

# 导管架平台拆除过程中的稳定性和影响因素

牛书涛

海洋石油工程股份有限公司 天津 300450

**摘要:**我国存在较多的老龄化海洋导管架平台数量多,且弃置情况表现为逐年增加的状态,加上油价持续低迷等推动着平台市场快速发展,进一步加速海洋平台退役进程,所以加快发展拆除施工技术极为重要。本研究将主要致力于探究导管架平台拆除过程中的稳定性和影响因素,首先分析在实际拆除导管架平台的稳定性,并探究影响其稳定性的因素,保证拆除作业安全实施,并给予一定的参考。

**关键词:** 导管架平台; 影响因素; 稳定性

## Stability and influencing factors during jacket platform removal

Shutao Niu

Offshore Oil Engineering Co., Ltd. Tianjin 300450

**Abstract:** There are many aging offshore jacket platforms in China, and the abandoned situation is increasing year by year. In addition, the continuous low oil price promotes the rapid development of the platform market and further accelerates the decommissioning process of offshore platforms. Therefore, it is extremely important to speed up the development of demolition construction technology. This study is mainly devoted to exploring the stability and influencing factors in the process of jacket platform removal. Firstly, the stability of the jacket platform in actual removal is analyzed, and the factors affecting its stability are explored to ensure the safe implementation of the removal operation, and some references are given.

**Keywords:** jacket platform; Influencing factors; stability

海洋平台导管架通过低合金钢管焊接而成,主要特色表现为大直径、厚壁,是一种钢质桁架结构。导管架腿有传递负荷、加强导管架强度的良好功效,是打桩时导向管,拉筋则是斜撑、立向斜撑、水平横撑<sup>[1]</sup>。需要明确的是,在划分导管架腿数时,主要按照平台上部水深和模块尺寸大小等具体实施,分别是六腿式、八柱式、三腿式、四腿式等。为了保证海洋平台导管架能够很好的承载内部组块工作载荷,需要把水泥浇灌于钢桩和导管腿间,实现对地震、海啸、风暴、浪、流、冰等因素的积极抵抗。在设计海洋平台导管架打桩深度时,主要依据海床土质强度完成,并注意将其固定导管架于海床上,显著增强存在的安全和稳定性的特征。针对于之后的退役拆除技术而言,海洋平台导管架桩基越复杂形式,可产生更高的要求,其中的重点工作就是完成导管架的拆除工作。

### 1. 分析导管架平台拆除过程稳定性

#### 1.1 建立平台有限元模型

以导管架平台为例,结构主要分为7层,在海底安装4裙12腿,设计水深为107m,4根桩管入泥深度为99.75m的平台桩腿,成双斜对称结构分别表示为W1和W2面K型、WA和WB面X型。经积极的建立整体结构,以便可以明显拆除掉导管架平台上部组,如图1所示。经平台海底土层地质参数,弹簧属性做出具体的定义,导管架属性单元PIPE288,而桩腿PIPE20,经桩-土相互作用等的影响因素,其中的PIPE288单元模拟导管架所受浮力,实现非线性COMBIN39模拟。

因为导管架平台属于对称性的结构,所以在具体的分析过程中主要依据结构力学理论完成,以便按照对角切割原则,基于保证构件受力均匀的基础下完善好拆除顺序。基于此条件下,主桩腿可实现切割,其作为主要承载导管架平台构件发挥着极其关键性的做哟过。通常情况下,模拟拆除掉第4和5层中部,全面铺开结构,取分段拆除的对策,体积较大,并做出如图2所示的构件

