

镀锌家电板成形性能试验研究

陈连峰^{*}, 刘光明, 熊爱明, 郑天然, 张召恩, 杨瑞峰, 藤华湘

(首钢技术研究院, 北京 100041)

摘要: 研究了首钢生产镀锌家电板的力学性能, 胀形性能, 成形极限及实冲情况。结果表明, 该家电板具有良好的力学性能和成形性能。实冲零件质量良好。

关键词: 成形性; 成形极限; 杯突试验; 试验研究

中图分类号: TG386 文献标识码: A 文章编号: 1000-3940 (2006) 04-0123-03

Experimental study on the formability of sheet for home electrical appliances

CHEN Lian-feng, LIU Guang-ming, XIONG Ai-ming, ZHENG Tian-ran, ZHANG Zhao-en, YANG Rui-feng, TENG Hua-xiang

(Shougang Research Institute of Technology, Beijing 100041, China)

Abstract: This paper studied the mechanics, bulge ability and FLD of steel sheet for home electrical appliances. It shows that the formability of steel sheet for home electrical appliances made by Shougang is quite well. The part formed by it shows good quality.

Keywords: formability; forming limit; bulge test; experimental investigation

1 引言

近年来, 人们生活质量的显著提高, 促进了环保型家用电器的发展。这些都对高品质家电板生产提出了很高要求。因此, 研究开发并大批量生产高品质家电板具有重要的意义。长期以来, 高档家电外板特别是环保型家电外板的生产一直困扰着我国钢铁行业。首钢通过引进国外先进技术和设备, 具备了生产高品质镀锌家电板的能力。

本文研究了首钢生产某种牌号镀锌家电板的力学性能及模拟成形性能。

2 试验材料及方法

2.1 试验材料

试验材料采用首钢产厚度为 0.8mm 的镀锌家电板。采用冷轧板在镀锌线上连续退火的工艺。其化学成分如表 1 所示。

表 1 试验钢板化学成分

Table 1 Chemical component of testing steel

C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	AlT (%)	Als (%)
0.040	<0.01	0.24	0.010	0.009	0.047	0.039

2.2 试验方法^[1]

(1) 单拉试验 试验在 MTS 810 材料试验机上

进行。试样分别取自 0°、45° 和 90° 3 个方向。采用 GB3076—82 金属薄板带拉伸试验方法来检测材料的延伸率、屈服强度 σ_s 、抗拉强度 σ_u 的值, 采用 GB/T 5028—1999 金属薄板和薄带拉伸应变硬化指数试验方法测量 n 值, 采用 GB5027—1999 金属薄板和薄带塑性应变比试验方法检测 r 值。

(2) 杯突试验 杯突试验是用来评估板材的胀形性能, 其测量指标为 IE 值。试验在 BCS—30D 型通用板材试验机上进行。

(3) 成形极限试验 按照 GB/T15825.8—1995《金属薄板成形性能与试验方法: 成形极限图 (FLD) 试验》的规范, 将板料加工成宽度为 10, 20, 30, 170 共 16 组试样, 利用油墨法在 FLD 试片表面上制作成 $\vartheta\Phi5\text{mm}$ 的圆形网格, 在 BCS—30D 通用板材成形试验机上进行 FLD 试验。

3 实验结果分析

3.1 单拉试验结果分析

(1) 不同延伸率下 r 值变化 不同延伸率下 r 值的变化如图 1 所示。可见, 0° 方向 r 值最大, 45° 方向的 r 值最小。随着拉伸百分比的增加, r 值逐渐稳定, r 值由拉伸 15% 到拉伸 20% 之间有波动, 当拉伸超过 20% 之后, r 值比较稳定, 因此, 测量 r 值时取拉伸 20% 时的情况较为合理。

