

变频空调电控基本知识

- 1、 基本概念
- 2、 变频空调的优势及缺点
- 3、 变频空调电控原理
- 4、 变频电控关键器件简介
- 5、 变频空调功能简介及故障判别
- 6、 变频空调新产品展望
- 7、 变频空调面临的问题

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

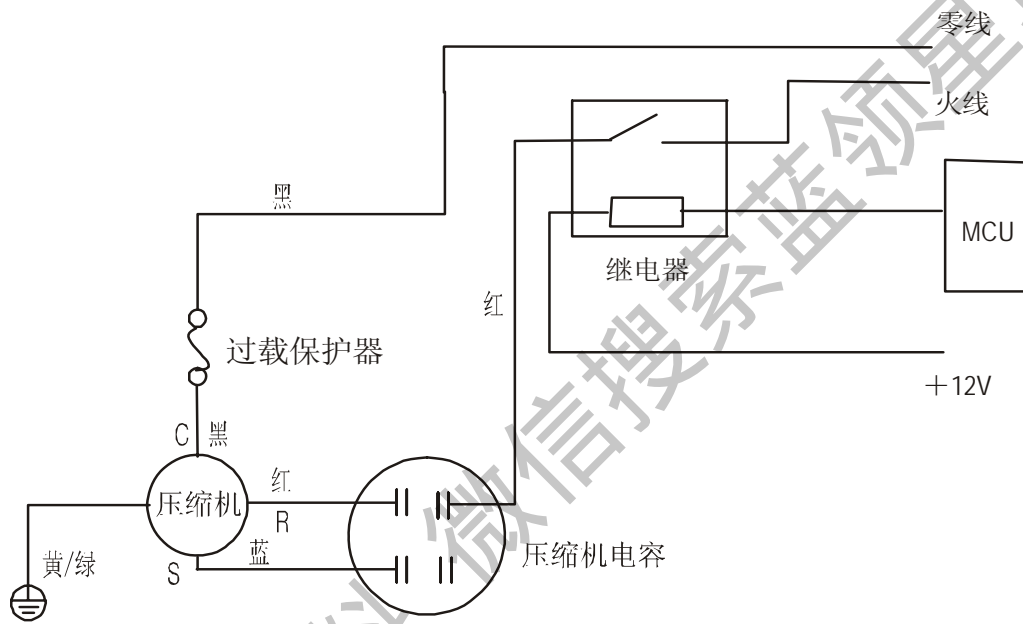
技术管理部基础技术研发：叶先锋

2008年02月25日

一、基本概念

1、常规空调（定频空调）

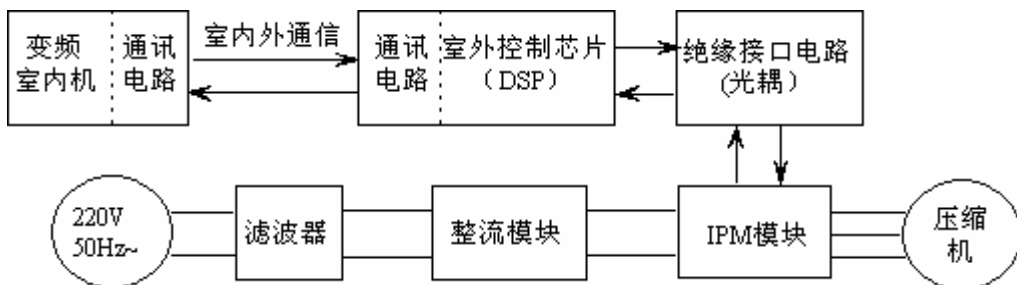
- ▲ 使用一般的定频压缩机
 - ▲ 压缩机运行频率是固定的 50Hz 或 60Hz
 - ▲ 输出的制冷、制热能力恒定
 - ▲ 控制方式简单，使用继电器、压缩机启动电容进行控制及启动
- 控制电路图：



2、变频空调

- ▲ 使用变频压缩机（又分为三相交流感应式异步电动机、无刷直流电机和永磁同步交流电机等）
- ▲ 压缩机运行频率在 20Hz~130Hz 之间可调
- ▲ 输出的制冷、制热能力根据运行频率变化而变化
- ▲ 控制方式复杂，需要专用的变频驱动电路及相应的驱动控制芯片

