

风电控制

贝加莱风电全方案

风电控制系统必须满足风电行业特殊的需求和苛刻的指标要求，这一切都对风力发电的控制
系统平台提出了要求，而贝加莱（B&R）的控制系统，在软、硬件上均提供了适应于风力发电行
业需求的设计。

文 | 刘斌，贝加莱工业自动化（中国）有限公司

当今，基于全球对清洁能源的重视，各个国家都在建设风场，风机的安
装地点十分广泛，北半球、南半球、陆地、海洋，只要有合适风资源的场所就可安装
风机，这对风机中的器件提出了很高的要求，作为风机运行的大脑——控制系统
来说，也不例外。宽温、抗振、防腐蚀、电磁兼容性好等几方面成为了最基本的
要求。

贝加莱在风机主控系统中采用的 X20 系统，在产品之初就考虑了这
些需求，除了通过标准的 CE、C-UL-
US、GOST-R 等认证外，贝加莱的产品
在德国 TUV 实验室做了 HALT（高加
速寿命）测试。测试结果表明，X20
系统的操作极限温度可达到 $-70^{\circ}\text{C} \sim +100^{\circ}\text{C}$ ，振动极限可达到 55 g(RMS) 。
针对海上风机 X20 系统也通过了德国船
级社认证（German Lloyd），适用于海上
环境，同时 X20 系统的 MTBF 时间可
达到 $5 \times 10^5\text{ h}$ ，所有硬件都经过严格的
温度湿度、振动冲击、EMC 及耐久性测
试、100% 聚焦光学检测、100% 电路测
试、100% 功能测试，这些指标从硬件
方面都已完全满足了现场提出的高标准
要求，X20 系统在各行各业的实际应用
情况也都证明了这一点。

创新的解决方案

稳健可靠的硬件（主控、先进的安
全系统、状态检测、电网检测、变桨系统）
以及架构开放的行业定制的软件（主控、
变桨扭矩控制算法、组态包）共同构建
成贝加莱风电创新的解决方案。其中，包
括典型拓扑结构和适用于海上风机的 CPU
总线及电源冗余拓扑结构。

风机典型拓扑结构，紧凑、模块化、
可扩展的 CPU 及 I/O，支持所有现场总线，
支持各类模块 DI、DO、AI、AO、AT、I/
O 连接，光纤、电网监控、应变计等，符
合 GL 2010，满足安全认证 SIL 3/PLe，拥
有 openSAFETY 技术的先进的安全系统、
振动传感器模块、风轮超速安全模块等共
同组成了贝加莱风电控制硬件方案。

CPU 总线及电源冗余拓扑结构，如
图 1 所示。贝加莱冗余系统是一套硬件
冗余系统，由两个互为热备的 PLC 以
及 I/O 站组成。冗余 PLC 与 I/O 站之
间的连线称为 I/O 总线（或者现场总线），
采用具有高可靠性和实时性的 Ethernet
POWERLINK 通信总线进行连接，传输
速率可达 100 M/s ，拓扑结构可支持星型、
树形、总线型或者环形，并可根据需要连
接成双网冗余或者环网冗余结构。

在贝加莱硬件冗余系统中，几乎所

有贝加莱产品都可以作为冗余系统的 I/O
站，这些产品包括 X20 模块、X20 标准
型 CPU、X67 模块、HMI 以及 Safety 产
品。不仅如此，由第三方开发的能够支
持 POWERLINK 通信协议的设备也可作
为冗余系统的 I/O 站使用。

X20 系统中还将有一系列是专门针
对状态检测模块，特殊的振动模块及智
能的模块数据处理用户可用于检测机舱、
轴及齿轮箱的振动，方便客户进行更有效
的预期维护，减少维护成本。灵活开放的
接口可连接任何第三方振动分析软件进
行数据详细解析。

