

GB 50782.1.



UDC

中华人民共和国国家标准

P

GB 50782 - 2012

有色金属选矿厂工艺设计规范

有色金属选矿厂工艺设计规范

Code for technological design of non-ferrous concentrator

2012 - 08 - 13 发布

2013 - 01 - 01 实施

中国计划出版社



S/N:1580177-965



统一书号: 1580177·965

定 价: 21.00元

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

9 158017 796506 >

中华人民共和国国家标准

有色金属选矿厂工艺设计规范

Code for technological design of non - ferrous concentrator

GB 50782 - 2012

主编部门:中国有色金属工业协会

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2013年1月1日

中国计划出版社

2012 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1460 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《有色金属选矿厂工艺设计规范》的公告

中华人民共和国国家标准
有色金属选矿厂工艺设计规范

GB 50782-2012

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

现批准《有色金属选矿厂工艺设计规范》为国家标准, 编号为 GB 50782—2012, 自 2013 年 1 月 1 日起实施。其中, 第 4.8.12、6.3.10、6.4.5、7.5.1 条为强制性条文, 必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2012 年 8 月 13 日

850mm×1168mm 1/32 3.375 印张 84 千字

2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 1580177·965

定价: 21.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2007〕126号)的要求,由中国恩菲工程技术有限公司和中国有色金属工业工程建设标准规范管理处会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组进行了广泛、深入的调查研究,认真总结了国内选矿厂的设计成果,吸取了近代国内外选矿厂的设计及建设经验,在全国范围内多次征求了有关单位及业内专家的意见,最后经审查定稿。

本规范共分7章,主要内容包括:总则、术语、选矿试验与矿样采取、工艺流程、主要设备选择与计算、厂房布置与设备配置、辅助生产设施等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理,由中国恩菲工程技术有限公司负责具体内容的解释。在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,如发现需要修改或补充之处,请将意见和建议寄至中国恩菲工程技术有限公司(地址:北京市复兴路12号,邮政编码:100038),以供今后修订时参考。

本规范主编单位:中国恩菲工程技术有限公司

中国有色金属工业工程建设标准规范管理处

本规范参编单位:长沙有色冶金设计研究院有限公司

长春黄金设计院

柳州华锡有色设计研究院有限责任公司

本规范主要起草人员: 邓朝安 李恒石 马士强 刘俊
 刘学杰 黄光洪 陈典助 王忠敏
 夏菊芳 邬清平 吴伯增 杨奕旗
 唐广群 张艳华
 本规范主要审查人员: 陈登文 杨文章 何发钰 孙体昌
 张忠汉 杨松荣 王海瑞 张洪建
 李九洲

目次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	选矿试验与矿样采取	(6)
3.1	选矿试验	(6)
3.2	矿样采取	(7)
4	工艺流程	(8)
4.1	一般规定	(8)
4.2	破碎筛分	(8)
4.3	预选	(9)
4.4	磨矿分级	(10)
4.5	浮选	(10)
4.6	重选	(11)
4.7	磁选	(12)
4.8	氰化	(13)
4.9	脱水	(14)
5	主要设备选择与计算	(16)
5.1	一般规定	(16)
5.2	破碎筛分	(17)
5.3	预选	(18)
5.4	磨矿分级	(18)
5.5	浮选	(19)
5.6	重选	(19)
5.7	磁选	(20)
5.8	氰化	(20)

5.9 脱水	(21)
6 厂房布置与设备配置	(23)
6.1 一般要求	(23)
6.2 破碎筛分	(24)
6.3 磨矿选别	(25)
6.4 氰化浸出	(26)
6.5 精矿脱水	(27)
7 辅助生产设施	(28)
7.1 储矿设施	(28)
7.2 给矿与物料输送	(29)
7.3 检修设施	(30)
7.4 药剂储存与制备	(31)
7.5 药剂添加	(32)
7.6 磨矿介质储存与添加	(33)
7.7 过程检测与自动控制	(33)
7.8 选矿试验室	(34)
7.9 选矿化验室	(34)
本规范用词说明	(36)
引用标准名录	(37)
附:条文说明	(39)

Contents

1 General provisions	(1)
2 Terms	(2)
3 Mineral processing test and sampling	(6)
3.1 Mineral processing test	(6)
3.2 Sampling	(7)
4 Technological process	(8)
4.1 General requirement	(8)
4.2 Crushing and screening	(8)
4.3 Pre-concentration	(9)
4.4 Grinding and classification	(10)
4.5 Flotation	(10)
4.6 Gravity concentration	(11)
4.7 Magnetic separation	(12)
4.8 Cyanidation	(13)
4.9 Dewatering	(14)
5 Main equipment selection and calculation	(16)
5.1 General requirement	(16)
5.2 Crushing and screening	(17)
5.3 Pre-concentration	(18)
5.4 Grinding and classification	(18)
5.5 Flotation	(19)
5.6 Gravity concentration	(19)
5.7 Magnetic separation	(20)
5.8 Cyanidation	(20)

5.9 Dewatering	(21)
6 Layout of plant buildings and arrangement of equipment	(23)
6.1 General requirement	(23)
6.2 Crushing and screening	(24)
6.3 Grinding and separation	(25)
6.4 Cyanidation leaching	(26)
6.5 Concentrate dewatering	(27)
7 Auxiliary facilities	(28)
7.1 Ore storage facilities	(28)
7.2 Feeding and material handling facilities	(29)
7.3 Maintenance and repair facilities	(30)
7.4 Reagent storage and preparation	(31)
7.5 Reagent addition	(32)
7.6 Grinding media storage and addition	(33)
7.7 Process monitoring and automatic control	(33)
7.8 Testing laboratory	(34)
7.9 Analytical laboratory	(34)
Explanation of wording in the code	(36)
List of quoted standards	(37)
Addition; Explanation of provisions	(39)

1 总 则

1.0.1 为统一有色金属选矿厂工艺设计技术要求,提高设计质量及创新水平,推动技术进步,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建的有色金属选矿厂工程的工艺设计。

1.0.3 有色金属选矿厂厂址应经多方案论证后择优确定,不得布置在矿体上、采矿陷落区和爆破危险范围内,以及有断层、溶洞、滑坡和泥石流等不良工程地质的地段。

1.0.4 有色金属选矿厂厂房布置及车间设备配置,应根据工艺流程特点和技术发展要求,充分利用地形,合理确定。对有扩建可能的选矿厂,应适当留有发展余地,但不得随意扩大占地和提前征用。

1.0.5 有色金属选矿厂工艺设计中应对共、伴生有用矿物进行综合回收,对水、尾矿资源进行综合利用。

1.0.6 有色金属选矿厂排出的尾矿、污水及产生的粉尘、有害气体、噪声和放射性物质等应妥善处理,并应符合国家现行有关环境保护标准的规定。

1.0.7 有色金属选矿厂工艺设计,除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.1.1 有色金属 non-ferrous metal

除铁、锰、铬及其合金以外金属的统称,也称非铁金属。

2.1.2 贵金属 precious metal

具有比一般金属优异的化学稳定性,且较贵重的金属。

2.1.3 矿石 ore

在现有技术经济条件下,能从其中提取有用元素、化合物或矿物的天然矿物聚集体。

2.1.4 矿物 mineral

地壳中由于自然的物理、化学或生物作用,所形成的自然单质和自然化合物。

2.1.5 原矿 run-of-mine; crude ore

采出后未经任何加工处理的矿石。

2.1.6 精矿 concentrate

矿石经选别作业,目的矿物被富集的产品,包括粗选精矿、扫选精矿、精选精矿、混合精矿等。

2.1.7 尾矿 tailings

矿石经选别作业,选出目的矿物后的剩余产物或废弃产物。

2.1.8 选矿 mineral processing; beneficiation; ore dressing

用物理、化学、物理化学或生物等方法,将原矿中有用矿物与脉石、有害物质或将多种有用矿物分离并富集的工艺过程。

2.1.9 选别作业 separation operation

用选矿方法对有用矿物与脉石或有害物质进行分离过程的统称,包括粗选、扫选、精选等。

2.1.10 品位 grade

矿石或选矿产品中,金属或有用成分含量的质量百分率或单位含量。

2.1.11 回收率 recovery

在选矿流程中,各产物的金属或有用成分的质量占原矿中该金属或有用成分质量的百分率。

2.1.12 矿样 sample

供试验、测试、分析和研究用的具有代表性的矿石样品。

2.1.13 试验室小型流程试验 laboratory test

用试验室小型非连续或局部连续试验设备进行的选矿试验。

2.1.14 试验室扩大连续试验 extended continuous laboratory test

在试验室小型流程试验的基础上,用试验室连续试验设备进行的选矿试验。

2.1.15 选矿厂 concentrator

对原矿或其他物料进行加工选别,将有用矿物和脉石分离,得到精矿产品的工厂。

2.1.16 破碎 crushing

利用外力使块状固体物料粒度减小的过程。

2.1.17 破碎产品粒度 particle size of crushed product

被破碎后物料颗粒的大小。

2.1.18 筛分 screening

利用筛分设备对散状物料按颗粒大小分成不同粒级的作业。

2.1.19 预选 pre-concentration

在较粗的粒度条件下,通过重选、重介质选矿、磁选或拣选等方法预先分离出脉石或围岩的过程。

2.1.20 洗矿 ore washing

利用机械擦洗和水力冲洗作用除去矿石中黏土质及细粒物料的过程。

2.1.21 磨矿 grinding

利用介质在磨矿机中的冲击和磨剥作用减小物料粒度的过程。

2.1.22 磨矿细度 mesh-of-grind

矿石被磨细的程度。通常以小于某指定粒度的矿粒的质量百分率表示。

2.1.23 分级 classification

将物料按沉降速度或粒度不同分为两种或多种粒级的过程。

2.1.24 重选 gravity concentration

利用矿物密度的差异和矿物颗粒在介质(主要是水)中运动速度的不同,进行分选的过程。

2.1.25 浮选 flotation

根据矿物颗粒表面物理化学性质的不同,利用矿物自身具有的或经药剂处理后获得的润湿性差异,进行分选的过程。

2.1.26 磁选 magnetic separation

利用被分选物料的磁性差异,在磁选机磁场中使矿物分离的一种选矿方法。

2.1.27 浸出 leaching

用浸出剂有选择地溶解矿物中的有用成分,使之与脉石分离的工艺过程。

2.1.28 堆浸 heap leaching

将浸出剂喷淋或滴淋在低品位的矿石堆上,浸出其中有用成分的方法。

2.1.29 氰化法 cyanide leaching process

以氰化物溶液从矿石中提取金、银的方法。

2.1.30 炭浆法 carbon-in-pulp process

金矿石氰化浸出后,加活性炭从矿浆中吸附金的方法。

2.1.31 吸附 adsorption

固体、液体、气体分子的原子或离子依附在固体或液体表面上

的现象。可分为化学、定向和物理吸附。

2.1.32 逆流洗涤 countercurrent washing

在洗涤液与矿浆逆向流动中,有用成分溶液与固体分离的方法。

2.1.33 解吸 desorption

已吸附的物质从吸附剂中释放的过程,是吸附的逆过程。

2.1.34 浓缩 thickening

借助矿粒重力、离心力或磁力作用,提高矿浆浓度的过程。

2.1.35 过滤 filtration

借助多孔隙的过滤介质,将矿浆进行固液分离的脱水过程。

2.1.36 干燥 drying

利用热能或其他能量蒸发除去物料中附着的水分的过程。



3 选矿试验与矿样采取

3.1 选矿试验

3.1.1 选矿试验类别可划分为可选性试验、试验室小型流程试验、试验室扩大连续试验、半工业试验和工业试验。选矿试验类别及主要适用范围,应符合表 3.1.1 的规定。

表 3.1.1 选矿试验类别及主要适用范围

试验类别	主要适用范围
可选性试验	矿床评价或初步可行性研究
试验室小型流程试验	易选及较易选矿石选矿厂的可行性研究、初步(基本)设计
试验室扩大连续试验	难选矿石选矿厂的可行性研究、初步(基本)设计
半工业试验	极难选矿石选矿厂的可行性研究、初步(基本)设计
工业试验	采用无生产实践经验的新技术选矿厂的初步(基本)设计

3.1.2 新建的选矿厂应进行矿石的相应类别选矿试验(含工艺矿物学研究)。试验报告应经专家审查通过。

3.1.3 新建的选矿厂应进行矿石磨矿功指数测定或相对可磨度测定试验。

3.1.4 对大、中型选矿厂宜做自磨/半自磨和高压辊磨工艺及设备选型试验。

3.1.5 对矿石中细泥含量多、水分大,且难以松散及需要泥砂分选的矿石,应做洗矿试验及泥砂分选试验。

3.1.6 矿石中含脉石或开采过程中混入围岩量多,并有可能在入磨前分选时,应做预选试验。

3.1.7 采用浮选工艺流程时,应做回水试验。选矿产品应根据需要做沉降和过滤试验。

3.1.8 选矿最终产品应进行密度、粒度组成和多元素分析等

测定。

3.1.9 新建的选矿厂应进行尾矿毒性浸出试验。工艺流程排放物中有害组分超标时,应进行治理或防护试验。

3.2 矿样采取

3.2.1 选矿试验所采取的矿样应具有代表性。

3.2.2 矿样采取应根据矿体赋存条件、采矿方法、矿石特性和试验要求等进行采样设计。

3.2.3 矿样重量应根据试验类别和矿石性质确定。当需要进行选矿单项技术试验时,矿样重量应根据试验方法、试验设备类型及规格确定。

3.2.4 矿样宜采取设计开采范围内的坑道样或岩芯样。当条件不具备时,应在初期开采地段采取代表达产后 5 年内出矿性质的矿样,并应采取后期开采的深部岩芯验证样。

3.2.5 对氧化带、次生带、原生带矿石和开采的前后期矿石性质有较大差异时,应分别采取矿样。当不能分采时,应按实际出矿比例配成混合样。

3.2.6 采取的矿样中,应含有相应的顶底板围岩及矿体夹层样,其数量应满足采样和试验时的配矿要求。

3.2.7 从尾矿和废渣中回收有用矿物时,除样品的品位应有代表性外,其粒度分布、氧化程度和物质组成均应具有代表性。

4 工艺流程

4.1 一般规定

4.1.1 选矿工艺流程设计,应以审查通过的工艺矿物学研究及选矿试验报告为依据,并结合类似生产实践经验确定。

4.1.2 选矿碎磨流程应贯彻简洁、节能、减排的原则,并应根据矿石的碎磨特性、当今碎磨技术及选矿厂的规模,经多方案综合比较,择优确定。

4.1.3 在确定选矿方法和选别工艺流程时,对共、伴生有用矿物应进行综合回收,对暂时无法回收或回收效益差的矿物也应妥善处置。

4.1.4 选矿产品方案及精矿品位、回收率指标,应根据技术、资源利用水平及经济效益,经选、冶方案比较,确定合理的产品方案及数量、质量指标。

4.1.5 精矿脱水流程设计,应根据产品特性、冶炼和运输对产品含水率要求及当今脱水技术的发展趋势,经多方案综合比较,合理确定精矿脱水的段数及含水率。

4.1.6 尾矿处置工艺的设计,应充分利用回水。

4.2 破碎筛分

4.2.1 破碎筛分流程的确定,应以强化筛分、多筛少破为原则。

4.2.2 破碎筛分流程及最终产品粒度应符合下列规定:

1 破碎最终产品作为自磨或半自磨机给矿时,应设置一段粗碎开路流程,粗碎产品粒度不宜大于 $300\text{mm}(p_{80}\leq 150\text{mm})$ 。

2 破碎最终产品作为棒磨机给矿时,大型选矿厂宜采用三段开路破碎筛分流程,中、小型选矿厂宜采用两段开路或两段一闭路

破碎筛分流程,最终破碎产品粒度不宜大于 $20\text{mm}(p_{80}\leq 15\text{mm})$ 。

3 破碎最终产品作为球磨机给矿时,大型选矿厂应采用三段一闭路破碎筛分流程,中、小型选矿厂宜采用两段一闭路破碎筛分流程,最终破碎产品粒度不宜大于 $12\text{mm}(p_{80}\leq 9\text{mm})$ 。

4 当细碎作业采用高压辊磨机时,中碎宜与筛分机构成闭路,细碎应根据高压辊磨工艺试验结果确定闭路方式,最终破碎产品粒度不宜大于 $9\text{mm}(p_{80}\leq 6\text{mm})$ 。

4.2.3 中碎机给矿中细粒级含量多、含水率高时,中碎前宜采用重型筛进行强化筛分,并应产出部分最终破碎产品。

4.2.4 破碎系统中采用强化筛分措施无效时,可增加洗矿工序,并应进行充分论证。对于设计时尚难确定洗矿的矿石,应留有设置洗矿工序的可能性。

4.3 预 选

4.3.1 当原矿中含脉石或开采过程中混入围岩量多,且色泽、密度、磁性、导电性差异较大时,应通过试验及技术经济比较确定是否进行预选。

4.3.2 手选、光拣选及重介质分选前,应设置洗矿和筛分作业。跳汰分选前,是否设置洗矿和筛分作业,应通过试验及技术经济比较确定。对于 $3\text{mm}\sim 50\text{mm}$ 粒级矿石,宜采用机械预选流程。

4.3.3 重介质和跳汰分选出的尾矿品位,应低于或相当于主流程的尾矿品位。

4.3.4 重介质分选粒度应根据试验或类似企业生产实际确定。采用重介质旋流器分选时,入选的粒度宜为 $3\text{mm}\sim 15\text{mm}$,最大粒度不宜大于 20mm 。采用跳汰分选时,入选的粒度宜为 $3\text{mm}\sim 20\text{mm}$ 。

4.3.5 采用重介质选矿流程时,应采取保持矿石性质稳定的措施,必要时可设置配矿设施。

4.4 磨矿分级

4.4.1 磨矿分级流程应符合下列规定：

1 磨矿产品粒度为 0.5mm~3mm 时,大型选矿厂应首选半自磨流程或高压辊磨机与湿筛构成闭路的磨矿分级流程;中、小型选矿厂宜采用一段棒磨流程。

2 磨矿产品中小于 0.074mm 粒级含量不大于 70%时,应采用一段闭路磨矿分级流程。

3 小于 0.074mm 粒级含量大于 70%时,宜采用两段闭路磨矿分级流程。

4 中、小型选矿厂磨矿产品中小于 0.074mm 粒级含量不大于 80%时,可采用一段闭路磨矿分级流程。

4.4.2 有用矿物嵌布粒度粗、细不均和易过粉碎的矿石,宜采用棒磨或阶段磨矿流程。

4.4.3 矿石中含泥、水或黏土及可塑性泥团较多,且难以采用常规碎磨及洗矿方法处理时,应采用自磨或半自磨流程。

4.4.4 有色金属矿石浮选粗精矿或中矿的再磨,应采用一段闭路再磨流程;钼粗精矿的再磨,可采用一段、两段或多段再磨流程。

4.4.5 金矿石及有色金属矿伴生金、银矿物粒度较粗时,宜在磨矿分级回路中增加高效重选作业。

4.5 浮 选

4.5.1 浮选工艺流程设计,应根据矿石性质及精矿质量要求,在保证共、伴生有用矿物充分回收的基础上,通过选矿试验确定,必要时应进行技术经济论证。

4.5.2 细粒均匀嵌布的硫化矿,宜选用一段浮选流程。粗、细粒不均匀嵌布的硫化矿,宜选用多段浮选流程。

4.5.3 多金属富硫化矿,宜选用直接优先浮选流程。

4.5.4 多金属贫硫化矿,宜采用混合或部分混合浮选流程,粗精矿宜采用再磨再选流程。

4.5.5 多金属硫化矿中,部分矿物的可浮性存在差异时,宜采用等可浮流程。

4.5.6 矿石可浮性差别较大的多金属硫化矿,矿物嵌布粒度较细、比较难选或氧化率较高时,可采用分支浮选或等可浮与分支浮选的联合流程。

4.5.7 矿石中含有嵌布粒度不均匀、在磨矿中易产生过磨的重矿物,可在磨矿回路中采用闪速浮选工艺。

4.5.8 精矿品位要求高、有用矿物嵌布粒度较细时,应采用精矿多段磨选流程或部分快速优先浮选流程。

4.5.9 原矿品位高、可浮性好的矿石,在符合精矿质量要求条件下,宜采用粗选产出最终精矿及 1 次~2 次扫选的流程。原矿品位低、精矿质量要求高的矿石,应采用多次精选的流程。

