

新的重型机器人系统，配备 igus 免维护供能系统

用于极端条件下海上石油自动勘探的革命性系统

石油平台上的工作和生活既危险又不舒适：高涌的浪潮、巨大的风暴，夹杂着石油、泥浆和暴雨。将钻杆从上孔抽出，拧开分离，由满身油污的工人在高压下重新装配。很多人工作业要在有限的时间内完成，环境脏污，受伤风险大。现在，这一切已成为过去。经过多年的研发，挪威公司 Robotic Drilling Systems 开发出一款可在平台上进行自动钻井作业的机器人系统。igus 拖链助其在极端环境下可靠供能。

石油勘探行业内越来越多的流程转向自动化，以实现更高的速率，将人们从繁重的工作中解放出来，同时节省成本。这一趋势也体现在石油钻塔中：挪威的斯塔万格是欧洲石油工业的中心。这里的新创公司 RDS Robotic Drilling Systems AS 开发此类机器人，旨在实现石油钻塔的全自动化钻台作业。

这一目标是非常宏伟的，原因有以下几点。机器人系统要在严苛的环境下作业，因此必须能抵抗海水、腐蚀、机械应力以及极端温度。此外，石油钻塔的作业流程极为复杂，在操作钻杆时要协调多达 100 个轴。最后，还必须将能量、介质和信号可靠引导至机器人的机械爪上。

核心组件：重型机器人

RDS 开发出完整的机器人系列，来满足这些要求和完成自动化钻井的子任务。中央“钻台”重型六轴机器人，可在伸出的三米长机械臂上承受 1500 千克的负载，新开发的机械爪与立柱（钻杆）的组件相结合，控制钻探过程（图 1a 和 1b）。全自动“钻杆操作装置”从“指板”（存储系统）或甲板上的传送带中取出部件，供应给机器人。“电子钻工”和钻杆装卸机器人是 RDS 的另一种机器人系统，它们协助中央重型机器人操作和组装“立柱”。所有系统协作，无需人工干预即可完成整个钻井过程。制造商告诉我们，该系统的作业速度提升 40%，每年可节省 1000 万到 2000 万美元。

通过旋转模块和拖链供应能量和信号

“钻台机器人”的第七轴是一个重型线性系统，整个机器人在此系统上移动。工程师面临的挑战是要在极小的空间里移动供应能量和信号。此外，还需要满足很高的防爆要求。对于第七轴的线性运动，供能比较容易实现：塑料制成的轻巧拖链已在许多类似应用中证明了自己的实力，并能够同步引导线缆传输能量、数据和介质。但为机器人底座的旋转轴供应能量和信号则会比较棘手。

针对复杂作业的完整解决方案——包括工程设计

igus 旋转模块满足了这一要求（图 2）。这是一个从侧面安装的拖链，带有反向弯曲半径（RBR）。也就是说，链节可以双向移动，这一点不同于常规的线性运动。带有“锁定”分隔片的拖链安全引导电缆和软管，拖链在圆导槽中运转。

RDS 机器人内的旋转模块已被整合入机器人外壳内，因为空间非常有限，因此需要复杂的工程设计和技巧。这一任务由 igus“项目工程”部的团队完成。他们开

发出了一个用于特别机器人中的完整解决方案，其中在旋转模块旁使用了获得防火认证且符合 NEK 606 要求的 igus chainflex 高柔性电缆（图 3）。这款电缆是专门为运动应用全新开发的，在极端环境下仍拥有很长的使用寿命。igus 保证其所有系列的电缆均拥有 36 个月的使用寿命，其中 403 种电缆已获得了 DNV GL 的认证。

运送到斯塔万格的拖链是包含连接器在内的“装配拖链”系统，从而简化了安装过程，也确保了所有的端口和连接器符合电气防爆的特殊要求。耐腐蚀也很重要，特别是在海洋应用中。而免维护的塑料拖链就可以满足这个要求。igus 服务团队还拥有在石油钻塔上工作的认证，所以 igus 可以根据客户要求承担从规划到现场安装的所有工作，甚至是在公海上的。

