

EtherCAT 同步 529 根轴, 自动实现动力装置艺术

“破水而出”： 伺服端子模块驱动虚拟海洋



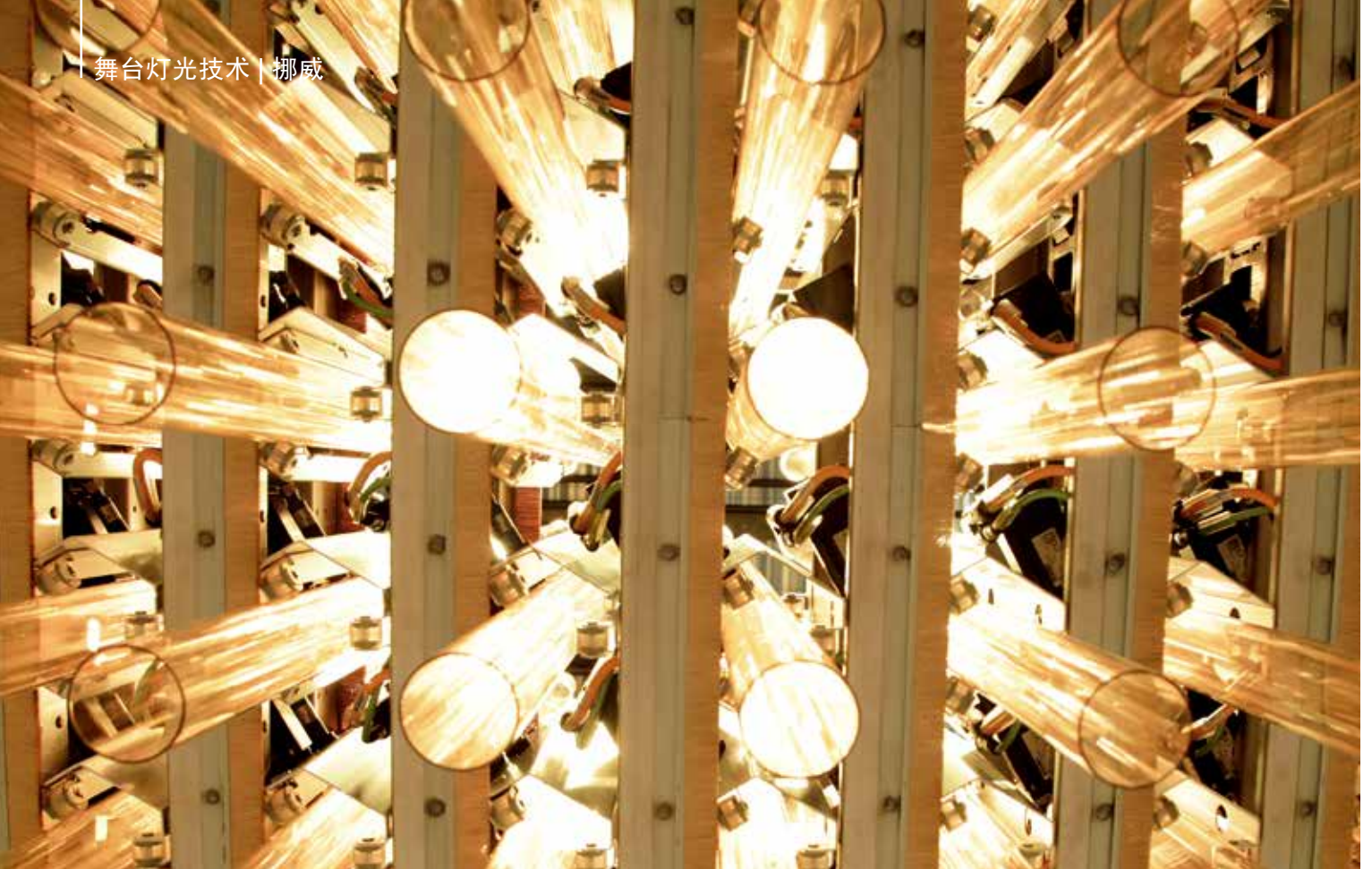


挪威 Lundin 石油公司设计了一个非常特别的东西，以纪念公司成立 10 周年。Lundin 公司在 挪威 Stavanger 于 2014 年 8 月举行的 ONS 能源大会（全球最大的海上能源展览会）上展出的动力装置艺术引起了巨大轰动。参观者络绎不绝地来到 Lundin 公司展位，在展会开幕式期间，挪威皇储 Haakon 也参观了这家石油开采公司的展位，对该公司展出的这一装置印象深刻。529 个有机玻璃管以模拟海浪运动的方式一起连续移动，并同时象征着不断勘探挪威大陆架的水下石油资源。此外，参观者们还能够与该装置互动。这是一个在艺术和机械以及控制技术方面都相当复杂和精密的工程。设计师、建筑师、安全专家和机械制造商与控制系统供应商 Beckhoff 团结协作，互相配合，成功地创造了这一工程奇迹。



