

# 直流变频空调原理

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

# 变频空调与定速空调区别

## ➤ 压缩机不同

- 定速空调器的压缩机运行频率不可变。E.g. 50Hz
- 变频空调器的压缩机运行频率可变。30Hz~120Hz。

## ➤ 控制器不同

- 变频空调器的控制器远比定速空调器复杂。

## ➤ 输出能力不同

- 在一个工况下定速机只有一个能力输出
- 变频机的输出能力是一个范围

# 直流变频压缩机结构示意图

家用直流

介绍

分液器组件

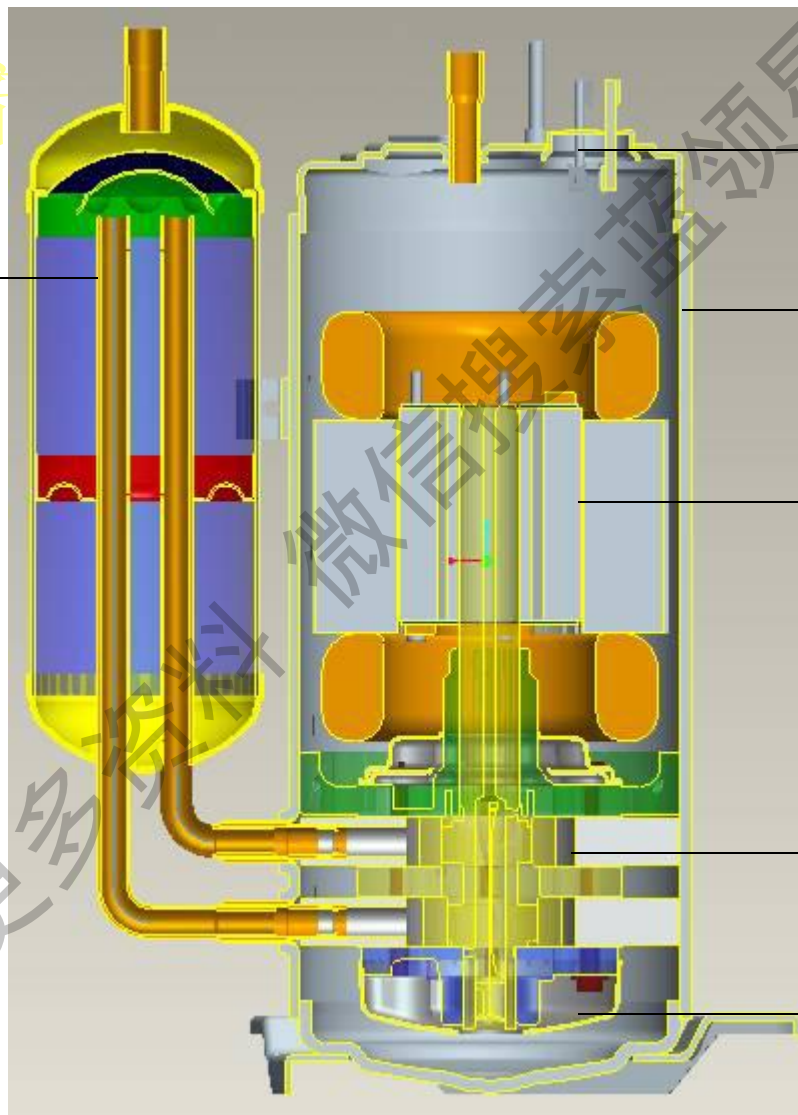
上盖组件

壳体组件

直流电机组件

泵体组件

下盖及安装板



# 直流变频压缩机设计特点

家用直

流介绍

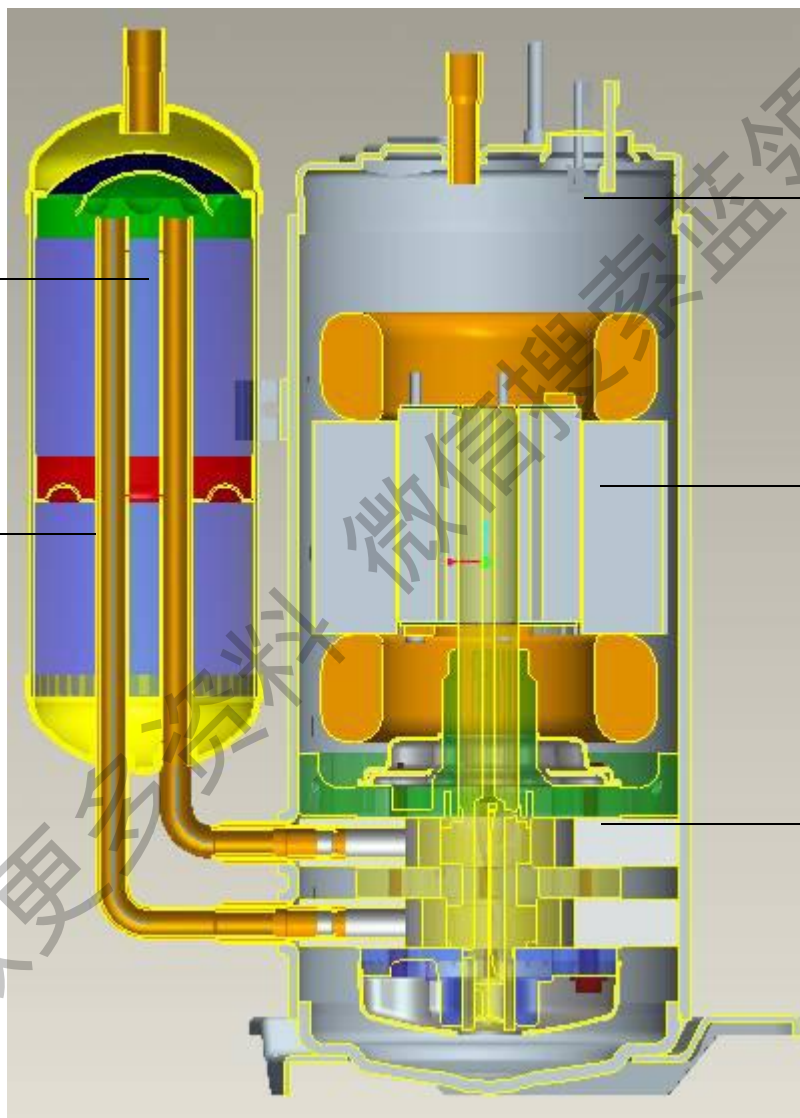
低吸气体脉动

