



张，将资源优势充分转化成效益优势。

### 1.3 经营资源，形成产业

利用鞍钢矿业的能力和技术优势，实施产业化发展，形成完整的矿业产业链。在扩大生产规模的前提下，实现产品对外输出，提高盈利能力，增强外部市场影响力。利用资源的巨大价值作为融资平台，以资源优势和产品市场控制能力作为企业重组的手段，实现资源效益最大化。

## 2 提升核心技术创新能力 推进资源高效开发利用

国土资源部日前发布的《矿产资源节约与综合利用“十二五”规划》显示，“十二五”时期，我国将全面提高矿产资源高效开发和节约利用水平。到2015年，大中型重点矿山开发效率保持在较高水平，小型矿山的开采回采率、选矿回收率在现状基础上平均提高3至5个百分点。2015年与2010年相比，在动用相同资源储量的情况下，多回收资源5%。建设60个以上矿产资源综合利用示范基地，实施600个左右示范工程，带动矿产资源节约与综合利用水平整体提高。要实现这些目标，必须依靠核心技术创新能力的提升及资源高效开发利用的推进，原因如下。

### 2.1 加强资源综合利用，提高资源利用效率，是矿山企业未来发展的一个根本性问题

《矿产资源节约与综合利用“十二五”规划》中明确了“十二五”时期，我国将全面提高矿产资源高效开发和节约利用水平。我国是世界第一大钢铁生产国和铁矿石消耗国，随着经济的持续快速发展，资源短缺问题日益凸显。目前，三分之二的铁矿石需要进口。但另一方面，却存在着资源利用效率不高（不到70%）、浪费严重的问题。因此，加强资源综合利用，提高资源利用效率刻不容缓。

近年来，围绕提高资源利用效率，鞍钢矿业公司在加强选矿技术攻关的同时，在优化采矿工艺、回收利用低品位矿石资源和开发利用铁尾矿资源等方面也进行了积极探索。

#### 2.1.1 优化采矿工艺，提高矿石回采率

采矿是资源开发利用的第一道工序，提高

矿石回采率是有效利用资源的首要环节。为有效提高回采率，降低损失贫化，我们主要采取了三个方面的措施：

(1) 优化采掘设计。如，通过开展急倾斜中厚矿体无底柱分段崩落法低贫损开采模式研究，设计了以中深孔落矿、端部控制出矿为特征的空场崩落组合法开采方案，解决了急倾斜矿体崩落法的损失贫化控制问题。特别是在矿岩交接部位采用先进的爆破技术，实行矿岩分穿、分爆、分装、分运，有效降低了矿石的损失贫化。

(2) 严格采掘技术管理。在矿山生产中，严格按照工艺技术规程的要求实施正规采掘，坚持贫富、大小、厚薄、难易四个兼采的原则，使大量的残矿、挂帮矿和难采薄矿体得到了充分回收利用。同时，认真开展矿中挑岩、岩中挑矿和综合配矿工作，有效降低了损失贫化，提高了矿石回采率。

(3) 加强自动化、信息化建设，提高智能化、精准化采矿水平。“十一五”期间，鞍钢矿业在各大矿山广泛采用了GIS地质信息系统和GPS调度管理系统进行采掘管理。在对各矿区进行详细勘探，取得详实地质资料，摸清资源储量、矿体赋存状况、矿物类型及其物理化学特性的基础上，引进先进的大型矿山工程软件，建立了三维实体资源模型和地质数据库，自主研发了矿山生产计划编制与优化、爆破设计与优化、采掘计划执行情况自动验收与检查等数字化管理系统，并全面推广应用了GPS调度管理系统，实现了采矿生产和资源管理的数字化，提高了生产效率和资源回采率。