智能工程

贝加莱 All in one 的开发软件
Automation Studio 保证客户在项目的整个
生命周期都只使用一个工具，包括项目开
发、代码生成、仿真分析、调试、服务
维护及后续改造。客户不仅仅可以通过
Automation Studio 进行编程、开闭环控制、
安全链实现、人机界面、运动控制、远程
诊断及维护，还可以进行项目管理，内嵌
的版本控制系统及项目数据管理，可以很
好地管理程序及方便工程师接手。此外，
灵活的编程方式也可满足不同客户的需
求，支持 IEC61131-3，ANSI C 和 C++

各语言无缝集成和融合，并可通过第三方接口如 Matlab/Simulink 建模后自动生成系统可执行的 C 语言代码。开发平台默认带有的闭环控制、滤波、数据记录等标准库，模块化设计亦大大缩短了客户端的开发周期及代码复用率。开放标准的通信平台及系统默认的远程维护功能（SDM）为客户提供兼容性及便利。

专家知识

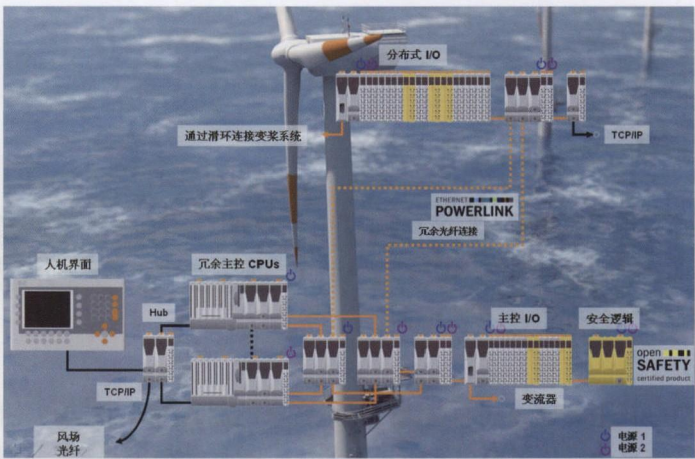
风能利用是一个系统工程，涉及到了气象学、流体力学、固体力学、电力电子、机械工程、材料工程等多种学科和专业，贝加莱在 2007 年进入风电领域之初，就和 ISET 建立起了合作关系，通过 ISET 的支持，贝加莱可以很快地对某一风机建立起真实、准确的仿真模型，并且通过 MATLAB/Simulink 接口，直接导入 Automation Studio，在开发阶段就可完成大部分的参数诊定、程序测试等工作，并且通过这个模型可以自动生成变桨、扭矩控制算法。这将大大减少工程设计人员的编程调试时间，降低现场调试费用。

软件平台

风机主控软件包是由贝加莱公司资深算法工程师、软件工程师组成的研发小组，历时两年所完成的一套软件包，目前已有部分国内外客户在使用该软件包，获得了很好的使用反馈。基于标准化 IEC61131-3 语言开发、软件结构由一些小部分组成并接口清晰、软件修改和下载无需重启、集成完整的 I/O 诊断、高度参数化是该软件包的设计理念。

一个风机主控系统项目的开发会由多人参与，为了更便于团队化编程以及项目的调试和维护，将每个程序包又分解为相同框架结构的几个部分，利用这样的模块化结构，再加上贝加莱产品的定性分时多任务系统以及集成 AS 开发平台，可以快速地完成一套风机系统的主控软件设计与开发工作，这一方案的优势在国内外几个合作项目都得到了很好的体现。

图 1 CPU 总线及电源冗余拓扑结构



组态程序包

组态程序包主要实现以下几类功能：风机整机和各部件的实时数据信息，包括状态信息、温度信息、转速信息、电气信息、环境信息；风机各项统计数据信息；风机控制；有功功率调节；无功功率调节。

基于 Web 技术的开放式单机 SCADA 系统，除了主控柜上的 HMI 可以显示和操作此界面外，任何一台可以连接到主控 PLC 的计算机通过 IE 即可调用出此界面，实现瘦客户端的 SCADA 系统，通过最新的 IT 技术实现了远程维护和管理功能。

