

选矿厂生产技术检验

冶金工业出版社

TD926.3

选矿厂生产技术检验

黄 先 本 编



冶金工业出版社

B 139215

内 容 提 要

本书较系统地介绍了选矿厂生产技术检验方法。

书中对检验目的,试样的采取和制备,取样器械和计量装置,选矿工艺过程的检查与计算,浮选药剂用量与测量,选矿作业的效率指标和理论计算,金属平衡表的编制,测试数据的处理等进行了详细的叙述。

本书可供选矿厂工人、工程技术人员和管理干部参考,也可供大、中专院校和从事选矿工作的人员参考。

选矿厂生产技术检验

黄 先 本 编

责任编辑 黄淦祥

冶金工业出版社出版

(北京东厂口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 11 3/4 插页 1 字数 307 千字

1985年3月第一版 1985年3月第一次印刷

印数00,001~3,100册

统一书号: 15062·4146 定价3.00元



前 言

目前我国各个选矿厂，对工艺过程中的生产技术检验，都较为重视，并且在长期的实践中，摸索出了不少成熟经验。但这些都属于某个地区或选矿厂的经验，尚没有和理论结合起来进行整理，使其系统化和普遍化；高等学校、中等专业学校及技工学校，在选矿专业的教学中，虽包括了选矿过程中的技术检验内容，但没有列入独立的专门课程，并且教学时数少，讲得不够完整、系统；以致不少刚从学校毕业、走向生产岗位的同志，对这项工作感到陌生、摸不着头绪。

为了使选矿厂的工作搞得有条不紊，对各主要环节存在的问题能及时发现、妥善处理，使技术经济指标不断提高，生产检验工作是不可缺少的重要一环。笔者在学习前人经验的基础上，结合自己在实践中积累的一些知识和材料，进行整理、编写成册。在语言和文字方面力求通俗易懂，对有关计算公式进行了推导。本书可供在现场工作的广大工人、工程技术人员和管理干部在工作中借鉴；也可供大、中专院校或其它从事选矿工作的同志参考。

本书在编写过程中，承蒙昆明冶金研究所谢光工程师、北京钢铁学院黄和慰讲师、大姚铜矿王怀德工程师等，分别对初稿进行了全面审查和校阅，提出了宝贵的修改意见。在此，表示诚挚的谢意。

由于笔者业务水平低，手头参考资料不足，书中错误之处在所难免，恳请读者提出宝贵意见，以便及时发现、加以纠正。

编 者

1982年12月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 选矿的目的和任务	1
第二节 选矿过程中取样计量的重要性	2
第三节 生产过程中检查与控制的范围	3
第二章 取样和加工	5
第一节 误差理论在取样加工过程中的重要性	5
一、取样加工过程中的误差	5
二、选矿厂常见的误差及其分类	6
三、减少技术检验中产生误差的途径	8
第二节 试样最小重量的确定	9
第三节 试样的分类	13
一、化学试样（分析试样）	13
二、工艺试样	14
三、矿物（矿鉴）试样	14
四、其它试样	15
第四节 取样点的选择	15
一、矿床取样点的选择	15
二、选矿工艺过程中取样点的选择	16
第五节 取样方法	17
一、取样的代表性	17
二、矿床取样	18
三、静止料堆的取样	22
四、流动物料的取样	24
五、浓密机和沉淀池的取样	26
第六节 取样数目和取样间隔时间的确定	33
一、基本公式	33
二、应用实例	34
第七节 样品加工	36

一、缩分流程与缩分比	36
二、样品加工步骤及注意事项	41
第三章 取样器械和计量装置	48
第一节 取样器械	48
一、人工取样器	48
二、机械取样器	52
第二节 计量装置	63
一、原矿计量	64
二、矿浆计量	72
三、精矿计量	84
第四章 工艺过程的检查与计算	88
第一节 产品水分的测定	88
第二节 物料比重和容重的测定	89
一、物料比重的测定	90
二、物料容重的测定	96
第三节 矿浆浓细度的测定	96
一、浓度的概念和计算公式推导	97
二、矿浆浓度表的编制	101
三、分级机溢流浓、细度的测定和计算	104
四、球（棒）磨排矿浓细度的测定	112
五、矿浆浓度的自动检测	113
六、矿浆粒度的自动检测	114
第四节 微细粒级的测定	116
一、微细粒级测定的依据	117
二、沉积法	119
三、淘析法	120
四、流体分级法	123
五、旋流水析器	127
六、微量粒度分析仪	128
第五节 碎矿作业的检查	129

