

·综述·

## 我国转炉炼钢的现状和发展

王 勇 杨宁川 王承宽

(中冶赛迪工程技术股份有限公司炼钢设计室,重庆 400013)

**摘 要** 2003 年我国转炉钢产量已接近 1.9 亿 t, 占我国钢产量的 85.2%, 约占世界转炉钢的 25%。50~300 t 转炉由 2001 年的 75 座增至 2003 年的 134 座, 工艺技术进一步优化。我国转炉冶炼新钢种和优质钢种增长迅速, 其中包括低合金、耐候钢、TRIP(相变诱发塑性)钢以及合金结构钢、齿轮钢、轴承钢、锅炉用钢等特殊钢。今后转炉钢的增长主要是对条件较好转炉钢厂挖潜改造, 进一步提高装备水平、扩大品种、提高质量以及降低消耗, 改善环境。

**关键词** 转炉炼钢 优质钢 现状 发展

## Present Situation and Development of Converter Steelmaking in China

Wang Yong, Yang Ningchuan and Wang Chengkuan

(Steelmaking Designing Section, CISDI Engineering Co Ltd, Chongqing 400013)

**Abstract** The annual output of steel melted by converter was nearly up to 190 million tons in China in 2003, which was 85.2% of annual output of steel in china and was 25% of world converter steel output in that year. The number of 50~300 t converters increased to 134 sets in 2003 from 75 sets in 2001, and the process and technology of converter steelmaking further optimized. the new grade steel and quality steel melted by converter increased very fast including low alloy steel, atmospheric corrosion resistant steel, TRIP (transformation-induced plasticity) steel, and special steel such as alloy structure steel, gear steel, bearing steel and steel for boiler. In the future the converter steel production mainly depended on potential-tapping and revamping of excellent iron and steel producers to further improve technology and equipment, expend steel grade range, increase quality of steel, reduce consumption and improve environment.

**Material Index** Converter Steelmaking, Quality Steel, Present Situation, Development

1952 年氧气顶吹转炉在奥地利林茨·道纳维茨(Linz, Donawitz)钢厂诞生, 简称 LD, 其后陆续在一些国家获得广泛采用。1964 年我国第一家氧气顶吹转炉炼钢厂在首钢建成投产, 与此同时我国太钢从奥钢联引进了 2 台 50 t 氧气顶吹转炉, 使我国的氧气顶吹转炉炼钢进入了发展的初始阶段。

20 世纪 60 年代中期, 我国设计、科研、制造、生产人员共同协作, 开展了大型氧气顶吹转炉炼钢厂的设计, 1971 年容量 120 t 的大型转炉炼钢厂于 1971 年在攀枝花钢铁公司顺利建成投产。

1978 年我国宝钢首次从国外引进了 300 t 大型转炉成套设备, 1985 年建成投产。通过对宝钢引进大型转炉炼钢技术的学习、消化, 于 20 世纪 90 年代中、后期, 又在宝钢二炼钢厂、武钢三炼钢厂、鞍钢三炼钢厂、首钢炼钢厂先后建成投产了 180 t、210 t、250 t 大型氧气顶底复吹转炉, 从此, 我国转炉炼钢进入了高速发展期。1996 年我国

钢产量首次突破 1 亿 t, 转炉钢产量已达 6 947.5 万 t; 占全国总钢产量的 68.6%。1999 年我国转炉钢产量突破 1 亿 t; 达到 10 247.2 万 t; 占全国钢产量比重上升到 82.7%<sup>[1]</sup>。近年来, 转炉钢产量持续处于高速增长态势, 2002 年我国转炉钢产量高达 15 330 万 t, 仅时隔 3 年转炉钢产量增长近 50%。1994 年我国 1 384 万 t<sup>[2]</sup> 平炉钢产能至 2002 年已全部被转炉钢所取代。据统计, 2003 年我国转炉钢产量已近 1.9 亿 t<sup>[3]</sup>, 约占世界转炉钢产量的 25% 以上。

### 1 我国转炉炼钢发展现状

#### 1.1 转炉钢产量

作为转炉炼钢主要炉料的生铁逐年增长, 为转炉炼钢产量的大幅度增长提供了良好而充裕的原料条件, 与世界各主要产钢国家相比, 我国铁钢比较高, 近年来我国生铁产量及铁钢比如表 1 所示<sup>[1,3]</sup>。

