

# 自动售货机节能设计与实现

张建龙, 余世明\*

(浙江工业大学 信息工程学院, 浙江 杭州 310023)

**摘要:** 自动售货机 24 小时不间断运营, 需要消耗大量电力。为最大限度减少自动售货机能耗, 研究了基于 ARM LPC2119 的冷热饮自动售货机节能控制系统的软、硬件设计方案。系统通过应用红外感应技术检测有无顾客购买商品从而实现了售货机照明灯自动开启与关闭, 设计了参数可设的压缩机运行方案以替代原先简单粗放的控制方法, 以及建立了售货机故障检测等机制, 实现了自动售货机的节能控制。实验结果表明该系统运行稳定, 可节约电能 8% ~ 11% 左右, 具有较好的实用价值。

**关键词:** 自动售货机; 节能; 红外检测; 压缩机

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1001 - 4551(2010)04 - 0055 - 03

## Design and realization of vending machine energy-saving mode

ZHANG Jian-long, YU Shi-ming

(College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** The vending machine operates 24 hours a day and needs a large amount of electricity. Aiming at minimizing electricity consumption of vending machine, a kind of energy-saving control system based on ARM LPC2119 was described. The infrared detection technology was used to realize the automatic control of light, the compressor control program based on parameters was redesigned to replace the original inefficient program and the fault checking mechanism was established to achieve the goal. Experiment results prove that the system works well, it can save 8% ~ 11% of the energy and has the practical value.

**Key words:** vending machine; energy-saving; infrared detection; compressor

## 0 引言

目前自动售货机在全球已经非常普及, 它在人们日常消费中扮演着越来越重要的角色。其产品特点是科技含量高、无人盯守、低成本、售货范围广泛; 此外它还是一种新颖的广告媒体<sup>[1]</sup>。在中国, 自动售货机将成为一个潜在的巨大产业, 它将继百货商店、超市之后掀起第三次零售业革命, 其应用前景广阔<sup>[2]</sup>。

随着自动售货机数量的急剧增加, 其电力需求也越来越大。据文献[3]描述, 在日本自动售货机消耗了大量的能量, 其总和已经等于两个核反应堆输出的能量。因此设法降低自动售货机的能源消耗具有重大的经济效益和社会意义。

为此, 本研究拟在对现有冷热饮自动售货机不进行大量改动的前提下, 设计一个稳定可靠的节能控制

系统。该系统通过应用红外检测技术、设计参数可设且适应性好的压缩机运行方案以及建立故障检测机制等软、硬件方法实现售货机相关耗电部件的节能自动控制。

## 1 控制系统组成

为降低软、硬件设计难度, 本研究采用了主从式硬件电路架构, 将整个自动售货机控制系统分为主板和控制板。主板负责人机交互、货币结算、系统管理等工作, 而控制板负责相应的机器动作模块, 主板和控制板之间通过 CAN 总线通信。选用 ARM LPC2119 为系统微处理器, 其丰富的内置模块简化了硬件外围电路设计<sup>[4]</sup>。本研究涉及节能的部分为红外感应模块、照明灯控制模块、压缩机控制模块。相关设计方案如图 1 所示。

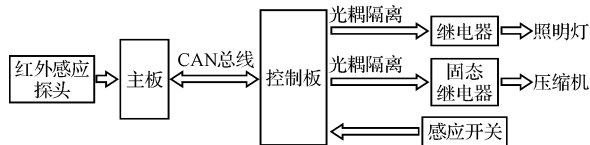


图1 节能控制系统设计方案

自动售货机通过主板和控制板联合实现对照明灯、压缩机及其他耗电功能部件的控制。售货机全天不间断运行会造成很大的电力浪费,若在无顾客时关闭一些非必需的功能部分(例如照明灯),可以节省不少电力,系统为实现该想法而采用了红外感应技术。当顾客靠近自动售货机时,红外感应模块检测到热量变化,从而改变其电压输出,主板检测到红外模块电压输出变化,并通过 CAN 总线通知控制板打开照明灯为销售预做准备。关于压缩机控制方案,原先采用粗放控制方式,即不断检测冰桶感应开关,发现冰桶未满则开压缩机制冰,该方案固然有控制简单的特点,但是频繁开启压缩机不但会造成电力的大量浪费,而且会严重影响压缩机的使用寿命。笔者拟设计一个新的压缩机控制方案,该方案通过不同的参数配置来达到最佳节能效果。

### 1.1 红外感应模块

红外感应技术现已广泛应用于军事、工业、安全保卫以及人们的日常生活等诸多领域。人体本身是一个红外源,红外感应模块感应到人体发出的红外源,从而改变模块的电压输出,进而判断是否有人进入监控区域<sup>[5-6]</sup>。利用这一原理,自动售货机可以检测出潜在的顾客。

