

10KV 高压变频器在烧结生产中的应用

段晓慧 郭峰 席锋

安阳钢铁建设有限责任公司, 河南 安阳 455004

[摘要] 本篇文章主要介绍了 10KV 高压变频器在烧结主抽风机的启动和运行中起到的关键作用, 通过对高压变频器工作原理、控制方式等相关技术的了解, 结合励磁控制和节能降耗方面的优点, 在烧结生产过程中, 主抽风机能够实现稳定的运行状态, 从而达到提升烧结生产效率, 降低能源消耗, 为工业企业的发展带来了巨大的促进作用。

[关键词] 烧结; 主抽风机; 高压变频器; 电气控制

DOI: 10.33142/hst.v7i1.11220

中图分类号: TM921.51

文献标识码: A

Application of 10KV High Voltage Inverter in Sintering Production

DUAN Xiaohui, GUO Feng, XI Feng

Anyang Iron & Steel Construction Co., Ltd., Anyang, He'nan, 455004, China

Abstract: This article mainly introduces the key role played by the 10KV high-voltage inverter in the start-up and operation of the sintering main exhaust fan. Through understanding the working principle, control method, and other related technologies of the high-voltage inverter, combined with the advantages of excitation control and energy conservation and consumption reduction, the main exhaust fan can achieve stable operation during the sintering production process, thereby improving sintering production efficiency and reducing energy consumption, which has brought tremendous impetus to the development of industrial enterprises.

Keywords: sintering; main exhaust fan; high voltage frequency converter; electric control

1 烧结主抽风机的特点

烧结生产中主抽风机一般采用高压同步电机驱动, 本文主要以电压等级为 10KV, 功率为 6500kW 的同步电机为例。主抽风机配套的高压同步电机改造前采用液阻柜启动, 配合定力控制, 启动时间一般在 45 秒左右, 不能调速, 同时在启动过程中对电网冲击较大, 严重影响同步电机本体和其他电气设备的使用寿命, 难以达到降本增效和节能降耗的目的。

同步电机采用高压变频器驱动可以有效解决异步启动时冲击电流大、工频运行不经济等问题。烧结是将各种原料, 按一定比例经过配料、混合、烧结与筛分, 得到符合要求的高炉原料。烧结料经点火借助碳的燃烧和铁矿物的氧化而产生高温, 发生物理化学变化, 将矿粉颗粒黏结成块。烧结机的主抽风机是其主要配套设备之一, 它直接影响烧结机的产量、质量和能耗, 是烧结生产的“心脏”, 主要作用是对烧结机车底部大烟道进行抽风, 产生较高的负压强, 使烧结矿质量达到行业标准, 混合料中的煤粉燃料经过主抽风机抽风后充分燃烧, 同时将烧结过程中产生的各种烟气和灰尘通过底部大烟道, 再经过机头电除尘器净化后送往脱硫脱硝设备, 最后由主烟囱排出。

2 高压变频器的简单介绍

高压变频器是一种电气控制装置, 是由固态器件组成的交流变频器。它可以将固定电压的交流电源, 通过整流、滤波、逆变、输出变压等电路, 将电网的电源转变为可调

电压和频率的交流电源, 并可实现对电机的精确控制和能量调节。图 1 为变频器主电路图, 从图上可以看出三相输入电源在系统中的变化以及各个功率单元之间的串联关系。

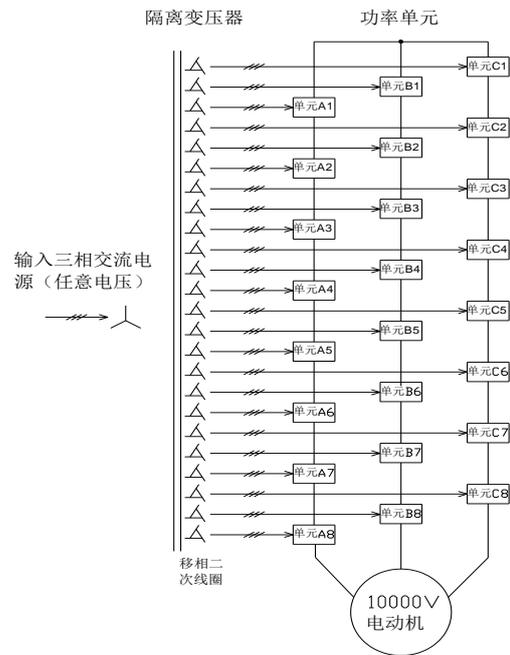


图 1 变频器主电路图

3 高压变频器的工作原理

目前高压变频器通常用 IGBT 作为主电路开关元件。

内部三相功率单元一般采用串联方式进行叠波升压,由于目前低压变频器技术已经非常成熟,所以高压变频器在某些方面充分利用了低压变频器的相关技术,从而实现了更高的稳定性和可靠性,图2为功率单元的原理图,输入端三相电源接变频器内部变压器,经过二极管的整流功能变为直流,同时给电容充电,提供给由开关元件 IGBT 组成的单相桥式逆变电路。高压变频器的工作原理主要分为以下几个步骤:第一是变频器内部通过整流器将交流电转化为直流电;第二是直流电通过滤波器,过去去直流保护、瞬时双闭环、逆变器模块,最终转换为宽频交流电;第三是变频器内部控制模块经过比例积分、变频调制等算法来控制输出电源的电压和频率,从而实现对电机的精确控制和节能。

