

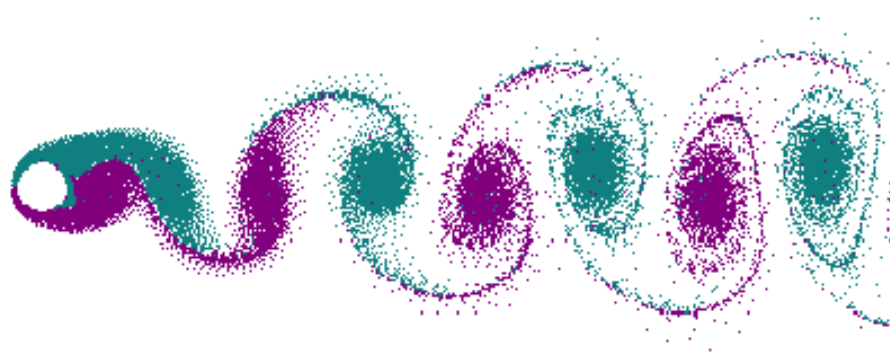
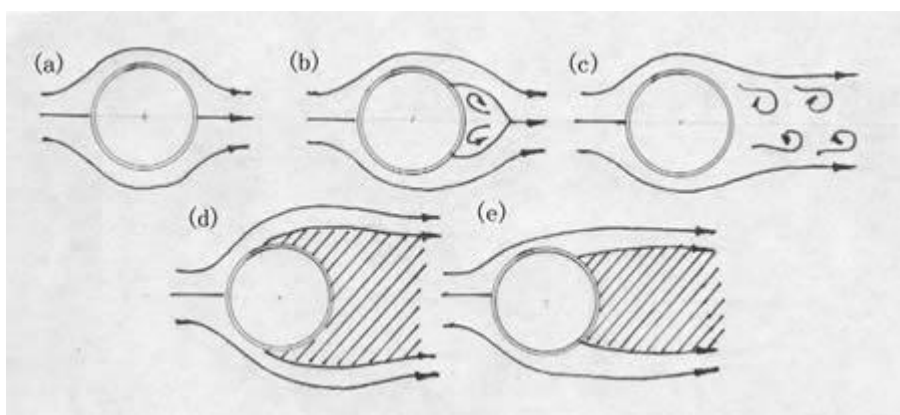
### 当前背景：

传统能源日益衰减，人们对能源的需求与日俱增。风能以其清洁、来源广泛的独特优势，风力发电技术倍受到人们的关注。目前，我们看到的风力发电机都是水平轴扇叶发电机。它们有很大的风机叶片，以此来吸引风能。同时，它存在着许多弊端：需要较大安全距离，安装数目少、噪声大以及叶片旋转给鸟类带来危险、对风向也有很大限制。

为解决上述问题，提出利用流体力学的卡门涡街理论的无叶片风力发电装置进行发电，优点：提高发电效率、噪音小、材料少成本低等技术问题。具有不受风向限制、空间占地少的优点，有利于利用新能源服务社会。

### 卡门涡街原理：

一定流速的流体经过某一物体时，产生了卡门涡街，旋涡交替发放，会在物体上产生垂直于流体方向的交变侧向力（压力差），使物体产生与风速垂直方向上的运动。



### 卡门涡街发电原理：

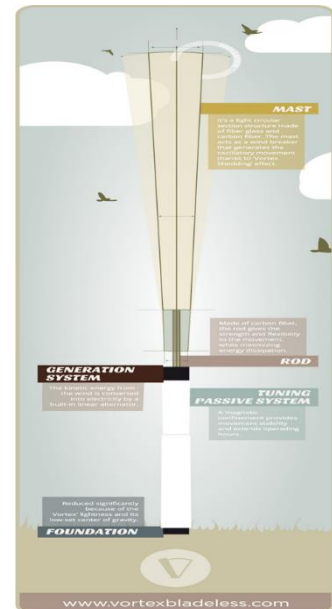
利用的是“卡门涡街”效应，在流体中安置非流线形阻流体，在特定条件下会出现不稳定的边界分离，在流体下游的两侧，会周期性地脱落后旋转方向相反、排列规则的双列线涡，经过非线性作用后，形成卡门涡街。如水流过桥墩，风吹过高塔、烟囱、电线等都会形成卡门涡旋。一旦该漩涡足够大，它们可能会导致结构振荡。当漩涡不断增长，摆动加强，不稳定的对称旋涡破碎时，会形成周期性的交替脱落的卡门涡街。研究表明，卡门涡街大多数情况下是不稳定的，通过计算，卡门涡街的稳定条件是  $h/l=0.281$ ，此时  $Re=150$ 。

