

无线电爱好者丛书

新颖电风扇电子控制器 制作与集成电路

陈有卿 主编



人民邮电出版社

TN-49
S-262
7

无线电爱好者丛书

新颖电风扇电子控制器 制作与集成电路

陈有卿 主编

人民邮电出版社

内 容 简 介

全书共分六章,分别介绍了电风扇电子调速器、电子定时器、模拟自然风控制器、多功能程序控制器和遥控控制器的原理与制作以及电风扇常用控制器。全书共介绍了40种电风扇电子控制电路,其中28种基本电路、12种常用电路。基本电路除详细介绍了电路工作原理、元器件选择和制作、调试方法外,对每个电路都配有原大的印制电路板图,方便读者制作。书中还介绍了AX、BA、CE、HT、KA、LC、LT、MC、PT和WT等系列27种电风扇专用集成电路。本书内容丰富,文字流畅资料齐全,通俗易懂,是电子爱好者和电风扇专业技术人员良好参考读物。

无线电爱好者丛书

新颖电风扇电子控制器制作与集成电路

XinYing DianFengShan DianZi KongZhiQi ZhiZuo

Yu Ji Cheng Dian Lu

陈有卿 主编

责任编辑 李少民

人民邮电出版社出版发行

北京朝内南竹杆胡同111号

北京市密云春雷印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092/32 1996年2月 第一版

印张:6.625 1996年2月 北京第1次印刷

字数:148千字

印数:1—6000册

ISBN 7-115-05860-1/TN.963

前 言

电风扇是目前国内普及率最高的家用电器之一。它是家庭、厂矿、商店及办公场所夏季主要防暑降温电器。随着空调器的发展,电风扇面临着严重挑战,但由于电风扇以其独特的价廉、方便、节能和较低的噪音优势,非但没有被淘汰,相反却获得了一定的发展。一些新颖的电风扇采用了先进的电子技术,使传统电风扇增加了不少新功能,如电子调速、电子定时、模拟自然风、睡眠风、电子摇头及遥控控制等,给电风扇这一相对古老的机电产品注入了新的活力。随着微电子技术的发展,目前已有不少新颖风扇专用集成电路问世,使电风扇的发展如虎添翼突飞猛进,一些高档多功能遥控电风扇纷纷进入市场。

为了使读者更好地了解和掌握电风扇电子控制器的原理和制作技术,目的在于普及电风扇电子控制器的知识,作者根据自己多年研究和设计工作实践编写了本书。

本书对例举的 28 个电子控制器,除了详细地介绍电路原理、元器件选择和制作技术外,还对每个制作都附有原大的印制电路板图,读者可以直接按图仿制。书中每个制作都是相对独立的,所以读者在阅读本书时,可以从头按顺序阅读,也可以从中挑选自己需要的有关章节进行阅读和制作。需要指出的是,在制作过程中,要特别注意安全。为使读者更多地了解电风扇电子控制器知识,书中还介绍了电风扇常用控制器电路和电风扇专用集成电路。全书共介绍了 AX、BA、CE、HT、KA、LC、LT、MC、PT 和 WT 等十个系列 27 种电风扇专用集成电路详细技术资料。

1984/11/08

本书文字流畅，通俗易懂，只要读者具有中学文化水平就可以读懂。本书适合广大电子爱好者阅读，也可作为电风扇专业人员及有关电子工厂专业人员开发新产品参考书。如果读者阅读本书后，制作了自己满意的电风扇电子控制器或者开发出新产品，作者即得到了最大的安慰。

本书在编写过程中曾得到了江苏常州半导体厂、浙江瑞安意乐电子器材公司等专业厂商的大力支持和帮助，在撰写过程中也参考了国内外部分厂商及期刊的资料，湖南省电子学会常务理事伍利威高级工程师在百忙中审阅了本书全部书稿，为此作者向他们及关心本书撰写和出版的所有朋友们表示衷心的感谢！本书由陈有卿副教授主编，参加编写的人员还有叶桂娟、扶桑、陈晓帆、晓波等同志。由于编写时间急促，作者学术水平有限，书中可能有疏漏或错误之处，恳请广大读者及有关专家批评指正。

作 者

1995. 6.

