

电器柔性启动系统的研究*

郑 力 新

(华侨大学电气技术系, 泉州 362011)

摘要 分析电器启动电流冲击现象的原因及危害性, 提出控制对策, 设计两种实用的抑流电路。

关键词 自适应控制, 家用电器, 柔性启动, 惯性环节

分类号 TP 273.2

一般家用电器启动时所产生的电流约为正常运转时的 5 至 8 倍(按不同机种而论)。启动瞬间偌大的电流不仅造成电网波动, 而且导致电器的损坏或降低寿命, 已成为电器使用过程中普遍存在和亟待解决的问题。我们研制的柔性启动器, 既能有效地将启动电流降低至正常的 1.5 倍以下, 消除了每次启动时家用电器的电流冲击, 减少电器损耗并延长其寿命, 同时具有过压、欠压、过流保护的功能、更加全面地保护家用电器, 为家用电器的使用创造良好的环境。

1 控制对策

家用电器的用电元件主要有两大类即电阻丝和电机。电阻丝在加电时产生瞬间大电流冲击的原因是: 启动时, 电阻是冷态电阻, 通电一段时间后, 电阻变为热态电阻, 冷态电阻比热态电阻要小得多, 因此启动电流比正常工作电流大得多, 造成冲击现象; 而电机类的原因是: 启动时, 由于转速还没有建立, 反电势(反电势与转速成正比)很小, 因此输入电压基本上加到了电枢绕组的小电阻上, 电流就比较大, 随着时间的推移, 转速将逐步升高, 反电势也随之加大。这样, 加在电枢电阻的电压下降, 电流也随之下降直到正常值为止。虽然这两类元件启动电流冲击的过程有所不同, 但归结到一点, 就是电压加在比较小的电阻上, 造成启动时较大的电流。

正因如此, 如果能使家用电器的输入电压由低逐步升高到额定值, 则启动电流冲击就会得到抑制, 这个使电压逐步升高的过程, 在控制理论中相当于在输入和电器中间加入一个惯性环节。因为惯性环节对输入阶跃信号有缓冲作用^[1], 惯性环节时间常数 τ 的取值不同, 缓冲的程度也不同, 因此, 若能正确地设定 τ 值, 对冲击电流还会有不同程度的抑制效果, 这给问题的解决又提供了一个灵活选择的余地。

2 手动调节式抑流电路设计

如图 1 所示, 电路共分主回路、控制回路、过压、欠压、过流保护回路等部分。

* 本文 1995-09-10 收到

过压、欠压、过流保护由 LM339(A₂, A₃, A₁) 及外围电路组成, 当过压等异常现象发生时, 相应的 9013 三极管(T₂, T₃, T₁) 饱和导通, 迫使主回路的大功率三极管 HPA100 截止, 主回路断电。

3 自适应控制式电路

手动调节式抑流电路成本低廉, 但缺点是抑流参数 R_w 要人工来设定, 需要一定的家用电器使用常识与观察调节次数。自适应式控制电路采用 8031 实现了智能控制, 能根据超调量的要求, 自动学习和调整参数, 使电流冲击得到合理抑制, 系统原理图如图 2 所示。其基本原理

