

# 大型天圆地方组件制作工艺解析

陆叶飞 黄超 沈振华 俞洋

(上海振华重工(集团)股份有限公司 上海 201913)

**摘要:** 本文通过对 500t 桅杆吊中天圆地方组件的下料、压制、拼装、焊接、等流程中的各项工艺进行阐述,并根据现场施工时出现的问题,对工艺方案进行了优化,并积累了此类结构的制造经验,为后续制作类似结构提供了借鉴。

**关键词:** 天圆地方;下料;压制;焊接;拼装

## 0 引言

长期以来振华重工一直致力于传统的 A 字架型浮式起重机的研发及制造,如正在建造中的全世界最大的单臂架 12000t 全回转起重机,取得了令人瞩目的成果。桅杆式起重机与船体连接处为方形(图 1),相比与传统浮式起重机方便与船体的连接及制造,因此近年来国内外用户对于桅杆式起重机的需求正在逐渐增大,而桅杆式起重机的制造目前主要被国外公司所垄断,为提升公司在起重机制造方面的竞争力,公司首次研发制造了 500t 桅杆吊。为满足起重机进行回转,桅杆式起重机也同样存在圆形结构的回转承重结构,而桅杆式起重机与船体连接为方形,因此在其结构中产生了天圆地方结构。



图 1 桅杆式起重机

## 1 结构特点分析

天圆地方结构上口与圆形回转承重结构连接,下口与船体方形结构连接,将受力传至船体,在整个结构中

起到了承上启下的作用,因此天圆地方结构在桅杆式起重机结构中极为重要。500t 桅杆吊天圆地方组件利用板厚为 50mm 的高强钢 Q690E 压制,内侧均布安装 12 根 T 型钢,具体外形尺寸见图 2。

## 2 工艺方案的制定

### 2.1 放样下料

根据天圆地方自身结构特点及压制设备的压制范

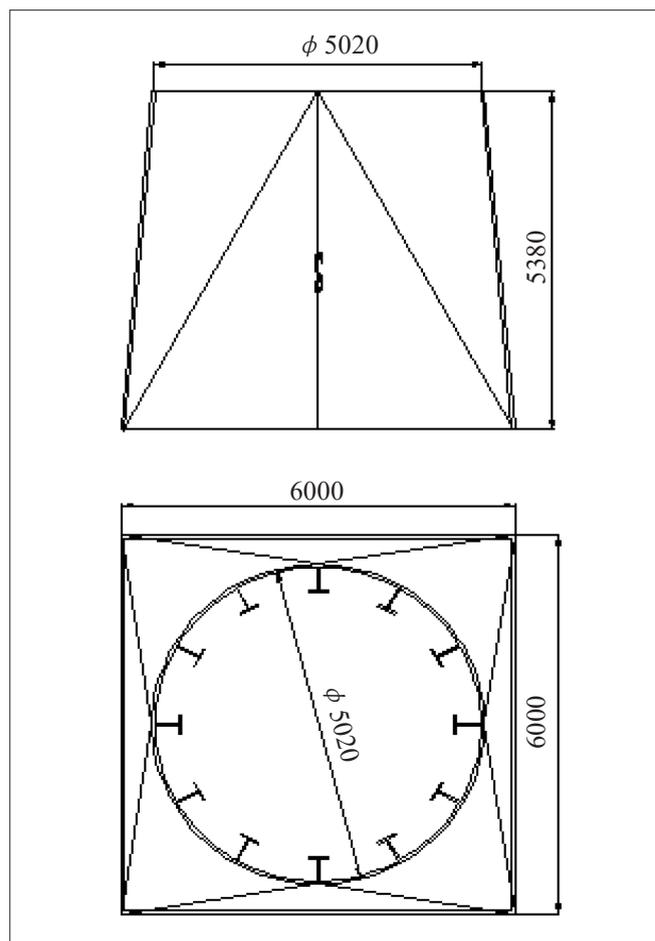


图 2 天圆地方结构外形尺寸

围，将整体结构均分成4部分下料后进行压制，再拼装成整体。考虑到其钢板材质为Q690E高强钢，板厚为50mm，屈服强度大，压制十分困难，压制尺寸精度难于控制，因此单个板片下料时四周均预留30mm的余量，待4个单片合拢时进行调整修割。由于压制设备性能限制，对50mm厚Q690E材质的钢板进行压弯，其钢板压线以外最少要保证300mm。为保证压制效果，对端部修割去除R80圆角，避免多次压制产生不同方向的变形而影响压制效果。

由于钢板规格限制，需对其进行分段下料后进行拼接，沿垂直方向一分为二进行分段利用率最高，但压制时在拼板缝区域由于钢板性能变化，会影响压制效果，经过分析后决定采用横向分段（图3）。

