

建国 40 周年征文选

煤炭加工利用论文集

中国煤炭综合利用开发公司 编
中国煤炭加工利用协会

煤炭工业出版社

煤炭加工利用论文集

——建国 40 周年征文选

中国煤炭综合利用开发公司
中国煤炭加工利用协会 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书共选编了中国煤炭加工利用协会、中国煤炭综合利用开发公司、煤炭工业出版社、《中国煤炭报》社、《光明日报》社科技部、《经济日报》社科教部联合举办的庆祝建国 40 周年煤炭加工利用征文活动中的 48 篇征文,基本反映了近年来我国煤炭加工利用领域的科技面貌和总体水平。内容主要包括:选煤与设备;煤炭焦化、气化与液化;水煤浆制备及应用;煤的燃烧与环保;煤炭制品与资源综合利用。

本书可供煤炭加工利用行业的科研、设计、生产和管理人员及高、中等院校师生参考。

责任编辑:蔡明华

征文评审委员会名单

主 任:王祖谟

委 员:(以姓氏笔划为序)

王世均 刘品双 陈世明 秦至刚 戴和武

煤 炭 加 工 利 用 论 文 集

—— 建国 40 周年征文选

中国煤炭综合利用开发公司 编
中国煤炭加工利用协会

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街 21 号)

中国煤炭加工利用协会 排版

中国煤田地质局印刷厂 印刷

开本 787×1092mm¹/₁₆ 印张 20¹/₂

字数 536 千字 印数 1—2,000

1990 年 4 月第 1 版 1990 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 7-5020-0412-2/TD·373

书号 3202

定价 8.75 元



前 言

本论文集是煤炭加工利用工作者献给建国 40 周年的礼物,也是煤炭加工利用工作者在建国 40 周年之际向人民共和国的一份工作汇报。

建国 40 年间,煤炭工业发展迅速。煤炭年产量在建国时仅为 3000 多万吨,到 1988 年已达到 9.7 亿多吨,今年有可能突破 10 亿吨。我国已是世界上的主要产煤国之一。煤炭加工利用事业在这 40 年中也有了飞跃发展。煤炭的使用渐趋合理,煤炭的加工规模日趋扩大,加工深度日渐深化,煤炭的拣矸、筛分、粉碎、精选、成型、焦化、气化、液化在规模和技术上都有了相当发展。全国统配矿在 1988 年基本上消灭了直销原煤,入洗原煤 1987 年达到 1.6 亿多吨,加工型煤 1988 年达到 2800 多万吨,用于焦化的煤炭 1987 年达到 7000 多万吨,用于造气生产合成氨的煤炭 1987 年达 3000 多万吨。以煤炭为原料制出了滤料、炭素制品、煤质活性炭。低热值煤、煤矸石、石煤、煤炭燃烧后的灰渣以及与煤共生矿物都逐步得到不同程度的开发利用。煤炭加工利用的科学技术水平有了长足进展,而且不断开拓着一些新的领域。在筛分、洗选、脱硫、型煤、燃烧、炼焦、气化、石煤提钼、灰渣制建材等方面的科学技术都有新进展。在超低灰煤的洗选、以煤代油、空气重介选煤等较新的技术领域都有新探讨,有些科学技术已经达到了较高水平。例如某些选煤技术、水煤浆技术、型煤技术、煤炭燃烧技术、煤炭的转化技术等已引起国际同行的注意,甚至有些国家已提出引进我国某些产品或技术。本书是以科学技术为主的论文集,包括了若干综述性的文章。在编选中顾及了煤炭加工利用的各主要领域,可以说本书基本上反映了我国煤炭加工利用的科技面貌和总体水平,当然并不代表个别领域的最高水平。有些技术观点也可能还有争议,但我们把它看作是我国煤炭加工利用事业前进过程中的足迹总还是有意义的。

煤炭是我国的主要能源,在一次能源生产中占 72% 以上,在能源消费中占 76% 以上。虽然我国是主要产煤国之一,但由于人口众多,每年人均占有煤炭量还不到 0.9 吨,仅为苏联的 $\frac{1}{3}$, 美国的 $\frac{1}{4}$ 左右。这样煤炭在我国就显得更为宝贵了。节约和用好这些煤炭资源就成了一件有战略意义的大事。要做到合理、高效、清洁地用好煤炭,我们还有大量的工作要做,还需要做长期和艰苦的努力。我国煤炭入洗率多年来徘徊在 16~18% 左右,动力用煤灰分偏高,造成年约 5000 万吨的无效运输量;我国煤炭燃烧效率和锅炉热效率都还比较低;能源利用率大体上只达到发达国家的 60% 或稍多一点;燃烧造成的环境污染还很严重,空气中 75% 的固体悬浮颗粒和 85% 的二氧化硫来自煤炭燃烧;有些地区酸雨已很严重,有的城市因烟尘弥漫已经在卫星照片上“消失”;煤炭加工、转化的深度还较差;有的煤炭加工的副产品还未充分利用;低热值煤、煤矸石、灰渣等利用率还相当低;有的煤炭加工设施尚未充分发挥作用;有些效益显著的技术还未能普遍推广。要更合理地用好煤炭,还需在煤炭供销体制、政策、科学技术、经营管理等方面做大量工作。这本书也从不同角度反映出了我们所面对的一些问题,希望它能启发和鼓励我们从不同的方面去努力促进这些问题的解决。

为了检阅煤炭加工利用事业的发展,进一步推动煤炭加工利用工作的开展,团结煤炭加工利用工作者共同庆祝建国 40 周年,经中国煤炭加工利用协会倡议,由中国煤炭加工利用协会、中国煤炭综合利用开发公司、煤炭工业出版社、《中国煤炭报》社、《光明日报》社科技部、《经济日报》社科教部等联合举办了庆祝建国 40 周年煤炭加工利用征文活动。这一活动得到了有关方面和广大煤炭加工利用工作者的热情支持,在较短时间内收到了相当数量的应征论文。这些论文反映了我国煤炭加

工利用事业各领域的面貌和水平。为了选出有代表性的论文结集出版,我们聘请煤炭加工利用各领域的六位高级专家组成论文评审委员会进行评审,有些论文还征询了有关方面或专家的意见。经认真评审,选出了煤炭加工利用各领域较有代表性、符合征文要求的论文 48 篇,编成本书。应征的论文绝大多数具有相当水平,但限于篇幅,每一领域入选少数文章,有些则忍痛割爱。

论文作者、评审委员以及给评审提供意见的同志,为本书付出了可贵的劳动,谨向这些同志致以敬意!

