

宝钢原料生产设备

洪富春
唐明亮
丁宝忠
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③

(黑)新登字第2号

责任编辑:刘公允

封面设计:张秉顺

倪卫华

宝钢生产技术系列丛书③

宝钢原料生产设备

钱值仪 张景智 夏辛明等编著

黑龙江科学技术出版社 出版

冶金工业出版社

(哈尔滨市南岗区建设街41号)

牡丹江市印刷总厂印刷

850×1168毫米 32开本 10印张 3插页 250千字

1996年3月第1版·1996年3月第1次印刷

印数:1—3 600册 定价:33.00元(精) 29.00元(简精)

ISBN7-5388-2456-1/TF·5

掌握新技術
要善於學習
更要善於創新。

鄧小平

一九八四年
二月十五日

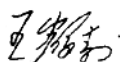
埋頭實幹從嚴要求
精益求精不斷創新

書贈寶鋼

陳寧生



序 言



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，勇敢地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极大的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他钢铁企业辐射。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 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。这也确切的证明我国的工人、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,从炼铁、炼钢、轧钢全生产工序都是目前我国装备水平和生产工艺水平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，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 原料处理概述

- 第一节 概论..... (1)
- 第二节 原料处理系统..... (9)
- 第三节 原料处理工艺设计与主要设备 (13)

第二章 原燃料输入工艺与设备

- 第一节 水运原料燃料输入工艺与设备 (21)
- 第二节 陆运受料系统 (26)

第三章 胶带输送机

- 第一节 概述 (36)
- 第二节 胶带输送机的结构 (39)
- 第三节 胶带机的安全保护装置 (56)
- 第四节 胶带输送机带宽和运输量的计算 (64)
- 第五节 胶带输送机传动功率计算 (66)
- 第六节 输送机胶带的硫化胶接 (81)

第四章 堆取料机

- 第一节 堆料机 (95)
- 第二节 取料机..... (108)

第五章 破碎与整粒

- 第一节 整粒的目的..... (116)
- 第二节 矿石破碎和粉碎设备..... (117)
- 第三节 筛分设备..... (168)

第六章 取样设备

- 第一节 机械取样的分类和型式..... (184)

第二节	宝钢原料车间取样设备规格·····	(190)
第七章	矿石混匀方法及设备	
第一节	矿石混匀的目的与方法·····	(196)
第二节	混匀堆料机·····	(207)
第三节	混匀取料机·····	(215)
第四节	混匀定量给料装置·····	(227)
第八章	环保除尘	
第一节	胶带输送机作业中的除尘·····	(233)
第二节	料场洒水、洗车除尘·····	(238)
第三节	通风除尘·····	(244)
第九章	原料场计算机控制	
第一节	大型原料场集中控制的必要性·····	(264)
第二节	原料计算机系统的主要设备·····	(265)
第三节	原料处理控制用计算机功能·····	(269)
第四节	原料处理设备计算机的操作方法·····	(281)
第十章	原料场电气设备	
第一节	原料场设备控制系统·····	(285)
第二节	胶带输送机控制·····	(289)
第三节	移动机的控制·····	(298)
第四节	国内部分原料场控制系统近况·····	(303)
编后记	·····	(307)

第一章 原料处理概述

第一节 概 论

一、原料处理的作用

在钢铁厂中,所谓原料处理,就是指从接受船舶、火车、卡车等输送来的原材料及燃料开始,在料场贮存,同时按照使用这些原材料和燃料的用户要求,对其粒度等物理性质进行加工整粒、管理,直到将合格的产品及时输送给各生产用户,这一作业的总称叫原料处理。这里的原材料和燃料主要有铁矿石类,煤类及副原料类。生产用户主要有发电厂、焦化厂、烧结厂、炼铁厂、炼钢厂和初轧厂等。

