

计量管理系统应用及风险防范

—— 介绍能源消费 IC 卡预付费系统 ——

何志俊, 纪波峰, 纪纲 上海同欣自动化仪表有限公司(上海, 200070)

付生辉 上海科洋科技股份有限公司(上海, 200000)

提 要:关于准确计量问题以前只关注流量测量仪表的准确度及正确的安装调试。随着现代化信息科技的高速发展, 计量已扩大到能源供需双方共同参与的自动化管理系统。因此仪表工程技术人员不仅要了解流量测量仪表本身, 还要掌握系统其他组成部分, 并要考虑系统运行中必须解决的一些新问题。本文对发展领先的能源消费 IC 卡预付费系统作简单扼要介绍, 并提出安全可靠性问题以及防作弊问题, 然后给出了切实可行解决方法, 具有实用价值。

关键词: 能源 IC 卡 预付费系统 安全可靠 防作弊 水击

1. 概述

近些年来, 能源消费 IC 卡预付费系统蓬勃发展, 这对量大面广的能源供应网来说意义非凡, 不仅省去了上门抄表的人工, 而且改后付费为预付费, 杜绝了能源费拖欠这一老大难问题。从而实现了收费管理的现代化。

能源预付费系统的发展促进了能源计量表和控制设备的发展, 于是, 具有预付费管理和控制功能的预付费水表、燃气表应运而生。消费者从售卡处交费购得 IC 消费卡或在既有的消费卡中充值, 然后插入自己相应的表计中或在表计的读卡区读卡将费用存入表计后, 阀门自动开启, 获得供水或供气。供方和需方都很方便。

这样的刷卡消费在安全上也不存在大的隐患, 因为家庭的供水、供气突然中断, 最多也就是烧了一锅夹生饭或因燃气中断被困在浴室, 不得不草草结束沐浴。

但是对于一个企事业单位就不那么简单了, 尤其是工业炉窑以及化工生产过程, 突然中断能源供应, 极易引发事故, 因此须周密设计, 谨慎从事。

2. 能源消费 IC 卡预付费系统的组成

能源消费 IC 卡预付费系统由五个基本的组成部分组成, 即 IC 卡售卡、制卡子系统, 能源计量子系统、预付费控制子系统、预付费监控管理子系统和各系统之间的传输介质, 如图 1 所示。

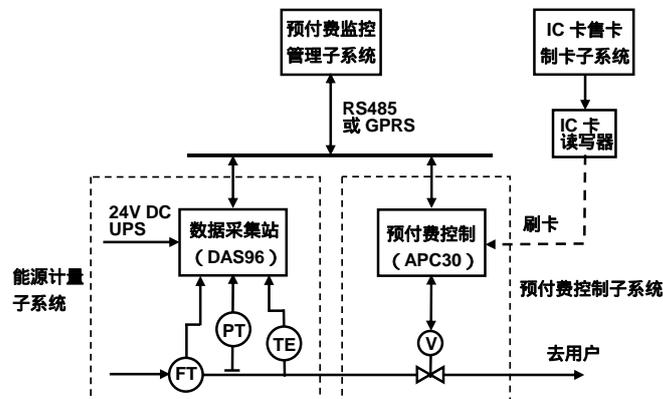


图 1 能源消费 IC 卡预付费系统的组成

2.1 IC 卡售卡、制卡子系统

IC 卡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。

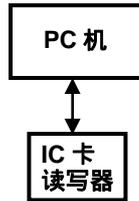


图 2 IC 卡售卡、制卡系统

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。



图 3 IC 卡售卡、制卡画面

2.2 能源计量子系统

因能源种类的不同、介质的类型的不同和设计的不同，能源计量子系统的组成也不同。对于以蒸汽为介质的供热系统，计量的对象为蒸汽的质量流量或热流量，系统通常由流量变送器（或传感器）、压力变送器、温度传感器、流量演算器等组成^{[1][2]}。为了提高系统的可靠性，有的设计中还带不间断电源（UPS）。为了将测量结果及时远传到中控室的监控站，流量演算器一般均带有数字通信口^[3]，传输介质常用的为有线、无线以及移动通信（GPRS 或 CDMA）^[4]。随着移动通信资费降低，现在人们更喜欢采用移动通信的方法，图 4 所示即为以 GPRS 为通信介质的蒸汽预付费系统。