4.5.10 中矿返回地点应由试验确定,设计中可根据精矿质量要求及中矿性质等因素进行调整。

4.5.11 含有大量浮选药剂、矿泥及大量难选矿物的中矿,宜采用单独处理流程。

4.5.12 浮选前应设调浆作业,调浆浓度和调浆时间应由试验确定或按类似生产实践确定。

4.6 重 选

4.6.1 重选工艺流程设计,应根据有用矿物解离特性,贯彻“早收多收,早丢多丢”的原则。入选粒度应根据选矿试验确定,必要时应进行技术经济论证。

4.6.2 处理冲积砂矿的重选厂,宜采用分散粗选、集中精选的选别流程。原矿中有价金属含量较低的砾石和矿泥,应采用预选和洗矿作业预先排出。

4.6.3 处理砂金矿,宜采用重选方法进行粗选,精选宜采用单一重选流程或联合精选流程。

4.6.4 有用矿物粒度呈粗细不均匀嵌布的矿石,根据金属含量多少和有用矿物单体解离的情况,宜采用分级分选后再阶段磨选的流程。大、中型选矿厂,当原矿预选后品位和性质相差悬殊时,应采用按贫富和可选性分系统磨选的流程。

4.6.5 有用矿物呈细粒嵌布的矿石,应采用阶段磨选、矿泥集中选别的流程。

4.6.6 阶段磨选的各段选别作业,均应获取精矿或粗精矿,并应丢弃部分尾矿。

4.6.7 闭路磨矿作业,宜在磨矿回路中设置选别作业。当分级粒度大于0.10mm时,宜采用筛分机闭路。

4.6.8 重选作业的给矿,应强化隔渣、分级、脱泥等作业,并应实行泥、砂分选。当给矿中硫化物含量足以干扰分选时,应采取脱硫措施。

4.6.9 重选厂的中间产品,应按物料性质分别集中磨选。富中矿宜采用多选少磨、先选后磨流程;贫中矿宜采用先磨后选流程。性质复杂、难以分离的中矿,应通过试验进行技术经济论证,并应选用适宜的工艺流程处理。

4.6.10 矿泥分选前,应进行分级、脱泥,并应实行窄级别入选。当矿泥中含废弃细泥多时,宜采用先脱泥后分级选别的流程。

4.6.11 重选流程设计应采用厂前回水和就地回水工艺提高水重复利用率,并应减少新水的使用。

4.7 磁 选

4.7.1 磁选工艺流程设计,应根据入选矿石中共、伴生磁性矿物的比磁化系数、品位及矿物解离特性,通过选矿试验确定,必要时应进行技术经济论证。

4.7.2 在强磁选作业前,应设置隔粗和脱除强磁性矿物的作业。

4.7.3 部分硫化矿石中常共、伴生有强磁性铁矿物,应进行综合回收。当磁性矿物主要为磁铁矿时,可采用单一磁选流程;当磁黄铁矿含量较高时,可采用磁浮联合流程。

4.7.4 钛、锆海滨砂矿和硫化镍矿石,宜用湿式弱磁、强磁联合流程,从钛、锆海滨砂矿重选粗精矿中分离出磁铁矿和钛铁矿,从硫化镍矿石浮选的尾矿中综合回收含镍磁黄铁矿和铬铁矿。

4.7.5 高冰镍的磁选、浮选分离工艺,宜用弱磁选从第二段磨矿分级返砂中分离出镍铁合金产品。

4.7.6 钨、锡粗精矿分离,海滨砂矿精选等过程,宜采用干式强磁选流程。

4.8 氰 化

4.8.1 氧化金矿石中,金以细粒均匀嵌布时,宜选用氰化浸出工艺。氰化浸出矿浆应为碱性,pH值宜为11~12。

4.8.2 氧化金矿石中,金的粒径不均匀,并含有一定量的粗粒金时,宜选用重选、氰化联合工艺。

4.8.3 硫化金矿石中,金未被硫化物包裹时,可采用氰化浸出工艺。

4.8.4 硫化金矿石中,当矿物成分复杂、金与硫化物共生关系密切或含有单体金的硫化物时,可采用浮选金精矿氰化浸出工艺;当金与硫化物共生关系不密切时,可采用浮选、尾矿氰化联合工艺。

4.8.5 氰化厂改建、扩建工程及工业场地较小,大量配置浸出设备有困难时,可采用富氧浸出工艺。新建选矿厂,特别是高原缺氧地区,也可采用富氧浸出工艺,但应通过试验及技术经济比较后确定。

4.8.6 矿粒沉降速度快、含金溶液与固相分离效果好时,宜选用

逆流洗涤锌粉置换工艺,贵液进入置换作业前应进行净化除杂及脱氧处理。

4.8.7 矿石风化严重、含泥量大、矿粒沉降速度慢、固液分离困难,且矿石中银金比小于 10 : 1 的矿石,宜选用炭浆法提金工艺。

4.8.8 有机物和黏土矿物含量高、贱金属含量低的矿石,宜选用树脂矿浆法提金工艺。

4.8.9 具有较好可浸性、渗透性的低品位金矿石,宜采用堆浸工艺。对于粉矿量大、渗透性较差的低品位金矿石,宜采用制粒堆浸工艺。

4.8.10 对难处理含金物料,宜从焙烧、热压、微生物等氧化工艺技术中,择优确定预处理工艺。

4.8.11 预处理工艺采用焙烧方法时,应配有烟尘回收设施。氰化提金厂应设污水(氰渣)处理设施。

4.8.12 选金工艺严禁采用混汞法。

4.9 脱 水

4.9.1 精矿脱水流程设计应根据精矿质量标准、运输对产品含水率的要求等,采用浓缩、过滤两段脱水流程或浓缩、过滤、干燥三段脱水流程。

4.9.2 重选和磁选产出的粗粒精矿,可采用沉淀池、脱水仓、螺旋分级机、脱水筛或过滤机等进行一段脱水。

4.9.3 浮选和磁选产出的细粒精矿,宜采用浓缩、过滤两段脱水流程,个别产品要求含水率小于 8% 时,可采用浓缩、过滤、干燥三段脱水流程,也可采用过滤、干燥两段脱水新流程。

4.9.4 尾矿处置工艺应根据尾矿特性、排量及用途,尾矿所在区域的供水条件、气候状况、选矿厂与尾矿库的距离、高差和地形地质等条件,经技术经济综合比较后确定。

4.9.5 严重缺水、干旱、大蒸发量地区,尾矿宜采用深锥高效浓缩

机一段脱水流程或浓缩、过滤两段脱水流程。

4.9.6 当利用粗粒尾矿作为采矿井下充填料时,宜先经水力旋流器分级。稠而粗的尾矿可输送到井下充填;稀而细的尾矿经厂前浓缩后应送到尾矿库储存,并应分别回水。

5 主要设备选择与计算

5.1 一般规定

5.1.1 选矿厂主要设备的型式与规格,应与矿石性质、工艺要求、选厂规模及系统设置相适应,并应符合先进、成熟、大型、高效、节能、低耗及备品、备件来源可靠的要求,不得选用淘汰产品。

5.1.2 选矿厂主要设备规格的确定及台数计算,宜符合下列规定:

- 1 破碎及筛分作业矿量波动系数宜为 1.1~1.2。
- 2 磨矿及分级作业矿量波动系数宜为 1.1~1.2。
- 3 浮选粗、扫选及氰化作业矿量波动系数宜为 1.1~1.2。
- 4 重选粗、扫选作业矿量波动系数宜为 1.1~1.2。
- 5 浮选粗精矿再磨及精选作业矿量波动系数宜为 1.2~1.3。
- 6 重选粗精矿再磨及精选作业矿量波动系数宜为 1.2~1.4。
- 7 精矿脱水作业矿量波动系数宜为 1.1~1.3。
- 8 尾矿浓缩作业矿量波动系数宜为 1.1~1.2。

5.1.3 选矿厂主要设备的作业率和作业时间,应符合表 5.1.3 的规定。

表 5.1.3 主要设备作业率和作业时间

设备名称	年日历 时数(h)	年满负荷工作 时数(h)	年作业率 (%)	日工作班 数(班)	班工作 时数(h)	日工作 时数(h)
破碎及筛分	8760	5940~6930	67.8~79.1	3	6~7	18~21
磨矿、选别 及氰化	8760	7920~8060	90.4~92	3	8	24
精、尾 矿脱水	8760	精、尾矿浓缩及 精矿干燥时, 7920~8060	90.4~92	3	8	24
		陶瓷过滤或压滤 时,6930~7425	79.1~84.8		7~7.5	21~ 22.5

5.1.4 选矿厂主要设备的处理量,应根据有关样本及手册规定的主要定额及参数、计算方法进行设计计算,并结合类似企业实际生产能力综合确定。

5.1.5 破碎筛分、磨矿选别及精矿脱水三部分中各自的设备负荷率应基本一致,同一作业的设备类型、规格应相同。

5.1.6 选矿厂的破碎、磨矿、选别和浓缩等主要生产设备不应整备机备用。

5.2 破碎筛分

5.2.1 破碎能力大于 10kt/d 的粗碎作业宜选用旋回破碎机,破碎能力小于 10kt/d 的粗碎作业宜选用颚式破碎机。

5.2.2 给料口宽度大于 1200mm 的大型旋回破碎机,宜按双侧受矿配置;大块矿多时,可在受料仓顶部设置大块碎石机。

5.2.3 破碎难碎性矿石和中等可碎性矿石的大、中型选矿厂,中碎设备宜选用圆锥破碎机,细碎设备宜选用圆锥破碎机或高压辊磨机。

5.2.4 破碎中等可碎性矿石和易碎性矿石的中、小型选矿厂,中、细碎设备可选用圆锥破碎机、反击式破碎机、锤式破碎机和辊式破碎机等。

5.2.5 小型选矿厂破碎产品粒度要求较细,含泥、水少时,宜选用旋盘式破碎机、大破碎比的深腔颚式破碎机或细碎型颚式破碎机。

5.2.6 自磨机及半自磨机排出的顽石硬度较大,宜选用破碎力大的圆锥破碎机或高压辊磨机。

5.2.7 中碎前预先筛分作业应选用大振幅的重型振动筛。细碎闭路筛分作业宜选用圆振动筛或香蕉形振动筛。

5.2.8 脱水、脱介作业宜选用直线振动筛。

5.2.9 中、细碎及顽石破碎作业前应设置金属探测器与除铁装置。

5.3 预 选

5.3.1 给人预选作业的矿石粒级为 5mm~100mm 时,应选用鼓式重介质分选机;预选粒级为 5mm~50mm 时,应选用锥形重介质分选机;预选粒级为 3mm~20mm 时,应选用重介质旋流器或跳汰机。

5.3.2 重介质分选机和跳汰机的生产能力,应根据类似选矿厂生产实践的单位生产能力确定。

5.3.3 预选过程中使用的加重剂,应根据其性质采用相应设备进行回收。磁铁矿和硅铁矿加重剂应选用磁选机回收;方铅矿和黄铁矿加重剂,应选用浮选机回收。

5.3.4 碎矿作业中需采用手选废石和富矿块时,使用的带式输送速度应小于 0.25m/s。

5.4 磨 矿 分 级

5.4.1 中、小型粗磨球磨机宜选用格子型,细磨球磨机宜选用溢流型。大型球磨机宜选用溢流型。

5.4.2 磨矿作业的分级设备,应与磨矿机型式相适应。格子型球磨机宜配以螺旋分级机,分离粒度小于 0.15mm 时,宜采用沉没式,也可采用分级机与水力旋流器联合分级;分离粒度大于或等于 0.15mm 时,宜采用高堰式。溢流型球磨机宜配以水力旋流器。

5.4.3 大型自磨机、半自磨机宜与筛子、水力旋流器构成闭路。规格较小的自磨机、半自磨机,宜通过自返装置返回粗粒级,并宜与螺旋分级机构成闭路。

5.4.4 磨矿回路采用水力旋流器构成闭路时,磨矿机排料端应设置隔粗设施。水力旋流器给矿砂泵应配有变速装置。

5.5 浮 选

5.5.1 大型及特大型选矿厂的粗、扫选作业,宜选用充气机械搅拌式浮选机。对于易选或要求充气量不大的矿石,亦可选用机械搅拌自吸式浮选机。中、小型选矿厂宜选用配有吸浆槽的充气机械搅拌式浮选机,亦可选用机械搅拌自吸式浮选机。

5.5.2 浮选厂的粗、扫选作业的浮选机总槽数,不宜少于 6 槽。

5.5.3 设计的粗、扫选浮选时间可按试验室试验数据的 1.5 倍~2.0 倍选取,精选浮选时间可按试验室试验数据的 2.0 倍~3.0 倍选取。

5.5.4 大、中型选矿厂,矿物嵌布粒度较细时,宜选用浮选柱与浮选机联合进行选别。粗选和精选宜选用浮选柱,扫选和精扫选宜选用浮选机。

5.5.5 搅拌槽结构应与选用目的相适应,药剂搅拌槽应耐腐蚀;高浓度矿浆搅拌槽应防止矿砂沉槽;提升搅拌槽的提升高度不宜大于 1.2m。

5.5.6 选矿厂生产中,药剂可添加在磨矿机、浮选前泵池或分配器内。

5.6 重 选

5.6.1 重选设备应根据物料性质、矿浆浓度、处理矿量、操作与维护等因素选择,应选用高效、节能的设备。

5.6.2 0.074mm~20mm 粗粒物料的分选,宜采用跳汰机。

5.6.3 0.074mm~2mm 物料的分选,中、小型选矿厂可采用螺旋选矿机、螺旋溜槽、摇床、跳汰机,大、中型选矿厂可采用圆锥选矿机或螺旋溜槽。

5.6.4 0.037mm~0.074mm 物料的分选,可采用螺旋溜槽粗选,并宜采用摇床精选。

5.6.5 0.01mm~0.037mm 矿泥宜选用离心选矿机粗选,并宜采

用皮带溜槽和微细泥摇床精选。

5.6.6 钨、锡粗精矿中粗粒硫化矿物的分离,宜选用柏浮摇床或圆槽浮选机。

5.7 磁 选

5.7.1 磁选设备可分为弱磁场磁选机、中磁场磁选机和强磁场磁选机,也可按作业方式分为湿式和干式。弱磁场磁选机应用于强磁性矿物选别,中磁场磁选机应用于中磁性矿物选别,强磁场磁选机应用于弱磁性矿物选别。

5.7.2 磁力脱水槽可用于阶段磨矿和阶段选别磁选前的脱泥作业,亦可用于强磁性精矿过滤前的浓缩作业。

5.7.3 湿式筒式磁选机按槽体结构可分为顺流式、逆流式和半逆流式。顺流式宜用于 0mm~6mm 矿石选别,逆流式宜用于 0mm~1.5mm 矿石选别,半逆流式宜用于 0mm~0.5mm 矿石选别。湿式筒式磁选机可用于选别作业,亦可代替磁力脱水槽用于过滤前的浓缩作业。

5.7.4 干式弱磁场磁选机可分为磁滑轮和干式筒式磁选机。磁滑轮宜用于块状矿石选别;干式筒式磁选机宜用于破碎后或干式磨矿后细粒物料的选别。

5.7.5 湿式强磁场磁选机,宜选用湿式立环脉动高梯度磁选机。

5.7.6 干式盘式强磁场磁选机、辊式强磁场磁选机,宜用于稀有金属矿物的精选。

5.7.7 感应辊式强磁场磁选机可分为湿式和干式,可用于选别粗粒锰矿、铬铁矿,亦可选别其他弱磁性矿物。

5.7.8 磁选设备的处理能力宜按实际生产指标选取,亦可按有关经验公式计算。

5.8 氰 化

5.8.1 设计的浸、吸时间可按试验室试验数据的 1.5 倍~2.0 倍

选取,浸出设备宜取高值,吸附设备宜取低值。

5.8.2 氰化厂浸、吸设备宜采用双叶轮中空轴进气机械搅拌浸、吸槽。吸附槽炭分离筛宜采用圆筒筛或桥式筛,提炭可采用空气提升器或提炭泵。

5.8.3 浸出作业总槽数,不宜少于 4 槽,吸附段数不宜少于 5 段。

5.8.4 洗涤作业宜选用多层浓缩机。浸渣(尾矿)采用干堆时,最后一次洗涤宜选用压滤设备。

5.8.5 贵液净化宜选用板式过滤器、真空过滤槽和管式过滤器。脱氧塔单位截面积通过溶液量应按试验确定,无试验资料时可按 $400\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 900\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 选取,脱氧塔高度不宜小于 3m。

5.8.6 解吸、电积作业宜选用高温高压解吸、电积装置。解吸柱高度与直径比宜为 6:1,容积宜为床体积的 1.5 倍~2 倍,解吸液流速不宜大于 3.4mm/s。

5.9 脱 水

5.9.1 浓缩机规格应根据产品沉降试验结果并结合类似矿石选矿厂的生产定额确定。浓缩机型式应根据使用条件选择,处理量较小时,宜选用中心传动式;处理量较大时,宜选用周边传动式,寒冷地区应选用周边齿条传动式;处理量大、场地狭小时,宜选用不加絮凝剂的高效化浓缩机或加絮凝剂的高效浓缩机。

5.9.2 精矿过滤宜选用节能型陶瓷真空过滤器;精矿含水率为 8%~12%,且其可滤性较差时,宜选用自动压滤机。

5.9.3 精矿粒度粗、密度大时,应选用内滤式圆筒型真空过滤器;精矿粒度小于 0.2mm 时,宜选用陶瓷真空过滤器、圆盘型真空过滤器、外滤式或折带式圆筒型真空过滤器;精矿粒度小于 $30\mu\text{m}$ 时,宜选用压滤机。

5.9.4 钨、钼等精矿的干燥,宜采用间接加热干燥设备。

5.9.5 尾矿浓缩机的选型应根据尾矿特性、厂区供水及气候条件确定。当尾矿粒度较细、厂区严重缺水且蒸发量较大时,宜选用深锥型高效浓缩机,并应实行尾矿膏体堆存。

6 厂房布置与设备配置

6.1 一般规定

6.1.1 选矿厂生产线的联接、厂房总体布置及车间设备配置,应贯彻安全、紧凑、简捷、顺畅及自流的设计原则,并应避免生产线交叉,人流、物流线路相互干扰。

6.1.2 选矿厂的主要和辅助生产厂房以及厂部办公室,宜布置在出入厂区主干道的两侧。

6.1.3 选矿厂各厂房的平面位置与地坪标高,应根据生产工艺流程特点和技术发展要求,并结合厂区地形、地貌及工程地质条件合理确定。厂房及建筑物的间距应满足防火、安全要求,并应符合通风、日照、绿化、防震、防噪声等要求。

6.1.4 选矿厂的主要生产厂房应布置在以挖方为主的地段,厂内地坪标高应高于厂外地面 0.15m~0.3m。

6.1.5 当粗碎作业远离主厂房,且作业制度与下道工序不同时,应设置中间矿堆(仓);选矿厂的试验室、化验室与破碎、磨矿及具有较大振动设备的厂房之间,应保持不小于 50m 的距离;选矿厂的技术检查站宜布置在主厂房内。选矿厂的冲洗、除尘、药剂等污水应设置相应的处理及综合利用设施。

6.1.6 车间内的设备配置应按工艺路线进行,并应降低矿石提升高度,同时应实现或基本实现主矿浆自流;同一作业的多台同型号、同规格的设备或机组,应配置在厂房内同一平台。

6.1.7 厂房大门及吊装孔尺寸,应大于设备最大部件外形尺寸或运输车辆在装载条件下的外形尺寸 400mm~500mm。特大型设备可不设专用大门,但应预留安装孔洞,设备安装后应按设计要求封闭。利用率较低的吊装孔,应设置活动盖板或栏杆。

