

散热风扇的技术指标

一、风扇噪音

除了散热效果之外，风扇的工作噪音也是人们普遍关注的问题。风扇噪音是风扇工作时产生杂音的大小，受多方面因素影响，单位为分贝 (dB)。测量风扇的噪声时需要在噪声小于 17dB 的消音室中进行，距离风扇一米，并沿风扇转轴的方向对准风扇的进气口，采用 A 加权的方式进行测量。风扇噪声的频谱特性也很重要，因此还需要用频谱仪记录风扇的噪声频率分布情况，一般要求风扇的噪声要尽量的小，而且不能存在异音。

风扇噪音与摩擦力、空气流动有关。风扇转速越高、风量越大，造成的噪音也会越大，另外风扇自身的震动也是不可忽视的因素。当然高品质的风扇的自身震动会很小，但前面两个者却是难以克服的。要解决这个问题，我们可以尝试使用尺寸较大的风扇。应在在风量相同的情况下，大风扇在较低转速时的工作噪声要小于小风扇在高转速时的工作噪声。另外一个我们容易忽略的因素是风扇的轴承。由于风扇高速转动时转轴和轴承之间要摩擦碰撞，所以也是风扇噪声的一个主要来源。

风扇噪音的来源有：

1. 振动

假如风扇转子转动时转子的物理质心与转轴惯性中心不在同一轴上，便会造成转子的不平衡。转子的物理质心与转轴惯性中心的最近距离称为偏心距，转子不平衡造成偏心距，当转子转动时由于离心力的作用产生一作用力于转轴支架而形成振动，且振动经由基路径传递到机械各部份。

2. 风噪

风扇工作时，由于叶片周期性地承受出口不均匀气流的脉动力作用，产生噪声；另一方面，由于叶片本身及叶片上压力的不均匀分布，转动时对周围气体及零件的扰动也构成旋转噪声；此外由于气体流经叶片时产生湍流附层面、旋涡及旋涡脱离，引起叶片上压力分布的脉动而产生涡流噪声。这三种原因所引起的噪音可以综合性地称为“切风噪音”，一般风量风压大的风

扇，其切风噪声也较大。

3. 异音

风噪听起来只有单纯的风声，而异音则不同，风扇运转时，除风声外，若还有其它声音发出，即可判断风扇出现了异音。异音可能因轴承内有异物或变形，以及组装不当而出现碰撞，或电机绕组缠绕不均，造成松脱，都可能产生异音。

二、风扇的使用寿命

风扇的使用寿命是指散热器产品正常工作的无故障工作时间，优质产品的使用寿命一般都能达到几万小时。在价格和性能差不多的情况下，选择使用寿命长的产品显然更能保护我们的投资。

风扇的寿命由：电机寿命、使用环境、电力供应等各方面因素所组成。

三、散热风扇的送风形式

轴流风机

最广泛的形式就是用轴流风机向下吹风，之所以这么流行是因为综合效果好且成本低廉。此外，还有将轴流风机的方向反过来，变成向上抽风的形式，这种方式最近似乎变得越来越常见。

两种送风形式的差别在于气流形式的不同，鼓风时产生的是紊流，风压大但容易受到阻力损失；抽风时产生的是层流，风压小但气流稳定。理论上说，紊流的换热效率比层流大得多，因此才成为主流设计形式。但是气流的运动与散热片也有直接关系。在某些散热片设计中(比如过于紧密的鳍片)，气流受散热片阻碍非常大，此时采用抽风可能会有更好的效果。至于采用侧面鼓风的设计，通常不会和顶部鼓风的效果有什么差别。而比较有效的改进方法是建立CPU专用的散热风道，这样便不会受到CPU附近热空气的影响，相当于降低了环境温度。

轴流风机虽然应用广泛，但是也存在固有的缺陷。轴流风机受电机位置的阻挡，气流不能

流畅通过鼓风区域的中部，这称为“死区”。而在典型的散热片上，恰恰中部鳍片的温度最高。由于存在这种矛盾，采用轴流风机时，散热片的散热效果并不充分。

离心风机

离心风机是与轴流风机完全不同鼓风形式，也逐渐开始使用在 CPU 散热当中，通常被电脑用户称为“涡轮风扇”。这种风扇的优越之处在于很好地解决了“死区”问题。离心风扇与传统风扇的不同之处是其叶片旋转是在垂直的平面内进行的，进风口位于风扇的侧面。散热器底面接收到的气流分布较均匀。



