

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50595 - 2010

有色金属矿山节能设计规范

有色金属矿山节能设计规范

Code for energy conservation design
of non-ferrous metal mines

2010 - 07 - 15 发布

2011 - 02 - 01 实施

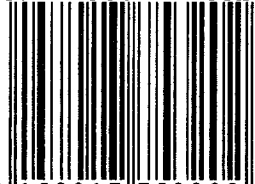
中国计划出版社



统一书号:1580177·532

定 价:24.00 元

S/N:1580177·532



9 158017 753202 >

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

中华人民共和国国家标准

有色金属矿山节能设计规范

Code for energy conservation design
of non-ferrous metal mines

GB 50595 - 2010

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：2 0 1 1 年 2 月 1 日

中国计划出版社

2011 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 676 号

关于发布国家标准 《有色金属矿山节能设计规范》的公告

现批准《有色金属矿山节能设计规范》为国家标准,编号为 GB 50595—2010,自 2011 年 2 月 1 日起实施。其中,第 1.0.3、1.0.5、3.3.2、3.5.2、4.3.1 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

二〇一〇年七月十五日

中华人民共和国国家标准 有色金属矿山节能设计规范

GB 50595-2010

☆

中国有色金属工业协会 主编

中国计划出版社出版

(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:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 3.875 印张 95 千字

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—6000 册

☆

统一书号:1580177·532

定价:24.00 元

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2005 年工程建设标准规范制定、修订计划(第二批)〉的通知》(建标[2005]124 号)的要求,由中国恩菲工程技术有限公司、云南华昆工程技术股份公司会同有关单位共同编制而成。

在编制过程中,编制组经调查研究,认真总结实践经验,并在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本规范共分 6 章,主要技术内容包括总则、术语、采矿、选矿、公用和辅助生产系统和能源管理等。

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、云南华昆工程技术股份公司负责具体内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国恩菲工程技术有限公司(地址:北京市海淀区复兴路 12 号,邮政编码:100038)、云南华昆工程技术股份公司(地址:昆明市白塔路 208 号,邮政编码:650051),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 中国恩菲工程技术有限公司(原中国有色工程设计研究总院)

云南华昆工程技术股份公司(原昆明有色冶金设计研究院)

参 编 单 位: 长沙有色冶金设计研究院

中国瑞林工程技术有限公司

兰州有色冶金设计研究院有限公司

乌鲁木齐有色冶金设计研究院

西安有色冶金设计研究院

铜陵有色设计研究院

主要起草人:高士田 周维智 王 幸 王爱明 罗 冶
沙 洁 谢 良 李明仪 张 敏 黄光洪
胡京本 刘友勤 王海瑞 程金桥 徐志强
王剑英 鲁徽生 王 珩 邵晓钢 郭大力
徐建炎 高 波 丛仁廷
主要审查人:廖江南 金明水 李学文 姜均文 王福良
吉学文 张 黎 周少兵

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 采 矿	(6)
3.1 一般规定	(6)
3.2 采矿节能设计	(6)
3.3 露天开采综合能耗指标	(12)
3.4 露天开采单项能耗指标	(15)
3.5 地下开采综合能耗指标	(16)
3.6 地下开采单项能耗指标	(18)
4 选 矿	(21)
4.1 一般规定	(21)
4.2 选矿节能设计	(21)
4.3 选矿能耗指标	(25)
5 公用和辅助生产系统	(29)
5.1 一般规定	(29)
5.2 节能设计	(29)
5.3 能耗指标	(37)
6 能源管理	(38)
6.1 能源管理系统	(38)
6.2 能源管理主要内容	(38)
6.3 检查和评价	(38)
本规范用词说明	(40)
引用标准名录	(41)
附:条文说明	(43)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Mining	(6)
3.1	General requirement	(6)
3.2	Energy saving design of mining	(6)
3.3	General energy consumption target for surface mining	(12)
3.4	Separate energy consumption target for surface mining	(15)
3.5	General energy consumption target for underground mining	(16)
3.6	Separate energy consumption target for underground mining	(18)
4	Mineral processing	(21)
4.1	General requirement	(21)
4.2	Energy saving design of mineral processing	(21)
4.3	Energy consumption target for mineral processing	(25)
5	Public and accessorial production system	(29)
5.1	General requirement	(29)
5.2	Energy saving design	(29)
5.3	Energy consumption target	(37)
6	Energy management	(38)
6.1	Energy management system	(38)
6.2	Main contents of energy management	(38)
6.3	Check and appraisalment	(38)

Explanation of wording in this code	(40)
List of quoted standards	(41)
Addition; Explanation of provisions	(43)

1 总 则

1.0.1 为贯彻《中华人民共和国节约能源法》和国家节约能源的方针,统一有色金属矿山节能设计,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于大、中、小型有色金属矿山新建和改扩建工程项目。

1.0.3 固定资产投资项(包括新建、改扩建工程)可行性研究报告及初步设计文件中必须包含节能篇(章)。节能篇(章)中的节能设计应包括采矿工艺综合能耗指标、选矿工艺综合能耗指标、工艺流程中各单项作业能耗指标、工艺设计和设备选型主要节能方案、各项作业节能措施及节能目标等。

1.0.4 本规范一级能耗指标为目前国内先进水平,二级能耗指标为国内平均先进水平,三级能耗指标为国内平均水平。

1.0.5 有色金属矿山新建和改扩建工程项目的采矿工艺综合能耗指标及选矿工艺综合能耗指标不得低于三级标准。

1.0.6 节约能源必须与综合利用资源、保护生态环境、提高经济效益统筹兼顾。

1.0.7 有色金属矿山节能设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 有色金属矿山 non-ferrous metal mine

开采和加工有色金属矿产,或者为有色冶金提供辅助原料的单位。一般含有露天采场、地下坑口、选矿厂及与之相应的各种生产、生活辅助设施。

2.0.2 综合能耗 total production energy consumption

综合能耗是规定的耗能体系在一段时间内实际消耗的各种能源实物量按规定的计算方法和单位分别折算为一次能源后的总和。

2.0.3 标准煤 standard coal

低(位)发热量等于 29307kJ 的燃料,称为 1 千克标准煤(1kgce),又名煤当量 coal equivalent。

2.0.4 露天开采 surface mining

在敞露的地表采场进行有用矿物的采剥作业。

2.0.5 地下开采 underground mining

从地表向地下掘进一系列井巷工程通达矿体,建立完整的提升、运输、通风、排水、供电、供气、供水等生产系统及其辅助生产系统并进行有用矿物的采矿工作的总称。

2.0.6 露天穿孔作业 opencast drilling

露天穿孔作业是露天矿开采中在矿岩中使用钻孔设备钻凿埋设炸药的炮孔的工作和过程。

2.0.7 露天装载作业 opencast loading

露天装载作业是露天开采中使用装载机械设备将矿岩从松散物料堆中挖取,并装入运输容器中或直接倒卸于规定地点的工作和过程。

2.0.8 露天运输作业 opencast haulage

露天运输作业是将采场采出的矿石运送到指定地点;把剥离的土岩运送到排土场;将生产过程中所需的人员、设备和材料运送到作业地点。

2.0.9 露天辅助作业 opencast auxiliary operation

露天辅助作业是除穿孔作业、装载作业、运输作业以外的如工作面平整、道路修筑平整、爆堆洒水、露天采场排水、机修与维护等为维持露天矿正常生产而开展的工作和过程。

2.0.10 坑内凿岩 underground mining drilling

在矿岩中进行钻孔的过程和作业。

2.0.11 坑内出矿 mine ore load

将采场中采落的矿石借其自重或在底部结构中用电耙或装运设备,将矿石运至溜井并装入矿车等过程和作业。

2.0.12 提升系统 mine hoisting system

提升系统是在竖直或倾斜的井筒(巷道)内实现物流和人员的升降运输的系统。

2.0.13 坑内运输系统 mine haulage system

坑内运输系统主要是通过运输设备完成物料和人员位置移动的系统。

2.0.14 压风系统 compressed air system

为消耗压缩空气的设备或场所生产、输送、排放压缩空气的系统。

2.0.15 坑内通风系统 mine ventilation system

为实现坑内换气而设置的由风井、通风机、通风巷道、通风管道等通风设施组成的系统。

2.0.16 坑内排水系统 mine drainage system

地下矿山开采过程中坑内涌水汇集、分流、输送、排出地表和处置的整套设备、设施和工程组成的系统。

2.0.17 坑内充填系统 mine filling system

充填材料储存、制备并输送到地下采场的整套设施和工艺流程。

2.0.18 坑内破碎系统 mine crushing system

地下矿山开采过程中在坑内设置的借外力作用使固体物料碎裂,以减小粒度的整套设备、设施和工程组成的系统。

2.0.19 选矿 mineral processing

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。

2.0.20 破碎筛分工序 crushing-screening process

由破碎机、筛分机、料仓、给料机、输送机、计量系统、通风防尘设备、采样设备和控制系统等组成,完成破碎筛分任务的作业统称。

2.0.21 磨矿分级工序 grinding-classification process

利用介质在磨矿机中的冲击和磨剥作用减小物料粒度并使其符合选别工艺要求的作业。

2.0.22 选别工序 separation process

用选矿方法对有用矿物与脉石、或有害物质进行分离以及对多金属有用矿物分选的作业统称,一般包括:粗选、扫选、精选等。

2.0.23 精矿脱水工序 concentrate dewatering process

用物理、化学、物理化学或生物等方法将精矿中的水分减少,使其含水率达到出厂要求的作业统称。

2.0.24 物料输送 material handling

在整个选矿工艺流程中使物料发生空间位置变化的作业。

2.0.25 尾矿工序 tailings process

将选矿厂尾矿进行输送、贮存、回水利用等作业的统称。

2.0.26 公用和辅助生产系统 public and accessorial production system

除采矿、选矿工艺外为维持矿山正常有序运营的其他必要的生产设备、设施、工艺、工程等以及实现的方式方法的统称。

2.0.27 能源管理系统 energy management system

企业用能、节能、贮能等过程中涉及的所有文件资料、规章制度、组织机构、技术保障与进步、资金使用、器具设备、人员物料等建立、管理、落实以及实现的方式方法的统称。

3 采 矿

3.1 一般规定

3.1.1 矿山工程总体布置应综合考虑采矿工业场地和选矿工业场地位置,有条件时主井提升的矿石应直接卸入选矿厂原矿仓,减少矿石转运和地表运输的能耗。

3.1.2 在选择矿床开采方式时,应考虑能耗因素。经过资源—环境—经济—能耗综合评价后确定开采方式。

3.1.3 采矿应选择高效、低能耗的采矿方法。当采矿方法能耗指标与损失率、贫化率以及成本发生矛盾时,应进行综合技术经济比较。

3.1.4 根据资源条件和市场需求条件,应采用先进技术和设备,合理扩大矿山生产能力,降低单位矿石耗能量。

3.1.5 选择矿山开拓运输方案应把节能指标作为重要内容参与方案比较。

3.1.6 矿井提升系统、坑内运输系统、压风系统、通风系统、排水系统、充填系统等重点能耗工艺设计方案应合理选择。

3.1.7 坑内探矿工程布置宜兼顾开拓、采准工程布置,使之互为利用减少工程量。

3.1.8 采矿应采用新技术、新工艺、新设备,促进技术进步,降低采矿能耗;不得选用高耗能的落后生产工艺和已淘汰的高能耗机电设备。

3.2 采矿节能设计

3.2.1 露天开采节能设计应符合下列规定:

1 在岩石力学研究基础上,合理确定露天矿最终边坡角,在

确保稳定条件下,宜加大边坡角;

2 表土和软岩的开采应选择“松土—装运”工艺;

3 合理选择露天矿开拓运输方式,在条件具备时,宜采用平硐溜井开拓方式;

4 在总图运输方案选择时,应合理确定选矿厂和排土场位置,缩短矿石和废石运输距离;

5 合理选用露天矿穿爆作业参数,宜采用先进高效穿孔设备,选择安全高效炸药品种和爆破器材,提高穿孔和爆破效率,降低大块率,提高装载效率;

6 有条件时,宜采用连续或半连续开采工艺;

7 装卸作业时,装载设备斗容和运输设备吨位应匹配合理;

8 大型矿山宜采用大型装、运设备;

9 临近边坡的矿岩爆破宜采用预裂爆破、光面爆破、微差爆破等控制爆破技术;

10 露天开采条件具备时,应合理安排开采顺序;

11 露天排土不宜压矿,避免二次倒运;

12 露天开采矿山宜采用移动式空压机供风或利用设备自带空压机供风;

13 山坡露天矿应采用自流排水方式,深凹露天矿宜选用分段截流排水方式;

14 应合理确定安全平台和清扫平台最小宽度,可缩小采坑的最终开采境界;

15 露天矿剥离的表土应妥善保管,为露天矿复垦创造条件。

3.2.2 坑内凿岩爆破节能设计应符合下列规定:

1 有条件时应采用中深孔和深孔爆破技术;

2 合理确定爆破参数,应降低爆破后矿石大块产率,无过粉碎现象;

3 巷道掘进时,应选择合理掏槽方式和炮孔排列方式;

4 根据矿岩性质,合理选择钻头直径,使穿孔速度和爆破效

果达到最优;

5 选用合适的炸药种类,合理的装药方式和炮孔堵塞长度,降低炸药消耗;

6 宜采用凿岩台车凿岩,以提高凿岩效率;

7 采用风动凿岩机凿岩时,风压应达到设备额定风压;

8 中深孔或深孔凿岩,要求风压较高时,应设增压设备;

9 凿岩爆破工进行岗位技术培训,爆破工应持证上岗;

10 应推广使用液压凿岩机等新型高效节能凿岩设备。

3.2.3 地下采场运搬(出矿)节能设计应符合下列规定:

1 应选择与矿块生产能力相匹配的运搬(出矿)设备;

2 应合理布置采场溜井数量,缩短运搬(出矿)设备运距;

3 根据矿体赋存条件,宜选择自重放矿;

4 采场放矿应采用振动放矿机和其他电动设备,不宜采用气动闸门;

5 当铲运机运距较远时,可采用铲运机和坑内卡车联合出矿;

6 电耙工和铲运机司机应提高技术操作水平和出矿技术熟练程度;

7 采用铲运机出矿时,宜推广使用电动铲运机;

8 条件具备时,宜采用爆力运搬采矿法。

3.2.4 矿井提升节能设计应符合下列规定:

1 当提升量大时,应采用箕斗或胶带提升;

2 当采用箕斗提升时,在经济合理前提下宜采用双箕斗提升系统;

3 竖井提升,宜采用多绳提升系统;

4 大型矿山宜采用同一套箕斗提升系统提升矿石和废石,中型矿山可采用罐笼与箕斗互为平衡的一套提升系统提升矿石、废石、人员、材料和设备,小型矿山可采用一套罐笼提升系统提升矿石、废石、人员、材料和设备。大型矿山废石提升量大时,可专设一

套废石箕斗提升系统;

5 单绳提升系统提升矿石和废石的罐笼井宜采用双罐笼提升系统。除掘井作业外,生产竖井不应采用不带平衡装置的单容器提升系统;

6 在满足设计提升能力且经济合理的条件下,竖井提升系统的提升速度可降低到 $0.3 \times \sqrt{H} \text{ m/s}$;

7 大型提升机应优先采用交流变频调速电动机或直流电动机拖动。新建矿山提升系统不应采用串电阻调速系统;

8 罐笼井井口或中段的矿车装、卸罐设施宜采用液压驱动或者电液驱动。井口安全门、阻车器应采用电动、电液或者液压驱动;

9 宜减小提升容器自身重量,采用高强度钢丝绳;

10 竖井提升容器宜采用滚轮罐耳,斜井提升系统的钢丝绳应采用带滚动轴承的托辊支承;

11 多绳提升系统应采用等重尾绳或者采用重尾绳,以降低电动机的启动过载系数;

12 在满足提升能力要求的前提下,应采用大规格提升容器和较低的提升速度,降低电动机功率和能量消耗;

13 在满足提升能力要求的前提下,应采用较低的提升加速度和减速度,降低电动机功率和能量消耗;

14 箕斗装矿系统应采用液压驱动,提高能源使用效率;

15 箕斗卸矿系统宜采用无动力自动卸矿设施,节省能源;

16 大型矿山副井,可增设1套小型罐笼提升系统,承担零散人员升降任务。

3.2.5 坑内运输节能设计应符合下列规定:

1 坑内运输系统应避免反向运输和重车上坡运输;

2 坑内运输系统方案选择时,应将能量消耗作为重要内容进行比较,宜选用有轨运输方式,少用或者不用汽车运输方式;

3 坑内运输系统采用汽车运输时应选取经济合理运行速度;

- 4 采用电机车运输系统时可采用头尾双机牵引方式;
- 5 轨道规格和参数应与采用的电机车和矿车的规格相匹配;
- 6 运距超过 1km 时,经技术经济比较,坑内运输宜选用较高电压等级;
- 7 矿车或者其他运输车辆应采取有效的清扫和防粘结措施,减少矿石的无效运输;

8 大型矿山有轨运输线路铺轨,宜采用整体道床。

3.2.6 矿井通风系统节能设计应符合下列规定:

1 应根据通风技术条件,结合矿床开采特点,采掘作业面分布,选择矿井通风阻力最小的通风系统;

2 当矿区内开采矿体较多而相距较远时,或矿体走向很长,风阻很大时,宜采用分区通风系统;

3 通风网络和通风系统比较复杂的矿井应采用多级机站通风系统;

4 通风网络应设置风门、调节风门、风桥、风窗、风墙等必需的通风构筑物,风流应有序流动,并应减少漏风和短路;

5 在通风线路上,凡停止使用的井巷、采空区、硐口等必须予以封闭;

6 通风井巷的断面设计,其风速除满足现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的有关规定外,还应从经济风速加以考虑,应进行工程量和能耗比较,以经济效益(能耗)确定断面大小;

7 新建矿井的通风机应采用高效节能风机,矿井通风系统有效风量率不应低于 60%;

8 矿井主通风机的叶片角度应可调整;

9 固定叶片角度的主通风机和辅助通风机宜采用交流变频调速电动机或者直流电动机驱动;

10 风筒应吊挂平直、牢固、接头严密,避免车碰和炮崩,并应经常维护;

11 通风构筑物(风门、风桥、风窗、挡风墙等)应由专人负责检查、维修、保持完好状态;

12 应绘制全矿通风系统图,并标明用风位置、风流方向、风量、风机和通风构筑物位置、空区、老硐、崩落区位置等;

13 通风系统设计时,可利用自然风压。

3.2.7 矿井防排水节能设计应符合下列规定:

1 矿山设计应采取有效的防水和治水措施,采用堵、截、引等方法减少流入矿井的水量,对于采后地表陷落的矿山或露天开采转入地下开采的矿山应采用截流排水措施;

2 采用平硐溜井开拓的矿山应采用自流排水方式,必要时可开凿专用排水巷道;

3 矿井排水系统采用分段接力排水还是采用集中排水方式,需进行技术经济比较,其中能源消耗是比较的主要内容。在经济效益相近条件下,深井宜优先选用分段接力排水方式;

4 涌水量大,水文地质条件复杂,含水带位于开采矿床上部的矿井,应设置中段截流巷道分段集水后排入地表;

5 水文地质和岩石条件较好的矿山,可采用设置高位水仓、潜没式泵站的压力注水方式向泵腔注水;有条件时宜采用无底阀排水;

6 应考虑设备排水能力与排水管路直径的匹配,正常涌水时最大排水速度不宜超过 2.2m/s。

3.2.8 压缩空气系统节能设计应符合下列规定:

1 空压站应靠近压气设备使用点,宜设在副井井口;用气点距离较远时应设分区空压站或井下空压站。用气地点分散、用气量不大时,可采用移动式空压机;

2 压气管直径选择合理,压气管网总压降应不大于空压站额定压力的 12%或者 0.1MPa;

3 同时开动的压气设备数量应与同时开动的凿岩机能力相匹配,避免压力过低或空转;

- 4 使用高压凿岩设备应在压缩空气系统中设增压器;
- 5 独立作业点可设移动式空压机;
- 6 应选用能耗低的空压机。

3.2.9 坑内破碎节能设计应符合下列规定:

- 1 当采场出矿块度大,采用非翻转式箕斗提升时,应设坑内破碎设施;
- 2 宜采用新型高效破碎设备;
- 3 破碎前后的矿仓应有足够的容积储存矿石,破碎设备尽量满负荷运行;
- 4 破碎机应采用振动设备均匀给矿。给矿设备应采用变频调速控制给料量。

3.2.10 充填系统节能设计应符合下列规定:

- 1 充填站位置宜设在矿体开采中心地带,并应减小充填倍线;
- 2 宜采用尾砂充填和废石充填方式,少用或不用水砂充填方式;
- 3 采用废石充填时,应建立坑内废石充填系统;
- 4 采用尾砂充填时,应采用高浓度充填,可创造条件实现自流输送;
- 5 需要采用泵送充填时,在保证充填工艺和充填体性能的前提下,应合理确定充填料浆浓度,减小充填管路输送阻力;
- 6 采用混凝土充填时,充填骨料应靠自重,通过井筒或钻孔下放到井下,在井下制成混凝土。宜在井下用废石作为骨料制备混凝土用于充填或支护作业;
- 7 设计泵送充填系统时应考虑充填料浆的流量与充填管路直径的匹配,在充填料浆不沉淀的前提下,应适当加大管路直径,降低管路阻力。

3.3 露天开采综合能耗指标

3.3.1 露天开采综合能耗指标应按下式进行计算:

• 12 •

$$P = P_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 + D \quad (3.3.1)$$

式中: P ——露天开采单位矿石综合能耗指标(kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$);

P_0 ——露天开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标(kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$);

K_1 ——露天开采剥采比系数;

K_2 ——露天开采深度系数;

K_3 ——露天开采运输系数;

K_4 ——露天开采开拓运输方式系数;

D ——露天开采排水单位能耗指标(kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$),按设计选取。

3.3.2 露天开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标 P_0 应符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 露天开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标 P_0

设计规模 \ 指标	P_0 kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$ (kW · h/ $t_{\text{矿}}$)		
	一级	二级	三级
大型	0.82 (6.70)	0.98 (7.97)	1.18 (9.60)
中型	0.94 (7.65)	1.13 (9.19)	1.36 (11.07)
小型	1.08 (8.79)	1.30 (10.58)	1.56 (12.69)

注:1 表中基准能耗值是剥采比(t/t)为1时的指标值;

2 电折算成标准煤:1kW · h 折合 0.1229kg 标准煤。(1kg 标准煤折合 8.1367kW · h)。

3.3.3 露天开采剥采比系数 K_1 应符合表 3.3.3 的规定。

表 3.3.3 露天开采剥采比系数 K_1

露天开采剥采比(t/t)	0.5	1	2	3	4	5	6
K_1	0.75	1	1.5	2	2.5	3	3.5

注:1 表中剥采比指生产平均剥采比;

2 K_1 计算方法为露天开采剥采比值加1之和除以2。

3.3.4 露天开采深度系数 K_2 应符合表 3.3.4 的规定。

• 13 •

表 3.3.4 露天开采深度系数 K_2

类 型	深度(m)	K_2
大型	$H \leq 100$	0.85
	$100 < H \leq 200$	1
	$200 < H \leq 300$	1.2
	$300 < H \leq 400$	1.3
	$400 < H \leq 500$	1.4
中小型	$H \leq 50$	0.9
	$50 < H \leq 100$	1
	$100 < H \leq 200$	1.15
	$200 < H \leq 300$	1.2

