

# IC 卡预付费管理系统在蒸汽供热网的应用

**摘要：**随着人们环保意识的增强和政府激励政策的落实，最近三十年来我国蒸汽集中供热事业获得了蓬勃发展。在供热企业都遇到一个相同的困难，即热费拖欠问题，于是科技公司开发了蒸汽热费预付费管理系统。经过多年的改进，现在功能已经相当完善。这种系统一般是在蒸汽计量数据自动采集与监控的基础上，增添预付费功能而构成。预付费部分包括售卡制卡子系统，预付费控制子系统和预付费监控子系统。这种系统的应用最重要的是安全可靠，计费部分不能出差错。为了确保安全，系统设计和软件设计中，要做到不因电源中断而关阀。在开车停车以及系统调试过程中，都不应出现预料之外的关阀。有一些用户，可以用警示+部分关阀代替完全没有预告的彻底关阀。另外，安装在用户端的仪表设备应合理选择安装地点，尤其是环境温度不能超过允许值。

**关键词：**IC 卡 预付费 蒸汽供热网 安全可靠 余额管理 预警管理 防作弊管理

## Application of IC Card Prepayment Management System in Steam Heating Network

**Abstract:** With the enhancement of people's awareness of environmental protection and the implementation of government incentive policies, our steam central heating industry has developed vigorously in the past 30 years. In heating companies, they encountered the same issue, that is, the problem of arrears in heating fees, so the technology company developed a prepayment management system. After years of improvement, the function is now quite complete. This kind of system is generally constituted by adding a prepaid function on the basis of automatic collection and monitoring of steam metering data. The prepaid part includes the card selling subsystem, the prepaid control subsystem and the prepaid monitoring subsystem. The most important thing in the application of this system is safety and reliability, and the billing part cannot go wrong. In order to ensure safety, in system design and software design, the valve should not be closed due to power interruption. In the process of running and stopping and system debugging, there should be no unexpected closing valve. Some users can use warning + partial valve closing instead of completely closing the valve without warning. In addition, the location of the instrument equipment installed on the user side should be reasonably selected, especially the ambient temperature should not exceed the allowable value.

**Keywords:** IC card    prepayment    Steam heating network    Safety and reliability  
Balance management    Early warning management    Anti-cheating management

### 1. 概述

蒸汽是最重要的二次能源。在蒸汽供热网中，热源厂以蒸汽为热媒，依靠蒸汽自身的压力，经管道将热能输送到用户处，无需另增机泵，既节约开支又环保、方便。这种供热方法由于具有这些独有的优势而受到人们的普遍欢迎，因此在工业生产和人民生活等各个方面，得到极其广泛的应用。改革开放之前，企事业单位需用蒸汽一般都是自己生产自己使用。蒸发量较小的锅炉不仅热效率低，劳动生产率低，而且对环境污染严重。为了改变这种落后面貌，国家大力推广集中供热，用热效高而污染小的大锅炉取代小锅炉，于是各个地区蒸汽供热网如同雨后春笋。例如在江苏省，仅苏州地区就有七十家热电厂、热力公司或能源公司。

在这些公司的经营管理中，一个很大的问题是蒸汽卖给用户后回款困难，这不仅影响企业的效益，严重时甚至影响企业的正常经营。在这种社会需求的推动下，先付费后用汽的交易方式应运而生。

经过多年的改进，现在在现场投入运行的蒸汽预付费管理系统，功能已经相当完善，不仅具有热费充值管理、价格管理、余额管理、预警管理、控制阀操作管理等功能<sup>[1]</sup>，而且具有供汽计量管理、设备管理、热网管损统计、历史数据管理、防作弊管理、供汽品质管理、调度管理等功能。

