

国家专业技术人才知识更新工程 (“653工程”)
煤炭行业煤炭洁净利用及矿区环保领域培训教材 (第1册)

高效选煤新技术与新设备 1

领域主编：赵跃民 刘炯天 杜铭华

本册主编：周少雷 王 宏 刘 峰 李明辉

GAOXIAO XUANMEI XINJISHU YU XINSHEBEI

国家“十一五”重大人才培养工程
国家人事部直接组织领导
中国煤炭工业协会全面负责实施
国家人事部统一颁发培训证书

国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)
煤炭行业煤炭洁净利用及矿区环保领域培训教材

高效选煤新技术与新设备 (1)

领域主编： 赵跃民 刘炯天 杜铭华
本册主编： 周少雷 王 宏 刘 峰 李明辉

中国矿业大学出版社

内 容 简 介

教材第一编为选煤新理论、新工艺和新技术,介绍了当今选煤技术与理论的最新研究成果和发展趋势。第二编为选煤新设备,分别介绍了分选、破碎、筛分、脱水等选煤主要工序的新设备情况,包括工作原理、结构特点、安装与调试、操作要点及故障处理等内容。第三编为选煤技术标准和规范。该编对选煤厂安全规程及煤炭洗选规程设计规范进行了解释,并提供了与选煤设计与生产相关的最新标准和规范。本教材内容系统翔实丰富,适合选煤行业的设计、生产及技术管理人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

高效选煤新技术与新设备/周少雷等主编. —徐州:中国矿业大学出版社, 2008. 6

国家专业技术人才知识更新工程(“653”工程)培训教材

ISBN 978 - 7 - 81107 - 876 - 3

I. 高… II. 周… III. ①选煤—新技术—技术培训—教材②选煤—选矿机械—技术培训—教材 IV. TD94 TD45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 095359 号

书 名 高效选煤新技术与新设备

本册主编 周少雷 王 宏 刘 峰 李明辉

责任编辑 吴学兵 周 丽

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 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 江苏淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 890×1240 1/32 印张 35.5 字数 988 千字

版次印次 2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

定 价 106.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)

煤炭行业培训教材编审委员会

顾 问：王显政 濮洪九

主 任：路德信

副主任：姜智敏 孙之鹏 胡省三

钱鸣高 宋振骥 张铁岗

葛世荣 乔建永

委 员：(以姓氏笔画为序)

马念杰 王金力 王金华

王虹桥 卢鉴章 叶醒狮

刘 峰 刘文生 刘炯天

孙继平 陈 奇 杜铭华

宋学锋 宋秋爽 张玉卓

张贤友 周 英 周心权

赵阳升 赵跃民 赵衡山

钟亚平 段绪华 都基安

袁 亮 徐水师 黄福昌

常心坦 彭苏萍 遇华仁

缪协兴 濮 津

国家专业技术人员知识更新工程(“653 工程”)
煤炭行业煤炭洁净利用及矿区环保领域
培训教材编审委员会

顾 问：路德信

主 任：孙之鹏 赵跃民 刘炯天 杜铭华

委 员：(以姓氏笔画为序)

王 宏 王永刚 王虹桥 任瑞晨

刘 峰 李明辉 沈丽娟 金嘉璐

周少雷 徐志强 高 亮 韩宝平

《高效选煤新技术与新设备》

编写人员

领域主编：	赵跃民	刘炯天	杜铭华	
本册主编：	周少雷	王宏	刘峰	李明辉
本册编者：	张殿增	曾琳	赵树彦	曹鹰
	顾少雄	程鹏飞	李功民	杨俊利
	谢美华	杨健	刘春玉	李太友
	姜桂廷	白松浩	赵宗成	宋俊忠
	张明旭	杨康	付晓恒	程宏志
	邓晓阳	刘珊	石燕峰	段建忠
	吕一波	史晓晖	张俊江	潘永泰
	李山文	王兆身	殷海宁	姚裕文
	陶有俊	沈丽娟		

序

加快人才培养,是建设创新型国家、强国兴业的重要举措。《中共中央、国务院关于进一步加强对人才工作的决定》为加强专业技术人才队伍建设指明了方向,明确了工作重点和政策措施。人事部决定“十一五”期间,在关系我国经济社会发展和科技创新的一些重要行业领域实施专业技术人才知识更新工程(即“653工程”),开展大规模示范性继续教育活动,加快建立健全我国继续教育的工作体系、制度体系和服务体系,大力推动专业技术人员培养工作的深入开展。“653工程”已被列入国家“十一五”发展规划,是国家实施专业技术队伍建设的一项重大人才培养工程。煤炭行业“653工程”是国家“653工程”的重要组成部分,是煤炭行业专业技术人才继续教育工作的示范工程,该工程的全面启动必将有力带动和促进煤炭工业人才培养工作的进程。

