

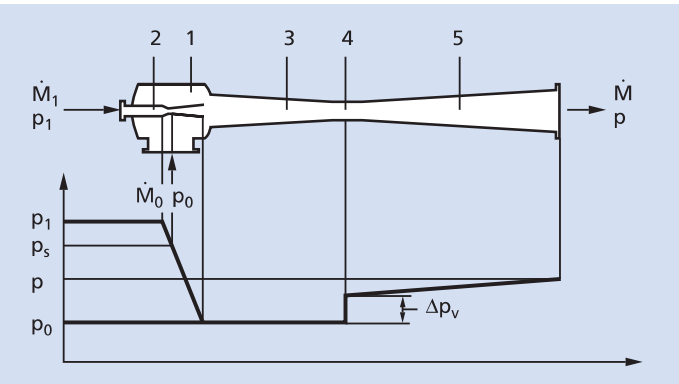
真空喷射系统



喷射真空泵的基本原理

喷射泵用于蒸发器、干燥器、蒸馏和精馏装置中，以及冷冻干燥、缩聚反应、脱气、除臭工艺中产生和维持真空。

此类设备基本上是由喷射泵、冷凝器或者配合其他真空泵，例如液环真空泵组成。



蒸汽喷射泵的工作压力和
整个流道上的压力变化

- 1 头部腔室

2 动力喷嘴

3 进口锥体部分

4 喉口

5 扩散器
- }
- 混合喷嘴

- p_I 动力蒸汽压力

p_0 吸入压力

p 反压

p_s 声速时的压力

Δp_v 压缩效果

M_I 动力蒸汽流量

M_0 吸入流量

M 混合蒸汽流量

此类泵是如何工作的？

喷射泵通过动力介质的膨胀功来产生真空。高速喷射在动力喷嘴内产生；低的吸入压力下，喷射夹带吸入介质并将其加速。通过动能的转换，此混合物的压力在喷射器的喉口和扩散器内升至较高水平。

喷射泵具有三个端口，分别连接：

- 动力介质，最高压力 p_I

■ 吸入介质，最低压力 p_0

■ 动力介质和吸入介质的排放，中间压力 p

给定一个足够高的膨胀比 p_I/p_0 ，单级喷射泵的压缩比 (p/p_0) 可达到20。膨胀比越高，需要的动力介质越少。压缩比越高，需要的动力介质越多。

通常，多级真空泵用于吸入压力低于100 mbar的情况。为了最有效的利用能量，动力介质和可冷凝的化合物在两级之间被冷凝。

冷凝压力取决于冷却介质的温度和动力介质的特性。

如果使用水蒸气作为动力介质，可用冷却水温度25℃，则冷凝压力约为60 mbar。

通常表面冷凝器作为中间冷凝器，以避免吸入介质对冷却水有所污染。

为了设计最高效的喷射真空泵，需要以下数据：

吸入介质

- 组成，摩尔质量 [kmol / kg]

■ 吸入流量 M_0 [kg / h] 或 [kg / s]

■ 吸入压力 p_0 （绝对压力） [mbar]

■ 温度 T_0 [°C]

■ 反压 p （绝对压力） [mbar]

动力介质

- 压力 p_I （过压或绝压） [bar]

■ 温度 T_I [°C]

冷却介质

- 温度 [°C]

■ 压头 [bar]