## 2. 系统的组成

该系统由安装在财务部门的售卡、制卡子系统；安装在客户端的流量计量箱、预付费控制箱、控制阀；安装在中控室的计算机监控系统组成。如图 1 所示。

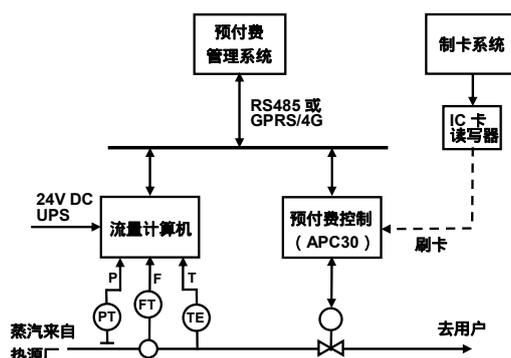


图 1 IC 卡预付费管理系统

### 2.1 售卡制卡子系统

售卡制卡子系统一般安装在财务部门或热网管理站的财务专员处。其硬件包括非接触式 IC 卡读写器和与之相连的 PC 机。

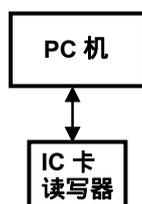
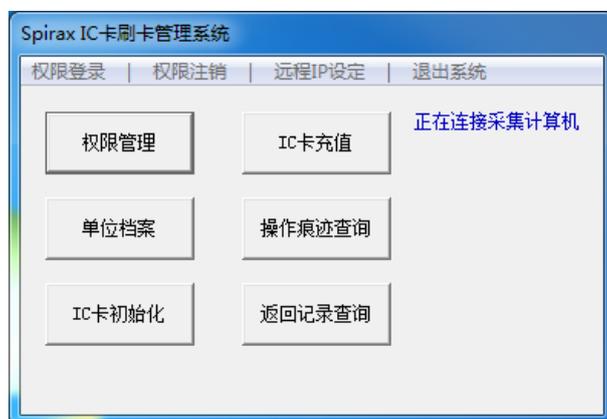


图 2 售卡制卡子系统

软件包括操作员密码验证（总貌画面）、权限管理、单位档案管理、IC 卡初始化、IC 卡充值、操作痕迹查询等。画面样式如图 3 所示。



权限管理 当前操作人员：何志俊

权限登录 | 权限注销 | 返回

用户名:  用户姓名:

密码:  确认密码:

用户权限管理  IC卡初始化  IC卡充值

单位档案管理  操作规范管理  返回记录管理

返回记录确认

用户名	用户姓名
hxj	何志俊

新建用户

保存/修改

删除用户

模糊查询

用户名:

用户姓名:

查询条件清空

单位档案管理 当前操作人员：何志俊

权限登录 | 权限注销 | 返回

单位名称:

单位编码:

单位编码为数字，不可更改，请慎重填写。必须按照系统列表的序号来设置！

新建单位

保存/修改

删除单位

序号	单位名称	单位编码
17	雪花啤酒	11
18	绿野浆果	12
19	合佳制药	13
20	哈尔滨雅仕堂五鲜香	15
21	富佑	16

模糊查询

单位名称

查询条件清空

IC卡初始化 当前操作人员：何志俊

权限登录 | 权限注销 | 返回

单位名称:

单位编码:

IC卡初始化

IC卡充值 当前操作人员：何志俊

权限登录 | 权限注销 | 返回

IC卡信息

单位名称:

单位编码:

卡内余额:

充值信息

单位名称:

单位编码:

充值金额(元)  确认金额(元)

读取IC卡

金额充值



图 3 预付费管理子系统画面

## 2.2 蒸汽计量子系统

蒸汽计量子系统由流量传感器、差压变送器、压力变送器、温度传感器和流量计算机组成。如图 4 所示<sup>[2][3]</sup>。

在与其他原理的流量传感器比较中，线性孔板具有特殊的地位。它是以 14 点实流标定为基础，能在 100 : 1 量程比范围内，达到 1.0% 的系统不确定度<sup>[3]</sup>。

