

# 关于我国钢铁工业二次能源利用的思考

丁 皓, 郭新有

(武汉科技大学 管理学院, 湖北 武汉 430081)

**摘 要:**我国钢铁工业存在能源利用效率低下、能源浪费严重的问题,而目前国内能源供应紧张的状况日益严重,能源价格不断上涨导致的能源成本压力已成为制约我国钢铁工业发展的重要因素。概述了我国钢铁企业利用二次能源的必要性和紧迫性,并提出了我国钢铁企业利用二次能源的具体建议。

**关键词:**钢铁工业;二次能源;余能

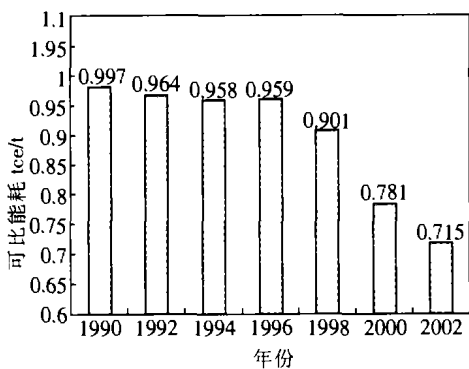
中图分类号:F427.3

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2004)10-0102-02

## 1 我国钢铁工业能源利用形势

钢铁工业是大量消耗能源的产业,我国钢铁工业每年能耗约占全国总能耗的10%。近10年来国有大中型钢铁企业在减少能源消耗方面取得了较大的进步(见附图)。2001年重点统计的大中型钢铁企业吨钢综合能耗从去年的898kg标准煤下降到823kg标准煤,吨钢可比能耗由766kg标准煤下降到747kg标准煤,2002年进一步降低到715kg标准煤。其中,宝钢吨钢综合能耗已降到699kg标准煤,达到世界先进水平。



附图 1990-2002年中国钢厂可比能耗的比较

资料来源:1991~2003年《中国钢铁工业统计年鉴》。

然而,我国钢铁企业面临的能源形势依然非常严峻,钢铁工业能源消耗仍与世界先进水平有较大差距(见表1),吨钢能耗高出

表1 重点大中型钢铁企业主要工序能耗与国际先进水平比较 单位:kgce/t

工序	烧结	炼铁	转炉	轧钢
2001年重点企业平均值	68.71	448.32	27.82	108.97
1999年国际先进水平	50.89	405.63	-8.88	82.53
差值	35%	10.43%		31.87%

资料来源:《2002年中国钢铁工业统计》,中国冶金工业协会。

工业发达国家20~40%。我国钢铁企业能源费用约占钢铁生产成本的1/3,能源利用率低、能源散失严重的问题比较突出,既造成了极大的能源浪费和环境污染,又大大增加了产品成本。随着近两年钢产量的迅猛增长,中国钢铁工业对铁矿石、焦炭、燃料煤以及废钢等钢铁生产原料和燃料的需求急剧增加,国内钢铁燃料市场供需矛盾已经十分突出。2003年主要燃料市场价格较上年已经上升了100%,每吨冶金焦炭的市场价格已从2002年初的450~500元涨到目前的1000元以上,严重挤压了生产企业的利润空间。与此同时,燃料质量也参差不齐,使钢铁生产能源消耗出现上升的势头。能源问题日益成为我国钢铁工业发展的制约因素。在这样的形势下,抓好节能降耗不仅是钢铁企业走绿色制造和可持续发展之路的需要,更是企业降低成本、取得竞争优势的重要手段。与

提高企业经济效益的其它方式相比,我国钢铁企业通过能源动力方面的挖潜来降低成本、增加利润空间的效果是很显著的,对我国钢铁企业来说具有极大的现实意义。

## 2 利用二次能源对我国钢铁工业的意义

钢铁工业是以工艺导向为主要特征的重工业,节能降耗主要依靠生产工艺的改进和各种节能设施的利用,一方面是充分挖掘内部潜力,改革资源和能源消耗大的工艺和设备,降低各生产工序的燃料单耗;另一方面要在生产工艺中充分利用企业排放的二次资源和能源,回收各生产环节中散失的载能体和各种能量。这些载能体或能量的回收利用能大大降低总体生产的能耗,做好这部分工作,一能降低能耗成本,二能创造效益和利润,三能减少污染排放,达到一石三鸟的效果。

