

轴承形式是指风冷散热器风扇所使用的轴承类型。

在机械工程上,轴承的类型非常多,但在散热器产品上使用的轴承形式按照其基本工作原理分类也就那么三种:使用滑动摩擦的套筒轴承(Sleeve Bearing)和使用滚动摩擦的滚珠轴承(Ball Bearing)以及两种轴承形式混合这三种。近些年来各大散热器厂商在轴承方面推出的新技术,诸如磁浮轴承、流体保护系统轴承、液压轴承、来福轴承、纳米陶瓷轴承等也都是对上面这些基本的轴承形式加以改进而成,基本工作原理还是没有变化。

含油轴承(Sleeve Bearing) 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。

改良的含油轴承也叫油封改良,是含油轴承的基础上改进而来的,将润滑油的轴承环境密封,尽量避免润滑油泄露。比如花样繁多的液压轴承(Hydraulic Bearing)、流体保护系统轴承(Hypro Bearing)、来福轴承(Rifle Bearing)、NIDEC的NBR轴承、SONY和松下的液态轴承等。但是也存在连续工作寿命短,运行时间一长,改良的含油轴承也会出现普通的含油轴承一样的尴尬。所以,改良的含油轴承也是属于含油轴承的范畴。

单滚珠轴承(1 Ball+1 Sleeve Bearing) 是对传统含油轴承的改进,采用滑动摩擦和滚动摩擦混合的形式,其实就是用一个滚珠轴承搭配一个含油轴承的方式来降低双滚珠轴承的成本,它的转子与定子之间用滚珠进行润滑,并配以润滑油。它克服了含油轴承寿命短,运行不稳定的毛病,而成本上升极为有限。单滚珠轴承吸收了含油轴承和双滚珠轴承的优点,将轴承的使用寿命提升到了40000小时,缺点是在加入滚珠之后,运行噪声有所增大,但仍小于双滚珠轴承。

双滚珠轴承(2 Ball Bearing) 属于比较高档的轴承,采用滚动摩擦的形式,采用了两个滚珠轴承,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。双滚珠轴承的优点是寿命超长,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。双滚珠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(Rifle Bearing)技术的代表厂商是CoolerMaster,目前CoolerMaster已经将旗下的大部分传统含油轴承风扇升级到来福轴承。作为传统含油轴承的改进,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。

流体保护系统轴承(Hypro Bearing) 其名称来源于 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, 也是在传统含油轴承基础之上进行多项改进而成。流体保护系统轴承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(Hydraulic Bearing) 是由 AVC 首创的技术, 是在含油轴承的基础上改进而来的。液压轴承拥有比含油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有明显的降低, 使用寿命也非常长, 可达到 40000 小时。液压轴承实质上仍然是一种含油轴承。但这种经过了改进, 寿命比普通油封轴承大大延长了, 并且继承了含油轴承的优点——运行噪音小。目前液压轴承已经在 AVC 散热器中得到了应用, 但并非所有的 AVC 散热器都采用液压轴承风扇。

汽化轴承(VAPO Bearing) 是由 Sunon 将磁悬浮技术改进而来的, 就是把含油轴承的轴套硬度加强, 并且采用特殊的材料, 其内层表面也是经过特殊加工的, 这样就克服了含油轴承不耐高温的缺点, 再和磁悬浮技术配合, 就大大延长了使用寿命。

磁悬浮轴承(Magnetic Bearing) 的马达有磁悬浮(Magnetic System, MS)设计, 其磁感应线与磁浮线成垂直, 故轴芯与磁浮线是平行的, 所以转子的重量就固定在运转的轨道上, 利用几乎是无负载的轴芯往反磁浮线方向顶撑, 形成整个转子悬空, 在固定运转轨道上。因此, 磁悬浮事实上只是一种辅助功能, 并非是独立的轴承形式, 具体应用还得配合其它的轴承形式, 例如磁悬浮+滚珠轴承、磁悬浮+含油轴承、磁悬浮+汽化轴承等等。这项技术并没有得到欧美国家的认可。

纳米陶瓷轴承(NANO Ceramic Bearing, NCB) 在本质上仍然是一种含油轴承, 是由富士康在其产品中首先引入的。传统含油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特殊的高分子材料与特殊添加剂充分融合, 轴承核心全面采用特殊的二氧化硅材料, 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, 采用纳米陶瓷轴承的风扇平均使用寿命都在 15 万小时以上。这项技术其实并非真正的纳米技术, 所使用的材料也并非真正的纳米级材料, 只不过是采用了纳米这样的字眼来吸引眼球罢了。

散热风扇是 DIY 和 MOD 的必需品,

保障系统的散热。但是选择风扇, 不是要求“会转就 OK”, 其中也包含着很多的细节, 比如电路板, IC, 轴承, 硅钢片, 框叶等。

我见过很多风扇，最让人失望的，就是劣质含油风扇。劣质含油风扇的轴承质量往往非常差，导致噪音偏高，且有异音现象，甚至会烧毁主板等相关配件（此种现象的几率虽然非常小，但后果却是最严重的：即由劣质风扇的内部电路问题引起的主板烧毁），而且，劣质含油风扇寿命非常短，很短的时间内就易发生停转等问题，给消费者带来诸多麻烦。

首先，从最基本的风扇轴承说起：风扇轴承基本上的大类分为含油轴承、改良的含油轴承、单滚珠轴承、双滚珠轴承、磁浮轴承

含油轴承(Sleeve Bearing) 也叫油封、滑动摩擦的套筒轴承，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，制造成本也很低，可靠性低，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，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。

