

钢铁产业技术创新的几点思考

李尚诣

(中国金属学会, 北京100711)

摘要: 诠释了21世纪钢铁工业新形势和新取向, 针对钢铁工业存在突出矛盾和问题, 引发了几点思考。如发展战略由“资源型”向“创新型”转变; 发展循环经济; 提高品种质量的新要求是提高创新能力, 创制新品牌; 优化产业布局, 做大做强, 要建设沿海钢铁基地, 提高竞争能力。

关键词: 钢铁工业; 技术创新; 思考; 发展战略; 循环经济; 海洋型钢铁厂

中图分类号: F407.3; F424.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-4620 (2006) 06-0001-04

Several Thoughts on Technological Innovation of Iron and Steel Industry

LI Shang-yi

(The Chinese Society for Metals, Beijing 100711, China)

Abstract: New posture and new orientation of China's iron and steel industry in the 21st century are annotated. Aiming at extrusive antinomy and problems existent in iron and steel industry, several thoughts on technological innovation are initiated. For example: development stratagem is changed to innovation model from resources model; developing circular economy; new requires of increasing the variety and quality are improving innovation ability and contriving new trademark; optimizing industry layout, making big and strong, building iron and steel base along sea, to advance competitive ability.

Key words: iron and steel industry; technological innovation; thought; resources strategy; circular economy; ocean iron and steel plant

1 引言

中国钢铁产业的“引进、消化、吸收、创新”发展战略在取得很大成功的同时, 也拓宽了企业科技进步的视野。一些企业看到了自己与国际先进企业巨大的技术落差, 找到了差距, 激发了技术追赶的激情。但有些企业则认为自己的技术实力根本无法匹敌, 瓦解了创新意志、放弃了技术创新的努力, 走上了漫无边际的多元化经济; 甚至有的企业把技术引进作为省时省力的技术来源, 认为自己没必要再去技术创新; 而有的企业则宁愿放弃自己的技术和品牌积累; 另外, 在追求增长速度的社会氛围下, 形成了一股难以抗拒的社会力量, 弥漫着一种浮躁的、急于求成的心态, 有的企业不仅接受不了自主研发的长周期、不能容忍创新的一次次失败, 而且即便技术引进, 也没有足够的耐心完成技术学习的过程。很多企业的技术能力并没有与企业规模同步增长。可见技术创新不仅要应对来自外部的挑战, 更难克服的是来自内部创新文化的缺失。创新必须有全社会理想和新念的支撑, 必须有坚强的意志和自信, 必须耐得住寂寞且做默默无闻的积累和实践。创新必须成为国家的意志和民族的使命。

2 发展战略由“资源型”向“创新型”转变

2000-2005年, 我国进口铁矿石达9.05亿t, 用进口铁矿冶炼生铁占生铁总量从34%, 提高到53%左右, 预计2006年进口铁矿超过3亿t, 原油、煤炭等资源进口量也在增加。除铁矿石进口外, 锰矿、铬矿和镍矿对国外的依存度也在逐年增加。面对这种形势, 必须实行资源最佳化战略。

通过对国内外重点铁矿、煤炭等资源企业的投资、参股和控股, 组织跨国公司, 建立大型钢矿或煤钢公

司，发展与资源密切配合，以保证钢铁企业稳定的原燃料供应。通过与国内外海运公司、港口、铁路合作，组织联合海运，推进与港口铁路的联合物流和信息流畅通，保证钢铁行业海上运输线的安全，降低原燃料运输成本。

1996年国家有关部门预测，到2010年，我国镍、钴和锰3种金属矿产难以保证需求，将有40%~60%进口。到2020年，45种主要矿石将有21种难以保证需求，特别是石油、铁矿、镍矿等关系国家经济和安全的矿产将长期短缺。

面向新世纪，中国钢铁工业面临资源匮乏的挑战，在实施资源全球化、多元化的同时，要把国内矿山开发和资源回收、加工、综合利用做好，力争关键技术取得突破，提高资源利用效率。另外，人类开发海洋，从20世纪70年代以来，我国参与开发深海域，成为国际海底先驱投资者，并获得相当于渤海区域的多金属结核的开辟区，其中锰为 4.2×10^8 t，锰结核量可开采20年。还有海底热液混化物，潜在金属量39亿t。预测金属结核开辟区要到2050年后才能进行商业开发。国际竞争优势已不再取决于资源，科技创新成为国际竞争力的决定因素，自主创新能力成为竞争制胜的核心力量。

