

高等学校教学用书

选煤厂生产技术管理

王振生 李 寻 编

煤炭工业出版社

TD 1-8
A-1-1

高等学校教学用书

选煤厂生产技术管理

王振生 李 寻 编

煤炭工业出版社

687616

内 容 提 要

本书系统介绍了选煤厂生产技术管理的内容和方法。详细叙述原煤性质分析研究和管理, 精煤最高产率原则和应用, 理论指标转化为实际指标的方法, 选煤厂全面质量管理, 生产技术检查, 选煤生产情况分析以及选煤设备工艺效果评定等。为了对选煤厂管理有全面地了解, 本书也编入了选煤成本、利润、固定资产和流动资金的知识, 还介绍了选煤生产计划工作。最后, 例举了选煤厂生产经营管理的实例分析以及对加强生产技术管理的专题论述。

本书为煤炭高等学校选矿工程专业教学用书, 也可供选煤厂工程技术人员、管理人员参考。

责任编辑: 黄 维

高 等 学 校 教 学 用 书 选 煤 厂 生 产 技 术 管 理

王振生 李 导 编

煤炭工业出版社 出版

(北京安门内和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092mm¹/₁₆, 印张11¹/₄

字数272千字 印数 1—7,280

1990年3月第1版 1990年3月第1次印刷

ISBN 7-5020-0386-X/TD-353

书号 3176

定价 2.35元

687616

前 言

本书是根据煤炭高等学校选矿工程专业的“选煤厂技术管理”课程教学大纲编写的。内容上增加了实际可选性曲线、精煤最高产率原则与经济效益的关系、经营管理的概念、固定资产和流动资金的管理等，以便学生对选煤厂生产技术管理学科的发展以及对选煤厂经营管理有所了解。

本书从生产技术管理的角度阐述了原煤性质的分析研究，又从数学上证明了精煤最高产率原则，并且应用这个原则解决理论指标转化为实际指标的方法等问题。本书还介绍了选煤厂全面质量管理，选煤厂的技术检查工作，选煤生产情况分析和选煤设备工艺效果的评定方法，以及选煤生产计划的具体编制方法。最后讲述了经营管理和经营资金的知识，使读者在固定资产和流动资金的管理，以及成本的构成和计算方面有一个完整的概念。

本书是在中国矿业大学选矿教研室王振生教授多年使用的讲义基础上编写的。为了更好地结合当前改革和客观实际的需要，本书经山西矿业学院选矿教研室李寻副教授在文字方面重新改写，并适当地增删了一些内容。在编写过程中参照了黑龙江矿业学院编写的“选煤厂技术管理”讲义，并且遵循国家和煤炭部所颁发的选煤技术标准。为了充实教材内容，使用了一些选煤厂提供的资料和数据，参考了很多书籍和论文，为此借本书出版的机会，向有关作者和同志谨致感谢。由于我们水平所限，书中不足和错漏之处在所难免，恳请读者给予批评指正。

编 者

1988年12月

目 录

第一章 选煤厂生产技术管理基本概念	1
第一节 选煤厂生产技术管理的基本任务和方法	1
第二节 原煤性质的分析研究	3
第三节 选煤理论指标和精煤最高产率原则	5
第四节 选煤产品实际产率的计算方法	12
第五节 分配曲线和实际分选精度指标	16
第六节 选煤理论指标转化为实际指标的方法	23
第七节 实际可选性曲线	27
第八节 精煤最高产率原则的实际应用	32
第九节 精煤最高产率原则与经济效益的关系	36
第十节 精煤灰分的最佳选择	39
第二章 选煤厂全面质量管理	41
第一节 全面质量管理的概念	41
第二节 全面质量管理常用的数理统计方法	43
第三节 全面质量管理工作方法和步骤	55
第三章 选煤厂技术检查工作	57
第一节 技术检查工作概述	57
第二节 技术检查工作的原则和技术检查流程	58
第三节 采 样	59
第四节 缩 样	63
第五节 单机检查和专题试验方法	64
第六节 量的管理	67
第七节 加强资料报表的整理分析工作	69
第四章 选煤生产情况的分析	80
第一节 选煤生产情况分析的任务	80
第二节 加强入选原煤的管理	80
第三节 原煤准备情况的分析	81
第四节 重力选煤生产情况的分析	83
第五节 浮选生产情况的分析	91
第六节 脱水设备工作情况的分析	103
第七节 分级和浓缩设备工作情况的分析	105
第八节 煤泥水管理和洗水闭路循环	111
第九节 选煤生产工艺流程的分析与评价	114
第五章 选煤生产计划	117
第一节 选煤厂计划工作的任务	117
第二节 选煤生产计划编制的一般过程	117
第三节 选煤生产计划编制的方法	118

第四节	选煤生产计划完成情况的检查与分析	130
第五节	选煤厂技术改革措施计划	131
第六章	选煤厂经营管理	132
第一节	选煤厂经营管理的基本概念	132
第二节	选煤厂的经营资金	135
第三节	固定资产的管理	136
第四节	流动资金的管理	138
第五节	选煤成本	140
第七章	选煤厂生产经营管理实例分析和专题论述	144
第一节	选煤厂生产情况分析的实例	144
第二节	选煤厂生产技术管理中的具体问题	158
第三节	选煤厂的经济效益问题	165
第四节	选煤厂的管理问题	175
参考文献		178

第一章 选煤厂生产技术管理基本概念

第一节 选煤厂生产技术管理的基本任务和方法

大型选煤厂是一个机械化、自动化程度高，又是连续性的生产单位，它的生产能力从每小时处理原煤几百吨到几千吨不等。选煤过程是由多个执行不同任务的工艺环节和多台工艺设备和辅助设备所完成。在整个工艺过程中，不但要求各种产品质量合格，而且要求工艺指标先进、分选效率高和经济效益好。要达到这些要求，就必须使整个选煤工艺流程的各个环节都处在最佳条件下运行，各岗位分工负责、合理配合、各尽其责的进行操作。为此，必须加强选煤厂的生产技术管理工作。

