



风电存量机组电控系统维护方案

目录 Contents



公司简介	03
风电存量机组电控系统维护现状	04
禾望优势	05
原则	06
整机替换维护方案	07
紧凑型双馈变流器维护方案	08
PM系列变流器维护方案	09
科孚德变流器维护方案	11
SEG变流器维护方案	12
主控系统维护方案	13
变桨控制系统维护方案	15
SVG、SVC维护方案	17
监控系统维护方案	19
整体特性方案——AGC、AVC	22
整体特性方案——一次调频	23
整体特性方案——高电压穿越	24
维修服务	25
经验案例	26
宣传单页	32

公司简介

深圳市禾望电气股份有限公司专注于新能源和电气传动产品的研发、生产、销售和服务，主要产品包括风力发电产品、光伏发电产品和工业传动产品等，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，并于2017年7月在上交所主板上市，股票代码603063。

在新能源领域，禾望产品系列覆盖国内850kW~8.0MW风电变流器、50kW~1.0MW光伏逆变器及1.0MW~2.0MW光伏并网逆变器主流机型；在工业传动领域，禾望提供0.4kW~60MW的传动成套解决方案，可广泛应用于石油、化工及其他各种工业应用场合；在电能质量改善和治理领域，禾望为您提供单机30kVar~10MVar的APF、SVG和特种电源产品，其广泛应用于地铁、广电、冶金、石油、汽车制造、造纸、机房等多个领域和行业；在港口码头领域，禾望提供0.5kW~20MW的变频电源岸电系统，可广泛应用于大型港口、大型游轮码头以及各种专用码头的变频变压供电场合。

针对风电后市场的运维服务，禾望电气推出了风电机组电控系统一体化解决方案，主要包括主控、变桨、变流系统的改造服务、关键部件的国产化替代、电气部件维修等业务，并且提供SVG、AGC、AVC、高穿、调频等整体特性解决方案。

【荣誉】



国家科学技术进步奖



ILAC-MAR/CNAS实验室资质



国家级高新技术企业

【质量体系】



质量管理体系



环境管理体系



职业健康安全管理体系

中国·深圳总部

研发基地：深圳

制造基地：深圳、苏州、东莞

分支机构：美国子公司，北京营销服务中心，华东、西南、西北等办事处，昆明、青岛、通辽、呼和浩特、兰州、瓜州、张北等服务基地。



风电存量机组电控系统维护现状

随着我国近十年风电装机的大发展，目前我国已成为全球最大的风能装机大国，在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，随着风机逐渐出质保、机组的老龄化以及国家标准对风电机组并网要求的提高，针对机组控制性能优化、电网调度或适应性要求、国产化替代降成本，从市场实际需求和最有性价比出发，禾望推出了机组电控系统维护解决方案，下面针对机组电控部分中三个核心部件主控、变流器、变桨系统分别介绍：

◎ 存量机组主控产品存在的主要问题：

- 功率曲线不达标，发电性能低，功率优化提升空间大
- 不满足相关技术标准和规范，不具备电网调度AGC/AVC功能
- 功能优化需求响应慢，技术支持服务不到位，备件服务费用高

◎ 作为机组中核心能量转换部件，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：

- 没有相应及时的售后服务，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

◎ 禾望整体风场维护方案中，部分其他可供选择的产品：

- 直流变桨系统驱动器和充电器等国产化替代产品
- 应用于无功补偿设备SVC改造的SVG产品
- 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



禾望优势

■ 专注与专业

- 基于对风电行业机组电控系统近10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，涉及主控、变流器、变桨系统等。

■ 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15年、专门从事风机电控系统问题解决的专业团队。
- 截止2017年1月，累计完成2000多台风机改造。

■ 售后与服务

- 在深圳、北京、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
- 300多个小型备件库，几乎遍布所有风电场
- 60多名一线运维工程师



原则



我们本着：

- 提升机组整体性能
- 解决原机组功能性不足
- 最大限度的利用原机组组件
- 以最小成本达到最大效果

的改造原则
想业主之所想，忧业主之所忧！

一起来看看禾望电气给您带来的解决方案吧……



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，且后续的备件困难、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690V、1.0MW~5.0MW双馈变流器，690V、850kW~6.0MW全功率变流器的整机替换改造方案，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
- 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690V双馈、全功率几乎所有机型

紧凑型双馈变流器维护方案

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，推出一款紧凑型无并网柜变流器；紧凑型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。

紧凑型无并网柜变流器

紧凑型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
- 满足低电压穿越标准
- 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



PM系列变流器维护方案

针对PM3000系列、PM1000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。

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)

方案一核心控制组件改造，适用于功率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，且电网适应性较差的情况。

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核心控制组件



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

PM系列变流器维护方案

◎ 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：很好地屏蔽对外界信号干扰，抗干扰能力强；在搬运、安装过程中起到很好地保护作用

方案二、三适用于功率模块本身存在一定缺陷或故障率较高，并且变流器电网适应性差的情况；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HW1500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)



(HW1500水冷功率模块)

此外，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。

HW1500水冷功率模块配合禾望电气“主动Crowbar组件”或“主动Crowbar组件+Chopper组件”，满足低电压穿越要求；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；Chopper组件在直流母线过压时对机组提供电气保护。

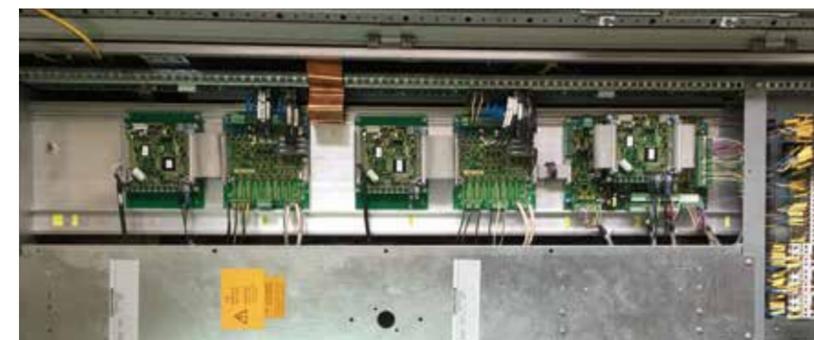
科孚德变流器维护方案

市场上早期广泛使用国外品牌科孚德变流器，不具备低穿能力，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+主动Crowbar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，换上禾望电气主动Crowbar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基本兼容。



SEG变流器维护方案

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机型未进行功率模块改造，而功率模块备件短缺、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。

增加并网接触器

增加并网接触器后，减少原并网断路器动作次数，延长断路器寿命。



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SEG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

主控系统维护方案

早期的风电机组主控系统部分存在：不满足低电压穿越标准、不具备功率控制功能、风能利用效率低、功率曲线差、机组载荷控制欠佳、软件功能缺陷、可维护性差等问题。为此，禾望电气提供了三种主控系统改造方案。