由于我国废钢资源短缺(仅 2001 年进口废钢

表 1 我国生铁产量及铁钢比

Table 1 Output of pig iron and iron- steel ratio in China

项目	年度			
	2000	2001	2002	2003
生铁产量/万 t	13 103.42	15 554.25	16 908	20 231.19
钢产量/万 t	12 850	15 103	18 225	22 234
铁/钢比	1.02	1.028	0.928	0.91

量已达 978.693 万 t)<sup>[4]</sup>, 电力缺乏, 电价偏高, 致使电炉钢产量的增长受到一定程度的制约; 平炉被淘汰, 生铁资源的充裕, 给转炉钢产量的增长提供了良好条件, 因此转炉钢产量近年来获得了快速增长。2001 年和 2003 年各种容量转炉的座数变化如表 2 所示<sup>[1,3,5]</sup>。各种炼钢法的钢产量及所占比例见表 3<sup>[1-3,6]</sup>。

表 2 我国不同容量转炉的座数变化/座

Table 2 Change of converter number with different capacity in China /sets

转炉容量/t	2001 年	2003 年
210 ~ 300	11	11
100 ~ 180	24	32
50 ~ 90	40	91
30 ~ 40	44	44
20	50	50
< 20	47	47
合计	216	275

## 1.2 大中型重点钢铁企业转炉钢产量占主导地位

近年来, 由于新建了一批大、中型转炉以及原有小型转炉的扩容改造, 使转炉炼钢厂生产规模均有所扩大, 因此大、中型转炉钢产量大幅度提

表 3 近 10 年我国各种炼钢法的钢产量及占总钢产量比例的变化

Table 3 Change output and proportion of different steelmaking process in China in recent 10 years

年度	钢总产量 /万 t	平炉		转炉		电弧炉		其它	
		产量/万 t	%	产量/万 t	%	产量/万 t	%	产量/万 t	%
1994	9 261	1 384	15	5 889.9	63.6	1 966.1	21.2	10.4	0.1
1995	9 536	1 308	13.9	6 358	66.7	1 811	19	58.6	0.6
1996	10 124	1 261	12.5	6 947.5	68.6	1 893.2	18.7	22	0.2
1997	1 0891	969.6	8.9	7 984.1	73.3	1 912.1	17.6	15.2	0.2
1998	11 459	543.7	4.7	9 097.8	79.2	1 814.3	15.8	22.6	0.2
1999	12 856	108.1	1.5	10 247.2	82.7	1 947.7	15.7	14.4	0.1
2000	12 856	108.1	0.8	10 584.3	82.4	2 020.0	15.9	137.6	1.1
2001	15 103	83.3	0.5	12 601.5	83.1	2 400.5	15.8	77.2	0.5
2002	18 225	0	0	15 330	84.1	2 820	15.5	75	0.4
2003	22 010	0	0	18 768	85.2	3 220	14.7	22	0.1

高。我国重点大、中型钢铁企业转炉钢产量分布情况的统计<sup>[3]</sup>表明, 全国年产量 200 万 t 以上的大中型钢铁企业的产钢量已占全国钢总产量的 82.4%。

大型钢铁(集团)企业(> 500 万 t/a)数量增多, 为发展转炉炼钢提供了有利条件。全国年产超过 500 万 t 钢铁企业数<sup>[1,3]</sup>由 2001 年的 4 家增至 2003 年的 13 家, 钢产量由 2001 年 4 326 万 t 增至 2003 年 9 789 万 t。

## 1.3 转炉冶炼新钢种的开发与高附加值钢种的增长

### 1.3.1 高附加值钢种产量

我国汽车、造船、集装箱、石化、电工等行业对优质钢需求旺盛, 因此需要炼钢供应优质钢水浇铸成优质合格铸坯以满足轧材品种的需要。近年来我国转炉开发并成批量冶炼了 IF 钢, 高强度级别的管线钢, 有些超低磷钢种要求  $[P] \leq 50 \times$

$10^{-6}$ <sup>[7]</sup> 船用钢, 压力容器用钢、集装箱用钢等高附加值钢种, 钢的质量亦不断提高。一些主要高附加值产品在 2002 年产量增加的基础上, 2003 年又有大幅度增长, 如 2003 年低合金中厚板增幅 62%, 压力容器板达 65%。

