

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

应用报告

玛尔丽斯堡：通往 水务能源中和之道

300
公吨

降低二氧化碳年排放
量的最佳实践

drives.danfoss.cn

VLT®



挑战

为城市居民提供生活用水和卫生服务需要耗费大量资源。这种挑战只会随着全球发展和人口增长而不断升级。如今，经济的高效节能解决方案可以大幅降低供水行业的能耗，尤其是在污水处理厂的能耗。

如果不采取措施，到 2030 年，全球与水相关的能耗将增加 100%。¹

解决方案： 污水厂变身能源生产企业

丹麦奥尔胡斯的玛尔丽斯堡污水处理厂 (WWTP) 能够生成的能量远远高于为 20 万人处理污水所需的能量。事实上，玛尔丽斯堡污水处理厂生成的能量非常多，完全可以保障饮用水供应所需的能量。玛尔丽斯堡污水处理厂为水务能源中和开创出一条新路，展示如何将能源与水脱离开来。

- 玛尔丽斯堡污水处理厂生成的能源足以满足整个城市 20 万人口的水循环需求，总投资回报时间估计为 4.8 年
- 剩余能量由电能 (50%) 和热能 (50%) 组成

1. https://iea.blob.core.windows.net/assets/77ecf96c-5f4b-4d0d-9d93-d81b938217cb/World_Energy_Outlook_2018.pdf

水是气候保护行动的关键 挖掘废水管理的绿色潜力

水至关重要。水是生命之源，同时也是应对气候变化的关键。捍卫公众人权，为公众提供干净饮用水和卫生设备需要耗费大量资源。

根据国际能源署 (IEA) 的统计，全球水务行业每年能耗大约为 1.2 亿吨，几乎相当于澳大利亚的能源使用总量。¹ 如果不采取任何行动，截至 2030 年，全球与水相关的能耗将会提高 100%。² 世界需要更多的水和更少的碳排放。能源效率必能打破这条曲线。

如果供水和水处理领域能够充分利用所有可行、且经济合算的能源效率方案，充分挖掘能量回收潜力，那么这些领域就蕴藏着巨大的节能潜力。³

一个显而易见的出发点就是污水处理厂，这是全球大多数城市都会有的市政设施。污水处理厂通常由市政当局运营，耗电量占到城市总电量的 30-40%。⁴ 对于污水处理公司而言，电费往往是位居人力成本之后的第二大运营成本。⁵

废水中含有大量可以利用的内在能量，将废水能源加以妥当管理，即可转化为中性能源，在消耗能量的同时，不断产生能量，通过正确的做法实现更多目标。因此，污水处理厂潜力无限，完全可以从耗能者变身为能源生产者。

2. https://iea.blob.core.windows.net/assets/77ecf96c-5f4b-4d0d-9d93-d81b938217cb/World_Energy_Outlook_2018.pdf

3. https://iea.blob.core.windows.net/assets/77ecf96c-5f4b-4d0d-9d93-d81b938217cb/World_Energy_Outlook_2018.pdf

4. <https://www.epa.gov/sustainable-water-infrastructure/energy-efficiency-water-utilities>

5. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11157-018-9478-x>



丹麦奥胡斯玛尔丽斯堡 污水处理厂

所有人:奥胡斯 Vand 公司

集水区:20 万 (人口)

建筑简介:30 年以上



供水和污水处理系统

水的处理和配送能耗涉及泵送地下水,净化地下水使其变成饮用水,再将饮用水泵送到集水区的消费者手中。

污水传送能耗主要在泵站,泵站将污水从消费者居所泵送到污水处理厂。

WWTP 集中了污水处理厂的所有能耗

20 万人口的 能源中和水务管理

玛尔丽斯堡污水处理厂

污水处理是一个能源密集型的过程，需要全天不间断运行。将水从下水道往下泵送到处理厂需要耗能，在曝气池、内部泵运行和污泥处理中也会产生大量能耗。

污水处理厂在发电和供热方面都有巨大的产能潜力。在丹麦奥胡斯市，由奥胡斯 Vand 公司运营的玛尔丽斯堡污水处理厂成功减少了能源消耗，同时提高了能源产量，足以与集水区总的水循环（即饮用水供应和污水处理）能耗相匹配，从而有效地将水与能源分离开来。

