

青少年电子制作大世界

实用家用电器保护器制作

陈有脚 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是青少年电子制作大世界丛书的第十分册。共介绍了 26 个实用的家用电器保护器,全部按电路原理、元器件选择、制作与使用三部分详细讲解,内容涉及电冰箱、黑白电视机、彩色电视机、空调机、组合音响、全自动洗衣机、电磁灶、电风扇、电熨斗、食品搅拌机以及家用电器漏电保护和防触电保护器等十余种不同类型。保护方式有过压、欠压检测、自动调压、限流、延迟、定时等多种形式。由于所有制作都是在接通 220V 交流电时工作的,青少年朋友必须具备一定的电子制作基础,并注意用电安全。

青少年电子制作大世界丛书⑩

实用家用电器保护器制作

SHIYONG JIAYONGDIANQI BAOHUQI ZHIZUO

陈有卿 编著

责任编辑 贾安坤

*

人民邮电出版社出版发行

北京崇文区夕照寺街 14 号

北京朝阳展望印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

*

开本:787×1092 1/32 1996 年 1 月 第 1 版

印张:4.25 1997 年 7 月 北京第 2 次印刷

字数:95 千字 印数:15 001—26 000 册

ISBN7-115-05856-3/TN·961

定价:5.00 元

前 言

采用家用电器保护器一方面可以有效保护家用电器不受损坏,另一方面也可以保护人身安全以及防止可能引起的火灾事故。本书介绍了 26 个实用的家用电器保护器,内容涉及了电冰箱、黑白电视机、彩色电视机、空调机、组合音响、全自动洗衣机、电磁灶、电风扇、电熨斗、食品搅拌机以及家用电器漏电保护和防触电保护器等十余种不同类型的家用电器。保护方式有过压、欠压检测、自动调压、限流、延迟、定时等多种形式。青少年朋友可以从中挑选适合自己的电路进行制作。只要按图安装,一般是很容易获得成功的。需要强调的是本书所有电路都是在接通 220V 交流市电时工作的,所以在制作和调试时必须小心,注意用电安全,谨防触电!在调试和更换元件时,必须切断电源后方可进行。有条件的话,最好采用 1:1 隔离变压器,并在工作台、椅下铺绝缘橡胶垫,确保调试时绝对安全。制成后的实物必须配有塑料或有机玻璃等绝缘机盒方能正式投入使用。青少年朋友应当在成人专业人员指导下进行制作实践。

本书由陈有卿副教授编著,参加本书编写工作的还有叶桂娟、晓波、扶桑等同志。

作 者

目 录

1. 晶体管电冰箱断电延迟保护器.....	1
2. 单结管电冰箱断电延迟保护器.....	5
3. 集成电路电冰箱断电延迟保护器.....	8
4. 具有报警附加功能的电冰箱断电延迟保护器	11
5. 晶体管全自动电冰箱保护器	17
6. 集成电路全自动电冰箱保护器	21
7. 单片集成电路全自动电冰箱保护器	26
8. 四功能全自动电冰箱保护器	31
9. 自动调压型电冰箱保护器	37
10. 具有限流保护功能的电冰箱保护器.....	44
11. 智能型电冰箱延迟保护器.....	50
12. 空调机保护器.....	54
13. 黑白电视机简易自动调压保护器.....	57
14. 黑白电视机磁饱和式调压保护器.....	60
15. 彩色电视机过压保护器.....	63
16. 彩色电视机多功能保护器.....	67
17. 电磁灶开机迟缓保护器.....	73
18. 组合音响扬声器保护器.....	76
19. 全自动洗衣机进水阀保护器.....	79
20. 食品搅拌机定时保护器.....	83
21. 电熨斗安全保护器.....	86
22. 电风扇指触保护器.....	92