大分液功能

低带油率

高效的直流钕铁硼电机

高效泵体



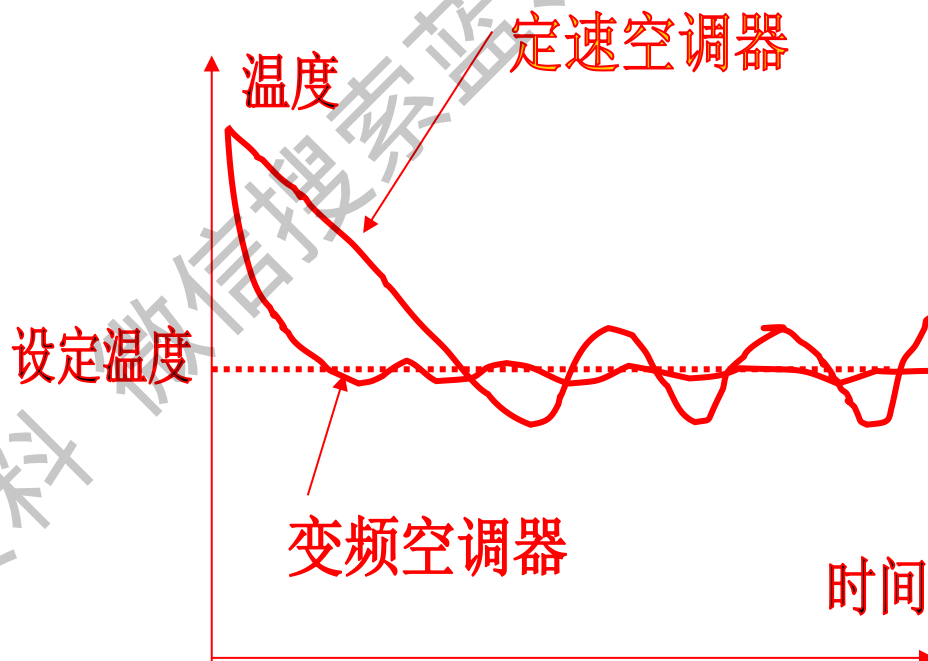
获取更多信息

微信搜素

蓝领星球

## ➤ 舒适性不同

- 变频空调器舒适性比定速空调器好。
- 可以快速制冷或制热
- 温度波动小。



■ 对环境的适应性不同

■ 节能

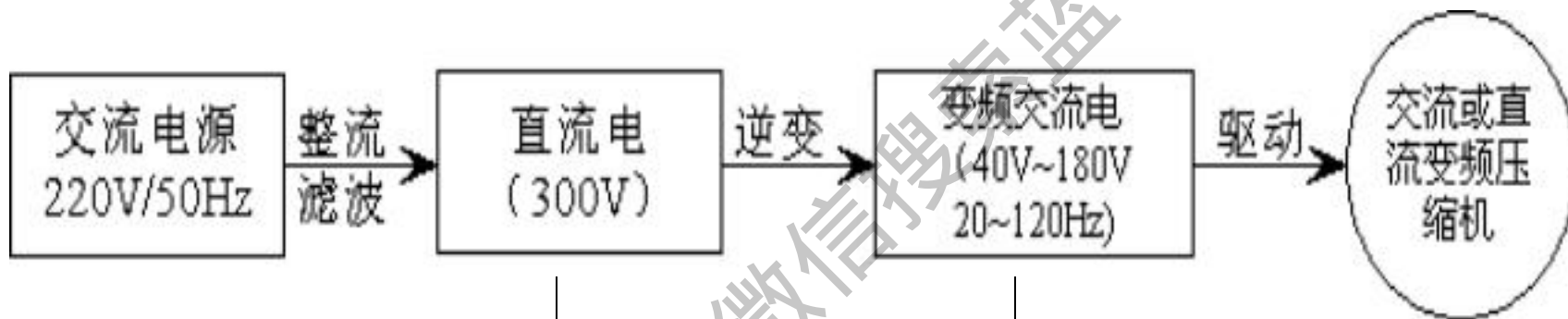
- 从长期运行来说，变频空调器会比普通空调器节约**30%**以上的电量。

注意：频繁的开/关变频空调器**不能**节约电量。

# 变频空调器的原理

- 从能量转换上可把变频控制分为交流-交流变频与交流--直流-交流变频。
- 家用变频控制，交流-变频还是直流变频都是通过交流--直流-交流的方式实现变频运转。
- 可调频率交流电，先把**220V**交流市电整流为直流，再由直流变为可调频率的交流，从而完成变频

