

# 矿山球磨机安装调试方法与故障诊断技术探究

刘禄卫 何光文

(陕西大西沟矿业有限公司 陕西 柞水 711405)

**摘要:** 近年来,我国矿山行业迅猛发展,球磨机做为磨矿的主要设备,能有效实现对各类矿石的研磨粉碎。球磨机对安装调试要求较高,若对球磨机安装运行调试和故障诊断工作不了解,将极大缩短球磨机运行寿命。本文从球磨机的安装调试入手,探讨了相应的故障诊断技术,有利于提高矿山球磨机运行的稳定性和可靠性。

**关键词:** 球磨机;安装调试;故障诊断

## 0 引言

近年来,我国经济总体向好,矿业也进入新一轮的发展周期,矿山企业的生产规模日渐扩大,并呈现出设备大型化的发展特征。球磨机作为磨矿的核心设备,根据其结构构成和工作原理,做好其安装调试过程中的故障诊断技术管理和质量控制,为确保球磨机生产过程最佳的运行和使用状态,起着很重要的作用。

### 1 球磨机的设备结构及工作原理研究

我国矿山行业使用的球磨机主要有溢流型球磨机和格子型球磨机。这两种类型的球磨机在结构上不存在明显的差异,都包含工作部分和传动部分,具体的结构构成如图1所示。

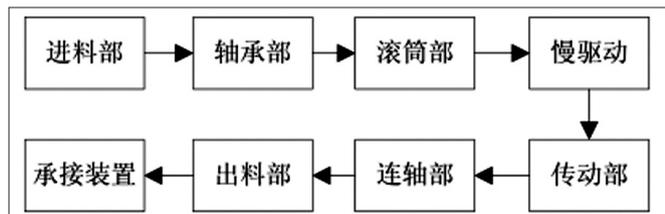


图1 球磨机整体结构示意图

球磨机的进料部、滚筒部、出料部是工作部分中的重要构成,传动部又包括慢驱动和传动部。在球磨机运行的过程中,滚筒部的作用不可替代。滚筒部为一个长形的圆筒,在其结构内部包含大量的钢制研磨体装置,这些研磨体是直接和筒壁固定。球磨机进料部和出料部的空轴由两端轴承来实现水平支撑,这种连接设计方式可以避免在球磨机运行时因为矿体过硬而导致的滚筒下陷情况。在进料部和出料部的空轴中,因为存在有可调配间口衬套的设置,这一配置可以有效实现对矿石研磨大小的科学控制。在球磨机的运行过程中,在水平轴方向上,滚筒会直接沿着水平轴方向保持一定的规律性运动,同步产生巨大的离心力。当矿料进入球磨机,传送到最大高度以后,最终将以抛物线轨迹进行自由下落运动,因受到一定的介质作用影响,矿料与滚筒壁内部的研磨体发生明显的碰撞,在受到压力、滚动磨碎等综合作用下,磨碎作业全面完成。

### 2 球磨机安装准备工作

大多数的矿山企业所配置的球磨机基本是自行钢制滚动轴承,此类球磨机整体上呈现的是双列调心滚动结构。这

一轴承使得球磨机在运行过程中呈现出双轴承平行运动规律。在设备运行中,轴承承受着来自多个方面的荷载压力作用。球磨机的安装作业开始之前,需安排专人进行全面检查。球磨机安装准备工作应从以下方面来开展:

#### 2.1 提前制定安装计划

安装作业前,需制定对应的安装计划和后续的组织维护计划。安装计划中要包含关于仪器校验等方面的工作,比如球磨机预埋螺栓位置、标高等是否符合总体的安装要求,若螺栓孔有错位、大小不一等情况时,要立即进行相应的处理。

