



# 风力发电系统 产品手册

# 目录 Contents



公司简介 .....	01
业绩分布 .....	02
风电产品 .....	03
风力发电变流器概述 .....	04
双馈变流器 .....	05
全功率变流器 .....	10
中压风电变流器 .....	14
主控电气系统 .....	16
变桨控制系统 .....	19
变桨伺服驱动器 .....	21
风电配套产品 .....	23
移动测试平台-宽频域电网适应性模拟系统 .....	24
移动测试平台-高/低电压穿越模拟系统 .....	27
水冷系统 .....	28
远程运维产品 .....	29
远程智能运维云服务系统 .....	30
系统组成 .....	31
特色功能 .....	36
风电经典案例 .....	38

## >> 公司简介

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。

在新能源领域，禾望产品系列覆盖国内850kW~10.0MW风电变流器、3kW~1.6MW光伏逆变器及1.0MW~6.4MW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，可广泛应用于冶金、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~40MVar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100kVA~30000kVA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；在电动车行业，禾望提供4kW~20kW充电模块、30kW~320kW充电机及30kW~450kW电动汽车驱动器，结合风光一体技术，可为城市交通提供清洁动力。



### 中国·深圳总部

研发基地：深圳

制造基地：深圳、苏州、东莞、盐城

分支机构：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。





**业绩分布地点：**

- |         |         |       |       |       |
|---------|---------|-------|-------|-------|
| 河北东辛营   | 内蒙二连浩特  | 辽宁沈阳  | 甘肃金昌  | 云南泸西  |
| 河北崇礼西桥梁 | 内蒙化德    | 辽宁抚顺  | 甘肃兰州  | 云南寻甸  |
| 河北大囿图   | 内蒙海拉尔   | 黑龙江大庆 | 宁夏宁东  | 云南陆良  |
| 河北张家口   | 内蒙巴彦淖尔  | 黑龙江肇源 | 宁夏固原  | 云南丘北  |
| 河北御道口   | 内蒙满洲里   | 黑龙江绥滨 | 宁夏中卫  | 云南洱源  |
| 河北沧州    | 内蒙乌兰察布  | 山东文登  | 广东湛江  | 云南剑川  |
| 河北唐山    | 内蒙乌拉特后旗 | 山东莱州  | 广东连州  | 山西天镇  |
| 吉林大安红岗子 | 内蒙赤峰    | 山东平度  | 广东广州  | 山西左云  |
| 吉林安广    | 内蒙辉腾梁   | 山东烟台  | 广东东莞  | 山西忻州  |
| 青海共和    | 内蒙锡林浩特  | 江苏扬州  | 贵州赫章  | 山西朔州  |
| 青海德令哈   | 内蒙朱日和   | 江西九江  | 河南三门峡 | 浙江玉环  |
| 青海格尔木   | 内蒙呼和浩特  | 四川德昌  | 河南西峡  | 浙江宁波  |
| 新疆喀什英吉沙 | 辽宁阜新    | 陕西榆林  | 广西富川  | 浙江杭州  |
| 新疆伊吾    | 辽宁营口    | 甘肃瓜州  | 湖南临武  | 江苏无锡  |
| 内蒙通辽义和  | 辽宁彰武    | 甘肃玉门  | 湖南隆回  | 江苏苏州  |
| 内蒙宝龙山   | 辽宁法库    | 甘肃酒泉  | 湖南桂阳  | ..... |

**风电产品**



### 产品概述

风能是一种清洁的、可再生的能源，风力发电作为风能最重要的利用形式，有着良好的环境效益和经济效益。

在风力发电系统中，风力发电变流器将风力发电机输出的频率和幅值变化的电能通过交-直-交转换，转化为恒压恒频的电能馈送到电网，实现风力发电机的变速恒频控制。

风力发电变流器可分为双馈变流器、全功率变流器、中压风电变流器等，分别配合双馈电机、低压永磁/电励磁电机、中压永磁电机等使用。

产品系列	名称	适配机型	功率	应用环境配置
风能产品	双馈变流器	风冷	1.5MW~6.0MW	标准型 高原型 低温型 沿海型 海基型
		水冷		
	全功率变流器	低速永磁	1.0MW~10.0MW	
		中速永磁		
		高速永磁		
		电励磁		
		高速异步机		
中压风电变流器	永磁电机	5.0MW~10.0MW	沿海型 海基型	

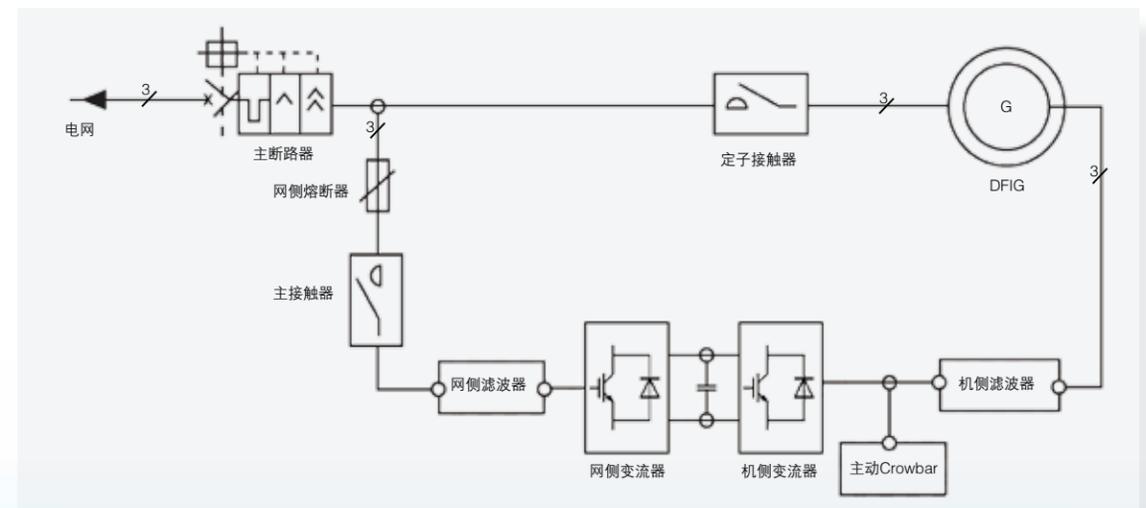


### 原理简述

禾望电气HWDF069系列双馈变流器主要用于风力发电系统中与双馈发电机配套使用，以获得最佳的发电效率和发电质量。当风速变化导致发电机转速变化时，变流器通过控制发电机转子的励磁来改变转子的磁场，使发电机输出电压的频率、相位、幅值和电网保持一致，从而实现风力发电系统的变速恒频发电。通过改变转子励磁电流的频率、幅值和相位，还可以实现发电机频率、有功、无功的调节。

禾望电气提供690V额定电压，50Hz/60Hz额定频率的1.0MW、1.5MW、2.0MW、2.5MW、3.2MW、5.0MW等多种规格的风力发电双馈变流器，产品包含多项专利技术，拥有完全自主知识产权。根据冷却方式的不同，双馈变流器可分为风冷型和水冷型。根据不同的应用环境，双馈变流器又可分为标准型、高原型、低温型、沿海型和海基型等。

### 双馈风力发电系统结构图



## >> 双馈变流器-风冷通用型

### 性能特点

- 高可靠性设计：耐受严酷的气候、振动等工作环境
- 丰富、灵活的对外接口：完美匹配各类电机和主控系统
- 领先的控制技术：主动适应恶劣电网，保障用户投资收益
- 高功率密度：小型化部件和模块化设计，可快速安装和维护
- 风冷系统，维护方便、简单，性价比高，特别适用于陆地高海拔、高温、低温等环境
- 完善的系统监控和故障诊断：hopeInsight™ 监控软件可实现单台变流器的远程监控与故障诊断，hopeView™ 网络监控系统可方便实现风场变流器的组网和监控以及变流器有功、无功的远程调度



## >> 双馈变流器-风冷紧凑型

### 性能特点

- 有/无并网柜设计，结构更加紧凑
- 适用于对结构空间有苛刻要求的场合
- 适用于保留原并网柜的高性价比改造项目
- 高可靠性设计：耐受严酷的气候、振动等工作环境
- 丰富、灵活的对外接口：完美匹配各类电机和主控系统
- 领先的控制技术：主动适应恶劣电网，保障用户投资收益
- 高功率密度：小型化部件和模块化设计，可快速安装和维护
- 风冷系统，维护方便、简单，性价比高，特别适用于陆地高海拔、高温、低温等环境
- 完善的系统监控和故障诊断：hopeInsight™ 监控软件可实现单台变流器的远程监控与故障诊断，hopeView™ 网络监控系统可方便实现风场变流器的组网和监控以及变流器有功、无功的远程调度



### 技术参数

参数	功率等级	1.0MW	1.5MW	2.0MW	2.5MW
工作电压		552V~759V <sup>①</sup>			
工作频率（网侧）		47.5Hz~52.5Hz / 57Hz~63Hz <sup>②</sup>			
额定电流		967A	1450A	2000A	2417A
网侧最大持续电流		205A	305A	420A	550A
网侧过载电流（1min/10min）		340A	510A	540A	600A
机侧最大持续电流		390A	580A	800A	1000A
机侧过载电流（1min/10min）		430A	640A	880A	1100A
电网电压谐波耐受度		≤5%			
电网电压不平衡度耐受度		≤8%			
整机效率		>97%			
噪声		<82dB			
工作温度		-40℃~+50℃（45℃~50℃降额）			
储存温度		-40℃~+70℃			
海拔		常规型：≤2000m，高原型：2000m~5000m <sup>③</sup>			
冷却方式		风冷			
防护等级		控制盒IP54，柜体IP23			
低压穿越		满足国标，欧洲E.ON2006			
外形尺寸W*H*D（mm）		2500*2000*600		2600*2000*600	

