

# 基于变频器通信技术的定型机燃烧器安全设计

李继松<sup>1</sup>, 袁 霏<sup>2</sup>

(1.科德宝宝翎衬布(南通)有限公司,江苏 南通 226000;

2.南通职业大学,江苏 南通 226007)

**摘要:**定型机烘箱加热采用燃烧器加热方式,既能快速升温又能降低燃烧成本,但燃烧器必须在排风机和循环风机满足转动条件下才可启动运行;为解决燃烧器的相关安全问题,研究了由电机的反馈参数来给定燃烧器的启动条件。通过采用三菱变频器通信技术,实时监测排风机和循环风机的输出参数,并由PLC结合延迟时间判定结果,实现了闭环控制燃烧器启动,保证了定型机的安全。

**关键词:**定型机;燃烧器;安全性;通信监测;变频器

**中图分类号:** TS195.33

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1673-0356(2018)10-0012-04

目前国内纺织行业定型机烘箱已越来越多地采用天然气燃烧加热,其燃烧器启动模式设定为当定型机排风电机运行时,每个燃烧器对应的循环风机同时运行才能够最终让燃烧器运行启动。有些用户为了工艺质量,也将拉幅启动信号串入到燃烧器运行中,即以上三种信号同时满足时燃烧器才能够工作。然而这种控制系统并不能够闭环监测风机是否真正运行。如果定型机不排风而燃烧器又频繁点火试启动,就有可能导致在烘箱内聚集天然气,有可能达到爆炸极限,这是极其危险的。如果循环风机未启动成功而燃烧器误启动加热,这样聚集在腔体内的热量不能通过循环风机的叶轮散播出去,就会发生局部过热导致不锈钢腔体和烘箱严重变形。定型机控制加热启动,而循环风机叶轮脱落导致局部过热变形,燃烧到一定程度甚至还会导致烘箱着火,引发更大的安全事故。

本文针对定型机循环风机控制虽然在电气控制逻辑上符合燃烧器的启动条件,但未能形成闭环的安全反馈检测,尤其是电气元件故障极易导致意外事件反生的不足,通过引入实时监测变频器输出电流、电压和输出频率技术,再结合PLC的逻辑控制实现了燃烧器的安全运行目标。

## 1 安全检测系统设计

通过测量循环风机转速和排风管道的风压可以获取风机运行的实际情况,但这样的检测成本代价太高,技术

难度也很大,比如测量转速需要编码器且需配置编码反馈控制。测量管道风压也需要昂贵的风压传感器,同时管道内长时间积聚花绒也会影响风压传感器的探头精度和实际检测效果。由于整体的控制稳定性不高,采用这样的技术会大大降低定型机的正常开台率。

本公司经过多次测量和验算,对每个定型机的10个循环风机和2个排风风机设计由三菱F840系列变频器驱动。如图1所示,变频器不仅能实现控制风机运转频率,还能够进行RS-485通信,将电机的输出电流和输出频率等参数传输至主PLC控制系统。三菱F系列变频器内部增加了RS-485接收和发送通信接线端子,使用5芯屏蔽线可将最多32台变频器串入PLC通信网络线中。每个循环风机和排风机变频器站号由1到12值给定,分别代表12个不同地址的变频器。

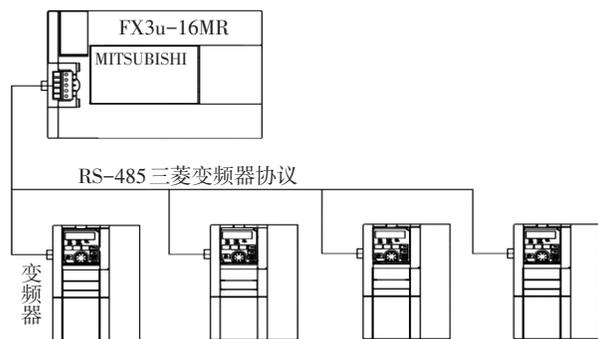


图1 FR-F840与FX3U-485BD通信接线方式

三菱F840与PLC可以通过使用PU接口或RS-485端子完成通信,无需增加额外硬件。变频器的参数可分别设置这两种通信方式,使用操作面板FR-DU07设置变频器RS-485通讯参数,设定值见表1。

收稿日期:2018-08-03;修回日期:2018-09-14

基金项目:南通职业大学2016年度校级课题(16ZK11)

