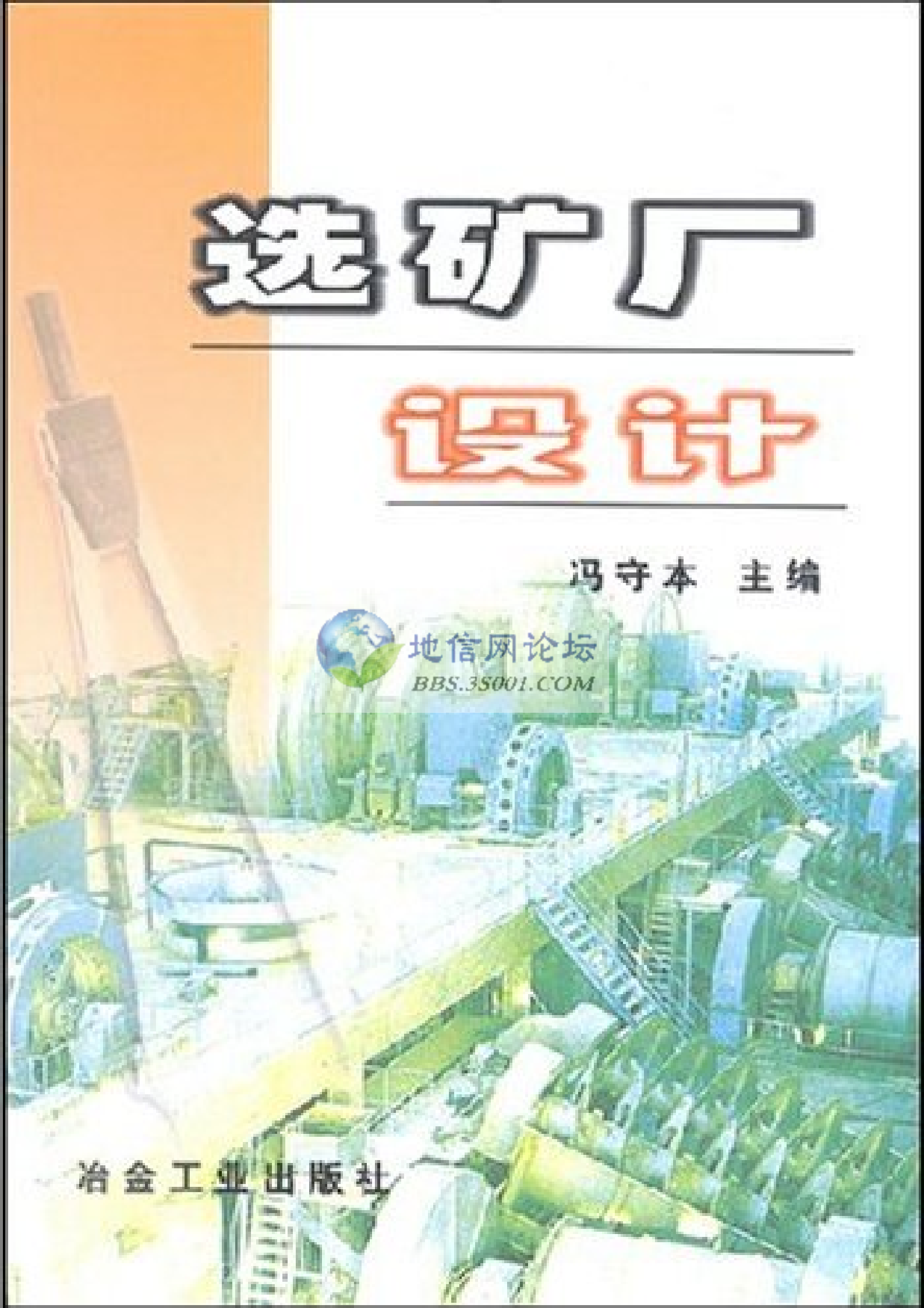
选矿厂设计

冯守本 主编

地信网论坛
BBS.3S001.COM



冶金工业出版社

前　言

本书是根据冶金工业部和中国有色金属工业总公司“八五”教材出版规划，并根据高等院校选矿工程专业教学计划及选矿厂设计课程教学大纲编写的。

建国以来，我国选矿工业迅速发展，选矿工艺和技术装备水平不断提高，设计建成上千座各种类型选矿厂，积累了大量设计和生产经验，这些都为本书的编写提供了良好条件。

在编写过程中，尽可能地吸收了国内外选矿厂设计的先进方法和先进而成熟的科技成果，总结了多年的教学、设计、生产实践经验。在内容处理上对流程设计、设备选择与计算、设备配置等章节内容进行了部分更新，并拓宽了必要的知识内容；为适应我国市场经济需要和正确评价投资项目，增加了财务评价基本内容；由于计算机已在选矿厂设计中开发应用，结合选矿厂设计的实际，增加了计算机辅助设计；对于设计阶段内容和步骤、设计前期工作、基础资料、辅助设备设施选择和计算、选矿过程检测和控制、尾矿设施和环境保护等章节结合选矿实际和发展需要做了适当的增减、进行了简明阐述。

在编写过程中注重理论联系实际，力图加强工程意识和经济观点，力图贯彻少而精的原则，突出重点；且附有典型实例和思考题，便于读者系统地学习和掌握基本原理、内容、方法和步骤，有助于把知识学到手。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

本书是高等院校选矿工程专业教学用书，也可作为冶金、建材、煤炭、化工、地质等部门从事选矿科研、设计、生产、设备制造的工程技术人员参考。

第1、3、4、8、9、11、12章及第6.8节由东北大学冯守本编写，第2、6章由鞍山冶金设计研究院张光烈编写，第5章及第6.11节由东北大学杨秀媛编写，第7章由北京科技大学王栋知编写，第10章由北京有色冶金设计研究总院曹汉臣编写。冯守本任主编，对全书作了统一整理和修改定稿，杨秀媛协助做了全书定稿工作。河北理工学院郑全贵，西安建筑科技大学姜恩泽，武汉冶金科技大学刘莉莉，鞍山钢铁学院刘秉裕，南方冶金学院谢家钊等对书稿进行了详细审查，提出许多宝贵意见。此外，在编写过程中承蒙鞍山冶金设计研究院、北京有色冶金设计研究总院和其他兄弟院校的大力支持，在此谨致谢意。

由于编写水平所限，书中的缺点和错误在所难免，敬请读者批评与指正。

编　者

1994年12月

7.2.4 摆式给料机

摆式给料机多作为球磨机集矿胶带输送机的给料机，靠调节偏心轮的偏心距调节给矿量。该机适用于小块物料，构造简单，价格便宜，但给料不太均匀。其给矿量按式（7.2-3）计算。

$$q = 60bhL\rho nK \tag{7.2-3}$$

式中 q——给矿量，t/h；

h——阀扇与阀体间高度，m；

b——排矿口宽度，m；

L——给料机摆动行程，m；

n——偏心轮转数，r/min；

ρ——同前；

K——断面充满系数，一般 $K=0.3\sim0.4$。

7.2.5 圆盘给料机

圆盘给料机适用于 20mm 以下粉矿给料机，对粘性物料（如湿精矿、含水的细粒物料）有一定的适应能力。该机给料均匀、易调节、管理方便，给料口直径一般为圆盘直径的 0.5～0.6 倍，但结构较复杂，价格较高，设备高度较大。圆盘给料机的套筒和底盘结构示意图见图 7.2-1。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

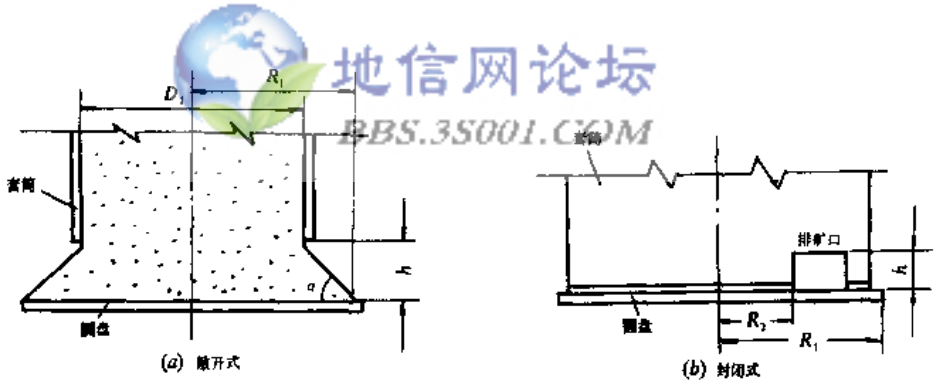


图 7.2-1 圆盘给料机的套筒和底盘结构示意图

圆盘给料机给料量的计算：

敞开式

$$q = 60\frac{\pi h^2 n\rho}{\mathrm{tg}\alpha}\left(\frac{D_1}{2}+\frac{h}{3\mathrm{tg}\alpha}\right) \tag{7.2-4}$$

式中 q——给矿量，t/h；

D_1——套筒直径，m；

h——套筒离底盘高度，m；

α——物料的静止角，(°)；

n——圆盘转数，r/min，$n<9.5\sqrt{gf/R_1}$；

f——物料与圆盘的摩擦系数，由实验和实际测定资料确定；

R_1——物料所形成的截头圆锥体底的半径，m；

ρ，g——符号意义同前。

封闭式

$$q = 60\pi n(R_1^2 - r^2)h\rho \tag{7.2-5}$$

式中 h——排矿口开口高度，m；

R_1——圆盘半径，m；

r——排矿口内侧与圆盘中心距离，m；

n、ρ、q——符号意义同前。

7.2.6 电磁振动给料机

电磁振动给料机结构简单，操作方便，无旋转部件，不需润滑，给料比较均匀，给矿量容易调节，多用于粒度为0.6～500mm的松散物料。设备振幅小，频率高，但对粘性湿物料易使槽底结料，破坏基本工作参数，此种情况下不宜采用。电振给料机给矿量按式(7.2-6)计算。

$$q = 3600bhv\rho K \tag{7.2-6}$$

式中 q——给矿量，t/h；

b——槽宽，m；

h——槽内料层高度，m；

K——断面充满系数，0.6～0.9；粒度小时取大值，粒度大时取小值；

v——输送速度，m/s；

$$v = \eta \frac{g}{2K_T} \times \frac{\tau^2}{f}\mathrm{ctg}\beta \tag{7.2-7}$$

地信网论坛
BBS.3S001.COM

η——速度系数，0.75～0.9；

K_T——周期系数，通常取1.0；

f——频率，赫兹，由产品性能表查出；

β——倾斜角，通常为20°；

ρ、g——意义同前；

τ——抛掷系数，系抛料时间与一个振动周期之比。

7.3 砂泵选择与计算

选矿厂常用的砂泵有普通型砂泵和沃曼渣浆泵。

7.3.1 普通型砂泵

7.3.1.1 类型

(1) PS型砂泵　系卧式侧面进浆离心式砂泵，用于输送选矿厂矿浆、重介质选矿的工作介质等，输送矿浆时最大浓度可达60%～70%（质量计）。轴封采用低压填料形式，工作时需通入少量清水润滑冷却；采用压入式配置，泵轴中心线低于矿浆面1m以上；

(2) PH型砂泵　系卧式单级单吸悬臂式离心灰渣泵，可输送含有砂石（最大粒度不超过25mm）的混合液体，可允许微量粒径为50mm左右的砂石间断通过。轴封采用一般填料密封，工作时注入高于工作压力98kPa的轴封清水。

(3) PN型砂泵　系卧式单级单吸悬臂式离心泥浆泵，用于输送矿浆，其浓度（质量计）的最大值为50%～60%。轴封采用一般填料，工作时注入高于工作压力98kPa的轴封清水。

(4) PNJA、PNJFA 型砂泵　均系卧式单级单吸离心式衬胶泵。PNJFA 型专供输送含有腐蚀性矿浆之用。它们可用于输送各类矿浆，但不宜输送含有尖角固体颗粒的矿浆。输送矿浆最大浓度不得超过 65%（重量计），温度不得超过 60℃，采用压入式配置，需清水密封。

(5) PNL 型砂泵　系立式单级单吸离心泥浆泵，可用于选矿厂输送矿浆，其浓度（质量计）的最大值为 50%～60%。

(6) PW 型泵　系卧式单级悬臂式离心污水泵，适用于输送 80℃以下带有纤维或其它悬浮物的液体和污水，但不宜用于输送酸性、碱性以及能引起金属腐蚀的化学混合物液体。为防止污水沿轴漏出，需要清水水封，其压力应高于泵出口压力。

(7) PWF 型泵　系卧式单级单吸悬臂式离心耐腐蚀污水泵，适用于排送酸性、碱性或其它腐蚀性污水，液体温度在 80℃以内；需密封，其清水压力高于工作压力 49～98kPa (0.5～1.0kg/cm^2)。有两种密封：防止有毒性、强腐蚀性液体外漏的机械密封（单端面）和一般填料密封。

(8) 长轴立式离心泵（俗称长轴泵）　系输送选矿厂的矿浆、煤浆及各种浮选泡沫和中矿产物的专用泵，也可输送其它液体和污水，是大型浮选厂生产中不可缺少的配套设备之一，可使浮选厂实现回路的灵活控制。

(9) 泡沫泵　属立式离心砂泵，有消泡作用，消泡率一般在 75%以上，可用于浓缩脱水前消泡输送，减少浓缩溢流中的金属损失，又可用于泡沫产物的输送。

7.3.1.2　普通型砂泵的计算

砂泵的计算应根据所输送砂浆的性质（如物料粒度、密度、硬度、矿浆浓度、粘度和腐蚀性等）来确定砂泵的类型，然后再根据输送的矿浆量、扬程和管道阻力损失等具体条件选定砂泵规格。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

A　确定管道直径及输送矿浆流速

确定适宜的矿浆流速是砂浆压力输送水力计算的重要环节，影响临界流速的因素很多，难于找到一个适合于各种砂石性质、浓度、粒度和流经管径等的计算公式。对于长距离，高浓度管道输送的临界流应通过试验确定。压力管内的矿浆临界流速概略经验值见表 7.3-1，压力管内矿浆最小流速概略经验值见表 7.3-2。

砂泵出口管径（临界管径）按式（7.3-1）计算。

$$D_{1.} = \sqrt{q/(0.785v_{1.})} \qquad (7.3\text{-}1)$$

根据 $D_{1.}$ 选取标准管径 D，此时矿浆的实际流速 $v=q_v/(0.785D^2)$，要求 $v>v_{1.}$。

式中　q_v——输送的矿浆量，m^3/s；

表 7.3-1　压力管内矿浆临界流速概略经验值

矿浆浓度/%	矿石密度≤2.7t/m^3 时，各种平均粒径 d_{av}①的临界流速/m·s^{-1}				
	≤0.074	0.074～0.15	0.15～0.4	0.4～1.5	1.5～3.0
1～20	1.0	1.0～1.2	1.2～1.4	1.4～1.6	1.6～2.2
20～40	1.0～1.2	1.2～1.4	1.4～1.6	1.6～2.1	2.1～2.3
40～60	1.2～1.4	1.4～1.6	1.6～1.8	1.8～2.2	2.2～2.5
60～70	1.6	1.6～1.8	1.8～2.0	2.0～2.5	

注：密度 $\rho_0>2.7$t/m^3 时需乘以校正系数 K，当 $d_{av}\leqslant 1.5$mm，$K=(\rho_0-1)/1.7$；$d_{av}>1.5$mm，$K=\sqrt{(\rho_0-1)/1.7}$。

①d_{av}的单位为 mm。

D_L——临界管径，m；

v_L——矿浆临界流速，m/s；可参照表 7.3-1 和表 7.3-2；

表 7.3-2　压力管内矿浆最小流速概略值

矿石粒度/mm	矿石密度/t·m³	矿浆量/L·s⁻¹	矿浆浓度/%				
			15	20	30	40	50
			最小流速/m·s⁻¹				
1.0	3.4～3.5	30～45			1.85	1.95	2.05
	4.0～4.2	30～45		1.85	1.95	2.05	2.15
		60～80		1.90	2.0	2.1	2.2
	4.2	60～130		1.95	2.05	2.15	2.25
0.6～0	3.4～3.5	13～20		1.6	1.7	1.8	1.9
		30～45		1.65	1.75	1.85	1.95
	4.0～4.2	30～45		1.75	1.85	1.95	2.05
		60～80		1.80	1.90	2.0	2.1
0.4～0	3.4～3.5	13～20			1.6	1.7	1.8
		30～45			1.65	1.75	1.85
0.15～0	3.7～3.8	30～45	1.5	1.55	1.65		
		60～85	1.55	1.6	1.7		
	4.4～4.6	30～45		1.65	1.75	1.85	1.95
		60～80		1.70	1.8	1.9	2.0

地信网论坛 BBS.3S001.COM

B　砂泵扬送矿浆需要的总扬程计算

$$H_j \geqslant (H + Li)\frac{\rho_P}{\rho_W} + h \qquad (7.3\text{-}2)$$

式中　H_j——砂泵扬送矿浆折合为清水后所需的总扬程，m；

H——需要的几何高差，m；

h——剩余压头，一般为 2m 左右；

ρ_W——水的密度，t/m³；

ρ_P——矿浆密度，t/m³；

L——包括直管、弯头、闸门、三通等阻力损失折合为直管的总长度，m；查表 7.3-3；

i——管道清水阻力损失，可按 i 值表选取，也可按下式计算

$$i = Aq_v^2 \qquad (7.3\text{-}2a)$$

q_v——矿浆流量，m³/s；

A——比阻系数，查表 7.3 4。

表 7.3 3　各种管件折合长度

名　　称	管　　径/mm							
	50	63	76	100	125	150	200	250
弯头	3.3	4.0	5.0	6.5	8.5	11.0	15.0	19.0
普通接头	1.5	2.0	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5
全开闸门	0.5	0.7	0.8	1.1	1.4	1.8	2.5	3.2
三　通	4.5	5.5	6.5	8.0	10.0	12.0	15.0	18.0
逆止阀	4.0	5.5	6.5	8.0	10.0	12.5	16.0	20.0

表 7.3-4　比阻系数 A 值

内径/mm	A	内径/mm	A	内径/mm	A	内径/mm	A
9	2255×10^5	106	267.4	305	0.9392	850	0.00411
12.5	3295×10^4	131	86.23	331	0.6088	900	0.003034
15.75	8809×10^3	156	33.15	357	0.4078	950	0.002278
21.25	1643×10^3	126	106.2	406	0.2062	1000	0.001736
27	4367×10^2	148	44.95	458	0.1098	1100	0.001048
33.75	93860	171	18.96	509	0.06222	1200	0.0006605
41	44530	198	9.273	610	0.02384	1300	0.0004322
53	11080	225	4.822	700	0.01150	1400	0.0002918
68	2893	253	2.583	750	0.007975		
80.5	1168	270	1.535	800	0.005665		

注：表中所示系铸铁管指标，钢管指标为表中值的 75%。

C　砂泵由扬送矿浆折算清水扬程

地信网论坛 BBS.3S001.COM

$$H_K = H_S K_h K_m \frac{\rho_P}{\rho_W} \tag{7.3-3}$$

式中　H_K——砂泵由扬送矿浆折算成清水扬程，m；

H_S——由砂泵性能曲线上查出的清水扬程，m；

K_h——矿浆浓度影响的扬程降低率，查表 7.3-5，也可按下式计算

$$K_h = 1 - 0.25C_W \tag{7.3-3a}$$

C_W——矿浆浓度（质量计），%；

K_m——叶轮磨损后扬程折减系数，一般取 0.8～0.95；

ρ_P，ρ_W——符号意义同前。

计算结果必须使选择的砂泵 $H_K \geqslant$ 所需的 H_1。

表 7.3-5　扬程降低率 K_h 值

ρ_P/t·m^{-3}	$K_h=(1-0.25C_W)$			
	$\rho_o=2.5$	$\rho_o=2.6$	$\rho_o=2.7$	$\rho_o=2.8$
1.05	0.98	0.98	0.98	0.98
1.10	0.96	0.96	0.96	0.96
1.15	0.95	0.95	0.95	0.95
1.20	0.93	0.93	0.93	0.94
1.25	0.92	0.92	0.92	0.92
1.30	0.90	0.91	0.91	0.91

注：ρ_o 为矿石密度，t/m^3。

D　砂泵所需功率计算

a　泵的轴功率

$$P_o = \frac{q_V \rho_P H_S}{102\eta_1} \tag{7.3-4}$$

式中　P_o——泵的轴功率，kW；

η_1——泵的效率，查泵的清水性能曲线；

H_S——由砂泵性能曲线上查出的清水扬程，m；

ρ_P——矿浆密度，t/m^3；

q_V——砂泵输送的矿浆量，L/s；

b　电动机功率

$$P = K\frac{P_o}{\eta_z} \tag{7.3-5}$$

式中　P——所需电动机功率，kW；

P_o——泵的轴功率，kW；

η_z——传动效率，皮带传动 $\eta_z=0.95$；直接传动 $\eta_z=1.0$；

K——安全系数，当 $P_o \leqslant 40$kW 时，$K=1.20$；$P_o>40$kW 时，$K=1.10$。

E　砂泵性能的调节

当砂泵的扬程和扬量不能适应设计要求时，可以通过改变泵的转数和排出管直径进行调节，但调节范围不可超过产品样本上所给定的允许范围，其计算公式如下：

a　泵的扬量与其转数成正比

地信网论坛
BBS.3S001.COM

$$q_{V2} = q_{V1}\frac{n_2}{n_1} \tag{7.3-6}$$

式中　q_{V2}——所需扬送矿浆量，L/s 或 m^3/h；

q_{V1}——泵的转数为 n_1 时的扬量，L/s 或 m^3/h；

n_1——性能曲线的工作转速，r/min；

n_2——当泵的扬量为 q_{V2} 时，所需调整的转速，r/min。

b　泵的扬程与其转数的平方成正比

$$H_2 = H_1\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \tag{7.3-7}$$

式中　H_2——泵转数调整到 n_2 时的扬程，m；

H_1——泵的转数在 n_1 时的扬程，m。

c　泵功率与其转数的立方成正比

$$P_2 = P_1\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \tag{7.3-8}$$

式中　P_2——泵转数调整到 n_2 时的功率，kW；

P_1——泵转数为 n_1 时的功率，kW。

7.3.2　沃曼（WARMAN）渣浆泵

沃曼渣浆泵目前在选矿厂生产中的系列、特点、性能如表 7.3-6 所述，该类泵的选择需要考虑的因素有：矿浆浓度、扬程、扬量、汽蚀裕量、效率、转数等。扬量和扬程是选择

规格，串联与否的依据；泵的转数不宜选用过高，一般取$\frac{3}{4}n_{max}$左右为适，在此情况下扬程不够可采用串联，对扬程应留有其额定扬程的10%的余量；材质应根据需要，事先与厂家商量；传动方式一般采用弹性联轴器和V型三角带传动，但V型三角带传动将增加5%的功率消耗；要保证有效汽蚀裕量大于泵的必须汽蚀裕量加0.3m的汽蚀安全裕量，即$NPSH_a=NPSH_r+0.3$，方能使泵在不发生汽蚀状态下运转，否则泵的过流部件将过早地损坏，汽蚀严重的情况下，泵将产生振动和噪音，甚至导致泵的扬程、扬量、效率急剧下降。有效汽蚀裕量系指泵的入口处单位重量液体所具有的高出汽化压力能头的能量。

表7.3-6 沃曼（WARMAN）渣浆泵特性

系列	泵型	特点与性能
重型	AH型	重型的主要系列产品，用于输送强磨蚀、高浓度浆，可以多级串联使用
	AHP型	多级串联使用，强磨蚀、远距离输送渣浆
	M型	强磨蚀、高浓度浆
	HH型	低磨蚀，低浓度，单级高扬程渣浆
	H型	比HH型效率高，低浓度，耐磨蚀性好，允许输送颗粒大单级高扬程
轻型	L型	低浓度（不超过重量浓度30%），低磨蚀渣浆
液下渣浆泵	SP型 SPR型	立式浸入液下工作离心式渣浆泵，适于粗颗粒高浓度渣浆泵
挖泥泵砂砾泵	D型 G型	卧式，适于输送粗颗粒泥浆和砂砾浆体

地信网论坛
BBS.3S001.COM

7.4 矿仓设施的确定

选矿厂中的贮矿设施的主要作用是调节、缓冲矿山与选矿以及解决由于选矿厂内各作业工作制度不同和矿石供应量不均衡的矛盾；保证维护、检修和生产正常运行，提高设备作业率，提供物料分配、转运和中和混匀条件。矿仓的形式、容积直接影响造价和选矿生产，在设计中必须合理地确定。

7.4.1 矿仓类型

7.4.1.1 矿仓类型

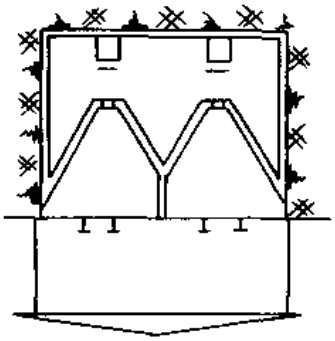
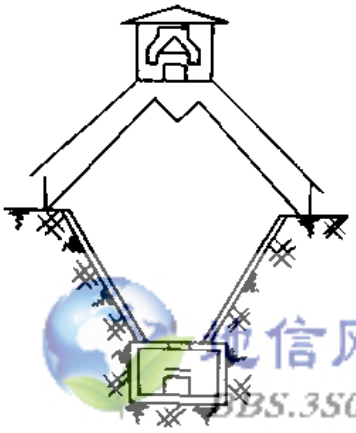
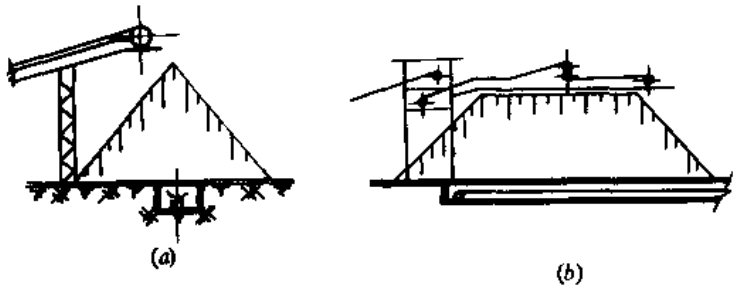
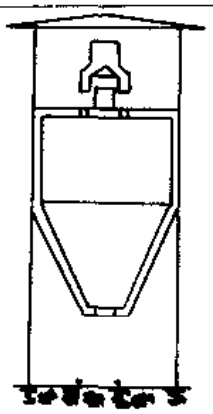
矿仓按其结构分为地下式、半地下式、地面式、高架式、抓斗式和斜坡式等，见表7.4-1。

以矿仓平面几何形状还可分为圆形、方形和矩形，一般采用圆形截面较多，因受力均匀，节省建筑材料，比同容积的其它型式矿仓可节省钢筋混凝土$\frac{1}{3}$；方形与矩形截面多用于分配或缓冲矿仓；矿仓底部有平底、锥底（角锥或圆锥）、抛物线型等，圆形平底结构简单，造价低，但死角大，需多设排矿口。圆的直径一般为4～15m。

7.4.1.2 常用的贮矿仓类型及其考虑的问题

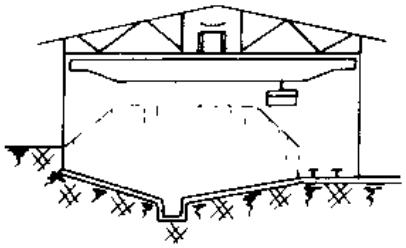
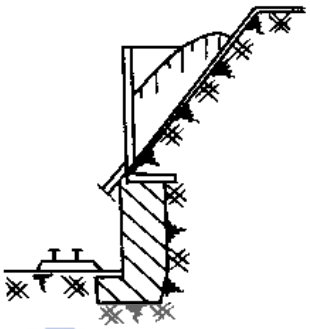
（1）原矿受矿仓的类型应根据粗碎设备的类型和规格、原矿运输和卸矿方式以及地形条件等因素抉择。一般多采用矩形漏斗仓。由于原矿块大，矿仓容积不宜过大，主要起缓冲和生产衔接作用。

表 7.4-1　按结构划分的矿仓类型及应用特点

类　型	矿　仓　结　构　示　意　图	应用条件与特点
地下式		处于地下，结构较复杂，造价高，劳动条件较差，当地形限制，运输设备和总平面特殊要求可考虑，一般不选用
半地下式		不宜贮存大于 350mm 和小于 10mm 粒度的矿石，当含泥、含水多排矿口易产生堵塞不易清理，逐渐被矿堆代替
地面式 (a)长槽式 (b)锥形矿堆	 (a)　(b)	广泛用于中间贮矿仓，贮存容积大，单位造价低，可使用推土机推矿，易清理被堵塞的排矿口，宜贮存小于 350mm 以下矿块，贮存小于 10mm 粉矿为防止雨水进入和大风吹散应设置房盖，锥形矿堆为一点卸矿，矿堆在选矿厂设计中有较大发展
高架式		常用做细矿仓和产品矿仓、装车仓，便于配置，应用广泛，但不宜贮量很大，造价较高

通信网论坛
BBS.35001.COM

续表 7.4-1

类　型	矿　仓　结　构　示　意　图	应用条件与特点
抓斗式		宜贮存潮湿粉矿、细粒精矿，更适于要求贮量大，且铁路外运的条件
斜坡式		需要适宜地形，结构简单，造价低，最为经济，可用作原矿贮矿仓

地信网论坛
BBS.3S001.COM

（2）缓冲分配矿仓常用于破碎厂房，一般多采用槽形矿仓。大块矿石常采用平底槽形仓底部排矿；粒度小、粉矿多的矿石采用三面或四面倾斜的斗仓为宜，主要解决平行作业的均衡生产问题。

（3）中间矿仓或矿堆，规模在 10000t/d 以上的选矿厂可考虑设置，一般设在粗碎之后，细碎之前，多采用地面式结构，也有采用半地下式结构的，但投资多，排矿口易堵塞，且不易清理。

（4）磨矿矿仓一般采用高架式结构，多数采用圆形平底、槽形锥底仓。自磨机前贮矿仓多采用地面式或半地下式矿堆。用于调节破碎与磨矿作业生产系统的设备事故及工作制度的差别。

（5）产品矿仓多采用高架式和抓斗式。

（6）装车仓类型主要取决于外部运输条件，当火车外运时，多采用装车快、操作方便的高架式矿仓，仓底有槽形斜底、锥底和圆形平底，对粘性物料多采用抓斗式矿仓。汽车外运，采用高架矿仓也是方便的。

（7）需要考虑所在地的条件（如气候）、总平面布置、物料状况（如粒度、含泥、含水等）、装车要求等问题，分述如下：1）对气候条件恶劣地区，如冬季气温很低，且持续时间较长，夏季多雨，雨量又较大地区，必须采取保温、解冻、防雨、排水等措施；2）当总图布置场地比较紧张时，尽量少用大型矿堆贮矿，应以占地小的其它类型矿仓为主；3）含粉矿，含水较多的矿石，尽量采用斜底形矿仓，其倾角应保持 60°～70°，当采用大型矿堆时，可预先筛除粉矿再进行贮矿，以减少排矿口堵塞；4）含水多或含药剂较多，粘性大的各种

精矿不宜采用高架式矿仓，一般采用抓斗矿仓；5）地下水位较高的地段应避免选用耗资大、处理复杂的半地下式矿仓。

7.4.2 贮矿时间的确定（如表 7.4-2 所示）

表 7.4-2 贮矿仓工作条件和贮矿时间参考表

矿仓类	工作条件		贮矿时间	注
原矿仓和矿堆	铁路专线，专用车		1～1.5d	选矿厂距矿山较远，运输系统可靠程度差，需大量外购矿石时可设置，但投资大，一般不采用
	国家铁路和车辆		1.5～2d	
	索道运输		1d	
原矿受矿仓	大于 900 旋回，挤满给矿		大于一个车厢量	
	破碎机前有给矿机	大型厂	0.5～2h	按破碎机实际处理量计
		中型厂	1～4h	
		小型厂	2～6h	
中间矿仓或矿堆	一般		1～2d	规模在 10000t/d 左右或处理两种以上的矿石可设置，矿块小可减轻对运输设备、衬板的磨损
	大型选矿厂运输条件好		0.5～1d	
缓冲及分配矿仓	挤满给矿旋回破碎机排矿仓		大于 2 个车皮量	主要取决于运输能力和设备处理能力的差别，两者能力相近取小者
	倒装转运仓		大于 1 次装入量	
	中碎作业前		10～15min	
	细碎前，闭路破碎筛分机前，独立筛分前		15～40min	
	装矿站		大于每批间隔时间	
磨矿矿仓、矿堆	连续运转		24～36h	有中间矿仓贮矿时间可不足 24h，小选厂可适当增长时间
产品矿仓	国家铁路	车皮供应和线路不紧张	3～5d	取决于生产设备事故多少及厂外运输条件好坏
		车皮供应和线路紧张	5～7d	
	企业专用线		2～3d	
	公路汽车运输	条件较好	3～10d	
		条件较差	3～15d	
	内河航运		7～15d	
	国内海运		15～30d	
装车仓	汽车运输		大于运输的间隔时间	采用铁路运输的装车仓容积按式（7.4-1）计算

地信网论坛 BBS.3S001.COM

当产品数量大或品种多时，往往采用铁路运输，其装车仓容积可按下式计算

$$m_L = m(nG + tq_m + t'q_m) \tag{7.4-1}$$

式中 m_L——装车仓贮矿量，t；

m——给矿不均匀系数，$m=1.1\sim1.15$；

n——列车的车厢数；

G——车厢容量，t；

t——发车时可能延误的时间，h；

t'——装车时间，h；

q_m——选矿厂精矿产量，t/h。

7.4.3 矿仓有效容积

$$V = \frac{m}{\rho} \tag{7.4-2}$$

式中 V——矿仓需要的有效容积，m^3；

m——需要的贮矿量，t；

ρ——矿石松散密度，t/m^3。

计算出需要的有效容积后，再考虑矿石的安息角、原矿与产品运输以及配置上的要求，确定排矿口和仓身各部分尺寸以及仓底斜壁的倾角等，然后按几何学上的立体图形计算公式求出矿仓的几何容积。在计算中需考虑矿仓内有无法利用的“死角”占用的容积，因此矿仓的有效容积 V 应等于矿仓几何容积 V_0 减去“死角”占用的容积。有效容积 V 与几何容积 V_0 之比，称作矿仓利用系数 K，即：$K=V/V_0$，式中 K 值与矿仓尺寸和矿石安息角有关，一般 K 取 0.9。

确定矿仓排矿口的尺寸时既要考虑矿石粒度，又要考虑排矿设备，对于粗矿块（粒度大于 200mm），排矿口窄边宽度一般为最大块的 3 倍左右，长边宽度取决于给矿机类型；对于细粒矿石，主要考虑排矿速度，防止堵塞。排矿口多为圆形和正方形。仓底斜壁倾角一般为 50°～55°，块矿取小值，粉矿取大值。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

7.5 检修起重设备的选择

7.5.1 常用的检修起重设备

7.5.1.1 固定滑车（即手动葫芦）

固定滑车为定点起吊设备，需用时将其固定在支架或房梁上，只能作上、下单向运动；最大起重量可达 20t，可以流动服务，但起吊速度太慢，常用在胶带输送机头部和板式给矿机尾部的起吊检修。

7.5.1.2 电动滑车（又名电葫芦）

电动滑车可吊起重物作上下运动，还可以组装在单根轨道上作前后移动，形成同时两向运行，起重量可达 10t，一般选用 2～5t。安装时，葫芦轨道必须对准设备中心线，以利于检修部件顺利垂直吊装。该设备操作简单灵活，服务线可长可短，可直可弯，但其弯曲半径必须满足最小曲率半径的要求值。

7.5.1.3 桥式起重机（也称桥式吊车）

桥式起重机分别由起升机构，起重行走小车和桥架行车组成，可作竖向、横向、纵向三向运动，服务区间大，在选矿厂中广泛使用。按桥式起重机结构与传动方式分为单梁、双梁、手动、电动等类型。具体选用时，决定于厂房跨度、要求的起重高度、起重吨位、设备台数、工作制度及特殊要求等因素。

手动单梁起重机　属轻型桥式起重设备，适于起重吨位小于 10t，跨度小于 17m，其检修任务不繁重的情况下使用。

电动单梁起重机　起重吨位小于 10t。由于电动，其工作速度快，适于检修任务繁重的

情况下使用。

电动双梁桥式起重机　与单梁起重机的区别在于其采用了结构复杂的双梁桁架，起重量大，可达 100t 以上。起重量在 15t 以上者，均备有主、副双钩，跨度可达 30m 以上。

电动桥式抓斗起重机供精矿装车用，起重量可达 20t，跨度可达 31.5m。球磨机装球时，可采用磁力桥式起重机。

设备整体吊装的检修制度在设计中不常采用，其原因是吊车吨位过大，厂房结构复杂，建筑造价增加，还未必节省检修时间。因此，检修用起重机的吨位，一般按被检修设备的最大件或难于拆卸的最大部件的重量考虑。

7.5.2　检修用起重机吨位的确定

破碎机检修用起重机吨位取决于不易拆卸的最重检修件重量，如颚式破碎机的皮带轮、飞轮和动颚轴的组合体；圆锥破碎机（含旋回）的锥体；磨矿机均不考虑设备的整体吊装，且直径 ϕ2.7m 以上磨机应配有磨机筒体顶升装置（液压千斤顶）支承磨机筒体，这样所需的起重机吨位较小；螺旋分级机应满足整体吊装螺旋体；浮选机检修吨位一般按槽体重量考虑，当台数少时，可按叶轮体的重量确定吨位；筒式磁选机检修吨位应根据筒体重量确定，shp 强磁机应根据分选盘的重量确定，ϕ2000mm 强磁环可采用桥式起重机；过滤机检修起重机一般依筒体重量确定，当过滤机台数少于 2 台时，可按风头重量确定吨位，可选用手动或电动葫芦；砂泵检修按整体起吊。选矿厂设备检修用起重机吨位和类型选择参照表 7.5-1。

表 7.5-1　选矿厂设备检修用起重机吨位及类型选择参考表

设备名称和规格（mm）		起重机		
		吨位/t	类　型	备　注
颚式破碎机	250×400	2	手动单轨、手动单梁	
	400×600	3	手动单轨、手动单梁	
	600×900	10	电动单梁、电动桥式	
	900×1200	15/3～20/5	电动桥式	
	1200×1500	30/5	电动桥式	
	1500×2100	50/10	电动桥式	
旋回破碎机	500	10	电动单梁，电动桥式	
	700	15/3～20/5	电动桥式	
	900	30/5	电动桥式	
	1200	75/20	电动桥式	
	1400	100/20	电动桥式	
圆锥破碎机	600	1	手动单轨、手动单梁	
	900	2～3	手动单梁、电动单梁	
	1200	5	电动单梁	
	1750	10	电动单梁、电动桥式	
	2200	15/3～20/5	电动单梁、电动桥式	

地信网论坛 BBS.3SOJI.COM

续表 7.5-1

设备名称和规格（mm）		起重机		
		吨位/t	类型	备注
振动筛	SZZ1250×2500、1500×3000、$SZZ_2$1250×2500	1	手动单轨、手动单梁	
	SZ1250×2500、1500×3000、$SZ_2$1250×2500	1	手动单轨、手动单梁	
	$SZZ_2$1250×4000、1500×3000、1500×4000	2	手动单轨、手动单梁	
	SZZ1500×4000、1800×3600、$SZZ_2$1800×3600	2	手动单轨、手动单梁	
	$SZ_2$1500×3000、YA1236	2	手动单轨、手动单梁	
	2YA1236、1542、YA1542、1548、1842	3	手动单轨、手动单梁	
	2YA1548、1842	3～5	电动单梁	
湿式球磨机	900×900、900×1800	1	手动单梁	
	1200×1200、1200×2400、1500×1500	2	手动单梁、电动单梁	
	1500×3000	3	手动单梁、电动单梁	
	2100×2200、2100×3000	5	电动单梁	
	2100×4500、2700×2100、2700×2700	10	电动桥式	带电磁盘
	2700×3600、2700×4000	15/3	电动桥式	副钩为电磁、吊钩两用
	3200×3100、3200×3600、3200×4500、3200×5400	20/5	电动桥式	副钩为电磁、吊钩两用
	3600×4500、3600×6000、3600×4000	30/5	电动桥式	副钩为电磁、吊钩两用
湿式自磨机	4000×1400	10	电动桥式	
	5500×1800	30/5	电动桥式	
	7500×2500、7500×2800	50/10	电动桥式	
螺旋分级机	FG-ϕ750	2	手动单轨、手动单梁	
	FG-ϕ1200、1500、2FGϕ1500、FC-ϕ1200	5	电动葫芦、电动单梁	
	2FC-ϕ1200	5	电动葫芦、电动单梁	
	FG-ϕ2000、2FG-ϕ2000、FC-ϕ1500	10	电动葫芦、电动单梁	
	2FC-ϕ1500	10	电动葫芦、电动单梁	
	FG-ϕ2400、2FG-ϕ2400、FC-ϕ2000、2FC-ϕ2000	15/3	电动桥式	
	2FG-ϕ3000、FC-ϕ2400、2FC-ϕ2400、2FC-ϕ3000	20/5	电动桥式	
永磁筒式磁选机	ϕ600×900、600×1800、750×1200	1	手动单轨、手动单梁	
	ϕ750×1800	2	手动单轨、电动单梁	
	ϕ1050×800、1050×1500、1050×1800	3	手动单轨、电动单梁	
	ϕ1050×2100、1050×2400、1200×3000	5	电动葫芦、电动单梁	
强磁双平环磁选机	shp500	15	手动单梁、电动单梁	
	shp1000	5	手动单梁、电动单梁	
	shp2000	10～15/3	电动桥式	
	shp3200	20/5	电动桥式	
浮选机	XJ-3	0.5	电动单梁	
	XJ-6，XJ-11	2	电动单梁	
	XJ-28，XJC-40	3	电动单梁	
	XJ-58，XJC-80，CHF-X14	5	电动单梁	

地信网论坛 BBS.3S001.COM

续表 7.5-1

设备名称和规格（mm）		起重机		
		吨位/t	类型	备注
过滤机	GW-3、GP-27	2	电动单梁	
	GW-5、GYW-8、GYW-12、盘式 40m²，筒外 10m²	3	电动单梁	
	GN-8、GN-12、GW-20、盘式 60m²，盘式 120m²	5	电动单梁	
	GN-10、GN-30、GN-40、GW-30、GW 40、GW-50	10	电动桥式	
灰渣泵、胶泵、砂泵	4PNJ、5PNJ、6PNJ、4PH、6PW、8PW	1	各吨位均可选择手动单轨、电动葫芦电动单梁	
	$2\frac{1}{2}$PS、4PS、PS	1		
	8PSJ、6PH	2		
	10PSJ	3		
	8PH	5		

起重机的起重高度和其服务区间宽度详见本书 8.8.3 款。

思 考 题

1. 试述胶带输送机驱动电动机功率计算的主要步骤。
2. 粗碎、中碎、细碎、磨矿各矿仓的排料，通常采用何种给矿机？
3. 砂泵扬送矿浆的最终确定，应考虑哪些主要问题？
4. 选矿厂常用的矿仓及其形式有哪些种？
5. 选矿厂常用哪些种起重机？各应用在何场合？

环球信网论坛 BBS.35001.COM

第8章　总平面布置和厂房设备配置

选矿厂总平面设计是对指定的建厂地区内的建筑物（生产车间、辅助车间）、构筑物、露天堆场、运输路线、管线、动力设施及绿化等作全面合理的布置，并综合利用环境和地形条件，尽少地占用场地面积，节约投资，创造符合选矿生产要求的统一建筑群体。

厂房设备配置就是，根据地形、系列划分、物料自流输送和设备操作、维护需要等条件，把执行工艺流程、承担生产任务的主要和辅助设备、装置合理地布置在厂房里。

8.1　总平面布置

8.1.1　选矿厂厂房组成和总平面布置基本原则

选矿厂是实现选矿生产工艺过程和人们工作的场所。厂房组成有破碎筛分厂房、洗矿车间、重介质车间、主厂房、精矿脱水车间、包装和配料车间、各种矿仓、胶带输送机通廊、转运站、泵站、药剂制备间、试验室与化验室、机修车间、电修车间、材料仓库、尾矿库等。这些是由生产工艺过程所确定的，是总平面布置的基础。了解和掌握各厂房、设施的功能和技术性能特点，厂房与厂房之间的相互联系和其对总平面布置的要求，是合理布置的基础。总平面布置原则：

（1）必须充分考虑生产作业线的特点和要求，充分利用地形，合理选择竖向布置形式，减少土石方及建筑工程量，为自流输送创造条件，尽量缩短物料运程，减少返向和重复运输，避免货流和人流交叉。

地格网论坛
BBS.3S001.COM

（2）节约用地和工程投资，建、构筑物布置力求紧凑合理，公用设施应综合考虑，各种管线在技术允许的条件下，应采用共杆、共沟和共架布置。

（3）工程地质必须符合建厂条件，不得在有断层、滑坡、溶洞、泥石流等不良地段布置。

（4）动力供应装置、变电所、空压机房、供水站应靠近所服务的中心；锻工车间要考虑用料及其运输方便，不应布置在厂前区和不应对要求安静的环境有影响，避免西晒，自然通风要好；落锤车间应布置在厂区偏僻地段，可靠近废钢铁处理车间与其他建筑物保持必要的安全防护距离；机加工、装配、机修、电修车间应靠近其服务的负荷中心和备料车间；化验室、试验室、药剂制备间、石灰仓库、石灰乳制备间、干燥厂房、堆煤场等的布置，除了要考虑便于生产联系外，还要考虑风向、防火、卫生等要求，对生产性质、防火及卫生要求相近似的厂房应布置在同一地段上；木材加工车间、圆木堆场、板材库和烘干设施等，宜集中布置，并应具有适当的存放场地和方便的装卸运输条件，应远离易燃地点，模型库可邻近铸工车间布置；贮罐区应有方便的运输条件和消防车道，远离明火生产，布置在厂区地形较低的偏僻地区；电镀车间要考虑污水处理构筑物、酸库位置和堆放场地以及污水排放的方便条件，宜邻近机加工车间布置，不宜靠近大量散发粉尘的地段；储存量大的仓库、堆置场地应尽量靠近外部铁路或公路，设在工业场地边沿地带，同时还要接近其服务的主要车间。

（5）合理地预留发展用地，对其可能性要有充分的估计。

(6) 正确处理好与外部企业及地区间的协作关系。

(7) 生活福利区应布置在厂区的主导风向的上风向，托儿所、食堂、浴室等应尽量照顾到上、下班顺路及使用方便。

下面举出坡地建厂和平地建厂两个总平面实例，可体现出布置的基本原则，详见图 8.1-1、图 8.1-2。

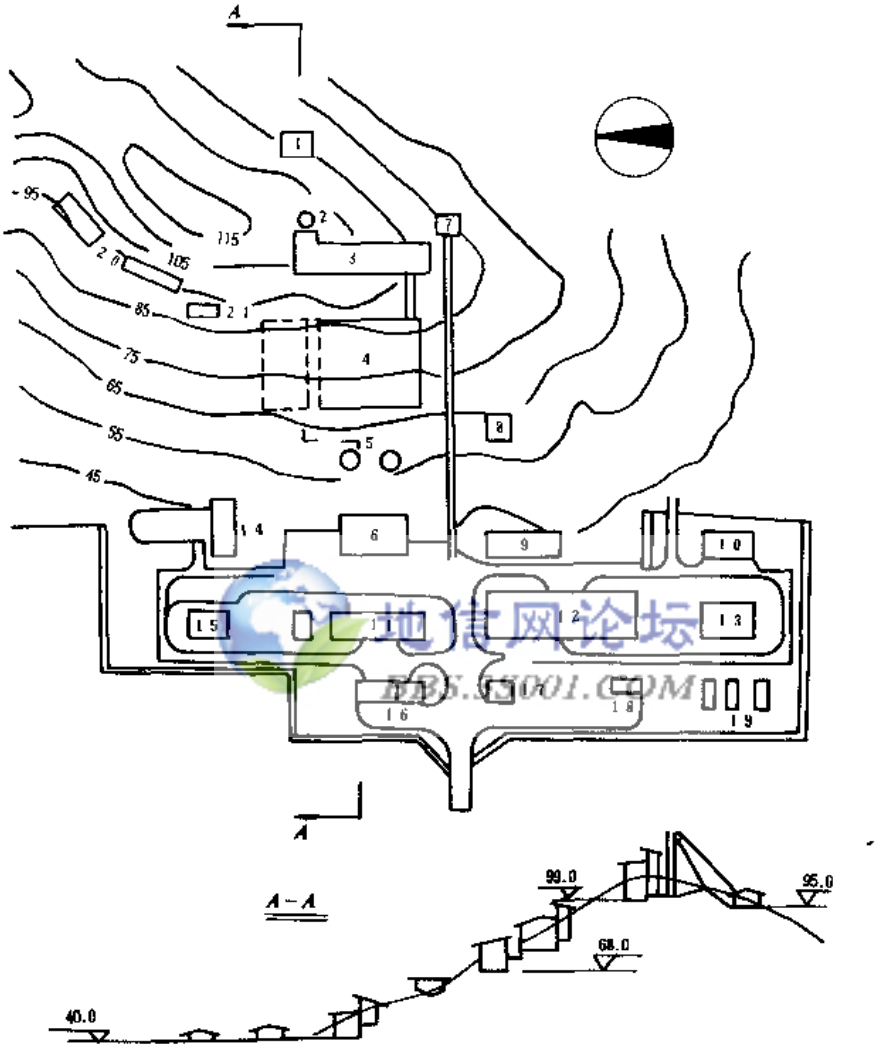


图 8.1-1 中型选厂总平面布置图

1—竖井卷扬机房；2—竖井；3—破碎厂房；4—磨浮厂房；5—浓缩机；6—精矿处理厂房；7—斜坡卷扬机房；8—尾矿第一泵站；9—材料仓库；10—石灰仓库；11—试验及化验室；12—机修厂房；13—铸造间；14—总降压变电所；15—柴油发电机房；16—办公室；17—汽车库；18—油库；19—露天堆场；20—高位水池；21—净化站及防火加压水泵房

8.1.2 生产厂房布置形式

生产厂房布置形式大体可归纳为三种；即多层式、单层和单层-多层混合式。这取决于地形坡度、场地面积、设备外形尺寸、设备数量、重量，受矿要求，排矿特点，物料贮存、分配矿仓设置情况，物料状况，工艺要求及资金等因素。

(1) 多层式布置 是按流程将后继作业设备逐层向下布置，主流物料自流输送，需要

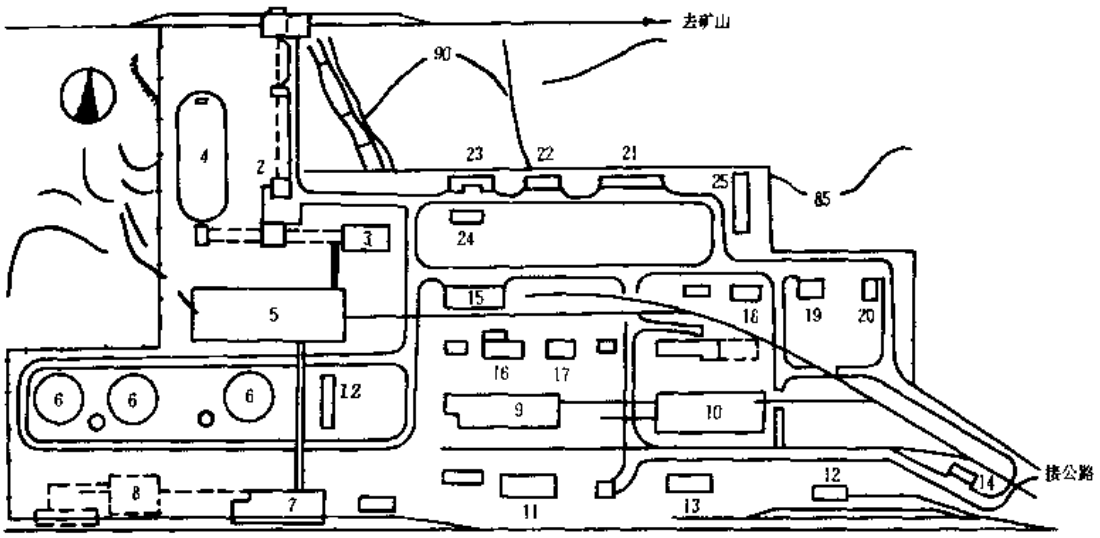


图 8.1-2　大型铁矿选矿厂总平面布置图

1—粗碎站；2—中碎站；3—细碎站；4　中间矿仓；5—主厂房；6—浓缩池；7—过滤厂房；8—预选干燥厂；9—铸钢间；10—机修站；11—铸铁间；12—机车修理站；13—铸球间；14—油库；15—材料备品库；16—木模间；17—电镀间；18—锻钎间；19—汽车库；20—消防车库；21—办公室；22—食堂；23—保健室；24—化验室；25—宿舍

返回处理的中间产物可采用提升运输设备完成，多用于平地建厂，多为开路流程，既然有返回产物而其量和返回点数也较少。原矿仓可设在地下，原矿经运输机一次提升到所需要的高度。下述情况也属多层式布置，如大型旋回破碎机与给、排矿设备装置构成一个机组，布置在陡坡地段上，高大机组必须设置多层平台服务，原矿受矿仓设在机组的最高位置，供矿汽车或铁路运输通过车厢直接卸入受矿仓中。该机组的后继设备装置按矿流去向依次向下层布置，最后由胶带输送机从机组下端运出。多层式布置的优点，是厂房占地面积较小，利于物料自流，简化物料输送过程，但厂房高度较高，结构复杂，建筑要求高。多层式布置常用于洗煤厂、重选厂的分级-选别跨间、重介质车间、洗矿车间、磁选跨间、大型旋回破碎段及其多段开路破碎。

（2）单层式布置　无论是缓坡地形还是平地地形，单层布置时都应着眼于促进矿浆自流，将作业设备按流程顺序、物料流向依次由高至低地单层布置在经过周密考虑的几个不同标高的阶地（基础）上，尽量实现主矿流自流输送，实在不能实现自流的返回产物，方采用提升设备输送。规模大的选矿厂难以找到适于单层阶梯式布置的坡地，因为所需的坡地场地面积太大。随着设备大型化，水力旋流器代替螺旋分级机分级等工艺现代化大型选矿厂多采用平地布置。

（3）混合式布置　设计中采用的较多，其兼备前两种布置的优点，有较强的灵活性。

8.2　厂房设备配置的基本原则

一个好的设计，必须有合理的设备配置，因为合理的设备配置对保证流程通畅、便于操作维护、使操作者安全、节能、节约投资是非常重要的环节。在着手设备配置时，应符

合以下原则：

（1）必须符合工艺流程要求，充分利用物料的自流条件，尽量促成自流，确定合理的自流坡度，确保矿流通畅和操作维护、调整方便。

（2）合理划分生产系统（尽量减少生产系统），平行的各系统完成同一作业的相同设备或机组配置要具有同一性。尽量集中布置在同一区域的同一标高上，当某个系列发生故障时，运转的平行系统能即时平均承担其负荷。附属设备应尽量布置在其主机附近，其位置、场地面积要合适，满足工艺要求，便于操作、维护。

（3）尽量做到机组的合理配置，缩短机组之间的物料输送距离，在确保操作、维护、设备部件拆装和吊运的条件下合理地利用厂房面积和空间容积，减少不必要的高差损失。

（4）要配有位置和面积适当的检修场地，合理的吨位吊车，厂房高度要满足设备或最大件吊运的需要，所经由的门、安装孔等的位置、尺寸要考虑到吊运方便，其尺寸一般应大于过件的最大外形尺寸的 400～500mm。

（5）厂房内各类管道（如给水、给药、供汽、矿浆等管）对其系统要合理分配走向，不得妨碍操作和行走，其架空高度便于人员通行。

（6）设备配置要留出物料流的取样、计量、检测装置所需要的位置和高差；施以电子计算机控制时，应根据选用的机型要求选择合适的位置和建筑标准，配以单独操作室。

（7）必须充分考虑安全、劳保、卫生规定的要求，所有高出地面 0.5m 的行走通道和操作平台及低于地面 0.5m 的地坑，均应设栏杆；暴露外界的传动部件应设防护罩；要有合理完善的排污、通风除尘系统和设施，各跨间的地面和地沟坡度应既便于行走又便于污水排放到污水池和事故沉淀池中。

（8）厂房跨度、柱距、柱顶标高的确定，除了满足设备配置需要外，还要考虑建筑模数协调标准。

地信网论坛

8.3 碎矿厂房设备配置

碎矿厂房设备配置的影响因素较多，如流程结构，破碎机和筛子的数量，设备外形尺寸、重量，地形条件，给矿、排矿方式，矿仓位置、作用、形式，生产规模等。在进行具体设备配置前应对诸因素进行综合考虑，需先作出总体配置方案，然后根据其总体方案内容和要求再进行具体的厂房设备配置，这是不可缺少的程序，是很重要的环节。

8.3.1 总体配置方案的选择与确定

总体配置方案不是孤立的设备配置，而是考虑到厂房内所有生产作业的设备及其机组的总体配置，主要着眼于设备及其机组的相互位置、距离、高差，地形的合理利用，地上高度及地下深度、厂房大致尺寸和合理的进出厂房物料的方向、方式、位置、高度。主要基本尺寸给予妥善考虑，细节尺寸并不要求全部标注。根据具体条件的需要和可能，考虑总体配置方案时可对个别装置和设施进行适当的变动和取舍，平行机组之间、上下相邻机组之间的相对位置、距离、高差、交接料关系、物料利用的自流条件（如输送一般矿石的漏斗、流槽自流坡度为 45°～50°，含水、粉矿多时为 55°～60°，滤饼为 70°）、进出料走向以及厂内外联系等进行调整。总体配置方案不是厂房设备配置的最终图。总体配置方案是在不断地酝酿、比较过程中形成的。考虑与确定的内容一般包括各机组的进矿、排矿点标高和装置，物料走向，毗邻的上下作业、平行作业设备机组的相对位置、距离、高差，物料

输送、转运所用的设备装置、提升高度和运输距离，地形的利用，地上高度及地下深度，采用的设备配置形式（如重叠式、单层阶梯式、单列或双列配置等），检修场地位置，厂外联系以及扩建等方面。有了总体配置方案，方能对各个厂房设备配置进行设计。如图 8.3 1 所示，中碎标准圆锥破碎机 ϕ1650 1 台，细碎短头圆锥破碎机 ϕ1650 2 台，闭路筛子 1800×

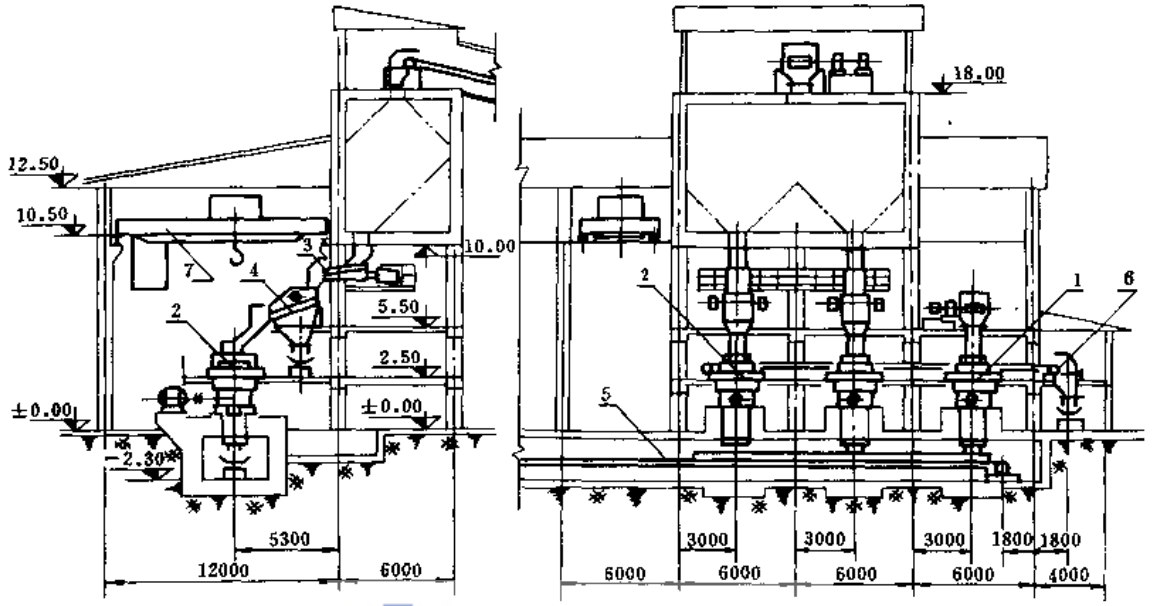


图 8.3-1 中碎前不设中间矿仓的中细碎闭路配置图

1—ϕ1650 标准圆锥破碎机；2—ϕ1650 短头圆锥破碎机；3—1500×2200 电振给矿机；4—1800×3600 振动筛；5—B1000 胶带输送机；6—B800 胶带输送机；7—10t 电动桥式起重机

地铁网论坛 BBS.3500T.COM

3600 2台。经比较，总体配置方案为中碎前不设受矿仓和预先筛分，闭路筛子与细碎破碎机呈阶梯配置。考虑到给料分配均匀，在闭路筛子上方设置了分配矿仓，并通过电振给矿机向筛子给矿。中、细碎配置成一列，中、细碎排矿共用一条集矿胶带输送机，经 3 次胶带输送机转运给入闭路筛子上方的分配矿仓。闭路筛下物料由集矿胶带输送机 6 送到厂房外胶带输送机运至磨矿仓。上述设备均布置在一个厂房中，中碎给矿是由厂房外粗碎机排矿胶带输送机直接运至中碎机上方。此方案对进料和出料方向、方式、位置和高差情况均作了充分考虑。此方案厂房占地面积小、紧凑、便于管理。也可考虑另一方案，将闭路筛子从中细碎厂房中拉出成为独立筛分厂房。为了给料均匀，在细碎和筛子上方各设分配矿仓和给矿设备。闭路筛上产物由胶带输送机返回到细碎分矿仓，中碎和细碎排矿共用一条集矿胶带输送机运至筛分厂房的分配矿仓，闭路筛下物料由胶带输送机送至磨矿仓。此方案较前方案灵活，生产中不因筛子一处理故障而影响整个细碎系统；缺点是厂房占地面积较大、分散、联系没有前方案方便。总之，总体配置方案的抉择需要综合分析比较。在进行具体设备配置之前必须先确定总体配置方案，方能使厂房设备配置考虑得周到、合理。

8.3.2 两段开路碎矿厂房设备配置

（1）布置在同一个厂房里。这主要是由于选矿厂生产规模小，所用的设备小，台数少和有适宜的坡地等原因，可将两段破碎筛分设备配置在同一厂房里。如图 8.3-2 所示，原矿由窄轨矿车或汽车运至原矿仓，第一机组由原矿仓、锁链给矿机、固定条筛、颚式破碎机组成，筛下物料和破碎机排矿由共用集矿胶带输送机运至第二机组；第二机组由振动筛、圆