方案	方案描述	改造设备	原机组配置
方案一	主控软件优化升级	主控软件+显示屏HMI	Bachmann M1系列/Beckhoff CX系列/丹控AWC系列主控制器
方案二	更换主控制器+主控软件优化升级	BachmannM1系列控制器/丹控AWC系列主控制器等+显示屏	其它主控制器机组
方案三	主控柜整体替换	禾望电气主控柜	/

方案一适用于原主控制器硬件满足需求，仅需软件进行优化升级。

方案二适用于原主控制器无法满足需求，难以扩展，同时软件也需要升级优化。

方案三适用于主控柜故障率较高，故障原因复杂，局部优化难以解决问题。

主控软件优点

- 自主知识产权，基于自主开发的风电BASIS代码库和控制策略，在发电效率提升和载荷控制方面性能优越
- 微风变桨策略，在低风速下自动调节变桨角度，最大限度跟踪最佳Cp，风能利用率高。在弱风条件下相对传统机组发电量提高3%-5%
- 动态转矩最优控制，根据实时空气密度，调整最优转矩控制相关参数，保证实时跟踪最佳Cp
- 智能偏航策略，先进的解缆和对风策略，最佳平衡对风精度和频率，提高机组捕风能力
- 暴风控制策略，在过大风速段，保证机组安全的前提下，通过降低机组功率，延长发电时间，提高发电量
- 复杂工况优化控制，在低温、高温、小风工况等复杂工况，优化控制策略，保障机组安全，延长发电时间
- 机组柔性控制，塔筒共振区避振、大风转速抑制、变桨速率柔性调节等
- 完善的状态码、保护逻辑和用户权限管理，最大限度保障机组安全
- 丰富详尽的运行日志、故障日志、故障快照和操作日志等运行记录，大大提高机组运维效率



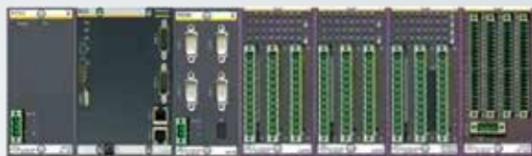
主控系统维护方案

主控制器

禾望主控系统改造采用Bachmann M1系列、丹控AWC系列等风电专用控制器，安全可靠、性能优越。

Bachmann M1系列控制器:

- 风电专用控制器，VxWorks系统，安全性、实时性高
- 支持C/C++及IEC61131-3语言编程
- 自主开发风电机组专用的BASIS代码库



丹控AWC500控制器:

- 风电专用控制器，LINUX系统，EtherCAT总线，安全性、实时性高
- 支持C/C++及IEC61131-3语言编程
- 有针对风电机组专用的BASIS代码库



触摸屏HMI:

- 采用7寸多彩触摸屏，通过网口连接，ModbusTCP通讯
- 触摸屏为宽温型号，正常运行温度-30℃~+70℃，满足国内风场的使用条件
- 全中文、图形化界面，操作方便，响应快速
- 内容显示丰富，保护实际数据、参数、状态码、趋势图形等
- 操作账号多级管理权限



主控成套方案

禾望电气具备主控电气系统设计、生产、测试能力，根据风电机组的电气拓扑，可提供单柜型主控和双柜型主控成套方案，可根据客户要求定制柜体尺寸。禾望电气所设计和生产的主控柜经过公司内部诸如静电放电抗扰度、辐射电磁场抗扰度、绝缘电阻、冲击耐压、振动、防护、高低温、防雷测试等型式试验和整机全套功能现场挂机运行。

方案特点

- 可根据客户需求定制尺寸
- 系统满足GL2010相应标准
- 系统满足GB 7479-2010/IEC 60446:2007
- 通过公司内部一系列测试，性能良好、运行稳定

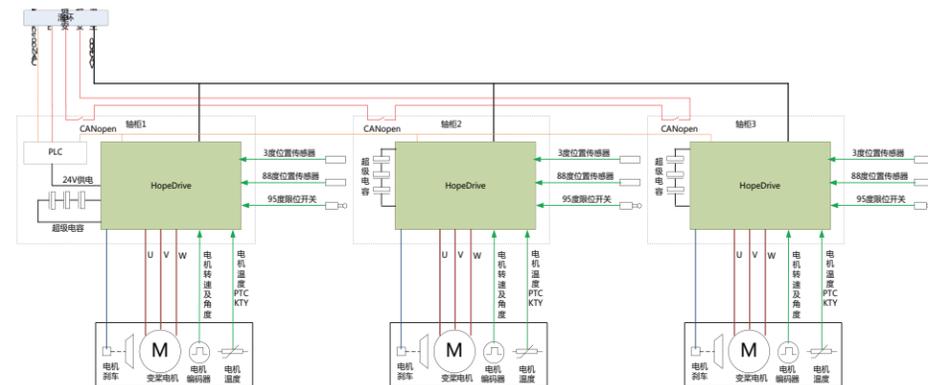


变桨控制系统维护方案

高压集成式变桨控制系统

禾望高压集成式变桨控制系统采用禾望自主研发的变桨专用驱动器，驱动器包含电机控制、信号采集、电网监测和后备电源充电监测等功能，大大的简化了常规变桨控制系统方案，使系统内部结构简单，故障点少，相比于常规直流变桨控制系统可靠性提高了数倍。

集成式变桨控制系统加入了常规系统不具备的旁路冗余功能，即使在驱动器损坏的情况下依然能够将桨叶安全运行至安全位置以保证风机的安全。除此之外，超级电容在线监测、启机除凝露等功能也对系统可靠性的提高起到了很大的作用。



低压分散式变桨控制系统

禾望低压分散式变桨控制系统，采用可靠性极高的低压变桨驱动器以及充电机、PLC等主要部件组成，采用三柜独立设计方式，简化了系统的软件结构，使变桨系统控制简洁化，利于用户和操作人员理解，方便维护，可靠性提高。

铅酸蓄电池改造

风电行业早期变桨系统所使用后备电源多为铅酸蓄电池，其对使用环境温度要求较高，低温特性差，故障率高，充电时间长，长期运行还容易产生极不稳定且易燃、易爆的氢气，安全性差，理论使用年限只有三年，远低于现在变桨系统要求的五年质保。

禾望电气针对上述问题，提供超级电容替换铅酸蓄电池的方案。每个电容柜配备一个充电器，不间断地给超级电容充电。

方案特点

- 寿命长
- 快速充电
- 可靠性高
- 安全性高
- 工作温度范围宽
- 良好的售后服务保障
- 长远考虑，性价比远大于铅酸蓄电池



变桨控制系统维护方案

控制器改造

早期变桨系统大部分使用了L+B变桨控制器，控制器故障率极高，70%故障来源于L+B控制器；针对该情况，禾望电气采用Beckhoff CX9000系列控制器或Bachmann CPC210控制器更换L+B控制器的改造方案。