垂直运动

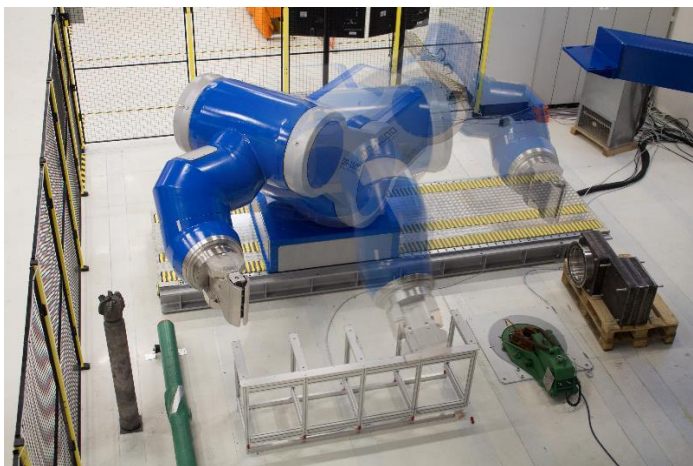
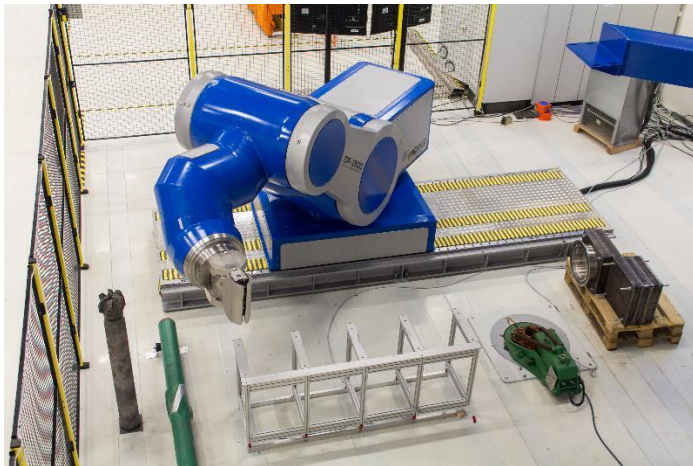
无人石油钻探的其他自动化单元也在使用 igus 组件。“电子钻工”和“钻杆操作装置”都用到了 igus 拖链，共 25 个组件。它们安装在操作系统纵轴的桅杆式井架上，这里从存储位置取出立柱并供应至中央机器人（图 4）。选择拖链时，免维护、耐海水、抗机械应力以及防爆、可在海上应用都是主要的考虑因素。Robotic Drilling Systems 首席执行官 Jimmy Bostrom 表示：“对于我们来说，从同一家供应商购买机器人组件并尽可能直接安装，这极为重要。系统要尽可能免维护。igus 满足了这些要求。”

RDS 开发的机器人系统不仅适用于新石油钻塔的安装，也适合改造。它创造了评估钻探项目盈利能力的新规则，这是目前油价较低背景下的一个重要因素。因此，这一新开发从一开始就吸引了无数关注，很多知名的钻探公司都参与到

应用案例

RDS 的研发中。这一应用也给 (由 igus 发起的) vector 奖的评委团留下了深刻的印象，从而赢得了 2016 年 vector 金奖。经过广泛测试，首个实用系统于 2015 年 9 月在挪威的一个钻塔投入使用 (图 5)。整个行业都密切关注着该项目，因为它让石油平台的工作更快捷、成本更低廉，最重要的是更安全。

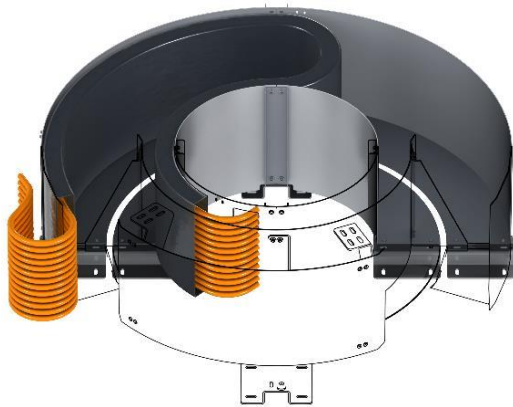
图片说明：



图片 PM3215-1a 和 1b

钻台重型机器人在恶劣环境下提升 1.5 吨，创历史记录。

(来源：igus GmbH)



图片 FA3215-2

RBR 旋转模块中的 igus 拖链实现旋转运动。(来源 : igus GmbH)



图片 FA3215-3

RDS 机器人中使用了装配拖链系统。该系统由拖链和 chainflex 高柔性电缆组成，经批准可在海上和危险环境中使用。(来源 : igus GmbH)



图片 FA3215-4

在“钻杆操作装置”的桅杆式井架上（如右图），igus 拖链向机械爪供应能量和信号。（来源：RDS Robotic Drilling Systems AS）



图片 FA3215-5

首台钻台机器人安装在挪威斯塔万格的 Ullrigg 陆地钻机上。（来源：RDS Robotic Drilling Systems AS）

应用案例



作者：Tim Schneebeck，海事工程，igus GmbH，51147 科隆