

安全与环保

严寒地区选矿厂节能设计

夏自发¹ 邓朝安¹ 李玉安² 牛耀辉²

(1. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038;

2. 西乌珠穆沁旗银漫矿业有限责任公司, 内蒙古 026000)

[摘要] 以内蒙古某多金属矿选矿厂为例,针对严寒天气对选矿的影响,详细介绍了多项适应严寒地区气候特点的节能措施,如多作业共厂房集中布置、设置良好的建筑朝向、采用半自磨工艺、高频细筛与球磨机形成闭路分级、摇床多层立体布置、选用耐磨管道、管道防冻、采用厂前回水和降低采暖温度梯度等,为严寒地区和寒冷地区建设选矿厂提供借鉴。

[关键词] 严寒地区; 寒冷地区; 选矿厂; 节能设计

[中图分类号] TF811; TD921

[文献标志码] B

[文章编号] 1008-5122(2021)02-0055-03

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.02.014

Energy-Saving Design of Concentrator in Severe Cold Region

XIA Zi-fa, DENG Chao-an, LI Yu-an, NIU Yao-hui

Abstract: Taking a polymetallic ore concentration plant in Inner Mongolia as an example, aiming at the influence of severe cold weather on beneficiation, this paper introduced in detail a number of energy-saving measures to adapt to the climatic characteristics of severe cold region, such as centralized layout of multi-work workshops, good building orientation, SAB process, closed-circuit classification formed by high frequency fine screen and ball mill, multi-layer layout of shaking table, selection of wear-resistant pipe, pipeline anti-freezing, adopting water returning near concentrator, and reducing heating temperature gradient. The energy-saving measures provided reference for construction of concentrator in severe cold region and cold region.

Key words: severe cold region; cold region; concentrator; energy-saving design

0 前言

可持续发展已经成为当前经济和社会发展的新理念,“碳达峰、碳中和”的目标将会推动各行业采取节能降耗行动。矿业是我国能源消耗量较大的行业,是节能的重点领域。在有色金属矿山设计中,选矿厂的能耗约占总能耗 60%。选矿厂节能设计

是工程建设的先导和建设节约型企业的灵魂。因此,选矿厂设计充分体现节能原则,具有重大意义。

我国严寒地区的矿产资源丰富,资源规模在国民经济中占据越来越重要的地位。在严寒地区,因其特殊的气候条件,防寒、防冻、保温、节能措施是选矿厂设计的重要内容。本文将以内蒙古某多金属矿为例,探讨严寒地区选矿厂节能设计的要点。

1 项目概况

1.1 地理位置及气候

内蒙古某多金属矿选矿厂位于内蒙古自治区西

[收稿日期] 2021-02-26

[作者简介] 夏自发(1981—),男,湖南长沙人,硕士,高级工程师,主要从事选矿咨询与设计工作。

乌珠穆沁旗,海拔高度为 960 m。

矿区气候类型属北温带半干旱大陆性气候,风多雨少,气温偏低,冰冻期大于解冻期。年最低气温为 $-37.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,年最高气温达 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$,平均气温为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$,冰冻期为每年 9 月至次年 5 月,最大冻土深度为 3.18 m。历年平均降水量为 384 mm,年最大降水量为 550 mm,年最小降水量为 176 mm,全年降水量集中在 7~9 月。年最大蒸发量为 2 600 mm,年最小蒸发量为 1 700 mm,平均蒸发量为 2 115 mm,最大风速 26 m/s,无霜期为 110 d。

1.2 矿石性质

该矿的矿物组成非常复杂,主要有用矿物包括:银黝铜矿、含银黝铜矿、黝铜矿、黄铜矿、脆硫锑铅矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿和锡石;脉石矿物主要为石英、电气石、绢云母、长石、高岭土和绿泥石。

1.3 设计规模及工艺流程

选矿厂设计规模为 5 000 t/d,设计的选矿工艺流程为:半自磨工艺(SAB) + 铜铅混浮 + 锌硫混浮 + 锌硫分离浮选 + 锡石重选 + 锡石浮选 + 两段脱水流程,产出银铜精矿、锌精矿、硫精矿、锡精矿和锡次精矿,银富集于银铜精矿、锌精矿中。

