



汽车遥控防盗报警系统 的技术特点与检修

闫志宽 刘胜利 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车遥控防盗报警系统的 技术特点与检修

闫志宽 刘胜利 编著



机械工业出版社

本书全面收集了进口及国产汽车遥控防盗报警系统的系列产品,并详细介绍了各个产品的功能,提供了电路原理图,分析了电路工作原理,提出了常见故障的检测、判断和维修方法,每章的最后还提供了检修流程图以及主要 IC 芯片的实测数据。

全书共由十七章组成。第一章介绍汽车防盗报警系统的技术特点及发展趋势;第二章介绍防盗报警系统中主要元件的性能;第三章介绍汽车遥控防盗报警系统的检修方法及主要独立单元电路的工作原理与检修方法;第四章介绍优利安 UNILRAM 6609E 汽车遥控防盗报警系统;第五章介绍四环 QBJ-868 超级环保型汽车遥控防盗报警系统;第六章介绍铁将军 858-C (steel mate 868A) 遥控起动型防盗报警器;第七章介绍捍将 SG-210AH 汽车防盗报警器;第八章介绍飞豹 LEOP RX-103E 汽车防盗报警器;第九章介绍 PLC DC-3B 汽车防盗报警器;第十章介绍 CODENO.1 汽车防盗报警器;第十一章介绍双貂 SD-168K-I 跳码型 (code hopping) 汽车遥控无线防盗报警器;第十二章介绍铁将军 A838 (QG2288-4) 远程可视双向汽车防盗报警器;第十三章介绍天能 YTQF-168B 液晶显示双向汽车防盗报警器;第十四章介绍捍将 RG-88A (CS) 汽车防盗报警器;第十五章介绍车之宝 YF-202N 液晶显示双向汽车防盗报警器;第十六章介绍防盗报警系统综合检修实例;第十七章介绍防盗报警系统常用集成电路资料。

作者在研究了国内几个普及量较大的产品的性能、故障检查与维修经验的基础上编著此书。本书既适合汽车维修人员阅读使用,也可供广大汽车用户参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车遥控防盗报警系统的技术特点与检修/闫志宽等编著. —北京:机械工业出版社, 2004.2
ISBN 7-111-13860-0

I. 汽… II. 闫… III. 汽车-防盗-系统-检修
IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 003051 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国

责任编辑:张俊红 版式设计:张世琴 责任校对:姚培新

封面设计:饶薇 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·25.25 印张·622 千字

0 001—4 000 册

定价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

前 言

伴随汽车行业的迅猛发展及家庭用车的迅速增长,汽车遥控防盗报警系统的维修可以算是一个新兴的行业。由于汽车遥控防盗报警系统的厂家在设计生产时普遍不公开电路原理图及相关资料,目前市场上专业地介绍这方面的书籍和维修资料都十分奇缺,致使汽车遥控防盗报警系统的巨大维修市场与维修难的矛盾十分突出。为此,我们组织出版了《汽车遥控防盗报警系统的技术特点与检修》这本书,供广大有关维修技术人员参考。

本书剖析了国内市场占有量较大的几个品牌(型号)的汽车遥控防盗报警系统产品,比较详细地介绍了一些具体机型的电路原理和检修方法。本书既可以用来作检修这些型号产品的工具书,又对检修其他品牌(型号)的汽车遥控防盗报警系统有很大的参考帮助作用。

本书中的电路原理图及印制板图均由具有实践工作经验的工程师,根据实物自行测绘整理,是维修汽车遥控防盗报警系统不可多得的宝贵技术资料。

为了贯彻有关国家标准,书中电子元器件的文字符号作了如下代用:

1. 晶体三极管代号原 BG、T、VT、Q、V、P、N,均统一用 V 代用,编号不变。
2. 晶体二极管代号原 D、SD、RD、VD,均统一用 VD 代用,编号不变。
3. 稳压二极管代号原 ZD、Z、DW、D,均统一用 VS 代用,编号不变。
4. 晶体、声表面、滤波器代号原 G、XT、J、JT、X、CJ,均统一用 B 代用,编号不变。
5. 开关代号原 AN、SW、S、K,均统一用 S 代用,编号不变。
6. 可调电阻代号原 W、RP、VR、RV、R、WR,均统一用 R 代用,编号有的可能改变。
7. 电解电容代号原 C、E,均统一用 C 代用,编号有的可能改变。
8. 微调电容代号原 C、CV、VC,均统一用 C 代用,编号有的可能改变。
9. 微调电感代号原 L、VL、LV,均统一用 L 代用,编号有的可能改变。
10. 继电器代号原 K、RY、J、JR、RELAY、JDQ、DJ,均统一用 K 代用,编号不变。

本书在写作过程中参阅了国内一些书刊技术资料,主要是产品说明,感谢马保山、刘新建、吴海洲、张莉、范玉兰、郑谚、刘潇、夏宏伟、李德臣、饶钢、张新生等

IV 汽车遥控防盗报警系统的技术特点与检修

同志提供的相关资料。本书在写作过程中还得到张铁林、刘国华等同志的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,对原产品的剖析和理解尚不够全面、准确,加之时间较紧,对书中的不足和错误之处,竭诚欢迎广大读者和原产品的开发者、设计者批评指正,以便再版时修正。

