



国家重点建设冶金技术专业高等职业教学改革成果系列教材

转炉炼钢 实训指导书

主 编 罗莉萍 朱润华
副主编 邹建华

· 冶金职业技能鉴定参考书

· 冶金职业岗位培训参考书

· 冶金行业职业技能竞赛参考书



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn

国家重点建设冶金技术专业高等职业教学改革成果系列教材

转炉炼钢实训指导书

主 编 罗莉萍 朱润华

副主编 邹建华

常州大学图书馆
藏书章

北 京

冶金工业出版社

2016

内 容 提 要

本教材为《炼钢生产》配套实训教材,依据课程标准和教学资源进行教学过程设计,分为10个实训项目,包括:转炉炼钢生产认知、转炉设备操作、转炉炼钢原料准备操作、顶吹转炉冶炼操作、复吹转炉冶炼操作、转炉炉衬维护操作等内容,详细介绍了转炉炼钢生产各环节及转炉设备操作、原料准备操作过程中的各个工序及步骤。

本书可作为高职高专院校冶金技术专业的教材,也可作为钢铁企业职工的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

转炉炼钢实训指导书/罗莉萍,朱润华主编. —北京:冶金工业出版社,2016.4

国家重点建设冶金技术专业高等职业教学改革成果系列教材
ISBN 978-7-5024-7133-0

I. ①转… II. ①罗… ②朱… III. ①转炉炼钢—高等职业教育—教材 IV. ①TF71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 053462 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjchs@cnmp.com.cn

责任编辑 李维科 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7133-0

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;固安华明印业有限公司印刷

2016 年 4 月第 1 版,2016 年 4 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 13 印张; 315 千字; 196 页

36.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgchb.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

编写委员会

主 任 谢赞忠

副主任 刘辉杰 李茂旺

委 员

江西冶金职业技术学院	谢赞忠	李茂旺	宋永清	阮红萍
	潘有崇	杨建华	张 洁	邓沪东
	龚令根	李宇剑	欧阳小纓	肖晓光
	任淑萍	罗莉萍	胡秋芳	朱润华
新钢技术中心	刘辉杰	侯 兴		
新钢烧结厂	陈伍烈	彭志强		
新钢第一炼铁厂	傅曙光	古勇合		
新钢第二炼铁厂	陈建华	伍 强		
新钢第一炼钢厂	付 军	邹建华		
新钢第二炼钢厂	罗仁辉	吕瑞国	张邹华	
冶金工业出版社	刘小峰	屈文焱		
顾 问	皮 霞	熊上东		

前 言

自2011年起江西冶金职业技术学院启动钢铁冶金专业建设以来,先后开展了“国家中等职业教育改革示范学校建设计划”项目钢铁冶炼重点支持专业建设;中央财政支持“高等职业学校提升专业服务产业发展能力”项目冶金技术重点专业建设;省财政支持“重点建设江西省高等教育专业技能实训中心”项目现代钢铁生产实训中心建设,并开展了现代学徒试点。与新余钢铁集团有限公司人力资源处、技术中心以及下属5家二级单位进行有效合作。按照基于职业岗位工作过程的“岗位能力主导型”课程体系的要求,改革传统教学内容,实现“四结合”,即“教学内容与岗位能力”“教室与实训场所”“专职教师与兼职老师(师傅)”“顶岗实习与工作岗位”结合,突出教学过程的实践性、开放性和职业性,实现学生校内学习与实际工作相一致。

按照钢铁冶炼生产工艺流程,对应烧结与球团生产、炼铁生产、炼钢生产、炉外精炼生产、连续铸钢生产各岗位在素质、知识、技能等方面的需求,按照贴近企业生产,突出技术应用,理论上适度、够用的原则,校企合作建设“烧结矿与球团矿生产”“高炉炼铁”“炼钢生产”“炉外精炼”“连续铸钢生产”5门优质核心课程。

依据专业建设、课程建设成果我们编写了《烧结矿与球团矿生产》《高炉炼铁》《炼钢生产》《炉外精炼》《连续铸钢》以及相配套的实训指导书系列教材,适用于职业院校钢铁冶炼、冶金技术专业、企业员工培训使用,也可作为冶金企业钢铁冶炼各岗位技术人员、操作人员的参考书。

