30CrMo与Q345D的焊接

彭超　湛宣科　胡杰超

【摘要】介绍了30CrMo与Q345D异种钢焊接的工艺过程，通过采用CO_2气体保护焊，采取控制焊接热输入、预热和焊后保温处理等措施，防止冷裂纹的产生，获得了满意的焊接接头，为公司在焊接异种钢方面积累了非常宝贵的经验。

1. 概述

我公司承接某公司风力发电机的转子支架主轴，此主轴采用30CrMo与Q345D焊接，主轴直径为1 450mm，属大型主轴。我们对焊接接头及焊接方法进行了焊接工艺评定试验，确定其焊接工艺，试验结果表明，焊接工艺合理。

2. 焊接工艺的制定

（1）焊接方法　异种钢的焊接大都采用焊接热输入集中、效率高、熔池保护和脱氢效果好及焊接变形小的CO_2气体保护焊，也有采用焊条电弧焊、埋弧焊和激光焊等焊接方法。根据我公司的实际条件，选用常用的CO_2气体保护焊。

（2）焊材的选材原则　第一，等合金成分原则，合金成分依据焊接性较差的30CrMo选定；第二，等强原则，强度级别依据强度级别较低的Q345D选定；第三，经济性，选择常用的焊接材料。

综合以上三点，Q345D为低合金钢，参照GB/T1591—2009，25mm厚钢板力学性能如表1所示；30CrMo为合金结构钢，参照GB/T3077—1999，其力学性能如表2所示，热处理状态为调质（一次淬火880℃，540℃回火）；选取匹配的ER50—6焊丝，力学性能如表3所示。

（3）焊接工艺　根据以上分析及选材，制定出相应的焊接工艺并进行试验，焊接坡口形式及焊接顺序如图1所示，焊接参数如表4所示，焊丝直径为1.2mm。

（4）焊前清理　焊前用砂轮打磨焊接坡口及坡口周边15~20mm内的毛刺、铁锈、油污、水、油漆及其他杂物，将其仔细清除干净。必须清洁焊接的

表1　Q345D的力学性能

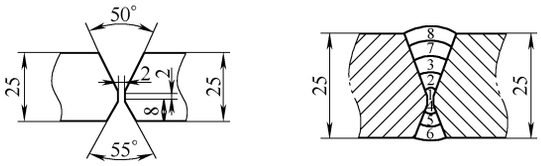
屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率（%）	冲击吸收能量（-20℃）/J
≥335	470~630	≥20	≥34

表2　30CrMo调质处理的力学性能

屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率（%）	冲击吸收能量（-20℃）/J
≥785	≥930	≥12	≥63

表3　ER50—6的力学性能

屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率（%）	冲击吸收能量（-20℃）/J
≥375	490~660	≥22	≥47



（a）坡口形式　　（b）焊接顺序

图1　焊接坡口及顺序

表4　焊接参数

焊层	焊接电流/A	电弧电压/V
打底	240~280	24~28
填充	280~320	38~34
盖面	300~340	28~34

切口表面，不允许有任何夹杂和毛刺。

（5）焊前预热　焊前预热温度为220~260℃，加热位置在焊缝两侧各75~100mm，保持均热。

（6）层间温度　焊道层间温度控制在（220±10）℃，采用多层多道焊接。

（7）焊后热处理　焊接完成后立即进行后热处理，后热温度为（250±20）℃，后热持续时间≥120min，然后石棉板保温，缓慢冷却（见图2）。

（8）无损检测　要求超声波探伤的焊缝，焊后热处理48h后对焊缝进行超声波检测，按JB4730.3 Ⅱ级合格；退火清整后进行超声波复探，并进行磁粉探伤，JB4730.4 Ⅱ级合格。

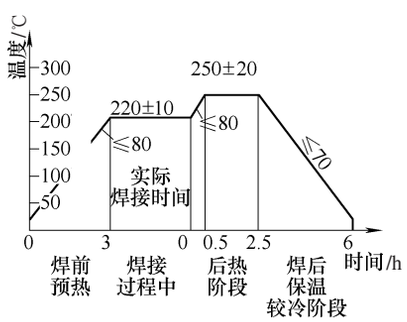


图2　焊接过程中温度控制

（9）焊接接头综合力学性能　采用CO_2气体保护焊、ER50—6焊丝，按照确定的焊接工艺，采用X形坡口焊接25mm厚钢板，对焊接接头的拉伸性能、冲击性能（V形缺口）及弯曲性能进行试验，结果如表5所示。

由此可见，焊接接头的抗拉强度、低温冲击性能及弯曲性能良好，符合使用要求，此工艺合理。

3. 工艺措施在产品上的应用

按以上工艺，我们对ϕ1450mm的主轴进行焊接（见图3）。焊接过程中需克服以下几点困难：①主轴需要加热（采用履带式加热器），电缆的接入非常多，无法实现自动化焊接。②由于主轴焊接过程中需要加热220℃左右，在内部焊接，人体无法适应。③焊接过程中最好一次成形，出现任何缺陷都要重新预热、焊后保温等，浪费时间。

综合以上几点，我公司选用经验丰富的焊工，采用平焊，在主轴内部垫石棉板，石棉板起到隔热、保温措施，人体可以适应，从而达到了预期效果，焊缝一次性通过各项检测。

表5　厚度为25mm的Q345D与30CrMo对接接头力学性能

抗拉强度/MPa	侧弯	冲击吸收能量（-20℃）/J		
		焊缝中心	热影响区（30CrMo侧）	热影响区（Q345D侧）
570、613	合格	53、60、52（均值55）	75、72、75（均值74）	45、42、42（均值43）

（a）加热设备及石棉板铺设

（b）温度监控

图　3

作者简介：彭超等，国水投资集团西安风电股份设备有限公司。

MW 20160425