作 者
2004 年 2 月于北京

目 录

前言

第一章 汽车遥控防盗报警系统

的技术特点及发展趋势 1

第一节 现状及发展趋势 1

第二节 分类 3

第三节 主要功能特点 4

第四节 选购及注意事项 5

第二章 防盗报警系统中主要

元件的性能 6

第一节 电阻器 6

第二节 电容器 11

第三节 电感器 18

第四节 电磁继电器 21

第五节 常用半导体器件 22

第三章 汽车遥控防盗报警系统

的检修方法及主要独立

单元电路的工作原理与

检修方法 30

第一节 汽车遥控防盗报警系统的 检修方法 30

第二节 遥控发射器的工作原理与 检修方法 38

第三节 遥控接收头的工作原理与 检修方法 45

第四节 传感器的工作原理与 检修方法 49

第四章 优利安 UNILRAM - 6609E

汽车遥控防盗报警系统 60

第一节 功能说明 60

第二节 电路工作原理 61

第三节 常见故障检修 71

第四节 实测电压数据 76

第五章 四环 QBJ - 868 超级环保型

汽车遥控防盗系统 79

第一节 功能说明 79

第二节 电路工作原理 80

第三节 常见故障检修 90

第四节 实测电压数据 96

第六章 铁将军 858 - C(steel mate 868A)

遥控起动型汽车防盗

报警系统 98

第一节 功能说明 98

第二节 电路工作原理 99

第三节 常见故障检修 110

第四节 实测电压数据 119

第七章 捍将 SG - 210AH 汽车

防盗报警系统 122

第一节 功能说明 122

第二节 电路工作原理 123

第三节 常见故障检修 135

第四节 实测电压数据 141

第八章 飞豹 LEOP RX - 103E 汽车

防盗报警系统 144

第一节 功能说明 144

第二节 电路工作原理 145

第三节 常见故障检修 155

第四节 实测电压数据 161

VI 汽车遥控防盗报警系统的技术特点与检修

第九章 PLC DC-3B 汽车防盗报

警系统 163

- 第一节 功能说明 163
- 第二节 电路工作原理 164
- 第三节 常见故障检修 173
- 第四节 实测电压数据 179

第十章 CODENO.1 汽车防盗报

警系统 183

- 第一节 功能说明 183
- 第二节 电路工作原理 184
- 第三节 常见故障检修 194
- 第四节 实测电压数据 201

第十一章 双貂 SD-168K-I 跳码型

(code hopping)汽车遥控 无线防盗报警系统 204

- 第一节 功能说明 204
- 第二节 电路工作原理 205
- 第三节 常见故障检修 215
- 第四节 实测电压数据 221

第十二章 铁将军 A838(QG2288-4)

远程可视双向汽车防 盗报警系统 224

- 第一节 功能说明 224
- 第二节 电路工作原理 226
- 第三节 常见故障检修 240
- 第四节 实测电压数据 247

第十三章 天能 YTQF-168B 液晶

显示双向汽车防盗 报警系统 250

- 第一节 功能说明 250
- 第二节 电路工作原理 251
- 第三节 常见故障检修 266

第四节 实测电压数据 273

第十四章 捍将 RG-88A(CS)

汽车防盗报警系统 277

- 第一节 功能说明 277
- 第二节 电路工作原理 278
- 第三节 常见故障检修 288
- 第四节 实测电压数据 294

第十五章 车之宝 YF-202N 液晶显示

双向汽车防盗报警系统 296

- 第一节 功能说明 296
- 第二节 电路工作原理 298
- 第三节 常见故障检修 314
- 第四节 实测电压数据 322

第十六章 防盗报警系统综合

检修实例 326

- 第一节 遥控器系列综合检修实例 326
- 第二节 传感器系列综合检修实例 334
- 第三节 遥控接收组件系列
综合检修实例 339
- 第四节 系统主机系列综合
检修实例 348

第十七章 汽车防盗报警系统常用

集成电路资料汇总 377

- 第一节 数字编/解码电路 377
- 第二节 滚动码编/解码电路 380
- 第三节 PIC16C5X 系列单片机简介 381
- 第四节 P87LPC764 单片机简介 383
- 第五节 CPU 外接存储器
EEPROM 简介 384
- 第六节 单片收发芯片
(NRF401)简介 385
- 第七节 其他常用集成电路 387
- 第八节 汽车中央控制门锁与防
盗系统驱动接口简介 389

第一章 汽车遥控防盗报警系统的 技术特点及发展趋势

第一节 现状及发展趋势

汽车防盗报警器是伴随汽车工业的崛起而诞生的,为了应付整车被盗或车上零部件(如汽车音响、轮胎、蓄电池等)及车内物品的被盗,人们最初普遍使用的是机械式防盗器具,如方向盘锁、排挡锁等,这些器具虽然有效的降低了整车直接驾驶被盗的难度,但对汽车零部件及车内物品的被盗却显得无能为力。其缺点是只防盗不报警,容易被发现和破坏,而优点是价格比较低廉,适合所有车辆使用,并且不需要车辆供电系统的支持,所以目前仍被人们采用。

现在广泛使用的遥控汽车防盗报警器(也称报警系统),是时下最流行而且普及率最高的电子防盗报警系统。该报警器的特点是,所有功能的实现可通过钥匙扣(或其他微型)式无线发射机(习惯称遥控器)遥控操作,在防盗模式下,无论是前机器盖、后备厢或车门被开启,还是车辆被碰撞或拖、吊,或是车窗被打破,或是车内有物体移动,或是用钥匙发动车辆,均会触发报警。

在报警状态,高音警号鸣叫,汽车双蹦灯(危险紧急信号灯)闪亮,以吓阻盗窃者并引起车主及他人的注意。有的还通过专用无线发射和接收装置,提醒车主是不是自己的车辆有关情况,双向报警型系统还可以通过遥控器来查询和显示车辆所处的各种状态。