① 满足1.3倍高电压运行

② 其它频率范围详询禾望电气

③ 4000m以上解决方案详询禾望电气

\* 以上①②③通用于整个双馈变流器系列

### 技术参数

参数	功率等级	1.5MW	2.0MW	2.5MW
工作电压		552V~759V		
工作频率（网侧）		47.5Hz~52.5Hz / 57Hz~63Hz		
额定电流		1450A	2000A	2417A
网侧最大持续电流		305A	420A	550A
网侧过载电流（1min/10min）		510A	540A	600A
机侧最大持续电流		580A	800A	1000A
机侧过载电流（1min/10min）		640A	880A	1100A
电网电压谐波耐受度		≤5%		
电网电压不平衡度耐受度		≤8%		
整机效率		>97%		
噪声		<82dB		
工作温度		-40℃~+50℃（45℃~50℃降额）		
储存温度		-40℃~+70℃		
海拔		常规型：≤2000m，高原型：2000m~5000m		
冷却方式		风冷		
防护等级		控制盒IP54，柜体IP23		
低压穿越		满足国标，欧洲E.ON2006		
外形尺寸W*H*D（mm）		1300*2200*600（不带并网柜），1900*2000*600（带并网柜）		

## >> 双馈变流器-水冷型

### 性能特点

- 丰富、灵活的对外接口：完美匹配各类电机和主控系统
- 领先的控制技术：主动适应恶劣电网，保障用户投资收益
- 高可靠性设计：耐受严酷的气候、振动、盐雾等工作环境
- 高功率密度：小型化部件和模块化设计，可快速安装和维护
- 水冷系统，防护等级高，可靠性高，特别适用于高盐雾、高污染和高湿度环境
- 完善的系统监控和故障诊断：hopeInsight™ 监控软件可实现单台变流器的远程监控与故障诊断，hopeView™ 网络监控系统可方便实现风场变流器的组网和监控以及变流器有功、无功的远程调度



### 技术参数

参数	功率等级	2.0MW	2.5MW	3.2MW	5.0MW
工作电压		552V~759V			
工作频率（网侧）		47.5Hz~52.5Hz / 57Hz~63Hz			
额定电流		2000A	2417A	2975A	4686A
网侧最大持续电流		420A	550A	700A	1020A
网侧过载电流（1min/10min）		640A	600A	770A	1200A
机侧最大持续电流		800A	1000A	1250A	1940A
机侧过载电流（1min/10min）		880A	1100A	1400A	2140A
电网电压谐波耐受度		≤5%			
电网电压不平衡度耐受度		≤8%			
整机效率		>97%			
噪声		<70dB			
工作温度		环境温度：-40℃~+50℃，入水口水温：+5℃~+55℃（50℃~55℃降额）			
储存温度		-40℃~+70℃			
海拔		常规型：≤2000m，高原型：2000m~5000m			
冷却方式		水冷			
防护等级		IP54			
低压穿越		满足国标，欧洲E.ON2006			
外形尺寸W*H*D（mm）		2300*2000*640（一字型） 1650*2200*1300（背靠背型）	2300*2000*640（一字型） 1650*2200*1300（背靠背型）	3600*2200*640（一字型）	

## >> 双馈变流器-水冷一体机

### 性能特点

#### 结构一体化

- 优化外管路设计，节省管路长度
- 水冷管进出柜体采用底进底出，能够有效节省安装孔空间
- 水冷机与变流器防护等级同为IP54，方便恶劣环境下应用
- 水冷机与变流器采用一体结构，结构紧凑，运输吊装方便

#### 控制一体化

- 更加精准的检测变流器进出水口水温、压力数据
- 水冷机由变流器自主控制，无需外部参与，配合逻辑更优，变流器可以及时响应水冷机异常状况
- 水冷机可以由变流器直接供电，无需任何外部电源，节省外部辅助供电需求，更好的满足低穿功能

#### 维护一体化

- 可以经过远程网络监控系统对水冷系统进行操作及维护
- 由禾望进行统一维护，服务响应及备件储备跟变流器保持一致
- 统一的后台监控软件，可以实时监控水冷机运行状况及故障记录等，统一客服巡检



### 技术参数

参数	功率等级	2.0MW	2.5MW	3.2MW
工作电压		552V~759V		
工作频率（网侧）		47.5Hz~52.5Hz / 57Hz~63Hz		
额定电流		2000A	2417A	2761A
网侧最大持续电流		420A	550A	700A
网侧过载电流（1min/10min）		540A	600A	770A
机侧最大持续电流		800A	1000A	1250A
机侧过载电流（1min/10min）		880A	1100A	1400A
电网电压谐波耐受度		≤5%		
电网电压不平衡度耐受度		≤8%		
整机效率		>97%		
噪声		<70dB		
工作温度		环境温度：-40℃~+50℃（45℃~50℃降额）		
储存温度		-40℃~+70℃		
海拔		常规型：≤2000m，高原型：2000m~5000m		
冷却方式		水冷		
防护等级		IP54		
低压穿越		满足国标，欧洲E.ON2006		
外形尺寸W*H*D（mm）		2700*2200*640		

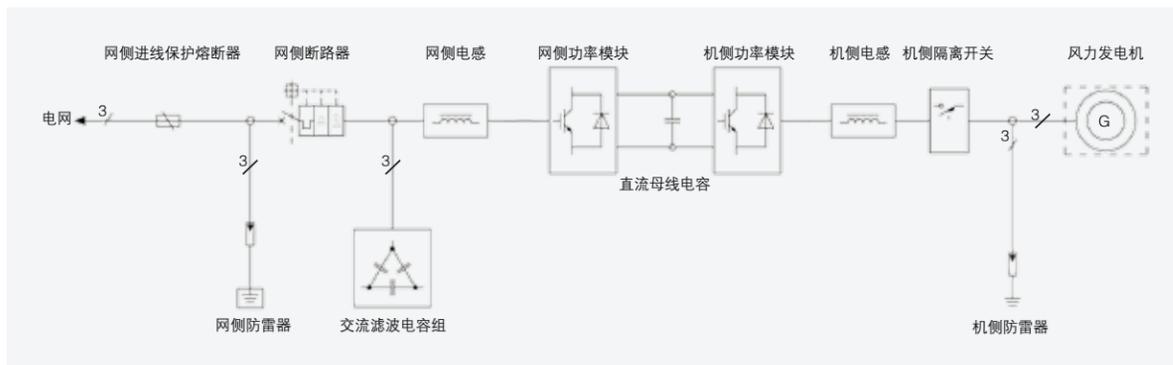
## >> 全功率变流器

### 原理简述

禾望电气HWFP069系列全功率变流器用于风力发电系统中与永磁、电励磁同步发电机或者高速异步发电机配套使用，变流器由机侧变换器和网侧变换器组成，两者通过直流母线连接。机侧变换器连接发电机定子，实现发电机变速恒频控制，获得最佳的发电效率，并将功率通过直流环节输送到网侧变换器；网侧变换器连接电网，在平衡直流环节两侧电压的同时向电网提供优质的电能。全功率变流器可以实现零电网冲击并网，并且具有优越的故障穿越能力，配合发电机实现并网友好型风机。同时，网侧变换器具备优越的有功功率、无功功率和电压调节性能。

禾望电气提供690V额定电压、50Hz/60Hz额定频率的1.0MW、1.5MW、2.0MW、2.5MW、3.0MW、4.0MW、5.0MW、6.0MW、8.0MW等多种规格的风力发电全功率变流器，产品包含多项专利技术，拥有完全自主知识产权。根据配套发电机的不同类型，禾望全功率变流器分为永磁全功率变流器和电励磁全功率变流器；根据不同的应用环境，禾望电气全功率变流器可分别提供标准型、高原型、低温型、沿海型和海基型等多种配置。

### 全功率风力发电系统结构图



## >> 全功率变流器-永磁型/高速异步型

### 性能特点

- 独特的用户定制化：可根据用户需求定制功率、信号、外循环等接口
- 优异的电能质量：领先的控制技术，确保机组零冲击并网/脱网，电网侧功率因数可调
- 良好的电网适应性：有效适应弱差电网，并能适应和抑制谐波、闪变，满足国家低穿标准
- 宽泛的环境适应性：IP54防护等级，可靠性高，适用于高原、低温、盐雾等各种恶劣环境
- 完善的系统监控和故障诊断：hopeInsight™ 监控软件可实现单台变流器的远程监控与故障诊断，hopeView™ 网络监控系统可方便实现风场变流器的组网和监控以及变流器有功、无功的远程调度



### 技术参数

参数	功率等级	1.0MW	1.5MW	2.0MW	2.5MW	3.0MW	4.0MW	5.0MW	6.0MW	8.0MW
工作电压		552V~759V <sup>①</sup>								
工作频率（网侧）		47.5Hz~52.5Hz / 57Hz~63Hz <sup>②</sup>								
网侧最大持续电流		978A	1468A	1957A	2446A	2930A	3915A	4893A	5860A	7830A
网侧过载电流（1min/10min）		1076A	1614A	2153A	2691A	3229A	4307A	5382A	6446A	8614A
机侧最大持续电流		1000A	1500A	2000A	2500A	3000A	4200A	5000A	6000A	8200A
机侧过载电流（1min/10min）		1100A	1650A	2200A	2750A	3300A	4620A	5500A	6600A	9240A
电网电压谐波耐受度		≤5%								
电网电压不平衡度耐受度		≤8%								
整机效率		>97%								
噪声		<70dB								
工作温度		环境温度：-30℃~+50℃，入水口水温：+5℃~+55℃（50℃~55℃降额）								
储存温度		-40℃~+70℃								
海拔		常规型：≤2000m，高原型：2000m~5000m <sup>③</sup>								
冷却方式		水冷								
防护等级		IP54								
低压穿越		满足国标，欧洲E.ON2006								
外形尺寸W*H*D（mm）		Size A	Size A Size B	Size C Size D	Size D	Size E	Size F	Size G	Size H	Size H

