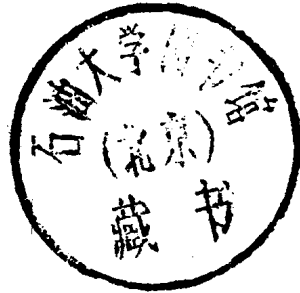
浮式钻井设备及其使用

〔美〕R.谢菲尔德 著

周邦杰 译 贾映萱 校



200770335



00683517

石油工业出版社

内 容 提 要

本书从海洋环境出发,介绍不同于陆地钻井的设备及其使用。主要内容包
括:浮式钻井装置及其定位、井口和套管、防喷器及其控制、隔水管、运动补偿和地层测试等,而且附有钻井船的检查项目与表格。书中以必要的图解和设备结构为基础,联系工艺要求,讲清操作控制中的主要问题,便于读者了解设备的作用、结构和
使用。

本书可供从事海洋钻井的现场人员阅读和培训用书,也可作为有关院校师生的参考书。

Riley Sheffield

FLOATING DRILLING: Equipment and its Use

Gulf Publishing Company, 1980.

浮式钻井设备及其使用

〔美〕R.谢菲尔德 著
周邦杰 译 贾映萱 校

石油工业出版社
(北京安定门外外馆东后街甲36号)
地质印刷厂青年社排版
北京顺义燕华营印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092 毫米 32 开本 8³/₄ 印张 193 千字 印1—1,200

1988年2月北京第1版 1988年2月北京第1次印刷

书号: 15037·2789 定价: 1.75元

ISBN7-5021-0172-1/TE·170

目 录

第一章	用浮式钻井装置钻井	(1)
第二章	浮式钻井装置	(6)
第三章	浮式钻井装置的定位	(33)
第四章	套管头和套管	(90)
第五章	防喷器及其控制	(110)
第六章	钻井隔水管	(158)
第七章	运动补偿	(190)
第八章	地层测试	(211)
第九章	导航、工作船和潮汐	(230)
附录一	钻井装置检查表	(253)
附录二	常用许用单位和非许用单位对照表	(272)

第一章 用浮式钻井装置钻井

本章讨论的内容是以浮式钻井装置钻一口典型的或理想的勘探井为基础的。套管尺寸和深度随作业者和作业的地区而变。但是，所讨论的是通常从浮式装置上钻探井的作业程序。熟悉陆地钻井或浮式钻井者将会看到，许多钻井问题仅仅被提及或被完全忽略。

假设一部钻机刚完成了一口井，正在向新井位转移。钻井船上这一段时间的工作十分繁忙，钻工们正在为另一口井进行设备准备。为下30英寸结构套管而钻36英寸井眼的钻头，必须从储舱中取出并作好使用前准备。30英寸套管必须丈量好，放在甲板上以便下入。设备方面的专家在船上检查隔水管和防喷器(BOP)系统，并对单根隔水管作外观检查和下入前的准备，一些隔水管可能要送到岸上作非常全面的例行检查。由于新井位的水深已知，而且还具有海潮数据表，因此可以准确地按所需下入的隔水管单根数作好准备工作。防喷器处于水面上好进行维护，但通常防喷器是在海底，现在专家们正在由于防喷器组特殊部分的维护问题，而对此表示非议。防喷器对井的控制至关重要，在钻井时它的功能必须正常。和陆地钻机一样，如果在前一口井曾因“井涌”而不得不循环排放，则可能要卸开节流管汇，对关键部位的磨蚀情况进行检查。

在钻工们忙于钻井设备的时候，船员们在操纵船只准备下锚。井位已经经过测量并用浮标标记，工作船（也称布锚

船) 正待命协助下锚。船只就位, 摆正船的方向后, 就开始下锚。当锚数下足之后就预张紧锚, 将锚缆松弛到预定的张力, 然后对船的位置和方向作最后调整。下锚过程需要六小时到三天以上。

准备就绪后就可以开钻。首先, 把一个临时导向基座下放至海底。这一巨大的钢制件, 将作为引导钻井设备的底盘, 并通过系在其上的引导绳把第一级套管下入井中。36英寸井眼钻到泥线以下80至200英尺, 将30英寸套管下入并注水泥固定。这一级套管只能作为结构的支承, 绝对不能承受任何压力。一个用来支承井口和防喷器的永久导向架放在30英寸套管上。