变频空调控制电路框架：



变频压缩机控制原理：

变频压缩机依据原理： $n=60f(1-s)/p$

(n —压缩机转速， f —压缩机供电频率， p —电机极对数， s —转差率)

通过改变压缩机的供电频率 f ，在 p 与 s 不变的情况下，压缩机运转速度 n 就会跟随供电频率 f 的变化而变化。

3、交流变频空调

- ▲ 压缩机采用三相交流感应式异步电动机；
- ▲ 驱动电压采用交—直—交变换方式；
- ▲ 驱动方式采用电压空间矢量控制方式；
- ▲ 压缩机运行频率根据驱动电压的变化而变化，形成 V—F 对应曲线。

4、直流变频空调

- ▲ 压缩机采用无刷直流电机（或永磁同步交流电机）；
- ▲ 无刷直流电机绕组采取分布卷绕制方式；永磁同步交流电机绕组采取集中卷绕制方式；
- ▲ 驱动电压也是采用交—直—交变换方式；
- ▲ 驱动方式采用方波驱动方式（分布卷）及正弦波驱动方式（集中卷）；
- ▲ 需要进行位置检测并进行电子换相。

5、全直流变频空调

压缩机采用直流变频压缩机，室内外风机均使用无刷直流电机，简称 3D 空调，也有室内风机或室外风机是普通交流电机的。全直流变频空调的目的是省电、节能，提高能效比，同时直流电机的性能比普通交流电机要好，如启动力矩大、噪音低等。