① 满足1.3倍高电压运行

② 其它频率详询禾望电气

③ 4000m以上解决方案详询禾望电气

\* 以上①②③通用于整个全功率变流器系列

Size A: W\*H\*D=1200\*2200\*600（一字型）

Size B: W\*H\*D=2200\*2200\*640（一字型）

Size C: W\*H\*D=2910\*2200\*640（一字型）

Size D: W\*H\*D=2200\*2200\*1300（背靠背型）

Size E: W\*H\*D=2700\*2200\*1300（背靠背型）

Size F: W\*H\*D=2200\*2200\*（2\*1300）（2台2.5MW并联）

Size G: W\*H\*D=2200\*2200\*（2\*1300）（2台3.0MW并联）

Size H: W\*H\*D=2700\*2200\*（2\*1300）（2台4.0MW并联）

## >> 全功率变流器-水冷一体机

### 性能特点

#### 结构一体化

- 优化外管路设计, 节省管路长度
- 水冷管进出柜体采用底进底出, 能够有效节省安装孔空间
- 水冷机与变流器防护等级同为IP54, 方便恶劣环境下应用
- 水冷机与变流器采用一体结构, 结构紧凑, 运输吊装方便

#### 控制一体化

- 更加精准的检测变流器进出水口水温、压力数据
- 水冷机由变流器自主控制, 无需外部参与, 配合逻辑更优, 变流器可以及时响应水冷机异常状况

#### 维护一体化

- 可以经过远程网络监控系统对水冷系统进行操作及维护
- 由禾望进行统一维护, 服务响应及备件储备跟变流器保持一致
- 统一的后台监控软件, 可以实时监控水冷机运行状况及故障记录等, 统一客服巡检



## >> 全功率变流器-电励磁型

### 性能特点

- 产品适应范围广: 能匹配无刷电励磁及直接励磁两种风机
- 独特的用户定制化: 可根据用户需求定制功率、信号、外循环等接口
- 永磁电励磁兼容: 励磁模块内置于变流器, 整体尺寸与永磁全功率变流器一致
- 优异的电能质量: 领先的控制技术, 确保机组零冲击并/脱网, 电网侧功率因数可调
- 良好的电网适应性: 有效适应弱差电网, 并能适应和抑制谐波、闪变, 满足国家低穿标准
- 完善的系统监控和故障诊断: hopeInsight™ 监控软件可实现单台变流器的远程监控与故障诊断, hopeView™ 网络监控系统可方便实现风场变流器的组网和监控以及变流器有功、无功的远程调度



### 技术参数

参数	功率等级	2.0MW	2.5MW	3.0MW
工作电压		552V~759V		
工作频率 (网侧)		47.5Hz~52.5Hz / 57Hz~63Hz		
网侧最大持续电流		1957A	2446A	2930A
网侧过载电流 (1min/10min)		2153A	2691A	3229A
机侧最大持续电流		2000A	2500A	3000A
机侧过载电流 (1min/10min)		2200A	2750A	3300A
电网电压谐波耐受度		≤5%		
电网电压不平衡度耐受度		≤8%		
整机效率		>97%		
噪声		<70dB		
工作温度		环境温度: -30°C~+50°C (45°C~50°C降额)		
储存温度		-40°C~+70°C		
海拔		常规型: ≤2000m, 高原型: 2000m~5000m		
冷却方式		水冷		
防护等级		IP54		
低压穿越		满足国标, 欧洲E.ON2006		
外形尺寸W*H*D (mm)		2700*2380*1300		

### 技术参数

参数	功率等级	1.5MW	2.0MW	2.5MW	3.0MW
工作电压		552V~759V			
工作频率 (网侧)		47.5Hz~52.5Hz / 57Hz~63Hz			
网侧最大持续电流		1468A	1957A	2446A	2930A
网侧过载电流 (1min/10min)		1614A	2153A	2691A	3229A
机侧最大持续电流		1500A	2000A	2500A	3000A
机侧过载电流 (1min/10min)		1650A	2200A	2750A	3300A
电网电压谐波耐受度		≤5%			
电网电压不平衡度耐受度		≤8%			
整机效率		>97%			
噪声		<70dB			
工作温度		环境温度: -30°C~+50°C, 入水口水温: +5°C~+55°C (50°C~55°C降额)			
储存温度		-40°C~+70°C			
海拔		常规型: ≤2000m, 高原型: 2000m~5000m			
冷却方式		水冷			
防护等级		IP54			
低压穿越		满足国标, 欧洲E.ON2006			
外形尺寸W*H*D (mm)		Size A	Size A Size B	Size B	

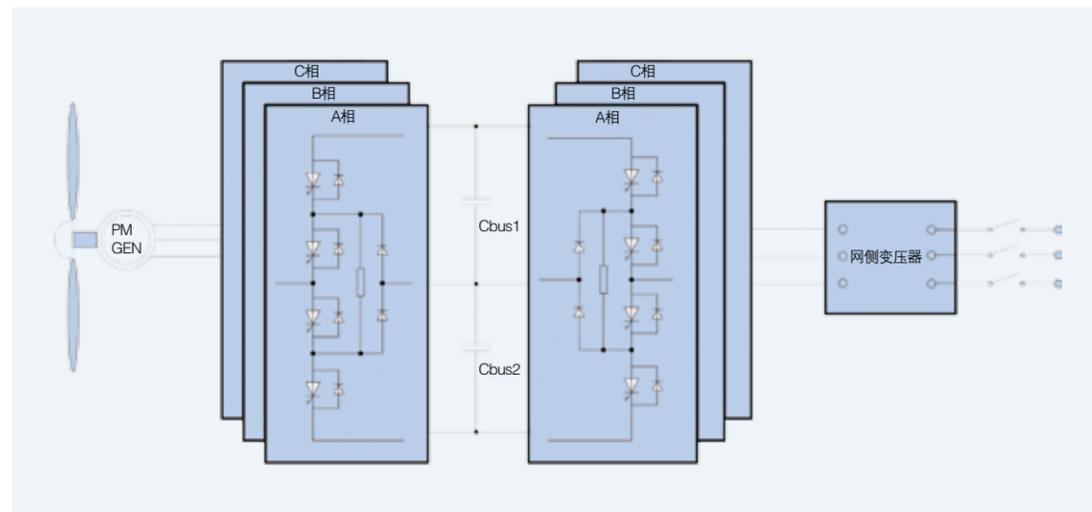
Size A: W\*H\*D=2910\*2200\*640 (一字型)  
Size B: W\*H\*D=2200\*2200\*1300 (背靠背型)

## 原理简述

禾望电气HW8000三电平中压风电变流器用于风力发电系统中与中压永磁同步发电机配套使用，采用二极管钳位型三电平变流器技术，系统电压等级为3.0kV，核心功率转换模块采用IGCT器件。

变流器机侧变换器连接发电机定子，实现发电机变速恒频控制，获得最佳的发电效率，并将功率通过直流环节输送到网侧变换器；网侧变换器连接电网，在平衡直流环节两侧电压的同时向电网提供优质的电能，通过变流器的整体工作，实现电机的电磁转矩控制和磁场控制，实现风能到电能的转换。

## 中压风力发电系统结构图



## ▶ 标准柜式中压风电变流器

### 性能特点

- 电缆少，工程安装便利
- 功率密度高，单机可达8.0MW
- 采用二极管钳位三电平技术
- 体积小，兼容性好，可靠性高
- 等效开关频率高，谐波小，动态响应好
- 适用于风电大功率机组，特别是海基型大功率机组
- 可根据客户需求提供带集装箱式的中压风电变流器，防护等级更高
- 完善的系统监控和故障诊断：hopeInsight™ 监控软件可实现单台变流器的远程监控与故障诊断，hopeView™ 网络监控系统可方便实现风场变流器的组网和监控以及变流器有功、无功的远程调度



## ▶ 集装箱一体式中压风电变流器

### 原理简述

海上风电应用中，风电机组会遇到潮湿、盐雾、难维护等问题。中压风电变流器应用在海上风电中可以采用集装箱的形式，变流器整机及其相应的辅助设备集中安装在集装箱内。

### 性能特点

- 使用标准集装箱，便于塔筒外层平台标准化设计
- 安置在塔基外层平台，协助优化塔筒设计，优化成本
- 密封性好，配合变流器自身的高防护等级，保障变流器安全运行
- 完善的系统监控和故障诊断：hopeInsight™ 监控软件可实现单台变流器的远程监控与故障诊断，hopeView™ 网络监控系统可方便实现风场变流器的组网和监控以及变流器有功、无功的远程调度



### 技术参数

参数	功率等级	5.0MW	6.0MW	7.0MW	8.0MW
网侧工作电压		3000V			
网侧工作频率		47Hz~53Hz			
网侧额定电流		1112A	1334A	1556A	1750A
机侧工作电压		3100V			
机侧额定电流		1112A	1334A	1556A	1750A
电网电压谐波耐受度		≤5%			
电网电压不平衡度耐受度		≤8%			
整机效率		≥98%			
噪音		≤80dB			
工作温度		-30℃~+45℃			
存储温度		-40℃~+70℃			
海拔		≤1000m			
冷却方式		水冷			
防护等级		IP54			
低压穿越		满足国标（整个通用：GB/T19963-2011）			
外形尺寸W*H*D（mm）		3600*2200*2300			

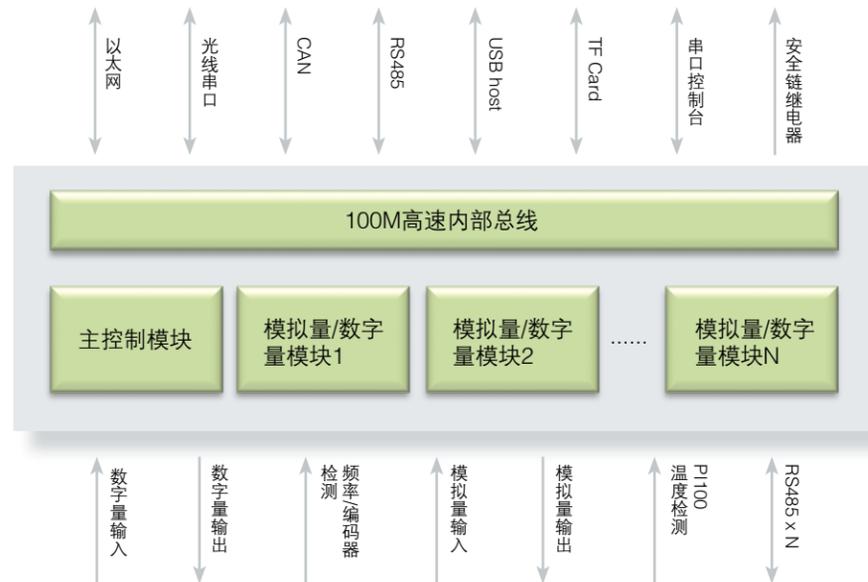
禾望电气可为用户提供基于巴合曼、倍福、贝加莱、米塔等控制器的主控整体解决方案，同时也可基于禾望自行研发设计的HIM系列控制器为客户提供整体解决方案，方案包括电气系统设计和成熟的控制软件。

