

## DC 无刷风扇简介

### 一. 简介

DC 风扇是结合电机与电子技术的产品。它是一个电机马达，藉由以 HALL IC 为主体的一组电子回路，来操控的一个直流马达。因为是由电子回路控制，所以马达的效率非常高；不只省电且经由不同的回路设计，可以达到各种功能与特殊用途。

### 二. DC 风扇的结构

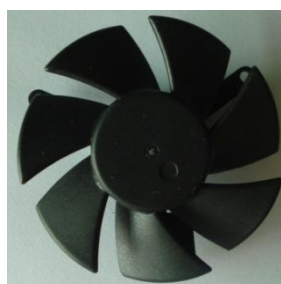
风扇是由三大部份组成：

1. 扇叶与扇框：扇叶是风扇的主体，风量的大小、噪音的高低，全由扇叶的形状决定。扇框则是支撑扇叶的运转，也是进气与排气的框体，能使气流集中与增压。

若是显卡上用的风扇，因搭配散热片的关系，大都搭配一个三脚支架使用。

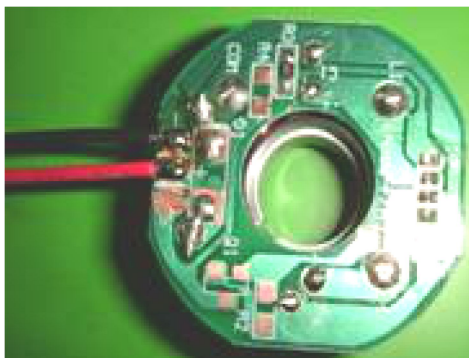


方框风扇



三脚支架风扇

2. 定子(马达)：定子是由一个绕好漆包线圈的硅钢片，与加工好的 PCB 板与导线，焊接而成一个马达主体。马达是风扇的驱动运转中心，也是风扇品质体现的重要部份。

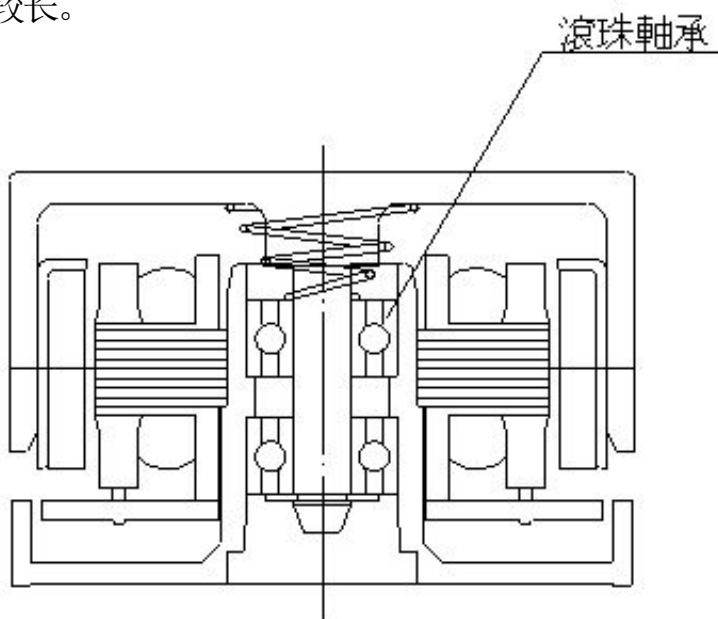