### 1.3.2 低合金、微合金化高强度钢

以汽车板用钢为代表的超深冲 IF 钢, 经开发已在全国各大型钢铁企业批量生产。在超低碳钢中加入适量 Ti、Nb 或 Ti 和 Nb 同时加入, 以消除钢中的间隙 C、N 原子, 这类钢称为无间隙原子钢(interstitial free steel)即 IF 钢<sup>[8,9]</sup>。

目前我国生产的 IF 钢有 Ti-IF 钢和(Ti + Nb) IF 钢。在 Ti-IF 钢中, Ti 和 S、N 优先结合 Ti(N, S) 化合物, 然后再与 C 结合形成 TiC, 在(Ti-Nb) IF 钢中, N 和 S 由 Ti 固定, 而 C 由 Nb 固定生成 NbC。IF 钢经合理热轧、冷轧及退火等工艺加工后, 对深冲性能有利的再结晶得到充分发展, 因此 IF 钢

具有高的  $r$  值(塑性应变比),高的  $n$  值(应变硬化指数)和大的延伸率无时效等特性,目前我国宝钢生产的 IF 钢的成分已能控制在  $[C] \leq 0.002\%$ 、 $[N] \leq 0.002\%$ 、 $[S] \leq 0.001\%$ 、 $T[O] \leq 0.002\%$  的水平<sup>[8]</sup>。本钢生产的 IF 钢的成分控制在  $[C] \leq 0.003\%$ 、 $[N] \leq 0.004\%$ 、 $[S] \leq 0.005\%$  的水平<sup>[8]</sup>。我国武钢、鞍钢也已批量生产 IF 钢。

### 1.3.3 管线钢

油气输送管线钢应具有高的强度、良好的韧

性及焊接性和抗氢、抗硫化氢致裂纹的性能。转炉冶炼通过前工序铁水脱硫,后工序通过精炼,已能把成分控制在  $[C] \leq 0.002\%$ 、 $[P] \leq 0.01\%$ 、 $T[O] \leq 0.0025\%$ 、 $[N] \leq 0.0035\%$ 、 $[H] \leq 0.0002\%$  的水平,对抗氢致裂纹的管线钢(HIC), $[S]$ 应控制在  $\leq 0.001\%$  的水平。目前我国宝钢、武钢已具有生产 X80 管线钢的水平。

我国几家主要钢铁企业生产的 X70 管线钢化学成分如表 4 所示<sup>[10]</sup>。

表 4 X70 管线钢典型化学成分/%  
Table 4 Typical chemical compositions of steel X70 for pipe line /%

生产厂	C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ti	Mb
宝钢	0.045	0.23	1.46	0.011	0.0006	0.052	0.048	0.021	0.019
武钢	0.06	0.17	1.43	0.011	0.002	0.04	0.040	0.010	0.17
鞍钢	0.08	0.22	1.55	0.012	0.002	0.036	0.040	0.010	0.16

### 1.3.4 耐候钢

集装箱用钢 90% 为耐候钢,我国宝钢已于 1999 年生产集装箱板 85 万 t,市场占有率达 85%<sup>[11]</sup>。近年来我国一些大型钢铁企业耐候钢的生产大幅度增长。耐候钢对耐腐蚀性能有严格要求,因此应加入适量的合金元素,如宝钢耐候钢的基本成分(%)控制在 0.09C、0.3Si、0.4Mn、0.008P、0.005S、0.6Cr、0.3Cu、0.25Ni 的水平<sup>[11]</sup>,近年来我国耐候钢的产量已达 200 万 t 左右。

### 1.3.5 双相钢

近年来我国宝钢生产的 B540FH 和武钢生产的 RS55 双相钢已批量提供一些汽车制造厂使用,具有高的强度和高的延伸率,RS55 钢的抗拉强度超过了 600 MPa, B540EH 钢的抗拉强度在 570 MPa 左右,并具有良好的冷成型性。双相钢冶炼要求高,化学成分控制严格(除主要成分外要适量添加 Nb、Cr 合金元素),为转炉操作带来一定的难度,如 B540FH 钢和 RS55 钢<sup>[12]</sup>。