“破水而出”装置的整体艺术方案 — 包括软件工程 — 由斯堪的纳维亚设计集团公司（SDG）设计。“我们的目标是打造一个能够展示 Lundin Norway 形象的艺术品。Lundin 的业务是勘探和开采挪威大陆架的石油资源，那么什么比抽象展示水下景观更合适呢？” SDG 公司资深创意技术专家 Bjorn Gunnar Staal 在评论设计理念时这样说道。视容器的密度而定，地球物理学家用来勘探油藏的海床地震记录采用了一个介于浅黄色和深橘色之间的色阶，以便在地层模型中显示岩石、砂砾和沙子不同的层。这启发了设计师给有机玻璃管涂上亮橙色。因此，观众眼前起伏的虚拟海浪不是蓝色的，而是根据角度和前后错开的管的密度，从亮橙色变成深橘色。一根管子代表一个勘探井，众多重叠排列的半透明管子在第一层创造了一个由有机岩石层构成的移动风景。一旦有人接近装置时，虚拟海景就会开启。管子被驱动到一个安全位置，可以说，让观众犹如正在“潜水”。艺术家们希望通过这一互动让观众亲身体验海床油藏的勘探活动。

“破水而出”动力装置由 529 个有机玻璃管组成，以在观众眼中创建三维海浪起伏画面的方式不断移动



总共安装了 529 个 AM8121 伺服电机和 529 个 EL7201 伺服端子模块，以移动所有的有机玻璃管

艺术与技术的完美统一

动力装置的机械和支撑结构由挪威工程公司 Intek Engineering 提供，它是由一个由 23 根钢条做成的框架组成的，放置在建筑的两层之间的天花板上。整个结构重约 5 吨，占地面积为 25 平米，因此，结构的建造是一个巨大的挑战 — Ctrl+N 建筑公司接受了这一挑战。

每根钢条都配有 23 个蜂窝状不锈钢外壳，每个外壳中容纳 — 在狭小的空间内 — 一个有机玻璃管、一台 Beckhoff 的 AM8121 伺服电动机、一个驱动轮和六个支承轮，以及一个用于位置补偿的电容式传感器。在巧妙设计的速度和管直径之间的关系及管子彼此间的距离基础上，观众的脑海里会生成一个三维的海浪起伏画面。这些通过安装的总共 529 个伺服电机实现。相关的控制元件被放置在支撑结构的两端，由一个 EtherCAT 耦合器 EK1100 和一套 I/O 组件构成，包括：数字量输入端子模块、用于控制伺服电机的伺服端子模块以及用于稳定电压的缓冲电容器端子模块。

“总共需要处理 10,200 个接点，在机械和控制方面都是个巨大的挑战。” Intek 公司市场部经理 Rune Nordby 强调道。“控制和运动控制模块的紧凑型设计，特别是 12 毫米宽的伺服端子模块，是 SDG 的艺术方案在技术上成功实施的先决条件。”

控制系统架构包含三个主要的组件：

- 传感器和执行器层，由 EtherCAT 端子模块和特定的安全传感器构成
- PLC 层，基于四台 C5102 工业 PC
- 上位应用层

为了实现人与动力学雕塑之间的互动，安装了两个重叠的传感器数据层：镶木地板下面有一块 40 平米的电容式感应地面，4 个 K4W 传感器（深度摄像头）安装在房间的每个角落。“我们在 openFrameworks 中开发了更高级别的控制应用程序。” Bjorn Gunnar Staal 解释说道。在由感应地面和运动传感器提供的数据的基础上，它包含一个实时环境模型，为此创建了一个运动图，以模拟起伏运动。

用复杂的控制技术模拟海浪波涛汹涌的样子

应用程序与四个工业 PC 控制平台通讯，该平台通过 TwinCAT ADS 控制伺服电机。“我们为此应用使用了大量 openFrameworks 插件。” Bjorn Gunnar Staal 解释道。此外，斯堪的纳维亚设计集团公司和 Abida 的开发团队为“破水而出”项目开发了三个新插件：

- ofxMultipleKinect，控制相同坐标系中多个 Kinect 点云的显示和校准
- ofxBeckhoffADS，便于在 openFrameworks 和 Beckhoff 控制平台之间传输数据
- ofxSensfloor，指挥 openFrameworks 中感应地面数据的通讯和可视化