改良的含油轴承 也叫油封改良，是含油轴承的基础上改进而来的，将润滑油的轴承环境密封，尽量避免润滑油泄露。比如花样繁多的 液压轴承(Hydraulic Bearing) 、流体保护系统轴承(Hypro Bearing) 、来福轴承(Rifle Bearing) 、NIDEC 的 NBR 轴承、SONY 和松下下的液态轴承等。但是也存在连续工作寿命短，运行时间一长，改良的含油轴承也会出现也普通的含油轴承一样的尴尬。所以，改良的含油轴承也是属于含油轴承的范畴。

单滚珠轴承(1 Ball+1 Sleeve Bearing) 是对传统含油轴承的改进，采用滑动摩擦和滚动摩擦混合的形式，其实就是用一个滚珠轴承搭配一个含油轴承的方式来降低双滚珠轴承的成本，它的转子与定子之间用滚珠进行润滑，并配以润滑油。但是也包含了含油轴承，所以也是有严重的缺陷。

双滚珠轴承(2 Ball Bearing) 属于比较高档的轴承，采用滚动摩擦的形式，采用了两个滚珠轴承，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。双滚珠轴承的优点是寿命超长，大约在 50000-100000 小时；抗老化性能好，可靠性高。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。

磁悬浮轴承(Magnetic Bearing) 的马达有磁悬浮(Magnetic System, MS)设计，其磁感应线与磁浮线成垂直，故轴芯与磁浮线是平行的，所以转子的重量就固定在运转的轨道上，利用几乎是无负载的轴芯往反磁浮线方向顶撑，形成整个转子悬空，在固定运转轨道上。因此，磁悬浮事实上只是一种辅助功能，并非是独立的轴承形式，具体应用还得配合其它的轴承形式，例如磁悬浮+滚珠轴承、磁悬浮+含油轴承、磁悬浮+汽化轴承等等。当然，磁悬浮+含油轴承的，是不可取的，因为也是存在了含油轴承的弊端。磁悬浮+汽化轴承的，才是磁悬浮中最理想的。

[然后谈谈风扇声音的来源。](#)

一是风切声。就是风扇的扇叶旋转时划过空气而产生的声音，转速越高，风切声就越响。这是无法避免的，除非在 700 转以下的转速才可以忽略风切声，当然风量也会很弱小，散热效果大为降低。1000 转，就是个临界线，敏感的临界线。我认为，1500 转，是可以达到一个比较理想的风量和声音的搭配效果，25 分贝以下的噪音，55 以上的风量。

市场上所谓的静音风扇，比如 800 转的，失去了散热需要的风量和风压。风扇的主要价值在于产生风量，而主要的性能体现也是在于风量和噪音的平衡，不在于转速越低越好。

当然，一般来说风扇的电流越小，转速就越小。还有例子就是：NIDEK 12 厘米 0.1A 的风扇，却和 NMB 0.17A 的转速一样，说明 NIDEK 作为日系风扇的一个代表，比较注重节能。但是 12 厘米的 NIDEK 却在轴声上表现不好。

二是轴承的声音。经常有人抱怨，我的 OC3 的 12 厘米得到风扇转速调到很低了，为什么还是有轴承的哒哒声？这是因为风扇的电路板缺少了几个加强的电子元件。哒哒声的原因，是因为风扇的电路板里阉割了两个电子元件，就是两个电容。这两个电容的作用是消除风扇两极切换时产生的哒 哒 哒 哒 的磁极切换声。所以，风扇内部的电路板做工和用料的非常重要的。风扇内部做工和用料和生产企业有关系，风扇的通路品牌，比如 TT、OC3、CM、GT 都是寻找报价低的风扇工厂来加工，成本被严重压缩。虽然，风扇的通路品牌是非常重视外观、包装、销售渠道、宣传的。但是他们的品质根本达不到如 NMB、NIDEK、SANYO、ADDA、SUNON、DELTA 等这样的一流工厂的水准。遗憾的是，上述几大工厂对 DIY 市场比较忽略，所以零售渠道很小。

轴承的声音，还有就是轴承机械摩擦产生的噪音，含油轴承因为工作了一段时间，在机械作用下、在高温下，润滑油必定会自然挥发，造成轴承的声音变大，时间越长，噪音情况越突出。当然，在全新的时候，含油轴承风扇听上去是比较安静的。

市场上零售的 TT、OC3、CM、GT 大都是油轴风扇，甚至包括昂贵的猫头鹰 Noctua、Scythe 等市场上有名的高贵风扇。

三是风扇的震动。这和风扇平衡度、框架、转速、做工有着关系。这个可以用风扇减震钉的固定方式来适当的消除。

那么，我们应该选择什么样的风扇？

一、热度高的 CPU 散热器和显卡散热器上，就不要拿低成本且不耐热的油封和油封改良上去开自己玩笑。

二、机箱前面低温的地方可以省钱买油封的风扇、CPU 还是选择一点的双滚珠风扇，比较保险。

三、不买二手风扇，包括 PAPST，从国外流到内地的基本上都是 05 年以前的成色，05 年份的都算是很难得了。工业级别的设备运用场所，是长时间不间断的工作运行的，滚珠轴承虽然使用寿命在 8 万小时，也已经到了临界。国外电子设备仪器的外设产品有标准，风扇之类的外设都有建立档案，到了一定的工作时间就必须更换，以保障主要部件的性能。所以，三年左右的疲劳工作，滚珠也有一定程度的磨损，影响到平衡，进一步影响到扇页的绕轴旋转稳定性。同时，轴承出现的磨损造成摩擦的增加，这样的情况一出现，就会马上急剧恶化。加上二手风扇在“拆机”后，因为是废品，遭受的待遇很差，运输和接待没有包装和照顾，野蛮堆放，暴力处置。如此，就谈不上什么性能和品质了。

