

PEIXUN

煤化工安全培训教材

焦炉操作工

Jiaolu Caozuogong

兖矿集团有限公司组织编写

于瑞军 冯宝田 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

煤化工安全培训教材

焦 炉 操 作 工

兖矿集团有限公司组织编写

主 编	于瑞军	冯宝田	
副主编	栾义涛	王 君	席铁峰
主 审	李存涛	朱本启	

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书主要包括:安全生产方针及法律法规、炼焦生产基本知识、焦炉安全生产要求、职业危害防治、创伤急救、焦炉安全技术和焦炉生产应急救援预案、事故案例分析等,并重点介绍了具有发展前景的 7.63 m 焦炉新工艺和新设备。

本书主要作为焦炉操作工的安全、业务培训教材,也可作为焦化企业管理人员、技术人员及大专院校师生的学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

焦炉操作工/于瑞军,冯宝田主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2009.1

安全技术培训教材

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0250 - 5

I. 焦… II. ①于…②冯… III. 炼焦炉—安全技术—技术培训—教材 IV. TQ522.15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 010161 号

书 名 焦炉操作工

主 编 于瑞军 冯宝田

责任编辑 马跃龙 黄本斌

策划编辑 钟 诚

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 徐州中矿大印发科技有限公司排版中心

印 刷 江苏徐州新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 9.25 字数 231 千字

版次印次 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

定 价 18.50 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

编写委员会

主 任 成 员	张英民	张鸣林	李位民	黄福昌	
	张胜东	孙士海	张兴志	刘士义	王惠忠
	冯士杰	刘迎建	邢克力	王建刚	韩 华
	王洪涤	张贵金	丁 波	李增良	梅苏鲁
	冯全斌	闫映宏	李明远	王 峰	盛明涛
	李 强	许建平	潘清波	陈 健	卢道民
	邢 军	管延明			

审查委员会

主 任	黄福昌				
副主任	崔洪义	陈俊焰			
成 员	王惠忠	李明远	王公华	陈 杰	尚书卿
	韩 梅	李 强	刘 杰	黎计武	苗因德
	管延明				



出版说明

兖矿集团非煤产业从业人员安全技术培训已经进行了多年,为企业培训了大批的安全技术人员,促进了企业安全生产水平的提高。随着经济社会的快速发展、科学技术的不断进步和安全法制建设进程的加快,对新形势下的安全生产和安全培训工作提出了更新标准、更高要求;但是这方面的培训教材严重缺乏。为适应新形势,进一步落实“安全第一,预防为主,综合治理”的安全生产方针,依法加强各类从业人员安全技术培训,提高安全培训质量,促进安全生产,兖矿集团根据国家安全生产监督管理总局《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准》的要求,组织编写了这套安全技术培训系列教材。

本套安全技术培训教材共 86 册、涉及 90 个工种,其内容体系具有鲜明的特色:

① 教材内容架构严格遵循国家有关生产经营单位从业人员安全技术培训教学大纲和考核标准要求,同时贴近兖矿集团非煤产业生产实际和安全技术培训的需要,既精编又适用,普适性强。

② 科学规范。各分册严格按照编前制定的《教材内容编写基本要求》来操作,既规范了编写标准,又减少了统稿困难,科学性、规范性强。

③ 内容编写突出从业人员的应知、应会,结合生产实际需要,突出了事故案例及设备故障案例分析,教材针对性和操作性强。

④ 内容编写风格体现了通俗易懂、图文并茂的特色,直观、易学、易懂。

⑤ 在全国煤化工等行业安全技术培训教材缺少的情况下,本套教材的编写和出版,适应了国家安全生产、安全发展的新形势、新要求、新期待,具有示范性和引导作用。

山东省安全生产监督管理局对本套安全技术培训教材的编写和出版给予了大力支持和热忱指导,有关领导和专家对教材编写提出了许多宝贵意见,兖矿集团有关部门、有关生产经营单位的领导、技