加工完成的定子

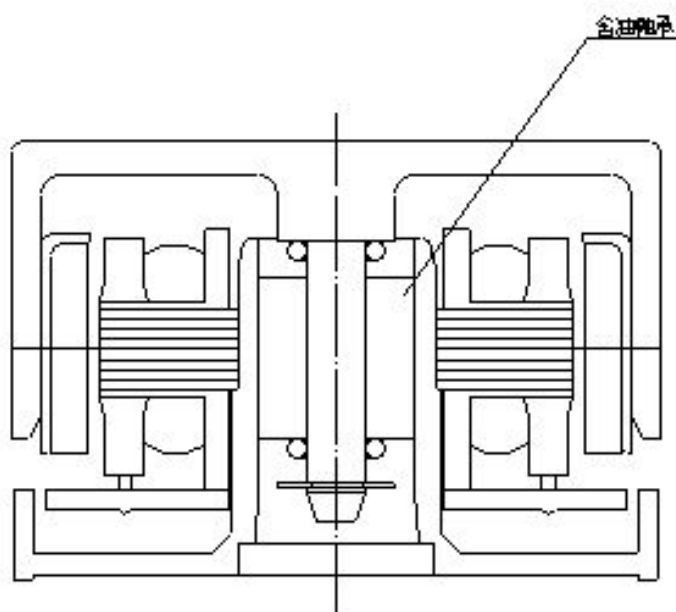
3. 轴承结构: 轴承结构是支撑风扇运转的重要机构, 直接影响风扇运转时的寿命。

分为: 双滚珠轴承结构、含油轴承结构、Long Life 含油轴承结构。

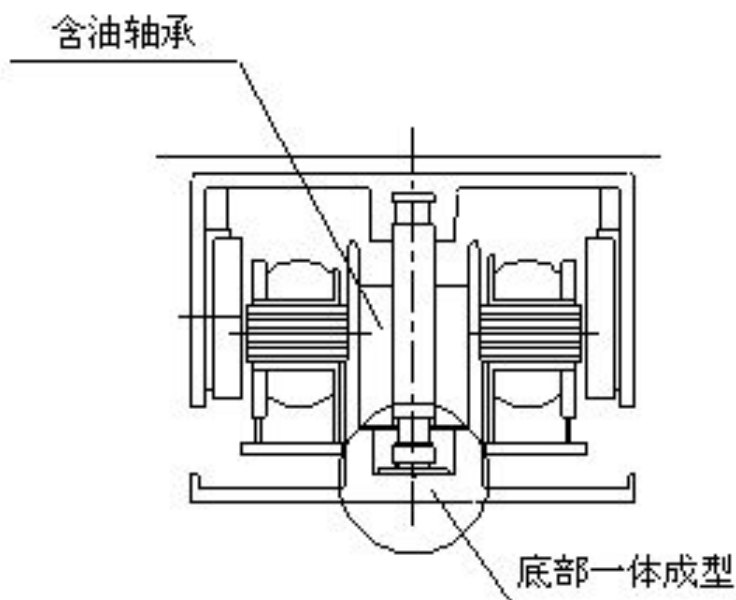
a. 双滚珠轴承结构: 是用二颗滚珠培林(BALL BEARING), 分别配置在轴心的两端, 支撑遮叶轴心运转。因为是滚珠支撑转动, 摩擦阻力小, 且有防尘盖的装置, 所以轴承寿命较长。



b. 含油轴承结构: 含油轴承是粉末烧结加工, 然后经过真空高压含浸润滑油, 使材料粒子间隙能含有润滑油酯, 达到使用时有自润的效果。但是因为结构的关系, 润滑油不易储存, 容易造成润滑油过热碳化, 而使风扇不转。



c . Long Life 含油轴承结构：此结构是在普通含油轴承结构，将扇框底部一体成型使润滑油不会泄漏；因此轴心在转动时，不会因高温而使油酯碳化，造成卡死不转动。此种结构的寿命介于滚珠轴承与普通含油轴承之间。