四、轴承声音要安静的。当然，风扇的启动电压越低越好，4V 可以启动是很好的，在低转速下，可以去听轴承的声音，要没有嗒嗒的声音或者杂音。

尽管在普通人的眼中风扇只是电脑中一个最不起眼的部件，但它的作用却不容忽视。死机、蓝屏错误、IE 错误、打开程序错误、丢失数据、自动重启等等问题都可能是因为 CPU 过热造成的结果，因此配备一个性能优良的 CPU 风扇是保证整部电脑顺利运转的关键因素之一。越来越多的用户已经意识到了这一点，并将风扇的选购作为了一部完美电脑不可或缺的重要元素。而面对纷繁的风扇市场，如何选择一个最适合自己需求的产品无疑是用户最为关心的问题，所以事先准确把握当前市场上主流风扇的技术特点将是我们在进行选购之前一个非常重要的步骤。

以千红、台达(delta)、Colorful、AVC、SUNON、TT、Cooler Master 为代表的品牌是风扇市场最具话语权的厂商，他们在市场上的呼风唤雨从一个侧面说明这些主流厂商在迎合用户需求，从而赢得用户方面颇具优势，而面对日渐成熟的消费者，唯一获得他们青睐的法宝就是先进、实用和独特的技术吸引用户。成功总是属于不断创新者，这些风扇市场的巨头们在通过新技术来加强自身在市场上的话语权方面又是如何做的呢？

台达风扇通常是崇尚超频的用户群体最普遍的选择，台达是高转速风扇的代表品牌，这使台达风扇大大满足了对 CPU 速度方面无止境的追求用户群体。拥有 7000RPM 超快转速的台达风扇的出风量达到了 38CFM，但其一个致命的弱点就是噪音太大，而且还伴随着一种挥之不去的高频音，因此一台配备了台达风扇的电脑对喜爱安静的人士来说简直无法忍受，台达风扇也因而获得了一个暴力风扇的称号。

与台达恰恰相反，SUNON 风扇可算作风扇产品中的安静一派。采用了磁浮技术的 SUNON 风扇通过 VAPO 轴承设计让磁浮技术得到了真正的发挥，其轴芯比制造得纤细而精巧。轴芯细的好处是风扇扇叶可以造得比较大，从而使风流量相对会较多。另外由于 VAPO 轴承使磁浮风扇的轴芯真正的接触点非常上，所以音量得以大幅降低。但另一方面，仅有 4700RPM 的转速让 SUNON 风扇在满足计算速度越来越快的 CPU 充分散热方面则显得有些力不从心。

千红风扇是介于台达和 SUNON 两个极端之间的温和派，与著名的风冷散热器的 ALPHA PAL8045T 良好的配合性能是让千红风扇一炮走红的主要原因。千红风扇采用了中等转速和中等噪音的特点将千红风扇塑造成了一个中庸的形象，5500RPM 的转速基本上可以满足普通用户的需求，这个特点让它成为一个将目标市场锁定在大众型电脑领域。

下面简单的说一下个散热器厂商采用风扇的情况：

AVC 是全球最大的风扇和散热器厂商之一，因此它的实力不容小觑。在 AVC 的几款新的风扇产品中，都将其专利技术液压轴承技术和折缘扇叶风扇技术作为力推的卖点。磁悬浮液压轴承的诞生直接受益于客户对 AVC 风冷散热器控制噪音

的要求，它利用磁力悬浮结构配合高度油膜的润滑，有效延长风扇使用寿命，既达到了双滚珠轴承稳定长寿的目的，又成功解决了高温运转时的噪音问题。而AVC的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。作为一家拥有全球范围用户的风扇厂商，AVC显然是风扇市场的主要瓜分者。

TT可以算做与台达同一个阵营的风扇厂商，它最大的卖点也是对超频的有力支持。除此之外，TT设计独特的外形也吸引了一大批爱好者。为了更好地控制风扇速度和减小噪音，TT产品还另外配置了测温探头，这样，风扇转速就可以根据探头测得的CPU核心温度来自动调节。

来自台湾的Cooler Master已经占据了全球近1/4的电脑散热系统产品的供应市场，它的风扇采用了独特的“Rifle轴承技术”，该技术集合了采用定子卡榫结构设计、轴套底部密封、磁吸马达搭配气隙轴心及中空等诸多先进设计。以其“空军一号”为例，它采用了喷射引擎式涡轮风扇、无段式风扇转速调整等技术，从而让这款产品的风压更大，散热效果更佳，并能够随意调整风速。

业界著名的散热产品厂商彩丰Colorful旗下的赛冷系列产品可以被看作各种风扇优势的集大成者，其独有悬挂式静音风扇专利技术使其一登场就成为业界关注的焦点。采用自己下属厂生产的风扇。赛冷独有的悬挂式静音风扇构思巧妙地将风扇的支撑点和走线布置转移到了风扇的顶端，使送风通道没有任何阻碍，风流直接导入散热片组中。这样做的效果是既减少了送风时因为风扇支撑竿的阻碍而导致的风向紊乱及噪音，而且在外部使用环境上起到了风扇罩的保护效果，可谓是一举两得。另外，赛冷悬挂式静音风扇全部采用了直径9cm的大口径风扇，叶片显得结实而有力，而且采用是现在流行的大倾角设计，做工精细，扇叶边缘全部经过打磨抛光处理，送风顺畅，所以能在较低的转速下保持充沛的风量和较大的风压，既达到了散热效果，又不失安静的使用环境。

可以看出，尽管以上的风扇产品都是市场上赫赫有名的品牌，但他们设计的侧重点和目标用户显然有所不同。因此，要想选择一款真正适合某个用户个性化需求的风扇产品，还需要根据自己的实际需要细心甄别。

[详细的了解一些这些有关轴承的相关知识。](#)

DIY 风扇轴承都有哪些?

