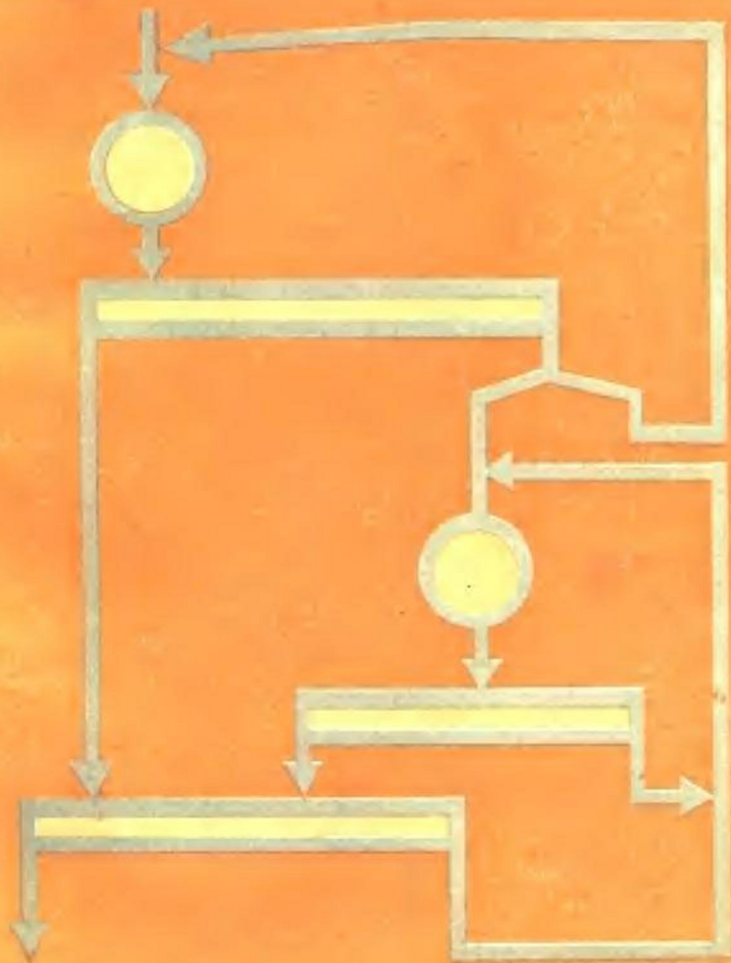


选矿厂磨矿工

刀正超 编著

冶金工业出版社



921

选矿厂磨矿工

刀正超 编著

*

冶金工业出版社 出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39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 9 字数 238 千字

1987年 2 月第一版 1987年 2 月第一次印刷

印数00,001~3,200 册

统一书号: 15062·4411 定价2.55元



前 言

作为粉碎物料主要设备的磨矿机，不仅在金属矿山选矿厂中已成为必不可少的重要设备，而且在生产建筑材料的水泥厂、制造化肥的化工厂、某些化学原料厂、提取精煤的选煤厂，甚至火柴厂等许多工业部门也在广泛应用。

让操作磨碎设备的工人们懂得设备的构造、性能、工作原理，并有熟练地掌握操作技能和处理问题的能力，对于保证设备的安全运转和获得优异的技术经济指标是十分重要的。

根据冶金工业部颁布的“冶金企业主要生产工人技术等级标准”中有关选矿厂磨矿工的技术等级的要求，编写了本书。目的是帮助磨矿操作工比较系统地学习和掌握磨矿分级技术的基础知识，提高磨矿分级的基础理论水平和操作技能，从而较好地控制磨矿分级的全过程。

本书较详细地讲述了物料粉磨技术的基本理论、磨矿分级设备的构造、工作原理、操作和维护、保养及检修等知识，以及各主要参数的控制和测定，计算方法等。对选矿厂磨矿分级过程的控制及自动化，以及电子计算机和工业电视的知识也作了扼要的介绍，以供读者了解一些磨矿分级过程控制的发展趋向。

