

海尔变频空调原理简析与 常见故障检修思路

QC → 故障

赵友忠

关键词:海尔变频空调有近20个型号,既有单挂机和一拖二挂机,又有柜机。按控制电路可分为6种机型,它们的变频控制原理基本相同,但各有特点。为缩短篇幅,本文以海尔KFR-51LW/M(BPF)型柜式变频空调为例,简析其单元电路原理,介绍了变频空调检修的现象、检修思路和方法,并附有故障代码显示含义。本文对变频空调维修的入门人员学习、维修海尔等变频空调常犯的错误,均有较大帮助。

一、整机单元电路原理简析

海尔豪华金元帅KFR-51LW/M(BPF)型柜式变频空调,是海尔公司近年来生产的最新型柜机,其控制电路由室内和室外机两部分组成。室内机采用专用芯片(TOSHIBA),室外机采用芯片(MB89P857)。本文结合图1、图6电路原理图,对整机单元电路作简要分析。

1. 室内机主电源电路

电路见图1。由插件CNI3①、③脚输入的AC220V交流电压,经电感线圈L6、压敏电阻Z2、电容C17、保险管R2以及高频滤波、过压保护、过流保护后,一路送到电源变压器初级线圈,另一路送到室内机通讯电路和过零检测电路;第三路送到室内风机控制电路等。

2. 室内机辅助电源电路

电路见图1。由电源变压器次级线圈插件CNI2输出的低

压交流电,一路经二极管D3、D11、稳压管Z1、电容C3、C12、C10、C11、电阻R3、R11、R18、整流桥堆(BG4)整流、滤波、稳压后,为面板显示电路供电;另一路经保险管F3、二极管D5、D7、电容C4~C8、三端稳压块V201(7812)和V202(7805)整流、滤波、稳压后,输出稳定的+12V和+5V电压,分别给继电器控制电路、室内风机控制电路、摇摆同步电机控制电路、主控芯片电路、复位电路、驱动电路、温度传感器电路、通讯电路、按键和显示电路等供电。

3. 室内风机控制电路

电路见图2、图3。在主控芯片U101(TOSHIBA)内部程序的控制下,由⑨~⑩脚输出室内风机控制信号,并由驱动块U102(DLN2003)、继电器R14~R16进行控制,可实现室内风机高、中、低三档调速。当U101某脚输出高电平时,U102对应输入脚为高电平,输出脚为低电平,对应继电器得电吸合,依此类推,从而实现室内风机的调速控制。当室内风机出现故障时,CPU发出保护指令,并由室内机显示故障代码。

4. 室内机过零检测电路

电路见图2。该电路有两个作用:一是检测供电电压是否正常;二是为可控硅提供同步触发信号电压。由R1、R4、R5、D1组成降压、限流、整流电路,输出频率约为100Hz脉动低压直流电,控制光电耦合器O2(TLP521)的工作状态,从而为室内机

