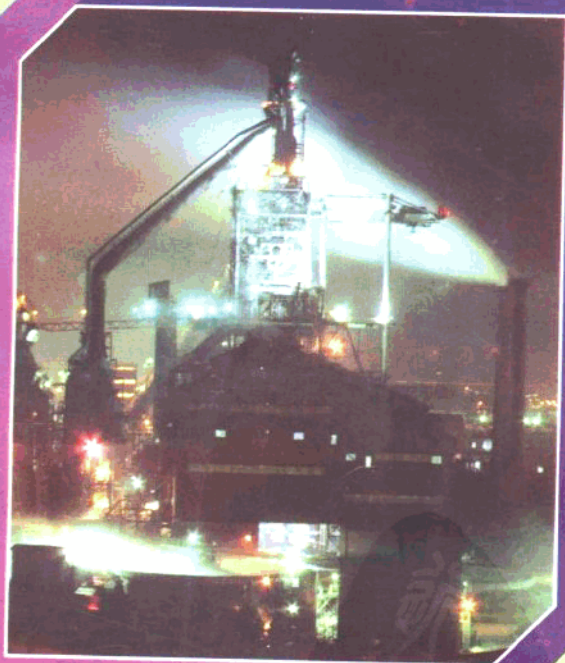


宝钢炼铁生产工艺

文学铭
糜克勤
沈震世
等编著



黑龙江科学技术出版社
冶金工业出版社

宝钢生产技术系列丛书⑥

572
2001232

等编著

生产工艺



宝钢生产技术系列丛书⑥

编委会主任 王佩洲
主 编 张俊杰

倪卫华

宝钢炼铁生产工艺

文学铭 康克勤 沈震世 等编著

(哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

阿城市印刷厂印刷

1996年5月第1版·1996年5月第1次印刷

印数：1—3 000册

定价：
精装 39.00元
简精装 34.00元

ISBN 7-5388-2456-1/TF · 5

《宝钢生产技术系列丛书》

编委会

总 顾 问：王鹤寿

顾 问：黎 明 陆 达 朱尔沛 凌华椿
沈成孝

编委会主任：王佩洲

副 主 编：徐乐江 张清朗 王 师 徐金梧
余永桂 张俊杰

秘 书 长：刘希光

委 员：王天青 朱本立 李海平 刘 安
何文波 宋汉清 沈震世 陈治平
张桐庆 张世云 柏世宾 赵 昆
徐 楠 顾宝德 顾家成 蔡祥麟
谭泽培

主 编：张俊杰

副 主 编：张清朗 顾家成 余永桂 沈震世
张桐庆

掌握新技術
更善于學習；
更更善于創新。

鄧小平 一九八四年
二月十五日

埋頭實幹，從嚴要求，
精益求精，不斷創新。

李增寶鋼

凍中三



序 言

王若水

宝钢是我国大型的现代化联合企业,1978年12月23日动工兴建。一期工程以一号高炉为标志,从日本全套引进,后部的钢管厂从德国成套引进,投资128.33亿元。二期工程以二号高炉为标志,包括后部的连铸、热轧、冷轧,高炉系统的设备国产化率达到88%,冷、热轧及连铸设备是与国外合作设计、合作制造,国产设备约占50%,投资172亿元,一、二期工程总投资300亿元。

宝钢是改革开放的产物,是我国建国以来引进技术最多,装备水平最高的现代化大型钢铁联合企业。花巨额投资,引进宝钢的战略意义是推动我国钢铁工业的发展进步,是以小平同志的科学管理思想为指导,勇敢的借鉴外国的先进管理经验,以宝钢实践为基础,探索具有中国特色的社会主义工业建设的新路子。

宝钢建设之初,曾有过一些议论,认为宝钢建设的投资比价太高了。诚然,与过去建设钢铁企业的投资相比,确实高了许多。但这样的比较,却是一个太粗浅而且不正确的比较。从过去一亿元投资建设的钢铁企业的生产效果与宝钢一亿元投资的生产效果相比,就明确无误的证明宝钢的投资效果,远远高于过去建设钢铁企业的投资效果。除这个投资效益之外,还有一个更加重要的意义:宝钢建设采取了当时最高科技水平的钢铁生产设备,这就使我国钢铁工业开始登上了最新科学技术的现代化水平,这个台阶的意义是更加重大的。贫穷不是社会主义,落后的低下的生产技术水平也不是社会主义。社会主义国家在社会生产力方面奋斗的目标,是

