



NM400与Q345C焊接工艺研究

姜丽丽 乔红梅 智学元 闫佳

【摘要】为提高道岔辙叉部分叉心的耐磨性，将叉心由整体钢坯结构改为NM400钢板和Q345C焊接的分层结构。通过对母材焊接性分析，确定了合理的焊接工艺，从而保证焊缝具有良好的力学性能。

关键词：NM400；Q345C；焊接

1. 概述

NM400是一种低合金高强度耐磨钢，具有高强度、韧性及耐磨性等优异性能，不仅可以提高耐磨件的寿命，而且通过合理设计，可以降低生产成本。

我公司主营多种速度道岔，是机车车辆从一股轨道转入或越过另一股轨道时必不可少的线路设备。道岔主要包括转辙器、连接部分及辙叉部分，对于辙叉叉心来说其耐磨性好坏直接影响整组道岔的使用寿命。由于Q345C钢板价格低廉，所以公司近期在设计开发耐磨钢和普通钢板进行焊接形成叉心，即可满足耐磨强度的要求，又降低了制作的成本。本文主要研究了两种板件的焊接工艺，并论证了其可行性。

2. 焊接材料

试验材料为70mm厚调质NM400钢板、110mm厚Q345C钢板。两种试验材料的力学性能

及化学成分分别符合GB/T24186《工程机械用高强度耐磨钢板》、GB/T1591《低合金高强度结构钢》要求。其化学成分及力学性能如表1、表2所示。

从附图可以看出，Q345C母材金相组织为铁素体加珠光体，NM400母材金相组织为贝氏体、索氏体加少量残余奥氏体。为充分考虑合金元素对焊接性的影响，根据碳当量来判断母材的焊

接性。由于NM400钢和Q345C钢均属于低合金钢，且所用钢板厚度均超过20mm，因而选用美国焊接学会推荐的碳当量公式计算CENM400值为0.68%；CEQ345C值为0.24%。两种钢板碳当量相差很大，其焊接性有好有坏，因此决定采取低温预热的方法对钢板件进行预热。

焊接采用CO₂气体保护焊，由于NM400钢与Q345C钢的焊

表1 Q345C与NM400化学成分

牌号	化学成分（质量分数，%）							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
Q345C	0.20	0.14	0.25	0.007	0.002	0.001	0.001	0.001
Q345C标准要求	0.2	0.5	1.7	0.030	0.030	0.30	0.50	0.10
NM400	0.25	0.27	0.86	0.010	0.003	0.84	0.48	0.47
NM400标准要求	0.3	0.7	1.6	0.025	0.01	1.00	0.7	0.5

表2 母材与焊材力学性能

材料名称	σ_b /MPa	δ (%)	KV/J
Q345C	450~600	≥19	≥34
NM400	≥1200	≥10	≥24
ER50-6焊丝	≥490	≥22	≥27

接性有差异，为防止焊接裂纹和未熔合缺陷的产生，提高焊缝强度，选取焊接材料时兼顾两种母材的强度，焊丝牌号为ER50-6， $\phi 1.2\text{mm}$ ，其力学性能如表2所示

3. 焊接工艺要点

(1) 试件准备 对NM400与Q345C进行 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 周围坡口加工。焊接前将坡口及周围30mm范围内铁锈、氧化皮等清除干净，并打磨出金属光泽。

(2) 焊前预热 由于NM400钢的碳当量较大，厚度也很大，焊接采取适当的预热措施，以防止冷裂纹的产生，但预热温度不能过高，控制在 $100 \sim 150^\circ\text{C}$ 。预热时，用测温计对预热部位进行检测，直到温度达到要求为止。要注意的是加热温度不宜过高。

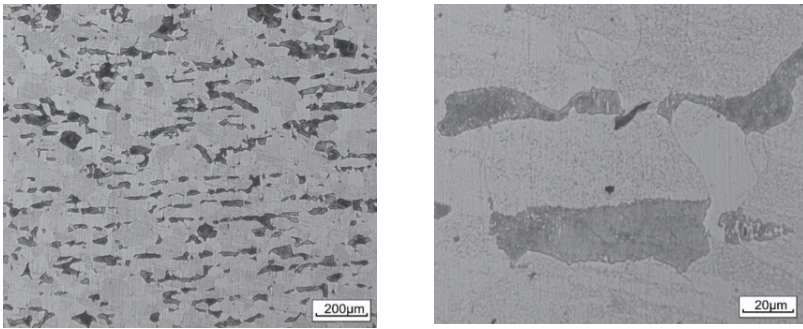
(3) 焊接参数 焊接过程中需要控制层间温度不低于预热温度。焊后应对全断面进行检查，缺肉时使用小电流补焊。具体的焊接参数如表3所示。