术人员、培训教师为本套教材的编写出版都付出了艰辛努力。中国矿业大学出版社领导和编校人员为本书高质量的及时推出,作出了积极贡献,对此,我们表示衷心感谢。

本书编写参考了许多图书资料及生产实践和科研成果,不能一一注明,在此一并表示感谢。

由于时间紧,工作任务重,加之编写人员水平有限,书中疏漏错误在所难免,恳请有关专家及广大读者批评指正。

教材编委会
2008年12月



目 录

第一章 安全生产法律法规常识	1
第一节 我国安全生产方针.....	1
第二节 安全生产法律法规与法律制度.....	1
第三节 焦炉操作人员安全生产职业道德与岗位职责.....	2
复习思考题.....	3
第二章 炼焦基本知识	4
第一节 焦炭与炼焦用煤.....	4
第二节 焦炉及其设备	10
第三节 焦炉三班操作	35
第四节 焦炉内气体流动与煤气燃烧	49
第五节 温度与压力制度的确定	55
第六节 各项温度和压力的测量	58
第七节 焦炉煤气加热炉温调节	66
第八节 焦炉特殊操作	71
第九节 焦炉炉体及设备维护	77
第十节 炼焦环保	83
第十一节 干熄焦设备概述	86
第十二节 干熄焦操作	89
复习思考题	96
第三章 焦炉安全生产要求与措施	97
第一节 焦炉安全生产的基本要求	97
第二节 推行安全生产确认制度预防事故.....	102
复习思考题.....	106
第四章 安全相关知识和预防及自救方法	107
第一节 安全相关知识.....	107
第二节 预防及自救的方法.....	112
复习思考题.....	119



第五章 炼焦安全技术与案例分析	120
第一节 焦炉生产的安全特性及常见事故.....	120
第二节 焦炉机械损伤事故及常见预防.....	121
第三节 焦炉坠落事故及其预防.....	123
第四节 煤气事故及其预防.....	124
复习思考题.....	126
 附录 《焦化安全规程》中有关内容	127
 参考文献	138



第一章 安全生产法律法规常识

第一节 我国安全生产方针

一、安全生产与劳动保护

(一) 安全生产

安全生产是为了使生产过程在符合物质条件和工作秩序下进行,防止发生人身伤亡和财产损失等生产事故,消除或控制危险、有害因素,保障人身安全与健康、设备和设施免受损坏、环境免遭破坏的总称。

(二) 劳动保护

劳动保护是依靠科学技术和和管理,采取技术措施和管理措施,消除生产过程中危及人身安全和健康的不良环境、不安全设备和设施、不安全环境、不安全场所和不安全行为,防止伤亡事故和职业危害,保障劳动者在生产过程中的安全与健康的总称。劳动保护是站在政府的立场上,强调为劳动者提供人身安全与身心健康的保障。

二、在工作中正确理解安全生产方针的含义

“安全第一、预防为主、综合治理”这一安全生产方针明确指出了职业安全卫生工作的重要性,安全工作在生产活动中的决定作用,必须先安全后生产。全体职工必须遵守法律法规和劳动纪律,在保障自身和他人安全的条件下从事劳动生产。

这一方针的另一个含义是要求安全工作必须把“预防”放到主要位置。它是处理安全工作与其他工作关系的总原则、总要求。各级领导必须把安全列入生产的重要议事日程,在组织生产活动中,必须优先考虑安全,并采取必要措施,保障职工的安全与健康。一切生产活动必须在初始阶段就考虑安全,工厂建设要做到“三同时”,即安全设施要与工程项目同时设计、同时施工、同时投入使用。

安全生产方针,科学地揭示了生产和安全的辩证关系,只有在这一正确方针指导下,才能实现安全生产。

第二节 安全生产法律法规与法律制度

一、安全生产主要法律法规

涉及本行业安全生产主要法律法规有:《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国



《劳动法》、《中华人民共和国消防法》、《中华人民共和国职业病防治法》、《危险化学品安全管理条例》、《特种设备安全监察条例》、《安全生产许可证》、《建筑工程安全生产管理条例》、《国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定》、《特别重大事故调查程序暂行规定》、《企业职工伤亡事故报告和处理规定》、《焦化安全规程》等。

