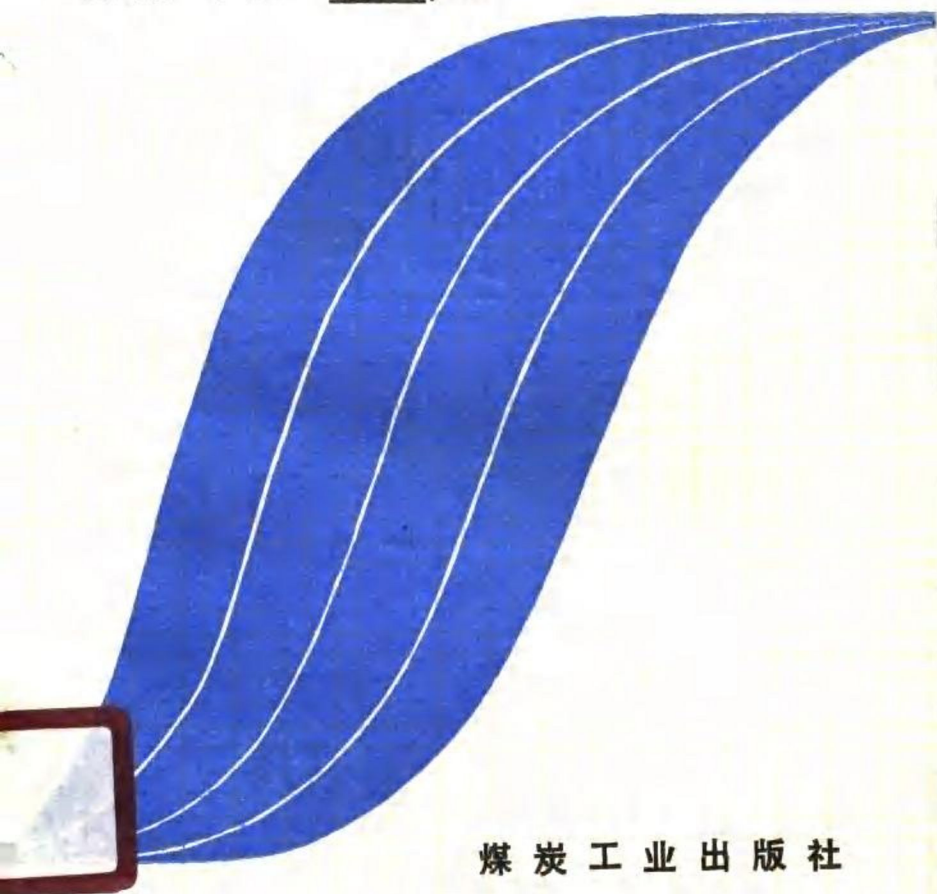


选煤厂工艺流程 与设备选型计算

顾民兆 于寿珍 陈 靖 编



煤炭工业出版社

7D74
26
3

选煤厂工艺流程 与设备选型计算

顾民兆 于寿珍 陈 靖 编

1. 2. 3.

· 煤炭工业出版社 ·

内 容 提 要

本书对选煤工艺流程计算和设备选型计算进行了介绍。工艺流程计算着重介绍国外在选煤厂设计中采用的罗辛—拉姆勒—贝涅特R-R-B方程式，经数学处理而绘制成特殊线图来表示粒度特性，并对常规方法计算工艺流程各作业的数量质量进行了介绍；选煤工艺设备的选型着重介绍根据煤的平均粒度进行筛子的计算和选型。

本书主要供从事选煤专业的设计人员和教学人员参考。

责任编辑：袁 筠

选煤厂工艺流程与设备选型计算

顾民兆 于寿珍 陈 靖 编

煤炭工业出版社 出版
(北京安定门外和平里北街21号)
北京京辉印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092 \text{mm}^1/32$ 印张 $7^{1/4}$ 插页4
字数160千字 印数1—4,150
1990年6月第1版 1990年6月第1次印刷
ISBN 7-5020-0303-7/TD·291