此外,汽车遥控防盗报警器还具有许多附加功能,如中央门锁控制、声光寻车、遥控起动机、强制熄火等等。汽车遥控防盗报警器也有它的不足之处,如控制距离近,单向型遥控器距离在30~50m,双向型有效距离在300~1000m之间,并且只适合金属棚全封闭型车辆,需车辆本身供电系统的支持。但由于汽车遥控防盗报警器产品成熟、型号众多、价格档次多,所以它是时下电子防盗器中应用最广泛的产品。

现在应用和推广的是GSM(或CDMA)无线通信汽车防盗报警器和GPS全球卫星定位跟踪汽车防盗系统。

GSM汽车防盗器是依托无线通信覆盖网络,通过现有的手机设备控制和获取报警信息。除具有双向汽车防盗报警器的所有功能外,它还可以监听车内的动静,丢车后可以对车辆进行监听定位,一般系统本身具有车载电话功能。GSM汽车防盗报警器基本解决了汽车遥控防盗报警器控制和回传距离近的问题,凭借手机网络传递报警信息,没有距离限制,在GSM网络覆盖区域内,均可以通过手机控制和显示车辆的状态信息。

GSM(或CDMA)汽车防盗报警器功能组成示意图见图1-1,它由车载设备、公网设备(通信部分)、接警控制或监控中心组成。

1. 车载设备 车载设备一般由中央控制单元(CPU)、GSM(或CDMA)手机通信模块、汽车遥控防盗报警器等组成,主要有防盗报警和通话功能。

2 汽车遥控防盗报警系统的技术特点与检修

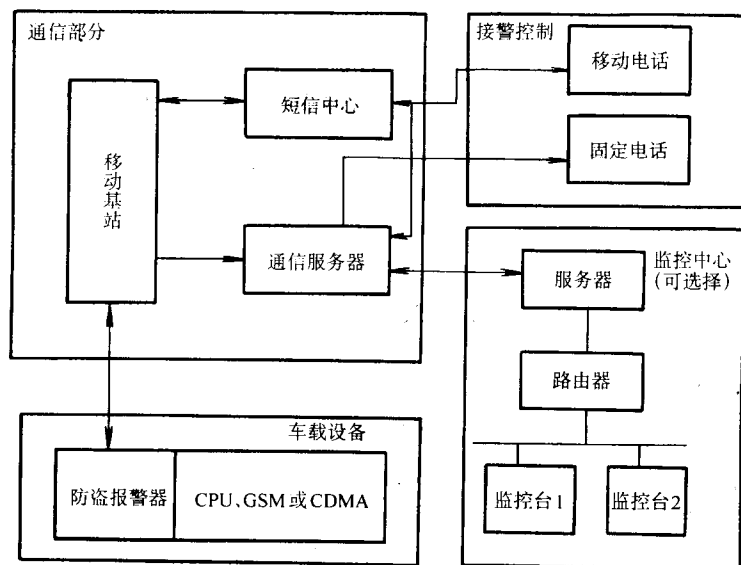


图 1-1 GSM (或 CDMA) 汽车防盗报警器功能组成示意图

2. 公网设备 公网设备就是现有的 GSM (或 CDMA) 通信网络, 主要实现无线数据传输 (语音和短信方式) 功能。

3. 接警控制 接警控制为现有的 GSM (或 CDMA) 手机、固定电话或组建控制中心, 对车载设备进行监视 (听) 或控制。

GPS 汽车防盗器是通过全球卫星定位技术, 通过地面网络 (控制基站) 全面获取报警信息, 监控车辆状态, 控制车辆防盗系统。

GPS 汽车防盗报警器功能组成示意图见图 1-2, 它由车载终端、无线数据链路和监控中心组成。

1. 车载终端设备 车载终端一般由中央控制单元 (CPU)、显示单元 (可选)、GPS、GPS 天线、GSM (或其他通信模块)、防盗报警器等组成, 主要有通话、防盗报警、追踪、定位、信息导航、车辆调度等功能。车载 PC 终端机还具有电子地图、菜单指令、交互式信息点播、娱乐、日常事物处理等各种功能。

2. 无线数据链路 无线数据链路是指无线数据传输 (网络途径) 设备。现在使用的公网设备主要有 GSM (或 CDMA) 无线通信网, 或 CDPD 无线数据公网, 或使用其他专用通信信道。

3. 监控中心 监控中心主要由前端接入设备、业务处理终端、监控终端机等组成, 此外需要专用的数据库、电子地图及各种服务需求的应用软件。

监控中心主要功能是实现报警监控、车辆调度、信息查询或一些其他方面的服务。

GSM、GPS 汽车防盗报警器具有诸多的优点和功能, 但由于价格昂贵, 使用时需支付一些其他费用 (GSM 需支付通信费用, GPS 需支付通信和服务费用), 故其普及应用还有待时日。