离心风机的鼓风方向上没有障碍物，所以在各个位置都有同样的气流。同时它的风压和风量的调节范围也更大，转速控制的效果更好。负面的影响和大功率轴流风机一样——价格高、噪音大。

四、其他改进风道的设计

另外一种解决风力盲区的办法是改变风扇的出风方向。传统的散热器安装方式是气流朝下，即垂直于 CPU。改进风道设计之后，风扇改为侧向吹风，让气流的方向平行于 CPU。



侧向吹风的首要好处是彻底解决风力盲区，因为气流是平行通过散热鳍片的，气流截面的四条边上的气流速度最快，而 CPU 的发热点正好位于一条边上。这样 CPU 散热底座吸收的热量可以被及时带走。另外一个好处是没有反弹的风压(通常向下吹风时，一部分气流冲至散热底面并反弹，这会影响散热器内的气流运动方向，使的热交换的效率受到损失)。热交换效率要高于向下吹风

风扇的叶片

散热器风扇的效能主要取决于：风扇扇叶直径和轴向长度；风扇的转速；扇叶的形状等因素。

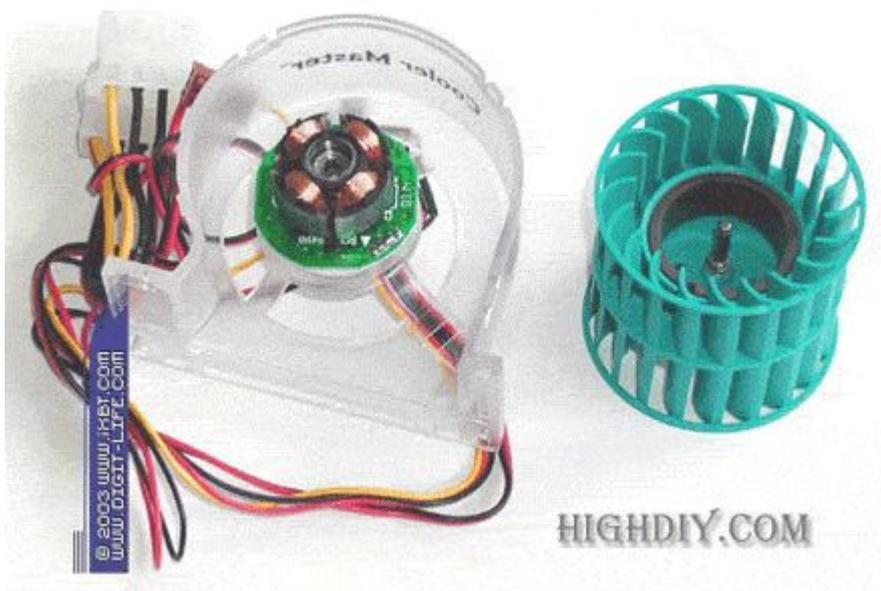
CPU 风扇的叶片通常在 6 片到 12 片之间。一般说来，叶片数量较少的容易产生较大的风压，但运转噪音也较大；而叶片数量较多的则恰恰相反。

叶片形状

有镰刀型、梯形和 AVC 专利的折缘型等。相对来说，镰刀型扇叶运转时比较平稳安静，但所能产生的风压也较小；梯形扇叶容易产生较大风压，但噪音也较大。折缘型是最优秀的设计，在保持低噪音的同时能产生较大的风压，但目前仅用于 AVC 自己的产品中。目前见得较多的是镰刀型的设计。

设计优秀的扇叶，能在不高的风扇转速下产生输出较大的风量和风压，同时也不会产生太大的风噪声。除了形状以外，叶片倾斜的角度也很重要，要配合电机的特性和散热片的需要来设计。否则，单纯追求叶片倾角大，可能会出现风噪大风力小的情况。

涡轮风扇：涡轮风扇可以消除立轴式风扇轴心部分的风力盲区，使风力更加均匀，散热效率更高。



AVC 折缘风扇涉及一种轴承风扇的改良结构，特别涉及在限制圆筒空间中能减小涡流效应的扇叶结构。折缘扇叶型增压降噪风扇装置，可以消除轴流风机扇叶在限制空间中引致的涡流，降低噪声，增加风压。