书号 3119 定价 2.95元

目 录

第一篇 选煤工艺计算

第一章 选煤产品的计算	1
第一节 用可能偏差 E_p 值进行选煤产品的计算方法	1
第二节 用各密度级分配率计算选煤产品的方法	16
第三节 浮选试验法及其结果	22
第二章 粒度分布	26
第一节 R-R-B粒度分布图	26
第二节 R-R-B图应用实例	35
第三章 工艺流程的计算	39
第一节 数质量流程计算	39
第二节 水量循环系统的计算	52
第三节 介质循环系统的介质量计算	55
第四节 工艺流程的计算实例	60

第二篇 工艺设备的选型和计算

第一章 筛分	88
第一节 原煤或毛煤预先筛分, 分级筛分	88
第二节 脱泥筛	94
第三节 脱水筛	103
第四节 脱介筛和脱介弧形筛	105
第五节 旋流筛	110
第二章 破碎	115

第一节 原煤或毛煤的破碎	115
第二节 中煤破碎机	122
第三章 分选设备	124
第一节 跳汰机	124
第二节 槽选机	129
第三节 重介质分选机	130
第四节 浮选机	157
第五节 摇床	163
第六节 磁选机	164
第四章 脱水机	166
第一节 末煤离心脱水机	166
第二节 煤泥离心脱水机	170
第三节 真空过滤机	173
第四节 压滤机	177
第五章 煤泥水沉淀(分级)与浓缩设备	183
第一节 粗煤泥分级设备	183
第二节 浓缩机沉淀面积计算	194
第三节 浮选尾煤或废水浓缩机计算	195
附录 I 跳汰机分配指标表	197
附录 II 重介质分选机分配指标表	218

第一篇 选煤工艺计算

第一章 选煤产品的计算

第一节 用可能偏差 E_p 值进行选煤产品的计算方法

选煤产品的计算，早期采用污染指标法。这种计算方法缺点较多，如果没有经验，要计算多次才能准确，有时还会得负值，平衡不了。后来采用分配指标法。目前国外多采用 E_p 值算法。这种方法也可理解为固定分配率，特殊密度点法。现将 E_p 值算法的计算理论阐述如下：一般说，所有的浮沉物都分散在各密度级里，如假定原煤的密度组成是分散在密度 $\delta_1 \sim \delta_2$ 之间，以其 $\frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$ 为密度级的平均密度，并按分配率数值绘出曲线，曲线形状与扭转的正态分布曲线相似，都是S形曲线。如利用对数坐标代替直线坐标，其曲线就成为直线，该直线的斜率，即表示分离的准确性，用可能偏差 E_p 来表示。假定 δ_{25} 、 δ_{50} 、 δ_{75} 分别相当于分配率是25%、50%、75%时的密度，那么：