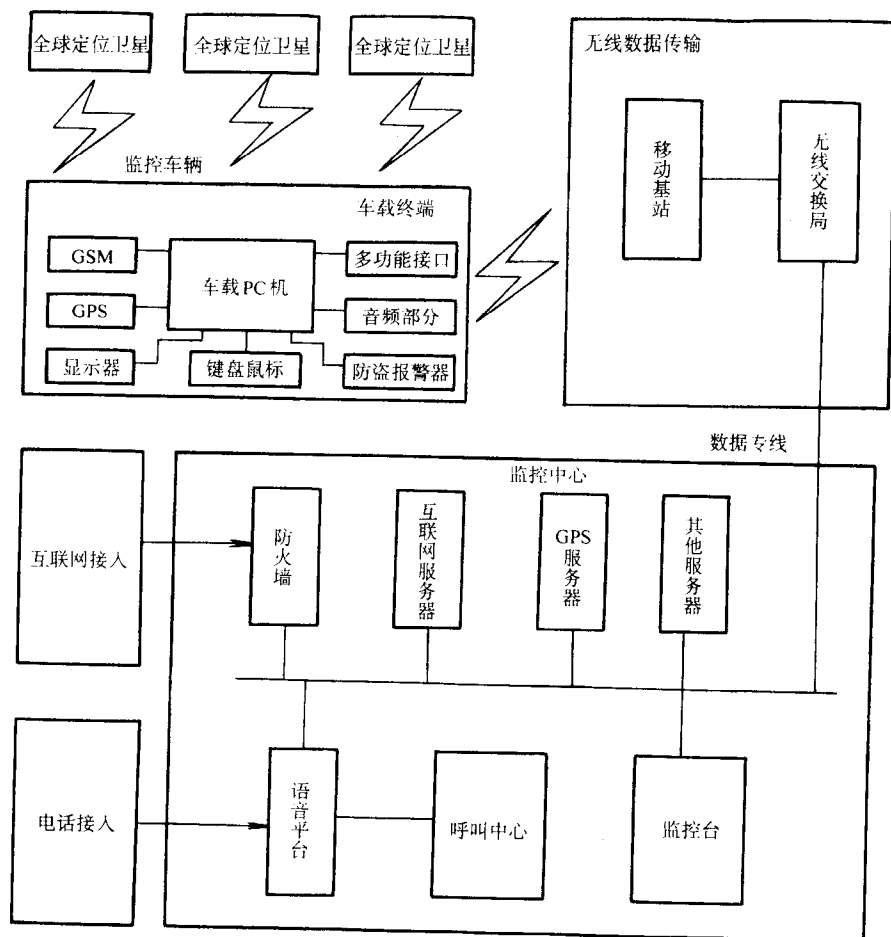


图 1-2 GPS 汽车防盗报警器功能组成示意图

第二节 分 类

现在汽车遥控防盗报警系统按加密钥匙量的加密方式分，主要有固定编码和滚动码（跳码）加密技术两大类。

1. 固定码加密技术的特点 固定码（FIX CODE）加密无线遥控识别技术是采用专用的编/解码芯片，通过改变编码芯片和（与之配对使用的解码芯片）地址位的不同状态，即将地址位通过选择悬空、接地、接电源正（三态编码芯片）的不同组合，来获得钥匙量，只有编码芯片的地址位与解码芯片的地址位的状态一致，解码芯片才能有输出。

发射和接收的多位地址数据密码是确认用户合法性的关键，由于地址码靠芯片使用厂家手工编制固定，多位地址数据密码在今后使用中是固定不变的密码数据。为了提高系统的安全性能，一般采取增大地址位的位数或提高组和变量的方法。固定码芯片的编码地址位一般有 6~18 位，编码变量最大为四种状态。汽车遥控防盗报警器通常使用的是 18 脚封装的 8 地址位三态编/解码芯片，如 VD5026/27、AX5326/27、PT2262/72 等。

2. 滚动码加密技术的特点 滚动码（KEELOG CODE）又称跳码技术，是采用一种非

4 汽车遥控防盗报警系统的技术特点与检修

线性加密算法对原代码进行随机加密，从而产生长度为 66 位的高保密度的密码控制信号（典型应用于提供 4 路数据三态（瞬态、锁存、双稳态）信号），并且每次所发射传输的密码都是唯一的，不重复。系统具有钥匙学习记忆功能，若遥控器丢失，系统可以重新学习新的遥控器，而原来的遥控器即被擦除，即使他人使用原来的遥控器，系统也会拒绝读取。

滚动码解码电路由微处理器（单片机、CPU）和外接电可擦存储器（EEPROM）及相应的软件程序组成。常用的滚动码编码芯片有 HCS200、HCS301、RT1760 等。

3. 两种加密技术的比较 固定编码技术虽然密钥量小（密码长度仅 6~18 位），保密性差，应用电路相对复杂（需手工编地址码），但在使用中一般不需要软件和烧写工具的支持。滚动码技术电路简洁、应用灵活、密钥量大、不易破译、保密性好，但使用时需要系统软件的支持，需使用烧写设备，有时易发生丢码（遥控器失灵）现象。两种加密技术的对照见表 1-1。

表 1-1 两种加密技术的对照

种 类	固定码（以 PT2262 为例）	滚动码（以 HCS301 为例）
编码方法	手工操作	编程器写入
解码方法	手工操作	CPU 软件解码
密钥匙量	少（三态应用时仅 6 千多个组合）	多（6 万亿个组合）
密码特点	密码在使用中固定不变，每次发射的密码都是相同的	自动变换密码，非线性，每次发射的密码是不重复的
学习、删除遥控器功能	无，遥控器遗失后，另配遥控器时，须拆卸主机，变更密码，不能杜绝遗失的遥控器被非法使用的可能性	有，可防止遗失的遥控器被非法使用
安全保密性	差，密码有可能被空中无线扫描截取或非法破译，容易复制	高，有抗扫描和防破译功能，不易复制
电源自动关闭功能	无	有，按键被连续按住 25s 以上，自动关闭电源，停止工作，可以防止因错误按键或按键损坏而造成电池电量耗尽
电池电量不足显示	无	有，LED 提示
发射状态显示驱动	无，需外接电路	有，芯片直接驱动
应用电路特点	较复杂，按键输入需外接二极管、电阻阵列电路	简洁，除按键开关外不需要其他元件
微功耗设计	是	是
维修灵活性	灵活，市售芯片或不同产品中的芯片均可以直接使用	差，市售芯片不可以直接使用，不同厂家的成品芯片也不能互换使用