直流电机的控制电路复杂，控制不当电机易烧坏，因此质量风险比传统的交流电机要大，且价格昂贵。等控制电路及控制技术成熟后，全直流变频空调是高端空调的发展方向之一。

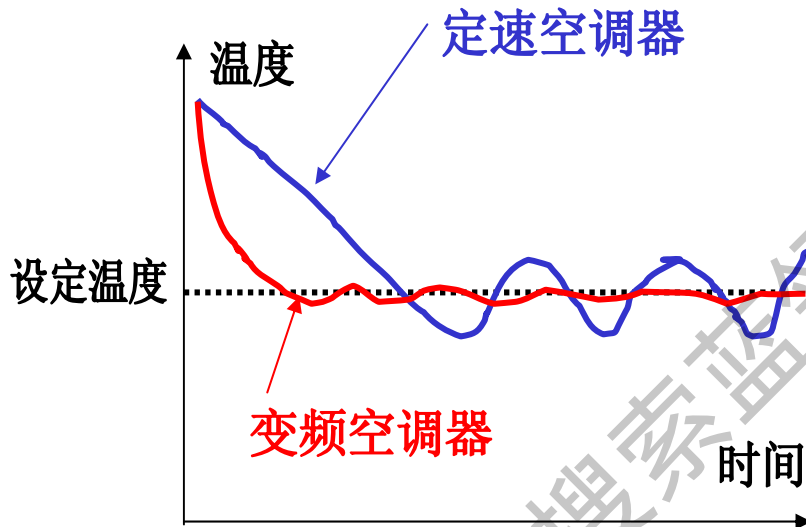
二、变频空调的优势与缺点

变频空调作为空调的发展方向，拥有诸多优点。

1、**节能** 由于采用高效电机及先进的控制方式，交流变频空调比常规定频空

调要省电 10%左右，直流变频空调要比交流变频空调省电 12~20%；

- 2、**舒适** 变频空调根据使用环境的温度变化自动调节输出频率和能力，使温度变化幅度更小，温度波动更小，同时可以快速制冷、制热，使用者的感受更舒适；



- 3、**智能** 变频空调相对常规定频空调比较，更是属于智能家电的范畴，以后将会走向网络控制及无级调速。

- 4、**小型化** 由于直流变频压缩机采用集中卷绕组分布方式，节省了更多的空间和材料，所以较同等容量的常规压缩机体积更小。

变频空调的缺点：

- 1、室外控制电路复杂，故障率相对较高；
- 2、驱动算法复杂，难以掌握和推广；
- 3、造价较高，短时间内难以普及。

三、变频空调电控原理

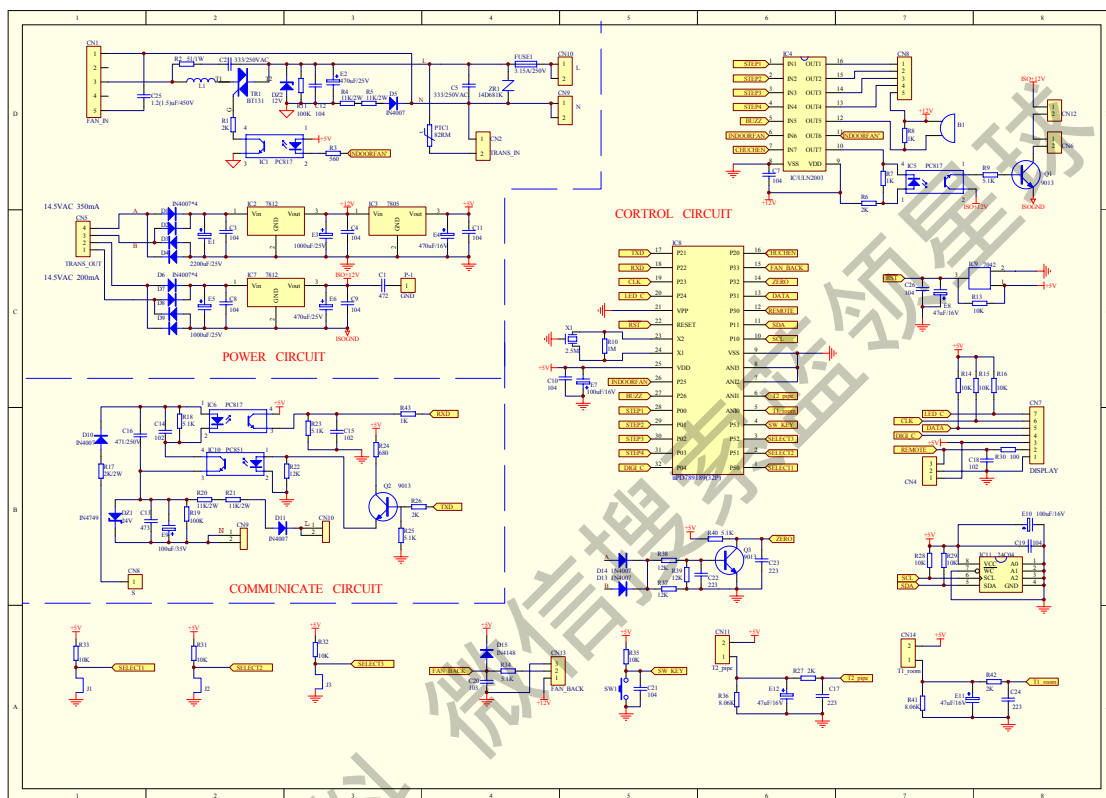
变频空调电控分为室内电控及室外电控两部分。

室内电路又细分为电源电路、通信电路、风机驱动电路、过零检测电路、温度采集温度、主芯片控制电路、显示驱动电路等。相对定频空调，变频空调的室内电控多了一个通信电路，其余电路基本相同（无四通阀、压缩机控制电路）。