**中国电子学会《无线电爱好者丛书》
编 委 会**

主 任： 牛田佳

副 主 任： 宁云鹤 李树岭

编 委： 刘宪坤 王明臣 刘 诚

孙中臣 安永成 郑凤翼

王锡江 郑春迎 孙景琪

寇国华 蔡仁明 陈有卿

陈国华 徐士毅 于世均

聂元铭 张兰芬 张国峰

执行编委： 李树岭 刘宪坤 孙中臣

无线电爱好者丛书前言

众所周知，迅速发展着的无线电电子技术，是一门应用十分广泛的现代科学技术。它的发展水平和普及程度是现代化水平的重要标志。为了普及电子技术知识，培养更多的无线电爱好者，适应现代化建设的需要，中国电子学会和人民邮电出版社约请有关专家编写了这套《无线电爱好者丛书》。

本丛书从无线电爱好者的实际条件出发，按照理论联系实际的指导思想，深入细致地讲述各种无线电元器件和常用电子电路的原理；介绍各种家用电器、电子设备（如收音机、扩音机、录音机、电视机、录像机、电子计算机、计算机、复印机、电子相机、常用电仪器仪表、电子钟表、电冰箱、空调器、洗衣机、吸尘器、电风扇、电热器具等）的工作原理、制作技术、使用和维修方法，为无线电爱好者提供所需的各种技术资料及有关工具书，使读者通过阅读本丛书和不断动手实践，能逐步掌握应用电子技术的基本技能。

我们衷心希望广大电子科学技术工作者、专家、学者和无线电爱好者，对这套丛书的编辑出版工作提出宝贵意见，给予帮助。让我们共同努力，为普及无线电电子技术，为实现我国现代化做出贡献。

目 录

第一章 电风扇电子调速器	1
第一节 双向可控硅电风扇无级调速器	1
第二节 单向可控硅电风扇无级调速器	4
第三节 专用模块电风扇无级调速器	6
第四节 集成电路电风扇五档调速器	9
第五节 触摸式电风扇三档调速器	12
第六节 触摸式电风扇五档调速器	15
第二章 电风扇电子定时器	19
第一节 晶体管式电风扇定时器	19
第二节 数字集成电路式电风扇定时器	22
第三节 时基集成电路式电风扇定时器	24
第四节 微风吊扇用简易电子定时器	27
第五节 电子表钟控电风扇定时器	30
第六节 通断时间分别可调的电风扇循环定时器	33
第七节 调速、定时两用电风扇电子控制器	35
第三章 电风扇模拟自然风控制器	39
第一节 简易无级调速模拟自然风控制器	39
第二节 实用无级调速模拟自然风控制器	42
第三节 简易时基电路电风扇模拟自然风控制器	44
第四节 实用时基电路电风扇模拟自然风控制器	46
第五节 简易数字集成电路电风扇模拟自然风控制器	49
第六节 专用集成电路电风扇模拟自然风和定时控制器	52

第四章 电风扇多功能程序控制器	55
第一节 运算放大器电风扇多功能程序控制器	55
第二节 台扇专用多功能程序控制器	60
第三节 通用型电风扇多功能程序控制器	64
第四节 实用电风扇多功能程序控制器	67
第五章 电风扇遥控控制器	73
第一节 简易单功能红外线电风扇遥控控制器	73
第二节 简易集成电路单功能电风扇光控遥控器	76
第三节 简易亚超声波单功能电风扇遥控器	79
第四节 专用集成电路双功能电风扇遥控控制器	82
第五节 实用多功能电风扇遥控控制器	86
第六章 电风扇常用控制器和专用集成电路	96
第一节 电风扇常用控制器	96
第二节 电风扇专用集成电路	120
参考文献	202