## ► HIM系列控制器

禾望风电主控开发平台，是一款可通过编程或软件配置改变控制对策的控制器，其充分吸收融合了国内外先进技术和设计思想，配置高性能CPU及实时Linux操作系统，采用分布式的设计及100M高速内部总线，具有编程方便、扩展灵活、通讯快速、性能可靠等特点，适合作为风力发电的主控开发平台（单、双柜布局均可），也适用于其它工业控制领域控制系统的开发。

**整体构成：** 主控制模块、数字量模块、模拟量模块、背板组件

### 系统框图



### 性能特点

- 支持实时录波
- 高性能ARM处理器
- 可远程升级扩展模块
- 抗干扰和震动能力强
- TF卡、USB大容量存储
- 支持C和ST语言程序开发
- Linux实时内核，支持≤10ms的程序执行周期
- 采用Ethercat背板总线连接，信号传输快速稳定
- 提供丰富的信号接口，通过模块配置完全满足风机主控的开发应用



### 技术参数

参数	说明
工作电压	24VDC ± 10%
工作主频	400 / 500Mhz
工作温度	-30°C~+55°C
数字输入	9~24VDC
数字输出	9~24VDC
编码输入	隔离编码器信号输入
频率输入	脉冲输入 0~10kHz
模拟输入	0~20mA或0~10V
模拟输出	0~20mA
Pt100输入	-60°C~+150°C
CAN接口	125k / 250k / 500k / 1Mbps
RS485接口	9600 / 19200 / 38400 / 57600 / 115200bps
以太网接口	10 / 100M自适应
USBHost	480Mbps USB2.0
光纤接口	9600 / 19200 / 38400 / 57600 / 115200 / 230400 / 460800 / 921600bps
存储温度	-40°C ~+70°C
海拔	< 4000m
冷却方式	自然冷却
防护等级	IP20

## ► 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，根据风机机组的电气拓扑，可提供单柜型主控和双柜型主控成套方案的设计、生产。系统满足GB 7479-2010/IEC 60446: 2007以及GL2010等相应标准。

禾望电气设计生产的主控柜全部通过公司静电放电抗扰度、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并网全套功能现场批量运行。

禾望电气可根据客户的要求定制柜体大小。



## ► 主控软件

禾望电气通过多年的研发和现场实际运行经验积累，开发出相较于传统控制软件具有一定优势的主控软件，优化机组控制，提升发电量，强化风场管理。禾望主控软件既能在禾望HIM控制器上运行，也可在倍福、巴合曼等其他控制器运行，体现优异的平台通用性。

### 性能特点

#### ● 偏航优化自适应控制

基于现场风电机组的实际分析，偏航系统对于风电机组发电量的影响比变速变桨控制策略的影响更大。禾望电气的控制算法，通过改进偏航控制策略，大大提高了风电机组的对风效率和稳定性。

#### ● 转矩最优控制

变桨风电机组中，大多采用给定转速转矩的控制方法。传统的风机控制策略中，转矩给定是通过查表法来给定，该方法不能最大化利用风能，尤其在额定风速前后，效率较低。禾望控制策略采用最优跟踪控制算法，效率有明显提升，相较于查表法，满发风速能减小 0.5m/s ~ 1.0m/s，9m/s~11m/s风速段功率提升1%~3%。

#### ● 过切出风速段主动限功率策略，延长大风发电时间

禾望主控对控制策略进行了优化，在过切出风速段，通过主动降低机组功率，在确保机组载荷安全的前提下，延长发电运行时间和提高切出风速的策略，从而提高发电量。

#### ● 变桨自适应调节控制

相较于一般控制算法，禾望主控针对特殊恶劣风况优化控制算法，解决了大风阵风可能引起的过速和台风天气并网困难、脱网频繁等业界难题。禾望算法通过采集风机的实时转速和功率，自适应调整当前的最佳桨角，弱风条件下可提升发电量5%~10%，大风时主动变桨，预防超速。

#### ● 低风减少机组脱网和增加发电时间功能

通过与禾望变流器改造配合，禾望主控可实现在低风下的热待机状态。即在风机短期低风时，变流器保持并网但风机有功为0，风速上升时及时发电。

#### ● 两套风速风向仪冗余功能

禾望主控具有两套风速风向仪冗余功能，两套风速风向仪具备自检和互检功能，在检测当前第一套风速风向仪故障后，自动切换备用第二套风速风向仪，减少因风速风向仪故障引起的停机时间和统计错误。

#### ● 更加完善的状态码系统，最大限度保护机组安全和快捷诊断机组故障

禾望主控定义了覆盖范围广、属性丰富的主控状态码系统，最大限度保障机组安全，特别是恶劣工况下的保护，如冰冻工况下的功率曲线监控、湍流强度监控等。具有5种刹车等级和停机状态属性，与禾望SCADA系统结合可快捷、准确诊断机组故障。

#### ● 完备的日志系统

控制器内存储完备的机组运行日志，如状态码日志、故障录波日志（多种采样周期）、主状态日志、十分钟统计日志、控制器访问事件日志等。历史日志保存周期长，数据存储空间安全，控制器将日志周期性上传至服务器进行长时保存，可通过禾望SCADA系统对各种日志查询、打印。

