

第 1 章 温度检测、控制及应用

1-1 一种温度 / 频率-音频译码的温控电路

本电路如图 1-1 所示。它由多谐振荡器、音频译码器、继电器控制降温设备、鸟鸣发声电路和交流降压整流电路等组成。

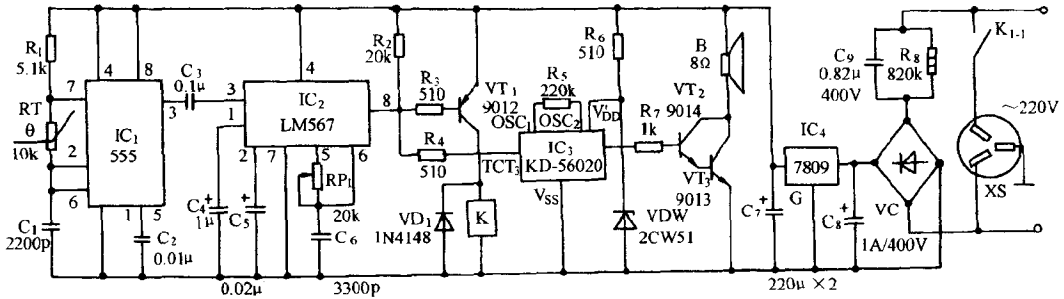


图 1-1 一种温度 / 频率-音频译码的温控电路

IC₁ 是 555 时基集成电路。它与热敏电阻器 RT, R₁, C₁ 等组成一个自激式多谐振荡器。当环境温度变化时, 负温度系数 NTC 的 RT 的阻值也随之变化, 故多谐振荡频率也随温度变化即

$$f_o = 1.44 / (R_1 + 2R_{RT}) C_1$$

设在 25℃ 时 RT 的阻值为 12 kΩ 则 25℃ 时的频率约为 26 kHz。

IC₂ 采用音频译码集成电路 LM567, 这是一种内置有锁相环路 (PLL) 的单音信号解码器。它的 5, 6 脚外接的 RP₁, C₆ 阻容元件决定了 LM567 内的锁相环的压控振荡器的中心频率 $f_o \approx 1 / 1.1 R_{RP1} C_6$ 调节 R_{RP1} 使 f_o 锁定在 35 kHz 附近。

在正常温度下由于 555 多谐振荡器的输出振荡频率与 LM567 的锁定的频率 35 kHz 不符, LM567 无法解码 其输出端 8 脚呈高电平。该高电平信号对后级无控制作用。当环境温度达到设定温度如 35℃ 时, 由于 RT 的阻值随温升的减小, 其谐振频率正好为 35 kHz 与 IC₂ 的中心频率 f_o 相同。该振荡信号加至 IC₂ 的 3 脚经 IC₂ 内部放大、正交相位检波、相位锁定和滤波后 其输出端 8 脚转呈低电平。该下跳变控制信号使 VT₁ 饱和导通 继电器 K 得电吸合 其触点 K₁₋₁ 接通 降温设备得电启动 实施降温。

IC₃ 是一只模拟动物叫声的集成电路 KD-56020。它内储有多种动物的叫声信号, 选接可发出青蛙鸣叫的触发端 TG₃ 端。当 IC₂ 输出低电平信号 低电平触发有效 经 R₄ 加至 IC₃ 的 TG₃ 时, IC₃ 便迅即播出蛙鸣声信号。经由 VT₂, VT₃ 组成的达林顿型放大器放大后, 驱动扬声器 B 发出 3 声青蛙的鸣叫声, 告知环境温度已达设定的温限, 启动降温设备了。

LM567 的工作电压为 4.75~9 V; KD-56020 的典型工作电压为 3 V。设计的交流降压整流电路的输出电压为 12 V 经三端稳压器 7809 稳压后的电压为 9 V。为保证 KD-56020 的使

用安全由 R_6 ,VDW 稳压网络的 2CW51 稳压出 3 V 为其供电。

R_T 选用负温度系数 (NTC) 的热敏电阻在 25 时其阻值为 10 k Ω ; VT_1 选用 PNP 型三极管 9012, $h_{fe} \geq 100$; VT_2, VT_3 分别选用 9014, 9013 管, $h_{fe} \geq 100$; K 选用 JQX-4F, DC9V 小型大功率电磁继电器; B 选用 0.25 W (8 Ω) 电动式扬声器; VC 选用 1A/400V 全桥整流模块 或用四只 1N4004 搭成桥式整流器; C_9 为交流降压电容器, 应选用耐压不低于 400 V 的无极性电容器如 CBB-400V 型聚丙烯电容器, 容量在 0.75 ~ 1 μ F; $R_1 \sim R_7$ 采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器; R_8 选用 RJ-2W-820 k Ω -II 金属膜电阻器; RP_1 选用 WH7-A 型立式安装微调电位器; $C_1 \sim C_3, C_5, C_6$ 选用 CL11-63V 型涤纶电容器; C_4, C_7, C_8 采用 CD11-25V 型电解电容器; C_9 选用 CBB-400V-0.82 μ F 聚丙烯电容器; VDW 采用 2CW51(3V 稳压二极管)。

1-2 热敏电阻温控制冷伴鸟鸣发声电路

本电路如图 1-2 所示。它由温度检测电路、开机和关机检测电路、继电器控制电动机电路、鸟鸣发声电路和交流降压整流电路等组成。使冰柜内的温度保持在设定的温度范围内, 并在制冷时发出悦耳的小鸟鸣叫声。

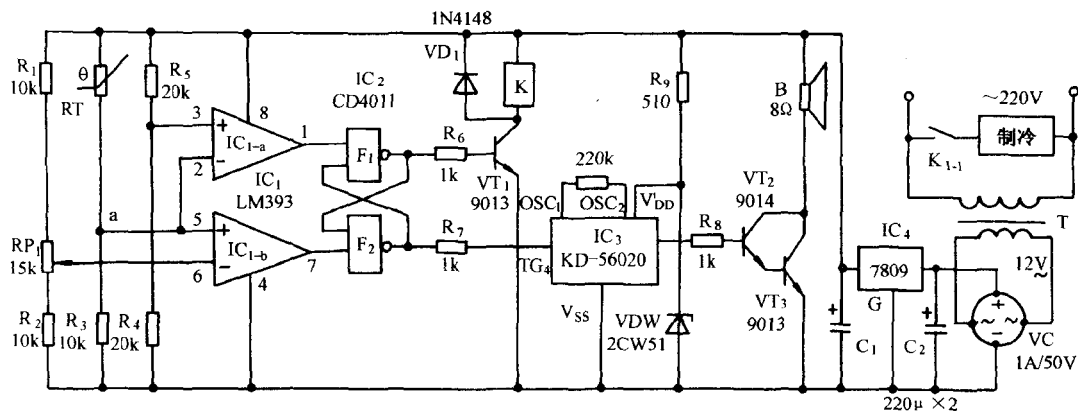


图 1-2 热敏电阻温控制冷伴鸟鸣发声电路

IC_1 采用低功耗低失调双电压比较器集成电路 LM393, IC_{1-a} (1/2LM393), R_4, R_5 及 IC_{1-b} (1/2LM393), R_1, RP_1, R_2 与共用网络 RT, R_3 分别组成开机检测电路和关机检测电路。 RT 采用负温度系数 (NTC) 热敏电阻器。当冰柜内的温度高于设定的温度时, a 点的电压 U_a 高于 IC_{1-a} 的同相输入端 3 脚和 IC_{1-b} 反相输入端 6 脚的电压 两比较电路经差分放大、比较, 使 IC_{1-a} 的输出为低电平, IC_{1-b} 的输出呈高电平。它们的输出分别作用于由 F_1, F_2 与非门组成的 RS 触发器的两个输入端 使 F_1 输出高电平, VT_1 饱和导通, 继电器 K 通电吸合 其接点 K_{1-1} 闭合 压缩机电机 M 通电、开始制冷。与此同时, F_2 输出的低电平信号经 R_7 加至 IC_3 的 TG_4 端 使 IC_3 触发发声。

IC_3 采用模拟动物叫声集成电路 KD-56020 它内储多种动物叫声信号 选用可发小鸟鸣叫的触发端 TG_4 该端一旦被低电平信号触发 (低电平有效) 便迅即发出小鸟的鸣叫信号 经由 VT_2, VT_3 组成的达林顿型放大器放大后, 便驱动扬声器 B 发出清脆的鸟鸣声 连叫 3 声后自停。

在电动机 M 运行一定时间后, 冰柜内温度下降, 当降至设定的下限温度时, RT 的阻值加

大, U_a 值变小 致使比较器 IC_{1-a} 的输出转呈高电平 而 IC_{1-b} 的输出则转呈低电平, 从而导致 RS 触发器的工作状态翻转。 F_1 输出的低电平使 VT_1 截止 K 失电释放 其接点 K_{1-1} 断开, M 失电停止运行, 不再制冷。 F_2 输出的高电平对 IC_3 无影响(低电平触发有效)