二、《中华人民共和国安全生产法》确立的七项基本制度

- (1) 安全生产监督管理制度；
- (2) 生产经营单位安全保障制度；
- (3) 生产经营单位负责人安全责任制；
- (4) 从业人员安全生产权利义务制度；
- (5) 安全中介服务制度；
- (6) 安全生产责任追究制度；
- (7) 事故应急救援和处理制度。

第三节 焦炉操作人员安全生产职业道德与岗位职责

一、基本道德要求

公司员工要发扬“爱国、创业、求实、奉献”的企业精神，贯彻“诚信、创新、业绩、和谐、安全”的核心经营管理理念，实践“奉献能源，创造和谐”的企业宗旨。热爱本职，忠于职守，熟练掌握职业技能，自觉履行职业责任，注重工作效率，保护公司的合法利益。

二、焦炉操作人员应当具备的职业道德

焦炉操作人员必须经过专业技术和安全技术的培训，做到“三懂”、“四会”（懂生产原理、懂工艺流程、懂设备构造；会操作、会维护保养、会排除故障和处理事故），并经过三级安全教育，通过考试合格，取得安全作业证，方能独立上岗操作。

三、焦炉作业人员安全生产岗位职责

- (1) 服从领导，听从指挥，爱护公共设施，严格执行各项规章制度；
- (2) 严格遵守岗位纪律，杜绝“三违”现象；
- (3) 有强烈的责任感，保质保量按时完成各项工作任务；
- (4) 精心操作，一丝不苟，发现问题及时处理，紧急情况下可采取一切有效措施，防止事故发生和扩大；
- (5) 严格执行岗位安全操作规程，开、停车前，必须按规定内容认真检查，严格按程序操作，禁止盲目开、停车；
- (6) 积极参加各级组织的安全活动，虚心接受安全培训，努力掌握安全技术；
- (7) 做到不伤害自己，不伤害他人，不被他人伤害。



【复习思考题】

1. 什么是安全生产？
2. 什么是劳动保护？
3. 我国安全生产方针是什么？
4. 简述我国主要安全生产法律法规。
5. 简述我国主要安全生产制度。
6. 《中华人民共和国安全生产法》确立的七项基本制度是什么？
7. 焦炉操作人员应当具备什么职业道德？
8. 什么是“三懂”、“四会”？
9. 简述焦炉生产人员安全生产岗位职责。



第二章 炼焦基本知识

第一节 焦炭与炼焦用煤

一、焦炭

焦炭主要用于炼铁生产,其次是用于铸造、造气、电石和有色金属冶炼等。它在冶金工业及整个国民经济中占有重要地位。

高炉炼铁所用的焦炭称为冶金焦。焦炭在高炉冶炼中起到热源、还原剂和支撑物三大作用。高炉炼铁是将炉料,包括铁矿石、熔剂(石灰石)和焦炭交替地从炉顶装入高炉内,并靠自身的重力慢慢下降。经过预热的空气从高炉下部不断用鼓风机送入。空气和焦炭在炉缸中燃烧,产生高热和还原性气体,逐渐上升与铁矿石进行化学反应,使铁矿石逐步还原成生铁。焦炭在高炉中是唯一不熔化的固体,在炉缸中形成多孔疏松的焦炭层,它支撑着全部炉料,使气体能够自由通过。

炼 1 t 生铁需要的焦炭质量(吨)称为焦比。要降低焦比,就必须使高炉有良好的操作条件,也就是必须有较好的加热和反应条件。为此,要求炉料有一定块度并布料均匀,有良好的透气性。从而使气体能够均匀地从高炉任何断面上通过,炉料能够顺利地下行。在这里,焦炭起着重要的作用,因此对冶金焦的质量有以下要求。