注:露天开采矿石和废石的运距与深度有关。

3.3.5 露天开采运输系数 K_3 应符合表 3.3.5 的规定。

表 3.3.5 露天开采运输系数 K_3

运 距(km)	K_3
机车+汽车运距 $L \leq 4$	0.7
汽车运距 $L \leq 2$	
机车+汽车运距 $4 < L \leq 6$	1
汽车运距 $2 < L \leq 3$	
机车+汽车运距 $6 < L \leq 8$	1.3
汽车运距 $3 < L \leq 4$	

注:运输作业能耗在露天矿采矿能耗中比重很大,特别是汽车运输,根据几个露天矿统计,运输能耗比重为 60%~70%(按现行能源换算系数,1kg 柴油折合 1.4571kg 标准煤,1kg 标准煤折合 8.1367kW·h),因此运输距离对能耗的增加比重较大。

3.3.6 露天开采开拓运输方式系数 K_4 应符合表 3.3.6 的规定。

表 3.3.6 露天开采开拓运输方式系数 K_4

开拓运输方式	K_4
公路汽车	1
平硐溜井下设电机车	0.6
平硐溜井下设汽车	0.8
皮带	0.7

3.4 露天开采单项能耗指标

3.4.1 露天开采单项能耗指标应包括穿孔、装载、运输和辅助作业。各表中单项能耗指标系剥采比(t/t)为 1 时的指标值,剥采比(t/t)非 1 时,还应乘以表 3.3.3 中的露天开采剥采比系数 K_1 。

3.4.2 大型露天矿各单项能耗指标应符合表 3.4.2 的规定。

表 3.4.2 大型露天矿各单项能耗指标

序号	工序名称	指标(kW·h/t _矿)		
		一级	二级	三级
1	穿孔作业	≤ 0.60	$> 0.60, \leq 0.65$	$> 0.65, \leq 0.70$
2	装载作业	≤ 1.00	$> 1.00, \leq 1.10$	$> 1.10, \leq 1.20$
3	运输作业	≤ 4.50	$> 4.50, \leq 5.50$	$> 5.50, \leq 6.50$
4	辅助作业	≤ 0.80	$> 0.80, \leq 0.85$	$> 0.85, \leq 0.90$

3.4.3 中型露天矿各单项能耗指标应符合表 3.4.3 的规定。

表 3.4.3 中型露天矿各单项能耗指标

序号	工序名称	指标(kW·h/t _矿)		
		一级	二级	三级
1	穿孔作业	≤ 0.70	$> 0.70, \leq 0.75$	$> 0.75, \leq 0.80$
2	装载作业	≤ 1.20	$> 1.20, \leq 1.30$	$> 1.30, \leq 1.40$
3	运输作业	≤ 6.50	$> 6.50, \leq 7.50$	$> 7.50, \leq 8.50$
4	辅助作业	≤ 1.00	$> 1.00, \leq 1.05$	$> 1.05, \leq 1.10$

3.4.4 小型露天矿各单项能耗指标应符合表 3.4.4 的规定。

表 3.4.4 小型露天矿各单项能耗指标

序号	工序名称	指标(kW·h/t _矿)		
		一级	二级	三级
1	穿孔作业	≤ 0.80	$> 0.80, \leq 0.90$	$> 0.90, \leq 1.00$
2	装载作业	≤ 1.40	$> 1.40, \leq 1.50$	$> 1.50, \leq 1.60$
3	运输作业	≤ 7.50	$> 7.50, \leq 9.00$	$> 9.00, \leq 10.50$
4	辅助作业	≤ 1.20	$> 1.20, \leq 1.30$	$> 1.30, \leq 1.40$

3.5 地下开采综合能耗指标

3.5.1 地下开采综合能耗指标应按下列式计算：

$$P = P_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 + D \quad (3.5.1)$$

式中： P ——地下开采单位矿石综合能耗指标(kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$)；

P_0 ——地下开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标(kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$)；

K_1 ——地下开采采矿方法系数；

K_2 ——地下开采采矿深度系数；

K_3 ——地下开采坑内运输系数；

K_4 ——地下开采地质复杂系数；

K_5 ——地下开采通风难度系数；

K_6 ——地下开采支护难度系数；

D ——地下开采排水单位能耗指标(kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$)，按设计选取。

3.5.2 地下开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标 P_0 应符合表 3.5.2 的规定。

表 3.5.2 地下开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标 P_0

指标 设计规模	P_0 kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$ (kW · h/ $t_{\text{矿}}$)		
	一级	二级	三级
大型	1.84(15)	2.21(18)	2.70(22)
中型	2.21(18)	2.70(22)	3.20(26)
小型	2.70(22)	3.20(26)	3.81(31)

3.5.3 地下开采采矿方法系数 K_1 应符合表 3.5.3 的规定。

表 3.5.3 地下开采采矿方法系数 K_1

采矿方法	K_1
分段空场法	1
阶段矿房法	0.95

续表 3.5.3

采矿方法	K_1
矿块崩落法	0.90
无底柱分段崩落法、浅孔留矿法	0.95
有底柱分段崩落法	1
上向水平分层充填法	1.1
分段空场嗣后充填法	1.05
房柱法、全面法	1.05
下向进路充填法	1.2

注：采用多种采矿方法时，采矿方法系数 K_1 值按加权平均法选择。

3.5.4 地下开采采矿深度系数 K_2 应符合表 3.5.4 的规定。

表 3.5.4 地下开采采矿深度系数 K_2

指标 范围	矿井深度(m)						
	300	400	500	600	700	800	900
K_2	0.94	0.97	1	1.03	1.06	1.09	1.12

指标 范围	矿井深度(m)						
	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
K_2	1.15	1.18	1.21	1.24	1.27	1.30	1.33

3.5.5 地下开采坑内运输系数 K_3 应符合表 3.5.5 的规定。

表 3.5.5 地下开采坑内运输系数 K_3

系数 范围	运输距离(m)					
	1000	2000	3000	4000	5000	6000
K_3	0.94	0.97	1	1.03	1.06	1.09

注：表中未列出的坑内运输系数 K_3 按运输距离使用插入法计算。

3.5.6 地下开采地质复杂系数 K_4 应符合表 3.5.6 的规定。

表 3.5.6 地下开采地质复杂系数 K_4

矿床勘探类型	K_4
I	0.8
II	1.0
III	1.2

3.5.7 地下开采通风难度系数 K_5 应符合表 3.5.7 的规定。

表 3.5.7 地下开采通风难度系数 K_5

通风难易程度	K_5
通风容易(等积孔大于 2m^2)	0.9
通风一般(等积孔等于 $1\text{m}^2 \sim 2\text{m}^2$)	1.0
通风困难(等积孔小于 1m^2)	1.1

3.5.8 地下开采支护难度系数 K_6 应符合表 3.5.8 的规定。

表 3.5.8 地下开采支护难度系数 K_6

支护难易程度	K_6
容易	0.9
一般	1.0
困难	1.1

3.6 地下开采单项能耗指标

3.6.1 地下开采坑内凿岩单项能耗指标应符合表 3.6.1 的规定。

表 3.6.1 地下开采坑内凿岩单项能耗指标

指标	一级 ($f=6 \sim 8$) ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_\text{岩}$)	二级 ($f=8 \sim 10$) ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_\text{岩}$)	三级 ($f=12 \sim 14$) ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_\text{岩}$)
凿岩设备			
浅孔	≤ 0.52	$> 0.52, \leq 0.80$	$> 0.80, \leq 1.15$
中深孔	≤ 0.46	$> 0.46, \leq 0.75$	$> 0.75, \leq 1.10$

3.6.2 地下开采坑内出矿单项能耗指标应符合表 3.6.2 的规定。

表 3.6.2 地下开采坑内出矿单项能耗指标

指标	一级($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_\text{矿}$)	二级($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_\text{矿}$)	三级($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_\text{矿}$)
出矿设备			
15kW 电耙	≤ 0.90	$> 0.90, \leq 1.10$	$> 1.10, \leq 1.20$
30kW 电耙	≤ 0.70	$> 0.70, \leq 0.90$	$> 0.90, \leq 1.10$
55kW 电耙	≤ 0.60	$> 0.60, \leq 0.85$	$> 0.85, \leq 1.15$
1.5m ³ 电动铲运机	≤ 0.76	$> 0.76, \leq 0.96$	$> 0.96, \leq 1.20$
3.8m ³ 电动铲运机	≤ 0.66	$> 0.66, \leq 0.85$	$> 0.85, \leq 1.10$
5.0m ³ 电动铲运机	≤ 0.56	$> 0.56, \leq 0.76$	$> 0.76, \leq 0.95$

3.6.3 地下开采提升系统单项能耗指标应符合表 3.6.3 的规定。

表 3.6.3 地下开采提升系统单项能耗指标

级 别	一级	二级	三级
能耗指标($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_\text{矿}$)	≤ 3	$> 3, \leq 4.5$	$> 4.5, \leq 6.5$

3.6.4 地下开采坑内运输系统单项能耗指标应符合表 3.6.4 的规定。

表 3.6.4 地下开采坑内运输系统单项能耗指标

级 别	一级	二级	三级
能耗指标($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_\text{矿}$)	≤ 1.5	$> 1.5, \leq 2.0$	$> 2.0, \leq 4.0$

3.6.5 地下开采压风系统单项能耗指标应符合表 3.6.5 的规定。

表 3.6.5 地下开采压风系统单项能耗指标

级 别	一级	二级	三级
能耗指标($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_\text{矿}$)	≤ 3.5	$> 3.5, \leq 4.5$	$> 4.5, \leq 6.0$

3.6.6 地下开采坑内通风系统单项能耗指标应符合表 3.6.6 的规定。

表 3.6.6 地下开采坑内通风系统单项能耗指标

级 别	一级	二级	三级
能耗指标($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_\text{矿}$)	≤ 2.5	$> 2.5, \leq 4.0$	$> 4.0, \leq 6.0$

3.6.7 地下开采坑内排水系统单项能耗指标应符合表 3.6.7 的规定。

表 3.6.7 地下开采坑内排水系统单项能耗指标

级 别	一级	二级	三级
能耗指标($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$)	≤ 3.0	$>3.0, \leq 4.5$	$>4.5, \leq 6.0$

3.6.8 地下开采坑内充填系统单项能耗指标应符合表 3.6.8 的规定。

表 3.6.8 地下开采坑内充填系统单项能耗指标

序号	充填方式	指标($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$)		
		一级	二级	三级
1	尾(水)砂充填	≤ 1.0	$>1.0, \leq 2.0$	$>2.0, \leq 3.0$
2	尾砂胶结充填	≤ 1.5	$>1.5, \leq 2.5$	$>2.5, \leq 3.5$
3	混凝土胶结充填	≤ 2.5	$>2.5, \leq 3.0$	$>3.0, \leq 3.5$
4	废石充填	≤ 0.7	$>0.7, \leq 1.0$	$>1.0, \leq 1.3$

3.6.9 地下开采坑内破碎系统单项能耗指标应符合表 3.6.9 的规定。

表 3.6.9 地下开采坑内破碎系统单项能耗指标

设备名称	一级	二级	三级
旋回式破碎机($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$)	≤ 0.4	$>0.4, \leq 0.6$	$>0.6, \leq 0.8$
颚式破碎机($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$)	≤ 0.6	$>0.6, \leq 0.75$	$>0.75, \leq 0.90$

4 选 矿

4.1 一般规定

4.1.1 选择选矿厂址时,应综合考虑选矿厂与采矿工业场地、水源地、电源、尾矿库和精矿运输距离等因素,认真进行技术经济比较和论证,择优选取经济合理、节省能耗的厂址方案。

4.1.2 选矿厂应避免物料的重复运输,充分利用山坡地形阶梯布置厂房,减少矿石的提升和运距,实现矿浆自流输送。

4.1.3 选矿工艺流程的制定应遵循“多碎少磨,能收早收,能丢早丢”的技术原则。

4.1.4 选矿厂应选用与生产规模相适应的大型高效节能设备,减少运转系列。

4.1.5 选矿厂应采用节约能源的新工艺、新技术和高效设备,不得采用已淘汰的高能耗、低效率的落后机电产品。

4.1.6 选矿厂宜采用计算机和先进仪表对选矿生产过程实施自动化检测和监控,使各种设备在最佳状态下运转,充分发挥设备效能。

4.1.7 分期建设的选矿厂宜根据生产需要,统筹前期与后期的关系分步实施。

4.1.8 车间工艺布置应遵循简化、优化的原则,砂泵站、压气站和车间变配电所等辅助设施的设计布置,选矿专业应兼顾有关专业的节能要求,使其靠近各自的负荷中心。

4.2 选矿节能设计

4.2.1 破碎筛分工序设计应符合下列规定:

1 应根据原矿特性确定碎矿工艺,末段宜采用闭路碎矿流程,最终碎矿产品粒度达到 -12mm ;

2 应采用技术先进、运行可靠、高效节能的大破碎比或超细碎设备,减少破碎段数,提高单机产量,减少破碎设备和辅助设备的数量,减少装机容量;

3 大、中型选矿厂的破碎筛分工序宜设置中间缓冲矿仓,以保证破碎设备满负荷运转,充分发挥中、细碎设备效能;

4 根据矿石性质特点,在技术需要和经济、节能的前提下,应强化筛分作业。中碎前宜设置预先筛分,以筛出部分合格产品;同时适当增大细碎闭路筛分设备的面积,以提高筛分效率,减小闭路循环的负荷;

5 应选择筛分效率高的筛分设备。

4.2.2 磨矿分级工序设计应符合下列规定:

1 以磨矿试验结果为依据,通过技术经济比较确定最佳磨矿细度。对于有用矿物嵌布粒度不均匀或易粉碎的矿石,应采取阶段磨矿、阶段选别流程,提前产出已单体解离的精矿、尾矿;

2 设计选用的磨矿设备,宜通过功指数试验并根据磨矿功耗选择计算磨矿机规格。当选用半自磨(自磨)机时,应依试验确定在最佳装球率状态下的磨机规格、安装功率和格子孔尺寸及分布参数,并采用变频驱动和配置完善的顽石破碎系统;

3 应采用高效节能型分级设备,强化分级作业,提高分级效率,减小循环负荷。粗磨分级宜采用细筛,细磨分级宜采用水力旋流器;

4 工艺复杂的多金属选矿厂,粗精矿、中矿再磨作业的磨矿分级设备,宜靠近关联的选别作业配置;

5 应采用优质耐磨型磨矿机衬板和磨矿介质(钢球、钢棒等),优化磨矿介质配比。

4.2.3 选别工序设计应符合下列规定:

1 应根据矿石性质和选矿试验结果,合理确定选别方法,采用技术先进、节能降耗的选矿工艺;

2 处理复杂的多金属矿和难选的氧化矿,应根据试验采用高

效浮选药剂、创新的工艺技术来改善技术指标和能耗,或者采用选冶联合技术;

3 多金属选矿厂在确定选矿工艺方案和产品方案时,应开展包括能源消耗在内的技术经济论证;

4 原矿中含有大量废石时,应视情况采用手选、光电选矿、重介质选矿或其他选矿方法,进行预先抛废;对含泥量大的砂矿还应强化脱泥措施;

5 确定选别指标要技术上可行、经济上合理,尤其是确定精矿品位和回收率两大主要指标关系更应贯彻节能方针;

6 大型选矿厂的浮选设备方案论证中,应有选别设备和与之配套的辅助生产设备泡沫泵及鼓风机的能耗比较,选用适应性强、技术性能好、经济节能的选别机组;

7 中、小型选矿厂的浮选设备宜采用具有自吸浆功能、可实现水平配置的浮选机组;

8 浮选药剂添加系统宜靠近并高于浮选车间布置,保证药剂自流到浮选作业;

9 应本着既保证生产工艺要求而又节能降耗的原则,确定最佳的选别矿浆浓度、温度、浮选时间、药剂制度、充气压力、充气量等操作条件。

4.2.4 精矿脱水工序设计应符合下列规定:

1 精矿脱水后含水率宜小于12%;

2 除严寒地区或者精矿脱水性能差而用户要求精矿含水率小于8%的选矿厂可考虑三段脱水流程外,精矿脱水应采用浓缩、过滤二段脱水或一段脱水工艺;

3 选冶大型联合企业中的精矿脱水工序应与冶炼厂的原料准备工序协调设计;

4 脱水较难的精矿可添加适宜的絮凝剂和助滤剂,改善浓缩、过滤效果;

5 精矿浓缩设备宜采用高效浓缩机。精矿过滤设备宜优先

采用陶瓷真空过滤机;位于高海拔地区的选矿厂,可采用自动压滤机或其他能适应自然条件的节能型过滤设备;

6 选矿厂设计应在地形条件允许时,采用浓缩机排矿自流到过滤机的配置设计,并尽量缩短浓缩机、过滤机与其相关辅助设施的距离。

4.2.5 物料输送应符合下列规定:

- 1 采用颚式破碎机时,粗碎给矿设备宜采用棒条式振动给矿机;
- 2 采用水力旋流器分级时,应优化整个分级系统配置和管道设计,使物料扬送系统的总动力压头降到最小;
- 3 选矿厂物料输送设备宜采用变频调速装置。

4.2.6 尾矿工序设计应符合下列规定:

- 1 尾矿输送应选用先进的高效节能型尾矿输送系统;
- 2 尾矿库选址应与选矿厂统一考虑,库址选择应力求距离选矿厂近,同时便于利用地形高差实现尾矿自流输送入库;
- 3 对于不同扬程的输送主线泵泵型宜符合表 4.2.6 规定;

表 4.2.6 尾矿泵型选择表

扬程 $H(\text{m})$	$H \leq 160$	$100 < H \leq 400$	$H > 400$
泵型	渣浆泵、水隔离泵、球隔离泵	水隔离泵、油隔离泵、柱塞泵、水冲洗泵、活塞泵、球隔离泵	隔膜泵、柱塞泵、油隔离泵、活塞泵、水冲洗泵

- 4 尾矿输送泵站宜设置相应的变频调速系统;
- 5 对输送量、输送扬程在不同生产期变化幅度大的输送系统,宜分期设置相应输送设备及变频调速系统,特别对于尾矿堆积坝高度较大的尾矿库,输送主线泵宜根据各时期堆坝上升高度从低扬程至高扬程分期更换使用;
- 6 应充分提高回水利用率,回收尾矿回水至选厂循环利用;
- 7 对尾矿输送浓度进行技术经济比较,择优选用技术先进、经济节能的高浓度方案,即在条件允许的前提下,优先采用厂前回水方案,提高输送浓度;
- 8 尾矿库回水应结合尾矿坝的堆坝工艺,尽可能采用库内回

水的方式,充分利用尾矿坝逐渐堆高产生的库中水的位能以降低回水扬程。

4.3 选矿能耗指标

4.3.1 选矿厂的选矿工艺综合能耗指标应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 选矿工艺综合能耗指标

金属种类	矿石类型	选矿工艺综合能耗 kg 标准煤/t _{原矿} (kW · h/t _{原矿})		
		一级	二级	三级
铜	硫化矿	≤ 2.70 (≤ 22)	$> 2.70, \leq 3.32$ ($> 22, \leq 27$)	$> 3.32, \leq 4.18$ ($> 27, \leq 34$)
	混合矿 氧化矿	≤ 3.20 (≤ 26)	$> 3.20, \leq 3.93$ ($> 26, \leq 32$)	$> 3.93, \leq 5.04$ ($> 32, \leq 41$)
铝	硫化矿	≤ 2.46 (≤ 20)	$> 2.46, \leq 3.07$ ($> 20, \leq 25$)	$> 3.07, \leq 3.81$ ($> 25, \leq 31$)
镍	硫化矿	≤ 5.16 (≤ 42)	$> 5.16, \leq 5.90$ ($> 42, \leq 48$)	$> 5.90, \leq 6.76$ ($> 48, \leq 55$)
铅锌	硫化矿	≤ 3.56 (≤ 29)	$> 3.56, \leq 4.55$ ($> 29, \leq 37$)	$> 4.55, \leq 5.65$ ($> 37, \leq 46$)
	混合矿 氧化矿	≤ 4.30 (≤ 35)	$> 4.30, \leq 5.41$ ($> 35, \leq 44$)	$> 5.41, \leq 6.76$ ($> 44, \leq 55$)
锑	硫化矿 混合矿	≤ 2.09 (≤ 17)	$> 2.09, \leq 2.58$ ($> 17, \leq 21$)	$> 2.58, \leq 3.20$ ($> 21, \leq 26$)
汞	辰砂型	≤ 3.20 (≤ 26)	$> 3.20, \leq 3.81$ ($> 26, \leq 31$)	$> 3.81, \leq 4.55$ ($> 31, \leq 37$)
钨	黑钨矿	≤ 0.98 (≤ 8)	$> 0.98, \leq 1.35$ ($> 8, \leq 11$)	$> 1.35, \leq 1.84$ ($> 11, \leq 15$)
	白钨矿 混合矿	≤ 2.83 (≤ 23)	$> 2.83, \leq 3.69$ ($> 23, \leq 30$)	$> 3.69, \leq 4.79$ ($> 30, \leq 39$)
锡	硫化矿	≤ 4.67 (≤ 38)	$> 4.67, \leq 5.90$ ($> 38, \leq 48$)	$> 5.90, \leq 7.37$ ($> 48, \leq 60$)
	氧化矿	≤ 2.95 (≤ 24)	$> 2.95, \leq 3.69$ ($> 24, \leq 30$)	$> 3.69, \leq 4.67$ ($> 30, \leq 38$)
	砂矿	≤ 1.60 (≤ 13)	$> 1.60, \leq 1.97$ ($> 13, \leq 16$)	$> 1.97, \leq 2.46$ ($> 16, \leq 20$)

注:1 选矿工艺综合能耗包括破碎筛分、磨矿分级、选别、精矿脱水等生产工序,不包括尾矿、供水、供热等辅助工序能耗;

2 有色多金属选矿厂,按回收产品中能耗高的金属种类的综合能耗指标考核。

4.3.2 选矿厂单项工序能耗指标应符合下列规定：

1 选矿厂破碎筛分工序单项能耗指标应符合表 4.3.2-1 的规定；

表 4.3.2-1 选矿厂破碎筛分工序单项能耗指标

规模(t/d)	能耗(kW·h/t _{原矿})		
	一级	二级	三级
<600	≤3.0	>3.0, ≤3.5	>3.5, ≤4.5
600~3000	≤2.6	>2.6, ≤3.2	>3.2, ≤4.0
>3000	≤2.2	>2.2, ≤2.8	>2.8, ≤3.5

注：选矿厂若采用半自磨(自磨)工艺时，将碎矿工序单项能耗指标及磨矿分级工序单项能耗指标合并考核。

2 选矿厂磨矿分级工序单项能耗指标应符合表 4.3.2-2 的规定；

表 4.3.2-2 选矿厂磨矿分级工序单项能耗指标

金属种类	能耗(kW·h/t _{原矿})		
	一级	二级	三级
铜 铅锌 汞	≤12.0	>12.0, ≤17.0	>17.0, ≤22.0
钨	≤7.0	>7.0, ≤12.0	>12.0, ≤17.0
镍	≤19.0	>19.0, ≤21.0	>21.0, ≤24.0
锑	≤9.0	>9.0, ≤11.0	>11.0, ≤13.0
钨	黑钨矿	≤2.0	>2.0, ≤4.0
	混合矿 白钨矿	≤10.0	>10.0, ≤13.0
锡	硫化矿	≤12.0	>12.0, ≤16.0
	氧化矿	≤11.0	>11.0, ≤14.0
	砂矿	≤4.0	>4.0, ≤7.0