“十一五”时期，鞍钢矿业露采回采率达到了97%以上，地采回采率达到了88%以上，居国内同行业领先水平。

#### 2.1.2 加强低品位矿石资源的回收利用

我国铁矿资源中低品位矿数量巨大，开展低品位铁矿开发工艺及装备的研究，将低品位、极低品位资源转化为工业可利用资源，对于应对铁矿石供需矛盾突出的局面十分必要。鞍钢矿业的弓长岭、眼前山、鞍千等矿区有数千万吨低品位矿没有充分利用，其中鞍千贮矿场贮存的极贫矿达950万吨，现有开拓水平以上还有1703万吨的未采矿量，品位在17%左右。过

去, 受选矿工艺技术落后和加工利用成本高等因素的制约, 这些资源都作为岩石舍弃。随着选矿技术的突破和铁矿石价格的提高, 鞍钢矿业加大了这部分资源的回收利用力度。

一是回收入选废弃极贫矿。充分利用具有自主知识产权的选矿工艺技术成果, 对以往当作岩石排弃的品位在 15%~20% 的极贫矿进行了回收利用, 每年回收利用量达到 140 万吨。

二是在铁矿山排岩系统中回收磁铁矿资源。针对排岩过程中夹带矿石的问题, 鞍钢矿业将先进的干式磁选设备应用于大型磁铁矿山的皮带排岩生产系统, 在大孤山铁矿、弓长岭露天矿等矿山的排岩场建设了资源节约型的破碎—岩石干选工艺系统, 实现了从岩石中在线回收铁矿石, 年回收矿石量达 200 万吨以上。

虽然回收利用低品位矿石资源的成本相对高一些, 但在国际铁矿石价格不断上涨的情况下, 对增加国产矿供应量、降低对进口矿依存度及提高资源利用率既有现实意义, 又有深远的战略意义。

## 2.2 持续推进选矿技术创新, 提高国内贫铁矿资源利用水平

这一观点是根据我国铁矿资源的禀赋特点得出的。

### 2.2.1 我国铁矿资源具有“贫、细、杂、散”的特点, 开发利用难度大、成本高

我国铁矿资源储量较为丰富, 资料显示, 截止 2009 年底, 已查明保有资源储量 646 亿吨, 预计潜在储量超过 2 000 亿吨, 居世界第三位。但与主要铁矿资源大国相比, 我国铁矿资源禀赋差, 开发利用难度大。主要表现为: “贫、细、杂、散”。“贫”: 即贫矿多, 富矿少。我国铁矿保有储量中贫矿占 97% 以上, 富矿仅占 2.7%, 平均品位仅 33%, 比世界平均品位低 11 个百分点, 比澳大利亚、巴西等主要矿石生产国平均品位低 20 多个百分点。“细”: 即矿物结晶粒度细, 复杂难选。我国难选赤铁矿储量占总储量的 1/3, 有 100 多亿吨的复杂难选赤铁矿由于技术限制难以实现工业利用。其中, 微细粒嵌布的鞍山式贫赤(磁)铁矿石储量约 30 亿吨, 极细粒鲕状赤铁矿约 30~40 亿吨, 难选菱铁矿约 30 亿吨, 难选褐铁矿约 20 亿吨。

“杂”: 即多组分共(伴)生矿多, 综合利用难度大。在全国已探明的铁矿中, 由多种组分构成的铁矿床约占 22%, 由于选冶技术条件差, 相当一部分铁矿未开发利用或综合利用水平低。“散”: 即中小型矿床多, 分布相对分散。在我国已探明的 2034 处铁矿产地中, 储量大于 10 亿吨的超大型矿床仅 10 处, 多数为中小型矿床。矿床分布散不仅制约了开发利用规模, 而且造成矿石类型复杂多样。

我国铁矿资源“贫、细、杂、散”的特点, 对选矿工艺技术提出了极高的要求。长期以来, 受选矿技术制约, 铁精矿品位一直在 63%~65% 左右徘徊, 且选矿成本居高不下, 严重制约了国内资源的开发利用, 甚至一度威胁到行业的生存和发展。

