优化钢材产品结构 满足铁路发展需要*

吴章忠

(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: 文章介绍了国内重点企业铁路用钢材的生产情况和今后铁路用钢需求的发展方向。结合包钢目前已开发生产的铁路用的钢材品种和生产工艺现状,提出包钢应采取加强铁路用钢材市场的调研,优化铁路用钢产品结构,进一步加强新工艺、新技术的开发与应用,加快相关产品资质认证等应对措施,在满足"十三五"铁路发展需要的同时为企业创造良好的经济效益和社会效益。

关键词: 铁路用钢; 产品结构; 应对措施

中图分类号: F272.13 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2017)04-0005-07

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.04.002

Optimize Product Mix of Steel and Meet Demand of Railway Development

WU Zhang-zhong

(*Technical Center of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: The paper introduces the production status of railway steel in key domestic enterprises and the future developing direction of railway steel demand. In combination with the steel variety and the production process status of railway-steel that have been developed by Baotou Steel, it is proposed that Baotou Steel should strengthen the investigation of railway steel market, optimize the product mix of railway steel and further strengthen the countermeasures such as developing and applying new technology and speeding up the relevant product certification, so as to create good economic and social benefits for the enterprise while meeting the railway development demand of the thirteenth Five-Year Plan.

Key words: railway steel; product mix; countermeasures

据中国铁路总公司消息 "十三五"期间,全国铁路固定投资规模将达3.8万亿元,有望达4.2万亿元[1]。铁路建设方面,到2020年,我国铁路网规模将达到15万km(其中高速铁路3万km),预计每年拉动钢材消费2 300万t,"十三五"期间预计拉动钢材消费1.15亿t左右。城市轨道交通方面,"十三五"期间我国城市轨道交通建成投运线路将超过3 000 km,年均新增营运里程600 km以上,预计"十三五"期间将带动钢材消费1.68亿t,钢轨消费79万t;平均每年拉动钢材消费3 300万t以上,钢轨消费16万t左右。"十三五"期间,路网建设的重要任务是推进干线铁路建设,加快中西部铁路建设,统筹支线铁路建设,强化综合枢纽配套,实施铁路网之间的互联互通。当前,保证铁路建设投资势头不减是同国家整体发展战略相适应的,符合新常态下经济发展的需要。"十三五"期间,铁路建设资金将向中西部铁路、城际铁路及城市轨道交通等领域倾斜。

不过,随着铁路建设投资规模扩大,铁路建设业对铁路用钢的要求也会相应提高,如重载钢轨需满足5亿t运量或5年使用寿命要求;高耐蚀货车车

* 收稿日期:2017-05-08

作者简介:吴章忠(1963-),男,河北省故城县人,硕士,正高级工程师,现任包钢技术中心主任。

体用钢要满足25年服役寿命要求;典型建筑及桥梁用钢使用寿命要延长到50~100年,且满足耐火、耐候、耐蚀等功能复合化要求。因此,国内钢铁企业还需在铁路用钢的生产和研发上下功夫,通过技术创新满足"十三五"铁路发展需要后,才能分享这块大"蛋糕"。

1 铁路用钢品种

铁路用钢材的品种有5大类:线路用钢(钢轨及配件,配件中有鱼尾板、垫板、轨距档板等)、轨枕用钢(调质钢筋、精轧螺纹钢筋、高强螺栓、预应力钢丝等)、车辆用钢(车轮、轮箍、车轴坯、渗碳轴承钢、弹簧钢、耐大气腐蚀中板、耐候钢薄板、彩色板、不锈板及耐候H型钢、U型钢、角钢、冷弯型钢等)、桥梁用钢(H型钢、工字钢、槽钢、角钢以及各种尺寸的桥梁板等)、电气化铁路用钢(钢绞线以及各种尺寸的耐候型钢及钢管等)[2]。

2 铁路用钢重点生产企业状况

目前国内铁路用钢材的生产厂家主要有包钢、鞍钢(含攀钢)、马钢、宝钢(含武钢)、西宁特钢、杭钢、太重等钢企。唐钢、安钢、济钢、太钢也分别生产耐候钢板、轻轨、桥梁用Q345—Q420qC/D/E级钢板、抗层状撕裂Z向性能结构钢板、电力机车车轴用钢等钢材。以下为国内部分主要钢厂铁路用钢材的生产情况。