第二步钻26英寸井眼, 下20英寸导管。下入深度大约为泥线以下1000英尺。所有的操作者都要求下入隔水管(不带防喷器)和一套分流器, 以便在万一碰到浅天然气砂层时, 使井处于控制之下, 把对人身和设备的危险减到最小程度。分流器使钻台上的工作不受泥浆和井流的影响。因为30英寸的套管不得用于关井, 因此需要使用分流器。下入隔水管之前, 用26英寸钻头钻套管鞋。下入隔水管之后, 即将井眼扩钻至26英寸。如果不下隔水管, 就可以用26英寸钻头钻整段井眼。

考虑到起出隔水管而减小的泥浆柱静水压力, 下导管之前要将泥浆的比重提高到足够高度, 然后起出隔水管, 下入带套管头的20英寸套管并注水泥。在等待水泥凝固期间, 组装并连接好防喷器组和隔水管, 下入并连接到套管头上。导管上的防喷器不应该关闭。此时下入防喷器而不是只下隔水管的原因, 是为了避免以后不得不再起下一次隔水管。如果气候条件良好而且操作顺利, 从到达井位到完成此项作业大

约要五天时间。

第三步，为下入 $13\frac{3}{8}$ 英寸表层套管，用的 $17\frac{1}{2}$ 英寸井眼。表层套管封闭靠近地表的浅层低压砂层，以便把气侵流体循环出来。从井眼开钻起，至此才能根据装用的套管头和防喷器尺寸，控制诸如水力因素、钻压、转盘转速、泥浆性能和环隙流速等参数进行良好的钻井作业。这段井眼可以用公称 $17\frac{1}{2}$ 英寸的钻头钻出，或钻眼后扩大井眼至 $17\frac{1}{2}$ 英寸。一些操作者愿意先钻公称尺寸 $12\frac{1}{2}$ 英寸的导眼，测井之后再扩眼。这样可以多获得一些所钻地层的地质资料，但是却延长了钻井进程。

井眼钻成之后，下入表层套管并悬挂在套管头上，用海底水泥塞固井。这些水泥塞位于套管顶部，从水面以上遥控释放。水泥凝固之后，下入套管密封件封闭 $13\frac{3}{8}$ 英寸和20英寸套管之间的环形空间。在钻套管鞋之前，必须对这些密封件进行试压。表层套管将下至泥线以下3000~5000英尺。根据钻井的作业情况和所可能碰到的问题，钻井需要的时间将不尽相同。从钻井船到达井位算起，可能需要耗用三星期至六星期的时间。

下表层套管之后，许多政府要求作一次漏失测试。本试验的目的在于估计套管鞋以下紧邻地层的破裂梯度。漏失试验对作业的价值是有争议的，一些操作者不愿进行试验。不管是否进行漏失试验，下一步是为下 $9\frac{5}{8}$ 英寸套管钻公称

12 $\frac{1}{4}$ 英寸的井眼。操作者理想的是把9 $\frac{5}{8}$ 英寸套管刚好下到良好的生产层之上。但这常常只是一种愿望，因为探井发现任何油流的可能性低于10%。还有可能由于诸如钻遇异常高压或异常低压地层等问题，而要求在未料到的深度下套管或附加的尾管。

如果操作者很幸运，9 $\frac{5}{8}$ 英寸套管将刚好下在生产层之上。

套管的下入、固井、密封和测试均和表层套管柱一样。

再下一步是为下7英寸生产套管或尾管钻公称8 $\frac{1}{4}$ 英寸的井眼。下完套管或尾管之后，将进行测试。

钻井的主要目的是确定在该处是否有经济的可采石油储量，油井测试在这种评价中最为重要。注水泥作业、套管密封、防喷器的使用和井队人员的素质也和井一起受到检验。到此为止，自钻井装置到达井位算起，可能已过了两个月或更多的时间。测试可能需要两天至三个星期。

测试之后，常常把井封闭和弃置(P&A)。把水泥挤入测试的射孔中将井封闭，然后在最后一次起钻过程中，于套管内的若干预定的井段注水泥塞。到此，可起出隔水管和防喷器。可以采用爆炸或机械割刀，在井口10英尺以下切割套管，回收包括临时和永久的引导基座在内的井口设备。一旦井口回收之后，就开始起锚。钻井船立即着手向另一井位转移，同时下一口井的准备工作已经开始。

