



图1 带有 Action-Brake 快停制动器的新型风扇与传统风扇一样具有非常紧凑的结构

制动器

使风扇安全制动

利用很高的转速可以在紧凑的外形尺寸内驱动大量的气体流动，但同时也提高了危险性。在对高速旋转的物体进行安全保护时除了使用防护网之外还有一种新的、经空气动力学改进了的替代解决方案：集成在风扇电动机中的快停制动器。

文 | Frank Heller, Andreas Zeiff

风扇是许多工业设备中的标准部件，它具有冷却机械设备、吸入空气、调节空气湿度和其他许多作用。紧凑的结构、高功率输送和很小的电力消耗也使其工作安全受到了一定的限制。今天，一个非常普通的风扇都有着很高的转速。惯性通常

会使扇叶在断电后还要旋转很长的时间，而旋转的物体始终具有伤人的可能性，因此通常都是依靠防护网来保证风扇的安全。但从空气动力学的角度来看使用防护网是不利的。能够有着很高安全性同时又可避免这种空气动力学缺点的解决方案就是在风扇中

采用主动制动。当切断风扇的电源之后，无磨损的电力制动器能够在最短的时间内使风扇停止转动。风扇的动能很快的降低下来，同时也把伤人的危险降到了最低程度。

风扇中的危险因素

旋转的质量中存储着能量。这一特性是发动机飞轮所被希望具备的，但在其他旋转中却成为危险的根源。在风扇中就是这种情况：风扇的叶片把电动机的电能传递到空气中。很高的转速使得风扇能够在很小的空间里驱使大量的空气流动，同时也提高了存储在风扇叶片中的能量，但是也提高了对工作人员的伤害风险。为了保护人们的安全，来自 St. Georgen 的风扇技术专家 EBM-Papst 公司除研发生产风扇防护网之外还开发出了一种新的、采用空气动力学改进了的替代解决方案：在风扇电动机内集成一个主动式的快停制动器 Action-Brake (图1)。它能够在 2 s 之内把风扇的转速降低到不会造成危害的程度，同时也不像防护网那样需要附加的空间，或者需要生成附加的空气阻力。相比较，没有快停制动器的标准风扇通常需要 20 s 才能把转速降低到同等程度。

防护网就像一个轻轻的刹车

维修人员关掉风扇、打开防

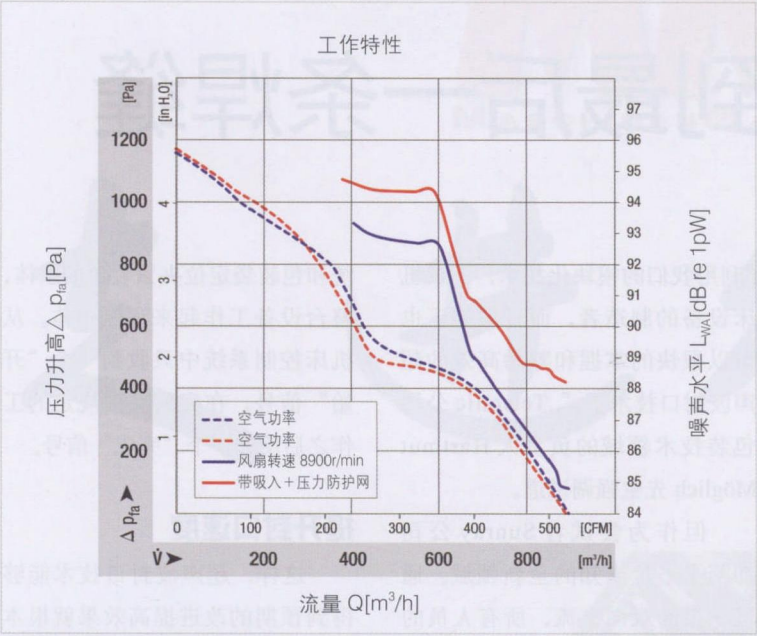


图2 带有和不带防护网的风扇性能比较

护网，这时旋转的风扇叶片就是最危险的杀手。这也适用于那些现代化的高速风扇，它们有着很高的转速以便与很高的背压相抗衡或者要输送大量的空气。而这些风扇中使用的都是低摩擦的轴承，以最大程度的提高风扇的能源利用率，同事延长风扇的使用寿命。而这带来的后果就是：存储在风扇叶片中的动能更大，到风扇停止旋转的时间就更长。若要用其他东西或人为阻止风扇叶片的旋转，就会受到“致命的一击”，结果是设备的损伤或者是人身伤害。

因此就有了这样的规定：凡是易于触及的风扇必须配备防护网。而恰恰是大功率的风扇却没有利用好空气动力学的特性。防护网带来的是振动、噪声和背压，导致的直接后果就是降低了空气的输送效能。也就是说，防护网成了白白浪费能源的祸根，就像汽车加速时轻轻踩下的刹车。而高速旋转的风扇也会产生一定的噪声（图2）。

实现安全制动

新的快停制动器则是集成在风扇驱动装置中的快速制动器。也就是说，在风扇正常工作时制动器不会产生有害的、阻碍风扇旋转的作用，这样风扇可以达到最佳的工作效率。另外，它还减少了安装工作量，有利于风扇的安装。这种无磨损快停制动器的制动原理非常简单而可靠：把电动机变成了发电机，发出的电力转换为热能。这一技术也为快停制动器的结构设计提供了多种多样的可能性。

大功率风扇可以使用外部制动电阻，小功率的用电动机绕组的短路电路当作制动电阻。风扇专家非常清楚他们要解决的问题：将 Action-Brake 快停制动器安装到风扇上，尽可能的不用其他零部件。

电机绕组的短路电路是快停制动的一种变型方式。但这种方法在开始时会因为高速旋转感应出很高的感应电流。这也就意味着电机绕组要能够在短时间内承受

很高的热负荷，控制晶体管要能够承受这样的脉冲电流。另外，感生出来的强大电流总是在电机绕组中产生很大的（相反）磁场，也就存在着转子中磁铁退磁的可能性。这些问题都通过零部件的选择和电磁铁的设计来解决了。制动方式也因此工作得非常可靠，并有着像常规风扇一样很长的使用寿命。

用平滑电容器为电子元器件供电

在切断风扇电源之后，快停制动器的电子控制系统就会进入快停制动模式。这些电子控制元器件将从平滑电容器中获得电力。为了使从驱动短路晶体管开始到风扇叶片停止转动为止整个数据段内的电子元器件都有着充足的电力，正常发挥其快停制动功能，电容器放电后会在制动发电机的瞬时脉冲信号的控制下再次充电。此时，短时间取消了制动短路。

在典型的风扇设备中，快停制动持续的时间一般不会超过 3 s。零部件内部的热量和最大的制动能决定了在最高工作温度以下能够可靠快停制动的温度。这样也就保证了风扇设备能够长年、无故障且无需维修保养地可靠工作了。

这种风扇断电后的主动式快停制动也为风扇设备开辟了新的应用可能性。即制动风扇把一系列的优点集于一身：放弃了防护网；低噪声；更好的性能；更低的电力能源费用。同时，在仓库管理中也会明显的减少库存配件的品种数量。制动风扇在保证了对相同安全性的前提下也节约了时间和资金。MM