家具家电用400 MPa级冷轧滑轨钢的研制*

段承轶[1]，刘朋成[1]，李人杰[2]，兴格乐图[3]，刘成龙[1]

（1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心，内蒙古 包头 014010；
2. 内蒙古包头钢铁（集团）有限责任公司办公室，内蒙古 包头 014010；
3. 内蒙古包钢钢联股份有限公司薄板坯连铸连轧厂，内蒙古 包头 014010）

摘 要： 文章设计400 MPa级冷轧滑轨钢的化学成分，采用两套热轧和退火工艺进行试制，对钢卷的力学性能、金相组织和用户检测项目进行了对比分析，结果表明，采用低温卷取和低温退火工艺生产产品满足用户要求。

关键词： 化学成分；工艺；金相组织

中图分类号： TG142.4 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009－5438(2020)01－0051－03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.01.014

Development of 400 MPa Cold Rolled Slide Steel for Furniture and Home Appliances

Duan Cheng－yi[1], *Liu Peng－cheng*[1], *Li Ren－jie*[2], *Xing Ge－le－tu*[3], *Liu Cheng－long*[1]

(1. *Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Office of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
3. *CSP Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, it is introduced the design of chemical component for 400 MPa cold rolled slide steel as well as two hot rolling and annealing processes are adopted for trial production. Moreover, the mechanical properties, metallographic structure and test items of customers for steel coils were compared and analyzed. The final results showed that the products with low temperature coiling and low temperature annealing could satisfy the requirements of customers.

Key words: chemical component; process; metallographic structure

滑轨又叫导轨，其对材料有着较高的质量要求：必须具备高的硬度、耐磨性、接触疲劳强度、弹性极限，良好的冲击韧性、断裂韧性、尺寸稳定性、防锈性能和冷热加工等性能[1]。为保证这些性能要求，滑轨钢的冶金质量必须保证其严格的化学成分控制及化学成分均匀性，特别高的纯净度，极低的氧含量和残余元素含量，严格的组织均匀性，严格的碳化物均匀性，严格的表面脱碳层和内部质量控制等，不允许存在裂纹、夹渣、毛刺、折叠、结疤、氧化皮、缩孔、气泡、白点和过烧等表面和内部缺陷[1-2]。随着国内

* 收稿日期：2019－05－31

作者简介：段承轶（1976－），男，内蒙古包头市人，高级工程师，现从事汽车钢和电工钢新产品研发和管理工作。

家电、建筑行业的发展，国内机械加工、家装也取得长足进步，重型机柜、家具和家电抽屉用冷轧滑轨钢的需求日益增加。开发高档次滑轨用镀锌钢带，可以为包钢滑轨钢打开市场，填补滑轨钢技术空白。

1 检验项目和技术要求

家具家电滑轨具备支撑抽屉重物、使用寿命长及抽拉过程无噪音、流畅等功能，因此对冷轧板带的性能和尺寸精度要求十分严格。轨道加工过程是整卷钢带连续辊压成型、切段、冲孔生产。依据滑轨的功能要求开发试验滑轨用冷轧钢带，形成有效的供货技术标准。滑轨钢的检验项目和技术要求见表1。

表1 滑轨钢检验项目和技术要求

序号	检验项目	检测方法	技术要求
1	钢带屈服强度	拉力试验机	屈服强度≥265 MPa
2	钢带抗拉强度	拉力试验机	抗拉强度400～510 MPa
3	钢带断后伸长率	拉力试验机	断后伸长率≥21%
4	钢带表面粗糙度	粗糙度仪	表面平均粗糙度 Ra≤0.4 μm
5	钢带厚度偏差	千分尺	厚度公差 -0.03～0 mm
6	钢带表面质量	表面检测仪和目测	冷轧钢带表面不得有细微裂纹、黑点、结疤、折叠、拉裂、气泡和夹杂等对使用有害的缺陷。
7	滑轨承重	重量检测	≥45 kg/对
8	滑轨推拉力	拉力检测	≤40 N
9	滑轨寿命	耐久	反复抽拉5万次
10	滑轨功能测试	实配	抽屉滑动流畅，无阻碍，无刺耳噪音。抽屉能全部拉出，并有防止滑出设计。

2 滑轨钢试验开发

包钢稀土钢板材厂采用先进的控制设备酸轧轧机和连退平整机等，生产出符合用户要求的尺寸和性能要求，同时保证钢带的表面平均粗糙度 Ra≤0.4 μm。化学成分设计添加C、Si和Mn元素，提高材料的强度和表面硬度，热轧和退火采用两套工艺进行试制和小批量生产，通过用户的使用结果进行生产工艺固化。