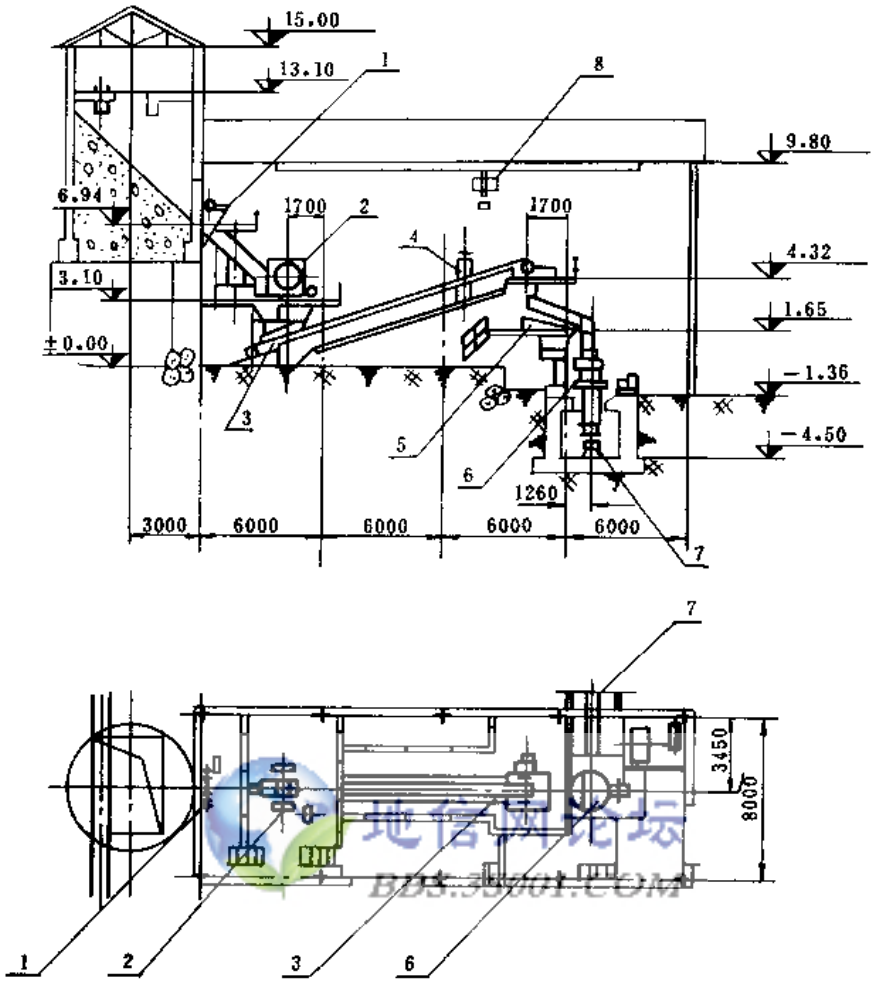


图 8.3-2　两段开路破碎共厂房配置图

1—3*B* 锁链给矿机；2—400×600 颚式破碎机；3—*B*500 胶带输送机；4—ϕ700 悬垂磁铁；5—1250×2500 万能吊筛；6—ϕ900 中型圆锥破碎机；7—*B*500 胶带输送机；8—3 吨电动葫芦

锥破碎机组成，筛下物料与破碎机排料由集矿胶带输送机 7 运至磨矿仓。

(2) 布置在两个厂房里。如图 8.3-3 所示，两个破碎机机组分厂布置，两个机组拉开的距离较长，在充分利用地形的情况下沿坡地线纵向布置，土石方量较少，厂房结构可以简单，造价低，但不便于联系。如果场地具有适宜陡坡地形也可布置在同厂房里。当两段破碎机的台数为 1 对 2 时，两个机组沿坡地线拉开，分别呈独立厂房，无疑是适宜的。

8.3.3　两段一闭路破碎厂房设备配置

(1) 布置在同一个厂房里。如图 8.3-4 所示，同厂房里两个破碎机组靠近配置在厂房内一端，闭路筛子机组在厂房内另一端，这是利用坡地将原矿仓设置在最高处，原矿仓上缘标高适于原矿供矿。将纵向坡地进行了修整，两段破碎机组的排矿由集矿胶带输送机 5 运至闭路筛子机组，其筛上物料由胶带输送机 6 返至第二段破碎机组，筛下物料直接落入磨矿仓。适当地压缩第二段破碎机组和闭路筛子机组各自的高度，利于缩短厂房的长度。如果第二段破碎机组与闭路筛子距离较长，可将闭路筛分机组呈独立厂房，筛子仍在磨矿仓的上方。筛子直接在磨矿仓上方，应采取妥善措施防止大于筛孔尺寸的物料落入磨矿仓中。

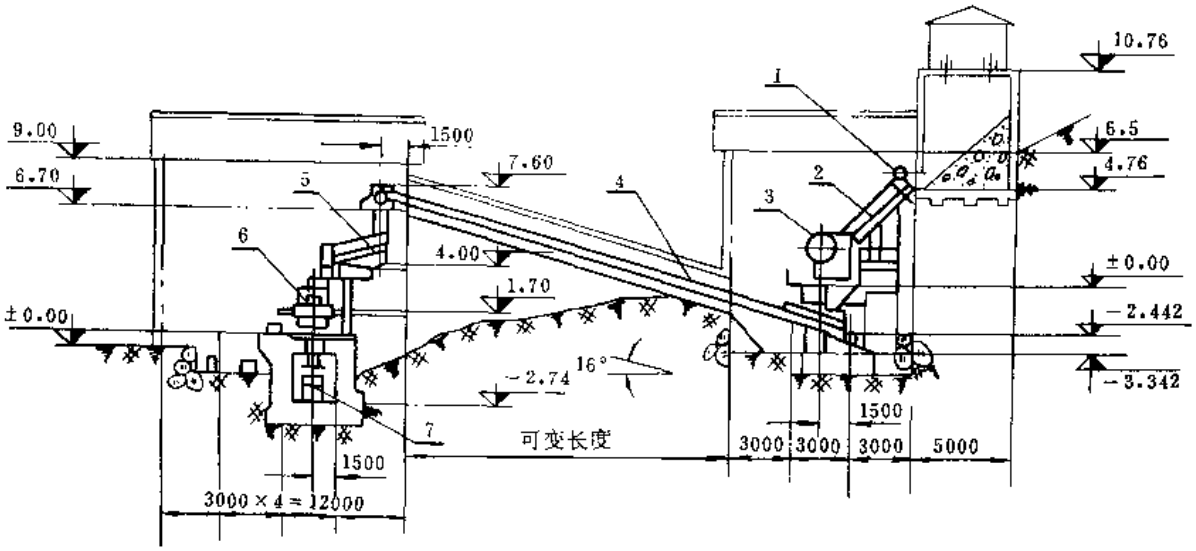


图 8.3-5　两段开路破碎分厂配置图

1—3B 锁链给矿机；2—1150×2000 斜格筛；3—400×600 颚式破碎机；4　B500 胶带输送机；5—1250×2500 万能给筛；6—φ1200 中型圆锥破碎机；7—B500 胶带输

（2）闭路筛分厂房与碎矿厂房分开呈独立厂房。与全配置在同厂房中的区别在于闭路筛子从碎矿厂房中拉出，呈独立厂房，往返胶带输送机置于通廊中，如图 8.3-5 所示。

对小型选矿厂破碎筛分设备配置具有普遍性的问题必须注意：（1）应从小选厂的生产实际出发，充分考虑流程变动和设备更换的灵活性，并预留出适当的厂房面积。（2）应在保证操作、维护的前提下从简，不过地下胶带输送机通廊宽度必须满足操作人员清扫的需要，地沟必须设有必要的坡度和具有冲洗、排污条件。（3）破碎机虽小，还应设置适当的操作平台。（4）向胶带输送机上卸料或转运，杜绝溅矿和掉矿；无论是地上或地下胶带输送机经由过梁（平台过梁或基础过梁）时，其下缘不得刮料。（5）细碎前必须安装有效的除铁和其它金属装置。（6）必须安装有效的除尘装置和系统。（7）应安装合适吨位吊车和备有适当的检修场地。

北矿网论坛
BBS.53001.COM

8.3.4　三段开路破碎厂房的设备配置

虽然目前新建的选矿厂很少采用三段开路破碎，生产中其所占的比例也甚少，但其配置与闭路破碎有诸多共同点，其配置形式有，粗碎呈独立厂房、中细碎配置在同一个厂房里；粗碎、中碎、细碎各呈独立厂房或跨间相毗邻，沿坡地线呈阶梯式布置。

8.3.4.1　粗碎和中细碎厂房分开

（1）中、细碎设备布置在同一平台上。设有分配矿仓的中、细碎设备配置在同平台上，见图 8.3-6。φ2100 标准圆锥破碎机 2 台，φ2100 短头圆锥破碎机 4 台，中碎前和细碎前均设有预先筛分，筛子和破碎机台数为 1 对 1。预先筛分上方均有分配矿仓，其排矿通过带式给矿机向筛子均匀给矿，中碎排矿和其预先筛分筛下物料由集矿胶带输送机运至细碎分配矿仓，用移动卸料小车布料，中碎机的来矿系由厂房外胶带输送机 1 给到中碎分配矿仓。细碎排矿和其筛下物料由集矿胶带输送机 11 送至磨矿仓。

（2）中碎圆锥破碎机与细碎圆锥破碎机呈重叠式单列配置在同厂房里。中碎和细碎设备台数 1 对 2，粗碎排矿由胶带输送机运至中细碎厂房机组的最高点中碎预先筛分，矿石借

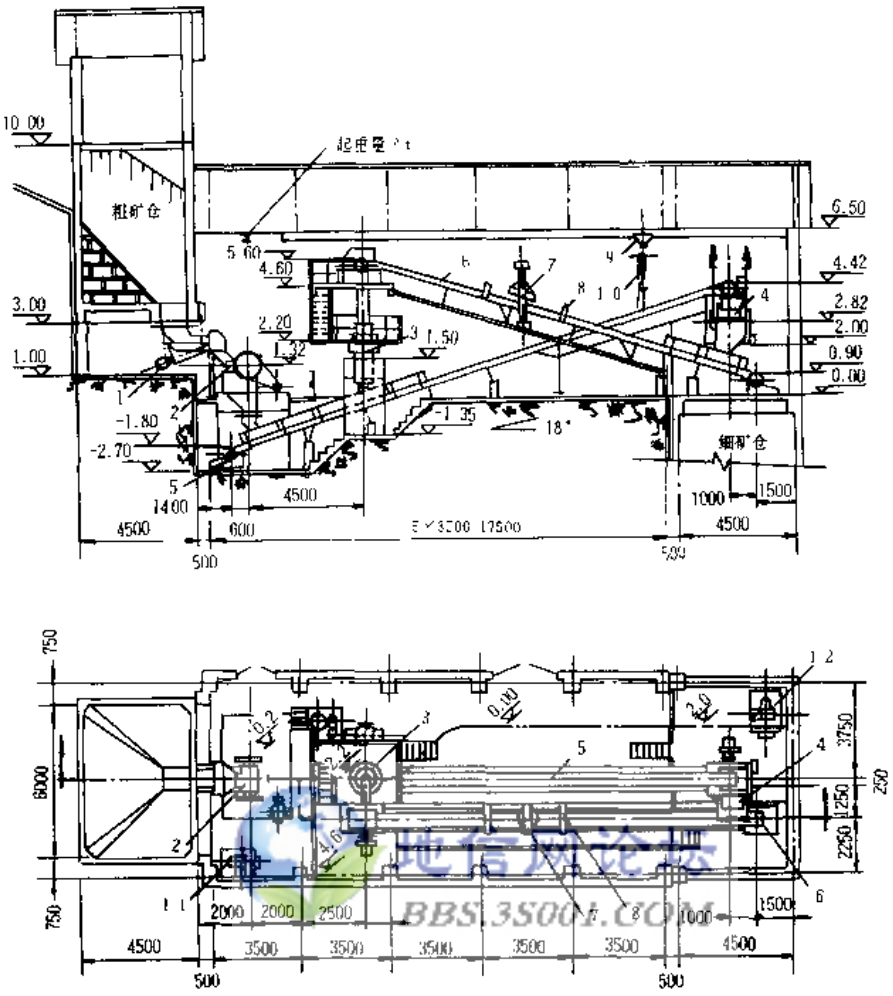


图 8.3-4　400×600 颚式破碎机 φ600 标准圆锥破碎机两段一闭路破碎厂房

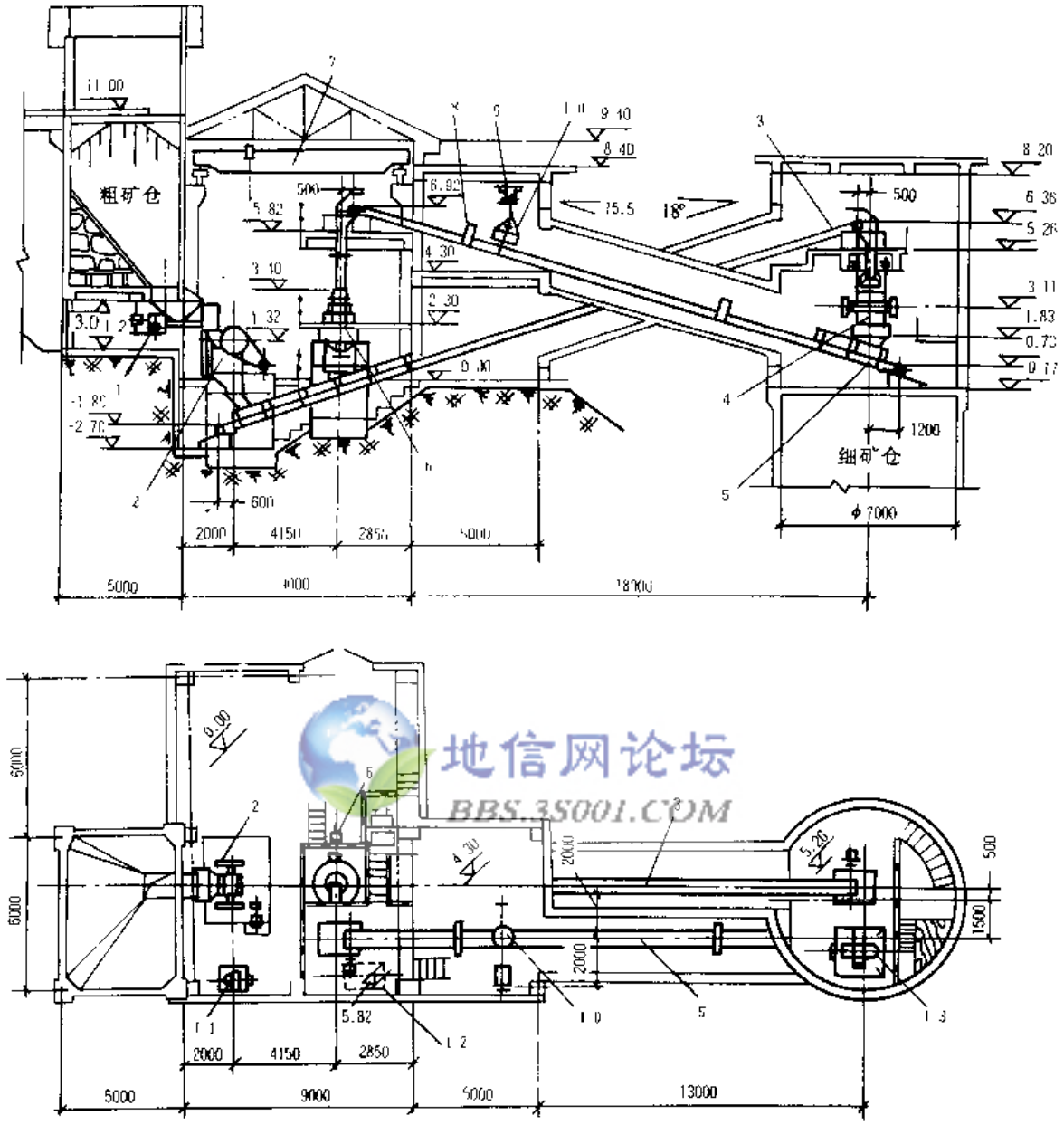
1—DZ6 电振给矿机；2—400×600 颚式破碎机；3—φ600 标准圆锥破碎机；4—$SZZ_2$900×1800 自定中心振动筛；5—3050 胶带输送机；6—5050 胶带输送机；7—MW1-6 悬垂磁铁；8—B=500 金属探测器；9—1t 手动单轨行车；10—1t 环链手拉葫芦；11—NO4 矩形自激式水力除尘机组；12—NO6 矩形自激式水力除尘机组

重力流经中碎、细碎预先筛分和细碎机，中碎预先筛分筛下直接落入细碎预先筛分，其筛下物料与细碎排矿一并由集矿胶带输机运至磨矿仓。其特点占地面积小，物料实现自流输送，便于自动化操作，但土建结构复杂，厂房高度大，生产灵活性小，生产环境噪声大。如果中碎机负荷系数较低，也可不设预先筛分，粗碎排矿通过胶带输送机可直接给入中碎。

（3）中、细碎重叠式双列配置，如图 8.3-7 所示。中、细碎设备台数 1 对 1，由于中碎机台数较多，为给矿均匀在中碎机上方设置了分配矿仓，再通过电振给矿机和带式给料机联合给矿给到中碎，其下方是细碎机。中碎排矿靠重力经由电振给料机、振动筛，筛上进入细碎机，筛下产物和细碎排矿由共用的集矿胶带输机运至主厂房磨矿仓。凡中、细碎重叠式配置，其中碎机的位置均靠高大的钢筋混凝土基础架起，特点与单列重叠式配置相同。

8.3.4.2　粗、中、细碎破碎机呈阶梯式配置

由于粗、中、细破碎机各为 1 台，分别呈独立跨间沿陡坡地线毗邻阶梯式布置。粗碎机组设置原矿仓，其上缘标高考虑到原矿供矿与运输的方便，中、细碎前均有预先筛分，无需设矿仓；粗、中、细碎各机组之间高差较大，上作业向下作业给料的胶带输送机长度较



地信网论坛
BBS.3S001.COM

图 8.3-5　400×600 颚式破碎机、φ900 中型圆锥破碎机两段一闭路破碎厂房

1—980×1240 槽式给矿机；2—PEF400×600 颚式破碎机；3—6550 胶带输送机；4—$SZZ_2$1250×2500 自定中心振动筛；5—6550 胶带输送机；6—PYZφ900 圆锥破碎机；7—3t 手动单梁起重机；8—B=650 金属探测器；9—自动除铁行走小车；10—MW1—6 悬垂磁铁；11—NO4 矩形自激式水力除尘机组；12—NO6 矩形自激式水力除尘机组；13—NO10 矩形自激式水力除尘机组

短；工作环境优于重叠式配置，但吊车多 1 台。当地形坡度仅有 12%左右时，也可将粗、中、细碎设备机组沿着平整过的阶地布置在同一个厂房里，粗碎台阶标高最高，中碎次之，细碎台阶标高最低，上机组向下机组给料的胶带输送机的长度和厂房长度略长于毗邻阶梯配置方案，但便于联系与管理，吊车少。

8.3.5　三段一闭路破碎厂房设置配置

三段一闭路破碎流程在大、中型选矿厂中应用最为广泛，其厂房设备配置方案取决于

同作业设备台数、设备外形尺寸、破碎筛分设备机组是合并还是分开、是全分开或是部分分开、有否矿仓和筛分作业、呈单列配置或是双列配置等条件。常见的厂房设备配置有：

(1) 粗、中、细碎设备呈直线布置在同一个厂房里，闭路筛子分开呈独立厂房，如图 8.3-8 所示。中型选矿厂可采用此种方案，因为各作业设备台数均为 1 台，不存在物料分配问题，可减少机组高度，容易实现粗、中、细碎布置在同一个厂房里。粗碎机机组布置在陡坡地形上，原矿仓设在最高处，其上缘标高的确定必须考虑原矿运输和翻车卸矿方便。中、细碎前均不设预先筛分。中、细碎两机组靠近布置在同一个阶地上，其标高低于粗碎阶地利于缩短粗碎至中碎物料输送距离。闭路筛子拉出碎矿厂房呈独立筛分车间与碎矿呈直线布置。中细碎排矿由共用集矿胶带输送机 6 运至筛分厂房，筛上物料由胶带输送机 8 返至细碎，筛下物料经胶带输机 9 去主厂房磨矿仓。根据地形等条件，筛分厂房与碎矿厂房也可不呈直线布置，筛分厂房进矿胶带输送机走向与碎矿排矿集矿胶带输送机走向(伸出厂房后转运)可成 90°角，筛上物料经胶带输送机返至细碎。

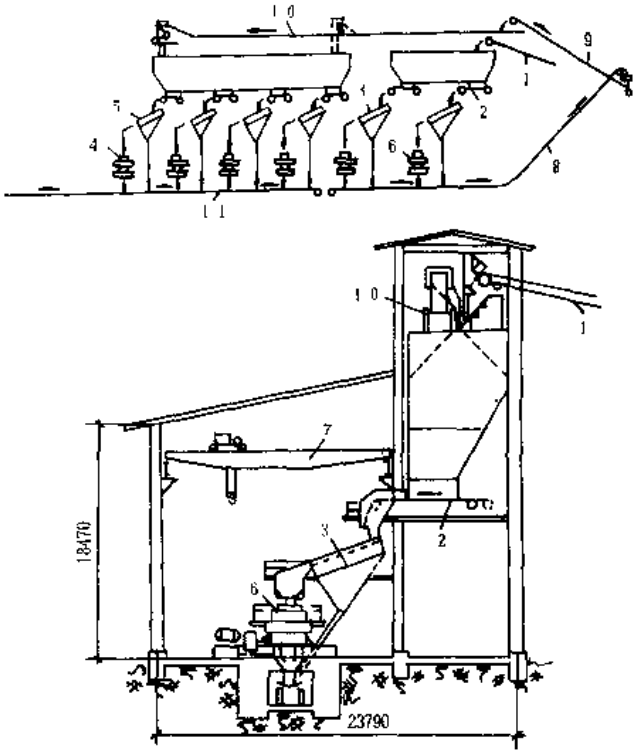


图 8.3-6 设有缓冲矿仓的开路平地式配置方案
1—带式输送机；2—带式给料机；3—2.4m×6m 振动筛；4—2100 中碎机；5—1.8m×4.8m 振动筛；6—2100 细碎机；7—桥式起重机；8、9、10、11—带式输送机

地信网论坛
BBS.3S001.COM

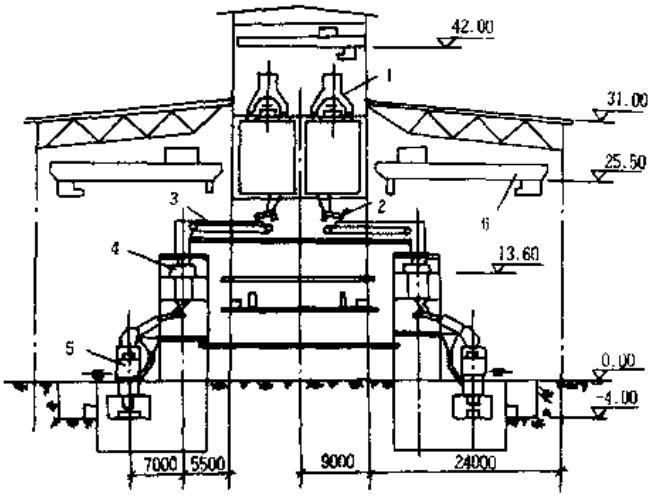


图 8.3-7 设有缓冲矿仓的开路破碎重叠式配置图
1—卸料小车；2—电振给料机；3—带式给料机；4—2100 中碎机；5—2200 细碎机；6—桥式起重机

(2) 粗碎呈独立厂房，中细碎及闭路筛子配置在同一个厂房中。该方案在前述的总体配置方案时例举的图 8.2-1 即是，是大中型选矿厂常见的中细碎配置方案。该方案中碎前没有预先筛分，粗碎排矿由胶带输送机直接给入中碎；当特大型选矿厂破碎、筛分设备台数较多，可采用双列配置，基本上是这个单列配置的并列组合，相当于两个独立系统。由于设备台数较多，中、细碎机组上方均设有分配矿仓，设在并行两列破碎机组中间的上方，由胶带输

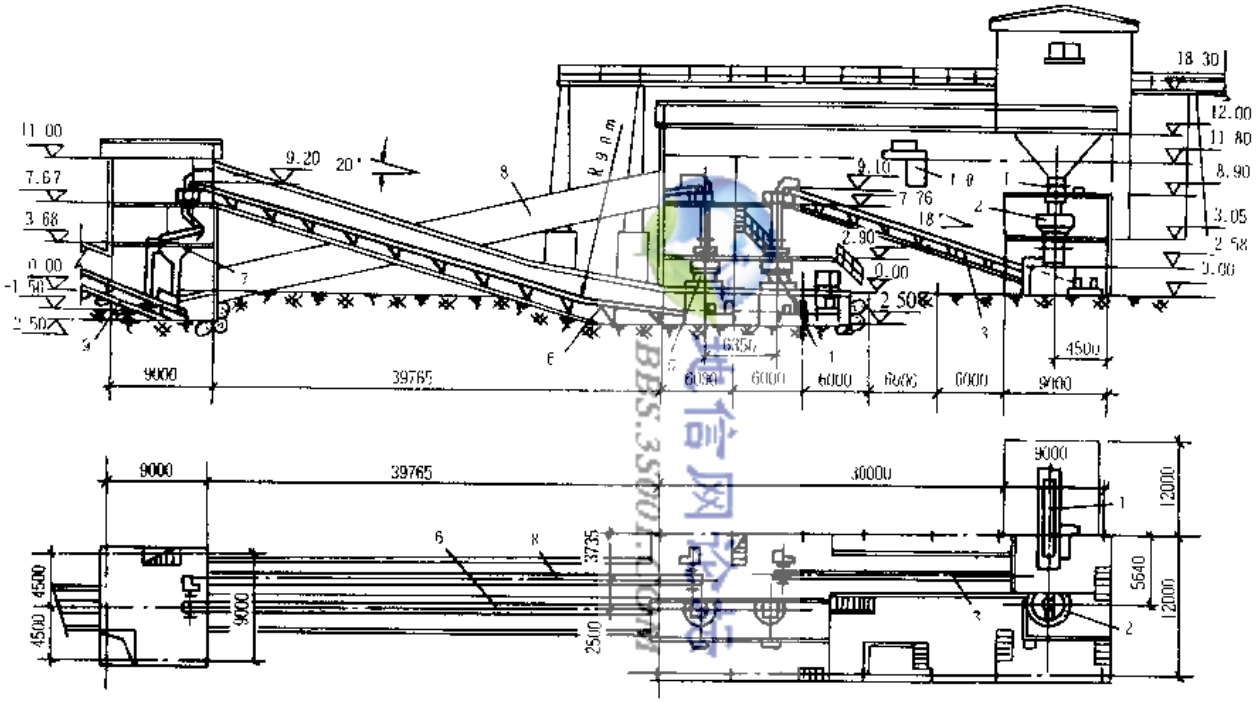


图 8.3-8　中碎前无预先筛分作业单设筛分厂房的配置图

1—1.2m×8m 板式给料机；2—400 旋回破碎机；3—6563 带式输送机；4—1650 中碎机；5—1650 细碎机；6—8080 带式输送机；7—1.5m×3m 振动筛；8，9—8080 带式输送机；10—10t 桥式起重机

送机移动卸料小车布料。为配置、管理联系、建筑等方便，中碎设置了预先筛分，其定位标高和分配矿仓上缘标高与细碎情况相一致。中、细碎排矿由各自的集矿胶带输送机返至各自的闭路筛子的分配矿仓，经给矿机给入闭路筛子，其筛上物料进入细碎，筛下物料通过各自系统的胶带输送机去至主厂房磨矿仓。两个系统的相同线段胶带输送机走向是并行布置的。

（3）粗碎、中细碎、闭路筛子各呈独立厂房。如图 8.3 9 所示，中细碎在同一个厂房，2 台中碎圆锥破碎机 4，4 台细碎圆锥破碎机 5。中碎前设分配矿仓经给矿机 2 与 3 联合向中碎机给矿，4 台细碎机与 2 台中碎机配置成单列，破碎机的排矿经集矿胶带输送机 6 转运 7、8 胶带输机至独立的闭路筛分厂房分配矿仓 9．由移动卸料小车布料，通过辊式给料机 10 向振动筛 11 给料，其筛上物料经过胶带输送机 13、14 返至细碎，筛下物料由胶带输送机 12 运至主厂房。1 为进矿胶输送机，15 为碎矿跨间桥式吊车。

闭路筛分厂房也可与中细碎厂房呈直线布置，两厂房相距一段距离。在细碎机上方需设分配矿仓，与中碎分配矿仓同侧、同标高。筛上物料经胶带输送机返至细碎矿仓（由卸料小车布料），中细碎排矿由集矿胶带输送机送至筛分分配矿仓（由卸料小车布料），往返胶带输送机由通廊遮蔽。方案抉择需进行比较。

（4）粗碎、中碎、细碎、闭路筛分全分开各呈独立厂房。当特大型选矿厂，由于中碎、细碎、筛分设备台数较多，为了改善生产作业工作环境可以采用此种方案，厂房之间物料去向全采用胶带输送机。中碎、细碎及闭路筛分的机组上方均设有分配矿仓，由胶带移动卸料小车布料，设备呈单列配置是比较简单的，厂房外的胶带输送机均采用通廊遮蔽。

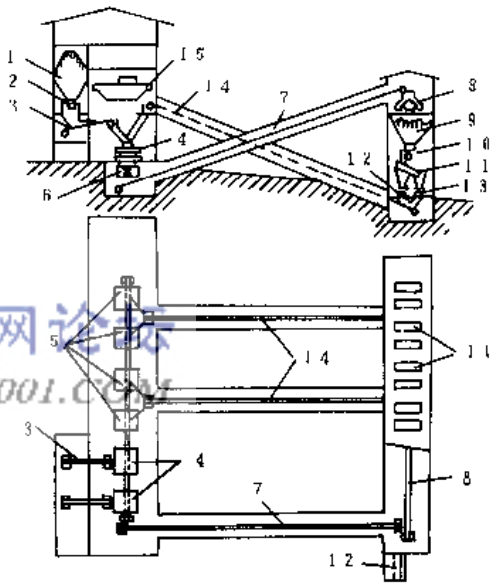


图 8.3-9　中细碎呈直线配置在同一个厂房里与分开的闭路筛分厂房并行

诚信网论坛
ISO9001.COM

8.3.6　粗碎厂房设备配置

粗碎呈独立厂房的，一般均是大中型选矿厂，因为采用的旋回破碎机或颚式破碎机其尺寸大、机体高、重量重，供矿块度大，振动力大，需分开布置。在进行粗碎设备配置时，应注意下列基本问题：

（1）应充分利用陡坡地形，原矿受矿仓上缘与供矿轨面（或路面）标高要相适应，利于原矿运输与卸矿，并减少工程造价。

（2）大于 900mm 旋回破碎破碎机可以采用整车厢倾卸，挤满给矿是国内外选矿厂普遍采用的。由于挤满给矿产生灰尘量很大，厂房多为敞开式。

（3）为减少大块矿石冲撞旋回破碎机，原矿受矿仓应适当加宽，利用形成的“矿石死角”以资缓冲。国外有的在受矿仓中设置分矿梁施以缓冲。原矿受矿仓长度要考虑供矿车厢停车时的惯性位移尺寸（不包括汽车供矿），矿块落入粗碎机流经的自流坡度要足够。

（4）一般不采用预先筛分，只有当原矿比较碎裂、细级量较多或潮湿时，才考虑固定条筛（兼给料流槽），这将增加机组高度和维护费用。

(5) 颚式破碎机和小于 900mm 旋回破碎机应考虑设置受矿仓，通过板式给矿机向粗碎机给矿；当矿块小于 300mm 时，可根据采矿、原矿运输和粗碎工作制度情况适当建造一定容积的原矿仓。

(6) 采用挤满给矿的旋回破碎机的排矿处应设有缓冲矿仓，其放矿可采用板式给矿机导运到胶带输送上或直接放矿到带有起缓冲作用的弹簧橡胶圈托辊（加密布置）的胶带输送机上运出。对板式给矿机漏出的矿粉应通过漏斗和胶带输送机运出，严防漏落在地面或楼板上。配有受矿仓和给矿机的粗碎机，其排料处可以不设缓冲料仓和给矿机，以漏斗直接卸至胶带输送机上即可。

(7) 视具体情况，在旋回破碎机上方受矿仓的顶部，可安装排除过大块有效装置和设施。70 年代以来国外采用了液压破碎器对过大块进行破碎，我国南芬铁矿选矿厂采用了风动破碎器。

(8) 旋回破碎机操作室应设在受矿仓上缘地坪上，以利观察调车、卸矿、破碎器等设施工作情况。

挤满给矿旋回破碎机的配置，见图 8.2-10。粗碎前未设固定条筛，原矿通过翻斗车直接卸入受矿仓，进入破碎机 1，受矿仓按两个车厢容积考虑。厂房柱距 14.5m 考虑了停车时的惯性位移和防止卸矿时冲撞柱子。厂房跨距 13.5m 系本着以最小跨度的吊车 4 达到最大的服务范围，既能吊着重载车厢，又能吊着破碎机等零部件。可动锥体吊出后放置在 13.5m 跨内的 10.8m 标高地坪的锥体台上。原矿受矿仓的深度要考虑矿石死角的形成，翻车卸矿应先落在“矿石死角”上后，再折返到呈形架上，以缓冲对旋回破碎机的冲撞。旋回破碎机需安设在钢筋混凝土制的框架结构中，其下方排矿缓冲仓容积应容纳两个车厢矿石量，并采用两台电振给矿机 2 向胶带输送机 3 给矿。为检修吊运 0.00m 标高的传动装置和－11.00m 部件，设有吊车 5，其吊车轨道伸出厂房外。

有些类似此方案的工程（包括国外一些旋回破碎机配置）是这样设计的：(1) 吊车柱子跨距采用 21m，为了吊着两轨道的重载车厢。(2) 排矿缓冲仓放矿采用板式给矿机，其走向与其下方胶带输送机走向一致，板式给矿机可以倾斜安装，其安装角度轻型不大于 35°，重型不大于 12°。(3) 在受矿仓的上方安装过大块破碎器。

带隔筛和过大块破碎器颚式破碎机厂房配置，如图 8.3-11 所示，该方案：(1) 600×900 颚式破碎机 1 台，安装 10t 手动单梁吊车 5，为了板式给矿机 2 及其传动装置检修方便，将其首轮伸进吊车跨有足够距离，其检修场地位置与外部联系方便，检修场地面积符合需要，如若大型颚式破碎机或此规格的为两台应采用电动桥式吊车为宜。(2) 采场供矿含过大块时，采用隔筛和对过大块矿石用风动破碎器 1 行二次破碎，若能保证允许给矿粒度，可以不安装破碎器。(3) 板式给矿机漏出的矿粉用 5050 胶带输送机接取，导入粗碎排矿集矿胶带 8 上。若将胶带输送机 8 转 90°与板式给矿机 2 中心线在同一垂直面，板式给矿机漏矿直流入 8 上，可以去掉 5050 胶带输送机 4。板式给矿机可以倾斜安装以减少高差损失。国外同此规格的颚式破碎机有采用 800×2500 槽式给矿机给矿。

8.3.7 筛分厂房设备配置

筛分厂房设备配置方案取决于选矿厂规模、筛子数量、有无分配矿仓等因素。筛子仅 1～2 台时，无需设置分配矿仓，由胶带输送机直接或经二流分配漏斗（2 台筛子）给矿。筛子多于 2 台时，需要设有分配矿仓。筛子配置多为单列，可使筛上、筛下物料输送系统简

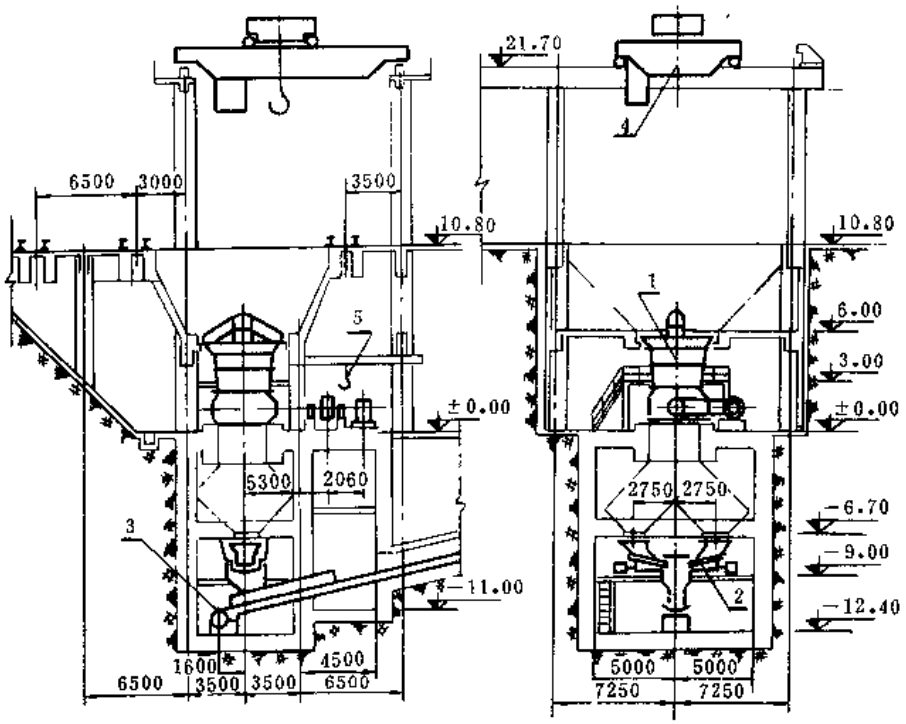


图 8.3-10　PX1200/180 型旋回破碎机挤满给矿配置图

1—1200/180 旋回破碎机；2—1500×2500 电振给矿机；3—B1400 胶带输送机；
4—75/20 电动桥式起重机；5—5t 手动链式起重机

地信网论坛
BBS.3S001.COM

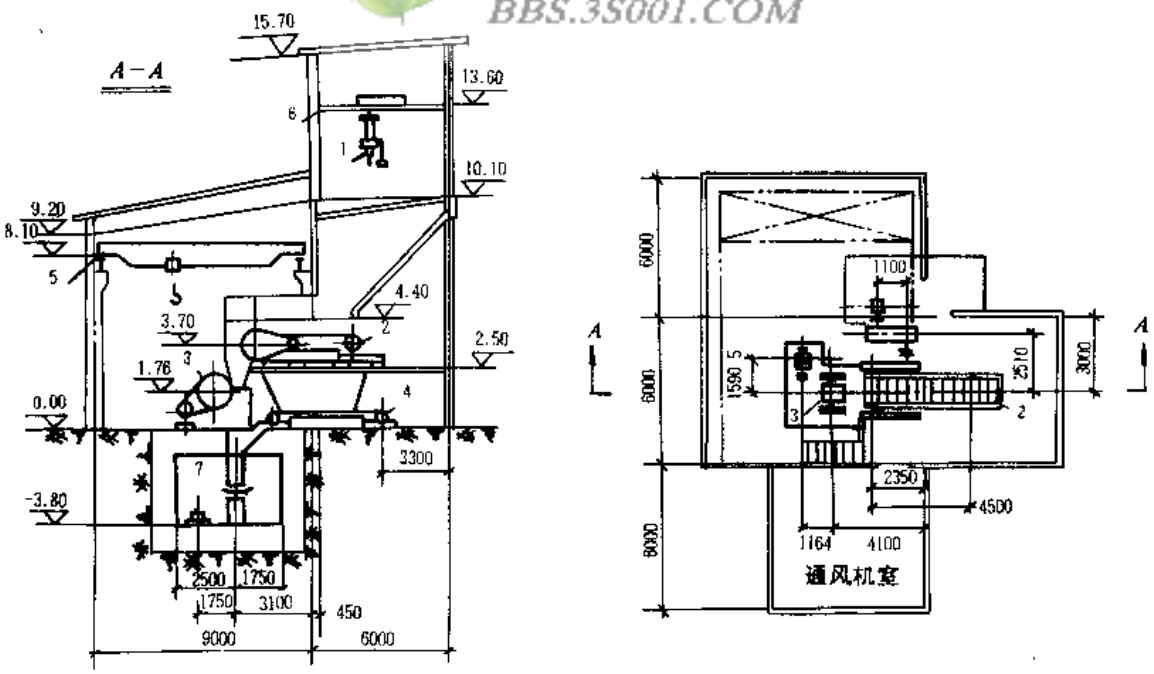


图 8.3-11　粗碎前设置隔筛破碎过大块矿石的配置图

1—GP—80 风动破碎机；2—1200×4500 重型板式给料机；3—600×900 颚式破碎机；
4—5050 带式输送机；5—10t 手动单梁起重机；6—1t 手动单梁起重机；7—2PNL 立式砂泵

化。有些特大型选矿厂，因中、细碎设备台数多，采用了双列配置，闭路筛子也随之采用

了双列配置，实际上是两个单列配置的并列。两条并列胶带输送机将各自细碎排矿运至筛分厂房，由各自系列的移动卸料小车向分配矿仓布料，经给矿机向筛子给矿，筛上物料由胶带输送机运至细碎，筛下物料由胶带输送机运至主厂房磨矿仓。双列配置与上述单列配置的基本形式是相同的。下面列举两个实例，一例是仅两台筛子，拉出碎矿厂房呈独立闭路筛分厂房，胶带输送机直接将物料运至筛子上，如图 8.3-12 所示，(1) 筛子 4 的给料采用了折返导矿漏斗，使筛网面积得到充分利用，(2) 筛上与筛下物料经各自的导矿漏斗卸在 −3.50m 各自胶带输送机 2、3 上。胶带输送机 3 也可设置在 0.00m 地坪上，这样既可缩短筛下物料漏斗长度，又利于胶带输送机 3 尾部操作、调整，也不影响筛下物料向主厂房磨矿仓输送。(3) 各层平台均留出安装孔，吊车轨道正置安装孔中心线的上方。1 为进矿胶带输送机，5 为计量秤。

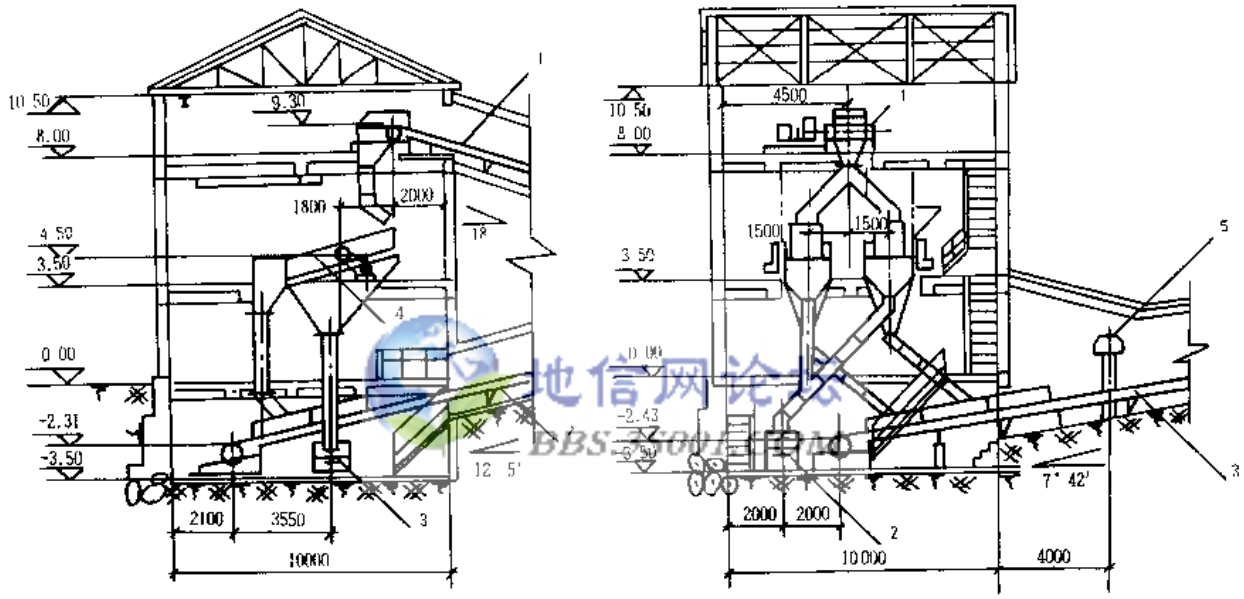


图 8.3-12 两台筛子独立筛分厂房

另一例为多台筛子单列配置如图 8.3-13 所示，物料由胶带输送机 6 运至筛分厂房，经胶带输送机 1 和卸料小车 2 将物料分布于分配矿仓中，再经带式给料机 3 向筛子 4 给矿；筛子大部分机身及其传动装置在 3m 跨间里，采光好，操作、检修方便，如果将跨度增大到 6m 则更为有利，既增加了操作面积，又符合建筑模数要求；筛上物料由胶带输送机 5 返至细碎，筛下物料胶带输送机 7、8 运出去主厂房，除尘室 10 设在厂房内 9.00m 平台上的一端。

巴布亚新几内亚特大型铜矿选矿厂采用了双列配置筛分厂房，近似于两个单列并列配置。两列分配矿仓紧靠在一起，筛面向外倾斜，由两条并列的胶带输送机将物料运至筛分厂房，经移动卸料小车向分配矿仓布料、矿仓排料由带式给料机给到筛子上，筛下物料由各自的胶带输送机送至主厂房，筛上物料由各自的胶带输送机并列去向细碎，因为细碎也呈双列配置。

8.3.8 洗矿厂房设备配置

对于易洗或较易洗的矿石，多以振动筛、螺旋分级机为主要洗矿设备。可以将洗矿设备和破碎机配置在同一个跨间里，按流程顺序配置成多层阶梯式，特点是利于物料自流，作业线短，占地面积少。如图 8.3-14 所示，粗碎排矿由胶带输送机 1 运至中碎矿仓，经槽式

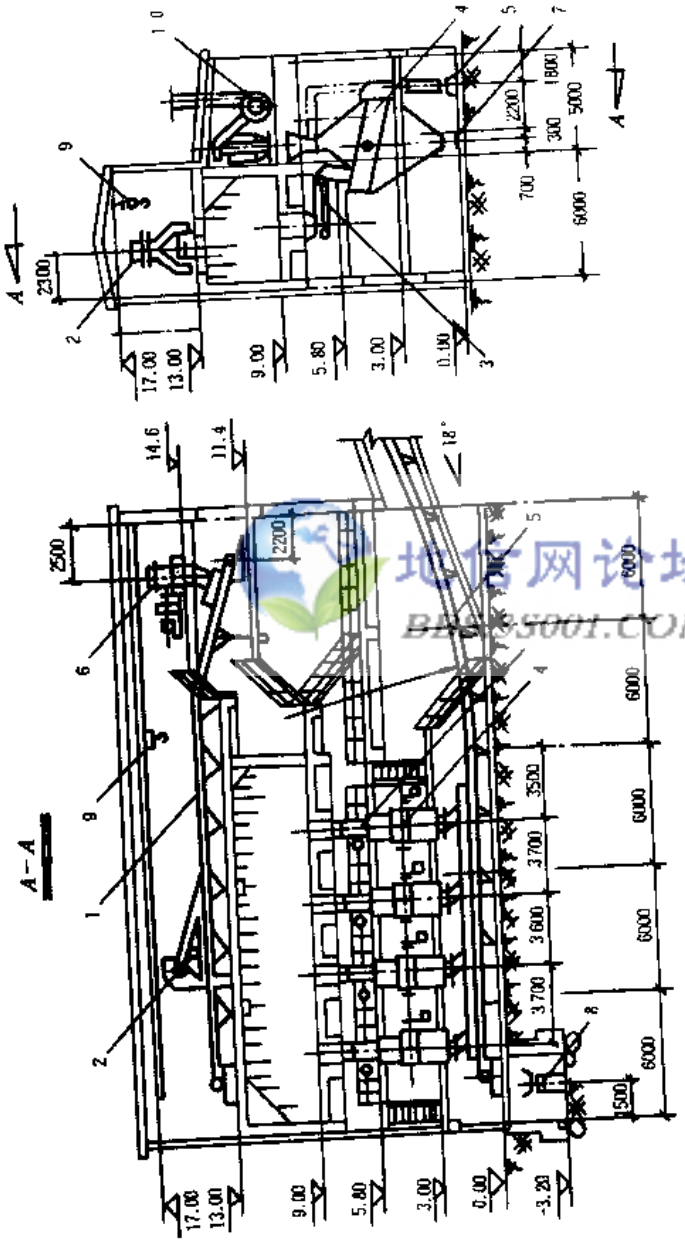


图 8.3-13　带分配矿仓单列配置筛分厂房

地信网论坛
BBS.3S001.COM

给矿机 2 给入一次洗矿筛 3，筛上物料进入中碎圆锥破碎机 5，筛下物料进入二次洗矿筛 4，其筛上物料通过胶带输送机 13 和中碎排矿进入细碎预先筛分机（兼洗矿）6，其筛上物料给入细碎圆锥破碎机 7，其排矿和螺旋分级机 8 沉砂共用集矿胶带输送机送往主厂房磨矿仓，4 和 6 的筛下物料自流到 8；螺旋分级机溢流由砂泵扬至旋流器 10，其溢流作为洗矿筛 3 的冲洗水，沉砂自流到浓缩机 11，其底流由砂泵 12 提升到磨矿，浓缩机的澄清水由泵 9 扬至洗矿筛作冲洗水。

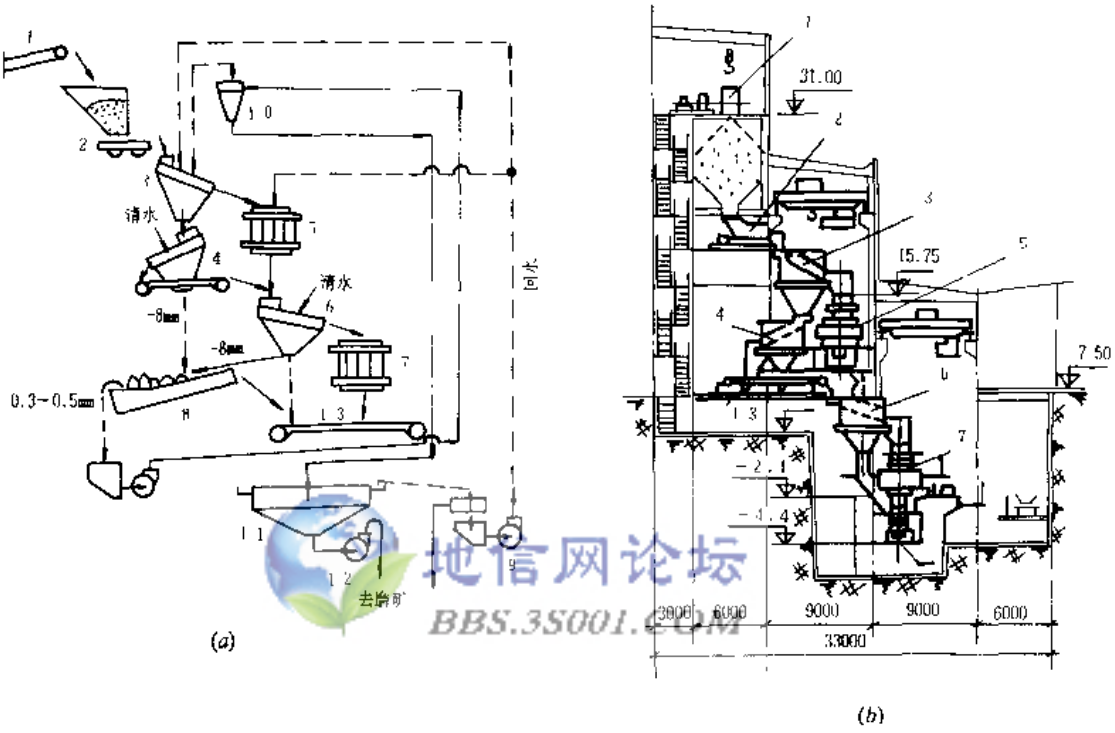


图 8.3-11 带洗矿的中细碎设备多层阶梯配置

（a）设备联系图；（b）设备配置图

较难洗矿石，洗矿段数较多，作业线较长、尤其生产规模大，则设备规格也大，重量也大，占地面积也较大，其设备配置应尽量促其物料自流，采用多层配置，适于建立独立洗矿厂房。配置的基本要点是，碎散、洗矿、筛分设备的圆筒洗矿筛、洗矿振动筛等设备设置在高层楼板上，筛下物料自流到下层平台的擦洗机、螺旋分级机；筛上物料和擦洗机、螺旋分级机的沉砂根据矿物单体解离情况，由胶带输送机送往下作业，如破碎、磨矿、跳汰等；溢流由胶泵扬送到浓缩机，浓缩机溢流作洗矿水，底流由砂泵扬送至磨矿。如图 8.3-15 所示，物料由水平胶带输送机 4（兼手选拣除泥团）给入圆筒洗矿机 1，其筛下物料自流到下层螺旋洗矿机 2，其沉砂和由胶带输送机 5 运来的筒筛筛上物料经集矿胶带输送机 7 运至后继作业，2 的溢流自流到浓缩机，其澄清水作洗矿水，底流去磨矿。检修用电动桥式起重机 3。除铁器 6 除去铁块。

洗矿设备配置应考虑到：（1）洗矿振动筛给料机应能调速，以克服给料中含泥量的波动，筛面物料层应保持均匀，冲洗水作用点应有效，水压要足够。（2）圆筒洗矿筛应要求配有适宜的扬料器、阻料环，冲洗水作用点要有效，水压要足够。无孔段和有孔段长度要根据矿石可洗性和给料粒度特性确定。筛孔尺寸取决于物料粒度组成、后继作业设备的适

地信网论坛 BBS.3S001.COM

应性、洗矿与筛分效果。(3) 洗矿前宜对矿石进行预湿和手选泥团，尤其难洗矿石，可提高洗矿效果。(4) 洗矿设备磨损较快，需要安装检修和更换部件方便的起重设备。(5) 矿浆泵提升能力要适应洗矿矿浆流量的波动，应采用调速装置。(6) 所有物料自流坡度必须足够，由胶带输送机运输洗矿产物所含水分必须力求降低，提升角度一般应小于 12°。(7) 洗矿工艺用水量较大，水加压作业跑水机会多，楼板、平台应具有适宜的坡度和完善的排污系统，确保较好的工作环境。

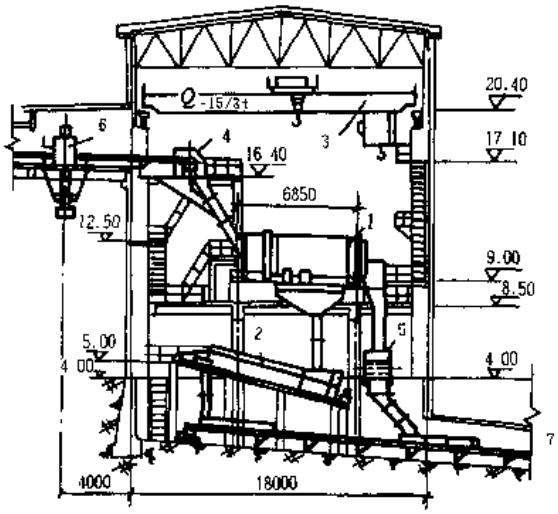


图 8.3-15 难洗矿石洗矿厂房

8.4 主厂房设备配置

主厂房一般包括磨矿和选别两个部分，某些主厂房还包括精矿脱水过滤部分。磨矿和选别放在同一个厂房里是由于所处理的矿浆，只要上、下工序具有一定落差即可促其自流，就是采用砂泵提升也是方便的，因为只要矿浆提升到需要的高度，便能实现自流。布置在同一个厂房里联系、管理方便，占地面积也小。

8.4.1 磨矿跨间设备配置

8.4.1.1 磨矿跨间的磨矿-分级机组配置基本方案

(1) 磨矿-分级机组排成一列，其设备中心线垂直于厂房纵向定位轴线，称纵向配置。

(2) 磨矿-分级机组排成一列，其设备中心线平行于厂房纵向定位轴线，称横向配置。

(3) 磨矿-分级机组排成双列，两段磨矿，其设备中心线垂直于厂房纵向定位轴线。

(4) 磨矿-分级机组排成双列，两段磨矿，其设备中心线平行于厂房纵向定位轴线。

方案 1 在设计中较多见，其主要优点配置紧凑、便于操作维护。方案 4 在设计中两段磨矿应用较多，其优点是磨矿跨度较小于方案 3，如果第一、二段分级采用水力旋流器，则磨矿跨度更小于方案 3。

8.4.1.2 磨矿跨间设备配置的基本要求

(1) 磨矿-分级机组应力求自流联接，分级返砂应尽量避免采用机械运输，不同粒度磨矿排矿和分级返砂自流坡度见表 8.4-1，磨矿、分级机组联接如图 8.4-1 所示。

表 8.4-1 不同磨矿细度的球磨机排矿及分级机返砂的流槽自流坡度

分级溢流粒度/mm	−0.074	−0.10	−0.15	−0.20	−0.30	−0.40	−0.60	−0.80	−1.20	−2.00
磨矿排矿流槽坡度 i_1/%	10	13	15	17	20	22	23.5	24.5	25	27
分级返砂流槽坡度 i_2/%	25	28.5	31.5	34.5	37.5	40	43	45.5	47	50

注：本表数据适用于密度为 2.85t/m³ 的矿石，大于此密度的矿石坡度适当增大 15%～30%。

从图 8.4-1 看出，返砂流槽坡度 i_2 取决于 D、C 尺寸，D 取决于 α、R 值，分级机安装角度 α 大，对磨机排矿流槽坡度 i_1 自流有利，但 α 允许调节范围有限，i_1 取决于 K、H、M、F。B 是返砂槽中心线和分级机进矿口中心线距离，进矿口的位置允许沿分级机槽体在一定范围内水平移动，但不得对分级有影响。磨机与水力旋流器构成闭路时，其沉砂和溢流流

地信网论坛 BBS.3subu.com

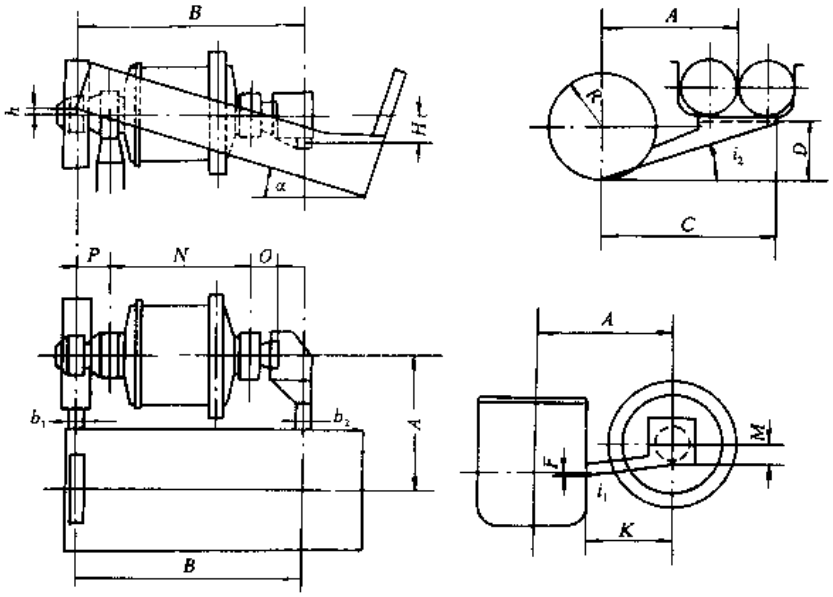


图 8.4.1　磨矿、分级机组联接图

至下作业也要确保有足够的自流坡度，确定旋流器位置和标高时，必须促其产物自流。

（2）磨矿跨间长度和磨矿仓、浮选跨间长度应相适应，以便于给矿。

（3）磨机的给矿胶带输送机安装计量秤时，其受料点距计量秤的距离不得小于 6～8m，胶带提升角度不大于 20°，胶带接头采用胶接以减少对计量秤的冲击，可保证计量的准确度。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

（4）钢球、钢棒应有球（棒）仓，配备装球斗、装棒机，确保补加和清球、棒方便，减少笨重体力劳动。

8.4.2　浮选跨间设备配置

浮选机配置方案有两种形式，一种是浮选机列中心线平行厂房纵向定位轴线，称横向配置，缓坡和平地地形均可采用；一种是浮选机列中心线垂直厂房纵向定位轴线，称纵向配置，浮选机台数、列数较多时可采用。可通过调整浮选机列的槽数和浮选槽列数调整浮选跨间跨度和长度，有利于分级溢流向粗选作业给矿，流经管线较短。当流程复杂、返回作业较多时，其浮选机配置难度较大。

8.4.2.1　浮选设备配置需要考虑的问题

（1）根据浮选机容许的生产能力（矿浆流量），便于生产操作、分级机溢流流向粗选来合理划分浮选系列。通常是一个磨矿系列对一个浮选系列，也有一个磨矿系列对两个浮选系列或两个磨矿系列对一个浮选系列。一对一的主要优点是生产调节方便，便于溢流流向粗选；节省高差。精选系列常采用集中精选，系列变少，因粗选泡沫精矿量少。

（2）具有吸浆能力的浮选机在同浮选机列中，各作业浮选槽数必须保证其泡沫产物自流到相邻的前作业浮选槽的可能，流经的明槽和有压管道必须达到自流坡度，如图 8.4-2 和表 8.4-2、表 8.4-3 所示。

由于同列的浮选机泡沫槽起坡点标高和其前作业浮选机中矿回流管标高是定值，即高差是定值，流至前作业的行程越长则坡度越小，故同一坡度泡沫槽所联接的浮选机槽数不宜多，为防止“短路”，在同一列里的粗选加扫选的槽数又不宜过少。对无吸浆能力类型的

浮选机也同样，一般不少于8个槽，对特大型浮选机也要考虑出现“短路”问题。（美）《选矿厂设计》主张非大型选矿厂可以考虑粗选采用大型浮选机，扫选为小型浮选机，可使大型浮选机所固有的经济效益得到利用。28～56m³容积的特大型浮选机只适用于日处理50kt矿石量以上的特大型选矿厂粗选作业，50kt以下的选矿厂若采用此规格浮选机槽数太少，需要考虑防止“短路”和保证操作上的灵活性；14m³容积浮选机适用于日处理25～50kt矿石选矿厂；2.8m³容积浮选机将限于日处理10kt以下的选矿厂；小型浮选机只能用于精选作业。

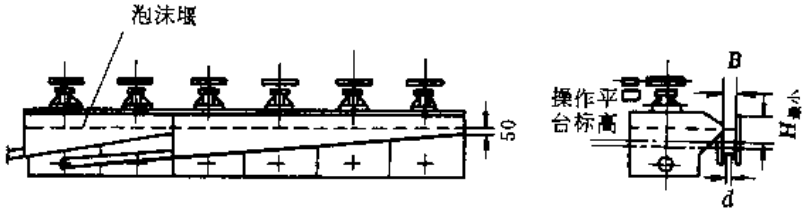


图8.4-2 浮选机与泡沫槽安装关系图

表8.4-2 XJ型浮选机槽数与其同坡泡沫槽坡度关系表

浮选机容积/m³	同一坡度泡沫槽所联接的浮选机槽数									吸浆管中心至槽底距离/mm	泡沫槽宽度 b/mm
	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0.13	22.1	15.8	12.3	10.1	8.5	7.3	6.5	5.8	5.3	175	100
0.23	22.1	15.8	12.3	10.0	8.5	7.3	6.5	5.8	5.2	230	100～150
0.35	21.6	15.4	12.0	9.8	8.3	7.3	6.3	5.6	5.1	243	150～200
0.62	21.5	15.4	11.9	9.8	8.3	7.3	6.3	5.6	5.1	265	200～250
1.10	21.2	15.2	11.8	9.7	8.1	7.3	6.2	5.6	5.0	365	250～300
2.8	13.7	9.8	7.6	6.2	5.2	4.5	4.0	3.6	3.2	400	300～350
5.8	11.9	8.5	6.6	5.4	4.5	4.0	3.5	3.1	2.8	425	350～400

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表8.4-3 浮选厂常用流槽、管道自流坡度值

输送物料条件	浓度/%	坡度/%
铜、锌、黄铁矿分级机溢流用管道输送至浮选机，粒度－0.3mm	40	5～8
铜、锌、黄铁矿分级机溢流用管道输送至浮选机，粒度－0.2mm	33	3～5
含大量硫化物混合精矿经粗磨后，用流槽输送至选别作业，不加水冲	40	15
含大量硫化物混合精矿经粗磨后，用流槽输送至选别作业，加水冲	25～30	10
含大量硫化物混合精矿经粗磨后，用管道输送至选别作业，不加水冲	40	10
含大量硫化物混合精矿经粗磨后，用管道输送至选别作业，加水冲	25～30	7
铜、铅、锌、黄铁矿精矿，用流槽输送至浓缩作业，加水冲	20～25	7
铜、铅、锌、黄铁矿精矿，用管道输送至浓缩作业，不加水冲	20～25	4
浓缩后精矿，用管道输送	50～70	7
浮选作业尾矿，用流槽输送	33	2～4
浮选作业尾矿，用管道输送	33	1.5～2

注：1. 表中为直线段坡度，拐弯或弯曲段坡度相应增加20%～30%。
2. 浓度指固体重量百分数。

（3）相互平行配置的各列浮选槽数或总长度应力求相等，总长度应包括所需的搅拌槽、泡沫泵等尺寸，利于配置整齐，操作行走方便，厂房面积得以利用。

（4）难以实现全自流时，应力争主矿流自流，少用砂泵，如若几个中间产物，其返回点相同，应将这些中间产物汇集在一起用同一台砂泵扬送。对于不自吸矿浆的浮选机配置成一列时，其泡沫产物向其同列前作业浮选机给入，需采用泡沫泵提升，其尾矿流入同列后续作业，相毗邻作业的浮选机组呈阶梯配置，阶梯高差300mm利于尾矿流向后续作业浮