由于选煤过程是连续性、多作业的大生产，各环节之间互相联系又互相制约。如果它们之间没有明确的要求，没有合适的、最佳的互相配合，必然形成盲目的、自发的配合，就可能出现重视了产品质量而忽视了产品的数量，甚至造成大量煤的损失，或者注意了产品的数量，但产品质量又没有达到要求。为了珍惜煤炭资源，达到最好的经济效益，必须实现质量与数量指标的统一。由于数量与质量是在一定条件下进行转化的，加强选煤厂生产技术管理，就要求及时把握住这种最有利的转化条件，使全厂职工了解它并掌握它，从而在生产实践中能自觉地完成本岗位的职责，实现有效地、合理地配合。

选煤技术，是指人们在多次选煤实践中积累起来的生产劳动经验和知识，也泛指选煤操作方面的技巧；另一个含义是指选煤技术设备。选煤生产技术管理，是指对选煤厂生产、工艺和技术的管理，也包括对选煤技术设备的管理。为了扩大学生的知识而，我们把有关成本、资金等经营管理的知识也编入本教材。

选煤生产技术管理的基本任务是：

1. 正确地制定选煤生产计划

计划是企业管理的首要职能。通过计划的编制、执行、检查和分析，对企业的生产技术经济活动进行协调和控制，以便有效地、充分地利用人力、物力和财力，完成预定目标，取得最佳经济效果。

选煤生产计划的编制必须考虑原煤的性质，产品产量、质量、品种等。计划要实现合理的产品结构，不仅要求质量高，而且要求多品种，产销对路，合理供应。因此，选煤生产计划必须是严密的和科学的，才能起着组织生产和指导生产的作用。计划指标不但应当先进，而且要留有余地才能保证计划可靠的实现。为了保证计划的实施，应随时注意原煤性质变化和其它生产条件的改变对产品质量和数量的影响。在制订计划时，既要充分估计各种有利条件，又要充分考虑不利因素，并且让全体职工了解计划的制定和执行情况，充分调动群众的积极性和创造性。

2. 做好产品的质量设计和各作业环节工艺条件的设计

在制订生产计划的基础上，对工艺流程的各个环节质量要求、数量要求以及能够实现各环节的工艺条件，都应当详细地进行设计。在明确的合理的工艺指标要求和工艺条件的指

导下,才能使全厂获得理想的技术经济效果。例如,当再洗跳汰机的工艺指标要求不合理,工艺条件又控制得不恰当时,主、再洗跳汰机配合的数量效率就低。所以,只有在再洗跳汰机的工艺指标调整得合理之后,数量效率才能迅速提高(一般能提高将近3%)。因此,在选煤厂生产技术管理工作中,必须认真搞好产品质量设计和各工艺环节的工艺条件设计工作。尤其是对选煤这种多环节的机械加工过程,需要周密的安排和总体有效合理地配合,这不仅是生产技术管理的一项基本任务,而且也是一项日常工作。

3. 做好生产调度工作

组织和指挥日常生产,是选煤厂生产技术管理的又一项基本任务。通过生产调度工作,才能将已制订的选煤生产计划予以实现。为了保证生产的正常进行,调度人员要安排好设备的检修,了解并创造必要的生产条件;并及时处理生产事故等。选煤生产过程各工艺环节的协调与配合,选煤技术经济效果的实现都依靠生产调度工作。

4. 生产实际情况的调查研究和经验总结

经过技术检查随时掌握选煤生产过程的数质量平衡,分析各工艺环节存在的问题并加以解决,这也是选煤生产技术管理的另一项任务。对于选煤全部工艺过程或局部环节,甚至对一台选煤设备进行工艺技术效果评定,尤其是从数量与质量统一的观点来分析研究问题,也属于日常的生产技术管理工作。对于生产技术专门的问题,以及长期从事实际工作的工程技术人员和工人的经验,也需要总结,必要时提出专题报告和写出专门的技术资料。

5. 做出工艺技术改革的决策

随着科学技术的不断进步和生产安全、生活环境条件的改善,原有的选煤工艺和设备会出现不适应生产、安全和环保要求之处。新的工艺技术改造和更替旧的工艺技术是总的发展趋势。但对一个选煤厂来说,什么时机采取什么程度的技术更新改造,是应该结合具体实际做出方案比较,才能有正确决策。工艺技术改革的决策,是生产技术管理工作的一项基本任务。

在明确了生产技术管理基本任务之后,还需要进一步解决完成任务的工作方法问题。一般说来,可以采取下面的方法:

1. 深入调查研究

为了解决选煤厂技术管理的问题,首先要全面了解情况,详细掌握资料,必要时应专门测定或取样化验获得资料数据。调查研究问题的过程,也就是解决问题的过程。一个问题的情况调查清楚了,自然就会找到解决问题的办法和线索。

2. 理论联系实际

应用所学过的理论去解决实际问题,是常用的工作方法。例如本书所叙述的精煤最高产率原则,在实际中可用于编制计划或确定主、再洗跳汰机指标配合等。任何正确的理论都是从实践中产生的,而且能指导实践取得具体的技术经济效益。脱离理论指导的实践,是盲目的实践。同样,不能用于实践的理论,至少是空洞的理论,甚至有可能是错误的理论。

