

技术进步与钢铁工业的可持续发展

徐乐江

(上海宝钢集团公司, 上海 200122)

[摘要] 当前钢铁工业可持续发展的主要矛盾是资源的瓶颈和环境承载的超限。在加速行业重组, 实现产业结构优化的同时, 技术要素的提升是解决资源与环境问题的重要手段, 促进技术进步是中国钢铁工业实现可持续发展的现实途径。

[关键词] 钢铁工业; 资源; 环境; 技术进步; 产业结构; 可持续发展

[中图分类号] TF5; TF7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2005)11-0005-07

从资源与环境经济学的角度看, 钢铁工业的发展通常会遇到三种危机: 一是资源短缺, 二是资源原有比较优势丧失, 三是环境承载超过极限。此三种危机的克服和化解, 往往又通过三种变化表现出来: 一是从开发资源潜力向保护资源生产能力的转变, 二是由自然资源为中心向人造资源和人力资源为中心的转变, 三是从资源基础型经济向技术基础型经济的转变。

中国钢铁工业近年的持续快速增长成为全球的热点话题。继1996年粗钢产量突破 1×10^8 t, 2003年以来中国粗钢产量、钢材消费量、钢材进口量以及铁矿石进口量等项指标均领先于世界。钢铁工业为我国国民经济的快速发展提供了基础和支撑。然而, 在高增长过程中, 钢铁业的限制因素开始突出显现: 铁矿石、焦炭以及水、电、油、运等资源的紧张, 环境保护压力的持续增大, 行业内的无序竞争等无不构成对行业持续健康成长的制约。中国钢铁业产业结构的不合理是形成上述危机的根本原因, 化解资源与环境困境, 实现可持续发展, 关键是转变增长方式, 促进行业重组, 优化产业结构, 使技术要素在产业内充分扩散、流动和运用。大型钢铁公司(集团)在这一进程中理应肩负起自身的责任。

1 钢铁工业可持续发展的限制因素与解决途径

1.1 可持续发展的理念与内涵

世界环境与发展委员会(WCED)于1987年发表了题为《我们共同的未来》的报告, 提出了著名的可持续发展定义: “既满足当代人的需求又不对后代人满足其需求的能力构成危害的发展”, 其总目标是维持“人-自然-社会”内生关系和外生关系之间的协调和综合平衡, 保证人类社会经济活动与自然环境的循环运动与稳定和谐。然而, 在评价过去10多年的努力时, 联合国秘书长安南则指出, 在实施可持续发展的过程中存在4个缺陷: 一是在争取经济、环境和社会发展目标上, 决策层缺乏统一措施; 二是非持续发展的生产与消费模式尚未发生显著变化; 三是全球化时代下金融、贸易和投资政策与可持续发展之间缺乏必要的协调; 四是为实施21世纪可持续发展的资金转移机制尚未得到改善^[1]。可见, 实现全球可持续发展的形势依然严峻。

从理论上讲, 相对于资本主义的完全市场经济行为, 社会主义市场经济在资源的配置上由于不完全依赖自发的市场力量, 因而能够更合理和有效地

调节人口、资源和环境之间的关系，实现社会和自然的和谐发展。马克思指出，“社会化的人，联合起来的生产者，将合理地调节他们和自然之间的物质变换，把它置于他们共同控制之下，而不让它作为盲目的力量来统治自己；靠消耗最小的力量，在最无愧于和最适合于他们人类本性的条件下来进行这种物质变换”^[2]。通过发挥物尽其用，统筹兼顾的优势，最大限度地利用人力、物力和财力，实现资源节约和环保目标，使宏观调控下的市场经济更能体现其在可持续发展方面的优势。

但在实践上，我们之所以未能更加科学地对待发展与资源、环境之间的关系，在很大程度上是受功利主义的影响，把规模的扩大和产能的增长视为经济活动的主要目标，从而加速了瓶颈与制约因素的形成^[3]。所以，要转变增长模式，从追求数量增长转向追求生活质量，从单纯追求以收入为基础的财富增加转向对人类健康和生存状态的更大关注，从无休止的“开源”转向更科学、更环保的“节流”，并逐步建立起与马克思的科学论述相衔接，与 WCED 的界定相匹配的理念。