在电动机 M 停转, 即停止制冷一段时间后, 冰柜内的温度会逐渐升高, RT 阻值变小, U_a 值增大 又促使 IC_{1-a}, IC_{1-b} 及 RS 触发器发生翻转, M 又开始运转并制冷; IC_3 又一次发出鸟鸣的报叫声。如此周而复始, 使冰柜保持在设定的温度范围内。

RT 采用负温度系数 (NTC) 的热敏电阻器; RP_1 选用 WH7-A 型立式安装的微调电位器; IC_1 采用低功耗低失调双电压比较器集成电路 LM393; F_1, F_2 采用四 2 输入端与非门集成电路 CD4011; VT_1, VT_2, VT_3 分别选用小功率三极管 9013, 9014, $h_{fe} \geq 100$; VC 采用 1A/50V 全桥整流器模块 或用四只 1N4001 搭接成桥式整流器; T 选用 3~5 W、次级电压为 12 V 左右的交流降压变压器; $R_1 \sim R_5$ 选 RJ-1/8W 型金属膜电阻器; $R_6 \sim R_8$ 采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器; C_1, C_2 采用 CD11-25V-220 μ F 电解电容器; K 选用 JZC-22F, DC9V 的超小型中功率电磁继电器; B 选用 YD100-4 型 0.25W(8 Ω) 电动式扬声器。

1-3 用 TL431 的上限温度乐曲告知电路

本电路如图 1-3 所示。它由温控阈值开关电路、可控硅触发电路和乐曲发声电路等组成。

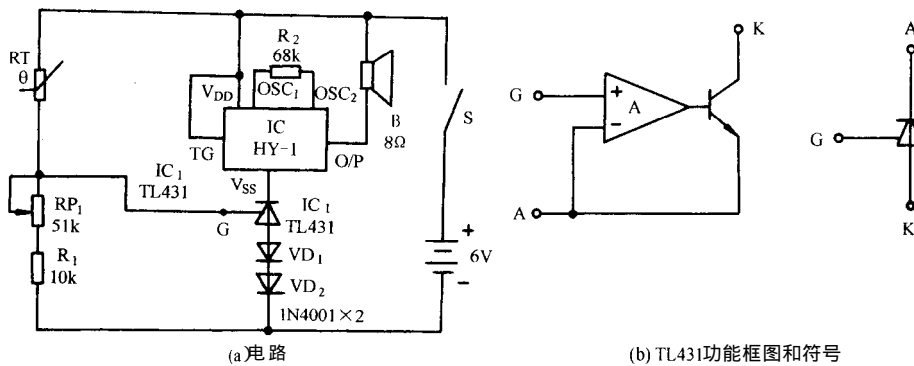


图 1-3 用 TL431 的上限温度乐曲告知电路

温控阈值开关电路由 RT, RP_1, R_1 分压电路和 $TL431, R_2$ 等组成。 RT 是负温度系数热敏电阻器 常温下, G 点的电位远低于 $(2.5 + 2 \times 0.7)V$ 。当环境温度上升至限定温度时, G 点的电位高于 $(2.5 + 2 \times 0.7)V$ 达到 $TL431$ 的开启阈值电压时 使 $TL431$ 开通, IC_2 得电发声。

IC_1 ($TL431$) 为一只高精度稳压集成电路, 外形酷似 9013 塑封三极管 其控制端 G 的电位低于 2.5V 时 它呈关断状态 当 G 的电位高于 2.5V 时 便转呈开通 它的原理功能框图如图 1-3(b) 所示。电路中在 $TL431$ 的下端串接了二只 1N4001 其用意在于抬高 $TL431$ 的控制端 G 的电位。

IC_2 采用音乐集成电路 HY-1(或 HY-100), 它采用片状黑膏软封装结构, 其内的芯片上储有一首名曲。它一旦得电并触发, 便立即播出内存的乐曲信号, 直接驱动扬声器 B 发出优美的乐曲, 告知温度已降至给定的下限温度了。

调节 RP_1 可改变上限温度值。 RT 可选用负温度系数的热敏电阻器, 其常温下的阻值为 43 k Ω 。

RP₁ 选用 WSW 型有机实心电位器 ;VD₁,VD₂ 选用硅整流二极管 1N4001;B 选用 0.25W (8Ω)小型电磁式扬声器 ;IC₂ 可选用 HY-1 或 HY-100 也可选用 VT66A 系列音乐三极管等 ; 电池可选用 6F22,6V 叠层电池。

1-4 温度上限动物鸣叫告警及自动通风降温控制电路

如图 1-4 所示。它包括温度上限检测电路、鸣叫告警电路、继电器控制风扇降温电路和交流降压供电电路等。

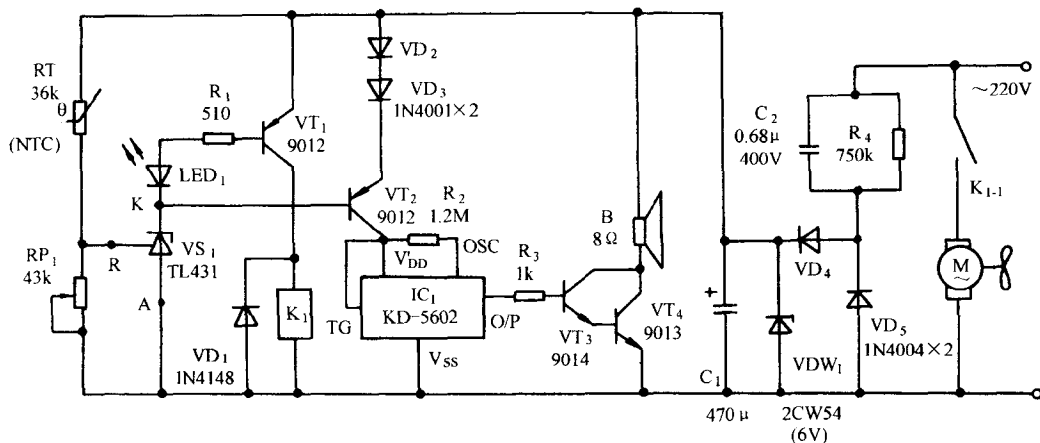


图 1-4 温度上限动物鸣叫告警及自动通风降温控制电路

由热敏电阻 RT 和 RP₁ 组成的温度检测网络及三端稳压集成电路 TL431 等共同构成超温检测电路。当环境温度升至设定温度 (例如 40℃) 时,RT 的阻值变小 (采用负温度系数热敏电阻),R 点的电位上升至 2.5V 则 TL431 导通并呈低阻,此时,LED₁ 导通点亮,VT₁,VT₂ 饱和导通,继电器 K₁ 得电、吸合,其触点 K₁₋₁ 闭合,电机 M 得电运转,风扇吹风降温,同时,VT₂ 导通,IC₁ 得电发声。

IC₁ 采用 CMOS 型大规模语音集成电路 KD-56021,它内储有牛、羊、狗、母鸡四种动物叫声,采用电平、不保持触发方式,一旦得电并触发 (高电平有效)则发出动物叫声。KD-56021 有四个触发端 (TG₁~TG₄),可根据环境场合和喜好,选用不同的触发端和鸣叫声。若将四个触发端相连,并连接至 V_{DD},每触发一次,则四种动物叫声会循环发声一遍。KD-56021 的工作电压为 2.4~5V,典型工作电压为 3V。

交流降压整流电路由 R₄、C₂、VD₄、VD₅ 和 VDW₁ 等组成,VDW₁ 将整流后的直流电压稳压 6V 左右,并经 C₁ 滤波后供各级电路使用。

RT 选用负温度系数 NTC 热敏电阻器,常温 25℃ 下的阻值为 36kΩ;RP₁ 选用 WH7-A 型立式安装的微调电位器;R₁~R₃ 采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器;R₄ 选用 RJ-2W-750kΩ-II 金属膜电阻器;C₁ 采用 CD11-16V-470μF 电解电容器;C₂ 选用 CL11-400V-0.68μF 涤纶电容器或 CBB-400V-0.68μF 聚丙烯电容器;VT₁,VT₂ 采用 PNP 型小功率管 9012,h_{fe}≥100;VT₃,VT₄ 分别采用 NPN 型,9014,9013 小功率管,h_{fe}≥100;VD₁ 采用开关二极管 1N4148;VD₂,VD₃ 采用 1N4001 整流二极管;VD₄,VD₅ 采用 1N4004 管;B 选用 YD100-6 型 (8Ω 电动式扬声器);K₁ 选用 JZC-22F,DC6V 的超小型中功率电磁继电器。

