

# 风电应用

风机智能变桨及偏航解决方案

CN

## 风电解决方案

人类从大自然获取资源的历史与其起源同样悠久，大地母亲对人类珍爱有加，赠与我们“风力”这一取之不尽的能源。出于后世福泽的考虑，我们要注重减少对自然资源的过度开采，利用清洁能源。

几个世纪以前，人类就学会利用古老的风车磨面、提水。如今，我们可通过风力发电机获取电能。由于风速和风向会不停地发生变化，因此保持风机正对风向并且将桨叶调整至最佳迎风角度就显得尤为重要，这样才能最大效率利用风能进行发电。

另一方面，为了将发电损耗降至最低，高效的解决方案成为迅速回收成本并获得最佳收益的必要之选。此外，还需要考虑异常情况的发生，避免风机发生损坏或损毁。

KEB在最具挑战性的应用领域，拥有长达30多年的变频器设计与生产经验，并在此基础上研发出稳定可靠的驱动器、电机和制动器，以满足风机变桨和偏航功能的要求。KEB目前已为风电行业提供超过50,000台驱动器。打造出应用于变桨控制的灵活、可靠、易于使用的一体机解决方案COMBIVERT P6，以及应用于偏航控制的COMBIVERT H6产品。该解决方案支持用户自由编程，并轻松适应陆上、近海与海上环境要求。支持多种总线通信协议，能够兼容大部分风机主控系统。

### 开放式解决方案

- 支持多种现场总线
- 支持多种编码器类型
- 符合IEC61131协议的PLC编程标准
- 可应用于交流同步、异步及直流变桨电机
- 对于改造应用，内置PLC可兼容老版本驱动器

### 本地化优势

- KEB总部提供核心部件
- 本地成套
- 简单的机械集成
- 节省成本

## 自由编程

- 基于KEB应用经验的变桨算法
- 发电效率最大化
- 减少疲劳载荷
- 适用各种工况，提高风机利用率
- 对变桨系统相关部件实现基本状态监控
- 良好的服务支持
- 相对同类产品具备差异化优势
- 核心算法防拷贝功能



## 一体机

- 集变桨控制变频器、备用充电机、监控功能与PLC于一体
- 基于紧凑型多轴系统的偏航驱动，内置PLC功能
- 减少机柜内部件数量
- 柜体紧凑化
- 柜内布局简单清晰，减少布线



## 功能安全

- 变桨驱动符合具有EN ISO 13849 (PL d等级)规范
- 具有STO与SBC安全功能的偏航驱动
- 已通过TüV Rheinland认证
- 功能安全独立于客户的PLC程序



# COMBIVERT P6 - 变桨软件解决方案

## 定制化软件包

基础库：P6驱动器内置的PLC可根据需求编程。它提供了一个支持所有基础任务的基础库，客户可根据其需求自行完成所有编程。

扩展库：P6还可提供变桨扩展库，该扩展库包含了变桨控制系统基础动作的预定义功能模块。因此客户只需对风机主控接口进行编程。

定制化：KEB也可根据客户需求编写变桨程序。

变频器 + 基础库	变桨扩展库	客户定制化程序
<ul style="list-style-type: none"><li>速度控制/位置控制</li><li>电机编码器与桨叶编码器-归零</li><li>充电回路控制(设定值与实际值)</li><li>温度检测</li><li>通讯检测</li><li>主回路掉电检测与缺相检测</li> <li>Demo程序</li><li>可视化例程</li><li>风扇测试程序</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>设定值平滑功能</li><li>编码器状态监测</li><li>电机状态与电机电缆监测</li> <li>超级电容器与铅酸蓄电池监测</li><li>超级电容器放电功能(用于维护)</li> <li>低电压穿越功能</li><li>现场总线与IP地址的自动校正</li><li>功能测试程序(制动器、变频器、电机)</li><li>事件触发，数据记录</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>定制化变桨算法<ul style="list-style-type: none"><li>- 提升性能、实现发电效率最大化</li><li>- 减少机械部件的疲劳载荷</li></ul></li><li>变桨状态机<ul style="list-style-type: none"><li>- 选择手动/自动变桨</li><li>- 选择速度/定位控制</li></ul></li> <li>数字量输入/输出处理</li><li>对限位开关做出响应</li><li>限位开关校验</li><li>处理现场总线数据</li> <li>对警告与错误做出特定响应，提高-风机可用性</li><li>触发安全运行的附加条件</li> <li>为保养人员提供可视化界面</li><li>变桨系统相关部件的基本状况-监控</li><li>辅助设备控制(润滑泵、机柜加热器与风扇)</li></ul>

