

①6 81-84

第18卷第4期
2000年12月黄渤海海洋
JOURNAL OF OCEANOGRAPHY OF HUANGHAI & BOHAI SEAS18(4) pp. 81~84
December, 2000

桶形基础平台吊耳的设计及其应用

刘孟家¹, 陈学春¹, 王丙玲²

(1. 胜利石油管理局 钻井工艺研究院, 山东 东营 257017)

(2. 国家海洋局 第一海洋研究所, 山东 青岛 266061)

TE45 TE54
P75

摘要:分析了桶形基础平台吊耳设计和施工过程中出现的问题及其原因,提出了导管架平台外侧吊耳的设计方案。

关键词:内侧吊耳; 外侧吊耳; 导管架; 吊环; 死角

中图分类号:TE5

文献标识码:A

文章编号:1000-7199(2000)04-0081-04

桶形基础, 海上平台

导管架平台的吊耳是平台起吊的必要构件,通常将其设计并焊在导管架的内侧;而对于桶形基础平台,根据施工工艺要求,需在导管架的顶部安放一个压载水罐,因此吊耳只能焊接在导管架的外侧。在CB20B桶形基础平台海上施工过程中,出现了吊环拉不起来的问题。针对这种情况,对原设计图纸上和实际导管架上的吊耳进行比较,找出吊环拉不起来的原因,并提出在设计导管架外侧吊耳时应注意的事项。

1 桶形基础平台吊耳设计

吊耳的设计尺寸主要是根据平台的重量和重心位置加以确定。CB20B桶形基础平台除一般导管架上的靠船排、带缆走道、登船梯子和其它电缆、油管卡子等常规结构外,还有桶形基础和压载水罐及压载泵模块。另外,由于该平台要求4个桶均匀受力,为了调整平台的重心位置,在靠船排对面一侧的2个导管中装进了28t砂。根据地质调查结果,该海区海底表面土层强度达到6MPa。在桶裙接触海底底面之前,需向压载罐内泵进一部分水,以便浮吊的大钩负荷达到3200kN,使桶裙对海底的压力达到8MPa,保证桶裙有一定入泥深度,同时建立桶内的负压。起吊重量如此之大,这在胜利海上油田开发所建造的几十个导管架中是前所未有的。此外,本文所述的桶形基础导管架的吊耳的设计安装位置与以往的桩式导管架不同,即以往吊耳都是设计在导管架的内侧(图1),而桶形基础导管架顶部由于设计安装了一个压载罐,吊耳只能焊在导管架的外侧(图2)。

CB20B桶型基础平台吊耳的设计如下:

(1) 设计参数

该平台的基础部分起吊时最大重量为320t。由于导管架顶部的压载水罐高2.5m,宽

收稿日期:2000-05-28 修订日期:2000-09-18

基金项目:国家“863”高新技术研究发展计划(863-820-10-01)资助

作者简介:刘孟家(1949-),男,山东莱阳人,工程师,主要从事海洋工程设计与研究。

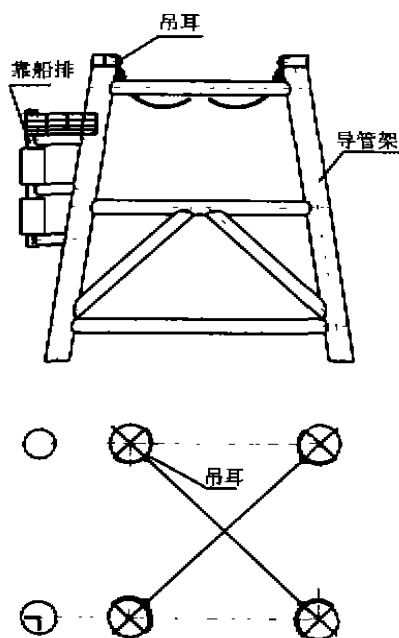


图1 常规导管架吊耳设计位置

Fig. 1 Normal jacket lug design position

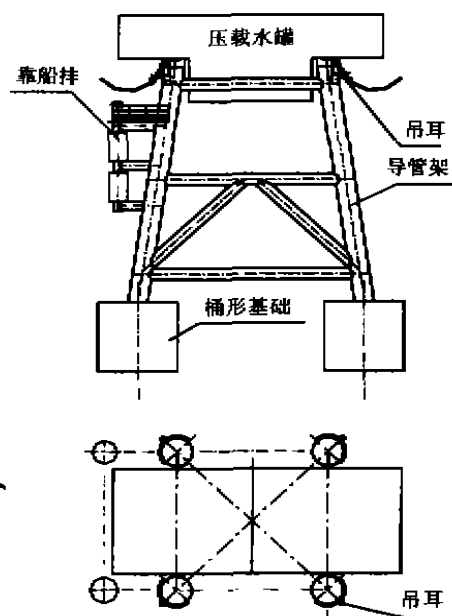


图2 桶形基础吊耳设计位置

Fig. 2 Bucket foundation lug design position

6.5m,起吊时要求钢丝绳与导管架上平面之间的角度不得小于 70° 。吊耳的结构尺寸见图3。图中“1”是导管的加强环板,也称为吊耳计算的上翼板,虽然是一半圆环板,但环板的宽度只有0.1m,也简单地当作一个翼板计算,计算带板宽度为0.4m(实际圆环和导管相切宽度为0.66m),其厚度为0.03m;“2”是吊耳腹板理论截面处的长度(0.911m),厚度为0.04m;“3”是销孔加强板,用以帮助分散吊环销子对销孔的挤压力;“4”为吊耳的下翼板,它与导管焊缝切线长0.4m,其厚度为0.03m。整个理论截面为一个“工”字形(图3)。

各设计参数如下:

1)吊耳计算理论截面积为 $S=0.06044\text{ m}^2$; 2)抗弯模数 W 为 $78.349\times 10^{-5}\text{ m}^3$; 3)吊耳孔离理论计算截面距离 k_j 为0.165m; 4)吊耳孔离其截面形心距离(受力点在销孔上半径以上) k_x 为0.254m。

(2) 受力计算

1)吊耳垂直力 $C_z = G/4 = 8\times 10^5\text{ N}$; 2)钢绳拉力 $Sl = Cz / \sin 70^\circ = 851\,342\text{ N}$; 3)与理论截面相平行的拉力 $L = Cz / \cos 6.6308^\circ = 805\,387\text{ N}$; 4)与理论截面相垂直的分力 $C_l = Sl \cdot \sin(20^\circ - 6.6309^\circ) = 196\,852\text{ N}$; 5)主弯矩 $M_z = L \cdot k_j = 805\,387\text{ N} \cdot 0.165\text{ m}$

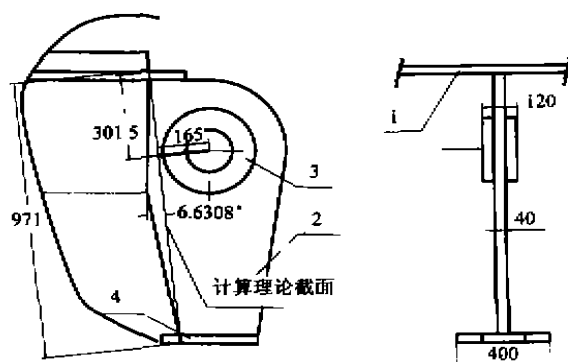


图3 桶形基础吊耳

Fig. 3 Bucket foundation lug

$=132\,889\text{ N}\cdot\text{m}$; 6) 截面垂直力对形心弯矩 $X_j = Cl \cdot Kx = 5 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{m}$ 。

(3) 应力计算

1) 剪应力 $\tau = Cl/S = 13.325 \text{ MPa}$; 2) 弯曲应力 $\sigma_w = (Mz + X_j)/W = 23.343 \text{ MPa}$;
3) 垂直力对截面压应力 $\sigma_{cy} = Cl/S = 3.257 \text{ MPa}$; 4) 理论截面上点压应力 $\sigma_y = \sigma_w + \sigma_{cy} = 26.6 \text{ MPa}$; 5) 理论截面下点拉应力 $\sigma_t = \sigma_z - \sigma_{cy} = 20.086 \text{ MPa}$ 。

(4) 强度校核(以第三强度理论)

$$\sigma = (\sigma_y^2 + 4 \times \tau^2)^{0.5} = 37.65 \text{ MPa}。$$

(5) 安全系数

$$\sigma_s = 315 \text{ MPa}; \quad N = \sigma_s/\sigma \approx 8.36。$$

(6) 销孔挤压受力校核

销孔直径为 140mm; 吊环销子直径为 130mm; 销孔厚度 120mm; 取接触系数 0.3。其挤压应力 $\sigma_s = Sl/(0.14 \times 0.12 \times 0.3) = 169 \text{ MPa}$; 挤压安全系数: $N_s = \sigma/\sigma_s = 1.86$ 。

经校核计算, 导管架吊耳满足要求^[1]。

2 问题及原因分析

1999 年 10 月 24 日, 桶形基础平台在起吊时出现了问题。由于挂在吊耳上的吊环和钢丝绳形成死角, 吊环在浮吊大钩拉力下立不起来, 耽误了 1h 的时间。针对这一问题, 我们进行了认真分析, 其主要原因是技术设计水深为 8.9m, 而实际水深是 9.5m。在施工设计中导管架的直线段加长了 1m, 吊耳

