

CSP 冷轧薄板罩式退火过程粘结的分析和工艺改进

计云萍¹ 金自力¹ 王 权² 张晓燕² 任慧平¹

(1 内蒙古科技大学材料与冶金学院, 包头 014010; 2 包钢薄板厂, 包头 014010)

摘 要 分析了包钢 CSP 工艺 SPCC 钢($\leq 0.10\% C$)0.25~3.00 mm 冷轧薄板全氢罩式退火过程粘结的机理和主要影响因素。通过合理选择卷取单位张力, 避免张力波动, 提高卷形和板形质量; 退火温度 680 °C, 400~680 °C 采用慢速升温, 冷却工艺为炉冷至 560 °C, 空冷至 380 °C, 水冷及采用提高 H₂ 的纯度等措施使粘结率显著降低。

关键词 CSP 冷轧薄板 罩式炉 退火 粘结

Analysis on Sticking Defect of CSP Cold Rolled Steel Sheet Annealing in Bell Type Annealing Furnace

Ji Yunping¹, Jin Zili¹, Wang Quan², Zhang Xiaoyan² and Ren Huiping¹

(1 Material and Metallurgy School, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010; 2 Sheet Plant, Baotou Iron and Steel Co, Baotou 014010)

Abstract The mechanism and major effect factors for sticking of CSP 0.25~3.00 mm cold rolled sheet of steel SPCC ($\leq 0.10\% C$) during bell type hydrogen annealing process at Baotou Steel have been analyzed. The sticking defect rate of sheet obviously decreased by technology measures such as selecting suitable coiling unit tension to avoid tension fluctuation; increasing coil and profile shape quality; annealing at 680 °C with low heating rate at 400~680 °C, and cooling with process - furnace cooling to 560 °C, air cooling to 380 °C then water cooling; and increasing H₂ purity.

Material Index CSP Cold Rolling Sheet, Bell Type Furnace, Annealing, Sticking

经过罩式炉退火的冷轧钢卷在平整开卷时, 有时会出现局部粘结, 粘结是冷轧带钢经过罩式炉退火产生的一种质量缺陷, 目前在世界范围内采用罩式炉退火的冷轧厂中都不同程度的存在。粘结造成平整开卷时产生很大的开卷阻力, 使粘结处发生撕裂变形、凸起, 经平整后形成弯月状、马蹄状或弧形的凹印, 使带钢产生部分或整卷的废次品。为了生产出高质量的冷轧带钢, 控制粘结的产生是重要手段之一。

1 CSP 冷轧薄板 SPCC 钢成分和罩式退火

包钢生产 SPCC 钢(表 1)冷轧薄板的原料是采用 CSP 工艺生产的热轧板, 退火方式采用全氢罩式退火, 亦存在粘结缺陷。

退火过程中, 钢卷在罩式炉中是单垛 4 卷堆放, 单个钢卷的最大重量是 28 t, 退火加热温度最高不超过 710 °C, 保温后采用炉冷加空冷的方式冷却。

由表 2 可见, 粘结多数发生在 1.0~3.0 mm 薄

表 1 包钢 CSP 冷轧薄板 SPCC 钢化学成分/%
Table 1 Chemical composition of cold rolled sheet of SPCC steel by CSP at Baotou Steel / %

C	Si	Mn	P	S	Al _t
≤ 0.100	≤ 0.050	≤ 0.500	≤ 0.035	≤ 0.025	≥ 0.015

表 2 包钢 SPCC 钢冷轧薄板粘结数据统计

Table 2 Statistical data of cold rolled sheet sticking of SPCC steel at Baotou Steel

厚度范围/ mm	各厚度范围生产 占有率/%	出现粘结 卷数	实际出现粘结 概率/%
0.25~0.35	2.47	0	0
0.35~0.50	15.67	2	0.19
0.50~0.80	36.47	83	2.09
0.80~1.25	29.92	114	3.51
1.25~1.60	10.16	100	9.06
1.60~2.00	2.98	178	54.97
2.00~2.50	1.25	18	13.27
2.50~3.00	1.08	20	16.91
合计	100	515	100

板上; 从厚度规格来看, 与国内其他厂家易发生粘结的现象有所不同。

2 粘结产生的机理和主要影响因素

不少学者对粘结的机理作了研究^[1-7], 粘结的产生是一个比较复杂的过程, 目前控制手段还相对较少, 还须作更进一步的研究工作。

钢卷在退火时的应力作用下, 一定时间后发生层间局部焊合的现象, 就是粘结。粘结是由于退火过程中薄板边界原子相互渗透的结果, 在高温条件下由于应力作用, 边界原子相互渗透而使薄板层与层之间产生粘结和焊合。

2.1 轧制工艺

2.1.1 表面清洁度和粗糙度

冷轧后,薄板表面的残余物质主要来自薄板表面的氧化铁粉、残余乳化液及油等脏物,退火过程中在不同温度的加热段会发生一系列化学变化,使得紧紧压合在一起的卷层有可能相互焊接,形成粘结。因此,减少薄板表面残余物质,提高薄板表面的清洁度,能有效地降低粘结的发生^[8]。