由于评审、编辑时间短促,入选的论文中除重要之处与原作者商定修改外,其余修改均未征得作者意见,请作者见谅。本书还可能有其他方面的疏漏和不足之处,谨请读者不吝指正。

中国煤炭加工利用协会副理事长 李维统

1989 年 11 月于北京

目 录

选 煤 与 设 备 篇

空气重介流化床干法选煤技术应用和发展	陈清如 (1)
从跳汰分层过程分析分配曲线的物理基础	陈 迹 (9)
炼焦精煤最佳灰分点确定方法的探讨	边炳鑫 (15)
造粒选煤的试验研究	李少章 (22)
用确立流速自相关和功率谱方法评价浮选槽内流体动力学状态的研究	任守政 (28)
选煤用压滤机的研制与应用	高鸿翔 (34)
干燥脱水新型给排料机的研制	陶 钧 (42)
ZH ϕ 系列振动筛橡胶弹簧研究与应用	彭明亮 (52)

煤的焦化、气化与液化篇

中国科学院山西煤化所煤转化技术研究的进展	陈大保 (61)
利用沸腾炉溢流渣废热对年轻煤热解的研究	杜铭华 等 (71)
合理利用炼焦煤资源开展炼焦配煤技术的研究	吴春来 (82)
用弱粘结煤生产焦炭的方法	杨继春 (88)
褐煤固体热载体新法干馏	郭树才 等 (93)
水煤气型两段炉适宜中小城市实现煤气化	徐 晖 (98)
云南主要褐煤气化、液化前景	尹承绪 (102)
小型煤气发生炉的研制和应用	谢可玉 等 (109)
用天然焦生产发生炉煤气探讨	黄定华 等 (115)
超纯煤的研制及其特性的研究	戴和武 等 (119)
神府三合场煤的特性和深加工探讨	许志华 等 (126)
沈北褐煤的催化加氢液化	马治邦 (135)

水煤浆制备及应用篇

改善难制浆煤种成浆性的研究	曾 凡 等 (142)
煤的深度脱灰和精细水煤浆制备	石致敏 等 (148)
水煤浆低 NO _x 燃烧的研究	岑可法 等 (158)
快速压缩膨胀机燃烧精细水煤浆的研究	夏来庆 等 (167)
水煤浆燃烧技术在我国工业炉窑上的应用	王 恒 等 (174)
水煤浆加压气化的排渣操作	宫东平 (181)

煤的燃烧与环保篇

链条炉内型煤着火过程的试验研究	王 方 等 (185)
新型多功能直流煤粉燃烧器的应用效果和原理	徐旭常 等 (192)
洗煤泥、水煤浆流化床燃烧基础与应用研究	岑可法 等 (197)
快速循环流化床燃烧强化的理论与实践	李佑楚 等 (202)
论电站锅炉燃用劣质煤问题	曾汉才 (212)
民用高硫煤固硫研究	蔡 璋 (217)
中国解决 SO ₂ 污染大气的有效途径	郭梦雄 等 (224)

煤炭制品与资源综合利用篇

型煤在旅客列车上的应用	张 忠 (231)
民用烟煤成型无烟燃烧技术的研究	周伯俞 (235)
无烟煤滤料的应用	阎杏瞳 等 (240)
动力配煤的研究	卢海军 (245)
用宁夏灵武不粘结煤制取木炭的研究	刘绍元 (248)
宁夏无烟煤(太西煤)合理加工利用途径浅论	刘善荃 (250)
东北地区褐煤的开发和综合利用	俞炳铨 (255)
江西玉山石煤流态化钠化提钒试验及其提钒新工艺	王凤鸣 等 (263)
转型萃取法提取冶金 99 级 V ₂ O ₅ 新工艺	欧阳昌伦 等 (271)
煤矸石在陶瓷中的应用及其发展前景	胡贵成 (278)
水泥沸腾炉渣花地砖	朱连山 (292)
石煤、煤矸石矿物组成及在建材中的应用途径	蔡晋强 (296)
用南票煤矸石制取不定形耐火骨料	邱家骏 (302)
湿法回转窑用煤矸石代土烧水泥	秦至刚 (309)
包钢高炉喷吹煤种的选择	哈 桑 (314)

空气重介流化床干法选煤技术应用和发展

▲中国矿业大学 陈清如

煤炭是我国能源的主要组成部分,占一次能源的75%。预计至2000年我国生产煤炭将超过14亿吨,原煤入选量占总开采量的比例将由现在的18%提高到25~30%。

选煤——煤炭的加工和综合利用,对节约能源、减少环境污染、减轻运输负荷、提高钢铁和化工产品质量、提高燃烧效率、增加煤矿和用煤企业的经济效益等均具有重要战略意义。选煤一般采用湿法分选。湿法选煤在技术和生产上都比较成熟,但是提高湿法分选效率和单位处理能力还需做不少科研工作。

当前在选煤技术领域里较为突出的一个问题就是煤炭干法分选的问题。七十年代,煤炭规划总院蔡钟佩等研制的风力拣矸机在福建龙岩矿务局、辽宁本溪矿务局等单位应用,取得较好的效果。众所周知,由于这种风力拣矸机设计的理论基础是依靠分选室底部上升气流作用在被分选的煤炭床层上,轻的煤炭被吹起,重的矸石下沉。因为空气的密度和粘度都是很低的(空气的密度为 1.23kg/m^3 ,粘度为 $1.8 \times 10^{-5}\text{N} \cdot \text{s/m}^2$),所以,被分选的煤炭的可选性、粒度组成、水分含量等都受到了严格的限制。福建省龙岩市苏邦煤矿煤炭发运站的风力拣矸机的工业性试验资料表明:精煤中矸石污染量较为严重,分选效率较低,不适宜用于生产分选精度要求高的精煤、中煤和矸石。