23. 家用电器漏电保护插座	96
24. 声光报警式家用电器漏电保护插座	99
25. 家用防触电保护器	102
26. 多功能自复位防触电保护器	108
附录 1 JRX-13F 型小功率电磁继电器主要参数	113
附录 2 JZC-22F 型超小型中功率电磁继电器 主要参数	115
附录 3 JZC-22F/2Z 型超小型中功率电磁继电器 主要参数	117
附录 4 JZX-22F 型小型中功率电磁继电器主要参数	118
附录 5 JQX-10F 型大功率电磁继电器主要参数	120
附录 6 JQX-4(F) 型小型大功率电磁继电器主要参数 ...	123

1. 晶体管电冰箱断电延迟保护器

电冰箱在工作时最怕短时间断电后又马上来电。这时因为电冰箱在开始启动时,它的制冷系统的制冷剂压强很低,冰箱压缩机靠其电动机运转而工作,给制冷剂加压,使电冰箱制冷。如果电冰箱在工作中突然停电,并且又马上加电,这时制冷剂由于断电前压缩机的作用已有相当高的压强,故使电动机负载很重,其起动力矩不能克服压缩机活塞产生的反力矩,使电流猛增。据测试,此时的电流值是正常值的 20~30 倍,就是在这么大的电流下,电动机也难以启动。这样轻则会减短电冰箱的寿命,重则会损坏压缩机中的电机。因此,电冰箱在工作中一旦遇到停电,一定要等 5 分钟左右时间,待冰箱制冷系统中的制冷剂压强逐渐下降后,才能加电。懂得这个道理以后,我们在平时使用电冰箱时,切忌随意乱拔、插电冰箱的电源插头;电冰箱的电源一定要单独设置,不要和其他家用电器如电视机、收录机及台灯等合用一个电源接线板。电冰箱的电源插头与插座接触要牢靠,不能有接触不良等现象。有些地方的供电部门在停电前喜欢拉一下电闸,然后很快合上,给人们一个停电信号,这种做法对电冰箱极有害,应禁止这种举动。

为了安全起见,最好自己动手制作一个电冰箱断电保护器。下面介绍一个简单易作的冰箱断电延迟保护器,它的功能是每当市电停电后又来电时,它能自动延迟 5 分钟左右才开始向电冰箱送电,从而确保电冰箱的安全。

电路原理

电冰箱断电延迟保护器的电路如图 1-1 所示,它由降压整流电路、延迟开关和控制机构等几部分组成。

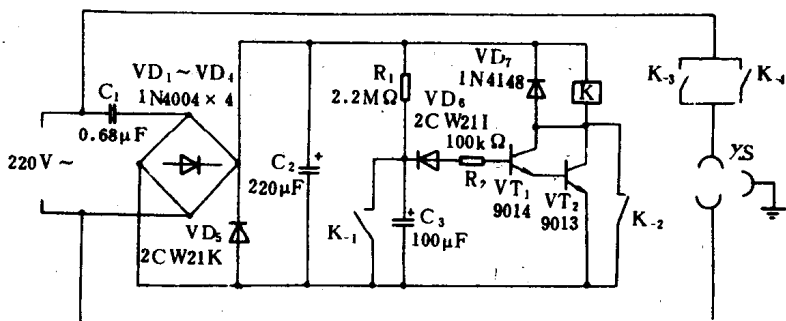


图 1-1 晶体管电冰箱延迟保护器电路图

电容 C_1 、 C_2 、二极管 $VD_1 \sim VD_4$ 和稳压管 VD_5 组成电容降压桥式整流稳压电路,接通电源后, C_2 两端能输出 24V 左右的直流电压,供开关电路和控制器用电。三极管 VT_1 、 VT_2 和电阻 R_1 、 R_2 、电容 C_3 及稳压管 VD_6 组成电子延迟开关。继电器 K 和它的常开触点 K_3 、 K_4 组成冰箱电源控制器。

