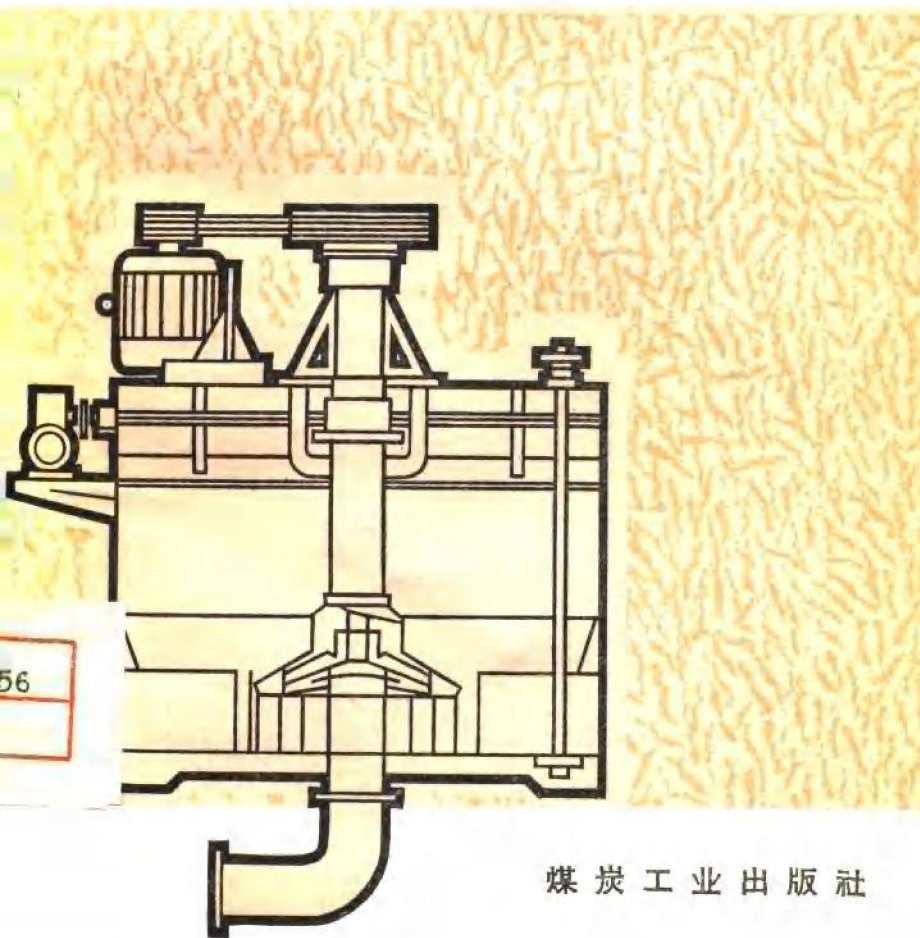


选煤用浮选机

顾少雄编写



煤炭工业出版社

选煤用浮选机

顾少雄编写

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍我国选煤用浮选机的规格和结构性能，对我国研制的 XJM-4、XPM-4 和 FXM-8 等型浮选机，以及改进的 ϕ M-2.5 和 6AM-2.8 型浮选机的工作原理、结构特点、结构参数的选择和浮选机特性做了较详细的阐述。

书中还扼要介绍浮选机工作性能的评定方法，并对我国选煤用浮选机的工作效果进行了评价。

本书可供选煤、选矿工程技术人员、工人学习使用。也可供有关院校选煤、选矿专业的师生参考。

选 煤 用 浮 选 机

顾少雄编写

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $5^{7/8}$

字数 128 千字 印数 1—2,600

1979年12月第1版 1979年12月第1次印刷

书号15035·2251 定价0.50元

前 言

浮游选煤是目前精选煤泥最有效的方法之一，特别是随着采煤机械化的日益发展，入选原煤中煤泥含量日趋增加，浮游选煤已成为选煤工艺中不可缺少的环节。

浮选效果在很大程度上取决于浮选机结构的完善程度。近年来，各国为改进浮选机，实现浮选机的大型、高效、自动控制，做了不少工作。一般说来，改进浮选机主要是为了获得良好的煤浆充气过程和气泡矿化过程。