为解决我国西北和山西省缺水干旱地区煤炭和遇水易泥化煤的分选问题,中国矿业大学在1984年开始进行空气重介流化床干法选煤技术的开发研究工作。1986年底完成了实验室的基础研究和模型试验,对煤炭进行了间断分选试验,分选效率可能偏差 E_p 值为0.025~0.05。1988年底完成了5~10t/h空气重介流化床干法选煤系统和设备的半工业性试验装置,现已完成半工业性试验,分选效率可能偏差 E_p 值为0.05~0.09。

一、开展煤炭干法分选的意义

空气重介流化床干法分选技术是将流态化技术应用于煤炭干法分选领域的一种高效干选技术。它的特点是以气——固悬浮体作为分选介质,不同于目前选煤中普遍采用的以水作为介质。因此这项干法选煤新技术无论在国内还是在外国都具有广阔的应用前景。

1)缺水地区:如我国山西省和西北地区,该地区的煤炭储量占我国煤炭可采储量的三分之二以上,由于严重缺水,该地区煤炭无法采用现行耗水量大的跳汰、重介和浮选等湿法选煤方法来提高煤质。当前我国全国范围都存在水资源紧张、地下水位降低的趋势,为此这项空气重介干法选煤新技术对我国煤炭提高质量和合理利用具有普遍的现实意义。

2)可分选遇水易泥化的煤种:我国储量较大的褐煤和部分长焰煤、气煤等年轻煤种以及煤层顶底板为泥质页岩等岩层遇水易泥化,这些煤种也无法采用湿法分选以提高煤质,而采用干法分选就可解决这一难题。

3)严寒地区:我国东北、西北和北方地区每当严寒季节,洗选产品水分超过8%时,在运输中往往产生冻结不易卸车,而空气重介干法分选就不存在这一问题。

空气重介干法流化床选煤技术对节约能源、节约水资源和节约金属材料也具有重大意义。

①节约能源:该干式分选方法可根据市场需要供给各种粒级的不同灰分、硫分含量和低水含量的煤炭产品。这对煤炭能源的充分合理利用,提高煤炭产品热值,对路供应,将起到明显的节约效果。仅全国湿法分选已造成的煤泥年流失量就达 150 万吨。

②节约水资源:我国是一个水资源贫乏的国家,世界人均水量为 46000m^3 ,我国人均水量为 2614m^3 ,为前者的 $1/17$ 。尤其是我国西北地区缺水十分严重,人均水量仅 1300m^3 。一座年处理能力为 200 万吨的跳汰选煤厂每年至少需补充清水 40 万 m^3 ,循环用水 600~800 万 m^3 。而采用空气重介干式分选可以节省这部分水耗,对节约水资源效果是明显的。

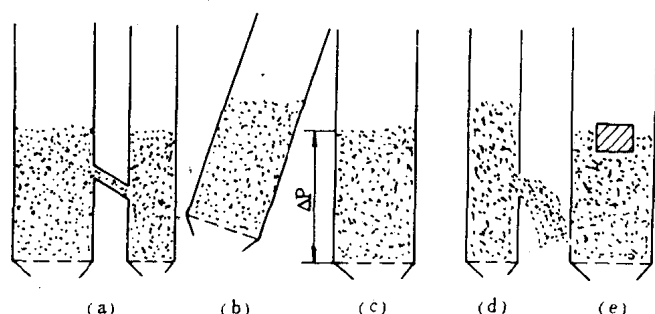
③节约金属材料、建设投资和生产成本:由于空气重介干式流化床选煤技术分选精度高、处理量大、分选成本低、工艺系统简单,因此,该技术所需的设备总重量、建设投资及生产成本费均为同厂型湿法选煤厂的 $1/2\sim 1/3$ 。

④防止环境污染:目前我国绝大部分选煤厂由于采用湿法分选方法,煤泥水排出厂外造成环境污染。有关资料表明,到 1986 年底选煤厂的排放煤泥水量近 8000 万吨,其中含煤超过 0.5g/l 标准的占一半,严重影响附近农田和水域的建设,而且也造成煤炭资源的损失。

二、气——固流化床的分选原理

1. 气——固流化床的似流体性质

完全流化后的气——固流化床,其气——固运动看起来很象沸腾的液体,并且在很多方面都呈现出类似液体的性质,如图 1 所示。



①两连通床层能自动调整至同一水平面

[图(a)];

②当容器倾斜,床层上表面仍保持水平

[图(b)];

③床层中任意两点压力差大致等于此两点间的床层静压头[图(c)];

④具有象液体一样的流动性,如容器壁开孔,颗粒将从孔口喷出[图(d)];

⑤小于床层密度的物体将浮于床面,并符合阿基米德定律[图(e)]。

图 1 气——固流化床的似流体性质

2. 气——固流化床的分选原理

如图 2 所示,上升气流通过分布板作用于固体颗粒静止床层,当上升气流流速逐渐增加,则床层压降也随之增加(如图 3 所示)。当上升气流流速达到床层起始流化速度(U_{mf})时(图 3 中流化特性曲线上 A 点),则压降为最高。