方案特点

- 运行稳定
- 利于维护
- 兼容性好
- 良好的售后服务保障
- 总体成本较低，方案性价比高
- 采用风电行业常用控制器，通用性高，易于使用

另外，在变桨应用中，禾望可提供以下备件。

变桨直流驱动器

变桨直流驱动器是一种专用直流电机驱动器，用于风力发电变桨控制系统，用来改变风机桨叶的桨距角；作为一种能量变换器，本驱动器将输入的三相交流电源转换成直流电源，能够四象限运行。

产品特点

- 性能优越：驱动器内置了制动单元、EMC单元，采用速度和电流的双闭环控制，具有响应快、精度高的特点
- 环境适应性强、可靠性高：采用自然冷却散热器，能有效改善元器件的运行环境；所有元器件都采用工业级器件，适合风场恶劣环境下运行



蓄电池充电器

后备电源作为变桨系统的安全保证，对后备电源充电器提出了更高的要求。

禾望蓄电池充电器用于变桨系统蓄电池组充电，充电器采用先进、成熟的电路技术，具有效率高、稳定性好的特点。特别适合风场复杂的电网环境和恶劣的自然环境下使用。

产品特点

- 能在低温 ($\geq -30^{\circ}\text{C}$) 和高海拔 (≤ 4000 米) 环境条件下运行，防护等级高
- 充电装置采用了电磁兼容设计技术，具有良好的电磁兼容性能
- 输入电压范围宽，适合风场复杂的电网环境下运行
- 过载能力强，运行稳定



SVG、SVC维护方案

无功补偿是电力系统的必备装置。电力系统中有功率和无功功率同时存在，无功功率不是无用功率，其是电气设备能够做功的必备条件。因此，通过安装并联电容器等装置对电力系统所需要无功功率进行补偿，以实现改善电压质量、降低线损、线路和变压器的增容、降低企业用电成本的目的。

然而，市场现有SVG、SVC部分存在一些问题。如故障率高、不具备低电压穿越、高电压穿越功能、电网不平衡适应性差、校正功能差等问题，无法满足新能源行业的要求。

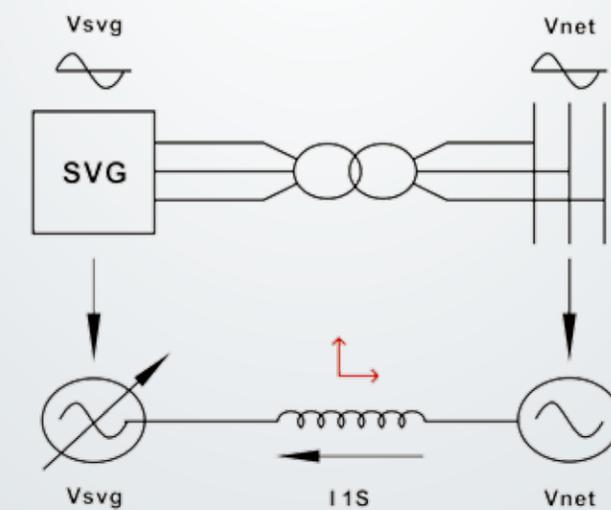
针对上述存在的问题，禾望电气主要推出下面三种改造方案：

方案	方案描述	改造设备
方案一	SVG改造SVC	/
方案二	局部替换改造	功率模块+主控制器 (10kV) / 功率模块+主控制器+变压器 (35kV)
方案三	整体替换	10kV直挂式SVG / 35kV降压式SVG+变压器

方案一：SVG替换SVC

SVG相对于SVC各方面更有优势，在无功控制能力、无功补偿响应速度、同等补偿效果所需容量、占地面积、损耗与输出无功的关系等方面，SVG均优于SVC；SVC容易和系统发生谐振，导致电容损毁，而SVG受控有源设备，补偿不受系统阻抗影响，投切也更加方便；而且近年来，随着技术的不断成熟，SVG在价格上与SVC相当，SVG的容量和电压水平已经可以覆盖国内各行业的需要。

SVG基本原理就是将自换相桥式电路通过变压器或者电抗器并联在电网上，适当地调节桥式电路交流侧输出电压的幅值和相位，或者直接控制其交流侧电流就可以使该电路吸收或者发出满足要求的无功电流，实现动态无功补偿的目的。



(SVG原理示意图)

SVG、SVC维护方案

SVG基于电流源型逆变器的补偿装置实现了无功补偿方式质的飞跃。不再采用大容量的电容、电感器件，而是通过大功率电力电子器件的高频开关实现无功能量的变换。从技术上讲，SVG较传统的无功补偿装置有如下优势：

- 谐波含量低
- 响应速度快
- 运行范围更宽
- 补偿功能多样化
- 电压闪变抑制能力更强

方案二：保留原SVG柜体、柜内变压器，将柜内功率模块及主控制用禾望产品进行替换



方案特点

- 备货周期短
- 改造成本相对低
- 良好的售后服务保障
- 改造后故障率大幅度降低
- 友好的人机界面，全中文显示
- 现场施工工作量少，改造周期短
- 功率模块体积小，与原柜体良好兼容
- 满足现行低穿、高穿和电网适应性标准
- 最大限度利用原设备可用部件，避免资源浪费