6.1.8 各层平台之间净空高度不应小于 2.2m;个别地段,在不妨碍检修、操作的情况下,净空高度可适当减小;操作平台应设置栏杆;各层操作平台应具备良好的冲洗条件,冲洗污水应通过导流系统排入地沟中流入厂内排污系统或回收系统。

6.1.9 厂房地表排污沟宽度不应小于 300mm,沟顶应设防护格栅。地面坡度不应小于地沟坡度。地沟坡度应符合下列要求:

- 1 破碎及磨浮厂房应为 3%~5%。
- 2 重选厂房应为 4%~6%。
- 3 磁选厂房应为 3%~5%。

6.1.10 厂房内主要操作通道宽度不应小于 1.5m,一般设备维护通道宽度不应小于 1.0m。带式输送机通廊宽度,应按现行国家标准《带式输送机工程设计规范》GB 50431 的有关规定执行。

6.1.11 厂房内倾斜通道应符合下列要求:

- 1 通道倾斜角度为 6°~12°时,应设防滑条。
- 2 通道倾斜角度大于 12°时应设踏步。
- 3 楼梯倾斜角度宜为 45°,经常有人通行及携带重物的楼梯倾斜角度应小于 40°。

6.1.12 寒冷地区的破碎筛分及精矿脱水厂房的采暖温度不宜低于 10℃;带式输送机通廊及单独设置的精矿仓的采暖温度不宜低于 5℃;磨浮厂房的采暖温度不宜低于 15℃。非采暖地区建厂的破碎筛分和磨矿选别厂房,应研究其工艺设备露天设置的可行性。

6.1.13 厂房布置与设备配置应符合相关专业建筑物和设备的布、配置要求。

6.2 破碎筛分

6.2.1 破碎筛分的主要工艺设备,除特大型选矿厂外,应采用单系列配置。

6.2.2 大、中型选矿厂的破碎、筛分,宜分别单独设置厂房。

6.2.3 大、中型选矿厂的洗矿及重介质选别作业,宜单独设置

厂房。

6.2.4 带式输送机通廊宜采用封闭式结构。在气象条件较好地区的带式输送机通廊,可采用活动防护罩式结构。通廊的地下部分应采取通风、防水和排水措施;地下与地上交接处,应设平台及通行门。

6.2.5 露天矿堆及石灰仓库应设在厂区最大风频的下风向,并与主要生产厂房保持一定距离;在条件不具备时,应采取防止粉尘扩散措施。

6.2.6 中、细碎机和筛分机前应根据设备要求设置缓冲或分配矿仓。

6.3 磨矿选别

6.3.1 在磨矿选别厂房的设备配置中,磨矿矿仓、磨矿分级和选别的布置,应按工艺流程及地形特点综合确定。磨矿设备宜配置在单层厂房中,选别设备可配置在单层或多层厂房内;磨矿选别设备配置宜按单系统或单系统双列设计。

6.3.2 磨矿作业前应设置磨矿矿仓或矿堆,其有效储存量应符合本规范第 7.1.4 条的规定。磨矿机给矿带式输送机长度和角度应满足计量装置安装要求。

6.3.3 磨矿设备宜采用纵向配置。球磨机太长时,也可根据厂房布置要求,采用横向配置;多段磨矿的磨矿机,可配置在同一跨间内,也可配置在两个跨间内。

6.3.4 大型磨矿机与水力旋流器构成闭路时,水力旋流器给矿用砂泵宜采用单台配置,并应整机备用。

6.3.5 磨矿跨间内配有两台起重机时,宜采用共用轨道布置方式。钢球仓应设置在检修场地附近,并应方便起重机装吊。

6.3.6 选矿厂的磨矿产品宜采用先集中再分配到选别系列的配置方式。

6.3.7 选矿厂内输送矿浆砂泵应按工艺流程要求及地形特点,适

当集中配置。

6.3.8 选矿厂内矿浆自流槽及管道坡度,应按物料粒度、密度和浓度确定。尾矿自流最小坡度,浮选厂内不应小于1.5%,重选厂内不应小于3%。对矿量多、运距长的厂外浆体输送,应进行坡度试验或结合类似企业实际数据确定。

6.3.9 选别设备应按工艺流程和地形特点,结合生产系统划分及物料自流的需要,合理确定配置方案。浮选设备宜采用横向配置,浮选机行列配置应整齐,应方便操作及维修,并应合理确定给药位置及给药方式;重选设备宜采用单层阶梯式配置,大型及流程复杂的重选厂宜采用单层与多层结合的配置方式。

6.3.10 产生有害气体的厂房,应设置通风设施。产生剧毒、强腐蚀性气体作业处,必须设置强化通风换气装置。

6.3.11 厂房中的生产调度室、计算机控制室、电话间、交接班室等,应采取相应的隔声、防火、防尘、防潮、防腐、空调等安全、卫生措施。

6.3.12 厂内、外的储油设施应符合防火、防爆、防盗等要求。

6.4 氰化浸出

6.4.1 氰化厂房应布置在厂区最大风频的下风向,氰化车间应保持有良好的通风条件。

6.4.2 氰化设备宜采用集中配置,浸出、吸附设备宜按阶梯式单系统双列配置,并应留有设备检修提轴空间。

6.4.3 浓缩、浸出、吸附和洗涤设备可采用露天或局部露天配置。

6.4.4 锌粉置换系统、解吸电积系统宜采用多层重叠配置。金泥提取及电积槽应采取封闭和防盗措施。

6.4.5 氰化药剂室必须单独隔离且全封闭,并应配备通风设备,同时应符合现行国家标准《选矿安全规程》GB 18152的有关规定。

6.4.6 炼金室(湿法、火法)应采取全封闭独立布置,应靠近金泥提取或电积作业间,并应设置监控系统、消防设施、保卫室,同时应

符合消防、安全要求。

6.4.7 浸出、吸附车间应设事故池或事故槽,洗涤、置换及解吸、电积车间应设沉淀池,容积应满足事故处理需要。车间地面应进行防渗处理。

6.5 精矿脱水

6.5.1 浓缩机的位置宜紧靠主厂房精矿排出口,并应以露天配置为主。严寒地区的中、小规格浓缩机,不宜布置在室外时,可与过滤机一起配置在厂房内,并宜与主厂房连为一体。

6.5.2 过滤机宜设在精矿仓一侧的平台上,精矿量较大、过滤机台数较多时,可单独设置,并应靠近精矿仓。过滤机前应设置调节阀或缓冲槽;对两段脱水流程,滤饼宜直接或通过带式输送机卸入精矿仓;对三段脱水流程,干燥机前宜设缓冲料仓,滤饼宜通过带式输送机或螺旋输送机给入干燥机。

6.5.3 精矿量较小的选矿厂,浓缩、过滤设备宜采用浓缩机排矿自流配置;过滤与真空、压风设备宜配置在同一地坪上。

6.5.4 过滤与干燥设备不宜采用重叠式配置。

6.5.5 干燥厂房应根据燃料性质、干燥方式,按防火要求进行设计,必要时,应在干燥设施上部开设天窗。

6.5.6 大型脱水厂房应设置具有机械化回收设备的沉淀池;中、小型脱水厂房可集中回收,然后返回精矿浓缩机。

6.5.7 大、中型选矿厂,干燥机数量较多并以煤为燃料时,应采用机械化上煤、排渣配置,并应设置通风、防尘和收尘设施。

6.5.8 精矿仓与精矿包装场地应与装车方式综合确定,宜减少二次运输。含水率低且松散的物料,可采用高架式装车仓;含水率大于8%且较黏的物料,宜采用抓斗仓;含水率小于4%的干精矿,应采用装袋或装桶后外运。

7 辅助生产设施

7.1 储矿设施

7.1.1 原矿仓矿石储存时间,应符合表 7.1.1 的规定。旋回破碎机的受矿仓容积应大于原矿运输车 2 车容量。

表 7.1.1 原矿仓矿石储存时间

生产规模	储存时间(h)
大型	0.5~2
中型	1~4
小型	2~8

注:1 原矿仓矿石有效储存量为表中储存时间乘以破碎机实际小时处理矿量。

2 原矿运输距离短或箕斗提升后直接卸入粗矿仓时,储存时间可取下限值。

7.1.2 中间矿仓或矿堆是否设置,应根据工程具体条件,通过论证确定。设置中间矿仓或矿堆时,其储存时间应符合表 7.1.2 的规定。

表 7.1.2 中间矿仓或矿堆矿石储存时间

生产条件	储存时间(d)
处理一种矿石或生产规模较大	0.5~1
处理两种及以上矿石或距采场较远或地区气候条件较差	1~2

7.1.3 缓冲及分配矿仓矿石有效储存量,应符合下列规定:

1 挤满给矿的旋回破碎机下部缓冲矿仓储矿量,应大于原矿运输车 2 车矿量。

2 中碎前缓冲及分配矿仓储矿量,应为破碎机 10min~15min 实际处理量。

3 细碎前、细碎与筛分机组前、筛分前缓冲及分配矿仓储矿量,应为设备 8min~40min 实际处理量。

7.1.4 磨矿矿仓或矿堆矿石有效储存量应为选矿厂 24h 处理量。选矿厂规模小、维修条件差时,可适当增加;规模大且设有中间矿仓时,可适当减少,但不得小于 16h。

7.1.5 精矿仓储存时间应根据精矿量、运输条件等因素确定。选矿厂位于冶炼厂附近时,精矿仓应与冶炼厂的原料仓合并。

7.1.6 受冲击、磨损的矿仓壁应衬以耐磨材料。

7.1.7 块矿的仓壁倾角不宜小于 45°,粉矿多或含泥多的黏性矿石仓壁倾角不应小于 60°,必要时配备防堵设施。精矿仓壁倾角不宜小于 70°。

7.2 给矿与物料输送

7.2.1 给矿粒度大于 300mm 时,大、中型选矿厂宜采用重型板式给矿机,给矿口宽度应为最大粒度的 2 倍~2.5 倍,宜水平布置,必须上倾布置时,倾角应小于 12°,头、尾部应有检修设施。

7.2.2 矿石粒度小于 300mm 时,宜采用振动给矿机、板式给矿机、重型带式给矿机和槽式给矿机。板式给矿机给矿口宽度应为最大粒度的 2 倍~2.5 倍;重型带式给矿机给矿口宽度应为最大粒度的 4 倍~5 倍,带速宜为 0.2m/s~0.4m/s 可调。

7.2.3 粒度小于 30mm,且流动性较好的矿石,可采用振动给矿机、摆式给矿机和电动给料器。矿石较黏、流动性差的矿石,宜采用圆盘给矿机,矿仓口直径应为圆盘直径的 3/5,需调节矿量时,应设置调速装置。

7.2.4 中细碎及磨矿机给矿宜采用带式给矿机。带式给矿机不宜承受过大的矿柱压力,给矿机的给矿口宜采用梯形矿口。物料粒度小时,宜于料仓排口设平板闸门。

7.2.5 破碎系统带式输送机计算,其矿量应按上游作业设备的最大生产能力确定。

7.2.6 高强度、大功率带式输送机应采用液力偶合器、变频调速等慢速启动装置。

7.2.7 普通带式输送机的带速应为 1.25m/s~3.15m/s; 输送易扬尘粉矿时, 带速宜为 0.8m/s~1.6m/s。长距离带式输送机的带速应为 1.6m/s~4m/s。采用卸料车时带速应不大于 2.5m/s。装有称量装置的输送机, 其带速应按称量装置要求确定。

7.2.8 普通带式输送机倾角应符合下列规定:

- 1 细碎后闭路筛上产品不应大于 16°。
- 2 粗磨螺旋分级机返砂不应大于 10°。
- 3 粒度 350mm~0mm 物料不应大于 14°。
- 4 粒度 120mm~0mm 物料不应大于 18°。
- 5 粒度 20mm~0mm 物料不应大于 19°。
- 6 自磨、半自磨顽石不应大于 12°。
- 7 过滤产品不应大于 20°。
- 8 下行运输不应大于 12°。

7.2.9 水力旋流器与磨机构成闭路时, 给矿渣浆泵应选用流量适应范围大、扬程变化小的渣浆泵, 并应配有变速装置。计算渣浆泵能力及选择装机功率时, 矿浆量应按流程量乘以 1.2~1.4 的波动系数。

7.2.10 计算浮选回路中泡沫输送泵的能力时, 矿浆量的波动系数应为 2~3.5。计算泡沫多的中矿或精矿泵的能力及选择装机功率时, 矿浆量波动系数应为 2.5~4.5。

7.3 检修设施

7.3.1 检修起重机的吨位应满足起吊最重零部件或难以拆卸的装配件的要求, 不应按设备整机安装需要设置起重机吨位。

7.3.2 起重机选型应符合下列规定:

- 1 起重吨位大于 10t 时, 应选用桥式起重机。
- 2 电动桥式起重机宜选用带操作室型。

7.3.3 厂房长且设备种类及数量多时, 可在同一跨间、同一吊车轨道上布置 2 台相同或不同吨位的起重机。

7.3.4 大、中型选矿厂应在检修场地附近设小型设备维修站。

7.3.5 破碎、磨矿检修场地的有效长度, 应符合表 7.3.5 的规定。国外设备应按相应规格执行。

表 7.3.5 破碎、磨矿检修场地的有效长度

破碎磨矿设备			场地有效长度(m)
名称	规格(mm)	台数	
颚式破碎机	400×600~900×1200	1~2	6
	1200×1500~1500×2100	1~2	12
旋回破碎机	φ500~φ700	1~2	6~12
	φ900~φ1400	1~2	12~18
圆锥破碎机	φ900~φ1750	1~2	6~12
	φ1750~φ2200	3~5	12~18
磨矿机	φ1500~φ5000	2~4	12~18
	φ5500 及以上	2~4	18~24
自磨机	φ4000~φ7500	2~4	12~18
	φ8000 及以上	2~4	18~24

7.3.6 当大型磨矿机配有专用更换衬板的机械手时, 应在厂房内留出机械手工作场地和停放场地。磨矿机更换衬板时, 衬板的搬运宜采用叉车及起重机。

7.4 药剂储存与制备

7.4.1 选矿厂药剂库与药剂制备室宜合并设置, 并应设置在运输方便的位置。药剂数量较多时, 厂房内应配备起重设施。

7.4.2 选矿厂药剂制备方法、制备浓度应与药剂种类及药剂用量相适应。

7.4.3 选矿厂药剂制备室的位置, 应按药剂制备后自流至添加室确定。当无法自流时, 应按药剂种类不同分别选用专用泵输送, 不得一泵多用。

7.4.4 药剂储量应按 30d~90d 用量计算。对必须设二级药剂库

的选矿厂,二级药剂库的储量可按 15d~30d 计算。

7.4.5 选矿厂石灰总库应单独建设,库址应设在厂区最大风频的下风向。总库库容宜按 30d 生产用量确定。采用碎磨工艺的石灰乳制备,其石灰仓容积应大于 24h 生产用量。

7.4.6 药剂库面积应根据药剂堆存方式、包装形式及运输方法确定。药剂堆存方式应按药剂包装方式确定,采用铁桶包装时,可堆 2 层~3 层;采用麻袋或编织袋包装时,可多层堆放,堆放高度不宜超过 2m。

7.4.7 不同品种的药剂应分别堆放,堆放场所应与药剂性质相适应。

7.4.8 剧毒、强酸、强碱、可燃药剂储存、制备的防火和安全措施,应符合现行国家标准《选矿安全规程》GB 18152 和《有色金属工程设计防火规范》GB 50630 的有关规定。

7.5 药剂添加

7.5.1 氰化物等危险药剂必须单独设置药剂添加室,并应符合本规范第 6.4.5 条的规定。

7.5.2 选矿厂的药剂添加室宜集中配置,并应设有视野开阔的观察窗。药剂种类、数量较多的大、中型选矿厂,药剂添加室中宜增设操作人员工作室。

7.5.3 药剂添加室应采取防腐措施。对产生较大气味的黄药、硫化钠等储药槽及给药机处,应设置独立的机械排风系统。

7.5.4 药剂添加室排出的污水不得随意排放,对含剧毒、强酸、强碱药剂的污水应进行单独处理。

7.5.5 药剂管道不宜与电缆、动力线、自动控制管线共架铺设。各种药剂管道应涂以不同颜色,剧毒药剂的管道应有醒目标志。

7.5.6 药剂管道的走向与标高,应保证起重设备正常起吊与运行,不得影响生产操作。

7.5.7 石灰乳极易沉淀,储槽内应增设搅拌装置,槽底应安装排

渣活门。

7.5.8 石灰乳用量较大时,宜采用压力循环管添加,循环管中石灰乳流速不宜小于 3m/s。

7.5.9 浮选厂药剂添加宜采用程控给药机或药剂定量泵。

7.6 磨矿介质储存与添加

7.6.1 磨矿跨间或磨矿附跨内应设磨矿介质(钢球、钢棒)储存仓,仓内壁应衬枕木,不同规格的磨矿介质应分仓存放。磨矿介质储量应按 30d~90d 用量计算。

7.6.2 磨矿跨间检修场地内宜设废球仓,其位置应方便废球外运。

7.6.3 磨矿介质宜采用机械添加。

7.7 过程检测与自动控制

7.7.1 选矿厂过程检测与自动控制应根据选矿厂规模、选矿工艺流程复杂程度确定。大、中型选矿厂应有较高的自动控制水平,小型选矿厂可采用局部自动控制方式。

7.7.2 选矿厂的破碎筛分系统开、停车的顺序,应采用自动连锁控制。

7.7.3 大、中型选矿厂磨矿回路宜采用自动控制系统。

7.7.4 自动化水平较高的大、中型选矿厂应设集中控制室,并应对主工艺系统进行操作、监视、控制、报警和管理。关键部位可采用电视监视系统。

7.7.5 选矿厂取样点的设置应符合工艺流程特点及生产检测需要。取样方法应机械化、自动化。

7.7.6 选矿厂的原矿、破碎产品、磨矿机给矿和最终精矿,应设置计量装置。

7.7.7 设置计量装置的带式输送机应与计量装置的技术要求相适应。

7.7.8 各种检测与计量仪表应符合安装要求。

7.8 选矿试验室

7.8.1 选矿厂应设置试验室,并应满足指导选矿厂日常生产、进行工艺条件和工艺流程的优化、执行选矿厂的技术和质量监督职能等要求。

7.8.2 试验室的规模和装备应与选矿厂规模、矿石性质、选矿方法和工艺流程的复杂程度相适应。

7.8.3 试验室建筑面积宜为 $100\text{m}^2 \sim 310\text{m}^2$,定员宜为 2 人~6 人,可不设专职管理人员。

7.8.4 试验室应具有碎矿、磨矿、选矿、粒度分析和样品加工功能。

7.8.5 试验室应建在距离主厂房较近的地方,并应与具有较大振动设备的厂房保持距离。

7.8.6 试验室破碎间应设置除尘设施,样品加工间及浮选室应设置通风设施。

7.9 选矿化验室

7.9.1 选矿厂应设置化验室,并应满足生产探矿、采场、选矿厂和三废排放各种样品采集及分析检验需要。

7.9.2 化验室类型可分为一般化验室和综合化验室,并应与分析元素种类相适应。

7.9.3 化验室规模可分为中型化验室和小型化验室,并应与分析元素数量相适应。化验室化验工人数应按分析方法和所分析元素的数量确定。

7.9.4 化验室应根据元素分析种类设置各种分析间、标准液滴定间、电炉间、天平间、蒸酸间、蒸馏水制取间、贵金属分析配样间、贵金属熔融分析间及办公室等。

7.9.5 化验室建筑面积应根据其类型的不同和规模的大小确定,

宜为 $200\text{m}^2 \sim 400\text{m}^2$ 。

7.9.6 化验室应根据其类型和规模配备相应的化验设备及仪器。

7.9.7 化验室应靠近选矿厂布置,并注意天平间防震。

7.9.8 化验室的用水应达到生活用水的水质标准。

7.9.9 化验室应通风良好,对产生有害气体的场所应局部强制性通风。化验室产生的粉尘、有害气体和废水等,应经净化处理达标后排放。

本规范用词说明

引用标准名录

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

《带式输送机工程设计规范》GB 50431

《有色金属工程设计防火规范》GB 50630

《选矿安全规程》GB 18152

中华人民共和国国家标准
有色金属选矿厂工艺设计规范

GB 50782 - 2012

条文说明



制 订 说 明

《有色金属选矿厂工艺设计规范》GB 50782—2012,经住房和城乡建设部 2012 年 8 月 13 日以第 1460 号公告批准发布。

本规范是在《有色金属选矿厂工艺设计规范》YSJ 014—92 的基础上制订的。

本规范制订过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了国内选矿厂的设计成果,吸取了近代国内外选矿厂设计及建设经验,在全国范围内,多次征求了有关单位及业内专家的意见,对一些重要问题进行了专题研究和反复讨论,最后召开了专家审查会议,共同审查定稿。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《有色金属选矿厂工艺设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(45)
2	术 语	(47)
3	选矿试验与矿样采取	(49)
3.1	选矿试验	(49)
3.2	矿样采取	(50)
4	工艺流程	(52)
4.1	一般规定	(52)
4.2	破碎筛分	(54)
4.3	预选	(55)
4.4	磨矿分级	(55)
4.5	浮选	(57)
4.6	重选	(58)
4.7	磁选	(60)
4.8	氰化	(62)
4.9	脱水	(64)
5	主要设备选择与计算	(66)
5.1	一般规定	(66)
5.2	破碎筛分	(67)
5.3	预选	(69)
5.4	磨矿分级	(70)
5.5	浮选	(71)
5.6	重选	(72)
5.7	磁选	(75)
5.8	氰化	(76)

