目　　录

第一章　概述 …… 1
第一节　我国小型铁、锰选矿厂概况 …… 1
一、我国小型铁、锰选矿厂的特点 …… 1
二、我国小型铁、锰选矿厂的改进 …… 1
第二节　选矿的技术经济效果 …… 2
一、选矿是实现“精料”方针的重要措施 …… 2
二、选矿是综合利用资源的重要方法 …… 2
第三节　铁、锰选矿的主要方法 …… 3
第二章　铁、锰矿石类型及质量指标 …… 4
第一节　我国铁、锰矿石类型 …… 4
一、我国铁矿石的分类 …… 4
二、我国锰矿石的分类 …… 4
第二节　铁、锰矿石质量指标 …… 7
一、铁矿石的质量指标 …… 7
二、锰矿石质量指标 …… 8
第三节　铁、锰精矿及副产品精矿质量指标 …… 8
一、铁精矿质量指标 …… 8
二、锰精矿质量指标 …… 8
三、副产品精矿质量指标 …… 10
第三章　小型铁、锰选矿厂设计注意事项及程序 …… 11
第一节　设计注意事项 …… 11
一、全面规划 …… 11
二、综合利用和“三废”治理 …… 12
第二节　设计程序 …… 13
一、设计前的准备工作 …… 13
二、初步设计和施工图 …… 15
第四章　小型铁、锰选矿厂技术经济设计计算 …… 18
第一节　小型铁、锰选矿厂综合技术经济指标 …… 18
一、选矿厂基建扩大指标 …… 18
二、选矿厂生产技术经济指标 …… 19
第二节　厂区外部工程技术经济指标 …… 24
一、总图运输扩大指标 …… 24
二、供电扩大指标 …… 27
三、供水扩大指标 …… 30
四、压缩空气、煤气扩大指标 …… 32
第三节　工艺部分概算编制方法 …… 33
一、项目及工程量的划分 …… 33

二、概算价值的计算 ……33
三、运杂费、安装间接费的计算 ……34
四、设备、金属结构件、管道价格及重量的计算方法 ……34
第四节 选矿设计成本的计算方法 ……35
一、产品成本的开支范围 ……35
二、选矿厂精矿设计成本计算 ……36
三、多种产品的成本计算 ……38
四、联合企业的成本计算 ……38
五、设计成本亏盈的分析 ……38
第五节 选矿设计技术经济比较和评价 ……38
一、选矿设计方案比较的技术经济方法 ……38
二、选矿设计技术经济效益评价 ……41
第五章 工艺流程及设备选择 ……43
第一节 工艺流程及设备选择的注意事项 ……43
一、矿山采运方法及原矿性质 ……43
二、选矿试验报告 ……43
三、同类型选矿厂的生产经验 ……43
四、自然条件 ……43
第二节 设计流程及设备台数的确定 ……43
一、设备作业率 ……43
二、设计流程量的确定 ……44
三、设备台数的确定 ……44
第三节 工艺流程的选择与实例 ……45
一、破碎流程 ……45
二、磁滑轮干选废石流程 ……48
三、磨矿分级流程 ……48
四、选矿流程 ……50
五、精矿脱水流程 ……56
第四节 矿浆流程参数的确定 ……57
一、矿浆浓度和比重的计算 ……57
二、矿浆浓度指标的确定 ……57
第五节 设备的选择与实例 ……58
一、破碎筛分设备 ……58
二、磨矿分级设备 ……63
三、磁选设备 ……67
四、重选设备 ……75
五、浮选设备 ……81
六、脱水设备 ……82
七、还原焙烧炉及其附属设备 ……83
八、主要辅助设备 ……86
第六章 生产辅助设施及其他 ……95
第一节 矿仓 ……95

一、矿仓种类及贮矿时间的确定 ……95
二、矿仓的选择 ……95
三、矿仓有效容积的计算 ……98
第二节 设备检修 ……98
一、检修起重机的选择 ……98
二、日常检修及检修设备 ……99
第三节 试验室及化验室 ……99
一、试验室 ……99
二、化验室 ……100
第四节 药剂设施 ……101
一、药剂贮存 ……101
二、药剂制备 ……102
三、给药 ……102
第五节 生产检验及其他 ……102
一、计量 ……102
二、取样 ……102
三、除铁设施 ……103
第六节 尾矿设施及供排水 ……103
一、尾矿设施项目 ……103
二、尾矿的输送和浓缩处理 ……103
三、尾矿水的回收与排放 ……104
四、尾矿的贮存 ……104
五、供排水设计主要原则 ……105
六、国家对工业“废水”的排放标准规定 ……105
第七节 通风除尘 ……105
一、通风除尘的意义 ……105
二、国家对工业粉尘排放标准的规定 ……106
三、小型铁、锰选矿厂通风除尘的方法及配套 ……106
四、小型选矿厂采暖设计原则 ……108
第八节 电力 ……108
一、供电 ……109
二、动力机械控制 ……109
三、主要电器 ……110
四、厂房内部配电网路 ……110
五、厂房照明 ……111
六、防雷与接地 ……111
第九节 选矿厂布置及外部运输 ……111
一、布置要求 ……111
二、布置形式 ……112
三、外部运输 ……113
第七章 小型磁选厂设备配套及参考图 ……115
第一节 设计条件 ……115

一、矿石性质及采运原始条件 …… 115
二、设计指标及流程 …… 115
三、选用注意事项 …… 115
第二节　工艺设备配套及参考图 …… 116
一、工艺设备配套 …… 116
二、厂房配置参考图 …… 121
三、机组图 …… 127
第八章　小型铁矿选矿厂实例 …… 148
第一节　磁选厂实例 …… 148
一、马兰庄铁矿选矿厂 …… 148
二、凤城钢铁厂选矿车间 …… 149
三、小佘太铁矿选矿厂 …… 150
四、苏家铁矿选矿厂 …… 151
五、塔儿山铁矿选矿厂 …… 152
六、吴县钢铁厂选矿车间 …… 153
七、武威地区铁厂选矿车间 …… 154
八、同乃铁矿选矿厂 …… 155
九、磊口铁矿选矿厂 …… 156
十、东丰钢铁厂选矿车间 …… 158
十一、大宝山铁矿强磁选试验厂 …… 159
第二节　焙烧磁选厂实例 …… 162
一、新安钢铁厂选矿车间 …… 162
二、酒埠江钢铁厂选矿车间 …… 163
第三节　重选厂实例 …… 164
一、黄梅山铁矿洗矿厂 …… 164
二、和睦山铁矿洗矿-螺旋选矿厂 …… 168
三、株岭坳铁矿选矿厂 …… 170
四、田湖铁矿选矿厂 …… 171
五、龙烟铁矿白庙重介质选矿厂 …… 173
六、凤凰山铁矿重介质选矿厂 …… 176
第四节　磁重选矿厂实例 …… 178
一、祥山铁矿选矿厂 …… 178
二、桃冲铁矿选矿厂 …… 184
三、祁东铁矿庙冲选矿试验厂 …… 185
第五节　复合铁矿浮磁选矿厂实例 …… 187
一、坪上铁矿选矿厂 …… 187
二、镇江钢铁厂选矿车间 …… 189
三、闲林埠铁矿选矿厂 …… 191
第六节　回收铁精矿的选矿厂实例 …… 193
一、烟台化工厂选矿车间 …… 193
二、勿兰乌苏磷矿选矿厂 …… 194
第七节　综合评述 …… 196

一、对小型铁矿选矿厂的几点看法 …… 196
二、建设、改造小型铁矿选矿厂的几点经验教训 …… 198
第九章　小型锰矿选矿实例 …… 199
第一节　洗矿实例 …… 199
一、湘潭锰矿碳酸锰洗矿 …… 199
二、塔山锰矿氧化锰洗矿 …… 199
三、八一锰矿氧化锰洗矿 …… 200
第二节　重选及重磁选厂实例 …… 203
一、湘潭锰矿锰粉车间 …… 203
二、下田锰矿选矿厂 …… 204
三、郴州矿冶厂 …… 206
四、湘潭锰矿碳酸锰矿石重介质旋流器-强磁选试验及装置 …… 207
附表 1　常用材料价格表 …… 210
附表 2　铁、锰、硫、钴、铜等矿山产品价格表 …… 211
附表 3　我国小型铁矿选矿厂简表 …… 214
附表 4 …… 229

第一章 概 述

第一节 我国小型铁、锰选矿厂概况

一、我国小型铁、锰选矿厂的特点

在过去二十多年间，不少省（自治区）为了提高钢铁工业的生产水平，在发展大、中型选矿厂的同时，也建设了许多小型（年处理原矿一般在60万吨以下）铁、锰选矿厂，据不完全统计全国已建成投产的小型铁、锰选矿厂有一百余个。

过去，我国小型铁、锰选矿厂基本是在充分利用各地分散资源的条件下创办的，一般是建在储量较小的富矿点，其生产规律是先开富矿，后处理贫矿；其建设规模是由小到大；设备的装备水平是由“土”到“洋”，其中有部分选矿厂经逐年改进和设备更新后，工艺过程已实现机械化，也有少数小选厂在投产时就实现机械化了。

现已建成的小型铁、锰选矿厂，在处理简单易选的矿石时，如磁铁矿，其工艺流程简单，投产后很快就能达到设计水平。其精矿指标高，一般含铁60～66%，回收率80%以上，如山东省祥山铁矿的精矿含铁达到68.23%，回收率83%。小选厂在处理弱磁性矿石，如赤铁矿、褐铁矿时，其选别指标一般偏低。

某些小选厂由于设备过于简陋，操作失调，兼之技术力量薄弱，造成尾矿中金属流失过多，特别是处理嵌布粒度较细的弱磁性矿石尤为突出。有少数小选厂由于设备不配套，机械化程度差，致使劳动强度大，设备作业率低，劳动生产率低（如某些小选厂的全员劳动生产率每人每年仅为300～400吨原矿量），兼以原矿成本和原矿运输费高，因此生产成本较高，每吨铁精矿成本多数在50元以上，有的高达100元以上。但也有少数磁选厂的精矿成本接近于同类大型磁选厂的指标。

我国小型铁矿选矿厂分布于二十多个省（自治区），尤以河北、河南、山东和江苏四省发展较快。这与当地小钢铁厂发展的需要有密切关系，也与当地的铁矿床类型和资源赋存条件有关。部分小型铁矿选矿厂是处理露出地表或地壳浅部的属于矽卡岩型或沉积变质的铁矿床的矿石。采用简单的磁选法就能获得令人满意的铁精矿。

我国锰矿选矿厂主要分布于广西、湖南和贵州等省。主要是处理风化型的氧化锰矿和原生的碳酸锰矿。近年来，各锰选厂采用洗矿、重选和焙烧等方法，选出的锰矿石，不但供我国钢铁工业使用，而且还为电池、化工用锰提供了原料。目前，各锰选厂正进一步提高和发展选锰的工艺过程。

二、我国小型铁、锰选矿厂的改进

（一）已建成的小选厂正进行不断地改进和完善选矿过程。如以革新挖潜的办法提高现有的选矿机械效率；利用各种有效手段强化选矿过程；采用各种联合流程，提高金属回收率和精矿质量，如山东、江苏和浙江等省的多金属铁矿小选厂采用磁-重或浮-磁联合流程，综合回收铁矿石中的伴生有用矿物，效果显著，做到了充分利用矿产资源。某些小选厂还着手处理难选赤铁矿，为小钢铁厂提供更多的合格原料，如湖南的小选厂采用重选方法取得了一定的经验。

（二）对于那些技术经济指标较好的小选厂，应提高其机械化水平，以进一步降低生产成本；同时还应改进产品贮存、装卸及运输条件，以降低运输费用。小选厂的产品除了满足小型钢铁厂的需要外，应考虑向大、中型钢铁厂销售的可能性。

（三）近几年来，各地小选厂对“三废”治理问题已有所重视。部分小选厂对在建厂初期由于投资所限不重视“三废”治理所造成的恶果已有所认识。今后新建、扩建、改建的小选厂都应将“三废”的治理和综合利用与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

第二节　选矿的技术经济效果

一、选矿是实现“精料”方针的重要措施

客观事实表明，我国的铁、锰矿石中富矿较少，而大量矿石品位较低，如铁矿石，据1977年不完全统计，小型铁矿山开采的矿石能直接入炉冶炼的只占16%，需经选矿后才能入炉的占84%。1977年全国小钢铁厂所需铁矿石原料之中经选矿后品位达到60%以上的铁精矿仅占六分之一，而大部分铁厂是应用未经选别，品位为30～45%的铁矿石。用这种“粗料”入炉冶炼是导致冶炼能耗大、生铁成本高和质量低的主要原因。

生产实践表明，在冶炼中只有吃“精料”，才能使各项技术经济指标达到应有水平，尤其是才有可能大幅度降低焦比和降低生产成本。而降低焦比就是降低了冶炼的能源消耗指标。如果我们将含铁只有20～30%的铁矿石直接入炉冶炼，不但技术上有困难，经济上也是不合算的，尤其是极大地浪费能源是不允许的。例如，江苏省溧阳钢铁厂，在1972～1974年期间，将未经选别、品位只有42%的铁矿石送入高炉冶炼，结果各项指标都很差，焦比为1.06，生铁成本为315元/吨，生铁合格率为65%，但自1975年后，该厂将矿石经选矿处理，选得品位为65.5%的铁精矿经造块入炉冶炼，使高炉吃“精料”，结果各项指标都大大地提高了，焦比降至0.615，生铁成本降至244元/吨，生铁合格率提高到90%以上；又如，山东省牟平铁厂利用祥山铁矿所供给的品位为63%以上的铁精矿，制成含铁为60%的球团矿入炉冶炼，保证高炉吃“精料”，其结果，高炉利用系数达到3～5，焦比0.65，生铁成本172元/吨，这些指标已接近或超过大、中型钢铁厂的生产水平；再如，江苏省仪征铁矿选矿厂，规模仅为年处理原矿5万吨，他们将铁矿石经选别使其品位从40%提高到65%后，一年的精矿运输费就可节省17万元，为冶炼厂节约焦炭1.3万吨/年，一年合计节省100多万元。以上三个实例表明，原矿石经选矿处理后入炉冶炼，使高炉吃“精料”，从而对降低焦比、节约能耗有很大的经济意义。

二、选矿是综合利用资源的重要方法

不少小型铁、锰矿石也常常伴生有其他矿物，经过选矿可以综合利用它们，还可以化害为利。当某些铁、锰矿石中含有硫或磷、铜、铅、锌等矿物，又当其超过一定含量时，对冶炼是有害的，会使生铁质量变坏，甚至根本不能利用；还会使炼铁过程复杂化，严重时甚至难以进行，例如：铁矿石中含铅、锌各大于0.10%时，在冶炼过程中不但破坏炉底和炉衬，而且使生铁变脆；若铁矿石中含磷、硫各大于0.2或0.3%时，也会导致生铁质量下降。这部分杂质可通过选矿方法除去，且在一定条件下还可供回收利用，例如：江苏、山东、浙江的一些小铁矿选矿厂，综合回收了铜、钼、钴、硫，这不但提高了铁精矿的质量，降低了生产成本，更重要的是为国家增加了急需的有色金属和化工原料。

总之，选矿是发展冶金工业不可缺少的组成部分，选矿技术的发展，大大地扩大了工业原料基地，从而使那些以前认为品位太低或成分复杂而不能在工业上利用的矿床，变为有用矿床。

第三节　铁、锰选矿的主要方法

铁、锰选矿的主要方法如下：

铁和锰的选矿都是根据矿石中各种矿物的物理性质和物理化学性质的不同采用不同的方法将它们彼此分开。这些性质主要是颜色、光泽、比重、导磁性、导电性和矿物表面的润湿性等。可根据这些不同的性质，选择不同的选矿方法。现分述如下：

（一）对强磁性矿物，如磁铁矿多采用单一磁选法，其磁选设备通常是弱磁场永磁磁选机。

（二）对弱磁性矿物，如赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿、锰矿等矿物，采用强磁-重选，或强磁-浮选联合流程，也可采用磁化焙烧（包括还原焙烧和中性焙烧）使其中弱磁性矿物变为磁铁矿后再用磁选法分选。

（三）锰矿除用焙烧、重选、强磁选和浮选等机械选别外，也可用火法选锰和化学选锰。

（四）对含有害杂质高的铁矿石，一般是采用浮-磁联合流程处理，以达到降低铁精矿中的有害杂质的含量并综合回收利用这些变害为利的矿物。

（五）对高炉、平炉富矿，一般只需破碎筛分即可。如果原矿含泥较高时，还可采用洗矿作业。

第二章　铁、锰矿石类型及质量指标

第一节　我国铁、锰矿石类型

一、我国铁矿石的分类

（一）我国铁矿石的分类主要是根据矿床类型、形态特征、规模大小，矿石性质，围岩性质等因素的不同来划分的（见表2-1）。它有助于我们认识矿石的工业价值和选择合理的选矿方法。

（二）另一种分类方法是按选矿的难易程度（铁矿石的磁性率）来划分的，即TFe与FeO的比值不同分为：

1．易选磁铁矿石，$TFe/FeO<2.7$；

2．难选赤铁矿石，$TFe/FeO>3.5$；

3．混合铁矿石，$TFe/FeO=2.7\sim3.5$。

必须注意，这种划分方法只适用于磁铁矿和赤铁矿及含少量不溶性硅酸盐铁矿物，而不适用于矿床中含有大量的碳酸盐铁矿物，如菱铁矿。

（三）按铁矿物类型可分为：

1．磁铁矿（Fe_3O_4），纯矿物含铁72.4%；

2．赤铁矿（Fe_2O_3），纯矿物含铁70%；

3．褐铁矿（$2Fe_2O_3\cdot3H_2O$），纯矿物含铁57.1%；

4．菱铁矿（$FeCO_3$），纯矿物含铁48.2%；

5．假象赤铁矿（γ-Fe_2O_3），纯矿物含铁63%；

6．针铁矿（$Fe_2O_3\cdot H_2O$），纯矿物含铁62.9%；

7．钛铁矿（$FeTiO_2$），纯矿物含铁36.8%；

8．铁绿泥石，矿物一般含铁27～38%。

（四）鉴于冶炼造渣的需要，往往又按铁矿石中脉石成分的$CaO+MgO$与$SiO_2+Al_2O_3$的比值不同（如Al_2O_3含量很少时只按CaO与SiO_2比值）把铁矿分为酸性铁矿石、半自溶性铁矿石、自溶性铁矿石和碱性铁矿石（见表2-2）。

（五）根据含铁品位及用途，铁矿石又可分为平炉富矿和高炉富矿以及贫矿。

二、我国锰矿石的分类

（一）锰矿石分类，主要是根据矿床类型、矿物性质、围岩性质等因素划分（见表2-3）。

（二）按工业用途锰矿石可分为化学用锰矿石、电池用锰矿石和冶金用锰矿石三类。

冶金用锰矿石按矿石中铁和锰的比例划分为三种主要类别：

1．凡锰铁比（Mn/Fe）在0.8～1以上者属锰矿石。

2．凡锰铁比在0.5～0.8者称为铁锰矿石。

3．凡含铁为主，含锰仅5～10%，称含锰铁矿石。

（三）按矿石中含锰量不同可分为富矿和贫矿，如氧化锰矿石含锰大于30%的为富矿，而小于30%为贫矿；碳酸锰矿石含锰大于25%为富矿，小于25%为贫矿。

表 2-1 我国铁矿石类型简表

矿床类型名称		高温热液型赤铁矿、磁铁矿	中温热液型磁铁矿	低温热液型菱铁矿、赤铁矿
矿床规模		主要为大型，也有中、小型	主要为中型、小型	主要为中型、小型
一般品位（%Fe）		25～50	30～60	30～50
主要选矿方法		磁选或浮-磁	磁选或磁-重	重选
选矿参考指标	精矿品位(%Fe) 回收率（%）	58 76	65 80	56 74
围岩性质		产于白云质石灰岩中	产于中性火成岩中	产于各种成分的围岩中
主要共生矿物		萤石、含钠辉石、角闪石等	磷灰石、阳起石	绿泥石、绢云母、高岭土、方解石、重晶石、石英、白云石
矿石结构和构造		致密块状及条带状	致密块状及浸染状	细脉状、致密块状
主要伴生组分		稀土元素	磷、钒、镓	
主要产地		内蒙、甘肃	安徽、江苏、福建	河南、安徽、江苏、山东
矿床类型名称		风化淋滤及残积型褐铁矿、赤铁矿	沉积变质型磁铁矿、赤铁矿	沉积型菱铁矿、赤铁矿
矿床规模		一般为中、小型	多为巨大型，也有中、小型	中型较多，也有小型
一般品位(%Fe)		40～50	25～40	30～50
主要选矿方法		洗矿或强磁选	磁选、重选	重选、焙烧磁选
选矿参考指标	精矿品位(%Fe) 回收率（%）	55 约75	67，65，55 约80	55 约80
围岩性质		产于氧化带的铁帽和残积粘土层中	产于各种沉积变质岩中	产于砂质及泥砂质围岩中，也有产于钙质围岩中
主要共生矿物		石英、方解石、重晶石、硬锰矿、软锰矿、黄铁矿、高岭土、粘土等	石英、角闪石、黑云母、绿泥石、碧玉、重晶石、方解石等	石英、绿泥石、方解石、磷灰石、粘土物质等
矿石结构和构造		多孔隙海绵状	条带状或条纹状，富矿为致密块状	鲕状、肾状、豆状、砾石状
主要伴生组分		多金属硫化物和镍、钴等		磷、锗
主要产地		广东、江西	辽宁、河北、山西、江西、山东	河北、湖北、湖南、四川、贵州
矿床类型名称		岩浆型钒钛磁铁矿	矽卡岩型磁铁矿、赤铁矿	坡积型磁铁矿、砂矿
矿床规模		一般为大、中型，也有小型	以中型、小型规模为多	主要为小型分散
一般品位（%Fe）		20～50	30～60	20～40
主要选矿方法		磁、重、浮、电选	磁选或浮、磁、重选	磁选
选矿参考指标	精矿品位(%) 回收率（%）	51.5，54（Fe） 约79（Fe）	68，65，63 约86	63 约80

续表 2-1

矿床类型名称	岩浆型钒钛磁铁矿	矽卡岩型磁铁矿、赤铁矿	坡积型磁铁矿、砂矿
围岩性质	产于基性岩或超基性火成岩中	产于中性、酸性火成岩与钙质围岩的接触带中	产于第四纪及近代矽砾沉积物中
主要共生矿物	钛铁矿、金红石、黄铁矿、黄铜矿、辉石	透辉石、石榴石、黄铁矿、钛黄铁矿、黄铜矿、锡石、闪锌矿、方铅矿、毒砂、方解石、黑云母、绿泥石等	钛铁矿、独居石、锆英石、磷钇矿
矿石结构和构造	浸染状或致密状	多为致密块状	疏松块状或砂砾状
主要伴生组分	钒、钛、磷、镍、钴、铬	铜、钴、铅、锌、锡、钼、硼、硫	钛、稀有元素
主要产地	四川、河北	湖北、河南、河北、山东、江苏	福建、广东、山东沿海

表 2-2 按脉石矿物种类的分类

矿石类别	脉石成分中 $(CaO+MgO)/(SiO_2+Al_2O_3)$	冶炼过程的处理方法
酸性	<0.5	配碱性熔剂
半自熔性	0.5～0.8	配部分碱性熔剂或与碱性矿石搭配使用
自熔性	0.8～1.2	不配熔剂
碱性	>1.2	酸性熔剂或与酸性矿石搭配使用

表 2-3 我国锰矿石类型表

矿床类型	沉积型碳酸锰矿、氧化锰-碳酸锰矿	风化、淋滤、堆积型氧化锰矿	热液型氢氧化锰、碳酸锰矿	沉积变质锰矿
矿体产状及围岩性质	产于泥质、钙质、硅质混合沉积岩中，也有产于石灰岩或白云岩中	产于各种不同成分的含锰岩层中的风化壳中或含锰、硅质灰岩中	产于含锰（菱锰）的中、低温热液铅、锌矿的氧化带中	
锰矿物类型（主要）	菱锰矿、钙菱锰矿、锰方解石；硬锰矿、软锰矿	硬锰矿、软锰矿、偏锰酸矿	硬锰矿、软锰矿、菱锰矿、锰方解石	黑锰矿、硬锰矿、软锰矿
矿石含锰（%）	12～30	10～30	8～28	16～24
主要共生铁矿物	赤铁矿、黄铁矿	赤铁矿、褐铁矿	磁铁矿、赤铁矿、黄铁矿	赤铁矿、磁铁矿
主要伴生元素	铁、磷、硫、钴、铅、锌	铁、磷	铅、锌、砷、铁	铁、磷、硫
主要产地	湖南、贵州、广西、辽宁	湖南、广西、江苏、贵州	江苏、安徽、湖南、广东	湖南、江西、云南

第二节　铁、锰矿石质量指标

本节所列的指标是根据国家发展钢铁工业的需要，结合当前矿产资源特点以及矿山开采、选矿和冶炼等方面的技术水平，在节约能源、提高综合经济效益的基础上提出的。

一、铁矿石的质量指标

（一）含铁品位大于50%的磁铁矿，含铁品位大于45%的赤铁矿和褐铁矿，含铁品位大于40%的菱铁矿和自熔性矿石，并且含磷、硫、铅、锌、锡等有害杂质低的铁矿石，称为富矿，可不经选矿处理直接入炉冶炼。但含铁品位低于上述各类的含量的铁矿石，称为贫矿，就必须进行选矿处理，以提高矿石的品位或减少有害杂质的含量，以满足冶炼的要求。

（二）对于小型铁矿选矿厂而言，含铁品位在30%以上的易选矿石皆可入选；品位低于20%的或难选铁矿石，一般不入选。

（三）铁矿石中伴生的其它有用元素，应尽量综合回收利用，其参考指标见表2-4。

表 2-4　铁矿石中综合回收伴生矿物最低品位参考指标

元　素	Co	Cu	Zn	Mo	Pb	硫化镍含Ni	Sn	S	P	As	TiO_2	V_2O_5	Ga	Ge	U
含量>(%)	0.02	0.2	0.5	0.02	0.2	0.2	0.1	3	0.5	0.2	5	0.2	0.001	0.001	0.02

（四）铁矿石的一般质量指标见表2-5。

表 2-5　铁矿石的一般质量指标

矿石类型		全铁(TFe)含量≥(%)		有害杂质平均允许量≤(%)								粒度
		边界品位	工业品位	S	P	Cu	Pb	Zn	Sn	As	SiO_2	(毫米)
平炉富矿(炼钢用)	磁铁矿石、赤铁矿石	50	55	0.15	0.15	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	12	≥20
	假象赤铁矿石											
	褐铁矿石	45	50									
	针铁矿石											
高炉富矿(炼铁用)	磁铁矿石	45	50	0.3	0.20	0.2	0.1	0.1~0.2	0.08	0.07	18	—
	赤铁矿石、假象赤铁矿石	40~45	45~48								18	
	褐铁矿石、针铁矿石	38	43								16	
	菱铁矿石	30~35	35~40								—	
	自熔性矿石	30	35	0.2	0.15						14	
贫　矿	磁铁矿石	15~20	20~25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	赤铁矿石	20~25	30									
	褐铁矿石、针铁矿石	20	30									
	菱铁矿石	18~20	25									

（五）铁矿石中有害杂质在冶炼中的危害性。

1．硫：含硫过高，使钢具有热脆性。

2．磷：含磷过高，会使钢有冷脆性。

3．砷：砷在冶炼过程中会全部进入钢中，影响钢的焊接性，增加钢的冷脆和热脆性。

4．铅、锌：它们在冶炼过程中易还原和易升华，并渗入炉底和炉衬的砖缝里，破坏高炉正常生产。

5．锡：会增加钢的脆性。

6．铜：钢中含铜过高时，使钢具有热脆性，但含量少（0.2～0.3%）时，可增加钢的抗腐蚀性。

二、锰矿石质量指标

（一）冶金用锰矿石中含锰应大于18%，锰铁比不小于2，磷锰比不大于0.006，矿石中含SiO_2量不大于25～35%，Al_2O_3含量不高于5～10%。

（二）电池用锰的矿石中，MnO_2含量应大于55%，铁的含量应小于6.5%，放电时间不小于330分钟。

（三）对于含锰10～20%的贫锰矿，一般需经选矿加工（洗矿、重选、焙烧等方法），把品位提高到25～35%，才可供使用。

（四）锰矿石质量指标见表2-6。

表 2-6 锰矿石质量指标

矿石类型		锰(Mn)%		锰铁比	锰+铁	有害杂质平均含量（%）	
		边界品位	工业品位	(Mn/Fe)	(Mn+Fe)%	SiO_2	每1%的锰含P
氧化锰矿	富矿	≥20～25	≥30	≥4	—	≤25	0.005
	贫矿	≥10～15	≥20	—	—	≤35	0.005
碳酸锰矿	富矿	≥15～20	≥25	≥4	—	≤25	0.005
	贫矿	≥8	≥10～15	—	—	≤35	0.005
铁锰矿		—	≥10～15	—	≥30	≤35	—

第三节 铁、锰精矿及副产品精矿质量指标

一、铁精矿质量指标

（一）铁精矿品位：磁铁矿精矿品位应大于60%（生产中一般要求达到65%以上）；赤铁矿精矿品位应大于55%（有些厂要求达到60%以上）；褐铁矿精矿品位应大于50%；菱铁矿和自熔性铁矿的精矿品位应大于45%。致于钒钛磁铁矿的铁精矿品视可能而定。

（二）铁精矿中有害杂质含量指标可参考表2-5。

（三）铁精矿含水率一般应小于10%（浮选精矿可允许达13%左右）。

二、锰精矿质量指标

（一）含锰量大于40%的锰精矿可用于冶炼金属锰、中低碳锰铁及硅锰；含锰量大于33%时可用于冶炼电炉锰铁和硅锰合金；含锰量大于30%时可作高炉、电炉冶炼碳素锰铁或作炼钢之用；含锰量20～30%的锰精矿供高炉冶炼配料之用。

（二）供各种用途的锰精矿质量指标如下：

1．供电炉、高炉、平炉冶炼的冶金锰矿石（洗选精矿）质量指标见表2-7。

2．冶炼锰质合金的锰精矿质量指标见表2-8。

3．各种合金冶炼对锰矿石物理性能要求见表2-9。

表 2-7 冶金锰矿石(洗选精矿)质量指标

品级	Mn(%) 不小于	Mn/Fe 不小于	P/Mn 不大于	备注
一级品	40	7	0.004	1. 高炉、平炉用矿石粒度：焙烧烧结矿为200～0毫米，小于10毫米不超过6%，堆积矿小于5毫米不超过8%。 2. 电炉用矿石粒度：75～3毫米，大于75毫米不超过20%，小于3毫米不超过5%。
二级品	35	5	0.005	
三级品	30	3	0.006	
四级品	25	2	0.006	
五级品	18	不限	不限	

表 2-8 冶炼锰合金的锰精矿质量指标

合金类别	合金牌号	锰质合金主要成分（%）				锰精矿质量指标		
		Mn	C	Si	P	Mn(%)	Mn/Fe	P/Mn
		不小于	不大于	不大于	不大于	不小于	不小于	不大于
低碳	Mn_0	80.0	0.5	2.0	0.15～0.3	40	8.4	0.00325
中碳	Mn_1	78.0	1.0	2.0	0.2～0.3	40	7.7	0.00335
中碳	Mn_2	75.0	1.5	2.5	0.2～0.3	40	7.0	0.00345
碳素	Mn_3	76.0	7.0	2.5	0.2～0.33	35	7.0	0.00455
碳素	Mn_4	70.0	7.0	3.0	0.2～0.33	35	5.2	0.00586
碳素	Mn_5	65.0	7.0	4.0	0.2～0.4	35	4.0	0.00632
高炉锰铁	MnG_1	76.0	—	1～2	0.4～0.6	30	7.0	0.005～0.0058
	MnG_2	72.0	—	1～2	0.4～0.6	30	5.0	0.005～0.0058
	MnG_3	68.0	—	1～2	0.4～0.6	30	3.7	0.005～0.0058
	MnG_4	64.0	—	1～2	0.4～0.6	30	3.0	0.005～0.0058
	MnG_5	60.0	—	1～2.5	0.4～0.6	30	2.3	0.005～0.0058
	MnG_6	56.0	—	1～2.5	0.4	30	2.0	0.005
	MnG_7	52.0	—	1～2.5	0.4	30	2.0	0.005
锰硅合金	$MnSi_{23}$	63.0	0.5	23	0.15～0.25	35	9.0	0.00244
	$MnSi_{20}$	65.0	1.0	20	0.15～0.25	35	8.8	0.00244
	$MnSi_{17}$	65.0	1.7	17	0.15～0.25	35	7.3	0.00244
	$MnSi_{14}$	60.0	2.5	14	0.3	35	4.6	0.00435
	$MnSi_{12}$	60.0	3.0	12	0.3	35	3.0	0.00435

注：表中除高炉锰铁外其余均为电炉冶炼产品。

表 2-9 各种合金冶炼对锰矿石物理性锰要求

项目		碳素锰铁		中低碳锰铁	锰硅合金	金属锰	平炉配料	高炉配料
		高炉	电炉					
粒度（毫米）		5～100	3～60	3～60	3～60	3～20	30～150	5～50
强度	抗压（公斤/厘米²）	>100	50	>30	>50	>50	>50	>100
	转鼓指数(%)	20	20	22	20	20	20	20
水分(%)			<8	<8	<8	<8		

4．电池锰粉质量指标见表2-10。

5．化工用锰矿粉质量指标见表2-11。

6．适用于生产电解金属锰、电解二氧化锰、锰盐等原料之碳酸锰矿粉质量指标见表2-12。

表 2-10 电池锰粉质量指标

品级	化学成分（%）						放电时间（分）	用途
	MnO_2	Cu	Ni	Co	Pb	Fe		
一级品	≥75	<0.02	<0.005	<0.006	<0.008	≤2.8	≥570	军工、出口
二级品	≥70	<0.02	<0.005	<0.006	<0.008	≤3.5	≥510	工业
三级品	≥65	<0.02	<0.005	<0.006	<0.008	≤4.5	≥450	工业、民用
四级品	≥60					≤5.5	≥340	民用
五级品	≥55					≤6.5	≥330	民用

注：－80目占90%以上。

表 2-11 化工用锰矿粉质量指标

品级	主要化学成分（%）			备注
	MnO_2	Fe	SiO_2	
特级品	≥80	≤3		1．产品的杂质成分及其含量应根据不同用途，由供需方议定。 2．产品的湿存水不大于3%。湿存水以供方包装时的检验结果为准（烟灰锰除外）。 3．产品通过100目筛，筛下重量占总重量的95%以上。如需方有不同要求，由供需双方协商。
一级品	≥75	≤3		
二级品	≥70	≤5		
三级品	≥65	≤7		
四级品	≥60	≤9		
五级品	≥55	—		
六级品	≥50	—		

表 2-12 碳酸锰矿粉质量指标

品级	锰（%）	杂质TFe（%）	备注
一级品	≥24	≤2.5	1．其他杂质由供需双方协商； 2．产品中二氧化锰应不大于2%，若大于2%则应从产品的锰含量中扣除大于2%部分的二氧化锰中的锰量； 3．产品中湿存水应不大于3%； 4．产品应通过100目筛，筛下重量占总重量的95%以上
二级品	≥22	≤3.0	
三级品	≥20	≤3.5	
四级品	≥18	≤4.0	

三、副产品精矿质量指标

（一）铜：在铁矿石中回收的铜精矿品位一般大于8%。

（二）铅：锌、锡精矿品位含铅、锌、锡金属一般大于40%。

（三）钒：铁精矿中含V_2O_5达到0.78%为钒铁精矿。

（四）钛：从铁矿石中回收钛精矿中含TiO_2一般为48%。

（五）钴：从铁矿石回收钴精矿品位大于0.3%。

（六）硫精矿品位一般大于30%。

第三章　小型铁、锰选矿厂设计注意事项及程序

第一节　设计注意事项

根据国家有关文件、总结以往的经验在设计中应特别注意作好全面规划和综合利用与三废处理工作。

一、全面规划

（一）明确重点、搞好布局的基础上进行统筹安排

小型铁、锰选矿厂的建设，涉及到整个国民经济发展规划，所以必须在明确重点，搞好布局的基础上进行统筹安排。

（二）纳入国家计划后开展设计

必须根据资源条件和国民经济长远规划，将小型选矿厂的建设纳入国家计划，经上级有关部门进行综合平衡和下达设计任务书（计划任务书）后，开展设计。不准搞计划外工程，不得擅自扩大设计规模和任意变动设计任务书中规定的主要内容。

（三）因地制宜搞好布局

要因地制宜、就地取材，不搞高标准建筑，应本着先富后贫、先近后远、先易后难的原则搞好布局，逐步完善和强化选矿工艺过程。

（四）作好各种准备工作

对于建厂所需的资金、设备、施工力量、建筑材料等都应事先安排落实，要避免仓促上马、拖延工期，造成浪费。

（五）建厂不搞“无米之炊”

矿石资源是选矿厂生产的基本原料，必须在地质资料可靠的基础上，矿石来源有保证的前提下方可建厂，不得搞“无来之炊”。设计开展前，一般应以地质勘探部门提供经上级有关机关批准的最终地质报告为设计依据。

在决定规模大小时，应首先考虑矿石资源的储量及国民经济对选矿产品的需要量，通常和矿山规模相一致。对于规模大于10万吨/年的选矿厂，可以根据矿山排产计划，考虑分期建厂问题。

选矿厂服务年限与规模大小有关，设计时应按地质勘探等级中的$B+C_1$级矿床工业储量进行计算，用C_2级储量作为远景规划。小型铁、锰选矿厂的服务年限，一般在十年以上。

（六）以选矿试验报告为依据选取工艺流程及指标

选矿工艺流程及指标的选取，必须有选矿试验报告作依据，试验报告由承担试验的研究部门提供。对普通铁矿石，一般有试验室规模的连续流程试验就可满足设计要求；对于易选的单一磁铁矿，有半连续的条件或流程试验结果，亦可作为设计依据；而对矿石性质复杂的多金属矿、氧化矿、嵌布粒度微细的矿石或采用新设备诸如自磨、某些重选、强磁选等工艺设备者，必须经过半工业性或工业性试验，不成熟的工艺方法和设备不能采用，

防止把选矿厂办成试验厂。

二、综合利用和“三废”治理

要考虑综合利用和解决废水、废气、废渣的处理问题。“三废”处理要和生产车间同时设计、同时施工、同时投产。凡“三废”处理不落实的项目，不能开工，已经建成投产的也要采取措施，限期解决。

（一）选矿厂的综合利用

综合利用是选矿厂设计、建设及生产中应该注意的问题，采取合理、有效的综合利用措施，既可以使国家资源得到充分利用，又可化害为利，保护环境。在设计中应考虑下述问题：

1．矿石中伴生的金属或非金属有价元素，应按有关规定(或参考表2-4指标）在经济和技术上合理及可能的前提下设法进行回收，特别是国家急需的稀缺元素，更应优先考虑。

2．不含有价元素的尾矿、废砂和废石，可考虑用做矿坑充填料或作为制砖、铺路的材料加以利用。

3．合乎排放标准的废水（详见第六章第六节)，经过试验，可用作农田灌溉，以支援农业生产。

4．对含有某些有用元素的尾矿，要妥善堆存，以备将来在技术上可能，在经济上合理的情况下，予以回收。

（二）“三废”治理

“三废”治理是关系国计民生的大事，必须严肃对待。对选矿厂而言，主要废弃物是尾矿、废水及破碎、筛分和运输过程中所散出的粉尘。对这些废弃物的处理，必须符合环境保护的有关规定（详见第六章第六、七节)。

（三）选矿厂“三废”治理的基本规定

1．选矿工艺流程，在考虑技术经济合理的同时，尽量采用无毒工艺。

2．选矿厂废水应首先考虑循环利用，必须外排时应经处理达到规定的排放标准。

3．冲洗地坪和除尘的污水不能任意排放，可送至工艺系统回收利用或送至尾矿系统。

4．对含氰化物的废水，应按废水中含氰化物的浓度采用回收或净化处理方法，除去氰化物。

5．含黄药、二号油的废水以及重选废水，一般可采用尾矿库澄清自净。澄清后的水返回生产使用或排放。当排放时，应当建立必要的监测，以控制其排放水质。

6．矿石破碎作业的散尘点应通风除尘。

筛分厂房宜尽量单独设置并配有行之有效的收尘设施。厂房内外粉尘浓度应达到国家标准。

7．石灰用量大的选矿厂，必须设置专用的仓库堆存石灰。

8．散发有害物质（粉尘、有害气体、放射性物质等）的设备，应配有净化设施，排出的有害物质浓度不得超过排放标准（详见第六章第七节)。

9．选矿厂必须有完善的尾矿设施，严禁将尾矿排入江、河、湖、海。在有条件的地方，可考虑采用尾矿作采矿场充填料。选择尾矿库位置时要考虑对自然山林和水系的保

护。有条件时要考虑在堆满尾矿的老尾矿库上覆土并种植农作物和树木。

10．尾矿库的使用年限应当与选矿厂生产年限相适应，当需要分期建设两个以上的尾矿库时，必须制定出尾矿设施分期建设规划。

11．输送干尾矿应经加湿处理。对于能产生风砂的尾矿场，应采取切实可行的措施，以防止粉尘飞扬。

12．对堆积含有有毒物质或放射性物质的尾矿场，要考虑有防止扩散、流失等措施。

第二节 设 计 程 序

一、设计前的准备工作

（一）筹备或参加选矿试验

铁、锰矿石种类繁多，性质复杂，因此必须通过选矿试验来确定选矿方法及主要工艺设备和流程。试样采取及试验内容的技术要求，应由试验、设计及建设单位共同研究确定。

1．采样原则与方法

试验矿样应力求与将来送往选矿厂的矿石性质基本一致。矿样的代表性直接影响试验和未来选厂的生产效果，采样工作必须慎重、严肃、认真。

（1）当拟选矿石属于不同品级和类型的混合物时，送试验的混合试样在数量上应与将来采出的各类矿量比例基本一致，在品位及结构特性等方面也要做到相应一致。为此应模拟采矿贫化，在试样中掺入一定数量的顶、底板围岩和矿体夹石，其数量按采矿设计的废石混入率确定。一般露天开采时，围岩夹石矿样的重量可按总重量的5～10%采取；地下开采时可按10～20%采取。

（2）试样重量，主要决定于矿石类型、试验规模和目的，同时也要适当照顾到采样工作的施工、运输条件等具体因素。对于单一磁选的可选性试验，有50～100公斤即可。矿石成分、性质复杂或试验方法复杂的，则需要较多的矿样。

送试验室进行试验的矿样粒度，一般为50～0或100～0毫米。

（3）采样点的布置，应充分利用已有勘探工程（坑道或钻孔）和采矿工程。采样点应大致均匀地分布于矿体各部位，一个工业品级和类型的矿样不能少于3～5个采样点。

2．选矿试验内容与要求

选矿试验规模，主要决定于矿石性质的复杂程度，采用的工艺方法和拟建选厂的生产规模。对于小型选矿厂应包括以下内容：

（1）化学分析——说明矿石中的主要成分及伴生的有益、有害主要成分的准确含量。

（2）岩矿鉴定——研究矿物组成、嵌布特性及各类矿物的共生关系。

（3）物相分析——对有益元素的不同化合物形式进行定量测定。如铁矿石中的磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿、黄铁矿等。

（4）筛析——测定矿石粒度特性及其各级别含量，从而测定出各级别中有用成分含量。

（5）物理性能——水分、真比重、假比重（容重）、硬度、安息角、摩擦角、比磁化系数等。

（6）磨矿细度与磨矿难易度，应进行对比测定并推荐出磨矿产品细度及段数。

（7）根据矿石性质进行各项对比试验，推荐出合理的选矿方法、选别条件及工艺流程等。

（二）厂址选择

厂址选择是一项政策性强、牵涉面广，影响因素多的复杂工作。厂址是否合适，是保证矿山长期、合理生产的重要因素。因此必须按照有关政策，深入现场、进行认真、细致地调查研究，综合考虑各项因素以权衡得失。要进行多方案的技术、经济比较，并通过充分的讨论后确定。

1．厂址选择应考虑的因素

（1）注意节约用地，少占农田，尽量不占良田，不妨碍农田水利建设及农民生活，有条件的地方，要帮助改土造田，支援农业。

（2）充分利用自然地形、山坡建厂，实现矿浆自流。破碎厂房布置在25°左右的陡坡，选矿主厂房布置在15°～20°左右缓坡上比较理想。

（3）在地形、供水、尾矿堆存、运输等条件许可的情况下，尽量做到靠近出矿坑口或井口，以减少原矿运输距离。选矿厂用水较多，在确定厂址时，应对原矿运输与供水距离进行比较。

（4）尾矿出路是选厂建设十分重要的问题。有无合适的尾矿堆存场所，是选择场址时必须考虑的重要因素。

（5）选矿厂厂址，应具有较好的工程地质条件，应避开断层、滑坡、溶洞及流砂层等，也不可布置在矿体上、塌落界限内、爆破危险区内或洪水水位标高以下。

小型选矿厂厂址，在施工前一般可挖掘必要数量的探坑、探槽、也可进行手工钻探，必要时打工程钻，以保证主要建筑物坐落于坚实的地层上。

（6）根据矿山的资源情况，厂址选择要适当留有发展余地。

2．供水、供电、交通运输

水、电、交通是选厂建设的先决条件，是保证选矿厂长期稳定生产，时刻不能缺少的外部条件，必须妥善解决。

（1）供水水源和供水设施必须可靠、稳妥，以确保生产和生活用水。选取水源时应尽量避免和农业争水。在缺水的地方，应考虑利用回水或坑内排水。如有浮选，要利用回水或坑内水时，需先弄清水质并进行试验，以确定合理的利用原则。

选矿厂供水系统，尽量实行自流。缺乏自流条件时，一般可用分段低压和单管扬送。应设有足够容积的储水池，以便平衡、调节。其容积一般为6～10小时的生产用水量(重选厂2～4小时)。

（2）选矿厂电源应与矿山用电一并解决，且需优先采用电力网供电，要求供电稳定可靠，一般不自建电站。

（3）选矿厂一定要有可靠的外部运输系统和充足的运输能力。其运输方式根据运量、运距、服务年限和建设条件等因素，经过技术经济比较后确定。

小型选矿厂运量一般不大，服务年限较短，有条件的可采用水运以降低成本；无水运条件的，可采用公路或窄轨铁路运输。公路、铁路的标准和技术条件应根据国家规定的标准执行。

（三）收集原始资料

1．对于新建选矿厂，需要收集的资料是：

（1）采矿资料　由采矿设计人员提供，包括开拓方案及采矿方法，采出矿石种类、数量、块度及品位，采矿进度、服务年限、原矿运输方式及设备、矿山位置，出矿口标高等。

（2）地形图　地形不复杂的小型选厂的初步设计可用1/2000的地形图。施工图设计可在1/1000图上进行，而对厂区地形复杂者，则需1/500地形图。对于外部供电、供排水及尾矿管线等需在施工图设计前测1/2000或1/1000带状图；地形简单的，踏勘定线后，只测纵断面图也可以。

（3）精矿用户及产品运输方式、运距等。

（4）生产用的辅助原材料、燃料及建筑材料等的来源及性能分析资料。

（5）工程地质及气象资料　如土壤成分、地耐力、地下水位、地震烈度、主导风向、温度、土壤冻结深度、降雨雪量等，此项供土建设计用。

（6）交通运输条件　了解当地铁路、公路运输状况，历年风、雪、水等自然灾害对运输的影响。

（7）水文资料　了解可供选择水源的正常涌水量和洪水期、枯水期的水量、水位的变化情况，以及水质分析情况。

（8）尾矿出路　了解可供选择的尾矿场地形、距离、容积、尾矿排出条件等。

（9）供电条件　包括电源、电压、输电距离、各级变电所位置等。

(10) 机修条件　可能协作的机修单位装备及加工能力等。

2．对于扩建和改建的选矿厂，还需要收集如下资料：

（1）原有选矿厂的工艺流程、设备及厂房配置图等。

（2）生产的技术经济指标及材料消耗定额。

（3）辅助设施能力，如机修、化验、试验、仓库、药剂制备等设施的装备及使用情况。

（4）生产厂的改进意见、经验及必要的实测资料。

二、初步设计和施工图

（一）初步设计基本内容

在选矿厂的设计和建设中，选矿专业称为主体专业，应该全面掌握上列的资料内容，并负责与其他配合专业联系、协商，作到协调一致，共同完成任务。

初步设计一般应包括：设计指导思想，建设规模，产品方案，总体布置，工艺流程，设备选型及清单，劳动定员，主要建、构筑物，公用设施及生活区，占地面积和征地数量，总概算，综合利用及“三废”治理，以及主要技术经济指标等方面的文字说明和图表。这是要由各有关专业共同提出的。

就选矿专业部分而论，则应包括下列具体内容：

1．简述矿石类型，原矿块度，矿石的地质和入选品位，原矿物理化学性质，含泥含水情况，嵌布特性，围岩和脉石性质，废石混入率，矿石和矿物分析资料。

2．评述选矿试验报告及其推荐的工艺流程，技术操作条件和各项数质量指标，提出必要的补充试验要求。

3．对选矿方法、产品方案、工艺流程、车间组成、主要设备选型和配置方式等进行

方案比较，推荐技术可靠、经济合理的方案。

4．确定选矿定额指标和有关参数（处理量、品位、回收率、产率、矿浆浓度及粒度等），编制选矿工艺数、质量和矿浆流程。

5．确定主要设备作业率和工作制度。

6．确定各种矿仓形式和有效容积。

7．计算和选择主要工艺设备及辅助设备。

8．确定厂房大小，厂房之间和厂房内部的物料输送方式，输送系统及布置形式，计算和选择带式输送机及其他输送设备。

9．根据设计规模和工艺需要，确定选矿厂的辅助设施（如试验室、化验室、药剂制备、取样检查、计量、精矿装卸包装等）。

10．确定劳动卫生防护和安全技术措施。

11．附表：

（1）主要设备表；

（2）岗位定员表；

（3）主要材料、动力、水、燃料等消耗表；

（4）工艺部分主要技术经济指标表；

（5）工艺部分投资概算表。

12．图纸：

（1）工艺数、质量和矿浆流程图；

（2）工艺厂房平、剖面配置图；

（3）工艺建筑物联系图。

初步设计需经审批（国家规定，小型建设项目的审批，由各部门和各省市、自治区自行规定）。审批制度要严格执行，不能层层下放，更不能自编自批。

（二）施工图种类和内容

选矿厂的建设施工必须根据各专业绘制的施工图纸进行。施工图的编制必须待初步设计批准后，认真研究上级机关对初步设计的审批意见，正确反映已批准的初步设计所规定的各项原则。按国家规定，初步设计和总概算未经批准的项目，不能发施工图。施工图的深度应以满足施工要求为准。选矿专业的施工图，一般包括下列几种：

1．工艺流程图　表示选矿厂工艺过程各作业的相互联系及各作业产品的数量、质量、水量平衡关系的图样。本图确定了各工艺环节的数、质量值，是各项施工图设计的一个重要依据。

2．工艺建筑物联系图　表示各工艺建筑物之间相互联系的图，应绘出平面和剖面图。本图使人了解选矿厂工艺建筑物总体布局问题，使人具有轮廓概念。

3．工艺厂房配置图　按选矿工艺要求表示车间（或厂房）内主要设备、辅助设备、构件等总体布置关系的图样。使人了解工艺设备在厂房内如何布置与联系及设备在厂房内的相对位置。通常每张配置图只反映出选矿厂的局部，但特别简单的选厂也可反映出选矿厂的全貌，这时配置图也可同时代替建筑物联系图。

4．设备或机组安装图　表示设备或某机组和构（零）件安装关系的图样，解决设备安装的方式、技术要求与具体尺寸数据问题。通常各主要设备（或机组）都要有自己的安

装图。

5．构（零）件制造图　表示构（零）件（漏斗、溜槽、支架、闸门等）的结构形状，加工要求的图样。根据本图所示的尺寸及要求，加工选厂所需的各类非标准金属结构件。

6．工艺管道图　表示各种设备在工艺生产过程中所需输送矿浆、介质、药剂溶液及冷却水等的配置、安装图（配管图）。

上述几种施工图都是相互关联的。

施工图绘制完成后，各有关设计人员应深入现场与施工单位共同会审施工图，明确质量要求，以保证施工顺利进行，正确体现设计意图。同时也应在实践中修改不符合实际和有错误的图纸。经会审无误的图纸，不得随意变动，要严格按施工图施工。

施工完成后，设计人员应参加有关部门组织的竣工验收工作。选厂投产后，应进行调查研究，分析成功和不足之处，写出工程总结，以便吸取经验及教训，不断提高业务水平。

第四章　小型铁、锰选矿厂技术经济设计计算

技术经济设计计算是进行可行性研究及各阶段设计不可缺少的组成部分。本章内容是在调查研究并参照有关设计院的工作方法基础上提出来的，但是技术经济问题的时间性和地区性较强，因此只可作为参考。

第一节　小型铁、锰选矿厂综合技术经济指标

一、选矿厂基建扩大指标

（一）选矿厂投资、设备重量、安装容量扩大指标见表4-1。

（二）选矿厂“基建三材”消耗扩大指标见表4-2，实例见表4-3。

表 4-1　选矿厂投资、设备重量、安装容量扩大指标

选矿方法		基建单位投资（元/吨原矿）		设备重量（吨/万吨原矿）	装机容量（千瓦/万吨原矿）	
		指　标	备　　注		一段磨矿	二段磨矿
洗　矿		5				
重介质		5～6		6～7	13～19	
磁　选		12～14	一段磨矿、磁选	14～16	35～40	
同　上		14～16	二段磨矿、磁选	16～18		40～50
湿式自磨，磁选		12～14	自磨、弱磁选	15～17	38～43	
同　上		14～15	自磨、球磨、磁选	16～18		45～55
磁、浮联合		15～17	一段磨矿	16～18	55～60	
干磨-干选		9～12		14～16	55～60	
跳　汰		6～7		7～8	12～27	
焙烧磁选	竖　炉	17～18	利用高炉煤气、二段磨矿	17～19		55～60
	斜坡炉	13～15	利用高炉煤气、一段磨矿	15～16	45～48	
	斜坡炉	15～16	利用高炉煤气、二段磨矿	16～17		48～55

注：1.表中单位投资（元/吨原矿）不包括外部供电、外部供水、外部运输及生活福利设施；

2.如选矿采用三段破碎，选矿流程较复杂时指标选大值。

（三）选矿厂投资分析见表4-4。

二、选矿厂生产技术经济指标

（一）选矿厂生产材料消耗见表4-5。

（二）选矿厂生产用水、用电扩大指标，见表4-6。

表 4-2 选矿厂“基建三材”消耗扩大指标

材料名称	钢材	木材	水泥
万吨原矿消耗指标	14～17吨	14～24米³	25～35吨

注：1.表中指标不包括外部供水、供电及民用建筑，不包括还原焙烧炉所需材料；
2.主厂房按钢筋混凝土结构考虑。

表 4-3 三材消耗指标实例

选矿厂名称	结构特征	每万元投资消耗量（每万吨原矿消耗量）			备注
		钢材（吨）	水泥（吨）	木材（米³）	
1	2	3	4	5	6
武威地区钢铁厂选矿车间	建筑面积为1022米²。厂房结构为钢筋混凝土基础及柱、砖墙、捣制矿仓。磨矿跨设5吨单轨行车。项目包括原矿仓、自磨-干选厂房，精、尾矿装车仓，通廊等。	0.68 (11.82)	1.04 (20.4)	1.77 (34.4)	实际消耗
走马岭铁矿选矿厂	结构为砖墙，钢筋混凝土梁、柱、基础，大型屋面板。磨矿矿仓部分为红砖砌成。主厂房及破碎设5吨电动单梁起重机	0.96 (14.0)	1.44 (21)	6.04 (88.5)	设计指标
凤凰山铁矿重介质选矿厂	结构为钢筋混凝土梁、柱、基础，大型屋面板。项目包括通廊，主厂房、供水、循环泵站、浓缩池、介质过滤等。但不包括破碎	1.17 (4.66)	4.17 (16.6)	1.33 (5.3)	实际消耗
石门钢铁厂选矿车间（重选厂）	结构为砖墙，钢筋混凝土梁、柱、基础，大型屋面板。项目包括破碎、主厂房、精矿仓机修配电、化验，水泵房、水池、仓库、尾矿库等	0.46 (18.4)	2.28 (91)	1.99 (79.6)	设计指标

注：选矿厂“基建三材”消耗随选矿工艺流程、厂房结构、建设条件不同差异较大，有的选厂把应用于其它项目的材料也计算到选厂基建投资上。

（三）选矿加工费扩大指标见表4-7。单项指标见表4-8。

（四）选矿厂技术经济指标实例见表4-9及表4-10。

表 4-4 选矿厂投资分析

选矿厂名称	各专业投资所占百分数(%)						
	工艺	土建	电气	水风	总图	机修	其它
祥山铁矿选矿厂	22.70	42.6	10.2	4.6	8.9	2.8	8.2
螺丝铁矿山选矿厂	34.81	26.42	8.89	4.15	25.05	—	0.68
北京铁矿选矿厂	34.0	20.6	9.9	5.6	16.65	3.01	2.4
林海铁矿选矿厂	20.8	61.0	5.3	3.4	7.3	1.1	1.1

注：北京铁矿选矿厂投资分析系指该厂一期工程。

表 4-5 选矿厂生产材料消耗

材料名称	单位	一段磨矿		二段磨矿	
		易磨	难磨	易磨	难磨
一次钢球	公斤/吨	0.5～1.2	1.0～2.5	0.5～1.2	1.0～2.5
二次钢球	公斤/吨			0.8～1.2	1.0～2.5
衬板	公斤/吨	0.15～0.3	0.2～0.3	0.15～0.25	0.25～0.35
润滑油	公斤/吨	0.04～0.05			
滤布	米²/吨	0.004～0.015			
破碎衬板	公斤/吨	0.01～0.05			
筛网及钢棒	公斤/吨	0.005～0.007			
钢材	公斤/吨	0.01～0.03			
胶带	米²/吨	0.002～0.005			

注：1. 软矿取小值，硬矿取大值；

2. 钢球为低碳钢球，若用稀土锰铁球或中碳钢球时应降低。

表 4-6 选矿厂生产用水用电扩大指标

选矿方法	磁选	磁浮－联合	干磨－干选	焙烧磁选	重选
每吨原矿耗水量（米³）	5～10	6～10	1.0～2.0	7～9	15～20
每吨原矿耗电量（度）	14～25	25～35	20～27	25～27	7～10

注：1.湿式磁选流程中有磁力脱水槽时耗水量取大值，否则取小值；

2.两段磨矿时，电耗取大值。

表 4-7 选矿加工费扩大指标

选矿方法	备注	选矿加工费（元/吨）
1	2	3
破碎筛分		0.6～0.8
磁滑轮选		0.9～1.0
重介质	两段破碎、粗粒重介质溜槽、细粒跳汰	2.0～2.5
跳汰		2.4～3.2
磁选	二段破碎，一段磨矿	4.0～5.0
	三段破碎，一段磨矿	5.0～5.5
	三段破碎，二段磨矿	5.5～6.0
	湿式自磨-球磨-磁选	4.5～5.0
磁选－重选	二段破碎，二段磨矿	4.5～5.0
磁选－浮选	三段破碎，二段磨矿	9.0～12.0
干式自磨-干选		5.0～6.5
竖炉焙烧-磁选	二段磨矿，采用高炉煤气，6.8元/百万大卡	8.2～8.7
弱磁－强磁		5.5～6.0

注：1. 易磨易选者取小值；

2. 电费按0.1元/度计算。

表 4-8 选矿加工费单项指标

序号	项目	单位	单价（元）	用量				金额（元）			
				一段磨矿－磁选	二段磨矿－磁选	重介质	竖炉焙烧－磁选	一段磨矿－磁选	二段磨矿－磁选	重介质	竖炉焙烧－磁选
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	辅助材料										
	破碎衬板	公斤	1.0	0.075	0.075	0.05	0.065	0.075	0.075	0.05	0.065
	一次钢球	公斤	0.6	1.2	1.0	—	0.8	0.72	0.6	—	0.48
	二次钢球	公斤	0.6	—	0.8	—	0.8	—	0.48	—	0.48
	球磨衬板	公斤	0.7	0.12	0.2	—	0.18	0.084	0.14	—	0.126
	润滑油	公斤	1.2	0.06	0.08	0.03	0.08	0.072	0.096	0.036	0.096
	滤布	米^2	7.0	0.002	0.003	—	0.003	0.014	0.021	—	0.021
二	水										
	其中：新水	米^3	0.07	3	3	4	4	0.21	0.21	0.28	0.28
	环水	米^3	0.035	3	4	5	5	0.105	0.14	0.175	0.175
三	动力										
	电	度	0.1	16	20	9	25	1.6	2.0	0.9	2.5
四	煤气	10^6大卡	6.8	—	—	—	0.32	—	—	—	2.176
五	浮选药剂										
六	生产工人工资							0.12	0.15	0.10	0.23

续表 4-8

序号	项目	单位	单价（元）	用量				金额（元）			
				一段磨矿－磁选	二段磨矿－磁选	重介质	竖炉焙烧－磁选	一段磨矿－磁选	二段磨矿－磁选	重介质	竖炉焙烧－磁选
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
七	生产工人附加工资							0.013	0.017	0.011	0.025
八	基本折旧费							0.4	0.48	0.22	0.64
九	维修费							0.2	0.24	0.11	0.32
十	车间经费							0.45	0.54	0.247	0.72
十一	管理费							0.13	0.15	0.10	0.20
选矿加工费合计（元/吨）								4.19	5.35	2.23	8.53

注：1．选矿加工费与矿石性质、选矿厂规模、选矿流程有关，也与水、电、药剂等材料价格有关；

2．基本折旧费按选矿厂总投资的4％计算，维修费按选矿厂总投资的2％计算；

3．表中材料价格在计算时应根据实际情况予以调整。

表 4-9 选矿厂技术指标实例

序号	项目	单位	祥山铁矿选矿厂（磁-重）	马庄铁矿选矿厂（磁-浮）	卧龙钢铁厂选矿车间（湿式自磨 磁选）	马兰庄铁矿选矿厂（磁 选）
			1977年	1977年	1976年	1975年
1	原矿品位	%	31.91	41.84	19.35	24.58
2	精矿品位	%	66.91	63.79	59.33	63.63
3	尾矿品位	%	8.61	12.96	7.0	5.64
4	金属回收率	%	83.44	87.5	73.74	84.47
5	选矿比	倍	3.33	1.74	4.15	3.15
6	精矿含水	%	12～14			
7	球磨机利用系数	吨/米³·时	1.57	1.33	0.82	2.50
8	球磨机作业率	%	82	54.3	55.0	86.1
9	过滤机利用系数	吨/米²·时				
10	精矿成本	元/吨	38.98	45.85		31.4
11	一吨原矿加工费	元/吨	5.87	8.9		5.44
12	全员劳动生产率	吨/人·年	1001	1070		1075
13	工人劳动生产率	吨/人·年	1491	1258	753	1600.8
14	按原矿计材料消耗					
	（1）一次钢球	公斤/吨	1.27			1.2
	（2）二次钢球	公斤/吨		1.49	1.97	
	（3）球磨衬板	公斤/吨	0.4		0.49	
	（4）油　　脂	公斤/吨	0.1			
	（5）滤　　布	米²/吨				
	（6）电　　力	度/吨	26.4	37.85	20.0	22.3
	（7）新　　水	米³/吨	4.58	7.0	4.3	
	（8）环　　水	米³/吨				

表 4-10 选矿厂基建投资、水、电消耗及加工费实例

厂名	规模（万吨/年）	选矿流程	基建投资（元/吨原矿）	消耗			选矿加工费（元/吨）	备注
				水（米³/吨）	电（度/吨）	一次钢球（公斤/吨）		
唐山地区马兰庄铁矿选矿厂	15	三段破碎，一段闭路磨矿，脱、磁、细筛	7.33	10.0	22.3	1.20	5.44	
张家口地区豕鹿矿冶厂	10	二段破碎，一段闭路磨矿，磁-磁	7.78		36.0	0.41	6.07	
龙烟铁矿磁滑轮选矿厂	40				1.22		0.91	
龙烟铁矿白庙重介质选矿厂	35				7.28		1.70	
吉林东丰钢铁厂选矿车间	10	一段湿式自磨，一段磁选	20.0	10.0	45.0	1.50	6.71	
吉林卧龙钢铁厂选矿车间	20	一段湿式开路自磨，二段球磨，磁选	15.16	6.5	20.67		7.82	
阜新同乃铁矿选矿厂	7.5	干式自磨-干式磁选	6.0	2.2	22.0		0.65	
黑龙江双鸭山铁矿选矿厂	10	三段破碎，一段磨矿，磁选	8.0	9.0		1.50	4.79	
山东祥山铁矿选矿厂	15	三段破碎，一段磨矿，一段磁选	12.2	4.58	26.4	1.27	5.81	
山东莱芜钢铁厂马庄铁矿选矿厂	40	三段破碎，二段磨矿，磁、浮、重	19.45	7.08	24.6	1.49	8.91	
山东走马岭铁矿选矿厂	20	二段一闭路破碎，一段磨矿，磁选，沉淀池脱水	14.65	6.90	28.40	1.50	5.13	设计指标
山东刘岭铁矿选矿厂	10	同上	8.0	5.0	19.32	1.46	3.5	同上
南京凤凰山重介质选矿厂	30	一段破碎，振动溜槽、矩形梯形跳汰	4.0	19.40	4.0		2.90	破碎1元/吨，选矿1.9元/吨
江苏利国铁矿磨山选矿厂	36	细碎，一次磨矿，磁、浮(Fe、Cu)	9.0	9.0	28.1	1.60	5.28	设计指标

续表 4-10

厂名	规模（万吨/年）	选矿流程	基建投资（元/吨原矿）	消耗			选矿加工费（元/吨）	备注
				水（米³/吨）	电（度/吨）	一次钢球（公斤/吨）		
江苏仪征铁矿选矿厂	15	二段破碎，一段磨矿，磁、浮（Fe、Cu、Co）	17.05	7.5	29.36	1.0	5.28	设计指标
苏州地区谭家桥铁矿选矿厂	25	开路自磨，球磨分级闭路，磁、浮	13.0	9.3	34.6	1.20	11.69	同上
河南安阳磊口铁矿选矿厂	20	干式自磨一干式磁选	6.5	0.6	18.0			
湖北螺丝山铁矿选矿厂	10	二段开路破碎，一段闭路磨矿，浮、磁	21.9	4.0	39.15	1.20	4.75	设计指标
江西乌石山铁矿选矿厂	18	一段开路破碎，洗矿，手选	3.46		7.6		2.6	
甘肃武威地区钢铁厂选矿车间	5	干式自磨-干式磁选	14.0	0.72	20.8		7.40	

第二节 厂区外部工程技术经济指标

一、总图运输扩大指标

（一）厂区平整

1．厂区平整工程费见表4-11；

表 4-11 厂区平整工程费

项目名称	单位	单价（元）
人工平整场地：普通土	米²	0.10
推土机平整场地：普通土	米²	0.05
人工挖土方（干土）1～4级	米³	1.9～2.5
人工挖上方（湿土）1～4级	米³	4.6～5.4
机械挖土方（干土）1～4级	米³	2.1～2.5
机械挖土方（湿土）1～4级	米³	4.8～5.2
爆破石方：人工钻眼5～12级	米³	3.17～4.63

2．土石方工程运费见表4-12。

表 4-12 土石方工程运费

运输方式	运距（米）	运费（元/米³）
1	2	3
手推车运土	40米以内	0.30
手推车运土	100	0.45
手推车运土	200	0.90
人工挑运土石方	<10	0.27
人工挑运土石方	50	0.50
手推轻轨车运	200	0.45
手推轻轨车运	500	0.70
手推轻轨车运	1000	1.10
4	5	6
汽车运土	<1000	2.30
汽车运土	1500	2.55
汽车运土	2000	2.80
汽车运石	<500	2.65
汽车运石	1000	2.95
汽车运石	2000	4.10
推土机推土	10米以内	0.20
推土机推土	20米以内	0.30

（二）运输线路投资扩大指标见表4-13。

表 4-13 运输线路投资扩大指标

项目名称	主要技术条件	单位	指标	备注
1	2	3	4	5
轨距762毫米窄轨专用线路综合投资扩大指标	平坦地区	万元/公里	15～18	钢轨为18～24公斤/米
	丘陵地区		22～28	
	山岳地区		30～40	
	困难地区		50～65	
准轨铁路综合投资扩大指标	平坦地区	万元/公里	45～55	专用线取小值
	丘陵地区		70～90	
	山岳地区		120～170	
	困难地区		200～250	
一般公路综合投资扩大指标	二级路：	万元/公里		
	平原、微丘		20～26	
	山岭、重丘		24～28	
	三级路：			
	平原、微丘		15～17	
	山岭、重丘		20～22	
	四级路：			
	平原、微丘		9～12	
	山岭、重丘		11～14	

（三）运输成本

1．7吨窄轨电机车运输成本见表4-14；

表 4-14 7吨窄轨电机车运输成本

运输距离（公里）	线路坡度（‰）	在以下运量的运输成本（元/吨公里）				
		10万吨/年	30万吨/年	50万吨/年	80万吨/年	100万吨/年
1	2	3	4	5	6	7
0.5	5	0.67	0.38	0.25	0.21	0.17
	10	0.67	0.38	0.26	0.22	0.18
	15	0.67	0.38	0.27	0.22	0.19
	20	0.67	0.38	0.28	0.23	0.19
	25	0.67	0.38	0.29	0.23	0.19
1.0	5	0.47	0.17	0.14	0.12	0.11
	10	0.47	0.22	0.14	0.13	0.12
	15	0.47	0.22	0.15	0.14	0.13
	20	0.47	0.23	0.18	0.15	0.14
	25	0.47	0.23	0.18	0.16	0.15
2.0	5	0.30	0.14	0.09	0.08	0.07
	10	0.30	0.14	0.11	0.09	0.08
	15	0.30	0.14	0.12	0.10	0.09
	20	0.30	0.16	0.13	0.10	0.10
	25	0.30	0.16	0.14	0.11	0.10
3.0	5	0.23	0.11	0.08	0.07	0.06
	10	0.23	0.11	0.09	0.08	0.07
	15	0.23	0.11	0.10	0.09	0.08
	20	0.23	0.14	0.11	0.10	0.09
	25	0.23	0.15	0.12	0.10	0.09

注：电费按0.1元/度计算。

2．18吨窄轨蒸汽机车运输成本见表4-15；

表 4-15 18吨窄轨蒸汽机车运输成本

运输距离（公里）	在以下运量的运输成本（元/吨·公里）					
	10 万吨/年	20 万吨/年	30 万吨/年	50 万吨/年	80 万吨/年	100万吨/年
3	0.33	0.17	0.12	0.10	0.06	0.06
5	0.25	0.13	0.09	0.07	0.06	0.05
10	0.20	0.11	0.08	0.06	0.05	0.05
20	0.17	0.10	0.08	0.05	0.05	0.05
30	0.17	0.09	0.07	0.05	0.04	0.04

注：计算采用坡度12‰。

3．3.5吨自卸汽车运输成本见表4-16；

表 4-16　3.5 吨自卸汽车运输成本

运输距离（公里）	在以下运量的运输成本（元/吨·公里）				
	10万吨/年	30万吨/年	50万吨/年	100万吨/年	200万吨/年
1	0.62	0.53	0.52	0.51	0.50
3	0.51	0.46	0.45	0.44	0.44
5	0.51	0.45	0.44	0.43	0.43
8	0.49	0.43	0.42	0.42	0.41
10	0.49	0.43	0.42	0.41	0.41

4．7、10、20、25吨汽车运输成本见表4-17；

表 4-17　7、10、20、25吨汽车运输成本

汽车规格（吨）	7	10	20	25
成本（元/吨·公里）	0.34～0.37	0.41～0.43	0.46～0.47	0.4～0.5

5．装卸费：

（1）人工装卸费用为0.4～0.6元/吨；

（2）翻斗车装卸费为0.027～0.03元/吨；

（3）机械倒运装卸费为0.1～0.15元/吨。

二、供电扩大指标

（一）电费计算及各地电价

当用户由地区系统电网供电时，电费的计算采用二部电价制（基本电价＋电度电价），即：

电费(元/年)＝基本电价(元/年)＋电能损耗费(元/年)

式中　基本电价(元/年)＝12(月)×用电设备安装容量(千瓦)×相应的基本电价(元/千瓦·月)，或基本电价费(元/年)＝12(月)×总降压变电所容量(千伏安)×相应的基本电价(元/千伏安·月)，或基本电价费(元/年)＝12(月)×最大需量(千瓦)×相应的基本电价(元/千瓦·月)；

电能损耗费(元/年)＝电能消耗量(度/年)×电度电价(元/度)；

对选矿厂、破碎厂而言，年电能消耗费计算方法如下：

电能消耗(度/年)＝K×装机总功率(千瓦)×设备工作小时(时/年)。

式中　K——系数，破碎厂取0.65，选矿厂取0.75。

凡是用户受电变压器容量在100千伏安以上，或用电设备装置容量在100千瓦以上的工业用电称大宗工业用电，对此项用电一律实行两部电价(见表4-18)。凡用电设备容量在上述规定以下的工业用电即为普通工业用电，其电价见表4-19。

（二）输电线路投资扩大指标

表 4-18 大宗工业用电电价

地区	基本电价			电度电价（元/度）		
	用电设备装置容量（元/千瓦·月）	变压器容量（元/千伏安·月）	最大需量（元/千瓦·月）	不满1千伏	1千伏至10千伏	35千伏以上
全国各地	3.50	4.00	6.00	0.063	0.058	0.055
东北电业管理局	3.50	3.50	5.00	0.040	0.035	0.030

表 4-19 非工业、普通工业用电电价（元/度）

地区	不满1千伏	1千伏至10千伏	35千伏以上
全国各地	0.085	0.085	0.080
东北电业管理局	0.070	0.065	0.060
四川省	0.080	0.078	0.075

1．380伏架空线路投资指标见表4-20：

表 4-20 380伏架空线路投资指标（万元/公里）

导线牌号	杆型		导线牌号	杆型	
	钢筋混凝土杆	木杆		钢筋混凝土杆	本杆
G-25	—	0.19	LJ-16	0.45	0.39
G-35	—	0.24	LJ-25	0.49	0.42
G-50	0.43	0.33	L-35	0.53	0.48
G-70	0.50	0.41	L-50	0.59	0.55
G-95	0.58	0.51	L-70	0.69	0.66
T-25	—	0.73	L-95	1.04	0.80
T-35	—	0.94	LJ-120	1.16	—
T-50	1.45	1.30	LJ-150	1.29	—
T-70	1.88	1.80	LJ-185	1.59	—
T-95	2.50	2.46	LJ2-40	1.84	—
			T-16	—	0.52

2．6千伏架空线路投资指标见表4-21：

表 4-21 6千伏架空线路投资指标（万元/公里）

导线牌号	杆型		导线牌号	杆型	
	钢筋混凝土杆	木杆		钢筋混凝土杆	木杆
G-25	0.42	0.32	LJ-95	1.11	0.81
G-35	0.47	0.37	LJ-120	1.23	1.03
G-50	0.54	0.44	LJ 150	1.38	1.18
G-70	0.61	0.52	LJ-185	1.60	1.40
G-95	0.69	0.62	LGJ-35	0.75	—
LJ-16	0.66	0.44	LGJ-50	0.80	—
LJ-25	0.71	0.49	LGJ-70	1.12	—
LJ-35	0.74	0.54	LGJ-95	1.24	—
LJ-50	0.79	0.60	LGJ-120	1.35	—
LJ-70	0.89	0.71			

3．10千伏架空线路投资指标见表4-22：

表 4-22 10千伏架空线路投资指标（万元/公里）

导线牌号	杆型		导线牌号	杆型	
	钢筋混凝土杆	木杆		钢筋混凝土杆	木杆
G-25	0.43	0.34	LJ-120	1.23	1.05
G-35	0.49	0.39	LJ-150	1.40	1.22
G-50	0.56	0.46	LJ-185	1.61	1.42
G-70	0.63	0.54	LGJ-35	0.80	—
G-95	0.71	0.63	LGJ-50	0.85	—
LJ-16	0.68	0.45	LGJ-70	1.14	—
LJ-25	0.73	0.50	LGJ-95	1.24	—
LJ-35	0.77	0.57	LGJ-120	1.34	—
LJ-50	0.81	0.63	LGJ-150	1.60	—
LJ-70	0.91	0.74	LGJ-185	1.89	—
LJ-95	1.12	0.88			

4．35千伏架空线路投资指标见表4-23：

表 4-23 35千伏架空线路投资指标（万元/公里）

导线牌号	LGJ-35	LGJ-50	LGJ-70	LGJ-95	LGJ-120	LGJ-150
万元/公里	1.00	1.10	1.20	1.40	1.80	2.10

注：表中为钢筋混凝土杆线路投资指标。

（三）变电站投资指标见表4-24：

表 4-24 变电站投资指标

初级电压（千伏）	容量（千伏安）	电压等级（千伏）	各电压侧回路数	单位造价（元/千伏安）
35	1×560	35/6～10	35一回，6～10两回	60
	1×1000	35/6～10	35一回，6～10两回	43
	1×1800	35/6～10	35一回，6～10四回	30
	1×560	35/6～10	35一回，6～10四回	150～169
	1×1000	35/6～10	35一回，6～10四回	93～104
	1×1800	35/6～10	35一回，6～10四回	58～64
	1×3200	35/6～10	35一回，6～10四回	40
	2×560	35/6～10	35一回，6～10四回	135
	2×1000	35/6～10	35一回，6～10四回	84
	2×1800	35/6～10	35一回，6～10四回	53
60	1×1800	60/6～10	60一回，6～10两回	37
	1×3200	60/6～10	60一回，6～10两回	27
	1×1800	60/6～10	60一回，6～10四回	43～62～71
	1×3200	60/6～10	60一回，6～10四回	31～42～47
	1×5600	60/6～10	60一回，6～10四回	21

三、供水扩大指标

（一）供水成本见表4-25。

表 4-25 供水成本指标（元/米³）

总扬程（米）	供水距离（公里）	供水水量（升/秒）					
		10	20	30	60	90	160
30	1	0.076	0.045	0.035	0.028	0.024	0.02
	3	0.136	0.077	0.06	0.048	0.041	0.032
	5	0.185	0.129	0.085	0.072	0.058	0.044
	8		0.175	0.123	0.103	0.088	0.071
	10		0.190	0.148	0.124	0.100	0.074
50	1	0.085	0.053	0.043	0.037	0.033	0.028
	3	0.145	0.086	0.069	0.065	0.049	0.04
	5		0.138	0.094	0.079	0.066	0.052
	8		0.185	0.131	0.112	0.097	0.069
	10			0.164	0.138	0.109	0.082

续表 4-25

总扬程（米）	供水距离（公里）	供水水量（升/秒）					
		10	20	30	60	90	160
100	1		0.074	0.064	0.058	0.054	0.048
	3		0.106	0.094	0.080	0.070	0.060
	5			0.114	0.100	0.087	0.072
	8			0.154	0.133	0.118	0.089
	10			0.178	0.154	0.130	0.102
150	1			0.093	0.080	0.074	0.067
	3				0.102	0.091	0.079
	5				0.123	0.108	0.091
	8				0.155	0.139	0.108
	10				0.176	0.157	0.121

（二）室外管道投资见表4-26：

表 4-26 室外管道投资指标（元/百米）

管道公称直径（毫米）	焊接钢管	承插铸铁管	
	埋2米	埋2米	埋4米
75	1376	1363	
100	1946	1801	
125	2429		
150	2824	2186	
200	4677	2722	3451
250	5864	3562	4333
300	6024		
350	7082	4223	5642
400	7689	5446	7310
450	10158	6230	8094
500	11990	7258	9281

（三）浓缩池投资见表4-27：

表 4-27 浓缩池投资指标

直径（米）	含钢筋率（%）	投资指标（元/座）
6	68.0	5800
9	65.0	9500
12	62.0	12500
15	54.0	15700
18	55.0	地上式 41300
		地下式 56200
24	54.0	地上式 56600
24	54.0	地下式 88600
30	53.0	地上式 73400
		地下式 89400
35	58.6	地上式 103600

（四）水泵站、砂泵站投资见表4-28：

表 4-28 水泵站、砂泵站投资指标

项目名称	单位	投资指标（元）			
		管道	电气	土建	共计
DA-50型水泵2台	座	262	55	2000	2317
DA-50型水泵3台	座	344	60	2900	3304
DA-75型水泵2台	座	401	366	2300	3067
DA-75型水泵3台	座	533	478	2900	3911
DA-100型水泵2台	座	477	680	2500	3665
DA-100型水泵3台	座	637	744	3500	4881
DA-125型水泵2台	座	610	930	3600	5140
DA-125型水泵3台	座	807	1395	4200	6402
DA-150型水泵2台	座	610	1426	4200	6236
DA-150型水泵3台	座	807	2140	4900	7847
DA-200型水泵2台	座	610	1426	4200	6236
DA-200型水泵3台	座	807	2140	5600	8547
6SH型水泵2台	座	2904	688	2800	5482
6SH型水泵3台	座	4271	744	5600	10615
地下式砂泵4$\frac{1}{2}$″ 2台	座	2634	822	5700	9206
地下式砂泵4$\frac{1}{2}$″ 4台	座	3582	1364	17000	21946
地下式砂泵8″2台	座	5291	1922	17000	24213
地下式砂泵8″4台	座	6312	3844	24600	34756
地上式砂泵4$\frac{1}{2}$″ 2台	座	2684	822	2400	5906
地上式砂泵4$\frac{1}{2}$″ 4台	座	3582	1364	7000	11946

四、压缩空气、煤气扩大指标

（一）压气站

1．压气站投资见表4-29：

表 4-29 压气站投资

规模（米³/分）	空压机及辅助设备规格	台数	总重（吨）	建筑面积（米²）	总投资（万元）
20	1—10/8型立式压风机，JR-115-6，75千瓦，综合启动器，1.2米³贮气罐	2	8.4	62	6.8
30	1—10/8型立式压风机，JR-115-6，75千瓦，综合启动器，1.2米³贮气罐	3	12.6	90	9.7
40	1—10/8型立式压风机，JR-115-6，75千瓦，综合启动器，1.2米³贮气罐	4	16.8	136	12.8
40	4L—20/8型，带电动机、电气设备、贮气罐及备品	2	10.0	68	9.5

