

青少年趣味电子制作

张晓东 著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

青少年趣味电子制作 / 张晓东著 . —北京 : 人民邮电出版社 , 2005.7

ISBN 7-115-13261-5

. 青... . 张... . 电子器件 - 制作 - 青少年读物 . TN-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 035223 号

内 容 提 要

本书向青少年朋友介绍了 68 个电路简单、易于制作、趣味性强的新颖电子小制作, 书中内容浅显易懂, 插图丰富, 每个电子小制作均有详细的元器件选择和制作方法。

本书适合青少年电子爱好者阅读以及供中小学课外电子技术活动选择使用。

青少年趣味电子制作

- ◆ 著 张晓东
责任编辑 张 鹏
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本 : 787×1092 1/16
印张 : 10.25
字数 : 248 千字 2005 年 7 月第 1 版
印数 : 1 - 5 000 册 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13261-5/TN · 2450

定价 : 16.00 元

读者服务热线 : (010)67129264 印装质量热线 : (010)67129223

前 言

在中、小学开展的以电子小制作为主要内容的课外电子技术活动，长期以来一直深受青少年的喜爱和欢迎。这项十分有趣的课外科技活动注重实践，让学生动手动脑，在活动中发挥主动性和创造性，有助于培养学生的创造性思维；同时，也是激发青少年进一步学习好电子技术知识，步入电子技术殿堂的有效途径。但近年来，出版市场适合青少年阅读的业余电子小制作新书凤毛麟角，这与我们正在中、小学提倡和开展的以素质教育和技能培养等为主要内容的教育改革极不相适应。为此，笔者根据多年来设计、制作实践编写了这本图书，以满足广大青少年读者和学校“第二课堂”辅导老师的需求。

本书以浅显的语言、丰富的插图，向读者详尽介绍了 68 个电路简单、制作容易、性能优良、趣味性强的新颖实用电子小制作实例，内容涉及有关新型电子元器件的使用常识，以及音响发生、灯光控制、信号传感控制、自动控制、信号检测、语音录放等相关电路的基本原理，用途包括日常生活、安全防范、学习、保健、玩具、娱乐、小工具等各个方面。这些实例全部是笔者近 20 年来的个人创作作品，部分作品在《少年电世界》、《北京电子报》、《电子世界》、《无线电》、《电子制作》、《中学科技》等报刊发表后，曾受到青少年电子爱好者广泛欢迎；所有作品均经过反复实验验证，具有较高的可行性和使用价值；每例制作均按照统一的格式——“工作原理”、“元器件选择”、“制作与使用”三部分详细讲解，并根据需要配合有简明的电路图、印制电路板图、安装图和外形图等。读者通过仿制和使用，不仅能够掌握许多科学知识，提高“动手做”能力，而且还能给生活、学习、工作带来方便和乐趣，激发进一步学习和钻研电子技术的兴趣！

写这本书的大朋友在少年时代就是个“电子迷”，最能理解青少年初学者的心情和要求。在写作本书时力求做到叙述文笔流畅、深入浅出、图文并茂、通俗易懂，选题趣味性强、新颖实用、易于实现（包括元器件易购、工艺简单、制作容易、调试方便等）。对于书中所涉及到的大部分元器件，在书后面的附录中列出了生产厂家或邮购公司，以方便读者尤其是学校辅导教师联系购买。由于这些制作实例在编排上互相独立，所以读者制作时可随意挑选自己喜欢的合适电路进行仿制；当然为了保证一次成功和安全可靠，最好按照先简易后复杂、先直流低压电路后交流供电电路的顺序进行制作。这里特别强调的是：为了确保人身安全，对直接涉及 220V 交流电的有关制作，一定要在老师或电工的指导下进行仿制与使用！希望这本书能给读者起到“看了能懂、照着能做、做了能用”和“举一反三、触类旁通、开拓创新”的作用。

参加本书编写、电路实验及描图的人员还有张汉林、苟淑珍、李凤、张亚东、陈丽琼、陈令飞、张海棠、丁正梁、张海玮、张爱迪、陈新宇、张国鹏、许安良、肖东等同志。在此谨向所有关心、支持本书出版的同志一并表示衷心的感谢！由于作者水平有限，书中难免有错误与不妥之处，恳请广大读者批评指正。E-mail: zxd-dz@tom.com。

愿本书能够成为广大青少年电子爱好者“动手做”的知心朋友，为他们初学入门、尽快步入电子殿堂提供有效的帮助！

郑重声明：本人从未授权他人任其作品中使⽤本人创作作品；抄袭、盗⽤本书的制作⽂章，必将承担应有的法律责任！

目 录

一、生活类小制作	1
1. 简易单音门铃	1
2. 会说话的门铃	3
3. “叮咚”——鸟鸣门铃	6
4. 盆花缺水告知器	8
5. 太阳能热水器水满告知器	10
6. 闪光“夜明珠”	12
7. “一拍亮”延时小夜灯	14
8. 光控延时小夜灯	18
9. 闪光壁开关	20
10. 门控照明电灯	21
11. 延时关灯控制器	23
12. 光控延时壁灯	25
13. 排气扇延时开关	27
14. 吊扇定时调速器	29
15. 多功能钟控语音提醒器	31
二、安全防范类小制作	35
1. 水开报知器	35
2. 煤气炉熄火报警器	37
3. “请随手关门”提醒器	39
4. “一断即响”的防盗器	42
5. “一拉即响”的防暴、防盗器	44
6. “一触即响”的防盗器	46
7. “一碰即响”的防盗器	48
8. 闪光怯贼防盗器	50
9. 防盗“电子狗”	52
10. 摩托车防盗装置	54
11. 地震声光报警器	57
12. 保险丝熔断报警器	59
13. 家电过压保护插座	61
14. 家电漏电报警插座	62
三、学习、保健类小制作	65