煤炭工业是我国的基础产业。发展振兴煤炭工业,人才队伍建设是关键。实施大基地、大集团战略,推进节约发展、清洁发展、安全发展,实现可持续发展,必须以强有力的专业技术队伍作保证。当前,煤炭工业已进入新的历史发展机遇期,但同时又面临着煤炭主体专业人才匮乏、知识更新滞后的严峻挑战。推进实施“653工程”旨在拓展煤矿专业人才培养的广阔空间。根据《煤炭行业专业技术人才知识更新工程(“653工程”)实施办法》,“十一五”期间每年将为110家国有大型煤炭企业培训1万名左右的高级专业技术人才,为5000多家规模以上煤炭企业培训3万名左右的中高级专业技术人才,五年全国煤炭行业将培训20万名左右。国家人事部委托中国煤炭工业协会全面负责煤炭行业“653工程”的组织实施工作,实行统一组织、统一规划、统一教学大纲、统一发证和归口管理、分级实施、

分类指导,创造性地推进“科教兴煤”战略,全面提升煤炭行业专业技术人才队伍素质,从而为煤炭工业的全面、协调和可持续发展提供强大的人才保障和智力支持。

为适应煤炭行业实施“653 工程”的需要,我们组织全国有关专家学者编写了《国家专业技术人员知识更新工程(“653 工程”)煤炭行业培训教材》,这一教材具有以下三个突出特点:

第一,突出重点专业领域,培训内容丰富。煤炭行业“653 工程”专家指导委员会根据煤矿实际需要,立足当前、着眼长远,选定的煤矿专业领域和培训内容都是煤炭行业和企业所必需的。包括采煤工程、煤矿安全、煤矿机电、煤田地质与测绘、煤炭洁净利用及矿区环保这五个重点专业领域,以及高效高回收率采煤方法与技术等 34 个专业培训方向,全面反映煤炭工业的科技发展趋势。培训教材突出新理论、新知识、新装备、新技术、新方法、新工艺、新材料、新标准、新法规、新政策和新问题等内容,涵盖煤炭行业专业技术人员知识更新的重点,具有很强的针对性。

第二,体现学术权威,保证培训质量。顺利、高效地实施“653 工程”,搞好专业技术人员培训,教材编写质量和所体现的学术水平必须得到切实的保证。为此,实行了首席专家负责制,从全国煤炭行业的高等院校、科研院所和煤炭企业推选出一百余名在各自学术研究领域颇有建树和创新的业内知名专家,领衔编写这套培训教材,集中了院校、科研机构和企业多年来理论与实践的丰硕成果,包含了专业基础知识、理论系统讲解,也集锦了一些极具参考价值的典型应用案例。这是建国以来我国煤炭行业在专业技术人员继续教育方面一次规模最大、最为全面的新知识展示,是提高全行业专业技术人员技术水平的一批好教材。

第三,培训方向明确,教材实用性强。根据不同的专业培训对象,立足矿山,站在世界煤炭工业科技发展前沿,针对我国“十一五”煤炭科技发展的需求,广泛吸纳新知识、新技术和新信息,坚持理论与实践相结合、理论知识与案例分析相结合,把专业技术知识内容进

行科学分解,编写成34个分册,既系统成书又独立成册,便于不同领域内的工程技术人员各取所学、研读提高。因此,本套教材既是优秀的培训教科书,也是一套煤炭专业技术人员实际工作中必备的工具书。

我衷心希望这套凝聚着煤炭行业专家学者智慧与心血的教材,能够在实际教学培训中发挥应有的重要作用;同时也希望广大基层专业技术人员通过认真学习、刻苦钻研,不断提高理论水平和实际应用能力,为加快建设新型、现代化煤炭工业做出积极的贡献。

王显政

二〇〇七年十月八日

前 言

“653 工程”是国家“十一五”300 万中高级专业技术人员知识更新的重点工程,由国家人事部直接组织领导并统一颁发培训证书。中国煤炭工业协会受国家人事部委托,面向采煤工程、煤矿安全、煤矿机电、煤田地质与测绘、煤炭洁净利用及矿区环保等五个重点领域,对煤炭行业 20 万名中高级专业技术人员进行知识更新培训。

该项目组织编写的教材将发放给 110 家国有大型煤炭企业和 5 000 多家规模以上煤炭企业的所有领导和高级专业技术人员,数十万专业技术人员和经营管理人员将使用该教材。

为搞好选煤技术人员知识更新培训,受中国煤炭工业协会人事培训部和全国煤炭行业“653 工程”办公室的委托,中国煤炭工业协会选煤分会在“653 工程”煤炭洁净利用领域首席专家赵跃民、刘炯天、杜铭华的指导下,组织了中国矿业大学、煤炭科学研究总院唐山研究院、中国煤炭工业协会选煤专业委员会、中国煤炭建设协会勘察设计委员会、煤炭工业规划设计院、大地工程开发有限公司、唐山神州机械有限公司、澳大利亚申克公司等几十个单位上百名专家编写了本部教材,主要包括选煤新理论、新工艺和新技术(第一编),新设备(第二编),新标准和新规范(第三编),供培训机构技术培训时选用。借此向参加编写工作的各单位和企业、各位专家和领导表示感谢!