### 1.3.6 TRIP 钢

TRIP(Transformation Induced Plasticity)钢是含有残余奥氏体的低碳、低合金高强度钢,主要化学元素为 C-Si-Mn 元素,强度级别为 500 ~ 700 MPa,强度和塑性配合非常良好,用于生产汽车零部件。宝钢生产的 TRP 钢主要有热轧 QSTE 系列汽车结构用钢;如汽车大梁用钢和汽车传动轴用钢。

鞍钢开发的汽车用 08AlP、15Ti、09MnVTiN 和 06NbTi 等低合金或微合金化 TRP 钢已广泛用于汽车大梁、横梁、车轮轮辐等,使冲压合格率保持

在 98% 以上,零件减重率达 5% ~ 15%,从而使汽车车体重量减轻,该钢种具有良好的经济效益。

### 1.3.7 特殊钢

近年来我国特殊钢产量占全国钢总产量的 8% ~ 10%,2003 年我国特殊钢产量达 2 000 万 t,占全国钢总产量的 8.4%<sup>[13]</sup>。而日本 2003 年特殊钢总产量为 2 255.58 万 t,占全国钢总产量的 20.32%,特殊钢增长率为 7.2%(与 2002 年比),近年来日本特殊钢约有 60% 是转炉钢厂生产的<sup>[14]</sup>。与日本相比,我国特殊钢产量尚有很大差距,我国特殊钢生产今后除依靠 30 家特钢企业外,转炉适度增产特殊钢也势在必行。汽车、机械、电力行业是特殊钢需求的大户,强劲的市场需求也将是特殊钢增产的重要因素。我国技术装备水平较高的转炉钢厂已有生产特殊钢的经验。

多年来宝钢 300 t 转炉一直生产  $\Phi 140$  mm 无缝连轧管机的芯棒用钢(38CrMoV),其生产工艺为铁水脱硫、转炉冶炼、二次精炼、浇铸钢锭、1 150 mm 初轧机开坯、750 mm 轧机轧成芯棒。

本钢 120 t 转炉采用铁水脱硫,转炉采取高拉碳吹炼  $C \geq 0.4\%$ ,经 LF 二次精炼,浇铸成 3 t 钢锭后经轧制生产出 GCr15 轴承钢,成品经高倍检验 A、B 夹杂物为 1 级,C、O 夹杂物为 0 级, $[O] \leq 10 \times 10^{-6}$ <sup>[15]</sup>,钢材质量达到 YJZ-84 标准要求。

梅山钢铁公司利用 150 t 顶底复吹转炉试炼了 3 炉低合金耐热钢 15CrMo<sup>[13]</sup>,该钢种具有较好的高温性能,主要用于制造工作温度高于 450 °C 压力容器,同时还具有很好的抗氧化性能、抗硫化

氢腐蚀和氢腐蚀性能。浇成连铸板坯合格率为 100%，轧成板卷表面性能良好，为梅山钢铁公司生产高附加值产品提供了宝贵经验。

### 1.4 转炉生产工艺进一步优化

为了提高钢质量和扩大冶炼钢种，原有大、中型转炉炼钢厂都相继增建了铁水脱硫装置及二次精炼装置。近年来新建的转炉炼钢厂普遍配置了全量铁水脱硫装置，并根据冶炼钢种要求配置了炉外精炼装置，一般多选用 LF 精炼，有些转炉钢厂还设置了 VD 或 RH 精炼装置，从而为生产高附加值钢种提供了有利条件。近年来转炉二次精炼比已大幅度提高，如 2000 年我国转炉炼钢精炼比为 26.56%<sup>[1]</sup>，到 2003 年转炉炼钢精炼比进一步提高。

### 1.5 转炉自动化水平不断提高

大、中型转炉炼钢厂一般均采用了基础自动化和过程计算机控制系统，有些大中型转炉钢厂还设置了管理计算机系统。另外在一些有条件的大型转炉炼钢厂增设了副枪装置或炉气自动分析仪，藉副枪或炉气分析仪为检测手段，实现了计算机动态模型控制，从而提高了转炉终点命中率，改善了转炉作业指标。

### 1.6 转炉消耗指标逐步降低

#### 1.6.1 钢铁料

我国高炉生产能力的大幅度增长，为转炉炼钢提供了充裕的铁水，故转炉炼钢炉料铁水比高，为转炉冶炼纯净钢和提高钢的质量提供了良好条件。由于我国废钢资源短缺，转炉炼钢炉料中废钢比较低，近年来我国转炉钢铁料消耗如表 5 所示<sup>[1,3,4]</sup>。

