



新能源机组电控系统后市场解决方案

风电变流、变桨、光伏逆变器



公司简介 04

新能源存量机组电控系统维护现状 06

禾望优势

原则

风电系统后市场维护方案 10

光伏系统后市场维护方案 50

关于禾望

01 新能源领域

产品系列覆盖国内750kW~30MW风电变流器、5kW~3.125MW光伏逆变器及2.5MW~3.125MW箱逆变一体机等主流机型。



02 储能领域

提供130kW~3.45MW储能变流器、1MW~6.9MW变流升压一体机以及EMS等设备，广泛应用于发电侧、电网侧、用户侧、微网等。



03 氢能领域

提供500kW~20MW IGBT制氢电源以及新能源制氢智慧管理系统等设备，可应用于并网型、离网型可再生能源制氢。



04 电能质量领域

提供1Mvar~140Mvar的SVG产品，已广泛应用于区域电网、风电、光伏、石化、煤炭、钢铁、油田和轨道交通等多个领域和行业。



05 电气传动领域

提供0.75kW~22400kW低压变频、4MVA~102MVA（单机）中压变频传动解决方案，可广泛应用于冶金、石油石化、矿山机械、港口起重、分布式能源发电、大型试验测试平台、海洋装备、纺织、化工、水泥、市政及其它各种工业应用场合。



深圳市禾望电气股份有限公司（股票代码：603063）专注于新能源和电气传动产品的研发、生产、销售和服务，主要产品风力发电产品、光伏发电产品、储能产品、制氢电源产品、检测电源产品、电能质量产品、电气传动产品等，拥有完整的大功率电力电子装置及监控系统的自主开发及研发实力与测试平台。

公司通过技术和服务上的创新，不断为客户创造价值，现已成为国内新能源领域最具竞争力的电气企业之一。

针对新能源后市场的运维服务，禾望电气推出了风电以及光伏解决方案，风电解决方案包括变桨、变流系统的改造服务、关键部件的国产化替代，并且提供高穿、调频等整体特性解决方案。光伏解决方案包括光伏逆变器整机替换、功率模块、控制系统替换及电气部件维修等业务。



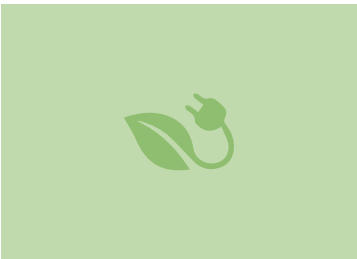
6大研发制造基地

深圳、苏州、西安、河源、武汉、匈牙利

30个服务基地

布局全球市场，为更多客户提供全面服务

总部·深圳



新能源存量机组 电控系统维护现状

禾望优势
原则

新能源存量机组电控系统维护现状

Shenzhen Hopewind Electric Co., Ltd.

7

随着我国十几年新能源装机的大发展，目前我国已成为全球最大的风能、光伏等新能源发电机组的装机大国。机组早期发展过程中，机组电控系统或核心控制部件大多数依靠进口，近几年国产电控部件在整体性能、质量、服务上已全面超越国外品牌，早期的光伏逆变器厂商也逐渐退出历史舞台。随着新能源机组逐渐出质保、机组的老龄化以及国家标准对新能源机组并网要求的提高，针对机组控制性能优化、电网调度和适应性要求、国产化替代、提质增效等方面，从市场实际需求和最有性价比出发，禾望推出了新能源存量机组电控系统维护解决方案，下面针对风电机组变流器、变桨系统和光伏逆变器分别介绍：

作为风电机组核心能量转换部件，随着国外品牌和部分国内品牌变流器退出市场，存量机组变流器面临着更多的问题：

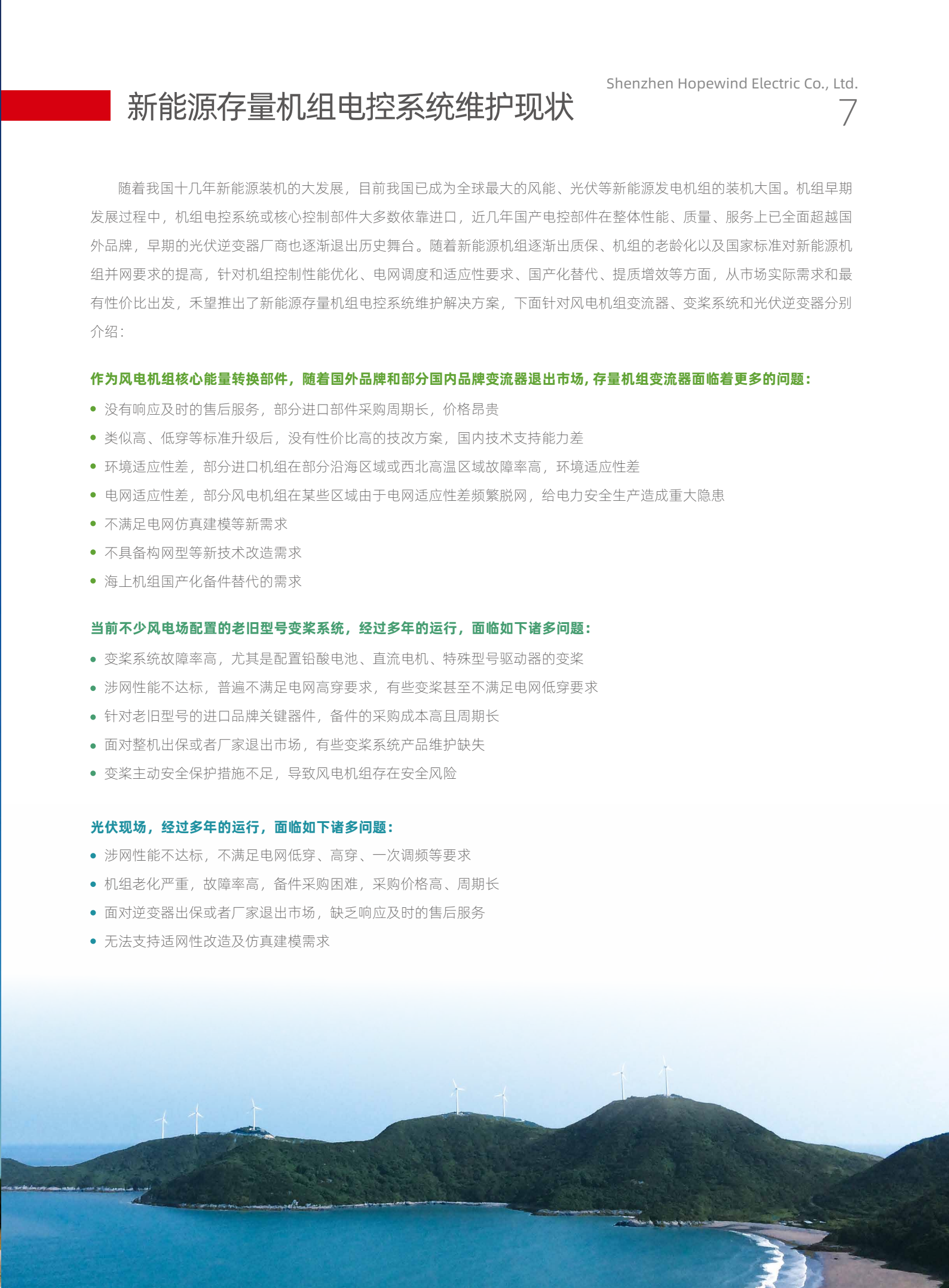
- 没有响应及时的售后服务，部分进口部件采购周期长，价格昂贵
- 类似高、低穿等标准升级后，没有性价比高的技改方案，国内技术支持能力差
- 环境适应性差，部分进口机组在部分沿海区域或西北高温区域故障率高，环境适应性差
- 电网适应性差，部分风电机组在某些区域由于电网适应性差频繁脱网，给电力安全生产造成重大隐患
- 不满足电网仿真建模等新需求
- 不具备构网型等新技术改造需求
- 海上机组国产化备件替代的需求

当前不少风电场配置的老旧型号变桨系统，经过多年的运行，面临如下诸多问题：

- 变桨系统故障率高，尤其是配置铅酸电池、直流电机、特殊型号驱动器的变桨
- 涉网性能不达标，普遍不满足电网高穿要求，有些变桨甚至不满足电网低穿要求
- 针对老旧型号的进口品牌关键器件，备件的采购成本高且周期长
- 面对整机出保或者厂家退出市场，有些变桨系统产品维护缺失
- 变桨主动安全保护措施不足，导致风电机组存在安全风险

光伏现场，经过多年的运行，面临如下诸多问题：

- 涉网性能不达标，不满足电网低穿、高穿、一次调频等要求
- 机组老化严重，故障率高，备件采购困难，采购价格高、周期长
- 面对逆变器出保或者厂家退出市场，缺乏响应及时的售后服务
- 无法支持适网性改造及仿真建模需求



禾望优势

专注与专业

- 基于对风电行业机组电控系统十多年的经验积累及深刻了解，禾望具备对全风电场电控系统整体改造的能力，并提出完善的维护方案，涉及变流器、变桨系统、光伏逆变器等等。

业绩与经验

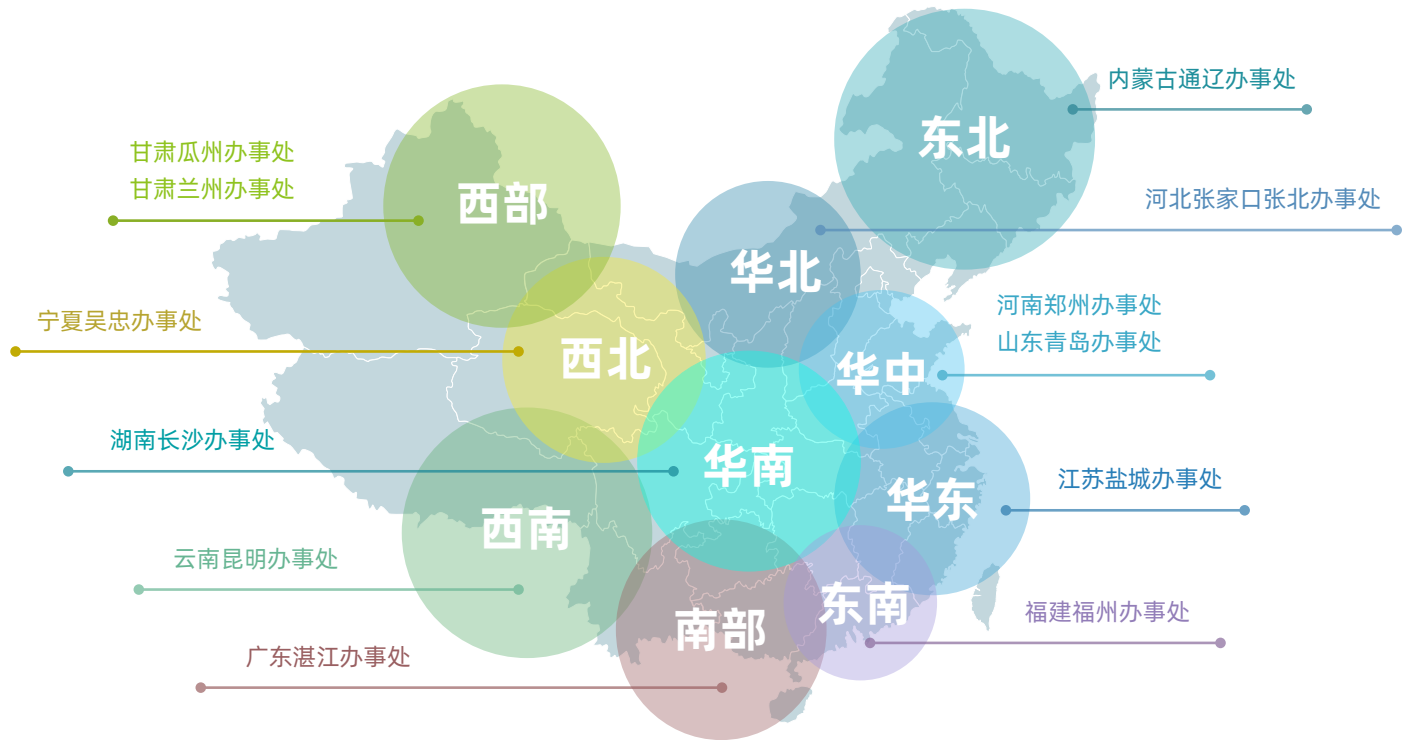
- 禾望拥有一支由客服、研发组成的工作经验超过十年、专门从事风机电控系统问题解决的专业团队。
- 截止目前，累计完成上万台风机改造。

