



**恒丰赛特集团**

**---风电事业部**



# 目录

## CONTENTS

1

风电团队

2

主控、变桨整体方案

3

风机配套系统

4

主控、变桨改造方案

5

业绩



风电事业部

美国研发中心

AI\云平台\无线电力  
传输\模式识别

丹麦研发中心

叶片降载\储能\  
核控算法

法国研发中心

海上风电\浮式平台

中国研发中心

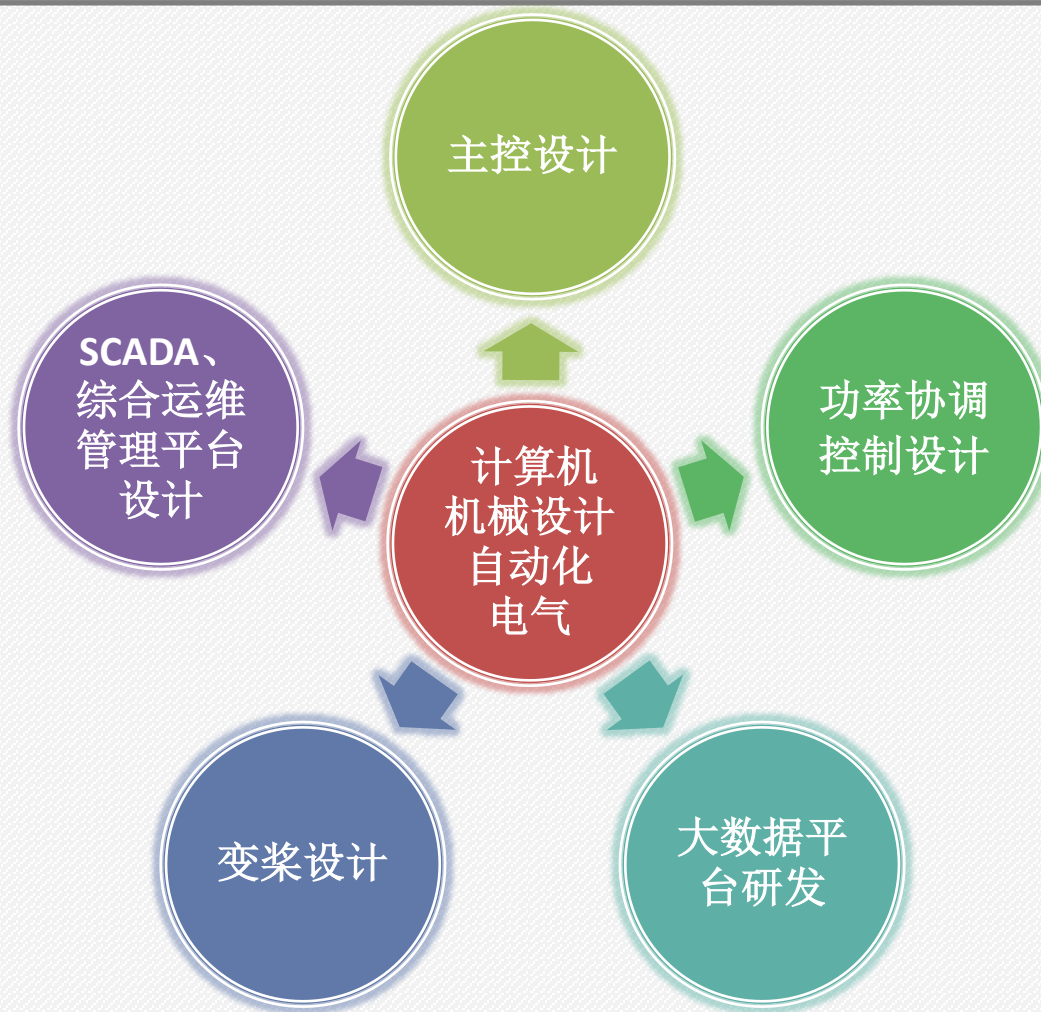
主控\变桨\SCADA\PPM



## 人员结构



在人才方面，恒丰赛特具备强大的研发团队，分丹麦、法国、美国、中国研发团队。丹麦研发团队和丹麦哥本哈根大学风能光伏实验室进行合作，研发叶片降载、核控算法、储能等前沿技术。法国研发团队专注于浮式平台。美国研发团队主要和美国加州大学进行合作，研发人工智能、模式识别、云平台、无线电力传输等前沿技术。而中国研发团队则关注于对前沿项目应用和本地化，将欧洲和美国团队的最新研发成果运用到电力、石油、环保、制造等多个领域，服务国内主要客户，包括风力发电整机厂、汽车行业整车厂、大型生产制造工厂、石油化工行业等。



## 发展历史

2017 自有风电相关专利超过15个，与中国工程院院士、清华大学计算机学院及华为下属公司共同合作开发风电大数据管理平台，研发智慧风场系统。

2016 销售主控系统、变桨系统、变流器系统、液压系统等累计突破1000套

2015 引入变流器系统，整合为电控三合一系统，应用于国内风场

2014 协助厂家获得主控、变桨系统GL认证，产品出口至国外

2013 整合风电供应链，风电布局完成；

2012 代理先进风电主控、变桨系统、SCADA系统，吸取丰富的风电经验，成立风电团队





# 技术专利



已获得专利45项







# 国内外合作伙伴----风电事业部



bachmann.



Weidmüller

EOLINK

Cost-effective Floating Wind Parks



BECKHOFF

Mita-Teknik  
Great at Control



HAWES  
HYDRAULIK



Baumer  
Passion for Sensors



# 主控方案

以倍福控制器为平台，采用拥有自主知识产权核心控制算法，推出最新主控系统整体解决方案

## 技术创新

- 通过自适应偏航控制消除偏航误差
- 功率曲线Knee Booster拐点优化
- 智能双模控制
- 最优风轮能量捕获
- 智能额定功率提升
- 阵风控制
- 独立变桨控制



