

国家“十一五”重大工程出版规划图书
中国煤炭科学技术全书

煤炭洗选加工 实用技术

主编 王 宏 李明辉 曾 琳 李功民

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

煤炭洗选加工实用技术

主编 王 宏 李明辉 曾 琳 李功民

昆明理工大学图书馆
呈贡校区
中文藏书章



03002039645

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

《煤炭洗选加工实用技术》适用于选煤行业的设计、生产及技术管理人员使用。全书共分为5个部分,第一篇为选煤新理论、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;第二篇为选煤新设备,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;第三篇为选煤厂生产调试案例,精选了有代表性的4个选煤厂的生产调试案例,并提供了选煤厂生产调试方案范例;第四篇为选煤技术标准和规范,详细解释了现行《选煤厂安全规程》及《煤炭洗选工程设计规范》;最后,在附录部分提供了与选煤设计和生产相关的现行标准。全书在编写中注重理论与实践相结合,内容系统、翔实。

图书在版编目(CIP)数据

煤炭洗选加工实用技术 / 王宏等主编. —徐州:

中国矿业大学出版社, 2010.6

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0558 - 2

I. ①煤… II. ①王… III. ①选煤 IV. ①TD94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 244062 号

书 名 煤炭洗选加工实用技术

主 编 王 宏 李明辉 曾 琳 李功民

责任编辑 吴学兵 周 丽 陈 慧 王江涛 黄本斌

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516) 83885307 83884995

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

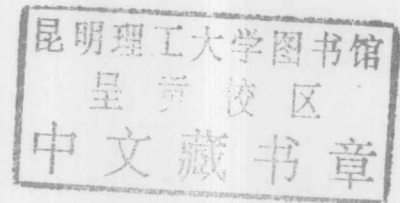
经 销 新华书店

开 本 850×1168 1/16 印张 46 字数 1329 千字

版次印次 2010年6月第1版 2010年6月第1次印刷

定 价 198.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



《煤炭洗选加工实用技术》

编写人员

主 编:	王 宏	李明辉	曾 琳	李功民	
编 者:	周少雷	赵树彦	曾一鸣	曹 鹰	顾少雄
	卢军良	刘向华	王开明	蔡 斌	杨俊利
	孙 刚	段建忠	刘 峰	姜桂廷	许 红
	赵宗成	宋俊忠	史晓晖	张明旭	杨 康
	付晓恒	邓晓阳	刘 珊	石燕峰	刘春玉
	吕一波	程宏志	张俊江	潘永泰	李山文
	王兆身	殷海宁	姚裕文	陶有俊	周邦禄
	杨 健	程鹏飞	张殿增	李太友	白松浩

序

煤炭是我国的主要能源,在我国一次能源消费结构中占70%左右。2009年我国煤炭产量29.6亿t,在今后较长时间内,我国以煤炭为主的能源格局将不会改变。国家“十一五”规划提出了“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。煤炭分选加工作为煤炭洁净利用的基础,在支撑煤炭工业发展中发挥着越来越大的作用。

选煤工业的快速发展,对煤炭分选加工理论、工艺及设备提出了更高的要求。伴随着国民经济的发展和选煤工业的技术进步,选煤新理论、新技术、新工艺、新设备及综合自动化控制等技术都有了长足的发展。大型选煤装备国产化进程加快,其经济性、安全性和可靠性不断增加。选煤工业已经基本形成较为完善而又区别于其他矿山的技术与设备群体。

《煤炭洗选加工实用技术》是一部综合性的参考书,系统介绍了选煤新技术、新设备和标准规范。实用性强是该书的突出特点,将会给选煤工程设计、设备制造、建设安装、生产操作和管理提供直接借鉴与指导。在选煤工程技术快速发展的今天,该书的出版必将进一步推动选煤工业的技术发展,提高我国选煤技术和装备水平,也必将给广大的选煤工作者,特别是从事选煤厂设计、生产及技术管理的人员带来便利与帮助。

中国矿业大学教授
中国工程院 院士

刘炯天

2010年3月2日

前 言

能源是人类社会进步和经济发展的主要物质基础。如何在环境清洁的条件下,保证可靠的能源供应,实现经济增长目标,是中国乃至世界 21 世纪发展必须面对的重大挑战。

煤炭是我国能源供应的主体。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,国家明确了“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。作为煤炭洁净利用产业基础的分选加工业在煤炭工业的可持续发展中就显得更加重要。煤炭分选对有效利用煤炭资源,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具有不可替代的作用。