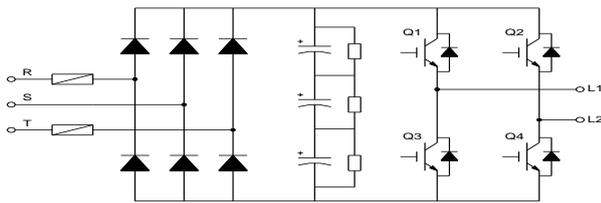


图2 功率单元原理图

4 使用高压变频器的原因分析

4.1 高压同步电机的特性

高压同步电动机是一种双边励磁电机,一般在电机的定子和转子都要加电源,定子侧加三相交流电源,转子侧利用碳刷与滑环的摩擦提供直流励磁电源。同步电动机的转矩是由定子合成磁场与转子励磁磁场之间相互作用产生的,只有在转子磁场与定子合成磁场同步旋转时,才能产生稳定的同步转矩。当同步电动机的磁极转子旋转后,它的恒定磁场则变为旋转磁场,该转子的机械转速就是此旋转磁场的转速。若在定子的三相绕组上加三相对称交流电源,则该电源在电机的气隙中产生旋转磁场,其转速均称为同步转速。同步电动机的运行转速必须等于旋转磁场的同步转速,运行时的转速决定于电源的频率和电机的磁极对数,与负荷变化无关,并保持同步速恒定不变。

4.2 高压变频器的优点

经过深入分析研究,为烧结生产节约能源,提高生产效率,改善现场工艺,对不同的生产负荷要求,以及脱硫脱硝工艺的各种制约条件,所需要的主抽风机的风量和压力也会随之变化,而一直处于工频运行的主抽风机难以满足生产需要,同时也对电能造成浪费,电机运行频率的改变成为改造首选,这样可以最大限度地达到烧结生产的变化需要,为此决定采用高压变频器控制系统使主抽风机同步电机在特定的频率下运行以达到生产需要,本次改造采用汇川HD9X系列和配套的空水冷系统,实施节能改造工程。

5 高压变频器配套设施

5.1 励磁控制系统

主抽风机同步电机具有功率因数可调、转速恒定的优

点,其中励磁控制系统是同步电动机正常运行的重要基础,直接影响高压同步电机运行状态。因此同步电动机的励磁控制系统对于主抽同步电机提高功率因数、减少电能消耗起着最直接的作用。本烧结系统中配置的同步电机励磁装置为KGLF-3S-WL/6500kW型,采用微机控制技术,励磁系统具有完善的励磁控制、系统保护、故障报警及显示功能。励磁装置提供手动可以选择的“变频运行”和“工频运行”两种控制模式。变频模式下通过4-20mA模拟信号来调节励磁的投入及大小。两台主抽风机同步电机配备三套励磁控制柜,1#励磁柜控制1#电机,2#励磁柜控制2#电机,3#励磁柜为备用柜,同时配备一套励磁切换柜,一旦任何一套励磁控制柜发生故障,可以快速切换至备用柜,最大程度减少励磁故障给生产带来的损失。表1为切换柜刀开关不同位置组合下,励磁与电机之间的控制关系,其中K1,K2,K0分别表示切换柜内的三个刀开关。

表1 励磁切换柜刀开关工作位置表

| 名称 序号 | K1(开关位 置) | K2(开关位 置) | K0(开关位 置) | 1#主抽电机 (对应励磁 柜号) | 2#主抽电机 (对应励磁 柜号) |
|----------|--------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 上↑ | 下↓ | 中(空挡) | 1#工作 | 2#工作 |
| 2 | 下↓ | 上↑ | 中(空挡) | 2#工作 | 1#工作 |
| 3 | 中(空挡) | 下↓ | 上↑ | 备用工作 | 2#工作 |
| 4 | 中(空挡) | 上↑ | 下↓ | 2#工作 | 备用工作 |
| 5 | 上↑ | 中(空挡) | 下↓ | 1#工作 | 备用工作 |
| 6 | 下↓ | 中(空挡) | 上↑ | 备用工作 | 1#工作 |

5.2 空水冷系统

为了保证高压变频器设备的长期、稳定、可靠地运行,高压变频器必须配备相应的空水冷系统用于延长高压变频器的使用寿命,考虑变频器室冷却的热交换功率时,应该留有足够的余量。按照变频器额定功率的4%来设计变频器室的冷却交换功率。

6 高压变频器的技术优点

相比于之前的液阻柜系统配合同步电机励磁控制系统启动主抽风机的方式,选用高压变频器后,不仅是主抽风机安全稳定的运行和节能降耗明显,最主要的是高压变频器存在多项先进的技术优点,让烧结生产更加地安全稳定,节约能源。