$$E_p = \frac{\delta_{75} - \delta_{25}}{2}$$

$$\text{则 } 2E_p = \delta_{75} - \delta_{25}$$

由直线化原理得知，在图 1-1-1 之中有下面的关系式：

∴
∴
∴

$$ED = CB$$

$$\triangle ABC = \triangle CDE$$

$$\delta_{75} - \delta_{50} = \delta_{50} - \delta_{25}$$

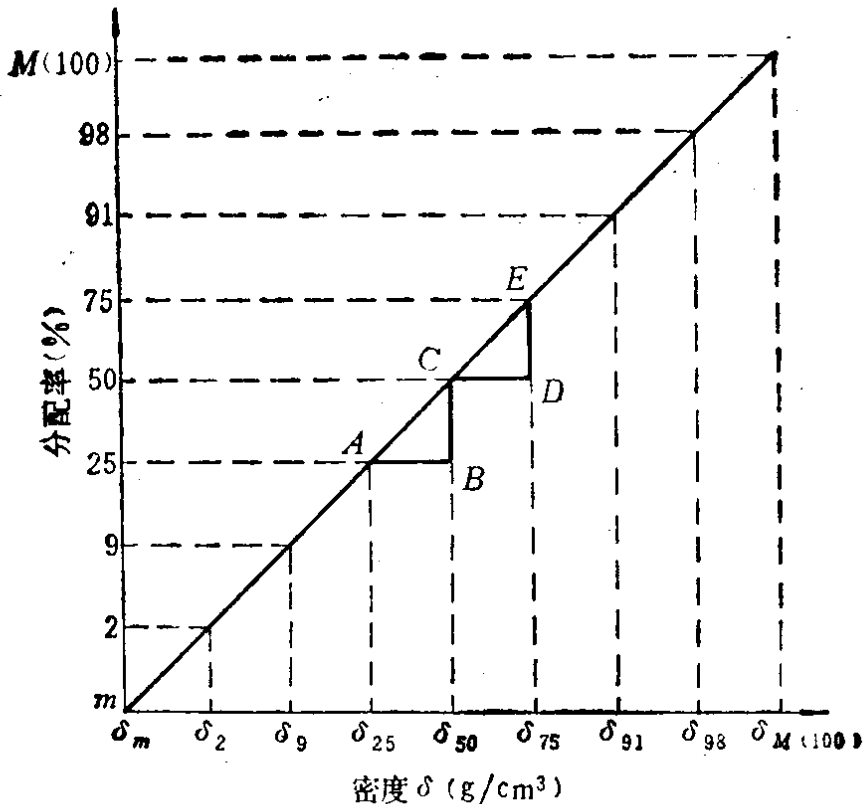


图 1-1-1 分配率和密度关系图

同样按分配曲线直线化原理，当曲线纵坐标分成八等分时，其分配率是 m （纵坐标的最低点）、2、9、25、50、75、91、98、及 M （纵坐标的最高点），其对应的各密度为 δ_m 、 δ_2 、 δ_9 、 δ_{25} 、 δ_{50} 、 δ_{75} 、 δ_{91} 、 δ_{98} 、 δ_M ，并具有下列关系：

$$\delta_{50} - \delta_{25} = \delta_{25} - \delta_9 = \delta_9 - \delta_2 = \delta_2 - \delta_m$$

$$\delta_{75} - \delta_{50} = \delta_{91} - \delta_{75} = \delta_{98} - \delta_{91} = \delta_M - \delta_{98}$$

按这些密度级所对应的纵坐标的平均值（平均分配率）见表 1-1-1。按这些等距离做成图表时，可表示出具有相当近似

表 1-1-1 密度和平均分配率的关系

密 度	平均分配率 %
$-\delta_M$	$=100$
$\delta_M \sim \delta_{98}$	$(100+98) \div 2 = 99.0$
$\delta_{98} \sim \delta_{91}$	$(98+91) \div 2 = 94.5$
$\delta_{91} \sim \delta_{75}$	$(91+75) \div 2 = 83.0$
$\delta_{75} \sim \delta_{50}$	$(75+50) \div 2 = 62.5$
$\delta_{50} \sim \delta_{25}$	$(50+25) \div 2 = 37.5$
$\delta_{25} \sim \delta_9$	$(25+9) \div 2 = 17.0$
$\delta_9 \sim \delta_2$	$(9+2) \div 2 = 5.5$
$\delta_2 \sim \delta_m$	$(2+0) \div 2 = 1.0$
$+\delta_m$	$=0$

正态分布的曲线，该曲线反映了各密度级的分配率。

已知 δ_p 及 E_p 值之后，同时从原煤可选性资料中可以得知各密度级的数质量，再利用上述的平均分配率即可算出两种产品的产率及灰分。

在重介分选机中，可能偏差 E_p 值与物料粒度及分选密度有关，并由此推算分选密度和粒度对 E_p 的关系，如表1-1-2所示。

知道了原料粒度组成和选定了 δ_p 之后，如采用重介质选煤法，就可以查表1-1-2得 E_p 值，而后即可用上述方法算出选煤产品。因为 $E_p = \frac{\delta_{75} - \delta_{25}}{2}$ ，则各密度级之差均等