注：有色金属选矿厂，按回收产品中能耗高的金属种类的能耗指标考核。

3 选矿厂选别工序单项能耗指标应符合表 4.3.2-3 的规定；

表 4.3.2-3 选矿厂选别工序单项能耗指标

金属种类		能耗(kW·h/t _{原矿})		
		一级	二级	三级
铜	硫化矿	≤6.0	>6.0, ≤10.0	>10.0, ≤14.0
	混合矿 氧化矿	≤13.0	>13.0, ≤16.0	>16.0, ≤19.0
铅锌	硫化矿	≤10.0	>10.0, ≤15.0	>15.0, ≤20.0
	混合矿 氧化矿	≤18.0	>18.0, ≤24.0	>24.0, ≤30.0
钨		≤6.0	>6.0, ≤10.0	>10.0, ≤14.0
镍		≤14.0	>14.0, ≤18.0	>18.0, ≤22.0
锑		≤4.0	>4.0, ≤6.0	>6.0, ≤8.0
汞		≤9.0	>9.0, ≤11.0	>11.0, ≤13.0
钨	黑钨矿	≤4.0	>4.0, ≤7.0	>7.0, ≤10.0
	混合矿 白钨矿	≤9.0	>9.0, ≤13.0	>13.0, ≤17.0
锡	硫化矿	≤20.0	>20.0, ≤26.0	>26.0, ≤32.0
	氧化矿	≤12.0	>12.0, ≤15.0	>15.0, ≤18.0
	砂矿	≤5.0	>5.0, ≤8.0	>8.0, ≤12.0

注：有色金属选矿厂，按回收产品中能耗高的金属种类的能耗指标考核。

4 选矿厂精矿脱水工序单项能耗指标应符合表 4.3.2-4 的规定；

表 4.3.2-4 选矿厂精矿脱水工序单项能耗指标

金属种类	能耗(kW·h/t _{原矿})		
	一级	二级	三级
铜	≤0.5	>0.5, ≤1.5	>1.5, ≤2.5
铅锌	≤1.2	>1.2, ≤2.8	>2.8, ≤4.5
钨	≤0.5	>0.5, ≤2.5	>2.5, ≤4.5
镍	≤2.0	>2.0, ≤3.0	>3.0, ≤4.0
锑	≤1.0	>1.0, ≤1.7	>1.7, ≤2.5
钨(黑钨矿)	≤0.6	>0.6, ≤1.0	>1.0, ≤1.5
锡(硫化矿)	≤1.4	>1.4, ≤2.0	>2.0, ≤2.6

注：有色金属选矿厂，按回收产品中能耗高的金属种类的能耗指标考核。

5 尾矿排放单项能耗指标应符合表 4.3.2-5 的规定。

表 4.3.2-5 尾矿排放单项能耗指标

扬程(m)	能耗(kW·h/t _{尾矿})		
	一级	二级	三级
≤100	≤0.89	>0.89, ≤1.05	>1.05, ≤1.18
>100, ≤160	≤0.77	>0.77, ≤0.90	>0.90, ≤1.03
>160, ≤250	≤1.34	>1.34, ≤1.57	>1.57, ≤1.79
>250, ≤400	≤2.16	>2.16, ≤2.42	>2.42, ≤2.70
>400, ≤640	≤2.57	>2.57, ≤2.89	>2.89, ≤3.11

注:因在实际生产中超过 640m 扬程者较少,故按设计指标选取。

5 公用和辅助生产系统

5.1 一般规定

5.1.1 矿山公用和辅助生产系统工程设计应与矿山总体工程统一考虑。

5.1.2 矿山辅助生产设施设计应简单、实用。大中型机修和电修设施应充分利用矿山周边社会资源。

5.1.3 矿山生活福利设施除保留坑口生活福利室、采选食堂外,可不建其他生活设施。

5.1.4 矿山生活区应与生产区分开建设,有条件时生活区应依托周边城镇建设,不搞矿山小社会。

5.1.5 公用及辅助生产工程设计应包括节能内容,如供水、电气、热工、建筑等节能措施。

5.2 节能设计

5.2.1 供、回水工序节能设计应符合下列规定:

- 1 在选择厂址时,宜尽量靠近水源,减少供水管线的距离和供水泵站段数;
- 2 水源泵站应利用先进节能设备和提高控制系统自动化程度;
- 3 供水管应利用地形尽量平直架设,避免大起大落和拐弯太多;
- 4 采矿坑内排水应设处理站,供矿区生产用水;
- 5 应充分采用选矿厂前回水和尾矿回水,满足环保要求,回水利用率大于 75%;
- 6 特别干燥和缺水地区以及水蒸发量特大地区,尾矿排放宜

采用干堆技术。

5.2.2 电气专业节能设计应符合下列规定:

1 企业的总变(配)电所(站)应采用高电压深入负荷中心的方式供电。宜根据其供电负荷大小、地区电网电压等级,分别采用220kV、110kV(66kV)、35kV或10kV、6kV电压等级电源进线,以减少线路损失,不得以低电压等级的电源线路为大容量变(配)电所供电,新建企业不宜采用6kV电压等级电源进线。35kV及以下配电装置宜采用室内配电装置;

2 应选择国家认证的电气设备、电器元件定型产品,并优先采用技术和生产工艺先进、节能环保、性价比好的产品,严禁采用已淘汰产品;

3 新建或改扩建企业内部的高压配电系统电压等级选择,应根据负荷大小及分布条件,进行技术经济比较并优先采用35kV或10kV电压,减少变压层次和变电设备容量重复。新建企业不宜采用6kV电压;企业内部的低压配电电压宜采用660V或380V;

4 变压器应选用低损耗、高效率的节能环保型产品。变压器容量及台数的选择除应满足企业用电负荷和负荷等级要求外,应对变压器的运行效率进行计算和方案比较,使变压器运行损耗小、效率高。当企业或车间的用电设备为非连续运行、负荷周期性波动较大或项目分期建设时,应采取多台变压器分期投入的供电方式;

5 选择电缆、导线截面时,对长期稳定运行负荷或重要回路,经技术经济比较确认合理时,宜按经济电流密度选择。线路的敷设路径,应按缩短敷设长度的原则设计;

6 干式变压器一般宜设置在与配电设备有隔墙的变压器室内。当受工艺或建筑、总平面配置条件限制时,干式变压器亦可与低压配电装置同室毗邻布置;

7 企业内配电系统的无功功率补偿方案,应根据电压等级分级、负荷分布条件,采用分区、就地平衡的原则确定。补偿后的功

率因数除应符合国家相关规定外,还应符合下列规定:

1)应与工艺专业配合选择无功功率消耗最小的用电设备。

确定电动机和变压器容量时,不得随意降低其负荷率;

2)可调式无功补偿装置,应按无功功率最大需要量和电容器分组可调方式设计;非可调式无功补偿装置,补偿功率应不大于网络的最小无功负荷;

3)当1000V以下的网络需要无功补偿时,应按技术经济比较结果和就地平衡的原则,确定补偿电容器容量和补偿装置的装设地点;当单台容量较大的连续运行电动机需要无功补偿且环境条件允许时,应优先采用就地安装电容补偿装置;

4)当负荷波动较大且频繁变化时,应采用动态补偿装置。

8 当系统或回路中高次谐波超过规定限值需设置滤波装置治理时,应在谐波源处就近设置,并充分利用滤波装置的基波无功补偿功能;

9 企业用电量的计量设计,应按最小核算单位装设检测计量仪表;企业电源进线端应装设最大需量表;在实行峰谷电价的地区,应装设峰谷电能表;

10 矿井提升机采用交流电动机或直流电动机驱动方案,应经技术经济比较确定。当采用交流电动机驱动时,宜采用四象限运行的交一直一交变频调速装置传动方案;

11 常年稳定运行、不调速的矿山大型(如容量 $\geq 300\text{kW}$)主扇风机、球(棒、自)磨机等配套电动机的选择,应根据配电系统的无功补偿容量大小和条件,当经技术经济比较确认合理时,宜优先选择同步电动机驱动方案。并且宜调整其励磁电流工作在功率因数超前状态;

12 生产工艺需要调速的设备,应优先采用鼠笼型电动机配交一直一交变频器驱动方案。不应采用其他低效调速装置;

13 需要连续或经常调节流量或压力的风机、泵类设备,应采

用电动机调速取代阀门调节方案。高压电动机的调速方式应经技术经济比较确定,低压电动机的调速应采用鼠笼型电动机配交一直一交变频器驱动方案;

14 矿山井下多级机站通风系统,宜采用变频调速及计算机集中控制系统;

15 工艺系统复杂、联锁设备多的电气传动控制系统设计,宜采用计算机系统集中控制方案。启动时间长的生产线,系统可按顺流程启动并具有转换为逆流程启动的功能、停车时按顺流程停车方式设计。控制系统应具有集中自动和就地手动控制两种功能,并具有相应的安全闭锁装置;

16 照明节能设计应符合下列规定:

- 1) 车间内不同工作场所的照度要求不同时,应采用混合照明方案;
- 2) 应根据工作场所条件,采用不同种类的高效光源;
- 3) 灯具悬挂较低的生产车间、辅助车间和生活设施、应采用高效荧光灯、小功率钠灯或其他高效光源。井下巷道、硐室照明宜采用适合井下温度、潮湿环境的高效光源;
- 4) 当采用气体放电灯作照明光源时,应匹配能耗低、功率因数高的镇流器,不宜采用安装电容器方式补偿无功功率;
- 5) 大型厂房的照明系统宜采用分区控制方式。辅助生产和生活福利设施的照明系统应适当增设照明控制开关,短时有人场所的照明灯具宜采用感应控制;
- 6) 厂区公共照明和道路照明系统应集中控制,并宜采用光电控制方案,或由专职人员负责定时开闭。上述照明系统以及距离电源远的照明负荷可采用太阳能光伏电源供电。

5.2.3 热工专业节能设计应符合下列规定:

1 锅炉房设计宜以煤为燃料,燃料的选用应符合节能环保政策,并宜落实煤的供应。宜采用就近生产的煤种,以缩短运输距

离,减少燃料运输成本;

2 锅炉房位置宜便于燃料储运和灰渣排除,宜靠近热负荷中心,以缩短管线长度,减少热损失;

3 锅炉房各建筑物和场地布置,应充分利用地形,使挖方、填方少,排水和凝结水回水良好;

4 应核实锅炉房供热区域热负荷,选用合适容量的锅炉,以减少运行成本;

5 应优先选用高效节能的锅炉产品和辅助设备;

6 采用的燃烧设备应与所采用的燃料相适应,并能适应负荷的变化和节约能源;

7 对各种热设备、管道和附件进行保温,保温厚度经经济技术比较后确定。

5.2.4 建筑与建筑热工节能设计应符合下列规定:

1 建筑总平面的布置和设计,宜利用冬季日照并避开冬季主导风向,利用夏季自然通风。建筑的主朝向宜选择本地区最佳朝向或接近最佳朝向;

2 建筑体型系数不宜大于 0.30,严寒、寒冷地区建筑的体型系数不应大于 0.30;

3 有色冶金矿山建筑的热工等级应分为一级、二级、三级,其中热工一级建筑应为有采暖或空调使用要求的生产及辅助用房,热工二级建筑应为有采暖使用要求的生产及辅助用房,热工三级建筑应为有防冻使用要求的生产及辅助用房。有色冶金矿山建筑的热工等级划分应符合表 5.2.4-1 规定;

表 5.2.4-1 建筑的热工等级表

热工等级	建筑名称
一级	办公楼、坑口综合服务楼(包括更衣室、浴室、矿灯房、排班室、办公室等)、试验楼、化验楼、单身宿舍、家属宿舍、矿部招待所(或宾馆)、文体中心(室内乒乓球室、羽毛球场、健身房、图书馆、阅览室、电视室等)、职工培训中心、中小学、职工医院(或卫生所)

续表 5.2.4-1

热工等级	建筑名称
二级	井塔(含主井井塔、矿石仓、废石仓、副井井塔)、井口房皮带廊及转运站、破碎厂房、筛分厂房、磨浮厂房、脱水厂房及精矿仓、各类泵房、机修车间、汽修车间、电修及仪修车间、空压机房、总降压变电所、充填搅拌站、锅炉房、水处理间、砂泵站
三级	粉矿仓、浓密池、生产高位水池、生活高位水池

4 主要城市所处气候分区应符合表 5.2.4-2 的规定,根据厂区建筑所处地域的气候分区和不同建筑所属的建筑热工等级,热工一级建筑中办公楼、招待所等建筑围护结构性能应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的有关规定,单身宿舍、家属宿舍等居住建筑围护结构性能应符合现行行业标准《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26 的有关规定,热工二级建筑围护结构的热工性能应符合表 5.2.4-3 的规定,其中外墙的传热系数为包括结构性热桥在内的平均值 K_m 。当建筑所处城市属于温和地区时,应判断该城市的气象条件与表 5.2.4-2 中的哪个城市最接近,围护结构的热工性能应符合那个城市所属气候分区的规定;

表 5.2.4-2 主要城市所处气候分区

气候分区	代表性城市
严寒地区 A 区	海伦、博克图、伊春、呼玛、海拉尔、满洲里、齐齐哈尔、富锦、哈尔滨、牡丹江、克拉玛依、佳木斯、安达
严寒地区 B 区	长春、乌鲁木齐、延吉、通辽、通化、四平、呼和浩特、抚顺、大柴旦、沈阳、大同、本溪、阜新、哈密、鞍山、张家口、酒泉、伊宁、吐鲁番、西宁、银川、丹东
寒冷地区	兰州、太原、唐山、阿坝、喀什、北京、天津、大连、阳泉、平凉、石家庄、德州、晋城、天水、西安、拉萨、康定、济南、青岛、安阳、郑州、洛阳、宝鸡、徐州
夏热冬冷地区	南京、蚌埠、盐城、南通、合肥、安庆、九江、武汉、黄石、岳阳、汉中、安康、上海、杭州、宁波、宜昌、长沙、南昌、株洲、永州、赣州、韶关、桂林、重庆、达县、万州、涪陵、南充、宜宾、成都、贵阳、遵义、凯里、绵阳
夏热冬暖地区	福州、莆田、龙岩、梅州、兴宁、英德、河池、柳州、贺州、福州、厦门、广州、深圳、湛江、汕头、海口、南宁、北海、梧州

表 5.2.4-3 热工二级建筑围护结构传热系数 $[kW/(m^2 \cdot K)]$ 限值

围护结构部位	建筑物所在地区		
	严寒 A 区	严寒 B 区	寒冷地区
屋面	≤ 0.45	≤ 0.55	≤ 0.60
外墙	≤ 0.50	≤ 0.60	≤ 0.80
非采暖房间和采暖房间的隔墙或楼板	≤ 0.80	≤ 1.50	≤ 1.50
外窗	≤ 2.90	≤ 3.00	≤ 3.50
地面	≥ 2.00	≥ 1.50	—

注:1 本表按建筑物体形系数不大于 0.30 考虑,实际工程中如体形系数大于 0.30,则表中各部位传热系数须减少 0.05;

2 窗墙比按不大于 0.30 考虑,如窗墙比大于 0.30,则外窗传热系数减少 0.30;

3 热工三级建筑围护结构传热系数依上表数值,严寒 A 区使用严寒 B 区技术指标,严寒 B 区和寒冷地区使用寒冷地区技术指标。

5 外墙与屋面的热桥部位的内表面温度不应低于室内空气露点温度;

6 屋顶透明部分的面积不应大于屋顶总面积的 20%;

7 外窗的可开启面积,热工一级不小于 30%,热工二级及三级以上以满足通风及人员活动范围通风为宜,且可开启面积不宜小于窗面积的 15%;

8 严寒地区建筑的外门热工一级建筑应设门斗,热工二级及三级建筑宜设门斗,寒冷地区建筑的外门宜设门斗或应采取其他减少冷风渗透的措施。其他地区建筑外门也应采取保温隔热节能措施。

5.2.5 采暖通风与空调节能设计应符合下列规定:

1 采暖的热媒宜采用热水或蒸汽。对于个别距离热源较远且热负荷极小的建筑物,经技术经济比较合理时,可以使用其他形式的采暖方式;

2 在非生产性公用设施及居住类建筑等处的采暖系统宜优先采用热水为热媒;

3 热媒为蒸汽的采暖、供热系统,经技术经济比较合理时,应回收凝结水。凝结水回收系统应采用闭式系统;

4 集中采暖系统的热负荷计算应执行现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定;

5 各建筑物的室内设计计算参数应执行现行国家有关工业企业设计卫生标准的规定;

6 热水采暖系统中,为使系统各环路达到平衡,宜在各环路处设置自动(手动)调节装置;

7 在非生产性公用设施及居住类建筑等处,当采用热水为热媒的散热器采暖系统中宜采用恒温阀;

8 集中采暖系统在每个系统的入口处宜设计量装置;

9 敷设于不采暖空间的采暖管道应设保温措施。保温层厚度应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 中经济厚度的计算公式确定;

10 采暖系统施工完毕后应进行冲洗,并做通水记录;

11 建筑物的通风应尽量采用自然通风方式,当自然通风不能满足要求时应设置机械通风装置;

12 通风和除尘系统的阻力损失应通过计算确定;

13 选用风机时,其设计工况效率不应低于风机最高效率的90%;

14 通风和除尘系统的控制,根据实际情况宜设远程控制和现场手动控制两套设施;

15 当选用分体式空调器时,应符合现行国家标准,选用节能型空调器。

5.3 能耗指标

5.3.1 公用及辅助设施单项能耗指标主要有供水、柴油发电、锅炉房燃煤、锅炉房耗电、选矿试验室、选矿化验室、电机车及矿车修理、锻钎机室、坑口生活福利室、坑口食堂、总图运输和办公车辆等,能耗指标值以设计为准。

6 能源管理

6.1 能源管理系统

6.1.1 企业应保持和完善能源管理系统,确定能源主管部门,配备专门人员,承担能源管理和技术工作,明确规定其职权范围和领导关系。

6.1.2 企业应按照国家有关规定,配备能源计量器具,制定相应文件,安排专人对计量器具的购置、安装、维护进行管理,并定期检查、标定,保证其准确可靠性。

6.1.3 企业应根据国家和地方政府有关规定安排节能专项资金,用于支持能源的合理利用及进行能源使用的相关培训等。

6.2 能源管理主要内容

6.2.1 企业能源管理主要包括以下内容:

- 1 能源输入管理;
- 2 能源转换管理;
- 3 能源分配和传输管理;
- 4 能源使用(消耗)管理;
- 5 能源消耗状况分析;
- 6 节能技术进步。

6.3 检查和评价

6.3.1 企业应组织能源主管部门和有关部门,每年对能源管理系统进行一次全面检查和评价,并提出报告。

6.3.2 检查完成后应提出检查报告,包括以下内容:

- 1 检查中发现的问题及其原因分析;

- 2 改进措施建议。

6.3.3 对能源管理系统应进行评价,包括以下内容:

- 1 能源管理系统能否实现能源管理目标;
- 2 能源管理系统能否适应企业所发生的变化;
- 3 已查明的問題如何改进,是否对能源管理系统作重大调整。

本规范用词说明

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”。

引用标准名录

《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019

《公共建筑节能设计标准》GB 50189

《金属非金属矿山安全规程》GB 16423

《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175

《民用建筑节能设计标准》JGJ 26

中华人民共和国国家标准

有色金属矿山节能设计规范

GB 50595 - 2010

条文说明

制 定 说 明

《有色金属矿山节能设计规范》GB 50595—2010 经住房和城乡建设部 2010 年 7 月 15 日以第 676 号公告批准发布。

本规范在制定过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了我国有色矿山生产的实践经验,在已有的通用标准和有关行业标准的基础上,对有色金属矿山节能设计制定了更先进、更具体的规定。

为便于广大咨询、设计、施工、生产、科研、高等院校等有关单位和人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《有色金属矿山节能设计规范》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、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,并对本规范中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	(49)
3 采 矿	(52)
3.1 一般规定	(52)
3.2 采矿节能设计	(53)
3.3 露天开采综合能耗指标	(67)
3.4 露天开采单项能耗指标	(68)
3.5 地下开采综合能耗指标	(69)
3.6 地下开采单项能耗指标	(71)
4 选 矿	(74)
4.1 一般规定	(74)
4.2 选矿节能设计	(77)
4.3 选矿能耗指标	(87)
5 公用和辅助生产系统	(99)
5.1 一般规定	(99)
5.2 节能设计	(99)
5.3 能耗指标	(108)
6 能源管理	(110)
6.1 能源管理系统	(110)
6.2 能源管理主要内容	(110)
6.3 检查和评价	(113)

1 总 则

1.0.1 《中华人民共和国节约能源法》于1997年11月1日第八届全国人民代表大会第二十八次会议通过,中华人民共和国主席令公布,于1998年1月1日施行。2007年10月28日第十届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议修订,经中华人民共和国主席令第七十七号公布,自2008年4月1日起施行。该法令对推动全社会节约能源,提高能源利用效率,保护和改善环境,促进经济社会全面协调可持续发展,有着极其重要的意义。有色金属矿山企业是消耗能源的大户,为贯彻《中华人民共和国节约能源法》,统一有色金属矿山工程咨询和工程设计中节能设计标准,特制定本规范。

1.0.2 根据国土资源部国土资发〔2004〕208号文件的规定,有色金属矿山建设规模标准:大型 ≥ 100 万吨矿石/年,中型100~30万吨矿石/年,小型 < 30 万吨矿石/年。

1.0.3 本条为强制性条文。根据原国家计委《关于在工程设计中认真贯彻节约能源、合理利用能源,并加速修订补充设计规范的通知》〔计节(1984)1207号〕的精神和原中国有色金属工业总公司《关于试行〈有色金属工业节能设计技术规定〉的通知》〔(86)中色基字第0248号〕的规定,节约能源、合理利用能源是设计工作者的一项长期重要任务,今后在新建项目(包括重大技术改造项目)的可行性研究和初步设计中,均应增加节约能源和合理利用能源部分。

《中华人民共和国节约能源法》第十三条也规定,国务院标准化主管部门会同国务院管理节能工作的部门和国务院有关部门制定强制性的用能产品、设备能源效率标准和生产过程中耗能高的

产品的单位产品能耗限额标准。

固定资产投资项目可行性研究报告和初步设计文件是有色金属矿山项目立项和建设的重要文件,应从初始阶段就充分重视能源利用效率,因此应该用专门的篇幅进行能源利用和利用效率的论述,以达到从工艺设计、方案确定、设备选型等方面均实现节能的目的。

因此,固定资产投资项目可行性研究报告和初步设计文件中必须包含节能篇(章)。节能篇(章)的设计除应满足本条要求外,还应对指标进行分析研究,提出节能措施。

1.0.4 本规范中一级、二级、三级能耗指标是根据编制组调查统计资料以及相关单位报表统计总结而得,由于编制组无法得到国外矿山项目相关能耗指标,从实际出发,编制组将统计到的矿山能耗资料中处于前几位的平均值定位为国内先进水平,从中间数值往前的平均数值定位为平均先进水平,全部统计资料的平均值定位为国内平均水平。

1.0.5 本条为强制性条文。规定了有色金属矿山新建和改扩建工程项目的采矿工艺综合能耗指标及选矿工艺综合能耗指标不得低于三级标准,即综合能耗指标数值不得超过本规范三级能耗指标要求数值。将此条列为强制性条文,有利于提高我国有色金属矿山能源利用效率,改进能源利用结构,增进技术进步,改善矿山装备,提高有色金属矿山设计水平。

关于单项能耗指标,由于各矿山影响单项能耗指标的内、外部因素差别较大,故不作强制性规定,但单项工序能耗指标若超过三级能耗标准则应有充足理由说明。

本规范不作为现有矿山企业能耗考核依据,只对矿山工程项目设计有约束力。

1.0.6 矿产资源是不可再生的人类财富,合理开发利用矿产资源备受各国政府关注。大力发展循环经济,构建资源节约型社会和环境友好型社会是我国在新世纪的发展目标,因此决不能为了节

