

实现模块化， 提高泵的节能性

泵在提高其自身能效和产品标准化之间存在着矛盾冲突——缩短泵的设计周期并减少其制造时间，通过快速扩充以实现泵的多样性功能，并做到尽可能节约能效。Enpro 的倡议（其主旨是提高化学工业的能源效率和增加流程效率）为流程工业及其相关项目中，提供了积极的优化方案。正如模块化 1.0 概念的出现和 Hector 项目所显示的那样，泵的新设计也将带来意想不到的机会。本文将讲述泵如何实现模块化功能，并提高泵的节能性。

PROCESS-Tip

* 更多信息请扫描二维码：



chem.vogel.com.cn

* 反馈编码：A220214

文 / Hans-Jürgen Bittermann

泵消耗了工业用电的 30%，制冷系统、压缩机和风扇消耗了工业用电的 34%。总体来说，旋转设备消耗了工业用电的 2/3。因此，如何提高能效是 Enpro 计划中的重要关注点。提高能效在流程工业中受到高度重视，这一点也不足为奇，提高能效在增加流程效率方面同样值得重视：工业 4.0 正蓬勃发展，越来越多的人从工业 4.0 中受益，人们同时也更加期待生产技术有更多的灵活性。要实现这一点，系统必须易于快速转换，特别是新机器应该能够以简单的方式集成到生产过程中。

解决方案中的一种方法是模块化，它基于两个基本点：将工艺设备细分为各个模块，用于实现自动化技术所需的模块化结构。这是流程工业的典范式转变——

从基础流程操作转向提供模块化的流程工业。例如，当搅拌槽实现自动化时，所谓的模块化并不是对进料阀、温度控制单元、搅拌器和所需的传感器进行单独集成，而是采用有一种被称为“打印机驱动程序”的模



本文作者系德国 PRECESS 的自由职业者。

块式组件 (MTP) 进行整体模块化集成。

这是一项可能完成的任务：德国制造商 SEEPEX 西派克公司，在与 Wago 和科隆工业大学自动化技术主席的合作下，于 2019 年汉诺威博览会上展示了基于 MTP 的泵模块。它可以被导入各个制造商的自动化系统中，以提供配料和灌装等服务。

模块化

Enpro 中的第一阶段 (Enpro1.0)，主要针对泵的模块化。Enpro1.0 在化工领域，主要为能效化工生产提出模块化的设备理念。旨在使用模块化的设备，以减少项目的运行时间，同时提高能源效率。

其主要目的是：证明基于模块化的方法，能够二次使用在以前项目中就已经设计好的模块。在 iPAT (Erlangen Nuremberg 大学流程机械和工厂工程系主任，Eberhard

Schlücker 教授主持) 的项目中，其工作重点就是针对不同类型的泵进行模块化设计。

根据所需的工艺参数，不同类型的泵 (如离心泵、偏心螺杆泵、隔膜泵) 在能效方面取得不同的良好效果。然而，到目前为止，一直存在的问题是泵通常会对整个系统产生深远的影响。首先，泵没有统一的连接几何形状 (而在 Enpro 的框架内，所有参与的制造商都为其泵提供了统一的连接几何形状)。此外，不同类型的泵在泵送性能方面也有不同的特点。

模块化的互换性必须考虑的一个重点是泵流量的脉动性。脉动——对于不同类型的泵，不同程度上都会产生。为此，针对不同的泵制定改进方案，特别是针对其各自的特点。其目的是将不同类型泵的现有脉动降低到统一的最低水平。

目前开发了一种基于模块化的技术规划方案，目的是从数据库中选择和配置最合适的设备，而不需要单独设计。在化工企业、工程公司、软件生产商、设备制造商和学术界的合作下，所需的模块化设备应运而生。模块化的多功能性是通过将主设备定义为该模块的核心来实现的，并辅以各种附加功能。例如，主设备可以是特定类型的泵，而冲洗泵所需的管道就是可配置的附加功能。为了使这些设备模块适用于化工厂的设计，研究人员开发了一套工程工具，用于评估工艺中设备的功能及其能效，以便在开始阶段选择最合适、最高效的主要设备，其他功能将在后续步骤中添加。给予上述理念的模块化设备，

被用于整个设计过程中，可谓是覆盖了从基础到详细的全部工作。

该设计方法在不同工作原理的泵上进行了物理演示。此外，设计人员开发了一套监测系统，用于动态观察每个泵的运行状态。该系统适用任何类型的泵。设计人员开发了一种创新的阻尼系统，以确保泵排量无脉动产生。最后，将开发一套泵组，其经济的连接尺寸仅由泵输送的体积流量决定，而与泵的工作原理无关。所有这些结合起来，将能够快速选择最节能的泵，此外，还可以用更高效的模型替换泵。