方案三：将原SVG整个柜体用禾望电气SVG产品替换

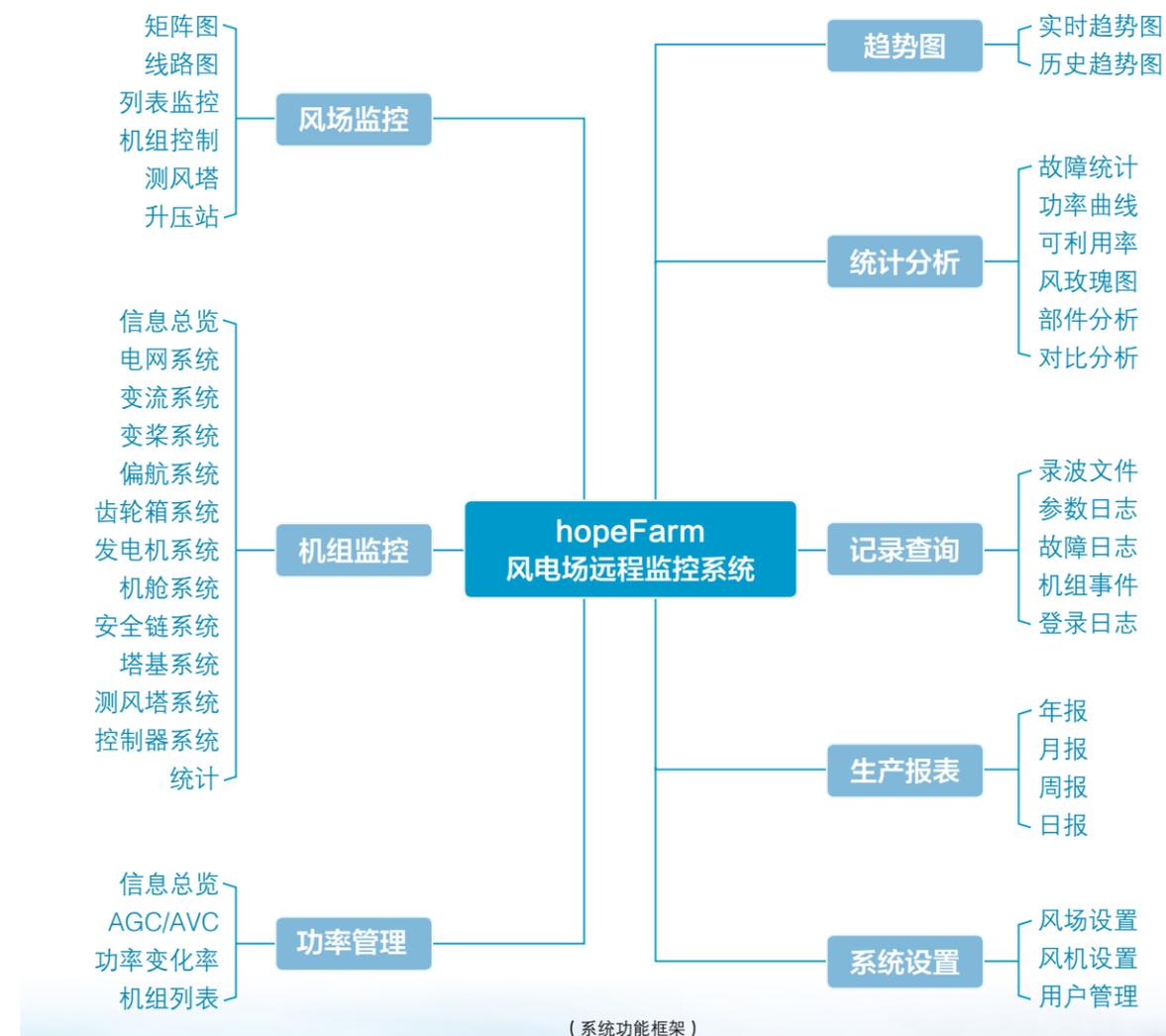
禾望电气提供10kV直挂式和35kV降压式、1.0Mvar ~ 10.0Mvar SVG产品整机替换改造方案；根据运行海拔、工作环境、原机型冷却方式等多种因素，采用对应的机型。

方案特点

- 良好的售后服务保障
- 体积小，安装、运输便利
- 正面维护设计，可维护性高
- 友好的人机界面，全中文显示
- 满足最新的低穿、高穿和电网适应性标准
- 采用瞬时无功控制理论，响应时间小于5ms
- 采用链式冗余拓扑方案，极大提高系统稳定性

监控系统维护方案

hopeFarm风电场远程监控系统，是我司具有自主知识产权的特色SCADA系统。该系统实时高效的监测设备的数据和状态，并支持风机的就地控制和功率管理等功能。涵盖机组监控、风场监控、多场站集控等内容。采用分层分布式结构，具有层次清晰，高度模块化等技术特点。



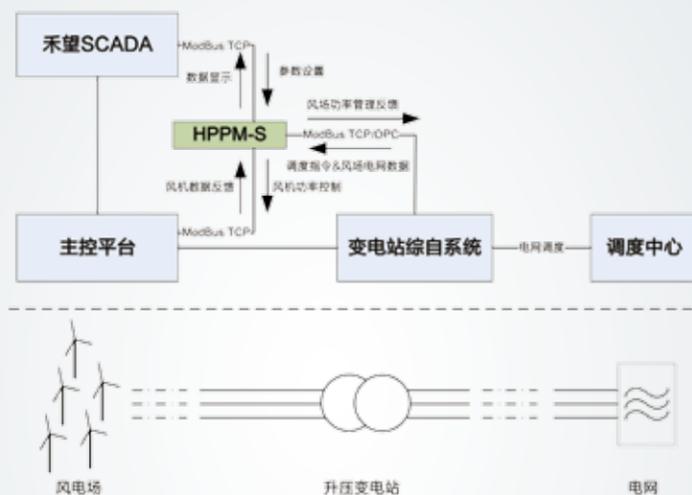
整体特性方案——AGC、AVC

为提升风电机组/风电场对大电网过渡态的支撑能力，应对风电高渗透率下的系统挑战，由电网调度中心、中国电科院等单位，经广大行业专家反复讨论、多次审查，国家电网已形成《风力发电机组虚拟同步发电机技术和试验方法》的企业送审稿。该文稿涵盖了风力发电机组“虚拟同步发电机”的各项特性，如一次调频、惯量响应、无功调节、故障穿越、电网适应性、功率管理等。

为迎接新的技术挑战，我司凭借多年的经验和实力，给出以下解决方案及技术实现方案。

AGC、AVC维护方案

HPPM-S系列风电场功率管理系统是禾望电气自主研发的风机有功/无功控制（AGC、AVC）设备。通过Modbus TCP/OPC等通讯接口与主控平台、变电站综自系统、SCADA进行数据交互。



HPPM-S系列风电场功率管理控制平台具有强大的数据运算和通讯处理能力，支持双机热备功能扩展，可在风电场监控中心独立安装，与SCADA形成双系统运行，满足电网对风电场出口端有功和无功调度调节的精度和速度要求，最大可满足200台风机的风电场有功/无功控制。

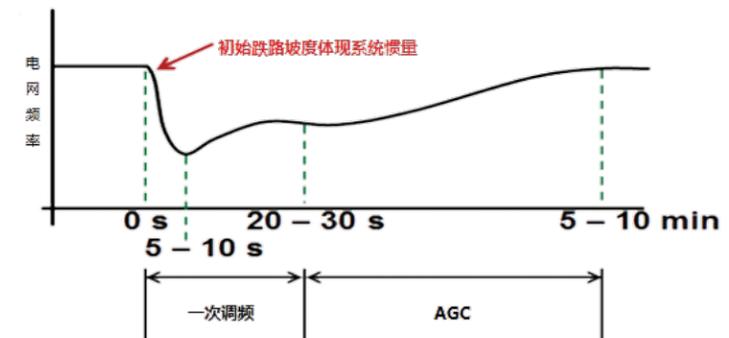
方案特点

- 双系统运行，HPPM-S故障时，触发SCADA报警
- HPPM-S同外部设备通讯数据刷新时间间隔 < 1s
- 能够将风电场关键信息反馈至上游设备或电网调度
- 对HPPM-S的复位或重启，不影响风电场的有功功率和无功功率输出
- HPPM-S可通过自带客户端或者SCADA客户端来监控数据和配置参数
- HPPM-S对于风电场的有功控制功能和无功控制功能可分别启用或停止
- 具备手动模式和自动模式，手动模式下可设定风电场有功和无功限值
- 当部分风机为非控状态时，可确保风电场有功功率和无功功率的输出可控
- 能够接受调度中心的总有功需求，智能分配风电场每台风电机组的有功设定值
- 能够接受风电场AVC设备的无功需求，按功率因数或无功功率方式分配每台风电机组的无功设定值