一、碎矿最终粒度的测定	130
二、各段破碎机排矿口的测定	132
三、矿石含水含泥量的测定	134
四、处理矿量的测定与检查	136
第六节 精矿脱水作业的检查	140
一、浓密机溢流中固体含量的检查与测定	140
二、过滤产品的检查	143
三、干燥机烟气中固体含量的检查	144
第七节 重选设备的检查与计算	146
一、跳汰机	146
二、摇床	149
三、离心选矿机	151
四、皮带溜槽	151
第八节 磁选作业的检查与计算	152
一、矿物的磁化系数及其测定方法	152
二、磁选机生产率的计算	158
第九节 矿浆酸碱度的测定	161
一、滴定法	162
二、比色法	164
三、pH试纸比色法	168
四、电位法	168
第十节 浮选机(柱)充气量的测定	170
一、量筒法测定	170
二、日光灯管法测定	171
三、风速表法测定	171
四、柯西洛夫法测定	172
第五章 药剂用量的计算与测定	173
第一节 药剂的取样	173
一、坚实的团状药剂取样	173
二、松散药剂的取样	174

三、液体药剂的取样	175
第二节 药剂溶液的制备	176
一、高浓度的溶液稀释成低浓度的溶液	176
二、两种不同浓度的溶液混合成一种溶液	177
三、固体药剂配制成不同浓度的水溶液	178
四、石灰乳的制备	179
第三节 药剂用量的计算	180
一、药剂溶液耗量的计算	180
二、药剂原液加入的耗量计算	182
三、实验室药剂耗量的计算	182
第四节 药剂添加表的编制	182
第五节 药液用量的测定	185
一、药液配制浓度的测定	187
二、各加药点药液添加量的测定	189
第六节 几种主要浮选药剂的性能及分析测定	189
一、乙基黄药	190
二、丁基黄药	193
三、松醇油	195
四、硫化钠	199
五、氢氧化钠	202
六、石灰	204
第六章 选矿厂各作业的效率（或质量）指标和理论	
计算	207
第一节 碎矿作业的效率指标	207
一、筛分效率	207
二、碎矿机的负荷系数	210
三、设备运转率	210
四、各段破碎比和总破碎比	211
第二节 磨矿、选别作业效率指标	211
一、磨矿机利用系数	211

二、磨矿机作业率	213
三、分级效率	213
四、返砂比、磨矿比	219
五、品位	224
六、产率	230
七、回收率	242
八、粒级回收率	246
九、金属分配率	250
十、选矿效率	250
十一、富集比、选矿比	252
第三节 精矿脱水作业的效率指标	253
一、浓密机单位生产能力	253
二、回水率与脱水率	253
三、浓缩比	254
四、浓缩效率	255
五、过滤机单位生产能力	256
六、精矿水分	257
七、耗煤量	258
第七章 金属平衡表的编制	259
第一节 车间金属流失的检查与测定	259
一、磨矿和选别过程中金属流失的检查和测定	260
二、浓密机溢流水中金属流失的检查与测定	262
三、干燥机烟尘中金属流失的检查与测定	263
第二节 工艺(理论)金属平衡表的编制	263
第三节 在产品余额的测定	267
第四节 商品(实际)金属平衡表的编制	272
第五节 金属不平衡产生的原因及其分析	274
第六节 金属平衡差值的调查与缩小差值的措施	278
一、对金属平衡差值的调查与计算	278
二、缩小金属平衡差值应采取的措施	280

第八章 测试数据的处理	282
第一节 基本概念	282
一、测量	282
二、标准	282
三、误差	283
四、准确度和精确度	283
五、不确定度	283
六、置信限与置信概率	283
第二节 测试结果的计算	284
一、测试结果的精确度	284
二、选别指标的计算方法	285
三、有效数字的问题	286
第三节 测试误差的度量标准	289
一、标准误差和极差	289
二、平均值和几种误差之间的关系	293
三、平均值的误差	293
四、可疑测量值的舍弃	294
五、准确度和精确度的检验	299
第四节 平均数的比较	305
附录一 常见标准筛制	310
附录二 技术检测站常用工具、仪器、加工设备	313
附录三 主要矿种精矿质量标准 and 价格	314
附录四 磨矿细度的换算	320
附录五 水的硬度和各种硬度单位换算	320
附录六 重量单位换算表	322
附录七 体积、容量单位换算表	322
附录八 长度单位换算表	323
附录九 选矿常用原材料质量要求及参考价格	324
附录十 常用材料比重	325
附录十一 钢球的数据换算	326

