

81.631
Z J J
81.631
Z J J
2
50-1
6087
91-92

中国金属学会 炼焦化学论文选集

第二卷《1981》

2-1

中国金属学会焦化学术委员会

一九八三年十一月

中国金属学会

炼焦化学论文选集

第二卷 (1981)



中国金属学会焦化学术委员会

一九八三年十一月

《炼焦化学文摘》征订启事

《炼焦化学文摘》是我国焦化专业唯一的检索性刊物，是焦化专业生产、设计和教学人员的良师益友，查找文献的得力工具。一卷在手，浏览百卷，方便阅读，高效率。既益当前参考，又益长期保存。内容反映国内外最新资料，包括：

1. 155 种国内外期刊中炼焦化学范畴的全部文献；
2. 国内外焦化范畴收集到的论文集、特种文献、标准和书籍等；
3. 英、美、俄、日、德五国的焦化专利文献；
4. 从国外二次文献中翻译本刊录用期刊以外的和稀有文种的焦化专业文献

为便于检索，从明年起，定期出版前一年度的全年文摘主题索引和专利号索引。
《炼焦化学文摘》为双月刊，逢单月出版，16开本，每期约 300 篇文摘，定价 0.50 元，全国各地邮局均可订阅，征订代号：62—137。

欢迎订阅《炼焦化学文摘》。

《炼焦化学文摘》编辑部

中国金属学会
炼焦化学论文选集
(第二卷)

编 辑：冶金部《炼焦化学》编辑部
出 版：中国金属学会焦化专业分会
印 刷：大 连 日 本 印刷厂
发 行：《炼 焦 化 学》编辑部

前 言

中国金属学会1979年恢复活动以来，焦化学术委员会在上级学会的领导和支持下，积极展开了学术活动。1979年召开了综合性年会，以后又陆续召开了煤质、炼焦、化产、环保、节能等专业会议，会上发表了不少论文。这些论文，有的是综合性的论述，有的是专题性的研究，它们大部分都是通过调查研究，生产实践和试验研究探索的成果。是焦化事业的宝贵财富。焦化学术委员会在大连工作会议上决定把其中一部分论文按年选编成册，这次先出版1979、1980和1981年的论文选（分两册），1982年及以后的论文，今后还要陆续出版。限于水平，选编过程中错误缺点在所难免，望读者指正。

中国金属学会焦化学术委员会

一九八一年年会论文选

炼焦技术十年来发展趋势	冯安祖等 (1)
我国炼焦煤的资源特征与生产概况	詹 隆等 (6)
炼焦煤溶剂抽提的研究	李哲浩等 (11)
大同煤的结焦特性的研究	李天铎等 (16)
大同煤预破碎配煤炼焦试验总结	徐绿平 (22)
快速加热下马武山煤的热塑性研究	顾金凤 (27)
气煤预破碎炼焦试验	徐金荣 (32)
中温沥青直接掺入配煤炼焦的研究 (摘要)	徐绍轩等 (37)
太钢配煤现状	沈守章 (38)
配用玉舍贫煤炼焦的实践与认识 (摘要)	邓幼成等 (41)
利用粘结指数预测焦炭强度	包长庚 (42)
对改进我国焦化厂备煤系统的探讨	张孔祥 (47)
江苏炼焦煤准备的几点意见	杨星德 (50)
炼焦配煤中掺入焦粉对焦炭质量的影响 (摘要)	向英温等 (54)
当今发展的一种炼焦新技术——型块配煤工艺	黄孟度 (55)
型煤炼焦半工业试验结果	刘玉珠等 (62)
关于多用竖井煤型块配煤炼焦试验的效果	董国章 (66)
煤脱硫及电磁波法探索试验	杨饒康等 (71)
长焰煤在炼焦配煤中的应用 (摘要)	陈 实 (73)
双曲线斗嘴配煤槽配煤均匀性的探讨	孙鼎铃 (75)
高炉内焦炭性状的变化 ——首钢试验高炉解剖研究：焦炭部分	王五喜等 (79)
进一步发展我国捣固炼焦技术的探讨 (摘要)	谢生昌 (87)
高炉中焦炭性质变化规律的研究	付永宁等 (88)
高炉中焦炭的劣化过程	周彦伟 (97)

型焦炭化竖炉内料层压力及型块抗压强度的研究 (摘要)	王李华 (100)
焦炭反应性的初步研究	詹 隆等 (101)
对焦炭反应性的探索试验	刘家兴等 (107)
焦炭光学性质的实用意义	周师庸等 (111)
关于现代高炉用焦炭的质量	姚昭章 (122)
冶金焦炭质量分析	徐应庄 (132)
米库姆转鼓增加转数的探讨	谢传堡等 (141)
内热式型焦炭化炉内碳素 (C) 与 CO_2 及 H_2O 反应的分析 (摘要)	
.....	王李华 (145)
内热式型焦炭化竖炉内热交换的研究 (摘要)	王李华 (146)

炼焦技术十年来发展趋势

冯安祖* 董伯臣*

煤的高温干馏技术是以现代炼焦炉型为中心发展起来并日臻完善的,该炉型发展至今已有百余年历史,它已成为现代工业炉中较为成熟者之一,人们普遍认为这种传统的炼焦工艺在今后较长时期内不会有根本性的改变。进入二十世纪八十年代,回顾过去十年中炼焦生产工艺的进展,从而展望今后炼焦工艺的发展趋势,是大家所关心的问题。本文拟就过去十年中炼焦技术发展的基本趋势,以及常规炼焦技术的某些新进展做一简要回顾。