3. 依靠和发动群众

选煤厂生产技术管理工作不能只依靠少数积极分子、骨干力量来实现,必须发动全厂职工的积极性和创造性。例如全面质量管理,就是全厂、全生产过程和全体人员实现的管理。同理,其它管理工作也应如此。首先应明确全厂职工奋斗的总目标,然后再把它落实

到每个具体工作岗位上。在深入做好政治思想工作的前提下,使群众切身利益与国家整体利益有机地结合起来。这是能持久发挥群众积极性的重要方法。

4. 评比和找差距

选煤厂完成生产的情况,所达到的各种技术经济指标,设备维护检修和完好率,安全生产等方面都可以作为评比找差距的内容。可以与本厂历史上最佳水平比较,也可以与国内外同类型的选煤厂进行比较。随着科学技术进步、管理现代化以及改革的逐步深入,通过评比找差距学先进的工作方法,将不断促进改善选煤厂的生产技术管理工作。

第二节 原煤性质的分析研究

选煤厂加工的对象是原煤,所以在选煤生产技术管理工作中,首先要对来厂原煤性质的变化进行分析研究。为了掌握和了解原煤的情况,就要对原煤影响选煤工艺流程和分选效果的各种因素作出分析。根据选煤生产实践的经验,在选煤生产技术管理工作中,必须对原煤的粒度组成、含矸率、浮沉组成、可选性、含硫、碎选性、浸碎性、风化煤含量等变化情况及时研究和掌握。

1) 原煤的粒度组成

粒度组成对选煤工艺流程、分选效果和经济效益都产生重要的影响。对于动力煤选煤厂,粒度和粒级的限上率、限下率是产品的主要质量指标。各种用户不仅对产品的灰分,而且对粒度和粒度组成都有不同的要求,因而在销售价格和用途方面也不相同。选煤厂生产技术管理工作必须在粒度和灰分等方面改变产品结构,生产更适合市场需要的产品,同时也提高选煤厂的经济收益。对于分级入选的选煤厂,粒度组成的变化,将影响块煤和末煤洗选设备负荷的变化。随着综采、机采原煤产量比例的提高,原煤粒度有变细碎的趋势。因而出现末煤洗选设备过负荷,而块煤洗选设备负荷不足的情况。对于混合入选的选煤厂,当使用跳汰机入选50~0mm的原煤时,因为粗粒与细粒不完善度 I 值不同,所以原煤粒度组成的变化也必然反映到跳汰产品的洗选效果上。对于浮选,煤泥粒度组成的变化也敏锐反映到操作条件和浮选效果上。所以对粒度组成及其变化应有足够的重视。

研究粒度组成的方法是按照国家标准进行筛分试验。必要时还应测定筛分效率、粒级产品限上率、限下率等。

2) 含矸率

含矸率的变化如果与原设计选煤厂所采用的指标相差过多,有必要改变现有的工艺。含矸率的增加不仅使选煤厂产品数量减少,而且还使产品质量在一定程度上降低。超过规定尺寸的大块矸石,会损坏设备,甚至中断正常的生产过程。

3) 原煤的浮沉组成

浮沉组成是选煤最重要的煤质特性。由于选煤主要是利用重力方法进行加工的,也就是靠物料的密度差异而将原煤分选成为不同的产品。因之,使用原煤的浮沉试验资料,就可以预先判断选后各产品可能达到的技术指标,以及与这些指标相对应的原煤可选性等级。

原煤浮沉组成的变化,直接影响到精煤产率、质量和选后产品的结构。所以当原煤浮沉组成产生变化时,在操作和工艺方面要采取相应措施。在同时入选几个矿井许多煤层的原煤时,更需要及时掌握各种原煤浮沉组成的变化,以便采取分组入选,或配煤入选的措施。

研究原煤浮沉组成的方法是浮沉试验。为了及时了解原煤性质变化,应该使用快速浮

沉试验，此外，每个月还要做一次“月综合试验，”以反映原煤、精煤、中煤全月粒度和浮沉组成的平均状况。

4) 原煤的可选性

可选性与产品的质量要求、选煤方法和原煤本身的特性有关。要求精煤灰分的高低，对原煤可选性变化影响最大。在产品质量要求和选煤方法不变时，原煤浮沉组成的变化也使可选性有相应的改变。由于原煤可选性等级的不同，即便在同样的设备和技术操作条

表 1-1 中国煤炭可选性评定标准

$\delta \pm 0.1$ 邻近密度物含量, %	可选性等级
<10.0	极 易 选
10.1~20.0	易 选
20.1~30.0	中 等 可 选
30.1~40.0	难 选
>40.0	极 难 选

件下，选煤效果也是不同的。所以，原煤可选性等级也是评价、比较选煤厂工作成绩的基本指标。

判定可选性等级的方法很多。过去，我国采用中煤含量法评定可选性等级约持续了20多年。该方法虽然简单、直观，但不能反映精煤灰分要求变化时，可选性也相应变化。这一基本实际情况，所以70年代以来就着手

