

《材料焊接性》

实 验 指 导 书

施一丰 编写

适用专业：焊接技术与工程

江苏科技大学材料科学与工程学院

2011 年 6 月

实验 1: 高强钢焊接冷裂纹敏感性实验

实验学时: 6

实验类型: (验证、综合、设计)

实验要求: (必修、选修)

一、实验目的:

通过本实验使学生在教师指导下学会正确地使用不同的检测技术,测定不同牌号,不同工艺条件下的冷裂敏感数据。并能依此判定该工艺条件下该钢种的冷裂倾向,提出该钢种防止冷裂的可能途径和措施,学会正确地制定合理工艺。

二、实验内容:

1.对 18MnMoNb 和 16Mn 进行小铁研试验,通过测量试件裂纹率,定性地了解钢材成分和焊接工艺与冷裂倾向的关系;

2.对 18MnMnNb 和 16Mn 在不同预热条件下进行插销法试验,测定其临界应力值,定量地了解钢材成分和焊接工艺与冷裂倾向的关系;

三、实验原理

常用低碳钢的焊接性能良好,但随着生产的发展,要求钢材的强度愈来愈高。提高钢材强度可以通过增加钢中的含碳量方法。但这就使焊接性能变坏,尤其是冷裂十分敏感。因此,一般情况下都不采用增加含碳量的方法来提高钢材的强度。常用的方法是采用低碳条件下加入强化钢材的合金元素,这就是我们常用的高强结构钢。加入的合金元素一般都希望在对韧性不降低或降低很少的前提下提高强度。随着强度的提高,则合金元素愈来愈多,且合金元素的种类也愈来愈复杂。随之而来的是焊接延迟裂纹的大量出现,造成严重的后果。因此,高强结构钢焊接的最主要问题是冷裂的防止,冷裂中最严重的为延迟裂纹。而延迟裂纹的敏感性除与钢种化学成分有关外,与应力及焊缝中的[H]含量均有关。因此在特定工艺条件下对钢材的冷裂倾向的估计及对特定钢种为防止焊后冷裂应采取何种工艺措施,这两者对焊接生产来说是至关重要的。

钢材的冷裂倾向可以通过碳当量公式、冷裂敏感指数等方法进行间接的估计。但这往往与实际焊接情况有很大区别。因此,间接法一般只用来进行可焊性试验之前的预估计,钢材的冷裂倾向往往都是采用直接测量法进行测量。最常用方法是小铁研法及插销法,前者是定性测量,后者是定量测量。