注：总投资中未包括土石方工程投资。

2．压缩空气成本见表4-30：

表 4-30 压缩空气成本

项目	单位	成本					
电价	元/度	0.03	0.06	0.1	0.15	0.2	0.25
压缩空气	元/米³	0.004～0.007	0.006～0.009	0.01～0.013	0.014～0.018	0.02～0.026	0.024～0.028

注：1．压缩空气单位电耗为0.09～0.10千瓦小时/米³；

2．单机能力较小时，成本取上限，反之取下限。

（二）煤气成本

高炉净化煤气成本6.8元/10^6大卡。

焦炉煤气成本3.68元/10^6大卡。

第三节 工艺部分概算编制方法

选矿厂初步设计阶段中，各专业必需编制概算，以确定拟建选矿厂的投资。本节仅概述选矿专业工艺部分概算编制方法。

一、项目及工程量的划分

（一）项目的划分 应以车间为单位，分别编写工程概算书。

（二）工程量的划分 应以初步设计书中的设备表、材料表为依据，并对设备、金属结构件和工艺管道分别计算。

二、概算价值的计算

（一）工艺设备概算价值

工艺设备概算价值＝设备原价＋设备运杂费＋设备安装及间接费，

或：

工艺设备概算价值＝设备原价×(1＋运杂费率＋安装及间接费率)

（二）金属结构概算价值

金属结构概算价值＝金属结构重量×单价＋安装间接费

（三）工艺管道概算价值

工艺管道概算价值＝工艺管道重×单价＋管件安装费

或：

工艺管道概算价值＝设备价×(2.5%＋管道零件及安装费率)

三、运杂费、安装间接费的计算

（一）设备运杂费

设备运杂费是指设备由制造厂仓库到工地设备仓库的运输费、运输杂费、销售部门的手续费、包装费、采购费和保管费等。

设备运杂费＝设备原价×设备运杂费率

设备运杂费率随各省及地区不同有差异，见表4-31。

表 4-31 各地运杂费率

地区	运杂费率 (%)
上海，辽宁，吉林	4
天津，黑龙江，河北，北京，江苏，浙江	4.5
山东，山西，安徽	5
河南，陕西，湖北，江西	5.5
湖南	6.5
四川，福建，广东	7
甘肃，宁夏，内蒙，广西	7.5
青海，贵州	8.5
新疆	11
云南	12
海南岛	15
库存或自制设备	0.5

（二）设备安装及间接费

设备安装费是指设备由工地仓库搬到安装地点、基础划线、设备开箱清洗、研磨、安装、调整、二次灌浆、单机试车等费用。

间接费是指施工单位的行政管理费和其它间接费用。

安装及间接费＝设备价格×安装及间接费率

设备的安装及间接费率见表4-32。

（三）设备拆除费

设备拆除费按设备安装费的45%计算

四、设备、金属结构件、管道价格及重量的计算方法

（一）设备清单中的标准设备按有关产品目录中的重量和价格计算，非标准设备可根据有关资料估算，旧设备可协商确定。

（二）选矿厂的工艺金属件重量可根据初步设计材料表，亦可参考类似生产厂实际指

标估算。一般小型选矿厂金属结构件重量按设备总重的9%进行估算。单价按1100～1200元/吨估算。

表 4-32 设备安装及间接费率

工程分类	设备名称	费率（%）	应用范围
选矿厂	破碎、选矿及辅助设备	3	小型选矿厂
选矿试验室		4.4	独立的试验室
工艺金属结构件及管道	支架、漏斗、矿浆管道	2.2	选矿厂及破碎厂
机修	工艺设备及起重机械	1.2	修理加工铸造

（三）选矿厂工艺管道价格可根据初步设计材料表估算。但一般在初步设计时无此资料，此时工艺管道价格可按设备原价的2.5%估算；管道零件、三通、弯头、螺丝、支架、盲板、仪表等费用以及管道的刷油、试压的安装及间接费用可用该车间设备原价乘以管道管件安装费率而得。工艺管道管件安装费率见表4-33。

表 4-33 工艺管道管件安装费率（%）

项目	磁选	浮选	重选
主厂房	0.3	0.35	0.45
过滤	0.55	0.55	0.55

注：表中数据为占该车间设备原价的百分数。

第四节 选矿设计成本的计算方法

产品成本是企业设计的主要经济指标，它是全面准确衡量企业建设投资效果的依据。因此，正确计算产品成本，在企业设计中具有重要意义。

一、产品成本的开支范围

工业企业产品成本开支范围包括：

（一）为制造产品而耗用的各种原料、材料和外购半成品；

（二）为制造产品而耗用的燃料和动力；

（三）生产工人、管理人员的工资和按照工资总额提取的职工福利基金、企业基金；

（四）按照规定提取的固定资产基本折旧基金、大修理折旧基金和固定资产的中、小修理费用；

（五）按照规定应当列入产品成本的低值易耗品购置费用；

（六）按照规定应当列入产品成本的停工费用；

（七）废品损失；

（八）产品的包装和销售费用；

（九）经企业主管部门批准，每平方米造价不超过二十元的简易料棚修建费；

（十）其他生产费用，如管理费、运输费、材料、产品盘盈和盘亏、利息收支等费用。

一切不属于成本范围的开支，都不得列入产品成本，但成本之计算随经济改革而定。

二、选矿厂精矿设计成本计算

（一）精矿设计成本组成

精矿设计成本由原矿费（包括运输）和选矿加工费等两部分组成。选矿加工费由辅助材料、水、电、生产工人工资及附加费、折旧、维修和车间经费及企业管理费组成。

精矿设计成本计算到选矿厂精矿仓为止。

（二）选矿厂精矿设计成本项目。

选矿厂精矿成本项目格式见表4-34。

表 4-34 选矿厂精矿成本项目格式

序号	成本项目	单位	单位用量	单价（元）	金额（元）
1	原料费 其中：矿石	元/吨			
	矿石运费	元/吨			
2	辅助材料 其中：破碎衬板	公斤/吨			
	磨矿衬板	公斤/吨			
	一次钢球	公斤/吨			
	二次钢球	公斤/吨			
	钢材	公斤/吨			
	油脂、药剂				
	滤布	米²/吨			
	胶带	单层米²/吨			
	其他				
3	生产用水	米³/吨			
4	动力：电	度/吨			
5	生产工人工资及附加工资	元/吨			
6	基本折旧及大修理提成费	元/吨			
7	维修费	元/吨			
8	车间经费及企业管理费	元/吨			
9	精矿成本	元/吨			

表4-34中各项费用的计算方法如下：

1．原料费

原料费由原矿开采成本加原矿运输费用而得。

2．辅助材料费

辅助材料费按设计消耗的辅助材料定额乘当地材料价格求得；或按国家材料单价（如运距较远，应考虑材料运杂费用率10～20%）乘设计消耗定额求得。选厂常用材料价格见

附表1。

3．选矿耗用的水、电费

选矿耗用的水、电费按设计定额每吨精矿耗用的水、电指标乘其单价而得（水、电指标应扣除修理和行政福利设施的用电、用水量）。

4．生产工人工资

生产工人工资系指从事选矿生产的直接生产工人和辅助生产工人的基本工资和辅助工资。但不包括机修、维修和非生产人员的工资。其计算公式：

$$C=\frac{N\times D(1+d)\times 12}{A} \tag{4-1}$$

式中 C——单位产品生产工人工资，元/吨；

N——计算的生产工人人数，人；

D——生产工人月平均工资，选矿厂一般按3～4级工的工资选取，元/人·月；

d——辅助工资包括活工资、奖金和各种津贴（地区津贴应另加，但不包括保健津贴）系数，一般按0.14～0.16选取；

A——年产精矿量，吨。

5．生产工人工资附加费

生产工人工资附加费即职工福利基金，可按工资总额的11%提取；从1979年开始还另加企业基金，对完成国家规定八项技术经济指标的企业，按工资总额提取5%；对亏损企业按工资总额提取3%。

6．基本折旧及大修理提成费

基本折旧及大修理提成费可按单位基建投资提取。

（1）基本折旧费：选矿厂设计成本中的基本折旧费按单位基建投资（元/吨精矿）乘以折旧费率计算。小选厂的折旧费率可按5%选取，但对于服务年限不足二十年的小选厂，其折旧费率可用下列公式计算：

$$\text{折旧费率}\ (\%)=\frac{1}{\text{服务年限}}\times 100\% \tag{4-2}$$

（2）大修理费用提成：按单位基建投资（不包括修理设施投资）乘大修理费率而得，大修理费按2～2.5%提成。

7．维修费

维修费按单位基建投资（扣除机修投资）乘维修费用率求得。维修费用率可按3～6%选取。维修费用率亦可按单位基建投资中的设备和建筑、构筑物分别计算，建筑、构筑物的维修费用率为0.1%；设备维修费用率为10%。

8．车间经费及企业管理费

车间经费及企业管理费包括的项目很多，设计中要详细计算是较繁杂的和较困难的。推荐按统计公式计算：

$$C_F=\frac{N_F(1-0.2\sim 0.25)\times D_F(1+0.16)+N_B\times B}{K\times A} \tag{4-3}$$

式中 C_F——单位产品管理费，元/吨；

N_F——全厂非生产人员数，人；

0.2～0.25——非生产人员中由修理费、工资附加费、营业外出费等费用项目开支的非生产人员比重；

D_F——非生产人员平均工资。按700～800元/人·年选取；

0.16——工资附加费率及企业基金费率；

N_B——计算享有劳动保护费的人数，按全员人数减去机修设施的生产工人数和由修理费、工资附加费、营业外出支出等费用项目的非生产人员数计算；

B——每人每年平均的劳动保护费（包括劳保用品、保健津贴、防暑降温等费用），南方地区的选矿厂可按55～75元/人·年选取；北方地区的选矿厂可按95～125元/人·年选取；

K——由管理费开支的工资及劳动保护费占全部管理费的百分数，选矿厂为30～40%；

A——年生产精矿量，吨。

上述各项费用合计即得选矿厂精矿设计成本。但随着经济改革成本计算亦相应而变。

三、多种产品的成本计算

选矿厂往往生产多种产品，对工艺流程自成独立系统的，可分别按成本项目计算每种产品的成本；对工艺流程混合生产的，先计算生产总成本，然后按下式计算每种产品的成本。

$$C_a=\frac{C}{Q_a\times K_a+Q_b\times K_b+\cdots\cdots Q_n\times K_n}\times Q_a\times K_a \qquad (4\text{-}4)$$

式中 C_a——甲种产品的单位成本，元/吨；

C——多种产品的生产总成本，元；

Q_a、Q_b……Q_n——各种产品的产量，吨；

K_a、K_b……K_n——各种产品的调拨（计划）价格，元/吨。

四、联合企业的成本计算

采、选、烧、炼联合企业，应分别计算其采矿、选矿、烧结或球团、冶炼的成本。公用设施（水、风、电）按用量分配其费用，或按作业成本计算单价再乘以其单位用量求得；企业管理费及服务性设施应按联合企业的生产工人人数比例分摊其费用。

五、设计成本亏盈的分析

设计成本亏盈的分析标准是国家规定的产品价格。铁、锰、硫、钴、铜、钼等矿山产品价格见附表2。

第五节 选矿设计技术经济比较和评价

一、选矿设计方案比较的技术经济方法

（一）方案比较的意义及注意事项

设计方案比较是设计最佳化的重要方法，其目的是使选矿厂设计达到技术上先进、经济上合理。参加比较的设计方案必须全面贯彻党的各项方针政策；技术先进，工艺成熟，生产可靠；选用的设备、材料符合国情；设计方案的技术基础资料准确落实；比较的基础一

致，具有可比性（当方案的产品数量或质量不相同时，应换算成相同的条件后方可比较；或进行单位指标比较）。

在方案比较中，每个方案几乎都要对基建投资、产品成本和劳动定员进行比较。同时，由于方案的性质和特点不同，往往还需比较其他有关指标，如：产品产量、品种、质量；资源利用程度；金属回收率；占地面积；主要基建工程量；建设时间；达产时间；设备重量；基建三材消耗；能源消耗；盈利指标；投资回收效益（或投资返本期）以及其他有关技术条件等。

在方案比较的计算过程中，需按每个方案逐项计算。对于相同部分或差别很小的项目可以不参与比较。分期建设的设计方案，其投资和经营费应按分期分别计算。

在方案比较中，当采用类似企业的指标时，一般应采用企业正常生产期间的年度平均先进指标。对于比较复杂或者影响方案取舍的重要指标，则需进行详细计算。

各方案的实物指标和价值指标，不仅要进行互相间比较，而且还应与现有各先进企业的有关指标及设计同类型较好企业的指标进行对比。这样，当新选厂投入生产后，在经济上才是先进的。

在方案比较中，如遇到两方案在投资和成本（或经营费）大致相同或差别不大时，就应选择技术上先进，生产上可靠，基建时间短的方案。但是，若国家对某种产品特别急需，就有可能采用某一个虽然投资稍大或成本稍高，而却能缩短建设期限，提前得到产品的方案。因此，对方案比较的各项指标，应有所侧重，区别对待。

（二）方案比较技术经济评价计算方法

1．相关投资计算法

相关投资计算法是从整个国民经济出发，计算与本企业设计方案影响重大、关系密切的相关部门（如炼铁、采煤、洗煤、炼焦、运输等部门）的投资及其效果的计算法。

在黑色冶金矿山设计中，一般以冶金企业连续生产所需的原料、燃料、运输、和炼铁生产等相关部门进行计算。而不必计算机械制造、建筑材料和生产过程中次要的及差别小的项目的相关投资项目。

2．基建投资回收期和方案比较返本期

（1）基建投资回收期是衡量评价各方案投资效果的指标。其计算式为：

$$T=\frac{K}{G-C} \tag{4-5}$$

式中 T——基建投资回收期，年；

G——产品总产值（或产品出厂价格），元；

C——总生产费用（或产品成本），元；

K——企业基建投资，元。

（2）返本期是指在方案比较中，用节约的年经营费回收优于基建投资超出部分的年限。即：

$$T=\frac{K_1-K_2}{C_2-C_1} \tag{4-6}$$

式中 T——返本期，年；

K_1与K_2——第一与第二方案的投资额，元；

C_1与C_2——第一与第二方案的年经营费用，元。

在方案比较中，常会遇到某方案投资高，但年经营费用少；而另一方案则投资低，但年经营费用高。这种情况下，就要以返本期来评价经济效果。但是，在设计中权衡方案的取舍是多方面的。由于返本期只能比较不同方案相对的经济效果，而不能包括影响方案选择的其他许多重要因素。所以在选择方案时，一般都要结合其他因素作综合分析来确定某一方案。

返本期是在一定的国民经济条件下制定的，它是随着时间、国家的投资能力、设备供应的难易程度及其他条件面变化的。目前，对于多花投资的返本期一般定为5～6年。

基建投资回收期和方案比较返本期，都是一种静态计算法。它们都没有动态地考虑资金周转过程中的利息问题；以及企业建设和生产全过程的经济效益问题（即“贴现法”的经济效益分析）。动态计算法，目前仍在研究讨论中，故本文不祥述。

（三）几个主要的方案比较项目

1．破碎、磨矿方案比较

磨矿作业是选矿厂中消耗能源最多、经营费较高的一个作业，它的电耗约占全选矿厂电耗的40～70%，如何降低磨矿能耗是很重要的一个问题。因此，在任何一个选矿厂设计中，都应进行破碎、磨矿的多方案比较。多方案项目有：

（1）常规磨矿的给矿粒度比较。对于小型选矿厂而言，球磨机给矿粒度一般在15～0毫米或12～0毫米；

（2）在破碎作业中或在自磨作业中增加磁滑轮进行干式磁选的方案比较；

（3）阶段磨矿阶段选别进行粗粒抛尾与一段磨矿或连续磨矿的方案比较；

（4）自磨与常规磨矿以及其他组合方法磨矿方案比较。

2．确定磨矿粒度的技术分析

磨矿粒度粗、细直接与能耗和选别指标有关，也与烧结或球团有关。现仅将主要涉及到的几方面简述如下：

（1）不同磨矿粒度的精矿品位同回收率的关系；

（2）不同磨矿粒度的选矿指标同精矿自熔比（CaO/SiO_2）的关系；

（3）不同磨矿粒度同综合回收的关系；

（4）不同磨矿粒度的选矿指标和精矿中杂质含量对冶炼的影响；

（5）不同磨矿粒度同精矿造块的关系；

（6）不同磨矿粒度同精矿管道长距离输送的关系；

（7）不同磨矿粒度同能耗、材料消耗、生产成本的关系。

3．选矿方法和厂址方案比较

选矿方法方案比较的基础是选矿试验研究报告。在进行这一比较中，必须结合各方案的全厂总体布置、各主要厂房的配置通盘考虑、详细计算其投资和经营费、并仔细分析。由于各方案的选矿指标不尽相同，故一般需要计算到炼铁，但有些方案当计算到选矿或造块时，就明显地反映出优劣，则不必再往下计算。

选矿厂厂址方案比较涉及到选矿工艺流程、选矿厂工艺厂房布置、原料供应、材料供应、产品输出、尾矿输送及贮存以及供水、供电、工程地质等等条件。因此，在计算其投

资和经营费时要全面考虑。

4．锰矿石加工处理方案比较

贫锰矿石的加工处理方法可分为机械选（一般的磁、重、浮、焙烧等选矿）锰、火法选锰和化学选锰三大类。设计中究竟采用哪种加工方案，主要取决于矿石性质和用户对产品的要求；同时要考虑国家对锰矿石资源的利用，满足国民经济计划对锰矿石产品数量和品种的要求，并要考虑经济合理、符合实际情况。一般应注意下述几个问题。

（1）贯彻“精料”方针，降低能源消耗：锰铁冶炼不管是用高炉还是电炉都要消耗较多的焦炭和电力。据某些冶炼锰铁企业指标分析：入炉锰矿石锰品位每提高1%时，高炉产量增加1.54%，焦比下降2.39%。因此，为了提高锰矿石品位，加强对锰矿石的选矿，应予足够重视。

（2）根据锰矿石的不同特点及其产品的用途，合理确定锰矿石的加工处理方法：对于碳酸锰矿石，一般需进行粗选（强磁选或重选）除去开采过程中混到矿石里的围岩和夹石，使矿石恢复到地质品位；或采取进一步的深选措施提高产品质量。最终产品需经焙烧或烧结才能入炉冶炼；对于铁锰矿石（锰铁比为0.5～0.8），易选者可通过机械选矿方法处理，而难选者，特别是含磷、含砷高的贫杂铁锰矿石，一般可采用火法冶炼富锰渣，以提高产品的锰铁比，并除去有害杂质；对于含锰灰岩（某些炭酸锰矿石经焙烧后含锰为17～18%、含铁1%、含二氧化硅9～16%、含氧化钙35～40%）可作为高炉锰铁冶炼配料代替石灰石使用；对于一般选矿方法难以处理的贫锰矿石，也可以采用连二硫酸法、稀硫酸热浸法等化学选锰方法，以获得低磷、低铁和含有极少量其他杂质的优质精料产品，供给化工、军工和冶金之用。化学选锰生产成本较高，不宜大量采用。

总之，不论采用哪种选锰方法，都要根据选矿和冶炼试验研究成果，并进行详细的技术经济计算、分析研究才能最终确定。

二、选矿设计技术经济效益评价

（一）技术经济效益评价的意义

选矿厂设计必须贯彻党和国家的各项方针政策，服从国家发展国民经济计划的需要，讲求技术经济效益。

设计指导思想是否正确，设计方案选择是否正确，各项指标定额选取是否合理先进等，都直接影响设计的技术经济效益。只有通过对设计的技术经济效益进行评价揭示矛盾、提出措施，才能完善设计、提高设计的质量。

（二）主要技术经济指标分析

设计中主要对劳动生产率、成本、投资三大指标进行分析，其方法是以同类型选矿厂实际的（或设计的）先进指标进行对比，分析其构成或高或低的原因，并提出提高劳动生产率、降低生产成本、节约基建投资的主要途径和措施。

（三）技术经济效益评价内容

小型铁、锰选矿厂设计的技术经济效益评价内容一般有下述几方面：

1．从贯彻党和国家有关经济建设的方针政策方面评价；

2．从合理利用国家资源方面评价；

3．从能源消耗方面评价；

4．从满足国家需要，发展钢铁工业方面评价；

5．从促进钢铁工业技术进步方面评价；

6．从有效利用国家建设资金和增加国家资金积累方面评价；

7．从综合利用与“三废”治理方面评价。

在设计技术经济效益评价工作中，曾采用“基建投资回收期”和“返本期”作为一个评价指标，但是由于选矿厂受资源及自然条件影响甚大，所以上述指标的评价应视具体情况而定。

第五章　工艺流程及设备选择

第一节　工艺流程及设备选择的注意事项

选择工艺流程及设备必须贯彻设计任务书的规定，若有特殊情况，应向主管部门请示，除此之外，还应注意如下几点。

一、矿山采运方法及原矿性质

矿山开采、装运方法与原矿粒度、采出矿石中的废石混入率、矿石含泥含水都有直接关系。因此选择工艺流程及设备时，应深入了解矿山开采、装运方法。

矿体埋藏情况，矿石及围岩的物理化学性质与工艺流程及设备的选择也是紧密相关的。若矿体性质有变化则会影响到选矿生产初期和后期的流程变化，因此选矿流程、设备和厂房的配置应留有适当余地。矿石及围岩的物理性质，如硬度、比重、容重、节理、含泥、含水将影响破碎、磨矿流程的选择及其处理能力，往往要从这些数据中确定是否需要洗矿？是否要采用自磨？应该选用什么类型的破碎流程和设备等等。矿石及围岩的化学性质直接与综合回收、“三废”治理和设计流程有关。

二、选矿试验报告

选矿试验报告是设计中确定磨矿及选矿流程最重要的依据。试验报告中不可缺少的数据有：矿石的磨矿难易度（或功指数）、磨矿粒度；选矿流程及各作业技术数据；综合回收流程及数据；原矿、精矿、尾矿的多元素分析。精矿多元素分析数据将给造块及炼铁提供必要的条件，尾矿的多元素分析将提供近期或远期利用废物的可能条件。

三、同类型选矿厂的生产经验

要使设计做到心中有数，确实可靠，应对处理同类型矿石的选矿厂生产情况作仔细地对比分析，从中吸取成功经验，并可参考其生产实践进行设计。应注意，所谓同类型矿石，是指可选性基本相同的矿石。

四、自然条件

自然条件对选择流程及设备影响也是很大的。若当地水源极端困难，又属雨水稀少的干旱地区，即使干磨干选的工艺指标比湿磨湿选差一点，也可考虑选择真正成功的干磨干选流程；若水源充足，且靠近选厂，则不回收利用尾矿水也可能是经济的；若该地区冬季特别寒冷，在投资有限，燃料不足的情况下可暂时考虑冬季停产或减产而其它季节扩大生产的措施。此时确定设备能力应有富余。总之，由于条件不一，因此在选择流程及设备时要充分重视这一问题。

第二节　设计流程及设备台数的确定

一、设备作业率

设备全年工作小时数与年日历小时数之比的百分数称为设备作业率。

选矿厂破碎作业生产条件较差，设备易损件多，原矿粒度大，设置贮量很大的原矿受矿仓是不经济的，所以破碎作业的工作制度多数与采矿、运输系统一致。

坑内采矿一般为间断工作制，即休假日的三班制。而露天矿多数为连续工作制，即不休假日的三班制。二班制的矿山不多。

推荐的破碎设备作业率见表5-1。

若选矿厂的磨矿、选别、脱水作业设备生产条件较好，加之磨矿前的磨矿仓及选别脱水后的精矿仓贮量都足够大时，其作业率比较高。推荐磨矿选别设备作业率见表5-1，实例见表5-2。

表 5-1 推荐的小型选矿厂设备作业率

作业条件	破碎作业		三班生产的磨、选及脱水作业			
	三班生产	二班生产	洗矿	重介质	干式自磨	磁、浮、重
作业率（%）	约55	约45	约55	70	75	85

表 5-2 选矿厂作业率实例

序号	厂名	主要设备	作业率（%）	年份
1	马兰庄选矿厂	φ2700×2100 球磨、磁选、18米²过滤	86.1	1975
2	祥山选矿厂	φ1500×3000 球磨、磁选、摇床、沉淀池	81～82	1976～1977
3	涿鹿矿冶厂	φ2100×2200 球磨、磁选、沉淀池	83.6	1974
4	柳河选矿厂	φ3′×8′ 球磨、磁选10米²过滤	87	1974～1975
5	同乃选矿厂	φ3000×1000干式自磨、干式磁选	64.3	1974
6	立新选矿厂	φ4000×1400干式自磨、φ2700×3600球磨	60.49	1975
7	白庙重介质选厂	400×5000 振动槽、梯形跳汰等	约60	1976

二、设计流程量的确定

设计流程量是根据选矿厂设计规模和设备作业率确定的。计算公式为：

$$Q_s=\frac{Q_n}{8760\times Z_s} \tag{5-1}$$

式中 Q_s——设计流程量，吨/时；

Q_n——设计规模，吨/年；

Z_s——综合的设备作业率，%；

8760——年日历小时数。

三、设备台数的确定

设备台数

$$n=\frac{Q_s}{Q} \tag{5-2}$$

式中 n——设备台数，台；

Q_s——设计流程量，吨/时；

Q——设备处理能力，吨/台·时。

第三节　工艺流程的选择与实例

一、破碎流程

（一）破碎段数的确定

1．破碎段数和破碎比的关系

破碎段数是选择破碎流程的重要参数之一，它取决于要求达到的总破碎比 Σi 和选用破碎设备可能达到的破碎比 $i_x(x=1, 2, \cdots n)$。

Σi 和 i_x 有下列关系：

当 $\frac{\Sigma i}{i_1}$ 小于或等于 1，且 Σi 大于 1 时，则破碎作业为一段。即可选用一种型号的破碎机进行一次破碎作业；

当 $\frac{\Sigma i}{i_1}$ 大于 1，且 $\frac{\Sigma i}{i_1 \times i_2}$ 小于1时，则破碎作业为二段；余者类推。

2．破碎比

（1）总破碎比

总破碎比 Σi 为原矿最大粒度 D_y 与最终产品最大粒 D_c 之比，即：

$$\Sigma i=\frac{D_y}{D_c} \tag{5-3}$$

原矿的最大粒度与矿体赋存条件、矿山规模、采矿方法、矿山装卸及运输设备有关，一般由开采设计确定。

小型坑内矿及小型露天矿，当采用0.5米^{3}以下铲斗装矿时，其采出矿石最大粒度一段为350毫米；小型露天矿当采用1米^{3}铲斗装矿时，其采出矿石最大粒度为500毫米。

小型选矿厂要求破碎产品的粒度，应根据磨矿和入选矿石的嵌布粒度及设备的要求确定。破碎产品的粒度的一般数据见表5-3。

表 5-3　破碎产品粒度的一般数据

选矿厂设备类型	筛分洗矿	槽式洗矿	磁滑轮	重介质	跳汰	自磨	球磨
要求破碎产品粒度（毫米）	350 以下	75以下	200 以下	75～0 或50～0	50～0 或10～0	350～0	20～0 或12～0

由上式可见，若将粒度为500～0毫米的原矿破碎至20～0毫米时，则总破碎比为：

$$\Sigma i=\frac{D_y}{D_c}=\frac{500}{20}=25$$

（2）设备破碎比

设备破碎比系指某破碎设备允许最大给矿粒度与其合适的产品粒度之比。

破碎设备允许最大的给矿粒度，对于颚式破碎机，为其给料口宽度的90～85%；对于圆锥破碎机，可与其给矿口宽度相近。

破碎设备的破碎比，视设备型号、开闭路作业不同而有差异。

颚式和圆锥破碎机最大排矿粒度与其排矿口之比 Z 的参数以及排矿中大于排矿口尺寸

的过大颗粒含有率S有关，见表5-4。

表 5-4 破碎机工作参数Z和S值

	破碎机型号							
	颚式		弹簧标准圆锥		弹簧短头圆锥		液压中型圆锥	
	Z	S（%）	Z	S（%）	Z	S（%）	Z	S（%）
坚硬 $f>12$	1.75	38	2.4	53	2.9～3.0	75		
中硬 $f=8$～12	1.6	25	1.9	35	2.2～2.7	60	1.4～1.8	
较软 $f<8$	1.4	13	1.6	22	1.8～2.2	38		

注：1．弹簧中型圆锥与标准型相近；

2．闭路破碎取小值。

根据破碎机样本，并通过表5-4进行推算：当颚式及圆锥破碎机开路作业时，其设备破碎比$i_s=3$～5；当中型及短头型圆锥破碎机闭路作业时，其设备破碎比$i_s=4$～8。

3．破碎段数的选定

由上述分析可知，小选厂的破碎段数：当采用自磨流程时，最多只需一段；当采用洗矿、重选流程时，最多只需两段；当采用球磨流程时，一般需两段，而且最好是两段一闭路破碎或三段-闭路破碎。

（二）破碎流程的选择

据调查，小型选矿厂的破碎流程种类繁多（见表5-5），而常用的为图5-1所示的几种，分述如下：

1．一段开路破碎流程

由于一段开路破碎的破碎比太大，破碎机的处理能力将大大降低，产品粒度也不易达到50～0毫米以下；同时由于磨矿作业的给矿粒度过大，也大大降低了球磨机的处理能力，例如，球磨机的给矿粒度由20～0毫米改为50～0毫米，其处理能力约降低15%。所以，采用球磨机磨矿流程的选矿厂不应选用一段开路破碎流程。

2．二段开路破碎流程

二段开路破碎流程的小型选矿厂很多，例如河北省和江苏省的多数小型选矿厂采用了达种流程。

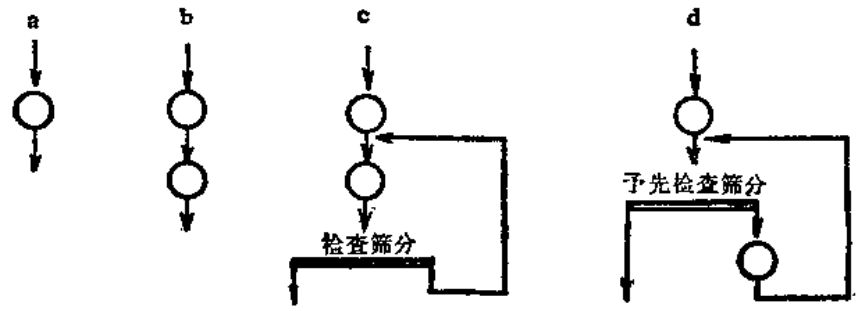


图 5-1 小选厂常用破碎流程

a—一段开路；b—二段开路；c—二段一次检查筛分闭路；d—二段一次预先检查筛分闭路（c和d—通称二段一闭路破碎流程）

当两段破碎流程都采用颚式破碎机时，设备简单，易于订货。但其最大的缺点是破碎产品粒度粗，由此引起球磨机产量低，钢球、衬板和电力消耗大。

表 5-5 小型铁矿选厂破碎流程实例

流程类型	厂矿名称	规模（万吨/年）	矿石硬度（f）	设备规格及台数	粒度（毫米）	
					给矿①	产品
一段开路	丹阳钢铁厂选矿车间	5		1台400×600颚式破碎机	350～0	50～0
	塔儿山铁矿选矿厂	16		1台400×600颚式破碎机	350～0	50～0
	正定铁厂选矿车间	10		1台400×600颚式破碎机	350～0	100～0
二段开路	小余太铁矿选矿厂	12	10～12	1台400×600、1台250×400颚式破碎机	350～0	50～0
	贺皇铁矿选矿厂	10		1台400×600颚式破碎机，1台ϕ600×700锤式破碎机	350～0	25～0
	围岗铁矿选矿厂	5	8～15	1台400×600颚式破碎机，1台ϕ900中型破碎机	350～0	40～0
	涿鹿矿冶厂	10		1台400×600颚式破碎机，1台ϕ900中型破碎机	350～0	20～0
	宜兴钢铁厂选矿车间			1台400×600颚式破碎机，1台ϕ900中型破碎机		15～0
二段一闭路	溧阳钢铁厂选矿车间	5		1台400×600、1台250×400颚式破碎机	350～0	18～0
	高戈庄铁矿选矿厂	32	8～12	2台400×600颚式破碎机、2台ϕ1000×1000锤式破碎机	350～0	20～0
	酒埠江铁矿选矿厂	10		2台400×600颚式破碎机、1台ϕ1000×1000反击破碎机	350～0	15～0
三段开路	下口铁矿选矿厂	7		1台400×600颚式破碎机、2台250×400颚式破碎机、1台ϕ600对辊破碎机	350～0	20～0
	石村铁矿选矿厂	35	5～8	1台600×900、3台400×600颚式破碎机、3台ϕ900中型圆锥破碎机	500～0	20～0
	马兰庄铁矿选矿厂	20	8～12	1台400×600颚式破碎机、1台ϕ900标准圆锥破碎机、1台ϕ900短头圆锥破碎机	350～0	20～0
三段一闭路	祥山铁矿选矿厂	15	9～14	1台400×600、1台400×600颚式破碎机、1台ϕ1200短头圆锥破碎机	350～0	25～0

① 不少厂的原矿（给矿）粒度实际比统计表中大，以人工锤碎后进第一段破碎。

第二段选用圆锥破碎机是很理想的。但是，当矿石中若含粘、湿粉矿较多时，则破碎腔易被堵塞。

3．二段一闭路破碎流程

组成二段一闭路流程的常用设备有颚式，颚式与圆锥、与锤式、与反击式、与对辊等破碎机。筛分设备多数采用振动筛，少数也有采用圆筒筛。

由于筛分设备与第二段破碎机的组合形式不同，这种流程又可分为两种类型。

（1）两段一次检查筛分闭路破碎流程

这种流程的振动筛置于第二段破碎机后。其优点是，振动筛和带式输送机负荷轻，振动筛的给矿粒度较细，因此振动筛可使用轻型筛网，且寿命较长。其缺点是，配置系统较

复杂，进入第二段破碎机的矿石没有经过预先筛分，因而潮湿的粘性粉矿易堵塞破碎机，影响产量和产品粒度。

（2）两段一次预先与检查筛分闭路破碎流程

这种流程的振动筛置于第一、二段破碎机后，即两段破碎机的产品集中筛分，筛上产品与第二段破碎闭路。其优点是，两段破碎机可集中在一座厂房内，配置紧凑，节省带式输送机，潮湿粘性粉矿已在第二段破碎之前预先筛出，从而改善了该设备的工作条件。其缺点是，振动筛及集矿带式输送机负荷重。筛分设备最好选用双层振动筛。

二、磁滑轮干选废石流程

各种采矿作业中，矿体中的夹层或顶底板岩石不可避免地混入于被采矿石中（一般小型露天矿及地下矿，采出之原矿中约含废石15%左右）。因此一些小型磁选厂将粗破碎或中破碎后的带式输送机头部滚筒改装了磁滑轮，进行干式磁选抛除废石。从而提高了选矿厂的生产效率，降低了磨选能耗及生产成本，磁滑轮的选别指标实例见表5-6。

表 5-6 磁滑轮干选废石实例

厂名	规格（毫米）	入选粒度（毫米）	废石产率（%）	提高品位（%）	回收率（%）	备注
祥山铁矿选矿厂	ϕ750×800	35～0	10～15			露天矿
金岭铁矿选矿厂	ϕ1030×1045（电磁）	200～0	16.16	7.76	98.82	露天矿
马兰庄铁矿选矿厂	ϕ800×1000	80～0	7～8	2～3		露天矿
莱芜铁矿马庄选矿厂	ϕ800×1000	120～0				地下矿

三、磨矿分级流程

磨矿分级流程的选择，主要是确定磨矿机及分级机类型、磨矿段数、磨矿机与分级设备的组合形式。在选择和确定磨矿流程时，应根据矿石可磨性、可选性、要求的入选粒度、设备来源和建厂地区的自然条件综合考虑。同时还应对处理同类型矿石的选矿厂进行必要的调查研究。

随着新设备的不断增加，磨矿流程也在不断地发展和改进。

按磨矿机设备类型不同，有湿式球磨流程、湿式棒磨流程、湿式自磨流程、干式自磨流程等。选择球磨或自磨磨矿流程，主要取决于处理矿石的可磨性、含泥及含水量的大小。

由于自磨机的进料粒度可这350毫米，一段磨矿粒度可达60%－200目。所以，若应用自磨磨矿流程，则可取代中细破碎、筛分及球磨作业。从而简化了流程，节省了建筑面积，但由于自磨机利用系数不高，设备规格大、价格贵，所以对于小选厂而言其单位投资不见得比球磨流程低。可是，由于它不消耗钢球，劳动定员少，所以经营管理费用较低，但是自磨流程电耗较高。

自磨流程有干、湿两种。湿式自磨特别适于处理含泥含水多的矿石。干式自磨流程要求原矿含水小于5%，故适合于在严重缺水的干旱地区使用，干式自磨矿尘污染较为严重。

就磨矿段数来讲，有一段、二段与多段之分。一段磨矿细度可达 70%－200 目，当超过75%－200目时应采用二段磨矿。

常用的磨矿流程有一段开路球磨，一段闭路球磨，二段闭路球磨，干式自磨，开、闭

路湿式自磨流程，还有自磨机与球磨机构成的二段一闭路磨矿流程。各种磨矿流程的实例见表5-7。

表 5-7 磨矿流程实例

流程类型		厂名	规模（万吨/年）	设备规格（毫米）	矿石硬度（f）	给矿粒度（毫米）	磨矿粒度 −200目占（%）
球磨	一段开路	古交钢铁厂选矿车间	5	ϕ900×1800			18
		下口铁矿选矿厂	15	ϕ2700×2100		20～0	30
		正定钢铁厂选矿车间	10	ϕ1500×2400		100～0	40
		赞皇铁矿一选厂		ϕ1200×3200		25～0	50
	一段闭路	高戈庄铁矿选矿厂	32	ϕ2700×2100	8～12	20～0	45～50
		仪征铁矿选矿厂	10	ϕ1500×3000	8～12	30～0	60
		韦岗铁矿选矿厂	5	ϕ1500×3000	8～15	40～0	60
		宜兴钢铁厂选矿车间	5	ϕ1500×3000		15～0	65
		祥山铁矿选矿厂	15	ϕ1500×3000	9～14	25～0	65～70
	二段磨矿	新安钢铁厂选矿车间		ϕ1500×3000 ϕ1500×3000		50～0	85
		马兰庄铁矿选矿厂	20	ϕ2700×2100 ϕ1500×3000	8～12	22～0	50～60 90
自磨	一段湿式	东丰钢铁厂选矿车间	10	ϕ4000×1400	12	350～0	60
		潘洛铁矿选矿厂		ϕ4000×1400	7～9	170～0	34～40
	一段干式	武威钢铁厂选矿车间	5	ϕ3000×1000	8～12	350～0	38
		同乃铁矿选矿厂	6	ϕ3000×1000	8～10	300～0	30
		磊口铁矿选矿厂	20	ϕ4000×1400		350～0	40
自磨与球磨	湿式	卧龙钢铁厂选矿车间	25	ϕ4000×1400 ϕ3′×8′	12～16	300～0	34
	干式	立新铁矿选矿厂	12～18	ϕ4000×1400 ϕ2700×3600		500～0	40～45 75～80

（一）球磨流程

1．一段开路磨矿

采用一段开路磨矿的小型选矿厂，就全国而言是极少的。

开、闭路球磨磨矿指标的差异是相当大的，由第八章可见，吴县钢铁厂选矿车间开路磨矿之利用系数、精矿品位都低于闭路磨矿指标，而尾矿品位却都高于闭路磨矿。

2．一段闭路磨矿

采用一段闭路磨矿的小选厂比较多，效果也比较好。与球磨机构成闭路的分级机大都采用螺旋分级机。其磨矿粒度一般为50～60%－200目，最低为30%，最高为70%。

3．二段闭路磨矿

二段闭路磨矿可分为连续磨矿和阶段磨矿两类。目前尚未有30万吨/年以下连续磨矿

的小选厂。阶段磨矿亦不多，仅有新安、凤城、祥山、马兰庄等四个小选厂。祥山和马兰庄铁矿选矿厂实际是精矿细筛后（筛孔前者为75目，后者为0.3毫米）筛上中矿再磨流程，祥山是返回第一段磨矿机中再磨，而马兰庄是第二段再磨。

祥山及马兰庄选矿厂是我国小型铁矿选矿厂的好典型。由于增加细筛再磨作业，使技术经济指标达到同类型选矿厂的先进水平。如精矿品位和回收率已分别超过67%和83%；精矿成本已降到40元/吨以下。因此，加细筛再磨的经验是值得推广的。

阶段磨矿阶段磁选可以降低磨矿、选矿能耗，尤其是在第一段粗磨、粗选、抛除尾矿的情况下效果更为显著。

（二）一段自磨流程

1．干磨干选流程

干磨干选流程，即干式自磨干式磁选流程。采用干磨干选的小选厂不多，其主要原因是：虽然这种流程具有不消耗钢球，节省衬板的优点，但是其电力消耗（由于采用风力分级）比湿式磨矿高。虽然消耗水少，但是却对原矿含水有较严格的要求（含水超过5%，操作将发生困难），并且其选别指标一般比湿式要低（指处理同一矿石）。另外，干磨干选作业矿尘污染甚是严重。

鉴于上述原因，干磨干选流程仅适应严重缺水的干旱地区，而在我国南方多雨地区不宜采用这种流程。

2．湿式自磨流程

采用湿式自磨流程的小选厂也不多，其主要原因是地方企业制造自磨机有困难；此外，采用自磨机须事先进行一定规模的试验也有困难。虽然如此，有一些小选厂还是应用了湿式自磨流程。一般说来，在处理含泥含水多的粘性矿石时，自磨机的优越性比较突出。例如黄梅山铁矿选矿厂，原来采用破碎、洗矿、棒磨流程，因为原矿含有63～83%粘性泥土及粘土块，含水高达5～10%，致使破碎、洗矿作业无法正常生产，所以该矿不得不将原流程改为湿式自磨流程。

闭路湿式自磨的分级设备一般用振动筛、水力旋流器和螺旋分级机。目前小选厂只用螺旋分级机一种。湿式自磨机与螺旋分级机的机组配置比较复杂。自磨机的排矿和分级机返砂无法自流，过去一般用泥勺机提升，最近的设计也有选用重型斗式提升机提升的。实践证明一段闭路自磨不能充分发挥自磨机的生产效能。

（三）自磨、球磨两段磨矿流程

采用自磨、球磨两段磨矿流程的小型选矿厂有卧龙钢铁厂选矿车间和立新铁矿选矿厂。卧龙为湿式自磨，立新为干式自磨。

生产实践证明第一段采用干式自磨，第二段采用湿式球磨，没有得到节省水耗的目的，相反使生产过程复杂化。

四、选矿流程

小选厂的选矿流程与大厂一样，种类很多。但在目前以单一磁选流程最多，用浮选法选别铁矿石的小选厂只有邵东钢铁厂选矿车间一个，但是由于存在着多种技术、经济问题至今还没有正式投入生产，综合回收铜等有用矿物的浮-磁选矿厂为数不多。

（一）磁选流程

磁选流程有单一弱磁选、单一强磁选和弱磁-强磁选三种。

1．单一弱磁选流程

单一弱磁选流程，系指用磁场强度为2000奥斯特以下的磁选机选别比磁化系数 $K \geqslant 3000 \times 10^{-6}$ 的强磁性矿物的磁选流程。目前，小型铁矿选矿厂多采用永磁磁力脱水槽和永磁筒式磁选机等湿式磁选设备。永磁磁力脱水槽虽有设备简单，不消耗电力等优点，但是其设备高差大，底阀间隙不易控制（对小选厂而言）耗水量较大，所以多数小选厂没有采用磁力脱水槽。一些原来采用了磁力脱水槽的小选厂也有将其换成磁选机的，例如，马庄铁矿选矿厂和马兰庄铁矿选矿厂将原脱磁-磁选-脱磁流程改为脱磁-磁选-磁选后，精矿品位提高约2%。

据统计资料分析，目前不少小型选矿厂由于处理易选矿石而采用了一段磁选流程，取得了较高的选别指标，例如河北省、江苏省一些处理矽卡岩型矿石的小型铁矿选矿厂都采用这种流程。但是，对于处理那些稍难选的矽卡岩型以及沉积变质型磁铁矿，一次磁选就显得不够，例如洋山铁矿选矿厂由一次磁选改为二次磁选后，精矿品位可提高2～4%，个别可提高7%。

阶段磨矿阶段磁选的小型选矿厂虽然不多，但是细磨能使细粒嵌布的矿石充分达到单体分离，选别指标较好。另一方面，第一段磁选可抛除部分粗粒尾矿，减轻了第二段磨选的负荷，是比较经济的。马兰庄铁矿选矿厂是小型选厂中采用细筛再磨再选的好典型。

除上述湿式磁选流程之外，还有干磨干选流程。

单一弱磁选流程实例见表5-8。

2．强磁选或弱磁-强磁选流程

强磁选流程适合处理弱磁性矿物，如褐铁矿、赤铁矿、菱锰矿等。

目前由于强磁选设备尚处于试验研究阶段，系列化产品较少。加之强磁选机造价高，材料来源困难，所以除了个别试验厂外，尚无小型强磁选选矿厂。

（二）焙烧磁选流程

弱磁性铁矿石和非磁性黄铁矿经磁化焙烧后，可以成为人造磁铁矿石。从而可采用生产能力高、分选指标好、成本低的弱磁场磁选机选别。

磁化焙烧有还原焙烧、中性焙烧和氧化焙烧三种。

还原焙烧适用于赤铁矿、褐铁矿等弱磁性氧化铁矿石。焙烧时首先将矿石加热到还原所需温度，然后通入还原气体或过剩的固体燃料使之还原成 Fe_3O_4。

中性焙烧适用于菱铁矿。菱铁矿在中性气分中加热得到 Fe_3O_4，CO_2 将挥发。

氧化焙烧适用于黄铁矿。黄铁矿在氧化气氛中加热会自燃，挥发出 SO_2 作为制造硫酸的原料，而烧渣则为 Fe_3O_4 和 Fe_2O_3 的结合体，其比例视制酸要求及控制气氛的差异而有所不同。

目前，小型铁矿选矿厂应用还原焙烧磁选流程的有新安钢铁厂选矿车间、宣化钢铁公司第一铁厂选矿车间和酒埠江钢铁厂选矿车间。其主要指标见表5-9。而中性焙烧磁选尚无实例，氧化焙烧磁选的实例有衡阳和烟台等化工厂。由于氧化焙烧属化工工艺，本书不论述。

焙烧磁选工艺的能耗和生产成本都是比较高的。这种工艺有被淘汰的可能。

（三）重选流程

重选流程包括洗矿、跳汰、摇床、重介质等重选方法。由表5-10可见，安徽、江西、

表 5-8 单一表磁选流表实例

磁选次数	厂名	选用设备		选别指标（%）			
		磁选机	磁力脱水槽	原矿品位	精矿品位	回收率	尾矿品位
一次磁选	赞皇一选厂	φ600×1500		25～30	63～64		
	石板坡铁矿选矿厂	φ600×900		40	62～63	82	11
	东郝庄铁矿选矿厂	φ600×1500		40	61～62	85	10
	下口铁矿选矿车间	φ1000×1500		30	52		10
	周台子铁矿选矿厂	φ600×1500		30	62～64	90	4
	古交钢铁厂选矿车间	φ600×1800		49.15	67.19	96	7～9
	塔儿山铁矿选矿厂	φ600×1800		31.98	62.24	86.56	7.66
	吴县钢铁厂选矿车间	φ600×1800		46.58	66.22	84.6	17.22
	卧儿岗铁矿选矿厂	φ750×1800		20	65	80	
	溧阳钢铁厂选矿车间	φ750×1800		42.13	65.36	88.3	
二次磁选	正定铁厂选矿车间	φ600×1500		35	60	76	15
	涿鹿矿冶厂	φ600×1500 φ600×1800		28.4	60	88	5.7
	玉泉岭铁矿选矿厂	φ600×1800		38.18	61.74	84.68	12.4
	马陵铁矿选矿厂	φ600×1500		28	66.3	81	6.9
	小王庄选矿厂	φ600×1500	φ1600	32	60～65	75～80	10～12
	小余太铁矿选矿厂	φ600×1500 φ600×1800		32	58～60	88～90	8.5
三次磁选	林海铁矿选矿厂	φ600×1800	φ2000	33～37	57～63	80～85	9～11
	双鸭山铁矿选矿厂	φ750×1800	φ1600	26.8	60		7.05
	东半钢铁厂选矿车间	φ600×1500	φ2000	22	60.9	74.37	7.67
	柳河铁矿选矿厂	φ600×1500	φ1200	35	62	89.7	7.5
	张庄铁矿选矿厂	φ600×1500 φ750×1800	φ2000	30	62	79～85	8～10
阶段磨矿阶段磁选	凤城钢铁厂选矿车间	φ600×1500		24.3	65.4	80.2	6.8
	马兰庄铁矿选矿厂	φ600×1500		24.58	63.63	84.77	5.64
	漓渚铁矿二选	φ600×1800	φ1600	24.65	56	65.85	9.4
干磨干选流程	武威钢铁厂选矿车间	φ600×900		23.5	63.5	73.4	8.65
	同乃铁矿选矿厂	φ600×650		29.5	62.8	78.9	9.8
	磊口铁矿选矿厂	φ600×900		36.4	59.9	78	12.5
	扭头沟铁矿选矿厂			30～35	58	79	

湖南等省中高品位的赤铁矿和多数氧化锰矿采用了重选流程。由于重选流程中的跳汰机、振动流槽等设备的入选粒度可达50毫米，故一般不需磨矿，加工费比较低，一般为2元/吨原矿左右。但是，铁矿石重选指标不太理想。

表 5-9 还原焙烧流程实例

厂名		新安选厂	宣钢选厂	宫钢选厂	酒埠江选厂
炉型		竖炉	斜坡炉	斜坡炉	斜坡炉
炉子规格		25米³	6.4米²	3.38米²	3.38米²
投资（万元）		32	22	4（不包括厂房）	约8
生产能力（吨/时）		3～3.5	15	5	3.5
原矿性质		赤铁矿	沉积鲕状赤铁矿	沉积鲕状赤铁矿	沉积鲕状赤铁矿
入炉粒度（毫米）		50～10	15～0	15～0	15～0
加热带温度（℃）		700～800			
还原带温度（℃）		570	650～750	650～750	650～750
热耗（万大卡/吨）		40～50	35～38	38～40	
煤气种类		高炉煤气	高炉煤气	高炉煤气	高炉煤气
磨矿细度（－200目%）		85			
选别指标	原矿品位（%）	39	47.27①	38～40	约42
	精矿品位（%）	62	60.4	59～60	54
	回收率（%）	85	80.4	76～80	69
	尾矿品位（%）	13	25.4	20～23	37

① 为焙烧矿品位。

重介质或跳汰选别流程，一般只能丢掉采矿时混入的废石，达到恢复地质品位或稍高于地质品位的要求。

采用摇床作为铁矿石深选作业的选矿厂为数不多。凤凰山铁矿曾建成一座规模为20万吨/年的摇床-螺旋溜槽选矿厂，终因指标不好、成本过高而拆除，被重介质选矿厂所取代。湖南省石门钢铁厂和益阳牛轭弯铁矿都已基本建成以摇床为主的重选厂，至于其选别效果如何，有待今后考察。

（四）磁-重联合流程

采用磁-重联合流程的选矿厂，除祥山铁矿选矿厂及湘潭锰矿外，还有选厂利用摇床回收磁尾中的赤、镜铁矿的。由表5-11可见，利用摇床扫选混合矿之磁选尾矿总回收率仍然只有70%左右，综合精矿品位55%左右；当利用摇床或离心选矿机扫选以磁铁矿为主的磁选尾矿时，则综合选别指标很好。

（五）综合回收采用浮-磁及其他流程

一些矽卡岩型及热液型磁铁矿中常含有硫、铜、钼、钴等有用矿物，对其进行综合回收是很必要的。事实证明，小选厂可以做好综合回收工作，表5-12仅仅统计了部分已投产并取得了较好成果的小铁矿选矿厂。目前，还有不少厂矿正在增建综合回收措施，其中以

表 5-10 铁、锰重选厂实例

流程分类	厂名	主要设备	选别指标（%）			
			原矿品位	精矿品位	回收率	尾矿品位
洗矿手选	黄梅山铁矿洗矿	1070×4600槽式洗矿机	含泥65～83	47.29		10
	和睦山铁矿洗矿	1070×4600槽式洗矿机 φ600螺旋选矿机	40.5	47.85 53.55	73.92	
	上株岭铁矿选矿厂	φ800圆筒筛 φ600螺旋选矿机	47	50		
	塔山锰矿洗矿	1070×4600槽式洗矿机	15～20	23～25		15
	八一锰矿洗矿站	1070×4600槽式洗矿机	15.6～8.86	33.35～24.6	98.62～87.87	0.40～2.61
	湘潭锰矿洗矿	振动筛、螺旋分级机	21	23		10
跳汰	株岭坳铁矿选矿厂	600×900、600×1000 800×1500跳汰机	45～48	53～55 50～52	85～87	25～28
	田湖铁矿选矿厂	1200—2000×3600梯形跳汰机	30.60	38.60	81.87	15.80
	利国铁矿跳汰厂					
跳汰摇床	下田锰矿选矿厂	哈磁式跳汰机、6S摇床	50 (MnO_2)	65.70 (MnO_2)	75	
	郴州矿冶厂	哈磁式跳汰机、6S摇床		MnO_2 提高5%		
	湘潭锰矿锰粉车间	哈磁式跳汰机、6S摇床	34.07	37.9	81.6	
重介质	白庙铁矿区选矿厂	400×5000振动槽、 1200—2000×3600梯形跳汰机 1000×2000复振跳汰机	33.23	45.90	74.49	
	凤凰山铁矿选矿厂	400×5000振动槽、梯跳、700×900矩跳	36.5	47	80.8	18.8

表 5-11 磁-重联合流程实例

厂名	矿石	流程简述	主要设备	选别指标（%）			
				原矿品位	精矿品位	回收率	尾矿品位
祥山铁矿选矿厂	磁铁矿	两次磁选，75目细筛，筛下铁精矿，筛上产品摇床分选除云母	φ600×1500永磁选机、1850×4500摇床	31.91	66.91	83.44	8.61
烟台化工厂（硫铁矿烧渣选矿）	硫铁矿烧渣	两次磁选(一粗一扫)一次摇床	φ600×1500永磁顺流式、φ600×900永磁半逆流式、1800×4500摇床	48～52	57～59	70	37～42
钟山铁矿选矿厂	磁、赤混合矿	弱磁—中磁—摇床	φ780×1750磁选机、φ2000强磁环、800×4250双联三层摇床	31	50		25

续表 5-11

厂名	矿石	流程简述	主要设备	选别指标（%）			
				原矿品位	精矿品位	回收率	尾矿品位
桃冲铁矿选矿厂	镜、磁混合矿	一次磁选，磁尾一次摇床	φ780×1800永磁选机、1800×4500摇床	26～29（68%镜铁精矿）	49～53	69	13～14
湘潭锰矿重介质-强磁试验装置	碳酸锰矿	13～2毫米重介质旋流器选别，2～0毫米强磁选机选别	φ300旋流器，GC-200强磁选机	17.6	22.43（烧后32.95）	85.34	7.3
祁东铁矿选矿实验厂	微细嵌布磁矿	95%－200目絮凝脱泥-磁选-离心选-97%，－400目三次絮凝脱泥（絮凝剂为腐植酸铵）	φ3000、φ2000、φ1500脱泥斗，φ750×1500永磁机，φ800×600离心选矿机	28.61	62.97	72	11.9

表 5-12 综合回收浮-磁流程实例

厂名	矿石性质	流程简述	品位（%）		回收率（%）
			原矿	精矿	
坪上铁矿选矿厂	热液交代含铜、硫磁铁矿	先浮后磁	Fe=28 Cu=0.2	62 8～12	90.5 50～60
镇江钢铁厂选矿车间	矽卡岩型磁铁矿	先浮后磁	Fe=46.64 S=2.5～3.5	65.41 35	82.98
韦岗铁矿选矿厂	矽卡岩型磁铁矿	先浮后磁	Fe=30.2 S=3	60.15 45	75
刘家凹选矿厂	热液型磁铁矿	先浮后磁	Fe=33.35 Cu=0.18 S=1.09	58.45 29.2 40.2	76 73.5 69
团林埠铁矿选矿厂	矽卡岩型磁铁矿	先浮后磁	Fe=36.55 Cu=0.286 Mo=0.154 S=3.02	57.16 11.23 49.55 34.43	74.17 68.63 85.45 33.42
螺丝山铁矿选矿厂	矽卡岩型磁铁矿	先浮后磁	Fe=46 S=3.8	63 36	85
松溪铁磷矿选矿厂	沉积变质经热液交代	先磁后浮，浮选尾矿仍为铁精矿，稀土精矿在磷精矿中回收	Fe=49.3 P_2O_5=5.24 TR_2O_3=1.68	68 28 2～8	78.8 14.9

江苏省较为突出。由于综合回收了其他有用成分，不仅为国家增产了冶金、化工、化肥原料；同时降低了铁精矿成本。此外，还有一些小选厂的原矿含硫较高，由于采用了浮选选硫的作业使铁精矿中含硫大大降低（0.3%以下），从而保证并提高了生铁质量，例如镇江钢铁厂选矿车间，使铁精矿中含硫由原来的1～1.5%降到0.3%左右，使生铁合格率由84%左右提高到92%左右。

至于先浮后磁还是先磁后浮问题，一般应根据选矿试验报告，进行技术经济比较后方能确定。由表5-12可见，目前多数小铁矿选矿厂采用了先浮后磁流程。其主要原因是，由于规模小，所需浮选机台数不多。若选用先磁后浮流程，应浓缩磁选尾矿矿浆使之浓度达到25～30%，而浓缩机基建投资大，又不能保持磁-浮作业的矿浆自流。若不浓缩，会使药剂耗量过大；同时，由于原矿含铁品位的波动，会使先磁后浮流程的浮选作业操作失调；还有，对于高硫磁铁矿，尤其是含有磁黄铁矿的磁铁矿，若不选用先浮后磁流程，则铁精矿含硫不能降到0.3%以下，从而不能保证铁精矿的质量。坪上铁矿选矿厂流程的几次变革实践也说明了这个问题。

五、精矿脱水流程

小型铁、锰选矿厂的精矿脱水流程基本有三种类型，即自然脱水，槽式洗矿机或螺旋分级机脱水，真空过滤机脱水。统计分析见表5-13。

表 5-13 精矿脱水流程统计分析实例

项目	磁选精矿			浮选精矿		重选精矿	
	真空过滤		沉淀池	浓缩过滤	沉淀池	洗矿机、分级机等机械	脱水斗及自然沉淀
	过滤前有磁力脱水槽	无磁力脱水槽					
统计个数（个）	9	18	28	3	4	4	9

（一）沉淀池

要完成一种精矿的脱水作业最少需3个具有足够沉淀面积的沉淀池。即其中一个在出矿，一个在滤干，一个在进矿脱水，例如祥山铁矿拥有长×宽×高为20×7×2(米^3)的沉淀池11个。平均每个沉淀池可容纳700吨铁精矿。铁精矿在沉淀池中沉淀一星期后含水约为12%，然后以人工挖运装车。沉淀池的底板一般应高出地面，与外运精矿车辆的车箱底板高度相适应。沉淀池的竖壁，一般是三面闭合，一面开门。开门处挡以木板，精矿脱水时，从下向上插放；出矿时，从上至下取出。

沉淀池的机械化水平很低。由于沉淀池建筑面积很大，况且最初选用沉淀池的主要目的是为了节省投资，所以沉淀池上一般无遮雨盖，这就必然出现北方冬季易冻，南方多雨易淋，不宜保证脱水效果。即使正常气候条件下精矿含水最低时也只达12%。

目前，已有一些厂安装了真空过滤机，取代了沉淀池，例如镇江、丹阳、吴县等钢铁厂改用过滤机后，既保证了精矿水分达到了球团作业的要求，又提高了劳动生产率。但是对于那些规模很小的选矿厂，以及副产品的产率很少的选矿厂仍然可应用沉淀池进行脱水。

（二）脱水斗车

脱水斗车属自然脱水设备。在重选厂中，尤其是采用跳汰、摇床的重选厂中，使用脱

水斗车，可节省投资，又较机动灵活。

（三）螺旋分级机脱水

螺旋分级机适用于中等粒度矿石的脱水。在以跳汰机为主要选别设备的选矿厂中，使用螺旋分级机脱水既简单又可靠。

螺旋分级机的产量可根据允许溢流粒度的粗细确定，同时还应以返砂量进行校核。但是，若要求产品含水率小时，分级机的生产能力不应定得过高。

凤凰山铁矿重介质选矿厂的10～2及2～0毫米跳汰精矿，改用螺旋分级机脱水，取代了原来使用的脱水振动筛、过滤机、砂泵等10台设备，这一改革是比较成功的。

（四）真空过滤机脱水

真空过滤机的给料浓度最好为30～50%。按其对矿浆的脱水要求，可分为两类。

1．磁选精矿的过滤

永磁筒式磁选机的精矿矿浆浓度比较高（一般40%左右），可直接作为过滤机的给矿。这样可以节省厂房高差。为了回收滤液和溢流中的精矿，可以选用磁力脱水槽。此时，脱水槽的安装位置仅满足过滤的给矿即可。当然，滤液及溢流也可以返回到球磨作业中去，或自然沉淀，但这两种方法不太好。

2．浮选及细粒级重选精矿的过滤

由于浮选及细粒级重选精矿浆浓度低，因此在精矿过滤前预先浓缩脱水是必要的。目前，比较好的浓缩脱水设备是浓缩机。

第四节　矿浆流程参数的确定

确定矿浆参数是计算矿浆流程的首要条件，而矿浆流程则是进行辅助设备设施设计的重要依据。

一、矿浆浓度和比重的计算

矿浆浓度和比重的计算公式如下

（一）矿浆浓度：

$$P=\frac{Q}{W+Q}\times 100\% \quad 或：\quad P=\frac{\delta(\delta_c-1)}{\delta_c(\delta-1)}\times 100\% \tag{5-4}$$

式中　P——矿浆浓度，%；

Q——干矿量，吨/时；

W——水量，吨/时；

δ——干矿真比重，吨/米^3；

δ_c——矿浆比重，吨/米^3。

（二）矿浆比重：

$$\delta_c=\frac{Q+W}{\frac{Q}{\delta}+W} \quad 或：\quad \delta_c=\frac{\delta}{P+\delta(1-P)} \tag{5-5}$$

二、矿浆浓度指标的确定

选矿工艺流程中各作业的产品浓度，由选矿试验和类似选矿厂的生产经验确定。设计时，可通过补加水或浓缩脱水等方法取得某一产品的合适浓度，以达到最佳的操作和选别

指标。

在某些作业中，有些产品的浓度不便调整，或是虽经调整，但影响不大，例如分级机的溢流浓度为溢流粒度所决定，调整磁选机或浮选机的给矿浓度，对精矿浓度影响不大，而对尾矿浓度影响颇大。

为了使某些设备获得最佳操作指标以及保证其安全运转，常要供给一定数量的新水。有时，这些新水也会影响某产品的浓度，例如磁力脱水槽、磁选机、跳汰、摇床、重介质振动溜槽等设备都需要冲洗水或上升水流，某些砂泵也需要水封水以保证其安全运转。

总而言之，影响矿浆浓度的因素很多。现将铁矿选矿厂部分作业产品的浓度列于表5-14供参考。

表 5-14 铁矿选矿厂部分作业的产品浓度

作业和产品名称		粒度		浓度（%）	
		毫米	-200目%	给矿	产品
湿式球磨机、自磨机排矿					65～80
螺旋分级机溢流		0.3 0.2 0.15 0.1	45～50 55～60 70～75 85～90		50～40 40～30 30～25 25～20
螺旋分级机返砂					80～85
永磁筒式磁选机精矿					40
永磁磁力脱水槽沉砂					40
浓缩机排矿					20～60
真空过滤机	过滤磁选精矿 过滤浮选精矿			40 40～60	88～92 84～88
浮选作业	粗选 精选 扫选			20～50 15～30	25～45 30～50 25～35
矿浆输送	溜槽（加水冲洗） 自流管			不限 小于60	

第五节 设备的选择与实例

选矿厂的设备可分为主要设备和辅助设备两大类。主要设备包括破碎、筛分、洗矿、磨矿、分级、选别、浓缩、过滤、干燥等设备。辅助设备包括给矿、排矿、矿石运输及矿浆输送砂泵等设备。随着选矿工艺发展的需要，目前选矿厂主要设备已基本系列化。在选定主要设备时，要按建厂条件、选厂规模或设备处理能力大小留有发展余地，尽可能选择系列定型产品。

一、破碎筛分设备

破碎筛分设备的选择必须满足给矿粒度、产品粒度和生产能力的要求。小型选矿厂粗破碎设备多采用颚式破碎机，中细碎设备多采用小型颚式破碎机、圆锥破碎机，也有采用

锤式破碎机、反击式破碎机和对辊破碎机的。筛分设备多采用自定中心振动筛或固定格条筛两种。

（一）风动破碎锤

小选厂虽然处理能力小，但原矿粒度大（常超过350毫米），此时采用大规格的粗破碎机是不经济的，所以常出现破碎过大块矿石的问题。处理过大块矿石，往往需要在原矿仓上设置固定格筛将其隔存，然后以人工锤碎。近年来，一些厂矿，如凤凰山铁矿、龙泉务石灰石矿、洛阳铝矿等单位制成了风动破碎锤，代替了人工锤碎。这些革新成果在小选厂中已得到推广。目前使用的风动破碎锤的工作主机——冲击器大多数悬挂在单梁起重机下，见图5-2。其结构基本有三种，见表5-15。根据凤凰山生产的经验，将一块280～500毫米的矿石用风动破碎锤锤碎至280毫米以下约需40秒钟。

小选厂使用风动破碎锤的主要问题是风源问题。若选矿厂建在矿山，且压风机有富余能力，则推荐选用风动破碎锤破碎过大块矿石。若选厂不在矿山，或需另设风源时，则应通过技术经济比较来确定。

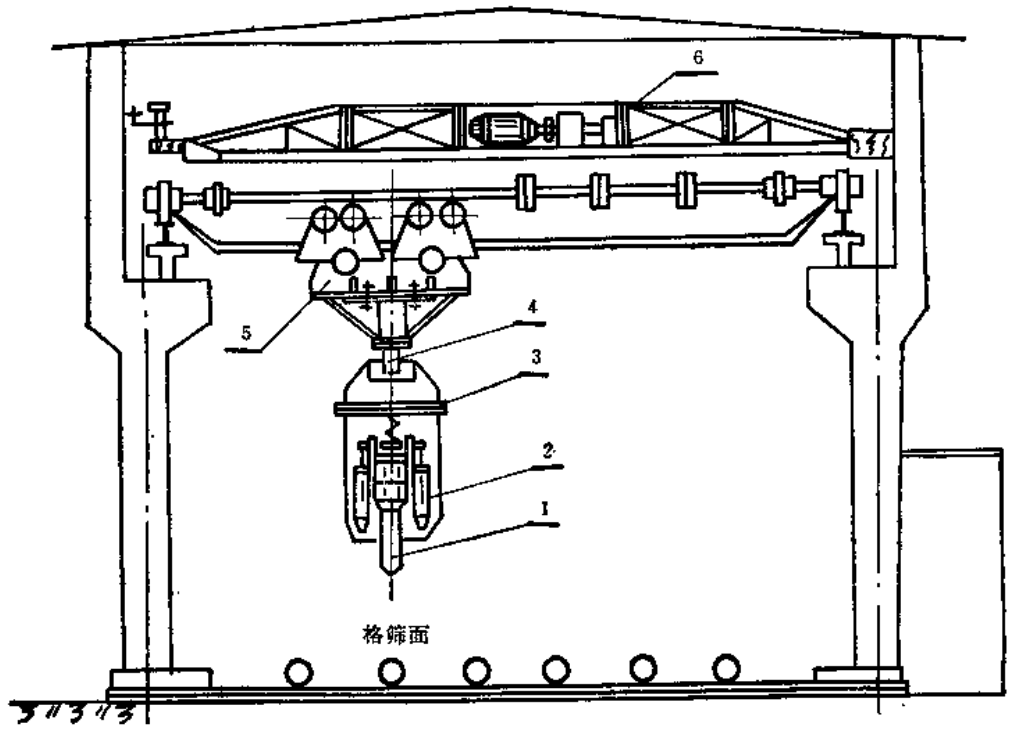


图 5-2 风动破碎锤结构示意图

1—锤头；2—推进气缸；3—连接架；4—调整气缸；5—行走小车；6—行走大车

（二）颚式破碎机

颚式破碎机有复摆式和简摆式两种。小选厂粗破碎一般采用复摆式颚式破碎机，他具有结构简单、工作可靠、维护方便、价格便宜等优点，适合处理含水、含泥较多的矿石。破碎这种矿石时不易堵塞。

小规格颚式破碎机的设计计算的生产能力基本与设备样本一致，或稍大于样本生产能力。但是应该指出，样本中规定的生产能力，是按照处理石灰石矿石得出的数据，若处理

与石灰石矿石不同的矿石应进行调整，可按下述公式计算：

$$q_s = K_1 K_2 q_y \tag{5-6}$$

式中 q_s——设计计算的生产能力，吨/时；

q_y——样本规定的生产能力，吨/时；

K_1——矿石硬度系数，比石灰石硬的矿石（$f=16\sim20$时）取0.95～0.9；比石灰石软的矿石（$f<16$时），取1.1～1.2；

K_2——矿石比重修正系数：

$$K_2 = \frac{\delta_r}{1.6} = \frac{\delta}{2.7}$$

δ_r——矿石容重，吨/米^3；

δ——矿石比重，吨/米^3。

表 5-15 三种类型风动破碎锤技术性能及优缺点比较

类　　型	龙泉务石灰石矿 100公斤-米	掖 县 镁 矿 100公斤-米	南京凤凰山铁矿 FCP-Ⅱ80公斤-米
配气形式	阀门箱配气	阀片式配气	柱塞阀惯性配气
风压（公斤/厘米^2）	6	6	6
冲击次数（次/分）	260～300	350	260～300
冲击力（公斤-米）	100	100	80
压气消耗量（米^3/分）	7	7	4
气缸内径（毫米）	116	150	120
活塞行程（毫米）	350	314	210
活塞重量（公斤）	25.8	29	28
全长（毫米）	1417.5	1273.5	951
设备重量（公斤）	391.59	262	127.9
优缺点比较及使用情况	冲击器结构合理，碗形配气灵活。加工工艺、材质、热处理及安装要求严格。使用寿命长。 使用情况： 除原有一台外，又新制二台，效果好。	冲击器结构简单。板阀易磨损。耗风量大。缸体是球墨铸铁，耐磨性好。加工工艺要求不高。 使用情况： 冲击器结实耐用，检修方便一直用于生产	结构紧凑、重量轻。设备耗风量小。 缺点是惯性配气不灵活，柱塞阀易损坏，冲击器故障多。 使用情况， 在该矿使用效果好。

样本生产能力随破碎机排矿口调整的宽度而异，一般可用插值法求得。破碎机排矿口与其破碎产品粒度的关系见表5-4。

小规格颚式破碎机的生产实例见表5-16。

颚式破碎机除了作为小选厂的第一段破碎设备之外，也有不少小选厂用它作为第二段破碎设备，其产品直接送给磨矿作业，例如吴县钢铁厂选矿车间的粗、细碎都采用同规格250×400毫米的颚式破碎机，最终产品粒度30～0毫米进入球磨，处理能力达20吨/台时。

（三）圆锥破碎机

按设备的性能、结构、构造及用途不同的圆锥破碎机可分为标准型、中型和短头型三种。在三种型式中又有弹簧、液压之分。

表 5-16 颚式破碎机生产实例

序号	设备规格	厂矿名称	矿石硬度（f）	矿石比重	给矿粒度（毫米）	排矿粒度（毫米）	排矿口宽（毫米）	生产能力（吨/台时）
1	250×400	湘潭锰矿锰粉车间		3.15～3.14	200～0	25～0		6
2	250×400	下田锰矿选矿厂			200～0			5～20
3	250×400	德清铁矿选矿厂			200～0		30	15
4	250×400	吴县钢铁厂选矿车间		4	250～0	50～0	30左右	20
5	400×600	麻峪口铁矿选矿厂	10～12		300～0	85～0		30
6	400×600	祥山铁矿选矿厂	9～14	3.8	350～0	175～0	100	30～40
7	400×600	螺丝山铁矿选矿厂	12	4	350～0	75～0	40～38	25
8	400×600	马兰庄铁矿选矿厂	8～12		350～0	80～0	50	40～50
9	400×600	田湖铁矿选矿厂	8～10	3.15	350～0	150～0		50
10	400×600	高戈庄铁矿选矿厂	8～12	3.3	350～0	120～0	80	60
11	400×600	龙烟铁矿白庙选矿厂		3.19	350～0	50～0		35
12	400×600	吴县钢铁厂选矿车间		3.9	300～0	30～0		20
13	400×600	仪征铁矿选矿厂	8～12	3.9	350～0	60～0	小于60	20～30
14	400×600	林海铁矿选矿厂	10～12	3.6	350～0	75～0	65	60
15	400×600	苏家铁矿选矿车间	10～12	4.2	300～0	78～0		39～45
16	400×600	丹阳钢铁厂选矿车间		2.65	350～0	40～0		20
17	600×900	闲林埠铁矿选矿厂	14～16	3.8	500～0	100～0	65	70

圆锥破碎机具有破碎产品粒度均匀、工作可靠等优点，适合处理坚硬矿石。多用于中、细碎作业。其缺点是，处理含粘土矿石时易堵塞。

小规格中型圆锥破碎机的处理能力及给矿粒度与小规格的颚式破碎机相适应。所以小选厂的中、细破碎设备常采用中型圆锥破碎机，如涿鹿矿冶厂，选厂规模为10万吨/年，给矿粒度350～0毫米，破碎产品粒度要求在20～0毫米，原设计流程采用颚式及对辊破碎机作为三段一闭路破碎的设备。因设备选择不合理，破碎产品粒度没有保证，影响磨矿和选别作业，选厂处理能力达不到10万吨/年。1975～1976年期间该厂用圆锥破碎机取代了第二、三段颚式及对辊机，其改革前后的情况见表5-17。

表 5-17 涿鹿矿冶厂破碎设备改造情况

改造前流程及设备				改造后流程及设备			
流程类型	设备规格	给矿粒度（毫米）	产品粒度（毫米）	流程类型	设备规格	给矿粒度（毫米）	产品粒度（毫米）
三段闭路	400×600颚式破碎机1台	350～0		二段开路	400×600颚式破碎机1台	350～0	100～0
	250×400颚式破碎机2台				φ900中型圆锥破碎机1台	100～0	20～0
	610×400对辊破碎机						

液压圆锥破碎机有单缸和多缸型两种。单缸型已列为系列定型产品。

单缸液压圆锥破碎机是一种新型设备，其构造及工作原理如图5-3所示。液压圆锥破碎机比弹簧圆锥破碎机操作安全可靠，且产品粒度均匀。

圆锥破碎机的设计计算的生产能力也基本与设备样本一致，其生产能力的计算可参考颚式破碎机的计算公式（5-8)计算。生产实例见表5-18。

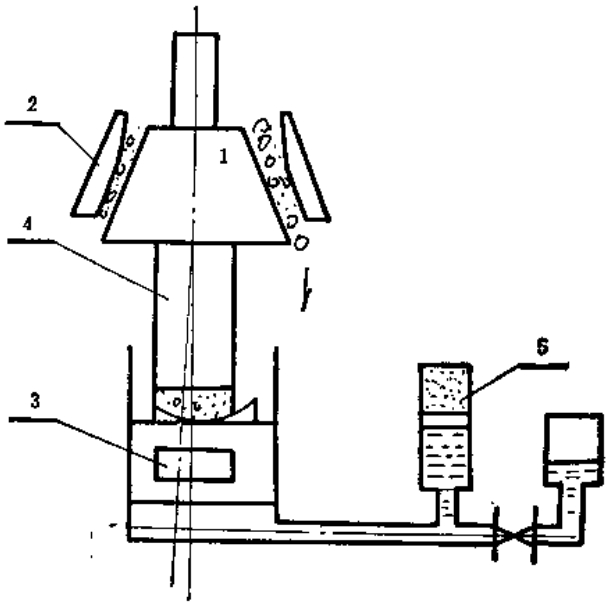


图 5-3 液压圆锥破碎机示意图

1—可动锥体；2—不动锥体；3—液压缸；4—竖轴；5—蓄能池

表 5-18 圆锥破碎机生产实例

序号	设备规格	厂矿名称	矿石硬度（f）	矿石比重	给矿粒度（毫米）	排矿粒度（毫米）	排矿口宽（毫米）	生产能力（吨/台时）
1	φ900标准	马兰庄铁矿选矿厂	8～12	—	80～0	40～0	20	20～30
2	φ900中型	螺丝山铁矿选矿厂	8～10	3.15	75～0	20～0	8～6	25
3	φ900短头	马兰庄铁矿选矿厂	8～12	—	40～0	25～0	12	20
4	φ900中型	仪征铁矿选矿厂	8～12	3.9	65～0	20～0	小于20	50～60
5	φ900中型	宜兴钢铁厂选矿车间	12～13	4.25～4.35	70～0	15～0	10	40～50
6	φ1200标准	田湖铁矿选矿厂	8～10	3.15	150～0			70
7	φ1200标准	闲林埠铁矿选矿厂	14～16	3.8	50～0			60
8	φ1200短头	祥山铁矿选矿厂	9～14	3.8	90～0	30～0	15	27～35
9	φ1200短头	闲林埠铁矿选矿厂	14～16	3.8	100～0	50～0		60
10	φ1200单缸液压	双鸭山铁矿选矿厂	8～12	3.54	80～0	20～0	15	40
11	φ1200单缸液压	林海铁矿选矿厂	10～12	3.6	75～0	大于12	12	35
12	φ1200单缸液压	苏家铁矿选矿车间	10～12	4.2	78～0	30～0		39～45

（四）锤式及反击式破碎机

锤式及反击式破碎机适合破碎中硬以下的矿石及易碎性物料。其优点是生产能力大、破碎比大、构造简单、产品粒度均匀。但最大缺点是锤头和反击板易磨损，需要经常更换，

尤以处理硬矿石时严重。反击式破碎机在处理粘湿矿石时易被粘粉粘结而堵塞，影响正常生产。当小选厂采用圆锥破碎机有困难或处理矿石较软时（$f=8$以下），可以选用锤式或反击式破碎机，生产实例见表5-19。

（五）筛分设备

筛分设备有固定筛、滚轴筛、圆筒筛、振动筛等。小选矿厂常用的筛分设备有固定筛和振动筛两种。但在重选厂也有采用圆筒筛的。

在选择筛子时，要根据给矿粒度、给矿量、矿石的含泥量、含水量、所要求的产品粒度、筛分效率等来确定。

固定筛一般作为大块矿石的预先筛分设备，因没有系列产品，故一般由选用者自行设计及制造。

振动筛适合用于中等粒度以下矿石的筛分。其筛分效率高，生产能力大，但当矿石特别粘湿时，操作困难，这种情况下可以冲水湿筛。

固定筛的筛分效率一般在50～60%，而振动筛的筛分效率却可达80～90%。筛下产品最大粒度与筛孔尺寸的关系见表5-20。

表 5-19 锤式和反击式破碎机的生产实例

序号	设备名称	厂矿名称	矿石硬度（f）	矿石比重（吨/米³）	给矿粒度（毫米）	排矿粒度（毫米）	金属单位磨耗（公斤/吨）	锤头更换次数（次/月）
1	ϕ1000×800 锤式	刘岭铁矿选矿厂				15～0	0.13	5～6
2	ϕ1000×1000 锤式	高戈庄铁矿选矿厂	8～12	3.3	120～0	20～0	0.13～0.16	2～3
3	ϕ1300×1600 锤式	马庄铁矿选矿厂	中硬	3.4	150～0	40～0	0.02～0.05	3
4	ϕ1000×700 反击式	湘潭锰矿			350～13	25～0		
5	ϕ1000×700 反击式	酒埠江钢铁厂选矿厂			80～0	15～0		

表 5-20 筛下产品最大粒度与筛孔尺寸关系

孔形	圆形	方形	长条形
最大粒度与筛孔之比值	0.7	0.9	1.2～1.7

注：片形状矿石取大值。

振动筛的生产能力比较大，而且影响因素也比较多。由于小选厂生产能力小，故可按设备样本能力确定。一般可选用1200×2400或900×1800规格的振动筛。

二、磨矿分级设备

小选矿厂常用的磨矿设备有球磨机、自磨机和棒磨机。分级设备有螺旋分级机、水力旋流器、细筛等设备。影响磨矿分级设备选型及生产能力的因素很多，如矿石的嵌布粒度特性、矿石的可磨性、给矿粒度、要求的产品粒度等。

（一）球磨机

球磨机有格子型和溢流型两类。两者之间的主要区别是格子型球磨机排矿端设有格栅，强制排矿；而溢流型球磨机没有格栅，是溢流排矿。同一直径的格子型球磨机的筒体长度常有几种短筒型适应于粗磨，长筒型适应于细磨。格子型球磨机单位生产能力大，生产产品粒度均匀，但构造较复杂，多用于第一段磨矿。溢流型球磨机一般用于第二段细磨。