探讨原煤可选性评定的新标准。80年代初制定了新的标准（表1-1）并在1982年1月开始实行。

新的煤炭可选性标准，是将原煤可选性按 $\delta \pm 0.1$ 范围内邻近密度物含量划分为五个等级。 δ 是理论分选密度。而表1-1中 $\delta \pm 0.1$ 含量，是以去掉密度大于1.80的部分为100%计算的。用这个标准所制定出的可选性等级，能很好地体现出精煤灰分要求、选煤方法和原煤固有特性对可选性影响的三个因素。当然，在计算指标时，将理论分选密度 δ 改用为实际分选密度 δ_p ，则更符合实际一些。因为分析原煤煤质资料时，从原煤可选性曲线容易找到 δ 值，用 δ 值评定可选性是通常习惯的方法。 ± 0.1 实质上是体现选煤方法的影响，就是说，以淘汰选煤方法中等操作水平为标准，取可能偏差 E 值为0.1。在确定的分选密度 δ 增高或降低0.1时，将引起产率波动数值大小，以表示可选性的难易程度。例如，精煤产率波动大，精煤灰分波动也大，说明很不容易操作。精煤产率随着分选密度 δ 的 ± 0.1 波动，只有微小的变化，则精煤灰分很容易稳定，说明原煤可选性易选，在操作时也很容易实现预定的精煤灰分指标。这个可选性标准是根据淘汰分选时难易程度进行划分的，因为重介选可以设法稳定分选密度。假定分选密度调节在很稳定的状态，则重介选几乎不受可选性难易程度的影响。对某一种原煤来说，邻近密度物含量依据浮沉组成有特定的数值。对这种原煤要求选出低灰分的精煤，分选密度 δ 取值越低，则可选性变得越难，反之，允许精煤灰分较高，分选密度 δ 取值高，则这同一种原煤可选性变为易选。所以，这个可选性评定标准也体现了原煤固有特性。这个可选性评定方法与国际上通用的煤炭可选性评定方法是一致的。尤其是对同一种原煤，由于精煤灰分要求不同而有不同的可选性，这一点是很符合选煤实际生产情况，同时也弥补了中煤含量法评定可选性不足之处。

5) 原煤含硫量

原煤含硫量是影响精煤产品质量的又一个重要因素，因为在使用时，硫分比灰分带来更大的危害。目前的选煤方法只能去掉大部分无机硫，所以当原煤含硫高时，精煤含硫也相应较高。对一个矿区或矿井要分别研究各个煤层的含硫情况。由于成煤的古代地质环境不同，一个矿井的几层煤中有可能局部煤层含硫较高，所以要采取分采、分运、配煤、混

煤等措施,使精煤含硫达到用户的要求。

6) 碎选性

碎选性是指大块煤与矸石在选择性破碎机中破碎性质上的差异。一般煤易破碎,矸石不易破碎,从选择性破碎机中排出的应是纯净的矸石。如果这个差异不显著,则不应使用这种设备。碎选性试验方法可参照国内外有关资料进行。碎选性试验资料主要在设计选煤厂时作为技术决策用。如对已经投产,又考虑用碎选机代替手选时,必须进行此项试验才能做出技术决定,也可根据这个资料作为设备选型和安装的依据。

7) 浸碎性

浸碎性就是指煤与矸石因受水浸泡后粉碎成泥状的程度。如果煤或矸石泥化程度严重,则影响到工艺流程的制定,也影响到分选效果的改善。浸碎性应该作为可选性研究的一项常规内容。在中华人民共和国专业标准中已经制订了煤和矸石的泥化试验方法,但缺少泥化程度的分类。所以生产技术管理中仍须测定次生煤泥的数量和质量,进一步分析和预测煤泥对精煤质量的影响。如果精煤由于受煤泥污染使灰分提高很多,则应采取一些有效的脱泥措施。

风化煤在生产中也是可能遇到的,特别是入洗部分露头煤或小煤窑煤时更为常见。风化煤对煤泥水系统有很坏的影响,突出表现在使用大量浮选药剂后浮选精煤上浮量也极小。因此,在遇到风化煤时应准备浮选风化煤的药剂,并采取一些其它措施。

原煤是选煤厂主要的原料,是赖以生产的基础,必须对它的各个方面都进行细致地分析和了解,尤其是入洗多种原煤,或者地质情况复杂,煤层煤质不稳定时更应该如此。所谓的细致地分析就是对上述各个方面的性质都要了解,特别是原煤粒度组成、浮沉组成和可选性等主要煤质特征,更要全面深入了解情况,并随时掌握其变化。

第三节 选煤理论指标和精煤最高产率原则

选煤生产过程的目的是希望获得最好的工艺效果,评价这个效果的标准就是高的数量效率。数量效率表示的方法为

$$\eta_i = \frac{\gamma_j}{\gamma_{j0}} \times 100 \quad (1-1)$$

式中 η_i ——数量效率, %;

γ_j ——精煤实际产率, %;

γ_{j0} ——精煤理论产率, %。

精煤理论产率是在理想条件下(即不考虑实际生产过程不完善性的影响),用浮沉试验资料经过整理、绘制可选性曲线并可查出的理论指标。从式(1-1)可看出,数量效率就是精煤实际产率接近精煤理论产率的程度。由于生产技术条件的限制和其它影响,数量效率很难达到100%。尽管如此,在实际工作中要求实际的精煤产率尽可能地与理论的精煤产率接近。下面研讨在理论上怎样获得精煤最高产率,并且找到获得精煤最高产率的条件。

实际上选煤厂很少遇到入选单一的原煤。多数情况是同时入选一个矿井几个煤层的煤,各层煤的灰分与可选性也不一定相同,甚至有时也可能入选几个矿井的很多煤层的原煤。即使是入选单一的原煤,在选煤厂内也存在着重选、主再洗跳汰、浮选之间的配合,以取

得最高精煤产率问题。为了说明问题, 现假设有两种原煤在两个流程中分别进行洗选, 并得到两种不同灰分的精煤, 经混合后成为一种灰分的精煤销售。提出了这两种精煤灰分怎样要求才能得到最高产率? 在要求两种精煤灰分相同的条件下, 是否能得到最高的精煤产率等问题。

分别入选的两种原煤, 其精煤灰分相同或不相同, 都存在着式 (1-2) 精煤产率平衡式和式 (1-3) 精煤灰分量平衡式的关系。

$$\gamma_1 + \gamma_2 = \gamma_j \quad (1-2)$$

$$\gamma_1 A_1 + \gamma_2 A_2 = \gamma_j A_j \quad (1-3)$$

式中 γ_1 、 γ_2 和 γ_j ——分别为第一种精煤、第二种精煤和混合后的精煤理论产率, %;