2.1 攀钢铁路用钢的生产情况

攀钢根据用户需求,可生产12.5~100.0 m范围内任意定尺的钢轨和一些车辆用高耐候结构钢。攀钢的铁路用钢产品见表1。

表1 攀钢铁路用钢产品

品种	牌号	执行标准	规格
热轧钢轨	U71Mn,U75V 900A	TB/T 2344—2012 UIC 860—1986	38~43 kg/m,50 kg/m,60 kg/m,75 kg/m UIC52—UIC60
热处理钢轨	U71Mn,U75V, U78CrV	TB/T 2344—2012	50 kg/m,60 kg/m,75 kg/m
高速铁路用钢轨	U71MnG,U75VG	TB/T 3276—2011	60 kg/m
高速道岔轨	U71MnG,U75VG	协议,Q/204360956 012	60D40,60TY
起重机钢轨	U71Mn	GB 3426—1982	QU80
310乙字钢	09V,YQ450NQR1	YB/T 5182—2006	
高耐候结构钢	Q295GNH(RE) Q295GNH(TRE) Q295GNHL Q345GNHL	Q/204360956001—2002	

2.2 鞍钢铁路用钢的生产情况

鞍钢目前已经形成了生产1.6~19.0 mm厚度系列化的铁路车厢用钢和一系列的钢轨产品。所生产的铁路车厢用钢具有良好的耐大气腐蚀性能、焊接性能及加工成型性能。鞍钢铁路用钢产品见表2。

表2 鞍钢铁路用钢产品

品种	牌号	执行标准	规格
钢轨	U71Mn,U75V,U77MnCr	TB/T 2344—2012	43 kg/m,50 kg/m,60 kg/m
道岔轨	U71Mn,U75V	TB/T 3109—2012	50AT,60AT
起重机钢轨	U71Mn	YB/T 5055—1993	QU80,QU100,QU120
轻轨	55Q,45SMnP,50SMnP	技术协议	12 kg/m,15 kg/m,18 kg/m,22 kg/m,24 kg/m
铁路鱼尾螺栓	T20MnSi	AJT9—2001	16#—25#
铁道车辆用耐蚀钢	NH295	BX18—1992	(20~80) mm×(1 050~1 450) mm

2.3　宝钢铁路用钢生产情况

宝钢目前已经形成了完整的铁路用钢科研－生产－销售体系，并在国内机车制造业内占据了一定的市场地位。宝钢铁路用钢产品见表 3。

表 3　宝钢铁路车辆用钢产品

品种		牌号	执行标准	用途
冷轧耐候钢		B440NQ，B450NQ，B460NQ，B500NQ	BZJ441	铁路货车、客车车厢
热轧耐候钢		NAW400，NAW，WTSt37－2，WTSt52－3，B460NQR，B490NQR，B480GNQR，09CuPTiRE，09CuPCrNi，05CuPCrNi	Q/BQB 340，BZJ342	铁道车辆
车轴用钢		BLZ(LZ40)，BLZW(LZ50)	GB/T 5068—1999	铁道车辆车轴用钢
弹簧钢		60Si2Mn，60Si2MnA，60Si2CrA，60Si2CrVA，55Si2MnA，50CrVA	GB/T 1222—2007	铁道车辆悬架弹簧，铁道线路扣件等
轴承钢	高碳铬	GCr15，GCr18Mo，GCr15SiMo，GCr15SiMn，GCr4	GB/T 18254—2002	用于铁道车辆轴承
	中碳铬	G8Cr15		
	渗碳	G20CrNi2MoA，G20Cr2Ni4A，G20CrNiMoA，		
	不锈	9Cr18，9Cr18Mo		
	高温	Cr4Mo4V，H10Cr4Mo4Ni4V，W9Cr4V2Mo，2W10Cr3NiV，W18Cr4V		

2.4　武钢铁路用钢生产情况

武钢是我国钢轨、铁路车辆用钢生产企业和最大的桥梁钢生产基地。武钢铁路用钢产品见表 4。

表 4　武钢铁路车辆用钢产品

品种	牌号	执行标准	规格
钢轨	U71Mn，U75V	TB/T 2344—2012	38 kg/m，43 kg/m，50 kg/m，60 kg/m
	U71，U71Cu，U70MnSi，U71MnSiCu	Q/WG(DX)01—1985	
	BS11 耐磨 A 级	BS11—1985	BS75A，BS75R，BS90A，BS100A
	900A	UIC860—1986	UIC54
热轧耐大气腐蚀钢板、带	09CuPCrNi，09CuPTiRE－A－C	Q/WG(RZ)04—2001	
耐大气腐蚀用冷轧薄钢板(卷)	05CuPCrNi，06CuPRE	WGJS21—2001	
桥梁用钢板	Q345qC，Q345qD，Q345qE，WQ490D，WQ490E，14MnNbq	Q/WG(ZB)05—2010，GB/T 714—2015	