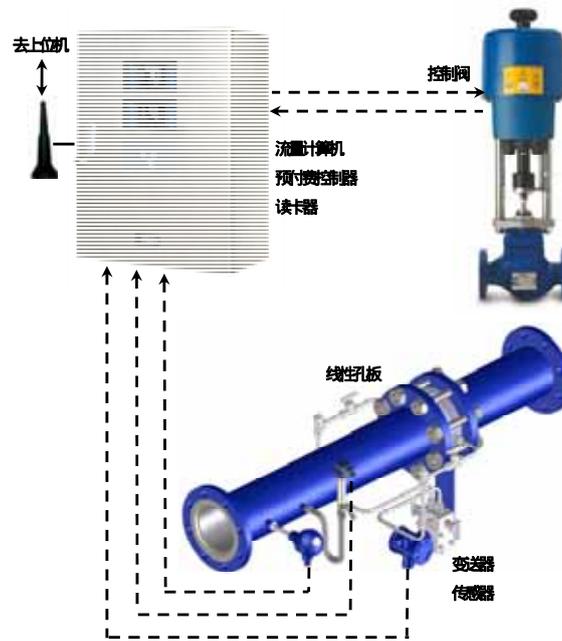


图 4 流量计量子系统

流量计算机经 GPRS/4G 无线数据收发器与预付费监控服务器连接。为了确保计量和交易的公正性，上位机只允许去流量计算机读取数据而不允许写数据。

## 2.3 预付费控制子系统

预付费控制子系统由读卡器、预付费控制器及控制阀组成如图 1 所示。其中非接触式读卡器只要 IC 卡在 50mm 距离内刷过，就能将卡内所充的金额全数转移到控制器内，形成一条刷卡记录，而且将控制器所显示画面中的资金余额做相应的增加。充值记录画面如图 5 所示。控制器主画面如图 6 所示。

01	15-08-31	13:25	00050000
02	15-08-24	14:22	00050000
03	15-08-17	13:55	00050000
04	15-08-10	13:42	00050000
05	15-08-03	13:52	00050000
06	15-07-27	13:48	00050000
07	15-07-20	14:02	00050000
08	15-07-13	14:13	00050000
09	15-07-06	13:48	00050000
10	15-06-30	13:55	00050000

图 5 充值记录画面

累积	00001182	t
余额	00004036	元
单价	200.00	元/t
阀位反馈	100.	%
10-000000	15-07-24	14:53:39

图 6 控制器主显示画面

图 5 和图 6 中所显示的内容，用途在于告知热用户资金流转情况以及控制阀的状况，这些数据在现场无法修改，而上位机中有相同的显示。

### 3. 系统主要功能

#### 3.1 低余额报警功能

监控点剩余金额低于设定的预警值时，系统通过声光、短信方式自动提醒监控站值班人员和用户，及时充值。避免欠费关阀。每个监控点预警值可设定。

#### 3.2 异常用汽报警及事件查询功能

在数据密集显示画面中有一列是显示每一个现场装置故障诊断结果的“事件代码”，代码为 0 时，该点正常，代码不为 0 时，则有事件发生，对每个代码的含义，有专门的定义，如果记不住其定义，则可点击该不为 0 的代码，立即弹出一个对话框，对话框中用中文显示报警内容。在检测控制点地理分布图中，也可点击转为红色的图标，弹出对话框，查询报警内容，如图 7 所示。

#### 3.3 实时供用汽监控功能

用动态流程图画面和实时数据密集显示画面对供热网全部计量点的当前状况进行监控。其中动态流程图能形象而直观地显示各监控点与工艺流程或地理分布的关系。而数据密集显示画面能将几十个甚至一百多个监控点的重要数据集中在一幅画面中显示，具有极高的效率<sup>[4][5]</sup>。重要数据密集显示画面如图 8 所示。

#### 3.4 历史曲线制作与显示功能

上位机电脑中可以保持整个供热网所有计量点几年的历史曲线。一幅历史曲线画面通常包含蒸汽瞬时流量、蒸汽压力和蒸汽温度 24 小时趋势图，移动读数线可以用数字显示蒸汽流量、蒸汽压力和蒸汽温度的精确值。将上一年同一天的曲线叠放在同一幅画面中，可以直观而形象地显示不同年份同一时刻计量参数的差异。