A_1 、 A_2 和 A_j ——分别为第一种精煤、第二种精煤和混合后的精煤平均灰分, %。

从可选性曲线的绘图原理可知, 精煤灰分量与灰分特性曲线的积分面积相等, 因此可写成下面两个等式:

$$\gamma_1 A_1 = \int_0^{\gamma_1} \lambda_1 d\gamma_1 \quad (1-4)$$

$$\gamma_2 A_2 = \int_0^{\gamma_2} \lambda_2 d\gamma_2 \quad (1-5)$$

式中 λ_1 和 λ_2 ——分别为第一种精煤和第二种精煤相应的基元灰分,

其它符号同前面几个公式。

将式 (1-4) 和式 (1-5) 代入式 (1-3), 可写成

$$\gamma_j A_j = \int_0^{\gamma_1} \lambda_1 d\gamma_1 + \int_0^{\gamma_2} \lambda_2 d\gamma_2 \quad (1-6)$$

最终销售混合精煤的灰分 A_j 必须在合格的条件下, 但如何确定 A_1 、 λ_1 和 A_2 、 λ_2 , 使 γ_1 与 γ_2 总合之后, 得到 γ_j 的最大值, 就必须通过求一阶导数和二阶导数。先将式 (1-2) 和式 (1-6) 微分:

$$d\gamma_1 + d\gamma_2 = d\gamma_j \quad (1-7)$$

$$A_j d\gamma_j = \lambda_1 d\gamma_1 + \lambda_2 d\gamma_2 \quad (1-8)$$

由式 (1-7) 写成 $d\gamma_2 = d\gamma_j - d\gamma_1$ 代入式 (1-8) 得

$$A_j d\gamma_j = \lambda_1 d\gamma_1 + \lambda_2 d\gamma_j - \lambda_2 d\gamma_1$$

$$(A_j - \lambda_2) d\gamma_j = (\lambda_1 - \lambda_2) d\gamma_1$$

$$\therefore \frac{d\gamma_j}{d\gamma_1} = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{A_j - \lambda_2} \quad (1-9)$$

一阶导数等于零, 即 $\frac{d\gamma_j}{d\gamma_1} = 0$ 说明有极大值或极小值存在。从式 (1-9) 可知, 必须在 $\lambda_1 = \lambda_2$ 的条件下才能使一阶导数为零。采取这两种煤基元灰分相等的条件, 进一步求式 (1-9) 的二阶导数:

$$\frac{d^2\gamma_j}{d\gamma_1^2} = \frac{1}{A_j - \lambda_2} \cdot \frac{d\lambda_1}{d\gamma_1} - \frac{A_j - \lambda_1}{(A_j - \lambda_2)^2} \cdot \frac{d\lambda_2}{d\gamma_1} \quad (1-10)$$

已知 $\frac{d\gamma_j}{d\gamma_1} = 0$, 可将式 (1-8) 改写成 $\lambda_1 d\gamma_1 + \lambda_2 d\gamma_2 = 0$ 经整理得

$$d\gamma_1 = -\frac{\lambda_2}{\lambda_1} d\gamma_2 \quad (1-11)$$

将式 (1-11) 代入式 (1-10) 为

$$\frac{d^2\gamma_j}{d\gamma_1^2} = \frac{1}{A_j - \lambda_2} \cdot \frac{d\lambda_1}{d\gamma_1} + \frac{A_j - \lambda_1}{(A_j - \lambda_2)^2} \cdot \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \cdot \frac{d\lambda_2}{d\gamma_2} \quad (1-12)$$

在式 (1-12) 中 $\lambda_1 > A_j$ 和 $\lambda_2 > A_j$, 所以将数值代入之后, 二阶导数为负数。因此, 证明在两种精煤的分界灰分相等, 即 $\lambda_1 = \lambda_2$ 的条件下, 所确定的精煤灰分 A_1 和 A_2 , 在 A_1 时得到精煤产率 γ_1 , 在 A_2 时得到精煤产率 γ_2 , 只有在这种情况下 ($\gamma_1 + \gamma_2 = \gamma_j$) 其混合精煤产率为最大值。

如果不是先确定精煤灰分要求最高的精煤产率, 而是将精煤产率确定为一定数值, 那么找到混合精煤灰分 A_j 最低的条件, 仍是 $\lambda_1 = \lambda_2$ 。从式 (1-7) 和式 (1-8), 证明精煤灰分最低的条件。因为前提 γ_j 为常数, 即 $d\gamma_j = 0$, 式 (1-7) 写成

$$d\gamma_2 = -d\gamma_1 \quad (1-13)$$

将式 (1-13) 代入式 (1-8) 中 A_j 为变数, 故写成下式, 为

$$\gamma_j dA_j = \lambda_1 d\gamma_1 - \lambda_2 d\gamma_1 = (\lambda_1 - \lambda_2) d\gamma_1$$

$$\therefore \frac{dA_j}{d\gamma_1} = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\gamma_j} \quad (1-14)$$

若 $\frac{dA_j}{d\gamma_1} = 0$, 必须以 $\lambda_1 = \lambda_2$ 为条件, 所以求式 (1-14) 二阶导数, 并且将式 (1-13) 的 $d\gamma_1 = -d\gamma_2$ 代入, 则

$$\frac{d^2A_j}{d\gamma_1^2} = \frac{1}{\gamma_j} \left(\frac{d\lambda_1}{d\gamma_1} + \frac{d\lambda_2}{d\gamma_2} \right) \quad (1-15)$$