这一成功的基础涉及两级战略：降低能耗，同时提高能源产量。

2005 年，奥胡斯 Vand 公司开始在玛尔丽斯堡集水区提高能源效率和能源产量。在整个水循环系统中，几乎所有配备电机的设备（总计 125 台）

都配置了变频器，实现可控性，确保达到最佳性能所需的适当能量。在这些变频器的控制下，污泥平衡效果更好，能源生产得以改善。

污水处理厂内安装了一系列智能传感器。它们实时提供重要信息，可自动计算变频驱动装置的设置点。因此，玛尔丽斯堡污水处理厂可实现高能效运行。

与此同时，玛尔丽斯堡污水处理厂也是一座生产能源的生物冶炼厂。2010 年，奥胡斯 Vand 公司开始对污水处理机制的这一层面进行改进。工厂利用产生的沼气从家庭废水中生产能源。污泥从废水中提取出来，然后泵入消化池。

这些气体产生的沼气（主要是甲烷），燃烧后产生热量和电力。

在 2016 年至 2021 年期间，玛尔丽斯堡污水处理厂产生的能源比处理废水所需的能源要多近 100%。产生的能源也可以用于为该区域供应饮用水。这意味着玛尔丽斯堡污水处理厂产生的能源足以满足整个集水区水循环的需求，包括饮用水输送和废水处理，基本上将水与能源分离。据估计，70% 的改进之处得益于过程优化和数字化。

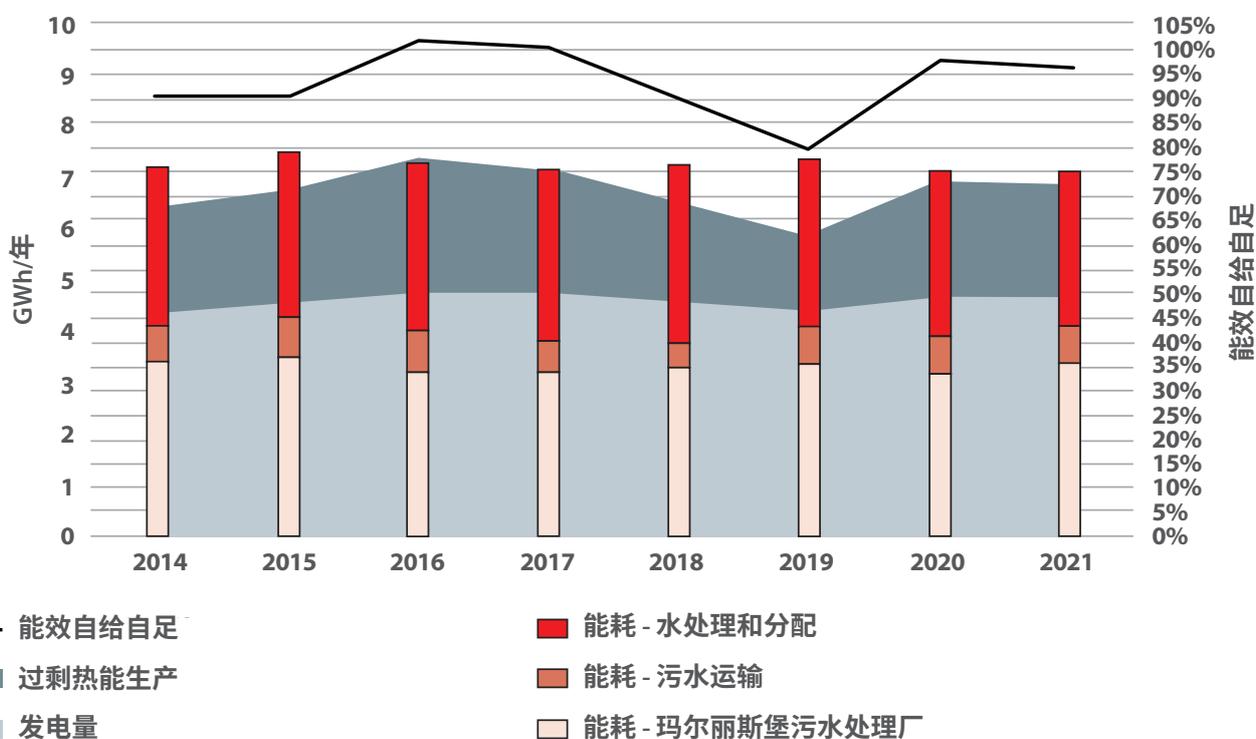
将水与能源分离开来

无需补充 立等可用

玛尔丽斯堡集水区的能源平衡水平平均为 100%，但随着季节和年份的变动，该水平也在上下波动。通过污泥发电时，我们需要将预期设定在现实水平：对于这些基于生物的工艺过程，由于输入量、含量和有时不可预测的化学成分不同，发电量和能耗总是会发生自然变化。