空气重介流化床分选原理就是运用气——固流化床的似流体性质,在流化床中形成一种具有一定密度的均匀稳定的气——固悬浮体。流化床的平均密度 $\bar{\rho}$:

$$\bar{\rho} = (1 - \varepsilon)\rho_s + \varepsilon\rho_f$$

式中: ρ_s —— 固体密度(g/cm^3); ρ_f —— 气体密度(g/cm^3); ε —— 床层空隙度(%)。

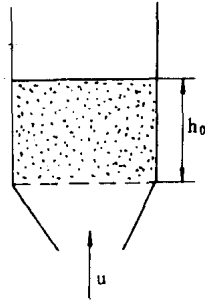


图2 上升气流通过分布板作用示意图

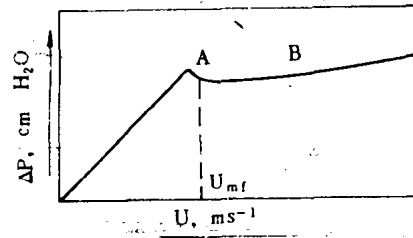


图3 流化特性曲线

三、实验装置

该实验装置是实验室进行气——固流态化基础理论研究的,着重于流态化原理应用于煤炭干法分选技术。在 $200 \times 150\text{mm}$ 和 $400 \times 400\text{mm}$ 流化床模型中运用传感器压差法、光导纤维法和 γ 射线法,进行了均匀稳定流化床的试验研究和初步的间断性模型分选试验研究,详细研究了影响流化床稳定性的各种因素。在理论研究和试验研究的基础上确定了流态化干法分选的最佳工艺参数,试验系统如图4所示。在此基础上还利用模拟示踪块和煤炭进一步详细研究了诸因素对物料分选效果的影响,对 $6 \sim 50\text{mm}$ 煤炭的间断分选,可能偏差 E_p 值为 $0.025 \sim 0.05$ 。

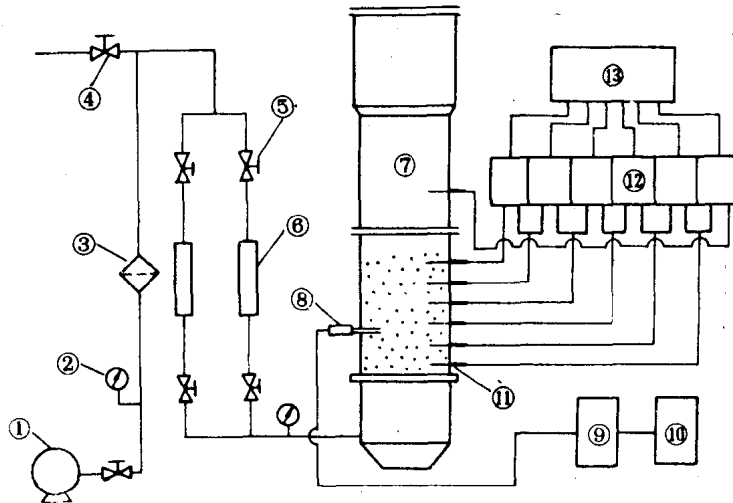


图4 实验室试验系统设备联系示意图

1—风机;2—压力表;3—过滤器;4—排气阀;5—流量调节阀;6—浮子流量计;7—流化床;8—光导探头;9—光源电源;10—定时积分表;11—压力探头;12—传感器;13—记录仪

为达到分选室中气——固流化床的均匀稳定,我们设计了开孔率大、布风均匀的布风板,该布风板可调节任意压降。较高的压降,可使上升气流通过布风板均匀地进入气——固流化床,以达到床层均匀稳定目的。图5是6种布风板在不同上升气流速度的作用下所产生的压降。第6种布风板的压降显然较其他布风板的压降为大。由于这种分选方法所需的空气流量较小,因此,适当加大

布风板压降是有利的。

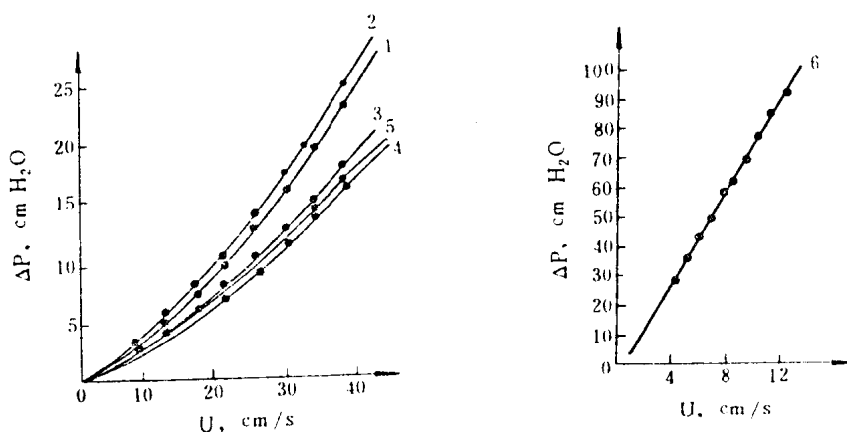


图5 布风板的压降

四、空气/磁铁矿粉流化床

用磁铁矿粉做为加重剂时,它的粒度组成有一定要求,原则上需要有一个窄的级别。

图6表示磁铁矿粉做为加重剂在上升气流作用下所形成的流化特性。图中a压降曲线表示磁铁矿粉在上升气流作用下起始流化所需的流化速度为4.8cm/s。在这一气流速度下,磁铁矿粉床层开始膨胀,其床层高度 H 开始增大(图6.b曲线),而床层的平均密度 $\bar{\rho}$ (图6.c曲线)减小。为适应实际生产的需要,该空气重介流化床密度在气流速度增至6.1~8.7cm/s的范围内仍保持在1.7g/cm³左右。

图7B表示,沿空气重介流化床高度(H_r)的平均密度($\bar{\rho}$)在不同上升气流(u)(4~7为不同气流速度下对应的 $\bar{\rho}$)作用下,保持在1.7g/cm³。

五、空气/磁铁矿粉/石英砂流化床

空气/磁铁矿粉流化床的平均密度 $\bar{\rho}$ 为1.7g/cm³。而在选煤生产中往往要求出较低灰分的精煤,这就需要降低空气重介流化床的平均密度 $\bar{\rho}$ 。为此,我们进行了空气/磁铁矿粉/石英砂混合流化床层的试验。混合床层的流化特性见图8。