其二阶导数为正值, 说明当精煤产率 γ_j 要求为一定数值时, 即在 $\lambda_1 = \lambda_2$ 的条件下找到的 γ_1 和 γ_2 , 分别确定 A_1 和 A_2 , 这时混合精煤灰分 A_j 为最低。

从上面论述, 可以推论, 两种或两种以上的原煤进入选煤厂加工时, 不论是分组洗选, 还是混合配煤洗选, 都必须在等分界灰分的条件下进行。如果是精煤质量要求一定, 则能得到精煤最高产率; 如果是精煤产率一定, 则能得到最好的精煤质量。这就是精煤最高产率原则的概念。

表1-2为某一、二两个矿井50~0.5mm原煤浮沉试验资料, 绘制各自的可选性曲线如图1-1和图1-2所示。按照表1-3选用的分界灰分数值分别从可选性曲线上查出一矿和二矿浮物产率%。假设入选原煤一矿与二矿各占50% (假定这两个矿原煤所含煤泥相等时), 折算并综合后的浮物产率见表1-3中的第4行。使用第1行与第4行对应的数字, 绘成图1-4, 即一、二矿原煤综合的可选性曲线。

表1-3中的基元灰分与综合浮物产率的数据直接绘出灰分特性曲线 λ , 用绘图方法从 λ 曲线绘出浮物曲线 β 。绘图的原理如图1-3所示, 综合 λ 曲线和 β 曲线见图1-4。

在图1-3中代表灰分量的 $C\beta_1EI$ 矩形面积与 $E\beta_2GH$ 矩形面积相等, 所以灰分量 OAB_1C 与灰分量 $ABGH$ 之和等于灰分量 OBB_2I 。按照可选性曲线的绘图方法从已知的 λ_1 、 λ_2 点找出 β_1 、 β_2 点。用同样的方法还可以找出浮物曲线的其它点, 绘出的 β 曲线如图1-4所示。

从图1-1、图1-2和图1-4的曲线中得到一些指标, 现将这些精煤产率、精煤平均灰分

表 1-2 两个矿井50~0.5mm原煤浮沉试验资料

矿 别	一 矿				二 矿			
项 目	浮 沉 物		浮 物 累 计		浮 沉 物		浮 物 累 计	
密度级	$\gamma, \%$	$A\%, \%$	$\Sigma\gamma, \%$	$A\%, \%$	$\gamma, \%$	$A\%, \%$	$\Sigma\gamma, \%$	$A\%, \%$
-1.3	13.67	6.47	13.67	6.47	21.20	4.57	21.20	4.57
+1.3-1.4	42.58	12.71	56.25	11.19	34.54	11.13	55.74	8.63
+1.4-1.5	19.04	22.50	75.29	14.05	12.67	21.18	68.41	10.96
+1.5-1.6	6.87	31.89	82.16	15.54	8.13	30.35	76.54	13.02
+1.6-1.8	6.78	42.93	88.94	17.63	6.64	42.31	83.08	15.32
+1.8	11.06	75.21	100	23.92	16.92	74.83	100	25.39
合 计	100	23.92			100	25.39		

表 1-3 基元灰分对应浮物产率表

基元灰分, %	2.5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90
一矿浮物产率, %	0	2.5	24	45	60	69	76	80.5	82.5	86.5	87	89.5	92.5	96	100
二矿浮物产率, %	0	10	31	50.5	60.5	67	72.5	75.5	78.5	80.5	82	85	88.5	93	100
综合浮物产率, %	0	6.3	27.5	47.75	60.25	68	74.25	78	81	83.5	84.5	87.25	90.5	94.5	100