作者简介:李继松(1989-),男,硕士研究生,工程师,研究方向:电气自动化,E-mail:jisong.li@fvic.com.cn。

表 1 三菱 FR-F840 采用 RS-485 通信的参数设定

参数地址	名称	设定值	说明
331	站号	1	站号不可设置相同
332	RS-485 通讯速率	96	波特率 9 600
333	通讯停止位长	10	停止位 1 数据位 7
334	奇偶校验位	2	偶校验
335	通讯再试次数	9 999	无校验
336	校验时间间隔	9 999	默认值
337	等待时间	9 999	默认值
340	通讯启动模式选择	1	启动通讯控制
341	CR/LF 校验选择	0	无 CR/LF 校验
549	通讯协议选择	0	选择三菱变频器协议

通信协议选择三菱变频器协议,参数设定结束后必须重新给变频器上电,RS-485 通讯才能够设定成功。

FX3U 系列 PLC 在原有的 FX2N 基础上性能得到提高,增加了专门用于变频器通讯的功能指令,如写入设定频率指令:IVDR K2 HED K4500 K1 是将频率值 45 Hz 由 PLC 的通信通道 1 写入到站号为 2 的变频器中,硬件上只需增加 FX3U-485BD 通信板。PLC 程序开发选择 GX Works2 编程软件,图 2 所示为部分梯形图代码,分别运用了运行指令 IVDR 和监视指令 IVCK。

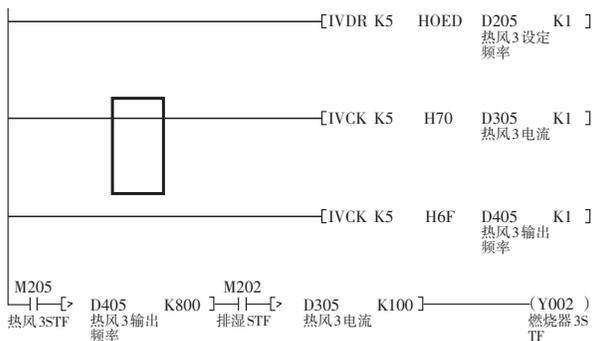


图 2 FX3U 与三菱变频器的通信指令

在梯形图中写好代码后,还要将 PLC 的通讯参数与变频器设置为一致,特别是数据长度、奇偶校验、波特率和停止位。图 3 所示是根据表 1 变频器的通讯参数来设定的,根据变频器的个数和通信速率要求,可以选择波特率为 9 600 或 19 200。最后将 GX works2 编程软件的参数和梯形图一并下载到 FX3U 中即完成所有通信配置。

如图 4 所示,在触摸屏中组态了风机运行界面,通过变频器的在线监控输出电流和电压。PLC 可以进行实时逻辑反馈保护,从而保证循环风机和排风电机是

在正常运行情况下启动燃烧器。为了滤除电流波动干扰,还需设置必要的延时时间。



图 3 三菱 FX3U 通信设置

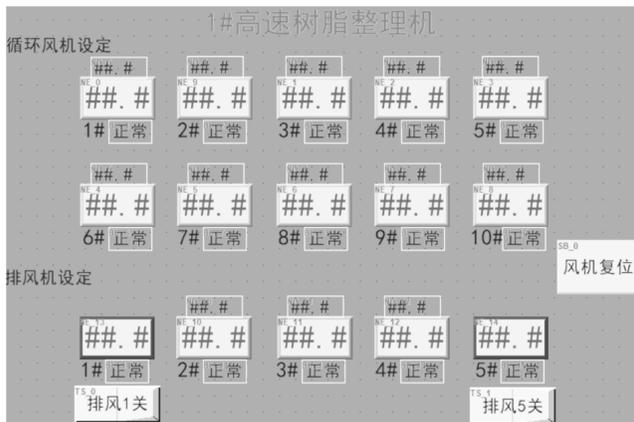


图 4 触摸屏显示风机电流

使用三菱变频器通信技术,减少了现场繁琐的布线,节约了空间和费用成本,可以实时检测循环风机和排风电机的运行参数如电流值、频率值和电压值,且不需要使用高精度传感器测量风机,就能够保证有极高

的测量稳定性。

## 2 变频器通信检测

应用三菱 FR Configurator2 软件对变频器进行在线监控和画面显示,当循环风机不接入变频器时,操作定型机让变频器启动,风机电机线并没有接入变频器。实验得出变频器有输出电压,但没有输出电流值,如图 5 所示。