3 发展循环经济，实现可持续发展

目前我国已成为能源生产和消费大国，一次性能源产量居世界第三位，消费量居世界第二位，持续增长的能源需求不仅使能源供应紧张，而且使能源行业多年积累的矛盾和问题进一步暴露，危及经济社会可持续发展。

近年来，中国钢铁工业处于高速增长阶段，全国钢产量的年均增长在25%以上，2005年全国产钢3.5亿t，但是，全国重点钢铁企业能耗的增长量仅在12%左右。这说明钢铁工业节能工作取得了很大的成绩。但钢产量的高速增长，钢铁工业能源消费量占全国能源消费总量的比例，也由2000年的10%左右仅升高到2005年的15.18%。表1显示，2005年重点钢铁企业吨钢综合能耗与吨钢可比能耗分别为741kgce和714kgce。分别比2000年降低近180kgce和45kgce。工序能耗除转炉外均有降低，节能效果是显著的。但中国钢铁工业单位能耗与工业发达国家相比仍然高出12%~15%。

表1 重点钢铁企业吨钢能耗及各工序能耗情况 kgce/t

年份	吨钢综合能耗	吨钢可比能耗	炼铁	转炉	电炉	轧钢
2000	920	760	464.53	29.04	273.83	118.76
2001	876	870	448.32	27.82	241.29	108.97
2002	815	700	454.21	27.02	230.20	101.32
2003	778	696	483.89	25.45	210.49	97.34
2004	761	705	466.20	26.57	209.89	92.91
2005平均	741.05	714.12	456.79	36.34	201.02	88.82

注：炼铁数据包括高炉、焦化、烧结、球团工序。

3.1 优化能源结构

2004年中国工业能源消耗总量为19.7亿t标准煤，其中钢铁消耗为2.99亿t标准煤，占中国工业消耗总量的15.8%。其构成为：煤炭70.0%、电力26.4%、石油类3.2%、天然气0.4%。煤炭消耗结构中焦炭和煤粉的比例为48%，动力煤为22%。钢铁工业用能主体是煤炭，所以，优化能源结构的一般措施是多用煤，少用油，不用天然气，少用焦炭，多喷煤粉。煤气能源大部分是以煤气形态应用，其能耗值占钢铁工业总能耗的35%左右，充分利用好富余煤气，对优化能源结构，节约能源效果十分显著。

钢铁生产中有高炉煤气、转炉煤气和焦炉煤气 其性能见表2。据2005年统计，重点钢铁企业煤气放散率和回收率见表3。

表2 煤气热值及发生量

煤气类别	热值/kJ·m ⁻³	发生量/m ³ ·t ⁻¹
高炉煤气	2800~3500	1700~2000
转炉煤气	7000~8400	80~120
焦炉煤气	17000~19500	350~430

表3 2005年重点钢铁企业煤气使用情况

项 目	高炉煤气放散率/%	焦炉煤气放散率/%	转炉煤气回收/m ³ ·t ⁻¹
平均值	10.46	5.76	54
先进值	0 (11个企业)	0 (36个企业)	92
落后值	33.84	20.92	0 (44个企业)

钢铁企业要科学合理地使用本企业所产生的各类煤气，最后煤气有一定富余量才用去发电，因为煤气用于发电的能量转化率不高。煤气→蒸汽→发电工艺的能源转化率在25%左右；煤气→燃气轮机→发电工艺的能源转化率在50%左右，副产煤气的2/3是本企业使用，1/3用于发电。钢铁企业内部用电一半是自发电（由煤气转换），一半是外购电，这样是比较科学经济的。

(1) 高炉煤气：高炉炉顶煤气压差发电技术（TRT）可以回收高炉鼓风动能的30%，一般每吨铁可发电20~40kW·h。采用干法除尘技术，可提高发电能力30%左右。采用TRT技术装备可回收鼓风动能的30%左右，可降低炼铁工序能耗11kg/t以上。炉顶煤气压力大于120kPa的高炉均应设置TRT设备。我国目前已有130多套设备在运行。