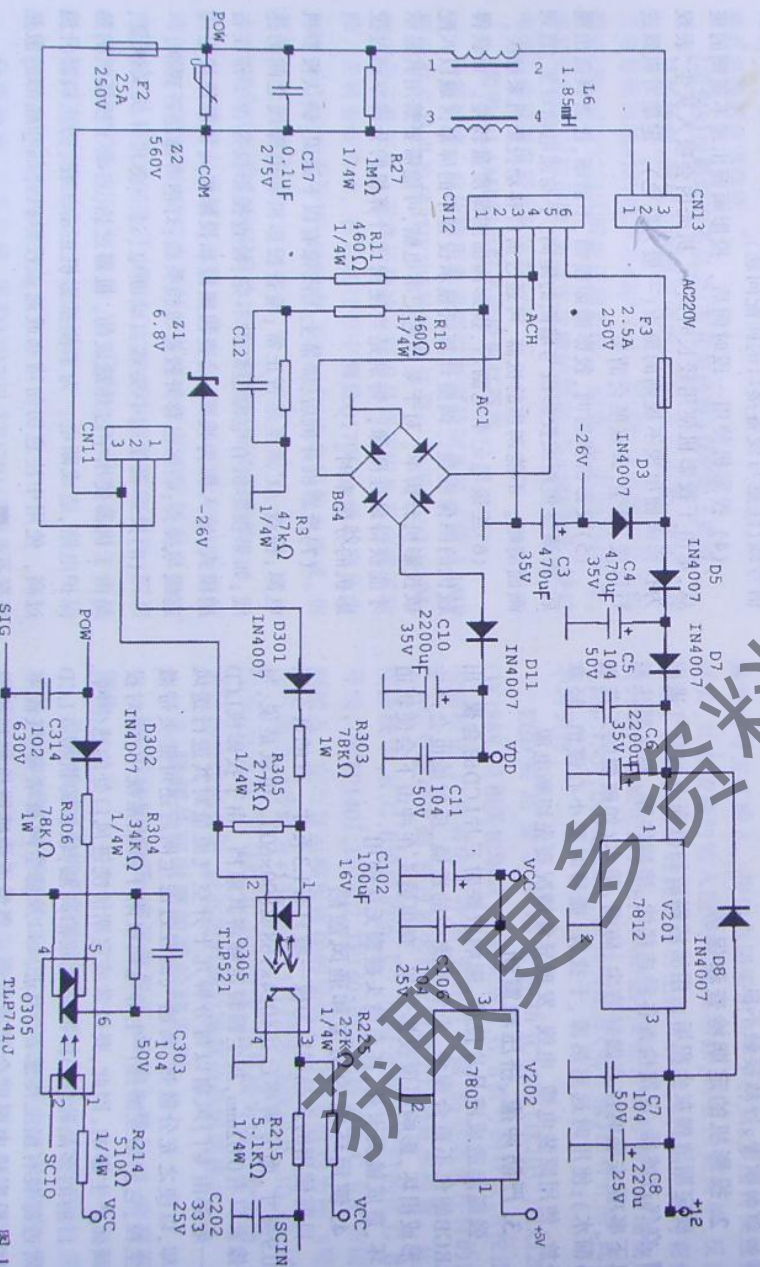
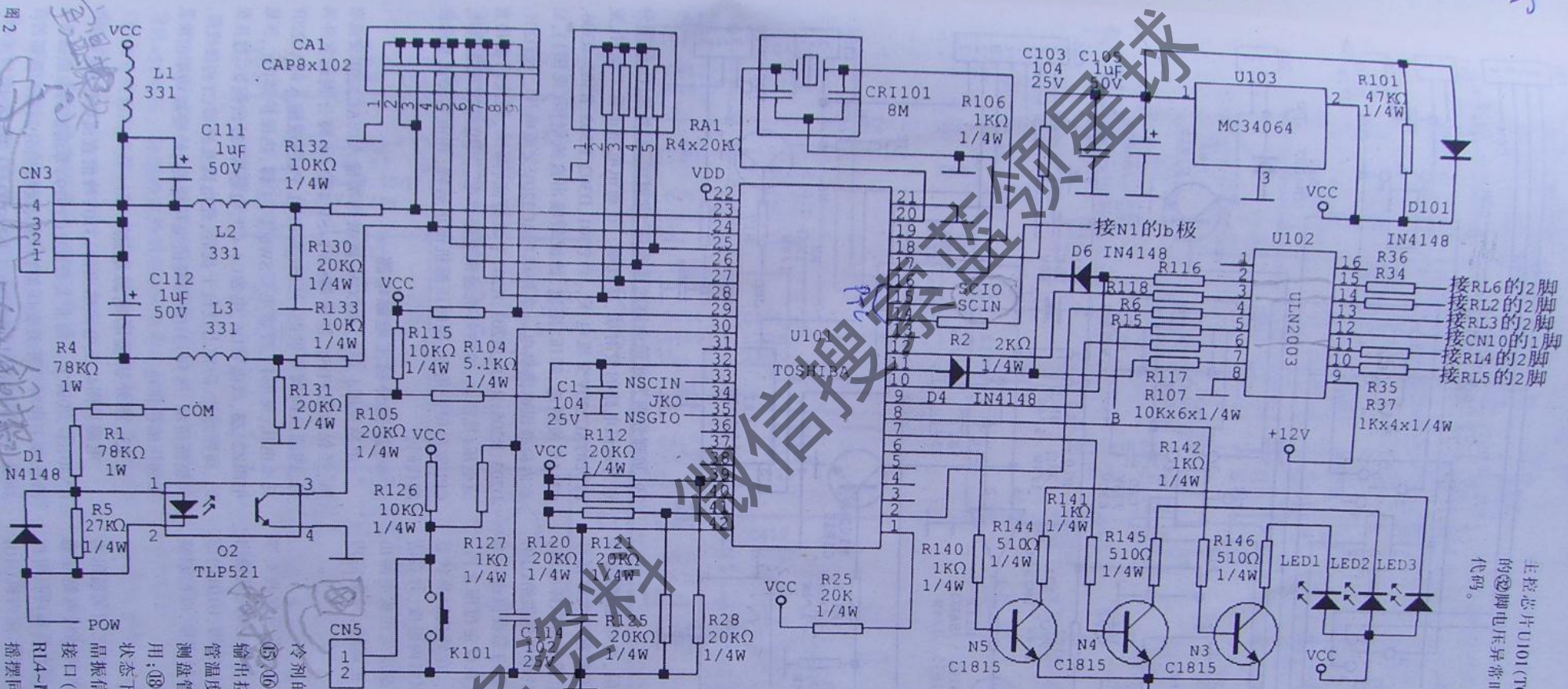