生产实践证明，影响球磨机生产能力的因素比较多，不仅与给矿粒度有关系，而且与矿石的可磨性、嵌布粒度特性和要求的产品粒度都有直接关系，生产实例见表5-21。由表5-21可见球磨机的实际生产能力与设备样本生产能力差距也很大，如桃冲铁矿选矿厂，矿石硬度$f=8\sim10$，采用$\phi1500\times3000$的格子型球磨机，当给矿粒度15～0毫米，产品粒度2～0毫米时，1975年实际生产能力平均高达20.76吨/台时，为球磨机样本最大生产能力的二倍。所以确定小选厂的球磨机的生产能力时，应进行多方面调查研究，可选取某厂的实际生产能力作为依据。由于小选厂选用的球磨机台数有限，当无实例可取时，可用下式进行简易计算：

$$q_s=K_1K_2K_3q_c \tag{5-7}$$

式中 q_s——设计的生产能力，吨/时；

q_c——某厂实际的生产能力，吨/时；

K_1——矿石磨矿难易度系数，由选矿试验确定；

K_2——球磨机的型式系数，格子型为1；溢流型为0.9；

K_3——球磨机直径校正系数，若以$\phi1500$球磨机为标准则$\phi2200$球磨机取$K_3=1.22$；$\phi2700$球磨机取$K_3=1.46$；$\phi1200$球磨机取$K_3=0.87$。

（三）自磨机

自磨机有干式、湿式自磨机及砾磨机三种。

近十几年来自磨机的应用在我国有较大的发展，小型选矿厂采用自磨机的情况见表5-22。

由于自磨机具有磨碎比大，给矿粒度粗（一般为350～0毫米，个别厂达500～0毫米），产品粒度细（－200目可达60%）等优点，所以，它能取代破碎和磨矿作业，简化了流程。其最大的缺点是设备笨重、造价高、不便维修、备件备品不易加工制造。

自磨机适合处理嵌布粒度粗的矿石。对不同类型、不同性质的矿石（如矿石硬度、解理程度、比重、含泥、水分等），其处理能力差距甚大。因此，当考虑采用自磨工艺时，首先要进行自磨试验。进行技术经济比较，方可决定是否采用自磨流程。

自磨机的给矿粒度一般要求350～0毫米（小自磨机给矿粒度250～0）。若入磨粒度过大或过小，则自磨机的生产能力将会下降。

干式自磨机适于严重干旱缺水的地区采用。其缺点是矿石中含水不能过高（以不超过5%为宜）、电力消耗大、粉尘多、风路管道易磨损（但加铸石内衬可解决）。

湿式自磨机较适合处理粘性、含水多的矿石。其处理能力比干式自磨机稍低。

（四）螺旋分级机

螺旋分级机具有构造简单、工作可靠、操作方便等优点，缺点是分级效率低，设备笨重。螺旋分级机分为高堰式、低堰式和沉没式三种。小选厂多采用高堰式分级机。高堰式分级机适合分级大于0.15毫米的物料，一般多用于第一段磨矿分级。沉没式分级机溢流而

表 5-21 球磨机生产实例

序号	设备规格（毫米）	厂矿名称	磨机容积（米³）	给矿粒度（毫米）	矿石硬度（f）	矿石比重（吨/米³）	磨矿细度（−200目%）	处理能力		备注
								吨/台时	吨/米³·时	
1	φ1500×3000	祥山铁矿选矿厂	5	25～0	9～14	3.8	65～70	7.6	1.52	溢流型
2	φ1500×3000	丹阳钢铁厂选矿车间	5	25～0		2.65	60	7～9	1.7	
3	φ1500×3000	吴县钢铁厂选矿车间	5	30～0		3.9	25～30	12	2.4	−100目占60%
4	φ1500×3000	宜兴钢铁厂选矿车间	5	15～0		4.1	65	7.85	1.57	
5	φ1500×3000	韦岗铁矿选矿厂	5	40～0	8～15	3.9	60	4.65	0.93	
6	φ1500×3000	仪征铁矿选矿厂	5	30～0	8～12	3.9	60	7.25	1.45	
7	φ1500×3000	螺丝山铁矿选矿厂	5	20～0	12	4	60	6.3	1.26	
8	φ1500×3000	刘岭铁矿选矿厂	5	15～0				11.05	2.21	
9	φ1500×3000	马兰庄铁矿选矿厂	5	−200目占60～70%	8～12	3.5	90	10	2.0	细筛筛上产品再磨
10	φ2100×2200	苏家铁矿选矿厂	6.6	30～0	10～12	4.2	65～75	15～20	2.29～3.39	
11	φ2100×2200	涿鹿矿冶厂	6.6	20～0			50	9.3	2.41	初期生产指标
12	φ2100×3000	塔儿山铁矿选矿厂	9	50～0		3.7	40	13.1	1.46	开路磨矿，溢流型
13	φ2700×2100	马兰庄铁矿选矿厂	10.4	22～0	8～12	3.1～3.5	50～60	25	2.5	
14	φ2700×2100	高戈庄铁矿选矿厂	10.4	20～0	8～12	3.3	45～50	20.8	2	
15	φ2700×2100	林海铁矿选矿厂	10.4	15～0	10～12	3.6		23	2.2	

积大，适合小于0.15毫米物料的分级，一般多用于第二段磨矿分级。高堰式及沉没式螺旋分级机的结构构造主要区别是：高堰式螺旋分级矿浆沉积面积小、溢流堰矮，故下部螺旋叶片露出于液面；而沉没式螺旋分级机的矿浆面积大、溢流堰高，故下部叶片沉没入于液面以下。

表 5-22 自磨机生产实例

序号	设备名称	厂矿名称	矿石硬度（f）	矿石比重	给矿粒度（毫米）	生产指标		自磨机配套分级设备
						磨矿细度（-200目%）	产量（吨/时）	
1	ϕ4×1.4米湿式自磨	东丰铁厂选矿车间	12	1.8（容重）	350～0	60	15～20	ϕ1.5米螺旋分级
2	ϕ4×1.4米湿式自磨	潘洛铁矿选矿厂	7～9	2.3（容重）	150～0	45～55	22～36	ϕ2米螺旋分级
3	ϕ4×1.4米湿式自磨	卧龙钢铁厂选矿车间			300～0	34	12	ϕ1.5米螺旋分级
4	ϕ4×1.2米干式自磨	立新铁矿选矿厂	中硬	3.45～3.56	500～0	40～45	25～30	风力分级
5	ϕ4×1.4干式自磨	磊口铁矿选矿厂			350～0	40	30～40	风力分级
6	ϕ3×1米干式自磨	扭头沟铁矿选矿厂						风力分级
7	ϕ3×1米干式自磨	武威钢铁厂选矿车间	8～12		300～0	38	6.8	风力分级
8	ϕ3×1米干式自磨	同乃铁矿选矿厂	8～10	3.57	300～0	29.5	10～12	风力分级

螺旋分级机的生产能力，一般按溢流量计算。其实际生产能力稍大于样本生产能力。

（五）水力旋流器

水力旋流器的优点是构造简单、占地面积小、生产能力较大、沉砂浓度高。缺点是排砂嘴磨损快、工作不稳定、生产指标波动范围大，更主要的是，球磨机排矿不能自流至旋流器，而需用砂泵扬送。因此在小选厂很少采用它。水力旋流器除用于磨矿回路中的分级作业外，还可用来脱泥、脱水和脱除浮选药剂。影响旋流器的工作因素有：矿浆入口压力、给矿管、溢流管和排矿嘴的尺寸、锥体角度、给矿矿浆浓度及矿浆中固体粒度组成等。由于旋流器磨损快，常需更换，故选用时要考虑备用。

（六）细筛

用细筛再磨的方法，是提高磁选铁精矿品位的有效而经济的方法。大孤山铁矿、大石河铁矿、马兰庄铁矿等选矿厂已于1977年相继推广应用到工业生产中，使铁精矿品位提高2～6%，取得了可喜的成果。

据统计，马兰庄铁矿选矿厂于1977年10月在第二次磁选后加了细筛再磨系统，其精矿品位和回收率分别由1977年上半年的61.71%和83%提高到1978年上半年的67.2%和83.15%。

祥山铁矿在二次磁选后增加细筛，以筛除铁精矿中的云母，其筛子是筛孔为75网目的六角筒筛。筛上产物经摇床重选、再磨、磁选，这也是细筛再磨的方法。只是筛子的结构与一般所述的细筛的结构不同而已。

1．细筛的工作原理

细筛的工作原理与一般筛分机械不同，近似于自流式的弧形筛。

如图5-4所示，矿浆通过给矿器，均匀地给入安装成一定角度的筛面（一般为55°～

66°)。由于筛条是横向排列，所以矿浆是垂直于筛条运动。在矿浆流经筛面的过程中，产生重力分层现象，有利于富集与分级。固定的筛条对流动的矿浆产生一种机械性的“切割”作用，被“切割”下来的矿粒成为筛下产品，未被“切割”的矿粒成为筛上产品。由此可知，筛下颗粒的大小，并不等于筛孔尺寸，而近似于它的水平投影值。

2．细筛的结构

细筛的结构见示意图5-5，主要由给矿器、筛面、筛框、筛体和敲打装置组成。上部是一给矿器，下部是由钢板焊接成的筛体，内装有筛框和筛面，筛框后面有一敲打装置，给矿器是由一个缓冲箱和匀分器构成。缓冲箱采用阀门控制，以保持箱内恒压和调节给矿量大小。矿浆流到匀分器，均匀流经筛面，分成筛上和筛下两个产品。筛面是一格筛，筛孔呈长条形，由固定筛条和筛篦组成。筛条的排列不是与物料运动同向，而与物料垂直。筛面安装在筛框上，筛框用弹簧悬挂在筛体上，筛体与水平支承成一斜度，可以调节。在筛框的背面有一打击板，敲打装置的打击锤周期性地打在打击板上，使筛面产生瞬间振动，以防筛孔堵塞。

目前细筛的筛面由尼龙1010筛篦制成，这种筛篦是由大连塑料七厂制造的。其篦条间隙有0.3毫米、0.2和0.15毫米等多种，由使用单位选定。

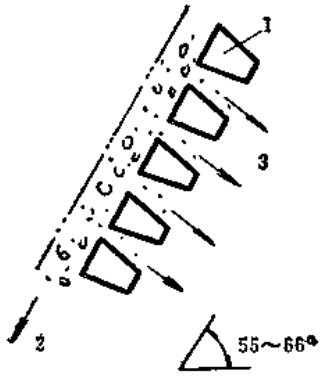


图 5-4　细筛工作原理图

1—筛条；2—筛上未单体分离的粗颗粒矿石；3—筛下铁精矿

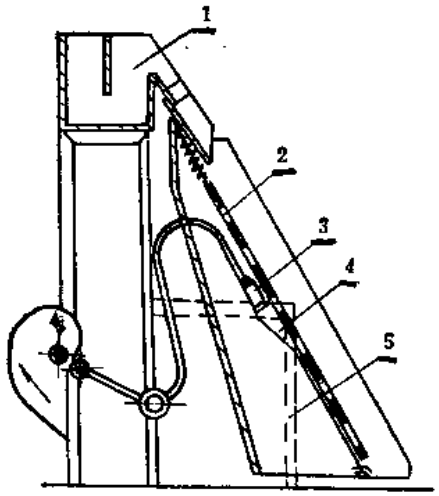


图 5-5　细筛结构示意

1—给矿器；2—筛面；3—敲打装置；4—筛框；5—筛体

3．试验及生产实例

据试验测定，当筛隙为0.2毫米时，分离粒度为－200目，筛下产品－200目含量为95%左右。一台宽400毫米，长1200毫米的细筛，其处理能力约5～8吨/时。

马兰庄铁矿选矿厂使用的细筛规格为2000×1800毫米，筛篦条间隙为0.3毫米，筛下产品粒度约90%－200目，其处理能力约为25吨/时。

三、磁选设备

磁选设备包括各种类型的磁选机，磁力脱水槽及附属设备如预磁器、脱磁器等。

磁选机可按磁场强度大小分为弱磁、中磁和强磁选机三大类型。一般磁场强度在8000

奥斯特以上者称为强磁场磁选机；磁场强度在3000～8000奥斯特者，称为中磁场磁选机；磁场强度在3000奥斯特以下者，称为弱磁场磁选机。但习惯上常将中磁与强磁统称强磁选机。磁选机按磁源和分选物料的性质不同，又可分为电磁干、湿式、永磁干、湿式多种类型。目前，电磁式弱磁选机已基本淘汰。

确定磁选机的磁场强度大小，主要与入选矿石的比磁化系数有关。一般由选矿试验来确定。

（一）弱磁磁选机

1．湿式筒形永磁弱磁磁选机，由于槽体结构型式不同，可分为逆流型、半逆流和顺流型三种。

逆流型磁选机用于选分0.6～0毫米的细粒矿石的粗选和扫选，能获得较好的回收率。缺点是精矿品位较低。

顺流型磁选机，适合处理6～0毫米含泥少的矿石的粗选和精选。能获得较高的精矿品位。最大缺点是金属流失大，故回收率偏低。

半逆流型磁选机介于逆流型和顺流型两者之间，克服了两者的缺点，适合选分粒度为0.4～0毫米的矿石，尤其是小于0.15毫米的细粒级矿石的精选，能获得较高的选别指标。生产实例见表5-23。

表 5-23 磁选机生产实例

序号	设备规格（毫米）	厂矿名称	给矿粒度（-200目%）	生产能力（吨/台时）	磁选指标（%）				磁选段数
					原矿品位	精矿品位	尾矿品位	回收率	
1	φ600×900	石板坡铁矿选矿厂		6	40	63	11	82	二段
2	φ600×1500	凤城铁厂选矿车间			28.4	65.13	5.7	87.4	一段
3	φ600×1500	东鄢庄铁厂选矿厂	40		40	62	10	85	一段
4	φ600×1500	费皇选矿厂	50		25.30	64	5～8	82～85	一段
5	φ600×1500	乌琢选矿厂	40		30～35	60～65	10～14		一段
6	φ600×1500	小王庄选矿车间	60		32	60～65	10～12	75～80	一段
7	φ600×1500	周台子铁矿选矿厂	30～40		30	62～64	4	90	一段
8	φ600×1500	祥山铁矿选矿厂	65～70		31.91	66.91	8.61	83.44	二段
9	φ600×1500	乌陵铁矿选矿厂			28	66.30	6.9	81	
10	φ600×1500	马兰庄铁矿选矿厂	90		24.50	63.63	5.64	84.77	三段
11	φ600×1800	吴县钢铁厂选矿车间	60	8～9	46.58	66.22	17.69	84.61	一段
12	φ600×1800	坪上铁矿选矿厂	40	5.2	28	62	4.5	90.5	一段
13	φ600×1800	林海铁矿选矿厂	50	16	33～37	57～63	9～11	80～85	三段
14	φ750×1800	螺丝山铁矿选矿厂	60	11.4	46	63		85	一段
15	φ750×1800	镇江钢铁厂选矿车间	55		46.64	65.41		82.46	二段
16	φ750×1800	溧阳钢铁厂选矿车间	65		42.13	65.36		88.30	二段

应指出表5-23中所述磁选机的生产能力不可作为选用数据，仅供参考。因为，小选厂过去所选用的磁选机规格较大，而选矿厂又供矿不足，故不是它的额定生产能力。设备样本中规定的生产能力基本是根据生产实践指标制定的，设计时可按设备性能表中的数据选取。

2．双筒干式弱磁磁选机

双筒干式弱磁磁选机适合处理含水小于3%的粗嵌布粒度的矿石。

目前小选厂使用的干式双筒弱磁磁选机生产指标均能达到设计指标，见表5-24。

表 5-24 永磁双筒干式磁选机生产实例

序号	设备规格	厂矿名称	给矿粒度 (-200 目%)	生产能力 (吨/台时)	磁选指标（%）			
					原矿品位	精矿品位	尾矿品位	回收率
1	ϕ600×650	同乃铁矿选矿厂	25～30	5～6	29.50	62.80	9.80	78.9
2	ϕ600×900	磊口铁矿选矿厂	40	10～15	36.40	59.9	12.5	83
3	ϕ600×900	武威铁厂选矿车间	38		23.45	63.50	8.65	73.40

3．永磁磁力脱水槽

永磁磁力脱水槽具有结构简单、操作方便、不用电力、脱除矿泥和细粒脉石时比磁选机能获得较高的回收率等优点。其缺点是配置高差大。

脱水槽适宜的分选粒度为1.5～0毫米，在一段磁选作业前的主要作用是脱泥。在第二段磁选作业后的主要作用是脱除细粒脉石。但小选厂由于设备台数少，厂房配置要求简单，加之磁选机比脱水槽的分选指标好，精矿浓度也能满足过滤机的要求，所以，脱水槽在小选厂中作为磁选设备应用并不十分普遍。但作为滤液的脱水设备，对提高机械化水平及精矿回收率是很有作用的。

4．预磁器及脱磁器

预磁器及脱磁器是磁选厂的辅助设备。当处理磁化焙烧矿时，常需预磁，以形成磁团和磁链，增加磁性，利于分选。

在阶段磨矿、阶段磁选流程中，当一段磁选粗精矿进入二段磨矿细磨时，由于粗精矿中磁团及磁链的存在会影响分级机的分级效果，所以，往往需要在二次分级前进行脱磁。此外，焙烧磁选精矿过滤时，磁团有碍于水分降低，也有必要在过滤前对焙烧精矿进行脱磁。

在处理焙烧矿时，脱磁器的磁场强度应在850奥斯特以上；当处理焙烧矿和天然磁铁矿的混合矿石时，应在650奥斯特左右。

（二）强磁磁选机

强磁磁选机是用来分选弱磁性矿物的磁选设备。目前，用强磁场磁选机分选弱磁性矿物是提高选矿技术的重要方向。

但是，由于强磁选机存在着励磁线圈或永磁块体庞大，结构笨重，单位机重处理能力小，造价高，对入选矿石的性质适应范围窄，易堵塞，流程操作要求严格，常常要将给矿经滤渣后才能进入磁选机等问题，因此其在小选厂生产中没有得到迅速推广使用，目前只有少数几个小型选矿厂对少数几种强磁选机进行了工业性试验。但从全国有色及黑色金属选矿厂来看，强磁选机的发展还是比较快的，种类也不少，现介绍如下。

1．ShP-1000湿式强磁选机

ShP-1000湿式强磁选机的结构见示意图5-6，该磁选机有一个钢制框架（1），其上装有二个U形磁轭（2），在磁轭的水平部位安装四组励磁线圈（3），每组线圈装有保护风筒，由轴流风机（4）进行风冷，顶端驱动装置带动联结于垂直中心轴上的二个分选转盘（5），通过转盘在磁轭之间构成磁路，在转盘的外周边上分布有十七个分选箱（6），

分选箱内装有多层间距为2毫米的聚磁齿板（7），分选箱上设有拢矿圈（8），下面设有产品接收槽（9），在相应部位装有给矿装置（10）、中矿清洗机构（11）和精矿清洗机构（12）。

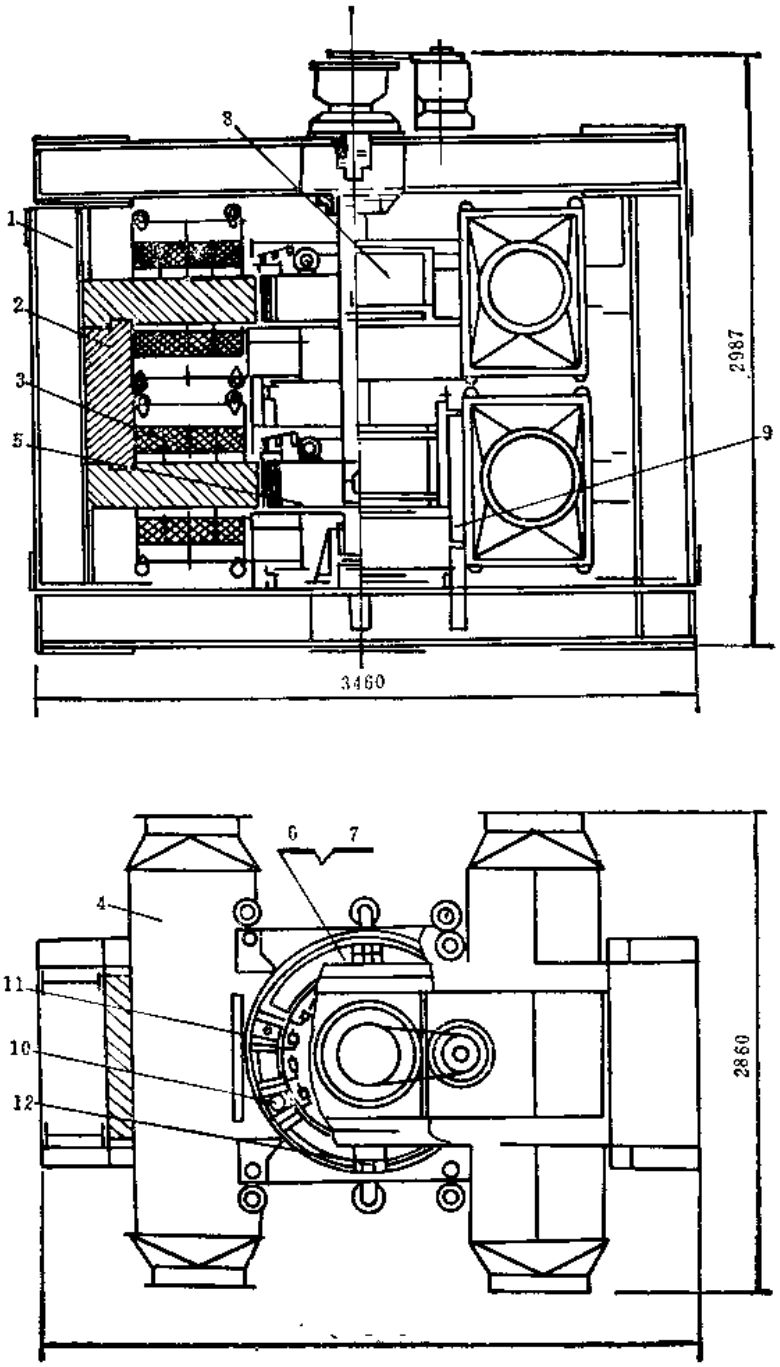


图 5-6 ShP-1000湿式强磁选机结构示意图

1—框架；2—磁轭；3—励磁线圈；4—风筒及轴流风机；5—分选转盘（共二个）；6—分选箱（共17个）；7—齿板；8—拢矿圈；9—接收槽；10—给矿装置；11—中矿清洗机构；12—精矿清洗机构

二个分选转盘共有四个给矿点。

设备性能见表5-25。

该机适合处理粒度小于1毫米的弱磁性铁矿石。曾对大宝山、铁坑、齐大山等铁矿的矿石进行了工业性试验，结果列于表5-26。

表 5-25 ShP-1000 湿式强磁选机性能

转盘直径（毫米）	基本参数			励磁线圈		主电动机功率（千瓦）	风机功率（千瓦）	设备总重（吨）	试制费（万元）	备注
	选别粒度（毫米）	生产能力（吨/时）	磁场强度（奥斯特）	电流（安）	功率（千瓦）					
1000	<1.0	10～12	15000	1500	21	4	0.4×4	17	10	

表 5-26 ShP-1000 强磁选机工业试验

矿石类型	选别指标（%）				给矿粒度（-200目%）	备注
	原矿品位	精矿品位	精矿产率	回收率		
大宝山褐铁矿	34.48	52.43	51.59	78.46	64.96	连续三个月平均
铁坑褐铁矿	37.88	51.08	54.88	74.19	55	
齐大山赤铁矿	24.69	39.66	56.07	90.08		
酒钢镜铁矿	29.35	47.82	49.04	79.89	79	磁：混：赤=3：2：5
湘东赤铁矿	21.56	33.34	58.04	66.22	90	赤：混：磁=3：2：5
祁东磁铁矿	29.34	34.24	55.90	89.70	94	

由表5-26可见，这种磁选机对大宝山褐铁矿及酒钢镜铁矿的选别效果较好。目前，大宝山铁矿已准备采用该类型大规格的湿式双盘强磁选机选别该矿破碎洗矿厂的褐铁矿洗矿溢流。

2．立环湿式强磁选机

立环湿式强磁选机是有色金属研究院广东分院试制的。目前有ϕ800及ϕ1500双立环两种规格，其结构构造见示意图5-7。两个分选环体（2）分别在“日”字型闭合磁系的水平轴上垂直转动。分选环下部通过磁场。矿浆用给矿器通过环的下部内圆筛篦均匀地给入分选室。矿浆直接与介质接触，在磁力的作用下，磁性矿粒被吸附在介质表面上，其它非磁性矿粒不受磁力作用，继续沿着介质之间的空隙向下流动，直至流出分选环入尾矿槽。同时还有一部分非磁性矿物被夹带在介质表面上的磁性矿物中间，为了使磁性矿物得到进一步富集，选别区用冲洗水进行冲洗。

双立环强磁选机采用了“日”字型闭合磁路，这种结构可以省去机架、节省了钢材、减轻了机重。该设备具有磁路较短、漏磁较少、结构紧凑、体积小、重心低、运转平稳、不易堵塞、便于操作等优点，较适合于分选弱磁性细粒铁锰矿，其试验指标见表5-27。

该机于1977年10月鉴定后，目前广东省有色机修厂进行了小批量生产，供铁、锰选矿厂使用。设备的技术性能见表5-28。

3．笼型强磁选机

笼型强磁选机是北京矿冶研究总院研制的，目前有ϕ1000×500及ϕ1500×1000两种，图5-8为笼型强磁选机的构造和工作原理图。笼型强磁选机的主要工作部件是由内磁系和外磁系构成磁回路。内磁极通过吊挂轴承悬挂在中心定轴上，外磁极固定在机架上。内、

外磁极均由钕铁氧体永磁块组成的小磁极组及铁芯组成，铁芯厚度为120毫米。分选机构是由8个装满介质（ϕ8～10毫米铁球）的球室沿周边与端盖组成的转笼。转笼安装在固定的中定轴上，并按图5-8所示方向旋转。其技术性能见表5-29。

表 5-27 ϕ800 立环湿式强磁选机选矿试验指标

厂矿名称	矿物名称	磨矿细度（-200目%）	选矿指标（%）			
			原矿品位	精矿品位	尾矿品位	回收率
齐大山铁矿选矿厂	红矿	85	31.54	60.16	3.55	86.22
大宝山铁矿选矿厂	褐铁矿		35	53.71	9.66	88.27
湘潭锰矿	菱锰矿	85	11.33	21.23	3.54	63.47

表 5-28 立环湿式强磁选机技术规格及性能

名称	单位	ϕ800单立环	ϕ1500双立环
外形尺寸（长×宽×高）	毫米	1130×900×1200	2000×1850×1900
分选环直径	毫米	800	1500
球介质直径	毫米	6～10	6～12
分选室	个		
球介质充填率	%	85	85
分选环转数	转/分		3～3.5
励磁线圈最大电流	安培	260	2000
电压	伏	36	12
最大励磁功率	千瓦		24
冷却风机风扇直径	毫米		300、380
冷却风机功率	瓦		370×4，550×2
传动电机功率	千瓦	0.6	3
设备总重	吨	1.15	约13～14
处理能力	公斤/吨	600～800	1200～1600
最高磁场强度	奥斯特	17500	17500

表 5-29 ϕ1500×1000 湿式永磁笼型强磁选机技术性能

名称	单位	数量	名称	单位	数量
转笼直径	毫米	1500	给矿粒度	毫米	0.4～0
转笼长度	毫米	1000	处理能力	吨/时	10～15
球层厚度	毫米	65，85	设备总重	吨	约10
工作间隙	毫米	105	磁块尺寸	毫米	65×65×21
平均磁场强度	奥斯特	8000～9000	磁块数	块	4608
转速	转/分	1.7	外形尺寸	毫米	317×1900×2500
有效长度	毫米	950			

湿式笼型磁选机在南山铁矿凹山选矿厂进行了工业性试验后，已在该厂安装了ϕ1500×1000毫米的笼型机一台，取代了ϕ2000毫米平环机，它们的试验指标见表5-30。

笼型磁选机的主要优点除球介质堵塞程度比平环式有所改善外，该设备还有运转可靠、结构紧凑、占地面积小、操作和维护方便、生产耗水量少、单位面积生产能力大等优点。

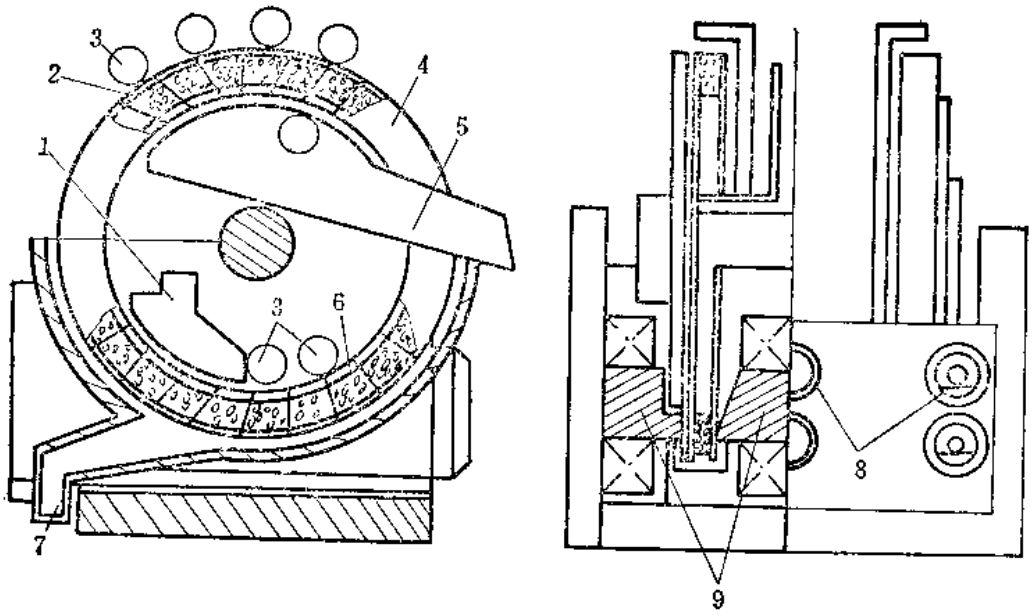


图 5-7　立环湿式强磁选机

1—给矿器；2—分选环；3—冲洗水管；4—金属环体；5—排矿槽；6—筛篦；7—尾矿槽；8—风机；9—磁极

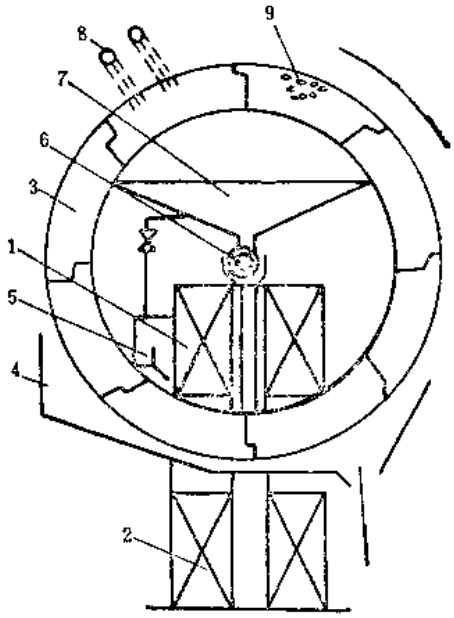


图 5-8　湿式永磁笼式强磁选机示意图

1—内磁系；2—外磁系；3—转笼；4—槽体；5—漂洗水箱；6—给矿系统；7—精矿斗；8—精矿冲洗水管；9—球介质

笼型强磁选机处理凹山选矿厂弱磁选尾矿的指标是：当原矿品位37.42%、磁性率为18.90%、磨矿细度为－200目占63%时，可得到铁精矿品位61.61%（含磷0.42%），总回收率84.32%，处理能力达15～20吨/台·时的生产指标。

4．GC-200湿式感应辊式强磁选机

表 5-30 笼型与平环型磁选机试验指标对比表

设备类型	粗选作业				精选作业			精选精矿对粗选给矿回收率（%）
	品位（%）			粗精矿回收率（%）	品位（%）		精矿回收率（%）	
	给矿	粗选	粗尾		精矿	尾矿		
转笼型	25.81	38.95	17.35	61.72	62.55	24.49	79.77	49.04
平环型	25.81	35.03	18.14	61.63	42.16	26.00	67.25	41.45

GC-200混式感应辊式强磁选机构造见示意图5-9。这种磁选机用于处理5～0毫米的中磁性和弱磁性矿石。该机由磁系（2）、给矿装置（3）、排矿装置（4）及电动机传动机构（1）组成。磁系由两个铁芯、两个辊（1）和四个磁极头组成。磁场通过四个工作间隙形成闭路，间隙宽为8～10毫米。其技术性能见表5-31。

表 5-31 GC-200 湿式感应辊强磁选机技术性能

名称	单位	数量	名称	单位	数量
感应辊直径	毫米	270	给矿宽度	毫米	2000
处理能力	吨/台时	4～8	给矿粒度	毫米	<5
直流供电电压	伏	110/220	磁场强度	奥斯特	当工作间隙8～10毫米时，感应辊齿尖9400～11000
直流供电功率	千瓦	3			
设备总重	吨	4.4			

该机处理湘潭锰矿3～0毫米的碳酸锰矿石时，入选原矿品位24.30%可获得精矿品位29.65%、金属回收率达83.68%的生产指标。

5．SQC-3型湿式强磁选机

SQC-3湿式强磁选机按处理能力不同分为三种规格：SQC-4-3型、SQC-6-3型和SQC-10-3型。三种规格的结构构造及工作原理相同。主要部件为铁芯（磁路）及分选转环。见图5-10。

该设备的磁路相当于电机的磁路，磁路较短，漏磁较少，结构紧凑，设备单机重量轻。其技术性能见表5-32。

表 5-32 SQC-3型湿式强磁选机技术性能

设备规格	SQC-10-3 型	SQC-6-3型	SQC-4-3型
磁极对数（对）	10	6	4
铁芯重量（吨）	2.7	0.85	0.5
分选环的分格数（格）	67	25	23
分选环直径（米）	2.6	1.4	1
分选环转数（转/分）	1～1.2	1.7～2.8	3～4
生产能力（吨/台时）	10	5	1
铜导管重量（吨）	1.6	0.35	0.21
铜导管设计电流密度（安/毫米²）	56	10	6
设备最大外径（米）	3.3	2.0	1.5
设备总重（吨）	9	3.5	1.5
入选矿石粒度（毫米）	0.5	0.5	0.5

SQC-3型强磁选机于1971年制成后，在铁坑铁矿经过几年的连续运转试验，证明该机处理铁坑铁矿之褐铁矿石能获得较好的选别指标（原矿品位36～39%、精矿品位50.12%、回收率50.25%）。又经过440小时的磁-浮联合流程工业性试验，当平均台时处理能力为10吨时，选矿金属回收率比采用单一浮选提高15%左右。

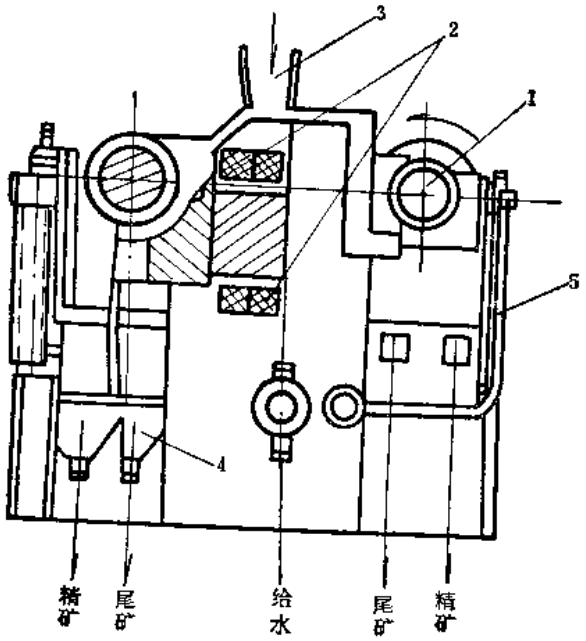


图 5-9 GC-200感应辊式强磁选机

1—感应辊；2—磁系；3—给矿；4—排矿；5—溢流管

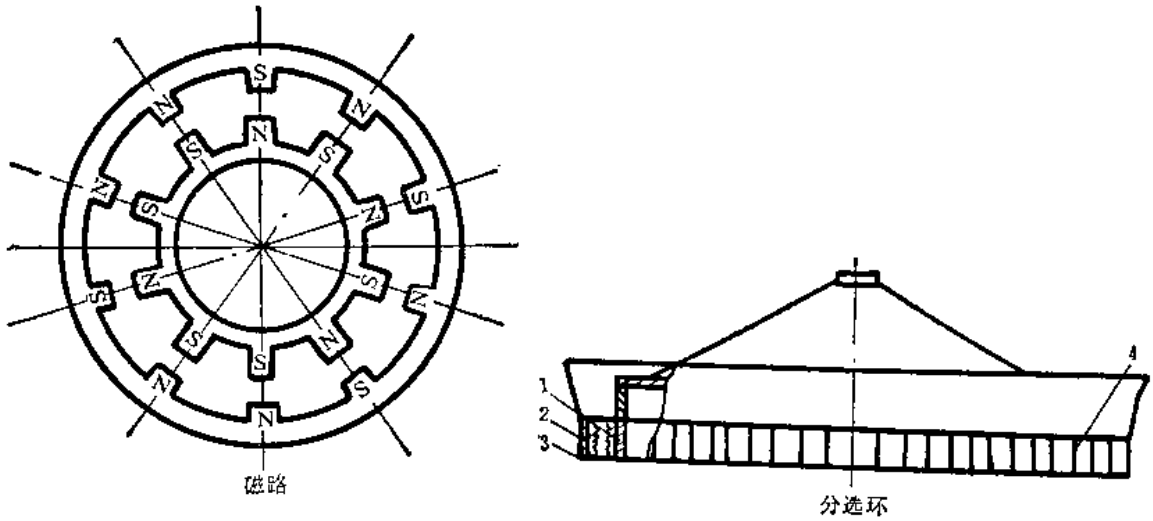


图 5-10 SQC-10-3 型湿式强磁选机磁路及分选环示意图

1—内环；2—齿板；3—外环；4—不导磁隔板

四、重选设备

重选设备类型较多。而在小型铁、锰选矿厂中，一般常用的有：洗矿机、跳汰机、摇床、离心选矿机、螺旋溜槽、重介质振动溜槽和重介质旋流器等。重选设备的生产能力和选别指标，应根据试验或类似厂矿的生产经验确定。

（一）洗矿机

洗矿机有槽式洗矿机、圆筒洗矿机和洗矿筛三种。槽式洗矿机和圆筒洗矿机适合处理含泥土较多的难洗矿石。

圆筒筛具有洗矿和分级的优点，且能处理大块矿石。槽式洗矿机擦洗能力强，适合处理75毫米以下的矿石，不少小富铁矿及锰矿采用了槽式洗矿机。生产实例见表5-33。

表 5-33　1070×4600槽式洗矿机生产实例

厂矿名称		黄梅山铁矿洗矿	塔山锰矿洗矿	马山埠铁矿洗矿	和睦山铁矿洗矿	八一锰矿洗矿
原矿	品位（%）	40	15～20	平均32	40左右	
	含泥（%）	65～83	25～40	褐铁矿含红粘土	约50	75
	粒度（毫米）	80～0	50～0	80～0	50～0	
	含水（%）	5～10				
溢流	粒度（毫米）	0.2～0	小于1	1～0		1～0
	浓度（%）	8～11				
	品位（%）	10	15	34.61	约34.5	
净矿	品位（%）					
	粒度（毫米）	0.2占1.3%；80目占16%	50～1	80～1		
	含泥（%）	0.5左右				<5
耗水量（米³/吨原矿）		2.2～2.5				2～2.5
生产能力（吨/台时）		20	12	60吨/班	设计150吨/日	19～22

表 5-34　梯形跳汰机生产实例

厂矿名称		凤凰山铁矿重介质选矿厂	田湖铁矿选矿厂	白庙重介质选矿厂
设备规格		1200×2000×3600	1200×2000×3600	1200×2000×3600
原矿性质	矿石比重(吨/米³)	3.3～3.4		
	废石比重(吨/米³)	2.65		
	给矿粒度（毫米）	10～2	10～3；3～0	10～0
选别指标（%）	原矿品位	37.30	30.60	33.36
	精矿品位	46.75	38.60	45.67
	尾矿品位	15.17	15.30	15.4
	回收率	88.65	81.87	81.21
介质比重（吨/米³）		2.85～2.9		2.9～3.1
耗水量（米³/时）		180		
生产能力（吨/台·时）		最大20	15.76；12	12

（二）跳汰机

跳汰机是主要的重选设备之一。其广泛用于50毫米以下的金属矿石的分选，对含废石较多的弱磁性铁、锰矿石的分选效果也较好。

跳汰机的类型很多。从跳汰室的形状划分，有梯形及矩形两类；从跳汰室的个数划分，有单列、双列及一室、二室、四室几类；从鼓动跳汰室水流的机构划分，有活塞式及

隔膜式两类。活塞式是比较原始的机构，系列化设备已不采用。隔膜式又可分为上动（旁动）、下动及侧动几类。以上分类方法虽多，但可综合成如下几种。

1. 梯形跳汰机

梯形跳汰机的跳汰室的平面为梯形，沿矿浆流动方向由窄变宽，这样矿浆横向流速将随其宽度的增加而逐渐减小，有利回收细粒重矿物。它有双列，每列四个（共有八个）跳汰室。各室冲程、冲次可分别调节。因其处理量大，处理矿石的粒级宽（50～0毫米），故已被小铁矿选矿厂所应用，取得了较好的生产指标。生产实例见表5-34。

表 5-35 梯形跳汰及矩形跳汰机选别效果比较

编号		品位（%）			产率（%）		回收率（%）		处理能力
		原矿	精矿	尾矿	精矿	尾矿	精矿	尾矿	（吨/台·时）
1	梯形	32.0	46.6	16.5	51.7	48.3	75.2	24.8	16.7
	矩形	30.0	46.1	13.8	52.0	48.0	78.3	21.7	25.2
2	梯形	32.0	45.6	13.6	57.4	42.6	81.8	18.2	14.0
	矩形	31.5	45.7	12.1	57.8	42.2	83.7	16.3	25.4

目前，梯形跳汰机的系列化产品有（300～600）×600及（600～1000）×900双列8室两种。

2. 矩形跳汰机

矩形跳汰机有上动（即旁动）、下动和侧动式三类，跳汰室为矩形，有单列、双列，每列有一室、二室及四室之分。

矩形跳汰机对细粒级矿石的分选效果较梯形跳汰机差，但对粗中粒级矿石的分选效果较好，例如凤凰山铁矿重介质选矿厂用2台双列4室（总面积为1400×1800毫米）矩形跳汰机串联后代替1台（1200～2000）×3600梯形跳汰机处理10～2毫米粒级的赤铁矿，其处理能力比梯形跳汰机大，耗水量比梯形跳汰机小，选别指标比梯形跳汰机好(见表5-35)。其技术性能及操作数据见表5-36。

表 5-36 凤凰山矩形跳汰机技术性能及工作参数

技术性能	生产能力（吨/台时）	给矿粒度（毫米）	水质	水压（公斤/厘米²）	耗水量（米³/台·时）	床			石	
						床面性质（人工）	比重（克/厘米³）	粒度（毫米）	床石总重（公斤）	床面厚度（毫米）
	20～25	10～2	本厂环水	2	120～150	赤铁矿	4左右	30～50		70

工作参数	尾矿堰板高（毫米）	筛孔尺寸（毫米）	鼓动隔膜面积（米²）	隔膜冲程视人选矿石定（毫米）				隔膜冲次（次/分）				跳汰室总面积（米²）	冲程系数	电机容量（千瓦）
	150～220	20×20	0.3	40	32	30	22	140	200	220	250	2×4×0.63	0.48	2.2

注：用2台双列4室（每室700×900）矩形跳汰机串联组成一台双列8室矩形跳汰机。

目前，矩形跳汰机的系列化产品有300×450单列2室旁动式、500×500和1000×1000单列2室下动式、600×900单列2室侧动式、700×900和900×1200双列4室侧动式等6种。

3. 几种自制的粗粒跳汰机

（1）利国800×1500活塞式矩形单室跳汰机

利国800×1500单室活塞跳汰机经过十多年来的生产实践表明，该机结构简单、性能稳定、操作方便，获得的技术指标为：原矿品位42.7%、精矿品位56.60%、尾矿品位13.90%、金属回收率达89.70%，入选粒度为30～0毫米。

跳汰机的结构示意见图5-11及图5-12。主要技术规格见表5-37。

表 5-37 粗粒跳汰机主要技术规格

名称	单位	数量	备注	名称	单位	数量	备注
设备规格(长×宽×高)	毫米	3000×2800×3200		分选时间	秒	0.46	
设计冲程	毫米	120		水量消耗	米³/台·时	30	
设计冲次	次/分	74		给矿粒度	毫米	30～0	
定筛面积	米²	1.2	800×1500毫米	生产能力	吨/台·时	9、7、5	
悬浮时间	秒	0.35		安装功率	千瓦	20	
设备总重	公斤	5050					

（2）黄梅山650×850跳汰机

650×850双室侧动隔膜跳汰机，是由马鞍山矿山研究院和黄梅山铁矿共同研制。在黄梅山铁矿经过半年多的工业性试验，处理30～10毫米的矿石指标为：入选原矿品位37.80%、综合精矿品位50.10%、尾矿品位17.33%、金属回收率达82.80%，各项指标均达到或超过了设计指标。1977年底在黄梅山铁矿投产使用。

设备结构示意见图5-13。技术参数见表5-38。

表 5-38 650×850双列二室侧动隔膜跳汰机技术参数

名称	单位	数量	名称	单位	数量
结构形式		双列二室侧动隔膜式	外形尺寸（长×宽×高）	米	2.380×2.647×2.555
设备总重	吨	2.2	动力消耗	千瓦	3.0
每室面积	米²	0.6435	处理粒度上限	毫米	30
隔膜面积	米²	0.3019	水压	公斤/厘米²	1.5以上
隔膜冲程范围	毫米	0～50	耗水量	米³/吨原矿	10～12
冲程系数		0.4694	处理能力	吨/台·时	10～12
冲次	次/分	130～140			

（三）摇床

摇床有6-S摇床、CC-2摇床和弹簧摇床三种。

摇床适用于1.5～0毫米粒级矿石的分选，能分选出二种以上的不同品级的产品。该设备最大缺点是处理能力低、占地面积大。

目前，小型选矿厂常采用6-S摇床分选锰矿石，如湘潭锰矿用来分选氧化锰矿，当给矿粒度为1.5～0毫米时，生产能力为0.29吨/台时。

（四）离心选矿机

（1）ϕ800×600离心选矿机

ϕ800×600离心选矿机，已应用于铁矿选矿厂，回收磁选尾矿中的细颗粒赤铁矿。适宜分选的矿石粒度为0.074～0.01毫米。处理能力一般为0.6～1吨/台时。缺点是处理能力

小、占地面积大，操作控制和检修都比较困难。其结构示意见图5-13。

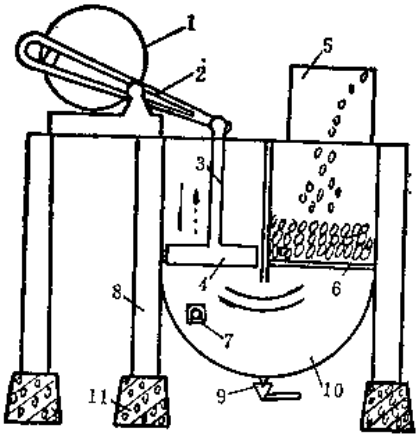


图 5-11 粗粒跳汰机结构示意图
1—传动件；2—滑块摇杆；3—连杆；4—活塞；5—给矿槽；6—定筛；7—给水管；8—机架；9—排渣阀；10—槽体；11—水泥基础

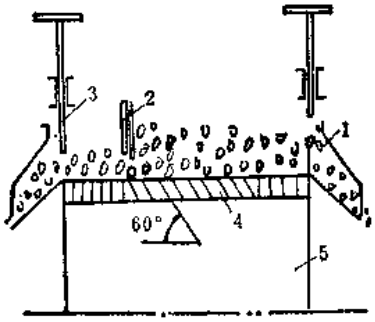


图 5-12 斜板式定筛部分结构示意图
1—排料斗；2—挡板；3—蜗杆闸板；4—定筛，斜板式；5—槽体

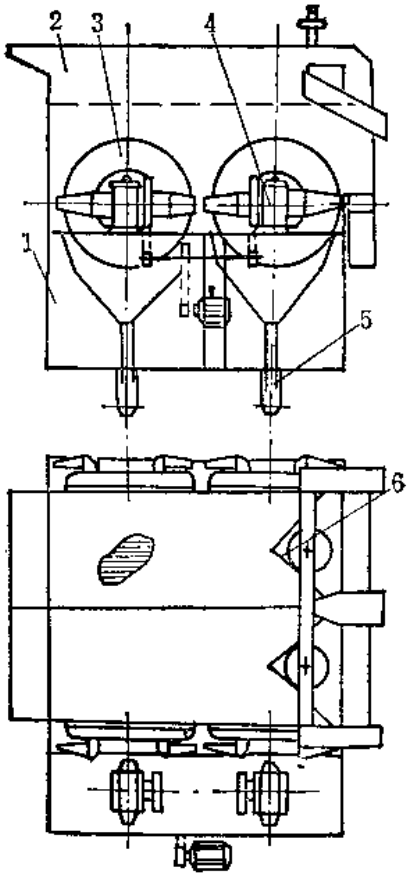


图 5-13 跳汰机示意图
1—机架；2—箱体；3—鼓动盘；4—传动箱；5—筛下排矿装置；6—“V”型分离隔板

（2）ϕ1600×900毫米（单锥度和双锥度）和ϕ1200×800毫米离心选矿机与工业型ϕ800×600毫米离心选矿机的构造基本一致，只是转鼓的直径和长度相应加大，见图5-14。设备参数见表5-39。

表 5-39 ϕ1600×900 及ϕ1200×800 离心选矿机主要技术参数

名称	外形尺寸（长×宽×高）（毫米）	转鼓（直径×长）（毫米）	转鼓半锥度（度）	转鼓转速（转/分）	选别粒度（毫米）	处理能力（吨/台·时）	给矿浓度（%）	冲矿水压（公斤/厘米²）	耗水量（米³/台时）	电动机功率（千瓦）	设备总重（公斤）
ϕ1600×900	3425×1885×4200	1600×900	5	100～545	0.074～0.019	4～5	25～30	5～8	6.19	10*	4123
ϕ1200×800	2200×1925×3000	1200×800	3.72	220～240	0.074～0.019	3	25～30	5～8	5.04	11	约2800

注：试验时用直流可调电机，功率13千瓦。

该机工业性试验分选弓长岭赤铁矿，当入选品位40.17%时，可获得品位60.19～60.35%，金属回收率为72.87～77.93%的铁精矿。达到或超过了ϕ800×600毫米离心选

矿机的选别指标。见表5-40。

表 5-40 离心选矿机选别指标

规格（毫米）	选别指标（%）					备注
	给矿品位	精矿品位	尾矿品位	精矿产率	金属回收率	
φ1600×900	40.17	60.19	21.22	48.63	72.87	试验平均值
φ1200×800	41.29	60.35	19.52	53.32	77.93	试验平均值
φ800×600	41.21	60.24	22.30	49.84	72.86	生产考核平均值

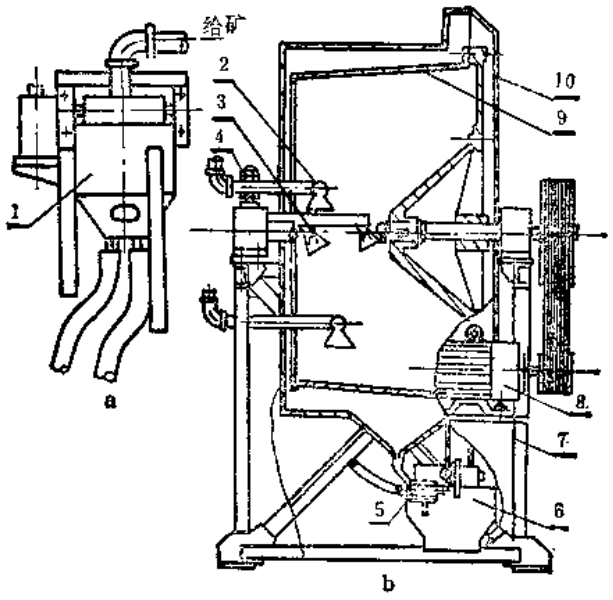


图 5-14 φ1600×900离心选矿机结构示意图

a.给矿部分 b.主体部分

1—给矿器；2—给矿嘴；3—冲矿嘴；4—电磁阀；5—水压阀；6—排矿器；7—机架；8—电机；9—转鼓；10—罩

（五）螺旋选矿设备

螺旋选矿设备有螺旋选矿机和螺旋溜槽两种。

螺旋选矿机的生产实例详见第八章第三节。

螺旋溜槽的工作原理类似于螺旋选矿机，用于分选0.3毫米～0.2毫米比重大的矿物。优点是不用电力、构造简单、容易制造、价格便宜。但是对结构和操作参数要求很严。

（六）重介质振动溜槽

重介质振动溜槽用于选别粗中粒级的矿石，适宜的分选粒度为70～6毫米。该设备工作可靠、处理能力大、选别指标稳定。其生产实例见表5-41。

（七）重介质旋流器

重介质旋流器在湘潭锰矿进行了工业性试验，试验装置已可交付生产使用。

该设备结构简单（见图5-15）、容易制造、产量大、效率高、操作简单、耗水量少。用于分选15～3毫米的碳酸锰矿时，取得较好的选别指标。详见第九章第二节。

表 5-41　400×5000重介质振动溜槽生产实例

厂矿名称		白庙铁矿选矿厂	凤凰山铁矿重介质选矿厂	桃冲铁矿选矿厂（试验）
原矿	名称	赤铁矿	赤铁矿为主	赤、镜铁矿
	比重（吨/米³）	4.23	3.4～3.2	
	粒度（毫米）	50～10	50～10	50～10
选别指标（%）	给矿品位	33	36.5	33
	精矿品位	46.37	45.40	41.00
	尾矿品位	小于15	15.60	15
	金属回收率	77.32	87.16	85.73
介质	名称	赤铁矿	赤铁矿	1.9
	比重	1.9～2.1	1.8～1.9	
	粒度	2～0自生介质	2～0自生介质	
	耗量（公斤/吨原矿）	2		
处理能力（吨/台·时）		25～28		23

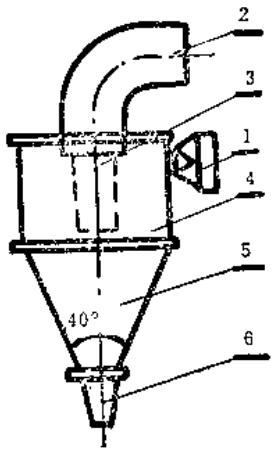


图 5-15　φ3000毫米重介质旋流器结构示意图

1—给矿管φ100毫米，进口78×42毫米；2—溢流管φ125毫米；3—插入管φ100×300毫米；4—圆筒φ300×300毫米；5—锥体40°；6—沉砂管φ55×100毫米

五、浮选设备

浮选设备在小型铁、锰选矿厂多用于综合回收硫、铜等有用矿物。

浮选设备有机械搅拌式浮选机和充气式浮选机(柱)等几种。目前小选厂一般常采用XJK型浮选机。棒型浮选机是一种新型浮选设备，一些有色金属选矿厂已推广使用。

（一）搅拌槽

搅拌槽在浮选作业中能使药剂在矿浆中充分而均匀地分散，是浮选作业的重要辅助设备之一。搅拌槽有压入式和吸入式两种。前者为一机部系列产品，安装时需要一定的高差，使矿浆流入槽内；后者为革新产品，可自行将矿浆从低处吸入槽内。

泗顶和衡东铅锌矿使用的提升搅拌槽均有1米的吸程，它能弥补工艺配置高差之不足，从而可使部分选别作业省去砂泵扬送。

（二）浮选机

1. XJK型浮选机

XJK型浮选机为系列化产品，其结构简单，工作可靠，操作方便，且便于维修，适应性强，使用范围广，广泛应用于小型选矿厂。

2. 棒型浮选机

棒型浮选机的工作原理与其他机械搅拌式浮选机基本相同，主要优点是适合处理浓度、比重和粒度大的有色，黑色金属矿物。该机浮选速度快，效率高、选别指标好。

六、脱水设备

（一）浓缩机

浓缩机在小选厂中多用于浮选精矿过滤前的脱水；或当尾矿库离选矿厂较远，又须用尾矿循环水时用它作为尾矿的脱水设备。

浓缩机有中心传动式、周边传动式及多层浓缩机三种。小规格的浓缩机多为中心传动式。其结构简单、重量轻、造价低。

浓缩机的生产能力一般应根据溢流中最大颗粒的沉降速度和影响沉降速度的条件及类似生产厂的实际生产指标确定，但对小型选矿厂来说可按设备样本中的数据选取。

（二）真空过滤机

常用的真空过滤机有圆盘式和圆筒式两大类型。圆盘式适用于浮选精矿的过滤，主要优点是体积小、过滤面积大、换滤布方便，多用于大中型浮选厂；圆筒型过滤机的品种发展快、类型多，但小选厂常采用的有外滤式，内滤式及磁性过滤机三种，生产实例见表5-42。

1. 圆筒型外滤式及内滤式真空过滤机

圆筒型外滤式及内滤式过滤机适用于处理粒度－200目占30%以上，具有一定粘度和

表 5-42 过滤机生产实例

序号	规格及名称	厂矿名称	过滤面积（米²）	过滤物料名称	给矿粒度（－200目%）	给矿浓度（%）	产品水分（%）	利用系数（吨/米²·时）	生产能力（吨/台·时）	备注
1	5米²外滤式过滤机	宜兴钢铁厂选矿车间	5	铁精矿		45～50	7～9	0.7～0.8	3.5～4	
2	5米²外滤式过滤机	镇江钢铁厂选矿车间	5	铁精矿	50	50～55	8～9	1.2	6	
3	5米²外滤式过滤机	吴县钢铁厂选矿车间	5	铁精矿	30～35		10	1.2～1.4	6～7	
4	8米²内滤式过滤机	螺丝山铁矿选矿厂	8	铁精矿		65～75	11	1	9	设计指标
5	8米²内滤式过滤机	东丰铁厂选矿车间	8	铁精矿	60～70	35～40	9	0.875	7～8	
6	12米²内滤式过滤机	林海铁矿选矿厂	12	铁精矿		40	10	1.3	9	
7	5米²永磁过滤机	丹阳钢铁厂选矿车间	5	铁精矿	50～60	50～60	8	1.2～1.4	6～7	
8	12米²永磁过滤机	高戈庄铁矿选矿厂	12	铁精矿			9～10	1.4	17	流程供矿不足
9	12米²永磁过滤机	金岭铁矿选矿厂	12	铁精矿	70	50	9～11	3	35	

一定浓度的各种矿浆脱水，其滤饼水分一般为8～12%。

圆筒型真空过滤机的单位生产能力即利用系数（吨/米²·时）随过滤机所处理的精矿品种、粒度、浓度的不同而有很大差异。因此，应根据类似条件选矿厂的平均先进生产实际指标确定。表5-43列出真空过滤机在各种情况下的利用系数，供选用参考。

2. 永磁过滤机

永磁过滤机是一种新设备，主要适用于磁性铁精矿矿浆的过滤。它的利用系数比一般内滤式过滤机高3倍左右，可达3～4吨/米²。生产实例见表5-42。

表 5-43 过滤机利用系数

被过滤精矿名称	利用系数（吨/米²·时）	备注
黄铁矿浮选精矿	0.4～0.5	1. 给矿矿浆浓度约为40%；
硫化铜、铅浮选精矿	0.1～0.2	2. 精矿粒度－200目约为50～80%，粗粒取大值，反之取小值。
硫化铅浮选精矿	0.15～0.2	
硫化锌浮选精矿	0.2～0.25	
焙烧磁选精矿	0.65～0.75	
锰精矿	1.0	
磁铁精矿	1.0～1.2	粒度0.2～0毫米
磁铁精矿	0.9～1.0	粒度0.12～0毫米

注：磁性过滤机除外。

七、还原焙烧炉及其附属设备

还原焙烧炉有鞍山式竖炉、斜坡炉、回转窑及沸腾炉等几种。前两种在小型铁矿选矿厂已采用。

（一）鞍山式竖炉

鞍山式竖炉适于焙烧75～6毫米赤铁矿或镜铁块矿的还原焙烧。目前有100、70、50和25米³等四种规格。在小选厂仅有25米³竖炉得到应用。新安钢铁厂选矿车间的25米³竖炉，其炉型基本上是50米³竖炉在长度上缩短二分之一的产物，其结构见示意图5-16。25米³竖炉的外型尺寸为：长4米、宽2.6米、高10米。炉子外壳用铁板焊制，内衬用高铝耐热混凝土砌筑。水箱梁和燃烧室盖板用矾土耐热混凝土砌筑。高温带的异形砌体使用磷酸盐耐火混凝土。中间加热带安设三根横穿梁，还原带安设四根横穿梁，横穿梁的材料为RQTS-4.5耐热球墨铸铁。

25米³竖炉的技术性能及附属设备性能见表5-44和表5-45。

新安钢铁厂有18米³的高炉两座（仅一座生产）。高炉煤气供25米³焙烧竖炉使用。竖炉耗煤气量为1300～1500米³/时，热值900～1000大卡/米³。在焙烧中心坡及张窑院混合矿（TFe=34.6～49.33%、FeO=0.29～0.35%）时，焙烧炉产量可达3～4吨/时，热耗0.4～0.5×10⁶大卡/吨原矿，其生产操作技术数据见表5-46。

（二）斜坡炉

斜坡炉是宣化钢铁公司创造的一种处理弱磁性粉矿（15～0毫米）的新型磁化焙烧炉。经过多年的试验和改进（已经比较成熟的用它来对多种类型的赤铁粉矿进行焙烧试验，一般均取得了较好指标），目前已应用到工业生产中的有6.4及3.38米²（加热段有效面积）两种规格。现小型铁矿选矿厂采用的是3.38米²的一种。

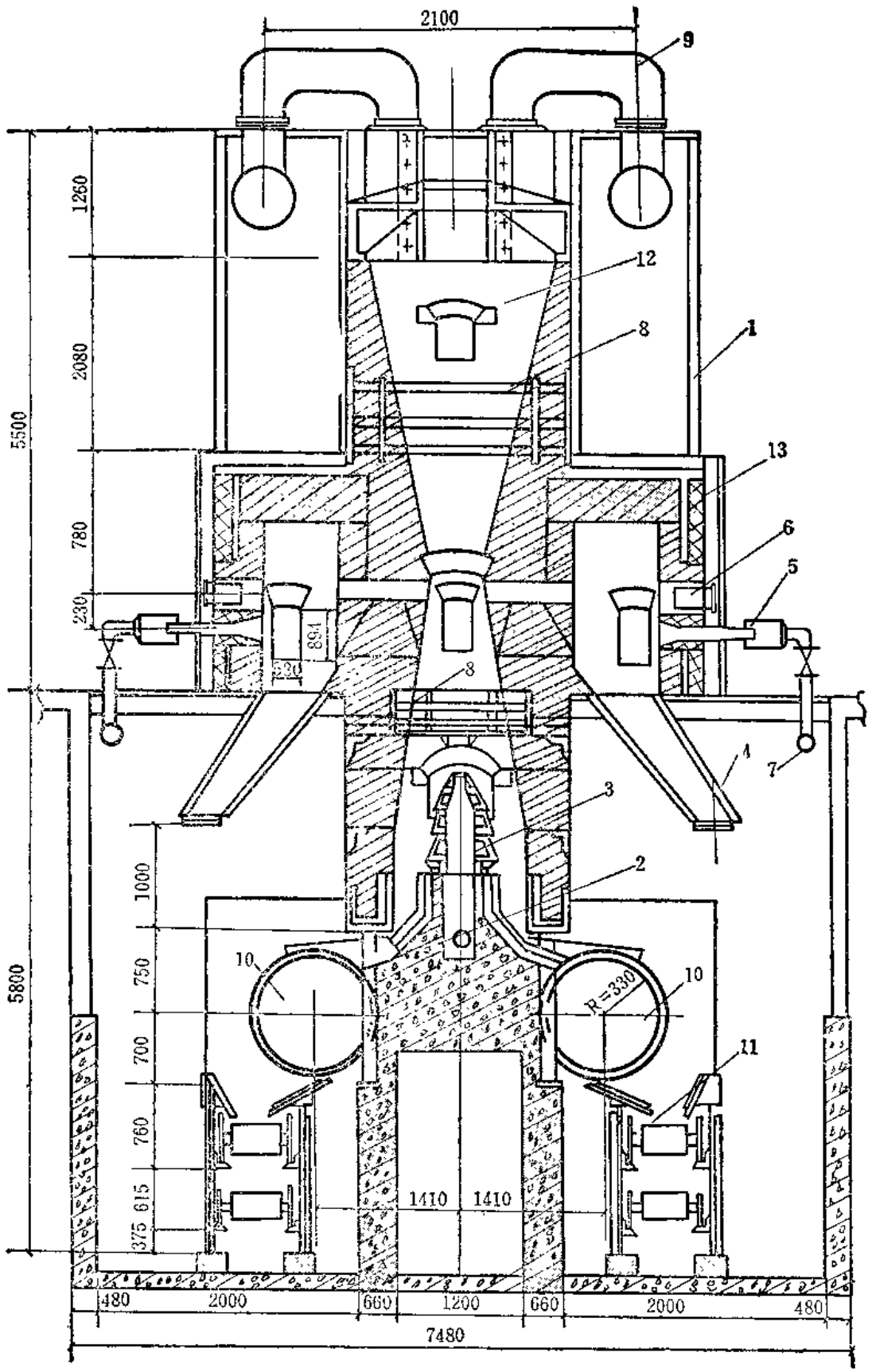


图 5-16　25米³竖炉横剖面示意图

1—金属结构外壳；2—还原燃气管；3—还原床；4—漏灰斗闸门；5—烧嘴；6—窥视孔；7—加热煤气管；8—横梁梁；9—排烟道；10—卸矿辊；11—搬出机；12—矿石预热带；13—燃烧室

表 5-44 25米³竖炉技术性能

序号	名称	单位	指标	备注
1	用途		磁化焙烧赤铁矿石	
2	操作制度		连续	
3	矿石粒度	毫米	50～10	
4	炉子容积	米³	25	
5	生产能力	吨/台·时	5～6	
6	燃烧室温度	℃	1000±50	
7	矿石加热温度	℃	750～800	
8	矿石还原温度	℃	550～650	
9	煤气种类及发热值	千卡/米³	高炉煤气900～1000	
10	加热煤气流量	米³/时	700～800	
11	还原煤气流量	米³/时	650～800	
12	加热用煤气压力	毫米水柱	400～500	
13	还原用煤气压力	毫米水柱	400～500	
14	废气温度	℃	57～110	
15	抽烟机负压	毫米水柱	120～200	
16	烧嘴型式		2HY-56喷射式	
17	废气量	米³/时	4000	
18	耗水量	米³/时	12	
19	水封池温度	℃	58	
20	造价	万元	32	

表 5-45 25米³竖炉附属设备性能表

序号	设备名称	规格型号	传动电动机			减速机	
			型号	功率（千瓦）	台数	型号	速比
1	搬出机	链斗式	JO2-51-6	5.5	2	PM500	23.34
2	排矿辊	ϕ600×3300	JO2-22-4	1.5	4	PM250	74
3	抽烟机	7-29-11No.110 H=460～540毫米水柱 Q=1250～3000米³/时	JO2-91-4	55	1		

斜坡炉的结构见示意图5-17。它的主要特点是结构简单、便于维护和操作、适应处理粉矿。应用斜坡炉时，矿石含水要求不超过5%。此外，斜坡炉的炉体、篦板、管道及风机叶轮寿命较短。篦子板平均使用寿命2～3个月，最长可达6～8个月。风机叶轮使用寿命5～6个月。斜坡炉的主要技术性能见表5-47，操作数据见表5-48。

斜坡炉的操作过程：粒度为15～0毫米的矿粉从料仓经圆盘给矿机给至斜坡炉的首端，

在重力及负压作用下（160～200毫米水柱）自动流入炉内，在上升热气流作用下，矿粉沿篦子板向下移动；与此同时，矿粉被900～1000℃的热气流加热到655～750℃。加热后的矿粉进入还原床，被压力为600～1000毫米水柱的高炉煤气所还原。焙烧矿在隔绝空气的条件下喷水冷却到100℃以下，由圆盘排矿机连续排出，经带式输送机送往球磨。废气经旋风除尘器和泡沫除尘器净化后，进抽风机排入大气。

表 5-46　25米³竖炉生产操作数据

序号	名　　称	单　　位	数　　量	备注
1	炉子有效容积	米³	25	
2	生产能力	吨/台·时	3.5	
3	给矿粒度	毫米	50～10；实际大于50占20%，小于10占16%	
4	燃烧室温度	℃	950～1000	
5	加热带温度	℃	700～800	
6	还原带温度	℃	570	
7	煤气热值	千卡/标准米³	900～1000	
8	煤气压力	毫米水柱	小于350	
9	抽风机负压	毫米水柱	60	
10	出炉废气量	米³/时		
11	出炉废气温度	℃	70～80	
12	排矿温度	℃	400	
13	焙烧还原度（TFe/FeO）	%	55～60	
14	水封温度	℃	50～60	
15	加热煤气用量	标准米³/时	500	
16	还原煤气用量	标准米³/时	500	

宣钢通过几年来对斜坡炉的试验和生产实践后认为：比较适宜的矿粉粒度是±5毫米各占50%左右，大于10毫米的粒度不要超过10%；矿粉水分在3～5%为宜；篦子板上要保持100～150毫米厚的料层。自1972年以来，炉子生产正常，3.38米²炉子的生产能力达8吨/台·时，还原焙烧矿经磁选，可得品位为60%，其金属回收率为78～79%的铁精矿，已达到了设计指标。

湖南酒埠江钢铁厂采用3.38米²斜坡炉，其构造基本与宣钢的相同。用来处理沉积鲕状赤铁矿时，产量约为3.5～5吨/台时，尚未达到设计指标。据分析其原因是入炉原矿粒度稍粗，矿石含水量高（大于4%）的缘故。酒埠江斜坡炉的设计技术性能及生产主要技术指标见表5-49及表5-50。

八、主要辅助设备

（一）给矿设备

现将小选厂常用的几种给矿机介绍如下：

表 5-47 宣钢斜坡炉技术性能

序号	项目	单位	技术数据	
			6.4米²斜坡炉	3.38米²斜坡炉
1	2	3	4	5
1	外形尺寸（长×宽×高）	米	13.33×4.4×8.1	9.21×3.85×6.24
2	加热段有效面积	米²	6.4	3.38
3	加热段篦板坡度	度	16	16
4	加热段篦板孔隙率	%	5	5
5	加热段篦板孔径（上/下）	毫米	ϕ6/ϕ12	ϕ6/ϕ12
6	还原段有效床面积	米²	6.4	2.4
7	还原段篦板坡度	度	28～30	28～30
8	还原段篦板孔隙率	%	10	10
9	还原段篦板孔径（上/下）	毫米	ϕ10/ϕ16	ϕ10/ϕ16
10	耐火砖总重	吨	174.8	59
11	钢材总重	吨	56	17
12	废气换热器：预热还原煤气	米³	18	14
	预热助燃空气	米³	47.5	—
13	渐开线干式除尘器规格	毫米	ϕ2000	ϕ1600
14	湿式除尘器规格		冲击式	ϕ1600泡沫式
15	排烟机：型号		9 27--12	9-35-12
	功率	千瓦	115	75
	风压	毫米水注	450	380
16	给矿设备规格	毫米	B＝800皮带	ϕ1000圆盘
17	排矿设备规格	毫米	ϕ1500×1500圆筒	ϕ1500圆盘
18	建筑物占地面积	米²	267.8	88.8
19	基建投资：包括厂房	万元	22	
	不包括厂房	万元		4
20	设计生产能力	吨/时	15	5
21	实际生产能力	吨/时	10～12	7～7.5
22	实际热耗	万大卡/吨	35～38	38～40

表 5-48 宣钢3.38米²斜坡炉操作数据

序号	名称	数据
1	加热煤气	高炉煤气
2	还原煤气	高炉煤气
3	加热煤气流量	1600～1700标立米/时
4	还原煤气流量	350～450标立米/时
5	废气流量	7000～8000标立米/时
6	燃烧室温度	900～1000℃
7	还原床温度	650～750℃
8	出炉废气温度	250～350℃
9	排矿温度（水冷后）	100℃以下
10	给矿粒度	15～0毫米
11	总吹损率	0.717%
	其中：排入大气矿尘	0.201%
	泡沫除尘器排出矿粉	0.516%

表 5-49 酒埠江斜坡炉设计技术性能

序号	名称	单位	数量	备注
1	外形尺寸（长×宽×高）	米	9.21×3.86×6.24	
2	加热段有效床面（长×宽）	米²	3.38（5.2×0.65）	
3	加热段篦板坡度	度	上段19，中段17，下段13	
4	加热段篦板孔径	毫米	φ16	
5	加热段篦板孔隙率	%	5	
6	多层还原床篦板坡度	度	28～30	
7	生产能力	吨/台·时	5～6	
8	耐火砖总重	吨	59	
9	钢材总重	吨	17	

表 5-50 酒埠江斜坡炉生产技术操作能标

序号	名称	单位	指标	备注
1	燃烧室温度	℃	900～950	
2	篦子板中、下段温度	℃	800	
3	还原床温度	℃	650～750	
4	废气温度	℃	250～300	
5	排矿温度	℃	600	
6	加压风机压力	毫米水柱	600～800	
7	负压风机压力	毫米水柱	160～200	
8	矿粉粒度	毫米	15～0	
9	风机入口压力	毫米水柱	350～400	
10	篦子板料层厚度	毫米	100～150	
11	加热煤气流量	米³/时	1600～1700	
12	还原煤气流量	米³/时	350～450	
13	废气流量	米³/时	700～800	

1. 槽式给矿机

槽式给矿机结构简单，易于制造，操作调整方便，对矿石含水、含泥适应性强。适用于粗中粒度物料的给矿，因而是小选厂粗破碎最常用的给矿设备。

目前槽式给矿机的最大给矿粒度可达500毫米，例如立新铁矿选矿厂，原用2台电振给料作为自磨机的给矿设备。因原矿较粘，电振给矿机常被堵塞，影响生产，该矿不得不自制2台1200×1800槽式给矿机取代它。经过三年多的生产实践证明，这种规格的槽式给矿机使用效果好，易损件少，生产安全可靠，故作为500～0毫米的粘性矿石的给矿设备是很适合的。

矿用槽式给矿机尚无系列化产品，但各设计院有设计图。

2. 电振给矿机

电振给矿机具有结构简单、设备重量轻、给料比较均匀、配置高差小、占地面积少等优点。其适宜给料粒度小于500毫米。电振给料机的最大缺点是物料含水含泥多时易被堵塞。

3. 摆式给矿机

摆式给矿机适用于小块物料。该机具有构造简单、价格便宜、管理方便等优点。小选

厂一般多用于球磨机的给矿。其缺点是给料粒度过大时，摆动扇形阀易被卡住，以致烧坏电动机。

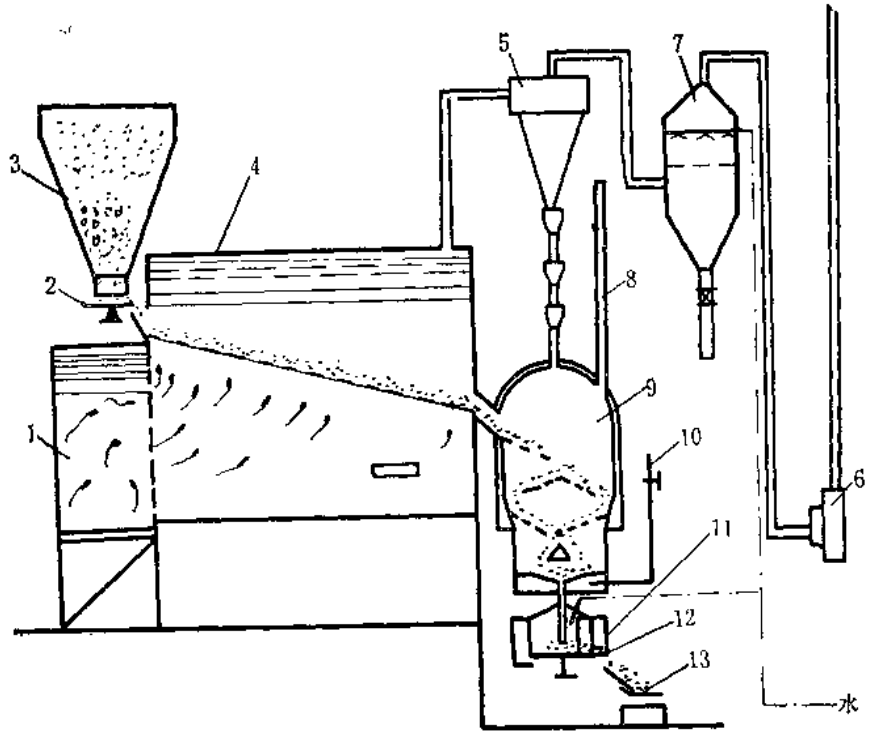


图 5-17 斜坡炉构造示意图

1—燃烧室；2—圆盘给矿机；3—原矿仓；4—加热段；5—旋风除尘器；6—抽烟机；7—泡沫除尘器；8—排废气烟囱；9—还原床；10—还原煤气管道；11—密封罩；12—圆盘排矿机；13—带式输送机

（二）卸矿阀门

卸矿阀门有手动、电动和风动三类。其品种繁多，且无系列化产品。各设计院有设计图。

（三）带式输送机

带式输送机是选矿厂中输送矿石常用的设备之一，是小选厂实现机械化，达到连续生产的重要运输设备。它的品种和规格很多。但是，在小选厂中常用的仅有带宽为400、500的移动式或带宽为500、650及800毫米的固定式几种带式输送机。

1．几种常用的带式输送机

（1）移动式带式输送机

移动式带式输送机的结构小巧，安装灵活，价格便宜，适合于小选厂中使用。带宽为400、500毫米的移动式带式输送机的主要技术性能见表5-51。

移动式带式输送机亦可作为固定式安装使用，在这种情况下，只需将其放置于几个砖砌的基础上就行了，并可在输送机的两侧设置行人走台或建筑通廊。

（2）固定带式输送机

固定带式输送机由于其结构笨重，安装组合件多，且价格较贵，故小选厂应用时多用

于长距离运输或输送大块矿石。

固定式带式输送机于1975年定型系列称TD75型，1962年及1972年定型的系列称为TD62及TD72型。TD62型及TD72型属淘汰系列。

TD75型带式输送机有多种型号，配用的橡胶带和塑料带又有多种规格。小选厂若有特殊要求时，一般宜选用普通型3～4层的橡胶带或4毫米厚的整芯塑料带。胶带的上、下覆盖胶厚可选4.5、1.5毫米。

TD75型带式输送机设备部件（如驱动装置、传动滚筒、拉紧装置、托辊、支架等）种类繁多，都应由选用者选择，并提交清单才能订到货。设计者可根据一机部样本或冶金部有关设计院编制的设计选用手册进行设计。

表 5-51 推荐选用的移动式带式输送机

带宽（毫米）	400			500		
有效长度（米）	5	7	10	10	15	20
输送带速度（米/秒）	1.25	1.25	1.25	1/1.6/2.5	1/1.6/2.5	1/1.6/2.5
输送能力（米³/时）	30	30	30	70/110/160	70/110/160	70/110/160
电动机功率（千瓦）	1.1	1.1	1.5	4	5.5	7.5
机身最大倾角（度）	18	18	18	19	19	19
最大倾角时的高度（米）	1.7	2.5	2.5	3.3	5.01	6.5
最大长度（毫米）	5450	7650	10450	10310	15210	20210
最大宽度（毫米）	920	920	920	1440	1440	1840
重量（公斤）	320	400	450	1560	1860	2580
参考价格（元）	2500	3400	4400	5500	6000	7500
制造厂	天津运输机械厂			焦作起重运输机厂、杭州运输设备厂、衡阳运输机械厂		

2．小选厂的带式输送机的主要参数选择

（1）带式输送机工作环境温度一般为－10～＋40℃，若超过70℃应选用耐热输送带。

（2）输送机的最大向上输送倾角可按表5-52选取。

（3）输送机的带速可按表5-53选取。

（4）输送机允许的给矿粒度见表5-54。

（5）小型带式输送机的电动机功率计算及推荐值可参考表5-55选定。

(四) 矿浆输送管槽及泵

1．自流管槽

矿浆自流输送便于生产、节省投资、运营费用低。因此在设计小选厂时，应尽可能在主要作业中采用管槽自流输送矿浆。

自流管便于安装、灵活性大。流槽便于维修，且易装铸石内衬。但杂物易混进无盖流槽中，从而堵塞下段作业设备，所以在流槽的出口处应设篦筛以清除杂物。

自流管槽都可衬铸石内衬，从而大大延长其使用寿命。

（1）自流管槽的坡度

正确确定自流管槽的坡度，是保证矿浆自流输送的先决条件。坡度过大则无必要地造成厂房配置高差大，引起浪费。而坡度过小，则矿浆无法自流。因此，对于用管槽进行长

距离输送矿浆时，应对同类型的选矿厂进行调查研究或根据有关资料详细计算。不过对于小选厂内的短距离自流管槽坡度，可以参考表5-56选取。

表 5-52 输送机的最大向上倾角

物料名称	最大倾角（度）	物料名称	最大倾角（度）
矿石：350～0毫米	14～16	筛分块矿10～75毫米	16
170～0毫米	16～18	含水10～16%精矿粉	20～22
75～0毫米	18～20	含水15～20%水洗矿石	12
10～0毫米	20～22		

表 5-53 B＝500、650毫米带式输送机的带速

条件	带速（米/秒）
磨损性小的物料	0.8～2.5
有磨损性的物料如中等以下粒度的矿石	0.8～2.0
磨损性大的物料如大块矿石	0.8～1.6
安装有犁式卸料器的带式输送机	＜1.25
手选皮带机	0.2～0.4
灰尘很大的物料及集料输送机	0.8～1.0