1-5 采用 SL590 的温度控制电路

本电路如图 1-5 所示。它由集成温度传感器、触发电路、继电器控制电路、语音电路、音频功放电路和交流降压整流电路等组成。

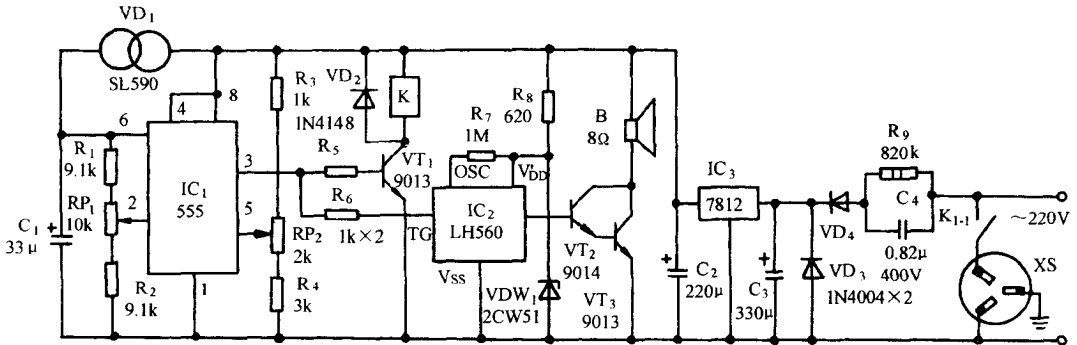


图 1-5 采用 SL590 的温度控制电路

温度传感器 VD_1 采用集成温度器件 SL590 系仿美国 AD 公司 AD590 的产品 是一种电流型二端器件。它的芯片内置有温敏二极管作为感温器件，并采用差分对管等线性化措施，使输出电流与温度呈线性关系，即有 $1 \mu A / ^\circ C$ 的变化率。它的测温范围为 $-55 \sim +150 ^\circ C$ 工作电压为 $4 \sim 30V$ ，具有良好的线性和互换性，并具有抑制电源波动的特性，输出阻抗高达 $10M\Omega$ 。

将 SL590 串接在 R_1, RP_1, R_2 电路中，当环境温度发生变化时，SL590 的电流随之变化。该电流流经 R_1, RP_1, R_2 时，其上的压降也相应发生变化。IC₁(555)和 R_1, RP_1, R_2 等组成一个 RS 触发器。555 的 5 脚为控制电压端 (VC) 该端与 $2/3 V_{DD}$ 分压点相连，通过调节与 5 脚相连的 RP_2 的中点位置 可改变 555 内的比较器的比较基准电压 从而控制 RS 触发器的翻转门限，以改变其翻转触发点。当温度降低时，SL590 的传感电流随之减小，当 2 脚的电压降至 $1/3 V_{DD}$ ($3V$) 以下时 使 RS 触发器翻转置位 即 3 脚转呈高电平。该高电平信号分二路输出：一路经 R_5 加至 VT_1 的基极 使 VT_1 饱和导通 继电器 K 得电吸合 其触点控制调温设备电源的通断 另一路信号经 R_6 加至 IC₂ 的 TG 端 使其触发发声。

IC₂ 采用 LH560 系列语音集成电路，这是一种 CMOS 大规模语音集成电路，内储有多种语音信号。本电路选用储有“请注意温度”的语句，一旦被高电平信号触发，便立即发出内存信号 经由 VT_2, VT_3 组成的达林顿型放大器放大后，驱动扬声器 B 发声。

SL590 的工作电压为 $4 \sim 30V$ 由于它与 R_1, RP_1, R_2 串接 为保证其正常工作 选用供电电源 $12V$ 。 $12V$ 电压源是先经 R_9, C_4 降压后 由 VD_4, VD_3 整流出约 $15V$ 的电压 再经三端稳压器 7812 稳压输出得到的。

LH560 的工作电压为 $2.4 \sim 5V$ 典型电压为 $3V$ 。由 R_8, VDW_1 稳压支路稳压出 $3V$ 为 LH560 供电。

SL590 一般采用 B-1 型金属壳封装。也可使用 AD590 或 LM590 等 但其封装形式有所不同 $R_1 \sim R_8$ 采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器； R_9 为降压用的电阻器，选用 RJ-2W-820 k Ω -II 金属膜电阻器； RP_1, RP_2 分别选用 WH7-A 型立式安装的微调电位器； $C_1 \sim C_3$ 采用 CD11-25V

型电解电容器; C_4 选用 CBB-400V-0.82 μ F 聚丙烯电容器; $VT_1 \sim VT_3$ 分别采用 9014, 9013 管, 要求 $h_{fe} \geq 100$; B 选用 0.5W(8 Ω) 电动式扬声器; VD_2 选用开关二极管 1N4148; VD_3, VD_4 采用 1N4004 整流二极管。

1-6 TC620 温度传感通风降温自动控制电路

TC620/TC621 是用于温度控制的系列集成电路, 不同型号有不同的封装形式和温控范围。TC620/TC621 的共同特点有如下几点:

- (1) 温控的上限温度和下限温度可由用户设定;
- (2) 控制精度较高 为设定温度的 $\pm 3^\circ\text{C}$;
- (3) 在低于下限温度或高于上限温度时, 其输出端有相应的逻辑电平输出;
- (4) 该器件的各引脚具有抗 2 kV 的静电防护能力;
- (5) 器件所需的外围元件少 功能强、可靠性高。

图 1-6 是使用 TC620 温控集成电路制作的风扇恒温自动控制电路。它包括 TC620 温控风扇电机电路、乐曲发声电路和音频功放电路等。

TC620 内含一个 PTC 热敏电阻温度传感器、微信号放大器、逻辑电平比较器和 SR 触发器等, 它的内电路功能框图和引脚排列如图 1-6(b), (c) 所示。

常见的 TC620 系列温控集成电路有 DIP 和 SOIC 两种封装形式, TC620 的后缀可表明其工作温度范围 如 TC620XCPA 表示为 DIP 封装。其工作温度范围为 $0 \sim 70^\circ\text{C}$ 。在设计温控电路时, 需要设定好上限温度电阻 R_{SH} 和下限温度电阻 R_{SL} 。按照 TC620 的产品说明书给出的负温度系数 (NTC 热敏电阻器 RT) 的温度特性曲线 (根据上限温度 HS) 和下限温度 LS), 可查出相应的 R_{SH} 和 R_{SL} 值 (设温度特性如图 1-6(d) 所示, 25°C 时的热敏电阻阻值 $R_{RT10} = 100\text{ k}\Omega$) 则 $t_{LS} = 20^\circ\text{C}$ 时, $R_{SL} = 82\text{ k}\Omega$; $t_{LH} = 30^\circ\text{C}$ $R_{SH} = 110\text{ k}\Omega$ 。这样 当环境温度超过设定的上限温度 30°C 时, 风扇电机 M 便自动启动工作; 当温度降至设定的下限温度 20°C 时 电机 M 便自动停机。因而采用 TC620 温控集成电路制作的风扇控制电路, 不需人工介入操作, 且省电。

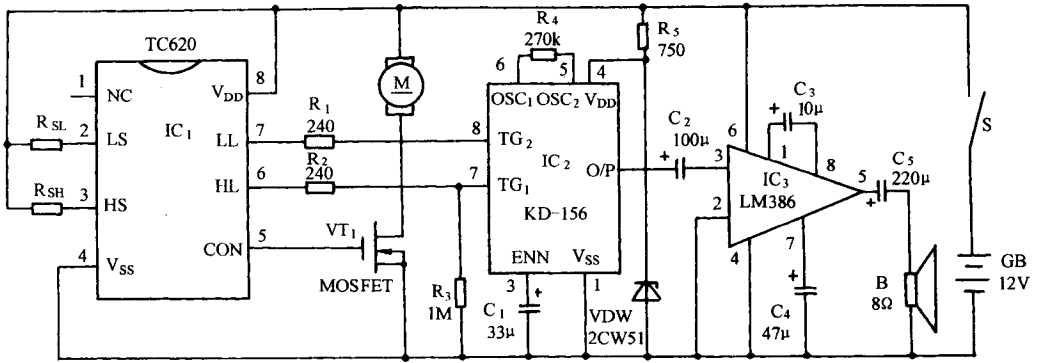
TC620 的输出的驱动电流较小(约 1mA) 故输出驱动管采用 MOSFET 管来驱动电动机 M。TC620 的 6, 7 脚分别为上、下限温度超温信号输出端, 它们经限流电阻 R_2, R_1 分别加至有余音“叮咚”和鸟鸣声集成电路 KD-156 的 TG_1 和 TG_2 端。

KD-156 的 TG_1 端 (7脚 要求高电平触发 每触发一次 可发出悦耳的鸟叫声 表明温度超限 风扇电机启动 开始吹风降温。它的 TG_2 端 (8脚 要求低电平触发 每触发一次 能发出带有余音效果的叮咚声, 表明因环境温度已降至下限, 风扇电机停转。KD-156 的典型工作电压为 3V 故在电路中设计了降压稳压电路 由 2CW51 稳压出 3V 为其供电。