图 1



主控芯片U101(TOSHIBA)⑳脚提供过零检测电压。当U101的㉑脚电压异常时,CPU发出保护指令,并由室内机显示故障代码。

5. 室内机晶振电路

电路见图2。由主控芯片U101(TOSHIBA)的⑲、㉑脚内部电路与晶体CRI101组成晶振电路,产生8MHz主振荡频率信号。

6. 室内机上电复位电路

电路见图2。该电路主要是为室内机主控芯片U101(TOSHIBA)提供复位信号,起到在空调上电时延时输出,在正常工作监视电源电压异常和在电路受到干扰时给CPU提供复位信号的作用,以消除这些不利因素给CPU带来的影响。主控芯片U101⑳脚为上电复位脚,低电平复位。当复位块U103(MC34064)②脚得到+5V电源时,内部电路进行比较,如果U103①脚电压低于4V,同时U101⑳脚电压低于4V,U103内部电路复位(U103复位后,其③脚正常时为高电平)。当U101⑳脚电压异常时,CPU发出保护指令,并由室内机显示故障代码。

7. 室内机驱动电路

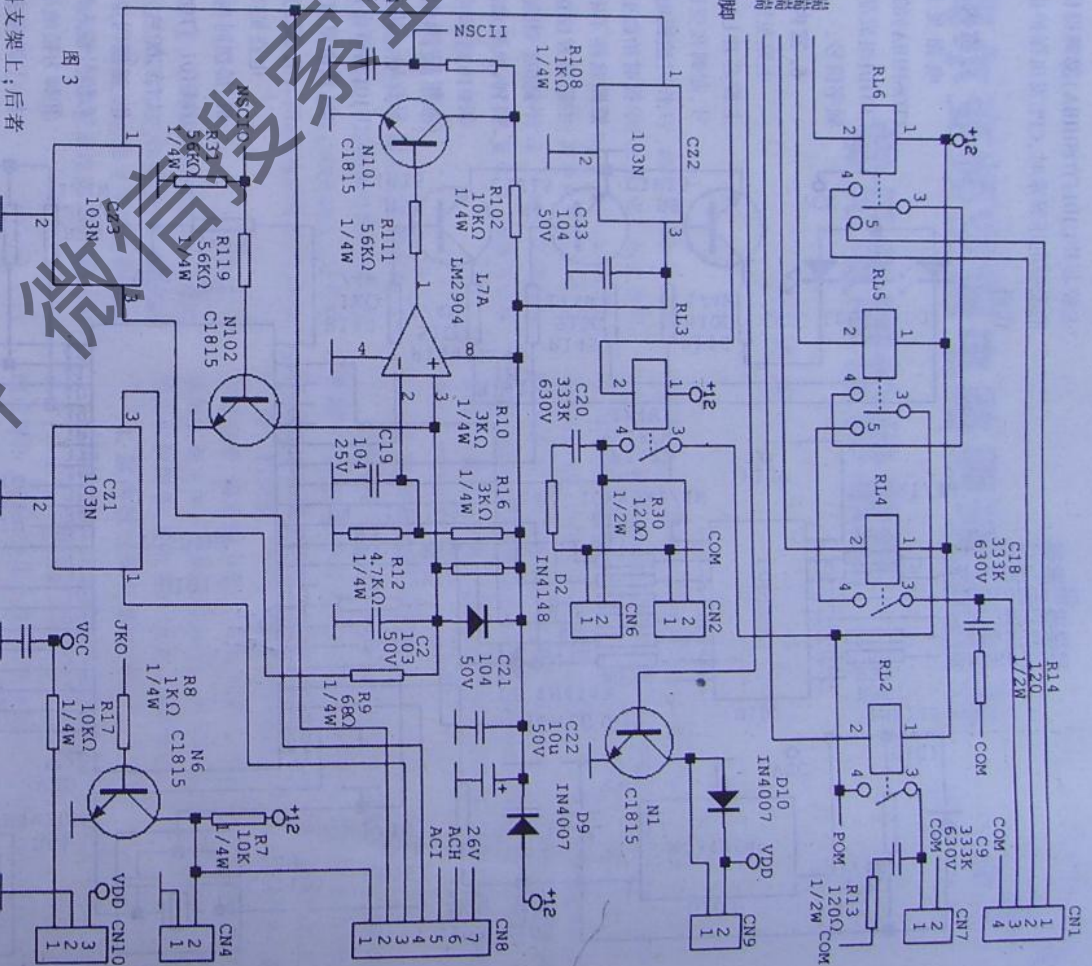
电路见图2、图3。主要控制室内风机、摇摆同步电机的工作状态。由主控芯片U101(TOSHIBA)、反相驱动器U102(ULN2003)、继电器RL2~RL6、室内风机、摇摆同步电机等组成。U102①~⑦脚为信号输入端;⑩~⑯脚为信号输出端;⑧脚为接地端;⑨脚为直流电源端。其中:①脚对应⑯脚,②脚对应⑮脚,依此类推。当主控芯片U101②、⑨~⑫脚中某脚输出高电平时,U102对应输出低电平,则对应的继电器得电吸合,以控制室内风机、上下和左右摇摆同步电机正常工作。