5.9	脱水	(77)
6	厂房布置与设备配置	(79)
6.1	一般规定	(79)
6.2	破碎筛分	(82)
6.3	磨矿选别	(83)
6.4	氰化浸出	(85)
6.5	精矿脱水	(86)
7	辅助生产设施	(88)
7.1	储矿设施	(88)
7.2	给矿与物料输送	(89)
7.3	检修设施	(91)
7.4	药剂储存与制备	(91)
7.5	药剂添加	(93)
7.7	过程检测与自动控制	(94)
7.8	选矿试验室	(95)
7.9	选矿化验室	(96)

1 总 则

1.0.1 制订本规范的主导思想是在总结经验的基础上,将行之有效、先进的选矿工艺,高效、节能的选矿设备,新颖、紧凑、合理的布、配置,先进、实用的过程检测与自动控制设计,通过规范条文方式给予肯定,从而实现统一技术要求、提高选矿厂工艺设计水平、推动技术进步的目的。由于设计中涉及的问题很多,某些问题一时难以取得统一认识,因此,对有争议的内容,均暂未列入条文,待今后条件成熟时再予考虑。

1.0.2 本条规定本规范的使用范围。本规范主要针对新建选矿厂工程。改建、扩建的选矿厂工程,可能存在现有选矿厂总平面布置、厂房内设备配置、选矿工艺等各种因素的制约,但设计时仍应遵守执行。

根据我国现有行业划分习惯,本规范适用于有色金属矿山和黄金矿山的选矿厂工艺设计。

1.0.3 本条属总图专业设计范围,但与选矿关系甚大,一旦忽略,造成的后果是严重的,过去国内外选矿厂设计均出现过类似问题。

1.0.4 如何合理确定厂区面积是选矿厂工艺设计中十分重要的问题,应尽量减少占地面积。以往有的设计忽略了企业的发展,根据多年生产实践,多数选矿厂都存在改建、扩建问题。因此,设计中应适当留有发展余地。

1.0.5 我国《清洁生产促进法》、《“十二五”资源综合利用指导意见》和《大宗固体废物综合利用实施方案》(发改环资〔2011〕2919号)等有关法规对共、伴生资源综合回收和尾矿综合利用提出了具体要求,选矿厂工艺设计中应遵守执行。

1.0.6 选矿厂产生的污染物主要有固体废物、废水、废气和噪声

等,其治理应符合我国相关的环境保护法规和标准,如《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《大气污染物综合排放标准》GB 16297 等。

2 术 语

2.1.1、2.1.2 金属种类繁多,通常把金属分为黑色金属和有色金属两大类。除铁、锰、铬外的金属都称为有色金属,包括重有色金属、轻金属、贵金属、稀有金属、半金属等。

重有色金属:密度较大的金属,如铜、镍、铅、锌、锡、锑、钴、汞、镉、铋等。

轻金属:密度较小的金属,如铝、镁、钾、钠、钙、锶、钡等。

贵金属:价格比一般常用金属昂贵,地壳丰度低,提纯困难,如金、银及铂族金属。

稀有金属:通常指在自然界中含量较少或分布稀散的金属,包括稀有轻金属,如锂、铷、铯等;稀有难熔金属,如钛、锆、钼、钨等;稀有分散金属,如镓、铟、铊、铼等;稀土金属,如钪、钇、镧系金属;放射性金属,如镭、钋、钋及锕系金属中的铀、钍等。

半金属:性质介于金属和非金属之间,如硅、硒、碲、砷、硼等。

2.1.11 回收率可分为理论回收率和实际回收率。

理论回收率是用化验分析得到的原矿、精矿、尾矿品位,计算出的回收率。以单金属为例,其理论回收率按下式计算:

$$\epsilon = \frac{\beta(\alpha - \vartheta)}{\alpha(\beta - \vartheta)} \times 100\% \quad (1)$$

式中: ϵ ——回收率(%);

α ——原矿品位(%);

β ——精矿品位(%);

ϑ ——尾矿品位(%)。

实际回收率是用精矿和原矿的实物量计算的回收率。以单金属为例,其实际回收率按下列公式计算:

$$\epsilon = \frac{\gamma_2 \beta}{\alpha} \quad (2)$$

$$\epsilon = \frac{Q_2 \beta}{Q_1 \alpha} \times 100\% \quad (3)$$

式中： ϵ ——回收率(%)；

β ——精矿品位(%)；

α ——原矿品位(%)；

γ_2 ——精矿产率(%)；

Q_1 ——原矿量(t)；

Q_2 ——实测精矿量(t)。

2.1.15 选矿厂一般由以下三部分组成：

矿石分选前的准备作业部分。包括破碎、筛分、磨矿和分级等工序。其目的是使有用矿物与脉石和各有用矿物之间达到单体解离，为分选创造必要条件。

分选作业部分。借助浮选、磁选、重选、电选和其他选矿方法，将有用矿物同脉石分离，并获得最终精矿。

产品处理部分。包括浓缩、过滤、干燥、储存运输等工序。

3 选矿试验与矿样采取

3.1 选矿试验

3.1.1 可行性研究是对拟建项目进行投资决策的重要依据，设计选矿工艺流程、产品方案及工艺指标，对项目投资估算和经济效益有重要的影响；初步设计(国外一般称基本设计)对可行性研究确定的选矿工艺流程、产品方案及工艺指标一般不应变动。因此，条文规定的选矿试验类别要求主要取决于矿石的可选性难易程度，是多年来有色金属选矿厂设计经验的总结，主要针对新建项目。对改建、扩建项目，应充分分析现有选矿厂选矿工艺流程、生产指标的合理性，对存在的问题进行必要的补充选矿试验。

选矿厂采用的新技术包括新设备、新工艺、新药剂和新材料等，在选矿厂设计采用前最好进行工业试验。

3.1.2 选矿试验资料是选矿工艺设计的重要依据，不仅对选矿设计的工艺流程、设备选型、产品方案和技术经济指标等的合理确定有着直接影响，而且也是选矿厂投产后能否顺利达到设计指标和获得经济效益的基础。因此，规定新建的选矿厂进行矿石的相应类别选矿试验是非常必要的。

提供设计的试验报告，必须具有足够的权威性。未经审查的试验报告，往往问题较多，因此，试验报告应由项目主管部门或项目建设单位组织专家审查通过。

3.1.3、3.1.4 选矿厂应用最广泛的碎磨工艺有常规碎磨工艺、自磨/半自磨工艺两大类，高压辊磨机是近年来使用的高效节能超细碎设备，在我国金属矿山已有成功应用实例。碎磨工艺流程的确定是选矿厂设计中需要重点研究的内容之一，它不仅直接影响流程畅通和选别效果，而且还影响基建投资、钢材、电能消耗和生

产成本,可行性研究中应根据碎磨工艺方案的技术经济比较结果来确定。碎磨工艺流程确定及主要设备选型计算时,需以必要的相关试验为依据。新建选矿厂应进行矿石磨矿功指数测定或相对可磨度测定试验,大、中型选矿厂宜做自磨/半自磨及高压辊磨工艺及设备选型试验的规定,是保证碎磨工艺技术看案选择合理、结果可靠的需要。

3.1.5 洗矿试验的具体界限较难划分,一般原矿中含黏土及细泥量,地质部门难以提供准确数字,实际上也很难测出。《选矿设计手册》(冶金工业出版社,1988年版)中提出含黏土及细泥量6%、含水率5%的数据仅为确定是否洗矿的概略数据,此外还应视矿石物质组成而定。对于矿石含泥虽较多,但较易松散时,不必采取洗矿流程,可采取强化筛分流程处理。

3.1.6 矿石中脉石与围岩量多少是确定是否预选的条件之一,但这一数量界限尚难以划分。如有的钨、锡等重选厂,其废石混入量高达60%左右,而其他金属矿则少些,故条文中只作了定性的规定。另外,是否进行预选还需考虑矿石入磨前是否易于分选。

3.1.7 浮选工艺流程中,在药剂种类多及用量较大时,回水中药剂含量较多,对选矿指标有一定影响,故应做回水试验,以确定回水对选矿指标影响大小及回水处理工艺。

3.1.8 选矿厂最终产品系指精矿、尾矿,个别选矿厂也可以产出中矿。测定密度、浓度、粒度和有害药剂含量目的是为浆体输送及环保要求提供数据。

3.1.9 工艺流程排放物指排出的尾矿、精矿浓缩机溢流水、地表污水、有毒气体和矿石中放射性元素等。

3.2 矿样采取

3.2.1 矿样代表性,一般指矿样在矿石种类、矿石性质、矿石品位、顶底板围岩及夹石等方面应与送往选矿厂选别的矿石相一致。另外,由于试验目的不同,还应符合其他特定要求,如洗矿试验应

注意矿泥性质及含量的代表性,自磨试验应注意矿块的代表性。

3.2.2 采样前如不进行采样设计,就难以确保矿样代表性。过去某些有色金属选矿厂生产达不到设计指标,不少是由于选矿试验的矿石代表性不够造成的。

3.2.3 矿样重量与诸多因素有关,实际难以确定其准确的重量,一般均由试验单位确定,故条文中未作规定。

3.2.4 一般情况下,矿样应采取全矿床或开采范围内的矿样,但生产实践中往往不具备上述条件,多数矿山实际只能采取5年左右的矿样。条文中所指的5年不含试车、试生产阶段所需时间。

3.2.5~3.2.7 这三条所提出的内容为采样中容易忽视的问题,为确保矿样代表性,特提醒注意。

4 工艺流程

4.1 一般规定

4.1.1 本条提出的要求为多年来设计经验的总结,设计中应贯彻执行,具体执行时应参照本章其他各节规定。

4.1.2 碎磨工艺流程的确定是选矿厂工艺设计中一项重要内容,碎磨作业基建投资大、生产成本低,其能耗占全厂能耗的50%~70%。因此,应根据矿石的碎磨特性及选矿厂的建设规模,通过多方案技术经济综合比较,积极选用先进高效、节能减排的碎磨工艺技术。

选矿厂的规模通常用选矿厂处理的原矿数量来表示。选矿厂规模通常与矿山规模相同。根据我国资源情况和矿石类型,国土资源部于2004年9月30日发布了《关于调整部分矿种矿山生产建设规模标准的通知》(国土资发[2004]208号)。据此通知,有色金属及黄金选矿厂的规模划分见表1。

表1 选矿厂规模的划分

矿石种类	选矿厂规模				备注
	计量单位/年	大型	中型	小型	
有色金属	矿石万吨	≥100	100~30	<30	包括铜、铅、锌、钨、锡、锑、钼、镍和稀有金属等
金(岩金)	矿石万吨	≥15	15~6	<6	—
银	矿石万吨	≥30	30~20	<20	—

4.1.3 在确定选矿方法及选别工艺流程时,必须依据矿石的特性,共、伴生有用矿物的赋存特点,进行充分的综合回收利用试验研究工作,通过综合研究和论证,确定合理的综合回收利用工艺流

程,提高矿产资源利用率。对于因目前工艺技术条件、经济效益等因素所限而暂不能经济回收利用的共、伴生矿物,要提出切实可行的保护措施。

4.1.4 综合考虑技术、资源利用水平及经济效益,合理确定选矿产品方案及工艺指标,这是选矿厂工艺设计中必须遵循的重要原则。必要时,还应与冶炼统筹考虑,以选、冶总体效益最大化为目标,确定选矿产品方案及工艺指标。

4.1.5 湿法选矿得到的精矿产品应根据其矿浆的浓度、密度及黏度,固态物料的粒度、沉降速度及过滤性能等产品特性,并结合用户和运输对产品含水率要求,参照类似产品生产实践资料,正确拟定精矿产品脱水工艺方案。

粗、中粒精矿的脱水常采用自然脱水法或机械脱水法,其设备简单,脱水效率较高,能将大部分重力水脱除,脱水后精矿含水率一般为5%~10%。细粒精矿脱水一般采用浓缩和过滤两步作业,浓缩可脱除大部分重力水,过滤可除去剩余的重力水及大部分毛细水,滤饼水分一般为8%~15%。在寒冷地区,当精矿运输距离远或对精矿含水率有特殊要求时,一般应进行干燥,以防冻结并节省运费。

4.1.6 原国家标准《污水综合排放标准》GB 8978—1996规定,有色金属系统选矿水重复利用率不得低于75%。国家环境保护总局、国土资源部、卫生部于2005年9月7日发布的《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》(环发[2005]109号)中规定,有色金属选矿厂的选矿水循环利用率在2015年要达到78%以上。近年来,我国还发布了不同金属企业选矿用水标准,如《铜、镍、钴工业污染物排放标准》GB 25467—2010中规定,新建企业每吨原矿选矿排水量限值为1m³,而环境容量较小、生态环境脆弱等地区限值为0.8m³。选矿厂设计中,应重视尾矿回水方式的选择,对湿式收尘水、厂区地面冲洗水、设备冲洗水等进行充分回收利用,实现有色金属选矿工业清洁生产。

4.2 破碎筛分

4.2.1 国内外选矿厂的破碎筛分系统和磨矿分级回路能耗分别约占全厂能耗的 9% 和 55%，破碎筛分能耗只占磨矿分级的 1/6 左右。由于磨碎与破碎物料的效率比约为 1:10，因此，采用高效破碎设备并强化筛分的闭路破碎筛分流程，尽可能减小入磨给矿粒度，是降低选矿厂能耗的重要措施。在破碎筛分系统中，除破碎设备性能外，筛分设备的种类、数量及筛分作业如何设置是影响破碎产品粒度、减少闭路破碎循环矿量、提高破碎筛分系统处理能力、降低磨矿能源及钢材消耗的重要因素。生产实践表明，强化筛分作业、提高筛分效率，贯彻多筛少破的原则，可以确保多碎少磨节能工艺效果的实现。

4.2.2 根据国内外采场的出矿粒度及选矿厂矿石入磨粒度要求，以及目前常用的破碎机种类及性能，本条给出了各种破碎筛分流程的选择经验，供设计参考。

高压辊磨机给矿粒度一般不大于 60mm，因此细碎作业采用高压辊磨机时，中碎宜与筛分机构成闭路。细碎回路构成应根据高压辊磨工艺试验结果来确定，当高压辊磨机两边排料粒度明显粗于中间部位时，可以将边料再返回破碎机。如果高压辊磨机给矿粒度较粗，且排料粒度分布沿辊轴向无明显差别，细碎应与筛分机构成闭路，并根据物料性质确定是否需在筛分前设打散设施。

4.2.3 中碎前设置筛分作业的必要性主要基于两点：一是中碎给矿中最终产品粒级含量，采用中碎前预先筛分可增加破碎流程处理量，细粒级含量大于 15% 时通常应考虑采用该流程；当矿石含泥多、水分大时，物料容易堵塞破碎腔，预先筛出这部分物料有利于增加破碎机排矿能力。

4.2.4 洗矿流程耗资较大，操作管理复杂，故在确定选用之前必须充分论证。

4.3 预选

4.3.1 预选方法较多，但有些方法仍存在一定问题，如重介质及光电选矿均要求具备一定条件。重介质选矿和跳汰选矿主要是分选指标和成本问题，光电选矿主要是分选精度问题，手选主要是分选效率问题。设计时除进行必要试验外，还应进行全面的技术经济比较来确定最终方案，避免盲目性。

4.3.2 15mm~50mm 粒级物料的手选效率较低，劳动强度较大，在分选精度要求不高时，可采取机械预选代替人工手选。由于预选设备分选精度不高，有时尚需人工复选，故本条文中未强调机械预选的必要性。

4.3.3 由于重介质和跳汰选别作业受操作影响较大，一般难以保证排出尾矿品位低于主流程的尾矿品位，故条文只要求二者比较接近，选别方案即可成立。

4.3.4 重介质和跳汰分选粒度与矿石的物质组成、矿物嵌布特性有关，应经试验确定。一般静态重介质分选设备允许的分选粒度较大，最大粒度可达 100mm 左右，但动态分选设备一般较小，控制在 3mm~15mm 时，效率较高，更主要的是可减少砂泵、管道、旋流器排砂口的磨损；跳汰作为预选的分选最大粒度可达 30mm 左右，一般为 20mm~0mm。如华锡集团铜坑锡矿 92 号矿体粗粒预选抛废的分选粒度为 20mm~3mm，抛废率可达 30%，锡精矿回收率达到 90%。

4.3.5 重介质选矿分选效果与矿石中矿物嵌布粒度、有价矿物及废石密度有关。如矿石性质波动较大，要求的分选密度随之变化，生产操作上难以控制，分选效果将受影响。因此，可设置配矿设施。

4.4 磨矿分级

4.4.1 磨矿段数选择主要取决于磨矿产品粒度的大小。当磨矿

产品粒度为 0.5mm~3mm 时,采用自磨或半自磨机、高压辊磨机、棒磨机,并配备振动筛、螺旋分级机进行控制分级,均可以满足要求。为提高磨矿效率,减少磨矿中出现过粉碎现象,提高选矿回收率,一般在磨矿产品中要求小于 0.074mm 粒级含量大于 70% 时,以采用两段或多段磨矿流程为宜。但某些小型选矿厂为简化生产流程,在分级作业上采取必要的措施(如增加控制分级作业等),也可采用一段磨矿流程。

4.4.3 生产实践表明,原矿中含泥、水或黏土及可塑性泥团较多时,采用常规的破碎磨矿工艺,破碎流程很难畅通;增加洗矿作业将使流程复杂,不利于生产管理,基建投资及生产成本也将增加。因此,对这类矿石应采用自磨或半自磨工艺。

4.4.4 有色金属矿石采用浮选工艺时,通常在较粗的磨矿细度条件下进行粗、扫选得到粗精矿或部分中矿,其尾矿作为最终尾矿排除。粗精矿或中矿常含有用矿物与脉石矿物的连生体,需经再磨及进一步浮选分离,才能得到质量合格的精矿产品。根据国内外处理这类矿石的实践经验,粗精矿或中矿的再磨采用一段闭路再磨分级流程就可以获得理想的工艺指标。

钨矿石原矿品位很低,一般在 0.1% 左右,一级品钨精矿含钨不小于 47%,特级品钨精矿含钨不小于 51%。粗、扫选得到的钨粗精矿通常需经过一段、两段或多段再磨,5 次~8 次浮选机精选或 3 次~5 次浮选柱精选,才能得到合格的精矿产品。