第一章 电风扇电子调速器

普通电风扇一般采用电抗器(俗称调速变压器)分档调速,电抗器实质上是一个带抽头的电感线圈,利用电感线圈对交流电的阻抗(感抗 X_L),减小电风扇电机两端的交流电压,从而达到调速的目的,其基本电路见图 1-1 所示。这种电抗器分档调速的方法,结构虽然简单,但分挡控制开关使用日久后易发生触点接触不良等机械故障,同时电抗器的体积笨重,安装和使用也颇感不便。如果采用电子调速器,上述弊病就能得到极大改善,本章介绍用于电风扇的各种电子调速电路,读者可根据个人具体情况选择适合自己的电路。

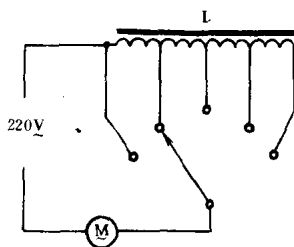


图 1-1 电抗器分档调速电路

第一节 双向可控硅电风扇无级调速器

本节介绍一种利用双向可控硅制作的电风扇无级调速器,它具有电路简单、调速效果好、无火花、无触点等优点,适用于台扇、吊扇等各种电风扇调速。

一、电路原理

双向可控硅无级调速器的电路见图 1-2 所示。VS 是双向可控硅,它构成调速器的主回路,控制回路由电位器 RP、电阻 R_1 、电容 C_2 及双向触发二极管 VD 等组成。

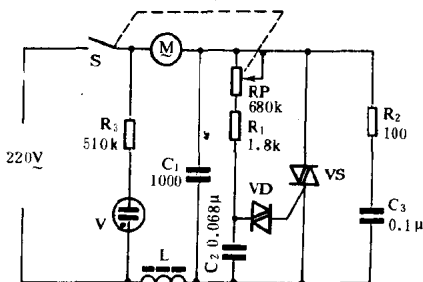


图 1-2 双向可控硅无级调速器

闭合开关 S、接通电源后,在 220V 交流电的某半个周期内,电源电压经风扇电机、线圈 L 加到双向可控硅 VS 的两端,由于此时 VS 呈截止状态,故电风扇 M 不运转,但有电流通过电阻 R_3 流经氖泡 V,使其发光,表示电源已经接通。

同时也有电流经电位器 RP 和电阻 R_1 向电容 C_2 充电,使 C_2 两端电压不断上升,当 C_2 两端电压升高到双向触发二极管 VD 的转折电压时,VD 导通,于是有全波交流电压触发双向可控硅 VS 使其开通,从而接通电风扇电机 M 的电源,风扇运转。

控制回路 RP、 R_1 和 C_2 构成一个 RC 移相电路,当调节电位器 RP 时,改变了 RC 串联电路的时间常数,即使电容 C_2 两端电压上升迟缓或提前,因而可改变双向可控硅 VS 的导通角,使风扇电机 M 两端电压发生变化,达到改变风扇速度的目的。

R_2 和 C_3 组成一个过电压缓冲网络,当电源刚接通或断开瞬间时,由于浪涌电压较大,这个较大的浪涌电压加到 VS 的两端,有可能使双向可控硅 VS 发生误触发或损坏。加上这个网络后,对于感性负载所形成的浪涌冲击有很好的缓解和吸收作用。

由于双向可控硅在工作时,会产生高次谐波,它对周围的电气设备如收音机,电视机等会产生较大干扰。为了减小这种干扰,电路里

特串入了 L 、 C_1 元件,它对衰减高次谐波有一定的作用。 R_3 和 V 为电源指示电路,读者如不需要指示电路,可将它们删去不接。

二、元器件选择

VS 应采用 3A、800~1000V 的双向可控硅。VD 取折转电压为 30~40V 的双向触发二极管,如 DB3 型等。 V 可用 NH-416、NE-2/16 型等小型红色氖气泡。