看的入迷的观众穿过虚拟海浪。地板中的运动传感器发出信号，告知已经有人进入了装置，管已经驱动到安全位置



随附了一个聚氨酯晶体并标有勘探井编号，挪威大陆架发现站点中的钻探样品隐藏在管子中。在与虚拟海洋互动时，观众们可以“发现”它们

用 C++ 编程的运动图设定值通过 ADS 接口导入的 TwinCAT NC PTP 自动化软件中。PTP 轴定位软件与超高速 EtherCAT 总线系统和伺服端子模块结合使用，在 1 毫秒的周期时间内计算每根管的位置。插补运动的作用就是观众可以在视觉上感知自然的波浪起伏。如果传感器发出一个运动信号，即进入“海洋”中，那么波动的轴心位置将被覆盖；相邻的管的位置被调整，以便在空间内走动的人的周围形成一个保护圆顶。“每根管的内部附着的一个薄金属环在每次通驱动单元内的电容式传感器时就会给我们发出一个位置信号。这使得它可以轻松、安全地仔细检查和控制我们的调整定位算法，随时给我们提供精确的管位置。” Abida 公司创始人 James Fox 解释说。

上位 PLC 由四台基于 TwinCAT 3 和 EtherCAT 的 C5102 工业 PC 构成：其中一个 PLC 用作 openFrameworks 应用 App 之间的数据通讯和同步层，其它三个 PLC 每个负责控制三分之一的伺服轴。PLC 通过根据上位应用程序规定的位置连续调节每个伺服单元的速度、加速度，减速度、制动处理来完成大部分工作。除此之外，这些 PLC 还负责校准、位置补偿以及速度和扭矩监测。

安全控制虚拟海洋

在设计该装置及其技术实施期间，从一开始就将大量注意力放在机械结构、电气系统以及传感器方面的安全要求上。毕竟，装置既然设计为互动装置，必须保证不对人构成任何危险。一直负责安全和安保的 James Fox 从一开始就参与了斯堪的纳维亚设计集团公司的项目。“即



概览:

舞台灯光解决方案

拥有 529 根伺服轴的互动动力装置的控制平台

为客户带来的好处

- 快速传输和处理大量数据
- 控制和驱动模块的紧凑型设计是项目成功实施的先决条件
- 通过 ADS 通讯使用 TwinCAT 集成一个客户专用的 3D 应用程序 PC 控制结构

PC 控制结构

- 529 个伺服电机和 529 个伺服端子模块用于实现运动控制
- EtherCAT 端子模块：处理 10,200 个接点
- TwinCAT NC PTP：PTP 轴定位软件在 1 毫秒的周期时间内计算每根管的位置，从而产生一个插补运动，观众会将该运动看成是起伏的海浪



斯堪的纳维亚设计集团公司 (SDG)

SDG 是斯堪的纳维亚领先的设计机构之一，总部位于奥斯陆。公司拥有近 220 名员工，是挪威最大的通讯网络，为很多知名公司设计品牌和企业形象，并且还提供包装设计和最终客户市场营销策划服务。SDG 凭借其在数字化和互动设计领域的创新解决方案而闻名，Lundin Norway 的动力装置就是很好的说明。

Abida

Abida 承担了将技术与设计和架构整合在一起的更广泛的使命，但从事着其它许多领域。我们的技术在大多数情况下是通过自动化系统、定制的软件平台和一个具有电气、系统和生物医学工程背景的机器人来实施的。

Intek Engineering

挪威工程公司 Intek 成立于 1980 年，总部设在 Raufoss，专业从事生产机器、物料搬运系统、机器人应用等的自动化。

Lundin Norway AS



Lundin Norway 总部位于奥斯陆，是瑞典集团化公司 Lundin Petroleum AB 的子公司，该公司在勘探、开发和生产全球石油和天然气资源方面有着良好的业绩记录。