2 严寒天气对选矿的影响

按照现行国家标准^[1-2],我国划分为 5 个气候区:严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区、温和地区。

严寒地区是指累年最冷月平均温度 $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或日平均温度 $\leq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数 $\geq 145\text{ d}$ 的地区。严寒地区主要分布在我国东北、内蒙古和新疆北部、西藏北部、青海等地区,也是我国矿产资源非常丰富的地区。文中的某多金属矿选矿厂即位于内蒙古地区。

严寒地区的主要气候特征表现为冬季漫长,严寒干燥,多为大风天气;无霜期短,冰冻期长,冻土深,积雪厚;昼夜温差大,气候垂直差异大,年降雨量少。

严寒天气会对选矿厂的生产、维护及运营成本产生影响,主要表现在:1) 冬季的采暖成本、能耗、生产成本高;2) 冬季的矿仓、管道、设备易冻结堵塞,设备故障频发,频繁停产而降低选矿厂年作业率;3) 生产不连续造成设备维护费用和生产成本的上升;4) 低温会降低某些矿石的生产指标。

3 严寒地区选矿厂节能设计

该选矿厂采用了以下常见的节能措施:利用地形按作业顺序进行梯级布置、主矿浆流自流、选用高效节能设备、设备大型化、渣浆泵和鼓风机采用变频控制、提高自动化水平、配电站靠近负荷中心和不同水质阶梯使用等。

除了以上常见的节能措施外,该选矿厂还采用了多项适应严寒地区特殊气候特点的节能措施。

3.1 多作业共厂房集中布置

严寒地区选矿厂生产作业的联接、厂房总体布置应贯彻安全、集中、简捷、顺畅的设计原则。多作业共厂房集中布置,既可降低采暖成本,又可避免工厂因厂房间的室外管道冰冻而停产。该选矿厂多作业共厂房集中布置如图 1 所示,从柱线 J 至柱线 A 依次布置的生产作业分别为:药剂制备、磨矿、浮选、重选、中矿浓缩、精矿浓缩、过滤和精矿仓。

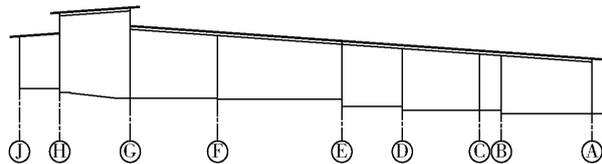


图 1 多作业共厂房集中布置图

3.2 设置良好的建筑朝向

严寒地区的建筑朝向一般应为南向或南东向布置,且应避开寒风袭击的朝向。

该选矿厂的主要车间建筑朝向方位为南向,结构采用钢结构排架形式,墙面及屋面均采用彩色压型钢板夹芯板做维护结构,除了墙面设有塑钢窗采光外,屋面还设有采光带。

保证主要建筑物有较好的自然通风、采光和日照条件,不仅可以改善生产条件与工厂人员所处的环境,还可以降低车间的人工采暖量和照明用电量,也是积极响应节能减排政策的体现。

3.3 采用半自磨工艺

碎磨工艺流程主要有以下三类:半自磨工艺(以半自磨机为核心设备的碎磨工艺)、常规碎磨工艺(以圆锥破碎机为代表的多段破碎工艺)、高压辊磨工艺(以高压辊磨机为核心设备的超细碎工艺)。

在严寒地区,常规碎磨工艺和高压辊磨工艺主要有 3 项劣势:1) 工艺流程长,设备多,工艺建筑物多,基建期长,冬季施工难度大;2) 建筑占地面积

大,建筑面积和体积大,冬季采暖成本高;3)破碎设备、筛分设备及物料转运都会产生粉尘,如采用湿式喷淋降尘,在冬季易使矿粉冰冻粘结在矿仓及设备,影响作业流程通畅性;如采用大风量换气除尘,又会影 响厂房保暖。而且在采暖期内,作业场所粉尘浓度超标情况比夏季更为严重^[3]。

半自磨工艺具有建筑物少、基建期短、采暖成本低、对环境友好的优点,更适合应用于严寒地区。此外,也有研究者指出,在高寒地区,半自磨工艺的技术经济综合指标更优^[4]。

