

# 埋弧焊在风力发电机座大厚板焊接上的应用体会

风润新能源设备有限公司 (陕西西安 712044) 曹晓民 冯小静

风力发电作为清洁和可再生能源越来越受到国家的重视,风力发电设备制造业也蓬勃发展。为了占领风电设备制造市场,我公司先后开发了1.0MW、1.5MW、2.0MW风力发电机机座产品。采取高效及合理的焊接工艺是成功焊接风力发电机座的关键,SAW焊是一种高效的焊接方法,应用该方法来焊接大厚板风力发电机座无疑可以提高焊接效率。

我们通过多项焊接试验,确定了SAW焊接大厚板风力发电机座的各项工艺规范,并对设备进行了局部改造,取得了理想的效果。下面就应用中的一些体会做一介绍。

## 1. 焊接材料的确定

风力发电机座材质大多数为Q345E-Z25,板厚50~120mm,均属于大厚板。由于Q345E-Z25钢属于低合金高强度钢,要求在-40℃时其冲击韧度值 $\geq 27J$ ,为此在选用焊接材料时除考虑其他性能外,应特别重视低温冲击值的匹配。按照等强度的原则选择焊丝并按照标准JB4708—2000《锅炉压力容器焊接工艺评定试验》严格进行试验、检验和验收。施焊40mm厚平板对接试板时的焊接参数如表1所示。

按照以上焊接参数焊接后,对试板进行了理化检测,试验结果如表2所示。

从表2可以发现,焊接材料试验的结果符合Q345E-Z25钢材的性能要求,在实际生产中即选用该焊丝。本次试验中未采用焊接材料H10Mn2+HJ431组合,主要考虑到母材有较高的低温冲击韧度要求,另外还考虑到HJ101的深坡口脱渣性能要比HJ431好一些。

表1 焊接参数

焊接方法	焊丝直径/mm	焊接材料	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·min <sup>-1</sup>
SAW	5	H10Mn2+HJ101	580~650	36~42	220~550

表2 试验结果

试样编号	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	冲击吸收能量 A <sub>kv</sub> (-40℃)/J			弯曲180°	
			缺口位置	冲击值		面弯	背弯
1	555	—	—	—	—	—	—
2	550	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	无裂纹	—
4	—	—	—	—	—	无裂纹	—
5	—	—	—	—	—	—	无裂纹
6	—	—	—	—	—	—	无裂纹
7	—	—	焊缝	96	83	44	—
8	—	—	热影响区	168	182	168	—

## 2. 坡口的确定

风力发电机座为大厚板组焊成的箱型梁,并要求焊后进行100%超声波无损检测达JB4730.3的I级。这就要求焊接时钢板必须开坡口,只有开坡口才可保证焊缝焊透。总的原则是既要满足焊透又要有较小的填充金属,便于保证焊接质量,减小焊接变形。通过多次试验,并在生产中应用的适合风力发电机座大厚板箱型梁焊接的SAW焊坡口形式如图1、图2所示。

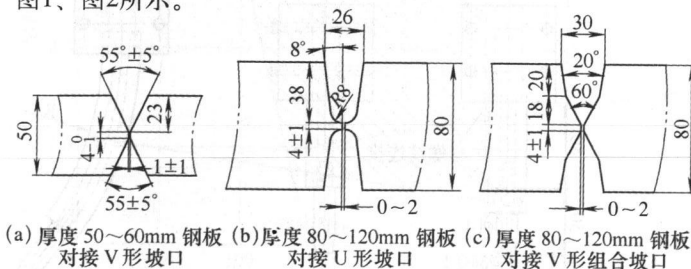


图 1

本文获得“中国安装协会焊接专业委员会2012年年会暨焊接标准及先进焊接技术研讨会”论文大赛优秀奖。

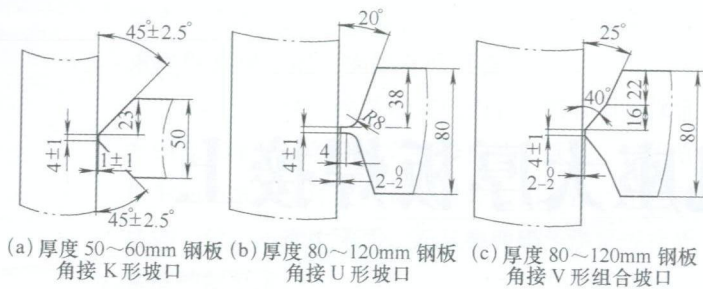


图 2

在图1、图2中，如果图1b、图2b加工有困难，可以按照图1c、图2c的尺寸加工，原则上因为图1b、图2b坡口形式根部容易焊透，不易出现缺陷，一般推荐图1b、图2b的坡口形式，但图1b、图2b坡口加工比图1c、图2c坡口加工稍难。试验证实两种坡口均可使用，可根据工厂实际情况选取。