偏航  
控制

通过自适应偏航控制，消除偏航误差

## 逻辑原理：

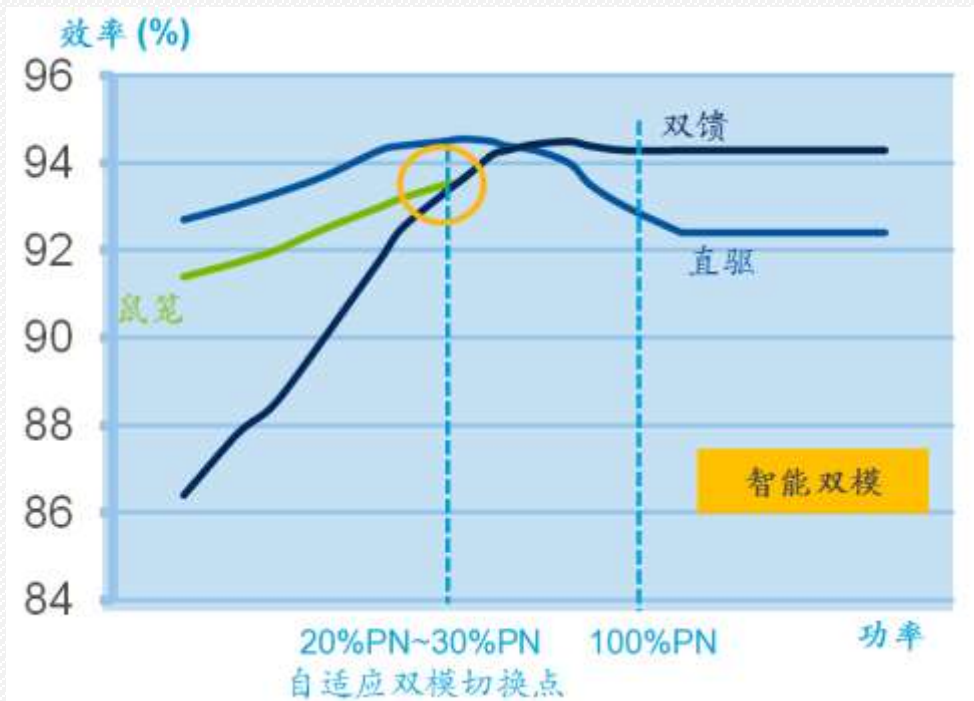
SCADA将风机的相对角度，风向，功率，风速等数据进行上传到服务器，采用特定算法对以上数据进行分析，并下发风机偏航偏移指令，通过在不同工况下，寻优到最优偏航偏移角度，从而提升发电效率。



智能  
双模

## 智能双模控制

自适应双模传动链控制综合了低转速下感应电机和高转速下双馈电机的优点,改善风机在小风速下的性能,从而提升发电量。





## 最优风轮

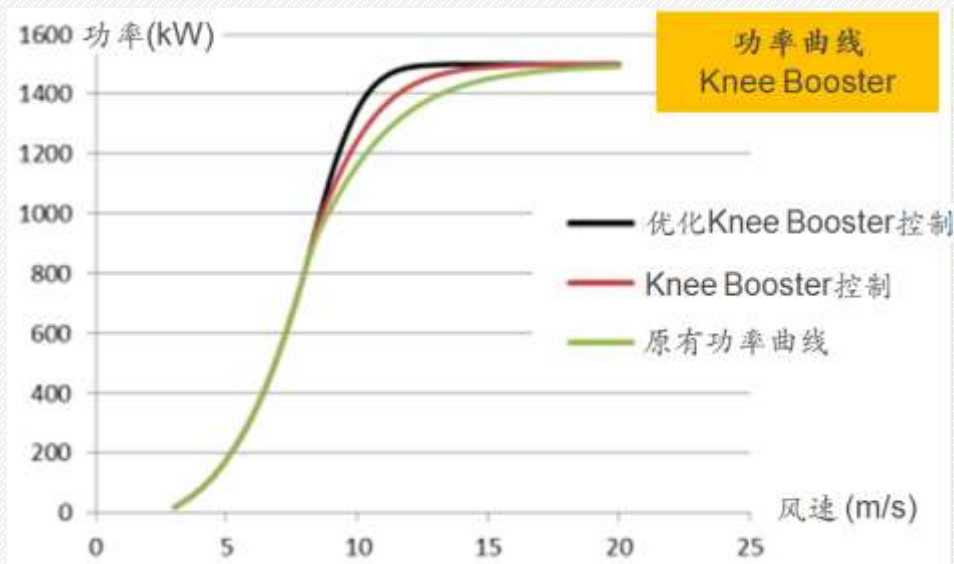
## 最优风轮 能量捕获

- 1、追踪最佳 $C_p$ 值的核心控制算法，基于风机模型并结合PI控制，通过实时地微调桨叶角度追踪最佳风能利用率（ $C_p$ 值）来提高低风速下风机的效果。
- 2、在线自动搜索和辨识最优变桨参数,补偿桨叶安装偏差。
- 3、新增风速作为控制因子调节桨叶角度的功能,可快速跟踪风速变化并最大化风能捕捉效率,增加发电量。

拐点  
优化

## 功率曲线Knee Booster拐点优化

应用动态控制算法优化变速段和恒速段的切换控制,使风机尽可能运行在最优转速上,提升风机在功率曲线拐角处的功率输出.



智能  
提额

老风机机组设计余量较大。通过分析风场实际风况和风机的设计载荷,利用实际载荷余量,增加风机的输出功率,从而达到提升年发电量的目的.

