

文章编号:1001-4500(2004)06-0050-04

# 海洋平台浮装就位技术研究

刘东玉<sup>1</sup>, 郭 刚<sup>1</sup>, 徐兴平<sup>2</sup>

(1. 胜利油田油建一公司, 东营 257062; 2. 石油大学, 东营 257061)

**摘 要:**介绍了海洋平台海上浮装就位的特点、必要性;分析了浮装就位所需的主要关键技术:牵引技术、驳船调载压载技术、驳船精确定位技术等,并对这些技术进行了研究。实例证明了该技术是成功的。

**关键词:**海洋平台;浮装;就位

**中图分类号:**P752

**文献标识码:**A

## 1 前言

随着我国浅海油气资源开发力度的不断加大,所用的海洋结构物,特别是大型海洋结构物越来越多。以前使用的在海上进行设备安装施工方法已远远不能满足要求。由于浮吊起重能力及当地水深的限止,及海上安装的巨额成本,迫使国内外各公司寻找经济的平台安装就位方法。即时潮差技术应运而生。

即时潮差浮装既不受浮吊能力的限止,又大大降低了海上安装成本。但该技术有二个难点:一是平台或大型构件的陆上牵引滑移装船调载技术;二是到安装位置时的调载下沉,实现平台或构件与桩基的对接技术。由于浮装时多种外来作用因素的随机性,如风速、风向、海浪、海潮、驳船载重量及重心和浮心的随机性等。它们同时作用于驳船上,使平台的滑移装船和浮装就位始终处于不稳定的状态之中,难以控制。如何预测以上随机变化的海洋环境条件和驳船条件,并对其加以必要的判断和控制,是即时潮差浮装技术成功的关键。

即时潮差浮装技术起源于美国,在国外已得到应用。海上体积、重量较大的结构物采用该技术安装是一个发展趋势,具有广泛的应用前景。目前这方面的研究主要工作集中在提高该技术的可靠性方面。

## 2 基础和临时支撑的设计、建造

平台上的设备在陆地上进行安装前,首先要在码头上建造平台基础,在基础上放平台临时支撑,临时支撑上放平台。基础要能承受整个平台、临时支撑及所有要安装设备的重量,刚度要大。临时支撑要能承受整个平台及所有要安装设备的重量,不能产生大的变形。

### 2.1 基础的设计、建造

设计基础时的关键是确定其高度和表面材料。

基础高度的确定要根据装运平台的驳船的空载吃水及排水量、码头正常水位及潮差、和平台、临时支撑及平台上的所有设备的重量来定,也就是说要满足要将平台牵引上船时驳船压、排水调载的需要。

基础表面与临时支撑的接触面构成了一对摩擦副。要将平台牵引上船,牵引力必须大于等于摩擦力。而摩擦力的大小与正压力和摩擦系数成正比。由于正压力的大小取决于平台、临时支撑和平台上所有设备的重量,该值没法改变,因此只能通过改变摩擦系数来改变摩擦力。最后选择硬木作基础的表面,临时支撑与基础接触的面用钢制造,在两接触面间涂上一层黄油,以减小摩擦力。本次研究实践证明该做法是相当成功的。

### 2.2 临时支撑的设计、制造

临时支撑必须有足够的强度和刚度,以承受平台和全部设备的重量,还要承受牵引力,不能产生大的变

收稿日期:2003-03-18

作者简介:刘东玉(1964-),男,高级工程师现从事油田建设的技术和管理工作。

形,否则平台在海上就不能正确就位。

临时支撑的高度要满足海上浮装的要求,要综合考虑驳船的吃水、平台就位区域的水深、海上平台支撑的高度、潮差等来确定。

### 3 平台滑移上船牵引技术

将平台从码头牵引到驳船上,需要一套牵引系统。最好的方法是用液压缸牵引,目前国外普遍采用此技术,但用液压缸牵引设备投资高。结合我国的国情,在实际操作中采用了滑轮组牵引。牵引系统如图1所示。

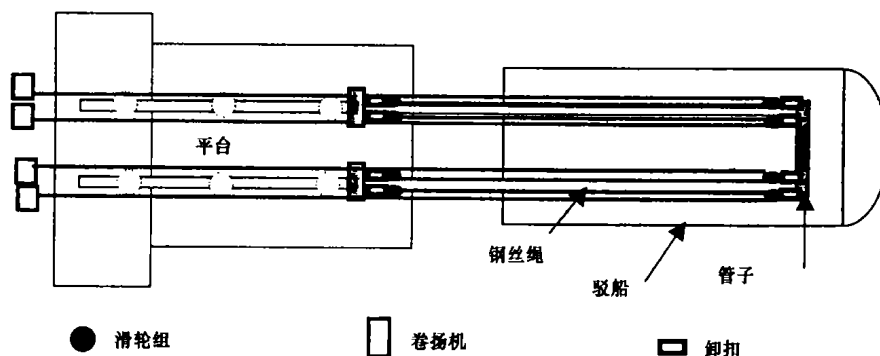


图1 平台滑移上船牵引系统图

用滑轮组牵引的优点是设备投资低,但其缺点也是显而易见的:钢丝绳弹性变形大,容易发生断裂,出现事故;两边牵引力不均匀,容易拉偏;中间连接环节多,牵引速度小,结构和操作复杂。