建国以来，根据生产实践的经验和我国煤炭的可浮性，首先对应用较多的、从国外引进和仿制的 $\phi M-2.5$ 、6AM-2.8和PA-3型浮选机进行改进、并先后研制成功XJM-4和单槽容积为8米³的FXM-8型浮选机，从而大大地促进我国煤泥浮选技术的发展。

本书通过总结我国选煤用浮选机的研究成果，力求使读者对选煤用浮选机的工作原理、结构特点、结构参数的选择和工作性能等有较全面的了解。

本书承煤炭科学研究院唐山研究所丁立亲、刘洪功、关书年、李瑞和、林兆鹏、韩德友、彭维增、贾俊慧和潘永强等同志提供有关资料，在审定过程中他们还给予很大的帮助。书中的部分插图是关书年同志协助绘制的。借此机会，对上述同志深表谢意。

目 录

前 言

第一章 浮选机性能指标及其测定方法	1
一、浮选机充气性能指标及其测定方法	1
二、浮选机加煤性能指标及其测定方法	12
第二章 我国使用的选煤用浮选机	23
一、 ϕ M-2.5 型浮选机	23
二、 ϕ M-2.5 型浮选机的改进	27
三、6 AM-2.8 型浮选机	51
四、6 AM-2.8 型浮选机的改进	58
五、JF-16型浮选机	71
六、XJM-4型浮选机	84
七、FXM-8 型浮选机	112
八、PA-3 型浮选机	137
九、XPM型浮选机(喷射旋流式)	138
第三章 选煤用浮选机的分析	177
一、选煤用浮选机的技术经济指标	177
二、浮选机使用中存在的问题	181

第一章 浮选机性能指标 及其测定方法

为了全面地鉴定浮选机的工作效果，需要进行浮选机性能指标的测定，其中主要是在清水条件下测定浮选机的充气性能指标和在加煤浆条件下测定各项技术经济指标。

一、浮选机充气性能指标及其测定方法

浮游选煤是利用煤和矸石不同的表面物理化学性质，在浮选药剂（主要是捕集剂）的作用下，借助于浮选机所产生的气泡将煤和矸石分开。因而，浮选机内的气泡数量、气泡的分散度及其分布均匀程度对浮选机的各项技术经济指标都有很大的影响。在研制新型浮选机、改进和调整旧有浮选机的过程中，都需要对浮选机的各项充气性能进行测定。

浮选机的充气性能指标包括充气量、充气均匀度、充气容积利用系数、动力指数、气泡直径和叶轮区负压等项，对于喷射型浮选机（如 XPM 型浮选机）除上述各项以外，尚需测定混合系数。

1. 充气量

浮选机的充气量通常用每平方米浮选机液面上每分钟逸出的空气量（立方米）来表示。

为了测定浮选机充气量的大小，可以采用下列两种方法。

1) 量筒法

将一容量为500毫升的量筒装满清水,倒置于浮选机内,由浮选机液面逸出的空气进入量筒将量筒内清水排出,记录排出一定容积清水所需的时间,然后用下列公式计算浮选机充气量。

$$Q_s = \frac{K_1}{t}; \quad (1-1)$$

式中 Q_s ——浮选机充气量, 米³/米²·分;

t ——排出一定容积清水所需的时间, 秒;

K_1 ——系数;

$$K_1 = \frac{240V}{314D^2} = 0.96H; \quad (1-2)$$

V ——排出清水的容积, 毫升;

D ——量筒的内径, 厘米;

H ——量筒内排出清水的高度, 厘米。

为了保证测量结果准确, 测量时量筒应保持垂直状态, 量筒插入浮选机液面的深度亦应保持一定。

2) 仪器法

用量筒法测量浮选机充气量, 虽然具有设备和测量方法简单的优点, 但误差较大, 建议采用由唐山煤炭科学研究所研制的充气量测量仪来测定浮选机充气量。

充气量测量仪的工作原理和计算方法与量筒法相同, 只是用仪表指示代替目测, 因此测量误差就远比量筒法小。

充气量测量仪由测量筒和指示仪两部分组成(见图1-1)。测量筒由内径50毫米的聚氯乙烯塑料管或有机玻璃管制成, 管内有四个不锈钢电极(A 、 B 、 C 、 D), 电极 A 与 B , 和 A 与 C 之间的容积差为已知数。为了测量浮选机深部的充气量, 测量筒除主筒以外, 还有三个副筒和三个管接头, 其