1. 读诵助记器	65
2. 微型太阳能收音机	68
3. 光线强弱报警器	72
4. “雨滴声”催眠器	75
5. 人体疲劳测试器	77
6. 耳聋助听器	79
7. 婴儿报尿器	82
8. 音乐电疗器	84
9. 小型消毒液发生器	86
10. 半导体致冷降温头带	89
四、玩具、娱乐类小制作	93
1. 节日“团圆灯”	93
2. 节日音乐灯笼	94
3. 电子“爆竹”	97
4. 会变表情的“雪人”	98
5. 会唱歌的“美猴王”头饰	100
6. 光枪射“虎”玩具	103
7. 声控“牛唱歌”玩具	106
8. “兔唱歌”游戏器	108
9. “套圈”游戏器	110
10. 小小闪光“圣诞树”	112
11. 声控音乐“圣诞老人”	115
12. 音乐彩灯链	117
13. 双色音乐彩灯	119
五、工具类小制作	122
1. 小小验钞灯	122
2. 电子水平仪	124
3. 万用表加装音乐信号源	125
4. 小巧的信号寻迹、发生两用器	126
5. 电热毯断丝检测器	128
6. 低电压测电笔	130
7. 带照明灯的感应测电器	132
8. 食品腐败检测器	135
六、其他小制作	138
1. 会说话的礼品盒	138
2. 闪光塑料盆花	139
3. 电子“蜡烛”	141

4. “戏藤猴”小摆设	143
5. 日光灯电子启辉器	145
6. 油印机自动计页器	147
7. 路灯光控开关	149
8. 水池自动加水装置	150
附录 部分元器件生产厂家或经销商一览表	153

一、生活类小制作

1. 简单单音门铃

门铃是现代家庭中用来向主人通报来客的小装置。下面介绍的电子门铃电路十分简单，仅用了六个普通电子元件，调试也很简单，非常适宜初学者自制。

工作原理

单音门铃的电路如图 1-1 所示。晶体三极管 VT、变压器 T 和电阻器 R 构成了一个单管自感变压器耦合式振荡器，也叫间歇振荡器。其中 R 既是晶体三极管的基极偏流电阻器，又是振荡电路的正反馈电阻器。变压器 T 共有 3 个绕组，1、2 端绕组为振荡电路反馈线圈，2、3 端绕组为晶体三极管的负载，4、5 端绕组为扬声器 B 提供音频振荡电流。

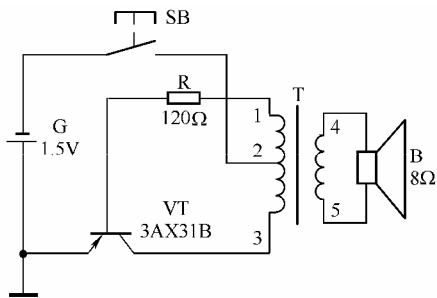


图 1-1 简单单音门铃电路图

按下按钮开关 SB 后，电池 G 就会通过变压器 T 的 1、2 端绕组及 R 给 VT 提供初始基极电流，使 VT 集电极电流随之出现并增加，集电极电位不断上升。VT 的基极与集电极电位变化总是相反的，我们称为三极管的“反相”作用。随着 VT 集电极电流的增大，T 的 2、3 端绕组产生的感应电动势就会自耦到 1、2 端绕组。从 1、3 端电位变化来看，这也是一种“反相”作用。1 端的电位变化通过 R 回送到 VT 的基极，使基极电位继续下降，集电极电位继续上升。可见，在这一过程中，基极电位的下降趋势得到加强。这种正反馈过程多次循环下去，就导致了 VT 的迅速饱和。VT 饱和后，由于管压降很小，因此电池电压几乎全部加在 2、3 端绕组上。这时，绕组的自感性质使 VT 集电极电流继续增加，而基极电流却基本不变。于是经过一段时间，VT 的饱和状态被破坏（饱和条件： $I_b > I_c / \beta$ ），基极电流相对减小。基极电流减小又将导致集电极电流下降，进而使得集电极电位下降和 T 的 1 端电位上升，VT 的基极电流进一步减小，这种正反馈最终将导致 VT 的截止。随后电路又重复以上过程，周而复始，形成自激振荡。通过 T 的输出绕组 4、5 端，就会取得一定功率的矩形波电信号，推动扬声器 B 发出“嘟……”的连续单音声来。

由于振荡过程中，VT 不断在饱和与截止两种状态下转换，所以这个电路又称“间歇振荡器”。它的特点是起振容易，输出功率大。又由于 VT 饱和与截止状态的改变，是通过 R 来引导完成的，故改变 R 阻值即可改变扬声器 B 发声的音调高低与音量大小。

元器件选择

晶体管 VT 用 3AX31B (集电极最大允许电流 $I_{CM}=125\text{mA}$, 集电极最大允许功耗 $P_{CM}=125\text{mW}$) 或 3AX22 型锗 PNP 小功率三极管, 要求电流放大系数 $\beta > 50$ 即可。如手头无这类管子, 也可用 9012 型 ($I_{CM}=500\text{mA}$, $P_{CM}=625\text{mW}$) 硅 PNP 三极管来代替, 只是门铃发声要稍小一些。

振荡变压器 T 用晶体管收音机里常用的小型推挽输出变压器来代替。要求初级直流电阻值为 6Ω 左右, 从中心抽头到左右头尾分别为 3Ω , 次级直流电阻为 1.5Ω 左右。B 用 8Ω 0.25W 小型动圈式扬声器, 口径尺寸视门铃外壳大小确定。