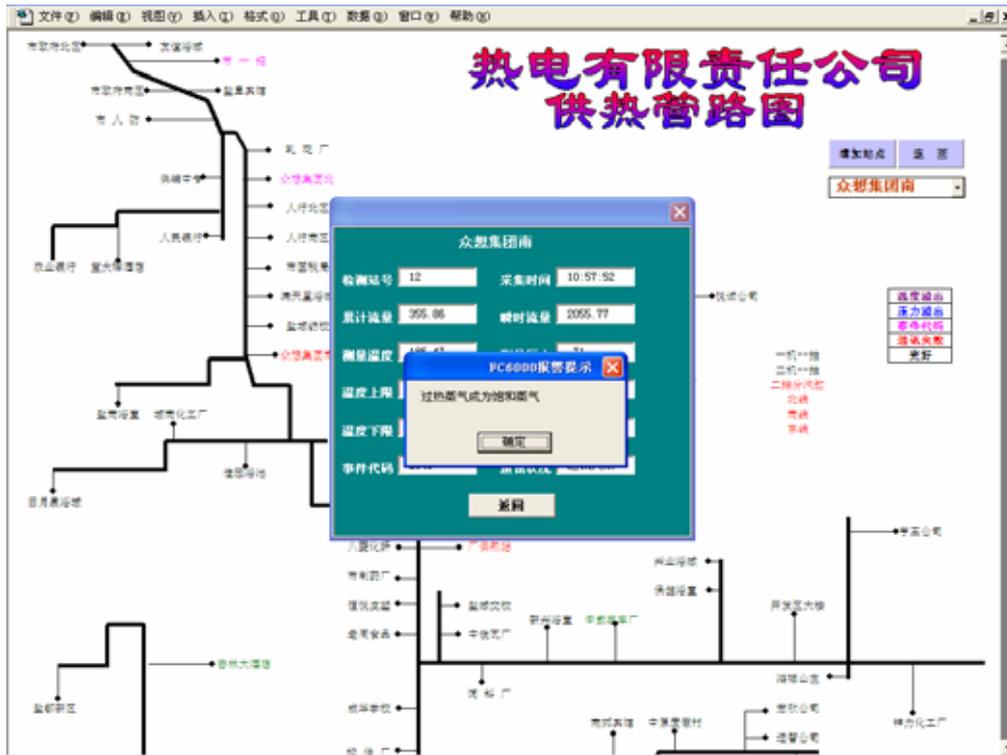


图 7 事件查询画面

上海 XXX 热电有限责任公司 欢迎您

返回首页 站点导航 退出

今日天气：晴 温度：5℃ 今天：2019-01-23 11:01:37 星期三

站编号	单位名称	瞬时流量 (t/h)	瞬时温度 (°C)	瞬时压力 (MPa)	累积流量 (t)	累积热量 (GJ/h)	瞬时热量 (GJ/h)	瞬时密度 (kg/m³)	报警时间	报警内容
501	供热用汽情况 t/h	26.850	15.1	43.61	0.00	0.00	0.000	0.000	2019-01-23 11:01:02	查看
502	供热用热量 GJ/h	83.220	42.1	49.40	0.00	0.00	0.000	0.000	2019-01-23 11:01:02	查看
503	船厂线流量管组 t/h	9.090	5.1	43.67	0.00	0.00	0.000	0.000	2019-01-23 11:01:02	查看
505	船厂线热量管组 GJ/h	28.080	14.2	49.29	0.00	0.00	0.000	0.000	2019-01-23 11:01:02	查看
1	江南船厂	9.090	319.4	1.06	178837.00	554591.00	28.100	4.350	2019-01-23 11:00:48	查看
21	江南一号线	5.120	181.1	0.98	19934.00	56414.00	14.200	5.570	2019-01-23 11:00:48	查看
22	江南二号线	0.000	35.6	0.00	0.00	0.00	0.000	0.600	2019-01-23 11:00:48	查看
504	江南线流量管组 t/h	17.760	15.1	14.75	0.00	0.00	0.000	0.000	2019-01-23 11:01:02	查看
506	江南线热量管组 GJ/h	55.140	42.1	23.63	0.00	0.00	0.000	0.000	2019-01-23 11:01:02	查看
2	江南线	17.760	326.6	1.12	186791.00	580235.00	55.100	4.530	2019-01-23 11:00:48	查看
11	工程技术学校	0.610	177.0	0.95	9287.60	25742.00	1.700	5.390	2019-01-23 11:00:48	查看
14	净飞湾	0.000	220.3	1.16	2460.00	7282.00	0.000	5.890	2019-01-23 11:00:48	查看