### 2.2.2 鞍钢矿业选矿“提铁降硅”的深远意义

“十五”以来, 在业内同仁的共同努力下, 我国铁矿选矿技术取得了快速发展, 特别是在余永富院士的倡导下, 掀起了一场“提铁降硅”选矿技术革命, 铁精矿品位达到了 67% 以上的世界一流水平, 这使冶金矿山行业焕发了新的生机。

鞍山地区有着丰富的铁矿资源和悠久的冶炼历史, 鞍钢选矿技术的实践也是国内选矿技术发展中的一个缩影。建国以来的 40 多年间, 经多次技术攻关, 鞍钢的选矿技术虽然取得了很大进步, 但始终没有突破性进展, 2000 年以前, 一直沿用焙烧磁选和单一正浮选工艺, 铁精矿品位一直在 63% 左右徘徊。由于铁精矿品位低, 杂质含量高, 冶金性能差, 炼铁厂更青睐于吃进口矿。从 2000 年开始, 鞍钢矿业在国内率先开展了“提铁降硅”攻关。针对鞍山地区铁矿物含铁成份复杂(既有磁铁矿、赤铁矿, 又有氧化矿、半氧化矿, 同时还有少量的褐铁矿、碳酸铁、硅酸铁等), 而杂质成份比较单一(以二氧化硅为主)的特点, 采取“逆向思维”, 由“选铁提铁”转为“选硅提铁”, 最终开发出了阶段磨矿、粗细分选、重选—磁选—阴离子反浮选工艺流程, 从而实现了“提铁降硅”的目标。应用这一具有自主知识产权的新技术, 鞍钢在“十五”以来完成了全部老选厂改造, 改造后, 铁精矿品位提高到 67.5% 以上, 超过了进口富矿的品位, 从而使鞍钢真正拥有了高品质

的原料生产基地。

继“提铁降硅”改造之后，“十一五”期间鞍钢矿业在选矿技术优化上又进行了深入研究攻关，并取得了一系列成果。其中，《鞍山式含碳酸盐铁矿石高效浮选技术研究》是近年来取得的又一项关键核心技术。该项目是鞍钢“十一五”重大科研项目，也是国家中长期科学技术发展规划的重点方向和优先课题。该技术通过“分步浮选”工艺，成功解决了碳酸铁矿石对选矿工艺的影响，每年多入选碳酸铁矿石150万吨，年创效2.25亿元。该技术成果达到了国际领先水平，为国内大量（其中鞍山地区10亿吨）含碳酸铁难选矿石的回收利用提供了技术支持。

冶金矿山企业“提铁降硅”的实践具有三个方面重要意义：

一是为国内贫铁矿资源的开发利用提供了技术上的支撑。上世纪九十年代以来，国内钢铁工业的高速发展拉动了铁矿石原料需求的大幅度增加，但国内资源的开发一直受选矿技术的制约。鞍钢贫赤（磁）铁矿选矿新工艺、新药剂、新设备研究及工业应用技术成果，有效突破了技术上的制约，解决了国内贫铁矿资源工业利用难的问题，意义重大。正是基于这一点，这一技术成果被称为国内选矿领域的一场技术革命，并获得了国家科技进步奖等诸多奖项。

二是实现了炼铁除渣前移，大幅降低了铁前成本。鞍钢提铁降硅新工艺的一个重要创新点，就是将选矿—炼铁作为一个整体加以研究，把矿山作为炼铁的一个工序来考虑，通过选矿过程中的降硅，大幅度减少高炉炉料中的 $\text{SiO}_2$ 含量，实现了炼铁除渣工序前移，从而为高炉降低焦比、提高铁产量创造了有利条件。这样，虽然选矿成本有所上升，但精矿质量提高后高炉技经指标大大改善，从整个钢铁流程来看，效益巨大。“提铁降硅”工艺应用以来，鞍钢铁精矿品位提高了3.06个百分点，铁精矿 $\text{SiO}_2$ 含量下降4.5个百分点，入炉矿品位提高5.4个百分点，高炉利用系数提高了 $0.35 \text{ t/m}^3 \cdot \text{d}$ ，矿耗下降了190千克/吨，综合焦比下降了54千克/吨，每年为鞍钢创造的综合效益高达28.7亿元。三是提高了选矿金属回收率和资源利用效率。