第三节 主要功能特点

汽车遥控防盗报警器是从固定编/解码芯片和滚动码（跳码）芯片技术的应用而迅速发展起来的，随着单片机技术的发展，汽车防盗报警器已经从最初的单一切断汽车点火操作或鸣叫告警功能，发展成现在的遥控操作、多附加功能的汽车附加产品。

由于各种控制功能的实现依靠单片机程序，使得多种控制功能变得易如反掌，而且电路并不复杂，加之在电路板工艺结构方面，表面安装工艺（SMT）的广泛采用使得防盗系统的体积更小，稳定性更强。总之，遥控操作、单片机程控、功能多、体积小是现在汽车防盗

系统的显著特点。

现代汽车遥控防盗系统的使用功能均由随身携带的钥匙扣式发射机(遥控器)遥控操作,控制距离一般为30~50m,有的甚至更远。现代汽车遥控防盗系统一般包括以下功能:有声防盗设定,静音防盗设定,声光寻车,自动防盗,二次防盗,状态记忆,报警暂停,中央门锁控制,车门未关提示,防抢(反劫持),紧急呼救,开门报警,点火报警,振动报警,车内有物体移动报警,开启前机盖和行李箱报警等功能,这些已经是现代汽车遥控防盗系统的基本功能。有些防盗系统还具有振动记录,行车自动落锁,遥控调整灵敏度,双向报警提示等诸多功能。

现在,人们已经将无线通信技术(GSM、CDMA)、卫星定位技术(GPS)应用于汽车防盗报警器中,使汽车防盗报警系统不仅具有普通汽车遥控防盗报警器的所有功能,而且还具有车载移动电话、电子地图等诸多功能,在遥控操作上几乎不受控制距离的约束。

第四节 选购及注意事项

普通型汽车遥控防盗报警器的价格已经降到200~300元/套,双向液晶显示型也不超过700~1000元/每套。就目前汽车防盗报警的性价比而言,汽车遥控防盗报警器由于价格低廉,产品成熟,是人们的首选,无论在现实生活中,还是影视场景中,我们所见到的多属于此类产品。

选购时除了挑选自己喜欢的遥控器的颜色、款式外,还应选择售后服务有保障的产品,购买时厂家或经销商要有不少于一年的保修期承诺。

此外,应首选跳码型产品。一般情况下,连续按住遥控器某一个功能键在30s左右,如遥控器停止工作(遥控器上的发射指示灯熄灭),则本防盗器为跳码型,否则为固定编码型。

GSM(或CDMA)无线通信手机报警器和卫星定位(GPS)网络汽车防盗报警器,是近两年才出现的将无线通信技术和卫星定位技术应用于汽车防盗报警器的产品。

GSM(或CDMA)无线通信手机报警器具有汽车遥控报警器的所有功能,又基本实现了不受距离限制的双向报警控制功能,可以使用车载电话,也可以监听车内动静等。无线通信手机报警器就像是为汽车专门配置了一部手机,使用过程中需装入SIM卡,和使用手机一样,交纳通信费用才能正常使用。

选购无线通信手机报警器除了考虑价格问题(一般在3000~7000元)外,平时使用还得支付通信费用。无线通信手机报警器目前较多安装在中高档轿车上。

GPS汽车防盗报警器除具有无线通信手机报警器的功能特点外,还具有卫星定位、车载电子地图、信息服务等诸多功能。GPS汽车防盗报警器是通过地面基站(服务中心)对车辆进行跟踪控制。目前GPS汽车防盗报警器的安装价格在7000~8000元,此外在使用中还需每月支付50~300元的服务费用。

GPS汽车防盗报警器目前用在有特殊需要的车辆上(如运钞车和高档出租车)或高档轿车上。

随着产品成本的降低,在不远的将来,汽车防盗报警系统必将是集无线通信、卫星定位、电子地图、信息服务、日常事物处理、娱乐等多附加功能于一体的立体网络监护的汽车安防系统。

第二章 防盗报警系统中主要元件[⊖]的性能

第一节 电 阻 器

电阻器是防盗报警系统中常用的元件之一，也是基础元件，所以应该学习和掌握其有关技术参数。

电阻器有固定电阻器、电位器、热敏电阻器和压敏电阻器等。

(一) 电阻器的种类

1. 固定电阻器 固定电阻器按电阻体材料划分，有薄膜电阻器、线绕电阻器和实心电阻器。在防盗器中，主要使用的是金属膜和薄膜电阻器。

薄膜电阻器是将具有一定电阻率的材料蒸镀在绝缘材料表面制成的，如果是将结晶碳蒸镀在陶瓷骨架上，叫碳膜电阻器；如果是用真空蒸发的方法将合金材料蒸镀在陶瓷骨架上制成的，叫金属膜电阻器，其外表涂有红漆或棕漆。

碳膜电阻器具有电压稳定性好、价格便宜等优点，广泛用于各种电子设备中。它的额定功率小，一般为 $1/16 \sim 2\text{W}$ 。碳膜电阻器的型号中有 RT 标志，其阻值和误差常用数字或色环、色点直接标在外表面上。

