

节能热工文集

牛泽群 编著

冶金工业出版社



节能热工文集

牛泽群 编著

北 京
冶金工业出版社

1995

图书在版编目 (CIP) 数据

节能热工文集/牛泽群编著-北京:冶金工业出版社,1995.12
ISBN 7-5024-1776-1

I. 节… II. 牛… III. 节能-热力工程-文集 IV. TK01-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 16989 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

北京昌平百善印刷厂印刷,冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1995 年 12 月第 1 版,1995 年 12 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 12.625 印张; 339 千字; 391 页; 1--1500 册

18.00 元

序

周传典

这本《节能热工文集》是冶金工业部北京冶金节能实业公司牛泽群同志发表在各杂志上的文章的选集。我看过书稿后认为该书最大特点是理论与实际结合得好。作者在冶金部能源办公室工作多年，对国内外冶金工业节能情况善于观察，悉心研究，因而在节能工作中遇到的许多问题上都有自己的见解和具体的建议，指导思想明确，并能立论于实际问题，思路活跃、敏捷，辩据明锐，有很强的针对性，实用性强，不是人云亦云的泛泛之作。我以为这本书的问世，对钢铁工业的节能是很有实际意义的。

我原打算在这里讲讲个人的看法，关于冶金节能的现状和今后的努力方向以及应采取的措施。后来细看本书已有一篇李桂田同志作为代前言的文章《加强钢铁节能工作》，我不喜欢说重复话，在几次会议及文件中听到、看到桂田同志的意见，我很赞成，用不着我再来讲了。这里我只补充一点意见。

我认为我国的节能工作还任重道远，必须持之以恒，今后的工作只能加重，不可有丝毫的放松。而在我国当前的情况下，要做到管理节能和技术进步节能并重，并且要逐步提高技术节能的比重，也就是说，今后节能工作的重点应该是节能技术的全面推广。

在前不久举行的全国科技大会上，朱镕基副总理曾经尖锐地指出这样的事实：我国单位国民生产总值的能耗是日本的5倍、美国的2.6倍。改革开放初期，我们对国外情况开始有所了解，深切感到我国能耗的严重落后。当时在钢铁方面我国的吨钢综合能耗竟然高出日本的1倍，不禁令人汗颜！当时，钢铁界各方面开始奋力降低能耗，节能变成各个企业日常的中心工作，真抓实干，

效果显著，既解除了能源供给的困难，又大大提高了企业本身的效益。我们讲提高效益，可以摆出几十条措施，哪条是最重要的呢？钢铁厂要吃进两种料：矿石和能源，这两项占成本的70%以上，抓降低能耗才是抓到成本的重要方面，潜力大得很。这十几年来，钢铁工业取得那样大的成绩，节能抓得好，是重要原因之一。据统计，全国钢铁综合能耗已从1980年的2.04t标煤/t钢降到了1994年的1.519t标煤/t钢。十五年来，按环比累计节能2536万t标准煤。当初，人们还想不到会降低这么多。

可是形势是在不断变化的，冶金工业部能源办公室的同志告诉我，这十几年来国外节能又有很大的进展，为了使可比性强，我们尽可能采用了同口径计算，日本吨钢综合能耗已经降到800kg标煤左右，比起我们的1519kg标煤，还是相差将近一半，事隔十几年，又一次使人大吃一惊！能耗的差距还是这样大，我们的效益怎么能抵得上人家。相对来说，我们相当于原地踏步，这不能不引起我们的警觉。