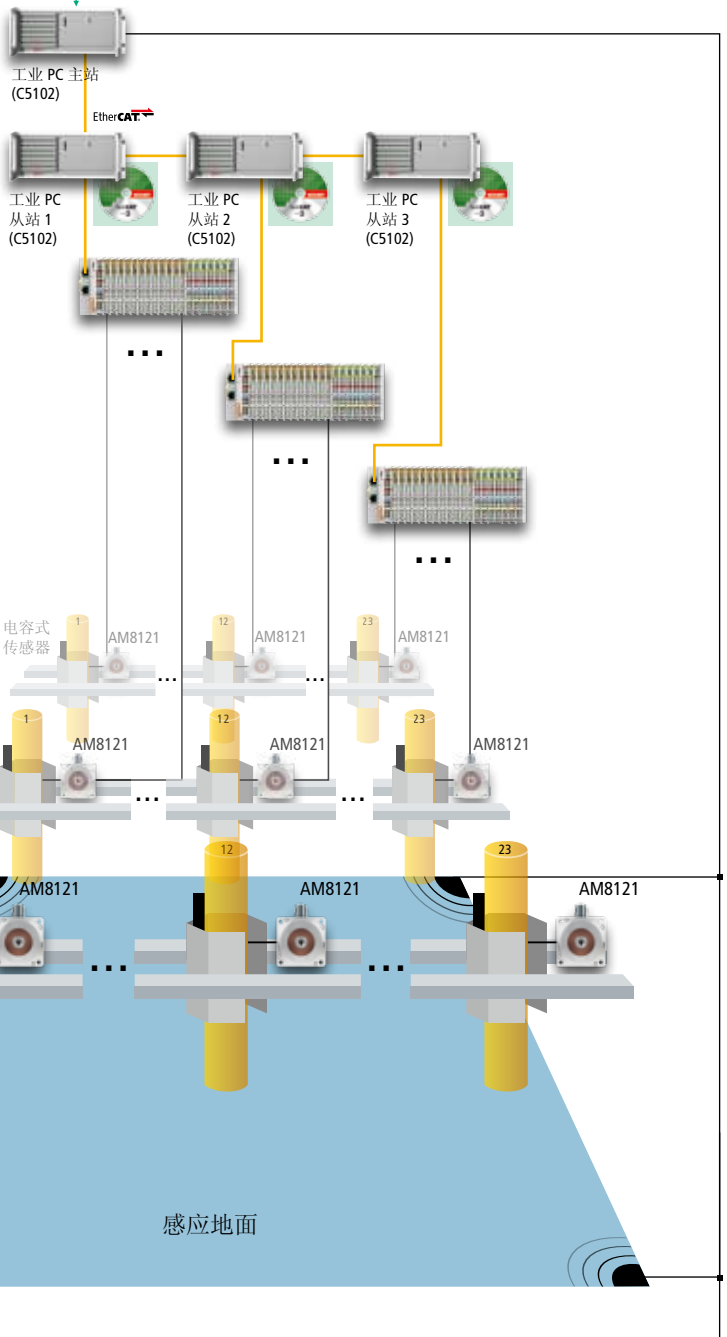
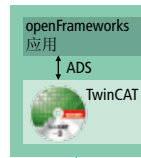
紧凑的电子设备，用于控制安装在支撑结构两端的 529 个有机玻璃管。控制系统由一个 EtherCAT 耦合器 EK1100、数字量输入端子模块、伺服端子模块和缓冲电容器端子模块构成

便是使用有机玻璃管的决定也是基于一个深思熟虑的概念，旨在排除任何受伤的危险。有机玻璃非常轻，且管开口的边缘可以是圆形的。此外，装置是以具有低移动速度功能的方式设计的。地板中的传感器层能够精密扫描即使是极狭小的空间，并使用冗余扫描，以确保能够无盲点。我们的安全方案的目标是让系统足够安全，以避免使用等级 SIL3 的安全措施，这将严重削弱此装置的自由进入及其艺术性。” James Fox 补充道：“我们一直是这个由这么多不同的人和公司组成的团队的一部分，因此我们能够一直紧密有效地协作。我想我们，包括我们的客户 (Lundin Norway) 和供应商，都会为能够交付这么一个复杂且体积庞大的高品质装置感到自豪。参与这个项目的每个人都跨领域地精诚合作，让我们能够成为“破水而出”的坚定后盾，我们可以很高兴地宣告该装置可以安全地与人互动！”

这一令人印象深刻的装置通过隐藏在一些有机玻璃管内的充油晶体得到完善，很快将被永久陈列在 Lundin Norway 位于奥斯陆的总部。当参观者通过虚拟石油库时，他或她可以“发现” Lundin Norway 的六个最重大的石油发现中的这些原油样品，包括巨大的“Johan Sverdrup”石油发现。

SDG 的 Bjorn Gunnar Staal 可以想象如何在 TwinCAT 和 EtherCAT 的基础上进行进一步的项目实施。“在这个项目上，我与 Beckhoff 有了第一次合作，但肯定不会是最后一次。在这个装置中，大量的数据都由传感器采集，然后传送给控制器，并且在第一时间进行处理。基于 PC 和 EtherCAT 的控制为满足这些需求提供了完美的解决方案。”

软件 = 
硬件 = 



每个支撑结构
(共 23 个) 上安
装 23 根管子 = 总
共 529 根管子

更多信息:

www.sdg.no

www.abida.no

www.intek.no

www.ctrln.no

www.lundin-norway.no

www.beckhoff.no