从这一认识出发，站在企业的角度上看，我们认为可持续发展应该包括五个方面的内涵：即合理使用资源、经济与环境协调发展、在政府宏观调控下企业具有发展的自制力、以人为本的思想和促进技术进步。这五个方面是统一的、相辅相成的整体。在资源与环境的制约因素凸显的今天，尤其需要强调以促进技术进步去化解，以期实现发展中的良性循环。

1.2 钢铁工业与可持续发展

钢材作为一种传统基础材料，被认为是工业化的“粮食”。钢铁工业对促进国民经济发展起到了举足轻重的作用。由于其在质量、性能、经济以及可再生性等方面普遍具有无可替代的优越性，因此，预计相当长一段时期内钢材作为最重要的工业原材料的地位无可撼动。中国已成为名副其实的世界钢铁大国，在可以预见的未来，中国经济的持续增长将继续促进钢铁产业较快发展。但中国还不是钢铁强国。发展过程中的制约因素已经凸显：产品结构不合理，附加值不高，劳动生产率不高，资源短缺已构成瓶颈，行业对环境的负荷增大，无不影响着走向钢铁强国的进程。

作为实现工业化进程的基础性产业，钢铁工业自身的发展必须符合可持续发展的要求。钢铁工业

的可持续发展是一项系统工程。具有比较优势的大钢铁企业（集团）应当以其自身的实践发挥引领作用，在建设资源节约型社会，合理使用资源、保护生态环境、建立循环经济等方面有所作为，以促进这一基础产业本身的可持续发展。

跨国大企业（集团）应当也能够成为产业结构升级的主导力量，从而成为可持续发展的践行者和积极推动者。具有长远眼光的企业领导人已逐渐意识到，企业在为自身创造商业利益的同时也应当为全球资源节约、环境保护做出努力。企业的作为，将不仅是对法规和标准的执行，更重要的是通过管理改善和技术创新，促进企业自身的可持续发展^[4]。事实上，企业在资源利用、环境保护等可持续发展方面的努力，最终将可以转化为一种足以为企业带来商业利益的市场竞争优势。

1.3 钢铁工业可持续发展的限制因素与解决途径

在比较分析世界钢铁工业的发展规律和趋势后，可以得出一个基本结论，即未来资源与环境将越来越成为限制钢铁工业可持续发展的关键因素。就资源而言，资源紧缺的现实对矿石、焦炭等钢铁业关键资源的利用效率提出了更高要求；就环境来说，社会对环境的关注必将对钢铁业提出越来越高的标准，以维护人类共同的家园。那么，资源的高效利用、环境的持续改善与友好又如何实现呢？笔者认为，技术是解决钢铁工业资源瓶颈、环境限制的根本要素，它渗透于钢铁制造流程的各个环节（如图1所示），是整合钢铁制造流程各个环节的关键手段，因而，技术进步是钢铁工业实现可持续发展、钢铁企业获取可持续竞争优势的根本要素。

研究还发现，近10年来，世界钢铁工业集中度呈现阶梯状的提升，集中度的每一次明显提升几乎都是由大规模的并购重组所推动，并且主要由具备明显竞争优势的跨国大公司发起并主导；每一次提升都大大促进了这些大公司所在国家或地区资源的合理利用、环境生态保护与技术的进步。并购重组提高了全球钢铁业的集中度，也促进了产业结构的合理化，从而使技术因素在资源、环境等钢铁行业可持续竞争要素中得以进一步扩散、整合和优化。欧洲、日本等国家和地区的钢铁工业通过并购重组而趋于合理，为钢铁工业可持续发展提供了可以借鉴的模式。