附录十二	化学元素周期表·····	插页
附录十三	角度和倾斜度换算·····	327
附录十四	矿物的比磁化系数·····	328
附录十五	一些市售试剂的浓度和密度·····	329
附录十六	地面水的卫生防护·····	330
附录十七	车间空气中有害粉尘的最高容许浓度·····	332
附录十八	工业“三废”排放试行标准·····	332
附录十九	矿物及岩石硬度·····	335
附录二十	浓度公式换算·····	337
附录二十一	常用浮选药剂性能表·····	338
附录二十二	元素分析允许误差表·····	354
主要参考文献·····		364

第一章 绪 论

第一节 选矿的目的和任务

从矿山开采出来的矿石，一般品位都比较低，如铜矿石只有0.4~1.0%，钼矿石只有0.05~0.1%，铅的品位比较高，也只有0.7~1.5%左右，这样的矿石不经过选矿而直接进行冶炼，不但在技术上有困难，而且经济上也是不合算的。例如一个日处理量1500吨的铜选厂，假定原矿品位为1.000%，精矿品位20.00%，回收率85.00%。若不经过选矿，那么每天要把含铜量为1.000%的1500吨原矿运入冶炼厂，需要载重量为4吨的解放牌汽车375辆，而运去的铜只有15吨，其余的1485吨都是废石，这不仅在经济上是极不合算的，而且冶炼厂要建立庞大的炉子，消耗巨大的燃料、电力、熔剂和造渣材料，在技术上也是难以实现的；若经过选矿处理，精矿产率 γ 为：

$$\gamma = \frac{\text{回收率} \times \text{原矿品位}}{\text{精矿品位}} \times 100\% = \frac{0.85 \times 0.01}{0.20} \times 100\% = 4.25\%$$

则每天的精矿量只有 $1500 \times 4.25\% = 63.75$ （吨），需4吨载重汽车16辆。冶炼厂处理量也减少了95.75%。可见，事先进行选矿无论在经济上、还是在技术上都是合理的。

上述例子充分说明，为满足下一工序——冶炼的要求，对于低品位矿石必须进行选矿处理，使矿石中的有用矿物与脉石分开，提高金属品位，得出适于冶炼和符合其它部门要求的原料。

矿石中往往含有多种有用成分，为了充分综合利用国家资源，也必须尽可能地将它们分别回收，选出合乎国家要求的各种精矿。

此外，矿石中常常含有对该成分处理的有害杂质，在冶炼中这些有害杂质进入金属中将影响金属质量，有时会使冶炼过程复

杂化，甚至难以进行。如铜精矿中有害杂质为锌，锌精矿中有害杂质为铅。因此，在选矿过程中必须设法除去或降低有害杂质含量。

由上可知，选矿的基本目的与任务是：（1）分离有用矿物与脉石，使金属尽可能地得到富集；（2）把共生的有用矿物，尽量相互分离成为单独精矿；（3）除去有害杂质，充分地、经济地、综合地利用国家矿产资源。

冶炼前对矿石进行选矿，不仅技术上是必需的，而且经济上也是合理的。通过对金属的富集，可以扩大冶炼生产能力，降低运输费用和冶炼成本。选矿不能直接从矿石中提出某种金属，而只能从矿石中分出某种有用矿物。选矿技术的发展，有助于扩大工业原料基地和矿产资源的利用范围。

第二节 选矿过程中取样计量的重要性

选矿厂的生产任务是按照国家计划完成产品品种、数量、质量指标。选矿过程是一个连续生产过程，为了使这个过程能够正常、均衡、连续地进行，上下工序之间必须紧密衔接互创条件，严格执行技术操作卡片，任一工序出现漏洞，都将引起全厂（或局部）生产中断。

为了使选矿生产活动符合多、快、好、省的原则；为了按班、日、旬、月、季、年衡量选矿厂的生产效果，做好金属平衡工作，掌握选矿过程中的数、质量界限；为了检查和了解各个生产环节的技术操作是否符合工艺要求；为了给选矿厂的管理人员、技术人员提供生产中存在的薄弱环节，以便及时发现问题、解决问题，促使生产正常进行；技术检验工作起着不可缺少的、举足轻重的作用，它是搞好生产技术管理、作好金属平衡、提高管理水平的一个重要手段。因此每个选厂都必须进行一系列的取样、计量工作，并视具体情况设立相应的组织机构，如：质量管理科、技术检验科、技术监督站、检测组等。

生产检验所取得的各种原始数据，除了系统整理、长期保存

外，还应及时在现场进行公布，并向生产管理部门定期提出各种统计报表和改进工作的建议。技术监督部门有权对造成严重金属流失和不执行技术操作条件的个人、班组、工段，提出严肃批评，甚至停止操作；对那些不按规程办事的顽固执拗者，按有关规定给予行政处分或经济制裁，并责令限期采取措施进行纠正。