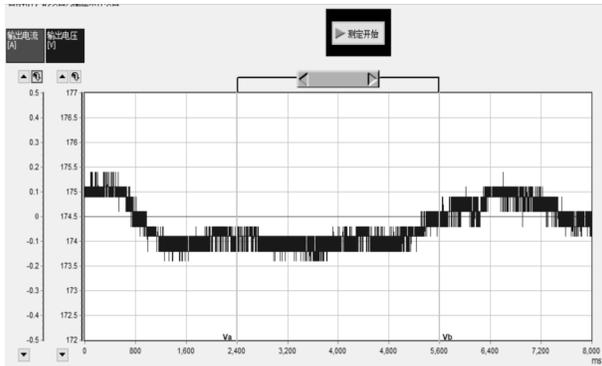


图 5 变频器不接入风机空载运行

从图 5 可看出,变频器空载运行时输出电流值为 0,而输出电压保持动态正弦波形图输出。因此在空载情况下,通过 PLC 就可以很容易地设定检测条件。即在变频器启动条件下,PLC 通信变频器检测输出电压正常,而输出电流为 0 值,则 PLC 逻辑判定燃烧器启动条件不足;且通过触摸屏组态报警显示,告知操作员此时某个燃烧器对应的循环风机没有接入变频器或存在断线可能。

如果循环风机与变频器正常连接而叶轮却脱落,此时变频器是接入电机负载的,有输出电压和输出电流;但烘箱内形成不了有效的循环风压,燃烧器同样会启动加热程序,没有循环风让热量均匀散出,将造成局部过热甚至导致火灾。

由图 6 可看出,变频器只带电机运行但没有叶轮负载安装在电机上时,输出电压与输出电流形成的线性比关系近似为常数  $K$  值,电机从 0 Hz 提升至 50 Hz 且稳定之后,这种线性值在每一段的频率值都是相同的,它只由电机功率和负载值决定。

当变频器正常驱动风机负载时,在每段频率 10、20、30、40 和 50 Hz 的输出电压都是逐渐增长的;而输出电流在 15 至 50 Hz 没有明显增长,且在 10 Hz 的电流只增长约 10%。考虑到风机一般设定为固定频率在 20~50 Hz,可适用于很多生产工艺条件。

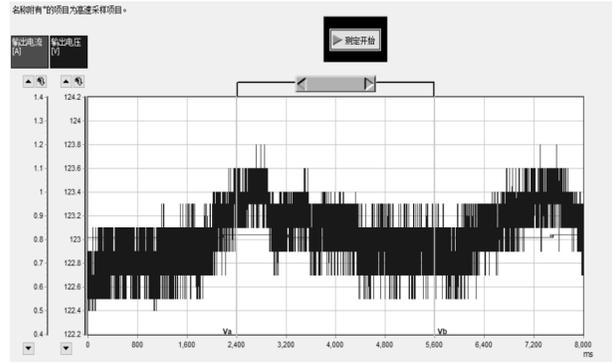


图 6 变频器接入风机负载运行

图 7 所示为电机运行参数监控表,从中可看出正常循环风机运行时,变频器输出电流在 20~50 Hz 的电流基本保持不变,只有在 10 Hz 低频启动时有较明显的增长。因此可以将电流值进行数据收集和分析,在固定的负载条件下找到一个特定的电流值范围。重点设定 PLC 通信检测输出电流的区间,将输出电流、电压和频率三个要素作为诊断条件,可确保排风电机和循环风机的有效监控运行。

NO	项目	站号0	NO	项目	站号0
1	输出频率	20.00Hz	1	输出频率	30.00Hz
2	输出电流	0.84A	2	输出电流	0.81A
3	输出电压	85.2V	3	输出电压	122.7V
4	频率设定值	20.00Hz	4	频率设定值	30.00Hz
5	运行速度/机械速度	600r/min	5	运行速度/机械速度	900r/min
6	电机转矩	0.0%	6	电机转矩	0.0%
7	转换器输出电压	318.8V	7	转换器输出电压	317.8V
8	再生制动使用率	0.0%	8	再生制动使用率	0.0%
9	电子过电流负载率	0.0%	9	电子过电流负载率	0.0%
10	输出电流峰值	1.15A	10	输出电流峰值	1.15A
11	转换器输出电压峰值	324.1V	11	转换器输出电压峰值	324.1V

NO	项目	站号0	NO	项目	站号0
1	输出频率	40.00Hz	1	输出频率	50.00Hz
2	输出电流	0.80A	2	输出电流	0.79A
3	输出电压	160.4V	3	输出电压	197.6V
4	频率设定值	40.00Hz	4	频率设定值	50.00Hz
5	运行速度/机械速度	1200r/min	5	运行速度/机械速度	1500r/min
6	电机转矩	0.0%	6	电机转矩	0.0%
7	转换器输出电压	317.4V	7	转换器输出电压	316.1V
8	再生制动使用率	0.0%	8	再生制动使用率	0.0%
9	电子过电流负载率	0.0%	9	电子过电流负载率	0.0%
10	输出电流峰值	1.15A	10	输出电流峰值	1.15A
11	转换器输出电压峰值	324.1V	11	转换器输出电压峰值	324.1V

