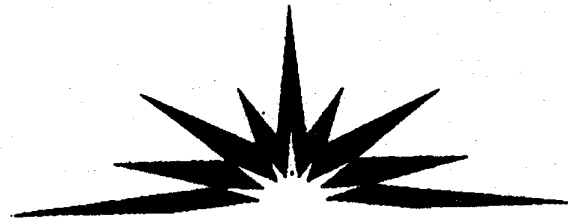


中国可持续能源项目

大卫与露茜尔.派克德基金会
威廉与佛洛拉.休利特基金会
能 源 基 金 会
项目资助号：G-1106-14234



提高山西煤炭独立洗选行业能源利用 效率措施和途径研究报告

**Research on Measures and Approaches to Advance
Energy Utilization Efficiency within the Independent
Coal Washing and Dressing Industry in Shanxi**

山西省节能中心
2012 年 6 月

目 录

综述	I
----------	---

第一篇 山西省煤炭独立洗选企业先进适用装备 技术工艺和方法及节能措施的导向性意见

第一章 综述	1
1.1 背景及意义	1
1.2 国内外选煤技术综述	2
1.2.1 国外选煤技术工艺及装备综述	2
1.2.2 国内选煤技术工艺及装备综述	6
1.2.3 山西省选煤技术工艺及装备综述	9
1.3 研究内容	11
第二章 准备作业工艺及设备	13
2.1 破碎作业	13
2.1.1 常见破碎设备的特点及应用	14
2.1.2 我省独立选煤企业在破碎设备应用上存在的问题 ..	18
2.1.3 破碎工艺要求	19
2.1.4 煤炭破碎作业的作用与地位	19
2.2 筛分作业工艺及设备	21
2.2.1 山西省独立选煤企业主要煤炭筛分设备的分类及应用	21
2.2.2 筛分作业的分类	22
2.2.3 煤炭筛分设备的发展	23

2.2.4 筛分作业中存在的问题	26
2.2.5 解决问题的对策	27
2.2.6 对山西省独立选煤企业筛分设备的建议	27
2.3 小结.....	28
第三章 分选作业工艺及设备	29
3.1 重介质选煤作业	29
3.1.1 常见重介质选煤设备的比较分析	29
3.1.2 常见重介旋流器及其入料过程	33
3.1.3 预先脱泥无压三产品重介旋流器分选工艺	35
3.1.4 预先脱泥无压三产品重介旋流分选工艺的优势	35
3.1.5 国内重介质选煤厂常用的典型工艺流程	36
3.2 跳汰选煤作业	44
3.2.1 我国跳汰设备	45
3.2.2 跳汰选煤工艺	48
3.2.3 跳汰选煤工艺流程	49
3.3 浮游选煤作业	51
3.3.1 浮选机机械设备选煤的主要技术工艺	51
3.3.2 浮选机械设备的选择和应用	53
3.3.3 浮选新技术的研发	54
3.3.4 浮选工艺流程	56
3.4 磁选作业.....	61
3.4.1 磁选设备及分类	61
3.4.2 选煤厂磁选机的功能	62
3.4.3 对磁选的要求	63
3.5 分级作业.....	63

3.5.1 筛分分级设备	63
3.5.2 水力分级设备	66
3.5.3 离心力分级设备	68
3.5.4 三类细粒煤分级设备对比	71
3.6 其它选煤工艺	72
3.6.1 干法选煤	72
3.6.2 摇床选煤	73
3.6.3 水介质旋流器选煤	74
3.6.4 斜槽选煤技术	76
3.6.5 螺旋槽选煤技术	76
3.7 煤泥水处理工艺	77
3.7.1 煤泥重介质分选工艺	78
3.7.2 水介质旋流器分选煤泥	78
3.8 小结	78
第四章 脱水作业工艺及设备	80
4.1 机械力脱水设备	80
4.1.1 离心过滤	80
4.1.2 过滤脱水	81
4.2 脱水工艺	83
4.3 小结	85
第五章 浓缩作业工艺及设备	86
5.1 传统传动式浓缩机	86
5.2 倾斜板浓缩机	86
5.3 深锥浓缩机	87
5.4 新型高效浓缩机	87

5.5 小结.....	88
第六章 其它辅助设备	90
6.1 运输设备.....	90
6.1.1 运输设备事故分析	90
6.1.2 运输设备的改造与优化	91
6.1.3 经济效益	93
6.2 变频设备.....	93
6.3 小结.....	96
本篇总结	97

第二篇山西省煤炭独立洗选企业能耗限额标准

和能源管理体系建设建议

第一章 企业能耗背景	102
第二章 独立洗选企业能耗限额标准建议	105
2.1 能耗标准范围	105
2.1.1 规范性引用文件	105
2.1.2 术语和定义	105
2.2 综合电能消耗统计	106
2.2.1 统计范围	107
2.2.2 山西省各市的独立洗选企业综合电能消耗统计方法和 数据分析	107
2.2.3 独立选煤企业洗选单位原煤综合电能消耗建议限额值的 确定方法	113

2.2.4 独立选煤企业洗选单位产品综合能耗建议限额值的确定方法	116
第三章 独立选煤企业能源管理体系建设建议	123
3.1 能源管理体系标准研制的背景、意义及其理论基础 ...	123
3.1.1 能源管理体系的产生背景	123
3.1.2 建立、实施能源管理体系标准的意义	124
3.1.3 能源管理体系标准的基本理论基础	125
3.2 体系的核心思想、基本概念/构架分析和关键要素分析	128
3.2.1 体系制定的核心思想	128
3.2.2 能源管理体系基本概念/构架分析	128
3.2.3 能源管理体系模式	130
3.2.4 能源管理体系关键要素分析	131
3.3 体系的指导思想、工作原则和总体目标	132
3.4 建设内容	134
3.4.1 能源管理部门建设	134
3.4.2 能源管理制度建设	139
3.4.3 能源管控系统建设	144
3.5 企业能源管理的基础工作	147
3.5.1 加强能源管理基础工作，树立五个基本观点	147
3.5.2 企业能源管理工作的三个阶段	148
3.5.3 基础工作的主要内容	149
3.6 关于选煤厂节能降耗对策的建议	154
3.6.1 节水降耗	155
3.6.2 节电降耗	156
3.6.3 降低药耗	158

3.6.4 降低重介质损失, 减少介耗	159
本篇总结	161
附表一	165
附表二	166
附表三	180

第三篇 山西省煤炭独立洗选企业中煤、煤泥合理

有效利用及煤矸石资源化利用途径建议

第一章 中煤合理有效利用途径与建议	193
1.1 背景意义.....	193
1.2 中煤合理有效利用现状及分析	194
1.2.1 按照发热量划分	194
1.2.2 按照灰分划分	203
1.3 中煤合理有效利用途径及建议	211
1.3.1 中煤合理有效利用途径	211
1.3.2 中煤合理有效利用建议	213
第二章 煤泥合理有效利用途径与建议	215
2.1 背景意义.....	215
2.2 煤泥合理有效利用现状及分析	218
2.2.1 按照发热量划分	218
2.2.2 按照灰分划分	227
2.2.3 煤泥合理有效利用分析	235
2.3 煤泥合理有效利用途径及建议	236
2.3.1 煤泥合理有效利用途径	236

2.3.2 煤泥合理有效利用建议	240
第三章 煤矸石资源化利用途径与建议	243
3.1 背景意义	243
3.2 煤矸石合理有效利用现状及分析	245
3.3 煤矸石合理有效利用途径及建议	251
3.3.1 煤矸石资源化利用途径	251
3.3.2 煤矸石资源化利用建议	255
本篇总结	257
总结论	259

综 述

山西是煤炭大省，全省保有查明煤炭资源储量 2654.84 亿吨，占全国的 26%。“十一五”全省生产煤炭 32.24 亿吨，占全国同期煤炭生产总量的 23%。“十一五”煤炭出省销量 24.9 亿吨，占全国同期省际煤炭净调出量的 70%以上。山西煤种齐全，煤质优良，特别是炼焦煤、无烟煤均占全国的一半以上。得天独厚的煤炭资源禀赋，使得山西成为了焦炭产销大省。焦炭产量和外销量均排名全国第一。

在煤炭、焦炭生产的带动下，山西煤炭的洗选得到了迅速发展。具有山西地方特色的是独立煤炭洗选企业有了长足的发展，已成为一个独立的产业——独立选煤产业。独立选煤企业是指不隶属煤矿、焦化厂单独设立，以买进原煤通过洗选加工后卖出精煤、中煤等煤炭产品为主要业务的选煤企业。我国的矿产资源利用方式还比较粗放，一些地方采富弃贫、一矿多开、大矿小开的现象较为普遍。山西省一些大中型选煤企业对煤矿资源不能进行充分利用，造成一部分煤炭资源的浪费；大中型洗煤企业的精煤产品的灰分、发热量等指标不能满足所有市场的需求，这就造成了产业链的脱节。在这种情况下，独立选煤企业应运而生。独立选煤企业可对部分浪费的煤炭资源进行简单的洗选，或对大中型企业的洗选精煤买进再选，以进一步达到部分市场的需求，这就对山西的煤炭资源达到了一个拾遗补缺的作用。目前，全省共有独立选煤企业 2400 个，办理了煤炭经营资格证的企业 1443 个。其中：120 万吨/年以上（含 120 万吨/年）224 个，60-120 万吨/年 1158 个，60 万吨/年以下 61 个。独立洗煤企业的快速发展，对促进地方经济的发展，提高煤炭质量，减

少煤炭直接燃烧，提高能源效率，降低环境污染，减少煤炭无效运输以及促进山西焦炭乃至全国焦炭产业的发展都起到了积极的作用。

山西独立选煤产业快速发展的同时，也出现了许多不容忽视的问题。一是山西独立选煤企业的建设、生产和经营，由于缺乏有效的监督和管理，企业规模总体偏小，装备水平、选煤技术工艺和选煤方式参差不齐，同等条件下，不同企业的精煤回收率相差很大。企业的管理尤其是企业的能源管理粗放、落后，企业的能效水平总体不高，可比单位产品综合能耗总体偏高且企业间相差近几倍。能源加工转换损失量巨大。山西省节能监察总队 2009 年和 2010 年对全省纳入“省千家”重点耗能企业重点监察的独立选煤企业进行的节能监察和能源审计，结果表明能源加工转换损失量占到了全省总能耗的近 16%。

二是在煤炭洗选加工过程中，除精煤产出外，主要伴生物中煤、煤泥和煤矸石，没有得到有效的利用。通常情况下，中煤的热值为 16726 千焦/千克，煤泥的热值为 12550 千焦/千克。一吨中煤相当于 0.57 吨标准煤，一吨煤泥相当于 0.43 吨标准煤。由于缺乏有效的利用途径和政策约束，独立煤炭洗选企业产生的中煤和煤泥，通常是直接销售给了煤炭销售企业，与原煤重新配合后，按电煤销往了省外。既浪费了能源，又增加了煤炭的无效运输，出现了煤炭洗选后又重新混合的怪现象。独立选煤企业往往规模偏小，产业链短，煤炭洗选过程中所产的煤矸石基本上处于长期露天堆放，不仅浪费能源而且污染环境。

这些问题的存在，客观上造成了山西能源加工转换损失量居高不下。对山西节能目标的完成形成了很大的挑战。为此，必须加以认真研究，找出破解的方法，探索解决的途径。

鉴于此情，本项目的实施试图依照国家和山西节约能源和资源综合利用方面的有关法律、法规以及相关的产业政策，结合山西独立选煤企业所属地域的煤种、煤质情况，按照现有独立选煤企业产能分级：120 万吨/年以上（含 120 万吨/年），60-120 万吨/年，60 万吨/年以下，进行分类研究。

通过典型调研，基本摸清不同产能分级范围内企业主要选煤装备、技术工艺和方法，在此基础上提出先进、适用的选煤装备、技术工艺和方法以及相应的节能措施的导向性意见。

通过选择国内外、省内外标杆企业，运用对标的方法，找出现有独立选煤企业在能源管理方面存在的问题，提出可比单位产品综合能耗等能耗指标体系，提出产品的限定值、准入值和先进值建议。提出选煤企业能源管理体系建议。为政府依法制定产业政策、行业准入条件和能耗限额标准提供真实可靠的依据。

通过调研，基本摸清不同地域、不同规模的独立选煤企业的中煤、煤泥和煤矸石的产出情况和质量情况，结合山西“十二五”资源综合利用和循环经济发展规划，提出中煤、煤泥合理、有效利用途径。提出独立选煤企业煤矸石资源化利用途径，使独立选煤企业成为山西煤炭循环经济产业链和产品链的新起点。

对于本文件的制定，我们进行了以下相关工作：

省经信委组织政府有关部门、院校和企业的专家召开讨论会，会议主要讨论了山西煤炭的分布以及项目具体的计划规程，会议指出下一步要初步完成调研提纲及调研的安排进度。

编写、制作调研提纲和工作计划，筛选调研对象，对调研内容进行具体落实。

项目组成员与专家组对山西有关选煤厂进行了现场实地初步调研，得到企业能耗的一些现场问题，对企业能耗内容进行了初步性的总结。

省节能中心召开调研初步研讨会，参会主要人员有山西省节能和太原理工大学以及一些相关企业人员及专家，对初步调研得出的结论进行了汇报，以及对下一步的深入调研内容进行讨论并做出相应的优化。

省节能中心召开提高山西煤炭独立洗选行业能源利用率措施和途径研究启动会，山西省经济和信息化委员会多位领导、相关专家和课题组的成员召开了关于山西独立洗选企业能源调研实施方案的研讨会。各专家对调研方案提出了宝贵和中肯的意见。

经过大量文献资料的查阅以及专家和省领导的帮助，项目组成员对企业能源管理体系建设情况；企业的设备、技术和工艺、洗煤方法；洗煤伴生产品中煤、煤泥、煤矸石产出情况、质量情况和利用情况等方面制定了具有代表性的问题并进行了汇总，并确定了书面调研问卷。

山西省煤炭独立洗选企业能效调研培训会，山西省经信委、山西省节能中心、太原理工大学、各地市经信委领导及 300 多家企业代表参加了会议，会议阐述了山西省煤炭独立洗选企业的现状，并对 300 多家企业进行了能源方面的相关培训。

由专家组对调研回执以后的信息进行系统的分析，初步得出调研结果，并对调研不足之处提出相应的措施。同时查阅相关文献，对后期编制内容进行准备。

课题组先后调研了大同、朔州、太原、吕梁、晋中、长治、晋城和阳泉等地区的大量煤炭独立洗选企业。

针对书面以及现场调研结果总结和分析，省经委领导、专家组以及项目组召开研讨会，制定出《山西省煤炭独立洗选企业先进适用装备、技术工艺和方法及节能措施的导向性意见》、《山西省煤炭独立洗选企业能耗限额标准和能源管理体系建设建议》及《山西省煤炭独立洗选企业中煤、煤泥合理有效利用及煤矸石资源化利用途径建议》的提纲及编制要点。

在对大量调研数据及现场数据的分析整理的基础上，采用科学的数理统计方法，最终编制完成《提高山西煤炭独立洗选行业能源利用效率措施和途径研究》。

第一篇

山西省煤炭独立洗选企业

先进适用装备、技术工艺和方法

及节能措施的导向性意见

第一章 综 述

1.1 背景及意义

山西是煤炭大省，全省保有查明煤炭资源储量 2654.84 亿吨，占全国的 26%。目前，全省共有独立选煤企业 2400 个，办理了煤炭经营资格证的企业 1443 个。其中：120 万吨/年以上（含 120 万吨/年）224 个，60-120 万吨/年 1158 个，60 万吨/年以下 61 个。独立选煤企业的快速发展，对促进地方经济的发展，提高煤炭质量，减少煤炭直接燃烧，提高能源效率，降低环境污染，减少煤炭无效运输及促进山西焦炭乃至全国焦炭产业的发展都起到了促进作用。

然而，山西对独立选煤企业的建设、生产和经营，由于缺乏有效的监督和管理，企业规模总体偏小，装备水平、洗煤技术工艺和洗煤方式参差不齐，同等条件下，不同企业的精煤回收率相差很大。企业的管理尤其是企业的能源管理粗放、落后，企业的能效水平总体不高，可比单位产品综合能耗总体偏高且企业间相差近几倍。能源加工转换损失量巨大。其中，选煤厂设备装备和工艺流程的应用对选煤厂能耗指标有很大的影响。如今，许多独立选煤企业的设备装备和工艺流程与现今选煤状况不相符，导致能源消耗巨大，造成很多不必要的经济损失，比如一些企业仍在一些相对比较落后的设备工艺，不仅能源消耗高，而且经济效益低，对煤炭资源的综合利用产生了巨大的阻滞作用。

下面重点从独立选煤企业的设备和工艺流程方面着手，对提高煤炭资源综合利用和降低能源消耗提出一些导向性意见。

1.2 国内外选煤技术综述

1.2.1 国外选煤技术工艺及装备综述

目前大部分国家对煤炭洗选非常重视，尤其是发达国家，煤炭入选率均在 80% 以上，欧洲一些国家尽管关闭了几乎所有的煤矿，但选煤厂还存在，用来处理进口煤炭。一些欠发达国家原煤入选率相对较低，多在 20%~30%，甚至更低。为了适应环境要求，提高煤炭产品质量，相应建立了一些新的选煤厂。一些国家目前所拥有的选煤厂的基本情况见表 1-1。

表 1-1 一些国家目前选煤厂的基本情况

国家	选煤厂 数量/座	处理能力	灰分/%		硫分/%	
			焦煤	其他	焦煤	其他
波兰	43	43 530t/h	6.8	19.1	0.67	0.83
澳大利亚	7 (新建)	4 450t/h	-	-	-	-
俄罗斯	7 (新建)	-	-	-	-	-
加拿大	14	3 500 万 t/a	3~10	10~14	0.5	-
南非	60	平均 645t/h	-	-	-	-
土耳其	19	50~100t/h	12	-	-	-
美国	200	-	-	-	-	-

选煤厂建设的格局在变化，有的国家关闭选煤厂，有的国家在增建选煤厂，选煤厂的建设趋向大型化、集中化、高效化。

根据原煤煤种及对精煤产品质量要求的不同，目前世界上一些国家的选煤厂采用的选煤工艺主要有块煤跳汰、重介质分选；细粒煤螺旋分选机、摇床分选；煤泥浮选等。另外，精煤脱水、干燥工艺也越来越受到重视。目前煤泥脱水主要采用离心机、浓缩沉降和过滤等工艺，块煤脱水则主要采用圆筒离心筛。

加拿大、俄罗斯、澳大利亚等国家的典型选煤厂的选煤工艺如表 1-2 所示。

表 1-2 加拿大等国家典型选煤厂的选煤工艺状况

国家	处理量	选煤工艺
加拿大	500 ~ 2 000t/h	100 ~ 10mm 重介质分选槽/重介质斜轮分选机；
		10 ~ 0.5mm 重介质旋流器；
		<0.5mm 水力旋流器；
		<0.15mm 浮选
俄罗斯	900 万 t/a	跳汰；重介质旋流器；泡沫浮选；带式压滤机脱水
澳大利亚：		
Hail Creek 选煤厂	1 200t/h	大直径重介质旋流器；摇床；泡沫浮选
Jellinbah 选煤厂	350t/h	大直径重介质旋流器；螺旋分选机；摇床分选
Moorevale 选煤厂	600t/h	大直径重介质旋流器；螺旋分选机；泡沫浮选
MtArthur 选煤厂	600t/h	小直径重介质旋流器；摇床分选；螺旋分选机
新 Acland 选煤厂	500t/h	跳汰；大直径重介质旋流器；螺旋分选机
United 选煤厂	700t/h	大直径重介质旋流器；螺旋分选机
波兰		>20mm 重介质分选或跳汰两产品分选；
		20 ~ 3 (0.5) mm 跳汰或重介质旋流器；
		3 ~ 0.5mm 水力旋流器或螺旋分选机；
		<0.5mm 浮选

表 1-2 中几个国家的典型选煤厂的工艺流程基本代表了目前国外选煤厂的选煤工艺现状。可以看出：国外选煤厂采用的选煤方法主要是块煤重介质和跳汰分选、细粒煤螺旋溜槽分选和煤泥浮选。

由于各国选煤的历史和对产品要求的不同，选煤技术的发展也大不一样，所以各国在选煤设备制造与研究的投入和水平上相差很大。随着世界范围内的技术交流和商贸的发展，这些差异在逐渐缩小。各国选煤厂目前使用的选煤设备各有特色，具体情况见表 1-3。

表 1-3 各国选煤设备的使用情况

国家	设备种类与型号
美国	重介质分选槽、重介质旋流器、螺旋分选机、跳汰机、泡沫浮选机、水力旋流器、摇床、浮选柱
土耳其	Baum 跳汰机和 Feldspai Acco - 跳汰机、重介质滚筒分选机、重介质旋流器、重介质斜轮分选机、螺旋分选机、摇床、泡沫浮选机、水力旋流器
南非	Wemco 滚筒分选机和重介质旋流器、Norwalt 分选槽、Dyna 螺旋分选机、水力旋流器、ROM 动筛跳汰机和传统的跳汰机、摇床、浮选机
英国	干式细粒煤筛分机、BARREL 分选机组、WEMCO 滚筒分选机、重介质旋流器、螺旋分选机、浮选柱
澳大利亚	大直径 (1300、1000、1150mm) 重介质旋流器、150mm 重介质旋流器、螺旋分选机、摇床分选机、JAMESON 浮选槽、跳汰机
波兰	DISA 重介质分选机、跳汰机、重介质斜轮分选机、BARREL 分选机、WEMCO 滚筒分选机、浮选机和浮选柱

目前在选煤设备生产与开发方面较先进的国家主要有美国、德国、中国、俄罗斯、英国、加拿大等。

目前各国选煤厂的自动化控制程度有很大提高，尤其是发达国家的选煤厂几乎完全实现了自动化控制，大大减少了生产成本，提高了生产效率。在设备自动控制技术方面，主要是开发了重介质分选密度的自动调控装置和跳汰机自动控制装置等。

为了更好地控制选煤产品的质量和提高选煤厂的生产效率，各国在选煤厂在线检测方面进行了大量的研究和实践，一些选煤厂安装了在线灰分、水分检测设备。在这方面，美国、加拿大、澳大利亚、英国、俄罗斯和波兰等国在技术上处于领先水平。

目前英国使用的在线灰分检测设备为天然 γ 射线煤炭灰分检测仪，该设备安装在运输能力为 200~4000t/h 的胶带上，灰分测量范围在 5%~80% 之间，为配煤和选煤提供灰分资料，以便及时进行生产调整。俄罗斯为了提高选煤效率，通过使用连续监测仪对生产过程中的产品质量进行有效控制，降低了煤炭产品的生产成本，成功开发了 RK-TP-6 型最新灰分测量仪和具有广泛功能的 IVA-1.1

型水分测量仪。在线检测技术在澳大利亚也得到了广泛的应用，其中包括胶带输送机用在线 γ 射线煤炭灰分分析仪、带式低频微波水分测量仪和在线超声波矿浆粒度分析仪。波兰在一些选煤厂也安装了硫和水分的在线检测设备。

国外选煤厂建设和选煤技术的发展趋势，概括起来主要有以下几个方面：

1. 改进和扩大现存的选煤厂，关闭一些零散的处理能力小、技术落后、效益不佳的选煤厂。这一点在发达国家和一些矿产大国(如俄罗斯、澳大利亚、美国等)表现得非常明显。
2. 新建选煤厂采用的选煤工艺主要是以重介质分选槽和重介质旋流器为主要分选设备的重介选，其次是跳汰分选。建设选煤厂时，都非常注重考虑细粒煤和煤泥的分选回收，对于细粒煤的分选趋向于采用重介质旋流器、螺旋分选机和摇床。摇床的缺点是处理能力低，开发新型摇床也是解决细粒煤分选的一个有效手段。对于煤泥的分选趋向于采用浮选机、浮选柱。另外，自动化控制系统的开发，产品脱水和干燥工艺的研究和应用发展也很快。总之，在今后选煤厂的建设中，目标是在降低生产成本和保证产品质量的同时，最大限度地减少煤炭的损失(提高煤炭的回收率)，减少有限资源的浪费。
3. 近几年模块式选煤厂在国外得到了快速发展与应用。如美国设计的模块式选煤厂的小时处理量可达 700t。
4. 在分选技术上，大直径重介质旋流器的开发与应用；重介质分选工艺在炼焦煤和动力煤分选中的应用；为简化流程，开发选别深度更大的各种分选设备如跳汰机、螺旋溜槽和新型的重介质分选机等是今后努力的方向。

5. 细粒煤和超细粒煤的分选工艺和设备是未来选煤技术研究的热点，此外还应包括煤泥的处理与合理利用技术。
6. 现有选煤厂工艺的完善与调整。
7. 煤炭的深度分选方法和手段的开发与引进，通过开发合理有效的技术，改善传统的选煤方法。
8. 加强在线检测和自动化控制技术的应用，保证精煤产品质量，稳定生产，降低生产成本，同时减少煤炭的损失，提高选煤厂的整体操作和管理水平，以适应市场的需求。

总之，随着环境要求的不断提高及各国对能源有效利用的重视，选煤工业会越来越得到政府的关注 and 企业的青睐。

1.2.2 国内选煤技术工艺及装备综述

我国煤炭资源丰富，保有资源量 10202 亿 t。根据第三次煤炭资源预测与评价，我国煤炭资源总量为 5.57 万亿 t，位居世界第一；可采储量为 2040 亿 t，位居世界第二。截止到 2010 年，煤炭在我国一次性能源生产和消费结构中仍占 60% 左右，到 2050 年，这一比例不会低于 50%。在未来几十年内，煤炭仍将是我国的主要能源之一。

目前，国内采用的选煤方法主要为重介、跳汰、浮选以及干法选煤。

1. 重介选煤技术

经过几十年的科学研究和生产实践，重介选煤技术日趋成熟，重介质旋流器选煤技术取得了重大进展。我国拥有自主知识产权的三产品重介质旋流器选煤技术取得成功并广泛应用。选煤效率达到了 95%。

2. 跳汰技术

跳汰选煤对易选和中等可选性煤具有广泛的适应性，具有系统简单可靠、生产成本低、分选效果好等优点。目前跳汰选煤在我国各种选煤方法中约占 60%。此外，动筛跳汰近几年也逐步被应用，用来代替人工排矸。

3. 浮选技术

浮选技术近年来发展很快，多应用于炼焦煤选煤厂和生产高炉喷吹用无烟煤粉的选煤厂。我国研制的浮选柱有效分选下限达 $10\mu\text{m}$ ，使细粒精煤产率平均提高 1-3 个百分点；机械搅拌式浮选机单槽容积已达 20m^3 ；“十五”国家科技攻关课题“带有矿浆预矿化器的机械搅拌式浮选机”已大面积推广应用。

4. 干法选煤技术

干法选煤包括流化床选煤和风力选煤。主要应用于寒冷、水资源短缺地区的煤炭分选以及易泥化煤种的分选，在众多选煤方法中应用比例相对较小。应用较多的为风力选煤。为了提高干法选煤的分选效果，日本、加拿大和我国先后开展了空气重介质流化床干法选煤技术的研究。

5. 细粒煤脱水技术

对细粒煤的脱水，美国多采用超高速离心脱水技术。而欧洲则趋向于采用加压过滤技术或隔膜挤压技术。为了进一步降低细粒煤产品的水分，已开始尝试压滤脱水与热力干燥构成一体的蒸汽压滤脱水技术的研究，预期将具有节能和简化工艺系统等技术特点。我国研制并推广应用了加压过滤机、超高速离心机和强气压穿流式隔膜挤压压滤机，很大程度上降低了浮选精煤水分，改善了煤泥水处理系统的情况。

另外，随着选煤技术的不断发展，选煤厂自动化、计算机技术和自动装车技术、装配式洗煤厂的设计和建设、在线测灰技术等辅助技术也在不断更新和发展。目前，我国选煤厂的自动化控制程度已有很大提高，集选煤厂生产过程控制、生产设备集中控制，工艺参数、产品质量及数量、材料及能源消耗等数据的实时采集，生产及市场经营管理为一体的“管”、“控”一体化的选煤厂设计、生产质量管理体系正被广泛采用。

选煤工业的发展离不开选煤技术装备的支持，然而，我国选煤装备的发展却不尽人意。改革开放以来，虽然我国在大型三产品重介质旋流器、微泡浮选柱等选煤设备的研发领域取得了长足进步，但与此同时，在 18m^2 以上振动筛、直径 1300mm 以上的卧式振动离心机及大型破碎机等领域，由于国内尚未生产或者技术不过关，市场基本被国外产品所占领。选煤装备的落后已成为制约我国选煤工业健康快速发展的重要因素之一。深入分析我国选煤装备发展中存在的问题及其原因，对于选煤工业的发展无疑具有重要意义。

我国选煤装备发展中的主要问题有：选煤厂技术装备较为落后，设备可靠性差，设备规格少，处理能力低，自动化水平有待提高，选煤技术研发能力不足，产业集中度低，制造质量较差，设备重复引进等。

针对我国选煤装备发展中存在的问题，可采取下列措施来提高装备技术水平：

1. 建立由企业技术创新体系、共性技术研究机构、科技中介服务组织共同构建的选煤技术装备业技术创新体系。
2. 制定扶持民族选煤制造业的相关政策。鼓励选煤厂及设计院选用国产选煤装备，在技术指标、可靠性相近的情况下，从市场准入、

技术标准、关税等方面制定相应的政策，扶持民族选煤装备制造业的发展。

3. 借鉴工业发达国家的成功经验，结合国情，建立健全新型的选煤技术装备开发投入体制。逐步形成技术及产品研发由以企业为主体投入，产研结合共同研发，产业共性技术研发由政府、企业、研究单位联合投入的新型科技经费投入机制及研发机制，从而不断提高选煤装备制造业的竞争力。

4. 加强选煤工业人才队伍的建设。为实现我国选煤技术装备水平的跨越式发展，需要制定相应的政策，采取切实的措施，力争培育出大批高水平的科技研发人才，大批熟悉国际国内选煤技术及装备市场、具有现代管理知识和管理能力的企业家，大批能熟练掌握先进技术、工艺和技能的高级技能人才。

1.2.3 山西省选煤技术工艺及装备综述

作为全国最大的产煤输煤大省，山西省相应的煤炭洗选业也已经连成了一个庞大的网络。山西的选煤工艺容括了世界上几乎所有的选煤方法和工艺，其有共同处的同时也各具特点，对这些选煤厂的工艺现状进行系统分析，不但对研究整个山西省的选煤工艺的特点和发展趋势有一定的指导意义，同时，对分析全国选煤工艺现状和把握未来发展方向提供了理论支持。

1. 跳汰工艺

一直以来，在传统选煤方法中，跳汰选煤以工艺简单、处理量大、分选效果好、投资少等优点在山西省的煤炭洗选中占主要地位，主要应用在山西省的沁水煤田、西山煤田、霍西煤田、大同煤田等。

随着煤炭用户对精煤灰分控制的要求越来越高，致使为数众多的选煤厂采用跳汰选工艺。

选煤厂入选原煤可选性由原来的中等可选或易可选变为难选甚至极难选，原有的跳汰已不应当前的市场形势、跳汰选煤工艺在山西省选煤厂的主体地位将会被逐渐取代。动筛跳汰机是近年兴起的新型洗选设备，具有工艺操作简便、节能节水、投资少和运行成本低等优点。动筛跳汰工艺将会在山西省特定选煤厂中继续得到使用。

2. 重介工艺

重介质选煤具有的分选精度高，对原煤适应性强、易于实现自动控制等优点，满足目前选煤业的需求。特别是近年来随着重介质选煤装备技术的发展和进步，其存在的介耗高、耐磨材料性能差、介质回收复用系统复杂、管理难度大等突出问题已经得到一定程度的解决，促进了重介质选煤工艺的应用。重介质选煤工艺在山西省的应用比例迅速上升，将成为主体工艺。无压工艺采用脱泥入洗，不仅可以提高系统的稳定性，而且能够有效降低无压工艺的介耗。该工艺具备无压给料分选工艺的优点：对原煤粒度破碎率低，不存在物料堵塞介质泵，合格桶和混料桶的液位平衡问题；同时兼备具有有压给料重介旋流器系统合格介质分流量低，悬浮液密度稳定性高，分选效率高，单位介耗低的优点。选前脱泥无压三产品重介旋流器分选工艺将在山西省选煤厂得到广泛推广。

3. 煤泥分选工艺

浮选工艺在山西省的应用有一定的地域性，主要应用于西山煤田和霍西煤田(山西焦煤集团)的炼焦煤选煤厂，对动力煤的应用不是很多：（1）短时期内，浮选仍然是山西省炼焦煤选煤厂回收煤泥

的主要技术；(2)浮选工艺在山西省选煤厂的应用有一定的局限性；
(3)伴随着低成本。高效率的煤泥洗选新工艺的出现，单一浮选可能被其它工艺所取代；浮选工艺和其它工艺结合组成联合分选工艺已经得到了一定程度的应用。

1.3 研究内容

设备选型和计算是选煤厂工艺设计的重要步骤，它将直接影响到选煤厂建成投产后的生产运行情况，一部好的设计不论工艺多么先进、完善，最终要靠设备的正常运行才能体现出来。独立选煤企业的设备安装型号和数量应根据选煤厂的实际入选量及入选煤炭的煤质等状况进行合理选择，以较少的经济投资，对设备进行最大化的利用。

选煤工艺是选煤厂的灵魂，它决定了选煤厂的生产规模、生产方式、生产成本、产品结构和经济效益。选煤工艺的设计应结合原煤的特性、用户对产品煤的质量要求、最大产率和最高经济效益以及选煤厂的建设规模、工艺环节设置等多个方面综合考虑，应根据每个厂的具体情况进行设计，做到工艺先进、合理、适应性强，系统设置应前后协调，相互照应，选煤厂的工艺设计应具有前瞻性，应有发展的眼光，尽可能提高煤炭的洗选效率，降低工艺流程中的能耗损失，以最少的投资得到最高的回报。

本项目针对山西省独立选煤企业的设备装备及工艺状况进行分析，根据反馈的文件及现场实际调研情况，对各厂设备及工艺流程状况进行归纳总结，分别从准备车间、分选车间、脱水车间、浓缩车间及辅助设备着手，对破碎、筛分、重介质选煤、跳汰选煤、浮游选煤、磁选、分级、煤泥水处理、产品脱水、浓缩等方面的相关

设备及工艺进行具体的归纳整理，并结合山西省独立选煤企业的设备及工艺流程状况，根据其所属地区的煤质状况、处理量及入洗原煤可选性等指标，制定出一套完整的设备及工艺选择方法，为山西省独立选煤企业节能降耗提供导向性意见。

第二章 准备作业工艺及设备

根据调研结果，目前我省独立选煤企业的准备作业工艺流程大致如图2-1所示：

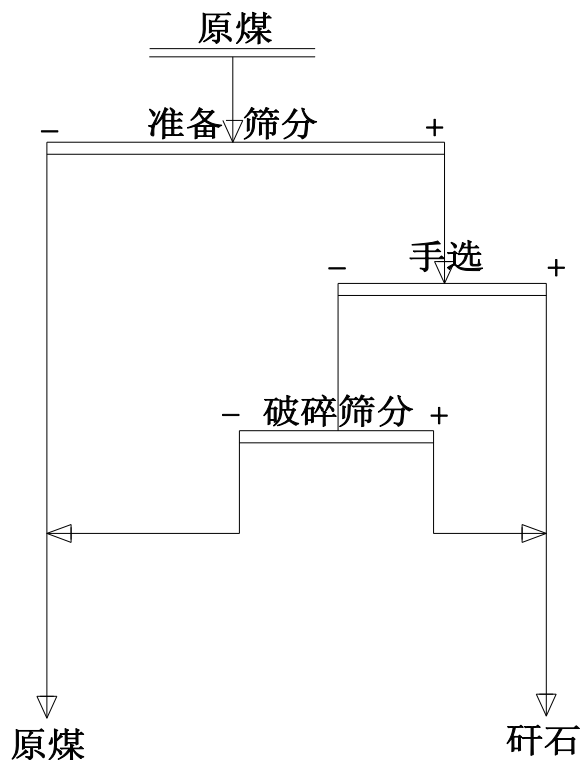


图 2-1 山西省常见准备作业工艺流程

2.1 破碎作业

利用外力将大颗粒变成小颗粒物料的过程称为物料破碎，其使用的相应设备称为破碎机。目前山西省独立选煤企业主要使用的破碎机械有三种：颚式破碎机、辊式破碎机和冲击式破碎机。其它破碎机如滚筒破碎机、旋回破碎机、圆锥破碎机和对辊机等也在一些选煤厂中使用。

随着我国经济的高速发展，受原煤性质的影响，选煤厂每年所需经过破碎工艺处理的原煤呈现几何级数增加，原煤的破碎作业日益显示其重要性。影响破碎过程的因素有很多，都与破碎设备性能相关联。因此，设备性能的优劣将极大地影响到工作效率和能耗的高低。基于设备的节能降耗，提高破碎设备工作效率，不断优化破碎作业，从而提高独立选煤企业的经济效益，深入研究破碎理论并研制开发新型、高效、节能和环保的现代破碎设备具有非常重要的现实意义。

2.1.1 常见破碎设备的特点及应用

1. 颚式破碎机

美国人 BakeEW 发明了颚式破碎机，由于其结构简单、容易制造、工作可靠、使用维修方便等优点，在煤炭行业中得到广泛应用。为了改善颚式破碎机性能和提高工作效率，国内外研制出各种颚式破碎机。主要有：简摆双腔颚式破碎机，该破碎机不仅具有大破碎比、产品粒度细，而且使间歇运动变成连续工作，提高了破碎机工作效率；双动颚颚式破碎机，该破碎机在动颚破碎机的基础上拆除了破碎机的前墙，由 2 个破碎机对置而成，并在偏心轴上设计了一对开式齿轮，保证了两动颚的同步运转，双动颚颚式破碎机具有可强制排料、生产能力较高和使用寿命较长等特点；外动颚匀摆颚式破碎机，该机将动颚与连杆分离，动颚为连杆上的延伸部分，因此改变机构参数即可调整动颚运动轨迹。连杆作为破碎机的边板，并把动力传递给动颚，该机具有处理能力大、外型低、给料高度及整体重心低、破碎比大等优点；振动颚式破碎机利用不平衡振荡器产

生的离心惯性力结合高频振动对矿石进行破碎，具有破碎强度大、破碎比高等特点。

2. 旋回式破碎机

旋回式破碎机是大型矿石破碎和坚硬物料破碎的典型设备，广泛应用于选煤行业。旋回式破碎机由上机架构成定锥体，动锥安装在主轴上，动锥和定锥均安装衬板，构成破碎腔，由电动机通过传动装置带动动锥运动，实现对矿石的连续破碎，矿石靠重力排出。由于旋回式破碎机采用连续破碎的方式，因此其生产能力大，与颚式破碎机相比，旋回式破碎机的生产量是其 2 倍以上。因此，旋回式破碎机主要具有大破碎比、高产量、产品粒度细、节能和高效等优点。

目前，旋回式破碎机的制造商有：日本神户、德国 Klupp、瑞典 svedala、芬兰 Metso 等。

3. 圆锥破碎机

圆锥式破碎机可用于破碎细碎和中碎等不同硬度的物料，是一种连续作业、效率较高的破碎设备，在选煤企业中应用非常广泛。

弹簧式圆锥破碎机由内锥、外锥和动力部分组成，利用安装在主轴上的偏心套驱动动锥做旋摆运动，动锥衬板时而靠近时而离开固定锥衬板，使得物料在腔内不断被挤压和弯曲，从而产生破碎。液压圆锥破碎机简化了破碎机的结构，利用液压装置调整排矿口，目前液压圆锥破碎机主要有底部单缸、上部单缸、周边单缸、高能液压圆锥破碎机等多种形式。

中信重工公司研发的大型高效新型液压圆锥破碎机不仅破碎腔深、进料粒度大、产能高、破碎粒度均匀，而且能耗少，能够适应多种复杂、恶劣工况、原煤较硬的破碎作业。

4. 辊式破碎机

辊式破碎机利用 2 个转动的圆柱形棍子，矿石受到挤压和磨剪的作用破碎，当矿石达到粒度要求则从两辊之间排出。按辊子数目，辊式破碎机分为单辊、双辊和双段三辊、双段四辊 4 种，按照辊面形状，分为光面辊机和齿面辊机两种。辊式破碎机具有结构简单、紧凑、轻便、工作可靠、调整破碎比较方便、可对含水较高的物料进行破碎等优点。

MMD 双齿辊式破碎机是英国 MMD 公司开发的一种新型破碎机，与传统破碎机相比，该机采用体积压缩原理，利用剪切和张力的作用破碎物料。MMD 的双齿辊破碎机的齿较大，直接影响到物料通过两辊间隙时的速度、吃料与排料能力，而且辊间间隙也比普通辊式破碎机的大得多。该型破碎机体积小、功耗低，生产率高，出料粒度均匀，特别适于煤炭破碎作业。

5. 冲击式破碎机

冲击式破碎机分为锤式和反击式两种，锤式破碎机利用高速旋转的锤子冲击和物料自身撞击到衬板而破碎，当物料达到粒度要求后，从下部的筛条缝隙中排出，锤式破碎机适用于中细碎中等硬度及脆性的物料，具有生产效率高、破碎比大、构造简单、尺寸紧凑、功耗较少、维护简单等优点。

反击式破碎机转子高速旋转，物料进入后与转子上的板锤撞击破碎，然后又被反击到衬板上再次破碎，从出料口排出。反击式破

碎机将打击、反击、离心冲击、剪切、研磨有机结合在一起，具有破碎效率高、出料细而均匀、易损零件少、维护保养方便、能耗低等特点。目前，反击式破碎机分为立式和卧式两种。

自冲击破碎机由涡动破碎腔、进料分料装置、转子旋冲器、动力传动装置、机架等组成。自冲击破碎机利用石料与石料之间的冲击破碎，一部分石料通过高速旋转装置获得动能，另一部分则通过落下的石料冲击破碎，在破碎腔内的石料形成石料自衬。自冲击破碎机最显著的特点主要表现在破碎发生在石料与石料之间，使设备的磨损损耗大大降低，减少了维修，延长了设备寿命。

山西省一些典型独立选煤企业常见破碎设备如表 2-1 所示：

表 2-1 山西省一些典型独立性选煤企业常见破碎设备

企业名称	地区	2011 年实际入洗 量（万吨）	原煤可选 性	破碎设备型号
高平市晋昌洗煤有限公司	晋城	51	难选	辊式破碎机
沁水县鑫源工贸有限公司	晋城	40	中等可选	颚式破碎机
平定县盛世煤业有限公司	阳泉	70	中等可选	辊式破碎机
山阴县红杉洗煤有限公司	朔州	92	易选	冲击式破碎机
五寨县易隆选煤有限责任公司	忻州	97	易选	圆锥破碎机
中阳县隆源达选煤有限公司	吕梁	30	易选	旋回破碎机

2.1.2 我省独立选煤企业在破碎设备应用上存在的问题

对于我省许多独立选煤企业而言，由于资金有限，多集中在小型破碎机的研究上，而业内人士一致公认国际上的破碎设备正在向大型化、高产、高效及节能降耗等方向发展。因此，大型破碎设备，如大型旋转破碎机、圆锥破碎机市场基本被国外公司占领。

目前，许多独立选煤企业破碎机的发展主要存在如下问题：

1. 应用新型耐磨材料较少

目前，破碎机常选用常规的高铬铸铁、超高锰钢等作为耐磨材料。实际上破碎机中一些易磨损件应采用较好的新型耐磨材料，可有助于提高破碎机的使用寿命。因此，对破碎机中关键部件，采用新型的耐磨材料应该是破碎机发展的一个方向。

2. 计算机辅助设计水平较低

众所周知，采用现代设计方法，如计算机辅助设计，可以提高产品的性能和可靠性，缩短产品开发周期，提高产品竞争力。目前，利用计算机进行二维设计已经十分普及，然而，利用三维绘图软件，如 Pro/E 进行设计的较少，对破碎机关键部件采用有限元软件 ANSYS 进行分析的较少，利用运动学软件 ADAMS 对整机进行动力学分析的也较少。因此，利用计算机对破碎机进行优化设计的研究应该进一步加强。

3. 破碎机的制造工艺水平较差

破碎机的制造水平是研发先进破碎机的基础条件，而目前矿石机械中，多为粗放式的加工工艺，且缺少先进的加工设备，这将难以保证破碎机的加工精度，破碎机的使用寿命和运行的稳定性也将难以保障。因此，破碎机制造工艺水平也需提高。

在选煤行业中，破碎机是物料破碎的主要设备。从国内破碎机的现状及发展前景来看，国内破碎机还有很大的发展空间，同时也需要一段时间的积累和探索，要缩小差距并赶超国外先进技术，必须增加投入，加强破碎基础理论的研究，提高耐磨材料性能，提高制造工艺水平，利用计算机对破碎机进行优化设计的研究，借以提高产品性能和可靠性，降低能耗水平，提高设备利用效率和经济效益。

2.1.3 破碎工艺要求

破碎是把大块物料粉碎成小颗粒的过程。在选煤厂中破碎作业主要有以下要求：

1. 适应入选颗粒的要求；精选机械所能处理的煤炭颗粒有一定的范围，超过这个范围的大块要经过破碎才能洗选。
2. 有些煤块是煤与矸石夹杂而生的夹矸煤，为了从中选出精煤，需要破碎成更小的颗粒，使煤和矸石分离。
3. 满足用户的颗粒要求，把选后的产品或煤块粉碎到一定的粒度。

2.1.4 煤炭破碎作业的作用与地位

无论是原煤的初加工，还是在选煤过程中，破碎作业都是非常关键的一环，它直接影响着煤炭的销售和后续加工过程的投资，直接关系到煤炭企业的经济效益。随着市场经济的进一步发展和选煤设备技术的进步提高，对传统的破碎作业提出了新的要求，主要体现在以下几方面：

1. 市场的需要。煤炭用户对产品粒度的要求非常严格，不同的用户有着不同的粒度要求，而且这种要求随着市场在不断变化，一旦达不到要求就会使煤炭滞销或因粒度超限而拒付货款，直接影响煤炭企业的经济效益。同时，不同时期，不同粒度规格的产品价格不同，企业为了获取最大限度的利润，也必须依靠有效的破碎作业。
2. 煤炭深加工、洁净煤的需要。煤炭在洗选加工过程中，为了最大限度地实现矸石同煤炭的单体解离，增加原料的比表面积，提高煤炭质量(降低灰分、提高发热量)，除去煤中的硫、磷等有害物质，减小煤炭在燃烧时对大气造成的污染，必须对煤炭进行有效的粉碎作业。
3. 洗选设备的要求。不同的洗选设备有着不同的处理粒度范围，必须通过破碎作业，以满足洗选设备的要求。比如：重介质旋流器是分选效率很高的洗选设备，而且适应性很强，生产易于实现自动化，使用非常广泛。但如果洗选产品粒度超限，极易造成堵口现象，使其不能发挥高效的作用，为了解决这个问题就必须通过破碎作业严格保证入料粒度。
4. 降低破碎过程的过粉碎。破碎过程中过粉碎，不但造成资源的浪费，影响煤炭企业的经济效益，而且会使选后粉煤水分增加，煤泥水系统压力增大，重选精煤实际产率降低。随着环保要求的提高以及粉煤处理费用的增加，将粉煤出量降至最低就成为破碎作业的关键所在。
5. 节能降耗的需要。目前，在选矿厂中，破碎磨矿作业的生产费用要占全部选矿费用的 40%以上，而破碎磨矿设备的投资费要占选矿厂总投资的 60%左右。选煤厂破碎作业的生产费用和基建投资虽然

所占比例比选矿厂低，但原煤准备系统的生产费用和基建投资对选煤厂技术经济指标的影响也不容忽视。所以，提高破碎生产率，降低破碎功耗有重大意义。

2.2 筛分作业工艺及设备

筛分是将各种粒度的混合物通过筛分设备，按筛孔大小分成不同粒度级别的过程，是煤炭分级方法中的一种，在此过程中所使用的筛分设备在原料煤粒选择、选后产品脱水、脱出煤泥以及煤泥回收等环节都具有重要的作用。

2.2.1 山西省独立选煤企业主要煤炭筛分设备的分类及应用

根据对一些独立选煤企业的现场调研结果显示，目前独立选煤企业生产中常用的筛分设备主要有：固定筛、滚轴筛、平面摇动筛、振动筛以及细筛等。固定筛由于结构简单，主要用于大块煤的筛分；滚轴筛主要用于大块煤和石灰石等的筛分，但是结构复杂、笨重、滚轴易磨损，已逐渐被重型振动筛所取代；平面摇动筛主要用于煤和非金属矿石的筛分和脱水，但由于生产效率低，已经被振动筛所取代；振动筛包括圆振动筛、直线振动筛和共振筛，广泛用于煤炭的分级、脱泥、脱水以及脱介等；细筛主要用于细粒物料的分级、脱水和脱介等。振动筛以其独特的优势在所有的筛分设备中占到 80% 的使用率，随着技术的进步以及筛分理论的深入研究，出现了很多新型的筛分设备，并被应用到生产中。

2.2.2 筛分作业的分类

在选煤厂中，筛分作业广泛地用于原煤准备和处理上，按照筛分方式不同，分为干法筛分和湿法筛分。

筛分作业按其在选煤厂不同工艺环节中所起的不同作用分为：准备筛分，检查筛分，最终筛分，脱水筛分，煤泥筛分，脱介筛分。

准备筛分：又称预先筛分、分级筛分、选前筛分，按下一工序要求将原料煤分成不同粒级的筛分作业。

检查筛分：从产物(例如破碎产物)中分出粒度不合格产物的筛分。一个碎磨流程中，通过初步粉碎从破碎机出来的产品，通常有 15%左右的颗粒不满足生产要求。这时需要把不合格的产品筛分出来返回到破碎机进行再粉碎，这个操作过程就叫做检查筛分。检查筛分目的是控制破碎产品以符合粒度要求。检查筛分与破碎机（主要是细碎机）构成闭路。

最终筛分：在一个碎磨流程中，物料经过破碎和两次筛分后到达最后一道破碎装置，经过破碎后再次进行筛分，保留满足生产需要的粒度的产品，而把不合格的产品继续返回破碎机进行破碎的过程叫做最终筛分。

脱水筛分：脱除物料水分的筛分。一般在洗煤厂较常见，物料含水、含泥较高时，也用筛分进行脱泥。

煤泥筛分：重介选煤时，为减轻煤泥（ $<0.5\text{mm}$ ）对介质系统的污染，在煤进入重介分选机前，将 $<0.5\text{mm}$ 煤泥脱除的筛分。跳汰机入选原煤如能用筛分的办法预先脱泥，则可以降低洗水粘度，有利于细粒煤的分选，从而提高跳汰机的分选效率；重选产

品的精煤，为了减少高灰分细泥对它的污染，在进行脱水筛分的同时，在筛面上需加强喷水冲洗，这也是必不可少的脱泥筛分。

脱介筛分：重介选煤的产品，在筛分机上采用强力清水喷洒的办法，使产品与加重质分离，达到选后产品脱除介质的筛分。

筛分过程分为分层和透筛两个阶段。分层是完成筛分过程的条件，透筛是筛分的目的。

由以上分类可知，筛分作业贯穿于选煤加工工艺的始终，对选煤工艺的工作状况具有非常重要的作用，因此，做好筛分工作是做好煤炭加工工作的基础和保证。

2.2.3 煤炭筛分设备的发展

1. 大型煤炭筛分设备的发展

筛分设备的大型化标志着一个国家的工业发展水平，国内外的筛分设备都向着大型化方向发展。筛分设备大型化会带来很多益处：可以减少筛机的数量、设备费用和管理费用等；可以减少厂房面积，降低土地投资，节约成本；有利于实现自动控制等。目前大型筛分设备在发展的同时也存在很多技术要求以及迫切需要解决的问题：

（1）设计要求合理。设备体积越大，其设计要求越合理，大型筛分机需要进行科学的结构设计、参数设计和动态性能设计。

（2）材料及配件合理。由于受力大、产量高，大型筛分机需要高质量的钢材、高强度螺栓和铆钉等，同时需要采用高耐磨筛网等。

（3）提高理论研究基础。与国外先进技术国家相比，目前我国在大型筛分设备的理论研究、专利以及生产经验等方面还相对落后，需要建立健全大型筛分机的研究体系。

2. 新型筛分设备的发展

在筛分机理研究的基础上，筛分设备得到了较大发展，近年来将等厚筛分法、概率筛分法、强化筛分法、低频大振幅法和弛张筛分法等方法与振动筛现有的理论相结合，相继研制出等厚筛、概率筛、高幅低频筛以及弛张筛等新型筛分设备。而各种新型筛分设备因各自的特点不同，在不同的应用领域所占的比重也越来越高。例如，概率筛通过采用大筛孔、大倾角和多层筛面结构，使物料相近筛分，从而提高处理能力和干式筛分的深度；等厚筛提高了給料端和筛分机中部的物料运动速度，使給料端和中部筛面筛下物的实际透筛能力大幅提高，同时由于大块物料对筛面的冲刷而减少了堵孔，使筛分机的处理能力大大提高；高幅低频筛主要应用于潮湿细粒物料的筛分上；弛张筛通过机械机构使筛面弛张运动，可以有效防止堵孔，用于筛分黏、湿物料，例如细粒煤筛分等作业中，非常有效。同时将不同筛分理论相结合，研制出等厚直线筛、椭圆等厚筛、直线概率筛等新式筛分设备。