大约在二、三十年前,在焦化技术界就出现了新法炼焦工艺与常规炼焦工艺竞相发展的局面。一些国家认为传统的室式炼焦工艺发展前景有限,主张开发新的炼焦工艺,于是出现了几十种连续炼焦和成型焦生产工艺,投入巨额资金进行开发工作,其中有几种型焦工艺已经发展到示范厂阶段,并相继进行了大型高炉的冶炼试验,人们期待着在八十年代实现大规模商业生产。但现在看来,低估了这种工艺的困难。人们预计,今后型焦工艺的发展仍将有很多工作要做。与此同时,常规炼焦工艺技术在过去的十年中获得了引人注目的进展。在炼焦生产管理方面,出现了若干预测和控制焦炭质量方法;一些新的备煤和煤加工工艺已在生产上应用从而有效地扩大了炼焦煤资源;焦炉采用新型耐火材料并改变炉体结构,大大改善了传热过程,并有效地提高了单位容积的焦炭生产能力;焦炉加热控制和各种合理利用热能的技术为进一步降低能耗提供了新的经验。这些都为常规炼焦工艺的进一步发展带来了更乐观的前景。

下面仅就常规炼焦技术十年来的某些进展作一简要介绍。

炼焦生产管理技术

近十年来炼焦生产管理技术的主要进展是预测焦炭质量和焦化产品产率,预测焦饼内部煤气压力,炼焦膨胀压力和焦饼收缩等,从而有效地控制焦炭质量并保证焦炉安全生产。

在煤和焦炭基本性质研究成果的基础上,人们找到了某些煤质与焦炭质量在一定炼焦条件下的定量联系,从而可以根据煤的性质预测焦炭质量,并通过调整配煤比控制焦炭质量。这种生产管理技术大体有两类方法,一类方法为应用煤岩配煤的原理来预测焦炭质量,如美国和日本在大量实验基础上,做出参予配煤的各单种煤的煤岩组成和活性成分的反射率图解,在此基础上计算出结焦性指数 SI 和组份平衡指数 CBI 两个指标,再以这两个指标为纵横座标作出焦炭等强度曲线,以此来预测焦炭质量。美国还有以惰性成分含量和 ASTM 焦炭稳定性指标为纵横座标画出一族镜质组等反射率曲线,以此来预测焦炭质量。日本还有用最大流动度和反射率为指标设计了一种称之为 MOF 图,确定其最佳配煤区域。澳大利亚的 CANME 法是以镜质组反射率和最大流动度为纵横座标画出一族等稳定性因素焦炭曲线来预测焦炭质量,还有以煤岩组成指数和镜质组最大反射率为纵横座标做等自由膨胀序数曲线、等 $1/4$ 吋硬度因素曲线、等 $1\frac{1}{2}$ 吋坠落指数曲线、等挥发份曲线等四个图解来预测焦炭质量。凡此种方法据称在美、英、日、澳等国获得了广泛的应用,并均称预测值与实测量

* 冶金工业部鞍山热能研究所

相关性良好。这类方法之所以能在现代焦炭生产管理中发挥作用,主要是由于快速、准确、灵敏度高的煤岩组份和反射率自动测示设备实现了商品化生产。目前专供焦化企业使用的煤岩显微光度计已发展到第三代产品,型号为ADPR-MarkⅢ,完成一个样品的反射率和煤岩全组份分析只需12分钟,而在以前则至少需3个小时。

另一类方法是利用烟煤的炼焦特性预测焦炭质量和干馏产品产率等,其通常应用的参数为加热特性系数 K

$$K=f(B \cdot \rho \cdot t)$$

上式表明加热特性系数 K 是炭化室宽度 B ,装炉煤堆比重 ρ 和净结焦时间 t 的函数,它对某一特定的煤料而言是影响其焦炭质量的主要操作因素。大量试验表明, K 与焦炭的 M_{40} 有良好相关。在此基础上人们进而引进装炉煤的结焦性质对焦炭质量的影响,提出了焦炭特性强度值 α' 和 α'' ,它们是挥发份 V 和膨胀度指数 G 的函数,用这些有关参数就可以计算出:

$$\text{膨胀势 } T_v=f(|\alpha'|+|\alpha''|)$$

$$\text{内部气体压力 } P_{\max}=$$

$$C \frac{\rho^4 \cdot K}{(|\alpha'|+|\alpha''|)t(\% < 0.5\text{mm})^2}$$

(C 为常数)

$$\text{膨胀压力 } T=t_0+t_1 \frac{P}{K}+t_2 \ln P \frac{P}{K}$$

$$\text{水平收缩 } S=S_0+S_1|\alpha'|+\alpha''K$$

通过十多年来对炼焦过程不稳定传热的广泛研究,人们获得了装炉煤性质与炼焦加热工艺特性参数之间的关系:

$$t_B=f(t_0, L, \lambda, W, \rho) \cdot B^n$$

上述公式表明:结焦时间 t_B 决定于烧嘴温度 t_0 ,炭化室墙厚度 L ,炉墙热传导系数 λ ,装炉煤水份 W ,装炉煤湿基堆比重 ρ ,以及炭化室宽度 B ,式中 n 为相关系数。

以上这些煤质与炼焦过程各参数之间的关系,均可使用图解或计算机程序,对焦化厂的日常生产管理十分方便,借助现代计算工具,

使操作者可以有效地控制焦炭生产过程。这是近十年来焦炭生产技术的一个显著成就。

高性能硅砖焦炉

十一年前由西德煤矿联营参加,四家焦炉工程公司合作,经过广泛的研究工作,现已成功地实现了焦炉产量增加一倍的目标,主要技术环节是:

1. 焦炉采用薄炉墙砖

普通焦炉的炭化室墙厚为100~120毫米,以墙厚110毫米和炉宽450毫米为例,如将其厚度改为70毫米,在火道温度不变情况下,由于改善了传热条件而使结焦时间缩短三小时,或者若保持同一生产水平,则可使火道温度降低120°C,这在某些场合下,由于煤或焦炭质量以及环境保护等原因常常是十分必要的。通过热态模型试验已确认了大型工业焦炉的增产效果。Otto公司认为用70毫米厚的炉墙砖在焦炉结构上是稳定的,可以承受目前的炼焦操作。1971年在焦化试验厂专门建立了三孔4.2米高的试验焦炉,历时三年,操作已获得成功。1976年鲁尔煤公司在Prosper炼焦厂建了39孔4米高的焦炉并投入使用,采用了80毫米厚的炉墙砖,一直操作至今未发生任何困难。为了确定用于大容积的可能性,又在Zollvsrein炼焦厂建立了三孔6米高的焦炉,其炉墙厚度为80毫米,结果证实,与110毫米厚炉墙焦炉相比,在同一火道温度下,结焦时间缩短2.5~3小时,若保持焦炭产量不变,火道温度可降低100°C,这就相应地降低了炼焦热量消耗160千焦耳/公斤煤,即7.5%,上述情况表明,将焦炉墙砖适当改薄是完全可能的。

2. 改进蓄热室格子砖,增加换热面积

如上所述,为了增加焦炉产量,在单位时间内必须相应供入较多的煤气和空气,而为了保持相同的热效率,必然要扩大蓄热室面积,若处理不当,则可能会损害采用薄炉墙炉增产的经济效果。为此人们致力于相应提高蓄热室能力,其主要考虑点是增加蓄热室格子砖的有效蓄热表面积。通过专门建立的试验焦炉试验

结果表明,当格子砖壁厚由18减到9毫米,间隙宽由18减为6毫米后就使单位容积的换热面积由每立方米53增加到103米²。Krupp-Koppers公司已将其研制的格子砖在瑞典Lulea炼焦厂生产焦炉上应用。由于增加了换热面积,使蓄热室体积减小,与常规设计相比,可节省格子砖30%。

3. 关于高性能硅砖焦炉的焦炭质量和产量

长期以来对高导热性能硅砖焦炉的争论还表现在其所产焦炭块度较小这一问题上,鲁尔煤矿公司的七年生产实践表明,焦炭质量一直满足要求。关于高性能硅砖焦炉的产量更是令人满意的。十年前鲁尔地区炼焦厂满负荷操作的平均水平是36公斤/米³·小时,若使用高性能硅砖焦炉操作,当装湿煤时处理量可达58公斤/米³·小时,即相当于超过基准值1英吋/小时的45%。而工业规模试验焦炉试验结果指出,当采用80毫米厚的炉墙砖并用预热煤炼焦时,结焦时间为10小时,相当于单位炉容每小时处理干煤80公斤,这与目前国际上通用的1英吋/小时,即40公斤/米³·小时标准相比,生产能力提高了一倍。

热能合理利用

焦炉控制加热和焦炭与荒煤气的显热回收利用在近年来已受到广泛重视。尽管焦炉的热效率已达95.6%,是冶金工业炉中最高者,但人们仍不乏探索研究节约热能。早在六十年代西德采矿研究所就在试验焦炉上进行了传热及炼焦过程热效应的测定,结果发现目前通用的恒定加热方式不能充分满足煤料干馏过程热效应的要求。在炭化初期需要的热量极大,第二阶段需要的热量逐步下降直到零,炭化末期是放热反应。如果继续供热必然导致热耗增加,为了节能就应根据炼焦过程的热效应进行控制加热,OTTO公司和Carl Still公司合作研制了可以在工业上应用的设备已取得了专利权,商品名称为“CODECO”,可以把加热程序输入计算机进行控制加热。例如对结焦时间为14

小时的薄炉墙高性能焦炉,供入煤气加热时间仅需9小时,其余5小时不供热,这样其最终焦炭温度可降低150℃。需要指出的是采用控制加热需选择合适的推焦顺序,因为一个燃烧室对两个炭化室供热,一旦调节势必影响两个炭化室,所以相邻的两个炭化室尽量处于同一结焦阶段,可推荐以5~8孔为一组采用顺序推焦制度,这样相邻炭化室结焦时间只差7~12分钟,且可以使膨胀压力差值为最小,有利于保护炉墙。

炼焦过程按热力学定律而言属于热焓反应,为了完成这一过程需要约1000℃的温度,这就决定了炼焦产品的显热量很大。通过对炼焦热平衡的研究表明,对于水分为10%的湿煤,在结焦周期为20小时时,在热供入方,用于加热煤料需热 2.31×10^9 焦耳/吨湿煤,干馏反应生成热为 0.26×10^9 焦耳/吨湿煤,在热支出方,有 0.43×10^9 焦耳/吨湿煤为表面散热和热废气带走热量,煤气带出显热为 0.77×10^9 焦耳/吨湿煤,焦炭带出显热为 1.11×10^9 焦耳/吨湿煤,后两者之和为供入焦炉热量的81%,可见回收这部分显热的重要性。有人计算采用干熄焦技术可节能 $0.28 \sim 0.33 \times 10^9$ 千卡/吨焦,又能减少对水系和大气污染,并改善了焦炭质量,使炼铁能耗下降95800千卡/吨铁。目前这一技术虽已成熟但却未能被广泛采用,主要是其投资大,以年产一百万吨焦炭的工厂而言,干法比湿法多用投资约700万美元。考虑到今后能源问题将日益突出,干熄焦技术仍将有其发展前景,关键是经济问题。由于干熄焦后回收的是蒸汽,目前还不能与廉价的动力煤相竞争。但几年来已提出了利用这部分热能的方案设想,试图尽量在焦化厂就地使用,如把干熄焦和煤预热结合起来(第一个中间试验装置正在Salzgitter建设中)。这个方案如能实现,可使炼制每吨焦炭的热量消耗由 3.129×10^9 焦耳(即0.75百万大卡)降到 2.270×10^9 焦耳(即0.54百万大卡),即节能达25%,还可多出 0.739×10^9 焦耳/吨焦的热能以供它用。也有人建议将这