一座浮式钻井装置在一年内所钻的井数，根据转移的时间、钻井设备、人员、气候和在不同井位碰到的问题而不尽相同。一些浮式钻井装置一年中钻井不到三口，而另一些钻

井船的钻井数可多达14口，当用浮式钻井装置钻野猫井排时，特别在海况恶劣地区，平均一年钻4~5口井看来是合理的。

第二章 浮式钻井装置

浮式钻井装置有两种基本类型，一种是船形钻井装置，其外观像一艘普通的船或装有钻机的驳船；另一种是半潜式钻井装置，也称作立柱稳定式装置，或者用英文写成“semis”。半潜式装置是一种独特的、在恶劣海区钻井而发展起来的钻井装置，其外观与普通船没有相似之处(见图2—1)。

钻井驳船通常用于屏蔽海区而且一般非常经济。钻井船是自航的，可用锚系泊或者用动力装置在井位上定位。大约从1970年开始，基本上所有的半潜式装置都有推进器，以辅助拖航和在锚泊时使平台就位。1973年以后建造的半潜式装置，通常有某种形式的自航推进器。1978年有一艘动力定位的半潜式装置交付使用。

一般情况下，钻井船以它的机动性能、高贮存能力和通常较低的日租金而受到注意。半潜式装置则以它的运动特性和在恶劣海区比钻井船具有更强的钻井能力而著称。当然，一概而论是危险的。上面所述是指大型半潜式装置与常规设计的船型装置处于极端情况对比而言。但是，定位设备、运动补偿装置、船的重心与转盘的相对位置、操作人员的培训程度和技术水平，都对船只在恶劣海况的特性有影响。例如，只要操作人员和船只设备具有优异的工作能力，使用可以改变船头方向以减小船只运动的转塔系泊或动力定位船，可能比小型半潜式装置更为优越。