约能源和追求经济效益,不惜浪费矿产资源,损害周边环境;当然也不能为了强调矿产资源综合利用率而不顾能源消耗。

1.0.7 随着全社会对节约能源的方针和政策的认识不断加深,国务院主管部门和地方政府不断出台有关节约能源的政策和法规,所以,有色金属矿山设计除应符合本规范有关规定外,还应符合国家现行有关标准的规定。

3 采 矿

3.1 一般规定

3.1.1 在矿山总体工程设计时,应根据矿体赋存条件、地形条件、水源地、供电、外部运输诸多因素确定采选工业场地的位置,有条件时,采选工业场地应集中布置,矿石应就近卸入选矿厂的原矿仓,减少矿石转运和地表运输的能耗。采选工业场地必须分开布置时,矿石从坑口至选厂的运输方式应从投资、经营费和能源消耗等方面综合比较后确定。

3.1.2 矿床开采方式分为露天开采和地下开采两种,开采方式的选择由多种因素决定,如矿体埋藏深度、形态和产状、矿区地形、自然及社会条件等,因此,开采方式的确定应经过综合比较。

3.1.3 采矿方法对矿石单位能耗指标影响不言而喻。采用高效低能耗的自然崩落法、无底柱崩落法、分段空场法、阶段矿房法等矿山的矿石单位能耗,明显低于充填法矿山。但采矿方法的选择是比较复杂的,由一系列客观因素决定,当采矿方法能耗指标与其他因素发生矛盾时,应进行综合技术经济比较后确定。

3.1.4 在矿山设计中,有条件时应推广使用中深孔凿岩台车、浅孔凿岩台车、大型铲运机等先进设备,最大限度地提高采矿凿岩和出矿能力,实现规模经营可明显降低单位矿石耗能量。

3.1.5 在矿山开拓运输方案比较时,应将基建投资、基建时间、经营费、投资回收期、方案优缺点作为比较内容,并将能耗指标作为重要内容一并进行比较。

3.1.6 根据许多矿山设计和实际资料分析,矿井提升、通风系统、排水系统、压风系统、充填系统等为地下开采矿山主要耗能工序,在选择设计方案和工艺流程时应充分对上述工序采用节能措施。

3.1.7 坑内施工的探矿工程,如探矿沿脉、穿脉和天井工程,这些工程有些可以作为开拓、采准工程加以利用,其中有的可以直接利用,有的巷道需刷大和取直后加以利用,这样避免一些工程重复施工,以达到节约能源的目的。

3.1.8 随着矿业的发展,国内和国际有关采矿工业的新技术、新工艺、新设备不断涌现,特别是装备的发展对采用新的生产工艺技术提供了前提条件,因此在采矿设计中,鼓励新技术、新工艺、新设备的使用和研发,不得选用高能耗的落后生产工艺和已淘汰的高能耗机电设备。

3.2 采矿节能设计

3.2.1 对露天开采节能设计说明如下:

1 如果组成最终边帮的岩层稳定性较好,在进行岩石力学研究的基础上,保证开采安全的情况下,采用较陡的边坡角,可考虑把2~3个台阶合并为一个高台阶,以节省剥离量。

2 “松土—装运”工艺适用于软的和中硬的、裂隙较多的岩土和矿体,对于 f 等于7~8的岩石,有很强烈的裂隙才能使用;对于 f 等于4~7的岩石,有中等裂隙及强烈的裂隙才能使用;对于 f 等于1~3的岩石,无论有无裂隙均可使用。装运设备要与松土设备相匹配。

5 露天穿爆作业参数的选择,对矿山节能意义较大,由于露天矿一般规模较大,穿爆参数选择的合理与否,直接影响着矿山的能源消耗、生产成本和经济效益,因此选择合理的作业参数,提高穿爆效率,降低大块率,提高装载效率,对降低矿山能耗具有积极意义。近些年来,矿山深孔爆破中,利用大孔距、小抵抗线的爆破方法,明显改善了爆破质量,降低了能耗。

7 挖掘机的生产能力受各种技术和组织因素的影响,如岩石性质、爆破质量、运输设备、时间利用系数等。铲装作业挖掘机斗容与汽车(电机车)合理匹配,能提高挖掘机和运输设备的工作效

率,从而提高生产能力。

3.2.2 对坑内凿岩爆破节能设计说明如下:

1 中深孔凿岩是指凿岩深度在 5m~20m 之间,深孔凿岩深度大于 20m,采用中深孔和深孔爆破技术,可提高凿岩效率和爆破效果。

2 爆破参数包括炮孔间距和排距、爆破抵抗线、炮孔直径、炮孔深度、装药量、炮孔数目等,正确选取这些参数是取得良好爆破效果的保证。

6 凿岩台车是机械化程度较高的凿岩设备,凿岩效率高,能量利用率高,安全性好,管理也较简单。目前国内大多数大中型地下矿山应用较广泛。

7 气动设备的能耗在地下矿山综合能耗中约占 10%~30%,必须对其节能措施给予足够重视。除选用高效率、调节性能好的空压机之外,尚应采取以下措施:

(1)严禁利用压缩空气作为工作面通风、吹碴等不合理用气,按照生产需要,尽可能分区定时供气,以减少漏气和不合理用气;

(2)主要压气管的连接应尽量采用焊接,以减少漏气和压力损失,空压机站应尽可能靠近用气地点,避免主管过长,拐弯过急,以减少阻力损失。管路系统宜分区分段设置压力表,以便检测漏气和阻力损失;

(3)在气动工具使用集中的地方,宜设置稳压储气罐,以确保使用气压的稳定;

(4)尽可能采用自动控制系统,实行空压机站的供气量和压力的自动调节,以保证设备的安全运转和节约能源。

10 国外先进矿山用液压凿岩机钻凿采矿炮孔已比较普遍,国内也已在推广应用。坑内矿山使用液压凿岩设备钻孔,是现代化矿山的标志之一,液压凿岩机钻孔,具有节能、高效、低噪声、成本低等特点。液压凿岩设备结构简单,加工精密,如能严格按技术规范操作和管理,维修工作量也不大。

3.2.3 对地下采场运搬(出矿)节能设计说明如下:

1 采场出矿设备是确定矿块生产能力的主要因素之一。矿山生产能力确定后,应选择与矿块生产能力相匹配的出矿设备。采用电耙出矿时,在满足设备最大出矿块度条件下,水平耙距不宜大于 40m;下坡耙距不宜大于 60m,最大发挥设备效率,减少出矿设备的台数,节约能源。大、中型矿山的采场出矿有条件时,尽量采用大斗容的铲运机出矿。有条件时,采场出矿应推广使用电动铲运机出矿。

2 溜井位置和数量的选择应根据矿体的赋存条件和所采用的采矿方法而确定。尽量布置在矿量集中,运输条件较好的地段,并使其运搬距离与采用的出矿设备型号相匹配。

4 由于气动放矿设备的能耗大、能源输送管线长、损耗大,对大、中型矿山的采场放矿应选择采用配套的振动放矿机放矿,不宜选用气动闸门放矿。

5 坑内采场运搬距离是指采场出矿地点到溜井之间的距离,当铲运机出矿超过铲运机最大运输距离时,为提高铲运机出矿效率、降低能耗,可采用铲运机和坑内卡车联合出矿。

6 对井下电耙工和铲运机司机应在上岗前进行安全和技术培训,使其熟练掌握操作技术,并定期进行考核。

7 为改善采场通风条件,减少采场需风量和通风阻力,降低通风能耗,采场运搬应推广使用电动铲运机出矿。

3.2.4 对矿井提升节能设计说明如下:

1 箕斗提升方式与罐笼提升方式相比,具有提升能力大,提升效率高等优点。缺点是需要在井下设储矿溜井,需要设破碎设施,需要一定的储矿高度导致提升高度增加。箕斗提升时,容器重量与矿石重量之比接近 1:1,罐笼提升时的容器重量加矿车重量之和与矿石重量之比一般达到 3 以上。罐笼提升系统的变位质量与矿石质量之比是箕斗提升系统的变位质量与矿石质量之比的数倍。箕斗提升加速阶段的加速能量消耗相对较低。当提升量比

较大时,1套箕斗提升系统的提升量可能需要5套以上罐笼提升系统才能完成,所以应该采用箕斗提升。当斜井提升量大时,也可考虑胶带运输。

2 双箕斗提升系统提升能力大,提升单位矿石比采用单箕斗平衡锤提升系统消耗的能量少。当提升量足够大,提升高度足以保证钢丝绳不打滑时,采用双箕斗提升能够取得最好的提升效果、最高的提升效率和最小的能量消耗。当提升量不够大或者提升深度不够或者其他条件有制约时,要综合比较工程量、投资、成本等因素,最终以经济效益确定是否采用双箕斗提升系统。

3 竖井提升机主要有多绳摩擦式提升机和单绳缠绕式提升机两种,多绳摩擦式提升机设备重量轻,提升机主导轮两侧的钢丝绳静张力差主要取决于提升量的多少;单绳缠绕式提升机设备重量比较重,提升机卷筒两侧的钢丝绳静张力差不但取决于提升量的多少,还与钢丝绳的重量有关系,提升高度越高,钢丝绳自身重量对于静张力差的影响越大。因此,在同样提升能力的条件下,单绳提升机的设备重量、电动机功率和电能消耗都比多绳提升机大。在多绳提升机技术合理的条件下采用多绳提升具有明显的节能效果。

4 以往设计中,有些矿山采用箕斗提升矿石,罐笼提升废石,这不但造成罐笼提升系统负担很大,管理困难,而且由于罐笼提升系统的提升效率远远低于箕斗提升系统,而且废石在井下和地面都需要设装卸罐设施,转载效率低下。采用箕斗提升系统可以兼顾多种物料的提升,既节省了提升系统的投资,又提高了提升效率,节约能源。

生产规模在1000t/d~3000t/d的矿山,采用罐笼提升矿石和废石,完成任务比较困难,采用箕斗提升系统提升量又不是很大,而罐笼箕斗互为平衡提升系统,部分时间提升矿石或者废石,其他时间可以提升人员、材料和设备。这种提升系统可以起到两个提升系统的作用,从而节约投资。在生产过程中,由于不是专用的罐

笼提升机,为了提高系统的提升能力,矿山需要很好地组织罐笼提升任务,提高效率,因此节约了能源。

小型矿山采用1套罐笼提升系统就可以完成全部提升任务,如果不能完成,则应该采用箕斗罐笼互为平衡提升系统,而不是采用2套提升系统。

5 提升矿石和废石的罐笼提升系统的提升任务一般都是比较紧张的,采用双罐笼提升系统可以提高提升效率和系统的提升能力,而且由于是提升矿石和废石,一般不会采用多中段提升,提升系统对罐要求比较低。即使是在多中段提升条件下,也可以按照主要提升中段采用双罐笼提升、其他提升中段采用单罐笼提升的运行方式,既能提高提升系统能力又能节约能源。

单容器不带平衡锤的提升方式即单钩提升的静张力差就是最大静张力,比常规提升的静张力差大很多,造成提升机功率大幅度增加,能源消耗极大,一般不应采用。

6 现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006中规定提升速度小于等于 $0.5\sqrt{H}$ m/s,该公式主要考虑提升机电机功率选择时的经济性。在实际生产中,由于提升能力与提升速度并不是成正比的,提升速度增加10%,提升能力可能只增加2%左右,但提升机主电动机的功率和提升速度是成正比的。因此,在同样的提升任务条件下,适当增加提升系统的一次有效提升量,降低提升速度可以有效降低电动机的功率,进而降低提升系统的能量消耗。

7 提升机的电气传动系统对提升系统的能量消耗具有很大的影响。电气传动系统和电气控制技术经过多年的发展已经从绕线式交流电机传动串电阻调速、直流电机传动晶闸管可控硅调速、交流电动机传动交交变频调速发展到交流电动机传动直接转矩控制调速,能源利用效率得到了大幅度的提高。在技术经济合理的条件下,交流电动机传动直接转矩控制是最节省能源的,其次是交流电动机传动、交交变频调速,然后是直流电动机传动、

直流控制。交流电动机传动,串电阻调速的传动和控制方式尽可能不用。

8 井口或者中段的矿车上罐笼或者下罐笼需要借助于外部动力,安全门或者阻车器的动作也需要外部动力的支持。早期的外部动力基本上是采用压缩空气通过气缸的动作实现,也有采用电动钢丝绳推车机实现矿车上下罐笼的。通过多年的发展,现在已经在煤炭系统的大学和部分企业中开发出了液压操车装置(液压推车机),同时摇台、托台、安全门、阻车器也基本实现了液压驱动或者电液驱动,为矿山井下生产取消空气压缩机系统创造了条件。空气压缩机系统是矿山生产中的耗能大户,能源使用效率低,在设计中应该尽量不用或者少用空气压缩机系统。

9 在单绳提升系统中,钢丝绳的质量对提升系统的钢丝绳静张力差有着直接的影响,钢丝绳重量越轻,钢丝绳静张力差就越小,提升系统的电动机功率和能量消耗就越低。提升容器质量则对提升系统变位质量和提升机规格的确定产生直接影响。对于多绳摩擦式提升系统,提升系统的变位质量与提升容器质量和钢丝绳质量有直接关系,提升容器和钢丝绳的重量会影响到提升机的规格,容器质量和钢丝绳质量降低会降低提升系统的变位质量,在提升机加速或者减速运行的过程中节省能源。

10 竖井提升容器的罐耳有滑动和滚动两种形式。提升容器运行时滑动罐耳与罐道之间产生滑动,既磨损罐道又消耗能量。滚轮罐耳在提升容器运行时与罐道之间产生滚动摩擦,其摩擦损失远远小于滑动摩擦,而且使得容器运行过程中更加平稳,减小了由于系统摆动造成的能量损耗。

11 等重尾绳或者重尾绳提升系统在匀速运行过程中的载荷是不变或者逐渐增大的。在提升系统满载加速启动时,提升机的最大动载荷是最小的,对电动机功率的需求也是最小的。由于动载荷降低,电动机功率降低了,电动机自身的损耗就会降低,从而节省能量。

12 按照提升系统的速度图计算结果,提升速度增加10%,主电动机的功率也相应提高10%,但提升能力可能只增加2%左右。在同样的提升任务条件下,增加提升系统的一次有效提升量,降低提升速度可以有效降低电动机的功率,进而降低提升系统的能量消耗。

13 提升系统加速或者减速时,整个提升系统的变位质量都会消耗能量才能实现加速或者减速。消耗能量的多少和加速度的大小关系很密切,加速度大小对电动机功率影响很大,有时成为决定电动机功率的决定性因素。当电机过载系数成为影响电动机功率的决定因素时,降低加速度可能直接带来减小电动机功率的效果。

14 箕斗装矿系统的动力源,早期都采用压缩空气系统,造成大量漏气和能源浪费。现在很多矿山已经采用了液压驱动的箕斗装矿系统,取消了压缩空气,不但节约能源,而且基本上没有噪声,改善了操作工人的工作环境,受到矿山的欢迎。

15 箕斗卸矿系统采用的是卸载直轨和卸载曲轨2种方式。卸载直轨是当箕斗的卸载轮进入直轨时,采用外部动力拉动直轨使箕斗卸载。卸载曲轨是一种固定位置固定形状的卸载装置。当箕斗的卸载轮到达并进入卸载曲轨后,沿着卸载曲轨的曲线形状运行使箕斗卸载。固定式曲轨不需要额外的动力,不但节省能源,而且节省时间提高提升效率和能源使用效率。

16 大型矿山一般都设一套主井箕斗提升设施和一套副井罐笼提升设施。罐笼提升系统中的罐笼一般都比较小,以方便大型设备和人员、材料升降。当少量人员需要下井时,也必须开动罐笼提升系统,虽然升降的人数很少,但钢丝绳静张力差很大,消耗的电能很大。增加1套小型罐笼提升系统,专门用于少量人员提升,其电动机功率不到大型提升系统的10%,这样,提升少量人员时的能源消耗会非常低,而且这样的提升任务不会影响到大型罐笼提升系统的提升,使得大型罐笼提升系统有更多的时间完成

生产任务。同时,2套提升系统可以作为安全出口,副井中不必再设梯子间,降低了总投资。

3.2.5 对坑内运输节能设计说明如下:

1 反向运输消耗的能量完全是多余的,要尽量避免。运输系统空载和重载都要消耗能量,上坡运输时要消耗额外的能量。空载上坡运输额外消耗的是电机车和矿车的自重上坡时所增加的势能,而重载上坡运输额外消耗的是电机车和矿车的自重以及矿石重量上坡时所增加的势能,其中矿石上坡运输时增加的势能是因为反向运输增加的能量消耗,因此应该避免重车上坡运输。

2 坑内运输主要有以下几种方式:有轨运输、胶带机运输和无轨移动设备运输。其中有轨运输的单位能量消耗最低,移动设备的单位消耗最高。在条件适宜的情况下,应优先选择有轨运输。其次是胶带机运输,最后才是移动设备运输。当然具体采用什么运输方式还要看项目的具体条件,以经济效益决定运输方式。

3 汽车运输自身是一种高能耗的运输方式。当必须采用汽车运输时,应该想办法尽量减少能耗。在运输系统确定后,汽车运输的能量消耗和发动机的效率有直接关系。而发动机的工作效率曲线中有一个高效率区,要想节省能源,应该使发动机在高效率区工作。因此,发动机的高效率区也就决定了经济合理的汽车运行速度范围。所谓选取经济合理的运行速度实际上就是要使发动机在高效率区工作,以节约能源。

4 电机车运输系统一般都是采用电机车在前端牵引列车前进的方式,当需要列车返回时,或者摘掉挂钩,调车后再重新挂钩反向运行,或者是采用环形运输线路。这两种方式都会因为调车过程或者环行线路上的运行而消耗能量。如果采用头尾双机牵引方式,则可以避免调车过程或者环行运行所多运行的距离,提高运输效率和节能效果。

5 合适的轨道规格和参数,能够与电机车和矿车实现最好的匹配,减小列车运行时的磨损、出轨事故等,提高运输效率,减少能

量损耗。

6 输电线路上的能量损耗与线路上电流的平方成正比。当电压从250V提高到550V时,电流降低到原来的45%,线路损耗为原来的20%。当输电线路较长时,线路损耗的能量是非常可观的。因此,要尽可能降低能量消耗,就要采用较高的输电电压。

7 运输车辆的清扫在矿山生产中十分重要,如果矿车粘结严重,不但影响运输效率增加能量消耗,而且会影响到生产任务的完成。矿车粘结减小了矿车的有效容积,增加了矿车的实际自重,使得单位矿石运输的能量消耗大大增加。因此,设计中要认真考虑矿车清扫问题。

8 采用整体道床主要是为了减小运输线路上轨道的变形,使运输设备减小磨损和额外的能量损失,提高运输效率和能源利用效率。

3.2.6 对矿井通风系统节能设计说明如下:

1 矿井通风系统选择合理与否,不但影响坑内作业条件,而且与矿井生产的能源消耗直接相关。在一般情况下,通风系统能耗约占全矿综合能耗的15%~20%。通风系统设计应严格遵循安全可靠、基建投资小、能耗低、通风效果好和便于管理的原则。在选择通风网路时,应进行多方案比较,选择通风阻力最低的通风网路。

2 分区通风系统是将全矿建成若干个各自独立或相对独立的通风系统。其适用条件如下:①坑内开采矿体较多而相距较远时;②矿体走向长度大,计算通风阻力较大时;③矿石或围岩具有自燃危险,需要分区反风或需要采取分区隔离的矿山;④通风线路长或网络复杂的含铀金属矿山;⑤有特殊要求需要分区通风的矿山。

3 多级机站通风系统最近已广泛应用于金属矿山坑内通风系统设计,特别对于通风网路和通风系统比较复杂的矿井,多级机站通风系统的节能效果明显。

4 通风系统是一个复杂的系统工程,为使风流有序流动,防止风流短路和漏风,提高风流有效利用率,在通风线路上需设置风门、调节风门、风桥、风窗、风墙等通风构筑物。

5 与通风线路有联系的弃用的井巷、老窿、采空区和硐口等必须严密封闭,可减少风流漏风、短路和防止对风流的污染,提高风流有效利用率。

6 矿井通风阻力与通风井巷净面积的立方成反比,可见断面大小对通风阻力的影响,特别是主要回风井和进风井对风机的功率影响巨大,因此井巷工程断面设计,其风速不仅满足安全规程对其风速要求,还要按通风经济断面加以考虑。经济断面确定方式由技术经济比较确定。

7 现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 中 6.4.2.2 规定:“矿井通风系统的有效风量率,应不低于 60%”。对于矿井通风系统来说,经入风系统送到各作业点,清洗烟尘,达到通风目的的风流称为有效风流。未经作业地点,而通过采空区、地表塌陷区以及从不严密的通风构筑物的缝隙直接渗入回风道或直接排出地表的风流称为漏风。矿井有效风量率是全矿各作业地点和硐室的总有效风量与扇风机工作风量之比。

9 矿井通风量,矿山不同作业时段变化较大,井下集中放炮时段,需风量最大,一般作业时段风量可减小;白班风量较大,晚班风量较小。通过主扇和辅扇调速电动机转速调整,可使风量随需要变化,达到节约能源的目的。

11 在调查中发现,很多矿山对通风构筑物缺少管理或管理不够,往往不按要求设置风门或其他构筑物,或者设置了风门不加以管理,造成漏风的地方很多,需要通风的地方没有风流,有效风量利用率很低,根本达不到 60% 的基本规定。要保证矿井的通风效果,很大程度上取决于通风构筑物管理,应派专人负责检查、维修,使其保持完好状态。

12 设计阶段绘制全矿通风系统图对通风系统管理和调节是

十分必要的。通风系统图为轴测图(三维),现在由计算机软件完成制图工作。随着采矿作业线变动,采场和掘进工作面位置和数量的变化,通风系统图是不断变化的。设计阶段系统图应兼顾矿山投产初期(通风容易时期)和后期(通风困难时期)综合绘制。

13 对于自然风压较大的矿井,应在设计阶段就考虑自然风压的利用。

3.2.7 对矿井防排水节能设计说明如下:

1 地表陷落的矿山在雨季降水时或者有外部水源进入陷落区时,会有大量的水涌入坑内,不但造成排水能源消耗和费用大量增加,而且对坑内矿山的生产和安全构成严重威胁。因此,应该在陷落区的周围采用堵截或者引水措施,使得陷落区以外的降雨或者从其他水源来的水不能进入陷落区,减少经过陷落区进入坑内的水量,减少井下排水的压力,减少能源消耗并提高矿山生产的安全程度。露天转地下的开采方式,往往地下部分的开采就在原有露天坑的下面,露天坑内的水会从坑底通过缝隙进入井下,增加井下排水量和能量消耗。在露天坑内和坑底设截流排水设施,会减少井下排水压力和能量消耗,同样也会提高坑内矿山的安全程度。

2 自流排水方式是最节约能源也是最安全可靠的排水方式,只要有可能,就应尽量争取采用。

3 分段接力排水方式可以使各个不同涌水地点的涌水实现就近上排,排水高度最小,总的能源消耗最少。

4 本条排水措施与上一条意思相近,更强调的是对于涌水量大、水文地质条件复杂的矿井。涌水量越大,分段排水的节能效果越明显,水文地质条件复杂,出现突然大量涌水的可能性越大,采用分段排水可以降低最低中段的排水压力,降低排水负荷,降低能量消耗。