R 用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。SB 用市售普通门铃按钮开关。G 用单节 5 号 (或大号) 干电池供电; 如欲进一步增大音量, 可将电池电压提高至 3V, 即用两节 5 号 (或大号) 干电池串联组成。

制作与使用

图 1-2 所示是该单音门铃的印制电路板接线图。此印制电路板制作方法很简单, 它不需要专用药水进行腐蚀, 也不必钻孔。具体做法是: 取单面敷铜板边角料, 裁成 $25\text{mm} \times 40\text{mm}$ 的长方形小块, 然后按图在铜箔面上画好除箔线条; 用木刻刀 (也可用废钢锯条的锋利断口) 将不需要的铜箔划开、剥掉, 刻划时要用力且均匀, 直到不用的铜箔全部去除干净为止; 再用特细砂纸将铜箔面打磨光亮, 涂上一层松香酒精溶液, 晾干就可使用。按这种方法制作的印制电路板, 我们称为“刀刻电路板”。与常见印制电路板相比, 刀刻电路板制作工艺较为简单, 业余条件下容易实现, 简单的电路用这种电路板尤为适合。

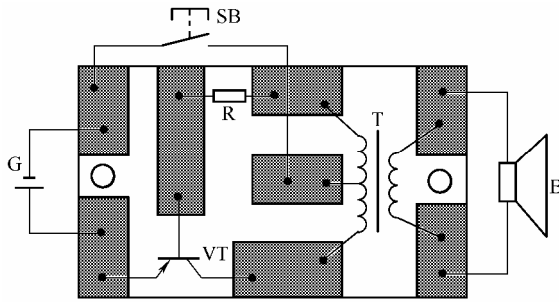


图 1-2 简音单音门铃印制电路板图

焊装时, 将晶体三极管 VT、电阻器 R 和变压器 T 以及扬声器 B 等的引线直接焊在自制的电路板铜箔面上。然后制作一个大小合适的木盒 (也可用市售漂亮的香皂盒代替), 将除按钮开关 SB 外的全部元器件连同电路板装固在小盒内。小盒面板固定扬声器 B 的位置事先要钻些小孔, 以便扬声器对外良好放音。制成的单音门铃外形如图 1-3 所示。

该门铃电路一般不用调试就可投入使用, 但为了获得最佳的音响, 不妨再细调一下电阻器 R。方法是:

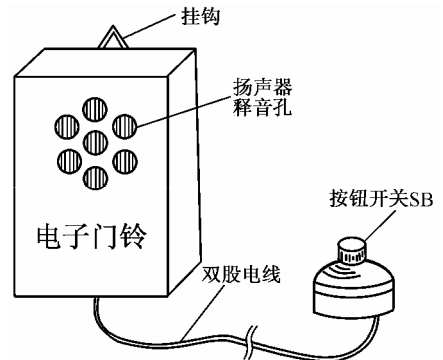


图 1-3 简音单音门铃外形图

备 51Ω 100Ω 150Ω 200Ω 240Ω 300Ω 360Ω 和 470Ω 的标称 $1/8W$ 电阻器各一只，依次接入电路中取代 R ，比较扬声器发声情况，最后确定使声音最响、最悦耳的电阻器固定焊接在电路板上即可。

实际使用时，将门铃小盒挂在室内墙壁上或者门扇背后，按钮开关 SB 则通过双股软塑电线引至房门外，在门框的适当位置（一般距地面 $1.5 \sim 1.7m$ ）处固定。这样，当客人来访时，按下门口的按钮开关，室内门铃即会发出响亮的“嘟……”声，告诉主人：有客人来了！

2. 会说话的门铃

这里介绍的会说话的门铃属当今比较流行的一种大众化门铃，它采用专门的语音集成电路制作而成，具有线路简单、制作容易、工作稳定可靠等特点。

每当客人来访按动门口的按钮开关时，室内门铃即发出“叮咚，您好！请开门！”语音声。其“叮咚”音响效果极佳，与电影、电视剧里听到的金属碰撞发出的“叮咚”门铃声无异，“您好！请开门！”女声音色甜美悦耳。

工作原理

会说话的门铃基本电路如图 1-4 所示，它的核心元器件是一片有 ROM 记忆功能的语音集成电路 A。ROM 是英文缩写词，中文意思是“只读存储器”，也就是说存储器内容已经固定，只能把内容“读”出来。语音集成电路 A 内存什么语句，完全由 ROM 的内容决定。

语音集成电路 A 实际上是一种大规模 CMOS（互补对称金属氧化物半导体集成电路的英文缩写）电路，它内部线路很复杂，这里不作专门介绍，读者只要弄清楚它的引脚功能及用法就可以了。在图 1-4 中， V_{DD} 和 V_{SS} 分别是语音集成电路的外接电源正、负极引脚。OSC 是语音集成电路的内部振荡器外接振荡电阻器引脚，个别需外接 RC 振荡元件，此时外接的电阻器或电容器便可作为语音声播放速度及音调调整元件。也有的语音集成电路将振荡元件全部集成在芯片内部，不需外接元器件，这时振荡频率就无法外调节。TG 是语音集成电路的触发端，一般采用高电平（直接与 V_{DD} 相连）或正脉冲（通过 SB 接 V_{DD} ）触发均可。OUT 是语音集成电路的语音电信号输出端。一般的语音集成电路需外接一只晶体管 VT 做功率放大后推动扬声器 B 放音，但也有一些语音集成电路输出信号较小，需要两只晶体管组合成复合管后进行功率放大，以便更好地推动扬声器 B 放音。

会说话的门铃电路工作过程如下：每按动一下按钮开关 SB ，语音集成电路 A 的触发端 TG 便获得正脉冲触发信号，语音集成电路 A 内部电路工作，其输出端 OUT 输出一遍（约 5s）内储的“叮咚，您好！请开门！”语音电信号，经晶体管 VT 功率放大后，驱动扬声器 B 发出响亮的声音。

