

美的家用内销空调售后培训教材

主控板电路原理篇

二00九年九月十八日

1、电路原理图

2、器件作用及工作原理

TRAN 变压器：将220V电压转换为较低的安全电源电压，目前美的家内销空调用的变压器型号主要有：

分体机：TF2-G55-1F、TF2-G80-1F、TF2-G60+A30-1F等；

柜机：TT2-G35-1F、TT2-G55-1F、TT2-G80-1F、TT2-G90+I50-1F等；

D1-D4整流二极管：主要型号为1N4007，反向耐压值为1000V，正向安全电流1A；

E1, E2 电解电容：位于整流电路后端，主要起滤波稳压作用，主要参数有额定电压和容值，电解电容的电压要降额设计，一般降额50-70%；

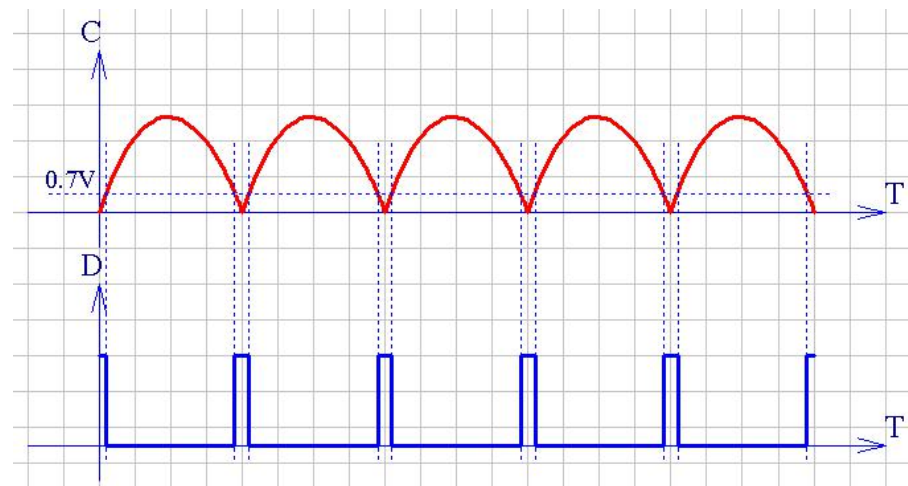
C1, C2 旁路电容：隔直通交，主要起滤去高频干扰信号的作用，提高电源的干净度；

PTC1 热敏电阻：正温度系数型热敏元件，当温度升高时，其内阻增大，用于变压器输入端，防止主控板电源出现短路或变压器输入端电源错误烧毁变压器；

IC1 7812或7805 三端稳压片：主要是用来降压、稳压用，输入与输出端一般需要2V压差。

二、过零检测电路

1、电路原理图：



2、器件作用及工作原理

A、B接变压器次级输出端，经D19与D20的半波整流，并经三极管开断控制后在ZERO端输出一个方波，作为PG电机驱动导通角判断用，用来调节电机转速，波形如上图示。