R_1 、 R_3 为 RTX-1/8W 型碳膜电阻器, R_2 要用 RJ-1W 型金属膜电阻器。RP 最好采用带开关的推拉式电位器,阻值变化呈线性的一种。 C_1 ~ C_3 均可采用 CBB-400V 型聚苯电容器。电感线圈 L 需要自制,采用 $\phi 10\text{mm}$ 铁氧体 I 字形磁心,用 $\phi 0.12\text{mm}$ 高强度聚酯漆包线在 I 字形磁心中密绕 150 匝左右,然后浸清漆烘干即可。

三、制作和使用

双向可控硅无级调速器的印制电路板图见图 1-3 所示,印制板尺寸为 $45 \times 27(\text{mm})$,除 RP、 R_3 和氖泡 V 外,其他电子元件,都装焊在自制的印制板上。

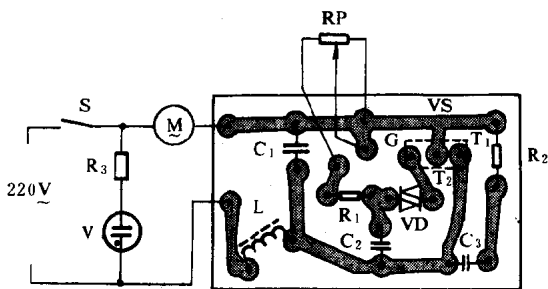


图 1-3 双向可控硅无级调速器印制板

全部元器件装好后,即可通电试机。调节电位器 RP 就可改变电风扇的转速,使用本调速器时,电风扇原来的调速器应置于风速最大

位置,且每次开机前应先将 RP 调到阻值最小位置,然后再拉动开关接通电源,即使电风扇处于强风开机状态。然后再根据需要,将风扇转速调到适当位置。为确保使用安全,应给调速器制作一个大小合适的绝缘塑料盒,电位器 RP 和氛泡 V 均固定在机盒面板的适当部位,当然读者也可将印制板直接安装在电风扇机座里面,但要注意印制板与电风扇机壳之间的绝缘。

第二节 单向可控硅电风扇无级调速器

利用单向可控硅也可以制作电风扇用无级调速器,虽然电路比起采用双向可控硅电路稍复杂些,但使用效果也很好。

一、电路原理

单向可控硅无级调速器电路见图 1-4 所示。图中 $R_3 \sim R_5$ 、RP、 C_1 和单结晶体管 VT 组成弛张振荡器, R_5 两端产生的脉冲电压加到单向可控硅 VS 的门极,使 VS 触发开通。改变电位器 RP 的阻值,可以改变电容 C_1 的充电速率,亦即改变 C_1 两端电压上升到单结晶体管 VT 峰点电压的时间(即弛张振荡器输出脉冲的时间),从而使可控硅 VS 的导通角发生变化。这样加载在电风扇 M 两端的有效电压发生变化,电动机的转速也随之跟着变化,达到调速目的。

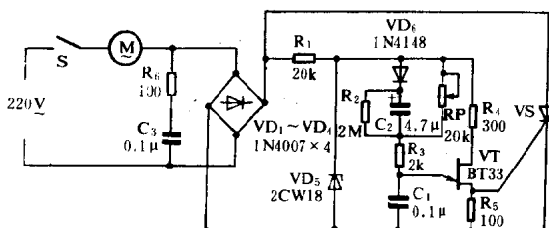


图 1-4 单向可控硅无级调速器

VD_6 、 R_2 、 C_2 组成起动补偿电路,因为当调速电位器 RP 旋到阻值最大位置时,电机转速最低,在这种情况下风扇起动较困难。加入补偿电路后,在刚接通电源时,由于电容两端电压不能突变, C_2 相当于短路,所以 C_1 充电速度加快,可控硅导通角加大,风扇就全压起动。风扇起动后,由于 C_2 电荷已充满,且 R_2 阻值远大于 RP ,电源就通过 RP 向电容 C_1 充电,风扇转速就回复到原先设定的转速下运行。关闭风扇电源后, C_2 贮存电荷就通过 R_2 放电,可为下次开机补偿作准备。 VD_6 起隔离作用,防止 C_2 通过 RP 放电。