对于什么是轴承，想必大家都很清楚是个什么东西，基本上初中物理就有过涉及，我们就不再多解释了。而在机械工程上，轴承的类型其实非常多，但在[散热器](#)风扇、机箱风扇上能使用的，实际上也就那么几种：**使用滑动摩擦的套筒轴承(含油轴承)**和**使用滚动摩擦的滚珠轴承**以及**两种轴承形式的混合轴承**这三种。不过基本上，主要还是使用含油



含油轴承



滚珠轴承

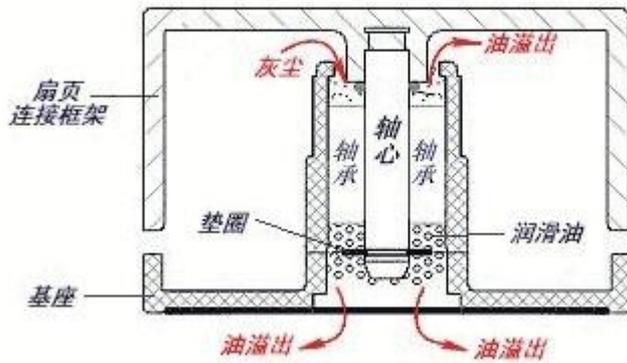
而在近些年来各大散热器厂商在轴承方面推出的新技术，比如什么磁浮轴承、水波轴承、磁芯轴承、来福轴承.....等等。其实也都是从这三种基本形式轴承改进衍生而来，而基本的运作原理实际上并没有什么过多的变化。

产品：[ENERMAX U.R.VEGAS](#) [安耐美](#) [散热器](#) [TOP](#)

含油轴承(Sleeve Bearing)

含油轴承(Sleeve Bearing)

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。



中关村在线
ZOL.COM.CN

含油轴承结构示意图

另外，这种轴承使用时间一长，由于油封的原因，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，影响风扇的动平衡。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。



中关村在线
ZOL.COM.CN

普通的含油风扇

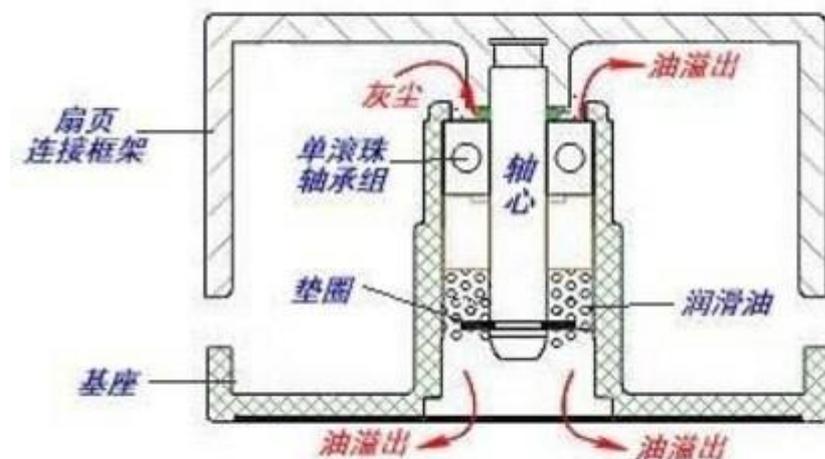
其实这样的风扇有很多，市场上大多数 20 元左右的风扇，或者普通机箱上原配的风扇也大多数都是这样的含油油封风扇，价格一般都不高，虽然说含油风扇的寿命较短，但是这种传统轴承的风扇静音效果很不错，并且更换成本也并不是很高。

产品：[ENERMAX U.R.VEGAS 安耐美 散热器](#) [TOP](#)

单滚珠轴承 1Ball Sleeve Bearing

单滚珠轴承(1 Ball+1 Sleeve Bearing)

单滚珠轴承(1 Ball+1 Sleeve Bearing) 是对传统含油轴承的改进，采用滑动摩擦和滚动摩擦混合的形式，其实就是用一个滚珠轴承搭配一个含油轴承的方式来降低双滚珠轴承的成本，它的转子与定子之间用滚珠进行润滑，并配以润滑油。



单滚珠轴承结构示意图

而这种轴承延长了含油轴承寿命短，运行不稳定的缺点，而成本上升极为有限。单滚珠轴承吸收了含油轴承和双滚珠轴承的优点，将轴承的使用寿命提升到了 40000 小时。但是相对于含油的油封风扇来说，单滚珠轴承风扇的噪音，要比含油风扇高了不少。当然，相对于后面我们要讲的双滚珠轴承来说，相对好一些。

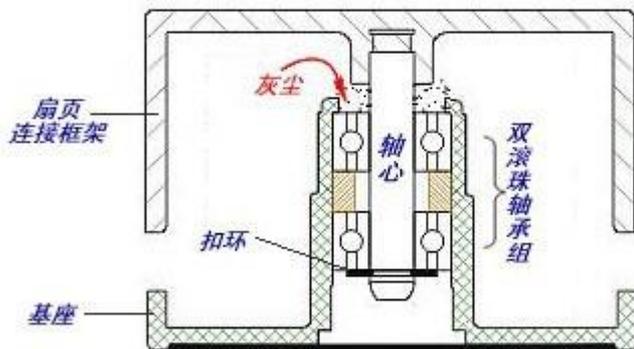
产品：[ENERMAX U.R.VEGAS 安耐美 散热器](#) [TOP](#)

