第十二篇

选矿厂设计

第一章　选矿厂设计可行性研究

选矿厂设计的前期工作系指从建设项目的酝酿提出到设计开始之前需要进行的工作，一般分为项目建议书和可行性研究两个阶段，并包括厂址选择和选矿试验研究等工作。

第一节　项目建议书

一、编制项目建议书的目的与作用

项目建议书是基本建设程序中最初阶段的工作。选矿厂项目建议书是在部门（行业）规划或企业建设规划的基础上，通过调查研究对拟建项目的主要原则问题，如资源情况、市场需求、建设规模、产品方案、外部条件、基建投资、建设效果、存在问题等做出初步论证和评价，据以说明项目建设的必要性，为项目的初步决策提供依据。批准的项目建议书亦为可行性研究工作的依据。

二、项目建议书的内容

项目建议书的内容一般包括：(1)建设项目提出的依据和必要性；(2)资源情况；(3)选矿试验结果及评价；(4)选矿厂建设规模、工艺原则流程、主要设备、产品方案及用户等初步方案；(5)建设地点的初步方案，外部条件的评述；(6)建设投资，职工人数的初步估算，资金筹措的设想；(7)建设进度安排的初步意见；(8)经济效果和社会效益的初步估

算；(9)存在问题与建议；(10)附厂区交通位置图和厂区平面布置图；(11)对引进技术和进口设备的项目要说明国内外技术概况和差距、进口理由、利用外资的可能性及偿还能力，并对引进国别和厂商作出初步分析。

第二节　可行性研究

一、可行性研究的目的与任务

进行可行性研究的依据是上级主管部门批准的项目建议书。可行性研究是评价建设项目在技术上、经济上是否可行的一种科学分析方法，是设计前期的一项重要工作。其目的在于通过深入的技术经济论证确认项目投资的综合效果，为建设项目的正确决策提供可靠的依据。经批准的可行性研究报告亦为确定建设项目及编制设计文件的依据。

选矿厂建设可行性研究的基本任务是对建设中的原则问题，如资源条件、建设规模、原则流程、主要设备、产品方案、市场需求、厂址、外部条件、基建投资、建设进度、经济效果、竞争能力等进行分析论证，从而对选矿厂是否建设，如何建设做出结论。

二、可行性研究内容

1. 可行性研究工作的依据和范围，建设项目提出的背景，建设的必要性和经济意义。

2. 对建设规模、产品方案进行研究，并推荐最佳方案 对产品的需求、价格、销售等情况进行预测。

3. 厂址选择及厂址方案比较(对某些厂址条件复杂的大型选矿厂应在可行性研究之前单独进行)。

4. 建设项目内容、主要设计方案及外部条件：

(1)项目构成；(2)资源及采矿供矿情况；(3)工艺流程及主要设备选择方案比较及推荐意见(引进技术或设备要进一步说明引进的必要性，利用外资的可能性及偿还能力 改扩建项目要说明对原有固定资产的利用情况)；(4)外部条件(外部运输、供水、供电、燃料及生产所需其它材料的供应情况)的论证；(5)土建结构形式的初步选择；(6)公用设施和厂内运输方式的初步选择；(7)全厂总平面布置方案的初步选择。

5. 企业组织、劳动定员及人员培训的设想。

6. 建设周期及实施进度的建议。

7. 投资估算和资金筹措。

8. 预测建设项目对环境的影响，提出环境保护和‘三废’治理的初步方案。

9. 经济效果和社会效益分析。不仅要计算选矿厂本身的经济效果，还要计算对国民经济的宏观效果（一般情况下，采、选、冶联合企业计算至冶炼工序）。

10. 提供交通位置图、总体布置图、厂区总平面图、工艺流程图、工艺建筑物系统图、供电和供水系统图。

11. 提出存在问题及建议。

三、选矿专业在可行性研究中的工作内容

（1）简述矿床和矿石类型、矿石的工艺矿物学研究；（2）简述矿山供矿条件；，（3）简述和评价选矿试验；（4）确定或参与确定建设规模及产品方案；（5）根据选矿试验及其它资料，通过方案比较初步确定工艺流程、指标、工作制度以及主要工艺设备规格和台数；（6）进行工艺厂房布置和设备概略配置；（7）初步确定生产过程机械化和自动化水平及辅助设施项目（如实验室、化验室、技术检查站、药剂贮存与制备间等）；（8）提出动力及主要材料消耗指标，估算投资和劳动定员；（9）绘制工艺流程图及工艺建筑系统图；（10）提出存在问题和建议。

第三节　厂址选择

一、厂址选择的意义与方法

选矿厂（包括尾矿库、水源及生活区等）厂址选择直接影响基建投资、建设进度、投产后生产和经济效果以及地区环境和农业生产，因此它是设计前期一项政策性很强的工作。厂址选择必须贯彻我国工业建设的各项方针政策，满足工艺要求，体现生产与生活的长期合理性。

厂址选择工作一般是在上级主管部门或建设单位的组织下，会同当地政府、有关专业职能机构及设计单位有关人员对可能的厂址共同进行现场踏勘，收集有关资料并听取多方意见。在此基础上提出几个厂址方案，经综合性技术经济比较推荐最佳厂址方案。

一般对中小型选矿厂或厂址条件简单的大型选矿厂可在可行性研究阶段同时进行厂址选择工作；对某些条件复杂的大型选矿厂应在可行性研究之前单独进行厂址选择工

作，并编制厂址选择报告，呈报上级主管部门审批。

二、厂址选择的基本原则

1. 选矿厂厂址一般应尽量靠近矿山。对于处理矿石较富的或精矿产率较高的选矿厂，当用户与矿山距离较近或限于水、电、燃料供应等原因，亦可靠近用户或建在用户的厂区内；对某些贵金属选矿厂，为避免精矿在运输中损耗，或精矿必须干燥而用户又有废热可利用时，可考虑靠近用户建厂（也可在矿山建厂，脱水车间设于用户，精矿矿浆泵送至脱水车间）；当矿山资源分散，需要集中建厂时，宜在矿山与用户之间合理选择厂址，以求原矿和精矿两者综合运费最低。

2. 厂址地形要满足选矿工艺流程的需要。选矿厂厂址除必须满足场地面积要求外，其地形条件应尽量满足矿浆自流或半自流的要求。一般布置破碎厂房最合适的自然地形坡度为 25°左右，主厂房为 15°左右。如无理想的地形条件或平地建厂时，要考虑厂区排水要求，厂址自然地形坡度 4% ~ 5% 为宜。

3. 要贯彻节约用地原则。厂址在满足生产需要的前提下，要尽量少占地，尤其要少占或不占农田。对于占地面积大的尾矿库要考虑复垦还田条件。

4. 尾矿库容积应与选矿厂规模及服务年限相适应。库址的地形应选择呈低凹形的山谷或洼地，以使土石方工程最小。尾矿库的位置要尽量靠近选矿厂，并尽量考虑尾矿自流或半自流的条件，以节省尾矿输送费用。

5. 选矿厂厂址要尽量靠近水源，减少输水管线长度和能耗；在确定水源时要特别注意不得与农业争水。

6. 选矿厂要有可靠的电源，凡有条件利用电力网供电的，应尽量利用，并要尽量缩短输电线路长度。

7. 选择厂址要考虑适宜的交通运输条件。铁路运输要便于与国家干线接轨，减少专用线长度；公路运输要便于与国家公路干线衔接；水路运输要尽量利用已有码头或选定新建码头的合适位置。

8. 选矿厂应避免建在矿体上、磁力异常区、塌落界限内和爆破危险区内。

9. 选矿厂厂址要有较好的工程地质条件，建筑物应避免建在断层、滑坡体上及洪水位以下，应避开溶洞、淤泥、腐殖土、坑洞、古井等不良地段或文物保护区。厂区土壤承载能力一般要求大于 $100kN/m^2$，破碎厂房、主厂房、矿仓等建筑物所在地土壤应不小于 $200kN/m^2$。不宜在 9 级以上地震区或 3 级以上湿陷性黄土层区域建厂。

10. 要重视环境保护，选矿厂厂址要尽可能选在城镇或居民区的下风方向，并考虑“三废”治理条件，最大限度地减少粉尘、烟气和其它排放物对环境的污染。

11. 选矿厂生活区的位置要本着有利生产、方便生活、充分协作的原则进行选择。

12. 根据矿山资源情况，选矿厂规模有扩大可能时，厂址要留有发展余地。

三、厂址方案的比较和厂址选择报告

厂址选择要在详细调查研究的基础上，进行多方案综合技术经济比较。每个方案都要计算出基建投资和经营费用。厂址方案比较的项目可参照表 12－1－1 和表 12－1－2。比较时通常只按可比项目进行，投资和经营费用相同的项目可不列入比较，这样既节省工作量，又不影响比较的准确性。

完成厂址方案调查研究和综合技术经济比较后，即可编制厂址选择报告。报告的主要内容一般包括：(1)厂址选择工作的依据、上级主管部门及建设单位对厂址选择的意见和要求、基础资料、选矿厂规模与可能采用的生产工艺以及厂址选择组织工作情况等；(2)各厂址方案主要情况；(3)各厂址方案比较情况；(4)综合分析及推荐的最佳方案；(5)当地有关部门对推荐方案的意见；(6)附各厂址方案图。

表 12－1－1　厂址方案基本条件对比表

序号	项　　目	甲方案	乙方案
1	地理位置及与城乡关系		
2	地形地貌占地面积(良田、荒地或山地)		
3	工程地质、水文地质条件		
4	尾矿库容、堆存及运输条件		
5	基建土石方工程量		
6	拆迁村镇、民房、经济林情况		
7	供排水条件		
8	供电条件		
9	供热条件		
10	燃料、生产物资供应情况		
11	交通运输条件		
12	施工条件		
13	机修、电修外协情况		
14	当地市政部门意见		
15	对环境的影响		
16	其它条件		

表 12－1－2　基建投资及经营费比较表

项　目	基建投资/万元			经营费/万元		
	甲方案	乙方案	(甲－乙)差值	甲方案	乙方案	(甲－乙)差值
选矿						
供水						
供电						
供热						
土建						
尾矿库及输送						
总图						
环保						
其它						
合计						

