

湿磨球磨机研磨效率的影响因素探究

张顺飞

(贵州华锦铝业有限公司, 贵州 贵阳 551405)

摘要:为解决湿磨球磨机研磨效率的影响因素问题,本文对湿磨球磨机在研磨运行过程中的各项影响要素进行研究,分析了湿磨球磨机的研磨效率关键影响要素,在此前提下,提出球磨机的优化改造方案,进而节约球磨机的运行成本,以期相关人员提供参考。

关键词:球磨机;研磨效率;影响因素

中图分类号:TD453

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2022)44-0130-03

0 引言

球磨机作为研磨设备其具有较好的运行稳定性,并且可以适用于湿磨矿石方面的研磨,在冶金化工、建筑材料以及矿业等行业中已经普遍推广使用。特别是在氧化铝生产企业研磨矿石到所需要的粒度基本上都是采用湿磨球磨机,或者湿式球磨机+棒磨机,但是都配置有旋流器和研磨体,环节较多,其研磨效率受到多个层面因素影响。球磨机的基本技术特征体现在钢球在滚筒范围内呈现低速运转的状况,进而实现了破碎与压裂原矿材料的目标,对于需要磨矿的材料进行必要的粉碎研磨处理。近些年以来,球磨机的机械系统运行使用效率指标正在全面得到优化提升。对球磨机的系统组成结构应当实施必要的整改完善,确保球磨机的操作使用效率指标达到最优,进而节约球磨机系统的运行成本。

1 球磨机的研磨效率常见影响因素

1.1 磨矿给料性质

在磨矿作业的开展实施中,能够影响到磨矿运行过程的关键要素就是原矿韧性程度、矿料硬度、矿石结构缺陷、解离程度等各项机械力学指标。矿石是否表现为良好的可磨程度,直接取决于以上的各项指标要素。因此对于具有较小可研磨程度的矿料而言,通常表现为较低的电能消耗、较小的衬板、研磨机与钢球磨损消耗等级程度。与之相反,具有较差可磨性能的矿石材料就会导致较多的电能损耗,同时还会比较容易产生衬板磨损等不良后果。技术人员对于邦德功指数应当用于测试矿石的研磨容易程度,因此对于具有较小指数特征的矿石材料来讲,处于研磨状态中的矿石做功就会明显表现为较低的程度。矿石在钢球(球磨机的内侧结构)空间范围内,矿物破碎的整个过程都具有随机

性,那么决定了多数矿石在球磨机中都表现为较低的破碎运动效率指数。在多数情况下,球磨机可以达到6%~9%的矿石机械粉碎实施效率标准。因此能够确定为,影响球磨机程度最为明显的应当是入磨粒度参数。磨矿材料的细度指标如果要达到合格的标准,则客观上需要较长的磨矿操作实施时间,并且还会产生总量较大的电量消耗以及能源消耗^[1]。

1.2 磨矿浓度

对于球磨机的系统结构而言,机械运行效率的关键影响要素体现在矿石研磨的浓度。因为在多数情况下,矿石浆液的比重指标、矿石浆液的流动性指标、钢球附着矿石粒子的紧密程度等都会直接决定于磨矿浓度。具有较低磨矿浓度指标参数的矿石研磨实施过程一般来讲呈现较快的浆液流动速度,并且钢球的附近区域不会附着过多的矿石材料。由此可见,存在以上影响因素将会造成物料无法受到钢球机械系统的研磨冲击,无法达到优质的矿石排列粒度指标,客观上降低了磨矿操作效率。与之相反,具有较高磨矿浓度参数指标的钢球附近区域就会粘附很多的矿石粒子,然而同时也会表现为较慢的矿石浆液流动频率速度特征,过度粉碎的矿石物料就会明显降低研磨机械系统的运行效率指标。由此可见,磨矿浓度必须要达到最优的数据指标程度,选厂工作人员需要密切关注于物料属性特征以及矿料的给料粒度。

1.3 机械转速率

在球磨机的正常运行中,转速指标直接决定了球磨机的系统运行经济效益。达到最大数据指标的机械装置转速将会导致最大限度的研磨产能与机械运行功耗,前提在于固定矿料的填充率,如下图所示。对于有用的机械运行功耗而言,最大数据指标的机械运行速

度与机械功耗都会直接导致最大限度的矿物研磨产能。通过实施以上的判断分析,能够得知抛物线降落状态下的机械球体负荷应当保证达到最大的高度,进而有效确保了正常的机械系统运转。

例如,处于最大下放钢球高度状态的球转速率应当达到 65%~75%,那么决定了研磨产能提升以及机械转速提升二者并不具备直接的联系。对于 85%的最高机械旋转速率而言,通常表现为减小的钢球下放高度,导致了筒体侧壁以及钢球频繁相互摩擦与撞击,消耗了过多的机械运行能量。