5 潜没式泵房中水泵的进水侧不是靠真空将水吸入泵腔,而是靠水仓中的水压将水压入泵腔。这种布置方式下水泵吸水管不

用设置底阀,因而也就不需要克服底阀阻力所消耗的能量。有条件时应该采用这种吸水方式。

6 排水系统的能量消耗中,除去排水的垂直高差决定了排水系统消耗的能量以外,排水管中的水流速度也是重要的因素之一。水流速度越快,水流与管路之间的摩擦阻力就越大,为了降低管路阻力造成的能量消耗,必须选择合理的排水速度。应按节能要求选择排水速度,一般在 $1.5\text{m/s}\sim 2.2\text{m/s}$ 之间,最大时也不宜超过 2.2m/s 。

3.2.8 对压缩空气系统节能设计说明如下:

1 空压机站尽量靠近使用地点的目的是缩短压缩空气管路的长度,减少管路损失,减少压缩空气输送过程中的漏气损失。当用气地点分散时,管路数量增多,线路增长,损失很大。在此情况下,采用移动式空压机,虽然设备效率没有大型设备高,但由于压缩空气输送管路很短,由此节省的管路损失、漏气损失是很可观的。综合衡量,采用移动式空压机节能效果更好。

2 压缩空气管网的总压降限制在空压机额定压力的 12% 或者 0.1MPa ,一方面是要降低管路的压力损失,另一方面是因为以压缩空气为动力的设备一般都是按照 $0.6\text{MPa}\sim 0.7\text{MPa}$ 的压力作为设备的高效运行区的,如果压缩空气源的压力过低,会大大降低设备的使用效率和工作效率,进一步降低压缩空气的能源使用效率。

3 同时开动的空压机能力和凿岩机耗气量应该匹配,如果空压机能力比压缩空气消耗要求大很多,势必有部分压缩空气在得不到合理应用的情况下,在空气压缩机中循环,生成热量损失掉。如果用气设备需求大,空气压缩机生产能力小,会造成系统中的压力降低,从而降低设备使用效率和能源使用效率。

4 常用压缩空气设备采用的压力都是 0.8MPa 以下,对于高压凿岩设备,常规的压力是不能满足要求的,如果不采取增压措施,凿岩设备的效率会大大降低,甚至无法工作,因而必须设增压

设备,保证高压设备的使用性能得到满足,从而避免不必要的能量消耗和使用效率的降低。

5 个别独立的作业地点离压缩空气管网的距离可能会比较远,如果设置压缩空气管路从管网中引入压缩空气,管路长度可能很长,造成使用过程中较大的沿程阻力损失。在此情况下,就不如另外设置 1 台移动式空压机,可以随着使用地点的变化而移动,使输送距离最短,降低阻力损失、漏风损失,降低能量消耗。

6 各种空压机的能量使用效率是不一样的,这和空压机的工作原理与结构有一定关系,和空压机的规格也有关系。实际选择时,应尽量选择非往复式空压机,空压机的规格不能过小。

3.2.9 对坑内破碎节能设计说明如下:

1 采用箕斗提升时,从箕斗的结构强度考虑,矿石的块度不能太大,否则影响箕斗的使用寿命,甚至使箕斗不能工作;从箕斗卸矿方式考虑,如果块度过大,箕斗有可能无法卸矿。因此,矿石块度大于箕斗设备的限制尺寸,就要设坑内破碎设施。

2 坑内破碎设备有各种不同的形式和原理,从节能的角度考虑,必须采用高效破碎设备,一方面能源使用效率高,另一方面设备能力大,生产有保障。

3 在破碎设备之前和之后,设置容积足够大的矿仓,可以对破碎设备的稳定给矿提供保障。如果矿仓过小,当采场出矿或者矿石运输系统出现问题,矿仓中矿石破碎完毕,破碎机只能空转或者停机待料。如果矿仓有足够大的容积,运输系统不能向矿仓中卸矿时,矿仓中的矿石可以供破碎系统工作较长时间,破碎机不用空转或者停机待料。破碎机长期满负荷运行,可以提高设备运转效率,节约能源。

4 振动设备是节能效果比较好的设备,采用振动设备均匀给矿,不但在给矿环节实现节能,也改善了破碎机的工作状态,使其处于比较理想的稳定工作状态,实现较高的工作效率。

3.2.10 对充填系统节能设计说明如下:

1 充填倍线降低,就意味着节约能源。如果需要采用泵送充填,降低了充填倍线,就是缩短了管路长度,直接减少了管路损失。如果通过降低倍线,使得原来需要采用泵送充填的系统可以实现自流充填,则不但降低了能量消耗,而且简化了充填系统,降低建设投资。

2 在各种充填方式中,水砂充填是耗能最高的。一方面是由于充填过程中大量的水随着砂石一起充填到井下,然后再与砂石分离,重新排出地表,另一方面,由于水砂充填系统中的砂石沉降速度非常快,为了避免管路堵塞,水砂在管路中的流速非常高,水砂与管壁之间的摩擦严重,阻力损失非常大,造成严重的能源浪费。

3 废石充填主要是利用开拓和采准中的废石进行充填。在不考虑废石充填系统时,一般将废石提升到地表。如果不建立坑内废石充填系统,将废石先提升到地表后再想办法送到井下充填,就造成了充填废石的反向运输。如果能够做到废石不出坑,直接从掘进地点送到充填采场,将会大量节约充填系统消耗的能源。

4 充填料浆浓度不同,要求料浆在充填管路中的流速不同,需要从坑内排除的充填料浆溢流量也不同,因而消耗的能量也不同。高浓度充填料浆中含水量相对较少,充填料中的颗粒沉淀速度比较低,可以选择更低的流速,因而输送过程中的能量消耗低,同时由于减少了充填料浆溢流量,减少了排水的能量消耗。如果能够实现自流输送,节能效果会更明显。

5 在采用尾砂充填方式时,充填工艺本身和充填体凝固后的性能决定了充填料浆的浓度必须高于某一临界值。低于此临界值时,充填工艺本身无法实现。为了降低充填系统的能耗,在高于此临界浓度的条件下,应该采用较低的浓度,这样,就可以既保证充填工艺的实现和良好的充填效果,又实现节约能源的目标。

6 采用混凝土充填时,如果能够靠充填骨料的自重将其送到

制备地点,将能够完全省去这部分输送能耗。如果在地面制好混凝土再送到井下,在实际工作中将会很困难。采用管路输送会造成管路堵塞,系统不通。采用罐笼下放,则效率低下,耗能很高。

7 采用泵送充填系统时,降低管路沿程损失是降低能源消耗的重要措施。除此之外,只能在设备的工作效率上做工作。

3.3 露天开采综合能耗指标

3.3.1 该条以公式的形式给出了露天开采单位矿石综合能耗指标和露天开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标之间的换算关系,从采矿工业的特点出发,并根据影响露天开采能源消耗的主要因素设置了调整系数,科学合理,具有较强的先进性、实用性和可操作性。

3.3.2 本条为强制性条文。规定了有色金属露天开采矿山新建和改扩建工程项目单位矿石基准(可比)综合能耗指标,对能耗级别做出明确的限制。

我国有色金属露天开采矿山数量少,可依据的资料不全。本规范编写过程中,重点对有代表性的露天矿山进行调研,以某大型露天矿 2005 年、2006 年、2007 年三年统计数字平均值 0.82kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$ (其中包括电力、煤、柴油、水的能量统一换算成标准煤)为依据,确定大型矿山一级能耗指标为 0.82kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$,能耗指标级别按 1.2 系数递增,确定大型矿山能耗二级指标为 0.98kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$,三级指标为 1.18kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$ 。

由于大型矿山采用大型钻机、大型电铲、大吨位汽车,综合能耗比中小型矿山低很多,本次采用按 1.15 系数递增方法,确定中型矿山一级能耗指标为 0.94kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$,二级能耗指标为 1.13kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$,三级能耗指标为 1.36kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$ 。小型矿山一级能耗指标为 1.08kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$,二级能耗指标为 1.30kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$,三级能耗指标为 1.56kg 标准煤/ $t_{\text{矿}}$ 。采用 1.15 系数的依据:有色金属露天矿以汽车运输为主,柴油耗能占矿山综合能耗约

70%,小型矿山采用10t以下卡车,柴油单耗为 $0.13\text{kg}/(\text{t}\cdot\text{km})$,中型矿山采用20t~30t卡车,柴油单耗为 $0.11\text{kg}/(\text{t}\cdot\text{km})$,大型矿山采用100t~154t卡车,柴油单耗 $0.09\text{kg}/(\text{t}\cdot\text{km})$ 。

根据现行国家标准《综合能耗计算通则》GB/T 2589—2008关于产品的定义:“产品是指合格的最终产品和中间产品”,矿山开采的矿石作为产品单位比较合理,采出的废石(露天和地下)不作为产品。原中国有色金属工业总公司1986年颁发的《有色金属工业节能设计技术规定(试行)》(以下简称1986年《规定》)中露天开采以矿岩为单位计算能耗指标,本次编写改为以矿石为单位计算能耗指标。以采出矿石为单位的能耗指标必须考虑露天剥采比系数 K_1 。当剥采比(t/t)为1时,剥采比系数为1;剥采比(t/t)为0.5时,剥采比系数为0.75;剥采比(t/t)为2时,剥采比系数为1.5,剥采比(t/t)为3时,剥采比系数为2。剥采比系数等于剥采比值+1之和除以2。

为提高我国有色金属矿山露天采矿能源利用效率,改进能源利用结构,增进技术进步,改善露天采矿装备,提高有色金属矿山露天开采设计水平,将露天开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标定为强制性条文。露天开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标基于调查统计数据,并综合考虑了影响能耗的各种关键因素,具有合理性与可操作性。

3.4 露天开采单项能耗指标

3.4.1~3.4.4 露天矿单项能耗指标包括穿孔、装载、运输、辅助作业4项,其中穿孔按空压机耗电计算,装载作业以电铲直接耗电为主,运输以汽车消耗柴油为主,辅助作业以耗电为主。露天穿孔、装载、辅助作业能耗指标为设计指标,与实际调查指标相近。运输作业能耗指标按 0.1kg 柴油/ $(\text{t}\cdot\text{km})$,换算成标准煤(1×1.4571),再换算成千瓦时(1×8.14),运输距离按2km,剥采比(t/t)按1计算并校正得出。

3.5 地下开采综合能耗指标

3.5.1 该条以公式的形式给出了地下开采单位矿石综合能耗指标和地下开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标之间的换算关系,从采矿工业的特点出发,并根据影响地下开采能源消耗的主要因素设置了调整系数,科学合理,具有较强的先进性、实用性和可操作性。

排水能耗 D ,在计算公式中单独列出,考虑各矿山涌水量和排水高度相差太大,因此排水能耗相差太大,根据18个矿山统计资料,矿山平均排水能耗为 $7.26\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,最大排水能耗为 $44.25\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,最小排水能耗为 $0.93\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,相差48倍,因此在计算综合能耗时,按实际资料进行计算。

3.5.2 本条为强制性条文。规定了有色金属地下开采矿山新建和改扩建工程项目单位矿石基准(可比)综合能耗指标,对能耗级别作出明确的限制。地下开采基准(可比)能耗指标按设计规模划分为大、中、小三种类型,每种类型各划分一级、二级、三级能耗指标。

1 大型矿山能耗指标确定。

大型矿山系指矿山生产能力大于100万 t/a 的有色金属矿山,本次共调查6个大型矿山,平均能耗指标为 $14.95\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ (不包括排水能耗)。经分析研究,确定地下开采一级基准能耗指标为 $15\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,能耗级差系数按1.2考虑,二级能耗指标为 $18\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,三级能耗指标为 $22\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 。同1986年《规定》原大型矿山二级能耗指标 $27\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,三级能耗指标 $32\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 比较,分别减少了 $9\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 和 $10\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,分别降低了33%和31%(注:1986年《规定》无一级能耗指标数据)。

2 中型矿山能耗指标确定。

本次调查中型矿山13个,矿山生产能力在30万 t/a ~100万 t/a 范围内,平均综合能耗(不包括排水能耗)指标为19.55

$\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 经分析研究确定地下开采一级基准能耗指标为 $18 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 按级差 1.2 系数, 二级和三级能耗指标分别为 $22 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 和 $26 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 。同 1986 年《规定》原二级指标 $30 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 、三级指标 $36 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 比较, 分别减少了 $8 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 和 $10 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 分别降低了 27% 和 28%。

3 小型矿山能耗指标确定。

本次调查, 小型矿山统计资料很少, 无法确定其指标。按中型矿山一级指标乘以 1.2 系数得出小型矿山一级基准能耗指标为 $22 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 级差系数按 1.2 考虑, 得出二级能耗指标为 $26 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 三级能耗指标为 $31 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 同 1986 年《规定》原二级能耗指标 $34 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 、三级能耗指标 $41 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 分别减少了 $8 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 和 $10 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 分别降低了 24% 和 24%。

为提高我国有色金属矿山地下采矿能源利用效率, 改进能源利用结构, 增进技术进步, 改善地下采矿装备, 提高有色金属矿山地下开采设计水平, 将地下开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标定为强制性条文。地下开采单位矿石基准(可比)综合能耗指标基于调查统计数据, 并综合考虑了影响能耗的各种关键因素, 具有合理性与可操作性。

3.5.3 采矿方法对能耗指标影响很大, 影响面很广。有些是直接影响的, 如凿岩和出矿作业能耗指标。有些是间接影响的, 如提升、运输、通风、排水等。采矿方法系数 K_1 表示了各种采矿方法对能耗指标的影响程度。

3.5.4 矿井开采深度直接影响提升、排水和通风能耗。根据部分矿山统计资料, 提升能耗约占综合能耗(不包括排水)的 15%~20%, 以提升深度 500m 为基准, 深度为 1000m 时, 提升能耗指标增加约 1 倍, 约占综合能耗的 15%~20%, 以此推算, 提升深度每增加 100m 时, 对综合能耗影响为 2%~3%。

3.5.5 运输距离与运输能耗成正比例增加,按部分矿山统计资料, 坑内运输约占矿山综合能耗的 9%~10%, 若运输距离 3000m

时 $K_3=1$, 则运输距离 6000m 时运输能耗约增加 1 倍, 粗略认为增加运输能耗占综合能耗的 9%, 以此为基数, 确定运输距离每变化 1000m, 坑内运输影响系数 K_3 递变量为 3%。

3.6 地下开采单项能耗指标

3.6.1 坑内凿岩能耗指标为采矿作业常用的浅孔(YT-24)凿岩机和中深孔(YGZ-90)钻机在不同岩石硬度条件下, 每吨矿石消耗的设计指标。

3.6.2 坑内出矿能耗指标为不同型号的电耙和铲运机等出矿设备的设计指标。其中铲运机出矿能耗指标与 1986 年《规定》能耗指标接近, 电耙出矿能耗指标降低 40%~50%。

3.6.3 根据 19 个矿山统计资料,提升系统平均能耗为 $3.50 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 变动范围 $1.51 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 6.11 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 。经分析研究, 确定一级指标应不大于 $3.0 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 二级指标为 $3.0 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 4.5 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 三级指标为 $4.5 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 6.5 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 。

3.6.4 根据 19 个矿山统计资料,坑内运输平均能耗指标为 $2.01 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 变动范围 $0.61 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 5.11 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 。经分析研究, 确定一级指标应不大于 $1.5 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 二级指标为 $1.5 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 2.0 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 三级指标为 $2.0 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 4.0 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 。

3.6.5 根据 19 个矿山统计资料,矿山压风系统平均能耗 $4.99 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 变动范围 $1.26 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 8.00 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 。经分析研究, 确定一级能耗指标应不大于 $3.5 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 二级能耗指标为 $3.5 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 4.5 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$, 三级能耗指标为 $4.5 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 6.0 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 。

从统计资料看, 我国矿山压风系统能耗指标较高, 占综合能耗(不含排水)比重为 23%, 这是因为我国凿岩设备主要为风动设备, 能源利用效率低。应逐渐改用液压凿岩设备, 能耗指标将会大幅度降低。

3.6.6 根据 19 个矿山统计资料,通风系统平均能耗 $3.57\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,变动范围 $1.58\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 5.34\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,是变化范围最小的能耗指标。经分析研究,确定一级能耗指标应不大于 $2.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,二级能耗指标为 $2.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 4.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,三级能耗指标为 $4.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 6.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 。对比 1986 年《规定》原一级、二级、三级指标 $3\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 、 $4\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 、 $6\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 分别降低了 17%、25%、29%。

3.6.7 根据 18 个矿山实际调查资料,平均排水能耗为 $7.26\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,变化范围 $0.93\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 44.25\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,是矿山所有单项指标中,变化范围最大的指标。经分析研究后确定,一级能耗指标应不大于 $3.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,二级能耗指标为 $3.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 4.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,三级能耗指标为 $4.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 6.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 。该指标基本包括了多数矿山的指标。关于坑内涌水量很大的矿山,排水单位能耗应按实际资料进行设计,并加以说明。

3.6.8 根据 15 个矿山统计资料,充填系统平均能耗指标为 $1.43\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,变化范围 $0.51\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}} \sim 5.80\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 。我国采用尾砂胶结充填矿山比较普遍,由于采用充填料自流输送,所以充填系统能耗指标较小,一般均在 $1.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 左右。采用混凝土充填时,废石破碎工序、混凝土制备和输送工序均需消耗电能,因此,能耗指标高于尾砂胶结充填指标。

与 1986 年《规定》比较,尾砂充填原二、三级指标为不大于 $2\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 和不大于 $4\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 相比,本次指标分别降低了 25%、50%,与尾砂胶结充填原二、三级指标不大于 $4\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 和不大于 $6\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 相比,本次指标分别降低了 33%、42%。与混凝土充填原二、三级指标不大于 $3\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 和不大于 $4\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 相比,本次指标分别降低了 9%、18%。

3.6.9 坑内破碎一般采用粗碎,碎矿设备多用颚式和旋回破碎机,能耗指标较小,很多矿山没有统计资料,本次指标为设计指标。对比 1986 年《规定》指标,旋回式破碎机原一级、二级、三级指标值

$0.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 、 $0.7\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 、 $1.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,本次一级、二级、三级指标值,分别下降了 20%、14%、20%。对比 1986 年《规定》指标,颚式破碎机原一级、二级、三级指标值 $0.7\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 、 $0.9\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$ 、 $1.1\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{矿}}$,本次一级、二级、三级指标值,分别下降了 14%、17%、18%。

4 选 矿

4.1 一般规定

4.1.1 能源是人类生存发展的重要物质基础,节约能源已成为当今世界各国积极应对的行动,节能减排也是我国落实科学发展观的重要国策之一。选择选矿厂厂址时,在首先满足选矿生产工艺要求的前提下,同时要综合考虑供矿、取水、送电、尾矿处置和总图运输等工程建设条件,认真进行厂址方案比选,不能只看重建设投资的多少和经营费用的高低,而要把节省能耗同样作为方案决策的选项之一。

4.1.2 选矿厂设计工作中,必须充分利用地形,合理布置建(构)筑物和设备,减少施工的填、挖土石方量,减少物料的提升高度和运输距离,尽量使物料能够自流输送,达到节约能耗的效果。实践表明,当条件许可的情况下,采取依坡建厂比平地建厂节省能耗,如××铜矿选厂设计方案中,坡地建厂比平地建厂处理每吨原矿可节电 $2\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

4.1.3 “多碎少磨、能收早收、能丢早丢”是选矿企业长期生产实践的经验结晶和一贯坚持遵循的技术原则,是公认的节能高效措施。

据生产资料统计结果显示,破碎工序电耗仅占全厂电耗的 $7\%\sim 10\%$,而磨矿工序电耗一般占全厂电耗的 $40\%\sim 60\%$,部分选厂甚至达到 $65\%\sim 70\%$,可见磨矿工序是选矿厂的能耗大户。Bergstrom 的研究结果表明,碎矿机比磨矿机作用有用功的能量转换利用率高,也就是说在一定粒级范围内,破碎比磨矿的效能要高得多,碎矿工序因产品粒度减小而增加的能耗,比磨矿工序入磨粒度减小而节约的能耗要少。据国外报道球磨机给矿粒度由

-12.7mm 降低为 -9.5mm 时,磨 1t 矿石可节省电耗 $0.85\text{kW}\cdot\text{h}$ 。我国××铜选厂将入磨粒度由 -15mm 减小到 -10mm 后,生产能力提高 20% ,每吨原矿节电 $2\text{kW}\cdot\text{h}$;××铅锌选矿厂球磨机给矿粒度由 -18mm 增大到 -24mm 后,球磨机台时处理能力降低 12.7% ,每吨原矿的电耗增加 $1.72\text{kW}\cdot\text{h}$ 。上述资料表明,“多碎少磨”,适当减小破碎产品粒度,可降低磨矿工序能耗,有利于节省选矿厂整体能耗。

钨、锡、锑类选厂采用预选丢废、阶段磨矿、阶段选别流程,在不同粒级段及时选出合格产品并排除最终尾矿的流程;铜、铅、锌类选厂采用粗磨后先丢弃尾矿,再对粗精矿再磨再选或粗磨后产出合格精矿,对中矿再磨再选的流程,都体现着“能收早收、能丢早丢”的技术原则,节省了磨选设备和送浆砂泵,当然也就节省了能耗。

4.1.4 近些年,国内外新建的选矿厂,选矿设备正向大型、高效、节能的方向发展,特别是大型化趋势十分明显。目前世界上最大的半自磨机规格为 $13.4\text{m}\times 7.9\text{m}$,我国运行最大的半自磨机规格为 $8.8\text{m}\times 4.8\text{m}$;国外投入生产的最大规格浮选机容积已达 300m^3 ,国内单槽浮选机容积可达 200m^3 。

使用大型设备,可以减少生产系列和总的装机容量,提高设备效率和劳动生产率,是选矿厂节能的有效途径。云南省××铜铁矿一选厂,一期、二期工程规模相近,磨选工艺流程相同,一期工程按两个系列设计,二期工程按一个系列设计,结果二期工程较一期工程磨选每吨原矿节电 $2.7\text{kW}\cdot\text{h}$;该矿一选厂和二选厂处理矿石性质近似,采用工艺流程相同,只因一选厂是三个系列生产,浮选机最大规格为 16m^3 ,二选厂是一个系列生产,浮选机最大规格为 40m^3 ,浮选工序处理每吨原矿电耗前者为 $5.78\text{kW}\cdot\text{h}$,后者为 $3.78\text{kW}\cdot\text{h}$,相差 $2\text{kW}\cdot\text{h}$,说明设备大型化节能显著。

设备高效大型化不可盲目追求,设备规格应与选厂规模、设备技术性能要求相适应。

4.1.5 相同条件下,由于工艺流程或支撑的技术水平不同,能耗相差甚大,选用先进节能的工艺流程和创新的技术是选矿厂重要的节能前提。同规模、同流程的选矿厂,如果选用设备不同,生产能耗便会出现差异,采用先进的、高效节能型选矿设备必然比普通老旧型设备节能省电,例如××铜选厂碎矿车间设计曾做过选用国产碎矿设备和山特维克碎矿设备的方案比较,获得的答案是国产设备方案总重 334t,安装功率 1060kW,引进设备方案总重 86.3t,安装功率 735kW,两者设备总重相差 247.7t,安装功率相差达 325kW。

积极推进技术进步,以质量求生存、图发展是设备制造企业的必由之路。在激烈的市场竞争中,设备更新换代步伐日益加快。选矿厂设计工作者要随时掌握设备产品动态,工程设计中不得采用国家明令淘汰的机电设备,以及设备性能等于或低于淘汰设备的机电产品。

4.1.6 随着计算机、通信、工业网络、自动化仪表数字化和智能化技术的发展,选矿工艺过程自动控制已从单纯的局部参数监测和简单控制,逐步向全局化、网络化、智能化、多层次主体控制的方向迈进。选矿厂实施自动化检测和控制,可以保证生产设备在最佳技术状态下运行,充分发挥其效能,达到预期的技术指标和能耗,这是选矿厂技术发展水平的重要标志,也是生产发展的必然方向。有条件的选矿厂,尤其是大型选矿厂设计,应实施系统性自动化检测和控制;一般选矿厂也应对关键作业实现局部自动化检测和控制。