高炉要顺行、持续地进行生产,并获得较好的技术、经济指标,除设备条件外,能否供给稳定的高质量原燃料是关键。俗话说,有风就有铁,原料是基础。这概括说明原料处理的重要性。高炉生产对原料处理要求,归纳起来有以下几点:

(1)稳—供料成分和粒度性能要稳定,均衡,并要有必要的贮备。

(2)高一矿石品位要高,有害杂质要少,焦炭灰分要低,烧结矿强度要高。

(3)净—原料粉末要少,装炉前尽可能将料中的粉末筛去,以改善高炉炉内的透气性。

(4)匀—入炉粒度要均匀,在条件允许的前提下,其粒度波动范围尽可能要小一些。

(5)小—应尽可能缩小粒度上限,以提高高炉煤气能量利用

率。

二、铁矿石及其分类

自然界中,呈金属状态的铁极少,一般均与其它元素结合为化合物。据目前所知,含铁矿物已达 300 多种,但限于现有的技术水平,并考虑冶炼的经济效益,能提炼出铁的只有几种,因而不能把所有含铁的岩石都叫铁矿石。

铁矿石主要是一种或几种含铁矿物和脉石组成。含铁矿物和其他矿物一样,是具有一定化学成分和结晶构造的自然界化合物。脉石也是由各种矿物诸如石英、长石所组成,所以铁矿石实际上是各种矿物的机械集合体。根据含铁矿物性质,铁矿石可分为四种类型:

1. 磁铁矿

磁铁矿为主要含铁矿物,其化学式为 Fe_3O_4 ,理论含铁量为 72.4%,含氧 27.6%,铁呈磁性氧化物 Fe_2O_3 或 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ 存在,结晶为八面体,组织结构较致密坚硬,一般呈块状和粒状,外表颜色为钢灰色或黑灰色,条痕为黑色,密度 $4.9 \sim 5.2$ 吨/米³,硬度 $5.5 \sim 6.5$,显著特点呈强磁性。贫磁铁矿常用磁选法精选,所得产品称磁铁精矿,此种精矿含铁量高,烧结性能好,是烧结生产的优质原料。一般磁铁矿含硫、磷较高,虽不产生热裂性,但其还原性比赤铁矿差。

2. 赤铁矿

赤铁矿又称“红矿”,其化学式为 Fe_2O_3 ,理论含铁量为 70%,含氧 30%的赤铁矿就其成因可分为堆积型与火成型两种,用于炼铁主要是前者。赤铁矿的组织结构多种多样,由非常致密的结晶组织到比较松散的粉状结构,就其外表形态与不同的物理性能可分为以下几种:晶体为片状和板状,表面有金属光泽,明亮如镜的叫镜铁矿;外表呈云母片状结晶称云母片状赤铁矿;无光泽,质地松

软,含有粘土等杂质的叫红色土状赤铁矿;外表像鱼子、肾状一粒粒粘在一起的集合体,称鱼子状或肾状赤铁矿。结晶赤铁外表颜色为钢灰色和铁灰色,其它为暗红色,但多种赤铁矿的条痕均为暗红色。赤铁矿的密度为 4.8~5.3,硬度则不相同,其中结晶赤铁矿硬度为 5.5~6.0,土状、粉末状赤铁矿则硬度很低。赤铁矿含硫、磷较少,主要脉石成分为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、和 MgO 等。

自然界开采的赤铁矿含铁量在 40~60% 之间,含铁 < 40% 或含有害杂质过多时,须经选矿处理。由于天然的赤铁矿一般不呈磁性,因而通常多用重选法、磁化焙烧—磁选法、浮选法或采用混合流程进行处理。