室外电路又细分为电源滤波电路（强电）、通信电路、风机/四通阀驱动电路、

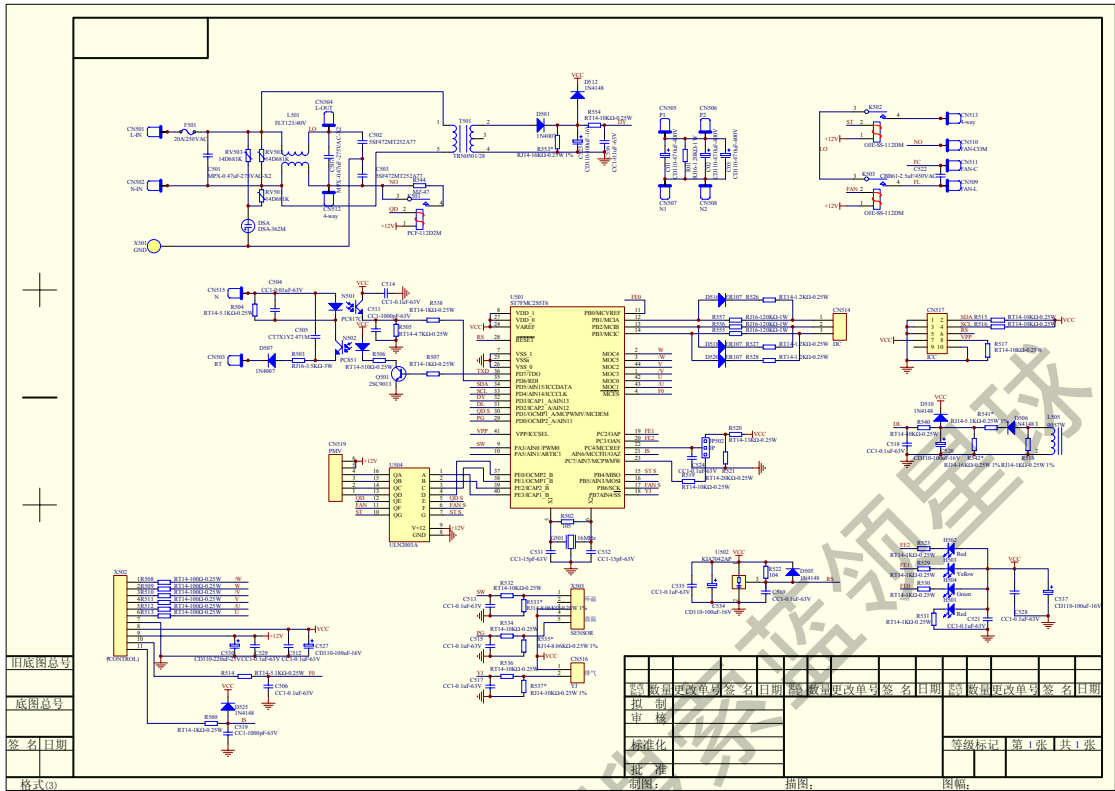
温度采集温度、主芯片控制电路、电压/电流采样电路、功率因数校正电路(PFC)、整流电路、开关电源电路、压缩机驱动电路(IPM)等。目前美的变频空调一般是将开关电源电路及压缩机驱动电路单独做在一块电路板上。