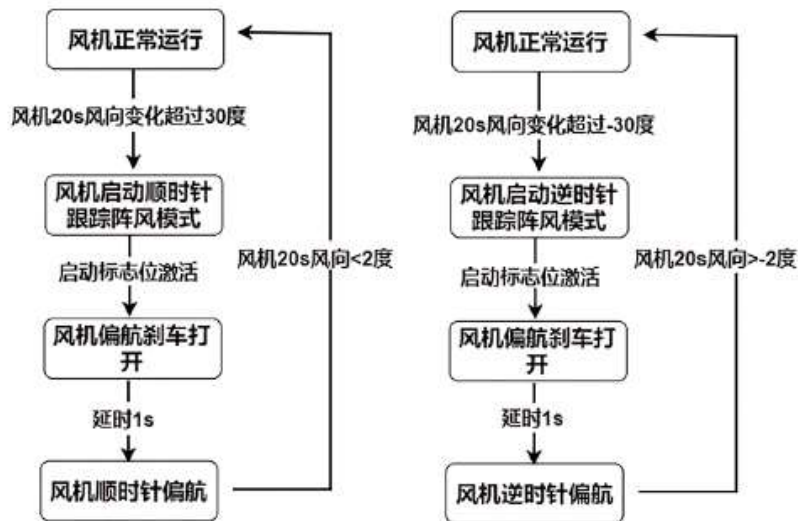
智能额定  
功率提升



## 阵风控制

## 阵风控制

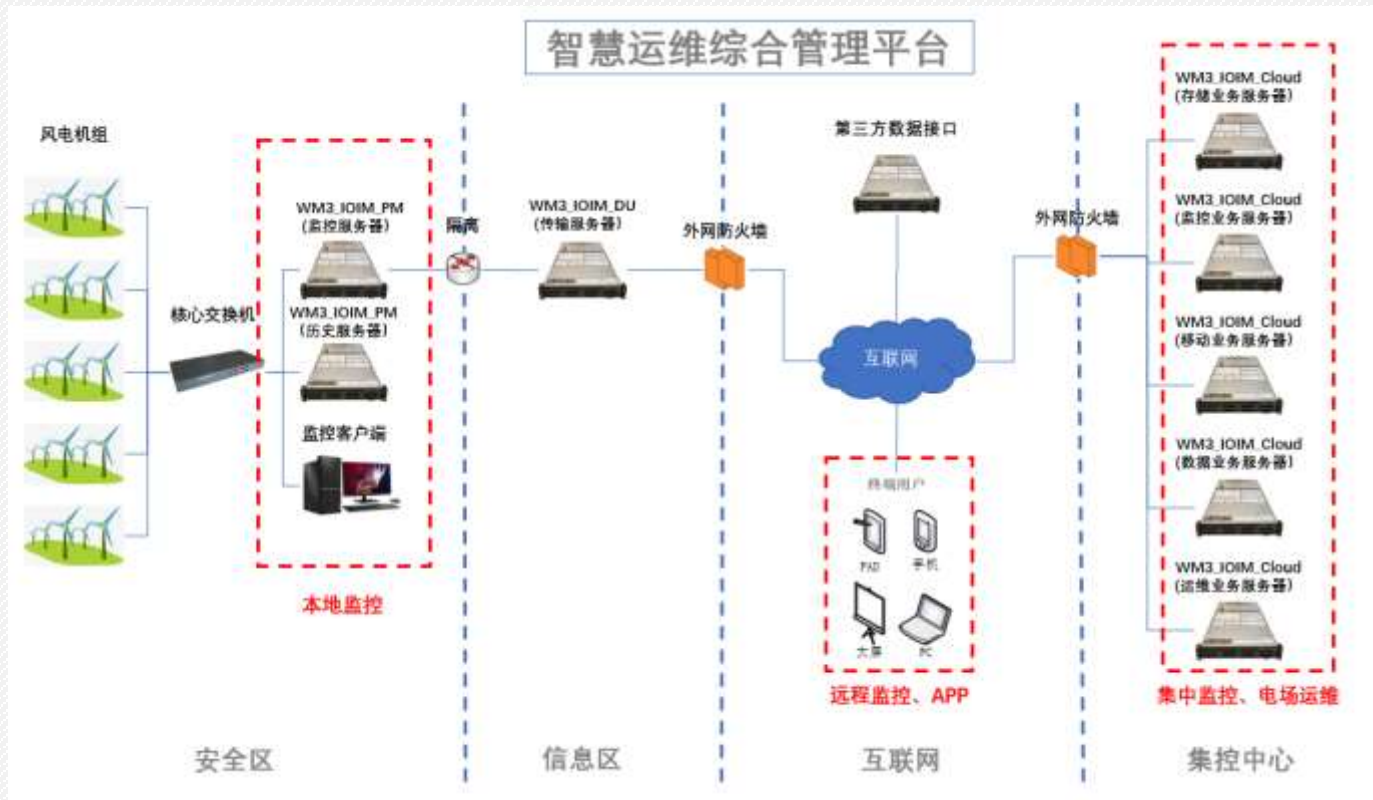
风机在阵风风况下，因风向的大范围变化，导致风机机舱方向不能正对风向，因此在阵风风况下，风机不能有效捕获风能导致风机损失电量。采用阵风控制模型综合考虑风向和风速，解决频繁偏航，提升发电量，提高设备性能。





# SCADA (智慧运维综合管理平台)

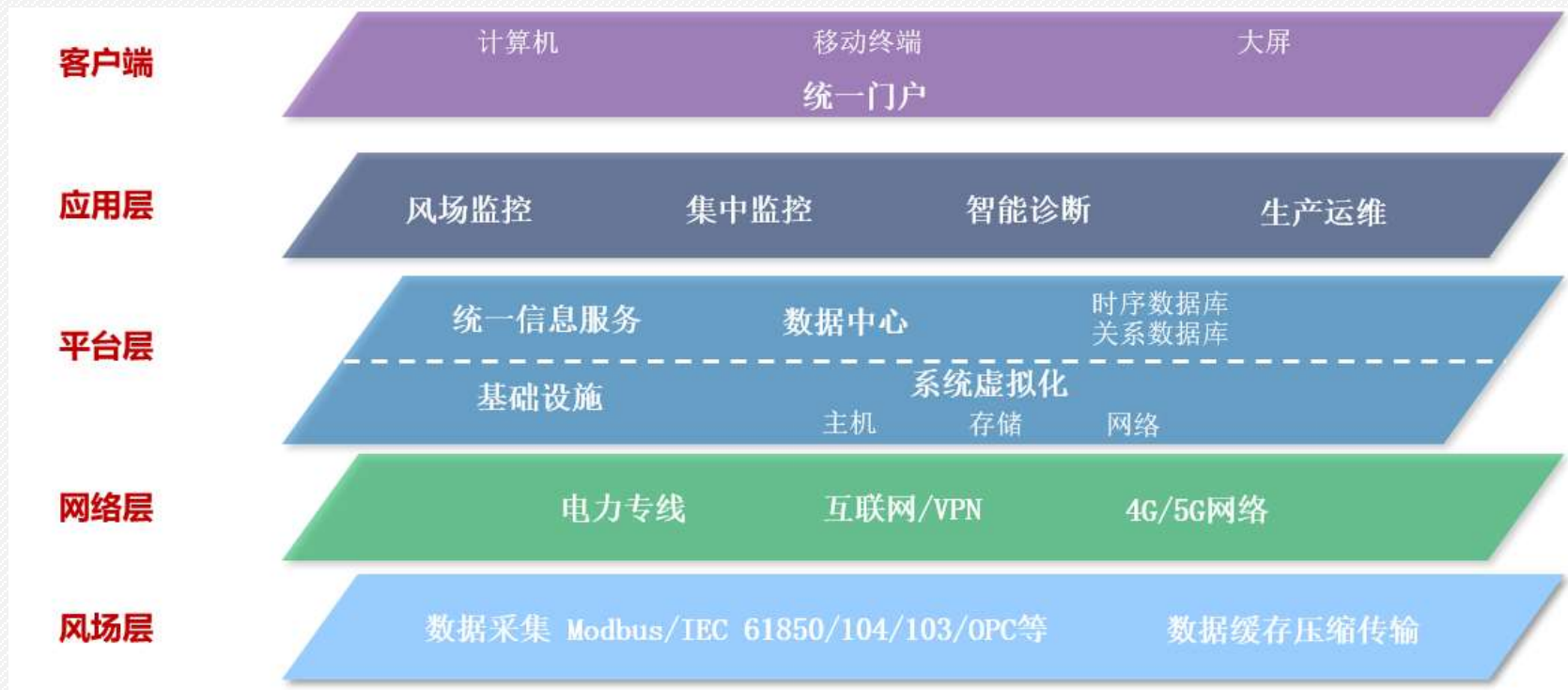
基于BS软件架构和分布式模块化设计，集风场监控（SCADA）、远程集中监控、智能诊断、生产运维、移动APP一体化综合运维管理平台。





# SCADA (智慧运维综合管理平台)

## 技术架构





# SCADA (智慧运维综合管理平台)

## 系统架构



### 风场监控

- 数据采集、显示、存储和传输;
- 实时监控、声光报警、风机控制 (风机启停复位等);
- 历史数据查询, 事故追忆;
- 统计分析;