随着新工艺、新设备的大量应用，大大提高了分选效率，促进了金属回收率的提升，减少了金属流失。选矿技术改造全部完成后，鞍钢矿业选矿金属回收率达到了87.05%，比2000年提高了5.8个百分点，相当于每年少消耗矿石约300万吨。另外，铁精矿品位提高后炼铁入炉矿品位也相应提高，高炉矿耗下降，使得鞍钢炼铁每年少消耗原矿900万吨。两项总计相当于每年少消耗原矿1200万吨，相当于一座特大型铁矿山的产量。

总之，“十五”以来冶金矿山企业“提铁降硅”的实践，成果突出，意义重大。可以说，没有前些年的“提铁降硅”攻关，就没有目前冶金矿山行业的繁荣发展；鉴于国内铁矿石资源的特点，“十二五”规划中选矿技术攻关仍将是鞍钢矿业一个需要持续研究的关键性课题。

### 3 发展循环经济，强化节能减排，是矿山企业实现可持续发展的必由之路

近年来，随着我国工业化、城镇化进程的不断加快，“电荒”、“水荒”、环境污染、水土流失等一系列资源、环境问题日渐凸显，高耗能、高污染已经成为困扰中国经济发展的瓶颈，改变粗放式经济增长方式，发展循环经济，成为一项十分紧迫的任务。作为资源型行业，我们只有发展循环经济，走资源节约型、环境友好型发展道路，才能确保可持续发展。在这方面，“十五”以来鞍钢矿业一直在进行不懈努力和积极探索。

#### 3.1 采用短流程工艺和大型化、现代化装备降低能耗

“十五”以来，鞍钢矿业结合老企业改造和新矿山建设，淘汰了一大批低效率、高耗能的落后生产工艺，采用了进口高效破碎机、大型球磨机等大型现代化设备，提高了生产效率，降低了能源消耗。如，鞍千选厂800万吨的原矿处理量只配置了2台中破机、3台细破机和6台球磨机；大孤山选矿厂改造后，900万吨的原矿处理量只配置了1台粗破机、2台中破机和4台细破机。再如，国内选矿厂过滤后的铁精矿水分普遍为9%~10.5%，而球团矿生产过程中制



粒、造球要求的铁精矿水分是 8.5%左右,铁精矿运到球团厂后还需要进行干燥,不仅需要投资建设干燥窑,而且烘干过程中还要消耗大量煤气、天然气和煤炭,并伴生一定的环境污染。为降低能耗,鞍钢矿业在新建大孤山球团厂的过程中,将球团和选矿工艺作为一个整体进行优化,将球团干燥环节的建设投资用到选矿厂的过滤环节上去,在选矿脱水环节就将水分降至球团造球要求的指标,从而取消了球团生产中的干燥工艺环节,不仅降低了能源消耗,而且减少了环境污染,经济效益和社会效益都十分明显。

### 3.2 推进尾矿资源的开发利用

矿山企业选矿之后每年要排放大量的尾矿。据测算,我国目前约有 90 亿吨尾矿,并在以每年 4 亿吨左右的速度递增,不仅大量占用土地,而且严重污染环境,如能加以有效利用,可产生显著的经济效益和社会效益。