分蒸汽做为气化剂用于煤的气化中，这样可以不考虑蒸汽中夹杂的粉尘，且形成的水煤气也不会损失，这一方案也很有吸引力。

随着能源形势的变化，人们开始预测焦炉煤气的其它高效利用途径，其中令人感兴趣的问题是未净化的焦炉煤气藉部分氧化法，经转化后制备合成原料气或热态还原气。合成原料气主要用于制备甲醇，它可以配入发动机燃料中，无疑有广泛的市场。热还原气可直接作为高炉喷吹燃料。基于上述设想，已完成了试验室规模的试验，目前正在焦化试验厂做扩大试验设计。其基本工艺路线是先在 150°C 下把焦油分离后，将焦炉煤气与其它冷凝物一起在气相状态下进行部分氧化。至于生产合成气的设计大体是在部分热量回收后，先用活性炭吸附脱除氮和硫化物，其后进行冷却，冷凝水不经净化处理可直接做为工业用水，这就降低了焦化厂污水处理的成本。焦化厂的产品就成为简单的冶金焦，粗焦油和合成气三种了。这类研究工作正在进行之中。

关于煤和焦炭的基础研究，改进备煤工艺的研究，新法炼焦的研究，焦化厂环境的控制，以及煤的高温干馏技术和其它煤的转化工艺的相结合的研究等方面在过去的十年中获得了许多进展，特别是不少新的备煤工艺已在生产上采用，从而更有效地利用了炼焦煤资源。

结合我国国情的讨论

炼焦煤是钢铁工业的主要能源，焦化厂是钢铁工业的能源加工厂。它为钢铁工业提供的焦炭和煤气大约占钢铁企业总能耗的一半左右。鉴于我国矿物能源构成中煤占97%，而石油仅占2.7%，因此钢铁工业今后必然是以煤、其中尤以炼焦煤为主的能源体系，因此焦化工业能否根据我国的资源条件为钢铁工业的发展提供优质能源将是一个重大课题。

我国焦化工业已有一定基础。截止1980年底，全国已有焦炉生产能力达4000多万吨，其中大型焦炉86座，设计生产能力3197万吨。包括待建和待开工的焦炉在内，预测在《六五》

计划期间如不发生重大变动则可基本满足钢铁生产的需要。这就决定了今后若干年内，我国焦炭生产技术的发展要充分结合老企业的挖潜革新改造，利用大修机会尽量采用新技术，把我国的焦炭生产技术提高到一个新水平。

对于我国炼焦技术的发展可作一基本估计。即在本世纪末以前，我国钢铁冶炼生产工艺仍是高炉转炉法为主，显然，常规炼焦仍占主导地位。进一步发展炼焦生产面临的主要技术问题是三个方面：一是焦化生产中环境污染的控制和治理；二是有效利用日益紧张的炼焦煤资源；三是提高和改善炼焦生产的热能利用。为此，在科学研究方面的主要任务可以归纳为以下几点：

1. 在深入研究煤和焦炭的基本性质的基础上，提出适合我国若干重点焦化厂使用的焦炭质量预测方法，实现工业生产配煤质量控制，不断提高焦炭质量。

2. 逐步改革现有的备煤炼焦工艺。要在充分做好效果试验的基础上，选择适合各地煤质特点的备煤工艺流程，如合理的粉碎流程、型块配煤、煤料的干燥、预热、捣固以及添加粘结剂等。

3. 研究设计我国新一代大型焦炉。考虑到今后我国陆续将有一批焦炉进行大修，且国内已试制成功高密度硅砖，因此借大修机会，在进行必要的模拟试验工作基础上，进一步改进焦炉结构，采用高密度硅砖，将炭化室墙厚从100减至90毫米左右，并适当改善焦炉机械，把我国焦炉设计提高到一个新的水平。

4. 研究采用新的煤气净化工艺。我国现有的煤气净化工艺基本上是沿袭苏联五十年代的老流程，近二十年来，出现了许多新的工艺流程，可结合我国情况，着重发展一种以煤气脱硫脱氰工艺和磷氨洗氨工艺相结合为中心内容的新的无公害煤气净化新流程。并开始着手无回收煤气净化工艺的基础研究工作。

5. 开辟沥青加工利用的新途径。我国焦油沥青除少数用于生产沥青焦外，大多数做为铺路和防水材料。沥青加工工艺十分落后，污

染严重。今后首先要改革现有的室式沥青焦生产工艺,代之以延迟焦化法生产沥青焦。同时要积极开发焦油沥青加工利用的新途径,如作为粘结剂的电极沥青,制造超高功率电极的针状焦,研制中间相沥青基碳纤维以及高级核石墨等。

6. 要切实解决好焦化厂的环境污染问题。焦化厂是冶金工业的一个大污染源,这个问题关系到我国焦化厂的命运和发展前途。要研制简易可行的焦炉烟尘防治措施,要研究采用活化煤处理污水的新技术,这是全面解决各项污水控制指标的一个有希望的方法。

7. 合理利用煤炭资源,按用途生产不同品种的焦炭。鉴于我国国民经济是建立在以煤为主要能源的基础上,焦炭在化工合成、冶炼和铸造等各部门的地位将日趋重要。要研究采用不同的工艺生产质量指标不同的高炉用焦、气化用焦、铸造用焦以及铁合金用焦等。

8. 焦化厂更要十分注意节能。我国焦化厂的能耗大约占钢铁工业总能耗的8%左右,接近烧结、炼钢和轧钢的能耗水平。要尽快开展焦炉控制加热的研究工作,积极慎重地进行干熄焦技术的可行性评价工作。

