

# 低速大转矩永磁同步变频电动机在球磨机的应用

## Application of Low-Speed High-Torque Permanent Magnet Synchronous Motor in Ball Mill

高祎鹏

中金集团夹皮沟矿业有限公司, 中国·吉林 桦甸 132400

Yipeng Gao

Jiapigou Mining Co., Ltd. Of China National Gold Group Co. Ltd., Huadian, Jilin, 132400, China

**【摘要】**工业作为中国经济发展的重要组成部分, 确保其能够快速、稳定运行对于促进中国经济快速、稳定增长具有重要作用和意义。而在工业生产过程中往往需要使用到很多设备, 其中就包括了球磨机, 这一设备性能的好坏直接影响到整个生产工作的进行。这种情况下, 为了提高球磨机的性能, 论文引入低速大转矩永磁同步变频电动机, 并以具体项目为例, 对磨机中低速大转矩永磁同步变频电动机的应用展开了深入研究, 以期为促进工业产业的健康、稳定发展奠定良好基础。

**【Abstract】** Industry is an important part of China's economic development, ensuring its fast and stable operation plays an important role in promoting the fast and steady growth of China's economy. In the process of industrial production, a number of equipment is often used, including ball mill, the performance of which directly affects the whole production process. In this case, in order to improve the performance of the ball mill, the paper introduces the low-speed high-torque permanent magnet synchronous motor. Taking a specific project as an example, the application of low-speed high-torque permanent magnet synchronous motor in ball mill is studied. Hoping to lay a good foundation for the promotion of the health and stable development of the industrial industry.

**【关键词】**低速大转矩永磁同步变频电动机; 球磨机; 应用

**【Keywords】** low-speed high-torque permanent magnet synchronous motor; ball mill; application

**【DOI】** <http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v1i3.623>

## 1 引言

当前阶段, 在各个领域中都在大力推广节能环保的思想, 逐渐对传统的技术与工艺进行改变, 基于这一情况, 中国中金集团夹皮沟矿业有限公司对磨球机进行了改进, 在其中加入了低速大转矩永磁同步变频电动机, 符合当前节能环保生产的要求, 在保证企业快速发展的前提下, 为社会的进步与城市的建设提供了重要帮助。

## 2 项目介绍

金原矿开采的过程中, 通常需要利用风扫式球磨机, 该设备的功率为 1300W, 也就是说设备运行时, 消耗  $1.3\text{kW}\cdot\text{h/t}$  的电力能源, 其中球磨机主传动电动机消耗的数量最多, 占消耗的 85% 以上。所以说, 减少主电动机的电耗, 可以减少金原矿开采中使用的电力能源, 降低成本上的投入。未对球磨机改进之前, 利用传统的三相异步电动机作为驱动减速装置, 通过其对小齿轮的带动, 推动大齿轮的运行, 从而使球磨机正常运行。在该设备中, 还存在减速机稀油站与控制柜两部分, 并且, 为了使检修工作更好地开展, 还在设备内安装了抱闸等构件。这一设备在使用时, 存在较多的传动环节, 整体运行效率不高, 并会产生严重的污染与噪音, 同时, 常常会出现问题, 维修难度较高。因此, 利用了低速大转矩永磁同步变频电动机对其进行改进<sup>[1]</sup>。

## 3 设备改进情况

2016 年, 公司通过低速大转矩永磁同步变频电动机对球磨机进行了改进, 代理了传统的电动机。改进之后, 将联轴器与小齿轮直接连接到一起, 共同推动球磨机运行。同时, 在电力室中, 安装了相应的变频器, 使球磨机能够软启动, 并能够根据生产工作的要求, 随时对球磨机运行状态进行调整, 使其在实际当中发挥出更大的作用。

## 4 设备试运行情况

### 4.1 电动机出厂数据实验

在对改进后的电动机进行出厂实验时, 首先对电动机的直阻与绝缘进行了测量, 在 AB 线路中, 直阻为  $0.0069\Omega$ ; 在 BC 线路中, 直阻为  $0.00702\Omega$ ; 在 CA 线路中, 直阻为  $0.00712\Omega$ 。然后对绝缘进行了测试, 通过测试发现, 该设备中无论是对设备内其他线路来说, 还是对地面来说, 绝缘电阻都为  $500M\Omega$ 。之后进行了耐压测试, 利用 1760V 电压, 连续实验 1min, 未出现泄露的问题。再次进行了实验, 即在设备上通入 380V 的电压, 160A 的电流与 20kW 的功率, 测量出电动机的转速与反电动势, 分别为  $133\text{r/min}$  与  $353.0\text{V}$ 。最后, 开展模拟负载实验, 加载额定转矩  $36174.0\text{N}\cdot\text{m}$ , 通过实验可知, 启动转矩与额定转矩的比值为 2.1, 使不转矩与额定转矩的比值为 2.4, 完全符合相关标准。通过上述实验说明, 该电动机为合格产品。

#### 4.2 模拟生产故障停机后带负荷启动情况

该模拟实验中,由下列三种情况构成:一是通入 700A 的电流,将转速固定到 10r/min 启动,通电 1s 后电流逐渐稳固到 520A,球磨机能够正常运行;二是通入 730A 的电流,将转速固定到 4r/min 启动,通电 1s 后电流逐渐稳固到 520A,球磨机能够正常的运行;三是通入 730A 的电流,将转速固定到 3r/min 启动,通电 10s 后电流依然未稳固下来,并且球磨机产生晃动,无法运行。