BAWZ 4006

极大地提高社会生产力造福全国人民。现在宝钢不仅本身体现了钢铁工业向高科技水平的发展方向,而且它的生产新技术正向全国其它钢铁企业辐射。许多大中型钢铁企业都在借鉴宝钢的生产新技术,尽可能的进行适合本身的技术改造,从而提高本企业的产量水平与产品的质量水平。这就是宝钢高科技新技术的重大意义。

十五年间宝钢同志没有辜负全国人民的期望。一期工程 1985 年 9 月一次投产成功,一年达标,二年达产,三年超设计。二期工程 1993 年全面达到设计水平,年产钢 720 万吨、铁 650 万吨、热轧板 400 多万吨、冷轧板 210 多万吨、无缝钢管 50 多万吨。

宝钢生产的钢材品种填补了国家空白,产品纯度高、杂质少、性能好,可以替代进口和可供出口,在国内外市场上有较强的竞争力。

宝钢的经济效益连年大幅度提高,自 1985 年一期工程投产以来,累计上交利税已达 130 亿元,超过了一期工程投资。包括折旧等自有资金积累再投入等,全部经营贡献已超过了 300 亿元以上的总投入。

宝钢的劳动生产率已达到 76 万元/人·年,远远高于国内同行的水平,已经显示了规模经济效益的强大威力。

在这里可以看到现实的事实:宝钢现在年产 720 万吨钢,它的职工总数只有 22 000 人,而与它的生产规模大致相等的原有生产设备与生产技术落后的钢铁企业,则需要职工 10 万以上。这不就是社会生产力的优劣明显的差别吗?社会主义物质文明建设,应该采取什么方针,不是不言自明了吗?

宝钢同志遵照小平同志题词“掌握新技术,要善于学习,更要善于创新”的精神,在全国人民的支持下,拼搏了十五年,认真地执行和实现了小平同志的题词指示。

宝钢的工程建设已获得国家级创新成果特等奖。宝钢“大型钢铁企业现代化组织管理体系”的实践与理论研究成果,获得了1993年国家级创新成果一等奖。宝钢组织数十名专家、教授编著的《宝钢现代化管理丛书》已经向全国出版发行。宝钢的现代化管理已对我国企业转换经营机制,适应市场经济发展,建立现代企业制度起到了典范作用。

宝钢的生产新技术的创新成果也已于1993年12月由国家科委批准委托冶金部主持的专家委员会,通过了专家鉴定。

专家们对宝钢生产技术的开发与创新给予了高度的评价,认为综合水平已处于全国领先地位,许多方面具有国际先进水平。

特别是宝钢的炼铁系统技术,1号高炉已连续生产八年进入第九个年头,年产量仍在320万吨设计水平以上。综合技术已超过日本样板厂高炉水平。这也确切地证明我国的工人、技术人员在生产高技术领域中的创新才能。

《宝钢生产技术系列丛书》在宝钢建设十五周年之际,由宝钢的专家们和华东冶金学院、东北大学、北京科技大学的教授们,宝钢职工大学的教师们三结合经过三年时间完成了编写工作,总结和反映了宝钢八年的生产实践和科技创新成果,从实践到理论升华,又一次向社会推出了一套软科学的宝贵成果。我国原有的大中型钢铁企业,在这些实践和理论学习中得到启发,将会引起技术改造的热情。这对我国钢铁工业的发展是有巨大意义的。

我衷心祝贺宝钢同志取得的丰硕成果,愿全国钢铁企业的同志在宝钢的建设、生产管理和科技开发创新的发展中,吸取好的经验并发扬光大。

最后,我还想特别向钢铁工业战线上奋斗的同志们提一提“宝钢精神”。宝钢精神的含义是什么,这就是黎明同志所说的:目前宝

钢的建设和生产技术水平虽然是高科技现代化的,但是决不应满足于现有的水平,世界的科学技术是不断进步提高的,今日的现代化,如固步自封,明日可能变成落后的。因此,宝钢定下一条奋斗精神,即紧紧盯住世界高科技的发展,一方面追踪这种世界高科技的新发展,又一方面发挥本身科技人员的智慧,在高科技上创新,以此保证宝钢经常处于钢铁工业的世界高科技水平领域。这种“宝钢精神”的雄心壮志,对我们所有钢铁企业,应该是有启发意义的。

1994年2月19日

编 者 的 话

宝山钢铁(集团)公司,一期工程是从日本、德国引进 70 年代末 80 年代初的技术装备。二期工程的连铸、热轧、冷轧是与国外合作设计、合作制造的 80 年代技术装备水平。经过投产八年的生产实践,已于 1993 年全面实现了年产 650 万吨铁、720 万吨钢、400 万吨热轧板、50 万吨无缝钢管、210 万吨冷轧板的工厂设备设计生产水平。炼铁、炼钢、轧钢全生产工序在目前我国装备水平和生产工艺水平中,都是具有代表性的国内外先进水平的现代化钢铁联合企业。