售后与服务

- 在通辽、青岛、瓜州、兰州、昆明、张北等地设有常驻服务机构及备件库，及时响应、快速处理。
- 引进ERP及CRM系统，强化跟踪服务、规范流程、确保问题彻底解决。

在全国拥有

- 10个大型备件库
- 800多个小型备件库
- 200多名一线运维工程师

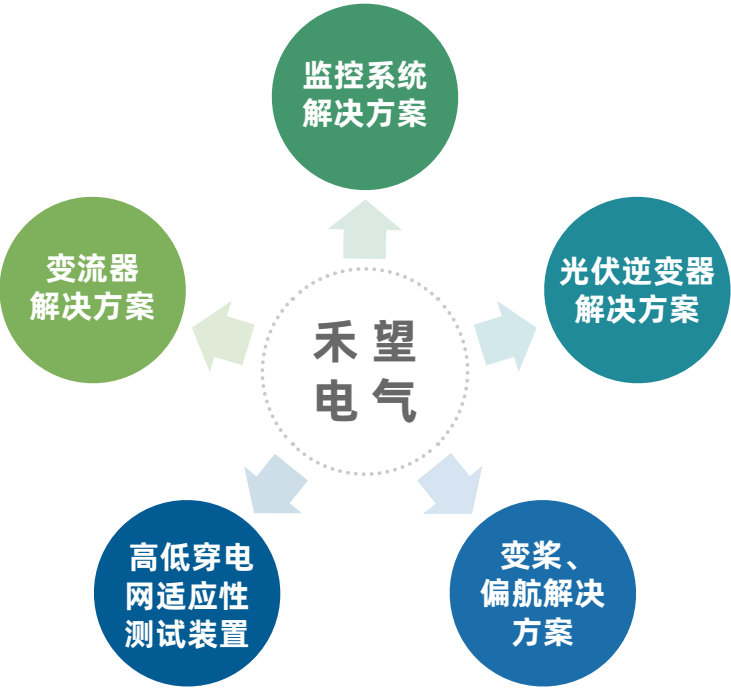


原则

禾望电气针对市场实际需求，推出了一系列风电、光伏电控系统维护方案。在机组控制性能优化、电网调度和电网适应性要求、国产化降成本等各方面取得了不俗的成绩。



一系列解决方案



此外，我们还提供

- 基于独立硬件平台的风场功率协调控制系统——HPPM
- 风场智能化运维监控平台——hopeView和hopeFarm
- 电控部件维修服务和机组电控部分精细化维护
- 风电机组移动式并网测试装置

风电系统 后市场维护方案

整机替换维护方案

对于某些整机故障率高、不满足当前的电网标准，通过局部替换改造无法解决问题，且后续备件补充困难、售后服务无保障、维护成本昂贵的变流器，禾望电气推出整机替换改造方案。

禾望电气提供1MW~30MW全功率变流器、1.5MW~20MW双馈变流器的整机替换改造方案，机型涵盖低压690V（两电平）、低压900V/950V/1140V（三电平）、中压3300V系列变流器，根据运行海拔、工作环境、原机型冷却方式、安装空间等多种因素，采用对应的机型进行替换。



方案特点

- 备货周期有保障
- 故障率大幅度降低
- 良好的售后服务保障
- 满足当前电网最新标准
- 满足仿真建模需求
- 模块化设计，可维护性好
- 现场施工量小，改造时间短
- 完善的监控系统，实时监控、故障智能诊断分析
- 机型齐全，覆盖双馈、全功率几乎所有机型

整机替换维护方案

改造维护案例

整机下塔替换案例

时间：2023.3

地点：辽宁凌海风电场

改造原因：HR早期机组的变流器随着使用年限的增加，逐渐暴露出一些问题，存在一定安全隐患。

- （1）变流器柜内过温，导致器件老化、失效。
- （2）变流器采用一极拓扑结构，没有断路器。
- （3）由于变流器置于机舱，维护不方便，有较大的安全风险。

改造方案：使用禾望1.5MW风冷双馈变流器进行整机下置改造。

效果：彻底解决变流器在机舱带来的风险；

故障率和损坏率大幅度降低，维护工作量大大减小；

满足高、低电压穿越国标要求；

禾望风冷变流器采用分立式模块设计，便于维护，散热性能好；

机舱散热系统压力大大降低，电机温度、机舱环境温度也会随之降低，大大降低机舱过热风险。



4MW海上风电变流器改造案例

时间：2023.7

地点：江苏如东海上风电场

改造原因：国产化替代

改造方案：使用禾望新一代4.0MW水冷全功率变流器整机替换现场A品牌4.0MW水冷全功率变流器。

效果：运行稳定，故障率低，可利用率高。



构网型风电变流器改造案例

时间：2023.11

地点：甘肃瓜州县干河口南北风电场

改造原因：甘肃瓜州县干河口南北风电场3MW机组，客户有意向更换为新式构网型变流器。

改造方案：使用禾望3.0MW水冷电压源型双馈变流器替换原3.0MW双馈变流器，实现兼容原机组，在保证并网发电的同时，发挥惯量响应，弱电网自适应等电压源型变流器特点。



无并网柜双馈变流器改造方案

针对二级拓扑结构的变流器，功率模块损坏严重，而原并网柜运行正常；禾望电气采用保留原并网柜，更换功率柜的解决思路，推出一款无并网柜变流器；无并网柜变流器配合原变流器的并网柜，重新组成一台新的变流器。

无并网柜变流器

无并网柜变流器由配电柜、功率柜组成，二者集成于一个柜体，柜体体积小、结构紧凑，宽度仅为1.3米，深度为0.6米；适用于对空间要求较为苛刻的场合。

方案特点

- 可靠性高
- 环境适应性强
- 电网适应性强
- 满足故障电压穿越标准
- 方案成熟，大量应用
- 最大限度降低改造成本
- 最大限度利用原变流器可用部件
- 结构紧凑，柜体尺寸小，兼容性好



无并网柜双馈变流器改造方案

维护案例

国外A品牌无并网柜双馈变流器维护案例

时间：2024.4

地点：陕西榆林市定边县张家山风电场

改造原因：陕西张家山风电场1.5MW机组A品牌双馈变流器存在故障率高，影响风机利用率和发电的问题。

改造方案：保留原机组变流器并网柜，用禾望无并网柜变流器替换掉原变流器功率柜，恢复变流器与主控之间的电气接口，并在逻辑上兼容。

效果：改造后满足低电压穿越标准和电网适应性标准；可寻求专家远程协助；良好的售后服务保障；变流器具备更好的保护能力；具备故障智能诊断、分析功能；可远程监控运行状态、参数信息。



无并网柜双馈变流器维护案例

时间：2023.12

地点：山东青岛市黄岛区六汪风电场

改造原因：原变流器老化严重，运行故障率比较高，直接影响了发电量及其稳定运行，同时也对风机的使用寿命造成影响。为了解决变流器故障率高的问题，提升设备安全稳定性，提高发电量并降低维护成本，对原功率柜进行替换改造。

改造方案：保留原机组变流器并网柜，用禾望无并网柜变流器替换掉原变流器功率柜，恢复变流器与主控之间的电气接口，并在逻辑上兼容。



PM系列变流器维护方案

HW3000核心控制组件维护方案

针对PM3000系列变流器，禾望电气因地制宜地提出了变流器核心控制组件改造方案及功率模块 + 核心控制组件解决方案。

核心控制组件改造，适用于功率模块本身设计并没有重大缺陷，故障率较低；而控制系统故障率高，控制器硬件落后，控制性能差不能满足并网要求，控制器备件采购困难等情况。

禾望电气HW3000核心控制组件在结构、电气接口上能够与原变流器核心控制组件完美兼容；HW3000核心控制组件实现信号调理、控制信号产生和通讯，保证功率模块运行的可靠与安全，对于复杂电网条件具备很强的适应能力。



HW3000核心组件的组成

名称	功能
接口板（I/O板）	将网侧、机侧的电流/电压信号、外围接口信号等电信号送入检测板
检测板	主要用于读取、比较并判断上述电信号，然后与DSP控制板进行信号交换，并输出信号至主控
核心控制板	进行信号分析、控制与命令处理

HW3000核心控制组件的特点

- 内部单板叠层安装，空间利用率高
- 采用卧式端子，接线方便、不易损坏
- 高压检测、码盘、DI/DO等信号在接口板上实现，单板高、低压信号相互间隔离，故障率更低
- 不锈钢金属结构：很好地屏蔽外界信号干扰，抗干扰能力强，在搬运、安装过程中起到很好地保护作用

PM系列变流器维护方案

维护案例

HW3000控制组件维护案例一

时间：2018.10

地点：黑龙江和平风电场

改造原因：原有HR3000W变流器单板故障率高，频繁误报故障，电网适应性差，备件采购费用昂贵、维护成本高，故对其进行国产化改造。

改造方案：更换核心控制组件，增加定子接触器及检测回路。更换后稳定可靠运行。

HW3000控制组件维护案例二

时间：2019.10

地点：新疆哈密苦水风电场

改造原因：原有HR3000W变流器单板故障率高，频繁误报故障，电网适应性差，备件采购费用昂贵、维护成本高，故对其进行国产化改造。

改造方案：更换核心控制组件，更换禾望主动Crowbar组件，增加定子电流互感器，更改并网接触器控制回路，更换后稳定可靠运行。

HW3000水冷功率模块替换改造方案

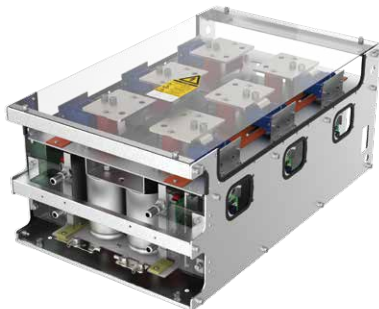
功率模块替换改造适用于功率模块本身存在一定缺陷或故障率较高的情况；单通过控制组件改造无法解决问题，需要配合功率模块替换改造。

禾望电气研制出HW3000水冷功率模块和HW3000X水冷功率模块，两款功率模块分别用于替换PM3000水冷功率模块、PM1000系列（含PM1000、GT和HW1500系列）水冷功率模块。