要发挥以技术要素促进资源、环境优化的最大功效，就要产业结构环境不断优化，尤其是产业集

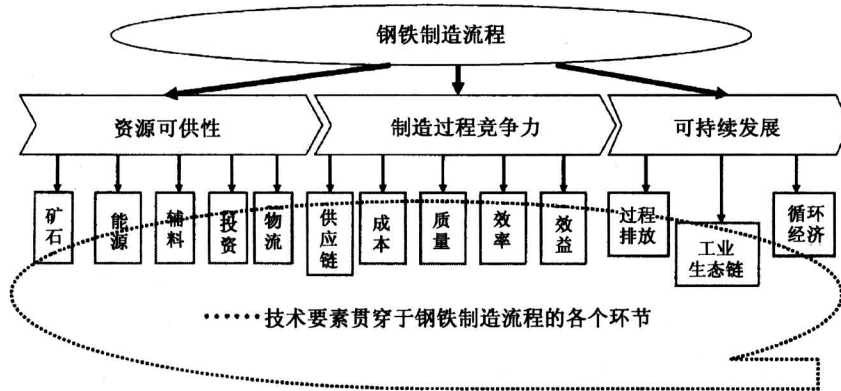


图 1 技术进步是实现钢铁工业可持续发展的根本要素

Fig.1 Technological progress—the fundamental factor of the sustainable development of steel industry

中度的持续提高。资源利用技术、环境保护技术以及高效产品、工艺、装备等技术的持续开发和创 新，需要大量的投入和企业经验、能力的不断累积，这都要求企业实力持续壮大，集中度持续提升，产业结构不断优化。因此，不断提高钢铁产业的集中度，形成渐趋合理的产业结构环境，是促进技术大量投入、促进技术要素的作用不断提升的保证，是技术要素在产业内部迅速流动、扩散和运用，从而促进资源、环境充分合理化的必要条件。

2 促进技术进步是缓解制约因素赢得竞争的关键

2.1 中国钢铁工业的增长与制约

近年来，钢铁工业伴随全球经济的复苏进入新一轮增长期。2000—2004 年，世界粗钢产量年均增长率超过 5%，中国钢铁业同期的年均增长率则在 20% 以上。中国钢铁业已被认为是全球钢铁增长的引擎，对全球经济的贡献度日益增加，影响力也逐渐增大。

从技术经济指标来看（图 2），近 10 年中国钢铁工业的技术经济指标如连铸比、材钢比等都有明显改善，某些指标甚至接近或达到世界先进水平。在水的利用及污染物排放控制方面，钢铁工业环保水平以及资源的循环利用能力也有较大进步。据推算，近 10 年中国钢产量虽翻了一翻，但钢铁工业的污染物排放总量却有所减少或基本持平。

然而，在高速增长的同时，中国钢铁工业的限制因素也开始显现（示如图 3、图 4）。资源方面，近年来，我国进口铁矿石依存度持续上升，铁矿石价格持续上升（近 3 年累计上涨超过 100%），

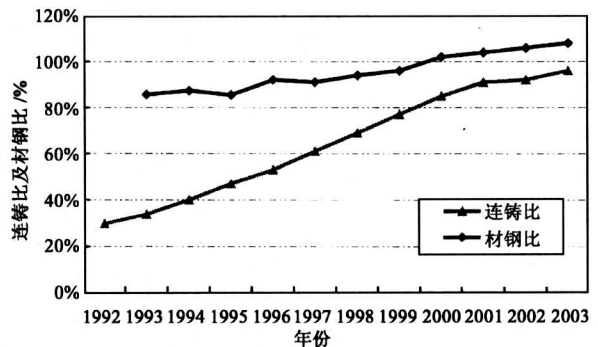


图 2 中国钢铁工业主要经济技术指标持续改善
Fig.2 Ever-perfecting main economical and technical indices scored by China's steel industry

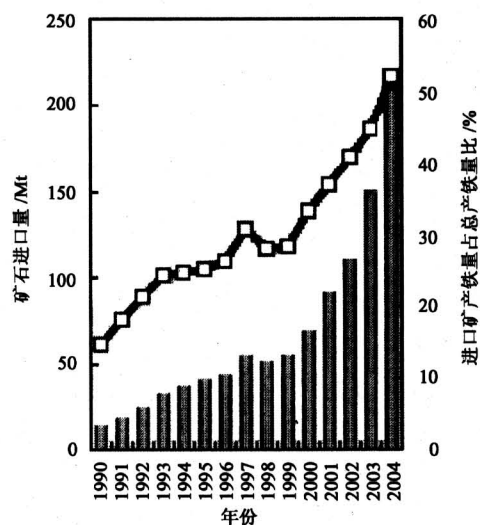


图 3 铁矿石进口量及进口依存度持续增大
Fig.3 Increasing iron ore imports and aggravating dependency of such imports

