

一种适用于可移动井口平台的登临安装系统

A Landing Installation System for Movable Wellhead Platform

魏羲 崔希君

Xi Wei Xijun Cui

中石化胜利石油工程有限公司钻井工艺研究院 中国·山东 东营 2570001

Drilling Technology Research Institute of Shengli Petroleum Engineering Co., Ltd., Dongying, Shandong, 2570001, China

摘要: 论文介绍了一种适用于可移动井口平台的登临安装系统, 并通过海洋石油 163 平台为例, 采用有限元分析法以及理论分析法进行分析, 从而验证该登临系统可以安全有效的为外输立管提供保护及支持。

Abstract: This paper introduces a boarding installation system suitable for movable wellhead platform, and analyzes the finite element analysis method and theoretical analysis method, and that the boarding system can safely and effectively provide protection and support for the external riser.

关键词: 可移动井口平台; 登临系统; 有限元分析法

Keywords: movable wellhead platform; boarding system; finite element analysis method

基金项目: 广西重点研发计划资助 (项目编号: 桂科 AB20159012)。

DOI: 10.12346/etr.v4i10.7224

1 背景

近年来, 随着中国陆地新增油气储量逐步放缓, 大陆架近海油气新增储量逐步增高, 开发近海油气田成为中国降低原油对外依赖度, 保护国家能源战略安全的重要办法。目前未被开发的近海油田中, 边际断块油田占有相当大的比例。在边际油田的生产开发中, 由于边际油田的油藏储量较小, 建造大型导管架固定平台投资较高, 且不可回收, 造成资源的浪费。因此, 提出了一种新型的可移动井口平台, 用于边际油田的开发。即通过使用自升式平台实现边际油田的开发, 其具有资源的可重复利用, 投资成本低等特点。

可移动式井口平台的一个主要特点是: 使用依附于桩腿的登临立管进行原油管道外输, 可有效的降低波流载荷等环境载荷对立管的影响, 从而降低由于使用穿梭油轮外输的成本增加^[1]。

海洋石油 163 平台为中国第一艘可移动式井口平台, 故论文以海洋石油 163 平台为例, 对登临系统进行分析介绍。

2 登临安装系统简介

登临安装系统是外输立管实现依附于桩腿, 实现原油外输的核心。登临安装系统主要由三大部分组成: 上部导向保护机构、中部保护机构、底部临时固定机构组成, 如图 1 所示。

上部导向保护机构主要包括登临系统保护板、垂向导向板和保护板扶强肘板。其作用是为立管提供导向以及垂向支持, 如图 2 所示。

中部保护机构包括导向护管和护管桩腿连接肘板。其中导向护管通常采用间断式的无缝钢管组成, 其数量、尺寸根据立管尺寸决定。其主要作用是为立管提供导向以及保护支持, 防止立管发生屈曲破坏以及涡激振动。中部保护结构如图 3 所示。

底部临时固定机构包括可拆卸临时护板、固定连接板以及固定特制螺栓。其作用是为由于平台桩腿入泥不确定性造成的立管安装位置不确定, 提供可调节支撑能力。底部临时固定机构如图 4 所示。

【作者简介】魏羲 (1988-), 男, 中国湖北襄樊人, 本科, 副研究员, 从事海洋工程结构装备研发研究。

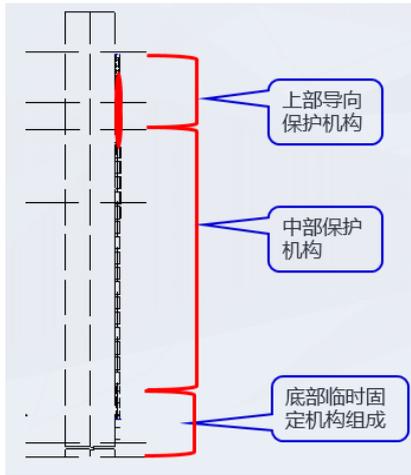


图 1 登临安装系统示意图

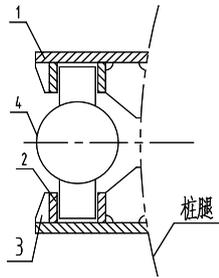


图 2 上部导向保护机构

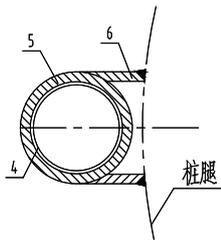


图 3 中部保护机构

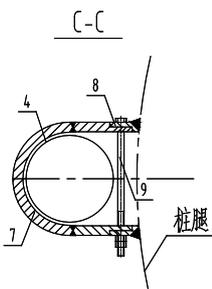


图 4 底部临时固定机构

注：1—登临系统保护板；2—垂向导向板；3—保护板扶强肘板；4—立管；5—导向护管；6—护管桩腿连接肘板；7—可拆卸临时护板；8—固定连接板；9—固定特制螺栓；10—十字形铸件；11—无缝钢管；12—固定销轴