本系列教材以国家职业技能标准为依据,以学生的职业能力培养为核心,以职业岗位工作过程分析典型的工作任务,设计学习情境。以工作过程为导向,设计学习单元,突出岗位工作要求,每个学习情境的教学过程都是一个完整的工作过程,结束了一个学习情境即是完成了一个工作项目。通过完成所有

项目（学习情境）的学习，学生即可达到钢铁冶炼各岗位对技能的要求。

本系列教材由宋永清设计课程框架。在编写过程中得到江西冶金职业技术学院领导和新余钢铁集团有限公司领导的大力支持，新余钢铁集团人力资源处组织其技术中心以及5家生产单位的工程技术人员、生产骨干参与编写工作并提供大量生产技术资料，在此对他们的支持表示衷心感谢！

由于编者水平所限，书中不足之处，敬请读者批评指正。

江西冶金职业技术学院教务处 宋永清

2016年2月

实训指导

一、实训的目的与特点

生产实训是钢铁冶金技术专业方向的主干专业实践教学课程,属于专业理论知识与实际工厂设备技术应用及管理环节实际技能训练与提高的实践环节。通过学习使学生掌握钢铁冶炼操作的基本理论知识,与此同时下厂进行具体的岗位实习操作,将所掌握的理论知识与实践结合起来,初步具备分析问题和解决实际问题的能力,为以后从事专业工作打好坚实的基础。本课程将向学生传授并使之感受和体验现代设备系统工程中设备技术应用和设备管理的理念、实际状况及工作原理,动手参与相关设备设计、制造、维修活动及管理过程等。

通过专业实训项目的学习,学生应当理解并掌握本专业在实际工作中涉及的知识、学科领域及其理论和重要理念,了解本专业所涉及的技术、经济、管理知识与技能方法在实际工程中的应用,了解本专业在工厂实际生产中的具体工作内容及基本环节。通过各工作环节的感受,学生能为学习专业理论课程,为今后成为既懂专业技术又会管理的复合型工程技术人才打下较好的基础。

针对高职钢铁冶金技术专业特点,实训课程具有以下特色:

- (1) 以企业真实的工作任务和职业能力要求的技能为基础,设置学习性工作任务。
- (2) 打破传统的理论与实践教学分割的体系,理论知识贯穿在实操技能的学习过程中,实现“理实一体化”。
- (3) 从高等职业教育的性质、特点、任务出发,以职业能力培养为重点,依据国家制定的职业技能鉴定标准中的职业能力特征、工作要求以及鉴定考评项目等,以工作内容和过程为导向进行课程建设。
- (4) 课程内容引进企业实际案例和选用实际生产项目,充分体现职业岗位和职业能力培养的要求;课程实施理论与实践交互式教学,通过建立校内外实训基地,将钢铁生产企业的真实工作项目引入教学环节,把课堂逐渐推向企业的工作现场,使课程能力实现向社会服务的转化,充分体现课程的职业性、实践性和开放性。

二、实训的内容与要求

(1) 收集认识实训所在工厂的安全生产要求及安全注意事项,实训期间应遵守所在实训单位的各种规章制度,服从带队指导老师和单位有关人员的领导,严格遵守工厂的《安全操作规程》。

(2) 服从车间领导的安排,尊重工人师傅,勤学好问,虚心求教。

(3) 收集实训所在工厂的主要生产产品、生产工艺流程、主要的生产设备结构及工作原理等相关资料。

(4) 收集认识企业生产管理体系的架构、内容、要求。

(5) 在班组实习期间,收集、记录、认识班组在设备维护管理中的具体内容、事项、要求,参与班组的相关工作,提高学生的动手能力和实训现场分析问题、解决问题的能力;建立和提高学生参与管理的意识,认识和体会生产及管理过程中的具体环节与问题;观察学习技术人员及工人师傅分析问题的方法和经验。