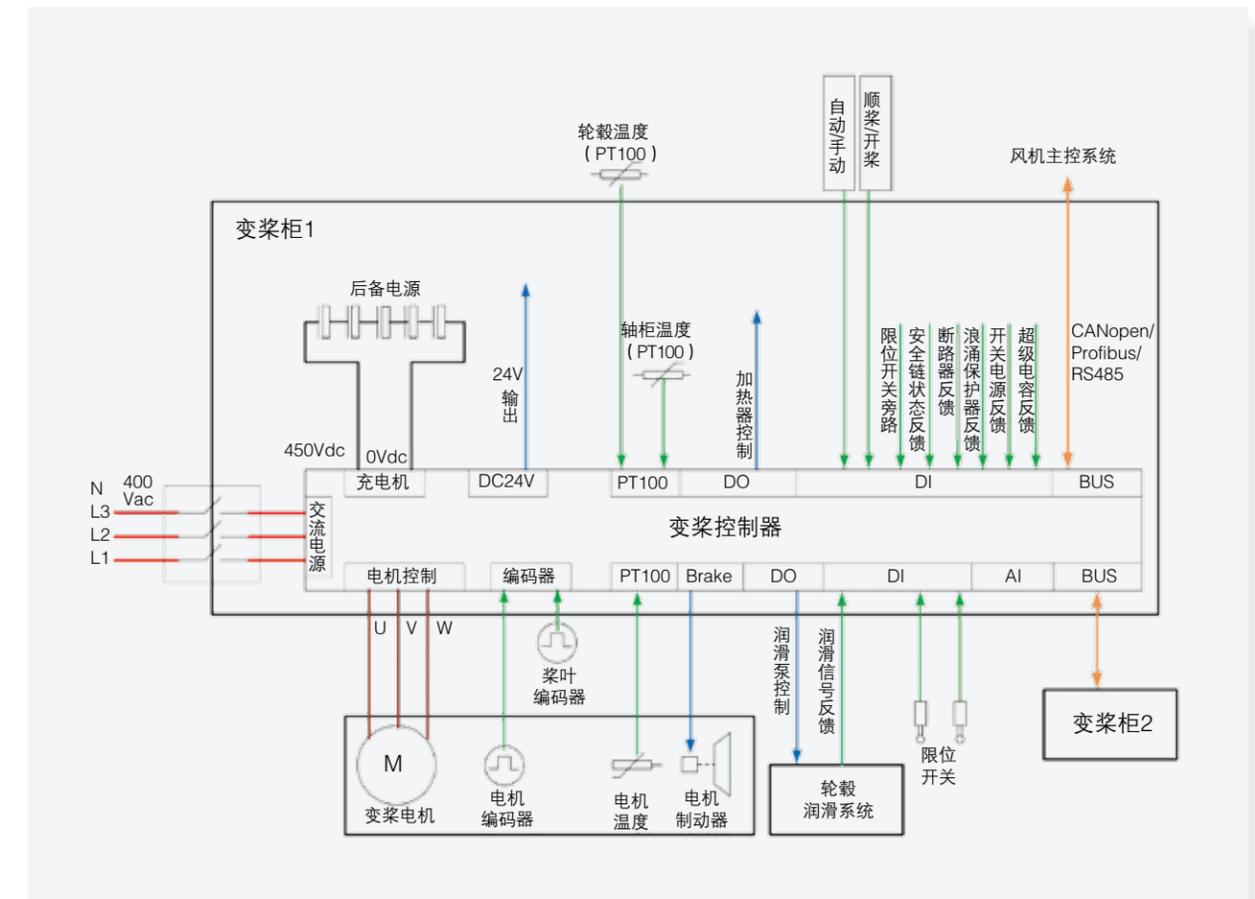
### 技术参数

针对风电行业MW级风机，禾望电气可以提供与之配套使用的交流变桨控制系统，该系统可以分为集成式方案与分散式方案。



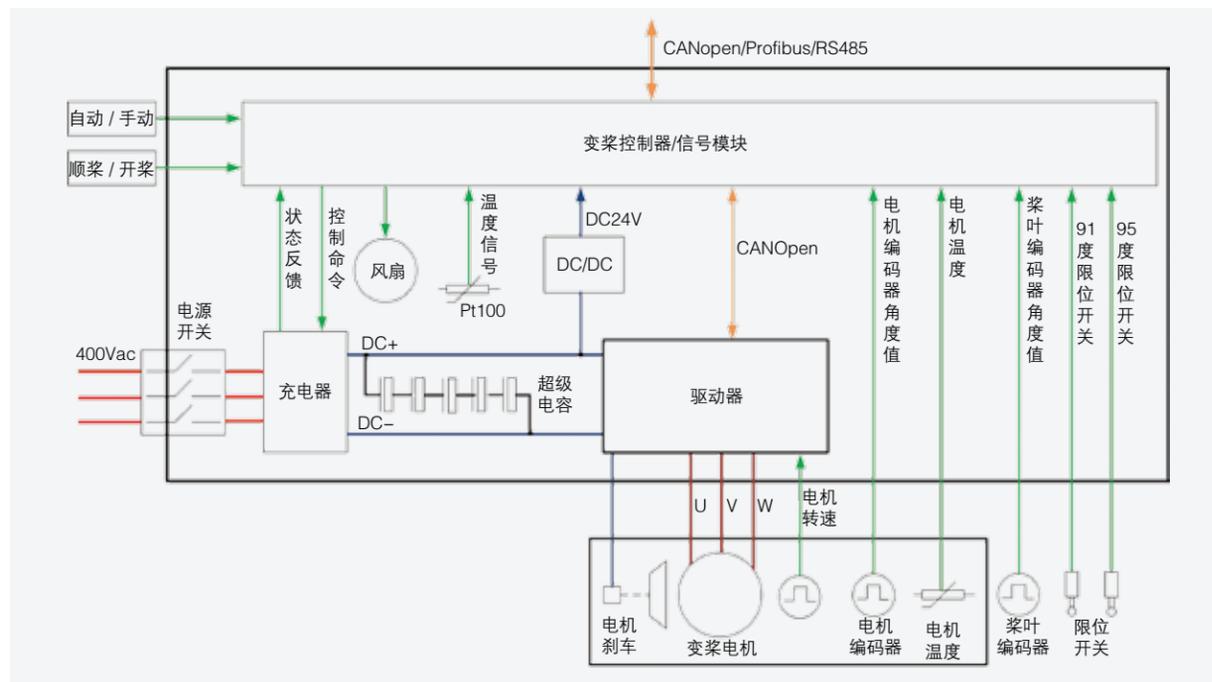
## ► 集成式变桨控制方案

集成式变桨系统中驱动器集成了主电源的电网监测、整流逆变、后备电源充电及监测、电机控制、信号采集、用户编程等功能。



## ► 分散式变桨控制方案

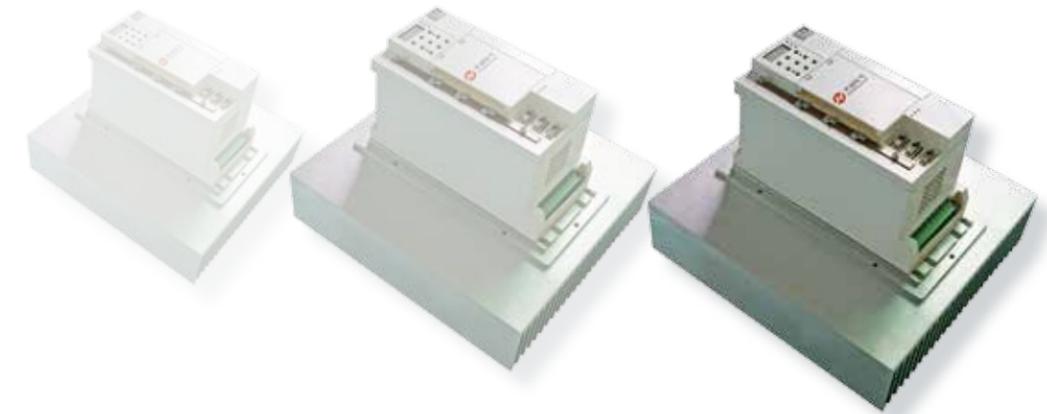
分散式方案示意图如下，充电器同时作为超级电容充电器和驱动器供电电源模块使用，不需要额外的超级电容充电器及充电线路。



### 性能特点

- 位置稳态误差 $<0.05^\circ$
- 正常变桨跟随偏差 $<1^\circ$
- 桨叶同步角度偏差 $<0.5^\circ$
- 变桨系统适用于1MW ~ 6MW机组
- 超低温型变桨系统运行温度低至 $-40^\circ\text{C}$
- 超高原型变桨系统运行地区海拔可至4000m
- 变桨系统具有软件、硬件方面双重安全保护功能
- 变桨距控制功能，位置控制模式和速度控制模式
- 可根据用户需要提供三柜、四柜、六柜或七柜系统
- 变桨系统具有良好的高电压穿越和低电压穿越功能
- 具有CANopen、ProfibusDP、RS485等多种通讯接口
- 变桨系统软件部分具有实时故障、历史故障记录及故障快照功能
- 变桨系统软件部分拥有友好直观的人机界面，具备完善的参数管理功能、手动操作功能、超级电容测试功能等

禾望电气提供7.5kW、11kW、15kW、17kW、23kW、30kW等多种规格的风电变桨伺服驱动器。专为风电变桨系统设计，可配直流伺服电机、永磁同步电机和交流异步伺服电机，适应风机轮毂中严酷的振动和温度条件。优越的控制精度和高速的响应速度，满足高性能变桨控制的要求，适合叶轮直径82米以上叶片的快速驱动。



### 变桨专用直流伺服驱动器

参数	功率等级	7.5kW	11kW	15kW	17kW	23kW	30kW
工作电压		三相交流150V / 275V					
工作频率		50Hz $\pm$ 2Hz / 60Hz $\pm$ 2Hz					
额定输入电流		14A	23A	28A	31A	43A	56A
直流输出		直流0V~210V / 365V					
额定电机功率		3.9kW	5.8kW	7.9kW	8.9kW	12.1kW	15.8kW
开关频率		2kHz~16kHz					
额定输出电流		14.5A	21.5A	29A	33A	45A	59A
最大短时电流		26A	38A	51.5A	59A	80A	105A
电机类型		永磁直流伺服电机，串励直流伺服电机，他励直流伺服电机					
过载能力		150%，30s					
制动电阻		$>39\Omega$ ，推荐85 $\Omega$					
最大制动电流		21A					
存储温度		$-40^\circ\text{C}$ ~ $+70^\circ\text{C}$					
工作温度		$-30^\circ\text{C}$ ~ $+50^\circ\text{C}$					
海拔		$\leq 3000\text{m}$ ，大于3000m可订制					
外形尺寸W*H*D (mm)		驱动器：129*154*320，散热器：300*84*320 (或根据需求订制)					

## 变桨专用交流伺服驱动器

参数	7.5kW	11kW	15kW	17kW	23kW	30kW
工作电压	三相交流305V~500V					
工作频率	50Hz ± 2Hz / 60Hz ± 2Hz					
额定输入电流	14A	23A	28A	31A	43A	56A
额定输出功率	5kW	7.5kW	10kW	11kW	15kW	20kW
输出功率	0Hz~400Hz					
开关频率	2Hz~16kHz					
额定输出电流	11A	16.5A	22A	24A	33A	44A
最大短时电流	21A	39A	43A	47A	65A	86A
堵转电流	11A@4kHz SF	16.5A@4kHz SF	22A@4kHz SF	24A@4kHz SF	33A@4kHz SF	44A@4kHz SF
	8.5A@8kHz SF	12.5A@8kHz SF	17A@8kHz SF	19A@8kHz SF	21.5A@8kHz SF	28A@8kHz SF
	3.8A@16kHz SF	5.6A@16kHz SF	7.5A@16kHz SF	8.4A@16kHz SF	9.5A@16kHz SF	12.5A@16kHz SF
电机类型	永磁同步伺服电机, 交流异步伺服电机					
过载能力	150%, 30s					
制动电阻	>39Ω, 推荐85Ω					
最大制动电流	21A					
存储温度	-40℃~+70℃					
工作温度	-30℃~+50℃					
海拔	≤3000m, 大于3000m可订制					
外形尺寸W*H*D (mm)	驱动器: 129*154*320, 散热器: 300*84*320 (或根据需求订制)					



# >> 移动测试平台-宽频域电网适应性模拟系统

禾望GridSim®宽频域电网适应性模拟系统可用于模拟三相三线制电网系统，可模拟不同电压等级、不同频率等级等各种电网运行状况，进而对被测设备（如风力发电机组、光伏发电系统等）进行电网适应性的测试，此外也可扩展用于测试被测设备的诸如电能质量特性的测试等。

禾望GridSim®宽频域电网适应性模拟系统可用于下列电网适应性相关测试：

- 电压适应性测试
- 频率适应性测试
- 闪变适应性测试
- 谐波电压适应性测试
- 三相电压不平衡适应性测试

## 性能特点

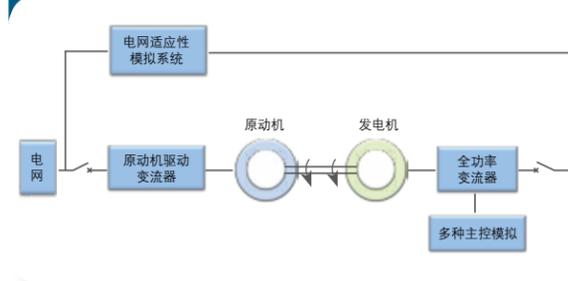
- 支持60Hz电网模拟测试
- 简便、直观的人机界面，提升操作效率
- 32位DSP实时、智能控制，波形及变化率控制精度高，稳态、动态特性优良
- 三相电压独立控制，过载能力强，充分模拟各种电网幅值、频率偏差，及不平衡、谐波、闪变现象