于 E_p ，所以各密度级和 E_p 有下面的关系：

$$\begin{aligned} \delta_m &= \delta_p - 4E_p & \delta_{75} &= \delta_p + E_p \\ \delta_2 &= \delta_p - 3E_p & \delta_{91} &= \delta_p + 2E_p \\ \delta_9 &= \delta_p - 2E_p & \delta_{98} &= \delta_p + 3E_p \\ \delta_{25} &= \delta_p - E_p & \delta_M &= \delta_p + 4E_p \\ \delta_{50} &= \delta_p & & \end{aligned}$$

表 1-1-2 分选密度和粒度与E,的关系

可能偏差 粒度 mm 分选密度 δ_p	E_p		
	25~10mm	50~25mm	100~50mm
1.30	0.030	0.026	0.023
1.40	0.035	0.028	0.025
1.50	0.038	0.031	0.027
1.60	0.041	0.033	0.029
1.70	0.045	0.036	0.030
1.80	0.048	0.038	0.032
1.90	0.050	0.041	0.034
2.00	0.055	0.044	0.036

注：平均粒度的计算方法如下：
 $\bar{d} = \sqrt{d_{\max} \times d_{\min}}$ 。如50~25mm，则 $\bar{d} = \sqrt{50 \times 25\text{mm}} = 35.36\text{mm}$ 。如
计算多粒级的平均粒度，按其各粒度级的百分数进行综合计算而得。

各密度级和平均分配率的关系如表 1-1-3 所示。

表 1-1-3 密度和平均分配率的关系

密 度 级	平均分配率 %	备 注
$-(\delta_p - 4E_p)$	100	分配率表示本 密度级在浮物中的 量
$(\delta_p - 4E_p) \sim (\delta_p - 3E_p)$	99	
$(\delta_p - 3E_p) \sim (\delta_p - 2E_p)$	94.5	
$(\delta_p - 2E_p) \sim (\delta_p - E_p)$	83.0	
$(\delta_p - E_p) \sim \delta_p$	62.5	
$\delta_p \sim (\delta_p + E_p)$	37.5	分配率表示浮 物中的错配物
$(\delta_p + E_p) \sim (\delta_p + 2E_p)$	17.0	
$(\delta_p + 2E_p) \sim (\delta_p + 3E_p)$	5.5	
$(\delta_p + 3E_p) \sim (\delta_p + 4E_p)$	1.0	
$+(\delta_p + 4E_p)$	0	

跳汰机的产品计算与上述重介选的计算方法一样。众所周知，为了使分配曲线直线化，其纵坐标仍用概率坐标，横坐标采用 $\log(\delta - 1)$ 。跳汰机的分选精度用机械误差 I 来表示：即 $I = \frac{E_p}{\delta_p - 1}$ ，如图 1-1-2 所示，其中 ABC 为一直线，概率为 75%、50%、25%，则横坐标分别为：

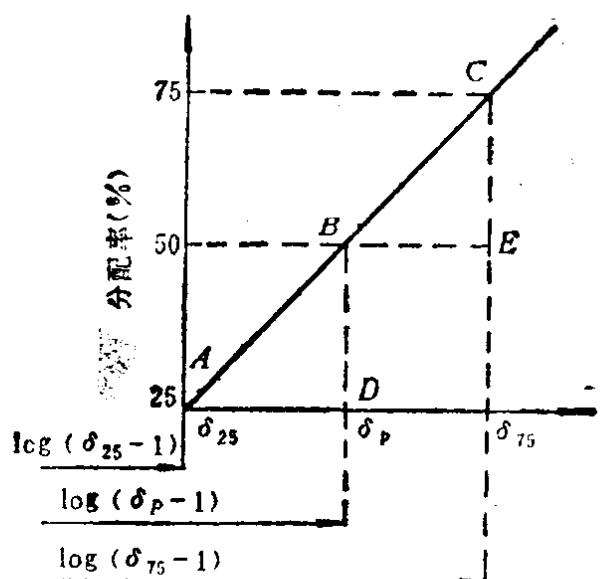


图 1-1-2 分配率和分选密度的关系图

$$\log(\delta_{25} - 1)$$

$$\log(\delta_{50} - 1)$$

$$\log(\delta_{75} - 1)$$

在 $\triangle ABD$ 和 $\triangle BEC$ 中， $BD = EC$ ， $\therefore$ 两三角形全等，则 $AD = BE$ ，即 $\log(\delta_p - 1) - \log(\delta_{25} - 1) = \log(\delta_{75} - 1) - \log(\delta_p - 1)$ ，可改写为：