这些数据将决定设备布置、级数、动力介质和冷却介质的消耗量。

喷射真空泵的优点

- 结构简单

■ 操作安全

■ 低损耗，少维护

■ 抗腐蚀（如果材质选择得当）

■ 可采用各种材质

■ 可用于10 m³/h到2,000,000 m³/h的吸入流量

■ 适合的真空可到0.01 mbar（绝压）

■ 由水蒸气或其他蒸汽驱动；蒸汽压力高于或低于大气压

■ 可结合机械真空泵

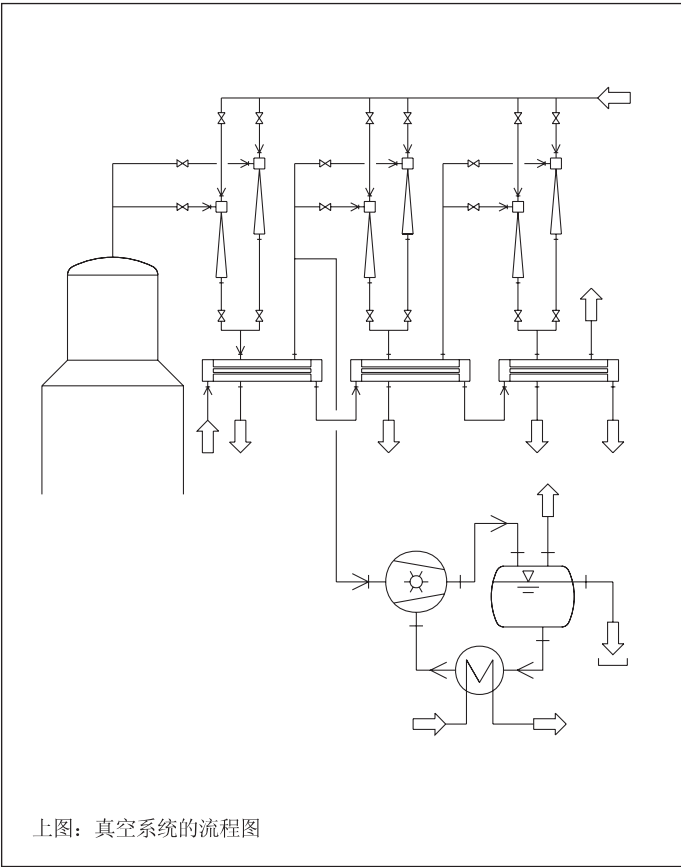
喷射真空泵的正确设计需要大量的经验。GEA Wiegand在喷射泵的设计和制造方面已有近100年的经验。带着您的信心把您的特定要求告诉我们，您将会收到一份理想的报价方案。

