

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

应用案例

VLT® 变频器可提供
从船舶到海底的
快速、准确的控制



<3%

THDi 保证在满载时
维持稳定电压

drives.danfoss.com

VLT®

分配北海的可持续能源

使用 CT Offshore A/S 遥控作业船 (ROV) 挖沟机铺设高压交流海底电缆比以往任何时候都更简单、更安全、更准确。丹佛斯 VLT® 变频器装在母船上，通过脐带电缆控制海底高压和低压 ROV 海水泵，在水下最深 100m 处为 ROV 供电并进行控制。在高风险、高要求的海上风力发电行业，对大功率驱动器的投资几天内就能得到回报——但在未来几十年间能持续带来收益，从公海提供安全、可持续的电力。

安全铺设海底电缆

CT Offshore 承担了在 6 个月内开发和建造新一代 ROV 挖沟机的任务。尽管开发时间很短，但目标很高，包括 820kW (1100HP) 的推进和泵送能力，及新型 DOBI (埋藏深度指示) 工具，具有一系列精细、符合人体工程学的工作环境的 PLC 控制。

新的技术挑战是重新将泵从船舶甲板上装在海底，以降低损耗，增加 ROV 的操作行为。由于泵装在 ROV 上，高度精确的变速泵控制是成功的关键。

解决方案：ROV 配有一个高压和低压系统，通过先进的液压操作歧管输送喷射水和反冲洗水。这样一来，通过

结合可控的反冲洗系统，则能够始终保持最佳的喷射压力。

CT Offshore 海底部门主管兼高级经理 Mads Carstens 对泵功能作出了解释：“高压泵为刀头提供喷射水流，在电缆下方进行切出一条沟渠，在重力作用下，电缆会缓慢下沉到沟渠中。同时，低压泵将挖出的材料向后吹出，掩埋刚沉入的电缆。对我们来说，重要的是保持海底物质不断流动，确保电缆铺设能够畅通无阻。”

得出解决方案 – 全程提供工程支持

对于安装在 ROV 上的高压海水泵的变速控制需要特殊的解决方案。因此，Mads Carstens 要求丹佛斯和竞争供应商找到控制海底泵的良好解决方案。

丹佛斯 VLT® 变频器可执行以下系统分析：

- 有效控制泵所需的因素
 - 船舶电网谐波失真
- 有效减少谐波并遵守海事合规也是重要的考量因素。

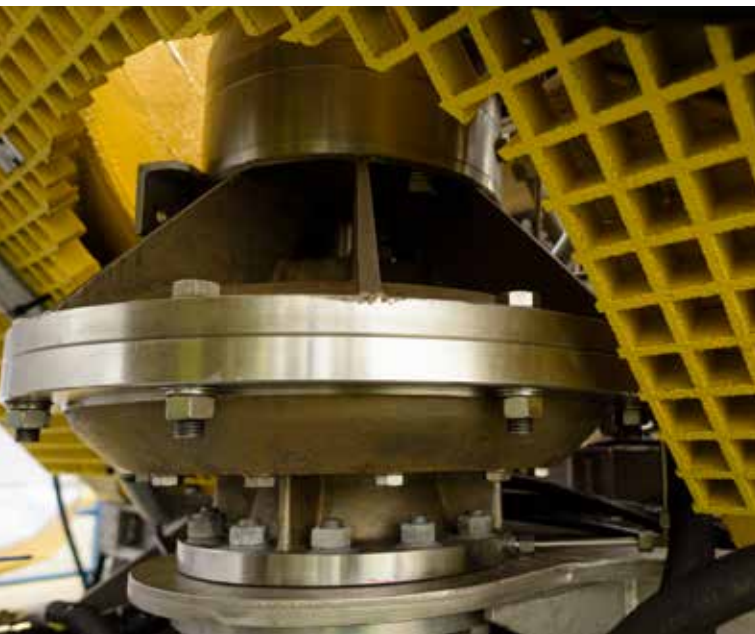
对比这些分析情况，CTO 选择了丹佛斯 VLT® 变频器团队提供的解决方案，由以下组件构成的低谐波变频器解决方案：

- VLT® AutomationDrive FC 302 低谐波变频器，用于控制高低压泵。这款 VLT® 变频器可保证 THDi 不到 3%，确保在满载时维持稳定电压。使用低谐波变频器，THDi 和 THDv 可维持在较低水平，因此可相应减小发动机尺寸。降低 THDv 有助于延长组件使用寿命，避免出现错误风险以及通常与谐波干扰和 THDv 增加相关的组件不稳定情况。
- VLT® Sine-Wave Filter MCC 101
- 将变压器设置为 3300 VAC
- VLT® Soft Starter MCD 500 – 用于控制油泵液压：牵引带、控制刀头深度和角度的刀头液压装置，和推进器，在船舶停泊在海床上时用于控制 ROV 方向。

丹佛斯帮助调试了采用 PROFINET 的低谐波变频器，训练有素的 PLC 工程师也在正式投入运行时提供了帮助。最终丹佛斯工程师与 CTO 在两个阶段合作开展了变频器测试和连接工作。