表 5 转炉钢铁料消耗

Table 5 Metal charge consumption of converter

项目	年度			
	2000	2001	2002	2003
钢铁料/kg·t <sup>-1</sup> 钢	1 094	1 093	1 091	1 091
其中废钢/kg·t <sup>-1</sup> 钢	98	112	105	92
废钢比/%	8.96	10.25	9.62	8.43

#### 1.6.2 工序能耗

由于转炉生产操作技术水平不断提高，以及各转炉钢厂对转炉煤气和转炉烟道汽化冷却蒸汽的回收，使转炉工序能耗有所降低，有些大型转炉钢厂达到负能炼钢水平，如宝钢一、二炼钢厂、武

钢三炼钢。近年来，我国转炉工序能耗亦有显著降低<sup>[1,3,4]</sup>。

### 1.6.3 转炉炉龄

溅渣护炉技术的普遍推广，炉衬材质的进一步改善，对炉体维护的加强以及转炉操作水平的不断改进，从而使转炉炉龄大幅度提高，耐火材料消耗降低。武钢二炼钢复吹转炉取得了新的成果，2002 年创造了炉龄 29 942 炉<sup>[16]</sup>的纪录；小型转炉如山东莱芜钢厂（容量为 25 t）的 2 号转炉创造了 37 271 炉<sup>[16]</sup>的纪录，福建三明钢厂（容量为 20 t）的 1 号转炉创造了 33 542 炉的新纪录。近年来我国重点大、中型钢铁企业转炉平均炉龄由 2000 年的 2 641 炉增至 2003 年的 4 674 炉<sup>[1,3,4]</sup>。

由于转炉炉龄大幅度提高，也使转炉吹炼模式发生了变化，原设有 2 座转炉的车间可由过去的 2 吹 1 进行 2 吹 2 作业；原设有 3 座转炉的车间过去为 3 吹 2，现可改为 3 吹 3 作业模式，从而使转炉生产能力大为提高。

## 2 我国转炉炼钢的未来发展

### 2.1 转炉炼钢未来发展的条件和机遇

#### 2.1.1 市场的强劲需求

随着我国国民经济的持续稳定发展，对钢材市场的需求必将保持强劲的势头。其理由为：我国固定资产投资尽管会有调整，但投资水平仍保持不断适量增长，特别是一些国家重点项目的建设，如南水北调、西气东输、青藏铁路、三峡工程、奥运工程、能源战略，以及国家实施的西部大开发和振兴东北老工业基地等都将进一步促进对钢材的大量需求；随着人民生活的不改善和提高，我国的城市化建设以及人们对住房、汽车、耐用消费品等社会消费的需求不断增长。

转炉炼钢处于炼铁、轧钢的中间环节，前工序受高炉铁水供应的制约；后工序要满足轧钢对品种质量的要求。由于我国高炉生产能力的逐年增长，现有轧机生产能力已大于炼钢生产能力，废钢资源的短缺，电力的紧缺和电价的昂贵，从而限制了电弧炉炼钢的发展。综上所述，今后转炉炼钢仍将呈发展态势，其钢产量也将视市场需求与炼铁、轧钢同步适度增长。

#### 2.1.2 高附加值钢种大幅度增长

一些高附加值钢种多为低合金高强度或微合金高强度钢种，特别是 V、Nb、Ti 微合金化钢种将

受到关注。今后我国汽车、造船、集装箱、机械制造、油、气输送管线、电工等用钢仍将大幅度增长,大型转炉炼钢厂将依靠自身的装备优势(配置热连轧或宽厚板轧机),结合日新月异的冶炼工艺技术进步,努力增产这类高附加值钢种,满足市场需求。

## 2.2 转炉炼钢的发展与钢产量的增长方式

由于市场对钢材的需求旺盛,炼钢提供轧钢的坯料供不应求,高炉生铁产量的逐年增长,因此给转炉炼钢技术的发展和转炉钢产量的提高提供了良好机遇和条件。

今后转炉钢产量的增长一是随着产业的发展而新建转炉炼钢生产规模的扩大;二是通过对原有转炉钢厂的技术改造挖潜。近年来一些中小型转炉钢厂通过技术改造挖潜已取得了明显的成效,例如水钢小转炉钢厂将原有3座20t转炉逐个扩容至30t,车间钢产量已达到175万t(2002年)<sup>[3]</sup>。又如福建三明转炉钢厂将原有3座20t转炉改造为30t,并增加了第4座转炉,车间钢产量提高至205万t<sup>[3]</sup>(2003年)。

