

冷轧不锈钢-碳钢复合板弯曲裂纹的分析

王立新

(太原钢铁(集团)有限公司,太原 030003)

摘要 通过“爆炸+轧制”法生产的 0.80~1.20 mm 的 304 不锈钢-碳钢(Q235A, 08Al)-304 不锈钢复合板的厚度比例为 1:10:1,该板在建筑门窗幕墙和日用炊具领域有广泛应用前景。冷弯试样产生裂纹的分析结果表明,基板含碳量高的 Q235A 钢(0.16% C)比基板含碳量低的 08Al 钢(0.06% C)出现裂纹的几率大,并且钢中夹杂物、钢的晶粒度和热处理工艺均影响冷轧复合板的弯曲性能。通过选择 08Al 钢为基层板,控制 1 050 °C 热处理工艺,使晶粒度级别 ≤ 8 级,可明显改善冷轧复合钢板的弯曲性能。

关键词 碳钢-304 不锈钢-碳钢复合板 弯曲裂纹 碳含量 晶粒度

An Analysis on Bending Crack of Cold- Rolled Stainless and Carbon Clad Steel Plate

Wang Lixin

(Taiyuan Iron and Steel (Group) Co Ltd, Taiyuan 030003)

Abstract The ratio of gauge of 0.80~1.20 mm cold- rolled 304 stainless steel - carbon steel (Q235A, 08Al) - 304 stainless steel clad plate produced by “exploding + rolling” process is 1:10:1. The clad plate has nice market prospect in building gate, window screen wall and cooker commodity field. The results of analysis on cold bending crack of clad plate sample showed that the probability of occurred crack with base plate of higher carbon content (0.16% C) Q235A steel was greater than that with base plate of lower carbon content (0.06% C) 08Al steel, the bending performance of cold- rolled clad plate was influenced by inclusion in steel, grain size and heat treatment of steel. The bending performance of cold- rolled clad plate was obviously improved by using 08Al steel as base plate, controlling 1 050 °C heat treatment process to get grain size rating ≤ 8.

Material Index Carbon - 304 Stainless - Carbon Steel Clad Plate, Bending Crack, Carbon Content, Grain Size

针对在开发初期出现的冷弯基层带动复层出现裂纹(图 1),本文对不同钢种为基的复合薄板进行性能对比、系列热处理试验、成型性能试验,最终确定适合冷成型加工的基层钢种以及相关的生产工艺。

1 不同基层的冷轧复合板的性能对比

通过“爆炸+轧制”的方式生产的双面对称复合薄板,复合板厚度为 0.8~1.2 mm,复层厚度 0.06~0.16 mm(厚度比例为 1:10:1),工艺流程为:

板坯表面研磨→爆破复合→炉卷热轧→热处理酸洗→冷轧→热处理酸洗→包装入库。

基层 Q235A 和 08Al 钢的化学成分见表 1。

2 产生冷弯试样裂纹的影响因素

冷轧复合板由于其单侧复层所占总厚度的比例较小(约 8%),爆破复合产生的“锯齿”结合区



图 1 冷轧复合板弯曲裂纹

Fig. 1 Bending crack in cold-rolled clad steel plates

表 1 冷轧复合板的化学成分/%

Table 1 Chemical compositions of cold- rolled clad steel plate /%

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al
304 (复层)	0.05	0.63	1.27	0.028	0.003	17.89	8.12	-
Q235A (基层)	0.16	0.22	0.54	0.017	0.008	-	-	-
08Al (基层)	0.06	0.03	0.28	0.018	0.009	-	-	0.04

经过大的累计变形(99%)和轧制过程的高温加热以及轧后的两次高温热处理,界面呈平直状态,而且靠近基层侧有明显的脱碳区(图2),结合界面区已不明显,对材料的冷弯不是主要的影响因素。因此冷弯性能主要取决于基层自身的综合性能。

2.1 基层化学成分

从表2可见,以Q235A(0.16%C)为基层的冷轧复合板的延伸率、杯突值(EI)及冷弯性能与以08Al(0.06%C)为基层的相比,各项性能均差,这

表2 两种基板的冷轧复合板性能对比

Table 2 Comparison of performance of cold-rolled clad steel plate with two different base plate

