



工业水资源再利用：

# 格兰富工业水资源再利用产品

作者：格兰富水处理公司应用经理 MARCO WITTE 和 PABLO ANDRES TOJO



简便集成



优化流程



减少运营支出

**GRUNDFOS** | A SMART SOLUTION FOR YOU  
**ISOLUTIONS**

## 简介：

水是生命不可或缺的必需品，这是人们通常的认知。

在现代工业社会中，饮用水必须纯净、可饮用。

然而，现实情况却颇为复杂。

全世界各地的人们越来越意识到淡水是一种稀缺资源，水处理过程对我们所有人都至关重要。工业区的水消耗对全球水资源状况产生重大影响，因此格兰富特别关注这一点。

## 目的：

本白皮书旨在介绍工业水资源再利用这一主题，并介绍水处理特定领域的过程。同时展示格兰富产品及其未来愿景。

## 目录

简介	1
背景	2
中水回用过程	2
污水输送	2
生物处理	2
污水排放	3
化学处理及物理处理	3
浓缩物处理	3
控制系统	3
格兰富的水资源再利用方式	4
挑战	4
预处理和反冲洗中的化学品计量	5
展望未来	6
结论	7

责任 远见 创新  
be think innovate

格兰富  
**GRUNDFOS**

## 背景

在工业市场中，水在溶剂、冷却液、洗涤液和清洁液等中发挥重要作用。无论我们何时使用水，我们都会改变含量和水质。在很多国家/地区，水都需要在使用后进行处理，以避免工业物质污染水循环。水使用和处理的一般循环如图 1 所示。

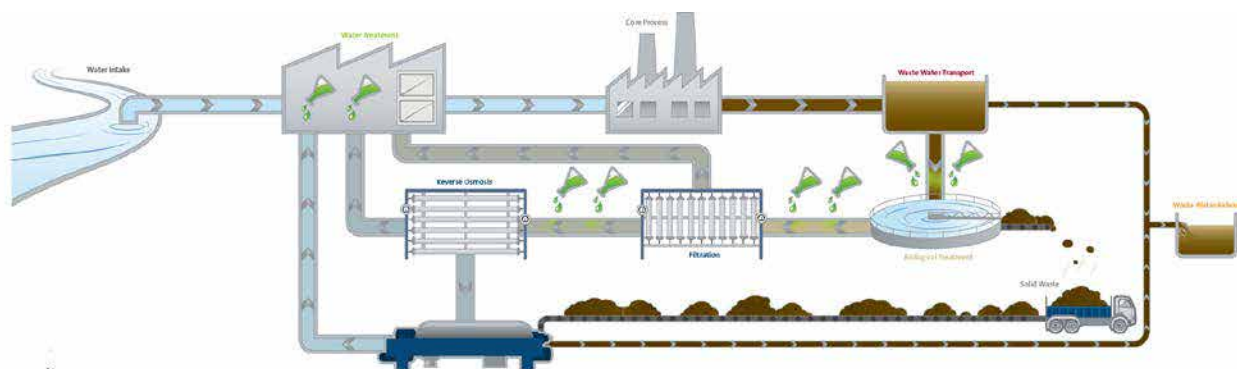


图 1：工业水循环

为减少水消耗和工业污染，很多公司都在关注水资源再利用领域。“再利用”是指将工业生产后产生的废污水，将其水质处理至一定标准，之后返回用于其他各种公用事业过程（例如冷却、清洗、清洁等过程）；若处理后水质达到更高标准，亦可用于其他行业的核心过程。污染和处理的步骤因工业区域不同而异。图 2 中显示了一般水回用的过程。

## 中水回用过程

该过程一般包括以下阶段：



图 2：一般水回用过程

### 污水输送

在不同的工业生产之后形成的污水将被输送至水处理系统。根据水中化学物质和颗粒的含量，需要使用不同的泵来输送污水。水处理过程中需要的泵产品，格兰富均可提供。此外，根据水质状况，需要选择不同的材质。例如，如氯化物含量较高，则应采用不锈钢。