利用风流经物体产生的卡门涡街使物体产生某种运动形式，将运动最大化并传输到交流发电机进行风能的捕获，进而利用风能转化为电能。

**相关案例：**

①：

Vortex 的风机原型主要包括 5 各部分：基础(foundation)、固定桅杆(rod)、发电机(generation system)、调谐系统(tuning system)和椎体(mast)。该椎体材质为复合玻璃纤维及碳纤维，让椎体能尽可能产生最大值振荡，若有足够的风量，空气流动时产生的涡量就能造成风机塔架结构振荡与摇晃，进而发电。通常在一般情况下，必须在风速达到特定的频率才能造成结构产生振荡。但 Vortex 利用塔架底部的两个环形相斥磁铁作为非电动马达，当椎体朝其中一个方向摆荡，底部相斥的磁铁便会将其推往另一个方向，因此无论风速如何，椎体本身都能持续产生最大值振荡。一旦椎体开始振荡，振荡时产生的机械能就会通过椎体底部的发电机，将机械能转换为电能。



一旦该漩涡足够大，它们可能会导致结构振荡。Vortex 恰恰是利用了这种空气动力学的不稳定，将振荡最大化并进行机械能量的捕获，进而利用该机械能进行发电。自然地，以传统的涡轮机相比，这种装置的设计是完全不同的。主要包括一个固定桅杆，一个发电机以及位于顶部的中空、轻巧和半刚性纤维玻璃圆筒。Vortex 可以自动改变刚度，并与风速“同步”，以保持共振，无需任何机械或人工干预。

②：

垂直轴风力发电机



专利证书上采风装置为锥形风塔：当风作用在锥形风塔时，由于卡门涡旋原理，会对锥形风塔产生一个周期性的交变横向力，从而引起锥形风塔产生周期性的振动，锥形风塔得到的振动频率和振幅通过连接支撑传递到能量转换装置从而实现锥形风塔所获取风能的传递与转变。

③：

以平面四杆机构为原型，在满足杆长条件的前提下。将最短杆的临杆作为机架，最长杆作为摆动杆，根据卡门涡街原理，风吹过实现最长杆的横向摆动进

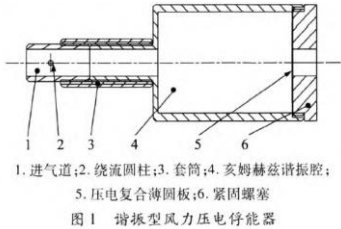
而带动曲柄的转动，实现线圈的转动，切割磁感线。



- ④：  
根据卡门涡街原理，制造特殊形状的叶片，进而实现风能的最大利用。



- ⑤：



压电式：当空气从左端流入进气道，经绕流圆柱阻塞后，气流在圆柱尾部发生分离并形成一定频率的交替涡旋，即卡门涡街，随着涡旋的流动又形成振荡流并产生声波，声波进入亥姆赫兹谐振腔后引起腔内空气振动，并带动底部的压电复合薄圆板一起振动，在激振初始时刻，谐振腔内的空气以涡脱频率振动，谐振腔及压电复合薄圆板在振动空气的作用下产生受迫振动。随着谐振腔和压电复合薄圆板的振动使腔内空气的振动得到加强，并向进气道入口方向反射以自由振动频率为主的声波，其中自由振动的频率即谐振腔的固有频率，从而对涡旋脱落的频率造成影响。在反射声波与进气流的相互作用下，最终使涡旋脱落的频率达到谐振腔的固有频率，并使压电复合薄圆板产生谐振从而输出最大的电能。

- ⑥：  
转子式：