金属膜电阻器具有工作频率范围宽、噪声小、精度高、热稳定性好、耐高温、体积小（在相同额定功率下，其体积比碳膜电阻器体积小一半）等优点，常用于前级放大、高频电路及高精度要求的地方。金属膜电阻器的型号中有 RJ 标志，其阻值及精度等级也在其外表面上。

2. 电位器 它是一个可变电阻器。电位器按使用材料分，有碳膜电位器和线绕电位器；按阻值划分，有线性的（用 X 表示）、指数的（用 Z 表示）和对数的（用 D 表示）；按结构分，有旋转式和直滑式的；按体积分，有大、小和微型电位器。

电位器有三个引出端，如图 2-1a 所示，两个固定端（A、C 端）和一个滑动端（B 端）。调节电位器时，滑动端内接触簧片在碳膜电阻片滑动，则 A、B 两端与 B、C 两端间的阻值会随之改变，但 A、C 两端阻值不变。电位器用 RP 表示，其图形符号如图 2-1b 所示。

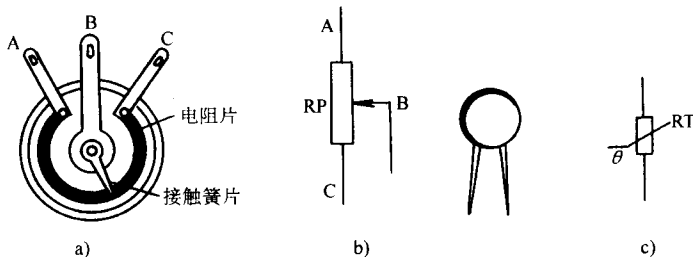


图 2-1 各种电阻器的外形、结构及符号

[⊖] 电子电路中往往将电阻、电容等称为元件，而将二极管、晶体管等称为器件，统称为元器件，为省略，本书统一采用元件。

3. 热敏电阻器 热敏电阻器是一种阻值随温度变化而改变的电阻器。它分为正温度系数和负温度系数热敏电阻两种。正温度系数热敏电阻的阻值随温度升高而减小。在电路中，常用负温度系数热敏电阻来稳定晶体三极管的静态工作点，使其减少受温度变化的影响。负温度系数热敏电阻外形及符号如图 2-1c 所示，常用 R_T 表示。

4. 压敏电阻器 压敏电阻器是一种对电压值很敏感的元件，当加至它两端的电压超过标称值后，其阻值会急剧下降，流过它的电流会猛增，压敏电阻器的伏安特性如图 2-2a 所示，其符号如图 2-2b 所示，代号为 RV。从其伏安特性可以看出，它具有良好的对称性，其特点类似稳压二极管的反向特点， U_0 是它的标称值， I_0 约为 1mA。

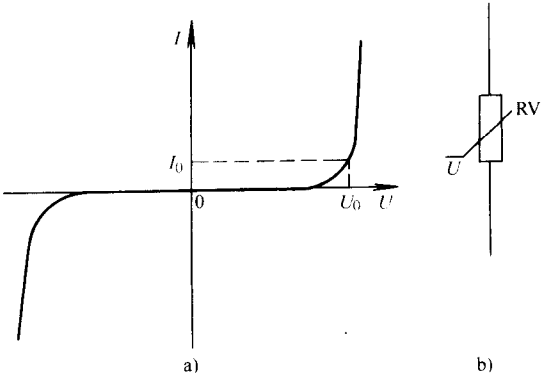


图 2-2 压敏电阻器的伏安特性及符号

在电子电路中，常用压敏电阻器作为一种过电压保护元件，它具有响应速度快、抗流能力强等优点。但它也有不足之处，例如，容易发热形成恶性循环损坏，多次高压冲击后特性变差，漏电流较大等。

(二) 电阻器的主要技术参数

1. 标称阻值 在电阻器表面所标的阻值叫标称阻值。常见的阻值标注方法有三种：一是直标法，即将阻值用数字加单位 (Ω 、 $k\Omega$ 、 $M\Omega$) 直接标在电阻器上，例如 $150k\Omega$ 等；第二种是文字符号法，它是将数字与阻值单位的符号按一定规律组合起来表示阻值大小，例如： $3.3k$ 用 $3k3$ 标注， 5.9Ω 用 $5\Omega 9$ 标注， $0.59k$ 用 590Ω 标注， $100k\Omega$ 用 $100k$ 标注；第三种是色标法，它是用颜色表示阻值的大小，表 2-1 是色环或色点标注规则，图 2-3 是常用色标电阻器的标记实例。

表 2-1 色环标注法

颜色	银	金	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	无
有效数字	—	—	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	—
乘数	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	—
允许误差 (%)	± 10	± 5	—	± 1	± 2	—	—	± 0.5	± 0.2	± 0.1	—	$\pm \frac{5}{20}$	± 20
工作电压/V	—	—	4	6.3	10	16	25	32	40	50	63	—	—

注：色环标注法即色标法，此法也适用于一些电容器的标注，其中工作电压的颜色标志仅用于电解电容器，同时色点标在正极处。

2. 阻值误差 阻值误差也称阻值偏差，它等于电阻实际值与标称值之差除以标称值所得的百分数。电阻器的允许误差分三个等级：Ⅰ级为 $\pm 5\%$ ，Ⅱ级为 $\pm 10\%$ ，Ⅲ级为 $\pm 20\%$ 。例如，某电阻器外表面标有 $33k\Omega$ 阻值和 $\pm 10\%$ 误差，则表示该电阻器实际阻值应在 $(33 \pm 33 \times 10\%) k\Omega$ 范围内，即在 $29.7 \sim 36.3k\Omega$ 之间。