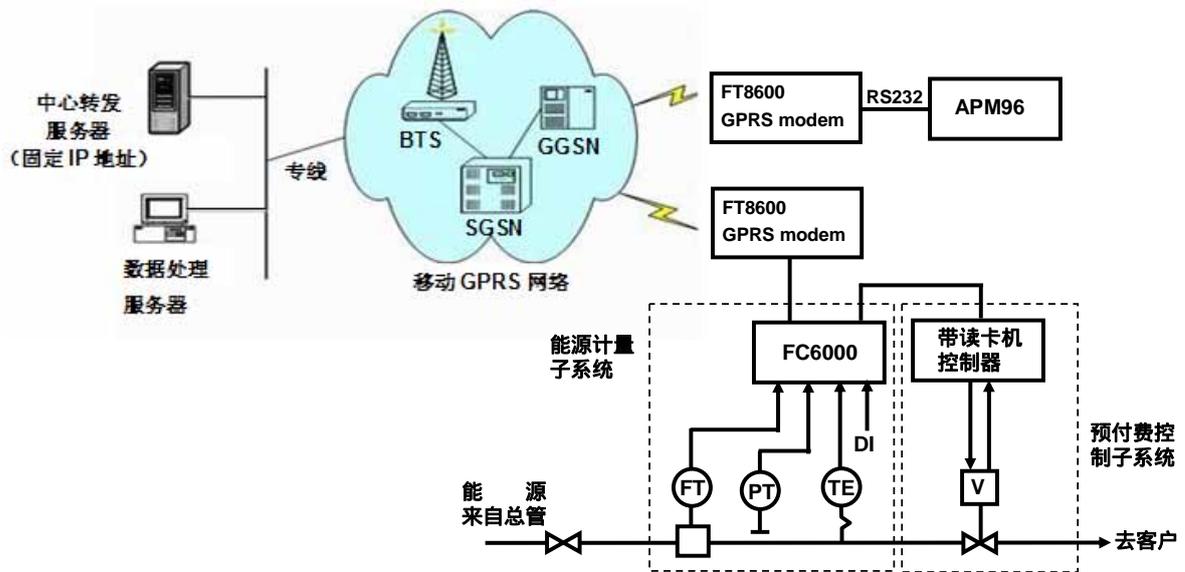


图 4 以 GPRS 为通信介质的能源消费 IC 卡预付费系统

蒸汽计量子系统的准确度，国家标准要求应达到 $\pm 2.5\%$ ^[5]，实际能达到 $\pm 1.5\%$ 。在常用流量附近或接近满度处，不确定度能达到 $(0.5\sim 1.0)\%$ ^{[6][7]}。

2.3 预付费控制子系统

预付费控制子系统由预付费控制器和控制阀组成。其中控制阀安装在管道上，而控制器都带有读卡器，一般都安装在现场操作方便的地点。

预付费控制器应具有下列基本功能。

读卡功能

预付费控制箱自带非接触式读卡器，将客户预先购得的 IC 消费卡上的金额读入与卡号一致的控制箱单片机，并在彩色液晶显示器的相应画面中显示，然后余额作相应的增加。

IC 卡充值记录画面

每一次在控制箱读卡器上刷卡充值时，如果充值成功便形成一条充值记录，记录内容包括：充值日期、时间；充入金额，如图 5 所示：

通过控制器面板操作，可查询全部充值记录。

预付费控制器主显示画面

主显示画面的用途是告知热用户，充入控制箱的金额当前还剩多少以及当前的蒸汽单价，该画面还显示累积流量和控制阀当前开度，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 主显示画面