(2) 不同轧制方向 n 值变化 材料硬化指数 n

* 男, 36 岁, 博士

收稿日期: 2006-06-21

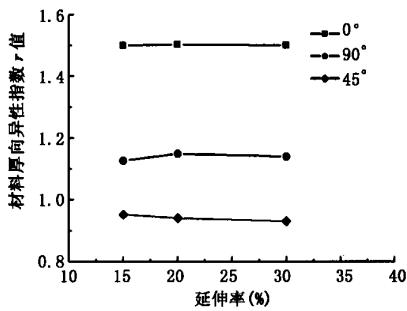


图 1 不同延伸率时 r 值的变化

Fig. 1 Change of r value in different elongations

值是对胀形过程影响最大的参数。不同轧制方向 n 值变化如图 2 所示。可见， n 值随轧制方向的增加逐渐增大， 0° 方向 n 值最小， 90° 方向 n 值最大。

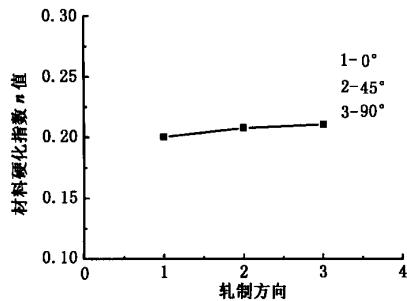


图 2 不同轧制方向 n 值的变化

Fig. 2 Change of n value in different rolling directions

(3) 不同轧制方向延伸率的变化 延伸率随不同轧制方向的变化情况如图 3 所示。可见，延伸率随轧制方向的增加逐渐减小， 90° 方向延伸率最大， 0° 方向延伸率最小。

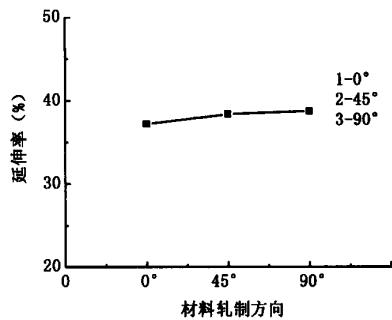


图 3 不同轧制方向延伸率的变化

Fig. 3 Change of elongation in different rolling directions

(4) 力学性能指标随轧制方向的变化 屈服强度和抗拉强度随轧制方向不同的变化情况如图 4 所示，随着板材与轧制方向角度的增加，该材料的屈服强度和抗拉强度逐渐减小。

通过上面的研究工作得到以下结论：该批板材

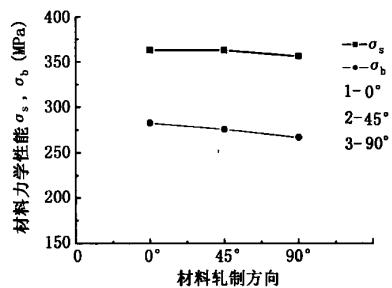


图 4 不同轧制方向力学性能指标的变化

Fig. 4 Change of mechanical parameters in different rolling directions

的拉伸性能达到了家电板力学性能指标，屈服强度为 $260\text{MPa} \sim 282\text{MPa}$ ，抗拉强度为 $350\text{MPa} \sim 363\text{MPa}$ ，延伸率 $37\% \sim 40\%$ ， n 值在 $0.2 \sim 0.23$ 之间， r 值范围较宽为 $0.9 \sim 1.5$ ， 0° 方向的 r 值最大， 45° 方向的 r 值最小。