赤铁矿在自然界中贮量丰富且有害杂质较少,加之其还原性能较好等优点,因此是高炉、烧结、球团的主要原料,但应注意其热裂性,直接用块矿入炉要适当加以限制。

3. 褐铁矿

褐铁矿是含结晶水的 Fe_2O_3 ,其化学式可用 $m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 表示。自然界中褐铁矿大部份以 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 存在(含 14.39% 结晶水)。褐铁矿一般呈黄褐色、暗褐色和黑色,条痕为黄褐色,密度 3.0~4.2,硬度为 1~4,无磁性,结构疏松,含铁量较低。褐铁矿烧结性能较磁铁矿和赤铁矿差,烧损量大。世界上最著名的褐铁矿是澳大利亚的罗布河矿。

4. 菱铁矿

菱铁矿是一种碳酸盐,含铁量低,理论上为 48.2%,其化学式为 FeCO_3 ,自然界中常见的菱铁矿结构坚硬致密,外表呈灰色和黄褐色,条痕为灰色或带黄色,似玻璃光泽,密度 3.8,硬度为 3.5~4.0,无磁性。烧结时由于碳酸盐分解吸热,因而固体燃料消耗较高。贫菱铁矿经焙烧后呈磁性,易用磁选法进行精选。该矿石经焙烧因放出 CO_2 ,不仅含铁量显著增加,同时还原性能良好和呈多

孔,易于破碎。此外,菱铁矿有害杂质含量较少。

5. 钛磁铁矿

钛磁铁矿除含铁成份外,尚有轻金属钛,其化学式为 FeTiO_3 , 理论含铁量为 36.8%, 含钛 31.6%, 其余为氧 31.6%。我国西南地区重要钢铁基地—攀枝花钢铁公司,所用矿石就是钛磁铁矿。

三、煤及其分类

1. 煤的形成

在距今约 2.3~3 亿年前的石炭二迭纪时期,当时地球气候潮湿、多雨而温暖,地球上遍地繁生的植物,随地壳的变迁而大量死亡被埋于地下,大量植物残骸在各种细菌,其中主要是厌氧菌的生物化学作用,不断发生缓慢而复杂的分解与化合作用,释放出甲烷与二氧化碳等气体,其余残留部份逐渐转变为主要成份是芳香族结构的腐植酸与沥青质等泥炭类物质,这种物质随着地壳的下沉和沼泽上部受到泥沙等沉积物的覆盖,泥炭逐渐压紧并不断失水,厌氧细菌的生物化学作用逐渐减弱而消失,因而导致泥炭中的碳含量逐渐增高。氧元素与腐植酸的含量相应降低,相继随着地壳下沉速度加剧,泥炭在地层内部受高温与不断增厚覆盖岩层的挤压,由此经过长期的地球化学作用,即逐渐变为碳含量更高,氧与腐植酸含量更低的褐煤。

褐煤继续在不断增高的地温与增厚的岩层作用下,进一步改变其结构的物理、化学性质。首先脱除了腐植酸中的酸基而变为只含腐植质的烟煤,这种煤继而受地层更下部的高温、高压作用,又逐渐转变为碳含量更高、氧与氢含量更低的无烟煤。

2. 煤的分类及特性

煤的组织 and 结构相当复杂。我国将煤由无烟煤到褐煤共分为 10 大类 24 小类,其中 10 大类是指无烟煤、贫煤、瘦煤、焦煤、肥煤、气煤、弱粘结煤、不粘结煤、长焰煤和褐煤。这十类煤中只有一

部分具有在高温加热时软化熔融分解出胶质体而变成硬块(焦炭)的性能,其在煤的总储量中约占 20%左右,并被称之为炼焦煤。炼焦煤主要是指瘦煤、焦煤、肥煤、气煤以及部分的弱粘结煤。

(1)瘦煤。瘦煤是一种煤化程度最高的炼焦用煤,其特点是挥发分低,粘结性差,受热时产生的胶质体数量较焦煤为少,且软化温度高,并加热时不全部熔融。这种煤虽一般也能单独炼焦,尤其是用 2 号瘦煤炼出的焦炭块度大,裂纹少,但因熔融性比焦煤差,有时在焦块中存在颗粒物,导致焦炭的耐磨强度较低,并同时易碎、粉焦含量多。