最大限度地进行二次资源的综合利用已成为挖掘节能潜力、提高节能水平的重要手段。世界上技术先进的钢铁企业二次能源利用率已达90%以上,例如日本新日铁钢铁公司的余热余能回收利用率为92%,其企业能耗占成本的比例是14%。我国钢铁工业二次能源的利用还处于严重落后状态(见表2),高炉余压发电等大型有效的节能环保装置

表2 2001年大中型钢铁企业

煤气放散率比较 单位:kgce/t

	平均 值	先进 值	最差 值	落后- 先进差值
吨钢可比能耗	747			
高炉煤气放散率 (%)	8.87	0	28.83	28.83
焦炉煤气放散率 (%)	2.08	0	13.17	13.17
转炉煤气回收率 (m <sup>3</sup> /t)	38	112	0	-112

资料来源:《2002年中国钢铁工业统计》,中国钢铁工业协会。

配备率低,高炉煤气放散较普遍;尚有50%以上的大中型转炉没有回收转炉煤气,放散率达38%以上;余热利用还存在很大差距。我国大多数钢铁企业的余热余能回收利用率在30%~50%,其能耗占生产成本的30%~45%,宝钢余热余能回收率在68%,其能耗占生产成本的20%。因此我国钢铁工业二次能源的回收利用潜力是很大的,可带来的效益也是巨大的。与其它节能方式相比,二次能源利用技术有许多经验可供借鉴,实施难度较小,且成本较低,污染较少,经济效益显著,我国钢铁企业应予以充分重视。

### 3 对我国钢铁生产企业利用二次能源的建议

二次能源是指可回收的能量,又称余能,主要包括:①可燃性余能即可以作为燃料利用的可燃物,如高炉煤气;②载热性余能即余热;③有床性余能即余压。热能是能量利用中最普遍的一种形态,约占二次能源的90%,余热是能量回收的重点,包括烧结废气显热、焦炭显热、炼铁热风炉烟气余热、转炉煤气显热、轧钢加热炉烟气余热等。近年兴起的钢铁投资热片面追求钢产量,企业往往忽视对能源利用方面的投入。面对严峻的能源形势,钢铁企业应认识到利用二次能源对降低成本的重大意义和现实可行性,加大对它的投入。根据国家冶金行业清洁生产导向政策和二次能源利用方面已取得的经验,可将以下几个方面作为发展重点。

#### 3.1 烧结余热的回收利用

烧结余热的回收利用是我国“十五”期间冶金环保重点推广及开发的技术,在宝钢、武钢等企业已得到较好发展,有许多经验可供借鉴。烧结过程有两部分余热可回收利用,一为烧结机后部几个风箱内的烟气余

热,温度达300~350℃,并含有较多的氧气;二是烧结终了时,热成品矿具有的显热,烧结矿温度约750~800℃,具有显热25kg标煤/t,占烧结能耗的30%~40%左右。回收利用这部分余热,对降低烧结能耗有重要意义。

(1)烧结废气余热。成品矿冷却热废气经过除尘后回送烧结机,可以在点火前对烧结料层进行预热,可以进行热风点火,可以将热风送到点火器后面的热风罩,实行热风吹扫,以此3种途径回收烧结过程的热量和成品矿显热,降低烧结能耗,能节约点火煤气20%~25%。该措施简单易行,经济效益好,改造投资回收期为2~3年。

(2)利用余热锅炉。利用余热锅炉回收烧结或冷却热废气,锅炉蒸汽可以用于预热烧结混合料或生活取暖等。例如宝钢2号烧结机低压余热蒸汽的回收量为52.8kg/t,年回收蒸汽总量折合能源2.58万t标准煤。

#### 3.2 炼铁余能利用

炼铁是钢铁生产耗能最大的工序,能耗占钢铁工业总能耗的50%以上,炼铁节能对全局影响重大。炼铁余能发电主要利用炼铁产生的高炉煤气的余能,既回收高炉煤气、减少煤气排放,又创造效益,是二次能源利用最重要的技术之一。我国大多数钢铁企业至今没有利用高炉煤气发电,不但造成大量能源浪费,生产、生活还完全依靠买电,大大增加了企业成本。炼铁余能发电在我国已得到一定程度的推广,在10余家大中型钢铁公司得到利用。有条件的钢铁企业应建立自己的发电设施,改变完全依赖买电的状况。