### 生物处理

如同城市污水处理厂，利用生化反应进行生化处理的工业区在处理污水方面具有重要作用。在此步骤中，需要处理氮含量、生物需氧量 (BOD) 和化学需氧量 (COD)，以减少氮磷浓度。有时，此步骤也会结合将颗粒分离出水的物理步骤。例如，若某

些污水经处理后将不再重复利用而直接排放到环境中，则需要使用生化膜反应系统。

## 污水排放

如上所述，在此步骤后，有些污水可根据当地法规进行排放。大多数情况下，将污水排放至河流或其他地表水源中。在某些地区，根据当地法律法规，本部分过程还包括消毒步骤。

## 化学及物理处理

如需更精细的处理，则下一步是化学或物理处理。在此步骤中，调节水的 pH 值并清除所有颗粒，为最后一步制备符合条件的水：浓缩物处理。

## 浓缩物处理

浓缩物处理是一种颇具挑战性的水处理过程。高能源需求和高离子浓度是两大挑战，还面临水含量相对较少的问题。通常，此步骤通过结晶步骤或反渗透 (RO) 完成，分为三个阶段。反渗透面临的挑战是高

压力和水化学，这会对滤膜和管道、阀门和泵等其他组件提出严格要求。

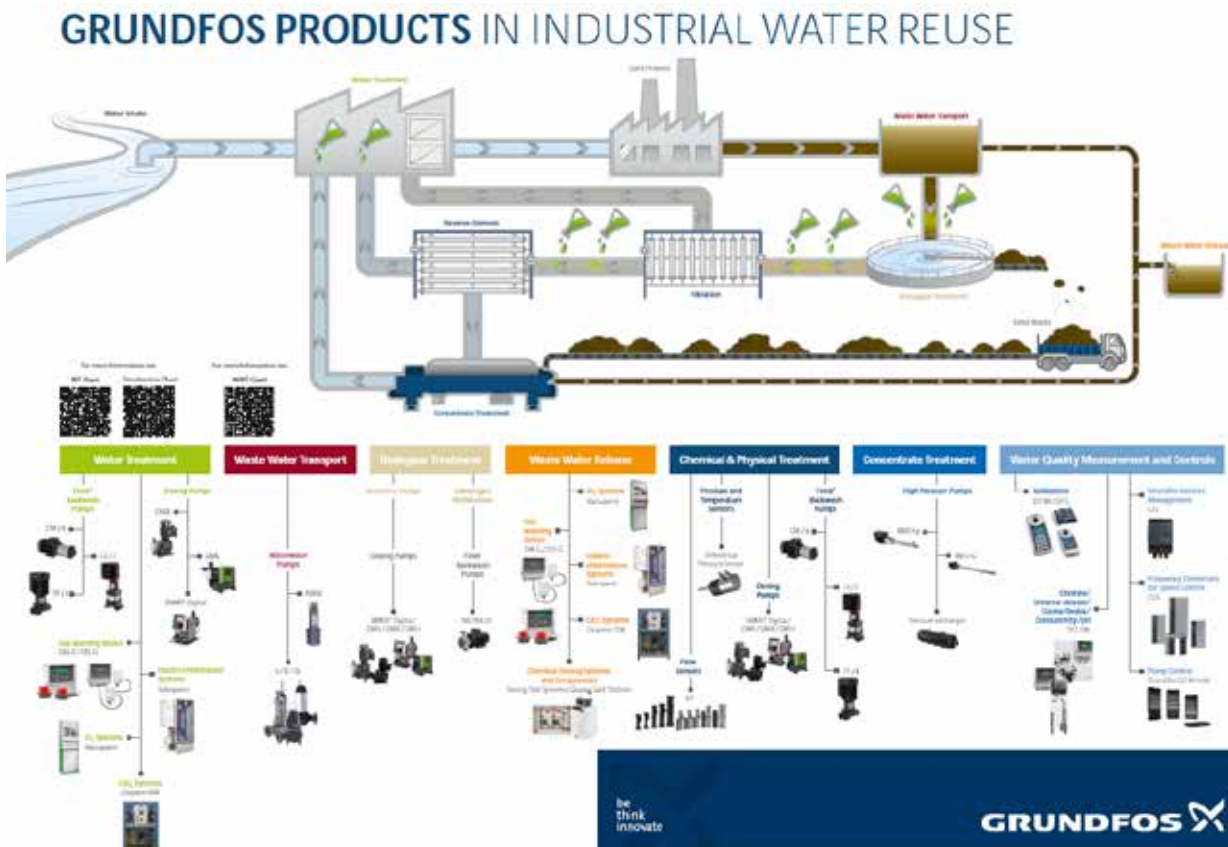
## 控制系统

纵观整个过程，需要提供可靠结果的各种测量和控制功能。通常，在线测量液压参数，例如温度、流量和压力或其他参数（包括 PH、浑浊度、导电率和总有机碳 (TOC)）。在污水处理法规方面，BOD、COD、磷和氮参数最为重要。

全过程控制对每种处理应用都很重要。通常，PLC控制系统

