

# 风机控制系统

了解最新系统的功能以及未来开发的动力和挑战

由风电月刊2014起草和发布  
由米塔主办

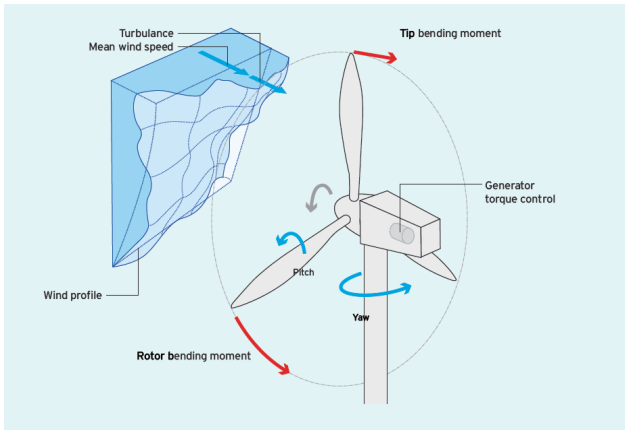
# 载荷与优化

## 探索产品和服务的进步旨在帮助业主/操作人员控制风机载荷

### 风机控制系统

首台风机控制系统比较简单。控制系统安装在失速变桨且固定速度的风机上，除了启动和停止叶片并将机舱调整至面向风的位置外，额外要求不多。目前用于商业性风场的风机为变速及变桨距型，远大于早期行业内采用的风机。因风机自身得到了发展，控制系统也变得更为复杂。由于朝着更大型叶轮和更高兆瓦等级发展的趋势持续且降低能源成本的压力没有缓解的迹象，控制系统的深入发展将极为关键。

控制系统对于风机的可靠、高效和安全运行至关重要。系统配备了传感器可采集风况、发电量、振动、润滑、叶轮和发电机速度等数据以及其他参数，这些数据和参数会发送到计算机中进行分析。



核心力量和控制  
控制系统对改变的受力和优化性能进行监控和响应

算法 — 严密保护控制系统制造商的商业秘密并通过软件升级进行更新 — 用于提示称作执行器的组件如何对实时输入作出响应，例如在风力强劲时请求修改叶片的变桨角或者启动制动系统。信息更新会每秒发送多次。

### 市场需求

风机控制系统被视作降低能源成本的一项重要因素，由于补助被收回且更高成本的海上风能得到发展，这种趋势得到快速发展。降低能源成本是在风机生命周期内最大化发电量（和收益）的部分促进因素，可通过风机控制系统改变叶片的变桨并将风能捕获最大化实现。此外，这还涉及到在性能、技术投资和其他生产成本，包括风机磨损之间实现平衡。

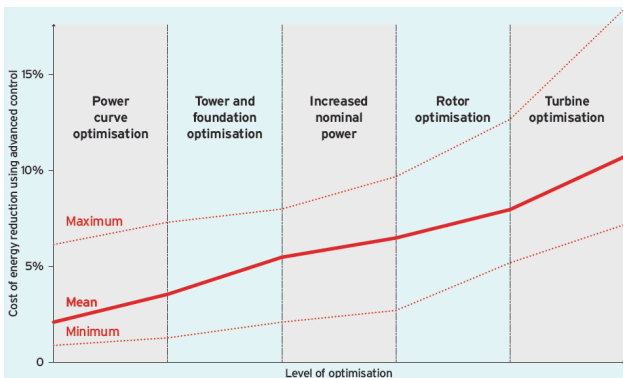
对风机控制系统的认识对于了解独立风机是否达到最佳性能至关重要。风机业主希望获得易于使用、并拥有诊断和故障排除功能使现场人员能够了解最终问题的原因并快速解决问题的控制系统，此外，业主还希望获得灵活性。风机制造商GE收到了越来越多的客户要求，希望能增加控制系统功能对现场具体特性或需求如野生动植物情况缓解等进行考虑。

电网运营商也对风机控制系统提出了更高的要求，以保障电网的安全有效运行使得风场生成功率的频率和电压正确，尤其是当风能开始在一些国家占有较大发电量比重时。所有这些要求都必须得到满足。

# 载荷与优化

## 探索产品和服务的进步旨在帮助业主/操作人员控制风机载荷

尽管确保安全性始终是控制系统的一项主要任务，由于海上安装的风机体积非常大且规模会继续扩大，这意味着安全性仍将无疑是市场需求的一个关键驱动因素。



降低能源成本  
使用控制系统提高优化可显著降低成本

来源：米塔

### 最新发展

在最近一年内，市场比以往任何时候都更为关注风机优化，而控制系统是这个过程的关键部分。控制系统供应商之间的竞争增加，同时风机需求必须被满足，米塔认为优化通常需要将控制系统改进与其他风机修改相结合。

当涉及到独立风机的控制系统时，载荷控制是工程师们近期努力的明确关注点。降低疲劳载荷及缓解极限载荷可帮助减少组件的损坏并延长风机的寿命，并且降低风机的载荷等级可节省费用，因此使用载荷分析数据优化风机和控制系统的的设计元素变得日趋重要。

最新增加的性能如独立叶片变桨控制已越来越普遍地由控制系统供应商提供。由于大型叶片的叶尖到叶根通常遭遇明显的风速区别和结构载荷，独立变桨控制目前被视作更佳管理和平衡这些不对称性的主要方法。

英国斯特拉斯克莱德大学工业控制中心主任Bill Leithead说，独立变桨控制技术已跨越第一代阶段，尽管关注制动器限制的风机制造商对其广泛应用仍有一些阻碍。Leithead认为，风机的规模继续扩大，但载荷降低的优势增加，将达到一个临界点令该技术成为标准配置具有经济意义。