4.4.5 金矿石及有色金属矿伴生的金、银矿物的含量及嵌布粒度特性变化较大,当金、银矿物粒度较粗时,必须十分注意及早回收粗粒金、银矿物,以提高其回收率。以前通常在磨机排矿端设置混汞板或在磨矿分级回路插入闪速浮选机进行粗粒金、银矿物的回收,近年来,尼尔森离心选矿机、跳汰机等高效重选设备具有运行成本低、无污染的特点,在粗粒金、银矿物的回收中取得了很好的效果。

4.5 浮 选

4.5.2~4.5.5 条文中提出的几种浮选流程的应用范围,为一般性的原则规定,设计时,应根据试验报告,参照上述原则及生产实践确定。

4.5.6 分支浮选的主要优点是可提高选矿指标,节省选矿药剂消耗,能适应矿石性质的变化,这种浮选流程主要用于老选矿厂的挖潜改造方面,新建企业尚不多见。

4.5.7 采用闪速浮选的优点为:

第一,减少矿物过粉碎,提高选矿回收率。磨矿回路中水力旋流器除对矿石进行分级外,实际也起到一定的预选作用,因为生产中旋流器的分离粒度与矿石密度有很大关系。如自然金密度为 $16\text{g}/\text{cm}^3 \sim 19\text{g}/\text{cm}^3$,试验证明其分离界限为 $20\mu\text{m}$,而硅酸盐密度为 $2.6\text{g}/\text{cm}^3$,其分离界限为 $300\mu\text{m}$ 。基于这一原理,旋流器底流中含有比新给矿石品位高得多的有用矿物,这些矿物停留在循环负荷中,直至磨至足以进入旋流器溢流时才能排出,但此时已形成过粉碎,浮选中往往难以回收。

第二,减少浮选所要求的容积及浮选机数量。在浮选过程中除闪速浮选选出一部分矿量外,进入浮选作业的矿量也相应减少,同时由于事先选出一部分粗颗粒后,相应地使传统流程中的给矿粒度分布也变窄,从而要求的浮选时间也相应减少,这样总的浮选时间也随之减少,浮选机数量也相应减少。

第三,降低精矿含水量。由于闪速浮选机选出的精矿粒度较粗,使最终总精矿粒度组成发生了变化,粗粒级物料较细粒级物料易于过滤,因而水分可相应降低,一般可降 1%~2%。

4.5.8~4.5.11 条文中提出的流程结构均为多年来生产实践经验的总结。

4.5.12 矿浆浓度是浮选过程中重要的工艺参数,它影响选矿回收率、精矿质量和药剂耗量等技术经济指标,因此浮选前应选择合

理的调浆浓度;调浆时间的选定是以药剂与矿浆充分混匀为原则。一般应参照试验报告选取搅拌浓度和时间。

4.6 重 选

4.6.1 重选厂处理的矿石往往密度大且性脆,有用矿物容易在磨矿过程产生过粉碎,重选流程贯彻“早收多收,早丢多丢”的原则,有利于提高选矿回收率,降低选矿成本。

4.6.2 冲积砂矿的特点是有用矿物种类多,矿物单体解离好,原矿品位低,精矿产率小,选厂常需要随采场迁移,故只宜分散建立粗选厂,集中建立精选厂。粗选厂宜选用大处理能力的设备进行简易粗选富集,如圆锥选矿机、扇形溜槽、螺旋选矿机、跳汰机、螺旋溜槽等,产出粗精矿后再集中到精选厂用完善的选矿工艺流程分选。

冲积砂矿含有大量砾石和矿泥,通过洗矿作业脱除砾石和矿泥,可以提高入选矿石品位和防止矿泥对重选作业的干扰,并节省选别设备,节约基建投资,降低生产费用,提高选矿技术指标和经济效益。

4.6.3 与冲积砂矿类似,砂金矿一般分散建粗选厂获得金的粗精矿,然后进一步精选富集得到最终金精矿。精选流程有单一重选流程和联合精选流程。联合精选流程有重选—磁选—电选重砂分离流程和重选—磁选分离流程等。

4.6.4 有用矿物呈粗细不均匀嵌布的矿石,在破碎产品或粗磨产品中便有不少的单体有用矿物出现,而要使有用矿物完全解离又需细磨。采用分级分选后再阶段磨选的流程是为了及时回收单体解离的有用矿物,防止金属矿物过粉碎。

4.6.5 有用矿物呈细粒嵌布的矿石,一般需细磨,但有用矿物的单体解离度是随着粒级变小而逐渐增大的,一次磨到最终细度,必然导致有用矿物泥化,损失回收率,故应采用阶段磨选、矿泥集中处理的工艺流程。

4.6.6 磨矿段数和每段磨矿产品细度的确定,是以有用矿物和脉石矿物的嵌布特性为依据的。每段磨矿产品中都有一定数量的单体有用矿物和脉石矿物,经过选别可以分为精矿或粗精矿以及尾矿。广西大厂车河选矿厂,锡石回收采用三段磨选流程,第一段粒度 $0.074\text{mm}\sim 2\text{mm}$,锡回收率 50% ,丢尾 35% ,第二段粒度 $0.074\text{mm}\sim 0.3\text{mm}$,锡回收率 10% ,丢尾 20% ,第三段粒度 $0.037\text{mm}\sim 0.1\text{mm}$,锡回收率 8% ,丢尾 20% 。

4.6.7 磨矿机用螺旋分级机或水力旋流器闭路时,单体解离的细粒重矿物容易沉入返砂而被循环再磨,造成过粉碎。筛分是按物料的几何尺寸分级,可以防止细粒重矿物循环过磨,有利于提高选矿回收率。

在磨矿回路中设置选别作业,如用跳汰机、螺旋溜槽、摇床等设备,及时回收磨矿产品中新生的单体矿物,也是防止有用矿物过粉碎的有效措施。

4.6.8 采场供给的原矿常常会带有草渣和木渣等杂物,矿浆输送过程中也会混入一些过粗的物料,这些物质很容易堵塞水力旋流器沉砂口、水力分级箱排矿口、离心选矿机给矿嘴和皮带溜槽给矿管,使生产过程受阻,造成金属流失,故应强化隔渣措施。

钨、锡重选流程中,硫化矿物含量超过一定量时,重选设备不能正常分选矿物。如锡选厂的摇床给矿中含硫品位大于 5% 时,因受硫化矿物干扰,摇床一般很难获得合格精矿。故当给矿中含硫品位高时,应在重选前设置脱硫作业;当给矿中含硫品位不太高时,也可先接取粗精矿,然后粗精矿再集中脱硫。

4.6.9 重选生产过程中,次精矿、富中矿、贫中矿等中间产品的矿量较大,其矿物组成和特性相差悬殊,可选性有难有易,采用分磨分选流程可“对症下药”,提高选矿技术指标。

对于性质复杂、难以分离的重选中矿,当再继续采用重选也不能取得满意效果时,只有寻求其他选矿方法或走选冶联合工艺的途径,如将重选流程中产出的难选锡中矿(含锡品位 $1.5\%\sim$

2.5%左右)送冶炼厂,采用氯化挥发工艺处理,可以显著地提高锡金属的选冶综合回收率。

4.6.10 矿泥重选设备种类较多,但各有一定的运用条件。刻槽矿泥摇床或螺旋溜槽适宜分选 0.037mm~0.074mm 粒级的矿泥,超细泥摇床可分选 0.019mm~0.037mm 粒级的矿泥,离心选矿机和皮带溜槽适宜分选 0.01mm~0.037mm 粒级的矿泥,射流离心选矿机的选别粒度下限达到了 0.005mm。因此,矿泥应按粒级范围选用相应的设备。

当前,国内外矿泥重选回收的粒级下限为 0.005mm 左右。因此,脱除矿泥中小于 0.005mm 粒级的矿泥,可以减少矿泥重选设备数量,减少厂房面积,节省建设费用,提高选厂经济效益。当泥砂选别系统给矿中含可废弃的矿泥量大于 40%时,宜采用先脱泥后分级选别的流程,反之,宜采用先分级后脱泥选别的流程。

4.6.11 重选设备普遍存在水耗大的特点,流程中应尽可能考虑高效的浓缩脱水设施,增加厂前回水,减少新鲜补充水的使用。如广西大厂车河选矿厂前重细泥采用方形倾斜板浓缩箱—两台串联浓缩机的多段浓缩流程,并在浓缩机中添加大分子量絮凝剂,浓缩机溢流直接作为生产用水,厂前回水率达 60%。广西大厂长坡选矿厂前重丢弃的跳汰尾矿经过螺旋分级机脱水,跳汰精矿经方形倾斜板浓缩箱脱水,前重溢流水集中采用高效斜板浓缩机,并添加絮凝剂,高效浓缩机溢流水直接在流程中使用,回水率达 50%。

4.7 磁 选

4.7.1 磁选通常用于选别铁矿石或在选别有色金属矿石时分离磁性矿物。根据各种矿物的比磁化系数的差异,可以用不同磁场强度的磁选机进行选别。一般分为三类:

(1)强磁性矿物,比磁化系数大于 $3000 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$,如磁铁矿、磁黄铁矿等,用弱磁场磁选机即可使其与脉石矿物有效分离。

(2)中磁性矿物,比磁化系数为 $(500 \sim 3000) \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$,如

半假象赤铁矿及某些钛铁矿、铬铁矿等,可用中磁场磁选机进行分选。

(3)弱磁性矿物,比磁化系数为 $(15 \sim 500) \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$,如赤铁矿、褐铁矿、黑钨矿、独居石等,可用强磁场磁选机进行分选,也可将弱磁性矿物经磁化焙烧变成强磁性矿物,用弱磁场磁选机回收。

比磁化系数小于 $15 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$ 的矿物为非磁性矿物,如锡石、绿柱石、闪锌矿、辉钼矿、方铅矿、石英、长石等。

4.7.2 强磁场磁选机的分选间隙一般都很小,木屑、导爆索、粗颗粒等杂物易堵塞分选间隙,强磁性矿物容易被吸附在强磁场磁选机的介质上造成堵塞,因此在强磁选作业之前应设置隔粗和脱除强磁性矿物的作业。

4.7.3 在很多矽卡岩型铜矿、斑岩型铜钼矿中含有数量不等的磁铁矿,对浮选后的尾矿采用磁选工艺进行选别可以得到合格的铁精矿,生产成本很低,有利于提高资源综合利用水平。如金堆城斑岩型钼矿,原矿中磁铁矿的铁含量约 1%,采用粗选、粗精矿再磨精选的单一弱磁选流程,可经济合理地从浮选尾矿中综合回收磁铁矿。

由于磁黄铁矿属强磁性矿物,在磁选过程中很容易混入磁铁矿精矿中,可采用磁浮联合流程,以保证得到的铁精矿含硫合格。如冬瓜山铜矿采用先铜硫浮选后铁磁选产出的铁粗精矿,经再磨磁精选和浮选脱硫后获得了合格的铁精矿。

4.7.4~4.7.6 条文中提出的流程结构,均为多年来生产实践的总结,是确定设计流程时除试验报告外的重要依据,国内均有类似的生产实例。

钛铅海滨砂矿重选所产粗精矿,一般都含有比磁化系数不同的磁性矿物,通常首先采用弱磁选选出强磁性的磁铁矿;然后采用中磁选选出大部分磁性较强又比较易选的钛铁矿;强磁选用于部分磁性较弱的钛铁矿及独居石与非磁性矿物锆英石、白钛矿等的

分离。

金川公司在浮选法分离高冰镍中的铜、镍过程中,由于富含钴及铂族元素的镍铁合金大部分集中在第二段磨矿分级返砂中,利用其磁性较强的特性,采用单一弱磁选作业从返砂中有效地选出镍铁合金产品,显著地提高了钴与铂族元素的综合回收率。

锡石常与黑钨矿共生,而且两者密度相近,在重选过程中常一起进入钨粗精矿中,由于黑钨矿是弱磁性矿物,而锡石一般为非磁性矿物,在强磁场内可使两者分离。

4.8 氰化

4.8.1 保持氰化浸出矿浆的碱性,可减少氰化物的化学损失,但碱度过高不利于金的溶解。另外,温度也影响氰化物耗量和金的溶解速度,条文未作具体规定,一般在室温条件下就可以。

4.8.2 粗粒金溶解缓慢,往往在设定的时间内金的浸出不完全而损失于氰化尾渣中。增加重选作业,目的是回收大粒金。金的粒度划分为:巨粒金大于0.295mm;粗粒金0.074mm~0.295mm;中粒金0.037mm~0.074mm;细粒金0.01mm~0.037mm;微细粒金小于0.01mm。

4.8.3 由于硫化物未对金矿物形成包裹,氰化浸出液能充分溶解金。因此,不包裹金的硫化物的存在不影响金的浸出效果,可以得到较高的浸出率。

4.8.4 浮选金精矿氰化,首先通过浮选作业使金矿物有效富集,大量抛尾,减少氰化作业处理量,节约生产成本及建设工程造价。浮选尾矿氰化,适用于金与硫化物共生关系不密切,可浮性差异较大,能够通过浮选作业优先回收部分有用硫化矿物,尾矿氰化浸出又不影响金回收的矿石。

4.8.5 矿浆中氧的浓度是决定金溶解速度的重要因素之一。提高氧在溶液中的浓度及扩散速度会强化金的浸出,减少浸出设备数量,但要增加制氧设备。采用富氧浸出应通过试验及方案综合

比较后确定。

4.8.6 固液分离得到高品位的贵液是采用锌粉(锌丝)置换工艺的首要条件。在生产实践中采用“两浸两洗”,二次贵液返回磨矿作业,浸前浓缩可减少贵液量,提高贵液品位。锌丝置换工艺会使金泥中含大量锌金属,冶炼除锌会对环境造成影响。提锌丝时劳动强度较大,大、中型氰化厂不宜采用。锌粉置换应进行净化除杂,脱除溶解氧可防止金、银反向溶解及锌粉氧化。

4.8.7 炭浆法提金工艺可以取消固液分离,节省工程造价。如果矿石中银金比大于10:1,炭吸附银量过高会引起用炭量大,不利于金的吸附。用炭量大还会造成细炭量大而引起金的损失。对含有“劫金”矿物的矿石,炭浸法流程优于炭浆法流程。但炭浸法流程所需底炭量相对较大,存在载金炭量的潜在损失,大量金积在炭浸槽中,对资金周转不利。

4.8.8 有机物和黏土矿物含量高的矿石易使活性炭污染。树脂吸附的选择性比活性炭差,但以其吸附能力强、吸附容量大的特性,较适用于从有机物和黏土矿物含量高、贱金属含量低的矿石中提取金,也有利于银的综合回收。

4.8.9 堆浸法提金工艺主要环节是筑堆浸出和从浸出液中回收金。堆浸物料所含金能在碱性氰化液中溶解及渗流,通过不渗漏的堆底垫集中贵液,堆高要适应喷淋强度的要求。堆浸法具有投资省、成本低的优点,处理低品位矿石能取得较好的投资效益。

4.8.10 难处理矿石是指采用常规加工方法不能有效回收金的矿石。“难处理”只是一个相对的概念,随着科学技术的发展在不断改变。目前,难处理矿石主要包括:脉石包裹型,矿石中的金粒微细,很难通过细磨使金单体解离;硫化物包裹型,金被包裹在黄铁矿、砷黄铁矿等硫化物中;碳质物型,这类矿石在氰化浸出时金会被矿石中的碳质物从溶液中“劫取”;耗氰耗氧型,矿石中存在砷、硫、铜、铋等杂质阻碍及影响金的浸出。通过预处理,可以使包裹金矿物的硫化物氧化,形成多孔状物料,除去砷、铋、有机碳等物

质,改变其理化性能,从而使矿石易浸。

4.8.11 矿石焙烧产生的烟尘对大气污染严重,氰化厂产生的含氰废水、废渣都会造成环境问题,应进行处理。常用的污水处理方法有碱性氯化法、酸化法等。

4.8.12 本条为强制性条文。混汞法提金是一种简单而又古老的方法。它是基于金粒容易被汞选择性润湿,继而汞向金粒内部扩散形成金汞齐(含汞合金)而与脉石分离,经加热蒸馏去汞得到金的合金。混汞法提金过程中,汞对环境的污染包括汞以蒸气的形式进入大气及随尾矿进入环境。汞在常温下具有挥发性,汞蒸气可以通过呼吸道侵入人体;当环境中汞含量高时,还能通过生物链作用而产生富集,进而危及人体健康。汞对人体的危害主要是影响中枢神经系统、消化系统及肾脏,此外对呼吸系统、皮肤、血液及眼睛也有一定的影响。由于汞毒性强,对操作人员和生态环境危害严重,因此严禁采用混汞法提金。

4.9 脱 水

4.9.1~4.9.3 条文中提出的精矿脱水流程结构,均源于国内外选矿厂长期生产实践的总结。例如:重选与磁选作业产出的精矿密度较大,浓度也较高,又无药剂的影响,一般比较容易脱水。国内的磁选铁精矿,经一段过滤后,精矿含水率在8%左右;多数重选厂的粗粒精矿和磁选厂的精矿,采用一段脱水流程(过滤)即可满足要求。但重选厂的细粒精矿则多采用两段或三段脱水流程。

浮选和磁选产出的细粒精矿,采用浓缩、过滤两段脱水流程,通常都能满足冶炼和运输对精矿产品含水率的要求,仅对过滤设备选型有所不同,如细粒铜精矿需经远洋船运给用户时,应选用压滤机控制精矿含水率在9%左右,以确保远洋运输精矿船舶的安全。对于含水率要求小于4%、实行包装运输的精矿产品,鉴于目前的过滤设备难以满足,特别是可滤性较差的物料,如钨精矿,通常都采用浓缩、过滤、干燥三段脱水流程,以保证市场对其含水率

小于4%的严格要求和产品包装销售的需要。目前,个别精矿产品虽然要求含水率小于4%,当精矿产率较小时,也可采用过滤、干燥两段脱水新流程,如斑岩型铜矿副产品钨精矿的脱水,国内外的设计与生产都已开始尝试这一脱水短流程。

4.9.4~4.9.6 条文中提出的尾矿处置及回水工艺,是综合国内外生产实践经验及技术发展趋势提出的,其中以厂前高效浓缩机回水为主与尾矿库回水为辅的两段回水方案,是目前国内外在少雨、干旱、供水困难地区建厂普遍实行的经济有效的尾矿回水工艺流程。

在严重缺水、干旱、大蒸发量地区建厂,尾矿库回水率很低,采用深锥高效浓缩机一段脱水流程或浓缩、过滤两段脱水流程可大大减少新水用量。

当为选矿厂供矿的坑内采场需要粗粒尾矿作为采空区充填料,而且尾砂已无可综合回收的有价元素时,尾矿宜用水力旋流器分级,底流泵送到砂仓进一步脱水后与其他充填料混配输送到井下充填,而旋流器溢流用厂前高效浓缩机与尾矿库两段回水工艺过程处理,经赞比亚谦比希选矿厂等的生产实践证明,是比较成功的尾矿处置工艺。

5 主要设备选择与计算

5.1 一般规定

5.1.1 条文中提出的要求为长期设计经验的总结,设计中应贯彻执行,具体执行时应按本章其他各节规定。

为推动全社会节约能源,提高能源利用效率,保护和改善环境,我国已制定了节约能源法,并对落后的耗能过高的用能产品、设备和生产工艺实行淘汰制度。因此,规定选矿主要设备选择不得选用淘汰产品,是选矿厂建成投产后实现生产高效、节能、低耗的重要保证措施。

5.1.2 选矿厂主要及辅助生产设备的规格及台数计算,必须考虑适当的矿量波动系数。通常有色金属矿原矿性质波动较大、工艺流程复杂,粗精矿产率及精矿产率较小,且随原矿品位的波动变化较大。条文中提供的矿量波动系数是根据多年来许多选矿厂的生产实践经验确定的,实际选取时还应根据项目具体情况进行分析。当原矿性质比较稳定、采用常规碎磨工艺、工艺流程比较简单时,取下限值;反之,取上限值;个别特殊情况甚至可以取更大值,如原矿品位波动很大时,粗精矿后续作业的矿量波动会相应很大。

