

山西焦煤集团有限责任公司员工职业技能培训丛书

浮选工

主编 王世民 赵选选

煤炭工业出版社

有限责任公司员工职业技能培训丛书

浮 选 工

主 编 王世民 赵选选

煤炭工业出版社

·北 京·

内 容 提 要

本书是山西焦煤集团有限责任公司员工职业技能培训丛书之一。

全书分为理论部分和实践部分。理论部分详细介绍了浮选的基本原理、浮选药剂及其作用、浮选设备和浮选指标的计算；实践部分包括浮选机操作、影响浮选的基本因素、浮选效果的评定、浮选指标不良原因分析和浮选机的维护等内容。

本书供浮选工学习培训使用，兼顾初、中、高级工，技师、高级技师，适应各层次职工学习。

图书在版编目(CIP)数据

浮选工/王世民,赵选选主编. -北京:煤炭工业出版社,2004

(山西焦煤集团有限责任公司员工职业技能培训丛书)

ISBN 7-5020-2452-2

I. 浮… II. ①王…②赵… III. 浮游选矿-技术培训-教材 IV. TD923

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 054206 号

煤炭工业出版社 出版发行
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址:www.cciph.com.cn

北京京科印刷有限公司 印刷

*

开本 880mm×1230mm¹/₃₂ 印张 9

字数 240 千字 印数 1-1,600

2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷

社内编号 5223 定价 18.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

山西焦煤集团有限责任公司 员工职业技能培训丛书编审委员会

编审委员会领导组

组 长	赵永金	杜复新	薛 山	李 仪
副组长	李建胜	刘瑞林	段锡三	杨茂林
成 员	张 波	柴久茂	白培中	鲍冠深
	车树春	王良彦	刘建中	孙炳章
	张树茂	李东刚	刘 波	冯金水
	杨学全			

编审委员会委员

张能虎	马 晋	杨新华	牛如意	席庆祥
温百根	申晋鸣	张学军	薛勇军	王建华
邓保平	晨 晴	曹星星	李金生	魏卯生
李小彦	栗兴仁	张志荣	王福全	徐学武
刘雅芹	卜志敏	景春选	程建平	任丕清
陈贵仁	张乃新	李朝雯		

编审委员会办公室

主 任	邓保平	晨 晴	卜志敏
副主任	景春选	程建平	任丕清

《浮选工》编写组

主 编	王世民	赵选选	
副 主 编	裴彦峰		
编写人员	王世民	赵选选	裴彦峰
	郝晓红	鲁振军	

序

山西焦煤集团公司组织编写的员工职业技能培训丛书将陆续出版。这是我见到的第一套由煤炭企业自行编写的职业技能培训系列教材。我想这件事情的意义不仅在于丛书本身的价值,更主要的是它在一定程度上体现了以人为本的原则和促进人的全面发展的理念。对此,向所有参与撰写和编辑此书的同志们表示祝贺。

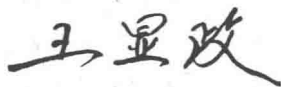
企业是市场竞争的主体。在日趋激烈的市场竞争面前,煤炭企业如何通过深化改革、创新管理、培育队伍,进一步提升企业整体素质,增强核心竞争力,走上可持续发展的道路,始终是业内人士和全社会共同关注的重要课题。山西焦煤集团公司领导班子在这方面进行了积极有益的探索。

科技是第一生产力,人才是第一资源。市场竞争归根到底是人才的竞争,是劳动者素质的竞争。坚持不懈地抓好职工的培训教育,不断提高劳动者的素质,塑造学习型企业,培育技能型员工,是一个企业积蓄发展后劲,增强竞争力的根本大计。

山西焦煤集团公司是我国首次以资产为纽带组建的紧密型母子公司体制的大集团,自2001年10月成立以来,经过两年多的实践,走上了快速发展的良性轨道,取得了可喜的发展业绩,受到各方面的关注。他们的一条重要经验,就是坚持把企业的发展建立在紧紧依靠提高劳动者素质的基础之上,坚持开展素质工程建设,搞全员培训、技能大赛、技能鉴定,现在又专门编辑出版员工职业技能培训丛书,真正建立起了一套好的长效机制,这是值得所有煤炭企业学习借鉴的。