图8.c表示流化床的压降曲线,它的起始流化速度仍为4.8cm/s。在这一气流速度下磁铁矿粉和石英砂混合的床层开始膨胀,其床层高度 H 开始增大(图8.b曲线),而混合床层的平均密度 $\bar{\rho}$ (图8.a曲线)开始减小。当上升气流速度超过起始流化速度 U_{mf} 时,空气重介流化床的平均密度 $\bar{\rho}$ 在1.45g/cm³(图8.a和图7A)。图7A中曲线1、2的气流速度未达到起始流化速度(U_{mf}),因此,床层紧密,未形成流态化。

六、密度示踪块的分选

为直观地考察空气重介流化床对不同密度物料的分选效果,并且节省浮沉筛分试验的时间,我们研制了密度为1.3~2.0g/cm³、密度间隔为0.05g/cm³的有机玻璃配以铜粉的密度示踪块。密度示踪块的直径为25,13和6mm。

采用空气/磁铁矿粉/石英砂混合的流化床,其平均密度为1.44g/cm³,流化床的直径为100mm,气流速度为6.94cm/s,流化床高度为19.6cm。试验结果列入表1。

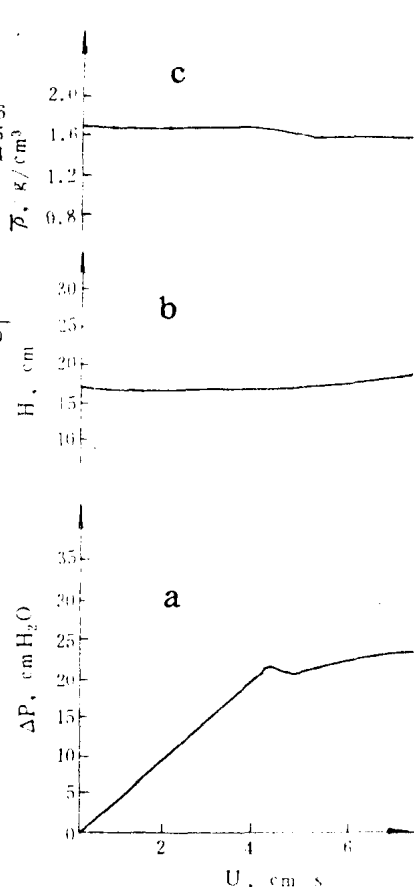
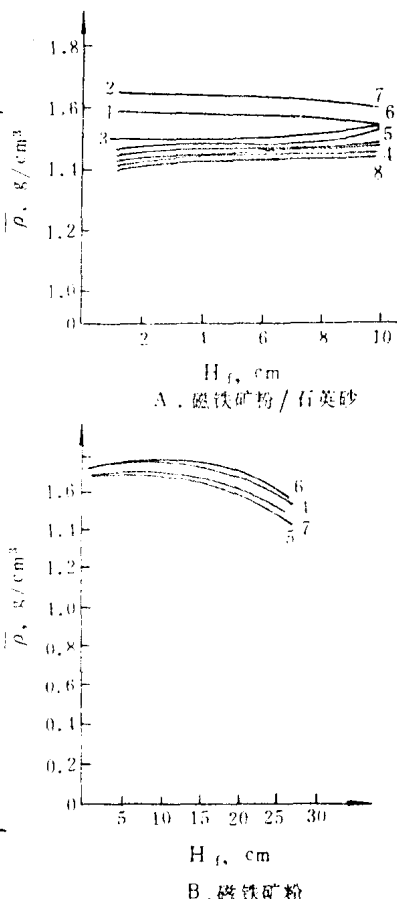
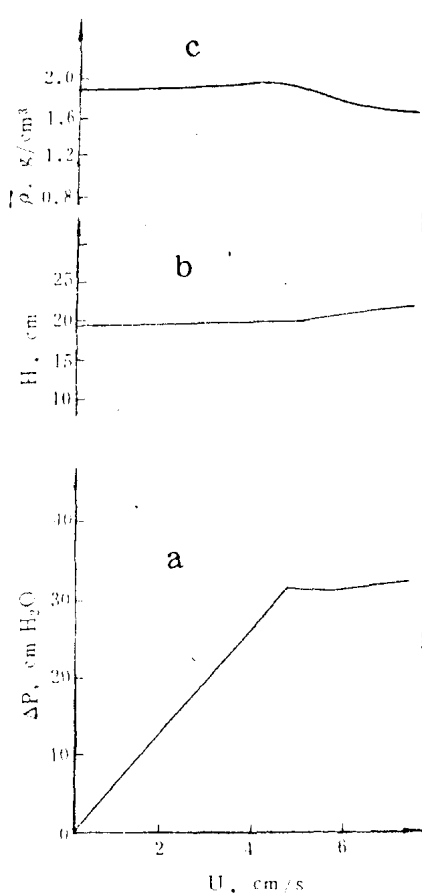


图6 磁铁矿粉床层的流化特性

图7 床层的密度分布

图8 磁铁矿粉/石英砂混合床层的流化特性

表1 密度示踪块分选试验结果

示踪块密度 g/cm ³	沉降深度 cm
1.40	0
1.42	0
1.60	18.0
1.76	18.8
2.10	18.4

从表1可知,不同密度的示踪块在流化床中所处的深度和它的密度成正比。密度为2.1g/cm³的示踪块位于18.4cm的深处,这可能是由于分选室较小,示踪块堆积所造成。

七、13~25mm 原煤在实验室型 150×200mm 空气重介流化床中的分选

流化床的密度用传感器压差法和光导纤维法测定。13~25mm 原煤分别送入 150×200mm 空气重介流化床分选。图9为实验室型 150×

200mm 空气重介流化床间断分选 13~25mm 级煤的分配曲线。表2列出其分选的条件和结果。

实验室模型试验是为半工业性试验提供基础工艺参数。我们在基础研究工作中,详细地考察了加重剂的粒度分布、加重剂的制备和不同加重剂的匹配、流化气体分布器、床层高度、内部构件、气体流化速度等各种因素,着重就流化床层的密度分布均匀性、稳定性、气泡大小、床面波动状况、床层中的粒度分布等进行了综合测定。研究结果表明以上各因素对流化床层的均匀性和稳定性都有着不同程度的影响,研究结果取得了各项合理的工艺参数。