### 集中监控

- 风场数据采集、显示、存储和传输;
- 风场监控、声光报警;
- 风场对比, 事故追忆, 数据查询;
- 统计分析、移动巡检



### 智能诊断

- 机组故障分析;
- 大部件运行诊断;
- 运行指标统计 (电量、效率、能耗等);



### 生产运维

- 数据查询, 报表统计;
- 故障告警、检修管理;
- 备件管理、安全管理、开票管理;

## 技术优势

- 基于分布式模块化设计和三层软件架构，运用no-sql和关系数据库优势进行数据存储和调用，配置灵活，可靠性高，扩展更方便
- BS架构，兼容Linux\Windows操作系统，支持跨平台部署
- 支持Modbus\OPC\104\101\61850\FTP\sFTP等工业及电力系统主流通讯协议，可同时接入不同协议机组统一监控
- 秒级数据存储、查询
- 互联网前端显示技术，页面友好，用户体验感好
- 机组快照、日志信息下载，存储，调取
- 风机及现场可接入设备实时数据监控、秒级数据存储、声光报警提示、历史数据、日志信息、操作信息、故障快照、数值监测、统计报告查询导出，用户权限管理配置等，用户报表定制
- 机组通讯丢失期间数据断点续传
- 实时监控系統双机热备功能扩展