3. 提高筛分设备自动化程度

现有的筛分设备多是利用改进机械结构提高筛分效率，效果比较明显，但自动化程度较低，多项参数不能实时在线检测，无法及时做出调整，影响生产连续性，给企业造成损失。目前主要发展和研究的方向是将 PLC 技术、工控机技术与传感器技术结合起来，应用到筛分设备的监测控制中去，不但使控制任务具有良好的实时性，准确提供反馈信息，确保筛分设备能够稳定可靠地运行，并且能够在特殊情况下及时发出报警信息甚至停车，最大限度地确保系统的安全运行，有效地提高设备的自动化程度，降低工人的劳动强度。

4. 筛分设备的标准化、系列化及通用化

筛分设备的“三化”有利于降低成本，提高质量，减少设计与生产时间，提高企业效益。因为没有统一的行业标准，我国筛分设备的各生产厂家之间的产品和零件无法搭配使用，而且各生产厂家都必须建立庞大的设计队伍，基本每件产品都需要单独生产加工，这在很大程度上限制了我国筛分设备的快速发展。因此，包括筛机品种、振动器、筛框侧板及筛板传动轴等设备的三化非常必要，国家应牵头，通过行业内部调研和市场需求调查，尽快制定筛分设备的各项行业标准，促使我国筛分设备又好又快发展。

正常运转时，因筛分机使用目的的不同而产生了不同的影响，对于准备筛分的筛分机而言，上述问题使筛后产品不符合后续作业对物料的粒度要求，作业质量受到影响，严重时会造成生产中断；对检查筛分而言，会使检查的作用失效，成为生产作业中的阻碍；对最终筛分而言，会使粒级煤限下率超标，或块煤损失到末煤中，即导致块煤损失，又使末煤限上率超标，产品不符合市场要求，对销售工作造成影响；对脱水筛分而言，会造成脱水、脱泥、脱介效率下降，产品含水、含泥比率升高，影响选煤产品质量，介质损失增大会造成选煤成本上升及选煤指标波动，影响分选效果。

山西省一些典型独立选煤企业常见筛分设备如表 2-2 所示：

表 2-2 山西省一些典型独立选煤企业常见筛分设备

企业名称	地区	原煤可选性	预先筛分设备	脱介筛分设备
沁水县富康选煤有限公司	晋城	易选	直线振动筛	直线振动筛
泽州县振胜工贸有限公司	晋城	易选	圆振动筛	弧形筛+直线振动筛
汾阳市胜利煤焦有限公司	吕梁	中等可选	香蕉筛	弧形筛+直线振动筛
五寨县易隆选煤有限责任公司	忻州	易选	直线振动筛	弧形筛+直线振动筛
长治县金龙洗煤有限公司	长治	中等可选	直线振动筛	弧形筛+香蕉筛
兴县华邦能源有限公司	吕梁	难选	香蕉筛	弧形筛+直线振动筛

2.2.4 筛分作业中存在的问题

由于设备和技术的局限，加之思想观念和管理等方面的原因，目前在煤炭筛选工作中主要存在以下问题。

1. 有的煤矿在煤炭生产中对筛分工作认识不到位，采煤作业没有充分考虑到后续加工，造成筛分原料水分偏高或粒度过大等。
2. 有的选煤厂管理人员不善于对选煤生产情况进行认真分析，不均衡生产现象较普遍，导致设备负荷变化大，筛分机筛面不能得到充分运用，设备能力发挥受到限制，影响了筛分效果。
3. 筛分机维护保养不到位，各类备品备件缺乏，不能按时进行大修及更新，影响了设备运转。
4. 个别单位对筛分机司机工作重要性认识不够，缺乏系统的技术培训，管理责任不明确。这些问题的存在，不同程度地导致了设备的

利用效率低。

2.2.5 解决问题的对策

鉴于上述情况，各煤矿在抓煤质工作的同时，应把煤炭筛分作为一项工作重点，着重抓好以下几方面的工作：

1. 加强煤炭生产工艺的全方位管理，降低原料煤的水分，减少过大块进入筛分机，调整好设备处理量，均衡生产。
2. 要提高对筛选工艺的认识，在资金紧张的情况下，要根据本单位的具体情况，适当投入，保证设备备件供应和筛分机的正常运行。
3. 加强对筛分机司机的技术培训，提高司机的技术素质和业务水平，并制定相应的奖罚制度，建立制约和激励机制。
4. 加强技术管理，应通过定期不定期地检查筛分机筛上及筛下产品，错配物含量和进行筛分试验等方式对筛分机工作效果进行评估，发现问题并及时解决。
5. 要及时掌握筛分技术的发展，适时更新筛分设备。

2.2.6 对山西省独立选煤企业筛分设备的建议

煤炭产量的提高对我国筛分设备的品种和质量的要求愈来愈高，从而使筛分设备的发展提高到一个新的阶段。目前我省独立选煤企业的一些筛分设备已接近国内外同类产品，但仍有差距，同时大量的旧式筛分设备依然工作在生产现场，严重阻碍了生产进步，降低了企业效益，增加了能源消耗。因此，今后应当在吸收国内外先进经验的基础上，研究筛分理论，发展新型筛分机械，加强筛分设备关键技术的研发，同时发展大、重、超重型筛分设备，限制生

产使用生产效率低下的老旧产品，不断提高筛分设备的设计、生产、制造和自动化水平，进而降低能源消耗，提高设备利用率，增加独立选煤企业的经济效益。

总之，只要对各筛分作业给予应有的重视，就能得到较为理想的筛分效果，从而为煤炭的生产、加工、销售等创造好的条件。

2.3 小结

准备作业一般包括破碎和筛分作业，破碎作业直接影响着煤炭的销售和后续加工过程的投资，直接关系到煤炭企业的经济效益；筛分作业贯穿于选煤加工工艺的始终，对选煤工艺的工作状况具有重要的作用。因此，对破碎设备的选择，应适应入选颗粒的要求，并且满足用户的颗粒要求；对筛分设备，今后应当在吸收国内外先进经验的基础上，研究筛分理论，发展新型筛分机械，加强筛分设备关键技术的研发，同时发展大、重、超重型筛分设备，限制生产使用生产效率低下的老旧产品，不断提高筛分设备的设计、生产、制造和自动化水平，进而降低能源消耗，提高设备利用率，增加独立选煤企业的经济效益。

第三章 分选作业工艺及设备

3.1 重介质选煤作业

重介质选煤是目前选煤方法中效率最高的一种，具有分选效率高、分选密度调节范围宽、对煤质变化的适应性强、处理能力大、易于实现全过程自动化等突出优点，可以对各种可选性煤进行高效分选作业，特别是对难选和极难选煤，具有其它设备所无法替代的分选作用，已在很多选煤厂得到广泛应用。其主选设备重介质旋流器具有体积小、本身无运动部件、处理量大、分选效率高等特点，成为选煤工业发展的首选，应用范围比较广泛。目前我省大部分独立选煤企业都是采用重介旋流器进行选煤。也有小部分独立选煤企业采用重介浅槽分选机进行分选。

表 3-1 山西省一些典型独立选煤企业重选设备应用表

企业名称	地区	原煤可选性	重选设备名称
高平市晋昌洗煤有限公司	晋城	难选	有压给料三产品重介质旋流器
灵石鑫源煤业	晋中	难选	无压给料三产品重介质旋流器
山西银海精煤有限公司	吕梁	中等可选	无压给料三产品重介质旋流器
洪洞县赵城孙堡振兴煤化厂	临汾	易选	重介浅槽分选机
古交市太阳神煤炭实业有限公司	太原	易选	无压给料三产品重介质旋流器
兴县华邦能源有限公司	吕梁	难选	无压给料三产品重介质旋流器

3.1.1 常见重介质选煤设备的比较分析

重介质旋流器的市场前景非常好。根据入料方式的不同，可分为有压入料重介质旋流器和无压入料重介质旋流器。

重介有压分选与重介无压分选比较分析：

1. 重介有压分选工艺相对复杂。在重介有压分选工艺中，必须要有混料桶和合格介质桶，同时与之相配套的还有混料管道和合格介质管道，提供动力的混料泵和合格介质泵。合格介质桶给混料桶提供数、质量合乎要求的重介质悬浮液，混料桶给分选旋流器提供合乎数、质量要求的待分选混合物料。在工艺设计过程中，要充分考虑合格介质泵和混料泵的选型和位置，考虑合格介质管道及混料管道的走向和空间。在实际的工业厂房布置中，要考虑合格介质泵和混料泵的位置和安装方式，要考虑合格介质管道和混料管道的安装空间和加固方式。以上这些在无压分选工艺中，仅需考虑合格介质桶、泵及管道，因此整体设计、安装工作量减少了一半。

2. 重介有压分选工艺中混料桶及其管道设计结构必须科学合理。在重介有压分选工艺的工业生产中，混料桶内、外桶的结构设计的合理性是该工艺能否长期正常生产的关键因素，其中涉及了内、外桶面积的匹配和合格介质与给煤量匹配，合格介质在内、外桶的高差，内桶底口与混料泵人料口之间的距离，内桶底口的面积以及混料泵人料口的结构形式。以上所述涉及所是为了解决混料桶内积料的问题，是在设计中必须予以考虑的。混料管道的直径选择，在重介分选工艺设计中也必须予以充分考虑。在混料管道中存在有大量的大颗粒物料，大颗粒物料在管道运输的过程中，存在沉降的问题。如果管道直径设计过小，尽管不会引起管道的堵塞影响生产，但却增大了管道阻力，进而增加了混料泵的功率消耗，同时还会影响工艺有效处理能力。如果管道直径设计过大，由于物料流速过低，大颗粒物料就会沉降在管道内壁上，久了会造成管道的堵塞，影响正常

生产,从而增加系统的开、停次数,浪费了电能,增加了生产成本。而重介无压分选工艺中,没有了混料桶的存在,合格介质的粒度较细,堵塞管道的情况就可以有效地避免。当然,这里面也有一个合格介质管道的设计问题,但在重介有压工艺中,同样有合格介质管道的设计问题。仅就这一点而言,重介无压分选工艺相对要简单很多。

3. 重介混料桶与管道设计压分选工艺对分选粒度要求严格在前面混料桶与管道设计的论述中,提及了分选粒度的问题,在此做进一步的分析。在目前的分选工艺中,重介选前准备筛分工艺,不可避免地会让一些不规则的粒度,例如个别一维尺寸或者二维尺寸大于分选粒度上限的颗粒进入到分选系统。混料泵叶轮、旋流器底流口和管道直径等,都可能适应不了不规则的粒度要求,造成停产、疏通。而重介无压分选工艺对粒度的要求仅有旋流器底流口和分选粒度的匹配问题,堵塞问题较易避免。

4. 重介有压分选工艺维护量大、成本高。由于重介有压分选工艺增加了混料泵和混料管道,因而增加了维护量。因为重介有压与无压分选工艺都有合格介质泵,有压分选混料泵与无压分选合格泵采用的驱动方式近似(例如液力耦合器及其水冷系统、高压变频系统、电压等级等),因而维护、成本相差不大,在此不再做深入对比分析。但如此一来,有压分选的合格介质的维护成本便是多出的部分,这部分磨损、密封、电耗、人工等都将不同程度的提高。混料泵和混合物料(包括介质和被分选的原煤)的输送管道,除了合格介质以外,还有大颗粒的煤炭和矸石,因而加大了管道和接触叶轮、泵前后护板、蜗壳等过流部件的磨损,由此而引起的定期更换泵的过流部件

和耐磨管道导致的维护量及成本的增加也就成为必然。并且，有压混料泵及其管道磨损比无压合格介质磨损严重，造成使用寿命缩短。重介有压分选工艺还存在一个混料桶定期清理的问题，如果混料桶结构设计不尽合理，或者原煤粒度增大，或者矸石含量增加幅度较大，就会引起原煤在混料桶底部与混料泵入料口相对方向较远处的堆积。清理这些物料以及由此所产生的环境卫生等问题需要大量的人力、物力、财力，而重介无压分选工艺则可避免此种问题。

5. 重介分选系统中泡沫的影响。在重介分选工艺中，由于浮选设备或者使用操作不当，会造成少量泡沫在系统中循环。这些泡沫进入到混料桶以后，由于合格介质在内外桶之间分配不均匀，形成内桶总体过流量稍大于外桶，因而内桶液位稍低于外桶，内桶混合物料的进泵流速远高于外桶，致使极少量的泡沫进入混料泵，造成混料泵轻微气蚀，从而影响泵的输送扬程变化，进而影响到有压分选压力变化，最终影响分选效果，甚至不能正常分选，影响生产。重介无压分选工艺进行煤炭分选时，即使有少量的泡沫存在，到达合格介质桶液面上，由于合格介质整体液面下降的速度维持不变，并且下降得较为缓慢，再加上泡沫的浮力作用，相对较长的时间内不会使泡沫进入合格介质泵内，也就不会造成影响分选效果和生产的现象。

6. 重介有压分选工艺布置相对灵活，厂房高度相对偏低。重介有压分选工艺由于有混料泵的存在，使得分选旋流器的位置布置相对灵活或宽松一些，工业厂房的高度也相对较低，相应减少了一些初期投资。重介无压分选工艺必须将原煤提升到规定的高度，并以此为基点，布置旋流器、脱介筛、离心机和皮带，按照自流的原则布置

相应设备，从而降低工艺总体能量消耗，降低运行成本。目前各设计单位为了减少业主的初期投资，在设计中采用了厂房局部加高的办法来解决。

因此，与有压给料三产品重介旋流器相比较，无压给料三产品重介旋流器具有较大的优势：

1. 入料上限可达 50mm。由于物料采用无压给入旋流器，入选物料上限不受介质泵流道口径限制，与有压给料旋流器相比，能提高物料入选上限。
2. 分选效率高。由于采用轴向中心给料，物料中的轻产物在内旋流中分选、排出，重产物在分选筒内形成颗粒梯度变化，大粒度物料迅速穿过内旋流进入底流口，小粒度物料在比较宽松的环境中穿过内旋流移向器壁，从而降低了界面上循环物料的干扰，提高了分选效率。
3. 次生煤泥量少。由于物料仅靠自重进入旋流器的分选室，且重产物运行路线短，减少了物料之间的碰撞粉碎几率，降低了次生煤泥量。
4. 用单一低密度的重悬浮液即可分选出合格的精、中、矸 3 种产品，并采用了稀介质直接磁选工艺，大大简化了介质流程及净化回收系统，简化了工艺流程。
5. 能耗低。

3.1.2 常见重介旋流器及其入料过程

1. 有压给料重介旋流器及其入料过程

有压给料重介旋流器从外形上来看，主要是圆筒圆锥形的配合。

而从入料压力来看，大体上分为两种：一是原煤直接进入混料桶，通过泵送直接沿旋流器的切相给入，有人也把这种入料方式称高压给料。二是将煤炭给入到混合桶后，通过泵给到定压箱，然后通过定压箱给料，也把这种形式称低压给料。第一种给料压力大小、稳定性主要受泵的工作影响，相对第二种来说，泵给料方式目前多采用离心式渣浆泵作为旋流器的入料泵。由于管路布置的灵活性及无须定压高度，可以大幅度降低厂房的高度，简化工艺、布置灵活、基建投资省。第二种入料形式其给料压力稳定，要求厂房较高。定压箱给料方式一般煤介比大，入料粒度不受入料泵的限制，对煤的破碎程度相对较弱，次生煤泥量就相对少一些。由于煤与介质悬浮液分别输送，对管路系统的磨损程度也轻一些。两种方式各有特点，具体选用应结合煤质、厂房配置等综合考虑。

2. 无压旋流器及其入料过程

无压旋流器主要是圆筒形。给料首先给入缓冲漏斗，在预先流流的作用下通过给料缓冲漏斗沿旋流器中心给入，介质则在旋流器的底端沿切线给入，轻产物从溢流口流出，重产物从底流口排除。该入料方式要求厂房较高，管路磨损较小。

综上分选表明，无压入料和有压入料两种重介质旋流器在工艺特点及分选机理上各有所长，分选效果相近，特别是在选前不脱泥的条件下，两者的分选效果相差更小，说明两种入料方式皆是可供采用的高效分选工艺。在设计选用重介旋流器时，应根据煤质条件和产品结构要求具体分析，具体对待，择优选用。

3.1.3 预先脱泥无压三产品重介旋流器分选工艺

预先脱泥无压给料重介旋流分选新工艺是在不脱泥无压三产品重介旋流器分选工艺基础上发展起来的一种高效选煤工艺。其具体工艺流程为：原煤经过原煤准备后，首先进入脱泥筛脱泥，脱泥筛筛下的煤泥进入煤泥水系统，脱泥后的筛上物进入重介旋流器分选。其工艺流程如图3-1所示。

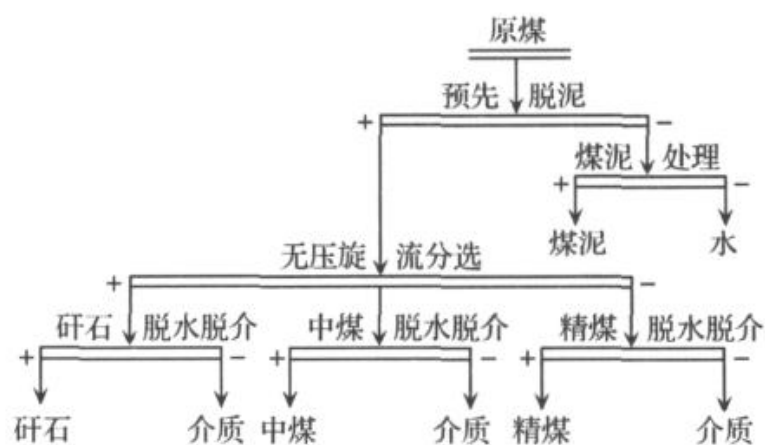


图 3-1 预先脱泥无压重介旋流器分选工艺原则流程

脱泥后的筛上物料通过自重到旋流器的预先旋流漏斗，由旋流器的中心给入，介质则通过泵送，由旋流器的底部切线给入。物料进入旋流器后，在介质的旋流作用下作螺旋运动，比重大的重产物穿越分离界面进入到重产品中，比重小的轻产物则不穿越分离界面直接从中心柱排出，该工艺具备无压给料重产物单向运动的优点，避免了轻、重产物交错穿越分离界面相互干扰的弊端。

3.1.4 预先脱泥无压三产品重介旋流分选工艺的优势

预先脱泥无压三产品重介旋流分选新工艺优化了重介旋流器的分选，提高了产品质量，降低了介耗，是一种高效的选煤工艺。其

工艺特点如下：（1）原煤预先脱泥后，去除部分细泥不参与重介分选，减少生产过程中由于原煤煤泥量波动引起的分选密度的波动，降低了悬浮液的浓度和黏度，稳定了悬浮液的密度，提高重介旋流器的分选精度，提高精煤产率。（2）煤泥预先脱除后，有效控制了合格介质内的煤泥量，分流量减少，磁选机负荷率降低，介质消耗量低，选煤成本得到有效控制。（3）由于物料靠自重进入旋流器，介质由泵输送至旋流器并沿切线给入，减少了物料之间的相互碰撞几率且重产物运行线路短，从而减少了次生煤泥量，据研究表明预先脱泥无压给料重介旋流分选工艺总煤泥量可减少3%~5%。（4）物料和介质接触时间短，分选速度快，可减少矸石泥化，更有利于矸石易泥化的原煤分选。（5）避免大块物料对介质泵、管道的堵塞事故，避免了混料桶与合格介质桶的液位动态平衡问题，极大的方便了现场生产管理。

3.1.5 国内重介质选煤厂常用的典型工艺流程

表 3-2 国内重介选煤厂工艺流程及适用范围

工艺流程	适用范围	优点	使用选煤厂
块煤重介排矸，中块以下出混末煤或末煤	露天和井下原煤排矸	代替人工拣矸；厂型大，设备少；粒度上限可达300mm；可减少破碎筛分工作量	王平村，凤凰山

大块重介排矸，50~0mm 级入跳汰机，煤泥浮选	炼焦煤精选，动力煤分选（无再选跳汰）	大块排矸可减少跳汰机负荷，重介选浮煤破碎后可入跳汰机再选	赵各庄，巴美河，抚顺，海州，平庄
跳汰中煤用重介质旋流器再选	混合跳汰厂处理中煤	用重介质旋流器再选，跳汰中煤可提高精煤产率 2%~3%左右	马家沟
块煤重介选，末煤跳汰选（中煤重介旋流器再选），煤泥浮选	炼焦煤精选，动力煤分选（无浮选）	块煤重介选处理能力大，效率高；末煤跳汰成本低，重介旋流器再选中煤可提高产率	铁厂，湾沟，大武口，范各庄
原煤跳汰粗选，精煤重介质旋流器再选	跳汰机出高灰精煤，重介质旋流器出低灰精煤	用跳汰机排矸，以减少重介旋流器负荷	兴隆庄，西曲
块、末分级重介选，煤泥浮选	难选和极难选炼焦煤的精选，动力煤分选（无再选）	分级重介选可实行窄粒级分选，有利于提高数量效率	田庄，彩屯，安泰堡，钱家营
三产品重介质旋流器选，煤泥浮选	炼焦煤精选，原煤中>50（40）mm 块煤含量较少	取消块煤系统，简化工艺流程	晋阳，鸡西
用重介质旋流器选到零的流程	炼焦煤和动力煤分选；代替浮选，可处理氧化煤	入料不脱泥，节省费用、简化流程；洗选深度可达 0.15~0.10	太原古交选煤厂

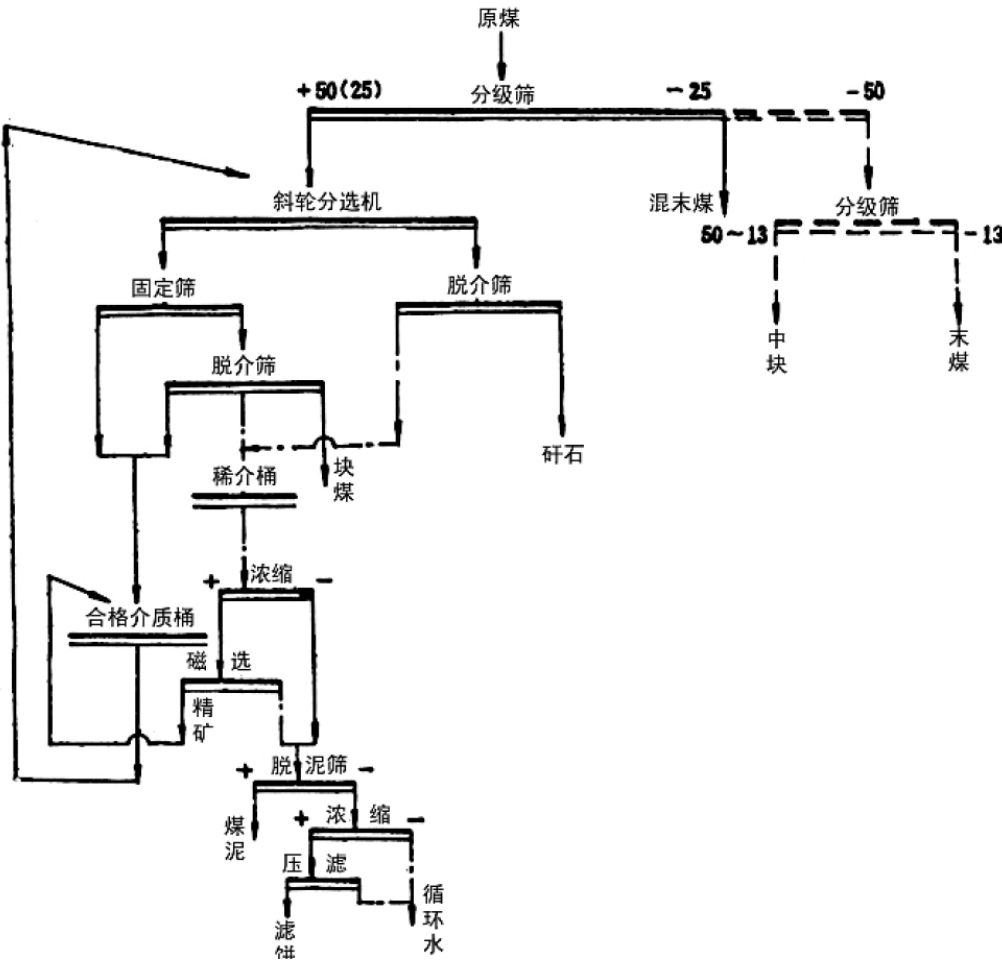


图 3-2 块煤重介质排矸，中煤一下出干粉流程

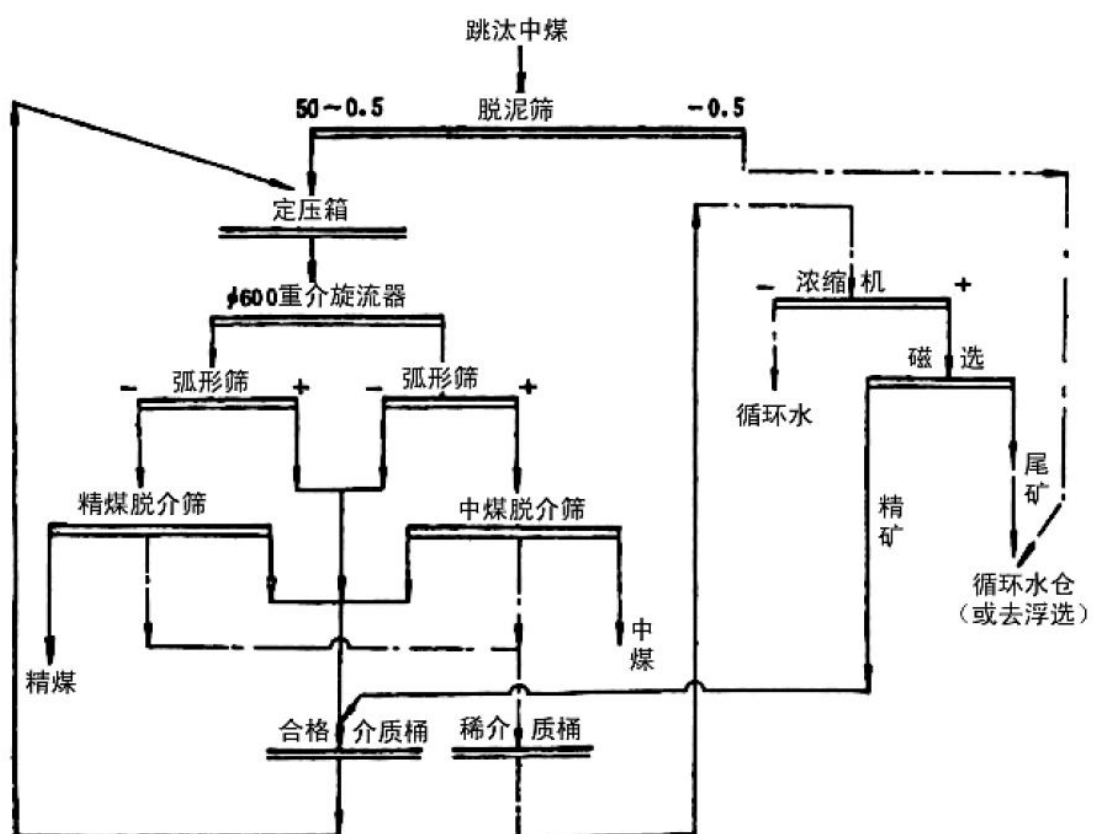


图 3-4 跳汰中煤用重介质旋流器再选

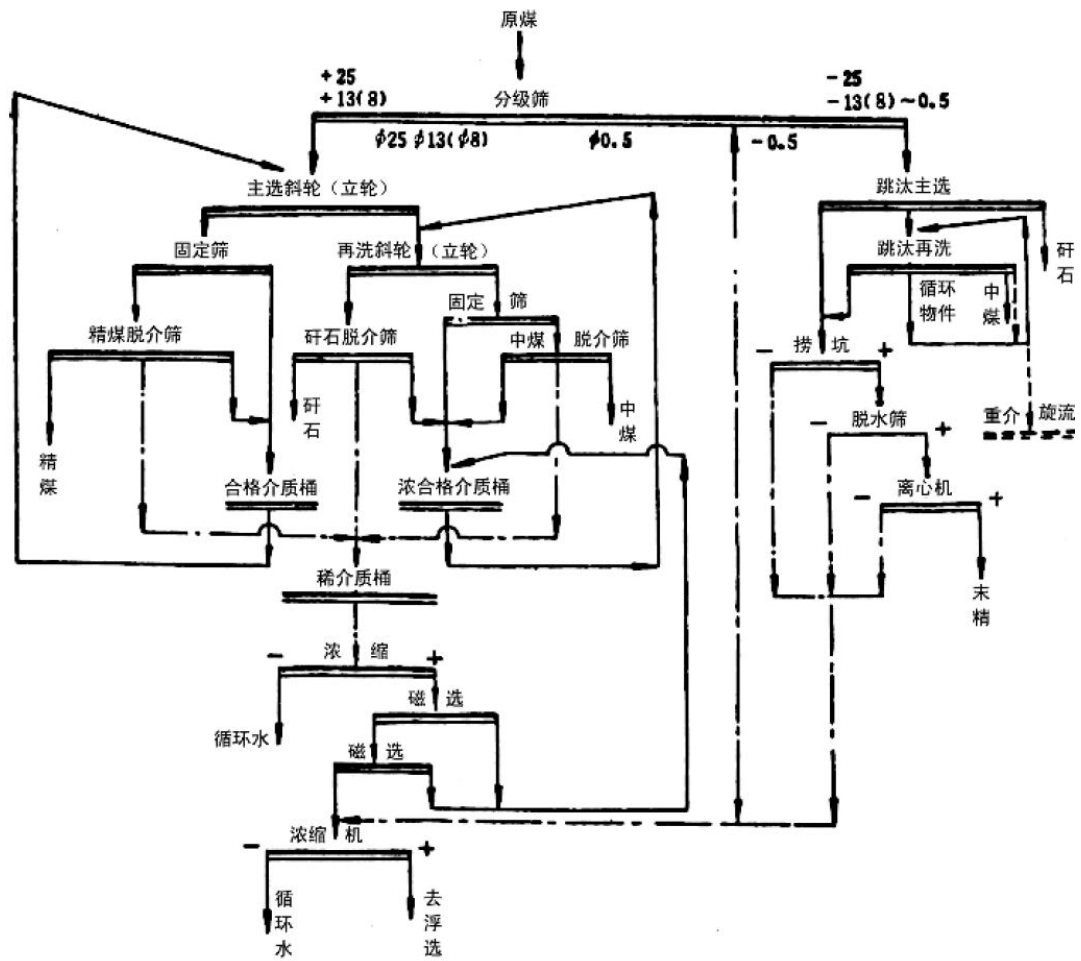


图 3-5 块煤重介选，末煤跳汰选（中煤重介质器再选）煤泥浮选流程

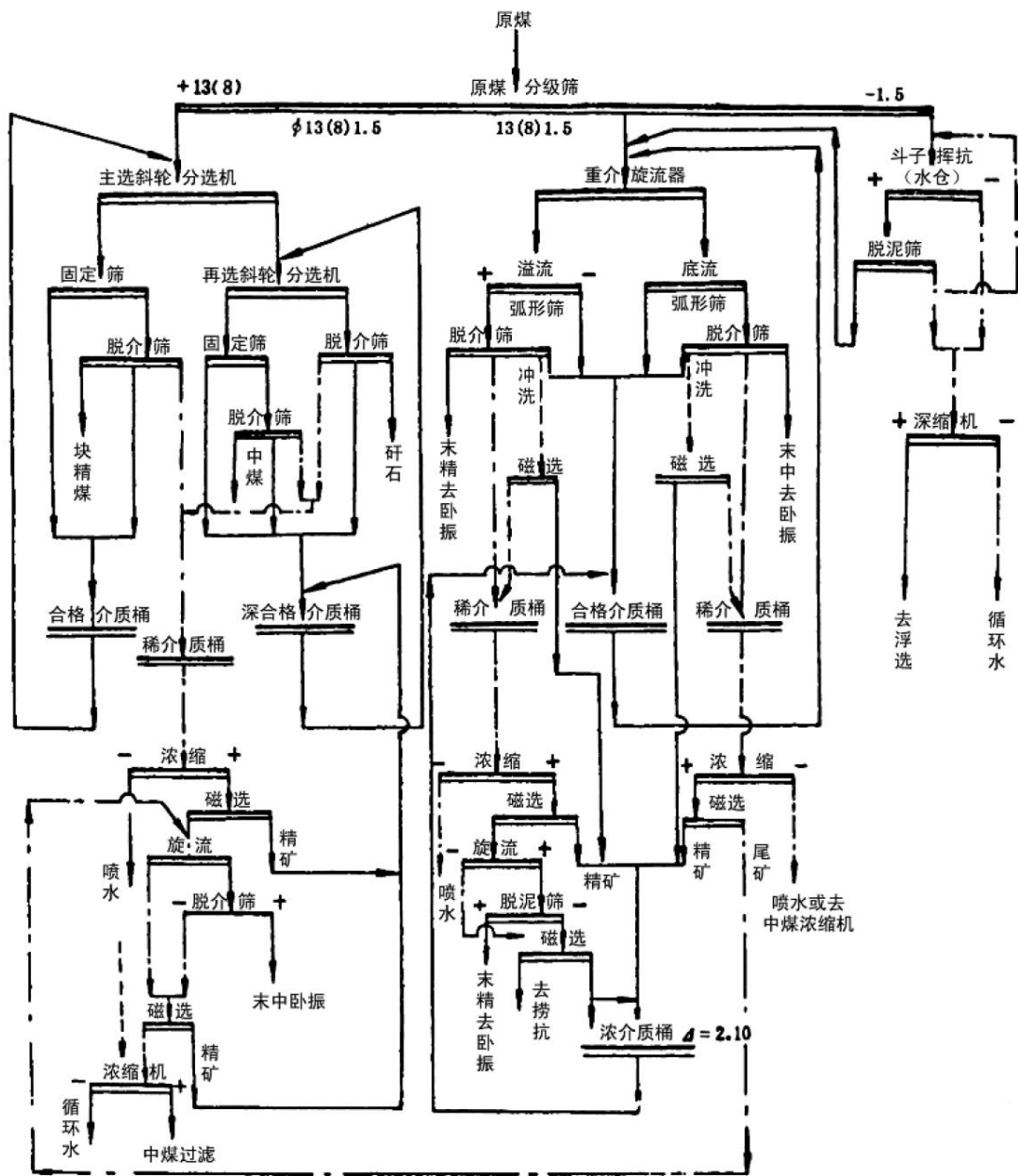


图 3-6 块、末煤分选重介质选，煤泥浮选流程

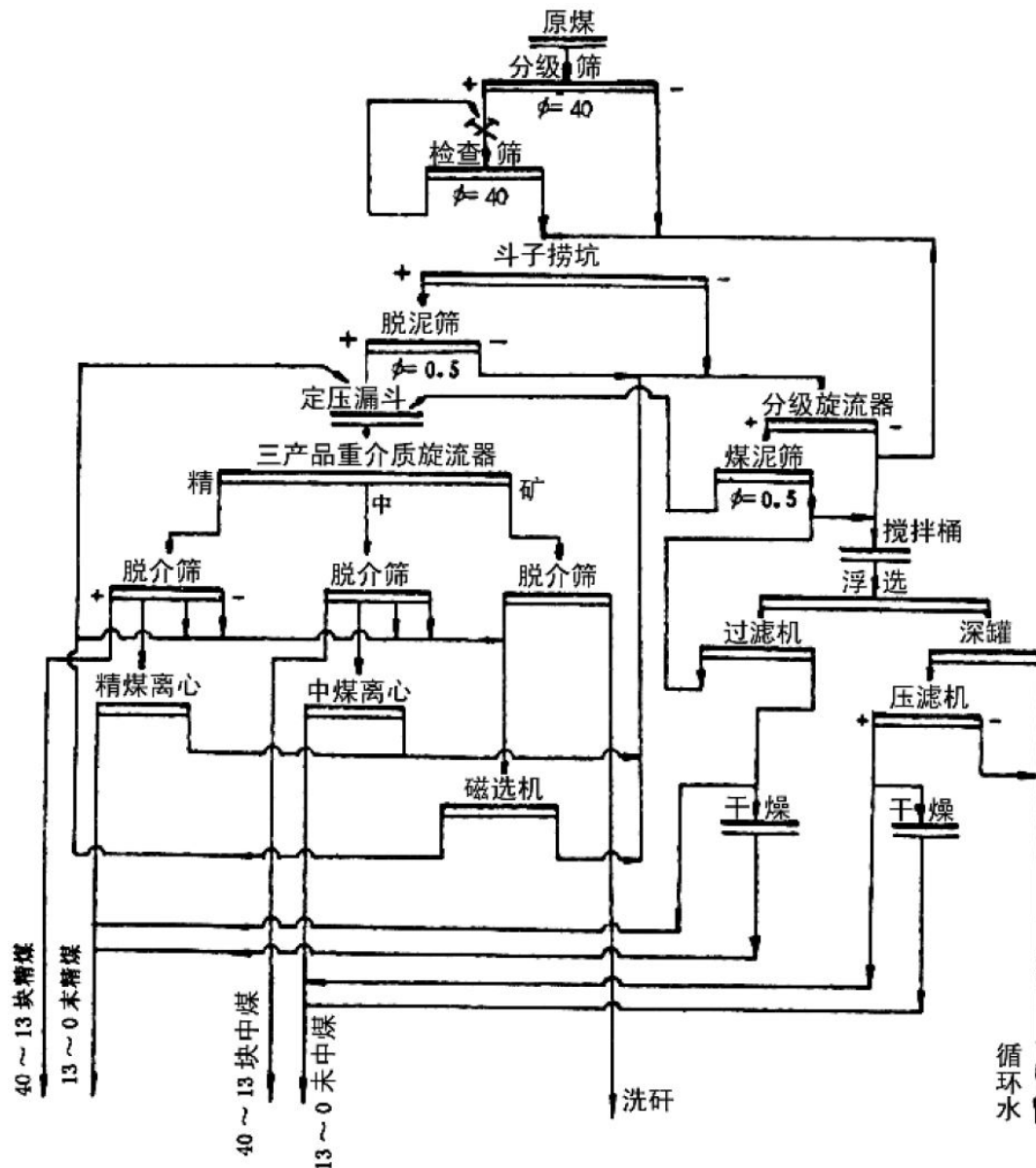


图 3-7 原煤用三产品重介质旋流器加浮选流程

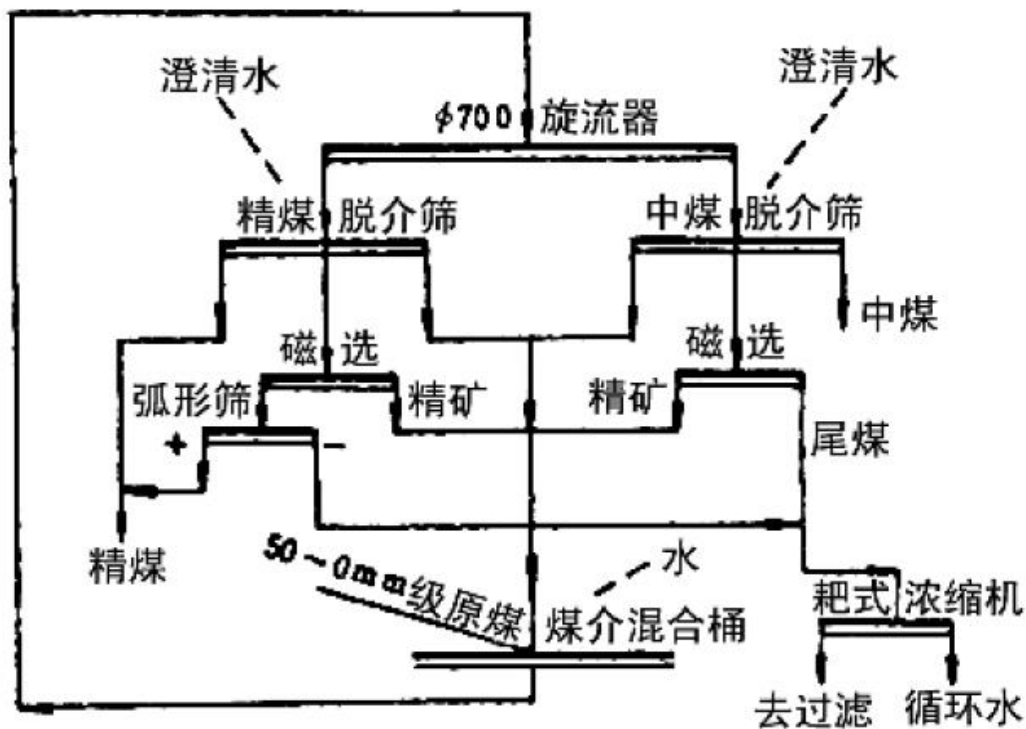


图 3-8 用重介质旋流器选到零的工艺流程

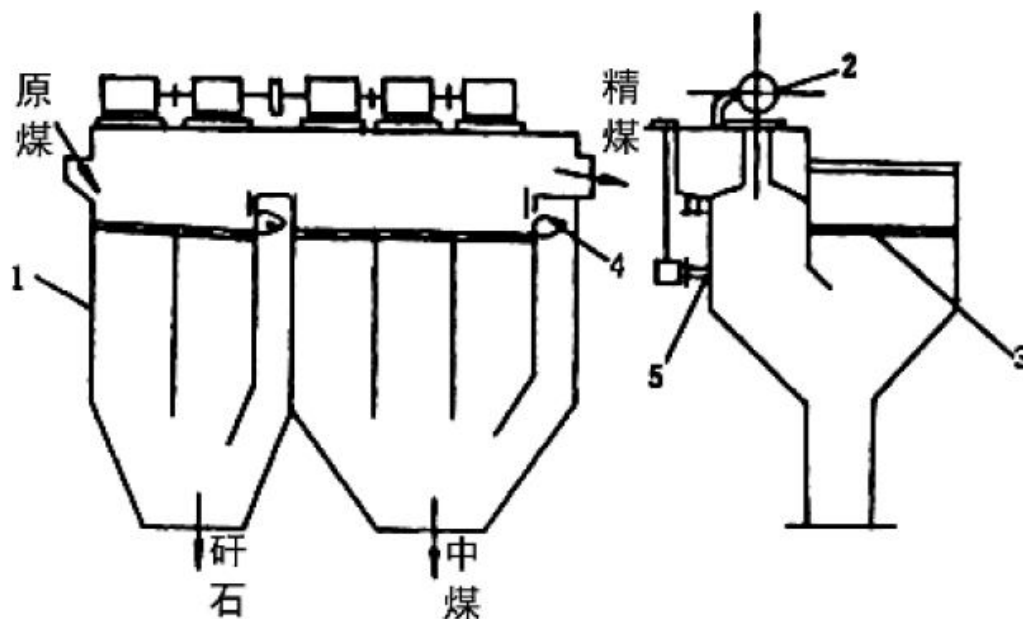
3.2 跳汰选煤作业

跳汰洗选工艺流程简单、技术成熟、发展时间长、使用范围广，现阶段在我国选煤行业中居优势地位。通过对山西省 300 多家独立选煤企业的调研发现，跳汰选煤仍为主要的选煤工艺，有近 200 多家选煤厂采用跳汰工艺(其中包括联合工艺)。在新一轮的技术更新过程中，个体资本介入选煤行业，由于跳汰技术成熟、生产成本低、投资少，多数新建选煤厂都采用了跳汰生产工艺。目前选煤厂主要采用的跳汰设备是空气脉动跳汰机。其它如动筛跳汰机和活塞跳汰机也在一些选煤厂中使用。

3.2.1 我国跳汰设备

煤用跳汰机的种类很多。目前，国内外广泛采用的是空气脉动跳汰机，其结构可分为两类：筛侧空气室跳汰机和筛下空气室跳汰机。前者也叫鲍姆跳汰机，后者也叫高桑跳汰机。

1. 筛侧空气室跳汰机



1-机体；2-风阀；3-筛板；4-排料装置；5-补充水管

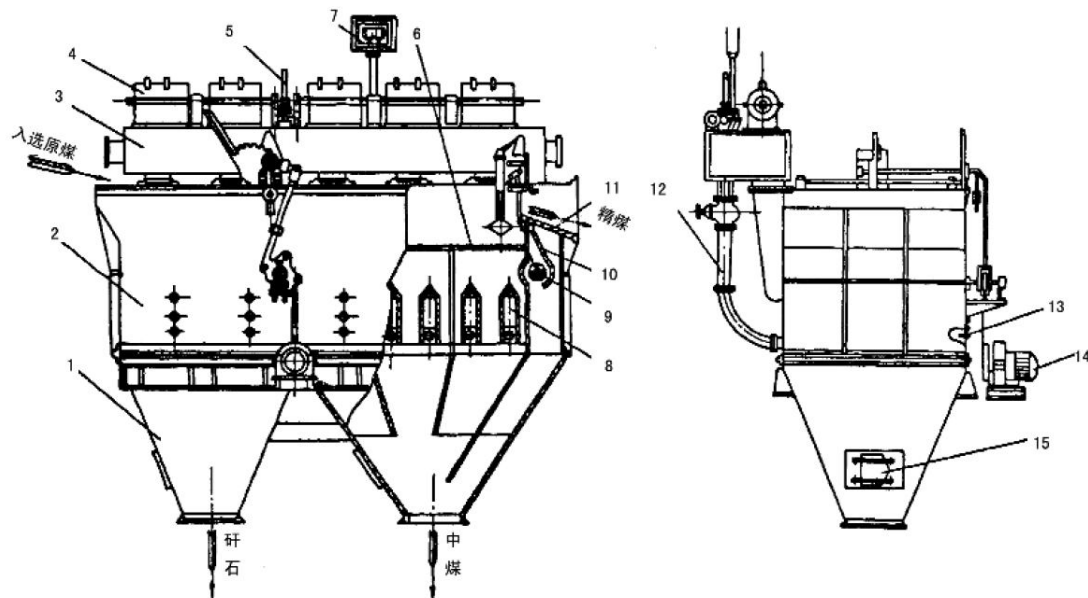
图 3-9 筛侧空气室跳汰机

跳汰室的宽度决定着跳汰机的允许给煤量，从而影响跳汰机的处理能力。由于受到水流运动均匀性的限制，目前跳汰室的宽度最大只达到 2.5-3m，因而筛侧空气室跳汰机难以大型化。跳汰机每段的长度决定物料在跳汰机中分层的时间，长度过大，重产物向排料口移动困难，所以跳汰机各室的长度一般为 1.0-1.2m。

2. 筛下空气室跳汰机

(1) LTX 型筛下空气室跳汰机

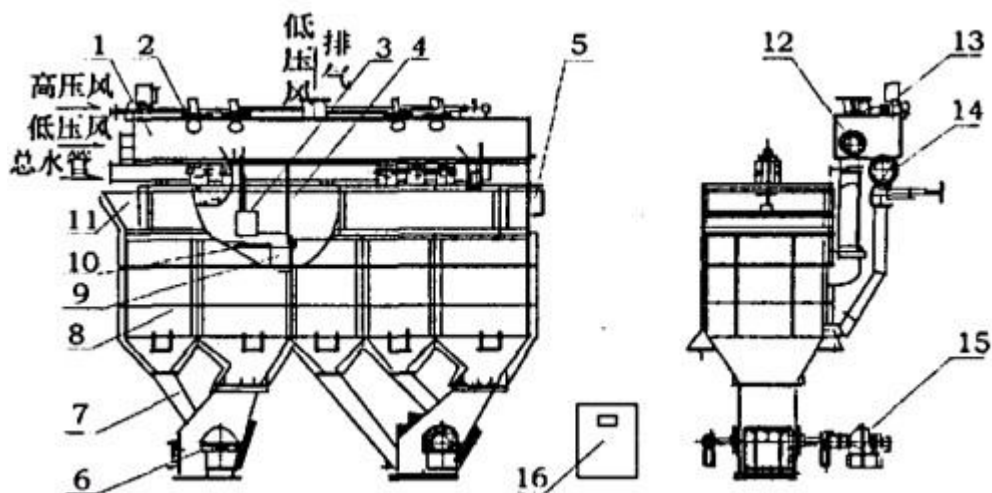
LTX 型筛下空气室跳汰机中应用较多的有 LTX-14 型筛下空气室跳汰机，如图 3-10 所示；SKT 系列跳汰机，如图 3-11 所示。



1-下机体；2-上机体；3-风水包；4-风阀；5-风阀传动装置；
6-筛板；7-水位灯光指示器；8-空气室；9-排料装置；10-中煤段护板；11-溢流堰盖板；12-水管；13-水位接点；14-排料装置电动机；
15-检查孔

图 3-10 LTX-14 型筛下空气室跳汰机

该机为两段三产品跳汰机。角锥形的机体由钢板焊接而成。矸石段有两个格室，中煤段有三个格室，每个格室中有两个空气室，空气室的端部有上、下两个孔，上孔与风阀相接，下孔与顶水管相接。机体的一侧设有风水包，水包侧面与总水管连接，下面与五个顶水管相通。顶水管上装有阀门，以调节各空气室的补充水量。



1-风箱；2-多室共用风阀；3-浮标装置；4-随动溢流提；5-出料端；
6-排料轮；7-透筛料管；8-单格室组合式机体；9-排料道；10-筛板；
11-入料端；12-总分管；13-高压风集中净化加油装置；14-总水管；
15-电梯减速机；16-控制柜

图 3-11 SKT 型跳汰机结构图

(2) 巴达克跳汰机

巴达克跳汰机是由德国洪堡特维达格公司设计，分处理块煤和末煤两种跳汰机。最大的块煤跳汰机宽 5m，长 7m，单机处理量可以达到 1000t/h。最大的末煤跳汰机宽 7m，长 6.2m，处理量达 600t/h。

山西省一些典型独立选煤企业常见的跳汰设备如表 3-3 所示：

表 3-3 山西省一些独立选煤企业的跳汰设备

企业名称	地区	原煤可选性	跳汰设备名称
高平市飞跃洗煤有限公司	晋城	中等可选	空气脉动跳汰机
柳林县汇丰上白霜洗煤有限责任公司	吕梁	中等可选	空气脉动跳汰机
山西省灵石存山实业有限公司	晋中	中等可选	空气脉动跳汰机
古县宇安煤业有限责任公司	临汾	易选	动筛跳汰机
山西省国新能源发展集团宏达煤炭有限公司	忻州	易选	活塞跳汰机
山西鼎和洗煤有限公司	运城	中等可选	隔膜跳汰机

3.2.2 跳汰选煤工艺

跳汰选煤对不同煤质具有广泛的适应性,且具有系统简单可靠、生产成本低、分选效果好等诸多优点,在我国各种选煤方法中大约占45%的比例。近年来,随着重介选煤的兴起,跳汰选煤受到极大挑战。虽然跳汰机在分选难选煤时分选效率与重介选煤有一定差距,但对于易选煤的分选,分选精度并不亚于重介选。因此,对于易选煤,跳汰工艺应当是设计的首选工艺;而对于中等可选煤或较难选煤,则应在进行技术、经济比选后,来合理选定选煤工艺。

作为跳汰选煤厂的核心设备,跳汰机的分选效率与全厂的经济效益密切相关。目前,新建及改建选煤厂大都选用高效现代化跳汰机,但仍有相当一部分选煤厂(包括部分国有大型选煤厂)还在继续采用淘汰的卧式风阀或手动排料的跳汰机维持生产。

近年来,随着新技术的研究和应用,跳汰选煤设备有了长足的发展,主要表现在跳汰机的结构更为科学合理,自动化水平日趋完

善，可靠性、分选效果进一步提高。国内主流品牌跳汰设备有SKT、X等系列跳汰机，其中SKT跳汰机已在国内推广600余台。

通过对多家使用高效现代化跳汰机的选煤厂的生产资料进行分析，在煤质合适的情况下，跳汰机的效率一般在90%~96%之间，与重介选相比毫不逊色，但生产成本却比重介选低得多。