#### 2.2 预埋基准点和中心标板

安装与后期校验工作中,基准点和中心标板是需要关注的关键性问题。在现场的安装作业进行中,尤其要注意基准点和中心标板的质量控制。球磨机安装作业实施之前,企业应安排专人对基准点和中心标板加以适当的维护和处理,具体包括对基准点的清洁和周边土地的平整处理。为确保整个安装工作的高效实施,专业人员要做好对基准点预埋螺母和设备设施的除尘,为提升总体的安装质量,可在螺母表面涂上一层甘油,保持安装作业中良好的润滑性能。

### 3 球磨机的安装方法

不同类型的球磨机,结构上往往也存在着很大的区别。在安装过程中,为提高总体的安装水平,应根据球磨机的种类,遵循规范化安装的要求。

#### 3.1 球磨机底盘安装

首先应进行球磨机底座的安装,因球磨机的结构特殊,往往需使用大量的金属隔板,这些金属隔板一般作为底座垫铁。为确保球磨机的安装质量,提前准备一些厚度不一致的金属隔板,确保所选用的隔板规格多样,安装人员可以根据实际情况其进行底座位置和隔板数量的全面调整,球磨机底座出现松动的几率大大降低。隔板安装过程中,应确保隔板宽度在80mm以上,且要保障外部露出部分超过10mm,为给隔板的移动提供便捷。确定了隔板位置以后,一般要做好焊接施工处理。

#### 3.2 球磨机主轴承安装

主轴承作为球磨机中的重要构成部分,其安装质量要重点关注。在主轴承的安装环节,首先要进行主轴承底部地脚螺栓的适当调试,确保各项指标都能够符合相应的标准。对于大多数的球磨机而言,其结构内都包含了两个主轴承底

盘,安装过程中,应保障这两个主轴承中心线距离与球磨机设备完全匹配。一旦在安装工作中发现其与实际情况不相符合,应采取相应措施进行调节。实际的安装作业中,横向中心线误差应在0.5mm以内,但纵向中心线必须要保障完全重合。主轴承内部的凹面体安装作业进行之前,相关安装人员需对合金面、内部球面加以全面检查,避免存在气孔、裂纹等情况。

### 3.3 球磨机控制系统安装

近年来,随着矿山企业中对于球磨机的依赖性逐步增大,相关领域增大了对球磨机的研发,球磨机呈现出了明显的现代化发展特点,现代球磨机控制系统已然突破了传统的人工控制限制,采用的是PDL编程控制系统,该系统能够在整个的运行过程中实现智能化控制。因此,球磨机的安装环节,控制系统的安装也尤为重要,具体的安装工作进行中,可直接通过球磨机自带的PC端计算机系统,直接完成对应的软件安装工作就可。

### 4 球磨机的调试

当球磨机的安装工作全面结束以后,要立即进行相应的调试作业。调试过程中,首先开启电机,使得球磨机可以保持6h以上的空转作业,在此过程中,由专业人员来观测电位电压是否与设计标准相符合,温度能否达到40℃左右。如果在此过程中,球磨机能够保持在常的运转调节,没有异常噪声且筒内研磨面的接触相对良好,说明球磨机的调试工作相对有效,设备在后期可以保持正常运转。

### 5 矿山球磨机的故障诊断技术

#### 5.1 振动分析技术

不同的矿山企业所选用的球磨机在规格型号方面也存在一定的区别。振动分析技术是矿山球磨机故障判定的重要技术。球磨机运行过程中出现异常振动时,会伴随着较大的噪音,意味着在球磨机的使用过程中出现了一定的故障。以某矿山企业的球磨机为例,其结构构成如图2所示。在利用振动分析技术进行故障检测和判定时,首先应进行测点的布设,利用加速度传感器在球磨机每个测点(测点布设如图3),进行振动信号的采集。其次,制定球磨机运行中的相对振动标准,该矿区中的球磨机规格为 $\phi 3.2\text{m} \times 5.4\text{m}$ ,在3、4号测点位置为滑动轴承。