D19、D20 整流二极管：型号1N4007，将A、B端的交流信号进行半波整流；

R39，R40，R41 电阻：取值12K，主要给三极管Q8进行限流降噪；

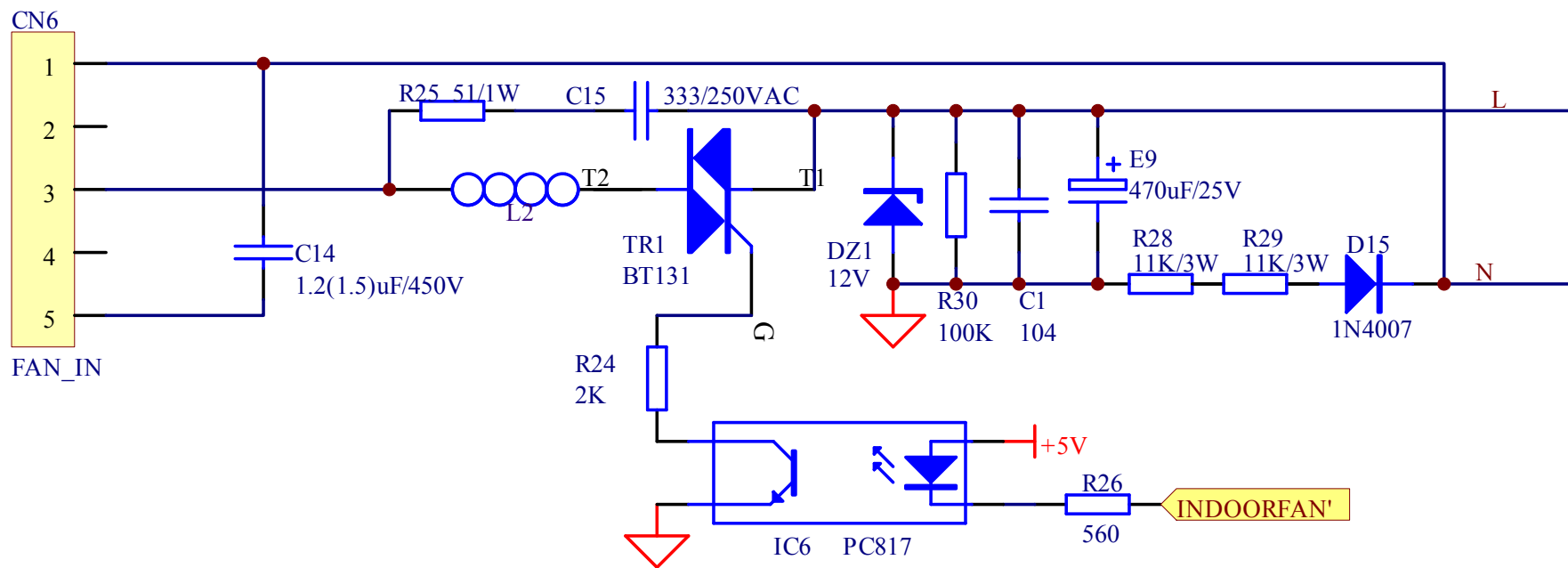
R42 限流电阻：取值10K，对三极管Q8的集电极限流；防止Q8因集电极电流过大导致烧坏；

C21，C22 旁路电容：C21取104、C22取102，隔直通交，主要起滤去高频干扰信号的作用，提高信号的洁净度；

Q1 三极管：型号8050，处于饱和和截止两种状态，开关作用，使ZERO端输出一个方波。

三、风机驱动电路

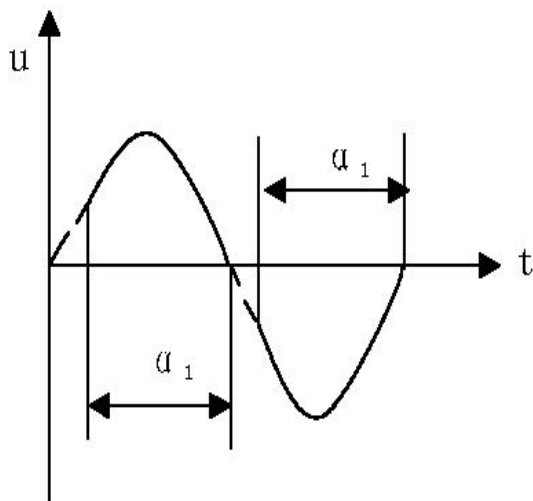
1、电路原理图：



2、器件作用及工作原理

电网交流电源经过电阻降压，通过稳压管稳压，获得12V直流电压，主控芯片通过光耦PC817与强电隔离，控制可控硅BT131导通与截至。

三、风机驱动电路



(图二)

可控硅调速是用改变可控硅导通角的方法来改变电动机端电压的波形，从而改变电动机端电压的有效值，达到调速的目的。电压零点由过零检测电路实现。

当可控硅导通角 $\alpha_1=180^\circ$ 时，电动机端电压波形为正弦波，即全导通状态；当可控硅导通角 $\alpha_1 < 180^\circ$ 时，电动机端电压波形如图实线所示，即非全导通状态，有效值减小； α_1 越小，导通状态越少，则电压有效值越小，所产生的磁场越小，则电机的转速越低。由以上的分析可知，可控硅调速时电机转速可连续调节，但这时电动机电压和电流波形不连续，波形差，故电动机的噪音大，并带来干扰。故在电路设计时，需考虑这方面的问题，应有适当的滤波电路。

当电网电压波动时，若电压升高，则可减少可控硅的导通角；若电压降低，则可增加可控硅的导通角，以稳定风机输入电压，达到稳定风速作用。增加或减少的幅度由芯片内部软件的算法决定。