全书本着实用的原则，以生产实践为基础，以能给予磨矿工作者指导为宗旨编写的。

本书可供选矿厂磨矿工人参考，也可作为金属矿山选矿专业技术学校教学参考书和企业职工工业余技术培训教材，同时也适用于建材、化工、煤炭等有物料粉磨作业的企业、部门的有关人员以及选矿厂从事生产技术管理的干部和技术人员。

书中第七章为发展趋向，其中的概念、名词、术语等不作解释，请读者参阅有关文献。

书中采用了许多生产单位和研究、设计、教学部门的资料、文献，在此一并致谢！

由于本人水平所限，书中错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

作者

一九八五·五·

目 录

前言

第一章 磨矿工	1
第一节 磨矿工的职责	1
第二节 磨矿工的技术等级标准	2
第二章 磨矿概论	7
第一节 基本概念和术语	7
第二节 磨矿分级的目的和意义	12
第三节 物料的粒度和粒度分析	16
第四节 磨矿作业的工艺指标	26
第五节 磨矿分级流程	31
第六节 磨矿作业与相邻作业的关系	35
第三章 磨矿机与分级机	46
第一节 磨矿机的分类	46
第二节 磨矿机的构造及应用	47
第三节 分级设备	62
第四节 磨矿机的功率和电机的选择	67
第五节 磨矿机的安装和试车	70
第四章 磨矿的基本理论	79
第一节 磨碎过程的基本原理	79
第二节 磨矿机的工作状态	83
第三节 磨矿机的转速	86
第四节 磨矿机生产率的计算	92
第五节 磨矿速度	97
第五章 磨矿分级过程的控制及设备、工艺的操作管理	100
第一节 磨矿设备的启动和停车	101
第二节 磨矿机组运转中的检查与维护	105

第三节	磨矿机的润滑技术	110
第四节	磨矿机的胀肚及其处理	122
第五节	磨矿循环负荷的平衡与控制	130
第六节	磨矿、分级浓度及细度的控制与测定	134
第七节	磨矿介质的配比和补加	141
第八节	磨矿机运转过程中偶然出现的故障及处理方法	164
第九节	磨矿机容易发生的故障、原因及处理方法	167
第十节	影响磨矿过程的主要因素	181
第十一节	磨矿机的检修	199
第十二节	磨矿的安全技术	203
第十三节	磨矿的技术管理	205
第十四节	磨矿的设备管理	209
第六章	自磨矿	215
第一节	概述	215
第二节	自磨机的结构	219
第三节	自磨原理	224
第四节	自磨系统	226
第五节	自磨机的使用	232
第七章	磨矿分级过程控制及自动化的一般知识	240
第一节	实现磨矿分级过程控制及自动化的意义	240
第二节	磨矿分级过程控制及其自动化的一些基本知识	244
第三节	磨矿分级过程基本参数的自动检测	248
第四节	磨矿分级过程基本参数的自动控制	258
第五节	电子计算机和工业电视的一般常识	270
主要参考文献		281

第一章 磨 矿 工

第一节 磨矿工的职责

磨矿工是磨矿机（包括分级机）的直接操作人员，是磨矿机和其它辅助设备的使用、维护和保养者。磨矿工的主要任务就是保证磨矿设备的安全运转，精心操作，努力获得优异的磨矿指标——最高的生产率、最合理的磨矿产品浓度和粒度，以尽量低的消耗，为选别作业或其它加工工业创造最好的原料条件。