HW系列与PM系列水冷功率模块在结构尺寸、电气接口、水冷系统等方面做到完全兼容。



（HW3000水冷功率模块）



（HW3000X水冷功率模块）

HW3000水冷功率模块配合禾望电气主动Crowbar组件，在电网电压骤降的情况下，Crowbar组件抑制机侧模块过电流和直流母线过电压，实现对变流器的保护，在电网跌落时实现低电压穿越功能。

HW3000X水冷功率模块可以替换PM1000系列（含PM1000、GT和HW1500系列）水冷功率模块。相对原HW1500模块，HW3000X容量更大，并且满足部分地区阻抗特性优化要求。

HW3000水冷功率模块替换改造方案

方案	方案描述	改造设备	改造对象
方案一	核心控制组件改造方案	HW3000核心控制组件	针对PM3000系列
方案二	功率模块+核心控制组件改造方案	HW3000水冷功率模块+ HW3000核心控制组件	
方案三	功率模块+核心控制组件改造方案	HW1500水冷功率模块	针对PM1000系列 （含PM1000和GT系列）

维护案例

PM3000系列变流器维护案例

时间：2015.6

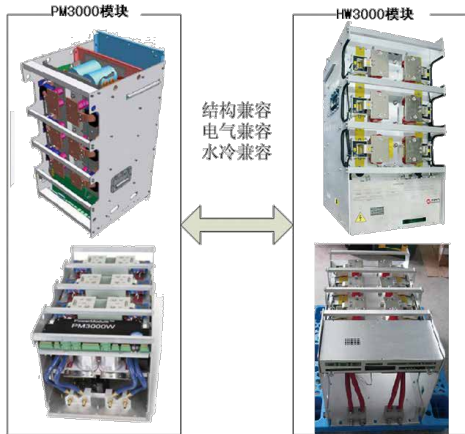
地点：黑龙江齐齐哈尔富裕风电场

改造原因：原有PM3000W变流器单板故障率高，频繁误报故障，电网适应性差，备件采购费用昂贵、维护成本高，故将其进行国产化替代。

改造方案：更换功率模块，更换核心控制组件。更换后稳定可靠运行。



（增加核心控制组件）



（更换功率模块）

HW3100模块及控制组件替换改造方案

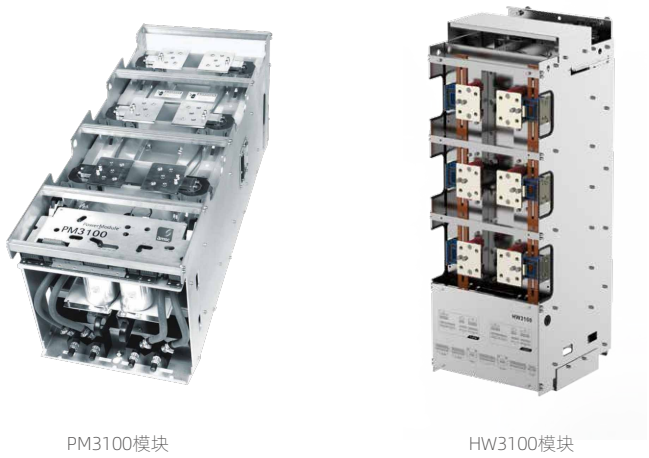
PM3100W沿用PM3000W之前的模块设计，同样沿袭了PM3000W模块设计的相关缺陷。

- 单板设计缺陷，集成度高，散热不好，检测板故障率高
- 模块安规存在问题，不满足IEC62477-1:2012要求
- 网侧主功率回路没有配备熔断丝，模块IGBT损坏风险高
- 驱动板原理设计上存在缺陷，容易误报IGBT欠饱和故障
- 核心控制板集成度高，散热不好，故障率高
- 由于美国PM退出国内风电市场，无原厂运维、备件采购困难
- 国内故障模块运维多为坏件拆散拼凑处理，维修效果无保障
- 因此后期的运维及备件将会成为非常棘手的问题，**国产化替代非常有必要**

PM系列变流器维护方案

使用HW3100模块整体替换

- 安装尺寸兼容
- 对外接口兼容
- 散热效果更好
- 模块性能更优
- 母线电容更大
- 模块重量更轻
- 环境适应能力更强



方案特点

- 采用禾望整机上批量使用的驱动板、辅助驱动板及IGBT，产品性能经过大批量、各种环境条件验证，可靠性有保证
- 采用更新工艺的IGBT，IGBT耐温更高、性能更优
- 采用禾望标准化控制平台，PUCM控制模块，该控制模块经过风电、传动等产品大量验证，产品可靠，后期可扩展性强
- 新增±15V电源组件和28346核心控制组件，满足变流器软硬件支持需求
- 替换掉原变流器PLC控制模块，兼容原变流器柜内器件控制，改造时间短
- 在网侧电感和PM3100模块之间串入1000A熔丝，保护模块IGBT
- 在滤波回路熔丝后端新增投切接触器和霍尔传感器，优化变流器网侧保护逻辑和电网适应性

改造案例

HW3100模块及控制组件替换改造方案案例

时间：2019.9

地点：内蒙古赤峰克什克腾旗书声风电场

改造原因：原有PM3100变流器单板故障率高，备件采购困难、维护成本高，电网适应性差，故对其进行国产化改造。

改造方案：更换核心控制组件，HW3100模块整体替换PM3100模块，对PM变流器配电拓扑进行改造调整。改造后稳定可靠运行。



国外K品牌变流器维护方案

高穿改造方案

市场上早期广泛使用国外品牌国外K品牌变流器，不具备故障电压穿越能力，如今运行故障率较高，备件采购极为困难，售后服务跟不上，维护成本相对较高；为此，禾望电气提供“核心控制组件+Chopper组件”的解决方案。将原控制系统替换成禾望电气的核心控制系统，拆除原被动Crowbar组件，换上禾望电气Chopper组件。

核心控制组件

禾望电气的核心控制组件与原控制组件外接口完全兼容



改造前：国外K品牌变流器控制单板



改造后：禾望控制系统单板

方案特点

- 改造后变流器满足《GB_T 19963.1-2021 风电场接入电力系统技术规定》对高电压穿越的要求
- 对变流器原有器件进行评估，保证变流器运行稳定
- 改造工期短，减少风机停机时间

改造案例

国外K品牌高穿改造案例

时间：2023.4

地点：河北莲花滩风电场

改造原因：现场国外K品牌变流器不具备高穿能力，电网适应性差，故对其进行高穿改造。

改造方案：将原控制系统替换成禾望电气的核心控制系统，拆除原被动Crowbar组件，换上禾望电气chopper组件。对改造好的变流器进行升级和调试，并完成变流器测试、并网工作。



国外K品牌变流器维护方案

滤波回路改造方案

国外K品牌变流器滤波回路的进线接到主接触器的前端，经过160A熔丝之后，连接到投切接触器，经过保险到滤波电容。滤波回路的熔丝和接触器放置在配电柜中控制盒的后面。据现场反馈，国外K品牌变流器滤波回路熔丝及下端线缆烧坏的情况相当普遍，且发生的频率比较高，对于备件的需求相当大。

针对目前滤波回路容易烧的情况进行改造，禾望提供如下改造方案：

- 将滤波回路从主接触器前端移到定子侧，并网接触器后端。
 - 删除滤波回路电容投切接触器，减少发热源，同时避免接触器本身接触阻抗过大导致本身过热烧坏问题。
 - 将滤波回路熔丝由+1S2柜移到+1S3 柜，+1S2柜原滤波回路熔丝位置完全没有风，更改后+1S3 柜并网接触器前方位置有风扇强迫风冷。
 - 将原国外S品牌熔丝底座与熔丝更换为禾望整机上批量使用的国外A品牌熔丝底座与相应匹配的熔丝。该熔丝底座散热性能好，使用量大，备件采购方便。
 - 新增电流互感器，同时升级软件代码，实时监测滤波回路电流，优化保护机制。
- 注：未改造过的国外K品牌变流器，需要同时更换核心控制组件。

方案特点

- 有效降低滤波回路的熔丝底座及线缆的温升，防止滤波回路熔丝及其线缆出现过热烧毁的情况
- 对滤波回路的电流进行实时检测，降低滤波回路的过流风险

改造案例

滤波回路改造案例一

时间：2020.5

地点：内蒙古白云鄂博茂名风电场

改造原因：国外K品牌变流器滤波回路熔丝及下端线缆烧坏的情况相当普遍，且发生的频率比较高，对于备件的需求相当大，所以进行滤波回路改造。

改造方案：将原滤波回路改装至定子铜牌；加装滤波回路保护熔丝以及滤波电容电流检测；对改造好的变流器进行升级和调试，并完成变流器测试、并网工作。

滤波回路改造案例二

地点：河南三门峡清源风电场

改造原因：国外K品牌变流器滤波回路熔丝及下端线缆烧坏的情况相当普遍，且发生的频率比较高，对于备件的需求相当大，所以进行滤波回路改造。

改造方案：将原滤波回路改装至定子铜牌；加装滤波回路保护熔丝以及滤波电容电流检测；刷新控制板程序，并完成变流器测试、并网工作。



低温启机改造方案

国外K品牌变流器在冬季环境温度过低时，频繁报变流器未就绪，并伴有 UPS 故障（UPS 的使用环境温度一般是 0℃~40℃，而现场实际的环境温度可能低于0℃，这样导致UPS经常出现低温失效），需要自身加热较长时间才能正常启机运行，为提高风机利用率及提升风机发电量，禾望可提供风机变流器低温改造方案。

在UPS处增加加热膜、温度继电器、断路器，当温度继电器检测到环境温度低于10 度，加热膜开始对UPS加热，当温度高于温度继电器的回差时（温度传感器回差大概是4~7℃），停止加热，如此循环，保证UPS的温度维持在可工作范围内。

将变流器软件升级，更改参数配置，开放低温启机功能。

对变流器软件、硬件进行改造后，在风机不断电以及原有加热装置正常工作的情况下，保证任何时候都能随时启机，不会报出变流器的加热或未就绪等故障。

改造案例

国外K品牌低温启机改造案例一

时间：2016.3

地点：内蒙古武川李汉梁风电场

改造原因：现场变流器在冬季环境温度过低时，频繁报变流器未就绪，并伴有UPS故障，需要自身加热较长时间才能正常启机运行，为提高风机利用率及提升风机发电量，禾望可提供风机变流器低温改造方案。

改造方案：在原来的基础上增加温度继电器和断路器，在UPS下方增加加热膜。将变流器软件升级，更改参数配置，开放低温启机功能。

经济效益：加热时间从两小时缩短到20分钟之内。



国外K品牌低温启机改造案例二

时间：2020.4

地点：宁夏吴忠红寺堡风电场

改造原因：现场变流器在冬季环境温度过低时，频繁报变流器未就绪，并伴有UPS故障，需要自身加热较长时间才能正常启机运行，为提高风机利用率及提升风机发电量，禾望可提供风机变流器低温改造方案。