三、风机驱动电路



D15、R28、R29、E9、DZ1、R30、C1组成降压电路，获得相对电压12V；

R25、C15组成滤波电路，解决可控硅导通与截止对电网的干扰，通过EMI测试；同时防止可控硅两端电压突变，造成无门极信号误导通。

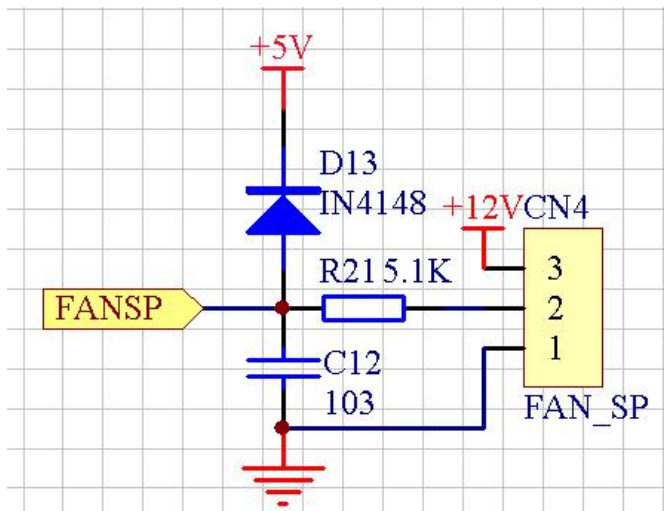
L2为扼流线圈，防止可控硅回路中电流突变，对TR1进行保护；电感L2需放置在TR1后面。如果L2放置在TR1前端，由于电感L2为储能元件，在TR1关断和导通过程中，对R24形成冲击，尖峰电压接近50V，R24容易损坏。该点为市场质量反馈发现的问题。

C14为风机启动电容。

TR1选用1A双向可控硅BT131。

四、风机速度反馈电路

1、电路原理图：

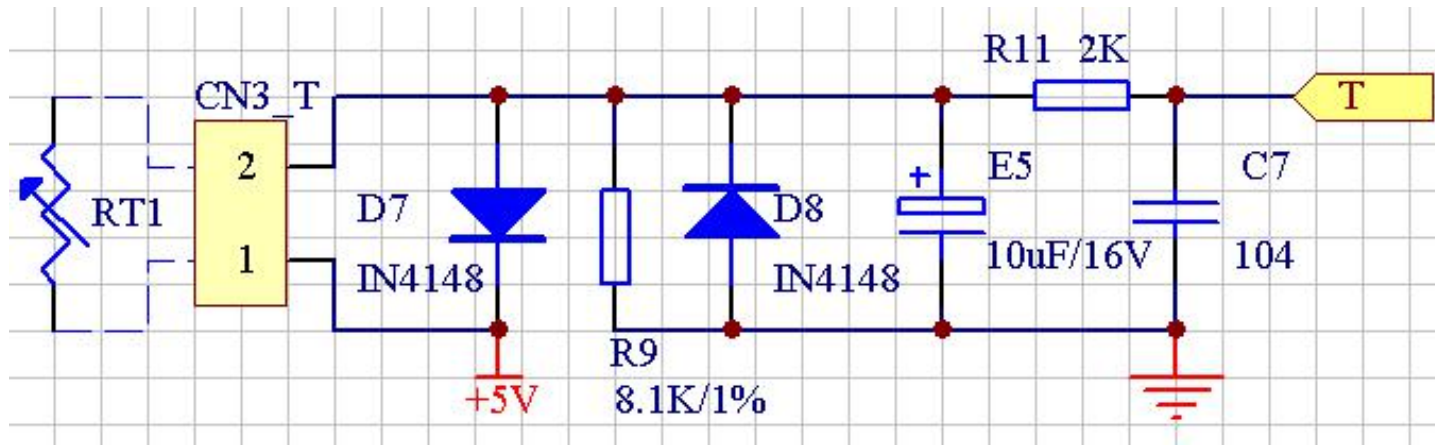


2、器件作用及工作原理

+12V电源提供给电机内置风速检测电路使用，目前我司常用的风机每转一周，输出1个脉冲方波，风机内置风速检测电路输出波形通过一个限流电阻后，再通过103瓷片电容滤波，二极管1N4148钳位，保证输入芯片脚的电压低于芯片的安全工作电压（风机不转时芯片反馈电压在5.5V左右）。芯片通过对输入脉冲方波频率的检测，来判断风机的转速。若转速低于目标转速，则加大可控硅导通角，提高风机电压的有效值，使风机转速增大；转速高于目标转速，则减小可控硅导通角，降低风机电压的有效值，使风机转速变低。