对于一个拥有 15 万职工、近千个工种的大集团,在企业内部编写并推行自己的员工职业技能培训丛书,确实是一项基础性的建设。我翻阅了他们送来的准备先期出版的丛书样稿,觉得从形式到内容都不错,而且具有“专、精、特、新”的特点。“专”在工种细分、专学专用。针对煤炭行业工种特点,应用于生产实践,着眼于培育适用性专业技师和熟练工人。“精”在言简意赅、深入浅出。丛书语言简练,篇幅较少,没有长篇累牍的高深原理和令人费解的公式方程,便于职工自学和掌握。“特”在注重实用、培育技能。立足企业员工培训实际,适合不同层次的专业人员提高技能,也为企业技能大赛提供了自己的应用教材。“新”在内容新颖、讲求实效。丛书由企业内人员编写,编者本身又是丛书的读者和普及者,因此编写中就注重了职工的喜好和丛书的实用性,没有照搬照抄,并且从封面到内容,图文并茂,将企业文化传播赋予其中,在传授知识的同时也促进了企业文化的建设。

衷心希望山西焦煤集团公司进一步做好丛书编写和普及工作,将这件关系企业长远发展的事情办好办实,进一步完善职工培训教育体系,在提高员工素质上取得更大的成绩,也希望其他煤炭企业能够借鉴山西焦煤集团公司的做法,在提高企业员工整体素质上不断探索新的机制,积累新的经验,为提高煤炭企业的核心竞争力,为煤炭工业的持续健康发展作出更大的贡献。



2004 年 6 月于北京

编写说明

企业的全面可持续发展首先是人的全面发展。只有具备较高素质的人,才能为企业注入市场竞争的不竭动力,插上持续发展的坚硬翅膀。但是,多年以来,煤炭行业职工队伍的整体素质与煤炭工业及其相关产业的快速发展一直存在着较大的差距,员工队伍建设不能适应煤炭企业深化改革、强化管理、快速发展、做强做大的需要。职工队伍整体素质的提高迫在眉睫,必须认真地把职工的学习培训工作抓紧、抓好。

山西焦煤集团公司成立以来,十分重视职工技能知识的培训和实际操作水平的提高,自觉地将实施素质工程、创建学习型企业 and 培养知识化员工落实到具体的工作和行动中,开展了大规模的职工技能大赛,在职工培训、技能竞赛、技能鉴定、技术推广和表彰奖励方面做了积极的探索和实践。然而在职工的培训过程中,各子分公司、各生产单位深深地感受到培训教材还存在着许多缺项和不足,所使用的教材在内容上或多或少地与企业现状和专业实际脱节,理论知识深奥,实际操作应用知识欠缺,职工不易学习和掌握。

为了解决培训过程中遇到的这些问题,提高培训的针对性和实效性,2002年以来,我们组织各职能部门、各子分公司、各生产矿厂专业技术人员和工人技师,从企业的现实和未来考虑,花费了较大的功夫和精力,经过多次讨论修改、审订出版这套员工职业技能培训丛书。丛书主要面对操作工人,内容来自工作实践,有较强的针对性和实用性,易学、易懂、专业、适用,符合企业特点,便于实

践运用。

在丛书编写过程中,编委会注重从企业的实际和长远发展需要出发,立足于培养技能型职工,培育企业持久竞争力,在内容上力求全面广泛和长期适用。丛书包括综合读本和煤炭专业的采煤、掘进、开拓、机电、运输、通风、安全及电力、焦化等相关专业教材共60余本。综合读本主要有企业概况、企业文化和企业发展战略等企业所有员工需要了解的内容,可使广大职工进一步认识企业的历史沿革、现状和发展前景,增强大集团的凝聚力和向心力。各专业读本按照工人技师、高级工、中级工等几个层次,在内容上各有侧重,不仅适合本企业各类专业人员学习应用,而且对煤炭行业其他兄弟企业也具有普遍的适用性。

能源化学工会对山西焦煤集团公司员工职业技能培训丛书的编写工作非常关心和支持,领导和专家们提出了许多宝贵意见并给予较高的评价,同时建议将丛书作为煤炭和其他能源行业的培训实用教材进行推广,我们对此表示衷心的感谢。

由于编写丛书时间紧、内容多、范围广、任务重,加之编写人员水平有限,若有疏漏和不足,恳请广大职工和读者批评指正!