什么原因？是因为我国钢铁工业生产的总体技术含量太低。若从单个工厂分析，这些技术我们都占有了。高炉转炉钢厂，如宝山钢铁总厂，同日本的大钢厂技术水平相当，能耗水平也大致相当。今年我到宝山钢铁总厂看了主要耗能单位炼铁厂。宝山钢铁总厂的二号高炉是国产化的，焦比降到400kg/t，比日本的毫不逊色。电炉钢厂如江苏省新建的厂子，南京钢铁厂100t电炉设计电耗指标为480kW·h/t钢，张家港90t竖炉式电炉设计电耗为330kW·h/t钢，前者远低于国内目前的水平，同日本相当，后者已低于日本水平。我研究过西方国家高炉转炉钢厂的能耗，全国各厂差别很小，各电炉钢厂能耗也差别很小。为什么能这样？新技术全面开花，各厂的技术含量相同，耗能指标就可以相差很小，第一生产力起了决定性的作用。我国的情况就不同了，国外的节能新技术我们基本上引进来了，但没有全面开花，而是一枝独秀，以致有很少数企业赶上日本了，大多数还相差太远，甚至有的还停留在1980年的水平上。这就是问题的症结所在。

这两年，我到企业参观，更加深了认识，一方面各企业节能都有很大进展，另一方面比起宝山钢铁总厂却差了一大截，进一步追究起来，这些企业从头到尾在技术上缺臂掉腿，是产生差距的重要原因。例如发达国家钢厂全连铸已达到百分之九十几，日本、美国高炉转炉钢厂早已全连铸了，近年新建许多短流程钢厂，没有再用模铸的。发达国家转炉煤气很少再向大气放散，大多是上回收装置实现负能耗炼钢。我们的转炉煤气回收和全连铸很不普遍。前年，我到一個軋鋼廠參觀，加熱爐旁熱氣烤人，竟然還沒有用上國內通行的隔熱保溫層，難怪其能耗竟比國內先進爐的高出80%。“六五”、“七五”期間，冶金工業部大搞加熱爐節能，獲得大面積豐收，仍還有“春風吹不到的地方”。這幾個例子說明節能技術在國外全面推廣，在國內還沒有全面推廣，空白點太多。能不能達到全面推廣？回答是肯定的。我想，首先，這些節能技術經過引進和國內創造，我們已經有了，這是第一個條件具備了。其次，前不久我為有關國產化的寶鋼二號高爐設備製造技術的一本書作序，稱贊它是我國鋼鐵工業發展史上的里程碑，高爐、焦爐、燒結機能夠實現國產化，其他裝備我們自己也可以製造了，這是第二個必要條件，也有了，還缺什麼呢？不缺了。有幾位廠長坦率地告訴我，缺少資金，有了資金他們也能辦到。的確這是一個十分重要的問題，無錢難辦事，節能技術也是需要資金投入的。但是，節能技術比起其他方面技術在投入產出比上，要占很大的優勢，因為節能就是直接效益，有人統計過其投資的數額量是比較少的，回收的時間是比較短的，這是企業領導的一致看法。大家也議論到資金的來源問題：一要來源於企業，企業應成為技術投入的主體，企業自有的投資往哪裡投，應向效益最大、回收最快的地方投，節能就是這樣的項目。過去因為鋼材資源過於短缺，價格不合理地猛增，增產鋼材效益最大，現在情況變了，這兩年就有不少企業限產，投入的增產資金收不到效益，而節能却是有着長期不變效益的，資金的投入可以造成良性循環，我希望節能部門多做這方面的宣傳工作；二要來源於銀行貸款，既然節能項

目的还款能力强，还款有保证，还款的时间短，符合银行的要求，又何乐而不为呢？放贷应向这方面倾斜，这是市场经济的行为，不是计划经济的行为。

当前，全国节能工作还在顺利进行并继续取得进展，但是劲头似乎没有 80 年代那样猛，这样缩短同国外的差距就不可能指日可待。回顾 80 年代，从中央到企业形成一股节能热潮，国务院亲自抓，中南海的例会、全国性的大会按期举行，国家计委、经委、各部门一齐行动起来，各省、各企业都把节能摆到日常工作的议事日程，所以才有现在的巨大成果。今后算是第二个回合了，我们能不能赶上日本的水平，我看既有希望，任务又很艰巨。说有希望，技术有了，自己又能干起来，资金在摆正节能工作的位置后可望解决，条件也就具备了。说很艰巨，还欠上面的大力号召和积极协调，下边的认真行动。总起来说就是还要大力宣传和积极推动节能技术的普遍推广。因此希望今后能有更多的这类书籍面世，从而促进节能和环保工作的开展。