4.1.7 分期建设的选矿工程项目,应根据生产需要,统筹兼顾,分期建设和分期投入使用,以实现设备合理的利用率及负荷率,尽量避免“大马拉小车”造成生产初期的能源浪费。

4.1.8 选矿厂车间设备配置设计中,应从节约能源的理念出发,在满足生产工艺和方便管理操作的前提下,遵循简化、优化的原则,尽量安排合理的位置缩短砂泵站、压气站管线长度,减少其管

路压头损失,降低设备能耗;尽量将车间变配电所靠近选厂能耗大户磨矿车间,减少供电线路的电能损失。

4.2 选矿节能设计

4.2.1 对碎矿筛分工序设计说明如下:

1 据碎矿产品最佳粒度研究文献指出,破碎与磨矿消耗总能量最少、效率最高的碎矿产品粒度为 $-(9\sim 12)\text{mm}$,并在选矿厂实践中得到证实。国外选矿厂碎矿产品粒度通常为 -12mm ,有些甚至达到 9mm 以下。国内近几年新建、改扩建及设备更新的选矿厂纷纷选用先进高效的细碎型或超细碎型碎矿机后,已将闭路碎矿产品粒度由 -15mm 下降至 $-(10\sim 12)\text{mm}$,因此,闭路碎矿产品粒度控制在 -12mm 是能够实现的。当然,破碎产品粒度也要与磨矿(如第一段为棒磨)和选别(如重介质或跳汰预选)工艺相协调,选择最佳的经济粒度。

2 自 20 世纪 90 年代以来,随着碎矿设备的结构改进,新型材料和自动化控制技术的发展,高效能的设备不断涌现,为碎矿工艺节能降耗创造了良好条件。某设计规模 4500t/d 的铜选矿厂进行过采用山特维克矿机和传统矿机组成三段一闭路碎矿流程的方案比较,以可比设备计算,前者设备总重 65t,安装功率 625kW,后者设备总重 364t,安装功率 1000kW,无论是设备重量还是安装功率都显示出巨大的差异。某设计规模为 1500t/d 的铅锌选矿厂,在产品粒度相同的条件下,采用传统的矿机需三段一闭路碎矿,选用美卓矿机则两段一闭路即可保证,前者可比设备总重 154t,安装功率 510kW,后者可比设备总重 18t,安装功率 207kW,高效设备的优越性非常明显。

高压辊磨机是新型超细碎设备,特点是兼有细碎和粗磨矿功能,破碎比大,产品粒度不大于 3mm ;结构简单紧凑,质量轻,占用空间小;自动化程度高,运转稳定可靠,噪声低,工作环境较好;与传统碎磨工艺相比,总能耗降低近 $20\%\sim 30\%$,节能效果突出。

据报道,目前国内外投入运行的高压辊磨机已有数百台,但有选用意向时,务必采样送设备厂家开展半工业试验,并对厂家提供的设备规格和工艺流程建议,认真进行评估和方案比较后再作决策。

3 大、中型选厂宜设置中间缓冲矿仓,不仅有利于采用自动化控制和检测技术,还可以减少前后生产环节的互相影响,使中、细碎设备的给矿均匀,从而达到满负荷运转,提高设备的效率,减低碎矿能耗。

4 我国采用闭路碎矿流程的选矿厂绝大多数存在由于筛分设备效率低而使生产不稳定问题,影响碎矿系统的处理能力和最终产品的粒度,有时为使流程通畅,不得不放大检查筛分的筛孔,这是造成我国许多选矿厂闭路碎矿系统产品粒度偏大的主要原因之一。

要使闭路流程通畅并确保最终碎矿产品粒度和碎矿系统的生产能力,强化筛分作业是主要措施之一,除采用可靠、高效的筛分设备外,在设计中应正确采用预先筛分和增大检查筛分的有效筛分面积。当破碎含水量较高的泥质矿石时,中碎前一般应设置预筛分作业,预先筛分出矿石中的合格粒级,避免这部分合格粒级在闭路中恶性循环,引起细碎机事故,使碎矿过程中断。E·E·Serko 指出:当给矿中有 30% 以上的物料粒度小于破碎机排矿粒度时,采用预先筛分是合理的。增大细碎机检查筛分设备的有效筛分面积,提高筛分效率,最大限度分离出物料中的合格粒级,减小循环负荷,对保障闭路碎矿系统的正常运行和降低碎矿能耗都可起到良好的作用。

5 我国筛分设备在引进、消化、吸收、创新的基础上,近 10 多年来不断发展进步,从品种、规格、质量上讲,都上升到一个新的高度,并达到或接近世界先进水平。碎矿流程中筛分设备的选择要依筛分物料的特性、处理量和作业目标选用适应性强、性能稳定、分级质量好、安装功率小的设备。目前,在众多可选筛分设备中,YA 型、YKR 型圆振动筛因其规格系列化较齐全完整,便于选取,

故应用较广泛。

4.2.2 对磨矿分级工序设计说明如下:

1 选矿厂工程设计中磨矿细度的确定要以选矿试验资料为依据,通过方案比较选取最佳细度,力求选矿技术指标先进与节能省耗相统一。有用矿物嵌布粒度不均匀的矿石和易粉碎的矿石采用阶段磨选流程可以逐级分选单体解离的矿物,及时回收目的产品,避免有价矿物过磨而泥化损失,同时,往往因提前排出最终尾矿而大大减少粗精矿或中矿再磨再选量,有利于节约能耗。

2 当选矿试验室有能力时,应进行矿石功指数测定,为磨矿机的选择计算提供必要数据。

自磨(半自磨)技术如今在国外选矿厂已屡见不鲜,它可以简化选矿厂碎磨流程和设备,节省投资和降低运营费用,减少磨矿介质碎粉给有色金属矿石浮选带来的不利影响,特别是避免了常规碎矿流程处理湿而粘的矿石易导致堵塞设备、流程不畅通的难题。但自磨机对矿石性质十分敏感,矿石的硬度、粒度、含水含泥量都会引起磨矿机效能的波动,因而,并非所有矿石都适合自磨(半自磨)工艺。尽管国内铁矿、金矿和铜矿亦有一些选矿厂应用自磨(半自磨)技术取得成功,然而整体技术水平与国外相比,差距仍很大。要提醒的是,即便矿石性质宜于采用自磨(半自磨)工艺的选矿厂,亦务必慎重对待,认真与常规碎—磨工艺展开技术经济方案比较;同时,为了保障自磨机正常有效地工作,进行半工业试验,甚至工业试验,确定最佳的工艺条件和设备参数亦总是很必要的。

3 磨矿分级回路中闭路分级设备主要是螺旋分级机、水力旋流器和细筛。螺旋分级机分离粒度范围较宽,分级效率一般不超过 40%;水力旋流器适于分离 0.2mm 以下的物料,分级效率通常为 60%~70%;细筛分级粒度下限在 0.25mm 左右,分级效率最高可达 80% 左右。

根据芬兰海诺宁教授的研究认为,如果分级设备效率从 50% 提高到 80% 时,可使球磨机磨矿效能提高 25%,电耗减少 20%,

同时相应提高分级产品的溢流浓度,有利于选别作业。国外选矿厂第一段磨矿采用细筛分级,第二段磨矿采用水力旋流器分级,早已司空见惯。我国有色金属矿山,将水力旋流器用于各类选厂细磨分级回路已很普遍,而粗磨作业配置细筛闭路则在重选厂早已有之。由于国内直线振动细筛、高频振动细筛不断创新发展,钨、锡、铁矿选厂应用细筛的实例日益增多,这对推动各类选矿厂采用细筛代替螺旋分级机将会起到促进作用。

4 多金属选矿厂,因回收产品种类多,选矿工艺流程复杂,通常会有数个粗精矿、中矿再磨作业。如果设备配置条件允许,磨矿分级设备靠近磨前选别作业或磨后选别作业布置,便有利于缩减压送矿浆的管道长度和砂泵扬程,降低砂泵的运输能耗。

5 改进磨机衬板的表面形状和材料机械性能是选矿生产降低能耗、钢耗,提高经济效益的措施之一。我国某铜矿采用橡胶衬板不但延长了易损件的使用期限,还降低了电耗,提高了作业率。磁性衬板的应用也取得了成功,国内某金矿选厂曾在两台 $\Phi 1500 \times 3000$ 型球磨机内使用 GSQ-11 衬板,与高锰钢衬板对比分析表明:按相同运行时间对比,衬板消耗费用减少 50%,球磨机容积增加 0.4m^3 ,每天增加处理量 30t,磨矿细度提高 2.7%,钢耗下降 10%,球磨机节电 7.7%。

高碳 Mo-B 系贝氏体低合金耐磨钢具有良好的耐磨性能,是高锰钢衬板的最佳替代品。该种合金耐磨钢不含贵重元素,生产成本较低,寿命比高锰钢衬板延长 50%~60%。

钢球、钢棒改用锻钢或合金钢制作,可提高介质的耐磨性能。目前合金钢球价格虽较贵,但由于其耐磨性能好,消耗量低,碎球量比其他材质少,磨矿效率高,对节能、降低生产成本都是有益的。

磨矿介质的对比对磨矿机的磨矿效率有着重要影响,合理的介质参数是磨矿设备高效低耗的前提。某铜矿选厂应用“精确化装球法”,通过作图分析添加钢球,经半年生产考核,结果在磨矿机产能提高 18.5%、产品细度提高 6%、精矿品位和回收率双提高的

状态下,球耗下降 16.7%,电耗下降 18.4%,效益十分明显。

4.2.3 对选别工序设计说明如下:

1 技术先进的选矿工艺对选矿厂节能至关重要。选矿厂工程设计前,应采取有代表性的矿样,认真开展选矿试验研究,根据试验报告,通过包括能耗指标在内的多方案比选,择优确定选别方法和选矿工艺流程结构。

2 复杂的多金属矿和难选氧化矿的处理总是选矿领域中备受关注的课题,一直是选矿科研界的主攻目标,我国选矿科技工作者通过坚持不懈、求实创新,已先后推出了不少成功的范例。

××大型钨、铋、钼、萤石复杂多金属矿,矿物种类多,共生关系复杂。该矿积极与国内知名科研、设计单位共同协作攻关,在应用独创的以螯合捕收剂为核心、钨铋钼主干综合全浮选新工艺的基础上,采用大型球磨机单系列生产、主干系列浮选柱代替浮选机、黑白钨分离精选前不加温脱药、精矿脱水选用陶瓷盘式真空过滤机和粉体干燥机等先进技术,大大节省了建设投资,减少了装机功率,降低了生产能耗,节约了生产成本。

氧化铅锌矿是我国重要的矿产资源,由于多数矿石伴生矿物种类多,且嵌布粒度细、泥化状态严重,回收利用较为困难,但也有些选矿厂针对自身特点,在技术上实现了新的突破。××铅锌矿采用原矿洗矿,矿泥单独处理的重—浮联合工艺,有效地避免矿泥对氧化铅锌矿物浮选的不利影响,从而获得提高选矿技术指标和降低药耗、节省能耗的效果。××氧化铅锌矿采用硫化钠—胺的乳浊液浮选氧化锌,既简化工艺流程又减少动力消耗。××氧化铅锌矿采用重介质预选—浮选联合流程,结果扩大了选厂生产能力,缩短了浮选流程,且药耗和能耗双降低。

××锡业集团长期以来面对难选矿石日益增多的现实,开辟选矿厂在合理产出锡精矿的前提下,适量产出含锡富中矿送冶炼烟化工艺处理和产出锡贫中矿送冶炼厂氯化挥发工艺回收的选冶联合新途径,技术水平位居国际锡行业前列。××氧化铅锌矿采

用反浮选,将槽中含锌中矿送烟化炉处理,亦很令人满意。

3 多金属选矿厂应就回收的金属品种、产品质量等级对流程结构、技术经济指标和能耗的影响进行论证,选择资源利用率高、技术经济指标好、能源消耗低的产品方案。

由于钨、锡多金属选矿厂涉及的选矿方法多,选矿工艺流程复杂,当粗精矿产量少时,精选设备很难满负荷运转,因此,选矿厂普遍采用产出粗精矿(毛精矿)送精选厂分选的方式,达到简化工艺流程、节省能耗的目的,我国广西、江西和广东等省区均有这样的生产实例。

4 对废石率较高的矿石实施预选抛废富集,可大大减少矿石的磨选量,大量降低磨选工序能耗,同时也为矿山采用高效采矿方法,调整边界品位,充分利用矿产资源创造有利条件。

我国石英脉黑钨矿山都把手选、光电选或重介质选矿等预选富集工艺作为选矿厂的重要生产环节,预选排废率低者约35%,高者超出70%。锡石多金属矿山,采用重介质旋流器预选,生产效果亦很不错,如××锡选厂,重介质预选丢废石为原矿的40%左右,重介质选矿年电耗2160kW·h,磨选工序年节电3780kW·h,结果是预选能使全厂电耗削减1620kW·h。××硫化锑矿选厂采用手选+鼓形重介质选矿机预选工艺,手选原矿除废率40%~45%,重介质分选作业丢废率40%~43%,进入磨选流程的矿量只有原矿的30%上下,其重介质选矿工序每吨原矿电耗仅0.97kW·h,而磨选工序电耗却高达每吨原矿18.69kW·h,节能效果显而易见。氧化铅锌矿亦有应用重介质预选的生产实践,如两个不同的氧化铅锌矿选厂分别采用重介质圆锥分选机和重介质旋流器预选,排废率均在30%~40%,有效地扩大了选厂规模,特别是由于排除大量较矿石难磨的废石,从而使磨矿机单位生产能力提高近15%。

我国所有砂锡矿选厂都有完善而强化的原矿制备系统,来自采矿场的原矿,首先用水力条筛破碎泥团和隔除大块废石后贮存

备用,然后经过调浆送水力旋流器脱除难选细粒矿泥,可将磨选系统的处理量减少到原矿的30%~35%,并进一步通过筛分和分级,实现粒级归队,粗砂入磨,细砂入选,达到精减磨选设备,节省能耗,降低成本的目标。

5 精矿品位和回收率是选矿厂重要的两大技术指标,亦是评价选矿厂技术水平的主要依据。在一定技术平台上,想要进一步提高精矿品位和回收率,就意味着要扩展生产流程结构,增加设备,增大能耗,因此,在确定精矿品位和回收率指标时,应贯彻节能方针,寻求高指标与低能耗协调统一的最佳结合点。

6 大型选矿厂的浮选系统,选别作业的机组方案较多,有单一的充气式机械搅拌浮选机组或自吸气式机械搅拌浮选机组,有首槽为自吸浆式机械搅拌浮选机和直流槽为充气式机械搅拌浮选机或自吸气式机械搅拌浮选机的混合机组,有浮选机和浮选柱组成的联合机组等等。无论何种机组形式,能耗都不完全取决于选别设备本身,辅助生产的泡沫泵的多少,鼓风机大小都对能耗指标有着直接影响。生产中泡沫泵的数量与工艺流程的复杂程度和浮选设备配置技术条件有关,鼓风机大小与处理量、矿石性质(类型、粒度)和环境气压条件有关。同一选别系统,采用不同的选别机组,不仅选别设备能耗不同,其辅助生产设备的能耗也很不一样。因此,选别设备方案论证时,应将泡沫泵和鼓风机的能耗与选别设备的能耗同时纳入比较。

7 中、小型自吸浆式机械搅拌浮选机系列化程度高,且与充气式机械搅拌浮选机相比,同规格设备的安装功率大致相近;不需要外部压气充气设施,简化了生产系统;浮选机组可以水平配置联结,车间整齐、美观、紧凑,方便生产操作;中矿返回不用砂泵提升,设备排列组合灵便,工艺流程复杂的中、小型选矿厂,选用自吸浆式机械搅拌浮选机组可以取得节能效果。

9 选别过程的工艺条件对选厂能耗有着直接影响,如提高浮选浓度或缩短浮选时间,可减少浮选机容积和数量,环境温度和气

压气量涉及供热与压风设备的规格大小及能耗。因此,选矿厂工程设计中要在满足生产工艺要求的前提下,认真研定节能型选别工艺条件参数。

4.2.4 对精矿脱水工序设计说明如下:

1 从目前国内各类有色金属选矿厂生产和设计的大量资料来看,由于陶瓷真空过滤机、压滤机的应用,精矿产品水分都能保持在12%以内,故确定精矿脱水后含水率小于12%是可行的。

高温干燥地区,精矿在运输过程中水分自然蒸发速度快,精矿产品含水率适当放宽亦是合理的。

2 早在1996年《中国节能技术政策大纲》中就要求推广精矿浓缩、过滤两段脱水工艺,淘汰精矿浓缩、过滤、干燥三段脱水工艺。随着脱水技术和脱水设备的革新进步,许多原来三段脱水的选矿厂,现已改用浓缩、过滤两段精矿脱水工艺,大大节约了脱水车间的能耗。

遇到精矿过细,矿浆过黏而两段脱水工艺无法满足精矿产品含水小于8%的用户要求,或选矿厂位于严寒地区,精矿水分过多会因冻结给贮存和运输带来困难时,采用三段脱水工艺也是允许的。

精矿容易脱水或精矿产量较少的选矿厂,可采用沉淀池、脱水筛、脱水仓、离心脱水机或过滤机等方法进行一段脱水。

3 选冶联合的大型企业,应就选矿厂精矿脱水流程、精矿产品水分含量、厂房布置、精矿输送方式与冶炼厂原料准备车间的设计一同进行技术经济及能耗指标的比较论证,择优选定方案。

4 絮凝剂和助滤剂在固液分离技术中深受国内外重视,并取得了较大进展。人工合成的聚丙烯酰胺类絮凝剂在固液分离生产过程中已被广泛应用。

美国已研究出生物絮凝剂,这是一个好的发展方向。研究结果表明:使用生物絮凝剂时絮团的形成非常迅速,并且易于沉降,可以获得比合成絮凝剂更快的沉降速度。

使用适宜的絮凝剂和助滤剂可提高浮选精矿浓缩和过滤设备效率,减少能源消耗。如××公司××选矿厂,在铅锌分离浮选精矿的脱水过程,添加聚丙烯酰胺絮凝剂,使精矿的沉降速度提高约6倍;××铜矿采用助滤剂DH-212进行过滤试验,滤饼水分可下降2%~3%(绝对值)。但在选用絮凝剂和助滤剂时,要注意经济性和供应的可靠性。

5 高效浓缩机适应性强,占地面积小,底流浓度高,溢流水质好。生产实践表明,不加絮凝剂的情况下,高效浓缩机单位生产能力比普通浓缩机高2倍左右,加絮凝剂则高4倍~5倍,设备运行能耗一般节约40%~60%。高效浓缩机在国内选矿厂中的市场份额正快速增大,类型和规格亦在不断满足用户的需求。

陶瓷真空过滤机自20世纪90年代问世,很快就以优异的性能将固液物料过滤脱水技术推向一个崭新的起点。国内选矿厂长期生产实践证实,陶瓷真空过滤机高效节能、工作可靠、经济环保,较传统盘式真空过滤机,突出的优势在于单位生产能力大3倍~4倍;能耗节省80%~90%;滤饼水分低到8%~12%;滤液清澈,金属流失很少;运营费用低,节约成本70%~80%;自动化程度高,运行平稳,管理操作便利;机体灵巧,机组简单,占用空间小,设备配置容易,维护工作量少;生产环境清洁,运行噪声低,安全无污染。经过这些年的应用和发展,陶瓷真空过滤机日益成熟和完善,现已形成多型号多规格的系列产品,在我国新老选矿厂精矿脱水车间推广应用速度之快前所未有,呈现出独占鳌头之势。不过,对于高海拔地区或者当精矿含钙、镁、铁离子或胶体成分过多,会对陶瓷真空过滤机效能有影响,可在方案比较中考虑选用压滤机或其他适宜的过滤设备。

6 利用地形条件实现浓缩机底流自流到过滤机,可节省矿浆扬送能耗;脱水车间与相关辅助生产设施近距离布置,便于生产管理和减少能耗损失。

4.2.5 对物料输送说明如下:

1 目前国产棒条式振动给矿机已经系列化生产,最大给矿粒度达到 1000mm。同铁板给矿机相比,棒条式振动给料机的优势在于具有对原矿预先筛分的功能,可减少粗碎设备的给矿量,尤其对含泥含水较多的矿石,可减少矿泥阻塞现象;能耗低,较同等生产能力的铁板给矿机节电 40%~50%;设备重量轻;基建投资省;容易采用变频器控制给矿量。棒条式振动给矿机在选矿厂设计中越来越受到欢迎和推广。

2 水力旋流器给矿泵节能的关键主要是减少扬送系统的总动力压头。因此,在设备配置上,要尽量缩小砂泵至旋流器的扬送高度和输送管道长度,并且在管路设计上要合理选取管径,减少弯头,采用光滑耐磨的管道,降低管路阻力耗能。

3 需要连续或经常调节的物料输送设备,如给矿机、砂泵、风机等机电设备采用变频调速装置,有利于保持生产过程的稳定,有利于提高设备运转的能源利用率。据现场生产反映,以砂泵为例,在变频调速状态下,节能约 25%~30%。

4.2.6 对尾矿工序设计说明如下:

1 尾矿输送系统单位能耗主要根据尾矿输送泵所需的矿浆总扬程来决定,因此,在选择先进高效设备时,还要根据临界管径及临界流速等关键输送参数,合理选取设计管径和设计流速并尽可能采用光滑(粗糙系数小)耐磨的钢管,降低管道的阻力损失及所需总扬程,从而降低设备的能耗。

2 在首先满足选矿生产工艺要求的前提下,尾矿库库址还应综合考虑供水、供电、总图运输等工程条件,认真进行库址综合方案比选。库址选择应力求距离选厂近,同时便于利用地形高程实现尾矿矿浆物料自流输送入库。如果尾矿矿浆物料不能实现自流输送时,不宜选用前期生产建设投资少,但经营费用高(能耗高)的方案,应把节约能耗作为方案比选的条件之一,贯穿在整个设计方案中。

3 在一定扬程范围内,输送主线泵如选用不同的泵型,其生

产能耗差异较大,因此针对不同的扬程范围合理选择相适应的泵型是降低能耗的有力措施。各扬程范围适用的泵型宜按表 4.2.6 选取。

4 尾矿输送泵站设置相应的变频调速系统,可提高输送设备的利用率和负荷率,有利于不同生产期(初期、中期、后期)保持输送系统的可靠性及稳定性。

5 分期建设的选矿厂工程项目,其所需对应的尾矿输送量、输送扬程在不同生产期变化幅度较大,尾矿输送系统应分期建设和分期投入使用,以提高其设备利用率和负荷率,减少生产初期的能源浪费。

6 提高整个系统的回水率,使进入生产流程的水资源最大限度地加以重复利用。目前尾矿库回水率达到 75%即可满足环保部门的要求,但多数生产企业在实际生产过程中根据其对水的需要,该值可提高至 85%~90%。

7 通过技术经济比选,尾矿输送尽量采用高浓度输送方案,具体措施可采用厂前浓缩回水,提高尾矿矿浆输送浓度、减少尾矿库尾矿澄清水回水量。

8 尾矿库常用回水方式分为库内及尾矿坝下游两大类型。前者又分浮船移动式、斜坡道回水、虹吸回水等方式,它们具有随库内水位不断上升可逐渐减少回水输送设备能耗的优点,尾矿坝下游回水为利用库内排洪设施将尾矿澄清水等排出库外,在坝下游设置回水泵站将回水回扬至选厂,它具有前期投资小,但使用期能耗高的特点。因此,通过方案比选,宜优先采用库内回水方案,降低使用期回水设备的能耗。