第四节　选矿试验

选矿试验是选矿厂设计的主要依据,也是可行性研究工作的主要依据。它直接影响建设项目的决策以及投产后选矿厂乃至冶金企业的技术经济效果。选矿试验是选矿厂设计前期重要工作之一。在设计前期必须根据各阶段工作(包括可行性研究和初步设计)的需要进行相应规模和深度的试验研究工作。

第二章　选矿厂规模划分与工作制度制订

第一节　选矿厂规模和服务年限

选矿厂规模的确定是根据国家、地方、部门和企业的建设需要，经可行性研究论证，最后由上级主管部门批准的可行性研究报告确定的。确定选矿厂建设规模时，要充分考虑以下几个因素：

(1)在地质资源和开采条件可能的情况下，选矿厂规模应与冶金厂及矿山建设规模统一考虑。

(2)考虑处理的矿石在技术上的可能性，经济上的合理性，结合建设条件(厂址、运输、供水、供电、资金等)，配合采矿进行不同规模方案的技术经济比较，确定出合理的建设规模。

(3)大型选矿厂(特别是地下开采的矿山供矿)一般应考虑分期建设，分系列建成投产，在短期内形成生产能力，尽快发挥投资效果，中、小型选矿厂可一次建成。

(4)确定选矿厂建设规模时，必须在矿山开采技术条件允许的情况下，合理确定服务年限。选矿厂服务年限应按矿山可靠的矿床工业储量进行计算($B+C$ 级)，矿山远景储量(D 级)作为参考。

选矿厂规模一般用处理原矿石数量表示，因为尽管矿石中有用成分含量和所得精矿量各异，但只要处理的原矿量相同，选矿厂便具有大致相同的主要生产设施、辅助设施和管理机构。选矿厂规模的划分和其服务年限如表 12－2－1 所示。当选矿厂规模大于或接近 10Mt/a 时，其服务年限可适当增加；当国家迫切需要的金属或矿物、需要加速回采

的矿床、简易的小型选矿厂、小富矿、开采条件较好的富矿和矿床远景储量较多的矿山，经上级主管部门批准，可以缩短服务年限。

表 12－2－1　选矿厂规模划分与服务年限

规模类型	黑色金属矿选矿厂		有色金属矿选矿厂		化工矿山选矿厂		服务年限
	Mt/a	相当于 kt/d	Mt/a	相当于 kt/d	Mt/a	相当于 kt/d	a
大型	＞2	＞6	＞3	＞1	＞1	＞3	≥20
中型	0.6～2	1.8～6	0.6～3	0.2～1	0.2(磷矿 0.3)～1	0.6(磷矿 0.9)～3	≥15
小型	＜0.6	＜1.8	＜0.6	＜0.2	0.2(磷矿 0.3)	＜0.6(磷矿 0.9)	≥10

划分出大、中、小型选矿厂是为了对确定生产方式，技术装备水平，建筑结构标准和基建投资等方面有所遵循。

第二节　选矿厂工作制度和主要设备年作业率

选矿厂工作制度，一般采用连续工作制，即每年 365d，每天 3 班，每班 8h。当破碎筛分车间位于矿山，其工作制度应与矿山工作制度相一致。间断工作制度每年工作天数等于 365d 减掉一年中的节假日，每天班数有的采用 1 班或 2 班或 3 班不等，每班工作 8h。

主要设备年作业率，系指设备全年实际运转小时数与全年日历小时数之比。设备年作业率是衡量设备运转时间长短的标志，是影响生产能力的一个重要因素，表 12－2－2 中设备年作业率数值系基于我国诸多选矿厂设备多年生产运转时间的统计而得来的。它取决于设备装备水平、生产管理水平及外部运输、供电、供水、检修能力等条件。

表 12－2－2　选矿厂各车间工作制度与设备年作业率

车间名称	工作制度		设备年作业率/%	全年开车小时数	作业率折算相当于		
	工作制别	年工作天数			年设备运转日数	日设备运转班数	班设备运转时数
破碎、洗矿车间	间断	306	24.45	2142	306	1	7
			41.92	3672	306	2	6
			52.4～62.88	4590～5508	306	3	5～6
	连续	365	52.7～67.8	4620～5940	330	2～3	5～7
自磨及选别车间	连续	365	85～90.4	7440～7920	310～330	3	8
球磨及选别车间	连续	365	90.4～92	7920～8060	330～336	3	8
精矿脱水车间	连续	365	60.3～90.4	5280～7920	330	2～3	8

注：1. 破碎车间工作制度一般与采矿、原矿运输相一致，精矿脱水车间工作制度一般与选别车间一致。

2. 中碎位于中间贮矿仓之前，作业率同粗碎；位于中间贮矿仓之后，作业率同细碎。

3. 小型选矿厂自建柴油电站或设备能力大、供矿量少，设备运转时间应适当缩短。

设计小时处理量，可根据各车间的年或日处理量及其工作时数计算，即

$$q_{时} = q_{年}/(t\eta) \text{或} \ q_{时} = q_{日}/t_1$$

式中　$q_{时}$、$q_{年}$、$q_{日}$——分别为车间小时处理量、年处理量、日处理量；

t——年日历小时数，$t = 8760$；

t_1——设备日工作时数；

η——设备年作业率（以小数表示），见表 12－2－2。

选矿厂处理量一般指主厂房生产能力。有色金属矿选矿厂生产能力是指日处理原矿量数，黑色金属矿选矿厂生产能力是指年处理原矿量数。

第三章　总平面布置与厂房设备配置

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。

第一节　总平面布置

一、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。

(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12-3-1、图12-3-2。

二、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。

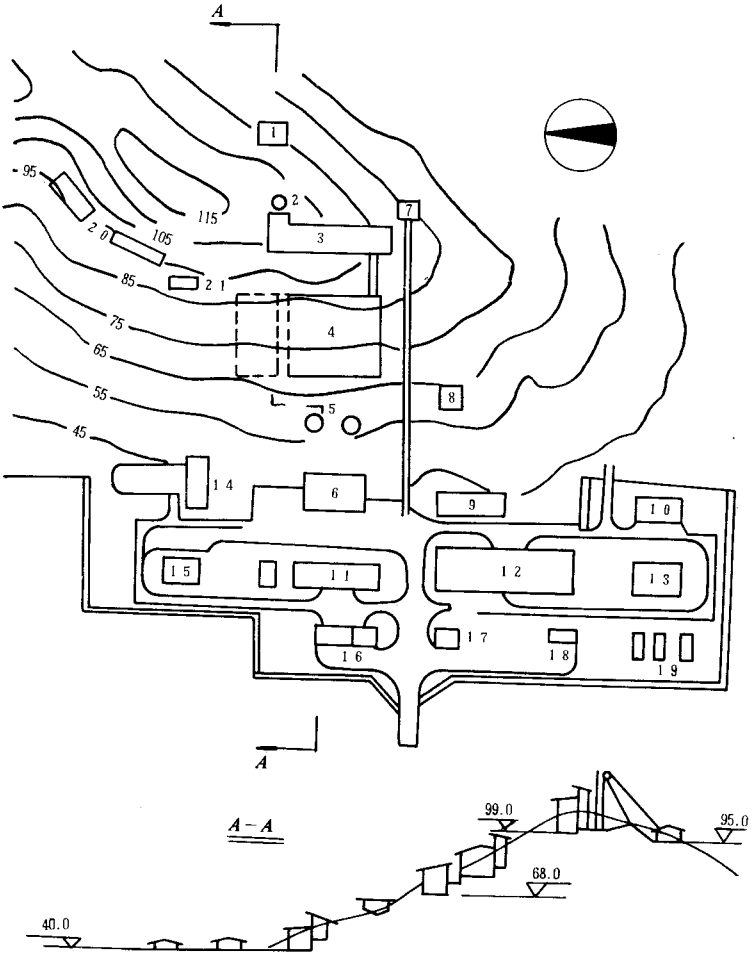


图 12－3－1　中型浮选厂总平面布置图

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

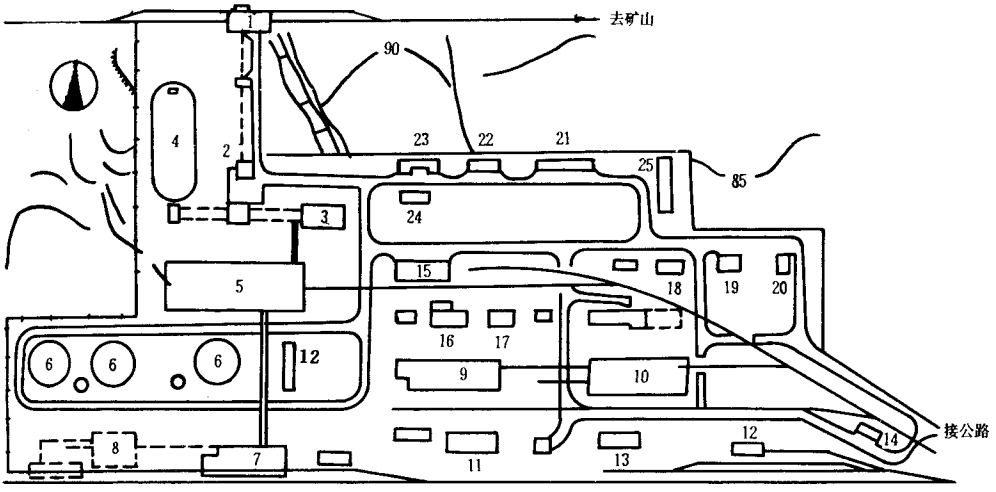


图 12－3－2　大型铁矿选矿厂总平面布置图

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

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。

第二节　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。

第三节　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。

一、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 12－3－3 所示，中碎标准圆锥破碎机 ϕ16501 台，细碎短头圆锥破碎机 ϕ16502 台，闭