电路中， $C1$ 是交流旁路电容器，它的作用是防止语音集成电路 A 受杂波感应误触发。

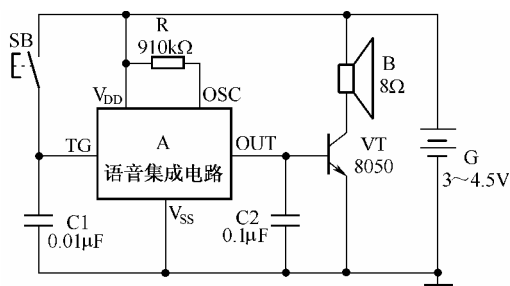


图 1-4 会说话的门铃基本电路图

因为语音集成电路的 TG 脚输入阻抗很高，当按钮开关 SB 的引线较长时，特别是引线与室内 220V 交流电源线靠得较近时，开关一次电灯或家用电器就会造成集成电路误触发，使门铃自响一次。有了电容器 C1 就能有效消除这种外干扰，使门铃稳定、可靠地工作。实际中，C1 也可用一只 300~510Ω 的 1/8W 碳膜电阻器来代替；也可将 C1 直接跨接在语音集成电路 A 的 V_{DD} 与 TG 引脚（接 SB 的位置）之间。C2 主要用于滤去语音集成电路输出信号中一些不悦耳的谐波成分，使语音声音质得到很大改善，并且声音更加响亮。有时在 C2 的两端还并联有一个 220Ω~1kΩ 之间的小电阻器，其主要作用是降低门铃动态发声时的耗电量。

元器件选择

制作会说话门铃的关键元件是语音集成电路 A。目前，语音门铃专用的集成电路型号比较多，但其内储语音声却完全一样；封装形式也大同小异，均用环氧树脂将芯片直接封装在一块小印制电路板上，俗称黑胶封装基板，也称软包封门铃芯片。下面介绍几种用最常见的语音集成电路芯片制作按钮式会说话门铃的接线图。

图 1-5 所示是采用 HFC5223 型语音集成电路芯片制作按钮式会说话门铃的接线图。该集成电路采用黑胶封装形式制作在一块 20mm×14mm 的小印制电路板上，并给有外围元件焊接脚孔，使用很方便。HFC5223 的主要参数：工作电压范围 2.4~5V，输出电流超过 1mA，静态总电流小于 1μA，工作温度范围-10~60。

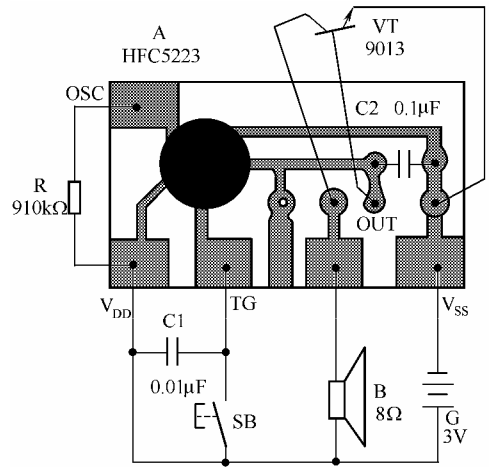


图 1-5 HFC5223 型语音集成电路接线图

图 1-6 所示是采用 RD-34 型语音集成电路芯片制作按钮式会说话门铃的接线图。该集成电路采用黑胶封装形式制作在一块 18mm×12mm 的小印制电路板上，其内部电路和主要参数与 HFC5223 型语音集成电路完全相同。

图 1-7 所示是采用 HL-169A 型集成电路中内储“叮咚，您好！请开门！”语音声芯片制作按钮式会说话门铃的接线图。HL-169A 集成电路采用黑胶封装形式制作在一块 24mm×13mm 的小印制电路板上，它内储多种语音声，已形成系列品种，用途非常广泛。HL-169A 的主要参数：工作电压范围 2.4~5V，典型值 4.5V，输出端驱动电流 3~6mA，静态总电流小于 2μA，工作温度范围-10~60。

图 1-8 所示是采用 XD-353 型语音集成电路芯片制作按钮式会说话门铃的接线图。该集成电路采用黑胶封装形式制作在一块 25mm×20mm 的小印制电路板上，除基本功能与 HFC5223、RD-34 和 HL-169A 芯片相同外，还新增了防误触发、防乱按按钮开关功能。每按一次按钮开关 SB，门铃只能发一遍“叮咚，您好！请开门！”声；长时间按住 SB 不松手，门铃不会连续发声，可有效防止有人用胶布粘死按钮开关，使主人不在家时门铃发声不止的恶作剧。此外，在 A 的 V_{DD} 和 V_{SS} 两端还并联有一个滤波电容器 C3，其主要作用是减小电池 G 的交流内电阻，使扬声器 B 发声更加清晰响亮。当然，上面的各电路中也都可以加入这样的电容器。