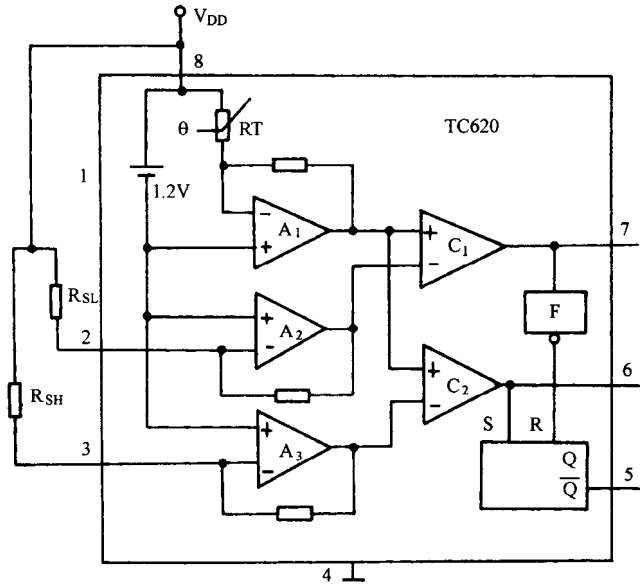
KD-156 输出的音频信号经 C_2 加至音频放大级 IC_3 。 IC_3 采用音频小功率放大器 LM386, 放大后的音频信号驱动扬声器 B 发声。

供电电路采用 12V 蓄电池供电, 也可设计一交流降压整流电路对其供电。 TC620 要求的直流供电电压为 4.5~18 V。

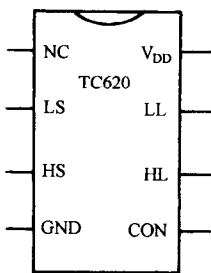
IC_1 选用温控专用集成电路 TC620XCPA, 温控范围为 $0 \sim 70^\circ\text{C}$ 。由于 TC620 的 5 脚输出电流较小 (约 1mA), VT_1 管选用一个 N 沟道 MOSFET 功率管来驱动电动机 M 其管型可根据 M 的功率大小来选定; $R_1 \sim R_5$ 采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器; $C_1 \sim C_5$ 采用 CD11-25V 电



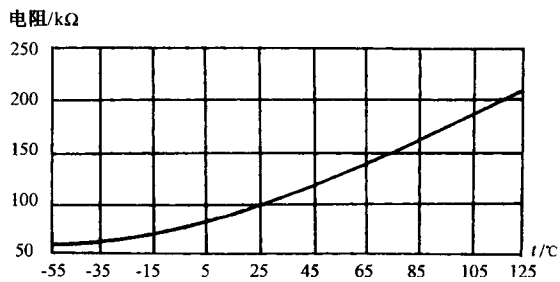
(a) 电路



(b) TC620芯片功能框图



(c) TC620引脚排列



(d) TC620的RT温度特性

图 1-6 TC620 温度传感通风降温自动控制电路

解电容器；VDW 选用 2CW51(3V 稳压二极管)；B 采用 YD100-4 型电动式扬声器。

1-7 使用温控专用集成电路 TC620 的自动控温电路

本电路如图 1-7 所示。它由温控传感开关，温度上、下限 LED 显示电路，可控硅控制电

路，模拟声电路和交流降压整流电路等组成。

本温控电路可按设定的上、下限温度内进行自动控制，测温精度在 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内 控温效果理想，还可进行超温指示。

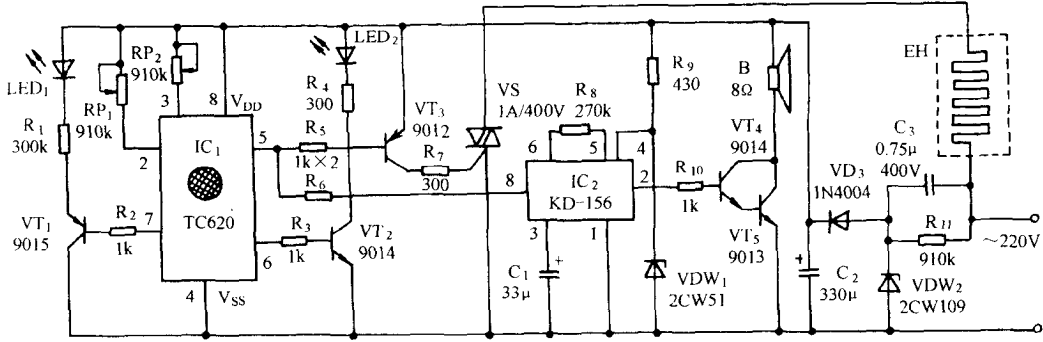


图 1-7 使用温控专用集成电路 TC620 的自动控温电路

IC₁ 采用温度专用集成电路 TC620 它的内部含有感温传感元件、放大电路、比较器和驱动级等。它的主要技术性能参数如表 1-1 所列。

表 1-1 TC620 的主要技术性能

参数名称	指标	单位
工作电压	4.5~18	V
输出电流	1	mA
测温精度	± 3	$^{\circ}\text{C}$
测温范围	-55~+125	$^{\circ}\text{C}$
输出阻抗	400	Ω

TC620 主要有如下特点：

- (1) 可由用户设定上限温度和下限温度；
- (2) 在高于上限温度或低于下限温度时，有相应的逻辑电平输出；
- (3) 温控精度控制在 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

TC620 采用双列直插式 8 脚封装，1 脚悬空，2,3 脚分别接下限和上限控温电阻器；5,6,7 脚为控制输出端。当温度低于下限温度时，它的 5 脚呈低电平，VT₃ 导通，双向可控硅 VS 被触发导通，电阻丝 EH 得电加热。与此同时，IC₁ 输出的低电平信号经 R₆ 加至 IC₂ 的触发端 8 脚，使其触发发声。

由于 EH 的通电加热，使环境温度升高，当温度达到设定的上限温度时，IC₁ 的 5 脚转呈高电平，VT₃ 截止，VS 关断，EH 无电停止加热。此后，IC₁ 的 5 脚一直保持高电位。当温度下降至设定的下限温度时，IC₁ 的 5 脚又转呈低电平，EH 又得电加热。如此的控制过程，使环境温度始终被控制在给定的温度范围之内。

IC₁ 的 6,7 脚当环境温度超过或低于控温点时，均会输出高电平信号：当温度低于下限控温温度时，输出的低电位使 VT₁ 导通，LED₁ 点亮发光；当温度高于上限控温温度时，VT₂ 导通，LED₂ 点亮发光。调节 RP₁ 和 RP₂，可分别改变设置的下限和上限控温点。

IC₂ 采用有余音叮咚声和鸟叫声集成电路 KD-156，它有两个触发端，触发 TG₂ 端（8 脚）可发出带有余音效果的叮咚声，TG₂ 端要求低电平触发。KD-156 被触发后，迅即发出内储的

叮咚声信号 经由 VT_4, VT_5 组成的达林顿型放大器放大后, 驱动扬声器 B 发出悦耳的带有余音的叮咚声。

交流降压整流电路的输出电压为 10V 。TC620 的工作电压为 $4.5\sim 18\text{V}$, KD-156 的典型工作电压为 3V 。为保证 KD-156 的使用安全 设计了 R_9, VDW_1 稳压网络 由 2CW51 稳压出 3V 为其供电。

RP_1, RP_2 采用 WSW 型有机实心电位器 ; $R_1\sim R_{10}$ 采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器 ; R_{11} 选用 RJ-2W-910 $k\Omega$ 金属膜电阻器 ; C_1, C_2 采用 CD11-25V 型电解电容器 ; C_3 选用 CBB-400V- $0.75\mu\text{F}$ 聚丙烯电容器 ; VT_1 选用 9015 管 , VT_2, VT_4 选用 9014 管 , VT_3 选用 9012 管 , VT_5 选用 9013 管 要求 h_{fe} 均大于 100 ; VS 选用 $1\text{A}/400\text{V}$ 或 $1\text{A}/600\text{V}$ 的小型塑封双向可控硅, 如 MAC94A4(或 MAC97A6 等 ; VDW_1, VDW_2 分别选用 2CW51(3V) 和 2CW109(11V) 稳压二极管 ; VD_3 选用 1N4004 整流二极管 B 采用 YD100-6 型 (8Ω 电动式扬声器)。

1-8 TC621 温度传感通风降温控制伴乐曲发声电路

TC621 与 TC620 系列集成电路一样 均为 8 脚温控器件 有 DIP 和 SOIC 两种封装形式。在用户设定上限温度和下限温度情况下, 在高于上限温度或低于下限温度时, 有相应的用于报警或温限指示的逻辑电平输出, 并在 5 脚 (CON) 有一个控制信号输出。图 1-8(a) 是它的应用电路、图 1-8(b) 是 TC621 的引脚排列。