采集来自不同过程步骤的所有测量信号并控制过程，以确保处理成功完成。一般采用标准数据通信，例如现场总线和以太网。如今，高级过程控制系统可以包括云解决方案和自动远程管理。图 3

显示了过程步骤至所需泵站的直接链路。



## 针对水回用系统 Grundfos iSOLUTIONS智能解决方案：

如上文所述，物理和化学处理过程对水回用过程非常重要。在大多数情况下，颗粒清除步骤是过程的核心，因为正确的预过滤对后续过程步骤的可持续和可靠运行很重要。

格兰富能够提供各种泵产品和泵系统，可让您的超滤 (UF) 系统具备最高可靠性和成本效益，并满足水资源再利用在未来不断增长的需求。

以下章节将着重介绍格兰富可使用 Grundfos iSOLUTIONS智能解决方案 带来哪些优势。

### 挑战

超滤应用面临的主要挑战包括：

- 原水条件不断变化（如浑浊度升高）
- 洁净水方面的需求不断变化

必须通过先进的系统，以可靠、平稳的方式处理并解决这些挑战。这就需要一个专用系统，其组件可以轻松集成，同时还能快速提供可靠的水质信息。必须灵活处理水流流速变化问题。与此同时，过程必须节能、经济且不会对环境产生不利影响。

泵系统必须应对超滤系统中的供水要求变化。虽然这是“固定流量装置”，但是可能会发生很多变化。季节、过程波动，甚至供水限制都会引起变化。为泵配备适当的驱动器有助于控制流量，而不会浪费能源（如配备节流阀）。此外，无论供水或排水压力（易变）变化如何，驱动器都支持对滤膜系统轻松进行恒压控制。

根据泵和电机的基本相似定律，降低电机速度，可以将能耗降到原来的三分之一。最终用户通常使用节流阀减少定速泵的流量。这会浪费大量能源和成本，如果泵设计得尺寸过大，这个问题就会更加严重。

