

锅炉系统变频节能改造方案

刘 佳 畅

Liu Jiachang

摘 要：变频调速技术以其卓越的调速性能，显著的节电效果在各个领域得到广泛的应用，为节能降耗、改善控制性能、提高生产效率和质量提供了重要的手段。本文总结了变频调速器在锅炉风机、水泵上的应用情况，指出了变频调速技术在锅炉系统具有超平稳、恒压、高效、节能等优点。

关键词：锅炉 风机 水泵 变频器

1 概述

风机水泵类负载多是根据满负荷工作需要用量来选型，实际应用中大部分时间并非工作于满负荷状态，由于交流调速电机很困难。通常工业锅炉上的鼓风机、引风机、给水泵都是电机以定速运行，再通过改变风机入口的挡板开度来调节风量；通过改变水泵出口管路上的调节阀开度来调节给水泵。而风机和水泵的最大特点是负载转矩与转速的平方成正比，而轴功率与转速的立方成正比，因此如将电机的定速运转改为根据需要的流量来调节电机的转速就可以节约大量的电能，同时也可以容易实现闭环恒压控制，节能效果将进一步提高。

现将株洲某化工厂设计和实施的一台 35t/h 工业锅炉的变频调速系统改造项目作一介绍。该工业锅炉系统装机清单如下表所示：

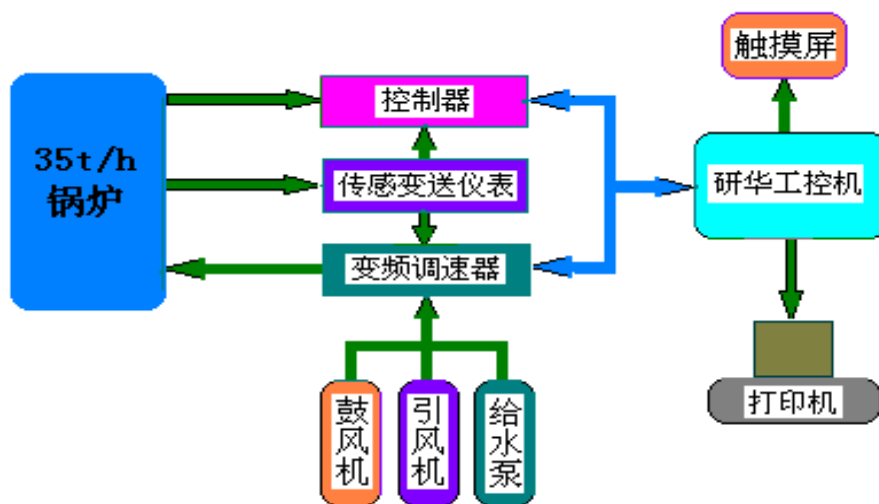
配件名称	品牌	数量
45KW 变频器	传动之星 SD-YP	两套
93KW 变频器	传动之星 SD-YP	两套
30KW 变频器	传动之星 SD-YP	两套
7.5KW 变频器	传动之星 SD-G	一套
5.5KW 变频器	传动之星 SD-G	一套
工控机	研华	一台
触摸屏	罗升	一台

打印机	爱普生	一台
压力传感器	森纳士	两台
温控器	欧姆龙	两台

2 锅炉变频节能系统流程

控制系统总体构成如图一所示，图中传感变送仪表将锅炉的特种工艺参数转换成 4—20MA/DC 电流信号，送至变频器、控制器能完成数据采集，回路控制功能。该锅炉变频器调速系统的上位机监控系统主要通过触摸屏（人机界面）完成对工艺参数的检测、各机组的协调控制以及数据的处理、分析等任务，下位机通过研华工控机控制，主要完成数据采集，现场设备的控制及连锁等功能。其中鼓风机、引风机、炉排机变频器受燃烧控制系统的控制，给水泵变频器受汽包水位的控制。控制器的输出信号将控制相关的变频器输出频率，以达到稳定工况以及提高锅炉热效率和节能目的。