五、温度采样及处理电路

1、电路原理图：



2、器件作用及工作原理

温度传感器RT1，为负温度系数热敏电阻，温度升高，阻值降低，在25°C时，对应阻值为10K。RT1与电阻R9形成分压，则T端电压为： $5 \cdot R9 / (RT1 + R9)$ ，温度传感器RT1的电阻值随外界温度的变化而变化，T端的电压相应变化。

RT1在不同的温度有相应的阻值，对应T端有相应的电压值，外界温度与T端电压形成一一对应的关系，将此对应关系制成表格，写进程序里，单片机通过A/D采样端口采集信号，根据不同的A/D值判断外界温度。

六、电流采样及处理电路



1、电路原理图：

2、器件作用及工作原理

CT1电流互感器，实际是一个线性变压器，其输入电流（被检测电流）与输出电流跟它的内部线圈匝数成正比关系（均为交流电流量）。CT1输出的电流在R6电阻上产生交流压降，该电压经D10开关二极管整流后变成直流电压V1，V1在R14与R13之间分压，E6电解电容将R13电阻两端的电压V2稳压后送入芯片的A/D口进行处理。

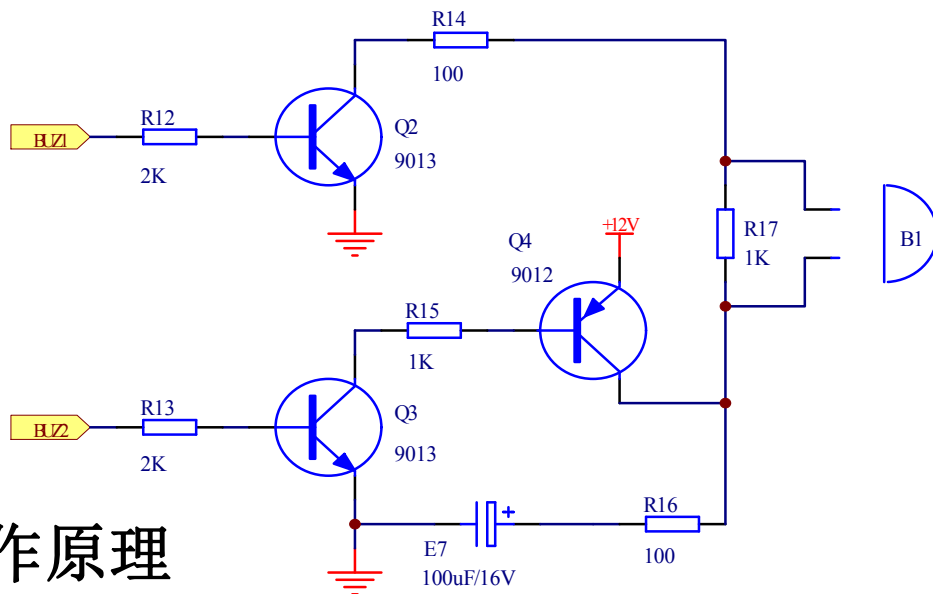
芯片A/D口的电压值计算方法如下：

$$V2=R13/(R13+R14)*V1=R13/(R13+R14)*(0.707*R6*I/C-0.5)$$

钳位二极管D9目的是确保输入到芯片口的模拟量不大于5V，以保证芯片的工作可靠性；电阻R12和电容C8滤除输入量的高频成分，减小其对MCU的影响。

七、音乐蜂鸣器驱动电路

1、电路原理图：

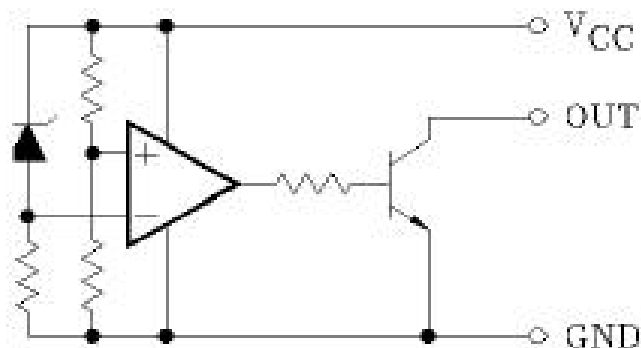


2、器件作用及工作原理

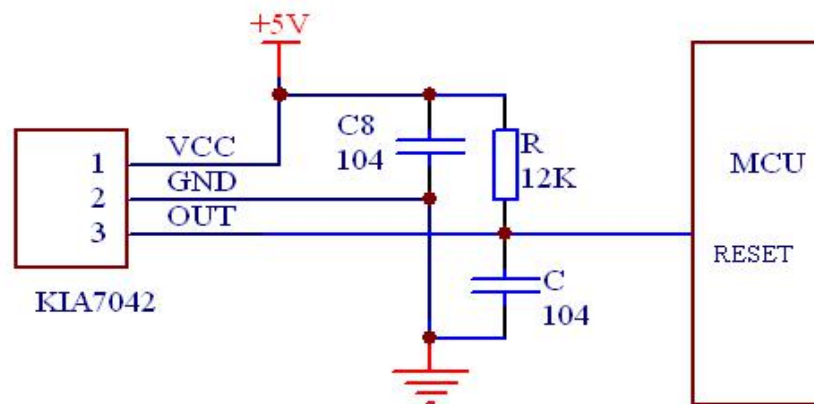
BUZ1、BUZ2两端口均接单片机的I/O口或单片机的蜂鸣器驱动口。BUZ1端口在本电路中简称“高频口”（相对BUZ2而言），其脉冲电压频率一般为几KHz，具体频率依蜂鸣器需发出的音乐声来调整；BUZ2端口简称“低频口”，其电压周期相对较长一些，一般为数十ms至数百ms。