9. 要注意发挥煤的高温干馏技术优势,解决好焦化厂与化工合成和城市煤气相结合的某些技术问题。

参 考 文 献

- (1) K. G. Bech, «Twelfth Carbonization Science Tecture Tondon», 1980,11
- (2) P. K. Strangway; «Ironmaking Proceedings», 1978, Vol.37
- (3) J. K. Holgate, «Journal of Iron and Steel Institute», 1973,211
- (4) 鞍山热能所, “冶金热能赴美技术考察报告”, 1980,8
- (5) E. Szurman, «Glückauf-Forschungshefte», 1978,39,№3
- (6) R. Worberg, «Glückauf-Forschungshefte», 1978,39,№2
- (7) Rohde, W., «Glückauf», 1976,112
- (8) Rohde, W., «Ironmaking Proceedings», 1979, Vol.38
- (9) M. H. Ghiogioji, «Industrail Energy Conser-vation New York», 1979
- (10) J. F. Mechel, «Technische Mitteilurgen», 1980,73,№10,830/836
- (11) W. Eisenlut, «Technische Mitteilurgen», 73,№10,811/816
- (12) 焦化专业 “科技开发规划” 1981,8

我国炼焦煤的资源特征与生产概况

詹 隆* 吴春来*

煤炭是我国的主要能源，是钢铁工业的食粮，炼焦煤的煤质特征和生产情况，直接与炼焦工业息息相关。如何针对我国炼焦煤的煤质特征和生产情况来考虑炼焦的生产工艺以达到合理、正确地使用炼焦煤资源，乃是炼焦工作者必须注意的一个问题。

一、我国炼焦煤的煤质特征

我国煤炭资源十分丰富，主要聚煤期系集中在石炭、二叠、侏罗和第三纪等四个时期内，由于不同成煤时期的聚煤条件不同，造成了我国各大区、各个含煤沉积的炼焦煤资源赋存情况及性质特征有明显差异，形成了我国炼焦煤资源的以下几个特征。

1. 炼焦煤资源十分丰富，但各大区不平衡

截止1979年底，我国煤炭总储量约有6000亿吨以上，其中炼焦煤储量占36.78%。当前正在生产和基建的矿井煤炭储量占全国煤炭储量的16.84%，占炼焦煤储量的8.93%。

从各大区炼焦煤资源分布看（表1），华北区炼焦煤储量最大，约占全国的三分之二（其中山西省占50%以上），华东区的炼焦煤储量虽居全国大区中的第二位，但只占15.18%，其中又多集中在安徽省（占9.05%），中南区的炼焦煤资源最少，仅占3.32%，西北、西南、东北的储量则分别占8.16%、7.19%和4.83%。反映出各大区的炼焦煤资源分布是不平衡的。

2. 炼焦煤煤种齐全，但气煤最多

我国炼焦煤煤种齐全，但气煤储量要占56.66%，而肥、焦、瘦煤合在一起还不到炼焦煤储量的一半，分别为12.46%、16.89%和12.38%。

按大区的煤种储量分布看，华北区气、肥、瘦煤储量均占全国相应煤种（牌号）储量的62%以上，焦煤也占有53.7%，华东、华北气煤虽只分别占全国气煤的20.93%和6.06%，但在它们本区的炼焦煤中，气煤都要占绝对优势，分别为78.1%和71.17%。西北区的气煤就本区而言也超过一半达53.45%。西南、中南区缺少气煤，储量仅占全国的1.78%和0.81%。

3. 炼焦煤中难选煤多，可选性普遍较差

我国炼焦原煤的灰分一般都在20~30%以上，有的灰分如湖南资兴的焦煤，北票冠山的3号气煤等竟达30~40%。原煤的可选性普遍较差，尤其是强粘结性的焦煤、肥煤可选性更差（见表2）。从1977年我国主要洗煤厂洗煤情况看，精煤回收率低于46%的达15个厂之多，回收率在46~51%之间的有10个洗煤厂。

4. 炼焦煤的主要煤质特征

（1）炼焦煤的水分、挥发分

我国炼焦煤的原煤水分普遍较低， W^f 一般在0.5~3.0%之间，其中肥煤、焦煤的 W^f 多不大于1.0%。

炼焦煤的挥发份 V^r 一般在15.0~45.0%范围内变化，多数煤 V^r 在20.0~35.0%。

（2）炼焦煤的结焦性

我国炼焦煤的结焦性特点，一般是含硫高的煤要比相同变质程度的低硫煤强。这是因为高硫煤多是在还原程度较深的环境下形成，因而煤中形成粘结组分的氢含量较多，氧含量较少。炼焦煤的主要结焦性指标变化范围见表3。

* 北京煤化所

我国炼焦煤资源分布 (截至1979年底)

表 1

项 目	总 计 %	炼 焦 用 煤						非 炼 焦 用煤合计	牌号* 不 明
		合 计	气 煤	肥 煤	焦 煤	瘦 煤	未分牌号		
炼焦煤占全国煤炭储量, %	100.00	336.78	20.84	4.58	6.21	4.55	0.59	62.04	0.58
占炼焦煤储量, %	—	100.00	56.66	12.46	16.89	12.38	1.59	—	—
生产、基建占全国煤炭储量, %	16.64	8.93	4.43	1.71	1.51	1.12	0.16	7.50	0.21
占炼焦煤储量, %	—	100.00	46.55	19.15	16.97	12.51	1.82	—	—
东 炼焦煤占全国煤炭储量, %	3.32	4.83	6.06	0.67	5.08	2.55	8.43	2.47	1.07
北 占本区煤炭储量, %	100.00	53.37	37.99	0.92	9.49	3.49	1.48	46.44	0.19
区 占本区炼焦煤储量, %		100.00	71.17	1.72	17.78	6.54	2.79		
华 炼焦煤占全国煤炭储量, %	66.50	61.32	62.73	67.81	53.70	63.47	24.66	70.06	9.23
北 占本区煤炭储量, %	100.00	33.92	19.66	4.67	5.02	4.35	0.22	66.00	0.08
区 占本区炼焦煤储量, %		100.00	57.96	13.78	14.80	12.81	0.65		
华 炼焦煤占全国煤炭储量, %	6.73	15.18	20.93	14.93	2.31	2.36	49.03	1.24	64.51
东 占本区煤炭储量, %	100.00	82.95	64.70	10.17	2.13	1.60	4.26	11.49	5.56
区 占本区炼焦煤储量, %		100.00	78.10	12.26	2.57	1.93	5.14		
中 炼焦煤占全国煤炭储量, %	3.62	3.32	0.81	5.45	6.03	9.37	0.03	3.79	4.88
南 占本区煤炭储量, %	100.00	33.69	4.64	6.90	10.36	11.79		65.52	0.78
区 占本区炼焦煤储量, %		100.00	13.78	20.48	30.74	34.98	0.02		
西 炼焦煤占全国煤炭储量, %	10.79	7.19	1.78	9.33	20.21	10.90	16.11	12.95	5.87
南 占本区煤炭储量, %	100.00	24.51	3.44	3.96	11.64	4.60	0.87	75.18	0.32
区 占本区炼焦煤储量, %		100.00	14.02	16.16	47.48	18.78	3.56		
西 炼焦煤占全国煤炭储量, %	9.03	8.16	7.70	1.82	12.67	11.34	1.74	9.50	14.54
北 占本区煤炭储量, %	100.00	33.22	17.75	0.92	8.71	5.72	0.11	65.84	0.94
区 占本区炼焦煤储量, %		100.00	53.45	2.88	26.23	17.20	0.24		