8. 室内机主控芯片(CPU)电路

电路见图2。主控芯片U101(TOSHIBA)②、⑫脚为接+5V电源端;⑬、⑭脚为接地端;⑥~⑧脚为发光二极管LED1~LED3驱动信号接口(高电平时有效),分别控制3只发光二极管;⑳脚为强制开机信号接口(在遥控器或加注制冷剂的情况下,按应急开关K101后启动空调);⑮、⑯脚分别为室内机与室外机串行通讯输入和输出接口;㉑、㉒脚分别为室内机环境温度 and 盘管温度传感器信号接口(分别控制室内温度和盘管温度),并在制热时起到防止送冷风的作用;㉓脚为复位信号输入端口(通过U103在上电状态下产生低电平信号使U101复位);⑨、⑲脚为晶振信号输入端;⑩~⑫脚为室内风机驱动信号接口(高电平时有效),通过驱动块U102、继电器RL4~RL6控制室内风机的调速运转;②、⑫脚为摇摆同步电机驱动信号端口(高电平时有效),通过

图2

接R36的一脚
接R37的一脚
接R35的一脚
接R34的一脚
接R2的一脚
接U102的13脚



驱动块U102、继电器RL3、RL2控制上下和左右摇摆同步电机运转。

9. 室内机温度传感器电路

电路见图2。该电路分为室内环境温度传感器电路和室内盘管温度传感器电路。前者为珠封探头,固定在蒸发器的塑料支架上;后者为铜封探头,固定在蒸发器盘管预留的外部小铜管中,它们均为负温度系数热敏电阻,可将温度/电压变化信号提供给主控芯片U101,进而使空调根据温度数据自动调节运转频率。R130、R132及珠封探头组成分压取样电路,在转换制冷或制热状态时,将随温度变化的电平值供给U101⑳脚,主控芯片根据㉑脚输入电平与设定室内温度值进行比较,自动调节运转频率,进而控制室内温度在设定范围之内。R131、R133及铜封探头组成分压取样电路,在转换制热状态时,盘管温度传感器与环境温度配合控制室内温度,并有防止送风或调节室内风机转速的作用。当温度失控或电路出现故障时,CPU发出保护指令,同时压缩机停止运转,并由室内机显示故障代码。