(6) 结合自己已经学习到的知识,分析讨论所在实习工厂中发现的问题或不清楚的环节,甚至提出自己的意见和建议。

(7) 听取所在实习单位为学生举行的就业择业、先进技术、设备维护及生产管理等方面的专题报告。

(8) 每天编写实习记录,必要时在小组内或小组间开展实习心得与问题讨论。

三、实习报告的写法及基本要求

1. 实习报告的写法

实习报告一般由标题和正文两部分组成。标题可以采取规范化的标题格式,基本格式为,“关于××的实习报告”;正文一般分前言、主体和结尾三部分。

(1) 前言:主要描述本次实习的目的意义、大纲的要求及接受实习任务等情况。

(2) 主体:实习报告最主要的部分,详述实习的基本情况,包括项目、内容、安排、组织、做法,以及分析通过实习经历了哪些环节,接受了哪些实践锻炼,搜集到哪些资料,并从中得出一些具体认识、观点和基本结论。

(3) 结尾:可写出自己的收获、感受、体会和建议,也可就发现的问题提出解决的方法、对策;或总结全文的主要观点,进一步深化主题;或提出问题,引发人们的进一步思考;或展望未来,发出鼓舞和号召等。

2. 实习报告的要求

(1) 按照大纲要求在规定的时间内完成实习报告,报告内容必须真实,不得抄袭。学生应结合自己所在工作岗位的工作实际写出本行业及本专业(或课程)有关的实习报告。

(2) 校外实习报告字数要求:每周不少于1000字,累计实习3周及以上的不少于3000字。用A4纸书写或打印(正文使用小四号宋体、1.5倍行距,排版以美观整洁为准)。

(3) 实习报告撰写过程中需接受指导教师的指导,学生应在实习结束之前将成稿交实习指导教师。

3. 实习考核的主要内容

(1) 平时表现:实习出勤和实习纪律的遵守情况;实习现场的表现和实习笔记的记录情况、笔记的完整性。

(2) 实习报告:实习报告的完整性和准确性;实习的收获和体会。

(3) 答辩:在生产现场随机口试;实习结束时抽题口试。

目 录

实训项目 1 转炉炼钢生产认识	1
1.1 任务描述	1
1.2 相关知识	1
1.2.1 转炉炼钢法的分类	1
1.2.2 氧气转炉炼钢法的发展	1
1.2.3 我国氧气转炉的发展概况	3
1.2.4 氧气转炉炼钢法的特点	3
1.2.5 转炉炼钢技术的发展趋势	4
1.2.6 氧气转炉炼钢主要技术经济指标	4
实训项目 2 转炉设备操作——转炉本体设备操作	6
2.1 任务描述	6
2.2 相关知识——转炉系统设备	6
2.2.1 顶吹转炉炉型及计算	6
2.2.2 炉壳	13
2.2.3 炉体支承系统	15
2.2.4 转炉倾动机构	20
2.3 任务实施	23
2.3.1 转炉兑铁水、加废钢	23
2.3.2 摇炉进料	25
实训项目 3 转炉设备操作——混铁炉、混铁车操作	28
3.1 任务描述	28
3.2 相关知识——铁水的供应	28
3.2.1 铁水罐车供应铁水	28
3.2.2 混铁炉供应铁水	28
3.2.3 混铁车供应铁水	29
3.3 任务实施	30
3.3.1 铁水的识别	30
3.3.2 铁水质量对冶炼的影响	31
实训项目 4 转炉设备操作——转炉散料系统设备操作	33
4.1 任务描述	33

4.2 相关知识	33
4.2.1 散装料供应系统	33
4.2.2 铁合金供应	37
4.3 任务实施	38
4.3.1 造渣材料的识别和选用	38
4.3.2 常用铁合金的识别	44
4.3.3 常用铁合金的选用	45
实训项目5 转炉设备操作——转炉供气系统设备操作	47
5.1 任务描述	47
5.2 相关知识	47
5.2.1 供氧系统设备	47
5.2.2 氧枪升降和更换机构	60
5.2.3 氧枪各操作点的控制位置	64
5.2.4 氧枪刮渣技术	65
5.3 任务实施	67
5.3.1 检查供氧器具及设备	67
5.3.2 使用供氧器具及设备	68
实训项目6 转炉炼钢原料准备操作——废钢验收与装槽供应操作	70
6.1 任务描述	70
6.2 相关知识	70
6.2.1 废钢	70
6.2.2 生铁块	72
6.3 任务实施	73
6.3.1 识别和选用废钢及生铁块	73
6.3.2 识别废钢铁中密封容器和有害元素	74
实训项目7 转炉炼钢原料准备操作——散状料验收与准备	76
7.1 任务描述	76
7.2 相关知识	76
7.2.1 石灰	76
7.2.2 白云石	77
7.2.3 萤石	77
7.2.4 铁矿石和氧化铁皮	77
7.3 任务实施	78
7.3.1 目的与目标	78
7.3.2 散装料加料操作步骤或技能实施	78
7.3.3 注意事项	79