刚接通电源时,电源通过 R_1 向电容 C_3 充电,所以 C_3 的上端呈现低电平, VD_6 、 VT_1 、 VT_2 均截止,所以继电器 K 线圈无电流通过,常开接点 K_3 、 K_4 打开,插座 XS 无电源输出,使电冰箱压缩机不工作。随着充电的不断进行, C_3 上端电平不断升高,当电位高于稳压管 VD_6 的击穿电压即稳压值与 VT_1 、 VT_2 的开门电平之和时, VD_6 击穿, VT_1 、 VT_2 饱和导通,继电器得电吸合,接点 $K_1 \sim K_4$ 均闭合,其中 K_3 、 K_4 接通电冰箱的电源,

使电冰箱通电工作; K_{-2} 闭合,使继电器 K 线包通电自锁; K_{-1} 闭合使电容 C_3 电荷泄放,可为第二次开机作延迟准备。

VD_6 的作用是抬高 C_3 上端的电位,可使 R_1 、 C_3 取较小的时间常数就能获得较长的延迟时间。当 VD_6 的击穿值一定时,保护器的延迟时间长短,主要取决于 R_1 和 C_3 的时间常数。 R_1 和 C_3 的数值乘积愈大,延迟时间就愈长;反之就短。图示数据约 5 分钟左右,正好满足电冰箱的使用要求。

元器件选择

VT_1 最好采用 β 值较大的硅 NPN 三极管,如 9014 等型号,如用 3DG201 型也可,但要求 $V_{(BR)ceo} \geq 25V$, $\beta \geq 200$; VT_2 可用 9013、3DG12、3DX201 等型号硅 NPN 三极管,要求 $V_{(BR)ceo} \geq 25V$, $\beta \geq 100$ 。

$VD_1 \sim VD_4$ 可用 1N4001 型等普通硅整流二极管; VD_5 为 24V、1/2W 稳压二极管,如 2CW21K 型等; VD_6 为 15V、1/2W 稳压二极管,如 2CW21I 等型号; VD_7 可用普通 1N4148 等型号硅开关二极管。

C_1 要用 CBB-400V 型聚苯电容器, C_2 、 C_3 应采用 CD11-25V 型电解电容器。 R_1 、 R_2 为 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。

K 最好采用 JZX-22F-4Z、DC24V 型中功率电磁继电器,其线包电阻为 650Ω ,它有 4 组转换接点,接点容量为 AC220V/3A,现将两组接点(K_{-3} 和 K_{-4})并联,可足够满足电冰箱的电流要求。

制作与使用

图 1-2 是本保护器的印制电路板图,印制板尺寸为 75mm $\times$ 50mm。除插座 XS 外,其他电子元件都插焊在这块印制板

上。

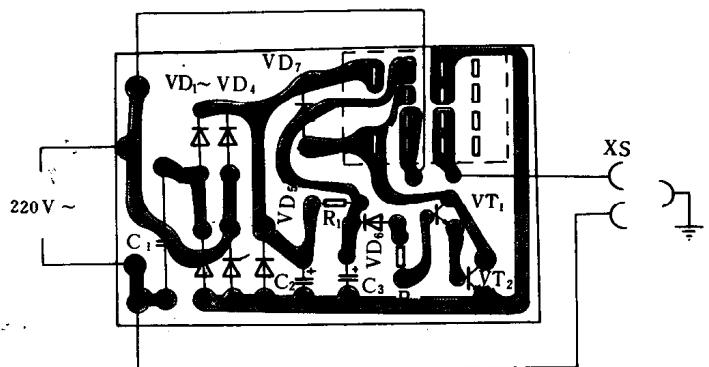


图 1—2 晶体管电冰箱断电延迟保护器印制电路板图

全部元器件安装好后,经检查无误可通电调试。首先用万用电表检查电容 C_2 两端电压,看电压值是否在 $20\sim 24V$ 之间,如正常,可在插座 XS 里插接一个“ $220V$ 、 $40W$ ”白炽灯泡,切断保护器的电源,然后再接通保护器的电源,用手表计时看灯泡能延迟多少时间才通电发光,若延迟时间在 $5\sim 7$ 分钟间即能满足使用要求。若不合要求,可以适当变更电阻 R_1 或电容 C_3 的数值,直至合乎要求为止。由于该保护器采用电容降压,不但体积小巧,而且本机功耗极小,长期接在电源电路里不会发热。但这种降压整流电路会使电路板带电,调试时应特别小心注意安全。最后将调试合格的保护器装入自制的塑料绝缘盒中,使用时只要将电冰箱的电源插头插入本机的插座 XS 再接通本机电源即可。