3. 额定功率 当电流流过电阻器时，就会消耗电能而产生热量。电阻器是一个耗能元件，它所能承受的热是有限度的，如果流过电阻器的电流过大，使电阻器所受电功率大于它

8 汽车遥控防盗报警系统的技术特点与检修

所能承受的功率时, 电阻器就会烧毁。电阻器的额定功率就是在规定的温度条件下, 电阻器长时间工作时所允许承受的最大电功率, 其单位为瓦 (用 W 表示)。图 2-4 给出了标志电阻器额定功率的图形符号。

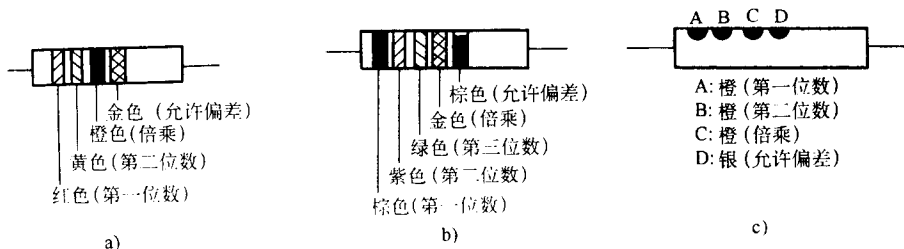


图 2-3 几种电阻器的色环标注

a) 24kΩ, 误差 ±5% b) 17.5Ω, 误差 ±1% c) 33kΩ, 误差 ±1%

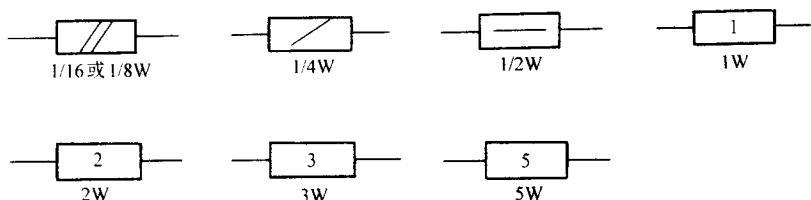


图 2-4 电阻器额定功率的图形符号

(三) 电阻器在电路中的作用

电阻器在电路中用来限制电流、降低电压、分配电流、分配电压, 可以与电容器组成电源退耦电路、低通滤波器、高通滤波器、也可以与电容器或电感器组成移相电路, 还可以给晶体管等元件提供必要的工作条件 (提供电压或电流)。在电路中, 电阻器之间可以进行串联或并联, 并遵守下述定律。

1. 欧姆定律 在直流或交流电路中, 电阻器的阻值、电阻器两端的电压值 (直流电压值, 交流电压有效值或交流电压瞬时值) 及流过电阻器的电流值 (直流电流值, 交流电流有效值或交流电流瞬时值) 之间符合欧姆定律。即

$$U = I \cdot R \quad \text{或} \quad u = i \cdot R$$

式中, U 表示直流电压或交流电压有效值, I 表示直流电流或交流电流有效值, u 表示交流电压瞬时值, i 表示交流电流瞬时值。电压的单位为伏特 (用 V 表示), 电流的单位为安培 (用 A 表示), 电阻的单位为欧姆 (用 Ω 表示)。电压的单位还有毫伏 (mV) 和千伏 (kV), $1V = 1000mV$, $1kV = 1000V$; 电流的单位还有毫安 (mA) 和微安 (μA) 等, $1A = 1000mA$, $1mA = 1000\mu A$; 电阻的单位还有千欧 (kΩ) 和兆欧 (MΩ) 等, $1k\Omega = 1000\Omega$, $1M\Omega = 1000k\Omega$ 。

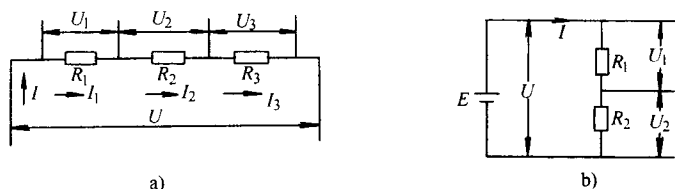


图 2-5 电阻串联电路与分压电路

2. 电阻的串联电路 电阻的串联电路如图 2-5a 所示, 在电阻串联电路中, 下述关系

式成立

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \quad (\text{总电压等于各电阻上电压的和})$$

$$I = I_1 = I_2 = I_3 \quad (\text{总电流等于流过各电阻的电流})$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad (\text{总电阻等于所有串联电阻的和})$$

电阻器有分压的作用, 如将两个电阻串联后接至电源 (见图 2-5b), 则各电阻上的电压可由下式获得

$$U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

3. 电阻的并联电路 电阻的并联电路如图 2-6a 所示, 在电阻并联电路中, 下述关系成立

$$U = U_1 = U_2 = U_3 \quad (\text{总电压等于各电阻上的电压})$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (\text{总电流等于流过各电阻的电流和})$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (\text{总电阻的倒数等于各电阻的倒数和})$$

电阻器有分流的作用, 如将两个电阻并联后送入电流 (见图 2-6b), 则流过电阻的电流可由下式获得

$$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

4. 电阻器的电功和电功率 电流流过电阻器就会将电能转化为热能而做功, 叫电功, 它等于电阻消耗的电能。电功或电能可用字母 W 表示, 单位为焦耳 (用 J 表示)。