磨矿工的主要职责包括：

1. 随时观察和检查磨矿作业所属设备的工作情况，保证磨矿过程的正常进行；
2. 经常观察和定期测定磨矿浓度和分级溢流（或筛下产物）浓度、细度，并及时进行调整，使它们保持相对的稳定；
3. 注意检查和调整给料量，使其保持均衡稳定；
4. 检查润滑系统的工作是否正常，保证油温、油压、油量处于规定的范围内；
5. 注意观察分级机返砂量或筛上产物返回量的变化情况，保证磨矿循环负荷^①的平衡；
6. 监听磨矿机内部声响的变化和观察电流表读数及磨矿机排料浓度的变化，防止磨矿机“胀肚”或空磨；
7. 经常巡回检查所属设备各部位的工作情况，如地脚螺栓、联轴节、传动齿轮、减速器、电动机等的紧固、声响、温度、振动等情况；
8. 注意磨矿机漏浆，发现漏浆要及时处理，严防矿浆进入轴承、润滑点或润滑系统；
9. 搞好设备、操作平台和所属范围的卫生，保证文明生

① 循环负荷见本书第五章第五节。

产；

10. 认真做好工作记录，本班发生的事故、故障及处理情况，还存在的隐患和问题、处理意见，本班的操作条件，设备、仪表运行情况，开车、停车时间、停车原因，磨矿介质补加情况，磨矿指标（主要指磨矿产品的浓度和粒度），工具、器具完整情况，工业卫生以及有关领导的指令等，都要认真填写清楚；

11. 严格进行交班和接班。交班时应协同接班者检查设备和工业卫生等，并要主动向接班者介绍本班的情况。工具、器具当面清点，若有遗失和损坏要在工作记录上填写清楚。若经检查不符合交班条件，接班者不应接班，必须重新进行处理，直至符合交班条件才能接班。

总之，磨矿工要树立良好的职业道德，除认真做好本班的工作外，还要主动地为下一个班和下一个作业创造良好的工作条件。严格按照岗位操作规程和安全规程行事，努力做好本职工作。

第二节 磨矿工的技术等级标准

磨矿作业是选矿厂各个作业中的核心，是技术要求高、操作复杂的作业。在磨矿作业中往往由于磨矿工的技术水平低，不能有效地控制各种条件或随条件的变化而进行适当的调整，盲目开车，致使磨矿成本增高，产品的合格率很低，选矿指标上不去而影响整个选厂的经济效果。所以，磨矿作业不仅要求磨矿工要熟悉设备的构造、性能、工作原理，操作方法，事故和故障的处理方法和设备的维护、保养及检修技术等，而且还要求磨矿工正确地掌握整个磨矿过程的控制方法，磨矿产品指标的调整方法，磨矿作业主要参数的测定和数据处理方法等。此外，还应该掌握入磨物料的性质，如硬度、粒度和难磨、好磨的情况，并根据这些性质的变化来调整磨矿制度。一般还要求磨矿工懂得选矿厂的工艺流程、选矿的金属平衡及矿石的可磨性和可选性实验的基本知识等。

因此，冶金工业部于一九七九年颁布了《冶金企业主要生产工人技术等级标准》又叫“应知”、“应会”，对不同的工种和级别规定了不同的技术要求。现将磨矿工的技术等级标准抄录于下，供参考。

二 级 工

应知：

1. 安全技术操作规程；
2. 磨矿设备的规格、性能及作用；
3. 磨矿在选矿中的作用；
4. 开停车顺序及注意事项。

应会：

1. 磨矿分级设备的操作和维护；
2. 正常开车停车顺序和注意事项；
3. 一般故障和简单事故处理；
4. 掌握和测定溢流浓度。

三 级 工

应知：

1. 上下工序相互联系；
2. 磨矿、分级设备的种类、规格、型式、性能及作用；
3. 台时处理量、粒度、返砂量之间的关系；
4. 本工序水路分布情况。

应会：

1. 正确的操作维护磨矿、分级设备；
2. 根据矿石性质，调整操作，保证磨矿粒度；
3. 正确判断设备故障并能进行一般处理；
4. 上下工序间联系及相互影响；
5. 事故开停车的处理。

四级工

应知：

1. 磨矿、分级设备的构造及工作原理；
2. 本工序的设备配置及工艺流程；
3. 影响磨矿、分级指标的主要因素；
4. 润滑部位和润滑油的种类；
5. 磨矿、分级基本理论知识；
6. 风、水、电的基本知识。

