

一次误差拟合:  $y_2 = 18.0939359 - 9.20702997x$ ; (3)

二次误差拟合:  $y_3 + 12.79506696 = (x - 4.801790678)^2$  (4)

(3) 误差处理以及补偿公式的确立

把 3 种方法得到的数学关系式, 反代入 644 个历史数据中进行误差处理, 结果如下:

数据总数为 644, 经过 (2) 式补偿后差值的绝对值大于 5% 的个数为 46 个, 经过 (3) 式补偿后差值的绝对值大于 5% 的个数为 52 个, 经过 (4) 式补偿后差值的绝对值大于 5% 的个数为 48 个, 配比  $x$  为 1.735902, 理论偏差平均值为 1.62108%, 实际误差平均值为 2.11442%, (2) 式补偿后偏差平均值为 0.316163%, (3) 式补偿后偏差平均值为 -0.608924%, (4) 式补偿后偏差平均值为 0.448254%。

经综合分析, 公式 (2) 就是所需数学关系式, 补偿公式为:  $Q_1 = Q(1 - y_1)$  ( $Q_1$  为补偿后的流量值,  $Q$  为实测值)。

经过补偿以后, 混合煤气平衡误差小于  $\pm 5\%$ , 基本保持在  $\pm 2\%$ , 效果显著。由于该方法是根据流量密度补偿公式, 同时又利用了大量的现场经验数据拟合演变而来, 实践证明这是一个科学的方法, 具有很强的实用性, 实现起来较为简单, 只需在系统终端加入补偿程序即可。

(安阳钢铁集团有限责任公司计控部  
杨涛, 胡海金, 周欣)

### 转炉倾动变频改造中遇到的几个问题

南京钢铁股份有限公司转炉炼钢厂原有 3 座 20t 的氧气顶吹转炉。2002 年 12 月至 2003 年 2 月先后对这 3 座转炉进行了扩容改造, 其倾动部分电气也做了改造。系统经过近几个月的使用, 陆续出了几次事故, 从分析处理事故原因中发现了该系统在开发应用及工艺操作等环节上存在一些问题, 需进一步改进。

现转炉倾动电气控制采用的是以变频器 + PLC 为核心的控制系统, PLC 与一台工控机相连, 通过 PLC 实现对转炉倾动的速度给定及逻辑控制, 通过计算机实现对 PLC 的编程、操作提示、故障查询等。

F008 故障代码 (表示 DClink undervoltage) 频繁出现, 直接影响变频器的正常运行。起先认为变频器电源板有问题, 就把电源板给换掉了, 故障还是发生; 接着把主板也换掉了, 情况亦然。后来把主板上端子 1 拿掉, 将上面的线改接在外供 24V 电源的正极上, F008 故障不再出现。这表明, 原先端子 1 上的电源由主板内部电源提供, 当变频器工作时, 主板内部电源容量不够, 致使 F008 故障发生。

对于输出负载有正、反方向要求的变频器, 其给定量的选择不能仅仅取一个数值范围信号 (如 4~20mA 或 0~10V 等) 加以控制。在现系统中, 由于 PLC 的 AO 输出模块采用 4~20mA 信号, 最先就是把这 4~20mA 信号直接送至变频器 X102 端子 15、16, 作为操作给定信号。当时把 4~12mA 定义为正给定速度信号, 12~20mA 为负给定速度信号, 12mA 为 0 速度信号。这样, 在 4~20mA 间的任一值就有两层含义: 一层表示速度大小, 另一层表示速度方

向。设操作给定为 13mA, 按照设计, 炉子的方向为负方向 (指炉后方向) 转动, 恰在此时有一个 -2mA 的干扰信号产生, 这说明 13mA 的操作给定信号在干扰信号的作用下就变成 11mA 的操作给定信号, 11mA 表示炉子将朝正方向 (指炉前方向) 转动。由于冶金企业现场环境比较恶劣, 电干扰比较大, 为了防止出现这类意外的事故, 后来把 4~20mA 的信号只作为操作给定速度大小的信号, 在操作开关上另取操作方向触点信号送至 PLC, 经 PLC 处理后再送至变频器其它端子作为方向给定信号来控制变频器运转与否。也就是说 PLC 到变频器的给定信号不仅有速度大小信号, 而且也有方向信号加以控制。