图 8 数据密集显示画面

### 3.5 管损统计与显示功能

在能源管理系统中，管路损耗率即“管损”是除安全之外的一项最重要的技术经济指标，它体现了热网的品质和管理水平，与企业的经济效益直接挂钩。

管损的计算如下式所示<sup>[6]</sup>：

$$R_s = \frac{\text{Sum}_i - \text{Sum}_o}{\text{Sum}_i}$$

式中： $R_s$  —— 为系统损耗率，0~1.0；

$\text{Sum}_i$  —— 为进入系统工质或能量总量，单位由工质的类型决定；

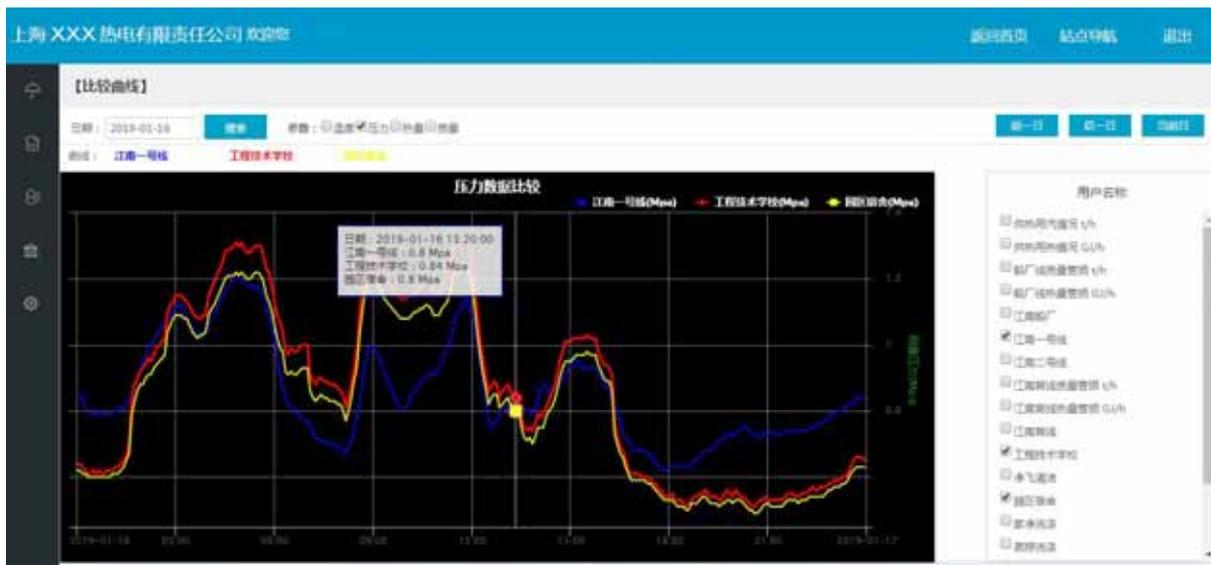


图 9 同期趋势图

Sum<sub>0</sub>—— 为流出系统工质或能量总量，单位由工质的类型决定。

参与计算管损的量一般取一段时间间隔内的总量的增量，这样能避免统计结果的大幅度跳动。根据管损统计结果还可计算一小时的管损平均值、一天的管损平均值并制成报表。

图 10 所示为典型的供汽管网管损趋势图。图中用不同颜色显示多路总管的管损，其中绿色曲线代表西线管损，从图中可看出，上午 10 时管损突然跳得很高，表示有重大事件发生。