注：根据小选厂的输送量，带速一般可取1.0米/秒左右。例如：当带速为1米/秒时，B＝500的带式输送机运输量为97米³/时；B＝650的为164米³/时。

表 5-54 输送机允许的给矿粒度

B（毫米）		500	650	800	备注
块度（毫米）	筛分过	100	130	180	米筛分物料中最大
	米筛分	150	200	250～300	块度不超过15%

表 5-55 小型带式输送机电动机功率计算及推荐值

角度		水平					倾角 20°				
长度（米）		10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
计算功率（千瓦）	带宽500	0.4	1.1	1.4	1.6	1.9	0.8	1.5	2.1	3.1	3.8
	带宽650	0.8	1.5	1.8	2.2	2.7	1.3	2.7	4.1	5.5	7.5
推荐功率（千瓦）	带宽500	2.2	2.2	2.2	4	4	2.2	2.2	4	5.5	7.5
	带宽650	2.2	2.2	2.2	4	5.5	2.2	2.5	7.5	7.5	13

注：计算条件当V＝1.0米/秒，生产能力负荷50%，即B＝500时，Q＝100吨/时；B＝650时，Q＝200吨/时。

（2）自流管槽的断面

自流流槽的矿浆深度h是流槽断面高及宽的二分之一。h的计算：

$$h=\left(\frac{Q}{K_h\times\sqrt{i}}\right)^{3/8} \tag{5-10}$$

自流管道直径D的计算：

$$D=\left(\frac{K_d \times Q}{\sqrt{i}}\right)^{\frac{3}{8}} \tag{5-11}$$

式中 h——自流流槽矿浆深度，米；

Q——矿浆量，米^3/秒；

D——自流管直径，米；

i——自流管槽坡度，%；

K_h——流槽矿浆深度系数，一般为90～100；

K_d——管道矿浆充满系数，一般为0.1～0.12。

表 5-56 小选厂内自流管槽坡度

名　　称	矿石比重（吨/米^3）	矿石粒度(－200目%)	矿浆浓度（%）	自流管槽坡度(%)
一次分级机溢流	3.8～3.5	40～60	50～40	12～10
二次分级机溢流	3.8～3.5	80～90	70～15	8～6
脱水槽沉砂	4～3.6	40～60	55～40	15～12
脱水槽溢流	2.8～2.7	70～80	10以下	3～2
磁选精矿	4.4～4.3	40～60	45～35	16～13
磁选精矿	4.4～4.3	70～80	45～35	10～9
磁选尾矿	2.9～2.8	35～50	10以下	5～3
有色金属浮选精矿			70～50	8～7

2．压力管

（1）矿浆在压力管中的流速不应超过其临界流速。所谓临界流速是指压力管输送某种粒度的矿浆在特定的浓度和流量的情况下，最经济的流速。即当实际流速超过临界流速时，虽然可以选用较小直径的管道（最小应大于1″，否则亦易堵塞），但由于矿浆流速增大，致使管道阻力损失增大，管道磨损加重。当选用过大直径的管道时，则不经济；同时矿浆中的粗粒矿砂还会在管道中沉淀，易于堵塞管道；或引起流量增大致使砂泵“喘气”；或需向矿浆中补加清水以利正常工作。

影响压力管道中矿浆流速的因素很多，也有不少计算方法，而输送小流量的矿浆流速计算公式有待于进一步研究，但是对于小选厂来说可取1.8～2.1米/秒为宜。

（2）压力管直径

压力管直径计算公式：

$$d=\sqrt{\frac{Q \times K}{0.785 \times V}} \tag{5-12}$$

式中 d——压力管直径，米；

Q——矿浆流量，米^3/秒；

K——波动系数，一般取1.2；

V——矿浆流速，一般取1.8～2.1米/秒。

（当粒度为0.6毫米以下时，浓度为30～45%）。

3．矿浆输送泵的选择

（1）选型

常用的矿浆输送泵为离心泵。按安装形式分，有卧式和立式两大类；按输送物料性质

分，有砂泵、灰渣泵、泥浆泵和污水泵；按泵的叶轮和泵壳的材料分，有铁质泵（一般称为砂泵）、衬胶砂泵（一般称胶泵）。

表 5-57　钢管的1000 i 值（估算）

流速（米/秒）	管径（毫米）							
	50	70	80	100	125	150	175	200
1.8	140	120	84.8	57.8	43.6	39.2	34.0	28.9
1.9	180	130	105.8	65.0	49.2	43.4	37.0	31.5
2.0	210	140	116	80.9	54.9	48.1	41.9	18.2

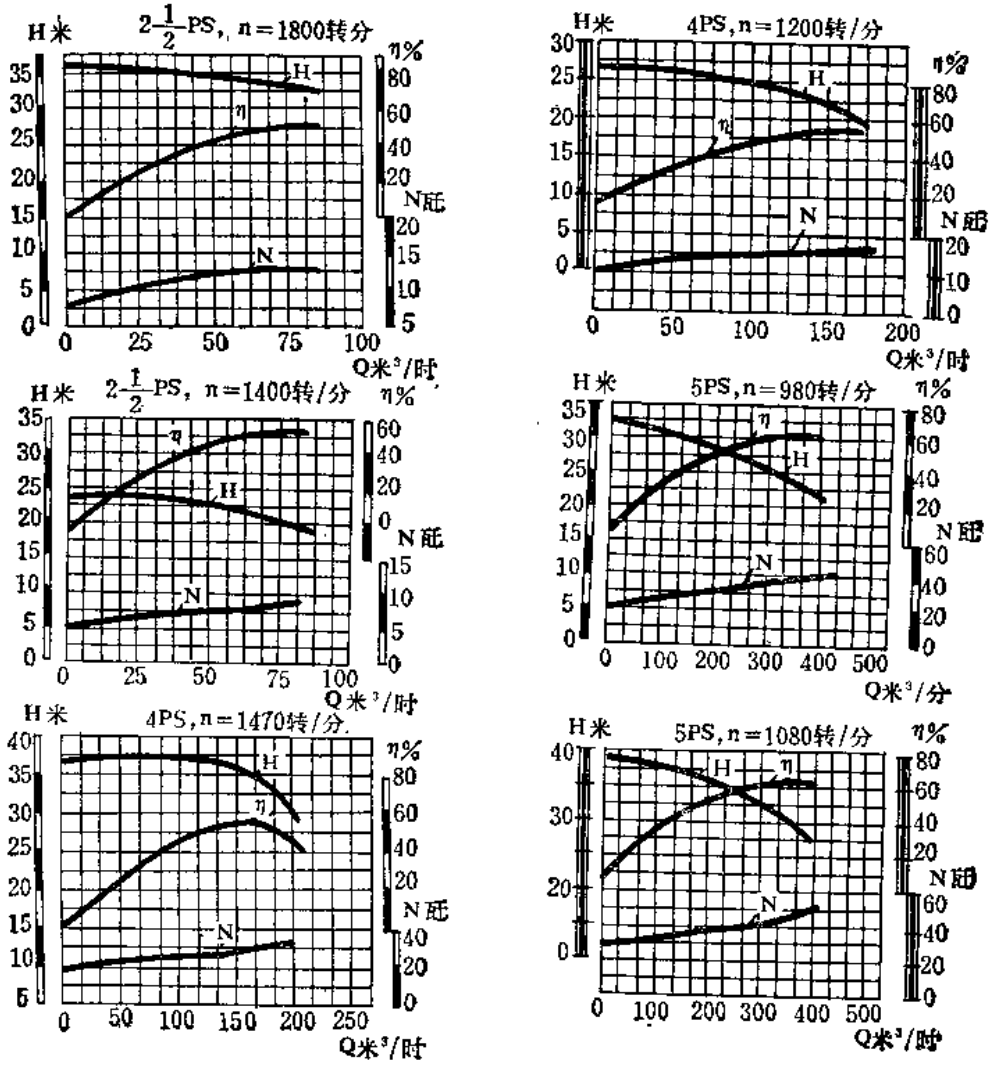


图 5-18　PS型砂泵清水曲线

以上各种名称的矿浆输送泵统称砂泵。目前，比较耐用的砂泵有PNJ型胶泵及PH型灰渣泵；比较简单的不用高压水封水的砂泵有PS型。因此，小选厂应因地制宜地选用泵的型号。如没有衬胶能力或不易找到衬胶协作单位时，则不必选用胶泵。无高压水源(8～10公斤/厘米²）时，则不应为了选用有水封的砂泵而加设高压水泵。

泵的扬程与泵的转数、流量和功率有关，互成函数关系。一般应根据设备产品样本清水曲线选取。5PS以下规格的砂泵清水曲线见图5-18。

（2）泵的扬程和需要的矿浆输送扬程

选择砂泵时，其扬程H应大于需要的矿浆输送扬程H_0。

需要的总扬程H_0计算公式：

$$H_0=(H_x+h+i\times L_a)\delta_c \tag{5-13}$$

式中 H_0——需要的总扬程，米；

H_x——需要的几何扬程，米；

h——剩余扬程，可取2米；

L_a——包括直管、弯头闸门等阻力损失折合为直管的总长度（一般弯头为4～7米，三通为5～8米，接头为2～4米），米；

δ_c——矿浆比重；

i——管道清水阻力系数，见表5-57。

第六章　生产辅助设施及其他

第一节　矿　　仓

选矿厂设置矿仓是为了调节选矿厂与采矿运输、产品运输以及选矿厂内部各段作业，使之均衡和连续地生产，并充分发挥设备的生产能力，确保选矿厂生产正常进行。

一、矿仓种类及贮矿时间的确定

根据装入矿仓矿石的性质及用途，小型选矿厂常用的矿仓可分为原矿仓、磨矿仓、精矿仓等。

（一）原矿仓的贮矿时间

原矿仓是为了贮存从采矿场运来的原矿石，缓冲和调节采矿运输和选矿厂之间生产而设置的矿仓。其贮矿时间与选矿厂规模、原矿运输条件等有关。小型选矿厂原矿仓的贮矿时间一般为4～8小时（贮矿时间按破碎机工作时间计）。

（二）磨矿仓的贮矿时间

磨矿仓用于贮存破碎后的产品，以便调节采矿与选矿之间或破碎作业与磨矿作业之间的生产，同时还起到均匀分配矿石的作用。磨矿仓的贮矿时间一般为16～24小时（贮矿时间按磨矿机工作时间计）。

（三）精矿仓的贮矿时间

精矿仓用于贮存选矿厂最终产品，以调节选矿厂与产品运输的均衡生产。为了保证选矿厂的生产不受外部运输条件的影响和为了便于产品的装车运输，须设置精矿仓。其贮矿时间与产品运输距离、运输工具、气候、道路等条件有关。当用汽车运输时，贮矿时间一般为3～7天（本企业的汽车运输、贮矿时间一般可适当减少。而由交通运输部门汽车运输，贮矿时间可适当多一些）。当用铁路运输时，贮矿时间一般为3天左右；同时，最小贮量一般不应小于一次装车量的1.5倍。

二、矿仓的选择

（一）矿仓的主要结构型式

选矿厂常见的矿仓型式有斜坡式矿仓（图6-1），地下式矿仓（图6-2），半高架式矿仓（图6-3），高架式矿仓（图6-4），地面式矿仓（图6-5），抓斗式矿仓（图6-6）等。

（二）矿仓的选型

矿仓型式系根据选矿厂所在地区的气候、工程地质、建筑材料、地形条件、贮存物料的性质、运输要求、所需有效容积的大小以及土建的结构等因素进行综合技术经济比较而确定的。

1．原矿仓　小型选矿厂利用地形建在山坡上、且原矿为小矿车或汽车运输，给矿设备采用槽式给矿机的情况下，可采用半高架式矿仓。其优点是矿仓与破碎机配置紧凑，充分利用地形，矿石不易堵塞。

小型选矿厂建于平地、且运输是准轨或窄轨矿车，而轨面标高又无法调整时，可采用地下式矿仓或地下式与地面式以及地下式与高架式矿仓的组合配置。这是因为地下式矿仓

造价高、施工困难，而采用组合式配置可节省部分投资。地面式矿仓的主要优点是单位容积造价低、贮矿量大、操作条件好；缺点是占地面积大、容积利用率低。由于地面式矿仓系露天堆矿，故对于易泥化的矿石，受气候影响很大，给正常生产带来困难。而高架式矿仓则没有这些缺点，但其单位容积造价较高，施工比较复杂。

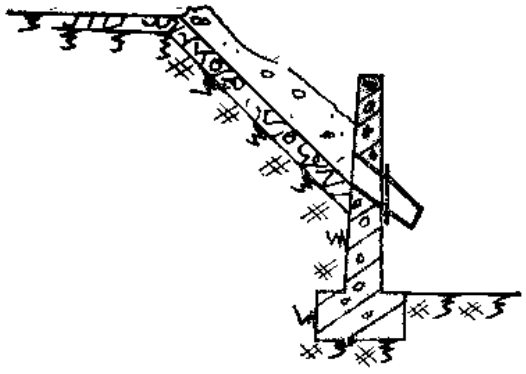


图 6-1　斜坡式矿仓

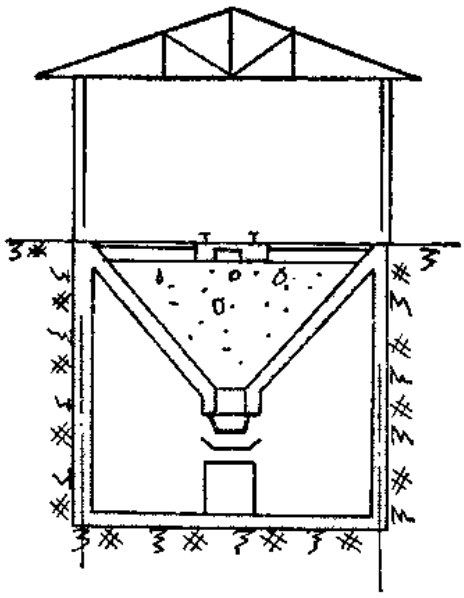


图 6-2　地下式矿仓

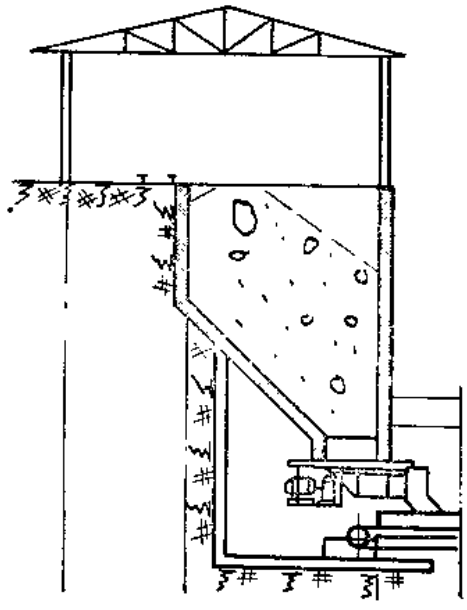


图 6-3　半高架式矿仓

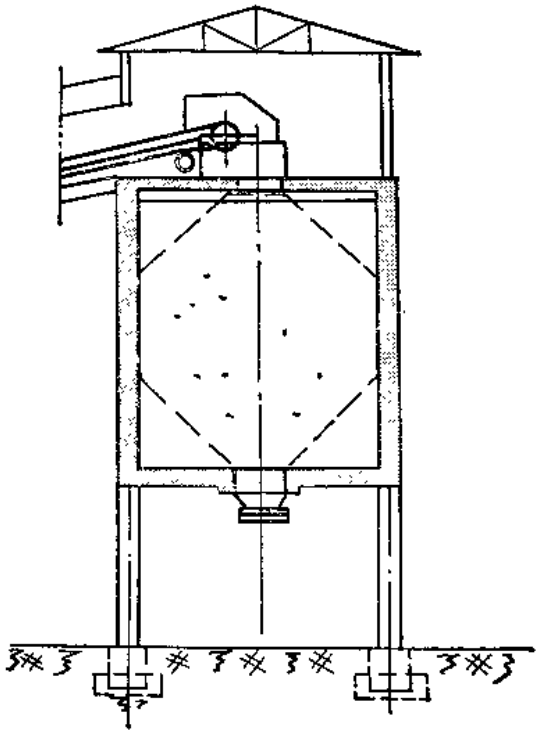


图 6-4　高架式矿仓

2．磨矿仓　小型选矿厂的磨矿仓，一般多采用各种结构的圆筒形矿仓。因为它具有结构合理、单位容积造价低、容积利用率高、配置灵活、占地面积小等优点。

3．精矿仓　多采用高架式或抓斗式矿仓。小型选矿厂的精矿仓，最好采用高架式并装有电动卸矿闸门的圆筒形矿仓。其优点是装车速度快、减少精矿损失、投资较低。但是对于年处理20万吨以上，且产生细粒粘性精矿（－200目达80％以上）的选矿厂；尤其是位于寒冷地区的选矿厂，为便于冬季的精矿贮存和装车，可考虑采用抓斗式矿仓。抓斗式矿仓的优点是工作可靠，单位有效容积造价低（对于贮量大及跨距达20米以上的矿仓）。

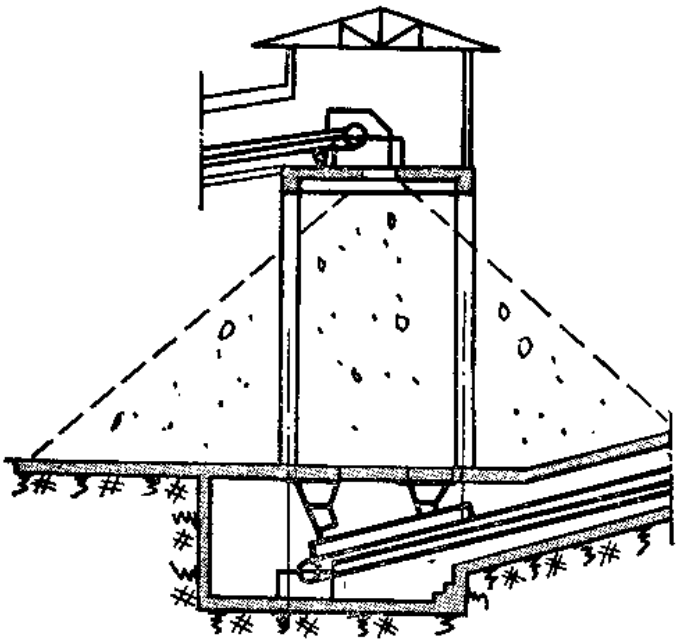


图 6-5　地面式矿仓

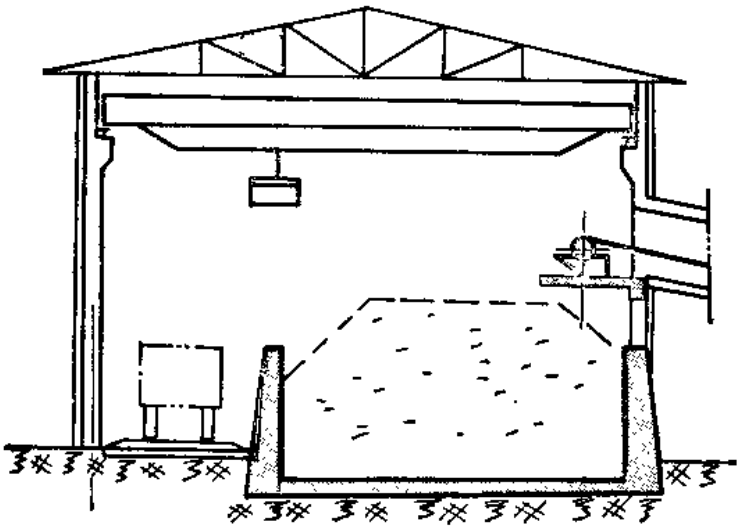


图 6-6　抓斗式矿仓

在小型选矿厂的精矿采用沉淀池脱水或选矿厂同烧结厂建在一起，其精矿用带式输送机运出的情况下，选矿厂可不设精矿仓。

三、矿仓有效容积的计算

（一）需要的有效容积按下式计算：

$$V=\frac{Q}{\delta} \tag{6-1}$$

式中 V——矿仓需要的有效容积，米^3；

Q——需要的贮矿量，吨；

δ——矿石的容重，吨/米^3。

（二）实际有效容积按下式计算：

$$V=K(V_1+V_2+V_3+\cdots\cdots V_n) \tag{6-2}$$

式中 V——矿仓的实际有效容积，米^3；

K——有效容积利用系数，一般取0.9；

V_1，V_2，$V_3\cdots\cdots V_n$——某种型式的矿仓由矿石堆积角、陷落角与矿仓壁组成的各段的理论有效容积，米^3。

（三）矿石的堆积角及陷落角

矿石的堆积角及陷落角与矿石的粒度、含泥、含水等因素有关，一般应以实测为准，当无实测资料时，可按表6-1选取。

表 6-1 矿石的堆积角及陷落角

序号	矿石类型	堆积角（度）	陷落角（度）
1	各种粒度的原矿石	38～40	55～60
2	经破碎后的矿石	38～40	55～60
3	经筛分后的块状矿石	40	50～55
4	经筛分后的粉状矿石	35～38	65～75
5	含泥多、湿度大的块状矿石	38～40	60～70
6	含泥多、湿度大的粉状矿石	40～45	70～80
8	精矿粉（水分为10%左右）	40～43	65～75

第二节 设备检修

设备检修对于提高设备运转率、增加产量、保证产品质量、确保选矿厂能正常生产起着重要的作用，设计中必须予以考虑。为了搞好设备检修，缩短设备检修时间，保证检修质量，改善设备检修的劳动条件。在设计中，小型选矿厂检修设备的装备水平应适当予以提高。

小型选矿厂的设备检修，应根据设备类型、规格、台数、配置型式等因素进行综合考虑。

一、检修起重机的选择

在小型选矿厂的破碎厂房和磨矿厂房内，应安装必要的检修起重设备。在一般情况下，起重机的吨位是根据设备最大件或难于拆卸的部件重量来确定的，具体推荐意见见表6-2及表6-3。

选别设备、矿浆泵、过滤机的检修起重设备可选用手动葫芦。

表 6-2 破碎机检修起重机的选择

设备名称及规格	起重机起重量（吨）	起重机类型
400×600颚式破碎机	3	手动单梁
600×900颚式破碎机	10	手动或电动
φ900圆锥破碎机	3	手动单梁
φ1200圆锥破碎机	5	手动单梁
φ1000×700反击式破碎机	2	手动单梁

表 6-3 磨矿机检修起重机的选择

设备名称及规格	起重机起重量（吨）	起重机类型	备注
φ1500×3000格子型球磨机	3	手动或电动单梁	配备2台Q=15吨手动螺旋千斤顶
φ2100×3000格子型球磨机	5	电动单梁	配备2台Q=30吨手动或电动螺旋千斤顶
φ2700×2100格子型球磨机	10	电动	配备2台Q=100吨电动螺旋千斤顶

二、日常检修及检修设备

小型选矿厂，除破碎机及球磨机外，其它设备均为就地检修不专设检修场地。

为了保证选矿厂的正常连续生产，提高作业率及进行生产流程改革，除了选矿厂所在的矿山所拥有的、负责对矿山和选矿厂的机械设备进行检修及零件加工的机修厂外，还应在选矿厂内设置简易的维修站，并配备适当设备（如台钳、砂轮、台钻、电焊机以及简易车床等）和相应的修理人员。

独立的小型选矿厂，可建立机修车间（配备一定数量的车床、钻床、刨床、铣床等机械设备）、钳工间、铸造间，以进行机械设备的维修和零、备件的加工；也可与其他单位协作。

第三节 试验室及化验室

试验室及化验室是实现选矿厂科学管理、提高产品质量、降低材料消耗、节约能源、提高产量、降低生产成本重要手段之一。

一、试验室

（一）试验室的任务

选矿厂试验室的基本任务是：结合生产过程中矿石性质的变化，负责对工艺流程的考查和试验研究，改进工艺流程，提供合理的操作条件，解决生产中存在的问题，并不断地提高选矿的各项技术指标；对工艺中采用的新技术、新设备、新药剂以及综合利用等进行试验研究。

（二）试验室的组成

小型试验室一般由试料加工室、选别试验室、天平室、试样贮存室以及办公室等组成。当试验室与化验室建在一起时，试样加工室可以共用。

（三）试验室设备

试验室设备与选矿厂的规模，选矿方法，矿石类型有关。

磁选厂的试验室，应设置试料加工设备，选别、脱水设备以及其他辅助设备等。

联合流程选矿厂的试验室的设备，除具有磁选厂试验室的设备外，尚需增加浮选或重选试验设备。

小型磁选、磁浮选矿厂试验室设备见表6-4。

表 6-4 试验室主要设备参考表

序 号	设 备 名 称 及 规 格	单 位	数 量	备 注
1	100×60颚式破碎机	台	1	可与化验室共用
2	200×75辊式破碎机	台	1	同 上
3	φ150圆盘破碎机	台	1	同 上
4	φ200标准筛	套	1	同 上
5	φ200×200筒形球磨机	台	1	
6	φ50磁选管	台	1	
7	250克、500克挂槽浮选机	台	各1	磁浮选用
8	托皿天平500克、100克	台	各1	
9	5公斤台秤	台	1	

二、化验室

小型铁、锰矿矿山一般设置一个共用的化验室。只有当选矿厂距采矿场较远时，才考虑单独设置化验室。

（一）化验室的任务和工作制度

化验室主要承担选矿厂的原矿、精矿、尾矿的化学分析；有关产品的水分及粒度测定；选矿厂流程考察样、选矿试验样的化学分析；采矿、地质勘探样的化学分析等。通过化验工作，及时发现和解决生产中存在的问题，以利指导生产。主要化验的项目有全铁、氧化亚铁、氧化钙、氧化镁、二氧化硅、三氧化二铝、锰、二氧化锰、磷、硫等。铁矿选矿厂经常化验的项目有全铁和氧化亚铁及可溶性铁等。

化验室工作制度应与选矿生产车间一致，一般为三班制。

（二）化验室的组成

小型铁矿化验室一般由试样加工室（包括采矿样、选矿生产样加工）、天平室（包括比色分析）、化学分析室、配剂室（包括存水）、药品材料库和办公室等组成。

（三）化验室工艺设备的选择

化验室主要工艺设备分为标准设备和非标准设备两大类。

化验室主要标准设备见有关厂家的产品样本。

非标准设备一般包括工作台、药品架、药品柜。试样存放架、资料柜及办公桌等。

化验室工艺设备的选择一般是根据化验室承担的任务和工作量、工作制度、采用的化验方法等因素来确定。亦可参照类似矿山化验室进行选取。

（四）设计化验室的一些注意事项

1．化验室的位置一般选择在选矿厂的上风方向并应尽量靠近取样地点，但与选矿厂碎矿工段，磨浮工段、铁路、公路等又应有一定的防震距离。宜选择环境较好的场所，地势要高爽，朝向为南北。

2．试样加工室水泥地面宜有一定坡度，便于排污。为便于维修、操作和清扫，设备

之间应留有适当的距离。为便于通风排尘，凡产生粉尘的设备宜靠墙布置。排尘方法常采用轴流风机（安装在靠近产生矿尘的设备的墙上），并在风管排尘口喷水洗尘，减少对空气的污染。

3．天平室要防震、防潮、防尘、防酸气。工作台选用水泥工作台。比色分析可与天平室共用一个房间。

4．分析室要光线充足、空气流通。室内水泥地面宜有一定坡度，便于清扫地面。室内通风柜要严密，要有良好的通风设施，如采用机械通风则要选用塑料风机，以防酸气腐蚀。为防止腐蚀和便于清洗，通风柜台面和侧墙宜贴瓷砖。

表 6-5 小型铁矿选矿厂化验室主要标准设备表

序号	设备名称	规格	单位	数量	备注
1	颚式破碎机	100×60毫米	台	1	
2	双辊破碎机	φ200×75毫米	台	1	
3	圆盘破碎机	φ175毫米	台	1	
4	玛瑙乳钵	φ100毫米	个	2	
5	标准筛	80、100、120、160、200目	套	2	
6	振筛机	φ200毫米	台	1	
7	分析天平	TG328A最大称量200克，分度值0.1毫克	台	2	
8	光电比色计	72G型	台	1	
9	离子交换存水器 或电热蒸馏器	100升/时或10升/时	台	1,1	可选其中一种
10	电热鼓风干燥箱	101-2型工作室450×550×550毫米	台	1	
11	马弗炉	RJM-2、8-10型	台	1	
12	管式炉	SRJK-3-12型	台	1	
13	定硫仪		台	1	
14	铂金坩埚	80毫升	个	2	
15	计算器		台	2	

第四节 药剂设施

浮选药剂设施是浮选、磁浮、重浮流程选矿厂浮选作业的重要组成部分。其内容包括药剂贮存、制备、给药三部分。

一、药剂贮存

药剂贮存方式根据药剂性质、种类及包装形式而定。对于液体的药剂可以用贮液槽；对于能露天堆放的可以放在简易棚库内；不能放在外边的则需设置仓库。

（一）药剂的库存量

药剂的必要贮存量系根据药剂的供应状况、距供应点的距离、交通情况、药剂性质、耗药量的多少等条件来决定。对于小型选矿厂，一般可考虑2～3个月的库存量。

（二）设计药剂仓库时一般应注意的问题

1．药剂仓库要靠近药剂制备室，同时要考虑外部的运输条件；

2．不同的药剂应分别堆放。对于有毒和有腐蚀性的药剂，应与其他药剂隔开存放，并设有必要的通风设施；

3．根据药剂的性质，设计药剂仓库时应考虑相应的防火、防晒、防腐、防潮等措施。

二、药剂制备

（一）设计应注意的问题

药剂制备是浮选生产中的重要环节，必须与选矿主厂房设计结合考虑。设计时一般注意如下几个问题：

1．设有浮选作业的小型选矿厂，药剂制备室和给药台，一般集中设置在主厂房内，以减少输送管路，便于操作，管理和调整；

2．进厂的药剂应经常进行质量检查，以保证药剂质量的稳定；

3．制备室设有计量装置，以控制药剂量和药剂配置浓度；

4．制备室设备的配置，应按不同药剂分别设置制备的容器和设备。对酸、碱的制备容器、设备及制备室的地坪应有防腐措施。同时制备室还应设有通风设施，以保证操作人员的身体健康。

（二）常用药剂的制备方法

1．块状硫化钠：人工破碎后，放入搅拌槽用冷水浸泡一定时间即可溶解。

2．石灰乳的制备：将干石灰放入装有水的消化槽内，经过一定时间的搅拌消化后，再将石灰乳排到贮存槽内，残渣由排渣阀定期排出。

三、给药

小型选矿厂的给药台，一般应放在给药区的中央。药剂采用虹吸管或给药机集中添加，并自流到各加药点。给药管的坡度不小于3%，对于用量少的药剂，为防止管路的堵塞，可以采用往给药管中加水的办法，以保证药剂的自渣。

对于某些腐蚀性很大的药剂，给药管、给药机、贮存桶等应采用耐腐蚀的材料制作。

第五节　生产检验及其他

为了使选矿厂的生产正常进行和及时了解生产的效果，以便指导生产，必须定时或不定时地对生产过程中的原料、中间产品、最终产品进行称量和物理化学性质的分析。

一、计量

小型选矿厂一般应对运输到选矿厂的原矿石、球磨机的给矿以及精矿产品进行计量。其计量方法，一般采用皮带电子秤自动计量，并应定期进行人工校核，还可在带式输送机上刮取一定皮带长度上的矿石进行称量，计算出单位时间内给入破碎设备、磨矿设备的矿石量以及精矿的产量。其计算公式如下：

$$Q=\frac{3.6q\times v\times f}{L} \tag{6-3}$$

式中　Q——运输量，吨/时；

q——刮取的矿石重量，公斤；

L——刮取的皮带长度，米；

v——带式输送机的带速，米/秒；

f——矿石含水重率（实测取得），%。

选矿厂精矿产品出厂的计量方法应采用地中衡进行计量。

二、取样

为了指导选矿厂生产，需要经常检查原矿、中间产品和最终产品的物理化学性质（粒

度、水分、成分)。因此要求取出具有一定代表性的样品以备检验。

小型选矿厂一般采用取样勺人工取样，亦可采用简易取样机取样。取样要求定时、定量、均匀采取，样品要求具有较好的代表性。

取样时间间隔，按照矿石性质的复杂程度和矿石种类多少而定，一般间隔为1～1.5小时取一次。

三、除铁设施

矿石在采矿和运输过程中混入了铁件，这种矿石运到选矿厂后，当铁件进入圆锥破碎机中时，将会造成重大的设备事故。为了避免这种事故的发生，需要在圆锥破碎机给矿皮带机上安装除铁装置。

处理磁铁矿时，圆锥破碎机的给矿皮带机上安装两个金属探测器和相应的讯号及连锁装置。当铁件通过第一个金属探测器时，即可发出讯号（铃和灯），操作人员可将铁件拣出。若铁件未被及时拣出，而又通过第二个金属探测器时，由于第二个金属探测器与自动停车装置联锁，给矿皮带机立即停车，待操作人员拣出铁件后再行开车。从而避免事故的发生。

第六节　尾矿设施及供排水

一、尾矿设施项目

矿石经选别得到精矿之后，剩余的部分称为尾矿。铁矿石选矿厂的尾矿一般占处理矿石的50～70%左右。目前，我国对尾矿普遍采用湿法堆存的方法进行处理，即借助水力进行输送和冲填。

尾矿设施通常包括以下三部分：

（一）输送设施：包括浓缩池，管槽或渠道、砂泵站、坝上输送管路等。

（二）贮存设施：尾矿堆积或称尾矿库是由尾矿坝、尾矿沉淀池及排水设施组成。

（三）排水设施：主要有溢水塔、排水斜槽、隧洞、溢洪道、截洪沟等。

为使已经堆积的尾矿迅速脱水，加快固结，也应设置排渗设施，如水平排渗盲沟和垂直渗水井等。

二、尾矿的输送和浓缩处理

矿浆的水力输送方法一般是自流输送或压力输送。在选择厂址和配置厂房时，要尽量采用自流输送的方式。当自流的坡度不够或需将矿浆输送到高处时，则应采用压力输送。当采用压力与自流结合的输送方式时，应尽量延长自流输送的长度，减少砂泵的段数。

由选矿厂出来的尾矿（或细粒精矿）需要进行脱水或浓缩时，一般采用浓缩池进行浓缩，其回水一般可达70%以上。这样，可节约用水，减少供水水源的投资，节省耗电费用。

经浓缩后的矿浆提高了排矿浓度。一般排矿浓度的液固比控制在1/3～1/4之内较为经济。

对于小型选矿厂，当总用水量不大或水源充足且供水投资低时，一般尾矿矿浆可不经浓缩直接送往尾矿库。

小型选矿厂的尾矿系统可与供水系统联系起来统筹考虑。泵站尽量"合一化"以节约投

资和人力。

三、尾矿水的回收与排放

（一）为了节省给水水源的投资和供水费用，应尽量多回收利用尾矿回水。对生活有害的尾矿水，不应随意排放，需净化处理。

（二）尾矿库泾流量的设计频率，应视选矿厂的生产规模和重要性以及给水水源的保证率而定，一般为90～95%。

（三）尾矿库回水取水构筑物的形式，应根据地形条件、回水量、使用年限及操作条件等因素，经过技术经济比较确定。一般可采用库外固定式水泵站或库内斜坡道移动式水泵站或浮船水泵站。

（四）为保护水产资源，不得直接向水产养殖场排放有害"废水"。如需排放，其水质必须符合渔业对水质的要求。

（五）当利用尾矿水灌溉农田时，应持积极而慎重的态度，不得将有害含毒水用于农田灌溉。

四、尾矿的贮存

贮存尾矿的场所即是尾矿库。尾矿库的坝一般分为初期坝和后期坝。初期坝是在生产前预先筑成的坝体，并以其形成初期库容即初期沉淀池；而后期坝则为生产过程中，随着尾矿贮量的不断增加而逐步用粗粒尾砂加高的坝体（当矿砂不能筑坝时，也有用当地土料加高后期坝的）并构成尾矿库的后期库容即后期沉淀池。

（一）选择尾矿库址的原则

选择尾矿库的库址时，应综合考虑下列原则：

1．应尽量不占或少占农田；

2．最好选在山谷或洼地。其库容应能满足选矿厂在设计服务年限内所排放的全部尾矿量的需要；

3．尾矿库的集水面积应尽量小，以减少排洪工程的规模；

4．尾矿库的位置应以不影响矿山、城市和居民区的安全，不影响环境卫生，不污染河流及不危害农、牧、渔业生产的发展和水利工程的安全为原则。

（二）初期坝的设计要求

初期坝的设计应满足如下主要要求：

1．初期坝应具有透水性，使尾矿堆积体迅速脱水；

2．应满足选矿厂生产初期所排出的尾矿量的要求（一般不应少于半年时间所排出的尾矿量），并应考虑用尾矿堆坝所需的尾矿量及堆坝上升速度的可能以及因气候影响（降雨或结冰）而不能堆坝的时间；

3．初期容积应满足澄清距离的要求；

4．应满足初期调洪容积和安全超高的要求，不允许洪水漫过坝顶；

5．应就地取材筑坝；

6．选择初期坝的坝址时，应注意如下问题：

（1）坝的长度应最短，并使最小坝高能获得最大的库容；

（2）坝基必须稳定，应选择处理简单的坝址。要避开不良的工程地质和水文地质条件；

（3）在有条件的情况下，应使尾矿库尽量靠近选矿厂，使输送管路最短，既经济又方便管理。

（二）常用坝型

1．堆石坝

堆石坝主要是堆石体，其上面应设反滤层。其优点如下：

（1）滤水性能好，一般情况下控制尾矿后期坝的浸润线抬高，加快尾矿堆积体的固结，以利后期坝的稳定；

（2）结构较简单，施工方便；

（3）可以就地取材，可利用采矿场废石或风化料筑坝；

（4）万一洪水漫顶，其破坏性较小。其缺点是沉陷量大。所以在设计时，堆石体的孔隙率应控制在40%。在有条件的情况下，建议优先选用堆石坝。

2．土坝

设计土坝时应注意：

（1）在任何情况下，应保证坝顶不过水；

（2）做好排渗设施，尽量降低尾矿坝的浸润线；

（3）坝体和坝基的渗透水流不应引起坝身和坝基的冲刷，在任何情况下，都应保证坝体和坝基的稳定；

（4）防止温度变化对坝体安全的影响，如暴晒干裂、冰胀的破坏、暴雨的冲刷和风浪的淘刷等。

五、供排水设计主要原则

选矿厂在选别有用矿物过程中需耗用大量的新水，在通常情况下，磁选厂每吨原矿耗水量为8～11吨。设计主要原则是：

（一）小型选矿厂供水系统一般采用生产、生活、消防合流制。在水源特殊情况下，水处理成本较高而不宜全部处理时，可采用分流制，消防采用场地移动式的消防设施；

（二）管网布置一般采用枝状，平面布置要尽量紧凑，主干线应靠近主要用水户，但应避开矿山开采界限和废石场堆置界限。其高程布置在自流回水可能的前提下，尽量减少水泵站及水池深度；

（三）小型选矿厂供水水压一般在1.5～2.0公斤/厘米^2。为保证选矿厂正常生产，应首先考虑设一定容积的高位水池。在没有可利用的地形情况下才设水塔，以达到稳定水压和调节水量的目的。其有效容积按供水范围内各用水户2～3小时平均总用水量来确定。高位水池容积可适当加大；

（四）在新水水源投资或经营费较大的缺水地区，尽可能利用厂区内循环水和尾矿库回水。

六、国家对工业"废水"的排放标准规定

国家对工业"废水"的排放标准见表6-6。

第七节　通　风　除　尘

一、通风除尘的意义

选矿厂在矿石的破碎、筛分和运输等过程中，极易产生大量粉尘。这些粉尘吸入人的

肺部，时间一长就能引起各种肺部疾病，其中以矽肺病最为普遍。矽肺病是由于吸入含有游离二氧化硅的粉尘而引起的肺纤维性病变，危害很大。粉尘还能加速机械的磨损，降低生产设备的寿命；粉尘落入电气设备里，有可能破坏绝缘，因而发生事故。排至厂房外的粉尘会污染厂区周围及城镇的大气，危害居民的健康；同时也会危害农林牧业生产。因此搞好安全防尘，保护和改善环境是保护职工和居民健康、巩固工农联盟和多快好省地发展生产的一个重要措施。

表 6-6 工业“废水”最高容许排放浓度

序 号	有害物质或项目名称	最高容许排放浓度
1	pH值	6～9
2	悬浮物（水力排灰、洗煤水、水力冲渣、尾矿水）	500毫克/升
3	生化需氧量（5天20℃）	60毫克/升
4	化学耗氧量（重铬酸钾法）	100毫克/升
5	硫化物	1毫克/升
6	挥发性酚	0.5毫克/升
7	氰化物（以游离氰根计）	0.5毫克/升
8	有机磷	0.5毫克/升
9	石油类	10毫克/升
10	铜及其化合物	1毫克/升（按Cu计）
11	锌及其化合物	5毫克/升（按Zn计）
12	氟的无机化合物	10毫克/升（按F计）
13	硝基苯类	5毫克/升
14	苯胺类	3毫克/升

二、国家对工业粉尘排放标准的规定

国家对工业性粉尘排放标准及车间内空气含尘浓度的规定是：

（一）含10%以上的游离二氧化硅的粉尘排放浓度不得大于100毫克/米^3；车间内空气含尘浓度不得超过 2 毫克/米^3。

（二）含10%以下的游离二氧化硅的粉尘和其他粉尘排放浓度不得大于150毫克/米^3；车间内空气含尘浓度不得超过 6 毫克/米^3（水泥尘）。

三、小型铁、锰选矿厂通风除尘的方法及配套

（一）通风除尘方法

小型选矿厂通风除尘设施，应根据“水”、“密”、“风”的原则进行设计，考虑到目前我国小型选矿厂在防尘方面的现状，应予以特别重视，在设计中应本着认真对待、要求较高的精神，尽量采用新技术和高效率的除尘设备。一般采用风力除尘和高压喷水的方法。

（二）小型磁选厂的通风除尘配套设计

1．散尘点部位

年处理量 5 万吨的小型选矿厂主要散尘点为颚式破碎机的上部和下部、振动筛上部和下部、矿仓给矿部位。

年处理10万吨、20万吨的小型选矿厂主要散尘点为颚式破碎机的上部及下部（落料过程）、液压圆锥破碎机上部及下部、振动筛上部及下部（落料过程）和矿仓给矿部位。

2．通风除尘配套设计

表 6-7 小型磁选厂的通风除尘设施推荐方案表

序号	规 模	除 尘 点	有害物及来源	除尘设施
1	5万吨/年	400×600颚式破碎机上部给料口和下部胶带受料点抽风 250×400颚式破碎机上部给料口和下部胶带受料点抽风及矿仓抽风	设备运转产生大量粉尘及落料高差产生粉尘	密闭机械抽风除尘
2	10万吨/年	400×600颚式破碎机上部给料口和下部胶带受料点抽风 ϕ900圆锥破碎机上部和下部受料点抽风	设备运转产生大量粉尘及落料高差产生粉尘	密闭机械抽风除尘
		振动筛上部给料口和下部胶带受料点及矿仓上部抽风	筛子振动及落料高差产生大量粉尘	局部密闭机械抽风除尘
3	20万吨/年	600×900颚式破碎机上部给料口和下部胶带受料点抽风 ϕ1200圆锥破碎机上部和下部受料点抽风	设备运转产生大量粉尘及落料高差产生粉尘	密闭机械抽风除尘
		振动筛上部给料口和下部胶带受料点及矿仓上部抽风	筛子振动及落料高差产生大量粉尘	局部密闭机械抽风除尘

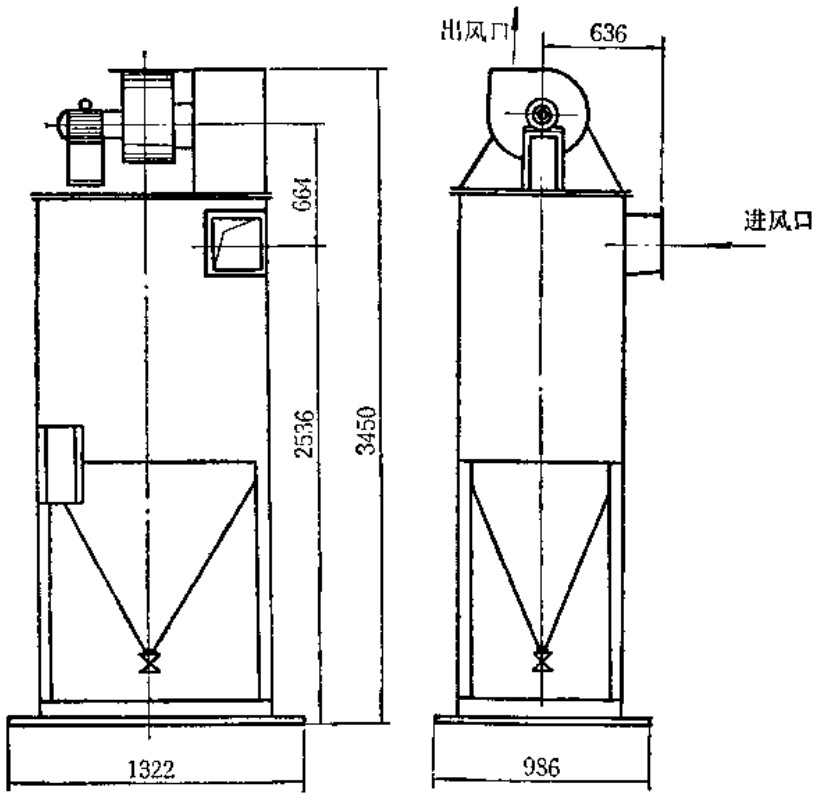


图 6-7 CCJ/A-05除尘机组

（1）风力除尘

通风除尘配套设计推荐方案见表6-7。选用设备见表6-8。除尘机组安装见图6-7及图6-8。

（2）高压喷水除尘

小型选矿厂的原矿仓、磨矿仓可采用喷高压水的方法除尘。

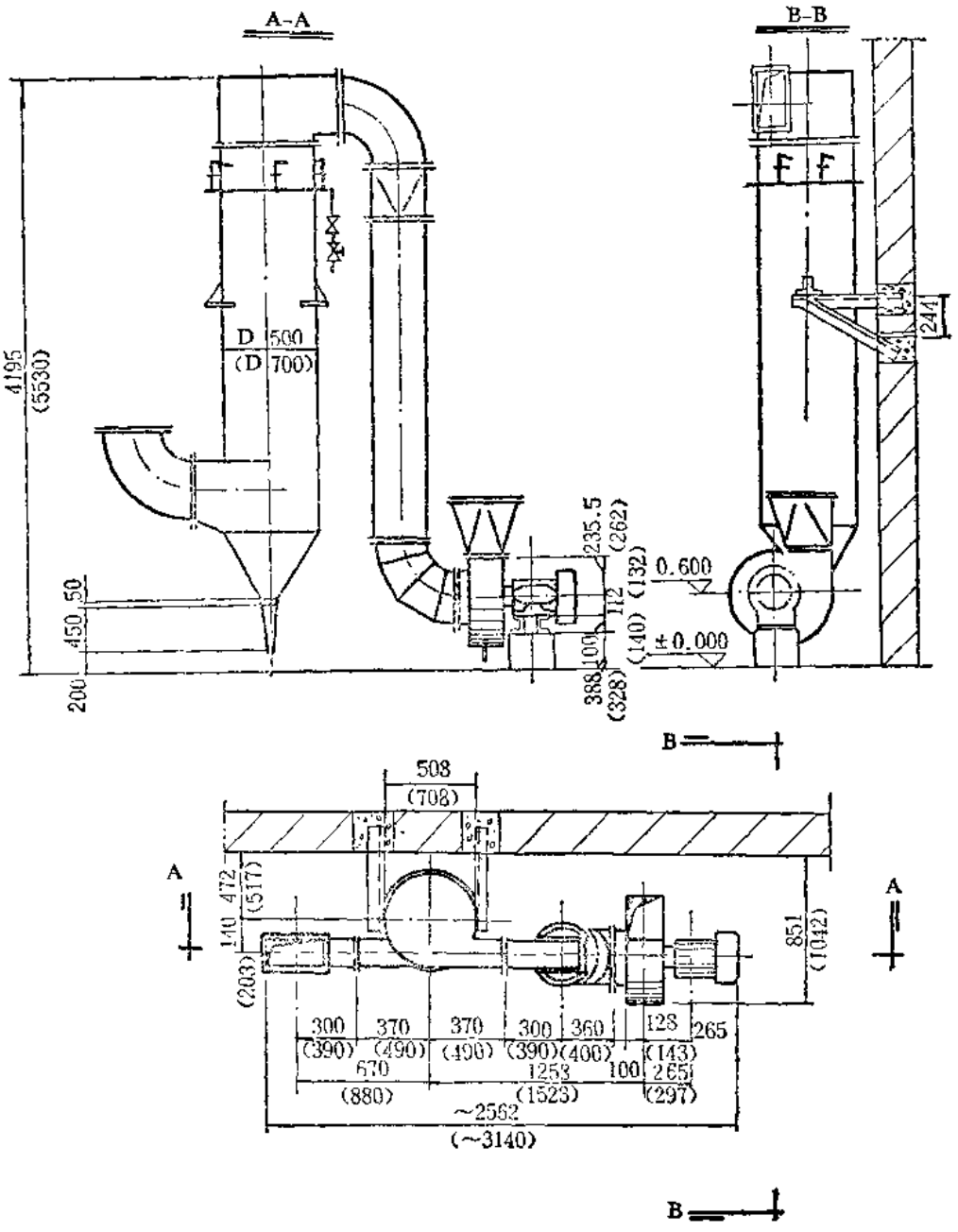


图 6-8 CLS/A-5(7)除尘器机组安装图

说明：括号内数据为CLS/A-7的尺寸

四、小型选矿厂采暖设计原则

我国北方采暖地区，厂房内部应作采暖设计。计算热损失时，应考虑排风热损失及物料吸热热损失。设备可采用采暖通风联合装置和放热器，主厂房也可用暖风机配放热器。

第八节 电　　力

根据小型选矿厂的生产特征和本书中小型选矿厂各配置参考图，结合我国生产现状就

电气部分提出以下几点：

表 6-8 通风除尘设备

序号	规模	主要参数		除尘设备	通风设备			重量（公斤）	单价（元）	备注
		风量（米³/时）	风压（毫米水柱）		通风机型号	配用电动机型号	功率（千瓦）			
1	5万吨/年	5000	194	CCJ/A-05	4-72-11离心风机4A	JO2-41-2	5.5	957	5087	400×600破碎机
		3500	157	CLS/A-5 X型	4-72-11离心风机3.6A	JO2-31-2	3	320		250×400破碎机
2	10万吨/年	5000	194	CCJ/A-05	4-72-11离心风机4A	JO2-41-2	5.5	957	5087	400×600破碎机
		5000	194	CCJ/A-05	4-72-11离心风机4A	JO2-41-2	5.5	957	5087	φ900圆锥破碎机
		5000	194	CCJ/A-05 X型	4-72-11离心风机4A	JO2-41-2	5.5	957	5087	1200×2400振动筛
3	20万吨/年	7000	148	CLS/A-7	4-72-11离心风机4A	JO2-41-2	5.5	584		600×900破碎机
		7000	148	CLS/A-7	4-72-11离心风机4A	JO2-41-2	5.5	584		φ1200破碎机
		5000	194	CCJ/A-05	4-72-11离心风机4A	JO2-41-2	5.5	957	5087	1200×2400振动筛

柱：除尘器见附图。

一、供电

小型选矿厂一般均应建在小型矿山，因而电源一般也应取自矿山的总降压变电所3～6～10千伏电源。

小型矿山的总降压变电所的电源，一般应由当地电力系统中的变电所或电力网取得，仅在偏僻地区从电力网取得电源有困难时，或者经过技术经济比较不合理时，才考虑自建水电站或电厂。

如为采选联合企业，当矿山与选矿厂相距较近时，总降压变电所宜设于选矿厂附近。

小型选矿厂没有一级电力负荷，因此应尽量采用单电源变压器供电方式。如果用电设备较多，一台变压器满足不了时，可以选择两台变压器。

当采用单变压器供电时，如有浓缩机，可以从邻近电源取得满足浓缩机传动和选矿厂检修的备用低压电源。

选矿厂变电所一般设于负荷中心的主厂房内或旁附于主厂房磨矿作业外侧。

变压器的额定容量，依电力负荷计算值确定，并须留有约20%的富裕容量。电力负荷计算仍采用"需要系数法"。变电所的结构型式根据地形、地质、风向及进出线的方便等条件综合确定户内或户外落地式。

无功功率补偿应在总降压变电所设计中统一考虑。

小型磁选厂电力负荷计算及预选变压器容量见表6-9。

二、动力机械控制

小型选矿厂的破碎系统运输连续性较强，所以破碎设备的电动机一般都按照逆生产流

程方向联锁启动。

表 6-9 小型磁选厂电力负荷计算及预选变压器容量

规模（万吨/年）	设备容量（千瓦）		计算负荷				初定变电所		备注
	总的	工作	P（千瓦）	Q（千乏）	S（千伏安）	cosφ	台×容量（千伏安）	β（%）	
10	440	365	300	208	366	0.82	1×560	65.3	
10 湿式自磨	752	722	537	368	650	0.83	1×750	86.6	
15	595	536	479	320	576	0.83	1×750	76.8	
20	897	817	664	419	785	0.85	1×1000	78.5	
25	898	820	681	459	822	0.83	1×1000	82.2	
35	1228	1114	994	657	1194	0.83	2×750	66.3	

注：1. 本表系根据本书设备配置图受电设备计算的，预选的变压器容量没有考虑带式输送机、通风机、水泵、采暖等负荷。

2. 表中变压器容量根据现有负荷，按照电源容量为无限大的三相三线制供电系统验算，可以满足厂内最大功率电动机全电压直接启动的要求，其它情况须另行校验。

3. 表中β为变压器的负荷率。

当用电设备数量不多，且位置分散时，一般采用联锁局部操作。如果设备集中时，可以采用联锁按钮集中操作。

破碎机和球磨机等的电动机允许不参加联锁而预先启动，但当它们因事故停车时，必须立即停止给矿机及其它有关机械。

选矿厂内低压感应电动机尽量采用全电压直接启动。如果受电源条件的限制，经过启动电压降校验计算，不能直接启动时，可采用减压启动方式。

电动机一般应设有短路保护，过载保护。对易于过负荷的（如浓缩机）电动机应装设过载保护信号。

功率为55千瓦及55千瓦以上的电动机，宜装设电流表。

较长的带式输送机，应当每隔适当距离在胶带输送机架上安装事故开关。

联锁局部操作的带式输送机，当长度超过40米时，应有启动预示信号。信号应与带式输送机有联锁，即未发出信号，不能启动带式输送机。

三、主要电器

由于选矿厂的破碎厂房粉尘较大，而主厂房与过滤厂房比较潮湿，因此一般将磁力启动器或接触器集中安装在低压配电室的控制盘上，厂房内的控制电器一般选用保护式或封闭式。

绕线式低压感应电动机的转子回路，应采用频敏变阻器启动。

破碎机和球磨机等的润滑油系统的控制设备应选用随生产机械成套供应的设备。

照明灯具型式应结合工作环境，悬挂高度和建筑结构型式等因素综合选择。推荐采用白炽灯与高压水银灯混合照明。

悬挂高度在7米以上时，采用探照型灯；悬挂高度4～6米时，采用通用型灯；悬挂高度4米以下时，采用普通搪瓷伞灯或日光灯；检修照明用手提灯。

四、厂房内部配电网路

厂房内部低压供电线路，电压采用380/220伏中性点接地的三相四线系统。

根据设备的配置情况，参加联锁的电动机采用电磁开关集中放于配电室的放射式配电，而不参加联锁的用电设备可采用干线式与链环式。如有较大容量的电动机也应采用放射式供电。

各用电设备的主回路应当广泛采用铝芯塑料绝缘导线或塑料绝缘电缆。

控制回路和信号回路应采用铜芯导线或铜芯控制电缆。

采用导线时应穿钢管明设或暗设。

采用电缆时除局部穿铜管保护外，可以沿墙或楼板下电缆架明设。

照明网路的电源线路，可穿钢管敷设，分支线路根据固定方式采用瓷瓶或瓷夹板明设。

起重机滑触线采用角钢或元钢的供电方式。

五、厂房照明

厂房内部工作照明电源可以由电力网共同的变压器供电。各相负荷的分配应力求平衡。

需经常检修的破碎机、带式输送机、球磨机及过滤机等生产机械，须设置变压器供电的局部检修照明。

检修照明网路电压：对机械内部检修采用12伏，其余采用36伏。

六、防雷与接地

选矿厂的建筑物属于第三类防雷保护，其防雷设计应根据选矿厂所在地的雷电活动情况、地区地质、地形、地物等采取不同的措施，既要保证安全，又要经济合理。

该建筑物仅考虑防止直击雷的措施，以及防止各种管线传入高电位的措施。

直击雷的防护一般采用重点保护方式。

为防止高电位引入而引起雷击，在架空线上向建筑物引接分支线处或直接在进线处，将所有相线的绝缘子铁脚及零线接地，进线段 100 米内的绝缘子铁脚都接地，其接地电阻应不大于30欧姆。在轻雷电活动区，仅将建筑物进线处的绝缘子铁脚接地。

电气设备必须可靠接地，接地范围、接地装置形式及其接地电阻均应遵守现行有关技术规程的规定。

第九节　选矿厂布置及外部运输

一、布置要求

（一）选矿厂布置应考虑场地内部和外部的关系，符合城市规划，区域规划和本企业总体布置的要求。与邻近企业有协作关系时，应使有关部分协调。

（二）在工艺流程合理、操作安全、满足生产的前提下，应紧凑布置，采用合理的建筑系数，尽量减少占地面积。

（三）平面布置时，应与竖向联系考虑。因地制宜，充分利用自然地形，以减少土石方工程量。

（四）根据工艺生产的特点，建立合理的运输系统。力求物料重力自流。货流要短捷、配套成龙、减少装卸量，为工艺和运输机械化和自动化创造条件。

（五）场地要按环境进行分区，满足各种防护要求。防止大气污染和内外有害源产生的相互干扰。创造“适用、经济，在可能条件下注意美观”的环境和良好的劳动条件。

（六）各种设施均应按任务书的计划要求进行布置，以近期为主、远近结合、全面考

虑，为分期建设或改、扩建预留应变和发展条件。

二、布置形式

（一）主要生产车间平面布置形式

1．横列式：生产车间之间的物料运输方向与地形等高线方向平行。适用于场地上下地形受限制的长条形场地和碎矿采用闭路流程者。见图6-9。

2．纵列式：生产车间之间的物料运输方向与地形等高线方向垂直。适用于一面坡和狭窄的场地。见图6-10。

3．混合式：即纵列和横列混合式。适用于垂直山坡方向可用场地较短的长方形和方形场地。见图6-11。

平面布置形式的确定，应综合考虑各方面的条件。在一般情况下，小型选矿厂以横列式布置最为适宜。这种布置可以充分利用地形高差，便于物料重力自流。生产车间之间返矿量不大时可使生产作业线最短，也有利于按生产系统分期建设，场地布置较为紧凑，节省占地面积，减少管线长度，破碎部分也便于合并。但是，场内道路布置困难，需要迂回折返，增加斜坡运输，也不利于逆向货物的运输。

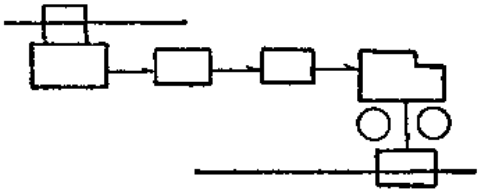


图 6-9　横列式

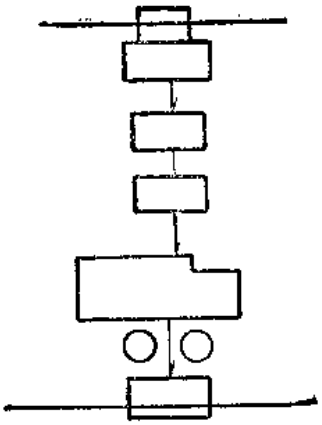


图 6-10　纵列式

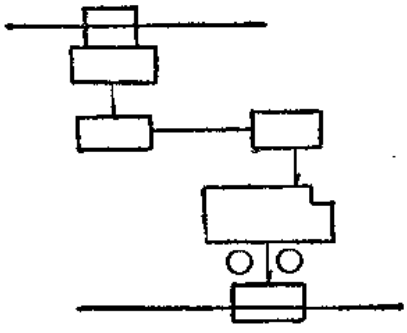


图 6-11　混合式

（二）主要生产车间竖向布置形式

1．重选布置：生产设备垂直配置、物料借助重力沿溜槽、漏斗、管道自流运输。布置要求大于30°的岩石山坡，提升机械一次提升。一般适用于粗碎、中细碎、过滤干燥等车间。见图6-12。

2．阶段布置：生产设备布置在不同的阶段上，物料重力自流运输，水平运距最小。布置要求地形：碎矿一般为20°～40°，磨矿一般为10°～20°，脱水一般为10°～25°。见图

6-13。

3．分离布置：生产设备形成多车间单独布置，物料利用机械运输(如带式输送机)，一般在平地或缓坡建厂时采用。见图6-14。

4．阶段分离布置：生产车间布置兼备阶段与分离的特点。物料重力自流与机械运输结合使用。在既有缓坡又有陡坡地形的场地采用较为适宜。见图6-15。

三、外部运输

（一）运输方式的选择

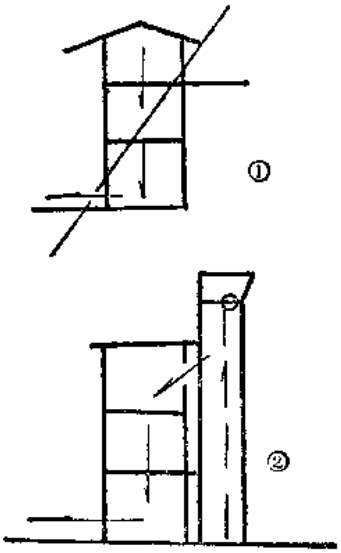


图 6-12　重叠布置

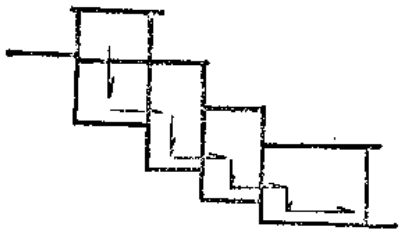


图 6-13　阶段布置

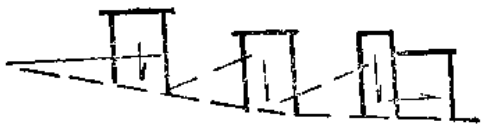


图 6-14　分离布置

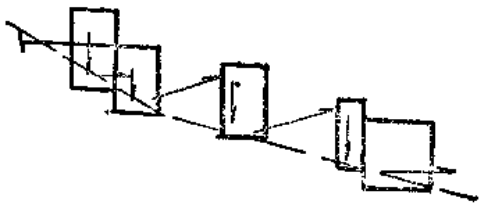


图 6-15　阶段分离布置

选矿厂需要大宗运输的主要物料除运来的矿石和运出的尾矿（一般由企业内部运输设施解决）外，还有选出的精矿及其他辅助材料。因此，选矿厂的外部运输方式的选择，主要是考虑精矿运输。根据运输量、运输距离、服务年限和建设条件等因素，经过技术经济比较后确定。

小型选矿厂精矿数量不大，外部运输如有水上运输条件的，可以采用水运，无水运条件者，一般采用公路运输。铁路运输投资大，钢材也不易解决，特别是准轨铁路。只有在接轨方便，工程量不大时考虑采用。各种运输方式的标准和技术条件，应按国家有关规定执行。

（二）公路技术条件

一般小型选矿厂的道路采用三或四级标准（1972年交通部颁发的“公路工程技术标

准”），路面采用中级或低级的标准即可。主要技术指标见表6-10。

表 6-10 公路工程技术标准

等　　数	三		四	
地　　形	平原微丘	山岭重丘	平原微丘	山岭重丘
计算行车速度（公里/小时）	60	30	40	20
路面宽度（米）	7	6	3.5	
路基宽度（米）	8.5	7.5	4.5～6.5	
最小平曲线半径（米）	125	25	50	15
停车视距（米）	75	30	50	20
会车视距（米）	150	60	100	40
最大纵坡(%)	6	8	8	
桥涵设计	汽车—15	挂车—80	汽车—10	履带—50
车辆荷载	汽车—10	履带—50		
桥面净宽（米）	净—7		净—7或净—4—5	

注：四级公路路基宽度采用 4.5 米时，应在适当距离内（200～500米）设置错车道。错车道应设在有利地点，并使驾驶员能看到相邻两错车道间错车的车辆。

（三）码头布置要求

1．码头的布置原则及型式：码头应布置在河岸稳定、河床不受淤积，有足以供船舶停靠的水域条件且有足够的陆域用地（包括仓库、堆场、交通等）的地段。标高的确定，应根据洪水位及其频率，使码头陆域不受水淹而又能便于装卸作业为原则。码头的型式应视河床断面及水文情况，停靠船型、货运量及其特性，土壤地基、装卸设备能力等因素而定。码头的型式一般有斜坡式、直立式、半斜坡式、浮码头等几种。

2．码头的长度和宽度：码头的长度是根据货物运输量计算所需的泊位数，然后按船舶的长度来决定码头的长度。一般小型选矿厂运输量不大，设置一个舶位的码头即可，码头岸线长度为2/3～4/5的常用船舶的长度（指停靠该码头的船舶），并且尚应设系船柱环，系船柱之间的距离与船舶停靠至码头的距离有关。如果设置二个舶位或临近已有其他舶位，则需要考虑留有船舶之间的富裕长度 a。1000吨以下船舶 a 为 5～10米或码头全长的20%。

码头的宽度是根据装卸设备所需的面积，汽车转弯所需的宽度及货物堆放场地等因素来决定。

第七章　小型磁选厂设备配套及参考图

第一节　设　计　条　件

一、矿石性质及采运原始条件

（一）原矿粒度

规模在20万吨/年以上，原矿粒度为500～0毫米；以下为350～0毫米。

（二）矿石性质

1. 矿石中的矿物以磁铁矿为主，含泥不多，含铁为30%左右；

2. 矿石的硬度$f=8\sim16$，容重为2吨/米^{3}左右；

3. 废石混入率为15%左右。

（三）原矿运输设备

原矿运输设备采用汽车或小型翻斗车。

二、设计指标及流程

（一）设计指标

1. 破碎产品粒度：规模5万吨/年磁选厂为30～0毫米；规模10万吨/年以上为15～0毫米。

2. 磨矿粒度：－200目占60～65%。

3. 选别指标：精矿产率约38%左右。此时，精矿品位65%、回收率83%、尾矿品位8.3%左右。

4. 精矿含水：约10%。

5. 设备作业率：破碎为55%；磨选为85%。

6. 矿仓贮矿时间：磨矿仓为24小时以上；精矿仓为3昼夜以上。

（二）设计流程

10～30万吨/年磁选厂配套原则流程见图7-1。

1. 破碎流程：规模5万吨/年磁选厂为二段开路破碎；规模10万吨/年以上为二段一闭路破碎，并在细碎前进行干式磁选。

2. 磨矿流程：一段闭路磨矿。

3. 磁选：二次磁选。

4. 脱水：规模5万吨/年磁选厂的精矿用沉淀池脱水；规模10万吨/年以上用过滤机。

三、选用注意事项

为方便设计选用，本节对5～30万吨/年磁选厂进行了设备配套，绘制了部分厂房配置参考图和机组图，并收集了部分工程施工设计图（可供参考）。

（一）设备配套及主厂房配置参考图的规模，主要是按球磨机的处理能力确定的。球磨机的处理能力与矿石性质和磨矿产品粒度有关。

（二）5、10、20万吨/年磁选厂配置参考图是在假设的地形上布置的，详见图7-2、

3、4。

厂房配置参考图仅表示厂房主要尺寸及平台、基础等设计条件，供选用者绘制施工图或向土建专业提供原始资料之用。

机组图表示了设备配置关系，并附有全套金属结构件（漏斗、溜槽、支架）制造图，可成套选用。

选用者应特别注意，厂房配置参考图及机组图中的设备制造厂家和图号是否与选定设备相同，若不相同，应以订货厂家的图纸审定。

（三）原矿中含泥多，含水高时，则对于规模为10万吨/年的选矿厂，可采用洗矿-破碎-球磨流程，其粗碎及中细碎厂房配置可参见图7-5、6；相同性质的原矿，对于规模为15万吨/年以上的选矿厂可选用湿式自磨流程。

第二节　工艺设备配套及参考图

一、工艺设备配套

（一）5万吨/年磁选厂

5万吨/年磁选厂工艺设备配套见表7-1。

表 7-1　5万吨/年磁选厂工艺设备配套

序号	名　　称	规　　格	附电机容量（千瓦）	台数	备　　注
1	槽式给矿机	980×1240	7.5	1	鞍矿院“8备100”图
2	颚式破碎机	400×600	30	1	
3	颚式破碎机	250×400	15	1	
4	振式给矿机	600×600	1.5	2	
5	湿式格子型球磨机	φ1500×3000	95	1	右旋
6	高堰式单螺旋分级机	φ1200	7.5及1.5	1	
7	半逆流永磁筒式磁选机	φ600×900	1.5	2	
8	砂泵	$2\frac{1}{2}$ PS	22	2	或用衬胶、衬铸石泵
9	手动螺旋千斤顶	Q＝15吨		2	
10	1#带式输送机	B＝500，L＝26米		1	
11	2#带式输送机	B＝500，L＝10米		1	

（二）10万吨/年磁选厂

10万吨/年磁选厂工艺设备配套见表7-2。

（三）15万吨/年磁选厂

15万吨/年磁选厂工艺设备配套见表7-3。

（四）20万吨/年磁选厂

20万吨/年磁选厂工艺设备配套见表7-4。

（五）25万吨/年磁选厂

25万吨/年磁选厂工艺设备配套见表7-5。

表 7-2　10万吨/年磁选厂工艺设备配套

序号	名　　称	规　　格	附电机容量（千瓦）	台数	备　　注
1	2	3	4	5	6
1	槽式给矿机	980×1240	7.5	1	鞍矿院“8备100”图
2	颚式破碎机	400×600	30	1	
3	单缸液压中型圆锥破碎机	φ900	40	1	
4	矿用单轴振动筛	1200×2400	5.5	1	
5	摆式给料机	600×600	1.5	4	
6	湿式格子型球磨机	φ1500×3000	95	2	左、右旋
7	高堰式单螺旋分级机	φ1200	7.5及1.5	2	
8	半逆流永磁筒式磁选机	φ750×1200	2.8	2	
9	永磁磁力脱水槽	φ2000		1	
10	筒型内滤式过滤机	8米²	2.2	1	或用一台3米²永磁过滤机
11	水环式真空泵	SZ-3	30	1	
12	自动排液器	φ800		1	
13	砂泵	$2\frac{1}{2}$ PS	13	2	或用衬胶、衬铸石泵
14	砂泵	$2\frac{1}{2}$ PS	22	2	
15	电动平板卸矿阀	800×1000	2.1	2	长矿院“太选7备”图
16	手动颚式阀	600×600		1	鞍矿院“7备156”图
17	永磁磁力滚筒	φ630×600		1	
18	金属探测器			2	
19	手动单梁起重机	Q=3吨　L=8米及L=12米		各1	
20	手动螺旋千斤顶	Q=15吨		1	
21	1#带式输送机	B=650，L=48米		1	
22	2#带式输送机	B=500，L=42米		1	
23	3#带式输送机	B=500，L=8米		1	
24	4#、5#带式输送机	B=500，L=10米		共2	
25	6#带式输送机	B=500，L=30米		1	

表 7-3　15万吨/年磁选厂工艺设备配套

序号	名　　称	规　　格	附电机容量（千瓦）	台数	备　　注
1	2	3	4	5	6
1	槽式给矿机	980×1240	7.5	1	鞍矿院“8备100”图

续表 7-3

序号	名　　称	规　　格	附电机容量（千瓦）	台数	备　　注
1	2	3	4	5	6
2	颚式破碎机	400×600	30	1	
3	单缸液压中型圆锥破碎机	φ900	40	1	
4	矿用单轴振动筛	1200×2400	5.5	1	
5	摆式给料机	600×600	1.5	6	当2系列时为4台
6	湿式格子型球磨机	φ1500×3000	95	3	或2台φ2100×2200
7	高堰式单螺旋分级机	φ1200	7.5及1.5	3	或2台φ1500
8	半逆流永磁筒式磁选机	φ750×1200	2.8	4	
9	永磁磁力脱水槽	φ2000		1	
10	筒型内滤式过滤机	8米^2	2.2	2	或用一台5米^{2}永磁过滤机
11	水环式真空泵	SZ-3	30	2	
12	自动排液器	φ800		1	
13	砂泵	$2\frac{1}{2}$ PS	13	2	或用衬胶、衬铸石泵
14	砂泵	4PS	30	2	或用衬胶、衬铸石泵
15	电动平板卸矿阀	800×1000		2	长矿院“太选7备”图
16	手动颚式阀	600×600		1	鞍矿院“7备156”图
17	永磁磁力滚筒	φ630×600		1	
18	金属探测器			1	
19	手动单梁起重机	Q=3吨，L=8米		1	
20	电动单梁起重机	Q=3吨，L=11米		1	当用φ2100×2200球磨机时改用Q=5吨，L=14米
21	手动螺旋千斤顶	Q=15吨		3	
22	1#带式输送机	B=650，L=48米		1	
23	2#带式输送机	B=500，L=42米		1	
24	3#带式输送机	B=500，L=15米		1	
25	4#、5#带式输送机	B=500，L=10米		共2	
26	6#带式输送机	B=500，L=30米		1	

表 7-4　20万吨/年磁选厂工艺设备配套

序号	名　　称	规　　格	附电机容量（千瓦）	台数	备　　注
1	2	3	4	5	6
1	槽式给矿机	1200×1800	13	1	长矿院“78054”图

续表 7-4

序号	名　　称	规　　格	附电机容量（千瓦）	台数	备　　注
1	2	3	4	5	6
2	颚式破碎机	600×900	80	1	
3	单缸液压中型圆锥破碎机	ϕ1200	80	1	
4	矿用单轴双层振动筛	1200×2400	5.5	1	
5	摆式给矿机	600×600	1.5	4	
6	湿式格子型球磨机	ϕ2100×3000	210	2	左、右旋
7	高堰式单螺旋分级机	ϕ2000	10及3	2	
8	半逆流永磁筒式磁选机	ϕ750×1200	2.8	4	
9	永磁磁力脱水槽	ϕ2000		1	
10	筒型内滤式过滤机	8米^2	2.2	2	或用2台5米^{2}永磁过滤机
11	水环式真空泵	SZ-3	30	2	
12	自动排液器	ϕ800		2	
13	砂泵	$2\frac{1}{2}$ PS	13	2	或用衬胶、衬铸石泵
14	砂泵	4PS	30	2	或用衬胶、衬铸石泵
15	电动平板卸矿阀	800×1000	2.1	4	长矿院“太选7备”图
16	手动颚式阀	600×600		1	鞍矿院“7备156”图
17	永磁磁力滚筒	ϕ630×750		1	
18	金属探测器			1	
19	手动单梁起重机	Q=10吨，L=11米		1	
20	电动单梁起重机	Q=5吨，L=14米		1	
21	手动螺旋千斤顶	Q=30吨		2	
22	1#带式输送机	B=650，L=50米		1	
23	2#带式输送机	B=650，L=45米		1	
24	3#带式输送机	B=500，L=11米		1	
25	4#及5#带式输送机	B=500，L=10米		共2	
26	6#带式输送机	B=400，L=5米		1	或B=500，L=5米
27	7#带式输送机	B=500，L=32米		1	

表 7-5　25万吨/年磁选厂工艺设备配套

序号	名　　称	规　　格	附电机容量（千瓦）	台数	备　　注
1	2	3	4	5	6
1	槽式给矿机	1200×1800	13	1	长矿院“78054”图

续表 7-5

序号	名　　称	规　　格	附电机容量（千瓦）	台数	备　　注
1	2	3	4	5	6
2	颚式破碎机	600×900	80	1	
3	单缸液压中型圆锥破碎机	ϕ1200	80	1	
4	矿用单轴双层振动筛	1200×2400	5.5	1	
5	摆式给矿机	600×600	1.5	4	
6	湿式格子型球磨机	ϕ2100×3000	210	2	
7	高堰式单螺旋分级机	ϕ2000	10及3	2	
8	半逆流永磁筒式磁选机	ϕ750×1200	2.8	4	
9	永磁磁力脱水槽	ϕ2000		1	
10	筒型内磁式过滤机	8米^2	2.2	3	或用2台12米^2，亦可用2台5米^{2}永磁机
11	水环式真空泵	SZ-3	30	3	
12	自动排液器	ϕ800		3	
13	砂泵	$2\frac{1}{2}$ PS	.3	2	或用衬胶、衬铸石泵
14	砂泵	4PS	30	2	或用衬胶、衬铸石泵
15	电动平板卸矿阀	800×1000	2.1	4	长矿院“太选7备”图
16	手动颚式阀	600×600		1	鞍矿院“7备156”图
17	大磁磁力滚筒	ϕ630×750		1	
18	金属探测器			2	
19	手动单梁起重机	Q=10吨，L=11米		1	
20	电动单梁起重机	Q=5吨，L=14米		1	
21	手动螺旋千斤顶	Q=30吨		2	
22	1#带式输送机	B=650，L=50米		1	
23	2#带式输送机	B=650，L=45米		1	
24	3#带式输送机	B=500，L=21米		1	
25	4#及5#带式输送机	B=500，L=10米		共2	
26	6#带式输送机	B=400，L=1[illegible]		1	
27	7#带式输送机	B=500，L=32米		1	

表 7-6　30万吨/年磁选厂工艺设备配套

序号	名　　称	规　　格	附电机容量（千瓦）	台数	备　　注
1	2	3	4	5	6
1	槽式给矿机	1200×1800	13	1	长矿院“78054”图

续表 7-6

序号	名　　称	规　　格	附电机容量（千瓦）	台数	备　　注
1	2	3	4	5	6
2	颚式破碎机	600×900	80	1	
3	单缸液压中型圆锥破碎机	φ1200	80	1	
4	矿用单轴双层振动筛	1200×2400	5.5	1	
5	摆式给矿机	600×600	1.5	6	
6	湿式格子型球磨机	φ2100×3000	210	3	
7	高堰式单螺旋分级机	φ2000	10及3	3	
8	半逆流永磁筒式磁选机	φ750×1200	2.8	6	或用4台φ750×1800
9	永磁磁力脱水槽	φ2000		2	
10	筒型内滤式过滤机	8米^2	2.2	3	或用2台12米^2,亦可用两台5米^{2}永磁
11	水环式真空泵	SZ-3	30	3	
12	自动排液器	φ300		3	
13	砂泵	$2\frac{1}{2}$ PS	22	2	或用衬胶、衬铸石泵
14	砂泵	5PS	55	2	或用衬胶、衬铸石泵
15	电动平板卸矿阀	800×1000	2.1	6	长矿院“太选7备”图
16	手动颚式阀	600×600		1	鞍矿院“7备156”图
17	永磁磁力辊筒	φ630×750		1	
18	金属探测器			2	
19	手动单梁起重机	Q=10吨,L=11米		1	
20	电动单梁起重机	Q=5吨,L=14米		1	
21	手动螺旋千斤顶	Q=30吨		2	
22	1#带式输送机	B=650,L=50米		1	
23	2#带式输送机	B=650,L=45米		1	
24	3#带式输送机	B=500,L=21米		1	
25	4#及5#带式输送机	B=500,L=10米		共2	
26	6#带式输送机	B=400,L=10米		1	
27	7#带式输送机	B=500,L=32米		1	