2.5　马钢铁路用钢生产情况

马钢目前是全球第二大、国内第一大火车轮生产企业。受制于原铁道部实行的质量认证制度，许多新进入者很难参与火车轮行业的竞争，这在一定程度上确保了马钢的行业龙头地位。马钢的关键设备全部是进口设备，多项自主知识产权技术保证了产品的品质一流，在竞争上处优势地位。2017 年，马钢车轮公司成功开发出 40 t 轴重车轮用钢，用于世界上载重量

(轴重)最大的商业运营车辆－澳大利亚FMG公司的载重160 t矿石敞车车轮的制造。该企业生产的耐候H型钢和耐候钢板也广泛用于我国铁路车辆的制造上。马钢铁路用钢产品见表5。

表5 马钢铁路用钢产品

品种	牌号	执行标准	规格
轮件系列	915KKD	TB/T 2708—1996	915 mm×785 mm×135 mm
	840HDSA	TB/T 2817—1997	840 mm×7 108 mm×135 mm
	CKZ915	技术协议	915 mm×785 mm×135 mm
	SH840	UIC812—3—1984	840 mm×730 mm×127 mm
	GZ840	技术协议	840 mm×730 mm×135 mm
	ID1098	IRS R—34—2009	1 098 mm×962 mm×138 mm
	B1092	AAR—M107—1983	1 093 mm×939 mm×127 mm
	HC860	KRS2242—2107	860 mm×130 mm×760 mm
	H36	AAR—M107—1983	915 mm×838 mm×145 mm
	ID725	IRA19/93 PARTII	725 mm×585 mm×120 mm
	1050－DF8B	TJZL—01—1998及变更3	1 050 mm×900 mm×140 mm
	1250－349A	TJZL—01—1998及变更3	1 250 mm×1 090 mm×140 mm
	1250－588A	TJZL—01—1998及变更3	1 250 mm×1 090 mm×140 mm
热轧H型钢	SM400B,Q345T	GB/T 11263—1998,GB/T 1591—1994,JISG3106—1992,TB/T 1335—1996	512 mm×202 mm×12 mm×22 mm,600 mm×200 mm×11 mm×17 mm
槽钢	Q235D	GB700—1988,GB707—1988	[12—[20
高耐候结构钢	09CuP,09CuPCrNi,09CuPTiRE	JISG3125—2010	(0.8～8.0) mm×(900～1 600) mm

3 铁路用钢需求的发展方向

客车提速、货车重载是我国铁路发展的方向,相应地对于铁路用钢也提出了重型化、纯洁化、强韧化、高精度、高耐候、专用规格的趋势化要求。

3.1 钢轨

随着我国轨道交通向高速、重载方向发展,对钢轨的断面、钢种、钢的纯净度、外观平直度以及钢轨表面质量、尺寸精度等各方面要求更加严格。与国外相比,我国高速铁路用钢轨与国外差距不大,但在重载铁路用钢方面仍然存在一定差距。例如,日本生产的过共析珠光体SP3钢轨,热处理后踏面硬度达到450 HB,碳含量仅为0.80%;而国产的过共析钢轨U95Cr,热处理后踏面硬度达到420 HB,但其碳含量大于0.90%。

3.2 铁路车辆用钢

铁路车辆车体用钢的发展趋势是轻量化、高强度、耐火、高耐蚀性、良好的冷加工和焊接性能。铁路车辆用钢对钢质的纯净度、耐腐蚀性、强度及表面质量的要求非常严格,尤其是铁路货车,其技术将向大轴重、大载重、小自重(要求车体重量减少4 t左右)方向发展,以满足货物运输重载、快运和安全的要求。目前国内生产的某些耐候钢和不锈钢产品在强度、耐蚀性方面都存在不足,主要表现在耐蚀性能达不到设计要求、焊接后存在开裂等问题,还需要进一步研发和攻关。