工作时，两端口输出电压脉冲驱动三极管Q2和Q3，当BUZ2端口出现高电平时，三极管Q3导通，+12V电压经Q4三极管给蜂鸣器提供工作电压，同时为电容E7充电；BUZ2端口电平变低时，Q3和Q4三极管均截止，+12V电压被隔离，此时已充满电的电容E7放电，为蜂鸣器工作提供能量。蜂鸣器的工作状态直接由三极管Q2决定，当BUZ1端口出现高电平时，三极管Q2导通，蜂鸣器工作，BUZ1端口电平变低时，Q2三极管截止，蜂鸣器停止工作。蜂鸣器的通电频率与内部的谐振频率（固定）相互作用就产生我们所需的音乐声。

八、常用复位电路介绍

1、7042专用复位芯片复位电路：



7042复位芯片内部电路图



7042复位芯片在空调主控板上的应用电路图

系统上电或系统电源电压跌落到某一规定值时，复位芯片输出一个低电平复位信号，使MCU在电源电压低于某一规定值时处于复位状态，当电源电压达到规定值以上时，复位芯片输出将变为高阻状态，此时，电源通过R对C充电；当电压升高到一定值时（各种MCU有些差异）MCU正常工作。

由于MCU对复位信号的持续时间有要求，复位信号必须大于10μs才可使MCU复位，所以在KIA7042的OUT输出端接入一R、C延时电路，延时时间t计算方法为：

$t=RC \times \ln[1/(1-V_{th}/V_{in})]$ 式中Vth是MCU的复位信号电平值，一般为0~0.1V。我们公司通常取R为12KΩ，C为0.1-0.47μf，则：

$$t=12 \times 10^3 \times (0.1-0.47) \times 10^{-6} \times \ln[1/(1-0.1/5)] \approx 20-100\mu s$$

八、常用复位电路介绍



2、自行设计的复位电路：

此电路电源下降到4.0V以下时，R6分压小于0.6V，Q1截止，RESET输出低电平，系统复位。上电时，电源必须上升到4.0V以上时，系统的复位信号才消失。

此电路在设计时要考虑环境变化对三极管的影响。三极管Q1在低温下会产生漂移，BE极导通电压增大。故此电路需在高、低温环境，常温常湿环境、高湿度环境下均测试满足要求，方能使用。

3、RC与MCU内部复位结合的复位电路：

现在越来越多的MCU内部集成了低电压复位功能。当使用这种单片机时，可采用外部RC硬件复位，内部设置低电压复位。单独的外部RC复位并不可靠，必须结合单片机内部寄存器设置。