《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,全国煤炭分选加工总量,原煤入选量 12.5 亿~13 亿 t,入选率达到 50%以上,比 2005 年提高 17.9 个百分点,选出炼焦精煤 2.5 亿~3.0 亿 t,选出动力煤 5 亿 t 左右,其中分选电煤 3 亿 t 左右,高炉喷吹用煤 5 000 万 t,型煤 2 600 万 t,配煤 9 500 万 t,水煤浆 500 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;重介质选煤工艺所占比例达到 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;焦煤全部入选,扩大动力煤的入选比例。提高电煤及商品煤的质量,节能降耗,保护环境,已成为选煤工业发展的重点。未来,选煤工业将具有更加广阔的市场前景。

“十二五”是我国煤炭工业充满机遇与挑战的五年。2008 年下半年的全球金融危机对经济社会发展造成了严重冲击,2009 年在哥本哈根联合国气候变化大会上我国政府承诺到 2020 年单位 GDP 碳排放降低 40%~45%,2020 年我国非化石能源占一次能源比重将提高到 15%以上。这些国内外经济环境所发生的重大变化,将对未来我国的煤炭工业发展产生深远的影响。煤炭占一次能源的比重将下降,原煤产量增速将放缓,煤炭产业结构调整将加快,洁净煤技术将更加受到重视,选煤工业将面临更大的发展机遇。

借选煤工业蓬勃发展的东风,我们编写了这本书,内容尽可能涵盖了选煤厂生产技术方面所需的最新理论和实践知识,包括选煤理论、选煤设备、生产调试案例、选煤标准规范等。参加编写的人员包括中国矿业大学、煤炭工业规划设计研究院、中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司、煤炭科学研究总院唐山研究院、唐山神州机械有限公司、大地工程开发有限公司等几十家单位的上百名专家。谨向对本书的编写出版给予大力支持和帮助的各单位和企业、各位专家和领导表示诚挚的感谢!

衷心希望本书能对从事选煤的生产技术人员及设计人员有所帮助,能为祖国的选煤事业尽微薄之力。

限时间和水平,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010 年 2 月

目 录

序	I
前言	I
第一篇 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	9
第三节 重介质旋流器选煤工艺与生产实践	13
第四节 耐磨材料的研究与应用	16
第五节 展望	17
第二章 跳汰选煤技术的研究与发展	19
第一节 跳汰分选机理的研究	19
第二节 跳汰机类型简介	20
第三节 空气脉动跳汰机	20
第四节 跳汰选煤的发展应用前景	25
第三章 流膜分选技术的研究与发展	26
第一节 概述	26
第二节 斜面流膜分选技术及设备	26
第三节 旋转流膜分选技术及设备	28
第四节 结论	31
第四章 浮选理论的研究与发展	32
第一节 浮选基础理论	32
第二节 煤炭浮选药剂	40
第三节 煤炭浮选工艺	51
第四节 人工煤样的微生物浮选法脱硫研究	57
第五节 选煤厂细粒煤分选新工艺探讨	63
第六节 我国选煤用机械搅拌式浮选机的新进展	67
第五章 干法选煤技术的研究与发展	73
第一节 概述	73
第二节 干法选煤的主要优点	73
第三节 FX 型、FGX 型干选机的工作原理	74
第四节 FX 型、FGX 型干选机的分选过程	75

第五节	FX 型、FGX 型干选机的常用工艺流程	76
第六节	干法选煤的发展趋势	76
第六章	浓缩机技术理论及设备发展	78
第一节	浓缩机理论的发展进程	78
第二节	国内外浓缩机设备发展进程	80
第三节	不同类型浓缩机结构及特点	81
第四节	结论	83
第七章	煤炭的深度物理加工和超净煤的制备	84
第一节	概述	84
第二节	超净煤的制备	84
第三节	深度加工降低主焦煤的灰分	91
第四节	结论	97
第八章	褐煤提质新工艺	98
第九章	模块化选煤厂	109
第十章	“1+1”炼焦煤选煤厂模式创新工艺	115
第十一章	选煤厂控制系统	124
第一节	概述	124
第二节	选煤厂控制系统及功能	127
第三节	跳汰机电控装置	142
第四节	应用范例	146
第十二章	选煤生产过程检测技术	149
第一节	同位素密度计	149
第二节	磁性物含量计	151
第三节	单膜盒式液位计	152
第四节	电磁流量计	152
第二篇 选煤新设备		
第一章	分选设备	157
第一节	跳汰机	157
第二节	重介质旋流器	174
第三节	重介质浅槽分选机	195
第四节	浮选设备	204
第五节	干扰床分选机	252
第六节	克莱博斯螺旋分选机	256
第七节	干法分选机	261
第二章	破碎设备	277
第一节	低速筛分破碎机	277
第二节	SSC 系列超大处理能力分级破碎机	281