客户核心算法均可通过密码保护、数据库编译与加密防止第三方访问。



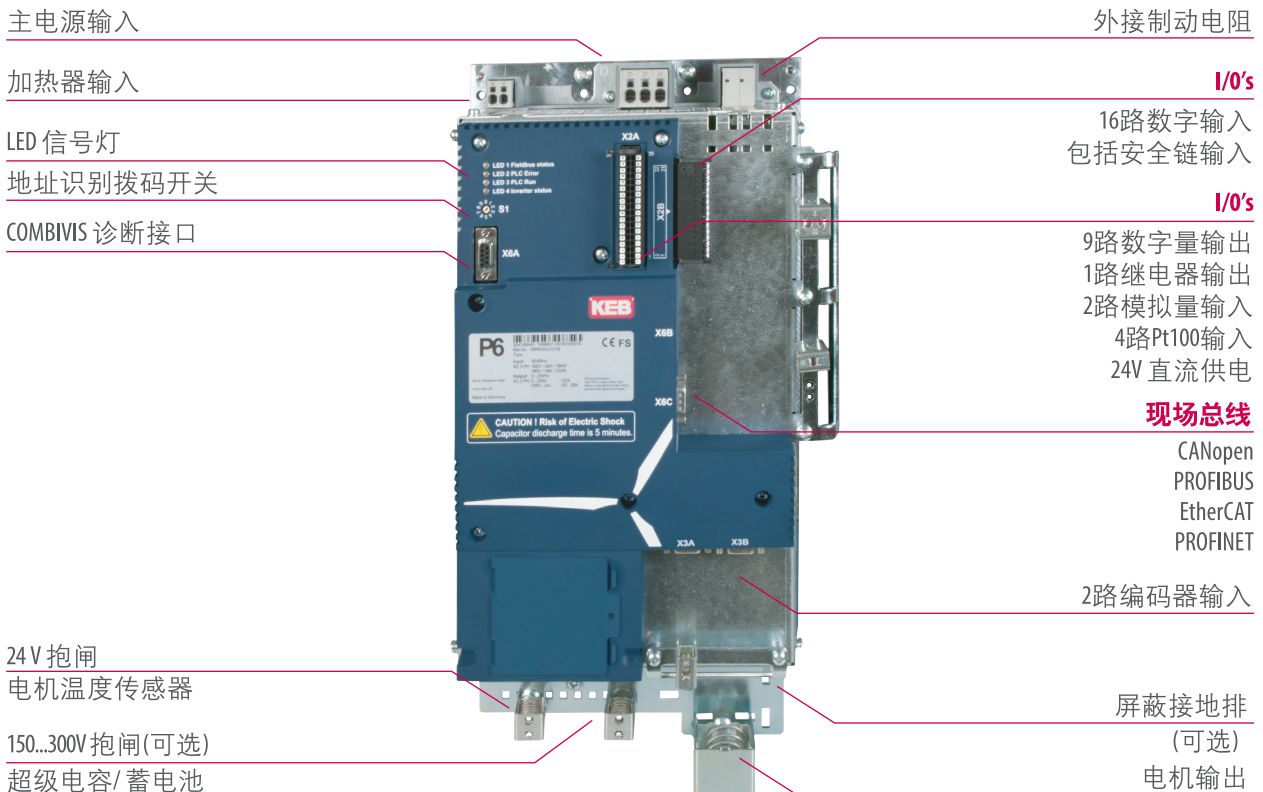
## 亮点

- 定制化软件库
- 编程支持
- 灵活的客户解决方案

## 多种规格

P6驱动器具有两套软件参数来适配交流与直流电机，适用于1...8MW的风机变桨系统。

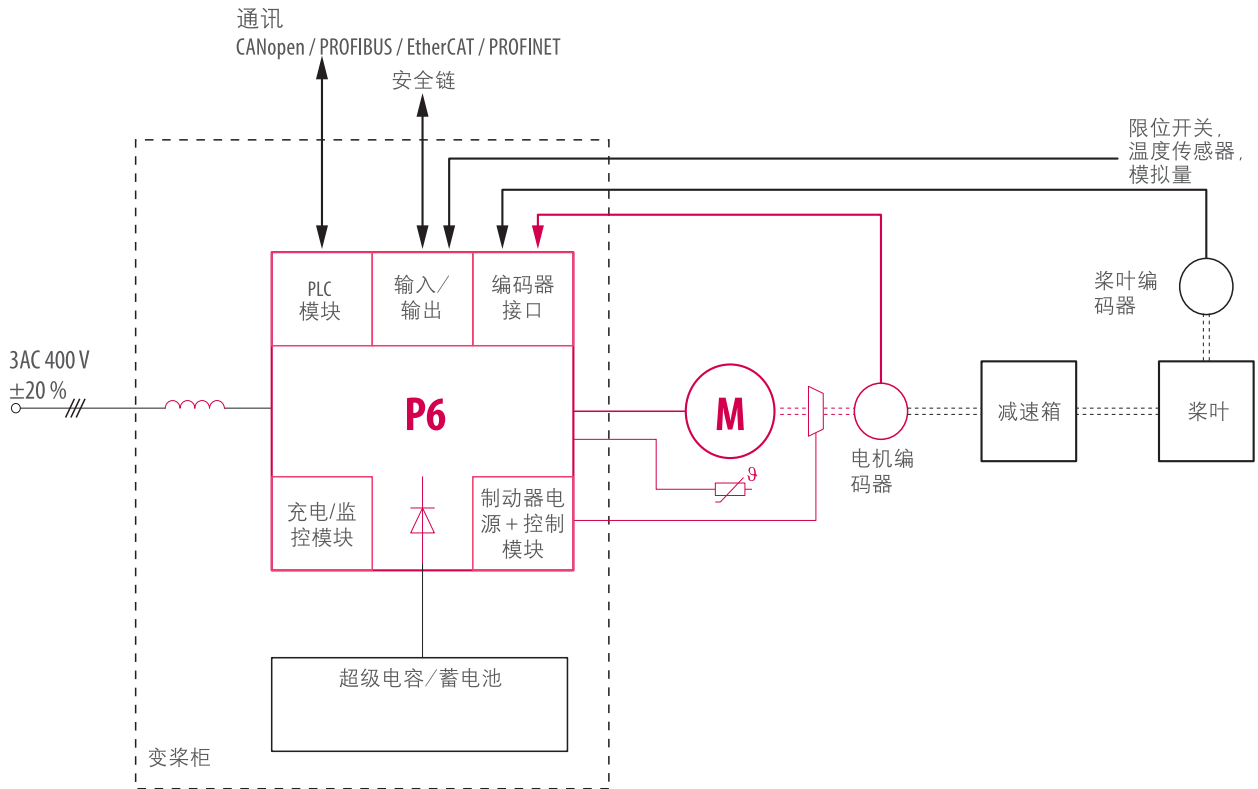
变频器规格		18	19	19 DC
额定输入电压			3 AC 400 V	
额定输出功率	[kW]		18	
额定输出交流电流	[A AC]	45	52	-
最大交流电流(≥ 6 Hz 3 秒)	[A AC]	90	120	-
额定输出直流电流	[A DC]	-	-	52
最大直流电流(12秒)	[A DC]	-	-	120
额定励磁绕阻电流	[A DC]	-	-	5
额定开关频率	[kHz]	4	2	2
最大开关频率	[kHz]	4	4 (at I < 45 A)	4 (at I < 45 A)
超级电容充电电流	[A]		5	
尺寸	[mm]		240 x 400 x 310	
重量	[kg]		16	



# COMBIVERT P6 系统集成

## 轻松将P6集成至系统

如红色标记部分所示，KEB能够为客户端提供变桨系统的核心部件。  
客户柜体本地化设计与制造，增强了本地化优势。由于使用P6驱动器，简化电气系统，可轻松实现变桨柜至轮毂的机械集成。



