

捷麦 R4000 模块在换热系统自动控制中的应用

一、应用环境概述

某热电公司主要负责该地区企业及生活的居民提供能源服务，系统全部投运后可满足 1.8Km² 范围内近 200 万 m² 各类建筑的生产、生活、供热、制冷用蒸气。采用 0.6MPa 的饱和蒸气为基本热力工作介质：冬季做为各用户暖气系统的热源，通过换热器(多数为板式换热器)的工作使暖气系统的循环水达到控制的温度；夏季以 0.6MPa 的饱和蒸气通过溴化锂制冷机(多数为蒸气型双效式)的工作循环满足用户的舒适性及冷气空调的要求。

1、热源

该公司供热场锅炉房包括 4 台 35 吨/时、1.57MPa 饱和蒸气锅炉和 3 台 10 吨/时、1.25MPa 饱和蒸气单层布置组装式饱和蒸气锅炉，总安装容量 170 吨/时。主辅锅炉房分别安装有鼓引风机、给水泵、除尘器以及水处理设备。

2、区域热力管网

该区域内环形布置了一套区域供热管网，全长 5.2Km，由于两根蒸气管对供热(制冷)负荷变化的适应性还是对提高供气的可靠性方面都较为有利故蒸气采用双母管制。为节约能源确保蒸气凝结水的回收，在热力管网内同时布置了一根冷凝回水管，要求各蒸气用户采用闭式回水系统利用凝结水泵进行冷凝水的回打，并保证冷凝回水率不低于 80%。

3、换热制冷站

蒸气进入换热制冷站点后经减压阀送入换热制冷设备，夏季由溴化锂吸收式制冷机组产生 7~12℃ 冷水，用冷冻水泵通过管道供给空调机组或风机盘管及新风机组等末端装置，站点内配备凝水泵、补水泵、凝水水箱、补水水箱和软化水装置，在楼顶设置冷却塔；冬季由板式换热器制备 55~70℃ 热水，用暖气循环水泵通过管道供给风机盘管及新风机组(部分系统末端采用散热器)，换热站内配备软化水装置用以储备软化水供取暖系统循环水使用，在顶层设置膨胀水箱，出现各类原因造成系统出现水压不足(主要表现为膨胀水箱液位降低)需要启动补水泵自补水水箱(某些系统补水水箱与凝水箱共享)进行补水，当凝水水箱水位达到一定值时，启动凝水泵向热网进行凝水回打。

这样一来，整个基地只需一套单一热力介质的生产输送系统配合各冷暖气站的二次系统便可满足企业及生活区居民的多方面需求，根据冷暖气负荷在冬夏两季的不同而分别运行一种炉型，锅炉的利用率较高，同时也便于相互备用以确保安全运行。而各冷暖气站的设备型号、运作流程则各异，设计选用设备的不恰当会造成运行管理的困难，而运行管理的困难则直接影响到设备的使用寿命、运作的安全稳定等，在发现各冷暖气站的不完善情况下，予以分析、解决，在运行管理中提高设备的使用效能，使设备长期安全可靠、高效能的运行成为基地能源服务人员的重要课题。因此，该公司对系统进行自动化改造。

二、系统原理

本系统为计算机化监控系统，又称 DDC 系统，即直接控制系统，它对测量数据的处理以及控制算法都是以数字计算为基础，通过软件实现的。同大多数计算机化监控系统一样，主体部分由主控计算机、现场模块、传感器及执行器等部件组成。

1、主控计算机：是计算机监控系统的核心，它的主要特性如下：

1) 主控计算机的工作过程完全由预先编制的软件决定，而常规仪表是由电子逻辑电路或其它机械硬件逻辑实现，控制管理功能是由软件还是由硬件实现是计算机控制与常规仪表控制的主要区别。

2) 本系统运行以 VB 编制的程序，将各种输入信号通过数据总线直接接到计算机输入端口，从而实现数据采集与控制管理保护功能，而不是像常规仪表控制器由各自独立的一对一的单回路控制或保护电路构成，如此主控计算机就有可能全面考虑控制对象的各种参数，对其进行统一的系统性的控制、保护及管理。

