

起重

大型全回转浮式起重机旋转系统 安装工艺

本文以亚洲首艘深水铺管起重船海洋石油 201 船主起重机为例，介绍了全回转浮式起重机的基本组成，重点阐述了旋转平台系统的组成及旋转平台系统的安装工艺，在安装过程中充分考虑了旋转平台系统的各部件的相互连接关系，采用特殊工装装置，保证了安装工作的顺利进行。

文 | 徐玉强 张国中，海洋石油工程股份有限公司

随着全球性能源问题的日益紧张，深海油气资源的开发迫在眉睫。向深水发展成为海洋工程行业的共识，因此，深水技术及配套装备的开发研究也得到迅速发展。就浮式起重机而言，形式上也逐渐由非自航式不可回转，发展成现在常见的自航式全回转浮式起重机，起重量从最初的几十吨、几百吨发展到如今的几千吨乃至上万吨。

如图 1 所示，为海洋石油工程股份有限公司制造的海洋石油

201 船主起重机。该起重机可实现 3500t 全回转模式及 4000t 船艏固定模式的吊重能力。本文结合该大型全回转浮式起重机的制造及安装经验，重点介绍旋转系统及其安装技术。

旋转平台系统构成

旋转系统由旋转平台系统（图 2）和旋转行走系统（图 3）两部分组成。其中旋转行走系统由两台前平衡小车、两台后平衡小车和两台防倾覆平衡小车组成。小车装有钢制“鼓式”车轮，承压在底座环上下轨道平面上。

在竖向上，旋转行走系统通过高强螺栓与旋转平台连接；在径向上，旋转行走系统通过连接杆将与旋转平台上的扇形翅相连。在起重机的中心部位，旋转平台通过中心销轴与底座环连接，中心销轴下部采用冷装配工艺过盈嵌入底座环双层中心孔内部，上部则与旋转平台中心轴承配合。

旋转平台是浮式起重机的主体部分，主要用于安装绞车以及

电气、控制等设备。在工作时旋转平台由旋转驱动系统提供驱动力使旋转行走系统沿底座环上下轨道转动，带动旋转平台绕中心销轴全回转运行。

旋转驱动系统由前四后四共八组驱动齿轮装置和圆周齿条组成，其中驱动齿轮装置安装在旋转平台下部，圆周齿条则安装在底座环上轨道内侧。

旋转系统安装策略

旋转系统有多个部件组成，应根据系统结构特点进行安装。安装过程要充分考虑部件的安装次序，并根据先安装部件的安装位置和尺寸，对后安装部件的配合部位进行加工处理，确保部件之间能够良好匹配。

所以，合理的安装顺序以及首先安装部件的安装效果对于起重机整体安装质量至关重要。可将整个旋转平台系统分为前后平衡小车、旋转平台和防倾覆装置（包括防倾覆平衡小车）三部分，分三个阶段进行安装。