(一) 焦炭的宏观构造

焦炭是一种质地坚硬,以碳为主要成分的含有裂纹的不规则多孔体,呈银灰色。其真密度为 $1.8 \sim 1.95 \text{ g/cm}^3$,视密度为 $0.08 \sim 1.08 \text{ g/cm}^3$,气孔率为 $35\% \sim 55\%$,堆密度为 $400 \sim 500 \text{ kg/m}^3$ 。用肉眼观察焦炭都可看到纵横裂纹。沿粗大的纵横裂纹掰开,仍含有微裂纹的是焦块。将焦块沿微裂纹分开,即得到焦炭多孔体,也称焦体。焦体由气孔和气孔壁构成,气孔壁又称焦质,其主要成分是碳和矿物质。焦炭的裂纹多少直接影响焦炭的粒度和抗碎强度。焦块微裂纹的多少和焦体的孔胞结构则与焦炭的耐磨强度和高温反应性能有密切关系。孔胞结构通常用气孔平均直径、孔径分布、气孔壁厚度和比表面积等参数表示。

1. 裂纹度

裂纹度即焦炭单位面积上的裂纹长度。裂纹分纵裂纹和横裂纹两种,规定裂纹面与焦炉炭化室炉墙面垂直的裂纹称为纵裂纹;裂纹面与焦炉炭化室炉墙面平行的裂纹称为横裂纹。焦炭中的裂纹有长短、深浅和宽窄的区分,可用裂纹度指标进行评价。常用测量方法是将方格($1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$)框架平放在焦块上,量出纵裂纹与横裂纹的投影长度即得。所用试样应有代表性,一次试验要用 25 块试样,取统计平均值。



2. 气孔率

焦炭的气孔率是指气孔体积与总体积比的百分率。气孔率可以利用焦炭的真密度和视密度的测定值加以计算。焦炭的气孔数量还可以用比孔容积来表示,即单位质量多孔体内部气孔的总容积,可用四氯化碳吸附法测定。

$$\text{气孔率} = \left(1 - \frac{\text{视密度}}{\text{真密度}}\right) \times 100\% \quad (2-1)$$

3. 气孔平均直径与孔径分布

焦炭中存在的气孔大小是不均一的,一般称直径大于 $100\ \mu\text{m}$ 的气孔为大气孔, $20 \sim 100\ \mu\text{m}$ 的为中气孔,小于 $20\ \mu\text{m}$ 的为微气孔。焦炭与 CO_2 作用时,只有大气孔才能使 CO_2 进入,因此焦炭的孔径分布常用压汞法测量。

4. 比表面积

指单位质量焦炭内部的表面积(m^2/g),一般用气相吸附法或色谱测定。

(二) 焦炭的物理机械性能

高炉生产对焦炭的基本要求是:粒度均匀、耐磨性和抗碎性强。焦炭的这些物理机械性能主要由筛分组成和转鼓试验来评定。

1. 筛分组成

焦炭是外形和尺寸都不规则的物体,只能用统计的方法来表示其粒度,即用筛分试验获得的筛分组成计算其平均粒度。一般用一套具有标准规格和规定孔径的多级振动筛将焦炭筛分,然后分别称量各级筛上焦炭和最小筛孔的筛下焦炭质量,算出各级焦炭的质量百分率即焦炭的筛分组成,国际标准允许筛分试验用方孔筛(以边长 L 表示孔的大小)和圆孔筛(以直径 D 表示孔径的大小)。相同尺寸的两种筛,其实际大小不同,试验得出两者关系为:

$$D/L = 1.135 \pm 0.04 \quad (2-2)$$

即圆孔直径为 $60\ \text{mm}$ 时,对应的方孔筛 $L = 60/1.135 = 52.86\ \text{mm}$,通过焦炭的筛分组成计算焦炭的平均粒度及粒度的均匀性,还可估算焦炭的比表面积和堆积密度,并由此得到评定焦炭透气性和强度的基础数据。