# 变频原理



VV

VF

→

PAM

VVVF

→

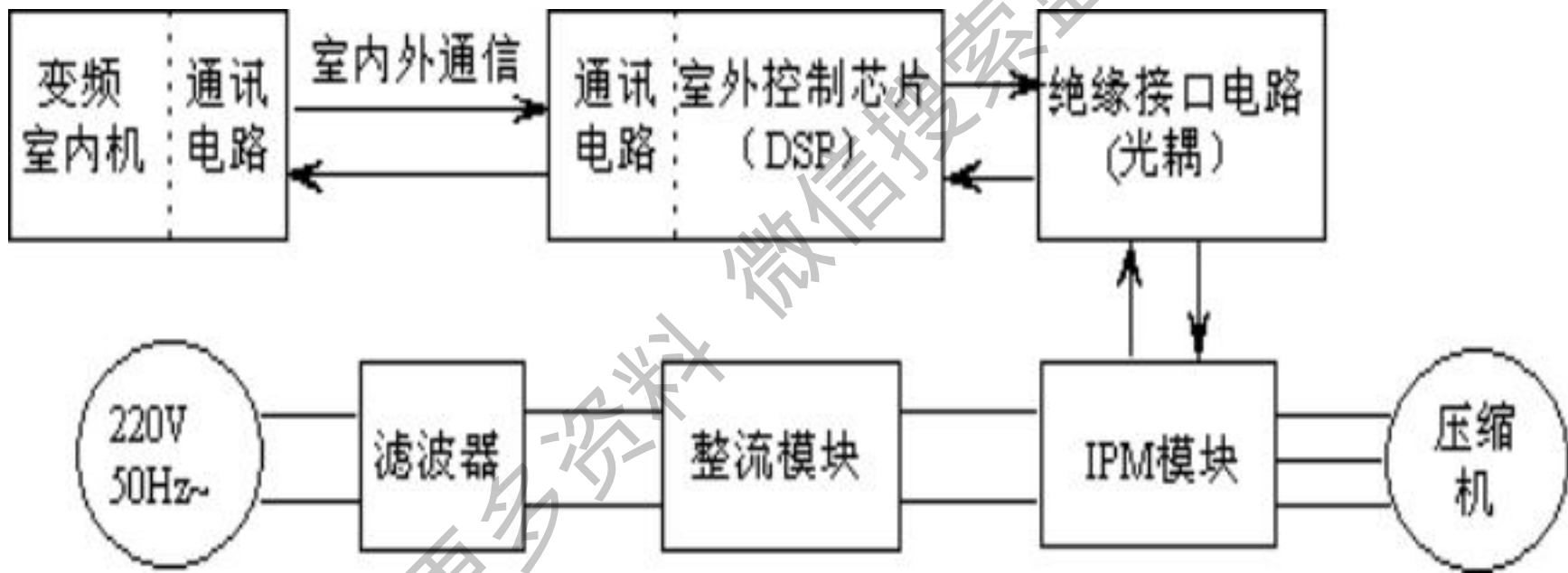
PWM

获取更多资料

微信搜索蓝领星球



# 变频原理



变频控制器原理框图

# 交流变频原理

交流变频依据原理：

$$n=60f(1-s)/p$$

$n$ —压缩机转速， $f$ —压缩机供电频率，

$p$ —电机极对数， $s$ —转差率

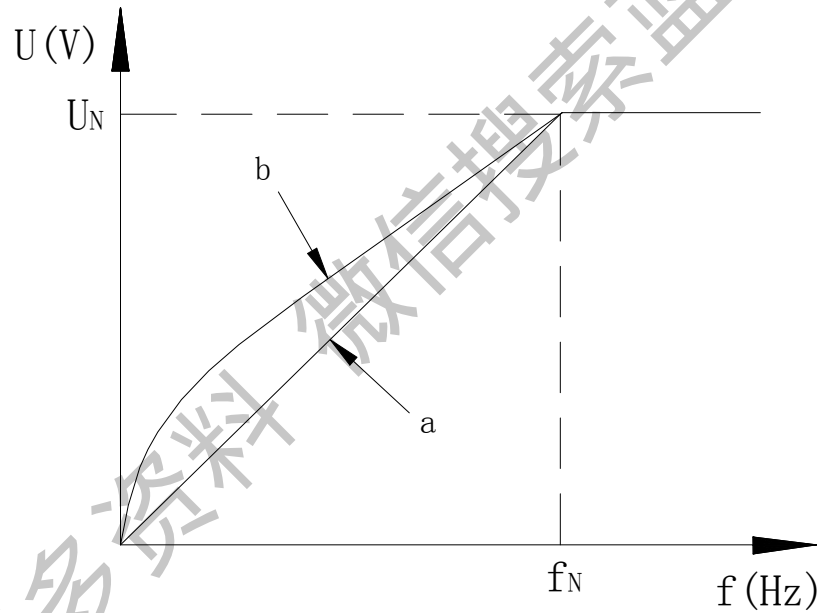
交流变频是通过改变压缩机的供电频率 $f$ ， $p$ 与 $s$ 不变，压缩机转速随频率变化而变化。

# 交流变频原理

- 异步电动机感应电动势为： $E_1=4.44kfN_1\Phi$   
( $k$ —电机绕组系数； $N_1$ —每相定子绕组匝数； $\Phi$ —每极磁通)。
- 由于定子阻抗上的压降很小，可以忽略，可以认为： $U_1=E_1=4.44kfN_1\Phi$ 。
- 实际运行过程中，通常希望保持 $\Phi$ 不变。因为 $\Phi$ 的增加，将导致铁心的饱和，进而引起励磁电流的上升，使铁损急剧增加。而 $\Phi$ 减小，则铁心未得到充分的利用，使得输出转矩下降。
- 要改变频率 $f$ 的大小，电机定子电压 $U_1$ 必须随之变化，即变频时也要变压。这种调节转速的方法称为**VVVF**，简称为**V/F**变频控制。