第三节 生产过程中检查与控制的范围

选矿过程的检查与控制,随着选别方法的不同,其范围略

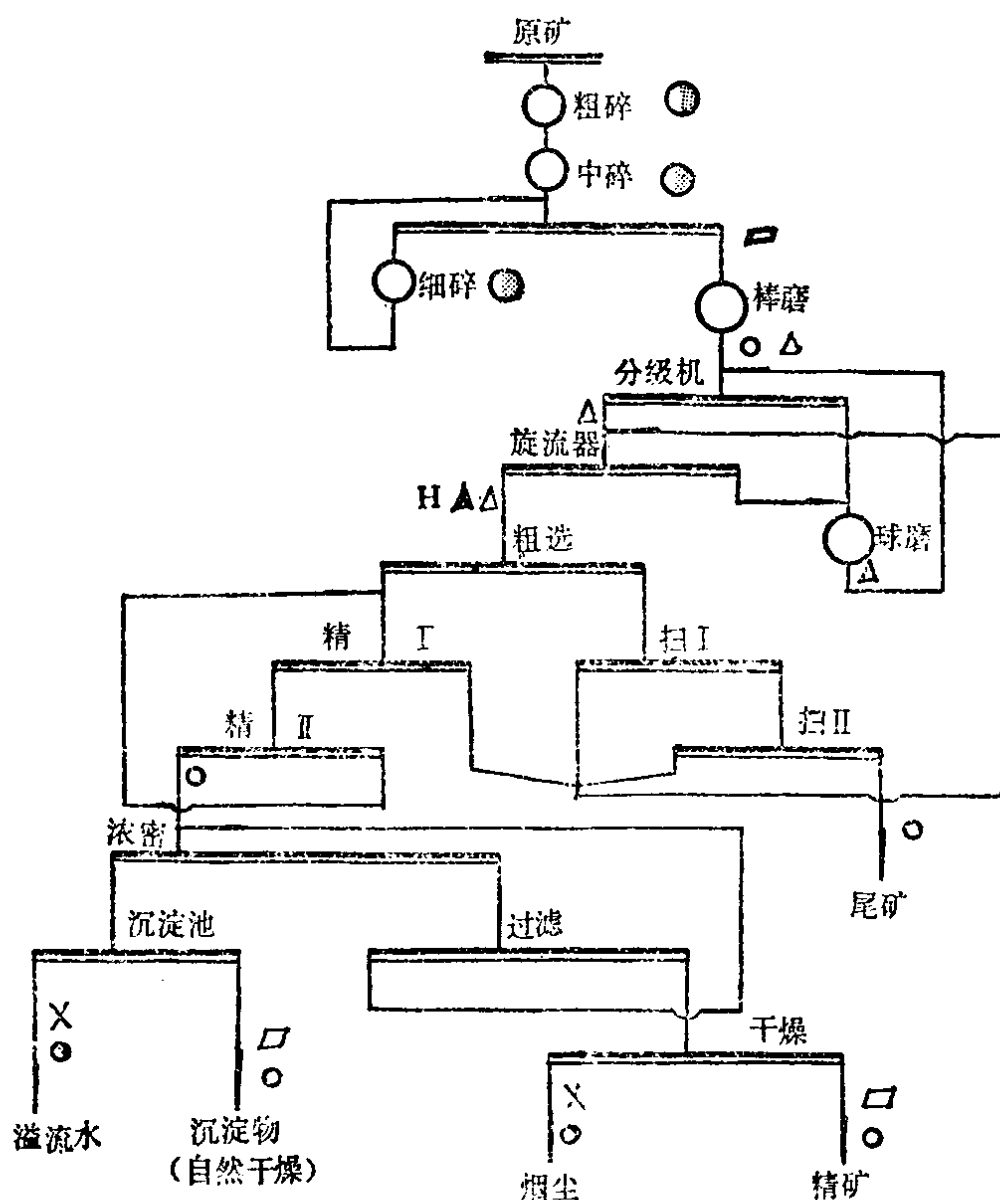


图 1-1 某选厂生产流程和取样系统

●—排矿口检查；×—固体含量（克/升）；△—粒度样；○—品位样；□—水分样；▲—浓度样；H—pH值测定

有差异，大致包括以下内容：

1. 进厂原材料（如矿石、药剂及其它消耗材料）及出厂产品品种、数量和质量标准的按期检查；

2. 计量设备（包括各种皮带秤、磅秤、天平、仪表、地中衡等）定期校核；

3. 主要设备技术条件的检查与控制：如破碎设备的排矿口尺寸、筛分设备的筛孔大小、浮选机充气量、浓密机溢流水的浑浊度、真空泵的真空度、干燥窑的炉温等；

4. 工艺操作条件的检查：

（1）粒度分析：矿山来矿块度、碎矿最终产品粒度、磨矿细度、分级机或旋流器溢流细度、入选矿石的粒度等；

（2）矿浆浓度测定：主要是磨矿浓度、分级机或旋流器溢流浓度、入选矿浆浓度等；

（3）水分测定：包括原矿和精矿；

（4）品位分析：包括原、精、尾矿班样品位及快速样品位等；

（5）浮选矿浆酸碱度测定；

（6）药剂用量的检查与控制。

图1-1为某选厂生产流程和取样系统，仅供参考。

第二章 取样和加工

第一节 误差理论在取样加工过程中的重要性

选矿厂的长期生产实践告诉我们，误差理论像一条无形的绳索，贯穿于取样和加工过程的始终。尽量减少误差是取样加工必须遵循的首要宗旨。所谓取样的准确性或试样的代表性，都是为了减少测定平均值和真值之间的差距；试样的反复缩分、混匀、研细、过筛，也是为了尽量减少加工过程中的误差；分析化验中标准液的精确制备、标定，样品的细心准确称量以及滴定终点的判定和滴定液的精确读数等等，其目的也是将分析中的误差控制在最小允许的范围内。因此本章的重点，就是紧紧抓住“减少误差”这四个字，用误差理论来指导取样和加工。

关于各种误差的基本概念及其计算、比较，请参阅本书第七章第五节和第八章。

一、取样加工过程中的误差