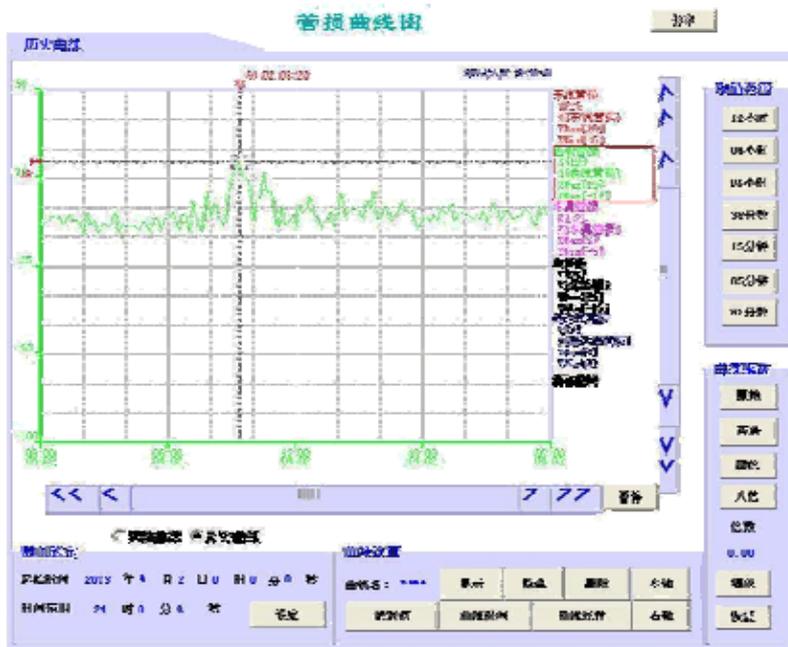


图 10 管损趋势图

### 3.6 自动抄表与统计报表编制功能

计算机远程自动抄表代替每天一次的现场人工抄表，不仅节省人力，降低劳动强度，而且一字不差准确无误。

根据使用要求，报表可以很简单，也可能很丰富，除了日报表、月报表、年报表之外，还可以有平衡差计算报表、管路损耗计算报表以及由用户提出表达式的各种技术经济效益分析报表等。如图 11

所示。

单位名称	消耗站址量(t)	消耗站址量(t)	消耗站址量(t)	总单价(元)	总单价(元)	消耗站址量(GJ)	消耗站址量(GJ)	消耗站址量(GJ)	总单价(元)	总单价(元)
江湾站址	18049.000	17990.000	11211.000	1.000	13711.000	48910.000	546260.000	47350.000	1.000	47350.000
工部行中孚吧	8526.000	8962.800	436.600	1.000	436.600	23629.300	24840.800	1211.500	1.000	1211.500
浦东康城	2434.000	2444.000	14.000	1.000	14.000	7204.000	7246.000	42.000	1.000	42.000
西区康城	2411.000	2724.000	293.000	1.000	293.000	6917.000	7733.000	814.000	1.000	814.000
康城康城	101620.000	112802.000	11182.000	1.000	11182.000	28851.000	320151.000	31590.000	1.000	31590.000
康城康城	8305.000	9472.000	867.000	1.000	867.000	24349.000	27111.000	2764.000	1.000	2764.000
文化中心	398.880	412.000	13.120	1.000	13.120	2276.750	2479.000	202.250	1.000	202.250
财富中心	183.000	111.000	128.000	1.000	128.000	511.000	871.000	359.000	1.000	359.000
虹口+康城	108.000	180.000	272.000	1.000	272.000	801.000	1057.000	756.000	1.000	756.000
康城康城	1054.000	1223.000	169.000	1.000	169.000	2921.000	3397.000	474.000	1.000	474.000
已购康城	产汽15231.000 t	产汽13514.820 t	售汽1716.880 t	售汽率11.00%		产汽47350.000 GJ	产汽16214.750 GJ	售汽8175.250 GJ	售汽率19.00%	
汇总	产汽15231.000 t	产汽13514.820 t	售汽1716.880 t	售汽率11.00%		产汽47350.000 GJ	产汽16214.750 GJ	售汽8175.250 GJ	售汽率19.00%	