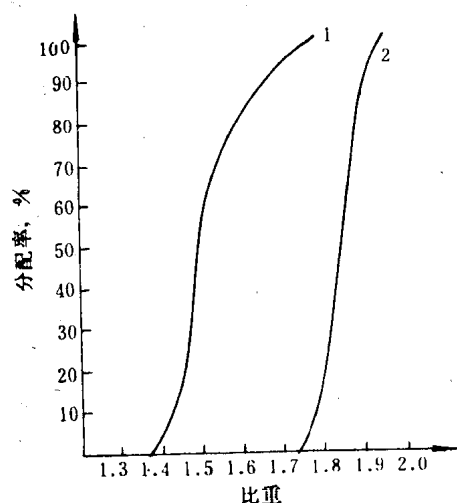


图 9 150×200mm 空气重介流化床选煤结果

150×200mm 空气重介流

表 2 化床间断分选条件和结果

项目	单位	曲线 1	曲线 2
入料粒度	mm	13~25	13~25
入料灰分	%	20.21	20.21
选后精煤灰分	%	7.66	9.29
选后尾煤灰分	%	59.66	70.15
气流速度	cm/s	10	14
分选效率 E_p 值		0.045	0.03

八、5~10t/h 空气重介半工业性分选设备和系统的试验研究

在实验室模型试验取得预期结果的基础上,我们设计了 5~10t/h 的空气重介流化床分选机,示意图如图 10 所示,该机主要由空气室、气体分布室、分选室、刮板输送装置等几部分组成。

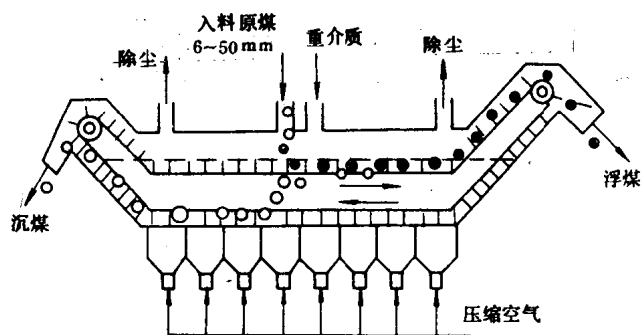


图 10 5~10t/h 空气重介流化床分选机示意图

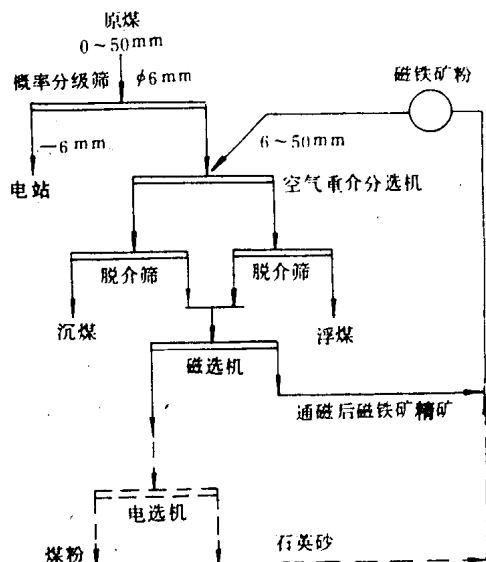


图 11 5~10t/h 空气重介半工业性试验工艺流程图

物料在分选机中的分选过程是:经筛分后的煤炭(6~50mm)送入空气重介流化床,来自风包的有压气体经空气室的底部均匀通过气体布风室,使重介质发生流化作用,在一定的工艺条件下形成具有一定密度的比较均匀稳定的流化气——固悬浮体,煤炭在此悬浮体中按密度分层,轻物悬浮,重物沉降,分层后的轻物和重物分别由刮板输送装置逆向输送,悬浮的轻产物如精煤从左端排料口排出,重产物如矸石从右端排料口排出。

在设计分选机的同时,进行了配套工艺系统的设计、辅助设备的选型和试验场的建设。半工业性试验系统主要由原煤准备、煤炭分选、介质回收和处理以及供风系统和空气的净化系统等几部分组成,系统工艺流程如图 11 所示。

原煤准备部分是采用概率分级筛实验室的现有厂房设备,将原煤筛分成 0~6mm 和 6~50mm。6~50mm 原煤供给空气重介分选厂房。5~10t/h 空气重介干式分选系统主要技术经济指标和主要结构参数见表 3。

表 3 主要技术经济指标和结构参数

处理能力		t/h	5~10
分选效率		E _P	0.05~0.1
入选煤炭粒度		mm	6~50
入选煤炭水分		%	~6
入选吨原煤耗电量		kWh/t	0.42
入选吨原煤耗水量		m ³ /t	0
分 选 机	有效宽度	mm	300
	有效长度	mm	5500
	床层高度	mm	200~350
	外形尺寸(长×宽×高)	mm	7217×512×1596
	机重(不包括电机)	kg	3900

我们对 5~10t/h 半工业性分选机进行了各项试验研究,如气体流速、床层密度分布、处理能力与链速的匹配、给料方式及煤炭分选效果等。并在试验过程中对分选机进行了部分改造,使其满足分选工艺的要求。

我们首先采用密度示踪块进行探索性分选试验,在探索性试验基础上进一步采用徐州矿务局权台煤矿的原煤在不同处理能力下考察分选机的分选效果。表 4

列出了处理能力为 6.50t/h 的原煤和产品的浮沉组成。

表 4 处理能力 6.5t/h 的原煤和产品浮沉组成

比重级	精煤浮沉组成			矸石浮沉组成			计算原煤		分配率 %
	占本级 %	占原煤 %	灰 分 %	占本级 %	占原煤 %	灰 分 %	产 率 %	灰 分 %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-1.50	91.74	79.03	10.73	0.36	0.05	24.51	79.13	10.74	0.06
1.50~1.60	7.22	6.23	32.05	8.04	1.11	32.68	7.34	32.15	15.12
1.60~1.70	0.55	0.47	36.05	4.20	0.58	38.36	1.05	37.41	55.24
1.70~1.80	0.08	0.07	44.86	2.97	0.41	42.77	0.48	43.04	85.42
1.80~1.90	0.12	0.10	46.18	9.06	1.25	49.95	1.35	49.67	92.59
+1.90	0.29	0.25	87.52	75.37	10.40	88.24	10.65	88.22	97.65
合计	100.00	86.20	12.70	100.00	13.80	75.62	100.00	21.48	