实训项目 8 顶吹转炉冶炼操作	80
8.1 任务描述	80
8.2 相关知识	80
8.2.1 一炉钢的操作过程	80
8.2.2 装入制度	81
8.2.3 造渣制度	83
8.2.4 供氧制度	90
8.2.5 温度制度	97
8.2.6 终点控制和出钢	105
8.2.7 脱氧及合金化制度	112
8.2.8 吹损及喷溅	117
8.2.9 操作事故与处理	121
8.2.10 顶吹转炉计算机自动控制	123
8.3 任务实施	128
8.3.1 各种渣料加入量的计算	128
8.3.2 掌握供氧制度	129
实训项目 9 复吹转炉冶炼操作	132
9.1 任务描述	132
9.2 相关知识	132
9.2.1 顶底复合吹炼简述	132
9.2.2 顶底复吹转炉的冶金特点	136
9.2.3 复合吹炼底部供气元件	139
9.2.4 复吹转炉的底吹气体	148
9.2.5 顶底复吹氧气转炉炼钢工艺	150
9.2.6 复合吹炼的底部供气	157
9.2.7 复吹转炉的炉龄	160
9.3 任务实施——复吹转炉冶炼 45 钢	162
9.3.1 某厂基本情况	162
9.3.2 铁水条件	163
9.3.3 复吹转炉冶炼 45 钢的工艺技术	163
9.3.4 冶炼钢水的质量分析	164
9.3.5 冶炼效果	165
实训项目 10 转炉炉衬维护操作	166
10.1 任务描述	166
10.2 相关知识	166
10.2.1 转炉用耐火材料	166

10.2.2 炉衬寿命及影响因素	169
10.2.3 溅渣护炉技术	177
10.2.4 开新炉操作	187
10.3 任务实施	190
10.3.1 转炉常用耐火材料的识别和选用	190
10.3.2 补炉操作	192
10.3.3 转炉溅渣护炉操作	194
参考文献	196

实训项目 1 转炉炼钢生产认识

1.1 任务描述

氧气转炉炼钢是目前世界上最主要的炼钢方法，它的主要任务就是采用超音速氧射流将铁水中的碳氧化掉，去除有害杂质，添加一些有益合金，使铁水转化成性能更加优良的钢。

转炉炼钢车间生产主要由以下环节组成：

- (1) 将造渣剂、合金通过上料设备运至高位料仓。
- (2) 氧气通过管道送到转炉氧枪、其他辅料通过天车运至操作平台。
- (3) 将高炉铁水通过铁水罐车或鱼雷混铁车运入转炉车间，铁水罐车中的铁水需兑入混铁炉。将混铁炉（车）中的铁水出到铁水包，或采用铁水“一罐到底”工艺，运至炉前兑入转炉。
- (4) 将运入转炉车间的废钢按废钢配料单装槽运至炉前并装入转炉。
- (5) 摇正炉体降枪吹炼，适时加入造渣剂造渣，并进行烟气净化和煤气回收。到达终点提枪停吹，测温取样，当成分、温度合格后摇炉出钢，同时完成合金化任务。
- (6) 出钢结束，视炉衬侵蚀情况维护炉衬，然后摇炉倒渣。之后将炉子摇到装料位置，准备下一炉装料。

1.2 相关知识

1.2.1 转炉炼钢法的分类

转炉是以铁水为主要原料的现代炼钢方法。这种炼钢炉由圆台形炉帽、圆柱形炉身和球缺形炉底组成。炉身设有可绕其旋转的耳轴，以满足装料和出钢、倒渣操作，故而得名。转炉的分类如图 1-1 所示。