$$\log \frac{(\delta_p - 1)}{(\delta_{25} - 1)} = \log \frac{(\delta_{75} - 1)}{(\delta_p - 1)}$$

即

$$\frac{\delta_p - 1}{\delta_{25} - 1} = \frac{\delta_{75} - 1}{\delta_p - 1}$$

如设

$$\frac{\delta_p - 1}{\delta_{25} - 1} = \frac{\delta_{75} - 1}{\delta_p - 1} = x$$

则

$$\frac{\delta_{25} - 1}{\delta_p - 1} = \frac{1}{x}$$

因为

$$I = \frac{E_p}{\delta_p - 1} = \frac{\delta_{75} - \delta_{25}}{2} \cdot \frac{1}{\delta_p - 1}$$

即

$$\begin{aligned} 2I &= \frac{\delta_{75} - \delta_{25} - 1 + 1}{\delta_p - 1} = \frac{(\delta_{75} - 1) - (\delta_{25} - 1)}{\delta_p - 1} \\ &= \frac{\delta_{75} - 1}{\delta_p - 1} - \frac{\delta_{25} - 1}{\delta_p - 1} = x - \frac{1}{x} \end{aligned}$$

则可得

$$x^2 - 2Ix - 1 = 0$$

解方程得

$$x = \frac{2I \pm \sqrt{(-2I)^2 + 4}}{2} = I \pm \sqrt{I^2 + 1}$$

所以

$$\frac{\delta_{75} - 1}{\delta_p - 1} = I + \sqrt{I^2 + 1} = \frac{\delta_p - 1}{\delta_{25} - 1}$$

同理

$$\begin{aligned} \frac{\delta_2 - 1}{\delta_m - 1} &= \frac{\delta_9 - 1}{\delta_2 - 1} = \frac{\delta_{25} - 1}{\delta_9 - 1} = \frac{\delta_p - 1}{\delta_{25} - 1} \\ &= I + \sqrt{I^2 + 1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\delta_{75} - 1}{\delta_p - 1} &= \frac{\delta_{91} - 1}{\delta_{75} - 1} = \frac{\delta_{98} - 1}{\delta_{91} - 1} = \frac{\delta_M - 1}{\delta_{98} - 1} \\ &= I + \sqrt{I^2 + 1} \end{aligned}$$

同样如设分配率为 $m, 2, 9, 25, 50, 75, 91, 98, M$ 则其对应的密度为 $\delta_m, \delta_2, \delta_9, \delta_{25}, \delta_{50}, \delta_{75}, \delta_{91}, \delta_{98}, \delta_M$, 就有下列各关系式:

$$\delta_m - 1 = (\delta_p - 1) \times \frac{1}{x^4}, \quad \delta_m = (\delta_p - 1) \times \frac{1}{x^4} + 1$$

$$\delta_2 - 1 = (\delta_p - 1) \times \frac{1}{x^3}; \quad \delta_2 = (\delta_p - 1) \times \frac{1}{x^3} + 1$$

$$\delta_9 - 1 = (\delta_p - 1) \times \frac{1}{x^2}; \quad \delta_9 = (\delta_p - 1) \times \frac{1}{x^2} + 1$$

$$\delta_{25} - 1 = (\delta_p - 1) \times \frac{1}{x}; \quad \delta_{25} = (\delta_p - 1) \times \frac{1}{x} + 1$$