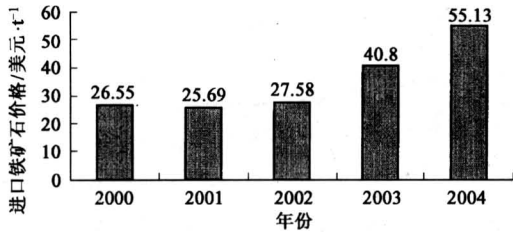


图4 铁矿石进口价格持续走高

Fig.4 Escalating prices of imported iron ore

2005年进口铁矿石同比价格涨幅更是达到历史新高。与此同时,煤炭、废钢、运输、电力、港口等资源也日益紧张,成本大幅上升,钢铁上游资源限制因素凸显。事实上,生产低附加值型线材产品的中小企业由于难以承受成本压力,已处于步履维艰的境地。环境方面,钢铁工业是主要的温室气体排放行业,而国内很多企业的主要污染物排放量又较高。2005年2月开始执行的《京都议定书》,对企业提出新的挑战。对此,我国政府也建立了更为严格的环保行业准入标准来限制低水平的钢铁产能的重复建设,并通过推行《清洁生产法》以及《环境影响评价法》等环保政策法规,长期而坚决地规范钢铁制造商的行为。在具体执行上,则从点源控制转向综合控制,从终端控制转向过程控制,从排放比控制转向排放比率与总量相结合的控制,以更加系统地促进生态环境的改善。

应对日趋激烈的国际国内竞争,近年中国钢铁企业加大了研发投入,节能环保投入占固定资产投资的比重已接近7%,但是,企业在资源充分利用、高效能产品开发以及环保等可持续发展方面的技术开发与资金投入还远远不够,整体水平与发达国家的先进钢铁企业相比,还有相当的差距。

2.2 促进技术进步是中国钢铁企业未来竞争的关键

产业结构不合理是影响中国钢铁业资源环境技术的合理化,进而阻碍中国钢铁业可持续发展的重要原因。由于历史的原因以及近年来在短期、局部利益驱使下国内钢铁产能的无序扩张,减缓了中国钢铁业产业结构调整的步伐。组织结构方面,与近10年世界钢铁业集中度^①的持续上升相反,同期中国钢铁业的集中度却不增反降,从1993年的47%下降至2003年的37%(如图5所示)。产品结构方面,高附加值钢铁产品比例偏低,突出表现为板材比偏低,多年来一直在低位徘徊。在钢材生

产和消费中,板材比分别为34%和42%,缺口大部分依靠进口解决,板材类产品进口比例占钢材进口总量的90%以上。另一方面,在技术含量较低的型材领域又存在大量重复建设和残酷的价格竞争。

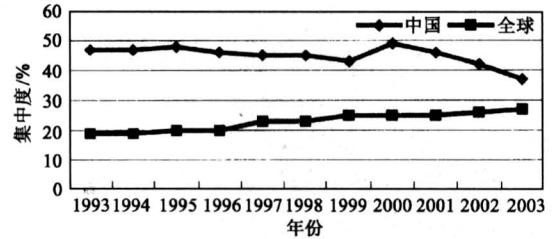


图5 中国钢铁工业集中度与全球钢铁业集中度走势对比

Fig.5 China's steel industry concentration vs the world steel industry concentration in terms of trends

在不合理的产业结构下,钢铁行业竞争散乱无序,众多企业追逐短期利益,忽视长期健康发展,资源的利用效率以及环境的改善进展缓慢。不合理的产业结构导致整体技术开发进程缓慢,优势企业的优势技术难以推广和运用,使得以技术要素在缓解资源、环境等制约因素方面所应发挥的中心作用受到阻碍。

因此,处理好资源、环境与技术的关系将成为未来中国钢铁企业竞争取胜的关键。

2.2.1 资源的稳定获得与高效利用 随着市场的扩大,资源的约束将替代资本约束逐步上升为未来中国钢铁企业竞争的关键要素。这就要求企业具有在全球范围内配置与获得资源的能力,具有开发并有效利用不同等级资源的包容性技术(如利用低档次资源的配煤、配矿技术等)的能力,具有在全制造过程中高效利用资源与综合使用能源的能力,以及提高钢铁产品使用效率的能力,并要求钢铁企业最终建立起循环经济的运营模式(如图6所示)。