10. 遥控信号接收电路

电路见图2。遥控信号接收电路主要由红外信号接收头等组成,当遥控接收头接收到遥控器发出的红外信息时,其输出脚输出的信号送到主控芯片U101(TOSHIBA)㉒脚,U101内部电路根据遥控指令进行译码,输出相应的控制信号,以控制整机要求正常工作。

11. 室内、外机间通讯电路

电路见图1、图2、图4、图5。室内机与室外机之间的通讯为半双工异步串行通讯,协同工作,使室内、外机基板电路互通信息。室内、外机通讯电路主要由两只光电耦合器和两只可控硅光耦等组成,它们在电路起到隔离市电的作用。室内机U101

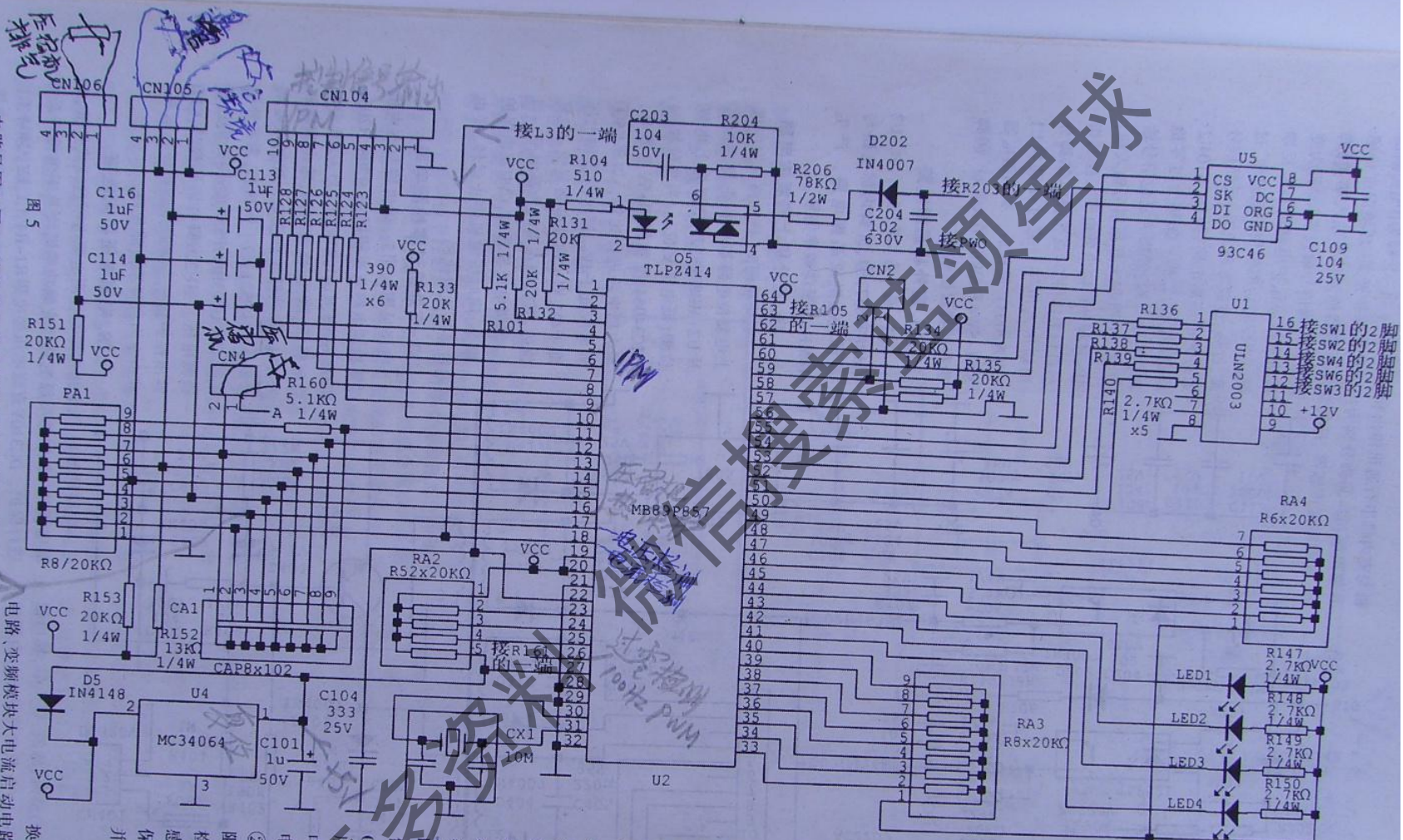
⑳、㉑脚分别为通讯电路的接收端、发射端;室外机①、②脚分别为通讯电路的发射端、接收端。在通讯电路正常工作时,室内机的AC220V交流电压,经D301、D302、R303、R305、R306、C314半波整流、降压、限流、滤波后输出直流电压(见图1),给室内机通讯电路供电。室外机的AC220V交流电压,经D201、D203、R205、R208、R203、R207半波整流、降压、限流后输出直流电压(见图4),给室外机通讯电路供电。当电路出现故障时,CPU发出保护指令,同时压缩机停止运转,并由室内机显示故障代码。