图 12 表示根据处理能力为 6.5t/h 的分选结果所得出的分配曲线,分选密度为 1.64g/cm³,分选效率 E_p 值为 0.06。表 5 列出处理能力为 6.5t/h 的分选试验条件。

九、结论

- 1. 试验研究表明,空气重介干式流化床分选技术是一项高效的干法分选方法,可以有效地分选 6~50mm 级煤炭,分选指标 E_p 可达 0.05~0.09,完全可以与目前的湿法跳汰分选方法相媲美。
- 2. 大大简化了选煤系统,省去了复杂而且耗资很大的煤泥水处理工艺;工程投资和吨煤加工费

用可为目前湿法分选的三分之一,并为我国广大的缺水地区及易泥化煤的分选开辟了一条有效的途径,将产生巨大的企业和社会经济效益,因此它具有广阔的工业应用前景。

表 5 处理能力为 6.5t/h 的分选试验条件

项目	单 位	数值
入料粒度	mm	50~6
处理能力	t/h	6.50
入料灰分	%	21.52
选后精煤灰分	%	12.70
选后尾煤灰分	%	76.62
气流速度	cm/s	11.78
气体压力	kg/cm ²	0.16
床层高度	mm	350
分选效率 E_p 值		0.06
分选密度 δ_p	g/cm ³	1.64

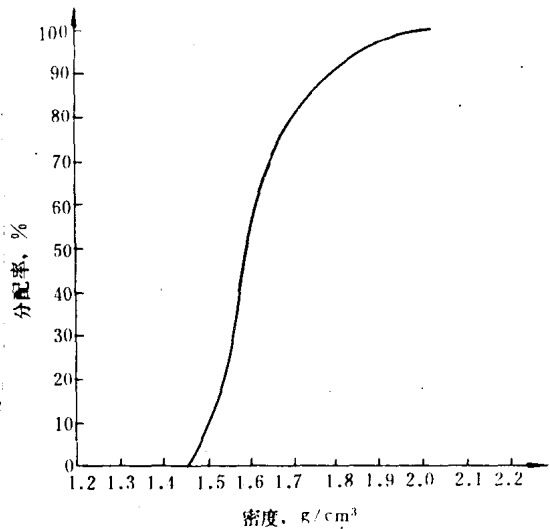


图 12 处理能力为 6.5t/h 的分配曲线

3. 分选密度调节范围宽,可在 1~2g/cm³之间任意调节,故可适应不同煤炭质量的要求,并可获得低灰精煤。

4. 空气重介流化床干式分选机及整个工艺系统和半工业性试验的成功,为进一步的工业性分选机和工业性生产系统的设计和研制以及系列化工程奠定了坚实的基础,提供了最佳工艺参数和可靠的试验数据。

参 考 文 献

[1] 陈清如,空气重介选煤技术,矿业科技情况,中国矿业学院科技情报室,1983. 3.

[2] 陈清如等,干式流化床选煤技术,第四届全国流态化会议论文集,中国科学院主办,1987. 4. 于兰州

[3] Т. Г. Хоменко и др, Технология обогащения углей, издательство "Недра", стр. 137.

[4] M. W. Mikhail and S. G. Butcher, Novel Techniques Applied to the Beneficiation of Western Canadian Coals, IX International Coal Preparation Congress, New Delhi, 1982.

[5] J. W. Leonard, Coal Preparation, 4th Edition. 1979. p. 7~9

[6] Chen Qingru, Dry Cleaning of Coal With Air Fluidized Dense Media. Fluidization' 88 Science and Technology Conference Papers, Third China—Japan Symposium, Science Press, Beijing, China, 1988. 9.

从跳汰分层过程分析分配曲线的物理基础

▲唐山分院选煤所 陈 迹

摘 要

过去对分配曲线的研究多侧重于寻找描述其形态与功能的数学形式,因它形似正态累计曲线而引起许多误解和似是而非的认识。

本文从跳汰过程的物料分层机理、颗粒运动统计规律和工艺操作参数等方面论证了分配曲线形成和形态的物理基础,提出一些新认识,更新一些旧概念。

分配曲线于 30 年代问世后立即受到广泛重视,半个世纪来对它的研究兴趣一直长盛不衰。由于分配曲线形似随机变量中的正态累计曲线,而又或多或少地偏离正态规律,这就将人们的注意力引向猜度它究竟符合何种形式的正态函数,以致未对分配曲线的物理基础进行研究。然而真正能表征事物本质的数学物理方程中,数学形式必须能恰当地描述物理规律。过去对分配曲线的研究正因为脱离了物理基础,停留在数学表现形式上,所以始终未找到确切的答案,反而导致许多误解,出现了不少错误看法。

图 1 是跳汰床层柱状图。它表明了跳汰物料分层后的实际状态。虽然自上而下的基本规律是按密度增高的顺序堆积,但任何水平层都是以某一密度级为主,并与其他密度级的掺杂,而且是密度越接近主密度级的粒群混杂越多。产生这种现象的原因是每个密度级既向同一水平层靠拢,又向邻层离散。