Tt 公司也推出了五面进风静音风扇，传统的风扇进风的地方主要在顶部，而它则风扇四周的提供了入口，这样它提高进风量同时不增加风扇的转速达到静音的效果。



它采用了 Hyper flow(流体力学设计)，将原来的封闭式侧壁改成了百叶窗型的侧开口开放式设计，因此进风方式也随之改变，从单独的上进风变为上进风与侧进风并行。根据空气动力学的原理，上进风的方式是空气在旋转的风扇扇叶的驱使下，使其自上而下成垂直流动，此

时在风扇的中心形成一个空气压力相对较低的地区，风扇周围的空气于是向气压较低的风扇中心流动，在流动的过程中，气流在扇叶旋转的作用下发生偏移，从而形成了一个类似龙卷风的涡旋，随着涡旋的增强，周围的空气被迅速的吸过来。这样的设计，有效地防止了风扇的末端和扇框之间形成狭窄的气流扰动区和空气湍流产生的风噪声。

其实每个风扇厂商都有自己的扇叶设计方法，每种设计方法也都是经过大量的实验数据所得，可以说复杂程度非常之高。对于具体的技术问题本文就不再深入讨论。

风扇的轴承

好的风扇，除了其风量大和风压高之外，自身的可靠性是相当的重要，其中，风扇使用的轴承起着非常重要的作用。一般高速风扇使用滚珠轴承(ball bearing)，而低速风扇则使用成本较低廉的自润轴承(sleeve bearing)。每个风扇都需要两个轴承，一些风扇上标着“BS”的字样，是单滚珠式轴承，BS的意思是“1 ball + 1 sleeve”，依然带有自润轴承的成分。比BS更高级的是双滚珠式轴承，即 Two Balls。下面将对各种轴承形式加以说明。

含油轴承

含油轴承是使用滑动摩擦的套筒轴承，使用润滑油作为润滑剂和减阻剂，初期使用时运行噪音低，制造成本也低，但是这种轴承磨损严重，寿命较滚珠轴承有很大差距。而且这种轴承使用时间一长，由于油封的原因(电脑散热器产品都不可能使用高档油封，一般也就是普通的纸油封)，润滑油会逐渐挥发，而且灰尘也会进入轴承，从而引起风扇转速变慢，噪音增大等问题，严重的还会因为轴承磨损造成风扇偏心引发剧烈震动。出现这些现象，要么打开油封加油，要么就只有淘汰另购新风扇。

滚珠轴承

含油轴承由于使用周期较短，轴承内部的油控直接影响运转时噪音大小，所以越来越被各知名大厂所摒弃。双滚珠轴承现在被业界广泛看好，成为高品质散热器风扇的首选，运转稳定性无出其右，但价格也较高。而作为物美价廉的选择，各大厂商的折衷方案就是采用单滚珠轴承。

单滚珠轴承

单滚珠轴承是对传统油封轴承的改进。它的转子与定子之间用滚珠进行润滑，并配以润滑油。它克服了油封轴承寿命短，运行不稳定的毛病，而成本上升极为有限。单滚珠轴承吸收了油封轴承和双滚珠轴承的优点。将轴承的使用寿命提升到了 40,000 小时，加入滚珠之后，运行噪声有所增大，但仍小于双滚珠轴承。

双滚珠轴承

双滚珠轴承属于比较高档的轴承。轴承中有数颗微小钢珠围绕轴心，当扇页或轴心转动时，钢珠即跟着转动。因为都是球体，所以摩擦力较小，且不存在漏油的问题。双滚珠风扇优点是寿命较长，大约在 50000 ~ 100000 小时；抗老化性能好，适合转速较高的风扇。双滚珠轴承的缺点是制造成本高，并且在同样的转速水平下噪音最大(因为滚珠轴承摩擦点增加了 2 倍)。双滚珠风轴承和液压轴承的封闭性较好，尤其是双滚珠轴承。双滚珠轴承被整个嵌在风扇中，转动部分没有与外界直接接触。在密封的环境中，轴承的工作环境比较稳定。因此 5000 转级别的大口径风扇几乎都使用双滚珠轴承。而液压轴承由于具备独特的还回式油路，所以润滑油泄露的可能性较小。