技术人员如果要确保实现预期的最佳球磨机运行使用效能指标,那么关键性的技术工艺改进手段就要体现在匹配各项有关的机械性能参数。例如对于转速率与充填率来讲,球磨机的良好研磨处理效能将会取决于以上的两项关键要素。此外,技术人员目前仍然在着眼于深入探索机械功耗、机械运动状态、机械转速率与矿粉充填率的各项数据指标内在联系,如图 1 所示。

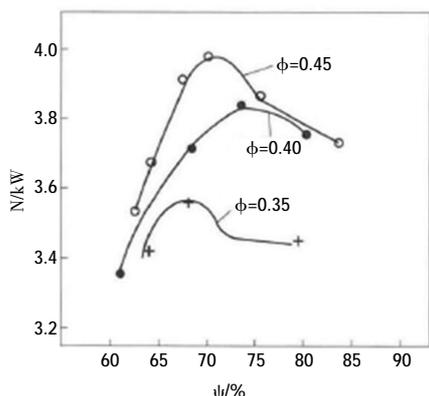


图 1 机械转速与机械功率的关系曲线

1.4 钢球运动形态

研磨效率不仅取决于机械系统本身的旋转运动速率,同时也取决于加入筒体内部的钢球数目总量。对于加入筒体中的现有钢球直径配比数据如果没有进行严格准确的控制限定,或者在筒体空间结构中加入了过多的钢球,那么快速进入筒体范围内的钢球就会出现停滞与卡顿的情形,严重影响到机械研磨操作的效率提高^[2]。近些年,大批研发人员对智能化的钢球运动形态控制模式展开深入探索,通过实施技术研发得到了 PLC 模式下的钢球运动形态自动控制系统模块。钢球的运动轨迹如图 2 所示。

2 球磨机的研磨效率提升优化措施

2.1 设定转速率最佳限度

球磨机的机械转速率应当被限定在最佳的指标范

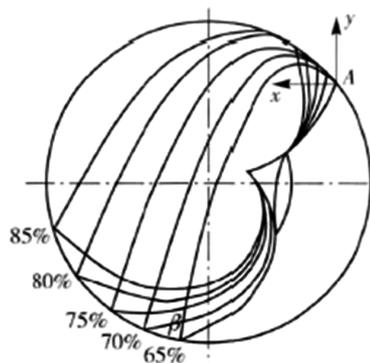


图 2 钢球的运动轨迹

围内,机械转速率如果超出了最大限度,那么反而不利于球磨机研磨效率达到最优,球磨机的最佳机械转速率应当进行合理的界定,确保达到最佳机械转速率,这个主要是设计阶段或设备制造阶段要确定好。技术人员如果设定为 0.75~0.85 的临界机械运转速度指标,那么通常可以保证达到降落研磨介质的较高距离程度^[3]。

2.2 改进结构

钢棒或者钢球的研磨介质只有依靠于球磨机的筒体机械结构才能发挥自身功能,因此体现了合理优化钢球筒体机械结构的必要性。

筒体材料最好设定为具备较高强度金属材料,并且金属材料必须达到可焊接性以及良好的塑性程度标准。在目前的现状下,应当优先考虑选取 16Mn 类型钢材或者 A3 的结构钢。

具有保护筒体结构功能的衬板能够防止剧烈的摩擦冲击作用力产生,进而达到了妥善保护筒体结构的目标。对于衬板如果确定为不同的外观形状结构,那么可以达到适当改变系统原有摩擦系数的效果。在研磨物料是整个操作环节中,研磨物体的原有结构形态应当得到合理的控制,确保实现了促进磨矿产能提升、避免研磨体与衬板出现过度损耗、优化磨矿运行效率的宗旨目的。

例如,近些年以来,技术人员开始尝试对于球磨机采用耐磨性的内衬(有机高分子材料制作)。具有较大容积以及较小厚度的上述新型材料更加易于反弹,避免了能量完全被筒体吸收。此外,具有较长使用年限特征的橡胶材料内衬也可达到较好的耐高温与耐磨系数指标。因此,橡胶作为内衬的机械结构比较适宜运用于降低系统的运行电量消耗,以及研磨粒径较大的矿物填料。

