

高压磁控软起动装置在大型异步电机上的应用与实际分析

黄俊雄

福建省三钢(集团)有限责任公司动力厂, 福建 三明 365000

[摘要] 主要介绍了几种常见的大型异步电机软起动装置。通过简单比较其优缺点, 结合我厂7#高炉鼓风机由汽动改为电动鼓风机工程项目的实际情况, 着重阐述了磁控软启动的工作原理及现场应用情况。

[关键词] 变频软起; 磁控软起; 磁饱和

DOI: 10.33142/ec.v2i7.512

中图分类号: TM32;TM573

文献标识码: A

Application and Practical Analysis of High Voltage Magnetron Soft Starting Device in Large Asynchronous Motor

HUANG Junxiong

Power Plant of Fujian Sangang (Group) Co., Ltd., Fujian Sanming, 365000 China

Abstract: Several common soft starting devices for asynchronous motors are introduced. By simply comparing its advantages and disadvantages, and combining with the actual situation of the 7 # blast furnace blower in our plant from steam to electric blower project, the working principle and field application of the magnetic control soft start are emphasized.

Keywords: Frequency conversion soft up; Magnetron soft up; Magnetic saturation

引言

目前我公司高炉鼓风机以汽动鼓风机为主。因汽动鼓风机存在检修维护量大, 稳定性差等缺点, 同时公司为推进可持续性发展, 高效利用厂内煤气资源, 2015 年将 7#高炉汽动鼓风机改为电动鼓风机, 将腾出来的煤气资源于发电, 提高煤气利用效率。本次汽改电项目是利用原来的厂房及配电室进行改建, 对 7#电鼓软起动方式选择至关重要。

1 高压软起动装置类型

软起动方式分为有级和无级两类。有级类传统的起动方式, 目前三钢应用较少, 比如: 星三角变换等; 无级类主要有: 晶闸管软起、液阻软起、磁控软起等。目前以上三种软起动装置在我公司炼钢厂、烧结厂及动力厂应用较多。其中磁控软起动近几年才在厂内开始应用。

1.1 液阻软起动

液阻软起动是在电机定子回路中串接水电阻, 一般由 Na_2CO_3 和水配制而成。液体的阻值与二块电极板的距离成正比, 与电解液的电导率成反比。液阻软起动通过控制系统来控制伺服机构, 驱动电极板运动, 从而改变水电阻阻值的大小进行分压, 使电机恒电流平稳启动。

液阻软起动装置价格便宜, 不产生高次谐波。但有很多缺点: 一是液阻软起动水箱容积庞大, 安装环境要求严格; 二是电机软起动后, 水阻一般会有 $10^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ 的温升, 每小时起动不能超过 4 次, 软起动的重复性差。三是液阻软起动需定期维护, 液阻箱中的水需要定期补充(以热力 3#电鼓水阻柜为例, 约 2 个月补充一次凝结水); 同时金属电极板长期浸泡于带腐蚀的电解液中会锈蚀, 2~3 年左右需做表面处理货更换。四是液阻软起动装置不适合易结冰或振动大的现场。

1.2 晶闸管软起动 (固态可控硅)

晶闸管软起动器一般串联在电机的主回路中做为开关元器件, 利用晶闸管的导通的相位角来控制电机机端电压, 从而控制电机起动电流。

晶闸管软起动器, 具有体积小、启动重复性好等优点。但也有缺点。一是晶闸管价格太高, 二是起动过程中高次谐波非常严重, 三是晶闸管容易被击穿, 寿命短, 影响电网运行安全。

1.3 磁控软起动

磁控软起动器一般串接在电机定子绕组主回路中, 是从电抗器软起动衍生出来的。利用饱和电抗器的特性, 通过控制直流励磁线圈电流, 改变电抗器铁芯的饱和度, 从而改变一次电抗值, 用低压控制高压, 实现电动机的恒流软起

动。磁控软起动具有体积较小，基本免维护，重复起动性好，价格适中。缺点主要是高次谐波污染。

1.4 变频软起动

变频软起动是利用 IGBT 通断改变电源频率的电能控制装置，以较低频率启动，运行到额定频率时，通过同期锁相技术，实现变频运行和工频运行的无冲击切换。目前变频软起动是最理想的电机起动方式，具有平稳启动、启动电流小于或等于电机额定电流，但变频器软起动结构复杂、体积巨大，价格昂贵，性价比不高。

高压电机软起动装置综合比较如表 1:

表 1: 高压软起动装置比较结果

	液阻软起动	晶闸管软起动	磁控软起动	变频软起动
启动电流	$>3I_e$	$1.5I_e \sim 3I_e$ 可调	$1.5I_e \sim 3.5I_e$ 可调	$\leq I_e$
设备体积	大	小	较小	大
高次谐波	无	大	小	大
启动时间	一般	较短	较短	较短
可靠性	低	一般	高	高
维护量	大	大	免维护	大
环境温度要求	$0 \sim 40^\circ\text{C}$	$0 \sim 40^\circ\text{C}$	$-30 \sim 40^\circ\text{C}$	$0 \sim 40^\circ\text{C}$
电压压降	$0 \sim 15\%U_n$	$<10\% U_n$	$<10\% U_n$	无