* 牌号不明中包括有 30.71%的天然焦, 其中安徽占 15.38%, 山东占 7.56%, 江苏占 6.41%。

炼焦煤典型厂入洗原煤的浮沉组成

表 2

地 区 项 目 比 重	全 国		滴道 (焦煤)		林西 (肥煤)		望峰岗 (气煤)		邯郸 (瘦煤)	
	重 量	灰 分	重 量	灰 分	重 量	灰 分	重 量	灰 分	重 量	灰 分
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
-1.3	2.44	4.19	—	—	—	—	—	—	—	—
1.3~1.4	48.19	7.51	—	—	35.84	6.79	50.54	8.48	52.38	7.62
1.4~1.45	1.41	11.23	32.66	10.09	—	—	—	—	—	—
1.45~1.5	10.55	18.71	4.44	23.53	23.58	15.31	17.03	18.07	15.85	14.08
1.5~1.6	5.47	28.26	7.32	31.36	10.63	25.19	6.52	27.47	5.47	23.14
1.6~1.8	5.75	41.06	9.83	44.86	11.52	37.89	5.53	40.00	4.51	33.42
+1.8	26.19	26.18	45.75	77.49	18.42	68.72	20.38	29.39	21.79	75.61
合计	100.00	29.21	100.00	46.50	100.00	25.75	100.00	27.57	100.00	25.47

我国炼焦煤主要结焦性指标变化范围

表 3

煤 种	Y毫米	R.I	G _R .I	b %	C.S.N	G-K	lgα(度)
肥煤	>25~60	75~90	>85~110	180~680	6~9	G ₅ ~G ₁₃	4.41~5.81
焦煤	>12~25	60~85	>60~95	0~200	5~9	G ₁ ~G ₈	1.80~4.57
瘦煤	0~12	>5~60	>5~60	收缩~30	1~7 $\frac{1}{2}$	C~G	0.30~1.48
肥气煤	>8~25	60~89	>40~95	-20~200	4~9	G~G ₈	2.0~5.0
1~3号气煤	>5~25	15~85	>10~90	收缩~185	1 $\frac{1}{2}$ ~7 $\frac{1}{2}$	E~G ₈	0.85~5.0
弱粘结煤	0~9	5~50	9~48	收缩~3	1~4 $\frac{1}{2}$	B~D	0.30~1.60

(3) 炼焦煤的硫份

据不完全统计,我国的高硫炼焦煤(指 $S_g>2.0\%$)储量在400亿吨以上,要占全国探明保有炼焦煤资源的20.62%。从煤种看,高硫瘦煤居首,占全国瘦煤的56.64%,高硫肥煤次之,占47.95%,高硫焦煤亦有近1/3,只有气煤的硫份低,高硫气煤仅占全国气煤储量的3.5%。

需要注意的是,在我国炼焦煤资源中,以中生代侏罗纪煤的灰分、硫分普遍较低, A^o 多在15.0%以下, S_g 多在1.0%以下,但粘结性较差,有不少是丝炭含量高达20~30.0%的不粘结煤和弱粘结煤。我国的炼焦煤,往往硫分越高,粘结性越强。

总之,我国炼焦煤的资源虽然不少,但已开发矿区的煤储量已不多了,而且还有不少是灰高、硫高的难洗煤,特别是低硫的强粘结性肥煤更少,并且随着华北、华东石炭纪高硫炼

焦煤生产量的不断增加,以及炼焦煤资源分布的不平衡,因此,从长远来看,我国好的炼焦煤的供应将会日趋紧张,但如能充分利用我国低硫的、可洗性又较好的气煤和弱粘煤,炼焦煤的资源还是能满足我国今后钢铁工业发展需要的。

二、我国炼焦煤的生产概况

我国煤炭的生产,长期以来形成的是以炼焦煤为主,洗选加工是以保钢为主,煤炭的销售是以原煤为主的“三为主”做法。因而,带来了炼焦煤的开发比例过大,造成炼焦煤的洗选加工与矿井能力增长不协调,煤炭产量增长与用户对煤炭质量要求不协调以及品种、质量与价格不协调等几个问题,使得煤炭在我国国民经济的发展中始终处于供不应求的状态。

1. 炼焦煤的开发强度大

据1979年全国煤炭生产统计,在6.35亿吨

1979年全国炼焦煤产量表 (%)

表 4

煤 种 地 区	合 计	焦 煤	肥 煤	气 煤	瘦 煤	未 分 牌 号
全国	100.00	25.68	16.51	38.98	12.57	6.26
西南	13.20	20.04	13.03	6.69	11.83	29.40
西北	5.66	4.29	4.43	2.22	19.57	8.22
中南	10.20	14.64	3.83	9.03	17.74	0.87
华东	25.35	15.59	31.74	35.27	15.15	5.70
华北	26.50	33.98	46.67	14.64	27.85	13.98
东北	19.09	11.46	0.03	3.125	7.86	41.83
合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