3.2 杯突试验结果分析

杯突试验结果以杯突值 IE 表示，IE 值越大，材料的胀形性能越好。试验测得该材料的 IE 值为 12.36mm ，表明该材料具有一定的成形性能。

3.3 成形极限分析

图 5 为试验得到的试件，试验得到的 FLD 如图 6 所示。该成形极限曲线 (FLC) 表明，该镀锌家电板具有一定的局部抗破裂能力，成形性能较好。

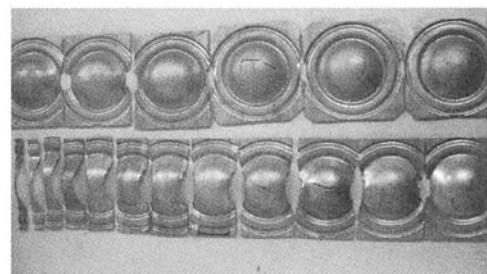


图 5 胀形后得到的 FLD 试件

Fig. 5 FLD specimens after forming

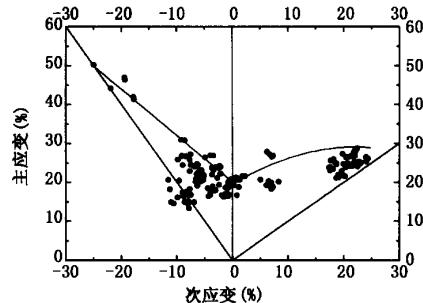


图 6 家电板成形极限曲线

Fig. 6 Forming limit curve of the sheet for home electrical appliances

图7、8为板材镀锌前后的金相组织($\times 500$)，镀锌板晶粒度为11级，表明镀锌过程中，再结晶晶粒还没来得及长大，一方面会导致镀锌板强度偏高，另一方面会影响冲压性能。晶粒偏细是由于采用工艺退火能力不足造成的。

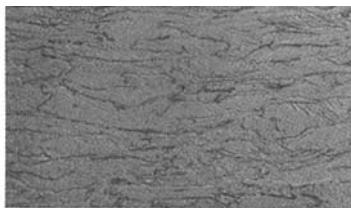


图7 镀锌前板材金相组织

Fig. 7 Microstructure of steel before galvanizing

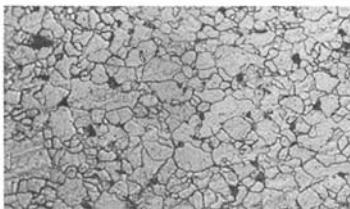


图8 镀锌后板材金相组织

Fig. 8 Microstructure of steel after galvanizing

相同冷轧板在不同退火工艺下得到板材的成形极限曲线如图9所示。将退火工艺温度控制在一定范围时该板材的成形极限达到DDQ级要求，其性能远远好于家电板成形性能。可见，改变退火工艺可以显著提高板材的成形性能。

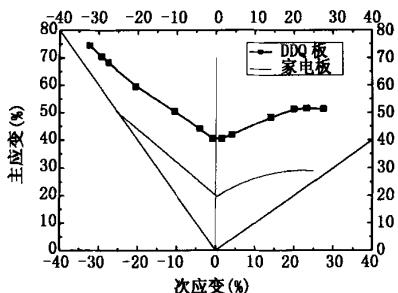


图9 不同工艺下板材成形极限曲线

Fig. 9 Forming limit curves of sheets under different technology

4 家电板应用实例

目前首钢生产的家电板性能指标基本达到国内家电行业的需求，表2是首钢家电板与国内外家电板实物质量对比^[2]。可见，首钢生产的家电板实物质量与其他企业相当。

表2 首钢与其他钢铁企业实物质量对比

Table 2 Comparison of product quality between Shougang and other steel companies

企业名称	牌号	力学性能			表面质量
		屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	延伸率 (%)	
日本A企业	SPCC	315	395	39	优
韩国B企业	SPCC	255	365	38	优
国内C企业	--	255	370	38	优
首钢	--	275	361	38	优

图10所示为用首钢家电板制造的某空调机外壳，该产品不仅冲压质量满足家电企业的要求，而且通过了环保认证。

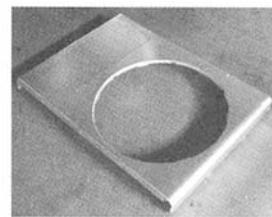


图10 首钢家电板制造的某空调机外壳

Fig. 10 Air conditioner outer case made by the sheet for home electrical appliance of Shougang

5 结论

(1) 通过试验检测了首钢生产家电板的屈服强度、抗拉强度、延伸率、 r 值和 n 值等性能指标，并与国内外钢铁企业家电板性能对比。结果表明，这批家电板力学性能指标达到了高等级家电板的要求。

(2) 通过成形极限试验、杯突试验以及实际家电零件的冲压成形，表明这批家电板成形性能可满足家电企业生产的要求。

(3) 不同退火工艺可以显著改变板材的成形性能。试验表明，该批板材退火温度控制在一定范围时，可获得满足家电板性能要求的板材；改变退火温度可获得成形极限为DDQ级的板材。

参考文献：

- [1] 梁炳文, 陈孝戴, 王志恒. 板金成形性能 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [2] 李俊, 宝钢高品质家电外板生产技术 [J]. 宝钢技术, 2004, (2): 1-4.