（六）30万吨/年磁选厂

30万吨/年磁选厂工艺设备配套见表7-6。

二、厂房配置参考图

（一）400×600破碎厂房配置参考图

本图根据李家河铁矿选矿厂粗破碎配置图缩小而成，见图7-5。原图由长沙黑色冶金

矿山设计研究院设计，有选矿工艺、土建、电气、除尘、水道等全套施工图。

（二）250×400及ϕ900洗矿破碎厂房配置参考图

本图根据李家河铁矿选矿厂中细破碎配置图缩小而成，见图7-6。原图由长沙黑色冶金矿山设计研究院设计，亦有全套施工图。

（三）400×600及ϕ900破碎厂房配置参考图

缩图见图7-7。原图由华北冶金矿建设计院设计，图号为“通1选1”。

（四）600×900及ϕ1200破碎厂房配置参考图

缩图见图7-8。原图由长沙黑色冶金矿山设计研究院设计，图号为“资选50”。

（五）10万吨/年筛分厂房配置参考图

缩图见图7-9。原图由华北冶金矿建设计院设计，图号为“通1选4”。

该筛分厂房配置在10万吨/年磁选厂主厂房之磨矿仓顶部。当地形条件所限，不能这样配置时，可布置于地面，但粉矿带式输送机应相应变动。

（六）20万吨/年筛分厂房配置参考图

缩图见图7-10。原图由长沙黑色冶金矿山设计研究院设计，图号为“资选53”。

该厂房配置基本与10万吨/年筛分厂房一致。

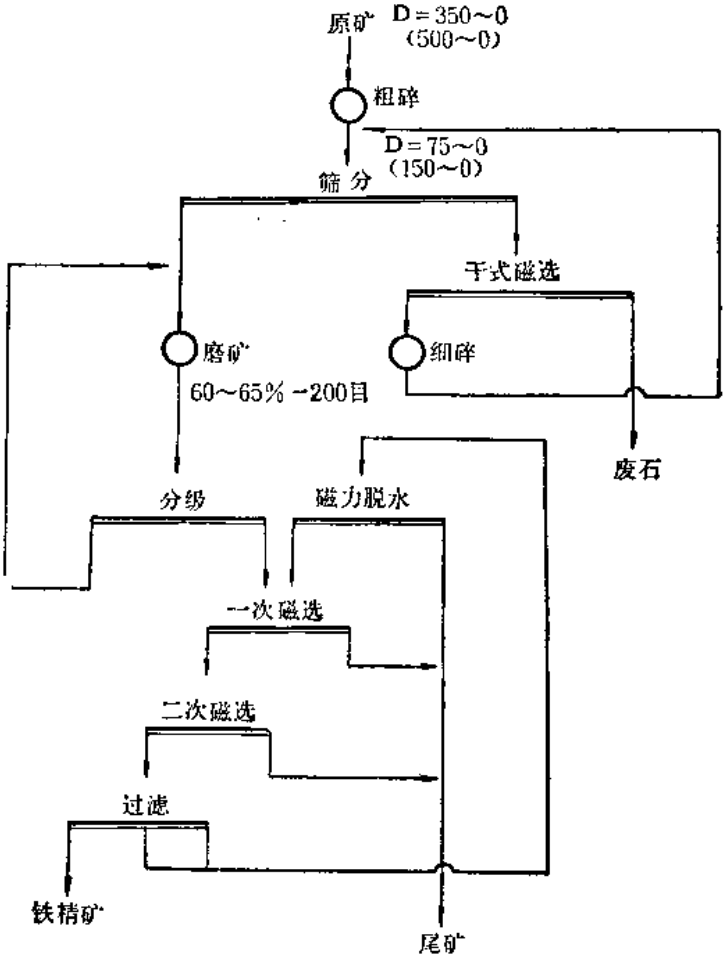


图 7-1　10～30万吨/年磁选厂配套原则流程图

（七）10万吨/年磁选厂主厂房配置参考图

缩图见图7-11。原图由华北冶金矿建设计院设计。图号为“通1选6”。

（八）20万吨/年磁选厂主厂房配置参考图

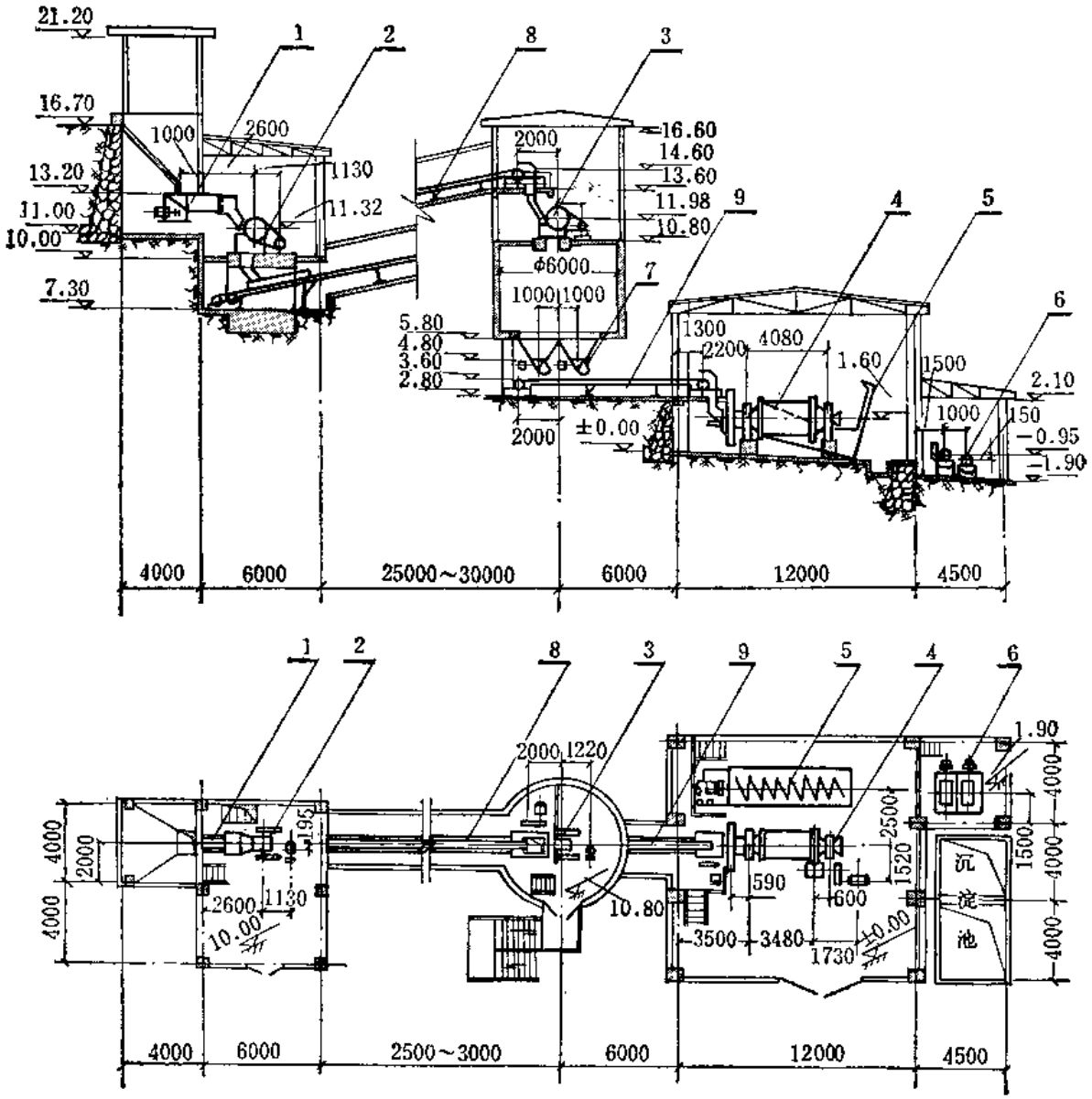


图 7-2　5万吨/年磁选厂配置参考图

1—980×1240槽式给矿机；2—400×600颚式破碎机；3—250×400 颚 式 破碎机；4—φ1500×3000湿式格子型球磨机；5—φ1200高堰式单螺旋分级机；6—600×900永磁筒式磁选机；7—600×600摆式给矿机；8—带式输送机B＝500；9—带式输送机B＝500

缩图见图7-12。原图由长沙黑色冶金矿山设计研究院设计，图号为“资选54”。

（九）10万吨/年精矿仓配置参考图

本图根据李家河铁矿选铁厂精矿仓配置图缩小而成，见图7-13。原图由长沙黑色冶金矿山设计研究院设计，有全套施工图。

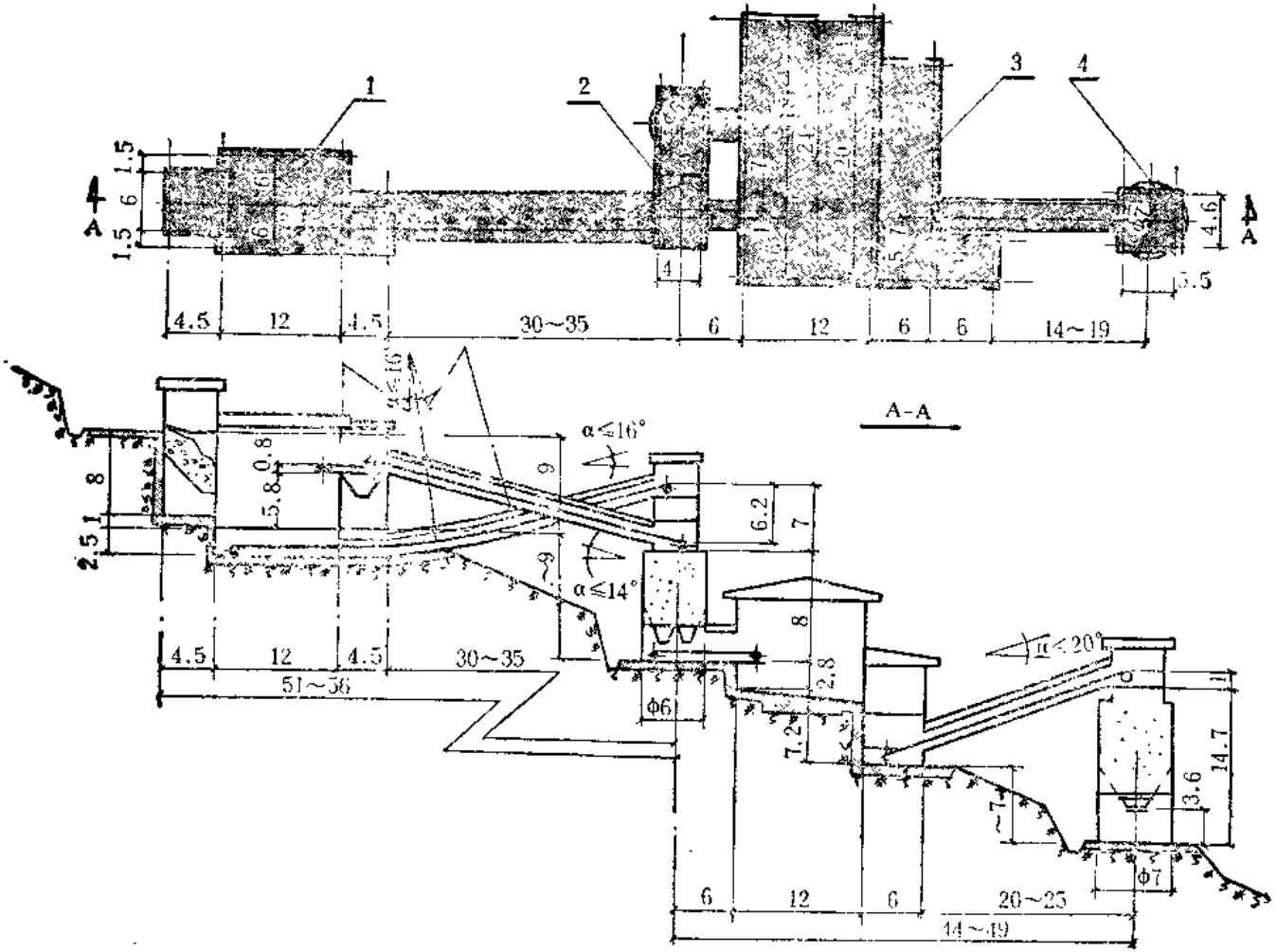


图 7-3　10万吨/年磁选厂工艺建筑物配置参考图

1—破碎厂房；2—筛分厂房；3—主厂房；4—精矿仓

注：尺寸以米计

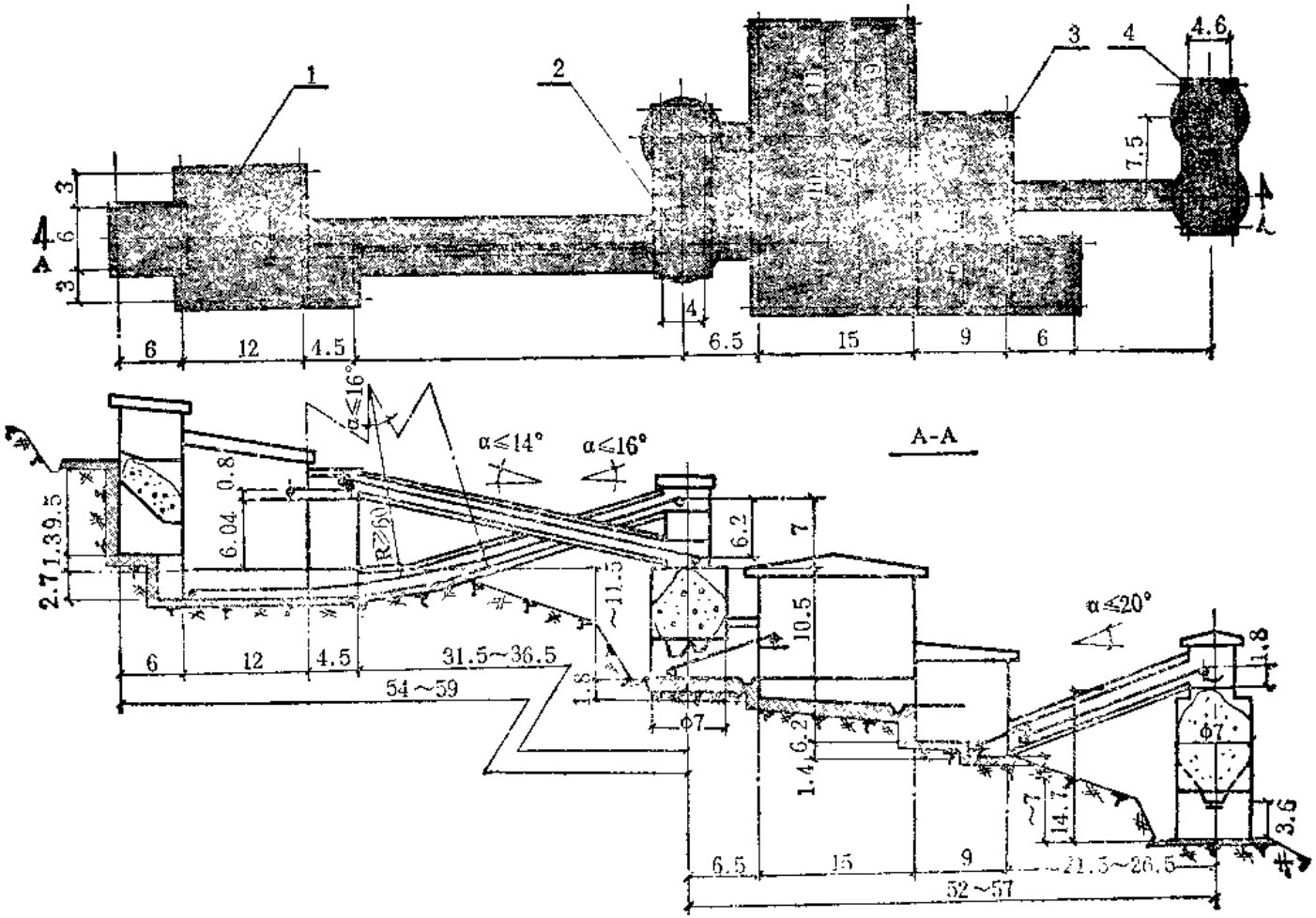


图 7-4　20万吨/年磁选厂工艺建筑物配置参考图

1—破碎厂房；2—筛分厂房；3—主厂房；4—精矿仓

注：尺寸以米计。

（十）20万吨/年精矿仓配置参考图

缩图见图7-14。原图由长沙黑色冶金矿山设计研究院设计，图号为“资选56”。该矿仓由二座圆筒形矿仓组成，每座的结构基本与李家河铁矿选矿厂精矿仓一致。

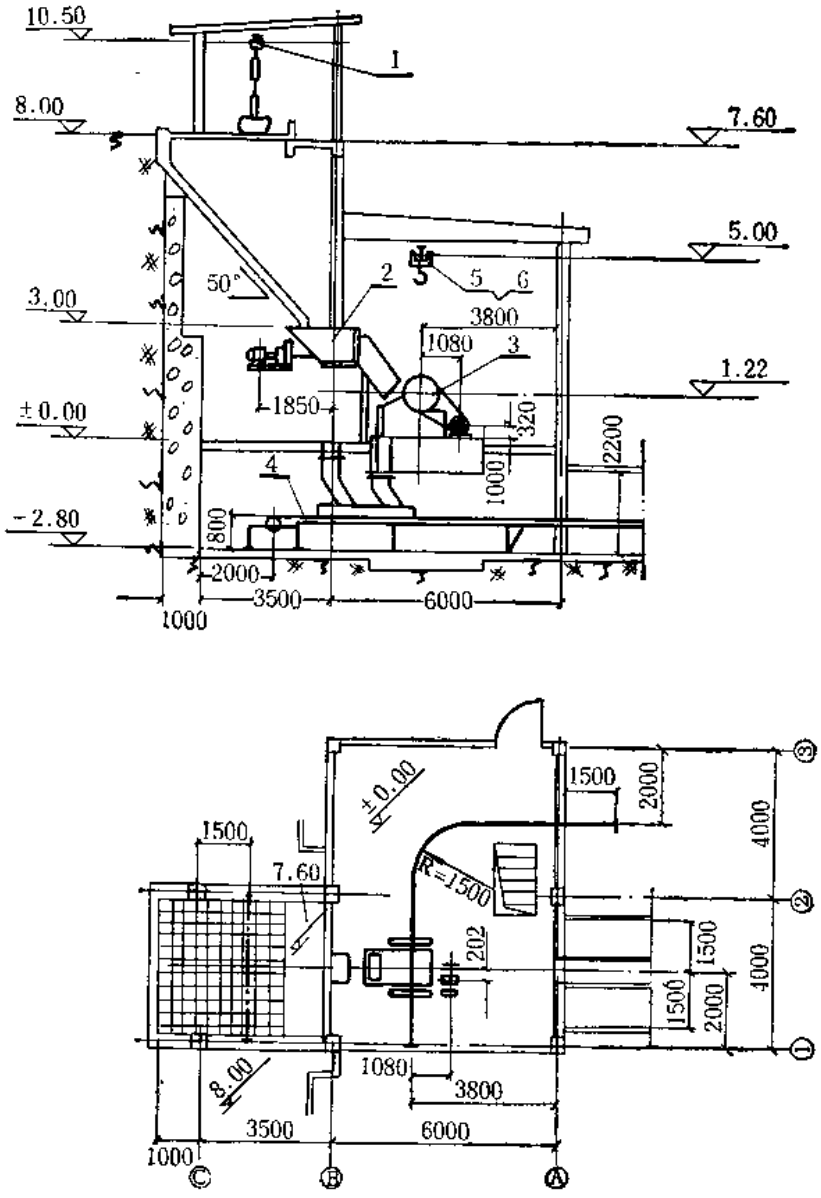


图 7-5　400×600破碎厂房配置参考图

（李家河铁矿粗破碎，长沙矿山设计院设计）

1—GP80风动破碎锤；2—980×1240槽式给矿机；3—400×600颚式破碎机；4—1#带式输送机B=500；5—SDX3型手动单轨行车；6—SH3环链式手拉葫芦

（十一）抓斗式精矿仓

本图根据长沙黑色冶金矿山设计研究院设计的大广山铁矿选矿厂硫铜过滤精矿仓配置图缩小而成，见图7-15。有全套施工图。

三、机组图

（一）400×600颚式破碎机机组图

机组安装缩图见图7-16。原图由华北冶金矿建设计院设计，图号为“通1选2”。

（二）600×900颚式破碎机机组图

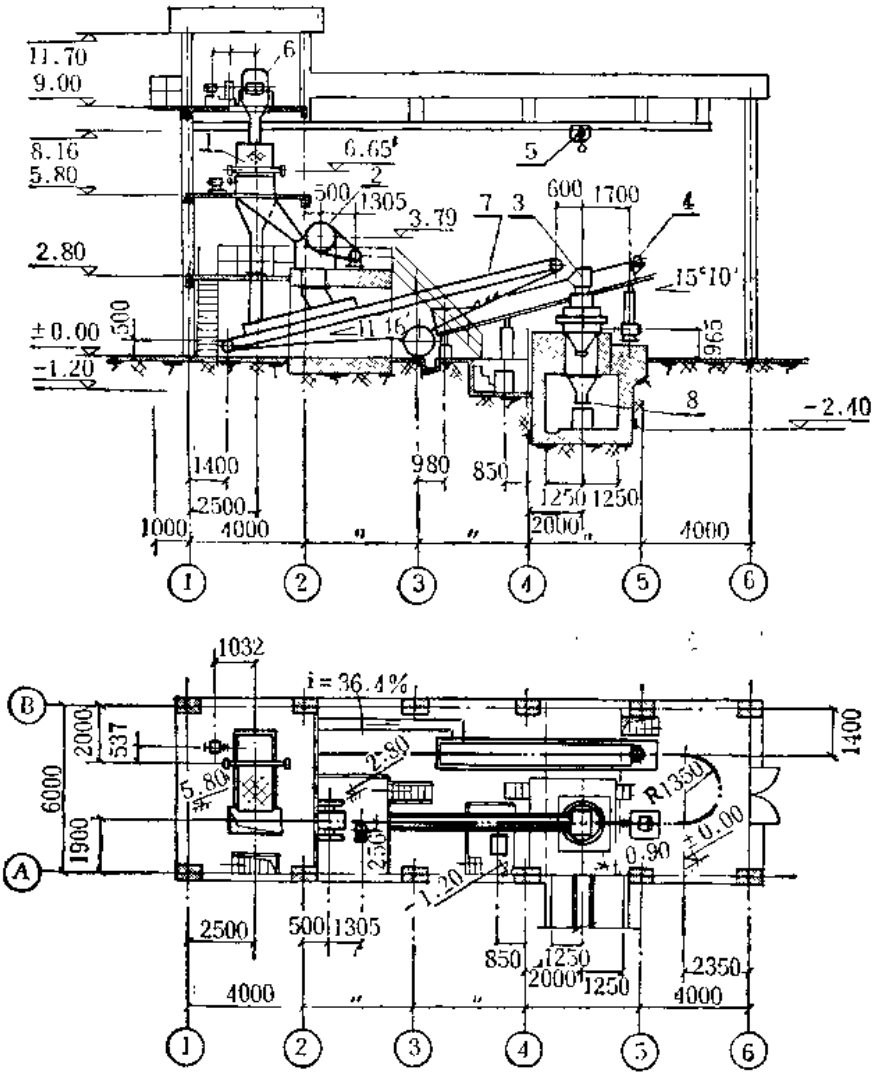


图 7-6　250×400及φ900洗矿破碎厂房配置参考图

（李家河铁矿中细碎，长沙矿山设计院设计）

1—$SZZ_2$1250×2500自定中心振动筛；2—250×400颚式破碎机；3—PYZ φ900中型圆锥破碎机；4—FCG750高堰式单螺旋分级机；5—WA手动单轨小车Q=3吨；6—1*胶带机B=500；7—2*移动式胶带机B=500，L=12米；8—3*胶带机B=500

机组安装缩图见图7-17。原图由长沙黑色冶金矿山设计研究院设计，图号为“资选51”。

（三）φ900圆锥破碎机机组图

机组安装缩图见图7-18。原图由华北冶金矿建设计院设计，图号为“通1选3”。

（四） ϕ1200圆锥破碎机机组图

机组安装图见图7-19。原图由长沙黑色冶金矿山设计研究院设计，图号为“资选52”。

（五）1200×2400振动筛机组图

机组安装缩图见图7-20。原图由华北冶金矿建设计院设计，图号为“通1选5”。

（六） ϕ1500×3000球磨机机组图

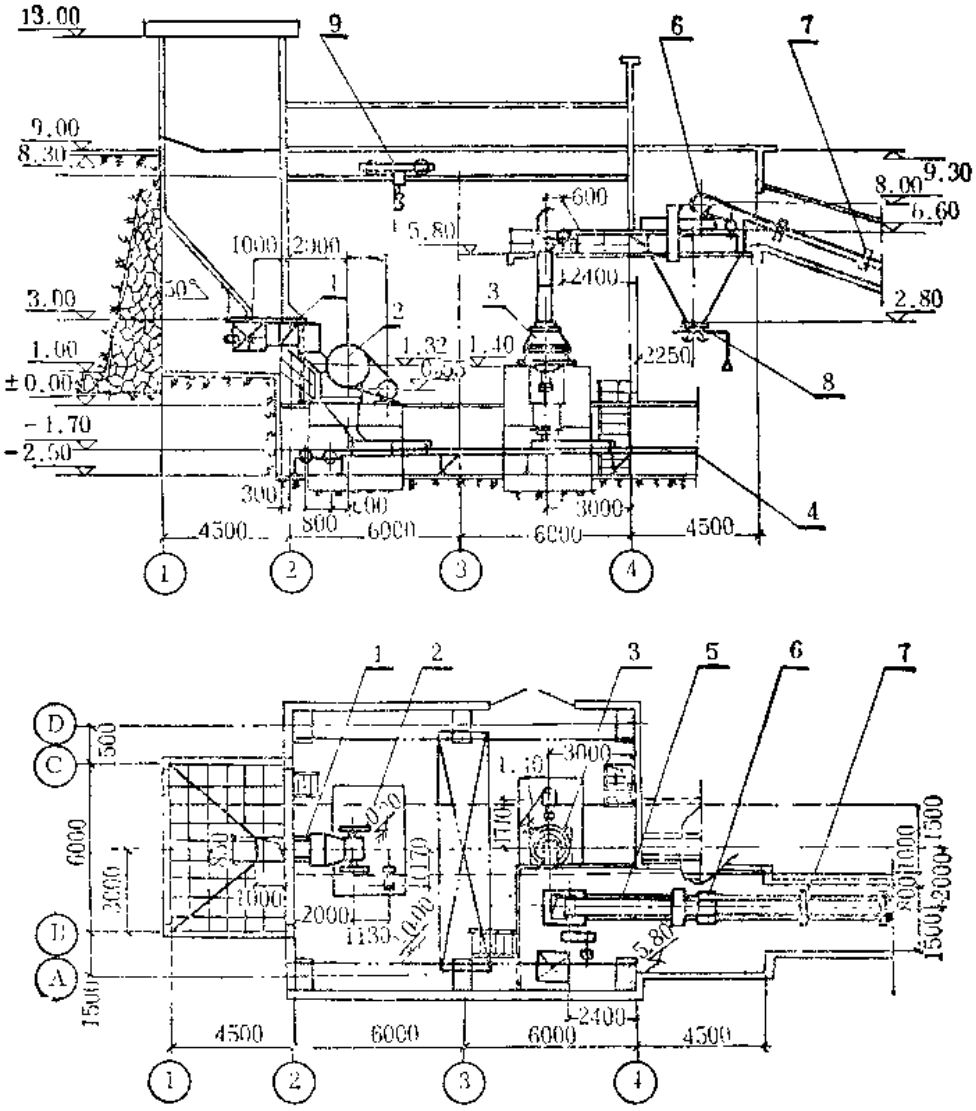


图 7-7 400×600及ϕ900破碎厂房配置参考图

（华北冶金矿建设计院图“通1选1”）

1—980×1240槽式给矿机；2—400×600颚式破碎机；3—ϕ900单缸液压中型圆锥破碎机；4—1#带式输送机B=650；5—2#带式输送机B=500；6—ϕ630×600永磁磁力辊筒；7—金属探测器B=500；8—600×600手动扇形闸门；9—手动单梁起重机Q=3吨，L=8米

机组安装缩图见图7-21。原图由华北冶金矿建设计院设计，图号为“通1选7”。

（七）ϕ2100×3000球磨机机组图

机组安装缩图见图7-22。原图由长沙黑色冶金矿山设计研究院设计，图号为“资选55”。

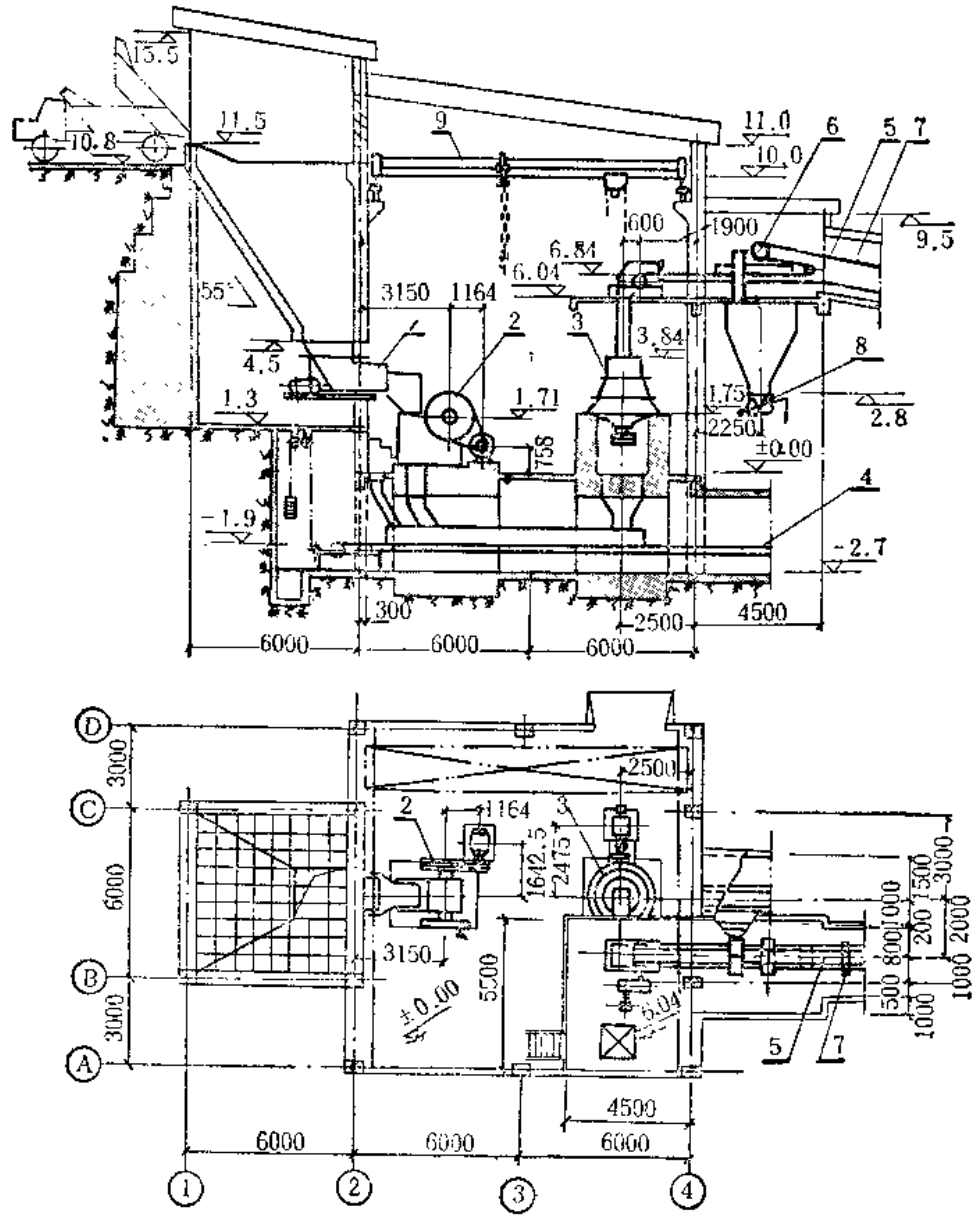


图 7-8　600×900及ϕ1200破碎厂房配置参考图

（长沙矿山设计院图“资选50”）

1—1200×1800槽式给矿机；2—600×900颚式破碎机；3—ϕ1200单缸液压中型圆锥破碎机；4—1#带式输送机B=650；5—2#带式输送机B=650；6—ϕ630×750永磁磁力辊筒；7—金属探测器；8—600×600手动扇形闸门；9—10吨手动单梁起重机

（八）ϕ4000×1400湿式自磨机机组图

1. 潘洛ϕ4000×1400湿式自磨机机组图

缩图见7-23。原图由马鞍山钢铁设计院设计，有全套施工图。

2. 大广山 ϕ4000×1400湿式白磨机机组图

缩图见7-24。原图由长沙黑色冶金矿山设计研究院设计，有全套施工图。

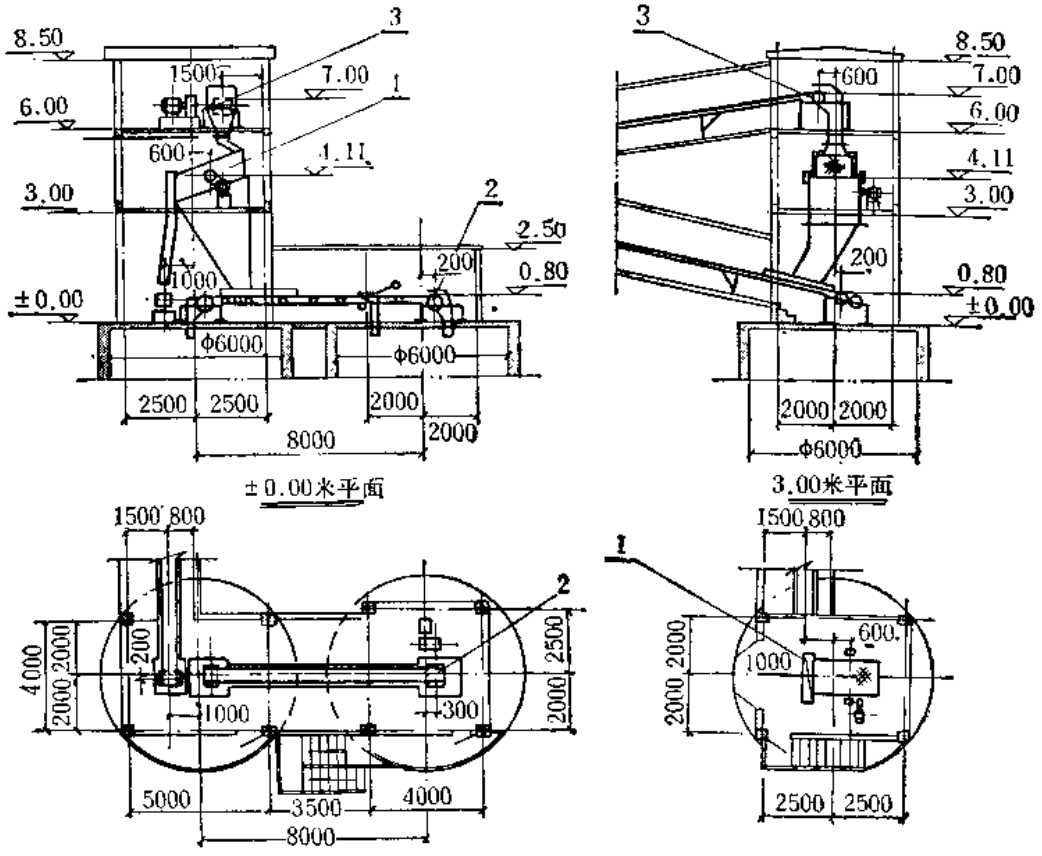


图 7-9 10万吨/年筛分厂房配置参考图

（华北冶金矿建设计院图“通1选4”）

1—2ZD1224矿用单轴振动筛；2—带式输送机B=500；3—带式输送机B=650

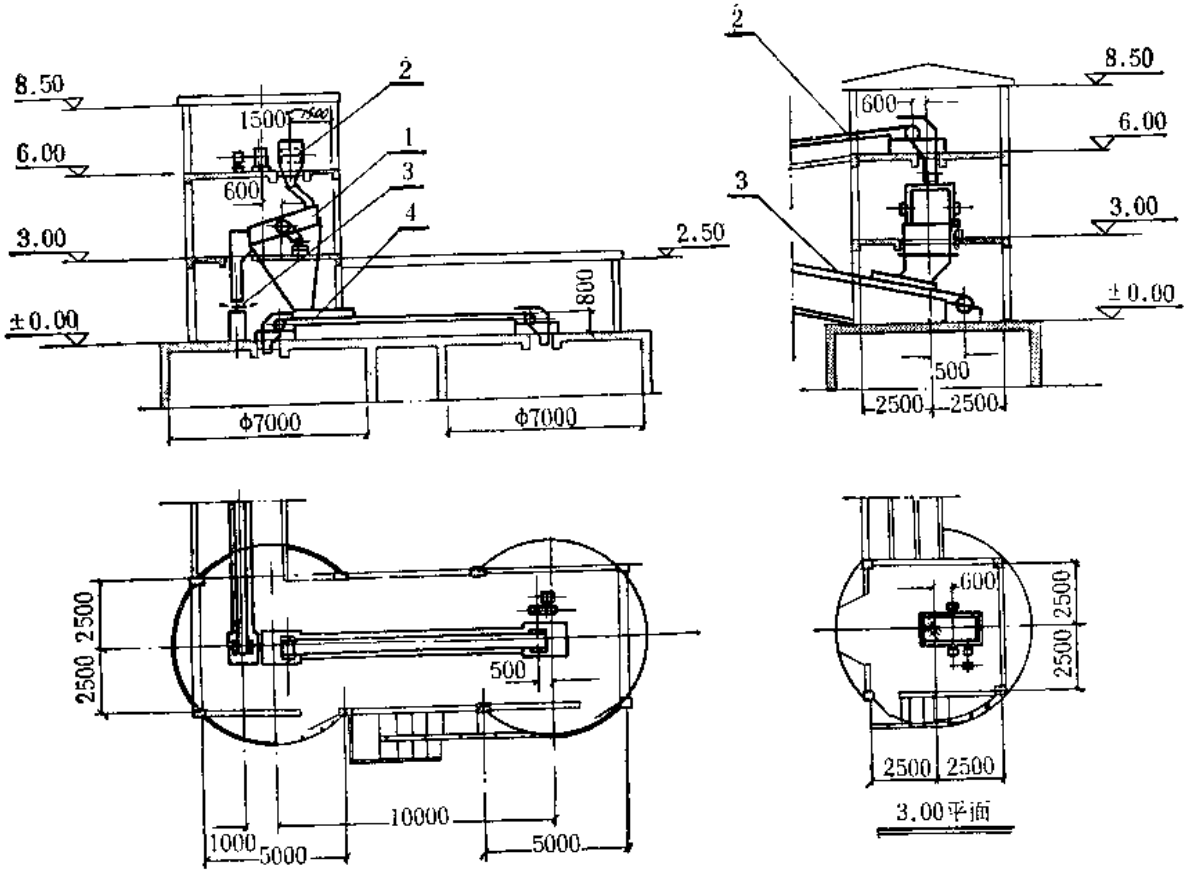


图 7-10　20万吨/年筛分厂房配置参考图（长沙矿山设计院图“资选53”）

1—2ZD1224矿用单轴振动筛；2—1#带式输送机B = 650；3—2#带式输送机B = 650；4—3#带式输送机B = 500

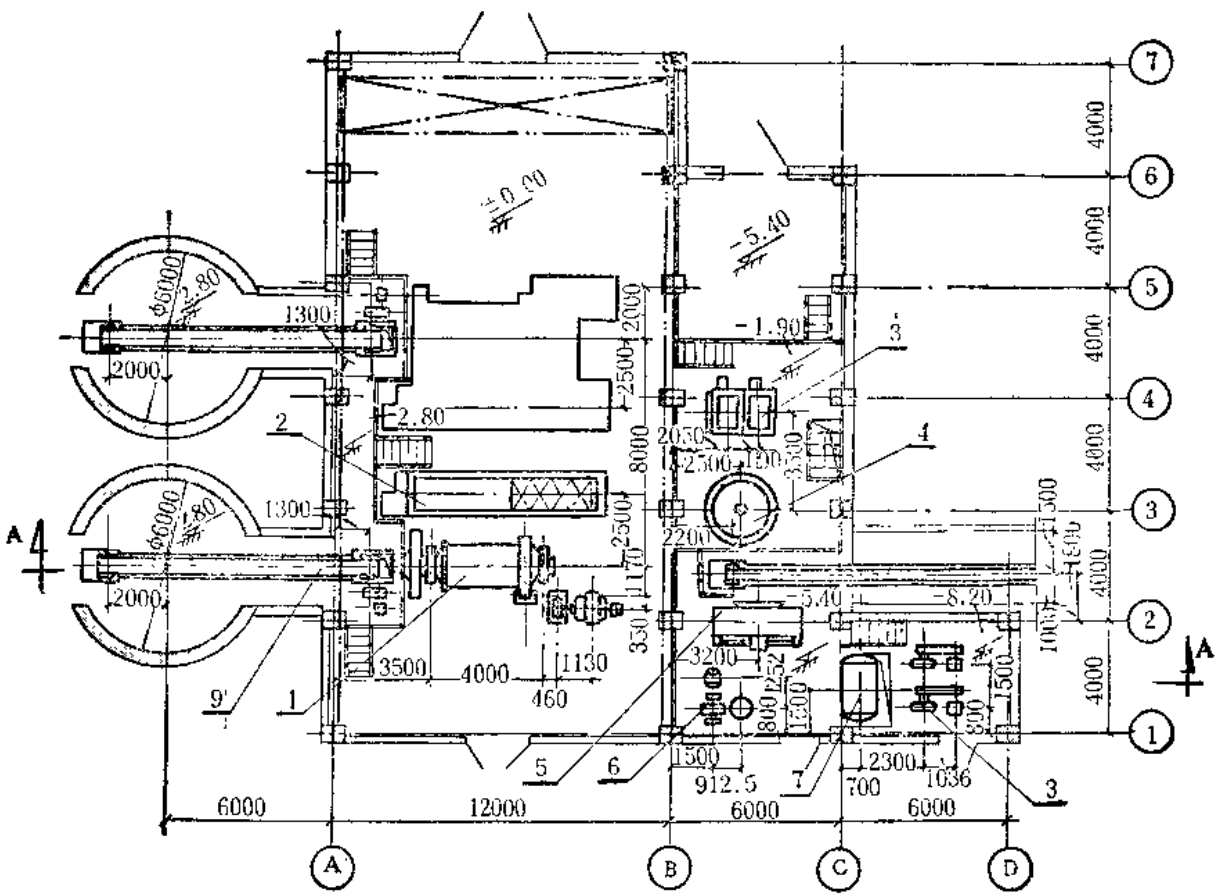


图 7-11(一) 10万吨/年磁选厂主厂房配置参考图之一

(华北冶金矿建设计院图“通1选6”)

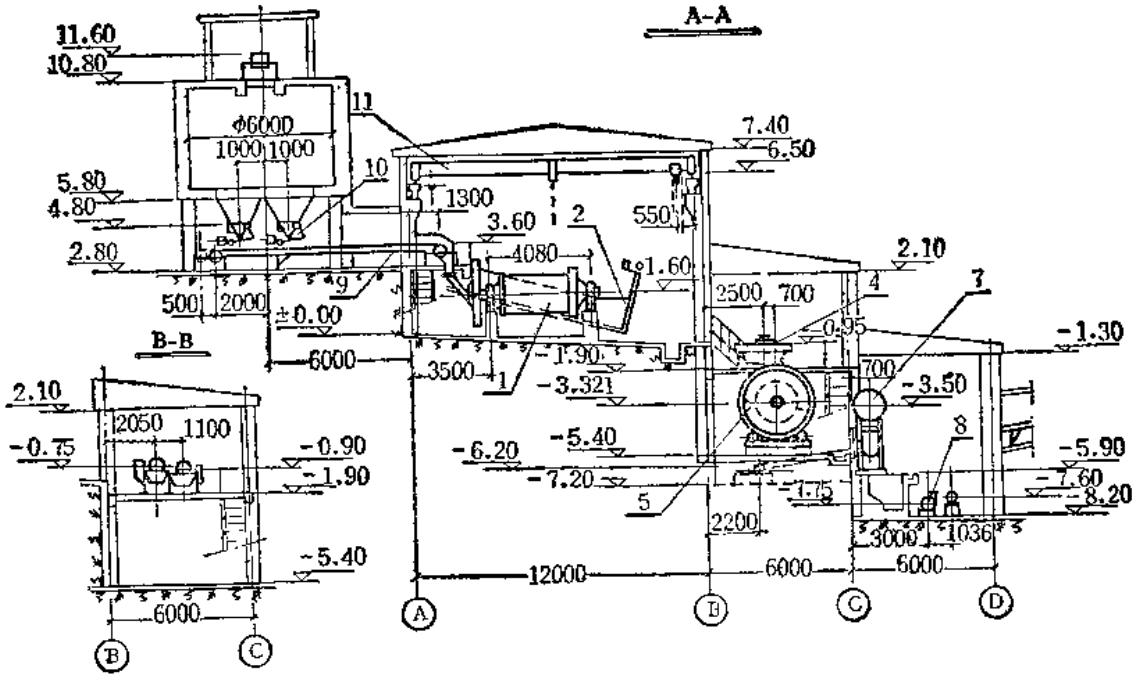


图 7-11(二) 10万吨/年磁选厂主厂房配置参考图之二

(华北冶金矿建设计院图“通1选6”)

1—φ1500×3000湿式格子型球磨机；2—φ1200高堰式单螺旋分级机；3—φ750×1200半逆流永磁磁选机；4—φ2000永磁脱水槽；5—8米²内滤式真空过滤机；6—SZ—3水环式真空泵；7—φ800自动排液器；8—2—$\frac{1}{2}$—PS型砂泵；9—带式输送机B=500；10—600×600摆式给矿机；11—手动单梁起重机Q=3吨

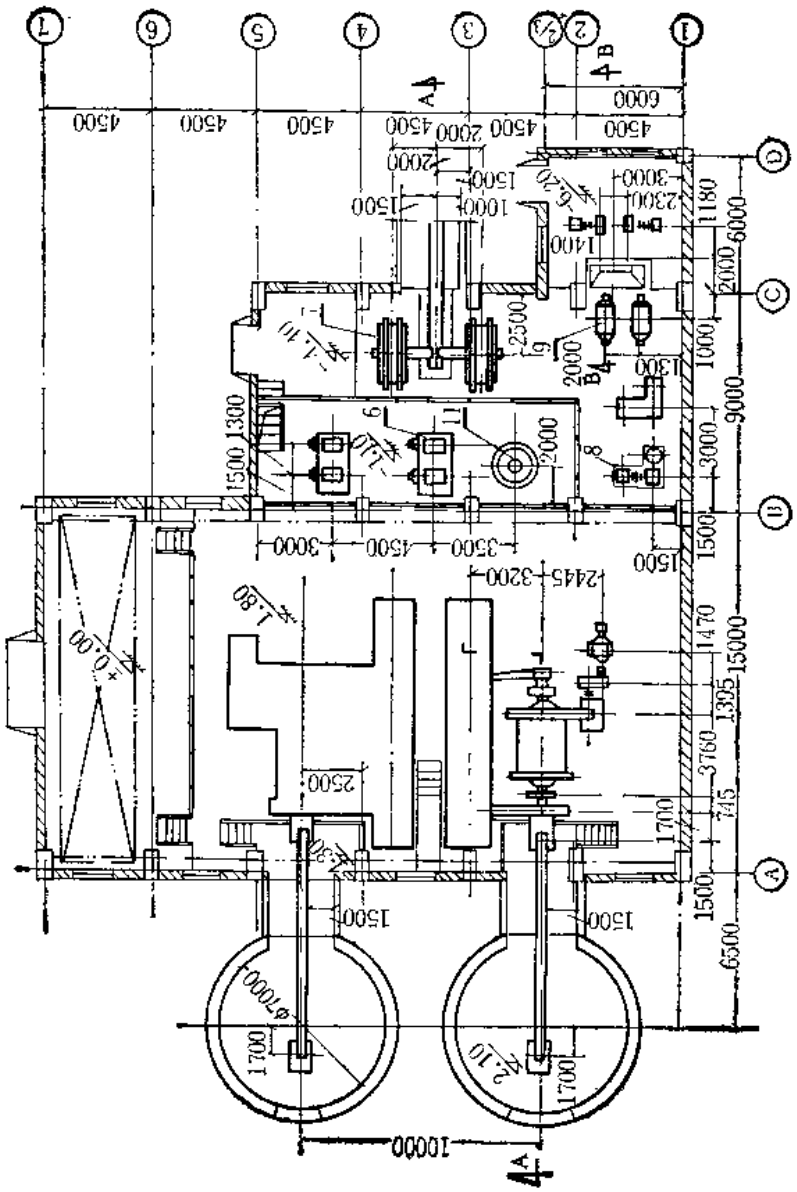


图 7-12(一) 20万吨/年磁选主厂房配置参考图之一
(长沙矿山设计院图"资选54")

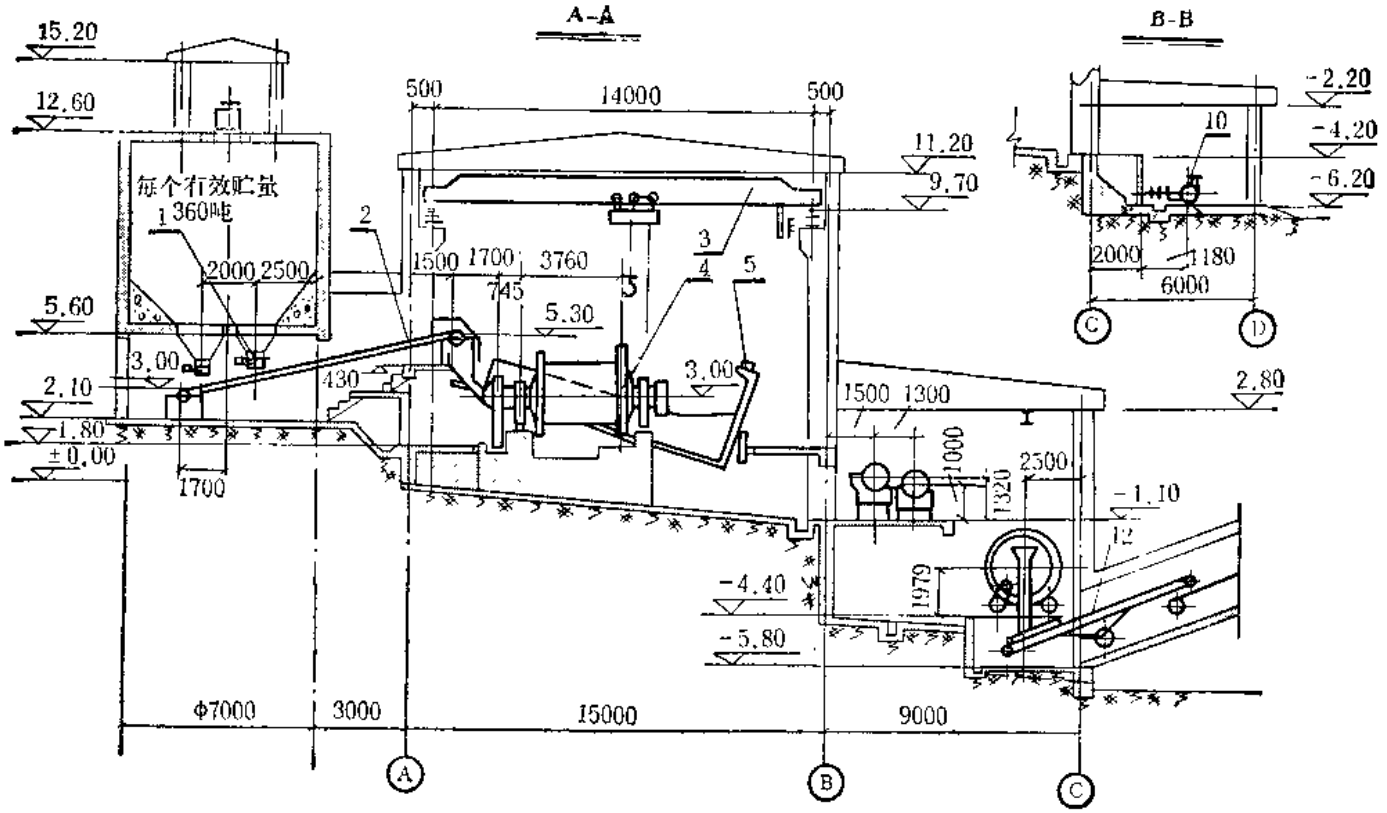


图 7-12(二) 20万吨/年磁选厂主厂房配置参考图之二

(长沙矿山设计院图“资选54”)

1—600×600摆式给矿机；2—带式输送机B=500；3—5吨电动单梁起重机；4—ϕ2100×3000球磨机；5—ϕ2000高堰式单螺旋分级机；6—ϕ750×1200半逆流永磁磁选机；7—8米²内滤式真空过滤机；8—S2—3水环式真空泵；9—ϕ800自动排液器；10—$2\frac{1}{2}$PS型砂泵；11—ϕ2000永磁磁力脱水槽；12—移动式带式输送机B=400，L=5米

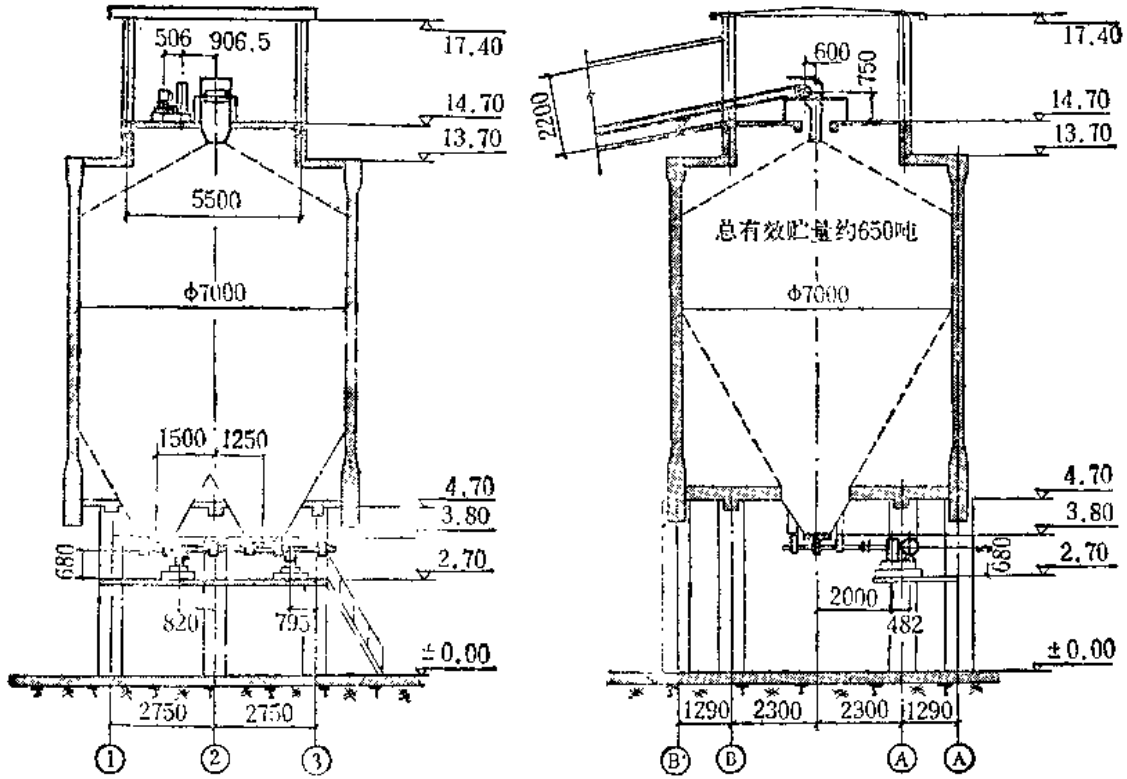


图 7-13　10万吨/年精矿仓配置参考图

（李家河精矿仓，长沙矿山院设计）

a—电动平板闸门800×1000；b—带式输送机B=500

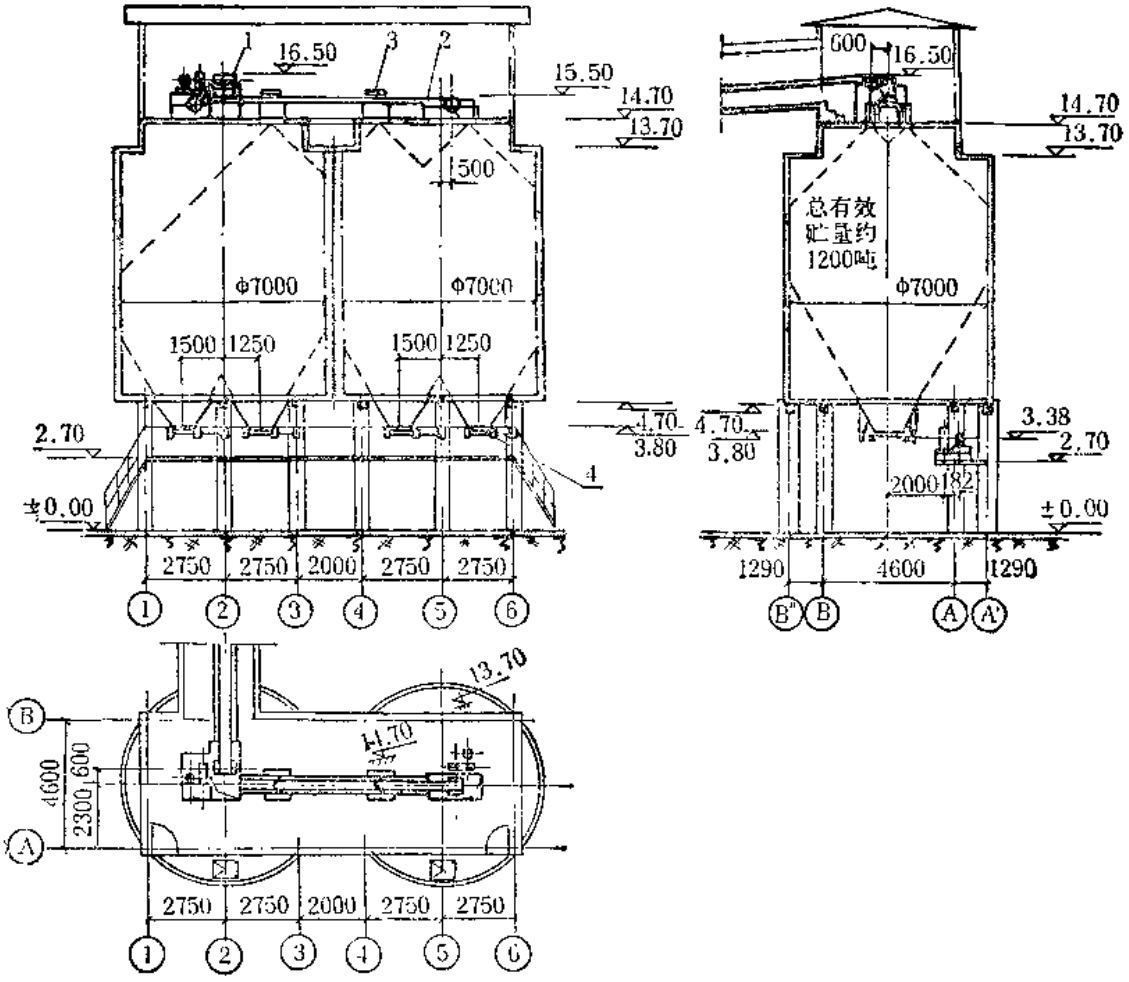


图 7-14　20万吨/年精矿仓配置参考图

（长沙矿山设计院图“资选56”）

1—带式输送机B＝500；2—带式输送机B＝500；3—手动双侧犁式卸料器B＝500；

4—800×1000电动平板闸门

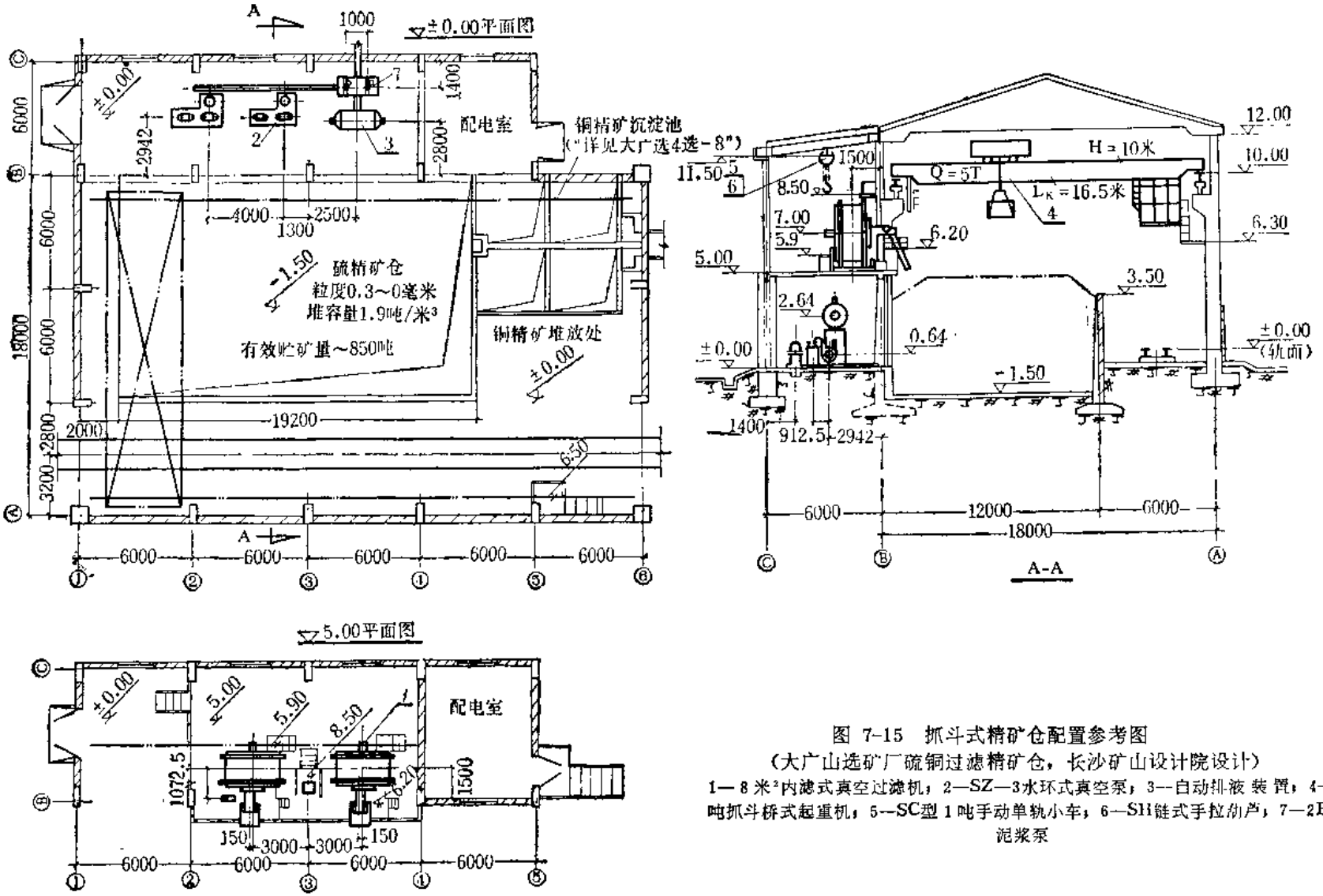


图 7-15　抓斗式精矿仓配置参考图

(大广山选矿厂硫铜过滤精矿仓，长沙矿山设计院设计)

1—8米²内滤式真空过滤机；2—SZ—3水环式真空泵；3—自动排液装置；4—5吨抓斗桥式起重机；5—SC型1吨手动单轨小车；6—SH链式手拉葫芦；7—2PNL泥浆泵

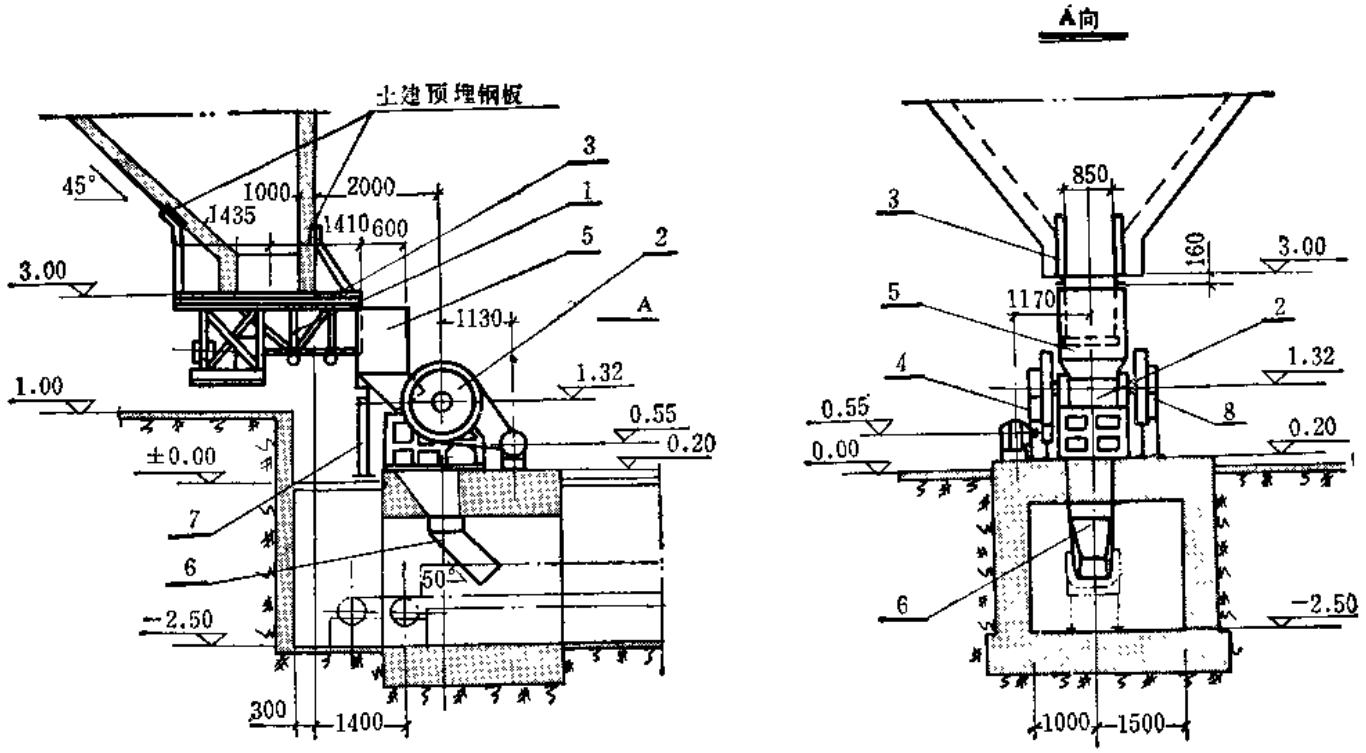


图 7-16　400×600颚式破碎机机组图

（华北冶金矿建设计院图“通1选2”）

1—980×1240槽式给矿机；2—400×600颚式破碎机；3—槽式给矿机吊架；4—破碎机皮带轮安全罩；5—破碎机给矿漏斗；6—破碎机排矿漏斗；7—破碎机给矿漏斗支架；8—破碎机飞轮安全罩

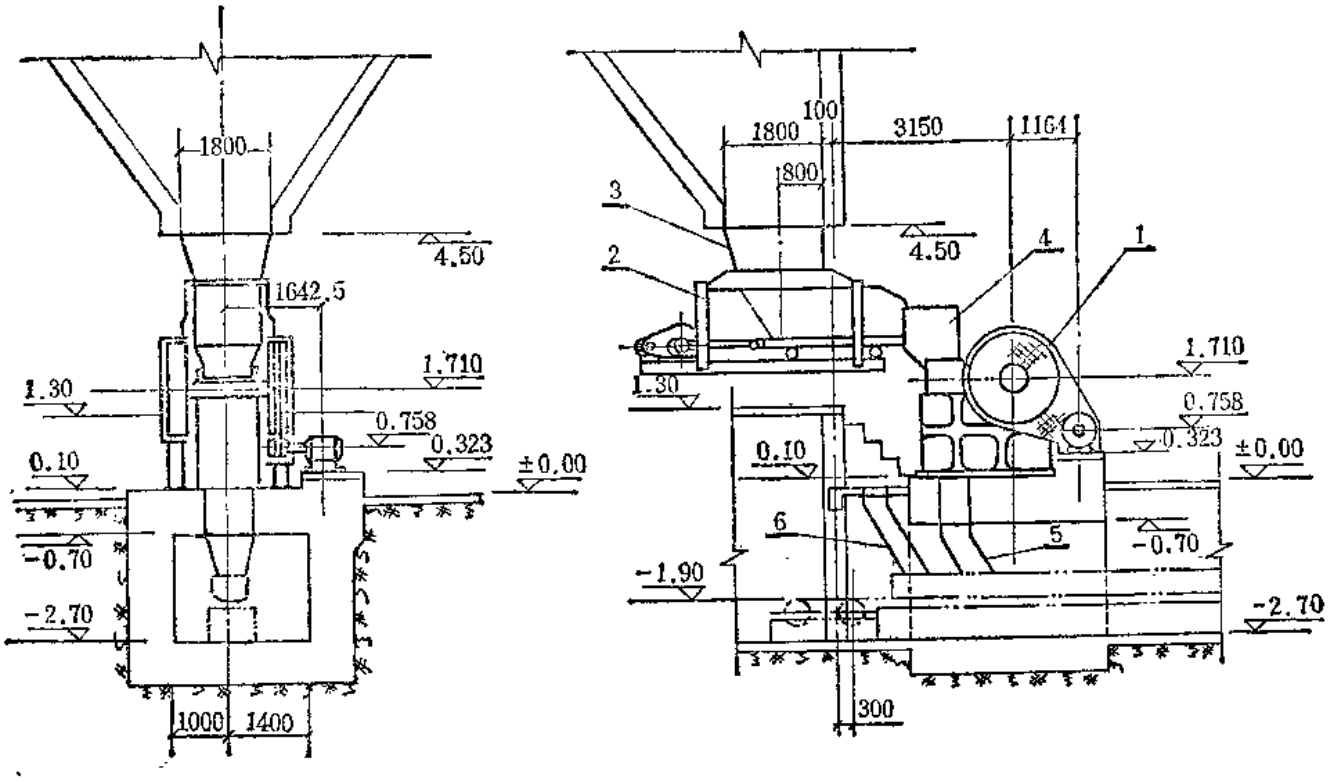


图 7-17　600×900颚式破碎机机组图

（长沙矿山设计院图“资选51”）

1—600×900颚式破碎机；2—1200×1800槽式给矿机；3—卸矿漏斗；4—给矿漏斗；5—排矿漏斗；6—粉矿漏斗

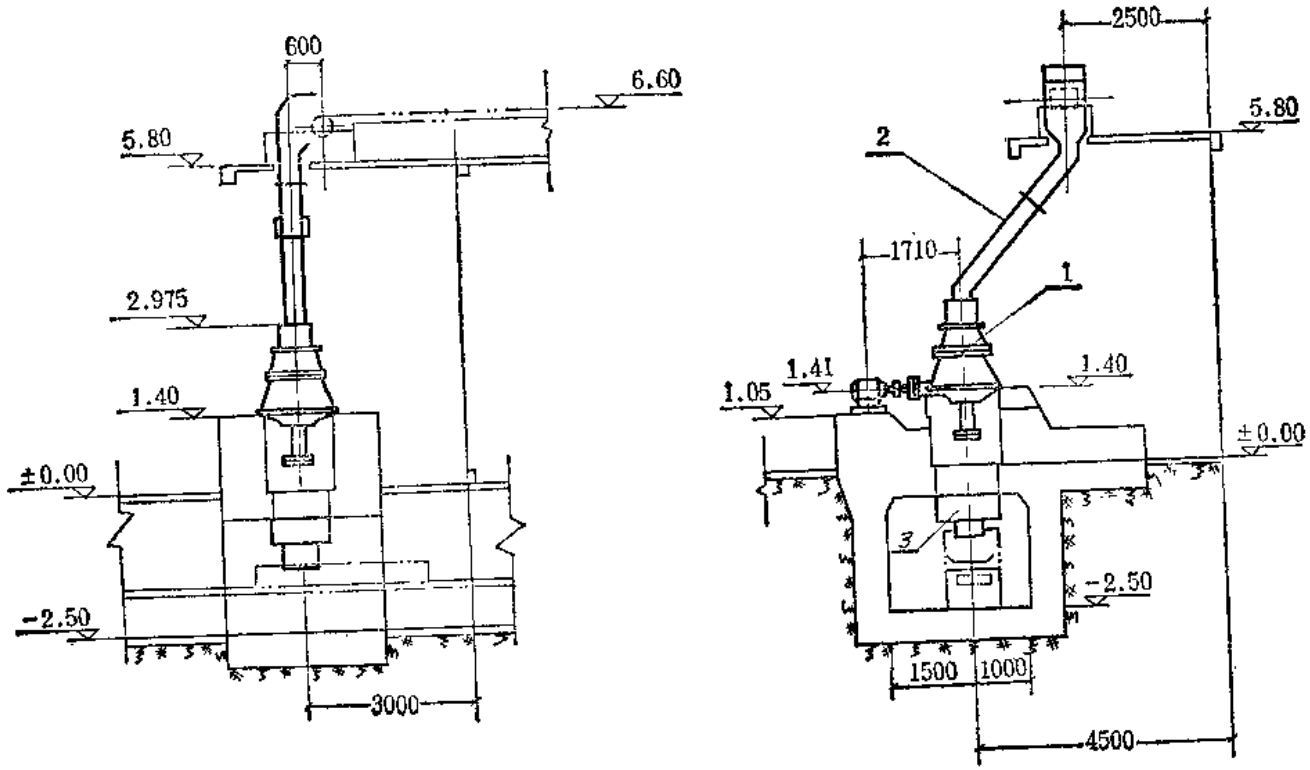


图 7-18　φ900圆锥破碎机机组图

（华北冶金矿建设计院图“通1选3”）

1—φ900单缸液压中型圆锥破碎机；2—给矿漏斗；3—排矿漏斗

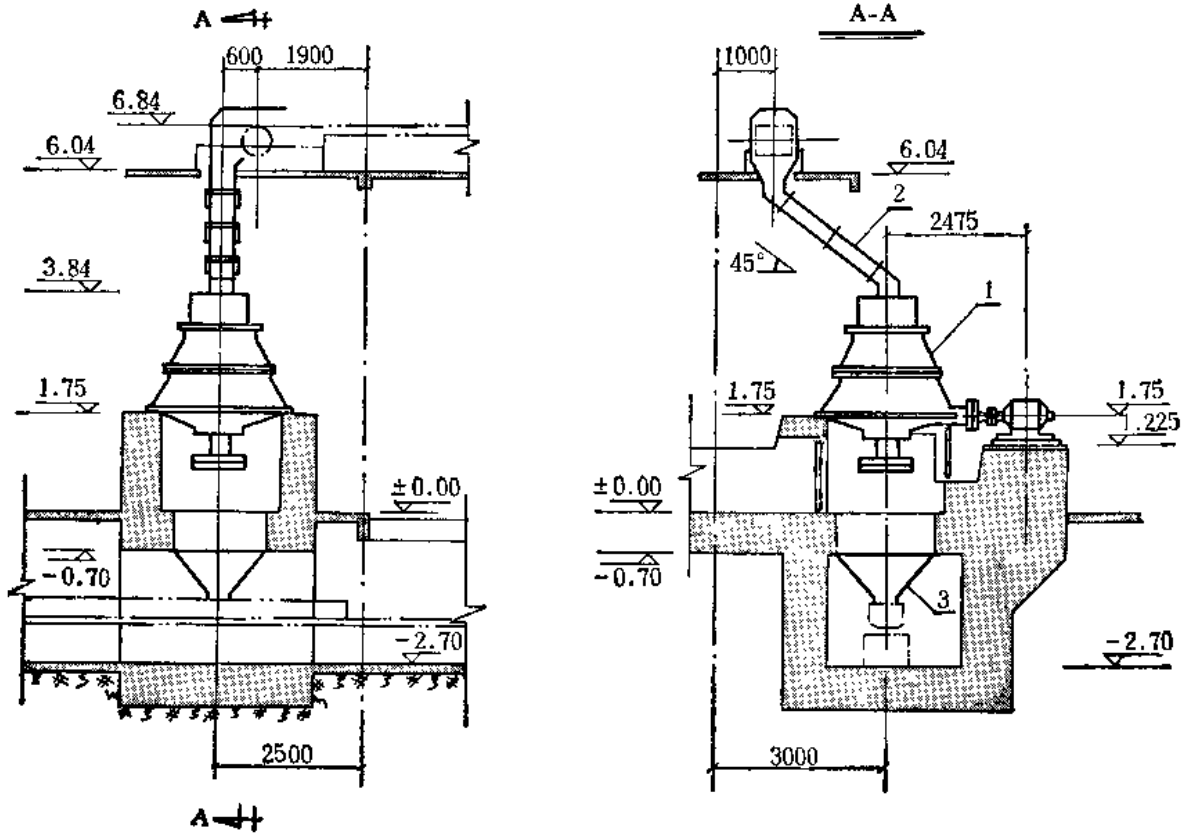


图 7-19 ϕ1200圆锥破碎机机组图

（长沙矿山设计院图“资选52”）

1—ϕ1200单缸液压中型圆锥破碎机；2—给矿漏斗；3—排矿漏斗

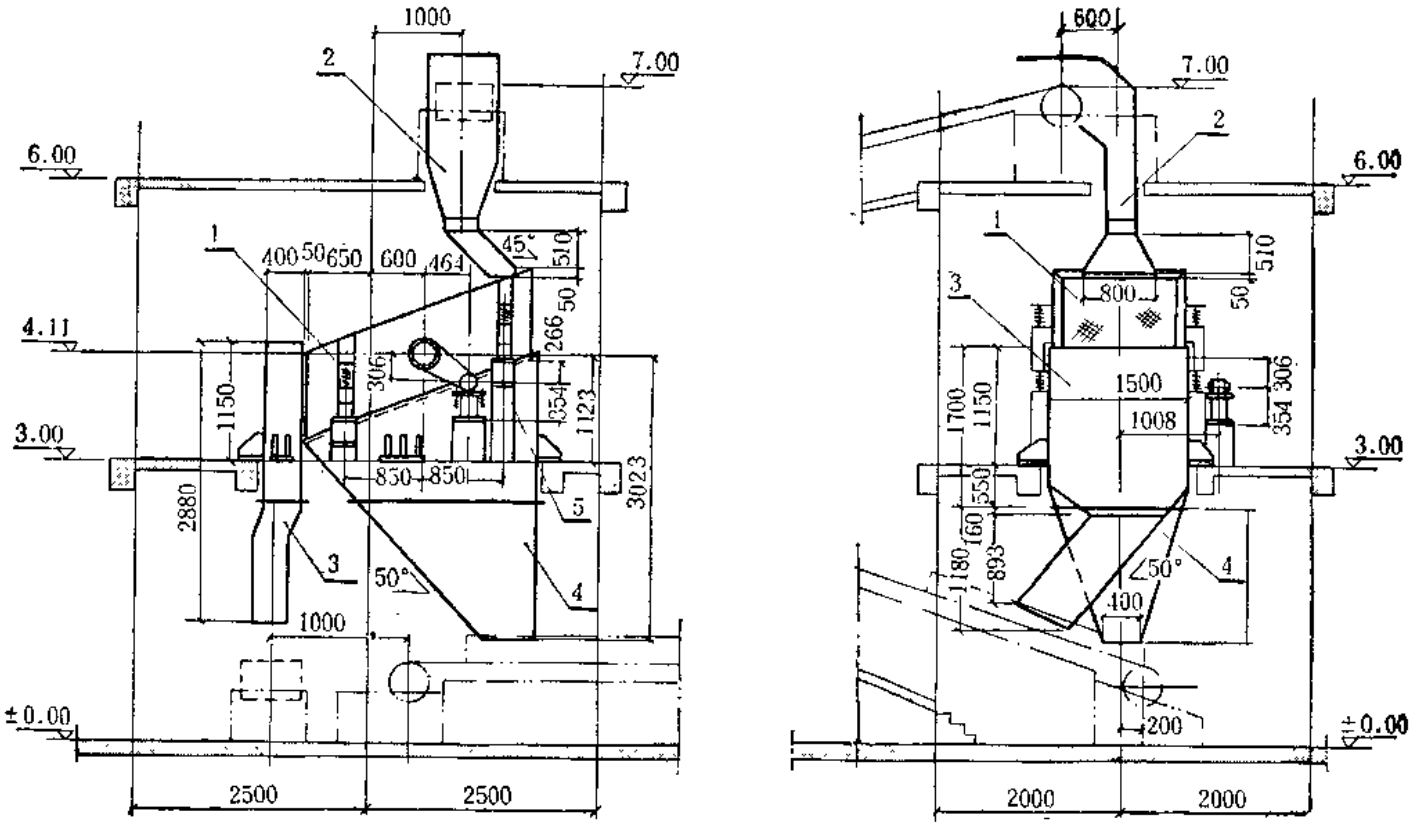


图 7-20　1200×2400振动筛机组图

（华北冶金矿建设计院图“通1选5”）

1—2ZD1224矿用单轴振动筛；2—给矿漏斗；3—筛上漏斗；4—筛下漏斗；5—筛子底座

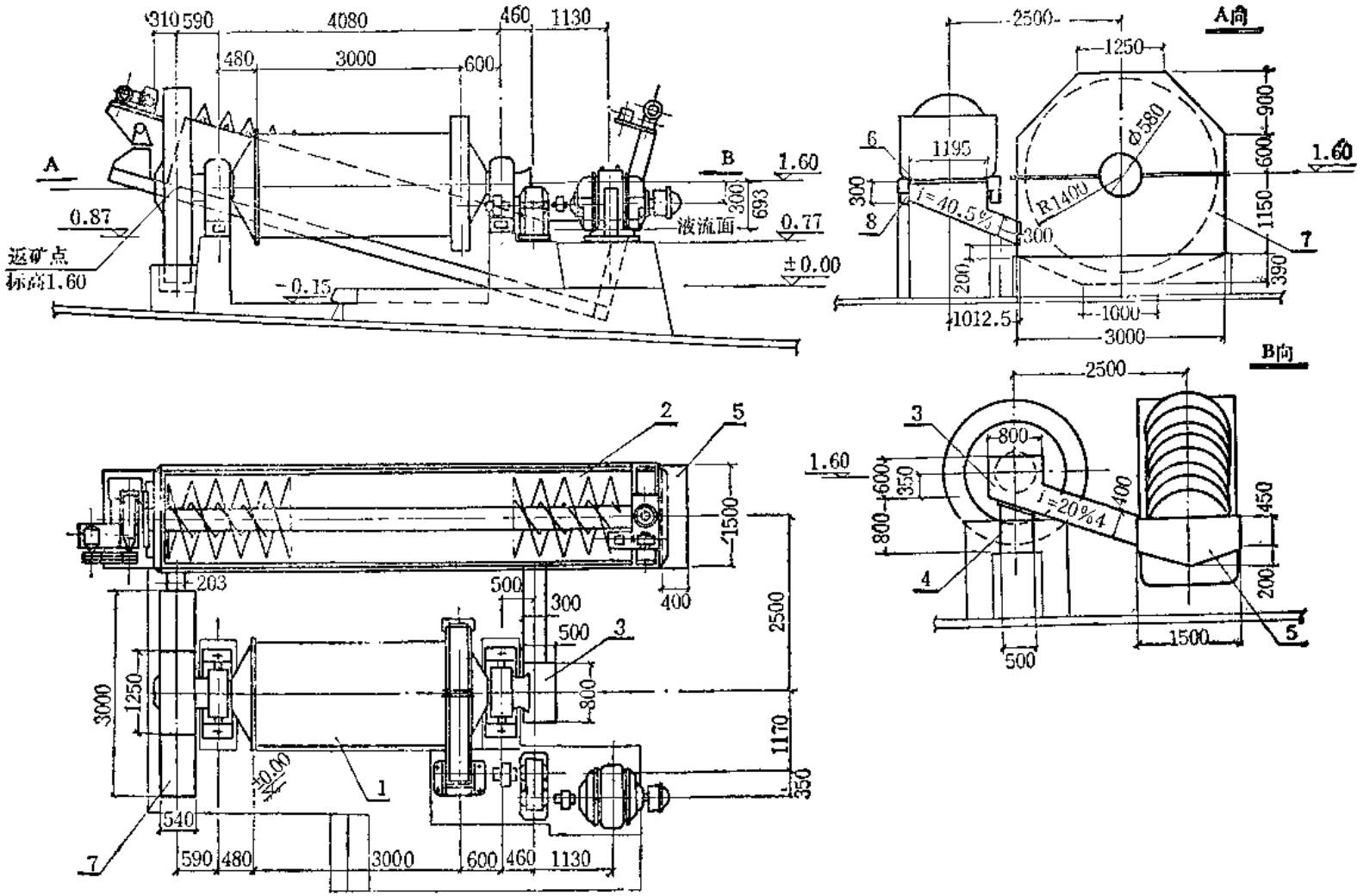


图 7-21 φ1500×3000球磨机机组图

（华北冶金矿建设计院图“通1选7”）

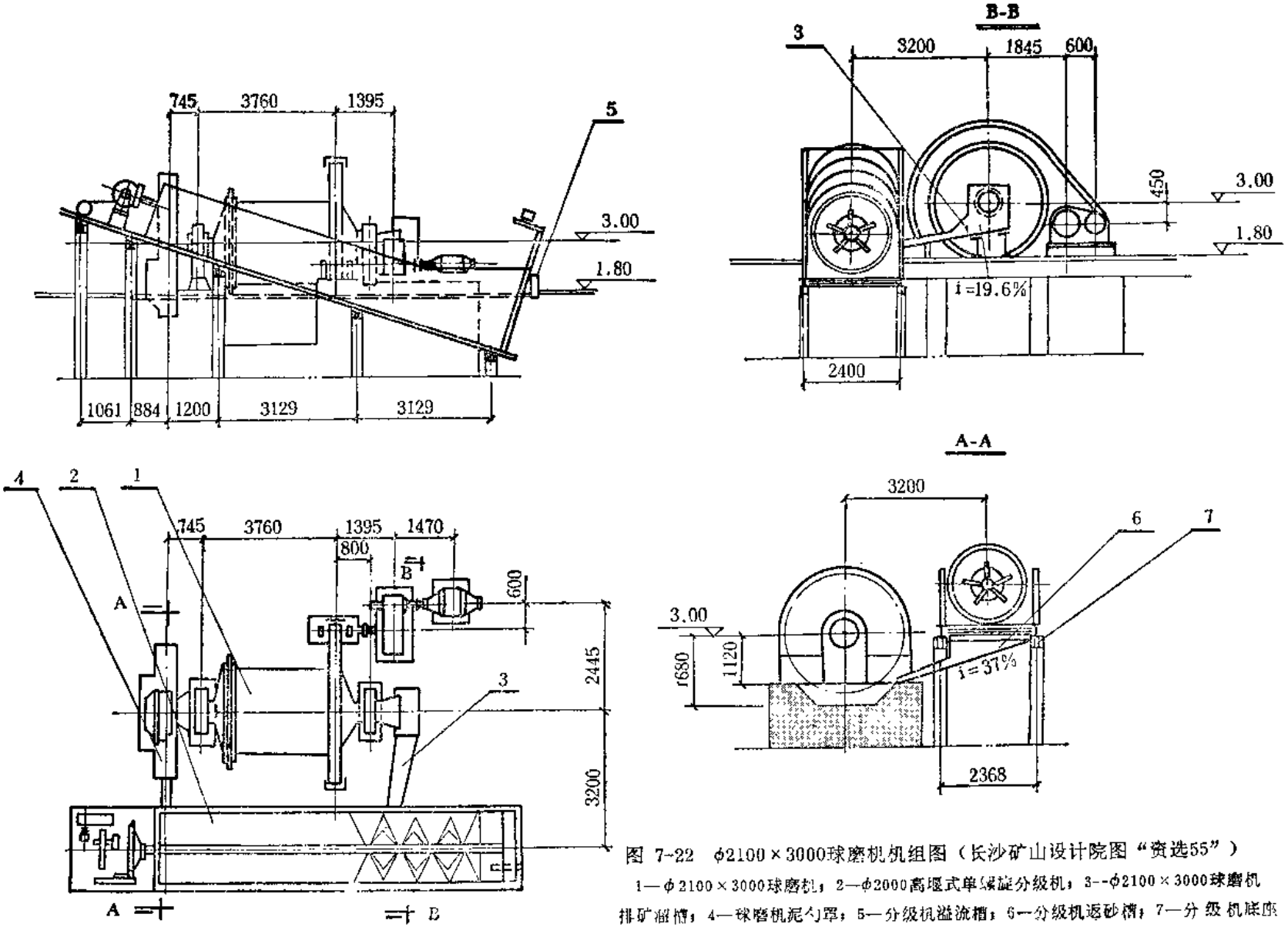


图 7-22　ϕ2100×3000球磨机机组图（长沙矿山设计院图“资选55”）

1—ϕ2100×3000球磨机；2—ϕ2000高堰式单螺旋分级机；3--ϕ2100×3000球磨机排矿溜槽；4—球磨机泥勺罩；5—分级机溢流槽；6—分级机返砂槽；7—分级机底座