2.1 化学成设计

根据用户对冷轧滑轨钢的技术要求，设计滑轨钢的化学成分，如表2所示。化学元素C和Mn可以提高材料的耐磨和疲劳性能，成分设计加入C和Mn提高抗拉强度的同时增加疲劳强度。

表2 化学成分设计(质量分数) %

钢种	C	Si	Mn	P	S
HG400	≤0.210	≤0.040	≤1.400	≤0.035	≤0.025

2.2 热轧和退火工艺设计

为满足表1中用户要求，设计热轧、酸轧和退火工序的工艺，其中热轧终轧温度、热轧卷取温度、退火温度和平整机延伸率设计两种工艺，在两种工艺下取样分别为试样1和试样2。

3 试验结果及分析

3.1 力学性能结果及分析

小批量生产后每套生产工艺分别取5块试样进行静态室温拉伸，试样宽度20 mm，试样标距80 mm，具体力学性能检测结果如表3所示。

表3 力学性能检测结果

试样号	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	延伸率/%	试样号	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	延伸率/%
1	267	407	34	2	323	435	32
1	276	421	34	2	328	438	34
1	267	415	33	2	323	433	32
1	273	417	33	2	315	445	30
1	270	411	32	2	314	435	32

从表 3 中可以看出试样 1 屈服强度分布在 267 ~ 276 MPa之间，平均屈服强度 270 MPa；抗拉强度分布在 407 ~ 421 MPa 之间，平均抗拉强度 414 MPa；延伸率分布在 32% ~ 34% 之间，平均延伸率 33%。试样 2 屈服强度分布在 314 ~ 328 MPa 之间，平均屈服强度 320 MPa；抗拉强度分布在 433 ~ 445 MPa之间，平均抗拉强度 437 MPa；延伸率分布在 30% ~ 34% 之间，平均延伸率 32%。综合分析对比试样 1 和试样 2 性能，试样 2 屈服强度提升 50 MPa左右，抗拉强度提升 30 MPa 左右，延伸率基本不变。试样 2 通过降低热轧卷取温度和退火温度，成品的屈服强度和抗拉强度明显提升，延伸率保持不变。试样 2 工艺提高强度的同时保持较好的延伸率可以满足用户加工要求。

3.2　金相组织结果及分析

两种工艺试样 1 和试样 2 的金相组织如图 1 所示。

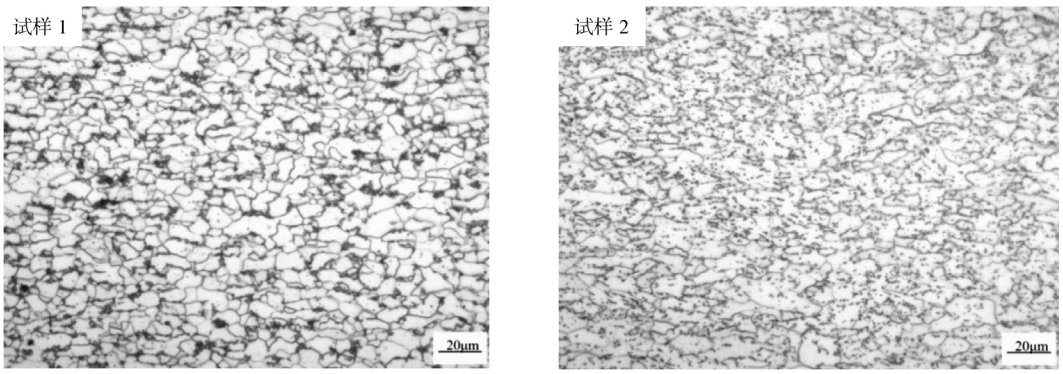


图 1　金相组织

从图 1 中可以看出，试样 1 和试样 2 均由铁素体 + 珠光体组成，试样 1 晶粒度为 10 级，试样 2 晶粒度 10.5 级。试样 1 珠光体呈片状集中分布在晶界，晶粒接近等轴晶。试样 2 珠光体弥散分布，晶粒扁平状且晶界不易腐蚀。

试样 2 采用较高的终轧温度和较低的卷取温度，保证经过 F7 后快速冷却，减少 C 的扩散进而减少珠光体的形成和长大，同时可以减少成品晶粒尺寸，提高成品屈服强度。试样 2 退火工艺采用较低的退火温度，避免进入进行两相区，试样 1 在退火过程中进入两相区铁素体晶界奥氏体化，后续冷却过程中保留下来形成图 1 所示珠光体呈片状集中分布在晶界，晶粒接近等轴晶的组织。