四、实验方法

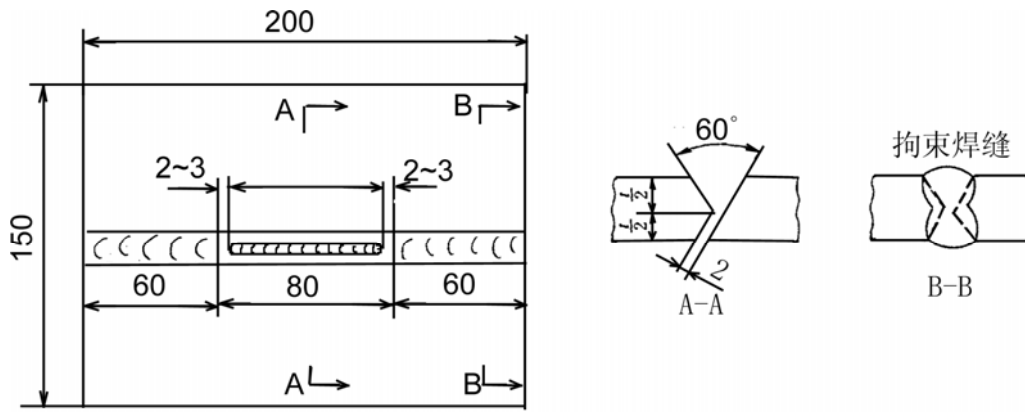


图1 Y型坡口对接裂纹试件（小铁研试件）

1.小铁研试验法：其试样尺寸及坡口型式见图1。

试验焊道的标准焊接规范为：

焊条直径 $\phi 4\text{mm}$

焊接电流 170A

电弧电压 24V

焊速 150mm/min

试验焊道的两端不得与联系焊缝相连，相距为 2~3mm。

试验焊缝焊后放置 48 小时，然后进行裂纹检查。计算裂纹率的标准为三种，图可参见图

2。

(1)表面裂纹率 = $(\sum \text{表面裂纹长度} / \text{焊缝有效长度}) \times 100\%$

(2)根部裂纹率 = $(\sum \text{根部裂纹长度} / \text{焊缝有效长度}) \times 100\%$

(3)断面裂纹率 = $(\sum \text{断面裂纹高度} / \text{焊缝断面有效高度}) \times 100\%$

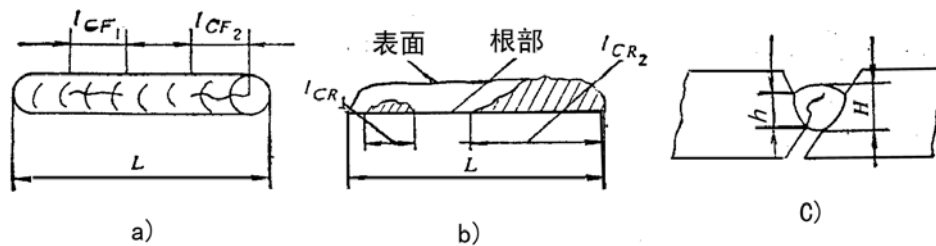


图2 计算裂纹率三种方法

a) 表面裂纹 b) 根部裂纹 c) 断面裂纹

2.插销试验法：(Implant Test)

现为 IIW(International Institute of Welding)推荐的冷裂纹试验方法，目的是评定氢致延迟裂纹。IIW 规定的试样尺寸参见图 3。

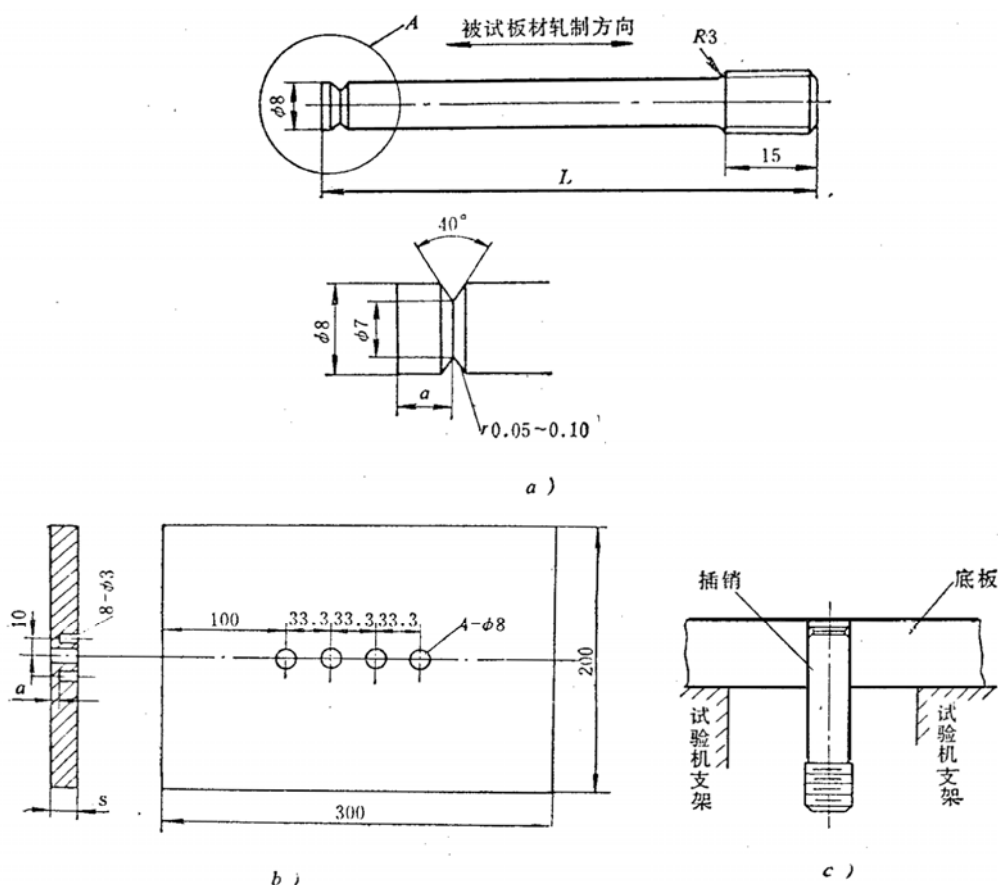


图3 插销试棒

五、实验材料和设备：

1.实验用设备：

- | | |
|---------------------|-----|
| (1) ZX3-400 硅整流弧焊机 | 一台； |
| (2) MZ-1000 型埋弧自动焊机 | 一台； |
| (3) HCL-2 型五头插销试验机 | 一台； |
| (4) SM-501B 型工具显微镜 | 一台； |
| (5) XWTD-664 型台式记录仪 | 一台； |
| (6) HY704-1 型电焊条烘干箱 | 一台； |
| (7) MG-20 型钳形电流表 | 一只； |
| (8) 秒表 | 一只； |
| (9) 金相切片机 | 一台； |