目前已成为新风机标准配置且被用户视作优势的一大发展是独立风机在达到或超过风机内部温度限制时降低功率或低于额定功率运行。例如，2MW额定功率的风机会以1MW运行直到问题解决且风机恢复正常运行。在过去，这种情况可能会导致风机完全停机并带来巨大的发电量损失。

取得进展的另一方面是允许风机即便在恶劣且接近25米/秒的高风速情况下保持继续运行。这对之前因安全原因要求风机停机的系统来说是一项改进。例如，Enercon是以组成控制系统的“风暴控制”特性著称的一家制造商。

# 载荷与优化

探索产品和服务的进步旨在帮助业主/操作人员控制风机载荷

## 旧型号改进

虽然新风机上安装了最先进的控制系统，对旧风机的系统升级也同时具有强烈的要求。风场业主Enel Green Power会定期升级风机制造商提供的软件改进，公司拥有近4,000台风机，其中一部分超过5年。

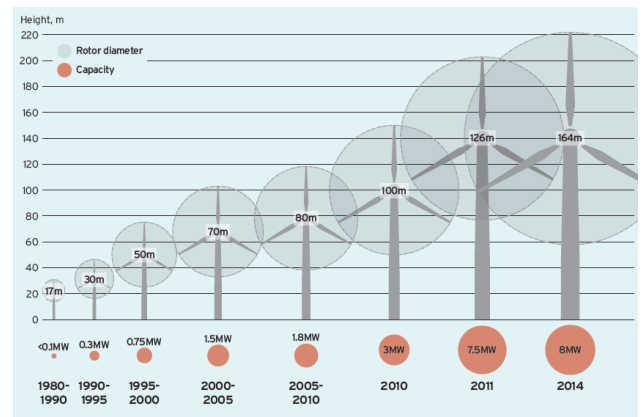
运营和维护主管Santiago Rubira Dominguez说，在对任何控制系统或风机硬件进行调整之前，相关操作会使风场中风机生命周期内的年发电量根据现场条件从1%提高至5%。

但降低能源成本的最佳方式是在风机设计阶段采用全新算法设计及其他先进的控制特性。根据一些控制系统供应商的数据，将控制系统设计与风机更紧密地结合可使能源成本降低10%。

## 可靠性问题

考虑到风机控制系统的复杂性和涉及部件的数量，出现故障并不令人惊讶。事实上，一些行业评论员认为可靠性是风机控制系统面临的巨大挑战。这一看法通常要求风能行业更好地集结资源以了解故障原因。

这些评论人员认为，通过反馈可以设计出可靠的系统。



风机发展

风机规模越大，载荷降低越为重要

制造商GE的电气与控制工程技术部负责人Minesh Shah认为，风机可靠性的一个衡量因素可利用率已在行业范围内得到提高，而且控制系统可将其进一步推进。Shah认为，现代控制系统可以日益探索降低功率策略以允许通过控制系统硬件改进使风机发电时有更多机会减少电子产品和传感器的故障。

除稳健的硬件外，可靠性的一个重要要素在于控制系统如何编程。这会促进较为脆弱的商用操作系统和软件应用程序朝工业产品发展的趋势。

# 载荷与优化

探索产品和服务的进步旨在帮助业主/操作人员控制风机载荷

## 技术预测

此外，业界普遍认为控制系统技术发展的一个关键方面将在传感器领域，传感器可将信息传递给控制系统并对整个风机起作用。例如，需获得更成熟的传感器以便处理更大叶轮和兆瓦等级引起的载荷并允许风场操作人员采用更积极的方式操作风机。

遥感设备如激光雷达（光探测和测距）和声雷达（声音探测和测距）的价格依然高昂，但随着价格的下降，越来越被视作可行技术。例如，风机安装了激光雷达传感器后被认为可显著降低载荷，可达到15-20%。

研究人员也在寻求与变桨控制分离的控制系统特性。正在研究的一个可能性是将类似机翼上副翼的小尺寸独立导风叶定位在叶片的后缘作为一种载荷降低手段。

为了继续推进成本降低，可视作风机控制系统耳目、大脑和四肢的传感器、算法和执行器都必须改进。一些业界专家认为在某一领域的发展极可能引起其他领域的进步。传感器可以提供更好的新信息以便拥有更多机会对算法进行更好地管理，具有更快响应速度的执行器可以帮助更好地管理性能与载荷之间微妙的平衡行为。

# 载荷与优化

探索产品和服务的进步旨在帮助业主/操作人员控制风机载荷

## 市场上控制系统的选择

公司	控制系统产品	关键特性
美国超导	wtECS电气控制系统	控制系统特性美国超导专有电源模块电源转换器
巴合曼电子	M1控制器，自动化系统	包括在恶劣气候条件下使用的寒冷气候模块以及可集成到控制系统中的并网测量模块
倍福自动化	控制技术	基于PC和EtherCAT的控制技术特性由各种硬件和软件接口确定
DEIF风力发电技术	AWC500控制器	软件技术依赖于开放源代码Linux，PLC Link特性支持控制策略开发
KK电子	C系统	模块化软件允许风机的差异
米塔	WP4200控制系统平台	集成式状态监测系统、电网质量分析器，非常适合独立变桨控制
穆格	变桨控制系统	功能包括通过TÜV认证的穆格变桨伺服驱动器叶片顺桨控制
SSB风力系统	变桨控制系统	专有UniFlex变桨系统，可用于约85%的风机且不依赖于特定的供应商