2 7#电动鼓风机软起动方式选择

7#高炉鼓风机主要设备参数如表二所示

表 2、7#高炉鼓风机改造主要设备参数

1、电机参数		
额定功率	额定电压	额定电流
5600kW	10kV	378A
2、电机电源柜断路器（利旧）		
额定电流	额定电压	短路电流
2000A	10kV	31.5kA
3、上级电网主变		
额定容量	高压侧电压	低压侧电压
25000kVA	35kV	10kV

7#高炉鼓风机电机电源由热力车间 1#配电室 10kV I 母线提供（原 1#发电机柜），上级电网为南区变 10kV I 段。南区变 10kV I 段线路上电气设备复杂，重要高压变频器负荷较多，电网电压只能允许波动 10%，尤其是高压变频器易过载或低电压保护，因此结合本工程布置场地狭小、资金及主变裕度等问题，对比高压软起动装置的优缺点及运行性能，7#高炉鼓风机改造项目高压电机软起动方式选择使用他励式磁控软起动装置。

3 磁控软起动工程应用分析

3.1 他励式磁控软起动器组成及原理

他励式磁控软起动器由高压工作绕组、直流励磁绕组、铁芯及旁路柜组成。同时控制器 DSP、智能三相全波整流器、高低压双隔离、组成安全可靠的二次控制系统。

他励式磁控软起动器工作原理是启动时，控制器通过实时采集一次回路电流数据，发出脉冲信号调节低压可控硅导通角来连续调节直流励磁电流大小，改变电机高压回路绕组的电抗值实现启动电流闭环控制、使电机平稳快速启动。其结构原理如图 1 所示：