(2)焦煤。焦煤是结焦性能最好的一种炼焦煤,其煤化程度高于肥煤,具有中等挥发分与中等胶质层,可燃基挥发分产率 V' 一般大于 18%~30%,胶质层最大厚度 Y 值一般大于 12~25 毫米。

大多数焦煤单独炼焦时,能获得块度大、裂纹少、强度高和耐磨性好的优质冶金焦炭。但用这种煤单独炼焦时,收缩度小,膨胀压力大,常常因推焦困难而损坏焦炉。而更重要的是这种煤的储量不多,所以只宜在配煤中适当配入一部分,以提高焦炭的强度。

(3)肥煤。肥煤是中等煤化程度的烟煤,其煤化程度高于气煤。它的主要特征是粘结性强,胶质层最大,厚度大于 25 毫米,挥发分产率 V' 的范围一般从 24%~40%,但典型肥煤的挥发分多为 28%~35%左右。肥煤受热能产生大量流动性大的胶质体,热稳定性比气煤好。

在炼焦过程中,这种煤的软化温度低,固化温度高,具有很强的粘结能力,是配煤炼焦的重要煤种。用肥煤单独炼焦时能生成熔融性良好的焦炭,但横裂纹较多,气孔率较高,在焦根部分(靠近焦饼中心)有蜂窝焦,机械强度不高,易碎成小块。因此肥煤很少用来单独炼焦,而是多与粘结性较弱的气煤、瘦煤或弱粘结煤等配合炼焦,以获得高强度的冶金焦。

(4)气煤。气煤是一种煤化程度最低的炼焦用煤,粘结性弱,挥发分高,可燃基挥发分产率 V' 均大于 30%,胶质层最大厚度 Y 值大于 5~25 毫米。在隔绝空气加热时这种煤能产生大量煤气和较多的焦油、胶质体的热稳定性有的较差,有的则较好。

气煤一般能单独炼焦,但在结焦过程中收缩大,焦炭粒度呈细长型而易碎,并常有较多的纵裂纹,强度差。在炼焦时多配入这种煤,可以降低焦炉的膨胀压力,增大焦饼的收缩,增加化学产品的产率,有利于综合利用而降低炼焦成本。但如掺入过多,就会使焦炭块度变小,强度降低。气煤中的 2 号肥气煤,不但能单独炼出较好的冶金焦,而且还是配煤炼焦中的重要煤种。

气煤除主要供炼焦外,某些高灰高硫或粘结性较差的 1 号气煤,也可作为动力用煤或气化用煤。

(5)弱粘结煤。弱粘结煤是一种粘结性较弱与煤化程度较低的煤。单独炼焦时,焦炭多成小块,易粉碎,灰分一般低到 5%~15%,硫分也多低于 1%。洗选时精煤回收率可达 70%~80%以上,因此,在配煤炼焦中如有足够的强粘结煤时,也可掺入 30%~40%左右的弱粘结煤。这不仅能降低焦炭的灰分和硫分,提高化学产品的收得率,还能降低焦炭成本,在炼铁时可降低焦比。

弱粘结煤虽然有不少可用于炼焦,但目前大部分还是作为动力煤或民用煤。

四、熔剂及其它副原料

熔剂的作用是给高炉提供形成炉渣所需要的成份。由于焦炭的灰分,矿石与球团的脉石成份通常是 SiO_2 和 Al_2O_3 (呈酸性),故一般要求熔剂含有 CaO 和 MgO ,自然界中,石灰石和白云石中的 CaO 和 MgO 是以碳酸盐(CaCO_3 和 MgCO_3)存在的。

高炉中碳酸盐的分解反应需要热量,由此需消耗一部份焦炭。大多数现代高炉为节省焦炭和提高生产率,将未经分解的熔剂用