### 三. 风扇的电子讯号功能

风扇的电子讯号功能, 大致分为三种, 分别是: FG 讯号、PWM 控制、RD 讯号。

1. FG 讯号(frequency Generator): 频率产生器。风扇提供讯号给控制系统, 计算风扇的转速应用。

4 极马达定子, 信号频率 / 2 = 风扇转速

6 极马达定子, 信号频率 / 3 = 风扇转速

FG 信号电压幅度

High Level: 标准: 5V<sub>DC</sub>, 一般范围: VCC ± 10%, 客户要求

Low Level: 0V<sub>DC</sub> ~ 0.5V<sub>DC</sub>

此功能用于 VGA 显卡上的风扇最多。

带有 FG 讯号功能的风扇, 一般导线是 3 条线, 且讯号线都用黄色线代表。

2. PWM (Pulse Width Modulation): 脉波宽度调变。在固定的频率方波讯号, 调整方波的工作周期(Duty Cycle)比例(0%~100%)。风扇接受控制器送出的方波频率, 藉此

调整风扇的转速。

风扇调速规格:

a. 0% 低速转, 100% 全速转。

b. 0% 不运转, 100% 全速转。

PWM 信号电压幅度

High Level: 标准: 5V<sub>DC</sub>, 一般范围: 2.8V<sub>DC</sub>~20V<sub>DC</sub>

Low Level: 0V<sub>DC</sub> ~ 0.4V<sub>DC</sub>

带 PWM 功能的风扇, 都是有 4 条导线。

PWM 控制用在电子产品上, 是以脉冲、频宽来控制; 另外用在家电产品上, 一般都采电压控制。

3. RD 讯号(Rotation Detector): 旋转检知器(风扇锁住侦测)。风扇提供讯号给控制

系统, 侦测风扇运转状况。

风扇运转: RD Signal : Low

风扇锁住: RD Signal : High

RD 信号电压幅度

High Level: 标准: 5V<sub>DC</sub>, 一般范围: VCC  $\pm 10\%$ , 客户要求

High Level: 标准: 5V<sub>DC</sub>, 一般范围: VCC  $\pm 10\%$ , 客户要求

有此功能的风扇会有三条导线, 讯号线一般都会以白色线代表。

4. Q 讯号(Inverse RD): 反 RD 旋转检知器 (风扇锁住侦测)。

风扇运转: RD Signal : High

风扇锁住: RD Signal : Low

Q 信号电压幅度

High Level: 标准: 5V<sub>DC</sub>, 一般范围: VCC  $\pm 10\%$ , 客户要求

High Level: 标准: 5V<sub>DC</sub>, 一般范围: VCC  $\pm 10\%$ , 客户要求

#### 四. 风扇制程

风扇的制程分成: 扇叶组件加工、马达定子加工、风扇组合加工等三部份。

1. 扇叶组件加工制程有:

a. 橡胶磁铁压入铁壳: 将裁剪好的橡胶磁条, 利用入磁机将磁条压入铁壳内。

C.