2. 耐磨强度和抗碎强度

焦炭强度通常用抗碎强度和耐磨强度两个指标来表示。焦炭无论在运输途中还是使用过程中,都会受摩擦力作用而磨损,受冲击力作用而碎裂。焦炭在常温下进行转鼓试验可用来鉴别焦炭强度。因焦炭在一定转速的转鼓内运行,可以模拟其在运输和使用过程中的受力情况。当焦炭表面承受的切向摩擦力超过气孔壁的强度时,会产生表面薄层分离现象并形成碎屑或粉末,焦炭抵抗此种破坏的能力称耐磨性或耐磨强度,用 M_{10} 值表示。

$$M_{10} = \frac{\text{出鼓焦炭中小于 } 10\ \text{mm 的质量}}{\text{入鼓焦炭质量}} \times 100\% \quad (2-3)$$

当焦炭承受冲击力时,焦炭沿结构的裂纹或缺陷处碎成小块,焦炭抵抗此种破坏的能力称焦炭的抗碎性或抗碎强度,用 M_{25} 表示。

$$M_{25} = \frac{\text{出鼓焦炭中大于 } 25\ \text{mm 的质量}}{\text{入鼓焦炭质量}} \times 100\% \quad (2-4)$$

(三) 焦炭的化学组成

焦炭的化学组成主要用焦炭工业分析和元素分析数据来加以体现。



1. 工业分析

焦炭的工业分析包括焦炭水分、灰分和挥发分的测定以及焦炭中固定碳的计算。

(1) 水分

焦炭的水分是焦炭试样在一定温度下干燥后的失重占干燥前焦样的百分率。生产上要求稳定控制焦炭的水分,水分波动会使焦炭计量不准,从而引起炉况波动。此外,焦炭水分提高会使 M_{25} 偏高, M_{10} 偏低,给转鼓指标带来误差。但水分也不宜过低,否则不利于降低高炉炉顶温度,且会增加装卸即使用中的粉尘污染。焦炭水分因熄焦方式而异,并与焦炭粒度、焦粉含量、采样地点、取样方法等因素有关。湿熄焦时,焦炭水分约 4%~7%,因喷水、沥水条件和焦炭粒度不同而波动;干熄焦时,焦炭在贮运过程中也会吸附空气中水汽,使焦炭水分达 0.5%~1%。

我国规定冶金焦水分为: >40 mm 粒级为 3%~5%; >25 mm 粒级为 3%~7%,含有适量水分,有利于降低高炉炉顶温度。水分的测定方法见国标 GB 2002—80。

(2) 灰分

灰分是焦炭中的有害杂质,主要成分是高熔点的 SiO_2 和 Al_2O_3 等酸性氧化物,在高炉冶炼中要用 CaO 等熔剂与它们生成低熔点化合物,才能以熔渣形式由高炉排出。如果灰分较高,就要适当提高高炉炉渣碱度,以利于高炉生产。此外,焦炭在高炉内被加热到高于炼焦温度时,由于焦质和灰分热膨胀性不同,会沿灰分颗粒周围产生裂纹并扩大,加速焦炭破碎或粉化。灰分中的碱金属还会加速焦炭同 CO_2 的反应,也使焦炭的破坏加剧。

因此,一般焦炭灰分每增加 1%,高炉焦比(每吨生铁消耗焦炭量)约提高 2%,炉渣量约增加 3%,高炉熔剂用量约增加 4%,高炉生铁产量约下降 2.2%~3.0%。

(3) 挥发分和固定碳

挥发分是衡量焦炭成熟程度的标志,通常规定高炉焦的挥发分应为 1.2%左右。若挥发分大于 1.9%则表示生焦,其不耐磨,强度差;若挥发分小于 0.7%,则表示过火,过火焦裂纹多且易碎。

