

高压变频器在乌山选矿厂磨矿分级系统中的应用

唐抒梅,任锦瑞,井维和,金青峰,张 力

(长春黄金设计院)

摘要:变频调速是厂矿企业实现节能降耗的有效途径之一。通过对高压变频器性能特点和乌山选矿厂磨矿分级系统工况条件的分析,设计确定了高压变频器调速控制方案。应用效果分析表明,高压变频控制方式与普通工频控制方式相比,不仅能提高磨矿分级系统工作效率,而且可节能30%。

关键词:磨矿分级系统;渣浆泵;高压变频器;节能

中图分类号:TM 921.51

文献标志码:B

文章编号:1001-1277(2010)10-0040-03

0 引言

大型选矿厂磨矿分级系统,通过调节渣浆泵的转速,满足磨矿分级系统循环负荷变化的要求,以保证不同工况条件下磨矿分级系统稳定、高效的运行。实际生产中,磨矿分级系统的循环负荷随着工艺条件的变化(如:给矿粒度、磨矿浓度、磨矿细度)而变化,因此,渣浆泵的流量也随之变化,使得渣浆泵电动机额定功率与实际流量不相匹配。而磨矿分级系统的渣浆泵由于扬程高、流量大,电动机功率也大,电动机处于高耗能运行状态,根据流量的变化,采用高压变频调速装置对渣浆泵电动机实行变转速调节,是一项非常有效的节能措施。

内蒙古乌努格吐山铜铅矿选矿厂(简称乌山选矿厂)设计单系列生产能力为15 000 t/d,是目前国内单系列生产能力最大的选矿厂之一,选矿厂选用1 000 kW渣浆泵用于磨矿分级系统,本次设计采用绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transister, IGBT)直接串联高压变频调速装置,用于磨矿分级系统,控制渣浆泵转速来调节循环负荷,取得了良好的控制效果。

1 IGBT 直接串联高压变频器的性能特点

IGBT 直接串联高压变频器是采用低压变频器的成熟技术,贯以最新的控制理论成功设计出的世界上最先进的一种无输出变压器、IGBT 直接串联逆变的高压变频调速装置。IGBT 直接串联高压变频器由于解决了IGBT 直接串联这一世界性难题,使其具有和低压变频器一样简单的结构。该产品成功融入IGBT 直接串联技术、正弦波技术、抗共模电压技术和直接速度控制(DSC)技术,使得产品具有与其他形式(单

元串联多重化、中心点箝位三电平等)产品无法比拟的优越性,具有占地面积小、质量轻、系统效率高、谐波含量小等优点。现在,IGBT 直接串联高压变频器已经广泛应用于石油、化工、给排水、电力、冶金、建材、矿山等行业的高压电动机变频节能运行系统。IGBT 直接串联高压变频器原理见图1。

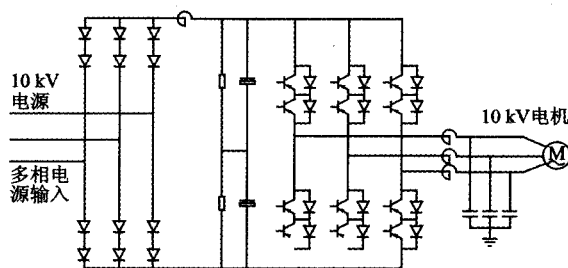


图1 IGBT 直接串联高压变频器原理简图

图1可以看出,该系统由电网高压直接经高压断路器进入变频器,经过高压二极管全桥整流、直流平波电抗器和电容滤波,再经逆变器逆变,加上正弦波滤波器,简单易行地实现高压变频输出,直接供给高压电动机。其优点在于:

1) 整个系统没有输出变压器,体积小、质量轻,减少了基建投资。

2) 由于高压变频器结构简单,无输出变压器,所以故障点大大减少,整体系统效率高,额定负载效率98%以上。

3) 采用正弦波技术,大大提高输出波形质量,输出电压谐波含量小于3%,特有的共模技术使整个系统的共模电压及输出 du/dt 值完全符合IEEE(美国电气电子工程师协会)标准,消除了电动机振动现象,电动机无需降容使用。