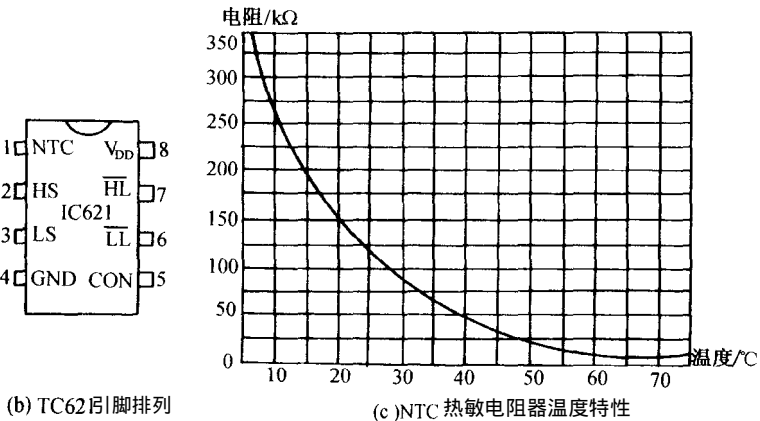
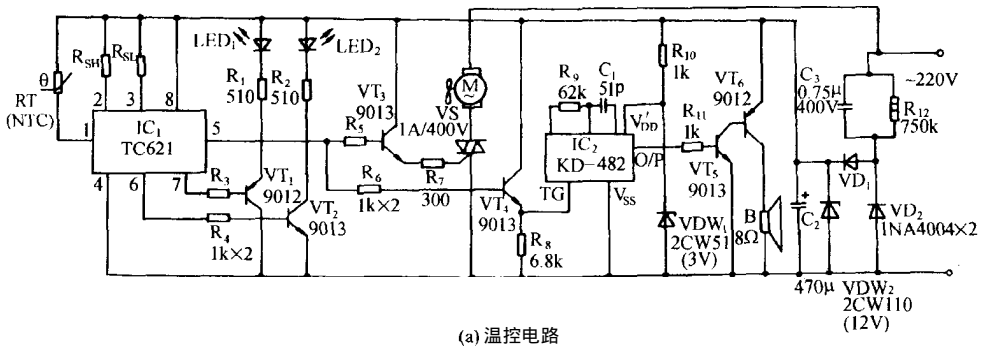


图 1-8 TC621 温度传感通风降温控制伴乐曲发声电路

TC621 与 TC620 的主要区别是:TC620 芯片上连有一个正温度系数(PTC)的热敏电阻温度传感器而 TC621 内部则没有 它需在 1 脚(NTC 端)外接一个负温度系数(NTC)的热敏电阻温度传感器。TC621 与 TC620 的另一区别是,当超过设定的上限或下限温度时,输出的逻辑电平正好是相反的 即上、下限的超温输出分别为 \overline{HL} 和 \overline{LL} (TC620 分别为 HL 和 LL)。由于 TC621 的外接热敏传感电阻为 NTC 型 其 NTC 热敏特性将直接影响要设定的上限温度电阻 R_{SH} 和下限温度电阻 R_{SL} 。为方便读者设计电路 图 1-8(c) 给出了一个 NTC 热敏电阻器的温度特性曲线 在 $t=25\text{ }^\circ\text{C}$ 时其 R_{RT} 值为 $100\text{ k}\Omega$ 这样一来,就可在设定好上限和下限温度后,很方便地查出相应的 R_{SH} 值及 R_{SL} 值。

在图 1-8(a) 所示的电路中, VT_1, LED_1 及 VT_2, LED_2 等分别组成下限和上限温度超温指示电路。TC621 的 5 脚(CON)输出的控制信号分两路输出,一路经 VT_3 去控制双向可控硅 VS 的通、断 进而控制风扇电机 M 的转停 实现温度调节 另一路经跟随器 VT_4 去触发乐曲发声电路 IC_2 。

IC_2 采用 KD-482 乐曲集成电路。它内储 12 首世界名曲的主旋律。每触发一次演奏一首乐曲,音色优美。在 TC621 的输出端(5 脚)转为高电平时, VT_4 导通 使 KD-482 触发放音。它的输出信号经 VT_5, VT_6 级联放大后,驱动扬声器发音。KD-482 的典型工作电压为 3V 故它的供电由 R_{10}, VDW_1 组成的稳压电路取出。

图 1-8 所示的控制电路,只有当环境温度超过某一设定值时,风扇电机才能得电运转;当温度降至设定值时,电机便自动断电、停机。TC621 的输出电流较 TC620 要大(可达 10mA),输出端可外接晶体管对风扇电机进行驱动,而 TC620 需外接 MOSFET 管进行驱动才行(如 1-6 图所示) TC620/TC621 系列集成电路的主要电参如表 1-2 所示。

表 1-2 TC620/TC621 系列温控集成电路主要电参数

参数名称	测试条件	参 数 值			单 位
		最小值	典型值	最大值	
工作电压范围		4.5	12	18	V
工作电流	$5V \leq V_{DD} \leq 18V$		170	200	mA
输出电阻			0.40	1.0	k Ω
第 6,7 脚输出电流 TC620 TC621	源电流或阱电流			1 10	mA
第 5 脚输出电流 TC620 TC621	源电流或阱电流			1 10	mA
绝对控制精度	t 为设定温度	$t-3$	t	$t+3$	$^\circ\text{C}$

TC621 的工作电压范围较宽 为 5~18V 本温控电路的电源电压设计为 12V。它是由降压 C_3, R_{12} 网络, VD_1, VD_2 整流电路和 VDW_2 稳压二极管 2CW110 及 ν_2 等组成的。

RT 采用负温度系数的热敏电阻器,选用在室温 $t=25\text{ }^\circ\text{C}$ 时的 $R_{RT}=100\text{ k}\Omega$; $R_1 \sim R_{11}$ 采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器; R_{12} 选用 RJ-2W-750 k Ω -II 金属膜电阻器; C_1 选用云母电容器; C_2 采用 CD11-25V-470 μF 电解电容器; C_3 采用 CL11-400V-0.75 μF 涤纶电容器; VT_1, VT_6 均采用 PNP 型小功率三极管 9012, $h_{fe} \geq 100$; $VT_2 \sim VT_5$ 采用 NPN 型小功率管 9013, $h_{fe} \geq 100$; LED_1, LED_2 分别采用黄色和红色的 $\phi 5\text{mm}$ 高亮度发光二极管; VS 采用小型塑封双向可控硅 MAC94A4(1A/400V), MAC97A6(1A/600V) 或 TLC336(3A/600V) 等; VDW_1, VDW_2 分别采用 2CW51(3V) 和 2CW110(12V) 稳压二极管; VD_1, VD_2 均采用 1N4004 正品整流二极管; B 选

用 YD57-2 型电动式扬声器。

1-9 使用 TC621 的自动启动空调装置电路

如图 1-9 所示。它由温限控制电路、可控硅控制插座电路、海浪发声电路和交流降压整流电路等组成。当环境温度超过设定的上限温度时,可控硅导通,插座 XS 得电,其上的空调器开始运行、降温。当环境温度下降至下限控温点时,XS 断电。温控电路对环境温度的监测,可使温度保持在设定的温度范围内,测温和控温效果理想。

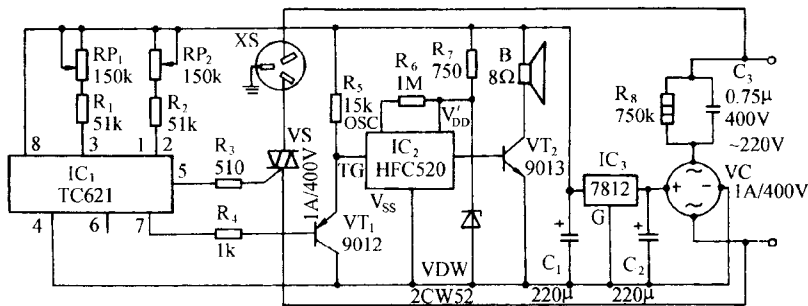


图 1-9 使用 TC621 的自动启动空调装置电路

温限控制电路是以温度传感集成电路 TC621 为核心组成的。它的 2,3 脚分别接有下限和上限控温用的电阻和电位器,通过调节 RP_1 和 RP_2 可设定下限温度(如 $t_L = 20^\circ\text{C}$)和上限温度(如 $t_H = 32^\circ\text{C}$)。当环境温度在上、下限温度之内时,TC621 的 5 脚呈低电平,可控硅 VS 呈关断状态与其相连的插座 XS 无电,空调器不工作;当环境温度升至上限控温度时,TC621 的 5 脚转呈高电平使 VS 触发导通,XS 得电,空调器被启动,开始降温。随着温度的下降,当降至设定的下限控温点时,5 脚又转呈低电平使 VS 关断,空调器无电停止运行。如此不断循环,可实现特定环境内的温度保持在指定范围内。