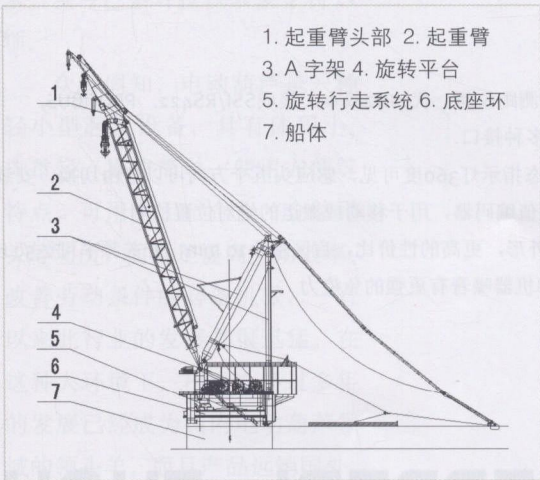


图 1 海洋石油 201 船浮式起重机构造图

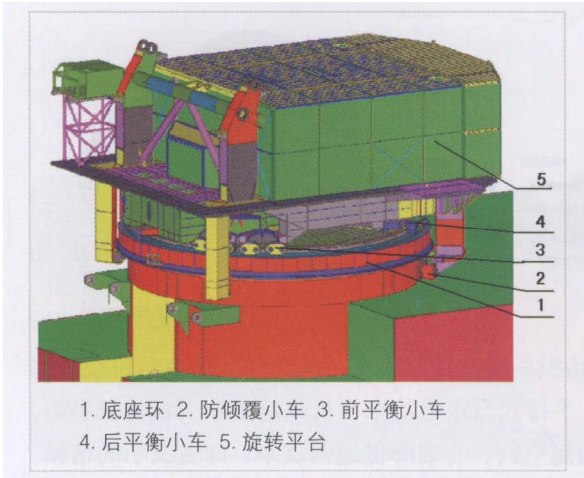


图2 旋转平台系统结构图

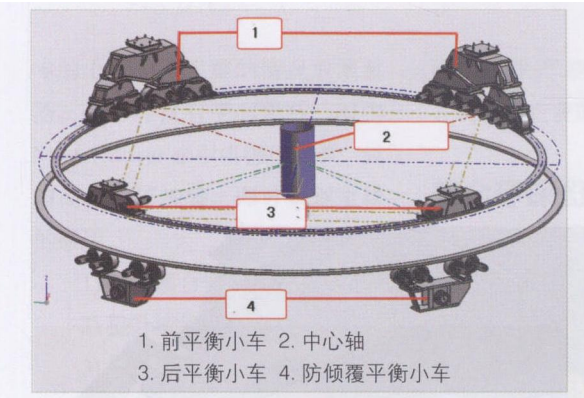


图3 旋转行走系统构造图

前后平衡小车安装

1. 安装准备

根据旋转平台扇形翅周向角度分布和底座环上轨道曲率，完成前后平衡小车的车间预装配，以检查各部件之间的配合效果和模拟安装质量；底座环中心销轴安装完毕，并通过验收。

2. 前后平衡小车安装

根据旋转平台扇形翅周向角度分布，在底座环轨道上确定轨道中心线及四台小车的位置，作为安装位置基准；采用自下向上的顺序完成前后平衡小车的安装和装配工作；对前后平衡小车垂直度进行调节，使达到设计要求。

3. 安装完成后测量

前后平衡小车的安装除了要保证小车在轨道上的位置、周向角度及垂直度要求外，更重要的

是对前后平衡小车上28个螺栓孔的位置（相对于旋转中心线的角度及距离）及车体顶部相对于轨道基面的高度进行测量。

旋转平台安装

旋转平台和旋转行走系统相互关联，安装前需要处理好两个系统的连接部分。根据旋转平台结构特点，待旋转平台安装完成后安装防倾覆装置。

1. 安装准备

1) 根据前后平衡小车顶板螺栓孔的位置对旋转平台对应支撑板部位进行钻孔加工；

2) 根据已安装完成的前后平衡小车的测量结果确定前后平衡小车与旋转平台支撑板之间调整垫板的厚度，此步为旋转平台安装前的关键步骤。由于连接部位的制作和加工与理论值存在偏差，还需要对旋转平台支撑板部位的高度进行精确测量，并比较与之对应的前后平衡小车与轨道面的高度，以确定调整垫板的高度，保证旋转平台安装后中心轴承与中心销轴之间的配合。

3) 为使旋转平台平稳安装，避免吊装过程中因晃动而损坏旋转平台中心轴承或对已定位的前后平衡小车造成移位，在安装前制作了导向工装并分别安装到中心销轴上部和旋转平台中心轴承正下方，保证中心销轴缓慢插入中心轴承，使旋转平台平稳下落至前后平衡小车上部。

2. 旋转平台安装

1) 由于自重较大，旋转平台安装时需要使用其他浮式起重机吊装安装。利用旋转平台与A字架之间的四个铰接孔配上假轴作为吊轴进行吊装（需进行力学验算）；

2) 在吊装过程中首先保证旋

转平台中心孔缓慢进入中心销轴上部的导向工装。在进入导向工装后，要动态监控四个旋转小车与旋转平台支撑板之间的高度差，并通过浮式起重机吊钩调整使四处高度值趋向一致，保证旋转平台平稳缓慢下落，同时动态监控旋转平台支撑板处螺栓孔与对应平衡小车顶板上的螺栓孔的位置确保相两者重合；

3) 在旋转平台安装到位后，用于吊装旋转平台的浮式起重机暂不摘扣，待28个螺栓孔螺栓安装并紧固后再进行摘扣作业，以保证全部螺栓可靠安装。

防倾覆装置安装

1. 安装准备

安装前将防倾覆装置的结构部分与防倾覆平衡小车装配完毕，保证防倾覆平衡小车扇形翅与旋转平台扇形翅在周向角度相对应。

2. 防倾覆装置安装

1) 将防倾覆装置移至设计要求位置，将防倾覆装置与旋转平台对应结构焊接完成结构连接；

2) 调整防倾覆平衡小车车轮位置。起重机负载时，要求车轮中心线正作用于轨道中心线。对于前后平衡小车由于其受力垂直于轨道，安装时将车轮中心线与轨道中心线重合即可。对于防倾覆平衡小车，为确保负重状态下车轮反作用力也能作用于下轨道中心线上，考虑到车轮“鼓型”设计以及负重状态下防倾覆装置的弹性变形，安装时应采用两种措施来实现。首先，将车轮中心线相对轨道中心线朝中心部位偏移一定距离（约10mm）；第二，通过将调整垫板改为楔形，使车轮立面与轨道垂面之间形成微小夹角（约 0.1° ）。[MM]