

## 钢铁工业的循环经济与自主创新

徐匡迪

(中国工程院, 北京100038)

**摘要:** 综述了中国钢铁工业的现状, 指出我国重点大、中型钢铁企业的生产工艺技术已经达到了一个“临界”的状态, 继续努力即可形成自主创新的钢铁冶金工艺。阐述了在过去的50年里, 钢铁工业从工艺技术走向工程科学的进程, 其中包括从平衡态的钢液还原和精炼到不平衡态的凝固和轧制方面的发展。钢铁工业在21世纪要生存、发展, 就必须成为循环经济的示范产业。在循环经济思想指导下, 开发新工艺、新技术、新型钢铁产品以及新型的冶金装备的设计能力和集成制造能力, 把中国由一个钢铁大国建成钢铁强国。

**关键词:** 钢铁工业; 循环经济; 自主创新

中图分类号: F407.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-4620 (2006) 01-0001-03

**Circular Economy and Independent Innovation of Iron and Steel Industry in China**

XU Kuang-di

(Chinese Academy of Engineering, Beijing 100038, China)

**Abstract:** The present situation of iron and steel industry in China is reviewed. It is pointed out that the manufacturing and processing technology in the key enterprises have reached a “critical” state, from which independently innovated metallurgical process of iron and steel can be obtained if efforts are continuously contributed. It is described that in the recent 50 years, iron and steel industry changed from processing technology to engineering science, including the searching for equilibrium reduction of liquid steel and steel refining as well as the searching for the un-equilibrium solidification and rolling. The iron and steel industry must be the model of circular economy so as to co-exist with other industries and develop further. Under the guidance of the principle of circular economy, new technology, new processing and new type of steel product must be developed and the ability of designing up to date metallurgy equipments and combined manufacturing must be raised. Through the way stated above, China can be developed from a country of steel with great quantity to a country of steel with great quality.

**Key words:** iron and steel industry; circular economy; independent innovation

## 1 中国钢铁工业已经成为引领世界钢铁业的一支重要力量

截至2004年底, 中国钢产量已占世界钢产量的三分之一, 产能可达世界的40%; 全球铁矿石的贸易量中国约占一半左右; 中国新建的钢铁冶金设备已属世界先进, 若没有中国冶金设备的需求, 世界冶金设备制造行业行将萎缩。战后20年, 世界钢产量由2亿t增长到5亿t, 主要是日、德、美的增产; 此后钢产量在5~7亿t徘徊多年, 从7亿t发展到10亿t主要依靠中国钢产量的增长, 中国钢铁业的规模和发展势头令世界瞩目。

2005年秋冬以来, 钢铁产能骤增、价格下调、利润下降, 这种情况可能要维持2~3年, 在座的钢铁企业应顺其自然, 通过价格市场变化, 把高成本、环境污染严重的小厂挤垮。在市场经济条件下, 国家不能用行政手段限制产量与价格, 只有一个采取环保的法律手段, 一个利用市场优胜劣汰的办法, 淘汰落后的企业。所以早些时候, 我曾经和鞍钢刘玠同志、宝钢谢企华同志谈过这个问题, 我说你们千万不能搞“限产保价”, 结果是限了大厂, 保了应出局的企业。现在听说唐山地区很多小厂都在停产观望, 因为一生产就要亏

损。

目前我国重点大、中型钢铁企业的生产工艺技术已经达到了一个“临界”的状态，经过近20年的蓄势待发，马上就可能从引进消化吸收突破到自主创新。有的企业在个别技术上已经有突破，但是大部分是已经掌握了国外引进的先进技术，再努一把力就可以形成自主创新的钢铁冶金工艺、装备和技术，就有可能从钢铁大国变成钢铁强国。今天我们是处在一个中国钢铁冶金技术诞生的前夜，因此要对这个事情有一个充分的估计，也要有充分的思想准备，更要投入极大的力气。我们现在的情况就像日本人的70年代初期，像韩国80年代中期，我们期望2010年中国的钢铁工业真正形成自主创新的能力，到那个时候，我是希望能实现一个“梦想”，就是2010年在曹妃甸召开世界钢铁大会，让世界看一看21世纪的中国现代化的钢铁厂是什么样的，所有指标都能超过君津、大分，所有指标都要超过浦项、光阳。如果可能的话，2010年再在太钢召开一个世界不锈钢会议，因为那个时候我国不锈钢产量预计可超过400万t，占世界的三分之一到四分之一。