通过采用功能高度集成的KEB P6, 机柜内只需配备极少量外置器件。



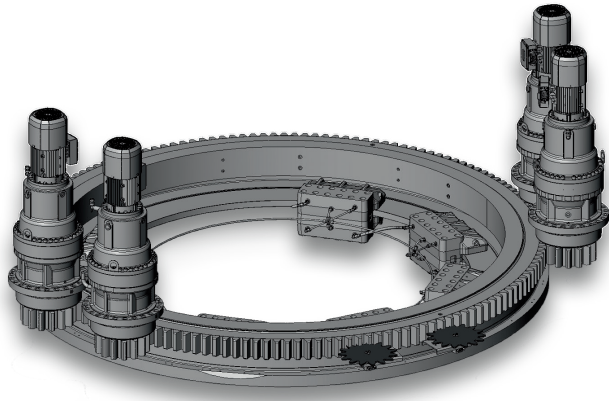
## 非冗余系统

对于风电机组的偏航驱动，KEB可提供不同的偏航解决方案。包括

- 机舱平顺运行
- 转矩分配
- 减少机械载荷
- 降低材料磨损

根据具体的系统配置，变桨驱动控制器还可

- 协调多个驱动器分配载荷
- 采用电机制动器取代液压制动器
- 增设STO，提高维护人员操作期间的安全



## 冗余系统

使用多变频器解决方案，KEB偏航库PLC软件，可确保：

- 转矩分配
- 监控并保护电机、电缆与变速箱
- 冗余功能：即使任一个驱动器未运行，系统仍能正常运行
- 提升实用性，特别是海上风机应用

通过预编程的IEC 61131功能模块来实现上述性能。

```

KEB_YawMotionControl
-- Enable BOOL
-- TorqueSharingMethod T_TRQ_SHARING_METHOD ARRAY[1..MAX_NR_OF_DRIVES] OF BOOL
-- MotionControlMode M_MOTION_CTRL_MODE BYTE
-- StartDrives S_START_DRIVES BOOL
-- StartPosi BOOL
-- Reset ARRAY[1..MAX_NR_OF_DRIVES] OF BOOL
-- CalibratePosition CALIBRATE_POSITION BOOL
-- ReferencePosition REAL
-- TargetPosition REAL
-- TargetWindow REAL
-- PosiRelative BOOL
-- SetSpeed REAL
-- TorqueLimit REAL
-- SlaveSpeedOffset REAL
-- GearRatio REAL
-- EncoderResolution REAL
-- TechnicalUnits REAL
-- NumberOfDrives BYTE
-- MasterIndex BYTE
-- DisableDrive ARRAY[1..MAX_NR_OF_DRIVES] OF BOOL
-- TorqueFilterNrOfValues WORD
-- Y0SpeedTrim REAL
-- TISpeedTrim REAL
-- ResetIntegralFactor BOOL
-- PreTensionTorque ARRAY[1..MAX_NR_OF_DRIVES] OF REAL
-- LicenseValid BOOL
-- PositionCalibratorDone BOOL
-- NumberOfFailedDrives BYTE
-- FilteredMasterTorque REAL
-- AverageTorque REAL
-- ActMasterSpeed REAL
-- ActMasterPosition REAL
-- TargetPositionReached BOOL
    
```