3.3 铁路桥梁用钢

随着高速铁路和西部铁路建设增多,桥隧比例提高,铁路桥梁用钢量也呈现增长趋势。一些发达国家的铁路桥梁使用耐候钢比较多,而我国传统的低合金桥梁钢(如16Mnq、15MnVNq等)大都不具备良好的耐候性能。随着我国铁路桥梁跨度及承载不断提高,开发具有优异焊接性能和低温韧性的新型高强度耐候桥梁钢已势在必行。2012年,武钢与中铁大桥工程局联合研制成功“中国第五代桥梁钢”—WNQ570,其关键技术指标优于国外同类产品,同比降低钢材消耗16%～33%,尤其在低温零下40 ℃韧性强、抗大气腐蚀性高,其产品达到国际

先进标准。

此外，铁路建设中的基础设施，如车站、隧道、桥梁等土建工程，需要大量建筑钢材，基本占到了铁路建设整体用钢量的 60% 左右。近几年高强度钢筋、抗震钢的销量明显增加，终端用户越来越愿意将这些钢材用在铁路车站建设上。

4　包钢铁路用钢生产现状

包钢是我国重要的钢轨、型钢生产基地之一。自从 1976 年试轧成功第一支 60 kg/m 钢轨，包钢轨梁厂通过不断引进先进设备，淘汰落后工艺，现拥有两条万能轧钢生产线，年生产能力达到 210 万 t。2014 年投产的百米钢轨全长余热淬火生产线，年设计生产能力 40 万 t，设备从西门子意大利分公司成套引进，工艺技术采用风、水混合冷却方式，利用轧后余热对百米钢轨进行热处理，满足了市场对高品质钢轨的需求。

经过多年的努力，包钢钢轨已成为国内外知名品牌。2009 年包钢钢轨产量达到 136 万 t，位居世界第一。2012 年，出自包钢轨梁厂的高速铁路用钢轨荣获中国钢铁工业协会冶金产品实物质量“特优质量奖”。全国几家钢轨生产企业中，唯独包钢获此殊荣。

近年来，包钢为满足铁路建设高速、重载的发展需要，开发了许多不同品种、具有包钢特色、技术含量更高的铁路用钢。

4.1　钢轨方面

(1) 针对小半径重载铁路，包钢充分利用特色资源稀土，自主开发了 1 080 MPa 级别 U76CrRE 钢轨。与 U75V 比较，U76CrRE 钢轨耐磨性能提高 20.3%，耐腐蚀性能提高了 14%。

(2) 包钢和清华大学合作，实现了高强高韧贝氏体钢轨的批量生产。热处理后钢轨抗拉强度 1 350 MPa，延伸率 12%，踏面硬度 400 HB，耐磨性能优于目前国内同类钢轨产品。包钢 75N 热处理贝氏体钢轨已在大秦线曲线段进行试铺试验，使用情况良好。另外，用包钢贝氏体钢轨制造的辙岔和尖轨，在大秦线使用寿命是原锰钢辙岔的 4 倍，在朔黄线使用寿命是原 U75V 尖轨 6 倍以上，这一指标是目前国内最高水平。

(3) 包钢与铁科院合作，借鉴国外成功经验，结合我国车轮形面特点，成功开发了 60N、75N 新轨头廓形钢轨，改善了轮轨接触状态，使最大接触应力减小，显著延长了钢轨的使用寿命。

(4) 槽型轨被誉为“轨中之王”，是钢轨中最难轧制的品种。从 2012 年开始，包钢已经按 EN 标准批量生产 59R2、60R2 槽型轨并发往用户使用。

(5) 城市地铁用钢轨相对于直供各铁路局的“路内轨”而言，属于“路外轨”，是包钢研究、开发的重要产品。目前国内已有北京、广州、天津、长沙、合肥等多条地铁线路采用包钢钢轨。另外，正在开发满足用户不同特殊性能需求(例如耐腐蚀、防杂散电流等)的城市轨道专用系列钢轨。

4.2　型钢方面

(1) 包钢自主研制的 YQ450NbRE 高强耐候 310 乙字钢，是用来制作火车车箱中梁的专用特殊型钢，具有高强、高韧、耐腐蚀等优异性能，在国内首家通过了原铁道部组织的专家评审。