鞍钢矿山各大尾矿库累积的尾矿多达 6 亿吨,每年还在以 3 500 万吨左右的量排放。“十一五”时期鞍钢矿业在尾矿的综合利用技术上进行了深入研究,研究项目被列入中央企业重大技术创新项目,获得国家财政部专项资金支持。截止 2011 年已取得多项成果,形成专利 9 项,专有技术 12 项。如,在利用铁尾矿提取河沙和生产轻质保温墙体材料方面的技术已经成熟,即将进入产业化生产。还开展了尾矿再选工艺技术研究,经试验,红矿选矿工艺的浮选尾矿经弱磁、强磁选别获得的粗精矿再磨后,再经弱磁、强磁-反浮选流程选别,浮选尾矿品位可以降低 6 个百分点以上。该技术推广应用后,每年可回收铁精矿 20 万吨,创效 8 000 多万元。此外,还研发了利用铁尾矿生产干粉砂浆、利用铁尾矿生产高强度结构材料、利用铁尾矿生产泡沫陶瓷、利用铁尾矿生产微晶玻璃和利用铁尾矿制备土壤改良剂等技术。鞍钢矿业“十二五”的目标是,到 2015 年,尾矿综合利用率达到 10%以上。

### 3.3 实施水资源的循环利用

我国是一个水资源相当贫乏的国家,而选矿生产对水资源的消耗非常大,选厂排放的污水还会对环境造成污染。因此,实施水资源的循环利用,是矿山企业发展循环经济的一个重

要环节。近年来,鞍钢矿业结合技术改造,在各大选矿厂建立起了完备的污水处理系统,用净化环水代替新水,实现了生产用水厂内循环利用,污水实现“零排放”,节约了大量水资源,降低了生产成本,改善了周边环境。“十一五”末,鞍钢矿业水资源的循环利用率达到了 96%以上,选矿水耗由“十五”初期的 2.16  $\text{m}^3/\text{t}$  降至“十一五”末的 0.85  $\text{m}^3/\text{t}$ ,每年减少新水消耗 6 400 多万  $\text{m}^3$ 。此外,还通过实施尾矿和精矿的高浓度输送来降低水、电消耗。如,东鞍山烧结厂选矿车间尾矿输送系统通过改造,采用先进的隔膜泵技术对尾矿实施高浓度输送,尾矿输送浓度由 17%提高到 44%,生产用水比改造前节省 60%,电力消耗比改造前降低 50%。

## 4 注重绿色矿山生态建设,积极推进矿山复垦绿化和生态恢复

长期以来,由于观念、法制、管理等多方面的原因,我国矿山生产对环境破坏严重,生态恢复滞后。矿山开采形成的废弃物是形成二次扬尘的主要污染源,成为影响经济发展和社稳定的重要因素。以鞍山为例,由于近百年的矿山开采活动,在鞍山市城市周边形成了占地 2 094 公顷的废弃排岩场和 1 669 公顷的废弃尾矿库,成为一个个重大污染源。从“十五”开始,鞍钢矿业本着“复垦造林,美化矿山,造福后代”的精神,按照经济效益、生态效益和社会效益相统一的方针,采取立项研究、总体规划、分步实施的办法,有计划、分步骤地对废弃的尾矿库、排岩场等重点部位进行了复垦绿化和生态恢复。成功进行了矿区的生态环境修复关键技术研究。截至 2010 年,公司累计投入 2.6 亿元,完成生态恢复面积 1 559 公顷,矿山复垦绿化率达到 43%以上,有效地促进了周边环境的改善,社会效益和生态效益明显。经过“十五”以来的不懈努力,鞍山周边矿区的生态环境发生了巨大变化,扬尘污染大大减少,市区环境明显改善,初步实现了经济效益与资源环境的协调发展。鞍钢为此先后被国家绿化委员会评为“全国绿化先进单位”,被辽宁省评为“花园式工厂”。曾经沙尘飞扬的尾矿

库变成今天的花果园。

## 5 实现未来发展战略目标，提升原料保障能力，必须坚持以科技为引领和支撑

“十五”以来，正是依托技术创新，冶金矿山企业的资源开发利用水平得到了显著提升，实现了跨越式发展。据统计，2010年，国内铁矿石产量达到10.72亿吨（成品矿4.53亿吨），是“十五”初的3.3倍，对钢铁行业的原料保障能力有了显著提升，矿山企业的经营状况也明显改善。这是全行业共同努力的结果，也是鞍钢矿业持续推进技术创新的结果。