## 技术参数

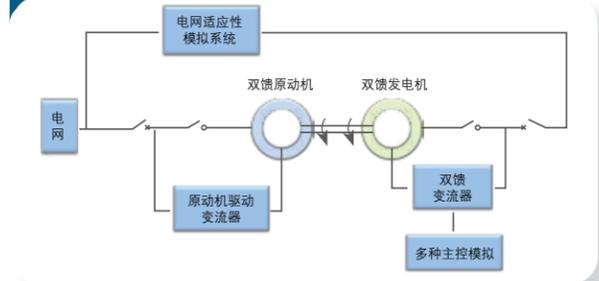
参数	功率等级	2.5MW	7.5MW
电路拓扑		三相三线, 四象限IGBT变换器	三相三线, 单元模块级联
人机界面		彩色触摸屏	彩色触摸屏
输入电压		552V~759V	9kV~11kV
输入频率		45~66Hz	45~66Hz
输出电压范围		0V ~ 759V	0kV~13kV
输出频率范围		0Hz ~100Hz	0Hz ~100Hz
输出电压精度		1%	1%
输出频率精度		0.1%	0.1%
波形失真率		≤1%	≤1%
三相电压不平衡度		< 10%	< 10%
输出谐波注入		2次~ 25次	2次~ 25次
输出电压闪变		速率可设	速率可设
输出频率闪变		速率可设	速率可设
过载能力		110% 1min / 10min	110% 1min / 10min
整机效率		>97%	>95%
噪声		<70dB	<90dB
存储温度		-40℃~+70℃	-30℃~+45℃
工作温度		-30℃~+50℃ (40℃~50℃功率降额)	-15℃~+40℃
海拔		< 4000m	< 2000m
冷却方式		水冷	风冷
防护等级		IP54	IP23

## GridSim模拟系统在风电行业的应用

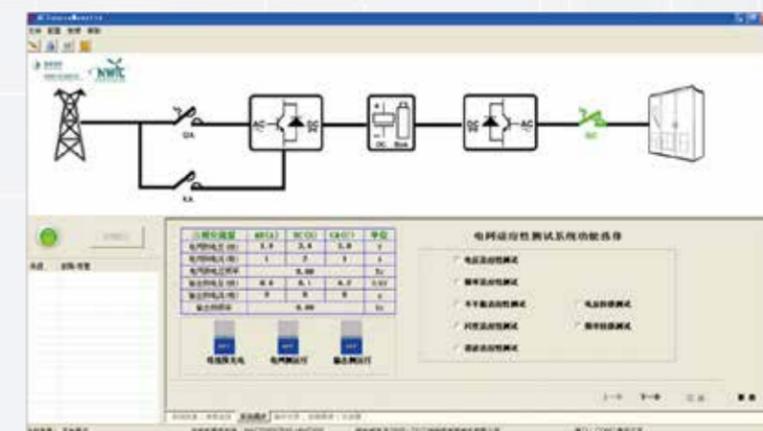
全功率机型试验系统示例



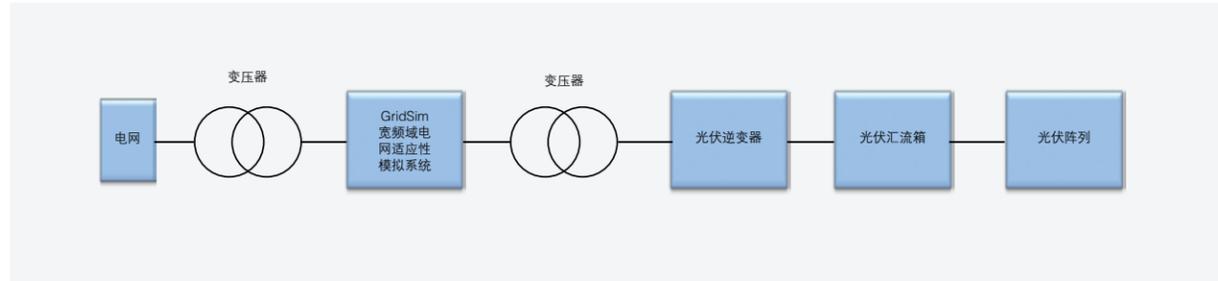
双馈机型试验系统示例



## 运行操作画面



## GridSim模拟系统在光伏行业的应用

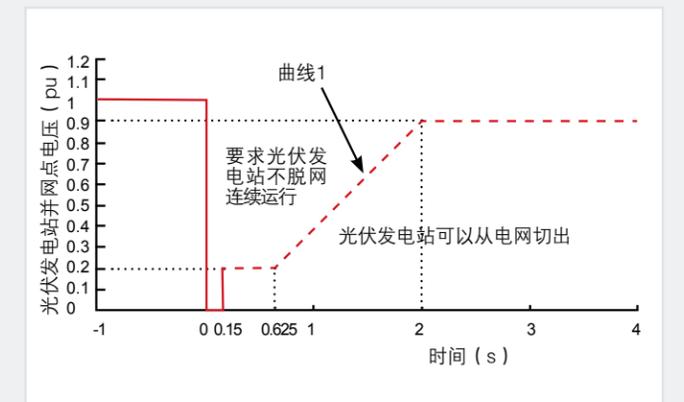
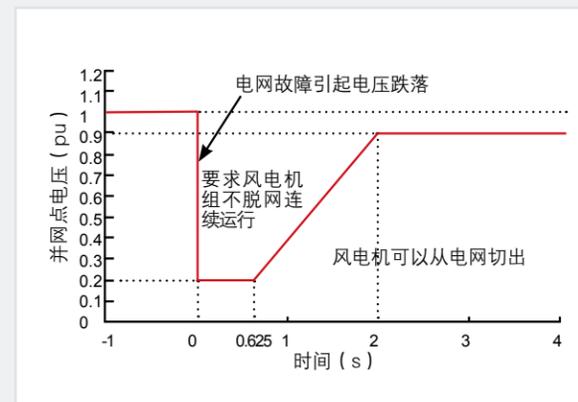


禾望FVRTSim高/低电压穿越模拟系统能够真实模拟各类电网高/低电压故障，包括电网电压对称变化和电网电压不对称变化，变化幅度和变化持续时间可以灵活设置，用于对被测设备（如风力发电机组、光伏发电系统等）进行电网高/低电压穿越能力测试。

根据现场需求，可将FVRTSim系统整合成车载式集装箱，即移动式高/低电压穿越测试装置。



该装置可用于风电场正在运行机组的低电压穿越测试，跌落曲线可满足《GB/T 19963-2011 风电场接入电力系统技术规定》中的要求。该装置也可用于光伏电站的低电压穿越测试，跌落曲线可满足《GB/T 19963-2012 光伏电站接入电力系统技术规定》中的要求。同时，该设备也可用于风场、光伏电站的高电压穿越测试，满足1.3倍高电压测试和连续的高/低电压异动测试。



禾望电气水冷系统专门针对大功率电力电子产品开发研制，满足1.0MW~6.0MW多种规格风电变流器、光伏逆变器、通用变频器等电力电子设备的冷却需求。根据一些特定行业的严酷需求，禾望电气水冷系统均做了特殊处理，如针对变流器低温开机问题、凝露问题、低压穿越问题进行了专业处理，既保证了设备现场运行的可靠性，又保证了客户利益。本冷却系统既可自动运行控制，也可以通过热线或Modbus、Profibus通讯等方式远程控制。

## 技术参数

参数	额定冷却容量	40kW	60kW	100kW
额定功耗		8kW	12kW	18kW
换热器尺寸W*H*D (mm)		990*990*850	1900*950*850	2850*1090*850
冷却液流量		10m³/h	12m³/h	18m³/h
最低冷却液温度 (运行)			5°C	
压差			≤3bar	
工作压力			2bar~5bar	
最大压力			8bar	
主循环过滤精度			300um	
冷却液pH值			6~9	
冷却介质		乙二醇混合或类似中性冷却液		
接口方式		2"重型卡箍		
工作电压		360V~440V		
工作频率		47.5Hz~52.5Hz / 57Hz~63Hz		
运行环境温度		-40°C~+50°C		
存储环境温度		-40°C~+70°C		
海拔		<3000m, 大于3000m可定制		
防护等级		IP23 (可升级至IP54)		
外形尺寸W*H*D (mm)		800*2000*640		



## 远程运维产品



## 体系概述

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行业优势，为业主、整机厂家提供高效的、智能的运维服务。

通过变流器/逆变器的大数据在禾望运维体系上的显示，能够实时了解所有变流器/逆变器的运行状况，及时获取变流器/逆变器的运行数据、事件记录、故障录波等信息；高速采集变流器/逆变器数据信息，根据获取的信息，对常见的故障进行专家系统智能诊断，复杂的故障，用户可将数据获取后上传至禾望运维系统，专业团队将在第一时间给予处理意见并反馈。

## 产品概述

禾望远程智能运维云服务体系产品包括hopeGate™ 智能维护采集器、hopeInsight™ 监控软件、hopeScan™ 巡检助手、hopeView™ 网络监控系统和hopeCloud™ 远程智能运维云平台。



## hopeGate™ 智能维护采集器

hopeGate™ 智能维护采集器能灵活实现变流器/逆变器的远程数据监测。不仅可实现不同物理通讯接口间的桥接、协议转换、集中监控、HMI人机友好交互；而且远程监控相应设备，为现场人员提供更安全的工作环境，提升客户、客服人员使用工业现场产品的便携程度和操作体验，同时降低产品维护成本。

hopeGate™ 智能维护采集器是禾望智能运维网络系统的基础。



## 技术参数

指标	数值	说明
处理器平台	IMX257	ARM926EJ-S核, 32位, 主频400MHz, 内存32M字节, 可扩展64M字节, NorFlash 8M+8M
操作系统及软件	OS	实时Linux, 2.6.x内核
	文件系统	支持JFFS2、FAT32、EXT2、NFS等文件系统
	远程访问支持	HTTP、TELNET、支持Web服务器和CGI
	协议支持	支持完整的TCP/IP协议栈; NTP网络时钟同步协议; 通过选配不同的模块, 可支持的总线协议 (包括CanOpen、ModBus、ProfiBus、DeviceNet、ControlNet、CC-Link、BACNet、CompoNet、LonWorks、工业以太网EtherCAT、ProfiNet、PowerLink、SERCOS等)
最大功耗	< 6W	/
工作温度	-30°C ~ +50°C	自然冷却
存储温度	-40°C ~ +70°C	/
海拔高度	0 ~ 4000m	/
平均无故障时间	> 18000小时	额定工作环境
主要功能接口	Ethernet	10 / 100M自适应以太网网络通信接口
	USB	USB 2.0 Host接口
	Fiber	监控软件调测变流器/逆变器光纤接口
	FX	10 / 100M自适应光纤以太网网络通信接口
	ProfiBus	ProfiBus DP Slave通信接口, 波特率最高12Mbps
	CAN	CAN通信接口, 波特率最高1Mbps
	RS485	RS485通信接口, 波特率最高921600bps
	Console	USB Device接口Console, 波特率115200bps串口控制台
	FX	10 / 100M自适应光纤以太网网络通信接口
	WiFi	最高速率150Mbps, 通讯距离50m (无遮挡, 开阔地)