跳汰工艺的适应性较强，根据原煤可选性，可采用单段、两段或三段跳汰机。对易选煤，可采用常用的两段跳汰机；对仅需简单排矸的易选煤，也可采用单段跳汰机；对中等可选或较难选煤，宜采用三段跳汰机。目前，国内跳汰选煤厂大多采用两段跳汰机，这对于易选煤可达到很好的分选效果。但是，对于中等可选煤或较难选煤，认为宜采用三段跳汰机。与两段跳汰机相比，三段跳汰机可提高实际分选密度，减少中煤和精煤中错配物含量，进而改善跳汰机分选效果，提高精煤产率。

3.2.3 跳汰选煤工艺流程

1. 分选炼焦用煤的跳汰流程

图3-12a为原煤混合入选，主选跳汰出两种最终产品，中间产品（用破碎机破碎或不破碎）进入跳汰再选。这是跳汰分选炼焦煤的典型流程-主、再选跳汰流程，用以分选中等易选煤。

图3-12b为原煤混合入选，主选跳汰出三种最终产品，有部分中间产品回选，用以分选易选煤。这是一种最简单的跳汰流程。

图3-12c为块煤重介和末煤跳汰分级入选，主选中间产品入再选的跳汰分选流程。用以分选块煤的可选性为难选（或极难选）、末煤的可选性为中等易选的原煤。

图3-12d为原煤混合入选，设有主、再、三选的跳汰流程，用以分选原煤性质为难选的主焦煤。

图3-12e为跳汰分级入选流程，块煤和末煤可选性为中等易选。该流程适用于当块、末煤按同一密度进行分选时，块、末煤同一密度点的灰分差别较大的情况。根据最高产率原则阐明：从两种或两种以上的原料煤中选出一定品质的综合精煤时，必须按各部分精煤分界灰分相等的条件，确定出各种煤的分选密度，才能使综合精煤产率最高。

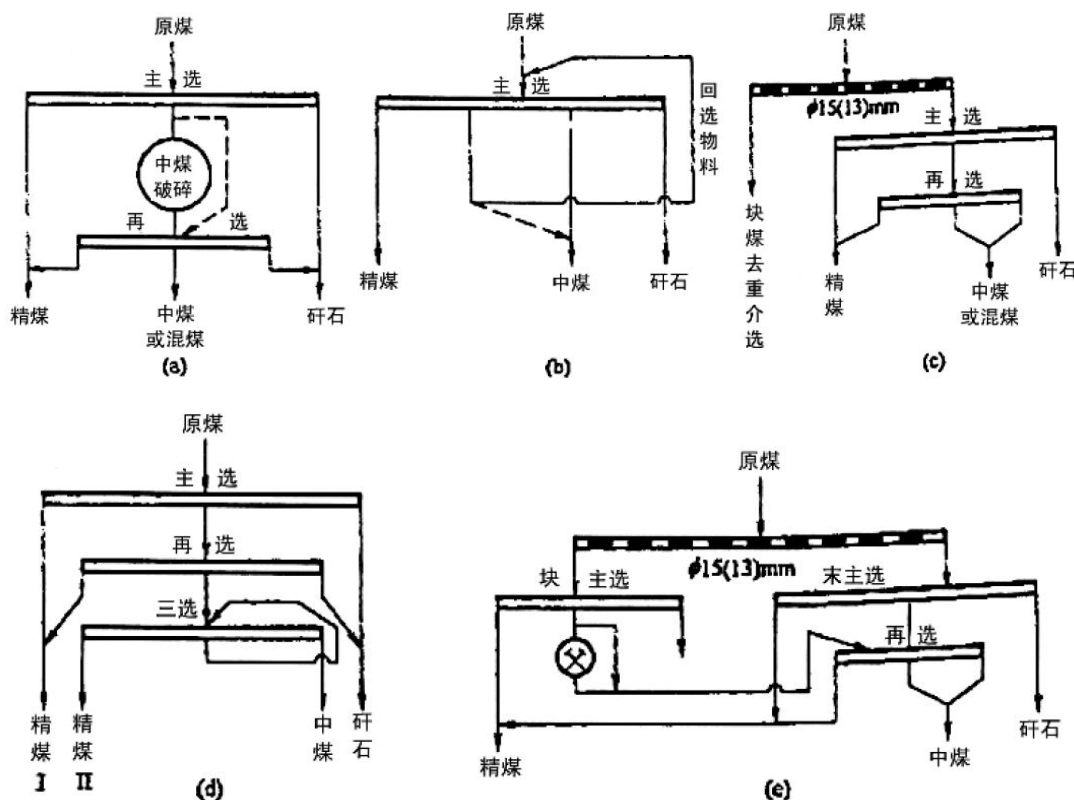


图 3-12 分选炼焦煤的典型跳汰流程

2. 分选动力用煤和无烟煤的跳汰流程

图3-13a为主选机只出两种最终产品，中间产物回选的跳汰流程，适用于选中间密度物较少的原料煤。图3-13b也为主选出两种最终产品，但与图3-13a不同的是中间产品和重产物混合出选混煤的跳

汰流程，适用于选高密度物含量少灰分又低的原料煤。

图3-13c和图3-13d是生产多品种的主再选联合流程。图3-13c为主选矸石大排放、矸石再选流程。图3-13d为主选排纯矸、中间产品再选流程。

我国大部分炼焦煤选煤厂都设有主、再选跳汰流程，随煤质变化流程调整很方便，也有利于根据用户对产品品质的要求，生产高品质、多品种产品，分别供应，满足用户与节能的要求。

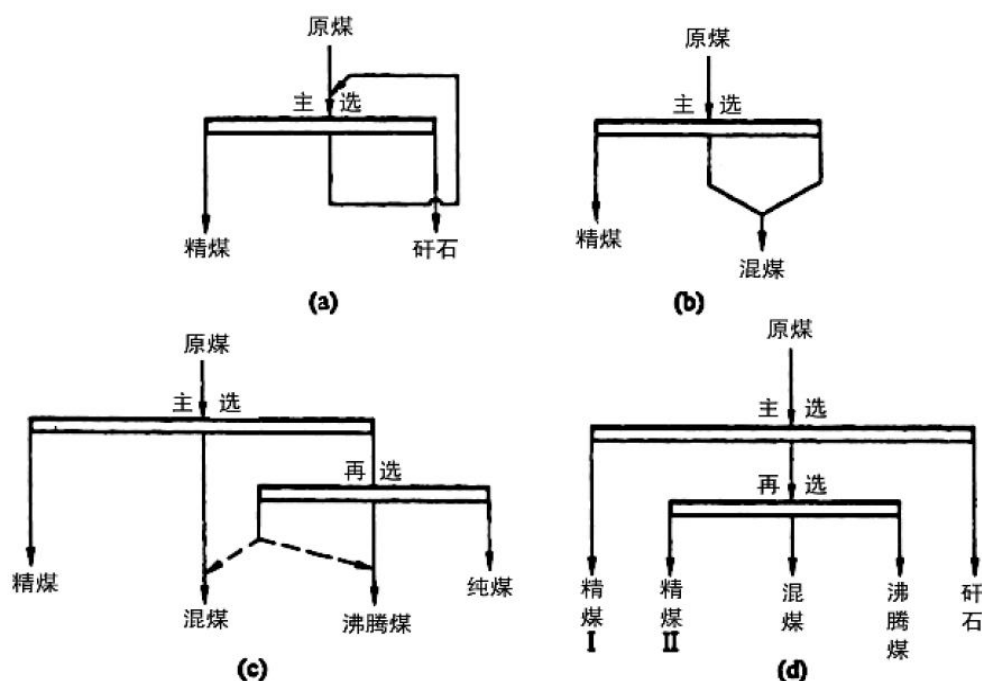


图 3-13 分选动力煤和无烟煤的跳汰流程

3.3 浮游选煤作业

3.3.1 浮选机机械设备选煤的主要技术工艺

浮选机的选煤技术工艺主要是通过发展大型的机械设备，来以此降低选煤厂的基本建设投资与实际运行过程中费用的一种合理有

效的手段。浮选机设备的预矿化器主要是利用湍流分散与微泡矿化的重要原理来完成浮选剂弥散以及被选物料的一种预选，所形成的一种矿化气泡就会直接地进入浮选机的精选，构成了一种相对来说比较简化的浮选工艺与强化浮选的选煤机制。这种浮选机的主要工作过程就包括管道的扩径稳压与喷射器的射流吸气以及微泡选择性的析出，湍流弥散与微泡矿化的预选。

喷射器所喷射出的矿物岩浆与吸入的空气以及浮选剂等，通过喉管将其引射到扩散管中，在湍流的主要作用下把浮选剂尽量充分地分散到矿物岩浆中，使得捕收剂合理高效地吸附在一些矿物颗粒的表面上。在扩散管与浮选机的入料下导管之中，随着湍流涡漩的高速运动，活化矿物粒和微泡发生一种剧烈的紊流碰撞，就会使疏水性矿粒粘附在微泡上，实现微泡矿化与预选的目的，经过浮选机入料下的导管将其引入到浮选机中，最终完成了浮选入料的一种预处理。然后经过预处理的一些浮选入料引入到浮选机以后，在其机械搅拌的主要作用下，矿化的气泡就会迅速地上浮，进而快速地完成了分选的过程，从而在预矿化器中没有捕获的一些疏水性矿粒就会在浮选机内得到了继续分选。浮选机重点是采用下吸周围的串流入料的方式，来进一步地加速矿化气泡的迅速上浮，以便提高浮选选煤的速度，从而加强了精矿的富集作用，提高其处理的能力与浮选的选择性。

3.3.2 浮选机械设备的选择和应用

目前我省独立选煤企业采用的浮选设备主要是叶轮式机械搅拌浮选机和浮选柱。也有一些选煤厂采用喷射式浮选机和棒条机械搅拌浮选机进行浮选。

机械搅拌式浮选机分自吸式和压气式两类，自吸式具有如下特点：

1. 搅拌力强，可保证密度、粒度较大的矿粒悬浮，并可促进难溶药剂的分散和乳化。
2. 对分选多金属矿的复杂流程，自吸式可依靠叶轮的吸浆作用实现中矿返回，省去大量砂泵。
3. 对难选和复杂矿石或希望得到高品位精矿时，可保证得到较好的稳定指标。
4. 运动部件转速高、能耗大、磨损严重、维修量大。

压气式是压入空气来完成充气，故具有以下特点：

1. 充气量大，便于调节，对提高产量和调整工艺有利。
2. 搅拌不起充气作用，转速低、磨损小、能耗低、维修量小。
3. 液面稳定、矿物泥化少、分选指标好，须压气系统和管路。

浮选柱也称为柱式浮选机，是一种深槽型充气式浮选机，是我国新型浮选设备之一。许多选煤厂经试验研究已用于各种浮选作业之中，并获得了较好的效果，在有些浮选流程中能基本代替机械搅拌式浮选机或与一些其他型浮选机联合使用。目前大部分是将浮选柱用在粗选作业上，而在精选作业上是不太适用的。主要是浮选精矿质量和回收率均不如浮选机，尤其是精矿质量。浮选柱的特点是：具有结构简单，制造安装方便，生产维护容易，节省动力，占地面

积小，基建费用低等。但浮选柱也有其缺点：主要是充气装置易结钙和堵塞，工作不稳定。这是值得研究并加以改进的主要问题。

表 3-4 山西省一些典型独立选煤企业的浮选设备

企业名称	地区	原煤可选性	浮选设备名称
高平市晋昌洗煤有限公司	晋城	难选	叶轮式机械搅拌浮选机
泽州县振胜工贸有限公司	晋城	易选	叶轮式机械搅拌浮选机
山西省国新能源发展集团宏达煤炭有限公司	忻州	易选	压气式浮选机
古交市三江煤业有限公司	太原	中等可选	浮选柱
长治县金龙洗煤有限公司	长治	中等可选	棒型机械搅拌浮选机
中阳县信征洗煤有限责任公司	吕梁	易选	叶轮式机械搅拌浮选机

3.3.3 浮选新技术的研发

1. 选择性絮凝法

选择性絮凝法出现于20世纪60年代，最早用于选矿领域，后来拓展到选煤领域。它利用矿物组分间不同的表面性质实现矿物的分离，其方法是在含有两种以上组分的稳定悬浮液中加入絮凝剂，这种絮凝剂将产生选择性的吸附作用，通过“桥连作用”使其中某一组分产生絮凝，而其他组分仍分散在悬浮液中，再将悬浮液与絮凝物分离即可。对组合煤样，硫分可从5.6%降至0.39%，并且有较高的产率。另外，用选择性絮凝脱硫的同时，可使样品灰分从12.3%降低到3.0%以下。中国矿业大学利用选择性絮凝—浮选法对灰分为4.53%的太西煤分选可得到灰分为1.29%、产率为41.26%的超纯煤。研究表明，选择性絮凝技术对细粒和极细粒煤的脱硫与脱灰均具

有较好的分选效果，且投资低、操作成本低、易操作、易控制，可作为浮选流程的预处理，但絮团工业化分离困难。

2. 微微泡技术

气泡的大小对浮选效果有很重要的作用，过大的气泡使颗粒与气泡之间的碰撞效率变低，气泡太小又不利于颗粒和气泡之间的吸附。通常认为能为浮选系统提供最佳分选效果的气泡的尺寸为0.2~0.4mm。然而，近年来的研究表明，引入大小约为0.03mm的气泡，即“微微泡”可使浮选产率提高15个百分点。“微微泡”发生器是一个超声波装置，其产生的压缩波穿过煤泥水时引发局部压力波动，使被溶解气体的部分溶解性降低而产生“微微泡”。这一过程一般被认为是空穴现象。由于这些微微泡在煤泥水中产生，所以它们很快聚集并附着在疏水的煤颗粒表面。由于微微泡覆盖在煤颗粒表面，使那些大一些的常规气泡就更容易附着在煤的表面(提高了气泡与颗粒的粘着效率)，因此提高了浮选速度及产率。此外，应用“微微泡”还可减少捕收剂用量。研究结果表明，在较低捕收剂用量条件下，浮选产率可提高25个百分点。

3. 超声波技术

在选矿方面应用超声波，是从1950年以后开始大量研究，且大都偏重于乳化浮选药剂和脱泥等方面的研究，作用于矿浆的应用研究开始于1954年8月。许多研究表明：（1）超声波对煤粒有破碎、清洗和剥蚀作用；（2）超声处理使煤泥与水的接触角增大，煤泥与水的润湿热降低，煤泥的疏水性增强，提高煤泥的可浮性；（3）超声处理使矿浆中的氧含量降低、pH升高、气液界面张力降低，改善了煤泥浮选的脱硫降灰效果。煤泥的浮选实验表明，超声处理可以

大幅提高浮选完善度和脱硫完善度，是提高煤泥浮选效果的一个有效途径。

4. 载体浮选

最初的载体浮选研究是用石灰石作载体从高岭土中除去钛杂质。它的基本概念是，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0.1~0.3mm，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<0.038mm、灰分为8.3%、全硫分为0.72%、产率为81.0%的精煤。实践表明，载体浮选是提高细粒煤泥浮选效果的好办法。

3.3.4 浮选工艺流程

浮选流程包含两项内容：浮选入料的准备流程即煤泥水原则流程和浮选流程（浮选流程内部结构）。

1. 煤泥水原则流程

煤泥水原则流程是根据原料煤中煤泥性质和数量以及选煤厂厂型等具体情况，因地制宜地确定的。

我国的煤泥水原则流程主要有以下3种类型。

(1) 浓缩浮选原则流程

煤泥水先经浓缩再进行浮选的原则流程称为浓缩浮选原则流程（见图3-14）

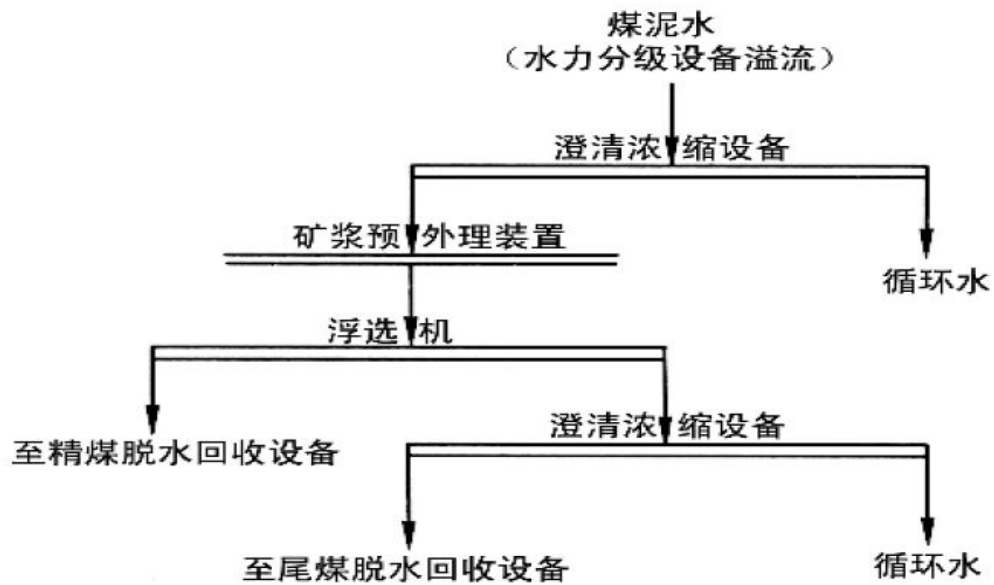


图 3-14 浓缩浮选原则流程

（2）直接浮选原则流程

煤泥水不经浓缩，直接进行浮选的原则流程称为直接浮选原则流程（见图3-15）

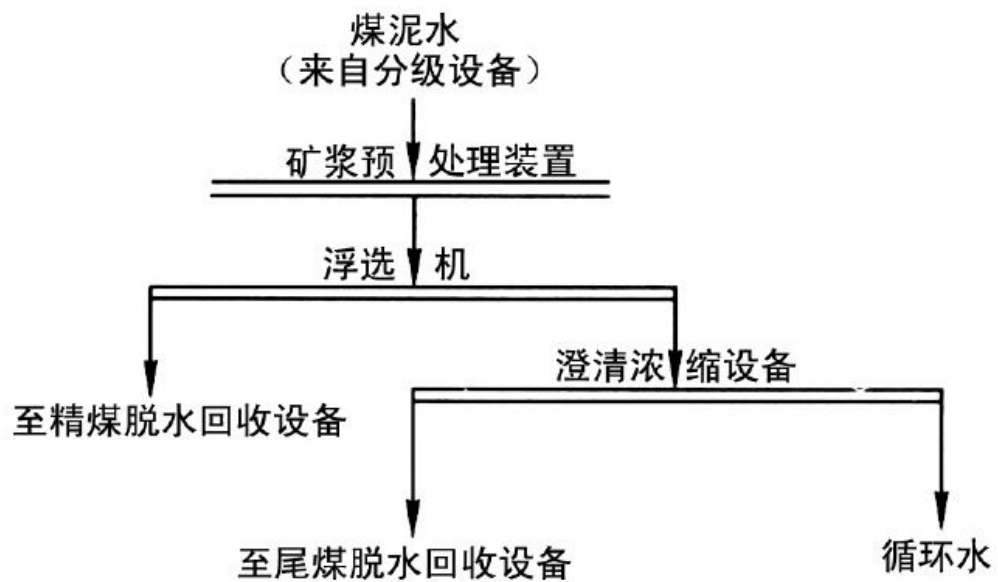


图 3-15 直接浮选原则流程

（3）脱泥浮选原则流程

众所周知，高灰分泥质会对浮选产生极其不利的影响。因此，

当选煤厂原料煤中含有数量较多的、遇水浸泡易泥化的粘土类矿物形成的高灰分泥质时，可考虑采用脱泥浮选原则流程（见图3-16）。所谓的脱泥浮选原则流程是煤泥水预先经过脱泥，然后再进行浮选的流程。

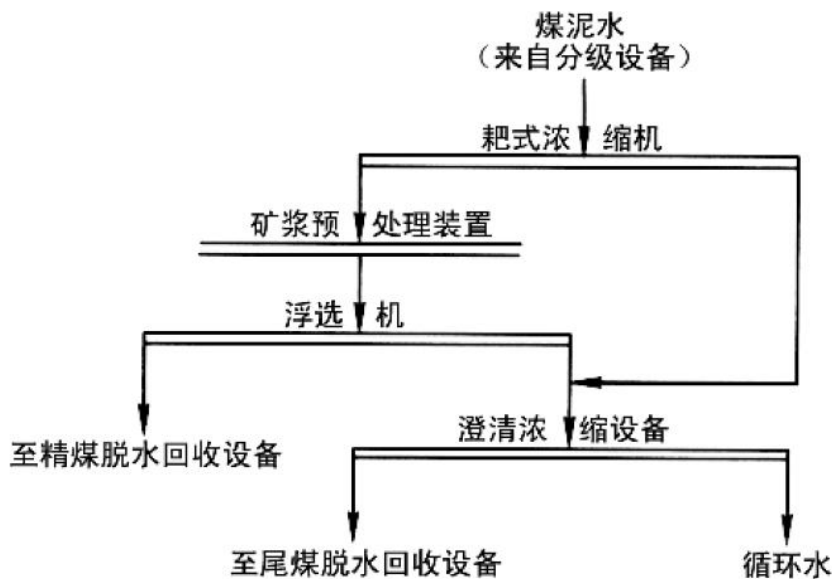


图 3-16 脱泥浮选原则流程

2. 浮选流程

浮选流程实质是指浮选流程的内部结构，即煤浆在分选过程中是如何流经浮选机各室的。浮选流程也是保证获得良好技术经济指标的重要条件。流程的确定取决于入料的性质（灰分、粒度组成、煤岩成分、矿物杂质的成分及嵌布特性、煤化程度、泥化程度和氧化程度）以及对精煤质量的要求。合理流程是根据一系列实验室浮选试验，经分析对比，最终制定的。

我国选煤厂的几种典型浮选流程如下。

（1）一次浮选流程（即粗选流程）

图3-17所示的是一次浮选流程。浮选入料从浮选机第一室给入，各室刮出的泡沫都作为最终浮选精煤，最后一室排出的是尾煤。

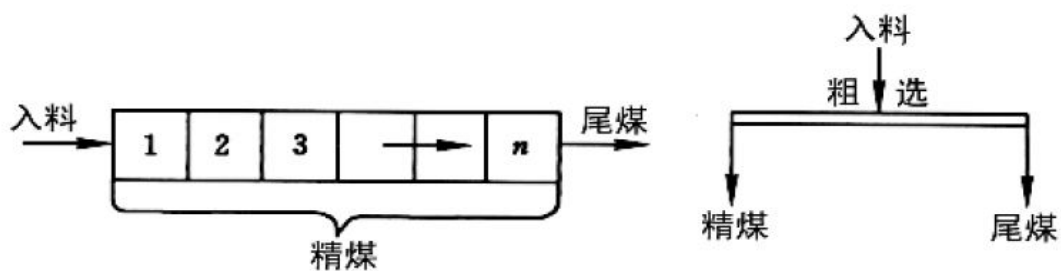


图 3-17 一次浮选流程

该流程的特点是流程结构简单、操作方便、处理量大、电能消耗少。该流程适用于分选极易浮、易浮和中等可浮的煤泥，或对精煤质量要求不太严格的煤泥。

(2) 三产物浮选流程

图3-18所示的是三产物浮选流程。将浮选机前几室灰分较低的泡沫作为精煤，后几室灰分较高的泡沫作为中煤。

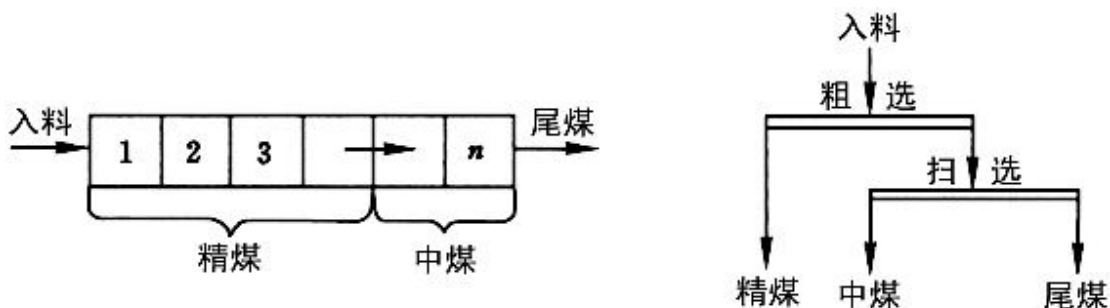


图 3-18 三产物浮选流程

该流程便于操作，可生产出灰分较低的精煤和可废弃的高灰分尾煤。由于生产出中煤，所以浮选精煤产率有所下降。当中煤基本上是煤和矸石的连生体的难浮煤或极难浮煤时，采用这样的流程才是合适的。但由于需要一套浮选中煤脱水回收设备和相适应的输送设施，使选煤厂的生产系统复杂化。

(3) 中煤返回再选的浮选流程

图3-19所示为中煤返回再选的浮选流程。把浮选机后几室灰分较高的泡沫返回同一组浮选机的第二室或第三室再选，目的是提高

浮选精煤产率。

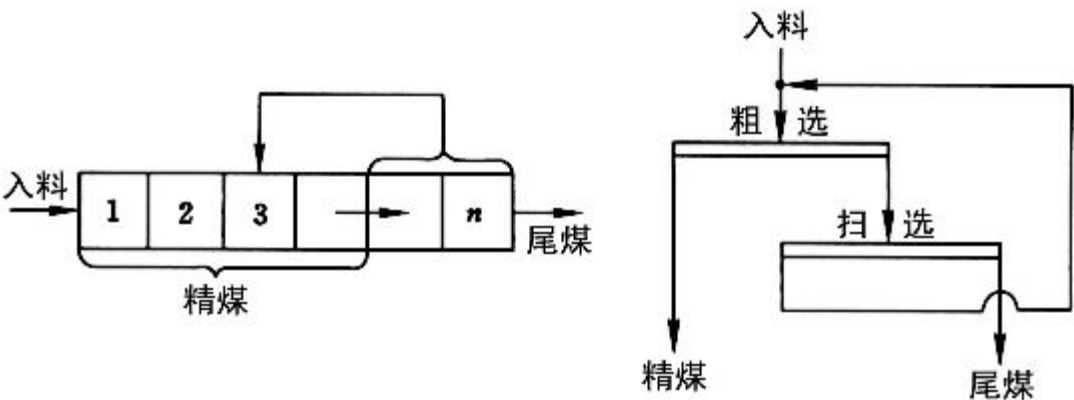


图 3-19 中煤返回再选浮选流程

只有采用吸入式给料的浮选机才能实现这种流程。返回室数主要取决于中煤和返回室入料的灰分，两者相近时才是合理的。当中煤里的煤和矸石基本上是单体分离的难浮煤时，采用此流程才有意义。

(4) 一次精选的浮选流程

图3-20所示的是粗选精煤全部精选的流程。该流程通常在吸入式入料的同一组浮选机里实现，即前室的泡沫引到后室再次分选。也可专设浮选机，粗选浮选机的泡沫再由精选浮选机进行分选。精煤的尾煤视其质量，确定与粗选尾煤合并或者与粗选入料合并。

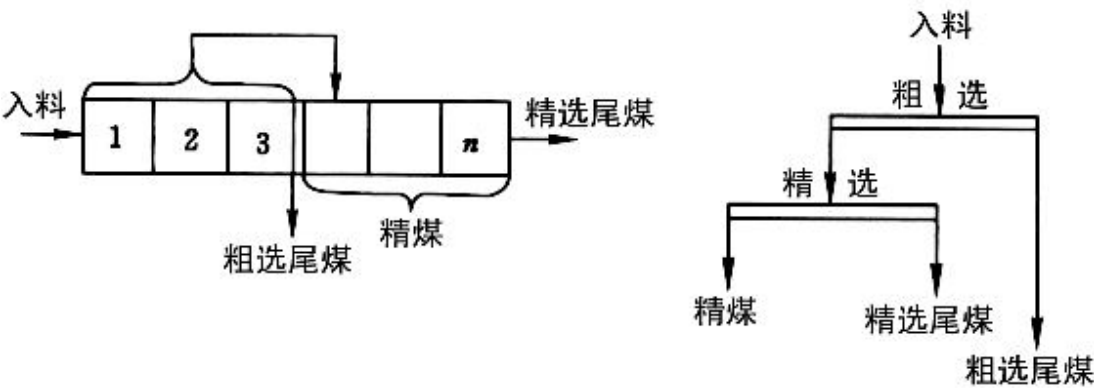


图 3-20 一次精选浮选流程

当浮选机某些室的粗选精煤已达最终精煤合格指标时，也可采

用如下图3-21所示的部分粗选精煤精选的流程。

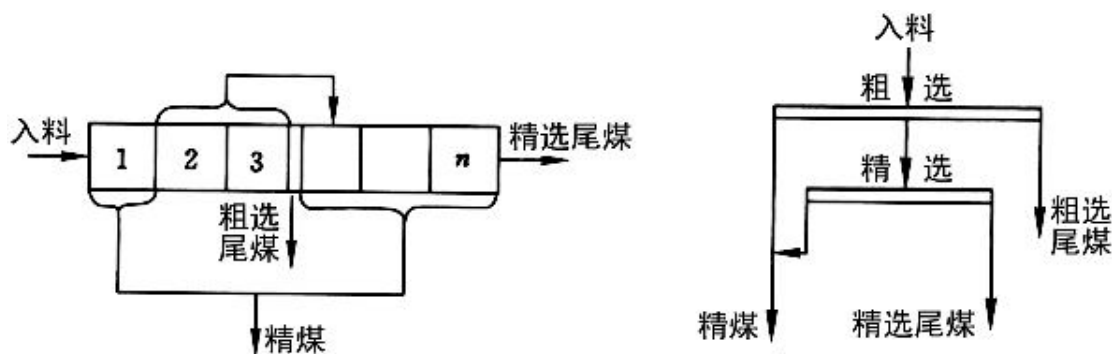


图 3-21 部分粗选精煤精选流程

精选流程结构复杂，浮选机的处理量低，电耗、稀释水耗量较高。只有当分选难浮或极难浮煤泥或生产低灰分精煤时才被采用。

3.4 磁选作业

磁选是物料分离处理技术中的一种重要方法，因为其工艺洁净无污染，在很多领域都得到了广泛应用。尤其是在选煤领域，磁选技术有了很大的进展。磁选机具有结构简单、处理量大、管理费用低、操作维护方便、环境污染少等优点，所以磁选法在我省大部分独立选煤企业中广泛应用。近年来，国内磁选设备发展很快，在设备规模上向大型化发展，在结构形式上向多样化发展，在产品规格上向系列化发展，在控制方式上很多已采用了程序控制、模块电路和自动监控等新技术。

3.4.1 磁选设备及分类

1. 弱磁场磁选机

弱磁场磁选机是磁极表面磁感应强度在 200mT 以下的磁选设备。弱磁场磁选机用于分选比磁化系数大于 $3.8 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{kg}$ 的强磁性

矿石和物料。目前选煤厂中常用的弱磁场磁选机有干式弱磁场磁选、湿式弱磁场磁选机、磁团聚重选机、磁选柱等。

2. 中磁场磁选机

中磁场磁选机是指介于弱磁场和强磁场之间的磁选机，磁感应强度在 $300\sim 800\text{mT}$ 范围的磁选设备。高磁能积永磁材料在 20 世纪末有了突破性进展，性价比大幅提高，将这些材料应用于中磁场永磁磁选机，使磁选设备的研究开发步入一个新的发展阶段。目前选煤厂中常用的中磁场磁选机有 BZY 型中磁场永磁筒式磁选机、CTB 型中磁场永磁筒式磁选机、ZC 和 NCT 中磁场强永磁筒式磁选机等。

3. 强磁场磁选机

强磁场磁选机是磁极表面磁感应强度为 $0.8\sim 2\text{T}$ 的磁选设备，用于分选比磁化率为 $(12.6\sim 3800)\times 10^{-8}\text{m}^3/\text{kg}$ 的弱磁性矿物。目前选煤厂中常用的强磁场磁选机有 CS 系列电磁感应辊式强磁选机、Shp 系列平环式强磁选机、SLon 系列立环脉动高梯度磁选机等。

3.4.2 选煤厂磁选机的功能

近年来，我国重介质选煤技术蓬勃发展，吨煤介质消耗是重介质选煤的一项重要的技术经济指标，而降低介耗的主要措施之一是选用好的磁选机。磁选机的功能如下：

1. 尽量回收脱介筛筛下稀介质和分流的合格介质中的磁铁矿粉，即磁选精矿，返回合格介质桶循环使用，以降低介耗和生产成本。另外，损失在磁选机尾矿中的磁铁矿粉会程度不同地影响煤泥水处理系统，加剧设备和管道的磨损。
2. 净化重悬浮液，去除其中部分煤泥含量，维持动态平衡，以避免

因煤泥含量过多，导致合格介质的粘度提高，增加颗粒按密度分层的粘滞阻力，影响分选效果。

3.4.3 对磁选的要求

评定磁选机的工作效果，可由磁性物回收率指标定量地进行分析，从中找出差距和问题，结合实际加以解决。

当今各行各业都要坚持科学发展观，贯彻执行建设资源节约型社会的方针，所以磁选机在重介质选煤厂所承担的任务，是最大限度地回收磁铁矿粉，维持重介厂正常生产、降低介耗、提质增收，因此，充分发挥磁选机的功能尤为重要。

3.5 分级作业

近年来，各国学者对细粒煤分选技术和设备研究较多，像螺旋分选机、煤泥重介质旋流器、TBS 分选机、水介质旋流器等设备在选煤厂都有应用，而且取得了较好的效果。但是，这些细粒煤分选设备也都有一定的分选下限，需要细粒分级设备来脱除其中高灰细泥，从而提高精煤质量。

目前，我省独立选煤企业细粒煤分级设备主要有三大类：筛分分级设备、水力分级设备和离心分级设备。

3.5.1 筛分分级设备

1. 德瑞克高频振动细筛

美国德瑞克公司在 20 世纪末开发出了一种新概念的高效湿法筛分机，即德瑞克高频振动细筛。其设计原理为：当筛分含细粒物

料的矿浆时，筛面宽度比长度或面积更具重要作用。只要保持适当的给料和矿浆浓度，多路给料就能保证高频振动细筛高效的分级效果。德瑞克高频振动细筛(图 3-22)是利用持续水流和高频振动的综合作用来实现细粒物料的分级的。在两片筛网之间配置衬有耐磨橡胶的洗矿槽，根据需要，每台筛机配置 1-3 个洗矿槽。为使前一筛网已脱水的筛上产品在洗矿槽再造浆，喷淋装置直接向洗矿槽喷水，可以使筛上物在洗矿槽内重新造浆，固体颗粒彻底翻转、结团矿泥碎散，再经筛分使粗、细物料分离。通过多次洗矿、筛分、重复造浆，德瑞克高频振动细筛的筛上产品完全可满足所需的粒度规格要求。

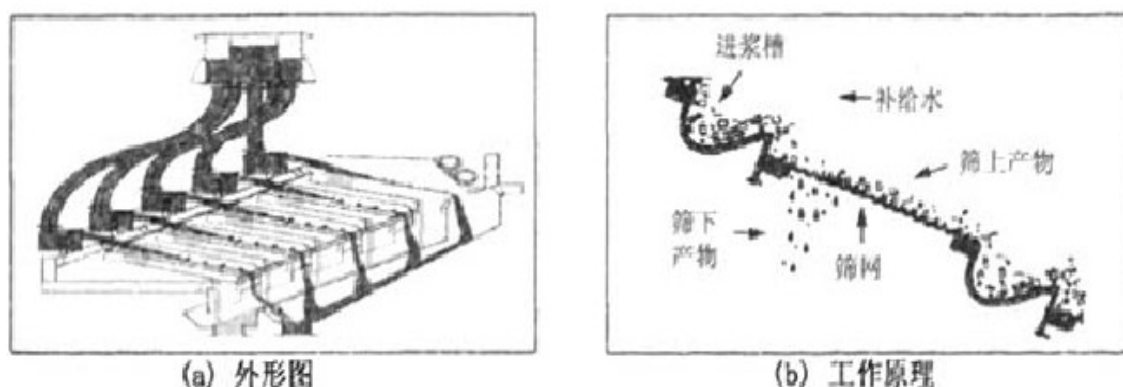


图 3-22 德瑞克高频振动细筛

2. Pansep 筛分机

国外还有一种有效的细粒煤分级设备 Pansep 筛分机(图 3-23)。它是一种设计独特的筛分设备，其筛面呈直线轨迹运动。Pansep 筛分机由链和链轮装配而成，单个的拉紧筛面相互铰合在一起形成一个链状的筛面。在煤浆筛分时，筛面呈直线轨迹运动，并在安装于筛面顶部和底部的喷水系统作用下，筛出细粒。这种喷水装置提供了必要的流态化作用，并且使给料在筛面上实现松散分层，以利于

细粒物料通过物料层和筛孔。该筛分机采用了矩形筛孔，可避免在筛分细粒物料时发生堵塞现象。由于没有振动作用，所以筛网材料可以任意选择而不必考虑其坚韧性，这样就便于选择能提供最大筛孔面积从而获得最大筛分速度的筛网材料。通过筛面上下、来回两个方向的运动，Pansep 筛分机的处理量可以达到相同占地面积的筛分机的两倍。

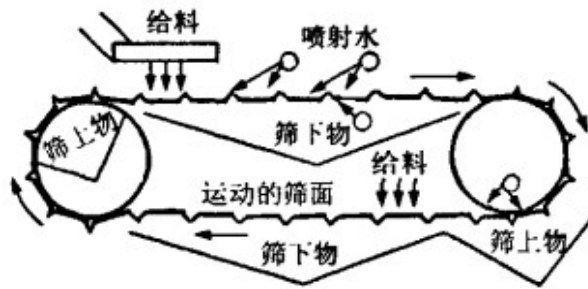


图 3-23 Pansep 筛分机的示意图

通过在某选煤厂的试验，Pansep 筛分机使筛分效率得到了最大限度的提高，在几乎保持相同的分级粒度条件下，总的筛分效率很完美，达到了近 99%。

3. MVS 系列电磁高频振网筛

MVS 系列电磁高频振网筛(简称高频振网筛)是获国家专利的新型筛分机械。该筛采用全新原理设计，结构新颖，适用于各种物料的干法与湿法筛分。其结构特点和工作原理为：由布置于筛箱外侧的以电磁激振器为主的振动系统驱动布置在筛网下面的振动臂，振动臂上装有沿筛面全宽的橡胶帽，橡胶帽托住筛网并激振筛网。每台筛机沿纵向布置有若干组振动系统，由电控箱集中控制，每组振动系统分别独立驱动振动臂以振动筛网，振幅可随时分段调节。筛网采用两端折钩，纵向张紧安装，筛面安装具有一定倾角，并且可调。物料在自重和筛面高频振动作用下沿筛面流动、分层、透筛。

高频振网筛在选煤厂主要应用于粗、细煤泥的脱水回收。也可用于浮选产品的降灰和浮选前的隔粗。近年来，在重介选煤工艺的脱介及煤泥水处理系统中，高频振网筛也得到了成功应用。此外，在简易选煤厂，高频振网筛从煤泥水中回收低灰精煤也取得了较高的经济效益。

3.5.2 水力分级设备

水力分级是指在重力作用下，依据颗粒沉降速度差异对颗粒进行分离。选煤厂中常用的水力分级设备有角锥池、斗子捞坑、倾斜板(斜管)浓缩机(池)。

1. 角锥池

角锥池是由若干个并列的、底部为角锥形的钢筋混凝土容器组成；各分级室之间及其内部无隔板，角锥底部的倾角为 $65-70^\circ$ ；角锥池一端为入料端，另一端为溢流端，沉物沉到锥底，锥底装有闸门以便排泄沉淀物料；角锥池的溢流自动排出，底流由阀门靠人工控制排放。正是由于人工控制，所以使分级粒度难以掌握，这是角锥池分级的一大缺陷。

2. 斗子捞坑

斗子捞坑在跳汰选煤厂应用十分普遍，它适应能力较强，入料粒度范围宽，一般为 $0-50\text{mm}$ ，但为了提高捞坑的分级精度，应尽量减小捞坑的入料粒度范围，实际捞坑入料粒度以 $0-13\text{mm}$ 多见。捞坑的分级粒度一般为 $0.2-0.5\text{mm}$ 。斗子捞坑的工作原理同角锥池一样，都是借助重力作用实现颗粒沉淀的。但是，斗子捞坑中颗粒沉淀的条件与角锥池不同：一是煤泥在斗子捞坑中将随同较粗颗粒(如

6-13mm)一起沉淀，这对较细颗粒的沉淀有利；二是沉淀物及时用斗子提升机从捞坑中排出，不受人为因素影响。

但是，通过选煤厂多年的应用实践，发现斗子捞坑也有很多缺点，主要是：精煤污染严重；分级粒度过细，致使过滤效果差；与其他分级设备相比，投资高，电耗大。

3. 倾斜板(斜管)分级设备

尽管上述水力分级设备具有结构简单、运行费用低、维修量小、受入料波动较小、影响分级指标的因素较少、适应性较强等优点，但由于颗粒的密度、形状及沉降条件对沉降速度均有影响，因而，分级时粒群混杂现象较严重，分级效率不高。更为突出的问题是，这些设备占地面积大，单位面积处理能力低。为此，人们研制了倾斜板(斜管)水力分级设备。

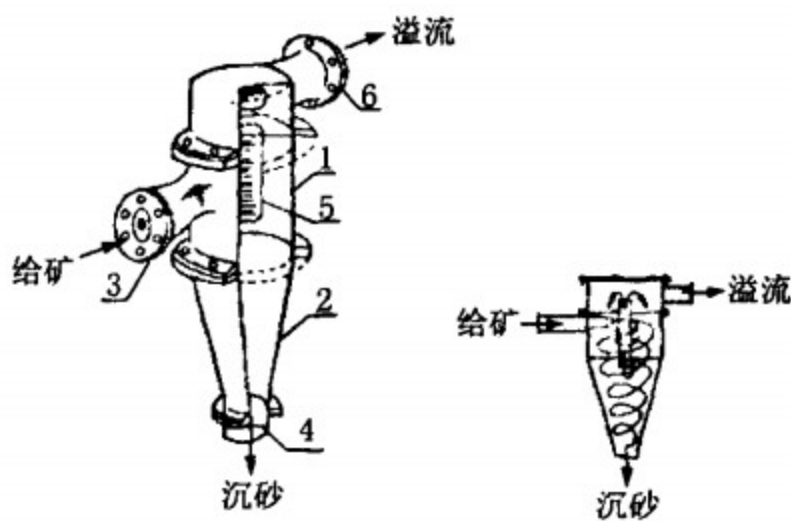
倾斜板沉降技术源于 1886 年英国人 Howatson 发现的“浅层沉降”原理。其理论特征是：在处理量一定的情况下，颗粒的分级粒度与沉降面积成反比，或者当分级粒度一定时，设备的处理能力与设备沉降面积成正比。而与深度、时间无关。该原理有三个假定条件：（1）水流在池中任何一点处的流速都完全相同，颗粒在沉降过程中保持沉速不变；（2）悬浮颗粒的浓度及分布在池深方向上完全一致；（3）任何颗粒一触及池底就被有效去除。而在实际生产中，上述三个假定条件都不存在，这就是造成倾斜板分级设备实际处理能力与设计处理能力相差很大的原因。

3.5.3 离心力分级设备

离心力分级设备主要有各种类型的水力旋流器，它们是借助离心力场的作用，将颗粒按径向速度差进行分离。纵观国内外学者的研究动向和实用情况，旋流器的发展趋势是：技术规格两极化，结构形式多样化，应用范围扩大化，结构材质耐磨化，技术控制自动化，且设备向组合化发展，作用力向复合化发展。

1. 水力旋流器

水力旋流器结构特点是具有小角度(一般为 $10-20^\circ$)的锥体，是当前浓缩、分级煤泥水的有效设备之一。典型的静态旋流器由圆筒和圆锥连结而成(图 3-24)，包括溢流管、底流管、进料管等主要组成部件。其工作原理是：悬浮液经入口管沿切向进入圆筒，向下作螺旋运动；固相颗粒在离心力的作用下，具有向旋流器壁沉降的趋向；粗颗粒由于受到较大的离心力作用，向旋流器壁面运动，并随外旋流从旋流器底部排出，形成底流；细颗粒则由于所受的离心力较小，来不及沉降就随内旋流从溢流管排出，形成溢流。由此实现了不同粒级物料的分离。



1.圆柱体；2.椎体；3.给矿管；4.沉砂口；5.溢流管；6.溢流管口

图 3-24 水力旋流器

水力旋流器由于具有结构简单、操作方便、生产能力大、分离效率高、占地面积小和无传动部件等优点，我国从 20 世纪 50 年代开始使用。现已广泛用于选煤厂选前脱泥、介质回收、煤泥水浓缩等作业，并取得了显著的经济效益。

2. gMax 旋流器

gMax 旋流器是一种经改进的旋流器，其开发设计目的是为了以较高的生产能力对物料进行更细、更精确的分级。这种新型旋流器由改进的沉砂口、圆锥体、进料管和圆柱体组成，这些部件的改进设计方案可使给料腔的紊流最小，同时使进入临界分选区的矿浆流的切线速度最大。较大的切线速度可使相同直径的旋流器实现更细的分级，并可减少细粒误入沉砂。改进的给料管截面和较长的溢流管设计减少了给料腔中的紊流度，所以减少了较粗颗粒夹带到旋流器溢流中的量。图 3-25 的所示为 gMax 旋流器与常规旋流器切线速度对比。

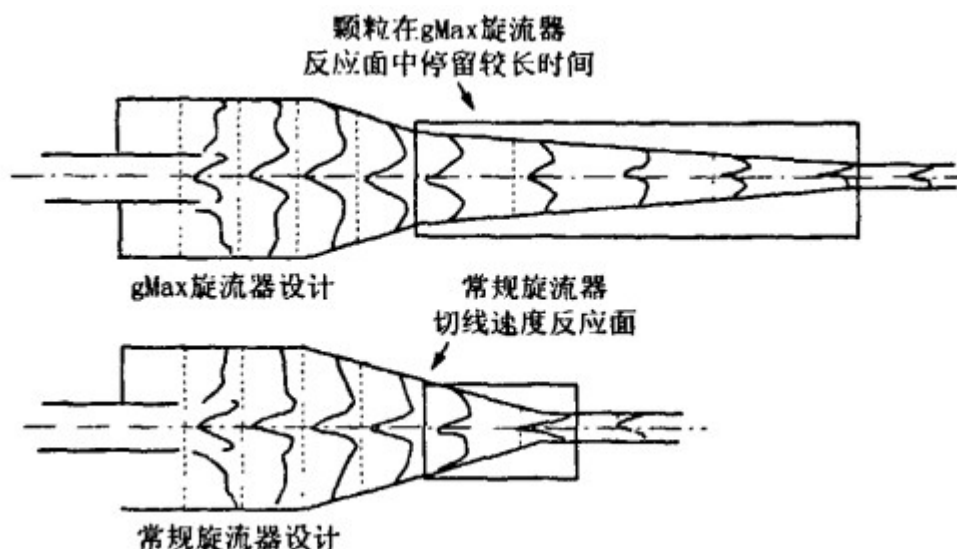


图 3-25 常规旋流器和 gMax 型旋流器的切线速度对比

对选煤厂使用的 gMax 旋流器进行取样，并与常规旋流器的分级效果比较，得出：gMax 型旋流器的分级粒度可减小 26%，煤的产率提高 3.69 个百分点，并且 gMax 型旋流器底流灰分比原用的 D 15LB 旋流器稍低些。gMax 旋流器可用于以下领域：（1）浮选入料的第二段分级；（2）不设浮选的选煤厂煤泥的分级回收。

3. 筛网旋流器

筛网旋流器(图 3-26)是将弧形筛和水力旋流器相结合而发展起来的一种新型细粒分级设备。其分级原理既具两者特点，又有本身独特之处。在筛网旋流器中，物料以一定压力沿切线方向给入，形成强大的旋流，其中一股沿着旋流器器壁形成一个向下的外旋流，另一股是围绕旋流器轴心形成一个向上的内旋流，由于内旋流具有负压而吸入空气，在旋流器轴向形成空气柱；入料中的极细颗粒随着内旋流向上，从溢流口排出；小于筛网孔径的中间粒级物料随着向下的外旋流直至器壁，通过筛网成为透筛物，从筛网旋流器的柱蹬下部排出；粗颗粒则随外旋流向向下，从底流口排出。

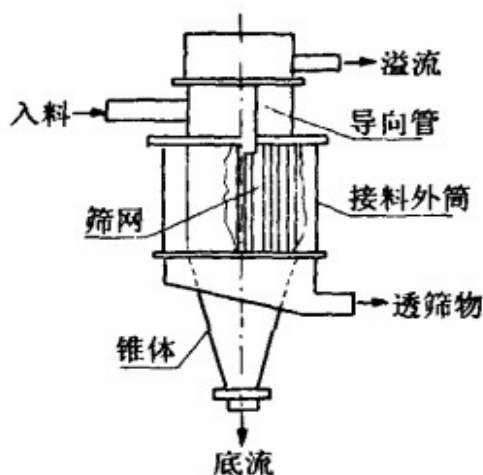


图 3-26 筛网旋流器示意图

筛网旋流器在生产中的使用表明,它可以脱除煤泥中的高灰细泥,溢流产品中一般含 $<44\mu\text{m}$ 的细泥量达 92%,有时高达 98%。由于它能将煤泥中一半细泥脱除,无疑可改善高灰细泥含量多的浮选入料粒度组成,对提高浮选效果是有利的。并且,筛网旋流器底流中 $>44\mu\text{m}$ 的含量占 75%以上,使底流的浓度显著提高,灰分明显下降,因而对降低精煤灰分、药耗也是有益的。

3.5.4 三类细粒煤分级设备对比

综上所述,可知三种类型的分级设备各具优缺点(表 3-5),因而在生产中应根据实际需要合理选用。

表 3-5 三类细粒煤分级设备技术特征比较

类别	工作原理	优点	缺点	工作效率	应用范围
筛分分级设备	严格按粒度分级	分级精度高	筛网易堵塞,磨损严重,维修率高,处理量较小	对细粒物料筛分效率较低	一般用于分级下限在 0.2mm 的物料
水力分级设备	按沉降速度分级,影响因素多	结构简单,运行费用低,适应能力强,处理量大	占地面积普遍较大,分级效率不高	处理细粒物料比筛分法高	一般用于分级粒度 $<0.5\text{mm}$ 甚至粒度更细的物料
离心力分级设备	按径向速度差进行分级,影响因素多	占地面积小,处理量大,分级效率高	能耗高,影响指标的因素多,维修量较大,煤泥经过泵打,增加了粉碎	对细粒物料筛分效率较高,高于水力分级	一般用于分级粒度上限在 0.5mm 的物料

细粒煤分级技术发展迅速,不断取得突破。从 20 世纪中期以来,国外对细粒煤分级技术和设备做了很多研究,取得了不少成果,德瑞克高频振动细筛就是一个很好的例子,但国内在这方面还需借鉴国外技术做进一步的工作。通过分析,可将细粒分级设备的研究现状与进展可归纳为以下几点:

1. 细粒物料分级设备的应用范围在扩大,选煤与选矿领域技术互相渗透。

2. 细粒煤分级设备的分级下限不断降低,从以前细粒筛分设备的有效分级下限 2-3mm 降到现在的 0.045-0.10 μm , 甚至更小, 且分级效率也越来越高。
3. 细粒煤分级技术和设备的研发使得选煤工艺更加灵活多变, 也促进了细粒煤分选技术的发展, 并且对细粒煤的分选工艺及辅助降灰也起到一定作用, 如细粒煤分选的选前分级、选后产品的脱泥降灰等。
4. 国内细粒煤分级设备还存在分级效率低、稳定性差等问题, 许多技术难题有待科研工作者的突破。

3.6 其它选煤工艺

3.6.1 干法选煤

复合式干法选煤是一种新型选煤方法, 在我国经过十年来的发展和不断创新, 已发展成为一种符合我国国情、经济实用的新的选煤技术, 对煤矿加大入选比例、提高商品煤质量尤其重要。目前, 大约有12种规格600多套复合式干法选煤设备在全国25个省、市、自治区推广应用, 入选能力超过1.5亿吨。

复合式干法选煤是选煤科技领域中独创的选煤方法, 应用前景广阔, 已经过实践的考验, 其主要设备设计合理, 如加上完善的配套设计, 必将为选煤事业的快速发展提供一条捷径。

以下是几种比较典型的干法选煤工艺:

1. 全部干选工艺。经过选前破碎作业, 将矿井原煤处理成80mm以下, 分级或混合进入干选系统全部入选。特点是流程简单、应用广

泛，对于动力煤排矸和从矸石中回收低热值煤的用户比较适用。

2. 部分干选工艺。需要生产大块煤的用户，经过选前筛分作业，筛上块煤排矸后作产品销售，50mm或25mm以下混煤进入干选系统入选。特点是产品品种多，经济效益好，投资少。

3. 块煤动筛(或浅槽重介)、混煤干选联合入选工艺。对于大型矿井，块煤较多含矸量又较高时，破碎后全部入选势必造成矸石过粉碎问题，分级后块煤手选又存在能力不足问题，此时应考虑块煤动筛跳汰(或浅槽重介)、混煤干选联合入选工艺。特点是>50(或25)mm以上物料用动筛跳汰(或浅槽重介)选煤，充分利用了两种设备适宜高含矸块煤排矸的优点，原煤不需破碎，也避免了破碎机故障影响生产和矸石过粉碎的机会。

4. 干法预排矸、重介精选选煤工艺。为提高重介质选煤的工艺效果，改善经济运行指标，当原煤灰分较高时，必须在重介质选煤工艺前把入选原料煤中的矸石予以最大限度的排除，以提高选煤厂精煤产率，降低生产成本，减少重介质选煤厂的投资。

3.6.2 摇床选煤

平面摇床的应用，已有近百年的历史。1890年美国制造了第一台选煤用的打击式摇床，以后在选矿工业中逐渐发展成为主要的重力选矿分选设备之一。如我国的锡、钨矿石大多采用平面摇床进行分选。在选煤方面，由于摇床脱硫效果较好，美国、澳大利亚和苏联等国家目前仍用摇床分选细粒级煤。

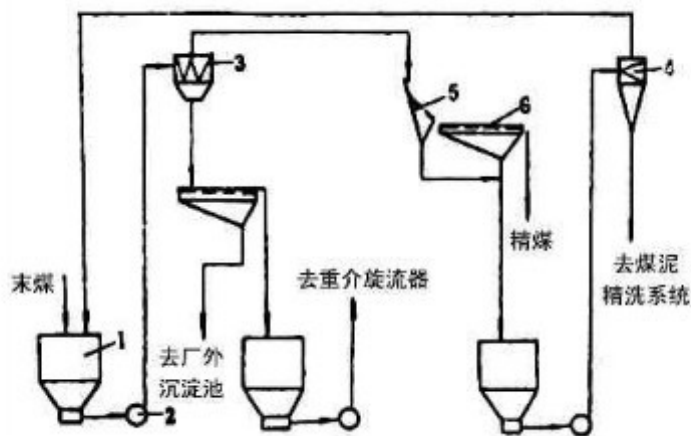
摇床选煤的使用范围：根据摇床选煤的特点，对黄铁矿硫含量高的冶金炼焦的高硫煤、易选或中等易选的末煤(<13mm)或粗煤

泥($<6\text{mm}$)，处理量较小的小型选煤厂，需要回收黄铁矿硫的选煤厂以及对含砂量较多的粗煤泥脱砂等都适合采用摇床选煤。

3.6.3 水介质旋流器选煤

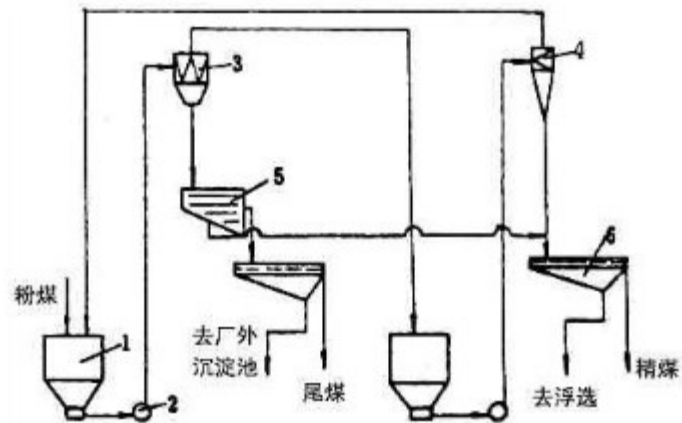
水介质旋流器是用水作介质，利用离心力按密度进行分选的设备，其结构与一般旋流器基本相同。不同点是它的锥体角度大一些。在分选过程中，锥体部分有一个悬浮旋转层（高速录像观察证实），可起到类似重介质的作用。当颗粒进入锥体部分时，由于锥体角度的影响，锥壁对颗粒产生一向上的推力，使颗粒按密度进行二次分选。

目前常用的工艺流程有水介质旋流器与重介旋流器联合流程（图3-27）、水介质旋流器与摇床联合流程（图3-28）、两端水介质旋流器流程（图3-29）、水介质旋流器与跳汰联合流程（图3-30）。



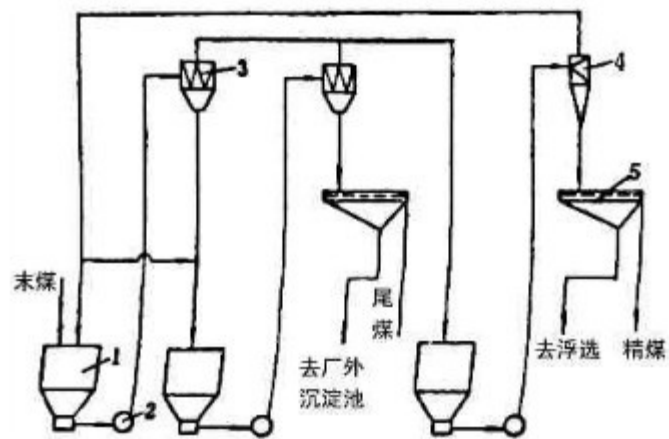
1—混合桶；2—泵；3—水介质旋流器；4—分级旋流器；5—弧形筛；
6—振动脱水筛

图 3-27 水介质旋流器与重介质旋流器联合流程



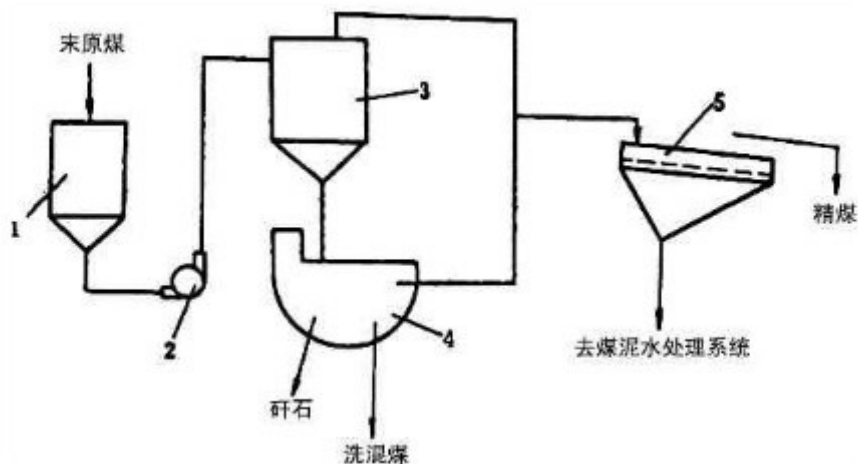
1—混合桶；2—泵；3—水介质旋流器；4—分级旋流器；5—摇床；
6—振动脱水筛

图 3-28 水介质旋流器与摇床联合流



1—混合桶；2—泵；3—水介质旋流器；4—分级旋流器；5—振动脱水筛

图 3-29 两端水介质旋流器流



1—混合桶；2—泵；3—水介质旋流器；4—跳汰机；5—脱水筛

图 3-30 水介质旋流器与跳汰联合流程

3.6.4 斜槽选煤技术

斜槽分选机的分选过程：原料煤从槽体中部上方给入，洗水分两部分加入槽内，其中一部分与原料煤一起加入，另一部分上升水由槽体底部引入并从其上端的精煤排料口流出。洗水在流经槽体内紊流板处的隔板时产生涡流，造成紊流骚动，使物料松散分层，轻产物随上升水流从槽体上端的精煤排料口排出，重产物则下沉至槽底并下滑到槽体下端的矸石排料口排出。

3.6.5 螺旋槽选煤技术

矿粒在螺旋槽中的分选大致经过三个阶段。第一阶段是颗粒群的分层。颗粒群在槽面上的运动过程中，重矿物沉降速度快，沉入液流下层，轻矿物沉降速度慢，浮于液流上层，液流沿竖直方向的扰动作用强化了矿粒按密度分层。这一阶段还伴随着轻矿粒在横向水流的向外推力及离心力的联合作用向外缘移动；横向水流向内的

推力，克服离心力和槽底摩擦阻力使重矿物向槽的内缘移动。紧接着进入第二阶段，是轻、重矿物在第一阶段的基础上，沿横向展开（分带）。沉于下层的重矿物所受离心力小，横向水流向内缘的推力和矿粒重力产生的下滑力，克服槽底摩擦力及离心力的作用，将重矿物沿收敛的螺旋线逐渐移向内缘。浮于上层的轻矿物，离心力大，加上横向水流向外缘推力的联合作用沿扩展螺旋线逐渐移向中间偏外区域。矿泥被甩到最外缘。与之相伴的是误入溜底的轻矿粒及误入上层的重矿粒的重新分层、分带。这一阶段持续时间最长，需反复几次循环才能完成，这就是螺旋分选机之所以设计成若干圈的根本原因。最后到第三阶段运动达到平衡。不同密度的矿粒沿各自的回转半径运动，轻、重矿物沿横向从外缘至内缘均匀排列，使设在排料端部的截取器将矿带沿横向分割成精、中、尾煤三个部分，并使其通过各自的排料管排出，从而完成分选过程。

3.7 煤泥水处理工艺

近年来，随着采煤工艺改革和机械化程度提高，小于0.5mm的细粒煤泥含量相应增加，给选煤厂煤泥水处理系统带来很多问题。尤其是一些老选煤厂，由于设计的煤泥水处理设备适应不了煤泥逐年增加的速度，从而造成煤泥水系统的不平衡，浮选及其脱水设备能力满足不了生产的需要，造成细粒精煤丢失严重，直接影响全厂的经济效益。对于新建厂来说，要解决这一难题，只要设计时考虑完善的煤泥水处理系统，便可迎刃而解。而对于一些老的选煤厂，由于受到诸多条件的限制，就存在一定的困难，必需根据各自选煤厂的实际情况，采取相适应的技术方案。解决这个问题的核心是加

大浮选前细粒精煤的回收力度，减少进入浮选的煤泥量，从而减轻煤泥水处理系统的负担，建立起新的煤泥水平衡系统。

3.7.1 煤泥重介质分选工艺

目前，重介质选煤厂多采用煤泥重介质分选工艺，从目前的使用情况看，效果不太理想，如果跳汰选煤厂采用煤泥重介质分选工艺则更加复杂，需要增加一套重介质分选系统和介质回收系统，不但投资高，而且运转成本高。在这种情况下，采用水介质旋流器回收煤泥更为合理，不但投资少，而且运转成本低。近年来，水介质旋流器回收粗煤泥分选工艺已逐步被人们所接受，而且取得了很好的效果。

3.7.2 水介质旋流器分选煤泥

采用水介质旋流器对煤泥进行分选，精煤用高频筛脱煤泥离心机回收，其尾煤再进入煤泥水或浮选系统。煤泥水由泵直接给入旋流器内部，在离心力作用下，精煤经中心管由溢流排出，脱水后即成为精煤产品；尾煤由底流排出，进入煤泥水或浮选系统。

水介质旋流器结构简单，用水作介质，没有复杂的重介质系统，投资少，见效快，尤其是对回收跳汰精煤筛下煤泥有着重要的现实意义，并具有明显的经济效益。

3.8 小结

现今煤炭分选作业主要包括重介质选煤、跳汰选煤、浮游选煤、磁选、分级、其它选煤和煤泥水处理等方面。重介质选煤是目前选

煤方法中效率最高的一种,可以对各种可选性煤进行高效分选作业,特别是对难选和极难选煤,具有其它设备所无法替代的分选作用,已在很多选煤厂得到广泛应用。跳汰洗选工艺流程简单、技术成熟、发展时间长、使用范围广,现阶段在我国选煤行业中居优势地位,我省有80%的独立选煤企业都有使用跳汰工艺进行分选。浮选机的选煤技术工艺主要是通过发展大型的机械设备,来以此降低选煤厂的基本建设投资与实际运行过程中费用的一种合理有效的手段,如今开发的一些新型复选技术主要有选择性絮凝、微微泡技术、超声波以及载体浮选等。磁选工艺洁净无污染,在很多领域都得到了广泛应用,在选煤厂中,磁选机主要用来回收脱介筛筛下稀介质和分流的合格介质中的磁铁矿粉,以及净化重悬浮液,去除其中部分煤泥含量,维持动态平衡。分级作业主要有筛分分级、水力分级和离心分级,三种分级方法各有优缺点,应根据实际情况进行选择。其它选煤方法包括干法选煤、摇床选煤、水介质旋流器选煤、斜槽选煤和螺旋槽选煤等。煤泥水处理主要是针对小于0.5mm的细粒煤泥的处理,有煤泥重介质分选和水介质旋流器分选工艺。

从节能的角度出发,在保证市场需求的前提下,对于难选和极难选的煤质,密度差变化较大的煤质,可以优先考虑重介质选煤工艺;对于易选和中等可选的煤质,投资少、生产成本低时可优先考虑跳汰选煤工艺;对于细粒和极细粒的煤质,可以优先考虑浮选工艺,并且可以与重介质选煤工艺和跳汰选煤工艺联合使用。

第四章 脱水作业工艺及设备

脱水干燥技术是选煤产品的后续加工作业，其目的是满足应用领域对产品水分含量的要求、便于储存和运输并回收分选过程所使用的水。因此，脱水干燥技术也是选煤过程必须的加工工艺之一，选煤产品脱水干燥技术的发展趋势是提高效率、降低能耗、减少污染和恢复原级粒度或提高粉体粒度还原率(降低团聚率)。脱水是选煤作业后的关键环节之一，对保证精煤质量起着十分重要的作用。

4.1 机械力脱水设备

4.1.1 离心过滤

与其它脱水机械相比，采用离心机脱水投资低、生产能力高，脱水效果好，耗电小，占地面积少，因此，离心机的发展和应用一直受到国内外专家的广泛关注。

离心力使过滤介质两边形成压力差，推动力强，分离速度比较快。对于沉降性能较差的矿浆，过滤前需要加入适当量的絮凝剂，但要避免絮团吸附过多水量，造成滤饼含水量增加；离心力场直接作用于颗粒和流体上，离心过滤脱水技术可以有效地增大过滤推动力，所产生的过滤推动力和压缩效应远远高于真空、加压等过滤方式，脱水速率高、滤饼残余饱和度低，且系统简单、运转能耗及运行费用低。其主要设备包括：沉降式离心脱水机和沉降过滤式离心脱水机。生产实践证明，沉降式离心脱水机和沉降过滤式离心机处理细颗粒都很有效，但两种离心机不能相互替代，各有最佳的使用条件。

水力旋流器作为一种利用离心力强化固液分离的设备，由于其具有结构简单、造价低、占地面积小、处理能力大、底流浓度高等特点，其在尾矿筑坝、尾矿预浓缩、尾矿富集回收、尾矿充填作业中有很大大作用，如 G-MAX 水力旋流器、K-rebs 旋流器等。

4.1.2 过滤脱水

采用真空泵造成过滤介质(例如：滤布)两边的压力差进行过滤。适用于固液比小而固体颗粒较细的浆体。过滤脱水设备总体可分为真空和加压两大类，真空类常用的有圆筒型、圆盘型、水平带型等；加压类常用的有压滤型、压力容器型、压榨型、动态过滤和旋转型等。

1. 真空转鼓过滤机。

真空转鼓过滤机已经大量用于各类矿物加工工业，不仅用于碱法浸出过滤和洗涤，而且也用于酸法浸出流程，特别是用于 CCD 系统中固液分离。转鼓过滤机有一个装滤布的圆柱形转鼓，对矿浆进行过滤、脱水成饼、洗涤和卸滤饼操作。按滤布安装位置可以分为外滤式和内滤式。内滤式转鼓过滤机，适用于沉降性能好的矿浆；外滤式转鼓过滤机按滤饼卸料方式分为：刮刀式、折带式和绳带式。在铀工业中主要为刮刀式卸料。外滤式转鼓过滤机的处理量可达 $3\text{--}5\text{t/m}^2\cdot\text{d}$ ，最大的外滤式转鼓过滤机的转鼓直径为 3.35m，长度为 5m，过滤面积 50m^2 ，但不适合过滤泥质矿浆。

2. 盘式过滤机

盘式过滤机是由多个(可达 15 个)圆形过滤盘，每个圆盘由 8~30 个饼形盘组成。饼形盘数量取决于过滤机的直径，分为立盘式和水

平盘式两种。目前立盘式机最大过滤面积达 200m^2 。立盘式滤饼不能进行盘上洗涤，只能采用稀释洗涤的方法洗涤滤饼：水平盘式过滤机占地面积比较大。

3. 水平胶带真空过滤机

水平胶带真空过滤机主要由两个相隔一定距离的驱动滚筒、从动滚筒或张紧滚筒、无接头环形橡胶带组成。滤带在真空抽吸箱上滑动，其最大速度可达 15cm/s 。滤带上覆有滤布，料浆加入到滤布上，在真空抽吸作用下达到固液分离的目的。这种胶带式过滤机，单位面积处理能力强，在一台机器上可进行多段洗涤。目前，国外设备最大过滤面积已达 200m^2 。

4. 压滤机

压滤机主要用于粘度大、颗粒细的化工产品脱水和选矿厂精矿的脱水等作业，在尾矿处理方面应用较少。然而，由于其脱水效果好、适应性强、压滤脱水后尾矿的处理方式灵活，近年来在选煤厂尾矿处理方面得到了广泛的应用。

脱水设备的选用应根据矿物所含水分的类型、矿物特性、矿物加工精度、经济性等诸多方面进行综合考虑。

近些年来，脱水设备正向着大型化、可靠性好、精度高、脱水效果好、维护方便、易损件少、使用周期长等方向发展。但是国产脱水设备在一定程度上与国外同类产品还有差距，如：浓缩机的控制系统其控制精度较低等，增加了设备的故障率和维护强度。在市场经济和经济全球化的条件下，国产脱水设备面临机遇和挑战，应该加快研究发展的步伐，充分吸收和借鉴国外设计制造的先进经验，研制出适合我国选煤厂的脱水设备，最终赶上和超过世界先进水平。

表 4-1 山西省一些典型独立选煤企业煤泥脱水设备

企业名称	地区	原煤可选性	设备名称
高平市晋昌洗煤有限公司	晋城	难选	快开隔膜式压滤机
左权县通宝煤化有限公司	晋中	难选	板框式压滤机
洪洞县赵城孙堡振兴煤化厂	临汾	易选	加压过滤机
长治县昌顺洗煤有限公司	长治	中等可选	加压过滤机
五寨县隆兴源工贸有限责任公司	忻州	中等可选	板框式压滤机
清徐县华盛洗煤有限公司	太原	易选	快开隔膜式压滤机

4.2 脱水工艺

选煤厂产品的脱水，是生产和质量管理的一个重要方面。水分是精煤产品重要的质量指标之一，国内要求炼焦使用精煤水分不能高于13%，出口精煤水分要求不超过8%。细粒煤水分偏高，尤其是超细粒煤水分偏高，是造成精煤水分超标的主要原因，因而严重影响了精煤产品的质量。

脱水方法可大致分为重力脱水、离心脱水、过滤脱水、压滤脱水和干燥脱水。

1. 重力脱水。利用重力作用泄水的过程。脱水设备有脱水斗式提升机、脱水筛、脱水仓。
2. 离心脱水。利用离心力作用脱水的过程。脱水设备有各式离心脱水机。
3. 过滤脱水。利用真空抽吸或空气加压使煤泥脱水的过程。脱水设备有过滤机。
4. 压滤脱水。利用挤压作用使煤泥脱水的过程。脱水设备有压滤机。

5. 干燥脱水。利用热力蒸发脱水的过程。脱水设备有火力干燥机。

煤的脱水是根据产品性质（主要是粒度）和所要求的水分分阶段进行的。选煤厂典型的脱水系统如下。

1. 块精煤：脱水筛—脱水仓。
2. 末精煤：脱水筛—离心脱水机—干燥机（高寒地区或特殊要求）。
3. 中煤和矸石，脱水斗式提升机—脱水仓（如果需要，末中煤也用脱水筛及离心脱水机）。
4. 粗煤泥：（沉淀池）—脱水筛—离心脱水机—干燥机（高寒地区或特殊要求）。
5. 浮选精煤：（浓缩机）—过滤机、沉降过滤式离心脱水机—干燥机（高寒地区或特殊需要）。
6. 煤泥或尾煤：（浓缩机）—过滤机、压滤机、沉降（或沉降过滤）式离心脱水机或煤泥沉淀池。

筛分脱水：是在筛面上利用水本身的重力或水流的离心力通过筛孔泄水的过程。一般分级用的筛分机均可用来脱水，如固定筛、摇动筛、振动筛、圆筒筛、弧形筛和旋流筛等。脱水筛是选煤厂使用最广泛的脱水设备，除用作脱水外，还用作脱介和脱泥。

固定筛和弧形筛安装在脱水筛之前，用于产品的预先脱水。

离心脱水：用离心力来分离固体和液体的过程称为离心脱水。离心脱水可以采用两种不同的原理：离心过滤和离心沉降。

离心过滤是把所处理的含水物料加在旋转的锥形筛面上，由于离心力的作用，固体紧贴在筛面上随转子旋转，液体则通过物料间隙和筛缝甩出。离心过滤主要用于末煤脱水。

离心沉降是把煤泥水加在筒形（或锥形）转子中，由于离心力

的作用，固体在液体中沉降，沉降后的物料进一步受到离心力的挤压，挤出其中水分。离心沉降多用于煤泥脱水。

4.3 小结

脱水干燥技术可满足应用领域对产品水分含量的要求、便于储存和运输并回收分选过程所使用的水，是选煤作业后的关键环节之一。从节能的角度出发，在保证市场需求的前提下，对于块精煤，可利用脱水筛和脱水仓进行脱水；对于末精煤，可利用脱水筛、离心脱水机和干燥机进行脱水；对于中煤和矸石，可利用斗式提升机和脱水仓进行脱水，末中煤也可采用脱水筛和离心脱水机进行脱水；对于粗煤泥，可利用脱水筛、离心脱水机和干燥机进行脱水；对于浮选精煤，可利用过滤机、沉降过滤式离心脱水机和干燥机进行脱水；对于尾煤和煤泥，可利用过滤机、压滤机、沉降式离心脱水机或煤泥沉淀池进行脱水。

第五章 浓缩作业工艺及设备

浓缩作业是选煤厂一个重要环节，它肩负着煤泥水的浓缩、沉淀、澄清等一系列工作。浓缩机是选煤厂进行浓缩、澄清的首选设备，具有作业稳定、运行费用低、沉淀与澄清效果好等许多优点。为了确保选煤厂煤泥水系统的正常运行，往往都在浓缩机的选型上充分考虑波动余地，但在浓缩、沉淀作业的相互配合上，仍然存在着不能适应直接浮选、两段煤泥回收等煤泥水处理新工艺要求的现象，从而严重影响了煤泥水处理的整体效果。

目前我省独立选煤企业采用的浓缩设备主要有传统的传动式浓缩机和倾斜板浓缩机。此外，深锥浓缩机和新型高效浓缩机也在一些选煤厂中开始应用。

5.1 传统传动式浓缩机

传统浓缩机(即道尔浓缩机)作为现代浓缩技术发展的起点，始于1905年。它使得稀矿浆连续脱水成为可能，由一套合适的机构驱动刮板或耙子在槽底上方缓慢旋转，使得物料在没有很大搅动和干扰的条件下沉降。主要代表为耙式浓缩机。耙式浓缩机又分为中心传动和周边传动式两种。构造大致相同，都是由池体、耙架、传动装置、给料装置、排料装置、安全信号及耙架提升装置组成。

5.2 倾斜板浓缩机

通常，自然沉淀设备的面积比较大。考虑到分级设备是利用浅池原理进行工作，物料在池中的沉降分级与池深无关。研究者们在

连续作业的自然沉降浓缩机中装设了倾斜板。这样不但提高了浓缩设备的处理能力，增加浓缩效率，而且缩小设备的体积，减少设备的基建投资。国外许多中心传动式浓缩机均加设倾斜板来提高其浓缩效率。像日本北海道的移志内选煤厂在耙式浓缩机中加了倾斜板后，结果使得溢流浓度降低，处理能力提高。

5.3 深锥浓缩机

在浓缩过程中为了提高浓缩效果，研制了深锥浓缩机。深锥浓缩机在工作时，一般需要添加絮凝剂，而用于浮选尾煤时也可以不加絮凝剂。在利用浓缩机处理煤泥水时，煤泥水和絮凝剂的混合是深锥浓缩机工作的关键。

5.4 新型高效浓缩机

新型高效浓缩机的结构与耙式浓缩机相似，主要区别以下几点：

1. 在待浓缩物中添加絮凝剂，以便使矿浆中的固体颗粒形成絮团，加快固体颗粒的沉降速度，提高浓缩效率。
2. 给料筒向下延伸，将絮凝料送至沉积及澄清区界面下。
3. 设有自动控制系统，控制药量及底流浓度。艾姆公司研制了一种传动功率为 100kW，驱动转矩为 $11 \times 10^6 \text{Nm}$ 的高浓度重型浓缩机。此种浓缩机汇总了几种浓缩机的优点，发展速度很快。国外研制此种类型浓缩机有代表性的除了艾姆公司以外，还有恩维络-克利尔公司和韦斯特公司等。

表 5-1 山西省一些典型独立选煤企业的浓缩设备

企业名称	地区	原煤可选性	浓缩设备名称
大同县诚升洗煤 有限责任公司	大同	中等可选	周边传动式浓缩机
沁水县复昶工贸 有限公司	晋城	中等可选	中心传动式浓缩机
灵石鑫源煤业	晋中	难选	中心传动式浓缩机
聚源今美工贸有 限公司	阳泉	难选	斜管浓缩机
山西鼎和洗煤有 限公司	运城	中等可选	周边传动式浓缩机

国内外浓缩机发展进程大体相似，只是在设备规格上有所区别。在我国，大型中心传动式浓缩机规格在 16-53m，周边传动式浓缩机规格在 15-53m，并且已经生产出 100m 的浓缩机。而且针对不同的具体情况，我国又研制了重力盘式浓缩机和圆网式新型高效浓缩机，用于对料浆的浓缩，并在生产中已经投入使用。

近一个世纪以来浓缩机技术理论得到了快速发展，能够比较合理地指导理想浓缩机的设计，解决实际生产中出现的许多问题，推动了浓缩设备从传统浓缩机向深锥浓缩机以及新型高效浓缩机的转变，使得现代浓缩机在传统浓缩机的基础上，以新型浓缩机为方向，不断优化结构、性能，类型趋于合理，系列规格逐渐完善，向着高性能、高处理量和高度自动化方向发展。

5.5 小结

浓缩作业肩负着选煤厂煤泥水的浓缩、沉淀、澄清等一系列工作，是选煤厂的一个重要环节。浓缩机正朝着一种作业稳定、运行费用低、高性能、高处理量和高度自动化的方向发展。从节能的角度出发，在保证市场需求的前提下，对于独立选煤企业的浓缩作业，

一般可采用耙式浓缩机；对于浓缩条件要求较高的独立选煤企业，可采用倾斜板浓缩机，以提高浓缩效率；并且在浓缩机的选型上，要充分考虑波动余地，以适应后续作业的进程。

第六章 其它辅助设备

6.1 运输设备

运输设备是选煤厂整个生产系统的关键环节，独立选煤企业的运输设备主要包括胶带输送机、刮板输送机、给料机、斗式提升机等。运输设备的运行质量直接影响独立选煤企业洗煤产品的质量、安全和选煤厂的资源有效利用。对山西省一些独立选煤企业的调查结果显示，运输设备的事故率占总事故率的 40%左右。因此，必须采取有效措施，减少事故率，提高运输设备运行可靠性，进而提高运输设备的运行效率。根据现场条件调查，可通过对运输设备合理的改造、优化，运输设备运行的安全可靠性能大大提高，机电事故大大减少，为选煤厂维持正常生产，提高产品质量创造了有利的基础条件。

6.1.1 运输设备事故分析

1. 胶带输送机事故分析

胶带输送机事故主要有输送胶带跑偏、打滑、接头开裂、托辊与胶带磨损严重以及驱动装置故障等，其中以胶带跑偏和打滑事故最多。转载点处和胶带上散落下的煤进入机头传动滚筒和机尾改向滚筒与胶带之间，造成胶带跑偏；设备过载或胶带上积水是造成胶带打滑的主要原因；胶带速度过快和清扫器使用不当，易造成胶带磨损和驱动装置事故。

2. 刮板输送机事故分析

刮板输送机的事故主要有掉链、斜链、飘链、卡链以及链条磨损严重和驱动装置故障等，其中以刮板斜链和掉链事故最多。用于输送灰分较高的原煤、块煤、矸石的刮板输送机事故比较多，事故处理的时间长，严重影响安全生产。

3. 给料机事故分析

选煤厂中应用的给料机种类较多，常用的主要有往复式给料机、链式给料机、电机激振器式给料机和电磁式振动给料机等四种。往复式给料机事故多以磨损为主；链式给料机的事故多发于链条和头、尾轮上，但它有给料均匀的优点；电机激振器给料机故障较少；电磁式振动给料机电器方面的事故较多。

4. 斗式提升机事故分析

斗式提升机事故多以磨损为主，如斗链、滑道、链板滚轮、链板销子的磨损。对上述易磨损零部件，应根据生产量的大小定期更换，否则会造成机电事故。解决斗式提升机易磨损零部件的磨损问题，应根据不同部位的磨损情况选用不同制作材料，以提高设备的整体使用寿命，减少事故，提高运行的安全可靠。

6.1.2 运输设备的改造与优化

1. 胶带输送机的优化与改造

根据胶带输送机事故原因的分析，采用加宽胶带、降低胶带速度、减少导向滚筒的数量、改变皮带张紧方式等方法对胶带输送机进行技术改造，以减少事故的引发因素，提高胶带输送机的运行可靠性。根据入选原煤的煤质和运输设备输送煤量的变化改变胶带输

送机的运行方式，实践表明，调速是减少胶带、托辊、滚筒、清扫器磨损的有效办法。

把胶带输送机重锤式张紧和机尾丝杆式张紧方式改为涡轮小绞车式张紧，易于调节胶带跑偏和张紧，同时也减少三个导向滚筒，大大降低了事故率。见图 6-1。

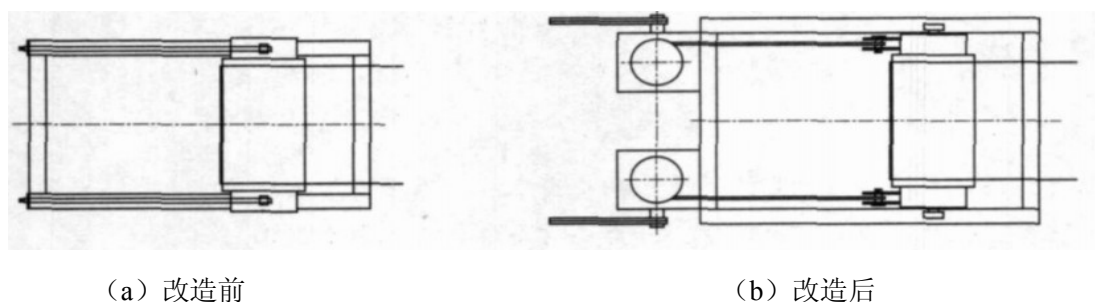


图 6-1 改造前后胶带张紧装置结构

2. 刮板输送机的优化与改造

针对刮板输送机的事故多发于机头和机尾处，所采取的优化与改造措施是使机头、机尾过渡部分形成圆滑的过渡，以减少卡链事故的发生。此外，还在头轮、尾轮的两侧加高挡板，防止刮板掉链、拉斜等事故。见图 6-2。

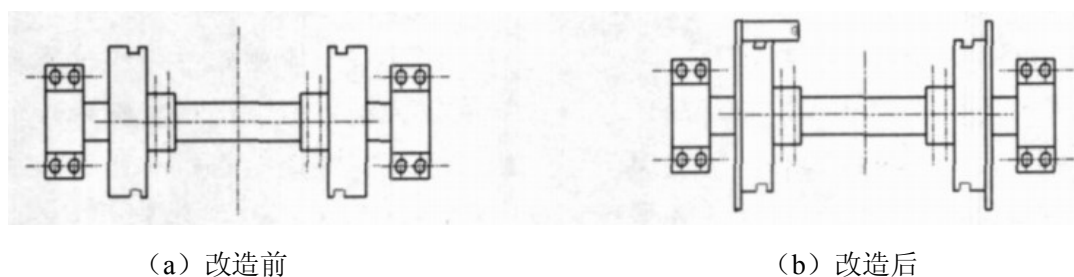


图 6-2 改造前后刮板机头、尾结构示意图

3. 给料机的优化与改造

根据不同给料机的事故特点，对往复式给料机的箱体加铺拆卸方便的耐磨衬板，以提高使用周期；对电机振动给料机和链式给料机加装变频调速装置。尽量不使用电磁振动给料机。根据现场条件，

同时结合煤种的特点，适当加大给料机的安装角度，使其略小于煤的安息角，以降低拉力、阻力、摩擦力，减少对给料机的磨损。

4. 斗式提升机的优化与改造

斗式提升机的事故集中表现为磨损，解决办法：一是不同部位采用不同的制作材料；二是提高斗子的容积以降低速度。滑道、链板上的小滚轮、尾轮轴套应使用优质磨损材料；加设变频器，以根据物料的多少调节斗式提升机的运行速度。

6.1.3 经济效益

根据对一些独立选煤企业的现场调研结果显示，选煤厂运输设备改造后，提高了设备运行的可靠性，机电事故可率降低近 30%，维修工作量可减少近 45%，维护和维修费用也可减少 20%左右，选煤厂整体的经济效益和资源综合利用效率可明显得到改善。

6.2 变频设备

变频器是把工频电源(50Hz-60Hz)变换成各种频率的交流电源，以实现电机变速运行的设备。利用变频器和异步电动机相结合，对生产机械进行调速传动控制，具有降低能源消耗、提高设备利用率等优点。这在我省一些独立选煤企业中已得到较为广泛的应用。

变频器在选煤厂应用的优点：

1. 提高电网质量

当异步电动机为直接启动时，启动电流为额定电流的 5-7 倍，即：

$$I_q=(5-7)I_e \quad (1)$$

式中： I_q ——电机启动电流，A；

I_e ——电机额定电流，A。

如果 1 台三相异步电动机的额定功率 110kW， $I_e=213A$ ，那么它的启动电流为 1065-1491A。这么大的启动电流，会对设备和电网造成严重的冲击，所以对电网容量提出了很高的要求。采用变频器后，电机的启动电流一般为额定电流的 0-1.5 倍。减轻了对电网的冲击，提高了电网质量。

2. 延长设备使用寿命

强大的冲击电流对电机、电缆、配电开关、变压器均有不同程度的损害；使用变频器，可以实现零电流平滑启动，延长设备的正常工作周期和使用寿命。

3. 提高电网功率因数

无功功率增加了线路的损耗，并使设备发热，使用率下降。使用变频设备后，不但减少了电网线路上的损耗，同时可以提高电网的功率因数。

4. 简化操作和控制系统

变频调速只需要改变变频器参数设置，即可实现输出换相，因此很容易实现电动机的正、反转，也不存在因换相不当而烧毁电动机的问题。变频调速系统启动大都是从低速区开始，频率较低。加、减速时间可以任意设定，故加、减速过程比较平缓，启动电流较小，可以进行较高频率的启停。变频调速系统制动时，变频器可以利用内部的制动回路，将机械负载的能量消耗在制动电阻上，也可回馈给供电电网，除此之外，变频器还具有直流制动功能，需要制动时，

变频器给电动机加上一个直流电压，进行制动，而无需另加制动控制电路。

5. 调速作用

在选煤实际生产过程中，由于工艺的要求，需要平滑地调速，此时，变频器的应用必不可少。通过变频器改变异步电动机供电电源的频率，可以改变其同步转速，可改变异步电动机的转子转速(轴转速)，实现变频器的调速功能。

6. 变频调速的节能效果

采用变频调速后。风机、泵类负载的节能效果最明显，节电率可达到 20%-60%，这是因为风机、水泵的功率与转速的三次方成正比。当用户需要的平均流量较小时，风机、水泵的转速较低，其节能效果十分可观。

选煤厂生产过程中，通常靠人工调节风机或泵类的阀门来控制供风量、压力、流量等技术指标。而这种调节的实质是靠增加管道的局部阻力损失来降低流体的流量，所以电动机的耗用功率变化不大。而采用变频器后。可以根据流量、压力的变化改变电机的转速。从而达到对压力、流量的工艺要求，这时电动机的耗用功率大幅降低，实现节能。对于一些在低速运行的恒转矩负载，如带式输送机等也可用变频调速来实现节能的目的。

由于具备上述诸多优点，所以变频器在选煤厂得到了越来越广泛的普及和应用，这对提高我省独立选煤企业的设备利用率和综合经济效益具有巨大好处。

6.3 小结

从节能的角度出发，在保证市场需求的前提下，对于独立选煤企业的运输设备，必须采取有效措施，减少事故率。可通过对运输设备合理的改造、优化，加强运输设备的日常维护和检修，建立起一种合理有效的日常检修制度，并严格执行，提高运输设备运行可靠性，进而提高运输设备的运行效率，减少能耗，维持选煤厂的日常生产。对于独立选煤企业，可通过利用变频器与异步电动机相结合，对生产机械进行调速传动控制，进而降低能源消耗、提高设备利用率。

本篇总结

对选煤厂工艺设备提出的导向性意见:

1. 对选煤设备的导向性意见

近年来,我国选煤设备业和科技发展较快,设备的品种、规格繁多、层出不穷,随着科学技术的发展和选煤业的发展,选煤设备向大型化、高效化方向发展。各种成套的选煤设备也随之发展起来。选煤设备选择的范围更宽,难度也相应地增大,这就需要更好地了解各种设备的性能及适用条件,进行科学地选择使用。下面对选煤厂设备的选择提出一些导向性意见。

选煤厂设备选型的任务是根据已经确定的工艺流程及各作业的数量、质量,并考虑原煤特征和对产品的需求,选出适合生产工艺要求的设备型号与台数,从而使选煤厂投产后达到设计所要求的各项生产指标。

(1) 所选设备的型号和台数,应与所设计的厂型相匹配,优先选择技术先进、处理量大、性能可靠、高效低耗的设备,减少每个工艺环节的设备台数和并行的生产系统的数量。

(2) 所选设备的类型应适合入选矿区煤质特征和产品质量要求。

(3) 做到技术先进、性能可靠,应优先选用高效率、低能耗、成熟可靠的新产品。

(4) 经济实用,综合考虑节能、使用寿命和备品备件等因素,尽可能选用同类型、同系列的设备产品,以便于检修和备件的更换。优先选用具有“兼容性”的系列设备,便于新型设备对老型设备的更换,也便于更新和改扩建。

(5) 尽可能选择同类型、同系列、同规格的设备,以便于设备维护及零配件的备用。在保证设备性能的前提下,其规格型号、制造厂家和技术特征的选型时应尽量考虑其通用性和一致性。

(6) 各环节的处理能力和不均衡系数应按各厂的实际情况要求和《煤炭洗选工程设计规范》(GB50359—2005)确定。

2. 对选煤工艺的导向性意见

选煤工艺是否合理决定着选煤厂未来的生产能否正常进行。对选煤工艺的选择,相关因素是多方面的,如:原煤粒度组成特性(含粒度组成)、密度特性(含可选性);硫分构成及其赋存嵌布特性;产品结构(含市场需求);分选效率;分选加工费用;相关的基建投资费用;综合经济效益等。因此,选煤工艺的确定必须作全面的技术经济多方案比较,择优选用。

选煤工艺流程的选择应以原料煤性质、用户对产品的要求、最大产率和最高经济效益等因素为依据,科学确定简单、高效、合理可行并且能够满足技术经济要求的工艺流程。选择具有先进技术和生产可靠的分选方法;根据用户的要求能分选出不同质量规格的产品;在满足产品质量要求的前提下获得最大精煤产率,同时力求最高的经济效益和社会效益。

第二篇

山西省煤炭独立洗选企业

能耗限额标准

和能源管理体系建设建议

第一章 企业能耗背景

能源是人类赖以生存的物质基础，我国地域幅员辽阔，资源丰富，但是，人均资源占有量少、国内保障程度低。从改革开放以来，我国的经济高速发展，伴随高速发展的背后，是能源的巨大消耗。本世纪头 20 年，要实现党的十六大提出的国内生产总值“翻两番”的宏伟目标，能源领域面临严重问题：一是储量不足，我国人均能源资源占有量仅为世界平均水平的一半；二是能源利用效率远低于世界先进水平。我国人均石油、天然气、煤炭的可采储量分别仅为世界平均值的 10%、5%和 57%，而我国 GDP 能耗水平，是发达国家的 3 倍到 11 倍。2003 年我国的单位 GDP 能耗分别是日本的 9 倍，欧盟的近 6 倍，美国的 3 倍多，印度的 1.3 倍，甚至比世界平均水平还高近 2 倍。而从 2003 年到 2006 年，我国单位 GDP 能耗还一直是上升趋势，直到 06 年第三季度，才终于首次在季度统计上实现下降。2010 年我国单位国内生产总值能耗是世界平均水平的 2.2 倍，主要矿产资源对外依存度逐年提高；三是以煤为主的能源结构导致环境污染严重；四是大量进口石油严重威胁国家的经济安全。能源大量消耗和环境严重污染的粗放型经济增长模式，影响全面建设小康社会总目标的实现，节约能源是解决上述矛盾的现实选择。

在能源消耗之中，我国工业能源消费量约占全国能源消费总量的 70%。由于技术与装备良莠不齐，部分装备技术性能低下，生产工艺落后，导致能耗指标较高，总体用能效率低，严重制约国民经济持续快速发展。为了国民经济的高速、节能的健康发展，我国已经加大力度推动节能减排的实施。早在上世纪 80 年代初，就制定了“开发与节约并重，近期把节约放在优先地位”的方针。1984 年国家

计委、国家经委和国家科委共同组织编制了《节能技术政策大纲》，1996 年三部委对其进行了修订。1996 年《中国节能技术政策大纲》系统提出了主要耗能行业的节能技术政策，阐明我国 2000 年节能技术应达到的目标。1998 年 1 月 1 日《中华人民共和国节约能源法》正式颁布实施，2004 年 6 月国务院常务会议原则通过《能源中长期发展规划纲要（2004—2020）草案》，同年 11 月，国家发展和改革委员会发布《节能中长期专项规划》，重点规划了 2010 年节能的目标和发展重点。

在国家强有力的节能政策的引导和推动下，山西省积极响应国家节能降耗的重大举措，制定了多个高耗能行业的耗能指标，提高能源的利用效率。

山西省是我国的煤炭大省，煤炭储量十分丰富，是我国重要的煤炭能源基地，焦炭产量和外销量均排名全国第一。在煤炭、焦炭的生产带动下，山西省独立选煤企业得到了迅速的发展，目前，全省共有独立选煤企业 2400 个，其中：设计入洗量为 120 万吨/年以上的 224 个，60-120 万吨/年 1158 个，60 万吨以下的 61 个。独立选煤企业的快速发展，推动了当地的经济发展，同时，有效的降低了煤炭直接燃烧的比例，减少了空气污染，减少了煤炭无效运输以及促进建立独立选煤企业的耗能标准，提高能源利用效率，对促进山西焦炭及全国的煤炭洗选行业的发展都起到了积极的作用。

同时，独立选煤企业在快速发展的过程中，能源使用也普遍存在着很多问题。

1. 独立选煤企业在管理上观念较为落后，没有能源管理机构，或能源管理机构建设不完善。独立选煤企业在整体上规模较小，管理机

构较为简单。尤其在能源管理机构建设上，基本为零。在降耗节能方面，独立选煤企业缺乏节能的观念，这就加大了企业的能耗，并且也增加了生产的成本。

2. 独立选煤企业的生产效率较低。独立选煤企业在生产过程中，常常面临着无煤可洗的状况，超过 90% 的独立选煤企业的原煤实际入选量不到设计年入选量的一半，这使得多数的洗煤企业不能够连续生产，闲置生产设备，增大了洗选单位原煤的能耗比例。

3. 节能改造的力度较低。独立选煤企业由于节能的意识较薄弱，很少去投入资金进行节能技术的改造。例如，在选煤设备的运行过程中，所使用的电动机的功率远高于设备实际需求的运行功率，造成大量电能的浪费。安装电动机的变频器，可以有效的节约电能。独立选煤企业中安装变频器的企业比例较低。

4. 企业之间的管理和能耗水平相差很大。独立选煤企业，由于洗选原煤的性质、选煤工艺、管理人员的自身素质、设备的装备和内部管理情况等不同，企业洗选单位原煤的能耗相差很大。

这些问题的存在，使得独立选煤企业在能源加工转换过程中能耗较高。对山西省节能目标的完成形成了很大的挑战。为此，需要加以认真的研究，找出破解的方法，探索解决的途径。

通过调研，深入了解独立选煤企业的真实能耗情况，对调研的数据进行处理，并提出相应的能耗指标，制定洗选单位原煤综合电耗指标与综合能耗指标的限定值、准入值和先进值建议，为政府依法制定产业政策、行业准入条件和能耗限额标准提供真实可靠的依据。

第二章 独立洗选企业能耗限额标准建议

2.1 能耗标准范围

本标准规定了煤炭洗选企业选煤综合能耗的术语和定义、计算方法及选煤综合能耗限额。提出了产品的限定值、准入值和先进值。

2.1.1 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是标注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 23331-2009 能源管理体系要求

GB 2589-1990 综合能耗计算通则

2.1.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

1. 选煤单位产品综合能耗

是指统计报告期内，洗选单位产品所消耗的各种能源经折算后，以标准煤量表示的洗选生产能源消耗。

2. 综合电能消耗

在报告期内，洗选单位原煤消耗的所有的电能。一般包括生产过程用电和辅助生产过程用电。

3. 选煤单位产品综合能耗限定值

当电力折标准煤系数采用当量值时，现有的独立煤炭洗选企业洗选单位产品综合能耗应不大于某一值。

4. 选煤单位产品综合能耗准入值

当电力折标准煤系数，采用当量值时，新建或扩建洗选煤炭企业洗选单位产品综合能耗应不大于某一定值。

5. 选煤单位产品综合能耗先进值

当电力折标准煤系数，采用当量值时，煤炭洗选企业通过节能技术改造和加强节能管理，达到洗选单位产品综合能耗应不大于某一定值。

6. 选煤综合电能消耗限定值

当电力折标准煤系数采用当量值时，现有的独立煤炭洗选企业洗选单位原煤综合电能消耗应不大于某一值。

7. 选煤综合电能消耗准入值

当电力折标准煤系数采用当量值时，新建或扩建洗选煤炭企业洗选单位原煤综合电能消耗应不大于某一定值。

8. 选煤综合电能消耗先进值

当电力折标准煤系数采用当量值时，煤炭洗选企业通过节能技术改造和加强节能管理，达到洗选单位原煤综合电能消耗应不大于某一定值。

2.2 综合电能消耗统计

在报告期内，洗选单位原煤消耗的所有电能。一般包括主要生产用电和辅助生产用电。

2.2.1 统计范围

此次统计为抽样统计，在山西省全省范围内随机抽取样本，进行数据的统计和分析。

2.2.2 山西省各市的独立洗选企业综合电能消耗统计方法和数据分析

经过对山西省各地市独立选煤企业的书面调研和实地调研，初步得到了一些独立洗选企业关于生产过程的能源消耗的数据。通过对调研数据的排除和分析统计，得到了山西省各地市独立选煤企业近三年的平均综合消耗电能的数据。在调研的过程中，我们发现山西省各地市独立选煤企业的电价是不一样的，甚至在同一地区的不同时间也不一样，为了统计的方便，经过调查，确定山西省所有市区独立选煤企业的电价为 0.70 元/kw·h。表 2-1 为山西省各地市独立选煤企业三年洗选每吨原煤的综合电能消耗情况（原始数据见附表二）。

表 2-1 山西省各市区洗选吨原煤平均消耗综合电能表

地区	2009 年	2010 年	2011 年
长治市	3.63	4.51	6.72
晋中市	5.25	7.96	5.18
晋城市	3.22	3.37	4.69
临汾市	5.92	6.95	6.51
吕梁市	5.25	5.89	7.91
朔州市	3.48	2.63	2.95
太原市	3.43	5.52	6.86
忻州市	2.40	3.09	2.73
阳泉市	3.46	3.09	3.21