焦炭挥发分也是焦化厂污染控制的指标之一,挥发分升高,推焦时粉尘放散量显著增加,烟气量及烟气中的多环芳烃含量也会增加。固定碳是煤干馏后残留的固态可燃性物质,其计算公式为:

$$\text{固定碳} = (100 - \text{水分} - \text{灰分} - \text{挥发分})\% \quad (2-5)$$

2. 元素分析

焦炭元素分析是指焦炭按碳、氢、氧、氮、硫和磷等元素组成确定其化学成分时,称为元素分析。

(1) 碳和氢

不同煤化度的煤制取的焦炭其含碳量基本相同。氢气的量随炼焦温度的变化比挥发分随炼焦温度的变化明显,且测量误差也小,因此以焦炭的氢含量可以更可靠地判断焦炭的成熟程度。

(2) 氮

焦炭中的氮是焦炭燃烧时生成 NO_x 的来源,结焦过程中氮含量变化不大,仅在干馏温度达 800℃ 以上时才稍有降低。

(3) 氧



焦炭中氧含量较少,常用减差法计算得到,其含量为 $0.4\% \sim 0.7\%$ 。

(4) 硫

焦炭中的硫包括:煤和矿物质转变而来的无机硫化物(FeS 、 CaS 等),熄焦过程中部分硫化物被氧化生成的硫酸盐(FeSO_4 、 CaSO_4),炼焦过程中生成的气态硫化物在析出途中与高温焦炭作用而进入焦炭的有机硫,这些硫的总和称全硫。

(5) 磷

焦炭中的磷主要以无机盐类形式存在。将焦样灰化后,从灰分中浸出磷酸盐,再用适当的方法测定磷酸盐溶液中的磷酸根含量,即可得出焦样含磷量。通常焦炭含磷约 0.02% 。高炉炉料中的磷全部转入生铁,转炉炼钢不易除磷,要求生铁含磷低于 $0.01\% \sim 0.015\%$ 。煤中含磷几乎全部残留在焦炭中,高炉焦一般对含磷不作特定要求。

(四) 焦炭的高温反应性

焦炭的高温反应性是焦炭与二氧化碳、氧和水蒸气等进行化学反应的性质,简称焦炭反应性。焦炭在高炉炼铁、铸造化铁和固定床气化过程中,都要发生以上三种反应。由于焦炭与氧和水蒸气的反应有与二氧化碳的反应类似的规律,因此大多数国家都用焦炭与二氧化碳间的反应特性评定焦炭反应性。

总之,焦炭与 CO_2 的反应速度与焦炭的化学性质及气孔比表面有关。只有采用粒径为几十到几百微米的细粒焦进行反应性实验时,才能排除气体扩散的影响,获得焦炭与 CO_2 的化学动力学性质。通常从工艺角度评价焦炭的反应性,均采用块状焦炭,要使所得结果有可比性,焦炭反应性的测定应规定焦样粒度、反应温度、 CO_2 浓度、反应气流量、压力等。

(五) 块焦反应率及反应后强度

焦炭与 CO_2 反应过程中,反应速度受多种因素的影响,如其他条件不变,在规范化的装置内按统一规定的条件,通过反应前后焦炭试样质量的变化率或气体中 CO_2 浓度的变化率,可以表示焦炭的反应速度。目前一些国家均采用块焦反应率这一指标。它是按取样规范采集一定量的,具有代表性的焦炭,破碎后筛分,取其中符合规定的粒度,从中随机取一定量作为试样。将一定量的焦炭试样在规定的条件下与纯 CO_2 气体反应一定时间,然后充氮气冷却、称重,反应前后焦炭试样质量差与焦炭试样质量之比的百分率称为块焦反应率(CRI)。

