文章编号：1006 - 544X（2008）02 - 0253 - 03

一种中央空调节能控制系统的传感器自动识别技术

唐　军，刘争鸣，肖丽萍

（贵州大学，贵阳　550001）

摘　要：给出了一种传感器自动识别技术方法。通过运算提取传感器输出信号的时域特征量，离线建立自动识别规则库和失效判定规则库，可在线判定中央空调节能控制系统中诸传感器的检测点位置和是否失效。将该识别技术用于自动控制系统和检测系统中可提高系统运行的可靠性和效率。

关键词：传感器；自动识别；中央空调；节能控制

中图分类号：TP273　　**文献标志码**：A

中央空调节能控制系统用各种传感器检测系统的运行状态，并依据传感器输出信号对被控制系统实施节能控制。各传感器输出端经已编号的接口连接到控制器输入通道中相应的输入端。

在对系统进行调试、监测、检修时，经常需要断开传感器输出端的连接线缆作一些测试操作，操作完毕恢复连接时容易发生连接错误的情况。而在工程现场，传感器编号标识模糊不清甚至标识消失的情况时有发生，工程技术文件又一时难以获得甚至遗失。这样，必须花费相当的人力、物力和时间来辨识和确认各传感器和各输入端的连接关系。一旦传感器与输入端口的连接出错，将会造成系统运行故障。

传感器自动识别技术用于在线自动识别各个传感器的类别和用途，无需人工编号标识、对号连接，可保证系统自动地按照设计约定的输入 - 输出关系运行；可以降低系统施工、调试、检修成本，避免因连接错误造成的意外故障。

1　传感器自动识别技术的工作原理

1.1　常用传感器输出信号的基本特征

中央空调节能控制系统常用传感器输出模拟信号的基本特征是：

（1）各种传感器输出的都是标准形式的模拟量信号，如常为 4 ~ 20 mA 的直流电流或 1 ~ 5 V 的直流电压。

（2）系统一旦受控稳定运行时，各个传感器实际输出的范围相对满量程而言都是很小的；传感器在系统中的检测点位置一旦被确定后，其输出的模拟量信号范围通常也被确定。

（3）中央空调系统中不同的受控参量（如压差和温度）的动态调节特性是不同的；因此，用于检测不同参量的传感器输出信号的某些特征量有比较明显的差别。

传感器自动识别技术是利用以上特征作为自动识别的基本依据的。

1.2　传感器自动识别技术的原理

传感器自动识别技术的原理见图 1。其自动识别过程由运算单元、自动识别规则库、失效判断规则库和识别单元组成。

系统中各传感器的模拟量输出信号经调理电

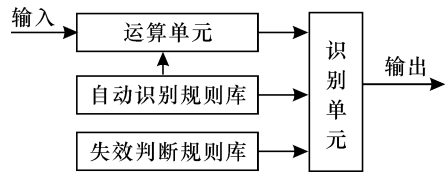


图 1　传感器自动识别技术原理

Fig. 1　Principle of sensor-based automatic identification technique

收稿日期：2007 - 11 - 19

基金项目：贵州省国际科技合作重点项目（黔科合外 G 字（2007）400113）

作者简介：唐　军（1956 - ），女，副教授，研究方向：自动控制。

通讯作者：刘争鸣，高级实验师，E-mail：zhengming_liu@126.com 。

路变换为数字信号后，一路送计算机控制器，一路送入运算单元。

（1）运算单元对各传感器输出信号作特征量提取运算，提取的特征量可以有算术平均值、方差、极差、差分值、波动周期等。运算采样数可取 10～20。运行时需要运算提取的特征量和采样数由自动识别规则库确定。