4. 试验结果与分析

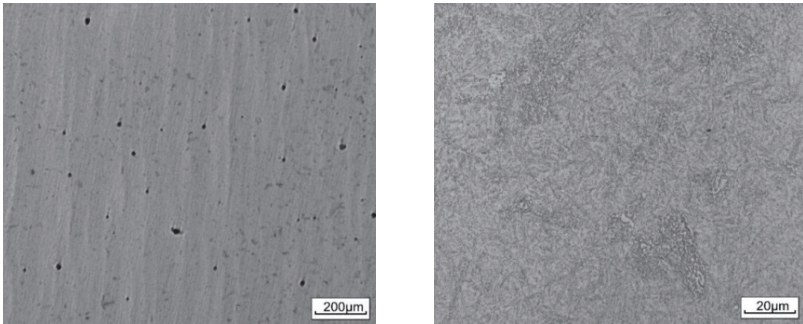
将焊接试板焊缝表面打磨平整后，先着色探伤，再进行超声波探伤。焊后沿垂直于焊缝方向割取拉伸试样，焊接接头拉伸试样加工成 $\phi 6\text{mm}$ 拉伸试样；冲击试样规格为 $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 55\text{mm}$ ，V形缺口开在双侧熔合线及焊缝位置。

(1) 拉伸性能 对焊缝进行拉伸试样取样，拉伸试验结果如表4所示。由表4可见，焊缝区的抗拉强度略高于焊接材料强度。

(2) 冲击性能 表5是焊接接头冲击试验结果。结果表明，



(a) Q345C钢板金相组织



(b) NM400钢板金相组织

母材金相组织照片

表3 焊接材料及参数

焊接材料		焊接参数		
型号	规格/mm	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·min ⁻¹
ER50-6	$\phi 1.2$	130~150	22~30	40~43

表4 拉伸试验结果

取样部位	抗拉强度/MPa	伸长率 (%)
焊头	521	25.5
Q345C母材标准要求	450~600	19
NM400母材标准要求	1200	10
ER50-6 焊丝	≥ 490	22

表5 冲击试验结果

取样部位	编号	常温KV ₂ /J
焊缝	1	130
	2	142
	3	134
NM400侧熔合线	4	36
	5	46
	6	26
Q345C熔合线	7	47
	8	28
	9	30



FastCAM套料软件 在液罐车上的应用

韩阳阳

【摘要】通过对FastCAM套料软件特性的简要分析，结合液罐运输车车身部件的结构特性，总结出一些FastCAM套料软件在液罐车零部件板材及型材利用率方面的应用。

关键词：FastCAM套料软件；材料利用率；套料

1. 概述

市场经济的典型特征是竞争，每个国家、企业、每个人都能强烈地感受到竞争气息，通过竞争来获得自己的生存发展空间。因此，大家都把核心竞争力作为企业持续发展的基础。对于改装车企业来说，提高原材料利

用率是降低生产成本的一个重要途径。

焊缝区具有较高的冲击韧性。

5. 结语

通过试验，证明了NM400钢板与Q345C钢焊接的可行性。通过系统试验，发现焊缝金属具有很好的强度和韧性，焊接接头具有良好的力学性能。撒叉又心采用NM400和Q345C异种钢焊接这种分层结构，可以很好地提高叉心的使用寿命，同时降低了叉心制作成本。

作者简介：姜丽丽等，铁科（北京）轨道装备技术有限公司

MW 20170721

用率是降低生产成本的一个重要途径。

一般形状规则的零件可以使用冲压加工，以得到较好、较经济的产品；不规则和较厚板材的零件需要使用数控切割机（等离子切割和火焰切割）来加工。由于零件的不规则，使用FastCAM套料软件比普通的数控排版节省3%~5%的板材。

随着社会的发展，在数控切割方面，不再满足于“可以切”的基本要求，还需要对数控切割技术和技巧进一步研究，提出更科学的方法。通过对数控切割提出“切得快”、“切得好”、“切得省”的要求，以提高数控切割的质量、材料的利用率，减少切割耗材的使用。

2. FastCAM套料软件在液罐车上的应用

液罐车部件材质为铝板、不锈钢板、碳钢板，其中型材和铝合金材质居多，铝合金板材价格在每吨2万元左右。面对高昂制

造成本，我们只有通过提高材料利用率，来降低成本。

FastCAM套料软件分为四个模块，即FastCAM画图模块、FastNEST套料模块、一是FastPATH编程模块和FastPLOT效验NC模块，我们在液罐车部件切割上主要使用其中两个模块。FastNEST套料模块：核心技术是全自动共边、借边、桥接和连割，可有效减少预热穿孔70%，减少切割路径30%，提高切割效率40%，提高板材、型材利用率3%~5%；同时可以将套料后的剩余板材保存在FastCAM软件中，进行下次套料，进一步提高了材料利用率。二是FastPLOT效验NC模块：用来检验NC数控程序，避免重线、断开，可以显示出板材的利用率及零部件的重量、面积等属性。

FastCAM套料软件的套料方式和切割工艺，决定了数控切割机的切割效率和板材及型材的利用率，决定钢材浪费的程度和企