## 2 20世纪钢铁工业由工艺技术走向工程科学

钢铁工业从高炉还原矿石一直到钢液精炼、凝固轧制到成品钢材。可以说过去的50年是钢铁工业从工艺技术走向工程科学的半个世纪。过去我们学炼钢的时候，可以定性地说，但是不能定量计算。比如说脱磷的条件是：氧化性高、碱度高、温度低，两高一低；脱硫：温度高、碱度高、氧化性低，都不能定量；讲到活度、相互作用系数都是简单系统的、二元系的，炉渣的活度系数你不知道，最终就没法计算平衡。应该讲现在都比较清楚了，有可能进行钢液反应平衡和夹杂物成分的计算了。另外过去轧制过程，只从力学角度考虑比较多，但是从轧后组织、性能的控制比较少，因此轧出来什么样，要检查以后才知道。现在应该讲已经可以做所有的轧制变形过程控制和最终的组织、性能预测。那么这种趋势是什么呢？我把它简单总结为两点，第一即所有的钢液还原和精炼过程，我们所有的操作是要追求平衡的状态，追求最大限度地发挥资源的有效利用，到了平衡状态，这个效果都显示出来了，渣量可以最少，但是质量可以最高。比如说铁水脱硫到底放在什么地方，放在什么时候，是放在转炉里？还是放在高炉里？现在看起来都不是，就是在铁水罐里脱硫是最好的；碳高、硅高，硫的活度系数非常高，在高炉里不要提高炉渣碱度脱硫，高碱度的渣只要作为覆盖材料加进铁水罐就行，铁水脱硫后转炉就没有这个负担了，就可以少渣吹炼。那么“脱硅”、“脱磷”放到什么地方？现在看起来就是放到另外一个转炉里，把转炉作为一个反应器，在脱硅、脱磷的时候加废钢，防止温度升上来，那这个“脱磷”、“脱硅”的条件就非常好，而这个转炉产生的炉渣去做水泥非常好，因为碱度不高，不会水化。这些工艺过程，我们追求的是热力学的平衡状态，或者说效率最大化的过程。第二是凝固和轧制，我们追求的是极不平衡的状态，连铸的过程就是极不平衡的，如果达到平衡，就会发生充分的偏析，枝晶慢慢长，逐渐推到中心去，组织就不好了。我们希望在电磁搅拌下，快速凝固，同时从中间加形核剂，现在这些手段都有了，不平衡状态主要追求的是组织的均匀和质量的均匀，就是组分的均匀化。我们所说控冷控轧，强制冷却，就是不让它的组织依平衡相变相图的规律一步步进行；当然还包括低温轧制与控冷控轧。

现在钢铁工业已经不是一个从单元操作一步步分离的过程，而是一个系统的过程。同时也是一个紧凑的、或者一体化的过程，殷瑞钰院士多次提流程工程学，同志们可能对这个理解还不是很深，实际上他提出的是追求一个紧凑型的、最优化的工艺流程，这是非常重要的。

## 3 21世纪中国钢铁工业要成为循环经济的示范产业

中央提出落实科学发展观，建设资源节约型和环境友好型社会就是要大力提倡循环经济。钢铁工业是能源、资源消耗很大的行业部门。发电行业的能源、资源消耗占全国第一位，发电用了全国30%的能源，第二位是建筑能耗占25%，其次就是占11%的冶金行业，再就是交通运输业了。矛盾大的地方往往容易突破，因为用得更多，效率低，节约的空间就大。现在要想把发电的效率，从现在的联合循环的50%左右，或者蒸汽轮机的百分之三十几，提高一个百分点都是很难的，但是将钢厂的热效率提高10%、15%却是非常可能的。刚才济

钢的同志已经详细介绍了，具体环节我就不说了。所以我想在这里提出一个概念，就是21世纪钢铁企业是否能生存，就要看你对环境、生态的影响到什么程度，能不能在环境负荷允许的情况下进行生产，这是底线。那么能不能有竞争力呢？现在不是靠扩张规模，也不是靠价格的竞争，现在的竞争力是从资源、能源消耗的程度来考虑竞争力，因为资源是有限的，今后国家要分配的。昨天陆钟武院士讲到，将来计划经济其它可以取消，但是资源环境可能要“发票”了，现在正在酝酿立法，立法实际上是高级的定量，就是说二氧化硫允许你排多少，二氧化碳允许你排多少，要给你计划，不让你随便排放。因此今后的竞争可能在能源、资源的消耗与环境方面，在循环经济即资源、能源的循环高效利用方面，钢铁工业要花大力气，21世纪钢铁工业要生存、发展，就要努力建成循环经济的示范产业。