图 11 报表画面

每一幅报表都可自动生成，定时自动打印；也可按照程序安排，打印输出前由操作员先预览打印画面，启动“打印”按钮后，再打印输出。

### 3.7 网页发布功能

上位机将采集到的蒸汽计量数据及预付费当前状态数据制作成网页，在互联网上发布，用户输入自己的密码登录网站就可以获得自己所要的数据，在计算机、手机或 IPAD 上显示，从而实现明白消费，放心消费。图 12 所示为在手机上所显示的数据实例。

存储序号	单位名称	当前余额(元)	瞬时流量(t/h)	瞬时温度(°C)	瞬时压力(Mpa)	累积流量(t)	瞬时密度(kg/m³)	采集时间	报警内容
11	雪花啤酒	-12809.0	0.000	22.9	0.00	61.00	0.580	2021-01-14 17:45:47	查看
12	绿野苹果	-210.0	0.020	154.1	0.43	1.00	2.820	2021-01-25 15:29:38	查看
13	合佳制药	0.0	0.000	29.4	0.00	0.00	996.050	2021-01-25 15:29:37	查看
15	哈尔滨雅仕堂五醇香	32590.0	0.650	154.9	0.45	321.00	2.930	2021-01-25 15:29:37	查看
16	富佑	0.0	0.000	2.1	0.00	0.00	0.600	2021-01-25 15:29:38	查看

图 12 用户在手机上查询自己的蒸汽消费数据

### 3.8 完善的故障诊断和报警处理功能

操作站和现场装置均有完善的故障诊断功能。

操作站将各现场装置故障诊断信息采集到操作站，保存、显示，并进行故障分析，做出报告。也可根据预先的设计将重要报警（事件）内容打印记录，并采取必要的安全措施。从而提高系统的安全可靠性和缩短故障修复时间。

#### 4. 系统的安全可靠性

工业生产用汽对计量准确性的要求是相应高的<sup>[7]</sup>，但在某些行业，安全可靠性的要求更高。在某些单位，在毫无准备的情况下，蒸汽供应突然中断极易引发安全事故，导致重大损失。在这样一类单位实施预付费方法应小心谨慎，与供用汽双方深入探讨，并签订协议。

在系统设计和软件设计中，要做到不因电源中断而关阀，在开车和停车阶段以及系统调试过程中，都不应出现预料之外的关阀，有一些用户，可以用警示+部分关阀代替完全没有预告的彻底关阀。

另外，安装在用户端的布置有流量计算机、预付费控制器和读卡器的保护箱，一般都装有行程开关。箱门打开时，监控站就自动发出声光报警，这一措施不仅有防作弊效果，提高安全可靠性效果也很显著。

#### 5. 系统的防雷

现代的蒸汽计量与控制仪表大多以微电子器件为核心，能耐受的电压很低，而巨大的闪电电流所产生的电磁脉冲不仅会直接侵入仪表，而且会在导线上、管道上感应电动势，进而侵入仪表。在 GB50343-2012 和 CA267-2000 标准中，对弱电系统的防雷及安全防护都做了明确而具体的规定<sup>[8][9]</sup>，蒸汽计量与预付费控制相关仪表的现场布置与安装中，应严格遵守，尤其是现场传感器、变送器、控制阀与二次仪表之间的信号线、电源线，强调用钢管保护，而且钢管应按规定可靠接地。传输信号的线缆应采用屏蔽电缆，而且屏蔽层应遵守一点接地原则，可靠接地，杜绝拉临时线和用塑料管保护代替钢管保护。

另外，仪表的供电都是来自电气专业，供电线路的走向和安装是仪表专业无法掌控的，而雷电发生时电源线上同样会感应生成高电压，为此，在电源接入仪表之前均应设置浪涌保护器。

在上述标准中，对仪表信息系统的接地桩也有明确规定，不能用电气专业的零线代替接地桩。

#### 6. 设备安装地点的选择

IC 卡预付费管理系统的主要硬件设备，通常包括如下四部分：a. 上位机；b. 制卡设备；c. 控制阀；d. 装有 M841 流量计算机、APC30 预付费控制器和读卡器的仪表箱。四个部分之间的信息传输如图 1 所示。