## ► hopeInsight™ 监控软件

hopeInsight™ 监控软件，即俗称的后台软件，适用于我公司所有产品的调试，该软件具备专业调试功能，如批量参数设置，故障数据下载与波形分析，高速示波器以及大量编辑功能等；该软件支持串口或者以太网通讯，故该软件可以通过串口通讯维护变流器/逆变器，也可以在中控室通过以太网维护变流器/逆变器。

hopeInsight™ 可用于单个变流器/逆变器监控，也可以作为hopeView™ 的组件。以变流器为例，其工作示意图如下：



( hopeInsight™ 监控软件工作示意图 )

## ► hopeScan™ 巡检助手

hopeScan™ 巡检助手，是一款适用于移动智能设备的监控软件。可以通过WiFi访问变流器/逆变器，查看变流器/逆变器信息、获取故障数据；还可以将从变流器/逆变器下载的数据上传到hopeCloud™ 云服务器创建维护单，并访问服务器查看维护单的情况，参与变流器/逆变器的维护。其工作示意图如下：



( hopeScan™ 巡检助手工作示意图 )

### 功能描述

- **参数监控**：可查看变流器/逆变器运行状态、发电功率、电机转速等主要信息，查看变流器/逆变器任意参数值信息，便于详细了解变流器/逆变器工作状态
- **设备调试**：开机设置（校准时钟、配置机型功率、额定频率等信息、设定电机参数），装载参数文件，修改可写参数
- **数据获取**：保存所有参数值到文件，获取事件记录数据，保存故障现场记录及电网故障记录、获取参数实时波形
- **数据分析**：可装载参数文件并查看各参数值，装载事件记录、查看事件记录详细信息，装载变流器/逆变器故障、电网故障波形文件并查看各通道故障前后波形信息

### 功能描述

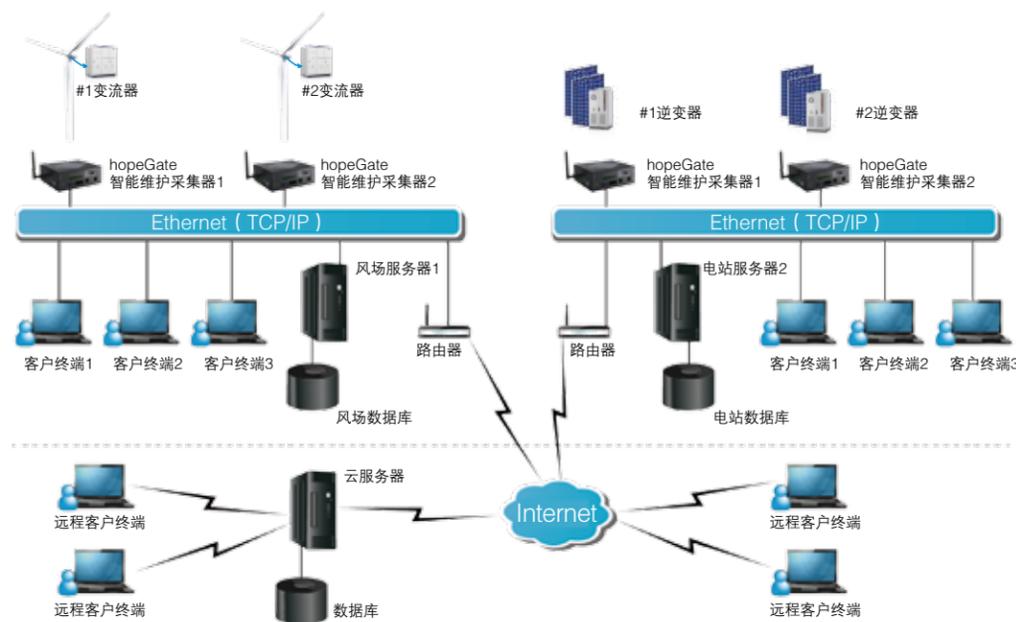
- 上传故障数据到云端
- 查看变流器/逆变器信息
- 从变流器/逆变器获取故障数据
- 创建维护单、查看维护单、处理维护单等
- 消息推送（维护单有更新、有新的维护单、请求协助）



## ► hopeView™ 网络监控系统

hopeView™ 网络监控系统是禾望电气特有的监控软件产品，该系统对变流器/逆变器实现高速、直接组网，在局域网内部署功能强劲、应用高效的网络监控系统。系统可实现在中控室或远程监控室内实时监控变流器/逆变器及相关部件的运行状态、详细参数、故障告警信息等，并可在线运行示波器观察各项参数波形，提供事件记录、故障报表、故障录波文件等信息查询和下载服务，还可以支持NTP协议，实现GPS时间同步。

可有效提高控制设备的运维效率，降低运维投入成本。



( hopeView™ 网络监控系统组网示意图 )

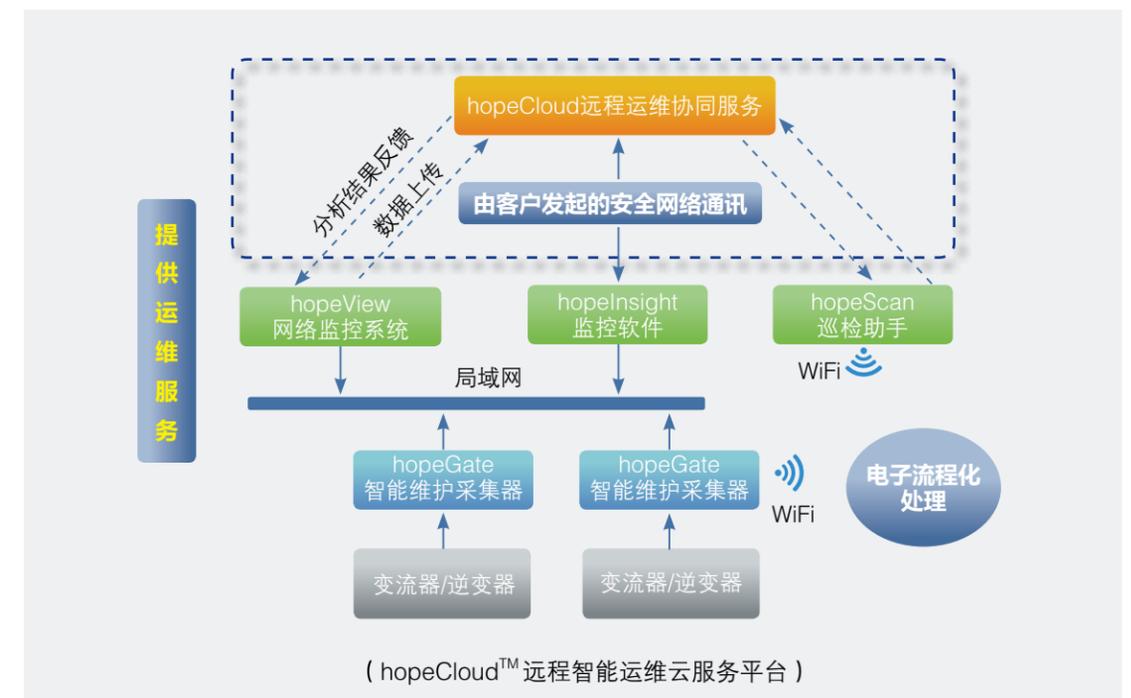
### 功能描述

- 能够方便的查看所有变流器/逆变器的运行状态，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
- 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、技术专家可将在线协同诊断，迅速排除故障
- 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
- 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/逆变器的GPS时间同步
- 必要时能够修改变流器/逆变器内部配置参数，实现对变流器/逆变器问题的快速处理

## ► hopeCloud™ 远程智能运维云服务平台

hopeCloud™ 远程智能运维云服务平台，是一个用于故障远程维护电子流程化的系统，负责给hopeInsight™、hopeView™ 等系列产品提供远程运维服务。

hopeCloud™ 建立集中化、高效率的智能应用协同工作平台，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、快速分析定位故障。



# >> 特色功能

禾望电气自主研发生产的远程智能运维云服务体系以构建智能云运维电场为使命，基于互联网、云数据，以经济效益为目的驱动电场实现智能管理。

## 💡 特色功能一：智能故障诊断

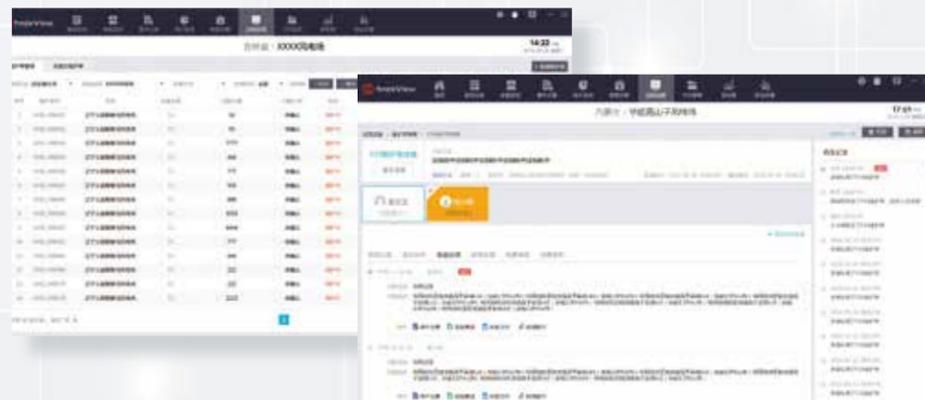
禾望电气基于深度运算与长期维护经验积累，提出两类智能故障诊断方法：一是故障诊断向导：在专家系统中有大量维护经验与历史故障分析案例及其总结可供参考，发生故障时，在相关案例的指引下快速找出故障原因。二是故障智能诊断与预测：通过监控特定参数的变化趋势，并根据特定的算法确定是否可能存在隐患，以便及时进行预处理，通过对故障录波、事件记录等信息的专业分析快速准确的定位故障原因，实现故障分析自动化，无需人工参与。