室内电路原理如下：

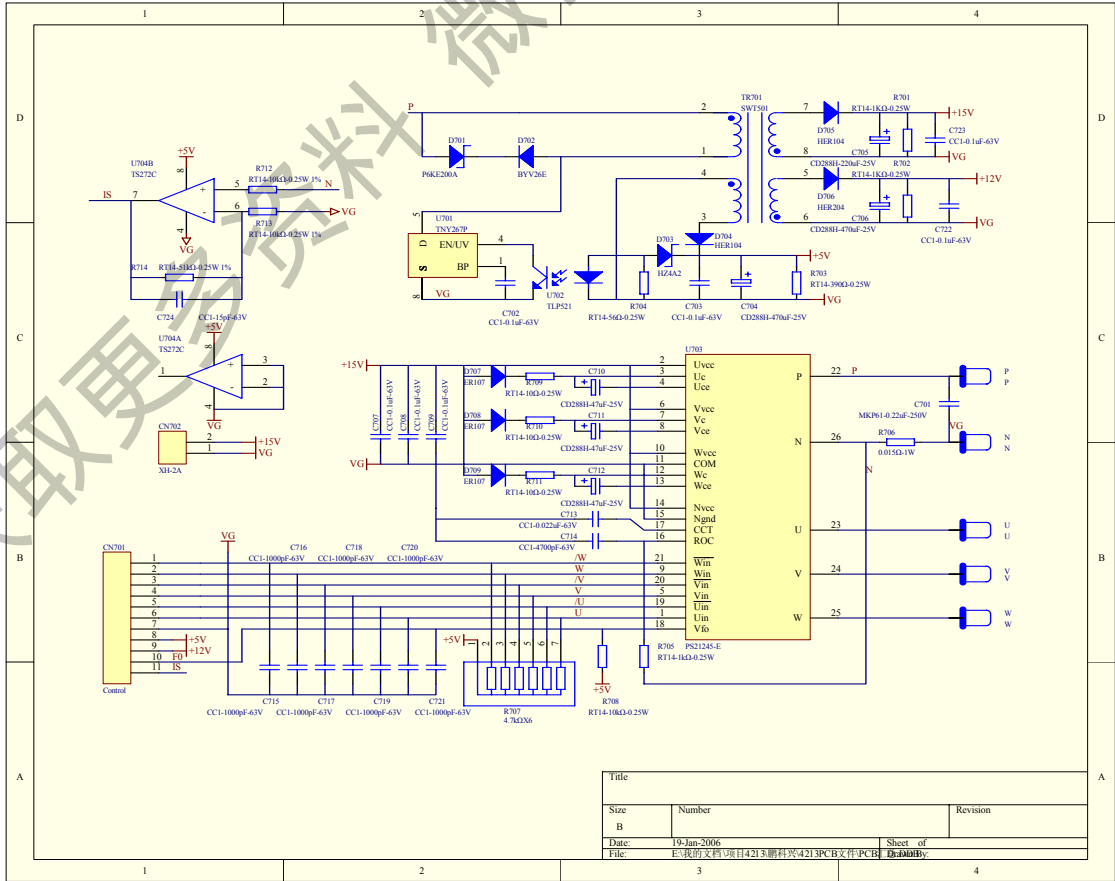


室外主控板电路原理如下：

获取更多资料



室外模块板电路原理如下：

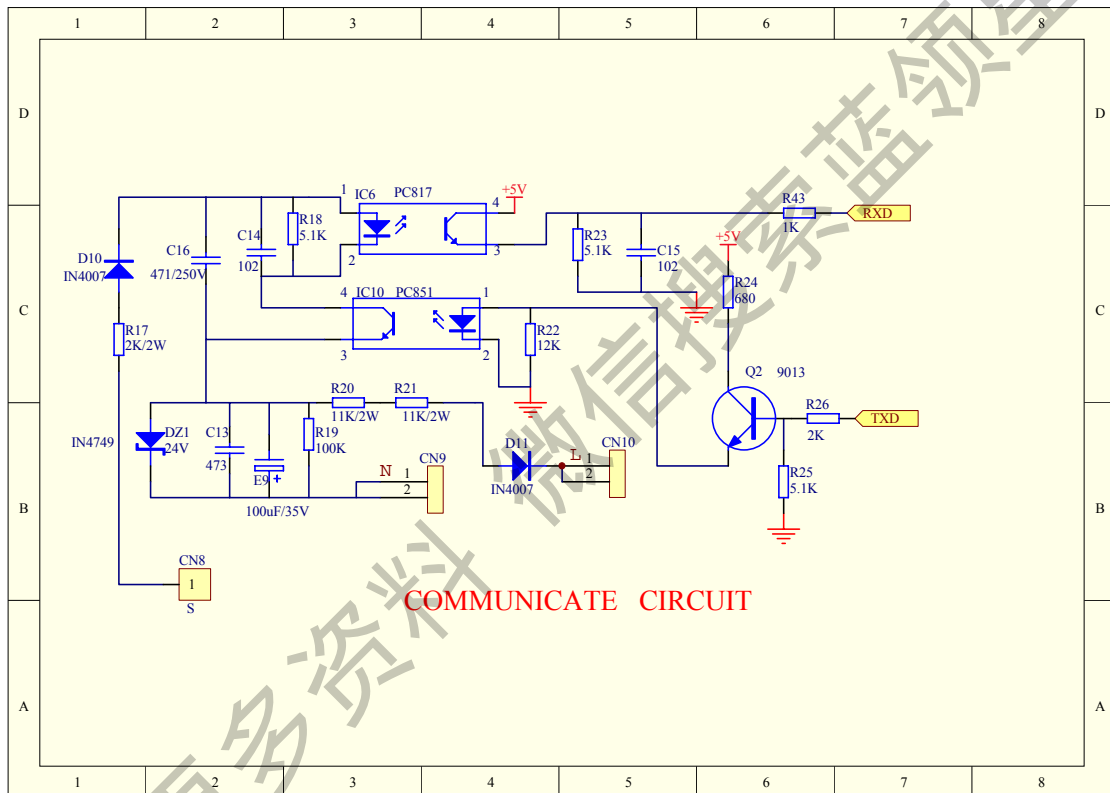


四、变频电控关键器件简介

对于变频空调，室内电路与常规空调电控基本相同，增加的通信电路也较简单，故室内电路共有两个关键元器件：主芯片及通信光耦。

- 1、**主芯片**：目前我司变频空调基本是都是选用 NEC 公司的 uPD78F9189 及 9177 芯片，另外新产品可能会选用东芝公司的 807 等芯片。