转炉扩容改造后, 炉子翻了 3 次, 这 3 次都是发生在将吹炼好的钢水测温取样结束之后进行抬炉操作的一瞬间, 钢水从炉口淌到了炉子底下。从事故的现象看, 当操作手柄从炉前位置快速打到炉后位置的时候, 炉头向下栽。技术分析认为, 由于变频器的过载能力只有 30%, 所以它的给定输出有 3~4s 的延缓时间。之后, 变频器跟随操作手柄给定的动态响应是非常快的。当操作手柄归零位的时候, 也就是给定为零, 在没有抱闸作用的情况下, 变频器也要 3~4s 才能没有电源输出。将操作手柄从炉前位置快速打到炉后位置的过程中, 也就是要求炉子从正转

停 反转的过程, 虽然手柄从零位过了一下, 但是因时间很快, 抱闸几乎没停, 可以认为一直是打开的, 因此在正转 停的时候, 从上面的分析看, 由于抱闸始终是打开的, 有 3~4s 的时间炉子继续正转 (亦即出现了往下栽), 但这时操作手柄已经打到炉后方向位置。如果这样操作的话, 就容易产生翻炉现象。从技术操作的角度来讲, 希望操作避免打倒车; 希望手柄逐渐从低档位向高档位推进, 避免起动过电流。通过系统的不断完善以及加强对操作工的规范操作要求, 保证了系统的正常运行, 避免翻炉事故的再次发生。(南京钢铁股份有限公司转炉炼钢厂 段泽龙)

### PLC 控制系统的抗干扰问题

随着 PLC 在工业控制中的广泛应用, PLC 控制系统的抗干扰问题也引起了人们的高度重视。

PLC 系统中的电磁干扰源主要来自电源、信号线及接地系统的混乱。为免受或减少系统在工业电磁环境中内外电磁的干扰, 须从设计阶段开始就采取措施: 抑制干扰源; 切断或衰减电磁干扰的传播途径; 提高装置抗干扰能力。具体的抗干扰措施有: (1) 采用性能良好的能抑制电网引入干扰的电源。在 PLC 控制系统中, 电源占有极重要的地位。电网干扰窜入 PLC 控制系统主要通过 PLC 控制系统的供电电源、变频器供电电源和与 PLC 控制系统有直接电气连接的仪表供电电源等耦合进入的。对 PLC 系统的供电电源, 一般采用隔离性能较好的电源, 以减少对 PLC 控制系统的干扰。(2) 不同类型的信号分别由不同的电缆传输, 信号电缆应按传输信号种类分层敷设, 严禁用同一电缆的不同导线同时传送动力电源和信号, 避免信号线与动力电缆靠近平行敷设, 以减少电磁干扰。(3) 正确选择接地点, 完善接地系统。系统接地方式有: 浮地方式、

直接接地方式和电容接地方式。PLC控制系统应采用直接接地方式。由于信号电缆分布电容和输入装置滤波的影响,所以 PLC控制系统接地线采用一点接地和串联一点接地方式。接地线采用截面大于  $22\text{mm}^2$  的铜导线,接地电阻小于  $2\ \Omega$ 。信号源接地时,屏蔽层应在信号侧接地;信号源不接地时,屏蔽层应在 PLC侧接地;信号线中间有接头时,屏蔽层应牢固连接并进行绝缘处理,一定要避免多点接地;多个测点信号的屏蔽双绞线与多芯总屏蔽电缆连接时,各屏蔽层应相互连接好,选择适当的接地处单点接地。

以上抗干扰措施在我厂 3150t 油压机上实施,收到了很好的效果,基本上解决了 PLC控制系统的干扰问题。

(洛阳铜加工集团有限责任公司管棒厂 杨鑫)

## 35 kV 变电所综合自动化系统应用

综合自动化系统是一种以计算机为主的、将变电站的二次设备(包括测量、信号、控制、保护、自动装置和远动)经过功能组合而形成的标准化、模块化、网络化和功能化的现代化计算机综合监控系统。

在贵州省冶金设计研究院 35kV 变电所设计工程中,用国产的变电站微机保护装置,取代了传统的电磁式继电器保护装置,获得了很大成功。

微机保护装置系统与传统保护系统的主要区别在于用微机控制的多功能继电器替代了传统的电磁式继电器,并取消了传统的信号屏等装置,相应的信号都输入计算机。为便于集中控制,采用集中式设计——将所有的控制保护单元集中布置,整个变电站二次系统结构非常简单清晰,所有设备由微机保护屏、微机采集屏、交直流屏和监控系统组成。屏柜的数量较传统的设计方式大量减少。由于各种微机装置均采用网络通信方式与当地的监控系统进行通信,而不是传统的接点输出到信号控制屏,因此二次接线大量减少。同时由于采用了技术先进的当地监控系统来取代占地多、操作陈旧的模拟控制屏,使得所有的操作更加安全、可靠、方便。