1995 年 7 月

加强钢铁工业节能工作（代前言）

李桂田^①

我国钢铁工业的能源消耗与国际先进水平相比有较大的差距和降低潜力。为了进一步降低单位产品的能源消耗，试提出以下几点看法和建议。

一．进一步加强能源管理，减少能源的损失浪费

十余年来，我国钢铁工业有了很大发展，钢产量已达 9000 万 t。钢铁企业在生产发展的同时，不断加强能源管理，推广节能技术，进行节能技术改造，以节能求增产、求发展、求效益，节能工作取得了很大成绩。吨钢综合能耗已由 1978 年的 2.52t 标煤减少到 1994 年的 1.545t 标煤，下降率为 37.5%。十四年间，钢铁工业累计环比节能量达 4147 万 t 标煤。这一期间钢铁工业从提高全行业节能意识入手，组建节能工作队伍，建立能源统计平衡制度，查消耗抓管理，减少能源的损失和浪费；同时行业及各企业分别制定了一系列工序和炉窑能耗等级标准、能源管理、使用及监督制度，节能工作有了很大加强。但是，行业每年存在的几百万吨标准煤的能源亏损、转炉煤气回收利用量少、大量重油消耗于锅炉等现象均说明依然存在着能源使用不合理及损失浪费较大的问题，因此能源管理有待进一步加强。

因此，钢铁企业中要进一步进行能源形势、能源知识的宣传，提高全体职工的节能意识，强化能源管理体制，完善能源质量、验收、存贮及使用的管理监督，减少能源亏损，提高能源有效利用

① 本文作者现系冶金工业部能源办公室主任。

水平，使能源管理和节能工作迈上一个新台阶。

二、制定节能法规，深化节能工作

节能是涉及全国及各行业的大事，必须在强有力的节能法规支持下，才能确保钢铁工业节能工作的顺利开展。日本的节能过程就充分说明了节能法规的推动作用。

在 70 年代的世界性能源危机冲击下，日本钢铁工业依托于节能法规开始四个阶段的节能工作：推广节能软技术，采用低成本的节能硬技术，生产工艺用能最佳化，开发节能的新工艺流程。在此期间日本政府为了推动节能工作的开展，在 1979 年 10 月，颁布了“能源使用的合理化法”（简称“节能法”）。该法内容丰富全面，特别是对工厂的能源合理使用，如钢铁工业各部门的炉体绝热，燃烧设备使用、设备经济运行等方面都制定了严格的判断（检测）标准，对各级能源管理机构、管理人员提出了具体要求。同时，对节能贷款及税收、折旧等方面规定了优惠条款。由于采取了扶植节能的政策，钢铁工业的节能投资上升到总投资的 20% 左右，这为大型节能设备、措施的迅速普及，降低钢铁生产能耗创造了有利条件。在《节能法》的支持下，日本各级政府进一步增加了节能软科学方面的经费投入，加强了节能调研、能源合理使用规划、以及专业能源管理人员的培养等工作。

相比之下，我国尚无全国性的节能法，节能工作处于不稳定状态。全民节能意识虽然有了较大提高，但由于节能投入不足，产品能耗高的局面并未得到根本改变。“六五”期间，钢铁行业累计节能投资 8 亿元，仅占总投资额的 7%；“七五”期间的节能投资虽比“六五”增长了 1 倍，但由于设备价格、施工费用的上涨，致使节能项目没有大的增长。目前，钢铁工业节能率逐年下降，这与我们的投入不足有直接关系。

为了降低产品能耗，我国的钢铁工业也应制定行业法规，增加节能投入，用先进的节能技术工艺改造落后的设备，挖掘潜力，增加行业的节能后劲。使我国钢铁工业成为低耗高效集约型产业，