第三章 筛分设备	287
第一节 申克公司筛分机	287
第二节 德国优斯特跃狮筛分机	304
第三节 鞍山重型筛分机	317
第四节 博后筛	377
第四章 脱水设备	382
第一节 离心脱水机	382
第二节 加压过滤机	390
第三节 快开式高压隔膜压滤机	403
第五章 其他设备	414
第一节 艺利湿式磁选机	414
第二节 SZ 型振动床混流干燥设备	420
第三节 渣浆泵	424
第四节 装车站	458
第五节 耐磨管道	466

第三篇 选煤厂生产调试案例

第一章 韩城矿务局某矿选煤厂生产调试案例	483
第一节 概述	483
第二节 生产调试中出现的主要问题及其处理情况	484
第三节 主要技术指标完成情况	494
第四节 对工艺系统及主要环节的评价	494
第五节 存在问题及建议	496
第二章 神华集团某矿选煤厂生产调试案例	502
第一节 概述	502
第二节 生产调试中出现的主要问题及其处理情况	503
第三节 对工艺系统及主要环节的评价	504
第三章 开滦煤业集团某矿选煤厂技改调试案例	505
第一节 概述	505
第二节 生产调试中出现的主要问题及其处理情况	505
第三节 设计中存在的问题及建议	506
第四章 西山煤电集团某矿选煤厂技改调试案例	509
第一节 概述	509
第二节 生产调试中出现的主要问题及其处理情况	510
第三节 主要技术指标测试结果	514
第四节 对工艺系统及主要环节的评价	514
第五节 存在问题及建议	515
第五章 选煤厂生产调试方案范例	519
第一节 概述	519

第二节	生产调试方案	519
第三节	联合试车的组织保障制度	523
第四节	选煤厂联合试车安全措施	523
第五节	后期调试和技术指标测试	524

第四篇 选煤技术标准和规范

第一章	《选煤厂安全规程》解释	531
第二章	《煤炭洗选工程设计规范》解释	540
第一节	综述	540
第二节	条文说明	560

附 录

附录一	选煤厂技术检查	587
附录二	煤炭可选性评定方法	602
附录三	煤炭浮沉试验方法	606
附录四	煤粉(泥)实验室单元浮选试验方法	620
附录五	选煤厂 煤伴生矿物泥化程度测定	632
附录六	煤炭筛分试验方法	640
附录七	煤用筛分设备工艺性能评定方法	650
附录八	煤用分级破碎机	665
附录九	煤用重选设备工艺性能评定方法	670
附录十	煤用重选设备分选下限评定方法(I)	684
附录十一	煤用有压给料三产品重介质旋流器	688
附录十二	选煤用磁铁矿粉试验方法	694
附录十三	选煤厂浮选工艺效果评定方法	704
附录十四	煤炭脱硫工艺效果评定方法	706
附录十五	选煤用絮凝剂性能试验方法	708
附录十六	选煤厂浓缩设备工艺效果评定方法	716
附录十七	选煤厂一脱水设备工艺效果评定方法	718

参考文献	721
------	-----

第一篇

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

重介质选煤因具有分选精度高、对原煤适应性强、易于实现自动控制等优点,已成为选煤工业发展的首选技术。在主要产煤国家,重介质选煤已上升至主导地位。20 世纪 80 年代,国外选煤技术基本以跳汰选煤为主,到 90 年代,重介质选煤比例已由第二位上升为第一位。如美国的重介质选煤比例由 30% 上升至 45%,而跳汰选煤则由 49% 降至 35%。目前,美国重介质选煤比例已占 66%,法国占 60%,加拿大为 56%,澳大利亚和南非跳汰选煤已基本被淘汰。值得注意的是,由于大直径重介质旋流器、有压给料和无压给料三产品重介质旋流器和煤泥重介质旋流器的出现,重介质旋流器的应用已越来越广泛。美国使用重介质旋流器的选煤厂的比例已上升到 51.5%,澳大利亚新建的选煤厂大多采用大直径重介质旋流器作为主再选设备,中国新建选煤厂和老厂技术改造也广泛采用该项技术。