此外，节流会降低泵的效率，因此节流不仅会增加泵的功耗，还会降低其效率。使用驱动器不仅能解决严格的流量和压力要求，还能以更高效率节省大量能源。

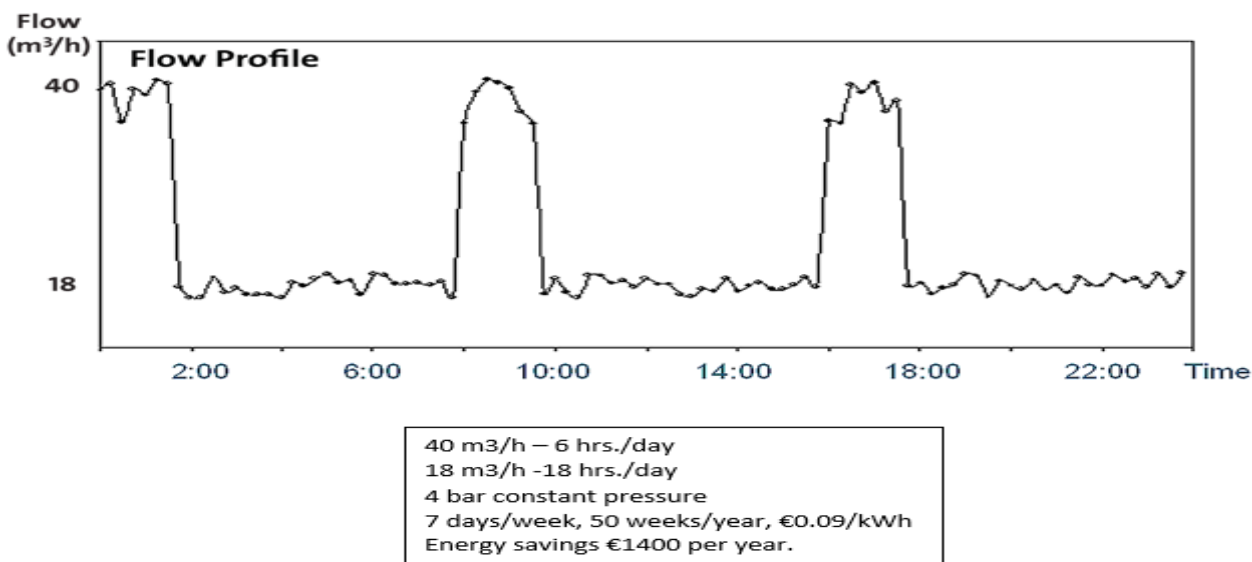


图 1：超滤系统中的泵流量剖面

示例：

7.5 kW 定速 CR 泵设计为在 4 巴系统内提供 40m<sup>3</sup>/h

的流量，有时需要通过节流阀加以控制。这会将压力增加至 7

巴左右，并且还会降低流量及效率。该应用中的 CR 泵需要 5.5 kW 的功率。

通过使用驱动器解决流量要求，可以满足严格的压力和流量需求。通过将所需功率降至 3 kW，每年可节省 1400 欧元的能源成本。

泵和驱动器解决方案可以明显减少不同规格的 RO/UF

系统中所使用的各种泵的数量。系统制造商对少数规格不同的泵执行标准化，提高其各自的流量灵活性，将有助于降低复杂性和成本，同时更轻松达到设计需求。拥有多个或一系列系统的最终用户还能通过标准化进一步节省维护和备件成本。

有些系统制造商需要向其他有不同功率需求的国家/地区提供滤膜系统。驱动器支持实现 50 或 60 Hz 的功率，同时仍然运行标准泵电机。这样能降低销往北美或要出口的不同功率版滤膜系统的复杂性和成本。

此外，智能增压泵还能舒缓流量启动和关闭。这可避免出现强大的水流力，从而在某些情况下避免增加系统内滤膜的磨损。所有滤膜最终都会发生堵塞，因此需要进行清洁，而在滤膜发生堵塞时，在相同流速下处理水需要施加更大的压力。如果没有驱动器，装有定速泵的系统输出的渗透流会开始低于额定值。现代驱动器和泵能够轻松应对压力变化，清洁间隔时间比较长，生产流量不会受损，而经过滤膜的水仍符合质量要求。

最终用户通过选择合适的驱动器和泵，将能够很好地对未来的系统改善进行规划。其中可能包括更换一系列系统；更新滤膜、降低滤膜压力或更改处理流程。这种灵活性能降低未来的改装成本，使最终用户能够充分利用新的环保且高性能的解决方案。

新型泵产品含有集成式驱动器，此类驱动器经过优化，安装在泵电机上并能与之良好协作。这可以减小泵的电机体积，优化性能并确保泵受到保护。另外，最终用户应寻找基于泵设计的驱动器。市

场上有许多通用驱动器，能够满足各种电机需求。专为特定型号泵设计的驱动器能够简化安装和设置，并能提高效率。[1]