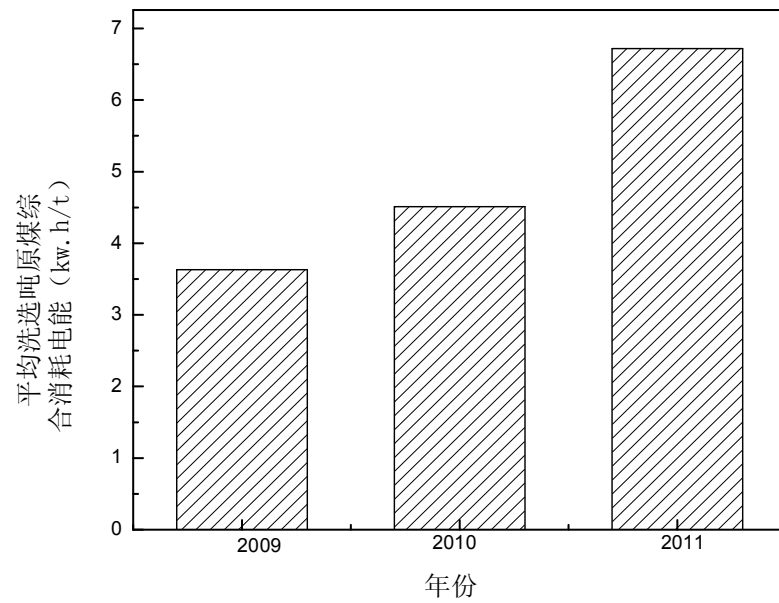


图 2-1 长治市三年综合电能消耗情况

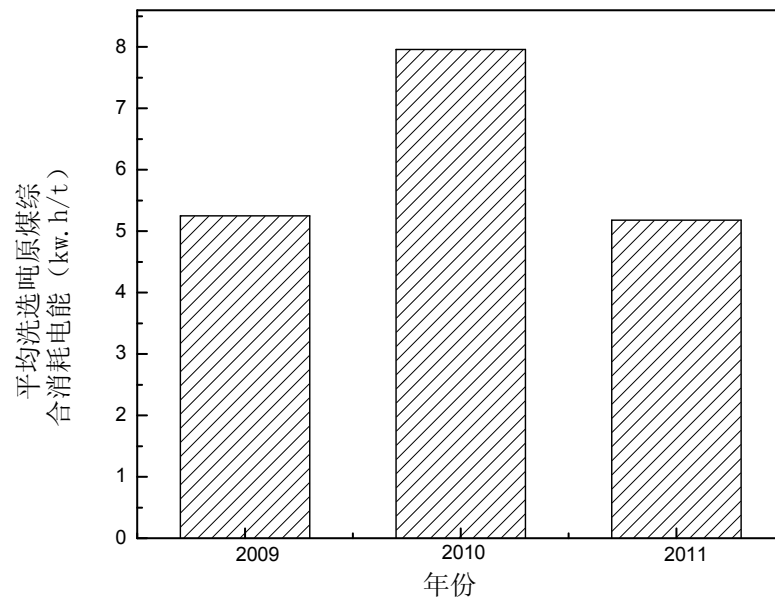


图 2-2 晋中市三年综合电能消耗情况

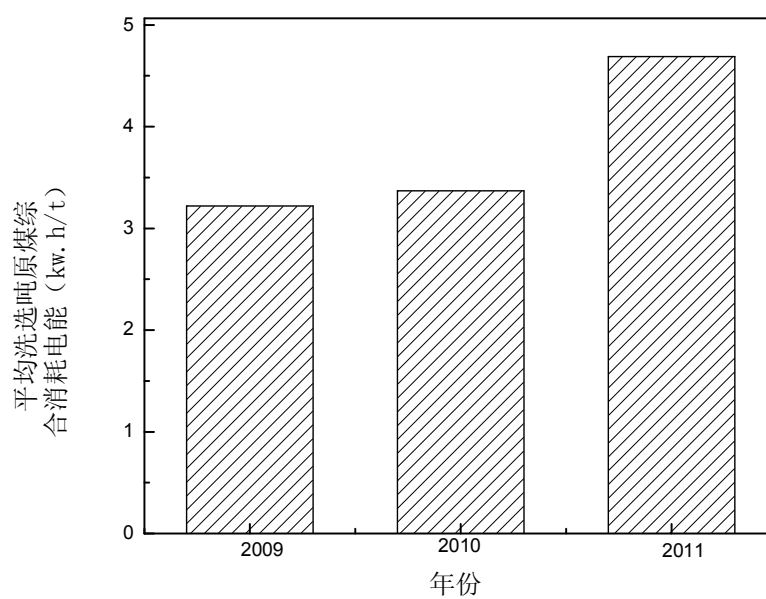


图 2-3 晋城市三年综合电能消耗情况

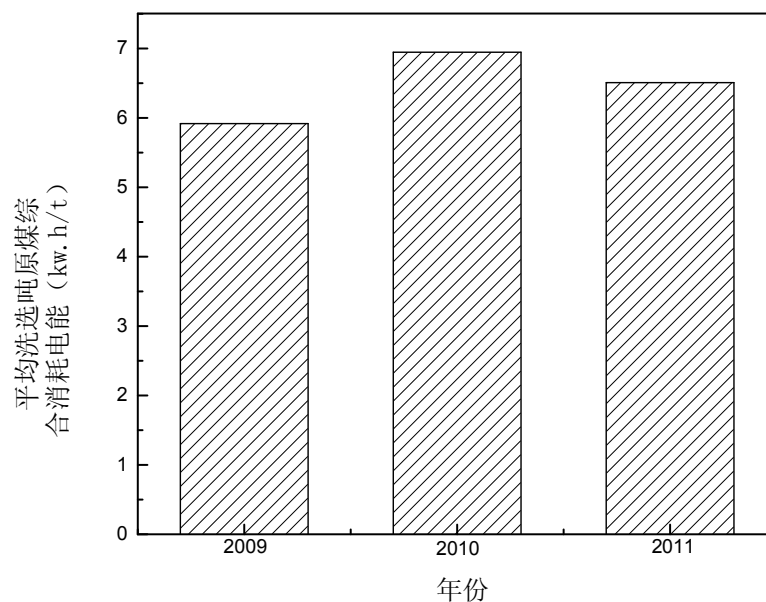


图 2-4 临汾市三年综合电能消耗情况

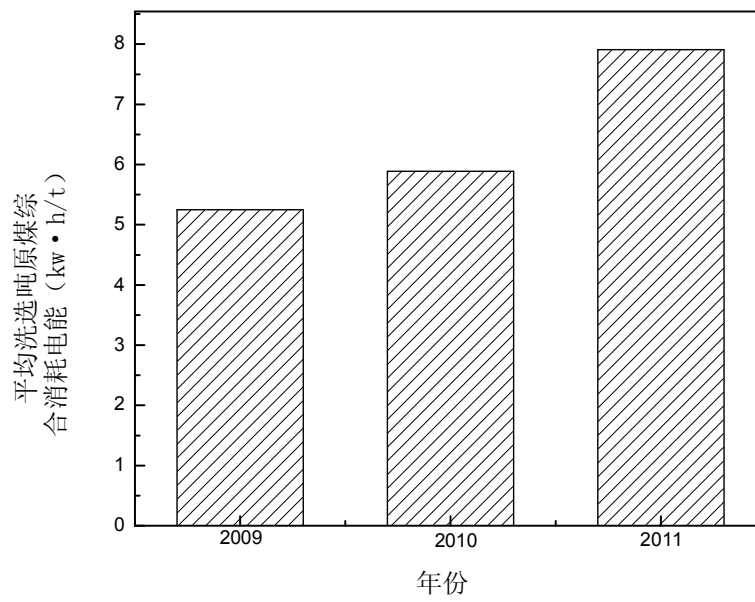


图 2-5 吕梁市三年综合电能消耗情况

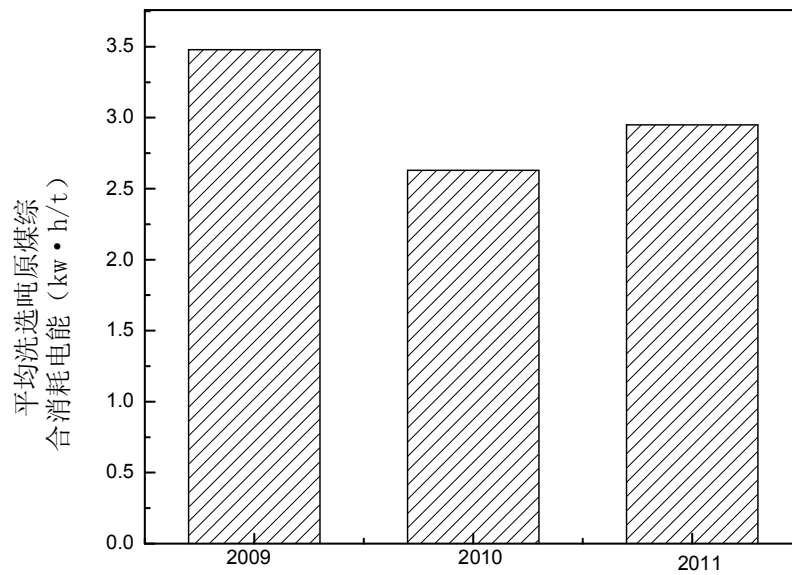


图 2-6 吕梁市三年综合电能消耗情况

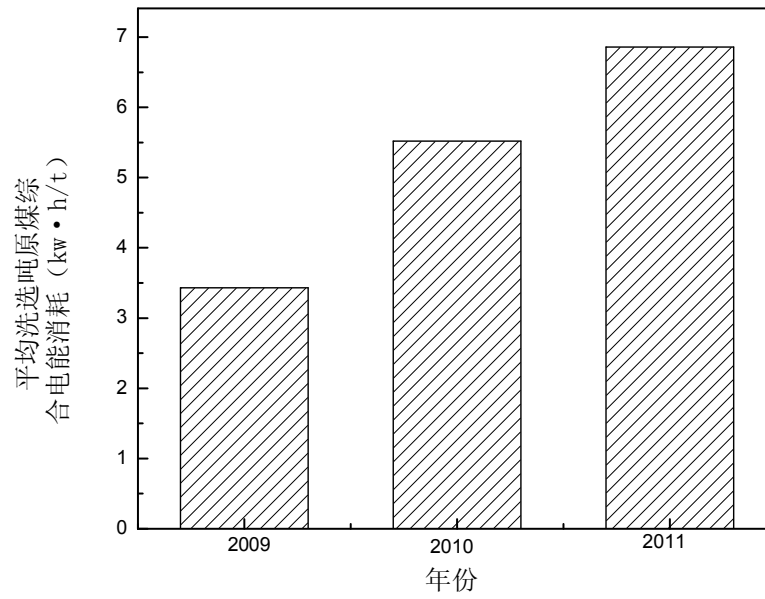


图 2-7 太原市三年综合电能消耗情况

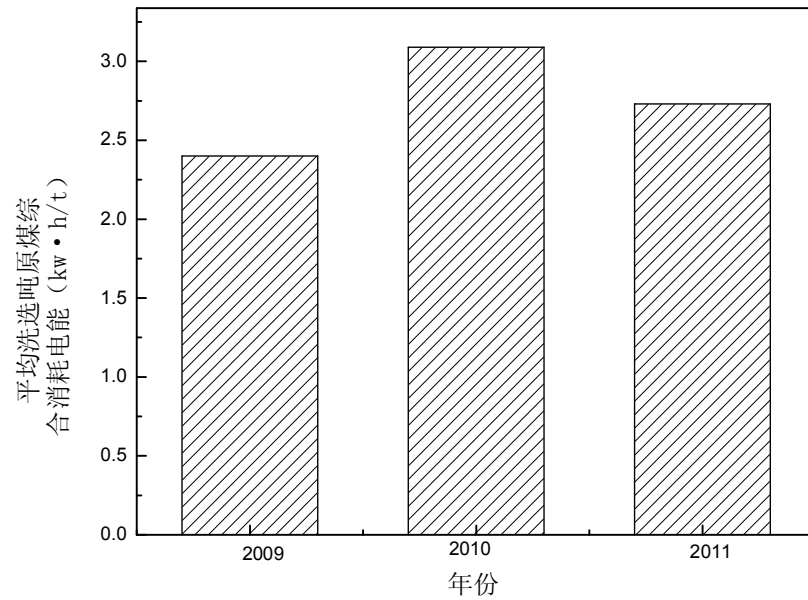


图 2-8 忻州市三年综合电能消耗情况

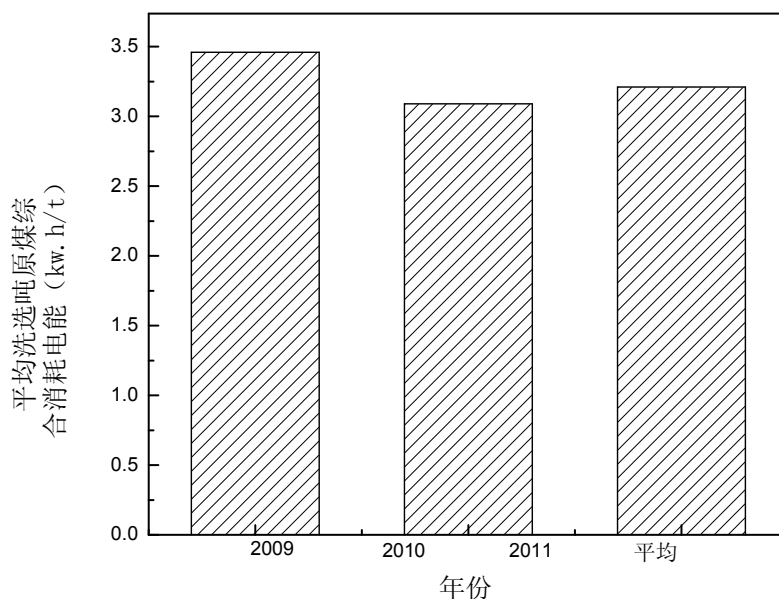


图 2-9 阳泉市三年综合电能消耗情况

从图 2-1 至 2-9 中可以看出，山西省超过 50% 地市的独立选煤企业在 2009 到 2011 年的三年当中，平均洗选吨原煤的综合电能消耗是呈现上升的状况。并且，2009 年到 2011 年，山西省独立选煤企业的平均洗选吨原煤综合消耗的电能也是逐年增长的。在实地的调研过程中，我们感受到了独立选煤企业所面临的生存压力。超过 90% 的独立选煤企业的实际年入洗量都不能达到设计入选量的一半。2009 年到 2011 年，煤矿进行整合，这使得依靠外购煤进行洗选的独立选煤企业的煤源受到了限制，这也就限制了独立选煤企业的实际入选量，使得很多独立选煤企业面临着无煤可洗的境况。另外，再加上市场的不稳定，洗出的产品难以销售，这使得很多独立选煤企业面临着双面的困难，有的甚至已经停产，没有停产的，也面临着洗选成本增高的情况。

2.2.3 独立选煤企业洗选单位原煤综合电能消耗建议限额值的确定方法

山西省独立选煤企业，多数是依靠外购煤进行洗选，煤炭来源比较分散，没有确定的煤碳来源地，企业在生产过程中也就没有固定的煤种。所以，独立选煤企业在确定能耗限额的过程中，分别以设计年入选量、煤种和洗选工艺来划分。

独立选煤企业洗选单位原煤综合电能消耗限额值的确定方法如下：

通过书面和实地调研，山西省所有市区共抽取一定数量的独立选煤企业，对这些企业进行数据的采集、分析及画图。

图中显示了调研样本独立选煤企业洗选单位原煤电能消耗，分别去掉综合电能消耗较高和较低区域的 5% 内的消耗值，剩余部分看作新的统计样本，将其中耗电较高的 25% 区域内的综合电能消耗的平均值作为洗选单位原煤综合电能限定值。

在确定洗选单位原煤综合电耗准入值时，分别去掉综合电能消耗较高和较低区域的 5% 内的综合电能消耗值，剩余部分看作新的统计样本，不采用此统计样本洗选单位原煤消耗综合电能的平均值，采用消耗综合电能的中位值。中位值反映总体样本中最普遍的能耗情况，是大多数企业所反应的能耗值，而平均值会因存在某些过高或过低的数值而发生偏移，使其不能真实反映总体样本的情况，因此，这样选择是更加符合实际情况的。

在确定洗选单位原煤综合电耗先进值时，分别去掉综合电能消耗较高和较低区域的 5% 内的综合电能消耗值，剩余部分看作新的统计样本。将其中综合耗能较低的样本独立选煤企业 25% 的点对应的综合电能消耗值作为洗选单位原煤综合电耗先进值。

1. 以年设计入选量划分

(1) 设计年入选量 ≤ 120 万吨的独立选煤企业洗选单位原煤综合电能消耗建议限额值的确定

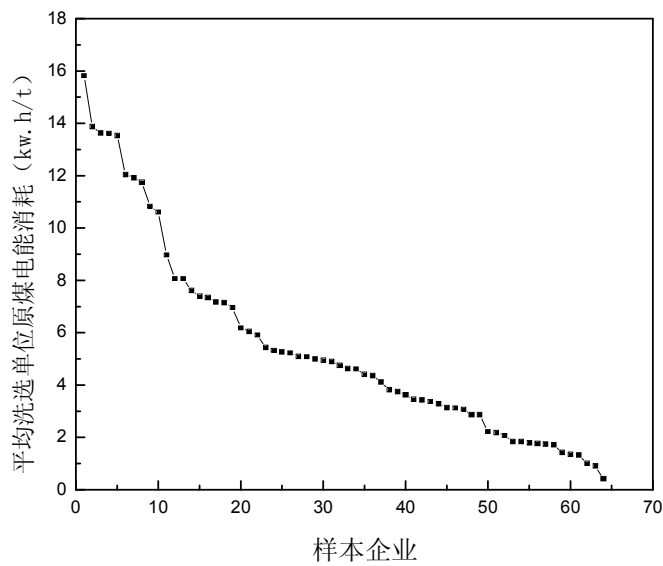


图 2-10 样本选煤企业洗选单位原煤综合消耗电能

表 2-2 洗选单位原煤综合电能消耗限额建议值

洗选单位原煤综合电能消耗限定值 (kw·h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗准入值 (kw·h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗先进值 (kw·h/t)
8.99	6.33	4.47

(2) 设计年入选量 >120 万吨的独立选煤企业洗选单位原煤综合电能消耗建议限额值的确定

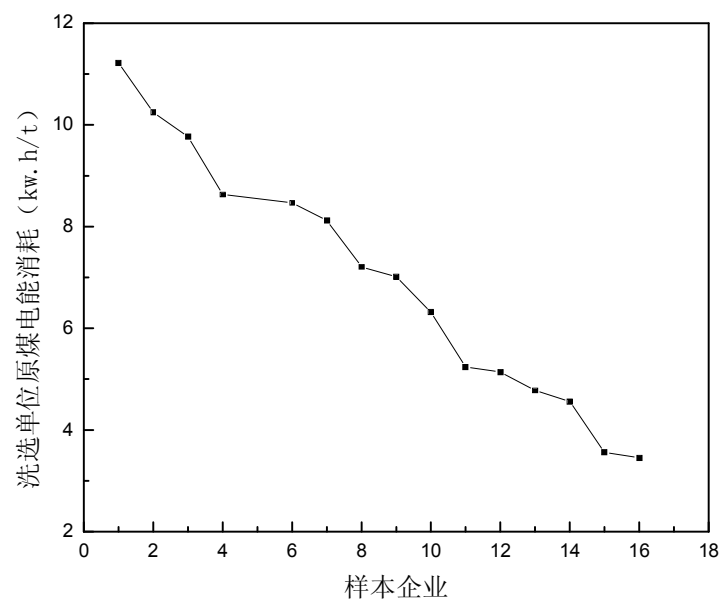


图 2-11 样本选煤企业平均洗选单位原煤综合电能消耗

表 2-3 洗选单位原煤综合电能消耗限额建议值

洗选单位原煤综合电能消耗限定值 (kw·h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗准入值 (kw·h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗先进值 (kw·h/t)
8.47	6.24	4.51

2.以煤种划分

(1) 产品为动力煤

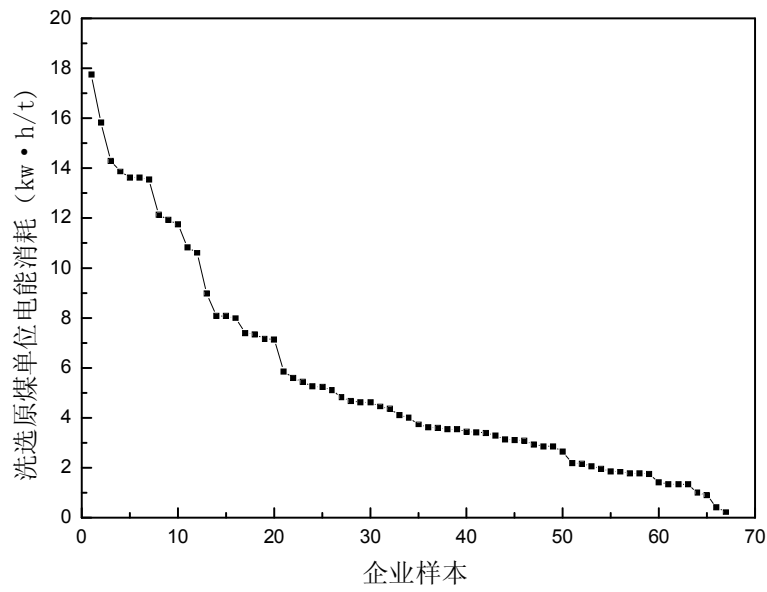


图 2-12 样本选煤企业平均洗选单位原煤综合消耗电能

表 2-4 洗选单位原煤综合电能消耗限额值建议

洗选单位原煤综合电能消耗限额限定值 (kw·h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗限额准入值 (kw·h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗限额先进值 (kw·h/t)
9.96	4.5	3.12

(2) 产品为炼焦煤

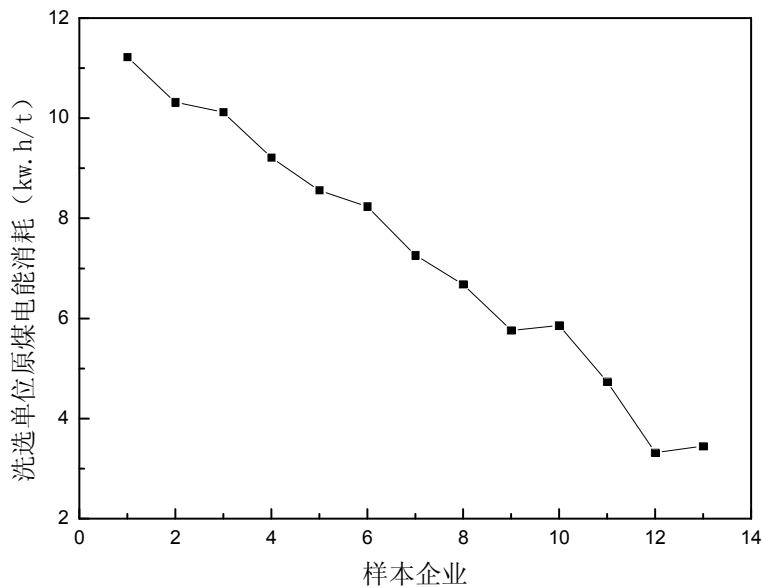


图 2-13 样本选煤企业平均洗选单位原煤综合消耗电能

表 2-5 洗选单位原煤综合电能消耗限额值建议

洗选单位原煤综合电能消耗限额限定值 (kw·h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗限额准入值 (kw·h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗限额先进值 (kw·h/t)
10.22	6.97	5.12

2.2.4 独立选煤企业洗选单位产品综合能耗建议限额值的确定方法

1. 选煤综合能耗的统计范围

此次统计为抽样统计，在山西省各市抽取具有代表性的样本，进行数据的统计和分析。

2. 计算方法

洗选单位原煤综合能耗按以下公式计算

$$E_{zn} = \frac{e_{yl} + e_{jg} - e_{cp}}{p_{ym}}$$

E_{zn} : 洗选单位产品综合能耗, 单位为千克标准煤每吨
(kgce)

e_{yl} : 原料煤量, 单位为千克标准煤 (kgce)

e_{jg} : 加工能耗, 是指在加工过程所用的电能、油、水等能源,
单位为单位为千克标准煤 (kgce)

e_{cp} : 产品煤量, 包括精煤、中煤, 单位为千克标准煤每吨 (kgce)

p_{ym} : 产品质量, 单位为吨 (t)

3 以年入选量划分

按上面的计算方法, 计算出抽样企业洗选单位产品综合能耗值, 下图为设计年入选量≤120 万吨的独立选煤企业洗选单位产品综合能耗值的折线图 (原始数据见附表二和附表三)

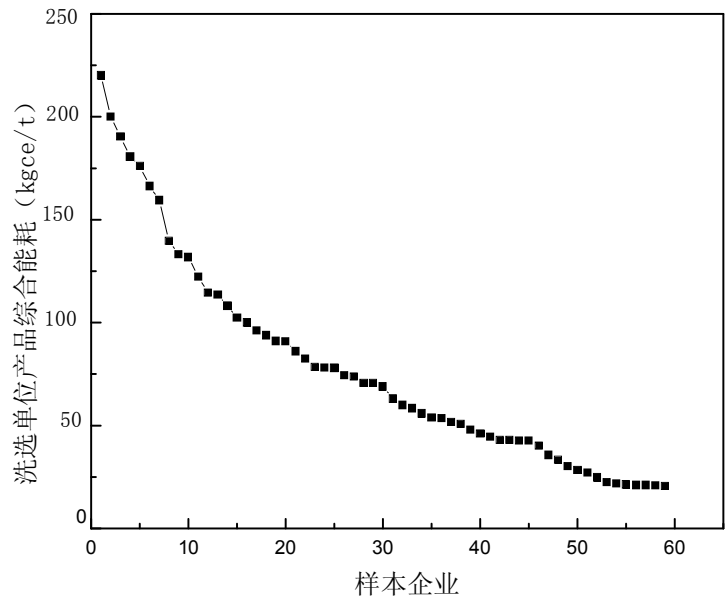


图 2-14 样本独立选煤企业洗选单位产品综合能耗

表 2-6 洗选单位产品综合能耗限额建议值

洗选单位产品综合能耗 限定值 (kgce/t)	洗选单位单位综合能耗 准入值 (kgce/t)	洗选单位产品综合能耗 先进值 (kgce/t)
131.8	63.2	32.4

注：电力折算成标准煤系数为当量值

按上述的计算方法，计算出抽样企业洗选单位产品综合能耗值，下图为设计年入洗量>120 万吨的独立选煤企业洗选单位产品综合能耗值的折线图。

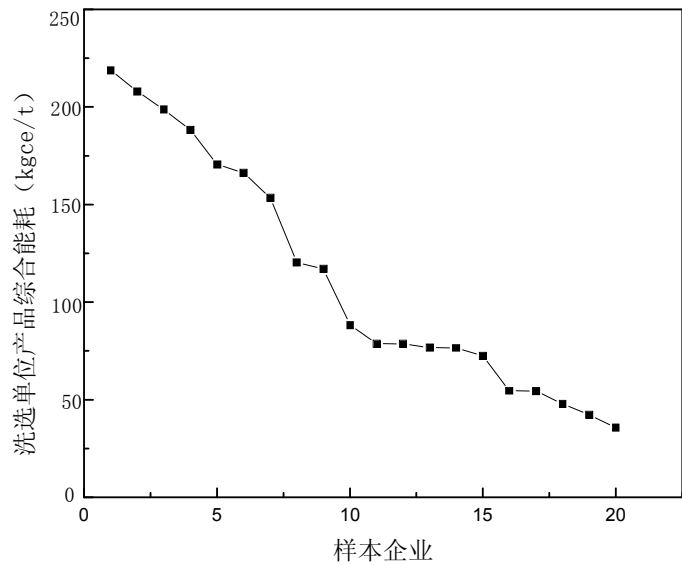


图 2-15 样本独立选煤企业洗选单位产品综合能耗

表 2-7 洗选单位产品综合能耗限额值建议

洗选单位原煤综合能耗 限定额限定值 (kgce/t)	洗选单位原煤综合能耗 限定额准入值 (kgce/t)	洗选单位原煤综合能耗 限定额先进值 (kgce/t)
134.23	76.68	48.22

4 以煤种划分

(1) 产品为动力煤

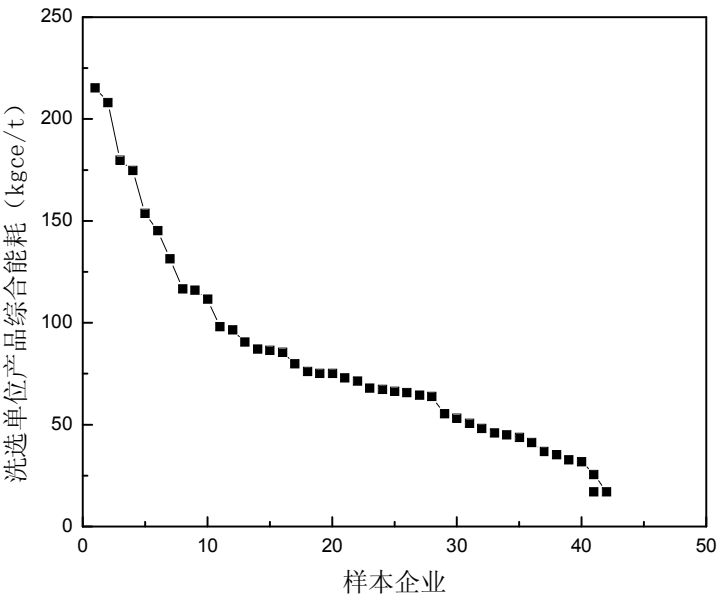


图 2-16 样本独立选煤企业洗选产品原煤综合能耗

表 2-8 洗选单位产品综合能耗限额建议值

洗选单位原煤综合能耗 限定值 (kgce/t)	洗选单位原煤综合能耗 准入值 (kgce/t)	洗选单位原煤综合能耗 先进值 (kgce/t)
132.36	71.95	38.71

(2) 产品为炼焦煤

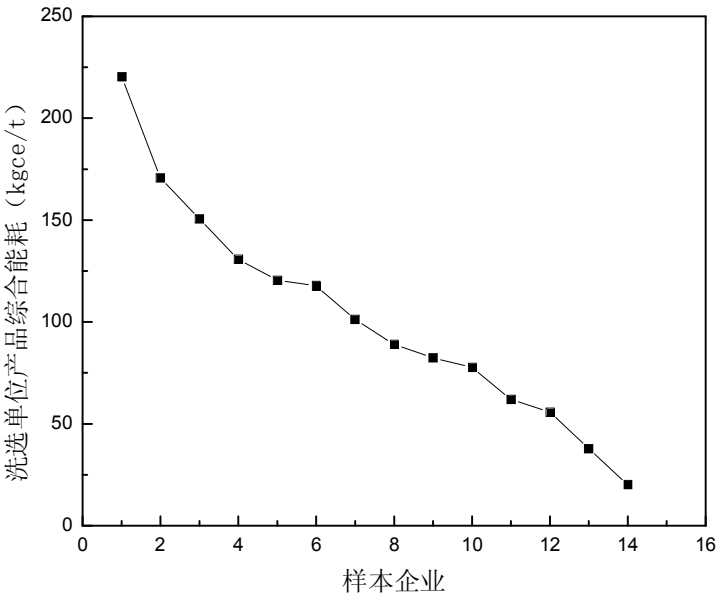


图 2-17 样本独立选煤企业洗选单位产品综合能耗

表 2-9 洗选单位产品综合能耗限额值建议

洗选单位产品综合能耗 限定值 (kgce/t)	洗选单位产品综合能耗 准入值 (kgce/t)	洗选单位产品综合能耗 先进值 (kgce/t)
143.08	88.56	45.23

5. 以洗选工艺划分

(1) 独立选煤企业跳汰工艺综合能耗限额

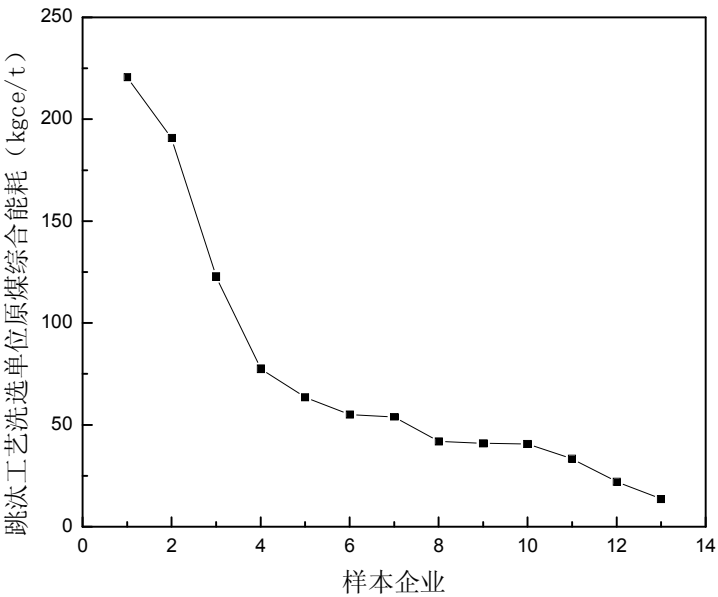


图 2-18 样本独立选煤企业跳汰工艺综合能耗

表 2-10 跳汰工艺洗选单位原煤综合能耗限额建议值

洗选单位产品综合能耗 限定值 (kgce/t)	洗选单位产品综合能耗 准入值 (kgce/t)	洗选单位产品综合能耗 先进值 (kgce/t)
156.79	67.50	32.05

(2) 独立选煤企业跳汰浮选工艺综合能耗限额建议

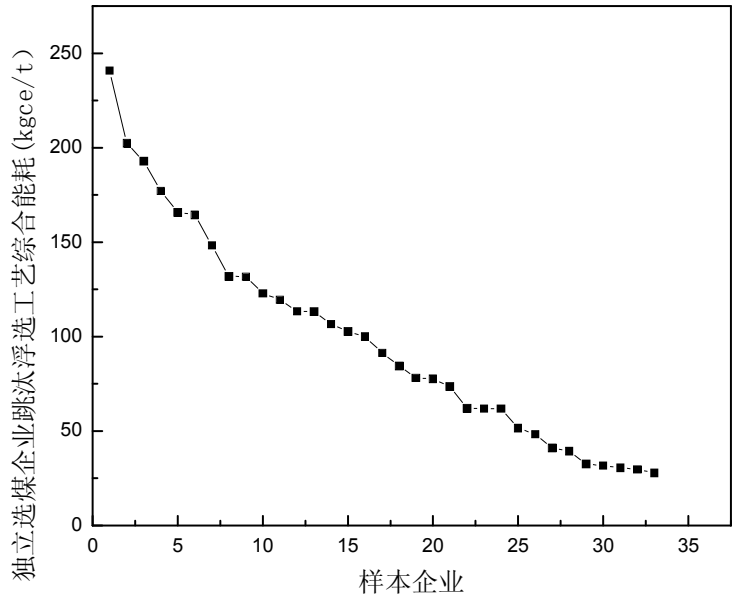


图 2-19 样本独立选煤企业跳汰浮选工艺综合能耗

表 2-11 跳汰浮选工艺洗选单位产品综合能耗限额建议值

洗选单位原煤综合能耗 限定值 (kgce/t)	洗选单位原煤综合能耗 准入值 (kgce/t)	洗选单位原煤综合能耗 先进值 (kgce/t)
154.42	95.74	42.12

(3) 独立选煤企业重介质浮选工艺综合能耗限额建议

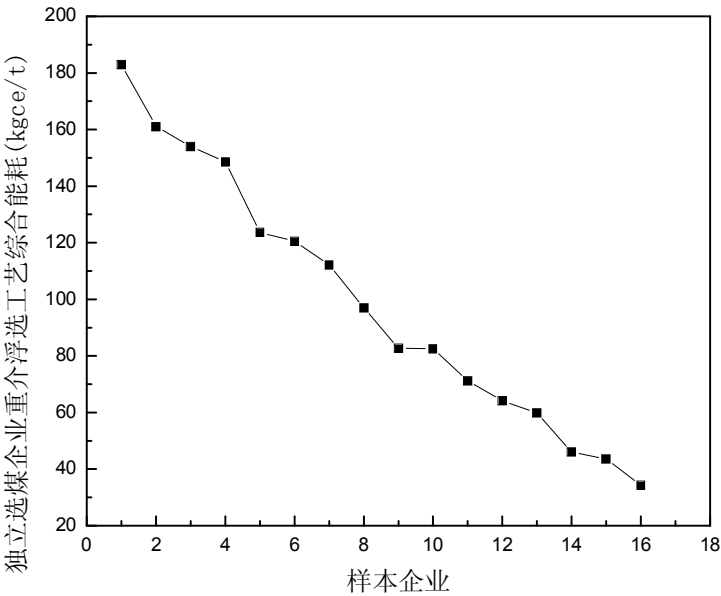


图 2-20 样本独立选煤企业重介浮选工艺综合能耗

表 2-12 重介浮选工艺洗选单位产品综合能耗限额建议

洗选单位原煤综合能耗 限定值（kgce/t）	洗选单位原煤综合能耗 准入值（kgce/t）	洗选单位原煤综合能耗 先进值（kgce/t）
157.47	104.56	44.82

第三章 独立选煤企业能源管理体系建设建议

为了引导山西省独立洗选行业建立能源管理体系，强化企业能源管理，降低能源消耗，提高能源利用效率，促进全省的选煤厂又好又快发展，提出本建议。

3.1 能源管理体系标准研制的背景、意义及其理论基础

3.1.1 能源管理体系的产生背景

能源管理体系概念的产生源自于对能源问题的关注。世界经济的发展，在不同程度上给各个国家带来了能源制约问题，发展需求与能源制约的矛盾唤醒和强化了人们的能源危机意识。而且人们意识到单纯开发节能技术和装备仅仅是节能工作的一个方面，人们开始关注工业节能等系统节能问题，研究采用低成本、无成本的方法，用系统的管理手段降低能源消耗、提高能源利用效率。一些思想前瞻的组织还建立了能源管理队伍，有计划地将节能措施和节能技术用于生产实践，使得组织能够持续降低能源消耗、提高能源利用效率，这不仅极大地促进了系统管理能源理念的树立，也因此产生了能源管理体系的思想和概念。

煤炭是人类发展史上重要的能源之一。煤炭洗选加工是煤炭加工利用的基础，它从根本上改善了煤炭产品质量，是提高社会效益、环保质量和企业经济效益的重要途径。山西省是煤炭输出大省，带动了独立选煤企业快速发展，但同时也存在着很多问题。

这些问题的存在，使得独立选煤企业在能源加工转换过程中能耗较高。对山西省节能目标的完成形成了很大的挑战。为此，需要加以

认真的研究，找出破解的方法，探索解决的途径。方法之一就是建立能源管理体系。

3.1.2 建立、实施能源管理体系标准的意义

我国能源领域面临严重问题：一是储量不足，我国人均能源资源占有量仅为世界平均水平的一半；二是能源利用效率远低于世界先进水平。

选煤厂生产具有连续作业、机械化程度高的特点。近年来煤炭市场的不断变化，受入选原煤、运输条件等的制约，促使选煤厂加强生产经营管理。为了适应市场发展，适应市场需要，国内很多选煤厂从选煤技术进步着手。但是企业能源管理体系建设却没有受到足够的重视，从调研的结果来看，大部分企业既没有节能意识及节能制度，也没有系统的节能管理体系。能源问题是关系我国长远发展的战略问题，作为世界上人口最多的发展中国家，我们既是一个能源消耗大国，又是一个能源紧缺大国，面临着能源安全和环境保护的双重压力，节约能源和资源的战略地位极其突出。

从国家层面讲，建立和实施能源管理体系能保障中国能源安全和可持续发展。从企业层面来讲，可以有效管理能源消费和费用支出、持续改进能源利用效率，控制和降低运营成本，提升市场竞争力；获得国家节能奖励和政策支持，促进可持续发展；提供系统的能源管理方法，确保企业有效执行国家有关法律法规，控制经营风险，建立持续改进能源管理绩效的机制；有利于建立节能减排的理念，树立持续改进的信心，逐步形成节能减排的自律机制。

在选煤厂内部建立规范的能源管理体系，使能源管理的各项手段和措施形成一个有机整体，全面系统地策划、实施、检查和改进各项

能源管理活动，实施全过程管理，以期获得最佳的节能效果。建立和实施能源管理体系的重要意义在于：

（1） 有利于推进国家能源方面法律法规、政策、标准和其他要求的实施。建立能源管理体系标准能够有效地将企业现有的能源管理制度与能源有关的法律法规、能源节约和鼓励政策、能源标准，如能效标准、能耗限额标准、计量和监测标准等，以及其他的能源管理要求有机结合，形成规范合理的一体化推进体系，使组织能够科学的强化能源管理，降低能源消耗和提高能源利用效率，促进组织节能减排目标的实现。

（2） 有利于企业能将节能工作落到实处。这是由于传统的能源管理方式，只解决了“谁来做、做什么”的问题，而“如何做”、“做到什么程度”，主要由执行者凭个人的经验甚至意愿来决定，导致有些节能工作不能达到预期的效果。通过系统的建立一套科学合理且具有可操作的能源管理体系，便能大大减少工作中的随意性，进而提高节能工作整体效果和效率。

（3） 有利于及时发现能源管理工作中职责不清问题，为建立和完善相互联系、相互制约和相互促进的能源管理组织结构提供保障。通过识别节能潜力以及节能管理工作中存在的问题，并通过持续改进，不断降低能源消耗，从而实现组织的能源方针和能源目标。

3.1.3 能源管理体系的基本理论基础

能源管理体系以降低能源消耗、提高能源利用效率为目的，针对组织活动、产品和服务中的能源使用或能源消耗，利用系统的思想和过程方法，在明确目标、职责、程序和资源要求的基础上，进行全面策划、实施、检查和改进，以高效节能产品、实用节能技术和方法以

及最佳管理实践为基础，减少能源消耗，提高能源利用效率。而且引入持续改进的管理理念，采用切实可行的方法确保能源管理活动持续进行、能源节约的效果不断得以保持和改进。从而实现能源节约的战略目标。

能源管理体系借鉴世界各国的国际标准。

1. 其他国家能源管理体系标准研制情况及国际标准的进展

国际上有关国家制定并实施了能源管理体系国家标准，如英国能源效率办公室针对建筑能源管理制定的《能源管理指南》、美国国家标准学会（ANSI）制定的 MSE2000《能源管理体系》、瑞典标准化协会制定的《能源管理体系说明》、爱尔兰国家标准局（NSAI）制定的《能源管理体系 要求及使用指南》、丹麦标准协会发布的《能源管理规范》等。此外，韩国也发布了相应的国家标准，德国和荷兰也制定了相应的能源管理体系规范。另外，欧洲标准化委员会（CEN）和欧洲电气技术标准化委员会（CENELEC）共同组建了一个特别工作小组，研制三个与能源管理有关的欧洲标准，其中包括能源管理体系标准。这些标准的制定和实施为我国能源管理体系标准的研制提供了很好的经验。

联合国工业发展组织（UNIDO）积极推进能源管理体系国际标准的制定进程。2007 年初至今，先后在奥地利、泰国和中国召开了 3 次关于能源管理体系标准的国际研讨会，特别是 2008 年 4 月在北京由国家标准委（SAC）和 UNIDO 共同组织召开的能源管理体系标准研讨会上，ISO、UNIDO 以及相关国家的标准化组织的代表和专家就能源管理体系标准结构、核心理念、要素、与其他国际标准的差异等进行了卓有成效的交流和讨论，并就能源管理体系的框架内容达成

基本共识。这几次重要会议的召开为我国能源管理体系标准的研制提供了非常好的技术交流和改进完善的机会。

为推动能源管理体系国际标准的制定，ISO 成立了 ISO/PC242---能源管理体系项目委员会，由美国和巴西共同担任秘书处，由巴西、中国、英国和美国共同承担该委员会的相应职务。该委员会将于 2008 年 9 月召开第一次工作会议，相信这次会议将对能源管理体系国际标准的制定起到更大的推动作用。

2. 我国能源管理体系标准研制

早在 2002 年，中国标准化研究院中标认证中心就开始了有关能源管理体系标准的研究工作，逐步探索建立我国的能源管理体系系列国家标准。但由于诸多原因，研究初期并没有正式提出国家标准立项。在借助国家发改委和科技部两个课题研究、试点和相关经验积累的基础上，申请了国家标准立项并获得批准。国家标准正式立项后，标准提出单位和起草单位组成了工作组，制定了工作计划，通过深入研究并多次召开工作组讨论会议，形成了“《能源管理体系-要求》草案”，同时，标准制定单位通过各种渠道，收集到了大量的能源管理体系相关的标准和资料并组织消化和理解。

我国关于工业类相关标准和规范：

- (1) 管理及设计方面的标准和规范工业企业能源管理导则 GB/T15587-1995
- (2) 产品能耗定(限)额方面的标准
- (3) 合理用能方面的标准
- (4) 工业设备能效方面的本标准：

地方也逐步制定了关于能源建设的指导意见或指南，例如《山东省企业能源管理体系建设指导意见》。

3.2 体系的核心思想、基本概念/构架分析和关键要素分析

3.2.1 体系制定的核心思想

1. 全过程控制思想：应用系统理论和过程方法，以低成本、无成本的管理措施，将组织的能源管理工作与法律法规、政策、标准及其他要求进行有机结合，针对组织用能全过程（能源采购、贮存以及使用等）和生产运营全过程（生产运营、管理运用和生活运营），对组织的能源因素进行识别、控制和管理，实现降低能源消耗、提高能源利用效率的目的。
2. 运用 PDCA 理论：充分运用 PDCA 理论，借鉴和使用先进的节能技术、方法和节能实践，不断提高组织的能源绩效，是能源管理体系的主要要求内容之一。
3. 充分结合能源管理的特点：将能源管理的特点充分体现在能源管理体系的各项具体要求中，努力与现行的能源管理系方法，如能源诊断等技术相结合。
4. 充分借鉴现有的管理体系标准：遵循管理体系标准的国际惯例、发展趋势和一般要求，借鉴 ISO9000、ISO14000 等成熟国际管理体系标准的理念和方法，在标准构架、相关表述和要求方面与国际通行的管理模式相协调。

3.2.2 能源管理体系基本概念/构架分析

结合能源管理体系的建立、控制和适用对象等核心要求，对能源管理体系基本管理理念和基本概念/构架的分析如下：

表 3-1 能源管理体系基本管理理念和基本概念/构架

项目	能源管理体系-要求
核 心 概 念	能源管理体系是以“能源”为核心进行控制和管理， 组织通过识别能源因素、确定具体的能源目标和指标，并通过建立能源管理体系来降低能源消耗、提高能源效率。因此，能源管理体系主要是通过“活动、产品和服务”识别能源因素，围绕“产品实现全过程以及减少外部影响所产生的能源消耗”来确定相关的管理要求。
控 制 范 围	组织的能源消耗、提高能源利用效率的潜力涉及到产品实现的全过程，因此，能源管理的控制范围也会涉及产品实现的全过程。与此同时，由于与组织运行相关的管理运营（例如办公场所和办公车辆等）和生活运营（职工食堂/咖啡厅，淋浴房等）也消耗能源、也同样存在节能潜力，因此也应在能源管理体系的控制范围之内。 虽然组织的能源消耗通常都发生在组织内部，但组织的能源供应商会对组织的能源管理产生很显著影响。因此，组织的能源供应商应在能源管理体系的控制范围之内。同时，如果零部件和服务供应商对组织的能源消耗有直接影响，这些供应商通常也应在能源管理体系的控制范围之内。
控 制 对 象	能源管理控制的对象主要是“影响能源消耗、能源利用效率的因素”，即通过管理，将能源消耗控制到规定的目标范围之内。该目标包括组织的“纵向比较目标”以及同行业的“横向比较目标”。 在确定能源目标和指标时，一方面要考虑到有关的法律法规要求，另一方面，也取决于组织的自身需求，因此，应依据组织的自身需求和有关的法律法规要求确定能源目标和指标。
控 制 程 度	能源管理在满足能源目标和指标的同时，更强调控制的“相对性”，更注重不断挖掘节能潜力、不断提高能源利用效率。
控 制 方 法	能源因素与组织提供的产品以及生产产品的工艺设备紧密相关，因此，能源管理所使用的控制方法同样也具有较强的行业特点。另外，能源管理除要控制对能源利用效率产生重大影响的关键环节和关键点外，还要更加关注设备以及系统间的合理匹配。

项目	能源管理体系-要求
适用范围	能源管理体系可广泛应用于硬件、流程性材料和服务行业，而软件行业属于微耗能行业，因此应用较少或需要管理的内容较少。 组织通过实施能源管理体系标准，可以实现下列需求： 用系统的管理思想和方法，将现有的政策和措施、能源标准、最佳节能实践与经验等与组织的能源管理活动有机结合，使之相互协调、相互促进，经济合理的降低组织的能源消耗、提高能源利用效率。能够实现所声明的能源方针；证实其有能力控制和管理能源因素。
管理绩效	能源管理绩效是指组织对其能源因素进行管理所取得的可测量的结果。对能源管理绩效的评价不仅要关注合格与否，更应关注节能潜力的不断挖掘，通过与自身历史情况比较、与同行情况比较，实现“量控”。虽然本标准没有提出具体的能源绩效的要求，但组织应该结合自身的实际情况，通过监测、测量和评价、管理评审等活动衡量组织的能源绩效，以实现持续改进。

3.2.3 能源管理体系模式

标准草案采用了国际上通行的管理模式，如图 3-1 所示：

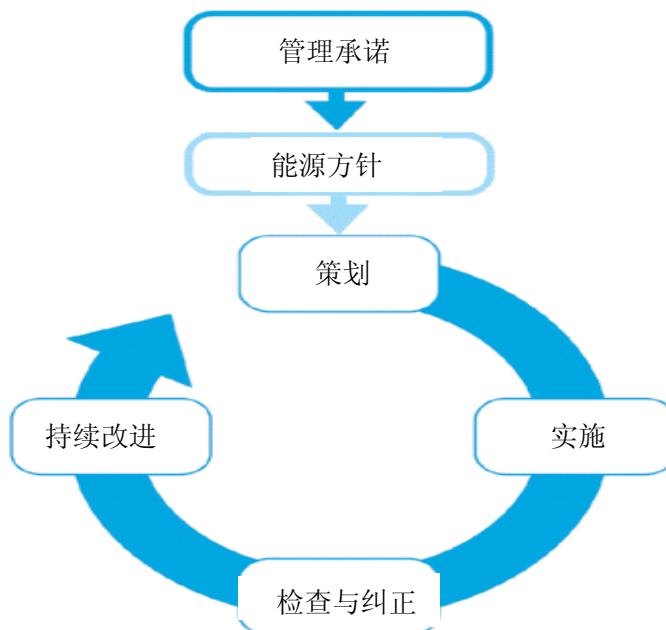


图 3-1 能源管理体系模式

3.2.4 能源管理体系关键要素分析

针对能源管理体系中所包含的关键的要素进行分析如下：

表 3-2 能源管理体系中所包含的关键的要素

要素	能源管理体系要求
能源方针	能源方针是指由组织的最高管理者正式发布的降低能源消耗、提高能源利用效率的总体宗旨和方向。 在制定能源方针时，强调要对降低能源消耗、提高能源利用效率并持续改进做出承诺；对遵守与能源管理相关的法律法规、政策、标准及其他要求做出承诺。 另外，组织自身需求和有关的法律法规、标准等强制要求也是能源方针关注的主要方面。
策划	能源管理策划相对比较复杂，首先要识别能源因素和评价出优先控制的能源因素，识别有关的法律法规、政策、标准及其他要求，同时还要建立能源管理基准和标杆，在此基础上，确定能源目标、指标。最后，要针对所确定的目标、指标及相关能源因素，制定能源管理方案。
基准与标杆	建立能源管理基准和标杆是能源管理体系的一项基础的、不可缺少的工作，组织可以依据所确定的基准、标杆（适宜时），进行能源绩效的纵向比较（与历史情况进行比较）和横向比较（与同行业进行比较），同时，基准和标杆也是确定能源目标和指标的基础。
目标和指标	能源目标是指组织所要实现的降低能源消耗、提高能源利用效率的总体要求。能源指标是由能源目标所产生，为实现能源目标必须达到的可测量的降低能源消耗、提高能源利用效率的具体要求。 同样，能源方针、能源目标和能源指标共同构成了能源绩效的评价依据。 能源目标通常是定性的，针对某一具体的能源因素提出总体要求，而能源指标通常是定量的并且是可测量的，如能源利用率指标、能源节约率指标、系统能源效率指标等。 能源目标和指标通常是“内外结合的比较要求”，主要依据基准、标杆、法律法规、标准等确定。
资源配置	能源管理将资源作为实施与运行的一个部分，不仅提出了原则要求，也提出了具体的要求。如：设备和系统的自身能源利用效率对能源指标的影响即直接又重大，在进行设备配置时需要综合考虑其能耗和效率问题。
运行控制	一方面，组织的能源消耗产生于产品实现的全过程；另一方面，能源管理体系的运行效果将直接影响能源目标和指标的实现。因此，在能源管理体系中，运行控制虽然作为实施与运行的一部分内容加以阐述，但具体的控制内容应涉及两个方面： - 产品和过程设计； - 设备、设施配置与控制； - 能源采购；

要素	能源管理体系要求
	d) 生产和服务提供过程的控制等。
设计	在能源管理体系中，作为运行控制的一部分，应针对产品和过程设计提出有关的能源管理要求。特别是在类似生产流程设计过程中，不仅应考虑生产全过程中所使用的能源的种类、经济性、质量、环境影响、能量平衡等因素，还应重点考虑耗能设备、耗能系统以及各系统间的匹配，实现降低能源消耗、提高能源利用效率的目的。也就是说，能源管理对“事前控制”依赖很强。
采购	由于能源采购对组织的能源目标和指标的实现有重大影响，应在能源管理体系中对能源采购提出具体要求。
监视和测量	除一般意义上对能源特性的监测和测量外，在能源管理体系中还强调： 能源测量：包括利用综合能耗计算、能量平衡、节能监测、能源审计等手段进行的监测和测量； 能源绩效评价：组织应定期收集关于目标和指标的执行情况，产品、设备和系统的能耗情况，节能新技术，最佳节能实践，新能源、可再生能源和清洁能源的使用情况等，利用这些信息对组织能源绩效作出评价并识别出持续改进的机会。

3.3 体系的指导思想、工作原则和总体目标

指导思想

以降低能源消耗和提高能源利用效率为目的，通过开展企业能源管理体系建设，建立持续改进的节能工作机制，全面提升企业节能管理水平和技术水平，促进全省节能工作深入开展。

工作原则

坚持企业主体原则，充分发挥企业积极性与创造性，建立起切合企业实际的能源管理体系；坚持政府引导原则，通过政策激励、创造氛围、搭建平台等措施，营造开展企业能源管理体系建设的内外环境；坚持持续创新原则，在推进企业能源管理体系建设过程中，不断创新工作机制和工作方法；坚持循序渐进原则，采用示范带动、逐步推进的办法，扎实开展企业能源管理体系建设。

总体目标

2013 年，培训一批能源管理体系咨询人员，在 30 户以上企业建立完善的能源管理体系。通过能源管理体系建设，使企业节能管理水平有较大改善，节能技术水平有较大提高，能源消耗水平有较大降低。

为加快重点用能企业能源管理中心建设，推进工业企业节能降耗，提高能源利用效率，现提出以下意见：

(1) 宣传与培训

在咨询专家的指导下，企业内部组织能源管理体系标准培训，使各级管理人员了解能源管理体系的思想，熟悉和掌握标准要求，强化能源管理意识，为企业建立体系奠定基础。

根据人员的不同职责能、层次和岗位，进行相关内容的培训。培训内容可包括：

- 1) 节能法律、法规。政策、标准的培训；
- 2) 能源管理体系建立、实施、运行和审核知识的培训；
- 3) 能源管理体系标准及体系文件培训；
- 4) 能源计量、统计等知识培训；
- 5) 节能技术培训；
- 6) 用能设备操作培训；
- 7) 相关方要求的培训等。

(2) 体系建立

一是诊断、评价企业能源管理和利用现状。利用能源审计、能效对标等工具，全面剖析能源管理和利用现状，针对能源管理和利用过程，策划管理控制措施；针对重要能源因素，提出节能改进建议。二是建立能源管理体系。确定企业能源方针，针对能源利用过程建立能源目标、指标体系，确定机构和职责，配置资源，制定管理工作程序和方法，编制能源管理体系文件。