第一节 重介质旋流器的发展简况

一、两产品重介质旋流器

选煤用的重介质旋流器是在分级旋流器的基础上发展起来的。美国于 1891 年公布了分级浓缩旋流器的专利。1945 年荷兰国家矿山局(Duth State Mines)的一套从分级旋流器演变而来的、处理能力为 15 t/h 的 DSM 重介质旋流器中间试验装置投入运转。荷兰研制的 DSM 重介质旋流器(图 1-1-1)是一种圆筒圆锥形重介质旋流器,它是目前世界上应用最广泛的一种末煤重介质分选设备。许多国家如美国、日本、德国、波兰和苏联、捷克等都仿制了 DSM 型重介质旋流器。我国的 $\phi 500$ 、 $\phi 600$ 、 $\phi 700$ 、 $\phi 900$ 、 $\phi 1200$ 等两产品重介质旋流器均属于这种类型。

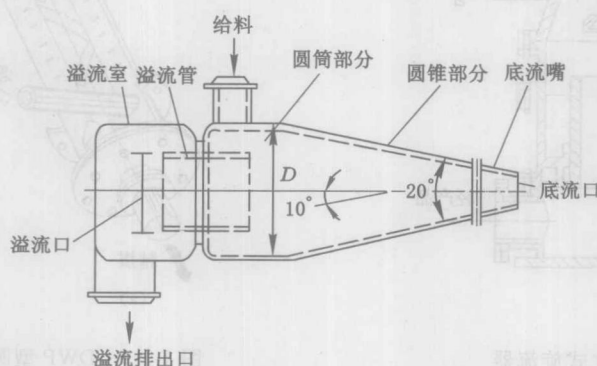


图 1-1-1 DSM 型重介质旋流器

DBZ 型重介质旋流器(图 1-1-2)是我国研制的一种旋流器,其特点是用低密度的悬浮液达到高密度分选,1980~1983 年在马家沟选煤厂先后采用浮选尾矿和矸石粉作介质进行了工业性试验。

美国麦克纳利重介质旋流器(图 1-1-3)的结构与 DSM 型重介质旋流器基本相同,所不同的是入料沿摆线给入旋流器。

日本大阪造船公司田川机械厂研制了 250~500 mm、最大为 750 mm 的倒立式旋流器(图 1-1-4),分选 75~0.3 mm 的原煤,最大处理能力为 100 t/h,入料粒度上限可达 75 mm。

圆筒重介质旋流器(图 1-1-5)是 20 世纪 60 年代初由美国阿桑纳选煤公司首先开发成功的,最初称为 Dyna Whirlpool 分选机(简称 DWP),主要用于分选 30~0.5 mm 的原煤。由于该设备在分选原理、结构和操作管理上有许多优点,因而在选煤领域发展迅速,并推广应用到有色金属的铅锌矿和化工矿物的分选中。