变频器频率设定信号采用 4—20MA/DC 电流信号，在控制器与每台变频器之间装有一台小型自动切换操作器，该操作器输入输出均为 4—20MA/DC，具有手动、自动、强制手动三种工作方式。变频器的正转信号由一开关控制、并装在操作台上，因此控制变频器的启动、停止及调节其输出频率是很方便的。此处还用变频器来调整两台皮带输渣机的速度。

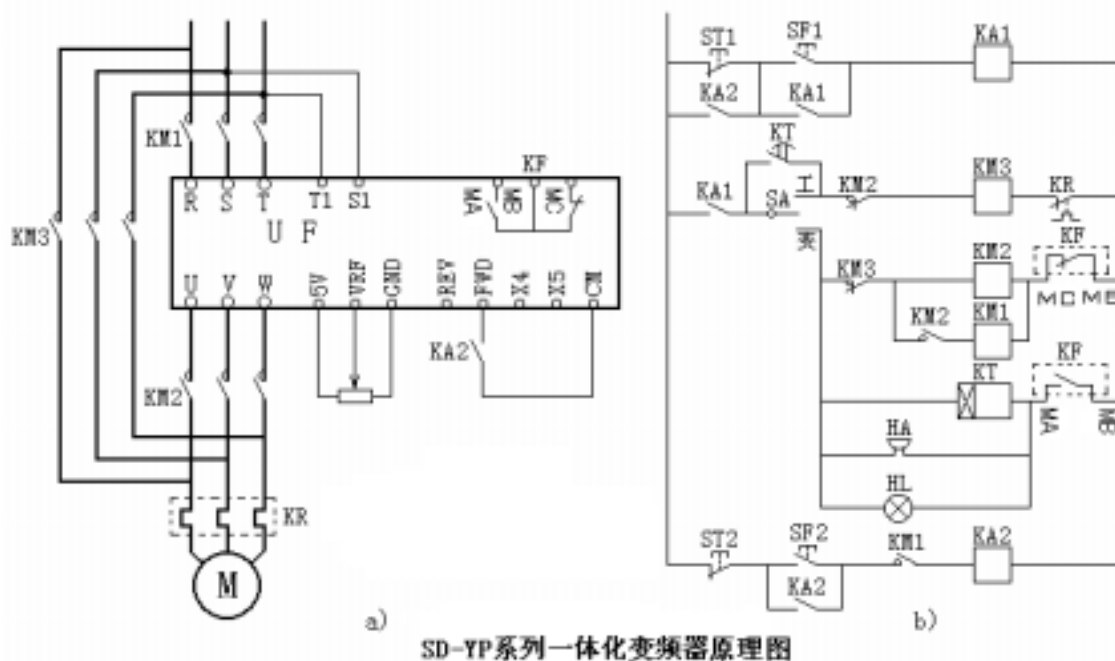


控制系统总体框图一

壹台锅炉共使用了六台传动之星Y系列一体化智能变频器和二台G系列高性能通用型变频器，下面将传动之星变频器的功能与特点做一简要描述。

其中Y系列一体化智能变频器原理图如下图二所示，它的功能特点是：

- A. 结构紧凑，外形美见；
- B. 具有节电、市电和停止三位锁控开关，便于转换及管理；
- C. 变频器发生故障时，可自动切断电源，转换到工频运行；
- D. 具有键盘锁定功能，防止误操作；
- E. 高可靠性。市电/节能运行双回路安全设计，具有自动复位、掉电复位功能。



G系列高性能通用型变频器功能特点如下所示：

- A. 采用独特的空间电压矢量调制方式；
- B. 独有的载频和死区补偿技术，实现完美的电流波形；
- C. 超静音优化设计，降低电机噪音；
- D. 内置简易 PLC；
- E. 内置 RS485/RS232 通讯接口，可联机控制。