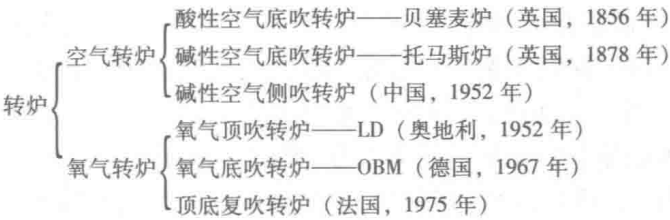


图 1-1 转炉的分类

1.2.2 氧气转炉炼钢法的发展

1856 年，英国人贝塞麦发明了底吹酸性空气转炉炼钢法。将空气吹入铁水，使铁水中

硅、锰、碳高速氧化,依靠这些元素氧化放出的热量将液体金属加热到能顺利地进行浇注所需的温度,从此开创了大规模炼钢的新时代。由于采用酸性炉衬和酸性渣操作,吹炼过程中不能去除磷、硫,同时为了保证有足够的热量来源,要求铁水有较高的含硅量。

1878年,英国人托马斯又发明了碱性底吹空气转炉炼钢法,改用碱性耐火材料作为炉衬,在吹炼过程中加入石灰造碱性渣,并通过将液体金属中的碳氧化到小于0.06%的“后吹”操作,集中化渣脱磷。在托马斯法中,磷取代硅成为主要的发热元素,因而该法适合于处理高磷铁水,并可得到优质磷肥。西欧各国一直使用该法直到20世纪60年代。

早在1856年贝塞麦就提出利用纯氧炼钢的设想,由于当时工业制氧技术水平较低,成本太高,氧气炼钢未能实现。直到1924~1925年间,德国在空气转炉上开始进行富氧鼓风炼钢的试验,试验证明,随着鼓入空气中 O_2 含量的增加,钢的质量有明显的改善。但当鼓入空气中富氧的浓度超过40%时,炉底的风眼砖损坏严重,因此又开展了用 $CO_2 + O_2$ 或 $CO_2 + O_2 + H_2O$ (气)等混合气体的吹炼试验,但效果都不够理想,没能投入工业生产。

20世纪40年代初,制氧技术得到了迅速发展,给氧气炼钢提供了物质条件。1948年德国人杜雷尔在瑞士采用水冷氧枪垂直插入炉内吹炼铁水获得成功。1952年在林茨(Linz)城,1953年在多纳维茨(Donawitz)城先后建成了30t氧气顶吹转炉车间并投入生产,称为LD法。由于氧气顶吹转炉反应速度快,生产率及热效率很高,可使用20%~30%的废钢以及便于自动化控制,又克服了空气吹炼时钢质量差、品种少的缺点,因此它成为冶金史上发展最迅速的新技术。

氧气顶吹转炉炼钢法出现以后,在世界各国得到了迅速发展,不仅新建转炉停建平炉,而且还纷纷拆除平炉改建氧气转炉,如日本到1997年底已全部拆除平炉。进入20世纪70年代,转炉炼钢技术日趋完善,公称吨位400t的大型氧气顶吹转炉先后在苏联、联邦德国等国投入生产,单炉生产能力达400万~500万吨/年,大型转炉的平均吹炼时间为11~12min,月平均冶炼周期已缩短到了26~28min,氧气转炉不仅能冶炼全部平炉钢种,而且还可以冶炼部分电炉钢种。随着炉衬耐火材料的不断改进,溅渣护炉技术的应用,炉衬寿命也不断提高,我国武钢氧气转炉炉衬寿命已高达25000次以上。

回顾氧气转炉炼钢技术的发展,它可划分为三个时期:

(1) 转炉大型化时期(1950~1970年)。以转炉大型化技术为核心,逐步完善了转炉炼钢工艺与设备。先后开发出大型化转炉设计制造技术、OG法除尘与煤气回收技术、计算机静态与副枪动态控制技术、镁碳砖综合砌炉与喷补挂渣等护炉工艺技术。

(2) 转炉复合吹炼时期(1970~1990年)。这一时期,由于连铸技术的迅速发展,出现了全连铸的炼钢车间,对转炉炼钢的稳定性和终点控制的准确性提出了更高的要求。为了改善转炉吹炼后期钢-渣反应远离平衡,实现平稳吹炼的目标,综合顶吹、底吹转炉的优点,研发出各种顶底复合吹炼工艺技术,在世界上迅速推广。