#### 4 新一代钢厂是钢铁工业自主创新能力的具体体现

钢铁厂自主创新能力具体体现在三个方面。

(1) 符合科学发展观，在循环经济的思想指导下新工艺、新技术的开发能力。回顾上世纪后半叶，钢铁工业大概10年诞生一代新技术，有一个突破。比如说50年代到60年代是顶吹氧气转炉，是它与平炉竞争，并取得主导地位的10年；从60年代到70年代是连续铸锭取得突破，开始取代模铸的阶段。当然整个平炉、模铸被完全替代淘汰有个技术改造过程，大体滞后技术创新10年左右；到80年代是高速线材和薄板卷连轧，在轧制方面又是一个大突破；90年代设备大型化和更加大型化以及薄板坯连铸连轧。这些技术进步大体都是10年有一代，现在我们已经进入21世纪的头10年，我们搞什么技术？怎么样符合循环经济的理念？从节省能源、资源入手，要开发新一代的工艺和新一代的技术，这是统领钢铁工业自主创新的核心。

(2) 新型钢铁产品的开发能力。过去大概也是10年左右，就有了新一代。就说管线钢，我在瑞典搞北海油气田的管线钢，那时候最高是X65，批量生产的是X60，现在已到X80、X100，它也是每年在升级。当然还有现在通过晶粒控制生产细晶粒钢等等。我的想法是这样，钢铁厂要和用户联合起来，制定企业标准，这是我们形成自主创新能力的的一个重要方面。现在大家都期望国标什么时候改一改，我觉得改国标是非常难的，我和建设部门的同志谈过，他们也有难处，为什么呢？搞土木建筑的人，他觉得钢筋不仅仅是以强度来决定，要追求设计美观、大气，柱子要多粗，所以柱子里面低强度钢筋多放几根没关系，另外考虑到稳定性，考虑到其它因素比较多，总之不仅仅是一个强度的问题。但是有些行业，比如说航空工业、汽车工业，他们产品的减重就非常关键，这些和能源、资源的消耗密切相关。在国外往往国标是国标，企业内自己根据用户的要求定有企标，企业和企业之间供货就是这个标准，这个标准往往比国标严得多，而且变化是非常快的，而企标的扩大应用，被多数用户认可，订货越来越多，最后行业就采纳了，变成国标，因此建议大家在标准方面的创新能力要提到议事日程上来。

(3) 新型的冶金装备的设计和集成制造的能力。我们钢铁厂的许多重点大型企业现在都在向一千万吨、二千万吨规模进发了，但我们还是一个引进人家设备的厂，我想通过10年左右，我们要形成像奥钢联、蒂森克虏伯这样的，自己能够设计冶金设备，而且委托外包加工，自己设计整体部分，将来宝钢、鞍钢、武钢等都有这个条件，现在鞍钢已经开始向济钢输出薄板坯连铸连轧的设备、调试和工艺技术，他说我来给你做交钥匙工程，这就很好。再比如说钢铁研究总院给济钢做彩涂钢板生产线。这就是说21世纪中国的大型冶金企业不能够只成为买设备的地方，而是要引领这个设备的潮流，自主提出总体设计，最后总装调试在我这里，这就是自主集成创新。其实鞍钢并没有做全部连铸、连轧设备，而是向全国重型机械厂订货，买来以后系统集成，这也是自主创新，我们钢铁企业里面都有比较大的冶金设备的机修厂，我希望他们除了为生产提供备品、备件外，能够发挥更大的作用。这次我到天津参观无缝钢管集团公司（天津大无缝），厂区马路对面有一个很大的制造厂，一进去我吓一跳，里面的产品是达涅利的钢包精炼炉，一问才知，这是达涅利委托生产的，由天津大无缝机修厂帮他设计生产的。他们说很挣钱，比卖给国内的价格高，达涅利卖给东南亚国家和其他国家的设备就在天津制造，因为工厂距离港口比较近。所以我想将来我们要形成从工艺-钢种-技术-装备一体化的能力，如果我们有了这个能力了，我们的钢铁工业才真正有了自主创新的能力。

我非常羡慕在座的各位总工程师，你们比我年轻20几岁，你们搞钢铁的时机很好，真是非常幸运的，正

好是在这么一个时期，也寄希望于各位能把中国钢铁工业的自主创新能力搞上去，把中国由钢铁大国变成钢铁强国。

---

[返回上页](#)