

荷兰海上风电场中的高效风机基础结构监控

CX2020 嵌入式控制器确保风电机组的高可用性

2015年9月，在经过两年的施工建设后，荷兰能源公司 Eneco 的 Luchterduinen 风电场正式投入运行。监测位于赞德福特和诺德韦克之间北海沿岸 23 公里处的风力发电机基础的订单交给了 Zensor，它是智能监控解决方案的专家。在这套监控系统中，一台倍福的 CX2020 嵌入式控制器负责采集分布在风力发电机基础结构中的传感器中的数据并将测得的数据传输到云中。

海上风电产业正呈现出蓬勃发展的景象；但同时也必须满足很多具体要求。必须定期检查和维护风力发电机组，以确保风机可靠运行，特别是因为它们暴露于极端恶劣的天气条件和高腐蚀性环境。然而，派遣一个技术员去现场维修风机不仅非常耗时而且费用也很高。另一个问题是，随着时间的推移，风机四周的地面会下沉、逐渐塌陷甚至沉没。“在一些海上风电场中，风机塔筒的固定通过在海床中打过渡段连接件和单桩结构的方式实现。” Zensor 公司业务发展经理 Yves Van Ingelgem 解释说道。“过渡段和单桩结构之间的空隙由一种专门为此应用开发的混凝土填充。然而，由于风的力量可能会导致混凝土从钢结构松开，从而造成风机基础下沉。风机结构中的其它潜在问题可能还有腐蚀、材料疲劳、螺栓及侧壁延伸以及混凝土出现裂缝。”

高计算能力，超紧凑设计

Zensor 是一家布鲁塞尔自由大学衍生公司，主要经营混凝土及钢结构项目的监控系统。该公司最初将重点放在开发材料疲劳检测专用的传感器上；现在，Zensor 提供无所不包的监控解决方案，除了传感器系统外还包括数据采集和报告。

公司已经在 Luchterduinen 风电场的四台风机中安装了约 30 个传感器。它们不仅监测结构本身的各个参数，而且还可以监测基础结构内的环境以及通过风电塔动力学间接指示海床水位。CX2020 嵌入式控制器采集所有测得的数据、对数据进行预处理并通过风电场主输电线中集成的光纤电缆将压缩数据传输到陆地。“我们充分利用了基于 PC 的控制系统的性能潜力。” Yves Van Ingelgem 强调道。“其它海上风电场中使用由 Zensor 专门开发的 PermaZEN 传感器来测量钢基础结构中的腐蚀情况，需要较高的计算能力。” Zensor 使用由 Python 编写并在 PC 上运行的软件进行计算。

用电压模式提供腐蚀情况图片

PermaZEN 传感器由一系列悬浮在风机基础结构内不同高度的水位上的电极构成。Zensor 公司产品开发工程师 Gori Nieubourg 说道：“电压根据一个特定的模式在电极和基础结构侧壁之间生成。通过比较这一模式与测得的电压和电流数值，我们就能够获取有关表面腐蚀情况的图片。”

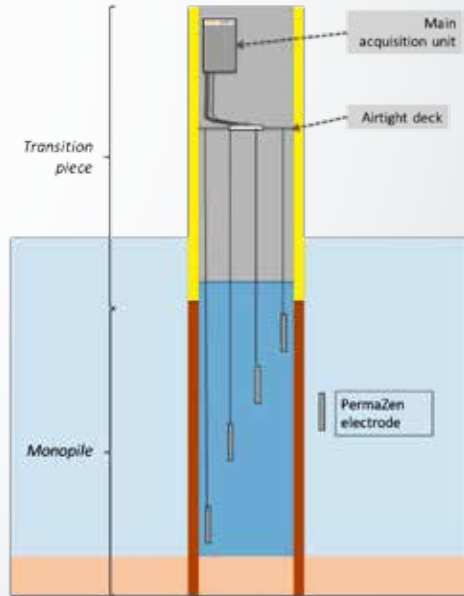
“通过软件集成的 PLC 的性能是我们决定选用倍福的主要原因之一。” Gori Nieubourg 陈述道。“有了基于 PC 的自动化系统就无需使用其它硬件，因为 PLC 功能以及可视化及数据保存都可以在倍福平台上实现。倍福平台所需使用的部件数量更少且无需使用额外的接口，因此系统更加可靠。风机塔筒高 100 米；借助于 EtherCAT 技术，很容易使用距离更远的现场总线的“岛”将传感器信号从远距离传输到控制器，而没有信号损失”。