4) 系统自带专门设计的高压开关柜,可实现工

频旁路,检修方便,而且具有完善的系统保护功能。

5) 具有全中文操作界面,基于 Windows 操作平台,彩色触摸屏,便于就地监控、设定参数、选择功能和调试;具备全面的故障监测、可靠的故障报警保护功能。

6) 高压主电路与低压控制电路采用光纤传输,安全隔离,使得系统抗干扰能力强。

2 渣浆泵系统工况分析

2.1 渣浆泵技术参数

渣浆泵技术参数见表1。

表1 渣浆泵技术参数

参数名称	数值
型号	550TU-L
扬程/m	40~45
流量/(m ³ ·h ⁻¹)	0~4 264
效率/%	78
轴功率/kW	880
电动机功率/kW	1 000
电动机极数	12
转速/(r·min ⁻¹)	490
额定电压/kV	10
额定电流/A	79

2.2 流量控制

以前通过调节渣浆泵进口、出口阀门控制来调节流量和压力。根据乌山选矿厂工艺要求,不允许渣浆泵长时间小排量运行,否则泵内温度升高造成汽蚀和机件烧毁等问题,影响渣浆泵的使用寿命,过去被迫采用大回流方法降低温升,造成电力的大量消耗,给选厂造成了大量的能源损失。

2.3 渣浆泵变频调速节能原理

渣浆泵是典型的变转矩负载。变转矩负载的特性是转矩随速度的上升而上升。渣浆泵的电动机轴功率(P)与其流量(Q)、扬程(h)之间的关系见式(1):

$$P \propto Q \times h \quad (1)$$

当流量由 Q₁ 变化到 Q₂ 时,电动机的转速为 n₁、n₂,此时 Q、h、P 相对于转速的关系为:

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q_1 \times (n_2/n_1) \\ h_2 &= h_1 \times (n_2/n_1)^2 \\ P_2 &= P_1 \times (n_2/n_1)^3 \end{aligned} \quad (2)$$

由式(1)和式(2)可以看出,渣浆泵的电动机轴功率(功率输出)与转速的3次方成正比,而扬程与转速的2次方成正比(见图2、图3)。从而可以知道,降低转速将大大地降低功率,但扬程也随着降低,在满足扬程的区段内降低转速可以实现节能的目的。从理论计算的角度可较容易地得出渣浆泵转速降低

后的理论节能数据(见表2)。

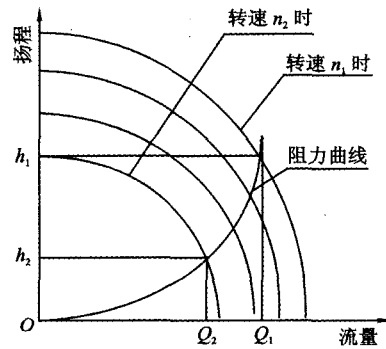


图2 渣浆泵扬程与流量的关系曲线

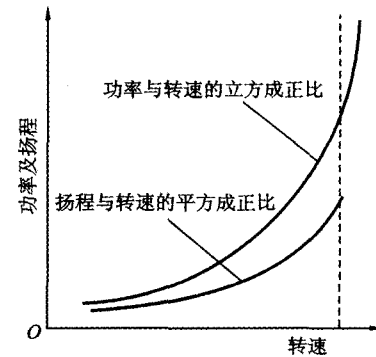


图3 功率及扬程与电动机转速的关系曲线

表2 渣浆泵转速降低后的理论节能表 %

n ₂ /n ₁	100	90	85	80	70	60	50
P ₂ /P ₁	100	73	31.4	51	34	21.3	13

从图2、图3中可以看出,在低速时,功率会有很大的下降。由于渣浆泵运行于额定转速以上是恒功率调速,此时渣浆泵效率很低,机械磨损大,容易损坏电机。从表2可以看出,转速降低10%时会带来30%左右的功率下降。乌山选矿厂现场实际运行状况是,当达到设计产量时,渣浆泵运行频率37.5 Hz,相当于速度比75%,功率比42%,节能效果在50%以上。可见节能效果非常显著。

3 磨矿分级系统变频器方案

磨矿分级系统中有2台1 000 kW的渣浆泵长期运行,属于乌山选矿厂生产工艺要害环节,为提高供电的可靠性,所用的高压变频器与渣浆泵进行一对一的控制。

3.1 系统原理

由于渣浆泵的实际流量比泵的额定流量小,因此节电潜力较大。系统中渣浆泵控制是由变频通过变送器的回馈压力值,与事先预设于变频器中的压力值进行比较,变频器中的PID调节器自动根据差值进行

运算调节控制变频器变频调速运行;同时,变频器的运行参数通过内部计算机接口和通讯协议传输至计算机工作站;在计算机上可以随时检测和控制系统运行压力、电动机转速、输入/输出电压、输入/输出电流等参数,达到系统自动节能运行的目的。