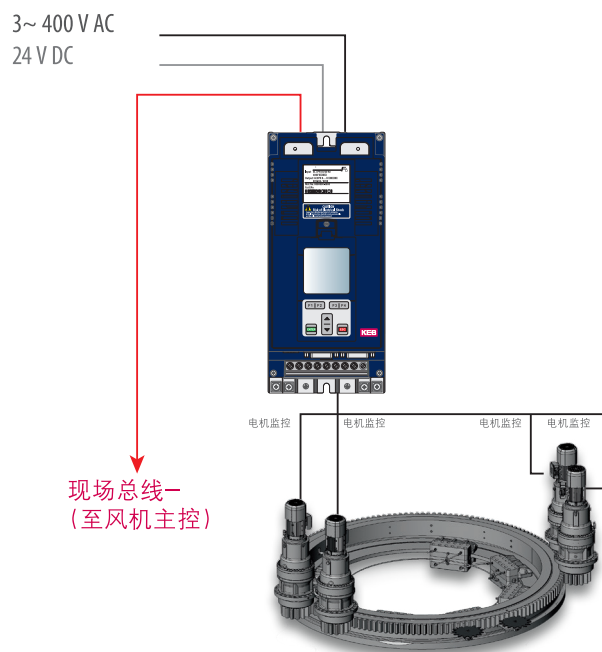


## 亮点

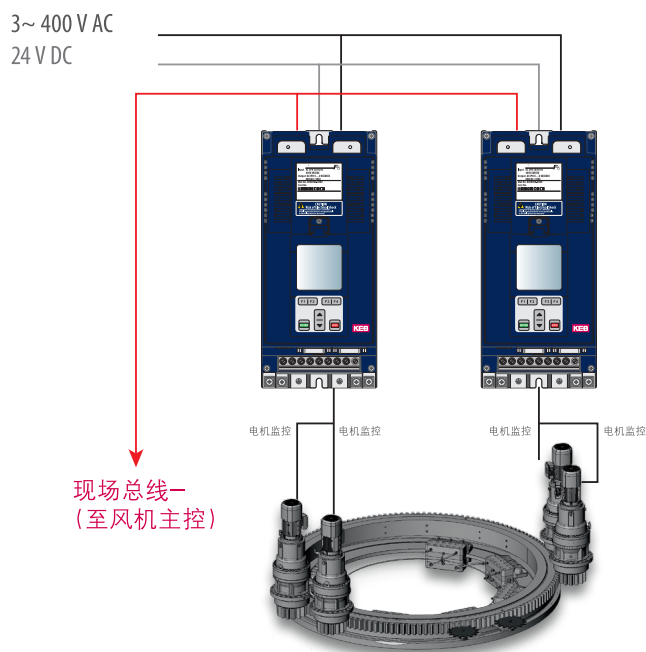
- 机舱平顺运行
- 降低磨损
- 提升实用性

# KEB偏航解决方案-硬件

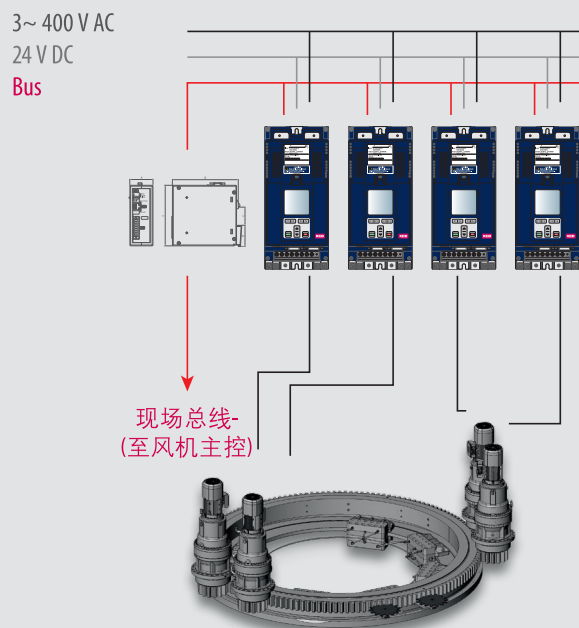
## 单变频器驱动方案



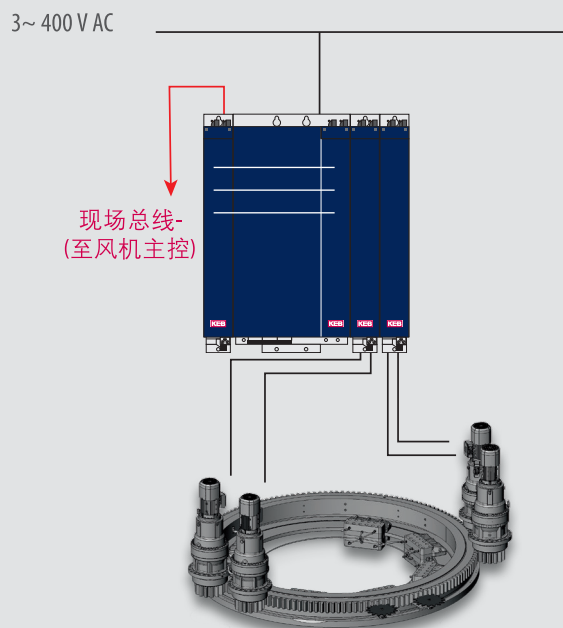
## 双变频器驱动方案



## 分布式多变频器驱动方案



## 紧凑型多轴驱动方案





特性	单变频器 驱动方案	双变频器 驱动方案	分布式多变频器 驱动方案	紧凑型多轴 驱动方案
适合于工业设计	X	X	X	X
简单易用的操作	X	X	X	X
反馈控制				
开环运行	X		X	X
闭环运行	—	—	X	X
多功能型编码器接口	—	—	X	X
共直流母线供电	—	0	0	X
带监控功能的直流保险丝	—	—	—	X
24VDC 2A制动器供电	X	X	X	X
内置24V/25A供电	—	—	—	X
内置安全模块 STO与SBC <sup>1)</sup>	X	X	X	X
IEC 61131可编程控制单元	—	—	外部	X
偏航编程库	—	—	X	X
webserver功能	—	—	0	0
至风机主控的现场总线				
CAN, EtherCAT, PROFIBUS, PROFINET	0	0	0	0
通过PC软件执行诊断与监控	X	X	X	X
电机控制				
异步电机	X	X	X	X
同步电机	—	—	X	X
IPM电机	—	—	X	X
电机保护	外部	外部	X	X
冗余				
单一	—	X	X	X
多重	—	—	X	X
散热器设计				
风冷	X	X	X	0
背装平板散热	0	0	0	X
穿墙	0	0	0	0
通过AFE供电，可调节直流电压				
外部	0	0	0	0
内部	—	—	—	0
驱动方案应用机型	小兆瓦机型	中等规格机型	小兆瓦机型	中等规格机型
布线复杂程度	中等难度	中等难度	可扩展	简单