1. 车间内的干测试：
团队使用发动机在 60 Hz 时生成 440 V 的典型船舶电压。在空载条件下使用 50 m 传送电缆测试泵。泵控制状况良好，确认了开/关控制、频率和泵向。

左图：直接安装在 ROV 上的高压泵，可通过船舶上的 VLT® 变频器进行控制。此高压泵可向刀头提供喷射水。
右图：用于液压系统的电机可控制牵引带、刀头液压系统和推进器，并由 VLT® Soft Starter MCD 500 控制。





如何将 ROV 下放到海床上



“丹佛斯等分包商帮助我们在截止日期前竣工... 几天内我们便收到了 VLT® 变频器投资回报。”
CT Offshore 海底部门主管兼高级经理 Mads Carstens

2. 在船舶上进行有水测试和调试，同时 ROV 泵在水下满载运行：
 - 微调 LHD 驱动器参数
 - 纠正泵运行状况
 - 控制泵提供的电压，避免传送电缆过热。

“我们可以观察到 ROV 电动泵的性能，但无法测量相关参数。因此，我们通过相关试错过程来确定正确设置，” Danfoss Drives 应用工程师 Anders Eriksen 解释道。

圆满完成任务

在进行有水测试后，ROV 可用于执行商业任务。在 Mærsk Recorder 船上调试了 ROV 及其动力和控制集装箱，然后在北海德国区的 DONG Gode Wind 海上风电场投入使用。CT Offshore 首席运营官 Hans Schneider 解释道，“感谢实力雄厚的分包商，是他们帮助我们并高效实施了 Mads 及其团队提出的设想，我们才取得不错的成就。”

海水泵的高精度变速控制功能可确保海底电缆顺畅无碍进行埋设：

- 海底电缆通常连接至两个涡轮发电机，以正确方向铺设在海床上。
- 须小心降低和放置 ROV，以便其跨越电缆。

- 在 ROV 上，高压泵可为刀头供电，在海底电缆下方凿出一条沟渠。
- ROV 的低压泵将向后吹动挖出的材料。我们必须保持海底物质不断流动，确保电缆能够畅通无阻下沉铺设。

所有处理、提升和强制铺设电缆的操作都可能导致电缆出现疲劳损伤风险。因此必须使用 VLT® 变频器小心控制 ROV 泵，保证精确下埋电缆，以便在整个海底电缆生命周期范围内提高安全性和稳定性。



如何将电缆埋设在海床下

CTO 107-1100 ROV 挖沟机详情

- 型号: 挖沟机 ROV
- 序列号: CTO107-1100
- 制造日期: 2015 年 5 月
- 重量 9000 kg
- 尺寸
3940 x 6340 x 2670 mm
- 额定值: 820 kW (1100 HP)
- 由 CT Offshore 设计



集装箱内容

控制室和功率驱动系统分别安装在标准集装箱中，以便快速方便地转移到船舶甲板上。

在测试期间，集装箱内的发电机总共产生了 1 MW 的电力。但是在正常运行期间，ROV 可利用船舶电机，其具有 1.8 MW 的剩余容量。

动力集装箱的内容

- VLT® AutomationDrive FC 302 Low Harmonic Drive
- 用于海底泵的变压器 400 V - 3.3 kV (经济实惠且免维护)
- 用于液压泵的变压器
- VLT® Sine-Wave Filter MCC 101
- 小型遥测变压器 2.4 kV
- VLT® Soft Starter MCD 500，用于液压泵

控制集装箱里包含什么？

- 带有两个工作站和多个屏幕的控制室
- 安装在 ROV 上的摄像机可在控制室屏幕上显示图像，有助于操作员跟踪挖沟操作进度



CT Offshore 海底部门主管兼高级经理 Mads Carstens 与丹麦 Danfoss Drives 的 Jens-Christian Strate 和 Anders Eriksen



ROV 操作员

CT Offshore A/S

连接海上风电场

CT Offshore 是一家丹麦海底电缆安装公司，专门为新建的海上风电场安装和维护海底电缆，以便风电场在未来几年内提供环保能源。

CT Offshore 专门从事海上风电场、光纤电缆、深海维修和各种环境下高压 DC/AC 电缆铺设 - 并且可提供海上电缆安装之前、期间和之后的咨询服务。

www.ctoffshore.dk

丹佛斯传动，上海市宜山路 900 号科技产业化大楼 C 座 22 层，电话：021-61513000，传真：021-61513100，邮箱：ddscn@danfoss.com

Danfoss 公司对样本、小册子和其他印刷资料里可能出现的错误不负任何责任。恕 Danfoss 公司有权改变其中产品而不事先通知。这同样适用于已经订了货的产品，只要该变更不会造成已商定的必要的技术规格的改变。本材料中所有的商标为相关公司的财产。Danfoss 和 Danfoss 的标志是 Danfoss 公司 A/S (丹佛斯总部) 的商标。丹佛斯公司保留全部所有权。