3.3　用户检测结果及分析

用户将两种工艺的钢卷制成滑轨进行抽拉试验，经过辊压、分段、冲孔、电镀、安装试验，测试负重 50 kg，抽屉宽度 558 mm，测试频率 6 ~ 8 次/min，用户检测和试验结果如表 4 所示。

表 4　滑轨钢检验和试验结果

序号	检验项目	检测方法	技术要求	试样 1 检测结果	试样 2 检测结果
1	钢带表面粗糙度	粗糙度仪	表面平均粗糙度 Ra≤0.4 μm	0.2 ~ 0.3μm，合格	0.2 ~ 0.3 μm，合格
2	钢带厚度偏差	千分尺	厚度公差 -0.03 ~ 0 mm	-0.03 ~ -0.01，合格	-0.03 ~ -0.01，合格
3	钢带表面质量	表面检测仪和目测	冷轧钢带表面不得有细微裂纹、黑点、结疤、折叠、拉裂、气泡和夹杂等对使用有害的缺陷。	合格	合格
4	滑轨承重	重量检测	≥45 kg/对	50 kg/对	50 kg/对
5	滑轨推拉力	拉力检测	≤40 N	25 ~ 50 N，不合格	25 ~ 35 N，合格
6	滑轨寿命	耐久	反复抽拉 5 万次	37 256 次，不合格	52 452，合格
7	滑轨功能测试	实配	抽屉滑动流畅，无阻碍，无刺耳噪音。	不合格	合格

（下转第 82 页）

3 结论

(1) 通过用磨细矿渣粉和高效减水剂来降低水胶比,并以耐火砖为骨料配制300~500 ℃的耐热混凝土是可行的,但是矿渣粉应该使用活性较好的,降低了水泥的用量节约成本。

(2) 随着矿渣粉的掺入混凝土达到了比较好的流动性,流动度在矿渣粉的掺量为30%时较大,而且混凝土中水胶比也随着矿渣粉掺量的增加而减少,与此同时混凝土的28 d抗压强度也达到了最大值,但是随着矿渣粉掺入量的增加强度有下降的趋势。

(3) 不同掺量的混凝土在300 ℃的灼烧后抗压强度均大于28 d烘干强度,并且随着温度的升高,抗压强度降低。经过高温灼烧的混凝土,从抗压强度的差值可以看出,矿渣粉掺量为30%的混凝土的前后压强差较小,表明耐热性能力较强,而且其和易性与工作性能都好,既方便施工又可以节约成本。

(4) 本研究的另外亮点是可以用耐火砖代替碎石用作混凝土粗骨料,这样既保证了混凝土的强度要求,有更好的提高了混凝土中骨料的耐热性能。

参 考 文 献

[1] 赵俊梅,杭美艳. 包头铝厂焙烧炉炉壁耐热混凝土胀裂事故分析[J]. 内蒙古科技大学学报,1998,(2):130-133.

[2] 李长亨,付宝华,高桂波. 耐热混凝土的配制与应用[J]. 山东建材,2005,26(5):54-56.

[3] 孙庆霞,曹万智,薛海儒,等. 纤维增强轻骨料混凝土耐高温性能及有限元分析[J]. 混凝土,2011,(7):23-26.

[4] 李井海. 耐火混凝土用掺合料的选择[J]. 建筑技术,1990,(11):36-38.

[5] 黄鹏清. 大体积耐热混凝土的应用与质量控制[J]. 中国新技术新产品,2012,(12):100.

[6] 宿晓萍,隋艳娥,赵万里. 高温后混凝土力学性能的对比分析[J]. 长春工程学院学报(自然科学版),2001,2(3):23-28.

(上接第53页)

从表4中可以看出,试样1推拉力、滑轨寿命和功能测试不合格,试样2所有检测项目全部合格,达到用户的要求。按照试样2的成分和工艺设计实现批量生产。

4 结论

(1) 滑轨钢化学成分设计添加C、Si和Mn元素,热轧卷取温度采用620 ℃和退火温度采用700 ℃可以提高屈服强度和抗拉强度,同时形成铁素体和弥散分布的珠光体组织。

(2) 试样2工艺经过用户加工成抽屉后按照行业标准进行检测满足要求,可以稳定供货。

参 考 文 献

[1] 王宁,黄秋菊. 大型冰箱用500 MPa级重型冷轧滑轨钢研究[J]. 鞍钢科技,2014,(3):19-22.

[2] 刘晓春. 轿车座椅高强度钢板冲压滑轨的冲压工艺研究[D]. 长春:吉林大学,2014.