双滚珠轴承(2 Ball Bearing)

双滚珠轴承(2 Ball Bearing)

双滚珠轴承，其实属于比较高档的轴承，采用滚动摩擦的形式，采用了两个滚珠轴承，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。

双滚珠轴承的优点是寿命超长，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。双滚珠轴承和液压轴承的封闭性较好，尤其是双滚珠轴承。



双滚珠轴承结构示意图

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。

产品：[ENERMAX U.R.VEGAS 安耐美 散热器](#) [TOP](#)

来福轴承(Rifle Bearing)

来福轴承(Rifle Bearing)

来福轴承的代表厂商是 CoolerMaster，目前 CoolerMaster 已经将旗下的大部分传统含油轴承风扇升级到来福轴承。



来福轴承风扇

作为传统含油轴承的改进，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。



利民 TR-FDB 系风扇

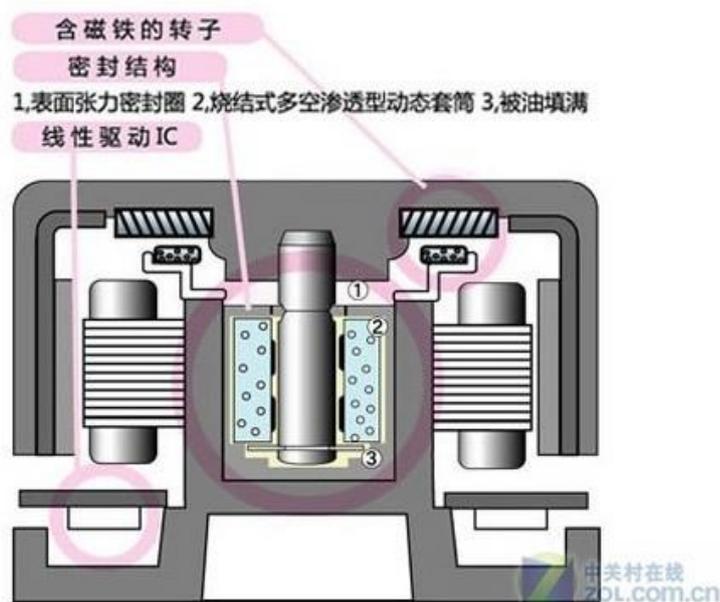
其中典型的例子就是利民的 TR-FDB 系风扇，风量足、噪音低，这也正是不少玩家钟爱利民散热产品的主要原因。

产品：[ENERMAX U.R.VEGAS 安耐美 散热器](#) [TOP](#)

流体保护系统轴承(HDB)

流体保护系统轴承(Hydro-Dynamic Bearing)

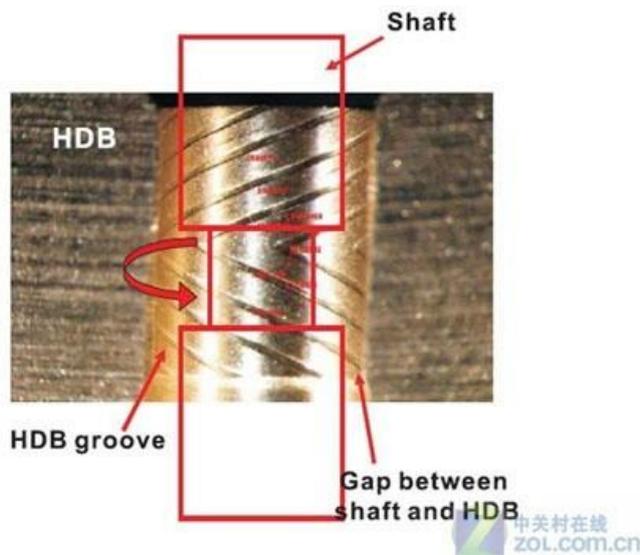
流体保护系统轴承，其名称来源于 HY(Hydro-Dynamic wave, 流体力学波)PRO(Oil protection system, 油护系统)，系知名[散热器](#)及风扇设计制造厂家 ADDA 的专利产品，也是在传统含油轴承基础之上进行多项改进而成。



流体保护系统轴承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。



伟训 HDB 轴承 Vortex 系列风扇



油路改进沟纹

虽然说 ADDA 的专利设计，不过目前 HDB 的代表作应该是伟训最新推出的 Vortex 系列风扇。同时，这款伟训新风扇，还利用微细沟槽的流体力学特性让轴与轴承间隙中充满润滑剂，为了让润滑剂保存住，轴承表面刻有人字型沟槽，主轴旋转时流体压力升高，还可以使润滑剂集中在轴承内部，不容易泄露（这也是油封轴承最大的问题）。

