

无轨电车整流站自动化监控系统

黑龙江省纺织工业设计院(150001) 马玉红
黑龙江省政府房产处(150001) 陈平
哈尔滨飞机制造集团公司(150001) 高亚春

摘要：介绍了一种基于上、下位机的无轨电车整流站自动化监控系统。叙述了该系统的组成、工作过程和功能,并着重叙述了短路检测系统的基本原理、组成和工作过程。

关键词：PLC 工控机 监控系统 短路检测

随着交通运输行业的飞速发展,空气污染日趋严重。无轨电车以其无污染、节省燃料等优势在该行业中占据着不可替代的位置。为无轨电车提供电能的整流站承担着变压、整流和输送电的任务。随着公共交通事业的发展,对无轨电车供电的可靠性提出了更高的要求。过去那种靠人工监视、手动操作的整流站控制方式已保证不了电能馈出系统工作在最佳状态,不能正确判断某些意外事故,人为故障较多,效率较低。在供电系统发生故障时,需要防止事故扩大、压缩停电时间、尽快恢复电车运行。因此,建立现代化的无轨电车供电调度数据采集和监视控制系统是十分必要的。近几年,PLC以其系

统构成灵活、编程设计简单、可靠性高及抗干扰能力强等诸多优势在控制领域得到了广泛的应用。我们将工控机和 PLC 应用于无轨电车整流站自动化集中监控系统的改造,取得了良好效果。

1 监控系统的组成

该监控系统的基本构成如图 1 所示。

图 1 中,控制室属于上位机监控部分。主机选用台湾研华公司生产的 IPC-586 工控机。采用 WINDOWS95NT、VC++5.0 画面开发软件。通过上位机画面可以对站内运行状态进行监视。当站内运行情况发生异常时,可进行越限或故障的声音报警及文字提示,同时

(接上页)

的交流波形零点抬高 2.5V,使信号负半周波形处于 0 点电平以上,以保证采集一个完整的信号周期。2.5V 基准电压源电路由 TL431 精密电压基准等元件构成。

5 交流采样算法在微机励磁调节器中的应用

基于外设服务器的交流采样算法在我们所研制的微机励磁调节器中已经得到应用。实验证明:用这种采样算法设计的微机励磁调节器取消了常规的电量变送器,简化了外围电路硬件,显示电参数精确稳定,进一步提高了装置的可靠性和精度,使我们研制的装置具有较

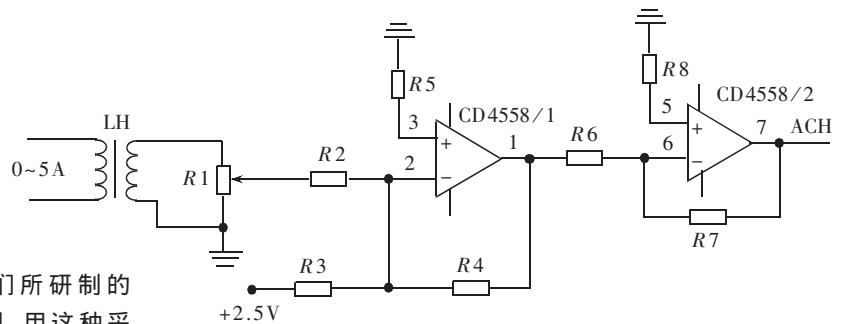


图 4 交流电流输入接口电路图

高的性价比,具有良好的市场前景。另外,这种交流采样算法还可以应用于变电站的参数测量、微机继电保护、故障录波等场合,具有一定的实用和推广价值。

参考文献

- 1 杨冠城.电力系统自动装置原理.北京:水利电力出版社,1995.11
- 2 沈金官.电网监控技术.北京:中国电力出版社,1997.6
- 3 孙涵芳.Intel 16 位单片机.北京:航天航空大学出版社,1995.11
- 4 方心平,张厥盛.集成锁相环路——原理、特性、应用.北京:人民邮电出版社,1990.12

(收稿日期:2001-10-10)