3.4 高频细筛与球磨机形成闭路分级

锡石的密度大,质软易过磨。通常单体粒度越粗,重选指标越好。

高频细筛具有频率高、振幅小、效率高、完全按

粒度分级的特点,适合作为重选物料的分级设备。该选矿厂采用高频细筛与球磨机形成闭路分级,强化分级作用,提高分级效率。合格的粒级及时排出,降低筛上循环负荷,减少过磨,减轻重矿物反富集,从而降低了磨矿能耗,也提高了重选指标。

3.5 摇床多层立体布置

摇床是选别细粒物料应用较广的重选设备,具有分选精度和精矿富集比高、维护简单、调节方便 的优点;其缺点是设备占地面积大、单台处理量小、设备台数多。

该选矿厂重选规模较大,摇床数量达880台,宜采用多层立体布置,利用高差实现矿浆自流输送及选别,减少厂房占地面积,降低采暖成本和建设投资^[5]。该选矿厂摇床多层立体布置如图2所示。

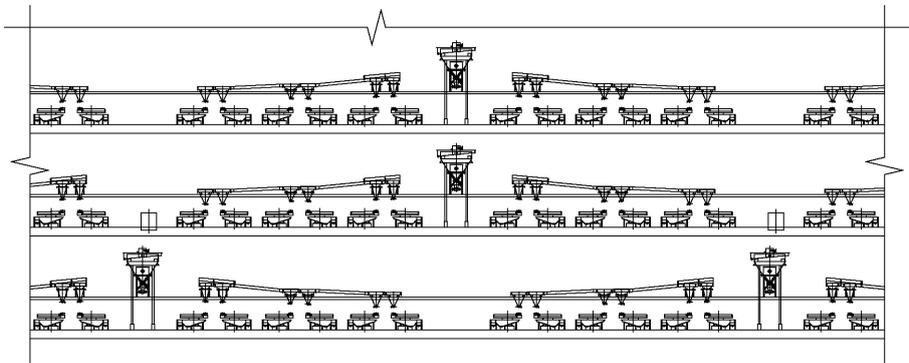


图2 摇床多层立体布置图

3.6 选用耐磨管道

选矿厂常用的矿浆管道有普通钢管(如螺旋管、直缝管、镀锌管等)、无缝钢管、尼龙管和复合管(如双金属管、衬橡胶钢管、衬陶瓷钢管、衬聚氨脂管等)^[6]。重选作业的矿浆管道多,冬季低温作业环境恶劣,检修更换的劳动强度大,宜选用尼龙管等轻质耐磨管道,这样既可延长管道的检修周期,又便于冬季检修更换。

3.7 管道防冻

在严寒地区,设计时应考虑如何避免管道冻胀问题。管道防冻措施主要有:1)室外的矿浆管和给排水管宜采用电伴热+绝热保温层;2)厂房间短距离的矿浆管可只外包绝热保温层;3)药剂添加作业应与浮选作业共厂房布置,避免药剂管室外布置;4)石灰乳添加管宜采用循环输送或高位自流排空布置方式。

3.8 采用厂前回水

在严寒地区,尾矿库冬季回水率低,回水量不稳定,选矿厂应优先采用厂前浓缩回水,提高尾矿矿浆

输送浓度,降低尾矿输送及尾矿库回水输送的能耗。

3.9 降低采暖温度梯度

选矿厂的工业厂房具有空间和体量大、层数和台阶多的特点,严寒地区的选矿厂更是普遍采用多作业共厂房集中布置的方式,各个作业的建筑跨依地形阶梯布置,台阶更多。

在采暖过程中,由于热空气上浮,在高大空间的上部区域、多层建筑的高层或多台阶高处堆积,工业厂房沿高度方向会产生较大的温度梯度。

如图1所示的选矿厂工业厂房,由于厂房高、台阶多,热压作用促使底层的热空气上升,冷空气下降,形成较大的温度梯度,造成上热下冷,即最低处的精矿仓跨温度很低,而最高处的磨矿跨温度较高,或者磨矿跨底层温度低而高层温度很高。

选矿厂可以采取以下措施降低温度梯度,提高温度均匀性和舒适度:

1)分区采暖。在建筑跨之间设置挡温板,依据各个建筑跨的作业功能确定合适的采暖温度。

(下转第70页)