#### 3.1 总牵引力计算

设平台、临时支撑和全部设备的重量为 $P$ ,临时支撑和导轨间的静摩擦系数为 $f$ ,则总牵引力 $F$ 必须满足下式:

$$F \geq Pf \quad (1)$$

由于牵引力的不均匀性,牵引时,一边滑轮组受力很大时,另一边受力可能很小。因此,为安全起见,尽管两边都拉,取一边的牵引力等于 $F$ 。

#### 3.2 钢丝绳拉力计算

设每个滑轮组中的滑轮个数为 $n$ ,则:

1)当钢丝绳静止时,各段钢丝绳所受拉力相等。设各段钢丝绳所受拉力分别为 $P_1, P_2, \dots, P_{2n}$ ,则:

$$P_1 = P_2 = \dots = P_{2n} = \frac{F}{2n} \quad (2)$$

2)当钢丝绳运动时,各段钢丝绳所受拉力不相等。设从动绳到死绳各段钢丝绳所受拉力分别为 $P_1, P_2, \dots, P_{2n}$ ,则:

$$P_1 > P_2 > \dots > P_{2n}$$

设 $\eta$ 为一个轮绳的效率,则:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{P_3}{\eta^2} = \frac{P_{2n}}{\eta^{2n-1}} \quad (4)$$

$$F = P_1 + P_2 + \dots + P_{2n} = P_1(1 + \eta + \eta^2 + \dots + \eta^{2n-1}) \quad (5)$$

令:

$$\eta_{\text{总}} = 1 + \eta + \eta^2 + \dots + \eta^{2n-1} \quad (6)$$

则:

$$\eta_{\text{总}} = \frac{1 - \eta^{2n}}{1 - \eta} \quad (7)$$

$$P_1 = \frac{F}{\eta_{\text{滑}}} \quad (8)$$

单滑轮的效率可取  $\eta = 0.96$

根据  $P_1$ , 考虑一定的安全系数, 可以选定钢丝绳和滑轮

#### 4 驳船调载计算

在将平台牵引上驳船前, 必须预先确定平台牵引到平台上的位置。由于平台的重心不在其形心上, 驳船的重心也不在其中心位置。因此, 必须首先计算平台的重心位置。

##### 4.1 平台重心的计重

计算平台重心前, 先设好坐标的原点, 然后按式(9)计算平台的重心坐标。( $x_c, y_c, z_c$ ):

$$x_c = \frac{\sum W_i x_i}{\sum W_i} \quad y_c = \frac{\sum W_i y_i}{\sum W_i} \quad z_c = \frac{\sum W_i z_i}{\sum W_i} \quad (9)$$

##### 4.2 驳船调载计算

在将平台牵引到驳船上的过程中, 平台的重力渐渐加到驳船上。如果不进行驳船调载, 巨大的平台重力将使驳船倾覆。驳船调载就是通过对驳船压载水舱水量的调节, 使平台在上船过程中, 船上的导轨与码头上的导轨始终保持齐平。计算时还要考虑牵引速度和潮水涨落的影响。其关键是既要保持驳船的载荷不变, 又要保持其重心不变。为此, 编制了计算软件。实践证明该计算软件是非常正确的。

#### 5 平台拖航到位

将平台牵引到驳船上后, 必须将平台固定到驳船上, 以便拖航。这时船和平台的重心将会很高。将平台由码头运到海上的就位地点时, 由于海洋环境载荷的作用, 船会发生摇摆等运动, 弄不好会翻沉。为此, 必须进行平台强度校核、稳心计算和适航性计算。计算采用了国际通用的标准和大型有限元结构分析软件 ANSYS, 确定了适航的海洋环境条件, 如风级等。

