

学生宿舍安全用电智能管理终端设计

徐华¹ 周正波² 毕博³ 宗寿松³ 杨立海³

(1. 清华大学建筑设计研究院有限公司 北京 100084)

(2. 四川省建筑科学研究院 四川成都 610084)

(3. 安科瑞电气股份有限公司 上海 嘉定 201801)

摘要：针对高校学生宿舍用电管理的复杂性以及安全用电的管理需求，设计了一种学生宿舍安全用电智能管理终端。测试结果表明，智能管理终端可快速识别接入宿舍回路的恶性负载，组合控制逻辑共同对宿舍用电进行监控，以满足学校后勤管理部门对学生宿舍的用电管理需求。

关键词：宿舍用电；智能管理；逻辑控制；负载识别

0 引言

随着社会经济的发展及学生公寓的普及，学生宿舍的用电情况发生了巨大变化。科学、合理地管理学生宿舍的用电，成为学校后勤管理部门面临的一个十分重要的课题。综合调查比较学校学生宿舍的用电情况，总结学校用电管理有以下几个需求：

(1) 电力商品化。传统限时限量的供电方式和从住宿费中平均收取电费的方法不适应现在用电设备日趋增多的需求，采取按需购电的方式实行电力商品化是势在必行的管理手段。

(2) 用电安全。为避免学生在使用非安全用电设备时引起火灾情况，所以应考虑超负荷及恶性负载识别自动断电的控制措施。

(3) 按需控制。为培养学生良好的生活习惯，规范学生的作息，应结合学校管理需求对学生宿舍的用电回路实施定时控制。

本文设计一种学生宿舍安全用电智能管理终端，以满足学校后勤管理部门对学生宿舍的用电管理需求。

1 功能设计

结合计量计费、智能监控及识别、断送电控制管理的要求，宿舍安全用电智能管理终端设计功能如下：

- (1) 累加计量总用电量，递减计量剩余电量；
- (2) 可实时检测电压、电流、有功功率、无功功率和功率因数等电力参数；
- (3) 支持对 3 个输出回路（如照明、插座、空调）作独立控制；
- (4) 支持预付费控制、负载识别控制、时间控制、强制控制等 4 种逻辑控制功能；
- (5) 可查询各种日志记录。

2 硬件组成

宿舍安全用电智能管理终端采用专用功能的微控制单元（Micro Control Unit，MCU）设计。整机的硬件系统实现依据各个功能模块而展开，包含微处理器、电阻分压网络电压采样、电流互感器电流采样、三路磁保持继电器控制输出、铁电数据存储、液晶显示、按键输入、有功电能脉冲指示输出等。硬件组成如图 1 所示。