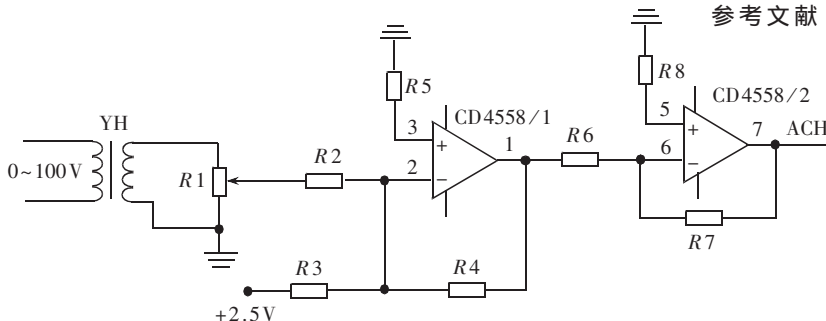


图 3 交流电压输入接口电路图

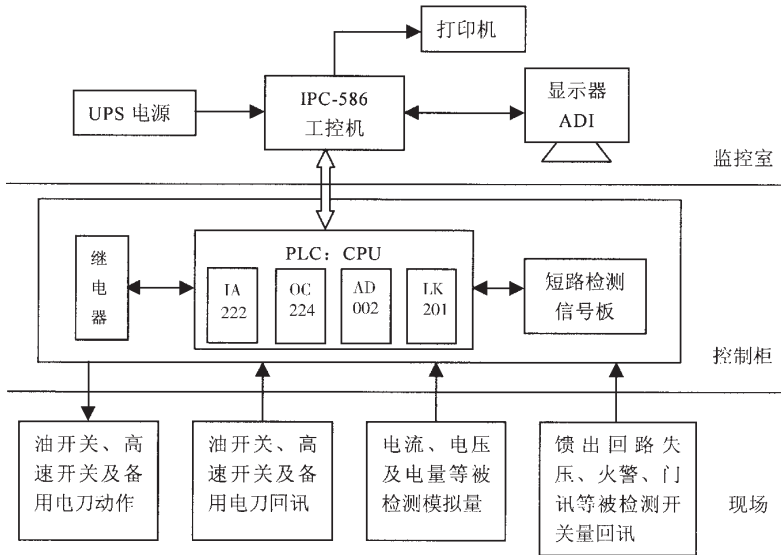


图1 监控系统构成框图

自动弹出有关画面，便于监护人员迅速分析、处理，以最短的时间恢复供电。其报警内容包括：母排失压或超低限的报警；送出回路失压、故障跳闸、短路或末端短路的报警；油开关跳闸的报警；在早6:30~晚21:00之间，对馈出回路电流 $I < 30A$ 、时间 $T \geq 15min$ 的超低限报警；某馈出回路 $I \geq 1500A$ 、时间 T 持续达5秒时的超大电流报警；火灾、防盗门讯的报警等。此外，该系统还可对各控制开关执行合、跳闸命令时不到位故障进行报警提示。各类报警按其紧急程度分别以四种声音来提示。

控制柜里的PLC属于下位机部分，也是该系统的核心部分，选用OMRON公司生产的C200。它一方面将通过开关量输入单元和模拟量输入单元检测回来的各种信号传给上位机进行相应的显示或报警，另一方面根据系统设置的运行状态，按照其内部逻辑程序输出命令，控制相应的执行机构。该系统的上、下位机比例为1:8。上位机可以接收八个站端PLC的信息，并按八个站的联网设计管理结构程序。

2 监控系统工作过程

改造后的整流站监控系统可实现下位机全自动状态的监控、上位机手动状态的监控和保留原来现场控制台手动状态的监控三种运行状态的自由切换。在该控制系统投入运行前，应检查确认各受控开关及刀闸正常工作条件均已满足，操作人员可从上位机或控制柜选择下面任意一种工作状态。

(1)现场手动操作状态：PIC系统将上、下位机的输出命令全部封锁。由现场操作台来控制各受控开关。通过上位机画面可对各开关量的“合”、“断”状态及各模拟量的变化进行监视，并自动记录各类事件，以便事后查阅、分析。

(2)上位机手动操作状态：可从上位机进行监视运行，也可以利用鼠标和键盘以口令形式对各受控开关发

出“合”、“断”命令，并人为发出短路检测系统投入或撤出命令以及屏蔽封锁某路受控开关，以便于维护人员进行检修。不同操作人员可以设置不同操作口令，并对其操作过程自动记录，以便一旦发生事故后可迅速查阅，为查清事故责任人和对变电运行人员进行经济考核提供了客观准确的依据。