(2) 转炉煤气：转炉煤气的发热值是高炉煤气的1倍以上。目前，高炉煤气热量不足，添加转炉煤气去烧热风炉，也可以实现1200℃以上的高风温。

我国转炉煤气回收水平是很低的，平均值是54m³/t，而国外工业发达国家是在100m³/t左右。目前，我国钢铁工业转炉工序与国际先进水平的差距在45kg/t左右，其主要的目的就是转炉煤气的回收和利用不好。我国转炉煤气回收利用不好的另一个原因是炉容偏小。

(3) 焦炉煤气：焦炉煤气中含有55%~60%的氢气，氢气还是生产直接还原铁的优质还原剂，我国应当大力发展清洁燃料。我国去年焦炭产量达到2亿t以上，约可生产820亿m³焦炉煤气。如果大多数焦炉煤气进行提氢，就可以大大减少我国对石油的依赖程度，对焦化也有巨大的经济效益。氢的提取和储存在技术上已经过关。

(4) 低热值煤气：为了提高低热值煤气的使用率，我国应当积极推广使用蓄热式燃烧技术，同时可以替换出高热值的焦炉煤气，以发挥更高的经济效益。目前我国已有270台蓄热式轧钢加热炉可以使用低热值煤气，不再烧油。

3.2 整合钢铁生产节能技术

3.2.1 高炉工序是节能的重点 高炉炼铁系统的能耗占钢铁企业总能耗的70%，节能重点应在炼铁系统。高炉炼铁的能量83%来自焦炭和煤粉，而热风带来的能量占17%。应降低炼铁的燃料比和提高热风温度。当前我国炼铁企业生产中的主要矛盾是原燃料成分不稳定，焦炭质量不好，对大高炉生产的影响比较大。我国热风温度偏低（比国际先进水平低100~150℃）。热风温度每提高100℃，可使高炉焦比下降35kg/t。热风是廉价的能源，其能源消耗和运行成本是很低的。

降低高炉燃料比的主要技术是精料技术、高顶压、高CO₂利用率，低硅铁冶炼等。

3.2.2 干法熄焦（CDQ） 回收二次能源，从焦炉出来的红焦炭（950~1050℃）所含显热相当于炼焦生产消耗总热量的35%~40%。采用干法熄焦可回收红焦显热的80%，吨焦可生产3.9MPa的蒸汽0.45t（先进的可达0.6t）。宝钢干熄焦可降低焦化工序能耗68kgce/t，干熄焦的焦炭质量得到提高，热反应性降低10%~13%，吨焦可节水0.38t。在焦炭质量不变的条件下，可多配10%~20%的弱粘结性煤。

3.2.3 转炉负能炼钢 转炉冶炼过程中,当煤气中CO含量大于30%、氧气含量小于2%时可以进行煤气回收。一般煤气回收时间只占转炉炼钢时间的1/3左右,并且煤气回收是自动控制的,若转炉煤气回收大于 $100\text{m}^3/\text{t}$ 、蒸汽大于 $60\text{kg}/\text{t}$,并使回收的物质得到充分利用,就可以实现转炉负能炼钢。

3.2.4 冶金炉窑高效燃烧技术 采用蓄热式高效高温空气燃烧技术可使炉窑节能15%。热风炉采用煤气、空气双预热技术,可实现燃烧低热值煤气产出 1200°C 以上的高风温。轧钢加热炉采用此技术可使用低热值煤气(代替燃油),提高热效率(废气出口的温度可低于 150°C),使轧钢工序能耗降低 $19\text{kgce}/\text{t}$ 。采用低空气过剩系数(1.02~1.05)的燃烧技术,还可以减少燃烧过程中 NO_x 物的产生,有良好的环保效应。目前,全国已有270座高效加热炉投入使用。

3.3 节能管理实现科学化、法制化

最近国家有关部门调整了电力的折标煤系数,从 0.404kg 标煤/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ 到 0.1229kg 标煤/ $\text{kW}\cdot\text{h}$,使电力耗标煤下降69%。对这个调整,作者认为应该顺应改革和节能的要求,加强企业节能管理,实现科学化、法制化。

当前要特别搞好企业内部循环链,可燃气体利用链,工业水循环链,固态废弃物循环链,然后向产业链和社会循环链的层次发展。建议国家尽快制定工业循环经济法律,使企业有法可依。

我国加入WTO已5年,现已进入了加入世贸组织的后过渡期,这意味着我国的经济已与世界全面接轨,钢铁企业面对的是与世界一流跨国公司的竞争。我国钢铁企业与这些跨国公司的竞争,主要反映在争原料、争市场上。在这种形式下,我国要采用循环经济这种新思路来指导经济活动,把经济活动组织成“资源利用—绿色工业—资源再生”的最佳发展模式,这是实现钢铁工业持续稳定增长的唯一途径。