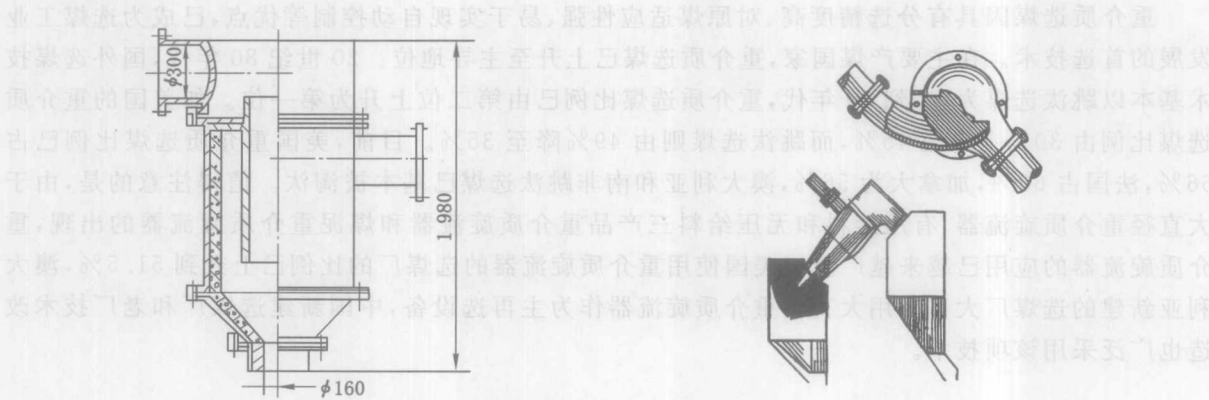


图 1-1-2 DBZ 型重介质旋流器

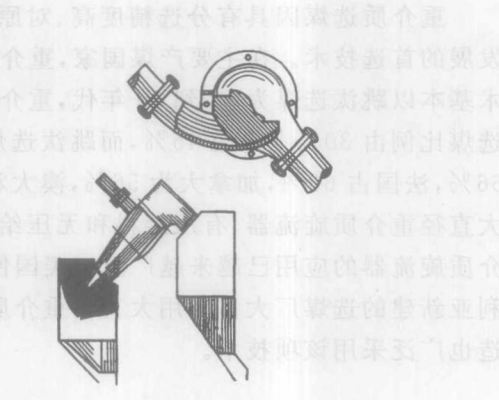


图 1-1-3 美国麦克纳利重介质旋流器

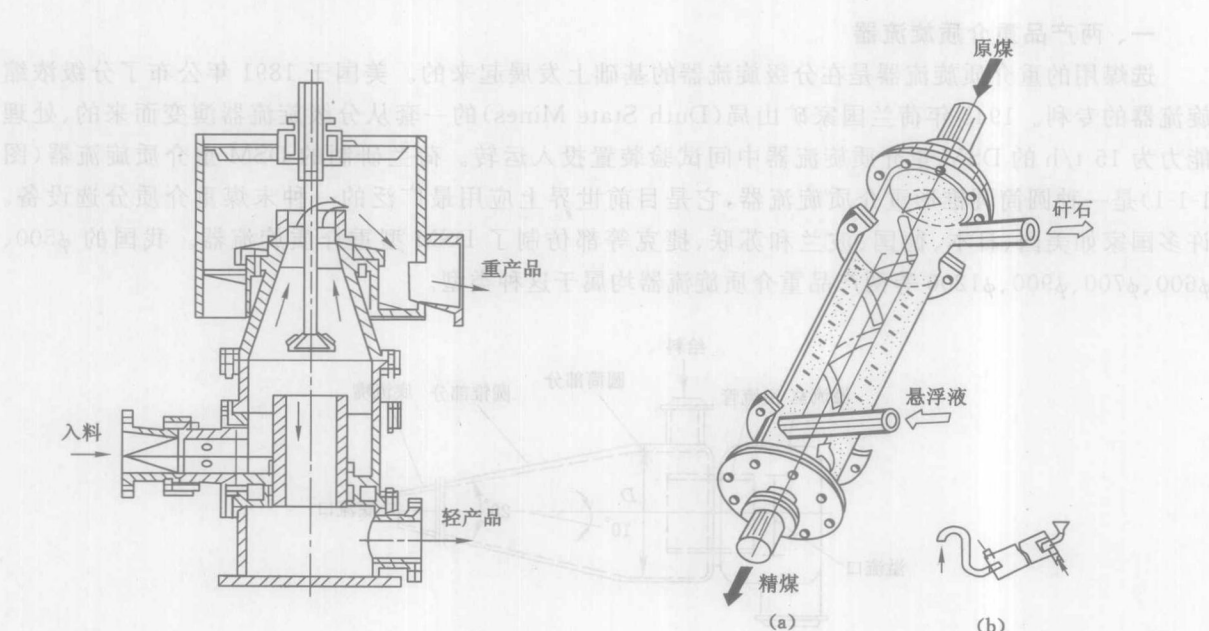


图 1-1-4 倒立式旋流器



图 1-1-5 DWP 型圆筒重介质旋流器

同其他设备一样,圆筒重介质旋流器在推广中根据不同需要得到了多方面的发展。苏联在 DWP 型旋流器的基础上,研制成 ГЦ—500 型圆筒重介质旋流器(图 1-1-6)。其主要特点是在旋流器的入料端沿切线方向给入部分介质,使原煤在进入圆筒之前就开始旋转,减轻了因入料与圆筒内高速运动流体之间大的相对运动而产生的局部剧烈紊流,以便提高总的分选精度。