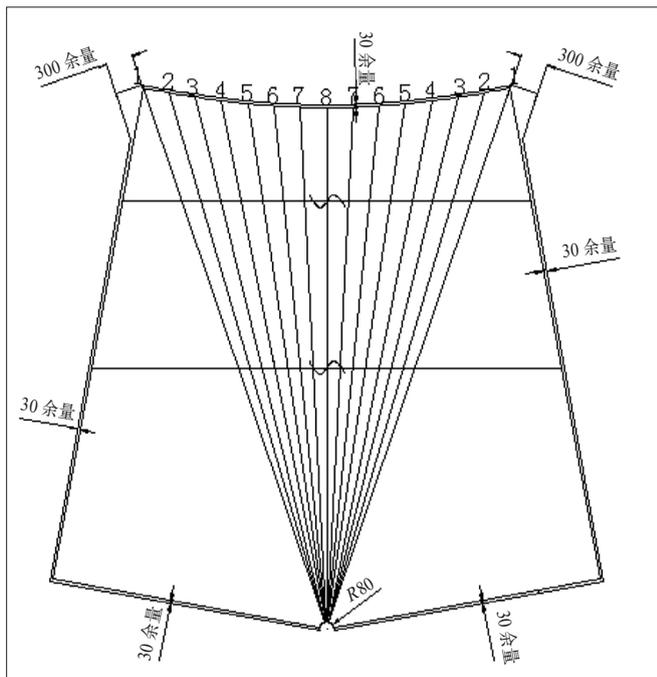


图3 1/4天圆地方展开下料图

根据图纸要求，天圆地方结构内需均布安装12根自制T型钢，从而导致T型钢一端安装在圆弧上，另一端安装在直面上。考虑到天圆地方圆弧的压制及转换点不可能完全与理论要求一样，从而导致T型钢与天圆地方的装配要求难以控制，所以在T型钢腹板下料时在与天圆地方安装侧预留50mm余量（图4），待T型钢安装时根据实际贴合情况修割余量。

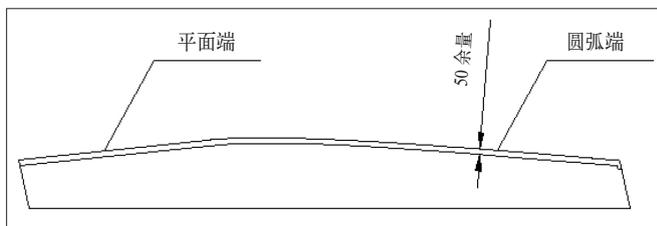


图4 T型钢腹板下料图

## 2.2 拼接、压制

为控制天圆地方的压制后尺寸精度，1/4个天圆地方展开分段下料后需测量单块钢板平整度，保证平整度在2mm内，对超差的钢板需采用油压机进行校正。由于预热温度高，坡口大，焊接变形严重，拼板焊接时采用埋弧自动焊进行焊接（图5），并且对其进行多次翻身施焊，以控制焊接变形。



图5 1/4天圆地方拼接

压制侧拼接焊缝余高不得大于2mm，以免影响压制，对于大出部分需进行打磨去除，拼板完成后按图画压制线及余量线，然后利用油压机进行压制成型（图6），并利用圆弧模板进行检测。

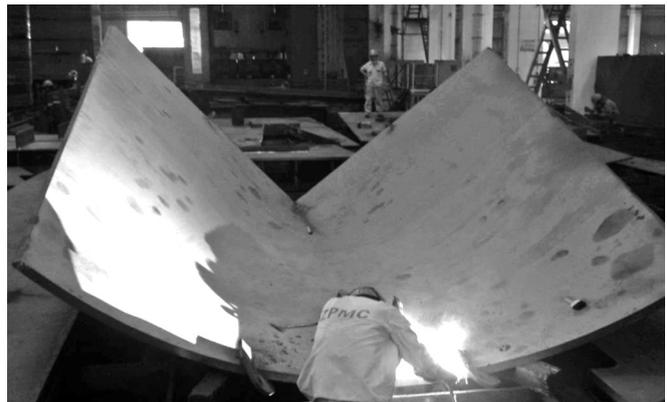


图6 1/4天圆地方压制成型现场图

## 2.3 合拢、施焊

为保证装配尺寸满足图纸要求，需铺设水平钢质平面。由于下料时上下口各留有30mm余量，所以此状态下方口和圆口尺寸不是图纸标注的尺寸，根据留有30mm计算方口尺寸，然后在钢质平面上画出方口安装线，再将1/4个天圆地方按安装线进行放置，将其调整到位，利用定位块进行固定（图7）。整体合拢后保证圆口直径公差±5mm，方口公差±5mm、对角线±5mm，圆口方口同心度偏差不大于5mm。

由于下端方口尺寸较大，预热温度高且焊接坡口大，产生的焊接变形大，而由于结构的特殊性及其高强钢，变形后将难于校正。为控制焊接变形，在在合拢焊缝施焊前圆口处安装米字型工艺撑，方口安装井字型工艺撑，且方口外侧增加一圈加强板（图8）。