2.3 钢球的填充率与装载量

磨机中现有的介质(矿料)充填率也就是磨机被矿

料填满的容积,对于上述容积应当视为有效的机械系统容积。对于固定机械转速的情况而言,钢球如果受到较小的机械填充率指标影响,那么通常表现为球体随意滑动的后果。但是如果设定了过大的机械填充率指标,那么钢球降落的正常运行轨迹将会被打破,造成了降低研磨运行效率的不良后果发生。因此可见,对于机械装填率必须保证达到最优的数据标准,保证符合最基本的磨矿产物细度。通过严格控制填充率,也可达到节约系统运行电耗以及促进磨矿产能提升的目标。湿式磨矿的情况下,溢流型球磨机最好的填充率为40%,棒磨机为35%。

对于过多的装填量而言,系统运行能耗将会受到较为明显的损失,导致频繁表现为碰撞研磨矿料的现象。同时,以上状况也会明显降低现有的球磨运行效率。在提升研磨介质的过程中,损耗系统能量的数目比例较高。因此,较少的装填矿料总量比较容易造成较低的粉磨运行效率,客观上也减小了粉磨面积、充填物料与磨矿介质之间的摩擦运动频率。

钢球填充率如果要达到最优的程度标准,那么必须视情况调整改变目前现有的机械规格型号、物料性能指标、筒体内部的组成结构等。对于填充率应当保证达到预期的良好程度标准,实时改变以上的各项机械参数。研磨矿料的面积、矿料冲击的频率次数、装载研磨矿料的总量都会明显取决于充填钢球体积。以上各项因素对于消耗的系统功率、物料本身产生的冲击效应以及提升介质物料的高度也会产生不可忽视的实践影响。

磨机装球量可按式(1)计算。

$$\text{Gra} = V \rho_s \varphi / v_k \quad (1)$$

式中:Gra——研磨介质装载量,t; ρ_s ——研磨介质松散密度,t/m³; φ ——研磨介质充填率,%。

研磨介质空隙率 $v_k = 0.38 \sim 0.42$,被粉碎物料质量约占研磨介质质量的14%左右。

球磨机现有的机械运转速度将会直接决定于装填矿料的总量,对于较高旋转运动速度的球磨机系统而言,应当确保控制在较小的装填矿料总量范围。

2.4 钢球的磨损与补充

级配参数指标对于钢球的系统运行效率将会产生非常明显影响,那么决定了技术人员务必重视钢球可能会受到磨损的各项影响要素。对于具有较少物料存储量或者空转的磨机系统而言,通常就会表现为很快的钢球装置磨损速度。对于物料如果能适当填充于现

有的磨矿机,即可降低磨损钢球的概率。然而不宜将过多的矿粉加入筒体内部,否则就会明显降低正常的矿粉研磨机械运行效率。通常来讲,达到较高机械旋转运动速度的磨机系统将会频繁损耗钢球,或者填充过多矿物的研磨装置内部钢球也会过度磨损。

定期加球的作法如下。

(1)在一定时期内,统计出磨机钢球每吨矿石的平常消耗量,然后按此制定加球周期的计划。

(2)根据磨机功率表或电流表的读数对定期加球的重量或周期作临时调整。

(3)对于研磨的矿料介质在加入球磨机的基础上,确保达到多次的球磨机装置运行次数。在这之后,确保达到朝上的加料口方位角度,停止机械运行,对于加料盖进行开启操作。技术人员对于加料口的现有高度应当借助钢卷尺来进行确定,确保达到上述的机械运行指标。每隔一定时间,应当判断系统预设的高度数值是否吻合真实高度数值,然后对于缺失的研磨矿料介质进行必要的补充操作处理。在大修周期到来时,应当倒出球磨机装置中现有的介质,对于细碎矿料进行全面的剔除操作处理,然后对于研磨介质进行级配的划分操作处理。

3 结语

经过分析可见,球磨机的机械研磨运行效率主要受到机械转速率、钢球的运动形态、钢球体积与补加量等要素影响。在目前开展实施的化工生产以及工程项目建设实践领域中,机械系统的操作使用人员针对球磨机应当进行自动化的操作控制,通过实时调整与控制的技术方法手段来保证球磨机的平稳安全运行。为了提升球磨机的机械运行研磨效率,那么现阶段的关键整改技术方案应当包含设定机械转速率的最佳限度、改进钢球筒体的结构、合理控制钢球体积与数目等。

参考文献

- [1] 朱文沛,王明亮,朱国皓.提高湿法间歇球磨机研磨效率的探析[J].陶瓷,2021(2):29-33.
- [2] 程平阳.球磨机出料口防止研磨体(钢球)流出的螺旋槽工艺设计[J].装备制造技术,2020(6):222-223,235.
- [3] 林宗寿.球磨机研磨体级配设计与计算[J].新世纪水泥导报,2020,26(3):1-6.

作者简介:张顺飞(1973—),男,汉族,贵州贵阳人,本科,工程师,主要从事氧化铝生产工艺方向的工作。