入磁机



入好磁的成品

- b . 马达壳充磁: 将入好磁的马达壳, 经过充磁机进行充磁加工; 使马达壳成为一个永久磁铁。



充磁机



充好磁的马达壳

- c . 压入马达壳: 将充磁完成的马达壳压入扇叶 HUB 内。



压马达壳机具与治具



压好马达壳的成品



## 2. 定子马达加工制程

a. 绕线加工: 在装好绝缘架的硅钢片, 绕上漆包线型成马达的线圈。



开始绕线



绕线完成

b. 缠线加工: 将绕好线的线包, 把正负极线头, 缠绕在硅钢片的铁PIN 脚上



缠线前



缠线完成品

c . 沾锡: 将缠好线的线圈 PIN 脚沾上锡膏, 以固定线头与利后焊 PCB。



自动沾锡机



沾好锡后的成品

d . 阻抗测试: 测试沾好锡后的线圈组合, 组抗是否合格。

e . 定子与 PCB 板组装: 将做好的线圈与焊好零件的 PCB 板, 用烙铁焊接组合成一个马达。



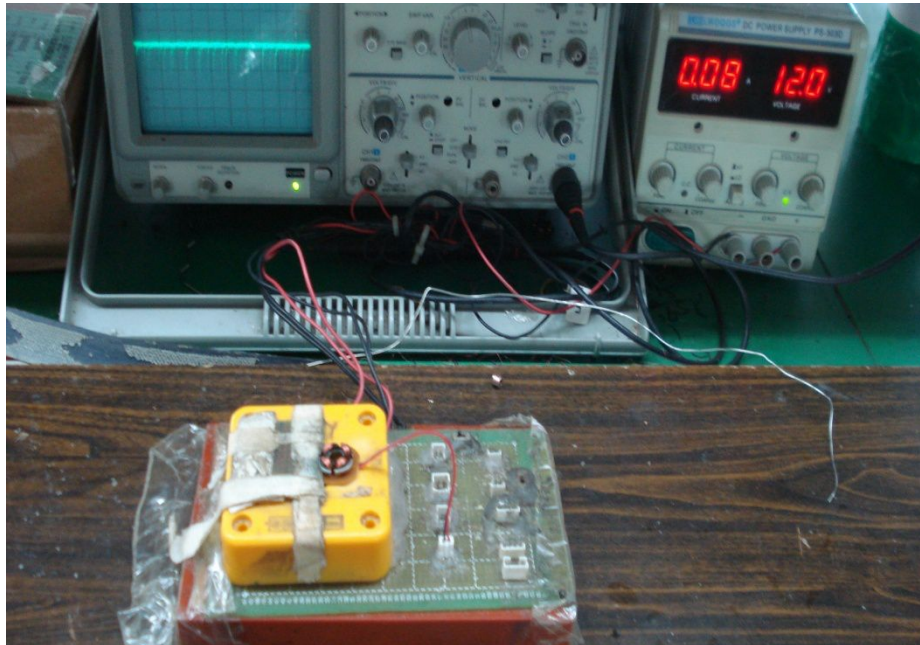
定仔与 PCB 板组装



焊接后的完成品



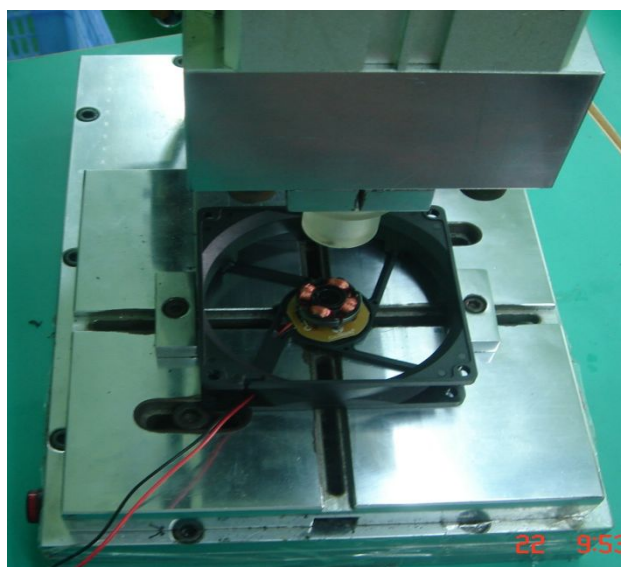
f . 马达摹拟测试: 用以测试马达的功能是否正确。



马达摹拟测试

3 . 风扇组装加工:

a . 压定子加工: 将理好线的定子, 套在扇框的中管上, 用机具把定子压入固定在中管上。



b . 压合铜或装培林：压合铜时用气压台；装入培林时则用夹具。

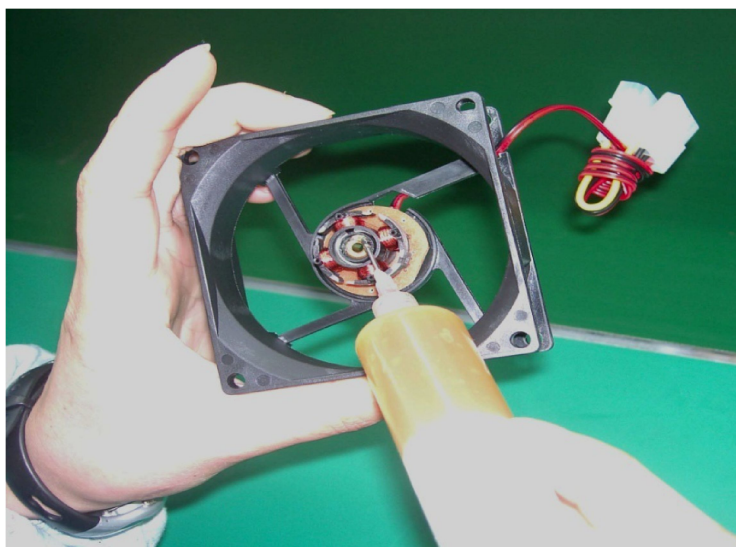


气压台压入合铜



手工组装培林

c . 合铜机种点油：合铜机种必需在 SLEEVE BEARING 内加润滑油。加润滑油是用点油机做业。



d . 扇叶组装：将加工好的扇叶，装入扇框内。



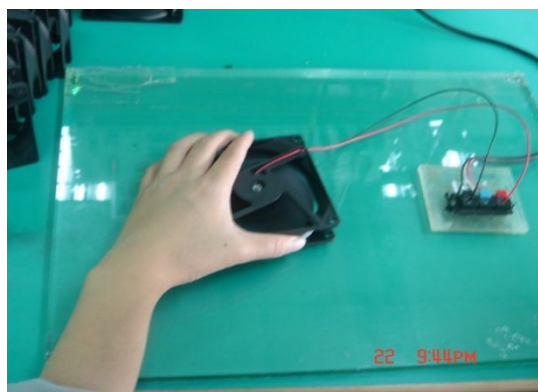
e . 打卡簧：扇叶与扇框组装后，必需在轴心上扣上卡簧，以防止扇叶脱落。



#### 4 . 风扇成品综合测试：

风扇组装完成后，会做以下的测试，以确保风扇出厂的质量。

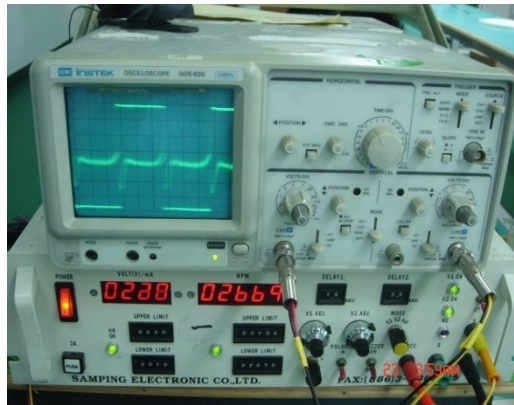
a . 超框测试：测试扇叶是否超框。因为超框会使扇叶易于因外物而折断，且会造成工安问题。



超框测试

b . 电流、转速、波型测试：测试风扇的电子特性。





c . 异音测试: 分别测试风扇正面放与侧面放是否有异音。



正面测试异音



侧面测试异音

d . 风扇死角测试: 风扇若有 HALL IC 感应死角, 会造成风扇无法正常启动。



## 五．风扇的开发

- 1．扇叶型状的设计：叶型是一个风扇的重要主体，会影响风扇的风量、风压、噪音等。扇叶形状设计完成后，都会做手板的雕刻，据此去进行风洞测试与无响室的测试。

风洞：主要是测试风扇的风量与风压。



Wind Tunnel

无响室：用以测试风扇的噪音。



Hemi-Anechoic Room

- 2．电子回路设计：针对客户参数规格要求，选择合适的 HALL IC 等电子组件，设计电子线路图。用 CNC 数控机具加工 PCB 板，然后进行风扇组装测试。

## 3．风扇测试：

- a．震动试验：测试风扇的结构强度，是否会因搬运震动或跌落而损坏。



Drop Tester



- b . 电子功能测试：用风扇多功能测试仪器，检测风扇的电子功能。  
如：各种讯号波型。
- c . MTTF & L10 测试：在 40℃ 的温度，取样 60PCS 样品，连续烧机测试 3360 小时，样品无 NG 现像。



Temp./Humi. Chamber