整体特性方案——一次调频

一次调频技术实现方案

在电网频率时间发生时，惯量响应和一次调频往往相伴发生，其发生时刻和持续时间可简化如下图：



根据上述定义可知：

一次调频需求的主要特点：

1. 附加功率正比于频率偏差
2. 要求的持续时间可能较长

风力发电机组惯量响应的主要实现方式有：

1. 机组动能短时释放实现方式
2. 机组备用容量实现方式
3. 附加储能实现方式

惯量响应需求的主要特点：

1. 附加功率正比于频率变化率
2. 要求的持续时间一般较短

风力发电机组一次调频的主要实现方式有：

1. 风电场附加储能实现方式
2. 机组附加储能实现方式
3. 机组备用容量实现方式

其中，**机组动能短时释放实现方式**充分利用了风力发电机组的旋转特性和机械惯量特性，在控制上相对较复杂，但是一种较为经济的实现方式。

关键的实现技术

发电功率的回复曲线与控制算法直接相关	利用机组动能短时释放的实现方式，在机组输出正的附加功率时，若外界风功率基本保持不变，则机组的转速会出现相当程度的降低，一般会偏离系统的最大功率点，这样在电网频率恢复时，机组吸收的风功率会下降，为了保证机组转速的恢复，则发电功率也需相应下降。
惯量响应速度	主控、变流器间通信周期在20~50ms左右，变流器检测到频率变化传回主控，再执行主控功率指令，通信时间至少为40~100ms；而禾望变流器直接反应的惯量响应时间则可以到达10ms级。
频率检测精度	实际电网波动可能在±0.03Hz范围内，风机频率的检测精度需要高一个数量级。禾望变流器频率检测精度高于0.005Hz，接近仪器级指标。
频率检测速度	风机进行惯量响应的优势在于响应速度，频率检测速度为关键一环，禾望变流器频率检测响应速度可以达到ms级。

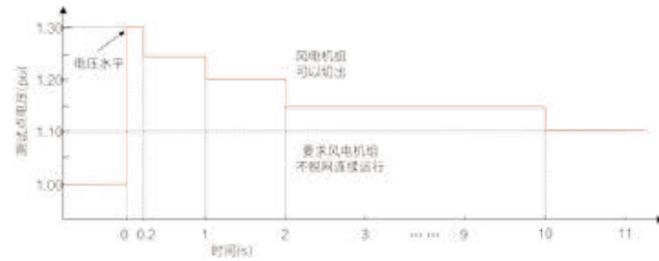
整体特性方案——高电压穿越

高电压穿越能力要求

基本要求：当电网发生故障或扰动引起高压侧电压升高时，风电机组高压侧各线电压（相电压）在图中电压轮廓线及以下的区域内时，风电机组必须保证不脱网连续运行；否则，允许风电机组脱网。

有功与无功要求：

- ① 电网高电压期间，风电机组有功功率应能正常输出；
- ② 风电机组应能够自电压升高出现的时刻起快速响应，通过无功电流注入支撑电压恢复。

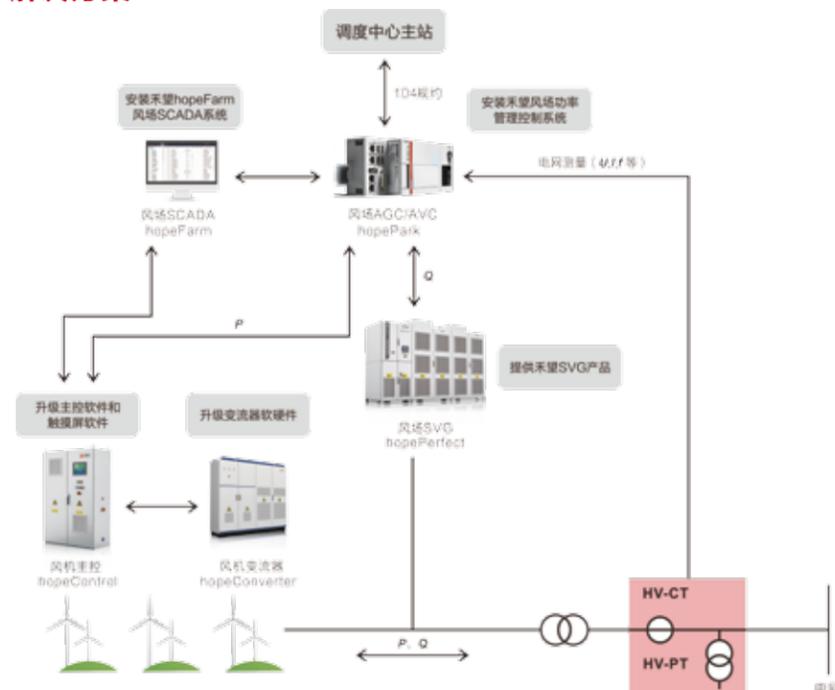


(风电机组高电压穿越要求)

机组高电压穿越改造要点

- 根据现有系统拓扑以及器件清单，审核机组各个部件以及部件内电气器件的高压耐受能力
- 根据高压穿越标准要求，评估机组各个部件硬件是否满足要求，软件是否需要修改
- 根据评估结果，制定机组高压穿越改造方案，并进行方案设计
- 在实验室对改造样机进行高压穿越模拟实验
- 在风场对机组进行高压穿越测试

禾望整体解决方案



整体特性方案——高电压穿越

在国网电科院张北基地禾望与某整机厂家进行了高压穿越测试，成功通过。

故障类型	故障前有功功率 (pu)	空载升压幅值 (pu)	实际升压幅值 (pu)	故障持续时间 (s)	电压恢复时刻到功率恢复稳态值的时间 (s)	风电机组是否未脱网连续运行
3相	0.23	1.193	1.182	10.00	0.01	是
2相	0.21	1.186	1.175	10.01	0.01	是
3相	0.19	1.265	1.187	1.990	0.16	是
2相	0.11	1.254	1.179	1.990	0.08	是
3相	0.13	1.292	1.214	1.014	0.40	是
2相	0.24	1.281	1.183	1.014	0.71	是
3相	0.27	1.359	1.260	0.095	0.17	是
3相	0.93	1.359	1.260	0.094	0.68	是
2相	0.23	1.341	1.217	0.098	0.15	是