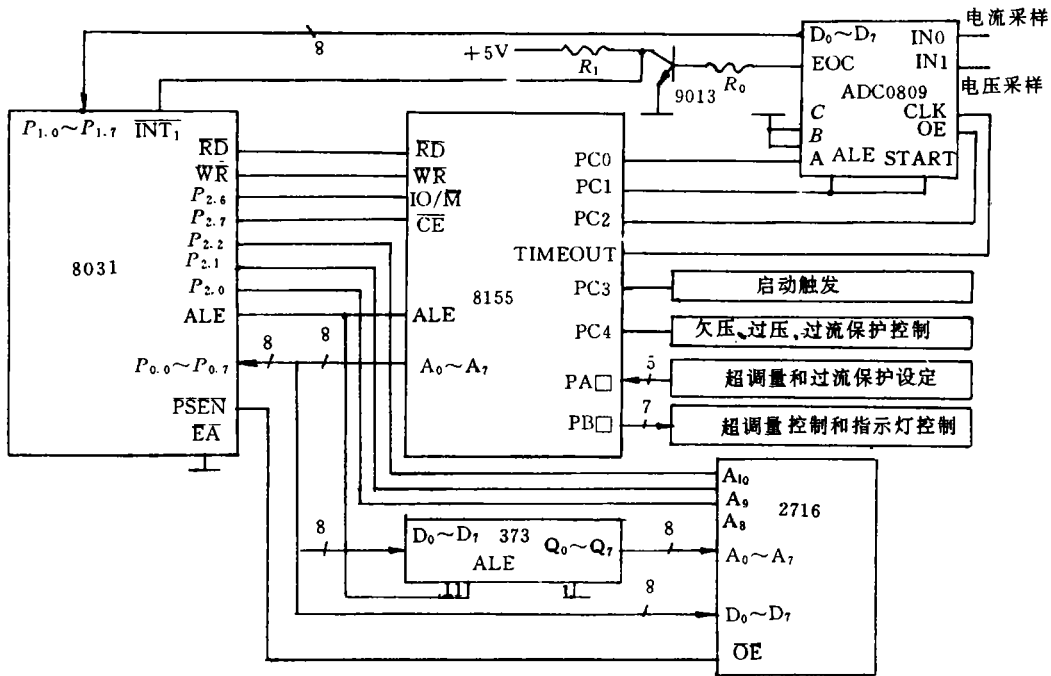


图2 自适应控制式电路原理图

是: 在 8031 控制下, A/D 不断地采样主回路的电流值和整流电路电压值, 一方面, 当回路电压过高或过低、电流过大时, 使主回路的大功率管截止; 另一方面, 在电流取样值中选取最大值和稳态值, 代入超调量计算公式求得超调量。若所得超调量与设定值不同, 则进行惯性环时间常数的调整, 使下一次启动的超调量向设定值靠拢。8031 的控制是通过 8155 来进行的, 8155C 口提供了 A/D 的控制信号和时钟等; A 口用于读入超调量和过流保护的设定, B 口用来输出超调量的控制信号和指示系统运行状态。

3.1 硬件电路设计

3.1.1 主回路 主回路与手动调节式无异。

3.1.2 电流采样电路 如图 3 所示, 与手动调节式相比, 增加了一个放大倍数可调的运放。

3.1.3 超调量与过流保护设定电路 超调量和过流保护由一组开关设定, 如图 4 所示。开关设定由 8155 的 A 口读入, 其读入值与超调量、电流保护值对应关系如表 1、2 所示。

3.1.4 超调量与指示灯控制电路 如图 5 所示,控制思想同手动调节式相同,只是切换过程

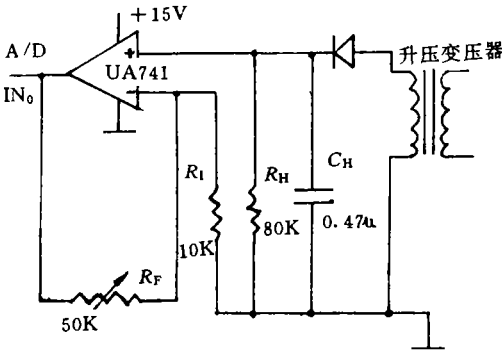


图 3 电流采样电路

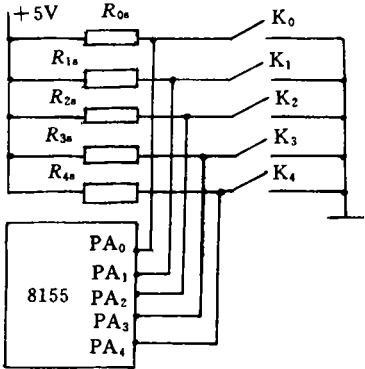


图 4 超调量与过流保护设定电路

表 1 PA₀~PA₂ 输入与超调量对应关系

PA ₀ ~PA ₂	000	001	010	011	100	101	110	111
$\sigma/(\%)$	0~15	15~30	30~45	45~60	60~75	75~90	90~105	105~120

表 2 PA₃~PA₄ 输入与过流保护对应关系

PA ₃ ~PA ₄	00	01	10	11
I_{max}/A	5	10	15	20

采用了三极管和数字控制。启动电器时,PC₀, PS₁ 由高变低,则 BG 由饱和变为截止,A 点电压随着 C 的充电逐步升高,上升速率则取决于 R_w 的大小与 C₀,C₁,C₂ 之组合,C₀,C₁,C₂ 接入与否受到 8155 PB₀~PB₂ 的控制,共有 23 种组合方式,可以任意调整,使主回路电流超调量 σ 达到设定的范围内。

3.2 软件设计

本程序是充分利用 8031 内部数据寄存器 R₀~R₇^[2]来暂存一些数据,其功能分配如下: R₀ 为超调量设定值(上限);R₁ 为过流保护设定值;R₂ 为电流采样值;R₃ 为电压采样值;R₄ 为电流采样最大值 I_{max};R₅ 为电流采样稳态值 I_∞;R₆ 为电流稳态采样值计数器;R₇ 为超调量与指示灯控制。