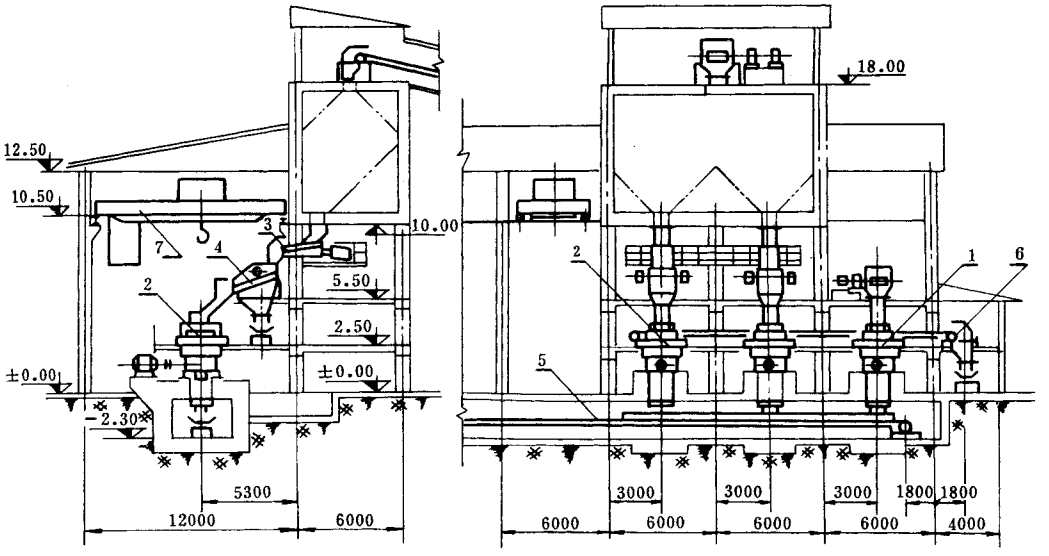


图 12－3－3　中碎前不设中间矿仓的中细碎闭路配置图

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

路筛子 1800×3600 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。

二、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，所用的设备不，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 12 – 3 – 4 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 12 – 3 – 5 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。

三、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 12 – 3 – 6 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。

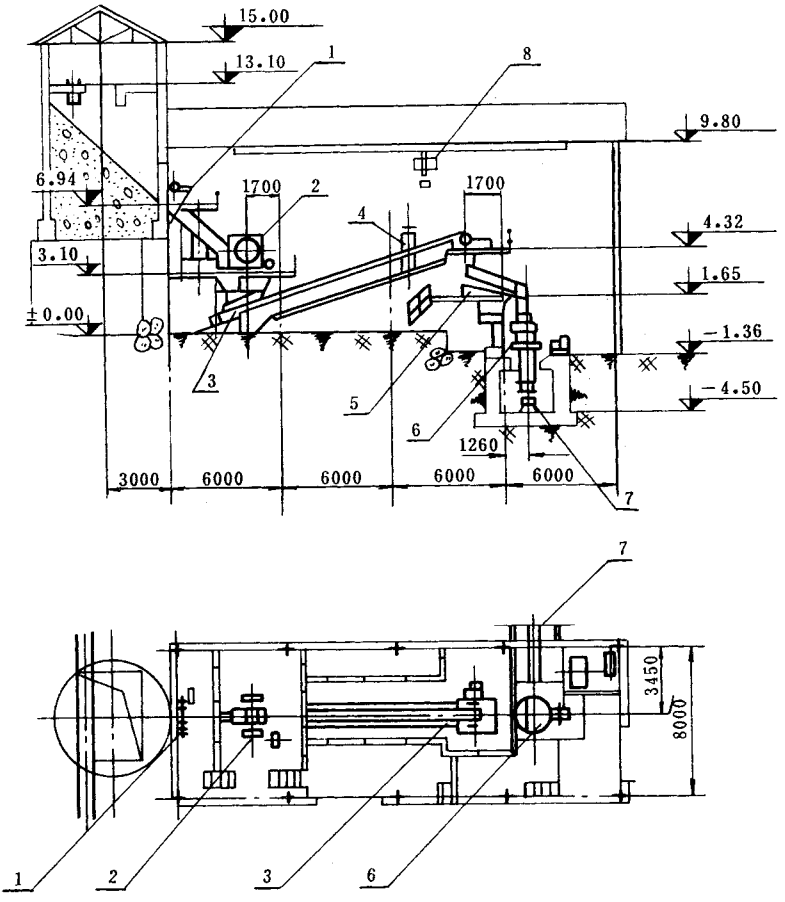


图 12－3－4　两段开路破碎共厂房配置图

1—3B 锁链给矿机；2—400×600 颚式破碎机；3—B500 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—B500 胶带输送机；8—3 吨电动葫芦

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 12－3－7 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。

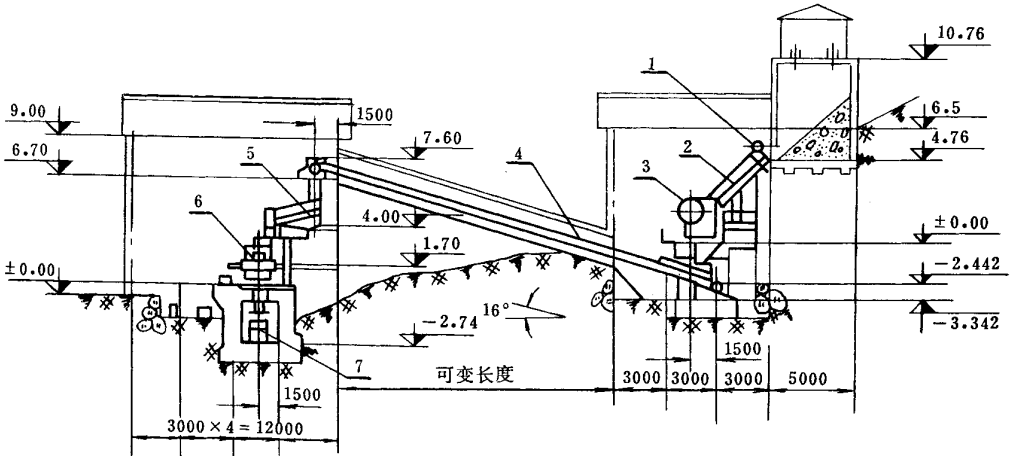


图 12－3－5　**两段开路破碎分厂装置图**

1—3*B* **锁链给矿机**；2—1150 × 2000 **斜格筛**；3—400 × 600 **颚式破碎机**；4—*B*500 **胶带输送机**；5—1250 × 2500 **万能吊筛**；6—ϕ1200 **中型圆锥破碎机**；7—*B*500 **胶带输**

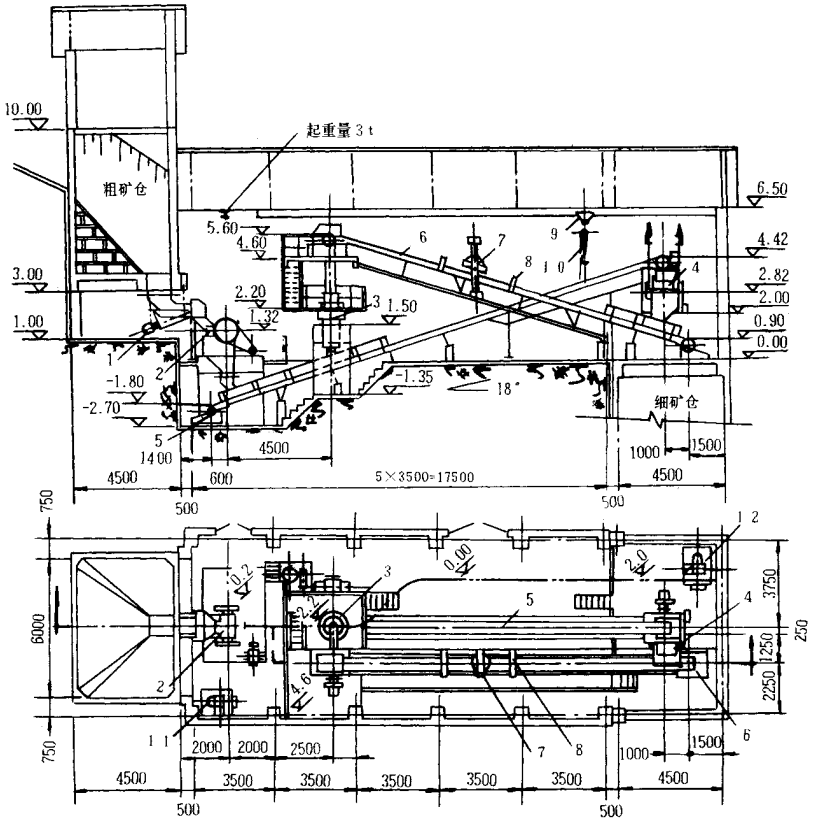


图 12－3－6　400 × 600 **颚式破碎机** ϕ600 **标准圆锥破碎机两段一闭路破碎厂房**

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—5050 **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**