山西焦煤集团有限责任公司
员工职业技能培训丛书编审委员会

2004年6月

前 言

为了满足山西焦煤集团公司创建学习型企业,全面提高员工素质的要求,为员工学习技术、技能和业务以及为技能大赛和技能鉴定提供统一的标准教材和学习资料,应山西焦煤集团有限责任公司要求,特编写此书。本书适用于选煤厂浮选工学习,满足初、中、高级工,技师、高级技师学习要求。

本书的编写立足于选煤工艺全局,反映共性,突出重点。在内容表达上,力求深入浅出,简明扼要,直观易懂,文、图、表并茂,结合生产实际。为方便不同层次职工学习,在每章开篇部分都有学习提示;同时,为满足部分职工更进一步的学习,对部分术语的英语名称根据GB/T 7186—1998进行了标识。

本书分概述、浮选理论知识、实践知识和附录四大部分。第一章为浮选工种和浮选技术概述部分;第二章至第五章为浮选理论知识部分,包括浮选的基本原理、浮选药剂及其作用、浮选机和浮选指标的计算;第六章至第十章为实践知识部分,包括浮选机操作、影响浮选的基本因素、浮选效果的评定、浮选指标不良原因分析和浮选机的维护等内容;附录部分规定了浮选工人技术等级标准。

本书的编写工作得到了山西焦煤集团公司领导和各兄弟选煤厂的支持和帮助,得到了肖国中、张金秀、陈秀萍、雷嫦琴的协助。在此对关心和支持本书编写出版工作的单位和个人表示衷心的感谢。

由于编者认识水平有限,时间仓促,书中若有错误或不妥之处,欢迎各位读者指正。

编 者

2004年6月

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 浮选的基本原理	(8)
第一节 浮选的基本过程	(8)
第二节 矿物表面的润湿性与可浮性	(10)
第三节 矿物的结构与可浮性	(16)
第四节 界面现象	(32)
第五节 气泡的矿化	(49)
第三章 浮选剂及其作用	(60)
第一节 概述	(61)
第二节 起泡剂	(63)
第三节 捕收剂	(78)
第四节 调整剂	(92)
第五节 絮凝剂与助滤剂	(97)
第四章 浮选机	(105)
第一节 浮选机的基本要求及分类	(106)
第二节 充气搅拌原理	(110)
第三节 机械搅拌式浮选机	(123)
第四节 非机械搅拌式浮选机	(167)
第五节 浮选工艺过程的辅助设备	(185)
第六节 浮选设备的发展趋势及动态	(193)
第五章 浮选指标的计算	(199)
第六章 浮选机操作	(206)
第一节 煤泥浮选工的基本要求	(206)
第二节 浮选机试运转及初步调整	(208)
第三节 浮选机生产操作	(210)

第七章 影响浮选的工艺因素	(225)
第一节 煤泥性质对浮选的影响	(226)
第二节 浮选机工作性能对浮选的影响	(239)
第三节 操作制度对浮选的影响	(242)
第四节 液相性质对浮选的影响	(245)
第五节 浮选工艺流程对浮选的影响	(247)
第八章 浮选效果的评定	(254)
第一节 煤泥可浮性评价及评价原则	(254)
第二节 浮选效果的评定	(256)
第九章 浮选指标不良原因分析	(262)
第一节 精矿灰分偏高原因分析	(262)
第二节 尾矿灰分偏低原因分析	(264)
第三节 入浮浓度过高原因分析	(265)
第四节 洗水浓度过高原因分析	(266)
第五节 药耗高原因分析	(266)
第十章 浮选机的维护	(268)
第一节 浮选机设备完好标准	(268)
第二节 浮选机维护和检修	(270)
附录	(272)
参考文献	(276)

第一章 概 述

选煤(coal cleaning)是将采出的煤经人工和机械处理去除非煤物质,并按需要分成不同质量、规格产品的过程。选煤的方法有重力选煤、浮游选煤和特殊选煤等,本书只介绍浮游选煤方法。

浮游选煤(coal flotation)是利用煤和矿物表面润湿性的差别,在浮选剂的作用下分选煤粉($<0.5\text{ mm}$)的选煤方法,简称浮选。

浮选的目的是将煤泥中的煤分选出来,是目前分选煤泥的最有效的方法。浮选的方法包括油浮选、球团浮选和泡沫浮选等。常用的浮选方法是泡沫浮选。泡沫浮选(froth flotation)是在浮选剂的作用下,形成矿化泡沫,实现煤泥分选的浮游选煤(矿)方法。本书所涉及的浮选就是指泡沫浮选。

煤泥(slime)是选煤厂粒度在 0.5 mm 以下的副产品。它的来源有两部分,一部分是入选原煤所含的,是由原料煤中所含煤粉形成的煤泥称为原生煤泥(primary slime);另一部分是选煤过程中,煤炭因粉碎和泥化产生的煤泥,称为次生煤泥(secondary slime)。