(3)下位机自动操作状态：这一状态是该系统的主要工作状态。在这种工作状态下，系统具有下列功能：

①在系统进行正常监控运行时，当某一路高速开关发生故障跳闸时，系统一方面通过上位机发出报警提示，并自动弹出故障回路相应画面；另一方面通过下位机命令短路检测系统投入该回路进行“短路故障检测”。当其检测结果为“真”短路时，通过上位机发出告警提示，直至人为确认。同时屏蔽该回路的高速开关的操作命令，使其“重合闸”命令送不出去。此时人为通知调度去检修故障线路，经确认已排除后，再在上位机人为解除对该回路高速开关的屏蔽，而下位机则再自动进行短路检测，确认无短路故障时，则延时28s后自动重合闸。

②如若检测结果为“无”短路故障，同时该回路处在“备用自动并送”功能设置状态时，该系统将自动检测其跳闸瞬间前8点（每点间隔10ms）的电流平均值 $I_{均}$ ，当 $I_{均} \geq 1300A$ ，则系统认定其为“过载”，下位机自动将该路高速开关、备刀和备用回路的高速开关投上。当系统检定其电流 $I_{均} < 1200A$ 、 $T \geq 10min$ 时，将自动切断备用回路的高速开关及备刀。

③如若检测结果为“无”短路故障，同时过载检测也为“否”，则延迟28s后自动重合“高速开关”。

④在“下位机自动操作”状态时，可人为“设置”或“屏蔽”任一送出回路过载时的主、备用自动并送及恢复正常功能。

⑤在“上位机手动操作”及“下位机自动操作”两种状态，当系统检测到某一馈出回路的电流 I 为900A时，时间在0.5分钟内，其电流上下波动范围不超过 $\pm 50A$ ，即 $I_{最大} - I_{最小} \leq 100A$ 时，PLC均可以自动切断该路高速开关，上位机发出“末端短路”（即稳定负荷）报警。在“下位机自动操作”状态时，下位机可自动投入短路检测装置，进行相应的操作。在“上位机手动操作”状态时，以上工作均由操作员来完成。

⑥在“下位机自动运行”状态时，如若某一回路高速开关需要检修维护，可通过上位机发出“代送”命令，PLC自动遥控切断该路高速开关。同时合上该回路备用刀闸及对应备用回路高速开关，检修完毕，可发出“恢复”正常命令，PIC自动遥控断开备用回路高速开关及该路备刀，合上该路高速开关。

3 短路检测系统

本监控系统具备先进的自动短路判别功能。8个整流站负责馈出供电网路100多条。由于车辆多、道路窄、线路老化、行驶不当等因素,经常发生集电杆脱落现象,造成触线打连、绞接等短路故障,导致无轨电车停运、线网损坏、交通堵塞等严重问题。国内电车系统整流站自动监控领域对短路故障的判别技术尚不成熟,经常出现误判。怎样自动识别过载、瞬时短路或永久短路,并采取相应措施,保证安全供电及经济不受损失,成为电车行业供电系统的一个主要问题。我们根据用户提出的功能要求,设计制作了馈线远区跳闸原因自动识别及报警系统。与利用人为重合闸进行判断的方法相比,该系统的可靠性及安全性等方面都有了很大的提高。

其基本原理是:将一定幅值和频率的正弦信号送入需要检测的馈线回路,测量反馈回来的正弦电压 U 和电流 I ,根据 U 和 I 的相位差判断是否短路。

该系统主要由自动投切装置、信号发生装置、采样比较控制电路、软件识别系统和执行机构等五部分组成。其基本原理结构图如图2所示。

当供电系统某一馈出回路故障时,发生高速开关跳闸。可能的原因有三种:过载、瞬时短路或永久短路。在自动操作状态时,该系统可以通过以下方法来判断识别跳闸原因。

(1)过载的识别:可取跳闸瞬间前8点(每点间隔10ms)的电流值,与预先设置的参数进行比较。若采样值小于等于预置参数,则判为过载;若采样值大于预置参数,则判为短路。