6.1 闭环矢量控制技术

闭环矢量控制技术是高压变频器常用的控制算法,在保持较高动态性能的基础上,克服了转子电阻、电感参数对调速系统性能的影响!控制精度高,加速时电流环响应快,低频运行时转矩响应可达750rad/s,并且能够实现更高的节电效率。

6.2 快速叠频技术

快速叠频技术主要目的是提高电机制动效率,在输出电压矢量上叠加可控的其他频率,使电机产生反向的阻力

转矩,加快电机的制动。此过程使再生能量在叠频作用下部分消耗于电机的定子和转子中,电机温度也会随之升高,但是通过其他手段可以将升温控制在允许范围之内,大大缩短了电机的制动时间,为电机的重新启动和生产重组提高了效率。此项技术对于要求停机时间短的场合十分有效,一般情况下可以缩短减速时间40%左右。

6.3 无干扰切换技术

变频器输出线、电动机输入线、工频电网三者之间无干扰的平滑切换技术。此技术对于主抽风机这种大功率驱动设备的变频启动或者一台变频器控制多台电机调速的系统十分有用。整个切换过程大约4s全部结束,切换过程中电机正常运行,不会对电机本体和其他设备的运行造成影响,可以保证整个风机系统的可靠运行,对生产至关重要。

6.4 非对称旁路技术

高压变频器内部的功率单元采用串联方式,当其中某个单元出现故障后,在单元配备旁路功能的情况下,可以退出故障单元,退出后该相会比其他两相少一个功率单元,形成不对称状态,但这种状态下系统可以继续正常运行。非对称技术可以实现比传统旁路方案更高的电压输出幅值。

6.5 飞车启动技术

高压变频器的飞车启动技术就是在电机未停稳的状态下随时重新启动,节省生产需要的大量时间,飞车启动过程中变频器会自动搜索电机实时频率,一旦搜索成功将输出与电机实时频率相同的初始频率,对电机进行系统控制,直到电机旋转运行至给定频率,此技术能有效减少主抽风机停机重启过程对生产的影响。

7 高压变频器的维护保养

影响高压变频器稳定运行的主要因素就是温度,高压变频器会随温度升高而大大增加故障几率,使用寿命也会大大下降,一般环境温度每升高10℃,高压变频器使用寿命将减少一半左右,所以高压变频器室必须要有符合要求的空水冷系统用于给环境降温。此外,高压变频器运行情况是否良好,与现场工况环境也有很大关系。只有通过严格的维护保养工作,才能减少设备故障的发生。

在日常高压变频器维护时,应注意变频器室的环境温度,定期清理变频器内部灰尘,确保冷却系统的通畅,尤其是配套的空水冷系统运行是否正常更是巡检的重要方面。要加强巡检制度,提高巡检技能,定期检查变频器、电机及线路的周边环境是否安全,检查主要接线部位螺丝、

端子等是否紧固可靠,同时柜顶散热风扇的运行状态也是重点关注的地方。除了以上几点要求外,还需重点关注以下几个方面。

(1) 定期专人巡检并查看变频器控制面板上的运行参数以及中控室上位机的数据变化情况,发现异常应即时反映和检查,巡检时注意变频器室温度变化。

(2) 夏季温度较高时,应加强高压变频器室的通风散热。确保空水冷系统正常运行。同时注意空调管道是否漏水,或者是否有雨水渗入变频器的可能。

(3) 变频器柜门上的过滤网应该每周至少清洗一次;如果现场灰尘较多,清洗更换间隔还应根据实际情况缩短。

(4) 高压变频器主电路要定期遥测电缆绝缘效果,一旦绝缘有损,就会产生电缆之间放电的现象,应该列入检修计划,准备更换。

(5) 对功率单元内部清灰非常有必要,根据现场环境质量的的不同,定期对所有功率单元内部清灰的时间间隔也有所不同,功率单元内部一旦积灰较多,对于内部的各种高必读的集成电路板影响也是非常大的。

8 结束语

随着科技的不断发展,现代电气控制技术及计算机技术得到了前所未有的进步,促进了电气传动技术的不断改革。调速调频也有交流取代直流的趋势,人类在数字领域控制技术的研究上发展迅速。随着环保形势的变化,烧结生产困难越来越多,降本增效和环保达标是目前最主要的两大难题,变频调速是当今节约电能,提高生产的一种主要手段。烧结生产也将紧跟时代步伐,在控制技术上迎来巨大的变化,高低压变频器的应用和推广以及不断地更新将是烧结生产的最终方向。

[参考文献]

- [1] 杨庆柏. 高压变频器及应用[J]. 电气时代,2002(5):26.
 - [2] 李晓迅. 高压变频器综述[J]. 科技信息,2010(8):85-86.
 - [3] 管襄华. 高压变频器在济钢烧结厂除尘风机中的应用[J]. 变频器世界,2005(12):65-68.
 - [4] 吴伟亮,刘竞,杨海英. 高压变频器在电励磁同步电机上的应用[J]. 电机与控制应用,2020(2):42-48.
- 作者简介:段晓慧(1983.2—),女,毕业于:北京科技大学,机械工程及自动化专业,就职于安阳钢铁建设有限责任公司,现为电气中级工程师。