高压变频器内设有自动运行和工频降压启动运行两种运行方式,实现了自动和手动控制相结合的目的,基本原理如图4所示。

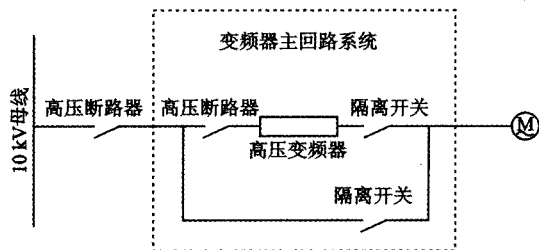


图4 系统主回路原理图

3.2 高压变频器系统与工频控制系统的比较

1) 采用变频控制方式,其操作方便,无须手动调节进水阀门,极大地减轻了工人的劳动强度,提高了工作效率。

2) 启动噪声低,在启动过程中电动机从低频开始缓慢加速,经20 s左右后达到设定频率,由于启动电流很小,减小了对电网的冲击,保护了用电设备和机械设备,延长了电动机和渣浆泵的使用寿命,提高了电动机的效率,节约维修成本。

3) 系统采用一拖一控制方式,采用压力变送器反馈电流信号(4~20 mA)至变频器中央处理器(CPU),经PID控制组成闭环控制系统。其输出频率的大小由作用处理器控制,使电动机的转速自动增加或降低,保持压力恒定。这样不但减小了电动机的无功功率,而且提高了渣浆泵的工作效率,节约了能源。

4) 普通的工频控制方式则不能实现这样的目的,其启动和停止需要人工操作,还需要调节进水的阀门开关来满足工况要求,既费时又费力,且容易出现操作失误,造成不必要的损失。工频控制方式的电动机转速是不可调节的,并且启动电流大,当压力超过所需的压力值时需人工调节矿浆阀门的大小来满

足矿浆压力。这时电动机仍以满负荷运行,多余的功率就消耗在阀门上,能源浪费很大。

4 高压变频器应用效果及分析

考虑管网阻力损失等因素的影响,理论上综合平均节能值在30%以上。按照节能30%估算,每天运行24 h,则电动机每天节能:1 000 kW × 30% × 24 h = 7 200 (kW · h);按照0.5元/(kW · h)计算,每天节约电费3 600元。

若每年运行330 d,则年节约电费118.8万元。

从乌山选矿厂实际工况中分析,采用变频调速的方式来满足生产的需要,使得渣浆泵既可大流量,也可小流量,既可高压,也可低压运行。可以用压力闭环或流量闭环控制循环矿浆的压力或流量,当工况改变时,变频器可以使渣浆泵自动调节矿浆压力或流量。此时,泵的出口阀门全开,使泵的压差减至为零。这样,既节约了电能,又减少了阀门的维护量,还提高了系统的自动化水平,降低了系统的噪声,改善了工作环境,减轻了工人的劳动强度。采用变频调速来获得实际需要的循环量,不但节约了电能,提高系统自动化运行程度,变频器自动根据需求量调节转速,而且平滑稳定,减少了作业人员的劳动强度,渣浆泵的运行参数得以改进,系统效率大为提高。

5 结 语

综上所述,采用变频控制方式调速是现代工矿企业节能降耗的必然趋势,有利于提高企业的经济效益,自动运行时节能可达30%以上。通过对渣浆泵系统的变频调速的实际应用,并经过其他企业较长时间的运行检验,证明IGBT直接串联高压变频器产品性能可靠、功能齐全、技术先进,说明国内自主开发的高压变频器在技术上已经处于世界先进水平。由于IGBT直接串联高压变频器无输出变压器、体积小、性价比高、综合性能好等方面均超过了国内外其他产品,为高压变频调速技术在矿山其他工序中需要变速的生产技术改造提供了一条可行的途径。因此,高压变频技术在大功率调速系统中的应用,具有极大的推广价值。

Application of high voltage frequency converter in the ore grind grading system in Wushan mine

Tang Shumei, Ren Jinrui, Jing Weihe, Jin Qingfeng, Zhang Li
(Changchun Gold Design Institute)

Abstract: Frequency control is an efficient access to save energy in production enterprises. Based on analysis on the characteristics of high voltage frequency converter and the working conditions of ore grind grading system in Wushan mine, the frequency control scheme with high voltage frequency converter is designed. The application practice shows that comparing to ordinary frequency control mode, the high voltage frequency control mode can not only enhances the efficiency of ore grind grading system, but also can cut the energy consumption by 30%.

Keywords: ore grind grading system; slurry pump; high voltage frequency converter; energy-saving

(编辑:邢万芳)