- 2、**通信光耦**：目前我司变频空调的通信电路所有的通信光耦是 SHARP 公司的 PC851（发射端）及 PC817（接收端）。

图：美的变频空调室内通信电路

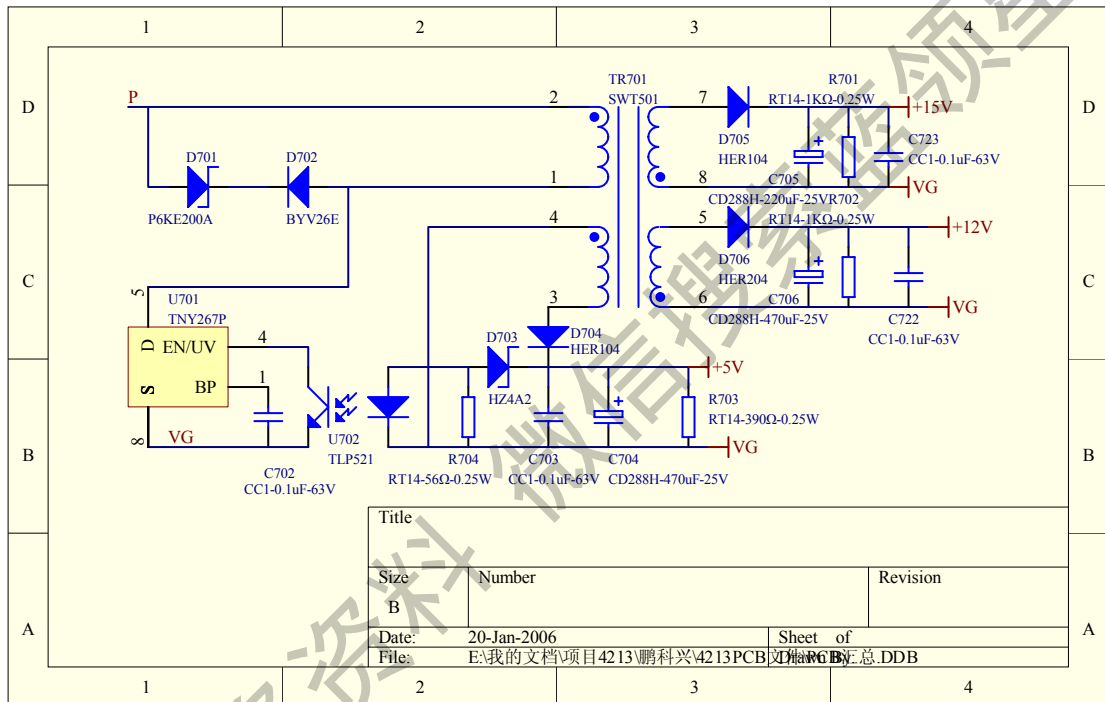


室外电控由于包含压缩机驱动电路及整流、滤波电路等，关键器件较多，罗列主要器件如下：

- 1、**主芯片**：作为驱动压缩机的控制芯片，室外主芯片可选择性较多，即有 DSP 芯片，也有专用驱动芯片，也可用通用单片机。
- 2、**通信光耦**：同室内关键器件。
- 3、**滤波器及滤波电感**：为通过 EMC 测试，需要在电源通道上采取措施，增加滤波器、滤波电感、滤波电容等器件，以达到抑止干扰、滤除杂波的目的。
- 4、**整流桥**：将交流电转变为直流电。