3 锅炉系统各部分变频改造介绍

3.1 鼓风机和引风机

鼓风机为 45KW 两台，选用 45KW Y 系列一体化变频器 2 台。

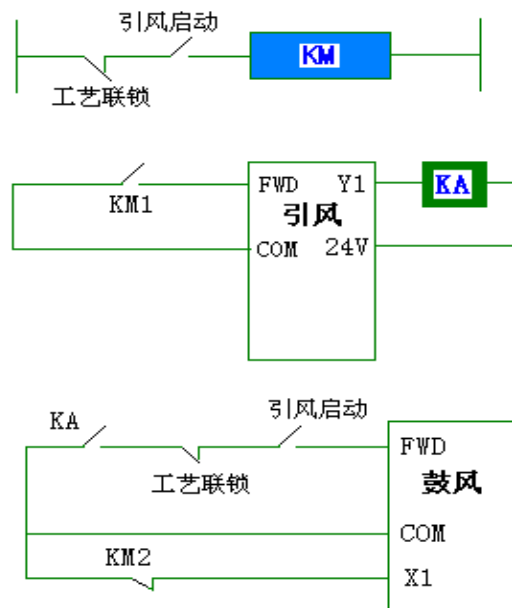
通过炉膛中烟气氧量变送器传输的电流信号，控制鼓风机转速，保障烟气氧量稳定在燃料燃烧要求的最佳范围，达到节电和节煤双重效果。

引风机为 93KW 两台，选用 93KW Y 系列一体化变频器 2 台。

使锅炉处于负压状态，不仅为炉膛内的燃料燃烧达到最佳的风煤比提供了基础条件，而且不使炉膛吸入过多的冷空气和烟道排出过多热量，同时还避免了由于人工操作不当和维护不及时引起的人身和设备事故。

为了保证锅炉的安全运行，工业锅炉都设置有联锁保护电路，即电气联锁保护、工艺参数锁保护。前者在锅炉启、停时，保证引风机先于鼓风机启动而晚于鼓风机停止运行，以防误操作时炉膛正压喷火，危及人身安全，及粉尘外喷影响环境卫生；后者在汽包水位或汽包压力超标时，自动停止鼓、引风机，迅速减弱燃烧，以确保锅炉的安全。

鼓、引风机启动的相互联锁保护电路，是利用变频器的频率水平检测来实现的，即先启动引风机，当引风机转速高于某一设定值频率时，输出有效信号起作用，使 Y1 端子输出为 ON，(并对 F0-44 号参数设为 7) 才允许鼓风机启动，如图三所示：为避免炉膛正压喷火，可将鼓风机变频加速时间设定比引风机加速时间长一些；停机时，将鼓风机变频的 X1 与 COM 短接，(并对 F0-046 号参数设为 1) 输入了空转命令，鼓风机输出马上为 0HZ，鼓风机马上停机，而引风机则按原设定的减速时间慢慢停下来，工艺参数超标时与仪表相联的继电器动作，在报警的同时，还断开鼓、引风机的正转运行信号，使鼓、引风机停机，停机过程同上，不再详述。

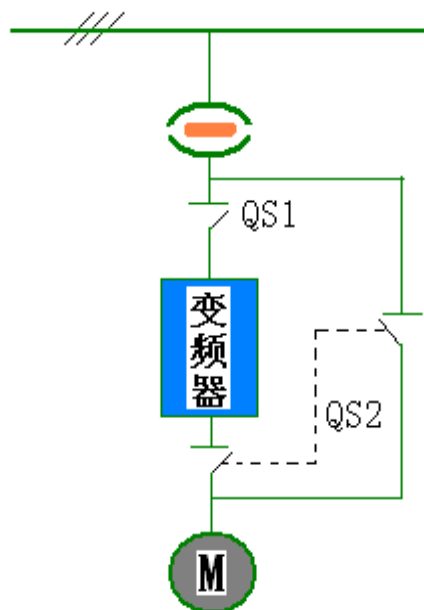


鼓、引风机互锁保护电路图三

3.2 给水泵

给水泵两台 30KW，选用 30KW Y 系列一体化变频器 2 台。

采用一拖一带工频旁路，一台运行一台备用的方式，如图四所示：给水泵是向锅炉提供足够的软化水，使锅炉液面保持一定的高度，多采用恒压控制或恒液位控制，使液面不随蒸发量的变化而改变。频率设定信号为 4—20MA/DC 并联接至变频器，这比串联接线的可靠性要高，并且取消了常规启动柜和电动调节阀。