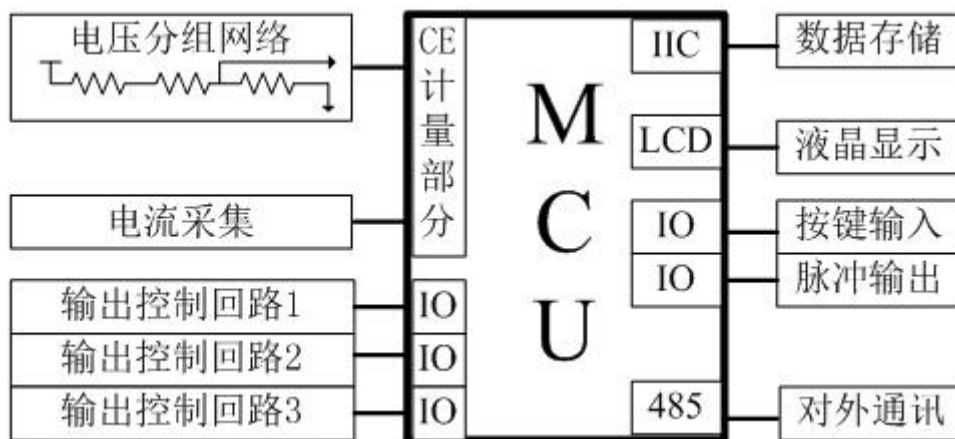


图 1 硬件组成

3 软件设计

3.1 主程序流程

主程序作时间片及事件的触发条件来管理各个不同的功能模块。主程序软件流程如图 2 所示。

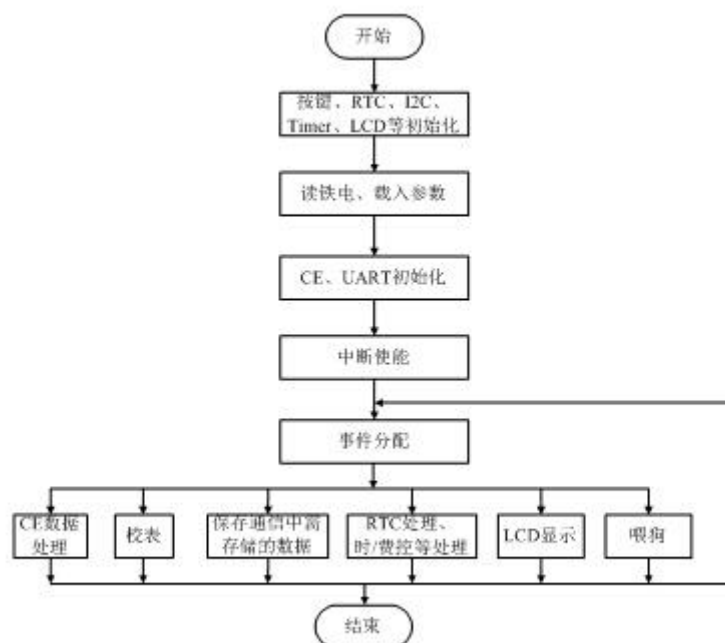


图 2 主程序软件流程

3.2 负载限制及负载识别算法

当学生使用纯阻性负载的违规电器（恶性负载）时，极易导致电器火灾等安全事故，对学生的生命和财产安全造成影响；当学生使用过多的常规电器，但累加用电负荷过高，同样会造成安全事故。

因此，该管理终端从最大功率限制和恶性负载识别两方面需求出发来决定负载控制结果，以保证宿舍用电安全。

最大功率限制的方法比较简单，若所有负载功率和超过总功率最大值，则判断为功率超限，必须切断宿舍供电回路。

对于恶性负载的判断，若也采用总功率判断的方法，则不能够被准确识别。测试小功率纯阻性恶性负载工作特性时，可发现其功率因数很高。但若直接测试宿舍总供电回路功率因数并不会很高，故本设计终端采取增量判断法，即实时检测用电回路功率因数增量，作为判断恶性负载的依据。在宿舍总用电回路总功率为超限的情形下，功率因数增量超过最大设定值，则判断为恶性负载接入。功率因数增量为

$$\Delta\varphi = \Delta P / \sqrt{(\Delta P)^2 + (\Delta Q)^2}$$

$$\Delta P = P_N - P_L$$

$$\Delta Q = Q_N - Q_L$$

式中：PN——当前有功功率；

PL——上一时刻有功功率；

ΔP ——有功功率增量；

QN——当前无功功率；

QL——上次无功功率；

ΔQ ——无功功率增量。

3.3 逻辑控制方式。

3.3.1 强制控制

高校宿舍中有部分宿舍会安排给相关管理人员和留学生住宿。这些宿舍往往是不切断电供电且没有负载、时间限制等。这种情况下，强制控制功能打开，则其他的控制功能将不起作用。另外，高校在有大型活动安排时，需对各宿舍回路做统一的断送电处理，也需通过强制控制功能实现。

3.3.2 时间控制

高校学生较多，为统一安排作息，需统一按时通/断电，例如 06:00~08:00 为学生早晨起床洗漱时间，应保持照明和插座回路处于通电状态；08:00~11:00 为学生上课时间，学生一般不在宿舍，切断所有回路；23:00~06:00 为学生休息时间，应切断照明用电，但保证插座和空调用电回路正常供电；在周末，08:00~23:00，一般学生不用上课，大多数时间均在宿舍，此时应保证所有相关回路供电。

终端为照明、插座、空调回路均提供独立的两套控制时段表，方便学校管理部门根据实际情况在不同的时刻控制不同的回路通/断电，满足定时控制管理的要求。

3.3.3 负载控制

终端为宿舍用电总回路提供负载控制，可识别恶性负载并迅速作出响应。

3.3.4 预付费控制

终端配合远程预付费售电管理系统可实现先交费后用电的功能。学生可根据宿舍用电情况自行充值，用以保证宿舍正常用电。当学生用完充值的电能后，终端会自行切除宿舍用电。学生若及时充值，可及时恢复供电。