随着机械化采煤程度的提高,原煤中煤泥含量显著增加,一般为原煤量的 $20\% \sim 25\%$ 。在生产过程中,如果浮选操作不好,煤泥回收效果差,会使煤泥积聚而恶化煤泥水系统;在洗水闭路循环的选煤厂中由于循环水浓度的增加而恶化重力选煤的分选效果,影响选煤厂生产的正常进行。因此,选煤厂应加强浮选的操作与管理,确保煤泥的充分回收。

要成为一名合格的浮选工,应按照浮选工人技术等级标准要求,通晓一定的浮选理论知识,熟知所操作设备的性能和操作要求;生产中,严格履行岗位职责,随时保持与其他工种的联系,及时调整操作,

确保产品合格、产率最大化和煤泥水系统正常。作为一名浮选工,还应该了解浮选产品的处理方式,了解本公司其他兄弟单位采用的浮选设备,了解国内外最新浮选技术的现状及发展趋势,以提高自己的专业素养。

一、浮选工职责

浮选工负责浮选机的操作,通过及时调整浮选煤浆通过量和药剂剂量,保证各项指标合格,保证生产出符合规定的产品,最大限度地提高浮选精煤产率,并保证煤泥水系统正常生产。

二、浮选工与其他工种的分工和联系

浮选工是选煤厂产品质量控制的重要岗位,其操作水平的好坏直接影响最终精煤产品的质量和产率,在生产操作过程中,必须加强与其他工种的配合和联系,获得相关信息随时改进自己的操作,以确保产品质量能满足要求。

浮选工需随时保持联系的其他工种有调度员、煤质化验员、浮选药剂管理员、过滤工、浮选入料泵工等工种。

(1) 调度员是全厂的指挥,负责全厂生产的协调指挥。

(2) 煤质化验员负责浮选产品指标的检测,要随时了解浮选产品的指标情况,以便及时操作,保证各项指标的完成。

(3) 浮选药剂管理员负责浮选药剂的供给,以确保浮选的效果。

(4) 过滤工负责浮选精煤产品的脱水,浮选工要经常了解滤饼的情况,为降低滤饼水分和改善滤饼脱落效果创造条件。

(5) 浮选入料泵工负责浮选工序的入料供给,要经常和入料泵司机保持联系,了解入料供给是否正常。

所以浮选工只有加强与其他工种的配合,才有可能调节好操作,保证最终产品的质量和达到各项指标。

三、浮选精煤(flotation concentrate)的脱水(dewatering)

浮选机选出的精煤呈泡沫状,且由于浮选工艺条件的不同,泡沫产品中固体含量也不尽相同,所以必须对浮选精煤泡沫产品进行脱

水,才能使其满足贮运的要求。

浮选精煤的脱水一般通过过滤(filtration),有的还须进一步干燥(drying),以满足要求。

山西焦煤集团公司选煤厂采用的浮选精煤脱水设备主要有 PG 型圆盘式真空过滤机(马兰矿选煤厂、太原选煤厂等)、GPJ 型加压过滤机(马兰矿选煤厂、西曲矿选煤厂等)和 Bird 6400 型沉降过滤式离心脱水机(屯兰矿选煤厂)。圆盘式真空过滤机(disc-type filter)和加压过滤机(hyperbaric filter)都是利用过滤介质(滤布、滤网)两侧的压力差使水与煤粒分离。但是,真空过滤机是靠负压将固液分离,而加压过滤机靠正压作用。真空过滤机过滤介质的浮选煤浆侧与大气相通,滤扇侧用真空泵抽真空(低于大气压),滤饼水分为 22%~28%;加压过滤机滤布浮选煤浆侧高于大气压,滤扇腔连通大气,滤饼水分 $\leq 18\%$ 。沉降过滤式离心脱水机(screen-bowl centrifuge)是靠转鼓的高速旋转产生比重力高几百倍的离心力使固、液分离,固体颗粒沉降到转鼓内侧壁上,由低于转鼓转速 2% 的螺旋将其推至筛网的过滤段,经进一步脱水后由排料口排出,产品水分为 22% 左右。

四、浮选尾煤(flotation tailings)的处理

浮选的另一产品就是浮选尾煤。浮选尾煤的处理是从浮选尾煤中分离出水分尽可能低的尾煤产品,和能够循环利用的澄清水的过程。做好尾煤处理工作,不但避免了浮选尾煤水对环境的污染,而且节约了工业用水。