能源是人类社会进步和经济发展的主要物质基础,与人们的日常生活更是密不可分。在环境清洁的条件下,保证可靠的能源供应以达到经济增长的目标是中国乃至世界 21 世纪发展必须面对的重大挑战。

煤炭洁净利用技术是我国解决未来能源需求的必然选择,为此,中共中央“十一五”规划建议提出了能源产业要坚持节约优先、立足

国内、煤为基础、多元发展,构筑稳定、经济、清洁的能源供应体系的能源战略。所以,作为煤炭洁净利用产业基础的洗选加工业在煤炭工业的可持续发展中就显得更加重要。

我国选煤工业在“十五”期间取得了很大的发展,同时也存在着如下制约我国选煤工业健康发展的问題。

入选比例低。2005年我国煤炭工业入选比例为32.1%,2006年为33.8%,而全世界原煤平均入选比例在50%,一些发达国家则大大高于这一比例。我国煤炭工业入选比例同世界主要产煤国家相比差距较大,且发展不平衡。国有重点煤矿原煤入选比例相对较高,地方煤矿尤其是乡镇煤矿入选比例不到20%,其余有80%仍卖原煤。从煤种来看,炼焦煤入选比例高,动力煤入选比例低。

产品质量差。我国炼焦煤灰分平均为9.5%,比美国、日本高2~2.5个百分点;比俄罗斯高1.5个百分点。全国商品煤灰分平均在20.5%左右,特别是发电用煤灰分,我国为25%~28%,而美国只有9.5%,因而导致我国工业产品单位能耗比其他国家高得多。

单厂规模小。我国虽然建设了一批规模大、设备先进的选煤厂,但大部分还是技术装备落后的中、小型选煤厂,选煤工艺缺乏灵活性,产品质量、品种难以满足市场要求。

设备可靠性低。我国分选设备制造厂规模小、数量多,分散且自主创新能力差,可靠性低,设备可靠性只有70%,自动化程度不足20%;分选效率比主要产煤国家低7~8个百分点。大型选煤设备主要依靠进口或外资企业供应,不能满足我国选煤厂建设和生产的需要。

副产品利用率低。随着入选煤量的增加,选煤厂的副产品如中煤、煤泥、煤矸石等排出量也大幅度增加。东北、西北、山西、内蒙古等地的选煤厂大部分没有配套建设劣质煤电厂、矸石砖厂等,没有按要求对副产品进行有效利用,既浪费资源又污染环境。

政策不配套。我国现有政策法规不能很好地推动选煤工业的发展,环保、节能、质量意识差。不少人认为炼焦煤必须分选,动力煤不

选一样用,对动力煤入选,特别是电煤入选缺少一套完整的鼓励、推动发展的财税政策。

根据《煤炭工业发展“十一五”规划》,“十一五”期间,煤炭生产和消费量将增加至 25 亿 t,2020 年可能达到 30 亿 t。为了有效利用煤炭资源,减少燃煤对大气的污染,缓解煤炭铁路运力紧张的局面,满足煤炭转化替代石油、煤化工工业及洁净煤技术的要求,必须大力发展选煤工业,因此,选煤工业具有广阔的市场前景。今后,扩大动力煤分选,提高电煤及商品煤的质量,节能降耗,保护环境,是选煤工业发展的重点。

《煤炭工业发展“十一五”规划》明确了我国选煤工业的奋斗目标为:“十一五”期末,全国煤炭洗选加工总量,原煤入选量 12.5 亿 t~13 亿 t,入选比例达到 50%以上,比 2005 年提高 17.9 个百分点,选出炼焦精煤 2.5 亿 t~3.0 亿 t。选出动力煤 5 亿 t 左右,其中洗电煤 3 亿 t 左右。高炉喷吹用煤 5 000 万 t。到 2010 年,我国大中型选煤厂争取全部实现高度集中控制,90%洗水达到闭路循环;重介质选煤工艺达到 50%;全员工效:炼焦煤选煤厂达到 100 t/工以上,动力煤选煤厂达到 200 t/工。