IC_2 是一种 CMOS 大规模合成语言集成电路,选用内储有海浪声的芯片,在得到高电平信号触发时,会播出内存的模拟声信号。它的触发端 TG 与 VT_1 的发射极相连。 VT_1 的基极通过 R_4 连接至 IC_1 的 7 脚。环境温度在指定温控范围内,该端呈低电平。此时, VT_1 得到偏置电流而呈导通状态,故 IC_2 的 TG 端为低电平,HFC520 不会被触发发声;当环境温度超过上限控温点时,7 脚转呈高电平, VT_1 截止,其集电极转呈高电位使 HFC520 得到高电平触发而发声。播出的模拟海浪声信号经 VT_2 放大器放大后,驱动扬声器 B 发声。

供电电压源采用交流网络 C_3 、 R_8 降压和全桥整流器 VC 整流后,由三端稳压器 7812 稳压出 12V。TC621 的工作电压为 4.5~18V。HFC520 的典型工作电压为 4.5V 为保证其使用安全,由 R_7 、VDW 稳压网络中的 2CW52 稳压出 4.5V 为其供电。

降压电容器 C_1 选用耐压不低于 400V 的无极性金属化涤纶电容器,如 CBB 型;VS 选用 1A/400V 的正品双向可控硅,如 MAC94A4、MAC97A6(1A/600V)等; RP_1 、 RP_2 选用 WH7A 型立式安装的电位器; $R_1 \sim R_7$ 采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器; R_8 选用 RJ-2W-750k Ω -II 金属膜电阻器; C_1 、 C_2 采用 CD11-25V-220 μF 电解电容器; C_3 选用 CBB-400V-0.75 μF 聚丙烯电容器; VT_1 、 VT_2 分别选用小功率三极管 9012 和 9013 要求 $h_{fe} \geq 100$;VC 采用 1A/400V 全桥整流模块;B 选用 YD57-2 型电动式扬声器。

1-10 TC621 温度传感自动控温伴乐曲发声电路

本电路如图 1-10 所示。它由温度传感及继电器控制风扇电机电路、温限指示电路、乐曲发声电路和交流降压整流电路等部分组成。

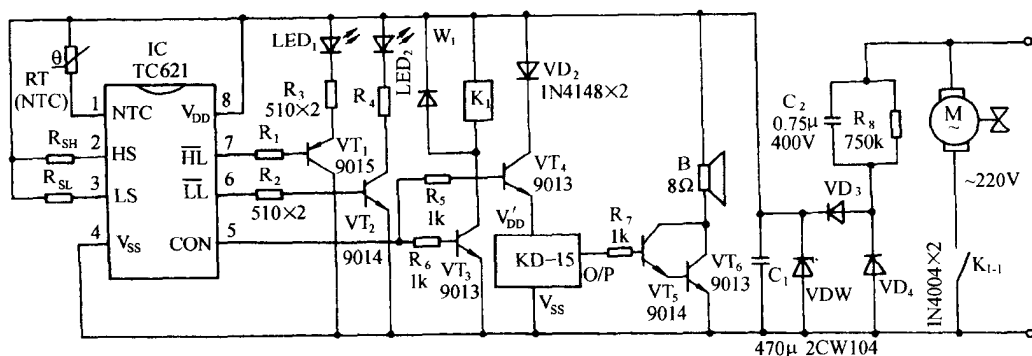


图 1-10 TC621 温度传感自动控温伴乐曲发声电路

该温控电路的核心器件是 TC621 温控集成电路。常见的 TC621 有 DIP 和 SOIC 两种封装形式、四种型号。型号不同 其温控的工作范围不同 如表 1-3 所示。

表 1-3 TC621 系列集成电路

型 号	封装形式	工作温度范围/℃
TC621XCOA	SOIC	0 ~ +70
TC621XEOA	SOIC	-40 ~ +85
TC621XCPA	DIP	0 ~ +70
TC621XEPA	DIP	-40 ~ +85

在设计温控电路时，应根据温控的实际需要和用户设定的上限和下限温度，按照图 1-8(c) 推荐的 NTC 热敏电阻器的温度特性 找出 R_{SH} 和 R_{SL} 的相应阻值。 R_{SH} 是接在 TC621 的 HS 端 (2脚) 的上限温度设定电阻 R_{SL} 是接在 LS 端 (3脚) 的下限温度设定电阻。

在图 1-10 所示的电路中，当环境温度超过给定的温度上限值时，5脚 (CON 端) 输出的控制信号分两路输出：一路控制 VT_3 导通 继电器 K_1 得电吸合，其电接点 K_{1-1} 闭合 电动机 M 得电吹风降温；另一路输出控制 VT_4 导通 接在其 e 极的音乐集成电路 KD-15 得电 随即发出乐曲信号 经由 VT_5, VT_6 组成的达林顿型放大器，驱动扬声器发声。

KD-15 音乐集成电路的工作电压为 1.3~5 V 典型工作电压为 3V。它内储有一段《十五的月亮》的主旋律。该集成电路采用电源边沿触发方式，即在接通电源后，便自动播放内储的乐曲，曲终自停，即使仍加电源，电路仍保持静止状态。静态下的功耗极低，几乎不消耗电能。KD-15 芯片内设有振荡器，外电路不需接振荡用的阻容元件。

为了兼顾 TC621 和 KD-15 的电源供电，交流降压整流电路的输出电压设计为 6V 由 2CW104 稳压输出。

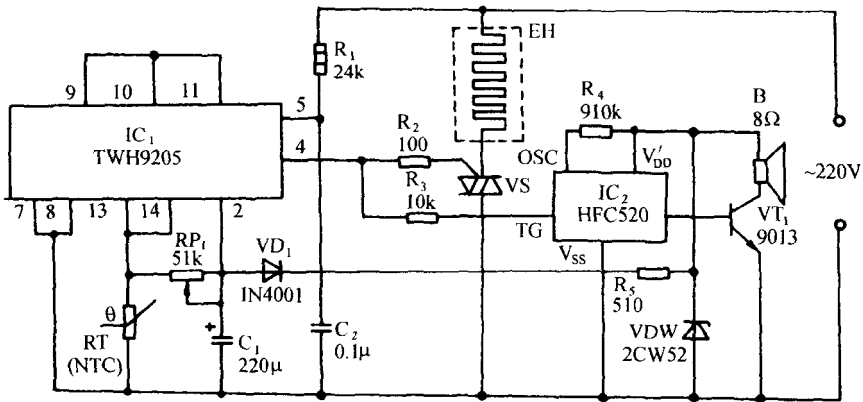
VT_1, R_3 和 LED_1 等组成低于设定温度的指示灯电路； VT_2, R_4 和 LED_2 等组成高于设定温度的指示灯电路，对温控电路进行温度监控和指示。

RT 采用负温度系数 NTC 的热敏电阻器 推荐值为 100 kΩ (25℃)； $R_1 \sim R_7$ 采用 RTX-1/

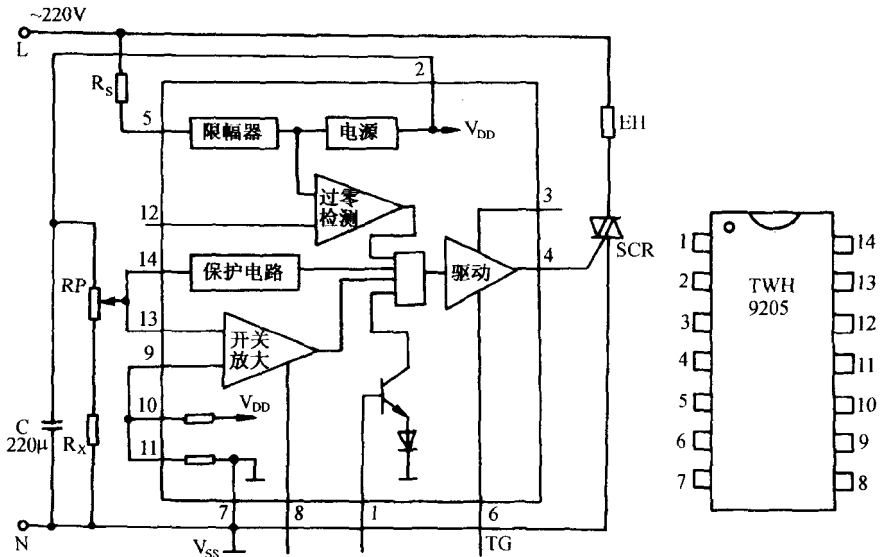
8W 碳膜电阻器; R_8 为交流降压电阻, 采用 RJ-2W-750k Ω -II 金属膜电阻器; C_1 采用 CD11-16V-470 μ F 电解电容器; C_2 为交流降压电容, 选用 CBB-400V-0.75 μ F 聚丙烯电容器; VT_1 采用 9015 管 (PNP 型), $VT_2 \sim VT_6$ 采用 NPN 型管 9014, 9013, 各管均要求 $h_{fe} \geq 100$; VD_1, VD_2 采用开关二极管 1N4148; VD_3, VD_4 采用 1N4004 正品整流二极管; VDW 选用 2CW104(6V) 稳压二极管; B 选用 0.5W(8 Ω 电动式扬声器; LED_1, LED_2 分别选用黄、红色高亮度发光二极管; K_1 选用 JZC-22F, DC6V 超小型中功率电磁继电器。