3 登临安装系统校核

从图 1 中，可以看出，登临系统采用间断式的整体布局，这种布局，可有效的释放桩腿变形产生的应力，从而更好的保护外输立管。根据这种布局，仅需对登临安装结构的屈服强度进行校核，而无需进行屈曲校核，以及名义应力校核^[2]。

3.1 登临安装系统屈服校核

使用 ANSYS 有限元分析软件进行建模分析。使用 SHELL63 单元构建桩腿和登临系统护管结构，在桩腿泥面下端部施加全约束，提取桩腿的位移量，施加相应位置处，有限元模型见图 5。

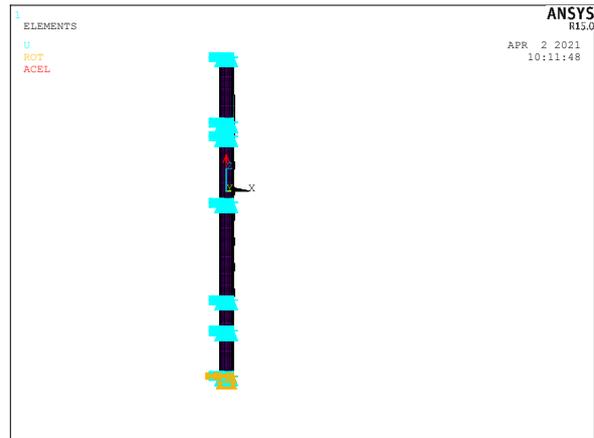


图 5 管线登临系统有限元模型图

桩腿位移，见表 1。

护板材质采用 AH36、DH36，根据中国船级社《海上移动平台入级规范》（2020），其许用应力为 $[\sigma] = \sigma_s / 1.11 = 320\text{Mpa}$ 。护管材质采用 Q345E，根据中国船级社《海上移动平台入级规范》（2020），其许用应力为 $[\sigma] = \sigma_s / 1.11 = 311\text{Mpa}$ ^[3]。

有限元应力云图见图 6。

3.2 登临系统自持销轴抗弯强度校核

立管在作业状态时，通过插销固定。插销设在主甲板和固桩室定，每层设有 2 组，共 4 组插销^[4]。

立管尺寸为： $\Phi 254 \times 12.7$ 。

$F \text{ 力} = G \text{ 立管} + G \text{ 立管储水} + G \text{ 导向条} = 54\text{kN} + 36\text{kN} + 40\text{kN} = 140\text{kN}$

载荷余量系数 $n = 1.5$ 。

$M \text{ 力} = F \text{ 力} \times S \times n = 140\text{kN} \times 0.5\text{m} \times 1.5 = 105\text{kN} \cdot \text{m}$ 。

销轴尺寸为矩形截面尺寸为 $50\text{mm} \times 120\text{mm}$ ，则抗弯模量为 $w = 0.00012\text{m}^3$ 。其材料为高强度合金钢 42CrMo，屈服强度为 930MPa ，根据中国船级社《海上移动平台入级规范》（2020），其许用应力为 $[\sigma] = \sigma_s / 1.25 = 744\text{Mpa}$ 。按 2 个插销进行锁紧^[5]。

$\sigma = M \text{ 力} \div w \div 3 = 105\text{kN} \cdot \text{m} \div 0.00012\text{m}^3 \div 2 = 437.5\text{Mpa} < [\sigma]$
则插销抗弯强度满足规范要求。