因此,我国的选煤工业发展任重而道远,完成以上目标需要广大选煤工作者去共同奋斗,在此衷心希望这部教材能为选煤技术人员知识更新提供帮助,为祖国的选煤事业做出贡献。

编者

2007 年 12 月

目 录

序	1
---------	---

前言	1
----------	---

第一编 选煤新理论、新工艺和新技术

第一章 重介质旋流器选煤技术的研究与发展	3
第一节 重介质旋流器的发展简况	3
第二节 面向生产的重介质旋流器理论研究	14
第三节 重介质旋流器选煤工艺与生产实践	23
第四节 耐磨材料的研究与应用	29
第五节 展望	30
第二章 跳汰选煤技术的研究与发展	32
第一节 跳汰分选机理的研究	32
第二节 跳汰机类型简介	34
第三节 空气脉动跳汰机	35
第四节 跳汰选煤的发展应用前景	44
第三章 流膜分选技术研究与应用进展	46
第一节 概述	46
第二节 斜面流膜分选技术和设备	47
第三节 旋转流膜分选技术及设备	49

第四节 结论	55
第四章 浮选理论研究与发展趋势	56
第一节 浮选基础理论	56
第二节 煤炭浮选药剂	72
第三节 起泡剂	84
第四节 煤炭浮选工艺	92
第五节 人工煤样的生物—浮选法脱硫研究	104
第六节 选煤厂细粒煤分选新工艺探讨	113
第七节 我国选煤用机械搅拌式浮选机的新进展	120
第五章 干法选煤技术的发展应用	130
第一节 概述	130
第二节 干法选煤的主要优点	131
第三节 FX 型、FGX 型干选机的工作原理	132
第四节 FX 型、FGX 型干选机的分选过程	134
第五节 FX 型、FGX 型干选机的常用工艺流程	136
第六节 干法选煤的发展趋势	137
第六章 浓缩机技术理论及设备发展	138
第一节 浓缩机理论的发展进程	138
第二节 国内外浓缩机设备发展进程	142
第三节 不同类型浓缩机结构及特点	143
第四节 结论	148
第七章 煤炭的深度物理加工和超净煤的制备	150
第一节 概述	150
第二节 超净煤的制备	151
第三节 深度加工降低主焦煤的灰分	161

第四节 结 论	171
第八章 模块化选煤厂	172
第九章 “1+1”炼焦煤选煤厂模式创新工艺	182
第十章 选煤厂控制系统	198
第一节 概 述	198
第二节 选煤厂控制系统及功能	205
第三节 跳汰机电控装置	231
第四节 应用范例	239
第十一章 选煤生产过程检测技术	245
第一节 同位素密度计	246
第二节 磁性物含量计	248
第三节 膜盒式液位计	250
第四节 电磁量计	252

第二编 选煤新设备

第一章 分选设备	257
第一节 跳汰机	257
第二节 重介质旋流器	287
第三节 彼德斯重介质浅槽分选机	324
第四节 浮选设备	336
第五节 干扰床分选机	420
第六节 克莱博斯螺旋分选机	427
第七节 干法分选机	437

第二章 破碎设备	462
第一节 低速筛分破碎机.....	462
第二节 SSC 系列超大处理能力分级破碎机	469
第三章 筛分设备	478
第一节 申克公司筛分机.....	478
第二节 德国优斯特跃狮筛分机.....	509
第三节 鞍山重型筛分机.....	535
第四章 脱水设备	639
第一节 离心脱水机.....	639
第二节 加压过滤机.....	653
第三节 压滤机.....	675
第五章 其他设备	695
第一节 艺利磁选机.....	695
第二节 渣浆泵.....	706
第三节 装车站.....	767
第四节 耐磨管道.....	781

第三编 选煤技术标准和规范

第一章 《选煤厂安全规程》解释	809
第二章 《煤炭洗选工程设计规范》解释	826
第一节 综述.....	826
第二节 《煤炭洗选工程设计规范》条文说明.....	860

附录 选煤新标准和新规范

附录一	选煤厂技术检查·····	907
附录二	煤炭可选性评定方法·····	934
附录三	煤炭浮沉试验方法·····	939
附录四	煤粉浮沉试验方法·····	950
附录五	煤粉(泥)实验室单元浮选试验方法标准·····	957
附录六	选煤厂—煤伴生矿物泥化程度测定·····	974
附录七	煤粉筛分试验方法·····	987
附录八	煤用筛分设备工艺性能评定方法·····	991
附录九	煤用分级破碎机·····	1008
附录十	煤用重选设备工艺性能评定方法·····	1015
附录十一	煤用重选设备分选下限评定方法(Ⅰ)·····	1038
附录十二	煤用有压给料三产品重介质旋流器·····	1045
附录十三	选煤用磁铁矿粉试验方法·····	1054
附录十四	选煤厂浮选工艺效果评定方法·····	1071
附录十五	煤炭脱硫工艺效果评定方法·····	1073
附录十六	选煤用絮凝剂性能试验方法·····	1075
附录十七	选煤厂浓缩设备工艺效果评定方法·····	1086
附录十八	选煤厂—脱水设备工艺效果评定方法·····	1089
参考文献	·····	1093