应会：

1. 独立正确的对磨矿、分级及辅助设备进行操作和维护；
2. 辨别矿石性质，调整操作，保证指标；
3. 判别球量多少和衬板磨损情况；
4. 胀肚原因及处理；
5. 预防事故，正确判断故障及处理。

五级工

应知：

1. 选厂生产过程；
2. 选厂主要设备及作用；
3. 电、气焊基本知识；
4. 了解天车及起重工作一般知识；
5. 电动机的构造、性能和维护方法。

应会：

1. 提高磨矿机利用系数措施；
2. 目测矿石性质、产品粒度；
3. 简单计算（浓度、产率、矿量）；
4. 磨矿机火瓦和同步机副瓦温度升高的原因及处理；
5. 掌握设备磨损情况、更换周期，提出检修计划。

六 级 工

应知:

1. 磨选作业数质量流程;
2. 影响磨矿因素;
3. 辅助设备的工作原理;
4. 识图的一般知识;
5. 选厂技术经济指标。

应会:

1. 绘制本工序工艺流程图和设备配置图;
2. 选别设备规格、构造及工作原理;
3. 正确指挥操作,组织日常生产;
4. 指导低级工进行设备小修维护;
5. 运用公式进行一般计算;
6. 掌握介质的材质、配比和合理补加。

七 级 工

应知:

1. 国内外磨矿、分级先进技术动态;
2. 磨矿转数的意义及计算;
3. 矿石可选性试验研究;
4. 全厂生产工艺流程和主要设备的构造、工作原理。

应会:

1. 磨矿工艺流程计算;
2. 掌握水电路分布情况;
3. 分析影响磨矿因素、提出确保磨矿粒度措施;
4. 解决生产过程中较复杂的问题;
5. 能修改制定本工序各项规程。

八 级 工

应知：

1. 本厂主要设备配置；
2. 选矿试验研究工作的知识；
3. 选矿生产自动化技术。

应会：

1. 选矿流程考查、计算和分析；
2. 根据工艺流程，正确进行设备选型；
3. 掌握和使用国内外先进技术；
4. 参加设计方案审查和竣工验收工作；
5. 掌握企业管理的基本知识。

第二章 磨 矿 概 论

第一节 基本概念和术语

一、矿物和矿石

1. 矿物

地壳中存在着90多种化学元素，这些元素经过热力、压力、生物等各种地质作用，形成了各种化合物，如辉铜矿 (Cu_2S)、方铅矿 (PbS)、赤铁矿 (Fe_2O_3)、石盐 (NaCl)、白云石 ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$)、石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)等；也形成了少数单质，如自然金 (Au)、硫黄 (S)、自然铜 (Cu)等。人们把地壳中由于地质作用而形成的这种自然元素和自然化合物统称为矿物。由于矿物有一定的化学成分和内部结构，所以它们也具有一定的物理性质和化学性质。矿物大部分是固态的，也有少部分是液态或气态的。

2. 矿石

各种矿物在地壳中并不是均匀分布的，它们在各自的一定的地质条件下可能相对的集中在一起（或叫富集），只有当矿物集合体富集到了一定程度并稳定下来，人们才能利用它。这种在现代技术经济条件下，能够开采出来直接利用或加工提炼和利用的、具有一定经济价值的矿物集合体叫矿石。矿石的概念是相对的，随着工业技术的不断发展和人们对矿石日益增长的需要，矿石的概念也将随之改变。过去由于有用成分含量低无法利用而认为是废石的，将来可能成为有用矿石加以处理。

二、有用矿物、脉石、脉石矿物和金属矿物

1. 有用矿物和脉石矿物

矿石除部分由单一矿物组成外，一般都由几种矿物所组成，通常把它们分成两类：矿石矿物和脉石矿物。矿石矿物称为有用矿物，它是矿石中能够直接被利用或能从中提取一种或多种元素