选槽中。目前也有采用具有吸浆能力的浮选机作吸入槽（如SF型浮选机）与JJF型浮选机联合机组，不设置泡沫泵，SF型浮选机置于各作业无吸浆能力浮选机的头一个槽，作业之间成水平配置。

（5）浮选机配置必须便于操作、维护、管理，具有改变调整矿浆回路的可能性和因某系列、某作业设备停转其它并行系列、作业设备平均分摊任务或系列调换的可能性；并列配置的浮选机列其泡沫槽应相向，泡沫槽外侧挡板应高出操作平台300～800mm，特大型浮选机操作平台在槽体上方的平台端沿应设置栏杆。浮选机操作应有良好的自然采光和足够的照明度，以利于泡沫现象的观察。

（6）给药台位置应适宜，一般大型浮选厂多采用集中或局部集中给药方式。给药台通常布置在某个或某几个跨间的楼层上。药剂通过管道流至添加地点，其管道坡度不应小于3%，管道架设不得有碍浮选机的检修吊运，干式药剂添加通常采用分散就地添加。小型浮选厂常用分散给药台，其平台标高必须保证药剂自流。

8.4.2.2　配置举例

图8.4-3中的浮选机呈横向配置，磨矿、分级机组呈纵向配置，浮选系列数和磨矿系列数1对1。圆形磨矿仓与磨矿跨分开。由图可见并列的浮选机泡沫槽相向。因泡沫精矿量少，集中到一个精选系列处理，由于精选用的槽数少、型号小和为有效地利用厂房面积，将其设置在单独的小跨间，跨度4m、长度24m。为了磨机给矿胶带输送机多装计量秤，磨矿仓距磨矿跨有一段距离。给药台采用集中方式，药剂制备搅拌槽设在浮选跨间中的8.10m平台上，搅拌桶距给药台很近，便于管道架设和自流，给药台标高确保药剂自流到添加地点。电葫芦吊车梁固定在8.10m标高上，轨道置浮选机重心正上方，检修场地靠厂房一侧与外界运输方便。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

图8.4-4是两段磨矿、分级机组双列横向配置，浮选机列成纵向配置在毗邻的两个跨间里。由于药剂添加点多，浮选机列数多，为便于药剂添加和管理，专设一个9m跨间置于磨矿和浮选中间，上楼层放置给药和制备设备装置，确保药剂自流到添加地点，下层安设供矿泵和泵池。为强化设备运转，各跨间均安装了生产方便的起重设备。

8.4.3　磁选跨间设备配置

我国磁铁矿石选别采用湿法居多，流程返回点较少，基本上是开路，用水量较大，矿浆密度较大，一个系统中同一个磁选作业可能需要两台以上同规格设备配合。湿式磁选跨间的设备配置基本上可划分为两类：一类是自流式，用于开路流程，较陡坡（坡度15%～23%）地形，设备按照选别作业顺序沿坡地线从高至低呈单层阶梯式布置；另一类是半自流式，矿浆输送靠自流和胶泵提升结合完成，设备配置呈多层式，由于磁选机、脱水槽、细筛等设备重量较轻、振动力小、机体小，按流程顺序布置在上楼层，胶泵与泵池机组放在下层地面上。对于含有一定量的弱磁性矿物矿石由于浸染粒度细，磨矿段数也多，其选别流程有磁-重、浮-磁等联合流程，在设备配置上应根据对磁选、重选、浮选设备配置的要求和注意事项进行。

干式磁选跨间可以采用多层式设备配置，按流程作业顺序布置设备，给料与排料给料机应采用密封式漏斗，应有完善而有效的收尘系统。

8.4.3.1　湿式磁选跨间设备配置应注意的问题

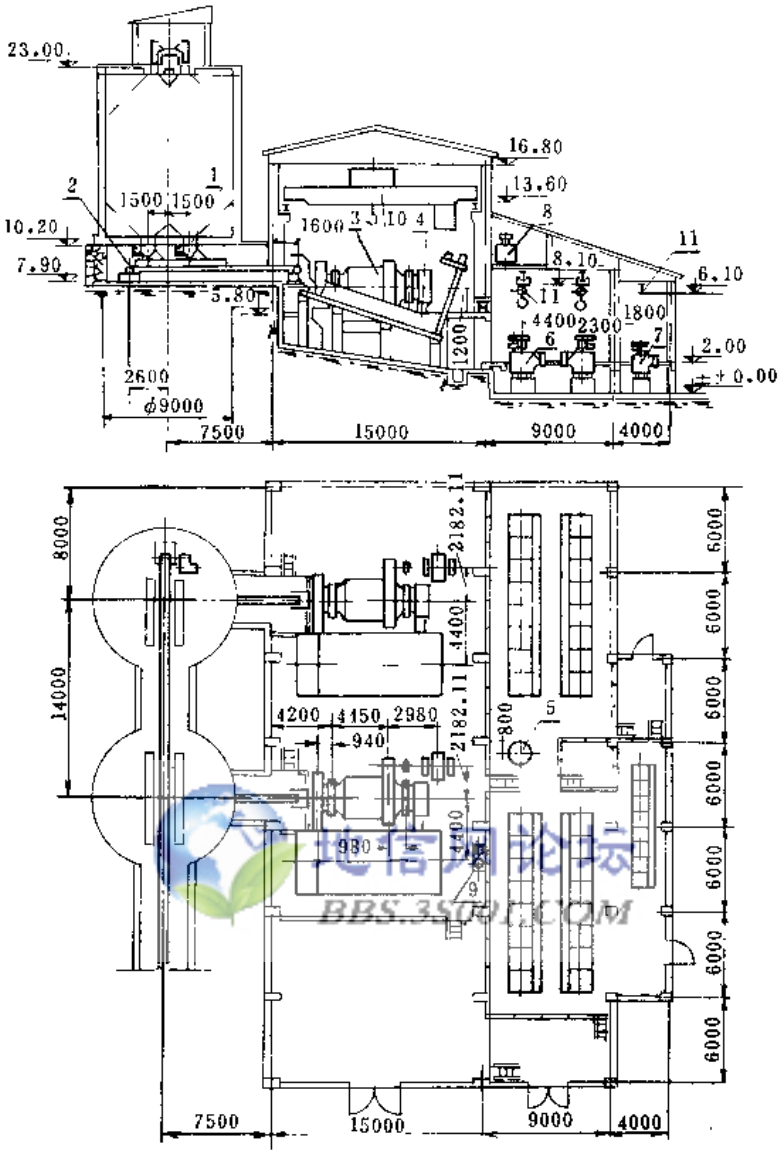


图 8.4-3 浮选机横向配置浮选厂

1—600×600 摆式给矿机；2—B500 胶带输送机；3—φ2700×3600 格子型球磨机；
4—φ2000 高堰式双螺旋分级机；5—φ2500×2500 搅拌槽；6—XJK-2.8 浮选机；
7—XJK-0.62 浮选机；8—药剂搅拌槽；9—给药机；10—20/5t 电动桥式起重机；11—1t 手动链式起重机

(1) 尽量避免主矿流用泵提升，除非磨矿-分级溢流用泵提升到多层配置的磁选跨的需要，提升到工艺要求的最高点后的矿浆应最大限度地促其自流到各作业，防止重复提升。

(2) 由于磨机能力大，同一选别作业需多台同型号设备来完成，应确保矿浆均匀分配，配置时应充分考虑矿浆分配器、自流坡度等所需要的高差损失。磁选厂常用的流槽、管道自流坡度见表 8.4-4。

(3) 规模较大的磁选厂所用磁选设备台数多、矿浆管道和用水管道多，大管径的尾矿管及供水管也多，当设备呈多层配置时应将管道集中敷设在磁选跨间的单独楼层内，此楼层低于磁选设备楼层，高于泵与泵池地面，以利于操作、维护、检修和作业环境的保护。

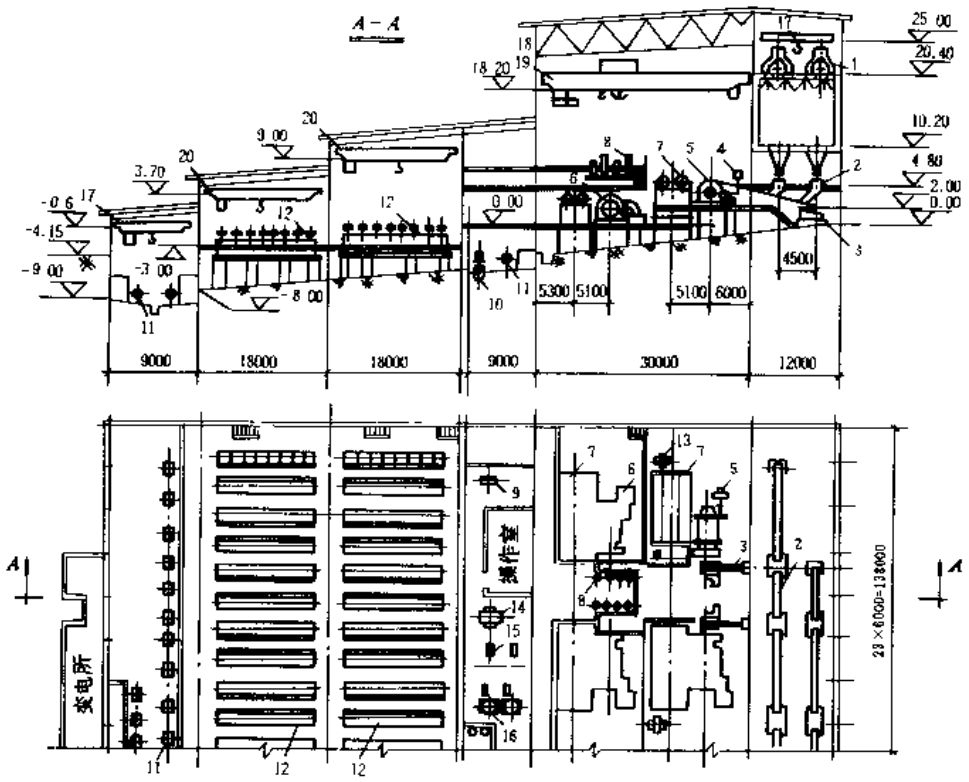


图 8.4-1　两段磨矿、分级机组呈双列横向、浮选机列呈纵向配置

1—1400 带式输送机；2，3，4—800 带式输送机；5—2.7×3.6m 格子型球磨机；6—2.7×3.6m 溢流型球磨机；7—2.4m 螺旋分级机；8—750 旋流器；9—分配器；10—立式砂泵；11—砂泵；12—浮选机；13—取样机；14—t 流分配器；15—给药机；16—贮药箱；17、18、19、20—各类起重机

BBS.3000.COM

表 8.4-4　铁矿石磁选厂常用流槽、自流管的坡度值

名　　称	矿石密度/t·m^{-3}	矿石粒度②	矿浆浓度(C_w)/%	矿浆量/L·s^{-1}	自流管、槽坡度/%
一次球磨机排矿①	3.4～3.6	24～35	75～65	20～45	15～12
一次分级机返砂①	3.4～3.6	8～10	85～75	8～28	36～33
一次分级机溢流	3.3～3.5	40～60	62～50	15～25	11～8
二次球磨机排矿①	3.7～3.8	40～60	50～40	22～45	14～10
二次分级机返砂①	3.7～3.8	25～40	75～70	10～15	35～32
二次分级机溢流	3.6～3.7	80～90	20～15	55～83	6～4
直线筛筛上返砂槽①	3.4～3.6	8～10	85～75	8～28	36～33
直线筛筛下管、槽	3.4～3.6	40～60	50～60	15～25	11～8
水力旋流器、沉砂槽	3.4～3.6	25～40	75～70	10～15	35～32
脱水槽给矿	3.3～3.5	40～60	35～25	4～65	12～9
脱水槽给矿	3.6～3.7	80～90	20～15	11～17	8～6
脱水槽精矿	3.6～3.8	35～60	55～40	13～22	13～11
脱水槽精矿	4.0～4.2	75～85	40～35	4～5	10～8
磁选机精矿	4.3～4.4	60～75	45～35	15～20	12～14
磁选机尾矿	2.8～2.9	28～40	10～5	5～15	10～12
磁选机精矿	4.3～4.4	80～90	45～35	12～19	8～7
磁选机精矿	4.3～4.1	80～90	45～35	4～12	9
磁选机尾矿	2.8～2.9	35～50	7～2	11～45	5～3
脱水槽尾矿	2.7～2.8	70～90	9～2	15～90	3～2
细筛筛上流槽①	4.0～4.2	80～90	50～60	5～15	8～10
细筛筛下流槽	4.3～4.4	90～95	20～15	5～15	8～7

①生产中要加冲洗水，否则易堵塞；②指－0.074mm 占的百分数。

8.4.3.2　配置举例

如图 8.4-5 所示，磨矿跨为两段磨矿双列横向配置，磁选设备呈多层配置在磁选跨中，砂泵和泵池置于地面的最低处。第一段分级溢流由砂泵提升至第二段分级水力旋流器，旋流器沉砂自流至第二段磨机，溢流自流到磁选各作业。一个磨矿系列对应 4 台磁力脱水槽，磁力脱水槽台数与辊筒磁选机 1 对 1。应注意旋流器溢流去磁力脱水槽矿浆的均匀分配问题。

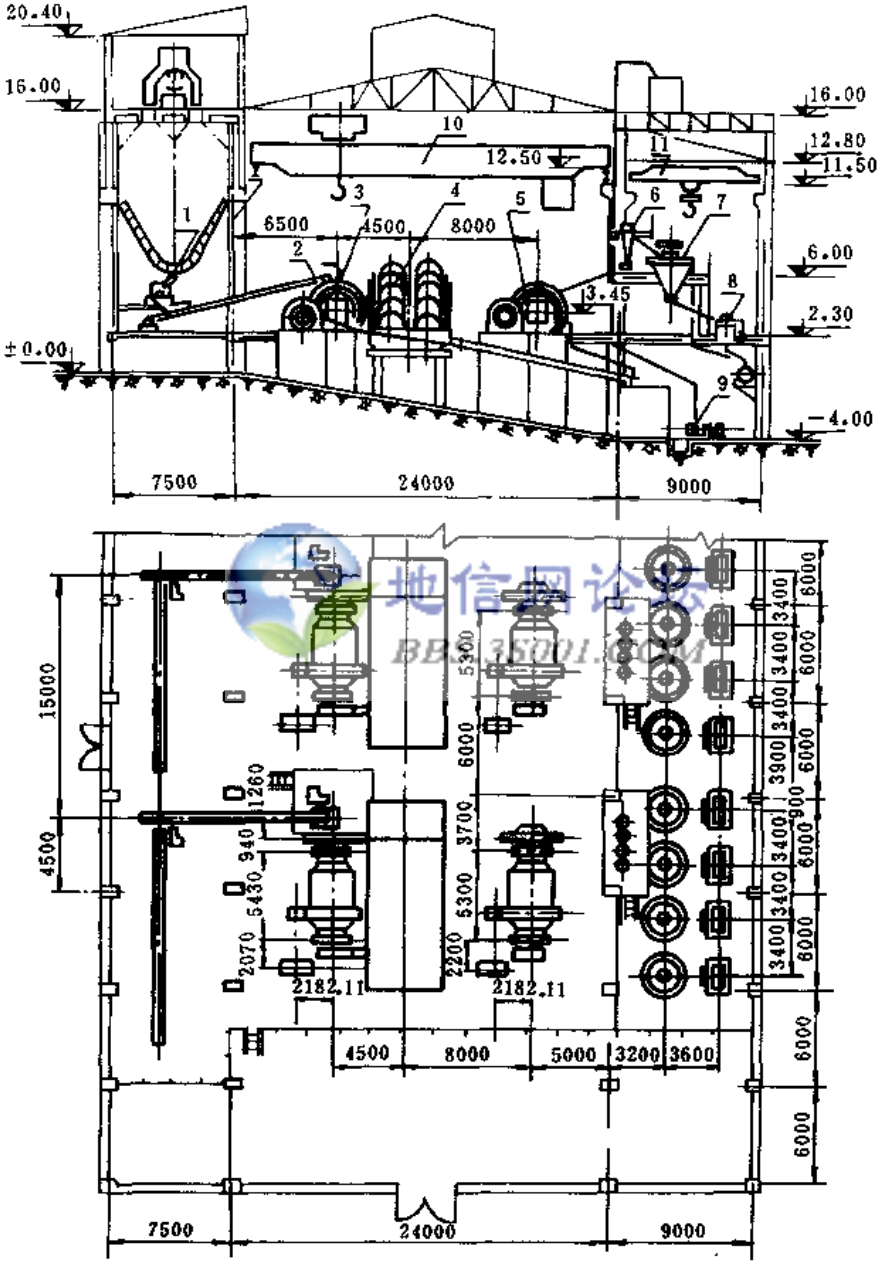


图 8.4-5　两段磨矿双列横向磁选多层阶梯式配置

1—600×600 摆式给料机；2—6550 带式输送机；3—2700×3600 格子型球磨机；4—2000 双螺旋分级机；5—2700×3600 溢流型球磨机；6—500 水力旋流器；7－3000 永磁脱水槽；8－ 750×1800 筒式磁选机；9—砂泵；10—30/5t 桥式起重机；11—3t 电动单梁起重机

8.4.4 重选跨间设备配置

重选流程分级作业较多，分出粒度级别也多，物料粒级不同其适宜的选别设备也异。由于单机处理能力小，所用设备台数多，在设备配置上变化也多，但归纳起来，基本上可划分为两类，一类是多层-单层阶梯式联合配置，一类是单层阶梯式配置。

8.4.4.1 重选跨间设备配置应注意的问题

(1) 多层跨间里的设备配置应按流程作业顺序由上至下依次布置，将粗粒级物料筛分、选别设备布置在最上楼层利于物料自流，尽量避免物料多次提升；对占地面积大、振动力大的细粒选矿设备，如摇床和浓缩机应布置在下层呈单层阶梯式沿坡地布置，以实现矿浆自流。

(2) 应设置恒压水箱以保证需要供水压力稳定使跳汰机、水力分级机等设备有效地工作，同时应严格多道隔渣，以防堵塞小管径管口。

(3) 设备给、排料分流要确保工艺要求，流槽、管道坡度自流，交接料汇流处流槽或管道截面积足够，矿浆流动通畅；管道、流槽布置的走向、高度不得影响操作与维护。

(4) 规模较大的重选厂设备多，在配置上宜采用大分散小集中的布置方案，即设备按照流程顺序，根据矿浆自流需要和作业上下联接方便及相同作用作业的设备没有条件全集中布置在同一区域或同一标高平台上的，应分散；另外由于系统独立性不专一，只能根据实际可能将同一作业设备或上、下联系较密切的作业设备局部集中在一个区域内，以利于管理和操作。考虑设备检修和产品搬运的需要应安装吊车。

(5) 重选工艺用水量较大，生产中难免水砂溅出，应设计出完善的回收与排污系统，流槽和地沟坡度、宽度要合理，地面和操作平台应有利于冲洗与清扫。

(6) 厂房内要有足够的照明，以利于摇床等操作与观察。

地信网论坛 BBS.53001.COM

8.4.4.2 配置举例

图 8.4-6 多层-单层阶梯式联合配置图。重型的棒磨机、脱泥用的双螺旋分级机均设在地坪上，占地面积大、振动力大的摇床呈单层阶梯式布置，实现了矿浆自流，为减少厂房面积和实现最大限度地自流，第三跨为多层配置，从最上层到最下层设备是按流程顺序依次布置，达到物料自流，最低处为水力分级机供矿砂泵。

重介质选矿车间通常采用多层式配置，力求促其产物和介质自流，基本上按选别顺序依次配置。经过准备的入选物料运至上楼层，自流给入重介质选矿机，轻、重产物脱介筛配置在选矿机的下方，介质回收搅拌槽和重介质提升泵设在低处，扬送到介质再生系统，脱介后的物料由胶带运输机运至下作业。

8.5 精矿脱水车间设备配置

根据已确定的脱水段数及其选择的设备规格、台数以及地形等条件作出不同配置方案。当浓缩机直径较小时（小于 15m）通常与过滤机放在主厂房里，两者各呈独立跨间与选别跨间毗邻阶梯布置，浓缩机与过滤机相距较近，力求浓缩机底流自流到过滤机中，便于操作与管理，中小型选矿厂常采用这种配置。大型选矿厂所用的浓缩机规格大，多为露天放置，过滤机台数也多，多呈独立厂房，应力求做到过滤机溢流自流到浓缩机中，过滤机一般应布置在较高的平台（上楼层）上，下楼层（低地坪）宜分区布置真空泵、空压机、泵类等设备。磁选厂一般采用磁力脱水槽代替精矿浓缩机脱水，与过滤机配置在同一跨间里，

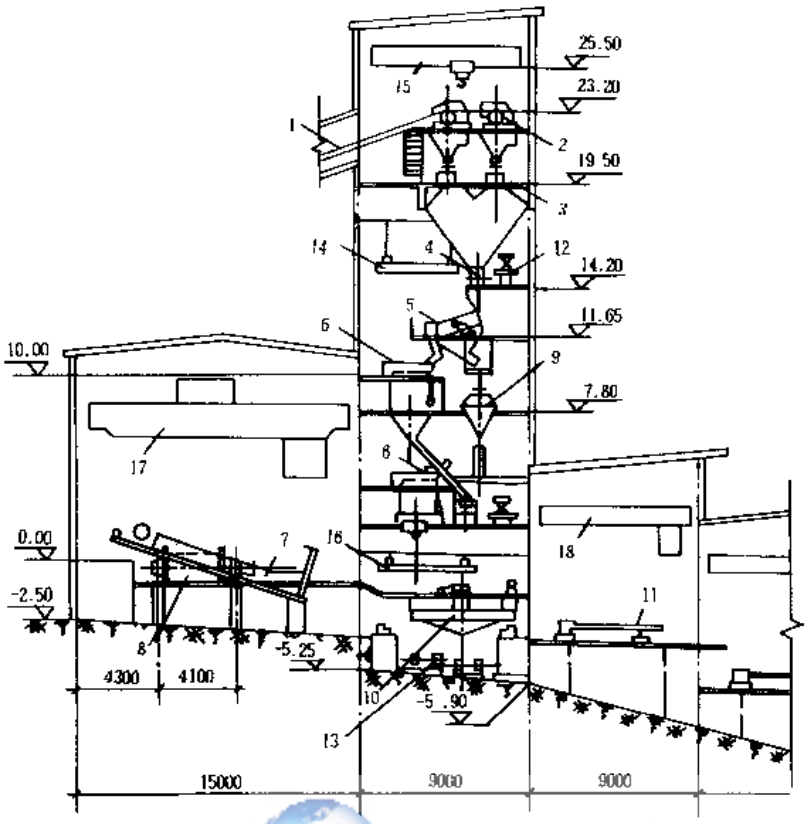


图 8.1-6 多层相中式跨跳联合配置的重选跨间

1、2—带式输送机；3—可逆式带式输送机；4—600×600 摆式给料机；5—1250×2500 双层振动筛；
6—1000×1000 圆锥形跳汰机；7—1500 双螺旋分级机；8—1500×3000 棒磨机；
9—KT-4 型四室水力分级机；10—5000 水力分离机；11—1800×4500 摇床；
12—矿浆分配器；13—砂泵；14、15、16、17、18—吊车

地信网论坛 BBS.3S001.COM

置高于过滤机的平台上，确保脱水槽底流自流到过滤机中。磁选厂的精矿脱水一般不采用干燥作业，因用户较近，路途运输时间较短。

对于三段精矿脱水，一般将过滤与干燥设备配置在同一厂房里，过滤机一般宜配置在干燥机的上方平台上，滤饼自流到干燥机中；当过滤机台数多、干燥机台数少时，过滤机和干燥机宜各呈独立跨间毗邻联接，滤饼由集矿胶带输送机运至干燥机。

8.5.1 浓缩、过滤、干燥设备配置应考虑的问题

（1）精矿仓应靠近过滤机，过滤机位置应高于精矿仓。筒型外滤式过滤机滤饼自流到精矿仓中；筒型内滤式过滤机滤饼通过自身胶带输送机卸入精矿仓中。如果精矿仓为高架式与过滤机厂房分开，滤饼可通过集矿胶带输送机运至高架矿仓。

（2）尽量缩短浓缩机与过滤机的距离，促其浓缩机底流自流到过滤机中，过滤机溢流流至精矿沉淀池（其与搅拌槽、胶泵组成回收系统）再经胶泵提升至浓缩机或过滤机再处理；若浓缩机底流不具备自流应由胶泵提升至过滤机。大规格浓缩机底部排矿口不少于两个，底流扬送胶泵应两台以上，必须有备用，此种情况应保证过滤机溢流通过管道或流槽自流到浓缩机中。

（3）主厂房精矿出口标高应考虑精矿自流到浓缩机中的高差损失。

（4）过滤机给矿前应设有矿浆缓冲箱，过滤机台数多时，应设置矿浆分配器，滤液缸宜立式安装，应采用自动滤液排放装置，其滤液缸入口应低于过滤机滤液出口标高。

（5）真空泵、空压机应与过滤机、胶泵、滤液系统装置隔开，工作环境应保持清洁。

（6）干燥厂房用煤作燃料时，给煤系统和灰渣排出设施应完善，对有害挥发物的散发源应隔开或避开。

8.5.2 配置举例

下面例举大型铁矿选矿厂精矿脱水过滤厂房配置和中型有色金属铜矿选矿厂精矿脱水过滤厂房配置。铁精矿第一段脱水采用磁力脱水槽，铜精矿第一段脱水采浓缩机，两者的底流均自流到各自的过滤机，两者的过滤机均靠近精矿仓，所设置位置高于精矿仓，滤饼自流到精矿仓中，均采用精矿抓斗起重机装车，铁精矿用火车运输，铜精矿用汽车运输，详见图 8.5-1，图 8.5-2。

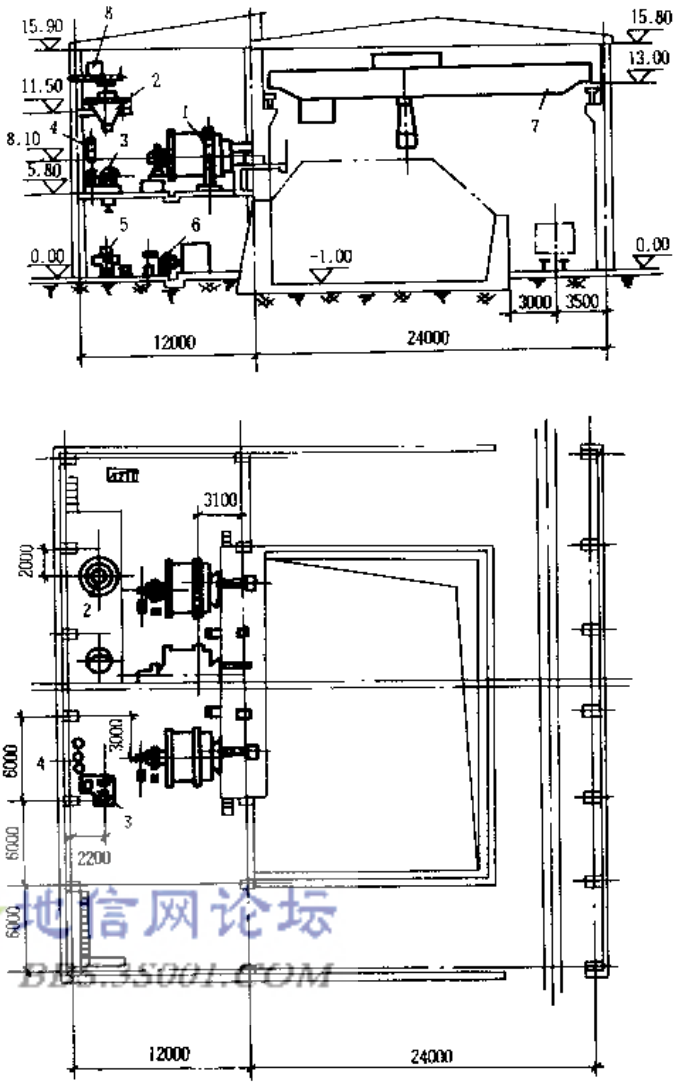


图 8.5-1 磁力脱水槽和过滤机在同厂房设备配置

1—40m² 内滤式过滤机；2—2500 永磁脱水槽；3—SZ-4 型真空泵；4 自动放水筒；5—5 号叶式鼓风机；6—11.43cm（$4\frac{1}{2}$in）胶泵；7—20t 起重机；8—分配器

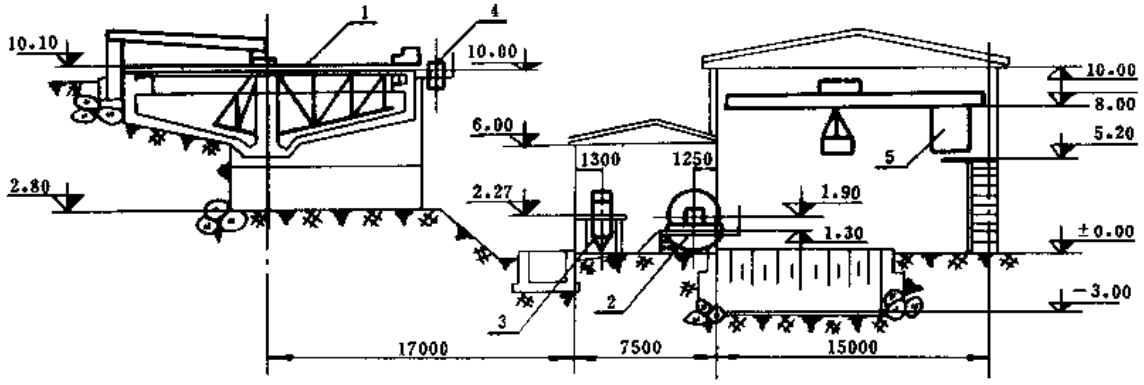


图 8.5-2 浓缩机底流自流到过滤机坡地布置

1—φ15m 浓缩机；2 20m² 过滤机；3—滤液缸；4—气水分离器；5—5t 电动抓斗起重机

8.6 设备机组配置的基本作法和考虑的问题

前面述及了诸多厂房设备配置方案类型，实际上基本是设备机组之间的布置。所谓机组系由能完成一定工艺任务的几个不同机械在竖向、平面相距很近，靠自流或短距离运送物料的联合体，进料与出料已形成固定的落差和距离。进行设备配置时，设备沿着竖向高程和平面纵横移动，调整到适宜的位置。并考虑出设备的支撑、架设、固着方式，设备、装置间的联接和非标准件设计等内容。其作法和考虑的问题大致是：

(1) 根据工艺要求确定机组中设备的组合，组合中包括主要设备、辅助设备和非标装置。需要有能进行定位、安装的单体图。根据具体条件和需要初步确定非标装置几何形状和基本尺寸，在图面上表示出机组中各设备、给料、排料、贮料装置的主要特征轮廓图形，彼此间交接料关系和固定方式，在平断面图上表示出机组各设备、装置定位尺寸，机组某设备中心线与厂房最近的定位轴线的纵、横向距离，距平台、地面高程以及倾斜角度等尺寸。

(2) 机组中设备配置必须考虑设备和装置固着的合理性，支撑、架设、悬挂方式，部件更换、拆装、吊运、检修和操作、调整、维护的方便，确保物料在机组中流动通畅，强化湿粘性物料顺利通过漏斗、流槽和矿仓排放口等措施。

(3) 机组与机组之间的距离力求缩短，机组总高度不应有过剩高差损失。机组位置的确定：领先处理物料的机组应先给以定位，之后再将此机组中的任一设备中心线与厂房中最近的定位轴线的横向和纵向距离给以固定。后续作业机组位置的确定，应使前机组处理的物料合理地运至本机组，所用的运输设备应在允许的提升角度、扬程、自流坡度范围内工作，合理地利用地形，力求土石方工程量少，最后对后续机组位置作一固定，标注任一设备中心线与厂房中最近的定位轴线的横向、纵向距离尺寸。总之，机组之间定位过程是以各机组为整体进行提升、下降、左右位移、前后错动，综合比较到适宜为止。

(4) 机组设备基础与柱子基础应留有一定距离，机体重量较大的设备基础应放在坚硬的岩石上，一般的设备视具体情况可放在楼板或工字钢、槽钢、钢筋混凝土过梁上。设备与基础固着用地脚螺钉联接，附属设备应设在主机附近。

(5) 要广泛参考、吸收和引用业经生产并证明是合理、可靠的类似机组设备配置图纸。

8.7 生产厂房内通道、操作平台和检修场地

8.7.1 通道和操作平台

生产厂房内通道根据其作用分为主要通道、操作通道和维修通道。操作平台除起某些方面联系作用外，主要兼有操作、维修通道作用。为明了起见列表说明，见表 8.7-1。

表 8.7-1 通道、平台、坡度界限数据参考表

项目名称	宽度/m	作 用 与 要 求
主要通道	1.5～2.0	贯通生产车间，供选矿人员通行、联系，小件搬运用，大型厂取大值
操作通道	等于、大于 1.2	操作人员经常性的流动观察、检测、调节用
维修通道	0.7～0.8	设备维修时人员能容易接近其设备，并能通过小型检修设备，在设备局部维修处可以作准备工作

续表 8.7-1

项目名称	宽度/m	作　用　与　要　求
操作平台		设备机组的不同高度根据需要设置平台，并考虑临时放置部件、工具占用面积，要有足够强度，承受均布荷重一般按 400kg/m²，当有集中荷重时，应向土建设计提出要求，平台各层间净空高度不小于 2m，高出地面 0.5m 的平台应安设防护栏杆
地面、通道坡度		磨矿、选别跨间地面应有 5%～10%坡度，通道坡度 6°～12°时需设防滑条，大于 12°应设踏步
梯　子	大于 0.7	倾角 50°以内为宜，两侧设扶手栏杆

8.7.2　检修场地

生产厂房内除少数设备就地检修外，多数在厂房内有专门的检修场地，其位置视厂房外运输线路情况和车间扩建的可能性而定。一般宜于磨矿细矿仓进矿同侧的磨矿跨间一端，如若由厂房中间进矿也可设在磨矿跨间的中部。场地面积的确定，应考虑检修用的设备、备品备件、检修用的工具（如破碎机的锥体架、熔锌炉、钳工台等）的存放情况，拆下的旧部件、废衬板等所需的场地面积。各类主要设备检修场地参考表见表 8.7-2。

表 8.7-2　常用设备检修场地参考表

设备规格及名称	台　　数	柱距数	柱距/m
400×600 颚式破碎机	1	1	4～6
600×900 颚式破碎机	1～2	1	6
900×1200 颚式破碎机	1～2	1	6
1200×1500 颚式破碎机	1（2）	1（2）	9（6）
1500×2100 颚式破碎机	1～2	2	6
500 旋回破碎机	1～2	1～2	6
700 旋回破碎机	1～2	2	4～6
900 旋回破碎机	1～2	3	6
1200 旋回破碎机	1～2	3～4	6
1400 旋回破碎机	1～2	4	6
φ900 圆锥破碎机	1～2	1	6
φ1200 圆锥破碎机	1～2	1	6
φ1650 圆锥破碎机	1～2（大于或等于 3）	1（2）	6
φ2200 圆锥破碎机	1～4（大于或等于 5）	2（3）	6
φ4000×1400 干式自磨机	2～6	1～2	6
φ6000×2000 干式自磨机	2～8	2～3	6
φ5500×1800 湿式自磨机	2～8（大于或等于 9）	2～3（4）	6
φ7500×2500 湿式自磨机	2～8	3～4	6
φ1500×1500 球磨机	2～6	1～2	6
φ1500×3000 球磨机	2～6	1～2	6
φ2100×2200 球磨机	2～6	2	6
φ2700×3600 球磨机	2～6（大于或等于 7）	2～3（3～4）	6
φ3200×4500 球磨机	2～6（大于或等于 7）	3～4（4～5）	6
φ3600×4000 球磨机	2～6（大于或等于 7）	3～4（4～5）	6

注：（1）旋回、圆锥破碎机的检修场地包括熔锌炉、备件架、锥体存放坑等。
（2）过滤与干燥设备，一般不专设检修场地，只有大型厂房，设备较多时才设有 1～2 柱距的检修场地。
（3）棒磨机可参照球磨机所示数据。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

8.8 选矿厂房有关建筑要求和模数协调标准

选矿厂房建筑除特殊形体和经济上不合理的以外，均应充分考虑厂房建筑模数协调标准，以利于建筑制品、建筑构配件和组合件实现工业化大规模生产，并具有较大的通用性，加快建设速度，提高施工质量和效率，降低建筑造价，在进行厂房设备配置时应予以充分考虑。

8.8.1 选矿厂房特点和要求

(1) 选矿厂房建筑设计是在选矿工艺设计的基础上进行的，有关技术性能必须适应工艺要求。

(2) 厂房中由于设备台数多、机体重、形体大，作业生产联系紧密，连续运转，离不开起重设备吊运材料和备品备件，厂房一般均具有较大而畅通的空间，足够的厂房高度、长度和跨度。

(3) 厂房屋顶重量较大，多有吊车荷载，厂房中楼板上多放置设备，其荷载也较大，厂房结构必须具有必要的坚固性和耐久性，能经受外力（如振动）、湿度、温度变化等不利因素的影响。目前广泛采用钢筋混凝土骨架承重，特别高大的厂房广泛采用钢骨架承重。

(4) 厂房中需有良好的采光、通风，有效地排除余热、湿气、有害气体，采用适宜的消声、隔音措施。

(5) 室内的自然采光、通风和屋面防水、排水需在屋顶上设置天窗及排水系统，屋顶构造较为复杂。

(6) 厂房结构应具有一定的通用性和扩建的可能性，以适应设备更新、工艺流程改造以及生产规模扩大的需要。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

(7) 生产中常有外溢矿浆，为冲洗和清扫方便，厂房内地面、楼板、操作平台及排污地沟应具有适宜的坡度。

(8) 力求降低造价，维修费用最省。

8.8.2 单层厂房结构

单层厂房结构的支承方式基本上分为承重墙结构和骨架结构两类。当厂房的跨度、高度及吊车荷载很小时，可采用承重墙结构，此外多采用骨架承重结构。骨架结构由柱子、梁、屋架等组成，以承受厂房的各种荷载，此种厂房中的墙体只起围护和分隔作用，见图 8.8-1。由图可看出，厂房承重结构由横向骨架和纵向联系构件组成。横向骨架包括屋面大梁 3（或屋架）、柱子 1、2 及柱基础 8，它承受屋顶 11、天窗 13、外墙 9 及吊车等荷载；纵向联系构件包括大型屋面板 11（檩条）、联系梁 6、吊车梁 5 等，可以保证横向骨架的稳定性，并将作用在山墙上的风力或吊车纵向制动力传给柱子。组成骨架的柱子、柱基础、屋架、吊车梁等是厂房承重的主要构件，关系到整个厂房的坚固、耐久及安全。骨架结构按材料可分为砖石混合结构、钢筋混凝土结构和钢结构。砖石混合结构是由砖柱和钢筋混凝土屋架或屋面大梁组成，也可用砖柱和木屋架或轻钢屋架，此种结构简单，但承重能力及抗振性能较差，仅适于吊车吨位不超过 5t，跨度不大于 15m 的小选厂厂房；装配式钢筋混凝土结构，坚固耐久，承重能力较大，可预制装配，比钢结构节省钢材，节约木材，工业建筑中广泛采用，但其自重大，纵向刚度较差，传力受力也不尽合理，抗震不如钢结构；钢结构厂房主要承重构件全由钢材作成，这种结构抗振性好，施工方便，比钢筋混凝土构件轻便，

多用于吊车荷载重、高温、振动大的生产厂房，但钢结构易锈蚀，耐火性能较差（易弯失稳），使用时应采取相应地防护措施。

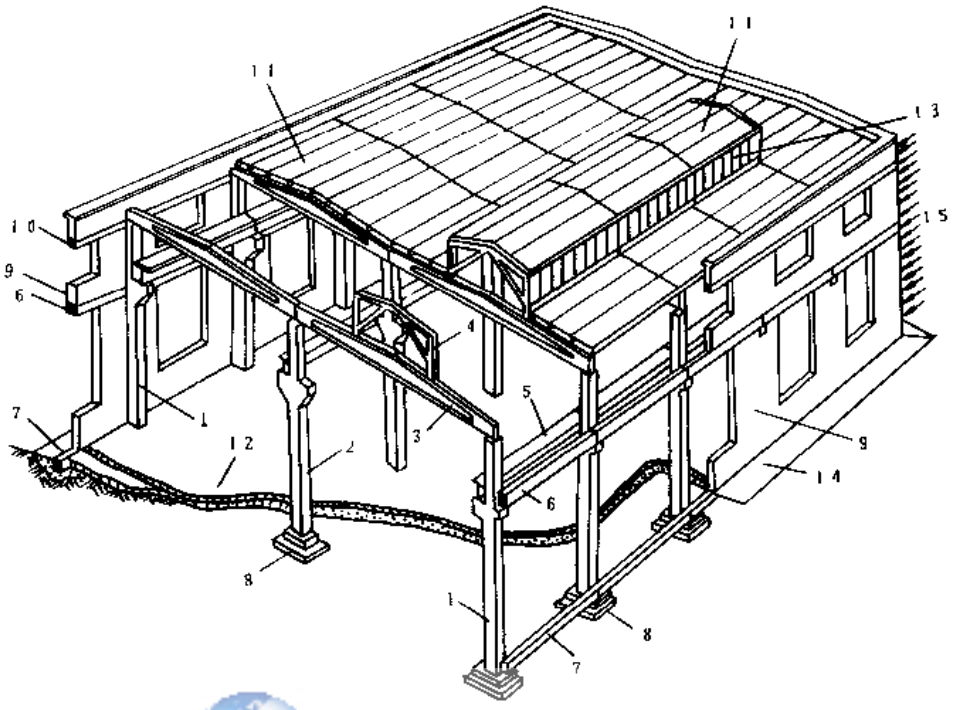


图 8.8-1 单层厂房装配式钢筋混凝土骨架及主要构件

1—边列柱；2—中列柱；3—屋面大梁；4—天窗架；5—吊车梁；6—连系梁；7—基础梁；8—基础；9—外墙；10—圈梁；11—屋面板；12—地面；13—天窗扇；14—散水；15—风力

地铁网论坛 BBS.53001.COM

8.8.3 厂房高度和跨度

厂房高度是由室内地坪面到屋顶承重结构下表面的距离。如果屋顶承重结构是倾斜的，则厂房高度是由地坪面到屋顶承重结构的最低点。厂房的柱顶标高的确定：

（1）无吊车厂房的柱顶标高应按最大生产设备高度和其安装、检修时所需的净空高度来确定，一般不低于 4m，以保证室内最小空间。柱顶标高应符合 $3M$ 数列，M 为基本模数符号，$1M=100\text{mm}$ 是基本模数值，砖石结构柱顶标高也可采用 $1M$ 数列。

（2）有吊车厂房的柱顶标高 H，见图 8.8-2，$H=h_0+a+m$，图中符号：

m——屋架下弦至吊车小车顶面之间的安全间隙，接电滑线在厂房一侧时，$m\geqslant 100\text{mm}$；接电滑线在屋架下缘时，$m\geqslant 400\text{mm}$；

a——吊车轨顶至小车顶面的净空尺寸；

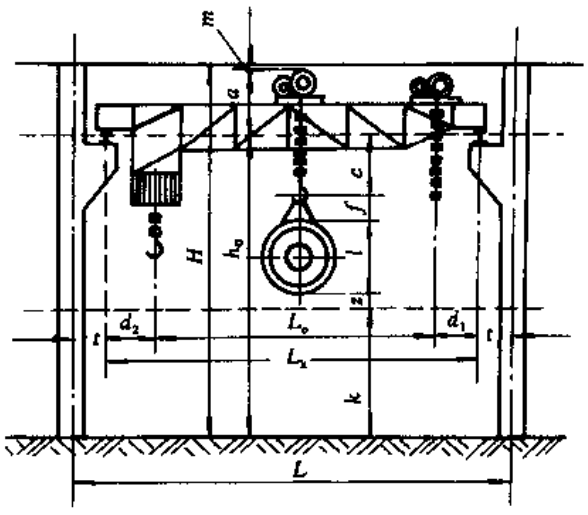


图 8.8-2 厂房高度、桥式起重机轨面高度、服务区间和厂房跨度关系图

h_o——轨面标高，从地坪面到轨面的高度，由工艺人员根据图中 k、z、l、f、c 数值而定；

k——厂房内被吊运物件下方的最高障碍点至地面的距离；

z——被吊运物件下缘距最高障碍点的最小间隙，一般取 0.5m；

l——被吊运物件沿起升方向的最大外形尺寸；

f——吊钩至被吊起物件上缘的距离，即系住物件所必须的绳索最小拉伸距离，一般不应小于 1～1.5m，物件大 f 值也大；

c——吊钩起升的极限高度至吊车轨面距离；

t——厂房柱子纵向定位轴线与吊车轨道中心线之间距离，15t 以内的吊车 $t=0.5$m，20～100t 吊车 $t=0.75$m；

d_1——吊车钩至右侧极限位置与吊车右端轨道中心线之间距离；

d_2——吊车钩至左侧极限位置与吊车左端轨道中心线之间距离；

L_k——吊车运行轨道跨度。

厂房高度对造价有直接影响，在确定厂房高度时，尽量避免不必要的高度损失。室内地坪标高，单层厂房室内地坪与室外地面一般需设置高差，以防止雨水浸入室内，为便于运输工具进出厂房以及不加长门口坡道长度，这个高差一般取 150mm，不宜太大。

厂房跨度 L 由工艺人员根据设备配置、操作、维护、检修等实际需要而定，应符合扩大模数数列，跨度 18m 以下（含 18m）$30M$，18m 以上为 $60M$。$L=L_o+d_1+d_2+2t$。L_o 为吊车服务区有效宽度。关于 a、c、d_1、d_2 尺寸可由吊车图纸和吊车规格表中查出，且必须考虑到吊车的结构规格与厂房墙的内缘、边柱外缘、纵向定位轴线、吊车安全运行净空距离 S 等相互协调（在 8.8.4.2 中述及）。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

8.8.4 厂房柱网、定位轴线和建筑模数协调标准

8.8.4.1 柱网

在厂房中为支承屋顶和吊车，需设柱子，柱子在平面图上排列所形成的网格称柱网。柱子纵向定位线之间的距离称跨度，柱子横向定位轴线之间的距离称柱距。柱网的选择，就是选择厂房跨度和柱距，如图 8.8-3 所示。

选矿工艺设计人员根据工艺、设备配置的需要，把厂房跨度和柱距尺寸等提给土建专业在选择柱网时首先应满足工艺要求，其次根据厂房建筑模数协调标准选择通用性较强和经济合理的柱网。跨度和柱距尺寸的大小，规定着吊车梁、屋架、屋面梁、托架、托架梁等的长度和屋面板、外墙墙板的宽度及长度尺寸，这些尺寸应符合模数化。

国内、外实践证明，生产工艺流程、设备以及生产规模不可能一成不变。随着新技术、新设备的采用，厂房应适当考虑生产工艺改变的需要，要具有通用性和较大的柱网。扩大柱网能扩大厂房生产面积，因为小柱网，柱子多，又柱子周围有一圈不能利用的面积，尤其不能布置基础较深的设备，相应地减少了厂房可利用的面积，扩大柱网还能减少构件数量，可显著加快施工速度。

据有关资料分析，在 6m 柱距有吊车的厂房跨度为 18m 被认为是最经济的。6m 柱距是我国目前的基本柱距，应用较广，也较经济，但长远来看，柱距太小，其占用和周围不能用的面积多，厂房通用性较差，12m 柱距即使造价高于 6m 柱距 10%，而在实际中已有采用。在有桥式吊车的厂房中跨度愈大，厂房单位面积造价愈低，因为单位面积的吊车梁、柱

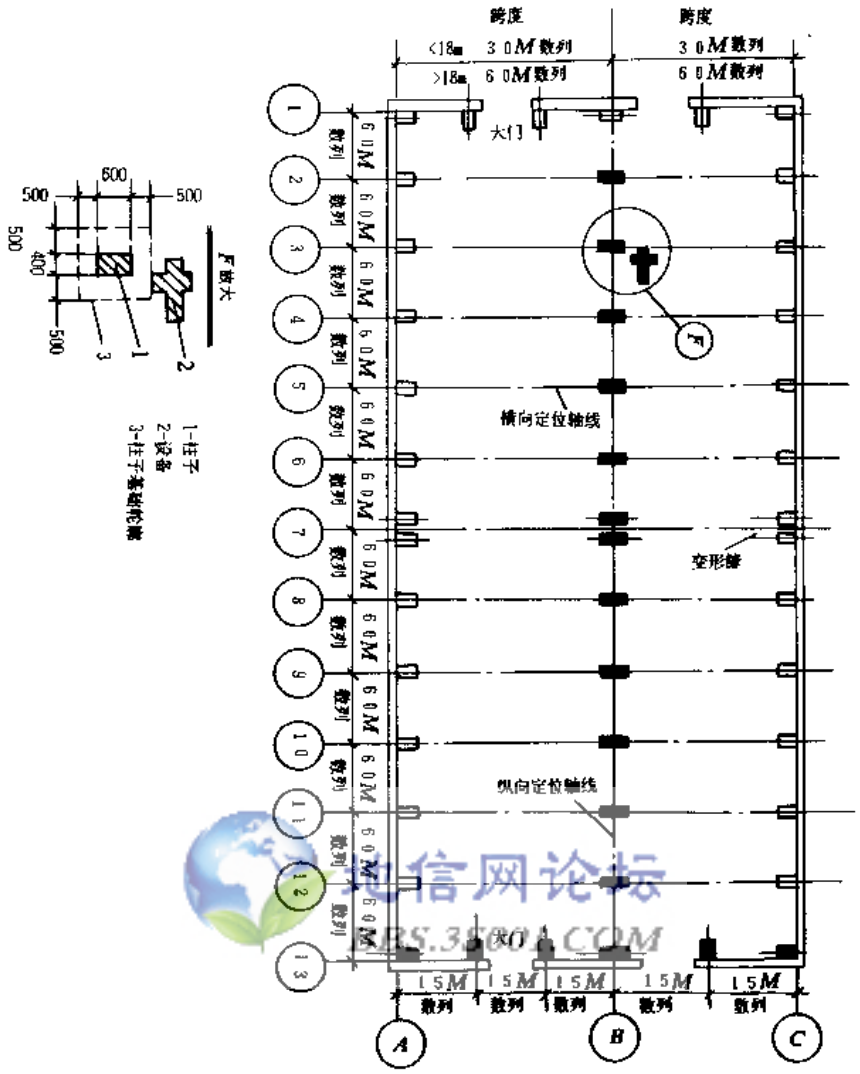


图 8.8-3　跨度、柱距、柱网示意图

子的建筑造价相应降低。当柱距为 12m（有托架和天窗），吊车起重量为 30t 或大于 30t 时，24～30m 跨度是比较经济的，并扩大了面积，提高通用性，增加了吊车服务范围。

根据经济分析和标准规定，在我国工业厂房建筑实践中，桥式起重机的起重量不大于 50t 时，采用的柱网一般为 6×18、6×24、6×30、6×36、12×24、12×30（m），在某些情况下，还需结合设备配置、结构类型、地质条件综合考虑选定柱网，也可选用 6×9、6×12、6×15、6×21、6×27（m）等柱网。

8.8.4.2　厂房定位轴线和建筑模数协调标准

(1)厂房定位轴线　它是划分厂房主要承重构件和确定承重构件相互位置的基准线，是施工放线和设备定位的依据。为了方便，将平行厂房轴向的定位轴线称为纵向定位轴线，在厂房建筑平面图中由下向上顺次按Ⓐ、Ⓑ、Ⓒ……等英文字母编号；将垂直厂房轴向的定位轴线称横向定位轴线，在厂房建筑平面图中由左向右顺次按①、②、③……等进行编号，在图 8.3.3 中已示出。根据我国“厂房建筑模数协调标准”GBJ6—86 规定要求厂房建筑的平面和竖向协调模数的基数值均应取扩大模数 3*M*。

(2) 单层厂房的跨度、柱距和柱顶标高的建筑模数　跨度在 18m 以下（含 18m）时，应

采用扩大模数 30M 数列，18m 以上应采用扩大模数 60M 数列；柱距应采用扩大模数 60M 数列，在图 8.8-3 中已示出。有吊车（含悬挂吊车）和无吊车的厂房由室内地面至柱顶的高度和至支承吊车梁的牛腿面的高度均应为扩大模数 3M 数列，如图 8.8-4 所示。

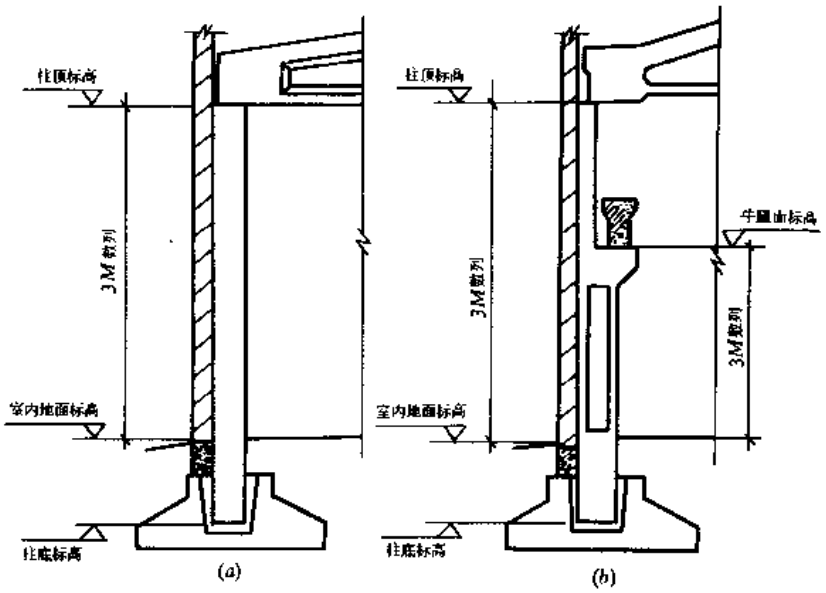


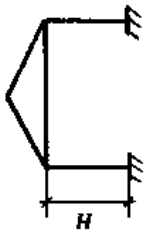
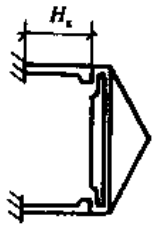
图 8.8-4　高度示意图

自室内地面至支承吊车梁的牛腿面的高度在 7.2m 以上时，宜采用 7.8、8.4、9.0 和 9.6m 等数值；

预制钢筋混凝土柱自室内地面至柱底的高度宜为模数化尺寸

根据刚度要求，柱距 6m 的厂房柱的截面尺寸可参考表 8.8-1 确定，表中柱子总高度 H 是由基础顶面至柱顶的距离，下柱高度 H_x 是由基础顶面至搁置吊车梁的牛腿顶面的距离。

表 8.8-1　厂房柱总高、下柱高度与对柱距 6m 的厂房柱截面尺寸要求

项目	房柱总高、下柱高示意图	条件与截面高度 h	截面宽度 b	说　　明
无吊车厂房柱		单跨，$h\geqslant\frac{H}{17}$ 多跨，$h\geqslant\frac{H}{20}$	$\geqslant\frac{H}{30}$，$\geqslant$250mm $r\geqslant\frac{H}{105}$，$D\geqslant$300mm 式中　r——管柱截面半径； D——管柱外径	1. 本表适于承受轻、中级工作制吊车的矩形柱。承受重级工作制吊车的矩形柱截面高度 h 乘以 1.1 2. 柱距为 9m 或 12m 时，截面高度 h 分别乘以 1.05 和 1.1 3. 工字形柱和双肢柱截面高度 h 分别乘以 1.1 和 1.2 4. 本表适用于混凝土标号为 200 号，标号为 300 号和 400 号时，截面高度 h 分别乘以 0.9 和 0.8
有吊车厂房柱		$Q\leqslant$10t，$h\geqslant\frac{H_x}{14}$ $Q=$10～30t，$h\geqslant\frac{H_x}{12}$ $Q=$30～50t，$h\geqslant\frac{H_x}{10}$ $Q=$50～75t，$h\geqslant\frac{H_x}{9}$	$\geqslant\frac{H_x}{25}$，$\geqslant$350mm $r\geqslant\frac{H_x}{85}$，$D\geqslant$400mm	

（3）墙、柱、边柱与横向、纵向定位轴线的联系　除伸缩缝、防震缝处和端部柱外，柱的中心线均应与横向定位轴线相重合；横向伸缩缝、防震缝处应采用双柱及双条横向定位轴线，其柱中心线均应从双条横向定位轴线各自位移 600mm，双条横向定位轴线之间的缝

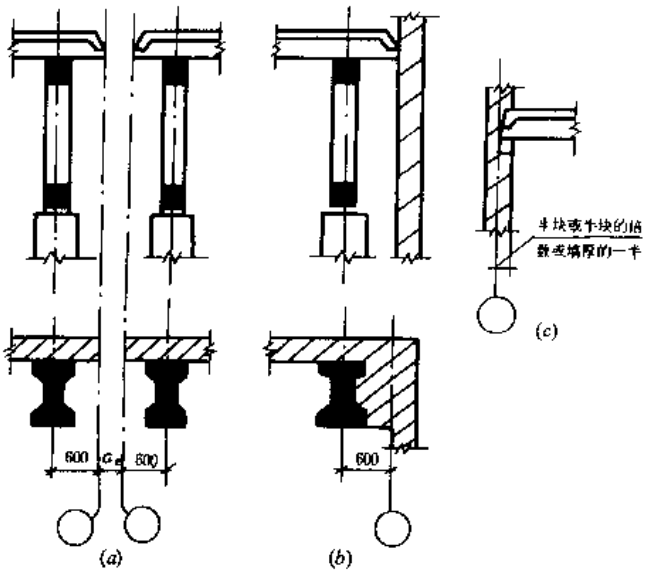


图 8.8-5　墙、柱与横向定位轴线的定位

分半砖(125mm)或是他的倍数或墙厚的一半，见图 8.8-5 (*c*)。

边柱外缘和墙内缘，当桥式吊车起重量 $Q\leqslant 20t$ 时，两者宜与纵向定位轴线重合，见图 8.8-6 (*a*)；由于桥式吊车起重量较大 $Q\geqslant 30t$ 和构造要求等原因，边柱外缘和纵向定位轴线间可加设联系尺寸 a_c，即上柱截面高度 h 不变随边柱外缘外推 a_c 距离以满足吊车安全运行的净空距离 S 值，$S\geqslant 80mm$，$a_c=300mm$ 或其整数倍，当围护结构为砌体时 $a_c=50mm$ 或其整数倍，见图 8.8-6 (*b*)。

(4)中柱与纵向定位轴线的定位　相毗邻等高跨间的中柱宜设置单柱和一条纵向定位轴线，其定位轴线与中柱的中心线相重合。相邻跨间由于桥式吊车起重量或构造要求需设插入距 a_c 时，中柱仍可采用单柱，但需要两条纵向定位轴线，插入距 a_c 值应符合 $3M$。高低跨处采用单柱时，其高跨上柱外缘与封墙内缘宜与纵向定位轴线相重合，如果因桥式吊车起重量大不能重合时，应采两条纵向定位轴线，插入距 a_c 可等于联系尺寸 a 或等于封墙厚或封墙厚加联系尺寸如图 8.8-7。高低跨处采用双柱时应采用两条纵向定位轴线，并设插入距，柱与纵向定位轴线的定位规定与边柱的定位相同。

隙宽 a_c 应符合现行有关国家标准规定，见图 8.8-5 (*a*)，伸缩缝两侧靠近的柱距较其他柱距少 $600+\frac{a_c}{2}$mm 长度，而横向定位轴线的距离仍是相等的。故联系梁、屋面板和外墙板等仍可采用统一规格，只是构件一端的连结位置有变，构件端部呈挑状，见图 8.8-5 断面。联系梁、吊车梁、屋面板及外墙板等的标志长度皆以柱中心线为准，伸缩缝处的双柱各内移 $600+\frac{a_c}{2}$ 距离，系双柱有各自的基础杯口便于柱的安装需要所致。

山墙为非承重墙时，墙内缘应与横向定位轴线重合，而边柱的中心线应从横向定位轴线内移 600mm，见图 8.8-5 (*b*)；山墙为砌体承重时，墙内缘与横向定位轴线间的距离应按砌体的块材类别

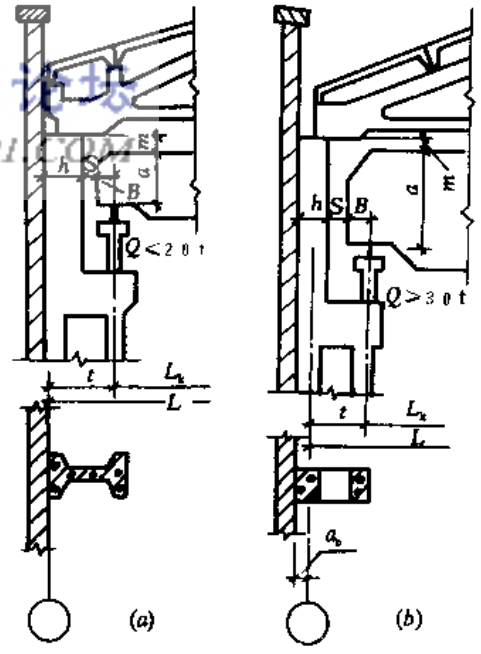


图 8.8-6　外墙、边柱与纵向定位轴线的联系
(*a*) 封闭结合；(*b*) 非封闭结合

BBS.35001.COM

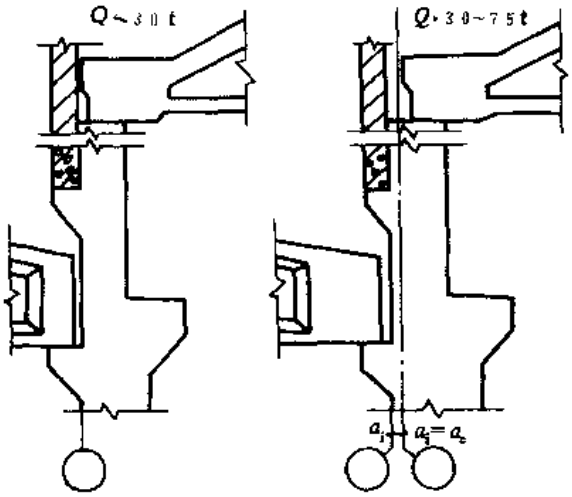


图 8.8-7　高低跨处中柱与纵向定位轴线的定位

习题及思考题

1. 试述总平面布置的基本原则。

2. 为什么要进行总体设备配置方案？这项工作有何意义？

3. 将两段一闭路破碎厂房设备配置常见的方案以简图示出。

4. 三段一闭路破碎厂房设备配置常见的方案有哪些？

5. 磨矿跨间设备配置应考虑哪些基本问题？

6. 试述磨矿一分级机组配置时实现返砂、球磨排矿自流联接的关键尺寸，并绘出机组配置联接图。

7. 浮选设备配置应注意哪些问题？

8. 磁选跨间设备配置与浮选设备配置有何区别？

9. 重选设备配置在何种情况下适宜采用多层配置？又在何种情况下宜采用单层阶梯式布置？两者联合布置有何优点？

10. 精矿脱水浓缩和过滤设备配置应考虑哪些主要问题？

11. 机组中的设备配置应考虑哪些问题？

12. 磨矿跨间检修场地的位置确定考虑了哪些问题？

13. 厂房柱网和建筑模数协调标准的作用何在？

14. 带有桥式起重机的厂房高度确定考虑了哪些具体尺寸？

15. 在何种情况下山墙内缘与横向定位轴线重合且边柱中心线内移 600mm？何种情况下边柱外缘与纵向定位轴线不重合且需加设联系尺寸 a_c？原因是什么？

地信网论坛 BBS.3S001.COM

第 9 章　选矿生产过程计量、检测和自动控制

在选矿生产过程中需要经常、及时、准确地了解一些作业和产物的工艺参数（物理量），并将某些参数稳定在给定值的条件下工作。而在实际生产中存在随机干扰使需要保持某定值的物理量偏离给定值，导致生产过程离开适宜条件，生产指标下降。这就需要给以调节，克服干扰，复原到规定的给定值。计量、检测、控制和预示某些过程中所发生变化的仪表是掌握和调节稳定生产过程必不可缺的手段。其调节可用人工控制，也可由一系列仪表、机械或计算机等装置在没有人直接参与下使某些参数达到给定值的操作自动调节。