自动关闭功能

当剩余金额降到 0 时，控制器（或计算机）则自动关闭。

故障诊断及代码显示功能

对预付费系统的故障进行诊断，并用 6 位十六进制代码予以显示。

2.4 预付费监控管理子系统

该系统是整个能源供应网的监视和指挥中心。它先对分布在各处的现场能源计量表计的测量结果进行采集、保存、处理，制作成各种画面，以便操作管理人员使用。其次对各客户终端的能源耗用情况及剩余金额进行监视，并在所剩金额不多时，提前三天、提前两天和提前一天分别自动发出提示短信。最重要的是在所剩金额为 0 时，通过计算机关闭现场控制阀或由现场预付费控制器自动关闭能源控制阀。

监控站计算机的画面可以很丰富，一般有检测控制点地理分布画面，动态流程图画面，计量数据密集显示画面，计量数据历史曲线画面，管损趋势图画面，同比分析画面，事件报告画面，统计报表画面，收费通知单制作画面，这些，在有关文献中已有详细描述^{[8][9]}，在具有预付费管理功能的监控操作站，还必须有费用管理画面和控制阀操作画面。图 7 所示为控制阀远程操作画面。

| 用户名 | 剩余金额 | 站号 | 累积流量 t | 瞬时流量 kg/h | 测量温度 °C | 测量压力 MPa | 测量密度 kg/m ³ | 阀位反馈% | 更新时间 |
|-------------|-------|-----|-----------|-----------|---------|----------|------------------------|-------|---------------------|
| 总表 | | 162 | 23888.000 | 8843.80 | 279.76 | 1.49 | 6.628 | | 2015-11-13 13:39:12 |
| 紫罗兰灯芯绒水洗加工厂 | 21645 | 2 | 1403 | 1367.63 | 226.23 | 1.45 | 7.260 | 101 | 2015-11-13 13:39:12 |
| 利伟服装压烫厂 | 1861 | 3 | 3988 | 532.94 | 231.42 | 1.47 | 7.279 | 101 | 2015-11-13 13:39:12 |
| 申意水洗厂 | 36797 | 4 | 632 | 1654.56 | 248.27 | 1.46 | 6.924 | 98 | 2015-11-13 13:39:12 |
| 岳中水洗厂 | 9685 | 5 | 1536 | 0.00 | 192.57 | 1.47 | 7.927 | 100 | 2015-11-13 13:39:12 |
| 福成水洗公司 | 14531 | 6 | 883 | | | | 7.902 | 100 | 2015-11-13 13:39:11 |
| 三盛水洗厂 | 6277 | 7 | 182 | | | | 8.266 | 101 | 2015-11-13 13:39:12 |
| 红四方水洗厂 | -36 | 8 | 77 | | | | 1.734 | 0 | 2015-11-13 13:39:12 |
| 宗春服装水洗厂 | 12797 | 9 | 386 | | | | 7.470 | 101 | 2015-11-13 13:39:12 |
| 景明拉树厂 | 3316 | 10 | 688 | | | | 7.243 | 100 | 2015-11-13 13:39:11 |
| 秋意服装压烫厂 | 43024 | 11 | 2514 | | | | 8.369 | 101 | 2015-11-13 13:39:11 |
| 白芸水洗厂 | 5475 | 12 | 340 | | | | 8.380 | 101 | 2015-11-13 13:39:12 |
| 胖子水洗厂 | 6426 | 13 | 1032 | | | | 7.192 | 101 | 2015-11-13 13:39:11 |
| 新潮水洗厂 | 4323 | 14 | 159 | | | | 8.387 | 100 | 2015-11-13 13:39:11 |
| 辉煌服装整理公司 | 4962 | 15 | 50 | 0.00 | 178.83 | 1.46 | 8.317 | 101 | 2015-11-13 13:39:12 |
| 豫业水洗厂 | -8923 | 16 | 371 | 572.31 | 223.76 | 1.46 | 7.385 | 101 | 2015-11-13 13:39:11 |
| 冠盛砂洗厂 | 30962 | 17 | 2290 | 728.65 | 251.89 | 1.46 | 6.827 | 101 | 2015-11-13 13:39:12 |
| 利风水洗厂 | 44489 | 18 | 408 | 0.00 | 193.76 | 1.45 | 8.257 | 101 | 2015-11-13 13:39:12 |
| 三毛水洗厂 | 10713 | 19 | 499 | 0.00 | 206.60 | 1.47 | 7.824 | 101 | 2015-11-13 13:39:11 |
| 源信水洗厂 | 2648 | 20 | 187 | 0.00 | 177.24 | 1.44 | 8.215 | 101 | 2015-11-13 13:39:11 |