切割顺序编号。

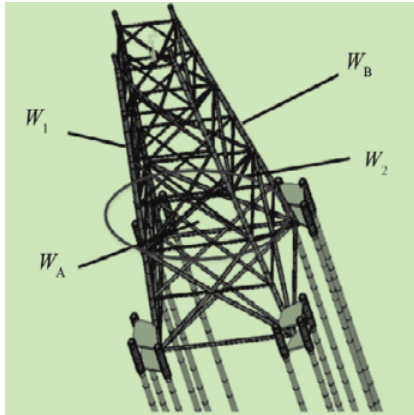


图1 导管架结构模型

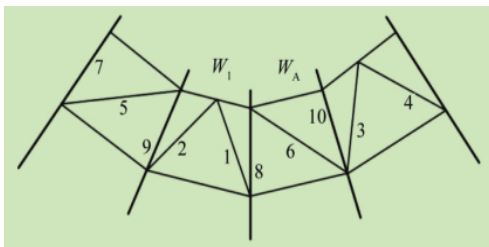


图2 平台侧面展开图及构件编号

### 1.2 设计环境工况

经对海洋环境进行数据调查，在研究的过程中，应当重现期为10年环境载荷为拆除工况，并实现对拆除作业安全和导管架平台防范事故要求等真实实践情况的充分化考虑，努力分析和记录拆除中整体力学响应情况，并做出图表1所示的环境参数。且在拆除导管架平台作业中，以及对8个载荷作用方向的分析过程中，存在较大的环境荷载方向随机性特征，加上平台结构对称，拆除构件顺序并相互转换载荷方向，完成315° ~ 90° 方向内载荷分析。

表1 环境载荷分析

重现期/a	波高/m	风速/(m·s <sup>-1</sup> )	波浪周期/s	底层流速/(m·s <sup>-1</sup> )	表层流速/(m·s <sup>-1</sup> )	中层流速/(m·s <sup>-1</sup> )
10	10.90	32.19	17.45	0.61	1.87	1.08

### 1.3 拆除过程结构力学特征

在实际拆除模拟导管架平台中，主具体的编号应当依据上述数据和理论等完成构件。经分析结果显示，平台应力主要具备的突变情况是主桩腿7、斜撑3、斜撑4，说明能够正常完成拆除作业，导管架平台“线弹性阶段”<sup>[2]</sup>。通过实施作业安全评估指标，在拆除掉全部斜撑拆后，平台顶点位移升至0.12m，构件最大应力上升为106MPa，保证拆除作业正常实施，显示出此时的导管架有较高稳定性的特征，正是因为的导管架平台承载较

小，在拆除、破坏后，对整体而言带来的影响程度较低。另外，对主桩腿7拆除掉之后，突变的现象可同时发生，最大顶点位移0.16m，最大应力140MPa，应力最大构件出现轻微破坏且具备较高稳定性能。经对上述结果出现原因分析，发现与设计环境载荷重现期相比，选择作业工况较小，平台鲁棒性高；在拆除导管架平台之前，稳定能力相对较强，主要针对的是上部组块的实际情况<sup>[3]</sup>。当第二条主桩腿8拆除后，亟需完成吊装并发布预警，导管架平台发生倒塌，直接转入吊装作业。

顶点位移振荡极值为0.083m，转变一条主桩腿拆除后为0.199m，倒塌事故等不良情况极有可能发生，顶点位移正弦波动，显著增大，平台塑性变形越来越大，分析原因：结构抵抗环境载荷能力和稳定性，因为被拆除的缘故，平台结构不断增加，严重塑性变形，吸收环境载荷能量无法消散。

导管架平台不同拆除阶段时，经分别提取0° 载荷条件的结构塑性应变分布状态，发现首先会有塑形变的情况出现在完整导管架结构中，中部管节点处应力最大，是椭圆范围<sup>[4]</sup>。直至一条主桩腿和全部斜撑拆除完成，在之后随着构件逐渐拆除，需要重新分配导管架重力，而主桩腿节点下方最大应力处；因存在的较大塑形变形，经拆除掉角主桩腿后极易造成倒塌等不良事故，且应力极值主要出现于来浪方向相邻主桩腿第4层下部。经对比分析拆除中导管架结构拆失效路径，能够将此时主桩腿后导管架平台尚未倒塌的情况显现出来，主要承载结构就是主桩腿，处于危险作业状态。所以，应当致力于避免导管平台出现连续倒塌的问题，对结构实施浮拖或吊装处理。

## 2. 影响导管架平台拆除过程稳定性的因素

经分析影响拆除结构稳定性的因素，主要包含导管架平台自身结构和环境荷载等。经上述结果分析可知，环境荷载的大小因其动态效应的影响，将发生对导管架平台拆除稳定性结果的直接影响，不同阶段导管架稳定性存在较为明显的差别。所以，选择拆除中环境荷载和来浪方向两个参数实施分析极为重要<sup>[5]</sup>。