磨损现象

Enpro 1.0 的重点是针对单个模块，但 Hector 项目 (针对高效化工厂的技术运营研究项目) 的重点是：在整个系统中实现模块间的高效交互。

Hector 项目的参与公司如下：① Evonik (基于泵模块进行的模块设计和维护)。② Lewa (往复式隔膜泵磨损和效率的实验和建模)。③ Klaus Union (离心泵模块化和阀门模块化)。④ IAV (用于诊断模块和预测故障的软传感器)。⑤ Netzsch (用于诊断和预测螺杆泵磨损的方法)。Hector 项目由杜达姆施塔特的 Peter F. Pelz 教授带队，他的同事 Philipp Wetterich 参与该项目。

在 Hector 项目中，众多泵厂家对泵的磨蚀性非常关注。基于模块化设计的泵系统中，所设计的泵并不是专门针对目前项目进行定制的。因此，泵可能并非工作在其最佳的工作状态下，那么泵的磨蚀现象势必非常严重。

标准化

灵活性

Lewa

正如 Philipp Trunk 博士（数字创新部项目经理）所报告的：

Lewa（作为一家系统和解决方案提供商）在该项目中，担当着将模块组件特征化的任务。在整个项目过程中，

Lewa 负责收集运行数据，并对磨损进行记录。

Lewa 公司还负责在模块化、施工方案特征化、与模块化工厂技术和流程工业集成等方面的工作。Lewa 公司，可对泵的磨损性进行模拟预测，这对于泵的新产品研发、模块改造带来积极帮助。

此外，与 Evonik 公司以及其他组件制造商间，在模块化研究方面相互交互，推动了模块化组件的合理化、标准化，最终将泵（子系统）与整个工厂（母系统）集成整合。Lewa 公司的解决方案将被客户广泛接受，并在流程工业中赢得更多潜在客户。最重要的是，系统优化的概念撬动了能效经济的杠杆。

Klaus Union

Klaus Union 公司技术经理 Frank Holz 表示，其项目的目的是让泵以可控的方式磨损，以得出

有关实际泵状况的结论。其方法是，对电厂中的泵进行监测，并对已知的磨损状态进行跟踪。这样做可以降低不可预见的泵的故障，并将电厂的停车周期降至最低。

Klaus Union 研究各磨损部件与泵性能的关系，获取泵相关性数据与磨损之间的关系。在泵上安装尽可能少的传感器，在第一步中，对新泵的各个磨损部件（例如耐磨环、节流环、滑动轴承）进行检查并进行数据记录；在第二步中，检测所有磨损后的部件，并研究磨损部件对泵性能数据的影响。

在苛刻工况下，Klaus Union 还将利用这些测试中获得的一手资料，为客户针对性地提供新的、更耐磨的部件。

IAV

IAV 是一家拥有 30 多年国际开发服务经验的专业公司。为了确保整个系统中的模块以经济高效的方式高效运行，IAV 负责研究软传感器的使用。重点不是单个模块，而是在整个系统范围内有针对性地对系统变量进行记录。目的是通过解决因数据引发的冲突，得出模块磨损状态的结论，

并开发预测性诊断功能。该项目获得的信息为模块化系统的节能（再）设计提供了巨大潜力。

IAV 项目经理 Patrick Stracke 说，其目的是在泵级和整个系统级开发检测磨损的方法。这样可以精确诊断系统网络中的故障部件。

Netzs

Netzs 偏心螺杆泵通常在高磨损状态下工作。未来，Netzs 将为客户监控泵的磨损状况，并可以计划维护停车的时间。全球技术与产品管理开发工程师米凯尔·特克尼扬（Mikael Tekneyan）表示，Hector 项目基于特定传感器数据为偏心螺杆泵进行预测性维护奠定了基础。为此，Netzs 已经进行了磨损测试，并将数据用于建模。

减少复杂性

在 Enpro 1.0 计划中，诸多案例研究表明，计算机辅助、基于模块的设计可以显著减少新工厂的工作量，缩短项目交付周期。这是因为预选模块降低了系统的复杂性。然而，复杂性的降低是有代价的：通过组合有限的模块选择而创建的工厂将不会像根据应用定制的工厂那样高效。为了将模块化方法的优点与节能工作相结合，一方面必须仔细选择规划阶段可用的模块——标准模块套件。另一方面，必须通过系统方法来规划和运营，进一步挖掘优化潜力。

泵制造商对于泵的磨损检测十分关注。这是因为，磨损涉及到泵使用中的能效问题。只有长期可靠的泵才能实现泵的长寿命周期，以降低泵的使用成本。

泵的 4 种模块化研究方法

Hector 的成员们致力于研究泵系统有助于工厂的模块化。为此，他们正在研究 4 种方法：

- 解决模块化系统的高效性和低复杂性。
- 研究检测整个系统磨损的方法。
- 模块间的最佳匹配以实现整个系统节能。
- 为了避免负载的不确定性，将扩展系统模块的现有评估方法。