- 环线监控
- 地图监控
- 列表监控
- 风机数据监控



- 历史报警查询和导出

风机故障\数值越限\信号变位\用户控制

- 快照数据查询和导出

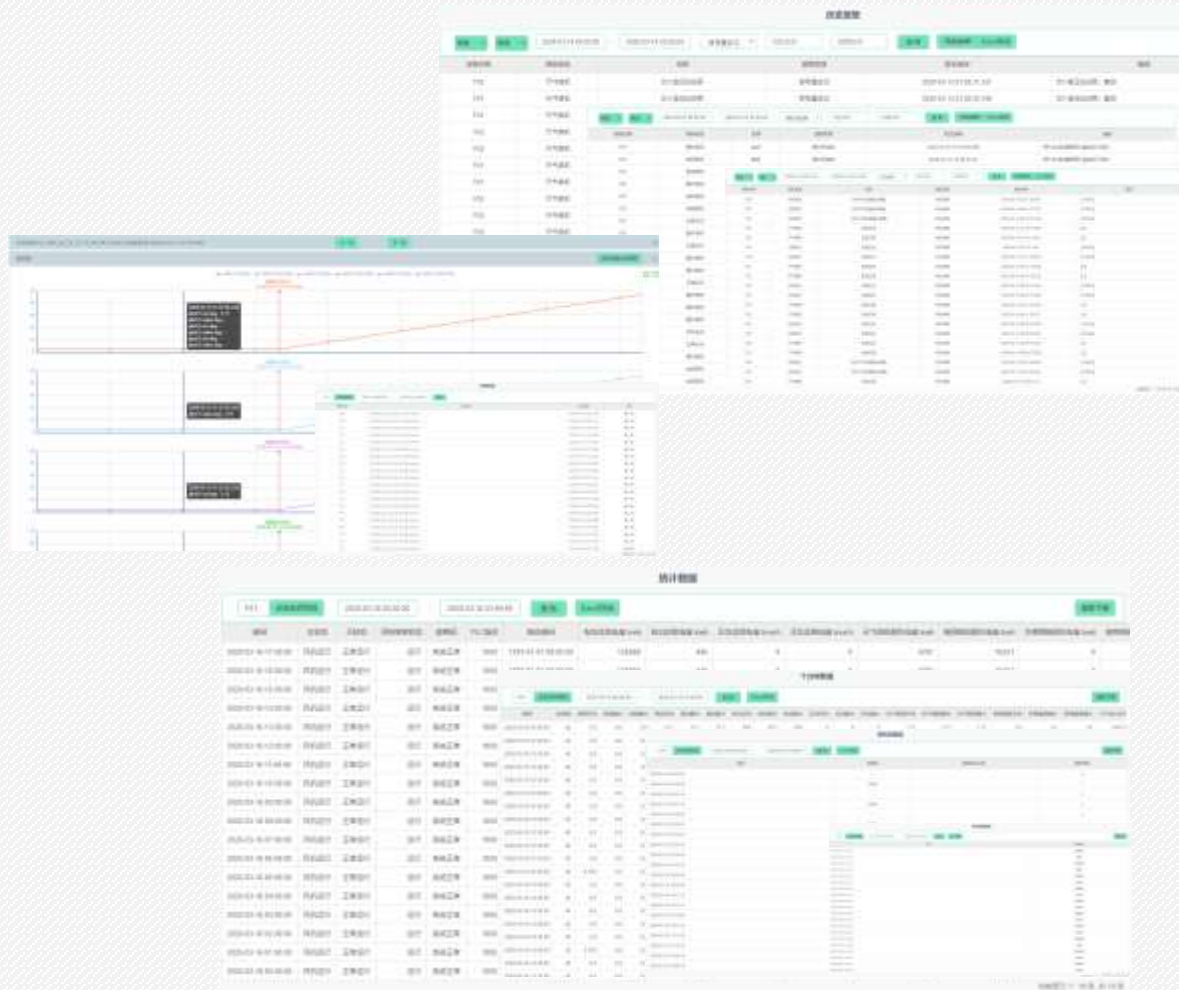
风机快照数据\监控快照数据

- 日志数据查询和导出

统计数据\十分钟数据\五分钟数据

停机信息数据\风机HMI登录数据

风机参数修改数据



- 统计报告查询和导出

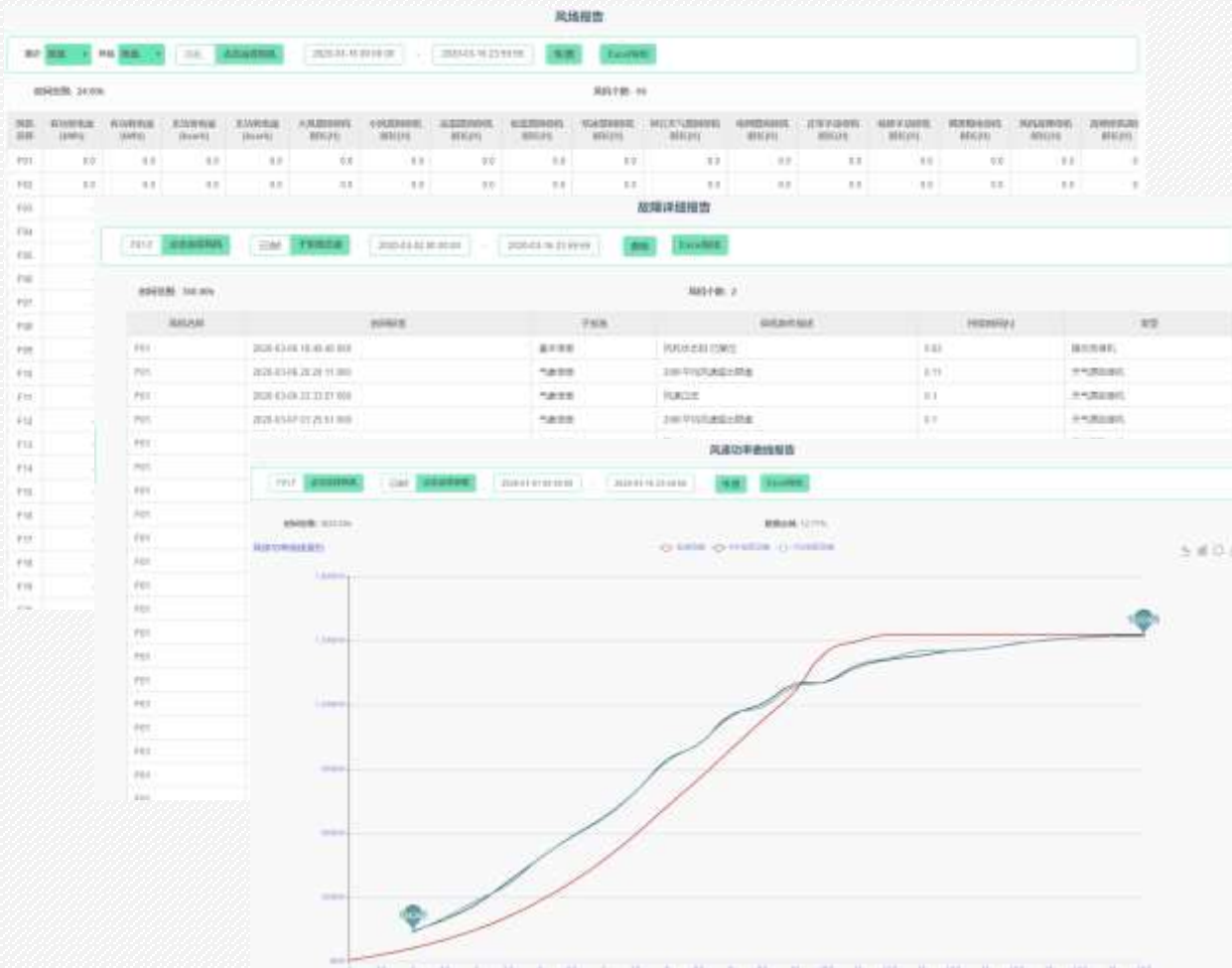
风场报告\功率曲线\发电量报告

故障状态报告\故障详细报告

风速风向报告\风机日报

风机月报\风场日报

风场月报







# 智慧综合运维管理平台（远程监控、智能诊断、生产运维）

---

- 智能运维综合管理平台（可选）
  - 区域远程监控、协调控制；
  - 电场数据横向对比，为宏观管理和决策提供数据支撑和依据；
  - 电场效益评估和预测，数据统计分析；
  - 大数据建模，部件效能分析和预警，减少非安全故障停机；
  - 数据互联，数据资源整合，区域综合运维；
  - 移动巡检、设备管理、资产管理、安全管理、供应商管理；



# 智慧综合运维管理平台（移动APP）

- 移动APP（可选）
  - 兼容Android/iOS操作系统移动终端设备
  - 风场移动设备端实时数据监控、统计分析



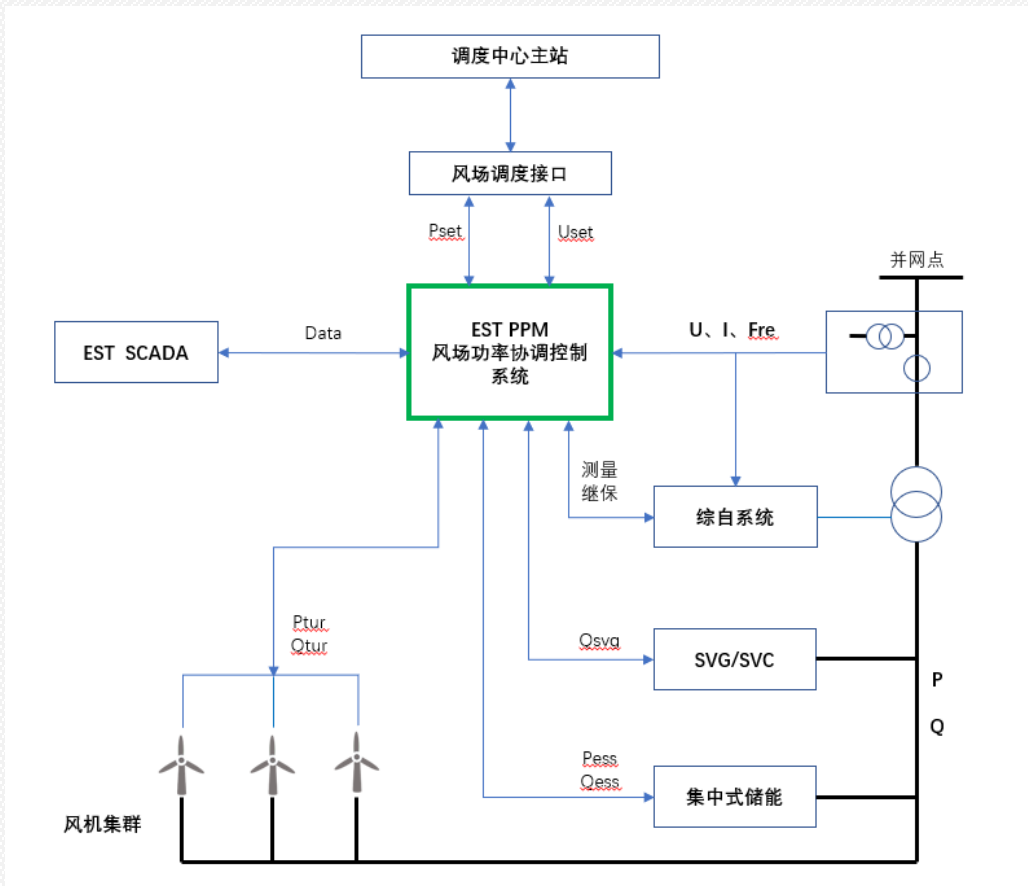


## 背景和意义

风力发电产出的不确定性会对电网调峰造成很大的困难和影响，传统的电联通知粗放型调整模式已无法满足当前电网运行调整的需求。EST 风场功率管理系统可以对风电场有功功率和无功功率自动进行实时调节，提高电网运行的安全稳定性以及风电场出力调整的合理性。

风力发电发电机组通过快速控制的电力电子变流、变频装置并网，实现了发电系统与电网的解耦控制，但其功率输出与电网状态无关，仅与资源和调度指令有关，缺乏对系统频率和电压的快速响应和主动支撑能力，不具备常规发电机组的一次调频能力。新能源发电比例的增加势必降低常规火、水电机组的装机比例，系统中一次调频容量比例降低，对电网频率安全造成影响，因此迫切需要挖掘新能源电站的调频能力。