4.3 选矿能耗指标

4.3.1 对选矿厂选矿工艺综合能耗指标说明如下:

本条为强制性条文。选矿工艺综合能耗按工艺和生产需要分为破碎筛分、磨矿分级、选别、精矿脱水等四大部分,由于各矿种实

际情况差异较大,难以从单项强制要求能耗指标。为提高我国有色金属矿山选矿能源利用效率,改进能源利用结构,增进技术进步,改善选矿装备,提高有色金属矿山选矿设计水平,将综合能耗指标定为强制性条文。综合能耗指标基于调查统计数据,并综合考虑了影响能耗的各种关键因素,具有合理性与可操作性。

1 选矿厂工艺综合能耗指标的内涵。

众所周知,选矿厂因外部供水、排尾、机修以及气候原因是否供热等条件的不同,会造成同类水平的选厂能耗差距很大的现象,因此,本规范确定的选矿厂工艺综合能耗指标只包括破碎筛分、磨矿分级、选别和精矿脱水工序的能耗。

2 选矿厂规模与工艺综合能耗指标。

一般概念认为,大选厂比小选厂技术装备水平高,设备配套好,生产操作管理能力强,所以生产能耗指标应优于小选厂。然而,收集到的数据资料反映的结果并非完全如此。问题出自有的小选厂各方面都不比大选厂逊色,有的小选厂采用简化生产流程和缩减选矿设备的办法追求经济效益,有的小选厂生产环节机械化程度低而降低了能耗,这在钨、锡选厂更为多见。因而,本规范选矿工艺综合能耗指标不按选厂规模区分。

3 选矿厂工艺综合能耗指标的分类。

影响选矿厂工艺能耗指标的因素很多,金属种类、矿石类型、矿物组成及嵌布特性、碎矿工艺、磨矿工艺及产品粒度、产品类别和选别工艺、精矿脱水方法及难易度等都对综合能耗指标有着直接影响,若要将各项内容细化分类制定合理的能耗控制指标,是一件复杂而又困难的事。故本规范以“宜粗不宜细”的思路按主金属种类和矿石类型进行指标分类。

4 选矿厂工艺综合能耗指标的调整基准。

1986年《规定》的选矿厂工艺综合能耗指标一级为国际先进水平,二级为国内先进水平,三级为国内平均先进水平,而本规范的分级定位为一级是国内先进水平,二级是国内平均先进水平,三

级是国内平均水平,故指标调整时一级指标以原二级指标为基准、二级指标以原三级指标为基准进行调整,三级指标则参考原二级、三级指标增幅系数调整。

5 铜选矿厂工艺综合能耗指标。

硫化铜矿选厂工艺综合能耗指标:从本次收集到的36个不同地区、不同类型的硫化矿选厂来看,工艺综合能耗指标范围在 $20.0\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}\sim 40.0\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间,1986年《规定》制定时的调查数据则为 $23.5\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}\sim 49.1\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,用两者最好指标比较,目前指标较前指标降低了15%。1986年《规定》的工艺综合能耗指标表中“单一浮选”栏指标值是根据铜矿、铅锌矿的硫化矿选厂统计资料拟定的,铜选厂指标取小值,铅锌选厂取大值。所以,本次一级指标依原二级指标($26.0\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$)下调15%,确定为 $22\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$;二级指标依原三级指标($32.0\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$)也下调15%,确定为 $27\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$;三级指标则参照原二级、三级指标的增幅系数1.25调整到 $34\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

混合铜矿及氧化铜矿选厂工艺综合能耗指标:国内混合铜矿和氧化铜矿选厂的资料数量不多,数据较少,本次收集到的4个混合铜矿选厂工艺综合能耗指标为 $22.0\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}\sim 29.0\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,2个氧化铜矿选厂工艺综合能耗指标为 $43.0\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}\sim 45.0\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。1986年《规定》没有给出具体的混合铜矿和氧化铜矿选厂的分级能耗指标,本次考虑参照硫化矿指标比对调整,经分析研究后确定选矿厂工艺综合能耗指标均在硫化矿指标基础上乘以系数1.2调整,从而得出选厂工艺综合能耗指标一级 $26\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,二级 $32\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,三级 $41\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

6 钼选矿厂工艺综合能耗指标。

国内只有硫化钼矿选厂,从本次收集到的国内16个不同地区、不同类型的硫化矿选厂来看,工艺综合能耗指标在 $14.4\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}\sim 37.3\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间。1986年《规定》制定时没有钼选矿厂资料,综合能耗指标不好比对。本规范按前四名选厂的指标为一级

能耗指标标准,二级、三级能耗指标则分别用 1.25 的增幅系数调整,从而得出一级 $20\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,二级 $25\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,三级 $31\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

7 镍选矿厂工艺综合能耗指标。

国内镍选矿厂不多,仅为硫化矿选厂。从有代表性的 6 个选厂来看,工艺综合能耗指标为 $39.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 55.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间。1986 年《规定》制定时没有镍选矿厂资料,综合能耗指标不好比对。本规范经分析研究确定一级指标为 $42\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,二级、三级指标分别用 1.15 的增幅系数调整,即为二级 $48\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,三级为 $55\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

8 铅锌选矿厂工艺综合能耗指标。

硫化铅锌矿选厂工艺综合能耗指标:从本次收集到的国内 27 个不同地区、不同类型的硫化矿选厂来看,工艺综合能耗指标范围在 $22.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 45.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间,1986 年《规定》制定时的调查数据则为 $24.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 64.6\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,用两者最好指标比较,目前指标较前者指标降低 8%。本次规范的一级指标依原二级指标($32.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$)下调 8% 为 $29\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,二级指标依原三级指标($40.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$)下调 8% 为 $37\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,三级指标按增幅系数 1.25 调整为 $46\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

混合铅锌矿和氧化铅锌矿选厂工艺综合能耗指标:国内混合铅锌矿和氧化铅锌矿选厂数量相对较少,本次收集到的 6 个混合铅锌矿选厂工艺综合能耗指标为 $37.3\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 46.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,2 个氧化铅锌矿选厂工艺综合能耗指标为 $45.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 54.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。1986 年《规定》没有给出具体混合铅锌矿和氧化铅锌矿选厂的综合能耗指标,本次考虑参照硫化矿指标比对调整,经分析研究确定各级指标均在硫化矿指标基础上乘以系数 1.2 进行调整,从而得出一级 $35\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,二级 $44\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,三级 $55\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

9 锑选矿厂工艺综合能耗指标。

国内锑选矿厂很少,有硫化矿选厂和混合矿选厂,两类矿石综合能耗指标未表现出太大差异,收集到的 5 个有代表性的选厂工艺综合能耗指标为 $15.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 25.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。1986 年《规定》制定时没有锑选矿厂资料,综合能耗指标无法比对。本规范经分析研究确定一级指标为 $17\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,二级、三级指标分别按 1.25 的增幅系数调整后,二级为 $21\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,三级为 $26\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

10 汞选矿厂工艺综合能耗指标。

国内汞选厂资料较缺乏,现有 4 个有代表性的汞选厂工艺综合能耗指标为 $24.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 36.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。1986 年《规定》制定时没有汞选厂资料,综合能耗指标无法比对。本规范分析研究确定一级指标为 $26\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,二级、三级指标分别按 1.2 的增幅系数调整后,二级为 $31\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,三级为 $37\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

11 钨选矿厂工艺综合能耗指标。

国内钨选矿厂有三类,即黑钨选矿厂、黑白混合钨选矿厂和白钨选矿厂,其中以黑钨选矿厂最多。由于原矿性质导致三类选厂工艺流程完全不同,综合能耗指标差异极大。经分析研究认为综合能耗指标可按两类划分,一类是黑钨选矿厂,另一类是黑白混合钨和白钨选矿厂。

黑钨选矿厂工艺综合能耗指标:从本次收集到的 15 个黑钨矿选厂来看,工艺综合能耗指标在 $5.7\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 14.3\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 范围内。1986 年《规定》制定时没有黑钨选矿厂资料,综合能耗指标无法比对。本规范经分析研究确定一级指标为 $8\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,二级、三级指标分别按 1.4 的增幅系数调整后,二级为 $11\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$,三级为 $15\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

黑白钨及白钨选厂工艺综合能耗指标:目前只获知 2 个黑白钨混合矿和 1 个白钨矿选厂的资料,工艺综合能耗指标在 $21.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 37.4\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间。1986 年《规定》制定时

没有相关资料,综合能耗指标无法比对。本规范经分析研究确定一级指标为 $23\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, 二级、三级指标分别按 1.3 的增幅系数调整后, 二级为 $30\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, 三级为 $39\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

12 锡选矿厂工艺综合能耗指标。

国内锡选厂处理的矿石有硫化矿、氧化矿和砂矿三种, 因矿石性质差异很大, 选矿工艺随之不同, 工艺综合能耗指标差距甚大, 故分别制定工艺综合能耗指标。

锡石多金属硫化矿选厂工艺综合能耗指标: 从收集到的 11 个锡石硫化矿选厂来看, 工艺综合能耗指标在 $29.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 60.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间。1986 年《规定》制定时依据的资料来自 2 个锡石硫化矿选厂, 其综合能耗指标包括供水和尾矿设施的能耗。根据目前掌握的资料和现场调研信息, 感到原《规定》的工艺综合能耗指标需作下调, 经分析研究确定一级指标为 $38\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, 二级、三级指标分别按 1.25 的增幅系数调整后, 二级为 $48\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, 三级为 $60\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

锡石氧化矿选厂工艺综合能耗指标: 本次只获得 2 个锡石氧化矿选厂的资料, 其综合能耗指标是 $22.8\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 及 $27.8\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。根据现场调研信息和掌握资料, 感到 1986 年《规定》的工艺综合能耗指标有必要下调, 经分析研究确定一级指标由原《规定》的 $35.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, (原单一重选中二级难选指标) 下降到 $24\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, 二级、三级指标分别按 1.25 的增幅系数调整得 $30\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 及 $38\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

砂锡矿选厂工艺综合能耗指标: 从收集到的 7 个残坡积砂锡矿选厂的资料看, 其工艺综合能耗指标范围在 $10.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 17.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间。1986 年《规定》编制时依据的 8 个选厂综合能耗指标实际上包括了供水、尾矿设施的能耗指标, 故《规定》中的工艺综合能耗指标显然偏高。据现场调研信息和掌握资料分析研究后, 确定一级能耗指标为 $13\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, 二级、三级指标分别按 1.25 的增幅系数调整后, 二级为 $16\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, 三级为 20

$\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

4.3.2 对选矿厂单项工序能耗指标说明如下:

1 选矿厂破碎筛分工序单项能耗指标。

选矿厂破碎筛分车间所处的地形条件、原矿供矿方式、破碎筛分工艺流程、生产规模、矿石可碎性及设备选择等都影响着能耗指标, 但从收集到的国内 84 个选厂的统计资料分析可知, 生产规模对破碎筛分工序能耗指标的影响最为突出, 小选厂能耗指标高于大选厂; 工艺流程本来是影响能耗指标的重要因素, 然而实际结果是由于地形条件造成的设备配置不同, 胶带运输系统的能耗不同, 从而使得工艺流程的影响规律难以反映出来。所以, 本规范依生产规模划分破碎筛分工序的分级指标。

资料数据显示, 设计的能耗指标往往高于生产实际指标, 这是理论计算与实际生产不可避免的问题, 因此, 确定破碎筛分工序的能耗指标时应予以充分考虑。

为了贯彻“多碎少磨”的节能方针, 破碎筛分工序的能耗指标也应为此创造合理的前提条件。

同时, 研定破碎筛分工序的能耗指标时, 还考虑到新建和改扩建选矿厂采用高效能碎矿设备后, 有助于节约能耗的因素。

据 24 个处理能力小于 $600\text{t}/\text{d}$ 的小型选厂资料表明, 其破碎筛分工序能耗指标在 $5.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 以下者为 80%, 经分析研究认为小型选厂的破碎筛分工序能耗指标控制在 $4.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 比较适宜, 故确定一级 $3.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, 二级 $3.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, 三级 $4.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

据 36 个处理能力 $600\text{t}/\text{d} \sim 3000\text{t}/\text{d}$ 的中型选厂资料表明, 其破碎筛分工序能耗指标在 $4.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 以下者为 94%, 经分析研究认为中型选厂的破碎筛分工序能耗指标控制在 $4.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 比较适宜, 故确定一级 $2.6\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, 二级 $3.2\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$, 三级 $4.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

据 22 个处理能力大于 $3000\text{t}/\text{d}$ 的大型选厂资料表明, 其破碎

筛分工序能耗指标在 $4.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 以下者为 91%，经分析研究认为大型选厂的破碎筛分工序能耗指标控制在 $3.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 比较适宜，故确定一级 $2.2\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，二级 $2.8\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，三级 $3.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

2 选矿厂磨矿分级工序单项能耗指标。

收集到的 95 个国内各类选厂资料表明，磨矿能耗并非完全由磨矿工艺流程和磨矿细度左右，实际上主要与矿石种类和磨矿难易度相关联，所以本规范按矿石所属金属种类及矿石类型特点来划分磨矿工序的级别指标。

从铜、铅、锌、汞三种有色金属选矿厂的磨矿能耗统计资料看出，其能耗指标比较相近，故合并为一类，采用相同的能耗分级指标。据 31 个铜选厂磨矿能耗指标在 $8.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 21.2\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间；26 个铅、锌选厂的磨矿能耗指标在 $8.2\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 20.3\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间；3 个汞选厂的磨矿能耗指标在 $12.6\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 20.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间，经研定这类选厂磨矿能耗指标为一级 $12.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，二级 $17.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，三级 $22.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

钼选厂磨矿能耗指标据 6 个选厂资料反映为 $6.8\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 16.1\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间，以此研定这类选厂磨矿能耗指标为一级 $7.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，二级 $12.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，三级 $17.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

镍选厂磨矿能耗指标据 6 个选厂资料反映为 $18.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 23.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间，经研定这类选厂磨矿能耗指标为一级 $19.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，二级 $21.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，三级 $24.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

铋选厂磨矿能耗指标据 5 个选厂资料反映为 $8.1\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 12.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 之间，经研究确定这类选厂磨矿能耗指标为一级 $9.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，二级为 $11.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，三级为 $13.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

钨选厂磨矿能耗考虑到黑钨矿选厂和黑白混合钨及白钨矿选

厂截然不同，因此分别划分级别指标。据 14 个黑钨矿选厂资料反映磨矿能耗指标为 $1.3\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 5.3\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，以此研定这类选厂磨矿能耗指标为一级 $2.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，二级 $4.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，三级 $6.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。黑白混合钨及白钨矿选厂很少，据 3 个选厂资料反映磨矿能耗指标为 $9.2\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 16.4\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，以此研定这类选厂磨矿能耗指标为一级 $10.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，二级 $13.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，三级 $17.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

锡选矿厂中硫化矿选厂、氧化矿选厂和砂矿选厂的磨矿能耗指标区别较大，故分别划分级别指标。据 7 个硫化矿选厂资料反映磨矿能耗指标为 $11.3\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 20.2\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，以此研定这类选厂磨矿能耗指标为一级 $12.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，二级 $16.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，三级 $21.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。据 2 个有代表性的氧化矿选厂资料反映磨矿能耗指标为 $9.5\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 17.1\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，以此研定这类选厂磨矿能耗指标为一级 $11.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，二级 $14.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，三级 $18.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。据 6 个砂锡矿选厂资料反映磨矿能耗指标为 $2.6\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 9.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，以此研定这类选厂磨矿能耗指标为一级 $4.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，二级 $7.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，三级 $10.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

3 选矿厂选别工序单项能耗指标。

收集到的 110 个国内各类选厂资料表明，影响选别能耗高低的主要因素是金属种类、矿石类型和矿物的可选性，选厂产品的种数因不及矿石性质的影响强烈，故按产品种数区分选别能耗指标高低是找不到规律的。因此，本规范依金属种类及矿石类型来划分选别工序的级别指标。

从 32 个铜选厂的选别能耗统计资料看出，氧化铜矿和混合铜矿因可选性差，流程长，使得选别能耗指标比硫化矿高，所以本规范将铜选厂的选别能耗指标按两类划分。资料反映的硫化铜矿选别能耗指标为 $3.7\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}} \sim 13.6\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，以此研定这类选厂选别能耗指标为一级 $6.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ ，二级 $10.0\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}_{\text{原矿}}$ 。

$t_{\text{原矿}}$, 三级 $14.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。资料反映的氧化铜矿和混合铜矿选别能耗指标为 $11.5\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 18.5\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定这类选厂选别能耗指标为一级 $13.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $16.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $19.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。

从 27 个铅锌选厂的选别能耗统计资料看出, 氧化铅锌矿和混合铅锌矿的选别能耗指标相近, 硫化铅锌矿的选别能耗指标要比前者低许多, 故本规范将铅锌选厂的选别能耗指标按两类划分。资料反映的硫化铅锌矿的选别能耗指标为 $8.4\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 20.6\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定这类选厂选别能耗指标为一级 $10.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $15.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $20.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。资料反映的混合铅锌矿和氧化铅锌矿的选别能耗指标为 $15.4\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 31.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定这类选厂选别能耗指标为一级 $18.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $24.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $30.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。

钼选厂的选别能耗指标据 8 个选厂资料反映为 $3.4\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 12.9\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定这类选厂选别能耗指标为一级 $6.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $10.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $14.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。

镍选厂的选别能耗指标据 6 个选厂资料反映为 $11.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 21.8\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定这类选厂选别能耗指标为一级 $14.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $18.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $22.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。

锑选厂的选别能耗指标据 3 个选厂资料反映为 $4.4\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 5.9\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定这类选厂选别能耗指标为一级 $4.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $6.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $8.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。

汞选厂的选别能耗指标据 2 个选厂资料反映为 $8.5\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 11.9\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定这类选厂选别能耗指标为一级 $9.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $11.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $13.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。

黑钨矿选厂的选别能耗指标据 15 个选厂资料反映为 $2.9\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 9.1\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 黑白钨矿选厂及白钨矿选厂的选别能耗指标据 2 个选厂资料反映为 $8.7\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 16.7\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定选别能耗指标为黑钨矿选厂一级 $4.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级

$7.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $10.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$; 黑白钨矿及白钨矿选厂一级 $9.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $13.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $17.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。

锡石硫化矿选厂的选别能耗指标据 7 个选厂资料反映为 $11.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 29.9\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 锡石氧化矿选厂的选别能耗指标据 2 个选厂资料反映为 $9.5\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 13.4\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 砂锡矿选厂的选别能耗指标据 6 个选厂资料反映为 $3.7\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 11.7\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定选别能耗指标为硫化矿选厂一级 $20.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $26.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $32.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$; 氧化矿选厂一级 $12.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $15.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $18.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$; 砂锡矿选厂一级 $5.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $8.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $12.0\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。

4 精矿脱水工序单项能耗指标。

1986 年《规定》中所用的精矿脱水工序的能耗指标单位是 $\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{精矿}}$, 与其他能耗指标单位 $\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 不一致, 本次规范决定将精矿脱水工序的能耗指标也改为用原矿计量的单位表示。从收集到的 36 个国内各类选厂资料表明, 能耗指标的单位改变后, 虽然精矿种数对脱水能耗指标有影响, 但影响最大的是精矿性质(组分、细度)和精矿产量。考虑到以精矿性质细分指标势必非常繁杂, 因此, 精矿脱水的能耗指标只以选厂回收的金属种类来划分级别指标。

铜选厂精矿脱水能耗指标据 16 个选厂资料反映为 $0.2\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 2.04\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定铜选厂精矿脱水能耗指标为一级 $0.5\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $1.5\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $2.5\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。

铅锌选厂精矿脱水能耗指标据 13 个选厂资料反映为 $0.7\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 4.3\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定铅锌选厂精矿脱水能耗指标为一级 $1.2\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 二级 $2.8\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 三级 $4.5\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$ 。

钼选厂精矿脱水能耗指标据 3 个选厂资料反映为 $0.2\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}} \sim 4.2\text{kW} \cdot \text{h}/t_{\text{原矿}}$, 以此研定钼选厂精矿脱水能耗指标为一级

0.5kW·h/t_{原矿}, 二级 2.5kW·h/t_{原矿}, 三级 4.5kW·h/t_{原矿}。

镍选厂精矿脱水能耗指标据 5 个选厂资料反映为 1.6kW·h/t_{原矿}~3.7kW·h/t_{原矿}, 以此研定镍选厂精矿脱水能耗指标为一级 2.0kW·h/t_{原矿}, 二级 3.0kW·h/t_{原矿}, 三级 4.0kW·h/t_{原矿}。

锑选厂精矿脱水能耗指标据 3 个选厂资料反映为 0.5kW·h/t_{原矿}~2.3kW·h/t_{原矿}, 以此研定锑选厂精矿脱水能耗指标为一级 1.0kW·h/t_{原矿}, 二级 1.7kW·h/t_{原矿}, 三级 2.5kW·h/t_{原矿}。

黑钨选厂精矿脱水能耗指标据 7 个选厂资料反映为 0.4kW·h/t_{原矿}~1.3kW·h/t_{原矿}, 以此研定黑钨选厂精矿脱水能耗指标为一级 0.6kW·h/t_{原矿}, 二级 1.0kW·h/t_{原矿}, 三级 1.5kW·h/t_{原矿}。黑、白钨混合矿和白钨矿选厂精矿脱水能耗因暂无资料, 故本规范未确定其精矿脱水能耗指标。

锡石硫化矿选厂精矿脱水实际上是伴生回收金属的脱水, 其能耗指标据 3 个选厂资料反映为 1.2kW·h/t_{原矿}~2.5kW·h/t_{原矿}, 以此研定锡石硫化矿选厂精矿脱水能耗指标为一级 1.4kW·h/t_{原矿}, 二级 2.0kW·h/t_{原矿}, 三级 2.6kW·h/t_{原矿}。氧化脉锡矿和砂锡矿的精矿通常是自然沉淀脱水, 故不列能耗指标。

汞选厂因缺乏精矿脱水资料, 本规范未确定其精矿脱水能耗指标。

5 尾矿排放单项能耗指标。

1986 年《规定》无尾矿排放能耗指标, 现尾矿能耗指标为在不同场程下输送每吨尾矿固体量所需单位能耗。表中能耗值是根据收集到的 20 多个各类选矿厂尾矿输送资料统计分析得到的指标。

5 公用和辅助生产系统

5.1 一般规定

5.1.1 矿山工程节能设计, 不仅包括采矿、选矿等主要工程内容, 还包括供水、供电、供热、暖通、工业与民用建筑等公用工程内容。因此矿山总体工程设计, 如采选工艺方案确定、采选工业场地选择、总图布置时均应考虑供水、供电、供热、暖通、工业与民用建筑工程对主体工程的影响。

5.1.2 矿山辅助生产设施是为生产直接服务的设施, 如凿岩、出矿、运输设备的修理和设备的日常维护和保养。现在矿山设计, 凿岩机和铲运机修理设施一般放在井下, 地表坑口附近设坑口修理间主要从事矿车及电机车修理, 一般不设大中修修理厂, 设备的备品、备件及大修设施外委解决。

5.1.3 矿山生活福利设施是为采选工人直接服务的设施, 如坑口及选厂浴池、坑口及选厂食堂、更衣室、洗衣房及烘干房, 以及卫生间等, 其他生活设施一般不建。

5.1.4 按过去传统的办矿模式, 矿山除建设生产设施外, 还附属建设大批生活设施, 如居民区、医院、学校、托儿所、幼儿园、商店等, 生活设施的管理严重干扰和影响生产正常活动。现在的矿山设计和规划, 生活区应与生产区分开建设和管理, 将生活区尽量放在周边城镇建设, 不搞矿山小社会。