钢种	厚度 /mm	Rp /MPa	Rm /MPa	A /%	EI /mm	冷弯(180°)		
						d=2a	d=a	d=0
304+Q235A+304	1.20	310	510	35	8.84	完好	裂	裂
304+08Al+304	0.80	305	440	50	10.31	完好	完好	完好

与基层材质的化学成分、组织有关。前者冷弯(180°)最好也只有d=2a。在厚度较大的情况下,EI也与较薄的08Al复合板有较大差距。

2.2 夹杂物

通过对不同热处理状态的08Al复合板出现裂纹的试样断口,在扫描电镜下观察,均属于韧性断裂,对微区成分进行能谱分析,未发现明显的夹杂物,因此可以排除夹杂物对裂纹产生的影响。

2.3 热处理制度

08Al冷轧不锈钢复合板的试验和生产表明,1050℃热处理后的复合板弯曲性能优于980~1030℃处理的性能。

2.4 微观组织

试验表明,同样的厚度,不同的热处理制度,对应的弯曲性能不同,即低温或快速的效果较差。通过金相显微镜观察(图2),对应基体的晶粒度

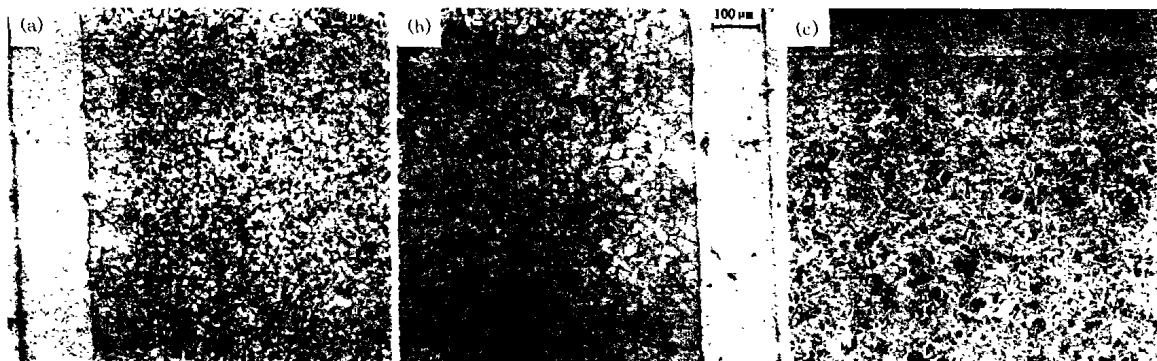


图2 复合板基体钢组织 ×100:08Al钢,晶粒度9级(a);晶粒度8级(b);Q235A钢,晶粒度8级(c)

Fig.2 Structure of base steel of clad plate, ×100: 08Al steel, grain size rating 9 (a); grain size rating 8 (b); Q235A steel, grain size rating 8 (c)

表3 晶粒度对复合板弯曲裂纹的影响

Table 3 Effect of grain size on bending performance of clad steel plate

基体钢	试样号	晶粒度/级	厚度/mm	弯曲(180° d=2a)
08Al	2	9	2.0	裂
08Al	3	8	2.0	完好
08Al	b	9.5	1.5	裂
Q235A	c	8	1.2	裂

也不同(表3)。

由此可见,同样的钢种(08Al),同样厚度时粗晶粒度的冷弯性能较好,同样晶粒度时,薄规格的冷弯性能较好;冷轧未热处理的试样,加工硬化程度大,晶粒更细,而且晶粒发生变形,因此其弯曲性能差。而同样的晶粒度,薄的Q235A复合板的冷弯性能要差于厚的08Al复合板。

3 解决冷弯裂纹的措施及实施效果

(1) 用于涉及冷弯的复合板推荐使用08Al为基层。(2) 为了控制基层适合弯曲成型的晶粒度级别,在现有不锈钢连续退火酸洗作业线上,根据复合带钢的实际厚度,在相同炉温(1050℃)的情况下,选择不同的带钢运行速度,控制合理的tv值(即厚度与运行速度的乘积)。

采取以上措施,较好解决了在热处理后冷轧复合板的弯曲性能,满足了使用过程中对材料冷弯的要求。

王立新(1966-),男,硕士,高级工程师,太钢技术中心主任,1987年北京科技大学毕业。从事不锈钢及复合材料研究。