因此大大改进了油路，不但进一步提高了风扇的使用寿命，并且还能进一步增强风扇在运行过程中的降噪效果，让风扇更加安静。

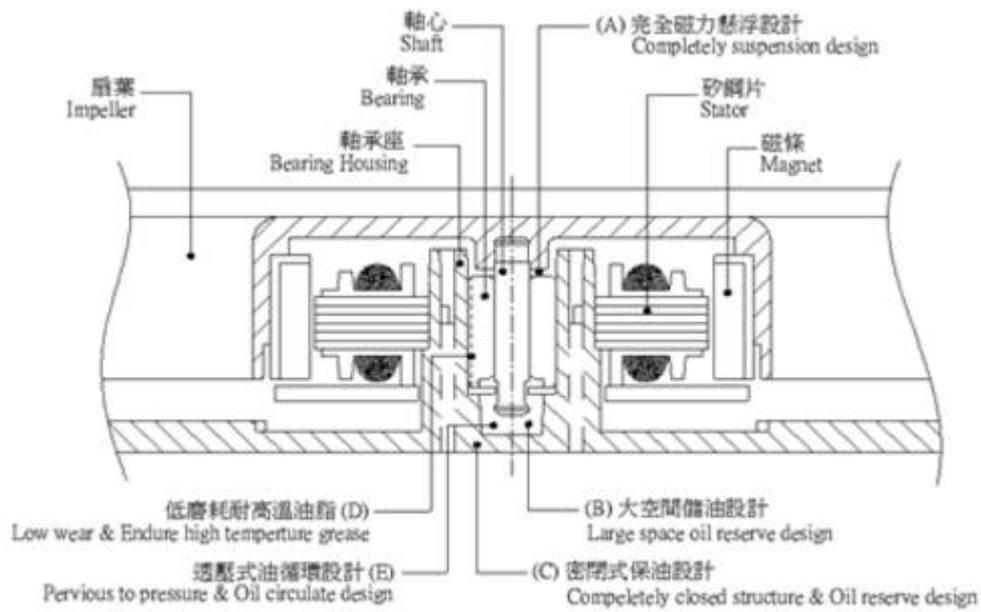
产品：[ENERMAX U.R.VEGAS](#) [安耐美](#) [散热器](#) [TOP](#)

液压轴承(Hydraulic Bearing)

液压轴承(Hydraulic Bearing)

液压轴承是 [AVC](#) 首创的技术，是在含油轴承的基础上改进而来的。液压轴承拥有比含油

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有明显的降低,使用寿命也非常长,可达到 40000 小时。

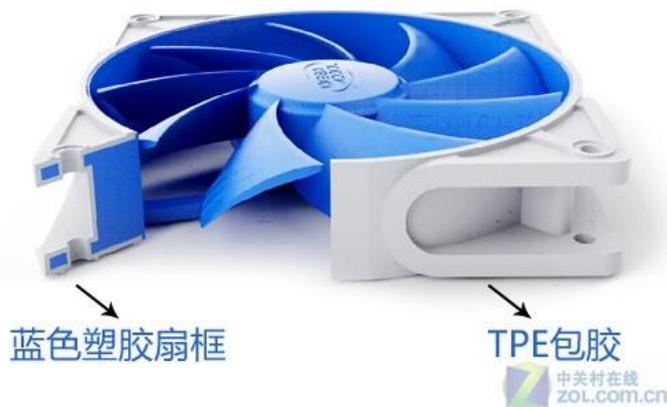


液压轴承原理示意图

液压轴承实质上仍然是一种含油轴承。但这种经过了改进,寿命比普通油封轴承大大延长了,并且继承了含油轴承的优点——运行噪音小。目前液压轴承已经在 AVC [散热器](#)中得到了应用,但并非所有的 AVC 散热器都采用液压轴承风扇。



九州风扇 UF 系列风扇



九州风扇 UF 系列风扇

对于液压风扇轴承风扇来说，应用十分广泛，N 多厂商都有自己的液压轴承风扇，相对油封风扇来说寿命更长，静音效果也同样不错，虽然制作成本略高，但是整体性价比非常不错。而九州风扇最新 UF 系列风扇就是一个非常好的例证。

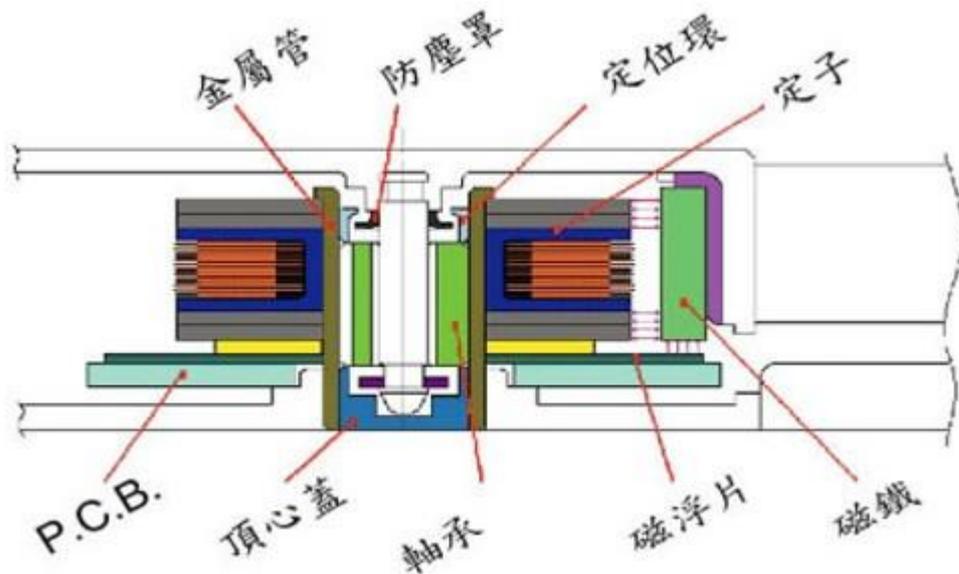
另外，需要多说一句的是，这款 U 系列风扇的橡胶包裹层可以有效地降低风扇在工作时的震动，从而改善风扇的因震动产生的噪音影响。

产品：[ENERMAX U.R.VEGAS 安耐美 散热器](#) TOP

磁悬浮轴承(Magnetic Bearing)