- 5、PFC 模块：提高功率因数，减小谐波电流，兼顾提高直流电压。
- 6、PFC 电感：为 PFC 模块的配套器件，为储能电感。
- 7、开关电源芯片：目前我司主要使用的是 PI 公司的 TOP 系列及 TNY 系列，在设计和使用时需要注意设计裕量及外围电路的配合。
- 8、开关电源变压器：开关电源电路的关键器件，设计不当会导致电源不稳、功率波动等问题，严重时烧坏开关电源芯片。
- 9、IPM 模块：即智能功率模块，驱动压缩机，室外变频电控最关键的器件。

图：开关电源设计一例



五、变频空调功能简介及故障判别

变频空调较常规空调功能更多，控制更复杂，大概功能如下，具体内容请参见变频机电控功能规格书。

- 5.1 本机有**遥控运行**和**强制运行**两种工作模式：
 - 遥控模式有：自动、制冷、抽湿、制热、送风五种；
 - 强制运行模式有：强制制冷、强制自动两种。
- 5.2 设定温度范围为：17℃～30℃。
- 5.3 室内机风机转速可设定为强劲、高、中、低、微风等五档。
- 5.4 室内机导风条自动摇摆和位置设定功能。
- 5.5 制冷模式下室内蒸发器防冻结功能

- 5.6 制冷模式下室外冷凝器高温保护功能
- 5.7 制热模式下防冷风功能
- 5.8 制热模式下自动除霜和恢复制热功能
- 5.9 制热模式下室内蒸发器高温保护功能
- 5.10 室外机总电流保护功能
- 5.11 室外压缩机顶部温度保护功能
- 5.12 压缩机再启动保护功能
- 5.13 24小时定时开关机功能
- 5.14 故障自我诊断功能
- 5.15 运行状态指示灯功能
- 5.16 变频器模块保护功能
- 5.17 室内外机通信功能
- 5.18 交流输入电压过高或过低保护功能
- 5.19 额定能力测试功能
- 5.20 掉电记忆功能
- 5.21 压缩机预热功能

变频器拥有故障自我诊断功能,即出现故障时马上停机并报相关故障代码。故障代码有数码管显示、发光二极管组合显示、发光二极管闪烁显示等几种,后期将会逐渐改为数码管(液晶)显示的方案。直流变频器主要故障如下:

显示内容	故障或保护定义
E 0	EEPROM参数错误
E 1	室内外机通信故障
E 2	过零检测出错
E 3	风机速度失控
E 4	无
E 5	室外温度传感器故障
E 6	室内温度传感器故障
P 0	模块故障
P 1	电压过高或过低保护
P 2	压缩机顶部温度保护
P 3	室外温度过低保护
P 4	直流变频压缩机位置保护

六、变频空调新产品展望

- 1、全部升级为直流变频，部分要求是全直流变频；
- 2、大功率直流变频也开始进行开发；
- 3、要求能效更高，并逐渐转为新冷媒；
- 4、附加功能更丰富，如负离子、电子集尘器、自清洗功能、液晶显示等；
- 5、进一步改进整机性能，如化霜、防冷风、噪音、振动等；
- 6、整机可靠性要进一步加强，如高频运行、超低温制热等。

七、变频空调面临的问题

目前来说，我司对交流变频控制技术已完全掌握，对变频电控硬件电路也积累了一定的经验，但目前仅自主开发了一款直流变频，其余直流变频基本上都是与其它公司合作开发或技术引进。总体来说，我司的变频技术与国外同类产品比较还有很大的差距。

一、交流变频

- 1、能效比太低；
- 2、变频模块故障、通信故障等电控故障率一直较高；
- 3、整机功能不完善，没有持续改进的迹象，时不时被投诉。

二、直流变频

- 1、缺少自主开发压缩机软件驱动技术的能力；
- 2、对 IPM、开关电源等压缩机驱动电路的应用仍有待改进；
- 3、EMC 技术需要持续改进，考虑成本与效果的最佳平衡点；
- 4、PFC 技术仍未熟练掌握及应用，存在一定的技术风险；
- 5、整机舒适性需进一步改进，部分设计细节没有得到关注；
- 6、能效比还需进一步提高；
- 7、整机系统匹配与电控功能存在一定的不协调；
- 8、电控整体可靠性不够稳定，质量隐患一直存在。