2. 单结管电冰箱断电延迟保护器

这里介绍一个利用单结晶体管制作的电冰箱断电延迟保护器,当市电停电恢复供电时,它能延迟 5 分钟后才向电冰箱供电,从而起到保护作用。

电路原理

单结管电冰箱断电延迟保护器电路如图 2-1 所示,它由降压整流电路、单结管电子延迟开关和控制电路等几部分组成。

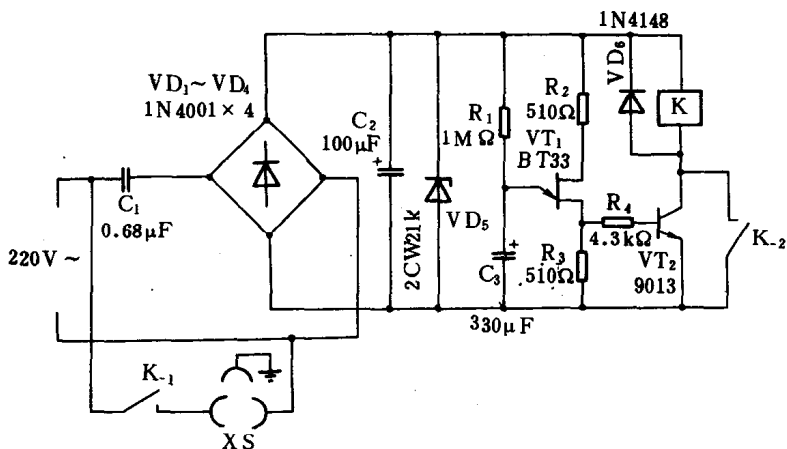


图 2-1 单结管电冰箱断电延迟保护器电路图

二极管 $VD_1 \sim VD_4$ 、稳压管 VD_5 和电容 C_1 、 C_2 组成电容降压整流稳压电路,接通电源后, C_2 两端能输出 24V 左右稳定直流电供电子开关和控制电路用电。单结管 VT_1 等组成延迟开关,接通电源后,24V 直流电经 R_1 向电容 C_3 充电(充电过程就是延迟时间),当电容两端电压达到 VT_1 PN 结导通的峰点电压时,单结管导通即发射极电流迅速增大,电容 C_3 通过单结管的发射极、第一基极向电阻 R_3 迅速放电,使 R_3 上端出现正向脉冲。此正脉冲经 R_4 加到 VT_2 的基极, VT_2 就由原来的截止状态转变为导通状态,继电器 K 得电吸合,接点 K_{-1} 闭合接通电冰箱的电源;接点 K_{-2} 闭合使继电器自锁,即使 VT_2 恢复截止时, K 仍能保持吸合状态。 C_3 放电后两端电压即下降, VT_1 恢复截止,这时电源重新经 R_1 向电容 C_3 充电,重复上面过程,即 R_3 两端不断输出正向脉冲,脉冲间隔时间即电路延迟时间取决于 R_1 、 C_3 的充电时间常数,图示数据约 5 分钟左右。即每隔 5 分钟左右 R_3 两端就输出一个正向脉冲,但此时由于 K_{-2} 吸合起了自锁作用,不会改变继电器工作状态,只有电路断电而又重新恢复供电时,继电器要延迟 5 分钟后才动作吸合,使电冰箱延迟通电工作从而起到保护作用。

元器件选择

$VD_1 \sim VD_4$ 可用 1N4001 型普通硅整流二极管。 VD_5 采用 24V、1/2W 稳压二极管,如 2CW21K 型等。 VD_6 为 1N4148 型硅开关二极管。