图 7 控制阀远程操作画面

3. 关于几个问题的讨论

3.1 可靠性问题

安全性和可靠性设计是预付费系统的关键，首先，系统不因主电源掉电和控制线路断线而意外关闭。

电动控制阀，主电源上电和掉电，阀门能保持原有阀位，不会自行关闭。控制线断线后也不会自行关闭。

上位机开机、关机，系统调试，均不应引起控制阀关闭。

系统在正式投入控制之前，将控制阀的电源关掉，这样，调试过程中的各种操作都不会导致控制阀意外关闭。

上位机开机、关机，系统调试，均不应将控制阀关闭。

上位机对控制阀进行操作的基础是应用程序投入正常运行，而且能与下位机进行正常通信，除此之外还要值机人员按下相应的关阀键，在上位机的开机、关机、掉电、出错时，不可能同时满足这三个条件，因此，系统是安全的。

防止控制阀卡死问题

预付费控制子系统中的控制阀大多数极少动作，有的计量点可能一年也动不了一次，这样，阀芯老是停留在一个位置上，容易因流体中的水垢等异物而卡死，导致需要关闭的时候关不了^[10]。

解决这一问题的方法是经常让阀芯动一动，例如在上位机中设计一个程序，定期由上位机送出一个将阀门关小的信号，并自动记录阀门动作的实际响应数据，而且由计算机判断控制阀动作是否正常。在这种试验中，阀门关小的程度应以不影响用户的使用为限。

实现这一措施的基础是阀门选用比例式电动控制阀，并带比例式阀位反馈信号。

防止冷管开阀引起水击的问题

冷管通汽应遵守一定的程序，操作太急容易引起水击，损坏设备。在预付费控制子系统中，业主单位可在控制阀旁边设一台口径足够小的旁通阀，冷管启动时，先开旁通阀暖管，暖管过程结束后，再投入预付费控制阀。预付费阀关闭后，仍有旁通阀为下游提供微量的蒸汽，防止管内积水，导致预付费阀重新打开时造成水击。

仪表的故障诊断和诊断信息的管理

预付费控制器和计量表的正常运行是能源预付费系统正常运行的先决条件。因此预付费控制器和流量演算器均应有必要的故障诊断功能，并将诊断结果采到上位机，显示、报警和编制报警记录，同时，仪表的液晶屏上也有诊断结果（代码）显示。从而提高了系统的可靠性。

3.2 关于防作弊问题

用于贸易交接计量的表计偶尔会发生作弊事件，作弊的手法也很多，在现有的仪表中，已经实施的有下面几个策略：

防止拉电作弊的策略

在计量箱内的流量演算器中，带有断电记录功能，仪表能将计划停电和有意拉电一次不漏地记录下来。

其次，主电源掉电后，不间断电源中的充放电控制器，能送出一路干接点信号，送流量演算器的DI口，然后经数字通信口送上位机，在监视器上发出报警信号，并做好事件记录，以备查考。