从理论上来说,表面粗糙度越大对避免粘结越有利,但试验表明,随着表面粗糙度的增加,将以降低表面清洁度为代价,从而对粘结的控制及带钢其它表面指标产生负面影响,因此不能过大地提高工作辊原始表面粗糙度。

2.1.2 卷取张力

大张力卷取会导致大的层间压力,而张力的波动会导致不均匀的卷取和层间压力的波动,势必会造成钢卷某些部位的卷取张力过大,在这些部位所形成的热压应力也越大,这些都会诱发粘结的发生。

卷取张力值越小对减少粘结越有好处,理想状态是达到较小张力值的稳定控制,但过小会造成一些负面影响,例如钢卷卷形不良、扁卷、松卷、散卷等,同时影响平整生产,易产生擦伤缺陷。

2.1.3 薄板板形

轧机部分冷却喷嘴堵塞形成的局部波浪容易造成薄板的局部粘结;酸洗机组对中装置产生误差,导致来料在焊缝位置出现溢出,卷取张力的波动导致钢卷边部溢出等均易造成粘结。板形不好的钢卷在卷取过程中沿板宽方向形成有差别的径向应力,在罩式炉退火过程中与热应力相互叠加促使粘结形成。

2.2 罩式炉退火工艺

退火的升温速度过快、温度过高、保温时间过长,都不利于粘结的控制。在退火工艺的冷却阶段,冷却速度越快,带卷内外温差越大,形成的压应力也越大,尤其是冷却开始时形成的压应力更大,因此,高温段的冷却速度越慢,产生粘结的可能性越小。

2.3 平整工艺和其它因素

平整采用适当的控制手段可以避免或减轻部分较轻的粘结,主要控制手段包括适当的开卷角度、较大的开卷速度、较大的平整延伸率等。

其它主要因素有:(1)热轧原料板形越差,冷轧薄板板形越不容易控制,使得粘结倾向越严重;(2)生产过程发现,装在同一退火炉中的钢卷,顶部的很少有粘结,而装在底部的粘结就相对严重;(3)煤气热值、压力不稳定,波动范围大,使退火温度及时间

的波动增大,容易产生粘结。通过对包钢薄板厂400多条退火曲线的统计,发现煤气热值和压力的波动使总退火时间延长2h左右;(4)钢卷吊运夹紧时的挤压碰撞,使卷层间局部接触增大,容易产生粘结。

3 工艺改进和效果

为了减少粘结现象的发生,生产中采取了以下措施:

(1)合理选择卷取单位张力,严格控制张力以及引起张力变化的因素,避免引起张力的波动。

(2)提高卷形及板形质量,避免冷轧后的钢卷出现大的溢出边。

(3)退火温度680℃,400℃以下以较高速度加热,400℃以上进行慢速升温;在加热过程中设一个加热台阶,即在一定温度下保温适当时间后再继续加热,以便使产生粘结的应力有所释放。退火冷却阶段随炉冷却到560℃,空冷到380℃再水冷。另外,使用高纯度的H₂可以提高保护气体的纯度和彻底吹扫内罩,有效减少带钢表面氧化和粘结。

按照上述措施组织了试验,从试验情况看,适当改变卷取张力和严格按照工艺制度进行退火,使薄板粘结率大幅度下降。

4 结论

轧制时保持张力稳定,提高卷形和板形质量,避免较大溢出边,采用退火温度680℃,400~680℃间慢速升温,冷却时从680℃炉冷至560℃,空冷至380℃再水冷,使薄板粘结率大幅降低。

内蒙古自治区科技厅攻关项目(基于CSP工艺的高附加值冷轧钢板的开发)

参考文献

- 1 罗裕厚.冷轧钢卷产生粘结的机理及控制措施.钢铁钒钛,2002,23(2):29
- 2 黄皆捷,吴斌.宝钢冷轧板粘结成因分析及消除对策探讨.轧钢,1999,16(3):13
- 3 齐淑娥.带钢粘结浅析.四川冶金,2002(4):22
- 4 王晓宇,耿勇.冷轧带钢退火粘结缺陷的研究.鞍钢技术,2001(6):41
- 5 谢建强,张杰,王聪,等.冷轧带钢粘结原因分析与解决.冶金设备,2006(2):75
- 6 邓茵.冷轧钢卷粘结缺陷产生原因及预防措施.轧钢,2006,23(2):61
- 7 程书生.浅论粘结形成机理及对策.冶金设备,2006(4):7
- 8 牟浩,刘勤.浅析冷轧带钢在罩式炉退火中产生的粘结.工业炉,2003,25(2):41

计云萍(1972-),女,硕士,讲师,内蒙古科技大学毕业,从事材料加工及组织性能研究。

收稿日期:2007-04-20