9.1　检测和常用的检测仪表

选矿过程自动控制系统中的被调量和调节变量（控制变量）有矿量、料位、流量、液位、矿石粒度、矿浆浓度（密度）、品位等，目前在选矿生产过程中对被调量和调节变量有诸多检测方法，简述如下。

9.1.1　干矿量检测

为了稳定生产条件，磨矿机的给矿量需要不停地检测，以获得实时矿量值，较多的是采用仪表自动计量，常用电子皮带秤，其反应快、精度较高、信号能远传，适应自动检测和控制的要求；入厂原矿和出厂精矿可用电子轨道衡和电子地磅计量。我国研制的 YDC-4F 和 YDC-6F 型多托辊双杠悬浮式电子皮带秤，基本上解决了粗碎后物料矿块较大和不均匀以及滤饼精矿在胶带上残留量较多、累积误差较大等对计量精度的影响。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

9.1.2　矿浆计量检测

这里指的是矿浆浓度（密度）和流量的检测。常用于分级溢流和浮选、浓缩的给矿及排矿物料的计量检测。

（1）γ 射线浓度计　由射源、射线强度探测器、测量线路和仪表组成，常用射源为 ^{60}Co 和 ^{137}Cs。目前国内、外生产的 γ 射线密度计的型号较多，如果与微机配合可自动计算和控制。在使用 γ 射线浓度计时矿浆应充满管道，矿浆中无气泡，管壁无结垢可减少测量误差。注意安全防护。

（2）压差式浓度（密度）计　有隔膜差压式和双管差压式，前者用两个隔膜压力传感器在相距一定高差的管壁取压，其压力差值由差动变压器测出；后者为两支测压管插入矿浆中的不同深度，压缩空气连续将空气吹入测压管中，压力差由压力计或压差传感器测出。压差式浓度计构造简单，成本较低，易于实现在线检测和控制，测量误差一般为 20%左右。

（3）电磁流量计　由变送器和转换器组成。利用流体的导电性（电导率在 20～501μΩ·cm 以上）和应用电磁感应原理测量流量。测量带磁性的矿浆应选用经过修正了的 LDZ-2，LDK 型电磁流量计系列。

（4）矿浆计量秤（或称矿浆计量取样机）　系云锡公司中心试验所研制的缩分、取样、计量（流量浓度计量）和信号传递联合在一起的矿浆计量装置，在平衡桶中装浮标，利用差动变压器等转换元件可以实现信号远传和控制，用于粒度小于 5mm，重量浓度小于 50%的矿浆。

9.1.3 物料粒度检测

美国 PSM-100 型适于测量粒度 20%～80%－270 目，物料密度 2.5～3.5g/cm³ 的矿浆，细于此粒级物料不能用，PSM-200 适于含 90%－500 目（或 30μm）的细粒物料，密度可达 5g/cm³ 以上，矿浆容积浓度可达 60%，是应用最广泛的在线粒分析仪，由空气消除器、传感器及电子装置组成，我国类似产品有 CLY-型。对于磁性物料的矿浆应设有退磁器。

9.1.4 选矿产品成分计量检测

对原矿、中间产物、最终产品的块矿或矿浆中固体颗粒物料的成分含量实现快速在线检测，得到实时成分含量需用辐射线“穿透”矿粒的仪器。目前用于选矿生产中的在线成分分析仪按激发源分为 X 射线管源和放射性同位素源。

（1）X 射线荧光分析仪　利用高压 X 射线管所产生的 X 射线照射矿浆试样，使试样中的元素辐射出特征 X 射线（即荧光），此特征 X 射线的波长与强度且利用分光晶体将不同波长的特征 X 射线加以区别，得知试样中的元素组成；利用探测器测出某一特征 X 射线的强度，便知某一元素的含量。其优点是分析元素范围较广，分析含量极限值较低（一般为 0.01%），分析精度比同位素高，能满足过程控制要求，但需要有一套矿浆取样、输送设备，一套高稳定度的高压电源（50kV）及精密分光系统。这种分析仪国内外生产厂家、型号较多。

（2）放射性同位素射线源浸入式探头　是同位素射线源能量色散谱仪，探头可装在试样管道上或将其作成浸入式探头直接插入矿浆槽中。被测矿浆要具有代表性，放置探头的分析区矿浆要搅拌均匀、充分悬浮、无气泡。

地信网论坛

9.1.5 物位检测

选矿厂矿仓、浮选机、贮水槽、贮药槽都涉及到料位和液位的控制问题，及时掌握和控制料位和液位（通称物位）是稳定生产，保证作业指标的重要工作。

（1）电阻式料位计　是基于物位的变化引起传感器电阻变化的原理，构成定点测料位的电阻式料位计。仓内的物料应具有一定弱导电性，当上限或下限物料探极接触到物料时，可得到信号指示停料或进料。国产厂家和型号较多，一点位、两点位、十点位均生产。

（2）γ 射线物位计　分连续检测和点位检测，厂家和型号较多。

（3）超声波物位计（如回声式液位计、气介式超声物位计）　使用时要注意物料粒度、外貌对测量结果的影响，防止和减少阻挡物、液面波动面引起的误测。超声波物位计已在选矿厂得到应用。

（4）浮筒式液位计　适于生产中的液位连续测量、远传指示和自动控制，可用水池、浮选槽和过滤机矿浆槽液面，该装置简单。

凡检测仪表在安装使用方面均应仔细分析生产厂家产品说明书和有关专门资料，由专业人员负责进行，并加强对仪表的管理，防止误用。为了简明，现将选矿生产过程自动检测仪表归纳于表 9.1-1 中。

表 9.1-1　选矿生产过程自动检测仪表

检测类别	仪表名称	特点	检测内容	生产厂家与仪表型号
物位测量仪表	电阻式料位计	作定点信号器用	碎矿、磨矿矿仓料位	营口 JZL-3
	γ 射线料位计	非接触式定点检测，需安全防护	粗矿仓料位	清华大学 LWJ-4，大连 LWJ-82
	超声波料位计	非接触式，可连续测量料位	碎矿、磨矿矿仓料位	国产 UDX
	气泡管式液位计	接触式，可连续测量液位	泵池、浮选机矿浆液位	
	浮子液位计	接触式	浮选机、过滤机矿浆槽液位	

续表 9.1-1

检测类别	仪表名称	特点	检测内容	生产厂家与仪表型号
矿石重量计量仪表	机械式皮带秤	瞬时量指示，累计量统计	碎矿、磨矿厂房中带式输送机运输量	
	电子皮带秤	瞬时量指示，累计量统计	碎矿、磨矿厂房中带式输送机运输量	
流量测量仪表	孔板或文丘里式流量计	只适于空气和净液测量	磨矿给水量、浮选机充气量、给药量	
	电磁流量计	适于导电性混浊液和矿浆	磨矿选别矿浆、混水流量	上海 LDZ-2，LDK
	远传转子流量计	适于空气、均质溶液	浮选给药量	
	可调式药剂泵	可远离给药，可连续自动调节	浮选给药量	
矿浆浓度测量仪表	差压式密度计	接触式，可连续测量	分级机溢流浓度	
	γ射线密度计	非接触式，用于管道连续测量	分级、浮选、浓缩矿浆浓度	四川 MDJ，武汉 NHF，兰州 FB-2300 及 AMDEL
矿浆中金属品位分析仪表	高压 X 射线管式仪	可分析多流道矿浆，精度较高，投资高	浮选作业原、精、尾矿品位	国产 BYF-1，G4-1
	同位素浸入式探头	分析单流道矿浆，不需取样系统	浮选作业原、精、尾矿品位	
矿浆酸碱度测量仪表	工业 pH 计	接触式，带温度补偿电极和机械式或超声波清洗电极装置，可连续测量，定时清洗	搅拌槽、浮选机的矿浆酸碱度	
粒度测定仪表	超声波粒度仪	可连续测量规定粒级含量（%）	磨矿、分级物料粒度	国产 CLY-1
	激光粒度仪	可测量几种粒级含量（%）	磨矿、分级物料粒度	
精矿含水测量仪表	红外线水分计	非接触式，可连续测量	带式输送机上的精矿水分	
电功率测量仪表	电磁式功率表	单相或三相	选矿厂各种用电设备的功率	
	霍尔功率变送器	单相或三相	螺旋分级机返砂量、各种用电设备的功率	
金属探测器	磁性矿石和非磁性矿石用金属探测器	非接触式，可连续测量金属件，通过时发出信号	中碎机、细碎机前的带式输送机上发现矿石混入的金属件	

地信网论坛 BBS.3S001.COM

9.2 选矿生产过程自动控制

9.2.1 选矿生产过程控制的特点

选矿工业自动化所以较其他领域发展的慢，其主要原因是选矿过程较复杂和其一定的特殊性：(1) 矿石性质的变化，不同出矿点其矿石性质就有所不同，磨矿闭路循环负荷和浮选作业的循环量的波动，对参数控制将受到限制；(2) 生产连续，过程参数相互影响，要求控制环节前后及时配合和联系；(3) 矿浆是主要调节对象，但作业之间有滞后性，为使调节系统有较高的准确性，必须采取较复杂的调节系统；(4) 传感器精度误差大，是由于检测仪表所处的条件恶劣，如磨损、腐蚀、泡沫等使精度下降。

9.2.2 选矿生产过程自动控制设计的基本内容与要求

(1) 选矿过程控制设计各阶段都要有精通业务的自控专业人员负责与选矿工艺人员共

同研究确定自动化项目内容：1）结合我国国情和选矿厂具体条件确定其自动化水平；2）绘制出带有控制点的工艺流程图；3）合理确定所需的工艺参数、具体控制对象、调节系统的被调量和调节量；4）选择控制系统方案和仪表选型及其装备范围（包括指示、报警、变送器、测量装置、控制器等），并根据选矿生产对仪表及其装备特性的要求进行仔细审查以及对工艺过程各关键点的参数进行计算；5）信号报警和设备操作之间联锁系统设计，以确保设备和人员安全；6）控制室设计等。

（2）被调量是指在生产过程中需要维持在预定的变化幅度以内、否则应通过调节系统对其进行调节的参数。应尽量选择对生产工艺影响最直接，起决定作用和最有效的质量指标。当不能用质量指标作为被调量时，应选择一个与产品质量有单质对应关系的参数作为被调量。同时被调量应具有足够的灵敏度，以利于检测和及时调节。如闭路磨矿的分级溢流粒度可作为磨矿循环的主要被调量，因为其反映了磨矿循环的质量指标，当缺少粒度测定仪时，可选用分级溢流浓度作为被调量。这是由于浓度和粒度在一定范围内有密切的单质对应关系。精矿品位、磨机处理量均可做为被调量。

（3）仪表选型（如指示、记录、积算、报警、控制等功能）应根据工艺过程特点、实际需要和仪表本身性能来选择。对仪表特性应认真仔细审查，仪表的性能必须稳定，质量可靠，这关系到调节系统成功与否。对需要经常了解某变化趋势的变量宜设记录；要求计量宜设积算；对可能影响生产和安全的变量宜设报警；对工艺过程影响较大，需随时进行监控的变量宜设控制；对工艺过程影响不大，但需经常监视的变量宜设指示等等，应本着能选用指示型就无需选用记录型，能选用简单的调节系统就不用复杂的调节系统。关系到车间的物料平衡、动力、水量、药剂消耗量应选用记录式（累计）仪表，其它可以选用指示型。

BBS.3S001.COM

选择的仪表和确定的控制方案要具有可靠性，因为选矿过程检测和控制的大部分一次仪表和控制装备是在较恶劣的环境下工作的，如振动、多尘、潮湿、物料粒度的磨损、腐蚀等，要求仪表和控制装备有其适应性和可靠性。控制方案应经过实践的考验或经过严格的科学实验，确保在生产中稳妥可靠，行之有效，这是必须遵循的原则。

仪表安装分就地安装和集中安装，取决于自动化水平及车间特点。就地安装过多将给操作带来不便，对控制来说，就地安装只有就地简单检测；集中安装有机组集中控制（也可称分散控制）和中央集中控制室控制。分散控制其数据收集和控制功能不只集中在一个控制中心，而是分布在工厂的几个远离测量点的场所。集中安装将增加管道和电缆，投资多，信号放大也带来一系列问题。对易燃、易爆、有毒、高温、粉尘等工艺过程最好采用远距离传送仪表。采用哪种需综合分析、比较确定。设备配置时，要充分考虑仪表装备的安装、使用、维护等的特定要求，合理地留出所需的空间与地面位置。

（4）选矿过程控制系统既不宜大量采用前馈控制，也不宜完全采用反馈控制。原因是选矿过程因素多而不稳定，如矿石性质、粒度及其组成、循环负荷量等的变化，导致控制回路产生干扰，给整个过程的稳定调节带来困难，增加了复杂程度。一般难以求得比较准确的控制关系及难以建立准确的数学模型，故在实际生产中不宜大量采用前馈控制方式。所谓前馈控制系指在干扰因素进入生产过程之前，将干扰因素的参数检测出来，利用预先研究出的关系判明被调参数对生产过程的影响。因为其只调整调节变量，没有对被调量进行检查环节，所调节的准确度不高，往往有余差。不宜完全采用反馈控制的原因是由于选矿

过程多有滞后性，且时间也较长，若将某个生产过程，如磨矿、浮选等完全采用反馈控制系统也难以收到良好的控制效果，因为此调节系统的调节作用总是落后于干扰作用，调节不及时，调节质量差。所谓反馈控制是在被调量出现偏差后，调节器才对调节变量进行调节以补偿干扰对被调量的影响。宜采用单元作业控制可发挥反馈控制效果，因为单元作业过程滞后时间短于整个过程滞后时间，但控制点、所需检测、控制设备数量增多。单元作业划分的越细，所需的设备越多，控制系统越复杂，投资越大，应根据具体条件分析比较，适当地划分。当要求调节准确度高时，可采用前馈加反馈调节系统，以反馈控制为主，辅以前馈控制的综合方式。

选矿过程控制应根据具体条件分阶段进行：第一阶段为单回路定值调节控制阶段。其主要工作是利用控制系统将某一工艺回路的一个或几个参数基本上保持恒定，为下阶段创造有利条件，如利用恒定给矿控制系统将磨矿给矿量基本保持恒定，利用浓度和酸碱度控制系统使矿浆浓度和 pH 值保持恒定；第二阶段为生产过程稳定化监督控制阶段。其工作内容首先确定某生产过程的最终指标，其次利用一些控制系统调节一些操作参数（调节变量）使生产过程达到预定的指标（被调量）。如磨矿，首先根据工艺要求确定要达到的磨矿粒度，利用给水和给矿控制系统将磨矿粒度控制在预定值上，再在浮选生产过程中根据预先确定的回收率和精矿品位控制在预定值上，这是目前国内、外应用较多的一种控制方式，也是实现更高阶段控制的基础；第三阶段为最优控制阶段，目前国内、外还未普遍应用。

（5）控制室设计要考虑到其位置宜设在工艺设备的中心地带，便于操作人员联系，减少管线长度；应距振动设备远些，以消除对仪表的影响；室内要具有良好的通风、照明、采暖、隔噪声、隔热、防尘、防爆、防潮湿措施与设施以保证仪表的精度和使用寿命；室内仪表布置应便于观察、检修维护、紧凑美观；控制室的长、宽度，应根据仪表盘的数量和布置来确定。

（6）保证自动控制系统在生产过程中正常运行，必须做到仪表、控制装置运行可靠，其备品、备件供应及时，管理妥善以及确保料仓顺利排料，以能准确地控制给料量，否则将导致自动控制失效。

9.2.3 选矿生产过程控制应用实例

80 年代中期我国某选矿厂自动化设计已采用了较高水平的自动化装备，各料仓采用布料可控程序；筛子、圆锥破碎机的给矿机采用速度控制；各设备除采用现场单机控制外，还采用中央控制，集中联锁控制。下面列举磨矿、分级、混合浮选单元控制系统实例。

（1）磨矿过程控制　其控制方式为新给矿量加返砂（干矿）量等于常数的基本点，如图 9.2-1 所示，它是通过调节加入球磨机的新给矿量来维持进入旋流器矿量（干矿）的恒定，以实现对球磨机的控制。磨机主环调节系统为质量流量调节系统 *FIC*-110 是一个串级系统，旋流器进矿管上安装核辐射密度变送器 *DT*-108 测得矿浆密度信号，电磁流量变送器 *FT*-109 测得矿浆流量信号，经质量流量计算器 *FY*-110 算出质量流量后反馈到流量调节器 *FIC*-110，它的输出作为副环重量（给矿量）调节器 *WIC*-111 的设定值与电子秤 *WT*-111 重量变送器测得给矿量对磨机新给矿量进行调节。为了保持磨矿浓度最佳值，对磨机新给矿按比例补加水。

（2）水力旋流器分级过程控制　为了控制溢流粒度，通过调节泵池补加水量来调节旋流器给矿浓度。由于旋流器的溢流粒度、给矿浓度、泵池给水量和给入的矿浆量是关连量，

如若采用单环调节，则波动太大，不能满足生产要求，采用了三环调节系统，如图 9.2-2 所示，*AIC*-107 粒度调节为主环，*DIC*-108 给矿密度调节为第一副环，*FIC*-106 泵池给水调节为第二副环。旋流器溢流粒度由载流粒度仪 *AE*-107 测出信号送至粒度调节器 *AIC* 107，其输出作为密度调节设定值送至密度调节器 *DIC*-108，*DT*-108 测出密度信号作为反馈加到 *DIC*-108，其输出作为给水调节器 *FIC*-106 的设定值。

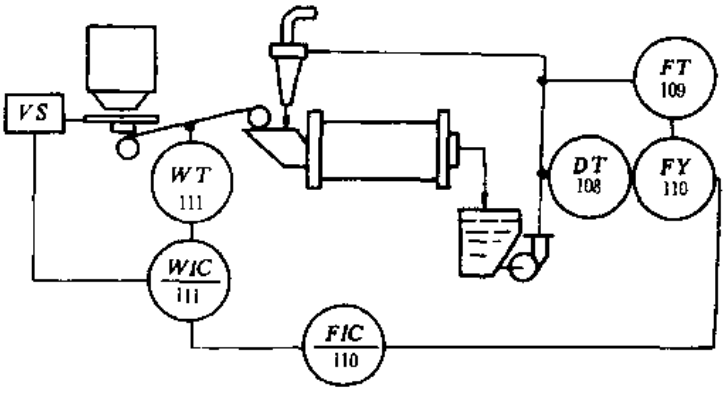


图 9.2-1　磨矿过程控制原则系统图

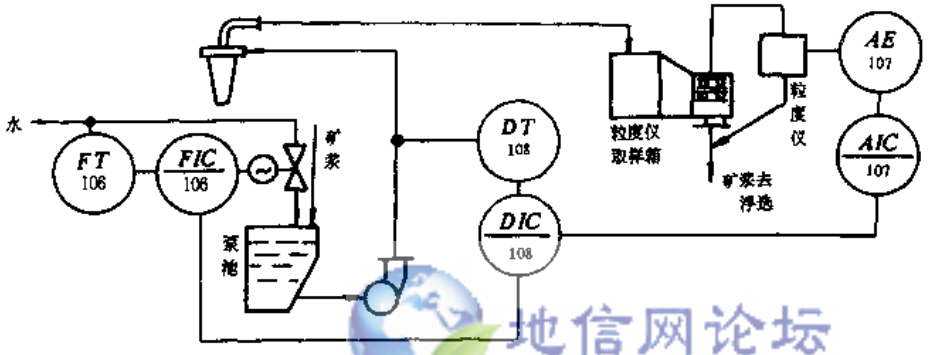


图 9.2-2　分级过程控制原则系统图

地信网论坛 COM

（3）旋流器泵池液位控制　泵池容积的贮存矿浆时间只有 2min 左右，必须对泵池液面进行控制，方能使矿浆既不外溢又不排空。进入泵池的水和矿浆量受磨矿、分级过程系统控制，无法调节，可以由改变泵的转数来调节泵池液面，然面这会导致旋流器进浆流量的变化，溢流粒度也随之变化。欲保证良好的分级效果，其旋流器进浆流量应保持稳定是重要条件，故应以维持进浆流量的稳定为主，至于泵池液面完全允许在一定范围内波动，故采用如图 9.2-3 所示“泵池液位-旋流器进浆流量均匀调节系统”，图中符号：*LT* 为液位变送器，*LIC* 为液位调节器，*FT* 为电磁流量变送器，*FIC* 为流量调节器。

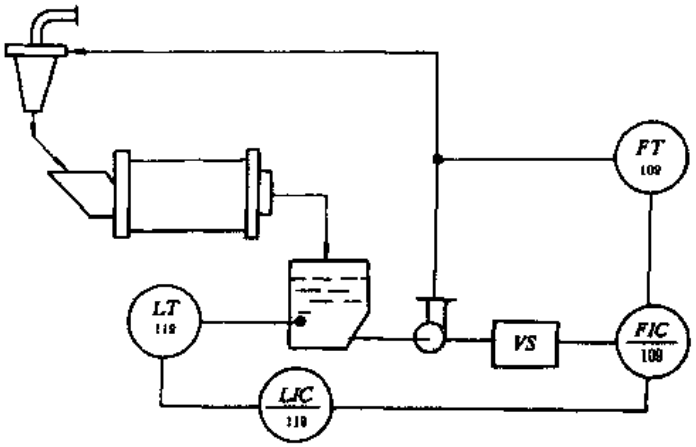


图 9.2-3　泵池液位-旋流器进浆流量均匀调节系统图

（4）混合粗选单元控制系统　控制的主要目的在于保证精矿品位合格的条件下尽量提高回收率，降低药剂消耗。由于浮选过程滞后时间较长，故将这一过程划分为几个单元，分别对这些单元作业进行控制。现以某铜矿选矿厂混合浮选单元控制系统为例，见图 9.2-4。

采用的过程控制系统是调节给药量、浮选槽闸门高度为手段，以控制精矿品位。其具体的控制手段有以下几种。1）加起泡剂量的控制：由矿浆流量计和浓度计测量进入该作业的矿浆流量和浓度，送到计算机，将流量和浓度信号换算成干矿量，以此与预定的加药比率（每吨矿石的加药量g/t）算出所需的起泡剂添加量，此量即为起泡剂流量调节器的给定值。2）捕收剂添加量的控制：其既与作业给矿量有关，也与回收的金属量有关，需要增加一个新给矿品位分析，一般多采用按新给矿中的金属量控制加药量，由新给矿中金属量和给药量比率推算的给药量作为药剂流量调节器的给定值。为了浮选效果，采用了尾矿品位分析，

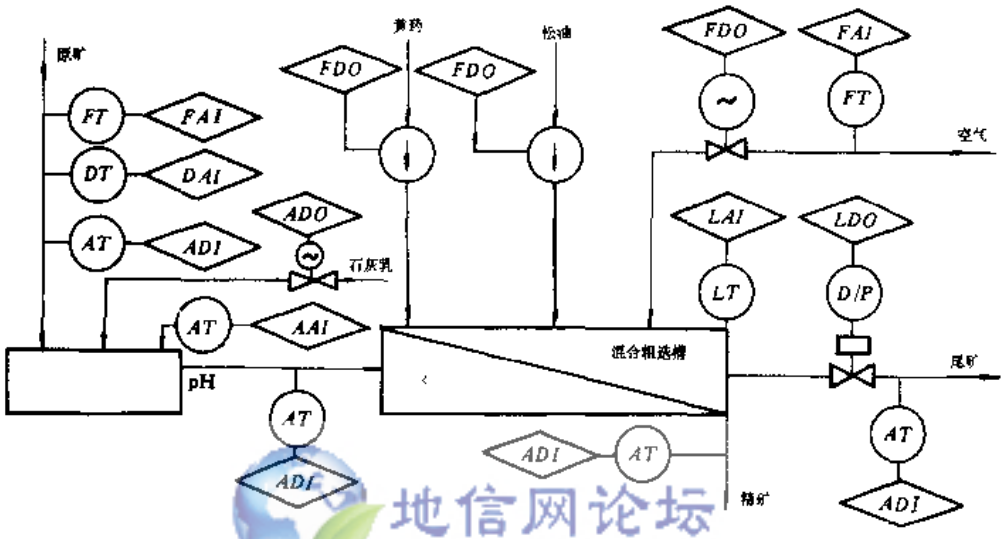


图 9.2-4　某铜矿选矿混合粗选单元控制系统图

FT—流量变送器；*DT*—浓度变送器；*AT*—矿浆品位分析仪（取样点）；*FAI*—流量的模拟输入；*DAI*—浓度的模拟输入；*ADI*—品位的数字量输入；*FDO*—流量的数字量输出；*ADO*—调节的数字量输出；*AAI*—品位模拟量输入；*LAI*—液位的模拟量输入；*LDO*—液位调节的数字量输出；*LT*—液位变送器；*D/P*—闸门高度数字转换器

以此修正给药量。3）石灰乳添加量的控制：石灰乳的添加量是根据浮选作业应保持的pH值进行控制。4）浮选机闸门的控制：调节其高度控制浮选槽液位，这是当矿浆流量变化幅度大时常采用的办法。5）精矿品位控制：采用调节浮选机充气量来达到，先确定出精矿品位的给定值，当精矿品位低于给定值时，应减少充气量使浮选槽液面下降，以提高精矿品位，反之，增大充气量以提高液面来增加泡沫精矿的出量。

思　考　题

1. 对选矿厂生产过程中的球磨机给矿（干矿）量、分级机溢流浓度、矿浆流量、泡沫精矿品位、泵池液位等各应采用哪些检测仪表（各举一例）进行在线检测？

2. 在选矿厂生产过程中选择哪些被调量进行调节有利于稳定生产和取得良好选别指标？

3. 试述选矿生产过程控制的特点及对自动控制的基本要求。

4. 为确保选矿厂生产自动化正常持久运转，从设计到生产应注意哪几个方面问题？

第 10 章　选矿工艺设计的计算机辅助设计

计算机应用于选矿厂设计是近些年发展起来的。在选矿工艺设计上主要有工艺计算、计算机绘图、工程数据库管理以及选矿工艺的自动化控制等。下面简要介绍前三个方面的内容。

10.1　工艺计算

选矿工艺计算有破碎筛分流程、磨矿分级流程、选别流程及矿浆流程计算，还有主要工艺设备选择计算、辅助设备的选择计算等。现选择部分有关内容作一简要介绍，以期掌握最基本的编程思路及方法，并附出程序清单。若经过改进可成为功能更强更为适用的程序。

10.1.1　破碎筛分流程计算

10.1.1.1　破碎筛分单元流程

破碎流程可由破碎单元流程组合而成。表 10.1-1 中只列举了几种常用的单元流程，在实际应用中，还可以补充其它种单元流程。为避免单元流程之间的符号混淆，破碎筛分流程中的指标及编号，在编制计算程序时均按表 10.1-1 中所注编号进行。

10.1.1.2　主程序的编制

程序语句以 BASIC 语言为主介绍。主程序的组成分为三个部分（见图 10.1-1），第一部分是原始数据的输入部分；第二部分是调用单元流程计算子程序，对流程中各产物指标的计算；第三部分是将计算结果显示在屏幕上（PRINT）或者打印出来（LPRINT）。

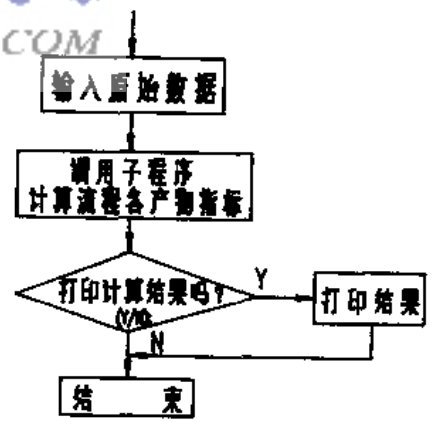


图 10.1-1　程序框图

(1)原始数据部分　计算所需的原始数据有：原矿小时处理量 Qi，原矿产率 Gi，各段筛孔 Ai 及筛分效率 Ei，各段筛分对应其筛孔的筛下累积含量 BiAi。

原始数据的输入可采用赋值语句 LET，键盘输入语句 INPUT，或读数语句 READ—DATA。

(2) 调用子程序对流程各产物指标进行计算　调用开路单元流程时，在主程序中记为 GOSUB　1110；调用带有预先筛分的单元流程时，在主程序中记为 GOSUB　1210；调用有检查筛分的单元流程时，在主程序中记为 GOSUB　1310；调用有预先筛分和检查筛分合一的单元流程时，在主程序中记为 GOSUB　1410。

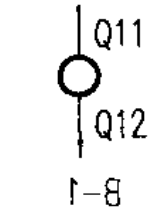
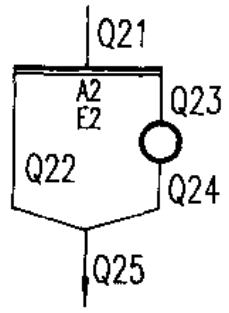
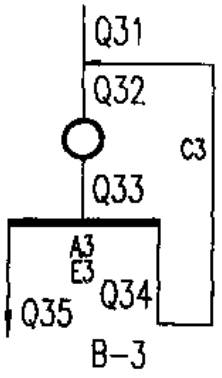
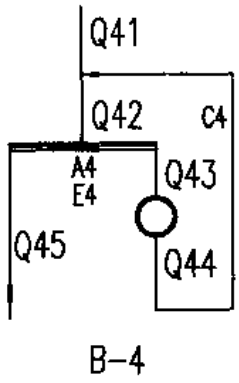
根据确定的碎矿流程，即可决定调用单元流程子程序的顺序组合。

(3) 输出结果　计算完毕后，可在屏幕上看一下计算结果，即显示在屏幕上（PRINT），或者在打印机上打印出计算结果（LPRINT）。

10.1.1.3　计算实例

已知数据：

表 10.1-1　破碎筛分单元流程

编号	单元流程	计算公式	子程序清单	变量说明
1		Q12=Q11	1110 Q12=Q11 1115 G12=G11 1120 RETURN	Qi—矿量，t/h i—代表下标号 Gi—产率，% Ai—筛孔，mm Ei—筛分效率（小数） B21A2—Q21 中小于筛孔 A2 级别的含量（小数） B33A3—Q33 中小于筛孔 A3 级别的含量（小数） B41A4—Q41 中小于筛孔 A4 级别的含量（小数） B44A4—Q44 中小于筛孔 A4 级别的含量（小数）
2		Q22=Q21·B21A2·E2 Q23=Q21−Q22 Q24=Q23 Q25=Q21	1210 Q22=Q21*B21A2*E2 1215 Q23=Q21−Q22 1220 Q24=Q23 1225 Q25=Q21 1230 G22=Q22/Q21*100 1235 G23=G21−G22 1240 G24=G23 1245 G25=G21 1250 RETURN	
3		$C3=\frac{1-B33A3\cdot E3}{B33A3\cdot E3}$ Q34=Q31·C3 Q32=Q31+Q34 Q33=Q32 Q35=Q31	1310 C3=(1−B33A3*E3)/B33A3/E3 1315 Q34=Q31*C3 1320 Q32=Q31+Q34 1325 Q33=Q32 1330 Q35=Q31 1335 G32=Q32/Q31*100 1340 G33=G32 1345 G35=G31 1350 G34=G33−G35 1360 RETURN	
4		$C4=\frac{1-B41A4\cdot E4}{B44A4\cdot E4}$ Q44=Q41·C4 Q42=Q41+Q44 Q43=Q44 Q45=Q41	1410 C4=(1−B41A4*E4)/B44A4/E4 1415 Q44=Q41*C4 1420 Q42=Q41+Q44 1425 Q45=Q41 1430 Q43=Q42−Q45 1435 G42=Q42/Q41*100 1440 G45=G41 1445 G43=G42−G45 1450 G44=G43 1460 RETURN	

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（1）某硫化铜矿石，设计日处理量 1200t/d，中硬矿石，矿石松散密度 1.65t/m³，原矿含水分 5%，原矿最大块度 500mm，破碎最终产品粒度 10～0mm。

（2）碎矿工作制度，每日三班，每班 5h 工作。计算小时处理量为 Q11=80t/h。

（3）计算总破碎比为 50。

（4）选择破碎流程，根据总破碎比定为三段一闭路流程，单元流程定为1，2，4，见图10.1-2。

（5）确定各段破碎比及破碎机的排矿口，根据规模初步确定破碎设备及参数，见表10.1-2。

表10.1-2　破碎设备及参数

段数	设　　备	允许最大给矿块度/mm	排矿粒度/mm	各段破碎比	排口/mm
粗碎	600×900 颚式破碎机	500	145	3.45	145/1.6－91
中碎	标准型 1200 圆锥破碎机	145	38	3.82	38/1.9=20
细碎	短头型 1200 圆锥破碎机	38	10	3.8	10×0.8=8

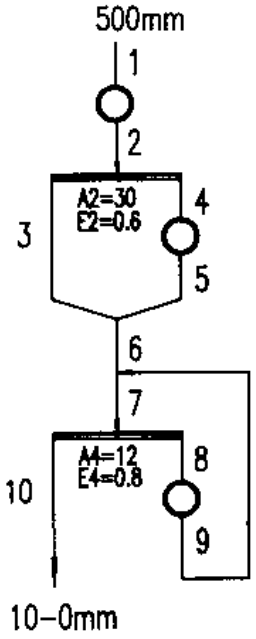


图10.1-2　三段一闭路破碎流程

（6）确定筛分设备的筛孔及筛分效率，第二段预先筛分，采用条筛。筛孔A2=30mm，筛分效率取E2=0.6。第三段闭路筛分，采用振动筛。筛孔取A4=12mm，筛分效率定为E4=0.8。

（7）确定小于筛孔产品的累积含量。

B21A2——产品2中0～30mm级别的累积含量，以相对粒度30/91=0.33查颚式破碎机产物粒度特性曲线得B21A2=33%=0.33。

B41A4——产品6中0～10mm级别的累积含量，以相对粒度12/20=0.6查标准型圆锥破碎机产物粒度特性曲线得B41A4=42%=0.42。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

B44A4——产品9中0～10mm级别的累积含量，以相对粒度12/8=1.5查短头型圆锥破碎机产物粒度特性曲线（闭路）得B44A4=68%=0.68。

（8）计算各段产物的矿量及产率指标。将以上数据代入电算程序即可计算出各产物的指标并打印出结果。

10.1.1.4　源程序清单

根据实例中的三段一闭路的破碎流程编制的程序清单如下：

```
10  REM PSLC一破碎流程计算
20  INPUT"请输入流程总编号";N
30  DIM  QQ(N),GG(N)
35  REM  输入原始数据
40  LET  Q11=80:G11=100
50  LET  Q21=Q11:G21=G11:E2=.6:B21A2=.33
60  LET  Q41=Q11:G41=G11:E4=.8:B41A4=.42:B44A4=.68
65  REM  调用子程序
70  GOSUB  1110
80  GOSUB  1210
90  GOSUB  1410
95  REM 计算结果赋值给数组
```

```
100  QQ(1)=Q11:QQ(2)=Q12:GG(1)=G11:GG(2)=G12
110  QQ(3)=Q22:QQ(4)=Q23:QQ(5)=Q24:QQ(6)=Q25
120  GG(3)=G22:GG(4)=G23:GG(5)=G24:GG(6)=G25
130  QQ(7)=Q42:QQ(8)=Q43:QQ(9)=Q44:QQ(10)=Q45
140  GG(7)=G42:GG(8)=G43:GG(9)=G44:GG(10)=G45
145  REM  显示或打印计算结果
150  PRINT  "编号    产率%    矿量 t/h"
160  FOR  I=1  TO  N
170  PRINT  I;"    ";GG(I);"    ";QQ(I)
180  NEXT  I
182  PRINT
185  PRINT  "C4=";C4
190  INPUT  "打印计算结果吗(Y/N):";A$
200  IF  A$="N"  OR  A$="n"  THEN  999
210  LPRINT"编号    产率%    矿量  t/h"
220  FOR  I=1  TO  N
230  LPRINT  I;"    ";GG(I);"    ";QQ(I)
240  NEXT  I
250  LPRINT
260  LPRINT"C4=";C4
999  END
1110  Q12=Q11
1115  G12=G11
1120  RETURN
1210  Q22=Q21*B21A2*E2
1215  Q23=Q21-Q22
1220  Q24=Q23
1225  Q25=Q21
1230  G22=Q22/Q21*100
1235  G23=G21-G22
1240  G24=G23
1245  G25=G21
1250  RETURN
1410  C4=(1-B41A4*E4)/B44A4/E4
1415  Q44=Q41*C4
1420  Q42=Q41+Q44
1425  Q45=Q41
1430  Q43=Q42-Q45
1435  G42=Q42/Q41*100
```

地信网论坛
BBS.3S001.COM

```
1440  G45=G41
1445  G43=G42-G45
1450  G44=G43
1460  RETURN
```

打印的计算结果：

编号	产率/%	矿量/t·h⁻
1	100	80
2	100	80
3	19.8	15.84
4	80.2	64.16
5	80.2	64.16
6	100	80
7	222.0588	177.6471
8	122.0588	97.64706
9	122.0588	97.64706
10	100	80

C4=1.220588

10.1.1.5　程序段说明和程序的建立及运行

在程序段中标号10语句是注释语句（REM），说明程序名及程序的功能便于阅读。20语句是键盘输入语句（INPUT），输入流程的总编号数，本实例为10。30语句为数组说明，是存放计算出的各产物的矿量及产率值的。35语句是注释下面的语句是输入原始数据。40～60语句是赋值语句（LET），以赋值的方式输入原始数据。70～90语句是调子程序语句（GOSUB行号），用以计算流程各产物的指标。100～140语句是赋值语句，LET在句中可以省略，是将计算结果赋值给数组，以便于输出。150～180语句是显示语句（PRINT），将计算结果显示在屏幕上用以观察。185语句是显示循环负荷C4的值。182语句是显示一空行，即在产物指标显示后空一行再显示C4的值，便于阅读。190～200语句是打印判断语句（IF-THEN），键入Y打印，键入N则结束。210～250语句是打印语句（LPRINT），是将计算出的各产物指标及编号从打印机上打印出来。260语句是打印循环负荷C4的值。999语句是主程序结束语句。1100～1460语句是子程序语句。

程序的建立，可在行编辑（EDLIN）或文字处理（WPS、CCED、WS）等软件下进行，也可以直接进入BASIC系统下键入源程序。

程序的运行，进入BASIC系统，按F3键（LOAD）再键入程序名PSLC回车，当出现OK提示符时，程序已经调入。按F1键（LIST）可查看程序或修改程序。按F2键（RUN）运行程序，几秒钟后就显示出计算结果，并提示“打印计算结果吗（Y/N）:?”，键入Y即打印出计算结果，键入N则不打印，程序运行结束。

前面的破碎流程计算程序是按照实例的需要编写的，程序简练、可读性好，但不能作为通用程序。如把赋值语句（LET）改用键盘输入语句（INPUT）并加上提示输入什么数据，在运行程序时，按照提示原始数据由键盘输入，每输入一套数据，即可计算出同类型的流程，不同数据的指标。当破碎单元流程不能满足要求时，可依照表10.1-1中的示例自行编制加以补充。

10.1.2 选别流程计算

这里只介绍用电算程序解决多金属流程最终产品指标的计算方法及源程序。计算的指标是各金属精矿及尾矿的产率（γ/%），矿量（Q/t·h^{-1}），品位（β/%），回收率（ϵ/%）。

10.1.2.1 多金属流程平衡方程式

（1）一种金属流程 平衡方程式：

$$\gamma_2 + \gamma_3 = \gamma_1 \tag{10.1-1}$$

$$\gamma_2\beta_{21} + \gamma_3\beta_{31} = \gamma_1\beta_{11} \tag{10.1-2}$$

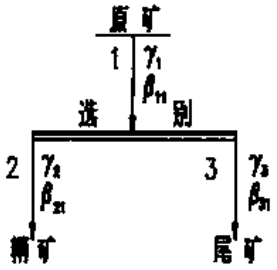


图 10.1-3 一种金属流程

矩阵式：

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \beta_{21} & \beta_{31} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_2 \\ \gamma_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_1\beta_{11} \end{bmatrix} \tag{10.1-3}$$

式中 γ_1、γ_2、γ_3——分别为原、精、尾矿的产率，%；

β_{11}、β_{21}、β_{31}——分别为原、精、尾矿的品位，%。

（2）二种金属流程 平衡方程式：

$$\gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4 = \gamma_1 \tag{10.1-4}$$

$$\gamma_2\beta_{21} + \gamma_3\beta_{31} + \gamma_4\beta_{41} = \gamma_1\beta_{11} \tag{10.1-5}$$

$$\gamma_2\beta_{22} + \gamma_3\beta_{32} + \gamma_4\beta_{42} = \gamma_1\beta_{12} \tag{10.1-6}$$

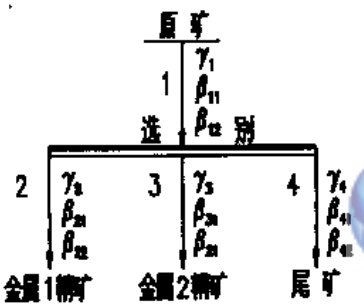


图 10.1-4 二种金属流程

矩阵式：

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \beta_{21} & \beta_{31} & \beta_{41} \\ \beta_{22} & \beta_{32} & \beta_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_2 \\ \gamma_3 \\ \gamma_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_1\beta_{11} \\ \gamma_1\beta_{12} \end{bmatrix} \tag{10.1-7}$$

地信网论坛
BBS.3S001.COM

式中 γ_1、γ_2、γ_3、γ_4——分别为原矿、金属 1 精矿、金属 2 精矿及尾矿的产率，%；

β_{11}、β_{12}——分别为金属 1 及金属 2 的原矿品位，%；

β_{21}、β_{22}——在金属 1 精矿中金属 1 及金属 2 的品位，%；

β_{31}、β_{32}——在金属 2 精矿中金属 1 及金属 2 的品位，%；

β_{41}、β_{42}——分别为金属 1 及金属 2 在尾矿中的品位，%。

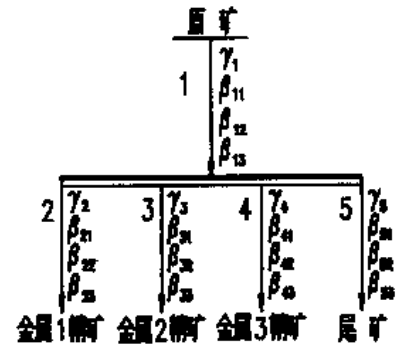


图 10.1-5 三种金属流程

（3）三种金属流程 平衡方程式：

$$\gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4 + \gamma_5 = \gamma_1 \tag{10.1-8}$$

$$\gamma_2\beta_{21} + \gamma_3\beta_{31} + \gamma_4\beta_{41} + \gamma_5\beta_{51} = \gamma_1\beta_{11} \tag{10.1-9}$$

$$\gamma_2\beta_{22} + \gamma_3\beta_{32} + \gamma_4\beta_{42} + \gamma_5\beta_{52} = \gamma_1\beta_{12} \tag{10.1-10}$$

$$\gamma_2\beta_{23} + \gamma_3\beta_{33} + \gamma_4\beta_{43} + \gamma_5\beta_{53} = \gamma_1\beta_{13} \tag{10.1-11}$$

矩阵式：

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \beta_{21} & \beta_{31} & \beta_{41} & \beta_{51} \\ \beta_{22} & \beta_{32} & \beta_{42} & \beta_{52} \\ \beta_{23} & \beta_{33} & \beta_{43} & \beta_{53} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_2 \\ \gamma_3 \\ \gamma_4 \\ \gamma_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_1\beta_{11} \\ \gamma_1\beta_{12} \\ \gamma_1\beta_{13} \end{bmatrix} \tag{10.1-12}$$

式中 γ_1、γ_2、γ_3、γ_4、γ_5——分别为原矿、金属 1 精矿、金属 2 精矿、金属 3 精矿及尾矿

的产率，%；

β_{11}、β_{12}、β_{13}——分别为金属 1、金属 2 及金属 3 的原矿品位，%；

β_{21}、β_{22}、β_{23}——在金属 1 精矿中金属 1、金属 2 及金属 3 的品位，%；

β_{31}、β_{32}、β_{33}——在金属 2 精矿中金属 1、金属 2 及金属 3 的品位，%；

β_{41}、β_{42}、β_{43}——在金属 3 精矿中金属 1、金属 2 及金属 3 的品位，%；

β_{51}、β_{52}、β_{53}——分别为金属 1、金属 2 及金属 3 在尾矿中的品位，%。

三种以上金属的流程平衡方程式可参照上式类推。

在平衡方程式中，原矿产率、原矿各金属品位、原矿各金属回收率、精矿中各金属品位及尾矿中各金属品位均为已知数，将已知数代入方程组，求解线性方程组，得出各精矿及尾矿的产率值，继而求出各产品的矿量及精矿中各种金属的回收率。

10.1.2.2　多金属精矿指标计算源程序清单

为写程序方便，规定变量如下，N——方程组数；G1——原矿产率（%）；Q1——原矿处理量（t/d）；B1（1，N－1）——原矿中各金属品位（%）；E1（1，N－1）——原矿中各金属回收率（%）；B（N，N+1）——方程组品位系数矩阵；GG（N）——各金属精矿产率（%）；QQ（N）——各产物矿量（t/d）；EE（N，N－1）——各金属精矿中各金属回收率（%）；A（N，N+1）——是作为在计算中存贮中间结果的单元。

源程序清单如下：

```
10  REM  DJSPH—多金属精矿金属平衡计算
15  RESTORE  500
20  READ  N,Q1,G1
25  PRINT  N,Q1,G1
30  DIM  A(N,N+1),B(N,N+1),B1(1,N-1),E1(N,N-1),GG(N),QQ(N),
    EE(N,N-1)
35  FOR  I=1  TO  N-1
40  READ  B1(1,I),E1(1,I)
45  NEXT  I
50  FOR  I=1  TO  N
55  FOR  J=1  TO  N+1
60  READ  B(I,J):A(I,J)=B(I,J):PRINT  B(I,J);
65  NEXT  J
70  PRINT
75  NEXT  I
80  GOSUB  100
85  GOSUB  200
90  GOSUB  300
92  INPUT"打印计算结果吗？(Y/N):";A$
94  IF  A$<>"N"OR  A$="n"THEN  99
96  GOSUB  400
99  END
```

地信网论坛 BBS.3S001.COM

```
100  FOR  I=1  TO  N
102  LET  P=I：Q=1：R=A(I,1)
105  FOR  J=1  TO  N
108  FOR  K=1  TO  N
110  IF  ABS(A(J,K))<=ABS(R)  GOTO  115
112  LET  R=A(J,K)：P=J：Q=K
115  NEXT  K
118  NEXT  J
120  IF  ABS(R)>1E-10  GOTO  128
122  PRINT"无    解"
125  STOP
128  FOR  K=1  TO  N+1
130  LET  Z=A(I,K)：A(I,K)=A(P,K)：A(P,K)=Z
132  NEXT  K
135  FOR  J=1  TO  N
138  IF  J=I  OR  A(J,Q)=0  GOTO  150
140  LET  Y=A(J,Q)/A(I,Q)
142  FOR  K=1  TO  N+1
145  LET  A(J,K)=A(J,K)-A(I,K)*Y
148  NEXT  K
150  NEXT  J
152  QQ(I)=Q
155  NEXT  I
158  FOR  I=1  TO  N
160  LET  Q=QQ(I)
162  LET  GG(Q)=A(I,N+1)/A(I,Q)*G1/100
165  NEXT  I
170  RETURN
200  FOR  I=1  TO  N
210  QQ(I)=GG(I)*Q1/G1
220  NEXT  I
230  FOR  J=1  TO  N
240  FOR  I=1  TO  N-1
250  EE(J,I)=GG(J)*B(I+1,J)/B1(1,I)*E1(1,I)/100
260  NEXT  I
270  NEXT  J
280  RETURN
300  PRINT"原矿指标："
305  PRINT  N;Q1;G1
```

地信网论坛
BBS.3S001.COM

```
310  FOR  I=1  TO  N-1
315  PRINT  B1(1,I)
320  NEXT  I
325  FOR  J=1  TO  N-1
330  PRINT  E1(1,J)
335  NEXT  J
338  PRINT
340  PRINT"输出精矿品位指标:"
345  FOR  I=1  TO  N
350  PRINT"GG(";I+1;")=";GG(I)
355  PRINT"QQ(";I+1;")=";QQ(I)
360  FOR  J=1  TO  N-1
365  PRINT"EE(";I+1;",";J;")=";EE(I,J)
370  NEXT  J
375  PRINT
380  NEXT  I
390  RETURN
400  LPRINT"原矿指标:"
405  LPRINT  N;Q1;G1
410  FOR  I=1  TO  N-1
415  LPRINT  B1(1,I)
420  NEXT  I
425  FOR  J=1  TO  N-1
430  LPRINT  E1(1,J)
435  NEXT  J
438  LPRINT
440  LPRINT"输出精矿产品指标:"
445  FOR  I=1  TO  N
450  LPRINT"GG(";I+1;")=";GG(I)
455  LPRINT"QQ(";I+1;")=";QQ(I)
460  FOR  J=1  TO  N-1
465  LPRINT"EE(";I+1;",";J;")=";EE(I,J)
470  NEXT  J
475  LPRINT
480  NEXT  I
490  RETURN
500  DATA  4,2000,100,1.6,100,8.85,100,4.95,100
510  DATA  1,1,1,1,100
520  DATA  67.7,0.54,0.57,.11,160
```

地信网论坛
BBS.3S001.COM

530 DATA 6.05,56.15,1.75,.35,885

540 DATA 4.20,3.60,36.50,2.35,495

10.1.2.3 程序段说明

程序语句标号 10～99 语句为主程序段。10 语句为注释语句，注明程序名和程序功能。15 语句为数据指针语句，指向数据行号。20 语句是读数语句，即从数据指针所指的行号处开始读入方程组数、原矿处理量、原矿产率三个数据。30 语句是数组说明。35～45 语句是用循环读入原矿各金属品位和原矿各金属回收率数据。50～75 语句是读入品位矩阵的数据。至此全部数据读入完成，开始调子程序进行计算。80、85、90 语句为调用子程序语句。92、94 语句是打印判断语句，提示是否打印计算结果。96 语句为调用打印子程序语句。99 语句结束语句表示主程序段到此结束。

子程序 100～170 语句是用高斯消元法解线性方程组，求出各精矿产率 GG（N）的值。子程序 200～280 语句是计算矿量 QQ（N）和各金属回收率 EE（N，N－1）。子程序 300～390 语句是将计算结果显示在屏幕上，便于察看，认为满意时再打印。子程序 400～490 语句是将计算结果从打印机上打印出来。500～540 语句是计算实例用的数据语句。注：每个子程序的结尾均规定用 RETURN 语句结束。当执行子程序的 RETURN 语句时，就自动返回到主程序去执行调用语句的下一个语句。

DATA 语句是与 READ 语句配套的，当程序运行时遇到 READ 语句时，程序自动到指针所指的行号 DATA 语句中按顺序去读入数据。这是一种自动查找数据的方式。而在破碎流程计算中，数据直接在主程序中赋值（LET），这种赋值方式不灵活，每改变数据时均需改动主程序的赋值语句。LET 语句适用于数值在程序中为常数的。而 READ--DATA 读数语句的读入方式比较灵活，适于读入数据量较大。可同时把几套计算数据，均按要求顺序键入 DATA 语句中。在计算时只要把数据指针（RESTORE）语句后的行号改变，就相应地读入另一套数据进行计算。

地信网论坛 BBS.85001.COM

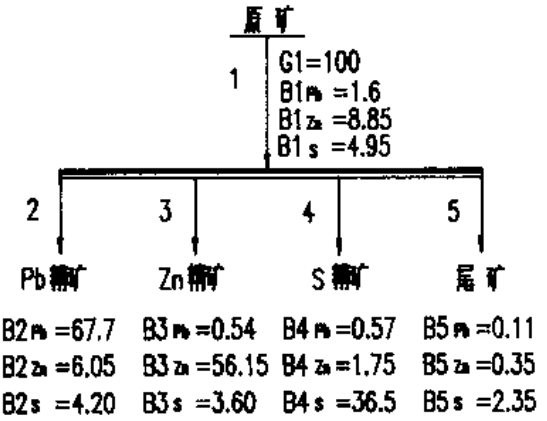


图 10.1-6 流程图（单位：%）

10.1.2.4 计算实例

某铅锌硫选矿厂日处理量 Q1＝2000t/d，原矿产率 G1＝100%，原矿各金属品位及回收率指标为 $\alpha_{Pb}=1.6\%$，$\varepsilon_{Pb}=100\%$，$\alpha_{Zn}=8.85\%$，$\varepsilon_{Zn}=100\%$，$\alpha_S=4.95\%$，$\varepsilon_S=100$。各精矿及尾矿中的各金属品位见流程图，图 10.1-6。试求出各精矿及尾矿的产率、矿量及各金属回收率。

矩阵式：

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 67.70 & 0.54 & 0.57 & 0.11 \\ 6.05 & 56.15 & 1.75 & 0.35 \\ 4.20 & 3.60 & 36.50 & 2.35 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} GG2 \\ GG3 \\ GG4 \\ GG5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 \\ 160 \\ 885 \\ 495 \end{bmatrix}$$

数据输入：

500 DATA 4，2000，100，1.6，100，8.85，100，4.95，100

```
510  DATA  1, 1, 1, 1, 100
520  DATA  67.7, 0.54, 0.57, 0.11, 160
530  DATA  6.05, 56.15, 1.75, 0.35, 885
540  DATA  4.2, 3.6, 36.5, 2.35, 495
```

计算结果打印如下：

输出精矿产品指标：

```
GG (2) =2.062653          Pb 精矿产率,%
QQ (2) =41.25306          Pb 精矿矿量, t/d
EE (2, 1) =87.27599       Pb 精矿回收率,%
EE (2, 2) =1.410062       Pb 精矿中 Zn 金属回收率,%
EE (2, 3) =1.75013        Pb 精矿中 S 的回收率,%

GG (3) =14.84769          Zn 精矿产率,%
QQ (3) =296.9539          Zn 精矿矿量, t/d
EE (3, 1) =5.011097       Zn 精矿中 Pb 金属回收率,%
EE (3, 2) =94.20316       Zn 精矿回收率,%
EE (3, 3) =10.79832       Zn 精矿中 S 的回收率,%

GG (4) =6.958257          S 精矿产率,%
QQ (4) =139.1651          S 精矿矿量, t/d
EE (4, 1) =2.478879       S 精矿中 Pb 金属回收率,%
EE (4, 2) =1.375927       S 精矿中 Zn 金属回收率,%
EE (4, 3) =51.30836       S 精矿回收率,%

GG (5) =76.1314           尾矿产率,%
QQ (5) =1522.628          尾矿矿量, t/d
EE (5, 1) =5.234034       尾矿中 Pb 金属回收率,%
EE (5, 2) =3.010846       尾矿中 Zn 金属回收率,%
EE (5, 3) =36.14319       尾矿中 S 的回收率,%
```

地信网论坛 BBS.3S001.COM

为了简化程序，没有把计算结果小数点后的位数进行取舍。在实际应用中，可取小数点后二位或三位进行四舍五入处理，以达到平衡。

10.1.3 工艺设备选择计算

10.1.3.1 设备选择计算步骤

设备的选择计算是在工艺流程计算之后进行。根据工艺条件要求选择适宜的设备。工艺设备种类较多，有破碎、筛分、磨矿、分级、选别、脱水及辅助等设备。不同设备的计算方法各异，大体上计算步骤如下：

(1) 设备分类，首先确定计算某种设备；

(2) 输入计算所需原始数据；

(3) 设备选择计算：

1）设备选型，根据设计要求选择设备型式及规格范围；

2）设备能力计算，依照设备生产能力的数学模型，计算单台设备处理能力；

3）选择台数，设计能力与设备能力之比，可求得设备台数。达到同样的生产能力，会选出多种规格及台数；

4）计算设备总重量、总价格及总安装功率。

(4) 方案优化，由于设备型式、规格的不同，出现了多个方案，对多方案进行优化可得出投资少、耗电省的方案排序，找出最佳方案；

(5) 打印计算结果。

10.1.3.2 电算程序的编制方法

编程方法是先提出任务，自上而下，逐步细化。细化的目的，是从提出任务起一步步地具体化，最后达到写出正确的程序。

先用文字明确表示程序要实现的功能，对复杂的程序进行细化，分为若干个子任务，由各子任务完成某一具体任务。用框图将程序步骤一步步地表示出来。

任务是设备选择计算。按照前面介绍的设备选择计算步骤，进行程序的编制。先拟定一框图，把前面的计算步骤用框图表示出来。见图 10.1-7。程序的编制就按框图所示逐段进行编写。程序段分为主程序及及被调用的计算子程序。框图中虚线框内为计算子程序。

A 主程序的编制

首先编出程序的标题，“设备选择计算程序”，用星花框起来，标题明显，然后顺序显示出设备分类的菜单提供人工选择“请输入选择编号”，选择后即可通过转子程序语句“ON K GOSUB 行号，行号，……”，转到指定的设备计算子程序中去，进行设备选择计算，计算完毕显示结果并提示打印或不打印计算结果，之后又自动转回到主程序段的转子程序语句的下一行，继续执行。提示：“还选择计算其它设备吗?”，给使用者提供下一个选择机会，使程序更灵活。当不选择时，键入 N 程序运行结束。主程序运行后，屏幕上显示的结果见图 10.1-8 屏幕菜单。

B 主程序清单

```
10  REM  SBXZ—设备选择计算程序
12  CLS: KEY  OFF : LOCATE  1, 17 : PRINT  STRING$ (40," *")
14  PRINT  TAB (17);" *"; TAB (56);" *"
16  PRINT  TAB (17); STRING$ (40," *")
18  LOCATE  2, 22 : PRINT" 设备选择计算程序"
20  LOCATE  4, 24 : PRINT" 1. 破碎设备"
22  PRINT  TAB (24);" 2. 筛分设备"
24  PRINT  TAB (24);" 3. 磨矿设备"
26  PRINT  TAB (24);" 4. 分级设备"
28  PRINT  TAB (24);" 5. 选别设备"
30  PRINT  TAB (24);" 6. 脱水设备"
32  PRINT  TAB (24);" 7. 退出"
34  LOCATE  12, 20: PRINT" 请输入选择编号:";
36  K$ =INKEY$ : IF  K$ ="" GOTO  36
```

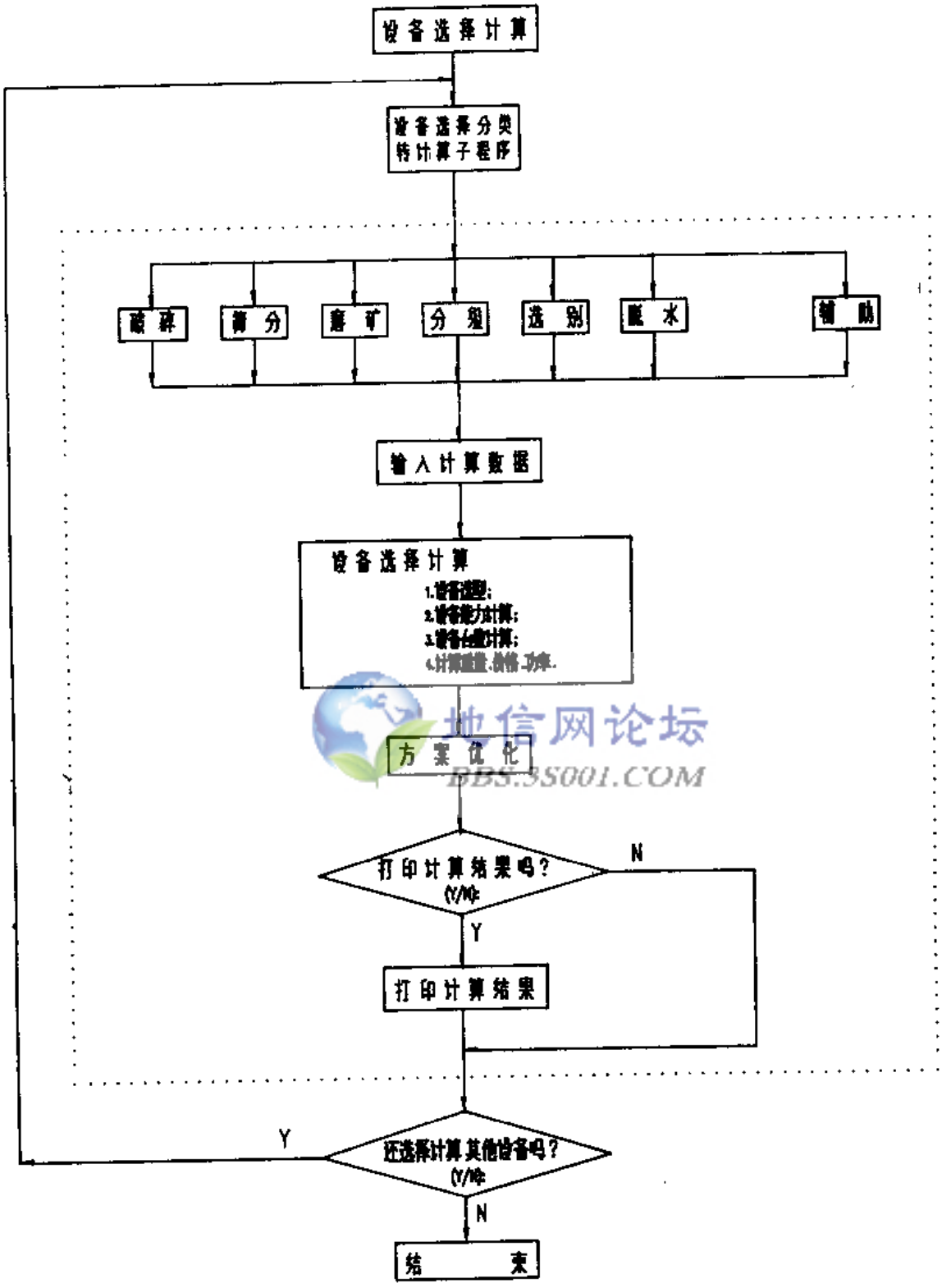


图 10.1-7 设备选择计算框图

```
38  K=VAL (K$) : PRINT  K
40  IF  K<1  OR  K>7  THEN  34
42  IF  K=7  THEN  END
44  CLS: ON  K  GOSUB  1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000
```

```
46  INPUT"还计算其它设备吗(Y/N):";A$
48  IF  A$="Y" OR  A$="y" THEN 12
99  END
1000  REM"破碎设备选择计算" 子程序
      ⋮
1999  RETURN
2000  REM"筛分设备选择计算" 子程序
      ⋮
2999  RETURN
3000  REM"磨矿设备选择计算" 子程序
      ⋮
3999  RETURN
4000  REM"分级设备选择计算" 子程序
      ⋮
4999  RETURN
      ⋮
```

```
**********************************
*  设 备 选 择 计 算 程 序  *
**********************************
   1. 破碎设备
   2. 筛分设备
   3. 磨矿设备
   4. 分级设备
   5. 选别设备
   6. 脱水设备
   7. 退出

请输入选择编号:
```

图 10.1-8　屏幕菜单

C　主程序段说明

10 语句为注释（REM）语句，用在程序的开头，说明程序的文件名以及计算内容。12 语句（CLS）为清屏语句，KEY　OFF 关掉底部显示功能键的功能，LOCATE　1，17 定位语句，即在第 1 行 17 列开始显示，PRINT　STRING$（40,"　*"）显示由 40 个星花 * 组成的字符串。计算机屏幕显示字符为 25 行 80 列，程序可以指定字符在屏幕上的显示位置。14 语句是在下一行 17 列和 56 列处分别显示一个星花。16 语句在第 3 行 17 列处开始显示 40 个星花。18 语句在第 2 行 22 列处显示“设备选择计算程序”八个汉字。12～16 语句是用 * 作花边框把设备选择计算程序八个字圈起来，看起来醒目。也可用其它符号来组花边，可由读者自己设计。20～34 语句显示提示 1～7 项供选择。36 语句 INKEY$ 语句是从键盘上读取一个字符（不必按回车键自动向下执行），这句是用来读取 1～7 数字作为字符赋给 K$。38 语句将数字字符 K$ 转换为数值赋给 K 并显示。40 语句是条件判断语句，如果 K 小于 1 或者 K 大于 7，二者条件之一时程序转到 34 语句去执行，重新输入编号。42 语句判断如果 K＝7 程序运行结束。44 语句是转子程序语句，当 K＝1 时，转子程序行号 1000 语句去执行，即破碎设备选择计算。当 K＝2 时，转于程序行号 2000 语句去执行，即筛分设备选择计算。当 K＝3 时，转子程序行号 3000 语句去执行，即磨矿设备选择计算。以下类推。当子程序执行完毕后均返回到主程序转子程序语句的下一行语句继续执行，即本程序的 46 语句，提示“还计算其它设备吗（Y/N）:”?。48 语句又是条件判断语句。键入 Y 程序转回到 12 语句，重新显示屏幕菜单供选择，键入 N 则程序运行结束。