王鹤寿同志 1989 年 10 月 1 日提出:“宝钢要在党的基本路线指引下,全心全意依靠工人阶级的伟大创造和智慧力量,可以在三个方面起样板作用。第一,宝钢是我国现代化建设中最大的建设项目,从设计、设备引进、施工到生产准备,积累了丰富的经验,应当是全国基本建设首先是冶金工程建设的样板。第二,宝钢又是我国现代化建设中最大的引进项目,已从全部引进、合作设计制造发展到以我为主的设计制造,应当是全国首先是冶金工业战线消化移植引进新技术的样板。第三,宝钢在引进先进技术装备的同时,引进了先进的管理方式,结合实际加以应用,有所发展,有所创新,逐步探索具有中国特色的管理现代化的新路子,应当成为全国工业首先是钢铁工业企业管理现代化的样板。宝钢还可以在三个方面发挥基地作用。第一,宝钢是掌握当代钢铁工业新技术最多的企业,应当成为钢铁工业推进技术进步的基地。第二,宝钢建成了当代先进设备的热连轧机、冷轧机和无缝钢管轧机,应当成为我国生产优质的板管钢材的基地。第三,宝钢拥有一大批既有理论基础,又有实践经验的工人、技术人员和管理人员,应当成为钢铁工业战线培养和造就现代化人才的基地。”

为了实现王鹤寿同志对宝钢提出的上述要求,由王佩洲同志总策划,冶金部诸多领导同志多方面关注,从1989年开始着手组织编写三套系列丛书。第一套是《宝钢现代化管理丛书》已经出版发行,第二套是《宝钢生产技术系列丛书》,第三套是《宝钢工程建设管理丛书》。

三套丛书都本着“立足宝钢面向全国”的要求,力求根据宝钢的实践,突出宝钢的特色。再从宝钢的实践中,通过理论升华达到能指导实践的目的。以能为宝钢尽可能成为“三个样板”、“三个基地”作用提供一份宝贵的无形资产、为发展我国钢铁工业建设作出贡献。

《宝钢生产技术系列丛书》包括:《宝钢生产技术概论》、《宝钢原料生产工艺》、《宝钢原料生产设备》、《宝钢烧结生产工艺》、《宝钢烧结生产设备》、《宝钢炼铁生产工艺》、《宝钢炼铁生产设备》、《宝钢炼钢生产工艺》、《宝钢炼钢生产设备》、《宝钢初轧坯生产工艺与设备》、《宝钢连铸生产工艺》、《宝钢连铸生产设备》、《宝钢钢管生产工艺》、《宝钢钢管生产设备》、《宝钢热轧板生产工艺》、《宝钢热轧板生产设备》、《宝钢冷轧板生产工艺》、《宝钢冷轧板生产设备》,共十八本。

丛书的编写是众多实际工作者与理论工作者密切合作的产物,是宝钢技术人员与华东冶金学院、东北大学、北京科技大学的教授们共同劳动的结晶。在丛书的编写中,为取得一些有代表性的数据,还进行了一些必要的科学试验。因此本丛书不仅是实践的写实,而且是在实践的基础上总结提炼和系统化的理论与实践相结合的教材及教学参考书。

以一个现代化钢铁联合企业的生产实践过程为基础编写系列丛书还是第一次,没有经验,再加上编者水平有限,缺点和不足之处在所难免,欢迎广大读者指正。

1994年3月1日

目 录

第一章 绪论.....	(1)
第二章 铁矿石的还原与燃料消耗.....	(6)
第一节 生铁中各元素的还原.....	(6)
第二节 与铁氧化物还原有关的物理化学反应.....	(9)
第三节 铁氧化物还原与燃料消耗的关系	(15)
第四节 焦炭反应性对铁矿石还原过程的影响	(26)
第五节 操作线图解的原理与应用	(31)
第三章 脉石的软熔与造渣	(41)
第一节 脉石的软熔与滴落	(41)
第二节 造渣过程	(48)
第三节 终渣的性能	(50)
第四章 炉料下降与气、液流动.....	(63)
第一节 气流的压力降对炉料下降的影响	(63)
第二节 炉内压力降梯度的计算及其应用	(70)
第三节 高炉内散料的构成与气体流动的关系	(86)
第四节 滴下带与炉缸内的液体运动	(92)
第五节 径向气流分布的控制.....	(101)
第五章 炉料的整粒.....	(116)
第一节 整粒的流体力学依据.....	(116)
第二节 矿石粒度对矿石质量、还原率及料层透 气性的影响.....	(123)