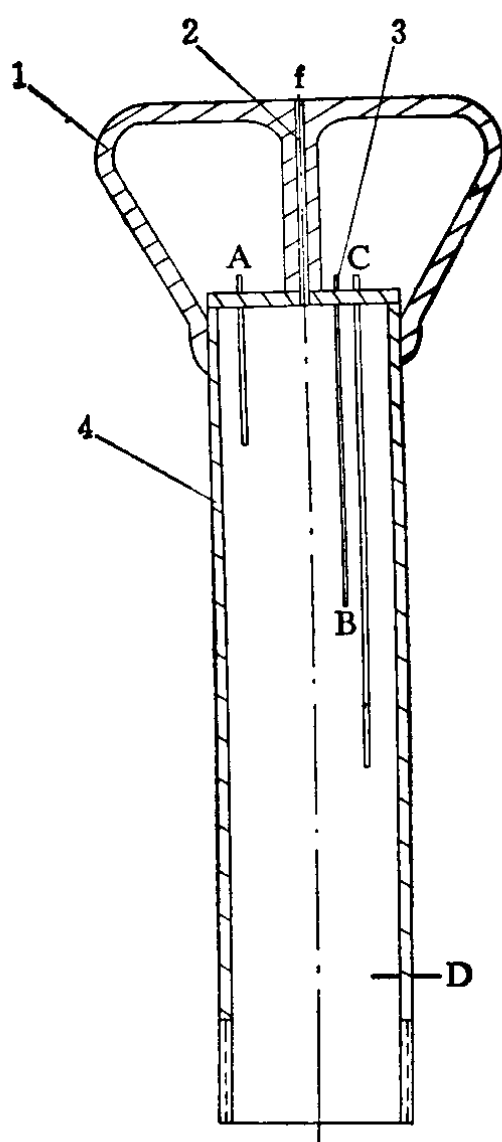


图 1-1 充气量测量仪

1—手把；2—排气孔；3—不锈钢电极；4—主筒

中两个副筒的长度为200毫米，另一个为400毫米。指示仪的电气原理图如图 1-2 所示，它是由电秒表、表头、变压器和干簧继电器以及其他电气元件组成。

充气量测量仪的使用方法很简便，测量时用右手握住测量筒手把，将筒插入浮选机内，此时筒内的空气即从小孔 f 排出，煤浆注满筒内。然后用右手大姆指将小孔 f 堵住。由

两种测量方法测量误差的比较 表1-1

测量点	测量方法	测量次数										平均充气量(米³/米²·分)	均匀系数(%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	量筒法	0.71	0.84	0.81	0.70	0.97	0.72	0.62	0.74	0.82	0.62	0.76	89.1
	仪器法	0.85	0.85	0.83	0.84	0.71	0.78	0.87	0.85	0.83	0.85	0.83	96.2
2	量筒法	1.06	1.11	0.95	1.04	0.97	0.91	0.94	1.00	1.01	1.11	1.01	94.4
	仪器法	1.05	0.95	1.04	1.00	1.02	1.15	1.03				1.05	95.8

机内空气分布的均匀程度，目前常用分散度和充气均匀度两种指标。

1) 分散度

分散度是我国选矿科研单位和选矿厂的常用指标，它可用下式计算：

$$f = \frac{Q_s}{Q_1 - Q_2}, \tag{1-3}$$

式中 Q_s ——各测量点充气量的算术平均值，米³/米²·分；
 Q_1 ——所测点中最大充气量，米³/米²·分；
 Q_2 ——所测点中最小充气量，米³/米²·分；
 f ——分散度。

2) 充气均匀度

为了正确地表示浮选机内充气分布均匀程度，建议采用唐山煤炭科学研究所浮选组提出的充气均匀度（K）计算公式。

$$K = 100 - \frac{\left[\sum_{i=1}^{i=n} |Q_i - Q_s| \right] 100}{Q_s n} (\%), \tag{1-4}$$

式中 K ——充气均匀度，%；

Q_i ——各测点的充气量，米³/米²·分；

n ——测量点数。

浮选实践表明，分散度 f 并不能完善地表示浮选机内空气分布的均匀程度，因为 f 值仅考虑到各测点中的两个最特殊的点的影响（即最大和最小充气量值），而充气均匀度 K 则考虑到各测点的充气量和平均充气量的偏差，然后加以运算。