将平台运到离永久支撑一定距离后, 就要将平台抛锚定位, 以防在风、流、浪的作用下, 船撞击永

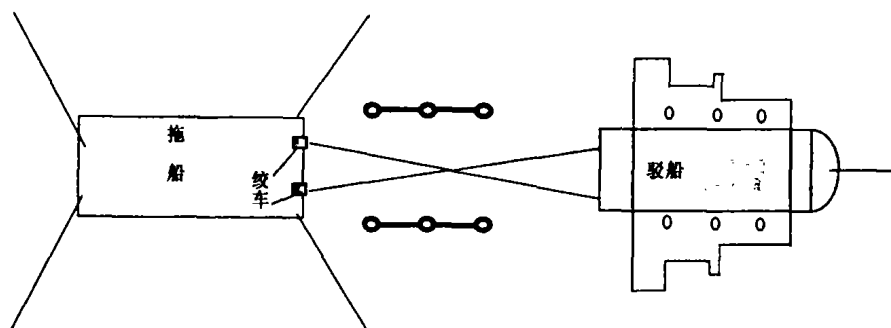


图2 平台精确定位

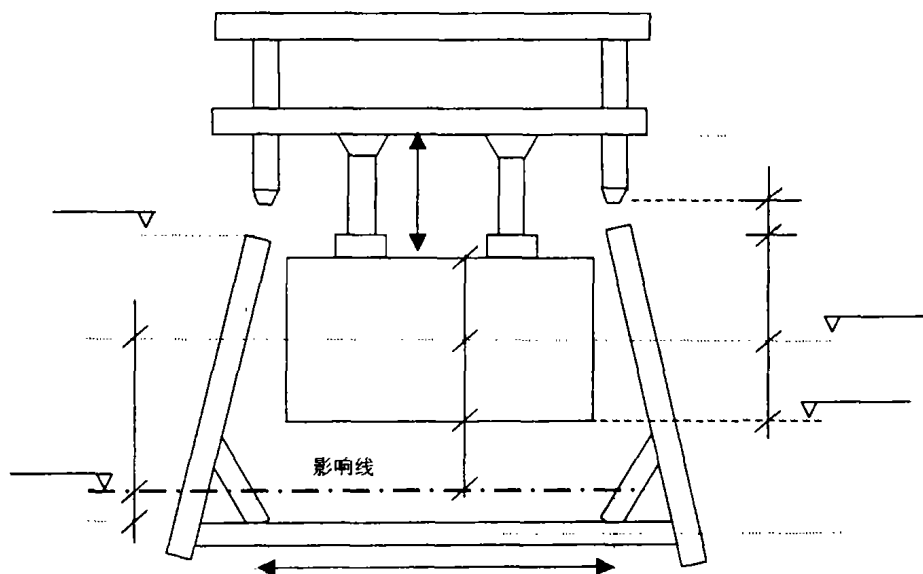


图3 低平流就位模拟截面图

久支撑, 造成其报废。然后, 在低平流时, 用图2所示的方法将平台拖到精确的就位位置, 并限制好其运动。

## 6 平台就位

低平流时平台浮装如图 3 所示。

平台精确就位后,向驳船舱中压水,使驳船慢慢下降。直到桩尖进入导管,平台轻轻坐到永久支撑上。在压水时,要始终保持驳船水平下降,压水时要考虑潮水涨落的影响。

接着,开始切割临时支撑,将它与平台完全脱开。随后,加速向驳船压水舱中压水,使临时支撑与平台相隔一定距离后,再用适当的方法将驳船拖离导管架就位区域。

## 7 实例

采用上述的方法,使用“重任 1501”号驳船,于 2002 年 10 月成功地将重达 3256 t 的 EDC 平台整体浮装在胜利油田埕岛海域。创造了国内海洋平台海上整体浮装的先例。

# A STUDY ON FLOAT-OVER OF OFFSHORE PLATFORMS

LIU Dongyu, GUO Gang, XU Xingpin

(University of Petroleum, Dongying, 257061, China)

**Abstract:** The characteristics and necessity of float-over of offshore platforms are introduced. The key techniques, such as tugging, blasting and deblasting of the cargo and precise positoning of the cargo etc are analyzed and studied. The successful float-over of the EDC platform proves the validity of the technology.

**Key words:** offshore platform, float-over

(上接第 41 页)

## 5 防止垃圾污染

鉴于文献[2]附则 V 已于 1988 年 12 月 31 日生效,笔者认为 FPSO 也同样适用该规则。告示牌、《垃圾管理计划》以及《垃圾记录簿》应该配备。由于目前 FPSO 的技术综合性,涉及海洋工程和船舶两大领域,因此国家海洋局及国家海事局两个机关的职权应更为明确,无论怎样也要满足公约或国家标准。

## 6 其它类污染

火炬气的燃烧,锅炉、柴油机等燃烧后产生的气体对大气会造成一定的污染同时海洋勘探开发所使用的化学药剂,以及从油田带来的化学有毒物质同样会造成环境的污染,都应该引起主管当局的高度重视。

### 参考文献

- [1] 中国船级社. 海上浮式装置入级与建造规范[S]. 人民交通出版社 2003.
- [2] MARPOL 73/78 防油污公约[S]. 人民交通出版社, 1997 综合文本.

# THE INSPECTION FOR PREVENTION OF POLLUTION FROM FPSO

FU Weimin, LIU jinzha

(China Classification Society, Dalian 116001, China)

(Dalian New Ship Building Heavy Industry co., Dalian, 116021, China)