(3) 转炉综合优化时期(1990年以后)。这一时期,社会对纯净钢的生产需求日益增加。迫切需要建立起一种全新的、能大规模廉价生产纯净钢的生产体制。围绕纯净钢生产,研究开发出铁水“三脱”预处理、转炉高效生产、全自动吹炼控制与溅渣护炉等重大新工艺技术。降低了生产成本、大幅度提高了生产效率。

现代转炉炼钢采用的重大技术有:转炉大型化技术、转炉复合吹炼技术、煤气回收与

负能炼钢技术、全自动转炉吹炼控制技术、溅渣护炉与转炉长寿技术。

1.2.3 我国氧气转炉的发展概况

1951 年碱性空气侧吹转炉炼钢法首次在我国唐山钢厂试验成功,并于 1952 年投入工业生产。1954 年开始了小型氧气顶吹转炉炼钢的试验研究工作,1962 年将首钢试验厂空气侧吹转炉改建成 3t 氧气顶吹转炉,开始了工业性试验。在试验取得成功的基础上,我国第一个氧气顶吹转炉炼钢车间 ($2 \times 30\text{t}$) 在首钢建成,并于 1964 年 12 月 26 日投入生产。以后,又在唐山、上海、杭州等地改建了一批 3.5 ~ 5t 的小型氧气顶吹转炉。1966 年上钢一厂将原有的一个空气侧吹转炉炼钢车间,改建成 3 座 30t 的氧气顶吹转炉炼钢车间,并首次采用了先进的烟气净化回收系统,于当年 8 月投入生产,还建设了弧形连铸机与之相配套,试验和扩大了氧气顶吹转炉炼钢的品种。这些都为我国日后氧气顶吹转炉炼钢技术的发展提供了宝贵经验。此后,我国原有的一些空气侧吹转炉车间逐渐改建成中、小型氧气顶吹转炉炼钢车间,并新建了一批中、大型氧气顶吹转炉车间。小型顶吹转炉有天津钢厂 20t 转炉、济南钢厂 13t 转炉、邯郸钢厂 15t 转炉、太原钢铁公司引进的 50t 转炉、包头钢铁公司 50t 转炉、武钢 50t 转炉、马鞍山钢厂 50t 转炉等;中型的有鞍钢 150t 和 180t 转炉、攀枝花钢铁公司 120t 转炉、本溪钢铁公司 120t 转炉等;20 世纪 80 年代宝钢从日本引进建成具有 70 年代末技术水平的 300t 大型转炉 3 座,首钢购入二手设备建成 210t 转炉车间;90 年代宝钢又建成 250t 转炉车间,武钢引进 250t 转炉,唐钢建成 150t 转炉车间,重钢和首钢又建成 80t 转炉炼钢车间;许多平炉车间改建成氧气顶吹转炉车间等。到 1998 年我国氧气顶吹转炉共有 221 座,其中 100t 以下的转炉有 188 座 (50 ~ 90t 的转炉有 25 座),100 ~ 200t 的转炉有 23 座,200t 以上的转炉有 10 座,最大公称吨位为 300t。到 2014 年,我国 100t 以上大型转炉有 345 座,300t 转炉达到 11 座。转炉钢占年总钢产量达到 93%。

1.2.4 氧气转炉炼钢法的特点

氧气转炉炼钢具有与平炉钢相同的或更高的质量。氧气转炉钢具有下列特点:

(1) 钢中气体含量少。

(2) 由于炼钢主要原材料为铁水,废钢用量所占比例有限,因此 Ni、Cr、Mo、Cu、Sn 等残余元素含量低。由于钢中气体和夹杂少,具有良好的抗时效性能、冷加工变形性能和焊接性能,钢材内部缺陷少;不足之处是强度偏低,淬火性能稍次于平炉和电炉钢。此外,氧气转炉钢的机械性能及其他方面性能也是良好的。

(3) 原材料消耗少,热效率高,成本低。氧气转炉金属料消耗一般为 1100 ~ 1140kg/t,比平炉稍高些。耐火材料消耗仅为平炉的 15% ~ 30%,一般为 2 ~ 5kg/t。由于氧气转炉炼钢是利用炉料本身的化学热和物理热,热效率高,不需外加热源。因此在燃料和动力消耗方面比平炉、电炉都低。氧气转炉的高效率 and 低消耗,使钢的成本较低。