的产量中,炼焦煤要占 51.52%,大大超过了炼焦煤的储量比例 36.78%,从 1977 年炼焦煤和非炼焦煤的开发比例看是 55.3:43.65 即 1.27:1,说明对炼焦煤的生产开发强度是大的。全国炼焦煤分煤种的生产情况见表 4。

从各大区目前开发的煤来看,东北主要为中生代侏罗纪的中、高灰低硫煤,西北生产的多是 S_g 在 2~4% 以上的石炭纪太原统煤,华北和华东开发的则主要是其上部为低硫 ($S_g < 0.1\%$) 高灰 ($A^{15.0} \sim 30.0\%$) 的二叠纪煤。但随着开发深度的加深,下部石炭纪的高硫煤产量势必不断增加,因而,今后高硫煤脱硫问题,必然会成为炼焦工作者面临的一个研究课题。

1977~1979年我国炼焦煤入洗情况表 表 5

年份	入洗原煤		洗 精 煤		
	数量万吨	占炼焦煤 %	数量万吨	回收率 %	灰分 %
1977	7522.0	28.2	4254	56.30	10.76
1978	9092.5	28.6	5170	56.86	10.50
1979	9188.0	28.1	5206	56.66	10.30

1978年炼焦煤分牌号入洗情况 表 6

项 目	煤 种	气煤	肥煤	焦煤	瘦煤	炼焦煤 合计
入洗原煤	数量 万吨	4020.3	1750.5	2654.40	658.3	9092.5
	占全国炼焦煤, %	12.66	5.54	8.36	2.07	28.63
	占全国相同煤种 %	40.37	33.09	32.16	16.70	—
洗精煤	产量 万吨	2397.2	915.7	1443.4	414.10	5170.4
	回收率, %	59.63	52.04	54.38	62.91	56.86
	精煤灰分 A_g , %	9.75	11.08	11.07	10.65	10.50
	占炼焦精煤, %	46.36	17.71	27.92	8.01	100.00

2. 炼焦煤的洗选比重小

截止1978年底,全国有洗煤厂 105 座,可是原煤的入洗比重,多年来一直徘徊在 17.0% 左右。

从近几年洗煤的生产情况看(表 5),炼焦煤的入洗量虽逐年有所增加,但洗精煤产量也已达 5000 多万吨,入洗比重不超过炼焦煤的 30%。

以1978年为例,炼焦煤分牌号的入洗情况见表 6。

从表 6 看出,气煤的入洗量最多,也还不到全国气煤产量的一半,焦煤入洗量仅占 32.16%,肥煤产量有三分之二未能入洗,瘦煤竟有五分之四不入洗,这是对炼焦煤资源的一个很大浪费。究其原因大致有:①有的炼焦煤灰分、硫分太高、可选性又差,不易入洗;②有一部分炼焦煤矿井,没有洗煤厂或洗煤能力不足,如开滦矿务局 1978 年的入洗量占 64.86%,枣庄局 1978 年入洗量只有 54.84%,淮北局仅有 32% 的炼焦煤入洗;③一个重要原因是我国动力煤产量不足,据 1976 年的统计,全国(包括小煤窑)实际生产炼焦煤 22760 万吨,其中统配煤矿产量为 13129 万吨,但用于炼焦的只有 6226 万吨,占其产量的 47%,有一半多的炼焦煤当动力煤烧掉了。因此,应大力加强非炼焦煤的开发,以保证炼焦煤资源得以合理利用。

3. 炼焦精煤质量差

我国炼焦煤洗煤厂有 84 座,洗选工艺多以跳汰为主,跳汰法不易洗出灰分 $\leq 9.0\%$ 的精

煤，且洗选效率仅达80.0~85.0%，并有3.0%的煤炭在洗选过程中损失于洗碱中。再由于入洗原煤的灰分逐年升高(见表7)，因此，我国洗精煤灰分几年来虽有降低，但仍未能赶上1966年全国平均灰分9.62%的水平。与国外相比，我国的洗精煤存在灰分偏高(国外洗精煤灰分一般<6~8%)、水分偏大(国外精煤水份<7.0%)、洗选效率较低(国外都在90.0%以上)、品种单一等问题。

历年入洗原煤质量情况表 表 7

年 度	灰分%	水分%	含碱%	
1960~1969	25.11 (平均)	6.46	0.63	9.34(65年)
1975	29.02	6.47	1.02	
1977	28.95	8.66	1.14	
1978	29.00	7.06	0.90	32.52

重介选与跳汰选回收率比较表* 表 8

精煤灰分% 回收率%		11.50	10.0	9.0
洗煤方法	跳汰法	64.32	53.62	39.43
	重介法	69.39	63.65	56.27

* 据全国炼焦原煤综合资料计算，当原煤全部破碎至50毫米以下。

采用先进的重介质选煤方法是提高精煤回收率和洗精煤质量的有效途径。重介选与跳汰选效果比较情况见表8。

4. 现行价格政策不利于煤炭的洗选加工
合理的洗精煤价格，可以促进对于炼焦煤的洗选。但是，由于现行洗煤价格偏低，洗选煤比价和原煤比价均为1:3。这样的价格未能充分体现优质的原则。价格本身的不合理，意味着在鼓励生产灰分高、回收率大的产品，但实际上，我国炼焦煤中难选煤和极难选煤多。如当精煤灰分从12.0%降为11.0%时，回收率降低2.0%，洗选效率降1.0%；若精煤灰分从9.0%降为8.0%，回收率下降3.0%；如若精煤灰分在8%以下时，灰分再降1%，效率将

要降3%，回收率要降5.0%。此外，由于现行精煤价格的不合理，也影响着现有洗煤厂的积极性。据调查，目前炼焦煤洗煤厂开工率在70.0%左右，而动力煤洗煤厂仅60%。