5.2 节能设计

5.2.1 对供、回水工序节能设计说明如下:

1 水源地宜尽量靠近厂址, 减少供水管线距离, 目前多数企业采用一段泵站供水至高位水池, 管长达到 10km~15km, 水泵扬

程达到 350m。

4 坑内排水一般为中性水,但浊度超过回用标准时,应经过净化处理后回用,酸性水应经过中和处理后回用。

5 选矿精矿回水、尾矿回水或尾矿厂前浓缩回水应全部优先分质回用,减少投资,提高水的利用率。

5.2.2 对电气专业节能设计说明如下:

1 高电压深入负荷中心供电,减小线路损失,提高供电质量,是电力设计的基本原则。在确定变(配)电所所址时,除应符合输电负荷距离、进出线走廊条件要求外,还应综合考虑高温、严寒、震动、粉尘、蒸汽、水雾、腐蚀性气体等环境影响,以及地质、地形条件是否可行等因素,并留有与生产发展相适应的扩建的余地;企业供电电压等级应根据企业生产规模、供电距离、负荷容量和电源电压等条件确定。

35kV 及以下配电装置采用室内配置有利于深入负荷中心的供电方式。110kV 配电装置采用 SE6 组合电器(GIS)也可采取室内配置方案;但相对敞开式分立元件配置造价高,需根据技术经济比较结果确定。

3 企业内部选用较高配电电压,有利于系统节能、减少变压级次和变压设备的重复容量。很多有色企业习惯于采用 6kV 配电电压,主要是受电动机电压的等级和传统观念的约束所致。根据国家的产业政策和节能要求,目前我国 10kV 级电动机已系列化大量生产,新建企业内部的配电系统不应再采用 6kV 配电电压。

低压配电电压宜采用 660V 或 380V,是针对有色企业传统上内部配电电压只习惯于 380V 一种配电电压的现状,提出多一种电压选择。针对大型有色矿山、选矿厂的各种采掘设备、风机、浮选机、泵类等设备,其单机功率一般较大、数量又多的现状,如仍采用 380V 电压系统,势必造成配电所数量的增加、线路电流大且损耗也大,因而线路截面加大;如将上述设备全部采用 660V 电压的电动机驱动,虽然初期投资多一些,但减小了线路电流,节能效果

明显,因此采用 660V 配电电压更为合适。对于照明和生活用电设施可另设 10/0.4kV 或 660/400V 变压器。

应当指出的是:煤炭企业采用 660V 低压配电系统,已有几十年的成功运行经验,其节能指标远远超过有色企业。

4 变压器是供配电系统中重要电气设备,运行时间长,空载损耗和负载损耗占供配电系统全部损耗的比重大。随着技术进步,变压器厂已生产出 S11 型低损耗变压器,以后还会生产出更新型的低损耗变压器,因此条文中未规定变压器型号。

确定变压器的最佳负荷率时,不仅应满足节能要求,而且还应综合考虑投资回报率、电价水平、变压器造价等因素,使其运行效率最高。因此负荷率不是选择变压器容量的控制条件。一般应充分利用备用变压器,如向一级、二级负荷供电的变压器采用两台时,应同时运行。

5 本条采用了 IEC 标准的规定和现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217—2007 中的规定。当电缆用于长期稳定的负荷时,按经济电流截面选择导体的截面有利于节约电能。

6 当干式变压器与配电设备同室设置在配电室内时,要考虑干式变压器发出的热量对配电室温度影响,必要时要设置通风机,增加了电能消耗。所以干式变压器置于独立的变压器室使其发热不影响配电设备,变压器室采用自然通风也不必设置通风机。

7 本条主要规定了按用电设备电压等级分区补偿、就地平衡的原则,补偿无功功率,以减少无功引起的有功电能损失。

对于容量大、配电线路长、长时间连续运行的电动机,在机旁装设补偿电容器可减少线路损耗。

8 在谐波源处设置滤波装置,可减小谐波对系统供电设施和供电线路的干扰和谐波损耗,提高线路的供电效能。

9 目前国内有些地区的电力部门按受电设备总容量收取基本电费,导致一些用户为了减少电费支出,将已设置的大容量变压器改换成小容量变压器,而不核算变压器的运行效率和由此而增

加的电能损耗,这是严重浪费。本规范规定装设最大需量表,并要求供电部门按最大需量收取基本电费,以改变这种不合理的现象。

10 矿井提升机为频繁短时周期工作制设备。采用交流电动机驱动时,根据功率大小和工艺要求,可采用绕线电机转子串电阻调速、同步电动机交—交变频调速,以及同步电动机或鼠笼式异步电动机交—一直—交变频调速装置驱动等方案。其中绕线电机转子串电阻调速方式能耗大、可靠性和调速性能较差;交—交变频调速与交—一直—交变频调速相比功率因数低、谐波大。随着电力电子技术的发展,新技术设备也日趋成熟,交—一直—交变频调速装置的功率因数已逐步提高,甚至可达到1.0,采用多重化技术使谐波次数和谐波畸变量大大减少,四象限运行又可使提升机负力运行时产生的电能回馈电网,故本条将此方案作为推荐方案提出。

11 同步电动机运行时的功率因数较高,一般在0.9以上,如果配电系统稳定又有无功补偿要求时还可以超前运行,这对于提高或稳定整个系统的功率因数是重要的选择,尚可节省不少电容补偿装置的容量和投资,符合节能原则。故本条推荐常年稳定运行且不需调速的大型设备配套电动机,经技术经济比较确认合理时,宜优先采用同步电动机驱动。

12 电磁调速电动机,要提供附加电源才能进行调速,对恒转矩负载电磁调速电动机的输入功率不变,涡流损耗随转速降低而增加,效率也随之降低,机械特性也较差;直流和液力耦合器等调速装置的维护量大且对环境的适应性较差,故本条均不予推荐。

13 由于风机、泵类负载,风(流)量与转速的一次方成正比,压力与转速平方成正比,轴功率与转速三次方成正比,因此采用转速控制方式来调节风量,是节能的有效方法。转速控制方案有多种选择,由于高压变频设备初期投资较高,本条不规定应采用变频方式。低压变频技术设备早已成熟、价格也逐年降低,与节能效果相比性价比高,已被广大用户接受,故规定应采用变频调速方式。

14 多级机站通风系统,一般应用于通风网络和通风系统比

较复杂的矿山井下,采用变频调速及计算机集中控制系统可以根据井下需要的风量灵活调节,达到节能目的。

15 大型矿山生产设备多,有些矿山采用皮带输送机运输系统运送矿石,并且运距长、转运皮带数量多,选矿厂的中细碎、筛分流程也需要按流程联锁启动。以往大多采用逆流程启动,先启动的设备空负荷运转较长,造成不必要的电耗。采用计算机控制系统,可通过预先编制的程序及时处理启动过程中可能出现的故障,为顺流程启动提供了可靠保障;逆流程启动仅适用于正常运行中出现短时故障排除后的再启动。采用计算机控制系统有利于系统运行的可靠性和灵活性,提高生产效率,减少劳动定员并改善劳动环境。对有条件的企业推荐采用此方案。

16 照明节能设计

1) 一般照明与局部照明组成的照明称为混合照明。车间内不同工作场所的照度要求不同时采用混合照明,可避免为了满足局部场所要求的高照度,而使整个车间的照度提高,从而减小总照明负荷容量;

2) 在相同光通量条件下,卤钨灯与高压钠灯、高压汞灯、金属卤化物灯相比,其功率消耗大两倍以上;白炽灯光效低、能耗大、寿命短,一般情况下均不应采用,在特殊情况下需要采用时,每盏灯的功率应在100W及以下;

3) 通常井下巷道、硐室是长期照明的,采用高效光源虽然初期投资较大,但节能效果显著;

4) 本条为防止不当的电容补偿措施可能产生谐波干扰,为保证照明系统的电源质量而作出的规定;

5)、6) 为实现照明系统的节能要求,所作出的条文规定和推荐性建议。

5.2.3 对热工专业节能设计说明如下:

1 考虑到锅炉房的经济性,一般来说燃煤比较经济。如果使用场地其他燃料如天然气或重油或柴油的价格比较经济或环保

要求较高,则可选用天然气或油或其他燃料。

2 锅炉房位置要尽可能地靠近煤场和负荷中心,但实际中很难两者兼顾,宜优先考虑锅炉房靠近煤场布置。

3 锅炉房各建筑物不在同一个标高是可行的,如煤场高于锅炉厂房,有利于皮带输煤。

4 锅炉房总容量要与全厂热负荷相匹配,过小不能满足要求,过大会不经济。要准确核实全厂热负荷。

5 应选用热效率高的设备。

6 不同燃料要选用不同的燃烧设备(器),燃烧器本身的效率将直接影响锅炉的效率。

7 保温材料经济厚度可以通过查表,或通过计算取得。但有的时候,如工艺对热损失或温降有特殊要求,则保温厚度可以不按经济厚度取用。

5.2.4 对建筑与建筑热工节能设计说明如下:

1 建筑的规划设计是建筑节能设计的重要内容之一,要对建筑的总平面布置、建筑平立剖面形式、太阳辐射、自然通风等气候参数对建筑能耗的影响进行分析。也就是说在冬季最大限度地利用自然能来取暖,多获得热量和减少热损失;夏季最大限度地减少得热并利用自然能来降温冷却,以达到节能的目的。

朝向选择的原理是冬季能获得足够的日照并避开主导风向,夏季能利用自然通风并防止太阳辐射。然而建筑的朝向、方位以及建筑总平面设计应考虑多方面的因素,尤其是受到工艺、道路、环境等条件的制约,要想使建筑物的朝向对夏季防热、冬季保温都很理想是有困难的,因此,只能权衡各个因素之间的得失轻重,选择出这一地区建筑的最佳朝向和较好的朝向。通过多方面的因素分析,优化建筑的规划设计,采用本地区建筑最佳朝向或适宜的朝向,尽量避免东西向日晒。

2 严寒和寒冷地区建筑体形的变化直接影响建筑采暖能耗的大小。建筑体形系数越大,单位建筑面积对应的外表面面积越

大,传热损失就越大。但是,体形系数的确定还与工艺要求、建筑造型、平面布局、采光通风等条件相关。因此,如何合理地确定建筑形状,必须考虑本地区气候条件,冬、夏季太阳辐射强度、风环境、围护结构构造形式等各方面的因素。应权衡利弊,兼顾不同类型的建筑造型,尽可能地减少房间的外围护面积,使体形不要太复杂,凹凸面不要过多,以达到节能的目的。

由于有色矿山和选矿厂房一般建筑内产热量较小,体型系数小对夏热冬冷和夏热冬暖地区散热影响较小,且建筑多为单层,可充分利用屋面通风器组织通风,冬季则可以通过对窗开启控制提升室内环境温度,因此建议生产及辅助用房体型系数不大于0.3。

3 由于有色矿山和选矿生产及辅助用房使用要求差别巨大,节能要求不宜作统一规定,因此将建筑分为三个等级,便于实际使用中进行操作。

4 本标准采用现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176—93的气候分区,其中又将严寒地区细分成A、B两个区。

由于我国幅员辽阔,各地气候差异很大。为了使建筑物适应各地不同的气候条件,满足节能要求,应根据建筑物所处的建筑气候分区,确定建筑围护结构合理的热工性能参数。编制本标准时,热工一级建筑由于建筑使用性质与普通民用建筑相同,因此要求采用与普通民用建筑相同的国家现行标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26或相应地方标准。热工二级建筑主要是生产类用房,使用时以少数人员体力操作为主,因此对建筑室内环境要求相对较低,其围护结构的传热系数限值参照《公共建筑节能设计标准》相应条文编写,并适当降低标准要求,与其使用要求相适应。热工三级建筑室内环境要求更低,基本无人员工作,以材料或水箱水池防冻为主要要求,故可降低一个级别的围护结构传热系数限值。由于热工三级建筑在寒冷地区通常不设采暖,其围护结构传热系数限值应与热工二级建筑相同,以避免冻结。

5 由于围护结构中窗过梁、圈梁、钢筋混凝土抗震柱、钢筋混凝土剪力墙、梁、柱等部位的传热系数远大于主体部位的传热系数,形成热流密集通道,即为热桥。本条规定的目的主要是防止冬季采暖期间热桥内外表面温差小,内表面温度容易低于室内空气露点温度,造成围护结构热桥部位内表面产生结露;同时也避免夏季空调期间这些部位传热过大增加空调能耗。内表面结露,会造成围护结构内表面材料受潮,影响室内环境。因此,应采取保温措施,减少围护结构热桥部位的传热损失。

6 夏季屋顶水平面太阳辐射强度最大,屋顶的透明面积越大,相应建筑的能耗也越大,因此对屋顶透明部分的面积和热工性能应予以严格的限制。

7 无论在北方地区还是在南方地区,在春、秋季节和冬、夏季的某些时段普遍有开窗加强房间通风的习惯,这也是节能和提高室内热舒适性的重要手段。外窗的可开启面积过小会严重影响建筑室内的自然通风效果,本条规定是为了使室内人员在较好的室外气象条件下,可以通过开启外窗通风来获得热舒适性和良好的室内空气品质。

8 在严寒和寒冷地区的冬季,外门的频繁开启造成室外冷空气大量进入室内,导致采暖能耗增加。设置门斗可以避免冷风直接进入室内,在节能的同时,也提高门厅的热舒适性,对热工一级建筑非常重要,热工二级和热工三级建筑需视生产工艺是否允许,如条件允许,应尽量设置门斗,以减少能耗。除了严寒和寒冷地区之外,其他气候区也存在着相类似的现象,因此也应该采取各种可行的节能措施。

5.2.5 对采暖通风与空调节能设计说明如下:

1 热源应设置在热负荷集中的地方,但有色矿山企业中有些建筑如尾矿库管理站等距离厂区较远且热负荷很小,无论热水或蒸汽管网敷设都较为困难,故可使用电暖气或其他形式的供暖设施。

2 热水的供回水温度宜为 $95^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$ 。考虑到矿山的规模

和总图布置不同,大型矿山企业的公共设施等相对较大且集中,有必要设置集中的换热站将热媒换为热水供采暖用。而一些中小型企业该类设施并不大。故采用“宜”,没有作硬性规定。

3 目前一些企业的采暖、供热设备的凝结水未采取回收设施或因管理不善等原因造成大量的热量损失。为此应认真设计凝结水回收系统,做到技术先进,设备可靠,经济合理。从节能和提高回收率考虑,应优先采用闭式系统。

4 采暖系统的热负荷计算在现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019—2003 中有明确规定,必须依照执行。

6 可作为调节装置的产品有手动调节阀和平衡阀。一般关闭阀如闸阀、截止阀、球阀等不宜作为调节用,因为它们的流量—开启度特性呈非线性关系。为便于调节流量,阀门应具有接近线性关系的流量—开启度特性曲线。而调节阀和平衡阀的特性曲线就是接近线性关系的。

8 量化管理是节约能源的重要手段,更有利于提高用户的节能意识。但由于矿山建筑在管理、运行上与民用建筑有所不同,故采用“宜”。

9 明露于非采暖空间的管道其散热量纯属热量的丢失,为节能起见,在经济合理的情况下应尽量减少该部分的热量损失。

10 管路冲洗工作十分必要。施工过程中进入系统的泥沙、焊渣等杂物造成管道、供热设备堵塞的现象时有发生,因此必须进行冲洗,这对保证采暖效果十分有利。管路的冲洗在《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 中已作了明确规定。

11 充分利用自然通风是节约能源和改善室内空气品质的重要措施。

12 系统的风量和阻力损失是选定风机的重要依据,数据不准会直接影响整个系统的有效性。

13 选择风机主要考虑的问题是通风机的效率。风机在最高效率点工作时,其轴功率最小。但在应用中不可能保证都在最高

效率点工作。一般认为在最高效率点的 90% 以上范围内均属于通风机的高效区。

14 随着生产管理水平的提高,远程控制和调节已经被广泛采用,这对于节能工作十分有利。考虑到具体实施和执行情况,可根据实际工程情况确定。

15 有色矿山企业需设置空调的房间,无论是工艺性要求还是舒适性要求,都相对较少且不集中,故多采用分体式空调器。制冷季节能源消耗效率(SEER 值)是空调器最重要的经济性能指标,也是其节能省电的先决条件。空调器的选择应符合现行国家标准《转速可控型房间空气调节器能效限定值及能源效率等级》GB 21455—2008 中能源效率等级指标为 2 级或以上的产品。

5.3 能耗指标

5.3.1 公用及辅助设施单项能耗指标表见表 1。

表 1 公用及辅助设施单项能耗指标表

序号	作业名称	年耗电量 (k · kW · h)	折算成标准煤 (t)	单位矿石耗能	
				kW · h/t	kg 标准煤/t
1	供水	990.0	121.67	1.50	0.18
2	供电(柴油发电)	59.0t(柴油)	86.00	1.06	0.13
3	锅炉房燃煤	1030.0t(原煤)	735.73	9.07	1.11
4	锅炉房耗电	270.6	33.24	0.41	0.05
5	选矿试、化验室			0.30	0.04
6	电机车及矿车修理	33.0	4.06	0.05	0.01
7	锻钎机室	26.5	3.26	0.04	0.01
8	坑口生活福利室	132.0	16.22	0.20	0.02
9	坑口食堂	33.0	4.06	0.05	0.01
10	总图运输	125.0t(柴油)	182.10	2.25	0.28
11	办公车辆	80.0t(汽油)	117.70	1.46	0.18
12	其他	330.0	40.56	0.50	0.06
	合计			16.88	2.08

注:本指标为我国北方某矿设计指标,仅供参考。

1 上表中各单项能耗指标缺乏矿山实际统计数据,是某一代表性地下矿山设计指标,供设计者参考使用。

2 从表 1 内容可见,锅炉房燃煤是用能大户,单位矿石耗能为 9.07kW · h/t_矿 (1.11kg 标准煤/t_矿),约占辅助设施 55%。

据我国北方地区几个矿山耗煤统计资料,××金矿××矿区每年耗煤 4000t,单位矿石 4.33kg 标准煤/t(35.22kW · h/t); ××金矿每年耗煤 1826t,单位矿石 3.95kg 标准煤/t(32.16kW · h/t); ××银矿每年耗煤 2719t,单位矿石 5.89kg 标准煤/t (47.91kW · h/t)。可见在北方地区,锅炉房燃煤的消耗占能耗比重很大,有的矿山甚至超过采矿和选矿的能耗。这些矿山应采取措施降低燃煤的消耗。

6 能源管理

6.1 能源管理系统

6.1.1 企业能源主管部门应系统分析本企业能源管理各环节及其活动过程,分层次把各项具体工作任务落实到有关部门、人员和岗位,完成各项具体能源管理工作。

6.2 能源管理主要内容

6.2.1 企业能源管理主要包括以下环节:

1 能源输入管理;

1) 选择能源供方。选择能源供方除考虑价格、运输等因素外,还要对所供能源的质量进行评价,确认供方的供应能力,选定符合要求和稳定的能源供方。

2) 签定采购合同中应明确以下内容:

(1) 输入能源的数量和计量方法;

(2) 输入能源的质量要求和检查方法;

(3) 对数量和质量发生异议时的处理规则。

3) 输入能源计量。应按合同规定的方法对输入能源进行计量,明确规定相应人员的职责和权限、计量和计算方法、记录,以及发现问题时报告。

4) 输入能源质量检测。合理确定输入能源质量检测的项目和频次,采用国家或行业标准规定的通用方法检验输入能源的质量。同时,明确规定有关人员的职责、抽样规则、判定基准、记录,以及发现不合格时报告、裁定的程序。

5) 贮存。应制定和执行能源贮存管理文件,规定贮存损耗限额,在确保安全的同时,减少贮存损耗。

2 能源转换管理;

1) 应制定转换设备调度规程,确定最佳运行方案,使转换设备接近和保持最佳工况;

2) 为使转换设备安全经济运行,操作人员要经培训后持证上岗。制定运行操作规程,对转换设备的操作方法、事故处理、日常维护、原始记录等作出明确规定,严格执行;

3) 应定期测定转换设备的效率,确定其转换效率,允许最低基限,作为安排检修的依据。为保证检修质量,掌握设备状况,应制定并执行检修规程和检修验收技术文件。

3 能源分配和传输管理;

1) 应明确界定内部能源分配传输系统的范围,规定有关单位和人员的管理职责和权限,以及有关的管理工作原则和方法;

2) 要合理布局内部能源分配传输系统,合理调度,优化分配,适时调整,减少传输损耗;

3) 对输配电线路,供水、供气、供汽、供油、供热管道,要定期巡查,测定其损耗,制定检修计划;

4) 要建立能源领用制度,制定用能计划,对各单位用能准确计量,建立台账,定期统计。

4 能源使用(消耗)管理;

1) 优化工艺

(1) 产品生产工艺的设计和调整,应把能源消耗作为重要因素之一,合理安排工艺流程,充分利用余热、余压、回收放散可燃气体,使整个生产过程耗能量最小;

(2) 对各工序,特别是主要耗能工序,要优选工艺参数,加强监测调控,改进产品加工方法,降低能源消耗。

2) 耗能设备经济运行

(1) 选择生产设备,应以有利环保、节能和提高综合经济效益为原则,选用节能型设备,淘汰高耗能设备;

(2) 应根据设备特性和生产加工需要,合理安排生产计划和

生产调度,使耗能设备在最佳状况运行;

(3) 要严格执行安全规程,不断改进操作方法,加强日常维护和定期检修,使耗能设备正常运行;

(4) 对主要耗能设备定期进行能耗检测,调整设备运行状态。

3) 能源消耗定额

(1) 企业能源主管部门应按照现行国家标准《单位产品能源消耗限额编制通则》GB 12723、《综合能耗计算通则》GB/T 2589和行业的有关规定,分别制定各用能单位、主要耗能设备和工序的能源消耗定额;

(2) 能源消耗定额按规定的程序逐级下达,并明确规定完成各项定额的责任部门、单位和责任人;

(3) 对各用能单位、主要耗能设备和工序的实际用能量进行计量、统计和核算,在规定时间内报告;

(4) 企业可根据具体情况,选定适当的方法对定额完成情况进行考核和奖惩。当实际用能量超出定额时,应查明原因采取纠正措施;

(5) 应根据生产条件变化和实际完成情况,及时修订能源消耗定额。

5 能源消耗状况分析;

1) 企业能源主管部门应定期对企业能源消耗状况及其费用进行分析,各用能单位应对本单位管辖的主要耗能设备、工序的能源消耗状况进行分析;

2) 常用分析方法为统计分析方法,运用数理统计方法对能源有关数据进行处理,设计和绘制各种图表,用以对能耗状况进行经常性分析。

6 节能技术进步。

1) 对重大节能技术措施应进行可行性研究,内容包括以下方面:

(1) 预计节能效果和经济效益;

(2) 预计投资额和回收期;

(3) 对产品质量和安全的影响;

(4) 实施过程对生产的影响。

2) 节能技术措施实施后应测试能耗状况并与该措施实施前进行比较,评价节能效果和经济效益并采取措施保持节能效果;

3) 采用节能新技术。企业应根据本行业节能技术发展,积极采用新技术、新工艺、新材料、新设备、新能源。

6.3 检查和评价

6.3.1 企业能源管理系统的检查内容一般为:追踪检查每一项能源活动,检查能源管理文件规定的职责是否落实,有关人员执行文件是否正确有效;文件规定的记录是否齐全、准确;对能源消耗异常情况是否及时作出反应并予以纠正;能源消耗定额能否完成。