3) 主控计算机可以通过图形化的界面与用户进行信息交流，如警报的信息框、运行时间的统计等，大大方便了用户管理设备。

2、现场模块

由 R4000 系列现场模块完成数据采集与控制信号向执行器的发送，再通过 RS485 通讯方式将信号传送至转换器，转换成能与计算机串口连接的 RS232 通讯方式。

3、传感器

传感器感测出需要监测控制的各种物理量并将其变为电信号送至计算机，相当于主控计算机的眼睛。本系统将各类参数的状态以电压、开关信号等方式传送至现场模块，主要有压力传感器、温度传感器、液位传感器及电流传感器。

4、执行器

可由计算机直接控制的各种开关和阀门，计算机通过调整执行器来具体实现控制功能，相当于主控计算机的手和脚。控制器通过现场模块的两类输出通道与执行器连接：

1) 开关量输出通道(DO)。它可以由控制软件将输出通道设置成高电平或低电平，通过驱动电路即可带动继电器或其它开关组件，也可以驱动指示灯显示状态；

2) 仿真量输出信道(AO)。输出的信号是 0~10V 的电压，其值的大小是由控制软件决定的，由于计算机内部处理的信号都是开关量信号，因此这种可连续变化的仿真量信号是通过数字-仿真转换电路(D/A)产生的。

阀门电动执行器是由电机通过机械减速系统与阀门相连，来控制电机的正转、反转或停转，可以使阀门开大、关小或不动。本系统选用兰吉尔公司的电动执行阀门，接收现场模块发送的 0~10V 信号调整阀门开度。

5、供电电源

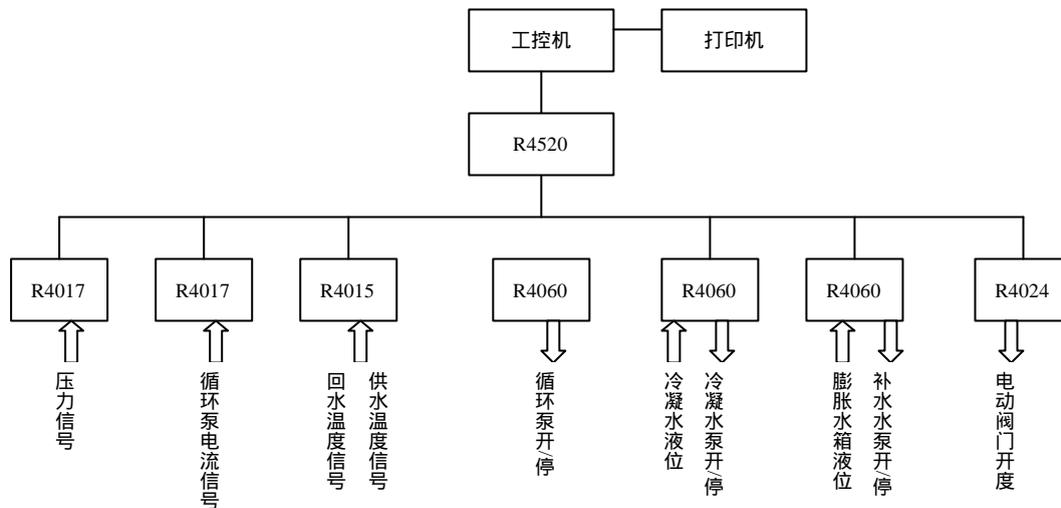
共 3 块，分别为电动执行阀门、压力传感器、电流传感器及现场模块供电。

6、通讯网(屏蔽线双绞线)

为减少对信号的干扰，整套系统均用屏蔽双绞线进行信号的传输。

三、自动化控制系统的构成

1、硬件框架图如图所示：



2、硬件主体：对各类传感器、现场模块及执行器等分述如下：

1)传感器

(1)压力传感器

4040PC 型压力传感器为霍尼韦尔开发的第一个采用单芯片的压力变送器，它的封装适合用于严酷环境，工作温度为 - 45 ~ 125 ，结构由不锈钢、玻璃、焊剂、硅和黄铜组成。采用全校整和温度补偿，提供线性放大的输出，基于阻特性的单芯片技术极大地提高了长期使用的可靠性。变送器由 5VDC 供电，输出变化幅度 4V，? 0.5 ~ 4.5VDC 线性正比于输压力。换热系统自动控制硬件构成

