

# 大型翻身装置的研制与应用

帅龙飞 窦果

四川省工业设备安装集团有限公司 四川 绵阳 621000

**[摘要]**本文针对XX风洞工程现场制安项目众多大型工艺部段的翻身工艺需求,研究分析了多种翻身工艺的优劣,最终确定了采用大型翻身装置配合现场龙门吊的翻身工艺,并采用仿真分析方式对翻身装置进行了研制。通过翻身装置的使用,顺利完成了风洞众多大型工艺部段的翻身工作,操作简便,安全可靠。高。

**[关键词]**现场制安;大型翻身装置;仿真分析

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.11.341

## 1 项目背景

2020年初,公司承接了XX风洞工程现场制安项目,该风洞共有14个现场制安部段,总重约20525t。洞体部段最小流通直径 $\Phi 10.6\text{m}$ 、多数部段的流通直径约 $\Phi 22\text{m}$ 、最大的部段外径达 $\Phi 34\text{m}$ 。整个洞体现场制安的工艺部段多达60余段,其中单件工艺部段最大重量达600吨。与国内已有风洞的工艺部段相比,该风洞工艺部段外形尺寸大、重量重、结构复杂,这种由量变引起的质变将不可避免的带来系列重大风险与挑战,对工艺部段进行翻身即为重大的风险与挑战之一。

## 2 翻身工艺研究

风洞工艺部段需在施工现场完成制造安装,而这类结构均为立式制作、卧式安装,在制作安装过程中需进行翻身,将其由立式姿态变为卧式姿态,然后再吊装上位。对这种现场制安的特大型非标钢结构部件进行翻身有两种工艺,一种为采用施工现场的大型龙门吊配合大型翻身装置的翻身工艺,一种为双机抬吊凌空翻身工艺。双机抬吊凌空翻身工艺所需设备为:两台大型移动式起吊设备(汽车吊与履带吊等)、大型龙门吊双小车或者大型龙门吊单小车与大型单台移动式起吊设备等相配合。我们从安全、质量、成本以及效率等方面研究了两种翻身工艺的优劣,研究结果:(1)采用两台大型移动式起吊设备的双机抬吊凌空翻身工艺,需长期投入两台大型移动式起吊设备,其投入费用高,且对施工现场的场地要求高;(2)大型龙门吊双小车抬吊凌空翻身工艺,要求龙门吊配置的两台小车中有1台小车的起吊能力必须能整体起吊翻身对象,这会大大加大跨度大吨位龙门吊的投入成本,并且此工艺所需吊点设置及吊具安全系数还需至少增加一倍;(3)大型龙门吊单小车与大型单台移动式起吊设备相配合的凌空翻身工艺,需长期投入一台大型移动起重设备,投入费用高,两车配合工艺复杂,大型移动式起吊设备的伸臂高度受龙门吊限制,安全性差。(4)双机抬吊凌空翻身工艺在翻转过程中对已退火的大型工艺部段的附加应力很大,对结构的安全性和结构质量的保证不利。经研究比选,大型龙门吊配合大型翻身装置的翻身工艺在安全、质量、成本以及效率等方面具有明显优势而被采用。

## 3 翻身装置研制

### 3.1 翻身装置结构

整套翻身装置包括装置本体、装置基础、以及装置支撑体系。装置本体包括梁结构、滚轮、吊耳等主要结构。装置支撑体系包括工艺部段在翻身装置上的固定工装和翻转到位后的稳定性支撑工装。翻身装置结构如图1所示。

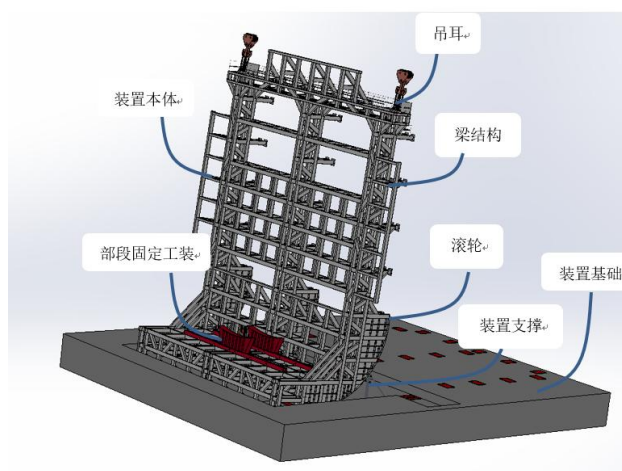


图1 翻身装置结构简图

为了保证翻身装置在使用过程的安全性、可靠性,需要考虑翻身装置使用的各种工况,通过结构有限元仿真手段对结构进行强度、刚度校核。分析设计主要涉及工况有:装置自重工况、翻身装置与筒体结构整体自重工况、翻转过程工况状态以及翻转直立状态的支撑工况。分析的主要目标:一是提出基础载荷条件,二是确保结构具有足够的强度和刚度;

翻身装置为全钢焊接结构,最大翻身能力为600t,外形尺寸36.545米(长) $\times$ 32.250米(宽) $\times$ 14.720米(高),总重量270.12t,材料为Q355B。翻转滚轮滚动直径18m,滚动面满足90°的滚动需求。翻身装置结构主要由矩形钢、板材以及部分工字钢组成。滚轮滚动面及支撑区域采用板材结构,中间滚轮受力最大,其腹板厚度为40mm,两侧滚轮腹板厚度为20mm。