(2) 电气化铁路接触网支柱用 H 型钢是在铁路建设中推广使用的产品。包钢采用异型坯成功开发了 IPB240 mm×240 mm 等 5 个规格的电气化铁路接触网支柱用 H 型钢，并已批量发往用户使用。

(3) 采用异型坯试轧成功 Q420NQR1 铁路车辆用耐大气腐蚀 H 型钢，规格为 H630 mm×200 mm，目前正在准备进行技术评审。

(4) 正在开发 F 型钢用于磁悬浮列车导轨，已开始进行孔型设计和试轧。

4.3　线棒方面

采用窄成分设计成功研制 HRB400E、HRB500E 抗震钢筋，使包钢于 2013 年荣获成为内蒙古自治区级也是西北地区唯一一家抗震钢筋生产示范企业。2013 年至今，包钢共计生产抗震钢筋 66.4 万 t，其中 2017 年向呼市地铁工程以及蒙华铁路建设项目供货 10 000 t 以上，主要用于制作铁路建设用加工件、钢筋笼。

4.4　板材方面

(1) 在包钢 2 250 mm 热轧生产线已开发出 Q345NQR2、Q450NQR1 铁路车厢用钢板，规格为(3 ~ 14) mm × (1 050 ~ 1 500) mm，其中 Q450NQR1 已供出口用户，并通过技术审查可在国内进行批量生产及供货。

(2) 在包钢宽厚板生产线已批量生产 Q345q—Q420q 桥梁钢，规格为(10 ~ 100) mm × (1 200 ~ 3 600) mm × (3 000 ~ 18 000) mm。目前正在开发 Q460q、Q500q、Q345qNH—Q420qNH 桥梁钢。

包钢铁路用钢产品见表 6。

表6 包钢铁路用钢产品

品种	牌号	执行标准	规格
高速铁路用钢轨	U71MnG、U75VG	TB/T 3276—2011，TJ/GW142—2015	60 kg/m、60N
钢轨(热轧，热处理)	U71Mn，U75V，U76CrRE	TB/T 2344—2012，TJ/GW 142—2015	43 kg/m，50 kg/m，60 kg/m，60N，75 kg/m，75N
出口钢轨	900A，C900A	UIC860—1986	UIC54，UIC60
	R260，R260Mn，R350HT，R350LHT	EN13674.1—2011	54E1，54E2，60E1，60E2
	SS，IH	AREMA—2011	115RE，136RE
贝氏体钢轨	U20Mn	技术协议	50 kg/m，60 kg/m，60N，75 kg/m，75N，50AT，60AT
槽型轨	U71Mn，U75V	EN14811－2006＋A1:2009:E	59R2，60R2
道岔轨	U71Mn，U75V	TB/T 3109—2012	50AT，60AT
高速道岔轨	U71MnG，U75VG	TB/T 3109—2012	60D40，60TY
起重机钢轨	U71Mn	YB/T 5055—1993	QU80，QU100，QU120
310乙字钢	YQ450NQR1，YQ450NbRE	YB/T 5182—2006	
铁路车辆用耐大气腐蚀H型钢	Q420NQR1	技术协议	H630 mm×200 mm
电气化铁路接触网支柱用H型钢	Q235B	YB/T 238—2010	IPB240 mm×240 mm，IPB260 mm×260 mm，IPB270 mm×248 mm，IPB280 mm×280 mm，IPB300 mm×300 mm
铁路车厢用耐蚀钢	Q345NQR2，Q450NQR1	TB/T 1979—2014	(3～14) mm×(1 050～1 500) mm
桥梁用钢	Q345q—Q420q	GB/T 714—2015	(10～100) mm×(1 200～3 600) mm×(3 000～18 000) mm

5 应对措施

5.1 加强市场调研，优化铁路用钢产品结构。

及时了解和把握“十三五”新时期铁路发展对铁路用钢的新要求，主动做好相应的市场调研、产品研发和技术服务，充分利用包钢轨梁厂万能轧钢生产线及余热淬火生产线、宽厚板生产线、2 250 mm热轧生产线的装备优势和技术优势，不断优化包钢铁路用钢产品结构，积极探索、开发合金钢轨、特殊断面及特殊用途(例如耐腐蚀)钢轨、铁路车辆用耐候钢(H型钢、钢板)、新型高强耐候桥梁钢等产品。

