大断面生产75 kg/m钢轨的生产实践

谌智勇[1],白国军[1],高明星[2]

(1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司炼钢厂,内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章介绍了包钢采用320 mm×415 mm断面生产75 kg/m重载钢轨的连铸坯生产工艺概况,并对比分析了与280 mm×380 mm断面生产的钢轨,在碳偏析、晶粒度、夹杂物控制方面的变化。

关键词: 重轨钢; 大方坯; 碳偏析
中图分类号: TG335 **文献标识码**: B **文章编号**: 1009-5438(2018)01-0031-04
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.01.011

Production Practice of Large Section to Produce 75 kg/m Rail

CHEN Zhi-yong[1], *BAI Guo-jun*[1], *GAO Ming-xing*[2]

(1. *Steel-melting Plant of Inner Mongolia Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*;
2. *Technical Center of Inner Mongolia Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: In the paper, it is introduced the production process general situation of using 320 mm × 415 mm section to produce 75 kg/m heavy rail in Baotou Steel, and the changes in carbon segregation, grain size and inclusion control of rails produced by 280 mm×380 mm section are also compared and analyzed.

Key words: heavy rail; bloom; carbon segregation

随着我国货运铁路对重载钢轨长寿命需求的不断提升,采用焊接接头少性能良好的百米75 kg/m钢轨要求呼声越来越高。应对这种需要,包钢通过工艺路线的优化,采用320 mm×415 mm断面铸坯试生产了75 kg/m重载钢轨。

1 生产工艺控制

1.1 生产装备和工艺

包钢炼钢厂7#连铸机于2012年投产,为异形坯与大方坯兼容铸机,大方坯有320 mm×415 mm和360 mm×450 mm断面,铸机为奥钢联技术总包,配备结晶器电磁搅拌和动态轻压下技术,主要技术参数见表1。

本次生产试验采用7#铸机320 mm×415 mm断面生产百米75 kg/m重轨,与炼钢厂现有的重轨生产工艺相比,在真空处理及连铸两个工序装备差别较大。针对此变化,对真空处理及连铸的主要工艺参数进行了优化,其他工艺过程控制仍沿用原有的控制策略。

工艺路线: 铁水预处理(KR)→顶底复吹转炉(100 t)→LF+VD精炼→大方坯铸机(320 mm×415 mm,M-EMS,动态轻压下)→轨梁厂轧制。

* **收稿日期**: 2017-09-05
作者简介: 谌智勇(1975-),男,内蒙古包头市人,工程硕士,高级工程师,现从事炼钢生产工作。

中国知网 https://www.cnki.net

表1 铸机主要技术参数

序号	项目	技术参数
1	铸机类型	全弧型,连续矫直
2	铸机弧半径/m	12
3	流数/流	3
4	二冷方式	足辊区为全水,扇形Ⅰ、Ⅱ段为气水
5	矫直方式	连续矫直
6	流间距/mm	3 000
7	拉速/(m·min^{-1})	0.50~0.65
8	铜管类型	管式
9	铜管长度/mm	850
10	振动类型	正弦
11	振幅/mm	5
12	液位控制方式	塞棒自动控制
13	中包类型	T型
14	溢流高度/mm	900
15	M-EMS参数	650/A,1.8/Hz
16	动态轻压下主要参数	第6架,最大压下量12/mm

1.2 生产控制

本次工业试生产共有3炉。

经过铁水预处理后的铁水 w[S] ≤0.020%,w[P] ≤0.120%,T ≥1 280 ℃。转炉采用双渣法,终点控制 w[S] ≤0.010%,w[P]在0.015%左右,w[C] ≥0.10%,T在1 612~1 621 ℃。采用硅钙钡的无铝终脱氧工艺。LF精炼渣料采用白灰、萤石、电石,碱度控制在2.5左右。VD后的软搅拌期间禁止钢液裸露,VD后钢中氧控制情况见表2。

表2 VD后钢中氧控制情况

炉号	温度/℃	w[O]/10^{-6}	软搅拌时间/min
1	1 561	9.5	20
2	1 550	7.9	25
3	1 544	7.6	25

VD精炼后钢液中的 w[O] 降低到 10×10^{-6} 以下,液态 w[H] 降低到 2.0×10^{-6} 以下。

连铸工艺采取保护浇注、低温浇注、控制结晶器液位波动、保证一定的中间包液位高度、正常使用结晶器电磁搅拌和动态轻压下[1]。主要控制参数见表3。

表3 连铸主要工艺控制情况

炉号	△T/℃	拉速/(m·min^{-1})	浇注时间/min	铸坯表面温度/℃		压下量/mm
				进拉矫	出拉矫	
1	33	0.60	41	910~930	810~820	9.6
2	30	0.60	48	925~940	818~835	11.7
3	25	0.65	48	930~950	823~847	12.2