RC复位电路如图所示，工作原理如下：

当上电或+5V电源上升时，电源通过R38电阻充电。使用E4正极端的电压上升并稳定在+5V，因此MCU处于正常工作状态，当MCU电源电压掉电或+5V跌落时，E4的端电压便通过D1快速放电，故MCU便能立即复位。

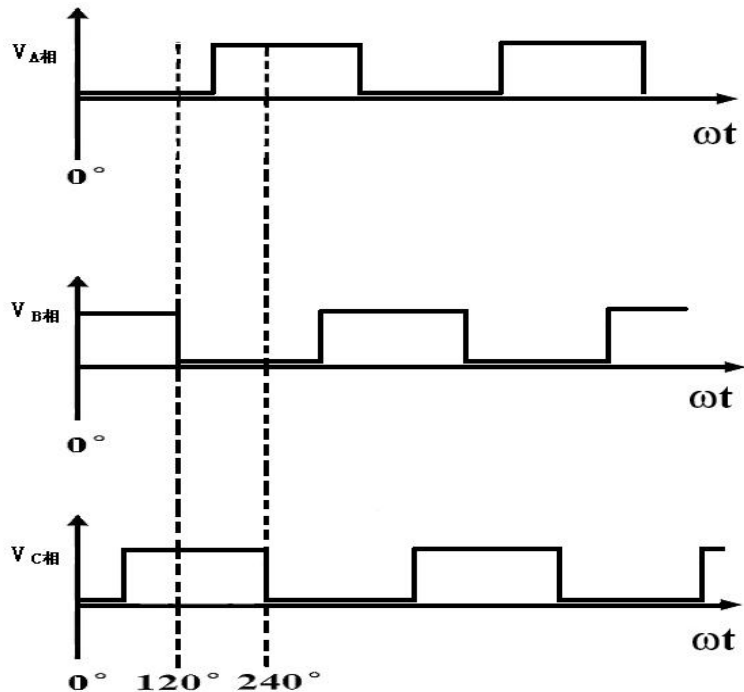
九、三相电相序检测电路

1、电路原理图：

在三相空调室外机上，常用到三相检测电路来检测三相电的相序和缺相，以达到保护压缩机的目的。

九、三相电相序检测电路

2、器件作用及工作原理



从原理图上可以看到，需检测的电源是采用三相四线制方式，每一相的电压（A、B、C相和零线之间电压，220VAC）通过4007二极管和68K大功率电阻加到PC817光耦上，在正半周期光耦导通，负半周期则光耦截止；由于光耦输出端有上拉电阻，故光耦导通时芯片检测到低电平，光耦截止时芯片检测到高电平。A、B、C三相电的相差是 120° ，芯片检测到A、B、C三相的波形如左图示。

从波形图可以看到，芯片的三个端口均检测到一定周期的方波，且相位相差 120° 。若某端口检测不到方波信号，则说明缺相；若检测到三相信号不是按 120° 相差顺序变化，则说明是相序错误，这是三相电压检测设计的基本原理。

十、室内外电流环通信电路



1、电路原理图：

十、室内外电流环通信电路



2、器件作用及工作原理

由于空调室内机与室外机的距离比较远，两个芯片之间的通信不能直接相连，因此中间必须增加驱动电路，以增强通信信号，抵抗外界的干扰。采用共N线电流环通信电路，可以以最低成本实现较远距离的信号传输。

当通信处于室内发送、室外接收时，室外OUTDOOR-TXD置高电平，室外发送光耦IC21始终导通，若室内IN-TXD发送高电平“1”，室内发送光耦IC2导通，电流环闭合，室内接收光耦IC1、室外接受光耦IC20导通，室外OUT-RXD接收高电平“1”；若室内IN-TXD发送低电平“0”，室内发送光耦IC2截止，电流环断开，接收光耦IC1、IC20截止，室外OUT-RXD接收低电平“0”，从而实现了通信信号由室内向室外的传输。同理，可分析通信信号由室外向室内的传输过程。

3、维修注意事项：

- (1)、检查E12电解电容（470uF/35V）两端的电压值是否为 $24V \pm 2V$ ；
- (2)、检查3W大功率电阻是否已断路；
- (3)、逐个检查所有的光耦是否均能正常工作，断电测量输出端阻值应无无穷大，通电测试输出端压降应在0-24V之间突变的，如果电压固定不变化测说明光耦已损坏。