5.1.3 设备作业率系指年工作时间与日历时间之比。设备作业率与选矿厂供矿、供电、供水、设备型号与质量、设备检修及管理水平等因素有关。

本规范规定的选矿厂主要设备作业率和作业时间都列出高、低两个限值,其中高值比《有色金属选矿厂工艺设计规范》YSJ 014—92有所提高,随着我国供矿、电力及生产材料供应、设备质量、生产操作及管理水平的提高,经过一段时间的努力,使磨矿及选别作业率达到92%的国际先进水平是可能的。

5.1.4 设备制造厂提供的设备能力准确度较差,按《选矿设计手册》(冶金工业出版社,1988年版)推荐的计算方法计算的设备能力比较接近生产实际,是总结生产实际后提出的经验公式,可作为设备计算时的主要依据。国外引进设备应按制造厂提供的计算公式或生产能力进行设备台数的计算。

5.1.5 生产系统中前后工序设备负荷率,在理想状态下应均为100%,即最大限度地发挥设备潜力。但实际生产中由于给矿粒度、产品粒度要求等诸多因素,设备负荷率难以达到100%的要求。在无贮矿仓情况下,相邻工序设备负荷率只能大致接近。

5.1.6 以往设计中曾以设备质量差、操作水平低为由增加备用的主要生产设备,致使投资增大,经济效益恶化。其实,实际设计所确定的设备数量中已包括了设备作业率及矿量波动的因素。为提高设备作业率,对某些维修工作量较大的设备,可备用必要的备件、备件,如圆锥破碎机的锥体、偏心套,磨矿机小齿轮等。采用自磨/半自磨工艺配有顽石破碎作业时,由于破碎机作业率较低,应考虑因破碎机检修不能投入生产时顽石直接返回自磨机或半自磨机的措施。

5.2 破碎筛分

5.2.1 粗碎设备选型主要是依据设备在设定排矿口的瞬时最大处理矿量、允许最大给矿块度以及下游设备对其产品粒度特性的要求综合确定的。目前,大型旋回破碎机瞬时处理量可达6000t/h左右,而大型颚式破碎机的瞬时处理量,国产新机型仅约450t/h,外国C型颚式破碎机的产能更大,当排矿口为160mm时,可达到600t/h左右。因此,破碎能力不小于10kt/d的粗碎作业宜选用旋回破碎机,而破碎能力小于10kt/d的粗碎作业,宜根据设计规模及下游作业对粗碎产品粒度特性等要求,选用颚式破碎机或旋回破碎机。

5.2.2 给料口宽度大于1200mm的旋回破碎机处理能力较大,

其瞬时处理量最大可达 6000t/h 左右,如单侧给矿则不能发挥设备的生产能力,同时对锥体的磨损也很不利。

大型旋回破碎机允许较大的给矿块度,但大块矿较多时,对破碎机的生产能力影响较大。由于原矿中的大块率难以准确测出,实际上难以确定大块矿石含量增加到多少时,应设置大块矿石破碎机。设计时应根据矿石性质和类似企业情况确定。

5.2.3~5.2.6 条文提出的各种破碎作业设备选型是有色金属选矿厂多年生产实践经验的总结。圆锥破碎机分为弹簧圆锥破碎机和液压圆锥破碎机,液压圆锥破碎机包括多缸液压圆锥破碎机和单缸液压圆锥破碎机。近年来新建选矿厂使用最广泛的中、细碎设备多缸和单缸液压圆锥破碎机,具有设备处理量大、自动化程度高、过铁和排矿口调整方便等优点。

高压辊磨机是金属矿山选矿厂逐渐应用的一种新型粉碎机,它采用挤满给料和封闭空间内的料团粉碎原理,物料在高压作用下颗粒产生位移、压实、出现微裂纹和粉碎等,产品中细粒级含量远大于一般的圆锥破碎机,使物料可磨性得到改善。选用高压辊磨机作细碎,应进行高压辊磨工艺和设备选型试验,当物料含泥、水较高时,其排矿的筛分作业之前有可能需要增加打散装置。

反击式破碎机、锤式破碎机和辊式破碎机在有色金属选矿厂使用较少。反击式破碎机或锤式破碎机适用于破碎中等可碎性矿石,特别是易碎性矿石,例如石灰石、黄铁矿、石棉、焦炭、煤等。其优点是体积小、构造简单、破碎比大、电能消耗小、处理量大、产品粒度均匀,而且具有选择性破碎作用。其缺点是板锤和反击板容易磨损,需要经常更换;噪声大。

旋盘破碎机是利用矿石层间破碎原理,破碎效率较高,产品粒度较小,一般 P_{80} 可达 8mm,是一种超细碎型破碎机。但该类型破碎机不适宜于含泥、水多的矿石,这是由于矿石层间破碎后产品难以自由排出,设计选用时应特别注意。

深腔颚式破碎机主要特点是低能耗、破碎比大、产品粒度均

匀,生产实践证明,该机是操作简单、生产安全的破碎设备。

半自磨机排出的顽石量占给矿量的 20% 左右,最大粒度约 70mm,硬度较大,泥、水较少,对其实行开路细碎后返回半自磨机处理,既可稳定半自磨机的磨矿效果,又可节能降耗。因此,大型自磨或半自磨厂多采用多缸液压圆锥破碎机或高压辊磨机开路破碎顽石。

5.2.7、5.2.8 破碎系统筛分设备的选型往往是设计成败的关键。在过去曾采用的固定筛、滚轴筛、惯性筛、共振筛、圆振动筛、自定中心振动筛、直线振动筛、香蕉筛中,以圆振动筛、自定中心振动筛、直线振动筛及香蕉筛较好。这四种筛分机的主要特点是振幅较大,效率较高,维护较为简单。

5.2.9 破碎系统的除铁装置是保证破碎机作业率及最终产品粒度的有效措施,不少选矿厂往往由于无可靠的除铁装置,不愿调小破碎机排口,致使产品粒度难以保证。目前除铁设备性能尚不能完全满足生产要求,如对混入矿石中的电耙齿、电铲齿等合金件不能有效取出。因此,还应增设金属探测器,尽可能提高除铁装置可靠程度,确保中、细碎设备的安全运转。

5.3 预 选

5.3.1 重介质预选矿石的粒度划分,是结合我国生产实践,并参照国内外有关资料确定的。跳汰机作为预选设备国内生产实例不多,华锡集团铜坑锡矿采用跳汰机预选的矿石粒度为 3mm ~ 20mm。

5.3.2 重介质分选机的生产能力在无类似选矿厂生产实践资料情况下,可按表 2 选取。

跳汰机的生产能力按试验和类似选矿厂生产实践选取。华锡集团铜坑锡矿采用德国洪堡公司 BATA C 4520 风力脉动式跳汰机,预选的矿石粒度为 3mm ~ 20mm,生产能力为 36.7t/(m² · h) ~ 38.9t/(m² · h)。

表 2 重介质分选机液面的单位生产能力

矿石性质	给矿粒度 (mm)	单位生产能力[t/(m ² ·h)]	
		按给矿	按轻产品
有色和稀有金属矿石中等可选	5~40	13~20	9~12
有色和稀有金属矿石难选	5~40	5~10	4~7
萤石	3~20	2~3	4~5
金刚石	1.6~20	2~9	6~8

5.3.4 在碎矿作业中,采用人工手选废石或富矿块时,考虑人的视觉辨别矿石与废石光泽的能力、手拣矿石速度与生产安全,一般带式输送机的速度以慢为好,即要求其速度小于 0.25m/s。

5.4 磨矿分级

5.4.1 球磨机排矿方式与磨矿产品质量有一定关系。格子型球磨机内矿浆液面比溢流型低,磨机内矿浆从格子板下部即可排出,然后被提升到排矿轴颈外排,从而减少了矿石在磨机内的停留时间,矿石不易产生过磨现象。溢流型球磨机,矿石在磨机内的停留时间较长,容易产生过粉碎现象,比较适于细磨。大型选矿厂第一段粗磨往往采用溢流型球磨机,主要原因是溢流型磨矿机结构简单,操作维修方便,便于与水力旋流器闭路。

5.4.2 磨矿作业中可以采用不同分级设备构成闭路;目前常用的有螺旋分级机及水力旋流器两种。螺旋分级机优点是运转可靠,易于控制,有一定负荷缓冲能力,可处理粗的返砂。但其分级原理为重力分级,分级粒度要求较细时受到限制。水力旋流器靠离心力进行分级,可加速细颗粒的分级,并可增大循环负荷量。另外,由于旋流作用快,当作业循环中发生变化时磨矿回路可迅速恢复平衡,颗粒在返回过程中停留时间较短,可减少矿物被氧化的时间,对下一步需进行浮选的硫化矿物有益。因此,水力旋流器广泛用于细粒分级作业中。

中、小型选矿厂采用一段闭路磨矿,可采用螺旋分级机与水力

旋流器联合分级方案,一般用于需得到较细产品时的分级。

5.4.3 大型自磨机及半自磨机回路,因大型自磨机及半自磨机的处理能力较大,且最大粒度可达 70mm 左右,无法采用螺旋分级机或直接给入水力旋流器进行分级,通常其排矿先经振动筛筛分,筛上粗粒级产品直接返回或经顽石破碎后返回自磨机或半自磨机(顽石破碎后也有给入后续球磨作业的),筛下产品给入后续的球磨—水力旋流器回路。采用单段半自磨工艺时,水力旋流器沉砂返回半自磨机,溢流进入后续作业。

在采用的自磨机及半自磨机规格不大时,采用自返装置返回粗粒级可简化配置,采用螺旋分级机闭路也是可行的,实际生产中有许多成功应用实践。

5.4.4 磨矿机排矿中除矿浆外还带出部分小钢球及碎球等金属杂物,特别在粗磨时尤为严重。这些杂物一旦进入砂泵和旋流器,不但影响旋流器的正常工作,还给泵、管路及旋流器壳体造成严重磨损。为此,设计时应设置行之有效的隔粗设施,如圆筒筛、隔粗网等。大型磨矿机组矿量波动较大,为适应这种波动变化,应采用变速砂泵。一般采用变频调速装置,调节砂泵速度。

5.5 浮选

5.5.1 充气机械搅拌式浮选机主要优点是充气量大[可达 1.4m³/(m²·min)],气量可根据物料特性进行调整,可使浮选机经常处于良好的工作状态。机械搅拌自吸式浮选机自吸气量小,一般为 1.0m³/(m²·min),而且随生产时间延长,充气量逐渐变小。可根据项目具体情况和方案技术经济比较酌情选用。

中、小型选矿厂宜选用配有吸浆槽的充气机械搅拌式浮选机组,如 XCF II /KYF II 型充气机械搅拌式浮选机组,其中 XCF II 是具有吸浆能力的充气机械搅拌式浮选机,可实现水平配置,不需设泡沫泵返回矿浆;亦可选用机械搅拌自吸式浮选机。

5.5.2 粗、扫选回路浮选机槽数太少时,存在损失回收率的可能

性,实际生产中很少有粗、扫选槽数少于6槽的,因此条文提出粗、扫选回路浮选机槽数不宜少于6槽。

5.5.3 试验室试验时,矿浆混合、操作条件等都优于工业生产,设计时选用的浮选时间应大于试验室试验时间。在没有工业试验数据时,设计浮选时间与试验室浮选时间放大倍数可按条文给出的经验数据选取。

5.5.4 浮选柱是一种新型高效、具有柱型槽体结构的无机械搅拌充气式浮选设备,采用矿粒与微细气泡逆流平稳接触的流动方式,提供了大量捕收矿粒的机会。柱内泡沫层厚度大,可调节,加上逆流冲洗水的清洗作用,因而选矿富集比大,可以显著提高精矿品位。我国浮选柱的生产实践证明,浮选柱具有结构简单、高效节能、选别微细粒矿物(-0.074mm 粒级含量 $\geq 70\%$)选别指标明显优于常规浮选机,特别是对嵌布粒度细、需要再磨的矿物,采用浮选柱选别不仅可以简化流程,而且在最终精矿质量和回收率方面都有所提升。尤其是以浮选柱作精选、浮选机作精扫选的精选流程,是国内外公认的提高精选数和质量指标的最佳工艺设备组合。

柿竹园多金属矿选矿厂、金堆城钼矿和洛钼集团多座钼选厂的生产实践证明,浮选柱除用于精选作业外,还可用于粗选作业。

5.5.5 搅拌槽的结构应与不同用途相适应,不得以矿浆搅拌槽代替药剂搅拌槽,也不得以普通矿浆搅拌槽代替高浓度搅拌槽,因为三者功率与结构差别较大,应按设备类型选择。如同样 $\phi 3500\text{mm} \times 3500\text{mm}$ 搅拌槽,用于药剂时为17kW~22kW,用于矿浆时则为17kW~30kW。

5.6 重 选

5.6.1 设备在重选中占着极其重要的地位,它决定着流程的结构。在操作管理相同的条件下,低效率的设备只能构成低指标的流程,高效率的设备则可以构成高指标的流程。当然,由于设备使

用不合理,或是操作管理不好,高效率的设备也可能构成低指标的流程。由此可见,高指标的合理的工艺流程,一是要有高效率的设备;二是要正确使用设备(包括物料粒度、浓度、处理量等),把各种设备配置在最合适的作业中,使其各得其所,各尽其能;三是要操作管理得当。

重选设备是根据有用矿物与脉石矿物的密度差来达到分选目的的设备。除两种矿物的密度差以外,矿粒的粒径大小、形状和介质性质均对分选效率有影响。所以,物料性质应与设备类型相适应。同时,不同的重选设备所获得的产品质量也不同,故还应根据对产品质量的要求来选择相应的设备。而且,不同的重选设备有不同的处理能力,选择设备要考虑粒度、浓度、处理量,最终达到合理的技术经济指标。

关于设备定额,根据理论公式计算,往往与生产实际差距很大,为了符合生产需要,根据类似企业历年的生产实际资料,取平均先进定额较为合适。如无类似企业的生产实际资料,只能按工业试验资料或扩大试验资料,考虑一定的波动系数来选取定额,进行设备选择和计算。

5.6.2 跳汰机是重力选矿设备的主要设备之一,适宜于0.074mm~20mm粗粒物料的选别。它的种类很多,目前国内各钨锡选矿厂中使用的都属于隔膜式跳汰机,主要有(1200~2000)mm \times 3600mm双列四室梯形跳汰机、(750~1000)mm \times 3500mm单列三室梯形跳汰机、广东一型跳汰机、1000mm \times 1000mm下动型圆锥隔膜跳汰机、300mm \times 400mm旁动隔膜跳汰机和JT5下动型双室锯齿波跳汰机等六种型式。

上述六种跳汰机,除旁动隔膜跳汰机在粗选和精选作业中使用外,其他几种跳汰机多用于粗选作业。

除上述几种跳汰机外,还有圆形跳汰机、动筛跳汰机。圆形跳汰机(仿锯齿波跳汰机)耗水量少,仅为其他类型跳汰机的1/3用水量,这是其突出优点,因而特别适合缺水地区需要。动筛跳汰机

是大吉山钨矿试制的设备,已在工业生产中运行多年,其突出优点是节省用水,每吨矿石只需 $1.5\text{m}^3 \sim 2\text{m}^3$ 水,其选矿指标与一般跳汰机相接近。广西大厂长坡选矿厂多年使用 JT5 下动型双室锯齿波跳汰机,除省水外,细粒有用金属回收效果好,可处理 $0.074\text{mm} \sim 8\text{mm}$ 粒级的物料。

5.6.3 圆锥选矿机是一种高效率粗选设备,适宜于 $0.074\text{mm} \sim 2\text{mm}$ 物料的粗、扫选作业,但给矿浓度必须大于 50%,处理矿量 50t/h 以上,且须用浓度计和流量计严格控制,否则对生产指标影响较大。

当前,圆锥选矿机在国外除在砂矿得到广泛应用外,还成功用于分选金、锡、铁、钨、铀、铅、铬等矿物。到目前为止,世界上已有 700 台以上在使用。20 世纪 80 年代初期,我国广西大厂车河选矿厂用圆锥选矿机选别 $0.074\text{mm} \sim 1.5\text{mm}$ 粒级锡石-硫化矿,给矿品位 0.4%(Sn),富集比 2 倍~4 倍,锡回收率 80%左右,使原有选矿厂的生产能力提高一倍。当系统生产能力小于 2000t/d 时,由于给矿量小,圆锥选矿机效率将会降低。

5.6.4 螺旋溜槽的特点是结构简单,容易制造,工作可靠,维护简单,占地面积小,单位处理能力高。

5.6.5 离心选矿机是一种矿泥重选设备,与其他处理同样原料的重选设备相比,离心选矿机具有结构简单、单位面积处理量大、回收粒度下限低等一系列优点,因而得到广泛应用。

皮带溜槽是 20 世纪 60 年代初期研制成功的一种矿泥重选设备。它具有结构简单、运转可靠、工作稳定、操作方便、易于维护、选别效率高和富集比大等特点,但在我国钨、锡选矿厂中广泛用于 $10\mu\text{m} \sim 70\mu\text{m}$ 矿泥的精选。

5.6.6 栉浮摇床是在摇床上同时实施重选和浮选两种分选方法的设备,能产出多种产品,分选效率高,指标稳定,适应性强,广泛用于分离 $0.1\text{mm} \sim 5\text{mm}$ 粒级的单体钨、锡多金属硫化矿物,脱硫后即得钨、锡精矿,并综合回收有用金属矿物。

5.7 磁 选

5.7.1 按设备产生磁场不同,磁选机可分为弱磁场磁选机、中磁场磁选机和强磁场磁选机。矿物的磁性是确定磁选机类型的决定因素,回收强磁性矿物(如磁铁矿)用弱磁场磁选机;回收弱磁性矿物(如赤铁矿、假象赤铁矿、镜铁矿、菱铁矿、褐铁矿和鲕状赤铁矿等)用强磁场磁选机;而回收强、弱之间的磁性矿物如磁黄铁矿,一般选用中磁场磁选机。

磁选按作业方式有湿式(物料以矿浆状态进行的磁选)和干式(物料以干粉状态进行的磁选)之分。干式磁选由于选别指标较差、能耗较高以及粉尘污染等原因,一般只用于钨、锡粗精矿分离、海滨砂矿精选等。因此,磁选车间大多采用湿式磁选机。

5.7.2 磁力脱水槽是利用磁性和非磁性物料在装有磁化装置的倒圆锥形槽内,在上升水流作用下,依靠重力和磁力进行分离、脱泥和脱水的设备,广泛应用于磁选和精矿过滤前的脱泥和脱水作业。

5.7.3、5.7.4 湿式筒式磁选机是当浆态物料从装有磁化装置的旋转圆筒上端均匀给入,利用矿物颗粒间的磁性差异,在磁力及重力、离心力、摩擦力的联合作用下,分离磁性和非磁性矿物的设备,是有色金属矿石综合回收强磁性矿物应用最多的磁选机。条文中提出的不同槽体结构——湿式筒式弱磁场磁选机及干式弱磁场磁选机的适用作业,均为多年来设计及生产实践经验的总结,是设计确定磁选机类型的重要依据,具体执行时宜参照类似生产实例进行选择。

5.7.5 高梯度磁选机是湿式强磁场磁选机的一种,它的开发成功及广泛应用使弱磁性矿物得以更有效地回收。高梯度磁选机较一般磁选机的磁场梯度大,可提高 10 倍~100 倍,通常可达 $1.0 \times 10^6\text{mT}$,为磁性颗粒提供了强大的磁力来克服流体的阻力和重力,使微细粒得到有效回收。因此,高梯度磁选机主要用于微细粒嵌

布的弱磁性矿物,分离粒度较细,其中以湿式立环脉动高梯度磁选机应用比较广泛,其处理能力大、分选效果好,并对入选物料中强磁性矿物、杂质含量、浓度要求不严。

5.7.6~5.7.8 条文中对盘式、辊式及感应辊式强磁选机的应用范围,以及磁选设备产能的确定作了一般性的原则规定,设计时应根据试验报告,按条文中的原则规定及生产实践资料确定设备类型。

5.8 氰 化

5.8.1 试验室试验时,设备搅拌效果及试验条件控制均优于生产操作条件。结合氰化厂的生产实际,浸、吸时间采用试验数据的1.5倍~2.0倍较为合适。吸附槽取低值,防止搅拌时间过长而增加粉炭量,避免造成细炭损失产生金属流失。