维修服务

风电行业维修市场巨大，但是目前维修行业比较混乱，有相当大的一部分是小维修公司，它们规模都比较小，公司所具有的专业设备少，技术水平有限，常常会造成很多设备无法维修和二次损坏，禾望电气依托多年风机电控系统的研发和制造经验以及专业的人员和测试设备优势，提供有质量和服务保障的风机电控系统维修服务。

维修范围

各品牌逆变器的单板（控制板、驱动板、检测板、接口板、电源板等）、功率模块、断路器接触器；主控PLC、触摸屏；变桨控制器、驱动器；电机编码器、变频器，风速风向仪，UPS及各种电源组件等。

我们的优势

- 芯片级维修，可以减少维修费用
- 专业的测试设备和维修人员，维修质量有保障
- 备件充足，提供以旧换旧模式维修，最大限度的保证现场备件供应
- 对于一些容易维修和测试的器件，可以提供现场维修，保障维修及时性
- 公司在深圳、北京、张家口、青岛、杭州、沈阳、兰州、昆明、呼和浩特等地都设有服务机构及备件库，可以做到及时响应、快速服务

经验案例

整机替换维护案例

时间：2016.09

地点：河北海兴风电场

改造原因：A变流器是早期风电市场使用较多的一款变流器，其集成度高，体积小，前期运行稳定，但随着国家电网新标准的更新，其适应性越来越差。随之而来出现一系列问题：集成度高，维护不方便，故障信息不透明；功率模块损坏的同时伴随其它器件的损坏，损失重大；且备件价格昂贵，维护成本逐年增加。

改造方案：整机替换。

效果：故障率大大降低；电网适应性提高；

备件采购问题解决；

满足低电压穿越要求；

具备完善的监控系统；

环境适应性差问题解决；

良好的售后服务有保障；

模块化设计，可维护性强。



紧凑型双馈变流器维护案例

时间：2016.09

地点：辽宁锦州芳山风电场

改造原因：机组引进、生产、安装较早，现在不适应国家电网最新要求，不具备低电压穿越功能，且后续维护困难；需对主要电控系统进行改造。

改造方案：保留原机组变流器并网柜，用禾望紧凑型无并网柜变流器替换掉原变流器功率柜，恢复变流器与主控直接的电气接口，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。



(改造后)

PM3000系列变流器维护案例

时间：2015.06

地点：黑龙江齐齐哈尔富裕风电场

改造原因：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。

效果：稳定可靠运行；

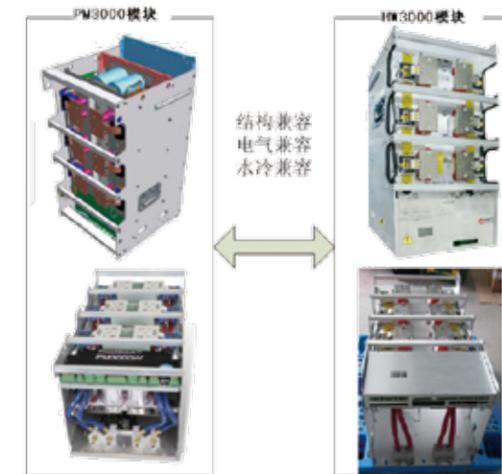
保护性能提升；

电网适应性提高；

功率模块良好兼容；

功率模块容量增大，故障率大大降低；

变流器国产化替代，备件及服务有保证。



(更换功率模块)



(增加核心控制组件)



经验案例

◎ SEG变流器维护案例

时间: 2016.07

地点: 河北张家口市沽源县恒泰风电场

改造原因: 电网低频波动造成风机频繁脱网；网侧、机侧控制盒频繁损坏；并网断路器频繁动作导致断路器寿命大大减少；备件采购周期长、价格昂贵；售后服务无法满足。

改造方案: 更换原变流器网侧机侧控制盒；增加并网接触器，增加风电专用无电池电源组件为并网接触器线圈提供直流电源；保留原变流器功率模块、Crowbar等部分。

效果: 频繁脱网问题解决、电网适应性提高；

并网断路器动作频率大大降低；

控制系统故障率明显降低；

备件问题、售后服务问题得到解决；

针对现场IGBT功率模块备件短缺问题，禾望利用成熟的功率模块完成3台原变流器故障功率模块的替换，替换后的模块故障率几乎降为零。



(禾望核心控制板代替原S控制板)



(增加并网接触器)



(更换功率模块)



◎ 5MW海上风电变流器改造案例

时间: 2016.04

地点: 江苏如东风电场

改造原因: 国产化替代。

改造方案: 将原来5MW海上风电变流器（6个1MW变流器柜组成）替换为禾望的5MW海上风电变流器（2个2.5MW变流器柜组成），并进行配电整改。

效果: 运行稳定；

故障率低；

可利用率高。



机组电控系统维护案例

时间: 2016.08

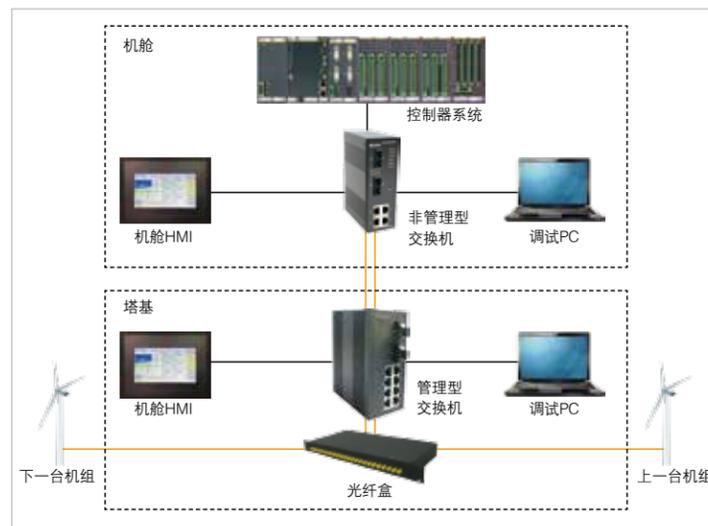
地点: 宁夏吴忠红寺堡风电场

改造原因: 原机组主控系统均采用MITA WP3100主控制器，单柜结构（只有机舱柜、无塔基主控柜），其控制策略简单、保护功能不完善、数据及协议接口封闭、机组不具备低电压穿越能力和AGC/AVC功率管理功能。风场监控采用MITA一体单机板监控系统Gateway，风场通信网络采用单环网拓扑结构，通信极不稳定。变桨系统为早期版本SSB直流变桨系统，不具备在电压短时跌落时保持无故障运行的能力。