改造方案：在原来的基础上增加温度继电器和断路器，在UPS下方增加加热膜。将变流器软件升级，更改参数配置，开放低温启机功能，提高风机利用率及提升风机发电量。



国外K品牌变流器维护方案

功率模块替代方案

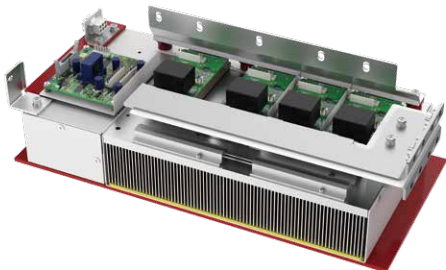
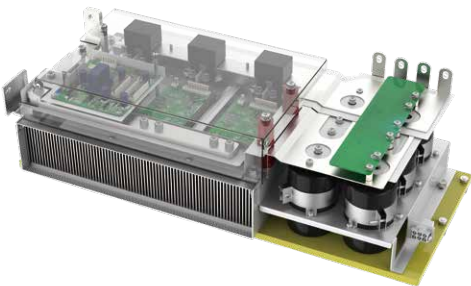
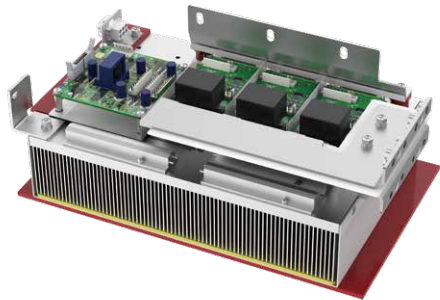
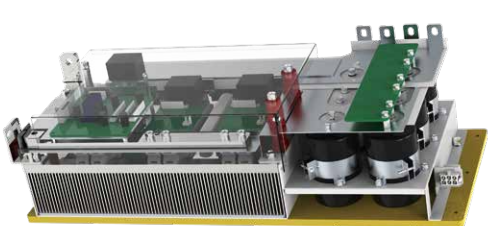
禾望电气根据科孚德系列（含德能、科孚德、科陆、KK等变流器品牌）双馈变流器实际运行情况，采用最新款IGBT，开发了禾望兼容功率模块，禾望功率模块稳定性更高，可以兼容替代德能、科孚德、科陆、KK等品牌的功率模块。该更新升级方案可以使原旧变流器重新焕发生机，提高运行稳定性，降低运维费用。

1 外形结构完全兼容
禾望功率模块外形结构上与科孚德系列风冷功率模块完全兼容，现场可以直接兼容替代，无需结构上做任何变动。

3 散热能力更强
原模块散热硅脂导热系数为1.0W/m.K，并且经过多年运行后老化严重，改造后的散热硅脂导热系数为4.5W/m.K，结合新款IGBT散热能力更好。

2 过温能力更强
原模块内IGBT最高结温125℃，更新的新款IGBT最高运行结温150℃，IGBT耐高温和工作寿命更长。

4 驱动方案设计更优
禾望功率模块采用自主设计的成熟驱动板，经过禾望2万台风机各种环境验证，稳定性更强。



维护案例

国外K品牌功率模块替代案例一

时间：2024.7
地点：新疆哈密市伊州区华冉烟墩南风电场
改造原因：现场采用的国外K品牌双馈变流器，是国内风电市场早期使用较多的一款变流器，前期运行情况较稳定，但随着使用时间的推移，该供应商逐渐退出中国风电市场，现场遗留问题较多，风机隐藏故障，隐藏问题较多，逐渐暴露备件采购周期长、价格高，造成运维时间长、运维成本高的问题。
改造方案： 替换控制系统、Chopper组件、功率模块，母线电容。



国外K品牌功率模块替代案例二

时间：2022.5
地点：内蒙古通辽代力吉风电场
改造原因：代力吉风电场K品牌变流器已运行10年之久，存在元器件老化、变流器模块故障率升高、冬季启动困难等问题，影响到机组稳定运行。
改造方案： 由禾望电气对变流器进行功率模块替换改造，兼容原控制系统，实现无差别替换。



国外S品牌功率模块替代方案

产品特性



- 结构尺寸、电气接口完全兼容
- 更优的水道设计，不易结水垢，降低功率模块后期过热风险
- 无需升级变流器控制系统
- 重量更轻，单个模块重量约50kg，维护方便
- 新一代IGBT，过温、过流能力更强 (Tjmax: 175°C)
- 备件充足，采购周期短
- 禾望自主开发驱动板，适应性、驱动能力更强
- 提供更优质的服务，快速解决客户烦恼

功率模块参数对比

模块参数			
型号	HW-1U1	HW-2U1/3U1	HW-4U1
母线容量	4800uF		
直流工作电压	1050V		
额定最大持续电流	1600A	800A	3000A (瞬时)
结构尺寸（长*宽*高）	658*245*375mm		

替代案例

国外S品牌功率模块替代方案案例一

时间：2021.9

地点：湖北随州市随县天河口风电场

改造原因：天河口风电场原有1.5MW直驱风力发电机组，在运行过程中，存在功率模块故障率高、备件采购困难等现象。

改造方案：采用禾望电气功率模块替换原模块，兼容原控制系统，新设计的散热单元有效降低模块运行温度，不破坏整机的防护性能。



国外S品牌功率模块替代方案案例二

时间：2023.1

地点：内蒙古赤峰市翁牛特旗西场风电场

改造原因：随着机组运行年限的增长，现场S品牌变流器功率模块故障率高，后续技术升级和现场服务无保障；功率模块分为网侧、机侧、Chopper侧，兼容性不足；模块IGBT门极驱动与单板易出现接触不良情况；易报高温过热故障。

改造方案：由禾望电气对变流器进行功率模块替换改造，兼容原控制系统，实现无差别替换。



国外F品牌功率模块替代方案

产品特性



- 结构尺寸、电气接口完全兼容
- 禾望自主开发驱动板，适应性、驱动能力更强
- 无需升级变流器控制系统
- 备件充足，采购周期短
- 新一代IGBT，过温、过流能力更强（Tjmax：175℃）
- 提供更优质的服务，快速解决客户烦恼

功率模块参数对比

模块参数	
型号	HWPMA1K5-Frq
母线容量	6800uF
直流工作电压	1050V
额定最大持续电流	800A
结构尺寸（长*宽*高）	405*260*695mm
重量	48kg

替代案例

国外F品牌功率模块替代方案案例一

时间：2022.8

地点：云南曲靖市株木山风电场

改造原因：现场F品牌变流器故障率较高，包括功率模块适应性差，炸机率高。

改造方案：禾望自研开发一款功率模块。结构上与原功率模块一致，另设计一款单板，电气上兼容原控制系统，实现无差别替换，并且规避了模块原有硬件设计风险，综合性能更优。



国外F品牌功率模块替代方案案例二

时间：2024.9

地点：新疆托克逊风电场

改造原因：现场变流器随着运行年限加长，功率模块的故障率逐渐升高。随着原供应商退出中国风电市场，现场有备件采购周期长、价格高、服务响应速度慢等问题。

改造方案：禾望自研开发的功率模块，结构上与原功率模块一致，电气上兼容原变流器控制系统，实现功率模块备件国产化替代目标。



国外A品牌变流器改造方案

国外A品牌的1.5MW双馈变流器为早期风电市场使用较多的一款变流器，设备集成度高，体积小，前期运行情况较稳定。但是随着使用年限的增加，逐渐暴露出以下亟待解决的问题，给业主带来很大困扰。

- IGBT失效、低穿组件失效、变流器过热等等一系列问题
- 随着新风电并网标准的出台，早期国外A品牌变流器控制上无法满足电网标准要求

禾望电气基于以上问题，兼顾不同客户的实际需求提出了：更换核心部件进行高穿改造方案与IGBT功率模块改造方案。

高穿改造方案：解决不能满足电网标准的问题

禾望从节约改造成本角度考虑，可以采用局部替换方案：更换变流器核心控制组件，更改软件控制策略，使变流器满足高穿需求；同时需要评估变流器上的其他器件是否满足高穿要求，更换不满足高穿要求的器件。

IGBT功率模块改造方案：解决IGBT过热、失效率高的问题

由于国外A品牌功率模块设计问题，IGBT驱动板及IGBT极易损坏，禾望电气根据国外A品牌双馈变流器实际运行情况，采用最新款IGBT，结合禾望设计的IGBT辅助板和驱动板，对其功率模块的IGBT进行更换改造，改造后的变流器运行稳定性更高。改造更换下来的IGBT以及其他驱动板、风扇控制板可以用作备件。

该更新升级方案可以使原旧变流器重新焕发生机，提高运行稳定性，降低运维费用。

高穿改造方案

- 具备高电压穿越能力
- 核心控制部分采用禾望产品，功率模块、并网断路器等高价值器件依旧保留使用
- 全面的故障保护和强大的故障诊断能力
- 友好的人机界面，全中文显示

改造案例

高穿改造案例一

时间：2019.12

地点：甘肃酒泉瓜州安北风电场

改造原因：国外A品牌变流器不具备高穿能力，电网适应性差，故对其进行高穿改造。

改造方案：在将核心控制组件替换为禾望控制组件；增加Chopper组件，确保高低穿母线电压平稳，保护变流器硬件；优化滤波组件，优化软启回路。



国外A品牌变流器IGBT功率模块改造方案

国外A品牌风冷双馈变流器结构紧凑、功率密度高，应用于风电行业时，工作环境（风沙、潮湿、高原）相对恶劣，随着变流器运行年限的增长，暴露出IGBT运行温度高，门极驱动板频繁损坏，控制失效等问题。

基于国外A品牌变流器功率模块问题现状，结合禾望在风电变流器功率模块及驱动板开发方面的技术积累，禾望采用“分离式驱动板与辅助驱动板+原模块IGBT分离”的方案，该方案完美兼容国外A品牌功率模块结构及电气特性。

方案特点

- 更高的过温能力
- 更优的驱动设计
- 更强的散热能力
- 更合理的风扇供电方式

改造案例

案例一

时间：2022.12

地点：埃塞俄比亚风电场

改造原因：埃塞俄比亚位于非洲东部，风场现场环境温度高，风沙比较多。该现场出质保后，变流器有一大半报过温故障。变流器主要问题集中在功率模块及Crowbar组件上。

改造方案：禾望采用“分离式驱动板与辅助驱动板+原模块IGBT分离”方案，开发出了完全兼容A品牌功率模块结构特性及适应原IGBT电气特性的驱动板。对原IGBT进行散热优化，更换高导热率硅脂，增加散热效率；更改功率模块散热风扇电源方式；优化滤波组件；优化直流侧母线熔丝。



国外A品牌变流器改造方案

国外A品牌的2.0MW全功率变流器为早期风电市场使用较多的一款变流器，设备集成度高，体积小，前期运行情况较稳定。但是随着使用年限的增加和国内各项并网指标的逐渐出台，暴露出一系列问题，给业主带来很大困扰。

- (1) 有一定数量的滤波组件损坏；
- (2) 无Chopper组件，异常工况下稳定性不足；
- (3) A品牌变流器不具备高电压穿越能力。

全功率变流器局部改造方案

从节约改造成本角度考虑，可以采用局部替换方案：更换变流器核心控制组件，更改软件控制策略，使变流器满足高穿需求；同时需要评估变流器上的其他器件是否满足高穿要求，更换不满足高穿要求的器件。

改造案例

时间：2023.6

地点：湖南邵阳市城步县南山风电场

改造原因：国外A品牌变流器不具备高穿能力，电网适应性差，故对其进行高穿改造。

改造方案：在将核心控制组件替换为禾望控制组件；增加Chopper组件，确保高低穿母线电压平稳，保护变流器硬件；优化滤波组件，优化软启回路。



A品牌ACS880水冷功率模块替代方案

Shenzhen Hopewind Electric Co., Ltd.