(2)瞬时短路和永久短路的判别:当高速开关发生跳闸时,其信号回馈到PLC系统。经CPU确认后,根据其内部判断逻辑输出相应的控制信号,将短路判别系统的信号源投入跳闸馈线回路,进行第一次判断。采样电路进行检测,根据故障回路短路点的远近及在线车辆的多少,由传感器检测出电压和电流的变化分量,经采样比较控制电路的转换,与预先设置的参数进行分析比较,则可以判定是否短路。如果为“真”短路,经60s延时后再进行第二次判断,若仍与第一次结果相同,则认为是永久短路;若与第一次结果相反,则认为是瞬时短路。判别结果送入PLC,经CPU内部逻辑判断发出相应的指令,驱动执行机构,若瞬时短路则可令高速开关重新合闸;永久短路则将高速开关封锁,同时通过上位机发出报警,并自动弹出故障回路相应画面,使监护人员快速、准确地分析、确认跳闸原因,以便及时处理事故,尽快恢复供电。考虑到实际路中各种因素的影响,该系统判别的准确率为95%以上。

本文设计的无轨电车整流站自动化集中监控系统

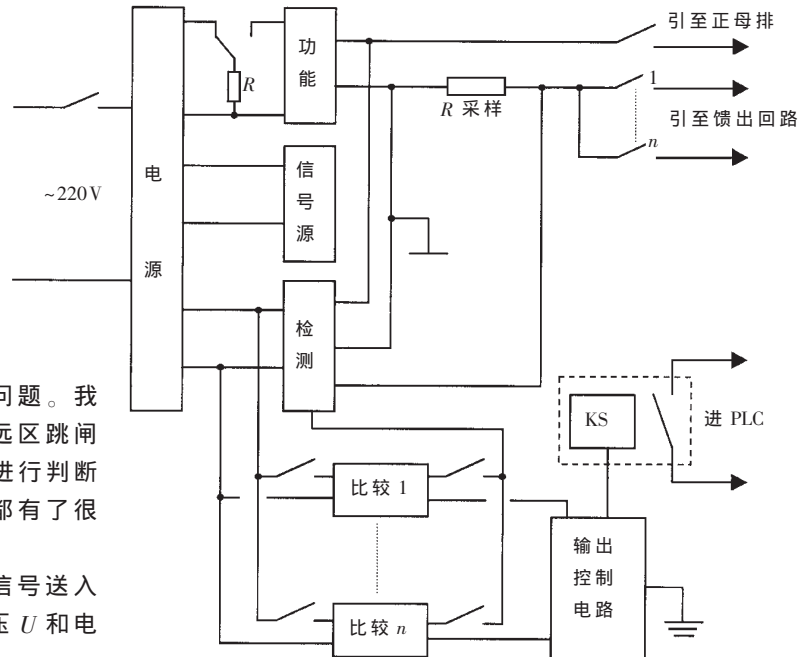


图2 短路检测判别系统原理图

具有下列功能:

- (1)早间3时50分、晚间23时的送电、停电定时闹钟提示;
- (2)可记录、存储各类随机信息和事件内容,方便查阅和打印输出;
- (3)可进行运行日报表、电量日报表、供电日报表的自动填写及定时打印;
- (4)可实现对各模拟量24小时变化曲线趋势图的存储及随时调阅和打印;
- (5)人机对话灵活方便,操作简单,键盘和鼠标器在线控制和操作,既能屏蔽受控开关,又能刷新更改,便于检修;
- (6)在线式UPS不间断电源配置,可以防止系统突然掉电及瞬时失压造成的数据丢失或上、下位机通讯状态的改变;
- (7)具有自诊断系统,可检查工控机硬件及上、下位机通讯是否正常;
- (8)系统还增设了必要的防雷措施,如:监控系统供电电源的隔离静化;模拟量变换的隔离。系统联网后还将增设通讯线路的浪涌吸收装置等。

一段时间的试运行表明,基于上、下位机的无轨电车整流站自动化集中监控系统的投入代替了人工监控操作,实现了整流站无人监控的自动化过程,提高了供电系统的可靠性,降低了人为事故率。该系统效果良好,其各项指标均达到预期效果,满足了用户的要求。

参考文献

- 1 郑晟.现代可编程序控制器原理与应用.北京:科学出版社,1999
- 2 PLC手册. OMRON公司,1999

(收稿日期:2001-10-10)