程序运行开始时,首先对 8031 中断,8155 I/O 定时方式进行设定,对输出口输出必要的初始化数据,启动 8155 定时器产生 640 kHz 的方波(A/D 0809 时钟信号)读入超调量和过流保护设定,并查表得超调量设定值 R₀ 和过流保护值 R₁,然后不断地通过 A/D 转换采集电流和电压数据.对电流采样值只保留两个数据,即极大值 R₄ 和稳态值 R₅,当新的采样值大于 R₄ 时,由新值取代;反之则与 R₅ 比较,若两者不等,则 R₆ 清零,R₅ 由新的值取代;若两者相等,则 R₆ 加 1;若 R₆ 值已达 255(FFH),则说明 R₅ 值为真正稳态值.下一步再进行超调量的计算并

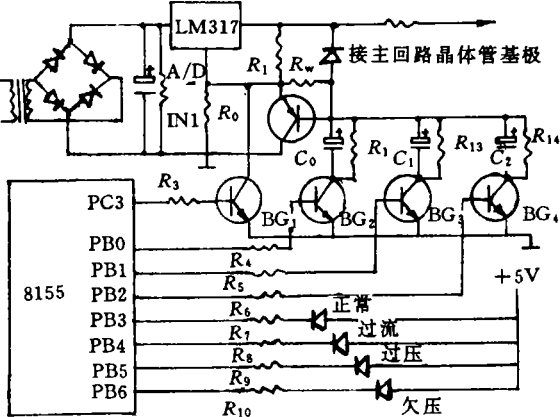


图 5 超调量与指示灯控制电路

与设定值 R_0 比较, 若在 R_0 指定的范围之上, 则 R_7 加 1 后输出 $PB_0 \sim PB_2$; 若在 R_0 指定的范围之下, 则 R_7 减 1 后输出 $PB_0 \sim PB_2$ 。当系统出现过压、欠压或过流, 程序对主回路进行断电保护, 并指示相应信息(图 6)。

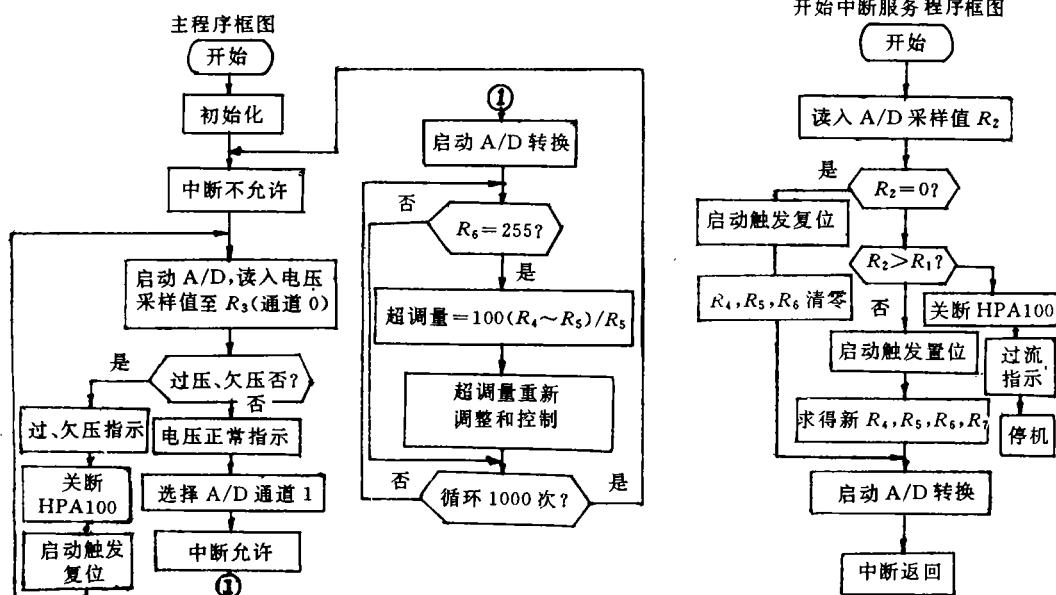


图 6 系统控制流程图

4 结束语

本系统经实际运行实验, 证明是可行的, 大功率管在稳态运行时, 功耗很低, 只是在启动过程中要承受瞬间大功率, 因此有必要加装散热片。不足之处在于, 系统在交流电源过零时, 由于二极管、三极管的非线性, 出现 1~2V 的死区, 由于此电压值低, 对系统正常工作影响不大。解决的方法有待进一步研究。

本文为校科研基金资助项目。

参 考 文 献

- 1 夏德铃. 自动控制理论. 北京: 机械工业出版社, 1989. 67~68
- 2 蔡美琴, 张为民. MCS-51 系列单片机系统及其应用. 北京: 高等教育出版社, 1993. 19~20

A Study on Soft Starting System of Domestic Appliances

Zheng Lixin

(Dept. of Electric Technique, Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract With respect to the starting current, the author analyses the cause and the harmfulness of its impact; and advances countermeasure for its control; and designs two kinds of suppressing circuits, one of manual regulation and one of adaptive control.

Keywords adaptive control, domestic appliances, soft starting, inertial link