在选矿工艺上，常用的判据就是选矿技术指标和技术经济指标，如精矿品位、回收率、处理原矿量、水电、材料单耗及选矿成本等。品位是一个质量指标，它的真值无法知道，只有通过取样、加工、分析可得出近似真值的数据。回收率是一个数量指标，它的真值更无法知道，只能通过原矿、精矿、尾矿品位计算得到。因此原、精、尾矿品位稍有误差，就会导致回收率有较大的误差。现举一例加以说明：假定取样加工过程中无误差（实际上是不可能的），回收率的波动，单纯由铜分析误差所引起，那么对同一组样品来说，在化验允许误差范围内，对回收率的影响列于表2-1。

从表2-1可以看出：由于铜分析允许的最大误差，引起回收率在74.46~82.99%之间波动，最大相差值为8.53。如果再加上取样加工中的误差，那么回收率的波动范围就更大了。

表 2-1

化验组数	原 矿 品 位 (%)	精 矿 品 位 (%)	尾 矿 品 位 (%)	回 收 率 (%)
1	1.105	18.50	0.243	79.05
2	1.185	18.65	0.273	78.10
3	1.185	18.50	0.213	82.98
4	1.185	18.34	0.213	82.99
5	1.025	18.65	0.273	74.46
6	1.025	18.34	0.213	80.15

注：以表中第一组数据为准，原、精、尾矿品位分别在云南省冶金局规定的铜分析允许最大误差范围内上下波动。

又例如原矿处理量，是根据原矿计量和水分数字计算出来的。因此原矿计量的准确性和水分样的代表性，都对处理量有一定影响。而原矿处理量又是计算水、电、材料单耗和选矿成本的依据，处理量的欠准确，将会使这些单耗和成本失去真实性。

要使选矿技术指标和技术经济指标，接近于真值，能近似反映生产中的客观情况，就必须加强对取样、加工、分析过程中的技术管理，将误差降到最小的允许范围内。

二、选矿厂常见的误差及其分类

从不同的角度出发，误差有不同的分类方法，如按照误差的基本性质和特点，则分为差错（或疏失）误差、系统误差、随机误差三大类。

1. 差错误差 是由于取样加工和分析过程中，操作错误而造成的。常表现为数据反常、差值偏大。差错的测量结果是完全错误的，应弃而不用。差错误差在选矿厂的技术检验中时有出现，这主要发生在经验不足、责任心不强或精力不集中的人员身上，如在班样的一200目粒度筛析中，常出现样品泼洒、称量数字记错等，结果造成班样细度偏高或偏低，和实际生产情况不符，给技术指标的分析带来了干扰和困难。

2. 系统误差 这种误差的值基本上是恒定不变的，或者是遵循着一定的规律变化的。其产生的原因往往是可知的或能掌握