$$\delta_{50} - 1 = (\delta_p - 1); \quad \delta_{50} = \delta_p$$

$$\delta_{75} - 1 = (\delta_p - 1) \cdot x; \quad \delta_{75} = (\delta_p - 1) \cdot x + 1$$

$$\delta_{91} - 1 = (\delta_p - 1) \cdot x^2; \quad \delta_{91} = (\delta_p - 1) \cdot x^2 + 1$$

$$\delta_{98} - 1 = (\delta_p - 1) \cdot x^3; \quad \delta_{98} = (\delta_p - 1) \cdot x^3 + 1$$

$$\delta_M - 1 = (\delta_p - 1) \cdot x^4; \quad \delta_M = (\delta_p - 1) \cdot x^4 + 1$$

按上述密度点组成的各密度级的平均分配率和重介分选一样, 在确定了分选密度和 E_p 值之后, 即可计算出分选产品的产率及灰分。

计算实例:

以某厂 13~0.5mm 的原煤可选性资料进行跳汰分选的

表 1-1-4 13~0.5mm 级原煤(占全样)的密度组成

密 度 级	占 全 样		浮 物 累 计	
	$\gamma\%$	$A\%$	$\gamma\%$	$A\%$
-1.3	15.39	4.78	15.39	4.78
1.3~1.35	14.24	8.88	29.63	6.75
1.35~1.40	8.85	12.82	38.48	8.15
1.40~1.45	5.81	18.11	44.29	9.45
1.45~1.50	3.24	23.16	47.53	10.39
1.50~1.60	3.14	29.68	50.67	11.58
1.60~1.80	2.77	40.79	53.44	13.10
1.80~2.0	1.28	54.27	54.27	14.06
+2.0	5.48	81.58	60.20	20.20
合 计	60.20	20.20		

计算。

原煤的密度组成见表 1-1-4。

由表 1-1-4 的资料计算占成本级的百分数，并用曲线插入法（见图 1-1-3），使 1.6~1.8 和 1.9~2.0 的密度级分成 1.6~1.7、1.7~1.8、1.8~1.9、1.9~2.0，密度组成见表 1-1-5。

表 1-1-5 13~0.5mm 级原煤(占本级)的密度组成

密 度 级	本 级		浮 物 累 计	
	$\gamma\%$	$A\%$	$\gamma\%$	$A\%$
—1.30	25.57	4.78	25.57	4.78
1.30~1.35	23.65	8.88	49.22	6.75
1.35~1.40	14.70	12.82	63.92	8.15
1.40~1.45	9.65	18.11	73.57	9.45
1.45~1.50	5.38	23.10	78.95	10.39
1.50~1.60	5.22	29.68	84.17	11.58
1.60~1.70	2.73	37.50	86.90	12.40
1.70~1.80	1.87	45.58	88.77	13.10
1.80~1.90	1.23	51.40	90.00	13.62
1.90~2.00	0.90	58.20	90.90	14.06
2.00~2.10	1.10	60.90	92.00	14.62
2.10~2.20	1.00	69.49	93.00	15.21
2.20~2.30	1.50	77.58	94.50	16.20
2.30~2.40	1.30	82.52	95.80	17.10
2.40~2.50	1.60	84.67	97.40	18.21
2.50~2.60	2.60	94.75	100.00	20.20

从表 1-1-5 得知，密度最高是 2.0，而用本计算方法时，如分选密度为 1.8，则 +1.8 的密度级分格太少，无法计算，就需假定最高密度到 2.60。密度分格方法可按表 1-1-5 的数据绘制灰分特性曲线和密度曲线，或称迈义尔曲线和密度曲线（见图 1-1-3）。圆滑地延长曲线，以 -2.60 密

度的产率为100%，将延长部分分为2.00~2.60的各密度级，并在曲线上查出对应的产率及灰分。但要注意其累计灰分要等于20.20%，累计产率要等于100%。本例题画的迈义尔曲线，如图1-1-3所示，所得数据列于表1-1-5中。