磁悬浮轴承(Magnetic Bearing)

磁悬浮轴承的马达有磁悬浮(Magnetic System, MS)设计，其磁感应线与磁浮线成垂直，故轴芯与磁浮线是平行的，所以转子的重量就固定在运转的轨道上，利用几乎是无负载的轴芯往反磁浮线方向顶撑，形成整个转子悬空，在固定运转轨道上。



因此，磁悬浮事实上只是一种辅助功能，并非是独立的轴承形式，具体应用还得配合其它的轴承形式，例如磁悬浮+滚珠轴承、磁悬浮+含油轴承、磁悬浮+汽化轴承等等。这项技

术并没有得到欧美国家的认可。



安耐美 [U.R.VEGAS](#) 加减震框

而一说到磁悬浮风扇，我们首先想到就是安耐美风扇，虽然说猫头鹰的风扇也有采用磁悬浮设计，但是“磁悬浮风扇”依旧好像安耐美风扇的标志性象征。磁悬浮的风扇对大的特点就是静音效果非常不错，虽然制作成本要比普通风扇高出不少，但是出于对噪音的敏感，不少玩家都成为了安耐美磁悬浮风扇的拥趸。

产品：[ENERMAX U.R.VEGAS](#) [安耐美](#) [散热器](#) [TOP](#)

纳米陶瓷轴承(NCB)

纳米陶瓷轴承(NANO Ceramic Bearing, NCB)

在本质上仍然是一种含油轴承，是由[富士康](#)在其产品中首先引入的。传统含油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。



富士康[散热器](#)率先引入纳米陶瓷轴承



纳米陶瓷轴承外观

纳米轴承有效的克服了这个问题：陶瓷轴承技术采用了特殊的高分子材料与特殊添加剂充分融合，轴承核心全面采用特殊的二氧化硅材料，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，采用纳米陶瓷轴承的风扇平均使用寿命都在 15 万小时以上。

这项技术其实并非真正的纳米技术，所使用的材料也并非真正的纳米级材料，只不过是采用了纳米这样的字眼来吸引眼球罢了。

产品：[ENERMAX U.R.VEGAS 安耐美 散热器](#) [TOP](#)

各种轴承风扇怎么选 还得看个人

最后总结：

其实上面说了这么多，对于风扇的选择上还是得各位玩家的具体需求。因为对于静音、寿命以及成本之间，并不成等比例关系，甚至有时还会产生些矛盾。所以对于我们自己需要什么类型的风扇，还得自己找到相对的平衡点。

轴承类型	使用寿命(时)	工艺难度	制造成本	工作噪音	代表厂商
油封(Sleeve)	5,000-1,5000	低	最低	低	-
单滚珠	4,0000-4,0000	中	一般	中	千红
双滚珠	5,0000-10,0000	较低	较高	高	台达
液压	5,0000 以上	较高	较高	低	AVC
来复轴承	4,0000 以上	较低	较低	低	CM
外磁	5,0000 以上	中	较高	低	TMD
磁悬浮	5,0000 以上	高	一般	很低	Sunon
Hypro	50,000 以上	较高	较低	低	低
纳米轴承	8,0000-10,0000	较低	较高	低	FOXCOON

各种轴承对比表格

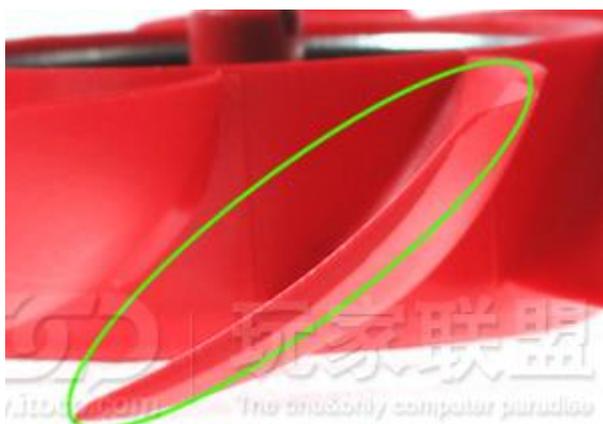
举例来说，如果你并不想花费太多的成本，又想达到不错的静音效果，那么普通的油封风扇是应该是最优的选择；如果你是个追求性能的玩家，对噪音并不敏感，对风扇寿命却有很高的要求，那么双滚珠轴承风扇应该还不错；而如果您是个高端游戏玩家，静音、性能兼顾，那么目前来说，也只有想安耐美这样的磁悬浮风扇才是最佳之选。