来福轴承

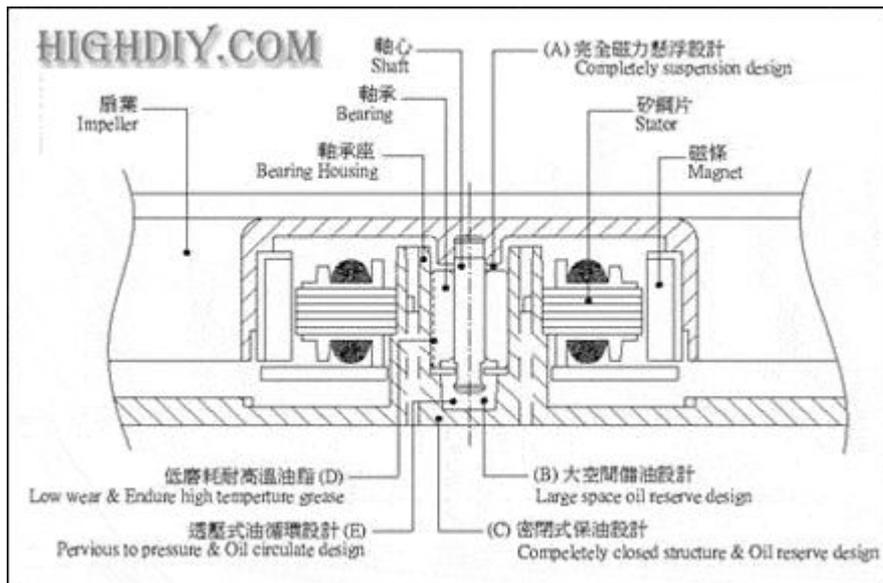
来福轴承(Rifle Bearing)技术的代表厂商是 CoolerMaster，CM 已经将旗下的大部分传统油封轴承风扇升级到来福轴承。作为传统油封轴承的改进，来福轴承采用耐磨材料制成高含油中空轴承，减小了轴承与轴芯之间摩擦力，来福轴承还带有反向螺旋槽及挡油槽的轴芯，在风扇运转时含油将形成反向回游，从而避免含油流失，因此提升了轴承寿命。来福轴承风扇通过采用以上结构及零件，使得含油及保油能力大幅提升，并降低了噪音。

HYPRO 轴承

Hypro 轴承之名来源于 HY (Hydrodynamic wave, 流体力学波) PRO (Oil protection system, 油护系统)，系知名散热器及风扇设计制造厂家 ADDA 的专利产品，同是在传统含油轴承基础上进行多项改进而成。Hypro 与液压轴承可谓殊途同归，两种设计各自采用了一些独到的改进措施，但精髓同为循环油路系统，各方面的表现也基本相当。通常产品寿命可达 50000 小时以上。

液压轴承

液压轴承是由 AVC 首创的技术。同样，它也是在油封轴承的基础上改进而来的。液压轴承拥有比油封轴承更大的储油空间，并有独特的环回式供油回路。液压轴承风扇的工作噪音又明显的降低，使用寿命也非常长，可达到 40000 小时。但并非所有的 AVC 散热器都采用液压轴承风扇。



由此可见，液压轴承实质上仍然是一种油封轴承。但这种经过了改进，寿命比普通油封轴承大大延长了，并且继承了油封轴承的优点——运行噪音小。

纳米轴承

富士康在其产品中首先引入了纳米轴承。传统油封轴承风扇在使用过程中磨损比较严重，长时间使用时的可靠性较低。纳米轴承有效的克服了这个问题：陶瓷轴承技术采用了纳米级高分子材料与特殊添加剂充分融合，轴承核心全面采用纳米级的氧化锆粉，使用冲模及烧结工艺制成，晶体颗粒由过去的 60um 下降到了 0.3um，具有坚固、光滑、耐磨等特性。

纳米陶瓷轴承(NCB)具有很强的耐高温能力，不易挥发，这大大延长了风扇的使用寿命，纳米轴承的性质与陶瓷类似，越磨越光滑。据测试，采用纳米陶瓷轴承(NCB)的风扇平均使用寿命都在 15 万小时以上。