根据最终的球磨机的状态监测振动值分析,球磨机的运行状态相对较好,每个测点的振动值较小,且处于相对稳

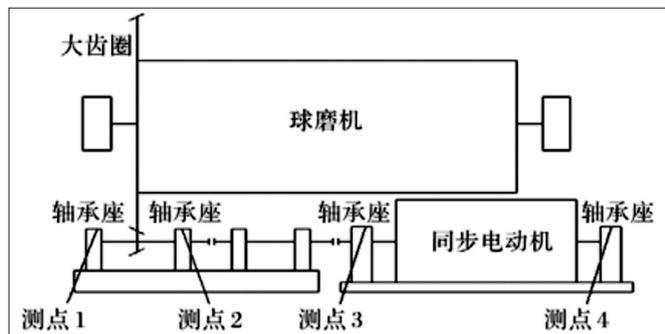


图2 球磨机的传动系统结构示意图

定的水平。

如果经由对比以后发现球磨机的振动幅值存在异常情况,相关人员就需要通过频谱和时域波形来对每个测点加以准确分析,确定了轴承或者齿轮的早期故障后,可以进一步进行故障定位。因为在球磨机的运行过程中,滚动轴承的转速相对较小,

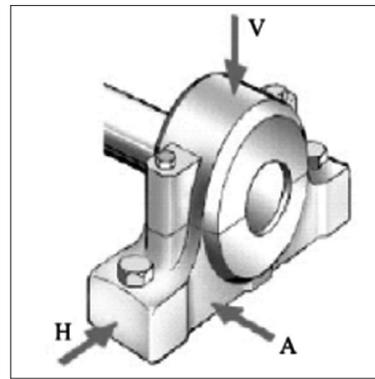


图3 传感器测量方向

针对轴承早期故障,直接通过常规的频谱技术很难及时发现,而通过信号共振解调原理以及对机械状态综合检测仪中的PeakVue技术,则能够进行轴承早期故障的判定。轴承早期缺陷或磨损、冲击等会伴随着一定的应力波产生,PeakVue能够对这些应力波加以动态监测,根据对监测数据中的频率分析,就可以准确进行故障的判定。

#### 5.2 冲击脉冲法

为对球磨机轴承故障进行有效判定,诊断人员直接在振动分析的同时来开展SPM检测,可获得球磨机轴承退化、润滑情况的信息。

冲击脉冲法在球磨机故障判定中十分有效,这一方法的测量包含了dBm/dBc和LR/HR两种检测技术的应用。针对相同的冲击信号,二者的不同点在于采样时间和捕捉脉冲频率的差异上。dBc直接反映的是轴承的润滑情况,当润滑效果越突出时,所对应的dBc值就越小,但如果dBc值越大,则意味着轴承润滑效果不佳。在故障检测的过程中,dBm的幅值越高但频率越低,可反映轴承内外环的运行状况。LR/HR技术在轴承质量和润滑状态的判定方面非常有效。

随着球磨机故障诊断技术的发展,冲击脉冲检测法已成为关键性的检测技术,尤其是SPM HD技术的出现,即使是十分微弱的冲击脉冲信号,也能够直接提取出很多信息进行故障的判定。

### 6 结语

球磨机是磨矿的关键设备,直接关系到矿石研磨的效果。为保证磨机最佳运行状态,需要加强安装调试方面的技术研究和质量管理,以提高磨机作业运行效率。

#### 参考文献:

- [1] 梁智超. 矿山球磨机安装调试方法与故障诊断技术的应用[J]. 大科技, 2018, 000(026): 269-270.
- [2] 李敏. 矿山球磨机的安装与调试方法[J]. 世界有色金属, 2020, 544(04): 50-51.
- [3] 刘兆瑞. 矿山球磨机的安装与调试方法分析[J]. 中国设备工程, 2019, 413(02): 117-119.
- [4] 申晓东. 探讨矿山球磨机的安装与调试方法[J]. 商品与质量, 2016, 000(035): 190+191.
- [5] 李岩. 矿山球磨机的安装与调试方法研究[J]. 中国金属通报, 2019, 1001(02): 94.