半潜式的装置一个肯定的缺点是甲板负荷有限。在钻井

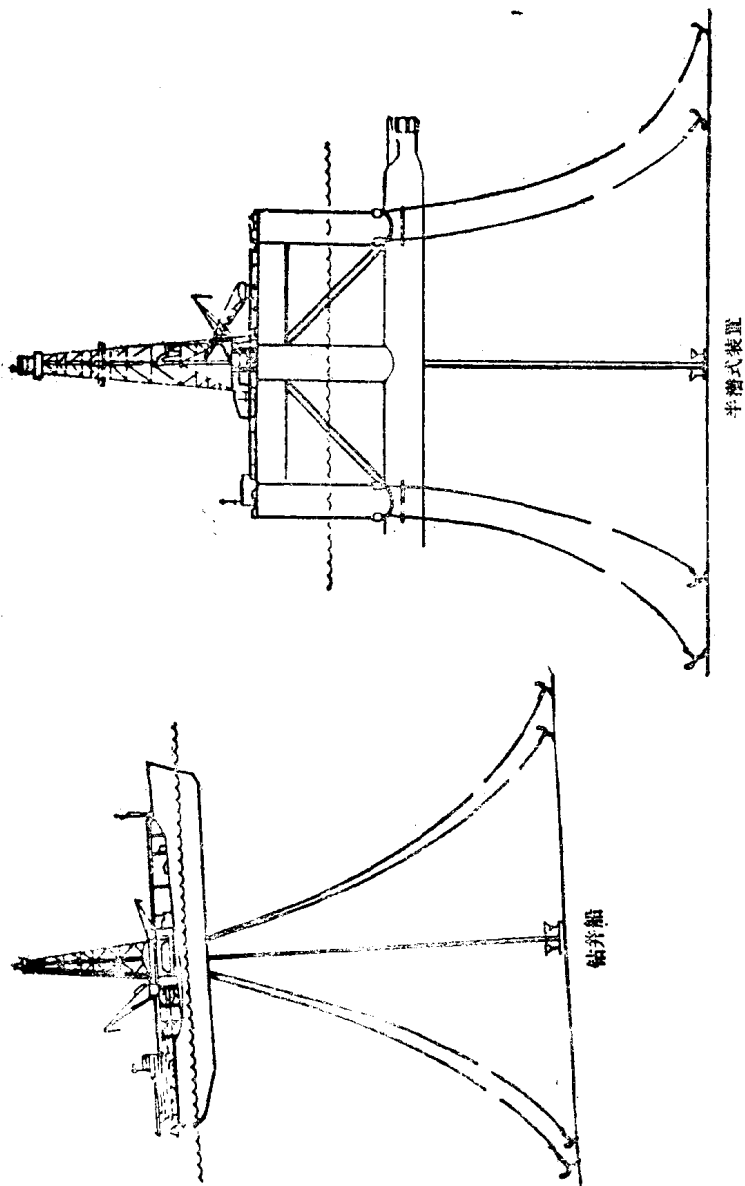


图 2-1-1 浮式钻井装置的基本类型

时，半潜式装置的甲板高出水面40~70英尺。此高甲板在承载时增加了船只在恶劣海况下倾覆的趋势。此外，半潜式装置与钻井船比较，结构的强度是更为严重的问题。还没有船形钻井装置因结构破坏而损失，但已有两座半潜式装置损失于这一原因。人们希望这种灾难性的结构损坏不再发生。可以预期，半潜式的结构强度会随经验增加而得以改进。

最后，肯定重要的一点是半潜式装置的造价及日租金通常高于钻井船。从以上论述可以明确，半潜式装置主要是为气候条件恶劣的海区而设计的。

一、钻井装置的运动

钻井装置在航行或处于系泊状态时有六种运动，有时称作六个自由度。采用标准的XYZ坐标系统描述，有三种运动属于移动，三种属于转动(见图2—2)。但是，用如何控制这些运动来分类更为适宜。

这些运动是：

限制在水平面内的运动：

纵移：前后方向移动(X轴)

横移：左舷和右舷方向的移动(Y轴)

艏摇：绕Z-轴转动(绕船并转动)

垂直平面内产生的运动：

升沉：上下移动(Z轴)

横摇：绕X轴转动

纵摇：绕Y轴转动

在水平面内的运动，可以用定位系统来控制。钻井装置的设计自然对定位系统的要求有影响，但是，在船只建造之后也有对这些运动的控制方法。

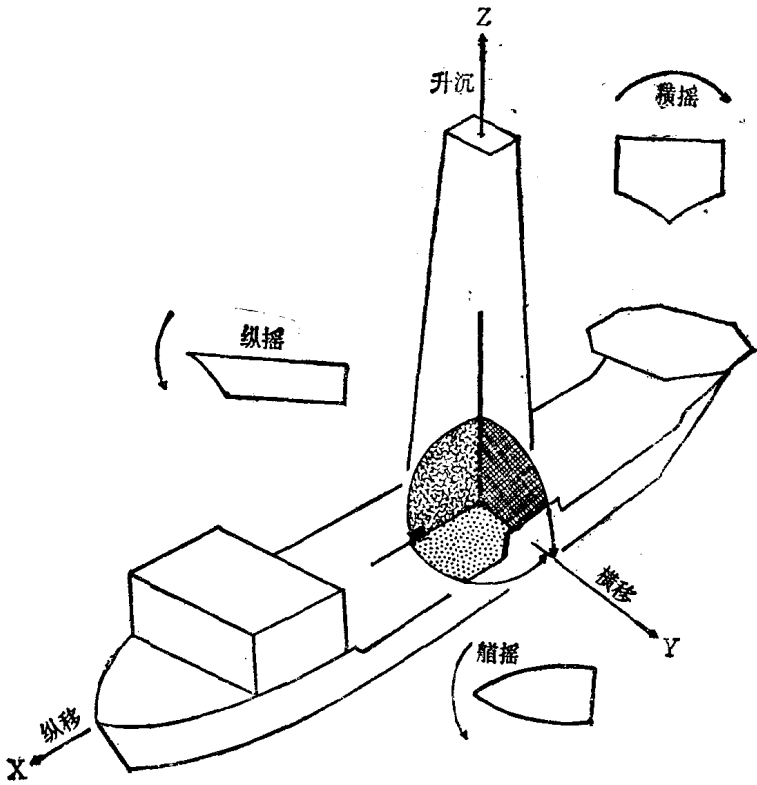


图 2—2 钻井装置的运动

升沉、纵摇和横摇是钻井装置设计的直接结果，除重新进行设计外，很难改善这些运动特性。钻井装置的纵摇和横摇性能会由于定位系统低劣而恶化(见第三章)，但是，定位系统不可能解决基本设计的问题。