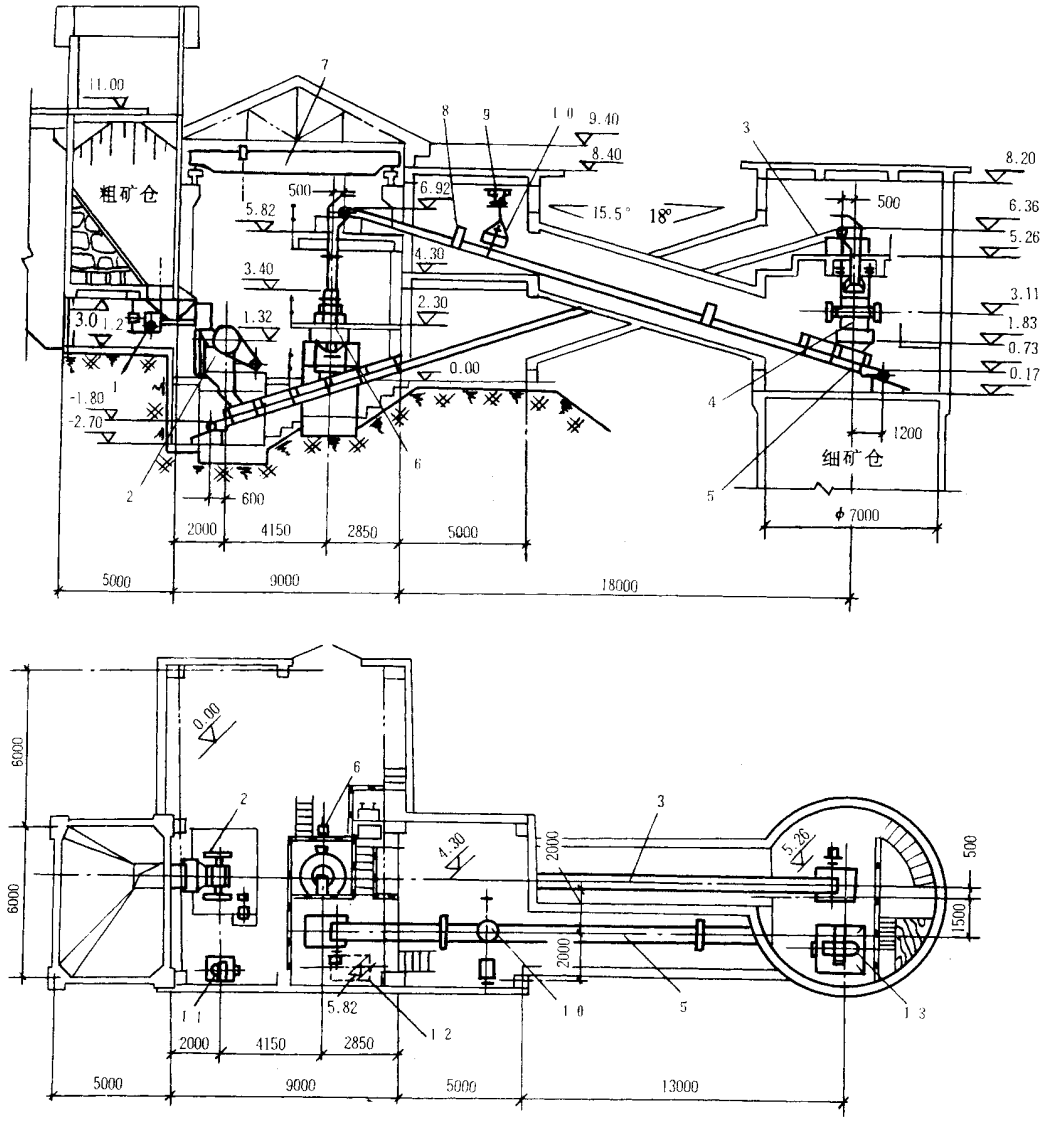


图 12－3－7　400×600 颚式破碎机、φ900 中型圆锥破碎机两段一闭路破碎厂房

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

四、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。

1. 粗碎和中细碎厂房分开

(1)中、组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 12－3－8。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。

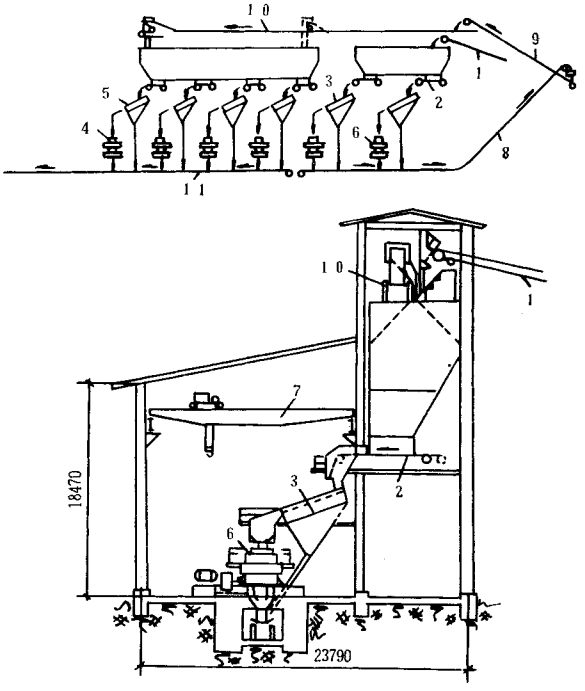


图 12－3－8　设有缓冲矿仓的开路平地式配置方案

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

(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 12－3－9 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。

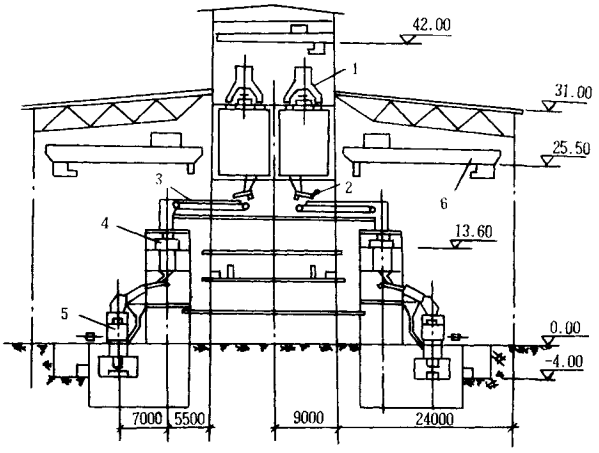


图 12－3－9　设有缓冲矿仓的开路破碎重叠式配置图

1—卸料小车；2—电振给料机；3—带式给料机；

4—2100 中碎机；5—220 细碎机；6—桥式起重机

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。

五、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 12－3－10 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。

(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 12－3－11 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。

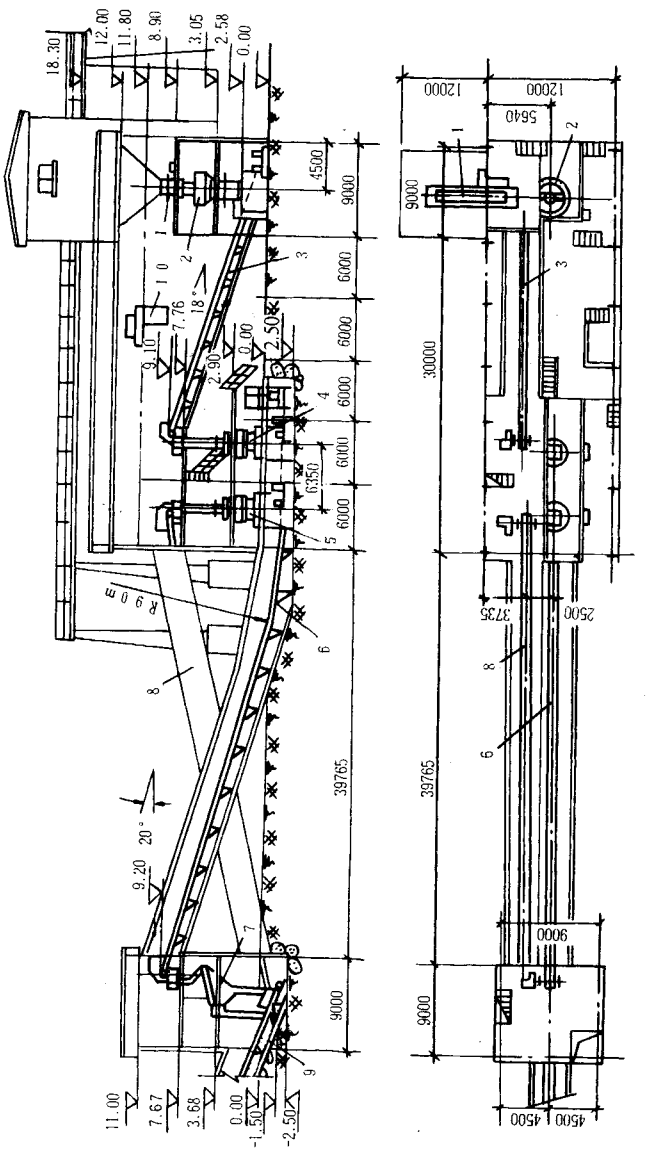


图 12-3-10　中碎前无预先筛分作业单设筛分厂房的配置图

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

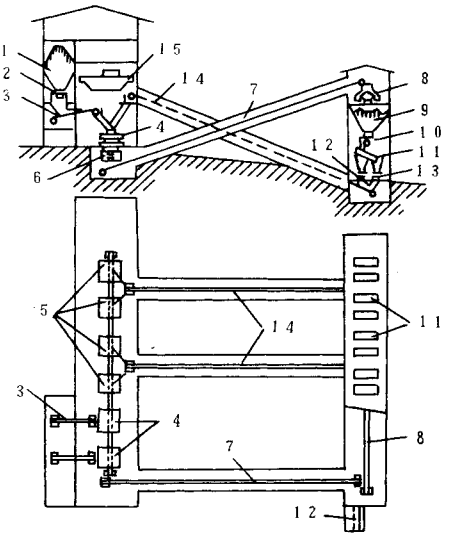


图 12－3－11　中细碎呈直线配置在同一个厂房里与分开的闭路筛分厂房并行

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。

六、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(兼给料流糟),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 12-3-12。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,再折返到星形架上,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上,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。