提高行业的经济效益。

三、强化节能投入，挖掘节能潜力

钢铁行业是消耗能源大户，只有强化节能投入，挖掘节能潜力，才能不断降低产品能耗，大幅度提高经济效益，确保行业健康高速地发展。

1. 开展节能软科学研究，增加节能宏观调控能力

我国钢铁工业全面节能工作始于1978年，从一定意义来讲，节能工作的顺利开展得益于节能软科学的进展和成果。“钢铁企业能源平衡及能源指标计算办法”就是这些成果中的代表，它的实施与应用，为加强能源管理，进行能源分析打下了坚实的基础，给吨钢能耗迅速下降创造了条件。随后冶金行业开展了有关冶金工序节约能源规定、冶金炉窑热工测试办法、钢铁企业能量平衡，以及一些专题调研和剖析等冶金节能的软科学研究。其成果对巩固和深化冶金节能工作起到了积极作用。

节能软科学研究虽然是节能工作的先导与基础，且对节能工作的开展具有重大作用，却极易被人们忽视。时至今日，我国冶金节能软科学研究仍没有固定的投入，更无法与日本每年投入巨额研究经费的现实相比。从总的情况看，“六五”期间节能软科学研究比较活跃，“七五”期间趋于沉闷，该期间虽提出了“系统节能”这一概念，但研究得还不够完善，对节能工作也没有发挥出应有的推动作用。由于节能软科学的作用及地位被忽视，因此节能调研及对所存在问题的分析、节能规划与安排等都受到了影响。这一期间，节能软科学研究受到经费不足的影响，使一度活跃于这条战线的大专院校师生逐渐望而却步；研究院所从事这方面的研究队伍也在逐步缩小。总之，节能软科学的前景不容乐观，其结果必将制约冶金节能工作的深入开展。

在社会主义市场经济形势下，企业的管理及技术工作都要围绕提高企业经济效益这个中心进行，节能工作和研究也要为这个总目标服务。因此，节能软科学的研究应以“能源经济”为重点

课题，研究节能与企业经济效益的关系及衡量办法，研究节能资金投入方向、节能资金投入与产出的适宜比例关系，研究能源结构与企业发展的关系，研究节能技术措施的使用范围等内容，为节能工作开创新局面创造条件。

2. 大力进行节能技术的研究开发和引进技术设备的消化移植工作

多年来，我国钢铁工业研究开发出了一大批节能技术，如高炉喷煤、平炉多枪吹氧、重油乳化燃烧、全高炉煤气双预热加热等技术，这些技术正在起着巨大的节能作用。同时我们还引进了一些大型节能技术设备，如高炉煤气余压发电、干式熄焦、转炉煤气回收等。但是由于节能技术改造投资少，引进的重大节能技术的消化移植和自己开发的节能技术的推广进展缓慢。技术改造形成的节能能力仅占总节能能力的 20%。妨碍技术节能能力大幅度提高的原因一方面是资金投入量少，另一方面是节能技术研究力量薄弱；一些重大节能技术措施的消化移植工作组织不力。如高炉炉顶余压发电设备（TRT），我国虽于 1983 年和 1986 年引进了两套技术，但武汉钢铁公司建设新 3 号高炉时仍需引进，国内并未能研制出同等技术水平的机组；我国自行研制的 TRT 虽在 1984 年投入运行，经过两年改造后仍存在设备与高炉不配套及设备有缺陷等问题，虽经过酒泉钢铁公司、武汉钢铁公司等企业继续建设使用国产 TRT，国产机组逐渐成熟，但技术水平仍存在着一定差距。再如转炉煤气回收技术，早在 70 年代初期我国已建成试验项目，但就装备、操作和回收水平而言，仍旧处于低水平，且多年没有改进。1986 年引进了国外气体取样分析成套技术，国内虽已制成样机，但从我国转炉煤气回收量少的实际情况来看，该技术的消化、吸收工作还有较多的工作可做。

我国对引进技术消化后，自制节能设备稳定运行率低和达产率低的事实说明，节能技术的“应用科学”研究不足，即对该技术应用的生产条件、操作条件、技术条件、生产管理调度条件以及维修保养条件等等研究不足。这方面的不足造成设备投入运行