表 1 桩腿位移表

位置		0°	42°	90°	138°	180°
-36m	Dx (cm)	33.8994	23.8819	-1.7922	-22.0759	-27.8326
	Dy (cm)	0.0049	25.4765	34.3774	19.7719	0.0005
	Dz (cm)	-0.1099	-0.0673	-0.1032	-0.2124	-0.2723
-28.1m	Dx (cm)	55.5841	39.2018	-2.9484	-36.1753	-45.6300
	Dy (cm)	0.0081	41.8317	56.4291	32.3976	0.0009
	Dz (cm)	-0.1811	-0.1095	-0.1698	-0.3533	-0.4540
-3.1m	Dx (cm)	106.5378	75.6068	-5.7621	-69.1208	-87.4871
	Dy (cm)	0.0162	80.8133	108.8301	61.8735	0.0046
	Dz (cm)	-0.3938	-0.2270	-0.3676	-0.7951	-1.0298
14m	Dx (cm)	117.8836	83.9446	-6.4556	-76.4317	-96.9867
	Dy (cm)	0.0190	89.7924	120.8644	68.3726	0.0101
	Dz (cm)	-0.5079	-0.2830	-0.4725	-1.0489	-1.3653
17.5	Dx (cm)	118.0401	84.0667	-6.4717	-76.5568	-97.1404
	Dy (cm)	0.0193	89.9204	121.0550	68.4727	0.0116
	Dz (cm)	-0.5278	-0.2919	-0.4907	-1.0953	-1.4271
34.4m	Dx (cm)	118.1913	84.2055	-6.5124	-76.7816	-97.3729
	Dy (cm)	0.0207	90.0491	121.3294	68.6163	0.0188
	Dz (cm)	-0.5328	-0.2969	-0.4956	-1.1003	-1.4321

注：z 坐标原点为水平面。

表 2 最大应力表 (单位: MPa)

入射角度	0°	42°	90°	138°	180°
最大应力 (MPa)	278.696	220.252	71.584	157.412	178.478

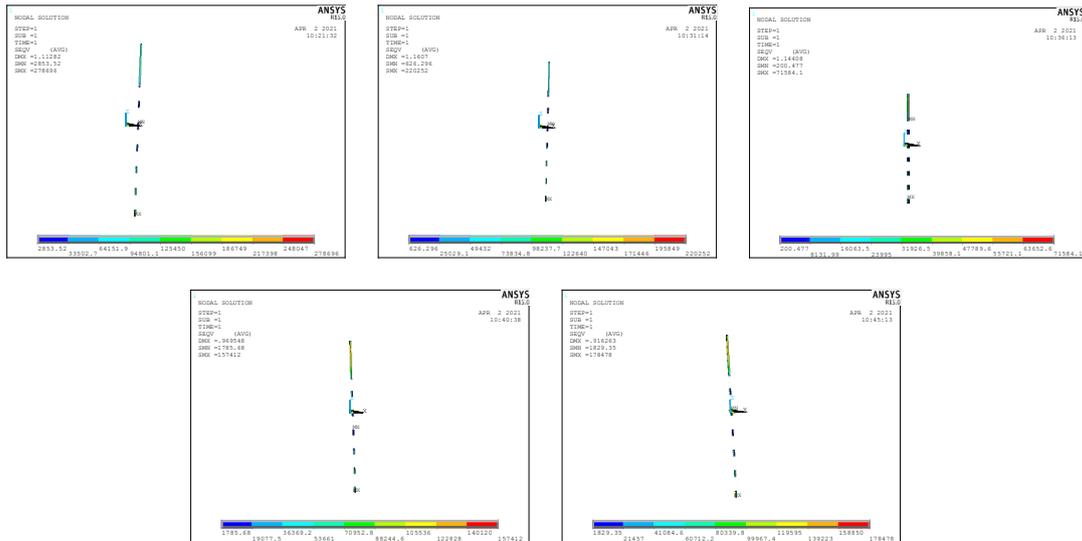


图 6 屈服强度校核有限元应力云图 (MPa)

4 结论

通过有限元分析及理论分析, 可以得出: 登临系统安装系统的设计以及强度符合可移动井口平台的要求, 能在安全有效的状态下, 对立管提供保护及支持。

参考文献

[1] 王龙庭, 王西录, 梁会高, 等. 国外自升式悬臂梁钻井平台结构特点[J]. 海洋石油, 2009, 29(4): 89-93.

[2] 汪张棠, 赵建亭. 中国自升式钻井平台的发展与前景[J]. 中国海洋平台, 2008, 23(4): 8-13.

[3] 李昊. 自升式平台悬臂梁设计工具研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2008.

[4] 王龙庭, 于美华, 徐兴平, 等. 自升式钻井平台悬臂梁滑移方案探究[J]. 石油矿场机械, 2014, 43(7): 13-15.

[5] 钱亚林, 薄玉宝. 自升式悬臂梁钻井平台初探[J]. 上海造船, 2009, 9(1): 15-18.