(3) 体系实施

一是发布体系文件。企业最高管理者对能源管理体系文件审批后，正式发布并组织培训。二是体系运行。按照体系文件的要求，实施运行控制，制定并实施节能改进方案。三是监测改进。加强体系运行过程中的监视测量，针对薄弱环节，改进完善体系，实现体系的自我提升。

(4) 体系审核

一是内部审核。对管理体系的实施效果和符合性进行分析、评价，发现问题，及时采取纠正和预防措施，提出完善体系的建议。二是管理评审。企业最高管理者对体系的充分性、有效性和适宜性进行评审，完善体系，持续改进。

3.4 建设内容

能源管理建设建议包括能源管理部门建设、能源管理制度建设和能源管控系统建设。

3.4.1 能源管理部门建设

加强企业能源的统一管理，是实现能源统筹安排和合理使用，管好、用好各种能源的重要保证。企业节能管理体系是在国家规定的节能管理体系下建立的。从实践经验看，企业对节能管理这一涉及面广的综合管理工作，没有一个负责机构协助领导来推动工作，是不行的。但设立节能管理专职机构又容易造成与其他部门工作的重复和扯皮，工作反而不易落实。另外，“一把手”亲自过问和重视节能也很关键，只有在这种情况下，分管节能领导才能将工作施展开来。从组织形式上看，节能管理正由节能管理部门单一的纵向管理发展到各职能处

(科)室参加的纵横结合的管理体系。所以,对于一般企业可根据其耗能数量和具体条件或设置能源管理部门或指定专人负责节能工作。

一般情况下,企业成立节能委员会或节能领导组,下设节能办公室,作为负责日常工作的节能管理机构。节能办公室设置有以下几种形式:

- 1.专职节能办公室
- 2.设在总工程师室、生产计划处等综合部门内
- 3.设在科技、环保等部门中
- 4.设在动力部门

从实践看前两类较好,后两类也可以,但有一定局限性。节能工作的关键在于各级领导要亲自抓节能工作,特别是企业主要领导要充分发挥企业节能委员会的作用。

煤炭企业节能管理体系煤炭集团公司多数是企业的投资和利润中心,矿厂是成本控制中心,因而,在这样的管理体制下,节能管理应建立集团公司、矿厂、车间班组三级或四级节能管理网络。在集团公司、矿厂级做到上有领导,下有节能管理部门,成员应包括横向的一些职能管理部门;车间班组设立专职或兼职节能员;最终各级节能管理形成“一把手负总责、节能办监督服务、分部门落实开展、节能目标分解、全员节能行动”的管理体系。

1. 机构设置及职能作为煤炭大集团公司,节能管理只有纵向到底,横向到边,明确各级节能管理机构职责,调动各级节能管理人员的积极性,才能做好企业的节能工作。

- (1) 集团公司设置节能管理委员会或节能领导组,下设节能办公室。集团公司行政正职为组长,其他领导为副组长,成员由集团公司

副总工程师及技术、生产、机电、计划、财务等部门负责人组成。行政正职为节能第一责任人，节能办公室为常设机构。

主要职能为：贯彻落实国家以及地方政府的节能法律法规政策和标准，部署、协调、监督、检查、推动企业的节能工作，全面负责企业的节能管理工作。组织制定企业中长期的节能规划和年度节能工作计划；定期召开节能工作例会，研究解决节能工作的重要问题；建立节能目标责任制，并对节能目标完成情况进行考核；制订并实施重大节能技改项目，宣传推广节能新技术、新工艺、新设备、新材料、新节能、新产品、新模式等。

（2）矿（厂）级设立节能领导组，下设节能管理部门。行政正职为节能第一责任人，指定副职具体负责节能工作。领导组由矿（厂）领导组成，成员由副总工程师及技术、生产、机电、计划、财务等部门负责人组成，全面负责本单位节能工作。节能管理部门具体负责节能管理工作，设专职节能管理岗位。

主要职能为：全面负责本单位的节能工作。完成本单位的节能目标，并分解落实到车间（区队）；编制本单位的节能利用状况报告；制订并实施节能技改技措计划；核定本单位产品（或工序）的能耗定额；制定本单位的节能奖惩办法，并进行考核评价。

（3）车间（区队）级设立以车间主任（或区队长）为首的节能小组，由技术人员、班长等组成。可设兼职节能管理人员。

主要职能为：全面负责本车间（区队）的节能工作。完成节能目标，并分解落实到班组；分析耗能设备运行效率和工艺状况，提出节能的合理化建议；考核班组节能工作，并将节能工作纳入岗位责任制。

（4）班组设节能员，一般由班长兼任。

主要职能为：宣传节能知识，提高全员节能意识，示范带头做好节能工作。

2. 人员配备及岗位职责

(1) 节能管理负责人近年来，不少煤炭企业取消了节能管理部门和节能管理岗位，以致管理松懈，节能管理无人负责，能源浪费严重，甚至连基本的能源消费统计数据都没有。设立节能管理岗位，能够提高节能管理在企业生产经营中的地位，更好地健全节能目标责任制，落实国家和企业的节能目标和要求。

新《节能法》规定：“重点用能单位应当设立节能管理岗位，在具有节能专业知识、实际经验以及中级以上技术职称的人员中聘任节能管理负责人，并报管理节能工作的部门和有关部门备案。”“能源管理负责人负责组织对本单位用能状况进行分析、评价，组织编写本单位能源利用状况报告，提出本单位节能工作的改进措施并组织实施。”

从实践看，不少重点用能单位的负责人主要履行如下职责：

- 1) 协助本单位负责人组织贯彻执行国家的有法律、法规、政策和标准；
- 2) 负责制定和实施本单位的节能管理制度、节能规划和 节能奖惩办法等；
- 3) 按照管理节能工作部门的规定，定期编写并报送本单 位节能利用状况报告；
- 4) 组织本单位内部节能审计，协助管理节能工作的部门 完成节能测；
- 5) 开展节能宣传、培训和信息交流等工作。

(2) 能源消费统计员

能源统计是节能管理的重要基础工作。为适应煤炭集团公司节能管理工作的需要,更准确的了解掌握各矿厂能源消费的基本情况和能源利用状况,为编制节能规划、进行能源预测、制定节能措施、节能考核监督提供基础数据,能源管理网络的各级都应设立专职能源消费统计员。

一般而言,统计员应具备以下条件并履行职责:

- 1) 熟悉掌握国家及行业能源消费的统计原则、统计范围、统计分类方法,建立健全原始记录、统计台账。
- 2) 熟悉掌握节能管理方面基础理论和专业知识,掌握能源消费统计报表的报表格式、统计口径、折算系数、计算方法,保证填表质量,做到数据可靠,概念明确,按时准确填报能耗报表。
- 3) 熟悉管理范围以内的工艺和设备条件了,分析计算各种产品单耗和工序能耗。

(3) 能源计量器具管理人员计量是统计的基础,没有计量,统计工作无从谈起,节能管理也无法进行,因此,各级节能管理机构应设专职能源计量器具管理人员。一般应具备以下条件并履行职责:

- 1) 负责能源计量器具的配备、使用、检定(校准)、维修、报废等管理工作。
- 2) 能源计量管理人员应通过相关部门的培训考核,持证上岗。
- 3) 计量器具检定、校准和维修人员,应具有相应的资质。

3. 节能管理制度

企业要做好节能工作,应建立节能长效机制,采用规范化的节能管理,健全节能管理制度。就目前多数煤炭集团公司及各矿厂而言,除建立完善节能统计制度、节能培训制度、能耗成本管理制度、高耗

能工艺设备淘汰制度外，最主要是要建立以下三项节能基本管理制度。

- (1) 节能目标责任制。要将各项节能指标层层分解，逐级落实，重点要把能耗总量、节能量及产品单耗分解。
- (2) 项目节能评估制度。重点投资项目可行性研究报告中增设节能篇，经专家论证、节能主管部门审查后，项目方可实施。
- (3) 节能考核评价制度。节能效果既有经济效益也有社会效益，为调动多方节能积极性，奖优罚劣，应对节能工作考核评价，建立评价体系。

3.4.2 能源管理制度建设

为了使能源管理科学化、制度化、规范化，必须建立和健全一套管能、用能、节能的规章制度。明确企业内能源管理组织以及有关人员的分工及岗位责任制；企业内各有关部门在能源管理工作中的相互关系；要从企业能源的供、销、购、存、用等各方面，包括能源加工转换、传递输送、使用及回收各环节，同时对设备、工艺、操作运行、维修机管理等各个领域，全面建立规章制度，实现能源管理由人治到法治的转变。

企业的能源管理制度主要内容有：

1. 定量供应制度：把电力、煤炭、成品油、水等像口粮一样管好用好，这是能源管理的一项重要措施。对企业内能源的分配使用实行定量供应及定期核销，并把定量供应指标分解落实到车间、班组和主要耗能设备上。

2. 用能管理制度：要建立健全各种用能管理制度，并把用能管理制度中的各项规定，订入岗位责任制内，使每台用能设备、每道工序、每项操作都有专人负责。

3. 定额管理制度：做好企业内能源消耗定额的制订、执行、检查和考核工作，健全定额管理制度。对产品单耗、主要用能工序、主要耗能设备等制定燃料动力消耗定额，按定额发料、用料和考核评比。

4. 奖惩制度：为了表扬先进、鼓励在节能方面作出成绩的单位或个人，建立考核评比制度和奖惩制度。在发放综合奖金中，要把节能指标与产量、质量指标一样进行考核。

5. 具体的能源管理制度可参照如下条款制定：

（1） 原煤管理制度

1) 原煤的储存要按照原煤的种类、规格分区存放。

2) 进出库要计量，材料审批手续要齐全。

3) 入选前的每批原煤要附有化验分析报告单，报告单中要有批次、数量、低位发热量数值等指标。

4) 做好库存管理，每月月末惊醒一次库存盘点，建立原煤库存盘点台账，保证账务相等，同时对原煤购进、消费和库存进行统计分析。

（2） 电力管理制度

1) 公司办公室要严格控制高耗能电器（如空调、电暖风、电磁炉等）的发放使用，确实需要的，要经公司主要领导批准。

2) 生产车间各班组要指定专人下班负责拉电闸，保证生产设备不空转，车间严禁使用 500w 以上的白炽灯泡。办公室照明全部使用节能灯，做到“四不点”即光线好不点，大灯泡不点，无人灯不点，长明灯不点。

- 3) 使用空调的地方，冬季室内温度不高于 20 度，夏季不低于 26 度，运行时应关紧门窗。使用电扇的地方要消灭无人扇。
- 4) 厂区、公共区照明根据需求和节电兼顾的原则，严格按国家照明标准合理照明，尽量使用节能照明产品，要安排专人视每天的情况，及时开关。
- 5) 配电室电工要严格用电操作规程，保证厂区用电安全，每月月末抄录电度表指示数，报统计、节能等相关部门。
- 6) 有计划地开展节能技术改造，采用节能型变压器，淘汰旧式变压器。采用高效电动机，推广变频调速节能技术，在水泵设备上加以改造。

(3) 用水、用油管理制度

- 1) 用水设施由后勤部门负责安装维修，其它任何人不得拆装用水管道。
- 2) 生活用水管道和生产用水管道分开计量，生产用水必须做到闭路循环利用，不得向外排放。
- 3) 水工要勘查用水管道，发现漏水点要及时维护，发现浪费行为立即制止。
- 4) 对厂内装卸工具用油实行单车考核，单车建卡，节约奖励，超耗受罚。

(4) 能源统计管理制度

1) 基础能源消耗数据来源

入洗原煤量：煤场库存+当期进厂原煤总量—本期期末库存，由生产统计员报送。每月月末，由生产部门负责人带队，相关人员参与，进行盘库所得的数据，建立原煤库存台账，做到帐物相符。化验室提供当月各批次入洗原煤最低发热量分析指标。

精煤产量：生产部门统计人员负责当月精煤产量统计汇总后，经公司主要负责人签字审核，向统计、财务和节能等相关部门报送。化验室提供当月各批次精煤最低发热量化验分析指标。

其他洗煤：由生产部门统计人员统计洗中煤、煤泥等副产品并汇总后，经公司主要负责人签字审核，与精煤产量报表同时报送有关部门。化验室提供当月其他洗煤产品的低位发热量指标分析。

电力、柴油和水消费数量：电工、水工和后勤部门负责柴油管理人员于每月月末为统一抄录时间，不得随意更改抄录时间。抄报完成后，经生产副总签字后于次日前交送到统计、财务和节能办等有关部门。

- 2) 节能办根据收集汇总的数据统一制定生产月报，编制生产月台帐、能源消费月台帐，建立生产统计月报表制度。统计的时段必须与企业生产产品或财务报表同步。
- 3) 节能办除应完成本公司能源管理所需的统计工作之外，还应完成行业或政府部门规定上报的能耗报表。
- 4) 节能办根据收集的能源统计资料，开展能源消耗的统计分析和统计工作，将分析结果上报公司领导。
- 5) 能源统计人员除认真学习统计法律、法规外，还要积极参加节能主管部门组织的能源统计培训活动，提高自身素质。

(5) 能源计量器具管理制度

为了保证能源统计数字的全面、准确和可靠性，结合我公司实际，特制定本制度。

- 1) 节能办负责全公司计量器具的保管、维护、保养工作。
- 2) 建立健全能源计量器具统计台账，并根据购置情况，更新基本情况、配备地点、检定周期、准确度等指标。

- 3) 建立能源计量器具配备汇总表，内容包括应配数、实配数、配备率等。做到应配尽配。
- 4) 能源计量器具的检定。计量器具中属国家强检的，执行强检。属于非强检的按国家检定规程要求定期进行检定，并将检定记录整理后装订成册，以备参考与检查。
- 5) 对能源计量器具操作人员要定期进行培训和考核，保证其按操作规程正常使用。

(6) 计量数据采集、处理、使用、保管及监督制度

- 1) 厂部水、电的一、二级计量由节能管理员每月月底负责抄表、统计、汇总上报财务。
- 2) 原煤进厂的使用的数量的计量由磅房处负责记录、上报。
- 3) 油品进厂及使用的计量由库房负责记录、上报。
- 4) 洗煤车间煤耗由车间统计负责，核定后报送财务人员，进行成本核算。
- 5) 一级（进厂的）电能计量和二级（车间级）电能消耗的计量数据，根据电力部门监控数据由节能管理人员负责。
- 6) 燃油和成品油的采购、供应的数据，由采购人员按月报送财务节能管理员。
- 7) 生产用水的计量数据，由车间负责采集、填写报表并报送财务能源人员。

(7) 节能考核和奖惩办法

- 1) 原始凭证不齐全，生产台帐、能源消费台帐、主要耗能设备台帐、计量器具台帐不健全，缺一罚款。
- 2) 未将节能目标分解到车间、班组和个人，罚款。
- 3) 未开展节能宣传、培训罚款。

- 4) 发现长明灯、长流水现象，罚款，一年内连续发生三次，罚款。
- 5) 煤场堆放混乱，煤种标识不清，罚款。
- 6) 车辆带煤出厂，视情节罚款。
- 7) 煤质干燥且不洒水降尘，罚款。雨季防洪措施不当，造成原煤、精煤流失，罚款。
- 8) 供水管道、阀门、水龙头发生跑、冒、滴、漏且维护不及时，罚款。
- 9) 化验分析样品剩余部分随意乱扔，罚款。
- 10) 设备长时间空载运行，罚款。
- 11) 工序指标按月考核，洗煤车间吨入洗原煤煤耗每上升 10KG，电耗上升 0.5 度，罚款洗煤车间。

3.4.3 能源管控系统建设

能源管控信息系统是具有完整能源监控、管理、分析和优化功能的管控一体化计算机信息系统。能源信息系统是企业自动化和信息化的重要组成部分，为企业能源管理提供自动化和信息化手段和方法。

一般而言,能源管控信息系统最基本要求是涵盖企业主要产能、用能和二次能源生产、利用范围，“管”和“控”各自包涵的内容主要是，“管”包括数据的采集、处理和利用过程，“控”包括直接和间接控制，直接控制又细分为集中控制和分散控制，能源管控信息系统根据企业的管理和技术水平虽然有差异，但应包涵上述基本内容。

应用功能

其中最底层矩形框中功能为基本功能，圆角框中为可选功能

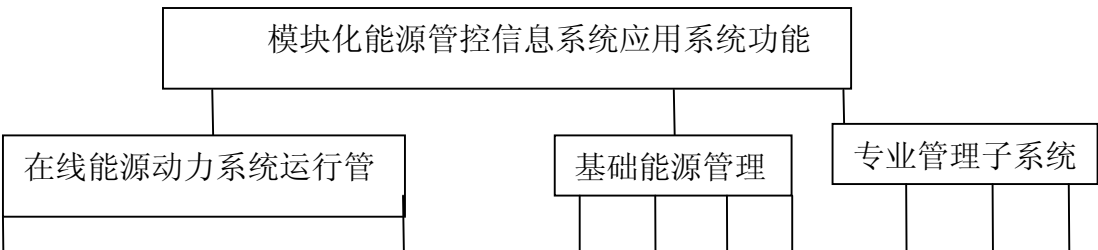


图 3-2 模块化能源管控信息系统应用系统功能

表 3-3 应用功能描述

	应用功能	应用功能简要描述
能源信息管理	能源数据采集与基本处理	数据的完整性、准确性、实时性、独立性、安全性，必要的温压补偿、数据归档及追溯，满足监控和管理要求，
	能源设备的监控与调整	实现重要站所远程操作和调整功能，尤其是涉及能源平衡调度的站所；足够的安全技术措施和管理措施；有效的预案管理；符合行业规范的人机界面；
	能源信息的归档和管理	安全的短时和长时归档、人性化的查询和管理界面、各类信息记录归档、故障信息归档
	能源生产报表管理子系统	提供瞬时报表（按介质）、调度日报及日管理类报表

	能源系统多媒体综合管理子系统	部分站所的视频监视、环保视频监视及分析等；
能源故障管理	能源系统事件及故障记录	事件顺序记录、故障记录、操作记录等
	工艺与设备故障的报警与分析	独立报警通道设计、分级故障报警、故障时序分析、事故预案管理、与控制系统联动处理、紧急减载分析及实施、监督控制和顺控等
	供配电专业安全管理应用	操作安全管理、检修安全管理
基础能源管理	能源计划实绩管理	按照公司生产计划及历史数据编制能源供需计划,指导能源系统按照供需计划组织生产,向主生产线提供所需要的能源量,供需计划按照水、电、油等介质进行;对各能远介质实际发生量、使用量、放散量等数据进行采集、抽取和整理,取得能源生产运行的实绩数据,用于反映各种能源介质生产、分配和使用情况,并对相关能源消耗指标进行管理和分析
	能源分析支持管理	利用数据分析技术,对历史能源数据进行分析,并根据公司生产与设备运行安排,进行能源供需、能耗实绩与计划的比较分析、能源技术经济指标分析等,用以指导公司的能源管理工作,提高公司能源管理水平和能源管理效率。包括能源供需计划分析、能源供需实绩分析、吨煤综合能耗分析、对标分析等

	能源质量管理	对水等能源介质的质量指标进行监测管理，编制各类能源质量报表，同时对各类指标进行跟踪监控和趋势分析，避免质量事故
	能源运行支持管理	能源生产运行管理，是以能源调度日常运行管理的数字化为目标，通过对涉及运行安全、经济运行等事务的管理，提升运行管理和安全水平，实现供能的稳定和安全
专业 管理 子系 统	故障及应急联动管理子系统	由异常、故障或其它条件触发的预案处理、应急联动及基于组态技术的预案生成和管理
	一体化安全管理系统	在监控及管理系统中设计有满足集中安全管理的专业安全管理模块，包括授权、接入管理等
	专业电力系统应用子系统	根据不同企业需求，专门为供配电系统设计的有关电力专业应用子系统：包括潮流计算、短路计算等功能

3.5 企业能源管理的基础工作

加强企业能源管理的各项基础工作，是节能降耗工作实施的必要条件。基础工作是否扎实，将直接关系到节能降耗的效果好坏。

3.5.1 加强能源管理基础工作，树立五个基本观点

1. 资源观点：能源是自然界的重要资源，而自然界的能源毕竟是有限的，大多数是非再生能源，开采一点，就少一点（煤的储量寿命不超过 200 年）。因此，要树立资源观点，要珍惜使用已被开发的有限能源。
2. 全局观点：对于能源的合理分配利用，洗选企业的合理布局、耗能产品的合理设计等，都必须从全局观点出发。

合理组织生产时合理利用能源的重要途径，如把单耗高的分散生产，改组为单耗低的集中生产；利用能源资源较多的地区优势合理配置耗能大的工业等。

3. 系统观点：能源领域包括了一次能源、二次能源等各种对象；又包括能源的勘探、开采、加工、转换、运输、分配、储存、使用等一系列环节；还包括资金、技术、供需、地区、时间等许多条件，这些对象、环节和条件相互联系，相互制约，组成了错综复杂、十分庞大的能源系统。在这系统内部，存在着十分密切的纵向联系和横向，构成纵横交错的能源网络。从总体来说，能源管理的目的是为了求得能源系统内部平衡，对于如此关系复杂、变量众多、结构庞大的系统，为了求取在各种约束条件下的合理化和最优化方案，必须在系统观点的指导下，运用系统工程的方法来解决。就企业内能源问题亦要用系统观点来弄清企业的全部能源流向和能源收支平衡状况，找出节能的潜力和途径，确定合理使用能源的最佳方案。

4. 效益观点：企业如何提高经济效益，以尽量少的劳动消耗和物资、能源消耗，生产出更多符合社会需要的优质产品。所以搞好产品的质量，降低产品使用中的能源消耗是提高经济效益的重要途径。

5. 环境观点：做好节能工作，减少和降低能源消耗，从而降低对环境的污染。要充分利用优质能源清洁生产，采用太阳能、风能等。

3.5.2 企业能源管理工作的三个阶段

1. 加强管理，节能工作起步阶段：企业的有关部门及人员，加强管理，通过抓节能的跑冒滴漏，杜绝浪费能源现象。

2. 以节能为中心的技术改造阶段：企业的管理人员、工程技术人员和生产操作工人，对部分设备与装置进行节能技术改造；同时进一步

加强管理，确保节能效益的实现，把节能工作与企业的生产经营活动紧密联系。

3. 企业对设备及工艺进行全面或局部改造，称之为第三阶段。随着技术的不断进步，相应地对管理提出了更高的要求。同时要求在决策前进行可行性研究，作出必要的技术经济论证。并且在项目审查、批准、组织实施、验收鉴定等一系列环节上都有相应的保证措施，确保节能的效果。

3.5.3 基础工作的主要内容

能源管理基础工作，除了建立完善的规章制度和标准外，还包括能源计量定额考核、统计分析、节奖超罚和教育培训等方面的工作。

1. 能源计量工作。应用各种仪器仪表和衡器对各类能源消耗进行测定，是取得可靠及完整数据的唯一手段，亦是开展经济核算的依据，是提高经济效益的重要环节。

企业的能源及动能计量工作是企业实现现代化的科学管理一项重要的技术基础，亦是搞好节约企业能源与动能管理的基础工作。企业应建立统一管理的计量机构，制订计量管理制度，健全各种原始记录和技术档案等。由企业的计量部门对计量工作实行统一的管理和监督，能源管理部门可以协调、协助或配合计量部门做好能源计量各项工作，执行有关规章制度。如企业计量器具管理办法和实施细则；各种计量器具使用、维护、保养制度；各种计量器具周检制度；各种计量技术档案和资料保管制度，主要包括计量器具卡片、检定记录、巡回检查情况记录、修理记录等。

能源计量器具配备与检测

(1) 进出厂的一次能源如煤等；二次能源如电、成品油等，以及含能工质或载能体水等的计量

(2) 自产二次能源和含能工质及动力站房自产自用的一次能源的计量。

(3) 在生产过程中能源和含能工质、动能的分配、加工、转换、储运和消耗的计量。

(4) 生活和辅助部门的用能计量。

(5) 同时满足以下需要：

- 1) 满足对基本经济核算单位进行能耗考核的需要。
- 2) 满足流程的需要，即按工艺流程、动力管网布置、能源统计信息的实际需要来配备。
- 3) 满足分级配备的需要。先完善一级计量和二级计量，逐步实行三级计量。

(6) 能源计量器具分级配备范围

- 1) 厂级，简称一级。指以厂级核算需要的计量，其中包括外购能源进厂数量的计量，共全厂用的自产能源总量的计量以及直接对外结算用能数量的计量等。
- 2) 车间级，简称二级，指以车间级核算需要的计量。
- 3) 班级（车间、工段级），简称三级，只对班组（重要机台）考核需要的计量。

2. 能耗定额工作。能耗定额是指企业在一定的生产工艺、技术装备和组织管理条件下，为生产单位产品或完成某项任务所规定的能源消耗数量标准，包括质与量两个方面。定质是确定能源所需品种、规格和质量的要求；定量是确定能源消耗所需要的数量。

(1) 建立全面的计量记录制度企业要能达到较高的生产效率和经营效率，必须是每一个生产环节、每项经济活动都达到高度的合理和完善，这必然依赖于严密完整的数据分析，这些数据必须是完整的原始记录上产生的，也就是要建立和健全计量记录制度。

对于能耗定额管理，一般要求掌握下列数据：

- 1) 一次能源（煤、油等）：一次能源的购入量；一次能源运输及其他亏损量和实际入库量；一次能源各部门领用量和管理及亏损量；一次能源的分车间、分部门、工艺的消耗量；一次能源的月底库存量。
- 2) 二次能源：二次能源的产量、转换中亏损量；二次能源购入量；二次能源分厂车间、分部分、设备等的消耗量及亏损量；二次能源的每小时消耗量。
- 3) 每条生产线、设备的实际开工班次，开工时数。
- 4) 每一道工艺或机台的返工作业量，每一道工艺或机台的作业能耗量。

(2) 进行系统的统计分析

全面的计量记录制度的建立和健全、只能提供真实的原始数据，还不能知道全部生产活动是否合理，要确知每一个生产活动环节是否正常，全部相互关系是否合理，还得将原始数据进行系统的统计分析。

(3) 逐步向工艺技术消耗定额过渡

目前，选煤企业产品仅有煤、油、电力等不同种类的总定额指标，这些定额指标有三大特点：

- 1) 当产品结构发生变化而失去作用；
- 2) 当工艺发生变化而失去作用；
- 3) 落实不到车间、工段、班组中去。

有条件的企业按照不同产品、不同规格、不同能源质量制定具体的工艺技术消耗定额指标，这是提高能源管理水平的一条重要途径。

3. 能源统计工作。能源统计分析是能源从进厂到终端消耗全过程的管理，是能源管理有关信息传递、反馈的主要方式，是企业领导在能源管理决策中的重要“参谋”和“助手”。

能源统计分析包括两方面内容：一是对历史资料和现状资料的系统统计，包括对企业各类能源购进、消耗、库存进行分门别类的统计；二是对各种原始记录进行统计分析，掌握企业各部门能源消耗情况，不断提高企业能源管理水平。

(1) 统计工作要求：统计工作必须具有及时性、准确性、有用性，而最本质的要求是统一性。没有统一性，就会使纵向、横向联系的统计指标之间不能衔接，失去数据的可比性。统计分析的统一性，主要是指统一统计范围、统计指标、原始记录、表格和统一计算分析方法等。为实现统计分析的统一性，必须注意从体制、制度、人员上加以保证，设立专职或兼职统计人员。实行统一领导、分级负责的体制，从制度上明确各环节、各部门的统计内容；统计指标和报表汇总时间，各种能源报表由专职部门统一管理。在实践中逐步做到“五统一”，即：对外各种能源消耗报表与厂各种能源消耗台账统一；各车间（科室）能源消耗报表与车间内各耗能班组（机台）台账、原始记录统一；厂各种能源消耗台账与各车间（科室）能源报表统一；各车间（科室）各种能源领用及使用量与供应部门、仓库各种能源发放量以及和财务部门的结算相统一。

原始记录和台账式基础的基础，确保原始记录和台账各种数据的准确性是极为重要的。

(2) 做好原始记录：原始记录是能源统计的最初记录。原始记录不仅是台账、报表的基础，也是成本经济核算的基础。对原始记录填写的要求真实记录各种能源计量的数据；填写数字要整齐、清晰、不随意涂改、更不要伪造数字；数据填报必须由主管负责人定期审核。

(3) 统计台账、报表：为了积累能源管理的历史资料，为呈报上级部门各种能源统计报表提供内容，把从各种能源统计表(或原始记录)反映出来的有关资料加以科学的整理、计算、汇总，使之条理化、系统化、档案化，采用一定的表格形式，按时间的顺序定期登记。

统计台账、报表在能源管理中的作用：

- 1) 便于及时向领导、业务部门和专业人员提供系统资料，有利于指导节能工作开展；
- 2) 便于将系统的资料前后对比、全面分析，掌握其变化规律；
- 3) 将零散的资料收集成册，避免流失，便于保存查阅。
4. 教育培训工作。能源管理是一门综合性的学科，它既包含一定的专业知识，又有相当的社会科学。通过对能源管理干部、技术人员和操作工人的培训，不断提高能源政策水平、能源管理水平和能源科学水平，不但可以促进节能降耗的实现，而且也是一项智力投资，应该是指经营化、制度化。

(1) 培训方式：根据培训对象、内容不同，采用不同的培训方式，主要由：

- 1) 短训班：参加者为短期脱产学习，教学内容比较系统，往往辅之一些参观活动，培训对象主要是从事能源管理干部及有关工程技术人员。

- 2) 专题讲座：一般根据企业实际情况，例如结合企业开展水平衡、电平衡、能平衡工作，可组织有关人员举办测试方法、测试技术方面的讲座。以及能源审计、清洁生产审核等。
- 3) 专业培训班：对某一专题从理论到实际进行较为深入细致的讲授。围绕专题讲述有关基础理论知识、实际操作的具体要求。
- 4) 择优选送从事能源工作的人员进入大专院校进修。

(2) 教育培训内容：

- 1) 国家、部、省的能源方针、政策、法规、标准；
- 2) 本企业的能源管理制度；
- 3) 能源管理的基本知识和能源专业知识；
- 4) 节能降耗的主要途径经；
- 5) 国内外先进的能源管理经验和节能技术。

(3) 搞好考核：不管是何种形式的教育培训，都需要注意效果，而比较有效的办法是对教育培训工作进行认真的考核。合格者发给其结业证书，考核成绩记入本人档案。对学习成绩优异的要给予精神和物质奖励。

3.6 关于选煤厂节能降耗对策的建议

作为煤炭洗选加工行业，在提高煤炭综合利用、保护煤炭资源方面有着极其重要的作用。可是煤炭洗选加工本身需不断地消耗其它能源来支撑煤炭洗选过程。如何在减小煤炭浪费的同时，降低煤炭洗选加工本身吨煤能耗，在选煤厂节能降耗方面有着十分重要的意义。针对目前选煤工业“四耗”：水耗、电耗、油耗、介耗进行分析。

3.6.1 节水降耗

(1) 完善煤泥回收系统

目前,我国选煤厂洗煤工艺多为湿法选煤,因此,选煤厂洗水系统平衡是选煤用水关键环节。随着采煤工作面机械化程度不断提高,原煤中粉煤量急剧增加,年原煤处理能力在400万t的选煤厂,每h就要产生几千 m^3 的煤泥水。这就要求有相配套的回收工艺来将煤泥水中的煤泥回收,使净化后的煤泥水再进入系统循环。如果煤泥回收工艺不完善或不合理,煤泥会在系统中积聚,造成洗水浓度增高,在未实现洗水闭路循环的选煤厂,就会采用外排煤泥水,补加清水来降低洗水浓度,满足煤炭分选的要求。

(2) 注重产品脱水环节控制

要达到洗水系统平衡(即生产系统中加入的清水量等于洗选产品带走的水量),就要在选后产品脱水上下功夫。采用先进的脱水设备,提高产品脱水能力,完善相应的煤泥水净化回收工艺,强化产品脱水过程控制,定期对脱水设备的筛篮、滤网、筛板等设施冲洗和清杂,提高脱水设备的脱水效率。对产品仓储后外运的选煤厂,产品仓壁上要设置相应的泄水孔,将泄除后的水,及时返回洗水系统。注重降低末煤水分,由于末煤表面积比块煤大,水分较多地附着在末煤产品上,所以,注重末煤水分的降低,显得尤为重要。

(3) 实现煤泥水泥系统全程监控、自动处理

随着测压、测流技术不断成熟,煤泥水系统可以实现全程监控,对煤泥水流量、浓度等指标进行监控,能够实现水压、水位自动控制;对输送流体用泵进行变频调速,自动调整泵的工况,保证洗选用水合

理高效。同时可获得准确的数据反映,为提高用水效率提供可靠的数据析。

(4) 加强水系统的日常管理

如果疏于水系统日常管理,清扫水、滴漏水及未预见水量向系统的添加也使得循环水量过大。再加上检修、停车放水流失等,使得水系统中水量波动较大,结果使得进入系统的水量大于产品从系统中带走的水量,水系统平衡被打破。当系统水量增加超过系统容量后,就必须向外排放多余的水,造成对环境的污染和水资源的浪费。因此,要严格控制生产用水,并保证生产用水的质量。生活用水和生产用水必须分开,生活用水可用生产清水,但生活废水要排至生活污水系统,不能混入生产废水中。合理补加清水,设置洗水缓冲池,一方面起平衡缓冲作用,另一方面可对设备做深度净化,厂房内所有生产废水、滴水、冲刷水、事故检修放水等都要汇集到集中水池回收。其中粒度大的煤泥送至有关作业处,洗水则返回生产系统。

节水降耗工作复杂,涉及到煤质、水质以及工艺设备等因素。只要在生产中严格洗水管理制度,搞好洗水平衡,就能达到节水降耗的目的。

3.6.2 节电降耗

(1) 选择合理的选煤工艺

根据相关部门对炼焦煤选煤厂中各个工艺作业所需的电能测定,按总需要量的百分数统计,比例分配如下:煤的分级5.1%~6.1%,重力选煤11.6%~13.6%,产品脱水13.0%~15.5%,产品运输6.9%~9.6%,浮游选煤17.4%~23.0%,产品干燥11.5%~13.2%,煤泥水设备

14.5%~18.4%，辅助车间6.9%，照明4.5%~5.2%。其中，用电量最大的几个基本工艺作业是重力选煤、浮选、脱水和干燥等。因此，在考虑整个选煤厂的节能降耗措施时，应着重注意这些工艺环节，改造落后的生产工艺和设备，简化生产流程，使用性能可靠的设备。如原有跳汰#重介#浮选联合流程，改造为全重介工艺，尤其是对本身无动能消耗的无压三产品重介质旋流器的应用，可有效降低电能消耗。

(2) 加强生产薄弱环节，提高产品台时量

正常生产状态下，电能消耗趋于平稳。而实际生产当中，经常由于设备问题，造成生产中断，这种瞬时起、停车，特别是带负荷起车，会造成很大的电能损耗。因此，降低单位产品用电量是提高选煤厂生产效率的重要措施。这就要提高设备可靠性能，保证质量。

(3) 采用先进技术装备降低电能消耗

对用泵较多的选煤厂来说，由于其高耗低效，其效率只有60%左右，因此，针对泵类设备开展技术改造很有必要。可根据不同工作要求和运行状况，进行改造。例如，对大功率泵可采用变频调速的方法来实现节能，推广高效能设备的应用，采用调速装置和微机自动控制系统，达到设备系统经济运行。同时，还可应用国内外先进的节电仪器来降低电能消耗，如英福特节电技术的应用，可降低谐波和瞬流带来的畸变功耗以及由于瞬变使电感性负载电流损失和温度升高造成的大量铜损和铁损，同时通过抑制瞬流可以有效地防止接触电阻的增大而带来的能量损耗，可节约5%~20%的电能。

(4) 提高选煤自动化程度

实现选煤工艺的自动调节与控制，对工艺流程中重要的设备进行自动集中控制；加强对原料煤、产品运输环节的改造，通过有效计量

与调速结合，建立经济运行自动控制系统。并将原来由人工完成的挡板、闸板、阀门等的开、关均采用自动操作，减少因人为操作带来影响电能消耗的负面影响，同时对生产车间、生活办公场所用电实行与实际情况吻合的集中控制，由此来有效降低电能消耗。总之，为提高选煤厂的生产效率，必须消除机械设备联系系统中影响生产能力的薄弱环节，采用先进的工艺或改进现有工艺，合理与优化工艺系统。

3.6.3 降低药耗

(1) 强化入浮前环节控制

强化入浮前工艺环节控制，充分发挥浮选设备的潜能是降低药耗的关键。这就要求分选设备的分选效率高或工艺流程较为完善，有独立的粗煤泥回收工艺，可实现浮选最佳浓度的自动调整。在工艺指标允许的条件下应采用较高的矿浆浓度，有利于提高浮选机处理能力和降低药剂耗量。同时将生产工艺各环节控制好，无+0.5mm超限粒度进入浮选系统。

(2) 浮选药剂使用

选择适宜的浮选药剂对提高浮精产率、降低浮选药耗有着十分重要的作用。由于煤质特性不同，不同性质的浮选药剂会产生不同的效果。药剂比大小与煤的可浮性和所用流程有关，需根据浮选机工业性试验选择合理的用药比例。对表面疏水性强，可浮性好，细泥含量少和平均粒度较粗的煤，药剂比可小于5: 1。相反，可浮性差的煤，药剂比会增大。同时还要有针对性地选择高灰细泥的抑止剂，降低药剂耗量。

(3) 运用新型浮选设备降低药耗剂量

浮游选煤设备的不断推陈出新,为降低浮洗药剂消耗提供更为广阔的空间。如高选择性浮选机和浮选柱选煤技术,可有效降低精煤灰分;XJM-S系列浮选机处理量大、能耗低、分选效果好,最大容积达 20m^3 。运用TBS煤泥分选机处理煤泥,无需添加任何药剂。因此,在我国煤泥水系统改造当中,使用新型浮选设备,为降低药剂耗量奠定了基础。

3.6.4 降低重介质损失,减少介耗

(1) 加强介质粉性质测定

众所周知,如果介质粉的粒度较粗,在分选末煤时,由于脱介冲水压力不足会随着选后物料一同进入产品中。这就要求购进介质时对介质粒度和水分杂质一定严格把关。通常在选择介质粉时,要求介质磁性物含量必须大于95%,小于325网目的必须在90%以上。

(2) 注重介质循环工艺管理

在实际生产中,如分选原煤粒度变化大,会造成介质循环系统紊乱;分流量的较大波动,容易造成磁选尾矿中重介质流失过多;介质循环系统跑冒滴露严重,还会造成介质损耗等。针对上述情况,根据原料煤粒度组成,实现粒度搭配入洗。借鉴成熟的密度自控系统,根据磁性物含量的高低,决定分流量的大小、实现介质系统介质平衡,保持介质循环系统稳定运行。因此,注重介质循环工艺的管理,是降低介耗的有效办法。

(3) 优化完善介质回收工艺

由于介质循环系统的不稳定或介质添加工艺不合理,造成磁选机入料大小不均,降低磁选机回收效率,使得大量介质损耗在磁选尾矿中。只有实行一段扫选,二段精选流程,才能使得磁选精矿品位提高

和介质耗量下降。运用磁选尾矿机对磁选尾矿进行回收，同样可以减少介质损耗。还可以根据筛上物料层薄厚程度和粒度组成，实现冲水压力的自动调节。并定期对介质回收系统设备进行检查，改善脱介筛工作效果。如果原煤中煤泥含量较大，可选用预先脱泥入选，去除原煤中的煤泥，降低因煤泥含量大造成的介耗高等问题。

本篇总结

山西省超过 50% 地市的独立选煤企业在 2009 到 2011 年的三年当中，平均洗选吨原煤的综合电能消耗是呈现上升的状况。并且，2009 年到 2011 年，山西省独立选煤企业的平均洗选吨原煤综合消耗的电能也是逐年增长的。在实地的调研过程中，我们感受到了独立选煤企业所面临的生存压力。超过 90% 的独立选煤企业的实际年入洗量都不能达到设计入选量的一半。2009 年到 2011 年，煤矿进行整合，这使得依靠外购煤进行洗选的独立选煤企业的煤源受到了限制，这也就限制了独立选煤企业的实际入选量，使得很多独立选煤企业面临着无煤可洗的境况。另外，再加上市场的不稳定，洗出的产品难以销售，这使得很多独立选煤企业面临着双面的困难，有的甚至已经停产，没有停产的，也面临着洗选成本增高的情况。

洗选单位原煤综合电能消耗和洗选单位产品综合能耗限额值见下表：

设计年入选量不同时，洗选单位原煤综合电能消耗限额建议值

设计年入选量	洗选单位原煤综合电能消耗限定值 (kw · h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗准入值 (kw · h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗先进值 (kw · h/t)
≤120 万吨	8.99	6.33	4.47
>120 万吨	8.47	6.24	4.51

产品用途不同时，洗选单位原煤综合电能消耗限额建议值

产品用途	洗选单位原煤综合电能消耗限定值 (kw · h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗准入值 (kw · h/t)	洗选单位原煤综合电能消耗先进值 (kw · h/t)
动力煤	9.96	4.5	3.12
炼焦煤	10.22	6.97	5.12

设计年入选量不同时，洗选单位产品综合能耗限额建议值

设计年入选量	洗选单位产品综合能耗限定值 (kgce/t)	洗选单位产品综合能耗准入值 (kgce/t)	洗选单位产品综合能耗先进值 (kgce/t)
≤120 万吨	131.8	63.2	32.4
>120 万吨	134.23	76.68	48.22

产品用途不同时，洗选单位产品综合能耗限额建议值

产品用途	洗选单位产品综合能耗限定值 (kgce/t)	洗选单位产品综合能耗准入值 (kgce/t)	洗选单位产品综合能耗先进值 (kgce/t)
动力煤	132.36	71.95	38.71
炼焦煤	143.08	88.56	45.23

洗选工艺不同时，洗选单位产品综合能耗限额建议值

洗选工艺	洗选单位产品综合能耗限定值 (kgce/t)	洗选单位产品综合能耗准入值 (kgce/t)	洗选单位产品综合能耗先进值 (kgce/t)
跳汰	156.79	67.50	32.05
跳汰浮选	154.42	95.74	42.12
重介质	157.47	104.56	44.82

本篇介绍了能源管理体系标准研制的背景、意义及其理论基础、标准的核心思想、基本概念/构架分析和关键要素，提出了能源管理部门建设建议、能源管理制度建设建议及能源管控系统建设建议，总结了企业能源管理的基础工作。

节能管理应建立矿厂、车间和班组三级节能管理网络。在矿厂级做到上有领导，下有节能管理部门，成员应包括横向的一些职能管理部门；车间班组设立专职或兼职节能员；最终各级节能管理形成“一把手负总责、节能办监督服务、分部门落实开展、节能目标分解、全员节能行动”的管理体系。

能源管理制度的主要内容是：定量供应制度；用能管理制度；定额管理制度；奖惩制度。

能源管控信息系统最基本要求是涵盖企业主要产能、用能和二次能源生产、利用范围，“管”和“控”各自包涵的内容主要是，“管”包括数据的采集、处理和利用过程，“控”包括直接和间接控制，直接控制又细分为集中控制和分散控制。

企业能源管理的基础工作除了建立完善的规章制度和标准外，还包括能源计量定额考核、统计分析、节奖超罚和教育培训等方面的工作。

附表一

各种能源折算标准系数见表

能源名称	平均低位发热量	折标准煤系数
焦炭	28435 千焦/千克	0.9714 千克标准煤/千克
汽油	43070 千焦/千克	1.4714 千克标准煤/千克
柴油	42652 千焦/千克	1.4571 千克标准煤/千克
电力（当量）	3600 千焦/千瓦时	0.1229 千克标准煤/千瓦时

附表二

以下数据是计算综合电能消耗限入值、准入值和先进值的原始数据。

晋城市独立选煤企业耗电状况

企业名称	可选性	主要工艺	设计 入选量 (万吨)	2009 年		2010 年		2011 年	
				入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)
高平市飞跃洗煤有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	60	14.49	53.03	10.15	37.14	10.53	38.53
高平市宏光贸易有限公司		重选+浮选	60	6.63	52.6	6.7	43.98	4.53	11.05
高平市晋昌洗煤有限公司	难选	跳汰选+浮选	60	30	18	45	31.5	51	40.8
高平市顺源洗煤有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	60	14.7	59.8	10.6	54.8	1.6	25.3
高平市智富源选煤厂	中等可选	跳汰选+浮选	60	30	60	35	70	40	80
沁水县复昶工贸	易选	跳汰选+浮选	60					3.1	25.5
沁水县富康选煤有限公司	易选	跳汰选	60	8	10	9	11	7	9
沁水县沁峰选煤厂	易选	跳汰选	60	10	12	10	8	12	10

沁水县晟达工贸有限公司	易选	跳汰选	60	7	9	8	10	6	8
沁水县鑫源工贸有限公司	中等可选	跳汰选	60	30	8	30	3	40	20
沁水县鑫增选煤有限公司	易选	跳汰选	60	9	20	9	25	10	30
沁水县嘉峰镇五里庙村	易选	跳汰选	60	12	21	11	28	15	34
泽州县贺坡西山润达选煤	易选	跳汰选	60	18	15	21.2	20	17.6	21
高平市古寨选煤厂	中等可选	重选+浮选	45	19	56	19	80	18	70
泽州县振胜工贸有限公司	易选	跳汰选	180	162	153	158	148	173	161

长治地区的独立选煤企业耗电状况

企业名称	可选性	主要工艺	设计 入选量 (万吨)	2009 年		2010 年		2011 年	
				入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)
长治县昌顺洗煤有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	120	23.6	89	26.9	98	35.0	120
长治县金龙洗煤有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	150	28	79	22	102	36	118
长治县永丰瑞霞煤业有限公司	中等可选	中介选+浮选	120	17.5	21	48.4	58	30	36
武昌县昌泰洗煤有限公司	难选	跳汰选+浮选	180			26.9	98	11	120

晋中市独立选煤企业耗电状况

企业名称	可选性	主要工艺	设计 入选量 (万吨)	2009 年		2010 年		2011 年	
				入选量 (万 吨)	电费 (万 元)	入选量 (万 吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)
寿阳县金星煤化有限责任公司	中等可选	跳汰选+浮选	30	18	21	19	24	21	27
灵石县晋泰源选煤有限公司	易选	跳汰选+浮选	60					20	56
灵石县鑫源煤化有限公司	难选	重介选+浮选	90	45	160	57	170	63	200
祁县大正洗煤厂	中等可选	跳汰选+浮选	60	0.4	1.3	0.86	0.7	1.1	0.6
山西银源煤焦开发有限公司		跳汰选+浮选	60			2.43	36.5	7.94	106.47
左权县通宝煤化有限公司	难选	跳汰选+浮选	60	6.9	8	7.5	11	14.46	15
灵石县俊潮煤化有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	120	5	38	3	40	48	210
灵石县存山实业有限公司	中等可选	重介选+浮选	120	64	270	60	300	100	375
介休市钰源煤化有限公司	难选	跳汰选+浮选	180	69	329.13	74.4	351.17	120	268.8

临汾市独立选煤企业耗电状况

企业名称	可选性	主要工艺	设计 入选量 (万吨)	2009 年		2010 年		2011 年	
				入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)
临汾市万鹏实业有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	90	0	5	0	5	0	4
汾西县鑫鑫洗煤厂	中等可选	重介选+浮选	60	4	45	27	105	43	159
古县宇安煤业有限责任公司	易选	跳汰选+浮选	60	15	34	38	90	42	103
洪洞县三兴煤焦有限公司	难选	重介选+浮选	90	0	0	19	89	45	170
洪洞县赵城孙堡振兴煤化厂	易选	跳汰选+浮选	120	0	0	0	0	71	246
吉县昌盛煤业有限公司	中等可选	跳汰选	60	0	0	0	0	0	0

提高山西煤炭独立洗选行业能源利用效率措施和途径研究

山煤国际临汾有限公司鸿昕选煤	中等可选	跳汰选+浮选	60	6.23	64	6.2	61	8.1	69
安泽县风山选煤厂	中等可选	中介选+跳汰选+浮选	90	19.1	132	32.09	129	28.4	117
古安县安煤化有限公司	中等可选	重介选	120	5.2	57	15.53	86	25	144.46
古县华东煤化有限公司		重介选	120	53	164	55	166	49	149
曲沃县长兴洗煤有限责任公司	易选+中等可选	跳汰选+浮选	120	8.3	48.15	7.1	38.73	4.3	24.5
山西贾罕世纪洗煤有限公司	难选	重介选+浮选	120	10	50	12	60	11	55
洪洞县广胜选煤实业有限公司	易选	跳汰选+浮选	60	0.59	3.78	1.37	9.63	7.71	32.35
临汾巨腾洗煤有限公司	易选	重介选	90	17	85	12	60	8	41
乡宁县锦达煤业有限公司	易选	重介选+跳汰选	90	0	0	0	0	9.75	105

吕梁市独立选煤企业耗电状况

企业名称	可选性	主要工艺	设计 入选量（万吨）	2009 年		2010 年		2011 年	
				入选量 （万吨）	电费 （万元）	入选量（万吨）	电费 （万元）	入选量 （万吨）	电费 （万元）
汾阳市胜利煤焦公司	中等可选	重介选+浮选	60	0	0	0	0	6.5	65
柳林县汇丰上白霜洗煤	中等可选	跳汰选+浮选	90	5.97	28.19	8.92	0	21.84	52.87
吕梁勤业煤业有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	60	0	30.82	0	18.44	0	0
山西银海精煤有限公司	中等可选	重介选+浮选	90	70	230	12	80	28	169
中阳县聚源选煤有限公司	易选	跳汰选+浮选	60	22.26	70	28.56	87.8	22.84	93.1
中阳县隆源达选煤有限公司	易选	跳汰选+浮选	60	29.1	65	25.6	56	27.8	60
柳林县晨辉洗煤责任公司	中等可选	重介选+浮选	150	0	0	0	2	3	10
吕梁鑫瑞洗煤有限责任公司	中等可选	重介选+浮选	120	0	186.7	12.27	140.4	20.54	255.1
兴县本鑫煤炭洗选公司	中等可选	重介选+浮选	120		4.23		2.83		13.69

中阳县信征选煤有限公司	易选	重介选+浮选	120	30.12	150	32.8	150	26.76	160
中阳县智旭选煤有限公司	难选	重介选+浮选	120	0	0	0	0	27	60
柳林县凌志大井沟洗煤	难选	重介选+浮选	480	0	0	0	0	127	710
兴县华邦能源有限责任公司	难选	重介选	300	0	0	0	0	80	270

运城独立选煤企业耗电状况

企业名称	可选性	主要工艺	设计 入选量 (万吨)	2009 年		2010 年		2011 年	
				入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)
河津市民政福利洗煤厂有限公司	中等可选	重介选+浮选	120	11.74	77.13	12.48	84.24	13.78	94.26
山西鼎和洗煤有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	120	20	150	40	300	40	310

太原市独立选煤耗电状况

企业名称	可选性	主要工艺	设计 入选 量（万 吨）	2009 年		2010 年		2011 年	
				入选量 （万吨）	电费 （万元）	入选量 （万吨）	电费 （万元）	入选量 （万吨）	电费 （万元）
古交富登选煤厂	难选	跳汰选+浮选	60	1.2	20	4	30	9	40
古交市恒昌煤焦有限公司	难选	跳汰选+浮选	60	1	20	4	30	7	40
古交市鸿达选煤有限公司	难选	跳汰选+浮选	60	10	15	11	16	13	18
古交市金宇煤业有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	60	7.5	31	3.9	14	8.9	33
古交市三江煤业有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	60	42.33	126	42.03	121	55.6	156
古交市鑫茂洗煤厂	中等可选	跳汰选+浮选	80	0	8.5	2.4	20.4	2.2	15.2
清徐县凡生洗煤有限公司	易选	跳汰选+浮选	90	10	13	14	19	18	22
清徐县华盛洗煤有限公司	易选	跳汰选	90	18	40	14	46	39	921
清徐县进丰煤业有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	90	10.84	10.56	12.51	36.1	13.85	51.9
清徐县中吉煤业有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	60	0	9	12	43	25	97
山西胜洁煤化集团	易选	重介选+跳汰选+浮 选	80	13	30	12	40	18	40

太原市晋茂实业有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	60	0	0	9	23	10	36
古交市宏祥煤业有限公司	中等可选	重介选+跳汰选	150	0	12	0	10	4	34
古交市汇丰源选煤有限公司			120	4.85	16	8.36	29	2.97	11
清徐县海盛洗煤有限公司	易选	重介选+跳汰选+浮选	120	3	8.83	15	32.3	20	42.21
古交市福泰新洗煤有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	180						
古交市海翔洗煤有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	180						
古交市晋扬富煤业有限公司	难选	跳汰选+浮选	180	0	7	0	6.8	0	5.9
古交市景阳煤业有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	180						
古交市太阳神煤炭实业有限	易选	重介选+浮选	180	0	0	0	0	30	123