外设连接无限制

除了控制 PermaZEN 传感器之外，CX2020 还可以控制和读出 IntegriZEN — 一个可以根据电导率测量结果跟踪混凝土结构当前状态的系统 — 的数据。所有相关的系数，如水分、裂痕大小或结构上压力的变化都会对电导率产生影响并可以通过监控系统及时检测。此外，基于 PC 的控制系统的良好开放性允许连接几乎任何类型的传感器或仪器。

“我们正在提供一个模块化解决方案。” Yves Van Ingelgem 解释道。“这样，我们就能够为每个项目实施理想的应用，不会对 PC 平台造成任何限制。对于一些测量，我们使用的是通过模拟量或数字量 I/O 或通过 Modbus 连接的标准传感器。无论我们使用的是简单的温度传感器或一台扫描海底的声纳仪，仅为每个附加的测量类型添加端子模块到系统即已足够。”





电极悬浮在风机基础内不同水位上，在电极和基础结构侧壁之间根据一个特定的模式生成电压。通过比较这一模式与测得的电压和电流数值，我们就能够获取有关表面腐蚀情况的图片

具有高采样率的 XFC 端子模块确保竞争优势

大部分测得的数值都通过 24 位模拟量 I/O 端子模块 EL3602 读取。“Zensor 使用的是集成有超采样技术的 XFC 端子模块，它们的采样频率高达 100 kHz。这些端子模块的性能达到了高端测量技术应用的水平，这在 PLC 领域并不是一个典型供应的性能。” Gori Nieubourg 强调道。“测得的数值的读取分辨率加上高采样速率是提升我们解决方案竞争优势的重要因素。另外一个优势是，倍福在一个符合工业应用所需的所有鲁棒性的标准自动化系统中提供这一性能。此外，PLC 软件在基于 PC 的硬件上运行的特点对我们来说也是我们选用倍福的重要原因之一：在 PLC 侧，我们拥有 I/O 和 XFC 端子模块的高度灵活性。在 PC 侧，我们使用计算能力来过滤过程数据、执行频率分析，并比较测得的数值与预定义的阈值。”

早期检测潜在问题，最大化可用性

然而，Zensor 安装的监控解决方案不仅是风机中的设备：所有测得的数值都在 CX 中压缩并通过光纤电缆传输给陆地上的服务器。在那里有一个云解决方案，风电场运营商可以使用它来监控系统。所有测得的数值都可以实时追溯；趋势和偏差通过图表说明。除此之外，Zensor 还可以专门分析可用的数据，以便回答关于风机结构相关的特定问题，这样就可以在需要时定期检查和确定预防措施。



CX200 嵌入式控制器结构紧凑，具有很高的计算能力

- 集成 PLC、可视化及数据存储能力
- 高频率采样约 30 个传感器
- 过滤和预处理数据，计算频率分析，并根据 Zensor 开发的应用软件比较测得的数值与预定义阈值
- 将压缩数据传输到云系统中

“有时会因为海上天气条件的变化而无法靠近海上风机，因此无法快速解决问题。” Yves Van Ingelgem 补充说道。“但我们可以在早期检测出可能出现的问题，以便让客户提前准备和计划好，在最合适的时间去进行维护或维修工作。”因此，密集的监控也有助于节省成本，保证风机的最大可用性。

更多信息：

<http://projecten.eneco.nl/eneco-luchterduinen>

www.zensor.be

www.beckhoff.be