31

产品特性



- 变流器模块国产化，具有更高性价比
- 备件充足，采购周期短
- 功率模块采用禾望成熟驱动单板，产品可靠性高
- 风道设计更合理，散热效率更好，可有效延长单板的使用寿命
- 兼容原控制系统，不需要调整软件，实现无差别替换
- HWACS880模块有更优秀的电流能力，大功率状态稳定性更强
- 专业的研发、服务团队，遍布全国的售后服务中心

功率模块参数对比

对比项目	A品牌模块	禾望功率模块	对比
母线容量	9*1100uF/1100V	12*780uF/1100V	容值相当
IGBT	U、V、W每相500A/1700V*3	U、V、W每相600A/1700V*3	IGBT过流能力更强
冷却液流量	20~40L/min		流量兼容适配
结构尺寸 (高*深*宽)	880*598*214mm		结构尺寸完全兼容
重量	89kg	94kg	模块内使用更多铜排，导电性能更佳

国外S品牌变流器维护方案

控制组件、模块维护方案

禾望电气针对该品牌1.25MW、1.5MW、2.0MW不同机型的变流器提出不同的改造方案，主要有：

- 1.25MW机型：更换核心控制组件+增加并网接触器
- 1.5MW机型：更换核心控制组件+增加chopper组件
- 2.0MW机型：更换核心控制组件+更换功率模块

针对不同机型、不同风场存在的不同问题，禾望电气提供性价比最高的解决方案，同时针对1.25MW和1.5MW机型进行功率模块改造。针对功率模块备件短缺、采购昂贵的问题，禾望电气还提供功率模块国产化替代方案。

替换功率模块

将原功率模块更换后，变流器整体运行更加稳定，并能保证后续备件采购更加便利、服务更加及时。



更换核心控制组件

禾望电气核心控制组件与国外S品牌变流器控制组件对外接口完全兼容。



方案特点

- 方案因地制宜、性价比高
- 控制组件、功率模块的兼容性极好
- 改造后变流器整体运行更稳定、备件和服务问题也得到解决
- 改造后效果非常明显，完美解决频繁脱网、并网断路器寿命减少和控制盒故障率高的问题

维护案例

国外S品牌变流器控制组件、模块维护案例一

时间：2023.12

地点：云南大理州洱源罗平山风电场

改造原因：现场1.25MW国外S品牌变流器存在电网电压丢失、IGBT温度等一些数据变流器检测不到等问题；过流故障，滤波回路电容烧毁较多，被动crowbar保护不到位总有IGBT过流/烧坏；变流器有时会报出三相电流不平衡故障，存在安全隐患。

改造方案：使用禾望控制组件替换原有控制组件、更换功率模块、增加定子接触器，对滤波电容，软启组件进行改造，解决检测问题，降低过流故障、电容烧毁故障、电流不平衡故障发生几率，增加hopeGate组件，具备远程监控能力。监控及故障诊断能力，降低平均修复时间，应客户要求，对24V电源系统进行升级。



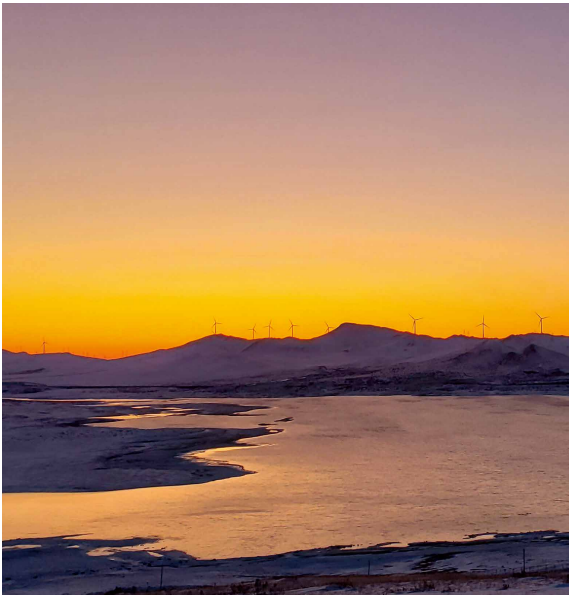
国外S品牌变流器控制组件、模块维护案例二

时间：2024.6

地点：内蒙古霍林郭勒市扎鲁特风电场

改造原因：现场原变流器由于设计年代久远，变流器部分技术性能指标已经无法满足现有的相关标准。现场主要存在的问题有：部分器件已经接近寿命周期，特别是功率模块、Crowbar、滤波器等重大价值器件失效率比较高；电网适应性不满足现有的相关标准；后续维护、升级无保障；人机交互不太友好，没有远程监控功能。

改造方案：使用禾望控制组件替换原有控制组件、原模块更换为HW3000功率模块、更新网侧接触器，新增Crowbar组件、滤波组件、网侧、机侧霍尔传感器、UPS组件，降低变流器的功率模块、滤波回路、Crowbar等容易损坏的器件故障率；对软启组件、散热系统进行优化改造，并增加HopeGate组件，实现风机变流器的远程监控及故障诊断能力，降低平均修复时间；应客户要求，对24V电源系统进行升级。



国内N品牌变流器改造方案

国内N品牌早期开发的变流器，随着使用时间的增加，以及风电机组技术规范与标准的不断完善与提升，变流器部分性能已经无法满足现有的需求，主要体现在保护功能不齐全、故障率高、控制板件、模块已经停产，备件周期长，现场出现多起因备件原因导致的机组停机，业主对其进行升级改造的需求，主要目的解决备件问题、提升性能。

改造方案

结合客户的实际需求，禾望电气提供以下改造方案，要包括控制系统改造、功率模块改造：

控制系统改造

- 为提升变流器控制软件性能，将原有控制单板换成禾望电气的控制单板。禾望核心控制组件经过上万台机器现场验证，单板性能稳定可靠
- 需要开发一块驱动转接板，用来实现原功率模块禾望控制系统之间的信号转换
- 需要在功率模块的交流侧铜排上增加霍尔电流传感器，用于检测电流参与控制

功率模块替换（选件）

为满足客户功率模块替换的需求，新开发一款新的功率模块，在不对机柜进行大改动的情况下，实现功率模块替换方案，下图为模块示意图。



全功率变流器待机节能改造

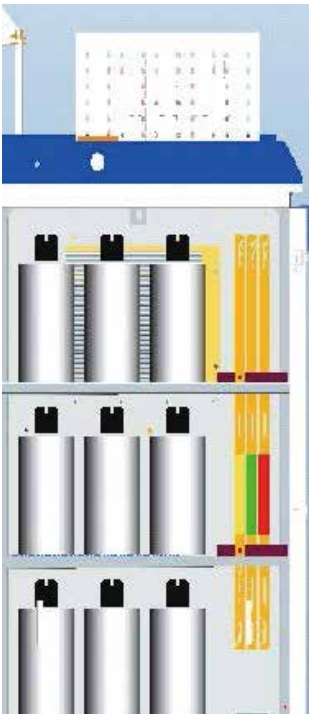
全功率机组在风小待机时，为了延长变流器网侧断路器的使用寿命，网侧断路器不分闸，变流器滤波电容直接挂在电网上，一台全功率2MW变流器产生450KVar左右的无功，为了使得变流器上网无功功率为0，就需要将变流器网侧功率模块开启，一直处于调制状态，无形中增加了机组耗电量。为了减少待机时候的电量损耗，可以通过增加网侧滤波电容投切接触器来实现。

改造方案

- 硬件上在电容滤波回路前增加电容投切接触器。改造后在待机的情况下，断路器不分闸，断开投切接触器将电容切出，同时变流器网侧不再开启。
- 同时为了避免造成再次合闸时冲击过大，在电容上需要加装放电电阻，脱开电网时为电容放电。
- 控制上对软件进行升级，加入电容投切相关功能，优化控制逻辑。



改造前



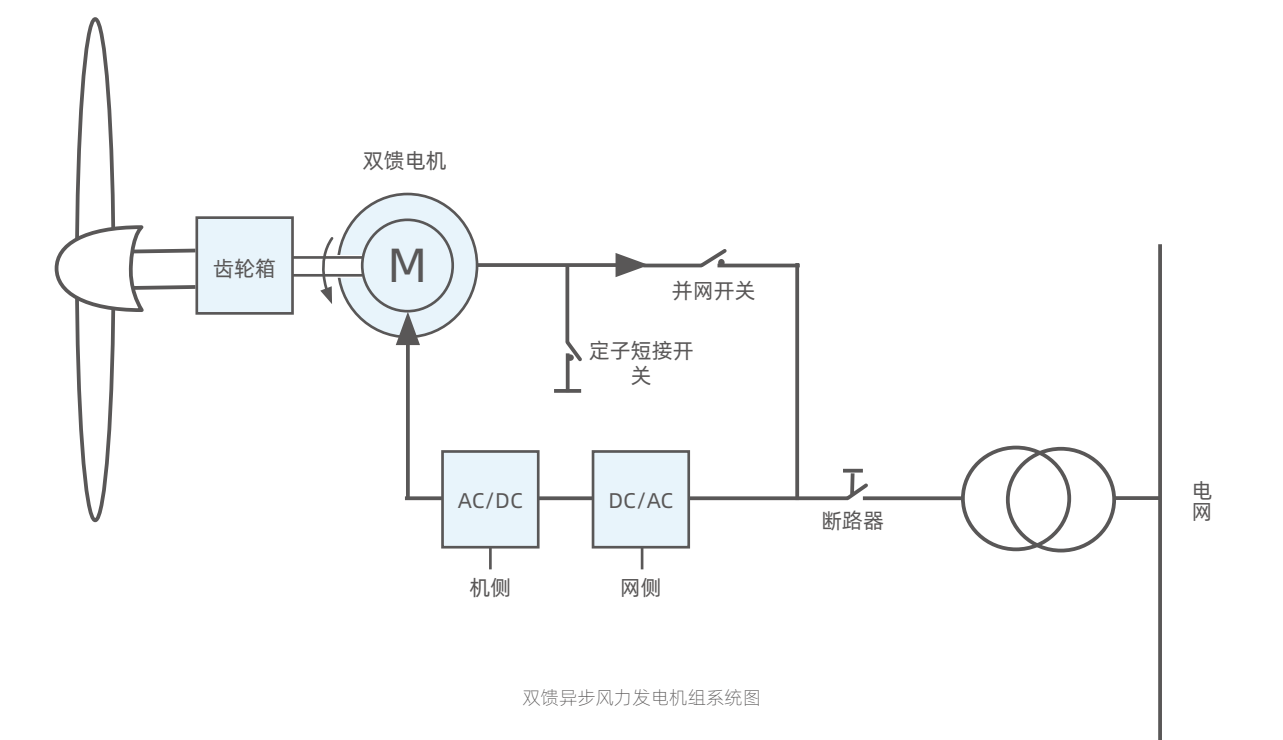
改造后

改造效果

- 改造后的整机系统，在小风待机的情况下单台每小时可以为用户节约**17kW·h**，为用户带来较大的收益
- 采用电容投切后，网侧主断路器也无需脱开，可以有效减少主断路器的动作次数，**延长断路器使用寿命，切除的电容组使用寿命也会延长，从而有效降低维护和备件成本**

双馈-异步（双模）发电改造方案

双馈风电机组在低风速段的风能利用率远低于直驱风电机组的缺陷越来越明显，但从成本和风机的功率体积比角度考虑，双馈风力发电机组仍然具有很大优势，如果能够将双馈机组的成本优势和直驱机组的低风优势结合起来，就能够充分解决当前风电资源紧缺和风能利用率低的现实问题。基于该思想提出了一种双馈异步风力发电的具体方案。