# 交流变频原理

V-F曲线:



a-压缩机厂给出的V-F曲线

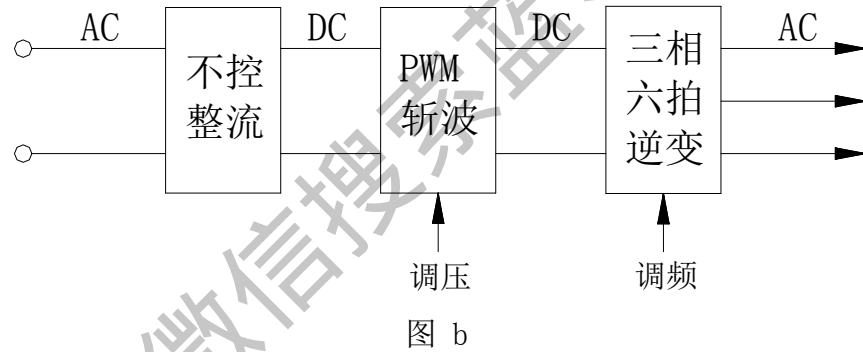
b-经过适当补偿的V-F曲线

# 交流变频原理

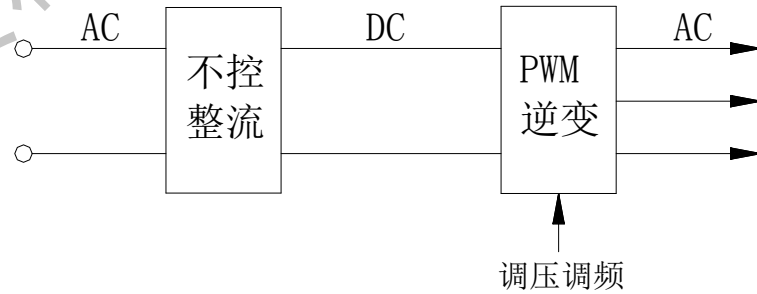
- 交一直一交变频器根据VVVF调制技术不同，分为PAM和PWM两种。
- PAM是把VV和VF分开完成的，称为脉冲幅值调制方式，简称PAM方式。
- PWM是将VV与VF集中于逆变器一起来完成的，称为脉冲宽度调制方式，简称PWM方式。
- 目前我们使用的为PWM方式。

# 交流变频原理

## •PAM示意图



## •PWM示意图



# 直流变频原理

- 从整机形式上看，直流变频可分为全直流变频与部分直流变频。
- 全直流变频是指压缩机、室内外风机均使用直流无刷电机，部分直流指只有压缩机使用直流无刷电机。

# 直流变频原理

- 直流变频名称的由来

家用电器，直流变频最常用无刷直流电机，为把这种变频与交流变频进行区别，人们习惯上把使用了**无刷直流电机的变频家电称为直流变频家电**。

- 和电子膨胀阀、无氟空调一样，直流变频是一个**约定俗成**的词语，这种命名方法有一定的**误导性**。

- 所以，直流变频并不是说压缩机是直流电供电，它的转化方式上与交流变频一样，都是采用交-直-交的方式。供给压缩机的电压还是**交流**的信号。这种电机实际也是一种交流电动机。



# 直流变频原理

## •无刷直流电机与有刷直流电机

### 直流变频电动机的基本结构

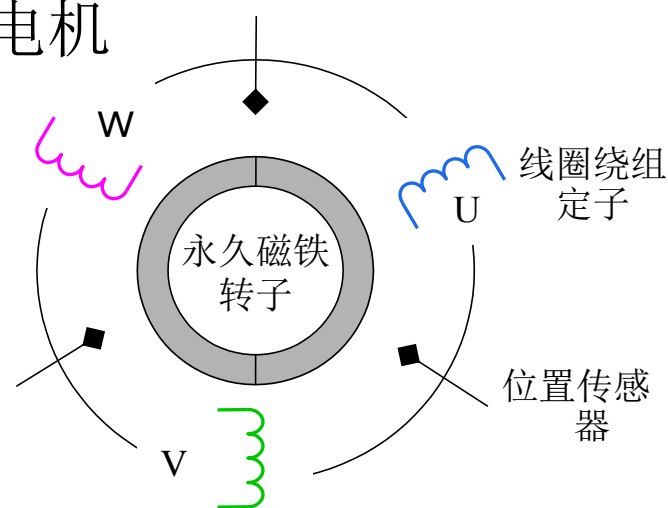
用装有**永磁体转子**取代有刷直流电动机的**定子磁极**，用具有多相绕组的定子取代电枢，用位置传感器及控制器组成的电子换向器取代传统的机械换向器和电刷。这样，就得到了**无刷直流电动机**。

由于无刷直流电动机与传统的直流电机

无论是结构还是调速性能都有很多

相似之处，所以人们习惯把这种

电机称为无刷直流电机。



# 直流变频原理

- 无刷直流电机在运行时，必须实时检测出转子的位置，从而进行相应的驱动控制，以驱动电机换相，保证电机平稳地运行。
- 实现无刷直流电机位置检测通常有两种方法，一是利用电机内部的位置传感器（通常为霍尔元件）提供的信号；二是检测出无刷直流电机相电压，利用相电压的采样信号进行运算后得出。
- 由于压缩机电机无法安装位置传感器，所以直流变频空调的压缩机都采用后一种方法进行电机换相。

# 直流变频原理

- 直流变频所用电机学术上称为“自控式永磁同步电动机”  
属于**交流电动机**范畴。
- 自控式永磁同步电动机根据定子绕组的不同主要分为两大类，方波型永磁同步电动机与正弦波型永磁同步电动机；
- 方波型永磁同步电动机也称无刷直流电动机**BLDCM**，绕组一般为分布式，反电动势为梯形波，驱动方式为**120度方波**；
- 正弦波型永磁同步电动机也称永磁同步电动机**PMSM**，绕组一般为集中式，反电动势为正弦波，驱动方式为**180度正弦波**；