所以说，具体如何选择什么样的轴承的风扇，还得看各位的具体需求如何。

扇叶参数对性能的影响

这里介绍几个比较重要的扇叶参数对风扇性能的影响：

1、叶片曲率：在一定范围内，叶片曲率越大，相同转速下，气体动能也就越大，即风量与风压越大；同时，叶片所受的阻力也越大，要求电机的扭力更大。



左边猫头鹰 NF-P12 叶片曲率较小，右边安耐美火蝠叶片曲率较大。

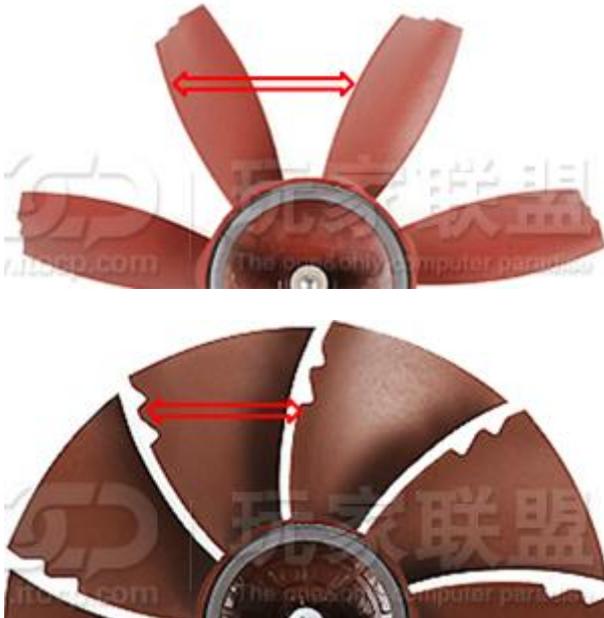
2、叶片倾角：倾角越大，叶片上下表面间压力差越大，相同转速下风压越大；但上表面压力过大，可能产生回流现象，反而降低风扇性能。因此，叶片倾角也应在一定限度内提升。





风扇 9 叶的叶片倾角相对于 7 叶更大一点，大多数 7 叶风扇的扇叶倾角都较小。

3、叶片间距：叶片间的距离过小，会导致气流扰动，增加叶片表面的摩擦，降低风扇效率；叶片间的距离过大，则会导致压力损失增大，风压不足。



左图 NF-S12B 的扇叶间距大于右侧 NF-P12，扇叶间距是指相邻两片扇叶同侧边缘的距离。

4、叶片数目：各种规格风扇叶片的截面曲线、倾角等基本相若，每片叶片宽度往往取决于扇叶的高度。为了保证叶片间距不致过大，影响风压，径高比较小（即相对较薄）的风扇多采用增加叶片数目的方法弥补。不论叶片数目是多是少，轴流风扇的叶片数目却往往是 3、7、11 等奇数，这是由于若采用偶数片形状对称的扇叶，又没有调整好平衡，很容易使系统发生共振，倘叶片材质又无法抵抗振动产生的疲劳，将会使叶片或心轴发生断裂，因此多设计为关于轴心不对称的奇数片扇叶设计。这一原则普遍应用于包括部分直升机螺旋桨在内的各种扇叶设计中。



左图的猫头鹰 NF-S12 扇叶为 7 片，右侧 NF-P12 扇叶为 9 片。

5、叶端间隙：如何调整扇叶与外框之间所存在的间隙是风扇设计中的一大难题。间隙过小会令此间气流与叶片、外框发生摩擦，增大噪音；增大间隙则会由于反激气流等影响而降低风扇效率。



左图为传统风扇叶端从头至尾与扇框间隙保持一致，右侧的 NF-S12B 突破性的改变扇叶端与扇框的距离达到噪音和效率的平衡。

6、叶片弧度：扇叶除了在截面上具有一定曲率外，在俯视平面内也并非沿着径向笔直延伸，而是向着旋转方向略有弯曲，呈一定弧度。如果叶片沿径向笔直延伸，风扇旋转所带动的气流在出风口一侧将呈散射状，送风距离短，且“力量”不集中；如现行产品版略带弧度，则可保证吹出气流集中在出风口正前方的柱状空间内，增加送风距离与风压。



左边 EVERFLOW 的风扇弧度较右边台达风扇弧度更大。

7、电机直径：由于电机与轴承的存在，轴流风扇主轴所在的中心部分难免一定无气流通过的盲区，主轴直径便决定着此盲区的大小。主轴直径的大小则主要取决于风扇电机的功率——大功率的电机需要更大的定子绕组线圈，必然占用更多的空间，在无法纵向扩展（增加高度）的情况下，便只好横向扩展（增大面积）。



NMB-B19 额定功耗为 2.64W，猫头鹰 NF-P12 额定功耗 1.08W。因此 B19 的电机直径大于 P12。

8、叶片光滑度：这是一项非设计因素影响的指标，基本上取决于生产者的模具成形与后期处理工艺。在设计曲线之外，叶片上的不平整会在旋转中产生紊流，增加摩擦，降低风扇效率，折损风扇性能，增大工作噪音。





从叶片光滑度来讲，左图酷冷至尊的 UV 扇是光滑扇叶的代表，右侧的 NF-S12B 表面有些许颗粒感。

噪音

在现在的 DIY 领域里，玩家们越来越在乎 PC 整机的工作噪音，而噪音的最大来源之一就是风冷散热器。风冷散热器的工作噪音主要有三个来源：轴承的摩擦与振动、扇叶的振动、风噪。

- 1.轴承的摩擦与振动：不但产生噪音，而且影响性能，缩短器件寿命。
- 2.扇叶的振动：一般采用塑料制作的风扇扇叶具有一定的韧性，可以承受一定程度的物理形变，同样也会在推动空气过程中因受力发生振动，但幅度一般较小。另一种较为严重的振动则是由于扇叶质量分布不均，重心与旋转轴心存在偏心距所致。
- 3.风噪：流动的空气之间互相冲扰，与周围物体发生摩擦，叶片对气流的分离作用，周期性送风的脉动力等，都会产生噪音。空气流速越快湍流越多，往往风噪也越大，而且会随着风速的提高呈加速度增大。普通的轴流风扇会在扇叶与外框间的空隙处产生反激气流，产生较大风噪的同时，更会对风量造成不利影响。另外,同款风扇噪音与转速成正比，叶端间隙越小产生的噪音也越大。

寿命

风扇的寿命一般取决于轴承寿命、定子绕组线圈寿命、电子元件寿命三者。轴承在这三者之间是寿命最短的，也就是说一款风扇的轴承的工作寿命决定着风扇的寿命，轴承的类型又是决定轴承寿命的关键。