实际连铸过热度控制在25~33 ℃,降温控制在8 ℃以内。结晶器液位波动小于5 mm,中间包液位始终保持在750 mm以上,无中包卷渣。

2 连铸坯及成品轨检验

试制百米75 kg/m钢轨,钢种上仍采用U75V,基本的冶炼、连铸、轧制工艺和现行钢轨生产一样,就是在连铸坯型上由280 mm×380 mm改变为320 mm×415 mm。

2.1 铸坯偏析

对试制的3炉320 mm×415 mm铸坯分别沿铸坯的长边和短边进行了碳偏析检验分析,结果见表4。

表4 320 mm×415 mm断面铸坯碳偏析指数

炉号	熔炼成分 w[C]	中心 w[C]	中心偏析指数	沿320 mm边长方向		沿415 mm边长方向	
				平均	偏析指数	偏析指数	平均
1	0.79	0.859	1.087	0.796 0	1.08	0.800 3	1.07
2	0.78	0.847	1.086	0.780 3	1.08	0.780 3	1.08
3	0.80	0.878	1.098	0.815 3	1.08	0.826 2	1.06

中国知网 https://www.cnki.net

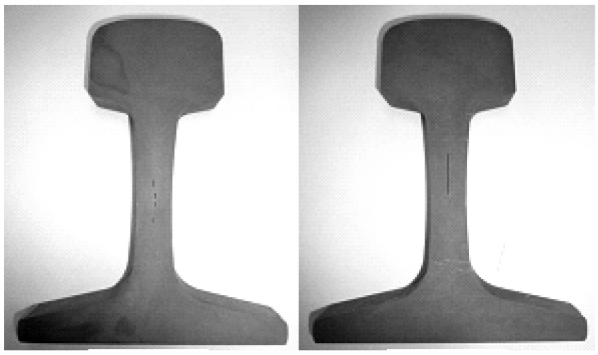
表 4 结果可见，采用 320 mm × 415 mm 断面铸坯碳偏析指数在 1.06 ~ 1.08 相比目前 280 mm × 380 mm 断面控制水平(1.04 ~ 1.06) 略有增加，中心偏析指数更明显[2]。

铸坯轧制成成品钢轨，与 280 mm × 380 mm 铸坯轧制成钢轨钢轨中心偏析线对比情况见表 5。

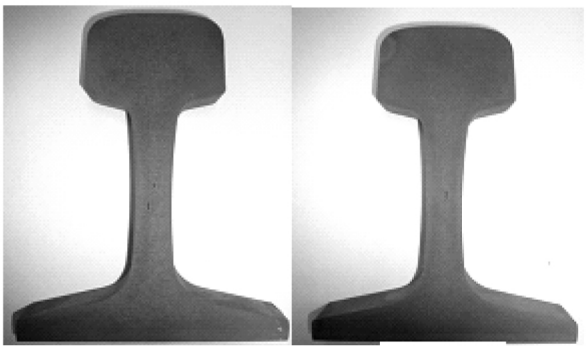
表 5　钢轨轨腰中心条纹对比

断面 /(mm × mm)	轨腰条纹距轨头起始位置/mm	轨腰条纹距轨底起始位置/mm	轨腰条纹长度/mm	轨腰条纹数量/条
320 × 415	70 ~ 100	55 ~ 85	3 ~ 12	1 ~ 6
280 × 380	50 ~ 105	65 ~ 120	3 ~ 6	1 ~ 6

由表 5 数据可见，采用 320 mm × 415 mm 断面轧制的钢轨轨腰中心条纹距离轨头、轨底位置以及轨腰条纹数量与采用 280 mm × 380 mm 断面轧制的钢轨基本一致，但轨腰条纹长度有所增加。试样实物观察情况见图 1。



(a) 320 mm × 415 mm 75 kg/m 钢轨



(b) 280 mm × 380 mm 75 kg/m 钢轨

图 1　钢轨断面典型轨腰条纹

采用 320 mm × 415 mm 断面生产的钢轨轨腰条纹相比 280 mm × 380 mm 断面条纹宽度没有明显变化，条纹长度及数量略有增加，但能满足 TB/T 2344—2012 标准[3]要求。