(1)高炉煤气余压发电(Top-pressure recovery turbine,简称TRT)。大型高炉均采用提高高炉炉内压力的措施来促进高炉顺行,降低单位产品的燃料消耗。我国重点钢铁企业吨铁煤气发生量约为1770~1850m<sup>3</sup>,吨铁的压力约为0.15MPa,符合0.1MPa的最低发电标准。

高炉煤气压差发电设备是一种膨胀透平机发电机组,其原理是高压煤气流通过喷嘴喷入膨胀透平机,气流冲击叶片做功后流出机外,气体原有的压力能经过不可逆绝热膨胀使透平机转动,从而带动发电机输出电力。发电过程不消耗燃料、无污染、无公害,是一种绿色发电技术。

世界上主要有干式和湿式两种发电装

置,我国已经较好地掌握了湿式TRT装置的设计、制造、投产调试、运行管理等环节,完全可以在全国推广。湿式TRT设备种类有轴流冲击式、径流向心式、轴流向心式、轴流反动式4种透平-净煤气系统或半净煤气系统。经过日本钢铁公司的生产测试,在高炉生产条件相同的情况下,轴流反动式透平的经济效益最好。从我国的生产实践来看,1000m<sup>3</sup>高炉湿式TRT总投资约2500万元,按电价0.5元/kW·h计算,年净收益460万元,投资回收期约为5年,1000m<sup>3</sup>以上的高炉投资回收期将进一步缩短。

拥有炉顶煤气压力大于1000m<sup>3</sup>以上容积高炉的钢铁企业可考虑引进轴流反动式透平-净煤气系统或半净煤气系统进行发电,不但能够满足现有的生产生活用电,还可能有富余电能向外出售,为企业带来长远利益。2001年宝钢已实现36.01kW/t的发电效率。干式发电装置效率高出湿式发电装置35%,但投资较高,技术难度较大,重点大型钢铁企业可考虑引进干式发电装置。

(2)以高炉煤气为燃料,利用锅炉生产蒸汽推动汽轮机来进行联合循环发电。其原理是将煤气燃烧产生高温高压的气流,通过喷嘴喷射到燃气轮机转子叶片表面,推动燃气轮机转动发电;排出的热气流再进大锅炉生产蒸汽进行发电(即燃气-蒸汽联合循环系统),总的热效率能提高到43%~50%。高炉煤气发电系统实质上是一个小型的火力发电站,由于不需要企业额外购入燃料,也不需煤、油等燃料储存和加工设施,因此其造价低于普通火电站,而且热效率比大型普通火力发电厂还高出10%。一套6000kW的机组年发电约36GW·h,相当于节能1.5万t标准煤,且生产运行费用低,经济效益高;每年减排CO<sub>2</sub>3.85万t,SO<sub>2</sub>400t,TSP30t,炉渣3000~4000t,因此环境效益也很显著;建设费用约为2000~3000万元,比普通火电厂的建设成本低,若回收的高炉煤气不计入发电成本,投资回收年限为4~5年(含建设期1年),内部收益率30%左右,并且风险很小。这样的发电设备应在有剩余高炉煤气的中小型钢铁企业中推广。

此外,炼铁余能利用还包括炉渣余热利用技术、利用水淬或风冷,每吨渣可回收能源25Kgce;热风炉烟气余热回收技术用余热来预热助燃空气和燃烧煤气,可实现烧高炉

# 推进我国企业技术联盟的对策研究

金荣学

(华中科技大学,湖北 武汉 430074)

**摘要:**就我国企业技术联盟提出了九个方面的对策:第一,加强政府宏观调控功能;第二,制定企业技术联盟发展计划;第三,加强技术信息网建设;第四,实施重点联盟项目拨款;第五,建立企业技术联盟风险投资基金;第六,鼓励我国企业与外国企业技术联盟;第七,金融界大力扶持企业技术联盟;第八,协调联盟技术开发过程管理;第九,为企业技术联盟提供一个良好的法制环境。