**X** 集成

**0** 可选

<sup>1)</sup> 依据变频器型号

# KEB变桨与偏航 - 诊断工具与程序

## KEB变桨与偏航 - 诊断工具与程序

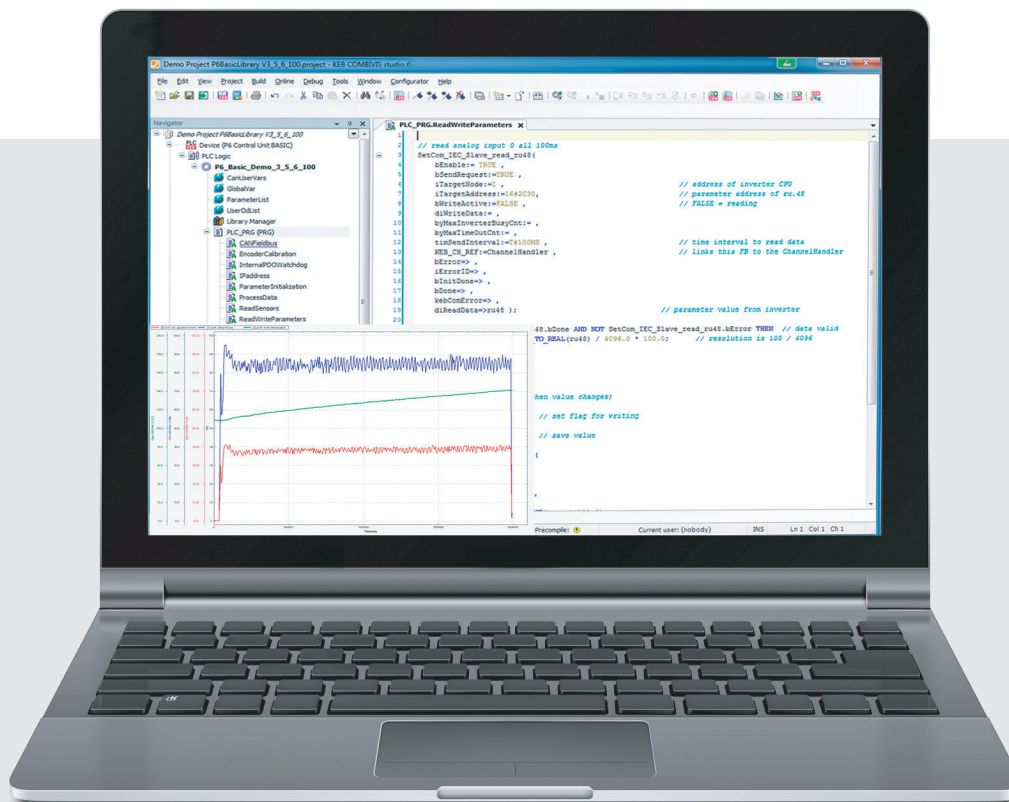
针对此项应用优化的编程与诊断工具，可降低工程工作量。

### COMBIVIS 6

- 变桨变频器P6与偏航驱动器的诊断工具
- 显示运行状况
- 示波器功能
- 下载客户参数
- 驱动器与控制器之间的通信分析

### 通过COMBIVIS studio 6编程

- 基于IEC 61131-3的CODESYS
- 编程语言：ST、IL、SFC、LD和FBD/CFC
- 集成可视化功能
- 仿真
- 调试与文件管理

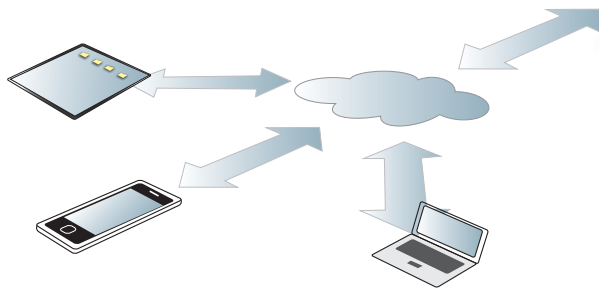


## 远程路由器

远程访问功能可集成至变桨驱动器及偏航控制单元中。

### 优势:

- 无需特殊软件
- 通过设备上安装的浏览器即可连接至KEB产品
- 根据访问权限，设置不同的密码等级
- 借助KEB FTP工具，可将项目工程文件存储到存储器内并上传到服务器上



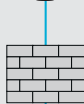
COMBIVIS connect  
COMBIVIS studio 6  
COMBIVIS HMI



LAN



Internet



COMBIVIS connect  
Server infrastructure

COMBIVIS connect  
Runtime



WAN



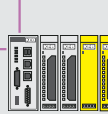
COM

LAN



EtherCAT

LAN



### 亮点

- 利用基于以太网的路由器远程监控
- 从多个服务器站点提供全球化支持
- 可提供集成式2G/3G/3G+调制解调器的C6 Router
- 通过以太网或串行接口访问远程设备
- 通过VPN利用COMBIVIS软件监控工厂信息
- HMI附加的数据记录、长期设备诊断及通知功能，可通过电子邮件和短信发出