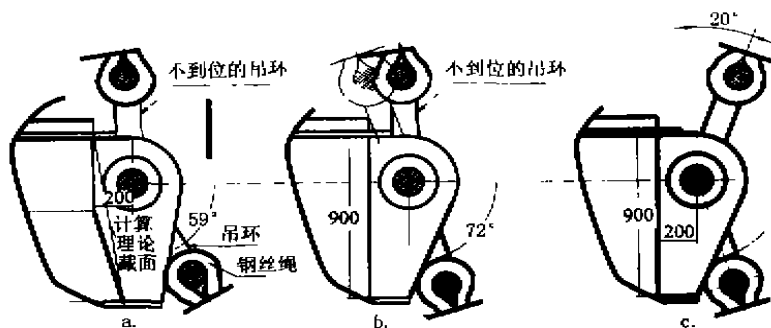


图 1 吊耳状态

a. 吊耳设计状态; b. 实际(外侧)吊耳; c. 内侧吊耳

Fig. 4 Lug position

a. Lug design condition; b. Actual(outside)lug; c. Inside lug

焊的位置由导管的斜线与直线相交地方(图 4a)改到全直线段上, 使吊环的下垂角与钢丝绳的方向构成死角(图 4b)。这一失误表明, 外侧吊耳不能随意移动焊接位置。现在, 将图 4c 按照图 1 的形式提起吊环, 就没有死角, 对上翼板不会产生挤压的作用, 更不会碰到导管上口, 所以内侧吊耳只要都焊在一个平面, 方向合适, 就可以在相当大的范围内移动。导管的外侧吊耳除了图 4b 所出现的死角状态以外, 就是吊环立起来以后也达不到 20° 倾角, 吊环就被上翼板(环形板)顶住了, 如果吊耳的销孔离导管上口的距离大于设计要求, 也有可能吊环或钢丝绳首先和导管的上口先碰到一起, 形成对导管上口的挤压, 或者是钢丝绳在导管口处的滑移。这个问题在图 4a 中也存在。除了上述这些环境条件以外, 导管架的内侧吊耳受力情况比外侧吊耳也要好的多。同样把上面的设计负荷及吊耳结构尺寸按照内侧吊耳进行校核, 发现其主弯矩与形心弯矩作用相反, 计算它们的差值, 其应力结果为: 剪应力 $\tau = Cl/S = 13.325 \text{ MPa}$; 弯曲应力 $\sigma_w = (Mz - X_j)/W = 10.96 \text{ MPa}$; 垂直力对截面压

应力 $\sigma_{cy} = Cl/S = 3.257\text{MPa}$; 理论截面上点压应力 $\sigma_y = \sigma_k + \sigma_{cy} = 14.017\text{MPa}$, 外侧是 23.343MPa ; 理论截面下点拉应力 $\sigma_l = \sigma_k - \sigma_{cy} = 7.703\text{MPa}$, 外侧是 20.086MPa 。

根据经验, 导管架内侧吊耳比外侧吊耳对环境条件的要求低的多, 受力条件要好的多, 因此在一般情况下, 可尽量设计内侧吊耳。

3 结 语

通过对吊耳受力分析, 对导管架外侧的吊耳设计, 其步骤大体可分为以下几条:

(1) 根据导管架的重量和重心, 计算出吊耳的最大负荷和吊耳与导管焊接角度, 并估算吊耳腹板及上下翼板的高度和相应的厚度(桶形基础因要求桶裙受力均匀, 其重心在一般情况下是和导管的中心相重合, 不必计算吊耳的最大负荷和它的焊接角度);

(2) 根据使用浮吊扒杆高度和导管架及导管架顶部设施或结构的宽度和高度, 粗略的估算钢丝绳与导管架顶部平面的角度, 一般情况可取 65° 或 70° ;

(3) 确定吊耳销孔离开导管水平距离依据吊环销孔部位的直径、离导管顶部的距离与第 2 条规定的角度、上翼板的高度;

(4) 考虑吊环的下垂角度, 避免钢丝绳受力后与吊环下垂角度成死角;

(5) 分析销孔受力大小, 考虑加强环板的厚度;

(6) 反复推敲销孔在吊耳的上下位置和离开导管的距离, 以合理的安全系数优选个板的尺寸, 作到各个构件经济合理。

参考文献:

[1] 中国船级社. 海上固定平台入级与建造规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 1992.

Bucket Foundation Platform Lug Design and Its Application

LIU Meng-jia¹, CHEN Xue-chun¹, WANG Bing-ling²

1. Drilling Technology Research Institute, Shengli Oilfield Administrative Bureau, Dongying 257017, China

2. First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China

(Received May 28, 2000; revised September 18, 2000)

Abstract: In this paper, the problems occurring in the course of the design and construction of bucket foundation platform lug and their causes are analysed, and the design scheme for the outside lug of jacket platform is proposed.

Key words: inside lug; outside lug; jacket; hoisting ring; dead angle