如图2所示,红外感应探头1、3脚接电源及地,2脚(信号脚)经光耦接至LPC2119的P0.13引脚,该引脚在无人经过时检测输入为高电平,若有人经过,红外感应模块检测到热量变化,信号脚输出立即发生变化,此时P0.13脚检测输入为低电平,自动售货机打开照明灯,为销售预做准备。

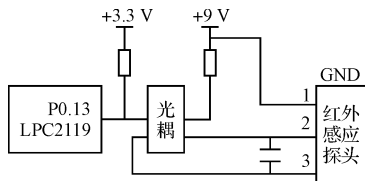


图2 红外感应模块与微处理器的连接

### 1.2 照明灯控制模块

照明灯为220 V交流器件,会对控制板其余5 V、3.3 V器件产生严重干扰,为减少干扰,本研究采取了两个措施:①为照明灯等220 V交流器件单独制作继电器板,与其余低电压被控对象分隔;②对其他低电压

被控对象尽量采用光耦隔离。

### 1.3 压缩机控制模块

压缩机作为制冰系统的核心部件,具有功耗比重大、抗干扰能力弱的特点,进行合理的软、硬件设计对延长压缩机寿命和保证整个自动售货机控制系统稳定性有着重要的作用。在电路设计中,采用光耦隔离、利用抗干扰能力强和高稳定性的固态继电器来驱动压缩机,以减少压缩机开启瞬间引起的干扰。

## 2 系统软件设计

系统软件设计主要包括:红外检测/照明控制模块设计及压缩机控制方案设计。

### 2.1 红外检测/照明控制模块软件设计

为了实现对照明灯的灵活控制,系统提供了手动和自动两种模式,手动控制的优先权大于自动控制。手动控制模式由操作人员自行设定照明灯的开启与关闭。

红外检测模块工作于自动控制模式中,其工作流程如图3所示。其中Li\_set\_tim值可以自行设定,实际运行中该值设定为1 min。当自动售货机检测到有顾客时,若照明灯已打开,则售货机可直接接受顾客投币,若照明灯未打开,则先打开照明灯,之后接受顾客投币。销售完成后若没有新的顾客则照明灯在1 min后关闭。

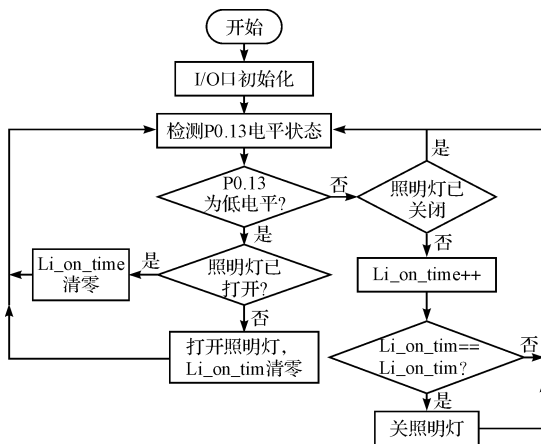


图3 红外检测/照明控制模块工作流程图

### 2.2 压缩机控制方案设计

压缩机作为自动售货机制冰系统的核心,是自动售货机的最大耗能部分。采用合理的设计方案,在有效减小制冰系统能耗、降低经营成本的同时兼顾压缩机使用寿命显得尤为重要。

为此本研究摒弃了原先使用的简单粗放的控制方式,设计了一个新的压缩机运行方案,该方案由几个可设置的重要参数 $T_1$ 、 $T_2$ 、Number驱动。考虑到压缩机

可能因故障导致冰桶一直未制满冰而造成压缩机空转,以及长时间无人购买而导致的冰桶冰量自然减少的情况,本研究设置2个时间参数  $T_1$ 、 $T_2$ ,即压缩机开启  $T_1$  时间后制冰仍未满则置压缩机故障,冰桶已满,时间达到  $T_2$  则重新制冰。冷饮销售到一定杯数也需重新制冰,该参数定义为  $Number$ 。方案规定每销售一杯冷饮后冰桶已满时间计时变量需加 3 min。

改进的压缩机控制方案具有适应能力强的特点。当压缩机功率及冰桶大小发生变化时,改变  $T_1$  参数后该方案仍可正常运行;当压缩机功率及冰桶大小确定时,通过改变  $T_2$ 、 $Number$  配置即可实现在不同环境温度下压缩机的节能控制。

