

文章编号:1001-4500(2001)02-0021-04

# BinGO 9000 半潜式钻井平台 主体结构建造工艺问题研究

严锦林, 窦 钧, 高真所, 姜福茂

(大连造船新厂, 大连 116021)

**摘 要:**总结了大连造船新厂为挪威 DCEAN RIG 公司建造的 BinGO 9000 半潜式钻井平台(一期)主体结构的建造工艺问题,阐述了相关规范对平台建造的特殊工艺要求,以及平台建造过程中部分特殊工艺的应用,为以后建造大型半潜式海洋石油钻井平台提供了有用的经验。

**关键词:**半潜式钻井平台;结构建造工艺;特殊工艺应用

中图分类号:U671

文献标识码:A

## 1 概述

半潜式海上石油钻井平台在使用环境及结构型式上与一般船舶产品有很大差别。它在海上作业时经常受到海洋风暴、潮流的作用和低温环境的影响,结构容易产生脆性破坏及疲劳破坏,BinGO 9000 半潜式钻井平台是大连造船新厂为挪威 DCEAN RIG 公司建造的,是当今世界上最先进的第五代产品,适合在极其恶劣的环境下工作,其工作水深达 3000m,且钻井效率比普通平台提高了 15%,大连造船新厂是首次建造这种高技术、高附加值的海工产品,因此在实际建造过程中,不可避免地出现了一些问题,以下列出一些供大家共同研究和探讨。

## 2 平台结构简介

BinGO 9000 平台(一期)结构主要分以下四大部分:两个浮体、六个箱形立柱,两层甲板及十四根支撑管(含六根水平支撑管和八根斜支撑管)。平台的主体结构又按照海洋工程惯例分为三种:特殊区域结构,主要结构区域与次要结构区域。结构材料等级为 NVD36、NVE36、NVF36。其中,特殊区域结构的材料多为板厚在 45mm、60mm 的 NVF36 钢材(参见平台分段划分(图 1)及合拢顺序(图 2)示意图,图示阴影区域为特殊结构区域)。平台的主要结构参数为:

平台全长:105m(未含锚支架);

平台总高:38.25m;

平台宽度:71m(未含锚支架);

浮体长:105m(未含锚支架);

浮体宽:16m;

收稿日期:2001-02-28

作者简介:严锦林(1970—),男,工程师。

浮体高:12.25m;  
立柱:6 根,均为~12m×12m。  
支撑管:14 根。水平支撑管 6 根,直径为 3.0m,板厚 42mm、45mm、60mm;  
斜支撑管 8 根,直径为 1.7m,板厚 25mm。

3 平台结构的建造方案、分段划分及合拢顺序确定

3.1 建造方案、分段划分的确定

平台总体建造方案为:分段建造、船坞合拢、下水舾装,船坞合拢时两个浮体分别采用岛式建造法。根据平台的结构情况,不难发现整个平台建造的难点集中在 6 根水平支撑管和 8 根斜支撑管上,即容易产生疲劳的节点连接处。因此,分段划分及建造方案的确定原则是使结构复杂、建造难度极大的管子与立柱连接区域及管子 K 型节点区域在分段建造中消化完毕,降低合拢施工的难度和缩短建造工期。事实证明,这个思路是完全正确的。由图 1 可见平台分段划分具有如下特点:(1) 浮体在立柱下的区域为一个完整总段;(2) 立柱基础和管子连接端头为一个总段;(3) K 型节点作为一个分段建造;(4) 尽量减少管子的合拢缝,如斜支撑管缝设在了主甲板上,从而缩短坞内周期、提高效率。