5.2 加强新工艺新技术的开发应用

5.2.1 利用特色资源开发铁路用钢轨

面对目前钢企面临的不利市场环境，包钢必须要走差异化道路。稀土和铌是包钢的特色资源。稀土有工业“黄金”和工业“味精”之称，在钢中应用可以净化钢质，改变夹杂物形态；稀土分布在碳化物和固溶体中，对高碳钢奥氏体晶粒和珠光体片层结构有细化作用，能够提高钢的韧塑性和改善耐腐蚀、耐磨性能。铌能细化晶粒，而细晶强化是唯一能够同时提高钢的强度和韧性的有效手段。因此要充分利用包钢的特色资源自主创新，针对重载铁路小半径曲线以及特殊环境耐大气、酸、碱等介质腐蚀的需求，开发高强、高韧、耐磨、耐腐蚀钢轨。深入研究稀土和Nb元素对钢的作用机理，结合轨梁厂百米钢轨全长淬火生产线进行控轧控冷(包括HOP)新工艺、新技术的研究，将微合金化技术的效果发挥到新的水平，积极开发微合金化新工艺和超细晶粒钢新钢种。

5.2.2 开发新型高强耐候铁路用钢材

目前，包钢已拥2 250 mm热轧生产线和宽厚板生产线。为配合开发高强度、高韧性、高耐候铁路用

钢，在炼钢、轧钢方面应加强以下工艺技术的研究：

（1）研究应用铁水深度三脱，开发 RH 高效精炼、高效脱硫、成分及精炼渣精确控制技术，实现全流程洁净钢生产，为开发生产高性能耐候钢、桥梁钢等高品质钢打下坚实基础。

（2）进行结晶器、中间包冶金技术、二冷结晶技术、轻压下技术、专用保护渣的研究，实现无缺陷铸坯的生产。

（3）研究开发窄成分控制技术和组织性能预报技术，提高产品质量的稳定性。研究在线质量检测技术，TMCP 技术。

（4）研究高温轧制 HSLA 低碳高强钢的工艺技术，结合包钢实际情况，开发高温轧制生产工艺。

5.2.3　加强形变诱导相变（DIFT）工艺技术研究

铁路客、货车辆车体的结构件一般由低碳低合金钢板冲制而成。如果能将双相钢用于制造此类结构件，必将产生巨大的经济技术效果。据资料调研，目前国内外开发的双相钢中，尚未发现能满足铁路车辆用钢特殊要求的产品。但现行铁路车辆车体用的 09CuPTiRe 和 09CuPCrNi 耐候钢板材，属于低碳低合金结构钢，将其生产成热轧双相钢也是可行的[5]。

5.3　加快资质认证工作

在研究、开发铁路用钢的同时，包钢有关部门应积极开展工作，以使相关的铁路用钢产品通过中铁检验认证中心的资质认证，这样才能获得路内销售的许可，这对铁路用钢的开发、生产是非常重要和非常关键的一步。

5.4　加强铁路用钢新产品的销售力度

对于有些新开发成功的铁路用钢产品（例如电气化铁路接触网支柱用 H 型钢、耐候铁路车厢用钢板），包钢销售部门还需要不断加强销售力度，同时有关部门配合做好技术支持和用户服务工作，以不断提高包钢铁路用钢新产品的用户满意度和市场占有率。

6　结束语

随着中国进入铁路建设的新高峰期，包钢在生产装备不断更新和技术不断进步的情况下，应积极开发和生产铁路用钢，通过科技创新不断优化产品结构，来满足“十三五”时期铁路发展要求，同时也为企业创造丰厚的经济效益。

参　考　文　献

[1] 刘凯. “十三五”，让人期待的中国铁路建设[J]. 建筑，2016，(2)：14.

[2] 孙进. 铁路大发展 - 钢铁行业的巨大商机. http：//www. mysteel. com. 2008—02—06/2008—05—28.

[3] 樊云昌，丁占来，齐海波. 双相钢及其在铁路客、货车辆上的应用前景[J]. 石家庄铁道学院学报，1999，(9)：59 - 60.

启　事

本刊已加入“万方数据库”、“中国知网”、“维普数据库”等。凡向本刊投递的稿件一经采用，即视为作者同意将作品的网络传播权及电子版使用权授予本刊，本刊一次性给付的稿酬已包含上述授权的费用。若不同意上述内容者，请在投递的稿件上予以特别声明，以便本刊酌情处理。

本刊编辑部