R_6 和 C_3 组成过电压吸收电路。因为风扇电机属感性负载,所以流经可控硅回路中的电压与电流的相位不同。根据可控硅的工作原理可知,当阳极电流过零时,可控硅自然关断。由于回路中的电压与电流相位不同,当流过可控硅的电流过零时,交流电压的瞬间值并不为零。可控硅关断后,交流电压就全部加到可控硅 VS 的两端,由于可控硅在开通时,正向压降近似为零,所以可控硅关断时,阳极电压将突然增加。如果阳极电压变化率过大,即使没有触发信号,可控硅也有可能再次开通,造成电路不能正常工作。加了 R_6 、 C_3 组成的吸收网络后,由于 C_3 两端电压不能突然增大,所以使可控硅阳极电压上升率大大降低。可控硅开通后,电容 C_3 就通过 VS 放电,为了避免电容器放电电流过大,所以必须串入电阻 R_6 。同时串接 R_6 后也可避免 C_3 与风扇电机绕组可能产生的高频寄生振荡。

二、元器件选择

VS 可选用 $MCR100-8$ 型等小型塑封单向可控硅($1A/600V$)。 VT 采用 $BT33$ 型单结晶体管,要求分压比 $\eta > 0.35$ 。 $VD_1 \sim VD_4$ 可用普通 $1N4007$ 型硅整流二极管, VD_5 为 $1/2W$, $12V$ 稳压二极管,如 $2CW18$ 型等。 VD_6 可用普通 $1N4148$ 型硅开关二极管。

R_1 、 R_6 最好采用 $RJ-2W$ 型金属膜电阻器, RP 为带开关的推拉式电位器,其余电阻均为 $RTX-1/8W$ 型碳膜电阻器。 C_1 可用 $CL11-63V$ 型涤纶电容器, C_2 为 $CD11-25V$ 型小体积电解电容器, C_3 要采

用 CBB-400V 型聚苯电容器。

三、制作和使用

图 1-5 是本调速器的印制电路板图,印制板尺寸为 55×40 (mm)。除电位器 RP 外,其余电子元件均装焊在自制的印制板上。

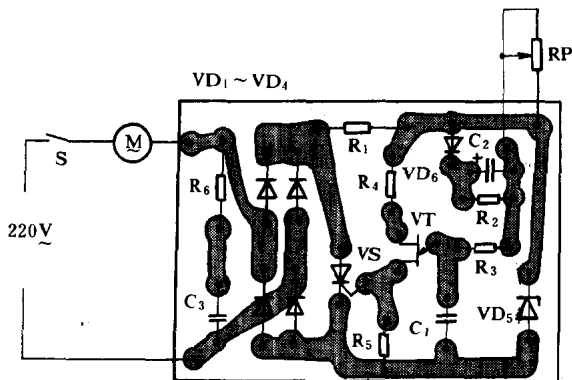


图 1-5 单向可控硅无级调速器印制板

本电路只要元器件良好,接线无误,一般不用作什么调试,通电后即可正常工作。如感到调速范围不宽,可以适当更改电容 C_1 的容量即可解决。为确保使用者安全,本机必须配有绝缘良好的塑料外壳。