### 2.1 环境载荷大小带来的影响

海洋石油工程有限股份公司的导管架平台环境载荷重现期，将严重影响到其顶点位移情况，且其顶点位移表现出线性增加状态<sup>[6]</sup>。针对于实际情况，随着环境载荷重现期变化，从开始0.025m上升到之后的0.079m，从2a到25a环境载荷将“放大”3倍左右，通过最原始的0.074m位移上升0.214m。通过环境载荷变化实践状态，

导管架平台应力更加敏感。基于较为完整的状态下,基于2a工况下时且于拆除一条主桩腿后,平台应力分别是47.7MPa、35.3MPa;两个状态平台应力基于25a工况时,经最初的1.35其“放大”倍数增加为2.77,且分别上升为180MPa、66.4MPa。基于结合钢结构腐蚀三折线应力模型,选择施工条件和工作环境应力系数是0.6,如若导管架平台已服役25年,应力临界值在拆除中转变成165MPa。对于本实例,建议拆除为一条主桩腿后,对吊装设施或外部浮拖增加,在环境载荷范围内完成行拆除,保证之后拆除作业处于安全范围内完成。

### 2.2 来浪方向带来的影响

的导管架平台拆除时,基于垂直来浪面斜撑全部拆除,前者顶点位移经0.111m增加为0.204m,顶点振荡位置共发生增大两次,最大值来浪方向是315°;后者顶点位移经0.081m增加为0.116m,最大值来浪方向是0°,经对抵抗环境载荷性能的分析,显示出相较于K面结构,X面结构具有更大的优异性。在拆除主桩腿7后,最大应力转变为156MPa,导管架平台出现一定程度上的突变。结果得出,在斜撑拆除后结构遭受垂直来浪方向影响作用,且不同来浪方向也会直接影响到拆除中稳定性。另外需要明确,导管架平台失稳的主要因素,斜撑结构拆除时的稳定性较强<sup>[7]</sup>。主桩腿7在来浪方向是0°时,针对于本实例实施拆除工作,平台应力最小值140MPa,顶点位移为0.162m。

### 3. 结语

1) 针对于的导管架平台,建议划分拆除作业过程为四个阶段,以便能够保障人员安全和设备稳定作业。所

以针对于整体稳定性问题,建立给出具体的作业指导意见,完善好安全评估指标,并提供参考。

2) 导管架斜撑拆除过程,需要注意在实际拆除过程中把外部吊装设施引入,其作为正常作业和可以作业阶段,主桩腿拆除后避免结构不再“安全”,对平台稳定性无较大的影响作用,方能够进行吊装拆除作业。

3) 在实施拆除作业的过程中,导管架平台结构是主要的干预和影响因素,分析其中的最关键的点,就是要首先保证对低构件的优先拆除;拆除构件越多,转变导管架平台顶点位移状态,出现更显著的环境载荷,并转变平台应力放大效应。

### 参考文献:

- [1]章仲怡,王佐强,翁祖航,等.导管架平台拆除技术及装备分析[J].中国修船,2021,34(6):44-47.
- [2]郭宇礼,王佐强,张亮,等.导管架平台不同拆除装备适用性分析[J].石油工程建设,2021,47(3):6-12.
- [3]姜学录,李晓明,王志超,等.废弃平台导管架拆除吊装计算简述[J].珠江水运,2020,14(8):57-58.
- [4]李健行,李欣,付振秋,等.导管架平台上部组块双船拆除[J].中国海洋平台,2021,36(1):34-41.
- [5]冯士伦,朱晓宇,杨虎,等.基于正交投影法的导管架平台切割技术优选[J].石油工程建设,2021,47(3):20-22.
- [6]罗晓健,杨益涵,赵辉.导管架平台弃置实施方案研究[J].石油工程建设,2020,46(6):15-19.
- [7]吴俊生.基于有限元分析的导管架结构吊装强度分析[J].石化技术,2020,27(10):19-21.