第三节	矿石与焦炭在高炉内的分化与其入炉前 整粒的关系·····	(129)
第四节	矿石中混入焦丁·····	(137)
第六章	生铁成分的控制与某些元素的循环·····	(140)
第一节	生铁含硅量的控制·····	(140)
第二节	生铁含锰量的控制·····	(153)
第三节	生铁脱硫·····	(158)
第四节	碱金属的循环与控制·····	(164)
第五节	锌在高炉内的行为·····	(169)
第六节	铅的循环与沉积·····	(174)
第七节	钛的行为及其护炉作用·····	(175)
第八节	影响生铁含碳量的因素·····	(176)
第七章	高炉热交换及炉内温度参数的控制·····	(179)
第一节	风口前的理论燃烧温度·····	(179)
第二节	煤气与炉料的热交换·····	(185)
第三节	炉顶温度与渣铁温度·····	(188)
第四节	炉缸内热平衡与炉缸热状态的关系·····	(193)
第五节	高炉内温度场的控制与燃料消耗的关系·····	(197)
第六节	控制高炉热状态的工艺·····	(201)
第八章	强化冶炼的理论基础·····	(205)
第一节	导论·····	(205)
第二节	高(顶)压操作·····	(209)
第三节	高风温·····	(218)
第四节	调湿鼓风·····	(219)
第五节	富氧鼓风·····	(221)
第六节	综合鼓风·····	(224)
第九章	配料计算、物料平衡与热平衡·····	(226)

第一节	配料计算	(226)
第二节	配料计算的实际应用——变料计算	(236)
第三节	物料平衡	(241)
第四节	总热平衡	(246)
第十章	高炉数学模型	(259)
第一节	高炉数学模型的构成	(260)
第二节	模型的基本原理	(262)
第三节	高炉操作管理系统	(269)
第十一章	开炉和停炉	(273)
第一节	烘炉	(273)
第二节	填充	(280)
第三节	点火操业	(286)
第四节	停炉	(288)
第十二章	顺行的维持与事故处理	(292)
第一节	顺行的标准	(292)
第二节	煤气流分布失常	(298)
第三节	炉热调整	(301)
第四节	事故的处理	(302)
第十三章	炉前作业	(305)
第一节	出铁场与操作平台	(305)
第二节	出渣、出铁管理	(309)
第三节	炉前作业的基本点和设计考虑	(314)
第四节	影响出渣、出铁作业的因素	(315)
第五节	炉前作业对出渣、出铁的影响	(327)
第六节	炉前作业总结	(339)
第十四章	热风炉操作	(342)
第一节	热风炉概况	(342)

第二节	热风炉操作管理.....	(345)
第三节	热风炉节能技术.....	(354)
第四节	热风炉用耐火砖与结构.....	(356)
第十五章	高炉用耐火材料与炉体管理.....	(365)
第一节	高炉炉衬设计及耐火材料.....	(365)
第二节	高炉炉衬的破损机理.....	(375)
第三节	高炉炉体管理.....	(381)
第四节	高炉出铁场用耐火材料.....	(388)
参考文献		(398)
编后记		(400)

第一章 绪 论

高炉内各种反应都是在物料流和煤气流不断相向运动的条件下发生的。没有这种运动,高炉冶炼就无法进行。然而,这些反应过程也要影响物料和煤气两大物质流的运动状况,进而影响高炉的技术经济指标。按物理状态和流动特征,可以把高炉划为六个区域(见图 1—1)。

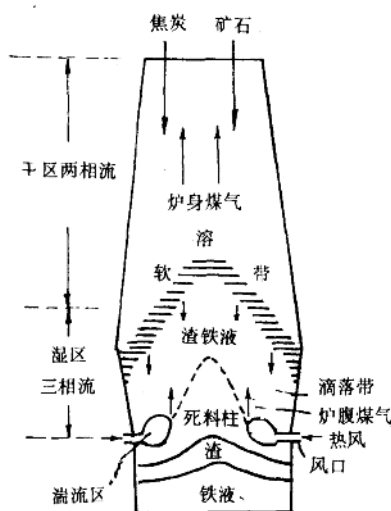


图 1—1 高炉内 6 个特征区域的相对位置

(1)软熔带。矿石在这里经历了软化到熔融滴落的物态转变,亦可称为成渣带或粘滞层。

(2)软熔带以上的干区。这里只有煤气和固体的相向运动,通常称为块状带。

(3)软熔带以下的湿区。这里有炉腹煤气、液态渣铁和焦炭三类物质之间的相对运动,一般称为滴落带。

(4)炉中心由呆滞的焦炭组成的死料柱。这里没有强烈的流动现象,温度亦较低。

(5)风口前的湍流