5.8.2 双叶轮中空轴进气机械搅拌浸、吸设备在国内已系列化生产,目前产品最大规格为 $\phi 12\text{m} \times 13\text{m}$ 。采用炭浆法工艺时,为防止炭的磨损应合理确定叶轮线速度,控制搅拌强度。中空轴进气能使空气更好地分散到矿浆中,保证供氧量,提高浸出效果。采用空气提升器提炭时,要保证作业的充气压力。

5.8.3 在浸出作业中,为了防止出现矿浆短路影响浸出效果,浸出槽数不少于4槽,是长期设计及生产实践经验的总结。

5.8.4 采用多层浓缩机可减少占地面积,降低能耗,洗涤过程尚可继续浸出,延长浸出时间。浸渣(尾矿)采用干式堆存,最后一次洗涤作业宜采用压滤设备,既可作为洗涤又可进行干堆过滤。

5.8.5 贵液净化过程中,贵液可靠脱氧产生的负压直接吸入净化设备。生产实践表明,脱氧塔单位面积通过溶液量为 $(400 \sim 900)\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 时,脱氧效果较好。

5.8.6 高温高压解吸、电积装置的解吸温度为 150°C ,压力为 $0.45\text{MPa} \sim 0.55\text{MPa}$,解吸液成分中可不含氰化物,以实现无氰解吸。

5.9 脱 水

5.9.1 条文中提出选用周边传动式浓缩机的主要目的是防止由于冬季冰雪的影响,使传动轨道产生滑动现象。

精矿量较大(如每天在200t以上)或者场地窄小(或放在室内)时,采用高效浓缩机可减少占地面积、节省投资。如张家口金矿采用一台 $\phi 5000\text{mm}$ 高效浓缩机可处理500t/d细磨产品,其浓缩效率比普通浓缩机提高10倍左右。在选用高效浓缩机时,应进行必要的沉降速度试验(包括絮凝剂筛选及用量试验)及浓缩机溢流水返回使用时对浮选的影响试验。

5.9.2 近年来,国产陶瓷真空过滤机、陶瓷板性能得到了很大提升,已广泛应用于铜、硫、铅、锌等精矿的过滤。陶瓷真空过滤机的主要优点是生产能力大、自动化程度高、节能效果显著,滤饼水分较圆筒过滤机低,处理各种浮选精矿滤饼含水率一般为8%~14%。因此,在设计选用精矿过滤设备时,由于陶瓷真空过滤机节能效果显著,而且其过滤效率较高,宜优先选用。

采用自动压滤机过滤精矿,其含水率可达到8%~12%,是国内外铜、镍、钼等精矿过滤要求产品含水率较低时的首选设备。

5.9.3 通常情况下,物理性质较好、密度较大的物料,宜选用内滤式圆筒型真空过滤机,如铜选厂综合回收的磁铁精矿、浮选产出的磷灰石精矿等。一般精矿粒度小于 0.2mm ,可以选用陶瓷真空过滤机、圆筒型或圆盘型真空过滤机,如铜、铅、锌、钼、镍、硫精矿等。精矿粒度小于 $30\mu\text{m}$,宜选用压滤机。

5.9.4 按目前我国有色金属精矿质量标准要求,多数精矿产品含水率要求为10%左右,因此一般不需干燥。但钨、钼等精矿则分别要求含水率不得大于5%、4%,通常需干燥后才能保证精矿水分要求。浮选钼精矿由于浮选时带有煤油类药剂,若采用直接加热干燥,易造成煤油达到燃点着火而“放炮”,故宜采用蒸气螺旋间接加热干燥机,既防止“放炮”,又使精矿免遭污染,如其在金堆

城钼矿的应用。近年来,一些新的干燥工艺和设备用于钼精矿干燥生产实践,如德兴铜矿采用闪蒸干燥机,用间接换热热风炉所得到的洁净热空气去干燥钼精矿,避免了增加干燥后钼精矿的含杂量。当精矿量很少时,有些选矿厂采用电热箱、干燥炕等简易设备。

5.9.5 尾矿回水浓缩机除按 5.9.1 条的要求进行选型外,在尾矿粒度微细、难于沉降,或厂区严重缺水且蒸发量较大时,宜选用深锥型高效浓缩机将尾矿浆浓缩到 70% 左右实行膏体堆存,其突出的优点是:尾矿回水率高达 85% 以上,尾矿库占地面积小并可分期征地,对环境的影响小,但该机价格昂贵且需要添加较多的絮凝剂进行浓缩,生产成本较高,而且其大用量的絮凝剂还可能影响选矿过程。设计中可通过对不同尾矿处置工艺方案进行技术经济比较,确定最适宜的尾矿浓缩机型式。

6 厂房布置与设备配置

6.1 一般规定

6.1.1~6.1.3 各条提出的要求为几十年来设计经验的总结,设计中应认真贯彻执行,具体执行时应参照本章其他各节规定。

6.1.4 选矿厂的破碎筛分厂房、主厂房及精矿脱水厂房通常都安装大型及振动设备,尤其是主厂房设备多、重量大、振动力强、地面排水量大、排水系统复杂,如厂房设于填方场地上,不但增加了土建工程量,而且加大了基础处理的复杂性,易给生产留下隐患。厂内地坪高于厂外地面标高有利于防水和排水。

6.1.5 大型选矿厂的粗碎站一般靠近采区,以缩短原矿运输距离,其作业制度与采矿相同,而与选矿厂主要生产车间不同。为平衡采矿供矿,并使中细碎或半自磨作业能均衡地满负荷运转,粗碎后宜设中间矿仓或粗矿堆。选矿厂的试验室、化验室中的精密仪器的精度与周围是否存在振源关系极大,设计时应与碎磨等产生震动的厂房保持一定的距离,一般不小于 50m;选矿厂的技术检查站主要对选别过程进行检查,宜布置在主厂房的偏跨内,也可与试验室、化验室合并建设。

为提高选矿厂水重复利用率、金属回收率并友好环境,对选矿厂的生产污水应加强管理和处理。如车间除尘水,为回收其中有用的矿物及水资源,宜设专用浓缩机处理或直接用作磨矿补给水;精矿浓缩机溢流、过滤机滤液及地面冲洗水,宜充分收集于沉淀池中或泵至回水池集中返回主厂房作生产工艺用水;设备冷却水应设自循环冷却利用系统,以减少新水补给量,提高选矿辅助用水循环利用率。对环境有害的废水(包括有毒或含重金属离子的废水),不得直接向外排放,要经尾矿库自然净化,如尚不符合排放标准,

还要做净化处理。

6.1.6 选矿厂主要生产车间内设备配置有多层、单层、混合式三种,其中:

(1)多层。占地面积小,但厂房建筑复杂,机组间落差大,多用于平地建厂及物料自流坡度要求大、流程中返回产物较少的工艺过程,如破碎筛分车间、重选车间等。

(2)单层。占地面积大,管理分散,但厂房结构简单,便于安装大型及振动设备,多用于山坡建厂及物料输送坡度小、返回作业多、返回量大的选矿厂。

(3)混合式。既有单层,又有多层,多用于重选与其他选矿方法联合的选矿车间。

厂房内的设备配置应符合下列要求:

(1)充分满足工艺流程的要求,并考虑改革流程和扩大规模的可能性。

(2)同类型设备尽量集中,必要时可分段集中。

(3)设备间的距离需满足生产操作和维修的要求,确保生产安全、流程畅通。

(4)合理确定平台标高,满足管道自流坡度要求。

(5)合理确定设备安装、运输通道及排污设施。

(6)充分考虑土建柱网模数,并按要求留有适当的检修场地。

(7)同一跨间内有两台桥式起重机时,宜采用同一标高共同轨道。

6.1.7 厂房大门尺寸偏小影响设备正常安装的问题,是设计中比较易于忽视的问题,应给予足够的重视。

利用率不高的吊装孔应盖以活动盖板,其主要优点是增加厂房内部操作面积,防止从吊装孔下落物件的危险,并有助于厂房保温。

6.1.8 平台间净高不小于2.2m是按人员正常通行考虑的。厂房设计应符合工业企业设计的有关安全规定,检修平台应能承受

拆下的旧零部件与待装新零部件的重量;操作平台四周应设防护栏杆;各种设备外露的传动部分应设安全罩。选矿厂废水应采取综合治理措施,返回生产中循环使用,厂内各层操作平台应具备冲洗条件,并使冲洗污水流入排污系统。

6.1.9 排污沟宽度主要考虑沟中沉积物清理方便,宽度小于300mm时,无法进行人工清理,但也不宜过宽,宽度太大将影响污水流速及排污系统的畅通。沟顶设防护格栅,便于通行,并保证人身安全。

地沟坡度应根据厂房大小及长短决定,厂房长度大无法保证所需坡度时,可采取分段集中、分别扬送的方式处理。

6.1.10 厂房内主要通道指操作、管理、维修等多种人员及搬运小型零、部件经常通过的通道,如各厂房中检修场地与主要操作平台之间相联系的通道(包括梯子或踏步)。

操作通道可兼作维修通道时,可不必专设维修通道,但维修通道不能代替操作通道。

6.1.11 厂房内倾斜通道一般指带式输送机通廊、分级机操作台等倾斜人行通道。本条第1款规定倾斜角度 $6^{\circ}\sim 12^{\circ}$ 时,应设防滑条。对于倾斜角度小于 6° 的通道视具体情况而定,在含泥、水多,人员又经常通行处,可考虑增加防滑措施。

6.1.12 带式输送机采暖温度是按湿法收尘及冲洗地面不结冻的要求考虑的。在特别寒冷地区或中间驱动的驱动站的采暖温度可适当提高,不宜低于 10°C 。为保持通廊及厂房内的采暖温度,厂房配置上应减少直接通向厂外的孔洞,防止热量散失。

目前,国内外在非采暖地区露天设置破碎筛分、磨矿及选别设施的选矿厂越来越多。按设备检修方式分,主要有三种露天设置形式:一是用地上行走的汽车吊进行检修,厂房既无盖无墙,也无柱和吊车梁,但设备两侧需修筑汽车吊行走的道路;二是用空中行走的桥吊进行检修,厂房无盖无墙,但有柱和吊车梁;三是前两种检修方式的结合,如磨矿采用空中行走的桥吊检修,选别采用地上

行走的汽车吊进行检修。

6.2 破碎筛分

6.2.1 大型破碎筛分厂的设备配置为双系列时,带式输送机及转运站较多,生产管理极为不便。如某钼矿规模为 15kt/d,破碎筛分为双系列配置,带式输送机多达 24 条,转运站也增加到 5 座。故采用单系列配置较好。

6.2.2 多年来实践证明,大、中型选矿厂破碎筛分设备重叠配置于同一厂房内的主要缺点是:生产中噪声较大,危害人体健康;厂房内粉尘大,操作条件差;细碎与筛分设备呈机组配置时,生产中灵活性小,筛分设备发生故障时,破碎机将被迫停产。破碎与筛分设备分别配置时,虽然配置上比较复杂,但其最大优点是可增加生产中的灵活性。

6.2.3 洗矿作业耗水量较多,操作条件较差,易于污染环境。重介质选别作业属湿式作业,矿石与介质一般采用各种类型泵输送,厂内污水系统较复杂。鉴于上述特点,以单建厂房为宜。

6.2.4 带式输送机通廊的结构,虽然仍以封闭式为主,但随着带式输送机性能的改进及防护罩材料和结构的完善、设备保护及过程控制水平的提高,目前在不同气象条件下都有采用敞开式通廊的,只在输送机主梁上设活动防护罩防雨防尘。如尹格庄金矿、山达克铜金选矿厂等。

6.2.5 露天矿堆及石灰堆场是选矿厂的两大污染源。两者均应设在厂区最大风频的下风向。露天矿堆的结构形式宜采用一点给矿的圆锥形矿堆,以强化给矿点的喷水降尘功能,抑制粉尘扩散,并与主要生产厂房保持一定的距离。石灰是易飞扬的物料,不宜贮存于露天堆场,应单独建库(仓)贮存,石灰的装卸作业是选矿厂的污染源之一,应加强防尘措施。

6.2.6 多缸液压圆锥破碎机、单缸液压圆锥破碎机及高压辊磨机均要求挤满给矿,设缓冲矿仓可以控制破碎机料位,有利于破碎

设备能力及破碎效率的发挥。设备数量为两台及两台以上的中、细碎和筛分作业前,均应设缓冲分配矿仓,其容积应满足矿量波动的要求。

6.3 磨矿选别

6.3.1 主厂房的布置及磨矿选别设备的配置应充分利用自然地形,合理布局矿仓、磨矿、选别三大设施,科学地配置设备,保证获得直截方便的生产作业线,尽量避免交叉和迂回,缩短各种物料的输送距离,同时将能耗较大的磨矿分级设备集中配置,负荷中心靠近变、配电站并宜按单层配置,以适应磨矿回路设备大而重、振动力强、物料返回量大的需要。常见的磨矿分级与浮选的组合是一个磨矿系列对一个浮选系列,也可以是一个磨矿系列与两个或多个浮选系列的组合,或两个以上的磨矿系列与一个浮选系列相组合,宜视具体条件而定。

6.3.2 磨矿矿仓的作用是解决破碎与磨矿生产系统的工作制度差别及设备事故引起的不均衡问题。由于破碎系统作业率较低,设置必要的磨矿矿仓可有效地保证磨矿及后续作业的连续稳定。对于规模小、设备条件差的选矿厂可适当增加磨矿矿仓储矿时间;当设计中采用较大容量的中间矿堆时,储存时间可适当减少。

6.3.3 磨矿跨间按磨机中心线与磨矿矿仓横向中心线垂直或平行可分为纵向配置(垂直配置)和横向配置(平行配置)。磨矿跨间配置形式取决于主厂房场地的范围及地形、磨矿段数、磨矿与分级产品输送以及选矿跨配置情况等因素。利用山坡建厂的主厂房,采用一段磨矿时,一般为纵向配置,采用两段(或多段)磨矿时,一般为双列(或多列)横向配置,以利于矿浆自流,各段磨机可分别置于各自跨间内(多用于山坡建厂的条件),也可将两段磨机置于同一跨间内(多用于平地建厂条件)。设备检修场地一般设于磨矿跨一端,其面积取决于该跨内磨机的规格和台数。

6.3.4 根据大型选矿厂的生产实践,大型磨矿机与水力旋流器

构成闭路时,水力旋流器给矿一般用泵扬送,水力旋流器给矿泵采用单台配置方案是成功的经验。其主要优点是便于生产操作及维护检修。水力旋流器底流至磨机应满足矿浆自流的要求,水力旋流器溢流至选矿作业一般采用自流方式。

6.3.5 磨矿跨间内两台起重机在上下两层轨道上配置,国内外选矿厂均有实例。这种配置主要缺点是:土建投资较大,空间利用率较低;增加了起重高度,一般要高出 2.5m~3m;采光处理比较复杂。基于上述原因,条文规定宜采用同一轨道布置,国内外也多采用这种方式,但在厂房长度上应增加停存一台起重机的距离。

6.3.6 磨矿分级产品采用先集中后分配方式配置的主要优点是:各浮选系统的原矿性质保持相同,便于给药的自动调节与控制;节省大量给药点,生产指标稳定,操作管理方便。国外大型选矿厂多采用这种方式。

6.3.7 主厂房内砂泵适当集中配置的主要优点是方便操作和设备维修;其缺点是管线较长,扬程较大,宜视具体条件而定。

6.3.8 浆体物料自流坡度是选矿工艺流程能否畅通的基本保证。条文中的最小坡度为根据实际经验提出的限定数据,设计中应予注意,以免造成不应有的损失。如某浮选厂厂内尾矿自流槽,原设计坡度为 1%,生产试车时,经常因此段自流槽坡度不足而被迫停产。当坡度改为 1.25%后,自流槽才实现自流。

6.3.9 浮选机中心线多数与磨矿矿仓横向中心线平行(横向)配置,也可成垂直(纵向)配置。配置设计中要充分利用自然地形,使主矿流自流输送,减少砂泵,并考虑生产中可能改变浮选回路的灵活性。同型号同规格的浮选机配置在一起,每组浮选机的总长度(包括调浆搅拌槽)基本相同。药剂添加室与浮选机配置相对密切,常集中于浮选区的上部,使药剂自流至给药点;多系列或特大型选矿厂也可分区给药。重选厂主要特点是选别流程长、选别设备效率较低,为节省砂泵数量、稳定操作条件、减少厂房占地面积,一般多采用单层与多层阶梯式为主的配置。

6.3.10 本条为强制性条文。磨选厂房有害气体一般指各种药剂散发的异味气体,是选矿厂尤其是多金属选矿厂的一害,除开设天窗及增加排气扇外,应在气体产生时及时排除。

选别车间有可能产生剧毒、强腐蚀性气体,如金矿氰化浸出车间、采用氰化物作为抑制剂等可能产生氰化氢气体,选矿厂采用硫酸和硫化钠作调整剂时有可能产生硫化氢气体。氰化氢气体直接致害浓度为 56mg/m³,属于极度危害的化学介质,可瞬间致人死亡。硫化氢气体直接致害浓度为 430mg/m³,属于高度危害的化学介质,人接触高浓度硫化氢气体后将出现头痛、头晕、步态蹒跚、意识模糊等症状,以及发生突然昏迷,严重时可发生呼吸困难甚至呼吸、心跳停止。因此,条文规定产生剧毒、强腐蚀性气体作业处,设计中必须设置强化通风换气装置。

6.3.11、6.3.12 条文中提出的安全要求,为几十年来设计经验的总结,设计中应贯彻执行,以保证生产安全和职工身体健康。

6.4 氰化浸出

6.4.1 氰化物在矿浆中根据 pH 值不同,或多或少地被水解,形成氰化氢(HCN)而挥发在空气中,引起车间空气不同程度的污染。因此,氰化车间应强化通风,保持空气质量。

6.4.2 氰化设备主要指浸出、洗涤、净化、脱氧、置换设备及吸附、提炭、解吸、电积设备,宜采用集中配置,使设备之间连接紧凑,充分利用空间,减少占地面积。浸、吸设备按阶梯配置便于物料自流,减少压力扬送。

6.4.3 在气温、降雨等气候条件适宜地区,采用露天、半露天配置,便于浸出、洗涤等设备检修及节省建筑工程造价。

6.4.4 置换压滤机产出的金泥、电积槽提出的载金钢棉含金量较高,通过冶炼可产出成品金,为防止作业损失,应采取有效措施。

6.4.5 本条为强制性条文。氰化物是氰化浸出厂主要的药剂之一,制备浓度一般为 10%。氰化物属于极度危害的化学介质,人

若口服 0.1g 氰化钠,瞬间就能死亡,对动物致死的剂量更小。氰化物可经人体皮肤、眼睛或胃肠道迅速吸收,氰离子迅速与氧化型细胞色素氧化酶的三价铁结合,形成氰化高铁型细胞色素氧化酶,从而抑制细胞色素氧化酶的活性,使组织不能利用氧,因此发生“细胞内窒息”,可迅即致人死亡。氰化物在水溶液中可以水解,生成氰化氢气体,水解的程度与溶液 pH 值有关。当 pH 值高于 12 时,几乎所有氰化物都以 CN^- 形式存在,在氰化溶液中都需要加保护碱以避免产生氰化氢气体。氰化氢气体直接致害浓度为 $56\text{mg}/\text{m}^3$,属于极度危害的化学介质,可瞬间致人死亡。因此,氰化药剂室(包括药剂储存、制备、添加等)必须全封闭并配备通风设备,单独隔离,并符合危险化学品管理条例等有关安全设施和设备,以保证氰化物的安全使用和管理。