电功率是单位时间里做功的大小。它反映了电能转换为其他形式

能的变化速率, 也就是反映了用电设备的做功能力。电功率用字母 P 表示, 它等于电压与电流的乘积。利用欧姆定律可得到以下各表达式

$$P = \frac{W}{t} \quad P = UI \quad P = I^2 R \quad P = \frac{U^2}{R}$$

式中, U 可以是直流电压值或交流电压有效值, I 可以是直流电流值或交流电流有效值; 功率的单位为瓦特 (W)、毫瓦 (mW) 和千瓦 (kW), $1\text{kW} = 1000\text{W}$, $1\text{W} = 1000\text{mW}$ 。

(四) 电阻器的测量方法

1. 电阻器的测量 利用万用表的电阻档, 可以方便地测量出电阻器的阻值, 测量时应注意以下几点。

(1) 测量前应检查万用表表针是否指在零点, 即表盘刻度左边的边界处, 如果不是, 应用螺钉旋具调万用表表头的零点调节旋扭。

(2) 测量前或更换电阻档后, 应重调欧姆零, 即将两支表笔短接后, 调欧姆电位器, 使表针指在表盘电阻刻度的右边界处。

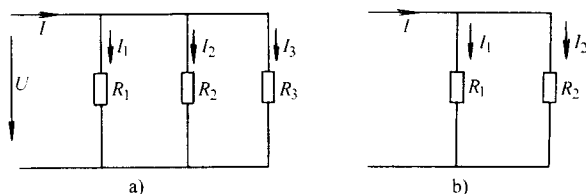


图 2-6 电阻并联电路与分流电路

10 汽车遥控防盗报警系统的技术特点与检修

(3) 为使测量的准确度高, 万用表的档位选择要合适, 应能保证万用表指针偏转超过表盘的一半多点。读阻值时, 应目光直视表针与刻度数, 对于有后镜的万用表, 应以表针和镜中的表针影像重合的视角为最佳读数状态。

(4) 用万用表测量高阻值 (约几千 $k\Omega$ 以上) 电阻器时, 不要用两只手同时接触表笔两端或电阻器两个引脚, 否则会将人体电阻与被测电阻并联, 导致测量不准确。

(5) 在测量在路电阻器时, 应把电阻器的一个引出脚与电路板断开, 以免由于电路中其他元件的并联影响使测量不准确, 更能防止电路板中的电流损坏万用表。

2. 电位器的测量 应先测其标称值, 即测量电位器两固定端 (如图 2-1b) 间的阻值, 然后再分别测量滑动端与固定端之间随电位器调节时的阻值变化情况。阻值变化应平稳无跳变。

3. 热敏电阻器的测量 可以在常温下测量它的标称阻值, 然后给热敏电阻加热 (例如靠近加热的电烙铁) 测量。正温度系数热敏电阻器加热后测得阻值应明显增大, 负温度系数热敏电阻器加温后测得的阻值应明显减小。

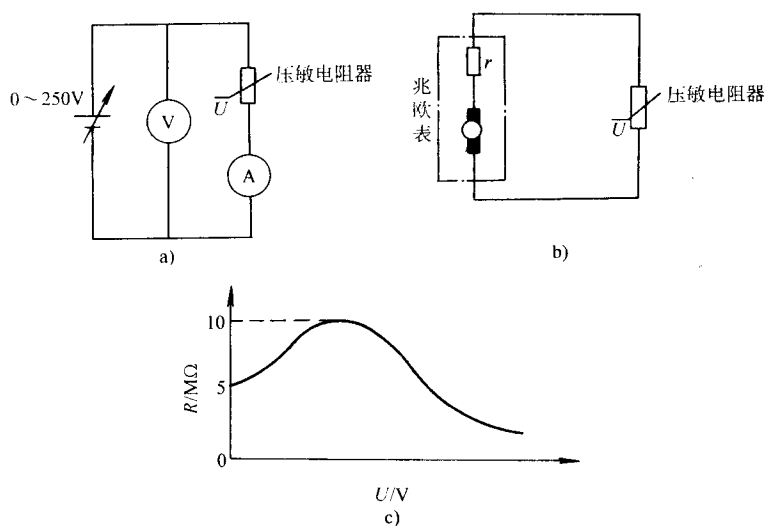


图 2-7 压敏电阻器的测量

4. 压敏电阻器的测量 将压敏电阻器与一块大电流表 (如 5A) 串接后, 接到一个电压可调的 250V 直流电压源两端, 如图 2-7a 所示。根据热敏电阻的标称电压值 (例如 220V), 从低于标称电压值的电压开始缓慢增加, 并监视电流表和电压表的读数。当电流表读数刚开始急剧增加时, 这时的电压值就是该压敏电阻器的实际标称电压值, 应与所给的标称电压一样或很接近。如果测得的标称电压值与给定的标称电压值相差较大, 则该热敏电阻已损坏。

如果有 250V 兆欧表, 用它测量压敏电阻效果更好。根据兆欧表测量原理图 2-7b, 由于兆欧表的内阻较大, 它的输出电压 (即加至压敏电阻器两端的电压) 是随着摇速 v 的加快而逐渐升高的, 兆欧表的指示应从 $5M\Omega$ 左右逐渐增加, 当摇速达到某一个值时, 兆欧表的指示值不再增加, 而且会随着摇速的增加而急剧减小, 如图 2-7c 所示。如果测量中, 兆欧表指示值的变化情况与上述不符, 则说明该压敏电阻器已损坏。