## 预处理和反冲洗中的化学品计量

超滤工艺要求化学添加剂的剂量非常精确。现代智能数字计量泵（如整合到系统中的格兰富计量泵）可以按需输送剂量高度精确的化学品。

[来源：“格兰富 SMART Digital DDA FCM 到底有多出色？”魏恩施蒂芬应用技术大学 (University of Applied Sciences Weihenstephan-Triesdorf) 食品科技学院 (Institute of food technology)]

在下图中（图 4）可以看到近乎连续的计量流量，这是体积很小的步进式电机的计量流量图。

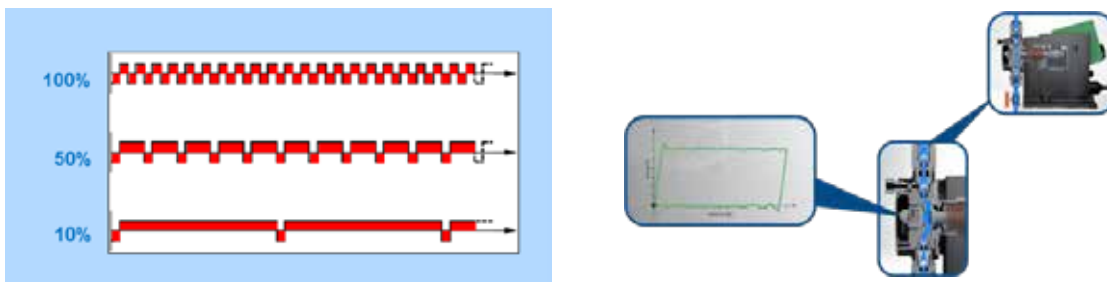


图 4：流量监控器工作原理和计量流量图

集成式流量监控器可以控制该流量，并能就实际流量和设定点的比较情况提供反馈。

### SMART Digital

系列还具有模块化泵，便于系统集成。通过清晰的菜单结构和浅显易懂的文字菜单提供所需泵系统状态信息，并简化操作员的日常工作。

实现与该泵通信不再是系统集成的一个难题。我们提供插头和泵系统，支持通过电控箱连接并以多种方式与 PLC 进行通信。[2]

## 展望未来：

数字化、互联系统、大数据和自动化生产都是全球各地的会议室谈论的主题。在水处理工业中，第四次工业革命还将影响水处理方式以及未来的数据处理和使用方式。本章节将介绍互联系统带来的可能性以及数据和算法的创新使用，从而提供来自 RO 系统的数据并优化 RO 系统的阻垢剂使用。

智能 RO 通过分析来自 RO 系统中标准传感器（压力、温度和导电率）的数据工作。这些传感器检测运行并应对滤膜性能的变化。来自传感器的数据可传输并储存在计量泵或云服务器中，两个位置都可用于数据储存（本地或历史数据）。智能 RO 拥有两大特性：1) 实时数据处理和可视化，以及 2) 包含 AS 计量决策的数位智能。升级版数字计量泵可用于实施智能 RO。[3]

现场测试和试验的初步结果（图 2）显示出足够的流量，而采用真实客户系统的试验正在运行。



图 2: 采用智能 RO (受控剂量) 和不采用智能 RO (恒定剂量) 运行的系统之间的对比

## 结论：

本白皮书旨在介绍水回用过程包括的众多元素。我们希望本白皮书能回答您的部分问题，但显然还有很多内容要改进。水的使用因行业而异，存在大量针对水处理和工业水资源再利用的不同应用，而格兰富将开发更多优化解决方案，从而充分利用智能泵和泵解决方案。

随着水资源短缺问题变得更加严重，水资源再利用变得越来越有必要。水处理过程将在确保整个地球具有安全而稳定的未来方面发挥应有的作用。

来源：

[1] Harland Pond：在滤膜过滤中使用泵变速驱动器解决方案

[2] “格兰富 SMART Digital DDA FCM 到底有多出色？”SMART Digital DDA 与机械计量泵 DMI 的计量精度和准确性比较，魏恩施蒂芬应用技术大学食品科技学院

[3] 通过数字化、连通性和智能算法优化 RO 系统；Marco Witte、Carsten Persner 博士、Victor Augusto Yangali-Quintanilla, MSc, 博士学位