VT_1 为 BT33 型单结晶体管,单结管又称双基极二极管,它有两个基极:第一基极 b_1 ,第二基极 b_2 ; 和一个发射极 e 。其电路符号和管脚排列顺序如图 2-2 所示。 VT_2 可用 9013、3DG12 等型号硅 NPN 三极管,要求 $V_{(BR)CEO} \geq 25V$, $\beta \geq 100$ 。

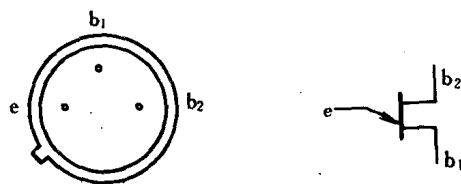


图 2-2 BT33 型单结管示意图

C_1 要用 CBB-400V 型聚苯电容器, C_2 、 C_3 采用 CD11-25V 型电解电容器。 $R_1 \sim R_3$ 采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。

K 最好采用 JZX-22F-4Z、DC24V 型中功率电磁继电器; 其线包电阻为 650Ω , 它有 4 组转换接点, 接点容量为 AC 220V/3A, 现将两组接点并联作为 K_{-1} , 可满足电冰箱的电流要求。

制作与使用

图 2-3 是保护器的印制电路板图, 印制板尺寸为 $70\text{mm} \times 50\text{mm}$ 。除电源插座 XS 外, 所有电子元器件都插焊在这块自制的印制板上。

调试方法: 首先用万用电表检查电容 C_2 两端电压, 要求在 20~24V 之间, 如出入过大, 应排除电路故障。电源部分工作正常后, 可在插座 XS 处插接一只“220V、40W”白炽灯泡, 切断和再接通本机电源, 用手表计时, 看灯泡能间隔多少时间才通电发光。若在 5~7 分钟表示工作正常, 如延迟时间不合要求, 可增减电阻 R_1 或电容 C_3 的数值, 直至延迟时间达到要求为止。