严重的纵摇和横摇会妨碍钻井，剧烈的升沉会使隔水管张力过大或屈曲并导致它的损坏。在波浪周期接近这一运动

的自然周期时，钻井装置的这些运动会加剧。随着钻井装置质量和沿着转轴法线方向的尺寸增大，纵摇和横摇的自然周期有减小的趋势。例如（因为船的长度大于它的宽度），钻井船的纵摇周期将大于横摇周期。增加船身的宽度将减小它在恶劣海况中的横摇。这是因为横摇的自然周期增加而高于波浪周期之故。

如果建造一箱形装置并重新布置它的质量（如同在半潜式装置上），就会使其各个运动的自然周期改变而不同于钻井船的相应周期。将此装置的自然周期提高到风暴中经常遇到的波浪周期之上，就能改善钻井装置在那些特定波浪中的运动特性。这就是大型半潜式装置的基本作法。

钻井装置运动的比较

要比较一钻井装置可能优于另一钻井装置之处，就必须考虑它们在某种条件下预期的运动特性^[1,2]。在本讨论中，采用两个想象的钻井装置，把它们叫做钻井船A和半潜式装置B。这一比较将指出钻井船和半潜式装置之间运动特性的差别。在实际中，这种方法可用于对比任何两个钻井装置。

钻井船和半潜式装置之间运动特性的主要差别是在横浪中的横摇。如图2—3所示，作用于船尾的波浪是最坏的。在这种情况下，受艤浪作用的钻井船A比半潜式装置B的横摇周期低得多。钻井船的纵摇特性也比半潜式装置坏，但船的纵摇幅度远低于横摇幅度。在钻井船和半潜式装置的比较中，纵摇不是决定的因素。当对比两座半潜式装置时，纵摇就非常重要。