改造方案: 主控制器系统更换为我公司Bachmann M1控制器平台主控系统，采用Bachmann MX213控制器及其IO模块。主控软件采用了先进成熟的最优控制策略和保护策略，在保证机组安全的前提下，最大能力的降低机组载荷、提高机组的发电性能。尤其针对西北低温环境，加强了低温和冰冻保护。根据其中一个机组变流器一级结构并网方式，特定修改低风重并网策略，延长并网断路器寿命。根据原控制器接线特点定制了主控信号转接板，保持与原控制器接线无缝兼容，直接原位替换WP3100控制器。

另外加装了机舱的非管理型交换机和塔基管理型交换机，利用原机组内部光纤，组成新的主控拓扑结构，机舱和塔基触摸屏通过交换机与主控制器通信，触摸屏采用宽温多彩触摸屏，直接在原柜体操作面板上通过安装工装装置适配。

针对机组变桨系统对电网故障零容忍的问题，通过修订主控控制策略，配合变桨部分线路改造，使其在最大限度降低业主改造成本的同时具备在电网短时故障时保持继续安全运行的能力，给业主带来直接的经济效益提升，获得了业主的肯定。



(改造后单机主控系统拓扑图)



(主控制器改造后)

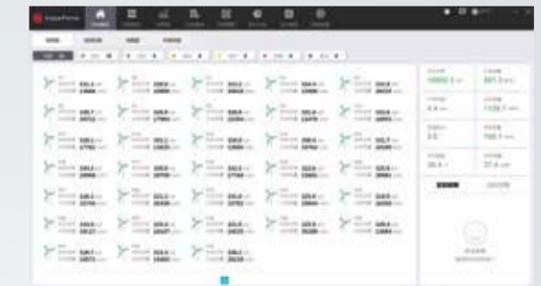


(触摸屏改造后)

变流器改造通过更换核心控制板，加装Chopper组件（机组甲）和Crowbar组件（机组乙），更改部分软启回路，增加大容量UPS电源，加装我公司变流器智能采集器hopeGate，使其在具备低穿能力的同时，大大提高其电网适应性和运维诊断的效率。（见图1）



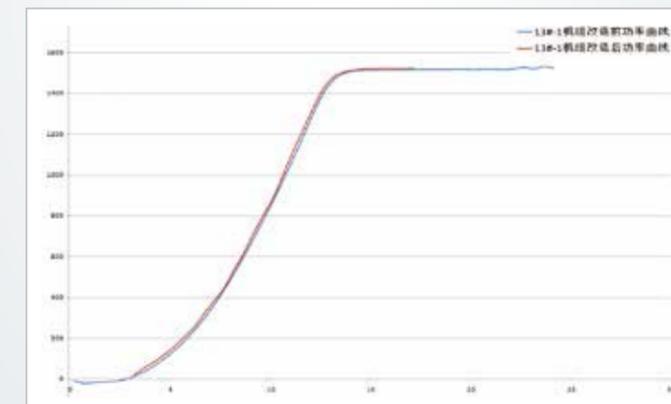
(图1 变流器硬件改造)



(图2 SCADA监控系统客户端界面)

监控系统SCADA也同时进行了升级，监控硬件系统采用服务器与客户端的配置，与高性能嵌入式功率管理控制器一起成套于中央监控柜内。SCADA软件采用我公司风电场集成监控系统hopeFarm，其集成了功率管理监控功能，可响应电网调度对风场机组进行有功、无功功率智能分配。升级后的监控系统hopeFarm较原一体机监控系统Gateway在数据存储和处理上更加安全、高效，同时客户端数据更加丰富、直观，功能更加全面、友好，支持现场机组自定义控制编辑，统计报表更加全面、详尽。（见图2）

经过全面细致地计划和严格地改造实施工作，顺利完成了机组的改造、并网。改造后的试运行期间，机组运行稳定，本地触摸屏HMI和监控系统SCADA获得业主一致好评。风机功率曲线较原功率曲线在低风速段和额定风速段附近有明显提升。



(改造前、后功率曲线对比)

- 效果:** 发电性能提升;
- 双环网通讯稳定;
- 完善的监控系统;
- 有效降低机组载荷, 延长机组寿命;
- 改造后机组电控系统具备低电压穿越功能;
- 具备远程监控、调试、故障智能诊断等功能。

谁在颠覆电站运维模式？

hopeCloud远程智能运维云服务体系
助您随手掌握电站运维状况



痛过，才知道选择很重要
用过，才知道HW3000好



hopeCloud远程智能运维云服务体系



hopeCloud远程智能运维云服务体系，由禾望电气自有知识产权的多个功能软件组成，可实现全方位，高实时性的风机大数据监控，具备丰富的生产统计报表输出能力，提供了具有可进化的智能故障诊断分析与预测功能，更为重要的是，利用其独有的远程高效运维协同系统，实现现场运维人员、智能分析系统、运维负责人、客服专家团、研发专家团的协同工作，助力快速定位疑难问题，是您的电站运维最优之选。

HW3000双馈水冷模块

- ✓ 安装结构和电气接口完美兼容PM3000水冷模块。
- ✓ 核心控制盒，兼容PM3000本体模块，可直接替代PM3000大小控制板，不需要额外刷程序。
- ✓ 更高的可靠性，更优异的电网适应性、低电压穿越及同步并网性能。



HW3000双馈水冷模块

增值服务

- ✓ 配置hopeGate智能采集器，远程监控诊断变流器故障。
- ✓ 遍布全国的服务网络，提供及时周到的现场技术服务。
- ✓ 针对繁琐的采购流程，提供灵活的备件支持政策。



HW3000水冷模块控制盒

禾望双馈风冷紧凑型变流器 双馈改造专用机型



优势特点

- ✔ **体积小，兼容性高、成本低**
功率柜集成控制单元，兼容市场主流并网柜，可广泛应用于现场双馈变流器整机改造；
- ✔ **现场改造施工量少、工期短**
2天改造一台，极大减少改造期间发电量的损失；
- ✔ **完善的售后服务网络**
分立式模块设计，维护方便、简单，遍布全国的服务网络，提供及时周到的现场技术支持和24小时远程电话指导。