# 直流变频原理

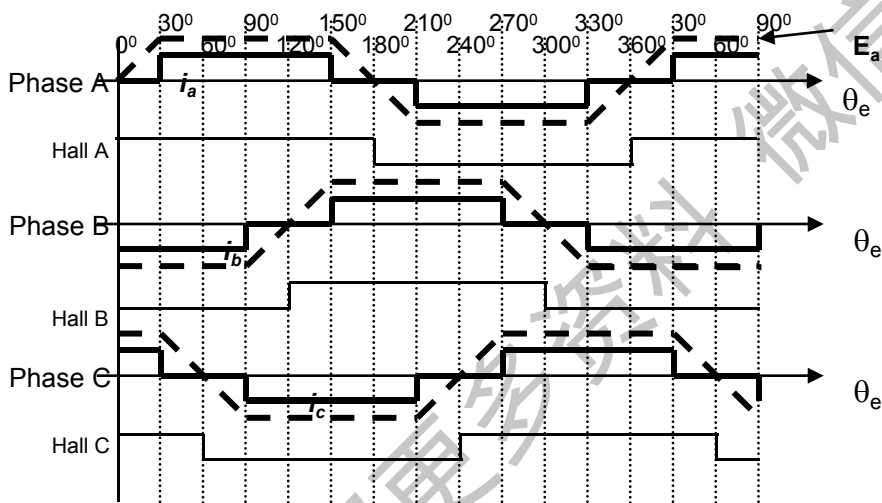
## •方波型与正弦波型永磁同步电动机对比

自控式永磁同步电机	绕组	电机反电动势波形	驱动方式	电机相电流波形	死区控制	特点	共同点
方波型永磁同步电机 (BLDC)	分布绕组	梯形波	120度方波	120度方波	无	噪音小、中低速效率偏低	均需位置检测并进行换相控制，效率高、调速性能好、噪音低
正弦波永磁同步电机 (PMSM)	集中绕组	正弦波	180度正弦波	180度正弦波	有（与交流变频相同）	中低速效率高、噪音偏大	

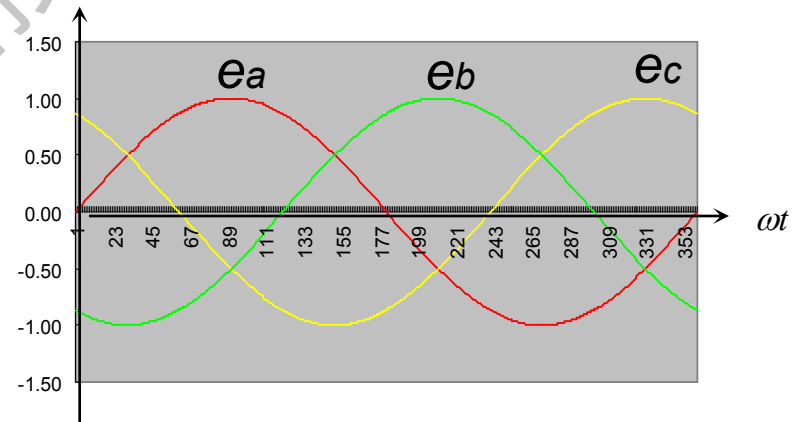
# 直流变频空调器原理

- 方波型与正弦波型永磁同步电动机对比

方波型永磁同步电机反电动势



正弦波型永磁同步电机反电动势

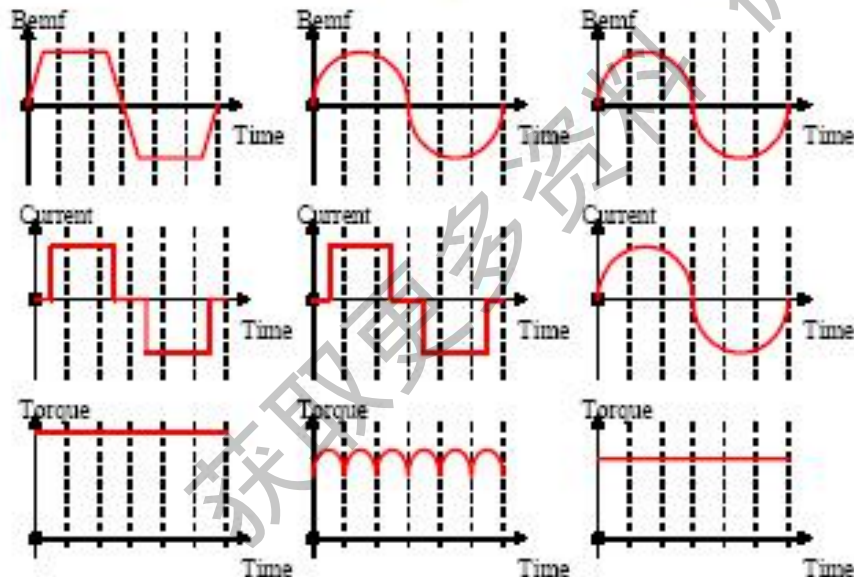


# 直流变频空调器原理

- 方波型与正弦波型永磁同步电动机对比

## BLDC versus PMSM

### TRAPEZOIDAL vs SINUS control



#### Trapezoidal Bemf / BLDC control

The resulting torque is constant.  
The power density of this solution is the best.

#### Sinusoidal Bemf / FOC control

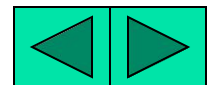
The resulting torque is constant.