（2）自动识别规则库和失效判断规则库是根据系统所采用传感器的类别和特点离线预设的。两个规则库内建的规则来自专业知识、常识性知识和经验知识等，如：

与变频器工作频率正相关的是对应的执行元件控制管路中的流量传感器；方差和极差偏大，波动周期短的，一般是压力或压差传感器；算术平均值 <2 V（或 <8 mA）的是冷水供/回水温度传感器；算术平均值 >2.6 V（或 >10.4 mA）的是热水（卫生热水）供/回水温度传感器；算术平均值大于 2 V 且小于 2.6 V 的是冷却水进/出回水温度传感器；两管制系统中，夏季运行时，在主机启动工作后的一段时间内，差分值为负的是冷水温度传感器，差分值为正的是冷却水温度传感器。冬季运行时，差分值为正的是热水温度传感器。

两个冷水温度传感器中，算术平均值小的是供水温度传感器；两个冷却水温度传感器中，算术平均值大的是进水温度传感器；凡算术平均值 <1 V（或 <4 mA）或 >5 V（或 >20 mA）的传感器均为绝对失效传感器；在中央空调主机启动工作后的一段时间内，冷水温度传感器的算术平均值 >2 V 但 <5 V；冷却水温度传感器 <2 V 但 >1 V，均为相对失效。应保持运行 10～20 min 再判断它是否绝对失效。

（3）识别单元依据自动识别规则库和失效判定规则库的规则，对运算单元输出的各传感器特征量作自动识别，识别单元输出的是各传感器的类型、用途、用于系统的检测点位置和是否绝对失效。识别单元的输出以数字信号形式送入计算机控制器，控制器确认各传感器均正常后进入控制运算程序，并保证控制运算按设计约定的输入－输出关系进行，并在显示器上作相应的显示。

（4）自动识别和失败判定程序在中央空调系统运行 15 min 后执行。

2 传感器自动识别技术的应用实例

传感器自动识别技术在直接数字控制（DDC）中央空调节能系统中的应用见图 2。

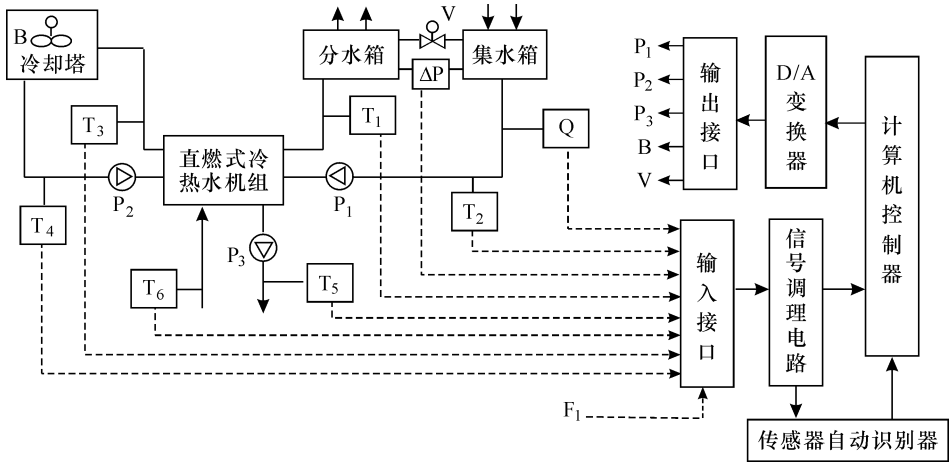


图 2 传感器自动识别器的应用示意图

Fig. 2 Application of the sensor-based automatic identification

图中：T_1—冷水供水温度传感器；T_2—冷水回水温度传感器；T_3—冷却水出水温度传感器；T_4—冷却水进水温度传感器；T_5—卫生热水供水温度传感器；T_6—卫生热水回水温度传感器；Q—冷水流量传感器；ΔP—冷水供回水压差传感器。系统的执行元件是：冷水泵 P_1，冷却水泵 P_2，卫生热水泵 P_3，冷却塔风机 B，旁通阀 V。系统设定的输入－输出对应关系：$F_1 = f(T_1, T_2, Q)$，$F_2 = f(T_3, T_4)$，$F_3 = f(T_5, T_6)$，$F_4 = f(T_4)$，$\alpha = f(\Delta P)$。其中 F_1、F_2、F_3、F_4 分别为驱动 P_1、P_2、P_3、B 的变频器工作频率，α 为旁通阀 V 的开度。