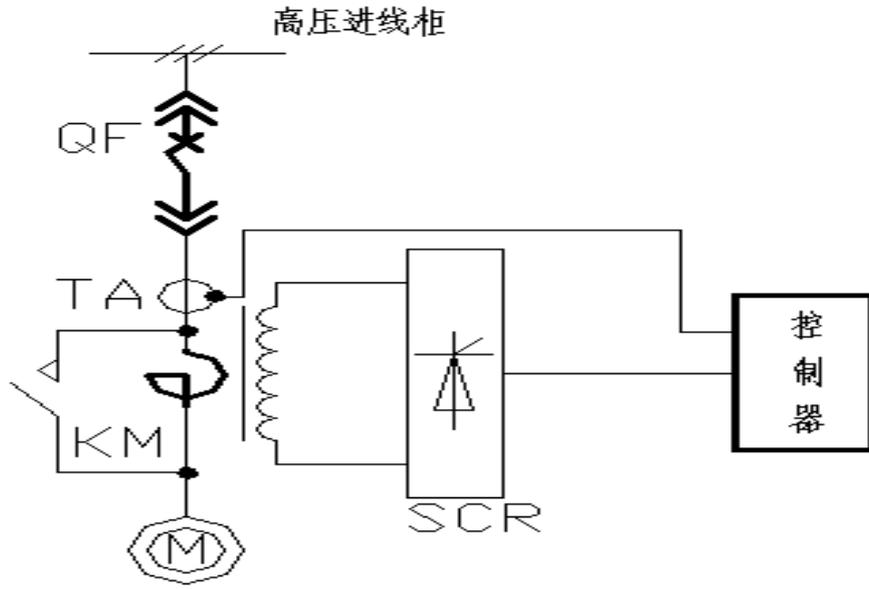


图 1：磁控电抗器原理图

QF-电源柜真空断路器；

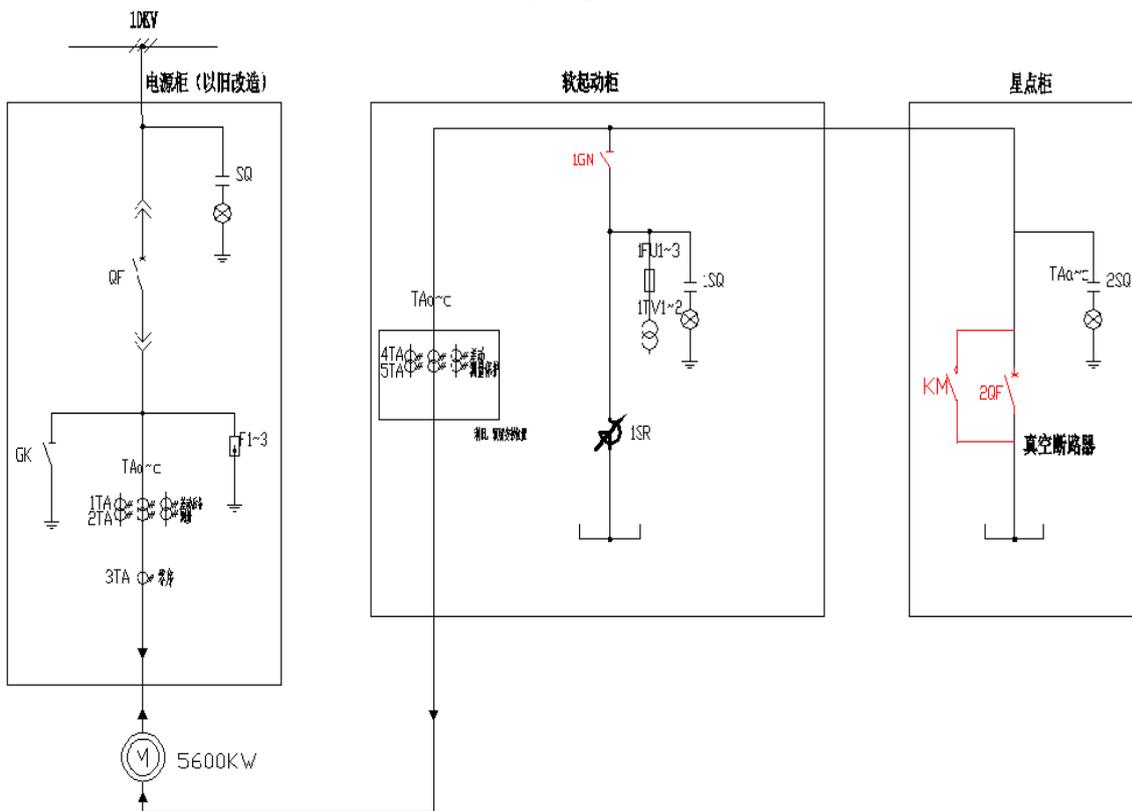
TA-电流互感器；

km-交流接触器

SCR-智能三相全波整流器

3.2 7#高炉鼓风机软起动电气主接线图

7#高炉鼓风机软起动电气主接线图（图 2）



由于本工程高炉鼓风机电源柜利旧,考虑到电动机差动保护需要,所以采用软起动器串入电机中性点侧接线方式。在软起动柜只需安装一组与电源柜同型号、同厂家的电流互感器即可,节省投资成本。

星点柜设计 2 个电动机星点短接装置,分别是 1 台交流接触器和 1 台真空断路器(2QF)。正常运行时,多选择真空断路器,可以不受外部控制电源影响。当真空断路器故障时,可迅速切换成交流接触器星点短接。

高炉鼓风机软起动过程:当工艺参数满足,DCS 发出允许启动信号至软起动器;人工在人机界面上投入电抗器。先合闸电源柜 QF,当电流降至 1.1 倍额定电流时,星点柜断路器自动合闸完成电动机启动。

3.3 软起动装置特点

(1) 可通过人机界面设定启动参数,启动电流可设定在 $1.5I_e \sim 3.8I_e$ (考虑电网容量及启动转矩),保证电网压降最小,可靠性好。

(2) 装置采用最新一代元器件,主控芯片选用 TI 公司和 ALTERA 公司 EP3C 系列大容量 FPGA,控制系统拥有最强的处理能力;采样部分选用 AD 公司最新一代 16 位 AD 芯片,保证了系统的控制精度,可根据现场情况设置过流保护、过压保护等保护。

(3) 具有事件记录功能及录波功能,“事件记录”界面记录高压磁控软起动装置启动过程中发生的各种事件,如:启动开始、启动报警、启动故障、启动成功等相关事件。“启动过程记录”界面中,“当前记录”可记录当前这一次的启动记录,从启动开始至启动成功;“历史记录”可记录近段时期的启动过程,用户可方便查看历史记录。

3.4 运行情况

7#高炉鼓风机于 2015 年 11 月改造完成,当时考虑上级电网容量及启动转矩因素,启动电流设置为 3 倍额定电流。经过三年多的运行,该设备已经启动 10 次以上。每次启动电流控制在 3 倍以内,电网压降控制在 8%左右,启动时间在 20 秒以内。全部一次启动成功,启动完成后,软起动器退出,不参与控制电机运行。

4 结束语

磁控软起动器在 7#高炉鼓风机上的应用,有效解决了全压起动的压降、大电流冲击等问题,与其他软起动装置相比具有免维护、可控性好、启动重复性好等优势,能够实现恒流启动与电流斜坡控制,较好的满足了厂内大电机的启动需要及生产工艺的要求。

[参考文献]

[1] 徐玲玉. 几种高压软起动装置的比较[J]. 水科学与工程, 2014(3): 57-59.

[2] 段利君. 基于高压电机的磁控软起动技术[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2011(5): 269-269.

[3] 申凌云, 何俊正, 陈春香, et al. 基于高压电动机的磁控软起动应用[J]. 电气技术, 2008(5).

[4] 陈万俭, 吕平, 侯士亮. 大型异步电动机的磁控软起动[J]. 冶金自动化, 2005, 29(5): 59-61.

作者简介: 黄俊雄(1984-)男, 福建三钢集团助理工程师, 本科专业电气工程与自动化, 从事冶金工业发配电工作, 担任技术员。