沃塞尔重介质旋流器是英国煤炭局研制的一种有压给料圆筒形重介质旋流器,主体为垂直的圆筒,筒体上部设有入料口,下部设有两个排料口。第一台工业用的沃塞尔重介质旋流器直径为

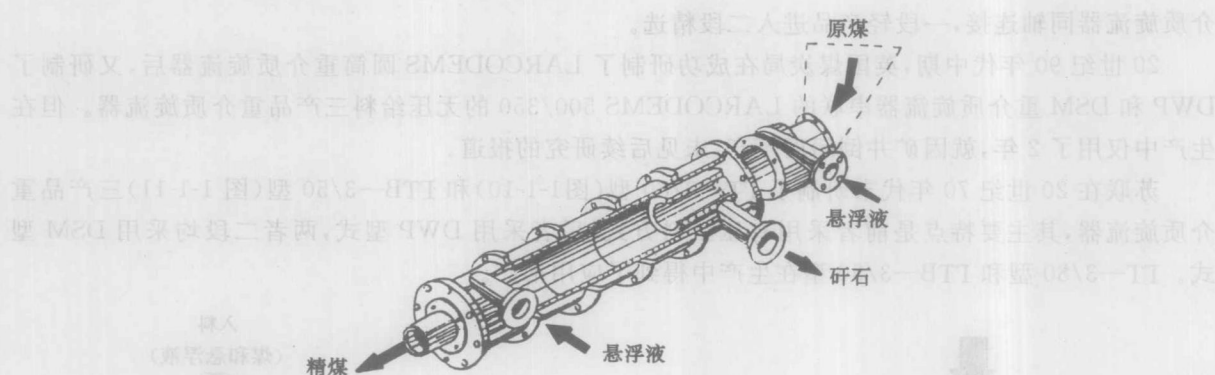


图 1-1-6 ΠΠ—500 型圆筒重介质旋流器

610 mm, 入选原煤粒度为 30~0.5 mm, 处理能力为 75 t/h, 入料口为渐开线。后直径增加到 720 mm, 入料粒度 50~0.5 mm, 处理能力达 100 t/h(图 1-1-7)。

英国煤炭局于 20 世纪 90 年代研制成功了直径为 1 200 mm 的大型圆筒重介质旋流器(LARCODEMS), 用于分选 100~0.5 mm 原煤, 处理能力为 250 t/h(图 1-1-8)。

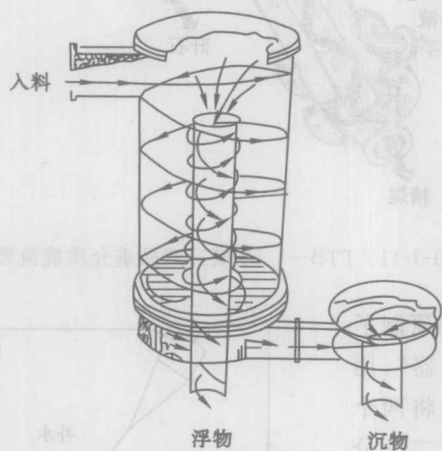


图 1-1-7 沃塞尔圆筒重介质旋流器

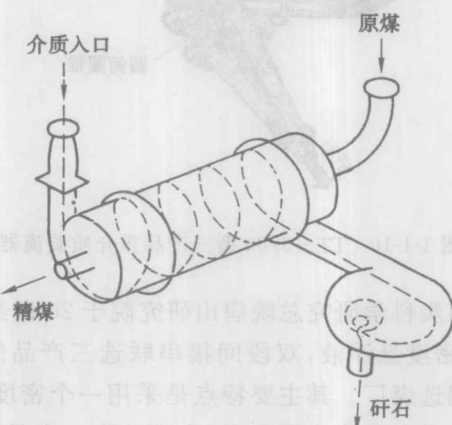


图 1-1-8 LARCODEMS 圆筒重介质旋流器

1991 年, 我国煤炭科学研究总院唐山研究院在国内首先研制了直径 500 mm 的无压给料的 NZX 型二产品圆筒重介质旋流器, 应用于田庄选煤厂, 采用了原 DWP 型的切线式介质入口和给料方式; 原中国矿业大学综合系也研制了 DWP 型圆筒重介质旋流器, 应用于中梁山选煤厂, 先后生产了 HMCC—300 型和 HMCC—400 型旋流器, 分别采用了相切圆筒式介质入口和分段曲线式介质入口, 并采用了入料锥斗与旋式给料方式。