2.2.2 环境的持续改进与社会友好 现代企业在创造利润的同时,还承担着社会责任,它丰富了竞争的内涵。钢铁企业对环境的承诺和持续改进是其

^① 指CR10,即粗钢产量最大的前10家公司(集团)产量之和在全球总产量中所占的份额。中国钢铁工业集中度的计算仅包括中国大陆。下同。

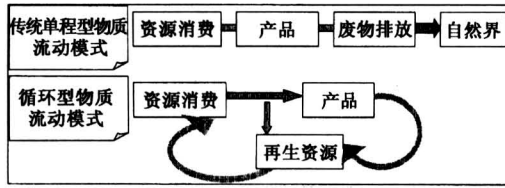


图 6 从传统经济模式到循环经济模式

Fig.6 From conventional economy model to circular economy model

获得民众和社会尊敬（公众形象）的最主要内容。它体现着企业的宗旨、价值观和努力的方向。这就要求钢铁企业树立并贯彻环境友好理念，致力于环境与企业的和谐发展，最大限度提高环境容量的利用效率；重视与开发环境技术，加大环境投资；持续改善关键性的环境指标，缩短与国际先进水平的差距，最终实现生产全过程的绿色制造，保证产品全生命周期内的环境友好。钢铁企业在环境上的投入与最终利益的追求并行不悖。它体现着企业的价值取向与竞争实力。

2.2.3 可持续发展技术内涵的延展与发展方向

为了实现可持续发展和竞争优势，传统冶金技术的内涵有必要进行相应的延展，在传统产品、工艺、装备、管理及信息等技术之外，要着重培育并拓展资源开发利用技术、冶金节能技术、冶金环保技术、冶金生态技术和用户使用技术（示如图 7）。为此，钢铁企业要在加强传统冶金技术能力的基础上，在制造流程的技术结构上追求连续化、紧凑化和产品系列的专业化，逐渐拓展冶金-材料制造技术、能源转换技术以及废弃物综合处理技术能力，同时要致力于代表未来可持续发展趋势的冶金关键



图 7 可持续发展要求传统冶金技术内涵延展

Fig.7 Sustainable development needs to extend the connotative meaning of the conventional metallurgical technology

技术的研究与开发。中国钢铁工业可持续发展的技术趋势包括：

- 1) 低成本采矿新技术和低品位、难选铁矿及共生矿的低成本、高收得率选矿新技术；
- 2) 炼铁系统焦化、烧结和高炉冶炼小渣量、低焦比、高喷煤比、高风温、长寿新技术；
- 3) 新一代钢铁生产流程中的熔融还原炼铁新技术和薄带连铸新技术；
- 4) 轧钢工艺控轧控冷、强力轧制（低温临界点轧制）和超细晶轧制新技术；
- 5) 各工序节能、节水和系统节能、节水新技术及环境保护新技术；
- 6) 生产高技术含量、高附加值钢材新品种和新一代钢铁材料的先进制造技术；
- 7) 以合理用材、充分发挥材料效能、提升全供应链的技术竞争力为目的的用户使用技术等。

对中国钢铁企业而言，是否拥有外延扩展了的技术要素的比较优势，是实现可持续的竞争优势的根本与源泉。中国钢铁企业竞争理念将进一步更新，竞争门槛将进一步提高。

通过技术要素的组合，如工艺装备技术、资源开发利用技术、冶金节能技术、过程控制技术等的组合，实行集成创新，为合理使用资源，建立循环经济，缓解资源瓶颈、开辟远大的前景；通过工艺装备技术、冶金环保技术、生态技术、生物技术等的集成，则可为清洁生产，绿色制造，为实现环境友好，缓解环境负荷的制约，做出开拓性的成果，并进而促成全行业的可持续发展。