后事故多，作业率低，迟迟达不到预期效果。如国产 TRT 机组的小时发电能力仅能达到设计容量的 40%，作业率只有 50%，转炉煤气回收（除宝山钢铁总厂外）较好的为 $50\text{m}^3/(\text{t} \cdot \text{s})$ ，一般只有 $20 \sim 30\text{m}^3/(\text{t} \cdot \text{s})$ 等。因此，需要大力开展节能技术的“应用科学”研究，以提高节能投资的实际经济效益。

综上所述，我国钢铁工业的节能工作任重道远。今后必须在继续强化系统节能，开展能源经济研究，加强节能管理的基础上，依靠科技进步，增强节能投入，加速节能技术的推广和应用和生产设备的节能改造，力争提前实现 2000 年吨钢综合能耗达到 1.38t 标煤的节能总目标。

这本书收集了作者近些年来关于钢铁工业节能与炉窑热工等方面的在刊物上发表的文章和一些内部报告，虽不一定完善，但涉及面广，对一些问题作者也勤于研究，勇于探索，实事求是，言出有据，相信对广大冶金节能工作者来说会有一定的参考价值。这些文章大部分是作者在冶金工业部能源办公室工作期间所写的，其中一些虽时效性较强，但作为对不同时期情况和工作的某些侧面反映，收在此书中也有其参考作用。相信此书的出版能够对钢铁工业节能工作的开展起到一定的促进作用，因此我们给予支持和推荐。

1995 年 9 月

目 录

节能是生产力发展的充分必要条件	1
冶金工业“六五”期间的耗能结构与节能	9
冶金工业新形势下的节能任务	17
大力推进冶金节能技术进步	
——“七五”概况和“八五”打算	20
当前冶金节能工作的重点	27
论今后冶金节能的对策和途径	34
1989年冶金能源紧张情况和	
1990年的能源形势	40
1991年钢铁工业节能情况	46
对我国与日本钢铁工业能耗差距的分析	50
中印能源消费比较研究	56
世界能源状况综述	67
开展系统节能 开创节能工作新局面	81
运用系统节能规律实现炼铁节能攻关目标	89
系统节能是冶金企业深化节能工作的方向	97
浅谈企业系统节能技术	100
改革动力生产考核, 促进企业整体节能	109
钢铁工业能耗指标体系	114
吨钢可比能耗影响因素的计算分析方法	120
吨钢可比能耗与成材率的关系	124
关于对能源平衡表动力	
计算方法进行改进的探讨	127
节能量的分解与加和	130
浅谈总体节能量	134
再谈节能量	138

燃气系统的最大烟输配.....	141
企业生产管理与计划中的用能优化方法.....	147
工业炉窑的节能量计算.....	152
工业炉窑的热效率.....	157
轧钢炉窑节能技术进步方向.....	162
推进高温耐火纤维的开发与应用.....	166
冶金工业炉窑燃烧装置应用及开发状况.....	174
内壁多凸起式火焰加热炉.....	181
我国工业炉窑换热器的发展特点.....	186
低频脉冲声波除灰去焦新技术及其应用小结.....	192
换热器高效化问题及其改进探讨.....	202
燃料油加热及其新方式.....	207
重油乳化应用状况与问题综述.....	214
高温节能涂料的两项关键指标.....	234
新型平炉高压重渣油烧嘴的开发.....	239
火焰炉富氧助燃效果与经济性分析.....	250
针对初轧生产工艺的一项节能改造措施.....	259
减少轧钢火次, 促进轧钢系统节能.....	262
钢锭直接轧材的节能工艺改造.....	266
太钢第二炼钢厂混铁炉用氧的探讨.....	271
某钢厂加热炉余热锅炉问题及改进方向.....	277
某钢厂轧机与加热炉问题及改进建议.....	282
有关高炉喷煤的一些问题的研究.....	287
焦炉余热利用技术状况及发展方向.....	306
烧结点火降低能耗问题.....	315
对直流电弧炉发展政策的有关建议.....	325
蒸汽管道保温经济厚度问题.....	329
快装 L 锅炉炉拱的改造及其结构型式.....	334
风机水泵节电技术改造方向.....	339
发展箱式变电站的有关问题.....	346