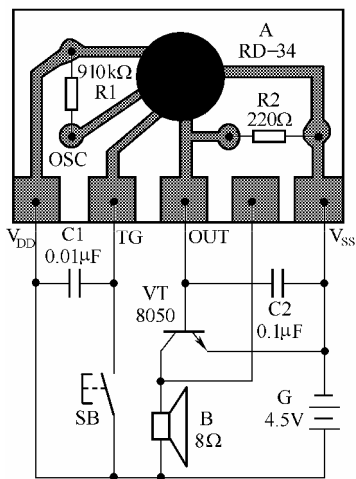


图 1-6 RD-34 型语音集成电路接线图

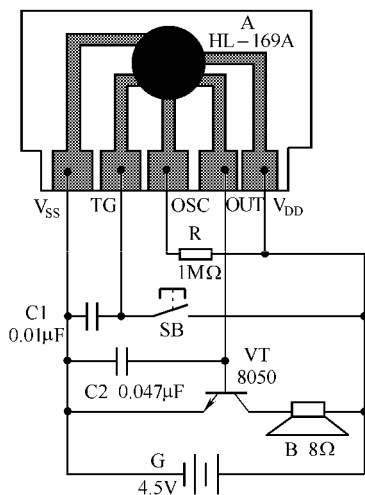


图 1-7 HL-169A 型语音集成电路接线图

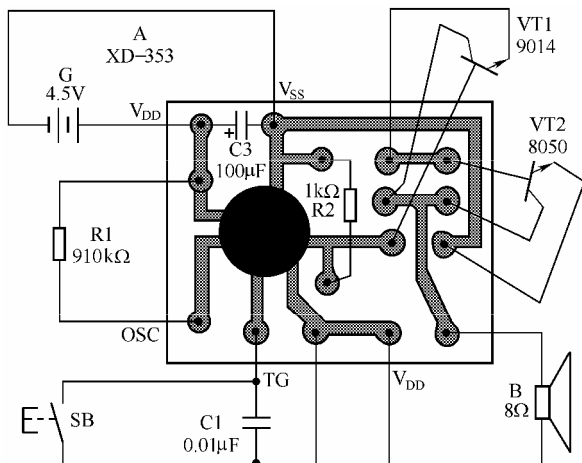


图 1-8 XD-353 型语音集成电路接线图

以上各电路中，晶体管 VT 及 VT2 最好采用集电极耗散功率 P_{CM} 300mW 的硅 NPN 型三极管，如 8050、9013、3DG12、3DK4 和 3DX201 等，要求电流放大系数 $\beta > 100$ ；VT1 采用 9014 或 3DG8 型硅 NPN 三极管，要求电流放大系数 $\beta > 50$ 。R 及 R1、R2 均用 RTX-1/8W 型小型碳膜电阻器。C1、C2 均用 CT1 型瓷介电容器；C3 用 CD11-10V 电解电容器。B 用 8Ω、0.25W 小口径动圈式扬声器。SB 用市售门铃按钮开关。G 用两节（3V）或三节（4.5V）5 号干电池串联而成；电池电压较高时，门铃发声相对要响亮一些。

制作与使用

除 SB 外，其余元器件以集成电路 A 芯片为基板、以扬声器 B 和电池 G（配带塑料架）为固定支架，全部焊装在一个大小合适的自制木盒（也可用市售漂亮的香皂盒代替）内。小盒内装扬声器 B 的位置事先要钻些小孔，以便扬声器对外良好放音。对于按钮引线较短且远离照明电路导线的楼房居民来讲，门铃电路中 0.01μF 的旁路电容器 C1 也可省去不用。制成

的会说话门铃外形与前面图 1-3 所示完全相同。

焊接时要特别注意的是，因为语音集成电路 A 均系 CMOS 集成电路，所以电烙铁外壳必须要有良好的接地线，也可拔去电烙铁电源插头利用电烙铁余热快速焊接，这样就可避免语音集成电路 A 被外界感应电压击穿，而造成永久性损坏。焊接所用的电烙铁功率不宜超过 30W，并且在电路板上停留的时间应尽可能短，一般每个焊点时间勿超过 2s。助焊剂请勿使用焊油或焊膏，如确有需要，用后一定要将焊油擦净。这些焊接要点适合所有的 CMOS 集成电路，应牢记并掌握运用。

此会说话门铃的一大优点是不用任何调试就能正常工作。万一语音声不够理想，可通过改变 A 的外接振荡电阻器 R 或 R1 阻值来加以调整。一般该电阻器阻值大，语音声速度慢，发声低沉；反之，则速度快，发声高尖。R 阻值可在 $620\text{k}\Omega \sim 1.2\text{M}\Omega$ 范围内选择。由于静态时电路耗电仅为 $0.1 \sim 1\mu\text{A}$ ，工作时一般小于 200mA，故用电很节省；每换一次新的 5 号干电池，一般可用半年至一年时间。

实际使用时，将门铃小盒挂在室内墙壁或者门扇背面，按钮开关则通过双股软塑电线引至房门外，在门框的适当位置（一般距地面 1.5 ~ 1.7m）处固定。这样，当客人来访按下门口的按钮开关时，室内门铃即会发出响亮的语音叫开门声，通报主人：有客人来了！

3. “叮咚”——鸟鸣门铃

“叮咚”——鸟鸣电子门铃通过两只按钮开关控制，能对应发出“叮——咚”和模拟鸟鸣两种截然不同的声响。利用这一特性，我们可以区分出前门、后门哪个门口来了客人或者叫开门者是哪一类人。

该门铃由于采用了专门的模拟声集成电路，所以制作简单，发声纯正悦耳，有兴趣的青少年爱好者不妨动手一试！

工作原理

“叮咚”——鸟鸣门铃的电路如图 1-9 所示。模拟声集成电路 A 有 TG1、TG2 两个触发端。TG1 为负脉冲触发端，TG2 为正脉冲触发端。当按下门铃按钮开关 SB1 时，TG1 与电池 G 的负极相通，获得负脉冲触发信号，A 即输出内储的“叮咚”声电信号，经晶体三极管 VT