二、多产品重介质旋流器

在多产品化方面, 意大利在 20 世纪 80 年代初研制了 TRI-FLO 型三产品重介质旋流器(图 1-1-9), 1982 年在德国用于萤石矿的分选。其主要特点是两段圆筒重

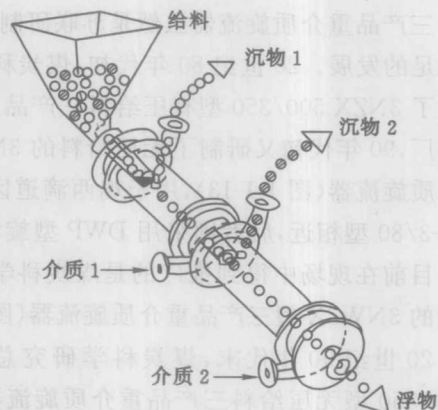


图 1-1-9 TRI-FLO 型三产品重介质旋流器

介质旋流器同轴连接,一段轻产品进入二段精选。

20 世纪 90 年代中期,英国煤炭局在成功研制了 LARCODEMS 圆筒重介质旋流器后,又研制了 DWP 和 DSM 重介质旋流器串联的 LARCODEMS 500/350 的无压给料三产品重介质旋流器。但在生产中仅用了 2 年,就因矿井倒闭而停产,未见后续研究的报道。

苏联在 20 世纪 70 年代末研制了 IT-3/80 型(图 1-1-10)和 ITB-3/50 型(图 1-1-11)三产品重介质旋流器,其主要特点是前者采用有压给料方式,后者采用 DWP 型式,两者二段均采用 DSM 型式。IT-3/80 型和 ITB-3/50 型在生产中得到了应用推广。



图 1-1-10 IT-3/80 型三产品重介质旋流器

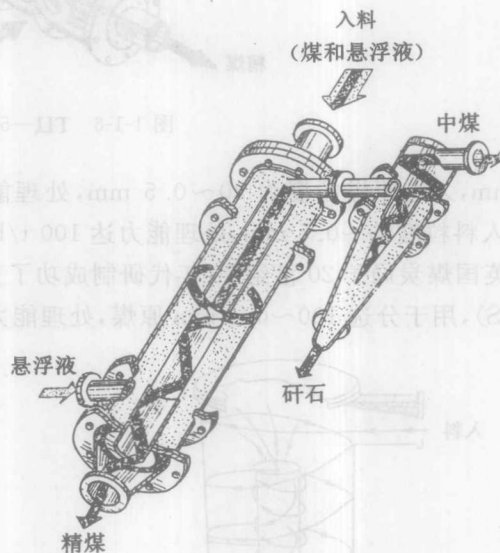


图 1-1-11 ITB-3/50 型三产品重介质旋流器

煤炭科学研究总院唐山研究院于 20 世纪 90 年代中期研制了“单一密度悬浮液,双段间接串联选三产品的重介质旋流器”,用于南桐选煤厂。其主要特点是采用一个密度悬浮液系统,将两个二产品重介质旋流器串联,实现选出三产品的目的。由于二段分选环境可以调控,使三产品分选精度提高,其一段 $E_1 = 0.015 \sim 0.025$, $E_2 = 0.03 \sim 0.035$ (图 1-1-12)。

三产品重介质旋流器虽然是苏联研制成功的,但是在中国得到了长足的发展。20 世纪 80 年代初,煤炭科学研究总院唐山研究院研制了 3NZX 500/350 型有压给料三产品重介质旋流器,用于彩电选煤厂,90 年代初又研制了无压给料的 3NWZX 700/510 型三产品重介质旋流器(图 1-1-13),用于鸡西滴道区矿选煤厂。前者与苏联 IT-3/80 型相近,后者则采用 DWP 型旋流器与 DSM 型旋流器相连。目前在现场中得到推广的是煤炭科学研究总院唐山研究院改进后的 3NWZX 型三产品重介质旋流器(图 1-1-14)。

20 世纪 90 年代末,煤炭科学研究总院唐山研究院又研制了当时国际上尺寸最大的 3NWZX 1200/850 型无压给料三产品重介质旋流器,用于老屋基选煤厂,处理能力达 300 t/h。