三、结 语

综上所述，我国的炼焦煤资源虽然丰富，但地区分布很不平衡；煤种虽然齐全，但气煤居多。从质量上看，存在着灰分普遍较高，可选性普遍较差，且粘结性好的煤，硫分一般较高，硫分低的煤则往往又灰高难选，以及原煤入洗率低，洗精煤灰分较高，水份较大和动力煤不足，这就给冶金工业的发展带来了一定困难。为此，我们建议：

① 应加强动力煤的开采，提高炼焦煤的入洗比重，发展重介质选煤技术，在优质优价的前提下，提高洗精煤质量，改善产品结构，打破现在商品煤以原煤为主，按吨位分配，产、洗、销脱节的局面。

② 针对我国高挥发份煤灰低、硫低、资源多的特点，在炼焦方面，应重视煤料加工流程的选择。如煤料选择破碎，气煤预破碎，捣固炼焦等行之有效的炼焦工艺，以确保焦炭质量。

③ 鉴于我国炼焦煤的生产量多于需要量（炼焦用精煤在全国煤炭消费总量中仅占10.5%，折合原煤为20.0%左右）。因此，应继续开展区域配煤方案的试验研究，进而对不同地区的焦化厂选择其合适的配煤方案，以确定用煤矿点。

④ 在炼焦煤的资源利用上，焦煤、肥煤（除灰高、硫高的难选煤外）应充分利用，肥气煤、二号瘦煤应作为主要炼焦用煤，2~3号气煤在炼焦配煤中应尽量多用，至于具有一定粘结性的弱粘煤在有可能的情况下，也可以因煤制宜地配用，以降低生产成本。

炼焦煤溶剂抽提的研究

——吡啶、三氯甲烷抽出物的性质及粘结性

李哲浩* 元宝顺*

为了研究煤的结构,特别是研究煤的粘结性,在很早以前已经开始用有机溶剂对煤进行抽提的研究。近年来,溶剂抽提已成为煤转化技术研究的重要手段。为了从粘结性不好的煤制取炼焦煤的补充粘结剂或者型焦粘结剂,我们用吡啶、三氯甲烷为溶剂,对不同的炼焦煤进行抽提,研究了抽出物的产率、性质及粘结性。

一、研究方法

将抽提后得到的抽出物进行分析,测定其产率、C、H含量、分子量和罗加指数(RI),并进行慢速和快速炭化试验、热分解气体析出速率的测定等,根据结果分析和讨论抽出物的性质及粘结性。

1. 原料

取13种变质程度不同的炼焦煤(见表1),粉碎到小于60目;取武钢焦化厂生产的纯吡啶和市面出售的三氯甲烷(分析纯)作抽提溶剂。

试验用煤的分析数据

表 1

煤 样	Wt	Ag	Vr	S _Q	C	H	H/C	f _a *
赵家庄 1	1.92	5.65			65.92	4.23	0.77	
禹村	2.04	9.78	40.20	0.75	82.70	5.78	0.84	0.72
新汶	2.21	9.30	35.40	1.345	84.30	5.55	0.79	0.74
煤炭坝	2.01	10.90	31.46	4.04	84.46	4.80	0.68	0.77
平顶山	2.10	10.17			85.65	5.24	0.73	
梁洼	1.97	8.97	32.87	0.27	86.08	4.36	0.66	0.74
彭城	0.88	10.54	23.76	1.345	86.80	5.22	0.72	0.84
赵家庄 2	1.39	17.50	32.29		87.26	5.18	0.71	
申楼	1.67	10.51	27.84	0.46	87.37	5.03	0.69	0.79
枣庄	1.51	8.91	29.05	0.785	87.55	5.10	0.70	0.78
邯鄲	1.38	10.01	15.63	0.52	89.86	4.49	0.59	0.90
下峪口	0.87	10.53	15.63	0.325	90.45	4.62	0.61	0.90
马头	1.25	10.43	21.14	0.76	90.46	4.78	0.63	0.84

* f_a——芳碳率。芳香族结构的碳原子数与总的碳原子数之比。据克勒维伦提出的计算f_a值的公式

$$f_a = \frac{(100 - V_r) \times 1200}{1240C}$$

2. 溶剂抽提

按Wheeler提出的抽提步骤进行(见图1)。

3. 抽出物性质分析

- 1) 测定C、H含量,计算H/C原子比
- 2) 测定分子量
- 3) 测定罗加指数
- 4) 测定分解气体析出速率
- 5) 慢速和快速的炭化试验

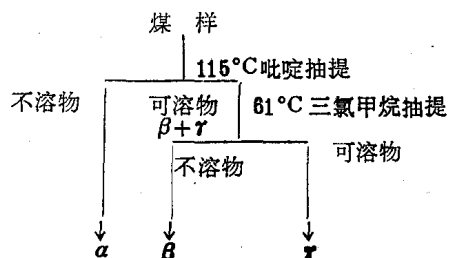


图 1 溶剂抽提步骤

二、试验结果与分析

1. 抽出物的产率

各单种煤的吡啶、三氯甲烷抽出物的产率汇于表2。各抽出物的产率与挥发分的关系见图2。从表2可以看出,在C为84~86%处,β+γ组分与β组分的抽出率有最大值;从图2可以看出,随着煤的挥发分增加,β+γ组分和β组分的产率增加,且在V_r为35%左右时有一最大值,在这以后,β+γ和β组分的产率便下降了。对于γ组分来说,随着挥发分的增加,其产率也在增加,但在挥发分为35%左右以后,γ组分的产率下降得较为缓慢。

2. 抽出物的H/C原子比

测定各抽出物的H、C值,计算H/C原子比之结果示于表3。从表3示出的数据可见,无论γ组分或β、β+γ组分,它们的产率均随

* 武汉钢铁学院

** 参加研究工作的还有:潘佩燕、邹礼英、甘敬铨、虞继舜、李清田