当分选密度为1.866时（此1.866是经几次试算认为排出的尾煤灰分达到70~75%时而得）， E_p 值是多数跳汰机统计数，如取0.121，则 $I = \frac{0.121}{1.866-1} = 0.139$ ，那么 $x = I +$

$\sqrt{I^2 + 1} = 1.149$ 。各密度点的数值如下：

$$\delta_m = (\delta_p - 1) \cdot \frac{1}{x^4} + 1 = 0.866 \times \frac{1}{1.149^4} + 1 = 1.497$$

$$\delta_2 = (\delta_p - 1) \cdot \frac{1}{x^3} + 1 = 0.866 \times \frac{1}{1.149^3} + 1 = 1.571$$

$$\delta_9 = (\delta_p - 1) \cdot \frac{1}{x^2} + 1 = 0.866 \times \frac{1}{1.149^2} + 1 = 1.656$$

$$\delta_{25} = (\delta_p - 1) \cdot \frac{1}{x} + 1 = 0.866 \times \frac{1}{1.149} + 1 = 1.753$$

$$\delta_{50} = \delta_p = 1.866$$

$$\delta_{75} = (\delta_p - 1) \cdot x + 1 = 1.995$$

$$\delta_{91} = (\delta_p - 1) \cdot x^2 + 1 = 2.143$$

$$\delta_{98} = (\delta_p - 1) \cdot x^3 + 1 = 2.314$$

$$\delta_M = (\delta_p - 1) \cdot x^4 + 1 = 2.509$$

由这些密度点可组成各密度级。如表1-1-7中等1项数据，按这些密度级用插入法计算出各密度级的产率及灰分，如表1-1-6所示。

将上表所得各项数值列入1-1-7第2、3项中作为产品计算的原始数据。

表 1-1-6 各密度级的产率及灰分计算表

密度级	$\gamma\%$	$A\%$
-1.497	$\frac{1.497-1.45}{1.50-1.45} \times 5.38 + 73.57 = 78.63$	$\frac{1.497-1.45}{1.50-1.45} \times (10.39-9.45) + 9.45 = 10.33$
-1.571	$\frac{1.571-1.5}{1.6-1.5} \times 5.22 + 78.95 = 82.66$	$\frac{1.571-1.50}{1.6-1.5} \times (11.58-10.39) + 10.39 = 11.23$
-1.656	$\frac{1.656-1.6}{1.7-1.6} \times 2.73 + 84.17 = 85.70$	$\frac{1.656-1.6}{1.7-1.6} \times (12.40-11.58) + 11.58 = 12.04$
-1.753	$\frac{1.753-1.7}{1.8-1.7} \times 1.87 + 86.90 = 87.89$	$\frac{1.753-1.7}{1.8-1.7} \times (13.10-12.40) + 12.40 = 12.77$
-1.866	$\frac{1.866-1.8}{1.9-1.8} \times 1.23 + 88.77 = 89.58$	$\frac{1.866-1.8}{1.9-1.8} \times (13.62-13.10) + 13.10 = 13.44$
-1.995	$\frac{1.995-1.9}{2.0-1.9} \times 0.9 + 90.00 = 90.86$	$\frac{1.995-1.9}{2.0-1.9} \times (14.06-13.62) + 13.62 = 14.04$
-2.143	$\frac{2.143-2.1}{2.2-2.1} \times 1.0 + 92.00 = 92.43$	$\frac{2.143-2.1}{2.2-2.1} \times (15.21-14.06) + 14.06 = 14.87$
-2.314	$\frac{2.314-2.3}{2.4-2.3} \times 1.3 + 94.5 = 94.68$	$\frac{2.314-2.3}{2.4-2.3} \times (17.10-16.2) + 16.20 = 16.33$
-2.509	$\frac{2.509-2.5}{2.6-2.5} \times 2.6 + 97.4 = 97.63$	$\frac{2.509-2.5}{2.6-2.5} \times (20.20-18.21) + 18.21 = 18.39$
-2.600	100.00	20.20