智慧驱动未来

hopeDrive工程型传动产品

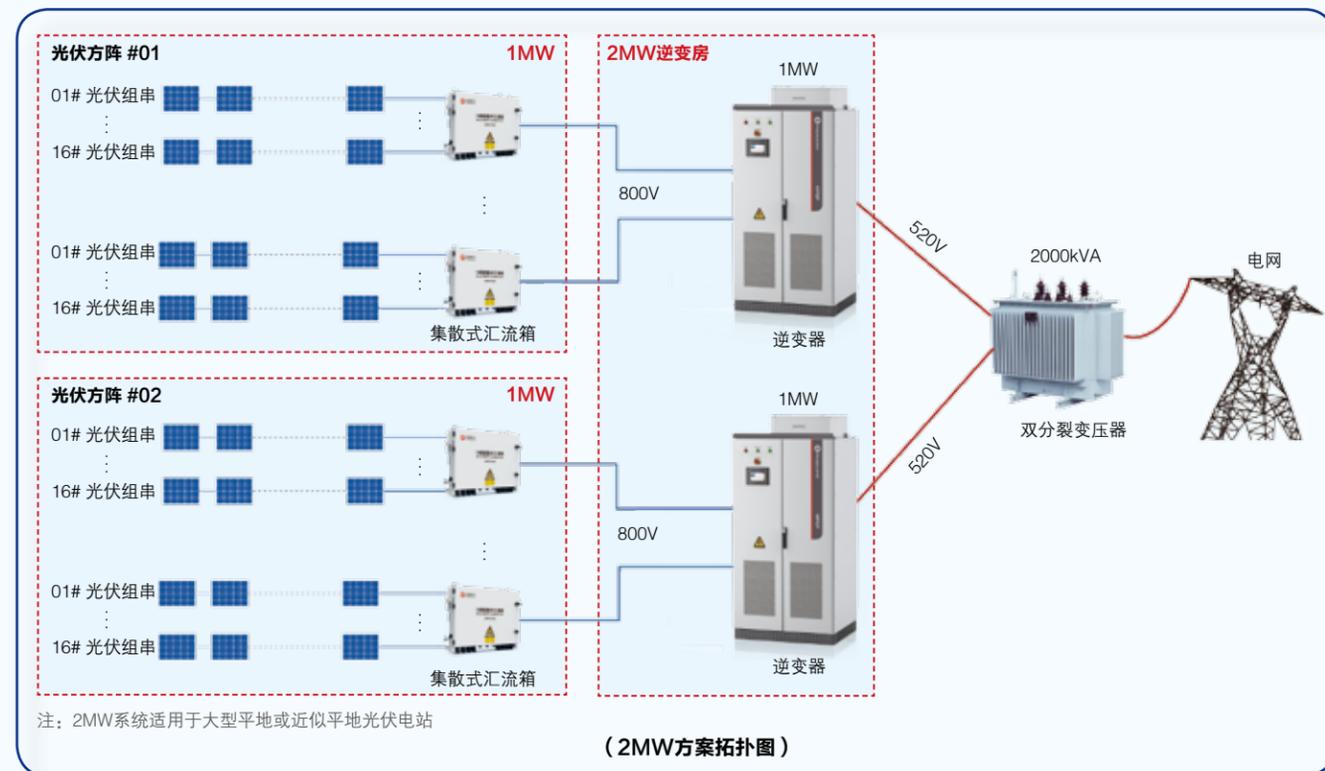
- » 积木式模块化易维护设计
- » 高性能单轴、多轴控制功能
- » 优异的稳态精度和动态响应
- » 开放的工艺应用模块
- » 可定制化通讯协议



行业技术发展的主流方向 ——2MW集散式逆变系统



PV光伏组件通过22~26个集散式汇流箱分别汇集后连接到2台1MW的集散式逆变器，逆变器的输出通过1台2000kVA的双分裂变压器升压并网。

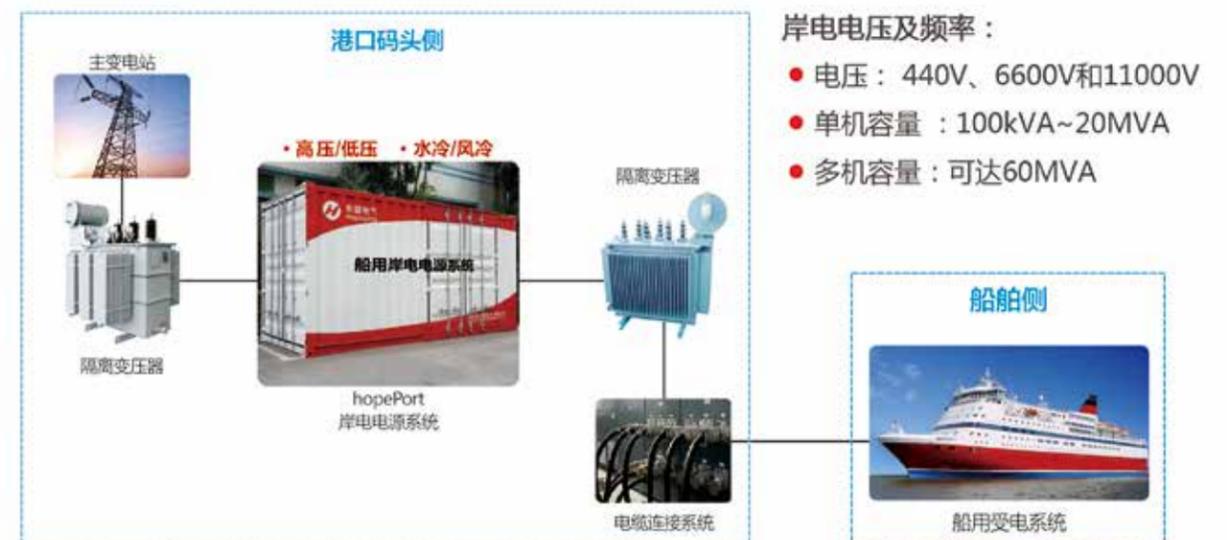


港口船舶岸电系统



禾望hopePort系列岸电变频电源产品

是专为港口码头船舶停靠用电和维修调试而生的理想电源，能够提供符合岸电需求的不同电压和频率。



场站运维，无处不在

远程智能运维云服务系统

禾望远程智能运维云服务系统利用大数据监测，充分发挥禾望电气的专业知识，为业主、整机厂家提供高效、智能的运维服务。



大幅增加海上风能资源的利用

——海上中压风电变流器（3MW-8MW）

禾望电气提供从工程设计、现场安装到运行维护的全生命周期解决方案



远程智能运维五大服务

1 生产管理功能

实时统计发电量、累计发电量，生成统计报表。

2 智能故障诊断

根据获取的数据信息，智能分析、定位故障原因，无需人工参与。

3 远程运维协同

业主、整机厂可将获取的故障数据上传至云系统，专家可在线协同诊断故障原因，及时排除故障。

4 数据存储及挖掘

系统可将运行数据同步到云系统存储，后期利用数据挖掘技术对电站优化提供可靠的数据支持。

5 运行数据监控

可监控单个风场/电站的所有变流器/逆变器或集中监控多个风场所有设备的运行状态，获取运行参数、事件记录、故障录波等信息。



地 址：深圳市南山区西丽官龙第二工业区11栋
邮 编：518055
客服热线：400-111-7588
电 话：+86-755-86026786（总部）
 +86-10-82193180（北办）
网 址：www.hopewind.com

© 2017 禾望电气股份有限公司版权所有。
保留一切权利。 V4.0.1

若产品尺寸及参数有变化以最新实物为准