朔州独立选煤企业耗电状况

企业名称	可选性	主要工艺	设计 入选量 (万吨)	2009 年		2010 年		2011 年	
				入选量 (万 吨)	电费 (万 元)	入选量 (万 吨)	电费 (万元)	入选量 (万 吨)	电费 (万元)
怀仁县众鑫洗煤有限责任公司	中等可选	跳汰选	80	0	0	0	0	30	72.5
红杉选煤厂	易选	跳汰选	120	42.3	23.96	59.3	39.55	91.9	60.72
怀仁县恒亿通洗煤有限公司	中等可选	跳汰选							
朔州市金鑫煤业有限公司	中等可选	跳汰选	180		12		13		11
朔州中煤杨润选美有限公司	易选	重介选	500	0	0	248.49	750	231.53	723
应县福盛洁净煤有限公司	难选	跳汰选+浮选	100	21	50	26	70	39	90

忻州市独立选煤企业耗电状况

企业名称	可选性	主要工艺	设计 入选量 (万吨)	2009 年		2010 年		2011 年	
				入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)
宁武同兴洗煤长	难选	跳汰选+浮选	45	0	20	3	25	7	10
宁武县鑫隆洗煤有限责任公司	易选	跳汰选+浮选	60						
五寨县昌泰洗选煤有限公司	中等可选	跳汰选							
五寨县易龙洗煤有限公司	易选	跳汰选+浮选	180	27	120	55	40	97	36
忻州市向阳洗煤有限公司	易选	跳汰选	60	0	0	0	0	1	2.3
五寨县龙泰煤焦化有限公司	易选	跳汰选+浮选	180	49	70	77	114	113	138
宏达煤炭有限公司	易选	跳汰选	300	310	40	460	70	450	87
五寨县隆兴源工贸有限公司	中等可选	跳汰选+浮选	180	70	50	60	80	130	80

阳泉市独立选煤企业耗电状况

企业名称	可选性	主要工艺	设计 入选量 (万吨)	2009 年		2010 年		2011 年	
				入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)	入选量 (万吨)	电费 (万元)
平定县如海选煤厂	中等可选	跳汰选	60	10	26	13	28.3	23	28.5
阳泉市聚源今美工贸有限公司	难选	跳汰选	90	8.5	15.5	9.5	19.8	8.2	21
平定县盛世煤业有限公司	中等可选	跳汰选	180	60	170	63	140	70	166
山西益鑫剩洗煤有限公司	中等可选	跳汰选	200	0	0	0	0	35	51.46

附表三

晋城市独立选煤企业耗电状况

企业名称	实际耗煤量 (Kg/t)			实际耗水量 (m ³ /t)			实际油耗量(Kg/t)		
	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年
高平市飞跃洗煤有限公司									
高平市宏光贸易有限公司	6.03	8.15	6.07	77.05	59.72	55.55	0.05	0.05	0.05
高平市晋昌洗煤有限公司	262000	720000	450000	12.4	34.3	21.2	25000	34500	21400
高平市顺源洗煤有限公司			11.8			119000			0.18
高平市智富源选煤厂									
沁水县复昶工贸有限公司			5			55			0.15
沁水县富康选煤有限公司									
沁水县沁峰选煤厂	4.9	4.92	5				95	92	96
沁水县晟达工贸有限责任公司	7.28	6.02	6.92	6.63	6.7	4.53	1.6	1.43	1.25
沁水县鑫源工贸有限公司	11	11	10	1.1	1.1	1.02	0.12	0.12	0.11
沁水县鑫增选煤有限公司	5.67	6.98	5.66	14.7	10.6	1.6	7.5	7.4	7.7

沁水县宇峰工贸有限公司	4.7	4.5	4.3	300000	350000	400000	98	98	91
泽州县贺坡西山润达选煤有限公司						3.1			
高平市古寨选煤厂	1.5	1.5	1.5				0.05	0.05	0.05
泽州县品高源洗煤厂	1.5	1.5	1.5				0.05	0.05	0.05

朔州独立选煤企业耗能状况

企业名称	实际耗煤量 (Kg/t)			实际耗水量 (m ³ /t)			实际油耗量(Kg/t)		
	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年
怀仁县众鑫洗煤有限责任公司	0	0	30			4.5			0.45
山阴县红杉洗煤有限公司	42.3	59.3	91.9	399100	659300	738903	153	200	280
怀仁县恒亿通有限责任公司						4.5			0.45
朔州市金鑫煤业有限公司				5	3.5	3	18	15	13
朔州中煤杨润洗选有限公司	0	248.49	231.53		129984 71	1016152 6			

晋中市独立选煤企业耗能状况

企业名称	实际耗煤量 (Kg/t)			实际耗水量 (m ³ /t)			实际油耗量(Kg/t)		
	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年
寿阳县金星煤化有限责任公司	18	19	21	27 万	30 万	34 万	18	19	21
灵石县晋泰源选煤有限公司			20			10			10
灵石鑫源煤业	45	57	63						
祁县大正洗煤厂	0.4	0.86	1.1	6.8	6.6	6.3	50	48	46
山西银源煤焦开发有限公司		2.43	7.94	108317	2345711			24313.0	79486
左权县通宝煤化有限公司	6.9	7.5	14.46	6	6.3	6.3			
灵石俊潮煤业	5	3	48	5	5	4	0.02	0.02	0.02
山西省灵石存山实业有限公司	64	60	100	9	9	8			
介休市钰源煤化有限公司	69	74.4	120	4.77	4.72	4.74	69	74.4	120

临汾市独立选煤企业耗能状况

企业名称	实际耗煤量 (Kg/t)			实际耗水量 (m3/t)			实际油耗量(Kg/t)		
	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年
安泽县东宝洗煤厂	0	0	0						
临汾市万鹏实业有限公司	4	27	43		10.24	8.35		1.16	1.18
汾西鑫鑫选煤厂	15	38	42	3.4	3.38	3.37	107145	271434	300006
古县宇安煤业有限责任公司	0	19	45						
洪洞县三兴煤焦有限公司	0	0	71	17	16.4	14.5	1.8	1.5	1.5
洪洞县赵城孙堡振兴煤化厂	0	0	0						
吉县昌盛煤业有限公司 (停产)	6.23	6.2	8.1						
山煤国际能源集团临汾有限公司鸿昕选煤厂	19.1	32.09	28.4	15.31	9.1	8.4	1.01	1.05	1.05
山西省安泽县风山选煤厂	5.2	15.53	25	764133	100789 5	150550 5	38193	113388	185617
古县安安煤化有限公司	53	55	49	6.6	6.02	5.82	378579	392865	350007
古县华东煤化有限公司	8.3	7.1	4.3	9.9	9.5	9	1.45	1.42	1.4
曲沃县长兴洗煤有限责任公司	10	12	11						

长治地区的独立选煤企业耗能状况

企业名称	实际耗煤量 (Kg/t)			实际耗水量 (m ³ /t)			实际油耗量(Kg/t)		
	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年
长治县昌顺洗煤有限公司									
长治县金龙洗煤有限公司	77.05	59.72	55.55	0.05	0.05	0.05	0.58	0.72	0.61
长治县永丰瑞霞煤业有限公司	12.4	34.3	21.2	25000	34500	21400	43.4	120	74.5
武乡县泰昌洗煤有限公司			119000			0.18			0.31

吕梁市独立选煤企业耗能状况

企业名称	实际耗煤量 (Kg/t)			实际耗水量 (m3/t)			实际油耗量(Kg/t)		
	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年
汾阳市胜利煤焦有限公司	0	0	6.5			5			60
柳林县汇丰上白霜洗煤有限责任公司	5.97	8.92	21.84						
吕梁勤业达煤业有限公司	0	0	0	308206	188408.8		279726	262272	203819
山西银海精煤有限公司	70	12	28	5.5	11	10			
中阳县聚源选煤有限公司	22.26	28.56	22.84	4.5	4.4	4.5	159061	204008	163110
中阳县隆源达选煤有限公司	29.1	25.6	27.8	3.7	3.6	3.6	20.78	18.29	
柳林县晨辉洗煤有限责任公司	0	0	3			9			4
吕梁鑫瑞洗煤有限责任公司	0	12.27	20.54		12	12		30	30
山西省兴县东鑫煤炭洗选有限公司									
中阳县信征洗煤有限责任公司	30.12	32.8	26.76	2142	2243	2285			60.23
中阳县智旭选煤有限公司	0	0	27			7			
柳林县凌志大井沟洗煤有限公司	0	0	127						
兴县华邦能源有限公司	0	0	80						

阳泉市独立选煤企业耗能状况

企业名称	实际耗煤量 (Kg/t)			实际耗水量 (m ³ /t)			实际油耗量(Kg/t)		
	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年
平定县如海洗煤有限公司	10	13	23	1.8	1.8	2.1			
阳泉市聚源今美工贸有限公司	8.5	9.5	8.2	4.5	4	3.8	35	40	38
平定县盛世煤业有限公司	60	63	70	3	3.8	4.6			
山西益鑫盛洗煤有限公司	0	0	35			2.2			

太原市独立选煤耗能状况

企业名称	实际耗煤量 (Kg/t)			实际耗水量 (m ³ /t)			实际油耗量(Kg/t)		
	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年
古交市富登选煤厂	10	11	13	30	30	62	1800	18383	6568
古交市恒昌煤焦有限公司	7.5	3.9	8.9	0.01	0.01	0.01	53907	27738	63781
古交市鸿达选煤有限公司	42.33	42.03	55.6			261.74	423297		
古交市金宇煤业有限公司	0	2.4	2.2	0	0.12	0.13	0	2.4	2.2
古交市三江煤业有限公司	10	14	18	3.4	3.2	3	8000	12000	13000
古交市鑫茂洗煤厂	18	14	39	751102	1010542	193261 3	177360	141760	394430
清徐县凡生洗煤有限公司	10.84	12.51	13.85	3.2	4.57	4.8	0.3	0.65	0.3
清徐县华盛洗煤有限公司	0	12	25	0	6.5	6.5	0	5492	5854
清徐县进丰煤业有限公司	13	12	18	2.5	2.5	2.5			
清徐县中吉煤业有限公司	0	9	10		4.5	6.8		69072	74358
山西胜洁渊煤化集团有限公司	0	0	4			7		2	1.5
太原市晋茂实业有限公司	4.85	8.36	2.97	4.68	4.9	4.85	34661	59735.48	21215

古交市宏祥煤业有限公司(古交市宏祥洗煤厂)	3	15	20						
古交市汇丰源选煤有限公司				9	9.5	9.8	70	70	70
清徐县海盛洗煤有限公司							70	70	70
古交市福泰新洗煤有限公司	0	0	0						
古交市海翔洗煤有限公司							70	70	70
古交市晋扬富煤业有限公司	0	0	30						
古交市景阳煤业有限公司	10	11	13	30	30	62	1800	18383	6568
古交市太阳神煤炭实业有限公司	7.5	3.9	8.9	0.01	0.01	0.01	53907	27738	63781

忻州市独立选煤企业耗能状况

企业名称	实际耗煤量 (Kg/t)			实际耗水量 (m ³ /t)			实际油耗量(Kg/t)		
	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年
宁武同兴洗选煤有限责任公司	0	3	7					30000	50000
宁武县华北屯乡鑫隆洗煤有限责任公司									
五寨县昌泰洗煤有限公司									
五寨县易隆选煤有限责任公司	27	55	97	55	133	133	27	55	97
忻州市向阳洗煤有限公司	0	0	1						10000
五寨县隆泰煤焦化有限责任公司	49	77	113	87.5 万	134 万	163 万	49	77	113
山西省国新能源发展集团宏达煤炭有限公司	310	460	450	89.7 万			47	75	130
五寨县隆兴源工贸有限责任公司	70	60	130	87.5 万	134 万	163 万	48	77	112

第三篇

山西省煤炭独立洗选企业中煤、煤泥 合理有效利用及煤矸石资源化利用 途径建议

第一章 中煤合理有效利用途径与建议

1.1 背景意义

中煤是各种选煤工艺中富集回收了精煤和排出了矸石（尾煤）以后的中间产品。由于煤种的不同，加上各选煤厂所要求的精煤回收指标的差异，不同选煤厂和不同煤种的中煤特性差异很大，据实际资料表明，各选煤厂产出的不同煤种的中煤，其灰分含量在 30%-50%之间，且绝大部分为 35%-45%。由于不同煤种的煤质特性差别较大，为了将中煤按其自身特征进行分别研究，可将其按灰分以及发热量进行划分，由于煤的灰分是煤中矿物质含量的直观表现，因而按灰分含量进行中煤的分类，对了解中煤中矿物含量的多少有直接的帮助。

一般情况下，中煤灰分含量的高低主要受原煤自身可选性的难易程度和选煤厂的技术经济指标控制。难选煤种的中煤，尤其高硫焦煤的中煤，其灰分含量一般较低，其主要原因是控制精煤质量的结果。

中煤是煤炭洗选加工的副产品。随着我国煤炭开采产量和原煤入洗率的增加，中煤的产量也在逐年增加。因此，及时、有效、经济地解决选煤厂中煤的回收和利用，对于保护环境、保障生产、节约能源、提高效益等诸多方面均具有重要意义。中煤中含有大量可燃性成分，其主要利用途径是燃烧，通过将中煤燃烧发电，也可以再选得到发热量较高的精煤。

在我省，独立洗选企业的中煤在不同发热量、不同灰分情况下其有效利用的途径有所不同。发热量在 1000-2500（大卡）时，中煤用于发电的企业占 11.76%，用于再选的企业占 41.18%，用于销售的企业占 47.59%；发热量在 2500-3500（大卡）时，中煤用于发电的企业占 9.09%，用于再选的企业占 9.09%，用于销售的企业占 93.94%；发热量在 3500-5000（大卡）时，中煤用于发电的企业占 3.33%，用于再选的企业占 13.33%，用于销售的企业占 90.00%；灰分在 30%-40%时，中煤用于发电的企业占 9.09%，中煤用于再选的企业占 12.12%，中煤用于销售的企业占 84.84%；灰分在 40%-50%时，中煤用于再选的企业占 9.09%，中煤用于销售的企业占 90.91%；灰分在 50%-75%时，中煤用于发电的企业占 12.50%，中煤用于再选的企业占 25.00%，中煤用于销售的企业占 62.50%。

1.2 中煤合理有效利用现状及分析

对于省内每个独立企业的调研回执资料，我们都进行了整理以及分析，以下各表按照发热量以及灰分列出了企业的中煤利用情况并进行分析：

1.2.1 按照发热量划分

表 1-1 发热量 1000-2500（大卡）

序号	企业名称	入选量 (万吨/ 年)	中煤				所在 地区
			产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用途径	
1	长治县永丰瑞霞煤业有限公司	120	14	52	1800-2500	销售	长治
2	高平市飞跃洗煤有限公司	60	6	40	2000-2500	销售	晋城
3	高平市智富源选煤厂	60	3	50	2000-2500	销售	晋城
4	泽州县品高源洗煤厂	60	10	30	1500	销售	晋城
5	山西省寿阳县金星煤化有限责任公司	30	9	65	2300-2500	销售	晋中
6	石县晋泰源选煤有限公司	60	10	40	2000	销售	晋中
7	介休市钰源煤化有限公司	180	13	26	2500	中煤再选	晋中
8	安泽县东宝洗煤厂	60	10	60	2000	销售	临汾
9	古县安安煤化有限公司	120	20	30	1800	中煤再选	临汾
10	曲沃县长兴洗煤有限责任公司	120	17	20-25	2000	中煤再选	临汾
11	中阳县隆源达选煤有限公司	60	15	26	2000-2600	发电	临汾
12	平定县如海选煤有限公司	60	21	50-60	1800-2300	中煤再选	阳泉
13	阳泉市聚源今美工贸有限公司	90	25	23	2500	中煤再选	阳泉
14	平定县盛世煤业有限公司	180	21.12	37.27	2000	中煤再选	阳泉

15	山西益鑫盛洗煤有限公司	200	20	50-60	1000-2500	中煤再选	阳泉
16	五寨县隆泰煤焦化有限责任公司	180	14	68	1000-1300	销售	忻州
17	清徐县华盛洗煤有限公司	90	10	35	1300	发电	太原

从表中分析得出：发热量在 1000-2500（大卡）时，中煤用于发电的企业占 11.76%，用于再选的企业占 41.18%，用于销售的企业占 47.59%。

1. 当发热量在 1000-2500（大卡）时，灰分在 20%-30%之间的企业有 6 家，中煤用于发电的企业占 16.67%，用于再选的企业占 66.67%，用于销售的企业占 16.67%；
2. 当发热量在 1000-2500（大卡）时，灰分在 30%-40%之间的企业有 4 家，中煤用于发电的企业占 25%，用于再选的企业占 25%，用于销售的企业占 50%；
3. 当发热量在 1000-2500（大卡）时，灰分在 40%-50%之间的企业有 1 家，中煤用于销售；
4. 当发热量在 1000-2500（大卡）时，灰分在 50%-75%之间的企业有 6 家，中煤用于再选的企业占 33.33%，用于销售的企业占 66.6%。

表 1-2 发热量 2500-3500（大卡）

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	中煤				
			产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用途 径	所在 地区
1	长治县昌顺洗煤有限公司	120	16	45	2300-2800	销售	长治
2	武乡县洪水镇洪水村	180	10	40	2600	销售	长治
3	大同县诚升洗煤有限责任公司	90	20	47	3000	销售	大同
4	高平市宏光贸易有限公司	60	60	32	3300-3500	销售	晋城
5	高平市晋昌洗煤有限公司	60	10	46.8	3500	销售	晋城
6	高平市顺源洗煤有限公司	60	2.9	45	<3000	销售	晋城
7	沁水县复昶工贸有限公司	60	10.9	33.8	2700-3100	销售	晋城
8	沁水县富康选煤有限公司	60	10	40	2000-3000	销售	晋城
9	沁水县沁峰选煤厂	60	10	40	2000-3000	销售	晋城
10	沁水县晟达工贸有限公司	60	10	40	2000-3000	销售	晋城
11	泽州县贺坡西山润达选煤有限公司	60	9.5	37	2700	销售	晋城
12	泽州县振胜工贸有限公司	180	8	70	3000-3500	中煤再选	晋城

提高山西煤炭独立洗选行业能源利用效率措施和途径研究

13	山西银源煤焦 开发有限公司	60	4	33	2000-3000	销售	晋中
14	左权县通宝煤 化有限公司	60	8	27.45	2000-3000	发电	晋中
15	山西省灵石县 鑫源煤化有限 责任公司	90	6.5	34.23	3000	销售	晋中
16	灵石县俊潮煤 化有限责任公 司	120	3	23	3000	发电、销 售	晋中
17	山西省灵石存 山实业有限公 司	120	6	50	2000-3000	销售	晋中
18	吉县昌盛煤业 有限公司	60	12.5	40	3000-3500	销售	临汾
19	洪洞县赵城孙 堡振兴煤化厂	120	12	30	2000-3000	销售	临汾
20	中阳县聚源选 煤有限公司	60	10	50	3000	销售	吕梁
21	山西银海精煤 有限公司	90	10-1 5.0	43	2500-3200	销售	吕梁
22	山阴县红杉选 煤有限公司	120	12	31	2500-3200	中煤再 选、发 电、销售	朔州
23	朔州中煤杨涧 洗选有限公司	500	4.9	22.83	3100-3600	销售	朔州
24	山西鼎和洗煤 有限公司	120	20	28	3000	销售	运城
25	宁武同兴洗选 煤有限责任公 司	45	12	40	3000	销售	忻州

26	山西省国新能 源发展集团宏 达煤炭有限公 司	300	23	32	3200	销售	忻州
27	五寨县隆兴源 工贸有限责任 公司	300	25	27	3200	销售	忻州
28	古交市富登选 煤有限公司	60	25	30	2700-2900	销售	太原
29	古交市恒昌煤 焦有限公司	60	25	30	2700-2900	销售	太原
30	清徐县凡生洗 煤有限公司	90	4	24	2800	销售	太原
31	清徐县进丰煤 业有限公司	90	10	23	2600	销售	太原
32	清徐县中吉煤 业有限公司	60	6	37	2000-3000	销售	太原
33	山西胜洁渊煤 化集团有限公 司	80	17	38	2000-3000	再选	太原

从表中分析得出：发热量在 2500-3500（大卡）时，中煤用于发电的企业占 9.09%，用于再选的企业占 9.09%，用于销售的企业占 93.94%。

1. 当发热量在 2500-3500（大卡）时，灰分在 20%-30%之间的企业有 10 家，中煤用于发电的企业占 20%，用于销售的企业占 90%；

2. 当发热量在 2500-3500（大卡）时，灰分在 30%-40%之间的企业有 15 家，中煤用于发电的企业占 6.67%，用于再选的企业占 13.33%，用于销售的企业占 93.33%；
3. 当发热量在 2500-3500（大卡）时，灰分在 40%-50%之间的企业有 7 家，中煤用于销售；
4. 当发热量在 2500-3500（大卡）时，灰分在 50%-75%之间的企业有 1 家，中煤用于再选。

表 1-3 发热量 3500-5000（大卡）

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	产率 (%)	中煤				所在 地区
				灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用途 径		
1	长治县金龙洗煤有限公司	150	15	28.5	4000-5000	销售		长治
2	沁水县鑫源工贸有限公司	60	5	30	4000-5000	销售		晋城
3	沁水县鑫增选煤有限公司	60	15	60	4000	发电		晋城
4	汾西县鑫鑫洗煤厂	60	13	30	3000-4200	销售		临汾
5	古县宇安煤业有 限责任公司	60	15	50	4000	中煤再 选，销售		临汾
6	山煤国际能源集 团临汾有限公司 鸿昕选煤厂	60	3	45	4000	销售		临汾
7	洪洞县三兴煤焦 有限公司	90	20	30	4000-5000	中煤再 选，销售		临汾
8	山西省安泽县风 山选煤厂	90	10	72	3700	销售		临汾

9	临汾市万鹏实业有限公司	90	16.84	20	3800-4200	销售	临汾
10	古县华东煤化有限公司	120	10	20	4500	中煤再选	临汾
11	山西贾罕世纪洗煤有限公司	120	10	20-25	3500-4500	销售	临汾
12	汾阳市胜利煤焦有限公司	60	12.56	35	3000-4500	销售	吕梁
13	山西省柳林县汇丰上白霜洗煤有限责任公司	90	15	39	4500	销售	吕梁
14	吕梁鑫瑞洗煤有限责任公司	120	28	30	4800	销售	吕梁
15	山西省兴县东鑫煤炭洗选有限公司	120	15.7	27.9	3700-4200	销售	吕梁
16	中阳县信征选煤有限责任公司	120	7	36	3500-4200	销售	吕梁
17	中阳县智旭选煤有限公司	120	12	35-40	3500-4000	销售	吕梁
18	柳林县晨辉洗煤有限责任公司	150	23	45	4650	销售	吕梁
19	兴县华邦能源有限责任公司	300	18-25	25-30	4000-4300	销售	吕梁
20	柳林县凌志大井沟洗煤有限公司	480	24	37	4100-4200	销售	吕梁
21	怀仁县众鑫洗煤有限责任公司	180	0.15	37 左右	3500-4000	销售	朔州
22	怀仁县恒亿通洗煤有限责任公司	180	0.15	37 左右	3500-4000	销售	朔州
23	朔州市金鑫煤业	180	6	28	3800	销售	朔州

	有限公司						
24	河津市民政福利 煤化有限公司	120	8	38.5	3500-4000	销售	运城
25	五寨县易隆选煤 有限责任公司	180	15	22	3800-4200	中煤再 选	忻州
26	忻州市向阳洗煤 有限公司	60	8	25	4000	销售	忻州
27	古交市鸿达选煤 有限公司	60	25	28	3900-4100	销售	太原
28	古交市金字煤业 有限公司	60	15	39	3600-4100	销售	太原
29	古交市三江煤业 有限公司	60	17.8	27	4200	销售	太原
30	古交市鑫茂洗煤 厂	80	20	50	3500-5300	销售	太原

从表中分析得出：发热量在 3500-5000（大卡）时，中煤用于发电的企业占 3.33%，用于再选的企业占 13.33%，用于销售的企业占 9%。

1. 当发热量在 3500-5000（大卡）时，灰分在 20%-30%之间的企业有 15 家，中煤用于再选的企业占 20%，用于销售的企业占 86.67%；
2. 当发热量在 3500-5000（大卡）时，灰分在 30%-40%之间的企业有 9 家，中煤用于用于销售；
3. 当发热量在 3500-5000（大卡）时，灰分在 40%-50%之间的企业有 4 家，中煤用于再选的企业占 25%，销售的企业占 100%；
4. 当发热量在 3500-5000（大卡）时，灰分在 50%-75%之间的企业有 2 家，中煤用于发电的企业占 50%，用于销售的企业占 50%。

1.2.2 按照灰分划分

表 1-4 灰分 20%-30%

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	中煤				所在地
			产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用途径	
1	长治县金龙洗煤有限公司	150	15	28.5	4000-5000	销售	长治
2	沁水县鑫源工贸有限公司	60	5	30	4000-5000	销售	晋城
3	泽州县品高源洗煤厂	60	10	30	1300	销售	晋城
4	灵石县俊潮煤化有限责任公司	120	3	23	3000	发电、销售	晋中
5	介休市钰源煤化有限公司	180	13	26	2500	中煤再选	晋中
6	汾西县鑫鑫洗煤厂	60	13	30	3000-4200	销售	临汾
7	洪洞县三兴煤焦有限公司	90	20	30	4000-5000	中煤再选，销售	临汾
8	临汾市万鹏实业有限公司	90	16.8	20	3800-4200	销售	临汾
9	洪洞县赵城孙堡振兴煤化厂	120	12	30	2000-2800	销售	临汾
10	古县安安煤化有限公司	120	20	30	1800	中煤再选	临汾
11	古县华东煤化有限公司	120	10	20	4500	中煤再选	临汾
12	曲沃县长兴洗煤有限公司	120	17	20-25	2000	中煤再选	临汾

13	山西贾罕世纪 洗煤有限公司	120	10	20-25	3500-4500	销售	临汾
14	中阳县隆源达 选煤有限公司	60	15	26	2000-2600	发电	吕梁
15	吕梁鑫瑞洗煤 有限责任公司	120	28	30	4800	销售	吕梁
16	山西省兴县东 鑫煤炭洗选有 限公司	120	15.7	27.9	3700-4200	销售	吕梁
17	兴县华邦能源 有限责任公司	300	18-25	25-35	4000-4300	销售	吕梁
18	朔州市金鑫煤 业有限公司	180	6	28	3800	销售	朔州
19	朔州中煤杨润 洗选有限公司	500	4.9	22.83	3100-3600	销售	朔州
20	山西鼎和洗煤 有限公司	120	20	28	3000	销售	运城
21	阳泉市聚源今 美工贸公司	90	25	23	2500	中煤再选	阳泉
22	五寨县隆兴源 工贸有限责任 公司	300	25	27	3200	销售	忻州
23	古交市富登选 煤有限公司	60	25	30	2700-2900	销售	太原
24	古交市恒昌煤 焦有限公司	60	25	30	2700-2900	销售	太原
25	古交市鸿达选 煤有限公司	60	25	28	3900-4100	销售	太原
26	清徐县凡生洗 煤有限公司	90	4	24	2800	销售	太原
27	清徐县进丰煤	90	10	23	2600	销售	太原

业有限公司

从表中分析得出：灰分在 20%-30%时，中煤用于发电的企业占 7.41%，中煤用于再选的企业占 22.22%，中煤用于销售的企业占 77.78%。

1. 当灰分在 20%-30%时，发热量在 1000-2500（大卡）之间的企业有 7 家，中煤用于发电的企业占 14.29%，用于再选的企业占 57.14%，用于销售的企业占 28.57%；
2. 当灰分在 20%-30%时，发热量在 2500-3500（大卡）之间的企业有 8 家，中煤用于发电的企业占 12.5%，用于销售的企业占 100%；
3. 当灰分在 20%-30%时，发热量在 3500-5000（大卡）之间的企业 12 家，中煤用于再选的企业占 16.67%，用于销售的企业占 91.67%。

表 1-5 灰分 30%-40%

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	中煤				
			产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用 途径	所在 地
1	武乡县洪水镇洪水村	180	10	40	2600	销售	长治
2	高平市飞跃洗煤有限公司	60	6	40	2000-2500	销售	晋城
3	高平市宏光贸易有限公司	60	60	32	3300-3500	销售	晋城
4	沁水县复昶工贸有限公司	60	10.9	33.8	2700-3100	销售	晋城
5	沁水县富康选煤有限公司	60	10	40	2400-3000	销售	晋城
6	沁水县沁峰选煤厂	60	10	40	2400-3000	销售	晋城
7	沁水县晟达工贸有限责任公司	60	10	40	2400-3000	销售	晋城

提高山西煤炭独立洗选行业能源利用效率措施和途径研究

8	泽州县贺坡西山润达 选煤有限公司	60	9.5	37	2700	销售	晋城
9	山西省高平市古寨选 煤厂	120	2-3.0	38-41	4400	销售	晋城
10	石县晋泰源选煤有限 公司	60	10	40	2000	销售	晋中
11	祁县大正洗煤厂	60	5	40	3000	销售	晋中
12	山西银源煤焦开发有 限公司	60	4	33	2000-280 0	销售	晋中
13	山西省灵石县鑫源煤 化有限责任公司	90	6.5	34.23	3000	销售	晋中
14	吉县昌盛煤业有限公 司	60	12.5	40	3000-350 0	销售	临汾
15	吕梁勤业达煤业有限 公司	60	10-2 0.0	30-40	3000	中煤 再选	吕梁
16	山西省柳林县汇丰上 白霜洗煤有限责任公 司	90	15	39	4500	销售	吕梁
17	中阳县信征选煤有限 责任公司	120	7	36	3500-420 0	销售	吕梁
18	中阳县智旭选煤有限 公司	120	12	35-40	3500-400 0	销售	吕梁
19	柳林县凌志大井沟洗 煤有限公司	480	24	37	4100-420 0	销售	吕梁
20	怀仁县众鑫洗煤有限 责任公司	180	0.15	37 左 右	3500-400 0	销售	朔州
21	山阴县红杉选煤有限 公司	120	12	31	2500-320 0	中煤 再选 发电 销售	朔州

22	怀仁县恒亿通洗煤有 限责任公司	180	0.15	37 左 右	3500-400 0	销售	朔州
23	河津市民政福利煤化 有限公司	120	8	38.5	3500-400 0	销售	运城
24	平定县盛世煤业有限 公司	180	21.12	37.27	2000	中煤 再选	阳泉
25	宁武同兴洗选煤有限 责任公司	45	12	40	3000	销售	忻州
26	山西省国新能源发展 集团宏达煤炭有限公 司	300	23	32	3200	销售	忻州
27	古交市金宇煤业有限 公司	60	15	39	3600-410 0	销售	太原
28	清徐县华盛洗煤有限 公司	90	10	35	1300	发电	太原
29	清徐县中吉煤业有限 公司	60	6	37	2000-270 0	销售	太原
30	山西胜洁渊煤化集团 有限公司	80	17	38	2000-270 0	再选	太原
31	太原市晋茂实业有限 公司	60	10	40 左 右	3300-400 0	销售	太原
32	古交市晋扬富煤业有 限公司	180	20	35	3500-370 0	销售	太原
33	古交市太阳神煤炭实 业有限公司	180	10	33	4800-500 0	发电	太原

从表中分析得出：灰分在 30%-40%时，中煤用于发电的企业占 9.09%，中煤用于再选的企业占 12.12%，中煤用于销售的企业占 84.84%。

1. 当灰分在 30%-40%时, 发热量在 1000-2500 (大卡) 之间的企业有 7 家, 中煤用于发电的企业占 14.29%, 用于再选的企业占 57.14%, 用于销售的企业占 28.57%;
2. 当灰分在 30%-40%时, 发热量在 2500-3500 (大卡) 之间的企业有 14 家, 中煤用于发电的企业占 7.14%, 用于再选的企业占 14.29%, 用于销售的企业占 92.86%;
3. 当灰分在 30%-40%时, 发热量在 3500-5000 (大卡) 之间的企业有 12 家, 中煤用于再选的企业占 8.33%, 用于销售的企业占 91.67%。

表 1-6 灰分 40%-50%

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	中煤				
			产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用 途径	所在 地
1	长治县昌顺洗煤有限公司	120	16	45	2500-2800	销售	长治
2	大同县诚升洗煤有限责任公司	90	20	47	3000	销售	大同
3	高平市顺源洗煤有限公司	60	2.9	45	<3000	销售	晋城
4	高平市智富源选煤厂	60	3	50	2000-2500	销售	晋城
5	山西省灵石存山实业有限公司	120	6	50	2000-2800	销售	晋中
6	古县宇安煤业有限责任公司	60	15	50	4000	中煤再选, 销售	临汾
7	山煤国际能源集团临汾有限公司 鸿昕选煤厂	60	3	45	4000	销售	临汾
8	中阳县聚源选煤	60	10	50	3000	销售	吕梁

	有限公司						
9	山西银海精煤有限公司	90	10-15.0	43	2500-3200	销售	吕梁
10	柳林县晨辉洗煤有限责任公司	150	23	45	4650	销售	吕梁
11	古交市鑫茂洗煤厂	80	20	50	3500-5300	销售	太原

从表中分析得出：灰分在 40%-50%时，中煤用于再选的企业占 9.09%，中煤用于销售的企业占 90.91%。

1. 当灰分在 40%-50%时，发热量在 1000-2500（大卡）之间的企业有 2 家，中煤用于销售；
2. 当灰分在 40%-50%时，发热量在 2500-3500（大卡）之间的企业有 5 家，中煤用于销售；
3. 当灰分在 40%-50%时，发热量在 3500-5000（大卡）之间的企业有 4 家，中煤用于再选的企业占 25%，用于销售的企业占 100%。

表 1-7 灰分 50%-75%

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	中煤				
			产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用 途径	所在 地
1	长治县永丰瑞霞煤业有限公司	120	14	52	1800-2500	销售	长治
2	沁水县鑫增选煤有限公司	60	15	60	4000	发电	晋城
3	山西省寿阳县金星煤化有限责任公司	30	9	65	2300-2500	销售	晋中
4	安泽县东宝洗煤厂	60	10	60	2000	销售	临汾
5	山西省安泽县风山选煤厂	90	10	72	3700	销售	临汾
6	平定县如海选煤有限公司	60	21	50-60	1800-2300	中煤再选	阳泉
7	山西益鑫盛洗煤有限公司	200	20	50-60	1000-2500	中煤再选	阳泉
8	五寨县隆泰煤焦化有限责任公司	180	14	68	1000-1300	销售	忻州

从表中分析得出：灰分在 50%-75%时，中煤用于发电的企业占到 12.50%，中煤用于再选的企业占 25.00%，中煤用于销售的企业占 62.50%。

1. 当灰分在 50%-75%时，发热量在 1000-2500（大卡）之间的企业有 6 家，中煤用于再选的企业占 33.33%，用于销售的企业占 66.66%；
2. 当灰分在 50%-75%时，发热量在 2500-3500（大卡）之间的企业有 0 家；

3. 当灰分在 50%-75%时, 发热量在 3500-5000 (大卡) 之间的企业有 2 家, 中煤用于发电的企业占 50%, 用于销售的企业占 50%。

1.3 中煤合理有效利用途径及建议

1.3.1 中煤合理有效利用途径

根据实际调研结果并结合相关资料, 我们可以得出中煤有效利用应包括以下几种途径:

1. 应不同用户需求, 中煤可作为配煤的主要原料

配煤是把不同煤牌号的煤按适当的比例配合起来。配煤方法有配煤槽配煤和露天配煤厂配煤两种。

各企业根据不同用户需求, 将几种质量不同的煤炭以物理方法混合, 从而改变配煤质量, 整个配煤试验工作包括的取样、洗选、破碎、炼焦和检验都是繁重的工作, 因此单靠工业试验是不可能也不经济的。配煤试验的实验室设备及半工业设备是指以较少量的煤样, 能较精确地预测工业生产结果的设备, 其设备有下列几种:

(1) 为了进行配煤试验以预测焦炭质量为主要目的的设备有 2 公斤试验焦炉, 45 公斤试验焦炉, 铁试验及 200 公斤试验焦炉。

(2) 以测定炼焦煤在炼焦过程中的膨胀压力为目的的设备有 4.5 公斤膨胀压力炉, 带活动墙的 200 公斤试验焦炉。

(3) 以测定炼焦煤炼焦化产回收率为目的的设备有 5 公斤化产回收测定炉。目前以带活动墙的 200 公斤焦炉最普遍, 既可测定膨胀压力, 也可将活动墙固定专做配煤试验之用。

2. 对于部分较好煤质, 且工艺要求简单的选煤厂, 可以将中煤再选提高精煤产率。

对中煤产品进一步解离或破碎到适当的粒度，再选用适当的分选方法进行分选，从而回收其中的精煤产品，不仅具有十分重要的经济效益、社会效益和环境效益，而且作为科研本身也将具有首创的价值。

(1) 可明显提高精煤回收率，增加经济效益。按精煤回收率为40%计算，仅山西省地方煤矿的中煤，若能全部加工，所产生的经济效益是相当可观的。推广至全国其经济效益更大。随着精煤价格的不断上涨，其效益会更加显著。

(2) 社会效益也十分明显。由于中煤本身的一些特点，在我国富煤地区中、小选煤厂的中煤存在严重浪费现象，如果对其进一步回收利用，不仅可以充分回收煤炭资源，优化产品结构，而且还可以改善选煤厂的环境，对节约资源和环境保护都具有十分重要的意义。

(3) 科研价值也非常显著。关于洗选中煤的再选、从中煤中回收优质精煤的研究，国内几乎属于空白，而国外报道的也很少，仅印度和德国作了些探讨性的研究。因而研究如何从中煤中回收合格的精煤产品，对提高资源的利用率，具有十分重要的科研价值。

3. 符合发电厂要求的，可直接出售给电厂。发热量不宜比要求太高，这样可以使得企业效益最大化。

洗中煤是洗煤过程中产生的废弃物，虽然还有比较高的发热量，但是过去煤炭市场不景气，煤炭价格低，洗中煤就更不值钱了，再加上技术设备跟不上，大量的中煤都被露天堆弃在煤矿的周围，既浪费了资源，也污染了环境。据估算，山西每年至少有 6000 万吨的洗中煤废弃在野外。

4. 对于含水量较大的，选煤厂可以提高脱水工艺水平。低水分对电厂以及企业效益都是有益的。

1.3.2 中煤合理有效利用建议

根据实验调研情况并进行分析，我们提出了以下几点中煤有效利用建议：

1. 企业制定中煤合理利用以及节能环保规划

如处理中煤过程中环境保护可以有以下措施：

- 1) 排渣至储包中存放。
- 2) 储存场地硬化，周边封闭，定期喷水。
- 3) 减少周转次数。
- 4) 外运限超，篷布风挡。
- 5) 推广就地综合利用。

2. 提高中煤利用的技术水平

中煤是煤炭洗选加工过程中的副产品，是各种选煤工艺富集回收了精煤和排出尾煤以后的中间产品。其基本特点是相对于原煤来说，其矿物质、硫含量均高，而且热值较低。由于这些原因，在富煤地区的中小选煤厂，中煤销售不畅，结果随地倾倒，大量落地，不仅造成了我国稀缺煤种的巨大浪费，影响了选煤厂的正常生产，而且形成了继矸石山、煤泥之外的又一大煤矿污染源。因此，研究如何从中煤中最大限度地回收精煤产品，提高中煤利用率，是降低选煤生产成本，提高盈利，节约能源的有效途径，也是提高中煤利用的技术水平的必要手段。

为了确定中煤矿物质组成及含量以提高技术水平，可以对中煤进行 X 射线粉末晶体衍射和灰成分元素分析。如果随着密度级别由小到大，煤粒中的矿物质逐渐增多，且平均粒径也相应增大；（煤粒中）矿物质颗粒细微，多呈浸染状分布于煤粒中，那么这种细微

浸染状分布的矿物质成分，决定了要对中煤进行彻底的脱灰降硫，则必须磨碎至非常微细的粒度，从而使中煤的深加工难度加大。

3. 对企业中管理中煤的职工进行相关的节能环保及合理利用方面的培训。

煤炭是我国的主体能源，在我国能源消费中占据不可替代的地位。据国家发改委统计，2007 年我国煤炭生产达到 25.5 亿 t，2010 年煤炭生产能力达到 30 亿 t。尽管如此，中国仍然存在能源短缺的问题。煤炭供不应求，出现全面紧张，煤炭市场价格一路攀升，达到历史高峰，导致电力持续短缺，2007 年我国最大电力缺口将达 2500 万 kW。选煤厂的机械化、自动化程度高，是高耗能的生产单位。在国家大力提倡节能降耗的背景下，如何降低选煤厂的各种消耗势在必行。

企业和员工必须坚持以下节能原则：一是在充分满足选煤厂功能要求的前提下，减少能源消耗，提高能源利用率，而不是简化功能要求，减低功能标准；二是合理配置设备，并对其进行有效科学的控制与管理；三是从工程设计和选煤厂运行过程及管理各方面入手，将节能措施贯彻到每一个细节；四是采用新材料、新技术。

第二章 煤泥合理有效利用途径与建议

2.1 背景意义

煤泥是煤炭洗选加工的副产品，是由微细粒煤、粉化骨石和水组成的粘稠物，具有粒度细、微粒含量多、水分和灰分含量较高、热值低、粘结性较强、内聚力大的特点。

煤泥大致有三种，炼焦煤选煤厂的浮选尾煤、煤水混合物产出的煤泥和矿井排水夹带的煤泥、矸石山浇水冲刷下来的煤泥。

炼焦煤选煤厂的浮选尾煤，这类煤泥在国外，一般是一种废弃物，其性质与洗选矸石或中煤类似。因煤质不同，浮选煤泥的品质有较大差别根据煤泥回收工艺的不同，煤泥的物理性质差别较大。如用压滤机回收的煤泥，其颗粒分布比较均匀，它的粘性、持水性都比较弱，利于降低水分。煤泥沉淀池或尾矿场，根据固体颗粒在水中自然沉淀的原理，实现固液分离而产出的煤泥。这种工艺有粒度分级的功能，粗颗粒易沉淀，大都集中在煤泥水入口附近，细颗粒在中间和末端位置。末端煤泥具有高粘性和高持水性，类似江米团，又细又软，晾晒几个月，表面似已干燥，内部含水率几乎不降，这种煤泥是最难处理的。

煤水混合物产出的煤泥。动力煤洗煤厂的洗选煤泥、煤炭水力输送后产出的煤泥，这种煤泥有的比原煤质量都好，数量少时常常掺到成品煤中。数量多了，掺掉的只是少数，可能有大量的优质煤泥产出，除要妥善处理外，还会对煤矿的经济效益产生不良影响。

第三种煤泥，很少出现在独立型洗选企业。

选煤过程中产生的大量煤泥，一般采用压滤的办法将其回收，滤液水返回选煤系统循环利用。煤泥颗粒较细，水分高，粘性大，不易贮存与运输，而且它遇水即流失，风干即飞扬，是矿区的主要污染源之一。如何充分利用煤泥资源，解决环境污染问题是全国各选煤厂、生产矿井共同关心的问题。从 1995 年开始，煤炭科学院煤化所燃烧室与山西一煤矿合作，在沸腾炉内燃烧高浓度煤泥浆发电，燃烧试验成功，为选煤厂煤泥的综合利用，为彻底解决煤泥出路和环境污染问题开辟了一条新的途径。同时，为给电厂连续提供质量稳定的高浓度煤泥浆，该煤矿选煤厂研究设计了高浓度煤泥浆制备系统。选煤厂浮选尾煤浓缩机的底流浓度较低，一般在 350g/L 左右，将浓缩机底流用泵输送到深锥浓缩机处理，进一步浓缩，使其浓度达到 580g/L 以上，然后再经过成浆和均质化处理，就可用曲杆泵定量输送到电厂锅炉用于燃烧。东庞煤矿的煤泥浆不需加稳定剂就有良好的稳定性。静置 24h 后，煤泥浆表面产生少量析水，但一经搅拌即恢复原来的成浆性质，静置一个月也不发生煤泥的硬沉淀，说明该煤泥浆便于贮存与运输，为其合理利用和燃烧创造了条件。

随着我国煤炭开采产量和原煤入洗率的增加，煤泥的产量也在逐年增加。因此，及时、有效、经济地解决选煤厂煤泥的回收和利用，对于保护环境、保障生产、节约能源、提高效益等诸多方面均具有重要意义。煤泥中含有大量可燃性成分，其主要利用途径是燃烧，通过将煤泥燃烧发电，可以将煤炭生产中的废弃物变为有用的资源，使“自然资源—粗放型工业—产品—污染排放”的线性经济，转变为“自然资源—产品—废弃物—综合利用”的循环经济模式。

选煤厂排出的煤泥的主要特点是

1. 粒度细，微粒含量多，尤其是小于 200 目的微粒约占 70%~90%。

2. 持水性强，水分含量高。经圆盘真空过滤机脱水的煤泥含水一般在 30%以上；折带式过滤机脱水的煤泥含水在 26%-29%；压滤机脱水的煤泥含水在 20%-24%。
3. 灰分含量高，发热量较低。按灰分及热值的高低可以把煤泥分成三类：低灰煤泥灰分为 20%-32%，热值为 12.5~20MJ/kg；中灰煤泥，灰分为 30%-55%，热值为 8.4-12.5MJ/kg；高灰煤泥，灰分>55%，热值为 3.5-6.3MJ/kg。
4. 粘性较大。由于煤泥中一般含有较多的粘土类矿物，加之水分含量较高，粒度组成细，所以大多数煤泥粘性大，有的还具有一定的流动性。

由于这些特性，导致了煤泥的堆放、贮存和运输都比较困难。尤其在堆存时，其形态极不稳定，遇水即流失，风干即飞扬。结果是不但浪费了宝贵的煤炭资源，而且造成了严重的环境污染，有时甚至制约了选煤厂的正常生产，成为选煤厂一个较为棘手的问题。

我国目前所排放的煤泥，有少部分用于生产民用型煤或烧砖、烧水泥、烧石灰有相当部分掺入中煤、混煤或原煤外销有些地区。

由于运输或地销有困难，只好作井下充填料，废弃在研石山，其余大部分均排入环境。

现有这些利用煤泥的方法，由于受到多种因素的限制，其出路通常不稳定，利用量小，无法解决大量煤泥的出路。要想从根本上解决这一问题，还必须寻求高效益、大批量利用煤泥的新途径。

近年来，有关单位从国情出发，并借鉴国外的先进技术，探索了一些合理利用煤泥的技术和工艺。

鉴于山西对独立洗煤企业的建设、生产和经营，由于对煤泥缺乏有效地监督和管理，企业规模总体偏小，装备水平、洗煤技术工

艺和洗煤方式参差不齐，同等条件下，不同企业的煤泥利用率相差很大。同时独立洗煤企业的快速发展，形成的洗煤产业，已成为山西耗能较高的产业。在煤炭洗选加工过程中，主要伴生物煤泥，没有得到有效的利用。

2.2 煤泥合理有效利用现状及分析

对于省内每个独立企业的调研回执资料，我们都进行了整理以及分析。目前，山西省独立型洗选企业对煤泥没有充足利用，也没有具体的利用制度。因为煤泥价格低廉，发热量低，所以一直没有得到有效利用。统计山西地区情况，现有的利用途径有发电、销售、烘干再利用以及做煤球等。

2.2.1 按照发热量划分

以下表按照发热量以及灰分列出了企业的中煤利用情况并进行分析：

表 2-1 发热量≤1500 大卡

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用途径	地区
	五寨县隆泰煤						
1	焦化有限责任公司	180	3	85	100-300	销售	忻州
2	古交市富登选煤有限公司	60	0.5	50	300-800	销售	太原
3	古交市恒昌煤焦有限公司	60	0.5	50	300-800	销售	太原
4	清徐县华盛洗煤有限公司	90	10	50	1000	发电	太原
5	清徐县中吉煤业有限公司	60	0.005	62	800-1200	销售	太原
6	武乡县洪水镇洪水村	180	10	56	1500	销售	长治
7	高平市宏光贸易有限公司	60		70	1100-1800	销售	晋城
8	祁县大正洗煤厂	60	10	50	1000	销售	晋中
9	山西银源煤焦开发有限公司	60	15	65-70	650-800	销售	晋中
10	介休市钰源煤化有限公司	180	15	73	1300	销售	晋中
11	古县宇安煤业有限责任公司	60	3	>70	1500	集中贮置	临汾
12	洪洞县三兴煤焦有限公司	90	8	50	800-1000	销售	临汾
13	山西省安泽县风山选煤厂	90	5	76	1500	销售	临汾
14	临汾市万鹏实业有限公司	90	1.86	55	1200-1500	销售	临汾
15	古县安安煤化	120	5	70	1000	销售	临汾

	有限公司						
16	古县华东煤化有限公司	120	4	78	1500	销售、煤泥 烘干再利用	临汾
17	曲沃县长兴洗煤有限责任公司	120	8.5	70-80	1200	销售	临汾
18	吕梁勤业达煤业有限公司	60	5	40-60	1000-2000	销售	吕梁
19	中阳县隆源达选煤有限公司	60	5	70	1000-1300		吕梁
20	山西银海精煤有限公司	90	3-5.0	56	1000-2000	销售	吕梁
21	中阳县信征选煤有限责任公司	120	4	65	1000-1200	销售	吕梁
22	中阳县智旭选煤有限公司	120	3	65-70	800-1500	销售	吕梁
23	柳林县晨辉洗煤有限责任公司	150	6	65	800	销售	吕梁

从表中分析得出：发热量 ≤ 1500 大卡时，煤泥用于发电的企业占 4.30%，用于再选的企业占 8.70%，用于销售的企业占 87%。

1. 当发热量 ≤ 1500 大卡时，灰分在 40%-60%之间的企业有 9 家，煤泥用于发电的企业占 11.11%，用于销售的企业占 88.89%；
2. 当发热量 ≤ 1500 大卡时，灰分在 60%-70%之间的企业有 8 家，煤泥全部用于销售；
3. 当发热量 ≤ 1500 大卡时，灰分大于 70%的企业有 6 家，煤泥用于再选的企业占 33.33%，用于销售的企业占 66.67%；

表 2-2 发热量 1500-2500 大卡

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用途 径	地区
	河津市民政福						
1	利煤化有限公司	120	5	55	1500-2000	销售	运城
2	山西鼎和洗煤有限公司	120	7	30	2800	销售	运城
3	平定县如海选煤有限公司	60	7-8	40-50	2000-2300	销售	阳泉
4	阳泉市聚源今美工贸有限公司	90	15	28	1800	销售	阳泉
5	平定县盛世煤业有限公司	180	15.09	47.12	1800	烘干再 利用及 销售	阳泉
6	古交市鑫茂洗煤厂	80	5	80	2000-2500	销售	太原
7	清徐县凡生洗煤有限公司	90	3	40	2400	销售	太原
8	山西胜洁渊煤化集团有限公司	80	6	60	1700-2500	销售	太原
9	太原市晋茂实业有限公司	60	5	55 左 右	1500-2500	销售	太原
10	长治县昌顺洗煤有限公司	120	8	60	1300-1900	销售	长治
11	长治县永丰瑞霞煤业有限公司	120	5		1500-2000	销售	长治

	司						
12	大同县诚升洗煤有限责任公司	90	10	45	2000	销售	大同
13	高平市飞跃洗煤有限公司	60	3	60	1500-2000	销售	晋城
14	高平市宏光贸易有限公司	60		70	1100-1800	销售	晋城
15	高平市顺源洗煤有限公司	60	2.6	70	2000	销售	晋城
16	沁水县复昶工贸有限公司	60	5.3	62.9	1500-2000	销售	晋城
17	山西省高平市古寨选煤厂	120	2-3.0	59-62	2200	销售	晋城
18	山西省寿阳县金星煤化有限责任公司	30	8	71	1900-2100	销售	晋中
19	左权县通宝煤化有限公司	60	7	75.5	1500-2000	发电	晋中
20	灵石县俊潮煤化有限责任公司	120	3-4.0	45	2000	销售	晋中
21	山西省灵石存山实业有限公司	120	5	50-70	2000-3000	销售	晋中
22	安泽县东宝洗煤厂	60	5	75	2000	销售	临汾
23	吉县昌盛煤业有限公司	60	1.2	55	1500-2000	销售	临汾
24	洪洞县赵城孙堡振兴煤化厂	120	7	55	1800-2500	销售	临汾

25	山西贾罕世纪洗煤有限公司	120	10	50-60	2000-2500	煤泥烘干再利 用	临汾
26	中阳县聚源选煤有限公司	60	5	70	2000	销售	吕梁
27	吕梁鑫瑞洗煤有限责任公司	120	3	65	1500-1800	其他	临汾