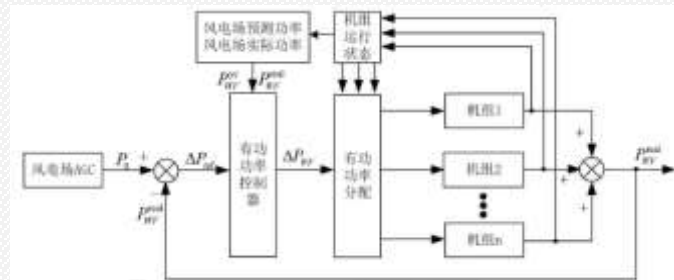
根据西北能监局文件《国家能源局西北监管局关于开展西北电网新能源场站快速频率响应功能推广应用工作的批复》、国网西北分部文件《国家电网公司西北分部关于开展西北电网新能源场站快速频率响应功能推广应用工作的通知》（西北调控〔2018〕137号）文件要求，新能源电站需具备快速频率响应功能，参与电网调峰。



- 风场有功控制
- 风场无功控制
- 风场一次调频
- 风场无功调压

## 关键技术

- 聚类算法 + 分群特征值 + PI控制;
- 高低风快速响应策略;
- 智能启停控制策略;
- 均衡风场风机负荷，延长使用寿命;
- 零点控制功能;
- 标杆风机接入;
- Q/GDW 1392-2015;
- Q/GDW 11273-2014;
- Q/GDW 11274-2014;

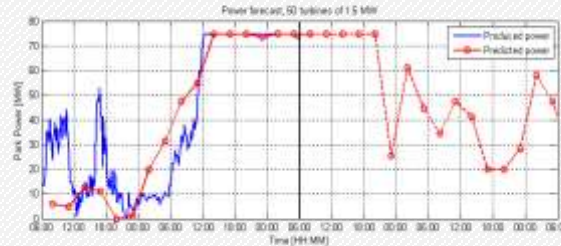
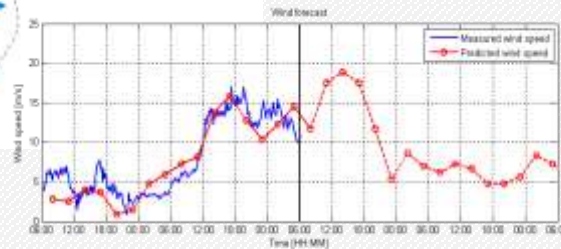
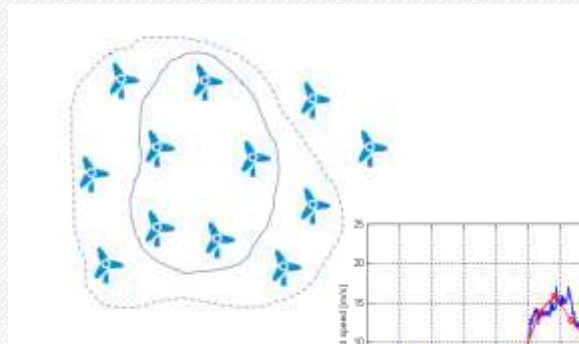


## 集群控制

根据机组实时运行状态和历史发电情况，对机组进行状态划分

- ◆ 限电运行
- ◆ 自由发电
- ◆ 限电停机
- ◆ 不控制（故障或不可控）

以均衡各机组发电效率，延长机组使用寿命



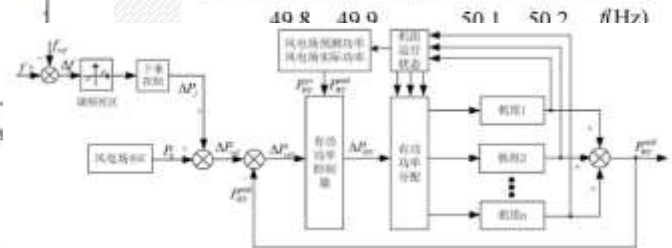
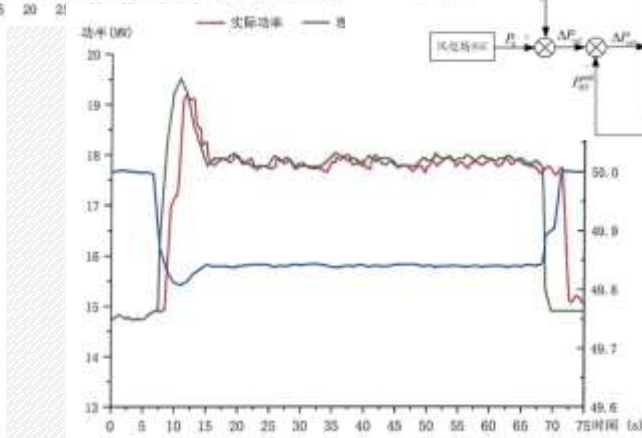
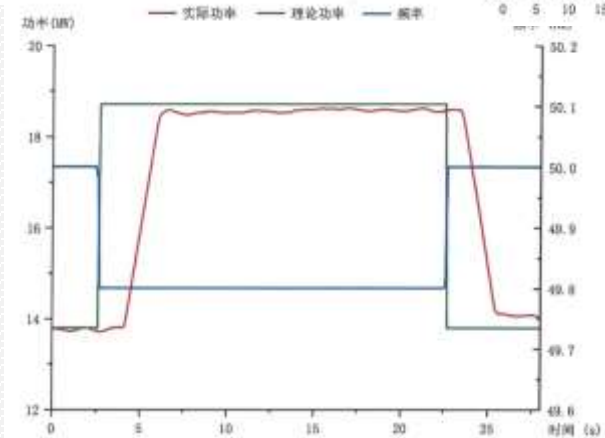
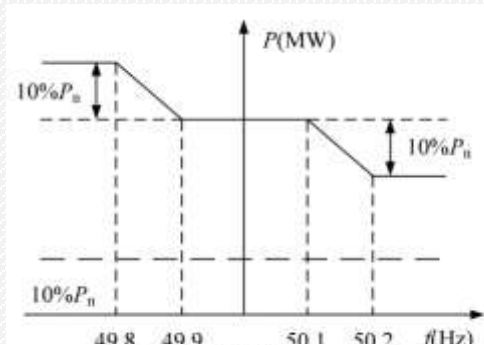
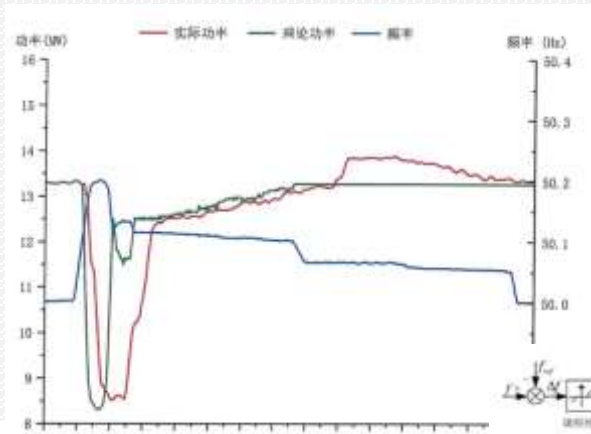
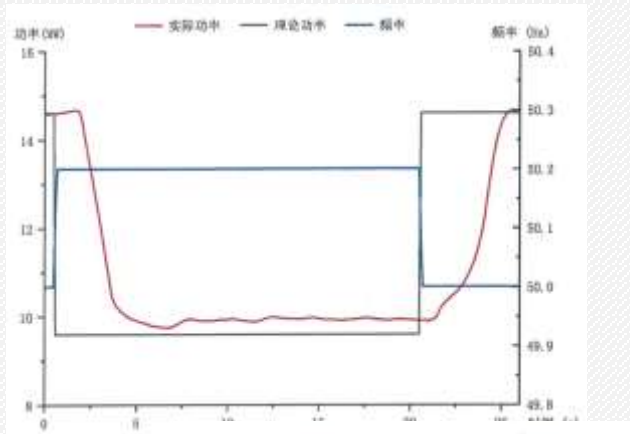
A blue circle with a grey border, containing the Chinese characters '特性' (Characteristics) in white. A horizontal grey bar with a diagonal hatching pattern extends from the right side of the circle.