#### 4.3 模拟检修定位停车

球磨机在 4r/min 转速的状态下,实验人员按照相关的标准,紧急对其进行停止,使球磨机计划检修的部位,准确地达到相应位置上,为检修工作的进行提供帮助。

#### 4.4 电动机运行实验及运行结果统计

电动机运行实验中,需要利用到测振仪、温度计等设备,同时需要利用设备自带监控仪表。首先进行空载实验,每隔一小时检测一次,从实验开始一直检测 5 次,实验结果如表 1 所示。根据相关规定,电动机在空载状态下能够正常运转 4h,同时转速、电压等参数均符合标准。然后进行负载实验,每隔 18 小时检测一次,从实验开始一直检测 5 次,实验结果如表 2 所示。根据相关规定,电动机能够在负载状态下正常运行 72h,同时转速、电压等参数均符合标准,另外,在这一实验中,中控给定 131r/min,反馈 130r/min,球磨机的实际转速为 18.3r/min,符合公司生产工作的需求,而在节能降耗方面需进一步分析。

表 1 空载实验结果

序号	转速 (r/min)	功率 (kW)	电压 (V)	电流 (A)	反负荷端轴承振幅 (mm/s)		负荷端轴承振幅 (mm/s)	
					垂直	水平	垂直	水平
1	130	23	345	164	1	1.3	1.2	1.4
2	130	23	345	164	1	1.3	1.2	1.4
3	130	23	345	164	1	1.3	1.2	1.4
4	130	23	345	164	1	1.3	1.2	1.4
5	130	23	345	164	1	1.3	1.2	1.4

表 2 负载实验结果

序号	投料量 (t/h)	转速 (r/min)	功率 (kW)	电压 (V)	电流 (A)	反负荷端轴承振幅 (mm/s)		负荷端轴承振幅 (mm/s)	
						垂直	水平	垂直	水平
1	8.6	130	405	345	718	2	3	2	3
2	8.5	130	409	345	726	2	3	2	3
3	10.8	130	412	345	731	3	3	3	3
4	10.3	130	415	345	735	2	4	2	3
5	9.8	130	418	345	736	3	4	3	3

### 5 数据分析

图 1 为近三年球磨机单耗情况,通过该图可以发现,对球磨机进行改进之后,电耗由之前的 27.623.5kW·h/t,降低到现今的 23.5kW·h/t,结余了 4.123.5kW·h/t 的电量,节省率为 14.9%。

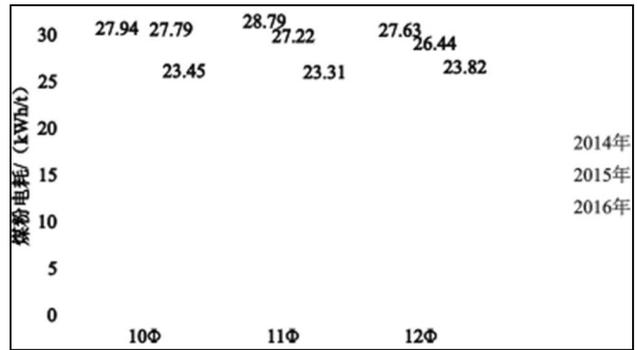


图 1 近三年球磨机单耗情况

### 6 电动机转速及磨机装载量对节能效果的影响分析

在相同条件下,减少电动机的转速,可以使电动机电耗出现明显的变化。电动机在 126r/min 的转速下,单耗为 21.32kW·h/t,在 122r/min 的转速下,单耗为 20.38kW·h/t,与 130r/min 的转速相比,分别减少了 2.18kW·h/t 与 3.08kW·h/t。当前阶段中,还未出现转速高于 130r/min 的球磨机。在实际生产当中,随着球磨机研磨体数量的提升,会使电动机的功率与电力增大,所以,还应探讨球磨机研磨体的数量与转速之间的联系,在研磨体最大的基础上,获得最低的转速,进一步减少球磨机消耗的电力能源<sup>[1]</sup>。

### 7 经济效益分析

改进完成之后,对球磨机进行了一段时间的应用,经过应用可以发现,不仅使企业减少了 23.5 万元的投入,带来了经济效益,而且还体现出了社会效益,降低了对电力能源的需求。出现这一现象的主要原因有两点:一是电费上的降低。通过上述分析可知,改进后的设备单耗减少量为 4.1kW·h/t,假设球磨机时产量为 17.75t/h,每年工作 250 天,电费价格为 0.5 元/kWh,则会减少电费=17.75×4.1×250×24×0.5≈21.8 万元;二是改进之后,简化了设备的结构,降低了其他方面工作的数量,从而减少了 1.7 万元左右投入。

### 8 结语

综上所述,利用低速大转矩永磁同步变频电动机对球磨机进行改造后,技术参数符合相关标准的要求,同时,可以达到节能降耗的目的,为社会和企业带来较高的经济效益,因此,可以在中国金属选矿领域中大力推广。

#### 参考文献:

- [1]叶青,陈伟,王鑫.AS500 变频器在永磁同步直驱球磨机上的应用[J].变频器世界,2015(12):74-76.
- [2]张乐.煤矿带式输送机永磁同步电机变频驱动技术与传统驱动技术比较分析及应用前景展望[J].电子世界,2015(16):194-195.