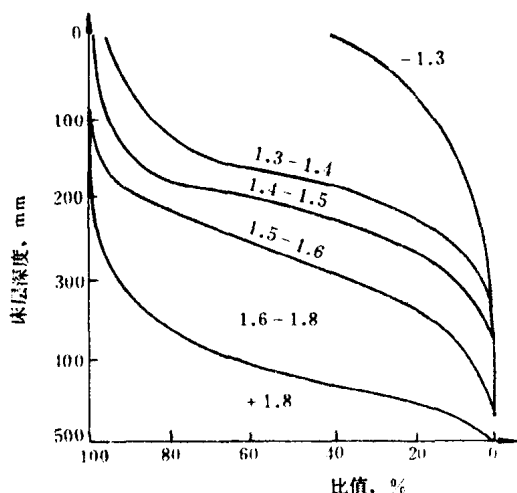


图 1 各密度粒群所占床层的比值

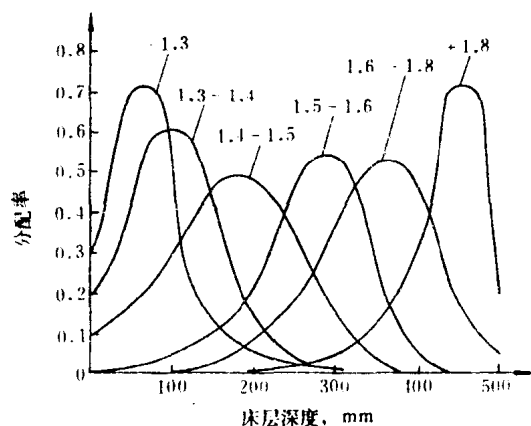


图 2 各密度级在床层中的分布状态

图 2 是各密度级在跳汰床层中密集和离散的实际分布状态。它们都是形似正态密度函数曲线的偏态分布。虽然用粗糙的检验方法,如尤皮罗—威尔克法,判断时有些可以归入正态密度函数,但用较细致的方法判断时,其峰态或偏态值一般都偏离正态密度分布函数。更不象过去认为的那样,各密度级的标准离差相同,而是各密度级的峰态和偏态值都是各不相同的。

出现上述情况的原因是,在跳汰过程中颗粒的运动与去向要受物料按颗粒压强分层的机理、随

机变量的统计规律和分选过程工艺条件等多方面因素的制约。

首先,重选物料分层受颗粒和粒群悬浮体等物理性质的制约。它们共同作用的结果,使每个颗粒具有各自的压力强度。压强不同的颗粒之间存在着力差,促成其相对运动,各自向与其压强相同的粒群靠拢。压强相同的颗粒之间因无力差,相对平衡,聚集到一起,形成等压强颗粒。图1的每个水平层都是等压强颗粒层,它以某一密度为主。其他颗粒可能密度不同,但由于粒度、形状和运动姿态的作用而具有相同的压力强度,也聚拢于该层。按颗粒压强分层的结果,形成如下的明显规律:

1. 同密度粒群自上而下粒度渐粗;
2. 同粒度粒群自上而下密度升高;
3. 每个水平层(即等压强颗粒层)中越细的颗粒密度越高。

上述规律表明,重选物料按颗粒压强分层的机理,确定着每个颗粒的原则动向和基本位置。

其次,重选物料是由无数个物理性质(密度、粒度和形状等)不同的颗粒所组成。在运动过程中它们的运动姿态、速度和加速度等又是随时变化的。而且每个颗粒的任何变化对整体是无关重要的,所以物料分层过程是大量现象,每个颗粒的动向是随机事件。如果将全部物料分成无数个同性粒群(如密度、粒度和形状相同)时,每个同性粒群在跳汰床层中的分布都应符合正态密度分布函数规律,即都应是正态分布。但图2表明事实并非如此,而是偏态分布。另外,这种偏态性绝非个别的偶然现象,是一种普遍规律。估计可能有目前尚未认识到的某种系统因素作用于它。

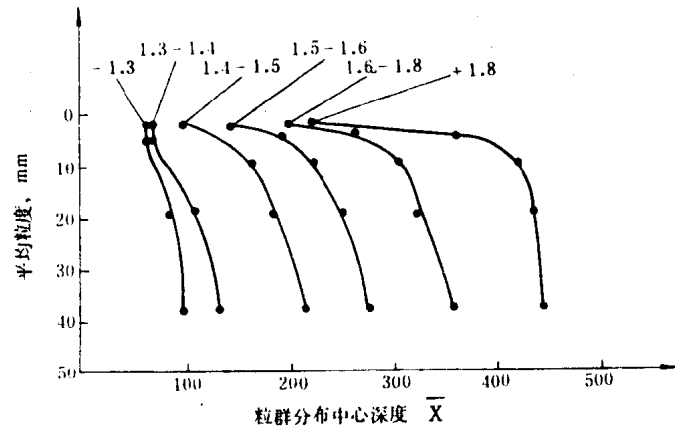


图3 同一密度各粒级的分布中心

向于含量大的一端,如图3所示。

另外,在工业条件下采取的床层样表明,各同性粒群在床层中的离散度也是不同的,如图4所示。

粒度为50~25和25~13mm两级密度越高离散度反而减小,其余各粒度级都随着密度的上升而急剧增大,而且是粒度越细离散度变化越大。图5表明各密度级中粒度越细的同性粒群离散度越大,而且是密度越高的粒群离散度越大。

在上述各规律的联合作用下,使床层分布的自然形态具有如图6的特点,都是偏态分布。即同密度各粒级的综合曲线必然带有各粒级作用的明显痕迹。这组曲线如实地反映出各密度级粒群在床层中的分布实况。曲线顶峰是每个密度级最集中的分布中心,它与某个中间粒级重合。以它为界,床层越靠上,粒度越细,离散度也越大,因此曲线越坡;床层越靠下,则粒度越粗,曲线也越陡。虽然各密度级所含细分浮沉组成对曲线形态也有作用,但不影响曲线的偏态性。

影响曲线形态的第三个因素是跳汰过程的工艺条件。洗水对物料的吸吸作用是跳汰过程所独

例如,从重选物料按颗粒压强分层的机理中可以看出,每个密度级还可以细分成若干个分密度级(如将1.3—1.4密度级细分成1.31,1.32……1.39)。它们与粗分密度级一样,其分布中心并不集中在同一水平面上。另外,每个密度级都包含许多粒度级,而各粒度级的分布中心也不在同一水平面上。因此每个密度级的分布中心实质上是各细分密度和各粒度级分布中心的重心。可见每个密度级的分布中心决定于它的细分浮沉组成和粒度组成,不一定位于中心点,而偏