12. 室外机主电源电路

电路见图4、图6。由COM、POW两端输入的AC220V交流电压,经保险管FUS1、继电器SW1-SW4③、④脚分别给室外风机、四通换向阀等供电(见图6);由P1、P2两端输入的AC220V交流电压(见图4),经继电器SW6③、④脚、热保护器PTC、压敏电阻Z2、Z3、放电管D6、电容C4-C7、电感W2过流保护、过压保护、高频滤波、防雷击及抗干扰后,经电流互感器CT初级线圈、大整流桥堆,送到+310V的峰值电压电路,给变频功率模块及变频压缩机供电。

13. 室外机辅助电源电路

电路见图4。主电源输出的+310V峰值直流电压,送到插件CN401①、③脚上。由开关管N2(C2979)等组成的自激振荡电路正常工作时,开关变压器T1的次级绕组分别输出所需的高频脉冲电压,经D404、D407、D410、D413、D416、D417、C405、



脚，与CPU内部程序设定值作比较；当U2⑩脚电压大于设定值时，CPU发出过流保护命令，并由室内机显示故障代码。

20. 室外机存储器电路

电路见图5。存储器U5(93C46)内部记录着整机系统运行时的各状态参数(数据由厂家写入并存储)。U5①脚接U2⑤脚；②脚接U2⑥脚；③脚接U2⑦脚；④脚接U2⑧脚。在U5②脚时钟(SCK)线的作用下，③脚D1线读入数据，④脚DO线输出数据。当存储器电路出现故障时，CPU发出保护指令，同时压缩机停止运转，并由室内机显示故障代码。

21. 室外机温度传感器电路

电路见图5。该电路主要是通过各热敏电阻在不同温度下的对应阻值转换成相应的电压信号，然后分别送到U2(MB89P857)的对应引脚，使之实时检测室外机各工作点的温度状态，为CPU控制电路提供各种参考数据。该机检测保护电路包括：①室外环境温度检测、室外盘管温度检测、压缩机排气温度检测、压缩机过热保护等。插件CN105①、②脚接室外环境温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2⑩脚；③脚接室外机盘管温度传感器，经电阻排PA1、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2⑪脚；④脚接室外机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2⑫脚；⑤脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2⑬脚；⑥脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2⑭脚；⑦脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2⑮脚；⑧脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2⑯脚；⑨脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2⑰脚；⑩脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2⑱脚；⑪脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2⑲脚；⑫脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2⑳脚；⑬脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉑脚；⑭脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉒脚；⑮脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉓脚；⑯脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉔脚；⑰脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉕脚；⑱脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉖脚；⑲脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉗脚；⑳脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉘脚；㉑脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉙脚；㉒脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉚脚；㉓脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉛脚；㉔脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉜脚；㉕脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉝脚；㉖脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉞脚；㉗脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㉟脚；㉘脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊱脚；㉙脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊲脚；㉚脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊳脚；㉛脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊴脚；㉜脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊵脚；㉝脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊶脚；㉞脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊷脚；㉟脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊸脚；㊱脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊹脚；㊲脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊺脚；㊳脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊻脚；㊴脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊼脚；㊵脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊽脚；㊶脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊾脚；㊷脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊿脚；㊸脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊿脚；㊹脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊿脚；㊺脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊿脚；㊻脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊿脚；㊼脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊿脚；㊽脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊿脚；㊾脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊿脚；㊿脚接压缩机排气温度传感器，经电阻排PA1、R151、R152、R153、R154分压取样，检测信号电压送到U2㊿脚。