从表中分析得出：发热量 1500-2500 大卡时，煤泥用于发电的企业占 3.70%，用于再选的企业占 7.41%，用于销售的企业占 88.89%。

1. 当发热量 1500-2500 大卡时，灰分 $\leq$ 40%的企业有 3 家，煤泥全部用于销售；
2. 当发热量 1500-2500 大卡时，灰分在 40%-60%之间的企业有 12 家，煤泥用于发电的企业占 16.67%，用于销售的企业占 83.33%；
3. 当发热量 1500-2500 大卡时，灰分在 60%-70%之间的企业有 7 家，煤泥用于销售的企业占 85.71%，用于其他的企业占 14.29%；
4. 当发热量 1500-2500 大卡时，灰分大于 70%的企业有 4 家，煤泥用于再选的企业占 25.00%，用于销售的企业占 75.00%；

表 2-3 发热量 2500-3500 大卡

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用 途径	地 区
1	山西鼎和洗煤有限公司	120	7	30	2800	销售	运城
2	山西益鑫盛洗煤有限公司	200	7--8	40-50	2500-3500	销售	阳泉
3	宁武同兴洗选煤有限责任公司	45	8	60	3500	销售	忻州
4	五寨县易隆选煤有限责任公司	180	10	18	2800-3200	销售	忻州

5	山西省国新能源发展集团宏达煤炭有限公司	300	14	27	3000	销售	忻州
6	五寨县隆兴源工贸有限责任公司	300	12	31	3100	销售	忻州
7	古交市鸿达选煤有限公司	60	0.5	40	3100	销售	太原
8	古交市三江煤业有限公司	60	8.7	32	2540	销售	太原
9	古交市宏祥煤业有限公司（古交市宏祥洗煤厂）	150	10	不低于50	3000-3500	销售	太原
10	山阴县红杉选煤有限公司	120	8	28-30	2800-3500	销售	朔州
11	朔州中煤杨润洗选有限公司	500	3.2	21.43	3100-3600	销售	朔州
12	长治县金龙洗煤有限公司	150	8	31	3000-4000	销售	长治
13	沁水县富康选煤有限公司	60	5	19	3000-4000	销售	晋城
14	沁水县沁峰选煤厂	60	5	19	3000-4000	做煤球	晋城
15	沁水县晟达工贸有限责任公司	60	5	19	3000-4000	销售	晋城
16	高平市晋昌洗煤有限公司	60	5.5	49.9	3400	销售	晋城
17	泽州县贺坡西山润达选煤有限公司	60	5	21	3500	销售	晋城
18	石县晋泰源选煤有限公司	60	8	38	3000	销售	晋中

19	山西省灵石县鑫源煤化有限责任公司	90	3.5	56.89	2600	销售	晋中
20	汾西县鑫鑫洗煤厂	60	6	40	3000-3500	销售	临汾
21	汾阳市胜利煤焦有限公司	60	10.44	45	2500-3500	销售	吕梁
22	山西省兴县东鑫煤炭洗选有限公司	120	7	79	2800-3100	销售	吕梁
23	兴县华邦能源有限责任公司	300	5-8.0	50-60	2500-3000	销售	吕梁

从表中分析得出：发热量 2500-3500 大卡时，煤泥用于做煤球的企业占 4.35%，用于销售的企业占 95.65%。

1. 当发热量 2500-3500 大卡时，灰分 $\leq$ 40%的企业有 15 家，煤泥用于销售的企业占 93.33%，煤泥用于做煤球的企业占 6.67%；
2. 当发热量 2500-3500 大卡时，灰分在 40%-60%之间的企业共有 7 家，煤泥全部用于销售；
3. 当发热量 2500-3500 大卡时，灰分大于 70%的企业有 1 家，煤泥用于销售。

表 2-4 发热量>3500 大卡

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用途 径	地区
1	古交市金宇煤业有限公司	60	5	41	3600-4100	烘干再利用	太原
2	清徐县进丰煤业有限公司	90	11	48	3600	销售	太原
3	怀仁县众鑫洗煤有限责任公司	180	0.1	27 左 右	3500-4800	销售	朔州
4	怀仁县恒亿通洗煤有限责任公司	180	0.1	28 左 右	3500-4801	销售	朔州
5	朔州市金鑫煤业有限公司	180	8	35	3600	销售	朔州
6	高平市智富源选煤厂	60	14	40	3500-4000	销售	晋城
7	沁水县鑫增选煤有限公司	60	10	35	5000	煤球厂	晋城
8	沁水县鑫源工贸有限公司	60	5	28	4000	销售	晋城
9	沁水县宇峰工贸有限公司	60	2	<35	5000	销售	晋城
10	泽州县品高源洗煤厂	60	5	26	3900	销售	晋城
11	泽州县振胜工贸有限公司	180	4	75	3500-4000	销售	晋城
12	柳林县凌志大井沟洗煤有限公司	480	5	40	3600-4200	销售	吕梁

从表中分析得出：发热量>3500 大卡时，煤泥用于再选的企业占 8.33%，用于销售的企业占 83.33%，用于做煤球的企业占 8.33%。

1. 当发热量 >3500 大卡时, 灰分 $\leq 40\%$ 的企业有 9 家, 煤泥用于销售的企业占 88.89%, 煤泥用于做煤球的企业占 11.11%;
2. 当发热量 >3500 大卡时, 灰分在 40%-60%之间的企业有 2 家, 煤泥用于发电的企业占 50.00%, 用于销售的企业占 50.00%;
3. 当发热量 >3500 大卡时, 灰分大于 70%的企业有 1 家, 煤泥用于销售。

2.2.2 按照灰分划分

表 2-5 灰分 $\leq 40\%$

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用途径	地区
1	山西鼎和洗煤有限公司	120	7	30	2800	销售	运城
2	阳泉市聚源今美工贸有限公司	90	15	28	1800	销售	阳泉
3	清徐县凡生洗煤有限公司	90	3	40	2400	销售	太原
4	山西鼎和洗煤有限公司	120	7	30	2800	销售	运城
5	五寨县易隆选煤有限责任公司	180	10	18	2800-3200	销售	忻州
6	山西省国新能源发展集团宏达煤炭有限公司	300	14	27	3000	销售	忻州
7	五寨县隆兴源工贸有限责任公司	300	12	31	3100	销售	忻州
8	古交市鸿达选煤有限公司	60	0.5	40	3100	销售	太原
9	古交市三江煤业有	60	8.7	32	2540	销售	太

	有限公司						原
10	山阴县红杉选煤有限公司	120	8	28-30	2800-3500	销售	朔州
11	朔州中煤杨涧洗选有限公司	500	3.2	21.43	3100-3600	销售	朔州
12	长治县金龙洗煤有限公司	150	8	31	3000-4000	销售	长治
13	沁水县富康选煤有限公司	60	5	19	3000-4000	销售	晋城
14	沁水县沁峰选煤厂	60	5	19	3000-4000	做煤球	晋城
15	沁水县晟达工贸有限责任公司	60	5	19	3000-4000	销售	晋城
16	泽州县贺坡西山润达选煤有限公司	60	5	21	3500	销售	晋城
17	石县晋泰源选煤有限公司	60	8	38	3000	销售	晋中
18	汾西县鑫鑫洗煤厂	60	6	40	3000-3500	销售	临汾
19	怀仁县众鑫洗煤有限责任公司	180	0.1	27 左右	3500-4800	销售	朔州
20	怀仁县恒亿通洗煤有限责任公司	180	0.1	28 左右	3500-4800	销售	朔州
21	朔州市金鑫煤业有限公司	180	8	35	3600	销售	朔州
22	高平市智富源选煤厂	60	14	40	3500-4000	销售	晋城
23	沁水县鑫增选煤有限公司	60	10	35	5000	煤球厂	晋城
24	沁水县鑫源工贸有限公司	60	5	28	4000	销售	晋城

25	沁水县宇峰工贸有限公司	60	2	<35	5000	销售	晋城
26	泽州县品高源洗煤厂	60	5	26	3900	销售	晋城
27	柳林县凌志大井沟洗煤有限公司	480	5	40	3600-4200	销售	吕梁

从表中分析得出：灰分 $\leq 40\%$ 时，煤泥用于做煤球的企业占 7.41%，煤泥用于销售的企业占 92.59%。

1. 当灰分 $\leq 40\%$ 时，发热量 1500-2500 大卡的企业有 2 家，煤泥用于销售；
2. 当灰分 $\leq 40\%$ 时，发热量 2500-3500 大卡的企业有 16 家，煤泥用于做煤球的企业占 6.25%，用于销售的企业占 93.75%；
3. 当灰分 $\leq 40\%$ 时，发热量 > 3500 大卡的企业有 9 家，煤泥用于做煤球的企业占 11.11%，用于销售的企业占 88.89%。

表 2-6 灰分 40%-60%

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用途径	地区
1	古交市富登选煤有限公司	60	0.5	50	300-800	销售	太原
2	古交市恒昌煤焦有限公司	60	0.5	50	300-800	销售	太原
3	清徐县华盛洗煤有限公司	90	10	50	1000	发电	太原
4	武乡县洪水镇洪水村	180	10	56	1500	销售	长治
5	祁县大正洗煤厂	60	10	50	1000	销售	晋中
6	洪洞县三兴煤焦有限公司	90	8	50	800-1000	销售	临汾

7	临汾市万鹏实业有限公司	90	1.86	55	1200-1500	销售	临汾
8	山西银海精煤有限公司	90	3-5.0	56	1000-2000	销售	吕梁
9	山西银海精煤有限公司	90	3-5.0	56	1000-2000	销售	吕梁
10	河津市民政福利煤化有限公司	120	5	55	1500-2000	销售	运城
11	平定县如海选煤有限公司	60	7—8	40-50	2000-2300	销售	阳泉
12	平定县盛世煤业有限公司	180	15.09	47.12	1800	再利用及销售	阳泉
13	山西胜洁渊煤化集团有限公司	80	6	60	1700-2500	销售	太原
14	太原市晋茂实业有限公司	60	5	55 左右	1500-2500	销售	太原
15	长治县昌顺洗煤有限公司	120	8	60	1300-1900	销售	长治
16	大同县诚升洗煤有限责任公司	90	10	45	2000	销售	大同
17	高平市飞跃洗煤有限公司	60	3	60	1500-2000	销售	晋城
18	灵石县俊潮煤化有限责任公司	120	3-4.0	45	2000	销售	晋中
19	山西省灵石存山实业有限公司	120	5	50-70	2000-3000	销售	晋中
20	吉县昌盛煤业有限公司	60	1.2	55	1500-2000	销售	临汾
21	洪洞县赵城孙堡振兴煤化厂	120	7	55	1800-2500	销售	临汾
22	山西贾罕世纪洗	120	10	50-60	2000-2500	煤泥烘	临汾

煤有限公司						干再利 用	
23	山西益鑫盛洗煤有限公司	200	7--8	40-50	2500-3500	销售	阳泉
24	宁武同兴洗选煤有限责任公司	45	8	60	3500	销售	忻州
25	古交市宏祥煤业有限公司（古交市宏祥洗煤厂）	150	10	不低于50	3000-3500	销售	太原
26	高平市晋昌洗煤有限公司	60	5.5	49.9	3400	销售	晋城
27	山西省灵石县鑫源煤化有限责任公司	90	3.5	56.89	2600	销售	晋中
28	汾阳市胜利煤焦有限公司	60	10.44	45	2500-3500	销售	吕梁
29	兴县华邦能源有限公司	300	5-8.0	50-60	2500-3000	销售	吕梁
30	古交市金字煤业有限公司	60	5	41	3600-4100	烘干再 利用	太原
31	清徐县进丰煤业有限公司	90	11	48	3600	销售	太原

从表中分析得出：灰分 40%-60%时，煤泥用于发电的企业占 3.22%，煤泥用于再利用的企业占 9.68，煤泥用于销售的企业占 87.10%。

1. 当灰分 40%-60%时，发热量≤1500 大卡的企业有 9 家，煤泥用于发电的企业占 11.11%，用于销售的企业占 88.89%；

2. 当灰分 40%-60%时, 发热量 1500-2500 大卡的企业有 13 家, 用于再选的企业占 15.38, 用于销售的企业占 84.62%;
3. 当灰分 40%-60%时, 发热量 2500-3500 大卡的企业有 7 家, 煤泥用于销售;
4. 当灰分 40%-60%时, 发热量 >3500 大卡的企业有 2 家, 煤泥用于再选的企业占 50.00%, 用于销售的企业占 50.00%。

表 2-7 灰分 60%-70%

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用 途径	地区
1	清徐县中吉煤业有限公司	60	0.005	62	800-1200	销售	太原
2	高平市宏光贸易有限公司	60		70	1100-1800	销售	晋城
3	山西银源煤焦开发有限公司	60	15	65-70	650-800	销售	晋中
4	古县安安煤化有限公司	120	5	70	1000	销售	临汾
5	中阳县隆源达选煤有限公司	60	5	70	1000-1300		吕梁
6	中阳县信征选煤有限责任公司	120	4	65	1000-1200	销售	吕梁
7	中阳县智旭选煤有限公司	120	3	65-70	800-1500	销售	吕梁
8	柳林县晨辉洗煤有限责任公司	150	6	65	800	销售	吕梁
9	中阳县聚源选煤有限公司	60	5	70	2000	销售	吕梁
10	吕梁鑫瑞洗煤有限责任公司	120	3	65	1500-1800	其他	临汾
11	高平市宏光贸易	60		70	1100-1800	销售	晋城

	有限公司						
12	高平市顺源洗煤有限公司	60	2.6	70	2000	销售	晋城
13	沁水县复昶工贸有限公司	60	5.3	62.9	1500-2000	销售	晋城
14	山西省高平市古寨选煤厂	120	2-3.0	59-62	2200	销售	晋城

从表中分析得出：灰分 60%-70%时，煤泥用于其他的企业占 7.14%，煤泥用于销售的企业占 92.86%。

1. 当灰分 60%-70%时，发热量 $\leq$ 1500 大卡的企业有 9 家，煤泥用于销售；
2. 当灰分 60%-70%时，发热量 1500-2500 大卡的企业有 5 家，煤泥用于其他的企业占 20.00%，用于销售的企业占 80.00%；

表 2-8 灰分 > 70%

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	产率 (%)	灰分 (%)	发热量 (大卡)	利用途径	地区
1	五寨县隆泰煤 焦化有限责任 公司	180	3	85	100-300	销售	忻州
2	古县宇安煤业 有限责任公司	60	3	>70	1500	集中贮置	临汾
3	山西省安泽县 风山选煤厂	90	5	76	1500	销售	临汾
4	古县华东煤化 有限公司	120	4	78	1500	销售、煤泥 烘干再利用	临汾
5	曲沃县长兴洗 煤有限责任公 司	120	8.5	70-80	1200	销售	临汾
6	古交市鑫茂洗 煤厂	80	5	80	2000-250 0	销售	太原
7	山西省寿阳县 金星煤化有限 责任公司	30	8	71	1900-210 0	销售	晋中
8	左权县通宝煤 化有限公司	60	7	75.5	1500-200 0	发电	晋中
9	安泽县东宝洗 煤厂	60	5	75	2000	销售	临汾
10	山西省兴县东 鑫煤炭洗选有 限公司	120	7	79	2800-310 0	销售	吕梁
11	泽州县振胜工 贸有限公司	180	4	75	3500-400 0	销售	晋城
12	介休市钰源煤 化有限公司	180	15	73	1300	销售	晋中

从表中分析得出：灰分 $>70\%$ 时，煤泥用于发电的企业占 8.33%，煤泥用于再利用的企业占 8.33%，煤泥用于销售的企业占 83.34%。

1. 当灰分 $>70\%$ 时，发热量 ≤ 1500 大卡的企业有 6 家，煤泥用于再选的企业占 16.67%，用于销售的企业占 83.33%；
2. 当灰分 $>70\%$ 时，发热量 1500-2500 大卡的企业有 4 家，煤泥用于发电的企业占 25.00%，用于销售的企业占 75.00%；
3. 当灰分 $>70\%$ 时，发热量 2500-3500 大卡的企业有 1 家，煤泥用于销售；
4. 当灰分 $>70\%$ 时，发热量 >3500 大卡的企业有 1 家，煤泥用于销售。

2.2.3 煤泥合理有效利用分析

通过对山西独立型洗选企业调研回执资料结果的分析，得出以下结论：

1. 煤泥发热量

发热量 ≤ 1500 大卡时，87%的企业用于销售民用，8.70%的企业用于再选利用，4.30%的企业用于发电。

发热量 1500-2500 大卡时，88.89%的企业用于销售民用，7.41%的企业用于再选利用，3.70%的企业用于发电。

发热量 2500-3500 大卡时，4.35%的企业用于做煤球，95.65%的企业用于销售。

发热量 >3500 大卡时，8.33%的企业用于再选利用，8.33%的企业用于做煤球，83.33%的企业用于销售。

2. 按煤泥灰分规划

煤泥的灰分 $\leq 40\%$ 时，7.41%的企业用于做煤球，92.59%的企业用于销售。

煤泥的灰分 40%-60%时，3.22%的企业用于发电，9.68%的企业用于再利用，87.10%的企业用于销售。

煤泥的灰分 60%-70%时，7.14%的企业用于发电，92.86%的企业用于销售。

煤泥的灰分 $> 70\%$ 时，8.33%的企业用于发电，8.33%的企业用于再利用，83.34%的企业用于销售。

2.3 煤泥合理有效利用途径及建议

山西对独立洗煤企业的建设、生产和经营，由于对煤泥缺乏有效地监督和管理，企业规模总体偏小，装备水平、洗煤技术工艺和洗煤方式参差不齐，同等条件下，不同企业的煤泥利用率相差很大，不同企业的利用途径也不同。下面对山西煤炭独立洗选企业的利用途径进行了总结概括，同时也提出相应的建议。

2.3.1 煤泥合理有效利用途径

1. 提高煤炭加工工艺水平，降低优质煤泥的产出量

通常煤泥其质量常优于原煤，但因其颗粒太细，在煤炭脱水工艺过程中回收能力不足而留在水中成为煤泥，给下一步利用带来困

难，并降低了煤矿企业的经济效益。加强脱水工艺，根除这种煤泥的产出，相应地增加优质煤炭产品的产量是完全可能的。

2. 选煤厂、煤泥综合利用电厂同步设计同步建设，进行煤泥产出工艺和煤泥利用的系统工程设计

炼焦煤选煤厂的跳汰工艺和浮选工艺是有机结合的2个环节，在尾煤没有被利用的情况下，设计的指导思想是：尾煤是废弃物，凡是能浮选得到的精煤，尽量多抽出。因此，浮选精煤的灰分必然高于选煤厂精煤产品的灰分，而跳汰精煤的灰分就得低于选厂精煤产品的灰分，两者混合后，满足选煤厂精煤产品的灰分。

确定煤泥作为工业燃料之后，选煤厂的上述设计指导思想的基础就变了，应该适当降低浮选工艺的精煤抽出率。这样浮选机的槽数就可以减少，导致浮选机的电耗降低和主厂房的建筑体积缩小，从而降低了选煤厂的工程投资和运行费，同时也相应降低了浮选尾煤的灰分，利于燃烧，对选煤厂和电厂都是有利的。但是，至今选煤厂与煤泥电厂不是同步设计同步建设的，甚至是 2 个设计院，各搞各的，就很难满足上述要求，造成不必要的损失，需要统一认识，确定必要的原则或规定。

3. 综合利用的煤泥含水率愈低愈好

煤泥流态化燃烧或煤泥水煤浆燃烧时，水在燃烧过程中没有化学反应，仅起物理变化，参加燃烧过程的。

水有如下的不利作用。

(1) 常温的水成为150℃烟气排放，要带走一批热量，造成无益的热损失。

(2) 水的增加，引起烟气量的增加，导致锅炉炉膛及烟道截面的增加，锅炉的钢耗要增加，同时，引风机的功率要增加，导致基建投资建设和运行费的增加。将平均粒径小、凝聚性较好的煤泥直接燃烧。

目前已经实现和可实现的煤泥燃料方式，按含水率高低来划分，大致有 3 个等级：

煤泥水煤浆燃烧，含水率高达 40%左右，煤泥本身热值就不高，又加了那么多的水，使得它的热利用价值损失很大，只适宜于对热利用率要求不高的情况下，对质量较优的煤泥的小规模使用。这种燃烧方式的最大优点是，适用于各种运行中的炉型，稍加改造就可参予辅助燃烧；由于它的流态特性好，易于利用，虽然损失了一些热能，但可以改善煤泥引起的污染和克服现有锅炉低热值燃料的不足。

(1) 利用国产设备，将煤泥挤入流化床锅炉结团燃烧，煤泥含水率可降为32%~34%左右，与煤泥水煤浆相比，水分降低近10个百分点，锅炉燃烧效率又很高，热能利用明显改善，已形成规模使用，是国内成规模使用的先例，是一项突破。但毕竟煤泥的含水仍在30%以上，水引起的热损失仍然是一个不小的数值，不能认为是一种理想的方式。

(2) 更低含水率煤泥的利用。将煤泥含水率降低到20%左右甚至更低于燃烧，这又比上一种方式降低含水率10多个百分点，效益是显然的，这有两种类型：

1) 引进国外高科技产品，实施低含水率煤泥在封闭状态下可控制地输入流化床锅炉燃烧，主要引进设备是一个系列挤压泵，能满足15%左右含水率的煤泥实施管道输送，不同的输送量、输送距离和提升高度都可以选到合适的泵，这种工艺的突出优点是泵设在选煤厂的煤泥产出点附近，由电厂根据需要控制，电厂内见不到煤泥，消除了煤泥的敞开式中间运输系统。缺点是价格较贵，因此，不适用于

小规模燃烧煤泥的系统。必须有一定的规模，经过技术经济比较，有一定效益时是一种好办法。

2) 煤泥用于煤粉炉燃烧。过去电力部门曾因煤泥进入备煤系统引起事故，一直拒绝燃用选煤厂煤泥，主要是因为混入煤泥的含水率太高，又结成大团，产生问题。大电厂烧煤泥是不值得的，对于中小型煤粉炉电厂就不然。改革开放以来，由计划经济向市场经济的转变，特别是国家对煤泥综合利用的鼓励政策，使得中小型煤粉炉燃用煤泥的积极性有所提高，实践证明中小型煤粉锅炉燃用煤泥可以给企业带来利益，例如：淮南矿务局望风岗选煤厂的煤泥，被江苏某小型煤粉炉电厂大批买走，经人工切块凉晒后进入具有中间贮仓式的制粉系统，供煤粉炉燃用，但是当煤泥水分控制不好时，球磨机内的钢球被煤泥糊住后失去功能，由于有中间煤粉贮存，可以停下球磨机人工清理。这项清理工作非常艰苦，但由于有经济效益，该电厂曾以煤泥为主要燃料维持较长时间的运行。平煤集团九矿电厂，目前的规模为1台50MW凝汽式汽轮发电机组，配1台220T/h高温高压煤粉炉，由于平煤集团煤泥销售十分困难，积压严重，已直接影响生产，主管部门要求九矿电厂烧煤泥，电厂内有一批对煤泥特性了解的工程技术人员和工人，他们将煤泥晾晒与中煤或原煤进行混合，供电厂燃烧获得成功，现已批量燃用煤泥，根据制粉系统的要求，除了要混合得比较均匀外，混合燃料的含水率不应超过15%。由于煤炭的挥发分比较高，混合燃料的热值在16.74MJ/Kg以上就可以满足粉炉要求，根据推算，燃用中煤时可利用煤泥30%(重量比，燃用原煤时可利用煤泥高达50%(重量比)。显然，这要给电厂的备煤系统带来很多困难，但却为本矿区解决大难题，应该承认这已实现了煤泥的综合利用。

通过煤粉锅炉燃用煤泥的成功事例，证明了一个不大被人接受的事实，即煤泥是可以通过晾晒，把平均含水率降到20%以下的。并且随着工艺设备的不断进步，煤泥脱水有了新的发展，引进的和国产的“压气隔膜快速压滤机”已大规模在设计中选用，这种压滤机比普通压滤机生产效率提高3~10倍；其它性能也得到相应改善；用于煤泥压滤，可将煤泥含水率降到20%左右。最近清华紫光环境工程中心正在开发一种新型无滤网(动态滤栅)的固液分离设备，其实验性能良好，有可能成为一种新的更廉价、更高效的煤泥脱水设备，产出的煤泥含水率可能更低。总之，随着科学的进步，煤泥脱水工艺所能达到的煤泥含水率将是愈来愈低，这就说明，进一步降低煤泥水分再利用的现实性。

4. 煤泥的贮存以及运输

将平均粒径小、凝聚性较好的煤泥直接调制成适宜泵送、运输和贮存的煤泥浆，不加添加剂。制浆过程中主要是控制水分、去除杂物，并适当搅拌。这种煤泥浆可以在矿区不太远的距离内运输，并能在短时间内存放和使用而不会发生沉淀，有的存放时间可达2天以上。对稳定性较差的煤泥制浆，要加入适量的添加剂，使之在成浆后煤粒不易沉淀，具有较好的稳定性，从而能进行长时间、远距离的运输和存放。

2.3.2 煤泥合理有效利用建议

1. 鼓励选煤厂建设自己的矸石、煤泥混烧电厂

对煤泥低热值燃料电厂，国家会在政策上给予扶持，在宏观上加以引导，有一定的鼓励倾斜政策。在资金、税收、电价等方面给

予更大力度支持，并在经济指标的要求上，应区别于其它普通燃煤电厂。

2. 企业制定煤泥合理利用规划

(1) 按煤泥发热量规划

发热量 ≤ 1500 大卡时，建议煤泥用于销售民用，其次用于再选利用，然后用于发电。

发热量 1500-2500 大卡时，建议煤泥用于销售民用，其次用于再选利用，然后用于发电。

发热量 2500-3500 大卡时，建议煤泥用于做煤球，其次用于销售。

发热量 > 3500 大卡时，建议煤泥用于再选利用，其次用于做煤球，然后用于销售。

(2) 按煤泥灰分规划

煤泥的灰分 $\leq 40\%$ 时，建议首先用于做煤球，其次用于销售。

煤泥的灰分 40%-60%时，建议首先用于发电，其次用于再利用，然后用于销售。

煤泥的灰分 60%-70%时，建议首先用于发电，其次用于销售。

煤泥的灰分 $> 70\%$ 时，建议首先用于发电，其次用于再利用，然后用于销售。

3. 提高煤泥利用的技术水平

提高煤泥利用的技术水平，得从煤泥性质入手。煤泥泛指煤粉含水形成的浆状物质，根据品种的不同和形成机理的不同，其性质差别非常大，可利用性也有较大差别。要从洗煤厂的相应情况，再结合煤质的区别，建立相应的煤泥处理车间。比如城镇污水处理车

间、煤浆发电车间、煤泥浆（固态浆）制备车间、煤泥浆气化车间和煤泥型焦车间等。

4. 完善煤泥利用途径的相关不足

煤泥利用中，改进的地方一般是煤泥浆技术。其内容是，煤泥浆技术多功能衍生模式，其创新之处在于集成了煤泥制浆（煤泥浆、固态浆或生物质煤浆等）、高浓度煤浆管道远距离输送和锅炉长期稳定燃烧所需煤浆流量的控制、污水处理、型煤型焦生产及煤浆气化等诸多高新技术形式，是在充分利用现有资源和成熟技术前提下的“系统创新”。煤泥浆产品结构转化及综合利用是以多形式、多工艺，提高资源利用率，增加资源利用量为内容的。根据市场需求，提高加工深度、加工数量、产品品种及其技术含量，代表着洗煤厂的发展方向。

5. 对企业中管理煤泥的职工进行相关的节能及合理利用的培训。

企业中的新老员工应该在企业领导的带领下，参加相关节能的培训。新员工在上岗之前，相关技术专家对其上岗之前进行专业培训，并进行实际操作演示。

每年，企业对所有员工应该进行节能知识普及，对知识进行考核，完成企业节能计划。

第三章 煤矸石资源化利用途径与建议

3.1 背景意义

煤矸石既是一种固体废弃物，大量堆积会给矿区及其周边的生态环境带来种种负面影响，被视为固、液、气“三废”俱全的工业废料。但是，煤矸石又不是简单的固体废弃物，是煤炭生产过程中的副产品，如果弃之不用，就会成为一大公害，不仅占用宝贵的土地资源，而且污染和破坏生态环境；若加以资源化利用，就能会变废为宝，造福于子孙后代。

我国是煤炭生产和消费大国，煤矿区在通过提供能源为全国经济发展做出重大贡献的同时，却在矿区滞留了大量的煤矸石。煤矸石是在煤形成过程中与煤共生、伴生的岩石，是煤炭生产和洗选加工过程中产生的固体废弃物，曾被看成是“工业垃圾”、“公害”。目前全国历史堆存的煤矸石近50亿t，并且仍以每年亿吨以上的速度递增。大量的煤矸石堆存给煤矿区带来了极大危害。我国历史堆存的煤矸石已形成1500多座矸石山，占用土地1.3万m²以上，不仅加剧了人地矛盾，还改变了原有土地的结构和功能，毁坏了原有的植物生态系统；煤矸石长期露天堆积会发生自燃，释放出有害气体，造成大气污染、产生火灾、崩塌和爆炸等安全问题；矸石山扬尘不仅影响大气环境，落地后还会造成土壤污染；煤矸石中有害元素会经雨水淋溶进入水域或渗入土壤，影响水体和土壤的质量。

煤矸石具有一定的热值，并含有有用元素，是可以利用的不可再生资源。资源化利用煤矸石不仅能够消除废弃煤矸石带来的危害，

还能促进矿区的可持续发展。2010年,我国煤矸石产生量约5.94亿吨,综合利用率约61.4%,年利用煤矸石近3.65亿吨,主要利用方式为煤矸石发电、生产建材产品、筑基铺路、土地复垦、塌陷区治理和井下充填换煤等,煤矸石井下充填置换煤技术实现了矸石不升井、不占地。目前,受运输、市场环境、发电装机容量限制等因素影响,部分地区煤矸石综合利用率仍不高,相关优惠政策在个别地区难以得到落实。

山西省各矿区排放的煤矸石主要分为矿井掘进矸石和洗煤厂洗选矸石。截止2010年,煤矸石累计堆存量超过10亿吨,矸石山1504座。2010年全省煤矸石产量8507万吨,利用量3262万吨。

在我省,独立洗选企业的煤矸石在不同发热量情况下资源化利用的途径有所不同,如发热量在1500-2500大卡时,煤矸石基本用于销售;发热量在1000-1500大卡时,煤矸石用于集中贮置的企业占5.56%,用于制砖的企业占22.22%,用于发电的企业占5.56%,用于回收有用矿物的企业占11.11%,用于销售的企业又占一半以上;从表中分析得出:发热量在500—1000(大卡)时,煤矸石用于发电的企业占7.5%,用于制砖的企业占20%,用于回填的企业占10%,用于回收有用矿物的企业占2.5%,用于销售的企业占72.5%。从表中分析得出:发热量在500(大卡)及以下时,煤矸石用于发电的企业占16.67%,用于制砖的企业占28.57%,用于回填的企业占16.67%,用于销售的企业占28.57%。

3.2 煤矸石合理有效利用现状及分析

对于省内每个独立企业的调研回执资料，我们都进行了整理以及分析，以下各表按照发热量列出了企业的中煤利用情况进行分析：

表 3-1 发热量 500（大卡）及以下

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	煤矸石			
			产率 (%)	发热量 (大卡)	利用途 径	所在 地
1	高平市飞跃洗煤有限公司	60	5	500	制砖	晋城
2	山西省安泽县风山选煤厂	90	15	200	销售	临汾
3	古县华东煤化有限公司	120	17	200	制砖	临汾
4	平定县如海选煤有限公司	60	35-45	400-580	回填	阳泉
5	五寨县隆泰煤焦化有限责任公司	180	19	300-500	销售	忻州
6	古交市太阳神煤炭实业有限公司	180	10	300-400	发电	太原

从表中分析得出：发热量在 500（大卡）及以下时，煤矸石用于发电的企业占 16.67%，用于制砖的企业占 28.57%，用于回填的企业占 16.67%，用于销售的企业占 28.57%。

表 3-2 发热量 500-1000 (大卡)

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	煤矸石			
			产率 (%)	发热量 (大卡)	利用途 径	所在 地
1	长治县昌顺洗煤有限公司	120	11	800-1000	销售	长治
2	武乡县洪水镇洪水村	180	20	800	销售	长治
3	大同县诚升洗煤有限责任 公司	90	30	800	销售	大同
4	高平市顺源洗煤有限公司	60	9.5	1000	回收有 用矿物	晋城
5	高平市智富源选煤厂	60	4	800-1000	销售	晋城
6	山西省高平市古寨选煤厂	120	6-9.8	1000	销售	晋城
7	山西省寿阳县金星煤化有 限责任公司	30	27-30	800-1100	销售	晋中
8	石县晋泰源选煤有限公司	60	32	800	销售	晋中
9	祁县大正洗煤厂	60	5	800	销售	晋中
10	山西银源煤焦开发有限公 司	60	23	500-800	制砖、销 售	晋中
11	山西省灵石县鑫源煤化有 限责任公司	90	23	600	销售	晋中
12	灵石县俊潮煤化有限责任 公司	120	10-15. 0	1000	发电、制 砖	晋中
13	山西省灵石存山实业有限 公司	120	20	500-600	销售	晋中
14	介休市钰源煤化有限公司	180	15	1000	销售	晋中
15	汾西县鑫鑫洗煤厂	60	17	700	销售, 研 石备用 堆放场	临汾

提高山西煤炭独立洗选行业能源利用效率措施和途径研究

16	山煤国际能源集团临汾有限公司鸿昕选煤厂	60	26	800	销售	临汾
17	临汾市万鹏实业有限公司	90	10.94	700-800	销售	临汾
18	洪洞县赵城孙堡振兴煤化工厂	120	19	800-1000	销售	临汾
19	古县安安煤化有限公司	120	25	1000	发电	临汾
20	曲沃县长兴洗煤有限责任公司	120	2.8	800	销售	临汾
21	吕梁勤业达煤业有限公司	60	10	1000	销售	吕梁
22	山西银海精煤有限公司	90	20-30	700-1000	销售	吕梁
23	山西省柳林县汇丰上白霜洗煤有限责任公司	90	29	1000	销售	吕梁
24	怀仁县众鑫洗煤有限责任公司	180	0.2	500-1200	制砖、销售、乡村修路	朔州
25	怀仁县恒亿通洗煤有限责任公司	180	0.2	500-1200	制砖、销售、乡村修路	朔州
26	朔州中煤杨润洗选有限公司	500	23.22	600-1000	制砖、回填附土	朔州
27	阳泉市聚源今美工贸有限公司	90	30	800	制砖	阳泉
28	山西益鑫盛洗煤有限公司	200	35-40	600-900	回填	阳泉
29	河津市民政福利煤化有限公司	120	20	800-1000	销售	运城
30	山西鼎和洗煤有限公司	120	10	1000	销售	运城
31	宁武同兴洗选煤有限责任公司	45	10	1000	销售	忻州
32	古交市富登选煤有限公司	60	15	400-1200	制砖	太原
33	古交市恒昌煤焦有限公司	60	15	400-1200	制砖	太原
34	古交市鸿达选煤有限公司	60	15	500-1100	销售	太原

35	古交市鑫茂洗煤厂	80	20	500-800	销售	太原
36	清徐县华盛洗煤有限公司	90	10	1000	发电	太原
37	清徐县进丰煤业有限公司	90	20	1000	销售	太原
38	清徐县中吉煤业有限公司	60	7	800-1000	销售	太原
39	山西胜洁渊煤化集团有限公司	80	25	500-800	销售	太原
40	太原市晋茂实业有限公司	60	15	1000 左右	销售	太原

从表中分析得出：发热量在 500-1000（大卡）时，煤矸石用于发电的企业占 7.5%，用于制砖的企业占 20%，用于回填的企业占 10%，用于回收有用矿物的企业占 2.5%，用于销售的企业占 72.5%。

表 3-3 发热量 1000-1500（大卡）

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	煤矸石			
			产率 (%)	发热量 (大卡)	利用途 径	所在 地
1	长治县永丰瑞霞煤业有限公司	120	7	1100-1500	销售	长治
2	高平市宏光贸易有限公司	60	15	1000-1200	回收有用矿物	晋城
3	沁水县富康选煤有限公司	60	10	1000-2000	销售	晋城
4	沁水县沁峰选煤厂	60	10	1000-2000	销售	晋城
5	沁水县晟达工贸有限责任公司	60	10	1000-2000	销售	晋城
6	泽州县贺坡西山润达选煤有限公司	60	6.5	1100	制砖	晋城
7	泽州县振胜工贸有限公司	180	6	1000-1800	回收有用矿物	晋城
8	左权县通宝煤化有限公司	60	15	1000-1200	发电	晋中

9	古县宇安煤业有限责任公司	60	18	1200	集中贮置	临汾
10	吉县昌盛煤业有限公司	60	11.3	1000-1200	制砖、销售	临汾
11	汾阳市胜利煤焦有限公司	60	8.12	800-1500	销售	吕梁
12	中阳县隆源达选煤有限公司	60	35	1000-1500	制砖	吕梁
13	中阳县聚源选煤有限公司	60	20	1200	销售	吕梁
14	吕梁鑫瑞洗煤有限责任公司	120	20	1100-1400	销售	吕梁
15	平定县盛世煤业有限公司	180	18.79	1500	制砖及销售	阳泉
16	五寨县隆兴源工贸有限责任公司	300	33	1200	销售	忻州
17	古交市三江煤业有限公司	60	8.3	1500	销售	太原
18	古交市宏祥煤业有限公司 (古交市宏祥洗煤厂)	150	20	1000-1500	销售	太原

从表中分析得出：发热量在 1000-1500 大卡时，煤矸石用于集中贮置的企业占 5.56%，用于制砖的企业占 22.22%，用于发电的企业占 5.56%，用于回收有用矿物的企业占 11.11%，用于销售的企业占 61.11%。

表 3-4 发热量 1500-2500 (大卡)

序号	企业名称	入选量 (万吨/年)	煤矸石			
			产率 (%)	发热量 (大卡)	利用途 径	所在 地
1	长治县金龙洗煤有限公司	150	10	1500-2000	销售	长治
2	高平市晋昌洗煤有限公司	60	2.5	2000	销售	晋城
3	沁水县复昶工贸有限公司	60	8.3	1500-2000	销售	晋城
4	山西贾罕世纪洗煤有限公司	120	30	2000-2500	销售	临汾
5	山阴县红杉选煤有限公司	120	23-25	1700-2300	制砖、销售	朔州
6	朔州市金鑫煤业有限公司	180	24	2200	销售	朔州
7	五寨县易隆选煤有限责任公司	180	15	1800-2200	销售	忻州
8	忻州市向阳洗煤有限公司	60	12	2000	销售	忻州
9	山西省国新能源发展集团宏达煤炭有限公司	300	25	1600	销售	忻州
10	古交市晋扬富煤业有限公司	180	20	2000	销售	太原

从表中分析得出：发热量在1500-2500大卡时，煤矸石用于制砖的企业占10%，用于销售的企业占100%。

3.3 煤矸石合理有效利用途径及建议

3.3.1 煤矸石资源化利用途径

根据实际调研结果并结合相关资料，我们可以得出煤矸石资源化利用应包括以下几种途径：

1. 煤矸石发电

主要用洗中煤和洗矸混烧发电。中国已用沸腾炉燃烧洗中煤和洗矸的混合物（发热量每公斤约 2000 大卡）发电。炉渣可生产炉渣砖和炉渣水泥。日本有 10 多座这种电厂；所用中煤和矸石的混合物，一般每公斤发热量为 3500 大卡；火力不足时，用重油助燃。德意志联邦共和国和荷兰把煤矿自用电厂和选煤厂建在一起，以利用中煤、煤泥和煤矸石发电。

2. 煤矸石生产建筑材料

（1）代替粘土作为制砖原料，可以少挖良田。烧砖时，利用煤矸石本身的可燃物，可以节约煤炭。当煤矸石原料发热量及塑性指数适宜时，可用全煤矸石制砖。当煤矸石的发热量为 1.67×10^6 焦耳/千克，塑性指数大于 4 时，宜采用全煤矸石制砖；而当煤矸石发热量不超过 2.93×10^6 焦耳/千克，而当地又无适宜的原料掺加时，也可采用全煤矸石制砖，但须采取低温长烧，焙烧周期延长，产量降低；当煤矸石本身发热量超过 2.93×10^6 焦耳/千克时，此时则不宜采用全煤碎石制砖。

（2）煤矸石可以部分或全部代替粘土组分生产普通水泥。自燃或人工燃烧过的煤矸石，具有一定活性，可作为水泥的活性混合材料，

生产普通硅酸盐水泥(掺量小于 20%)、火山灰质水泥(掺量 20~50%)和少熟料水泥(掺量大于 50%)。还可直接与石灰、石膏以适当的配比,磨成无熟料水泥,可作为胶结料,以沸腾炉渣作骨料或以石子、沸腾炉渣作粗细骨料制成混凝土砌块或混凝土空心砌块等建筑材料。英国、比利时等国有专用煤矸石代替硅质原料生产水泥的工厂。

(3) 煤矸石可用来烧结轻骨料。日本于 1964 年用煤矸石作主要原料制造轻骨料,用于建造高层楼房,建筑物重量减轻 20%。

(4) 生产铸造型砂高岭石含量在 40% 以上的泥质岩类煤矸石可作为生产铸造型砂的原料,煅烧是生产铸造型砂的技术关键。煅烧窑炉常采用立窑或倒焰窑。泥岩类煤矸石主要从泥岩含量相对较多的洗煤矸石、煤巷矸石和手选矸石中采用人工手拣的方法获得。

(5) 利用煤矸石制取造纸涂料以煤矸石为原料生产涂料级煅烧高岭土,利用浸出除杂、湿法超细磨、煅烧除碳增白联合方法处理煤矸石,可获得合格的涂料级煅烧高岭土产品,其产品性能符合国家铜版纸造纸涂料级标准。采用煤矸石制取造纸涂料具有煤矸石利用量大、利用彻底的特点,为煤矸石的资源化利用开辟。

3. 煤矸石作筑路和回填复垦材料

利用煤矸石作为复垦采煤塌陷区的充填材料,即可使采煤破坏的土地得到恢复,又可减少煤矸石占地,减少煤矸石对环境的污染。一般用于复垦的煤矸石以砂岩、石灰岩为主,采用推土机回填、压实,根据不同的用途进行处理,如作为耕种则进行表面复土,作为建筑用地则要采取分层碾压。

(1) 复垦种植的技术要求

对停用多年并已逐渐风化的煤矸石，进行复垦后，可针对具体情况绿化种植。先以草灌植物为主然后再种，乔木树种，一般选择抗旱、耐盐碱、耐瘠薄的树种。对表层已风化成土的煤矸石复垦后，不需复土，可直接进行植树造林或开垦为农田。但在种植农作物前必须查明矸石中的有害元素含量。

(2) 煤矸石作工程填筑材料的技术要求

煤矸石作填筑材料主要是指充填沟谷、采煤塌陷区等低洼区的建筑工程用地，或用于填筑铁路、公路路基等，或用于回填煤矿采空区及废弃矿井。

煤矸石工程填筑是以获得高的充填密实度，使煤矸石地基有效高的承载力，并有足够的稳定性。要求煤矸石是砂岩、石灰岩或未经风化的新矸石，施工通常采用分层填筑法，边回填、边压实，并按照《工业与民用建筑地基基础施工规范》对填筑工程进行质量评价。

煤矸石用于矿井回填，通常采用水力和风力充填两种方法。水力充填（也称水沙充填）是利用煤矸石进行矿井回填的常用方法。如果煤矸石的岩石组成以砂岩和石灰岩为主，在进行回填时，需加入适量的粘土、粉煤灰或水泥等胶结材料，以增加充填料的粘结性和塑性；当煤矸石的岩石组成以泥岩和炭质泥岩为主时，则需加入适量的砂子，以增加充填料的骨架结构和塑性。水力充填所需用的水，可采用废矿井中或采煤过程中排出的废水。填先后固液分离渗出的水还可以复用。

4. 煤矸石高附加值利用研究

利用煤矸石提取和生产化工产品，生产增白和超细高岭土、制备钛白粉、生产氯化铝、聚合氯化铝、岩棉及其制品、特种硅铝铁

合金、铝合金等技术得到较快的发展；以煤矸石为载体生产有机复合肥料和微生物有机肥料，改良土壤等技术有了一定创新；从煤矸石中回收黄铁矿、提取稀土元素等技术研究也逐步引起人们的重视。

（1）生产化工产品：制结晶三氯化铝，以煤矸石和化工工业副产盐酸为主要原料，经过破碎、培烧、磨碎、酸浸、沉淀、浓缩结晶和脱水等生产工艺而制成，是一种新型的净水剂。

（2）用盐酸浸取可得结晶氯化铝。浸取后的残渣，主要为二氧化硅，可作生产橡胶填充料和湿法生产水玻璃的原料。剩余母液内所含的稀有元素（如锆、镓、钒、铀等），视含量决定其提取价值。

（3）当煤矸石原料塑性较高，但由于某种矿物成分含量不足而无烧结性，可掺入粉煤灰弥补某种烧结矿物不足的缺陷，改善煤矸石原料的烧结性能

（4）煤矸石制备有机复合肥料。制备有机复合肥料的煤矸石要求有机质含量 $>20\%$ ，粒径 $<6\text{mm}$ ，其中 N、P、K 等植物生长所必需的元素含量要高；应富含农作物生长所必需的 B、Cu、Zn、Mo、Co 等微量元素。有害元素 As、Cd、Pb、Se 等要符合 GB8173-87 农用标准的要求。

（5）利用煤矸石改良土壤。利用煤矸石的酸碱性及其中含有的多种微量元素和营养成分，可将其用于改良土壤，调节土壤的酸碱度和疏松度，并可增加土壤的肥效。具体实施时，要查明土壤的化学成分和性质，并在其中掺入一些有机肥料。在未制定污染控制标准前，应参照 GB8193-89 标准执行。

（6）煤矸石制微生物肥料。以煤矸石和磷矿粉为原料基质，外加添加剂等，可制成煤矸石微生物肥料。煤矸石中有机质含量越高，煤矸石微生物肥料的碳素营养越充足，有助于肥效的发挥。

3.3.2 煤矸石资源化利用建议

根据实验调研情况并进行分析，我们提出了以下几点煤矸石资源化利用建议：

1. 制定煤矸石综合利用规划

重视规划和发展循环经济：根据煤矸石质量特征，因地制宜就地安排煤矸石资源化利用项目；落实政府机构的优惠政策，多渠道筹措资金；注重科研部门的发展和优化。

2. 提高煤矸石资源化利用的技术水平

(1) 煤矸石发电技术

推广适合燃烧煤矸石的大型循环流化床锅炉，在有条件的地区推广热、电、冷联产技术和热、电、煤气联供技术。

推广炉内石灰脱硫和静电除尘技术。

研发煤矸石等低热值燃料电厂锅炉高效除尘、脱硫、灰渣干法输送、存储及利用技术。

(2) 煤矸石生产建筑材料技术

制砖技术。推广全煤矸石生产承重多孔砖、非承重空心砖和清水墙砖技术。

制水泥技术。推广利用煤矸石为原料，部分或全部代替粘土配制水泥生料，烧制水泥熟料技术。

生产其他建材产品技术。推广利用煤矸石为原料生产陶瓷制品、陶粒、岩棉、加气混凝土等技术。

(3) 推广利用煤矸石充填采煤塌陷区、采空区和露天矿坑及煤矸石复垦造地造田技术。

(4) 推广利用煤矸石制取聚合氯化铝、硫酸铝、合成系列分子筛等化工产品技术。

- (5) 推广利用煤矸石生产复合肥料技术。
- (6) 推广煤矸石中极细粒钛铁矿、锐钛矿等杂质的分离技术。
- (7) 研发利用煤矸石生产特种硅铝铁合金、铝合金技术，以及利用煤矸石生产铝系列、铁系列超细粉体的技术。
- (8) 研发煤矸石提取五氧化二钒及其他稀有元素技术。

本篇总结

鉴于山西省煤炭独立洗选企业对中煤、煤泥和煤矸石的不同利用途径，专家组与课题组共同提出以下建议供企业参考：

1. 以发热量作为利用的指标

中煤发热量 1500-2500 大卡时，建议中煤用于销售民用，其次用于发电；发热量 2500-3500 大卡时，建议中煤用于销售民用，其次用于发电，然后用于再选；发热量 3500-5000 大卡时，建议中煤用于再选利用，其次用于发电，然后用于销售。

煤泥发热量 ≤ 1500 大卡时，建议煤泥用于销售民用，其次用于再选利用，然后用于发电；发热量 1500-2500 大卡时，建议煤泥用于销售民用，其次用于再选利用，然后用于发电；发热量 2500-3500 大卡时，建议煤泥用于做煤球，其次用于销售；发热量 > 3500 大卡时，建议煤泥用于再选利用，其次用于做煤球，然后用于销售。

煤矸石发热量 < 500 大卡时，建议煤矸石用于制砖，其次用于铺路，然后用于发电；发热量 500-1000 大卡时，建议煤矸石用于制砖，其次用于铺路，然后用于发电；发热量 1000-1500 大卡时，建议煤矸石用于销售民用，其次用于发电；发热量 1500-2500 大卡时，建议煤矸石用于发电，然后用于销售。

2. 对中煤而言

- (1) 企业制定中煤合理利用以及节能环保规划
- (2) 提高中煤利用的技术水平

(3) 对企业中管理中煤的职工进行相关的节能环保及合理利用方面的培训。

3. 对煤泥而言

- (1) 鼓励选煤厂建设自己的矸石、煤泥混烧电厂
- (2) 企业制定煤泥合理利用规划
- (3) 提高煤泥利用的技术水平
- (4) 完善煤泥利用途径的相关不足
- (5) 对企业中管理煤泥的职工进行相关的节能及合理利用的培训。

4. 对煤矸石而言

- (1) 制定煤矸石综合利用规划
- (2) 提高煤矸石资源化利用的技术水平

总 结 论

一、对选煤厂工艺设备的选择，应综合考虑入选原煤的性质、处理量、可行性、经济性等因素。

对选煤设备的应用，应与设计的厂型相匹配，优先选择技术先进、处理量大、性能可靠、高效低耗的设备；设备应适合入选矿区煤质特征和产品质量要求；应选技术先进、性能可靠、经济实用的设备；各环节的处理能力和不均衡系数应按各厂的实际情况要求和《煤炭洗选工程设计规范》(GB50359—2005)确定。

对选煤工艺流程的选择应以原料煤性质、用户对产品的要求、最大产率和最高经济效益等因素为依据，科学确定简单、高效、合理可行并且能够满足技术经济要求的工艺流程；选择具有先进技术和生产可靠的分选方法；根据用户的要求能分选出不同质量规格的产品；在满足产品质量要求的前提下获得最大精煤产率，同时力求最高的经济效益和社会效益。

二、对洗选单位原煤综合电能限定值的计算，分别去掉综合电能消耗较高和较低区域的 5% 内的消耗值，剩余部分看作新的统计样本，将其中耗电较高的 25% 区域内的综合电能消耗的平均值作为。

对洗选单位原煤综合电耗准入值的计算，分别去掉综合电能消耗较高和较低区域的 5% 内的综合电能消耗值，剩余部分看作新的统计样本，采用消耗综合电能的中位值作为准入值。

对洗选单位原煤综合电耗先进值的计算，分别去掉综合电能消耗较高和较低区域的 5% 内的综合电能消耗值，剩余部分看作新的统

计样本，将其中综合耗能较低的样本独立选煤企业 25%的点对应的综合电能消耗值作为洗选单位原煤综合电耗先进值。

各种能源折算标准系数表

能源名称	平均低位发热量	折标准煤系数
焦炭	28435 千焦/千克	0.9714 千克标准煤/千克
汽油	43070 千焦/千克	1.4714 千克标准煤/千克
柴油	42652 千焦/千克	1.4571 千克标准煤/千克
电力（当量）	3600 千焦/千瓦时	0.1229 千克标准煤/千瓦时

三、对中煤、煤泥、煤矸石的合理利用途径及建议，分别对其以发热量为指标给出了利用途径措施及建议

对中煤而言，企业制定中煤合理利用以及节能环保规划；提高中煤利用的技术水平；对企业中管理中煤的职工进行相关的节能环保及合理利用方面的培训。对煤泥而言，鼓励选煤厂建设自己的矸石、煤泥混烧电厂；企业制定煤泥合理利用规划；提高煤泥利用的技术水平；完善煤泥利用途径的相关不足；对企业中管理煤泥的职工进行相关的节能及合理利用的培训。对煤矸石而言，制定煤矸石综合利用规划；提高煤矸石资源化利用的技术水平。