压缩机最终控制流程如图4所示。

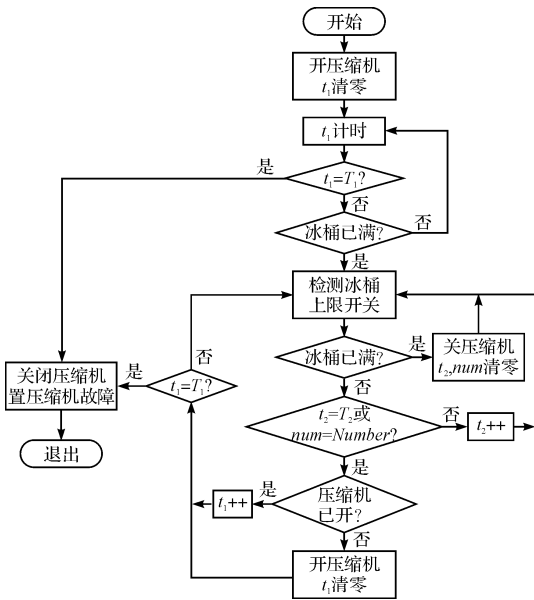


图4 制冰系统运行流程图

$t_1$ —压缩机已开启时间; $t_2$ —冰桶已满时间; $num$ —销售杯数(每销售一杯时计数)

### 3 实验结果

为了减小环境温度、顾客人数等因素对实验结果造成的影响,在本研究中,实验数据的取得基于以下方法:自动售货机正常运行(外设全部开启)若干天,在销售额接近且环境温度基本相同的天数中所获得的数据为有效数据,对有效数据样本取平均值后即为最终的实验数据。

采用红外感应技术前后自动售货机整机运行 24 h 的平均电能消耗对比结果如表1所示。

表1 使用红外技术前后节能效果对比

	耗电量/(°)	降耗/(%)
未采用红外技术	8.7	—
采用红外技术	8.3	4.6

$T_1$ 、 $T_2$ 、 $Number$  的不同取值,自动售货机整机运行 24 h 平均电能消耗对比结果如表2所示。

表2 参数的不同组合与原方案节能效果对比

	$T_1$ /h	$T_2$ /h	$Number$ /杯	耗电量/(°)	降耗/(%)
原方案	—	—	—	9.3	—
节能方案一	2	0.5	10	9.0	3.2
节能方案二	2	2	20	8.8	5.3
节能方案三	2	1	15	8.7	6.4

上述结果表明,红外感应技术以及新的压缩机运行方案不但可以满足系统稳定性的要求,还可节能 8% ~ 11% 左右,节能效果明显。

表3 故障状态及各状态下关闭的功能部分

故障状态	关闭的功能部分	是否销售
压缩机故障	压缩机	热饮可售
加热器故障	压缩机、照明灯、加热器	否
硬纸币机故障	压缩机*、照明灯*、加热器*	否*
落杯故障	压缩机、照明灯、加热器	否
通信故障	压缩机、照明灯、加热器	否

注:标\*表示免费销售时若进入该故障状态售货机仍可正常销售,相关功能设备无需关闭。

### 4 结束语

本研究介绍了基于 ARM LPC2119 的冷热饮自动售货机节能控制系统。该系统除利用红外检测技术、合理的制冰方案设计降低能耗外,其内部的故障检测机制也可在故障时发挥节能作用。当售货机发生严重故障(足以影响到正常销售)时,该节能控制系统通过程序关闭相关耗电设备,例如压缩机、加热器、照明灯等(详细情况如表3所示),直到检修人员的到来。经测试该方案可行,并已应用于实际的自动售货机控制系统。

### 参考文献(References):

- [1] 余世明, 晁岳磊, 缪仁将. 自动售货机研究现状及展望[J]. 中国工程科学, 2008, 10(7): 51 - 56.
- [2] GU Hong, QIAO Shuang, TIAN Jiang. A Wireless Vending Machine System based on GSM[C]//Proceeding of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation. Dalian: [s. n], China, 2006: 8501 - 8504.
- [3] SAKAI H, NAKAJIMA H, HIGASHIHARA M. Development of a Fuzzy Sales Forecasting System for Vending Machines[C]//Computers & Industrial Engineering. England: Pergamon-Elsevier science LTD, 1999: 427 - 449.
- [4] 周立功. ARM 嵌入式系统基础教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [5] 韩媛媛, 陈金辉. 基于 PIC16F505 单片机的智能饮水机设计[J]. 科技创新导报, 2009(17): 15.
- [6] 毛献辉, 郭宏, 朱昊, 等. 智能化红外感应控制系统[J]. 电子测量技术, 2005(2): 45 - 49.