# KEB变桨电机

## 强劲、高效、可靠

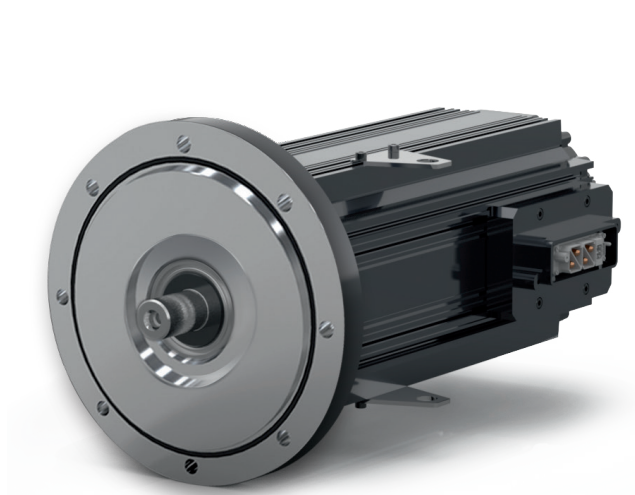
KEB变桨电机可适用于多种功率的风机，最高可达10MW。

高动态响应与高抗振性能伺服电机配备鲁棒性编码器系统与KEB安全制动器。

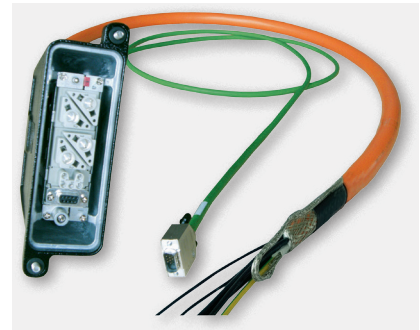
得益于高防护等级IP65以及特殊防腐蚀涂料设计，KEB变桨电机可应用于各种气候条件。如KEB变桨电机能够在海上或极端高低温环境下可确保系统安全可靠运行。专用壳体设计使设备运行无需额外的强制通风冷却。

## 电机与电缆

KEB可提供预装电机与带快速插头的反馈和动力电缆。



6 MW 变桨电机



集成式电机电缆



### 亮点

- 抗振
- 能够在极端高低温环境下运行
- 海上风电应用，IP65
- 防腐类别C4M，符合DIN EN ISO 12944-5标准
- 内置24V或150-300V直流，带有节能功能的制动器
- 集成电机、编码器、制动器与温度传感器的独特电缆连接器设计

两款制动器设计，适用于高防护等级需求的应用场合。



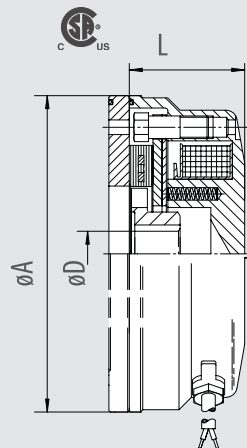
2 MW 弹簧加压式变桨制动器  
防护等级IP 65外置式安装于变速箱和电机之间(28型)



6 MW 弹簧加压式变桨制动器  
防护等级IP 00安装于电机内部(38型)

## COMBISTOP 28 IP65

规格	$M_{2N}^{1)}$ [Nm]	$P_{20}$ [W]	$\phi A$	$\phi D^{H7}$ max.	L
05	50	48	165	30	58.2
06	90	75	180	30	68.8
07	150	90	210	45	74.2
08	225	90	240	60	88
09	375	115	276	60	102



1) 磨合后的额定力矩

## COMBISTOP 38 带特殊油封

规格	$M_{2N}^{1)}$ [Nm]	$P_{20}$ [W]	$\phi A$	$\phi D$ max.	L
05	36	48	147	30	57.7
06	70	62	164	35	68.8
07	100	65	190	45	75.5
08	150	75	218	60	87.4
09	250	80	253	60	101.7
10	500	130	307	75	110.8



### 亮点

- 超过300,000台变桨与偏航制动器成功运行中
- 能够在极端高低温环境下运行
- 额定电压可达到300VDC
- 高抗振性(安全耐用)
- 具有涂层的、高抗拉强度、长寿命的弹簧，保证安全停车
- 特殊摩擦衬片可吸收紧急停车时的能量
- $\geq 200$  Nm的特殊防冷凝与防结冰设计
- 低能耗与低温升线圈

## KEB – 风力发电的其他应用

用于液压变桨系统  
伺服泵驱动器



用于泵、风机与空调等  
辅助系统的驱动器



用于升降机和提升机的  
驱动器与制动器

用于远程监控C6 HMI与  
C6 ROUTER路由器



## KEB WORLDWIDE

**Austria** | KEB Antriebstechnik Austria GmbH  
Ritzstraße 8 4614 Marchtrenk Austria  
Tel: +43 7243 53586-0 Fax: +43 7243 53586-21  
E-Mail: info@keb.at Internet: www.keb.at