喷射真空泵 用于炼油厂真空蒸馏塔



用于炼油厂蒸馏塔的蒸汽喷射
液环真空泵

吸入流量： 6,198 kg/h 或689,337 m³/h
吸入压力（绝压）： 8 mbar
反压（绝压）： 1,500 mbar



上图：真空系统的流程图

喷射真空泵和液环真空泵联合使用，以在原油蒸馏塔中产生真空。两种类型泵的联合，再加上简单而适当的控制系统，有利于降低冷却水、电能、动力介质的消耗。

冷凝器位于喷射真空泵之间。抽出蒸汽和动力介质被尽可能的冷凝，于是流量降低，再由液环真空泵来处理。

GEA Wiegand的喷射真空泵完全适合于此应用。它们传送大量的气体，操作平稳，几乎不需要维护。

材质的选择范围大，从而腐蚀可以被降低或消除。

用于海水脱盐的真空装置

世界上的缺水问题日益严重。许多国家没有足够数量的水库，只有通过海水淡化来满足对水的需求。三种最重要的海水脱盐工艺是：

- RO — 反渗透（膜处理）
- MED — 多效蒸馏
- MSF — 多级闪蒸

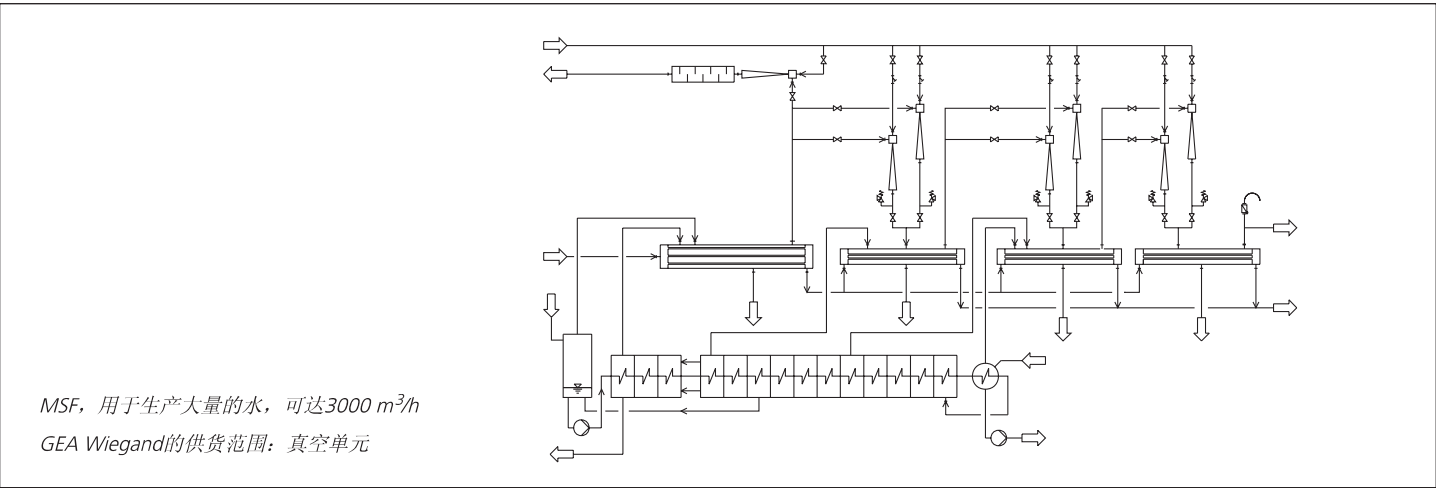
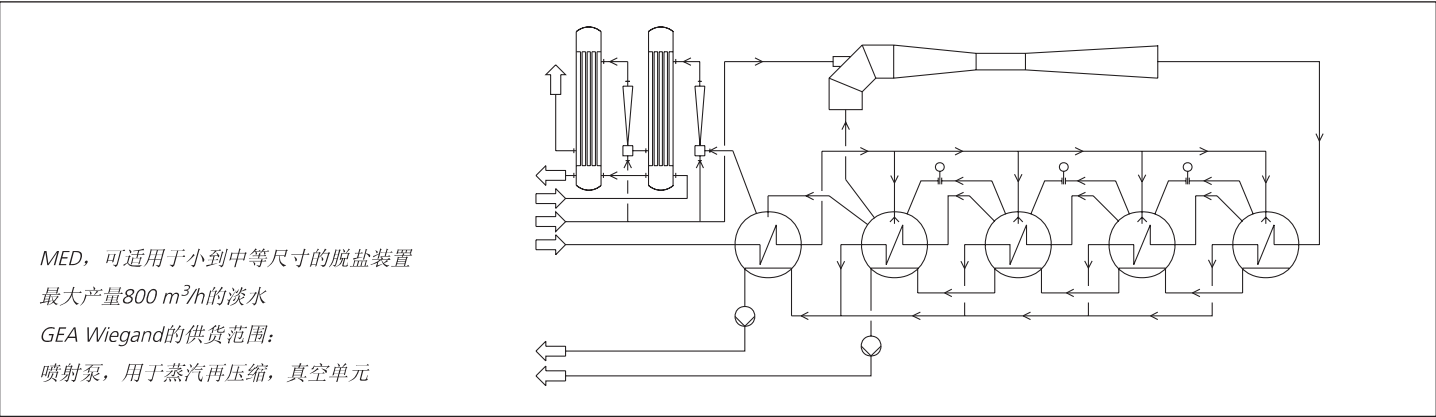


为了获得最佳的性能比，此操作在真空下进行。在各种情况下，真空都是由多级蒸汽喷射真空泵来产生的。这些真空泵与相应的冷凝器一起，是蒸发装置的整体部分，因此也逐渐成为人们关注的焦点。