中国钢铁工业集中度的提高，可持续竞争要素的逐渐被重视，将成为中国钢铁工业可持续发展的必然选择。要实现这一目标，前提是提高行业的集中度，只有产业结构合理化、产业自制力逐步提高，才有可能实现资源的合理配置与利用、环境的持续改善与友好。要通过并购与重组、联盟及合作，以技术优势吸纳、整合和改造弱势企业，实现资源、环境的合理配置，这是塑造可持续竞争优势的关键。未来规模更大、实力更强的钢铁企业才有可能最终促成中国钢铁工业的可持续发展（如图所示 8）。

3 宝钢构建可持续发展的钢铁企业的理念与实践

3.1 宝钢多层次的可持续发展的理念

多年来，宝钢已经形成了多层次的可持续发展

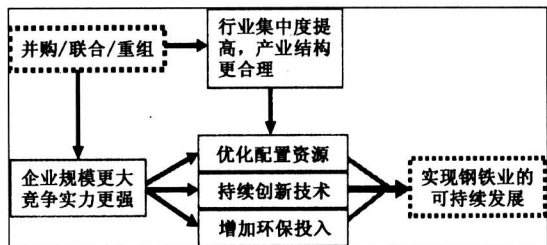


图8 实现钢铁工业可持续发展的途径

Fig.8 Road to achieve sustainable steel industry

理念:

在经营理念层面, 以“企业价值最大化”为宗旨;

在战略目标层面, 以“备受社会尊重”为战略目标的主要构成内容之一;

在经营战略层面, 以致于建设“钢铁精品基地”为主要经营目标;

在制造运营层面, 以发展“绿色宝钢”以及实现3R (reduce, reuse, recycle) 为制造单元的运营理念。

在多层次可持续发展理念下, 近年宝钢取得了较好的经营业绩。2003年, 宝钢以 $1\ 204 \times 10^8$ 元人民币 (145.48×10^8 美元) 的营业收入, 列《财富》世界500强企业第372位。2004年, 宝钢生产粗钢 $2\ 141 \times 10^4$ t, 实现合并营业收入 $1\ 617 \times 10^8$ 元人民币, 营业利润 217.5×10^8 元人民币, 排名500强第309位。

3.2 宝钢坚持可持续发展的实践

淘汰与整合先行, 外延发展其后。自1998年宝钢联合重组以来, 6年间中国钢产量增长了94.03%, 而同期宝钢集团钢产量仅增长32.49% (示如图9)。图示表明, 多年来, 宝钢并没有盲目追求企业规模的最大化, 而是注重于淘汰落后工艺、装备, 淘汰高能耗、低产出、高污染的生产线, 注重以技术整合资源和环境, 在此基础上, 再去谋划建立具有可持续竞争优势的外延发展。

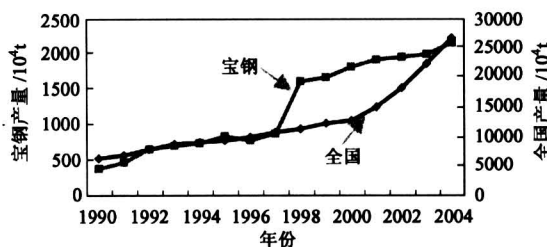


图9 宝钢粗钢产量走势与全国产量走势的对比

Fig.9 Baosteel's crude steel output vs China's steel output in terms of trends

3.2.1 以技术促进资源的高效利用 多年来, 宝钢充分引进、运用和开发了大量的资源技术, 在原燃料资源高效利用方面已经处于世界领先水平。同时, 大量运用国内外综合节能技术和废弃物综合利用技术, 始终致力于精品钢的研究与开发。在长期的研究开发与技术改造基础上, 宝钢吨钢综合能耗由设计值的940 kg标煤降至2004年的675 kg标煤, 达到世界领先水平 (图10)。通过废水处理和回收利用技术的开发创新, 吨钢新水耗量由设计值 $9.0\ m^3$ 下降到 $4.08\ m^3$, 水循环利用率则从设计值95%提高到97.6%, 达到世界先进水平。此外, 通过加强工业废弃物综合利用研究, 开发了滚筒法钢渣处理技术和水碎渣微粉化技术, 废弃物综合利用率接近世界先进水平 (2004年为98.1%)。