随着中国经济和钢铁工业的持续发展，对铁矿石原料的需求还将进一步增长，尤其是在钢铁原料对外依存度高达60%以上、严重受制于人的情况下，冶金矿山企业面临的原料保障任务依然十分艰巨。同时，这也是全行业面临的一个重大发展机遇。面对良好机遇，各大矿山企业都在积极谋划，制定了宏伟发展蓝图。实现未来发展战略目标，科技创新依然是关键。

鞍钢是共和国钢铁工业的长子，在完成与攀钢的重组之后，制定了新时期发展战略，明确提出到2015年，年产钢进入世界钢铁行业前五位，成为最具国际竞争力、能够引领世界钢铁工业发展的特大型跨国集团。按照鞍钢集团总体发展战略要求，鞍钢矿业公司也制定了未来一个时期的总体发展战略及一系列中长期发展规划。2010年，鞍钢矿业的铁矿山建设规划先后得到国家工信部和发改委的批复，为公司推进总体发展战略提供了有力支持。“十二五”及以后时期，鞍钢矿业将加快落实各项中长期发展规划，确保实现“两步跨越”，引领世界冶金矿山行业发展战略目标的实现。第一步，到2015年，铁矿石产量达到6200万吨以上，铁精矿产量达到1800万吨以上，成为全面领先于国内同行业的龙头企业；第二步，到2020年，铁矿石产量达到1亿吨以上，铁精矿产量达到3000万吨以上，成为最具国际竞争力、能够引领世界冶金矿山行业发展的矿山企业。战略核心是：实现资源优势的最大化。就是按照鞍钢

关于“构筑资源优势”的战略要求，加大资源开发力度，将鞍钢的资源优势充分转化为发展优势、效益优势和竞争优势。战略路径是：推进“四个转变”。即：按照鞍钢“四个转变”总体战略要求，努力从单一的原料生产基地向产业化经营的方向转变；从单纯立足于自有矿山的开发利用向国际化经营的方向转变；从单一的铁矿生产向多角化经营的方向转变；从单一的产品输出向产品、技术和管理全面输出的方向转变。

围绕上述发展战略及目标，鞍钢矿业结合国内外冶金矿山行业的科技发展趋势，制定了科技创新中长期工作规划。总的目标是：通过提高自主创新能力，占领行业科技制高点，使鞍钢矿业成为世界冶金矿山行业的技术领跑企业，引领世界冶金矿山行业发展。“十二五”及“十三五”时期，鞍钢矿业将紧紧围绕采、选、烧（球）三大领域的关键技术难题开展进一步的研究攻关，为提高资源开发利用水平提供技术支撑。一是要加快前瞻性关键技术的研究攻关步伐，力求取得新的突破性进展，确保鞍钢矿业在核心技术方面的领跑地位。二是加快信息技术的推广应用，以ERP建设为核心，推进数字化、信息化、自动控制技术在矿山的应用研究，推动企业管理的全面升级。三是加快推进科技成果产业化，包括加快科技成果的转化推广步伐、加大工程技术输出力度等。四是完善科技创新体系，形成产学研相结合、有利于调动科技人员创新积极性的长效机制。五是加快科技人才队伍和科研手段建设，注重多渠道培养和引进技术人才，建立起具有较高水准的国家工程实验室，不断提升科技创新能力和水平。

“十五”以来，中国冶金矿山行业的繁荣发展得益于持久深入的科技创新。在中国工业化、城镇化进程不断加快的形势下，作为国民经济基础产业的冶金矿山行业面临着良好发展机遇，持续深入地开展科技创新活动，提升核心技术创新能力和资源开发利用水平，是我们抓住发展机遇、实现可持续发展的关键，也是冶金矿山企业共同的责任。作为冶金矿山行业一分子，鞍钢矿业愿与国内同仁一道，在“十二五”时期加快矿山技术攻关步伐，为推动我国冶金矿山行业的发展做出应有的贡献！