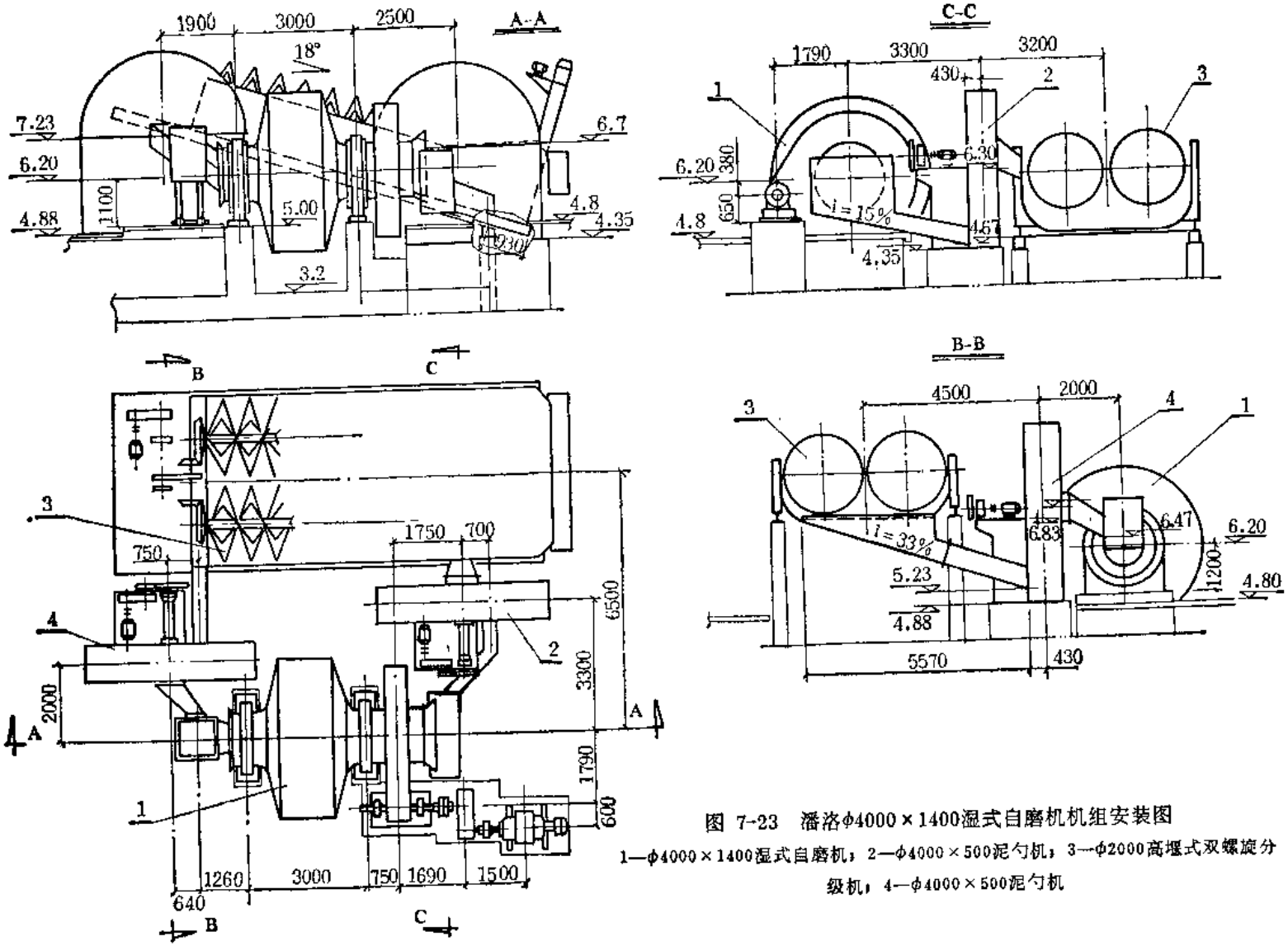


图 7-23　潘洛φ4000×1400湿式自磨机机组安装图

1—φ4000×1400湿式自磨机；2—φ4000×500泥勺机；3—φ2000高堰式双螺旋分级机；4—φ4000×500泥勺机

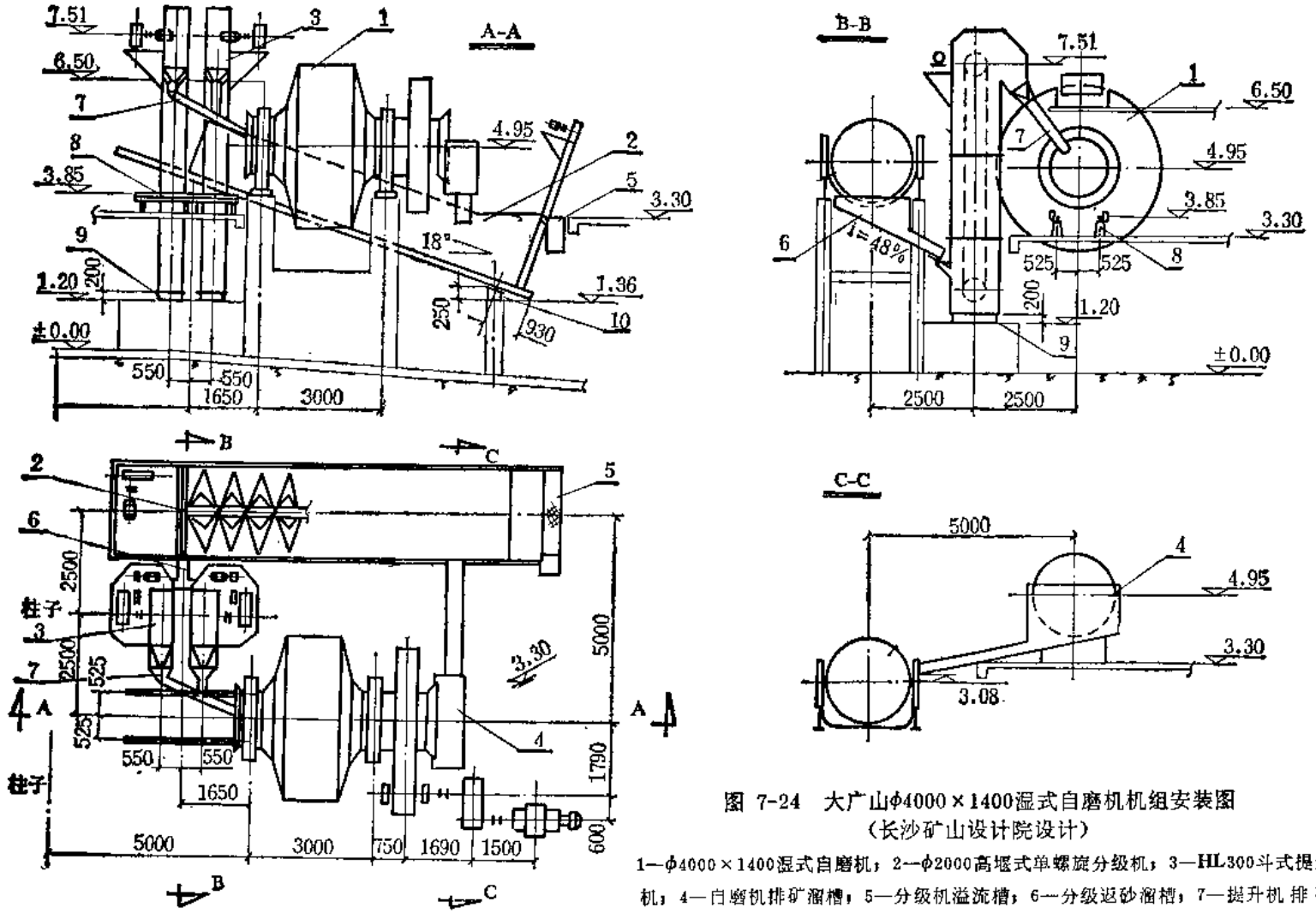


图 7-24　大广山φ4000×1400湿式自磨机机组安装图
（长沙矿山设计院设计）

1—φ4000×1400湿式自磨机；2—φ2000高堰式单螺旋分级机；3—HL300斗式提升机；4—自磨机排矿溜槽；5—分级机溢流槽；6—分级返砂溜槽；7—提升机排矿溜槽；8—自磨机给矿漏斗轨道；9—提升机支座；10—分级机支座

第八章　小型铁矿选矿厂实例

第一节　磁选厂实例

一、马兰庄铁矿选矿厂

（一）概况

马兰庄铁矿选矿厂位于河北省，有公路相通。

该矿由河北矿业学院和大石河铁矿等单位联合设计。于1970年9月动工兴建，1972年5月正式投产。选矿厂投资110万元。利用修旧设备占总数的56%。原设计规模为年处理原矿15万吨，经过革新挖潜，实际处理能力已超过设计能力33%。1978年上半年取得了铁精矿品位为67.2%，回收率为83.15%的先进指标。自投产以来也取得了每吨原矿加工费为5.16～5.47元，每吨精矿成本为26.36～32.28元的先进指标。

原矿粒度为350～0毫米，用窄轨电机车和柴油机车牵引0.75米^{3}翻斗车，从800米外的露天采矿场运至选矿厂原矿仓，人工卸矿。

精矿用户为唐山地区松汀铁厂。用自卸汽车运输。

尾矿经两段砂泵扬送至2.5公里外的河滩和废矿坑造田。

生产用水从化肥厂废水水渠中取得，用一段泵扬至400米^{3}高位水池。

电源由化肥厂变电站供给，厂内降压变压器容量为750千伏安。

选矿厂的设备中、小修和部分大修项目，由矿机修车间承担。

（二）原矿性质

矿石类型为沉积变质磁铁石英岩。主要金属矿物为磁铁矿，主要脉石为石英。矿石呈条带状和片麻状构造。地质品位约为32%，采出原矿品位为25%左右。矿石硬度$f=8\sim12$，比重3.1～3.5。

（三）工艺流程

建厂工艺流程是参照大石河选矿厂的实际情况设计的，为三段开路破碎、一段闭路磨矿、三段磁选。投产以来主要的革新项目有：粗碎后加了磁滑轮干选作业，可抛除废石量约占总矿量的8%，提高入选品位2%；中碎前加预先筛分作业，以改善雨天粉矿粘潮堵塞圆锥破碎机问题；将过滤前磁力脱水槽改为磁选机，并在该段磁选作业前加筛孔为0.3毫米的细筛再磨闭路再选作业，使精矿品位由62%左右提高至67%以上。目前生产的工艺流程见图8-1。

（四）设备、厂房配置

该厂的破碎、磨矿、磁选和过滤只有一个系列。由于后加细筛再磨再选作业，故为半自流配置。主厂房的作业率连续数年达到83%以上。

原矿仓贮矿量约100吨。磨矿仓贮矿量约500吨。精矿仓贮矿量1000吨，用5吨抓斗吊车装车外运。

主厂房配置剖面见图8-2。

全厂设备见表8-1。

二、凤城钢铁厂选矿车间

（一）概况

凤城钢铁厂位于辽宁省。

选矿车间在无试验的情况下，自行设计，于1970年3月动工，当年建成试车。由于流程过于简单，设备简陋，选别指标不好，1975年经辽宁省冶金研究所进行可选性试验后，进行了改造。目前处理能力达6万吨。总投资98.2万元，其中土建费24.2万元。

原矿粒度350～0毫米，从露天采矿场经溜井装入0.7米^{3}矿车用电机车牵引至选矿车间原矿仓，人工卸矿。

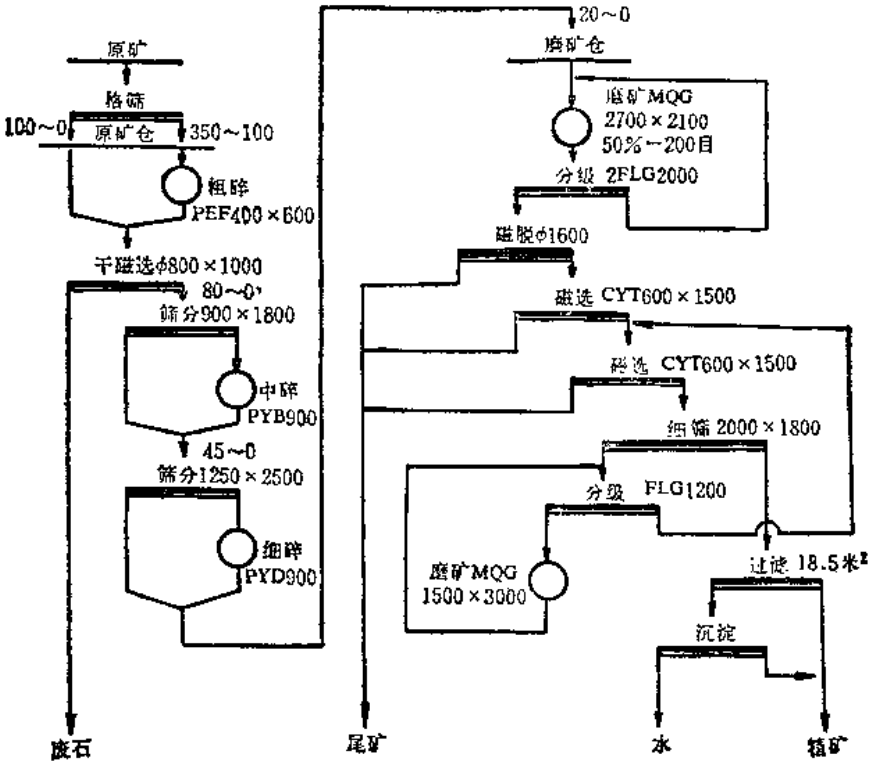


图 8-1 马兰庄铁矿选矿厂工艺流程图

精矿用翻斗汽车运至烧结车间。

尾矿排到附近的河中。

（二）原矿性质

矿床成因以沉积变质为主，后期热液充填。金属矿物以磁铁矿为主，黄铁矿次之。主要脉石矿物有金云母、滑石、硅镁石和透闪石。矿石含铁约28%、含硫约0.8%、硬度f=4～8、比重3.6。

磁铁矿嵌布粒度大于0.5毫米以上占65.88%，其中1～3毫米占多数，但也有少量呈细粒浸染状分布于脉石中。

（三）工艺流程

初期流程为一段开路破碎、一段闭路磨矿、一段磁选。采用175×250颚式破碎机3台、1500×1500球磨机1台、B=1000带式磁选机1台。

经改造后目前流程为两段一闭路破碎、阶段磨矿阶段磁选，中碎前用磁滑轮干选抛除

部分废石。采用的主要设备有400×600颚式破碎机1台、ϕ900中型圆锥破碎机1台、1250×2500振动筛1台、ϕ1500×1500球磨机3台（一段2台、二段1台）、ϕ600×1500永磁磁选机2台、8米^{2}内滤机1台。一段磨矿用螺旋分级机闭路，二段磨矿用水力旋流器闭路。由于矿石比较软，所以二次分级无返砂，二段磨矿效果不显著。

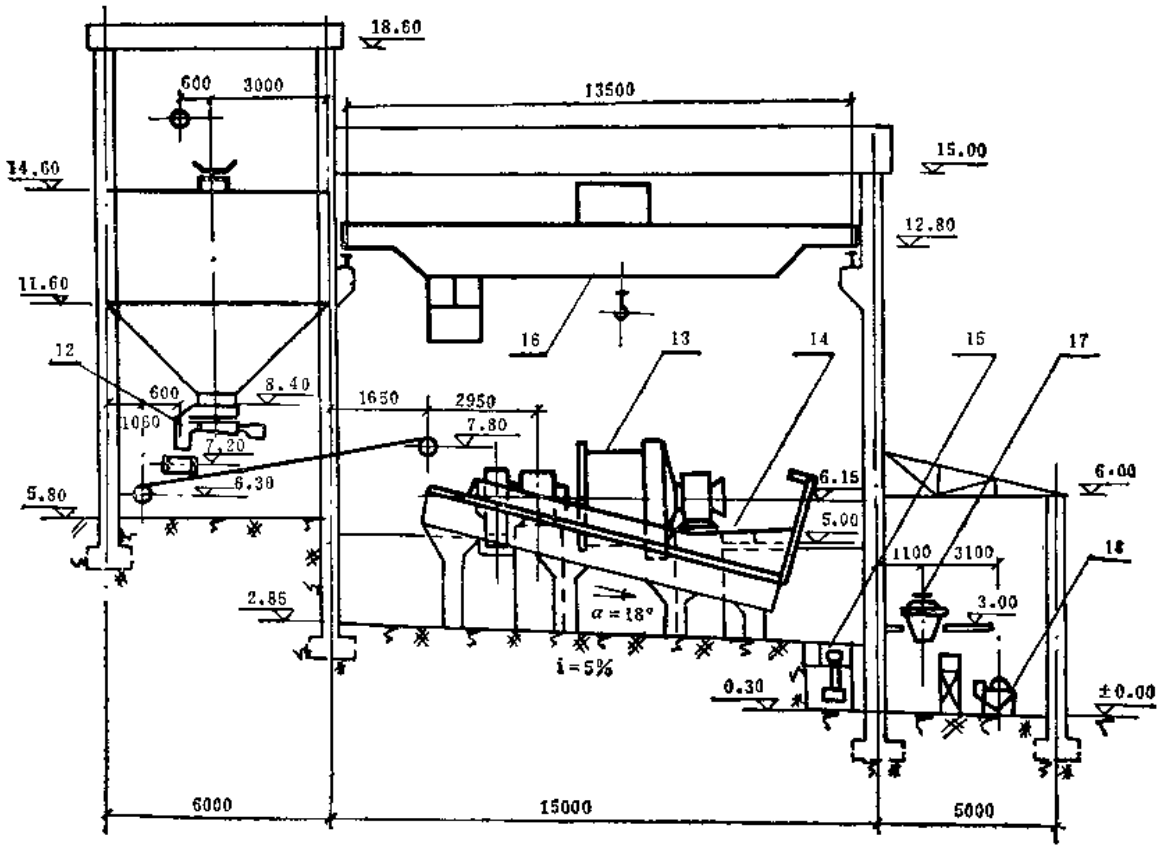


图 8-2 马兰庄铁矿选矿厂主厂房剖面图

12—DZ4电振给料机；13—ϕ2700×2100球磨机；14—ϕ2000双螺旋分级机；15—2PNL立式砂泵；16—Q=10吨电动桥式起重机；17—ϕ1600磁力脱水槽；18—ϕ600×1500永磁磁选机

该车间由于规模小，流程复杂，不少设备规格也过大（破碎一班生产），耗球量大等原因，所以精矿成本较高，1977年为83.62元/吨，1978年一季度平均约54元/吨左右。

该车间1978年1～3月平均生产指标为：原矿品位25.7%、精矿品位64.3%、尾矿品位5.7%、理论回收率83%、实际回收率76%。

三、小余太铁矿选矿厂

（一）概况

小余太铁矿位于内蒙古自治区

1973年鞍山矿山设计院协助设计选矿厂，1974年动工兴建，同年7月投产。规模为年处理原矿10万吨左右。采、选工程总投资约178万元。

原矿粒度350～0毫米，用马车从露天采矿场运至选矿厂人工卸至地面。

精矿经汽车、马车运至坝梁车站，再经火车运至呼和浩特钢铁厂。

尾矿自流至距选矿厂北侧70米处的尾矿场。

生产用水取自深水井和尾矿场回水（回水利用率达70%），枯水季节水量不足，影响生产。

表 8-1 马兰庄铁矿选矿厂主要设备

序号	名　　称	型　号　规　格	台　数	备　　注
1	槽式给料机	K3型2200×750×750	1	粗碎给矿
2	颚式破碎机	PEF400×600	1	
3	振动筛	SZZ1900×1800	1	
4	磁滑轮	ϕ800×1000	1	
5	标准圆锥破碎机	PYB900	1	
6	振动筛	1250×2500	1	
7	短头圆锥破碎机	PYD900	1	
8	带式输送机	B=650	2	1#、2#
9	带式输送机	B=500	3	3#、4#、5#、6#
10	电葫芦	Q=2吨	1	
11	手拉葫芦	Q=2吨	1	
12	电振给料机	DZ4	3	球磨给矿
13	球磨机	MQG2700×2100	1	
14	双螺旋分级机	2FLG2000	1	
15	立式砂泵	2PNL	1	
16	电动桥式起重机	Q=10吨，L_k=13.5米	1	
17	磁力脱水槽	ϕ1600	1	
18	永磁磁选机	CYT600×1500	2	
19	细　筛	2000×1800	1	
20	球磨机	MQG1500×3000	1	
21	单螺旋分级机	FLG1200	1	
22	内滤过滤机	18.5米^2	1	
23	电动桥式抓斗起重机	Q=5吨	1	
24	砂　泵	4PNJ	4	打尾矿
25	砂　泵	2PNJ	2	打再磨分级溢流

（二）原矿性质

矿石类型属沉积变质型磁铁矿。金属矿物成分简单，主要为磁铁矿。脉石矿物主要有石英、长石、角闪石和透辉石。原矿品位32%、矿石硬度f=10～12、比重3.5。

（三）工艺流程

选矿工艺流程为二段开路破碎、一段闭路磨矿、二次磁选。选别指标为：精矿品位58～60%、尾矿品位8.5%、回收率88～90%、精矿成本27.5元/吨。

采用的主要设备有：400×600颚式破碎机1台、250×400颚式破碎机2台、ϕ2100×1500球磨机和ϕ1000单螺旋分级机各1台、ϕ600×1800和ϕ600×1500永磁磁选机各1台。

破碎粒度50～0毫米，磨矿粒度50～60%－200目。

精矿采用2个5×2.5×2米沉淀池脱水。

四、苏家铁矿选矿厂

（一）概况

苏家铁矿位于黑龙江省。

选矿厂是根据黑龙江省地质局试验室1970年提交的可选性试验报告自行设计的。1970年8月动工建设，1975年4月一期工程建成投产。规模约10万吨/年。设备总重约216吨，金属结构重约60吨，管道重约41吨。

原矿（粒度400～0毫米）由距选矿厂500米的露天采矿场用电机车牵引0.75米^{3}的矿车运来。

精矿通过3公里长的窄轨铁路运至小岭钢铁厂。

尾矿经二级砂泵扬送到距选矿厂400米处的尾矿场，一期坝可贮25万吨，二期坝可贮100万吨。

生产用水取自矿区小河，目前在建阿什河引水工程。

（二）原矿性质

该矿为矽卡岩型矿床。铁矿石工业储量164万吨，全铁品位38.48%；铁锌矿石工业储量15万吨，锌品位5.24%、钼品位0.162%。

铁矿石以磁铁矿为主，含有少量黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿。非金属矿物以石榴子石为主，其次为方解石、绿帘石、绿泥石。

铁锌矿石中主要金属矿物有磁铁矿和闪锌矿，脉石矿物主要有方解石和石榴子石。

矿石硬度f＝10～12、比重4.2、容重2吨/米^3。

（三）工艺流程

设计采用两段一闭路破碎、一段闭路磨矿、先浮后磁流程。但一期工程未建浮选。

初期磁选流程为磁力脱水、磁选两次作业，后又增加一次磁选作业，使精矿品位提高2%、尾矿品位降低1%。

1977年生产指标为：原矿品位40.65%、精矿品位63.7%、尾矿品位15.63%、回收率81.38%、球磨机利用系数2.4、铁球消耗5公斤/吨原矿。

由于原矿成本高（30.52元/吨原矿）；厂房采暖设施不完善，冬季不能生产；折旧费高；铁球消耗大等原因，因此精矿成本高达76.21元/吨。

（四）主要设备

目前投入生产的主要设备有400×600颚式破碎机1台、ϕ1200单缸液压圆锥破碎机1台、ϕ2100×2200球磨机及ϕ1500单螺旋分级机各1台、ϕ2200永磁脱水槽及ϕ600×1500永磁磁选机各2台、4½PSJ胶泵4台。尚有ϕ2200×2100球磨机、32米^{2}内滤机、真空泵、搅拌槽、浮选机等准备用于二期工程。

五、塔儿山铁矿选矿厂

（一）概况

塔儿山铁矿位于山西省。

塔儿山铁矿为临汾钢铁厂的原料基地之一。在大选厂未建成之前，自行设计，用45天时间建成了一座处理10万吨原矿的简易小选厂，于1977年年底投入生产，投资54万元。

原矿（粒度350～0毫米）用汽车从距选厂7.5公里的采场运到原矿堆场，经推土机推到10米^{3}的受矿仓中。

精矿经二次沉淀，用电动单梁0.5米^{3}抓斗吊装汽车外运。

尾矿自流到距选厂50米外简易小尾矿场。待大厂建成后，该尾矿场连同小选厂都将废

弃。

（二）原矿性质

矿石成分比较简单。金属矿物以磁铁矿为主，其次为黄铁矿。脉石矿物以蛇纹石为主，次为硅镁石、透辉石和碳酸盐矿物。嵌布粒度一般为0.05～0.5毫米。矿石地质品位全铁为35.55%、含硫0.65%。

（三）工艺流程

原设计流程为二段开路破碎、一段开路磨矿、一段磁选。

采用的主要设备有400×600颚式破碎机1台、ϕ600×400锤式破碎机2台、ϕ2100×3000溢流型球磨机1台、ϕ600×1800永磁磁选机1台、0.5米^{3}单轨抓斗吊1台。

由于投产以来一直未用锤式破碎机，所以实际为一段开路破碎，破碎粒度50～0毫米。磨矿粒度－200目只有40%，而球磨机利用系数只有1.46吨/米^3·时。

1978年1月的生产指标是：原矿品位31.98%、精矿品位62.24%、尾矿品位7.66%、回收率86.56%、原矿加工费为6元/吨。

六、吴县钢铁厂选矿车间

（一）概况

吴县钢铁厂位于江苏省。选矿车间在钢铁厂内。

该厂在1971年建成28米^{3}高炉两座，当时入炉矿石品位只有43%左右，焦比约为0.82。1974年用了半年时间建成一座规模为5万吨/年的选矿车间，选得精矿品位达66%以上，造成球团矿品位达60%左右，使炼铁焦比降到0.66左右。

原矿由木船运至厂内，人工装卸。投产初期将尾矿打到一个小土坝里又流到滨河内，堵塞河道影响船只航行，后来只好在离厂400多米的采石场附近的山脚下筑坝予以堆存。

（二）工艺流程

该厂破碎流程为二段开路破碎，第一段和第二段都采用250×500颚式破碎机各1台，破碎产品粒度35～0毫米。

磨矿分两个系列，一个系列为一段开路磨矿，采用ϕ1500×1500球磨机1台；另一个系列为一段闭路磨矿，采用ϕ1500×3000球磨机和ϕ1200单螺旋分级机各1台。根据该厂操作人员口述，开路磨矿的缺点多于闭路磨矿，故开路系统不常使用，现列于表8-2以兹参考。

表 8-2 开、闭路磨矿比较表

流程	球磨机利用系数（吨/米^3·时）	选别指标（%）	
		精矿品位	尾矿品位
开路	1.36	60～62	25
闭路	2	66～68	15～17

选矿流程为一段磁选，采用ϕ600×1800永磁磁选机。1977年的选别指标为：原矿品位46.58%、精矿品位66.22%、尾矿品位17.22%、回收率84.6%。

脱水设备采用5米^{2}外滤式过滤机1台及SZ3水环式真空泵2台。过滤粒度为60%－100

目（开路磨矿时则更粗）的铁精矿，其台时产量为6～7吨，滤饼含水10%。

七、武威地区铁厂选矿车间

（一）概况

武威地区铁厂位于甘肃省。选矿车间建于铁厂右边的荒滩上，距笈岭铁矿44公里。

该车间由西北有色冶金设计院，根据东北工学院和白银矿冶研究所做的小型选矿试验而设计的。1975年7月动工兴建，1976年3月建成，经半年的试车调整于1977年1月交付生产使用。

该车间规模为5万吨/年。共有建筑物1022平方米。设备86台件，总重 115.5 吨，其中自制26台件，重32吨。耗钢材43吨，水泥 193 吨。总投资 87.51 万元，比预算节约 7.5 万元。

笈岭铁矿为坑内采矿，1977年成本 15 元/吨。原设计原矿用准轨铁路运输，但目前因铁路未通，改用汽车运输，运费为6.05元/吨。

精、尾矿由汽车和马车分别运到烧结车间和附近的河滩上堆存。

（二）原矿性质

笈岭铁矿矿石属沉积变质型磁铁石英岩。主要金属矿物为磁铁矿，其次为黄铁矿、赤铁矿。脉石矿物以石英为主，次为黑云母、阳起石、绿泥石。磁铁矿呈粒状或条带状嵌布于脉石中，粒度一般在0.1毫米以上。

矿石地质品位为全铁31.26%、含硫 0.625%、含水 1%。矿石硬度 $f=10\sim12$、比重 3.4、容重2.29吨/米^3。

（三）工艺流程

原矿粒度300～0 毫米经一段开路干式自磨磨至 38%－200目，用风力分成两级分别送至$\phi600\times900$永磁双筒干式磁选机选别，得出精矿和尾矿。精、尾矿都分别经圆筒混料机加水混湿再存入矿仓中。

由于笈岭铁矿投产不久，原矿供应不足，故该选矿车间不得不再从数百公里外的安西和酒泉等地运进矿石，而1977年也只不过处理了16000多吨原矿。所以精矿成本高达124元/吨，其中原料费和运输费分别占总成本的37.4%和51%；而选一吨精矿的费用仅为7.4元/吨，折合成原矿加工费为3.7元/吨。

1977年取得的综合技术指标为：原矿品位 39%、精矿品位 58.7%、尾矿品位 8.65～15.35%、回收率73.4～84.6%。

（四）设备厂房配置

由于矿区气候干旱，无地表河流，地下水源亦缺，故确定建选厂于铁厂附近。而铁厂水源亦十分困难，故确定选矿流程为干磨干选。

采用的主要设备有：DZ6电振给料机1台、$\phi3000\times1000$干式自磨机1台、7-29-11№13D离心通风机1台（$Q=20000$米^3/时，$H=756$毫米水柱）、$\phi600\times900$双筒干式永磁磁选机2台、DZ4电振给料机 2 台、$\phi600\times1200$圆筒混料机 2 台、600×700手动平板闸门2台。

厂房配置见图8-3。尚待解决的问题：一是，原矿仓太小，目前原矿进厂只好经一次落地再用人工倒装至该矿仓中，拟改用推土机；二是，开路风力分级系统（厂外）粉尘较大，拟增加附风机将分级系统与自磨机成闭路；三是，风机冷却水没有循环利用；四是，厂房用火炉采暖冬季不易保证生产。

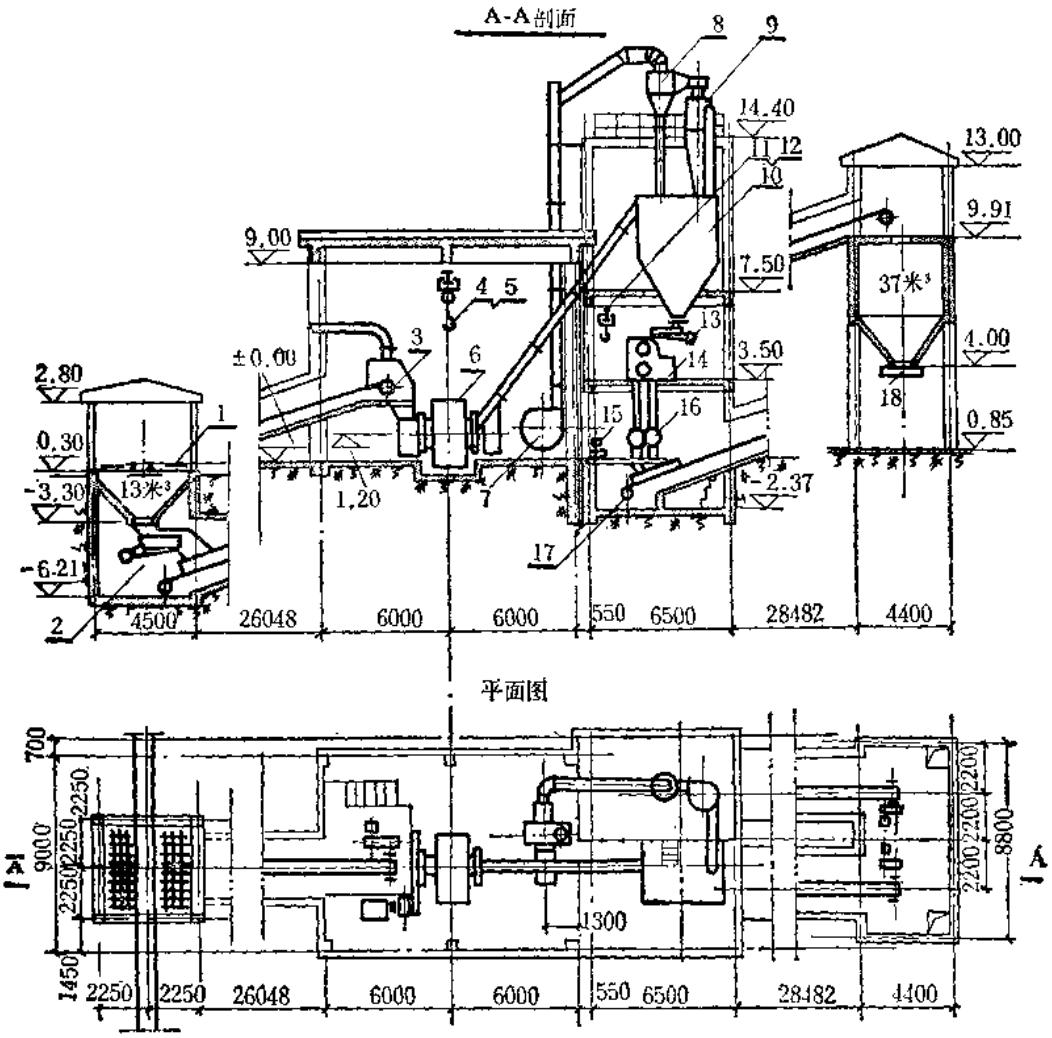


图 8-3　武威地区铁厂选矿厂配置图

1—格筛；2—DZ6电振给料机；3—1#带式输送机B＝800；4—5吨单轨吊车；5—5吨手拉葫芦；6—φ3000×1000干式自磨机；7—7-29-11№13离心鼓风机；8—平面旋风除尘器；9—CL P/B-125旋风除尘器；10—3×4×5.26米沉降箱；11—1.5吨单轨吊车；12—1.5吨手拉葫芦；13—780×1200 电振给料机；14—φ600×900干式永磁磁选机；15—台称TGT 50；16—φ600×1200混料机；17—2#带式输送机；B＝500；18—600×800手动平板闸

八、同乃铁矿选矿厂

（一）概况

同乃铁矿选矿厂位于辽宁省，有公路相通。

该矿根据鞍山矿山设计研究院所做的可选性试验，并学习北京铁矿干磨干选工艺，自行设计，自行施工的。设计能力为年处理原矿15万吨（共两个系列），1972年3月投产一个系列，另一个系列风路系统已安装，但因供矿不足没有续建。目前仍为一系列生产，年处理原矿6万吨左右。

选矿厂建筑面积655米^2。总投资107.55万元。设备总重104吨。金属结构件重 46 吨。装机容量700千瓦。

原矿（粒度500～0毫米）由露天及竖井采场用窄轨翻斗矿车转装至自卸汽车运至选矿厂原矿仓附近地面，再用电耙耙入原矿仓。

精矿由阜新市炼铁厂用自卸汽车运走。

尾矿处理，原设计为干运堆放，但因未建矿仓，改用水力自流输送至选矿厂附近山谷中。

水源用二级泵从离选矿厂 1 公里处的水井扬至500米^{3}高位水池。枯水季节供水不足。

电源由阜新麦地变电所供应，选矿厂二次变压器容量为750千伏安。

（二）原矿性质

矿石类型为沉积变质型磁铁石英岩。金属矿物以磁铁矿为主，尚含少量赤铁矿。脉石矿物以石英为主，其次含少量的角闪石、长石、方解石、阳起石等。矿石地质品位含铁36.71%。矿石硬度 $f=8\sim10$，与大孤山铁矿石相比的可磨度为0.4～0.45。矿石比重3.57。

（三）工艺流程

鞍山矿山设计研究院提交的同乃铁矿石可选性试验报告提出干式和湿式磁选两种流程，其指标见表8-3。

表 8-3 干、湿磁选指标

选矿方法	原矿品位（%）	精矿品位（%）	尾矿品位（%）	回收率（%）
干式磁选	43.38	65.17	6.56	94.42
湿式磁选	41.92	66.00	3.90	96.42

由于当地水源缺少，设计采用了干式自磨干式磁选流程。1972年8月对流程进行了考查测定（处理的矿石系1958年民采手拣块矿，品位偏高），结果见图8-4。1977年取得的生产指标：原矿品位29.5%、精矿品位62.8%、尾矿品位 9.8%、回收率 78.9%、磨机处理能力约10吨/台·时、耗电22度/吨、耗水2.2米^3/吨、精矿成本61元/吨。

生产实践说明，该矿竖井采出的矿石含水达10%，严重影响生产（含水最好不超过5%）。

（四）设备、厂房配置

选矿厂采用的主要设备见表8-4。

由于磨机分级风路系统为闭流式，磁选机被密闭抽尘，精矿用密闭螺旋机输送，尾矿用管道水力输送，所以厂内含尘浓度低于国家规定的2毫克/米^{3}的标准。

九、磊口铁矿选矿厂

（一）概况

磊口铁矿选矿厂位于河南省。

磊口铁矿根据北京矿冶研究院做的试验，自行设计了一座年处理原矿20万吨的干磨干选选矿厂。1971年7月开始基建，1974年8月建成，10月投产。投资130万元。

原矿由距选矿厂1～4公里的十几个民采点供应，兽力车运输。

表 8-4　同乃铁矿选矿厂设备

序号	设备名称	型号及规格	台数	备注
1	电耙绞车	2DPJ—30，30千瓦	1	
2	干式自磨机	ϕ3000×1000，110千瓦	1	
3	双筒干式永磁磁选机	ϕ600×650，21千瓦	2	
4	带式输送机	B=800，4千瓦	1	
5	螺旋输送机	CBKϕ300，20千瓦	1	
6	电振给料机	DZ6，1.5千瓦	1	自磨给矿
7	电振给料机	DZ4，1千瓦	2	磁选给矿
8	斗式提升机	B=250，7.5千瓦	1	
9	主风机	7-29-11№12$\frac{1}{2}$D，135千瓦	1	
10	副风机	7-29-11№11D，55千瓦	1	
11	立式粗粉沉降箱	1.2×1.2×4.11米	2	使用1台
12	单旋风集尘器	ϕ1.5米	2	使用1台
13	双管旋风集尘器	DF900	2	使用1台
14	水膜除尘器	ϕ888	2	使用1台
15	锁气卸料器	ϕ240	6	使用3台
16	文氏管	ϕ150/ϕ450×3200	2	使用1台
17	电动平板闸门	3千瓦	1	
18	地中衡	D20T	1	

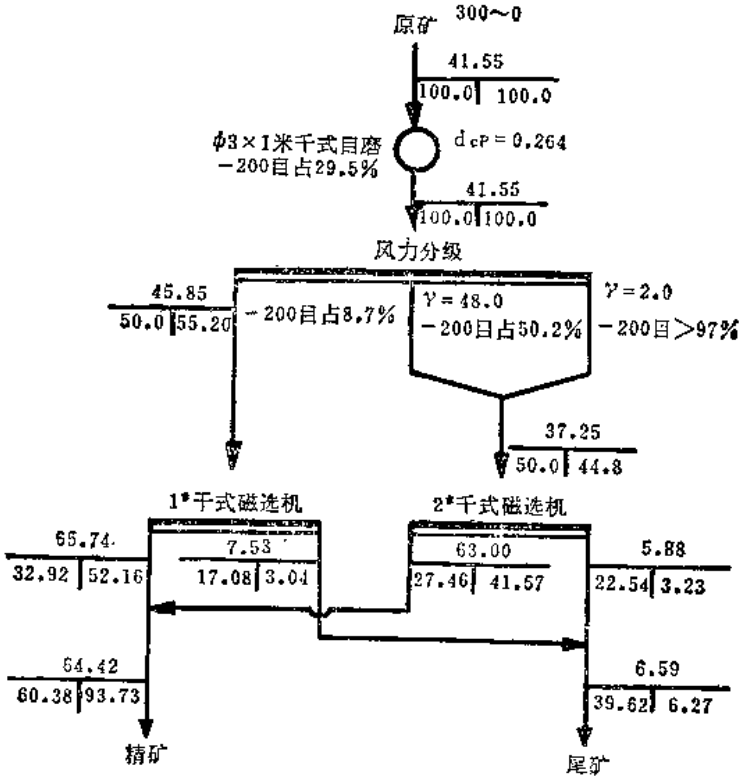


图 8-4　同乃铁矿选矿厂流程测定

$$\frac{\beta\%}{\gamma\%|\varepsilon\%}$$

精矿用汽车运至安阳钢铁厂，运距15公里。

尾矿用矿车人工推到尾矿堆场。

（二）原矿性质

矿石类型为矽卡岩型、大理岩型磁铁矿。主要金属矿物为磁铁矿，其次有赤铁矿、褐铁矿。脉石以方解石为主，其次为阳起石、长石、石英。磁铁矿嵌布粒度在0.04～0.2毫米之间，一般0.1毫米。矿石品位：含铁36.81%、含硫0.1%。

（三）工艺流程

试验报告中提出了干式和湿式磁选两种选矿流程，其对比指标见表8-5。

表 8-5 磊口铁矿石干、湿磁选指标

选矿流程	磨矿细度 −200目 (%)	原矿品位 (%)	精矿品位 (%)	尾矿品位 (%)	回收率 (%)
干式	60	36.98	62.55	11.76	84.82
湿式	60	37.21	64.85	9.01	87.93

由于当地水源缺乏，采用了干磨干选流程。其流程及主要设备见图8-5。

ϕ4000×1400干式自磨机处理能力30～40吨/台·时，磨矿粒度42%−200目。1977年上半年生产指标为：原矿品位37%、精矿品位59%、尾矿品位15%、回收率79%。

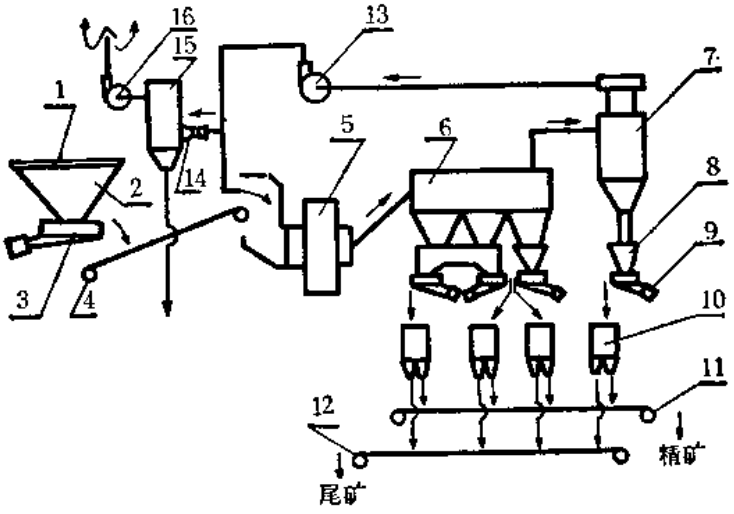


图 8-5 磊口铁矿选矿厂设备联结系统图

1—格筛；2—原矿仓75米³；3—DZ5电振给料机1台；4—B＝800带式输送机1条；5—ϕ4000×1000干式自磨机1台；6—5.7×4.5×2.5米沉降箱1个；7—ϕ2250旋风分离器2个；8—缓冲矿仓；9—DZ3电振给料机4台；10—ϕ600×900干式双筒永磁磁选机4台；11、12—B600带式输送机各1条；13—7-29-11№18D离心风机1台；14—文氏管1个；15—ϕ1210×3455洗涤塔1个；16—8-18-14风机1台

十、东丰钢铁厂选矿车间

（一）概况

东丰钢铁厂是吉林省四平地区的小钢联。位于吉林省东丰县境内。

选矿车间于1970年开始筹建，由吉林省冶金设计院和钢铁厂联合设计，参考处理类似矿石性质的选矿厂，确定其流程为湿式自磨磁选。1973年由吉林省冶金研究所补做了选矿

试验。由于自磨机等主要设备为地区自制，所以直至1975年5月才建成投产10万吨/年的一期工程，但主厂房土建、供排水、采暖、供电等工程已完成二期20万吨/年规模的工作量。总投资200万元，其中：设备费102万元；土建费91万元。选矿车间共有46台设备，总重176吨，装机容量831.6千瓦，其中备用127千瓦。

原矿（粒度400～0毫米）由距选矿车间500～800米的采矿车间用矿车运来。采矿车间有斜井两座，采用有底柱崩落法采矿。

精矿由带式输送机送至烧结车间。

尾矿用三段泵扬送到距选矿车间1200米的尾矿场。但目前因尾矿坝尚未建成，故暂使尾矿自流到附近的荒营河中。

生产用水由距选矿车间 500 米的两眼深井供给。目前水量尚感不足，需以尾矿回水补充。

（二）原矿性质

矿石类型为沉积变质磁铁石英岩。金属矿物以磁铁矿为主，含少量钛铁矿和次生赤铁矿。非金属矿物以石英为主，次为长石、镁铁闪石等。地质品位含铁 33.13%。矿石硬度 $f=12$，与大孤山铁矿石相比的可磨度为0.65。

（三）工艺流程

工艺流程为一段闭路湿式自磨，磨矿粒度为 60%－200 目；选矿为三次磁选。历年的生产指标见表8-6。选矿车间厂房配置见图8-6。

表 8-6　东丰钢铁厂选矿车间生产指标

序号	项　　目	单　位	1975年	1976年	1977年	1978年 1 月
1	原矿品位	%	25.1	23.3	22.1	20.03
2	精矿品位	%	63.2	61.5	60.9	62.33
3	尾矿品位	%	9.40	8.30	7.67	6.08
4	回收率	%	78.60	73.80	74.73	74.36
5	自磨机利用系数	吨/米³·时	0.70	0.88	0.93	0.83
6	电　耗	度/吨	19.80	18.4	18.31	26.58
7	成　本	元/吨		77.23	57.70	85.58

注：1. 原矿费为40～50元/吨精矿；

2. 磨机有效容积 17.6米³。

十一、大宝山铁矿强磁选试验厂

（一）概况

大宝山铁矿位于广东省。强磁选试验厂设于该矿破碎洗矿厂附近。

长沙矿冶研究所于1975年试制了1台 ShP-1000 湿式强磁选机，1976 年安装于大宝山铁矿强磁选试验厂内，对其褐铁矿洗矿尾泥进行工业选别试验。1976年该机经历了安装、试车和调整，进行了各种工艺参数试验，累计运转4000小时，为建厂设计提供了流程和各项技术经济指标。又于1977年5月至8月，进行了 3 个月的连续供矿考核试验，圆满地完成了试验任务。目前，设备已拆迁。

（二）原矿性质

大宝山铁矿是以铁帽状产出的褐铁矿矿床。矿体呈似层状、不规则的扁豆体覆盖于

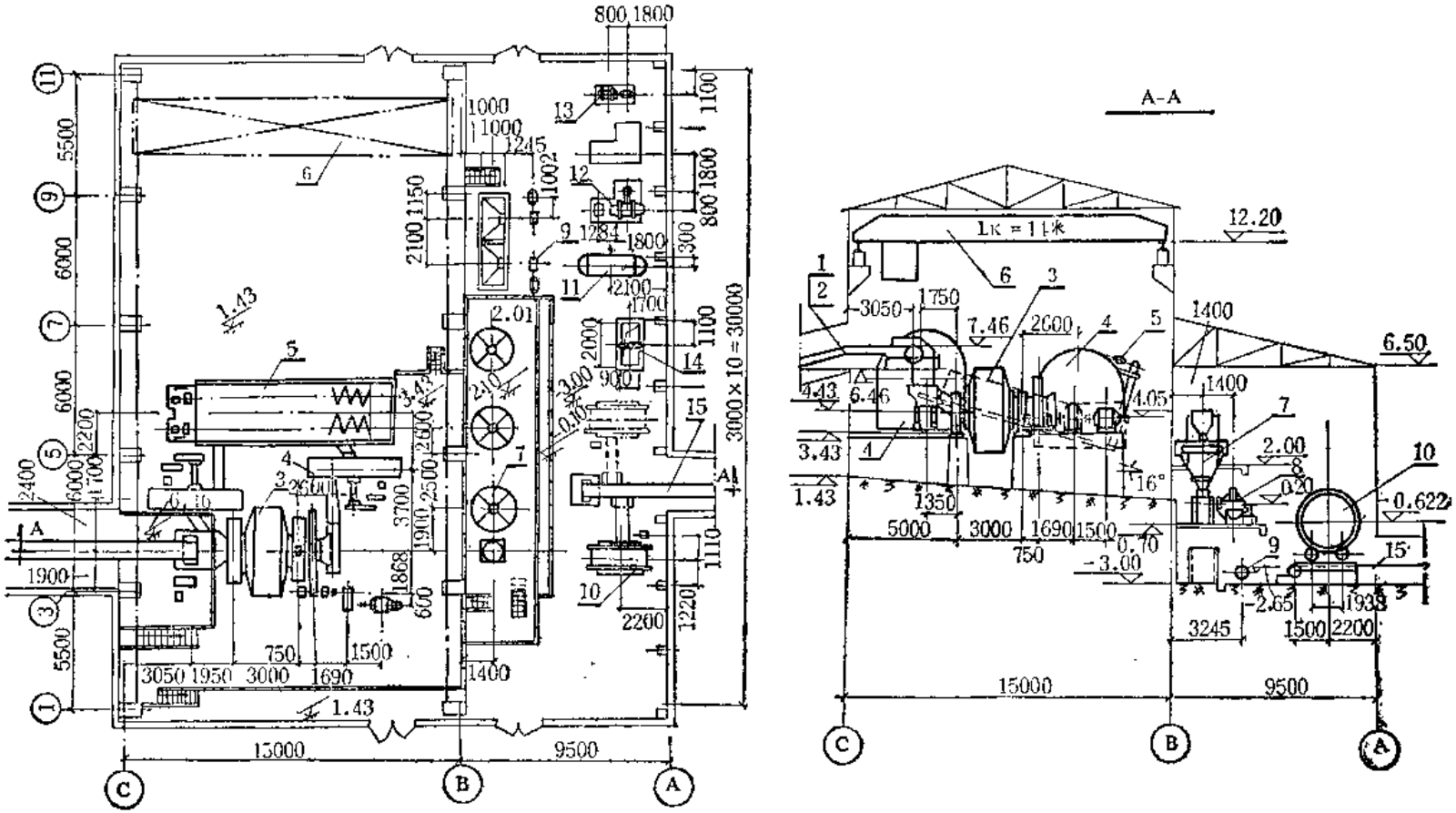


图 8-6　东丰钢铁厂选矿车间主厂房配置图

1—980×1240槽式给料机2台；2—B=1000带式输送机1条；3—φ4000×1400湿式自磨机1台，附 50升/分稀油润滑站1个；4—φ4000×500泥勺机 2 台；5—2FLG1500分级机1台；6—Q=5吨电动单梁起重机1台；7—φ2000永磁脱水槽 3 台；8—CYT 600×1500六磁磁选机1台；9—2PSA砂泵2台；10—8米²内滤机1台；11—φ1000自动排液器1台；12—SZ3真空泵1台；13—鼓风机1台；14—2PSC立式砂泵1台；15—B=500带式输送机1条

铜、铅、锌多金属硫化矿床之上。矿石中铁矿物主要为褐铁矿。脉石矿物主要为石英、粘土及少量绿泥石。

（三）工艺流程

矿山为露天开采。矿石运至破碎厂经破碎、筛分、槽式洗矿机和螺旋分级机洗矿等生产工序，得到含铁为50%左右的块状、粉状铁精矿和产率约25%的尾泥。尾泥含铁达30～40%，粒度一般在1毫米以下，是强磁选试验厂回收的对象。

洗矿尾泥虽不含强磁性矿物，但夹杂着有许多的碎木、草根、纸片及碎橡皮等粗渣物质，磁选前必须予以排除，以保证磁选机不被大于1毫米的杂物堵塞。在流程中设了五道筛进行隔渣，即：在螺旋分级机溢流进入浓缩机前设20毫米粗孔格筛；在分矿箱上面设20毫米粗孔格筛；在搅拌桶前设0.9毫米筛孔的$\phi 800\times 500$水冲筛；在搅拌桶后设0.9毫米筛孔的400×800、300×600振动筛各1台；在给矿漏斗里设0.9毫米细孔格筛。

由于破碎厂为间断作业，为了达到连续供矿，故对破碎厂的$\phi 30$米浓缩机系统进行了改造；另建造一个贮矿1000吨的堆矿池。矿浆进入搅拌桶后，多余部分自流入堆矿池。由于上述供矿措施互相交替使用，比较机动灵活，保证了试验连续稳定的供矿。

以上装置见图8-7。

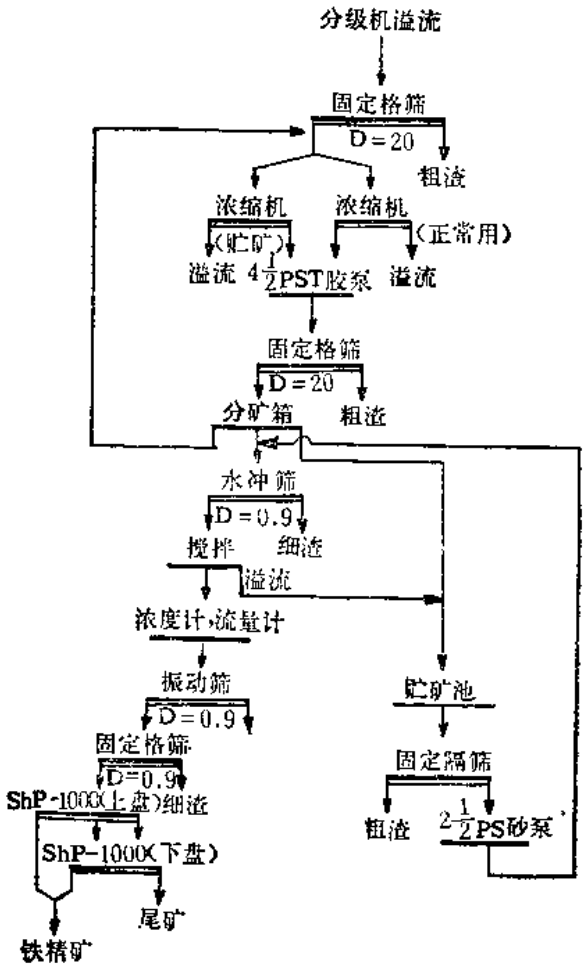


图 8-7 大宝山铁矿强磁选试验流程图

此外，还安设1台压力为9公斤/厘米^{2}的加压水泵，每隔2～4小时启开冲洗精矿一次，每次冲洗1～3分钟，以畅通磁选机分选箱分选齿板缝隙。

工业试验的工艺参数为：磁场强度15000奥斯特；分选盘转速为5转/分；给矿粒度小于1毫米；给矿浓度40～45%；一个给矿点的矿浆流量为72～100升/分；处理量10～12吨/台·时（两个给矿点）；一个中矿清洗点的水量为16升/分、压力5～6公斤/厘米^2；一个精矿冲洗点的水量为78升/分、压力5～6公斤/厘米^2。

连续3个月工业性试验的综合指标是：给矿粒度64.96%－200目、品位为37.48%；精矿品位为52.43%、产率为51.59%、回收率为78.46%；尾矿品位为15.34%。ShP—1000强磁选机的性能见第五章第五节。

第二节　焙烧磁选厂实例

一、新安钢铁厂选矿车间

（一）概况

新安钢铁厂位于河南省。

该厂有两座18米^{3}高炉。为了更好利用当地的赤铁矿资源，改善炼铁的技术经济指标和提高生铁的质量，于1975年6～8月利用鞍山钢铁公司烧结总厂的50米^{3}竖炉，进行了牛心坡及张窑院两地矿石的投笼焙烧磁选试验，取得了较满意的结果。在鞍山矿山设计院、烧结总厂的协助下，建设了一座25米^{3}的竖炉所组成的规模为5万吨/年的焙烧磁选厂，于1977年10月投产。建厂总投资96万元，其中破碎工程11万元、焙烧工程24.3万元、选矿工程39.2万元。

原矿（粒度350～0毫米）由距选矿车间数十公里外的牛心坡、张窑院两铁矿供应。

精矿送烧结车间进行土法烧结后入高炉。

尾矿自流到附近的河沟中。

（二）原矿性质

矿石类型为沉积型赤铁矿。金属矿物主要为赤铁矿，其次含有少量褐铁矿、菱铁矿及黄铁矿；非金属矿物以石英为主，其次有水云母、高岭土、方解石、白云石等。原矿多元素分析见表8-7。

表 8-7　牛心坡、张窑院矿石多元素分析

化学成分	TFe	FeO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	CaO	MgO	P	S
牛心坡矿	49.33	0.35	70.42	6.25	21.07	5.71	3.02	0.645	0.37
张窑院矿	34.60	0.29	47.30	12.18	29.31	6.5	1.45	0.061	0.07

（三）工艺流程

原矿经一段破碎后分为两级：10～0毫米粉矿暂堆存；10～50毫米块矿入竖炉还原焙烧。还原焙烧产品经两段一闭路连续磨矿。一粗一精一扫磁选。选别指标为：原矿品位55.12%、精矿品位62.49%、尾矿品位35.43%、回收率82.48%；同时降低了精矿中的硫、磷含量。目前该厂安装了几台ϕ770×1800螺旋溜槽对磁选尾矿进行扫选。选别流程及采用的主要设备见图8-8。

（四）25米^{3}还原焙烧竖炉工艺

25米^{3}还原焙烧竖炉所用加热及还原煤气由铁厂一座18米^{3}高炉供应。煤气压力为510毫米水柱、流量为15000米^3/时。经测定，该厂高炉煤气含CO约24～28%、CH_4约1.7～4%、H_2约0.6～2.4%、发热值约942～1073大卡/米^3。还原焙烧牛心坡、张窑院混合矿，当操作条件稳定时，热耗约40～50万大卡/吨原矿，炉子产量可达3～4吨/台·时。

25米^{3}还原焙烧竖炉的性能及结构见第五章第五节。

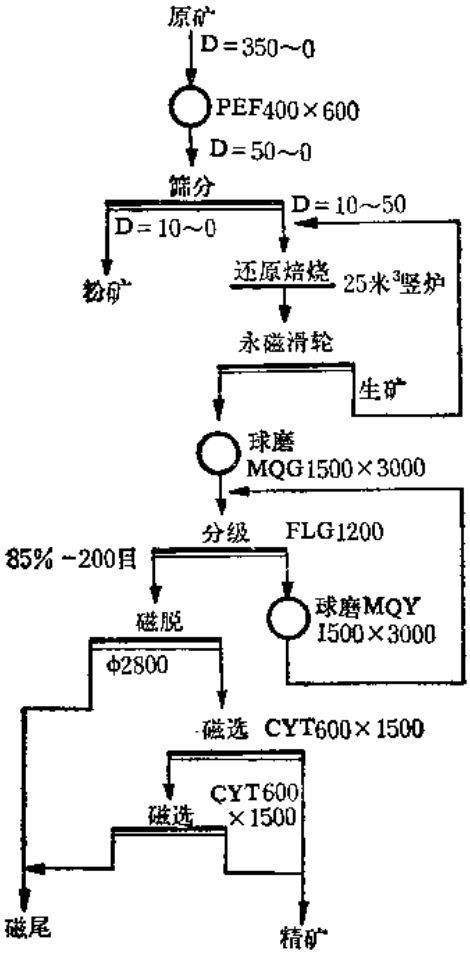


图 8-8 新安钢铁厂选矿流程图

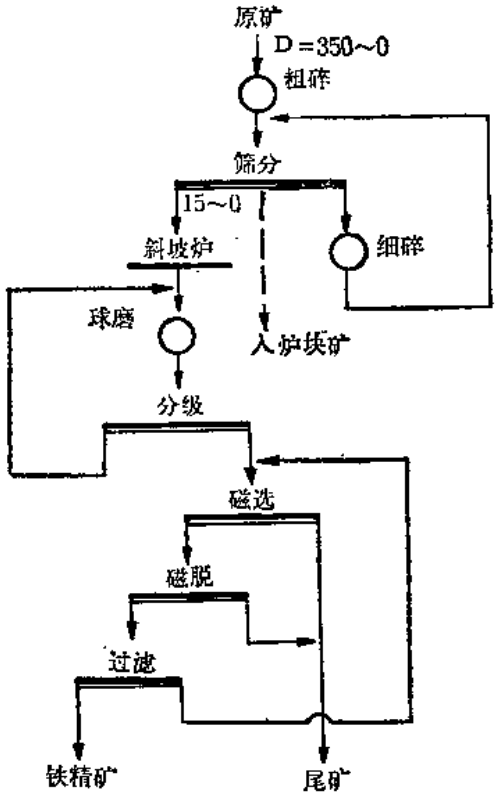


图 8-9 酒埠江钢铁厂选矿车间流程图

二、酒埠江钢铁厂选矿车间

（一）概况

酒埠江钢铁厂位于湖南省。该厂有50米^{3}高炉一座，数年来一直吃“粗料”，技术经济指标不好。

1975年该厂派人去宣化钢铁公司参观学习斜坡还原焙烧炉。1976年1月与湖南冶金研究所共同完成“酒埠江铁矿还原焙烧磁选探索试验”。随即开展设计。1976年9月正式动工建设，于1977年底一系列（规模：破碎10万吨/年；选矿4.5万吨/年）投产。总投资约133万元（其中设备费约50万元）。斜坡炉及焙烧间建筑费约8万元。全车间共需设备65台，其中自制19台。

原矿基地为辽叶龙及湖厂二铁矿。选矿车间位于两矿的中心，各相距23～24公里。矿石由汽车运输公司的汽车运输。

精矿由带式输送机送至球团车间原料棚，地面堆存。

原打算将尾矿用泵扬至酒埠江水库坝下的湖中（洼地）造田。但当管道铺设好后，当地生产队又提出要在湖中养鱼，故目前正重新研究建设尾矿坝的问题。

（二）原矿性质

辽、湖二矿都属浅海沉积鲕状酸性赤铁矿。矿石成分主要为赤铁矿、褐铁矿，其次为菱铁矿、磁铁矿。伴生脉石有绿泥石、石英、电气石及铁泥质物。赤铁矿颜色为暗红色、钢灰色；形状为鲕状、粒状、针状及鳞片状之集合体；粒径一般在0.1～0.5毫米之间，与绿泥石形成鲕粒环带；因风化淋滤关系，往往被褐铁矿交代，呈残留状或不规则状。该两矿的原矿的主要化学成分及开采规模列于表8-8。

表 8-8 辽、湖二矿储量、成分、开采规模

矿名	主要化学成分（%）					开采规模（万吨/年）
	TFe	SFe	S	P	SiO_2	
辽叶龙	41.62		0.05	0.24	18	5
湖 厂	44.63		0.18	0.45	15.6	2

矿山采用横撑支柱溜矿法开采。采矿贫化率达10～15%（混入围岩含铁约15%）。采出铁矿石品位约42%。矿石在矿山经水洗手选后含水约10%、含泥约3%。原矿粒度350～0毫米。

（三）工艺流程

原矿经两段一闭路破碎至12～0毫米。闭路筛分设备选用双层振动筛，可筛出部分高炉块矿。粉矿经斜坡炉还原焙烧后，再经一段闭路磨矿和一磁一脱选别流程，可得到品位为54%左右的铁精矿，回收率为69%左右，尾矿品位为37%左右（试验室试验为19%左右）。工艺流程见图8-9。工艺建筑物平面见图8-10。采用的主要设备见表8-9。斜坡炉的技术数据见表8-10。

第三节 重选厂实例

一、黄梅山铁矿洗矿厂

（一）概况

黄梅山铁矿位于安徽省。洗矿厂生产的平炉及高炉矿送慈湖钢铁厂。

洗矿于1971年投产，后经扩建，目前达到年生产洗净矿5.5万吨左右。该厂一期投资18万元，二期投资40万元，加上尾矿坝投资总计约75万元。

（二）矿石性质

该矿属坡积赤铁矿，赋存于第四纪冲积层中。主要金属矿物有赤铁矿、鲕状赤铁矿及少量褐铁矿。非金属矿物有凝灰岩、矿化凝灰岩、粘土、亚粘土。坡积矿由红褐色粘土、亚粘土粘结赤铁矿砾石、褐铁矿砾石和凝灰岩矿化凝灰岩砾石而成。粘土和亚粘土与矿石

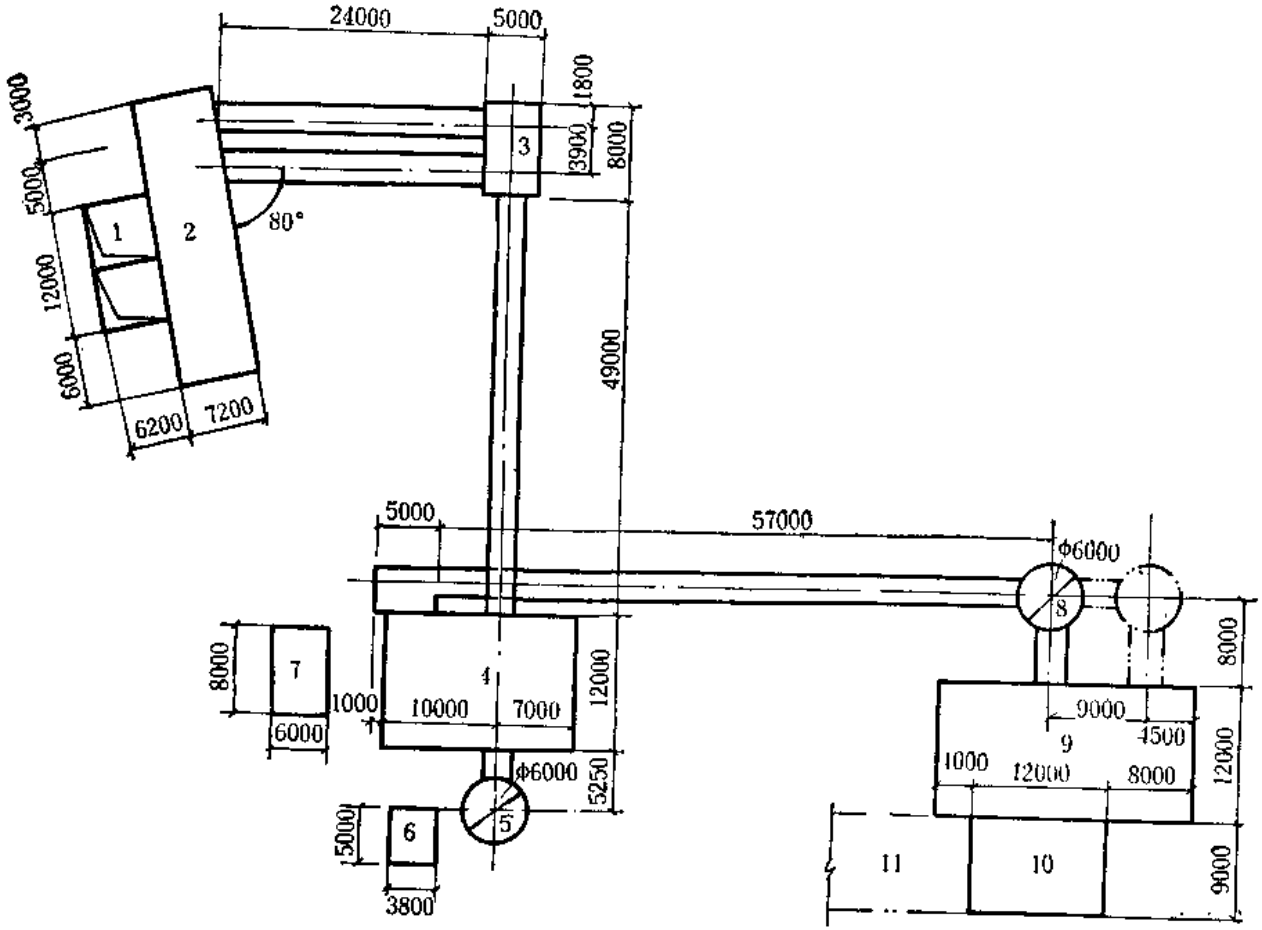


图 8-10　酒埠江钢铁厂选矿车间工艺建筑物平面图

1—原矿仓；2—破碎室；3—筛分室及转运矿仓；4—焙烧室；5—块矿仓；6—加压风机房；7—负压风机房；8—磨矿仓；9—球磨跨间；10—磁选过滤跨间；11—球团原料仓

粘结得坚实牢固，经水浸泡、搅拌，大部分被浆化，可以洗除。但其中仍有20～30%大于80毫米的不含矿的粘土块，往往经过8～9天浸泡才略松散。

表 8-9 酒埠江钢铁厂选矿车间设备

序号	名　　称	规　　格	台　数	备　　注
1	槽式给料机	980×1240	2	
2	颚式破碎机	400×600	2	
3	反击式破碎机	ϕ700×1000	1	
4	手动单梁起重机	Q＝5吨，L_K＝6.5米	1	
5	1#带式输送机	B＝800，L＝15.5米，3千瓦	1	
6	2#带式输送机	B＝500，L＝34.7米，4千瓦	1	
7	双层振动筛	1250×2500	1	
8	3#带式输送机	B＝500，L＝29米，4千瓦	1	
9	4#带式输送机	B＝500，L＝72米，7.5千瓦	1	
10	斜坡炉	5.2×0.65米	2	安装一台
11	5#带式输送机	B＝500，L＝12米，2.2千瓦	1	
12	负压风机	9-27-12，14#，100千瓦	1	
13	煤气加压风机	922×16-15/2000	2	
14	6#带式输送机	B＝500，L＝61米，7.5千瓦	1	
15	7#带式输送机	B＝500，L＝11米，2.2千瓦	2	安装一台
16	格子型球磨机	ϕ1500×3000	2	安装一台
17	单螺旋分级机	ϕ1200	2	安装一台
18	砂　泵	2PSC	4	安装二台
19	电动单梁起重机	Q＝5吨，L_K＝11.5米	1	
20	电磁磁选机	ϕ750×1500	1	
21	永磁脱水槽	ϕ2000	1	
22	内滤式过滤机	8米^2	1	附真空泵自动排液器
23	8#带式输送机	B＝500，L＝11米	1	
24	电葫芦	TV-502	1	
25	摆式给料机	400×400	2	安装一台
26	除尘离心机	6—46-11，6#	2	
27	圆盘给料机	CPG1000	1	
28	圆盘给料机	CPG1500	1	

表 8-10 酒埠江斜坡炉技术数据

序号	名　　称	数　　据	序号	名　　称	数　　据
1	2	3	1	2	3
1	外形尺寸，长×宽×高	9.21×3.86×6.24米	10	加压风机压力	600～800毫米水柱
2	加热段有效床面，长×宽	5.2×0.65米	11	负压风机压力	160～200毫米水柱
3	加热段篦板坡度	上19°、中17°、下13°～4°	12	加热煤气流量	1600～1700米^3/时
4	加热段篦板孔径	ϕ6毫米	13	还原煤气流量	350～450米^3/时
5	多层还原床坡度	28°～30°	14	废气流量	700～800米^3/时
6	燃烧室温度	900～950℃	15	处理矿石粒度	15～0毫米
7	还原床温度	650～750℃	16	生产能力	5吨/台·时
8	废气温度	250～300℃	17	耐火砖总重	59吨
9	排矿温度	600℃	18	钢材总重	17吨

原矿：含水视晴、雨天而异，一般为5～10%；含泥率一般为65～83%；粒度350～0毫米；松散系数1.5～1.6。矿石比重：赤铁矿4.2；凝灰岩2.7；粘土 2.4。矿石硬度：赤铁矿$f=6\sim12$；凝灰岩$f=0.6\sim1.5$。

（三）工艺流程

洗矿过程由浸泡造浆、擦洗、手选、筛分等作业组成，工艺流程见图8-11。

1．浸泡造浆与分级手选

造浆是在浸泡池内进行的，见图8-12。浸泡池长12米、宽4.5米、深1.5米。池底衬12毫米钢板，并设置一个高600毫米、宽400毫米的排矿口，装有闸门。沿池边设两根喷水管，池顶上还设一高压水枪。浸泡池可容矿石50吨，矿石在其中的浸泡时间约18～30分钟，其生产能力达100吨/时。

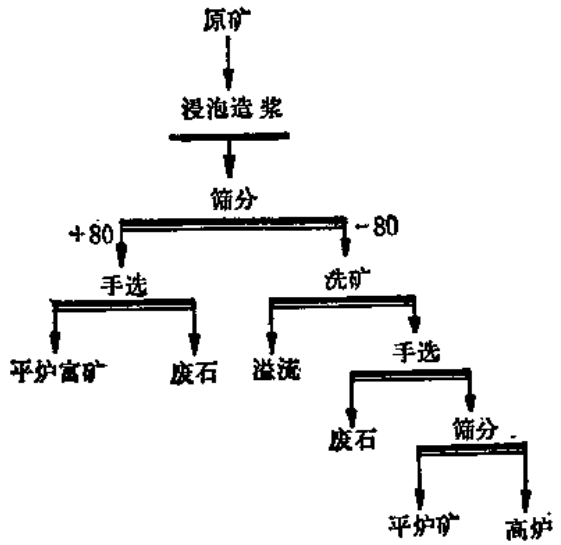


图 8-11　黄梅山铁矿洗矿流程图

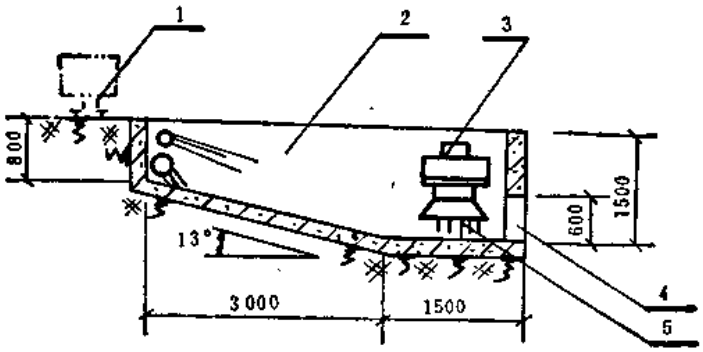


图 8-12　浸泡造浆池

1—矿车；2—浸泡塌落区；3—电耙；4—排矿口；5—搅拌造浆区

原矿卸入浸泡池内一侧，经水管冲泡（水压 1 公斤/厘米^{2}左右），并适当用水枪冲刷，使浸泡后的矿石沿13°的池底下滑至造浆区，经电耙多次往复搅拌后，成为可洗矿浆。然

后打开闸门，并用电耙使之强制排出，给到筛孔为80毫米、角度为5°的固定条筛上。大于80毫米块矿由带式输送机运走，进行人工手选；小于80毫米矿浆自流到槽式洗矿机内擦洗。

2．擦洗

该矿安装1070×4600双螺旋槽式洗矿机2台。洗矿机的安装倾角为13°，给矿点至溢流堰600～700毫米。洗矿机上装有冲洗水管，当矿石被螺旋刚搅出矿浆面时，被再次进行冲洗。

据个别测定：洗矿溢流粒度约0.2～0毫米，含铁品位约10%；返砂粒度小于0.2毫米粒级约占1.8%、大于80毫米粒级约占11.3%；精矿综合平均品位为47.29%。

洗矿作业耗水2.2～2.5米^3/吨原矿。洗矿溢流浓度8～11%。洗矿机的生产能力为20吨/台·时。

3．手选及筛分

洗矿机返砂在带式输送机上进行手选，可选出占返砂量5～8%的土块和废石。然后用1台1000×2000坐式振动筛进行冲水湿式筛分，使之得到含泥小于0.5%的净矿。

近年来，由于采场下降，原矿品位不断降低，该矿已自行设计安装双列四室侧动隔膜跳汰机。预计可从品位为42.25%的原矿中选出品位为49.9%的精矿，其回收率达90.6%。

二、和睦山铁矿洗矿-螺旋选矿厂

（一）概况

和睦山铁矿系安徽省芜湖铁厂的铁矿石原料基地。在基建的同时，进行小规模的富矿开采。采出的大块矿石直接送钢铁厂冶炼；剩下50～0毫米的矿石因含泥较多，品位只有40%左右，因无法利用，长期积存已达10万余吨。故该矿于1975年自制槽式洗矿机，建成了洗矿厂。经洗矿可得到品位约47.85%的净矿，回收率约53.1%。为了充分回收洗矿溢流中的铁矿物，该矿在马鞍山钢铁设计院的协助下于1976年进行了洗矿-螺旋选矿机工业试验，可增加回收率20.82%。在此基础上设计了洗矿-螺旋选矿厂，于1977年7月建成投产。该厂的处理能力约20～25吨/时，投资约15万元（其中设备占40%）。经过半年多的生产表明，采用洗矿-螺旋处理含泥低品位富粉矿是经济有效的。