## 特性

- 高精度电网采集模块，0.001Hz，采样周期60ms;
- 一次调频功能，下垂特性曲线参数可调节;
- 电网异常判断，闭锁调频控制功能；
- 一次调频录波分析功能；
- 一次调频本地测试功能；
- 满足西北电网对风场一次调频功能的现行要求；
- 无功调压分配模式可调节；



# 风场功率协调控制系统--一次调频





## 陆上 方案

- 驱动方案：KEB 19P6+ 永磁同步电机
- 性能特点：22KW驱动器 + 13KW电机
- 柜体：304不锈钢
- 电机：IP65，24V刹车（160NM），旋变
- 环境适应性：-40°C-65°C，湿度 0-95%





# 新机型变桨方案---陆上风机3.x-5.xMW

陆上  
4MW  
方案

1

东方3.xMW KEB变桨方案

2

东方5.xMW KEB变桨方案



## 海上 方案

- 驱动方案：KEB 23P6+永磁同步电机
- 性能特点：42KW驱动器 + 30KW以上电机
- 柜体：316不锈钢（用于海上防腐蚀）
- 电机：IP65，300V高压刹车（刹车扭矩450NM）
- 环境适应性：-40°C-65°C



吸收消化伊顿（EATON）先进的液压系统技术，成功研发出拥有自主知识产权的、性能稳定的全新整套液压系统解决方案。

采用航空用射流管式伺服阀，实现：

- 快速打压
- 高精度压力控制
- 降低泄漏



### 新型免爬器特点：

- 根据客户需求调整安装尺寸
- 支持手动/遥控模式
- 控制部分多重闭锁设计避免误操作 双钢索提升结构，断电电机闭锁，确保人员安全
- 多滚轮连接方式，运行平稳，无摆动
- 踏板可折叠收起，不影响爬梯空间





## 改造需求与商业动机?

- **提高发电效率** 部分风机需要提高功率曲线，提高发电效率
- **服务备件增加** 降低老旧机型的备品备件费用
- **服务成本增加** 部分风机是进口风机，厂家服务成本和配件价格高
- **电网适应性** 国家电网对风机提出了电网适应性要求，部分风机不满足（如低穿、高穿、一次调频等）
- **业主其它功能** 如业主为了增加发电效率，延长叶片，需要验证载荷计算和调整主控控制策略，以防超速和振动

## 准备阶段

- 客户输入
- 近几年风场运行数据
- 风场考察
- 风机机械尺寸测量
- 需求分析
- 订单协议

## 研发阶段

- 改造总体方案
- 电气原理图
- 控制器硬件配置
- 风机载荷计算
- 控制系统软件开发
- 用户手册
- 软件仿真和测试
- FAT工厂测试

## 实施阶段

- 风场样机安装
- 样机接线检查
- 安全链测试
- 现场培训
- SAT风场调试测试

## 验证阶段

- 功率曲线验证
- 风机运行稳定性验证（可利用率）
- 负载验证

## 技术支持&服务

- 全方位的提供支持以满足业主要求

以倍福控制器为平台，采用创新的核心控制算法，提高风机的发电效率；升级安全逻辑设计，提升机组安全性

整体方案：

- 采用倍福\巴赫曼主控系统无缝替换旧主控系统
- 实施主控高穿改造
- 实施风场AGC/AVC
- 升级风场SCADA
- 优化风场环网通讯
- 升级机舱、塔底控制界面





- 1 华创 1.5MW机型
- 2 惠德 2.0MW机型
- 3 Nordex(恩德) 1.5MW 风机
- 4 东方风电 1.5MW、2MW、2.5MW风机



- 提高单台风机年均发电效率 2%~4%
- 低电压穿越功能
- 高电压穿越功能
- 风场侧和风机侧一次调频
- 优化偏航控制策略
- 降低风机载荷
- 风场有功功率管理-AGC
- 风场无功功率管理-AVC
- 风场环网通讯功

## 主控平台

- 1 巴赫曼平台升级
- 2 倍福平台升级
- 3 MITA、自控 ( RETA ) 平台整体替换
- 4 DEIF平台整体替换
- 5 西门子平台整体替换
- 6 横河平台整体替换



功能	原有系统	改造后
转速和功率控制核心算法	★★	★★★★★
功率曲线	★★	★★★★★
偏航自适应控制	×	✓
高穿和一次调频功能	×	✓
定制功能	×	✓

## 改造内容

1

能健、LUST、SSB 1.5MW变桨系统  
控制器BECKHOFF改造

2

能健、LUST、SSB 1.5MW电池  
改电容

3

华创1.5MW电池改电容

4

能健、LUST、SSB 1.5MW  
直流改交流



### 变桨系统部件改造后优势：

- 使用倍福对原有L+B控制器改造
- 原有电池改造为电容
- 直流改造为交流系统，提升系统性能
- 通过交流改造，增加低穿和高穿功能
- 通过改造解决备件不足问题
- 通过改造优化人机交互界面
- 通过改造增加故障和日志记录功能
- 通过电容改造大大延长设备运行时间

## 改造内容

1

明阳2.0MW、2.5MW MITA变桨改造

2

华创1.5MW、2MW、3MW、AB、MITA、REE变桨改造

3

运达1.5MW变桨改造

4

联合动力1.5MW 变桨改造

5

中车变桨改造

6

东方1.5MW、2.0MW、2.5MW 变桨改造

## 变桨系统整柜改造后优势：

- 使用KEB P6集成式方案成熟、可靠
- 对于直驱风机，通过这种改造，完全了避免早期柜体设计存在的问题
- 通过这种改造，相当于直接使用的新的变桨系统，可靠性得到保证
- 通过整柜体改造，重新设计安全链，系统更为安全
- 同样增加了高穿和低穿等各项必须功能