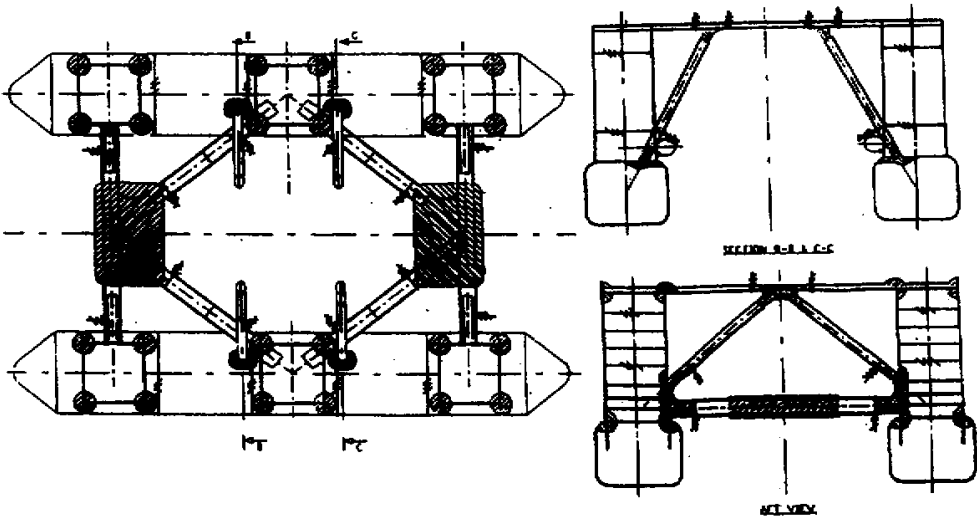


图 1 平台分段划分示意图

方案要求 6 根水平支撑管和 8 根斜支撑管均为直口,并在下料阶段开出焊接坡口,这样就避免了支撑管采用斜口时的变截面坡口切割,避免了在合拢阶段对厚板进行坡口切割,大大减小了合拢的难度,使平台建造中最关键的难题得到了解决。但这种状况对平台的分段精度控制,尤其是对支撑管椭圆度的控制提出了更高的要求。

3.2 合拢顺序的确定

根据确定的平台建造方案及分段划分,考虑到合拢过程中精度的保证、焊接应力的释放等影响,确定的分段合拢顺序为:浮体成形,水平支撑管合拢(含部分立柱基础),立柱合拢,甲板合拢。水平支撑管及甲板部分合拢顺序如图 2 所示(图中①~⑥指各自合拢顺序)。

图中,浮体、水平支撑管及立柱部分由中间向两边、由里向外、由下向上的合拢顺序对平台的合拢精度保证和焊接应力释放都很有好处,给生产计划的安排也带来了灵活性。同时,由于水平支撑管部分结构涉及材料级别高,板材较厚,特殊区域多,焊接工作量大,施工周期长,因此,这样的合拢顺序对于缩短

平台坞内周期亦有重要意义,但其要求支撑管的椭圆度必须保证。甲板及斜支撑管部分由边向中的合拢顺序则很好地解决了合拢阶段的高空作业问题,在合拢吊板搭设、焊接工作难度及工作量上都降到了最低限度,也是整个划分及合拢安排的成功之处,需要解决的只是分段制作的精度及吊运变形问题。

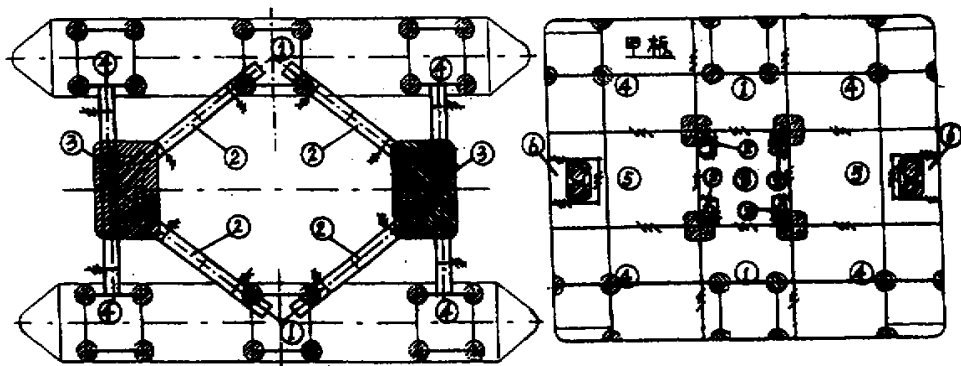


图2 平台合拢顺序示意图

## 4 平台精度控制

平台精度控制的主要难点是由复杂的结构形式特点决定的。平台的船体线型比较简单,但平台的两个浮体同时进行合拢,即要求相互独立又必须统一。同时,合拢阶段立体作业的分段多,不少分段的重心游离于分段乃至平台以外,这就给平台合拢的精度保证带来很大困难。另外,平台使用的材料级别较高,厚度较大,焊接和校正变形都比较困难,尤其是水平支撑管分段的椭圆度控制;甲板总段的面积大、支撑点少、弹性变形大,又多是空中作业等特点,给平台分段制作的精度控制和合拢提出了新的要求。

针对精度控制的上述特点,确定平台精度控制内容不仅包括了常规的网络线设置、余量处理方案、统一划线等,而且提出了一些特殊要求。首先是要求平台的分段(总段)吊装合拢过程中,两个浮体必须使用一条共同的基线,确定平台合拢时一个方向上只能有而且必须有一个共同的基准。其次要求合拢时不仅要控制基线的挠曲度、两个浮体中心线偏差、平台的中心线偏差、平台的长、宽、高等常规项目,而且重点要考虑与两个浮体、六个立柱以及甲板相关联的水平及斜支撑管分段合拢缝处的三维坐标。第三,确定平台合拢时在高度方向上使用三个基准平面,分三个层次进行控制,以确保重要结构的对位精度,同时确定基线 14750mm 的水平基准面为第一基准面,保证水平支撑管与两个浮体间的联接达到设计要求。第四,加强过程控制,强调分段制作精度控制的重要性,对合拢的关键分段采取特殊的控制要求,并研究出相应的控制办法,如采用激光经纬仪划线、多次测量、及时反馈、制订合理的装配及焊接工艺等。