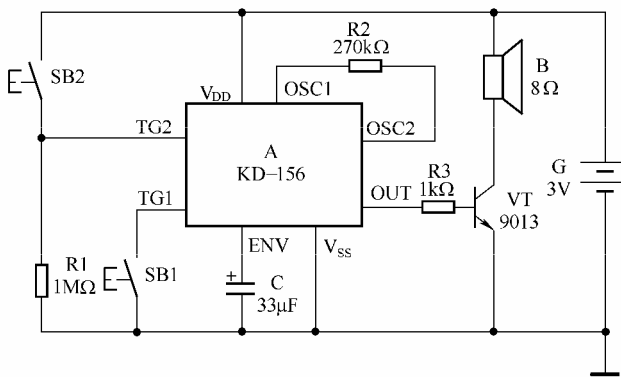


图 1-9 “叮咚”——鸟鸣门铃电路图

功率放大后,推动扬声器 B 发出带余音的“叮——咚……”声来;当按下 SB2 时, TG2 与电池正极相通,获得正脉冲触发信号, A 即输出内储模拟鸟叫声电信号,经 VT 功率放大后,推动 B 发出逼真的小鸟“啾、啾……”鸣叫声来。

电路中, R2 为模拟声集成电路 A 的外接振荡电阻器,它决定着门铃音调高低及发声节奏快慢。C 为包络形成电容器,决定“叮——咚”声余音的长短。

元器件选择

A 用 KD-156 型“叮咚”——鸟鸣门铃专用双音模拟声集成电路,它采用黑胶封装在一块尺寸约为 25mm×14mm 的小印制电路板上(参见图 1-10)。小印制电路板上若有若干小孔,便于焊装其他外接元器件。KD-156 的主要参数:典型工作电压 3V,输出电流不超过 2mA,静态总电流小于 1 μ A,工作温度范围-10 ~ 60。

晶体管 VT 可用 9013(集电极最大允许电流 $I_{CM}=0.5A$,集电极最大允许功耗 $P_{CM}=625mW$)或 3DX201、3DG12、3DK4 型硅 NPN 中功率三极管,要求电流放大系数 $\beta > 100$ 。

R1 ~ R3 均采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。C 用 CD11-10V 型电解电容器。B 可视机盒大小采用口径 65mm 或 57mm 的 8 Ω 0.25W 电动式扬声器。

SB1、SB2 用市售普通门铃按钮开关。G 用两节 5 号干电池串联(需配上塑料电池架)组成,电压 3V。

制作与使用

整个门铃电路如图 1-10 所示,以模拟声集成电路 A 的小印制电路板为基板进行焊接,不必另外再加工制作印制电路板。具体方法:将电阻器 R1 ~ R3、电容器 C 和晶体三极管 VT 直接插焊在 A 的小印制电路板上,将扬声器 B 和电池 G 通过导线与小印制电路板接通。除按钮开关 SB1、SB2 以外,其余元器件参见前面图 1-3 所示,全部安装在一个体积合适、外观漂亮的市售塑料香皂盒(或普通电子门铃外壳)内。SB1、SB2 则各用双股软塑导线引出机盒外。焊接时注意:电烙铁外壳一定要良好接地,以免交流感应电压击穿模拟声集成电路 A 内部的 CMOS 电路。

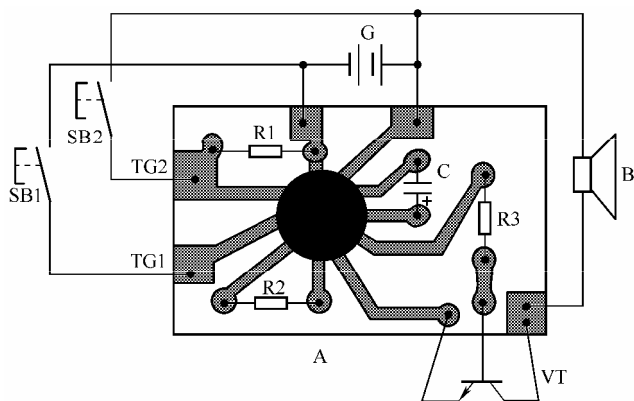


图 1-10 “叮咚”——鸟鸣门铃印制电路板图

只要元器件质量有保证,焊接无误,一装即成。如嫌门铃发声节奏过快(或过慢),可通过适当增大(或减小)电阻器 R2 的阻值来加以调整;如嫌门铃发出的“叮——咚”余音太

短促（或拖得过长），可通过适当增大（或减小）电容器 C 的容量来加以调整。

实际使用时，对于有前、后两个门出进的住宅，可以在每扇门上各安装一个按钮开关，并分别通过双股软塑电线与室内门铃小盒相接。这样，每当门铃响起时，主人根据门铃发出声音的不同，就可判断出客人在哪个门前等候。

对于只有一个大门的家庭来讲，该门铃也并非无用武之地，可以用它来识别按铃人的身份。将一只按钮开关装在大门明处，另一只则装在只有家人和熟人才知道的暗处，门铃一响，根据声音的不同就可判断出按门铃者是哪一类人。还可以将一只按钮开关安装在大门高处，另一只安装在低处，根据门铃发声的不同，就可区分出按门铃者是大人还是小孩。也可只选其中一种声音使用，而将不用的一路按钮开关及引线删掉，使安装更为简单。

使用时如果发现开关一次电灯或其他家用电器，门铃就会自动误响一次，可在模拟声集成电路 A 引接按钮开关 SB1、SB2 电线的两端各接上一个 $0.01\mu\text{F}$ 的瓷片电容器，即可消除干扰。

整个门铃静态时消耗电流实测小于 $1\mu\text{A}$ ，工作时电流不超过 100mA ，用电很节省。每换一次新干电池，一般可工作近一年时间。

4. 盆花缺水告知器

养花能够美化环境、陶冶人们的性情，许多退休在家的老人都喜欢养花。如果制作一台盆花缺水告知器送给爷爷、奶奶，一定会讨得他们的欢心！

盆花缺水告知器制作成本超不过 5 元钱，它能够在花盆土壤过分干燥时自动发出电子音乐声，以提醒主人尽快给花卉浇水。

工作原理

盆花缺水告知器的电路如图 1-11 所示，它主要由音乐集成电路 A、晶体三极管 VT1 及土壤探头 a、b 等组成。VT1 的基极偏流电阻由微调电位器 RP 和土壤电阻串联而成。平常盆花不缺水时，置入盆花泥土内的 a、b 探头所检拾出的土电阻较小，VT1 获得合适偏流而饱和导通，A 的触发端 TG 脚处于低电位，故 A 内部电路不工作，压电陶瓷片 B 无声。