水冷套管优化设计方法.....	352
抽气热电偶用喷射器优化设计	
方法及有关问题的研究.....	357
后记.....	390

节能是生产力发展的充分必要条件

一、节能与生产力发展的关系

节能型社会生产是生产力提高的前提和标志之一，节能是促进社会生产力提高的一项重要因素。

能源具有劳动资料与劳动对象双重属性，是与两个生产力构成要素都有密切关系的特殊物质。首先，能源以其唯一能产生动力的特性，在生产工具的使用、改善和发展上起着重要的，有时是决定性的作用。拖拉机远胜于耕牛是因为使用柴油作动力；而在没有电时，能提高劳动工效几十倍、几百倍的电锯、电钻等就不如一件原始工具。其次，能源作为原料，是劳动对象的一个重要组成部分。马克思说“一切原料都是劳动对象”。能源这种原料以其有别于其他原料的如下特殊性，而成为特殊的劳动对象：（1）资源有限性，除太阳能、风能等可再生能源外，目前最广泛使用的矿物能源（煤、石油、天然气等）均被认为在将来的某一天将使用殆尽；（2）纯消耗性，许多原料的可用性在于元素成分。按物质不灭定律，它们是可以重复或部分重复使用的，如铁矿石在炼成钢再做成产品的过程中，铁元素没有损失掉，当产品用旧作废时，废钢还可以用作炼钢的原料，而能源的使用则是典型的不可逆过程；（3）低效性，大部分能源使用或转换过程都是以热量的形式进行的，按照热力学第二定律，热是一种效率较低的能量，所以能源的使用必定要伴以大量的无效损失，其损失程度，依其被使用的方式、过程情况、控制水平等的不同而异；（4）对环境的影响性，能源服务于人类的过程也是破坏环境的过程，这不仅是因为这种原料开采、开发于自然环境中，而且还因为能源的使用必定伴生大量的废弃物，这些废弃物以固、液、气态扩散到环境中。

节能与生产力的关系问题，很久以来未得到人们的足够重视。人类改造自然，创造财富，是通过一系列相互联系的、复杂的过程来完成的，所有过程，无不消耗能源，所以最终产品的能源消耗量的累积值是惊人的。如果追溯一种产品的形成过程，我们可以求得直观无法察觉到的这种产品所沉积的全部能源代价。譬如一部汽车，我们从它的零部件组装过程反推，研究每个零件的加工过程（如钢材加工成传动轴、冲压成车皮等）、每个零部件材料的生产（如铁矿石生产成钢、石英石制成玻璃等）、每项材料所需材料的生产，等等，通过对一组半闭路循环过程（汽车上游产品的生产过程也要消耗汽车，所有产品的流向均是半闭路网状型的）的研究，我们可以得到生产一部汽车从地下矿藏开发起的各个过程、环节的能源总累积量，我们称之为这种产品的完全能耗值。一部汽车成本中真正的能源成本是其完全能耗值所反映的成本，而决不仅仅是生产汽车的最后一道工序汽车制造厂生产所消耗的能源的成本。

人类的社会生产必定朝着物质丰富化、高质化的方向发展。生产力的发展，说得更确切一些是一个相对的概念，即指人类付出一定量的劳动为自己生产物质财富所能达到的丰富和高质的程度，它是一种抽象化的劳动生产率的表象。这个相对概念的数学表达式中，虽然分子中包含了作为产品形式供人们直接消费的能源，如居民生活用电，但绝大部分所消费的能源（例如在我国目前约为84%）是在分母中出现的，我们可以将社会能源利用水平表达如下：单位社会物质财富产出所消耗的能源或单位能源使用量所能产出的物质财富。获取能源的代价是很大的，除战略上的有限资源性和环境影响性等重大限制因素外，能源开发本身的成本也是巨大的，能源生产需要投入大量财力、人力和空间。所以从客观世界和人类生产活动的基本规律来看，一方面节能是提高社会生产力水平的一个充分条件，是促进生产力发展的一个不可替代的积极因素，另一方面，较高的社会生产力水平，必然以其表达式分母中能耗这一项值较低为基本形式。