图 7 循环风机在不同频率下的输出电流值

为了消除电机在加减速时造成的电流变化及正常运行时的电流波动造成的判定干扰,可将输出电流的条件再加上检测延迟时间,且这个时间可以在触摸屏上设置。一般延迟时间应高于变频器的加减速时间,这样确保风机在正常转动时 PLC 不会发生误判。

## 3 结论

(1)在定型机设备中使用三菱通信协议直接控制三菱变频器驱动电机,节约了布线成本,简化了控制和调试难度。同时能够实时监测输出频率、输出电压和

输出电流,响应精度达到0.1%,可真正形成安全稳定的闭环控制。

(2)通过测定循环风机在不同频率段的输出电流和输出电压特性,以及变频器空载运行的输出特性,可以在PLC程序中设定监测实际电流值在一个安全的区间内;如果超出设定范围并达到一定的延迟时间,则输出报警并停止燃烧器的启动,从而根本上解决了定型机燃烧器的安全问题。此外,通过短期收集变频器运行数据和算法推演,这种控制系统甚至可以判定循环风机过载或轴承异常,并进行预防性维修。

#### 参考文献:

- [1] 向晓汉.三菱FX系列PLC完全精通教程[M].北京:化学工业出版社,2014.
- [2] 三菱电机.FX3u系列微型可编程控制器编程手册:基本应用指令说明书[Z].2005.
- [3] 李金城.PLC模拟量与通信控制应用实践[M].北京:电子工业出版社,2014.
- [4] 三菱电机.FR-F840用户手册:应用篇[Z].2014.

## Safety Design of Setting Machine Burner Based on Transducer Communication Technology

LI Ji-song<sup>1</sup>, YUAN Fei<sup>2</sup>

(1. Freudenberg & Vilene Interlinings (Nantong) Co. Ltd., Nantong 226000, China;

2. Nantong Vocational College, Nantong 226007, China)

**Abstract:** The oven of setting machine was heated by burner, which not only increased the temperature rapidly but also reduced the burning cost. But the starting signal of the exhaust fan and the circulating fan were connected with the starting condition of the burner. In order to ensure the heating safety, the starting condition of the burner was studied by the feedback parameters of the motor. The output parameters of exhaust fan and circulating fan were monitored in real time by using MITSUBISHI transducer communication technology. PLC and delay time were used to determine the results. The safety of setting machine was guaranteed through closed-loop control.

**Key words:** setting machine; burner; safety; communication monitoring; frequency inverter

### 2019年《棉纺织技术》征订启事

《棉纺织技术》是由陕西省纺织科学研究所和中国纺织信息中心主办,全国棉纺织科技信息中心、《棉纺织技术》杂志社编辑出版,国内外公开发行的专业技术月刊。以从事棉纺织生产技术各个层面的技术人员为主要对象,兼顾科研、教学需要,坚持理论与实践相结合、技术与经济相结合、普及与提高相结合、当前与长远相结合、国内与国外相结合为办刊方针,形成了“前瞻性,适用性,操作性”的独特风格,在纺织行业和教育、科研单位拥有最广泛的读者群。多次获得省、部、委的奖励,是“中国期刊方阵双效期刊”,荣获“第三届国家期刊奖提名奖”,连续八次被选列为“全国中文核心期刊”。

《棉纺织技术》已被《中国学术期刊(光盘版)》、《中国学术期刊网》、《万方数据资源系统数字化期刊群》、《中国学术期刊文摘(中文版)》、《中国学术期刊文摘(英文版)》、《中国期刊全文数据库》、《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中文科技期刊数据库》、美国《化学文摘》、英国《科学文摘》、俄罗斯《文摘杂志》等收录,在国内外具有广泛的学术影响力。

《棉纺织技术》官方投稿网址为 <http://gaojian.ctsti.cn>, 欢迎投稿!

《棉纺织技术》微信公众号订阅号为“棉纺织技术新传媒”

(mfzjxcm),公众服务号为“梭子讲堂”(suoziedu),分别致力于纺织行业资讯和技术传播以及技术知识分享和互动,欢迎关注!

《棉纺织技术》期刊全彩色印刷,由邮局向全国发行,邮发代号52-43,请广大读者到当地邮局订阅,亦可向编辑部直接办理订阅手续,纸质刊和电子刊任选。每册10元,全年120元。

电话:(029)83553538、83553540

传真:(029)83553519

E-mail:sf-mfzjs@ctsti.cn

邮局付款

单位:《棉纺织技术》编辑部

地址:西安市纺织城西街138号

邮编:710038

银行付款

户名:陕西棉纺织技术期刊社

账号:611899991010003557935

开户行:交通银行西安城西支行