升沉的对比则反映出某些不同的情况（见图2—4）。波浪周期上升至半潜式装置的自然周期之前，钻井船A的升沉高于半潜式装置B。在风暴波浪的周期低于这一自然周期时，

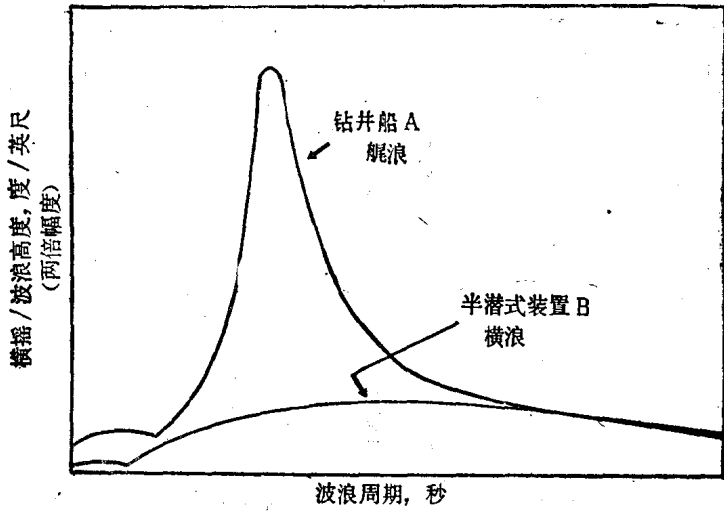


图 2-3 规则波中的横摇

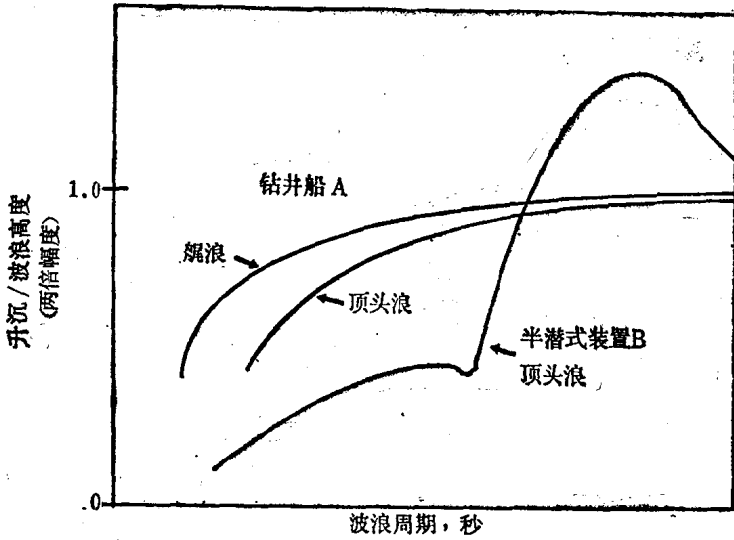


图 2-4 规则波中的升沉

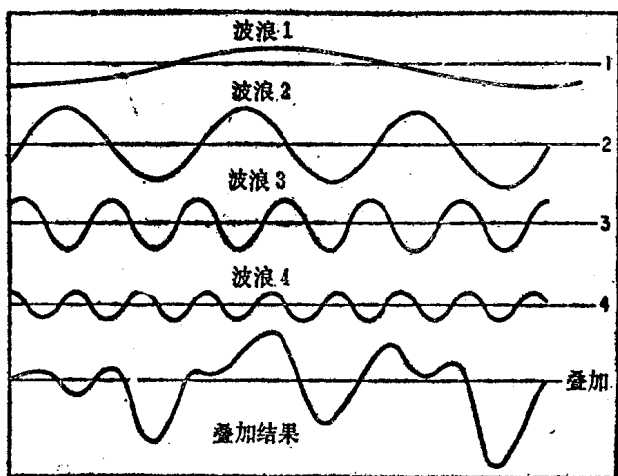


图 2—5 四种规则波叠加后的波浪模型

半潜式装置 B 可在风暴中钻井而钻井船 A 则停钻等待气候好转。但是风暴后的长周期波浪可能迫使半潜式装置 B 停止钻井作业。

图 2—3 和图 2—4 代表船只在规则波中的运动，即采用正弦波作为模型波浪。在大海中，波浪是不规则的，表现为一系列不同幅度和周期的正弦波之和（见图 2—5）。由于模型波的技术已十分成熟，所以要求进行使用“有效波高”的统计分析。在选用的一组波浪数据中，有效波高表示三分之一最大波高的平均值。因为不规则波没有规则的周期，在图 2—6 和图 2—7 中用有效波高和船只有效运动来作图。在这一特定的对比中，半潜式装置 B 比钻井船 A 具有肯定的优点。

对于钻井船，横浪产生的横摇和升沉比顶头浪严重。因此，减小这些运动的办法之一是转动船只使之迎向盛行波。图 2—8A 表示钻井船 A 在不规则波浪中升沉随方向的变化，

图 2—8 B 则表示纵摇和横摇随方向的变化。系泊的钻井装置在钻井过程被限制在一个固定的方向,但是,转塔系泊和动力定位的钻井装置,则可以把船只转向任何方向而不需要与井口装置脱开。这种机动性大大改善了这类钻井装置设计的特性。

容许的钻井装置运动

至此,已具有了把钻井装置的运动作为有效波高的函数来进行估算的某些基础。现在对整个钻井过程中不同阶段可以容许的钻井装置运动进行考虑。如果被选用的钻机具有这类资料,则无需麻烦就可以用它来进行考虑。在缺乏这种数据

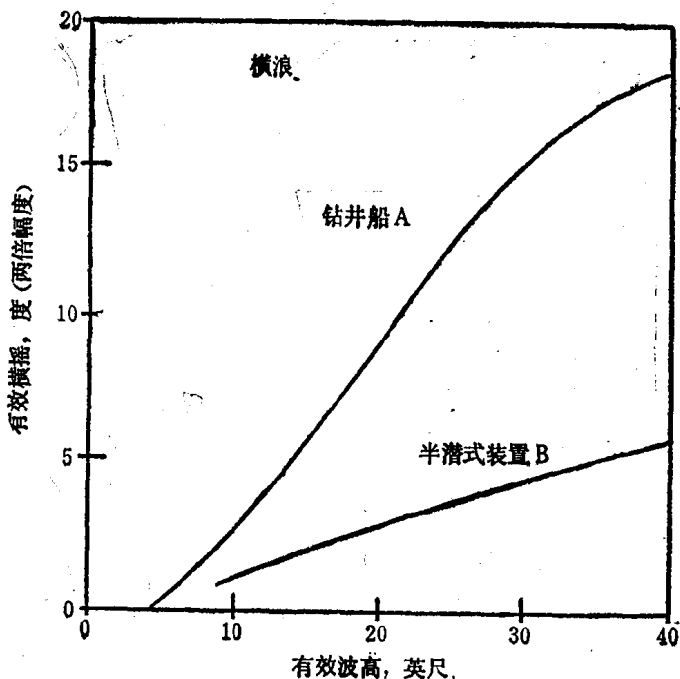


图 2—6 不规则波中的横摇