尽管生物能源的生成过程比大多数人所知的要更复杂，但它们已在多个污水处理厂实施，全都运行稳定。由于生物学的复杂性，不可能将过程直接从一个厂复制到另一个厂；而是每个新工厂都需要单独的可行性研究。这些工厂运行非常平顺，目前来看，成熟运营的工厂已经在 3 年内实现过程控制设备的投资回报 (ROI)。

值得注意的是，工厂并没有采用太阳能或风能它既没有从食品行业的脂肪、油脂 (FOG) 中补能，也没有通过其它工厂的污泥补能。所有废水来自组合式污水管网系统。玛尔丽斯堡污水处理厂产生的所有能源均来自普通家庭废水，占总量的 90%。



玛尔丽斯堡污水处理厂的能源生产 几乎涵盖了整个水循环

能耗	2016-2021 年 平均值
水处理, 分配 (kWh)	330 万
废水运输 (kWh)	70 万
玛尔丽斯堡污水处理厂 (kWh)	330 万
总能耗 (kWh)	720 万

能源生产

发电量 (kWh)	470 万
产热量 (kWh)	210 万
能源总产量 (kWh)	680 万

自我供能等级

废水处理过程、电力和热量 (%)	208%
玛尔丽斯堡集水区总的水循环	94%

过程控制设备的
平均投资回收期
估计为

3 年

从耗能者变身产能者

高效水处理指南

玛尔丽斯堡污水处理厂为全球城市指明了能源中和水务之道。简而言之，需要两个步骤：避免使用不需要的能源，充分利用污水自身的能量。

1. 基准界定

测量

能量表显示供水和污水处理中都使用了多少能量。

评估

找到最有吸引力的节能机会。

2. 降低能耗

本地数字化

通过安装实时传感器和变频器来搭建本地控制回路，确保更高效地利用能源。

高效组件

切换至更高效的组件，例如高速涡轮鼓风机。

整体数字化

将本地控制回路整合到全面、自动、实时的过程中，让整个设施都采用数字过程控制。

3. 提高能源产量

整体数字化

选择合适的过程控制措施实现节能，这样会产生双重效果。节约能源，提供更多的污泥用于生产天然气，这些污泥可以通过热电联产 (CHP) 过程转化为电能或热能。





Taarnby 污水处理厂

在丹麦本哈根的 Taarnby 市，新能源中心为企业和市民提供区域供冷和供热服务。独特的能源中心利用附近污水处理厂的多余热量在冬季供热，在夏季制冷。四台大型热泵可以排出多余的热能，从而降低成本、降低能耗并减少排放。

污水处理厂余热、区域供热、区域供冷与电网之间的协同作用，这是行业耦合的完美范例：通过连接系统和最终使用环节，重复利用并回收能源。

热泵可以回收污水出口产生的热量。污水处理厂输出水的温度通常比进入的水高 7 - 9 °C，这就提高了热泵效率，缩短了回报时间。余热可以导出到邻近的建筑物或本地区域的供暖系统，行业耦合的又一范例。

资料来源：<https://dk.ramboll.com/medier/rdk/varmepumper-paa-spildevand-giver-baade-fjernkoling-og-varme-i-taarnby>

细分行业整合提高了污水处理潜力

为楼宇提供热能和热水所需的能耗将近占到全球最终能耗的一半，⁶ 其中大部分来自煤炭、石油和天然气。⁷

在世界许多地区，由区域能源系统为家庭和公司进行供暖和供冷。区域能源系统利用发电厂等系统产生的热量，然后以水的形式通过管道输送给最终用户。区域能源是一个为整个区域供热或供冷的综合系统。在中国、俄罗斯和欧洲，已有大量的区域能源系统，并且还有更多此类系统即将启用。