4 优化钢铁产业结构,提高国际竞争能力

过去钢铁向着质量型、效益型和低成本方向改进,而现在用户要求更加严格,要求产品高质量、品种规格多样化和“零库存”。优化产品结构任务未有完结,普通产品供大于求,高附加值品种不能满足需求,仍需进口。2005年热轧板、冷轧板自给率分别是87%和61.5%,镀锌板、镀锡板、彩涂板自给率分别是63.5%、77.9%、4.9%。冷却不锈钢薄板、冷轧硅钢的自给率是67.6%和64.6%。未有核心技术,不少高技术品种仍然受制于人。

汽车板:主要是高强度、DDQ、EDDQ超深冲钢板,特别是无间隙固溶IF钢板、高强度烘烤硬化BH钢和双相DP钢等,这些品种在板厚精度、镀层的耐腐蚀性、板形控制、表面质量、性能稳定性、复合减震钢板、裁剪拼焊板等与国外还有差距,超细晶粒高强度钢板差距更大。

电工钢:我国取向电工钢与日本比,还低5个牌号,冷轧无取向的高牌号电工钢生产质量也不太稳定。武钢新冷轧硅钢厂刚投产,其中取向硅钢16万t,无取向硅钢60万t,武钢冷轧硅钢产能为142万t。目前,取向硅钢生产能力28万t,市场需求50万t,仍需进口。

家电用板:高档冰箱侧板(厚度 0.5mm 以下,宽度 1300mm 以上)不能生产,主要由韩国、日本进口。

桥梁板:虽然我国的桥梁钢板性能可基本满足要求,但表面质量有的不合格,特别是热处理工艺还不完善。

石油专用钢管:目前我国石油钢管生产能力和水平有了很大的提高,但还不能大批量生产,对超深井抗挤压、抗硫化氢、高连接强度、高压高密封用的钢板不能生产,仍然靠进口。

造船板:我国当前主要生产宽度在 4m 以上的造船板,但供货数量不足,高强度造船板如F级的船板性能和质量还不稳定,抗Z向撕裂的造船钢板和耐零下 150°C 低温的船用液化石油气钢板目前还不能生产,全部靠进口。

管线钢板:目前我国已掌握X42~X70管线钢板生产技术,并批量生产,但X80以上级别用于厚壁大口径钢管用板刚刚研发和试生产。日本新日铁等国外公司已成功研制出高强度钢X120。

硬线和高强度棒材:近年来我国生产的硬线性能和质量有较大提高,但一些钢材钢质纯净度、脱碳层、尺寸精度和表面质量还与国外产品有差距,目前仍需进口。

到2004年，我国已引进热连轧18套、冷连轧机10套、不锈钢轧机8套、大无缝轧管机5套、万能轧机3套、H型钢轧机4套，另外还引进了一批线材轧机。这些装备技术的引进改变了我国钢铁行业的装备工艺水平，对优化品种结构，提高质量起了重要的作用。改革开放使中国钢铁工业和钢铁企业走上了技术追赶的快车道。但技术创新却面临巨大的挑战，挑战主要来自三个方面：

(1) 欧、美、日等发达国家跨国公司积蓄了厚重的技术积累，具有了强大的研发能力和技术集成能力，成为全球钢铁产业技术的领跑者，左右着产业的技术方向，赢得巨大的市场效益。当中国钢铁工业技术差距与他们相差很大时，他们“以技术换市场”，当中国追赶时，他们或通过知识产权、技术专利、标准等设置壁垒，强力打压，或以强大的资本实力“收购、兼并”，力图阻止中国钢铁技术创新的进程。

(2) 我国的建筑、铁路、船舶、家电、机械、石油天然气、集装箱、汽车等主要用钢行业正在发展，这些行业对钢材性能高级化、复合化、功能化、环保化和智能化要求越来越高。这些行业正在进行产业结构和产品结构优化，而今后还有很大的发展空间，而且不少行业对钢产品提出了许多不同于过去的新要求，如对加工配料的钢铁企业功能，这方面差距就更大，除宝钢等先进企业外，基本处于盲点。