1-11 用 TWH9205 的热关断式温度控制电路

TWH9205 是一种过零型多功能开关集成电路, 它能严格地与交流电源进行同步过零控制, 实现无火花、无噪声控制, 被广泛用于对各种交流电设备的开关控制。图 1-11 是采用 TWH9205 的过热自动保护控制电路。



(a) 控制电路



(b) TWH9205 电路功能框图

(c) TWH9205 外形图

图 1-11 用 TWH9205 热关断式温度控制电路

TWH9205 内含过零检测电路、同步控制电路、电源电压限幅器、内电源电路、开关放大器、保护电路、禁止控制电路和输出驱动电路等 如图 1-11(b) 所示。它采用 DIP-14 型塑封双列直插式封装 如图 1-11(c) 所示。它的 1 脚为禁止输出控制端 2 脚为芯片内稳压源的 DC 输出端 (12V); 3 端为电流放大输出端; 4 脚为驱动输出端; 5 脚为交流电压输入端; 6 脚为外部触发输入端; 7 脚为接地 (V_{SS}); 8 脚为开关放大器接地端; 9, 13 脚分别为传感器反相和同相输入端; 10, 11 脚为开关放大器的钳定端; 12 脚为直流与 400Hz 输入端; 14 脚为保护电路输入端。

TWH9205 作为过零型多功能驱动集成电路, 具有如下优点:

- (1) 可直接使用交流输入 6~270V, 通过限流电阻降压, 而无需采用降压变压器降压;
- (2) 通过交流电源周波过零控制, 可有效地抑制控制电路对周边电器或视听设备的干扰;
- (3) 在传感器同相输入端外接各种线性传感器 如热敏、光敏传感器 控制方便 且控制灵敏度度高;

(4) 输出的驱动电流大 (160mA) 可直接驱动 1~500A 的双向可控硅;

(5) 一旦外接传感探头损坏, 电路便自动停止输出, 对受控设备实行保护。

TWH9205 的上述优点使它被广泛应用于各种交流电设备的开关控制中, 图 1-11 就是属于“热关断式”加热设备的控制电路。在 TWH9205 的 13 脚 (开关放大器同相输入端) 接一个负温度系数 (NTC) 温度传感器, 而反相输入端 9 脚与 10, 11 脚连接, 使之钳位在一个固定电位上。调节 RP_1 的阻值使之调定在预期的温度值, 此时 4 脚输出呈高电平, 使双向硅 VS 导通 加热设备 EH 得电加热。当温度上升至设定值后, 因 NTC 热敏电阻 R_T 受热其阻值变小, 芯片内的差动开关放大器输出状态发生变化, 并在交流电源过零时停止输出脉冲, 使可控硅截止, EH 断电、停止加热。过一段时间后, 随着环境温度的下降, R_T 的阻值变大, 使 TWH9205 内的差动开关放大器的正相输入端 (13 脚) 电压升高 当其电压高于反相输入端 (9 脚) 电压时, 在交流周波过零时, 驱动器的输出又转呈高电平, 使 VS 导通, EH 重又通电加热。如此周而复始地控制可控硅 VS 的通、断 使 EH 一会儿加热升温, 一会儿断电停止加热, 使被控空间保持在一定的温度范围内。

在 TWH9205 的 4 脚输出高电平时, 在触发 VS 的同时, 也触发 IC_2 发声。 IC_2 采用 HFC520 系列语言合成集成电路, 它是一种 CMOS 型大规模集成电路, 内储各种语音信号, 如海浪声、青蛙叫声等, 一旦触发 则将内储的语音发出 并经 VT_1 放大后, 驱动扬声器发声。

本控制电路可用于电热水器、微波炉、孵化温控器等设备的温控装置。

测温元件 R_x 选用负温度系数 NTC 的热敏电阻器 R_T 其阻值范围为 2~100k Ω 用于调节预选恒温值的 RP_1 , 其阻值的大小应与 R_T 保持在规定的比值范围内, 即 $0.3 < R_{RT}/R_{RP1} < 3$ 若常温下的 R_{RT} 值为 51k Ω 则 R_{RP1} 也可取值为 51k Ω 左右。调节 RP_1 使 TWH9205 的输出脉冲能可靠地触发可控硅 VS 当受热后 R_{RT} 变小而达到设定值时, TWH9205 在过零时 停止输出脉冲, VS 截止。

R_1 选用 RJ-2W-24k Ω 金属膜电阻器; $R_2 \sim R_5$ 采用 RT-1/8W 碳膜电阻器; C_1 采用 CD11-25V-220 μ F 电解电容器 C_2 选用 CL11-63V 型涤纶电容器; VS 选用小型塑封双向可控硅 1A/400V 的 MAC94A4 或 1A/600V 的 MAC97A6 或 3A/400V 的 BCR3AM-8 等; VDW 采用 2CW52(4V) 稳压二极管; VT_1 选用小功率管 9013, $h_{fe} \geq 100$; B 选用 YD57-1 型电动式扬声器

1-12 用 TWH9205 的冷关断式温度控制电路

本电路如图 1-12 所示, 它由 TWH9205 及其外围元件组成的过零开关控制电路、可控硅

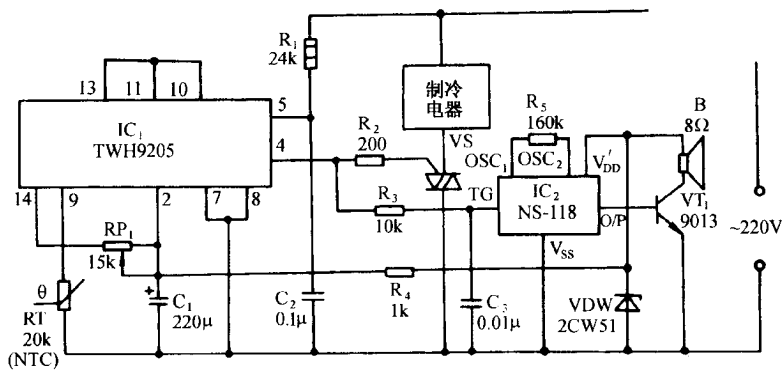


图 1-12 用 TWH9205 的冷关断式温度控制电路

驱动制冷控制电路及发声电路等组成。

图中的温度传感器 RT 采用负温度系数 (NTC) 的热敏电阻, 将它接在 TWH9205 芯片内的差动开关放大器的反相输入端 (9 脚) 上; 而差动开关放大器的正相输入端 13 脚与电位钳定端 10, 11 脚相接即 13 脚钳定在一个固定电位上。调节 RP_1 值, 使在设定的温度范围内 TWH9205 的输出呈低电平, 可控硅 VS 处于截止状态。当热敏电阻 RT 在温度升高到预定值后 TWH9205 内的差动开关放大器的输出状态发生变化, 并在交流电源过零时 TWH9205 的输出端 4 脚转呈高电平, 可控硅 VS 导通, 被控电器得电投入运行 (制冷)。经过一段的运行, 环境温度下降, RT (属 NTC 型) 阻值升高, 使集成电路内的差分开关放大器的反相输入端的电压也升高, 当电压高于正相输入端的钳位电平时, 在交流过零时又转呈低电平, 可控硅 VS 截止, 被控电器断电、停止运行。如此循环往返, 使被控设备或空间的温度保持在一定的温度范围内。因在差动开关放大器的反相输入端加了 NTC 型热敏电阻 RT, 其控温方式为“冷关断式”常用于空调器、电冰箱及恒温吹风机等的温度控制。

在 TWH9205 输出高电平进行制冷的同时, TWH9205 的 4 脚输出的高电平也加至 IC₂ 的触发端, 使 IC₂ 触发发声。IC₂ 采用音乐集成电路 NS-118, 这是一种采用电平、不保持触发方式的 CMOS 型软封装集成块, 一旦被触发, 便发出两声清脆悦耳的“叮—咚—”音响信号, 其输出经 VT₁ 放大后驱动扬声器 B 发声, 告知开始制冷了。

NS-118 的典型工作电压为 3V。为保证其正常工作, 其供电电压由 TWH9205 的直流供电与 DC 输出端 2 脚引出, 并经 R₄, VDW 稳压网络, 由 2CW51 稳压出 3V 为其供电。

RT 选用负温度系数 NTC 的热敏电阻器, 其阻值为 20 kΩ (25℃); RP₁ 采用 WH5 型合成膜微调电位器; R₁ 选用 RJ-2W-20kΩ 金属膜电阻器; C₁ 采用 CD11-25V 电解电容器; C₂, C₃ 选用 CL11-63V 涤纶电容器; VS 选用小型塑封双向可控硅 TLC223D/A (1.6A/400V) 或 TLC333D/A (1.6A/600V), TLC336A (3A/600V) 等; VDW 选用 0.25W 的稳压二极管 2CW51 (3V); B 选用 YD57-2 型电动式扬声器。