如今，全球大部分区域供热都依赖于化石燃料。⁸ 据国际能源署 (IEA) 称，到 2030 年，全球需要将区域供热中绿色能源的份额从如今的 8% 提高到大约 35%。如果成功，这将有助于将产热产生的碳排放减少三分之一以上。⁹

解决方案已经出炉，不仅能实现既定目标，还能实现更多。 丹麦是全球最节能的国家之一，广泛采用区域供热是主要原因之一。¹⁰

在丹麦，65% 的家庭通过区域供热来满足供暖需求，70% 以上的热来自绿色资源，例如各种商业过程中产生的废料、生物质、风和余热。¹¹

丹麦森纳堡市也不例外。自 2007 年以来，空间供暖和生活热水的碳排放量已经下降了 73%，当地的区域能源系统在其中功不可没。另外，区域供热中天然气所占的份额现在已从 70% 降到 8%。¹²

区域能源系统的主要优势之一是能够整合不同的热源，促进供热和制冷系统中完全弃用化石燃料。随着时间的推移，区域能源系统的能效不断提高，有助于在系统中引入更多的绿色资源。¹³

其中就包括余热，尤其是来自具有极大潜力的污水处理的热能。根据丹麦水和废水协会 (DANVA) 的数据，有着 580 万人口的丹麦，其污水处理厂的潜在余热有 600-700 MW。这相当于两个大型发电厂，¹⁴ 意味着可以用碳中和热能为大约 20% 的家庭供热。

通过这些深入分析，可以清楚地看到，水行业多余的能源可以在区域供热中起到不小的作用。通过这种方式，污水处理中产生的能源可以有效减少区域供热系统对化石燃料的依赖。

6. <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/heating>

7. <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/heating>

8. <https://www.iea.org/reports/district-heating>

9. <https://www.iea.org/reports/district-heating>

10. <https://ens.dk/en/our-responsibilities/global-cooperation/experiences-district-heating>

11. Fakta om fjernvarme (danskfjernvarme.dk)

12. ProjectZero: Monitoring report 2020 Sonderborg municipal territory

13. https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/280710833/1_4GDH_progression_revised_May2018.pdf

14. <https://www.danva.dk/viden/danskvand-temaer/vand-og-klima/flere-udnyttter-varmen-i-spildevandet/>

减少水务能耗全球皆可行

如今,全球超过 60% 的人口无法拥有安全管理的卫生条件,仅有 20% 的污水得到了处理。实现联合国在水和卫生方面的可持续发展目标 (SDG 6),为所有人提供干净水和卫生条件,这是一个严峻的挑战。要实现这一目标,不仅对城市的能源消耗有重大影响,在应对气候变化方面也有着重大影响。未经处理的污水产生的碳排放量大约是传统污水处理厂在处理污水时所产生碳排放量的三倍。¹⁵

玛尔丽斯堡污水处理厂提供了如何将污水厂转变为产能企业的蓝图,产生比所需更多的能源。如果其它城市优先考虑采用实现联合国可持续发展目标所需的污水处理新设施,那么全球节能量将达到 650 太瓦时 (TWh)。节约的能源超过了欧盟所有燃煤发电厂产生的总能源。¹⁶ 通过采用丹麦最佳做法 (相当于最佳可用技术 BAT),全球可以避免 3 亿吨二氧化碳碳排放量。



15. 联合国统计数据 (2020)。为所有人确保水及卫生资源的可用性和可持续管理。

16. <https://iwa-network.org/how-can-more-water-treatment-cut-co2-emissions/>

任何信息,包括但不限于产品手册、目录、广告等中包含的产品选择、产品应用或使用、产品设计、重量、尺寸、功率或其他技术信息,无论以书面、口头、电子、在线或通过下载等形式,均仅作信息了解,仅在以要约或订单确认书明示表达的情况下并仅在此范围内具备约束力。对于产品目录、手册及其他印刷资料中出现的错误, Danfoss 不予负责。

Danfoss 公司保留不另行通知更改产品的权利。此权利同样适用于已经订购但尚未交付的产品,前提是该等更改不应双方约定的产品规格或产品形式、适合度或功能产生重大影响。

本资料中的所有商标均为 Danfoss A/S 或 Danfoss 集团公司的财产。Danfoss 和 Danfoss 徽标是 Danfoss A/S 的商标。保留所有权利。