**关键词:**企业;技术联盟;对策

中图分类号:F271

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2004)10-0104-02

企业技术联盟是指两个或两个以上的企业互相联合致力于技术开发的行为,也是20世纪中期以来,企业发展的一种新现象。

它一经产生便显示出强大的生命力,尤其是在美、日、欧盟等经济发达国家和地区,技术联盟几乎已成了企业发展的最主要组织形

式。我国企业技术联盟起步较晚,且主要靠企业自身力量和自发组织,缺乏政府的宏观调控和正确引导。为了大力发展我国企业技

煤气条件下热风温度 $\geq 1200t$ ,工序节能 $10\text{ kgce/t}$ 铁。

### 3.3 炼钢环节的二次能源利用

转炉炼钢环节最重要的二次能源是转炉煤气。转炉煤气是优质的气体燃料,具有极高的回收价值。发达国家通过将炼钢转炉产生的废气回收成清洁的转炉煤气加以应用,已实现了回收能量大于消耗能量的负能耗炼钢,而我国至今尚有50%以上的大中型转炉没有回收煤气。我国部分企业通过引进转炉煤气回收成套设备,并加以吸收与自主创新,已经基本掌握了转炉煤气净化回收技术,煤气回收的质量与数量得到显著提高,可以实现煤气闭路利用,并减少了 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 的大气排放量。回收装置主要采用未燃法,由汽化冷却活动烟罩、汽化冷却烟道、煤气除尘器、风机等设备组成。当转炉煤气回收量达到 $100\text{ m}^3/\text{t}$ 钢,并全部进行综合利用时,可实现节能 $25\text{ kgce/t}$ 钢,再加上蒸气回收利用 $>30\text{ kg/t}$ 钢,就可实现工序节能 $29.6\text{ kgce/t}$ 钢,也就实现了负能炼钢。实践证明,15t以上的小转炉也能回收 $50\text{ m}^3/\text{t}$ 以上的煤气,因

此转炉回收装置在中小企业也是可行的。今后应在全行业推广转炉煤气回收成套设备,加强转炉煤气回收成套设备的自动化与安全监控装备水平,在此基础上实现转炉煤气净化回收设备大型化、系列化。

炼钢余能回收的重要技术还包括对钢渣显热进行回收,可节能 $6\text{ kgce/t}$ 钢;对电炉实行废钢预热(控制在 $500\sim 600t$ ),可实现节电 $10\%\sim 20\%$ 等。

### 3.4 轧钢环节的二次能源利用

我国轧钢能耗约占全国钢铁工业总能耗的 $15\%\sim 20\%$ ,2001年我国轧钢加热炉的平均能耗为 $60\text{ kg}$ 标煤/t钢,比国际先进水平高 $20\%$ ,提高轧钢环节的能源利用效率对于降低钢材成本具有很大的意义。轧钢能耗中燃料占 $60\%\sim 80\%$ 以上,我国轧钢加热炉的平均热效率还不足 $50\%$ ,一半以上燃料白白散失掉,二次能源具有很大的利用潜力。轧钢加热炉余热资源 $50\%$ 以上是烟气余热,烟气带走的热量最高可占加热炉总供热量的 $70\%$ 。烟气的回收最有效、最经济的装置是空气(煤气)换热器。利用各种高效换热器能

够充分利用对流和辐射来显著增加加热炉空气侧管的换热系数,使综合传热系数达到 $45\sim 55\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{ }^\circ\text{C})$ 以上。

加热炉余能利用的重要措施还包括改进炉型结构,做好炉体绝热保温、炉底水管结构、管底比及绝热包扎;推广喷流预热技术,改进加热制度,调整炉段热负荷比例,预热空气与煤气;实现工业用水闭路利用;利用余热锅炉,用回收的煤气和余热代替轧钢加热炉和烧结机点火燃用的重油和供生产蒸汽及供热采暖锅炉的燃煤等。理论上这些措施可以使加热炉的热效率提高至 $60\%$ 左右。

### 参考文献:

- [1]戴坚.当前开展节能工作的难点和今后发展的方向[J].冶金能源,2000,(9).
- [2]戴锦,陈瑛.轧钢节能技术综述[J].冶金能源,2000,(9).
- [3]殷瑞钰.绿色制造与钢铁工业[J].废钢铁,2002,(3).
- [4]赵沛等.钢铁节能技术分析[M].北京:冶金工业出版社,1999.

(责任编辑:高建平)

收稿日期:2003-11-21

作者简介:金荣学,华中科技大学经济学院博士研究生。