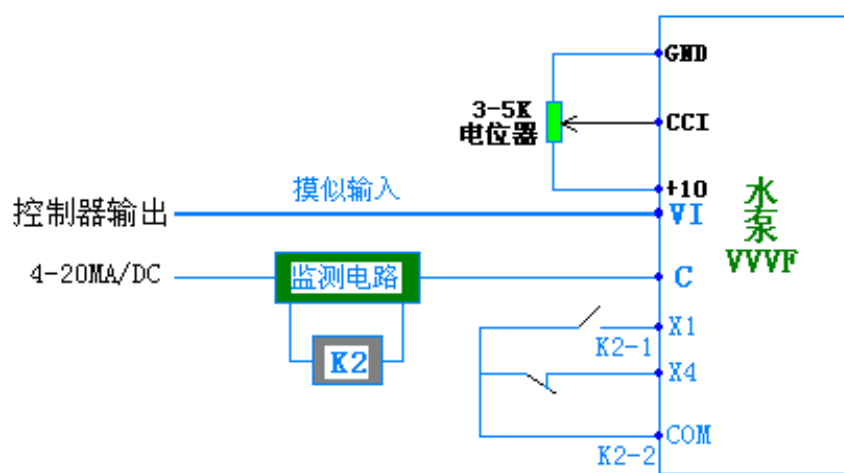
一拖一带工频旁路图四

当工业锅炉的给水泵采用变频调速时，存在一个事故隐患，但往往被忽视。自动给水系统输出的电流信号，作为给定频率信号，通过变频器对水泵转速进行控制，以达到调整给水流量来稳定汽包水位之目的。在生产过程中，如果自控系统断电或控制无输出信号及变频器出故障，将使变频器输出频率为 0HZ，使给水泵停转中断给水，这对锅炉安全是极不利的，因此应采用取一定措施，以避免断水事故的发生。监测自控系统供电及控制器和操作器是否正常呢？

最直观的方法是监测输入至变频器的 4—20MA/DC 电流信号的有无，失常时通过监测电路将给水变频器的 X1 与 COM 接通，如给水泵控制示意图五所示，变频器设定的第一段速度运行（50HZ），此前应对 F0-046、047、048 号参数进行设置，这不保证了锅炉供水不中断，另一个方法是对变频器的频率设定信号进行控制，在正常时用电流设定（4—20MA/DC），异常时自动改用电压设定。即增设一

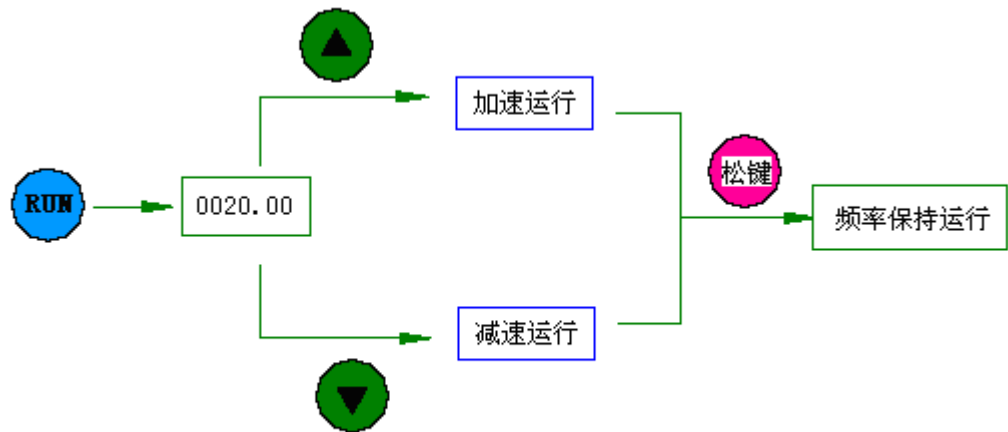
只位器，在异常时用其来调整变频器的输出频率。此时，使用 X4 端子功能，并对其 F0-049 号参数进行设置。仍靠上述的监测电路来控制 X4-COM 通断来达到目的。（具体的一些参数设置请参照传动之星说明书）