改造方案

- 在定子回路上增加定子短接开关，电气上与并网开关互锁，不能同时闭合
- 升级软件，更改低转速控制逻辑
- 当风速过低，发电机转速达不到双馈运行范围时，将发电机定子绕组短接，此时双馈发电机等效为三相绕线式异步发电机。同时，调整双馈变流器的控制方式，使风机以异步模式并网发电

方案效果

- 双模运行方案提高发电效率
- 双模运行方案解决低频波动导致脱网问题，检测到电网低频波动，将控制模块切换到异步模式（实现电机与电网隔离）穿越运行

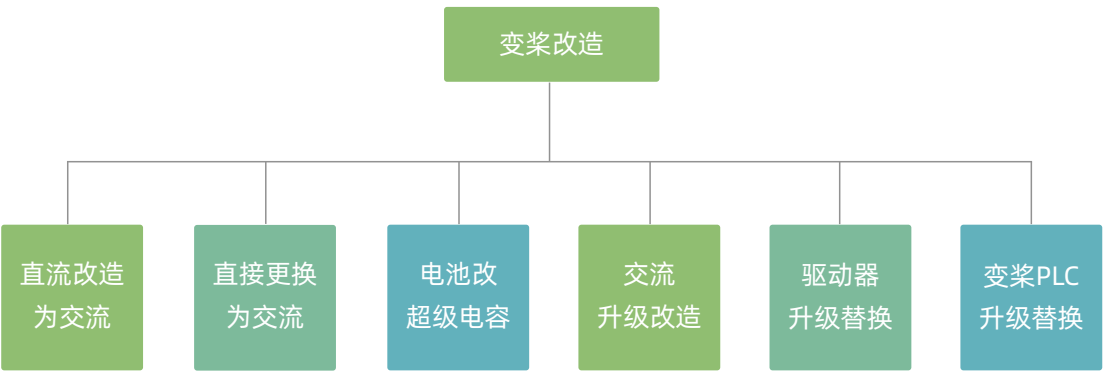
变桨控制系统维护方案

当前不少风电场配置的老旧型号变桨系统，经过多年的运行，面临如下诸多问题：

- 变桨系统故障率高，尤其是配置铅酸电池、直流电机、特殊型号驱动器的变桨
- 涉网性能不达标，普遍不满足电网高穿要求，有些变桨甚至不满足电网低穿要求
- 针对老旧型号的进口品牌关键器件，备件的采购成本高且周期长
- 面对整机出保，或者厂家退出市场，有些变桨系统产品维护缺失
- 变桨主动安全保护措施不足，导致风电机组存在安全风险

针对上述问题，禾望电气提供满足不同应用场景的技改解决方案，具体包括如下几种改造需求：

- 在不更换柜体条件下，实现直流变桨的交流改造
- 将包含柜体的原直流变桨系统整体更换升级为交流变桨系统
- 交流变桨系统升级改造
- 更换铅酸电池后备电源为超级电容后备电源
- 变桨驱动器升级替换
- 变桨PLC升级替换



直流变桨系统交流改造解决方案

早期投运的风电场中机组多配置直流变桨系统，据统计，直流变桨系统故障占风电机组总故障的20%以上，其中编码器、变桨电机、变桨电池及充电器、驱动器、变桨PLC、外围接触器是直流变桨系统故障的主要故障点。

同时，在造成风电机组烧机、倒机等重大安全事故中，由于变桨系统无法收桨造成的占到极大的比例。因此，变桨系统的安全稳定，对风电机组长期安全稳定运行，保证机组可利用率，提升发电量有着至关重要的作用。

变桨问题

- 铅酸电池低温性能差，无均衡和故障保护单元，故障率高，电网失电条件下的紧急收桨有安全风险
- 直流电机及内置编码器故障率高，电机碳刷需要定期维护
- 直流驱动器不满足涉网高电压穿越要求
- 直流变桨系统电气设计复杂，回路耦合繁琐，器件数量多，故障率高且维护不方便
- 直流变桨安全收桨功能不够完善,往往需要经过滑环的主控指令执行收桨，有较大安全风险
- 直流变桨在投入运行多年后，随着电子元器件的老化，系统故障率升高，维护成本随之升高

禾望解决方案

- 不采用拆卸轮毂的改造方案，根据相关尺寸条件，可选择保留或整体替换变桨柜体
- 使用禾望PMD100集成式交流驱动器替换原直流驱动器
- 保留变桨与主控的交互接口与通讯协议
- 使用永磁同步电机替换原直流电机，IP等级高，免维护
- 使用超级电容模组替换原铅酸电池模组
- 优化变桨系统安全回路设计，软硬件上保证变桨自主同步安全收桨功能
- 增加维护模式下的手动变桨互锁功能，同时只允许一个桨叶处于非安全位置的操作中

改造价值

- 提升风电机组的安全性
- 大幅降低风机变桨系统的故障率，减小风机停机时间和运维成本
- 满足当前最新的风电场电网高穿及电网低穿技术要求
- 大幅度减少风电场变桨备件的采购成本和周期
- 改造替换下来的原直流系统物料可以作为未改造机组的变桨备件

改造案例

直流变桨系统交流改造案例一

时间：2020.8

地点：内蒙古乌兰察布市兴和县兴和风电场

改造原因：在役900kW风机采用早期的EWT直流变桨系统，其电气回路设计复杂，使用大量的继电器、接触器以及未封装的PCB控制板，系统内部故障点多，维护性差；变桨系统故障频发，尤其在冬天低温情况下，铅酸电池及PCB控制板损耗较大，经常出现无备件可用的情况。

改造方案：重新设计并替换原系统控制柜，通过机舱吊装孔搬运；使用集成式交流驱动器替换直流驱动器充电器、检测板等器件；增加电网高压、低压穿越功能；使用超级电容替换铅酸电池；使用交流变桨电机替换直流变桨电机；优化变桨维护功能、增加变桨内部安全链、变桨自检测功能，提升操作及机组运行的安全性；保持变桨与主控通讯接口与协议不变。

直流变桨系统交流改造案例二

时间：2020.5

地点：河北张家口市蔚县空中草原风电场

改造原因：风电场机组所配置直流变桨系统品牌包括LUST、SSB、能健，器件规格型号较多，经过多年运行，存在故障率高，备件成本高，维护困难等问题；部分柜间重载连接器及柜体有一定程度损坏。

改造方案：以禾望集成式交流变桨驱动器为核心，配置永磁同步变桨电机、超级电容、通用PLC，替换原直流驱动器、直流电机、铅酸电池、原变桨控制器、充电器等器件；保留原变桨柜体，采用底板整体安装的方式开展施工；优化变桨维护功能、增加变桨内部安全链、变桨自检测功能、变桨高低穿功能等，提升变桨涉网性能及维护运行的安全性；保留变桨与主控原485通讯接口及协议不变。



直流变桨系统交流改造解决方案

改造案例

交流变桨改造案例

时间：2020.5

地点：内蒙古乌兰察布凉城风电场

改造原因：风电场机组原变桨系统为LUST交流变桨系统，系统电压偏低，温升高；故障点较多且触发较频繁，维护性较差，备件损耗较大。为提高风机的可利用率，保障风机的安全稳定运行，本次对变桨系统进行整体性方案改造。

改造方案：将LUST变桨系统更换为禾望集成式变桨系统。LUST变桨驱动器替换为禾望PMD100集成式驱动器，低压异步变桨电机替换为永磁同步电机，超级电容模组更换为新模组，拆除电容充电器；拆除原系统中变桨PLC，冗余编码器由连接至变桨PLC更换为连接至变桨驱动器；保留原变桨柜体，采用底板整体安装的方式开展施工；增加超级电容容量在线监测功能、变桨维护安全闭锁功能、安全链防短路功能、变桨自保护功能等，提升系统安全性；保留原变桨柜体，采用底板整体安装的方式开展施工。



变桨铅酸电池后备电源改造解决方案

早期风力发电变桨后备电源多配置铅酸电池模组，在电网失电或紧急收桨时给变桨系统提供电源。但从现场的运维反馈来看，铅酸电池模组与风电机组运行所需的恶劣环境适应性、高可靠性以及高安全性的要求有着较大的差距。

对投运的风电机组的铅酸电池组进行技术改造，以提升变桨系统的安全性和可靠性，降低风电场运维成本，有着极大的经济意义。

铅酸电池的主要问题

- 铅酸电池的温度适应性差，低温下的充放电性能急剧衰减，影响变桨系统的可靠性和安全性
- 铅酸电池模组无均衡管理和故障保护单元，内部单体易出现过充欠充情况，影响模组的使用寿命
- 铅酸电池充放电为非线性，无法直接检测其储能的可放电能量，电池收桨有一定的安全风险
- 风电场使用的铅酸电池寿命一般为2-3年左右，需要定期更换和维护

禾望解决方案

- 使用超级电容模组替代铅酸电池，放电能量满足收桨安全系数要求
- 超级电容模组配置均压管理和故障反馈，安装尺寸与铅酸电池保持一致
- 使用超级电容充电器替换原电池充电器，增加断线保护功能
- 调整超级电容电压检测模块欠压设定值
- 将超级电容模组故障反馈及充电器故障反馈信号接入驱动器或变桨PLC中

改造价值

- 超级电容模组具备-40℃~60℃的运行温度范围，可靠性高
- 充电器和超级电容模组故障反馈完善，有效降低了后备电源的安全风险
- 超级电容模组内置均压管理单元，单体的运行状态可控，模组寿命达到8年以上
- 超级电容模组充电效率高，时间短，提高了变桨系统整体的可用性

改造案例

变桨电池改超级电容案例

时间：2019.8

地点：内蒙古红牧风电场

改造原因：红牧风电场机组变桨原后备电源为铅酸电池组。存在铅酸电池故障率高，每年因故障需要更换的电池数量较大，维护成本比较高，因此决定将铅酸电池技改升级为超级电容。

改造方案：每轴配置3组超级电容模组，满足变桨2次以上收桨能量，且模组自带过压、过温、反极性故障报警功能；原变桨系统电池充电采用一充三循环充电的方式，改造后将充电方式改为一充一，电池充电器替换为超级电容充电器；超级电容充电器具有智能充电管理功能，能对超级电容故障进行监控，并进行有效保护，保留原系统电池柜体。