例如：浮选机 A 的充气量（米³/米²·分）分布为：

0.10、0.50、0.50、0.50、0.50、0.50、0.50、0.90、
0.50、0.50、0.50、0.50，

$$\text{分散度 } f = \frac{Q_s}{Q_1 - Q_2} = \frac{0.5}{0.9 - 0.1} = 0.63,$$

$$\text{充气均匀度 } K = 100 - \frac{\left[\sum_{i=1}^{i=12} |Q_i - Q_s| \right] 100}{Q_s 12}$$

$$= 100 - \frac{0.8}{0.5 \times 12} \times 100 = 86.7\%.$$

浮选机 B 的充气量（米³/米²·分）分布为：

0.10、0.40、0.50、0.60、0.80、0.20、0.60、0.40、
0.70、0.30、0.50、0.90，

$$\text{分散度 } f = \frac{Q_s}{Q_1 - Q_2} = \frac{0.5}{0.9 - 0.1} = 0.63,$$

$$\text{充气均匀度 } K = 100 - \frac{\left[\sum_{i=1}^{i=12} |Q_i - Q_s| \right] 100}{Q_s 12}$$

$$= 100 - \frac{2.2}{0.5 \times 12} \times 100 = 63.4\%.$$

很明显，浮选机 A 的充气均匀程度要比浮选机 B 好，但分散度 f 值两者皆为 0.63，没有能够反映出上述事实，而充气均匀度 K 值则有明显差别，从而正确地表明浮选机 A 的充气均匀程度优于浮选机 B 。

无论是采用分散度 f 或充气均匀度 K 来鉴定浮选机内充气均匀程度，都需要在浮选机液面测定多点的充气量，一般测点之间距应小于 300 毫米。

3. 充气容积利用系数

由于浮选机搅拌机构和槽体结构的不够完善，在浮选机内，并不是所有部分都有气泡存在。通常将含有气泡的那部分容积称为浮选机的充气容积。矿化作用只能在充气容积中进行。

国外的研究表明，浮选机充气容积的大小对浮选机处理量有明显的影晌，两者呈正比关系。为了表达浮选机充气容积的大小，常用充气容积利用系数 F 作为鉴定指标。

$$F = \frac{V'}{V} \times 100 (\%), \quad (1-5)$$

式中 F ——充气容积利用系数，%；

V' ——浮选机充气容积，米³；

V ——浮选机有效容积，米³。

为了测定浮选机充气容积 V' ，需要先利用充气量测量仪测出浮选机内不同深度的各点充气量（一般应从液面下 50 毫米开始，每向下 200 毫米为一测量平面），然后用下列公式求得充气容积。

$$V' = V - \frac{V}{n} \cdot n', \quad (1-6)$$

将公式 1-6 代入公式 1-5 得：

$$F = \frac{n - n'}{n} \times 100 (\%), \quad (1-7)$$

式中 n' ——充气量小于 $0.1\text{米}^3/\text{米}^2\cdot\text{分}$ 的点数^①，个；
 n ——测定点总数，个。

在浮选机的一个室内，测定的总点数 n 越多，则所求得的充气容积利用系数也越准确。

现以北票矿务局台吉选煤厂6AM-2.8型浮选机第四室为例（充气量测定结果见表1-2），计算该浮选机的充气容积利用系数。

由表 1-2 可知，在五个测量平面上，总测点数 n 为80，其中充气量小于 $0.1\text{米}^3/\text{米}^2\cdot\text{分}$ 的共有11个点，因此

$$F = \frac{80 - 11}{80} \cdot 100\% = 86.2\%。$$

4. 动力指数

动力指数 Σ 是用来表示浮选机每消耗一千瓦功率每分钟所能得到的空气量，它是衡量浮选机电耗的指标之一。

动力指数 Σ 可用下式计算：

$$\Sigma = \frac{Q_s \cdot A}{N}, \quad (1-8)$$

式中 Σ ——动力指数， $\text{米}^3/\text{千瓦}\cdot\text{分}$ ；

Q_s ——浮选机充气量， $\text{米}^3/\text{米}^2\cdot\text{分}$ ；

A ——浮选机充气面积， 米^2 ；

N ——浮选机功率消耗，千瓦。

我国某些选矿科研单位和选矿厂采用浮选机每吸入 100 立方米空气所消耗的电力（度）作为动力指数的单位，它同

① 按 n' 的意义应是充气量为零的点数，但实际上这是很难确定的，根据我国实际情况，建议暂时将充气量小于 $0.1\text{米}^3/\text{米}^2\cdot\text{分}$ 的点数作为 n' 值。