10.1.3.3　计算子程序的编制方法

由于设备计算子程序的内容太多，现仅介绍一些编程方法供参考使用。

在 BASIC 语言中，程序是按行标号顺序排列的，主程序的结束语句是 END。子程序是写在主程序之后，子程序的开头是以它的行号为标志，子程序的结束必须是 RETURN 语句。如程序清单中行号 1000～1999 语句为破碎设备选择计算子程序，2000～2999 语句为筛

分设备选择计算子程序等，行号为暂定的可由编程者自己规定。在主程序中调用子程序时用“GOSUB 行号”转子程序语句来实现。

今按框图（图 10.1-7）为实现每个模块即子程序的功能介绍一些编程方法，供编程时参考使用。

A　设备模块

在总的名称下还可以细分，如破碎，可下设旋回、颚式、标准圆锥、短头圆锥等；磨矿，可下设棒磨、球磨；脱水可下设浓缩、过滤、压滤等。可参考主程序的方法编制成菜单子程序和计算子程序。

B　输入计算数据模块

把计算设备所需的原始数据在本模块中输入。输入的方法有三种，其一，赋值语句（LET）为变量赋值（参考破碎流程计算程序），该语句适用于在程序中为常数的值。第二种是键盘输入语句（INPUT），该语句可带提示说明，用在输入数据时提示明确不易出错。每次运行程序时随机的从键盘打入，适于原始数据量不大。但在调试程序时最好不用该语句，因为每运行一次程序，均要重复地输入数据很烦琐。第三种是 READ-DATA 语句，READ 是读数语句，DATA 是置数语句，程序中的 READ 语句是从程序中的 DATA 语句中读取数据。DATA 语句可放在程序中的任何部位，一般放在程序的最后。DATA 语句中的数据间是用逗号隔开的（参考多金属精矿指标计算程序）。

C　设备选择计算模块

把标准设备的型号、规格、容积、面积、生产能力、安装功率、设备重量及设备单价等选择计算所需的全部参数存放在数据库、数据文件或 DATA 置数语句中，用循环语句（FOR-NEXT）将设备参数读入数组中，以备选择时使用。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

确定设备规格范围，由人工指定或由计算机选定。对有的设备规格确定后单台能力就为已知数，而有的设备要确定一些系数后才能计算单台能力。如磨矿机、振动筛等。

系数的确定，最简单的方法是人工查表或查曲线图，确定值后代入程序即赋值给变量。或者由计算机自动计算，其方法是将线性函数关系的写成公式；非线性关系的可用回归方法求出数学模型；或用插值法求值。对已知一参数可确定几个系数的可用对应关系确定系数。这些方法视具体情况灵活运用。

设备的单台能力求出后，即可计算出所需要的台数。根据台数可计算出设备总重量、总投资和总安装功率。对不同规格的设备，计算结果台数不同，总重量、总投资和总安装功率不同，就产生了多方案。

D　方案优化模块

方案优化是从多方案中优选出最佳方案。这种优化是指只对本专业选用的设备而言，不包含其它专业设施的全方案优化。优化的目标是投资少（即设备价格最低）、耗电省（即安装功率最少）的方案。对每个目标的度量都赋与一个加权值，这样就得到了每个方案的加权函数值，然后寻求其极小值，就可得到最佳方案。

E　打印结果模块

把计算出的各个方案，按优化结果顺序打印出来，供设计者选择参考。打印结果用表格的形式打印出来。每种设备输出参数不同，表格形式各异。首先设计出打印表格式样，依据表格式样进行编程，表格是用计算机内的制表符来组成，经过调试达到所要求的目的。

10.2 计算机绘图

计算机绘图在我国80年代中期才进入推广实用阶段。各国实用的绘图系统基本上采用交互式绘图系统。这些系统开始是用在大中型计算机上，后来逐渐移植到微型机上。目前这种交互式绘图系统除在屏幕上生成各种图形外，还能对图形进行修改、删除、镜象、拷贝等编辑工作。

目前在微机上使用的软件包大部分均属二维图形软件包。这种软件包比较实用，占内存小，价格又便宜，深受广大用户的欢迎。

10.2.1 计算机绘图所需硬件及软件的配置

微机系统，一般由主机、显示器、键盘及打印机所组成。用以绘图，主机采用386或486型机．内存1M字节以上、硬盘100M以上。显示器选用14英寸以上的彩显，分辨率在1024×768以上为好。还需另配置图形输入及输出设备及绘图软件。输入设备主要有数字化仪或鼠标器，前者价格比后者贵的多、采用鼠标器更为适宜。键盘也可以作为图形输入用，但输入速度很慢，效率低，一般只作为打命令、输入数据用。输出设备主要有平板或滚轮式绘图机和近年来发展起来的喷墨打印机等，但后者价格昂贵，出图效率高、质量好，可酌情选用。见图10.2-1。微机绘用软件使用较多的有AutoCAD、Vsx2000/3000及Microstation等。下面简要介绍AutoCAD绘图软件的功能。

10.2.2 AutoCAD微机绘图软件包简介

AutoCAD绘图软件包是1982年美国Autodesk公司为IBM—PC机开发的一个交互式绘图软件包。它主要是一个二维图形软件包，也具有三维作图功能。该软件包是在我国微机上应用最广的交互式绘图软件包。AutoCAD绘图软件的版本升级很快，从1983年的1.03版、1985年的2.18版、1986年的2.6版到1988年的10.0版，其绘图功能及编辑功能大大地增强了，同时增加了下拉式菜单，加强了交互功能，使用起来更加方便。

地信网论坛 BBS.3S0823.COM

10.2.3 AutoCAD系统的安装、启动与退出

安装：在C盘建立一ACAD10子目录，然后将AutoCAD系统盘拷入到ACAD10子目录下。其步骤如下：

C>MD ACAD10	建立ACAD10子目录
C>CD ACAD10	进入ACAD10子目录
C>COPY A：*·*	拷贝AutoCAD系统全部文件

启动：文件装入后，即可启动AutoCAD系统，在进入ACAD10子目录后键入ACAD就启动了AutoCAD绘图系统，屏幕上出现如下主菜单供选择。

Main Menu	主菜单
0. Exit AutoCAD	退出AutoCAD系统
1. Begin a NEW drawing	开始画新图
2. Edit an EXISTING drawing	编辑已有图
3. Plot a drawing	绘图机绘图
4. Printer Plot a drawing	打印机打印图形
5. Configure AutoCAD	参数设置
6. File Utilities	文件管理

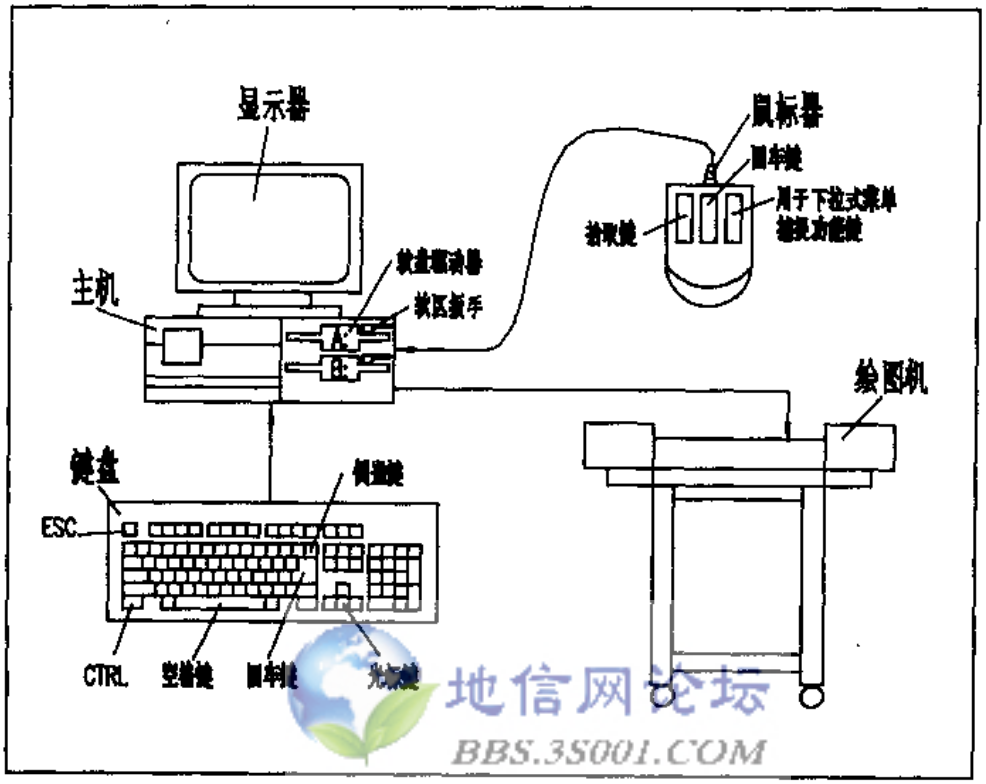


图 10.2-1 计算机硬件配置

7. Compile shape/font description file　　编译型/字体文件

8. Convert old drawing file　　老版本图形转换

Enter selection:　　输入选择代码:

出现主菜单后，系统等待用户选择 0～8 代码。其各项任务的功能说明如下。以下凡是键入代码、命令或参数时均按回车键。

0. 退出 AutoCAD 系统；

1. 画一张新图，选择 1 后需键入图名（系统自动加 .DWG 扩展名）图名由 1～8 个字符、数字组成。输入图名后按回车键，屏幕上显示出作图区域、绘图菜单提示，并在命令行出现 Command：命令符，便可开始键入命令或用光标在绘图菜单中选择命令开始画图。见图 10.2-2；

2. 是调出磁盘内已存在的图形，选择 2 时输入原图名，该图即显示在屏幕上，可继续绘制或修改；

3. 用绘图机绘图；

4. 在打印机上打印屏幕上的图形；

5. 是为用户现有的设备进行配置。如显示器、数字化仪、鼠标器及绘图机等设备确定型号。该软件适应配置多种型号的设备；

6. 文件管理程序。对已存在的文件列表，并可进行改名、拷贝及删除等操作；

7. 用于建立或修改字体文件时用；

8. 是用于将低版本的图形文件转换为高版本的图形文件。

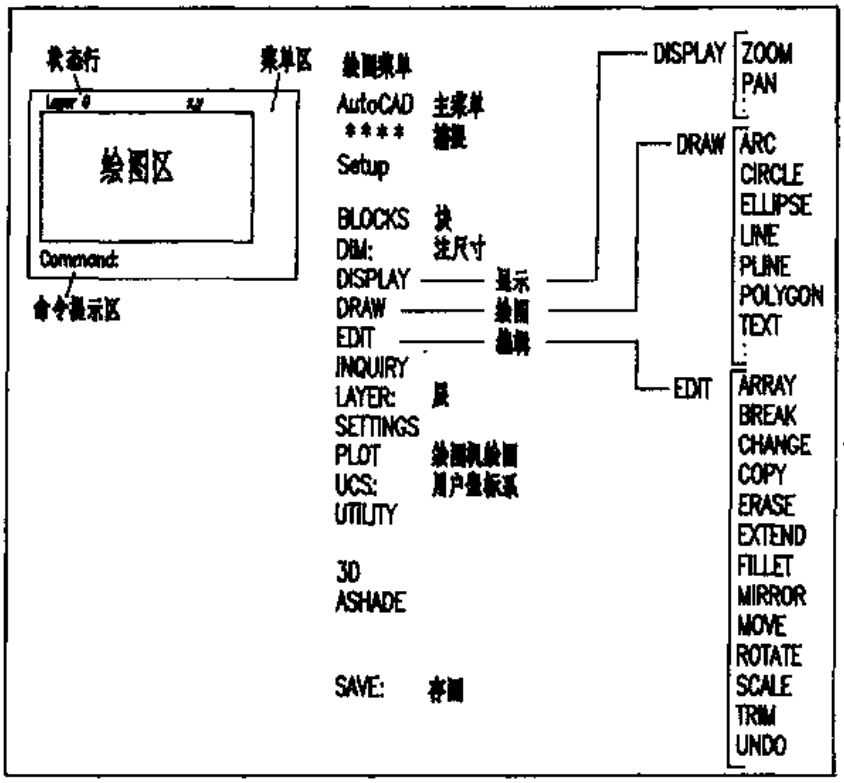


图 10.2-2 屏幕分区及绘图菜单

退出：在进入主菜单还没进入绘图系统时，选择 0 就退出了 AutoCAD 系统。当进入了绘图系统并绘制了部分图形后存盘退出操作有三种方式：在 Command：命令状态下键入 SAVE 是存盘但不退出绘图系统，目的是保存图形以防断电时丢失图形，键入 END 是存盘并退出绘图系统；键入 QUIT 是退出并不存盘，作废刚才所画的图或作过修改的部分。

地信网论坛 BBS.58GIS.COM

10.2.4 图形绘制、编辑、显示控制、其它命令、尺寸标注、保存图形及绘图机绘图

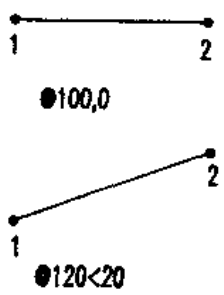
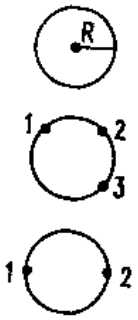
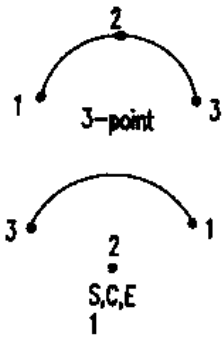
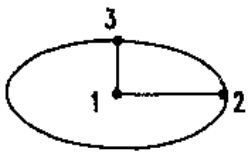
10.2.4.1 图形绘制（DRAW）

图形的绘制是用基本的图形元素（以下简称图素）的点、线、圆、圆弧、椭圆及多边形等所组成。下面简要的介绍基本图素的画法，键入的命令及操作步骤等。见表 10.2-1

表 10.2-1 图素绘制操作

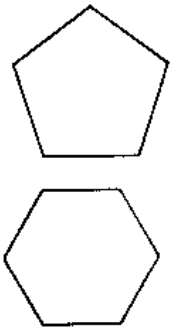
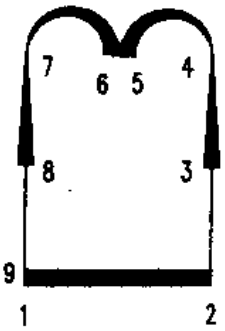
绘图命令 Command:	选择项提示	操作步骤	图例
点 POINT	POINT Point:	键入或用光标选择命令 POINT 用鼠标器在光电板上移动，屏幕上出现大十字光标在移动，视合适位置，按一下鼠标器的拾取键，在屏幕上就留下一个点 按一下回车键，还可继续画点 ＊键入命令即在键盘上打 POINT 回车。用光标选择命令，是用移动鼠标器让光标在绘图菜单区里把亮条放在 POINT 上，按下拾取键，光标即选择了 POINT 命令。以下均简称选择命令	3 2 1 B-5

续表 10.2-1

绘图命令 Command:	选择项提示	操　作　步　骤	图　　例
线 LINE	From point: 起　　点 To point 到某点	选择命令 LINE 1. 光标法，用鼠标的拾取键在屏幕上定起点和终点，便画成一条直线。(画垂直或水平线时按 F8 键，再按 F8 键恢复自由方向。) 用光标法可连续画线，当断开时按回车键，从另一点起再画线时，再按一下回车键，即重复上一次命令。 2. 相对坐标法，先用光标定一点，然后从键盘上输入相对前一点的坐标，键入@x 值，y 值。 3. 极坐标法，先用光标定一点，然后输入相对前一点的距离和角度(度)。键入@距离<角度	 B-6
圆 CIRCLE	<Center point>: 圆心和半径定圆 2P: 由圆直径两端点定圆 3P: 由圆周上三点定圆	选择命令 CIRCLE 1. 尖括号内为默认值，定圆心以半径画圆。用光标定圆心和半径或键入半径值均可。 2. 键入 2P，用光标定圆直径的两个端点，即画出圆。 3. 键入 3P，用光标定圆周上三个点即成圆。 注：画粗线圆时，可用画圆环 DONUT 命令绘制。	 B-7
圆　弧 ARC	3—point，三点画弧 S，C，E：起点，圆心，终点 S，C，A：起点，圆心，包角 S，C，L：起点，圆心，弦长 S，E，A：起点，终点，包角 S，E，R：起点，终点，半径 CONTIN：连续画弧与前弧相接相切	选择命令 ARC 画弧的方式有 11 种之多，根据需要选择。 1. 选 3—point，用光标定三点即成一圆弧。 2. 选 S，C，E，用光标定起点，圆心，终点成一弧	 B-8
椭　圆 ELLIPSE	Axis endpoint 1 轴端点 1 Axis endpoint 2 轴端点 2 other axis distance 另一轴的距离	选择命令 ELLIPSE 1. 用光标选定长轴端点 1; 2. 用光标选定长轴端点 2; 3. 用光标选择另一轴的距离，定一椭圆	 B-9

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表 10.2-1

绘图命令 Command：	选择项提示	操　作　步　骤	图　　例
正多边形 POLYGON	Number of sides： 正多边形边数 Edge 边长 (Center of polygon)： 多边形的中心点 (I/C)： 外接圆/内切圆	选择命令 POLYGON 1. 键入正多边形边数，然后键入边长，画出正多边形； 2. 键入正多边形边数，用光标定正多边形的中心点，还要指定 I 或 C 才能画出正多边形	 B-10
复线 PLINE 复线是画带有宽度的线，弧相连接组成的序列。AutoCAD 把它作为单一图素处理。在绘制过程中可随时改变宽度。同一条线的起点和终点可不等宽。而 LINE、ARC 只画细线	From point： 起　　点 Arc 画弧 Close 终点与起点闭合 Length 在画完弧后键入 L 时画任意方向的线。再键入 L 时画与弧端点相切的线。线长可由光标定，亦可键入数字。 Undo 取消当前画的图素。重复 U 多次，逐级往前删除。 Width 设定复线的宽度。一般粗线定为 0.6，0 时为细线	以图例为例，选择命令 PLINE 1. 用光标定点 1，F8 (画水平线)，键入 W 定线宽，Starting width ⟨0.0000⟩：2 始点 Ending width⟨0.0000⟩：2 终点用光标定点 2； 2. 画细线，改线宽 W，始点、终点均为 0，用光标定点 3； 3. 画不等粗线，改线宽 W，始点为 3，终点为 0，用光标定点 4； 4. 画不等宽弧键入 A，定线宽 W，始点为 0，终点为 2，用光标定点 5； 5. 画短线键入 L，定线宽 W，始点、终点均为 0，用光标定点 6； 6. 画不等宽弧，键入 A，定线宽 W，始点为 2，终点为 0，用光标定点 7； 7. 画不等宽线，键入 L，定线宽 W，始点为 0，终点为 3，用光标定点 8； 8. 画细线，定线宽 W，始点，终点均为 0，用光标定点 9	 B-11
写字符 TEXT 用在图面上写数字、英文字及符号等	(Start point)： 始点为左对齐 Align 自动变字宽高充满基线间 Center 字符以字底中心点对齐 Fit 变字宽充满基线间 Middle 字符以字中央点对齐 Right 右对齐，用光标定右端点 Style 改变字型，查看字型文件 (?)	选择命令 TEXT 1. 用光标定文字的起始点； 2. 定字高：一般尺寸数字为 3.5，标号数字为 5 (字宽为字高的 0.67 倍) 3. 定转角：一般为 0 4. 键入文字。 当选择 A 或 F 时，要用光标定二点控制间距。见图例	.1234 <Start point> H=8 .12345678. <Align> .1234. <Fit> H=4 B-12

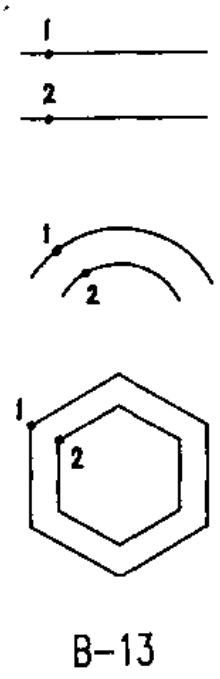
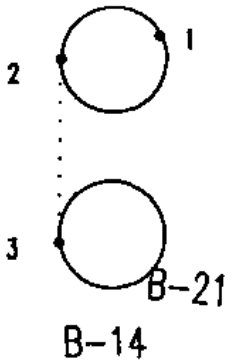
地学网论坛 BBS.WEDI.COM

10.2.4.2　图形编辑（EDIT）

图形编辑是绘图中的一项非常有用的功能。它可以对图素作平行、复制、打断、移动、旋转、镜像、圆角、剪切、延伸、文字修改以及删除等编辑操作。其具体操作及步骤见表10.2-2。

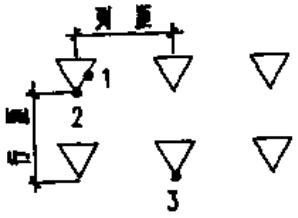
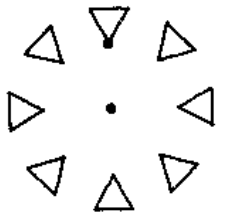
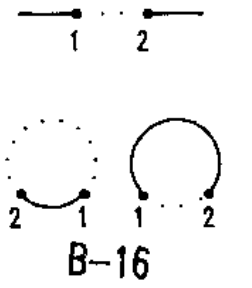
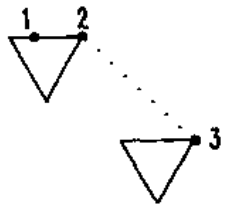
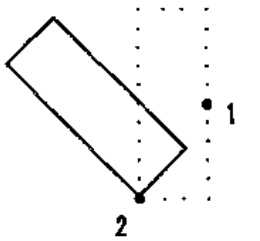
选择图素（Select object：）是本节中常用到的，其最常用的有三种方法，一是单点选择，即用光标点在图素上一个一个选择；二是用W窗口选择，在Select objects：后键入W，此方法可一次选多个因素，凡是围在窗口内的全部完整图素均被选中，三是用C交叉窗口选择，在Select objects：后键入C，即可选择多个图素，与W不同的是凡是用C窗口围上全部和部分图素的均被选中。选中的图素变成虚线以示区别。退出Select objects：时键入空格键或回车键。

表10.2-2　图形编辑操作

编辑命令 Command：	选择项提示	操　作　步　骤	图　　例
偏移 OFFSET 对线、弧或多边形等图素作平行	offset distance or Through（　）： 输入平行距离或通过点 Select object to offset： 选择平行图素 Through point： 定平行线的通过点 Side to offset? 定平行哪一侧	选择命令OFFSET 作平行线有二种方式： 1. 通过点方式 选择OFFSET命令后，看提示中尖括号的内容，如是（Through）按回车，如是（5.000）数字时，按T。大十字光标变成小方形光标，并提示选择图素，把光标放在作平行线上1点，按鼠标的拾取键，图素被选中后变成虚线，再用光标定平行线的通过点2，则产生一条平行线。这时光标又变成小方形，供再选择图素，可继续进行下去，如不继续按回车退出。 2. 输入平行距离方式 当选择OFFSET命令后，在尖括号后输入平行距离，用光标选择图素，再指定平行在哪一侧，即得所需要的平行线。 圆弧及正多边形亦可作平行，操作步骤同上	 B-13
拷贝—复制 COPY 将一个或多个图素，复制成一个或多个图形	Select objects： 选择图素 Base point or displacement： 定基点或拷贝距离 Multiple： 拷贝多个 Second point or displacement： 拷贝到位置点	选择命令COPY 1. 用光标选择图素1，亦可用窗口W或C选择多个图素； 2. 用光标或键入坐标定拷贝图形的基点2； 3. 用光标或坐标定拷贝的位置点3，完成拷贝图形。 同一图素拷贝多个时，当选择图素完毕后，键入M，可连续拷贝多个，光标点在哪里就拷贝在哪里	 B-21 B-14

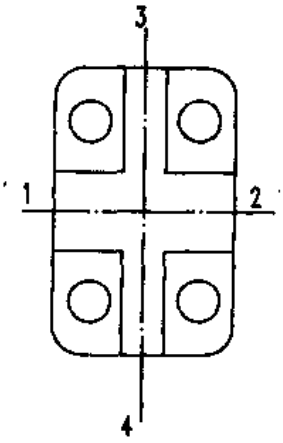
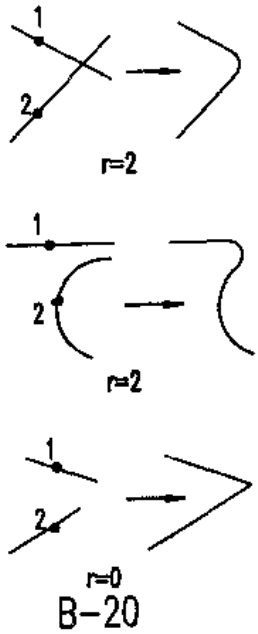
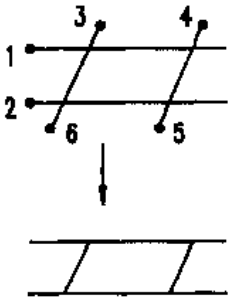
地信网论坛 BBS.3S001.COM

续表 10.2-2

编辑命令 Command：	选择项提示	操　作　步　骤	图　　例
阵列—复制 ARRAY 对图素进行矩形或圆环形拷贝成多个图素构成阵列图形	Select objects： 选择图素 1. 矩形阵列 Rectangutar： Number of rows (1)：行数 Number of columns (1)：列数 Unit cell or distance between rows： 行间距（正数往上，负数往下拷贝） Distance between columns： 列间距 2. 环形阵列 Polar array： Center point of array ： 环形阵列中心点 Number of items： 阵列数目（包括原图素） Angle to fill (360)： 阵列角度 Rotate objects as they are copied? (Y) 阵列图素是否一同转角度	选择命令 ARRAY 阵列图形有二种方式： 矩形阵列： 1. 首先选择图素，后键入 R； 2. 输入行数 2； 3. 输入列数 3； 4. 输入行间距—10； 5. 输入列间距 20。阵列成 2 行 3 列 6 个图形。 环形阵列： 1. 首先选择图素，后键入 P； 2. 用光标定环形阵列中心点； 3. 输入环形阵列总数（包括原图素）8； 4. 环形阵列角度，取 360°； 5. 阵列图素同步转角度，键入 Y。 环形阵列图形完成	  B-15
打断 BREAK 该命令可删除直线、弧、圆或多边形的一部分	Select objects： 选择图素 Enter second point： 指定打断的第二点 (or F for first point)： 或按 F 重新选择打断的第一点	选择命令 BREAK 1. 用光标选择图素 1，该点即为打断的第 1 点； 2. 再用光标定第 2 点，则 1～2 点间图素被删除。 3. 对圆或多边形取点时，以逆时针方向删除	 B-16
移　动 MOVE 将一图素或多个图素移到需要的位置	Select objects： 选择图素 Base point or displacement： 定图素的移动基点 Second point or displacement： 定图素位移点	选择命令 MOVE 1. 用光标选择移动图素 1； 2. 用光标定图素移动时的基点 2； 3. 以基点为准将图素移动到需要的位置 3	 B-17
旋　转 ROTATE 将一图素或多个图素以某基点进行旋转	Select objects： 选择图素 Base point： 定旋转基点 Rotation angle： 键入旋转角度	选择命令 ROTATE 1. 用光标选择旋转图素 1； 2. 用光标定图素的旋转基点 2； 3. 键入旋转角度 45 图形以基点按旋转角度进行旋转，逆时针为正角度，顺时针旋转为负角度	 B-18

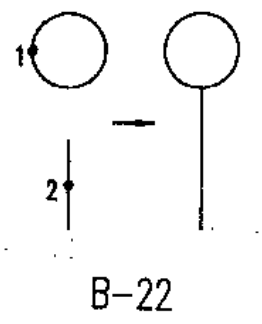
地信网论坛 BBS.3S001.COM

续表 10.2-2

编辑命令 Command：	选择项提示	操　作　步　骤	图　　例
镜　像 MIRROR 该命令是作对称图形。 把对称图形画成二分之一或四分之一，然后作镜像操作，得到全图形，节省画图时间	Select objects： 选择图素 First point of mirror line： 指定镜像线的第一点 Second point： 指定镜像线的第二点 Delect old object？（N） 删除原图素吗？（不）	选择命令 MIRROR 1. 首先画出对称图形的四分之一图； 2. 选择镜像命令，用 W 窗口选择图素，回车退出选择； 3. 用光标指定镜像线的第一点 1 及镜像线的第二点 2，成左、右侧对称图形； 4. 再按回车选择镜像命令，用 W 窗口选择图素，回车退出选择； 5. 用光标指定镜像线的第一点 3 及镜像线的第二点 4，成上、下对称图形，全图作完	 B-19
圆　角 FILLET 该命令可对二条相交线、线和弧、线和圆、二条弧、一圆一弧以及二个圆，均可作圆角操作。当圆角完成后，自动删除圆角外部分	Select two objects： 选择二个图素 Radius： 圆角半径 Enter fillet radius： 键入圆角半径值	选择命令 FILLET 1. 首先键入 R； 2. 键入圆角半径值； 3. 重新选择命令 FILLET； 4. 用光标选择作圆角的二个图素 1，2，圆角作成。 当圆角半径为 0 时，可作二条线的相交线	 B-20
剪　切 TRIM 该命令可将交叉图素中的某部分剪切掉	Select objects： 选择图素 Select object to trim： 选择切除部分	选择命令 TRIM 1. 选择剪切边界 1，2 回车 2. 选择切除部分 3，4，5，6	

地信网论坛 BBS.3S001.COM

续表 10.2-2

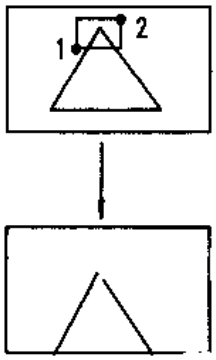
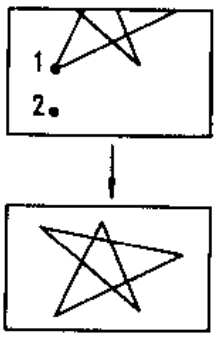
编辑命令 Command：	选择项提示	操　作　步　骤	图　　例
延　伸 EXTEND 该命令可使一根线或弧，延伸到另一图素与之相交	Select boundary edges… Select objects： 选择延伸目标图素 Select object to extend： 选择延伸图素	选择命令 EXTEND 1. 用光标选择延伸目标图素 1； 2. 用光标选择延伸图素 2，则图素 2 与图素 1 相交	 B-22
修　改 CHANGE 该命令可以修改文字的位置、字型、字高及文字内容。 可改变图形的特性，如颜色、图层、线型等。 改变线宽时用 PEDIT 命令修改	Select objects： 选择图素 〈Change point〉： 修改文字 Enter text insertion point： 修改文字的位置 New style or RETURN for no change： 改字型或回车不修改 New height 〈5.00〉： 改字高 New rotation angle 〈0.00〉： 改文字旋转角度 New text 〈1234〉： 改文字内容	选择命令 CHANGE 1. 用光标选择要修改的文字； 2. 可改变文字的位置、字型、字高、旋转角度及文字内容； 3. 修改图形的特性时，键入 P。 修改颜色时键入 C，再键入颜色号，还可同时改变图层（LA）、线型（LT）等特性	
删　除 ERASE 该命令可删除屏幕上显示的任何图素	Select objects ： 选择图素	选择命令 ERASE 1. 用光标选择欲删除的图素，亦可用窗口 W 选择多个图素，当图素选择完毕后，被选中的图素被删除。 2. 可作为清屏的命令，用 W 窗口选择全部图素、回车后即清屏	
恢复删除 OOPS 该命令是用来恢复用 ERASE 命令刚删除的图素或用在作块时消隐图形的恢复		选择命令 OOPS 键入 OOPS 命令后，刚被删除的图素被恢复。如果连续用过两次 ERASE 命令时，只能恢复最后被删除的图素	

地信网论坛
BBS.3S001.COM

10.2.4.3　屏幕显示控制（DISPLAY）

对屏幕图形进行局部放大或全图缩小，以便于对图的某部分进行细微的观察或统观全局的布置情况等。此操作不改变原图形的尺寸。键入命令及操作步骤见表 10.2-3。

表 10.2-3　屏幕显示控制

显示控制命令 Command：	选择项提示	操　作　步　骤	图　　例
视图缩放 ZOOM 该命令是把屏幕上的图形放大或缩小	All： 显示全极限范围 Extents： 将图形充满屏幕 Window： 将指定窗口内图形放大到全屏幕 Scale（x）： 将屏幕图形放大或缩小 x 倍 Previous： 将放大后的图形返回前一屏幕 Dynamic： 动态缩放，用于图面非常复杂，缩放一次显示时间较长，用动态缩放，可减少等候时间，加快了速度	选择命令 ZOOM 1. 键入 W，表示用窗口放大； 2. 用光标定窗口的对角点 1，2； 将窗口圈定的范围放大到全屏幕。 可查看图形细微处图素之间是否相交得很好等	 B-23
移动窗口 PAN 该命令是把屏幕外的图形拉到屏内来进行观察，不改变图形大小	Displacement： 定图形的移动基点 Second point： 将移动基点移到拉入点	选择命令 PAN 1. 用光标定图形的移动基点 1； 2. 将移动基点拉到拉入点 2	 B-24

地信网论坛
BBS.3S001.COM

10.2.4.4　其它命令

在本节中介绍有关绘图单位的设置、图幅尺寸的设定、层的建立、图形块的制作及作图常用到的捕捉功能的选取，以及用户坐标系的建立等。其命令的选取及操作步骤，见表 10.2-4。

表 10.2-4　其它命令

命　令 Command：	选择项提示	操　作　步　骤　及　说　明
绘图单位 UNITS 该命令可确定绘图单位，允许使用公制或英制单位。我国使用公制单位	公制单位：　例 1. Scientific　3.5E+03 科学记数法（3.5×10^3） 2. Decimal　12.50 十进制 英制单位： 3. Engineering 工程格式 1′—3.50″ 4. Architectual 结构形式 1′—3 ½″ 5. Fractional 分数表示 15 ½″ Enter choice 1 to 5： 从 1～5 中选择	选择命令 UNITS 1. 键入 2； 即选择第二项公制十进制单位， 提示：Number of digits to right of decimal point (0 to 8) (4)： 取小数点位数 2. 选择小数点后位数，键入 0。 因为绘图以 mm 为单位，后边不要小数

续表 10.2-4

命　令 Command：	选择项提示	操 作 步 骤 及 说 明
极　限 LIMITS 该命令是设置绘图图幅尺寸的	ON/OFF 极限检查开关 (Lower leftcorner)　(0.0, 0.0)； 图左下角的 x，y 坐标 Upper right corner： 图右上角的 x，y 坐标	选择命令 LIMITS 1. 键入左下角坐标，0.00，0.00； 2. 键入右上角坐标，84100，59400。 根据出图图幅的尺寸再乘以比例值，来设定。 例：出图为甲 1 号图，出图比例为 1∶100 时，左下角坐标为 0.00，0.00；右上角坐标为 84100，59400
层 LAYER 该命令可设置 1～255 个层，每个层可设置为不同线型和不同颜色。各层图形可重叠显示在一起。利用这种功能，可把不同种类、不同专业的内容，放在不同层上。出图时，打开或关闭某些层，即可显示出需要的图形，用以输出。 O 层是不能被删除、冻结、改名、改线型的。在 O 层画的图固定为细实线，是系统设定的固定层	? ——列表	Layer name　state　Color　Linetype 显示层名、状态（开关）、颜色、线型
	New——建新层	选取命令 LAYER/New，一次可建立多个新层，层名间用逗号隔开。如设置了 A、B、C 三个层，设置后的层均为打开（ON）状态，颜色为白色，线型为实线
	Set——设置当前层	选取 Set 命令时，键入层名，则该层即为当前层，所画的图形均在该层上
	Make——建立一个新层	只建立一个新层，并以该新层为当前层。相当于 New 和 Set 二个命令
	ON——打开层	一次可打开多个层
	OFF——关闭层	关闭的层，该层上的图形不在屏幕上显示
	Color——设置层的颜色	首先输入颜色号，再输入层名 颜色号：1—Red（红），2—Yellow（黄），3—Green（绿），4—Gyan（青），5—Blue（蓝），6—Magenta（洋红），7—White（白）
	Ltype——指定层的线型	线型共有九种： 1. 实线 CONTINUOUS ———————— 2. 虚线 HIDDEN - - - - - - - - 3. 中心线 CENTER ——·——·—— 4. 点线 DOT ····· 5. 点划线 DASHDOT—·—·—·—· 6. 双点划线 DIVIED—··—··—·· 7. 短划线 DASHED - - - - - - - - - 8. 双短划线 PHANTOM ——··——·· 9. 分界线 BORDER - - ·- - ·- - ·- - ·
	Freeze——冻结层	冻结后的层，即不显示也不绘出，当绘制复杂图形时，缩放操作是影响显示速度的，把影响显示速度的部分，如设备表、明细表及汉字说明等放在同一层，将其冻结，可大大提高显示速度。 关闭的层虽然不在屏幕上显示，但在缩放操作时仍在屏外显示，依然影响显示速度
	Thaw——解冻层	解冻层是对冻结的层进行解冻，即恢复系统的操作。解冻时要给出层名，一次可解冻多个层，层名间用逗号隔开
	层的改名与删除	除 O 层外，其它层可用 RENAME 命令改层名及线型名。PURGE 命令可删除层，但必须在该层的内容全部删除后才能删除该层

地信网论坛 BBS.3S001.COM

续表 10.2-4

命　令 Command：	选择项提示	操　作　步　骤　及　说　明
块 BLOCK 块在绘图过程中是一个很有用的功能 块是由多个图素组成的图形。块可多次调用。作块的目的，是减少重复性画图，提高画图效率。 作块是为本图使用，其它图也用该块时，必须写块。写块后就成为公用块，大家都可使用	作块： 选择命令 BLOCKS/BLOCK BLOCK name：块名 Insertion base point： 定块插入基点 Select objects or Window 选择图素或用窗口选择 写块： 选择命令 WBLOCK File name：作块时命名 Block name：键入公用块名 插入块： 选择命令 INSERT Block name (or?)： 公用块名 Insertion point： 块插入点 X scale factor (1)： 水平方向比例因子 Y scale factor (default=x)： 垂直方向比例因子 Rotation ang (0)： 旋转角度	作块： 1. 用光标选择 BLOCKS，再选 BLOCK； 2. 键入块名； 3. 用光标定块的基点，用捕捉功能抓住准确的点； 4. 用窗口 W 选择作块图形，选中后成虚线，回车退出选择，图形消失，块作完。 可用 OOPS 命令恢复，也可用插入块方法再插入 写块： 1. 选择 WBLOCK 命令； 2. 键入作块时的块名； 3. 键入公用块名，可与上同名，也可改用他名，公用块作成 插入块： 1. 选择 INSERT 命令； 2. 键入公用块名； 3. 用光标定块的插入点； 4. 键入水平方向比例因子 (1)； 5. 键入垂直方向比例因子 (1)； 6. 键入块的旋转角度 (0)，此时块即插到图形中。 如忘记了块名，可在插入块的第 2 步键入？回车，计算机将显示出已建好的所有块名，以示查找。在第 4 步中，水平方向键入－1 时，则插入的块为镜象图。 作临时块： 在画图中，多次用到某大样图时，该大样在 A 盘上，名为 CHC·DWG，此时将 CHC·DWG 作个临时块用到本图中，步骤如下： 1. Command：INSERT 2. Block name (or?)：LSK=A：CHC LSK 为临时块名，可在本图中多次插入 LSK 块
捕捉功能 (SNAP) 该功能是作图时辅助光标准确地找到某点，它能准确地找到圆和弧的圆心，直线和弧的端点，以及交叉线的交叉点。还可作某图素的垂线，作圆和弧的切线等	ENDpoint 找线、弧的端点 MIDpoint 找线或弧的中点 CENter 找圆或弧的圆心 INTersection 找交叉点 PERpendicular 从出发点到捕捉目标作垂线 TANgent 从出发点到圆或弧作切线	1. 首先选择绘图命令； 2. 用光标在绘图菜单区的＊＊＊＊处选取，出现捕捉菜单，供选取； 3. 按一下鼠标器的右键，在屏幕的左端出现下拉式菜单，即捕捉方式菜单，供选取； 4. 在键盘上直接键入捕捉方式的前三个大写字母，即可进行捕捉操作。 上述 2、3、4 项均为选取捕捉方式，当操作时用其中任一方式均可，以操作方便为准。当选择好捕捉方式后，在大十字光标的交叉处出现一小方块，就可进行捕捉操作，可准确地捕捉到需要的点进行画图

BBS.93001.COM

续表 10.2-4

命　令 Command：	选择项提示	操　作　步　骤　及　说　明
用户坐标系 UCS 该坐标系是为画三维图用的，我们利用其一种功能为画有倾斜角度的图形是很方便的。倾斜带式输送机，画图、标注尺寸等都不方便，利用 UCS 将坐标系转一个角度时，即如同画水平的图形一样，非常方便	Rotation angle about Z axis (0.0)： 旋转一需要的角度（度）	1. 键入 UCS； 2. 键入 Z； 3. 键入角度值（度）。逆时针为正，顺时针为负。 4. 键入角度后，坐标系就变成带角度的了，大十字光标呈倾斜状，可完全按照水平方式进行画图。 5. 恢复原坐标系 在 Command：命令下键入 UCS 后再按二次回车键，即恢复了原坐标系

10.2.4.5　尺寸标注（DIM）

图形绘制完毕后，就开始标注尺寸，以表示设备安装定位、厂房柱距、跨度以及厂房间距等。AutoCAD 提供四种类型的标注，如长度、角度、圆直径和圆、弧半径的标注。其中长度标注中还包括水平标注（HORIZ）、垂直标注（VERTICAL）、倾斜标注（ALIGNED）、连续标注（CONTINUE）及基线标注（BASELINE）等，见表 10.2-5。

表 10.2-5　尺寸标注示例

标注类型	图　例	标注类型	图　例
长度标注 LINEAR	HORIZ HORIZ　CONTINUE ALIGNED VERTICAL HORIZ BASELINE BASELINE B-25	角度标注 ANGULAR	45 B-26
		直径标注 DIAMETER	15 B-27
		半径标注 RADIUS	R15 B-28

10.2.4.6　保存图形及退出绘图系统

在图形画完或阶段完成之后，要将图形存盘以备修改补充或用绘图机绘出。存图或退

出绘图系统有以下命令供选择，见表 10.2 6。

表 10.2 6　图形的存盘及退出

命　令 Command：	提　示　内　容	操　作　步　骤　及　说　明
结束画图 END	不提示直接退到主菜单处。	键入 END 本命令结束图形的绘制，并把当前绘制的全部图形存到开始绘图时键入的图名中。图的扩展名·DWG 由系统自动加入。存好后退到主菜单处
保存图形 SAVE	Save File name（　）： 键入保存图名	1. 键入 SAVE； 2. 键入图名，用原图名时直接回车，亦可键入其它名。 本命令是在画图过程中经常用以保存图形，以避免断电时丢失所画图形。本命令特点是不退出绘图系统，保存图形后可继续画图
不保存图形退出 QUIT	Really want to discard all changes to drawing? 你真的打算放弃所有图形的修改吗	1. 键入 QUIT 2. 键入 Y 本命令是不保存所画的图形或修改的部分，退出绘图到主菜单处

10.2.4.7　绘图机绘图（PLOT）

图形绘制完毕后，经过检查修改用 SAVE 存盘，就可用绘图机绘制出图。其步骤及提示如下：

Command：PLOT（键入命令或用光标在绘图菜单中选择）提示如下：

What to plot--Display，Extents，Limits，View or Window〈W〉：

按回车表示用窗口选择所绘图纸边界；

First corner：　[第一角] 用光标捕捉图的左下角；

Other corner：　[另一角] 用光标捕捉图的右上角；又显示如下参数：

Plot will NOT be written to a selected file　[绘图不写入文件]

Size are in Millimeters　[绘图单位用 mm]

Plot origin is at（0.00，0.00）　[绘图原点在 0.0，0.0]

Plotting area is 841.00 wide by 594.00 high (USER SIZE)　[绘图面积是 841.00 宽，594.00 高]

Plot is NOT ratated 90 degrees　[绘图不旋转 90 度]

Pen width is 0.25　[绘图笔宽 0.25]

Area fill will NOT be adjusted for pen width　[区域填充将不调整]

Hidden lines will NOT be removed　[隐线不消除，用于三维图]

Scale is 1=10　[绘图比例 1：10]

一般画图时按实体大小绘制，用绘图机绘图时给出绘图比例值。

Do you want to change anything?〈N〉　[你打算改变上述任一参数吗]

如改变其中某些参数键入 Y，不修改按回车键。最后提示：

Press RETURN to continue or S to stop for hardware setup。按回车开始绘图，直至完毕。

10.2.5　选矿设计图的绘制方法与技巧

选矿设计图也是由不同的图素点、线、圆、弧等所组成。利用 AutoCAD 或其它交互式绘图软件包的功能就能完成选矿设计图的绘制工作。绘图方法主要有以下三种：

10.2.5.1　人机交互式绘图

这种人机交互式绘图方式是目前最常用的方法，选矿大部分图纸是用这种方式绘制的。确定绘图为 mm 单位，选择十进制记数法，设置层的颜色，设置图幅等，开始按照实体的尺寸点菜单绘制。各视图绘制完毕后按照比例放大图框，将图放入框内，调整好各视图的位置，存图，用绘图机绘出图纸。

10.2.5.2　积木式绘图

把常用的图形及符号绘制成图形作块。绘图时将图形块调出摆在图面的适当位置，布置好后连接料流线即成一张图。这种方法适宜画选矿工艺设备形象系统图。但事前作好选矿设备图形块的工作，以后可长期使用。

10.2.5.3　参数化程序绘图

参数化程序绘图是用计算机的高级语言编写绘图程序。在图形程序的设计中，设置以变量参数，在调用程序时，赋与变量参数不同的值，便可生成不同大小的图形，以达到绘制不同尺寸图形的目的。参数化程序绘图适用于图形变化有一定的规律性或变化特性能用数学模型描述的。如带式输送机、不同带宽的卸料漏斗、浮选机泡沫槽等，均可采用程序绘图。程序绘图有效率高、质量好、人力省及易于掌握等优点，缺点是编程周期较长。

10.2.5.4　绘图技巧

(1) 找点的方法　绘图首先遇到的就是怎么找点或定点的问题，用以下方法找点或定点。

1) 找当前点，用相对坐标画一条临时线，可看出当前点在哪，用 U 命令去掉临时线，再用相对坐标可画图。

2) 用捕捉的方式定临时原点，用画线命令后捕捉某点，捕着后回车，退出画线，捕捉到的点即是临时原点，可以这点开始画图。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

3) 用 UCS 命令中的 Origin 定坐标的临时原点。该点坐标为 0.0，0.0。

4) 用 ID 命令查看某点的坐标，已知坐标值即可开始画图。

(2) 用拷贝的方法　同形状的图形只绘制一个，其它用拷贝的方法实现。如柱号的圆、柱的方形断面等。

(3) 镜像拷贝的方法　对于对称的图形，可画成$\frac{1}{2}$或$\frac{1}{4}$，用镜像拷贝的方法实现全图形。

(4) 对层的运用　选矿工艺流程图中的数质量流程、矿浆流程、取样检测点流程等，流程结构一样，将其均放在不同层上，利用层的开关功能，就可分别显示出不同的流程图绘制出图。再如不同专业的图也放在不同层上，将土建厂房的图加上工艺设备，就变成工艺设备配置图，用这样的方法绘图可节省很多重复绘图工作量。

(5) 对图形块的应用　画选矿工艺设备形象图是一种，还有图面上的小图形作块调用也是很方便又节省时间，如柱的不规则断面、标高符号等。

(6) UCS 坐标系的利用　用 UCS 用户坐标系绘制倾斜的带式输送机或其它带倾斜的图形是很方便的。

10.3　选矿设计工程数据库管理

10.3.1　FOXBASE PLUS 简介

FOXBASE PLUS 以下写成 FOXBASE＋，FOXBASE＋是美国 FOX Software 公司开发出的一个关系型数据库管理系统软件。先后推出 1.00、1.10、1.12、2.00、2.10 等版本。其中，汉化 2.00 版本在国内应用最广。它的特点是结构简单、易于掌握、使用方便。

10.3.2 FOXBASE＋的安装、启动与退出

10.3.2.1 安装

将 FOXBASE＋系统的软盘，拷贝到计算机硬盘上。首先在硬盘上建立一个 FOX 子目录，然后进入 FOX 子目录，将软盘上的 FOXBASE＋文件全部拷贝到 FOX 子目录下。步骤如下：

(1) C：\〉MD FOX　　建立 FOX 子目录

(2) C：\〉CD FOX　　进入 FOX 子目录

(3) C：\FOX〉COPY A：＊．＊　　将软盘上的 FOXBASE＋文件复制到硬盘上

10.3.2.2 启动

在启动 FOXBASE＋系统之前，首先启动汉字系统。进入 FOX 子目录，键入 MFOXPLUS，则进入 FOXBASE＋系统，出现圆点“．”提示符，等待输入 FOXBASE＋命令。步骤如下：

(1) 开机后启动汉字系统

(2) C：\>CD FOX

(3) C：\FOX>MFOXPLUS

10.3.2.3 退出

在“．”圆点提示符下键入 QUIT，即退到操作系统。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

10.3.3 FOXBASE＋的主要技术指标

每库的最大记录数	10 亿	命令行最大长度	256
字段最大个数	128	内存变量最大个数	256
每记录最多字符数	4000	数组变量可定义最大个数	3600
每字段最多字符数	254	每个数组最大元素个数	3600
数字型最大长度	16	可打开的文件最大个数	48
C 型字串最长字符数	254		

10.3.4 文件命名的约定及扩展名

建立数据库文件，首先决定文件名，文件名由用户自己决定。文件的命名是由两部分组成，即文件名加扩展名。文件名是由八个以内字符或四个以内的汉字组成。字符允许用 A～Z 和 0～9 符号及数字等组成。不要使用单个字母作文件名。在文件名中间不允许有空格、逗号、分号及尖括号等。扩展名是由一个圆点“．”和三个字符构成，表明该文件的性质。在 FOXBASE＋中扩展名一般由系统自动生成和识别。FOXBASE＋常用的 9 种文件其默许的扩展名如下：

1. 数据库文件	．DBF	6. 内存变量文件	．MEM
2. 程序文件	．PRG	7. 标签文件	．LBL
3. 索引文件	．IDX	8. 文本文件	．TXT
4. 屏幕格式文件	．FMT	9. 备注文件	．DBT
5. 报表格式文件	．FRM		

10.3.5 数据类型、常量及变量

10.3.5.1 数据类型

在FOXBASE＋中共定义了五种数据类型。分述如下：

(1) 字符型 (C)，由英文字母、汉字、数字及各种符号组成。其最大长度为254字符。

(2) 数字型 (N)，由0～9数字、小数点及正负号组成，其最大精度为16位。是可以进行算术运算的数据。

(3) 逻辑型 (L)，是由真 (T，t)，假 (F，f)，是 (Y，y)，否 (N，n) 来表示。用于逻辑判断时用。长度1位。

(4) 日期型 (D)，其默认形式为月/日/年 (MM/DD/YY)，长度为8位。

(5) 备注型 (M)，这是一种特殊的数据类型，只在数据库中出现，其字段为10个字符的长度，只存放链接地址，而其备注内容存放在＊·DBT文件中。

10.3.5.2 常量

(1) 字符常量，由定界符单引号或双引号括起来的字符串。

(2) 数值常量，也叫常数，它可以是正数、负数、整数、小数或零。

(3) 逻辑常量，只能用逻辑真、假、是、否其中的一个字符来表示。

10.3.5.3 变量

(1) 字段变量，是构成数据库二维关系表中结构的基本单元。

(2) 内存变量，是独立于库而存在的。用来存贮各临时参数的单元。

(3) 数组变量，是一组有顺序排列的带有下标的变量。用于程序中存贮成批的参数单元。

BBS.3S001.COM

10.3.6 运算符、表达式与函数

10.3.6.1 运算符

算术运算符	关系运算符	逻辑运算符	字符串运算符
＋，－ 加，减	＜小于 （ ） 不等于	·NOT· 逻辑非	＋ 连接两侧字符串
＊，／ 乘，除	＞大于 ＜＝小于等于	·AND· 逻辑与	－压缩左侧空格后连接
＊＊，∧ 乘方	＝等于 ＞＝大于等于	·OR· 逻辑或	$ 比较左右侧字符串
			＝＝ 全等于比较

10.3.6.2 表达式

算数表达式	关系表达式	逻辑表达式	字符串表达式
28＋44/2	15＜25	xx＝“y”·or·xx＝“Y”	“ABC”＋“DEF”
(25＋8) /3＋2＊7	“BC”＞“AB”	(A＞＝15) ·AND· (A＜＝30)	“IJK” $ “XYZ”

10.3.6.3 函数

FOXBASE＋为用户提供70多个函数，下面简单介绍一些常用到的函数。

(1) 取整　INT（算术表达式）

(2) 求平方根　SQRT（算术表达式）

(3) 求字符串长度　LEN（字符串表达式）

(4) 小写转大写　UPPER（字符串表达式）

(5) 大写转小写　LOWER（字符串表达式）

(6) 库文件尾函数　EOF（　）

(7) 宏代换函数　&字符型内存变量

(8) 求余数　MOD（算术表达式1，算术表达式2）

(9) 测定当前操作系统　OS（　）

(10) 测定当前 FOXBASE＋系统版本号　VERSION（　）

(11) 查当前数据库文件名　DBF（　）

(12) 查字段个数　FCOU（　）

(13) 查记录个数　RECC（　）

(14) 字段名函数　FIEL（n）

(15) 查当前记录号　RECN（　）

注：打测试函数时，必须在圆点提示符后打…？后再打测试函数，才能测出函数值

10.3.7　数据库结构、字段、记录

10.3.7.1　数据型结构（STRUCTURE）

数据库结构是数据库项目的全部，亦即字段的总和，是建库的基本框架。结构是构成二维关系表表头各项目的集合。

10.3.7.2　字段（FIELD）

字段是组成结构的单元，是构成二维关系表的各项目。对每个单项即库文件的每列这里称作一个字段。字段是由四项内容决定的。它们是：字段名、类型、宽度、小数（用于数字型）。

(1) 字段名（Field name），是组成数据库结构的各字段的名称。是由10个以内的字母、数字组成。每库字段数最多128个。

(2) 类型（Type），是指字段名下记录数据的类型。有C、N、L、D、M型5种。

(3) 宽度（Width），是指数字或字符的个数。以最长的定宽度。

(4) 小数（Dec），是对数字型（N）字段，指定小数点后位数。

地信网论坛 BBS.3SOU1.COM

10.3.7.3　记录（RECORD）

记录是数据库存贮的基本数据，记录是由不同属性的数据集合而成。数据库中的每一行就是一个记录，一个记录包括了完整的字段项目，全部记录构成一个数据库文件。

10.3.8　数据库的建立

10.3.8.1　建库准备

在建立数据库之前，首先要明确建库的目的并拟定数据库的结构。例如，建立一个碎矿设计资料库，库里存放的内容有：选厂名、金属品种、设计规模、选用设备的型式、规格、图号以及设计年限等数据。目的是为以后工程设计查询参考或套用。根据以上要求确定数据库的结构，拟出一个二维关系表，见表10.3-1。

从建库开始陆续用到一些数据库的命令，因为数据库的命令较多，约有一百多余，不能一一介绍，请查看有关书籍，现只介绍在实际操作中用到的命令，以便于掌握。

10.3.8.2　数据库结构的确定

在二维关系表的基础上确定结构参数就很容易了。字段按照字段名表建立，其字段名为操作方便用拼音字母代表。如XCM（选厂名）、JS（金属）等。类型只定为字符型和数字型二种，宽度由该字段中最长的字符数确定，小数限于数字型字段，此处均取整数，小数为0。按上表确定结构参数如下：

表 10.3-1　二维关系表

字段名表	选厂名	金　　属	日处理量	粗碎	规格 1	台数 1	图号 1	中碎	规格 2	台数 2	图号 2	细碎	规格 3	台数 3	图号 3	设计年限
	XCM	JS	RCLL	CS	GG1	TS1	TH1	ZS	GG2	TS2	TH2	XS	GG3	TS3	TH3	SJNX
记	第一选厂	Ni，Cu	1200	颚式	600×900	1	2353-11	标准	PYB1200	1	2354-6	短头	PYD900	3	2354 8	1963
	第二选厂	Mo	6600	颚式	1500×2100	1	2131-2	标准	PYB2200	1	2131-3	短头	PYD2200	3	2133 3	1966
	第三选厂	Mo	15000	旋回	1200	1	2286-2	标准	PYB2200	3	2286-3	短头	PYD2200	6	2286-5	1972
	第四选厂	Au	100	颚式	250×400	1	5302-1					细碎颚式	150×750	1	5302 2	1983
	第五选厂	Au	300	颚式	400×600	1	7502-22					中型	PYZ900	1	7502 32	1987
	第六选厂	Au	500	颚式	400×600	1	2802-3					中型	PYZ1200	1	2802 10	1975
录	第七选厂	Pb，Zn	250	颚式	400×600	1	2008 2					中型	PYZ900	1	2008-11	1966
	第八选厂	Cu，S，Fe	3500					单缸液压	PYY1650	1	2042-7	单缸液压	PYY1650	2	2042-17	1978
	第九选厂	Ni，Fe	2340	颚式	600×900	2	2101 6	标准	PYB1750	1	2102-5	短头	PYD1750	2	2102-6	1972
	第十选厂	Cu、Ni，S	1500	颚式	600×900	1	2316-2	标准	PYB1200	2	2351-2	短头	PYD1650	4	2316 18	1974

地信网论坛 BBS.3S001.COM

1. XCM（选厂名），字符型，4 个汉字宽度为 8；
2. JS（金属），字符型，7 个字符宽度为 7；
3. RCLL（日处理量），数字型，5 位数字，宽度为 5，小数为 0；
4. CS（粗碎），字符型，2 个汉字，宽度为 4；
5. GG1（规格 1），字符型，9 个字符，宽度为 9；
6. TS1（台数 1），字符型❶，1 位数字，宽度定为 2；
7. TH1（图号 1），字符型，7 个字符，宽度为 7；
8. ZS（中碎），字符型，4 个汉字，宽度为 8
9. GG2（规格 2），字符型，7 个字符，宽度为 7；
10. TS2（台数 2），字符型*，1 位数字，宽度定为 2；
11. TH2（图号 2），字符型，6 位数字，宽度定为 7；
12. XS（细碎），字符型，4 个汉字，宽度为 8；
13. GG3（规格 3），字符型，7 个字符，宽度为 7；
14. TS3（台数 3），字符型*，1 位数字，宽度定为 2；
15. TH3（图号 3），字符型，7 个字符，宽度为 7；
16. SJNX（设计年限），字符型，4 位数字，宽度定为 5

10.3.8.3 数据库的建立（CREATE）

A 输入结构（STRUCTURE）

开机，进入汉字系统，进入 FOX 子目录，运行 MFOXPLUS 程序，进入 FOXBASE+ 系统，出现“·”提示符，键入命令及步骤如下：

C：\>进入汉字系统

C：\>CD FOX

C：\FOX>MFOXPLUS

·CREATE SK1　　建立数据库 SK1·DBF

屏幕显示如下结构表，按确定的结构参数键入字段参数。见表 10.3-2。

表 10.3-2 数据库结构表

序号	Field name 字段名	Type 类型	Width 宽度	Dec 小数	序号	Field name 字段名	Type 类型	Width 宽度	Dec 小数
1	XCM	C	8		9	GG2	C	7	
2	JS	C	7		10	TS2	C	2	
3	RCLL	N	5	0	11	TH2	C	7	
4	CS	C	4		12	XS	C	8	
5	GG1	C	9		13	GG3	C	7	
6	TS1	C	2		14	TS3	C	2	
7	TH1	C	7		15	TH3	C	7	
8	ZS	C	8		16	SJNX	C	5	

输入完毕，键入 Ctrl+W 存盘。

B 结构的显示（DISPLAY STRUCTURE）

结构建立好后，显示查看结构的建立是否正确。以下提到的命令均是在圆点提示符下操作。使用的命令只键入前 4 个字符即可。显示结构的命令如下：

·USE SK1　　打开数据库 SK1

❶ 台数本应为数字型，但由于表中缺项的，均用短划表示，数字型缺项要用 0 表示不美观，故用字符型。

• DISP STRU　　分屏显示结构

• LIST STRU［TO PRINT］　　显示全部结构［或打印］

［ ］方括号内为任选项，选择 TO PRINT 即送打印机打出结构表。

C　结构的修改（MODIFY STRUCTURE）

结构的修改主要有增加字段 "Ctrl＋N"，删除字段 "Ctrl＋U"，修改字段名及字段宽度等。在修改字段名时不要与宽度同时修改，因为会丢失数据，必要时可分两次修改。修改结构命令如下：

• USE SK1　　打开数据库 SK1

• MODI STRU　　修改数据库结构

键入上命令后光标就落到第一个字段上的第一个字符处，可利用光标移动键←→↑↓移动光标，根据需要进行修改，修改完毕存盘。

D　记录的输入（APPEND）

结构建好后即可输入记录。输入记录时按照准备好的二维表，根据屏幕提示的字段名表进行输入。记录号不必输入由系统自动定义。当输入的数据达到字段宽度时，伴随一"嘀"声，光标自动跳到下一字段继续输入。当数据输完未达到宽度时按回车，光标跳到下一字段继续输入，当一条记录的最后字段输入完毕回车，系统自动显示下一个记录号及字段名表，光标停在第一个字段处等待输入。如此继续直到全部记录输入完毕，按 Ctrl－W 或 Ctrl＋End 存盘。在输入记录中，前后记录相似时，可键入 SET CARRY ON 命令，它可将上一记录内容带到下一记录，稍加修改即完成一个记录的输入。本命令在录入记录时，可节省大量时间。记录添加命令如下：

地信网论坛 BBS001.COM

• USE SK1　　打开数据库 SK1

• APPE　　添加记录

10.3.9　数据库的操作

10.3.9.1　记录的显示（DISPLAY、LIST、BROWSE）

通过前一节的操作，数据库建立完毕。下面运用数据库的命令，进行显示操作。如分屏显示记录（DISPLAY），一次显示全部记录（LIST）即记录很多时在屏幕滚动而过，或从某记录开始显示几条记录等。在用 DISPLAY 或 LIST 命令显示时超过 80 列的字段及记录，计算机将超出部分折返屏幕上加行显示，观察很不方便，可用 BROWSE（浏览）命令显示数据库的内容，整齐不乱，屏外的字段用 Ctrl＋→或 Ctrl＋←进行移屏，屏外记录可用↑或↓移屏查看。退出可按 ESC 键或 Ctrl＋Q。操作命令如下：

• USE SK1　　打开数据库 SK1

• DISP ALL　　分屏显示全部记录

• LIST　　滚屏显示全部记录

• DISP RECO 3　　显示第 3 号记录

• GO 2　　从第 2 号记录开始

• DISP NEXT 3　　显示 2、3、4 三条记录

• BROW　　浏览显示数据库记录

10.3.9.2　记录的修改、插入、删除、替换

A　记录中字符的修改（EDIT、CHANGE、BROWSE）

在输入记录中有打错的字符，当即可修改。当记录输入完毕存盘后，在使用数据库发现原始数据有误时，应进行修改。修改的方法有以下几种：

(1) 修改一条记录。

格式：EDIT　记录号

上命令用于修改指定记录号的记录

例 10.3-1　修改第 3 号记录

· USE SK1

· EDIT 3

显示出第 3 号记录，相似于输入记录，字段在屏幕左侧成一列，右边即显示记录号和记录，光标停在第一个字段上。移动光标到需要修改的位置进行修改。修改后自动存盘，按 ESC 键退到“·”提示符。如在本记录内按 Ctrl+Q 修改作废并退出。按 PgUp 键可进入前一记录，按 PgDn 键进入下一记录亦可进行上述修改。当显示最后一条记录，按 PgDn 键时增加一空记录，输入数据后相当于追加了一条新记录。