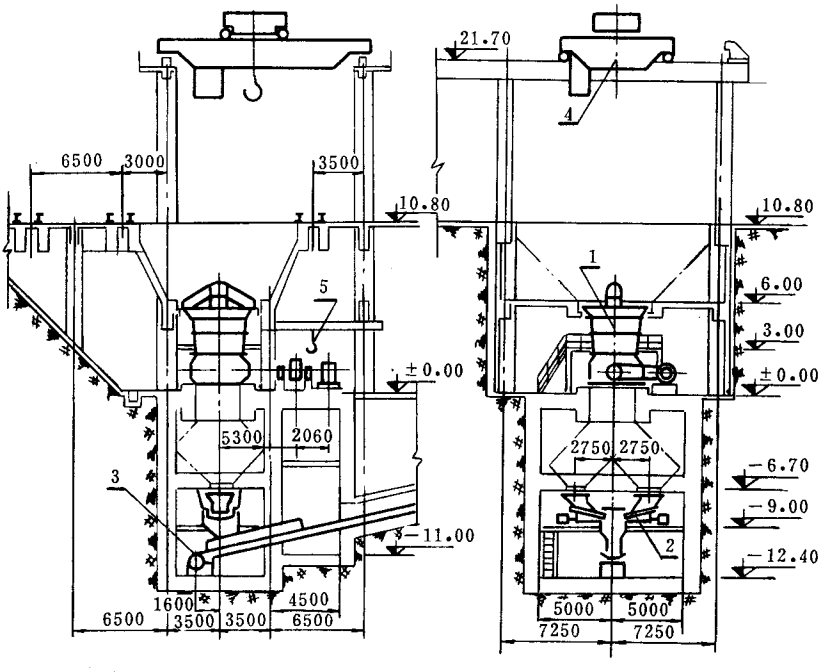


图 12－3－12　PX1200/180 **型旋回破碎机挤满给矿配置图**

1—1200/180 **旋回破碎机**；2—1500×2500 **电振给矿机**；3—*B*1400 **胶带输送机**；4—75/20 **电动桥式起重机**；5—5t **手动链式起重机**

带隔筛和过大块破碎器颚式破碎机厂房配置，如图 12－3－13 **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。**

七、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**

简化。有些特大型选矿厂,因中、细碎设备台数多,采用子多列配置,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 12－3－14 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。

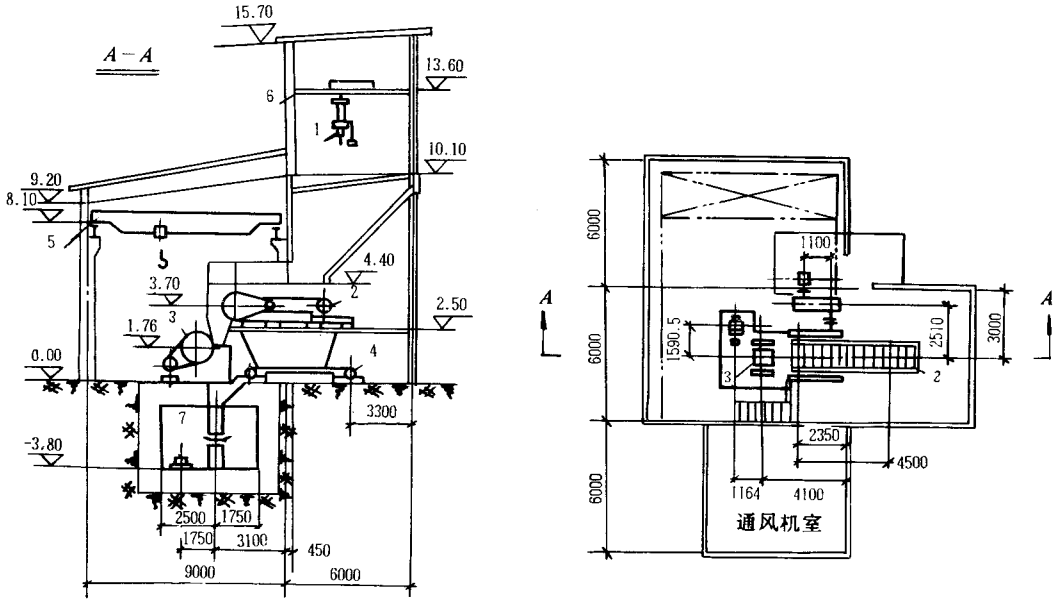


图 12－3－13　粗碎前设备隔筛破碎过大块矿石的配置图

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

另一例为多台筛子单列配置如图 12－3－15 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 5m 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。

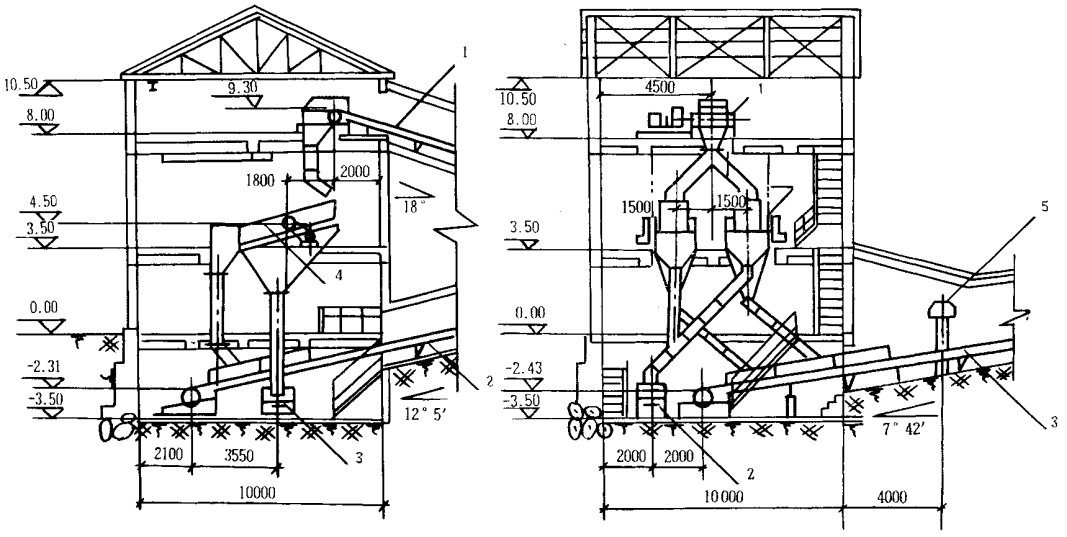


图 12－3－14　两台筛子独立筛分厂房

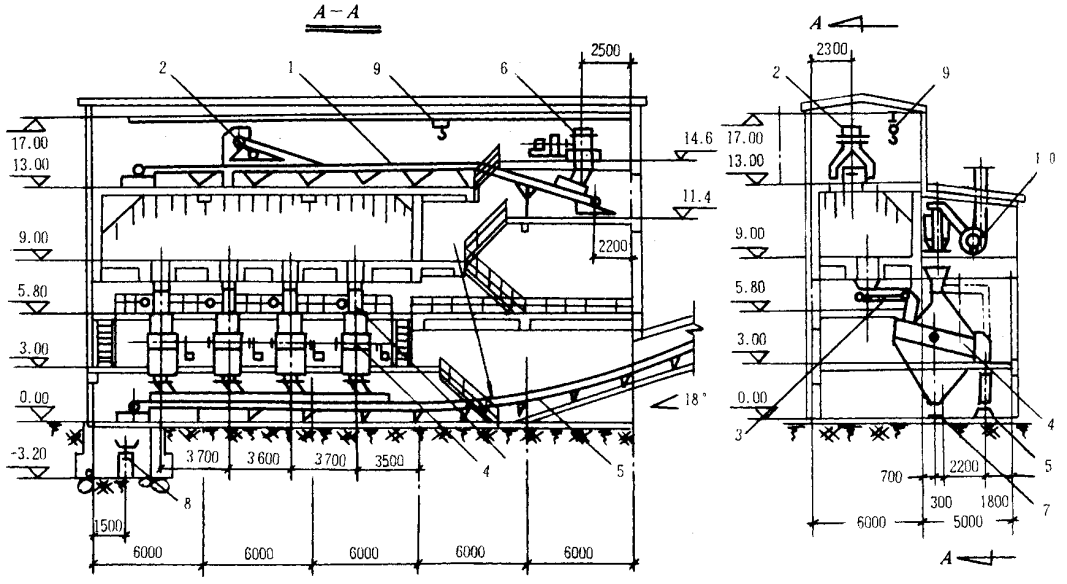


图 12－3－15　带分配矿仓单列配置筛分厂房

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。

八、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 12－3－16 所示，粗碎排矿由胶带输送机 1 运至中碎矿仓，经槽式给矿机 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。

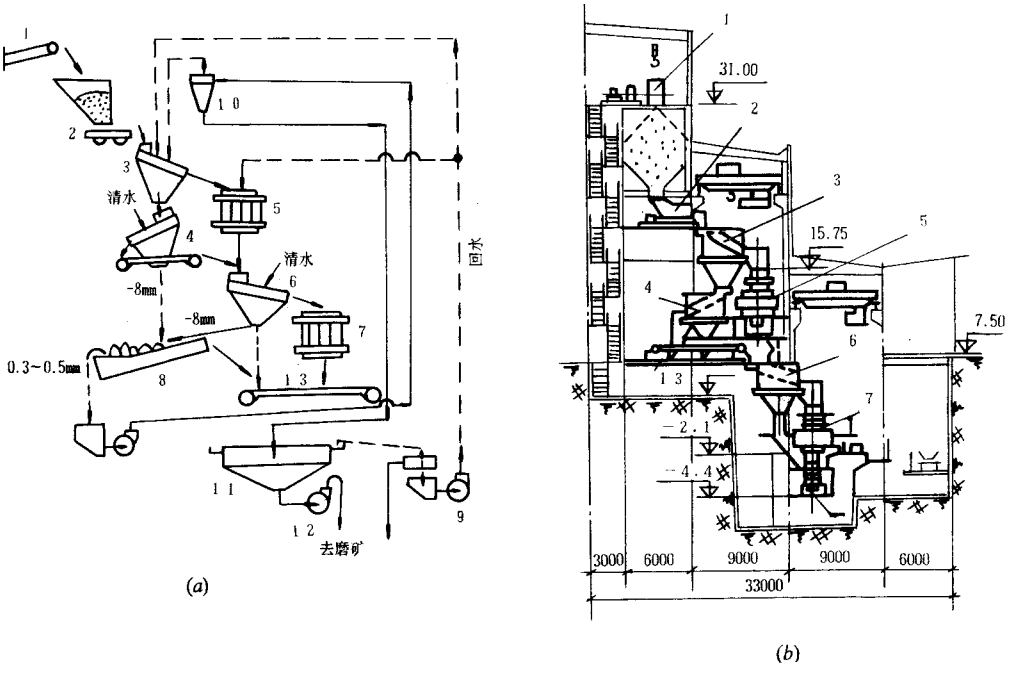


图 12－3－16　带洗矿的中细碎设备多层阶梯配置

（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 12－3－17 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。