的矿物。

脉石矿物也叫无用矿物。它是与有用矿物伴生的，目前还没有利用价值的矿物。

2. 脉石和金属矿物

矿物在富集过程中常与其它没有工业价值的岩石伴生在一起，这种岩脉称为脉石。

含有金属元素的矿物叫金属矿物，由金属矿物构成的矿石叫金属矿石。

三、原矿、精矿、尾矿和产率

1. 原矿、精矿和尾矿

由采矿场运入选厂的矿石叫原矿。在磨矿中，除由分级设备返回给磨矿机再磨的以外凡给入磨矿机的矿石都叫原矿或叫新给矿。

矿石经过选矿加工后，除去矿石中的大部分脉石和杂质，使有用矿物的含量提高到适合于冶炼加工或直接利用的产品叫精矿。精矿的标准，不同的国家和不同的用途规定都不一样，所以精矿中主、杂成分都达到规定要求的叫合格精矿。

精矿分出后留下的产品，其中有用矿物的含量已经很低，不需要再进一步处理的，或者技术经济上暂时不适合处理的产品叫尾矿。尾矿的概念也是相对的，在尾矿中仍含有受目前技术水平限制难以提出的有用成分或由于其它原因暂时不去提取的有用成分。因此，现在的尾矿可能成为将来进一步提取有用成分而再选的原矿。

2. 产率

在选矿中，某种选矿产品的重量与原矿重量之比叫产率。产率常用百分数并以希腊字母“ γ ”表示，其计算如下。

如有的选矿厂处理了某种原矿1500吨，获得精矿700吨，那么精矿产率为：

$$\gamma_{\text{精}} = \frac{\text{精矿重量}}{\text{原矿重量}} \times 100\% = \frac{700}{1500} \times 100\% = 46.67\%$$

原矿产率“ $\gamma_{\text{原}}$ ”因为是原矿与原矿比,所以它的产率为100%。由此可算出尾矿产率为

$$\gamma_{\text{尾}} = \gamma_{\text{原}} - \gamma_{\text{精}} = 100\% - 46.67\% = 53.33\%$$

在磨矿中,对入磨原料和磨矿产品进行粒度分析时,也常用产率,含义上与选矿产品的产率略有不同。它经常用的是粒级产率,仍用“ γ ”表示。在生产或试验中,为了分析磨矿机给料和磨矿产品的粒度大小和它们的分布组成情况,常常取些样品用筛子或其它用具把它们按颗粒大小分成好几个等级(或叫级别、粒级),分别称出各个等级的重量,又分别算出各个等级的重量与样品总重量之比,并用百分数表示。这个用百分数表示的重量比就是产率。用那一个粒级的重量与样品总重量比,就叫这一个粒级的产率,又叫个别产率,即:

$$\frac{\text{某一粒级的重量}}{\text{样品总重量}} \times 100\% = \text{某一粒级产率}(\%)$$

在粒度分析中,为了要了解大于某一个粒级以上各粒级产率之和,及小于某一个粒级以下的各粒级产率之和,又引用了筛上产率、筛下产率或者叫正累积产率、负累积产率的概念。

筛上累积产率或正累积产率是大于某一筛孔的物料粒子各个粒级产率之和,即表示大于某一筛孔以上的物料总重占样品总重量的百分率。

筛下产率或负累积产率是小于某一筛孔的各粒级产率之和,即表示小于某一筛孔的物料总重量与样品总重量之比的百分率。

需要注意的是,产率计算中物料都是以干重计。

四、品位

矿石含有用成分的多少,用品位来表示。它是矿石中有用成分的重量与矿石重量之比,用百分数表示。对于选矿产品来说,产品的金属品位是指该产品中某种金属的重量与产品重量之比的百分数。例如有80吨铁矿石中共含有铁35吨,则该铁矿石的品位为: $(35 \div 80) \times 100\% = 43.75\%$ 。