变桨PLC改造解决方案

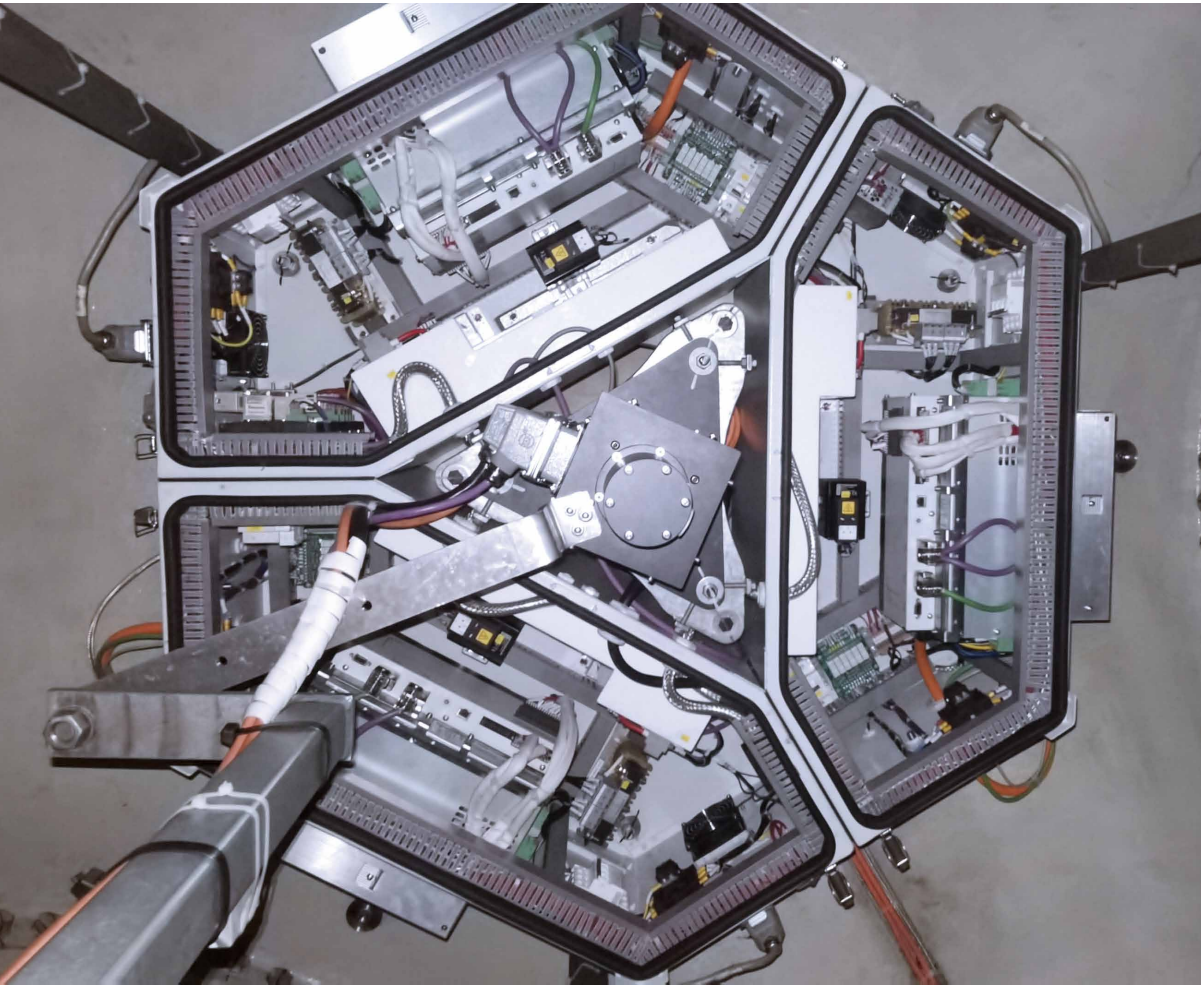
变桨PLC改造案例

时间：2019.8

地点：内蒙古突泉县风电场

改造原因：风电场现场机组原变桨系统由国内厂家提供，所配置变桨PLC为L&B、S品牌等品牌，存在故障率较高，控制逻辑不统一，模块备件采购及管理不便，功能扩展升级难以实现，维护成本高等问题。

改造方案：采用行业通用的巴合曼PLC替换原L&B及S品牌PLC，统一变桨控制平台；增加硬件看门狗回路，变桨PLC失效时可硬件触发变桨收桨；增加风机转速监测和主控通讯故障判断功能；升级变桨PLC软件，优化变桨控制及故障保护逻辑，增加故障时自主收桨等主动安全功能，保持变桨与主控通讯接口及协议不变。

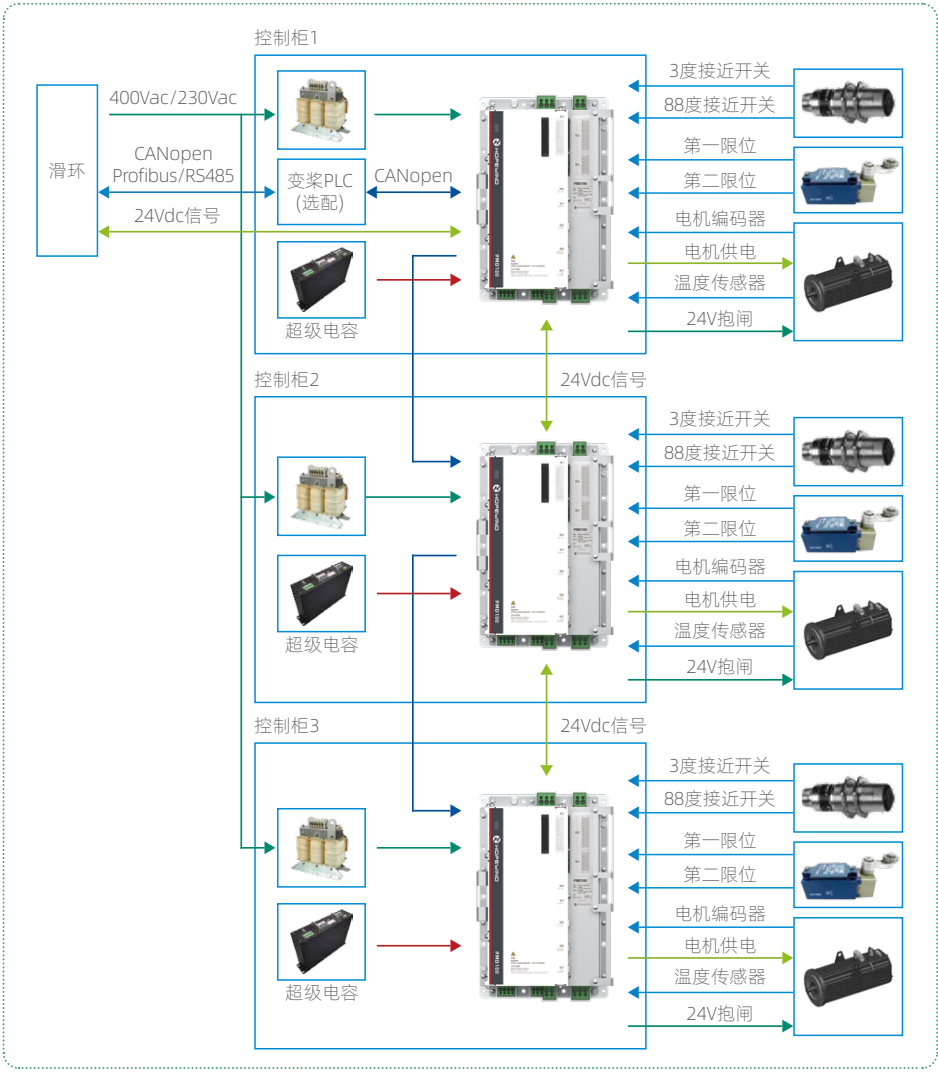


PMC变桨控制系统介绍

变桨系统对外接口

- **主电源：400/230Vac电源**
- **24V信号：安全链、安全位置反馈、旁路信号等**
- **机舱通讯接口：CANopen、RS485、Profibus等**

变桨系统拓扑



PMD100集成式变桨驱动器

PMD100为风电变桨应用而打造的集成式变桨驱动器，具备丰富的接口与功能，基于内置PLC及风电变桨应用库，可快速实现二次开发，满足不用应用需求。PMD100系列变桨驱动器，可满足1MW-8MW功率等级风电机组的变桨应用。



产品系列

型号	额定输出电流（A）	峰值输出电流（A）	电机功率（kW）
PMD100-50	50	130	22

产品特点

1 ■ 高集成度

基于PMD100的变桨系统，减少30%器件和接线，减少故障点及故障率

3 ■ 环境适应性强

宽工作温度范围：-30℃~+65℃，满足高低温、高海拔、防盐雾场景，电网适应性强，满足低电压、高电压穿越要求

2 ■ 灵活易用

开放及安全的控制平台，基于内置PLC及风电变桨应用库，可快速实现二次开发，满足不同应用需求

4 ■ 安全可靠性强

硬件+软件冗余的安全顺桨策略，保障机组安全

PMC变桨控制系统



服务优势

优秀的客服团队

- 300多名一线运维工程师
- 核心骨干有10年以上的改造经验
- 10大片区，16个服务中心，备件、服务有保证
- 24小时服务响应，服务+研发双备份，确保问题及时有效解决

专业的开发团队

- 10年以上变桨产品开发经验
- 多种机型开发、改造成功案例
- 完善的开发流程支撑改造业务高质、高效推进

完善的平台资源支撑

- 超600人的研发团队，其中变桨相关60余人
- 行业领先和完备的实验环境
- 强大的生产制造体系，1200+生产制造人员
- 完善的开发及生产质量管理体系

产品优势

1 ■ 备件轻松

顺应国产化趋势
降低备件采购难度

3 ■ 快速安装

变桨系统集成度高
完整柜体出厂
3-4天完成施工

2 ■ 适配性强

保留原系统控制功能不变
可针对原机组做硬件适配，保留使用原机组滑环、减速箱、润滑系统、后备电源等

4 ■ 经验丰富

对各家变桨系统了解深入
合计改造不同类型机组变桨系统超过**1000**台

偏航系统替换方案

目前风机偏航系统中大多使用软启动器或者工频直接启动偏航电机，使用接触器变换相序进行电机正反转控制，启动电流大，启动时电机保护装置经常发生跳闸故障，电机和机械装置都会受到较大的冲击，影响使用寿命，增加维护成本。

禾望电气推荐使用HV350变流器对风机偏航系统进行驱动控制。



方案优势

- 可以实现电机的无级调速，启动电流小，启动过程平滑，对风机偏航电机及机械系统（如偏航轴承和齿轮）冲击小，系统的机械故障率小、寿命长
- 能够很容易地控制电机的正反转，无需任何机械开关，系统可靠性高
- 内置制动单元，减小系统安装空间
- 电网适应能力强
- 环境适应能力强，适应范围覆盖风电机组的应用环境
- 可配合主控实现快速的对风和偏航微调，进一步提升发电量