(2) 修改多条记录或某些字段下的数据。

格式：CHANGE [〈范围〉][●] [FIELDS〈字段表〉] [FOR〈条件〉]

上语句无选择项时，功能同 EDIT 可按字段顺序修改。当修改部分字段时，可在字段表栏填写各字段名，字段名间用逗号隔开。如果还附有条件，可填在条件栏内。

例 10.3-2　修改 SK1 数据库中第 2～5 号记录。

· USE SK1

· GO 2

· CHANGE NEXT 4

地信网论坛
BBS.3S001.COM

从 2 号记录开始显示，修改完毕后自动显示 3 号记录供修改，直至修改到 5 号记录后存盘。

例 10.3-3　修改 SK1 数据库中金属及设计年限两字段的全部记录。

· USE SK1

· CHANGE ALL FIELDS JS，SJNX

从第 1 号记录开始只显示金属及设计年限两字段，修改后逐个记录往下显示供修改，直至全部修改完毕存盘。

例 10.3-4　修改 SK1 数据库中日处理量小于等于 500 的规格 1，图号 1 及台数 1 字段的记录。

· USE SK1

· CHANGE FIELDS GG1，TH1，TS1 FOR RCLL<＝500

显示符合日处理量小于等于 500 的三个字段的数据，修改完毕后退到圆点提示符。

(3) 全屏幕方式修改。

格式：BROWSE [FIELDS〈字段表〉]

● [ ] 方括号为任选项，选用时键入内容不带方括号。
〈 〉尖括号为填入内容部分，键入内容时不带尖括号。

上命令可对数据库的全部记录进行修改。一次在屏幕上显示17条记录。80个字符宽度的字段项。用光标键控制光标在屏幕上作全方位的修改。屏幕外的字段用Ctrl＋→或Ctrl＋←键调到屏幕上来。屏幕外的记录可用↓或↑键调到屏幕上进行修改。对修改部分字段，可在选择项字段表中填入欲修改的字段名表，此时屏幕上只显示选择的字段表，便于修改操作。修改完毕按Ctrl－W存盘，或按Ctrl＋Q取消修改。

B　记录的插入（INSERT）

格式：INSERT　　插入当前记录之后

INSERT BEFORE　　插入当前记录之前

INSERT BLANK　　在当前记录后插一空白记录

INSERT BEFORE BLANK　　在当前记录之前插一空白记录

前两种插入命令键入后，显示出插入的记录号及字段列，光标停在第一个字段上，当即可输入记录内容。以后的各记录号逐个自动增大一号。后两种插入命令键入后即出现圆点提示符，空白记录行已插入，在LIST列表命令下可看出一条空记录。在BROWSE命令下，可在空记录内添加新数据。

C　记录的删除与恢复

（1）给记录打上删除标记“＊”星号。

格式：DELETE［〈范围〉］［FOR〈条件〉］　　删除某范围内或某条件下的记录

DELETE RECORD〈数字表达式〉　　删除指定的记录

上两条命令是被称为删除操作，即给被删除的记录打上星号标记，在列表命令时仍然显示，与其它记录不同的是在记录号后有一星花标记。当用SET DELETE ON命令后，作了＊标记的记录，在复制、排序等操作中不参与。

BBS.33001.COM

（2）恢复带删除标记的记录。

格式：RECALL［〈范围〉］［FOR〈条件〉］　　恢复某范围内某条件下的记录

RECALL RECORD〈数字表达式〉　　恢复指定的记录

如果使用命令RECALL ALL时，则库内所有打了标记的记录均被恢复。

（3）真正删除。

格式：PACK

上命令给打了标记的记录从库中真正删除掉。

例：将SK1库中的4号记录真正删除。

```
. USE SK1          打开数据库SK1
. DELE RECO 4      给4号记录打上删除标记
. PACK             真正删除了4号记录
```

10.3.10　应用程序设计

10.3.10.1　概述

通过前述，基本上了解了FOXBASE＋的建库、显示及修改等命令操作。这些操作都是单一命令执行工作方式下进行的。操作速度慢、工作效率低。可是，FOXBASE＋却提供了程序执行方式。

程序是预先把多条为完成某些操作的命令按一定结构组成一个有机的序列，这个命令序列就称为FOXBASE－程序。程序执行方式即运行FOXBASE＋程序。运行程序时系统就

会自动连续地执行程序中的各有关命令，从而达到用户要解决的各种问题。程序执行方式克服了命令执行方式的手工操作慢的缺点，充分发挥了计算机的程序存贮、程序控制，完全自动地高速运算的优点。

FOXBASE＋程序具有结构化程序的基本逻辑结构。它由顺序执行结构、条件分支结构和循环结构所组成。下面简要介绍 FOXBASE＋的主要程序语句。

10.3.10.2　FOXBASE＋程序的基本语句

A　输入语句（INPUT）

格式：INPUT［提示］TO〈内存变量〉

上语句用于程序中提示用户由键盘输入数据，存入内存变量中。输入的数据可以是数字型、逻辑型或加引号的“字符型”数据。

例 10.3-5　·INPUT “请输入图号：” TO A1
　　提示：请输入图号：键入 “2353-11” 即存入 A1 变量中
　　·? A1　　显示 A1 的值
　　2353-11

例 10.3-6　·INPUT “请输入日处理量：” TO A2
　　请输入日处理量：键入 1200 数字型不加引号
　　·? A2　　显示 A2 的值
　　1200

B　字符输入语句（ACCEPT）

格式：ACCEPT［提示］TO〈内存变量〉

上语句仅用于输入字符型数据，并且不必加引号将字符括起来。对于［提示］项还是用单引号、双引号或方括号扩起来。

例 10.3-7　·ACCEPT “请输入图号：” TO A1
　　请输入图号：2353-11　　直接输字符不加引号
　　·? A1
　　2353-11

C　等待输入语句（WAIT）

格式：WAIT［提示］［TO〈内存变量〉］

上语句可暂停应用程序的执行，等待从键盘打入任一键或单个字符，不必按回车键程序继续执行。如果省略了［提示］项，系统会自动显示出“按任一键继续…”以提示用户。该语句最适宜用在回答（Y/N）? 的提示信息。ACCEPT 语句也能完成上述任务，但需多按一次回车键。

例 10.3-8　·WAIT “是否要打印结果？（Y/N）：” TO C1
　　是否要打印结果？(Y/N)：N　不打印
　　·

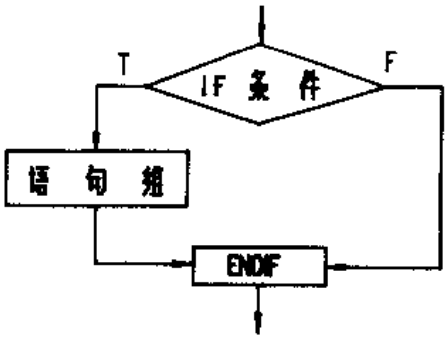


图 10.3-1

D　条件判断语句（IF—ENDIF）

格式：IF〈条件表达式〉

〈语句组〉

ENDIF

上语句中 IF 判断条件表达式的逻辑值，当条件表达式成立即逻辑值为真时，执行语句组中的语句。当条件表达式不成立时，则跳过语句组执行 ENDIF 之后的语句。见图 10.3-1。

E　条件选择判断语句（IF—ELSE—ENDIF）

格式：IF〈条件表达式〉

〈语句组 1〉

ELSE

〈语句组 2〉

ENDIF

上语句中 IF 判断条件表达式的值为真时，计算机执行语句组 1，当条件表达式不成立时，执行语句组 2，后继续往下执行（见图 10.3-2）。

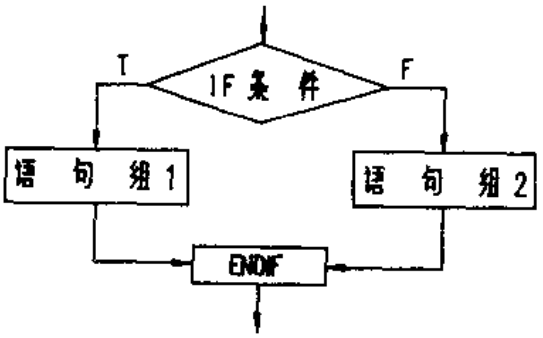


图 10.3-2

F　多条件选择语句（DO CASE-ENDCASE）

格式：DO CASE

CASE〈条件 1〉

〈语句组 1〉

CASE〈条件 2〉

〈语句组 2〉

·

·

·

OTHERWISE

〈语句组 N〉

ENDCASE

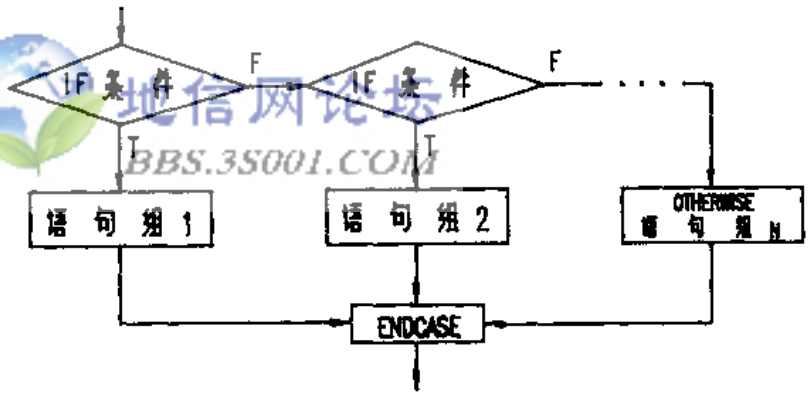


图 10.3-3

上语句从条件 1 开始判断，直到满足条件的，则执行该条件下的语句组。如果所有条件均不满足则执行 OTHERWISE 后面的语句组 N。该语句中的条件个数不限（见图 10.3-3）。该语句简洁明了，适用于作屏幕菜单的选择。

例 10.3-9

```
clear
?" 请选择查询方式"
?" 1-查询粗碎设备"
?" 2-查询中碎设备"
?" 3-查询细碎设备"
wait " 请选择编号（1-3）:" to cc
do case
case cc=" 1"
```

地信网论坛 BBS.3S001.COM

```
do cscx
case cc=" 2"
do zscx
case cc=" 3"
do xscx
endcase
```

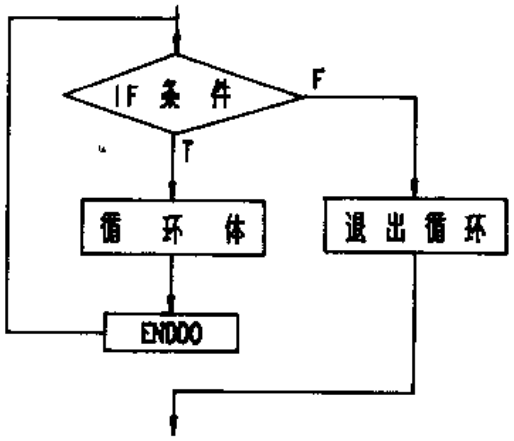


图 10.3-4

G　循环语句（DO WHILE　ENDDO）

格式：DO WHILE（条件）

　　循环体（语句组）

　　ENDDO

进入循环语句后首先判断是否满足条件，满足则执行循环体，执行完毕后到 ENDDO 语句再返回，继续判断条件是否还满足，只要满足条件一直循环下去，直到不满足条件后退出循环去执行 ENDDO 后面的语句（见图 10.3 4）。

〈条件〉的设置方法：

·T·——条件为真时一直循环下去，为防止死循环可在循环体内设置某条件下退出循环（EXIT）语句，以退出循环。

以内存变量为条件——开始为内存变量赋值·T·，当到某种情况下将该内存变量赋值为·F·则停止循环。或以内存变量>-5 时为条件，赋内存变量初值为 1，当循环 5 次后停止循环。

·NOT·EOF（　）——以文件尾为循环条件，如果循环不到数据库文件尾，则在每条记录中查找，直到循环到文件尾处，还没查到停止循环。

地信网论坛

H　退出循环语句（EXIT）

格式：EXIT

上语句常设置在循环体中，在某条件下运行到该语句时退出循环。

I　屏幕格式显示语句（@〈x，y〉SAY）

格式：@〈行，列〉say“提示信息”

上语句是把提示信息显示在屏幕的指定行和列上。在全西文显示方式下，满屏幕显示 24 行 80 列。行号 0～23，列号 0～79。在汉字显示方式下，满屏幕可显示 11 行，每行最多显示 40 个汉字。0 行作为系统状态提示行不能使用。

J　搜寻定位语句（LOCATE）

格式：LOCATE［〈范围〉］［FOR〈条件表达式〉］

上语句是在当前数据库的范围内搜寻符合条件的记录。不指定〈范围〉则默许为 ALL 全部。

K　过滤数据库记录语句（FILTER）

格式：SET FILTER TO〈条件表达式〉

上语句对当前数据库记录进行筛选操作，留下符合条件的记录。当 DISP ALL 列表时，只列出符合条件的记录，满足查询需要。

L　循环短路语句（LOOP）

格式：LOOP

上语句可设置在循环体内的任何位置，它的作用是使循环流程短路。当程序执行到该语句时，返回到循环开头 DO WHILE 位置重新执行循环。

M　设置屏幕显示语句（SET CONSOLE ON/OFF）

格式：SET CONSOLE ON/OFF

上语句为设置屏幕上显示信息与不显示不需要的信息。当“ON”打开状态时，键盘输入或程序提示的内容均在屏幕上显示。当“OFF”关闭状态时则不显示键盘输入或程序提示的内容，如口令的输入不显示在屏幕上。需要显示信息时再打开。

N　清屏语句（CLEAR）

格式：CLEAR

上语句用于清除屏幕上一切显示内容，为下次显示作准备。自动置光标在左上角，屏幕坐标（0，0）处。

O　调用返回语句（RETURN）

格式：RETURN

上语句用于子程序或主程序的结尾。调用子程序时运行完毕遇到 RETURN 语句时，返回到调用语句处并执行下一条语句。用于主程序结尾时，运行到 RETURN 语句时则退出到圆点提示符状态。

10.3.10.3　FOXBASE＋程序的编制、建立及运行

A　查询程序的编制

BBS.53001.COM

程序的编制是为完成某些任务而设计的。下面介绍为完成查询任务而设计的程序。程序编制的思路：(1) 清除屏幕上原有信息；(2) 打开数据库；(3) 提示查询时要输入的数据；(4) 输入查询数据；(5) 查找满足条件的记录；(6) 筛选查询记录；(7) 显示查询结果；(8) 打印或不打印查询结果；(9) 如果没查到或键入错时，返回重新查询；(10) 结果。

根据上面的思路编制粗碎设备查询程序，其清单如下：

程序名定为粗碎查询 CSCX・PRG

```
1：clear
2：use sk1
3：do while .t.
4：clear
5：set console on
6：@2，20 say" -请输入粗碎机规格-"
7：@4，10 say" 说明：1. 输入待查破碎机规格的前 1—4 个字符，例：400"
8：@5，10 say"　　2. 直接键入（回车）键时，显示全部粗碎设备。"
9：@6，10 say"　　3. 输入参考（250，400，600，1200，1500）"
10：accept" 请按说明输入：" to cc
11：locate for gg1=cc
12：if .not. eof ()
13：set filter to gg1=cc
14：set console off
```

```
15：zdmb=" xcm，rcll，cs，ggl，tsl，thl"
16：set console on
17：disp all & zdmb
18：?
19：wait "需要打印吗？(Y/N)：" to xx
20：if xx=" Y". or. xx=" y"
21：disp all & zdmb to print
22：endif
23：exit
24：else
25：clear
26：wait"　　没有查到该规格设备！还继续查找吗？(Y/N)：" to xx
27：if upper (xx) =" Y"
28：loop
29：endif
30：exit
31：endif
32：enddo
33：return
```

电信网论坛 BBS.3S001.COM

有了上面的程序，使用起来比单一命令执行方式方便得多。特别是用在数据库记录较多时，更显得方便。

该程序有如下功能：按照输入参考，键入设备规格，可查出使用该设备的所有选厂及图号等参数。在输入设备规格，若输入 1 时，可查出由 1 开头的设备，如 1200 旋回和 1500×2100 颚式破碎机。为了准确起见以输入 3～4 个字符为好。查询后显示在屏幕上供查阅，阅后可打印或不打印。若输入错或库中无该设备，则提示出“没有查到该规格设备！还继续查找吗？(Y/N)：“键入 Y 返回到循环开始处，可重新输入查询数据。键入 N 不继续查找了，退出子程序。

下面介绍该程序各语句行的功能。程序的第 1 语句是清屏，清除屏幕上显示的各种信息；2 语句是打开数据库 SK1；3 语句及 32 语句是循环语句 (DO WHILE—ENDDO)；从 4～31 语句为循环体；4 语句是清屏为循环显示准备；5 语句是设置屏幕显示提示信息；6～9 语句是查询提示信息，@后面的数是行和列的坐标，将句后的提示从该坐标开始显示；10 语句输入一字符串即粗碎机规格给内存变量 CC；11 语句是查找满足条件的记录；12、24、31 语句是条件选择判断语句；13～23 语句是语句组 1；25～30 语句是语句组 2；其中 13 语句是起筛选作用，保留符合条件的记录；14 语句是关闭屏幕，不让 15 语句的信息显示在屏幕上；15 语句是把六个字段名赋给内存变量 zdmb (字段名表)；16 语句是打开屏幕显示以下信息；17 语句是显示查询到的所有记录，其中引用了宏代换函数 &，代替部分字段名表，简化了程序的书写；18 语句？是为 19 语句提示的显示留一空行，使其比较醒目；19 语句提示“需要打印吗?；20～22 语句是条件判断语句 (IF…ENDIF)；20 语句判断输入大写或小写字母 Y 均执行 21 语句打印结果，键入 N 不打印跳过 21～22 语句执行 23 语句退出循

环语句；24 语句 ELSE 是对应 12 语句如果查到文件尾还没查到，跳过 13～24 语句，执行 25 语句清屏后显示 26 语句提示“没有查到该规格设备！还继续查找吗？(Y/N)：” 27 语句是判断键入的字符是否是 Y，是 Y 执行 28 语句短路返回到 3 语句重新执行循环语句；键入 N 执行 30 语句退出循环；31 语句是对应 12 语句条件判断结束；32 语句是对应 3 语句的循环终止语句；33 语句是退出程序执行。如果作为子程序则返回到主程序中调用本子程序的下一语句去执行，如果作为一个单独程序运行时到 RETURN 语句时是结束程序的运行，回到圆点提示符状态。准备接受 FOXBASE＋命令。按 QUIT 退出 FOXBASE＋系统回到 DOS 系统。

参照上面的程序，读者可以设计出中碎机及细碎机的查询程序。

B　屏幕菜单程序的编制

下面再介绍一个屏幕菜单程序的编制。该程序的功能包括粗碎、中碎、细碎机的查询和其它查询方式，如按日处理量、金属品种、设计年限等。该程序可以把各种查询方式统在一起，使查询工作更为方便。上面介绍的粗碎查询程序，可以单独运行 作为主程序，当被调用时又能作为子程序出现，主要是由于程序结尾用了 RETURN 调用返回语句。子程序用它，主程序也可用它作结尾，这就增加了程序的灵活性，这也是 FOXBASE＋程序的特点，这在其它高级语言中就没有这种灵活性。

屏幕菜单程序定名为查询菜单 CXCD・PRG，程序清单如下：

```
1：clear
2：do while . t.
3：clear
4：@4，26 say" 请选择查询菜单"
5：@5，26 say" --*--*--*--*--*--*--"
6：@7，25 say" 1—查询粗碎设备"
7：@9，25 say" 2—查询中碎设备"
8：@11，25 say" 3—查询细碎设备"
9：@13，25 say" 4—按日处理量查询"
10：@15，25 say" 5—结束"
11：?
12：wait" 请选择编号 (1-5)：" to cc
13：do case
14：case cc＝" 1"
15：do cscx
16：case cc＝" 2"
17：do zscx
18：case cc＝" 3"
19：do xscx
20：case cc＝" 4"
21：do rcllcx
22：case cc＝" 5"
```

地信网论坛 BBS.3S001.COM

23：exit

24：endcase

25：enddo

26：return

程序说明：第1语句是清屏；第2～25语句是循环语句（DO WHILE—ENDDO）第3～24语句是循环体；第3语句是清除前次运行数据库屏幕遗留的信息；第4～10语句是提示行；第11语句是空一行；第12语句是选择编号输入，必须是第1～5之间的数字；第13～24语句是多条件选择语句（DO CASE—ENDCASE），对第12语句键入的字符进行判断；如果是1，执行第15语句调用CSCX（粗碎查询子程序）；如果是2，执行第17语句调用ZSCX（中碎查询子程序）；如果是3，执行第19语句调用XSCX（细碎查询子程序）；如果是4，执行第21语句调用RCLLCX（按日处理量查询子程序）；如果是5，执行第23语句退出循环，程序运行结束。在每次调用查询子程序完毕后，仍回到选择查询菜单处供选择，直至选择5后退出查询菜单程序，到圆点提示符处。

上面菜单程序结构简单、易懂、易于掌握、易于编写、易于扩充。根据需要可作成各种功能供使用者选择。调用的子程序要事先编写好，在上例中我们仅编写了CSCX·PRG粗碎查询程序，其它子程序可参照粗碎查询程序进行编写。还可以增加其它的查询功能。根据这些程序最后编制菜单程序以供人们更方便的进行查询工作。

C　应用程序的建立

应用程序编制好后，就可以输入计算机。用FOXBASE＋的内部编辑命令输入程序。编辑命令有两种：

地信网论坛
BBS.3S001.COM

·MODIFY FILE〈文件名·扩展名〉

·MODIFY COMMAND〈文件名〉　　不键入·PRG，由系统自动加入

MODI COMM命令常用的功能键及含义如下：

∧N——插入一行	∧KT ···光标移至文件头
∧Y ——删去一行	∧KE——光标移至文件尾
∧W/∧End——存盘退出	F1——光标控制键菜单显示开关
∧Q/Esc——不存盘退出	注：∧N——表示Ctrl＋N键　∧表示Ctrl键。

在·MODI COMM命令下按照程序清单一行行的输入。不要输入行号，上面介绍的两个程序实例均带有行号，是为了解释程序而加的，便于说明程序语句的功能。每输完一行按回车，光标自动跳到下一行首位。在输入过程打错字时，可移动光标进行修改，修改后光标不在行尾时不必按回车，因为按回车时会把光标处至行尾的字符移到了下一行。此时可按BACKSPACE键即倒退键恢复。程序输完后按Ctrl＋W存盘。

除用内部文本编辑器外，还可以用DOS系统的行编辑程序EDLIN或字处理程序CCED、WS、WPS等进行程序输入。在打文件名时必须键入扩展名·PRG，具体操作方法请参阅有关书籍。

D　FOXBASE＋程序的运行

在FOXBASE＋系统下运行程序是在圆点提示符下键入·DO〈程序名〉，不需键入扩展名，打回车后程序自动运行。按说明提示要求输入，即可查找出所需要的数据。如果运行中出现问题或不如意时，可用内部命令调出程序·MODI COMM〈程序名〉，进行修改后键

入 Ctrl＋W 存盘。再运行程序，如此反复运行修改，将会得到一个满意的查询程序。

思 考 题

1. 破碎筛分计算程序是由几部分组成的？每部分的功能如何？
2. 试述源程序的建立和运行步骤。
3. 选矿设计图的绘制可用哪些方法？各有何优缺点？
4. 在建立数据库前准备哪些工作？试述建库步骤。
5. 如何修改数据库结构？
6. 怎样删除、恢复和真正删除记录？
7. 请参照粗碎查询程序编中碎或细碎查询程序。
8. 试述程序的运行及修改。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第 11 章　选矿厂尾矿设施和环境保护

对废物的处理方式随着人类发展和文明进步将受到诸多方面的限制。污染已成为公众所关心的问题，已受到政府的重视。选矿产生的大量尾矿要妥善储存，尾矿水排放到指定地点前要进行处理。因此现代的尾矿处理系统是基建投资一个很重要的部分，生产成本也将有所增加。

11.1　尾矿设施

尾矿设施包括尾矿输送和堆置设施。采用何种方式输送和堆置尾矿，主要取决于它的粒度。细粒含水多的尾矿可采用水力输送至尾矿库，粗粒干尾矿可采用运输机械运送到堆置场。

11.1.1　尾矿库址选择的基本原则

（1）不占或少占耕地，不拆迁或少拆迁居民住宅。

（2）选择有利地形、天然洼地、修筑较短的堤坝（指坝的轴线短）即可形成足够的库容（一般应满足储存设计年限内的尾矿量）。当一个库容不能满足要求时，应分选几个，每个库容年限不应低于 5 年。

（3）尾矿库址应尽可能选择近于和低于选矿厂，尽量做到尾矿自流输送，尾矿堆置应位于厂区、居民区的主导风向的下风向。

（4）汇雨面积应当小，如若较大，在坝址附近或库岸应具有适宜开挖溢洪道的有利地形。

（5）坝址和库区应具有较好的工程地质条件，坝基处理简单，两岸山坡稳定，避开溶洞、泉眼、淤泥、活断层、滑坡等不良地质构造。

（6）库区附近需有足够的筑坝材料。

（7）库址、尾矿输送和储存方式、设施的确定，应进行方案比较。

11.1.2　细粒含水尾矿的输送和堆积

处理细粒含水尾矿的设施，一般由尾矿水力输送、尾矿库和排水（包括回水）三个系统组成。其水力输送系统可根据选矿厂尾矿的排出点和尾矿库的地势高差确定自流或压力输送或两者联合输送，将尾矿用流槽、管道或砂泵-管道送至尾矿库，也有尾矿先经厂区的浓缩回水后，再用砂泵-管道送至尾矿库。

11.1.2.1　尾矿库

尾矿库是堆存尾矿的场所，多由堤坝和山谷围截而成。根据库址的地形不同，尾矿库可分为：（1）山谷型　在谷口一面筑坝；（2）山坡型　利用山坡二面或三面筑坝；（3）平地型　四周筑坝。同时在尾矿库内还设有排出库中澄清水和雨水系统的构筑物。澄清水多由回收系统回收，一部分供给选矿生产重复使用，余者排放到下游河道，其排出的澄清水应符合废水排放标准，当含有害成分超标时应进行净化处理。

尾矿库容积，可按下式计算

$$V=\frac{q_w n}{\rho_s \mu} \tag{11.1-1}$$

式中 q_w——选矿厂排出的尾矿量，t/a；

V——选矿厂在工作年限内所需要的尾矿库总容积，m^3；

n——选矿厂工作年限，a；

ρ_s——尾矿松散密度，t/m^3；

μ——尾矿库充满系数，见表 11.1-1。

表 11.1-1 库容充满系数 μ

尾矿库形状	初期	终期
狭长曲折的山谷，坝上放矿	0.3	0.6～0.7
较宽阔的山谷，单面或两面放矿	0.4	0.7～0.8
平地或山坡型尾矿库，三面或四周放矿	0.5	0.8～0.9

11.1.2.2 尾矿坝

尾矿坝广泛采用的为初期坝和后期坝（也称尾矿堆积坝）两者组合。初期坝是尾矿坝的支撑棱体，采用当地的土和石料筑成，初期坝的设计尾矿量一般为 0.5～1.0a。后期坝是选矿厂投产后利用尾矿堆积而成。如图 11.1-1 所示。

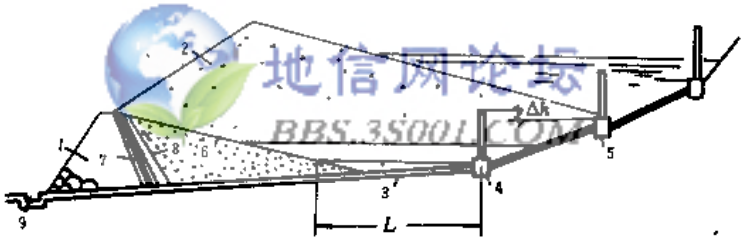


图 11.1-1 尾矿坝和井-管式排水系统示意图

1—初期坝；2—堆积坝；3—排水管；4—第一个排水井；5—后续排水井；6—尾矿沉积滩；7—反滤层；8—保护层；9—消力池；Δh—相邻排水井重叠高度；L—位置最低的排水井（第一排水井）澄清距离

初期坝 近年来采用较多的是透水性坝，它是由堆石体、上游面铺设反滤层和保护层构成所谓的透水堆石坝，利于尾矿堆积坝迅速排水，降低尾矿坝的浸润线，加快尾矿固结，有利于坝的稳定。反滤层系防止渗透水将尾矿带出，是在堆石坝的上游面铺设的，另外在堆石与非岩石地基之间，为了防止渗透水流的冲刷，也需设置反滤层。堆石坝的反滤层一般由砂、砾、卵石或碎石三层组成，三层的用料粒径沿渗流流向由细到粗，并确保内层的颗粒不能穿过相邻的外层的孔隙，每层内的颗粒不应发生移动，反滤层的砂石料应是未经风化、不被溶蚀、抗冻、不被水溶解，反滤层厚度不小于 400mm 为宜。为防止尾矿浆及雨水对内坡反滤层的冲刷，在反滤层表面需铺设保护层，其可用干砌块石、砂卵石、碎石、大卵石或采矿废石铺筑，以就地取材，施工简便为原则。对于坝顶和外坡可采用下列作法：(1) 铺盖 0.1～0.15m 的密实砾石或碎石层；(2) 铺种草皮或种植茅草；(3) 在坝肩与坡脚设置截水沟和排水沟。还有一种初期坝为土坝，这是在缺少砂石料地区常用的，其造价低、施工方便，要求筑坝土料级配良好，压实性好，可得到较高的干容重，较小的渗透系数，较

大的抗剪强度。因土料透水性较尾矿差，当尾矿堆积坝达到一定高度时，浸润线往往从堆积坝坡逸出，易造成管涌，导致垮坝事故发生的可能。采用土坝必须采用综合排渗设施以降低尾矿坝的浸润线。初期坝是在基建期由施工单位负责修筑。我国早期采用较多的是不透水堆石坝，其应用于尾矿不能堆坝，尾矿水中含有毒物质对下游产生危害的场合。

后期坝　由生产单位在整个生产过程中利用尾矿逐年堆积修筑加高。后期坝筑法有：(1) 上游筑坝法；(2) 下游筑坝法；(3) 中线筑坝法。一般多采用上游法（即向坝的内坡放矿）筑坝，其工程量较小，当不能满足坝的稳定时可用后两者筑坝，地震较多地区可用下游法筑坝。

后期坝的堆筑　尾矿粒度是影响尾矿沉积的主要因素，粒径大于 37μm 是形成冲积滩的主要部分，小于 5μm 粒级很不易沉积而形成水中悬浮物。应尽量利用尾矿冲积筑坝，如果尾矿库距采场较近，利用采矿废石筑坝并兼作废石堆场也是可行的。尾矿冲积筑坝方法较多，有冲积法、池填法、渠槽法、水力旋流器分级上游法和分级下游法等，其方法选择主要根据尾矿排出量的大小、粒度组成、矿浆浓度、坝长、坝高及当地气候条件等因素确定。为使尾矿冲积坝有较高的抗剪强度，要求各放矿口冲积的矿浆中物料粒度一致，冲积滩无矿泥夹层。做到筑坝期间分散排放矿浆，其矿浆管沿坝顶轴线敷设，放矿浆支管沿坝坡敷设，随筑坝增高而加长。在库内应开设集中放矿口，以备不筑坝期、冰冻期和汛期向库内排放尾矿，以保护堆积坝的稳定。

尾矿坝的高度　无论是初期坝和堆积坝均要考虑，除满足调洪、蓄水要求外，还要有安全超高。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

尾矿堆积坝排渗　其目的为了降低浸润线，防止浸润线由坝坡逸出和流失尾矿，利于坝的稳定。其排渗设施有：(1) 底部排渗（需铺设反滤层），用于尾矿坝置不透水地基上或初期坝为不透水坝；(2) 冲积坝体排渗，为改善尾矿冲积坝外坡排渗条件，其方法较多，有贴坡滤层排渗（当初期坝和地基均不透水，又未设底部排渗体，在尾矿堆积坝外坡铺设此层）及渗管或排渗盲沟（与坝轴线平行布置），渗井，立式排渗（国外下游筑坝采用较多）等。排渗设施与筑坝应同时施工。尾矿坝身主要几何尺寸参考值见表 (11.1-2)。

表 11.1-2　尾矿坝身几何尺寸参考表

坝　体	项　目	参　考　数　值		
初期坝	坝　高/m	<10	10～20	>20
	坝顶宽/m	≥2.5	≥3.0	≥4.0
	坝　坡	上游坡不陡于 1∶1.5		
		下游坡　岩石地基　1∶1.3～1∶1.5 非岩基　1∶2.0		
	马　道	每隔 10～15m 高度设置宽为 1～2m 马道		
堆积坝	马　道	每隔 10～20m 高度设置宽为 3～5m 马道		

表中数值应视所用材料、坝高、稳定计算及经验而定。对整体坝的设计，首先要确保坝的稳定和安全，即使在生产中向尾矿库排放尾矿也必须进行合理的控制和管理，决不允许溃坝事故发生。

11.1.2.3　尾矿库排水（包括回水）系统

排水系统常用的基本型式有：排水管、隧洞、溢洪道和山坡截洪沟等。应根据排水量、地形条件、使用要求和施工条件等因素经过技术经济比较后确定所需要的排水系统。对于小流量多采用排水管排水；中等流量可采用排水管或隧洞，大流量采用隧洞或溢洪道。排水系统的进水头部可采用排水井或斜槽。对于大中型工程如果工程地质条件允许，隧洞排洪常较排水管排洪经济而可靠。国内的尾矿库一般多将洪水和尾矿澄清水合用一个排水系统排放。有些尾矿库在使用后期，尾矿堆积高度接近周围山脊或鞍部地段时，可利用鞍部地形开挖溢洪道是很有利的，可考虑采用正堰式溢洪道作为尾矿库后期排水，如图 11.1-2 所示。尾矿库排水系统应靠在尾矿库一侧山坡进行布置，选线力求短直，地基均一，无断层、滑坡、破碎带和弱地基。其进水头部的布置应满足在使用过程中任何时候均可以进入

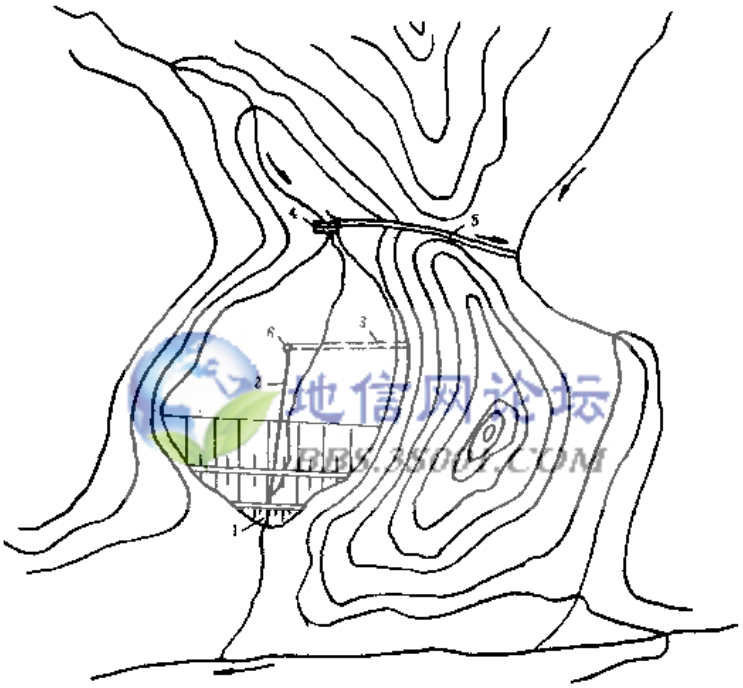


图 11.1-2　D 尾矿库排水系统布置图

1—尾矿坝；2—排水管；3—排水斜槽（进水头部）；4—拦洪坝；5—溢洪道；6—接连井

尾矿澄清水的要求。当进水设施为排水井时，应认真考虑其数量、高程、距离和位置，如第一井（位置最低的）既能满足初始期使用时澄清距离 L 的要求，又能满足尽早地排出澄清水供选矿厂使用的要求，其余各井位置逐步抬高，并使各井筒有一定高度的重叠（重叠高度 $\Delta h=0.5\sim1.0$m），图 11.1-1 已示出。澄清距离 L 的目的是确保排水井不跑浑水。当尾矿库受水面积很大，在短时间内可能下来大量洪水，为能迅速排出大部或部分洪水，可靠尾矿库一侧山坡上，在尾矿坝附近修筑一条溢洪道。

上述所有流经排水系统设施的排水井窗口、管道直径、沟槽断面、隧洞断面等尺寸和泄流量需经计算后再结合实际经验给予确定。

由于选矿厂排出的尾矿浓度一般都较低，为节省新水消耗，对于磁选厂和重选厂的尾矿常在厂前区修建尾矿浓缩池或倾斜板浓缩池等回水设施，回收尾矿水供选矿厂生产循环使用。

11.1.3 粗粒干尾矿的输送和堆积

(1) 利用箕斗或矿车沿斜坡轨道提升运输尾矿，然后倒卸在锥形尾矿堆上，这是一种常用的方法。根据尾矿输送量的大小可采用单轨或双轨运输。地形平坦，尾矿场距选矿厂较近时可采用此法输送。

(2) 利用铁路自动翻车运输尾矿向尾矿场倾卸。此方案运输能力大，距选矿厂较远，尾矿场是低于路面的斜坡场地。

(3) 利用架空索道运输尾矿，适于起伏交错的山区，特别是业已采用架空索道输送原矿的条件，可沿索道回线输送废石，尾矿场在索道下方。寒冷地区潮湿尾矿、箕斗容积小者易冻结。

(4) 利用移动胶带运输机输送尾矿，运至露天扇形底的尾矿堆场。适于气候暖和地区，距选矿厂较近。

11.2 选矿厂的通风除尘

物料（矿石）在破碎筛分、物料转运、矿仓给料和排料、干燥车间等处，即凡产生过剩压力的场合均有粉尘散发出来，若不采取有效的通风除尘措施，任其自由扩散，将严重地污染工作环境和大气，对人体有极大的危害。其解决方法常采用综合防尘措施，这需要从设计开始，除尘系统设备、装置安装到生产使用、维护管理应各尽其责。

11.2.1 通风除尘主要措施

(1) 物料加湿，一般采用喷嘴加湿，将喷雾器安装在产生过剩压力的地方。如破碎机给矿口的上方，破碎机排矿口处（一般安在排料胶带上），振动筛的筛上处。

(2) 将产尘点用密闭罩盖起来，将粉尘局限在一定的空间内，是保证抽风除尘达到良好效果的前提。用通风机再从密闭罩内抽出一定的空气，罩内形成一定的负压，防止粉尘逸出罩外。应注意除尘风管倾角，不小于60°为宜，垂直管及斜管风速8～15m/s，水平管风速将加大一倍以上，保持18～25m/s。

(3) 抽出的含尘气体需除尘净化，使之符合排放标准后再排放到室外大气中。除尘净化设备有：旋风除尘器，可用做第一段除尘，因为效率不太高（60%～80%）很少单独使用；滤袋除尘器，收尘效率较高（95%～99%）可捕收粉尘10^{-4}mm，常用脉冲袋式除尘器，其脉冲阀需用压缩空气压力；湿式净化设备，这种类型设备有喷淋除尘器、水膜除尘器、洗浴式除尘器，文氏管除尘器等，净化效率较高，结构简单。无论干式或湿式除尘器，其底流捕集的粉尘或泥浆都应选择好用的阀门或其它形式的排放部件，确保底流卸出通畅。对底流排出的粉尘或泥浆应给予妥善地处理和回收利用，方能确保除尘系统的正常运行。

11.2.2 除尘系统

除尘系统是由产尘设备抽风罩、抽风管道、除尘器、通风机、排气管道（包括烟囱）、管道附件、排尘设备以及维护检测设施等组成；将产尘设备散发出的粉尘通过抽风罩、管道进入除尘器内净化，粉尘经排尘设备排出，净化后的气体经排气管道（或烟囱）排至大气。含尘气体的这种运动是通风机的作用，其也称为机械除尘系统。除尘系统可分为就地式、分散式和集中式三种：

(1) 就地式除尘系统系将除尘器直接设置在产尘设备处，就地捕集和回收粉尘，但因受到操作场地的限制，应用面较窄。

(2) 分散式除尘系统系将一个或数个的产尘点的抽风合为一个系统，除尘器和通风机安装在产尘设备附近，其优点管路短、布置简单、风量易平衡，但粉尘回收较麻烦。应用较多。

(3) 集中式除尘系统系将全车间厂房的产尘点的抽风全部集中为一个除尘系统，可以设置专门除尘室，由专人看管。其优点粉尘回收容易实现机械化，但管网较复杂，阻力不易达到平衡，运行调节较难，管道易磨损和堵塞。

11.2.3 主厂房通风

在磨矿及选别跨间最好设有天窗，可以排除球磨机电机余热和生产作业的异味；给药室常设在一个单独作业间里，为控制药剂散发的有害气体，应有整体通风设施；磨选厂房内的高压开关室、电器控制室、变压器及低压配电室、仪表室以及计算机室均应根据工艺要求进行设计，确保换气与通风次数。

11.3 选矿厂的环境保护

环境保护是我国现代化建设的一项基本国策，我国政府颁布了环境保护法，各部门也相应地制订了有关环境保护条例和规定。我国环境保护实行的是“全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民”的方针，坚持综合防治，以防为主，防治结合，以管促治，谁污染谁治理的原则。对基建项目要按当地的不同生态环境条件，在搞好环境影响评价的基础上，认真执行“环境保护设计和主体工程同时设计，同时施工，同时投产”的规定。选矿厂环境保护的重点是防止生产中产生的污水、粉尘、尾矿以及噪声对环境的影响和危害。

地信网论坛

在选矿厂设计和选矿试验中，对下述的有关环境保护方面必须给予足够的注意，并采取适当措施以符合冶金企业环保设计有关规定：

(1) 厂址及总体布置尽可能减少对附近居民区、农业、大气、水系、水生资源、地下水、土壤、水土保持、动植物等的影响。符合环境保护要求，设置适当的防护地带，考虑绿化环境。

(2) 选矿工艺在技术经济合理的同时，尽量选用无毒工艺。选矿厂废水应首先考虑尽量循环利用或一水多用，合理提高水的循环利用率。必须外排时，应根据当地情况经处理达到规定的排放标准。对含氰化物等有害物质的废水排放，事先应采用净化处理方法除去氰化物等有害物质。冲洗地坪和除尘的污水也不可任意排放，可送至工艺系统重复利用或送至尾矿库。

(3) 选矿厂必须有完善的储存尾矿设施，尾矿库址应考虑对自然山林、地面、地下水系的保护，严禁尾矿排入江河湖海。有条件的地方可考虑尾矿综合利用或作矿坑充填物料。尾矿库堆满后应考虑覆土造田和植被，对能产生风沙的尾矿场应采用防止粉尘飞扬措施。

(4) 对堆积含有毒物质或放射性物质的尾矿场，应考虑有防止扩散、流失和渗漏等措施。

(5) 对厂内噪声超标的作业，应尽量采取有效消音和隔音措施。

(6) 必须对建设项目产生的污染和对环境的影响作出评价及规定防治措施，其环境影响报告书应执行审批制度。

选矿厂环境保护设计应执行国家颁布的有关标准如：大气环境质量标准、地面水环境

质量标准、海水水质标准、污水综合排放标准、地面水水质标准、废气排放标准、车间空气中有害物质的最高容许浓度、工业企业噪声卫生标准等。

思 考 题

库址、初期坝、后期坝、库容、排水系统应注意哪些基本问题？

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第 12 章　选矿厂设计概算和财务评价

12.1　选矿工程项目概算

选矿厂设计总概算是确定选矿厂建设项目从筹建到竣工验收的全部基建投资的总文件。总概算是控制建设项目基建投资、提供投资效果评价、编制固定资产投资计划、资金筹措、施工投标和实行投资大包干的主要依据，也是作为控制施工图设计预算的主要基础。总概算批准后不得随意突破。总概算编制要严格执行国家有关方针政策和规定。

国家的设计和概算文件编制与管理方法规定，大、中型建设项目初步设计阶段编制总概算，施工图设计阶段编制施工图预算，技术设计阶段编制修正总概算。

12.1.1　概算组成

基本建设概算文件包括建设项目总概算、单项工程综合概算、单位工程概算和其它工程与费用概算。

建设项目系指具有批准的可行性研究报告和总体设计，经济上实行独立核算，行政上具有独立组织形式的基本建设单位。一个建设项目可以有一个或几个单项工程（也称工程项目）所组成。如，选矿厂即是建设项目，其破碎、筛分车间，主厂房，精矿处理车间等为单项工程。一个单项工程又可分解为建筑工程、设备及其安装工程等单位工程。单项工程系指具有独立设计文件，在竣工后可以独立发挥设计所规定的生产能力或效益的工程。单位工程系指具有独立设计，可以独立组织施工的工程。每个单位工程还能进一步分解。

单位工程概算是编制单项工程综合概算书的原始资料和组成部分，先由各专业设计人员编制；然后概算专业人员汇总编制综合概算书；总概算书系由概算专业人员将各综合概算书以及其它工程和费用概算书汇总而成。其它工程和费用概算书是确定建筑、设备及其安装工程之外的，与整个建设工程有关的其它工程和费用文件，它以独立的项目列入总概算或综合概算书中，该部分费用包括建设单位管理费、征用土地补偿费、建设场地原有各种建筑物和构筑物迁移补偿费、青苗和树木补偿费、勘察设计费、工器具和备品备件购置费、办公和生活用具购置费、职工培训费、临时设施费、联合试车费等等。

上述项目概算书的关系和编制程序简单归纳于下，见图 12.1-1。

12.1.2　选矿专业编制单位工程概算

选矿专业设计人员在选矿厂初步设计接近完成时，最后一项工作是编制选矿专业概算，是破碎、筛分、主厂房、精矿处理等生产车间和试验、化验室等各单项工程费用中的单位工程概算，主要是“设备及其安装工程概算表”，内容包括选矿工艺设备、金属结构件和工艺管道三个部分的概算价值。

12.1.2.1　设备概算价值

设备概算价值＝设备原价＋设备运杂费＋设备安装间接费

设备原价为设备清单中的标准设备，按国家统一价格（含考虑的浮动因素）；非标准设备价值需根据有关资料估算。

设备运杂费＝设备原价×运杂费率

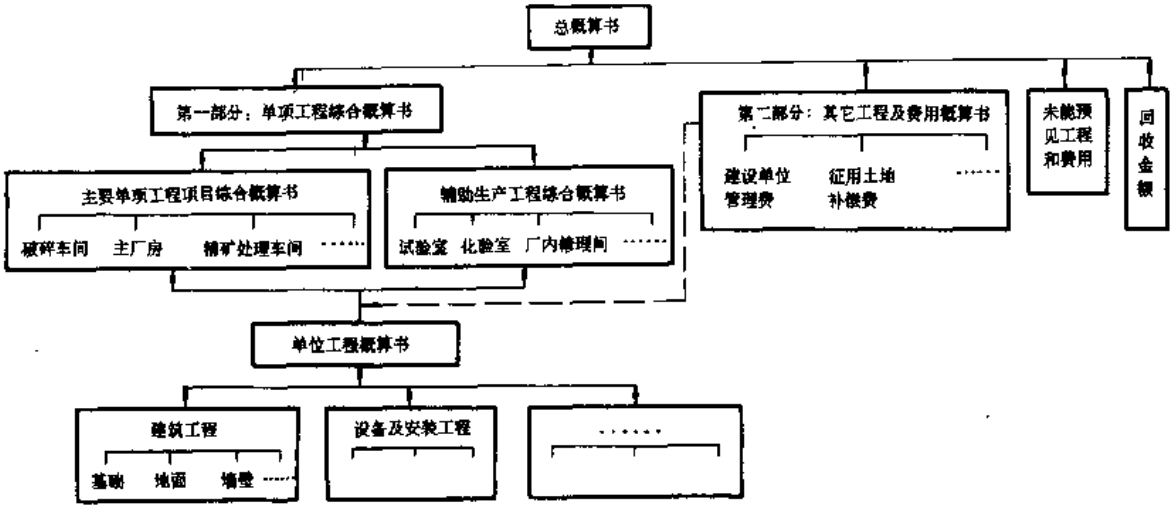


图 12.1-1 概算书层次关系

设备安装间接费＝设备原价×安装间接费率

各地区运杂费率见表 12.1-1，安装间接费率见表 12.1-2。

表 12.1-1 国内设备运杂费率

地区	北京 上海 天津 辽宁 吉林	黑龙江 河北 江苏 浙江	内蒙 山东 湖北 山西 安徽	河南 陕西 宁夏	湖南 广东	四川 甘肃 广西	青海 贵州 云南	西藏 新疆	海南岛	库存或自制设备
运杂费率/%	4	4.5	5	5.5	6	6.6	7	8	10	15	0.5

注：地处远离铁路线的矿山基建项目的运杂费率可适当增加 0.5%～1.0%。

表 12.1-2 设备安装间接费率

工程类型	设备名称	费率/%	应用范围
破碎筛分厂	破碎、筛分、卸矿、贮矿、起重运输等	2～2.5	独立破碎筛分厂、采矿场的破碎筛分站
选矿厂	破碎、选矿及其它辅助设备	3.0	小型选矿厂
		2.8	中型选矿厂
		2.5	大型选矿厂
选矿试验室		4.4	独立的试验室

11.1.2.2 工艺金属结构件概算价值的计算

金属结构件概算价值＝金属结构件重量×单位重量价格

金属结构件重量可根据初步设计图纸或实际扩大指标确定，金属结构件估重扩大指标见表 12.1-3，单位重量价格视加工和材质而定。

表 12.1-3 工艺金属结构件估重扩指标

选矿厂规模	大、中型	小型
金属结构件重量占工艺设备总重量百分比%	5～8	7～9

地信网论坛 BBS.35001.COM

11.1.2.3　矿浆管道价值的计算

可按所在单项工程的设备原价的2%～2.5%进行估算。管道零件费率（含安装间接费）按所在单项工程的原价百分率估算，如表12.1-4所示。

表12.1-4　工艺管道零件费率

车　间	不同生产工艺管道零件费率/%		
	磁　选	浮　选	重　选
主厂房	0.3	1.35	0.45
精矿过滤	0.55	0.34	0.55

上述选矿工艺设备、工艺金属结构件和矿浆管道三个部分单位工程概算价值的合计构成为选矿工艺概算价值。

为便于对选矿厂基建投资分析，现列举一些选矿厂基建投资设计指标和各专业投资比例，如表12.1-5所示；各车间投资比例如表12.1-6、表12.1-7所示。从这三个表中数据看出，由于具体条件不同，则建设项目投资、各专业投资比例、各车间投资比例也异，甚至差异很大。

12.2　选矿厂建设项目财务评价

项目财务评价是选矿厂建设项目抉择的主要依据之一，财务评价是根据国家现行财税制度和现行价格从企业角度出发进行投资的微观经济效果评价，分析与计算项目直接发生财务效益和费用、项目盈利能力、清偿能力等，据以判断项目财务的可能性。但在进行评价前，其基础数据是十分重要的，而工作也是精细的。

12.2.1　选矿厂建设项目财务评价的基础数据

供选矿厂工程建设项目财务评价使用的基础数据可分为四类，即总投资、总成本、销售收入和税金。将基础数据及其估算分述如下。

地信网论坛 BBS.5001.COM

12.2.1.1　总投资

总投资是为保证工程项目建设、投产和经营活动正常进行的资金。矿山项目总投资构成包括固定资产投资（也称固定资金）、流动资金和建设期借款利息等，如图12.2-1所示。

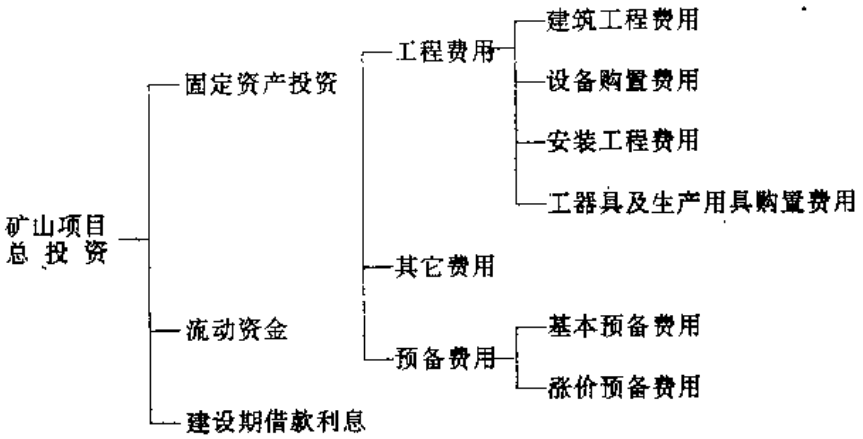


图12.2-1　总投资构成图

（1）固定资产投资估算　其方法基本上可归纳为两类，一类是详细估算，即前节述及的概算，它是在一定基础资料和时间较充裕的条件下，根据投资项目具有的设备明细表和建筑物图纸等进行的，需要套用概算定额、指标，再乘各种费率，编制过程较复杂，需逐级审核，由概算专业人员汇总，编制精度较高，在初步设计阶段完成；另一类概略估算，通

表 12.1-5　黑色金属选矿厂专业投资分析（设计指标）

序号	工程名称	设计规模/Mt·a⁻¹	选矿方法	总投资/万元	单位投资/元·t⁻¹·a⁻¹	专业投资比例/%									备注
						选矿	土建	电气	卫技	机修	总图	矿机	热力	其他	
1	歪头山选矿厂	6.50	湿式自磨磁选	5479.3	8.3	28.7	24.6	8.0	16.3	1.6	12.5			8.3	1970年10月初步设计概算
2	峡口驿选矿厂	1.50	三段破碎二段球磨磁选	2154.3	14.36	32.12	37.4	7.81	15.53	3.61	3.53				1975年9月初步设计概算
3	西郝庄选矿厂	0.50	湿式球磨磁选	745	15	23.1	25.4	13.3	8.2	3.2	21.1			5.7	
4	塔儿山选矿厂	0.80	三段破碎一段球磨磁选	1482.7	18.5	20.0	48.3	4.3	7.0	3.8	8.5			8.1	1974年2月初步设计概算
5	峨口选矿厂	4.80	三段破碎二段球磨磁选	5465.6	11.4	37.2	18.1	5.1	15.2	1.2	3.3	0.4		19.5	1971年10月方案设计估算
6	攀枝花选矿厂	13.50	三段破碎一段球磨磁选	10929.1	8.1	34.4	23.5	5.6	14.7	9.2	3.3			18.3	
7	金山店选矿厂	3.50～4.00	一段破碎自磨球磨磁选	3493	10～8.75	32.0	27.6	9.2	8.1	1.9	2.1			19.1	
8	弓长岭选矿厂	3.00	三段破碎两段球磨磁选	5184.2	17.3	35.0	31.2	6.6	13.6	1.5	3.5			8.6	
9	凹山选矿厂	3.70	三段破碎二段球磨磁重选	4905.7	13.26	28.1	39.3	7.8	13.6	4.8	5.9			0.5	1965年6月初步设计概算
10	八一锰矿选矿厂	0.23	焙烧磁选	422.8	18.4	45.0	14.3	7.3	5.9	2.1	6.2		12.2	7.0	
11	牛阳选矿厂	3.50	焙烧磁选	6115.12	17.5	36.2	23.7	6.5	11.1	1.5	1.5			19.5	1971年5月初步设计概算
12	王家滩选矿厂	0.30	三段破碎二段球磨浮选	773.3	25.77	39.6	32.9	6.5	9.1	0.1	4.1			7.7	
13	黑脑包选矿厂	0.40	干式自磨干式磁选	783.6	19.5	23.4	34.3	10.1	9.0	3.6	6.4			13.2	1973年2月初步设计概算
14	西山选矿厂	0.20	三段破碎一次球磨重选	429.4	21.47	30.7	27.8	5.8	17.1	1.1	5.2			12.3	
15	顾家台选矿厂	0.71	三段破碎二段磨矿浮磁选	1179.8	16.6	30.7	41.6	3.9	5.1	1.8	3.3			13.6	1972年8月初步设计概算
16	遵义八五选矿厂	0.60	二段球磨磁浮选	783.6	13.0	63.9	13.1	10.4	5.5	0.2	2.2			4.7	
17	西安里选矿厂	0.50	三段破碎一段球磨磁选	1157	23.1	16.52	30.08	4.46	17.61	4.65	11.93			4.01	1973年12月初步设计概算
18	水厂选厂(扩建)	1.50	三段破碎二段磨矿重磁选	2674.4	17.16	31.2	32.4	8.3	8.4	1.0	11.1			7.6	1976年7月初步设计概算
19	冯家峪选矿厂	0.60	湿式自磨球磨磁选	1637.01	27.28	22.67	21.74	5.14	15.97	1.04	1.24			32.6	1984年12月可行性研究估算
20	梅山选矿厂	2.50	干式磁选、重选、浮选	2815.6	11.3	30.62	28.11	9.44	6.26	0.59	12.91		0.21	11.86	1974年11月初步设计概算
21	张家洼选矿厂	2.50	湿式自磨、磁重选、浮选	6264	25.06	19.41	30.38	3.19	13.96	0.17	2.44			30.45	1981年5月初步设计概算

表 12.1-6 黑色金属矿选矿厂各车间投资比例(%)

序号	主要生产车间											机修	公用设施	行政福利	其它费用	备注 ①设计规模 10^4t/a ②总投资 万元
	粗碎	中碎	细碎筛分	主厂房	过滤	精矿仓库	通廊及转运站	浓缩系统	尾矿设施	尾矿坝体	其它					
1	2.8			41		1.6	0.9	6.3	2.8	5.5		3.1	27.7		8.3	无细碎,过滤在主厂房内
2	3.55	7.82		30.8		2.97	2.84	10.5		2.5			16.4	4.62		中碎内包括细碎,过滤在主厂房
3	3.2		6.5	30.3			1.0	5.4	0.5	0.8		6.5	38.0	2.1	5.7	
4	4.9	7.6		20.3	3.1	1.9	2.0	8.3				9.6	17.0	17.2	8.1	中碎内包括细碎
5	3.5		5.1	34.3	4.5		1.1	7.2	2.5	1.1		2.4	17.3	1.5	19.5	粗碎内包括中碎
6	3.3	3.8	6.7	36.0	3.0	2.7	1.7		9.7	4.3		0.3	10.0	0.2	18.3	充分利用地形自流
7				28.7	1.5	4.1	6.5	5.5	1.1	3.5	8.5	4.1	13.5	4.0	19.0	
8	2.5	5.5	1.5	31.0	1.8	1.2	3.8	6.5	5.2			2.1	26.0	4.9	8.0	中碎内包括细碎和中间矿仓
10	2.9			63.6		3.8	6.1			0.6		14.5		1.7	6.8	过滤在主厂房内
12	4.2	1.5	2.0	28.48	6.53	3.28	4.1	4.37	2.25	9.52	1.0	1.87	15.9	7.3	7.7	过滤在主厂房内,工艺流程复杂
13	4.7			26.5			2.6	0.5			5.2	13.2	22.6	11.4	13.2	
14	6.08	9.01	9.61	21.81		4.45	3.15	4.16	4.89	8.94		3.56	11.4	0.66	12.31	过滤在主厂房内
16		10.26		49.93	13.99			4.68	4.6		7.83	0.224	3.73		4.74	过滤在主厂房内
Z	5.8			24.7		2.6	2.1		10.9	3.1		5.5	15.3	6.4	23.6	①200,②2012.3 湿式自磨磁选
H	6.9	6.9		22.7		1.3	5.1	4.3	0.5	6.4		8.4	17.8	6.7	13.0	①90,②1243 一段球磨磁选 1972 年概算
Ch	3.94	12.4	5.16	34.67	2.3	12.2	12.0	2.4	5.82		0.81	0.5	7.78	0.02		①150,②1200.1 一段球磨磁选浮选 1966 年概算
Chp		22.8	27.7	11.5		22.5	13.8				1.7					其中破碎干选①150,②4616
J		4.5	6.9	20.56		4.5	1.75	4.57	4.57	10.49		2.86	21.16	1.03	5.84	①400,②11206 三段球磨磁选过滤在主厂房内,1983 年概算

注:表中序号相同于表 12.1-5 中的序号,不包括 Z、H、Ch、Chp、J 编号。

表 12.1-7 有色金属选矿厂基建投资及其分项投资比例分析(设计指标)

序号	选矿厂名称	选矿方法	概算编制日期	建设规模		投资总额/万元	单位投资/元·t⁻¹·a⁻¹	按项目分配的投资比例/%						按工段分配的投资比例/%				尾矿处理投资与选厂投资之比/%
				t/d	10^4t/a			厂房建筑	机电设备	动力配线	给排水	通风采暖	其它	碎矿	主厂房	精矿处理	其它	
1	浦北铅锌矿	一段磨矿,直接优先浮选	1982.11	150	4.95	80.87	16.25	15.55	71.69	3.60	0.19	1.17	7.80	36.74	44.57	15.41	3.28	14.65
2	龙泉铅锌矿	一段磨矿,铜铅、锌硫混选	1983.11	200	6.60	89.32	13.53	38.71	48.79	5.65	0.54	0.53	5.76	32.38	61.78	2.71	3.13	200.00
3	天台银铅锌矿	二段磨矿,上部矿体优先,下部混合	1985.10	200	6.60	165.34	25.05	39.13	44.25	3.45	1.14	2.94	9.09	28.61	60.84	4.83	5.72	45.29
4	白音诺尔铅锌矿	二段磨矿,直接优先浮选	1985.1	300	9.18	361.87	39.42	47.95	38.39	3.74	0.64	5.49	3.79	28.46	40.49	13.71	17.34	62.27
5	贵州(杉木峒)汞矿	二段磨矿,重-浮联合流程	1979.3	300	9.90	211.82	21.40	44.70	47.78	3.15	0.28	0.76	3.33	31.62	60.01	在主厂房内	8.37	112.70
6	湖北银矿	二段磨矿,混合浮选	1985.10	400	12.24	206.26	16.85	40.37	46.31	4.28	0.85	1.79	6.40	25.30	47.59	12.33	14.78	135.50
7	栾川钼矿(一)	二段磨矿,浮选	1981.2	500	16.50	298.97	18.12	37.23	44.38	3.51	0.46	2.20	12.20	32.12	48.25	9.20	10.43	55.55
8	栾川钼钨矿(二)	二段磨矿,浮钼后加温浮钨	1981.2	500	16.50	395.43	23.89	35.53	44.46	3.30	0.45	1.66	14.60	24.30	55.91	10.95	8.84	42.00
9	黄沙坪铅锌矿	一段磨矿,等可浮流程	1965.8	1000	33.00	265.82	8.06	27.03	59.18	3.85	0.44	0.88	8.62	25.82	54.13	15.61	5.13	5.00
10	桃林铅锌矿	一段磨矿,直接优先浮选	1957.9	3000	99.00	930.56	9.40	13.08	66.46	2.98	0.44	1.02	16.02	28.90	52.82	14.81	3.47	11.86
11	铜录山铜铁矿	二段磨矿,浮-磁联合流程	1966.12	4000	132.00	1289.62	9.77	19.16	55.83	3.49	0.78	0.57	20.17	34.87	46.28	15.39	1.46	12.48
12	大厂锡矿一期工程	三段磨矿,重-浮-重流程	1982.2	4000	132.00	3680.31	27.88	49.04	50.32					16.54	65.52	6.41	11.53	16.05

注:1. 总投资额包括选矿厂内部的全部工程费用投资及备件备品等,但不包括外部供水、供电、运输、尾矿设施、机修及生活设施,也不包括概算编制中的第三部分费用分摊;

2. 项目分配的投资比例中的其它项内包括厂内照明、防雷、设备基础、金属结构、工艺管道、备件备品及工器具等;

3. 按工段分配的投资比例栏内包括药剂制备、药剂仓库、试化验室等;

4. 浦北、龙泉、天台三厂基本上属于新建项目,但也利用了部分原有设备、厂房,其投资未包括在投资总额内;

5. 贵州(杉木峒)汞矿,栾川钼矿,内蒙白音诺尔铅锌矿属边远地区建厂类型。特别是后者,更有典型意义;