开箱门报警

在现场仪表箱内配有行程开关，箱门一旦被打开，就有一路接点信号经演算器送上位机，予以报警。

防止通过上位机向下位机下载数据作弊

在能源预付费系统中，上位机要对安装在现场的控制阀进行操作，就需向下位机（控制器）下载数据，如果流量演算器与控制器合而为一，就会引发用户的忧虑。上位机既然可以下载控阀数据，为什么就不能下载与计量有关的数据呢。

为了消除用户的这一担心，将控制器和流量演算器分别做成一台表，其中用于计量的流量演算器，申请政府授权机构的检定，检定合格后加封印。

图 8 所示为预付费控制计量箱的内部结构。

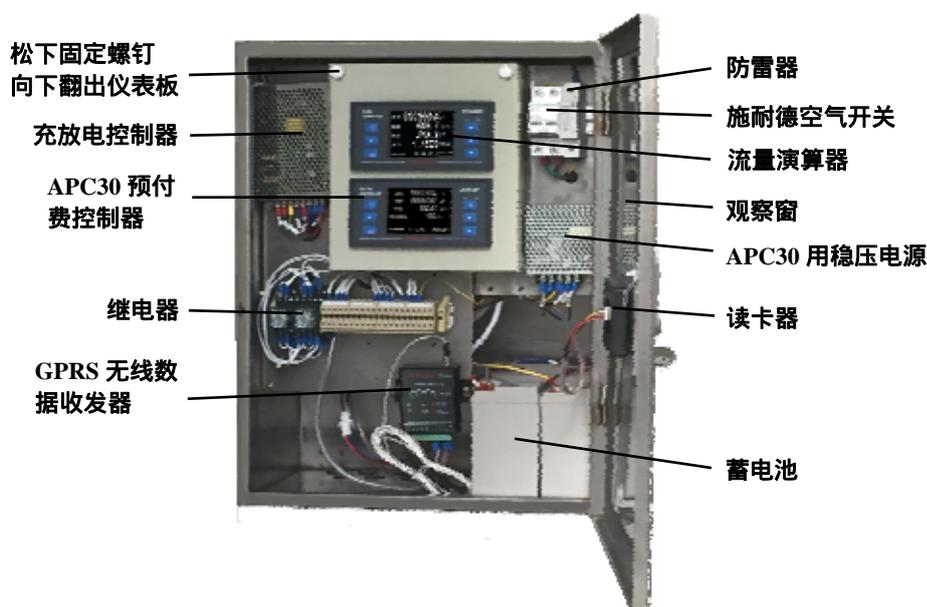


图 8 预付费控制计量箱内部结构

防止通过修改与计量结果有关的数据作弊

智能化的流量演算器中，有很多数据在输入密码之后都可以修改，仪表出厂后，为了防止掌握密码的人员违规修改这些数据，在流量演算器中设有“关键数据修改记录功能”，关键数据的每一次修改，都形成一条黄色字迹的记录，从而杜绝了用这一方法作弊。

4 结束语

能源预付费系统集成了能源计量、数据采集和能源供应的控制三大功能，做到了能源精确计量、数据及时传送、欠费关停。IC 卡的使用防止了偷汽，保障了双方公平公正的计量；同时大大减少了人工抄表的成本；采用一些智能化的方法确保用户不发生意外停汽，做到安全用汽。该系统在区域供热网中得到广泛使用，用户反响良好。

参考文献

1. 纪纲. 蒸汽流量测量的常用方法. 世界仪表与自动化, 2009(1)
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. 纪纲, 蔡武昌. 流量演算器. 自动化仪表, 2000, 21(9): 20~25
4. 陈茹. 安装 SCADA 系统应考虑的问题. 自动化仪表, 1999,(5):44
5. GB 17167-2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则.
6. 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
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. 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
9. 耿晨歌, 汪乐宇, 卢兔采. 城市管道燃气系统的分布式遥控监测. 自动化仪表, 1999,(5):32~41
10. 明赐东. 调节阀计算选型使用. 成都: 成都科技大学出版社, 1999

本文发表在《仪表世界》2017 年 4 月号