此外,在大型钢铁企业中,经适当增加转炉吹炼炉座数可获得增产,如宝钢二炼钢厂原设计为2座250t转炉,设计年生产钢水300万t,浇铸成合格铸坯288万t,原为2吹1,现为2吹1.1~1.2,钢产量2002年已超过370万t(连铸坯),目前该厂拟增设第3座转炉,届时钢产量可达600万t。

生产实践证明,转炉炼钢厂改造挖潜和改变

转炉操作模式都具有投资省、工期短,见效快等优点。同时,转炉炼钢还应大力推广溅渣护炉、节能降耗技术,稳定提高转炉操作指标。当然,在转炉扩大产量的同时,应考虑到全厂的物料平衡及公辅设施的配套能力,形成综合生产能力。同时应坚决贯彻国家环保的法律、法规建设清洁钢厂。

## 3 转炉炼钢技术发展中应注意的问题

我国中、小型转炉炼钢厂(车间)生产量达到6000万t以上,与前后工序配套的有小高炉、小连铸、小轧机;已形成一定的综合生产能力。中、小型转炉钢厂是在我国钢铁发展的历史中形成的,今后在一段较长的时间应配合我国钢铁行业的产业结构调整政策和优化工艺及调整产品结构的发展战略,搞好扩容改造挖潜,相应提高技术和装备水平,比如适当增设铁水脱硫设施和根据钢种要求增设炉外精炼装置,以求在增产的同时进一步提高钢的质量,扩大冶炼钢种范围,降低消耗,改善环保条件,在市场竞争中继续求得生存发展。今后应抑制低水平中小型转炉重复建设。

在沿海建设大型钢铁企业,应当充分考虑我国的国情和利用优越的海港天然条件,本着设备大型化、现代化原则,选取适合于大型钢铁企业的大型高炉、大型转炉和大型热连轧机、冷连轧机等国内外成熟的工艺技术装备,以满足大规模生产的要求,对一些国外尚处于开发试用阶段或通常适合于中、小型钢铁企业的工艺技术装备一般不宜选用。

## 参考文献

- 1 中国钢铁协会信息统计部.中国钢铁统计2000.2001
- 2 冶金工业部规划发展司.中国钢铁统计1994.1998
- 3 冶金工业信息中心.冶金经济参考-2004No.5-6期.2004,3,15,3.25
- 4 吴建常.中国钢铁工业将对世界废钢市场起主要作用.废钢铁,2003(4):5
- 5 中国金属学会冶金工业信息中心.2000年重点大中型钢铁企业主要产品产量技术经济指标,2001
- 6 冶金工业信息标准研究院.中国钢铁统计2002
- 7 田志江,艾立群,蔡开科,等.超低磷的生产技术.炼钢,2003,19(6):13
- 8 朱满堂,于华财,徐明,等. IF钢主要成分冶炼控制生产实践.炼钢,2004,20(2):1
- 9 马鸣图.我国汽车钢板研究与应用进展.钢铁,2001,36(8):64
- 10 东涛,傅俊岩.X70级管线钢国产化中韧性问题.2001中国钢铁年会论文集(下卷):550
- 11 阮晓明.宝钢耐候钢连铸实践.钢铁,2001,36(2):20
- 12 张凤泉,刘贵江,康永林,等.汽车用低合金钢的现状与发展.特殊钢,2003,24(4):1
- 13 中国特殊钢企业协会钢铁研究总院科技信息室.中国特殊钢市场指南,2004.17
- 14 中国钢铁协会信息统计部.世界钢铁统计2004.No.4
- 15 杨广前.120t转炉冶炼GCr15轴承钢的工艺实践.特殊钢,2004,25(1):41
- 16 徐静波,喻承欢,刘浏,等.武钢二炼钢复吹转炉溅渣护炉工艺技术.炼钢,2004,20(2):5

王 勇(1968-),男,高级工程师,炼钢室主任工程师,主管炼钢,铁水脱硫,二次精炼的设计工作。