### 3. 设备局部改造

风力发电机座为大厚板组焊成的箱型梁，钢板厚度较厚，焊接时必须开坡口进行多层多道焊，考虑到热输入及焊接时的填充量，坡口要尽量小一些。为了满足以上坡口的焊接要求，我们对埋弧焊机的导电嘴系统进行了改造。改造前的导电嘴结构如图3所示。

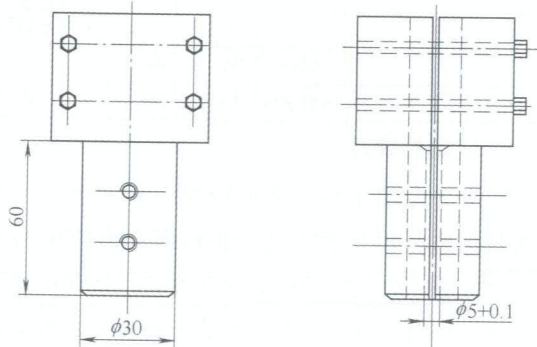


图 3

改造后的导电嘴如图4所示（导丝管及导电

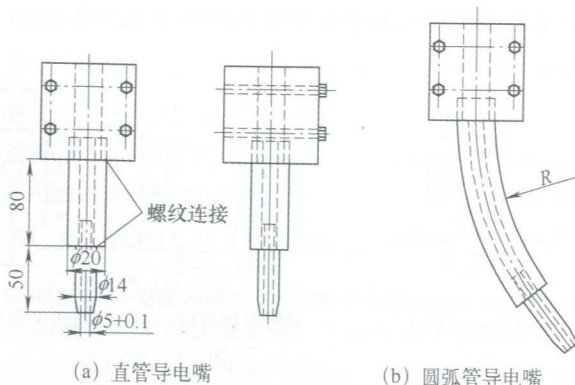


图 4

嘴材料均为T2)。图4a可用于平板对接焊缝，图4b可用于角焊缝焊接。通过实际应用效果很好。

### 4. 焊接变形控制

由于埋弧焊采用的焊丝直径较大，一般为 $\phi 5\text{mm}$ 、 $\phi 4\text{mm}$ ，势必具有较大的热输入，因此造成的焊接变形较大。

为了控制焊接变形，可采取以下措施：

(1) 预留焊接收缩量 机座组装时，按照以往的经验，分别在高度方向上留3~5mm，在宽度方向上留3~4mm收缩量，这样可弥补焊后收缩变形，保证整体机座的尺寸稳定。

(2) 增加刚性支撑 机座组装时，为减小变形，在其上下两大平面上采用20H钢按“目”、“井”字形结构进行加固，待整体焊完热处理后去除，防止焊接变形。埋弧焊时必须加支撑，实践证明，如果不加支撑，两立板焊后间距变形量特别大，局部达到30mm，因此焊前必须加支撑。

(3) 控制焊接顺序 为减小变形，原则上应对称施焊，一般正面焊缝焊接一半时，可清根焊接背面焊缝，背面焊缝焊满后再翻身焊接正面未焊焊缝。必要时随时测量变形情况，随时调整焊接顺序。

现场焊接及焊后焊缝效果如图5、图6所示。

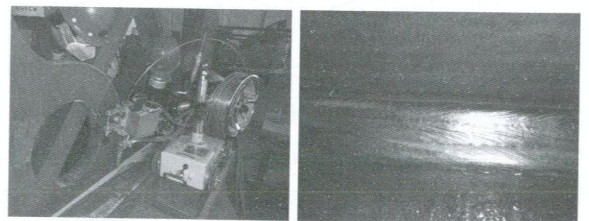


图 5

图 6

### 5. 结语

(1) 风力发电机座大厚板箱型梁采用SAW焊，焊后进行100%超声波无损检测，达JB4730.3的I级，总返修率不超过1%。

(2) SAW焊施焊时使用焊丝H10Mn2+HJ101， $\phi 5\text{mm}$ ，并合理选择焊接参数，完全可以满足焊接Q345E-Z25钢板的风力发电机座。

(3) 用SAW焊焊接Q345E-Z25大厚板箱型梁，通过采取不同坡口形式，控制焊接顺序，设备局部改造等措施，完全可以实现焊接高效率，高质量的效果。 MW (20120906)