22. 室外机驱动电路

电路见图4-图6。包括：四通换向阀控制电路、室外风机控制各路控制信号，经驱动块U1(U1N2003)反相驱动后，由U1①~⑥脚对应输出低电平，控制继电器SW1~SW4和SW6吸合。其中：U1⑦脚为四通换向阀驱动端，控制继电器SW3的断开，U1⑧脚为变频器块大电流启动驱动端，控制继电器SW6的断开(即吸合时为大电流启动状态)；将PTC启动器短路；U1⑨~⑰

图5

电路见图4、图6。该电路主要是检测室外机的工作电流，并在工作电流过大时实施整机保护，防止因电流过大而损坏压缩机和整机。当继电器SW6吸合时，电流互感器CT次级电压随负载电流的增大而上升，并经D1~D4、C118、C119、R111、R118、VP1、I3整流、分压取样，滤波后送到U2(MB89P857)⑩

未测)。它通过光电耦合电路和变频功率模块电路。主要由室外机主控芯片U2(MB89P857)发出IPM控制指令,采用脉宽调制(PWM)方式,用来改变各路控制脉冲的占空比,从而使变频器实现变频控制。U2④~⑨脚发出IPM控制命令,经插件C2104送到光电隔离电路,其内部六只光电耦合器隔离后送到变频功率模块对应引脚,分别控制变频功率模块内部六个大功率晶体管的通断,并由变频功率模块三相交流输出端U、V、W输出相位差120°的变频正弦波电压,控制变频压缩机运转。另外,CN104②脚(内部的一只光电耦合器)为变频功率模块欠压、过流、过热、短路保护电路。当变频功率模块出现某种故障时,由CN2104②脚反馈回来的故障信号电压送到U2⑫脚,CN104③脚判断后发出停机命令,并由室内机显示故障代码。

二、整机常见故障现象、检修思路和方法

变频空调电路原理及变频控制原理基本相同,但各有特点。其故障原因除电气系统自身故障外,还受制冷系统、工作条件、工作环境、用户电源、安装质量等多方面的因素影响。因此笔者以海尔KFR-S11W/M(BP)型变频空调为例,结合电路原理图(图1~图6)及附表,介绍电路常见故障的现象、检修思路和方法。供参考。

1. 整机不工作

该故障通常表现为空调指示灯和显示屏不亮,手控或遥控操作开机均无反应,整机不工作等。在室外机处理该故障时,首先要排查空调的外部故障,如:检查用户的电源线路是否存在断线或接触不良;空气漏电源开关或插座是否存在跳闸;压线螺丝松动、触点接触不良等,导致空调无AC220V电源。若上述正常,则继续排查。

(1) 检查室内机主电源电路是否正常

电路见图1。经检查用户电源正常后,按步检查保险管F2,如已烧黑或炸裂,则说明电路中存在严重的短路现象,则多见为Z2已击穿短路,可临时将其剪掉,或及时购买同型号的压敏电阻予以更换。如保险管F2正常,测量电源变压器初级线圈的AC220V电压正常,而次级线圈绕组无电压输出,则将电源变压器初级线圈插件拔掉,用万用表电阻档测量初级线圈的电阻值(正常约为800Ω),若为无穷大,则说明电源变压器初级线圈存在开路,应选用同型号的予以更换。

(2) 检查室内机辅助电源电路是

更换或重绕;其次如正常,则可检查+12V和+5V电源电路是否正常,即分别检测三端稳压块V201、V202③脚对地+12V和+5V电压是否正常(见图1)。如果某路电压无输出或存在过高、过低、不稳定等现象,则检查整流二极管D5、D7、三端稳压块V201、V202、滤波电容C4、C6、C8是否存在开路、短路、漏电性能不良等。在检修中,遇到V201或V202损坏的情况较为常见,也有因C4、C6、C8开路、容量不足而导致输出电压不稳定的情况发生。还有因三端稳压块的散热性能不良,或+12V、+5V电源负载存在严重的短路现象(可采取逐一断开支路负载的方法进行判断和处理),导致三端稳压块温升过高或烧损,便输出电压过高、过低或无电压输出。