山西焦煤集团公司选煤厂对浮选尾煤处理采用的设备主要有浓缩机(thickener)、沉降过滤式离心脱水机、压滤机(pressure filter)。普遍采用的流程为浮选尾矿经尾煤一次浓缩机浓缩后,底流送至沉降过滤式离心脱水机处理,一次浓缩机溢流及沉降离心液经二次浓缩后的底流送至压滤机处理,其二次浓缩机溢流及压滤机滤液作循环水复用。

五、煤泥水(slurry)的处理

煤泥水处理是一个固液分离和固液回收的过程,煤泥水的处理同选煤厂技术经济指标的控制和环境保护有着密切的联系。

对煤泥水处理的基本要求主要有:

(1) 煤泥尽快回收,以减少煤泥在系统中循环,杜绝煤泥在系统中积聚;

(2) 煤泥水尽可能澄清,以利于洗水循环复用或向外排放;

(3) 因地制宜处理浮选尾煤;

(4) 工艺简单,管理方便,技术指标合理,不污染环境。

我国提出了“煤泥厂内回收,洗水闭路循环”的方针,并规定了考核选煤厂洗水闭路循环的标准,即《选煤厂洗水闭路循环等级》(MT/T 810—1999),在本标准中,把选煤厂洗水闭路循环划分为三个等级,即一级、二级和三级。山西焦煤集团公司所有选煤厂均实现了煤泥厂内机械回收,洗水全部返回复用。

六、山西焦煤集团公司现采用的浮选设备

马兰矿选煤厂: XJX-T12 型机械搅拌式浮选机

屯兰矿选煤厂: XJX-T12 型机械搅拌式浮选机

西曲矿选煤厂: 威姆克 144 机械搅拌式浮选机

东曲矿选煤厂: XJX-T12 机械搅拌式浮选机

镇城底矿选煤厂: FJC16-16 喷射式浮选机

太原选煤厂: XJM-4 型机械搅拌式浮选机

白龙选煤厂: IZ- /22/FAP/深槽压气机械搅拌式浮选机

辛置选煤厂: XJX-TA12 机械搅拌式浮选机

XJX-T12 机械搅拌式浮选机

李雅庄选煤厂: XJX-T12 机械搅拌式浮选机

介休选煤厂: XJQ-Z13 机械搅拌式浮选机

双柳选煤厂: FCSMC-3000×6000 型浮选机

柳湾选煤厂: JMSONCELL 型浮选机

两渡选煤厂: XJQ-Z13 机械搅拌式浮选机

沙曲选煤厂: XJX-T12 机械搅拌式浮选机

七、国内外浮游选煤技术的现状概况及今后发展趋势

中国煤炭学会选煤专业委员会主任委员刘峰研究员在《近年选煤技术综合评述》中,对 1998 年以来国内外选煤技术的发展进行了评述,在浮游选煤方面,他指出:微细煤泥浮选及提高煤泥浮选选择性,始终是国内外研究的技术难点和重点。

目前,在国际上出现了一种载体浮选的新概念,即用可浮性较高的颗粒(通常为粗颗粒)为载体携带难浮选颗粒。煤泥中待浮选的细颗粒覆盖在附属物或载体颗粒上,使带有覆盖层的颗粒浮起。G Atesok 等的研究表明,载体最佳粒度为 0.1 mm~0.3 mm,被载体与载体之比的最佳值为 0.02。此时,从灰分为 16.3%,全硫分为 2.0% 的入料中,可选出粒度为 -0.038 mm 的细粒精煤,其灰分为 8.3%、全硫分为 0.72%、产率为 81.0%。究其原因,主要为载体和被载体颗粒之间因电荷相反而产生静电吸引力,在团粒表面上最终达到疏水或亲水平衡,从而产生气泡和团粒的杂凝聚现象。

为解决弥散型煤泥浮选问题, J Brubinstein 等通过使用添加剂,研究提高细煤泥浮选速度及其选择性的专门工艺,选择用药剂调节煤泥浮选条件和采用特定空气动力学条件的多段浮选柱等方法来提高细粒煤的浮选效率。

为了提高细粒级难浮煤和氧化煤的浮选效果,何杰从表面化学基本理论出发,分析了煤的本征表面性质与润湿性间的关系,探讨了表面活性物质的性质、浓度以及溶液的 pH 值等因素对润湿性的影响。林玉清等分析了煤泥氧化后对可浮性的影响及用添加剂可改变氧化煤泥的疏水性,并对潞安煤泥氧化后添加 OC-01 添加剂进行浮选试验,证明其对改善煤的可浮性和选择性有一定效果。湖南省煤炭科学研究所合成了兼具选择性和分散性的 FO 系列药剂,试验证明可取得节油和提高精煤产率的效果。程双武等研发出高效煤泥