2.实验用材料：

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| (1) 18MnMoNb 或 16MnR 钢的小铁研试板 | 二套； |
| (2) 18MnMoNb 或 16MnR 钢的插销试棒 | 二至四根； |
| (3) 结 507 焊条与结 422 焊条 | $\phi 4\text{mm}$ 各若干； |
| (4) 250×32×2mm 碳化硅薄片砂轮 | 一片； |
| (5) 水砂纸 200#, 360#, 400#, 500# | 各一张； |

- (6) 3%硝酸酒精溶液和无水乙醇 若干；
 (7) 丙酮 若干。

六、实验步骤：

1.小铁研试验：

- (1)将小铁研试板装在夹具上进行点焊，控制装配间隙的垫片厚 3mm；
- (2)交替焊接拘束焊缝的正反面，控制试板的角变形，焊后的间隙应为 $2 \pm 0.2\text{mm}$ ；
- (3)等试板冷却后，用自动焊机以标准焊接规范焊接试验焊缝；
- (4)48 小时之后检测试验焊缝的裂纹率。首先清理焊缝表面测定表面裂纹率；其次将试验焊缝全长剖五个横断面，经磨光、侵蚀测出断面裂纹率；最后按国标规定换算出根部裂纹率。

2.插销试验：

- (1)用工具显微镜检查每根试棒的缺口尺寸，并进行记录。选取符合精度要求的做试验；
- (2)用丙酮清洗试棒和底板的插销孔；
- (3)将插销机加载机构调整到起始工作位置，把条型平衡显示仪的加载指针调整到试验要求的加载应力；
- (4)将插销试棒旋入插销机的加载螺母中，将底板的插销孔对准插销试棒，使插销试棒插入孔内。底板放在插销机上，升降试棒，使试棒端面与底板平齐。
- (5)在自动焊机上装上试验规定(焊条牌号与烘干条件)的焊条，并使焊道的轨迹对准插销试棒。然后，以标准焊接规范在底板上焊 150mm 长的试验焊道。一般焊接规范取：焊条直径 $\phi 4\text{mm}$ ，焊接电流 160~180A，电弧电压 23~25V，焊接速度 150mm/min。
- (6)根据热循环试验所得的冷却时间，当试棒的缺口冷至 150°C ，开始加载至选定的应力。
- (7)保持该应力值直至试棒在缺口处断裂或 16 小时以上不断，记下试棒的加载应力和断裂时间。
- (8)按上述步骤将预先选定的各加载应力的试棒的试验全部做完，将数据列表，作图，找出 σ_{cr} 值。

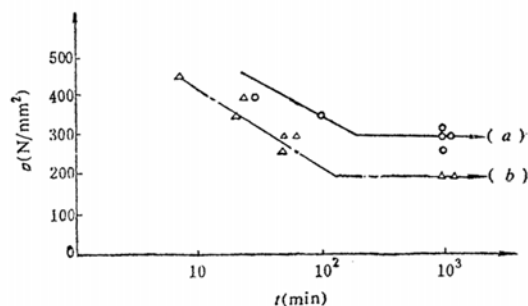


图4 加载应力与断裂时间的关系曲线

七、实验结果及数据处理：

1.各材料化学成分与机械性能(列表)

材质	化学成分(%)							机械性能		
	C	Si	Mn	S	P	Mo	Nb	σ_b	σ_s	δ
16Mn										
18MnMoNb										

2.小铁研试验实验数据

试件编号	试件材质	试件预热温度 $^{\circ}\text{C}$	焊条牌号及烘干条件	裂 纹 率 (%)							
				表面	断面						根部
					1	2	3	4	5	平均值	

八. 实验结果讨论

- (1)对比上述材料焊接冷裂敏感性，并加以说明。
- (2)讨论钢材成分、工艺条件对焊接冷裂倾向的影响。
- (3)欲使上述材料在焊接时不出现冷裂，应在工艺上提出什么措施？