1-13 使用 AIRPAX67F 温度开关的电烤箱控制电路

本电路如图 1-13 所示, 它由温度开关电路、音响发声电路和交流降压整流电路等组成。将它装在电烤箱或工业烘箱上, 可控制烘、烤温度在给定的温度范围之内。

温度开关 AIRPAX67F 是一种机械触点式固体开关器件, 可用来进行温度检测、过热控制

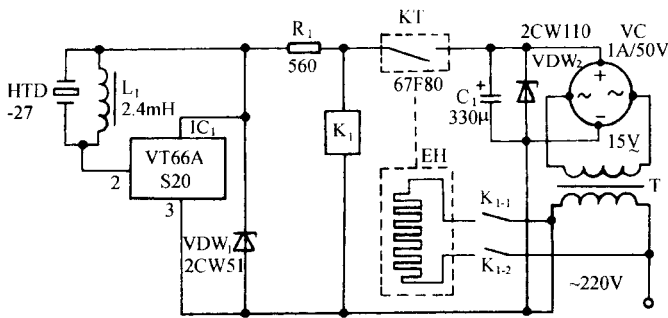


图 1-13 使用 AIRPAX67F 温度开关的电烤箱控制电路

和恒温控制等，其触点可直接控制负载电流 1A 以下的控温装置。它的控温原理是：将它的测温片与被测装置或器件紧贴（或加注导热硅脂，或用螺钉固紧），当被检测体的温度超过选定的温度时，温度开关内的双金属片产生变形，双金属片顶开（或顶合）弹簧触点，使开关两脚断开（或接通）实现开关控制。该温度开关有常闭型和常开型两种。

AIRPAX67F 是一种系列开关，其动作温控点有 70, 75, 80, 90, 100, 105, 110, 120, 125, 130 等，其触点电流达 1A，温度响应时间约 1s，恢复时间不小于 3s，温控误差不少于 1℃。

若烘箱内温度不超过 80℃ 可选用常开型开关 67F80 器件。当温度高于 80℃ 时，该开关 KT 顶合、接通，使继电器 K_1 得电吸合、 IC_1 得电发声。

K_1 得电吸合后，其常闭触点 K_{1-1} 、 K_{1-2} 断开，EH 停止加热。

IC_1 采用 VT66A 系列音乐集成电路，它外形酷似带金属散热片的晶体三极管，采用 TO-92 型封装，也称音乐三极管。选用边沿型（S 型）触发的 VT66AS20 器件，它一旦得电（并触发）随即会播出内存的铃声信号，响时约 6s。S 型器件是在加电（并触发）后即演奏，演毕便自停，并进入静态。VT66A 型内含功率驱动级，它能直接驱动外接的扬声器或压电陶瓷片等。本电路的外接负载为压电片 HTD-27 和电感 L_1 ，二者并接的发声效果可与小型扬声器相媲美，发音清晰、洪亮。

过一段时间后，温箱温度下降，温度开关 KT 还原而断开， K_1 断电，其常闭触点 K_{1-1} 、 K_{1-2} 又闭合，EH 得电加热。如此往返循环，使温箱处于一种动态恒温状态。

交流整流电压为 12V。VT66A 器件的典型工作电压为 3V，由稳压网络 R_1 、 VDW_1 中的 2CW51 稳压出 3V 为其供电。继电器 K_1 选用直流 12V 控制的两组常闭触点的交流继电器。

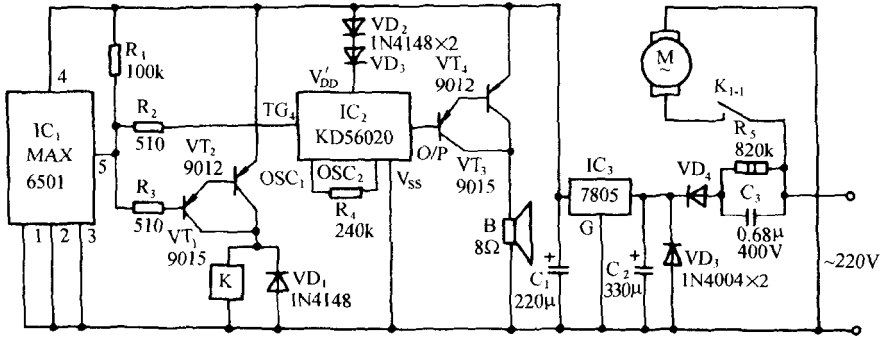
T 采用 5W 次级电压为 15V 左右的交流降压变压器，VC 选用 1A/50V 的全桥整流模块； VDW_1 、 VDW_2 分别选用 2CW51(3V) 和 2CW110(12V) 稳压二极管；KT 选用常开型温度开关 AIRPAX67F80； K_1 选用 JZX-22F、DC12V 小型中功率电磁继电器； L_1 选用电感量为 2.4mH 的色码电感；HTD 选用 HTD27A 或 FT27 型压电陶瓷片。

1-14 采用温度开关集成电路 MAX6501 的自动通风降温电路

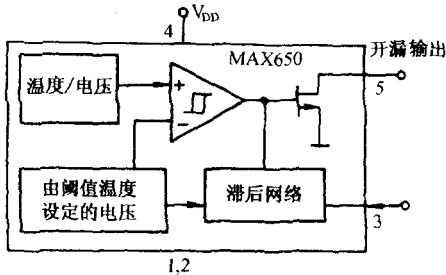
MAX6501 是美国 MAXIM 公司开发的 MAX 系列的温度开关集成电路中的一种，它的阈值温度可从 45~115℃ 每间隔 10 一档，其阈值的典型精度为 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ （最大值不大于 $\pm 4^\circ\text{C}$ ），无需外接任何元件，工作电压为 2.7~5.5V，具有耗电省，典型 I_{sb} 值为 $30\mu\text{A}$ ，输出级为

开路输出 低电平有效。图 1-14(b)是 MAX6501 的内部功能框图，图 1-14(c)是其外形和管脚排列图 图 1-14(a)是采用 MAX6501 的自动通风降温电路。

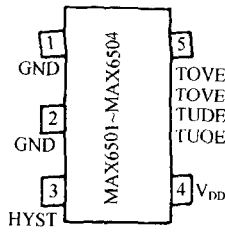
在图 1-14 (a) 所示的电路中，MAX6501 迟滞选择端 (HYST) 3 脚接地 (V_{SS}) 使电路的迟滞温度约为 2°C (当 3 脚接 V_{DD} 时，迟滞温度为 10°C)。MAX6501 的 5 脚为开漏输出端 (TOVER)，输出低电平有效。选用阈值温度为 45°C 的器件 (其阈值在器件出厂时已设定)，当本电路的环境温度超过 45°C 时，5 脚便输出低电平 (平时，因有上拉电阻 R_1 输出端呈高电位)。MAX6501 的输出分二路输出：一路经 R_3 加至 VT_1 的基极 使复合管 VT_1, VT_2 放大器饱和导通，其集电极的继电器 K 得电吸合，触点 K_{1-1} 闭合 风扇电机 M 得电运转吹风。



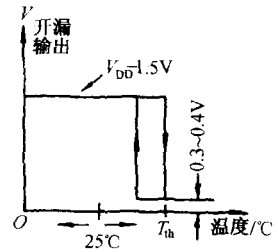
(a) 电路



(b) MAX6501 内部功能框图



(c) MAX6501 外形图



(d) MAX6501 的温度迟滞特性

图 1-14 采用温度开关集成电路 MAX6501 的自动通风降温电路

MAX6501 输出的另一路信号经 R_2 加至发声集成电路 IC_2 的触发端 TG_4 使其发声。 IC_2 采用模拟声集成电路 $KD-56020$ 它内储有多种动物的鸣叫声 选用小鸟鸣叫声的触发端 TG_4 ，当有低电平信号触发时，它便播出其内储的鸟叫信号。该音频信号经 VT_3, VT_4 复合级放大后 驱动扬声器 B 发声。在吹风乘凉的同时，聆听清脆、婉转的小鸟鸣叫声，将给人以美的享受。

本电路的核心器件是 MAX6501 由于其封装尺寸小 热容量小 被监测的温度会很快传至它的管芯。为此，要求在安装时必须将器件与被监测的物件或热源贴合紧密，二者中间不得有空隙，否则会监测不准。

MAX6501 的输出为开漏低电平有效 即 5 脚的电流为灌入电流 当 $V_{DD} > 2.7\text{V}$ 时 灌入电流为 1.2mA ； $5.5\text{V} > V_{DD} > 4.5\text{V}$ 时为 3.2mA 。因此 MAX6501 的外接电路应采用 PNP 型晶体管。

MAX6501 的工作电压为 $2.7 \sim 5.5\text{V}$ ， $KD-56020$ 的典型工作电压为 3V 。设计的交流降压