(2)液位传感器

霍尼韦尔 LL 系列液位开关可提供非常准确的液位测量，1 个 LED 和 1 个光电接收器被放入塑料的半圆球内，根据光的内部反射原理，当无液体时，绝大多数 LED 光都会被光电接收器接收到，当液体覆盖球表面时，圆球顶与液体界面的折射系数发生变化，光电接收器接收的 LED 光将会减少，因此输出将会发生变化，开/关输出信号与现场模块数字量输入端相连从而为计算机定时读取。

(3)电流传感器

型号 CSNE151 电流传感器是基于霍尔效应及零磁场平衡原理(反馈系统)来测量电流的。传感器内部磁场总是被控制在零点，用以平衡零磁场的电流是流过导体的初级电流乘以初次级线圈的比例系数。死循环电流就是传感器的输出，且反映初级电流被次级线圈减少的关系，电流输出可以通过外接电阻转换为电压输出。

(4)温度传感器

选用热电阻温度传感器，热电阻是随温度变化的测温组件，其电阻值随温度上升而增大，其受热部分(感温组件)用细金属丝均匀地双绕在绝缘材料制成的骨架上，工业上用的热电阻有

铂热电阻和铜热电阻两大类，本系统使用的是铂热电阻，分度号为 Pt100，适用温度范围 -200 ~ 850 ，两个接线端柱，允差 $\pm (0.3+0.005 | t |)$ ，普通热电阻基本结构除感温组件外，还有保护套管、安装固定装置、接线盒等。铠装铂热电阻的外壳采用坚固耐磨的不锈钢作铠套，内部充满高密度氧化物作为绝缘体，感温组件被紧固在铠套端部内。

2)现场模块

本系统选用 R4000 系列现场模块，功能及地址、信道分配如下：

(1) R4017

功能：通过压力传感器采集各种压力信号

地址：01

Vin0：供水压力

Vin1：补水泵出口压力

Vin2：循环泵出口压力

Vin3：凝水泵出口压力

Vin5：除污器后回水压力

Vin6：换热器入口蒸气压力

Vin7：入户蒸气压力

(2) R4017

功能：通过电流传感器采集循环泵的电流

地址：02

Vin3：1 # 循环泵电流

Vin4：2 # 循环泵电流

(3) R4015

功能通过温度传感器采集供回水温度

地址：03

Sense0：供水温度

Sense1：回水温度

(4) R4060

功能：控制循环泵的起/停

地址：04

RL3NC：控制 1 # 循环泵停止

RL1NO：控制 1 # 循环泵起动

RL4NC：控制 2 # 循环泵停止

RL2NO：控制 2 # 循环泵起动

(5) R4060

功能：通过液位传感器采集凝结水箱的液位信号，根据液位状况在高液位有水时起凝水泵，低液位无水时停凝水泵

地址：05

In3：采集高液位信号

In4 : 采集低液位信号
RL3NC : 控制凝水泵停止
RL1NO : 控制凝水泵起动

(6) R4060

功能：通过液位传感器采集膨胀水箱的液位信号，根据液位状况在低液位无水时起补水泵，高液位有水时停补水泵

地址：06

In3 : 采集高液位信号
In4 : 采集低液位信号
RL3NC : 控制 1# 补水泵停止
RL1NO : 控制 1# 补水泵起动
RL4NC : 控制 2# 补水泵停止
RL2NO : 控制 2# 补水泵起动

(7) R4024

功能：根据软件程序计算得出的值向电动执行阀门发送 0~10V 的电压信号以控制阀门开度

地址：07

Vout0 : 输出电压信号至电动执行阀门

(8)R4520

功能：实现 RS485 与 RS232 通讯方式的转换

四、软件的构成：

软件采用 VB 编程，主要包括以下模块：1)登陆模块；2)自动采集运行参数模块；3)图形显示模块；4)远程控制模块；5)报警模块；6)数据存储模块；7)统计查询模块；8)打印模块。

五、实际运行效果

本自动化控制系统自投入运行以来，运行状况良好，确保了换热系统安全稳定运行，没有出现故障，换热站内不再设置运行人员，提高了效率。