最后将本控制器装入塑料或木盒内, 接通本机电源, 电冰箱的电源插头就插在本控制器的插座 XS 里, 保护器就能正常工作。

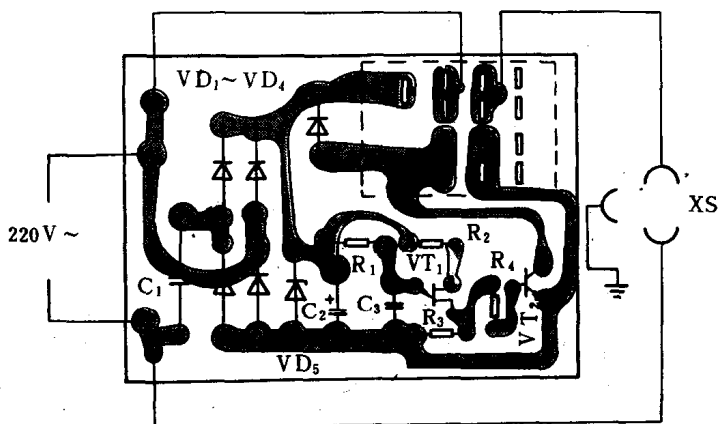


图 2-3 单结管电冰箱断电延迟保护器印制电路板图

3. 集成电路电冰箱断电延迟保护器

这里介绍一个用 555 时基集成电路制作的电冰箱断电延迟保护器,电路结构简单,但工作可靠性要优于分立元件电路,同时安装和调试也简单得多。

电路原理

集成电路电冰箱断电延迟保护器电路如图 3-1 所示,控制器由降压整流电路、记忆延迟电路和开关控制器等几部分组成。

二极管 $VD_1 \sim VD_4$ 、稳压管 VD_5 和电容 C_1 、 C_2 组成电容降

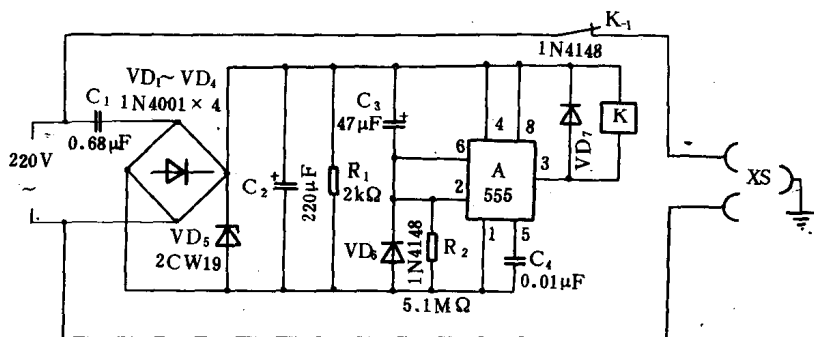


图 3-1 集成电路电冰箱断电延迟保护器电路图

压整流稳压电路,接通电源后 C_2 两端即输出 12V 左右的直流电供时基电路用电。

记忆延迟电路由时基集成电路 A 和它的外围元件 C_3 、 C_4 、 R_2 和 VD_6 等组成。开关控制器由继电器 K 和它的常闭接点 K_{-1} 、 VD_7 和插座 XS 组成。

接通电源后,12V 直流电经电阻 R_2 向电容 C_3 充电,由于充电需要一定时间,所以集成块 A 的阈值输入端即⑥脚处于高电平,时基电路 A 被复位,其输出端③脚为低电平,继电器 K 通电吸合,其常闭接点 K_{-1} 断开,此时插座 XS 无交流电输出,电冰箱电源被切断。随着 C_3 充电不断进行,A 的触发端即②脚电位不断下降,当②脚电位下降到电源电压(指 12V 直流电)的 $1/3$ 时,A 被置位,③脚输出高电平,继电器 K 失电释放,常闭接点吸合,插座 XS 就输出 220V 交流电,电冰箱通电工作。当电网断电时, C_3 储存电荷通过 R_1 、 VD_6 迅速泄放,为电网恢复供电时作下一次延迟准备。

该电路的延迟时间主要取决于电阻 R_2 和电容 C_3 的时间常

数,忽略电容 C_3 的漏电流和二极管 VD_6 的反向电阻的影响,延迟时间可由公式 $t=1.1R_2C_3$ 估算,由于一般电解电容器容量误差以正误差居多,所以实际延迟时间较计算值略大,采用图示数据延迟时间约 5 分钟左右。

VD_7 的作用是为继电器线包断电时所产生的自感电动势提供通路,从而保护时基集成电路 A 不受损坏。

元器件选择

A 可采用 NE555、 $\mu A555$ 或国产 SL555、5G1555 等时基集成电路,它是 TTL 逻辑电路与运算放大器的混合集成器件,工作性能十分可靠。

$VD_1 \sim VD_4$ 用 1N4001 型硅整流二极管; VD_5 为 12V、1/2W 稳压管,如 2CW19 型等; VD_6 、 VD_7 可用普通 1N4148 型硅开关二极管。

C_1 要采用 CBB—400V 型聚苯电容器, C_2 、 C_3 可用 CD11—16V 型电解电容器, C_4 可用 CT1 型瓷介电容器。

K 宜用 JZC—22F、DC12V、5A 或 7A 超小型中功率电磁继电器,它的线包电阻为 400Ω ,有一组转换接点,接点容量为 5A 或 7A。它的体积小巧,仅 $20\text{mm} \times 16.2\text{mm} \times 20\text{mm}$,对外有 5 个引出脚可以直接插焊在印制板上。

制作与使用

图 3—2 是本保护器的印制电路板图,印制板尺寸为 $70\text{mm} \times 40\text{mm}$ 。

该电路调试比较简单,首先检查电容 C_2 两端的电压,要求在 12V 左右,如相差过大,应检查电路是否有误,应排除其故障。然后在插座 XS 处插接一只“220V、40W”白炽灯泡,接通保