## 2.4 T型钢安装

天圆地方结构内均布安装了12根自制T型钢，长

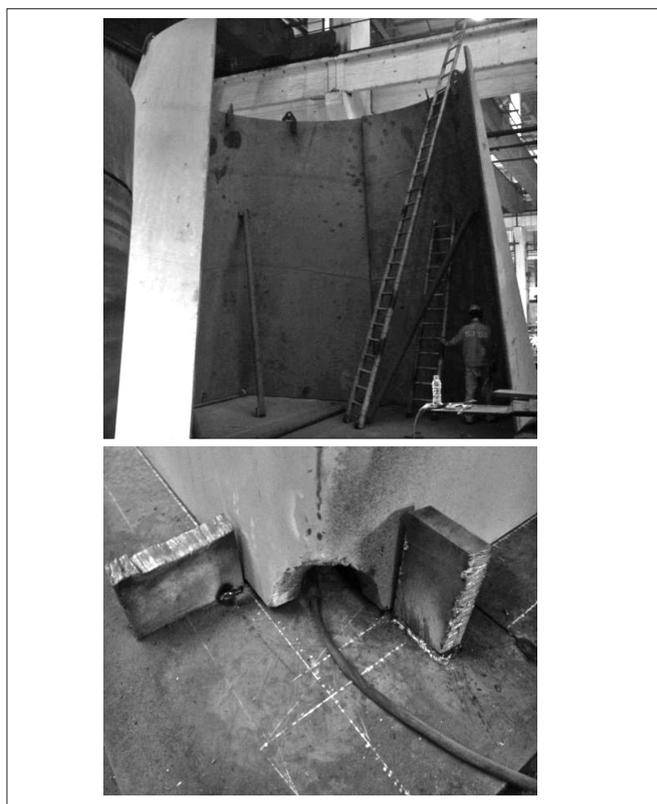


图7 1/4天圆地方合拢拼装效果图

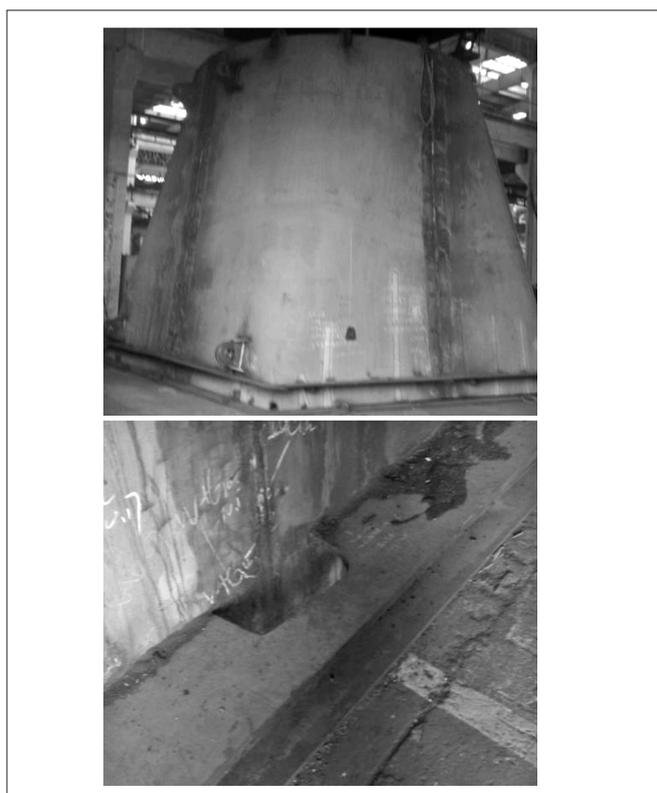


图8 天圆地方合拢焊后效果图

度5380mm，单根T型钢自重约1t，天圆地方竖立状态下安装，上口小下口大，T型钢为仰式状态下安装，不便于吊装及定位，且高空作业不利于安全生产，另外由于T型钢腹板留有50mm余量，需现场试安装再根据实际情况修割，综上所述至T型钢安装十分困难，工作量大。为提高安装效率，提高装配质量，首先在天圆地方竖立状态下划好T型钢的安装线，再将天圆地方90°翻身（图9），然后安装施焊水平面的T型钢，经过反复90°翻身，四个面T型钢全部安装完成，保证了装配精度，同时大大提高了生产效率。



图9 天圆地方90°翻身安装T型钢

### 3 结语

桅杆吊由于其自身特有的结构特点，使得其在海工领域有着广阔的应用前景。而天圆地方组件由于其在桅杆式起重机中特殊的位置，使天圆地方组件制作的好坏直接影响起重机的质量。在天圆地方组件的制作过程中，根据组件的结构特点以及生产能力，对制作工艺进行了优化和改进。如今500t桅杆吊已总装完成，天圆地方组件很好的与上下结构进行装配连接，证明本工艺方案很好的解决和预防了天圆地方组件在制作过程中遇到的问题，并为公司后续制作含有大型天圆地方组件的项目提供了宝贵经验和技术支持。

#### 参考文献：

[1] 美国焊接协会. 美国钢结构焊接规范 [M]. 成都：西南交通大学出版社，2008.

**作者简介：**陆叶飞（1982.01-），男，汉族，上海人，本科，工程师，研究方向：生产管理及钢结构制作。