经过 CO_2 反应的焦炭,充氮冷却后,全部装入转鼓,转鼓试验后,粒度大于某规定值的焦炭质量占装入转鼓的反应后焦炭质量的百分率,称为反应后强度(CSR)。

二、炼焦用煤

(一) 煤的分类

用于炼焦配煤的,主要是气煤、肥煤、 $1/3$ 焦煤、焦煤和瘦煤等。不同牌号的煤,在单独炼焦时所得焦炭的性质是各不相同的。现将可以用来配煤炼焦的各单种煤的结焦特性概述如下。

1. 气煤

气煤可燃基挥发分大于 37% ,胶质层厚度 $5 \sim 25 \text{ mm}$,由于挥发分高,因此在结焦过程中收缩大,焦炭裂纹多,焦块细而长,易碎。在配煤中配入气煤可以降低炼焦过程中的膨胀压力和增加焦饼的收缩,有利于推焦。同时气煤挥发分高,还可以得到较多的化学产品和煤



气,但较多配气煤将使焦炭块度变小、强度下降。

2. 肥煤

肥煤可燃基挥发分 26%~37%,胶质层大于 25 mm;在加热时能产生大量的胶质体,炼出的焦炭熔融性好。但横裂纹较多,易碎,并有较多的蜂焦。因为它具有很强的黏结能力,所以肥煤是配煤中的重要成分,并可以多配弱黏结性煤而炼成机械强度较好的冶金焦炭。

3. 1/3 焦煤

1/3 焦煤是过渡型煤种,它是介于焦煤、肥煤、气煤之间的煤。单独也可以成焦,焦炭强度接近于肥煤,耐磨强度比肥煤低,比气煤、肥煤要高。1/3 焦煤由于有较高的黏结性,是配煤炼焦的骨架煤之一。

4. 焦煤

焦煤可燃基挥发分 18%~26%,胶质层厚度 12~25 mm,大多数焦煤单独炼焦时能得到块大、裂纹少、耐磨性好的焦炭。但在结焦过程中产生膨胀压力较大,焦饼收缩度小,容易产生推焦困难,又因焦煤贮量不多,应节约使用,在配煤中应尽量减少焦煤配用量。它在配煤中可以起到提高焦炭机械强度的作用。

5. 瘦煤

瘦煤的变质程度较高,可燃基挥发分低,只有 14%~20%,加热时产生的胶质体量少,厚度小于 12 mm,熔融性和黏结性较差,收缩小。在配煤中配入瘦煤可以提高焦炭的块度,因熔融性较差,焦炭中有颗粒物存在,使耐磨性变差。

(二) 配煤的意义和原则

配煤炼焦是指将多种不同牌号的煤按比例配合在一起作为炼焦的原料。采用配煤炼焦的意义很大,它已被我国焦化厂普遍采用。

根据我国煤炭资源的具体情况,采用配煤炼焦既可以合理利用我国各地区炼焦煤的资源,又可以扩大炼焦用煤。

为保证焦炭质量,又利于生产操作,在确定配煤方案时,应考虑以下几项原则:

- (1) 焦炭质量应达到规定的指标,满足使用部门的要求。
- (2) 最大限度地符合区域配煤的原则,根据本区域煤炭资源的近期平衡和考虑远景规划,充分利用本区域的黏结煤和弱黏结煤。
- (3) 不会产生对炉墙有危险的膨胀压力和引起推焦困难。
- (4) 在满足焦炭质量的前提下,有较高的化学产品产量和质量。
- (5) 合理调整炼焦用煤的运输流向和尽量防止对流,并尽可能缩短平均运输距离。

(三) 配合煤的质量指标

配煤质量指标是指配煤的灰分、硫分、挥发分、胶质层厚度、水分等。配合煤的质量取决于单种煤的质量及其配合比。对于炼制冶金焦的配合煤,基本的质量指标如下:

1. 灰分

煤中灰分在炼焦后全部残留于焦炭中,灰分是焦炭中的有害杂质,焦炭的灰分愈高,炼铁时焦炭及石灰石消耗量就增多、高炉生产能力降低。一般焦炭灰分每增加 1%,高炉焦比将增加 2%~2.5%,石灰石耗量增加 4%,生铁产量降低 2%~2.5%。同时灰分中的大颗粒易在焦炭中形成裂纹中心,使焦炭的抗碎强度降低,也使焦炭的耐磨性变坏。因此,配合煤的灰分应控制在一定范围之内,一般在 10%~12%。



2. 硫分

硫分也是有害杂质,焦炭中硫分约为配合煤硫分的 85%~90%,一般要求配煤的硫分不应大于 1%~1.2%。

3. 挥发分

配合煤的挥发分高,则炼焦煤气和化学产品的产率也高,但由于大多数高挥发分煤的结焦性较差,因此在多配用高挥发分煤时,焦炭的强度会下降,平均块度变小。一般大、中高炉用焦的配合煤的可燃基挥发分控制在 28%~32%之间。国内 7.63 m 特大型焦炉配合煤可燃基挥发分应低于 28%,德国凯撒斯图尔焦化厂 7.63 m 焦炉配合煤可燃基挥发分低于 25%,降低配合煤挥发份有助于降低焦炉炉顶空间温度。

4. 胶质层和黏结指数

配合煤必须具有适当的胶质层厚度才能在焦炉中炼出机械强度高的冶金焦。但胶质层过厚时,会产生很大的膨胀压力,同时收缩度较小对炉墙的保护是不利的。因此,我国目前大、中型高炉用焦的配合煤胶质层厚度大致控制在 14~20 mm 范围内。

5. 水分

配合煤的水分一般要求在 7%~10%之间,并应当稳定。配合煤水分每增加 1%,要求立火道温度提高 5~7 °C,炼焦耗热量增加约 30 kJ/kg,结焦时间将延长 10~15 min,产量将降低。

6. 细度

细度指粉碎后煤料中 0~3 mm 的煤粒占全部煤料的百分比。提高细度能提高焦炭的强度。但细度太高(超过 90%)会使装煤操作困难,装入煤的堆密度降低,装煤量降低,焦炭质量下降。因此细度一般控制在 75%~85%。

此外,在配煤操作中,应当按规定的配煤比,准确配煤,并且不得使用变质煤和过期煤炼焦,否则会影响焦炭质量,严重时,不结焦,造成推焦困难,甚至扒炉。

(四) 煤的热解过程

所谓煤的热解,是指煤在隔绝空气的条件下进行加热,煤在不同温度下发生的一系列物理变化和化学反应的复杂过程。其结果生成气体(煤气)、液体(焦油)和固体(半焦或焦炭)等产品。煤的热解也称为煤的干馏或热分解。

目前,煤加工的主要工艺仍是热加工。按热解最终温度的不同可分为:高温干馏(950~1 050 °C),中温干馏(700~800 °C)和低温干馏(500~600 °C)。煤的热解是煤热化学加工的基础。有黏结性的烟煤热解过程大致可分为三个阶段:

(1) 第一阶段(室温~300 °C)主要是煤干燥、脱吸阶段,煤没有发生外形上的变化。

120 °C 前,煤脱水干燥;120 ~200 °C,煤释放出吸附在孔隙中的气体,如 CH_4 、 CO_2 、 CO 和 N_2 等,是脱吸过程;近 300 °C 时,褐煤开始分解,生成 CO_2 、 CO 和 H_2S ,同时放出热解水及微量焦油。而烟煤和无烟煤此时变化不大。

(2) 第二阶段(300~550 °C 或 600 °C)该阶段以煤热分解、解聚为主,形成胶质体并固化而形成半焦。

300~450 °C,此时煤剧烈分解、解聚,析出大量的焦油和气体,焦油几乎全部在这一阶段析出。气体主要是 CH_4 及其同系物,还有 H_2 、 CO_2 、 CO 及不饱和烃等。这些气体称为热解一次气体。在 450 °C 时析出焦油量最大,在此阶段由于热解,生成气、液(焦油)、固(尚