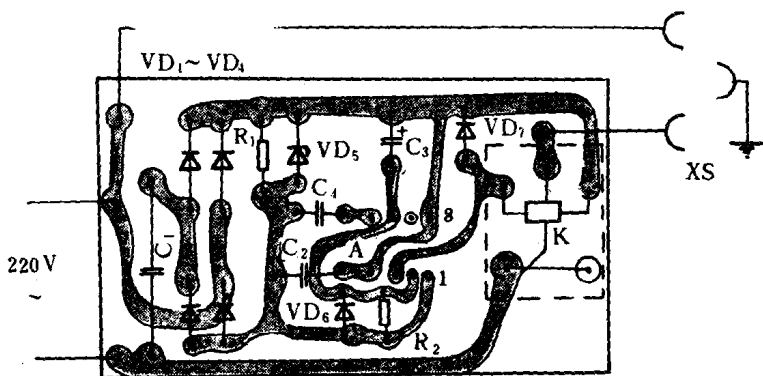


图 3-2 集成电路电冰箱断电延迟保护器印制电路板图

护器电源,看灯泡能否延迟 5 分钟左右发光。如延迟时间不合要求,可以变更电阻 R_2 或电容 C_3 数值调之。如果延迟时间远小于 $t = 1.1R_2C_3$ 计算值,可能是二极管 VD_6 的反向电阻过小造成,此时可更换反向电阻较大的二极管,问题就能得到解决。最后将保护器装大小合适的塑料盒内即可。

4. 具有报警附加功能的电冰箱断电延迟保护器

这里介绍的电冰箱保护器除了具有断电后复电延迟接通电源的基本功能外,还具有持续停电 4 小时后报警功能,可提醒主人及时取出食物食用,以防食品变质。

电路原理

图 4-1 是具有报警附加功能的电冰箱断电延迟保护器的电路图。

在正常供电情况下,220V 交流电经变压器 T 降压,VD₂ 半波整流输出约 24V 直流电供本装置使用。 $U_a=24V$, $U_b=8.2V$,LED₁ 发光表示电源工作正常。此时 U_b 通过 VD₃ 向数字集成电路 A 供电(A 的 V_{DD} 接图中 c 点,V_{SS} 接电源 G 的负端),因 U_b 大于电池 G 的电压,所以 VD₄ 截止。同时 VT₁ 饱和导通,其集电极输出低电平,所以反相器 I 输出高电平,VD₆ 截止。设电容 C₄ 已被充电到 8.2V (即 U_b 电压),反相器 II 输出低电平,经反相器 III 反相为高电平,VT₂ 饱和导通,继电器 K 通电吸合,其常开接点 K₁ 接通插座 XS 的电源,电冰箱通电工作,这时发光二极管 LED₂ 发光,表示电冰箱的电源已被接通。这时反相器 IV 输出高电平,VD₈ 导通使反相器 V 的输入端电位固定不变,所以由反相器 V、IV 组成的多谐振荡器停振,压电陶瓷片 B 不发声。

当电网因故停电时,d 点电压迅速下降,VT₁ 截止集电极输出高电平,反相器 I 的输出端跳变为低电平,电容 C₄ 储存电荷通过 VD₆ 和反相器 I 立即放完,此时如果电网恢复供电,因 C₄ 电荷放完,反相器 II 的输入端处于低电平,经反相器 II、III 两级反相仍为低电平,VT₂ 截止,K 释放,XS 无法向电冰箱送电。直至 C₄ 的正极端电位上升到 CMOS 门电路的翻转电平 V_{TR} 时,反相器 II、III 才翻转,VT₂ 重新饱和导通,继电器 K 再次吸合,电冰箱才获得交流电源。电路的延迟时间由电阻 R₅ 和电容 C₄ 的充电时间常数决定,一般可取 5~7 分钟左右,本电路取 7 分钟。

VD₁、C₁、R₁ 和 R₂ 组成停电检测电路,检测灵敏度由时间