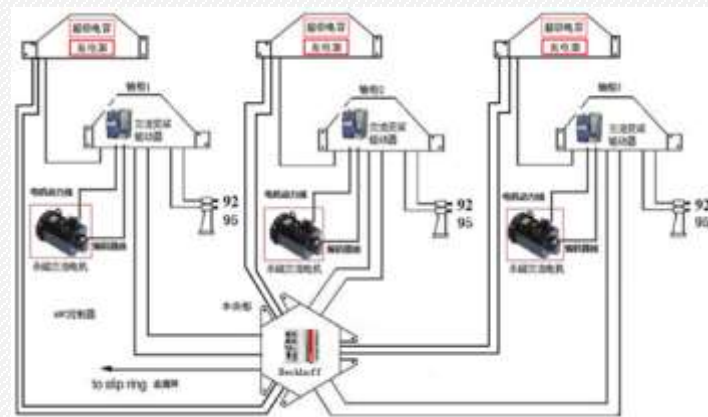
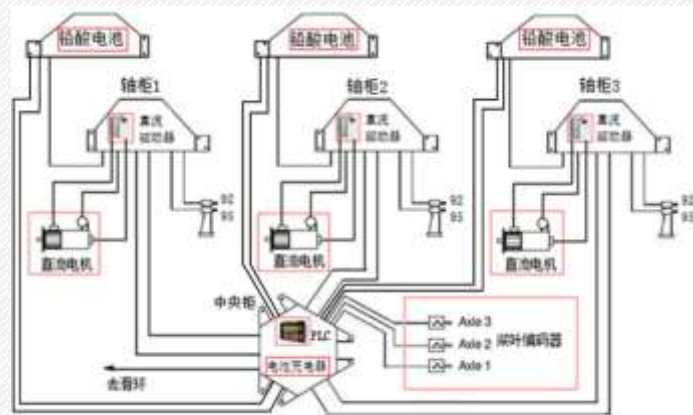
# 改造解决方案---变桨整柜改造

## 变桨系统改造

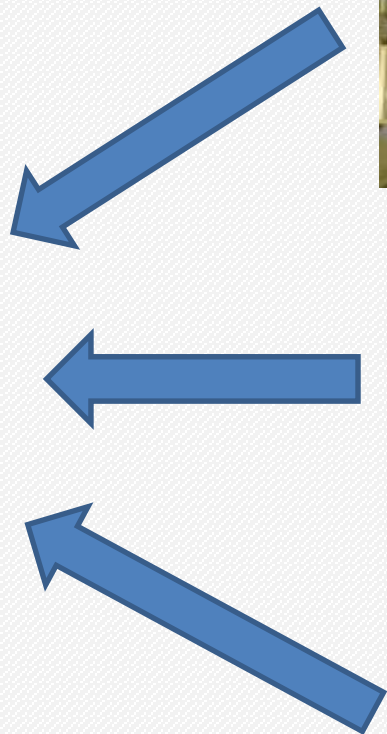
### (L+B/LUST/SSB/苏州能健变桨系统改造)

- 变桨控制器替换
- 变桨驱动器的改造
- 直流改交流变桨系统

项目	改造前变桨系统	改造后变桨系统
变桨电机	直流变桨电机。需要散热风扇、电机加热器，电机刹车为高压200Vdc供电，电机还需要编码器。	交流永磁同步电机。不需要散热风扇、电机加热器，电机刹车为低压24Vdc供电，电机尾部绝对值编码器可省略。
变桨驱动器	使用的直流变桨驱动器。	使用变桨专用驱动器KEB 18P6，安全可靠。
变桨控制器	使用非模块化且故障率高的L+B（或类似）控制器。	使用可靠性高，且模块化设计的倍福控制器。
紧急收桨时的电机驱动线路	需要“电机电源切换控制线路”，以满足紧急收桨时，电池可直接投入直流电机进行收桨。	不需要“电机电源切换控制线路”，对电机的控制始终是通过驱动器进行的。
电机刹车控制	需要“刹车电源切换控制线路”，用以保证400Vac/200Vdc模块与电池模块可以正常控制电机制动器。	不需要外加制动线路，KEB 18P6驱动器输出24V开关电源控制电机刹车。
变桨控制器对驱动器的控制方式	使用模拟量控制驱动器，变桨控制器无法采集驱动器状态信息。	使用CANOPEN标准协议和驱动器通讯，变桨控制器可以全面的控制与采集驱动器信息
充电系统	使用一个独立的电池充电器循环为三个桨叶的电池组进行充电。	驱动器自带充电器。
与主控的通讯	采用RS485通讯，通讯不稳定。	采用CANOPEN通讯。



KEB P6  
解决方案



- 产品用于替换米塔，松原、雷奥、4084振动模块
- 产品满足欧、美标准，且具有CE和UL认证；
- 产品保持与原装米塔、松原、雷奥、4084振动模块的安装位置和安装口一致。
- 产品与主控PLC以4-20mA模拟量信号的方式上传给主控PLC，稳定性高
- 产品具有防油，防水特性。





## 后服务风场改造

- 改造的主要业务范围
  - ◆ 风场主控系统改造
  - ◆ 变桨改造
  - ◆ SCADA, PPM升级
- 业主的痛点
  - ◆ 电网适应性改造
  - ◆ 提效增功
  - ◆ 备品配件
  - ◆ 系统的软件升级
  - ◆ 快速的服务响应
- 改造的难点
  - ◆ 载荷校验
  - ◆ 现场风机的实际情况
- 达到的目标
  - ◆ 提高单台风机年均发电效率2%~4%
  - ◆ 降低风机载荷
  - ◆ 减少维护费用、延长风机使用寿命
  - ◆ 新增快照功能
  - ◆ 新增风场有功功率管理-AGC
  - ◆ 新增风场无功功率管理-AVC
  - ◆ 新增风机数据上传功能
  - ◆ 新增变频器信号显示和上传
  - ◆ 新增箱变信号显示和上传
  - ◆ 新增风机低电压穿与高电压穿越功能
  - ◆ 新增风机一次调频与无功调压功能
  - ◆ 新增风场环网通讯功能和标准化通讯功能
  - ◆ 新增图形化、全中文的操作界面的SCADA
  - ◆ 新增各种报表自动统计功能
  - ◆ 新增风机机舱、塔底和远程操作界面共享功能



## 1、东方风电

合计：1800套主控、变桨

机型：1.5MW，2.0MW双馈和2.5MW直驱机

陆上新机型样机：3MW、4MW

海上机型样机开发：6MW、8MW

## 2、惠德风电

合计：100套主控

机型：2.0MW双馈风机

## 3、华创风能

合计：220套主控,180套变桨

机型：2.0MW双馈风机；3.0MW半直驱风机

## 4、锋电能源

合计：150套主控

机型：1.5MW双馈风机，2.0MW变（样机）

## 5、改造市场

主控改造合计：425台

变桨改造合计：153台



## 风能业绩分布

---