(3) 在经济全球化背景下，科技革命创造的技术平台可以被我们共享，发达国家技术创新的示范作用、技术传播效应，为我们技术追赶创造了有利条件，把握得好甚至有可能实现技术超越。但是，技术创新能力是一种“内功”，任何优越的外部条件都替代不了自主创新。如果对这些有利条件在认识上出现偏差或把握不当，以投机心理寻求“捷径”，就有可能由“技术自卑”发展成“技术依赖”。如果对先进的引进技术不能消化吸收和实现二次创新，实现跨越就是一句空话，缩短差距就更难。

5 优化重组，做大做强

在中国制造业500强前10名的企业依次是：宝钢集团有限公司、中国第一汽车集团公司、东风汽车公司、联想控股有限公司、海尔集团公司、摩托罗拉（中国）电子有限公司、首钢总公司、鞍山钢铁集团公司、唐山钢铁集团有限责任公司、武汉钢铁（集团）公司。进入前20名的钢铁企业还有江苏沙钢集团公司、莱芜钢铁集团有限公司、攀枝花钢铁（集团）公司、济南钢铁集团总公司、太原钢铁（集团）有限公司。中国制造业500强前10名中就有5家是钢铁企业，这说明我国目前仍是以重工业为主，表明大型工业企业的持续领先发展，是带动我国制造业发展的主要力量，而节能降耗，循环经济与资源的合理开发利用，也给大型制造企业提出了新的社会责任和义务。

2005年，我国钢材出口前10名企业合计出口钢材656万t，占当年中国钢材出口总量的32%，价值39.2亿美元。钢铁企业入围2005年中国进口、出口200强名单中，鞍钢集团国际经济贸易公司、宝山钢铁股份有限公司、中国首钢国际贸易工程公司、武钢集团国际经济贸易总公司、济南钢铁股份有限公司、张家港宏发炼钢有限公司、本钢集团国际经济贸易有限公司入围。上述事实说明，中国钢铁企业国际竞争力有了很大增强。

我国钢铁产业集中度低、企业规模小。2005年我国钢产量超过1000万t的企业从2004年的2个增加到8个，钢产量占全国产量的46.36%，产业集中度有所提高。但与世界级钢铁企业相比，我国钢铁企业的规模还比较小。2006年宝钢与世界第一的米塔尔德钢产量相差2700万t。

钢铁企业联合重组刚起步，总体看进展缓慢，步子不大。为建设钢铁强国，应在沿海建设大型现代化钢厂。“大陆型”和“海洋型”钢厂优势互补，共同促进，改善布局，培养几个5000万t乃至1亿t级的大型钢铁企业集团。宝钢有可能发展成为1亿t的大型钢铁集团；鞍钢集团、武钢集团、首钢和唐钢集团可能发展为5000万t级的大型钢铁集团；济南钢铁集团总公司和莱芜钢铁集团有限公司联合正在运作山东钢铁集团，也有希望成为5000万t级的钢铁集团。这样五大集团产能近3亿t钢，将占全国的60%以上，约占世界钢总产能大于16%，钢铁产业集中度大大提高，加上我国市场优势，将具有国际竞争能力，与世界钢铁巨头相抗衡。

6 结束语

现代冶金科学技术中国不晚于欧洲，17 世纪中国炼铁就采用了鼓风技术。1936年中国冶金专家就提出鼓风增加1倍，高炉产量增加1倍的设想，后又提出了“高风温、高压炉顶和高湿度鼓风”的“三高理论”，这与欧洲人鼓风机第一次革新及高压炉顶操作处于同一时代。当1948年全世界高炉市场预热温度仅为600℃左右时，中国一些冶金专家就提出高炉预热温度可以达到1200℃。1965年，石景山钢厂17.5m³试验高炉炉顶压力达275kPa，风温高达1250℃，鼓风湿度最高50~60g/m³，利用系数达到6.4t/(m³.d)。1952年，纯氧预热转炉在奥地利问世，不久一些中国专家主张中国适应发展氧气转炉，1963年，石景山钢铁厂兴建了中国第一座30t氧气转炉。当时一些冶金专家明确提出：三高高炉、氧气顶吹转炉和连续铸钢是钢铁工业三大发展方向。

在历史上中国冶金科学技术灿烂辉煌，中华民族是勤劳智慧的民族。在新世纪，我们这一代钢铁人一定能够发扬中华民族的优秀传统，以创新精神，打造钢铁强国，让中国钢铁科学技术居世界前列。

[返回上页](#)