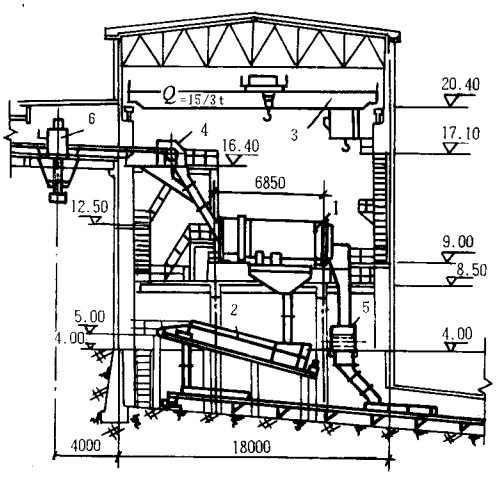


图 12－3－17　难洗矿石洗矿厂房

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。

第四节　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。

一、磨矿跨间设备配置

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。

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 12－3－1，磨矿、分级机组联接如图 12－3－18 所示。

表 12－3－1　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/%	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/m^3 的矿石，大于此密度的矿石坡度适当增大 15%～30%。

从图 12－3－18 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。

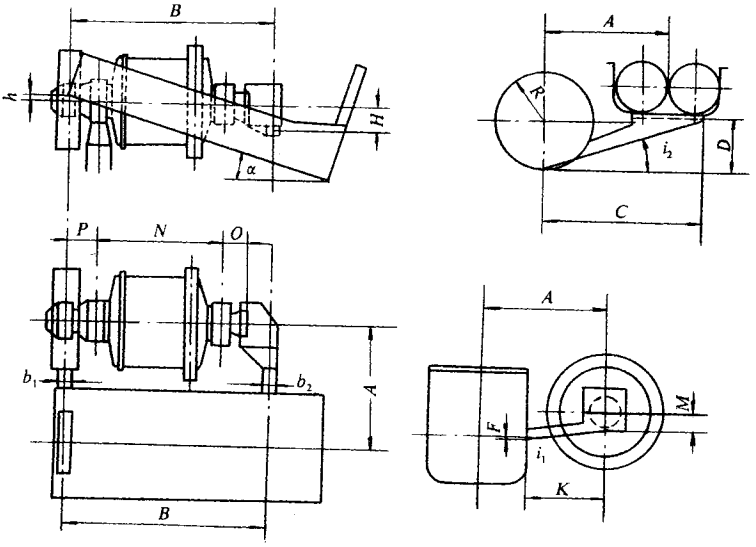


图 12－3－18　磨矿、分级机组联接图

(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。

(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。

二、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。

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 12－3－19 和表 12－3－2、表 12－3－3 所示。

表 12－3－2　XJ 型浮选机槽数与其同坡泡沫槽坡度关系

浮选机容积/m^3	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

表 12－3－3　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。

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,50h 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。

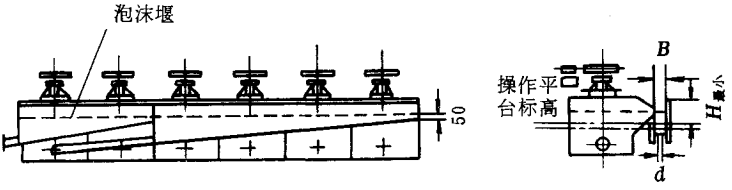


图 12－3－19　浮选机与泡沫安装关系图

(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。

2. 配置举例

图 12－3－20 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安装计量秤，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。

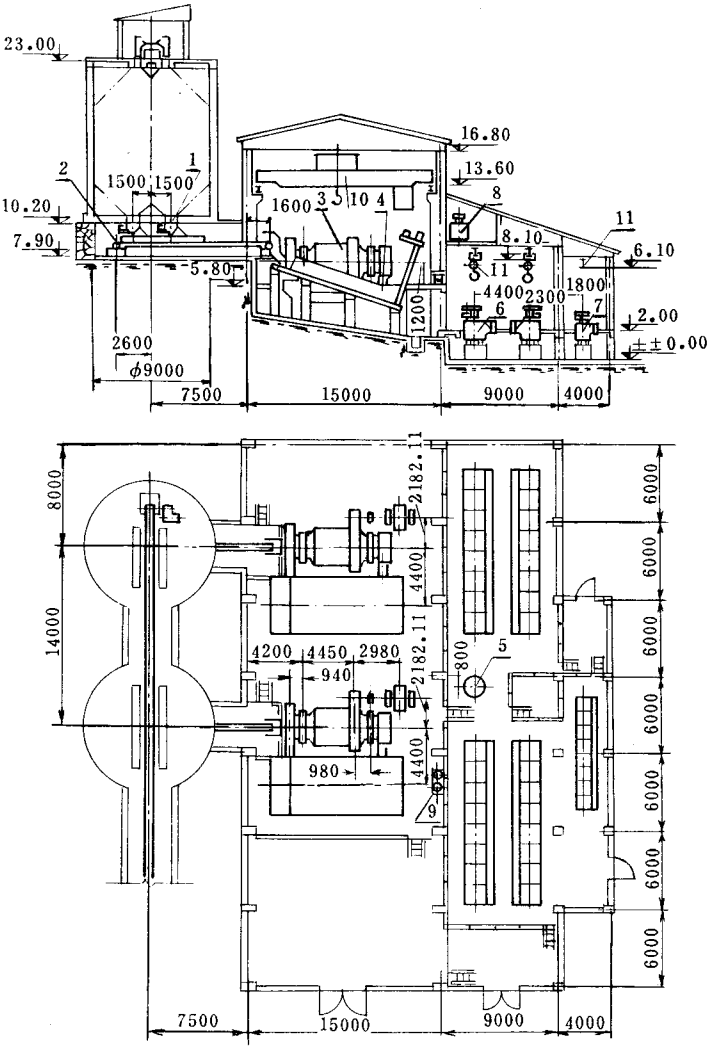


图 12－3－20　浮选机横向配置浮选厂

1—600×600 摆式给矿机；2—*B*500 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

图 12－3－21 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。

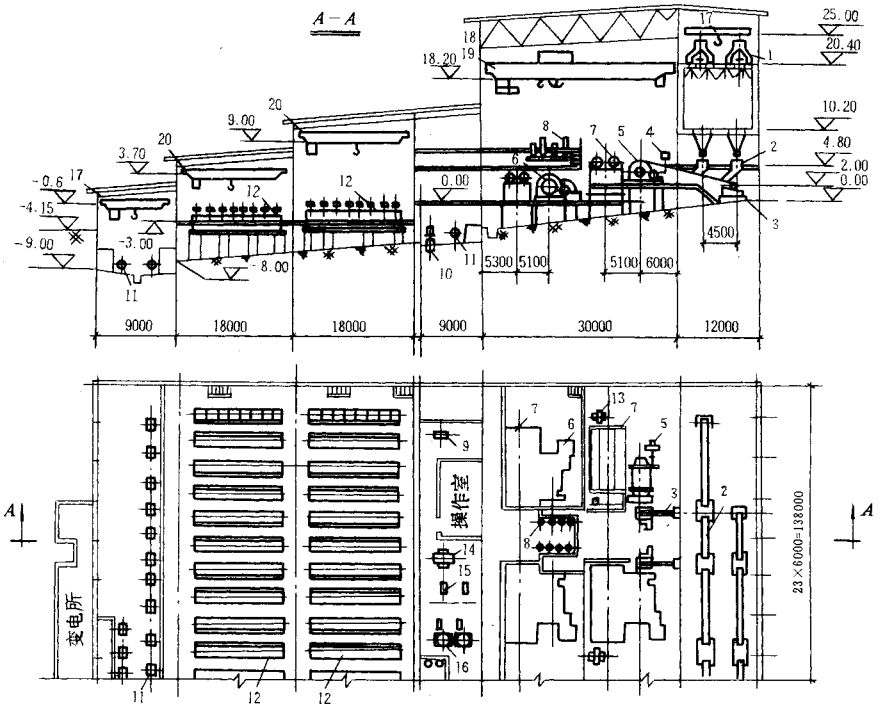


图 12－3－21　两段磨矿、分级机组呈双列横向、浮选机列呈纵向配置

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—2.7×3.6 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—贮药桶；17，18，19，20—各类起重机

三、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。

1. 湿式磁选跨间设备配置应注意的问题

(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 12－3－4。

表 12－3－4　铁矿石磁选厂常用流槽、自流管的坡度值

名　　称	矿石密度/$t\cdot m^{-3}$	矿石粒度②	矿浆浓度 C_w/%	矿浆量/$L\cdot s^{-1}$	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	4.3～4.4	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。