(3) 检查室内机主控芯片电路是否正常

电路见图2。首先,检查遥控器是否正常:按遥控器开机键,若显示屏无显示,则检测电池是否有+3V电压,若无电压或电压很低,则更换电池。若检测电池+3V电压正常,则检查遥控器电池夹弹簧是否被电解液腐蚀;电路板上的晶体、红外线发射二极管、三极管、电容、显示屏等是否开路、短路或性能不良;电路板是否断线、脱焊、被腐蚀或漏电等。如果遥控器正常,则检查遥控接收电路是否正常。先测量遥控接收头电源脚是否有+5V电压,若有,则在按遥控器任一按键的同时,检测遥控接收头信号脚应有一定幅度的摆动电压(若无则用同型号的遥控接收头代换试之),此时室内机主控芯片U101(TOSHIBA)⑩脚也有一定幅度的摆动电压,则基本上判断为主控芯片U101自身存在问题,应选用厂方提供的同型号CPU更换。其次,检查晶振电路是否正常:测量主控芯片U101⑨、⑩脚对地电压(正常时约为1V和2V)。若被测脚无电压或偏差很大,说明晶振电路没有起振,可用同规格的晶体代换试之。第三,检查上电复位电路是否正常。上电复位电路的延时信号可用示波器检测主控芯片U101⑬脚的波形来判断;也可检测复位块U105①脚对地电压,正常时在上电稳定后能达到+5V电压。否

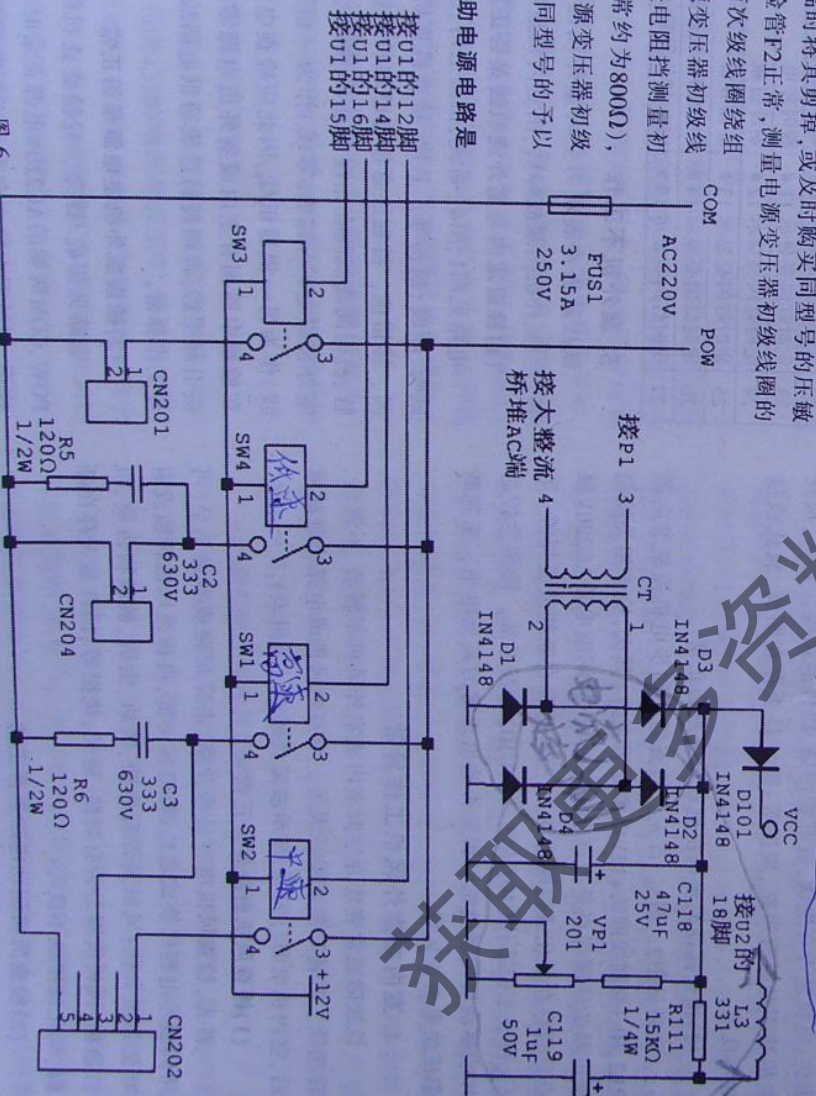


图 6