#### Sinusoidal Bemf / BLDC control

It's difficult to generate a real trapezoidal Bemf. A sinusoidal motor is easier and cheaper to manufacture.

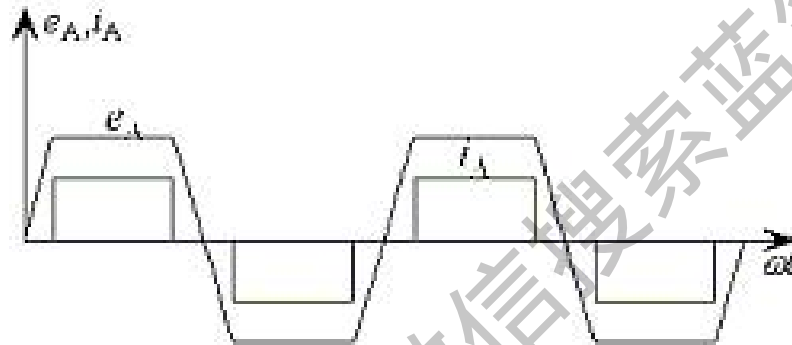
However, the wrong solution is to control a sinusoidal motor with trapezoidal currents.

The resulting torque is **not constant**  
- ondulation = 6 x fundamental  
- amplitude = 33%



# 直流变频空调器原理

- 无刷直流电机反电动势和电流波形（一相）：



A相的电动势与电流波形图

- 无刷直流电机实际电流波形（一相）：



# 直流变频空调器原理

- 根据转子结构形式的不同，直流变频的电机可以分为IPM与SPM两种。
- SPM表面型磁极：将永久磁铁配置于转子表面；
- IPM表面型磁极：将永久磁铁嵌入于转子内部；
- 从电机效率上看，压缩机采用IPM型比SPM型要高；
- 这两种电机形式对电控驱动没有影响。

获取更多资料

世界领先星球



# 直流变频原理

## 直流变频空调器的优点

- 运行效率高
- 调速性能好
- 转速范围宽
- 转矩大
- 噪音低
- 能效比高（与交流相比较）；

获取更多的资料 微信搜索蓝领星球

# 变频空调主要元器件

## ■ 变频模块

变频模块是实现由直流电转变为交流电从而驱动压缩机运转的关键器件，又称为IPM模块。它是一种智能的功率模块，它将6个IGBT管连同其驱动电路和多种保护电路封装在一起，从而简化了设计，提高了整个系统的可靠性。从其驱动电路使用的电源数目又可分为单电源与四电源两种。 主要厂家：日本三菱、三洋、东芝

三菱 PM20CTM060(20A/600V) PS21245

PM30CTJ060(30A/600V) PS21255

三洋：ST621-410(20A/600V)、 ST621-411(30A/600V)