表 1-1-7 跳汰机 第一段产品计算表

密 度 级	$\Sigma \gamma$ %	ΣA %	$\Sigma \gamma \cdot A$ %·%	γ %	$\gamma \cdot A$ %·%	A %	浮物(第一段)		沉物(第一段)	
							$\Sigma \gamma$ %	$\Sigma \gamma \cdot A$ %·%	γ %	A %
1	2	3	4 = 2 × 3	5 = 2 下 — 2 上	6 = 4 下 — 4 上	7 = $\frac{6}{5}$	8 = 分配率 × 5	9 = 8 × 7	10 = 5 — 8	11 = 7
—1.497	78.63	10.33	812.25	78.63	812.25	10.33	1 × 78.63 = 78.63	812.25	0	10.33
1.497~1.571	82.66	11.23	928.27	4.03	116.02	28.79	0.99 × 4.03 = 3.99	114.87	0.04	28.79
1.571~1.656	85.70	12.04	1031.83	3.04	103.56	34.07	0.945 × 3.04 = 2.87	97.78	0.17	34.07
1.656~1.753	87.89	12.77	1122.36	2.19	90.53	41.34	0.83 × 2.19 = 1.82	75.24	0.37	41.34
1.753~1.866	89.58	13.44	1203.96	1.69	81.60	48.28	0.625 × 1.69 = 1.06	51.18	0.63	48.28
1.866~1.995	90.86	14.04	1275.67	1.28	71.71	56.02	0.375 × 1.28 = 0.48	26.89	0.80	56.02
1.995~2.143	92.43	14.87	1374.43	1.57	98.76	62.90	0.17 × 1.57 = 0.27	16.98	1.30	62.90
2.143~2.314	94.68	16.33	1546.12	2.25	171.69	76.31	0.055 × 2.25 = 0.12	9.16	2.13	76.31
2.314~2.509	97.63	18.39	1795.42	2.95	249.30	84.51	0.01 × 2.95 = 0.03	2.54	2.92	84.51
+2.509	100.00	20.20	2020.00	2.37	224.58	94.76	0 × 2.37 = 0	0	2.37	94.76
合 计				100.00	2020.00		89.27	1206.89	10.73	75.78

$$A = \frac{1206.89}{89.27} \% = 13.52\%$$

上表第9项合计1206.89除以第8项的89.27%得13.52%，即为第一段浮物的灰分。89.27%是占本级的量，13~0.5mm占全样60.20%，所以第一段浮物占全样 $\gamma = 89.27\% \times 60.20\% = 53.74\%$ 。第10项是第一段排出的矸石，其产率10.73%是占本级的量，占全样是 $\gamma = 10.73\% \times 60.20\% = 6.46\%$ ，矸石灰分为75.78%。

关于第二段入料中-1.45密度的组成和表1-1-5 -1.45级相同，没有变化。但到1.45~1.497密度级时就不同了， $\gamma_{-1.497} = 78.63\%$ （见表1-1-7第8项）， $\gamma_{-1.45} = 73.57\%$ ，

$$\begin{aligned} \text{两密度级差是 } 5.06\%, \text{ 其灰分 } A &= \frac{\gamma_{A-1.497} - \gamma_{A-1.45}}{5.06} \% = \\ &= \frac{812.25 - 695.24}{5.06} \% = 23.12\%。 \end{aligned}$$

其它各密度级的产率和灰分

列于表1-1-7第8项和第7项。

第二段入料的密度组成由表1-1-5中-1.45部分和表1-1-6组成，见表1-1-8。

根据统计，跳汰机第二段 $E_p = 0.087$ ，取 $\delta_p = 1.49$ 时，即可按前面所述的公式计算出各密度级，由第二段入料密度组成用插入法计算出各密度级的产率和灰分，见表1-1-9所示。

将表1-1-9中的产率和灰分，分别列入表1-1-10的2、3项，再进行各项计算。

$$\text{精煤灰分: } A = \frac{730.01}{71.19} \% = 10.25\%$$

$$\text{精煤占全样的产率: } \gamma = 71.19\% \times 60.20\% = 42.86\%$$