近期,煤炭科学研究总院唐山研究院开发了 3SNWZX 型双供介无压给料三产品重介质旋流器,其处理能力、分选精度均优于 3NWZX 型三产品重介质旋流器(图 1-1-15)。

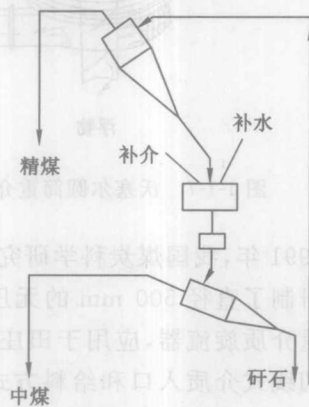


图 1-1-12 双段间接串联选三产品重介质旋流器工艺

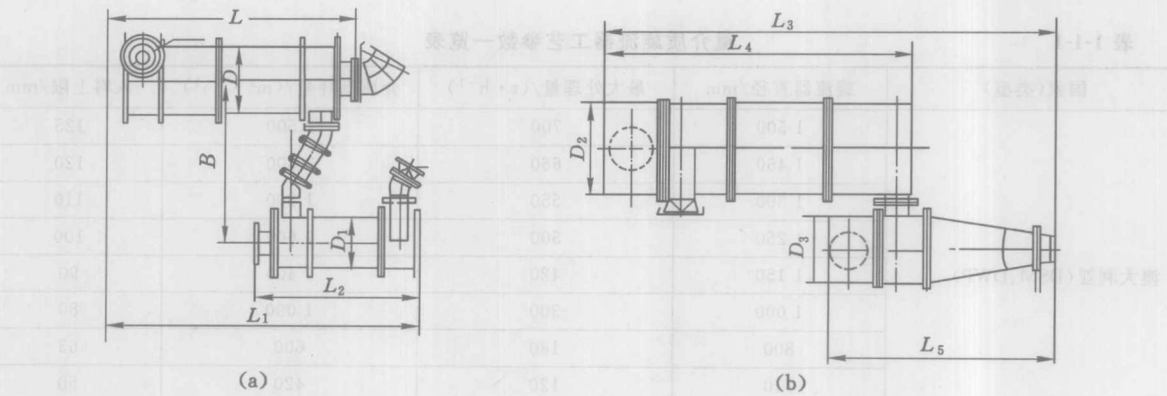


图 1-1-13 3NWZX 型三产品重介质旋流器
(a) 无压给料型; (b) 有压给料型

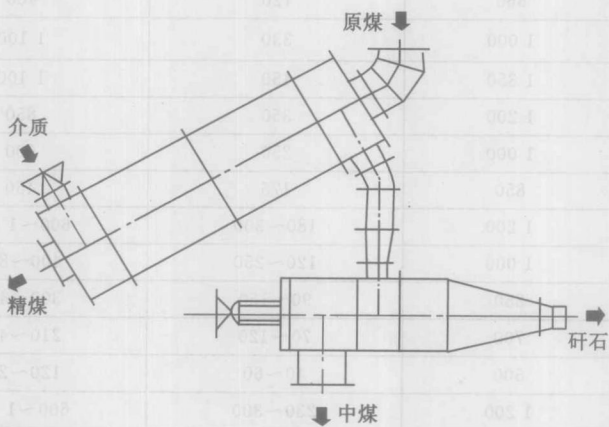


图 1-1-14 改进的 3NWZX 型无压给料三产品重介质旋流器

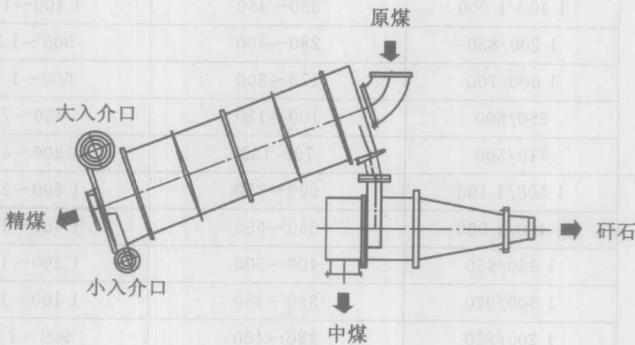


图 1-1-15 3SNWZX 型双供介无压给料三产品重介质旋流器

除了意大利的 FRI-FLO 型以外,其余的三产品重介质旋流器均采用重产物再选工艺。各国重介