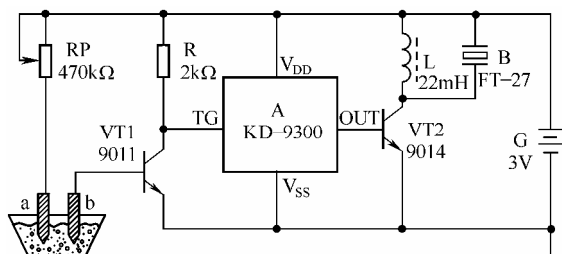


图 1-11 盆花缺水告知器电路图

一旦盆花缺水，探头 a、b 检拾到的土电阻就会成倍增大，晶体三极管 VT1 失去合适偏流而退出饱和区，音乐集成电路 A 的触发端电压大于等于 $0.5V_{\text{DD}}$ ，A 内部电路被触发工作，其 OUT 端输出内储音乐电信号，经晶体三极管 VT2 功率放大后，驱动压电陶瓷片 B 发出清

脆悦耳的电子音乐声。主人闻讯浇水后，音乐声即很快自行停止。

电路中，电感器 L 并联在压电陶瓷片 B 两端，它与呈电容特性的压电陶瓷片构成 LC 并联谐振回路，可显著增大音量。

元器件选择

A 选用 KD-9300 系列音乐集成电路，亦可用 HFC1500、KD-152 系列音乐集成电路直接代换。KD-9300 的主要参数：工作电压范围 1.3 ~ 5V，触发电流不超过 40 μ A；当工作电压为 1.5V 时，实测输出电流超过 2mA、静态总电流小于 0.5 μ A；工作温度范围 -10 ~ 60 。

VT1 用 9011（集电极最大允许电流 $I_{CM}=30\text{mA}$ ，集电极最大允许功耗 $P_{CM}=200\text{mW}$ ）或 3DG6 型硅 NPN 小功率晶体三极管，要求电流放大系数 $\beta > 50$ ；VT2 用 9014（ $I_{CM}=0.1\text{A}$ ， $P_{CM}=310\text{mW}$ ）或 3DG8 型硅 NPN 小功率晶体三极管，要求电流放大系数 $\beta > 100$ 。

B 采用 FT-27 或 HTD27A-1 型（ $\phi 27\text{mm}$ ）压电陶瓷片，要求购买时配上专门的简易助声腔盖（也叫共振腔盖或共鸣腔盖），以增大音量。这种带助声腔盖的压电陶瓷片构成和外形如图 1-12 所示。压电陶瓷片的结构是在金属基板上做有一压电陶瓷层，压电陶瓷层上有一镀银层。当通过金属基板和镀银层对压电陶瓷层施加音频电压时，由于压电效应，压电陶瓷片便发出声音来。组装时，先分别从压电陶瓷片的金属基板和镀银层上焊出两条引线。注意焊接时间不宜过长，以免烫裂压电陶瓷层。焊好引线后，将压电陶瓷片卡到助声腔盖上，注意镀银层朝里，其引线从助声腔盖旁的缺口中伸出。这样，压电陶瓷片与助声腔盖之间就形成了一个助声腔，使发出来的声音变得响亮。

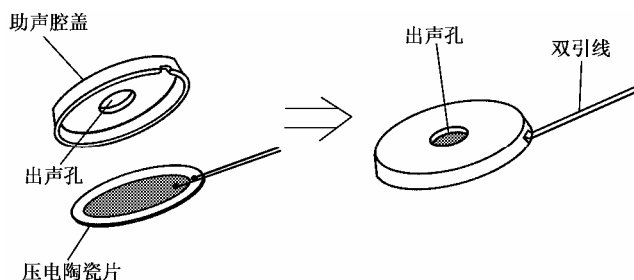


图 1-12 带助声腔盖的压电陶瓷片

RP 用 WH7-A 型立式微调电位器。R 用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。L 用 LG2-22mH 型固定磁心电感器。G 用两节 5 号干电池串联（需配塑料电池架）而成，电压 3V。

制作与使用

图 1-13 所示为该盆花缺水告知器的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸仅为 30mm \times 30mm。晶体三极管 VT2 可直接插焊在音乐集成电路 A 的芯片上。A 芯片通过四根长约 6mm 的元件剪脚线插焊在电路板上。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿 A 内部 CMOS 电路。

焊接好的电路板连同干电池 G、压电陶瓷片 B 一起装入体积合适的绝缘小盒内。盒面板为 B 开出释音孔，盒侧面开孔引出外接探头的双股软导线。土壤探头 a、b 采用长度约 60mm 的两根粗钢丝或不锈钢针，互相间隔 15mm 左右插入花盆泥土中。为防止位置变动，可用塑料块或有机玻璃块进行固定，具体参见图 1-13。