十一、滑动门检测电路



1、电路原理图一（模拟量检测）：

主要应用机型为09年3月以前生产上市的P型柜机。

滑动门齿条杆在门电机的带动下在出风框内部作上下运动，齿条杆上的挡条也同样作上下运动，滑动门在空调工作过程上，主要存在三种状态：完全打开、完全关闭和上下运行。由于齿条杆上的两挡条是分布在杆两头的，故在滑动门工作过程中不会存在两个光电开关同时被挡条挡住的情况出现。下面具体阐述三种状态下光电开关检测电路的工作原理：

十一、滑动门检测电路



第一种状态：完全打开。当门由关闭打开时，齿条杆上的上挡条由出风框顶部向下滑行并停在D301光电开关上，D301输出端由导通跳变为截至状态，D302光电开关始终处于正常导通状态，此时右边分压电路实际上可以等效左图电路，通过计算可以算出此时主芯片检测的到电压值 $U_i = 20K \Omega * 5V / 30K \Omega = 3.33V$ ，MCU检测到该电压值后，立即停止滑动门电机的驱动，门呈完全打开状态。

第二种状态：完全关闭。当门由打开状态关闭时，齿条杆上的下挡条由出风框底部向上滑行并停在D302光电开关上，D302输出端由导通跳变为截至状态，D301光电开关始终处于正常导通状态，此时右边分压电路实际上可以等效图3电路，通过计算可以算出此时主芯片检测的到电压值 $U_i = 5.1K \Omega * 5V / 15.1K \Omega = 1.69V$ ，主芯片检测到该电压值后，立即停止滑动门电机的驱动，门呈完全关闭状态。

第三种状态：上下运行。门在在上下运行过程中，齿条杆上的上下两个挡条均位于光电开关D301、D302之外，D301和D302处于完全导通状态，此时右边分压电路实际上可以等效图4电路，R12与R10并联后（阻值为 $4.06K \Omega$ ）再与R9对5V进行分压，通过计算可以算出此时主芯片检测的到电压值 $U_i = 4.06K \Omega * 5V / 14.06K \Omega = 1.44V$ ，因此当芯片检测到该电压值时，主芯片认为门正处于上下滑行中，并始终保持门驱动电机运转，直到主芯片检测到上述另外两个电压值为止。

十一、滑动门检测电路



2、电路原理图二（数字量检测）：

主要应用机型为Q3、V2、E2、E3及09年3月份以后生产的P形柜机。

当门由关闭状态完全打开时，DOOR_OPEN端口由低电平跳变为高电平，而DOOR_CLOSE端口始终保持为低电平。

当门由打开状态完全关闭时，DOOR_CLOSE端口由低电平跳变为高电平，而DOOR_OPEN端口始终保持为低电平。

当门处于上下运行过程中时，DOOR_OPEN和DOOR_CLOSE均始终保持为低电平。

3、维修注意事项：

维修开关门故障时，如果开关门出现卡死，不能开关时，可能的原因是：

(1)、滑动门是否出现异常，导致门被卡死；

(2)、电机损坏，判断方法是在开机过程中用手摸电机感觉不到震动；

(3)、主控板上开关门控制继电器损坏，判断方法是在开机或关机过程中用万用表测量驱动端口对N线的控制电压，是否220V或以上；

(4)、光电开关检测板上的光电开关出现故障，其判断方法是：

对于09年3月份以前生产的P柜机，用万用表直流电压档检测芯片端口的电压去判断，滑动门完全打开时，端口电压为3.33V；滑动门为完全关闭时，端口电压为1.69V；滑动门在运动过程中端口电压为1.44V，当出现上述三个以外的电压值时，则说明开关门检测板或主控板的检测电路出现异常；

对于09年对于09年3月份以后生产的P柜机、Q3、V2、E2、E3等机型则用万用表测试MCU端口的检测电压，端口电平应该为+5V或0V。

十二、主板/显示板通信电路



1、电路原理图：

2、器件作用及工作原理

三极管处于开关状态，电阻为限流及偏置使用，电容为退耦，提高抗干扰能力。TDO'端与RDI'端通过线组相连接。通信原理如下：

TDO端为信号发送端，RDI端为信号接收端。当TDO发送高电平时，Q8三极管处于导通状态，TDO'处于低电平状态，因此RDI'也为低电平状态，Q9三极管处于截止状态，因此RDI端处于高电平状态。这样，就实现了两板之间的电平的通信。



谢谢大家！