# 变频模块（IPM）内部简图：

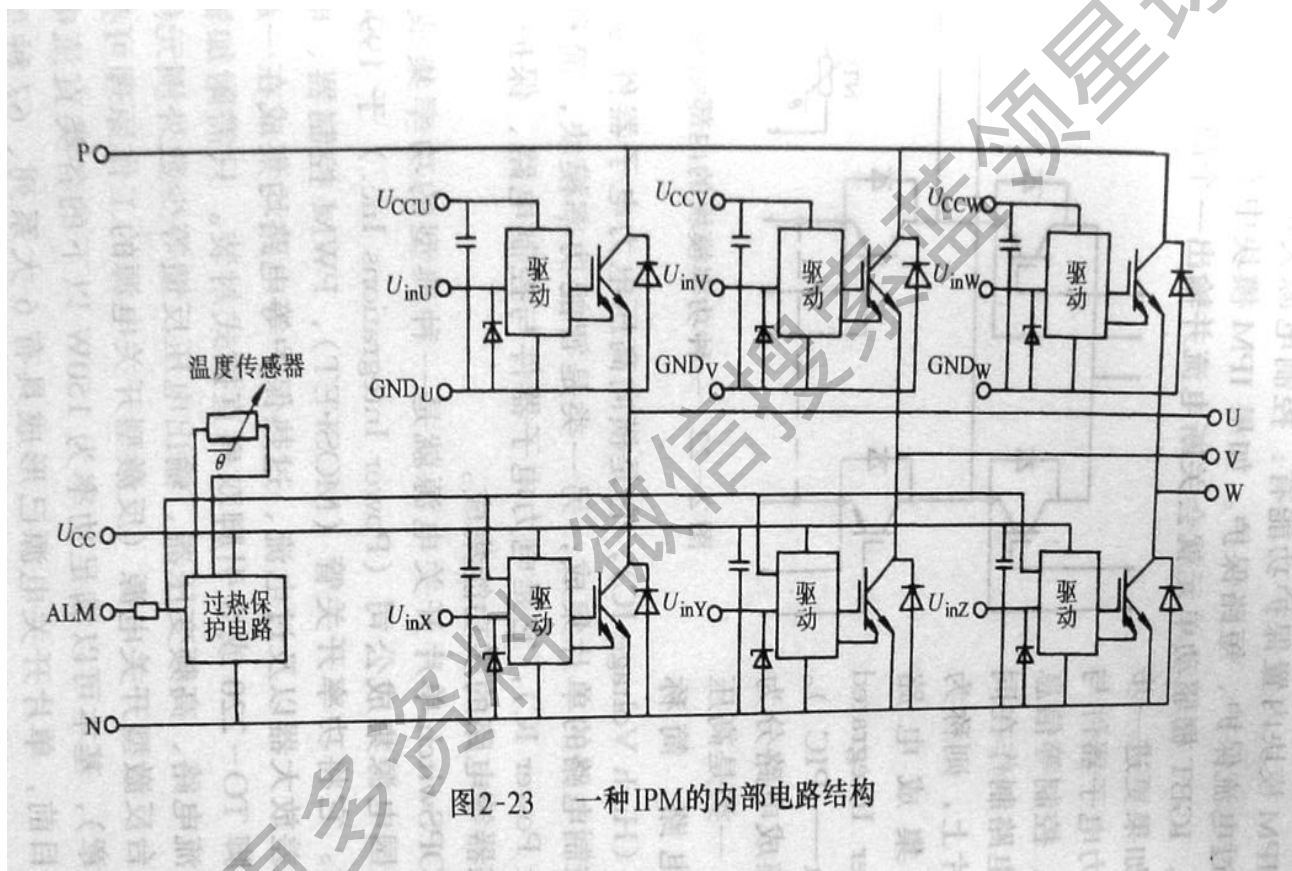


图2-23 一种IPM的内部电路结构

注：三菱PM系列模块内置保护：

过流、过压、欠压、短路、过热

# 变频空调主要元器件

- 室外主控芯片

变频空调的核心算法及室外控制均由室外芯片完成。由于控制算法比较复杂，所以一般很少采用常规的单片机，多采用电机控制专用单片机或DSP芯片。

电机控制专用单片机：ST 72141、7MC系列；  
东芝88PH47等；

DSP：TI的TMS24X系列、ADI的ADMCF3X系列及  
摩托罗拉等产品；

# 变频空调主要元器件

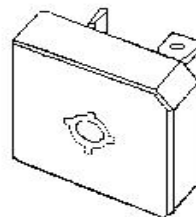
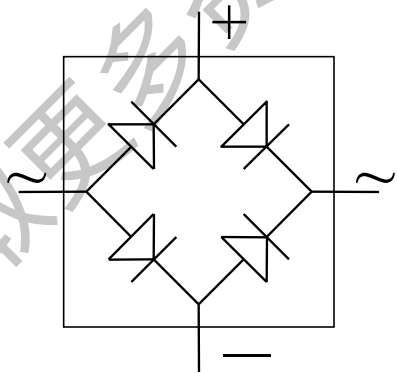
## ■ 整流桥堆

完成电源由交流到直流的转换（**220V**交流变为**310V**直流）

常见型号**T25VB60**（**25A/600V**）

**T15VB60**（**15A/600V**）

室外电控盒中另外一个整流桥堆不做整流用，而是用做一对二极管，配合电抗器，用以提高整机功率因素。



# 变频空调主要元器件

## ■ 大电抗器

变频空调室外控制器一般都有大电抗器，目的是为了  
提高整机的功率因素及通过谐波电流测试。为了符合  
3C标准，通过谐波电流测试，我们在分体机上采用了  
两个电抗器的无源功率因素矫正方法。与日本厂家的  
有源方式相比，降低了成本，提高了可靠性。