依据有限元理论及模型简化原则,矩形钢450mm $\times$ 250mm $\times$ 7mm、450mm $\times$ 250mm $\times$ 12mm有限元模型中的梁单元来模拟;滚轮的滚动板、辐板及其筋板等采用有限元模型

中的薄壳单元来模拟。翻身装置本体有限元计算模型如图2所示。

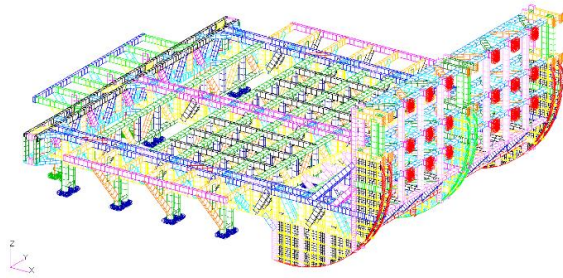


图2 翻身装置本体有限元计算模型

利用专业软件对模型进行计算和对计算的结果进行后处理。在翻身装置托起筒体结构翻身的过程中,约束及载荷随着提升翻转的角度动态变化。图3为最大工艺段翻至45°时梁结构总体合应力云图、表1为特定角度的仿真计算结果表。

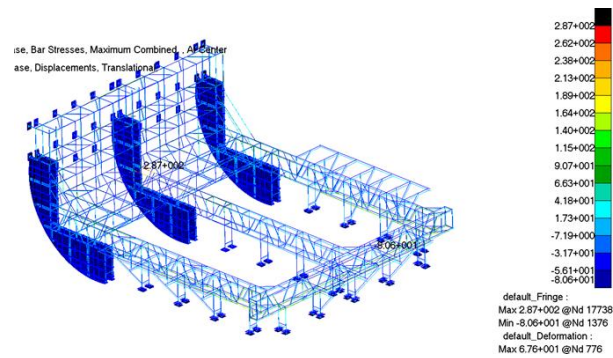


图3 45°时梁结构总体合应力云图

根据以上计算结果及分析,得到以下结论:翻身装置自身、翻身装置存放筒体结构、翻身过程以及最终的支撑状态都具有较好的强度和刚度,满足现场筒体结构的翻身需求。翻身装置的总体应力水平较低,虽然局部工况(较小区域)的最大应力值达到了约287MPa,但结合到使用工况以及使用频率,再考虑制作材料全部选用Q355E,所以从理论上可以认为翻身装置是足够安全的。

### 3.3翻身装置基础

根据仿真计算得出的最大支撑反力加上一定的安全系数作为翻身装置基础设计载荷,根据现场地堪资料,翻身装置滚轮基础为桩基形式,其余为筏板基础。预埋钢板作为翻身

装置地面支撑板和滚轮的传力板。

### 3.4翻身装置的支撑

工艺段翻身至85°度时,需要将翻身装置上的吊钩摘取并更换至工艺部段上将工艺部段吊装上位,需采取支撑装置对翻身装置进行稳定性支撑。经设计和校核,选择 $\phi 351 \times 20$ 的无缝钢板为支撑立柱、 $\phi 159 \times 6$ 的无缝钢管为立柱的斜撑。在翻身装置翻转到位后,通过手动专用叉车运输立柱就位并进行连接,确保翻身装置处于稳定支撑状态。

### 4 翻身装置应用

首先,用龙门吊将工艺分段吊放到翻身装置上进行固定,此时为翻转初始0°状态。然后,龙门吊的双小车通过起吊钢丝绳同时起吊翻身装置两侧的吊耳,缓慢地将翻身装置翻转至85°状态,然后停止起吊,安装翻身装置支撑工装,使翻身装置呈稳定支撑状态。为了防止翻转呈直立状态后超过直立临界状态,因此,确定翻身装置翻转至85°状态为最终翻身状态。翻身装置稳定支撑后,龙门吊钩摘取并更换至工艺部段上,作好将工艺部段吊装上位的准备工作。翻转过程中需注意龙门吊两台小车的同步性和提升力的一致性,防止翻身装置两侧受力不均而出现跑偏情况。翻身装置上的工艺部段吊装上上位后,再采用龙门吊将翻身装置吊放为0°状态,为下一个工艺分段的翻身作好准备。

### 5 结束语

经工程实践证明,采用上述翻身工艺对现场制安的大型筒体进行翻身工作,安全平稳、效率高、成本低,工艺技术稳定可靠。该翻身工艺虽然是在特定项目条件下研制的翻身工艺,对于其他类似的大型非标钢结构部件的翻身工作可以提供借鉴和参考。

### 参考文献

- [1] 《钢结构工程施工规范》GB50755-2012
- [2] 《钢结构设计规范》GB50017-2017
- [3] 《形状和位置公差》GBT1182-1996
- [4] 《建筑结构荷载规范》GB50009-2012

### 作者简介:

帅龙飞 1969.6 四川温江 男 单位:四川省工业设备安装集团有限公司 职务:项目总工程师 职称:高级工程师

表1 特定角度的仿真计算结果

角度	位移变形	梁轴向应力	梁弯曲应力	梁合应力	片体应力	吊钩载荷	固支载荷	滑动外侧载荷	滑动内侧载荷
0°	72.8	126	159	209	216	1.70E+06	1.10E+06	8.52E+05	1.21E+06
45°	67.6	178	155	287	155	1.63E+06	1.77E+06	4.90E+05	9.71E+05