第三节 专用模块电风扇无级调速器

这里介绍一个采用调速专用模块的电风扇无级调速控制器,调速性能良好。工作稳定可靠。

一、电路原理

采用专用模块的电风扇无级调速器电路见图 1-6 所示,控制器由降压整流电路、可控硅控制电路、指示电路和集成模块等几部分组

单向可控硅 VS、二极管 VD₁~VD₄ 组成调速器的主回路。220V 交流电经风扇电机 M, 由二极管 VD₁~VD₄ 桥式整流, R₁ 降压限流、VD₅ 稳压和 C₁ 滤波输出约 6V 稳定直流电压供模块 A 用电。风扇电机两端电压视可控硅 VS 的导通角而定, 模块 A 输出触发信号经三极管 VT 放大后, 由发射极输出通过发光管 LED 和电阻 R₂ 加到 VS 的门极去控制可控硅的导通角。调节电位器 RP, 即可改变 VS 的导通角, 从而能达到控制风扇电机转速的目的。RP 的滑动端上移, 风扇转速加快; 滑动端下移, 风扇转速变慢。

图中 S 为控制开关,当 S 拨向 ON 端,A 的第 3 脚接高电平,模块工作,调节电位器 RP 就能对风扇调速,同时 LED 发光指示电路正常工作;当 S 拨向 OFF 端,A 的第 3 脚接低电平,模块停止工作,模块第 6 脚无信号输出,可控硅 VS 关断,风扇停转,同时发光管 LED 熄灭指示电路处于关机状态。

A 采用 52CO11 型调速专用集成模块,它采用塑料树脂封装,对外共有 7 个引出脚,其引脚排列见图 1-7 所示。各引脚功能:第 1 脚 V_{DD} 接电源正极;第 2 脚 R_w 接电位器中心端;第 3 脚 ON/OFF 为控制输入端,当接高电平 V_{DD} 电路处于正常工作状态,接低电平 V_{SS} 电路处于关闭状态;第 4、5 脚接电位器;第 6 脚 OUT 为脉冲信号输出

端;第7脚 V_{SS} 为电源负端。

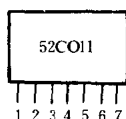


图 1-7 52CO11 集成模块

52CO11 集成模块使用电源电压 $V_{DD} = 2.5 \sim 15V$, 静态功耗小, 静态电流 $\leq 2\mu A$, 第 6 脚输出调制脉冲范围宽, 可达 $5\% \sim 95\%$ 。

$VD_1 \sim VD_4$ 可用普通 1N4007 型硅整流二极管, VD_5 用 6V、1/2W 稳压二极管, 如 2CW13 型等。VT 可用 9013、9014 型等硅 NPN 三极管, 要求 $\beta \geq 150$ 。LED 可用普通 $\phi 5mm$ 红色发光二极管。VS 可用 MCR100-8 型等小型塑封单向可控硅 (1A/600V)。

RP 为小型旋轴电位器, R_1 、 R_2 可用普通 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。C₁ 用 CD11-10V 型电解电容器。S 可用小型拨动开关。

三、制作和使用

图 1-8 是本调速器的印制电路板图, 印制板尺寸为 50×35 (mm)。除调速电位器 RP 和开关 S 外, 其余电子元件都装焊在自制的印制板上。

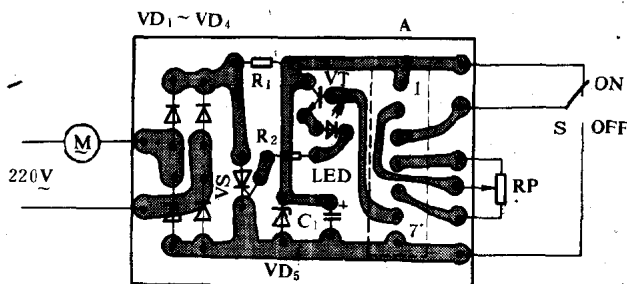


图 1-8 专用模块无级调速器印制板

本电路由于采用了专用调速模块, 所以制作十分方便, 只要按图正确安装, 不用作任何调试, 通电后即可正常工作。经试机无误后, 最后给本机制作一个大小合适的塑料外壳, 一个实用的电风扇无级调