(4) 原料适应性强。氧气转炉对原料的适应性强,不仅能吹炼平炉生铁,而且能吹炼中磷 (0.5% ~ 1.5%) 和高磷 (> 1.5%) 生铁,还可吹炼含钒、钛等特殊成分的生铁。

(5) 基建投资少, 建设速度快。氧气转炉设备简单, 重量轻, 所占的厂房面积和所需要的重型设备的数量比平炉车间少, 因此投资比相同产量的平炉车间低 30%~40%, 生产规模越大, 基建投资就越省。而且氧气转炉车间的建设速度比平炉车间快得多。此外, 氧气转炉炼钢生产比较均衡, 有利于与连铸配合, 还有利于开展综合利用, 如煤气回收及实现生产过程的自动化。

1.2.5 转炉炼钢技术的发展趋势

转炉炼钢生产技术的发展将出现以下发展趋势:

(1) 合理优化工艺流程, 形成紧凑式连续化的专业生产线。目标: 以产品为核心, 将铁水预处理—炼钢—精炼—连铸和轧钢有机地结合起来, 形成紧凑式连续化生产的专业生产线。从铁水到成品钢材的生产周期将缩短到 2.5~3h。

(2) 转炉高效吹炼工艺技术。目标: 大力开发高效转炉生产工艺技术, 使一座转炉的产量达到传统两座转炉的生产能力。冶炼周期 20~25min, 年产炉数不小于 15000 炉, 转炉炉龄不小于 15000 炉。

(3) 建立大规模、廉价生产洁净钢的生产体系。目标: 大规模生产洁净度高的钢材, 某些钢种如 IF 钢、石油管线钢等应达到钢中杂质总量 $\Sigma(S + P + T. O + N_2 + H_2) \leq 100 \times 10^{-6}$; 成分控制精度达到 $C \pm 0.01\%$, $Si, Mn \pm 0.02\%$, $\Delta Ti, \Delta V, \Delta Nb < \pm 0.01\%$; 夹杂物 $d_s \leq 10\mu m$, 无脆性夹杂物。

(4) 节能与环境保护。目标: 转炉炼钢工序实现“负能”炼钢; 减少炼钢渣量 50%; 全部粉尘回收利用。

1.2.6 氧气转炉炼钢主要技术经济指标

(1) 转炉日历利用系数, 是指转炉在日历工作时间内每公称容量(公称吨位)平均每昼夜所生产的合格钢产量。它反映了技术操作水平的高低和管理水平的好坏。其计算公式如下:

$$\text{转炉日历利用系数} = \frac{\text{合格钢产量(吨)}}{\text{转炉公称吨位} \times \text{日历昼夜}}$$

转炉日历利用系数应按已建成投产的全部转炉座数的总公称吨位计算。

(2) 转炉日历作业率, 是指各转炉作业时间总和与全部投产的转炉座数和日历时间的乘积的百分比。它反映转炉设备利用的状况。

(3) 转炉冶炼周期, 是指转炉平均每炼一炉钢所需的时间。冶炼周期是决定转炉生产率的最主要因素。冶炼周期的长短, 随炉容量的大小、原料条件、吹炼工艺操作和设备装备水平而变化。其中吹氧和耽误时间所占比重最大, 因此减少耽误时间是缩短冶炼周期, 提高炉子生产率的一个重要方面。

(4) 转炉每炉产钢量, 是指转炉平均每炼一炉钢的产量。

(5) 转炉吹损率, 反映转炉在吹炼过程中金属损失的程度。吹损有两个方面: 其一是化学损失, 即吹炼过程中各元素被氧化的损失, 由于要求进入炉内的金属料成分稳定, 所以这种损失一般也稳定; 另一方面是非化学损失, 它主要是从炉口喷出的金属液滴造成的损失和由于操作不当而造成的损失, 这方面的损失随操作技术的好坏而波动较大。

(6) 转炉金属料消耗,是指每炼 1t 合格钢所消耗金属料的千克数。它反映出对金属料的利用程度。

(7) 转炉炉龄 (转炉炉衬寿命),是指转炉炉衬投入使用起到更换新炉衬为止整个炉役期间炼钢的总炉数。它反映出耐火材料的质量、修砌炉衬的质量以及操作水平的好坏。

(8) 氧枪寿命,是指氧气转炉每更换一次氧枪所能炼钢的总炉数。