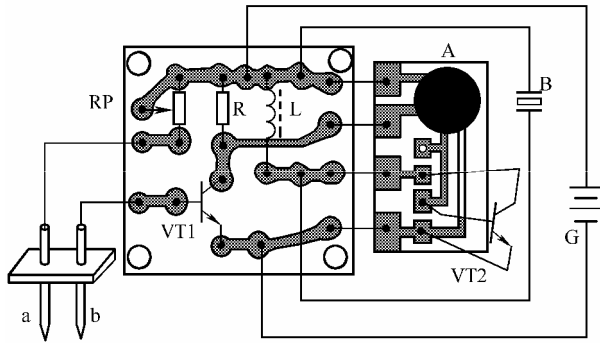


图 1-13 盆花缺水告知器印制电路板图

为了使制成的告知器外观漂亮，使用更加方便，还可将告知器制作成图 1-14 所示的“一体化”结构。具体方法：土壤探头 a、b 直接固定在电路盒上；盒子的面板采用有机玻璃边角余料，要求加工成向日葵（或其他花卉）形状，并在上面用色漆描绘出向日葵图案即成。如果要进一步缩小整机体积，可将干电池 G 改换成两粒串联的 G13-A 或 SR44 型氧化银扣式电池。

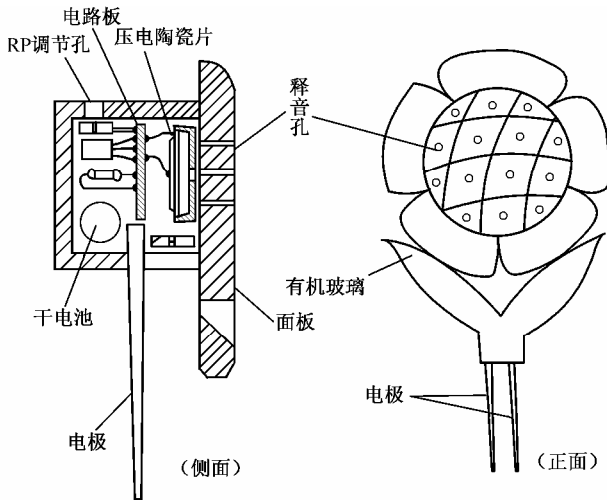


图 1-14 盆花缺水告知器外形结构图

盆花缺水告知器调试很简单：在盆花缺水时，通过调节微调电位器 RP 阻值（必要时可改变探头插入泥土的深度及间距），使压电陶瓷片 B 处于临界不发声状态即可。

5. 太阳能热水器水满告知器

太阳能热水器以其节能、安全、无污染等优点，深受众多家庭的青睐。但其水箱一般都安装在室外平房（或楼房）顶上，水满是通过溢水管有水流出来判断的，这不仅多用了一根溢水管，而且容易造成水的浪费。这里介绍的水满告知器，通过声响告知水箱加水已满，省掉了溢水管，方便而实用。

工作原理

太阳能热水器水满告知器的电路如图 1-15 所示。水位电极 a 和水箱的金属外壳 b 组成了水满探测电路；晶体三极管 VT1、VT2 组成了互补型音频振荡器，其正反馈回路由电阻器 R2 和电容器 C1 构成。

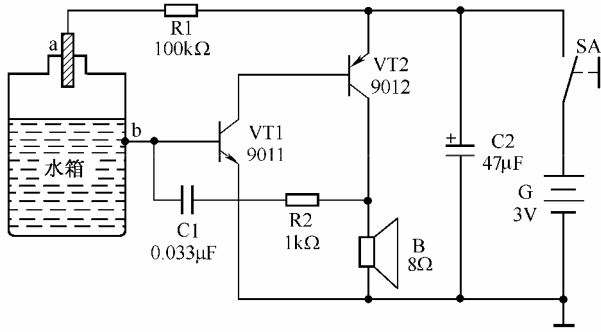


图 1-15 太阳能热水器水满告知器电路图

加水时，闭合电源开关 SA，由于 a、b 间呈开路状态，VT1、VT2 无偏流而截止，故振荡器不工作，扬声器 B 无声。当注入水箱的水达到限定容量时，水面与水位电极 a 接触，VT1 通过 R1、水位电极 a、水的电阻（约几千欧姆）和水箱金属外壳 b，从电池 G 的正端获得合适偏流，振荡电路立即起振，扬声器 B 就会发出响亮的“嘟……”声来，告诉主人：水满了，快关进水阀！

电路中，振荡频率主要取决于时间常数 $t=R1 \cdot C1$ ，故增减 R1 阻值或 C1 容量就可以改变扬声器 B 发声的音调。C2 为交流旁路电容器，主要用来减小电池 G 的交流内阻，使 B 发声更响亮，并相对延长电池使用寿命。

元器件选择

VT1 用 9011（集电极最大允许电流 $I_{CM}=30\text{mA}$ ，集电极最大允许功耗 $P_{CM}=200\text{mW}$ ）或 3DG6、3DG201 型硅 NPN 小功率晶体三极管，要求电流放大系数 $\beta > 100$ ；VT2 用 9012（ $I_{CM}=0.5\text{A}$ ， $P_{CM}=625\text{mW}$ ）或 3CX200、3CG23 型硅 PNP 中功率晶体三极管，要求电流放大系数 $\beta > 50$ 。

R1、R2 均用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。C1 用 CT1 型瓷介电容器，C2 用 CD11-10V 型电解电容器。B 用 YD58-1 型 8Ω、0.25W 小口径动圈式扬声器。SA 可用 CKB-1 型拨动开关。G 用两节 5 号干电池串联而成，电压 3V；要求配带合适的塑料电池架，以便于安装。

制作与使用

图 1-16 所示是该太阳能热水器水满告知器的印制电路板接线图。印制电路板用刀刻法制成，实际尺寸约为 30mm × 30mm。

焊接好的电路板连同扬声器 B、电池 G 和电源开关 SA 等，全部装入一体积合适的塑料香皂盒（或电子门铃专用外壳）内。盒面板开孔固定 SA，并为 B 开出放音孔。水位电极 a 用一段粗漆包线或塑料外皮硬导线，将它从水箱的溢水管口伸入水箱，注意既要固定牢靠，