表 1-2
台吉选煤厂6AM-2.8型浮选机(四室)充气分布

测量水平 (毫米)	充 气 量 (米 ³ /米 ² ·分)																平均充气量 (米 ³ /米 ² ·分)	充气均匀度 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
-70	0	0.14	0.31	0.22	0.34	1.02	0.23	0.38	0.41	0.58	0.29	0.31	0.55	0.43	0.47	0.28	0.37	58.4
-220	0	0.23	0	0	0.26	0.47	0.19	0.19	0.38	0.49	0.16	0	0.53	0.41	0.39	0.10	0.24	33.0
-420	0	0.07	0	0	0.26	0.30	0.21	0.34	0.47	0.31	0.45	0.16	0.47	0.38	0.29	0.23	0.24	44.7
-620	0.23	0.16	0.09	0.18	0.41	0.23	0.29	0.45	0.44	0.18	0.30	0.37	0.38	0.22	0.26	0.24	0.28	68.0
-820	0.14	0.19	0.14	0.17	0.39	0.12	0.26	0.45	0.21	0.23	0.08	0.35	0.22	0.27	0	0.38	0.22	64.4

样是衡量浮选机电耗的指标之一，但其计算时较为复杂。

5. 叶轮区负压

叶轮区负压是指浮选机正常运转时，叶轮区所形成的负压，用毫米汞柱表示。

叶轮区负压的大小，不但影响从煤浆中析出具有活化作用的微泡数量，而且对浮选机内煤浆循环量、吸浆量和空气

吸入量等都有较大的影响。当叶轮严重磨损或叶轮转速降低时，叶轮区负压相应降低，因此它又是一种简便而且迅速地判断浮选机工作是否正常的方法。

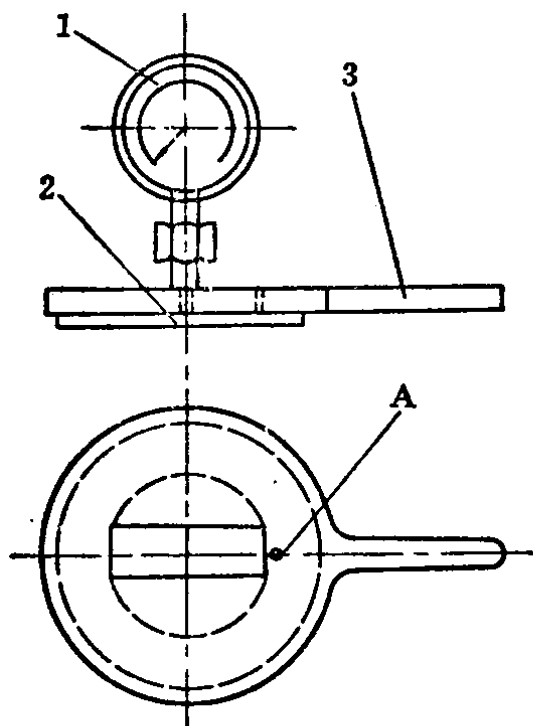


图 1-3 叶轮区负压测量器

- 1—真空表 (0~760毫米汞柱);
2—3~5毫米厚软橡胶; 3—手柄
(5~6毫米厚钢板)

测定叶轮区负压可以采用简单的自制测量器（如图 1-3 所示）。测量方法是用右手握住测量器手把，并将软橡胶压紧在浮选机进气管上，用右手大拇指塞住小孔 A，待真空表指示稳定后读数，然后放开大拇指取下测量器。若浮选机有一个以上进气管，在测量时必须堵塞其他进气管。

6. 混合系数

对于喷射旋流式浮选机（或其他相似类型的浮选机）还必须计算混合系数 K_2 ，它是指通过喷嘴一立方米煤浆能吸入的空气体积（米³）。

$$K_2 = \frac{60A \cdot Q_s}{W}, \tag{1-9}$$

式中 K_2 ——混合系数，米³气/米³水；
 A ——浮选机充气面积，米²；
 W ——通过喷嘴的水量，米³/时。

7. 气泡直径

在浮选机充气量一定的条件下，气泡直径越小，其表面积越大，对煤的浮选越有利。虽然在浮选过程中主要是借助于起泡剂使气泡细化，但空气泡直径的大小在一定程度上也能反映出浮选机结构的优劣。因此，气泡直径也是评定浮选机充气性能的一个指标。