应用案例

偏航系统应用案例

时间：2018.9

地点：广西贺州富川长广风电场

应用现场：风场风力发电机组偏航驱动变流器采用HV300变流器。

效果：稳定可靠运行；电网适应性好；驱动器适应性更好，故障率大大降低；备件及服务有保证。



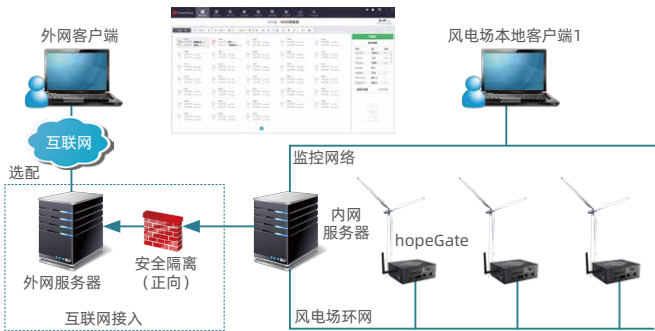
监控系统维护方案

变流器作为发电设备中核心的智能电气设备，其所采集和控制的相关参数非常丰富，涵盖了电网、变流器、电机等主要部件，而且实时性强。禾望hopeView网络监控系统主要监控变流器设备，实现信息实时上传、远程监控、设备运行管理、设备维护、故障智能诊断与分析、远程协助等功能。

hopeView网络监控系统，可根据用户需求，分别实现对单个风场内所有变流器集中监控或者对多个风场的所有变流器远程集中监控，具体部署方案如下：

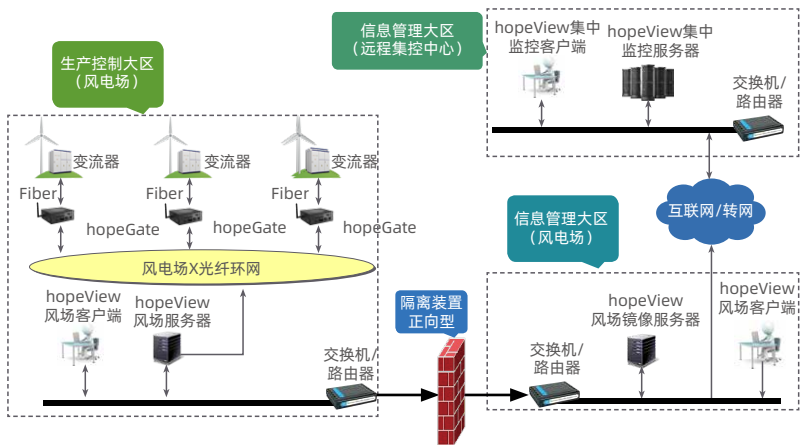
hopeView网络监控系统单个风场部署方案

每台变流器配置一台hopeGate智能维护采集器，hopeGate智能维护采集器一端连接变流器，另一端接入风电场环网。



hopeView网络监控系统多个风场远程集控部署方案

hopeView网络监控系统也可经网络安全隔离之后通过集团专网或互联网VPN将多个风场的数据同步到集团服务器，实现在多个风场变流器的远程监控和故障诊断。



方案特点

- 良好的售后服务保障
- 能够根据客户需求和现场情况部署单场站/多场站监控系统
- 必要时能够修改变流器内部配置参数，实现对变流器问题的快速处理
- 能够支持NTP协议，在具有GPS时间服务器的场合下，实现所有变流器的GPS时间同步
- 能够使用专家智能诊断系统，对事件记录、故障录波等信息进行精确分析和定位故障原因
- 能够将故障及时上报至云系统，现场运维人员、值班客服专家、技术专家可将在在线协同诊断，迅速排除故障
- 能够方便的查看所有变流器的运行状态，及单台设备的详细参数、事件记录、故障录波文件，并进行故障统计

监控系统维护方案

监控系统案例

时间：2019.6

地点：辽宁康平张强风电场

改造原因：原有监控设备功能有限，不满足现场使用需求。

改造方案：风电机组禾望hopeView远程监控系统由单台机组的hopeGate智能维护采集器、中控室的hopeView变流器网络监控系统软件及监控电脑、服务器等部分组成。以实现机组变流器故障数据远程获取分析、机组叶片不平衡的检测。全套hopeView远程监控系统应具有稳定、实时、准确反馈变流器运行数据的等功能；具备大数据量的采集监控功能，不但支持关键运行参数的监控，还提供全面的参数监控、高级的诊断、调试服务功能；具备大数据的管理和分析功能，支持高达100万条的事件记录和录波文件存储，可通过波形分析还原故障现场，具备自动故障统计功能以及自动报表生成系统；系统中内含叶片不平衡诊断系统，无需外加其他硬件设备即可实现叶片不平衡检测功能。



风电场功率协调控制解决方案

风电场功率协调控制解决方案

当前问题

- 当前的AGC、AVC设备数据采集、控制及通讯周期长，无法快速响应风电场电网侧的动态变化
- AGC和风电机组群控系统都没有配置有效的一次调频闭环控制
- AVC仅控制集电线路上SVG设备，没有发挥风电机组无功能力，场站内无功损耗较大
- 整机厂家的风电机组群控系统多继承于SCADA或独立安装于电脑中，采用非实时性操作系统，实时性差、可靠性低，其通讯速率、控制调节响应等方面都不满足涉网控制要求
- AGC、AVC以及风电机组群控系统为各自独立的控制软件，在实现快速调频调压的有效措施上缺乏有效一致性

禾望解决方案

- 禾望hopePower风电场功率协调控制系统，综合考量和解决电网调度需求及风电场电力主动支撑要求
- hopePower内置AGC、AVC、一次调频、风电机组群有功及无功控制策略
- hopePower配置高精度电网测量模块，接入并网点PT、CT信号，20ms采样周期实时检测风电场并网点的有功、无功、电压、频率等关键信息
- hopePower配置与电网调度、AGC、AVC设备的通讯接口，满足不同现场对改造拓扑的多样性需求
- hopePower接入各风电机组主控、SVG/SVC等设备，协调控制风电场有功和无功
- hopePower接入风电场综自设备数据，实现场内线路平衡和故障闭锁保护

改造价值

- 在hopePower内，AGC、AVC、一次调频等功能可独立开启关闭，满足风电场不同时段内的运行工况要求
- 多样控制模式选择：手动/自动，AGC优先/一次调频优先，电压控制/无功控制/功率因数控制，SVG无功优先/风电机组无功优先/比例分配/自动分配等
- 支持接入hopePower系统的不同风电场按考核经济效益最大化分配各个风电场有功
- hopePower控制精度高，可实现有功输出压线运行，最大化风电场经济效益
- 风电场功率变化率和波动阈值可根据各个地区不同的标准要求进行配置，可避免被电网考核

改造案例

时间：2018.11

地点：内蒙古通辽代力吉风电场

改造原因：代力吉风电场现有功率管理系统组成成分复杂，从硬件、控制到监控等方面，都有明显缺陷，已不满足当前电网涉网性要求。

改造方案：采用禾望独立一体式功率管理系统，通过系统具备的多种接口，可方便地接入风电场现有设备系统构架。实现智能集群式的有功、无功控制功能；一次调频功能；无功调压功能。



风电机组移动式并网测试装置

产品概述

禾望电气自主研发的多功能电网模拟装置可以精确模拟不同电压/频率电网系统的各类稳态偏差及动态扰动特性；可对风力、光伏、储能系统等被测设备开展涵盖电压偏差、频率偏差、三相电压不平衡、电压闪变、电网谐波、间谐波等全面的电网适应性测试；可精确模拟接入电网的低电压、高电压及连续故障特性，包括三相对称和不对称故障，用于高效测定被测设备对各类电网故障穿越的暂态支撑特性；可灵活模拟电网频率波动、电压波动曲线，测定被测设备对接入电网的动态支撑特性；可高效注入系列化频点下的扰动电压，自动测定被测设备的宽频阻抗特性；可模拟相角跳变、弱电网及电源/负载的互动特性，满足构网型设备的最新测试要求。



功能多样化

1 ■ 电网适应性测试

电压偏差
频率偏差
三相电压不平衡
电压闪变
谐波
间谐波

2 ■ 电网故障穿越测试

高电压穿越
低电压穿越
连续故障穿越

3 ■ 电网支撑性测试

一次调频
惯量响应
频域阻抗特性
弱电网模拟
相角跳变
负载模拟
阻尼控制

性能特点

- 全领域覆盖风电、光伏、储能、氢能、SVG等测试应用场景
- 具备隔离式抗冲击能力，特别适用于弱电网环境下的测试
- 32位DSP实时智能控制，电压波形及变化率控制精度高
- 配置完善的电网接入保护装置，具备完善的故障保护功能
- 支持多机并联扩容应用
- 支持定制多种电压等级和不同测试功能

注：本系列产品可提供定制与租赁服务。

光伏系统 后市场维护方案



光伏逆变器替换方案

因目前很多早期逆变器使用时间长，售后无保障，设计有缺陷，故障频繁，备件采购难，不满足电网新要求，影响使用寿命，增加维护成本。

根据现场机型，禾望电气推荐使用集中式逆变器进行替换。

方案优势

- 性能最优，新产品新技术
- 可满满足各类地区电网要求
- 完美解决器件老化问题
- 完美解决原逆变器设计缺陷
- 完美兼容原逆变器安装
- 施工周期短
- 质保无忧

替换案例

光伏逆变器替换案例

时间：2022.9

地点：青海海南州共和50MW光伏电站

改造原因：国内知名N品牌逆变器因不满足青豫直流的快频，高穿，低穿，连续高低穿功能，且该厂家已停产，导致逆变器备件采购难，故将逆变器替换为禾望HPSP0500逆变器。

改造方案：将逆变房内的原逆变器拆除，直接替换为禾望HPSP0500逆变器。改造后满足且一次性通过青豫直流测试要求，现场稳定运行。



光伏逆变器局部改造方案

禾望针对多厂家逆变器提供以下低成本解决方案：

核心控制系统替换

为满足高、低电压穿越、一次调频等涉网性能规定，解决控制系统故障率高等问题，需要将逆变器的控制系统替换为禾望控制系统。

辅助供电系统改造

为满足高、低电压穿越对电源系统的性能要求，对原辅助电源系统进行分析，根据实际情况进行改造或替换。

功率模块替换

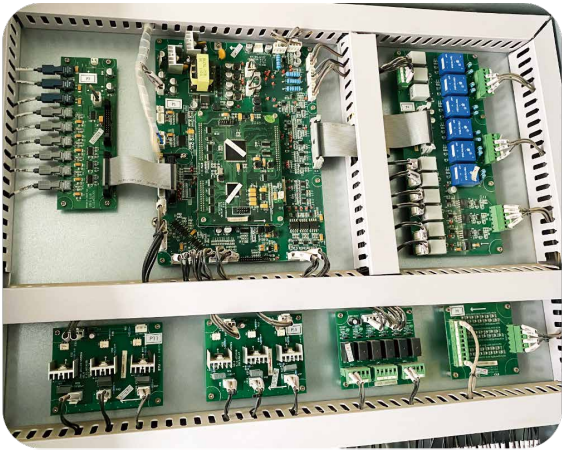
针对功率模块故障率较高的机组，禾望可对原模块进行问题分析，并开发兼容替代模块，以解决模块故障率高、备件采购难等问题。

控制面板替换

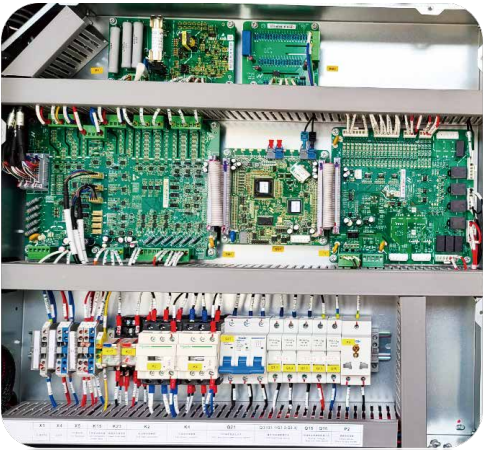
为适配禾望控制系统，需要对触摸屏进行替换。

局部改造方案特点

- 自研控制系统，完全兼容原控制端口，满足高穿、低穿、一次调频等涉网要求，并可配合持续开展后续电磁建模、频率振荡等验证工作
- 电源冗余设计，可以从交流输出或者直流母线取电，满足高、低故障电压穿越等要求
- 控制面板采用中文显示触摸屏，人机互动更人性化



改造前控制系统



禾望控制系统

风禾尽起 志望千里



客服热线：400-8828-705

电 话：+86-755-86026786

网 址：www.hopewind.com

©2025禾望电气股份有限公司版权所有。保留一切权利。 V4.0.5

若产品尺寸及参数有变化以最新实物为准