对于给水泵变频器加速时间的设定，应在保证供水的前提下，尽量长一点，这样对工艺管道有利，因为这可以克服水泵加速过快时的“水锤效应”和减速过快时的“空化现象”。



选用 7.5KW 和 5.5KW G 系列高性能通用型变频器各一台。

输渣机按常规 50HZ 运行时，皮带运行时，皮带运行速度太快，况且有时皮带上还没有煤渣，这样皮带磨损很大，需要经常更换皮带。而且煤渣多与少还与使用的煤质有很大的关系，因此采用变频器后即可降低皮带输渣机的运行速度，又可以根据煤渣多少来改变皮带运行速度。实施中，我们采用低于 50HZ 的固定频率运行方式，即将变频器上限频率设定为某一频率（本例中为 25HZ），这样皮带运行速度仅为常规运行方式的 50%，大大减少了皮带的磨损。如果在这一速度下运行时出现煤渣过多，可将速度适当加快，或者采用 UP/DOWN 操作，在数定控制状态下，按下 RUN 运行键后，变频器处于运行状态以后，在参数监视状态下，按 键使变频器处于频率持续上升的运行状态，按 键使变频器处于频率持续下降的运行状态，根据这种操作方式来达到最佳运行频率。UP/DOWN 操作流程如图六所示：



UP/DOWN操作流程图六

正常操作时，一般不轻易切断变频器的电源，停炉时间较短时，按下变频器正转信号即可，只有长时间停炉及检修时才切断变频器主电源，并在操作台上设计有变频器跳闸的声光报警信号及变频器复位按钮。

4 节能应用效果

通过变频器在工业锅炉上的改造与应用，采用变频器控制具有以下诸多优点：

- (1)采用变频器控制电机的转速，档板和调节阀的机械磨损、卡死等故障将不复存在，节电效果显著；
- (2)采用变频器控制电机，实现了大电机的启软动，平滑启动及转机转速下降，避免了对电网的冲击，减少电动机故障率，延长了使用寿命；
- (3)电机将在低于额定转速的状态下运行，降低了噪声对环境的影响；
- (4)具有过载、过压、过流、欠压、电源缺相等自动保护功能及声光报警功能；
- (5)安装比较方便，不用破坏原有的配电设施及环境；
- (6)自动控制炉膛负压，减少人工操作因素；
- (7)采用工业上最流行最通用的工控机和触摸屏，可以显示整个控制系统的运行情况，包括温度、压力、流量等其它参数；

5 结束语

综上所述，随着变频器调速技术的普及时代来临，我公司已将变频器的应用扩展到了各行各业的传动领域，由于变频调速技术的成熟，风机、水泵类负载将

真正地进入经济运行时代。因此，为了节约电能，提高锅炉燃烧控制水平，增加经济效益，采用变频调速系统取代低效高能耗的风门挡板，已成为各锅炉使用单位企业节能改造的重点。

参考文献：

传动之星, 深圳市传动之星通用型技术手册, 2006 年 8 月

作者简介：

刘佳畅, 男, 工程师, 主要从事自动化系统与变频调速器的应用与技术研究工作,

公司: 深圳市蓝海华腾技术有限公司

地址: 深圳市南山区西丽江源工业区 23 栋 5 楼

邮政编码: 518055

网址: www.v-t.net.cn

邮箱: lttl2008@126.com

联系电话: 0755-26580801 13510640734