测量气泡直径的方法较为复杂，目前国内外大都采用照相的方法。气泡直径测量器如图 1-4 所示。使用方法是

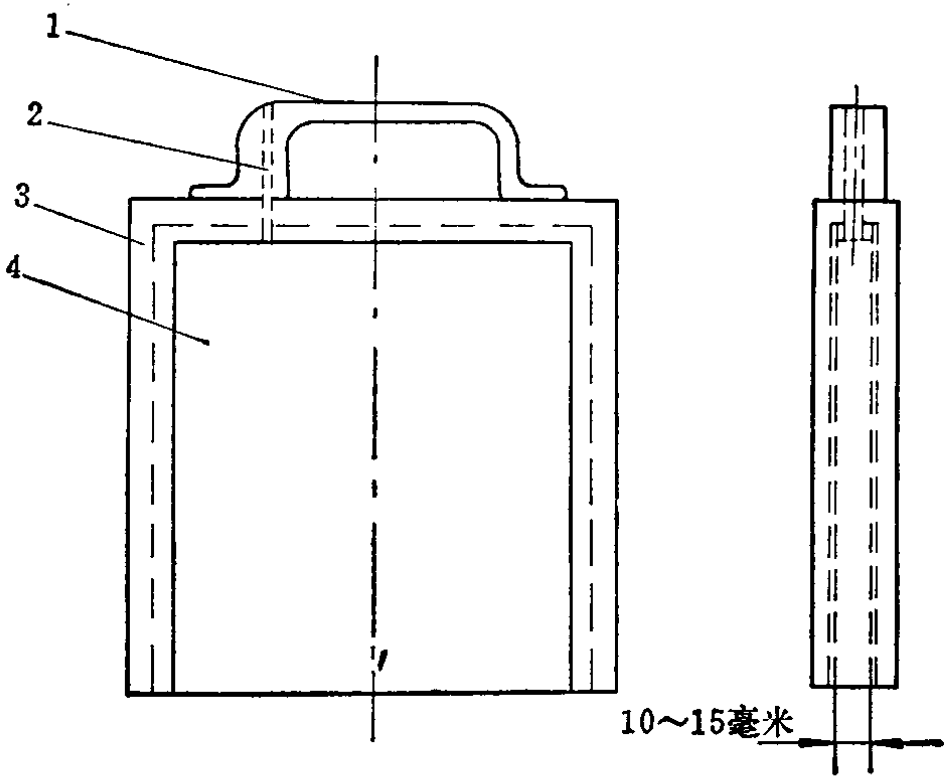


图 1-4 测量气泡直径用的测量器

1—手把；2—小孔 f ；3—器框；4—平板玻璃

手握住测量器手把，并将其全部插入浮选机内，此时器内的空气从小孔 f 排出，然后用大姆指将小孔 f 堵塞并将测量器上提，浮选机中的气泡呈单气泡层充入测量器两块平板玻璃之间（由于测量器两块平板玻璃之间的距离仅 10~15 毫米），随即用照相机将之拍摄下来。由于气泡处于运动状态，为了保持气泡的原形，在拍摄时必须使用千分之一秒的爆光时间，并需配用闪光灯。将照相胶片按一定比例放大后，即可量出每个气泡的直径。为了保证测量结果有充分的代表性，必须测定浮选机液面不同的点，然后取其平均结果。

二、浮选机加煤性能指标及其测定方法

在正常的生产条件下，对浮选机进行处理量、选择性、动力消耗和破碎度等项指标的测定。

1. 处理量

处理量是评定浮选机加煤性能的主要指标之一，浮选机的处理量一般以每一立方米浮选机有效容积每小时处理干煤泥的吨数来表示。

测定浮选机处理量主要有测量进入浮选机的煤浆量或浮选精煤产量，然后计算出处理量等两种方法。

1) 测定进入浮选机的煤浆量

测定每小时进入浮选机的煤浆量和煤浆浓度，然后用公式 1-10 计算浮选机处理量。

$$Q = \frac{q \cdot \rho}{1000V}, \quad (1-10)$$

式中 Q ——浮选机处理量，吨/米³·时；
 q ——进入浮选机的煤浆量，米³/时；