(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。

2. 配置举例

如图 12－3－22 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。

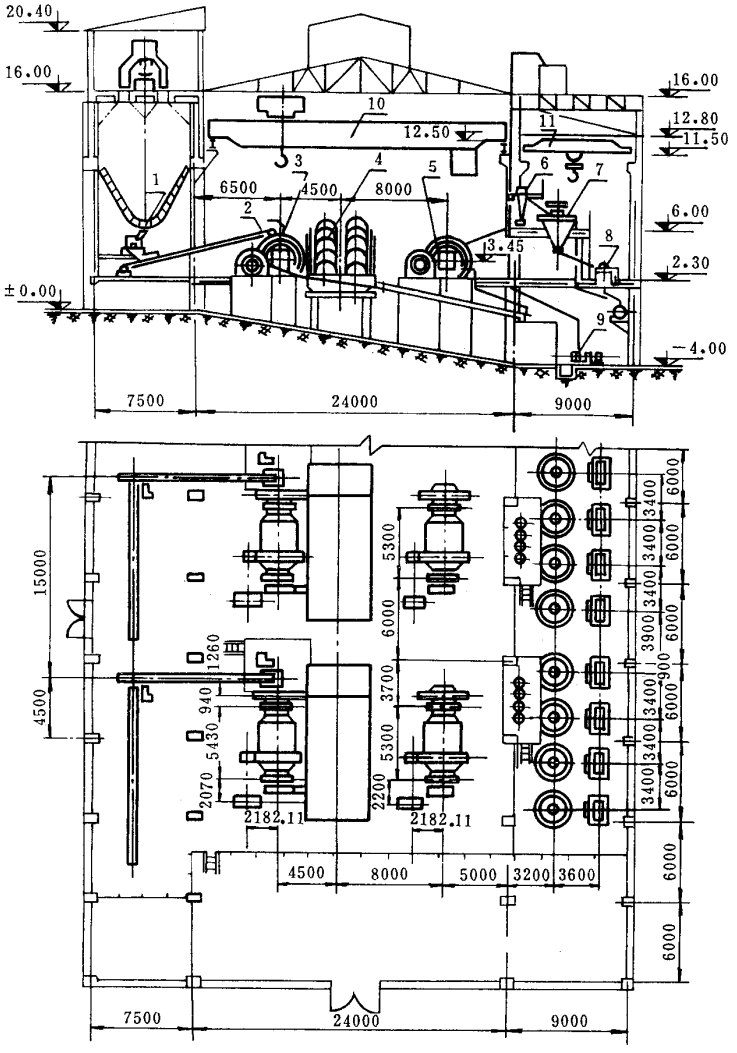


图 12－3－22　两段磨矿双列横向磁选多层阶梯式配置

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

四、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。

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。

2. 配置举例

图 12－3－23 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。

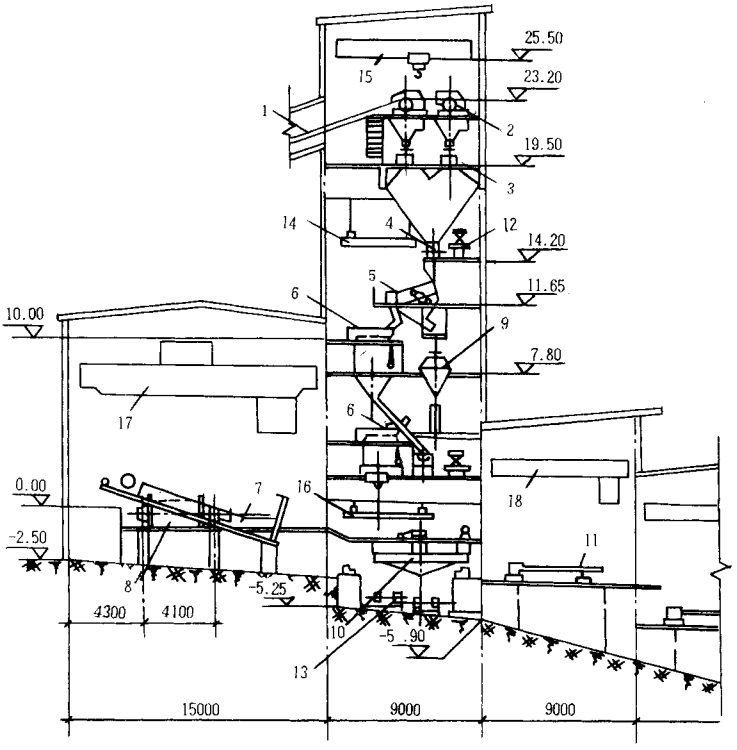


图 12－3－23　多层和单层阶梯联合配置的重选跨间

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

第五节　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，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。

一、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。

二、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 12－3－24，图 12－3－25。

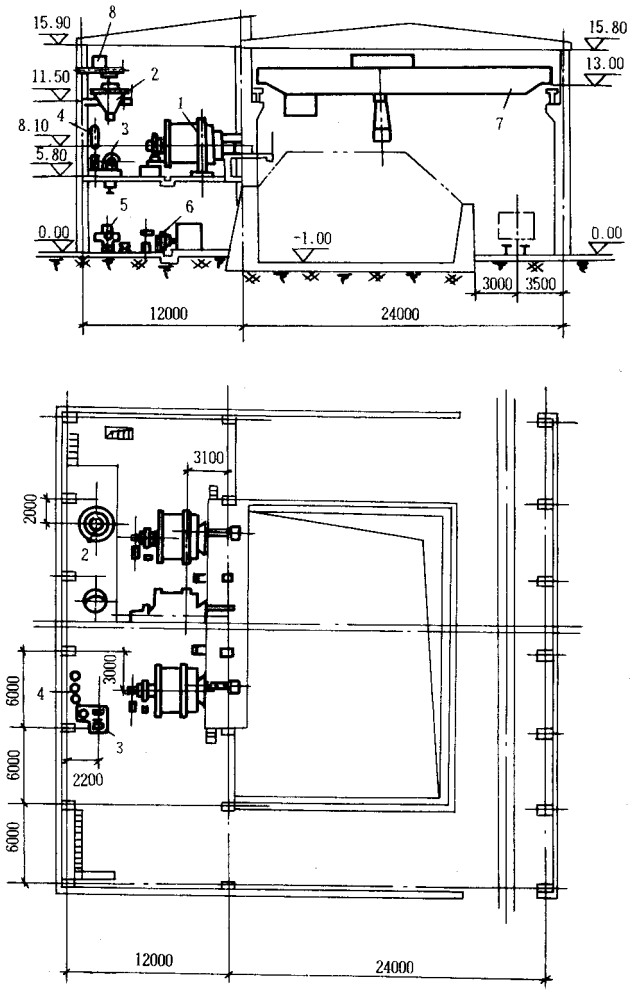


图 12－3－24　**磁力脱水槽和过滤机在同厂房设备配置**

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$\left(4\frac{1}{2}\text{in}\right)$ **胶泵**；

7—20t **起重机**；8—**分配器**

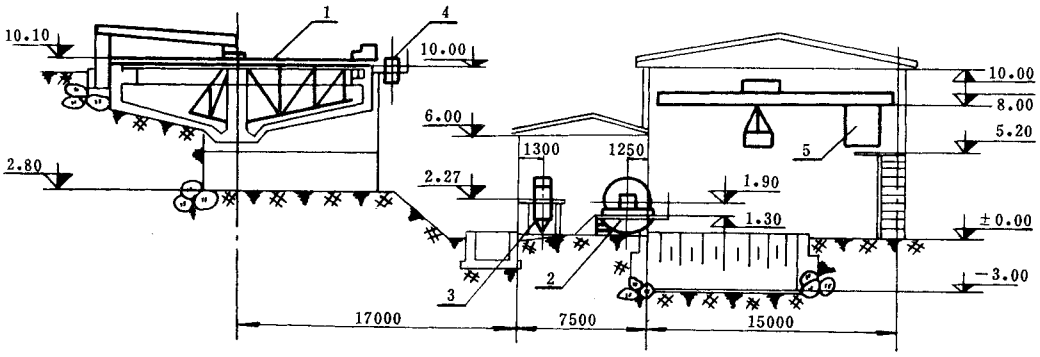


图 12－3－25　浓缩机底流自流到过滤机坡地布置

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

第六节　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：

一、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。

二、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。

三、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。

四、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。

五、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。

第四章　选矿厂尾矿设施与环境保护

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。

第一节　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。

一、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。

二、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。

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－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

$$V = \frac{q_w n}{\rho_s \mu} \tag{4-1}$$

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 12－4－1。

表 12－4－1　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

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 12－4－1 所示。

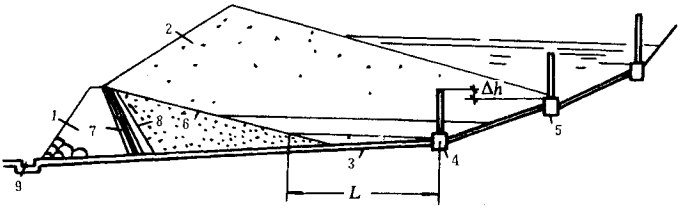


图 12－4－1　尾矿坝和井－管式排水系统示意图

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。

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 12－4－2。

表 12－4－2　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∶20		
	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。

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 12－4－2 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 $\Delta h = 0.5 \sim 1.0\text{m}$），图 12－4－1 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。

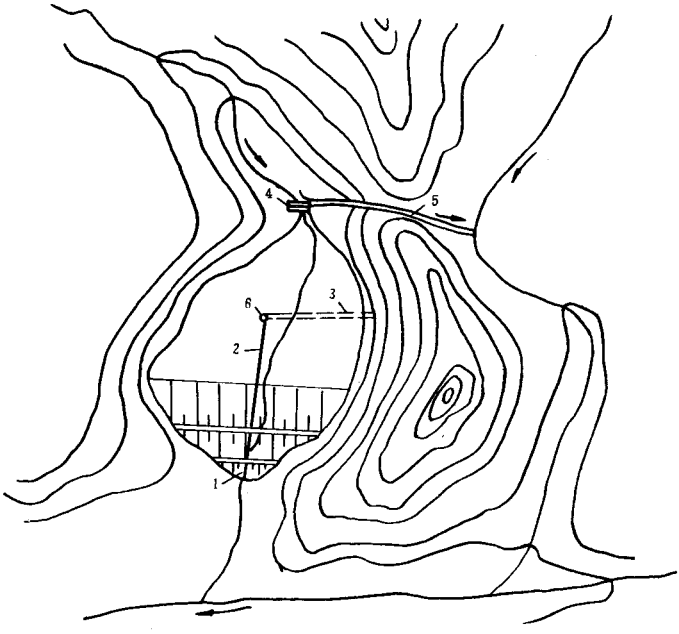


图 12－4－2　D 尾矿库排水系统布置图

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

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。

三、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，这是一利常用的方法。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。