2.2　钢轨晶粒度检验

试制检验 3 炉成品钢轨轨头、轨腰以及轨底的晶粒度，结果见表 6。

表 6　钢轨晶粒度检验　　级

轨头晶粒度	轨腰晶粒度	轨底晶粒度
7.0 ~ 7.5	6.0 ~ 6.5	7.5

晶粒度评级结果均达到 TB/T 2344—2012 标准要求[3]。

2.3　夹杂物检验

对钢轨拉伸试样断口进行了扫描电镜观察，均未在裂纹源处发现夹杂物，个别试样只在裂纹扩展区发现小颗粒夹杂物，尺寸≤10 μm，成分为 MnS、Si - Ca - Al - Mg，是正常的夹杂物组成，见图 2。

钢轨夹杂物评级见表 7。

表 7　钢轨夹杂物评级　　级

A	B	C	D
1.5	1.0	0.5	0.5

夹杂物的评级水平达到 TB/T2344—2012 标准要求。

3　结束语

采用 320 mm × 415 mm 断面，试生产 75 kg/m 钢轨，铸坯的冶炼及连铸工艺、轧制工艺基本采用了原有的工艺，主要进行连铸动态轻压下工艺以及动态二冷工艺进行了优化。结果表明: 试制的 3 炉钢轨实物各项性能指标均达到了 TB/T 2344—2012 标准[3]要求; 相比 280 mm × 380 mm 断面生产钢轨，铸坯中心碳偏析指数略有增加，成品钢轨轨腰的偏析线略有延长。

中国知网　https://www.cnki.net

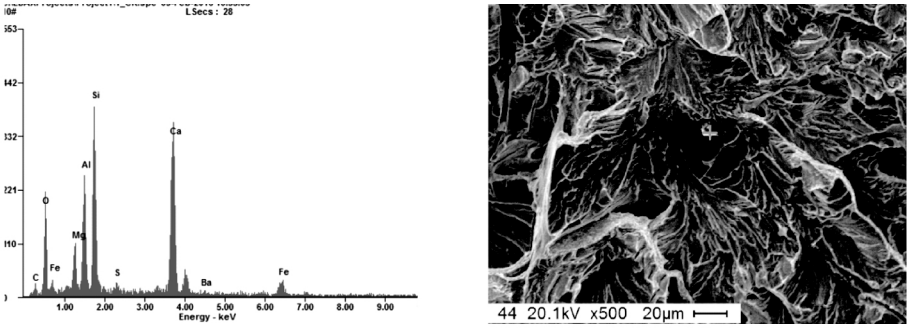


图2 成品钢轨中夹杂物组分

参 考 文 献

[1] 干勇,张家泉. 品种钢特殊钢连铸900问[M]. 北京: 中国科学技术出版社,2007.

[2] 蔡开科. 连铸坯中心缺陷控制. 现代连铸技术进展[M]. 北京: 冶金工业出版社,2003.

[3] TB/T 2344—2012 标准,43 kg/m~75 kg/m 钢轨订货技术条件[S].

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.01.012

关于《包钢科技》2018年增设“专家论坛”栏目的启示

《包钢科技》是经国家科技部和国家新闻出版广电总局批准,由包头钢铁(集团)有限责任公司主管,内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心主办的科技类综合性刊物。43年来,《包钢科技》刊物质量和学术影响力不断提高,已成为展示包钢科技进步、创新成果的重要窗口和交流平台。为加强办刊特色,丰富栏目内容,《包钢科技》2018年开始增设“专家论坛”栏目,邀请公司内外学术与管理方面的权威、专家学者在期刊上发表论文。一般为特约稿件,包括省内外各学科的院士、知名专家、各学会会长、各大专院校的校长或在某专业、学科方面有特殊贡献的专家、教授撰写的学术论文。《包钢科技》真诚期待您在百忙之中赐稿,为技术人员提供指导,不断提高期刊影响力,促进技术传承,使《包钢科技》期刊进入更好更健康的发展轨道。

感谢大家对《包钢科技》给予的大力支持!

联系地址: 内蒙古包头市昆区包钢技术中心信息研究所

邮政编码: 014010

联系人: 康晓虹

联系电话: 0472-2186065 0472-2183081

传真: 0472-2183081

投稿途径(任选其一):

(1) 包钢OA网: 技术中心——信息研究所——康晓虹;

(2) E-mail: bgkj2005@126.com

《包钢科技》编辑部

中国知网 https://www.cnki.net