（二）原矿性质

和睦山铁矿属高温热液充填交代矿床。金属矿物以赤铁矿和磁铁矿为主，褐铁矿次之。脉石矿物有石英、碳酸盐矿物、长石、绿泥石、高岭土等。

矿山浅部因风化较重原矿多呈松散状，以赤铁矿为主。而深部呈块状，主要为磁铁矿。矿体上、下盘的闪长岩一般都受绿泥石化、高岭土化，加之强烈的蚀变作用，裂隙及构造空洞发育。矿石硬度$f=4\sim6$。

（三）工艺流程

和睦山铁矿洗矿-螺旋选矿厂为一粗、一精、一扫之螺旋选矿机回收槽式洗矿机溢流的重选流程。

生产过程的设备联接系统图见图8-13。

积存于堆场的矿石，用电铲装入3.5吨自卸汽车运至选矿厂，卸到原矿仓的格筛上。大于60毫米的筛上矿石，经1#带式输送机堆于露天手选；小于60毫米的筛下粉矿贮于原矿仓中，再由400×400摆式给料机、2#带式输送机给至1070×4600槽式洗矿机擦洗。品位大于

45%的净矿经条筛分为60～10及10～0毫米两级分别贮入成品矿仓中；溢流经2$\frac{1}{2}$PS砂泵及矿浆分配器进入3台ϕ1200脱泥斗。脱泥斗沉砂经矿浆分配器分至6台粗选螺旋选矿机。螺旋选矿机的粗精矿再经3台螺旋选矿机精选得到最终螺旋精矿。粗选尾矿借设置于承接箱的隔板分为泥尾矿和砂尾矿。泥尾矿与精选尾矿合并作为中矿返回泵池循环再选；砂尾矿经一台螺旋选矿机扫选。扫选的尾矿即为最终尾矿。扫选精矿与精选精矿合并为螺旋精矿（品位一般在55%以上）贮入精矿仓自然脱水。3台ϕ1200脱泥斗溢流给入1台3000×3000倾斜浓密箱浓缩，其溢流作为尾矿，沉砂用锥形阀间断排放，其取舍视含铁品位而定。当品位较高时，与螺旋精矿合并作为综合精矿；当品位偏低时，作为尾矿舍弃。全部螺旋选矿机均采用FLX-1型ϕ600×339五圈铸铁螺旋选矿机。

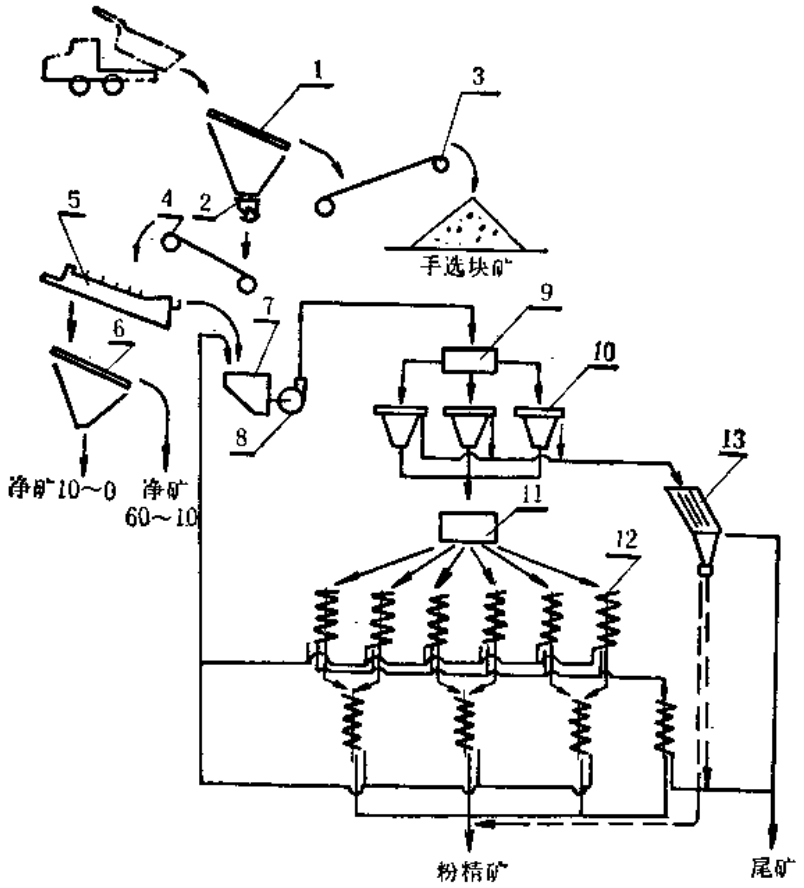


图 8-13 和睦山铁矿洗矿-螺旋选矿厂设备联接系统图

1—格筛；2—400×400摆式给矿机；3、4—带式输送机；5—1070×4600槽式洗矿机；6—条筛；7—矿浆池；8—2½PS砂泵；9—矿浆分配器；10—ϕ1200脱泥斗；11—矿浆分配器；12—ϕ600螺旋选矿机；13—3000×3000倾斜浓密箱

和睦山铁矿洗矿-螺旋选矿厂的生产实践表明，采用洗矿-螺旋选矿处理积存的含泥低品位矿石是有成效的。当原矿品位为40～43%时，矿石经选洗后，可获得产率为45～50%、铁品位为46～48%的块净矿和产率为25～30%、品位为50～53%的粉精矿，总回收率为75～85%，从而使国家资源得到充分利用。其螺旋选矿数质量流程见图8-14。其指标与小型试验流程指标对比见表8-11。

1070×4600槽式洗矿机的处理能力为20～25吨/台·时。洗矿溢流中60～70%进入ϕ600螺旋选矿机分选，则粗选螺旋选矿机的处理能力约为1～1.5吨/台·时；精选和扫选螺旋选矿机处理能力约为1.2～1.8吨/台·时。

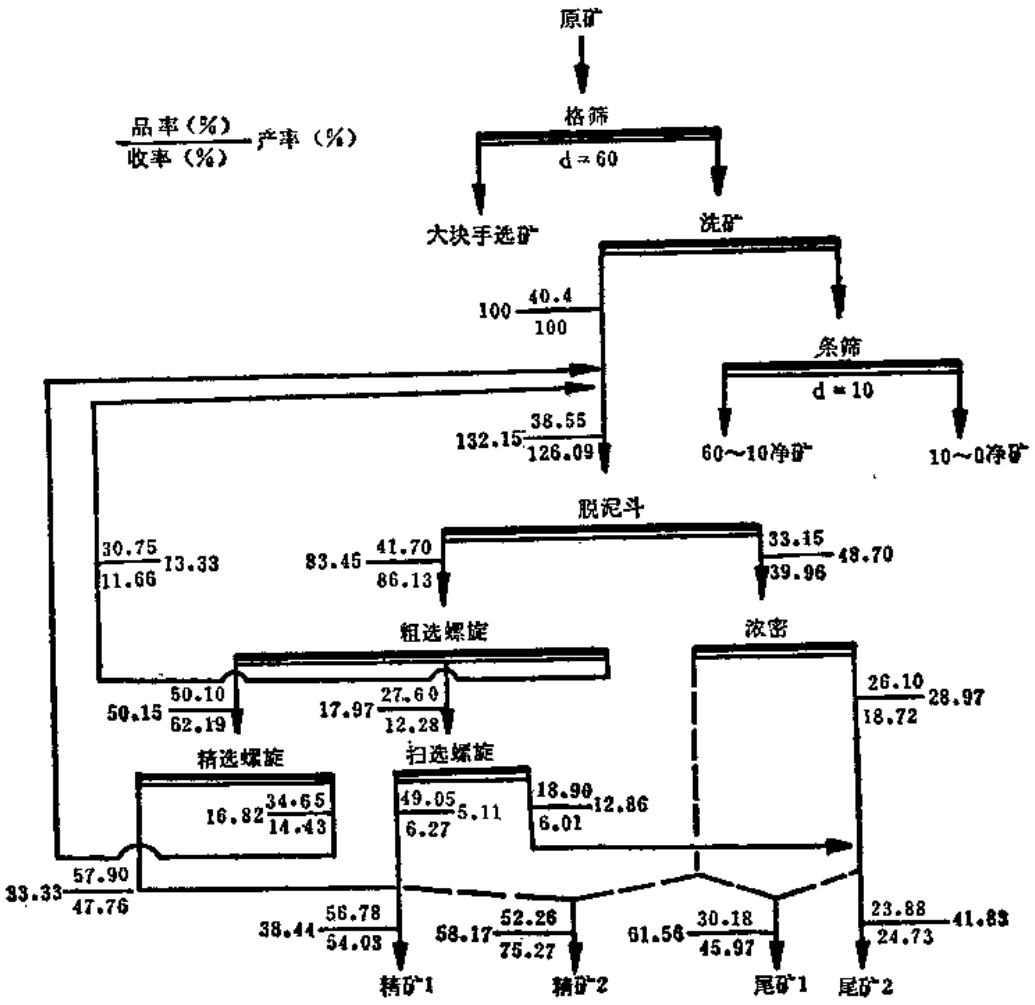


图 8-14 和睦山铁矿洗矿-螺旋选矿数质量流程图

三、株岭均铁矿选矿厂

（一）概况

株岭均铁矿位于江西省。

选矿厂于1970年开始筹建。自己设计，自行施工，直至1977年才建成投产。设计规模为10万吨/年，现已完成6万吨/年的生产能力。选矿厂占地总面积1020米^2，生产厂房建筑面积260米^2。总投资32.46万元，其中设备费17.37万元。

矿山至选矿厂约500米，采用平巷、竖井开拓，采出的矿石用2.5吨电车牵引小矿车运往选矿厂。

选矿厂生产的成品矿主要供给南昌钢铁厂，先用汽车运至文竹车站，然后用火车运往南钢。

（二）矿石性质

株岭均铁矿属晚期泥盆纪沉积型鲕状赤铁矿。地质品位一般为$TFe=32\sim59.5\%$，平

均品位为$TFe=49.8\%$。其他杂质含量：$SiO_2=7.21\sim31\%$、$S=0.04\%$、$P=0.4\sim0.5\%$。

表 8-11 和睦山铁矿石选矿试验与生产指标对比

编号	流程	入选物料性质	产品名称	产率 (%)	品位 (%)	回收率 (%)
1	单一强磁（试验）	全部磨矿	精矿	48.32	52.25	69.05
			尾矿	51.68	21.89	30.95
			原矿	100.00	36.56	100.00
2	跳汰-摇床（试验）	破碎产品给跳汰，磨矿产品给摇床	精矿	42.06	51.72	50.78
			尾矿	57.94	25.26	40.22
			原矿	100.00	36.39	100.00
3	跳汰-螺旋-强磁（试验）	破碎产品给跳汰，磨矿产品给螺旋及强磁	精矿	50.32	50.21	69.44
			尾矿	49.68	22.38	30.56
			原矿	100.00	36.39	100.00
4	单一螺旋（生产）	洗矿溢流	螺旋精矿	38.44	56.78	54.03
			浓密沉砂	19.73	43.50	21.24
			综合精矿	58.17	52.26	75.27
			尾矿	41.83	23.88	24.73
			原矿	100.00	40.40	100.00

矿石结构简单，但含泥、含水较多。

（三）工艺流程

该厂试验资料缺乏，又无设计资料，目前还属试生产阶段，流程还在不断的完善。

选矿厂的任务主要是将出窿矿石恢复地质品位。采用分级手选、跳汰流程。主要设备见表8-12。厂房配置见图8-15。

选矿厂的选别指标是：原矿品位为45～48%、块精矿（50～10毫米）品位为53～55%、粉精矿（10～0毫米）品位为50～52%、尾矿品位为25～28%、总回收率为85～87%。

四、田湖铁矿选矿厂

（一）概况

田湖铁矿为涟源钢铁厂所属矿山，位于湖南省涟源县。

该矿于1969年建成一座破碎厂，选矿厂于1974年建成。在建设选矿厂的同时，对破碎厂进行了局部改造。选矿厂设计规模为60万吨/年，单位投资约8.77元/吨原矿。但由于原矿供应不足，实际为一班生产，生产能力远远没有达到设计规模。

（二）矿石性质

田湖铁矿为泥盆系浅海沉积高磷鲕状赤铁矿。矿层赋存于上泥盆纪佘田桥灰岩下部砂页岩互层中，呈层状产出。顶板是一层厚350毫米左右的钙质泥质页岩，底板为含铁砂岩，所以在开采过程中易使矿石贫化。

矿石中金属矿物主要为赤铁矿、次为褐铁矿。赤铁矿多呈同心圆鲕状结构。脉石有方解石、石英、绿泥石、泥质物等。有害矿物为胶磷矿。方解石大部分胶结在赤铁矿鲕粒之间。矿石地质品位为$TFe=34.05\%$、$CaO=17.39\%$、$MgO=2.19\%$、$SiO_2=11.06\%$、

Al_2O_3=3.19%、S=0.075%、P=0.42%。矿石体重为3.15～3.4吨/米³(次富矿为3.15；自熔性富矿为3.4)。围岩体重为2.69吨/米³。原矿容重为2.0吨/米³。

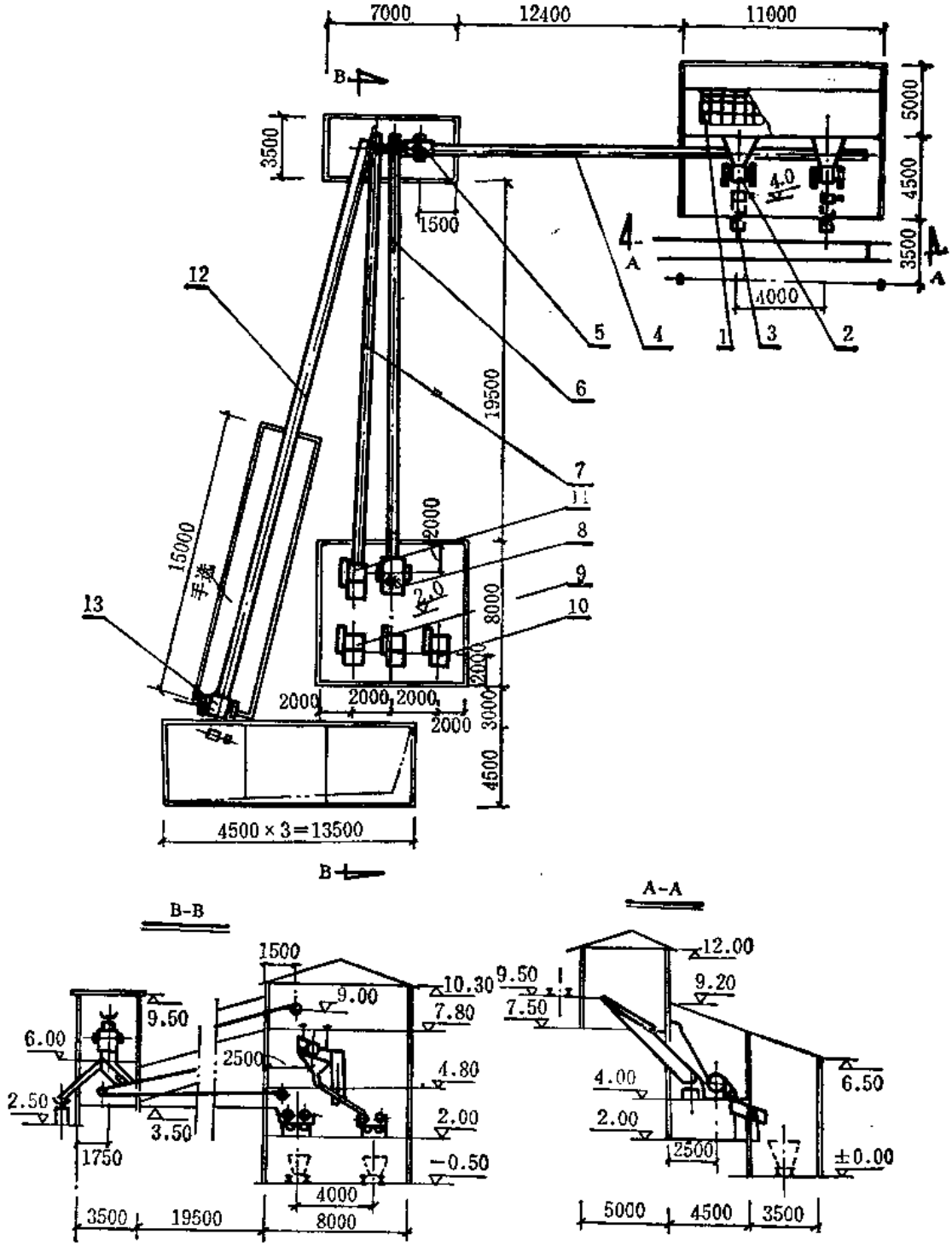


图 8-15　株岭均铁矿选矿厂配置图（图中设备见表8-12）

矿山开采矿石过程中混入废石较多，如大茶园采区出窿原矿废石混入率有时高达30～

40%。所以矿石不经选别，使其直接进炉炼铁是很不经济的。

表 8-12 株岭均铁矿选矿厂设备

序号	名　　称	规　　格	台　数	备　　注
1	振动格筛	1000×2000	1	
2	颚式破碎机	400×600	2	
3	圆筒筛	φ900×1800	2	
4	1#带式输送机	B=650	1	
5	双层自定中心振动筛	900×1800	1	
6	2#带式输送机	B=650	1	
7	3#带式输送机	B=650	1	
8	双层自定中心振动筛	900×1800	1	
9	活塞式跳汰机	600×900	2	处理20～10及10～5毫米矿石
10	隔膜式跳汰机	600×1000	1	处理5～0毫米矿石
11	利固式跳汰机	800×1500	1	处理50～20毫米矿石
12	4#带式输送机	B=650	1	
13	颚式破碎机	250×400	1	

（三）工艺流程

像田湖铁矿这样的沉积型自熔性高磷鲕状赤铁矿，在我国的储量是很多的，也是湖南省的主要铁矿资源。当时，由于强磁选尚处于试验阶段，而应用焙烧磁选或反浮选均将会破坏矿石的自熔性，而且流程复杂、基建投资大、成本高。所以，该矿于1970年共采取了大茶园和赵家冲两矿区350～0毫米的矿样3～4吨，在长沙矿冶研究所进行了跳汰分选试验。

试验证明，采用一次跳汰可获得含铁为39.31%的铁精矿，并不破坏矿石的自熔性。铁精矿铁的回收率为80.39%，尾矿品位为11.35%。故认为跳汰流程为当前技术条件下较为简单可靠的流程。此外涟钢又要求该矿产品全部破碎成为粉矿供给烧结，故决定建立全细碎的分级跳汰流程，工艺流程见图8-16。选矿厂的主要设备见表8-13。设计和生产的技术指标见表8-14。

五、龙烟铁矿白庙重介质选矿厂

（一）概况

龙烟铁矿位于河北省宣化。白庙重介质选矿厂为该矿的四个选厂之一。

六十年代我国研究重介质振动溜槽选矿取得初步成果后，于1966年在白庙首建一座年处理10万吨原矿的重介质选矿厂。由马鞍山矿山研究院负责对其工艺和设备进行了一系列的工业试验和设备改进研究工作。又于1969年建成一座年处理原矿30万吨的选矿厂，现已达到35万吨/年。建厂投资约150万元。

（二）矿石性质

龙烟铁矿白庙矿区矿床为下震旦纪浅海沉积型鲕状赤铁矿。含铁矿物主要为赤铁矿（占41%）和菱铁矿（占33%），次为磁铁矿、褐铁矿。脉石矿物有石英、绿泥石、玉髓、绢云母等。

矿石为典型的鲕状结构，也有少数豆状及肾状结构。鲕粒粒径一般为0.25～1.3毫米，

也有2～4毫米豆状和5～10毫米肾状矿粒。鲕粒的核心主要为石英，其颗粒约0.07～0.3毫米；也有由菱铁矿为鲕核，其核粒约0.18～0.5毫米。鲕粒环带由赤铁矿、粘土物质和菱铁矿所组成。鲕粒大部由菱铁矿和少量磁铁矿所胶结。围岩主要是砂岩、少量页岩，围岩含铁约10%。目前开采中围岩及夹石混入率达20～30%。

矿石多元素分析为：$TFe=36.81\%$、$SiO_2=24.7\%$、$Al_2O_3=5.029\%$、$CaO=0.436\%$、$MgO=2.293\%$、$S=0.159\%$、$P=0.147\%$。

矿石和围岩的比重测定结果是赤铁矿（含铁56%）为4.23、菱铁矿（含铁39%）为3.6、菱铁矿砂岩（含铁20.5%）为3.04、板岩约为2.7。

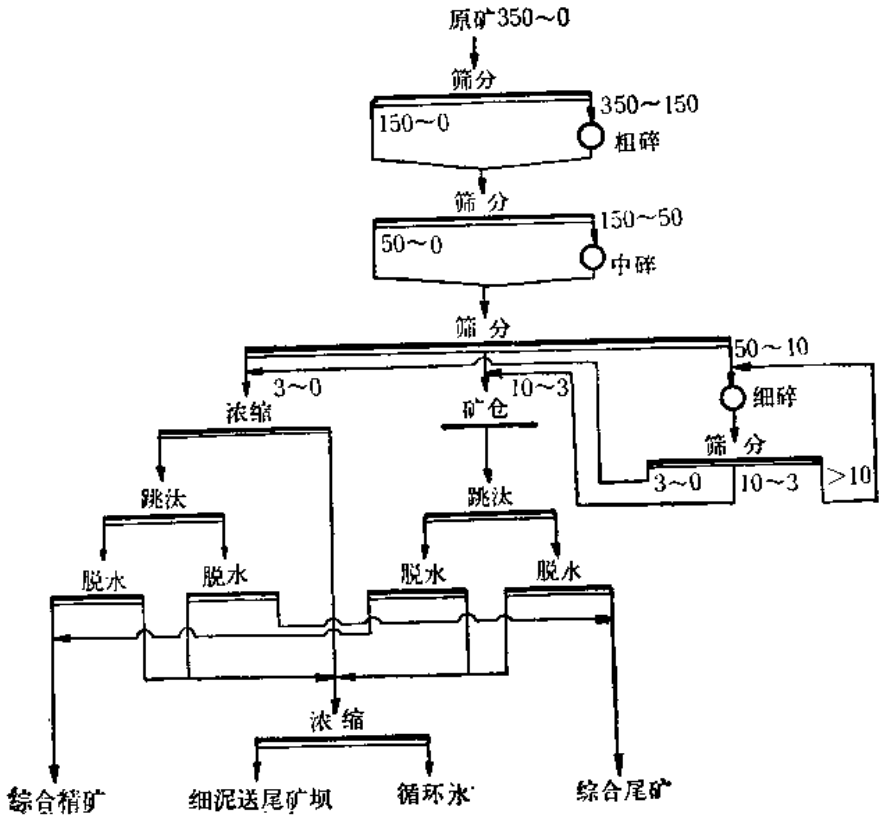


图 8-16 田湖铁矿选矿流程图

（三）工艺流程

1．矿石选别流程

原矿粒度350～0毫米，经2台400×600颚式破碎机一段开路破碎至50～0毫米，再经2台1250×4000双层振动筛洗矿筛分，分为50～10、10～2、2～0毫米三种级别。这三种级别的矿石分别用2台400×5000的重介质振动溜槽、1台（1200—2000）×3600双列四室侧动式梯形跳汰机、2台串连的1000×2000下动式复振跳汰机进行选别。得到50～10和10～0毫米两种精矿。历年的选别指标见表8-15。选别流程见图8-17。

2．介质和矿浆流程

工业试验时，振动溜槽和重介质旋流器的介质为外购磁铁矿，后来利用2～0毫米级别跳汰机一室的精矿（品位50%左右）作为自生介质，从而解决了介质来源问题。

表 8-13 田湖铁矿选矿厂主要设备

序号	名称及规格	台数	设计处理能力	
			处理量(吨/台·时)	条件
1	400×600颚式破碎机	2	50	给矿粒度350～0毫米 排矿粒度150～0毫米
2	φ1200 标准圆锥破碎机	2	100	排矿粒度50～0毫米
3	φ1750 短头圆锥破碎机	2	70	预先筛除10～0毫米 闭路产品10～0毫米
4	1200－2000×3600梯形跳汰机	4	15.76	处理10～3毫米矿石
		3	12.00	处理3～0毫米矿石
5	TNB-24 浓缩机	2		精矿一台尾矿一台

表 8-14 田湖铁矿选矿厂选别指标

产物名称	设计指标(%)			1975年下半年指标(%)		
	品位	产率	回收率	品位	产率	回收率
原矿	28.20	100.00	100.00	30.60	100.00	100.00
精矿	38.70	58.68	80.50	38.60	64.90	81.87
尾矿	13.24	41.32	19.50	15.80	35.10	18.13

表 8-15 白庙重介质选矿指标

项目		原矿品位(%)	精矿品位(%)	回收率(%)	精矿成本费(元/吨)	原矿加工费(元/吨)
设计		35.00	46.31	87.17		
实际	1974年	33.55	45.90	77.17	22.72	3.08
	1975年	34.16	45.80	80.64	18.53	2.65
	1976年	33.36	45.67	75.78	19.51	3.15
	1977年	33.23	45.90	74.49	31.61	6.86
	1978年上半年	33.00	46.37	77.32	26.70	4.80

表 8-16 (1200—2000)×3600 梯形跳汰机选别指标

矿石粒度(毫米)	原矿品位(%)	精矿品位(%)	尾矿品位(%)	回收率(%)	处理量(吨/台·时)
10～2	32.00	45.6	13.8	81.8	14～20
2～0	36.14	47.7	27.4	57.3	

新介质由介质仓经电振给料机加至振动槽上的φ3000浓泥斗中与循环介质浆混合，并通过阀门给入振动槽。介质浆和矿石在振动槽中分成轻、重两种产品分别排至1台二用（筛网中间加焊钢板，起两台筛的作用）1500×4000脱介筛，再经喷水脱除介质。被脱除

的介质（筛下矿浆）用$4\frac{1}{2}$PSJ胶泵扬至分泥斗中。

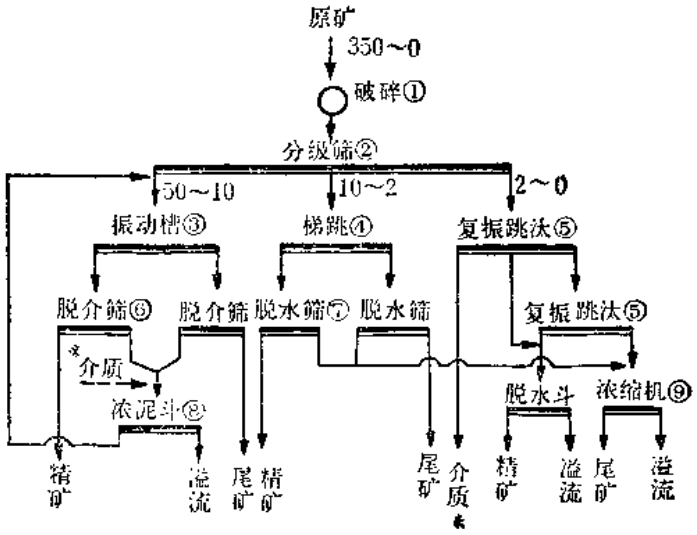


图 8-17　白庙重介质选矿工艺流程图

①—2台400×600颚式破碎机；②—2台1250×4000振动筛；③—2台400×5000振动溜槽；④—1台1200—2000×3600梯形跳汰机；⑤—2台1000×2000复振跳汰机；⑥—2台1500×4000双层振动筛；⑦—1台1500×4000振动筛；⑧—2台φ3000浓泥斗；⑨—2台φ15米浓缩机

经测定，各点的介质比重是：给入浓泥斗为1.73、浓泥斗溢流为1.25、给入振动槽为2.05、振动槽分选区为3.04、振动隔板上为1.45。

介质循环量为161.8米^3/时，浓度为56.3%。

介质消耗量约为2公斤/吨原矿。

（四）主要设备的操作数据

1．400×600颚式破碎机

给矿粒度350～0毫米，排矿粒度50～0毫米，其处理能力约30～35吨/台·时。

2．400×5000重介质振动溜槽

振动溜槽的安装角度3～4度、冲程17毫米、冲次330～385次/分。给入介质比重1.9～2.1，分选介质比重2.9～3.1，筛下给水21～24吨/台·时，介质消耗2公斤/吨原矿。

当给矿粒度50～10毫米，原矿品位35%，选出精矿品位47%左右，尾矿品位小于15%时，其处理能力为25～28吨/台·时。

3．（1200—2000）×3600梯形跳汰机

给矿粒度10～2毫米，处理能力为12吨/台·时。

4．1000×2000复振跳汰机

给矿粒度2～0毫米，处理能力为5吨/台·时。

六、凤凰山铁矿重介质选矿厂

（一）概况

凤凰山铁矿位于江苏省南京市。产品主要供南京钢铁厂。

该矿早期为露天开采，矿石品位可达45%。1956年建成有1台ϕ2100标准圆锥破碎机的破碎厂，成品直接入炉。后考虑回采边界品位矿，于1968年建成一座20万吨/年的重选厂（磨矿-摇床-螺旋），但终因精矿品位低（45%）、回收率低（40～50%）、成本高(40～50元/吨)，虽经改革但难以改善，而于1974年停产。由于该矿又转入地下开采，矿石更为贫化。经多次试验研究后，决定建设重介质选矿厂。该厂设计规模为40万吨/年，投资120万元，于1972年建成。1977年处理原矿达30万吨。建厂所需设备（除2台跳汰机外）大部分为自己制造。

（二）矿石性质

凤凰山铁矿产于白垩纪时期，为中温、高中温热液充填交代接触破碎带矿床。矿体上盘为砂、页、灰岩，下盘为闪长岩。

主要金属矿物以赤铁矿为主，半假象赤铁矿、磁铁矿、镜铁矿、褐铁矿次之。脉石矿物以石英、玉髓、碳酸盐为主，磷灰石、斜长石、绿泥石等次之。赤铁矿嵌布粒度很细，一般为0.02毫米。富矿含铁48.6%，其比重为3.5。贫矿含铁35.62%，其比重为3.2。围岩含铁9.72%，其比重为2.8。矿石硬度$f=8\sim11$。矿石品位（地质品位）为42%。入选原矿多元素分析为$TFe=36.66\%$、$S=0.036\%$、$P=0.396\%$、$SiO_2=25.32\%$。

（三）工艺流程

矿石从坑内用电机车运至选矿厂，卸至原矿仓格筛上。先用GP-80风动破碎锤将大块矿石锤碎至－280毫米，后用ϕ2100标准圆锥破碎机破碎至50～0毫米，再用1500×4000双层振动筛水洗分成三级。50～10毫米一级用2台400×5000重介质振动溜槽；10～2毫米用2台矩形跳汰机串联组成的1台双列八室（每室700×900毫米）侧动隔膜跳汰机；2～0毫米用1台（1200—2000）×3600梯形跳汰机进行选别。介质流程与白庙选厂完全相同。跳汰的精、尾矿都改用ϕ1200单螺旋分级机进行脱水。

1977年选别指标为：原矿品位36.5%、精矿品位47%、尾矿品位18.8%、回收率80.8%。精矿成本22.81元/吨。

（四）设备性能及改进

1．400×5000振动溜槽

凤凰山铁矿重介质选矿厂使用的400×5000振动溜槽设备参数基本与白庙选矿厂一致，但给入介质比重为1.8～1.9，分选介质比重为2.8。

该设备振动系统原为板弹簧、刚性拉杆结构。初期生产中经常产生支承轴承、偏心轴承、拉杆和板弹簧损坏事故。后改为橡胶弹簧及弹性拉杆结构，从而解决了上述问题。

2．梯形跳汰机

凤凰山铁矿重介质选矿厂10～2及2～0毫米的矿石，原都由（1200—2000）×3600梯型跳汰机选别。其指标见表8-16。

由表8-16可见，2～0毫米粒级选别指标较差。其主要原因是入选粒度范围太宽，致使小于0.5毫米粒级（品位为29.2～31.2%）中的一部分（回收率为62.5%）流失于尾矿中。

该机的主要性能及操作参数：跳汰面积为5.76米^2；一至四室的隔膜冲程分别为30、25、20、18毫米；冲次分别为160、210、240、320次/分；功率为2×1.7千瓦；耗水量为180米^3/时；处理能力为10～15吨/时。

3．矩形跳汰机

该厂为了试验的需要，将10～2毫米粒级的矿石用2台双列4室(每室面积为700×900毫米）的矩型跳汰机，串联成1台双列8室的矩形跳汰机。经过长时间的生产，选别指标为：原矿品位31.2%、精矿品位46.4%、尾矿品位14%、回收率79%、处理能力26.9吨/时。

该机（双列八室）主要性能及操作参数是：隔膜冲程为40、32、30、22毫米；冲次为140、200、220、250次/分；功率为2×2.2千瓦；耗水量为120～150米^3/时。

该厂试验及生产实践证明，当处理10～2毫米粒级矿石时，矩形跳汰机比梯形跳汰机的选别指标好，处理能力大，耗水量小，维修容易。

4．脱水设备的改进

原设计用振动筛对10～2毫米粒级产品进行脱水；用ϕ500螺旋分级和过滤机对2～0毫米粒级产品进行脱水。由于筛网磨损严重，筛分时小于2毫米精矿大量流失，原分级机分级能力小，分级溢流直接送过滤由于浓度稀、粒度粗，难以过滤等问题，该厂为解决上述问题利用了积压的2台ϕ1200单螺旋分级机，花20万元投资改造了脱水系统，拆除了900×1800脱水筛2台、20米^{2}内滤式过滤机和真空泵各2台、2½PS砂泵2台及带式输送机等10台设备、减少操作人员9人。

第四节　磁重选矿厂实例

一、祥山铁矿选矿厂

（一）概况

祥山铁矿位于山东省。

祥山铁矿选矿厂自1968年10月开始建设，于1969年10月1日投产，当时的设计规模为5万吨/年。在投产后十年中，该厂对旧工艺、旧设备不断地进行技术改造，目前选矿厂规模已达15万吨/年。

1．采矿情况

祥山铁矿目前有三个采矿场，其中两个为深凹露天开采，一个为平硐开采。各距选矿厂约1公里。露采用0.2米^{3}电铲将矿石装入0.55米^{3}矿车中，经卷扬机提至地面，再用3吨电机车拉到选矿厂原矿仓。

原矿粒度按规定应为300～0毫米，但实际生产中最大粒度达600～700毫米。矿石地质品位一般为TFe=20～40%，平均TFe=30.9%，经开采贫化后（贫化率约15%）品位约降低4%左右。铁矿石普氏硬度f=9～14。矿石体重为3.8吨/米^{3}左右，松散系数约1.6。

2．供电

矿山现由6公里外的杨家庄变电所供电，以10千伏电压引至矿山变电所，变为380伏及220伏。为提高矿山供电的可靠性，将改由距矿山5公里的铁厂变电所供电。

3．供水

生产用水取自曲村水源井，用2台水泵通过ϕ150毫米长640米的管道扬至选矿厂山顶的150米^{3}高位水池中，再经ϕ150毫米管道自流至选矿厂。另在选矿厂下面水沟旁设有一回水泵站，以回收尾矿溢流水、精矿沉淀池溢流水及雨水。用1台水泵通过两根ϕ150毫米管道分南北两路送至选矿厂。该厂还准备在距厂3.3公里的千金水塘另建水源泵站。

4．尾矿设施

选矿厂排出的尾矿用ϕ150毫米长300米的铸铁管，经第一、二砂泵站送至尾矿场，采用池填法堆坝，目前已基本堆满。

新的尾矿坝址选在选矿厂东北的一个小山谷中，可贮尾矿约132万立米。考虑回收澄清水。

5．机修

矿山机修车间拥有各种车、铣、刨、钻、磨、锻、锯设备约55台，定员55人。承担全矿的修理任务，备品备件自给率70%左右。

6．基建投资

祥山铁矿的基建费由烟台地区提供。从1969年至1974年该矿共花基建费474.5万元，历年投资统计见表8-17。从1970年至1977年共花技术改造措施费403.84万元，历年技术改造措施费统计见表8-18。

表 8-17 祥山铁矿历年基建投资

项目	单位	年份						合计
		1969	1970	1971	1972	1973	1974	
采矿	万元	27.52	61.36	41.45	36.72	24.51	87.39	273.95
选矿	〃	67.93	6.94	14.73	8.59	11.79	2.12	112.10
输配电	〃	17.20	3.07	1.19	5.14	—	1.63	28.23
辅助生产设施	〃	9.70	1.74	4.37	11.50	—	1.16	28.47
其他	〃	8.29	0.77	4.14	—	9.09	4.46	26.75
合计	〃	130.64	73.88	65.88	61.95	45.39	96.76	474.5

注：1．1969年建成选矿厂规模为5万吨/年；

2．1970年选矿厂扩建总规模为10万吨/年；

3．1974年选矿厂破碎系统进行改造。

表 8-18 祥山铁矿历年技术改造措施费用

项目	单位	年份								合计
		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	
采矿	万元	4.68	1.51	13.07	17.59	18.62	49.09	79.49	50.74	234.79
选矿	〃	0.30	1.14	0.19	0.83	2.52	2.00	50.78	12.97	70.73
输配电	〃	—	—	0.88	—	0.42	3.14	1.38	2.02	7.87
辅助生产设施	〃	1.72	3.71	5.91	3.54	5.44	7.44	7.30	11.40	46.46
其他	〃	0.48	2.86	3.32	3.23	3.49	3.48	17.9	9.26	44.02
合计	〃	7.18	9.22	23.37	25.19	30.49	65.15	156.85	86.39	403.84

注：1974年以后统计中包括了为了扩大规模至15万吨/年的基建投资。

上述费用中未包括1969年修建祥山铁矿至牟平运输精矿公路的投资1690万元。

7．生产指标

祥山铁矿选矿厂历年生产指标见表8-19。

原矿加工费分析见表8-20。

（二）矿石性质

祥山铁矿可能属晚期正岩浆矿床或接触交代矿床。主要矿体是Ⅴ号矿体，赋存在大理

岩与混合斜长岩之间的辉岩中，顶板为大理岩，底板为混合岩化斜长角闪岩。

矿石中金属矿物以磁铁矿为主，黄铁矿次之。非金属矿物以辉石为主，角闪岩、碳酸盐矿物次之。磁铁矿嵌布粒度2～0.02毫米，但一般为0.65～0.08毫米之间。

表 8-19　祥山铁矿选矿厂历年生产指标

序号	项目	单位	年份								
			1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
1	原矿处理量	吨	5822	80200	95263	100305	112192	38111	110917	135655	172517
2	精矿产量	吨	2018	30051	37006	40406	42004	13278	42122	52025	52962
3	原矿品位	%		30.78	30.16	30.99	30.08	29.15	30.98	31.27	31.91
4	精矿品位	%		63.66	63.62	64.10	66.24	68.04	67.65	67.21	66.91
5	尾矿品位	%			8.51	8.46	8.47	8.34	8.55	8.70	8.61
6	金属回收率	%		81.90	82.81	83.76	82.42	81.31	82.94	82.80	83.44
7	选矿比		2.89	2.61	2.57	2.48	2.67	2.87	2.63	2.84	3.33
8	球磨机利用系数	吨/米³·时				1.26	1.21	1.48	1.46	1.52	1.52
9	球磨机作业率	%				76.7	82	22.3	71.6	81	82
10	破碎机作业率	%						13.8	48.9	58	57
11	钢球消耗量	公斤/吨					1.20	1.12	1.08	1.08	1.27
12	电耗量	度/吨						26.4	22.4	26.0	23.2
13	原矿加工费	元/吨	5.11	6.07	5.73	5.82	5.16	8.51	6.08	6.74	5.87
14	精矿成本	元/吨	39.05	32.54	29.46	29.05	35.36	37.63	26.72	35.48	38.98

注：1. 原矿品位为经磁滑轮选别后的品位；

2. 精矿成本已扣除分摊的基建投资费用；

3. 1974年选矿厂进行改造，所以作业率很低。

表 8-20　祥山铁矿选矿厂原矿加工费分析

序号	项目	消耗指标		消耗品		金额
		单位	耗量	单位	单价	（元）
1	辅助材料：					
	破碎衬板	公斤/吨	0.08	元/公斤	1.00	0.08
	钢　球	〃	1.27	元/公斤	0.60	0.76
	球磨衬板	〃	0.40	元/公斤	1.00	0.40
	润滑油	〃	0.10	元/公斤	1.00	0.10
	滤　布	米²/吨		元/米²		
2	工艺用电	度/吨	26.4	元/度	0.11	2.94
3	工艺用水	米³/吨	4.58	元/米³	0.10	0.458
4	生产工人工资					0.29
5	生产工人附加工资					0.037
6	折旧费					0.38
7	维修费					0.30
8	车间经费					0.10
	合　计					5.81

矿石多元素分析约为$TFe=31\%$、$SFe=23.36\sim28.56\%$、$FeO=10\%$、$SiO_2=29\%$、$CaO=0.036\sim0.059\%$、$P=0.22\%$（贫矿）、$S=1.6\%$（高硫贫矿）。

磷的含量在浅部较高，而硫的含量则在深部较高。

原矿容重为1.8～1.9吨/米^3。祥山矿石与大孤山矿石的可磨性之比（磨至相同粒度其磨矿时间之比）：贫矿为0.69、高硫贫矿为0.31。

（三）工艺流程

祥山铁矿选矿厂的破碎工段为三段一闭路流程。中、细碎产品合并经磁滑轮干选抛除部分废石。中细碎有两个系统，即圆锥破碎机系统和锤碎机系统，后者为备用设备。选矿工段为一段闭路磨矿、二段磁选、精矿细筛（60目）分离云母摇床再选。摇床之中精矿经沉淀脱水后用拖斗车返回磨矿再磨。选矿厂最终精矿经沉淀池沉淀一星期后含水约12%，用人工装汽车运至牟平铁厂球团车间。祥山铁矿选矿厂设备联结系统见图8-18。破碎流程参数测定结果见图8-19。磁滑轮干选流程测定结果亦见图8-19。磁选流程测定结果见图8-20。

（四）生产改革

祥山铁矿初期规模为5万吨/年。人工采运。选矿厂的设备也较简陋，多数设备是自己制造或地区解决的。原破碎为三段一闭路流程。粗、中碎分别采用1台400×600及1台250×400颚式破碎机。细碎采用2台ϕ600×400对辊破碎机。选矿为一段闭路磨矿。一段磁选。精矿用沉淀池脱水。开始安装的球磨机规格为ϕ1200×1200，该机未运转又改成ϕ1500×3000的格子型球磨机，1970年又增加1台，使之选矿厂规模达至10万吨/年。1974年再增加1台球磨机从而达到目前15万吨/年的规模。破碎系统除粗碎没有变动外，其他作了不少改进。改进的设备联系系统见图8-15。现将几项重要革新成果分述如下：

1．加翻车机

原进选矿厂之矿石用无极绳运输，人工卸矿。1975年改电机车运输，并在选矿厂的原矿仓上增设1台翻车机，该机可同时翻卸3个0.55米^{3}矿车。翻车机由电动机、减速器驱动一根长轴上的两个绳轮而带动其转子旋转。翻车机的配置示意见图8-21。

2．取消球磨机的泥勺

螺旋分级机返砂进入球磨机的传统方法，是由球磨机进料端的泥勺将返砂挖入球磨机内。由于祥山铁矿选矿厂采用单螺旋分级机，分级机螺旋旋转方向正好与返砂排出方向一致。1976年将1台分级机主轴尾端加了六个刮料叶片，并将返砂流槽入口改至分级槽体的侧面，返砂通过7°左右坡度的溜槽自流（加水冲）到球磨机进料鼓内。从而取消了球磨机的泥勺。其结构示意见图8-22。

3．增加一次磁精选作业

该厂原为一次磁选作业，1973年增加一次磁精选作业，可提高精矿品位2～4%，个别可达7%。

4．增加分离云母六角筒筛

祥山铁矿选矿厂原生产的精矿中，含有比磁铁精矿粗的云母、蛭石等脉石，影响球团矿的质量。后增设了筛孔为60目（现改为75目）的2台（ϕ800～1000）×2000六角形筒筛。筛下细粒级产品为合格精矿。筛上产品再经1台摇床选别粗粒级铁精矿（实际是中矿）。采取这一措施后，使精矿中含云母量从4～5%降为1%。筒筛的结构见示意图8-23。

5．加金属探测器及自动刮料装置

自从ϕ1200短头圆锥破碎机投产后，常因铁块进入破碎机腔内而发生事故。后在给矿带式输送机上装设了两台金属探测器，并配备4个人进行手选大于25毫米的铁件。现又加设2台自卸刮料装置，当铁件进入刮料区时，刮板将自动把胶带面上的一段矿石和铁件刮至金属斗中。待破碎系统停止给矿时，再将该斗矿石卸到下面的带式输送机上，以人工选

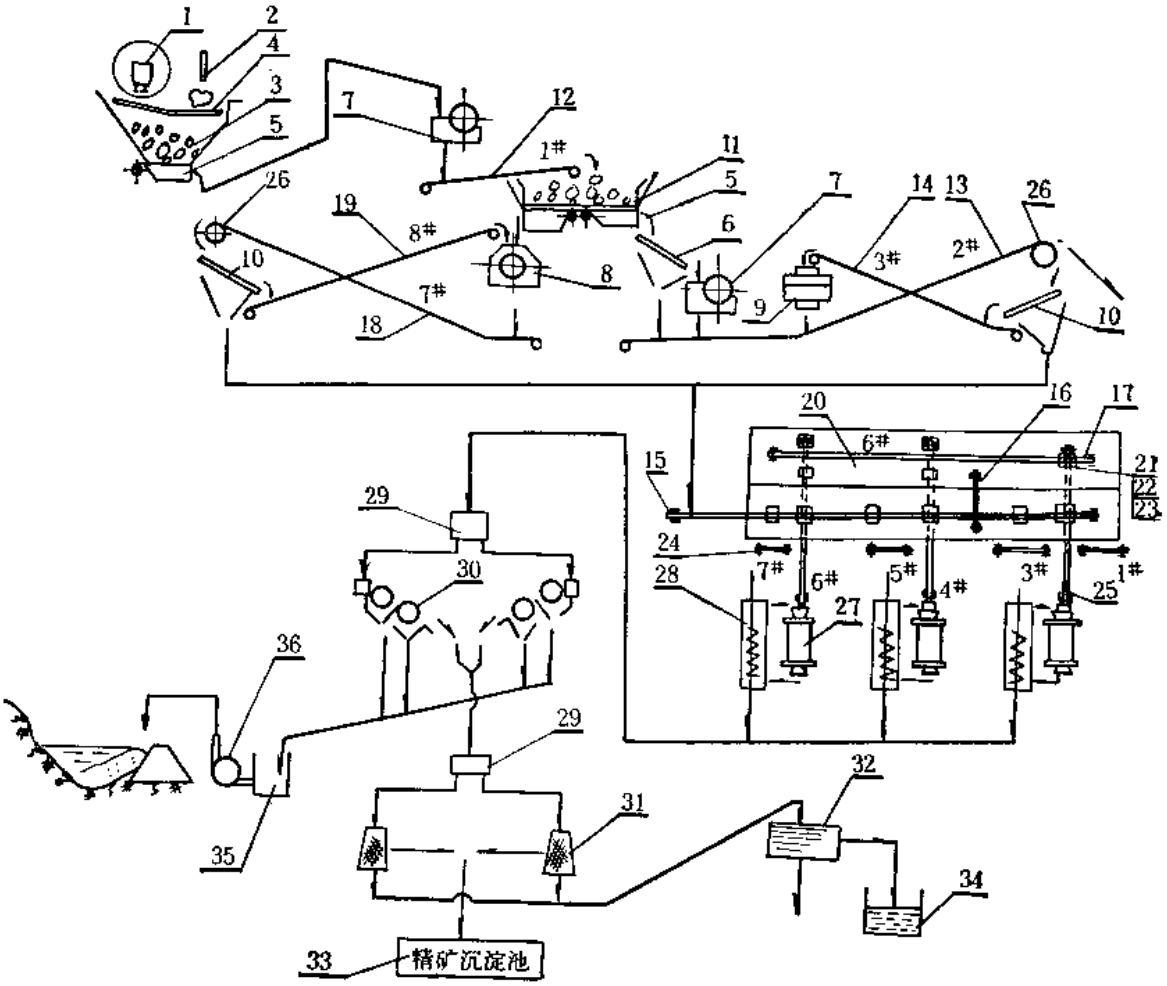


图 8-18　祥山铁矿选矿厂设备联结系统图

1—ϕ2000×5600翻车机1台；2—GP80风动破碎锤1台；3—原矿仓，贮量=50吨；4—固定筛1个，筛隙=300毫米；5—980×1240槽式给料机3台；6—固定筛2台，筛隙=35毫米；7—400×600颚式破碎机2台；8—1000×600锤式破碎机1台；9—ϕ1200短头圆锥破碎机1台；10—1500×2000振动筛2台；11—缓冲矿仓；贮量=10吨；12～19—1#至8#带式输送机8条；20—磨矿仓，贮量=1000吨；21—280×450槽式给料机1台；22—闸板阀3台；23—600×600摆式给料机8台；24、25—选1#、3#、5#、7#及2#、4#、6#带式输送机7条；26—ϕ800×800永磁磁滑轮2台；27—ϕ1500×3000格子型球磨机3台；28—ϕ1200高堰式单螺旋分级机3台；29—分配箱2个；30—ϕ600×1500半逆流永磁磁选机4台；31—ϕ800～ϕ1000×2000六角云母筒筛2台；32—1850×4500弹簧摇床1台；33—20×7×2米沉淀池11个；34—摇床精矿沉淀池1个；35—尾矿泵坑1个；36—4PS砂泵6台（尾矿用3段泵扬送）

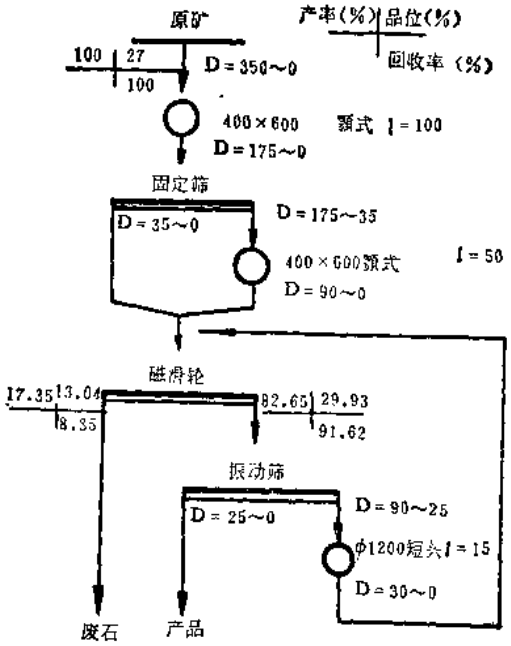


图 8-19　祥山铁矿选矿厂破碎流程测定

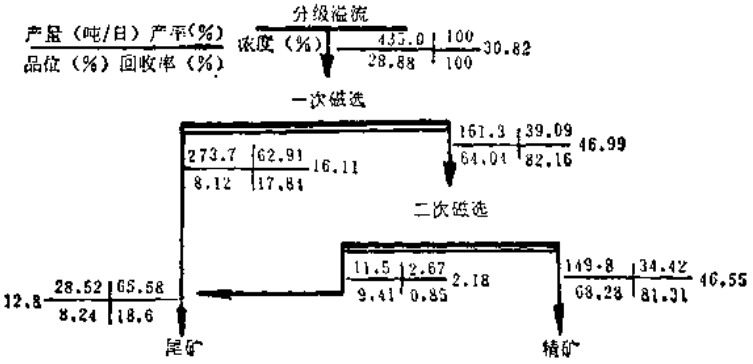


图 8-20　祥山铁矿选矿厂磁选流程测定

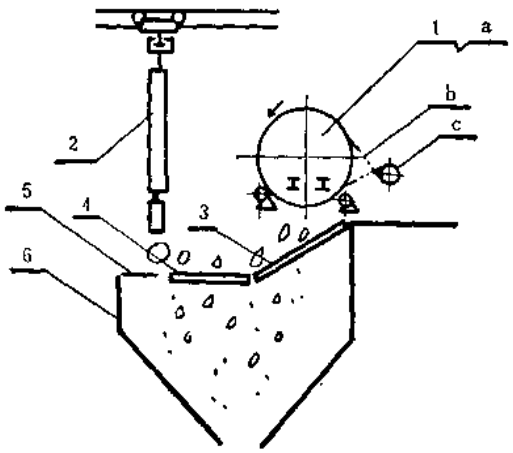


图 8-21　祥山铁矿选矿厂原矿仓翻车机配置示意图
1—翻车机（a—转子，b—钢丝绳，c—绳轮）；2—GP80风动破碎锤；3—固定筛；
4—重轨筛；5—平台；6—原矿仓

出其中的铁件。这样，不但可减少手选工人，还可保证选净铁件。刮料器的胶皮刮板，由电动机、减速器组成的驱动装置驱动。其配置见示意图8-24。

6．拟再改革的问题

（1）主厂房磨矿跨间没有安装起重机。由于磨矿系列增多，检修操作甚感不便。虽然曾多次想加起重机，但由于厂房基础不行而作罢。如能添设专用的电动或液压螺旋千斤顶，则对球磨机的研瓦工作会带来不少方便。

（2）用沉淀池进行精矿脱水（精矿含水12%）不能满足球团矿的生产要求。所以铁厂只好将精矿在原料仓或地面堆存一段时间后，待水分降低至6～9%，才能造球。而且沉淀池在冬季冻冰、雨天雨淋、劳动强度大，所以该厂正准备采用过滤。

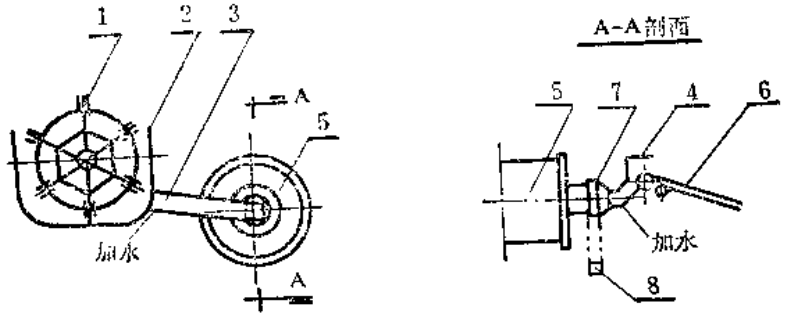


图 8-22　祥山铁矿选矿厂取消球磨机泥勾示意图

1—增加的括板；2—分级机槽体；3—返砂溜槽；4—给矿漏斗；5—球磨机筒体；6—给料带式输送机；7—球磨机进料鼓；8—已取消之泥勾

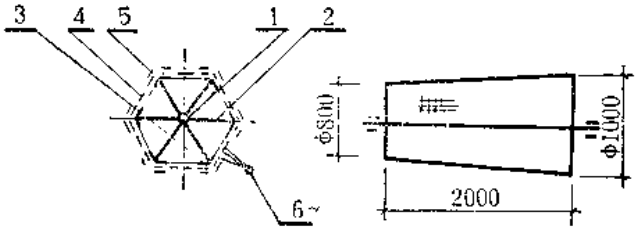


图 8-23　祥山铁矿选矿厂六角筒筛示意图

1—轴；2—筋柱杆；3—角钢；4—75目尼龙丝筛网；5—木制筛框；6—冲洗水管

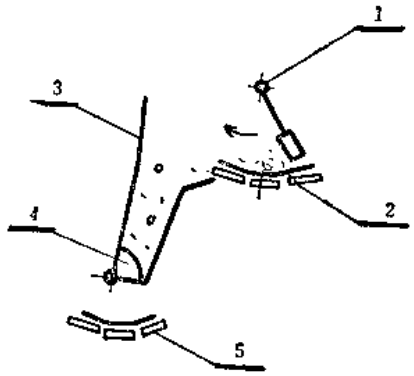


图 8-24　祥山铁矿选矿厂除铁括料器示意图

1—括料器；2—给矿带式输送机；3—金属料斗；4—手动扇形阀；5—返矿带式输送机

二、桃冲铁矿选矿厂

（一）概况

桃冲铁矿位于安徽省。该矿隶属于马鞍山钢铁公司。

该矿在六十年代初期建成一座100万吨/年以上规模的破碎厂生产高炉块矿，1967年该

矿在马鞍山钢铁设计院协助下自行设计，并自行施工建成一座处理粉矿的15万吨/年的单一重选厂，1970年改为磁重联合流程。

选矿厂现生产50～15毫米粒级的半自熔性高炉块矿、2～0毫米的半自熔性烧结粉矿和供化工用的含铁68%的云母状镜铁精矿三种产品。

（二）矿石性质

桃冲铁矿属矽卡岩型高温热液交代镜铁矿。矿体上盘为黄龙灰岩或石榴子石矽卡岩，下盘为棲霞灰岩。主要金属矿物为镜铁矿，次为磁铁矿。脉石矿物有钙铁石榴子石、钙铁辉石、绿帘石、方解石、石英等。矿石地质品位多元素分析为：$TFe=38.7\%$、$FeO=5.53\%$、$SiO_2=20.28\%$、$CaO=11.66\%$、$S=0.107\%$、$P=0.015\%$、碱度为0.57。矿石硬度$f=8\sim10$。真比重：铁矿石为3.51、灰岩为2.6。

（三）工艺流程

破碎为二段一闭路流程。粗碎后在带式输送机地下室内冲水（成为泥水池）洗矿、手选。选矿为一段闭路磨矿，磨至2～0毫米经一段磁选、一段摇床进行选别。现生产工艺流程见图8-25。

该厂的生产指标为：处理原矿10万吨/年，块矿产率约60%左右；入选原粉矿品位约26～29%，可选得品位为49～53%粉精矿；回收率69～75%；尾矿品位约13～14%；电耗约9度/吨；粉精矿成本45元/吨左右。

该厂采用的主要选矿设备有：900×1200颚式破碎机1台、ϕ1650标准圆锥破碎机1台、ϕ1500×3000格子型球磨机2台、ϕ1500单螺旋分级机2台、ϕ780×1800永磁筒式磁选机2台、6S摇床16台。精矿用沉淀池脱水。

该厂磨矿及磁选属粗磨、粗粒级选别作业，在国内比较少见。选出部分品位为68%的镜铁精矿作为化工原料也很少见。

ϕ1500×3000格子型球磨机的给矿粒度为15～0毫米，磨矿产品粒度为2～0毫米，其台时产量年平均高达20.76（1975年）。

三、祁东铁矿庙冲选矿试验厂

（一）概况

祁东铁矿庙冲选矿试验厂，位于湖南省，有公路与外地相通。

该厂原是衡阳地区白地市钢铁厂的组成部分之一。由中南矿冶学院设计并于1973年初建成，规模为15万吨/年。

鉴于祁东铁矿储量较大，矿石类型及品种较为复杂。在筹建大选厂的过程中，为了验证有关研究单位的小型选矿试验结果，湖南省冶金局于1973年11月决定，利用庙冲选厂进行改造作为祁东铁矿工业试验基地。长沙矿山设计院根据研究单位提供的试验流程进行了改造设计，于1975年完成改建工作，1976年正式投入工业试验。选矿系统每日可处理原矿120～140吨。原矿由采样点供给。

（二）矿石性质

祁东铁矿为海相沉积变质矿床，系高硅低硫中磷微细粒嵌布的贫铁难选矿石。矿石中金属矿物以磁铁矿、赤铁矿为主，次为假象赤铁矿、镜铁矿，还有少量褐铁矿、针铁矿、黄铁矿、磁铁矿、斑铜矿、闪锌矿及方铅矿。矿石中有益组分钛、钒、钼、镓、锗均未达到综合回收指标；有害杂质硫及砷含量很低，含磷中等（主要以磷灰石矿物存在）易于选

除。脉石矿物以石英为主，另有云母、绿泥石、阳起石、绿帘石、石榴子石、透闪石、角闪石等，尚有少量方解石、白云石、磷灰石。

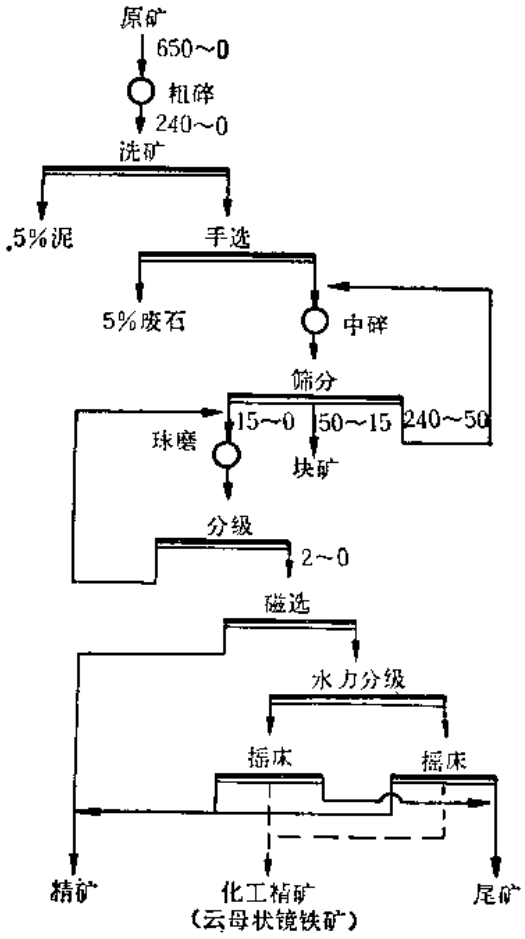


图 8-25 桃冲铁矿选矿厂工艺流程图

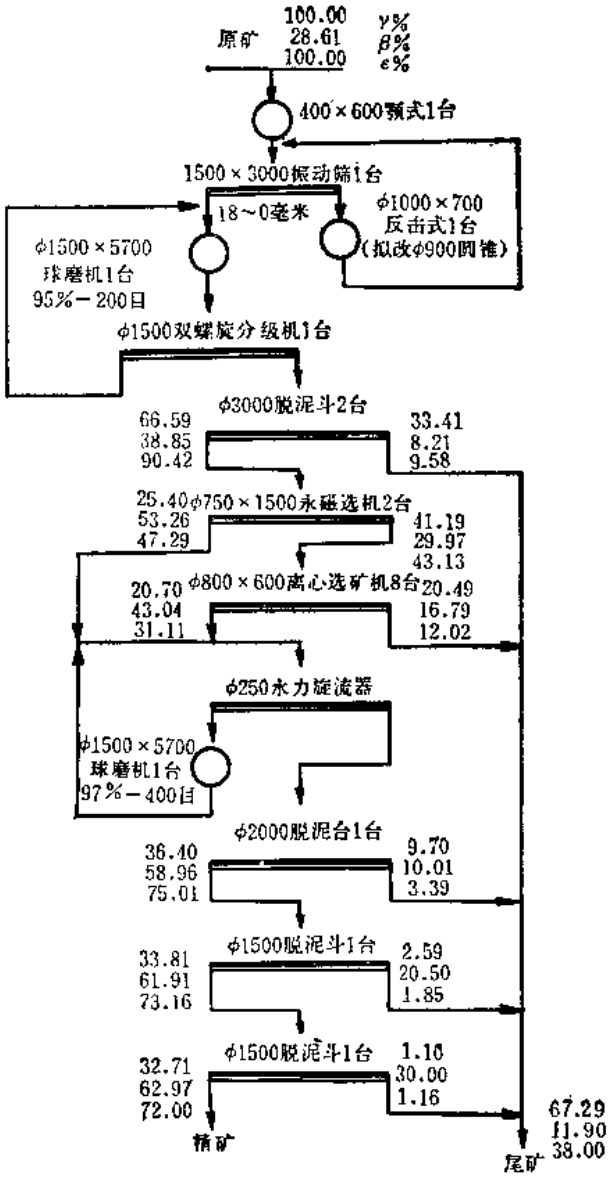


图 8-26 庙冲选矿试验厂工业试验流程之一

矿物的粒度嵌布特性，按分布累积重量80%计，大部分磁铁矿分布在74～26微米之间；而赤铁矿为13～9微米；脉石为74～37微米。

（三）工艺流程

原设计及投产初期流程为两段一闭路破碎、一段开路球磨、单一磁选流程。改造设计及试验流程破碎仍为两段一闭路，磨矿选别流程依据试验要求而定。最主要的工艺流程为闭路磨矿-絮凝脱泥-弱磁选-离心机重选-粗精矿再磨-絮凝脱泥，见图8-26。其指标为原矿品位28.61%、精矿品位62.97%、回收率72%、尾矿品位11.9%。絮凝脱泥药剂为腐植酸铵，单位消耗约1.5公斤/吨。

该厂所采用的主要设备见表8-21。

表 8-21 庙冲选矿试验厂主要设备

序号	名称	台数	备注
	（一）投产初期设备		
1	400×600颚式破碎机	1台	
2	φ1000×700 反击式破碎机	1台	
3	1500×3000自定中心振动筛	1台	
4	980×1240 槽式给料机	1台	
5	φ1500×5700 球磨机	2台	
6	φ750×1500 永磁磁选机	2台	
7	φ2000 磁力脱水槽	4台	
8	10米² 折带式过滤机	1台	
9	SZ—2 水环式真空泵	2台	
10	带式输送机	10条	
	（二）改建后增加的设备		
1	φ1500 沉没式双螺旋分级机	2台	
2	φ800×600 离心选矿机	8台	
3	φ125 水力旋流器	18台	
4	φ250 水力旋流器	1台	
5	φ3000、φ2500、φ2000、φ1500分泥斗	共6台	
6	φ1200×1200 格子型球磨机	1台	
7	φ2000、φ1500、φ1000搅拌槽	共7台	
8	2PNJ 胶泵	6台	
9	φ50 立式砂泵	6台	
10	φ9米、φ6米、φ3.6米 浓缩机	共4台	
11	双环给药机	2台	
12	XJK—0.35 浮选机	12槽	
13	φ900 短头圆锥破碎机	1台	

第五节 复合铁矿浮磁选矿厂实例

一、坪上铁矿选矿厂

（一）概况

坪上铁矿位于山东省。只有公路与各地相通。

该矿于1971年6月开始建设。当时只有100人、1台水泵、2台电动机、10万元资金。第二年临沂地区投资42万元，请来一个选矿技术员，自己设计，自修自制设备，自建厂房，用了五个半月的时间建成一座规模为1.3万吨/年（50吨/日）的综合回收铜的铁矿选矿厂。1976年扩建为3万吨/年。1974年完成了矿山采运机械化改造。

全矿拥有采矿、选矿、机修、化验室、高炉（暂未生产）水泥厂等生产设施。总投资约162万元，其中选矿厂为60万元。

该矿虽然设备性能差，并且厂房简陋，但生产指标较高。目前规模已达125吨/日。入选原矿品位：$TFe=28\sim30\%$、$Cu=0.2\%$左右。可选得品位为62%回收率为90～93%的铁精矿；可综合回收品位为8～12%，回收率为50～60%的铜精矿；尾矿含铁仅3～5%。该矿正

在进行回收硫的工业试验（因无实验室），并准备另建一座规模为10万吨/年的选矿厂。

该矿为低洼露天开采。矿石由0.6米^{3}柴油铲或电铲装至0.55米^{3}矿车中经卷扬机提升至地面堆放，然后又用0.2米^{3}电铲再装至0.55米^{3}矿车中，再用7吨电机车拖运到选矿厂，又经14千瓦卷扬机拉至高架式原矿受矿仓人工卸至矿仓中。

铁、铜精矿由临沂地区统一调出。尾矿原自流入绣针河里，现改用$2\frac{1}{2}$PS砂泵泵到附近的洼地中，澄清水用泵返回再用。

（二）矿石性质

坪上铁矿生成于前震旦纪变质岩系之大理岩化花岗闪长斑岩与大理岩之接触带，属高温热液接触交代型矿床。

矿石中金属矿物主要为磁铁矿，并含少量黄铜矿、黄铁矿。脉石矿物主要有滑石、方解石、绿泥石及蛇纹石等。

磁铁矿多为他形晶粒状结构，颗粒一般为0.1～0.14毫米。最大为0.4毫米，最小为0.004毫米。黄铜矿一般呈他形粒状结构，颗粒一般为0.014～0.069毫米。黄铁矿主要为半自形粒状结构，颗粒一般为0.1～0.2毫米。

矿石中因含滑石、方解石较多，故较软、也易泥化。

矿石多元素分析见表8-22。

表 8-22 坪上铁矿石多元素分析

元　素	TFe	Cu	S	Co	Au	Ag	Ni	Pb	Zn	MgO	CaO
含量（%）	34	0.136	0.69	0.0076	0.75克/吨	＞1克/吨	0.005	0.13	0.048	11.45	10.23

注：1．除全铁外根据青岛冶金试验厂分析；

2．地质报告中S＝3.08%。

（三）工艺流程

选矿厂经多次改革后，工艺流程为：两段开路破碎，产品粒度约50～0毫米；一段闭路磨矿，磨至70%－200目（不选铜时40%－200目）；先浮后磁。工艺流程见图8-27。设备联结系统见图8-28。

1976年曾将选别流程改为先磁后浮，以节省动力及药剂消耗量。但由于磁尾浓度仅达3～5%，药剂消耗未能降下来。1977年因处理58年时采出之粉矿，含铜很少，故未开动浮选机械。其主要技术经济指标见表8-23。

表 8-23 坪上铁矿选矿厂 1977 年生产技术经济指标

项　目	品位（%）			选矿比（倍）	铁回收率（%）	球磨利用系数（吨/米^3·时）	球磨机作业率（%）	单位消耗			成本（元/吨）
	原	精	尾					钢球（公斤/吨）	电（度/吨）	水（米^3/吨）	
指　标	28	62	4.5	3	90.5	1.5	76.5	0.63	14.6	5.5	87.95

注：成本高的原因：矿山基建费摊到成本中，加之原矿装运过程复杂，所以原矿成本为25.47元/吨。生产一吨精矿的原矿费为76.41元。

二、镇江钢铁厂选矿车间

（一）概况

镇江钢铁厂位于江苏省镇江市内。

该厂于1970年建成，现有72米^{3}高炉两座。1973年利用废弃的水泥厂厂房及其球磨机，改建成一座规模约10万吨/年的选矿车间。

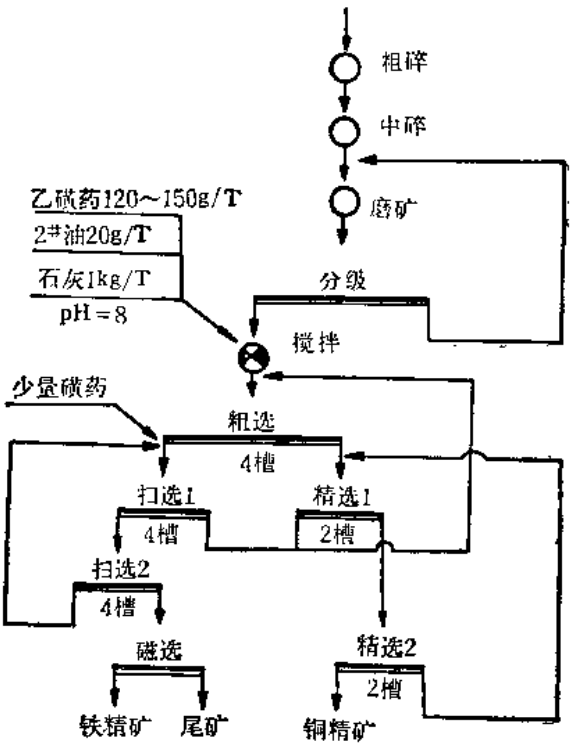


图 8-27 坪上铁矿选矿厂工艺流程图

该厂没有直属矿山，矿石大部分由镇江地区的十几个小矿山供给，如韦岗、宝盖山、磁山头、盘龙岗等铁矿。这些矿山的矿石，大都属矽卡岩型磁铁矿。原矿品位：铁一般为40～48%、硫一般为2～3%，有些矿石还含有铜（0.1～0.15%），钴（0.02%）及磷（0.2%）。矿石硬度f＝12～16。

铁精矿用带式输送机送往烧结车间进行球团。硫精矿统一调出。

尾矿用砂泵扬送至厂后的小山谷中，山谷下方筑土坝一座。尾矿澄清水从溢洪沟中排出灌溉农田。

（二）工艺流程

投产初期，流程比较简单，用的旧设备也比较多，为二段开路破碎、一段开路磨矿、一段磁选。铁精矿在沉淀池脱水。第二段破碎机采用 ϕ1300×1600不可逆锤式破碎机，由于矿石特硬，锤头和篦条磨耗严重，所以改用400×600颚式破碎机。1976年为了综合回收，硫和降低其在铁精矿中的含量，而增加了浮选，采用先浮后磁流程。用沉淀池脱水，精矿含水量高达16～17%，且用人工挖运劳动强度大，故增加1台 5 米^{2}外滤式过滤机进行精矿脱水作业。

目前生产中采用的主要设备有：粗碎用400×600颚式破碎机 2 台；中碎用400×600颚

式破碎机 1 台；磨矿用ϕ1810×6200溢流型球磨机 1 台；浮粗选用4A浮选机 8 槽；浮精选用3A浮选机 4 槽；磁选用ϕ750×1800永磁磁选机 1 台；脱水用ϕ2000磁力脱水槽及5米^{2}外滤式过滤机各 1 台。

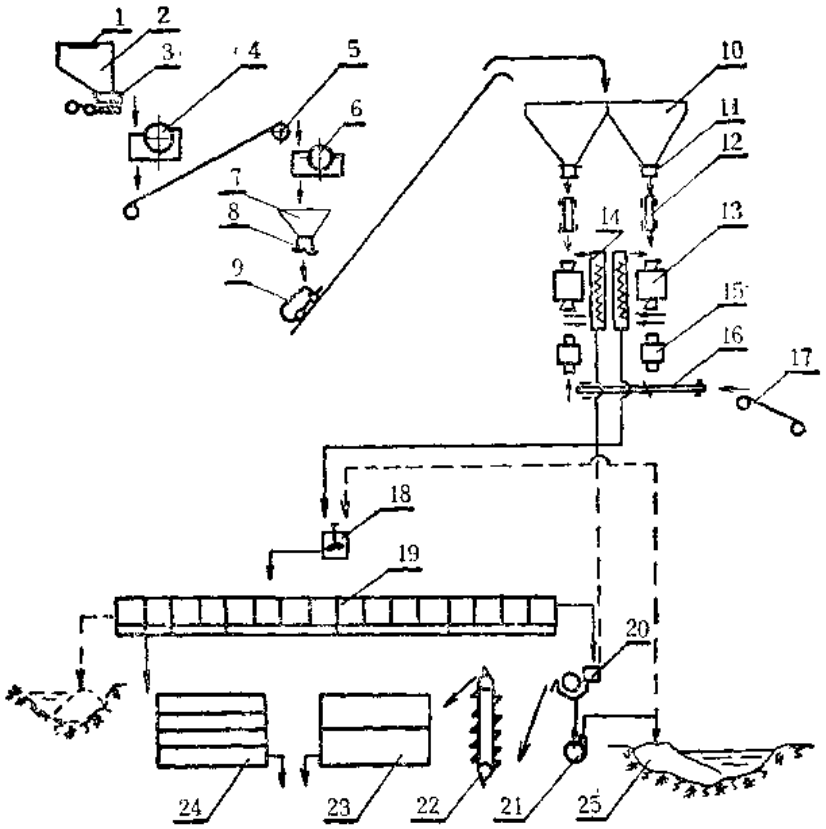


图 8-28　坪上铁矿选矿厂设备联结系统图

1—格筛；2—原矿仓；3—980×1240 槽式给矿机；4—400×600 颚式破碎机；5—B＝500带式输送机；6—250×400颚式破碎机；7—小料仓；8—400×400 手动扇形阀；9—箕斗配0.5吨绞车；10—磨矿仓；11—400×400手动阀；12—给料带式输送机；13—ϕ1200×1500溢流型球磨机；14—ϕ750 单螺旋分级机；15—ϕ1000×1000溢流型球磨机；16、17—给料带式输送机；18—ϕ1000 搅拌槽；19—5A 浮选机16槽；20—ϕ600×1890 永磁磁选机；21—$2\frac{1}{2}$PS砂泵；22—斗式提升机；23—铁精矿沉淀池；24—铜精矿沉淀池；25—堆尾矿洼地

浮选作业使用丁黄药80克/吨，2#油40克/吨、硫化钠150克/吨。

1972 年至 1977 年的生产指标：原矿品位 42.9～46.64%；铁精矿品位含铁 64.07～66.5%、含硫0.3%左右（未加浮选前为1～1.5%）；铁回收率为82.46～90.37%。1977年铁精矿成本为53.74元/吨，其中矿石费用占42.44元/吨精矿，原矿加工费为6.6元。

该车间虽然经过不少改进，但仍有不少问题不好解决，如人工推小车运原矿；两段开路破碎粒度比较粗（最大粒度30～50毫米）；采用球磨机型号不合理，加之又是开路磨矿，当磨矿细度为55%－200目时，其利用系数仅0.6左右；浮选未能综合回收铜；总系统生产能力满足不了全厂生产需要等。故该厂正在建设处理原矿17.5万吨/年的选矿车间。

（三）5米²外滤式过滤机过滤粗精矿的使用效果

该厂精矿的特点是粗而重，重的原因是精矿品位高达65%以上。经筛析，精矿粒度一般达不到55%－200目，而常常是40～50%；因而过去该厂虽然有1台5米²外滤式圆筒型真空过滤机长期闲置不采用而用沉淀池脱水。后来确实感到沉淀池弊多利少，于是带有尝试性地安装了这台设备。经过几个月的生产运转，情况很好，其台时生产能力达到6吨，精矿含水一般8～9%（换滤布生产1个多月后水分稍有增高，最高达13～14%）。

三、闲林埠铁矿选矿厂

（一）概况

闲林埠铁矿选矿厂位于浙江省。

该厂于1964年由南昌有色冶金设计院设计，规模为24万吨/年。实际生产能力为720吨/日。磨浮共3个系列，其中处理钼铜型矿石1个系列；铜铁型矿石2个系列。

（二）矿石性质

闲林埠铁矿矿石类型属矽卡岩型含钼、铜磁铁矿石。主要金属矿物有磁铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、黄铁矿。脉石矿物主要为透辉石、石榴石、石英等。由于铜、钼在矿体中分布不均匀，根据有用金属的分布情况和选矿工艺的要求，分为钼、铜矿石和铜、铁矿石两大类。其化学分析见表8-24。

表 8-24 闲林埠铁矿石化学分析

矿石类型	元素	Fe	S	Cu	Mo	Zn	Co	Ni	Au	Ag	SiO_2
铜铁矿	含量(%)	35.35	4.302	0.246	0.0028	0.115	0.002	0.0032	0.2克/吨	12克/吨	24.64
钼铜矿	含量(%)	33.55	3.0	0.15	0.181	0.08	0.001	0.001			25.74

在两种矿石中，铜矿物主要为黄铜矿（占80～91%），其次为次生硫化铜（占3%）。黄铜矿晶粒为0.02～0.25毫米，常呈细粒浸染于磁黄铁矿中。钼矿物中辉钼矿占98～99%，另有极少量钼华。辉钼矿主要分布在磁铁矿内，粒度一般为0.1～0.25毫米。铁矿物中磁铁矿占90～94%其余为黄铁矿、赤铁矿、菱铁矿及褐铁矿。磁铁矿晶粒为0.01～0.1毫米。黄铁矿晶粒为0.12～3毫米。

矿石比重为3.8。小于15毫米粒度的矿石的容重为2.17吨/米³。矿石硬度为 $f=14\sim16$。

（三）工艺流程

闲林埠铁矿选矿厂为三段一闭路破碎、一段闭路磨矿、先浮后磁流程。钼、铜矿石的浮选顺序是先混合浮钼、铜，然后分离。混选作业的尾矿浮选硫，最后磁选铁。工艺流程见图8-29。

该厂经过多年生产后所取得的指标与设计指标对比见表8-25。

（四）主要设备

1．破碎

破碎系统有600×900颚式破碎机1台、ϕ1200标准型和ϕ1200短头型圆锥破碎机各1台、980×1800及1500×3000振动筛各一台，处理能力约60吨/时。

表 8-25　闲林埠铁矿选矿厂设计与生产指标

指标依据	指标名称	元素			
		Fe	S	Cu	Mo
设计	原矿品位（%）	33.3	3	0.15	0.18
	精矿品位（%）	56	30	12	45
	回收率（%）	64	35	74	86
生产	原矿品位（%）	35	3	0.2	0.15
	精矿品位（%）	56	30	12	45～47
	回收率（%）	75～80	40	80	89
	产率（%）	49	3	2	0.2