第二节　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。

一、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。

二、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。

三、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。

第三节　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。

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。

第五章　选矿厂设计概算和财务评价

第一节　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。

一、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 12－5－1。

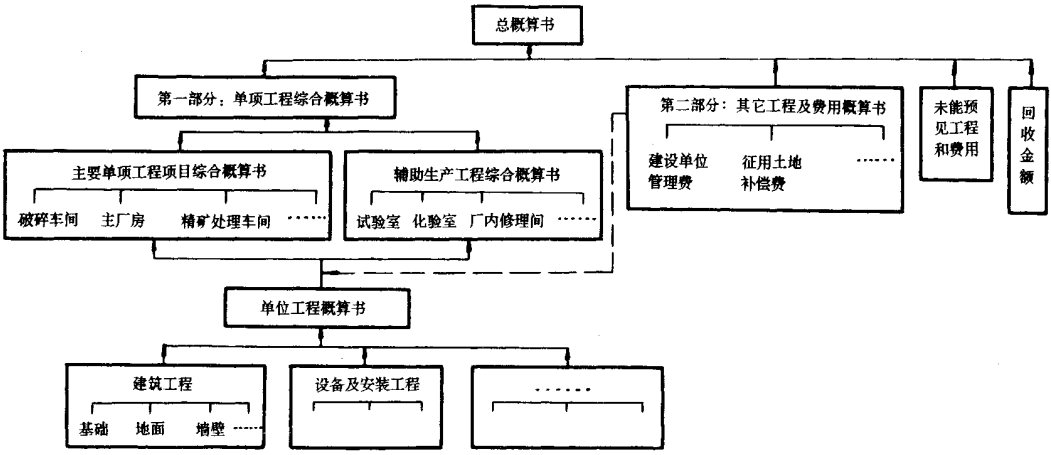


图 12－5－1　概算书层次关系

二、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。

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

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 12－5－1，安装间接费率见表 12－5－2。

表 12－5－1　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 山西 安徽	河南 湖北 江西	陕西 湖南 福建	宁夏 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	6.5	7	8	10	15	0.5

注 地处远离铁路线的矿山基建项目的运费率可适当增加 0.5%～1.0%。

表 12－5－2　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

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 12－5－3，单位重量价格视加工和材质而定。

表 12－5－3　工艺金属结构件估重扩大指标

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

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 12－5－4 所示。

表 12－5－4　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 12－5－5 所示，各车间投资比例如表 12－5－6、表 12－5－7 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。

表 12-5-5 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	10～8.7	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	午阳选矿厂	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 12-5-6 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 12-5-5 中的序号，不包括 Z、H、Ch、Chp、J 编号。

表 12-5-7 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·$t^{-1}\cdot a^{-1}$	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	395.45	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二部分费用分摊；

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%。

第二节　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。

一、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。

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 12－5－2 所示。

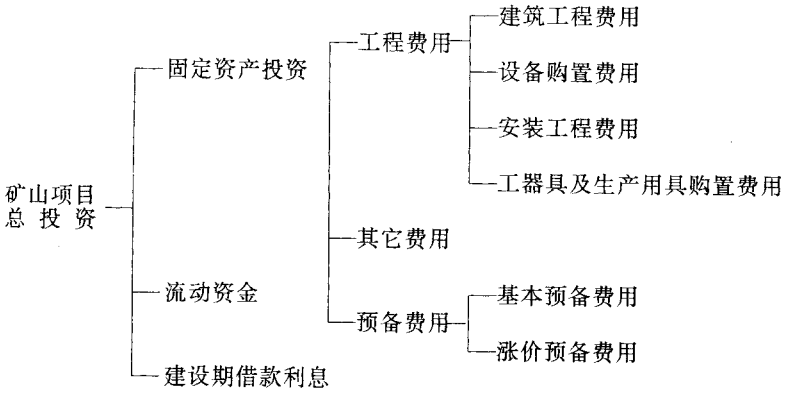


图 12－5－2　总投资构成图

(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

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:

$$\text{流动资金} = \text{流动资产} - \text{应付帐款}$$

$$\text{应付帐款} = (\text{原材料、燃料、外购动力年费用})/\text{周转次数}$$

$$\text{周转次数} = 360(\text{天}) \div \text{最低周转天数}$$

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 12－5－15)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：

$$\text{建设期各年应计利息} = \left(\text{年初借款累计} + \frac{\text{本年本金借款}}{2}\right) \times \text{年利率} \qquad (5-1)$$

生产期、借款还清年份应计利息公式

$$\text{生产期各年应计利息} = \left(\text{年初借款累计} - \frac{\text{本年本金还款}}{2}\right) \times \text{年利率} \qquad (5-2)$$

$$\text{借款还清年份应计利息} = \frac{\text{年初借款累计}}{2} \times \text{年利率} \qquad (5-3)$$

应计利息具体计算详见表 12－5－11 注解。

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 12－5－10 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

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 12－5－10 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 12－5－11 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 12－5－8 所示。

表 12－5－8　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 + …
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)

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。

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

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:

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

在籍人员数 = 出勤人数 × 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:

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

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

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。

二、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。

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 12－5－9)　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 12－5－9 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 12－5－10 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 12－5－11)和流动资金借款付息表(表 12－5－12)。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。

表 12-5-9 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12-5-10；

3. 产品销售收入＝年精矿产量×精矿售价。

表 12-5-10 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	1240
1.5	工资	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	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。

(2)资金来源与运用表(见表 12－5－13)　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

$$I_d = \sum_{t=1}^{P_d} R_t \tag{5-4}$$

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

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

(3)现金流量表(见表 12－5－14)　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(5－6)。

①财务净现值($FNPV$)：

$$FNPV = \sum_{t=1}^{n} (CI - CO)_t (1 + i)^{-t} \tag{5-6}$$

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5-7。

$$FIRR = i_1 + \frac{NPV(i_1)}{|NPV(i_1)| + |NPV(i_2)|}(i_2 - i_1) \tag{5-7}$$

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5-8所示。

$$\text{投资回收期 } P_t = \left[\begin{array}{l}\text{累计净现金流量开}\\ \text{始出现正值年份}\end{array}\right] - 1 + \frac{\{\text{上年累计净现金流量的绝对值}\}}{\left[\begin{array}{l}\text{累计净现金流量出现正值}\\ \text{年份当年的净现金流量}\end{array}\right]} \tag{5-8}$$

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12-5-15)　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

$$资产负债率\% = (负债合计/资产合计) \times 100\% \qquad (5-9)$$

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；

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。

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%；海吨原矿购置费用 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 12－5－9 所示。根据已知的基础数据扣本表注解，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 12－5－10 所示，总成本费用表中各项年费用是由精矿单位成本表（表 12－5－8）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 12－5－10 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 12－5－11）和流动资金借款计息表（表 12－5－12）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。

由表 12－5－10 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 12－5－11　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	247.95			
1.2.2	本年付息			127.05	11.6			
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 12－5－12　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 各项具体内容见表 12－5－15 注解
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	
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		

②资金来源与运用表　如表 12－5－13 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 12－5－8）中“未分配利润”用式（5－5）可以计算借款偿还期 P_d。

表 12-5-13 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	86.7																		
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	112391.6	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。

表 12-5-14 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	21844	24641	27437	30233	33029	35825	38621	41417	44213	5010.1

注：计算指标 $FNPV$（$i=14\%$）=7029.26 万元

$FIRR=27.6\%$

$P_t=5.39$a

表 12-5-15　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	2530.30	2347.33	2164.36
1.4	无形及递延资产净值			336.75	313.5	290.25	267	243.75	227.50	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	14584.9	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固定资产余值和流动资金的回收。

③现金流量表(全部投资)如表 12－5－14 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(5－7)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(5－8)计算。

④资产负债表:从表 12－5－15 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 12－5－14)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

$$FNPV = A_{21}\left[\frac{(1+i)^{21}-1}{i(1+i)^{21}} - \frac{(1+i)^{12}-1}{i(1+i)^{12}}\right] - A_{12}\left[\frac{(1+i)^{12}-1}{i(1+i)^{12}} - \frac{(1+i)^{7}-1}{i(1+i)^{7}}\right]$$
$$+ A_7\left[\frac{(1+i)^{7}-1}{i(1+i)^{7}} - \frac{(1+i)^{4}-1}{i(1+i)^{4}}\right] + \int_1 \frac{1}{(1+i)} + \int_2 \frac{1}{(1+i)^2} + \int_3 \frac{1}{(1+i)^3}$$
$$+ \int_4 \frac{1}{(1+i)^4} + \int_{22} \frac{1}{(1+i)^{22}}$$

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(5－6),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 12－5－14"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(5－7)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 12－5－14 中的"累计每现金流量"按式(5－8)计算 P_t。

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

$$= 5.39\text{a}$$

④资产负债率 根据表 12－5－15 中数据代入式(5－9)。

$$\text{资产负债率}(\%) = \frac{1675.97}{10106.45} \times 100\%$$

$$= 16.58\%$$

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

⑤借款偿还期(P_d) 根据表 12－5－13 中的年折旧、摊销费和表 12－5－9 中的未分配利润以式(5－5)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。

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。

第三节　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 12－5－16 所示,以便于与

生产、设计类似选矿厂指标比较。

表 12－5－16　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
1	选矿厂设计规模： 年处理原矿量	10^4 t/a		
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	 % % % % % 10^4 t/a		
3	尾矿输送量	10^4 t/a		
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
5	选矿主要设备效率：			
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		
7	供电： 设备容量 需要容量	 kW kW		
8	耗电量： 选矿耗电量 吨矿耗电量	 10^4 kW－h/a kW－h/t		
9	耗水指标： 新水量 吨矿耗水量	 10^4 m^3/a m^3/t		
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		

序号	指标名称	单位	数量	备　注
11	选矿厂基建三材消耗量 钢材 木材 水泥	 t m^3 t		
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		
15	选矿厂精矿成本	元/t		
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		
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 %		

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(5－10),式(5－11),式(5－12)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‘总额’变化幅度较大时,应采用年均总额值。

$$\text{投资利润率}(\%)=\frac{\text{年利润总额或年均利润总额}}{\text{项目总投资}}\times 100\% \qquad (5-10)$$

$$\text{投资利税率}(\%)=\frac{\text{年利税总额或年均利润总额}}{\text{项目总投资}}\times 100\% \qquad (5-11)$$

$$\text{资本金利润率}(\%)=\frac{\text{年利润总额或年均利润总额}}{\text{资本金}}\times 100\% \qquad (5-12)$$

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。