本次采用微机控制系统的 35kV 变电所,有进线回路、电炉变压器回路、动力变压器回路、母联、电容补偿等,其保护监控十分重要,尤其对电炉变压器的保护要求更高。在工程中,对于微机保护监控采用了以下装置:(1)主变压器保护装置——可完成变压器的主、后备保护;(2)线路保护装置;(3)电容器保护装置;(4)综合数据采集装置。在设计中对变压器保护采用了后备保护、本体保护,在两侧安装测量装置、温度监测仪,利用微机系统完成保护、控制、测量、信号远动等功能。主变压器保护监控装置完成主要数据采集与处理,变压器开关量与模拟量的监视、保护,高低压侧断路器操作、断路器跳闸信号采集,并与变电所控制级进行通信。为了提高系统的可靠性,使各装置相互独立,在任一装置故障退出时,均不会影响其它装置的功能,各装置间用通信电缆联络。

数据采集对于控制管理来说非常重要。本次微机控制系统对就地控制和保护单元(间隔层)所有的交流量、直流量、脉冲量及开关量进行现场采集,同时也收集各类

保护的运行状态、保护动作信息和保护装置自检信息,在就地控制单元中经过预处理及分类后存放在就地控制单元的存储单元中,通过控制通信总线,及时将上述各类信息传送到通信处理机中,由通信管理处理机对通信过程进行管理与控制,并对各类信息进行数据封装,采用标准 CDT规约传输到监控主站,供主站数据处理之用。利用微机进行数据采集后,对于设备运行管理,数据留存分析,异常事件记录及计算、显示等功能的实现变得容易准确。

对设计微机保护系统应注意以下问题:

(1)由于控制和保护单元均采用微机装置,故一些必要的开关量和模拟量应从开关柜引至微机采集装置和保护屏。根据控制和保护要求的不同,输入的量也不同。(2)开关柜与微机装置之间的端子接线较简单,大量二次接线在微机采集控制单元和保护单元内部用端子连接。(3)传统的继电保护整定计算结果不能直接输入到计算机,需转换为计算机整定值。(贵州省冶金设计研究院 姚冬平)

## 基于现场总线的高炉配料控制系统设计

新疆八一钢铁集团有限责任公司炼铁分公司 3<sup>#</sup>高炉是 1995 年建成投产的,其自动控制系统采用无锡华光公司生产的 SG8 系列 PLC,但到 1999 年该产品的备件已无法正常供应。为此我们在 2002 年采用现场总线控制技术对自控系统进行了改造。

我们采用西门子 S7-400PLC和图尔克端子式模块及工控机构成现场总线系统。S7-400PLC作为下位机实现所有信号的采集、运算、调节。CP5613卡为 S7-400PLC与工控机的通信接口,通信速率 87.5Kb/s,传输距离可达 50m,使用中继电器可达 9100m。这使得高炉配料、值班室、热风炉数据得以共享。采用分散控制,在其控制信号相对集中分布处设立控制子站,在环境较好处采用 TURCK端子式模块。其特点是:(1)接线简单、可靠抗震、免维护。(2)每块模块上的通道数量少,一般为 2/4 通道。现场总线还有着良好的扩展性,能使变送器、电磁阀、传感器、变频器及计算机之间传递信息。上位机运行的监控程序用 SIMATIC WinCC5.0,它基于 WINDOW的对象链接和嵌入、部件对象模型和分布式部件对象模型技术,并创建一开放式接口,具有良好的图形界面和人机交互性,当需要改变所选仓位时,在监控程序的图形界面上点击要选仓位按钮图标即可,这与传统的用按钮等来编程节省了大量 I/O 模块。

遇到的问题:(1)程序编写完成进行下载时显示错误信息:程序太长不能下载。将主程序 OB1 简化并采用块调用办法压缩组织块解决了这一问题。(2)称重显示的数据不稳定。在调试中个别秤的显示数据乱翻,造成显示的不稳定,同时还使与之相关的设备不能自动运行,严重影响正常生产。我们在称重变送器输出信号加信号隔离器和自控系统电源加悬浮隔离变压器解决了这一问题。

自控系统改造投运已近 1 年,实践证明:整个系统设计合理先进,操作简便,可靠性高,完全符合设计要求,为企业创造了一定的经济和社会效益,具有借鉴价值。

(新疆八一钢铁集团有限责任公司炼铁分公司 余林林)