## 5 相关规范对平台建造提出的特殊要求及特殊工艺的应用

### 5.1 建造装配标准的制定

平台对于结构的三种不同区域划分,以及平台建造质量要求较高的特点,导致了一般的工厂标准适应不了平台建造的要求,因此必须制定相应的标准指导现场施工。标准按照三种不同的区域划分,依次对特殊区域结构、主要结构区域、次要结构区域的精度及质量施工要求作出规定。

### 5.2 焊接图的制定

焊接图是平台规范对于海洋工程产品要求制定的特殊工艺文件,主要是要求将平台特殊区域的施

工焊接细节用图示的形式表示出来,表示出特殊区域的任何一条焊缝都对应有的相应焊接工艺规程(WPS),用以指导现场正确施工,它较好地适应了平台生产的特点和需要。

5.3 特殊区域结构及 C 级焊缝打磨

平台的规范及平台设计图纸对平台特殊区域的部分结构及要求进行 C 级焊接的焊缝提出了打磨的严格要求,包括从打磨的工具、打磨时砂轮的旋转方向、打磨的路径与焊缝所受疲劳应力的方向夹角大小到焊接缺陷的去除、焊缝咬肉的大小、打磨后产生表面的质量乃至打磨所需的风压及打磨时砂轮旋转的速度等。且部分打磨区域的要求比较苛刻,工厂在操作时遇到了相当的困难,这是平台建造之初所预料不足的。

5.4 焊缝三次返修焊后热处理

平台对于焊接质量的要求很高,结构要求焊透的区域多,全船的探伤量很大,据统计,一座 BinGO 9000 平台的探伤量相当于三十余艘十五万吨原油船的探伤量总和。因此,平台建造的过程中,焊缝的返修量较大。在 BinGO 9000 平台的焊缝返修过程中,出现了三次返修的焊缝,按照要求必须对返修的焊缝进行焊后热处理,即对返修的焊缝进行加温处理(温度一般在 600℃左右),并保温相当的时间后,再对焊缝进行探伤检查,前后需要十多个小时,这也对工厂的建造计划安排和工艺提出了新的要求。

6 结束语

除了以上所列,规范对于 BinGO 9000 平台的建造还提出了关于特殊区域临时附件(如马板等)清除后必须进行磁粉探伤,厚度在 50mm 以上的特殊区域材料须进行 CTOD 试验等要求。平台的建造过程中,还遇到了甲板总段较大的吊运变形,压力达到 3.5 个大气压的大舱室强度试验方案确定,直径为 3m,壁厚分别为 60mm 和 50mm 的水平支撑管斜交相接的相贯线坡口切割,F 级别的厚板(板厚为 60mm、50mm、42mm)辊圆加工保证椭圆度的工艺,平台对于使用材料的标识、跟踪的特殊要求以及平台的特型分段的建造方法、吊运方案确定等问题。这些问题的出现都或多或少地影响了工程进度,如果工厂在这些方面多一些技术储备,或是在生产技术准备阶段多做一些工作,一定会对平台的建造产生积极的影响。目前,工厂正积极准备平台的二期工程项目,平台的高压泥浆系统、高压水泥系统制作与安装,动力定位系统、水下设备系统安装以及全平台信息管理系统的设计、调试等都是需要攻关的难关,这也给新技术、新工艺的应用提出了新的课题。

Structure Construction Technology of  
Bingo 9000 Semi-submersible Drilling Platform

YAN Jing-lin, DOU Jun,GAO Zhen-suo, JIANG Fu-mao

(Ship Design and Research Institute of Dalian New Shipyard,Dalian 116021,china)

**Abstract:** The Bingo 9000 semi-submersible drilling platform was built by Dalian New Shipyard for Norwegian owner-Ocean Rig Co. The technology for construction of the main structure of this rig is summarized. The special technical requirement for platform construction by relevant classification rules and the application of some special technologies in platform construction are described. All of the above may provide some useful experiences for the building of large size offshore semi-submersible platform in the future.

**Key words:** semi submersible drilling platform;structure construction technology;application  
万方数据

# BinGO 9000半潜式钻井平台主体结构建造工艺问题研究



作者: [严锦林](#), [窦钧](#), [高真所](#), [姜福茂](#)  
作者单位: [大连造船新厂](#), [大连116021](#)  
刊名: [中国海洋平台](#)   
英文刊名: [CHINA OFFSHORE PLATFORM](#)  
年, 卷(期): 2001, 16(2)  
被引用次数: 1次

## 引证文献(1条)

1. [孔令海](#), [窦培林](#), [袁洪涛](#) [海洋平台的精度控制](#)[期刊论文]-[东华船舶工业学院学报\(自然科学版\)](#) 2005(3)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_zghypt200102006.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zghypt200102006.aspx)

授权使用: 武汉理工大学(whlgdx), 授权号: 0ede7805-a9b7-4ac4-a937-9ea400a52c39

下载时间: 2011年3月12日