IC 卡预付费管理系统的长期稳定可靠运行，不仅取决于软件、硬件设备的品质，而且取决于硬件设备的安装。仪表设备的安装环境不能有强烈振动，不能有强大的电磁场干扰，电源中不应有变频干扰，而且环境温度不能超过规定的限值<sup>[10]</sup>。

国家标准中关于仪表正常工作环境温度规定，控制室仪表最高+55℃，现场仪表最高 80℃<sup>[11]</sup>，上面所述的计算机系统和制卡设备，一般均安装在控制室或办公室，环境温度不会高于 55℃，所以不用担心，但是控制箱内的仪表，其环境温度就会令人担忧了。

就仪表的分类而言，流量计算机、控制器和读卡器均属于控制室仪表，但就实际安装场所而言，大多数并没有安装在控制室，而是安装在露天、现场室内或计量小室内。以露天安装为例，在中国南方的夏季，日间最高气温有时高达 38℃，这时装有流量计算机等仪表的金属保护箱，箱体温度就有可能升到 45℃，而箱内温度就有可能升到 50℃以上，这时，箱内仪表一般不会因为环境温度过高而发生故障。但是如果保护箱安装在计量小室内，外加小室内空间狭小，而且布满蒸汽分配器等散发热量的管道，如若小室没有良好的通风，则箱内仪表的环境温度就会轻而易举超过 55℃。遇到这种情况，如果实在找不到更合适的地点安装仪表保护箱，则应采用强制通风的方法，将小室内的温度降下来。

过高的环境温度对仪表的伤害是多方面的。在过高环境温度条件下运行的仪表，即使不发生故障，也会使仪表的寿命显著缩短。关于这一点，是此类仪表安装中必须切记的。这个系统中的控制

阀的安装也需给予足够的重视。因为现在的控制阀选型大多为电动式。而电动控制阀中的电动执行器，环境温度也不允许高，选择安装地点时，应注意电动执行器不能距蒸汽管太近，尤其不能距无保温的蒸汽管太近<sup>[12]</sup>。

## 7. 结束语

IC卡热费预付费管理系统是先进的现代化管理手段，能从根本上解决热费拖欠问题。与普通的SCADA系统相比，增添了售卡制卡功能，预付费控制功能和相应的监控功能。在这种系统的应用中，最重要的是安全可靠，因为有些工业用户，如果蒸汽总阀突然关闭，极易引发事故。在系统设计和软件设计中，要做到不因电源中断而关阀，在开车停车以及系统调试过程中，都不应出现预料之外的关阀。另外，安装在用户端的仪表设备，应选择合适的安装地点，尤其是环境温度不能超过规定值。

### 参考文献

1. 韩鹏, 周围, 何志俊等. 用能单位能源供应预付费系统. 自动化仪表, 2017(2): 93~95.
2. 于阳, 纪纲, 徐华东. GILFLO 流量计在蒸汽计量中的应用. 上海计量测试, 2008(2)
3. 殷胜军, 孙冰, 李长武. 差压流量计量程比的扩展与线性孔板. 仪表世界, 2017年6月号: 21~25.
4. 陈茹. 安装 SCADA 系统应考虑的问题. 自动化仪表, 1999,(5):44
5. 纪纲. 流量测量仪表应用技巧 第二版. 北京: 化学工业出版社, 2009:265~277
6. 何志俊, 殷胜军, 纪波峰, 纪纲. 管损统计在供热网 SCADA 系统中的应用. 自动化仪表, 2017: 93~95, 99.
7. 陈勇, 马璐文, 陈新亮等. 双量程孔板流量计不确定度及量程比. 石油化工自动化, 2013(5):52~56
8. GB50343~2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范
9. GA 267-2000 计算机信息系统雷电电磁脉冲安全防护规范
10. 纪纲, 纪波峰. 流量测量系统远程诊断集锦. 北京: 化学工业出版社, 2012: 264~268
11. GB/T 17214.1-1998 工业过程测量和控制装置工作条件 第一部分: 气候条件
12. 明赐东. 调节阀计算选型使用. 成都: 成都科技大学出版社, 1999

本文源自《热电技术》2021(4): 17~24