## 💡 特色功能二：远程运维协同服务

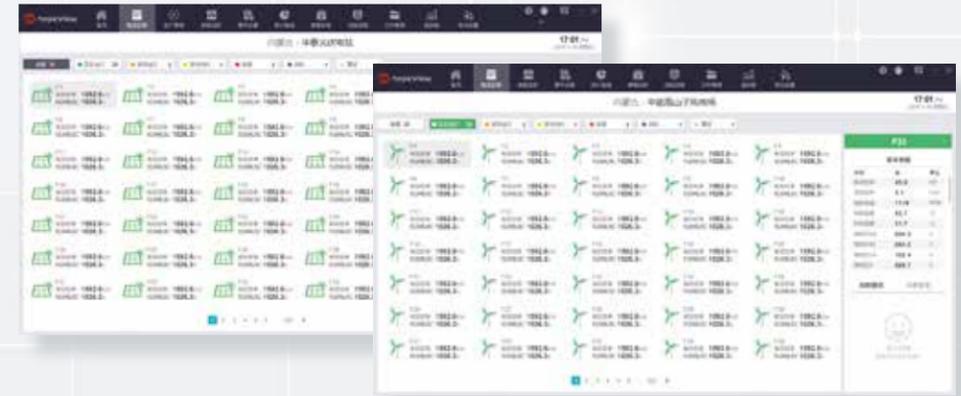
变流器/逆变器是电气组件中的中枢，既是发电设备，更是电气系统的智能传感器；因此，当变流器/逆变器报故障时，不一定是设备本身出问题，有可能是其它关联部分出故障。

当故障分析较为复杂、需要专家人员协助分析时，用户或业主可以通过hopeView™/hopeInsight™ 运维协同模块获取故障数据包，创建并提交运维协同服务单，将数据上传到hopeCloud™远程运维协同服务系统；专家对故障进行分析诊断，并将处理意见反馈给现场，现场人员根据专家意见处理问题。



## 💡 特色功能三：运行数据监控

可以将单个或多个风场/电站作为监控对象，其客户端可从多设备的综合信息监控（hopeView™）方便地切换至单设备详细信息调测（hopeInsight™）。多设备综合信息监控页面（hopeView™）可远程监控所有变流器/逆变器的实时运行状况，包含概览信息、关键参数监控、实时趋势图等三个界面。单设备的详细信息调测（hopeInsight™）所监控的信息量更为丰富，包含单台变流器/逆变器的所有重要参数，可以进行深入的故障分析，或者运行高性能的数字示波器功能。



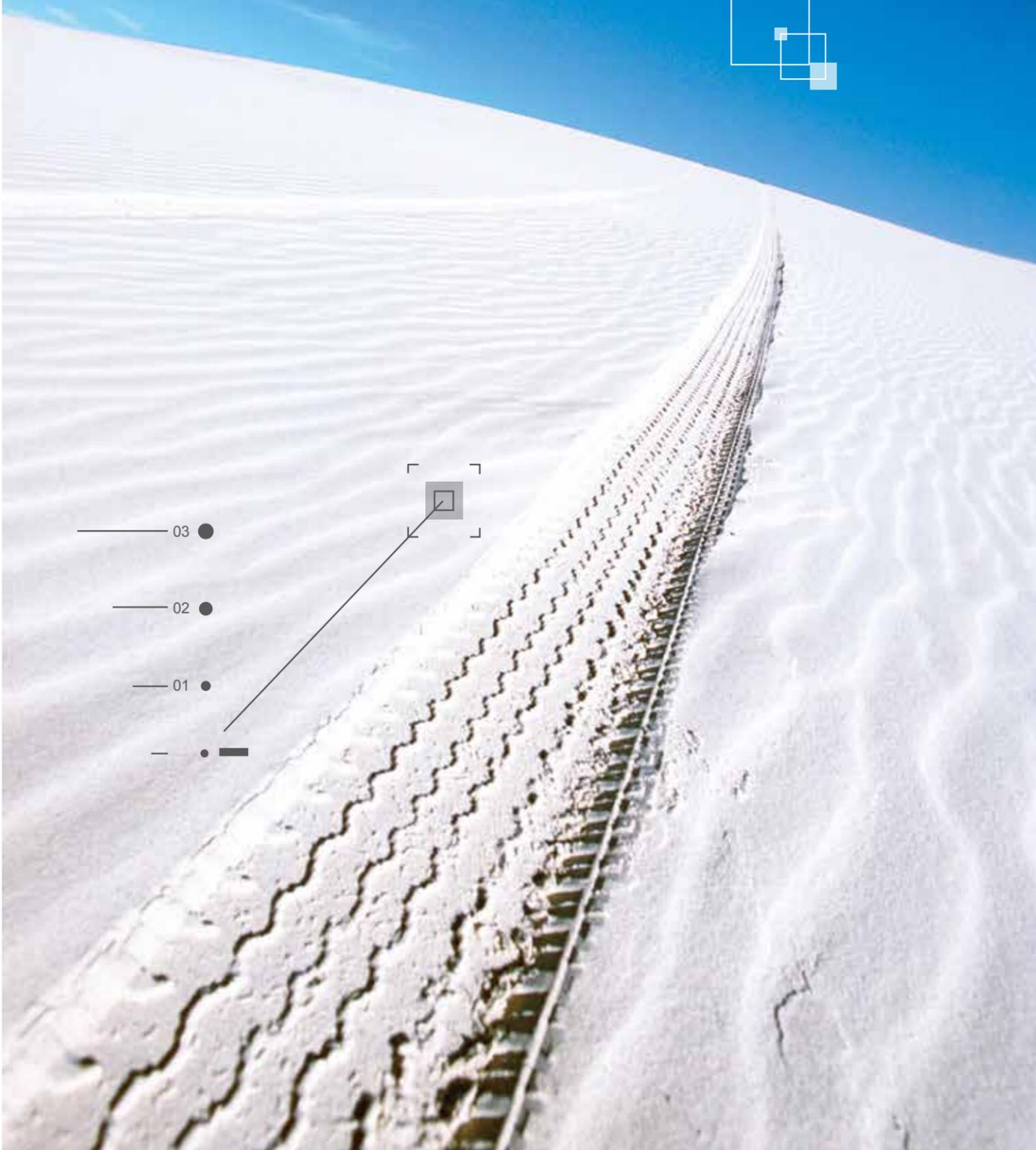
## 💡 特色功能四：大数据统计与分析

能够获取所有变流器/逆变器的事件记录、故障录波文件，并可以对上述获取内容进行分类统计与分析。系统能够方便地获取风场/电站内所有变流器/逆变器的事件记录，包括故障、告警以及事件的记录信息，最大可存储100万条记录，可以按照设备名、事件类型、时间段进行查询，并可保存为文件进行离线分析。实时统计发电量，并实时对比当前发电量，累计发电量等。同时还具备故障的统计功能，可以按半月、月、季度、半年以及全年方式生成变流器故障统计报表。



## >> 风电经典案例

### 风电经典案例



#### ▶ 案例一：分布式风力发电解决方案

时间：2013年-2014年

地点：内蒙古霍林郭勒市夏营地

霍林中电投夏营地风电场位于内蒙古霍林郭勒市夏营地，是分布式风电就地消纳的典型示范性工程，该处平均海拔1100米，冬季漫长严寒，冰雪堆积，风力发电机组长期在-25℃的恶劣环境中暴露运行。该风电场装机总容量为300MW，均采用禾望2.0MW平原低温型分布式并网双馈变流器。



#### ▶ 案例二：提供风电场低频波动问题解决方案

时间：2012年

地点：河北张北部分风电场

河北张北某些风场电网电压相角步长大幅跳变，风机输出电流出现低频波动的情况。禾望电气开发的“低频抑制”算法，可以很好地解决此类问题，保证了风电机组能够在恶劣的电网电压条件下，仍能够长期稳定地运行。



## ▶ 案例三：高原型/超高原型风电变流器批量运行

时间：2009-2013年

地点：云南陆良、泸西、寻甸、丘北高原风电场，青海共和沙珠玉、云南大理雪邦山超高原风电场

云南陆良、泸西、寻甸、丘北高原风电场（海拔2400~2800米）、青海共和沙珠玉风电场（海拔3500米）、云南大理雪邦山超高原风电场（海拔3662-3800米），先后安装300余台禾望高原型变流器，均已成功并网发电，迄今运行稳定。



## ▶ 案例四：沿海型风电变流器批量运行

时间：2009-2016年

地点：海南文昌、山东（文登、莱州）、湛江徐闻、福建宁德、江苏如东风电场

海南文昌、山东（文登、莱州）、湛江徐闻、福建宁德、江苏如东风电场，先后安装100余台禾望沿海型变流器，在高湿、高盐雾、高雷暴的环境中长期稳定运行，迄今运行稳定。



## ▶ 案例五：超低温型风电变流器批量运行

时间：2009年

地点：内蒙古辉腾梁宝力格风电场

内蒙古辉腾梁宝力格风电场，现场环境恶劣，风沙大，气温低，对设备考验大。该风电场于2009年采用86台禾望电气1.5MW风冷双馈低温型变流器，现场运行稳定良好，充分保证发电质量，得到用户的一致肯定。



## ▶ 案例六：全球首家解决电气列车穿越难题

时间：2009年

地点：河南三门峡风电场

电气化列车穿越引发的电网严重不平衡，频繁穿越导致风机频繁跳闸脱网的问题长期困扰用户，禾望变流器首次应用于该风场即完美解决这一难题。



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：400-8828-705  
电 话：+86-755-86026786（总部）  
          +86-10-82193180（北办）  
网 址：www.hopewind.com

© 2020禾望电气股份有限公司版权所有。  
保留一切权利。 V4.2.5

若产品尺寸及参数有变化以最新实物为准