6. 广西大厂锡(及铅锌多金属)矿选矿厂投资为 1982 年 2 月施工图完成后的修正概算。选矿厂分为山上大树脚和山下车河两地建厂。矿石中金属品种多,工艺流程复杂。山上大树脚选矿厂包括中细碎、筛分、重介质选矿和细泥处理工段,山下车河选矿厂有主厂房和精矿处理工段,中间为 5.4km 单线大运量索道运输(投资未包括在选矿厂投资总额内)。建筑投资包括动力配线、给排水、室内采暖工程。按工段分配的投资比例中,主厂房栏内包括重介质选矿 9.03%,细泥处理 5.63%和山下车河选矿厂主厂房 50.86%,合计为 65.52%。

常是在资料不很充分，时间要求较紧迫，编制精度低于概算，但准确度至少应达到80%，应力求作细作准和及时，其适于项目计划的初级阶段，如规划、可行性研究、方案设计等，其估算方法：

1）单位原矿投资指标估算法（也称单位能力投资估算法）：是将已知单位原矿投资指标和拟建选矿厂处理能力相乘，再乘以价差系数，即得拟建选矿厂总投资估算值。一般单位原矿投资指标不包括对投资额变化较大的外部工程，如外部运输，外部供水，外部供电等，这些需另行计算，这样做，投资指标有一定的适用性和可比性。

2）专业投资比例估算法：当工艺专业的投资已知，可按工艺专业在总投资中所占的比例指标求出选矿厂的总投资。这需要掌握诸多选矿厂工程工艺专业占总投资比例的统计数据。

3）组合投资估算法：这是将一个项目分成若干个可以独立计算投资的环节，各环节投资的合计就是整个工程项目的总投资。各环节投资估算可用扩大指标或主要设备单价或同时使用几种方法估算，视具体条件而定。这些方法对建设项目和单项工程项目均可适用。

（2）流动资金的估算　流动资金是垫付在劳动对象、工资和其它费用等的资金，是为正常进行产品生产、销售、在库存－生产－销售环节中所占用的资金。它是投产前准备，项目终止收回。而在实际经营中，有一部分流动资产可以待商品销售后再向供应商付款，将此笔占用他人的资金称作应付帐款。由于应付帐款的存在，减少了投资者筹措作流动资产用的资金总额。确切的流动资金概念是：

流动资金＝流动资产－应付帐款

应付帐款＝（原材料、燃料、外购动力年费用）/周转次数

周转次数＝360（天）÷最低周转天数

地信网论坛 BBS.1CEHI.COM

流动资产由应收帐款、存货、现金三个方面组成：

1）应收帐款系在产品销售阶段，运输途中占用、财务结算过程或顾客以赊购方式取得商品而占用的资金。

2）存货系由库存原材料、燃料、备件，在产品和产成品三个方面占用的资金组成。

3）现金系用于工资、奖金和办公费用等。

在通常的情况下，流动资金的估算可以用简便的估算方法确定，一般按照年销售收入或经营成本的比例估算。采选企业定额流动资金（包括储备资金、生产资金和产成品资金，不考虑结算资金和货币资金）可按年工厂总成本的30%～50%估算，交通不便的边远地区和储备资金需要量大的企业取上限。但当项目财务评价为了与国际惯例接轨，需要编制资产负债表时，流动资金的需要额必须用公式算出，流动资金的概念如上面所述。为便于了解资产负债表表中项目数据的形成，将组成流动资金的各项公式均附在资产负债表（表12.2-8）的注解中。

（3）建设期借款利息　由于矿山企业在基建期间不生产产品，没有销售收入，无力偿还应付的贷款利息，不得不另行借贷以偿还基建期间借款利息。各年应付利息可按以下近似公式计算：

$$\text{建设期各年应计利息}=\left(\text{年初借款累计}+\frac{\text{本年本金借款}}{2}\right)\times\text{年利率} \qquad (12.2\text{-}1)$$

生产期、借款还清年份应计利息公式

$$\text{生产期各年应计利息}=\left(\text{年初借款累计}-\frac{\text{本年本金还款}}{2}\right)\times\text{年利率} \quad (12.2\text{-}2)$$

$$\text{借款还清年份应计利息}=\frac{\text{年初借款累计}}{2}\times\text{年利率} \quad (12.2\text{-}3)$$

应计利息具体计算详见表 12.2-4 注解。

12.2.1.2 成本

项目财务评价中的总成本费用是指项目在一年内为生产和销售产品所花费的全部费用。总成本费用包括生产成本、管理费用、财务费用和销售费用。可分别用归纳出的公式进行估算：

生产成本＝原材料＋辅助材料＋燃料＋动力＋工资＋职工福利费＋制造费

工资系指直接工资，包括直接从事产品生产人员的工资、奖金、津贴和补贴，即生产工人实得的全部工资总额；

职工福利费系按生产工人实得工资总额的 14%提取；

制造费系指企业各生产车间为组织和管理生产所发生的各项费用，包括各生产车间管理人员工资、职工福利费、折旧费、经营性租赁费、修理费、机物料消耗、低值易耗品、取暖费、水电费、办公费、差旅费、运输费、停工损失费及其它费用。制造费用与原成本核算制度中的车间经费相似，核算内容也基本相同，公式为：

制造费用＝折旧费＋修理费＋经营性租赁费＋其它费用

矿山企业固定资产折旧费一般采用平均年限法，即在固定资产预计使用年限中平均分摊，折旧费用具体计算见表 12.2-3 注解。

管理费用＝无形资产摊销费＋开办摊销费＋技术转让费＋技术开发费
＋土地使用费＋其它管理费

地信网论坛
BBS.3S001.COM

无形资产包括专利权、商标权、著作权、土地使用权、非专利技术、商誉等。企业通过计提摊销费回收无形资产的资本支出，无形资产从开始使用之日起，在有效使用期限内平均摊入管理费中，具体计算见表 12.2-3 注解。

财务费用＝利息支付（包括长期负债利息和流动资金借款利息）＋其它财务费

利息支付计算例见表 12.2-4 注解。

销售费用是指企业在销售产品过程中发生的各项费用（包括包装费、运输费、装卸费、保险费、销售佣金、广告费、销售部门经费等）。内销产品一般为工厂出厂价，销售费用计算到工厂仓库（精矿仓）。

精矿设计成本通常列成下表，如表 12.2-1 所示。

表 12.2-1 精矿设计成本计算表

序号与项目	单位	数量	单价	金额	项目构成说明
1. 生产成本 1.1 原矿费（包括原矿运输）					1=1.1+1.2+1.3+1.4+1.5+1.6
1.2 辅助材料 1.2.1 钢球 1.2.2 衬板 1.2.3 胶带 1.2.4 油脂 1.2.5 滤布 1.2.6 药剂 ……					1.2=1.2.1+1.2.2+1.2.3+1.2.4+…

续表 12.2-1

序号与项目	单位	数量	单价	金额	项目构成说明
1.3 燃料 1.3.1 煤					
1.4 动力 1.4.1 电 1.4.2 水					1.4=1.4.1+1.4.2
1.5 生产工人工资及附加工资					
1.6 制造费 1.6.1 折旧费 1.6.2 维修费 1.6.3 其它 ……					1.6=1.6.1+1.6.2+1.6.3
2. 管理费 2.1 摊销费 2.2 其它					2=2.1+2.2
3. 财务费 3.1 利息支出 3.2 其它					3=3.1+3.2
4. 销售费					
总成本（工厂成本）					=1+2+3+4
选矿加工费					（总成本－原矿费）/年原矿量（t）

地信网论坛
BBS.3S001.COM

12.2.1.3 销售收入

在项目财务评价中，假设年生产量等于年销售量，销售收入等于年生产量乘以销售单价。正确地确定销售数量和销售价格是做好项目财务评价的主要前提。

12.2.1.4 税金

税法规定所有矿产资源征收增值税、城乡维护建设税、资源税和教育费附加。

（1）增值税金 是对经过本企业加工而增加的价值部分征税，即从产品销售收入中扣除原料、辅助材料、燃料、动力、零配件等费用后所剩余的部分乘以增值税率。

（2）城乡维护建设税金 是以产品销售收入为基数乘以其税率。

（3）资源税 随产品类别、开采条件等不同而异，以每开采 1 吨矿产资源计税。

（4）教育费附加税金额是以增值税额为基数乘以其税率。

（5）所得税 税率规定为应纳税所得额（一般为利润总额）的 33%

利润总额＝产品销售收入－总成本费用－产品销售税金及附加

税后利润＝利润总额－所得税

12.2.1.5 劳动定员

职工定员应根据设计选矿厂的实际需要和国家有关部门制订的劳动人事条例进行 编制。应力求减少职工人数，压缩非生产人员，提高直接生产工人的比例，合理确定劳动组织，争取厂外协作，把可能交由社会负担的服务性工作交给厂外有关单位管理。

（1）岗位定员 应根据岗位特性进行定员：1）设备岗位定员，根据设备特性、配置和操作要求确定，如碎矿、磨矿等等岗位；2）定额（或效率）定员，根据工作量和生产要求

确定，如取样、手选、搬运等工种；3）比例定员，按占全员的一定比例确定；4）机械设备维修人员，根据车间设备重量和承担的机械检修范围以及装备水平和要求确定；5）管理人员定员，根据隶属关系、职工人数、职责范围等确定。

（2）在籍（册）人数计算　选矿厂连续工作制年工作365d，间断工作制系从365d中扣除法定休息日和节假日，如目前我国实行的年工作254d工作日，选矿工人出勤率按92%～94%，设计时要考虑在籍人员系数，即：

$$\text{在籍人员系数}=\frac{\text{企业全年工作天数}}{(365-\text{法定休息日}-\text{节假日})\times\text{出勤率}}$$

$$\text{在籍人员数}=\text{出勤人数}\times\text{在籍人员系数}$$

在籍人员数应按各个工段不同工种的定员人数分别计算，可参照选矿厂生产工人定员定额标准。直接生产人员中的工程技术人员和非直接生产人员（如调度员、话务员除外）均不考虑在籍人员系数。非直接生产人员比例，根据国家和冶金工业部文件要求控制在企业全员人数的18%以内。

（3）劳动生产率　通常选矿厂只按年处理原矿量（t/a）计算全员和直接生产工人的实物生产率，即：

$$\text{全员劳动生产率}=\frac{\text{年处理原矿量}}{\text{全员人数}}$$

$$\text{直接生产工人劳动生产率}=\frac{\text{年处理原矿量}}{\text{直接生产工人数}}$$

选矿厂劳动生产率与其自动化程度、设备装备、选矿厂规模、工艺流程、操作与经营管理水平以及建厂地区的技术经济条件等因素有关，设计时应综合考虑确定。

BBS.35001.COM

12.2.2　选矿厂建设项目财务评价内容

财务评价内容包括：评价指标、基本财务报表编制和不确定性分析。财务评价指标有两类：一类是财务盈利能力分析指标，有财务内部收益率、投资回收期、财务净现值、投资利润率、投资利税率、资本金利润率等，其中内部收益率、投资回收期为盈利能力分析的主要而常用的评价指标；另一类是偿债能力分析指标，有借款偿还期、资产负债率、流动比率和速动比率等指标。为了明了表示逐年财务状况的形成和对上述财务评价指标的计算，需要有极为重要的准备工作，即基本财务报表的编制。它是根据财务评价各项基础数据按一定模式加工处理而成，报表中项目条款可视具体内容和需要进行增减。基本财务报表：有损益表、资金来源与运用表、现金流量表、资产负债表、外汇平衡表。为了基本财务报表的编制，还需编制另外一些数据基础表，如固定资产投资估算表、投资计划与资金筹措表、固定资产折旧表、无形资产及递延资产摊销表、借款还本付息计算表、总成本费用计算表等。

12.2.2.1　财务报表编制和评价指标计算

为便于了解财务报表形式、内容和项目数据形成，本书在各财务报表下方注解中附有项目数据形成说明，并在介绍财务报表的同时，与之相关的评价指标的计算也一并作了叙述。

（1）损益表（见表12.2-2）　此表是项目财务评价中的首表，是其它财务报表的基础，表中内容表示生产期内逐年的产品销售收入，销售税金，总成本费用，利润总额，所得税，税后利润和利润分配等。表12.2.2中未分配利润可用在偿还借款，一般指在还款期间项目

借款本金首先用计提折旧费和摊销费偿还，当这两项费用不足偿还借款本金时，则其不足部分即可由税后利润扣除盈余公积金后的未分配利润垫付。当借款还完后，这个利润即留在企业中使用，称之应付利润。盈余公积金通常按税后利润的10%提取，用以弥补企业亏损或用于转增资本金。欲编出损益表，事先应估算出总成本费用表，如表12.2-3所示。同理，总成本费用表中涉及到利息支出项目，则需要编制固定资产投资借款付息表（表12.2-4）和流动资金借款付息表（表12.2-5）。在计算付息之前，应做好对固定资产投资的估算和投资计划。

（2）资金来源与运用表（见表12.2-6） 该表反映项目计算期内各年资金来源、资金运用和资金盈余情况。该表必须做到逐年预测平衡，用于选择资金筹措方案，制定适宜的借款和偿还计划。表中盈余资金不应出现负债，若出现负债就意味着当期资金发生短缺，必须在当期筹措短期贷款予以弥补，使当年的“资金来源”满足于当年的“资金运用”。资金安排既要满足企业需要和实际支付能力，又要在条件许可范围内，尽量选择对企业最有利的筹款方式。表中的资本金是指企业在工商行政管理部门登记注册资金。企业设立时，必须有法定的资金，并不得低于国家规定的限额。财务制度规定投资者的无形资产（不包括土地使用权）的出资不得超出资本金的20%。

根据损益表和资金来源与运用表中数据可以计算固定资产投资国内借款偿还期P_d，该指标系指以项目投产后可用于还款资金（包括折旧费、摊销费和未分配利润）偿还固定资产投资国内借款本金和建设期利息所需要的时间，它是以还款资金为基础分析项目的清偿能力。固定资产投资国内借款偿还期P_d计算公式为

$$I_d=\sum_{t=1}^{P_d}R_t \tag{12.2-4}$$

地信网论坛 BBS.3S001.COM

式中 I_d——固定资产国内借款本金与建设期利息之和；

P_d——固定资产国内借款偿还期（从借款开始年计）；

R_t——第t年可用于还款资金（含折旧、摊销及未分配利润）。

其实，根据资金来源与运用表可直接推算，公式为

$$\text{借款偿还期 } P_d=\left\{\begin{array}{l}\text{计提年折旧、摊销额、未分配利润之和大于当年还本金额年份}\end{array}\right\}-1+\frac{\text{〔当年还本金额〕}}{\left\{\begin{array}{l}\text{当年偿还借款本金的资金来源额数（即折旧费、摊销费、未分配利润合计）}\end{array}\right\}} \tag{12.2-5}$$

（3）现金流量表（见表12.2-7） 有全部投资现金流量表和自有资金流量表之分。全部投资现金流量表是假定项目总投资皆为自有资金，即资金全由投资者提供，不计算“财务费用（利息）”，可使问题简化，为各个投资方案（不论其资金来源如何）进行比较建立了共同基础。该表是以企业计算期内逐年的现金流入和现金流出为主要内容的计算分析表，是直接进行企业经济效益计算的依据。此表不需要满足逐年的资金平衡，只要求显示出在项目计算期内发生的现金流量，即逐年的“现金流入”，“现金流出”，“净现金流量”，“累计净现金流量”。用以计算项目计算期内的净现值，内部收益率和投资回收期。这些指标可在“累计净现金流量”栏下列出，将逐年的“净现金流量”在预定的折现率（i_c）条件下，逐年折现成现值，再逐年累加即算出净现值，也称财务净现值，公式如式（12.2-6）。

1）财务净现值（$FNPV$）：

$$FNPV = \sum_{t=1}^{n}(CI - CO)_t(1+i)^{-t} \tag{12.2-6}$$

式中 CI，CO——分别为各年的现金流入、流出；

$(CI-CO)_t$——第 t 年的净现金流量；

$(1+i)^{-t}$——第 t 年折现系数；

t、n——分别为第 t 年计算期。

2）财务内部收益率（$FIRR$）：系指项目计算期内各年净现值累计等于零时的折现率，即称内部收益率（也称财务内部收益率 $FIRR$）。$FIRR$ 的求得，是采用试算几个折现率 i 的办法，得出 NPV 稍大于零的 i_1 和 NPV 稍小于零的 i_2，以插值法计算出 $FIRR$，公式如 12.2-7。

$$FIRR=i_1+\frac{NPV\ (i_1)}{|NPV\ (i_1)|+|NPV\ (i_2)|}\ (i_2-i_1) \tag{12.2-7}$$

式中 $NPV\ (i_1)$、$NPV\ (i_2)$——分别为低值 i_1 的净现值、高值 i_2 的净现值。

必须注意，在市场经济条件下，项目计算期内财务净现值（$FNPV$）预定的折现率 i_c 和财务内部收益率 $FIRR$ 两个指标只有大于投资可接受的最低利率（综合借款利率加一定风险利率），该项目才有考虑投资的可能。

3）投资回收期 P_t 的计算：该指标是以项目的净收益抵偿全部投资所需的时间，是考察项目在财务上投资回收能力的主要静态指标。投资回收期一般从建设开始年算起，用现金流量表（全部投资）累计净现金流量计算，公式可写成如式 12.2-8 所示。

$$\text{投资回收期 } P_t = \left\{\begin{array}{l}\text{累计净现金流量开}\\ \text{始出现正值年份}\end{array}\right\} - 1 + \frac{\text{上年累计净现金流量的绝对值}}{\left\{\begin{array}{l}\text{累计净现金流量出现正值}\\ \text{年份当年的净现金流量}\end{array}\right\}} \tag{12.2-8}$$

BBS.3S001.COM

在一般情况下，投资回收期与内部收益率两指标联合使用，可减少财务盈利能力分析的局限性，为了与国际惯例接轨又增加了资产负债率等指标，后者需要编制资产负债表。

（4）资产负债表（见表 12.2-8）：是反映企业本身的价值的报表，他是按照“资产＝负债＋所有者权益”的平衡式编制的，是国际上通行的会计等式，反映了各年末资产、负债、所有者权益增减变化。资产负债率，流动比率和速动比率就是以当年末企业本身资产或流动资产为基础分析项目当年末清偿全部债务或流动负债能力指标。由于各年资产和负债情况不同，所得出各年相应指标也异。进行清偿能力分析，为投资者和金融机构参与项目投资和确定贷款决策提供了依据。

1）资产负债率：是反映项目所面临的财务风险程度和偿债能力指标。联合国工业发展组织编写的《工业可行性研究编制手册》提出，在一些大中型项目中倾向于采用资产负债率为 50%，在许多国家中实行采用 33%或 25%或更低，我国尚未规定控制数据。银行和金融机构对资产负债率过高的项目提供贷款是持审慎态度的，因为资产的很大部分常被固定在土地、建筑物和设备上，这些资产在项目破产时很难变为现金或只有折价才能变为现金。资产负债率公式于下

$$\text{资产负债率}\%=(\text{负债合计}/\text{资产合计})\times 100\% \tag{12.2-9}$$

式中 负债合计——当年末流动负债和长期借款之和，见资产负债表；

表 12.2-2 损　益　表

单位：万元

序号	项　目	生产期																			
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	产品销售收入	15153	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045
2	销售税金及附加	751	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3
3	总成本费用	11486	12669	12657	12657	12657	12650	12650	12650	12650	12650	12395	12395	12395	12395	12395	12395	12395	12395	12395	12395
4	利润总额（1－2－3）	2916	3518.5	3531	3531	3531	3538	3538	3538	3538	3538	3793	3793	3793	3793	3793	3793	3793	3793	3793	3793
5	所得税（4×33%）	962.2	1161	1165	1165	1165	1168	1168	1168	1168	1168	1252	1252	1252	1252	1252	1252	1252	1252	1252	1252
6	税后利润（4－5）	1954	2357.4	2366	2366	2366	2370	2370	2370	2370	2370	2541	2541	2541	2541	2541	2541	2541	2541	2541	2541
6.1	盈余公积金（6×10%）	195.4	235.7	236.6	236.6	236.6	237	237	237	237	237	254.1	254.1	254.1	254.1	254.1	254.1	254.1	254.1	254.1	254.1
6.2	应付利润（6－6.1）			2129	2129	2129	2133	2133	2133	2133	2133	2287	2287	2287	2287	2287	2287	2287	2287	2287	2287
6.3	未分配利润（6－6.1）	1758.2	2121.6																		
7	累计未分配利润（Σ6.3）	1758.2	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1	3977.1
8	累计盈余公积金（Σ6.1）	195.4	431.1	667.7	904.3	1140.9	1377.9	1614.9	1851.9	2088.9	2326	2580.1	2834.2	3088.3	3342.4	3596.5	3850.6	4104.7	4358.8	4612.9	4867

注：1. 销售税金及附加，增值税率按 13%，教育及附加税 2%，城乡维护建设税 0.2%；

2. 总成本费用见表 12.2-3；

3. 产品销售收入＝年精矿产量×精矿售价。

BBS.3501.COM 建筑工程论坛

表 12.2-3　选矿总成本及费用表

单位：万元

序号	项　目	生产期																			
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	生产成本	10614	11817.4	11817.4	11817.4	11817.4	11817.4	11817.4	11817.4	11817.4	11817.4	11563	11563	11563	11563	11563	11563	11563	11563	11563	11563
1.1	原矿费(包括运输)	7200	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100	8100
1.2	辅助材料	1134.4	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1	1276.1
1.3	燃料	196.6	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1	221.1
1.4	动力	1102	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1210
1.5	工资	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.1	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.1	86.4	86.4	86.4
1.6	制造费	894.5	894.5	894.5	894.5	894.5	894.5	894.5	894.5	894.5	894.5	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640
1.6.1	折旧	437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183
1.6.2	修理	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382
1.6.3	其它	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
2	管理费	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3
2.1	摊销	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
2.2	其它	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
3	财务费	207.89	97.68	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08	86.08
3.1	利息支出	177.89	67.68	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08
3.2	其它	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
4	销售费	560	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650
5	总成本费用(1+2+3+4)	11485	12668.3	12657	12657	12657	12650	12650	12650	12650	12650	12396	12396	12396	12396	12396	12396	12396	12396	12396	12396
6	经营成本(5-1.6.1-2.1-3.1)	10847	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140

注：1. 辅助材料，燃料，动力，工资年费用系由每吨精矿中所支出的金额乘以年精矿量之积；

2. 年折旧费，第3年至第12年，每年折旧费＝机器设备原值（1%～4%）/10＋房屋建筑原值（1%～4%）/30，第13年至第22年每年折旧费＝房屋建筑物原值（1%～4%）/30，固定资产净残值率为4%；

3. 摊销费，无形资产原值按20年摊销，递延资产原值按5年摊销。两者合计摊销费：第3年至第7年为325/20＋35/5，第8年至第22年为325/20，325万元、35万元分别无形资产原值递延资产原值；

4. 利息支出，系指固定资产投资借款生产期第3年应计利息，第4年还清年份应计利息以及流动资金借款利息，具体数据来自表12.2-4和表12.2-5。

资产合计--- 当年末流动资产、固定资产净值、无形资产净值之和，见资产负债表。

2）流动比率：是反映项目偿付流动负债（短期负债）能力的粗略计算。

流动比率=流动资产总额/流动负债总额

因为流动资产包括存货，如果不能把存货变为现金，仍把含存货流动资产来衡量企业偿付流动负债能力，明显会夸大这一能力，故又提出速动比率指标，即

速动比率=（流动资产总额－存货）/流动负债总额

《工业可行性研究编制手册》推荐：流动比率为2.0～1.2；速动比率为1.2～1.0。

12.2.2.2 财务评价案例

（1）基础数据 设计规模为年处理铁矿石1.80Mt，原矿品位含铁34.66%，年产精矿0.6818Mt，含铁品位66%；建设期为2年，第3年投产，第4年达产，其年处理原矿量分别为0.40、1.20、1.80Mt，年产铁精矿第3年累计0.6061Mt，第4年0.6818Mt，生产寿命按20a计；项目固定资产投资8485.67万元（其中机器设备原值2651.56万元，房屋及构筑物原值为5717.70万元），其中注册资金6224.85万元，银行贷款2260.82万元，流动资金估算为927.21万元，其中30%为注册资金278.16万元，另70%为银行借款649.05万元，固定资产投资银行利率9.36%，流动资金银行利率为8.64%；每吨原矿购置费用45元，每吨精矿售价为250元；设备按10a折旧，厂房按30a折旧。

（2）财务报表编制。

1）损益表：如表12.2-2所示。根据已知的基础数据和本表注解，表中项目数据即可形成。与本表相关密切的总成本费用表同时编出，如表12.2-3所示，总成本费用表中各项年费用是由精矿单位成本表（表12.2-1）中各项金额乘以年精矿量得出。另外总成本费用表涉及到折旧费、摊销费、利息支出（含固定资金借款和流动资金借款利息），前两项形成方法在表12.2-3注解中已说明，后者通过编制固定资产投资借款还本付息表（表12.2-4）和流动资金借款计息表（表12.2-5）即可得出。修理费和几项“其它费用”是参照类似工程的估算数据。

地信网论坛 BBS.9368.COM

由表12.2-3中数据，可以计算选矿加工费，公式可写成

选矿加工费=（总成本费用－原矿费）/年处理原矿量（t）

或（精矿单位成本－每吨精矿原矿费）/选矿比

本例选矿加工费，第4年每吨原矿25.4元，精矿成本为每顿精矿186元。

表12.2-4 固定资产投资借款还本付息计算表 单位：万元

序号	项目	建设期		生产期				
		1	2	3	4	5～7	8～12	13～22
1	借款及还本付息	1070.92	1395.95	2346.0	259.52			
1.1	本年借款	1070.92	1395.95					
1.1.1	本金	1023.04	1237.78					
1.1.2	利息	47.88	158.17					
1.2	本年还本付息			2346.0	259.52			
1.2.1	本年还本			2218.95	247.92			
1.2.2	本年付息			127.05	11.6			

续表 12.2-4

序号	项目	建设期		生产期				
		1	2	3	4	5～7	8～12	13～22
2	偿还借款本金资金来源			2218.95	2582.41			
2.1	折旧及摊销			460.77	460.77	460.77	453.77	19922
2.2	未分配利润			1758.18	2121.64			

注：应计利息，建设期，第1年＝（1023.04/2）×9.36%；第2年＝（1023.04＋47.88＋1237.78/2）×9.36%；生产期，第3年＝（1070.92＋1395.95－2218.95/2）×9.36%；第4年＝（1070.92＋1395.95－2218.95）/2×9.36%。

表 12.2-5　流动资金借款计息表　　单位：万元

序号	项目	生产期			说明
		3	4	5～22	
1	流动资金	840.54	927.21	927.21	流动资金＝应收帐款＋存货＋现金－应付帐款
1.1	借款	588.44	649.05	649.05	
1.2	自有	252.10	278.16	278.16	
2	流动资金借款利息	50.84	56.08	56.08	各项具体内容见表 12.2-8 注解
3	流动资金本年增加额	840.54	86.67		
3.1	借款	588.44	60.61		
3.2	自有	252.10	26.06		

地信网论坛

2）资金来源与运用表：如表 12.2-6 所示，本案例此表中盈余资金未出现负值，说明未发生资金短缺。

根据此表中的“年折旧费”、“摊销费”和损益表（表 12.2-1）中“未分配利润”用式（12.2-5）可以计算借款偿还期 P_d。

3）现金流量表（全部投资）如表 12.2-7 所示。根据逐年的“现金流入”减去“现金流出”得出的“净现金流量”以及预定的折现率 $i_c=14\%$。（考虑到现行的银行利率和风险性），计算出财务净现值（$FNPV$），本案例用等额序列现值公式和现值公式联合计算出财务净现值（$FNPV$）；再试算 i 值，使 $NPV=0$，用式（12.2-7）求出 $FIRR$，即财务内部收益率；再根据表中“累计净现金流量”出现正值年份计算投资偿还期（P_t），按式（12.2-8）计算。

4）资产负债表：从表 12.2-8 可看出各年末资产、负债和所有者权益的增减变化，资产总趋势是增加的，累计盈余资金逐年增加，长期借款第 4 年即可还清，所有者权益逐年增加，从清偿能力指标分析，本案例建设项目是可行的。

以上述财务报表编制内容和数据作依据进行本案例财务评价指标计算。

（3）财务评价指标计算。

1）财务净现值（$FNPV$）：根据本案例现金流量表（表 12.2-7）情况，本案例采用等额序列现值公式和现值公式联合计算，计算式为

$$FNPV=A_{21}\left[\frac{(1+i)^{21}-1}{i\ (1+i)^{21}}-\frac{(1+i)^{12}-1}{i\ (1+i)^{12}}\right]-A_{12}\left[\frac{(1+i)^{12}-1}{i\ (1+i)^{12}}-\frac{(1+i)^{7}-1}{i\ (1+i)^{7}}\right]$$

表 12.2-6　资金来源与运用表　　单位：万元

序号	项　目	建设期		生产期																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	资金来源	3326.4	5363.4	4217	4066	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	3391.7	7083.4
1.1	利润总额			2915.7	3518.5	3531	3531	3531	3538	3538	3538	3538	3538	3792.5	3792.5	3792.5	3792.5	3792.5	3792.5	3792.5	3792.5	3792.5	3792.5
1.2	折旧			437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	437.5	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183
1.3	摊销			23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
1.4	长期借款	1070.9	1396																				
1.5	流动资金借款			588.4	60.6																		
1.6	资本金	2255.4	3969.4	252.1	26.1																		
1.7	回收固定资产余值																						2164.5
1.8	回收流动资金																						927.2
2	资金运用	3326.4	5365.4	4021.7	1495.7	3294.4	3294.4	3294.4	3301	3301	3301	3301	3301	3538.4	3538.4	3538.4	3538.4	3538.4	3538.4	3538.4	3538.4	3538.4	4187.5
2.1	固定资产投资	3199.3	5353.8																				
2.2	建设期利息	127.1	11.6																				
2.3	流动资金			840.5	85.7																		
2.4	所得税			962.2	1161.1	1165.2	1165.2	1165.2	1167.5	1167.5	1167.5	1167.5	1167.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5
2.5	应付利润					2129.2	2129.2	2129.2	2133.4	2133.4	2133.4	2133.4	2133.4	2286.9	2286.9	2286.9	2286.9	2286.9	2286.9	2286.9	2286.9	2286.9	2286.9
2.6	长期借款本金偿还			2219	247.9																		
2.7	流动资金借款本金偿还																						649.1
3	盈余资金(1—2)			195.4	2570.1	697.4	697.4	697.4	690.8	690.8	690.8	690.8	690.8	453.3	453.3	453.3	453.3	453.3	453.3	453.3	453.3	453.3	2896
4	累计盈余资金			195.4	2765.5	3462.9	4160.3	4857.7	5548.5	6239.3	6930.1	7620.9	8311.7	8765	9218.3	9671.6	10125	10578.3	11031.6	11485	11938.3	12391.6	15287.6

注：1. 长期借款含建设期利息；
2. 资本金为注册资金；
3. 流动资金是自有和借款流动资金的合计；
4. 固定资产投资是自有和借款固定资产投资的合计；
5. 长期借款本金偿还系建设期本金借款及其建设期利息之和。

造价网校 BBS.3SOUJIA.COM

表 12.2-7　现金流量表（全部投资）　　单位：万元

序号	项　目	建设期		生产期																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	现金流入																						
1.1	销售收入			15153	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045
1.2	回收固定资产余值																						2164.5
1.3	回收流动资金																						927.2
	流入小计			15153	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	17045	20136.7
2	现金流出																						
2.1	固定资产投资	3199.3	5353.8																				
2.2	流动资金			840.5	86.7																		
2.3	经营成本			10847	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140	12140
2.4	销售税金及附加			751	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3	857.3
2.5	所得税			962.2	1161.1	1165.2	1165.2	1165.2	1167.5	1167.5	1167.5	1167.5	1167.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1251.5	1252
	流出小计	3199.3	5353.8	13400.7	14245	14163	14163	14163	14165	14165	14165	14165	14165	14249	14249	14249	14249	14249	14249	14249	14249	14249	14249
3	净现金流量	−3199.3	−5353.8	1752.2	2800	2882.6	2882.6	2882.6	2880	2880.3	2880.3	2880.3	2880.3	2796.3	2796.3	2796.3	2796.3	2796.3	2796.3	2796.3	2796.3	2796.3	5888
4	累计净现金流量	−3199.3	−8553.1	−6801	−4001	−1118	1765	4648	7528	10408	13288	16168	19048	21841	24641	27437	30233	33029	35825	38621	41417	44213	5010.1

注：计算指标　$FNPV\ (i=14\%)=7029.26$ 万元

$FIRR=27.6\%$

$P_t=5.39a$

BBS.3001.COM 地信网论坛

表 12.2-8　资产负债表

序号	项　目	建设期		生产期																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	资产合计	3326.36	8691.72	10106.45	12403.51	12640.09	12876.67	13107.25	13350.29	13587.33	13809.37	14061.41	14298.5	14548.5	14802.6	15056.7	15310.8	15564.9	15819	16073.1	16327.2	16581.3	16835.4
1.1	流动资产总额			1837.96	4595.8	5293.14	5990.5	6681.84	7378.65	8069.46	8760.27	9451.08	10141.9	10591.16	11044.48	11497.8	11951.12	12404.44	12857.76	13311.08	13764.4	14217.72	17113.67
1.1.1	应收帐款			903.88	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65	1011.65
1.1.2	存货			680.86	761.56	761.56	761.56	761.56	761.56	761.56	761.56	761.56	761.56	758.03	758.03	758.03	758.03	758.03	758.03	758.03	758.03	758.03	758.03
1.1.3	现金			57.87	57	57	57	57	57	57	57	57	57	56.48	56.48	56.48	56.48	56.48	56.48	56.48	56.48	56.48	56.48
1.1.4	累计盈余资金			195.35	2765.58	3462.93	4160.28	4857.63	5548.44	6239.25	6930.06	7620.87	8311.68	8765	9218.32	9671.64	10125	10578.3	11031.6	11484.9	11938.2	12391.6	12844.9
1.2	在建工程资金	3326.36	8691.72																				
1.3	固定资产净值			7931.74	7494.22	7056.7	6619.18	6181.66	5744.14	5306.62	4869.1	4431.58	3994.06	3811.09	3628.12	3445.15	3262.18	3079.21	2896.24	2713.27	2530.36	2347.33	2164.36
1.4	无形及递延资产净值			336.75	313.5	290.25	267	243.75	227.70	211.25	180	178.75	162.5	146.25	130	113.75	97.5	81.25	65	48.75	32.5	16.25	0
2	负债及权益	3326.36	8691.72	10106.45	12403.51	12640.09	12876.67	13107.25	13350.29	13587.33	13809.37	14061.41	14298.5	14548.5	14802.6	15056.7	15310.8	15564.9	15819	16073.1	16327.2	16581.3	16835.4
2.1	流动负债总额			1428.05	1492.28	1492.28	1492.28	1492.28	1492.28	1492.28	1492.28	1492.28	1492.28	1488.23	1488.23	1488.23	1488.23	1488.23	1488.23	1488.23	1488.23	1488.23	1488.23
2.1.1	应付帐款			839.61	843.23	843.23	843.23	837.23	843.23	843.23	843.23	843.23	843.23	839.18	839.18	839.18	839.18	839.18	839.18	839.18	839.18	839.18	839.18
2.1.2	流动资金借款			588.44	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05	649.05
2.2	长期借款	1070.92	2466.87	247.92																			
2.3	所有者权益			8430.48	10911.23	11147.81	11384.39	11620.97	11858.01	12095.05	12332.09	12569.13	12806.17	13060.27	13314.37	13568.47	13822.57	14076.67	14330.77	14584.87	14839	15093.07	15347.17
2.3.1	资本金	2255.44	6224.85	6477	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01	6503.01
2.3.2	累计盈余公积金			195.35	431.09	667.67	904.25	1140.83	1377.87	1614.91	1851.95	2088.99	2326.03	2580.13	2834.23	3088.33	3342.43	3596.53	3850.63	4104.73	4358.83	4612.93	4867.03
2.3.3	累计未分配利润			1758.18	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13	3977.13

注：1. 指标计算：资产负债率（%）$=\frac{\text{负债合计}}{\text{资产合计}}\times 100\%=\frac{1428.05+247.92}{10106.45}=16.58\%$；

流动比率$=\frac{\text{流动资产总额}}{\text{流动负债总额}}=\frac{1837.96}{1428.05}=1.29$；速动比率$=\frac{\text{流动资产总额}-\text{存货}}{\text{流动负债总额}}=\frac{1837.96-680.86}{1428.05}=0.81$

2. 应收帐款＝年经营成本÷周转次数，周转次数取 12 次；
3. 存货：2.1　外购原材料、燃料、备件资金＝（年购原材料、燃料、备件所占用费用）÷周转次数；周转次数取 12 次，
2.2　在产品资金＝（年生产成本－年折旧费）÷周转次数；周转次数取 72 次，
2.3　产成品资金＝（年经营成本－年销售费用）÷周转次数；周转次数取 24 次；
4. 现金＝（总成本费用－原材料、燃料、外购动力年费用－年折旧费－年摊销费）÷周转次数；周转次数取 24 次；
5. 固定资产净值，系固定资产（机器设备、厂房建筑物等）原值扣除净残值（4%）后，逐年减去折旧费即得；
6. 无形及递延资产净值，系无形及递延资产原值逐年减掉摊销费即得；
上述各数据来自表 12.2-3；
7. 流动资金借款、长期借款、在建工程资金（即建设期固定资产投资和建设期利息），数据来源表 12.2-6；
8. 累计盈余资金、累计未分配利润数据分别来自表 12.2-6 和表 12.2-2；
9. 第 22 年累计盈余资金未考虑回固定资产余值和流动资金的回收。

$$+A_7\left[\frac{(1+i)^7-1}{i\ (1+i)^7}-\frac{(1+i)^1-1}{i\ (1+i)^4}\right]+\int_1\frac{1}{(1+i)}+\int_2\frac{1}{(1+i)^2}+\int_3\frac{1}{(1+i)^3}$$
$$+\int_4\frac{1}{(1+i)^4}+\int_{22}\frac{1}{(1+i)^{22}}$$

以 $i=i_c=14\%$，$A_{21}=2796.29$，$A_{12}=2880.29$，$A_7=2882.6$，$S_1=-3199.31$，$S_2=-5353.76$，$S_3=1752.24$，$S_4=2800.05$，$S_{22}=5887.97$ 代入，上式得：$FNPV=7029.26$ 万元。

也可用常用的方法计算，如式（12.2-6），是将 $i_c=14\%$ 的折现率转换成各年的折现系数，再将各年的净现金流量乘以各自的折现系数得出各年的现值，再将其累计到计算期即得净现值，$FNPV=7029.26$ 万元。

2）财务内部收益率（$FIRR$）：根据表 12.2-7“净现金流量”，试算折现率 i，使 $NPV=0$，将其代入本例 $FNPV$ 的联合计算式中计算。

试算 $i_1=26\%$，$NPV=406.12$ 万元

试算 $i_2=28\%$，$NPV=-100.27$ 万元

代入式（12.2-7）得，

$$FIRR=26\%+\frac{406.12}{|406.12|+|100.27|}\times(28\%-26\%)$$
$$=27.6\%。$$

3）投资回收期（P_t）：根据表 12.2-7 中的“累计净现金流量”按式（12.2-8）计算 P_t。

$$P_t=6-1+\frac{1118.18}{2882.6}$$
$$=5.39a$$

地信网论坛 BBS.3S001.COM

4）资产负债率：根据表 12.2-8 中数据代入式（12.2-9）。

$$资产负债率（\%）=\frac{1675.97}{10106.45}\times100\%$$
$$=16.58\%$$

$$流动比率=\frac{1837.96}{1428.05}=1.29；速动比率=\frac{1837.96-680.86}{1428.05}=0.81$$

5）借款偿还期（P_d）：根据表 12.2-6 中的年折旧、摊销费和表 12.2-2 中的未分配利润以式（12.2-5）计算

$$P_d/a=4-1+\frac{247.92}{2582.41}=3.1$$

（4）小结　从上述各项财务评价指标分析，本案例在经济上是可行的，盈利能力指标较好，财务净现值在预定折现率 $i_c=14\%$ 大于现行银行利率，并还能承担风险性利率 4.6%，到计算期可获得财务净现值 7029.26 万元；财务内部收益率达 27.6% 的较高效果；投资偿还年限较短，投产后不到 4 年即可全部返回；清偿能力指标也是可行的，接近联合国工业发展组织编写的“工业可行性研究编制手册”推荐范围。资产负债率较低，风险性较小，借款偿还期投产后仅用一年多点时间即可还清。

12.2.2.3　财务效果不确定性分析

在进行技术经济效果评价时不可能对被采用方案的未来结果预测的十分准确，虽然是在诸多工程项目、生产企业数据统计的基础上得来的，但其预测和估计值总带有一定的不确定性和风险性，包含着一定的假设和主观判断。需要进行不确定性分析，分析不确定性

因素对财务评价指标的影响，以避免和减少决策的失误以及预测的经济效益有过大的出入，增强其可靠性。

进行不确定性分析，首先要检查对投资收益率有决定影响的因素，要特别注意销售收入、生产成本、投资、建设周期四个因素的变化幅度。不确定性分析常采用盈亏平衡分析和敏感性分析，如果需要和条件具备还可进行概率分析，其方法步骤请查阅有关技术经济书籍。

12.3 选矿厂设计的技术经济指标

在设计过程中需要各专业向技术经济专业提供必要的数据和资料，配合技术经济专业编制选矿厂设计技术经济指标，并应较详细地给以列出，如表 12.3-1 所示，以便于与生产、设计类似选矿厂指标比较。

表 12.3-1 选矿厂设计主要技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注	序号	指标名称	单位	数量	备注
1	选矿厂设计规模： 年处理原矿量	10^4t/a			9	耗水指标： 新水量 吨矿耗水量	$10^4m^3/a$ m^3/t		
2	选矿指标（正常年均）： 入选原矿品位 精矿品位 尾矿品位 选矿回收率 精矿产率 年产精矿量 选矿比	 % % % % % 10^4t/a			10	选矿厂占地面积： 工业占地面积 民用占地面积 选矿厂建筑面积	 公亩 公亩 m^2		
3	尾矿输送量	10^4t/a			11	选矿厂基建三材消耗量 钢材 木材 水泥	 t m^3 t		
4	选矿主要设备及规格： 粗碎 中碎 细碎 磨矿 选矿 精矿脱水过滤			 系列数、台数 系列数、台数	12	年工作天数	d		
					13	选矿厂职工定员 全员 直接生产工人	 人 人		
					14	劳动生产率 全员 直接生产工人	 t/人—a t/人—a		
5	选矿主要设备效率：				15	选矿厂精矿成本	元/t		
6	选矿辅助材料消耗量： 钢球 衬板 浮选药剂 滤布 胶带 其它	 t/a t/a t/a m^2/a m^2/a			16	选矿厂原矿加工费	元/t		
					17	建设投资： 总投资 固定资产投资 流动资金 每吨原矿建设投资	 万元 万元 万元 元		
7	供电： 设备容量 需要容量	 kW kW			18	经济效果指标： 基建投资内部收益率 基建投资回收期 基建投资利税率 基建投资利润率 借款偿还期 资产负债率	 % % % % a %		
8	耗电量： 选矿耗电量 吨矿耗电量	 10^4kW-h/a kW-h/t							

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表中投资利润率、投资利税率、资本金利润率指标分别用以下式（12.3-1），式12.3-2，式（12.3-3）表达，公式中分子均指项目达到设计生产能力后正常生产年份的年利润总额、年利税总额，当生产期内各年的“总额”变化幅度较大时，应采用年均总额值。

$$\text{投资利润率}（\%）=\frac{\text{年利润总额或年均利润总额}}{\text{项目总投资}}\times 100\% \qquad (12.3\text{-}1)$$

$$\text{投资利税率}（\%）=\frac{\text{年利税总额或年均利税总额}}{\text{项目总投资}}\times 100\% \qquad (12.3\text{-}2)$$

$$\text{资本金利润率}（\%）=\frac{\text{年利润总额或年均利润总额}}{\text{资本金}}\times 100\% \qquad (12.3\text{-}3)$$

总之，选矿厂设计方案所追求的目标应该是由下列最佳诸因素的结合：低投资，低生产费用，高投资收益率，较短的投资回收期，高的劳动生产率，低能耗，较理想的精矿品位和回收率，先进合理的工艺流程和设备性能，合适的设备规格、台数及其配置，便于操作、维修，作业环境安全，场地占用和环境保护符合国家要求。欲达上述目标，在基本建设程序中各环节均应有最佳的工作成绩，工程负责人（应精通现场知识、具有类似的生产经验、投产经验、用人能力、通晓全盘计划）和设计工程组成员为最佳组合，设计者对各个环节必须精心设计，沿用前人和前期工程可借鉴的成熟经验同时要丰富自己的想像力，发现和解决问题，具有创造性思维促进技术进步。

思 考 题

1. 试述概算目的、组成及选矿专业编制单位工程概算的内容。
2. 精矿设计成本包括哪些项目？
3. 损益表、资金来源与运用表、现金流量表、资产负债表作用是什么？
4. 怎样进行净现值、内部收益率、投资回收期、资产负债率的计算？

地信网论坛
BBS.3S001.COM

附录　主要设备技术性能表

附表 1　颚式破碎机

类　型	型号及规格	进料口（长×宽）/mm	最大给矿粒度/mm	处　理量/t·h⁻¹（t/h）	排矿口调节范围/mm	主轴转速/r·min⁻¹	传动电动机			最重件质量/t	外形尺寸（长×宽×高）/mm	质量①/t
							型　号	功率/kW	电压/V			
复摆	PE150×250	250×150	125	1～3	10～40	300		5.5	380		896×745×935	1.10
	PE200×350	350×200	160	2～5	10～50	285		7.5	380		1080×1060×1090	1.60
	PE250×400	400×250	210	5～20	20～80	300		17	380	1.288	1100×1090×1409	2.50
	PE400×600	600×400	320	25～64	40～100	260		30	380	2.97	1700×1742×1530	6.30
	PE600×900	900×600	500	56～192	75～200	250		75	380	7.55	2575×3723×2375	16.08
	PE900×1200	1200×900	750	180m³/h	130±25	225		110	380	20.86	5000×4471×3280	44.13
复摆（细碎型）	PEX150×750	750×150	120	8～35	10～40	300	Y180L-6	15	380		1215×1521×1031	3.50
	PEX250×600	600×250	210	7～22	10～40		$Y200L_2$-6	22	380		1350×1777×1533	5.23
	PEX250×750	750×250	210	13～35	15～50		Y225M-6	30	380		1400×1751×1565	6.01
	PEX250×1200	1200×250	210	40～85	20～50	300		60	380		2380×1920×1800	13.22
筒摆	PJ900×1200	1200×900	750	180～270	100～180	180		110	380	27	4754×4768×3221	55.383
	PJ1200×1500	1500×1200	1000	310m³/h	150±40	160		160	6000	32	6273×4580×3745	110.380
	PJ1500×2100	2100×1500	1300	550m³/h	180±45	120		250	6000	45	7390×5790×4460	187.65

注：P—破碎机；E—颚式；J—简单摆动；X—细碎型。
①不包括电动机。

BBS.35007.COM 建筑网论坛

附表 2　旋回破碎机

类型	型号及规格	进料口宽度/mm	最大给矿粒度/mm	处理量/t·h⁻¹	动锥转速/r·min⁻¹	排矿口调节范围	动锥直径/mm	传动电动机			动锥最大提升高度/mm	最重件质量/t	外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量[1]/t
								型号	功率/kW	电压/V				
普通型	PX-500/75	500	400	170		75			130	380	140	6.85	3020×2030×3500	43.5
	PX-900/150	900	750	500		150			180	380	140	24.3	6500×3306×5500	143.6
液压重型	PXZ-500/60	500	420	140～170	160	60～75	1200		130	380	160	8.7		44.1
	PXZ-700/100	700	580	310～400	140	100～130	1400		155 145	380 3000	180	21	3400×3400×4315	91.9
	PXZ-900/90	900	750	380～510		90			210	380	200	34	4060×4060×5130	141
	PXZ-900/130	900	750	625～770	125	130～160	1650		210	380	200	34	4060×4060×5130	141
	PXZ-900/170	900	750	815～910	125	170～190	1650		210	380	200	34	4060×4060×5130	141
	PXZ-1200/160	1200	1000	1250～1480	110	160～180	2000		310	6000	220	70	4670×4670×6255	228.2
	PXZ-1200/210	1200	1000	1640～1800	110	210～230	2000		310	6000	220	70	4670×4670×6255	228.2
	PXZ-1400/170	1400	1200	1750～2060	105	170～200	2200		430 400	3000 6000	240	93	5360×5360×8710	314.5
	PXZ-1400/220	1400	1200	2160～2370	105	220～240	2200		430 400	3000 6000	240	93	5360×5360×8710	305
	PXZ-1600/180	1600	1350	2400～2800	100	180～210	2500		620 700	3000 6000	260	170	6200×6200×10000	181
	PXZ-1600/230	1600	1350	2800～2950	100	230～250	2500		620 700	3000 6000	260	170	6200×6200×10000	481
液压轻型	PXQ-700/100	700	580	200～240	160	100～120	1200		130	380	160	9.5	2740×2740×3685	45
	PXQ-900/130	900	750	350～400	140	130～150	1400		145 155	3000 380	180	20	4935×3510×4935	87
	PXQ-1200/150	1200	1000	600～680	125	150～170	1650		210	380	200	38	4530×4530×6000	145

注：P—破碎机；型号及规格项中的 X—旋回；Z—重型；Q—轻型。

①包括电机。

地学网校 BBS.SOJI.COM

附表 3　圆锥破碎机

类型		型号及规格	进料口宽度/mm	最大给矿粒度/mm	排矿口调节范围/mm	处理量/t·h^{-1}	传动电动机			动锥最大提升高度/mm	动锥直径/mm	最重件质量/t	外形尺寸（长×宽×高）/mm	质量（包括电机）/t
							型号	功率/kW	电压/V					
单缸液压	标准	PYY900/135	135	115	15～40	40～100		55	380	60	900	2.2	2960×1550×2392	9.34
		PYY1200/190	190	160	20～45	90～200	JS125-8	95	380	100	1200	5.08	3950×1900×3140	19.33
		PYY1650/285	285	240	25～50	210～425	JS137-10	155	380	140	1650	9.25	4765×2600×4090	37.82
		PYY2200/350	350	300	30～60	450～900	JSQ1510-12	280	6000	200	2200	21.85	6500×3680×5400	74.5
	中型	PYY900/75	75	65	6～20	17～55		55	380	60	900	2.2	2960×1550×2362	8.31
		PYY1200/150	150	130	9～25	45～120	JS125-8	95	380	100	1200	5.08	3950×1900×3100	19
		PYY1650/230	230	195	13～30	120～280	JS137-10	155	380	140	1650	9.25	4765×2600×4040	35.7
		PYY2200/290	290	230	15～35	250～580	JSQ1510-12	280	6000	200	2200	21.85	6500×3680×5300	78.94
	短头	PYY900/60	60	50	4～12	15～50		55	380	60	900	2.2	2960×1550×2322	8.32
		PYY1200/80	80	70	5～13	40～100	JS125-8	95	380	100	1200	5.08	3950×1900×3060	17.6
		PYY1650/100	100	85	7～14	100～200	JS137-10	155	380	140	1650	9.25	4765×2600×3990	35.6
		PYY2200/130	130	110	8～15	200～380	JSQ1510-12	280	6000	200	2200	21.85	6500×3680×5300	73.4
弹簧	标准	PYB-600	75	65	12～25	40		30	380		600	1.06	2760×1330×1690	5.6
		PYB-900	135	115	15～50	50～90		55	380		900	2.9	3050×1640×2350	10.8
		PYB-1200	170	145	20～50	110～168	JS126-8	110	380		1200	5	5100×5300×2300	25
		PYB-1750	250	215	25～60	280～430	JS128-8	155	380		1750	10.83	6020×5200×5900	50.3
		PYB-2200	350	300	30～60	590～1000	JSQ 1510-12 JSQ 158-12	280 260	6000 3000		200	18.512	12800×4700×4100	84
	中型	PYZ-900	70	60	5～20	20～65		55	380		900	2.9	3050×1640×2350	10.82
		PYZ-1200	115	100	8～25	42～135	JS126-8	110	380		1200	5	5100×5300×2200	25
		PYZ-1750	215	185	10～30	115～320	JS128-8	155	380		1750	10.83	6020×5200×5900	50.5
		PYZ-2200	275	230	10～30	200～580	JSQ 1510-12 JSQ 158-12	280 260	6000 3000		2200	18.512	12800×4700×4100	85
	短头	PYD-600	40	36	3～13	12～23		30	380		600	1.060	2760×1330×1470	5.6
		PYD-900	50	40	3～13	15～50		55	380		900	2.9	3050×1640×2350	10.93
		PYD-1200	60	50	3～15	18～105	JS126-8	110	380		1200	5	5100×5300×2300	25.7
		PYD-1750	100	85	5～15	75～230	JS126-8	155	380		1750	10.83	6020×5200×5900	50.5
		PYD-2200	130	100	5～15	120～340	JSQ 1510-12 JSQ 158-12	280 260	6000 3000		2200	18.512	12800×4700×4100	85

注：在型号及规格项中，P—破碎机；第一个 Y—圆锥；第二个 Y—液压；B—标准；Z—中型；D—短头。

地信网论坛 BBS.DIXIN.COM

附表 4　双辊破碎机

类　型	型号及规格	最大给矿粒度/mm	排料粒度/mm	处理量/t·h⁻¹	辊子转速/r·min⁻¹	传动电动机			外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量(不包括电机)/t
						型　号	功率/kW	电压/V		
双光辊	2PG-300 ϕ300×300	20	0～6.5		60		2.2	380	900×1020×762	0.543
	2PG-400 ϕ400×250	20～32	2～8	5～10	200		11	380	1430×1163×816	1.3
	2PG-600 ϕ600×400	35～78	2～9	4～15	120		2×11	380	1785×2365×1415	2.55
	2PG-750 ϕ750×500	40	2	3.4	50		30	380	3889×2865×1145	9.162
双齿辊	2PGC-450 ϕ450×500	200	0～100	20～55	64		8 11	380	2260×2206×766	3.765
	2PGC-600 ϕ600×750	600	0～125	60～125	50		20 22	380	2780×3165×1392	6.712
	2PGC-900 ϕ900×900	800	0～125	125～180	37.5		30	380	4200×3205×1895	13.27
沟　槽	2PG-1830 ϕ1830×915	360	50	550	50	JS117-10	65	380	5310×2690×2855	31.515

注：P—破碎机；G—辊式；C—齿。

附表 5　锤式破碎机

类型	型号及规格	进料口(长×宽)/mm	最大给矿粒度/mm	排料粒度/mm	处理量/t·h⁻¹	辊子转速/r·min⁻¹	锤头数量/只	最重件/t	传动电动机			外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量/t
									型　号	功率/kW	电压/V		
可逆式	PC-41 ϕ400×175	270×145	50	3～0	0.5(煤)	960	16			5.5	380	1027×763×1310	0.4
	PC-64 ϕ600×400	450×295	50	13～0	8～10	1000	20			17	380	1055×1020×1122	1.21
	PC-86 ϕ800×600	570×350	200	10～0	18～24	970	36			55	380	1495×1698×1020	2.5
	PC-108 ϕ1000×800	580×850	200	13～0	30～90	975	48			115	380	3633×1840×1515	5.35
	PCK-1010 ϕ1000×1000	1000×300	80	3～0	100～150(煤)	980	51	3.224	JS138-6 JS137 6	280	3000 380	3800×2500×1800	13
	PCK-1212 ϕ1250×1250		80	3～0	150～200(煤)	740	6 排	3.998	JS157-8 JS1410-8	320	6000	4600×2700×2100	18
	PCK-1413 ϕ1430×1300		80	3～0	200(煤)	735	6 排	6.384	JS158-8 JS147-8	370 380	3000 6000	2470×2450×1900	19.71

BBS.35001.COM

附表 6　反击式破碎机

类　型	型号及规格	进料口(长×宽)/mm	最大给矿粒度/mm	排料粒度/mm	处　理量/t·h⁻¹	转子转速/r·min⁻¹	传动电动机			最重件质量/t	外形尺寸(长×宽×高)/mm	主机质量/t
							型　号	功率/kW	电压/V			
单转子	PF-54 φ500×400	430×300	100	20～0	4～10	960		7.5	380	0.792	1305×996×1010	1.35
	PF-107 φ1000×700	670×400	250	30～0	15～30	680		37	380	1.526	2170×2650×1850	5.54
	PF-1210 φ1250×1000	1020×530	250	50～0	40～80	475		95	380	3.794	3357×2255×2460	15.25
	PF-1416 φ1400×1600	1660×1080				545		155	380	7.709	3660×3506.5×3450	35.473
	PF-1614 φ1600×1400	1400×980				223.326.456		155	380	16.633	3885×3231.5×3020	35.631
双转子	2PF-1212 φ1250×1250	1320×1000	850	20	80～150	565 765	JS127-8 JS126-6	130 155	380 380	8.429	3514×3290×5000	58.00
	2PF-1416 φ1400×1600	1660×1020				545		2×155	380	16.683	6480×3506.5×5070	54.098
	2PF-1820 φ1800×2000	2070×1040				438		2×280	380	5.867	8410×7350×5510	82.998

注：P—破碎机，F—反击式。

附表 7　筛　分　机

类型	型号及规格	工作面积/m²	筛网层数/层	最大给料粒度/mm	处　理量/t·h⁻¹	筛孔尺寸/mm	双振幅/mm	振次/次·min⁻¹	筛面倾角/(°)	电　动　机		外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量/t
										型　号	功率/kW		
圆振动筛	YA1236	4	1	200	80～240	6～50	9.5	845	20	Y160M-4	11	3757×2386×2419	4.890
	2YA1236	4	2	200	80～240	6～50	9.5	845		Y160M-4	11	3757×2386×2419	5.184
	YA1530	4	1	200	80～240	6～50	9.5	845		Y160M-4	11	3184×2691×2419	4.480
	YA1536	5	1	200	100～350	6～50	9.5	845		Y160M-4	11	3757×2691×2419	5.092
	2YA1536	5.6	2	400	100～350	6～50	9.5	845		Y160L-4	15	3757×2670×2419	5.588
	YAH1536	5	1	400	160～650	30～150	9.5	755		Y160M-4	11	3757×2714×2437	5.461
	2YAH1536	5.6	2	400	160～650	30～200(上) 6～50(下)	11	755		Y160L-4	15	3757×2670×2437	5.919
	YA1542	5.5	1	200	110～385	6～50	9.5	845		Y160M-4	11	4331×2691×2655	5.308
	2YA1542	5.5	2	200	110～385	30～150	9.5	845		Y160L-4	15	4331×2691×2655	6.086
	YA1548	6	1	200	120～420	6～50	9.5	845		Y160L-4	15	4904×2713×2854	5.918
	2YA1548	6	2	200	120～420	6～50	9.5	845		Y160L-4	15	4904×2713×2854	6.321
	YAH1548	6	1	400	200～780	30～150	11	755		Y160L-4	15	4904×2736×2922	6.650
	2YAH1548	6	2	400	200～780	30～150	11	755		Y160L-4	15	4904×2736×2922	7.317
	YA1836	7	1	200	140～220	3～50	9.5	845		Y160M-4	11	3757×2995×2419	5.205
	2YA1836	7	2	200	140～220	3～50	9.5	845		Y160L-4	15	3757×3018×2419	5.713
	YAH1836	7	1	400	220～910	30～150	11	755		Y160M-4	11	3757×3019×2437	5.700

BBS.KS300.COM 科信网论坛

续附表 7

类型	型号及规格	工作面积/m^2	筛网层数/层	最大给料粒度/mm	处理量/$t \cdot h^{-1}$	筛孔尺寸/mm	双振幅/mm	振次/次/min^{-1}	筛面倾角/(°)	电动机 型号	电动机 功率/kW	外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量/t
圆振动筛	2YAH1836	7	2	400	220～900	30～200(上) 5～50(下)	11	755		Y160L-4	15	3757×3020×2437	6.198
	YA1842	7	1	200	140～490	6～150	9.5	845		Y160L-4	15	4331×2996×2655	5.829
	2YA1842	7	2	200	140～490	6～150	9.5	845		Y160L-4	15	4331×3018×2655	6.170
	YAH1842	7	1	400	450～800	30～150	11	755		Y160L-4	15	4331×3041×2685	6.215
	2YAH1842	7	2	400	450～800	30～150	11	755		Y160L-4	15	4331×3041×2685	7.037
	YA1848	7.5	1	200	150～525	6～50	9.5	845		Y160L-4	15	4904×3018×2828	6.227
	2YA1848	7.5	2	200	150～525	6～50	9.5	845		Y160L-4	15	4904×3018×2828	6.945
	YAH1848	7.5	1	0～150	250～1000	30～150	11	755			13	4702×2550×2880	6.014
	2YAH1848	7.5	2	400	250～1000	30～150	11	755		Y160L-4	15	4904×3051×2922	7.636
	YA2148	9	1	210	180～630	6～50	9.5	748		Y180M-4	18.5	4945×3444×3522	9.287
	2YA2148	9	2	210	180～630	6～50	9.5	748		Y180L-4	22	4945×3441×3522	10.532
	YAH2148	10.4	1	400	270～1200	13～200	11	708		Y180M-4	18.5	5025×3427×3501	10.430
	2YAH2148	9	2	400	270～1200	30～150	11	708	20	Y180L-4	22	4945×3485×3492	11.160
	YA2160	13	1	200	230～800	3～50	9.5	748		Y180M-4	18.5	6088×3427×3733	9.926
	2YA2160	11.5	2	200	230～800	6～50	9.5	748		Y180L-4	22	6166×3444×3670	11.218
	YAH2160	11.5	1	400	350～1500	30～150	9.5	708		Y200L-4	30	6166×3641×3839	12.230
	2YAH2160	11.5	2	400	350～1500	30～150	11	708		Y200L-4	30	6116×3641×3839	13.425
	YA2448	10	1	200	200～700	6～50	9.5	748		Y180M-4	18.5	4945×3811×3433	9.834
	YAH2448	10	1	400	310～1300	6～50	9.5	708		Y200L-4	30	4969×3946×3632	11.762
	2YAH2448	10	2	400	310～1300	30～150	9.5	708		Y200L-4	30	4969×3946×3632	12.833
	YA2460	14	1	200	260～780	6～50	9.5	748		Y200L-4	30	6091×3916×3839	12.240
	2YA2460	14	2	200	260～780	6～50	9.5	748		Y200L-4	30	6091×3916×3839	13.583
	YAH2460	14	1	400	400～1700	30～150	9.5	708		Y200L-4	30	6091×3916×3839	13.096
	2YAH2460	14	2	400	400～1700	30～150	9.5	708		Y200L-4	30	6091×3916×3839	14.420
自定中心振动筛	SZZ 400×800	0.29	1	50	12	1～25	3	1500	10～20	Y90S-4	1.1	1275×780×1200	0.12
	SZZ_2 400×800	0.29	2	50	12	1～16	3	1500	10～20		0.8	1275×780×1200	0.149
	SZZ 800×1600	1.2	1	100	20～25	3～40	6	1430	10～25	$Y100L_1$-4	2.2	2140×1328×475	0.498
	SZZ_2 800×1600	1.2	2	100	20～25	3～40	6	1430	10～25	$Y100L_2$-4	3.0	1880×1328×673	0.772
	SZZ 900×1800	1.62	1	60	20～25	1～25	6	1000	15～25	$Y100L_1$-4	2.2	2150×1418×575	0.44
	SZZ_2 900×1800	1.62	2	60	20～25	1～25	6	1000	15～25	$Y100L_1$-4	2.2	2200×1418×630	0.6