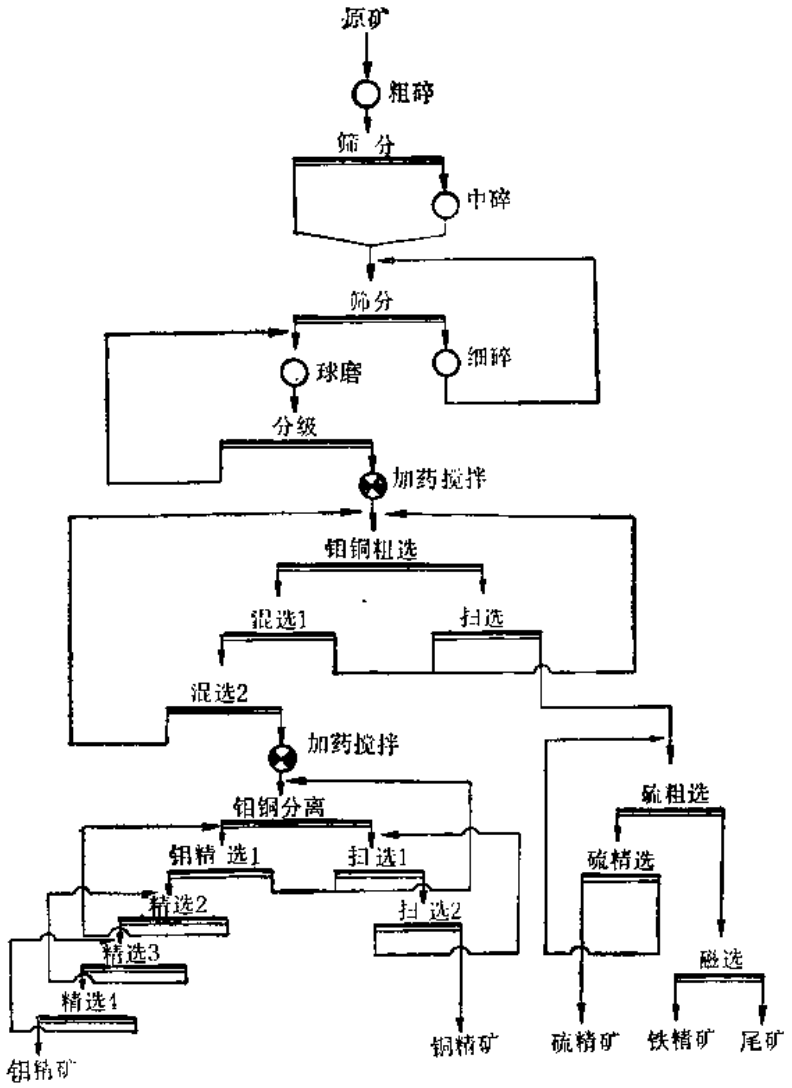


图 8-29　闲林埠铁矿选矿厂钼铜矿石选矿工艺流程图

2．磨矿

磨矿系统有ϕ2400×1200圆锥形球磨机及ϕ1500单螺旋分级机各3台。台时处理能力为9.5吨。

3．浮选

浮选系统有5A型浮选机48槽、4A12槽、3A3槽、2A14槽。

4．脱水

硫精矿和铜精矿浓缩各采用1台ϕ12米浓缩机。钼精矿采用1台ϕ3.6米浓缩机。

铁精矿采用2台25米^{2}内滤机。硫精矿采用1台10米^{2}外滤机。钼和铜精矿各采用1台5米^{2}外滤机。

钼精矿干燥采用2台ϕ600×7000圆筒型干燥机。

第六节　回收铁精矿的选矿厂实例

一、烟台化工厂选矿车间

（一）概况

烟台化工厂位于山东省烟台市郊。

该厂原是生产磷肥的一个化工厂。为了生产磷肥，则需制造硫酸，从而产生了硫铁矿烧渣。

为了综合利用，变废为利。烟台化工厂在有关单位的协助下，于1971年8月开始建设利用硫铁矿烧渣的工程。1972年建成选矿、球团及5米^{3}高炉各一座。总投资约70万元，其中选矿工程约15万元。投产至今（1978年4月）高炉已生产860天。生产铸造生铁8200吨、成本约200元/吨。高炉利用系数2.1。焦比0.95。

（二）原渣性质

烟台化工厂的原料之一的硫精砂及硫铁矿，系由山东省烟台地区的招远金矿、牟平金矿及乳山铜矿等地供应。其中硫铁矿经破碎、粉磨后，与硫精砂混合配料再进入沸腾炉焙烧制取硫酸。硫矿粉经焙烧后，产生粒度为－200目占80～60%的残渣进入旋风除尘器经水淬沉降。这种烧渣，即称为原渣。

烟台化工厂生产的原渣系棕黑色渣，为土状粉末。镜下观察，金属矿物以磁赤铁矿为主，次为赤铁矿和磁铁矿，偶见闪锌矿等有色金属矿物。磁赤铁矿是赤铁矿经过还原作用后生成的，具有磁性。铁矿物呈圆环、圆球及不规则颗粒，为蜂窝状及疏松多孔结构。硅酸盐类矿物与磁赤铁矿紧密掺合，常呈结合体存在。

原渣的个别样化验结果见表8-26。

表 8-26　烟台化工厂的个别原渣样化验结果

元　素	TFe	FeO	CaO	MgO	Al_2O_3	SiO_2	S	P	Zn	Pb	Cu	As
含　量（%）	52.54	8.66	1.41	0.96	3.39	15.62	0.26		0.43	0.50	0.25	0.035

注：1．TFe一般为48～52%；

2．S一般为0.7～1%。

（三）选矿工艺流程

烟台化工厂硫铁矿烧渣的选矿试验和设计工作是由有色金属研究院广东分院完成的。

选矿工艺流程为二段磁选、一段摇床重选。选矿车间选用的主要设备有：ϕ600×1500顺流型及ϕ600×900半逆流型永磁筒式磁选机各1台、(1500—1800)×4500摇床2台(冲程12毫米，冲次320次/分，处理能力0.7吨/台·时)。现生产的设备联结系统见图8-30。

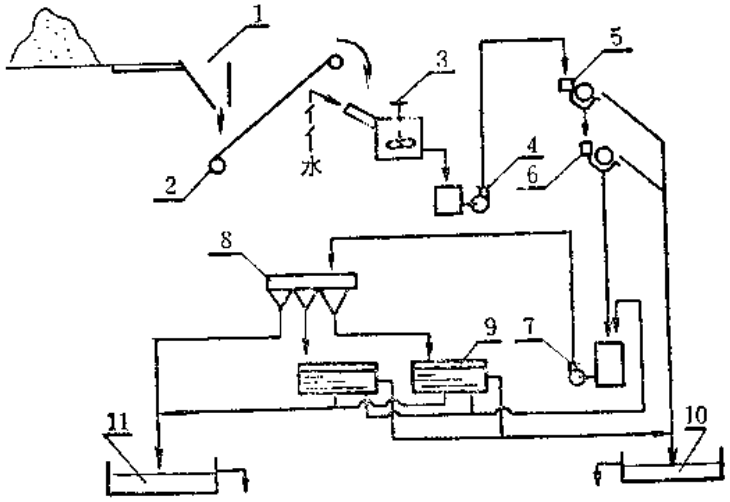


图 8-30　烟台化工厂选矿车间设备联结系统图

1—料斗；2—B=500带式输送机；3—ϕ800搅拌槽；4—2PN砂泵；5—ϕ600×1500永磁磁选机；6—ϕ600×900永磁磁选机；7—2PN砂泵；8—水力分级箱；9—(1500—1800)×4500摇床；10—精渣沉淀池，11—尾渣沉淀池

烟台化工厂选矿车间的选别指标为：原渣品位Fe=48～52%；磁选精渣品位Fe=57～59%、重选精渣品位Fe=54～56%；尾渣品位Fe=37～42%；精矿铁总回收率约70%。要求综合精渣Fe>55%、S<0.7%、SiO_2<12%。个别综合精渣样化验结果见表8-27。

表 8-27　烟台化工厂选矿车间个别综合精渣样化验结果

成　分	TFe	FeO	CaO	MgO	Al_2O_3	SiO_2	S	水	粒　度（-200目）
含　量（%）	55.68	9.68	4.49	0.81	3.67	10.84	1.09	20	>60

二、勿兰乌苏磷矿选矿厂

（一）概况

勿兰乌苏磷矿选矿厂，位于辽宁省建平县境内。目前，该矿有两个选矿厂。一个是西矿区选矿厂，一个是东矿区选矿厂。

西矿区选矿厂是1970年建成投产的一座日处理能力为150吨原矿的选磷厂。开始时设备简陋。几年来逐渐完善，到1973年已建成初具规模的采矿、选矿、制肥的小型联合企业。

东矿区选厂是鞍山矿山设计院设计的一座日处理能力为500吨的选磷厂。1974年基本建成，1975年3月开始生产。

（二）矿石性质

勿兰乌苏磷矿属于前震旦系中基性岩浆分异变质磷灰石矿床。矿体赋存在黑云斜长斑杂状混合岩中。主要矿物有：磷灰石、磁铁矿、钛铁矿、黄铁矿、普通角闪石、黑云母、斜长石等。原矿品位P_2O_5=3～4%、TFe=12%、TiO_2=2～3%、V_2O_5=0.12～0.02%、

表 8-28　勿兰乌苏磷矿选矿厂主要设备

序号	西区选厂		东区选厂	
	设备名称	台数	设备名称	台数
1	400×600颚式破碎机	1台	400×600颚式破碎机	1台
2	250×400颚式破碎机	2台	φ900 标准圆锥破碎机	1台
3	φ1500×1500及2300×2000球磨机	各1台	φ2700×2200及4×8英尺球磨	各1台
4	φ200及φ400水力旋流器	共3台	φ350 旋流器及耙式分级机	各1台
5	4A及5A浮选机	各6槽	2.3×5米浮选柱	1台
6	3A 浮选机	10槽	φ1.2×4米浮选柱	1台
7	2″胶泵	4台	φ1800×1500及φ1500×1500搅拌槽	各1台
8	4″胶泵	1台	φ9 米浓缩机	1台
9	沉淀池		8米² 内选机	1台
10	φ600×1800 永磁磁选机	1台	φ600×1800 永磁磁选机	1台

表 8-29　勿兰乌苏磷矿选矿厂指标

厂名	磷指标（%）				铁指标（%）		
	原矿品位	精矿品位	尾矿品位	回收率	精矿品位	回收率	产率
西选矿	3～4	28	0.3～0.4	86.33	66.39	52	9.4
东选矿	3～3.5	25～28	0.3～0.4	80～85	65		

注：磷以 P_2O_5 计算。

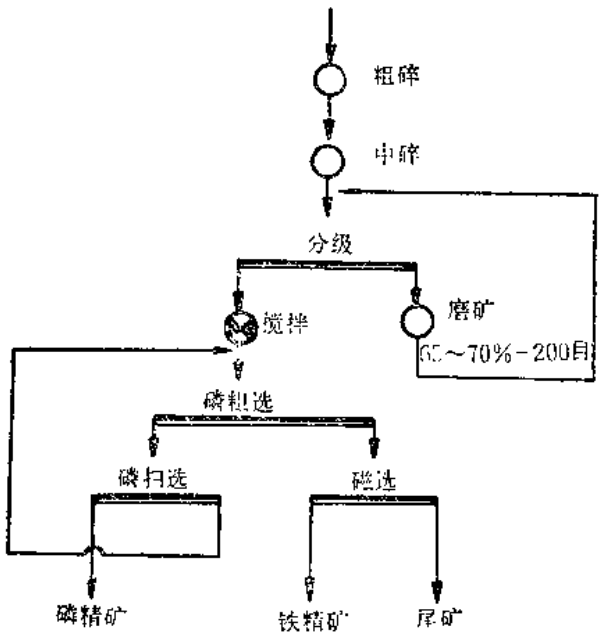


图 8-31　勿兰乌苏磷矿选矿厂生产流程图

CoO=0.007%。全铁含量的50%分布在磁铁矿中，其余分布在硅酸铁和黄铁矿中。TiO_2含量的四分之一分布在钛铁矿中，其余分布在磁铁矿、木屑石、黑云母、角闪石中。黄铁矿含钴占全钴的27%，黄铁矿单矿物含钴量可达到硫钴精矿的要求。

（三）工艺流程

西、东两选厂除磷精矿脱水外，其他流程基本相同。即两段开路破碎、一段闭路磨矿、先浮选磷后磁选铁。生产流程见图8-31。主要设备及选别指标分别见表8-28及表8-29。

第七节　综合评述

一、对小型铁矿选矿厂的几点看法

（一）发展速度快

近十年来，我国小型铁矿选矿厂从无到有，从少到多，发展速度是很快的。据不完全统计，至1977年已建成投产的近90个，这些选矿厂建成投产后，对改善高炉炼铁指标：降低成本和消耗作出了很好的榜样，现将烟台小钢联牟平炼铁厂等的高炉吃"精料"前后的生产指标对比列于表8-30。

表 8-30　高炉生产指标对比

厂名		牟平铁矿	丹阳钢铁厂	溧阳钢铁厂	吴县钢铁厂	镇江钢铁厂
吃粗料	入炉品位（Fe%）		47～48	42～43	43	44.47
	利用系数（吨/日·米³）	2.01 2.88	1.8～1.9	1.72	1.3	0.86
	焦比（吨/吨）	0.87～0.83	1.10	1.06	0.82	1.03
	成本（元/吨）	208.62～202.83	300	315	236～361	324
	合格率（%）					83
	年份	1967～1968		1972		
吃精料	入炉品位（Fe%）	59.71～60.41	57	65	59～61	49
	利用系数(吨/日·米³)	3.56～5.13	3	3.01	1.7	1.51
	焦比（吨/吨）	0.69～0.65	0.63～0.70	0.615	0.66	0.77
	成本（元/吨）	171.22～223.60	270	244		291
	合格率（%）		>95			92
	年份	1973～1977		1975		

（二）充分利用资源

我国除了大、中型铁矿外，小型铁矿遍及全国二十多个省（自治区），其中以河北、河南、山东和江苏省较多。这些省份对品位较高的矿石和易选磁铁矿资源开发利用较早，选别这种矿石的小选厂所取得的指标较高。据统计，以弱磁选为主的69个小型铁矿选矿厂约占总数的88%，这些厂中有29个厂在1977年精矿品位达到63%以上，其中有18个厂的回收率同时达到80%以上，有18个厂的精矿品位达到65%以上。1978年不少厂的选别指标又有了新的提高。

（三）不少小型铁矿选矿厂过分强调“因陋就简”致使经济效益不佳

我国小型铁矿选厂多数属地、县管理。资金以自筹为主，省和国家给予部分补助。设备的供应方法较多，过去一般由地区、省解决或外部协作、修旧利废及自己制作。七十年代末期国家有计划有步骤地配了若干套主要选矿设备以满足小选厂改造的需要。材料以自筹为主，省和国家供应部分钢材。

鉴于上述条件，多数小选厂过分强调“因陋就简”的方法，一般是先建成初具生产条件的工业生产设施，投产后逐步地改进完善。也有一些小选厂在建设之初就有周密计划和完整设计，并分期分批地建设，最后建成具有相当机械化水平的企业。还有少数小选厂则按照设计一次建成。这三种建设方法以分期分批建设为好。因为它避免了第一种方法的投产后逐步改造完善，而实际不能彻底完善或需要进行改造才能完善的缺点；又避免了第三种方法的一次建成所需资金、设备、材料不足的困难，以及由于选矿厂建成后常常因采矿、外部运输、供电等问题，在近期内达不到设计规模，致使不能很好发挥投资效益的缺点。

无论采用哪种建设方法，都应在技术合理的条件下注意精打细算。可是，有些选矿厂是违反科学办事的（例如不重视选矿试验研究工作），这不但不能节省基本建设费用，反而造成浪费（反复地改造）或使生产成本提高。

（四）单位投资高

过去已建成的多数小型铁矿选矿厂的单位投资比大、中型铁矿选矿厂高。据46个小型铁矿选矿厂的投资资料分析列于表8-31。

表 8-31 小型铁矿选矿厂单位投资分析

项目	磁选厂					
	辽、吉、黑三省	河北省	山西省	江苏省	山东省	鄂、豫、浙
个数	7	10	2	5	4	5
平均单位投资（元/吨）	15.8	9(7.8)	3.8	15.4 (7.7)	16.6	17.3

项目	其他		
	浮磁	焙烧磁选	重介质及跳汰
个数	5	2	6
平均单位投资（元/吨）	23	28	3.8

注：括号内数据按“号称规模”计算，由于设备不配套或机械化水平低实际生产无法完成那种规模。

山西省和河北省的小型铁矿选矿厂单位投资低的主要原因是：矿石易选、流程简单、机械化水平低、厂房建筑标准很低、多数无采暖除尘设施、相当多的选矿厂无尾矿库。

（五）产品成本高

小型铁矿选矿厂的铁精矿成本一般比大、中型铁矿选矿厂高。据统计，1977年37个小选厂的产品成本平均为22～135元/吨。但这些选矿厂的原矿加工费却不算太高，一般为1.7～15元/吨（有1个厂超过，达28元/吨），多数为4～9元/吨。现将统计分析列于表8-32。

小选厂成本高的主要原因是设备规格小、效率低，除此之外尚与下述问题有关：

1．有些小选厂将基建投资分摊到成本中；

2．采矿、运输成本高，使之入选原矿价格高。个别小选厂原矿运费占总成本51%；

表 8-22 小型铁矿选矿厂成本及加工费统计分析

项目	洗矿、重选		磁选		浮磁、磁重	
	个数	单位（元/吨）	个数	单位（元/吨）	个数	单位（元/吨）
精矿成本	5	31.4	27	56.8	5	58.6
原矿加工费	5	3.1	19	8.2	5	10.2

3．不少小选厂机械化水平低，劳动生产率低；

4．不少小选厂利用了修旧利废设备或自制设备，故设备备件及材料消耗多。个别厂的球磨机铁球单位消耗达5公斤/吨原矿；

5．技术管理水平差。有些小选厂不作经济分析，其中以在钢铁厂中的选矿车间较为突出。

二、建设、改造小型铁矿选矿厂的几点经验教训

过去，有些小型钢铁厂在建设中带有一定程度的盲目性，附属于它的小型铁矿选矿厂，虽然为其提供了“精料”，改善了炼铁的操作条件，节省了焦炭，降低了生产成本，但是也存在不少问题。这些问题有些在某些小选厂的改造中已得到解决；也有一些是不易解决的。现在总结起来，最重要的经验教训有如下几点。

1．要全面规划、统筹安排

建设、改造小选厂，要全面规划、统筹安排，也就是要按建设程序办事。只有这样，才能使选矿厂在建设、改造中节省投资；才能为生产创造降低产品成本的有利条件。对于那些条件不好（诸如矿石难选、矿石品位很低、外部运输条件差、水源和电源不足）的矿山建设要特别慎重对待。

2．工艺流程要合理、设备要配套

建设、改造小选厂，工艺流程要合理、设备要配套。片面追求流程简单、设备台件少，这不但不能节省投资，相反地由于不配套，发挥不了投资效果，还会影响生产，势必需要进行改造，反而会多花基建投资。因此，在建设、改造小选厂时，必须重视选矿试验研究工作，实事求是确定选矿工艺流程，并按工艺流程需要合理选择确定设备。

3．要消除工业“三废”污染，保护和改善环境

消除工业“三废”污染，保护和改善环境是社会主义建设中极其重要的一个方面。片面追求节省投资而忽视消除工业“三废”污染的做法是错误的。“三废”对环境的污染，不但直接影响本企业职工的身体健康，也会影响周围人民的身体健康，严重时还可能影响工、农之间的关系。

4．要注重经济效益

小型铁矿选矿厂经济效益不佳是比较突出的一个问题。如何解决这个问题是很复杂的。某些小型铁矿选矿厂能否生存或发展下去，与其经济效益有直接关系；此外也与该厂的产品供应单位——对口的小型钢铁企业经济效益以及交通运输、能源供应有关。就某些经济效益不佳的小选厂而言，应加强管理，提高技术水平，降低消耗和成本，以达到盈利有余；同时，在可能的条件下把产品销售给距离不远的仍在继续生产的钢铁企业。

第九章　小型锰矿选矿实例

第一节　洗　矿　实　例

一、湘潭锰矿碳酸锰洗矿

（一）概况

湘潭锰矿位于湖南省。

该矿除采矿系统外尚有碳酸锰矿洗矿和重介质旋流器-强磁选试验装置各一座，另有18米^{2}烧结机一台、碳酸锰块矿土窑和竖炉焙烧炉若干座、55米^{3}和100米^{3}高炉各两座、氧化锰选矿和研粉的锰粉车间以及电解锰、水泥厂等生产设施。

该矿采碳酸锰原矿，采矿方法为水砂充填法。目前采用洗矿、筛分分级、焙烧和烧结联合工艺流程。主要生产锰铁、富锰渣、焙烧及烧结矿、锰粉、电解金属锰等产品。

（二）矿石性质

湘潭锰矿属海相沉积原生碳酸锰矿石。矿石的真比重3.11、假比重1.6～1.85、普氏硬度f=5～6、含水3～4%。矿石系隐晶质细粒结构，一般呈致密块状、条带状和碎裂状。矿石的矿物组成有菱锰矿、锰方解石和含锰方解石。脉石矿物有石英-玉髓、铁白云石-白云石、方解石、高岭土、碳质粘土等。菱锰矿和钙菱锰矿多呈假鲕粒状嵌布于矿石之中，粒度多数在4～13微米之间，可见嵌布粒度极细，属于难选矿石。

（三）工艺流程

原设计的流程见图9-1。生产后经测定，原矿品位为21%，当分级机的溢流粒度为0.15～0毫米时，其产率约为10～12%，品位为10%，分级机返砂品位23%，含水率为13%，振动筛筛下粒度13～0毫米，洗矿耗水约2米^3/吨原矿，ϕ750单螺旋分级机的处理能力为7吨/台时。由于ϕ750单螺旋分级机能力太小，两台仍满足不了生产要求。目前已改为ϕ1200单螺旋分级机两台。改进后测定：当分级机产量为13.9吨/台·时、溢流粒度为0.5～0毫米、产率为6.64%。

二、塔山锰矿氧化锰洗矿

（一）概况

塔山锰矿位于安徽省。该矿从1970年投产以来，洗矿设备运转可靠、生产正常，共洗出成品矿1.6万吨。洗出粉矿供土法烧结，获得烧结矿近1万多吨。洗矿设备每年可处理原矿1万吨，成品矿0.6万吨。

（二）矿石性质

该矿属风化氧化锰矿矿床。矿体中主要为硬锰矿、软锰矿及锰土。矿石呈黑色、钢灰色及红褐色。硬锰矿有肾状、致密块状两种结构。而软锰矿则松软，节理发育，在其节理内有次生淋滤的红土充填。矿体内又交代有残余风化产物。脉石矿物有石英、蛋白石、玉髓、重晶石及金属矿物褐铁矿。入洗原矿品位和含泥量变化较大，含锰15～20%、含泥25～40%。

（三）洗矿工艺流程及生产

该矿采用一台1070×4600双螺旋槽式洗矿机，生产能力12吨/时左右。通过一段洗矿、分级后，块矿进行手选获得含锰达25%左右的合格块锰矿及含锰23%左右的粉矿，通过烧结品位又提高2～3%。但由于洗矿前冲洗润湿时间短，因而限制了洗矿机擦洗脱水效果，洗矿溢流含锰高达15%，这些问题都有待进一步解决。

洗矿工艺流程见图9-2。

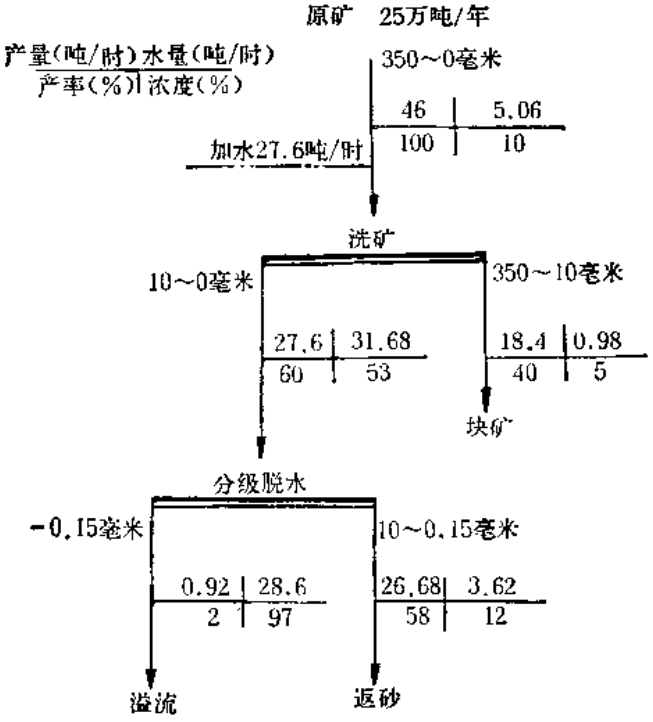


图 9-1 湘潭锰矿碳酸锰矿洗矿流程图

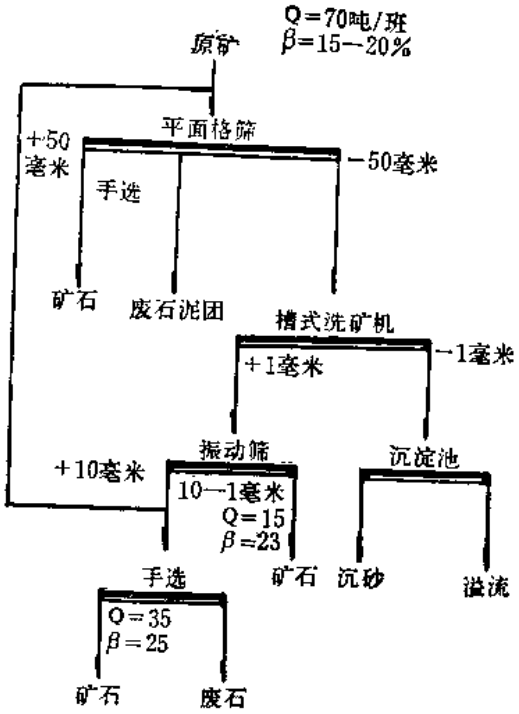


图 9-2 塔山锰矿洗矿工艺流程图

三、八一锰矿氧化锰洗矿

（一）概况

八一锰矿位于广西壮族自治区。

该矿于1959年投产。当时为手工开采富矿、固定筛筛除10毫米以下的泥土及矿粉。1962年根据国家和用户对锰矿成品中含泥要求小于5%的规定，增建了洗矿站，采用了1070×4600双螺旋槽式洗矿机。以后采场改为机采。1966年以后又采用水采。目前机采点较少，为回采水采地点残留矿或地形不利于水采的矿点，用推土机，前端式装载机和汽车采运；水采点用水枪采剥，砂泵扬送。八一锰矿矿区广阔，矿点众多，各矿点都设有洗矿站，采、洗、运设备配套，数洗矿站共用尾矿场一座，各矿点按照生产计划顺序开采，每矿点的开采时间约1～2年。

净块矿由汽车从洗矿站运至斜坡式矿仓，按品级配料后，装火车外运。

粉矿由汽车从洗矿站运至附近空地堆存。

尾矿自流或用砂泵扬至尾矿场。该矿的尾矿基本是第四纪覆盖黄土，因此有些废弃的尾矿场已改造成为良田或植树。

（二）矿石性质

八一锰矿矿体多呈层状或囊状产出，含矿层有三种类型：松散的鲕状矿层；破碎的块状矿层；块状、浑圆状、鲕状、透镜状、蜂巢状网格状的混合矿层。前两类型属原生沉积矿床，系海相成型的氧化锰矿石；后一种属于次生风化矿床的淋滤及铁帽型矿石。含矿层内主要由矿石、红土、黑土、破碎硅质灰岩和硅质页岩组成，其层厚一般为2～5米，最厚达16米，平均厚度2.1米，一般在岭顶最厚，山腰次之，山下矿层就更薄而尖灭。

矿体大部出露于地表，局部被松软的堆积或冲积土所覆盖，覆盖层平均厚度为0.96米，最厚为8.1米。矿层底板为白色硅质灰岩，硅质页岩风化破碎带。因此，采出原矿含泥率高达80%。

金属矿物主要为硬锰矿、软锰矿、赤铁矿、锰土、褐铁矿等。脉石为粘土、石英等。硬锰矿、软锰矿与石英、粘土互相填充，锰、铁矿物嵌布程度不一，单体分离度在2～0.02毫米之间。原矿（不包括泥土之矿层）含锰20～25%、含铁8～10%。矿石比重2.5～2.8、容重1.4吨/米^3、含水12%以上、莫氏硬度3～6。

（三）洗矿站设备配置及工艺流程

八一锰矿洗矿站配备的主要设备有1070×4600槽式洗矿机2台、1000×2000振动筛2台。设备配置见图9-4。该厂房采用钢木结构，构造轻巧，便于移动，建设费用约6万元（不包括设备）。水采、矿浆输送和洗矿站建设总费用约16～20万元。

洗矿工艺流程见图9-3。净矿经筛分，70～5毫米块矿作为产品，5～2毫米粉矿堆存或送烧结。

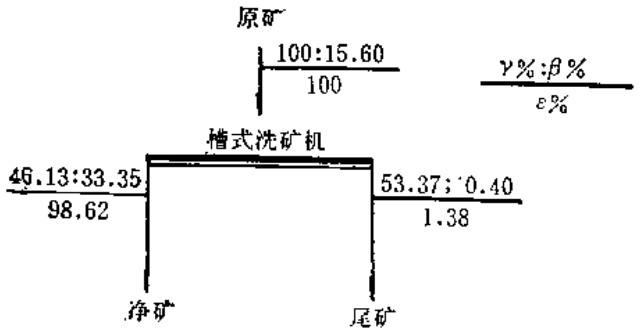


图 9-3　八一锰矿洗矿生产流程图

（四）主要设备工作条件及生产指标

1. 水枪

水采点选用平柱150型水枪采剥，其工作条件为：

水枪管径　150毫米；

水枪喷嘴直径　50毫米；

水柱压力　60米；

单位耗水量　5～6米^3/吨；

单位耗电量　3.4～4.6度/吨；

工作底板坡度　7～8度；

生产能力　50吨/时；

经水枪采剥之矿浆，浓度约为20%左右。矿石粒度一般在70毫米以下（特大锰矿块残留在采矿场面）。

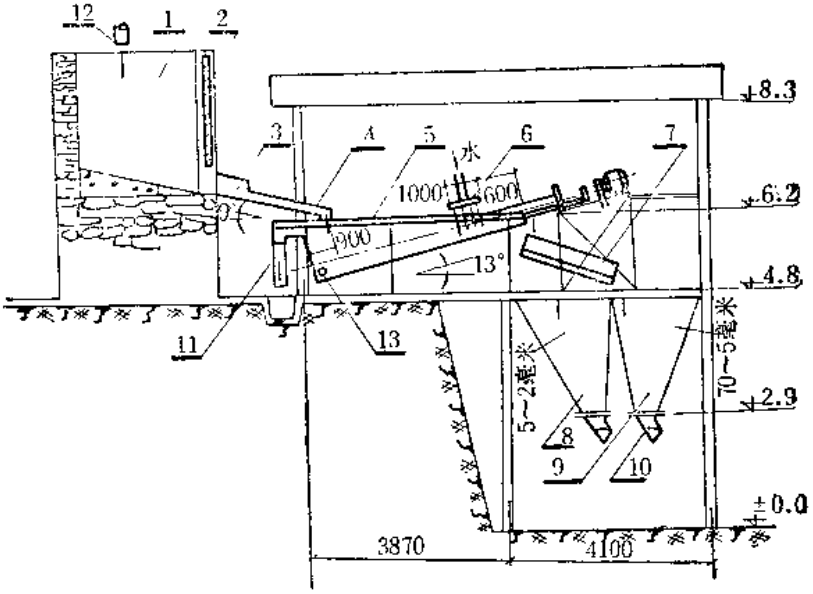


图 9-4　八一锰矿洗矿站配置示意图（水采点）

1—矿浆池2×1.2×1.7米；2—闸板阀；3—分岔流槽；4—给矿管；5—1070×4600槽式洗矿机2台；6—喷水管φ70；7—1000×2000振动筛2台；8—5～2毫米，粉矿仓12吨；9—70～5毫米块矿仓12吨；10—500×500手动单扇形阀2台；11—尾矿流槽；12—给矿管；13—水管φ100

2. 砂泵

用平桂150型砂泵将水采矿浆扬至洗矿站的矿浆池内，平桂150型砂泵工作条件为：

规格	150毫米（6″）；
吸程	5.5米；
扬程	38米；
功率	45，55，75千瓦；
转数	800～900转/分。

该泵可以输送70～0毫米的矿石，操作方便，工作可靠。

3. 槽式洗矿机

八一锰矿所选用的1070×4600槽式洗矿机为一机部系列产品，由长沙矿山设计院和南宁冶金矿山机械厂设计制造。

该机处理八一锰矿含泥率高达70～80%的锰矿时，其处理原矿能力约20吨/台·时左右。耗水：当机采洗矿时，约3米^3/吨原矿；当水采洗矿时，约5～6米^3/吨原矿（包括水采用水）。洗矿站单位耗电0.3度/吨原矿。水采、砂泵和洗矿总计单位耗电77～100度/吨净矿。净矿含泥（小于0.5毫米级别）率一般不超过5%。现将主要试验及测定指标列于表9-1。

（五）洗矿成本

八一锰矿洗矿产品单位成本分析见表9-2。

表 9-1 八一锰矿1070×4500箱式洗矿机指标

样品	处理原矿能力（吨/台·时）	耗水（米³/吨原矿）	产品名称	含矿率（%）	含泥率（%）	锰品位（%）	锰回收率（%）
1*样工业试验	24.5	3.2	原矿	40.8	59.2	13.6	—
			净矿	—	3.6	30.8	90.7
			尾矿	—	—	2.1	—
1973年22*机采点测定7次	20.8～26.98	1.9～2.98	原矿	17.74～34.6		8.86～15.6	—
			净矿	—		32.74～36.42	87.84～98.75
			尾矿	—		0.21～2.61	—
1973年水采试验2次	24.77～26.55	4.6～4.7	原矿	27.16～37.67		8.11～9.27	—
			溢流尾矿	—		0.89～1.39	—
			洗矿机给矿	—		14.68～12.56	—
			洗矿机净矿	—		25.06～24.60	92.54
			洗矿机尾矿	—		1.08～0.79	—

表 9-2 八一锰矿锰矿石产品单位成本

项目	历史先进水平（元/吨）	1977年（元/吨）	1978年上半年（元/吨）
1. 原材料	4.44	2.94	2.66
2. 燃料及动力	5.32	7.67	7.18
3. 工资及附加工资	1.80	2.21	1.91
4. 车间经费	7.84	8.56	8.88
5. 企业管理费	3.92	3.79	2.74
合计	23.22	25.17	23.57

注：当锰矿石品位为23～30%时，售价40元/吨（调价前）。

第二节 重选及重磁选厂实例

一、湘潭锰矿锰粉车间

（一）概况

湘潭锰矿过去主要生产氧化锰粉，至1956年氧化锰矿基本采完，目前只能少量零星开采。

1952年建成重选厂和研粉厂，开始用机械生产锰粉。该厂投资2.5万元。1958年增加投资35万元进行扩建并迁入现在的厂址，称锰粉车间。该车间由重选及研粉两部分组成。重选规模约每年处理3万吨原矿石。但由于原料来源困难，故历史最高处理能力不到2万吨/年。研粉规模约3.3万吨/年，除研磨氧化锰粉外，还研磨碳酸锰粉。

进入选矿厂的氧化锰原矿，系经过人工土法洗矿、手选后的净矿，再按化验结果分别

堆存于原矿仓中。分级分批进行选别。

（二）矿石性质

氧化锰矿供矿点众多，性质差别大，对其化学成分和物理性质也很少系统研究，但从湘潭锰矿本矿区的氧化锰矿贮藏情况而言，主要有碳酸锰矿床的氧化带锰帽和淋滤型次生氧化锰矿。其矿物类型主要有软锰矿、硬锰矿和偏锰酸矿。

（三）工艺流程

湘潭锰矿锰粉车间氧化锰生产流程为两段一闭路破碎、中矿开路再磨、重选（跳汰和摇床）流程。工艺流程见图 9-5。经选矿后的各类精矿在晒砂坪配料后，再经干燥研磨至100目，人工装包成锰粉成品。其设备联结系统图见图9-6，设备见表9-3。

主要技术经济指标见表9-4。

表 9-3 湘潭锰矿锰粉车间设备表

编号	规格及名称	数量	编号	规格及名称	数量
1	六格受矿仓	1	17	贮砂坪	1
2	手推车		18	带式输送机	2
3	地磅秤		19	带式输送机	1
4	带式输送机	1	20	带式输送机	1
5	250×400颚式破碎机	2	21	碳酸锰矿仓	1
6	ϕ650×420对辊破碎机	1	22	干燥窑	1
7	斗式提升机	1	23	电磁铁	1
8	ϕ800×1600圆筒筛	3	24	带式输送机	1
9	哈慈复式四格跳汰机	2	25	带式输送机	2
10	浓泥斗	2	26	料仓	2
11	4500×1800及4500×1524摇床	4	27	DZ$_1$电振给料机	2
12	2PSC立式砂泵	2	28	4R3216雷蒙机	2
13	ϕ300×3000单螺旋分级机	1	29	风机	2
14	中间矿仓	1	30	旋风器	2
15	ϕ900×1800球磨机	1	31	精料矿仓	2
16	$4\frac{1}{2}$PSJ砂泵	2			

表 9-4 湘潭锰矿锰粉车间1978年1～6月主要技术经济指标

原矿品位 (Mn%)	精矿品位 (Mn%)	尾矿品位 (Mn%)	回收率 (%)	选矿比	设备能力 (吨/班)	耗水量 (吨/吨原矿)	耗电量 (度/吨原矿)
34.07	37.99	18.90	81.60	1.36	50	15	50

二、下田锰矿选矿厂

（一）概况

下田锰矿位于广西壮族自治区。选矿厂是由广西锰矿公司于1969年设计并建成的。由于当时局限于地质资源问题，服务年限定为五年。厂房采取简易结构，设备也是从各兄弟单位调进的陈旧设备。设计规模为8.6万吨/年。1974年以后改为坑下采矿，原矿质量变化较大，精矿质量也不稳定，回收率波动幅度也较大（50～80%）。今后打算在细碎和选别

前增加人工手选，以及抛除部分混入的废石，在重选后增加一台强磁选机，提高重选精矿品位，达到国家规定的二级品标准。目前，选矿方法是重选，精矿作为锰粉原料，尾矿作为电解二氧化锰的原料。

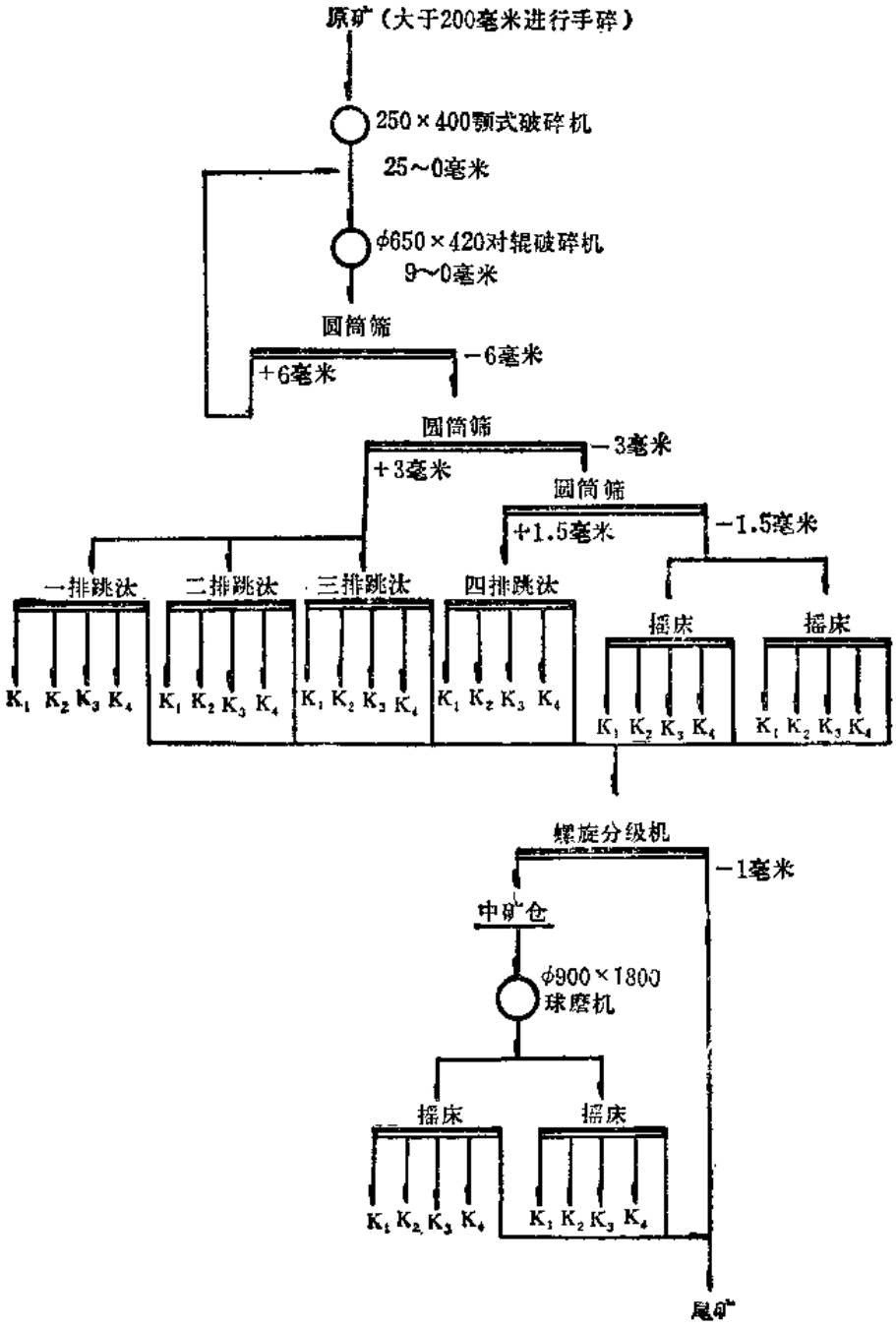


图 9-5　湘潭锰矿氧化锰选矿流程图

（二）矿石性质

下田锰矿主要属锰帽型二氧化锰矿石，为原生沉积含锰碳酸盐经次生风化作用形成。矿体为似层状、透镜体及小囊状。矿石的物质组成主要为软锰矿，次为硬锰矿和碳酸锰矿

石。脉石主要为风化残余泥质灰岩碎块及少量石英。锰矿的原矿品位含 MnO_2=50%、含水率为13～15%、含矿率52%。

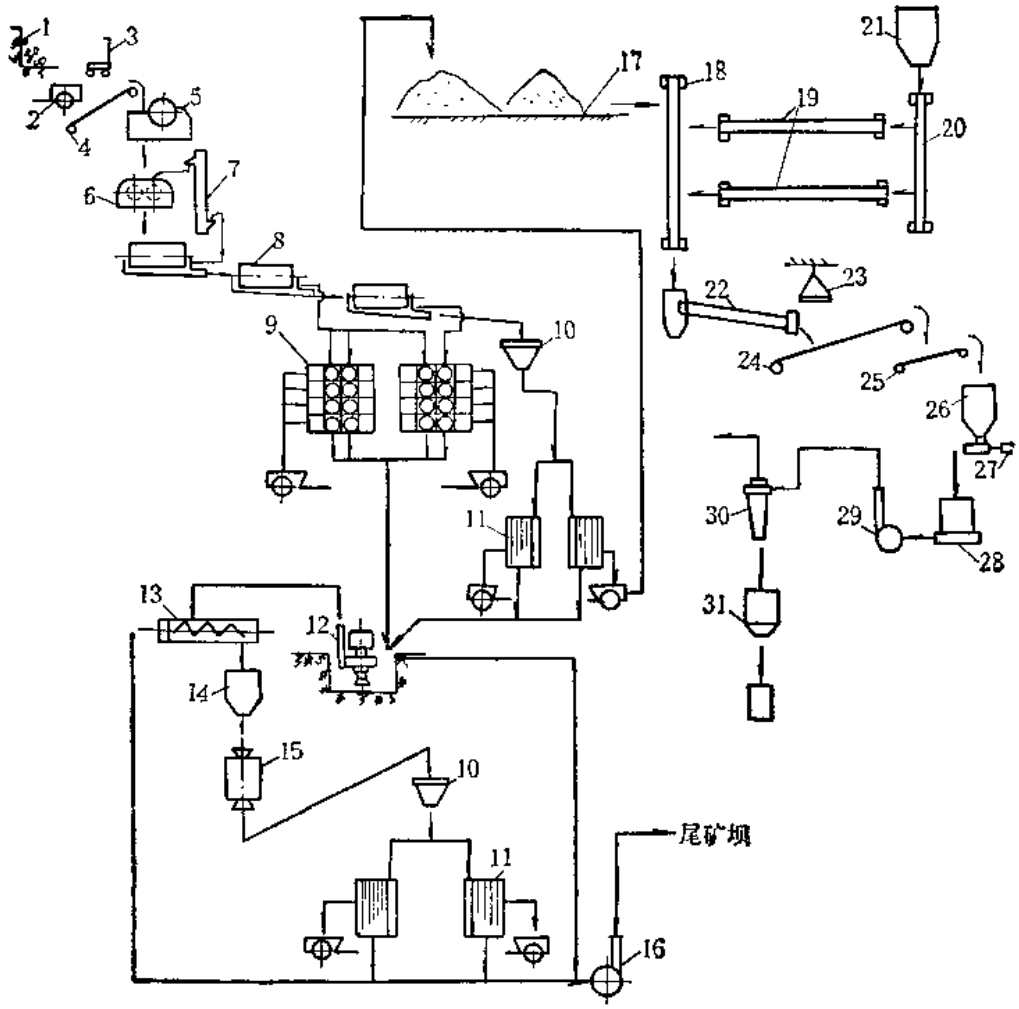


图 9-6　湘潭锰矿氧化锰选矿及干磨设备联结系统图
（设备见表9-3）

（三）工艺流程

选矿工艺流程为两段一闭路破碎、分级重选（跳汰和摇床）流程（见图9-7）。采用的主要设备见表9-5。

选别指标为：原矿含 MnO_2=50～60%、精矿含 MnO_2=65～66%、精矿产率 63～74%、回收率平均68%。

三、郴州矿冶厂

（一）概况

郴州矿冶厂位于湖南省郴州车站近旁。该厂生产的主要产品是锰粉，其次是铅和锡金属。锰粉车间由破碎、重选、干燥及磨粉几个工序组成，实际年产能力5000吨左右。原矿由郴县、耒阳、零陵等县民采点供应。该厂根据各采点之品级（放电锰）和品位(化工锰)

分类分批收购，进厂分别堆存、分批加工。产品也分别存放。最后，根据分析化验数据进行配料、混合、磨粉、装包外销。若进厂原矿含 $MnO_2=65\%$，经过选别可得含 MnO_2 为70%的1号产品，62～65%的2号产品，57～62%的3号产品及大于40%的尾矿。经重选洗去细泥砂后综合质量可提高一级。由于尾矿可在适当时候混到化工锰中去，实际上该厂选矿是为了取得部分高级放电锰和化工锰，起着均衡生产各级锰粉的作用。

表 9-5 下田锰矿选矿厂主要设备

序号	设备名称	型号规格	台数	处理能力
1	颚式破碎机	250×400	1	5～20吨/时
2	耙矿绞车	2DPJ－7.5	1	
3	螺旋分级机	FCG－500	1	5.25～10.8吨/时
4	对辊机	ϕ300×300	1	5～8吨/时
5	贯性振动筛	1740×710	1	17
6	跳汰机	哈复式	1	2.5
7	砂泵	2英寸	1	
8	弹簧摇床	1825×4500	9	
9	分级箱	300、400、600及320、400、600、800	各1	

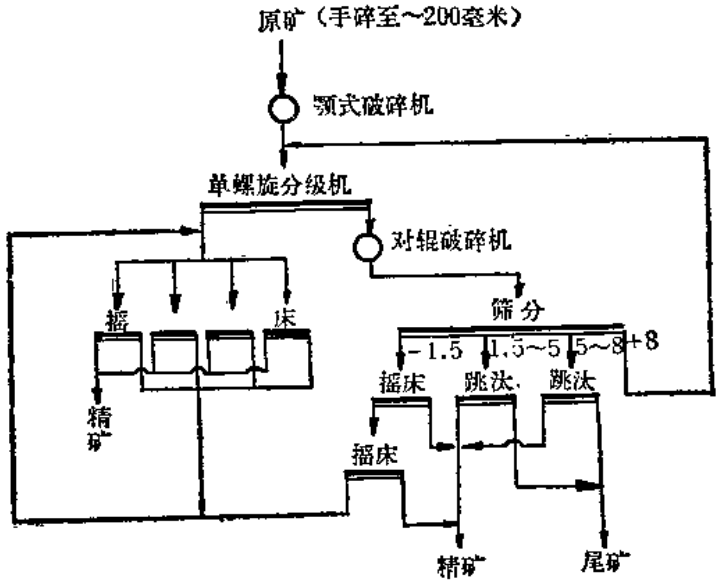


图 9-7 下田锰矿选矿工艺流程图

（二）工艺流程

工艺流程为两段一闭路破碎，分级重选流程（采用流程及主要设备见图9-8）。

四、湘潭锰矿碳酸锰矿石重介质旋流器-强磁选试验及装置

（一）概述

湘潭锰矿碳酸锰的矿床属沉积型厚层矿，含锰的规律为上富下贫。矿体局部受盲断层影响，矿石较破碎。采矿方法为水砂充填法。废石混入率为12%。目前采出的矿石含锰约21～22%。今后（三期扩建）约为18%。可见，这种低品位的锰矿，若不经深选将不能作为冶炼高炉锰铁的原料。该矿石的嵌布粒度极细，多在 4 ～13微米之间。虽经多次试验研究，但终究以粗粒级选别效果较佳，也最为经济。其中以重介质旋流器-强磁选试验工作

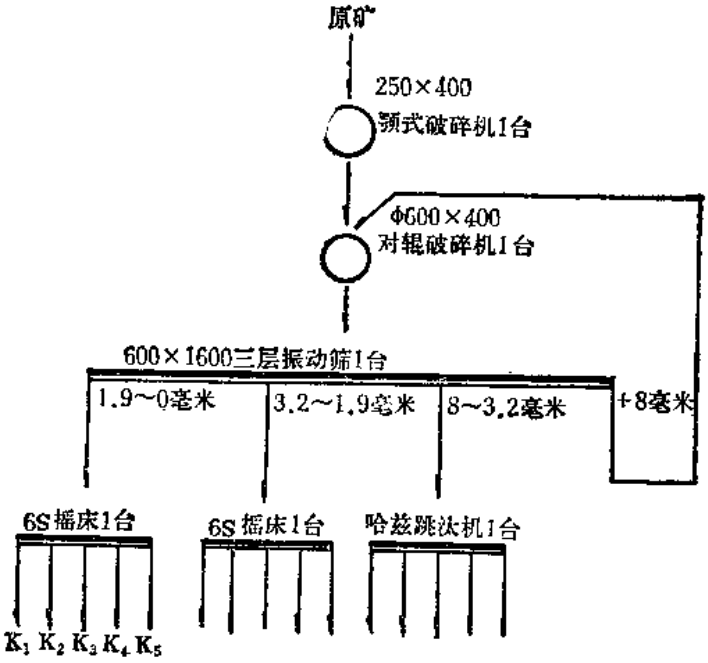


图 9-8　郴州矿冶厂氧化锰选矿工艺流程图

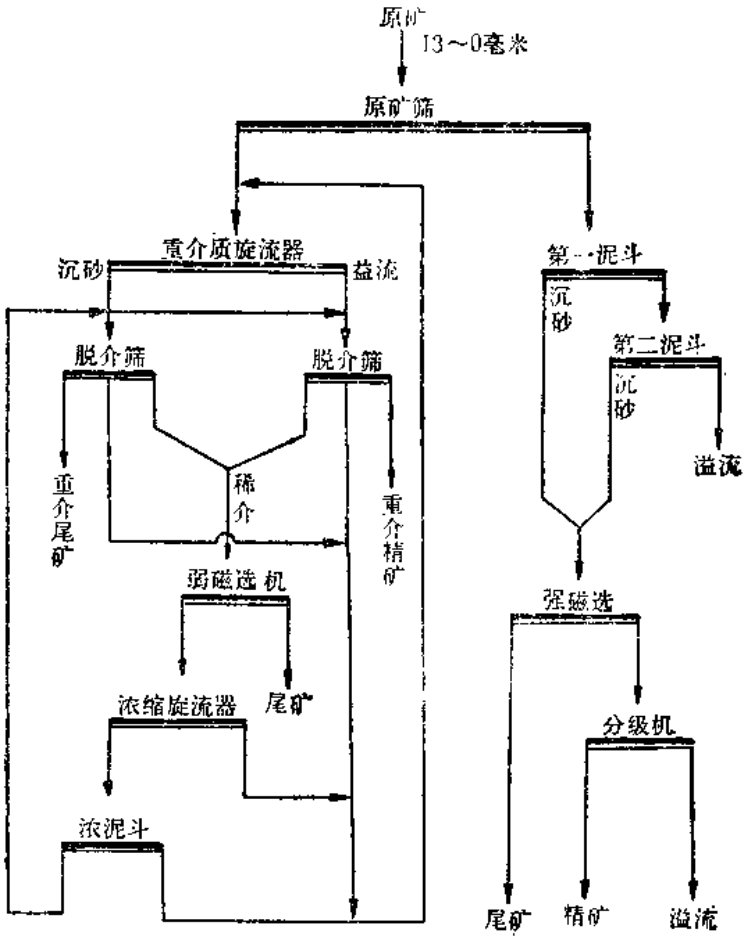


图 9-9　湘潭锰矿碳酸锰矿石重介质旋流器-强磁选选矿流程图

做得比较充分。目前，该工业试验装置已移交生产。

（二）工艺流程

湘潭锰矿的碳酸锰矿比重约为2.7～3.0。页岩的比重约在2.6以下。

采出原矿品位17.6%，经洗矿、破碎至13～0毫米。其中：13～2毫米粒级用重介质旋流器选别；2～0毫米粒级用GC-200型强磁选机（8800奥斯特）一段选别。经选别后可获得产率为66.95%、回收率为85.34%、品位为22.43%的综合合格精矿。尾矿品位为7.80%。精矿经烧结后含锰达32.95%，可达三级冶金锰矿石标准。试验装置的系统处理能力约14.6吨/时。试验的主要技术条件见表9-6。试验流程见图9-9。设备联结系统见图9-10。

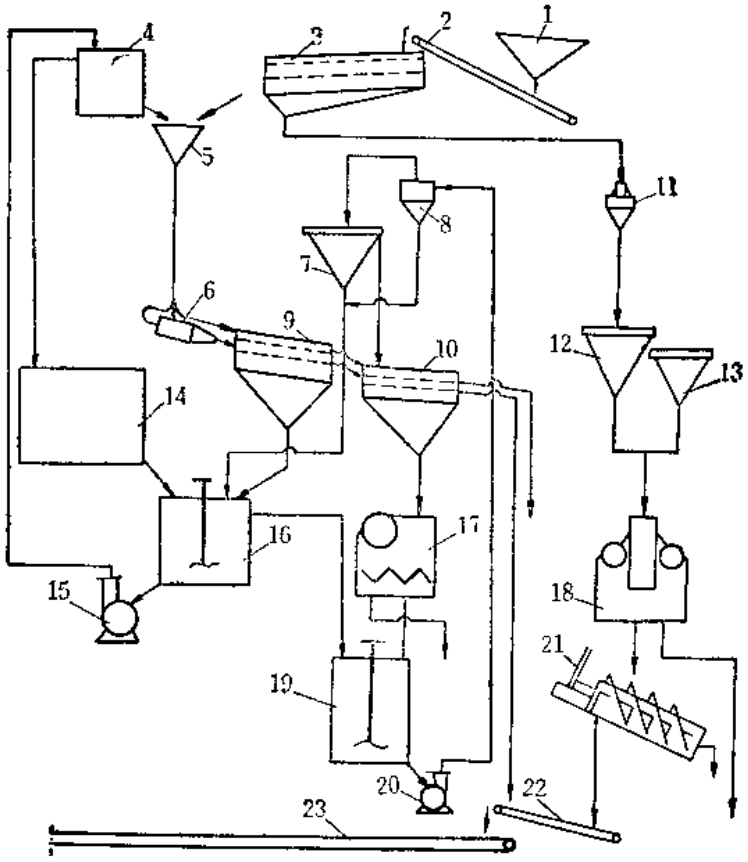


图 9-10　湘潭锰矿碳酸锰矿石重介质旋流器-强磁选试验设备联结系统图

1—原矿料斗；2—带式输送机 B＝500；3—1250×3500 双层振动筛；4—分配漏斗 1000×400；5—恒压漏斗φ600×600；6—分选旋流器φ300；7—介质浓泥斗 φ1800×1600；8—浓缩旋流器φ200；9、10—浓介和稀介脱介筛1250×2500 双层振动筛；11—φ400 矿浆分配器；12、13—φ1800×1600 浓泥斗；14—2000×2000 储介池；15—$4\frac{1}{2}$PSJ 浓介泵；16—浓介搅拌桶 φ1500×1200；17—弱磁选机 CYT750×1800；18—强磁选机GC—200；19—稀介搅拌桶φ100×1200；20—稀介泵$2\frac{1}{2}$PS；21—分级机 φ750 单螺旋；22、23—运精矿用带式输送机

表 9-6 试验的主要技术条件

项　　目	单　　位	数　　据
旋流器直径	毫米	ϕ300
旋流器溢流管直径	毫米	ϕ100
旋流器沉砂口直径	毫米	ϕ55
旋流器锥角	度	40
进旋流器矿浆压力高差	米	6.5
介质来源		大冶铁矿磁铁精选
介质含铁量	%	67.4
介质粒度	−200目%	66.81
干介质比重	吨/米^3	4.915
入选介质比重	吨/米^3	2.21
介质浓度	%	68.72
介质循环量	吨/时	105.6
稀介质净化量	吨/时	19.08
稀介质浓度	%	12
矿介比		1：10
介质消耗量	公斤/吨	4.67
其中：精矿带走	公斤/吨	2.51
重介质尾矿带走	公斤/吨	3.36
弱磁选尾矿带走	公斤/吨	1.90

附表 1 常用材料价格表

产品名称	规　　格	单　　位	价格（元）	说　　明
破碎衬板		吨	1000	
磨机衬板		吨	700	
钢球		吨	938～578	小球价高
普通钢板	厚度4～16毫米	吨	640～570	
角钢		吨	620～480	
工、槽钢		吨	510～470	
焊接对缝钢管	普　　通	吨	970～670	
承插铸铁管		吨	260～215	
普通运输带		米^2/层	11	
辉绿岩铸件		吨	650～350	
过滤锦纶毯		公斤	22	
锦纶过滤布	10S/5×5	米^2	12.5	
	21S/8×8	米^2	17.6	
丁基黄药		吨	2350～2700	
乙基黄药		吨	1550～1830	
2号浮选油		吨	2200	
塔尔油		吨	470	
氧化石蜡皂		吨	1500	

附表 2　铁、锰、碳、钴、铜等矿山产品价格表

产品名称	规　　格	单　位	价格（元）	说　　明
1	2	3	4	5
高炉铁粉矿	含铁42%	吨	22	含铁每增1%，单价增0.5元
	含铁57%	吨	29.5	含铁每增1%，单价增1元
	含铁60%	吨	32.5	含铁每增1%，单价增1.5元
高炉铁块矿	含铁42%	吨	19.5	含铁每增1%，单价增0.5元
	含铁56%	吨	26.5	含铁每增1%，单价增1元
	含铁60%	吨	31.5	含铁每增1%，单价增1.5元
平炉铁矿（30～250毫米）	含铁56%	吨	30	含铁每增1%，单价增加2元
	含铁68%	吨	62	磁铁矿降价10%
铁精矿粉	含铁62%	吨	46.5	含铁每增（减）1%，单价增（减）2元
	含铁58%	吨	39	
	含铁57%	吨	37.5	
	含铁56%	吨	36	含铁每减1%，单价减1元
	含铁52%	吨	32.5	
	含铁51%	吨	32	
	含铁50%	吨	31.5	
冶金用锰矿石	含锰20%	吨	28	
	含锰21%	吨	30	
	含锰22%	吨	32	
	含锰23%	吨	34	
	含锰24%	吨	36	
	含锰25%	吨	38	
	含锰26%	吨	41	
	含锰27%	吨	44	
	含锰28%	吨	47	
	含锰29%	吨	50	
	含锰30%	吨	53	
	含锰31%	吨	57	
	含锰32%	吨	61	
	含锰33%	吨	65	
	含锰34%	吨	69	
	含锰35%	吨	73	

续附表 2

产品名称	规　　格	单　位	价格（元）	说　　明
1	2	3	4	5
冶金用锰矿石	含锰36%	吨	78	
	含锰37%	吨	83	
	含锰38%	吨	88	
	含锰39%	吨	93	
	含锰40%	吨	98	
电池锰粉	含MnO_2≥75%Fe≤2.8%	吨	320	
	含MnO_2≥70%Fe≤3.5%	吨	300	
	含MnO_2≥65%Fe≤4.5%	吨	260	
	含MnO_2≥60%Fe≤5.5%	吨	150	
	含MnO_2≥55%Fe≤6.5%	吨	135	
化工锰粉	含$MnO_2$80～85%	吨	280	Fe≤0.5%　SiO_2≤5%
	含$MnO_2$75～79%	吨	220	Fe≤3%
	含$MnO_2$70～74%	吨	185	Fe≤4%
	含$MnO_2$65～69%	吨	160	Fe≤5%
	含$MnO_2$60～64%	吨	140	
碳酸锰粉	含Mn20%	吨	64	含锰26%以上，每增加1%，加价2元/吨
	含Mn21%	吨	65	
	含Mn22%	吨	66	
	含Mn23%	吨	67	
	含Mn24%	吨	68	
	含Mn25%	吨	69	
	含Mn26%	吨	71	
硫化铁矿	含硫35%	吨	45	
硫精矿	含硫35%	吨	23～45	各矿不等
磷粉矿	含五氧化二磷35%	吨	45	品位增（减）1%，价格增（减）1.3元
钴精矿	含钴不小于0.45%	每吨纯金属	40000	
	含钴不小于0.4%	每吨纯金属	37000	
	含钴不小于0.35%	每吨纯金属	35000	
	含钴不小于0.30%	每吨纯金属	30000	
	含钴不小于0.25%	每吨纯金属	26000	
	含钴不小于0.20%	每吨纯金属	22000	

续附表 2

产品名称	规　　格	单　　位	价格（元）	说　　明
1	2	3	4	5
铜精矿	含铜不小于24%	每吨纯金属	4700	此价格为小型采选厂供大冶冶炼厂铜精矿优待价格
	含铜不小于22%	每吨纯金属	4660	
	含铜不小于20%	每吨纯金属	4610	
	含铜不小于18%	每吨纯金属	4550	
	含铜不小于16%	每吨纯金属	4485	
	含铜不小于14%	每吨纯金属	4410	
	含铜不小于8～12%	每吨纯金属	4040～4330	
钼精矿	含钼47%	吨	10810	
	含钼45%	吨	9990	
铅精矿	含铅不小于70%	每吨纯金属	1690	品位每减5%，减价20元
	含铅不小于55%	每吨纯金属	1600	
	含铅不小于50%	每吨纯金属	1570	
	含铅不小于45%	每吨纯金属	1510	
	含铅不小于40%	每吨纯金属	1460	
锌精矿	含锌不小于55%	每吨纯金属	890	
	含锌不小于53%	每吨纯金属	880	
	含锌不小于50%	每吨纯金属	870	
	含锌不小于45%	每吨纯金属	840	
	含锌不小于43%	每吨纯金属	830	
	含锌不小于40%	每吨纯金属	810	
金精矿	含金不小于10克/吨	每公斤纯金属	8540	
	含金不小于160克/吨		10430	
钒精矿	含五氧化二钒0.78%	吨	50	
钛精矿	含磷≤0.02%	吨	270	含二氧化钛为48%之价格，若品位每增1%加价6元
	含磷≤0.025%	吨	260	
	含磷≤0.03%	吨	250	
	含磷≤0.04%	吨	240	
	含磷≤0.05%	吨	230	

附表 3 我国小型铁矿选矿厂简表

序号	选矿厂名称	设备规模（万吨/年）		矿石类型	选矿方法	选矿指标（%）				原矿加工费（元/吨）	精矿成本（元/吨）	基建总投资（万元）
		设计	实际			原矿品位	精矿品位	尾矿品位	回收率			
	（一）河北省											
1	石板坡铁矿选矿厂	10	4～5	矽卡岩型磁铁矿	磁选	40	63	11	82		31	39.14
2	东郝庄铁矿选矿厂	10	7～8	矽卡岩型磁铁矿	磁选	40	62	10	85	12	44	
3	赞皇一选厂	10		沉积变质型磁铁矿	磁选	30	63				37～38	
4	赞皇三选厂	10	6	沉积变质型磁铁矿	磁选	30	65				36.56	
5	马琢铁矿选矿厂	10	5	沉积变质型磁铁矿	磁选	30	65	13				32
6	下口铁厂选矿厂	15	7	热液交代型磁铁矿	磁选	30	52	10			50	140
7	正定铁厂选矿厂		7	沉积变质型磁铁矿	磁选	35	60	15	76	2.5	31	
8	康庄铁矿选矿厂	10	5～6	同上	同上	32	65	10	80			35
9	马兰庄铁矿选矿厂	15	20	同上	同上	24.58	63.6	5.64	84.8	5.44	28.99	110
10	宣钢第一铁厂选厂	10		沉积型鲕状赤铁矿	焙烧磁选	40	60		80			
11	小王庄铁矿选矿厂	5		沉积变质型磁铁矿	磁选	32	65	10	80			31.2
12	周台子铁矿选矿厂	6		同上	同上	30	64	4	90			47
13	涿鹿矿冶厂	10		矽卡岩型磁铁矿	同上	28.4	60	5.7	88		48.44	77.8
14	龙烟铁矿白庙选矿厂	30		沉积型赤铁矿	重介质	33	46.4		77.3	1.7	25.06	
15	麻峪口铁矿选矿厂	12		沉积变质型磁铁矿	磁选	32	58	12.4	78	8.1	88.23	108.35
16	张庄铁矿选矿厂	30		同上	同上	30	62	10	85			
17	矿山村铁矿选矿厂	32		矽卡岩型磁铁矿	同上	28.5	61	12.3	64.6		38.4	
18	玉泉岭铁矿选矿厂	10		同上	同上	38.18	61.7	12.4	84.7		44.04	
19	莱源钢铁厂选矿厂	50		同上	同上	35.44	61.13	3.83	94.57	8.95		410
20	午级选矿厂	60		同上	同上	31.18	60.06	14.66	70.07		29.04	
21	符山铁矿选矿厂	40		同上	同上	41.39	60.43	9.74	91.48			
22	綦村铁矿选矿厂	40		同上	同上	33.82	62.45	7.17	89.03			337
	（二）内蒙古											
23	小余太铁矿选矿厂	12		沉积变质型磁铁矿	磁选	32	60	8.5	90		27.5	178.7

续附表 3

序号	选矿厂名称	设备规模（万吨/年）		矿石类型	选矿方法	选矿指标（%）				原矿加工费（元/吨）	精矿成本（元/吨）	基建总投资（万元）
		设计	实际			原矿品位	精矿品位	尾矿品位	回收率			
	（三）山西省											
24	古交钢铁厂选矿厂	5		矽卡岩型磁铁矿	磁选	49.15	67.19	8	96		36	21.8
25	塔儿山铁矿选矿厂	10	15	同上	同上	32	62.24	7.6	86.56	6.0		54
	（四）辽宁省											
26	立新铁矿选矿厂	25	12～18	沉积变质型磁赤铁矿	磁选	26.7	59.68	12.9	64.9	7.50	46.72	156
27	同乃铁矿选矿厂	15	6	沉积变质型磁铁矿	干磨磁选	29.5	62.8	9.8	78.9	6.65	61	
28	凤城钢铁厂选矿厂		6	同上	磁选	24.3	65.4	6.8	80.2	9.49	62	98.2
29	扭头沟铁矿选矿厂	15		同上	同上	30	58		79			
30	西丰铁矿选矿厂	16	10	矽卡岩型磁铁矿	同上	35.5	66.37	17.9	67.7		49.63	
31	朝阳保国铁矿选矿厂	50		沉积变质型磁铁矿	同上	29.38	61.58	11.56	69.37			700
	（五）吉林省											
32	卧龙钢铁厂选矿厂	20	10～15	沉积变质型磁铁矿	磁选	19.38	60.37	6.26	75.82	7.82	116.84	303
33	东丰钢铁厂选矿厂	10		同上	同上	22	60.9	7.67	74.37	6.71	57.70	200
34	柳河铁矿选矿厂	5		同上	同上	35	62	7.5	89.4	28.18	97.35	157
35	通钢板石沟选矿厂	50		同上	同上	29	61	9.93	75～80	3.7		
	（六）黑龙江省											
36	林海铁矿选矿厂	20	15	矽卡岩型磁铁矿	磁选	35	63	9	85	6.43		168
37	双鸭山铁矿选矿厂	10		沉积变质型磁铁矿	同上	26.8	60	7.05		4.79	74.25	80
38	苏家铁矿选矿厂	15	10	矽卡岩型磁铁矿	同上	40	63.7	15.63	81.38		76.21	
	（七）江苏省											
39	凤凰山铁矿选矿厂	40	30	热液充填赤铁矿	重介质	35.6	47	18.8	80.8	2.9		120
40	镇江钢铁厂选矿厂	10	(4.2)	矽卡岩型磁铁矿	浮，磁	46.6	65.4		82.96	6.6	42.44	

续附表 3

序号	选矿厂名称	设备规模（万吨/年）		矿石类型	选矿方法	选矿指标（%）				原矿加工费（元/吨）	精矿成本（元/吨）	基建总投资（万元）
		设计	实际			原矿品位	精矿品位	尾矿品位	回收率			
41	丹阳钢铁厂选矿厂	5	(2.7)	矽卡岩型磁铁矿	浮，磁	40	66		80	9.6	55.44	27
42	韦岗铁矿选矿厂	5	(2.7)	同上	同上	30.2	60.15		75	12.19	64.66	78
43	吴县钢铁厂选矿厂	5	(2.06)	同上	磁选	46.58	66.2	17.2	84.6			38.5
44	仪征铁矿选矿厂	10	(2.6)	同上	同上	33.4	60.6		87	11.88		57
45	卧儿岗铁矿选矿厂	5		中高温热液型磁铁矿	同上	20	65		80			25
46	溧阳钢铁厂选矿厂	5	(1.9)	热液型磁铁矿	同上	42.13	65.36		88.3	15.18	65.85	35
47	宜兴钢铁厂选矿厂	5	(2)	矽卡岩型磁铁矿	同上	48	63					35
48	南通向阳公社选厂	3	(3.5)	硫铁矿烧渣	重选	30	47		25	3.7	22	50
	（八）浙江省											
49	漓渚铁矿二选厂	30		矽卡岩型磁铁矿	磁选	24.65	56	9.4	65.85			460
50	闲林埠铁矿选矿厂	24	720吨/日	矽卡岩型铁、铜、钼矿	浮，磁	36.5	57.2		74.17			
	（九）安徽省											
51	大洪山铁矿选矿厂	10		风化残积型赤铁矿	重选	37	56.35	18.54	74.7	4.6		138
52	刘家凹铁矿选矿厂	8		高温热液铜、铁矿	磁浮重	33.35	58.45		76			248.7
53	黄梅山铁矿选矿厂	10		风化残积型赤铁矿	洗矿		47.29	9.5				18
54	和睦山铁矿选矿厂	5	(20吨/时)	高温热液型赤铁矿	洗矿重选	40.5	47.8		53			15
55	桃冲铁矿选矿厂	15	(10)	热液型赤、镜铁矿	磁，重	26.45	48.95	13	69.5	12.49	42.72	120
	（十）江西省											
56	株岭坳铁矿选矿厂	6		沉积型赤铁矿	重选	45	55	25	87		35～42	32.5
57	上株岭铁矿选矿厂	10	10～15	同上	洗矿	47	50					30
58	乌石山铁矿选矿厂	18		同上	同上	45.6	50	18.3	92	2.6	25.6	61.7

续附表 3

序号	选矿厂名称	设备规模（万吨/年）		矿石类型	选矿方法	选矿指标（%）				原矿加工费（元/吨）	精矿成本（元/吨）	基建总投资（万元）
		设计	实际			原矿品位	精矿品位	尾矿品位	回收率			
	（十一）福建省											
59	潘洛铁矿选矿厂		20	矽卡岩型高硫磁铁矿	磁—浮	48.6	65.23	26	72.84			550
60	松溪铁磷矿选矿厂		1	沉积变质热液型铁、磷矿	磁，浮	49	68		78.8			
	（十二）山东省											
61	祥山铁矿选矿厂		15	热液型磁铁矿	磁，重	30.8	66.9	8.5	83.4	5.78	38.98	182.8
62	马陵铁矿选矿厂	30	建成10	中温热液型高硫磁铁矿	磁选	28	66.3	6.9	81			
63	坪上铁矿选矿厂	3		热液型自熔磁铁矿	浮，磁	28	62	4.5	90.5	10	87.95	60
64	高戈庄铁矿选矿厂		32	沉积变质型磁铁矿	磁选	23.8	60.9	6.54	79.4	8.6	55.59	709.7
65	走马岭铁矿选矿厂	20		同上	同上	32.6	60		61.2	5.13		293
66	卓山铁矿选矿厂	20		同上	同上	30	60		62			
67	刘岭铁矿选矿厂	10		同上	同上	23.4	60.7	9.72	69.7	3.5	135.66	180
68	烟化磁铁烧渣选矿厂		0.12	硫铁矿烧渣	磁，重	48～50	54～59	37～42	70			16
69	莱芜马庄选矿厂	40		接触交代矽卡岩磁铁矿	磁，浮，重	47.09	64	13.86				778.3
70	韩旺铁矿选矿厂	50		沉积变质贫磁铁矿	磁选	26.66	60	8.45	80			100
	（十三）广东省											
71	大宝山铁矿试验厂	7		褐铁矿洗矿尾泥	强磁选	37.9	55		75			
	（十四）湖北省											
72	螺丝山铁矿选矿厂	10		矽卡岩型高硫磁铁矿	浮，磁	50	65	14				219
	（十五）湖南省											
73	田湖铁矿选矿厂	60	（10）	沉积型赤铁矿（自熔）	重浮	30.6	38.6	15.8	81.6		12（加工费）	
74	邵东钢铁厂选矿厂	5		同上	重—浮	26	45	14	70			97

续附表 3

序号	选矿厂名称	设备规模（万吨/年）		矿石类型	选矿方法	选矿指标（%）				原矿加工费（元/吨）	精矿成本（元/吨）	基建总投资（万元）
		设计	实际			原矿品位	精矿品位	尾矿品位	回收率			
75	酒埠江钢铁厂选矿厂	5		沉积型赤铁矿	焙烧磁选	42	52	24	80			130
76	祁东铁矿选矿试验厂	3		沉积变质磁、赤铁矿	磁，重	28	64.6		72			
77	衡阳化工厂选矿厂			硫铁矿烧渣	磁选	52～54	59		80			35
	（十六）河南省											
78	磊口铁矿选矿厂	20		矽卡岩型磁铁矿	磁选	36.4	59.9	12.5	78			130
79	杨树沟铁矿选矿厂	15		同上	同上	35.5	61	10	86			
80	新安钢铁厂选矿厂	3		沉积型赤铁矿	焙烧磁选	53.8	63.2	19.67	81			96
81	水冶铁厂选矿厂	30		矽卡岩型磁铁矿	磁选	35.28	63.8	9	86.3		36.28	
82	济源铁厂选矿厂	30		同上	同上	37.6	62	12	85			
83	信阳钢铁厂选矿厂	15		同上	同上	36	65	14	78			
84	鲇池钢厂选矿厂	10		矽卡岩型磁铁矿	磁选	37	63.2	15	72			
	（十七）四川省											
85	西昌选矿试验厂	5		钒钛磁铁矿	磁，浮，电	26.65	52.75	13.25	66.88			
	（十八）云南省											
86	昆钢王家滩铁矿选矿厂	30		赤铁矿、高镁菱铁矿	强磁	45.69	58.04	25.88	78.25	12.26		
	（十九）陕西省											
87	略阳钢铁厂选矿厂	55		沉积变质磁铁矿	磁选	26.23	62.62		69.2	9.15		441.7
	（二十）甘肃省											
88	武威发岭选矿厂	5		沉积变质磁铁矿	磁选	23.5	63.5	8.65	73.4			

注：该表系根据七十年代末期调查资料编制的。

关于铁矿石、生铁、钢锭、钢坯的价格调整情况

从1984年8月15日调整了铁矿石、生铁、钢锭、钢坯的价格。铁精矿（以含铁品位60%为代表）每吨提高60元（由42.5元调整到62.5元），炼钢生铁每吨提高60元（由200元调整到260元），铸造生铁每吨提高60元（由220元调整到280元），钢锭每吨提高40元（由285元调整到320元），钢坯每吨提高35元（由360元调整到395元）。铁矿石调价详细情况如下表：

附表 4 铁矿石价格调整表 单位：元/吨

含铁品位	出厂价格									
	铁精矿		粉矿		高炉块矿		高炉原矿		平炉矿	
%	原价格	调整价	原价格	调整价	原价格	调整价	原价格	调整价	原价格	调整价
66	54.50	74.50								
65	52.50	72.50	40.00		38.00		35.00		51.00	74.50
64	50.50	70.50	38.50		36.50		33.50		48.50	71.50
63	48.50	68.50	37.00		35.00		32.00		46.00	68.50
62	46.50	66.50	35.50		33.50		30.50		43.50	65.50
61	44.50	64.50	34.00		32.00		29.00		41.00	62.50
60	42.50	62.50	32.50	55.00	30.50	55.00	27.50	45.00	38.50	60.00
59	40.50	61.00	31.50	52.50	29.50	52.50	26.00	42.50	36.00	57.50
58	39.00	59.50	30.50	50.00	28.50	50.00	25.50	40.00	34.00	55.00
57	37.50	58.00	29.50	47.50	27.50	47.50	24.50	37.50	32.00	52.50
56	36.00	58.50	29.00	45.00	26.50	45.00	23.50	35.00	30.00	50.00
55	35.00	55.00	28.00	43.50	26.00	43.50	23.00	33.50		
54	34.00	54.00	28.00	42.00	25.50	42.00	22.50	32.00		
53	33.00	53.00	27.50	41.00	25.00	40.50	22.00	30.50		
52	32.50	52.00	27.00	40.00	24.50	39.00	21.50	29.50		
51	32.00	51.00	26.50	39.00	24.00	37.50	21.00	28.50		
50	31.50	50.00	26.00	38.00	23.50	36.00	20.50	27.50		
49			25.50	37.00	23.00	35.00	20.00	26.50		
48			25.00	36.00	22.50	34.00	19.50	25.50		
47			24.50	35.00	22.00	33.00	19.00	24.50		
46			24.00	34.00	21.50	32.00	18.50	23.50		
45			23.50	33.00	21.00	31.00	18.00	23.00		
44			23.00	32.00	20.50	30.00	17.50	22.50		
43			22.50	31.00	20.00	29.00	17.00	22.00		
42			22.00	30.00	19.50	28.00	16.50	21.50		

注：铁矿石产品加、减价规定及说明

一、铁精矿

1．含铁品位波动范围，重点矿山为±1个品位，其他矿山为±2个品位，如超出，每批每吨扣价1.5元。

2．硫份含量，小于或等于0.5%的不扣价；大于0.5%的，每增加0.1%（0.1%以下四舍五入），每批每吨按降低一个含铁品位扣价。（闲林埠高硫精矿可按浙江省冶金局规定执行）

3．铁精矿按干基计价。（即扣除GB1362—78标准测定的吸附水）

4．铁精矿中吸附水含量在大于13～16%的，每批每吨减价1.5元，大于16%的，每批每吨减价2.0元。（褐铁矿含吸附水大于18%的，每批每吨减价1.5元，大于20%的，每批每吨减价2.0元）

5．自熔性和半自熔性铁精矿（即$\frac{CaO+MgO}{SiO_2+Al_2O_3}$的比值为大于0.8～1.2和0.5～0.8的）每批每吨按下表加价。（不包括钒钛磁铁精矿）。

自熔性和半自熔性加价表

含铁品位（%）	加价额（元/吨）	
	自熔性	半自熔性
≥62	4	2
>57～<62	6	4
≤57	8	6

6．铁精矿烧损率大于5%的，每批每吨按提高一个含铁品位计价；大于或等于8%的，每批每吨按提高二个含铁品位计价。

7．铁精矿五氧化二钒含量大于或等于0.25%者，每批每吨加价3元；大于或等于0.5%者，每批每吨加价6元。

8．铁精矿含铁品位大于66%者，每提高一个品位，每批每吨加价1.5元；含铁品位在50%以下的，执行粉矿价格。

二、粉矿、高炉块矿、高炉原矿

1．含铁品位波动范围应控制在±2个品位以内，如超出，每批每吨减价1元。

2．粒度，粉矿为小于10毫米，其中大于10毫米的不得超过10%；高炉块矿为10～40毫米，其中小于10毫米或大于40毫米的不得超过10%，如超出，超出部分减价5%，未经筛分的混合矿，执行高炉原矿价格。

3．粉矿、高炉块矿、高炉原矿中，含硫大于0.5%，含磷大于0.25%，含砷大于0.1%者，每批每吨按降低二个含铁品位计价，高炉块矿、原矿中含SiO_2小于或等于8%者，每吨加价2.0元。（自熔性和半自熔性矿不包括在内）。含SiO_2大于20%者，每吨减价2.0元。（水洗费不再计价）。

4．吸附水含量小于或等于2%的不减价，超过部分应扣除。

5．自熔性和半自熔性加价与铁精矿等同。

6．烧损率大于或等于5%的，每批每吨按提高一个含铁品位计价；大于或等于8%的，每批每吨按提高二个含铁品位计价。

三、平炉矿

1．含铁品位波动范围应控制在$^{+1.5}_{-1.0}$个品位以内，如超出，每批每吨减价1.0元。

2．粒度25～250毫米，其中小于25毫米的不得超过10%，如超出，每批每吨减价2.0元，凡需方要求破碎到其他粒度者，另收加工费。

3．含硫大于0.15%，含磷大于0.15%者，每批每吨按降低一个含铁品位计价；含二氧化硅小于或等于8%者，每吨加价2.5元；大于13%者，每吨减价2.5元。

4．吸附水含量在1%范围内不扣价，超出部分应扣除。

四、铁精矿、粉矿、高炉块矿、高炉原矿、平炉矿，含铁品位不足1%的，计价时四舍五入。

五、交货地点：

按历来习惯办法处理，新建企业由供需双方协商。

六、地方自产自销的小铁矿价格。可根据具体情况，由省、自治区、直辖市冶金厅（局、公司）制订地方价格。