**Belgium** | KEB Automation KG  
Herenveld 2 9500 Geraardsbergen Belgium  
Tel: +32 544 37860 Fax: +32 544 37898  
E-Mail: vb.belgien@keb.de Internet: www.keb.de

**Brazil** | KEB South America – Regional Manager  
Rua Dr. Omar Pacheco Souza Riberio, 70  
BR-CEP 13569-430 Portal do Sol, São Carlos Brazil  
Tel: +55 16 31161294 E-Mail: roberto.arias@keb.de

**France** | Société Française KEB SASU  
Z.I. de la Croix St. Nicolas 14, rue Gustave Eiffel  
94510 La Queue en Brie France  
Tel: +33 149620101 Fax: +33 145767495  
E-Mail: info@keb.fr Internet: www.keb.fr

**Germany | Headquarters**  
KEB Automation KG  
Suedstraße 38 32683 Barntrop Germany  
Telefon +49 5263 401-0 Fax +49 5263 401-116  
E-Mail: info@keb.de Internet: www.keb.de

**Germany | Geared Motors**  
KEB Antriebstechnik GmbH  
Wildbacher Straße 5 08289 Schneeberg Germany  
Telefon +49 3772 67-0 Fax +49 3772 67-281  
E-Mail: info@keb-drive.de Internet: www.keb-drive.de

**Italy** | KEB Italia S.r.l. Unipersonale  
Via Newton, 2 20019 Settimo Milanese (Milano) Italia  
Tel: +39 02 3353531 Fax: +39 02 33500790  
E-Mail: info@keb.it Internet: www.keb.it

**Japan** | KEB Japan Ltd.  
15 - 16, 2 - Chome, Takanawa Minato-ku  
Tokyo 108 - 0074 Japan  
Tel: +81 33 445-8515 Fax: +81 33 445-8215  
E-Mail: info@keb.jp Internet: www.keb.jp

**中国** | 科比传动技术(上海)有限公司  
地址: 上海市松江区车墩镇茜浦路435号, 201611  
电话: +86 (0) 21 37746688  
传真: +86 (0) 21 37746600  
E-Mail: info@keb.cn Internet: www.keb.cn

**Republic of Korea** | KEB Automation KG  
Room 1709, 415 Missy 2000 725 Su Seo Dong  
Gangnam Gu 135- 757 Seoul Republic of Korea  
Tel: +82 2 6253 6771 Fax: +82 2 6253 6770  
E-Mail: vb.korea@keb.de Internet: www.keb.de

**Russian Federation** | KEB RUS Ltd.  
Lesnaya str, house 30 Dzerzhinsky MO  
140091 Moscow region Russian Federation  
Tel: +7 495 6320217 Fax: +7 495 6320217  
E-Mail: info@keb.ru Internet: www.keb.ru

**Spain** | KEB Automation KG  
c / Mitjer, Nave 8 - Pol. Ind. LA MASIA  
08798 Sant Cugat Sesgarrigues (Barcelona) Spain  
Tel: +34 93 8970268 Fax: +34 93 8992035  
E-Mail: vb.espana@keb.de Internet: www.keb.de

**Switzerland** | KEB Automation AG  
Witzbergstraße 24 8330 Pfaeffikon/ZH Switzerland  
Tel: +41 43 2886060 Fax: +41 43 2886088  
E-Mail: info@keb.ch Internet: www.keb.ch

**United Kingdom** | KEB (UK) Ltd.  
5 Morris Close Park Farm Industrial Estate  
Wellingborough, Northants, NN8 6 XF United Kingdom  
Tel: +44 1933 402220 Fax: +44 1933 400724  
E-Mail: info@keb.co.uk Internet: www.keb.co.uk

**United States** | KEB America, Inc.  
5100 Valley Industrial Blvd. South  
Shakopee, MN 55379 United States  
Tel: +1 952 2241400 Fax: +1 952 2241499  
E-Mail: info@kebamerica.com Internet: www.kebamerica.com



## KEB PARTNERS WORLDWIDE

... [www.keb.de/contact/contact-worldwide](http://www.keb.de/contact/contact-worldwide)



**Automation with Drive**

**[www.keb.cn](http://www.keb.cn)**

科比传动技术(上海)有限公司 地址：上海市松江区车墩镇茜浦路435号 电话：+86(0)21-37746688 Email:info@keb.cn

© KEB 0000000-51P6 07.2018 Subject to technical alterations!