续附表 7

类型	型号及规格	工作面积/m^2	筛网层数/层	最大给料粒度/mm	处理量/$t \cdot h^{-1}$	筛孔尺寸/mm	双振幅/mm	振次/次/min^{-1}	筛面倾角/(°)	电动机		外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量/t
										型号	功率/kW		
自定中心振动筛	SZZ 1250×2500	3.13	1	100	150	6～40	1～3.5	850	15～20	Y132S-4	5.5	2762×1714×680	1.021
	SZZ_2 1250×2500	3.13	2	150	150	6～50	2～6	1200	15	$Y132M_2$-6	5.5	2635×1997×1450	1.62
	SZZ_2 1250×4000	5	2	150	120	3～60	2～6	900	15	Y132M-4	7.5	4100×2076×2050	2.5
	SZZ 1500×3000	4.5	1	100	245	6～16	8	800	20～25		7.5	3320×1638×787	2.234
	SZZ_2 1500×3000	4.5	2	100	245	6～40	2.5～5	840	15～20	Y132M-4	7.5	3433×2089×1907	2.511
	SZZ 1500×4000	6	1	75	250	1～13	8	810	20～25	Y160L-4	15	4350×1975×1600	2.582
	SZZ_2 1500×4000	6	2	100	250	6～50	5～10	800	20		15	4086×2800×2768	3.412
	SZZ 1800×3600	6.48	1	150	300	6～50	8	750	25		17	3750×3060×2541	4.626
	SZZ_2 1800×3600	6.48	2	150	300	6～70	7	820	20		15	3750×3060×3570	3.6
惯性振动筛	SZ 1250×2500	3.1	1	100	70	6～40	4	1150	15～25	YB132S-4	5.5	3325×1970×950	1.092
	SZ_2 1250×2500	3.1	2	100	70～200	6～40	4.8	1300	15～25	YB132S-4	5.5	3395×1970×1115	1.387
	SZ 1500×3000	4.5	1	100	70～150	6～40	4.8	1300	15～25	YB132S-4	5.5	3865×2220×950	1.388
	SZ_2 1500×3000	4.5	2	100	100～300	6～40	6	1000	15～25	YB132S-4	5.5	3935×2220×1115	1.797
直线振动筛	ZKX936 900×3600	3.4	1	100	20～35	0.5～13	8.5～11	890		Y132M-4	7.5	3933×1637×1791	4.375
	2ZKX936 900×3600	3	2	300	20～35	3～80 0.5～13	8.5～11	890		Y132M-4	7.5	3933×1637×2455	5.194
	ZKX1236 1219×3658	4.4	1	100	30～50	0.5～13	8.5～11	890		Y132M-4	7.5	3933×1937×1930	4.510
	2ZKX1236 1219×3658	4	2	300	30～50	3～80 0.5～13	8.5～11	890		Y132M-4	7.5	3933×1937×2510	5.283
	ZKX1248 1226×4880	4.5	1	300	33～53	0.5～13	8.5～11	890		Y132M-4	7.5	5150×1937×2057	5.700
	2ZKX1248 1226×4880	4.5	2	300	33～53	3～80 0.5～13	8.5～11	890		Y160M-4	11	5150×1937×2638	7.285
	ZKX1536 1500×3600	5	1	300	35～55	0.5～13	8.5～11	890		Y132M-4	7.5	3933×2242×1917	5.091
	2ZKX1536 1500×3600	5	2	300	35～55	3～80 0.5～13	8.5～11	890		Y132M-4	7.5	3933×2242×2609	7.114
	2ZKX1542 1500×4200	5.5	2	300	40～55	3～80 0.5～13	8.5～11.5	890		Y160M-4	11	4540×2242×2631	7.435
	ZKX1548 1500×4800	6	1	300	42～70	0.5～13	8.5～11.1	890		Y160M-4	11	5153×2242×2089	7.443
	2ZKX1548 1500×4800	6	2	300	42～70	3～80 0.5～13	8.5～14.5	890		Y160M-4	11	5150×2242×2650	8.789
	ZKX1836 1800×3600	7	1	300	45～85	0.5～13	8.5～14.5	890		Y132M-4	7.5	3933×2547×1942	5.428

续附表 7

类型	型号及规格	工作面积/m²	筛网层数/层	最大给料粒度/mm	处理量/t·h⁻¹	筛孔尺寸/mm	双振幅/mm	振次/次/min⁻¹	筛面倾角/(°)	电动机		外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量/t
										型号	功率/kW		
直线振动筛	2ZKX1836 1800×3600	7	2	300	45～85	3～80 0.5～13	8.5～14.5	890		Y160M-4	11	3933×2547×2634	7.780
	2ZKX1842 1800×4200	7.5	2	300	50～90	3～80 0.5～13	8.5～14.5	890		Y160M-4	11	4540×2547×2631	8.816
	ZKX1848 1800×4800	8.9	1	100	60～100	0.5～13	8.5～14.5	890		Y160M-4	11	5153×2547×2024	6.085
	2ZKX1848 1800×4800	8.9	2	150	60～100	13～80 0.15～13	10	890		Y160L-4	15	5153×2547×2582	7.515
	ZKX2148 2100×4800	10.4	1	100	70～110	0.15～13	8.5～11	890		Y160M-4	11	5150×2852×2174	9.200
	2ZKX2148 2100×4800	10	2	150	70～110	3～80 0.15～13	10	890		Y180L-4	22	5162×2852×3033	14.161
	ZKX2448 2400×4800	9	1	300	80～125	0.5～13	8.5～14.5	890		Y160L-4	15	5156×2856×2207	7.886
	2ZKX2448 2400×4800	9	2	300	80～125	3～80 0.15～13	8.5～14.5	890		Y180L-4	22	5156×3157×3033	11.143
	ZKX2460 2400×6000	14.9	1	100	95～170	0.3～13	8.5～11	890		Y180L-4	22	6309×3199×2386	13.330
	2ZKX2460 2400×6000	14	2	300	95～170	3～80 0.15～13	8.9～14.5	890		Y180L-4	22	6372×3157×3033	16.170
	ZKX2160 2100×6000	13	1	300	90～150	0.15～13	8～11	890		YZ180L-4	22	6378×2852×2178	10.426
	2ZKX2160 2100×6000	13	2	300	90～150	13～80 0.15～13	8～11	890		YZ200L-4	30	6388×2852×3222	13.991

附表 8 磨 矿 机

类型	型号及规格	有效容积/m³	筒体转数/r·min⁻¹	最大装球(棒)量/t	传动电动机			外形尺寸(长×宽×高)/mm	最重部件质量/t	质量/t
					型号	功率/kW	电压/V			
湿式格子型球磨机	MQG900×900	0.45	39.2	0.96		17	380	4080×2210×2020	1	4.62
	MQG900×1800	0.90	39.2	1.92		22	380	5080×2280×2020	2.04	5.7
	MQG1200×1200	1.1	31.33	2.40		30	380	5190×2800×2500	2.277	11.90
	MQG1200×2400	2.2	31.33	4.80		55	380	6500×2860×2500	4.238	14.10
	MQG1500×1500	2.2	29.2	5		60	380	6020×3200×2700	3.626	15.00
	MQG1500×3000	4.4	18.5	10		95	380	7800×3200×2700	6.918	18.00
	MQG1500×3000(低速)	4.4	18.5	10		95	380	7800×3300×2700	6.918	18.00
	MQG2100×2200	6.5	23.8	15		155	380	8000×4700×4400	10.23	43.15

续附表 8

类型	型号及规格	有效容积/m^3	筒体转数/$r \cdot min^{-1}$	最大装球(棒)量/t	传动电动机			外形尺寸(长×宽×高)/mm	最重部件质量/t	质量/t
					型号	功率/kW	电压/V			
湿式格子型球磨机	MQG2100×3000	9	23.8	20		210	380	8800×4700×4400	13.77	45.47
	MQG2700×2100	10.1	20.6	23		260 200	3000 6000	9480×5687×4675	14.90	61.00
	MQG2700×2700	14	20.6	29		310 240	3000 6000		18.70	64.00
	MQG2700×3600	18.5	20.6	39	TDMK400-32	400	6000	9765×5826.6×4674.5	24.7	69.00
	MQG3200×3000	21.8	18.5	46	TDMK500-36	500	6000		27.0	108.00
	MQG3200×3600	26.2	18.5	54	TDMK630-36	630	6000	11600×7200×5700	32.00	139.5
	MQG3200×4500	31	18.6	65	TDMK800-36	800	6000	13000×7300×5700	52.44	136.0
	MQG3600×3900	36	17.5	75	TM1000-36/2400	1000	6000	15200×7700×6300	42.7	145.0
	MQG3600×4500	41	17.3	87	TM1250-40/3250	1250	6000	15200×7700×6300	49.3	132.0
	MQG3600×6000	57	17.8	120	TDMK1600-40	1600	6000	17000×8800×6800	63.5	189.0
湿式溢流型球磨机	MQY900×1800	0.9	39.2	1.66		22	380	5080×2380×2020	2.04	5.8
	MQY1200×2400	2.2	31.23	4.8		55	380	6570×2867×2540	4.238	12.24
	MQY1500×3000	3.4		8		95	380	7440×3340×2760		16.28
	MQY1500×3000(带泥勺)	5	29.2	9		95	380	7800×3200×2700	6.918	17.18
	MQY1500×3000	5	26	8		95	380	7445×3341×2766	6.6	16.25
	MQY2100×2000	6	23.8	18		210	380	8800×4700×4400		43.0
	MQY2100×3000	9	23.8	18		210	380	8800×4740×4420	13.77	43.78
	MQY2100×4500	13.5	23.8	18		210	380	10300×4830×3790	20.96	55.53
	MQY2700×2100	10.4	21.8	24		280	6000	9400×5600×4700	18.59	63.85
	MQY2700×3600	18.5	20.6	35	TDMK400-32	400	6000	9765×5827×4675	24.70	69.0
	MQY2700×4000	20.6	20.6		TDMK400-32	400	6000		28.90	71.1
	MQY3200×4500	32.8	18.5	61	TDMK630-36	630	6000	12700×7267×5652	39.50	115
	MQY3200×5400	39.3	18.5	77	TDMK800-36	800	6000		47.30	119.0
	ϕ3600×4500	41	17.5	76	TM1000-36/2600	1000	6000	15010×7230×6326	49.3	153
	ϕ3600×6000	55	17.3	102	TM1250-40/3250	1250	6000	17440×7755×6326	67.5	154

BBS.1500T.COM 磨矿网论坛

续附表 8

类型	型号及规格	有效容积/m^3	筒体转数/$r \cdot min^{-1}$	最大装球(棒)量/t	传动电动机			外形尺寸(长×宽×高)/mm	最重部件质量/t	质量/t
					型号	功率/kW	电压/V			
干式球磨机	φ900×900	0.9	39.2	0.96		17	380	3120×2210×2020	1.0	4.6
	φ900×1800	0.9	39.2	1.92		22	380	3620×2230×2020	2.04	5.7
	φ1200×1200	1.1	31.33	2.4		30	380	5150×2800×2500	2.27	10.5
	φ1200×2400	2.2	31.33	4.8		55	380	6488×2860×2500	4.24	13.2
	φ1500×1500	2.2	29.2	4		60	380	6020×3200×1700	3.6	13.48
	φ1500×3000	4.4	29.2	8		95	380	7800×3200×1700	6.9	18
	φ1500×3000(双仓)		29.2			95	380	7400×3300×1800	7.4	17.44
	φ2700×1450(周边排矿)	7.4	21.23	3		55	380	6255×3562×4519	14.24	22.56
	φ2200×4400(风扫磨)		22.63	18.5		245	380	10525×4921×3704	28.3	45.92
湿式棒磨机	φ450×980		46.0			3.0	380	1695×751×1720		
	φ900×1800	0.9	35.4	2.5		22	380	5060×3380×2020	2.04	5.37
	φ900×2400	1.2	35.4	3.55		30	380	5670×3380×2020	2.55	5.88
	φ1500×3000	5	26	8		95	380	7635×3341×2766	6.92	18
	φ1500×3000(中间排矿)	4.4	26	13		95	380	7497×3341×2766	7.36	17.29
	φ2100×3000	9	20.9	25		210	380	8600×4700×4400	13.77	42.18
	φ2100×3000(中间排矿)	9	20.9	25		210	380	9100×4700×4420	17.5	57
	φ2700×3600	18.5	18	46	TDMK400-32	400	6000	9735×5757×4675	24.70	68.00
	φ2700×4000	20.6	18	46	TDMK400-32	400	6000		28.9	73.3
	φ3200×4500	32.8	16	82	TDMK630-36	630	6000	12700×7232×5652	39.50	108
	φ3600×4500	43	14.7	110	TDMK1250-40	1250	6000	15200×8800×6800	46.84	159.9
	φ3600×5400	50	15.1	124	TM1000-36/2600	1000	6000	15910×8040×6726	60.7	150
湿式自磨机	φ4000×1400	16	17			245	380	9862×5222×4200	43.43	63.9
	φ5500×1800	41	15		TDMK800-36	800	6000	11600×7200×4630	110.88	159.5
	φ7500×2500	102	12		TM2500-16/2150	2500	6000	18130×13400×11090	258	456.82
	φ7500×2800	115	12		TM2500-16/2150	2500	6000	18432×13404×11090	265	463.82

地信网论坛 BBS.3500L.COM

续附表 8

类型	型号及规格	螺旋转速/r·min^{-1}	处理量/t·d^{-1}		水槽坡度/(°)	电动机		提升电机		溢流粒度/mm	外形尺寸(长×宽×高)/mm	螺旋质量/t	质量/t
			按返砂	按溢流		型号	功率/kW	型号	功率/kW				
高堰式单螺旋	FG-3φ 300	8～30	44～73	13		Y90L-6	1.1				3840×490×1140		
	FG-5φ 500	8.0～12.5	135～210	32	14～18.5		1.1	手摇提升		0.15	5430×680×1480	0.556	1.600
	FG-7φ 750	6～10	340～570	65	14～18.5		3	手摇提升		0.15	6720×1267×1584	1.135	2.829
	FG-10φ 1000	5～8	675～1080	110	14～18	$Y132M_2$-6	5.5			0.15	7590×1240×2380	1.830	3.990
	FG-12 φ1200	5～7	1170～1870	155	12		5.5		2.2	0.15	8180×1570×3130(右) 8230×1592×3100(左)	3.544	8.537 8.565
	FG-15 φ1500	2.5～6	1830～2740	235	14～18.5	Y160M-6	7.5	Y100L-4	2.2	0.15	10410×1920×4070	4.613	11.167
	FG-20 φ2000	3.6～5.5	3290～5940	400	14～18.5	Y160L-6 Y160L-4	11 15	$Y100L_2$-4	3	0.15	10788×2524×4486	8.975	20.464
	FG-24 φ2400	3.64	6800	580	14～18.5		13		3	0.15	11562×2910×4966	11.473	25.647
高堰式双螺旋	2FG-12 φ1200	6.0	2340～3740	310			5.5×2		1.5×2		8290×2780×3080		15.841
	2FG-15 φ1500	2.5～6	2280～5480	470	14～18.5		7.5×2		2.2×2	0.15	10410×3392×4070	4.613	22.110
	2FG-20 φ2000	3.6～5.5	7780～11880	800	14～18.5		22 30		3×2	0.15	10995×4595×4490	8.975	35.341
	2FG-24 φ2400	3.67	13600	1160	14～18.5		30		3	0.074	12710×5430×5690	11.473	45.874
	2FG-30 φ3000	3.2	23300	1785	18～18.5		40		4	0.15	16020×6640×6350	19.971	73.027
沉没式单螺旋	FC-10 φ1000	5～8	675～1080	85							9590×1290×2670		6.000
	FC-12 φ1200	5～7	1170～1870	120	15		7.5		2.2	0.074	10371×1534×3912	4.600	11.022
	FC-15 φ1500	2.5～6	1830～2740	185	14～18.5		7.5		2.2	0.074	12670×1810×4888	4.670	15.340
	FC-20 φ2000	3.6～5.5	3210～5940	320	14～18.5		13 10		3	0.15	15398×2524×5343	13.060	29.056
	FC-24 φ2400	3.64	6800	490	14～18.5		17		4	0.074	16700×2926×7190	17.940	38.410
沉没式双螺旋	2FC-12 φ1200	6.0	2340～3740	240			5.5×2		1.5×2		10190×3154×3745		17.600
	2FC-15 φ1500	2.5～6	2280～5480	370	14～18.5		7.5		2.2	0.074	12670×3368×4888		27.450
	2FC-20 φ2000	3.6～5.5	7780～11880	640	14～18.5		22;30		3	0.074	15760×4595×5635		50.000
	2FC-24 φ2400	3.67	13700	910	14～18.5	Y200L-4	30	$Y100L_2$ 4	3	0.074	14701×5430×6885		67.860
	2FC-30 φ3000	3.2	23300	1410	18～18.5		40		4	0.074	17091×6640×8680		84.870

地信网论坛 BBS.3S001.COM

附表 9　水力旋流器

旋流器直径/mm	给矿口/mm	溢流口/mm	沉砂口/mm	锥角/(°)	锥体高度/mm	圆筒高度/mm	溢流管深度/mm	溢流粒度/mm	沉砂浓度/%	矿浆处理量/$m^3 \cdot h^{-1}$	入口处水压力/kPa	质量/kg
φ100	30×5	φ14、18、26	φ11	20	275	60		0.023～0.25	50～60	1.5～9	50～300	
	30×7											
	30×10											
φ125	25×10	φ50	φ15～30		255	110				2.4～15		55
φ150	40×8	φ20、30、40	φ15		326	100				1.8～51		92
	40×10											
	40×12											
φ150	40×10	φ40	φ12(φ17)		221	200	130			1.8～51		92
	40×20											
φ250	50×20	φ125	φ35		595	170				6.5～61.2		162
φ300	φ75	φ125	φ50		800	200	200			24～60		131
φ350	80×35	φ40、50、60	φ25		865	180	155			24～90		282
φ500	140×20	φ110	φ68～φ67		1090	380	300			24～108		670

附表 10　圆锥形分级机(分泥斗)

直径/mm	沉降面积/m^2	容积/m^3	深度/mm	给矿粒度/mm	受矿管/mm	排矿管/mm	质量/kg
φ1000	0.78	0.27	1000	2.4	φ150	φ25	270
φ1500	2.0	0.83	1385			φ38	
φ2000	3.0	2.27	2100			φ50	
φ2500	4.9	4				φ50～φ68	850
φ3000	7.0	6.65	2900			φ68	1000

附表 11　圆锥水力分级机(YF 型)

规格/mm	分级面积/m^2	槽子		叶轮		处理量/$t \cdot h^{-1}$	传动电动机			外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量/kg
		直径/mm	容积/m^3	直径/mm	转速/$r \cdot min^{-1}$		型号	功率/kW	电压/V		
ϕ500	0.2	500	0.11	250	224、260、313 364、381、442	2～3		0.6	380	680×780×1660	500
ϕ750	0.44	750	0.32	300	191、224、255 288、310	5～7.5		1.1	380	903×900×1800	750
ϕ1000	0.78	1000	0.67	330	60～614	10～15		4	380	1298×1208×1830	1000
ϕ2500	4.9	2500	4.5	900	111～159	100～150		17	380	2720×2970×3184	3000
ϕ3000	7.0	3000	7.1	900	78～111	150～200		17	380	3220×3220×3114	4907

附表 12　干涉沉降式分级机

名称及规格	沉降面积/m^2	给矿粒度/mm	给矿浓度/%	处理量/$t \cdot h^{-1}$	上升水计示压力/kPa	电动机功率/kW	质量/kg
四室水力分级机 300×200		−3	20～25	5～8	150～200		350
KP4C 水力分级机	3.58	−2	15～25	15～25		1.7	1955

地信网校 BBS.3S001.COM

附表 13　湿式弱磁场永磁筒式磁选机

类型	型号及规格	槽体型式	筒面磁感应强度/mT(Oe)	圆筒转速/r·min⁻¹	给矿粒度/mm	处理量/t·h⁻¹	传动电动机		外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量/t
							型号	功率/kW		
湿式弱磁场永磁筒式磁选机	CTB-69 φ600×900	半逆流	145(1450)	40	0～0.2	8～15	Y90L-4	1.5	1800×1340×1115	0.91
	CTN-69 φ600×900	逆流	145(1450)	40	0～0.6	8～15	Y90L-4	1.5	1723×1340×1115	0.78
	CTS-69 φ600×900	顺流	145(1450)	40	0～6	8～15	Y90L-4	1.5	1723×1356×1115	0.83
	CTB-618 φ600×1800	半逆流	145(1450)	40	0～0.2	15～30	JTC-561A	2	2950×1300×1250	1.39
	CTN-618 φ600×1800	逆流	145(1450)	40	0～0.6	15～30	JTC-561A	2	2950×1275×1250	1.33
	CTS-618 φ600×1800	顺流	145(1450)	40	0～6	15～30	JTC-561A	2	3000×1283×1250	1.34
	CTB-712 φ750×1200	半逆流	155(1550)	35	0～0.2	12～30	JTC-562A	2.8	2280×1620×1390	1.51
	CTN-712 φ750×1200	逆流	155(1550)	35	0～0.6	12～30	JTC-562A	2.8	2280×1500×1340	1.35
	CTS-712 φ750×1200	顺流	155(1550)	35	0～6	12～30	JTC-562A	2.8	2280×1620×1390	1.46
	CTB-718 φ750×1800	半逆流	155(1550)	35	0～0.2	20～45	JTC-562A	2.8	2880×1965×1500	2.045
	CTN-718 φ750×1800	逆流	155(1550)	35	0～0.6	20～45	JTC-562A	2.8	2880×1895×1500	1.888
	CTS-718 φ750×1800	顺流	155(1550)	35	0～6	20～45	JTC-562A	2.8	2880×1965×1500	1.987
	XCTB-1050×1000	半逆流	180～200(1800～2000)	20	0～0.6	20～50		3.0	2680×2220×1830	2.8
	XCTN-1050×1000	逆流	180～200(1800～2000)	20	0～3	20～50		3.0	2680×2220×1830	2.8
	YRJ-1015 φ1050×1500	半逆流	180～200(1800～2500)	22	0～0.6	40～100		5.5		5.0
	XCTB-1050×1500	半逆流	180～200(1800～2000)	20	0～0.6	40～80		4	3180×2220×1830	3.635

BBS.35001.COM

续附表 13

类型	型号及规格	槽体型式	筒面磁感应强度/mT(Oe)	圆筒转速/r·min⁻¹	给矿粒度/mm	处理量/t·h⁻¹	传动电动机		外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量/t
							型号	功率/kW		
湿式弱磁场永磁筒式磁选机	XCTN-1050×1500	逆流	180～200 (1800～2000)	20	0～3	40～80		4	3180×2220×1830	3.635
	YRJ-1018 φ1050×1800	半逆流	180～200 (1800×2500)	20		30～80		5.5		
	YRJ-1021 φ1050×2100	半逆流	180～200 (1800～2500)	20		40～100		5.5		
	XCTB-1050×2100	半逆流	180～200 (1800～2000)	20	0～0.6	60～120		4	3710×2220×1830	4.554
	XCTN-1050×2100	逆流	180～200 (1800～2000)	20	0～3	60～120		4	3710×2220×1830	4.554
	YRJ-1024 φ1050×2400	半逆流	180～200 (1800～2500)	20		40～100		5.5		5.0
	XCTB-1050×2400	半逆流	180～200 (1800～2000)	20	0～0.6	70～130		5.5	3976×2250×1855	5.071
	XCTN-1050×2400	逆流	180～200 (1800～2000)	20	0～3	70～120		5.5	3976×2250×1855	5.071
	CTB-1024 φ1050×2400	半逆流	165(1650)	22	0～0.2	52～100	Y132S-4	5.5	3740×1660×1740	4.524
	CTN-1024 φ1050×2400	逆流	165(1650)	22	0～0.6	52～100	Y132S-4	5.5	3740×2050×1750	5.132
	CTS-1024 φ1050×2400	顺流	165(1650)	22	0～6	52～100	Y132S-4	5.5	4000×2050×1740	4.628
	CTB-1218 φ1200×1800	半逆流	200(2000)	22		130～140		5.5	3102×2155×2025	5.14

地信网论坛 BBS.3S001.COM

附表 14　湿式中磁场、强磁场磁选机

类型	型号及规格	槽体型式	筒面磁感应强度/mT(Oe)	转速/r·min⁻¹	给矿		处理量/t·h⁻¹	耗水量/m³·t⁻¹	冲洗水计示压力/kPa		激磁功率/kW	传动电动机		外形尺寸(长×宽×高)/mm	最重件质量/t	设备质量/t
					最大粒度/mm	浓度/%			中矿	精矿		型号	功率/kW			
湿式环式强磁选机	SQC-2-700 φ700		1700(17000)	5～6	0.8	15～20	0.5～0.8		200～300	200～300	8.05	Y112M-6	2.2	1628×1450×2048	1.6	4.5
	SQC-2-1100 φ1100		1700(17000)	4～5	0.8	15～20	2～3		200～300	200～300	4.6	Y132S-6	3	φ2100×2235	3	7
	SQC-4-1800 φ1800		1600(16000)	3～4	0.8	35	8～12		200～300	200～300	16	Y160M-6	7.5	φ2800×2717	5	15
	SQC-6-2770 φ2770		1600(16000)	2～3	0.8	35	25～35		200～300	200～300	36	Y160L-6	11	φ4000×3435	11.2	35
湿式中磁永磁筒式磁选机	YZJ-108 φ1050×800	半逆流	400(4000)	20			10～20			400～800			5.5			4
	YZJ-1050 φ1050×1580	半逆流	400(4000)	20			20～60			400～800			5.5			4.5
	YZJ-1018 φ1050×1800	半逆流	400(4000)	20			30～80			400～800			7.5			5
	YZJ-1021 φ1050×2100	半逆流	400(4000)	20			40～100			400～800			7.5			5
	YZJ-1024 φ1050×2400	半逆流	400(4000)	20			40～100			400～800			7.5			5
湿式筒式高梯度磁选机	φ1050×2100		170(1700)	18;24			10～16						5.5	3040×1740×1835		6.5
	CHG-10 φ1000		1000(10000)	1;1.5;2			0.5						0.8	1720×1300×1755		2.4
	CHG-13 φ1600		1000(10000)	1;1.5;2;2.5			4					Y90L-4	1.5	2571×1860×2404		8.7
湿式双盘式强磁选机	ShP-500 φ500		1500(15000)	5		35～50	0.5～2	3.5	200～400		3			1558×1092×1957		3.6
	ShP-700 φ700		1500(15000)	5		35～50	6～7	3.5	200～400		10			2800×1205×2950		12
	ShP-1000 φ1000		1500(15000)	5		35～50	10～15	3.5	200～400		21			3140×1318×3800	4	20
	ShP-2000 φ2000		1500(15000)	4		35～50	40～50	3.5	200～400		57			4900×2450×4330	11	52
	ShP-3200 φ3200		1500(15000)	3.3		35～50	80～120	3.5	200～400		105			6670×3480×4653	18	104
	CPR-5 φ580		1400(14000)	40	0～2		0.2～0.5					Y90S-4	2×1.1	2400×1050×1340		2.2
	CP-8(单盘) φ885		1200～1400 (12000～14000)	34.5-42	5		0.8～1.6					Y100L-4	2.2	2862×1740×1840		3.4

地信网论坛 BBS.3S001.COM

附表 15　永磁磁力滚筒

型号及规格	滚筒		相应的皮带宽度/mm	滚筒表面磁感应强度/mT(Oe)	入选粒度/mm	处理量/t·h⁻¹	允许最大扭矩/N·m	外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量/kg
	直径/mm	长度/mm							
CT-66 φ630×600	630	600	500	150(1500)	10～75	110	1630	1170×630×630	800
CT-67 φ630×750	630	750	650	150(1500)	10～75	140	2960	1320×630×630	900
CT-89 φ800×950	800	950	800	155(1550)	10～100	210	5590	1750×800×800	1600
CT-811 φ800×1150	800	1150	1000	155(1550)	10～100	280	6960	1980×800×800	1850
CT-814 φ800×1400	800	1400	1200	155(1550)	10～100	340	8370	2240×800×800	2150
CT-816 φ800×1600	800	1600	1400	155(1550)	10～100	400	9460	2480×800×800	2500

附表 16　干式磁力滚筒

规格(直径×长度)/mm	分选粒度/mm	分选速度/m·s⁻¹	处理量/t·h⁻¹	磁感应强度/mT(Oe)	激磁电流/A	激磁电压/V	电动机		外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量/kg
							型号	功率/kW		
φ1400×1600	25～350	0.5～1.5	100～300	240(2400)				22	5055.5×3805×3300	

附表 17　永磁磁力脱水槽

型号及规格	槽体			沉淀面积/m²	溢流粒度/mm	处理量/t·h⁻¹	磁感应强度/mT(Oe)	外形尺寸(长×宽×高)/mm	质量/t
	上口直径/mm	高度/mm	锥角/(°)						
CS-12 φ1200	1200		48			25～40			1.54
CS-16 φ1600	1600	1390	48	2		30～45	＞30(300)	2130×2130×2240	1.98
CS-20 φ2000	2000	1600	48	3		35～50	＞30(300)	2660×2340×2850	1.37
CS-20S φ2000	2000	1650	46	3	0.15	35～50	＞30(300)	2500×2500×2520	2.3
CS-25 φ2500	2500	1800	50	4.8	0.15	40～55	＞30(300)	3220×2900×3000	1.26
CS-30 φ3000	3000	2000	56	7	0.15	45～60	＞30(300)	3720×3412×3480	2.02

BBS.SOU.COM

附表 18　隔膜跳汰机

类型	型号	跳汰室截面形状	跳汰室				冲程系数	隔膜		最大给矿粒度/mm	处理量/t·h⁻¹	耗水量/t·h⁻¹	电动机		总质量/kg
			长×宽/mm	单室面积/m²	列数	总室数/个	总面积/m²	冲程/mm	冲次/次·min⁻¹				型号	功率/kW	
旁动式	LTP-34/2	矩形	450×300	0.135	单	2	0.27	0.58	0～25	320～420	12	2～6	4～10		1.1	750
下动式	LTA-55/2	矩形	500×500	0.25	单	2	0.5	0.5	0～25	250～350	5	1～5	4～20		1.1	600
	LTA-1010/2	矩形	1000×1000	1.0	单	2	2.0	0.5	0～25	250～350	5	5～15	10～20		2.2	1520
	复振	矩形	1000×1000	1.0	单	2	2.0	0.5	0～5 0～22	400～750 150～220	10～2 2	4～5 2～4	40～45 12～15		1.7	1620
	DYTA-7750	圆形	φ7750	1.0		6;9;12	19.8;29.7 39.6	0.37	20;25 30	0～90	25	100～150			7.5	10000
	PYTA-7750	圆形	φ7750	1.0		6;9;12	19.8;29.7 39.6	0.37	20;25; 30	60～90	25	100～150			6.6	10000
侧动式	LTC-69/2	矩形	900×600	0.54	单	2	1.08	0.56	0～50	220～350	12	6～9	40～60		1.5	1420
	2LTC-79/4	矩形	900×700	0.63	双	4	2.52	0.48	0～50	160～250	12	5～15	20～90		2	2450
	2LTC-912/4	矩形	1200×900	1.08	双	4	4.32	0.49	0～50	160～250	12	7～25	60～120		3	3500
	2LTC-366/8T	梯形	600×(300～600)	0.2～0.34	双	8	2.16	0.68～0.41	0～50	120～300	5	3～6	20～40		1.1×2	1600
	2LTC-6109/8T	梯形	900×(600～1000)	0.58～0.86	双	8	5.76	0.52～0.35	0～50	120～300	5	10～20	80～120		2.2×2	4650
	工革	梯形	1100×(250～1050)	0.78～1.0	单	3	2.69	0.57～0.72	16～25	145～200	3	12	25～45		1.1×2	3110
	AM-30 型（大粒）	矩形	2647×2380	0.6435	双	4	2.574	0.47	0～50	130;160	30	10～50	100～150		3	2200

附表 19　广东一型跳汰机

型号	规格(长×宽)/mm	跳汰室数/个	筛网面积/m²		隔膜往返方向	冲程/mm			冲次/次·min⁻¹			最大给矿粒度/mm	处理量/t·m⁻²·h⁻¹	补加水量/m³·m⁻²·h⁻¹	电动机		质量/t
			每室	每台		一室	二室	三室	一室	二室	三室				型号	功率/kW	
甲型	3657×3186	6	1.862	11.172	侧动	8～12	9～11	7～10	140～176	160～208	200～240		2～3	5～11		7	9.747
乙型	2712×1606	6	0.706	4.236	侧动	8～10	7～9	6～7	202～250	235～286	240～300		1～2	5～15		4.2	4.062
丙型	2412×1809	9	0.47	4.23	侧动	4～5	3～4	2～3	270～308	273～346	250～380		1～1.8	4～13		4.2	4.195

BBS.350KT.COM

附表 20　摇　　床

型号		床面面积/m^2	最大给矿粒度/mm	给矿体积/$m^3 \cdot d^{-1}$	每台给矿量/$t \cdot d^{-1}$	给矿浓度%	床面				床条断面形状	传动电动机		床面尺寸（长×宽）/mm	外形尺寸（长×宽×高）/mm	质量/t
							冲程/mm	冲次/次·min^{-1}	清洗水量/$t \cdot d^{-1}$	横向坡度/（°）		型　号	功率/kW			
云锡摇床	粗　砂	7.4	2	100～150	30～60	25～30	16～22	270～290	80～150	2.5～4.5	矩形	Y100L-6	1.5	4395×1825	5446×1825×1242	1045
	细　砂	7.4	0.5	40～80	10～20	20～25	11～16	290～320	30～60	1.5～3.5	锯齿形	Y100L-6	1.5	4395×1825	5446×1825×1227	1030
	矿泥（刻槽）	7.4	0.074	20～40	3～7	15～20	8～11	320～360	15～30	1～2	刻槽	Y100L-6	1.5	4395×1825	5446×1825×1203	1065
S-摇床	矿　砂	7.6	3		粗选 15～30 精选 15～22	20～30	18～24	250～300	17～24	2～3.66	矩形			4520×1832		1326
	矿　泥	7.6	0.074		粗选 7～15 精选 5～10	15～25	8～16	300～340	10～17	1～2	三角形			4520×1832		1326
弹簧摇床	4500×1800（四层）	每层 7					12～36	315					0.6			
悬挂摇床	9YC 三层	17.8	0.5		0.6～3.5 t/h		8～22	270～340		0～10			1.5	3500×（1600～1800）	5725×2020×2950	2700
	8YC 四层	23.8	0.5		0.9～4.5 t/h		8～22	270～340		0～10			1.5	3500×（1800～2000）	5685×2020×3150	3200
云锡六层矿泥摇床		24.3			9～15①	20～25	10～13	300～320	50～90	0～5			1.7	3000×1350		10000

①当矿石粒度为 0.037～0.019mm 时，给矿量为 9t/台；当矿石粒度为 0.074～0.037mm 时，给矿量为 15t/台。

BBS.3001.COM 地信网论坛

附表 21　螺旋选矿机

类　型	材质	螺旋直径/mm	螺距/mm	螺旋圈数	螺旋高度/mm	螺旋纵向倾角/(°)	螺旋槽横断面形状	截取器数量/个	处理量/t·h⁻¹		有效分选粒度/mm	冲洗水/L·min⁻¹	给矿浓度/%	外形尺寸(直径×高)/mm	质量/kg
									矿浆量	干矿量					
XZLD	铸铁	600	360	5			单椭圆	13	0.5～1 砂矿 0.001～2		2～0.074	25～80	15～25	φ900×3000	360
粗选	旧轮胎	1100	520	4	2200	8.65	近似圆形	3	25	2～3	<6	1.2	8～12		
		1050	520	4	2200	9.06	近似圆形	3	22	1.8～2.6	<6	1.1	8～12		
		1000	520	4	2200	9.53	近似圆形	3	22	1.8～2.6	<6	1.0	8～12		
		950	480	4	2000	9.25	近似圆形	3	18	1.4～2.2	<6	0.9	8～12		
		850	480	4	2000	10.37	近似圆形	3	15	1.2～1.8	<6	0.8	8～12		
	陶瓷	1000	360	4	1500	6.58	椭圆	3	10～15	1.0～1.5	<6	0.9	10		
		800	360	4	1500	8.23	椭圆	3	8～12	0.8～1.2	<6	0.7	10		
		600	360	4	1500	11	椭圆	3	5～8	0.5～0.8	<6	0.6	10		
精选	旧轮胎	1200	708～784	4		外缘区 10.57～12.16		3～7	4～8	0.8～1.2	<6	粗砂 2.2	粗砂 15～20		
						内缘区 14.33～16.33						细砂 1.5	细砂 20～25		
FLX-1 型		600 600	339 360	5 5			复合椭圆 复合椭圆	15 15	3～6 3～6	1～2 1～2	2～0.04 2～0.04	1.5～3 1.5～3	10～35 10～35	880×2460 880×2430	400 400

附表22 螺 旋 溜 槽

型号及规格	外径/mm	螺距/mm	距径比倍	横向下斜角（°）	螺旋头数/个	每头圈数	给矿粒度/mm	给矿体积/$m^3 \cdot h^{-1}$	给矿浓度/%	处理量/$t \cdot h^{-1}$	外形尺寸（长×宽×高）/mm	质量/kg
LL-400×180	400	180	0.4	9	1	5	0.2～0.02	0.1～0.2	30～60	0.04～0.08	460×460×1200	20
LL-400×240	400	240	0.6	9	2	5	0.2～0.02	0.2～0.4	30～60	0.1～0.2	460×460×1500	30
LL-600×270	600	270	0.45	9	2	5	0.2～0.02	1～2	30～60	0.5～0.6	700×700×2000	80
LL-600×360	600	360	0.6	9	3；2	5	0.2～0.02	2～3	30～60	0.8～1.2	700×700×2600	100
LL-600×450	600	450	0.75	9（15、21）	3；2	5	0.2～0.02	3～4	30～60	1.0～1.4	700×700×3000	120
LL-900×405	900	405	0.45	9	3，2	5	0.3～0.03	3～5	30～60	1.5～2.5	1060×1060×3300	350
LL-900×540	900	540	0.6	9	4，3	5	0.3～0.03	5～7	30～60	2～3	1060×1060×4000	400
LL-900×675	900	675	0.75	9	4，3	5	0.3～0.03	7～9	30～60	2.5～3.5	1060×1060×4650	450
LL-1200×540	1200	540	0.45	9	3，2	5	0.3～0.03	7～11	30～60	3～0.4	1360×1360×4330	600
LL-1200×720	1200	720	0.6	9	4，3	5	0.3～0.03	10～14	30～60	4～6	1360×1360×5230	650
LL-1200×900	1200	900	0.75	9	4，3	5	0.3～0.03	12～16	30～60	5～7	1360×1360×6130	700
φ1200（玻璃钢）	1200		0.6		4	5	0.3～0.04	10～14	30～60	4～8	1360×1360×5230	700

BBS.3S001.COM

附表 23　搅　拌　槽

类　型	型　　号	槽　　子			叶　　轮		传动电动机			总质量/t	
		直径/mm	深度/mm	容积/m^3	直径/mm	转数/$r \cdot min^{-1}$	型　号	功率/kW	电压/V	平底	锥底
浮选用	XB-500	500	750	0.124		1000	Y90L-4	1.5	380	0.531	
	XB-1000	1000	1000	0.58	240	530	Y90L-6	1.0	380	0.436	0.443
	XB-1500	1500	1500	2.2	400	320	Y132S-6	3.0	380	1.083	1.108
	XB-2000	2000	2000	5.46	550	230	$Y132M_2$-6	5.5	380	1.671	1.842
	XB-2500	2500	2500	11.2	650	280		17	380	3.454	
	XB-3000	3000	3000	19.1	700	210	Y225S-8	18.5	380	4.613	
	XBM-3500	3500	3500	30	850	230		22	380		7.282
	BCF ϕ500×500	500	500	0.38				1.5	380	0.531	
	BCF ϕ1000×1000	1000	1000	0.65	250	530		1.5	380	0.600	
	BCF ϕ1500×1500	1500	1500	2.3	380	320		2.2	380	0.850	
	BCF ϕ2000×2000	2000	2000	5.5	570	216；235；258		4.5；5.5；7.5	380	2.500	
	BCF ϕ2500×2500	2500	2500	11.2	650	195；218；270		7.5；10；13	380	4.000	
	BCF ϕ3000×3000	3000	3000	19.1	750	210；230；250		13；17；21	380	5.000	
	BCF ϕ3500×3500	3500	3500	27.5	870	179；195；216		17；22；30	380	7.000	
提升或加温	ϕ1000	1000	1500	1.0		502		4.0	380	0.947	
	ϕ1500	1500	1800	3.0		402		7.5	380	1.595	
	ϕ2000	2000	2300	7.5		353		17	380	3.400	
	ϕ2000	2000	2400	6.0		175		10	380	5.8	

BBS.SY001.COM 世信网论坛

附表 24　浮　选　机

类型	型号	单槽有效容积/m³	叶轮		泡沫刮板转速/r·min⁻¹	充（吸）气		处理矿浆量/m³·min⁻¹	电动机						外形尺寸/mm			质量/kg
			直径/mm	转速/r·min⁻¹		充(吸)气量/m³·m⁻²·min⁻¹	计示压力/kPa		传动		泡沫刮板		电动闸门		长	宽	高	
									型号	功率/kW	型号	功率/kW	型号	功率/kW				
机械搅拌式浮选机	XJ-1	0.13	200	593				0.05～0.16		2.2		0.6			见参考文献[1]	1120	1140	见参考文献[1]
	XJ-2	0.23	250	504				0.12～0.28		3.0		0.6				1260	1238	
	XJ-3	0.36	300	483				0.18～0.4		2.2		0.6				1350	1327	
	XJ-6	0.62	350	400				0.3～0.9		3.0		1.1				1740	1831	
	XJ-11	1.10	500	330				0.6～1.6	$Y132M_2$-6	5.5	从18槽起用2台	1.1				1970	2040	
	XJ-28	2.8	600	280		0.6～0.8		1.5～3.5	Y160L-6	11	从12槽起用2台	1.1				2450	2293	
	XJ-58	5.8	750	240				3～7		22 30	从10槽起用2台	1.5		0.6		3250	2485	
	XJQ-20	2	330	350;380	16	0.1～1		1～2.5		7.5		1.1		0.6				
	XJQ-40	4	400	290;315	16	0.1～1		2～5	Y160L-6	11	Y90L-6	1.1	Y801 4	0.55	3224（双槽）	2628	2803	
	XJQ-80	8	570	205;220	16	0.1～1		4～10		22		1.1		0.6				
	XJQ-160	16	700	170;180	16	0.1～1		8～20		30		1.1		0.6	2820（单槽）	4040	3670	
	BK-1.1		280	454				0.5～1.5	$Y132M_2$-6	5.5	Y100L-6	1.5			1350	1450	815	
	JJF-4	4	410	305	16	0.1～1		2～6	Y180L-6	15	Y100L-6	1.5			3228	2443	2626	
	JJF-8	8	540	233	16	0.1～1		4～12	$Y200L_2$-6	22	Y100L-6	1.5			4440	3266	2920	
	JJF-16	16	700	180	16	0.1～1		5～16	Y280M-8	45	Y100L-6	1.5			5748	4283	3336	
	JJF-20	20	700	180	16	0.1～1		5～20	Y280M-8	45	Y100L-6	1.5						

BBS.350001.COM

续附表 24

类型	型号	单槽有效容积/m^3	叶轮		泡沫刮板转速/$r \cdot min^{-1}$	充(吸)气		处理矿浆量/$m^3 \cdot min^{-1}$	电动机						外形尺寸/mm			质量/kg
			直径/mm	转速/$r \cdot min^{-1}$		充(吸)气量/$m^3 \cdot m^{-2} \cdot min^{-1}$	计示压力/kPa		传动		泡沫刮板		电动闸门		长	宽	高	
									型号	功率/kW	型号	功率/kW	型号	功率/kW				
充气机械搅拌式浮选机	XJC-40	4	700	170	18	2.3～3.5①	8～12	3～6		10		1.1						5890(双槽)
	XJC-80	8	900	170	18	4～8①	10～15	4～8		22		1.1		0.6				7712(双槽)
	BS-X4	4	700	190	18	3.0～3.5①	8～12	0.8～4		10		1.5			3418(双槽)	2349	2980	4486(双槽)
	BS-X8	8	900	170	18	6～7①	10～15	2～8		22		1.1		0.6	4432(双槽)	2608		7670(双槽)
	CHF-X3.5	3.75	750	180	16	1.5～1.8	12.75	2～7	Y180L-8	11	Y100-6	1.5			1700(双槽)	1700	1300	3000
	CHF-X7	7	900	150	16	1.5～1.8			Y225S-8	18.5	Y100L-6	1.5			2000(双槽)	2000	1800	5000
	CHF-X14	14.4	900	150	16	1.5～1.8	24.03	6～15	Y225S-8	18.5	Y100L-6	1.5			2000(双槽)	4000	1660	8500
	KYF-16	16	740	160	16	2	25.5	4～16	Y250M-8	30	Y100L-6	1.5			2800	2800	2400	
	KK_1-2.8	2.8	直流：660 吸入：600	直流：210 吸入：280	16.8			1.5～3.5	Y160L-6	11	Y90L-6	1.1			1750	1600	1100	2430
	KK_2-2.8	2.8	直流：350 吸入：600	直流：360 吸入：280	16.8			1.5～3.5	Y160L-6	11	Y90L-6	1.1			1750	1600	1100	2430

①充气量单位是每台 m^3/min。

地信网论坛 BBS.35001.COM

附表 25　浓缩机

类型	型号	主要用途	浓缩池/m		沉淀面积/m^2		提耙部分					传动电动机		处理量/$t \cdot h^{-1}$	轨道圆直径/m	齿条圆直径/m	质量/t
			内径	深度	池底	倾斜板水平投影	方式	高度/m	每转时间/$min \cdot r^{-1}$	电动机		型号	功率/kW				
										型号	功率/kW						
中心传动	NZS-1	精尾脱水	1.8	1.8	2.54		手动	0.16	2			Y90L-6	1.1	0.05～0.23			1.235
	NZS-3	精矿脱水	3.6	1.8	10.2		手动	0.35	2.5			Y90L-6	1.1	0.2～0.9			3.013
	NZS-6	精尾脱水	6	3	28.3		手动	0.2	3.7			Y90S-4	1.1	2.58			8.575
	NZS-6	精尾脱水	6	3	28.3		手动	0.2	3.7			Y90S-4	1.1	2.58			3.646
中心传动	NZS-9	矿泥、化工	9	3	63.6		手动	0.25	4.34			Y132S-6	3	5.8			5.100
	NZ-9	矿泥、化工	9	3	63.6		自动	0.25	4.34	XWD0.8-3-43	0.8	Y132S-6	3	5.8			5.134
	NZS-12	矿、化脱水	12	3.5	113		手动	0.25	5.2			Y132S-6	3	2.3～10.4			8.5
	NZS-12Q	矿、化脱水	12	3.5	113	244	手动	0.25	5.2			Y132S-6	3	15～20			12.75
	NZ-15Q	酸、腐料浆	15	4.4	176	800	自动	0.2	10.4	Y112M-6	2.2	JTC752A-44	5.2	33			32.375
	NZ-20	精、尾脱水	20	4.4	314	1400	自动	0.4	10.4	Y112M-6	2.2	JTC752A-44	5.2	20.8			24.504
	NZ-20Q	精尾脱水	20	4.4	314	1400	自动	0.4	10.4	Y112M-6	2.2	JTC752A-44	5.2	60			43.20
	NZF-20		20	4.4	314		自动	0.2	10.4		2.2						25.287
周边辊轮传动	NG-15	精尾脱水	15	3.5	177				8.4			$Y132M_2$-6	5.5	3.6～16.25	15.36		9.12
	NG-18	精尾脱水	18	3.5	255				10			$Y132M_2$-6	5.5	5.6～23.3	18.36		9.918
	NG-24	精尾脱水	24	3.7	452				12.7			Y160M-6	7.5	9.4～41.6	24.36		23.986
	NG-30	精尾脱水	30	3.6	707				16			Y160M-6	7.5	65.4	30.36		26.415
周边齿条传动	NT-15	精尾脱水	15	3.5	177				8.4			$Y132M_2$-6	5.5	16.25	15.36	15.568	10.935
	NT-18	精尾脱水	18	3.5	255				10			$Y132M_2$-6	5.5	23.3	18.36	18.576	12.117
	NT-24	精尾脱水	24	3.7	452				12.7			Y160M-6	7.5	9.4～41.6	24.36	24.882	28.273
	NT-30	精尾脱水	30	3.6	707				16			Y160M-6	7.5	65.4	30.36	30.868	31.215
	NT-38	精尾脱水	38	5.06	1134				24.3			Y160L-8	7.5	66.6	38.383	30.629	59.82
	NT-45	尾矿脱水	45	5.06	1590				19.3			Y160L-6	11	100	45.383	45.629	58
	NTJ-45	精矿脱水	45	5.06	1590				19.3			Y180L-6	15	179	45.383	45.629	71.7
	NT-50	尾矿脱水	50	4.524	1964				21.7				10		51.779	50.025	60.183
	NTJ-50	精矿脱水	50	4.503	1964				20				13×2		50.2	50.493	109
	NT-53	尾矿脱水	53	5.07	2202				23.2			Y160L-6	11	141.6	55.16	55.406	69
	NTJ-53	精矿脱水	53	5.07	2202				23.2			Y180L-6	15	260	55.16	55.406	80

附表 26　筒型内滤式真空过滤机

型号	过滤面积/m²	筒体 尺寸	筒体 转速/r·min⁻¹ 高速	中速	低速	真空计示压力/kPa	抽气量/m³·min⁻¹·m⁻²	鼓风计示压力/kPa	鼓风量/m³·min⁻¹·m⁻²	处理量/t·h⁻¹ 磁精	浮精	传动电动机 型号	功率/kW	电动滚筒皮带卸料 型号	功率/kW	外形尺寸（长×宽×高）/mm 溜槽卸料	皮带卸料	质量/t 溜槽卸料	皮带卸料
GN-8	8	φ2956×1020	0.72，1.00	0.49，0.69	0.34，0.47	60～80	1～1.5	30	0.2～0.4	6～12	2.5～5	Y112M-6	2.2	YD-15-100-5032	1.5	2490×3176×3367	3200×3176×3367	6.5	6.9
GN-12	12	φ2956×1370	1.43	0.96	0.68					9～18	3.5～7					2840×3176×3367	3200×3176×3367	7	7
GN-20	20	φ3668×1920	0.42，0.56		0.12，0.17					15～30	6～12		3.5	YD-22-100-5040	2.2	3928×3900×4050	5120×3900×4050	12.7	13
GN-30	30	φ3668×2720	0.84，1.04 1.40，2.18		0.25，0.31 0.42，0.66					24～45	9～18		4.0			5015×3900×4050	6220×3900×4050	14	14
GN-40	40	φ3668×3720	0.42，0.56 0.84，1.04 1.40，2.18		0.12，0.17 0.25，0.31 0.42，0.68					30～60	12～24		5.0	YD 30 100 5050	3.0	6830×3900×4050	6830×3900×4050		17

附表 27　筒型外滤式真空过滤机

类型	型号	过滤面积/m²	筒体 尺寸/mm	筒体 转速/r·min⁻¹ Ⅰ组	Ⅱ组	真空计示压力/kPa	抽气量/m³·min⁻¹·m⁻²	鼓风计示压力/kPa	鼓风量 m³/·min⁻¹·m⁻²	筒体表面磁感应强度/mT	处理量/t·h⁻¹	电动机 筒体 型号	功率/kW	搅拌器 型号	功率/kW	外形尺寸（长×宽×高）/mm	质量/t
外滤式	GP-1	2	φ1000×720	0.12，0.26，0.28		60～80	1	10～30	0.2～0.4							1000×1050×1312	1.2
	GW-3	3	φ1600×700	0.13～0.49							1.2		1.1			2450×2375×1900	3.43
	GW-5	5	φ1750×970	0.13～0.49							2		1.1			2975×2570×2092	5.5
	10M²	10	φ2000×1680	0.16，0.26，0.39									2.2		2.2		5.91
	G-5	5	φ1750×980	0.13～0.78	0.54								2.2		0.75	2540×2097×2310	6.00

BBS.350d.com

续附表 27

类型	型号	过滤面积/m²	筒体 尺寸/mm	筒体 转速/r·min⁻¹ Ⅰ组	筒体 转速/r·min⁻¹ Ⅱ组	真空计示压力/kPa	抽气量/m³·min⁻¹·m⁻²	鼓风计示压力/kPa	鼓风量/m³·min⁻¹·m⁻²	筒体表面磁感应强度/mT	处理量/t·h⁻¹	电动机 筒体 型号	电动机 筒体 功率/kW	电动机 搅拌器 型号	电动机 搅拌器 功率/kW	外形尺寸（长×宽×高）/mm	质量/t
外滤式	GW-20	20	φ2500×2650	0.27，0.38	0.14，0.19	60～80	1	10～30	0.2～0.4		8		2.5	Y112M-6	2.2	4480×4085×2890	10.6
				0.34	0.27								4.0				
	GW-30	30	φ3350×3000	0.12，0.16，	0.11，0.14，						12		3.5	Y132S-6	3	5200×4910×3743	17.2
	GW-40	40	φ3350×4000	0.23，0.29，	0.21，0.26，						16		4.0			6200×4910×3743	19.5
	GW-50	50	φ3350×5000	0.39，0.59	0.34，0.56						20		5.0	$Y132M_1$-6	4	7200×4960×3743	21
永磁外滤式	GYW-8	8	φ2000×1400	0.5～2.0		60～80	0.5～2	10～30		80	22～40	Y112M-6				2610×2910×2600	4.76
	GYW-12	12	φ2000×2000							85	33～65					3210×2910×2600	5.42

附表 28 折带式真空过滤机

型号	过滤面积/m²	筒体 尺寸/mm	筒体 转速/r·min⁻¹	真空计示压力/kPa	抽气量/m³·min⁻¹·m⁻²	冲洗水计示压力/kPa	给矿浓度/%	处理量（浮选有色金属）/t·m⁻²·h⁻¹	电动机 筒体 型号	电动机 筒体 功率/kW	电动机 搅拌 型号	电动机 搅拌 功率/kW	外形尺寸（长×宽×高）/mm	质量/t
GD-1.7	1.7	914×650	0.133，0.17，0.227，0.335	60～80	0.8～1.2	>300	>60	0.2～0.4		2.5，3.4		2.5	1938×2158×1290	2.61
GD-5	5	1600×1120	0.1～2							1.5		2.8	2637×2940×2050	4.6
GD-12	12	2000×2000	0.1～2							1.5			3843×3510×2370	5.96
GD-20	20	2500×2770	0.075，0.105，0.149，0.150，0.209，0.298							2.5，4		2.2	4480×5025×3190	11.1
GD-30	30	3350×3015	0.1～0.6							3		3	4905×5545×3743	17.8
GD-40	40	3350×4015	0.11，0.14，0.213，0.26，0.34，0.50							3.5，4.5			6224×5606×3755	20.3

BBS.350T.COM

附表 29　压　　滤　　机

类型	型号	框内尺寸/mm	滤板数量/个	框数	框厚/mm	总过滤面积/m^2	滤瓶容量/L	型式	工作计示压力/MPa（kgf/cm^2）	压紧方式	电机功率/kW	外形尺寸（长×宽×高）/mm	质量/t
自动式	XAZ80/1000-2D	1000×1000	40			80	1260	暗流	0.8 (8.0)		5.15	5680×1600×2345	18.5
	XAZ100/1000-2D		50			100	1560					6020×1600×2345	22.5
	XAZ120/1000-2D		60			120	1876					6360×1600×2345	26.5
	XMZ150/1200-3C	1200×1200	52			150	2420	明流	0.8 (8.0)		4.2	7280×3220×3730	33.78
	XMZ200/1200-3C		70			200	3230					8510×3220×3730	41.52
	XMZ250/1200-3C		88			250	4040					9710×3220×3730	49.26
	XMZ300/1200-3C		106			300	4850					10930×3220×3730	57.5
板框式	BAS_2/320-25	320×320		10	25	2		暗流	1.0 (10.0)	手动螺旋		1495×650×600	0.475
	BAS_4/320-25			20		4						1945×650×600	0.65
	BAS_6/320-25			30		6						2395×650×600	0.825
	BAS_8/450-25	450×450		20	25	8		暗流	1.0 (10.0)	手动螺旋		2520×1150×875	1.555
	BAS_{12}/450-25			30		12						2990×1150×875	1.955
	BAS_{16}/450-25			40		16						3460×1150×875	2.355
	BMS_8/450-25			20		8		明流				2702×948×875	1.58
	BMS_{12}/450-25			30		12						3172×948×875	1.98
	BMS_{16}/450-25			40		16						3642×948×875	2.38
	BAS_{20}/635-25	635×635		26	25	20		暗流	0.8 (8.0)	手动螺旋		3500×1750×1160	3.88
	BAS_{30}/635-25			38		30						4020×1750×1160	5.03
	BAS_{40}/635-25			50		40						4540×1750×1160	6.29
	BMS_{20}/635-25			26		20		明流				3500×1900×1160	4.01
	BMS_{30}/635-25			38		30						4020×1900×1160	5.21

BBS.63DY.COM 化工网论坛

续附表 29

类型	型号	框内尺寸/mm	滤板数量/个	框数	框厚/mm	总过滤面积/m^2	滤瓶容量/L	型式	工作计示压力/MPa（kgf/cm^2）	压紧方式	电机功率/kW	外形尺寸（长×宽×高）/mm	质量/t
板框式	BMS_{40}/635-25	635×635		50	25	40		明流	0.8（8.0）	手动螺旋		4540×1900×1160	6.52
	BAJ_{20}/635-25			26		20		暗流		机械夹紧	2.2	3290×1250×1160	4.32
	BAJ_{30}/635-25			38		30						3970×1250×1160	5.47
	BAJ_{40}/635-25			50		40						4610×1250×1160	6.71
	BMJ_{20}/635-25			26		20		明流				3290×1900×1160	4.46
	BMJ_{30}/635-25			38		30						3970×1900×1160	5.66
	BMJ_{40}/635-25			50		40						4640×1900×1160	6.95

附表 30 水喷射泵

型号及规格	水气室直径/mm	配用真空过滤机规格		水室压力/kPa	真空计示压力/kPa	用水量/$m^3 \cdot h^{-1}$	抽吸气量/$m^3 \cdot min^{-1}$	配用水泵			质量/kg
		外滤式圆筒过滤机/m^2	外滤式圆盘过滤机/m^2					型号	电动机		
									型号	功率/kW	
	ϕ300	3		147	97	32	2.4	$2B_{31}$			208
	ϕ350	5		147	97	53	4.16	$3B_{33}$			256
	ϕ450	10		147	97	100	8.05	$4B_{33}$			426
	ϕ600	18.5；20		147	97	178	14.9	8BA-12			702
	ϕ700	32；40		147	97	366	29.1	$10S_n$-9A、6E			980
PSH-300	ϕ300	3		147	80	25	2.0		$Y132S_1$-2	5.5	241
PSH-350	ϕ350	5	9	147	80	50	4.3		$Y132S_2$-2	7.5	304
PSH-450	ϕ450	8；10	9	147	80	100	7.5		$Y160M_2$-2	15	424
PSH-600	ϕ600	20	18；27	147	80	173	13.1		Y200L-2	30	934
PSH-650	ϕ650	20；25	27	147	80	270	17		Y225M-4	45	965
PSH-700	ϕ700	30；40	39	147	80	374	28		Y250M-4	55	1343

BBS.SOUCOM

附表 31　水环式真空泵

型号	真空计示压力/kPa（mmHg）												轴功率/kW	最大真空计示压力/kPa	转速/r·min^{-1}	供水量/m^3·h^{-1}	传动电动机		口径/mm		外形尺寸（长×宽×高）/mm	质量/kg
	0 (0)	13 (100)	27 (200)	40 (300)	47 (350)	53 (400)	60 (450)	67 (500)	73 (550)	80 (600)	87 (650)	93 (700)					型　号	功率/kW	吸入	排出		
	抽气速率/m^3·min^{-1}																					
SK-12	12	11.9	11.7	11.5	11.4	11.2	11	10.6	9.8	8.3	5.2	0	16～17.5	92	970	4～6	Y200 L_2-6	22	100	100	968×640×785	308
SK-20	22.9			22.4			21.37			14.5					960	2.5～4.5		40				
SK-27	28.1	28	28	27.9	27.9	27.8	27.7	26.8	25.2	20.2	8.8	0	29～39	87	490	8～10	Y280S-6	45	200	200	1467×980×897	1300
SK-42	42			40.3			39.3			29	19.7				490	11～12		55				1800
SK-60	60	59.2	58.4	57.5	57	56.3	55	52	42.9	4	0		75～88	87	420	12～13	JS116-6	95	250	250	1923×1300×1272	2680
SK-85	85	84.5	83	81.6	80.8	79.5	78	74.5	68.6	58.1	0		100.8～109.8	85	365	13～18	JS125-6	130	300	300	2300×1400×1453	4200
SK-120	121			119.7		116.8	113.2	108.3	100.7	85.5	0		95～179	84	250	13～12		185	300	300	2565×1700×1600	8000
SK-250	280	278	275	268	262	253	243	228	206	155	0		308～370	85	200	44～45		380	500	500	4004×2360×2219	17500
SZ-1	1.5			0.64			0.4			0.12						0.6		5.5	70	70	1069×493×679	260
SZ-2	3.4			1.65			0.95			0.25						1.8		10	70	70	1305×524×672	330
SZ-3	11.5			6.8			4			1.5		0.5				4.2		30	125	125		1220
SZ-4	27			17.6			11			3		1				6		70	170	150		2600

标准网论坛 BBS.35001.COM

参 考 文 献

〔1〕选矿设计手册编委会，《选矿设计手册》，冶金工业出版社，1988.

〔2〕周志尚主编，《选矿厂设计》，冶金工业出版社，1984.

〔3〕东北工学院、中南矿冶学院选矿教研室合编，《选矿厂设计》，中国工业出版社，1962.

〔4〕A.L 穆拉尔等，《选矿厂设计》，冶金工业出版社，1985.

〔5〕К. А. Разумов，《Проектирование Обогатительных Фабрик》《Недра》1982.

〔6〕A.L 穆拉尔等，《碎磨回路的设计和装备》，冶金工业出版社，1990.

〔7〕选矿设备选型及产品手册编写组，《选矿设备选型及产品手册》，冶金工业出版社，1991.

〔8〕选矿手册编委会，《选矿手册》第七卷，冶金工业出版社，1992.

〔9〕选矿设计参考资料编写组，《选矿设计参考资料》，冶金工业出版社，1972.

〔10〕孙戬，《金银冶金》，冶金工业出版社，1989.

〔11〕铜铅锌冶炼设计参考资料编写组，《铜铅锌冶炼设计参考资料》上册，冶金工业出版社，1978.

〔12〕工程建设标准规范汇编（二）建筑模数协调标准部分，中国计划出版社 19[illegible]，

〔13〕同济大学等，《房屋建筑学》，中国建筑工业出版社，1980.

〔14〕重庆建筑工程学院廖祖裔主编，《工业建筑总平面设计》，中国建筑工业出版社，1984.

〔15〕尾矿设施设计参考资料编写组，《尾矿设施设计参考资料》，冶金工业出版社，1980.

〔16〕基本建设预算编写组，《基本建设预算》，中国财政经济出版社，1984.

〔17〕谭浩强，《Basic 语言——结构化程序设计教程》，中国科学技术出版社，1990.

〔18〕赖信昌等，《Auto CAD 及其应用》，重庆大学出版社，1992.

〔19〕李宗耀等，《计算机辅助管理系统——数据库技术基础及 FOXBASE+》，天津大学出版社，1992.

〔20〕许俊杰等，《关系型数据库汉字 FOXBASE+原理及应用》，北京科学技术出版社，1990.

〔21〕东北工学院罗倩等，《选矿测试技术》，冶金工业出版社，1989.

〔22〕东北工学院陈炳辰，《磨矿原理》，冶金工业出版社，1989.

〔23〕东北工学院孙玉波主编，《重力选矿》，冶金工业出版社，1982.

〔24〕O. B. 扎米亚廷等，《含金矿砂和砾岩的选矿》，冶金工业出版社，1980.

〔25〕А. И. 波瓦罗夫，《选矿厂水力旋流器》，冶金工业出版社，1982.

〔26〕苏震，《选矿自动化》，冶金工业出版社，1985.

〔27〕中国铁矿石选矿生产实践编委会，《中国铁矿选矿生产实践》，南京大学出版社，1992.

〔28〕王建钢等，《铁矿石精选技术与经济》冶金工业出版社，1992.

〔29〕С. Ф. 申柯连科，《黑色金属矿选矿手册》，冶金工业出版社，1985.

〔30〕О. П. Тихонов，《Справочник по проектированию Рудных Обогатительных Фабрик》，《Недра》，1988.

〔31〕В. П. 雅申等，《自磨理论和实践》，中国建筑工业出版社，1982.

〔32〕K. R. 萨特尔，《通用浓缩机的新发展》，国外金属矿山，1991.10.

地信网论坛 BBS.3S001.COM

TD928.1
3735