6.4.6 炼金室距离置换压滤机或电积槽设置处越近越好,否则会造成冶炼物料运输途中的损失。炼金室直接生产成品金,应进行监控,加强保安工作,防止被盗。

6.4.7 矿浆进入氰化系统后,通过浸出作业,金逐步溶解于液相中,如果出现矿浆及洗水流失,会造成金的损失,氰化间的物料应全部回收于物料系统之中。

6.5 精矿脱水

6.5.1 浓缩机布置以露天为主,其位置应与主厂房精矿排出口的位置相适应,一般靠近主厂房,力争自流,并适当考虑发展余地。采用两段脱水流程时,要充分考虑浓缩机底流和过滤机溢流的互返关系。设计时要尽可能利用重力自流(或底流自流到过滤机,或过滤机溢流自流到浓缩机)。

严寒地区,当设于室外的中、小规格浓缩机冬季结冰较厚,并严重影响浓缩效果及浓缩机正常工作时,可考虑布置于室内。大型浓缩机占地面积较大,应尽量避免采用室内布置。

6.5.2 过滤机一般设在精矿仓一侧的平台上,以便滤饼直接卸

入精矿仓内。过滤机的辅助设施通常设在其平台下部。对精矿量大的选矿厂,过滤机台数较多,其厂房可单独设置,并应靠近精矿仓。

6.5.3 精矿量较小的选矿厂,如采用砂泵输送浓缩机排料时,因矿量小,难以选择相应规格的砂泵,生产中难以控制,故以自流配置方式为宜。

6.5.4 过滤机配置在干燥机受料处顶部,主要缺点是楼上过滤机操作环境极为恶劣,故不宜采用这种重叠式配置。

6.5.5 选矿厂干燥厂房在操作违章情况下存在发生火灾的隐患。如某选矿厂,在干燥钼精矿时,由于生产中干燥机入口温度没有控制在要求之下,引燃干燥机内钼精矿,造成着火放炮事故。

以煤为燃料的干燥厂房中,干燥机的燃烧室烟气相当大,如无天窗排放,给生产操作造成的困难是很大的。

6.5.6 精矿脱水厂房污水中均含有一定数量的高品位精矿,对浓缩机溢流、过滤机滤液及脱水车间地面冲洗水,应充分收集于具有完善机械化回收设备的沉淀池或返回精矿浓缩机,以提高选矿厂的金属回收率及水重复利用率。

6.5.7 干燥机用原煤作燃料时,应考虑相应的供煤机械化设施,如原煤堆场(库)、煤斗、给煤机及排渣设施。干燥厂房中应设置良好的通风、收尘系统,以改善操作环境并减少精矿损失。

6.5.8 精矿仓的布置应便于装车设备(抓斗或铲斗)操作。当过滤机的滤饼含水少且松散时,可用带式输送机直接运到高架式精矿仓装车,对含水率大于 8% 而又较黏的精矿,则以抓斗仓为宜。干燥后的精矿仓或包装产品的堆存场地需结合装车方式及运输要求综合考虑,以减少二次运输。

7 辅助生产设施

7.1 储矿设施

7.1.1 大型选矿厂原矿仓容积不宜过大,主要原因是大型选矿厂的原矿块度较大,过大的矿仓投资较大,生产操作上也比较复杂,但储存时间也不能太短。条文中提出不能低于 0.5h,主要根据是按最大型颚式破碎机能力考虑的,有色金属选矿厂常用的 2100mm×1500mm 大型颚式破碎机能力约为 500t/h~700t/h,按 0.5h 计算矿仓有效储存量约为 250t~350t,根据这一数据推算,矿仓排矿采用铁板给矿机时,矿仓净高约 10m 左右,这已经是较高的矿仓了,故下限值定为 0.5h。旋回破碎机不受此限。

7.1.2 中间矿仓矿石储存时间国内外情况略有差别。一般地,规模大时,储存时间少些,反之则大些。根据国内有色矿山当前情况,采用 0.5d~2d 比较合适,因一般有色金属选矿厂的粉矿仓较大,有一定的缓冲能力。

7.1.3 缓冲和分配矿仓合理的矿石有效储存量,首先是满足设备连续稳定给矿、矿石分配的要求,其次还应考虑矿仓工程造价。许多选矿厂生产实践证明,条文提出的储存量是合理的。

7.1.4 磨矿矿仓或矿堆矿石有效储存量的取值,主要考虑破碎设备及带式输送机的检修因素,同时还需考虑选矿厂规模及是否设有中间矿仓等因素。一般处理粉矿仓给矿用带式输送机事故,16h 已足够了。因此,有效储存量的下限值设为 16h。

7.1.5 精矿仓储存时间与精矿量、外部运输条件、选矿厂与冶炼厂位置等因素有关,设计时应充分考虑。采用铁路运输时,储存时间宜为 3d~5d(企业专用线运输宜为 2d~3d);采用汽车运输时,储存时间宜为 5d~20d;采用海运船舶运输时,储存时间宜为

15d~30d;采用内河船舶运输时,储存时间宜为 7d~14d。采用多种运输方式联合运输时,可按主要运输方式或按不同方式的运输量分别计算储存时间。

7.1.6 粗碎前矿石块度较大,一般为 350mm~1000mm,矿仓内应衬耐磨材料,如钢轨、锰钢板等。为节省内衬钢材,可采用槽形死角矿仓,减少矿仓维护工作量。但由于采用死角型式将相应增加矿石流动时产生的内摩擦力,因此,在确定矿仓高度时应考虑增加的流动阻力,使矿仓保持足够的高度。

7.1.7 矿仓仓壁倾角根据矿石粒度、泥含量及含水量等条件确定,倾角过小易引起物料排料困难,严重时堵塞矿仓。对于黏性较大的物料或粉矿较多的物料,有时即使仓壁倾角较大,也会发生物料堵塞现象,这时需要配备防堵设施。选矿厂目前应用较多的防堵设施主要是仓壁振动器和空气炮。

安装振动器部位的矿仓仓壁应具有一定的弹性,使局部仓壁成为一个具有一定质量和自然弯曲频率的振荡系统。为此,矿仓安装振动部位应为钢板结构。振动器开动 1min 后,若物料尚不能产生流动,即应停止工作,否则反而会将物料振实。出现此现象,说明振动器选型及安装位置不合理,应加以调整或更换。

空气炮是以突然喷出强烈压力气流进行破拱的空气喷射装置。主要特点是能量大、冲击力强,结构简单、安装方便。空气炮一般安装在物料滞留区及矿仓的死角部分,为增加助流效果,矿仓内应安装多个空气炮。空气炮可人工手动控制,也可按顺序进行自动控制。

7.2 给矿与物料输送

7.2.1 粒度 300mm 以上矿块采用的板式给矿机配置以水平布置为好。其主要优点是操作管理方便,易于更换链板,排矿比较顺利。

7.2.2 给矿粒度小于 300mm 时,国内有色金属选矿厂越来越多采用振动给矿机代替板式给矿机。其优点是重量轻、投资省、维修

方便、维修工作量小等,而且最大给矿粒度可达到 500mm。

7.2.3 小于 30mm 的矿石,可根据含水、含泥、物料流动性选用不同型式的给矿机。常用的几种给矿机中,以摆式给矿机与振动给矿机较为经济,圆盘给矿机次之,在选用时应加以综合考虑。

7.2.4 中细碎及磨矿机给矿用的带式给矿机一般较短,不宜承受很大的矿柱压力,矿柱压力大时胶带磨损增大,不利于生产操作,设计时应采用倾斜漏斗抵消矿柱压力。给矿机给矿口采用梯形料口有利于顺利给矿。

7.2.5 计算破碎系统带式输送机时,其矿量不应只按流程量计算,而应按上游作业设备的最大生产能力考虑。这样才能充分发挥系统生产能力。

7.2.8 带式输送机倾角除与物料性质(最大粒度、粒级组成等)有关外,还与带速有关,带速增快,倾角应减小,以保证不出现掉矿现象,设计选取时应特别注意。

下行运输带式输送机倾角较大时,正常运行时电动机可能处于被拖动状态,即发电状态下连续运行。在这种情况下,驱动系统的设计不仅要能有效控制胶带机的运行,还需要能把位势能转换为电能向电网反馈。另外,下行运输带式输送机驱动系统还应保证输送机的启制动过程平稳、可控,避免物料飞溅出去,造成设备损坏和人身伤害。

7.2.9 磨矿回路中的砂泵,其给矿量受磨机排矿量直接影响,但磨机排矿量与返砂量大小及矿石密度、硬度有关,这些参数在生产中都有一定的变化,球磨机变化小些,自磨机变化就比较大。根据生产实践,一般在 20%~40% 范围内波动,设计选用时砂泵能力需与之相适应。为此,砂泵一般均设有变速装置。

7.2.10 浮选回路中,若泡沫泵规格设计选用不合理、泵池设计不合理,会发生跑槽现象,造成金属流失,主要原因是未能认真考虑原矿品位的增高、精矿泡沫对矿浆体积的增值、泡沫槽冲洗水的增加等因素。

泡沫泵池容量宜适当增加,不宜小于 3min 泵扬量。对于含有泡沫多的泵池,池内应设消泡设施,泵池形状应有利于阻止气泡进入泵体,避免产生“喘气”现象。

7.3 检修设施

7.3.3 当在同一跨间、同一吊车轨道上布置 2 台相同或不同吨位起重机时,不能采用两台起重机合吊起重零部件,原因是安全难以保证,操作上也比较复杂。

7.3.4 根据多数大型选矿厂实际经验,破碎、磨浮厂房的检修工作量较大,在检修场地附近设置维修站,对提高破磨设备作业率有一定作用。

7.3.5 检修场地的的大小与检修量、检修方法有关。近年来,由于选矿设备日趋大型化,新设计的选矿厂磨矿设备数量极少采用 4 台以上,故表 7.3.5 中磨矿设备数量最多仅列出 4 台。对于特大型选矿厂,当设备数量多于表 7.3.5 中所列数量时,设计可根据实际情况确定检修场地大小。

目前选矿厂较少采用螺旋分级机作为分级设备,故本规范规定的检修场地大小与目前很多选矿厂相比较小,也小于《选矿厂设计手册》(冶金工业出版社,1988 年版)规定的检修场地,但作为检修场地是可以满足要求的,与国外选矿厂比较还是留有余地的。设计时必须把检修与备品、备件分开处理。

过滤厂房一般不设专门的检修场地,只有在设备数量较多、检修工作量大时,才考虑 1 跨~2 跨检修场地。

7.3.6 大型选矿厂自磨机、半自磨机和球磨机均采用机械手装卸衬板,在磨矿机附近还应考虑机械手的工作场地和停放场地,以及搬运衬板的叉车的通道。

7.4 药剂储存与制备

7.4.1 选矿厂药剂库与药剂制备室合并建设,优点是可节省中

间运输环节,可共用起重设备,操作管理上比较方便;缺点是制备中药剂异味大,对储存作业有一定影响。条文中药剂数量较多的含义,可按人工搬运劳动量较大来理解,也可按一般大、中型浮选厂用量考虑。

7.4.2 药剂制备是浮选厂生产的重要环节,设计中应根据药剂种类及药剂用量来确定制备方法,以及制备浓度,以方便给药、储存及计量为原则。制备浓度一般为5%~20%,对药剂用量小的可采用低浓度制备,用药量大的则采用高浓度制备。

选矿厂常用的黄药、硫酸锌、硫酸铜及氰化物等易溶于水,可直接按量倒入搅拌槽中加入适量的水配成需要的浓度即可;石灰则需根据来料情况(粉状、块状)、石灰用量,可采用直接添加、搅拌槽消化和磨矿分级三种制备方式;对于凝固点高的药剂,如油酸、脂肪酸等,必须加温溶解,同时在给药机、输送管道及搅拌槽等处设置加温和保温措施;不需溶解的药剂,如煤油、2#油等,可直接给人药剂储存槽。

7.4.3 选矿厂药剂浓度较小,采用自流输送比较有利,国内许多选矿厂大部分采用这种方式,使用效果较好。设计时尽量创造条件,选择好制备室的标高及位置。

7.4.4 药剂储量应按供应点远近、交通运输条件、用量多少确定。按我国运输条件,在药剂生产厂比较少的情况下,储量不宜少于一个月,否则将对生产造成影响。

7.4.5 选矿用的石灰装卸作业是选矿厂的污染源之一,一般均单独建库、建仓储存。储存量按石灰数量、供料地区运输条件而定。总储量按选矿药剂标准执行,宜为30d生产用量。

7.4.6 药剂堆存方式有机械堆存和人工堆存两种,大、中型选矿厂多采用机械堆存方式,堆存机械化不但可提高劳动生产率,还可节省药剂堆存面积。堆存面积除包括药剂存放面积外,尚应包括搬运通道及相应辅助设施所需的面积。

7.4.7 由于选矿药剂种类比较多,各种药剂性质不同,因此药剂

库中各种药剂应按其性质(剧毒、易爆、易燃、易潮、怕光等)分类储存,液体与固体应分开储存,并采取相应的措施。如煤油、松油类需防火,黄药、黑药需防晒,酸、碱类需防腐,碳酸钠、漂白粉、硫酸铜等需防潮。

7.4.8 剧毒、强酸、强碱药剂,除解决通风、防火、防晒、防腐、防潮等问题,还必须设置单独的储存、制备间及必要的保安工作,防止被盗。煤油、松油类属可燃药剂,必须满足安全防火要求。

7.5 药剂添加

7.5.1 本条为强制性条文。对氰化钠等剧毒药剂必须单独设药剂添加室,一是保证剧毒药品不流失;二是按本规范第6.4.5条的规定必须配备通风设备,以保证生产操作人员的人身安全。

7.5.2 选矿厂药剂添加室集中配置的主要优点是便于生产管理以及给药设备的维护,国内浮选厂多采用这种配置方式。药剂添加室设置观察窗的主要目的是为有利药剂工与操作工之间的联系,特别是对于药剂添加室与给药点很近、实行人工调节药量的选矿厂,必要性更大。室内交接班室应保持良好的通风、卫生条件,为操作工创造良好的操作条件。

7.5.3 黄药及硫化钠等气味大,对人的呼吸系统有强烈刺激,设计时必须重视这一问题。目前常用的减少气味扩散和及时通风换气等措施有一定效果,即在某些设备上或周围设排气罩及抽风系统,将产生的有害气体及时排出。

7.5.4 药剂制备和药剂添加室冲洗水中一般均含有害或有毒成分,直接外排极易造成河流污染,发生人、畜中毒事故,有色金属选矿厂曾有此类教训,须引以为戒。

7.5.5 电缆、动力线、自动控制管线均有防腐要求,如与药剂管道共架敷设,必将给药剂管道维修造成很大困难,维修人员安全难以保证,腐蚀性药剂对电缆、动力线也具有很大威胁。因配置需要,二者必须交叉布置时,交叉处应采取局部保护措施。

7.5.6 药剂添加管道一般分为压入式和自流式。压入式对设备检修影响很小,自流式对起吊设备的零部件有一定影响,设计中应妥善处理。

7.5.7 易于沉淀的药剂,在储存时间较长时,其储药槽内应设搅拌器。但这种搅拌器与搅拌槽中的搅拌器作用不完全相同,不是使液固两相得到混合均匀,而是使混合制备好的药剂溶液不再产生沉淀,为此,可选用低转速的搅拌器。

储药槽的排渣活门不能太小,应采用大的快速开闭阀,既可防止堵塞排口,又可迅速排出槽内残渣及液体。

7.5.8 石灰乳在管道内极易产生结垢和沉积,采用自流管道输送时,由于流速低(一般为 $1.5\text{m/s}\sim 2.0\text{m/s}$),经常产生堵塞管道、管壁结垢现象,致使生产受到很大影响。为此,目前大部分选矿厂已改为压力循环管添加。

7.5.9 程控给药机及药剂定量泵为有色金属选矿厂使用较多的给药设备。其优点是给药准确、调节方便、耗电少,易于实现给药自动化。当给药点数量多,采用程控给药机比较经济,设计选用时可根据具体情况确定给药机类型。

7.7 过程检测与自动控制

7.7.1 选矿厂的自动化装备水平,应考虑选矿厂生产规模大小、流程复杂程度、大型设备与机组自动化要求、人工操作难易程度等因素,结合使用的仪表可靠程度和具体工作条件来决定。一般来说,生产规模大、采用大型设备、生产系统少的选矿厂,采用自动化控制较为有利,对于稳定生产、稳定和提高选别指标以及节省药剂等方面确有益处,可降低生产成本,所以经济上是合算的。对于中、小型选矿厂的设备机组、作业环节等,可采取局部自动控制。许多黄金选矿厂仅采用一些简易自动控制即有成效,其经验已为小选矿厂设计提供了依据。

7.7.2 对于选矿厂的破碎筛分系统设备开、停车顺序,采用联锁

控制,以达到缩短开停车时间、事故自动停车的目的,保证设备运转率。有些地方黄金选矿厂和小型选矿厂,一般都采用了联锁控制,大、中型选矿厂更是如此。

7.7.3 大、中型选矿厂的磨矿系统可采用恒定给矿方法控制磨矿作业,即由电子称与给矿机联锁保持给矿量恒定。大型球磨机在条件具备时,可采用磨矿回路自动调节方法控制磨矿作业,即从给矿机—电子称—磨矿机—分级设备到产品浓细度的回路进行自动控制。德兴铜矿大型球磨机已采用,其他选矿厂也在积极应用。

7.7.4 大型选矿厂自动化水平较高时,应当设集中控制室进行操作,但在参与集中控制的生产设备附近,也应设置可进行人工控制的仪表盘,供必要时进行局部控制。在关键部位设置电视监控系统,便于操作人员即时了解设备运转情况。当采用载流分析时,应经过技术经济比较论证,确定载流分析所使用的设备与仪表的整套装置,落实厂家及其设备应用可靠性。

7.7.5 取样点设置应以满足计算金属平衡为原则,适当照顾生产检查需要,以免过多增加取样点。

7.7.6 本条强调计量是选矿厂生产中重要组成部分,是计算金属平衡的重要手段,设计中不得忽视。

7.7.7 各种计量秤在用于带式输送机时都有具体要求,如带长、带速、安装方式等。违反这些规定和要求,必将影响计量秤的精度。在选择计量秤规格时,应按照设备最大能力或系统的最大能力决定称量能力,切勿按平均小时生产能力来选择。

7.8 选矿试验室

7.8.1 试验室的主要任务是根据生产过程中矿石性质的变化提供合理的操作条件、改进选矿工艺和解决生产中存在的问题,进行新技术、新工艺、新药剂及综合回收等试验研究工作,并对选矿厂的药剂制度、磨矿粒度和选矿指标进行监督和控制。

7.8.2 常用选矿方法一般只配备小型试验室设备,一般不设扩大连选装置。

7.8.3 根据对国内有关选矿厂的调查,各类型试验室参考建筑面积见表 3。

表 3 试验室建筑面积(m²)

试验室类型	试验室规模	
	中型	小型
浮选试验室	200	100
浮磁联合选试验室	230	120
重浮联合选试验室	280	170
重磁浮联合选试验室	310	190

7.8.5 选矿试验室、化验室和技术检查站有分开建设的,也有建在一起的。试验室距离主厂房近便于管理、工作方便。试验室和化验室建在一起,化验室中精密仪器的精度与周围是否存在振源关系极大,因此应与碎磨等产生振动的厂房保持一定的距离,一般不小于 50m。

7.9 选矿化验室

7.9.1 化验室分析样品有两类:一类是有计划的经常性任务,如选矿日常生产矿样(含原矿、精矿、尾矿及中间产品)、选矿快速分析样、地质样、采矿样、外销精矿样和水质样等;另一类是不定期的,如选矿流程考察样、选矿试验样和复检样等。

7.9.2 一般化验室具有一般有色金属元素分析功能。而综合化验室在一般化验室的功能基础上,还具有金银等贵金属分析(如试金分析)功能。

7.9.3 化验室规模大小取决于每天分析的样品和元素数量多少。需要的化验工人数取决于分析方法和所分析元素的数量。采用的分析方法不同,需要的分析仪器和人数也不一样。

7.9.5 化验室的建筑面积应按最大班分析任务所需建筑面积来考虑,中型化验室建筑面积应按最大班人数平均每人 25m²~35m²确定;小型化验室建筑面积应按最大班人数平均每人 35m²~45m²确定。

S/N:1580177-965



统一书号: 1580177·965

定 价: 21.00元