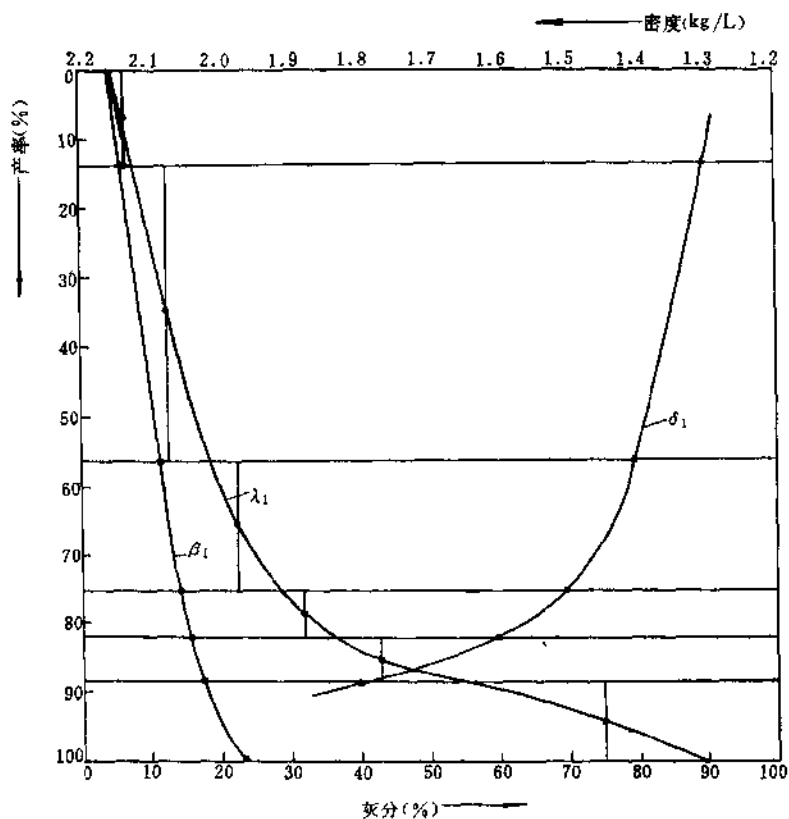


图 1-1 一矿原煤可选性曲线

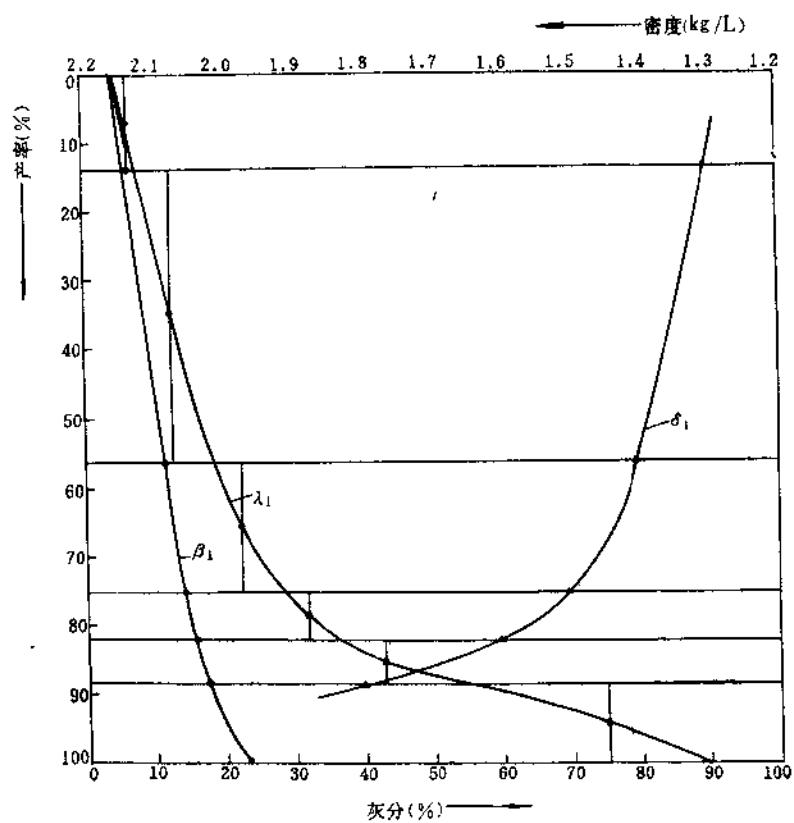
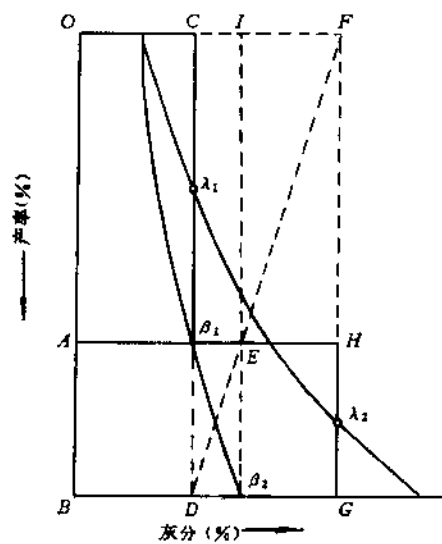


图 1-2 二矿原煤可选性曲线

图 1-3 从 λ 曲线绘制 β 曲线原理图

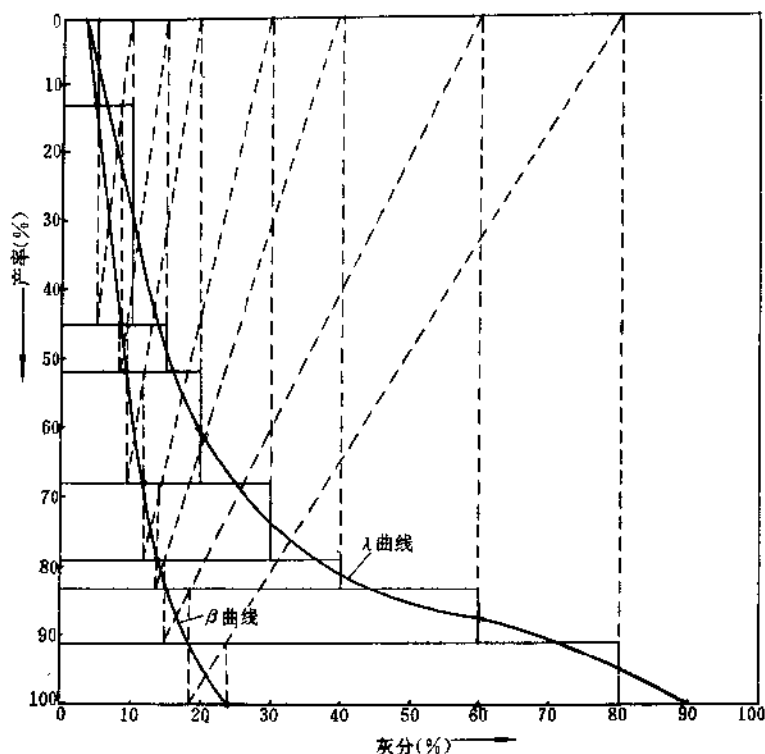


图 1-4 一、二矿原煤综合的可选性曲线

表 1-4 不同精煤指标组成的洗选方案

方案	洗选条件	矿 别	各矿精煤指标			总合精煤指标		是否符合最 高产率原则
			$\gamma, \%$	$A^s, \%$	分界灰分, %	$\gamma_{总}, \%$	$A^s_{总}, \%$	
1	精煤灰分相等 基元灰分不等	一 矿	60	12.00	20.0	66	12.00	不 符 合
		二 矿	72	12.00	29.5			
2	基元灰分相等 精煤灰分不等	一 矿	72	13.50	26.0	70	12.00	符 合
		二 矿	60	10.50	26.0			
3	基元灰分相等 精煤灰分不等	一 矿	68	13	23.0	66	11.55	符 合
		二 矿	64	10	23.0			
4	精煤灰分不等 基元灰分不等	一 矿	73.5	14.00	27.0	70	12.25	不 符 合
		二 矿	66.5	10.30	25.0			
5	精煤灰分不等 基元灰分不等	一 矿	70.5	13.30	25.0	70	12.16	不 符 合
		二 矿	69.5	11.00	27.0			