主要厂家：顺德威灵、青岛云路、温州正亮

## ■ 滤波器

为了通过EMC测试的干扰功率及干扰电压测试而采用的一  
种一体化滤波器件。

# 变频空调主要元器件

## ■ 大直流滤波电容

电解电容，直流电源滤波，视功率不同，每套控制器使用3-6个（560uf/个）。

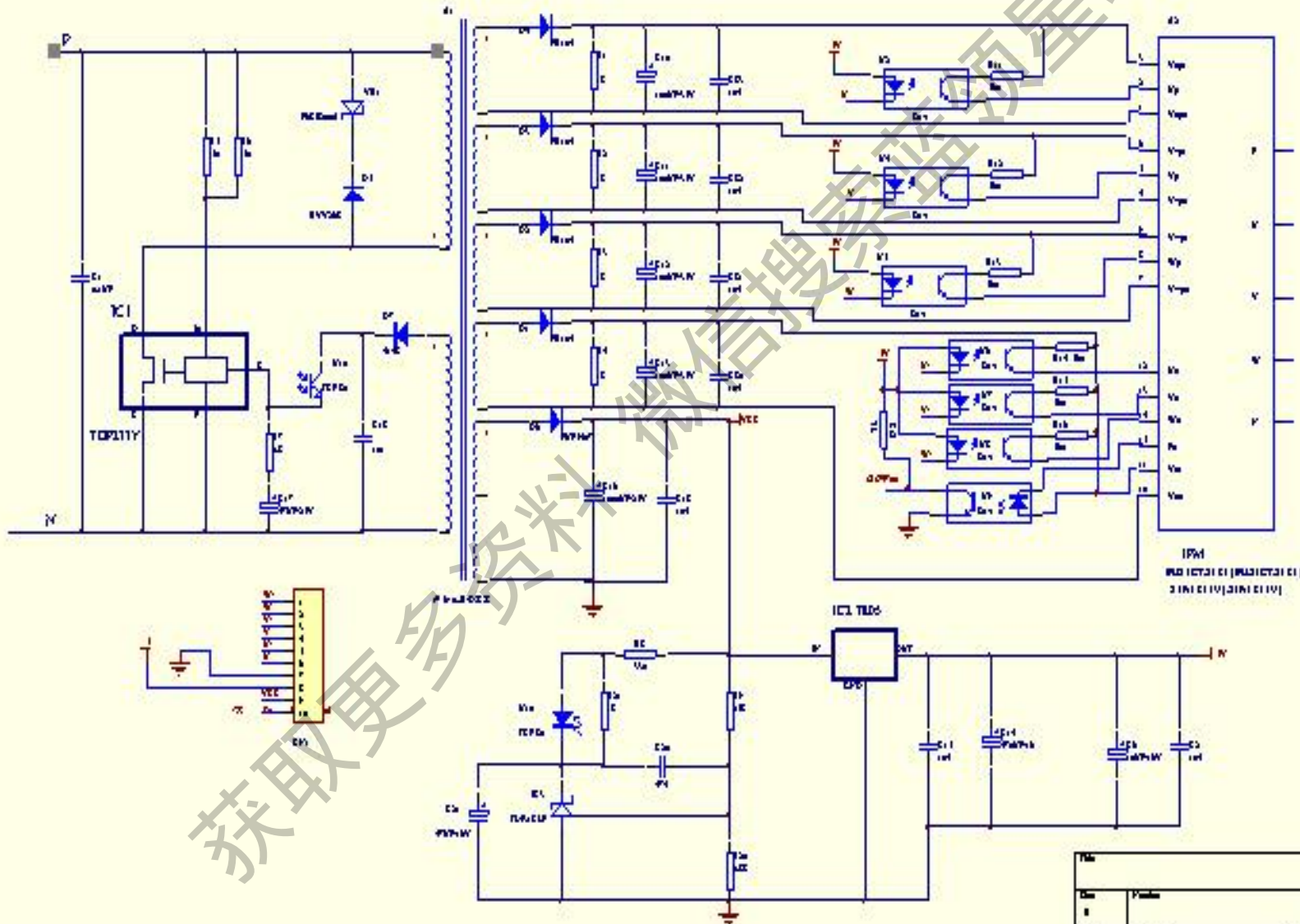
## 放电管

用以防止室外遭受雷击，而损坏电控。

目前使用放电管参数为3600V。

## ■ 光耦

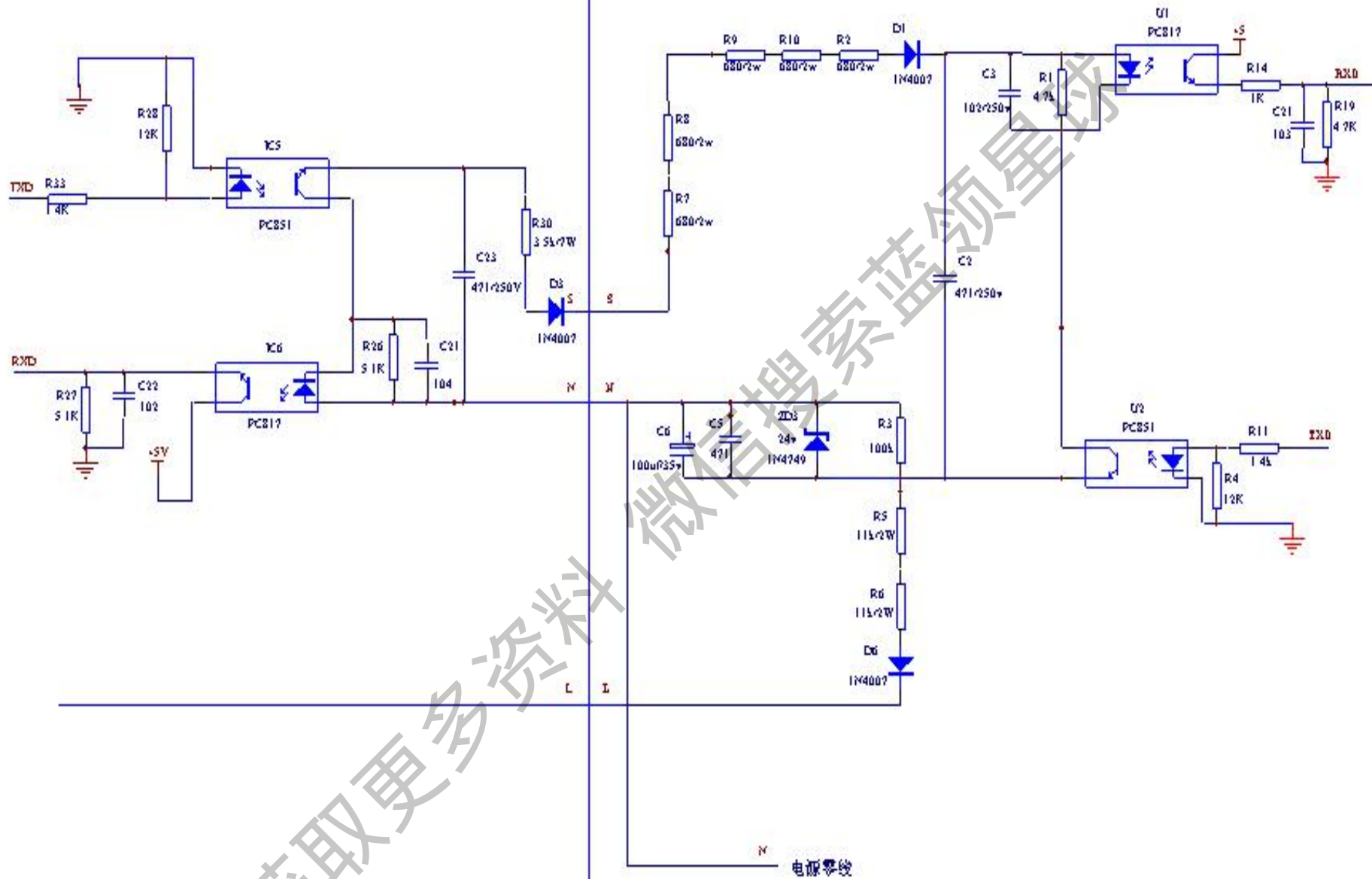
用于芯片到模块间驱动信号的传送及隔离，另外在室内外通讯上也使用。室外控制板一共使用了9个光耦器件。



File	Pin	Pin	Pin
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16







通讯电路