温度传感器 T_1～T_6 用 Pt－100 作传感元件，

输出 4 ~ 20 mA 直流电流，经 250 Ω 标准电阻变换成 1 ~ 5 V 直流电压，对应 0 ~ 100 ℃。

流量传感器 Q 和压差传感器 ΔP 的输出都为 0 ~ 10 V 直流电压，对应的流量和压差量程应选择与系统工作范围相配。F_1 是冷水泵 P_1 变频器输出的工作频率信号，为 0 ~ 10 V 直流电压，对应 0 ~ 50 Hz。

自动识别运算采样数取 10。提取的特征量为算术平均值（$\bar{n}$）、方差（σ）、极差（$n_{max} - n_{min}$）和差分值（$\bar{n}(k) - \bar{n}(k-1)$）。

自动识别程序简述如下：

（1）解算诸传感器输出变量序列与 F_1 的相关系数，相关系数最大的为冷水流量传感器 Q。

（2）比较诸传感器输出变量的方差（σ）和极差（$n_{max} - n_{min}$），方差和极差最大的为冷水供回水压差传感器 ΔP。

（3）在剩余的传感器中，输出变量的算术平均值最大的那两个为 T_5 和 T_6。

（4）输出变量的算术平均值 < 2 V 的两个为冷水传感器 T_1、T_2；其中算术平均值较大的那个为 T_2。

（5）输出变量的算术平均值 > 2 V 且 < 2.6 V 的两个为冷却水传感器 T_3、T_4；其中算术平均值较大的那个为 T_3。

（6）输出变量的算术平均值 > 2.6 V 的两个中，算术平均值较大的那个为 T_5。

主机启动运行 15 min 后自动识别输出有效。

诸传感器中，凡输出 > 10 V 或 ≤ 0 V 均判为失效；凡 ≤ 1 V 或 ≥ 5 V，且其差分值恒为零的，或其方差恒为零的，均判为失效。

3　结束语

传感器自动识别和失效判定是用于自动控制系统和检测系统的一项实用性技术，其目的是提高系统运行的可靠性和效率。本中央空调节能控制系统的传感器自动识别技术，不同于另外增加无线或有线通道、对传感器作编码识别的方法，而是利用传感器自身传输信号的特征量进行识别，即用软件技术替代硬件配置，可节省设备成本。

本传感器自动识别技术也可以应用在其他电机拖动自动控制系统中，如工业冷却水控制系统、恒压供水控制系统、空气压缩机控制系统、通风排气控制系统等。自动识别运算时还可以提取频域特征量和小波变换特征量，用于自动识别传感器。目前，该技术应用于贵阳市某大楼“建筑物冷热电联动智能控制装置”中[1]，直接自动识别和测量冷温水供水温度、冷温水回水温度、冷却水出水温度、冷却水进水温度。通过近两年运行，自动识别和失效判定可靠，测量数值准确，温度数值调整和设置十分便捷。

参考文献：

[1] 唐军，肖丽萍，陈代杰. 建筑物冷热电联产联动控制策略[J]. 桂林工学院学报，2007，27(3)：427 - 431.

Sensor-Based Automatic Identification Technique for Central Air Conditioning Energy-Saving System

TANG Jun，LIU Zheng-ming，XIAO Li-ping
（*Guizhou University*，*Guiyang* 550001，*China*）

Abstract：A sensor-based automatic identification technique is introduced. Offline automated identification and invalidation prediction rules based on the output signals of sensors are built. With these rules，the position of the central sensor is determined and its output online in the central air conditioning control system validated. The technique can greatly improve the reliability and the efficiency of the automatic control system and testing system.

Key words：sensor；automatic identification；central air conditioning；energy-saving；control system