安全系统

风机的安全链设计中可通过安全继电器回路或者集成式的安全模块两种方式来实现，两种模式均各有特点，但集成式的安全系统无疑是未来的趋势。

贝加莱 safety 技术是目前运行效率最高的安全系统，并且有完整的产品线，如 Safetylogic、Safety I/O、Safety Motion、Powerlink Safety，满足 SIL 3 级别的设计，安全逻辑的扫描周期为 1 ms，是目前刷新最快的 Safety Logic 产品，贝加莱 SafetyLogic 是基于 POWERLINK 实时通信技术而设计的，通过将系统中关键的逻辑如强风、恶劣天气，机组的状态变化如叶轮过速、扭缆、电源失效、制动和操作人员的紧急按钮动作等通过黄色的 X20 Safety I/O 输入到系统中，而 Safetylogic 控制器作为一个 POWERLINK Controlled Node 来

运行，只有在 Safety 逻辑对应的 I/O 动作时才引发一个安全逻辑的执行过程(这些过程依据引发安全的源设计而不同)，Safetylogic 是独立于标准控制单元的。

针对 GL 2010 保护功能的要求，贝加莱除普通安全输入输出 SDI、SDO 模块外，还提供一系列经过认证的特殊安全模块，如防止风轮过速的安全技术模块，可直接连接风速风向仪表的安全模拟量模块等一系列安全模块，此外还具备安全功率测量、安全发电机温度检测、安全扭缆检测、安全变桨角度检测等功能。

远程诊断及维护

对于风力发电机组而言，远程监控无疑至关重要，因为风力发电机组的安装在往往是在海边、山谷风口、沙漠隔壁这样的远离市区的地方，只有这些地方才能提供较大的风力资源。如果一套系统能够提供丰富的远程维护和监控手段，将大大降低风机的调试及维护成本，而贝加莱的方案在这方面为客户提供了多样的选择。

远程诊断与维护提供了维护风电场设备和系统的便捷方案，在贝加莱系统中，实现远程方案灵活并且能够不增加或付出很少的成本即可。

在贝加莱的系统中，远程维护不仅仅代表在软硬件意义上可以有灵活的实现，而且也包含了针对各种参数的监控，不仅仅是电流、电压，事实上在风力发电场的每个参数，一个传感器的输入、I/O

模块、CPU、甚至软件中的中间变量都可以被远程监控到。通过灵活的软件平台，贝加莱也能为风力发电场提供整场运行的数据分析基础，包括设备维护、根源分析等管理级任务，这个可以由贝加莱APROL DCS系统来完成，贝加莱提供了不仅仅是整机控制、监控、也提供面向整场的管理级服务。

总结

有别于市场的风电控制系统供应商，贝加莱公司推出的风电行业整体解决方案具有以下显著特点：自主掌握的风电主控源代码，Know-how（基于欧洲专业的风机模型及主控流程算法）；专业的技术团队及本地化服务（包括软件开发，技术支持及后续调试）；风电全方案；灵活

图2 智能工程



的合作模式，积极的合作态度；极富竞争力的综合成本控制（硬件、软件、维护、升级、培训等）；模块化的软件结构（WTC Package）；集成的开发环境；开放、完整

的系统架构，丰富的远程维护手段；支持冗余方案（CPU 冗余，网络冗余），硬件模块已通过 GL 认证以及其他行业的经验积累。MM

树立行业标准 提升自身实力

全新FLIR T1040高清红外热像仪 耀世登场

专家制造 服务专家



扫一扫，
关注“菲力尔”官方微信

FLIR 中国公司总部：

前视红外光电科技（上海）有限公司
全国咨询热线：400-683-1958
邮箱：info@flir.cn
WWW.FLIR.CN

访问WWW.FLIR.CN/T1040，观看令人称奇的高清热像仪视频介绍。



世界第六感

▲反馈服务编码M4458