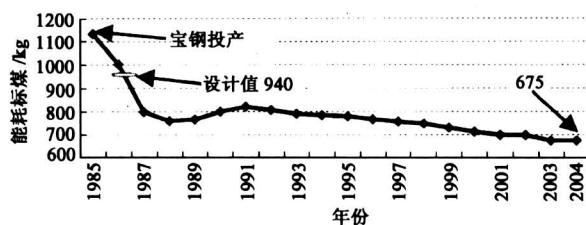


图10 宝钢综合能耗指标持续进步

Fig.10 The improving Baosteel's composite energy consumption indices

3.2.2 以技术促进环境的持续改善 宝钢从建厂之初便以世界一流环保标准为目标, 特别注重从源头控制污染物排放, 注重以投资带动技术, 以技术改造环境。一、二、三期工程环保投资约占工程总投资的5%。核心企业原宝钢股份公司 (现宝钢分公司) 已通过了ISO14001国际认证, 主要环保指标已经达到世界先进水平。主要污染物排放指标也在逐年改善, 接近或达到国际先进水平。例如, 以水性涂层替代以往业界普遍使用的溶剂型涂层, 成为全球最先开发出水性自粘接涂层电工钢产品的企业之一; 开发镀锌预磷化钢板, 有效减少钢板冲压过程中各类有机润滑物质以及清洗剂的使用, 减轻油污和清洗剂对环境的污染; 开发使用无铬耐指纹镀锌钢板, 广泛应用于电子和家电领域, 等等。通过实施环保技术革新, 辅之以PDCA的循环机制, 确保了宝钢环境管理体系的长期有效和持续改进。

长期以来, 宝钢始终以技术的扩散和应用为核心, 对集团内老企业进行大规模技术改造与整合,

使老企业面貌一新。在资源高效利用方面，推行新老企业铁矿石、煤炭以及废钢等原、燃料资源的集中采购与配送，同时促进配矿、配煤、节能等资源技术的共享。在环保方面，大量投资和实施技术改造，推动清洁生产。与联合重组前相比，老企业区域内的环境质量有了明显改善： SO_2 减少了 32%，烟尘减少了 79%，工业粉尘减少了 64%，废水中 COD 含量减少了 63%，含石油类物质减少 49%。部分老企业的装备技术已接近或达到世界一流水平，奠定了可持续发展的基础。

4 结语

可持续发展已不仅是一种理念，它已在全球范围内付诸实践。在本领域内，跨国大企业（集团）的引领作用日益明显。中国要从钢铁大国走向钢铁强国，任重而道远。在实现钢铁工业的可持续发展这一系统工程的面前，钢铁企业有责任和义务做出自身的努力。实力较强的大企业更应率先做出应有的贡献以回报社会。

由于行业的特殊性，资源与环境问题已愈来愈成为全球钢铁业关注的焦点，中国钢铁工业在高速

增长过程中的资源与环境制约因素尤为突出，其最根本的原因是钢铁产业结构不合理，阻碍了全行业的可持续发展。

要加速行业的重组，来促进产业结构的优化，给技术因素的扩散开辟广阔的空间，以期以技术为核心，通过技术进步来解决资源瓶颈与环境压力，这是中国钢铁工业实现可持续发展的现实途径，也是钢铁企业提升可持续竞争能力的关键。宝钢始终致力于推进企业的可持续发展，中国的钢铁业也定将逐步走上科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源得到充分发挥的光明大道。

参考文献

- [1] 腾 藤. 中国可持续发展研究[M]. 北京: 经济管理出版社, 2000
- [2] 马克思. 资本论(第三卷)[M]. 北京: 人民出版社, 1975
- [3] 方世南. 环境问题: 全球必须共同面对的问题[J]. 哲学研究, 1998, (4)
- [4] 陈筠泉, 殷登祥. 科技革命与当代社会[M]. 北京: 人民出版社, 2001

Technological Progress and Sustainable Development of Steel Industry

Xu Lejiang

(Shanghai Baosteel Group Corporation, Shanghai 200122, China)

[Abstract] The major contradiction faced today for the sustainable development of steel industry lies in the bottleneck of resources and the overburden of environment. In course of speeding-up industrial reshuffle and structural optimization, the enhancing of technological factor provides significant measures to tackle such issues of resources and environment. So, promoting technological progress will become the realistic road to the sustainable development of China's steel industry.

[Key words] steel industry; resource; environment; technological progress; industrial structure; sustainable development