注：总合精煤产率是用各矿精煤产率 $\gamma\%$ 各占50%计算而总合的。

和分界灰分方案列在表1-4中。实践证明，凡是符合精煤最高产率原则的，则精煤总合产率最高，或精煤总合灰分最低，否则就不是最佳指标。

从五个方案比较中，可以看出：只有在等分界灰分的条件下才能得到精煤最高产率或

最低灰分的结果。第1方案是不考虑原煤可选性,对不同的原煤都要求洗出灰分12%的精煤,由于分界灰分相差太大而得不到最佳指标,这种情况在生产实际中是常遇到的。第2方案是在等分界灰分条件下洗选时,总合精煤灰分也是12%,但总合精煤产率提高了4%。第3方案与第1方案相比,在总的精煤产率保持在66%的条件下,总的精煤灰分可以达到最低,比第1方案的精煤灰分降低了0.45%。第4、第5方案说明总精煤产率维持在70%,在分界灰分不相等的前提下不论怎样调整,总的精煤灰分也要超过12%。这些精煤产率降低或者是精煤灰分提高的现象,是在分界灰分不等的情况下产生的,除了可以用数学证明之外,也可以从物理意义上加以理解。如以分界灰分不相等,使总精煤产率降低这一情况为例,由于在等分界灰分分选时,就是使基元灰分相同质量的部分进入精煤中。如果两种煤分选时各采取一种分界灰分,从灰分特性曲线的形状可以看出,一种煤用较高的基元灰分混入到精煤,尽管混入的数量少;但另外一种煤就必须用降低产率较多的方法得到低基元灰分,掺入精煤以便使总的精煤灰分不改变,这样就使总的精煤产率降低了。同理,如果想保持原有的总精煤产率不变,因为出现了第一种煤用高的基元灰分部分替代了同样数量另外一种煤低的基元灰分部分,总的精煤灰分必然提高。

按照精煤最高产率原则同样可以在迈尔曲线上查到所需要的指标。这需要解决迈尔曲线按等分界灰分合成综合曲线的方法。仍采用表1-2的资料,绘出一矿和二矿原煤的迈尔

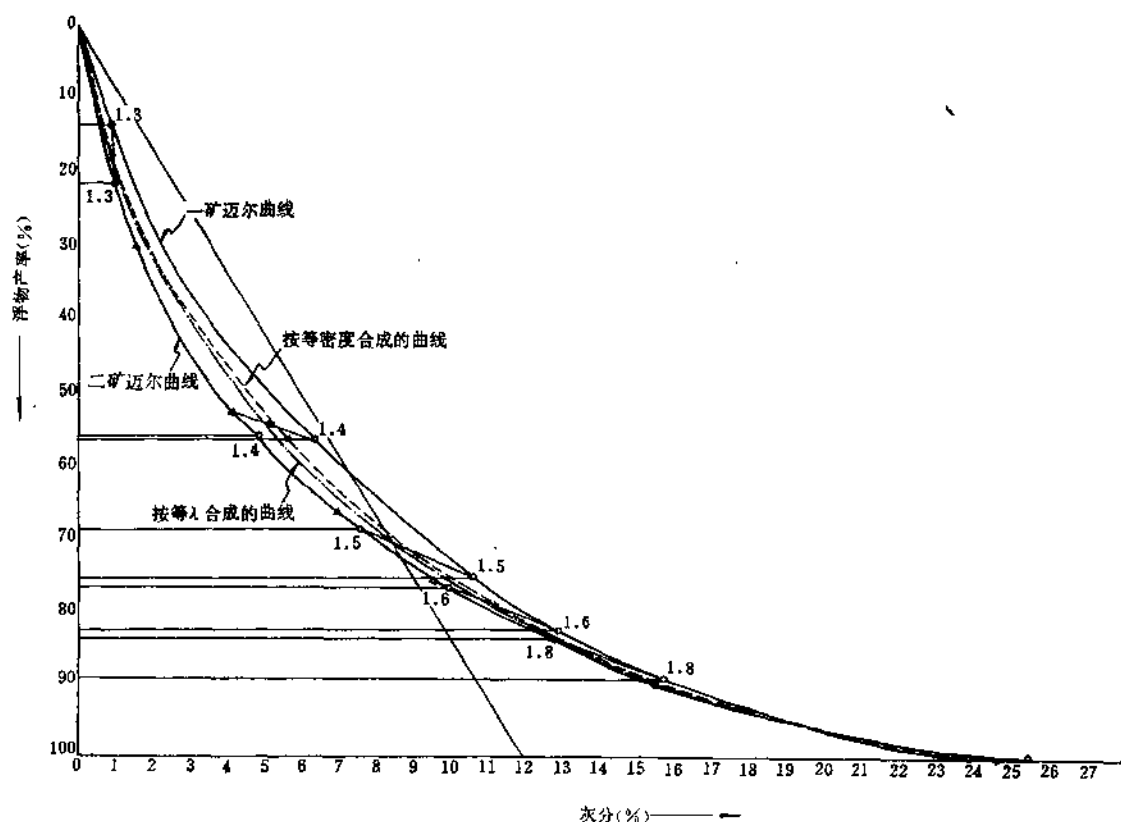


图 1-5 一、二原煤迈尔曲线和按等密度、等基元灰分合成的迈尔曲线