3.3.5 组合控制

以上 4 种逻辑控制方式可单独使用，也可组合使用。终端可根据强制控制、时间控制、负载控制、预付费控制的组合控制逻辑及优先级共同决定供电输出回路的通或断。

组合控制逻辑如图 3 所示。

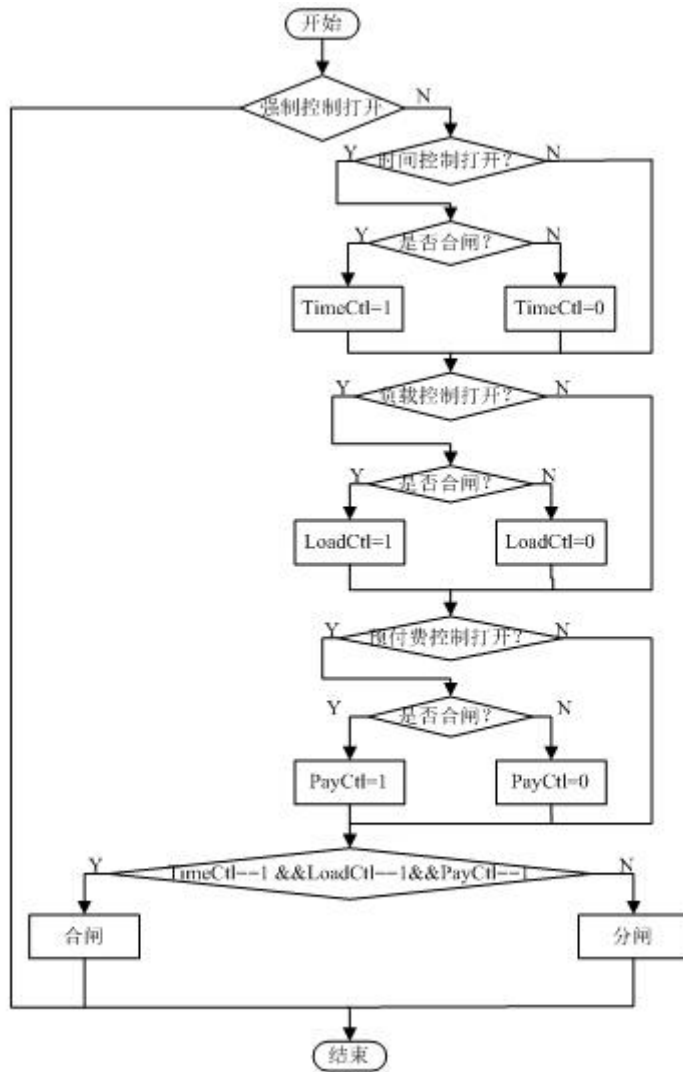


图 3 组合控制逻辑

4 试验结果

恶性负载识别测试结果如表 1 所示。

由表 1 可知，管理终端可快速识别学生接入宿舍回路的恶性负载，并给出分闸命令。组合控制逻辑如表 2 所示，可实现时间段控制、负载控制、预付费控制等组合逻辑控制，共同对宿舍进行用电监控。

有功功率			无功功率			$\Delta\varphi$	负载控制结果
P_L	P_N	ΔP	Q_L	Q_N	ΔQ		
1245.2	1355.7	110.5	98.5	113.2	14.7	0.991267	合闸
1243.7	1345.9	102.2	95.5	148.8	53.3	0.886662	分闸
1125.9	1259.8	133.9	125.9	150.9	25	0.983013	合闸
1569.6	1590.8	21.2	187.6	198.9	11.3	0.882468	分闸
1268.7	1384.8	116.1	145.6	158.9	13.3	0.993502	合闸
1358.8	1390.5	31.7	124.6	268.6	144	0.214991	分闸
1425.4	1584.2	158.8	258.9	288.6	29.7	0.982956	合闸

表 1 恶性负载识别测试结果

时间段	时间控制	负载控制	预付费控制	逻辑结果
00:00~06:00	分闸	合闸	合闸	分闸
06:00~08:00	合闸	分闸	合闸	分闸
08:00~11:00	分闸	合闸	合闸	分闸
11:00~14:00	合闸	合闸	合闸	合闸
14:00~24:00	合闸	合闸	分闸	分闸

表 2 组合控制逻辑

5 结语

该学生宿舍用电管理终端具备计量、监测、控制功能，能够降低学校等管理方面电费收取难度，提高工作效率，实现优化运行，有效节约电能，并为用户的合理管理提供数据依据，是一套切实可行的用户端电能收费管理系统。

文章来源：《现代建筑电气》2015 年 5 期。

参考文献：

- 文涛.安全用电管理系统在学生公寓中的应用[J].电子测试,2013,06(11):64-65
- 罗辉,乔丽莉,仲冬华.智能安全用电节能计量管理系统在高校能源管理中的应用[J].智能建筑与城市信.2012(5):68-71
- 来晓俊.金华职业技术学院后勤智能用电管理系统的设计与实现[D].成都：电子科技大学,2010
- 胡鑫凤,周璐,孙一文.基于 51 单片机的大学生宿舍用电管理系统[J].电子制作,2013(11):36-38