由于选矿厂有原矿、精矿和尾矿,还有一些半成品叫中矿,

所以也就相应的有原矿品位，用“ α ”表示；精矿品位，用“ β ”表示；尾矿品位，用“ ϑ ”表示。中矿品位可用“ $\beta_{\text{中}}$ ”表示。例如选得100吨铜精矿，含有15.4吨金属铜，则这份铜精矿的品位为：
$$\beta = (15.4 \div 100) \times 100\% = 15.4\%。$$

品位都是由化学分析（或其它方法）确定的。

五、粒度、细度和矿浆浓度

1. 粒度、细度

矿块或矿石颗粒大小的量度叫粒度。一般以该矿粒最大长度表示，单位用毫米或微米。

细度是表示某一个样品中，小于某一个尺寸的矿物粒子的总重量与样品总重量之比的百分数，它与负累积产率相似。在磨矿中经常用到细度，如磨矿产品中取出一份样品，用筛孔是0.074毫米的筛子过筛，筛出小于0.074毫米的部分，如这部分的重量占样品总重量的80%，那么就说细度是80%，同时要指明是小于某一粒度，这样写做：细度 = 80% - 0.074毫米。

2. 矿浆浓度

一般把矿浆中固体的重量（干重）与矿浆（固体 + 水）重量之比的百分数叫矿浆浓度。在磨矿中随时用到磨矿浓度、分级溢流浓度等，就是这个意思。

六、嵌布粒度

矿物在矿石中是以一定形状和大小的颗粒存在着的，简单地说，矿石中矿物颗粒及其集合体的大小叫嵌布粒度。在选矿中常采用粗粒嵌布、细粒嵌布和微粒嵌布等概念，这里的粗和细完全是一个相对的概念，它与选矿方法、选矿设备和矿物种类有关。

一般大致可划分如下：

1. 粗粒嵌布 矿物颗粒尺寸20~2毫米；
2. 中粒嵌布 矿物颗粒尺寸2~0.2毫米；
3. 细粒嵌布 矿物颗粒尺寸0.2~0.02毫米；
4. 微粒嵌布 矿物颗粒尺寸20~2微米。

七、单体分离（解离）、解离度、连生体

1. 单体解离

把矿石中的有用矿物与脉石解离开来使矿物成为单一的物体叫单体。对一般既含有脉石又含有有用矿物的矿石，经过破碎磨矿后使两者彻底分离，这种现象叫矿物的单体解离。

2. 解离度和连生体

在经过碎矿、磨矿而被粉碎了的矿石中，有些粒子只含有一种矿物叫单体解离粒。另外一些粒子还是两种或几种矿物（包括与脉石矿物）连生着，这种粒子叫连生粒或叫连生体。

解离度是衡量矿物粒子单体解离的程度，某种矿物的解离度，就是该矿物的单体解离颗粒数与含该矿物的连生颗粒数及该矿物的单体解离颗粒数之和的比值，用百分数表示。即：

$$\text{某矿物的解离度} = \frac{\text{该矿物的单体解离颗粒数}}{\text{该矿物的单体解离颗粒数} + \text{含该矿物的连生颗粒数}} \times 100\%$$

单体解离颗粒数和连生颗粒数，在显微镜下可以数出来。

八、选矿比和回收率

1. 选矿比

原矿处理量对选出精矿量之比值叫选矿比。它表示选厂处理某种矿石获得一吨精矿要消耗该种矿石（原矿）多少吨。如某选厂处理了铁矿石500吨，获得精矿285吨那么选矿比为： $500 \div 285 = 1.75$ 。

2. 回收率

选矿作业的目的是把原矿中的金属选入精矿，这个分选过程的完全程度用精矿中金属的重量对原矿中该金属重量的比来评定。这个比值叫金属回收率。常用希腊字母 ϵ 代表，用百分数表示。

回收率又分为实际回收率和理论回收率。根据现厂实际处理的原矿量及原矿品位和所得到的合格精矿量及精矿品位，而计算出来的精矿回收率叫实际回收率。如某铜选厂处理了1000吨铜矿石，铜矿石品位为1%；共选出精矿60吨，精矿品位为15%。它的