关于此装置的设计，特殊之处在于优化能量消耗。同时，缩小尺寸以降低投资成本，此成本受使用高质量材质，如钛、镍铜合金和/或不锈钢的影响很大。

选用蒸汽喷射泵作为真空发生器，确保了装置作为一个整体具有高可靠性，同时维护费用保持到最低程度。为了获得最好的操作费用，蒸汽喷射泵被设计用于装置中所有工艺条件。

MSF海水脱盐装置的真空单元



产品蒸汽驱动喷射真空泵

通常喷射真空泵是由水蒸气驱动。工业上水蒸气容易获得，并且早已被证明是一种很好的动力介质。当喷射真空泵中的动力蒸汽冷凝时，在有些情况下生成的冷凝液只能作为废水。

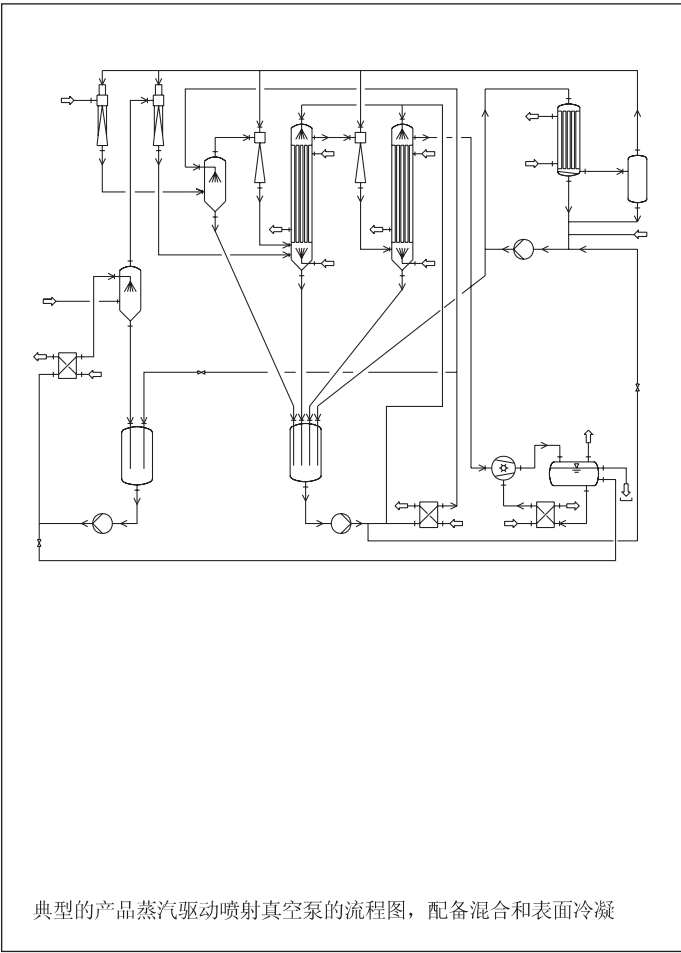
如果可以将工艺过程中产生的产品蒸汽用作喷射泵的动力介质，就可以避免上述情况的发生。然后动力蒸汽冷凝液可以进一步用于工艺系统，或者进行再蒸发后再次用作动力介质。产品蒸汽来驱动的喷射泵还用于不允许水进入到系统中。

产品蒸汽驱动的喷射真空泵和水蒸气驱动的喷射真空泵在功能上没有什么不同，因此基本上它们具有相同的优点。另外，能量需求显著低于水蒸气驱动喷射真空泵，因为有机蒸汽的蒸发热低。

适合产品蒸汽驱动喷射泵的动力介质是有机蒸汽，例如氯苯、三氯乙烯、甲苯、丁二醇、乙二醇、呋喃、苯酚、二氯甲烷等。



上图：世界最大聚酯生产装置使用的GEA Wiegand真空单元



下图：配有产品蒸汽发生器的2级真空泵
动力流体：二氯甲烷
吸入能力：120 kg/h，从4 mbar
相当于7,000 m³/h



用于化学工业的喷射真空装置



GEA Wiegand为化学工业开发了通用泵单元。

多级喷射真空泵的吸入压力可达0.01mbar，因此几乎能够适应所有的应用领域。在设计装置时，需特别注意的是化学工业所要求的标准和安全守则。

喷射泵几乎可以用任何材质来制造，根据工艺工程需要甚至可以用瓷、石墨、玻璃等材质。GEA Wiegand的喷射真空泵是操作安全、坚固耐用的，并且很少需要维护。

两套2级喷射真空泵，与板式冷凝器结构紧凑

左：吸入能力13.3 kg/h，吸入压力7 mbar绝压，相当于1,172 m³/h

右：吸入能力13.1 kg/h，吸入压力1.5 mbar绝压，相当于7,212m³/h

用于炼钢脱气的喷射真空装置

在高品质钢的制造过程中，原钢需在真空下处理。

用多级喷射真空泵来产生和维持真空。

- 用于钢厂脱气工艺的喷射泵需具有以下基本功能：
- 快速抽空工艺罐至要求压力。也就是说在开始阶段喷射真空泵的吸入能力必须很高（通常几千kg/h）。
 - 在抽出大量的惰性气体（高达2,000,000 m³/h，约0.6 mbar真空下对应于1,500 kg/h）的同时维持真空。
 - 快速高效
 - 抗粉尘
 - 操作安全，甚至在最恶劣的操作条件下

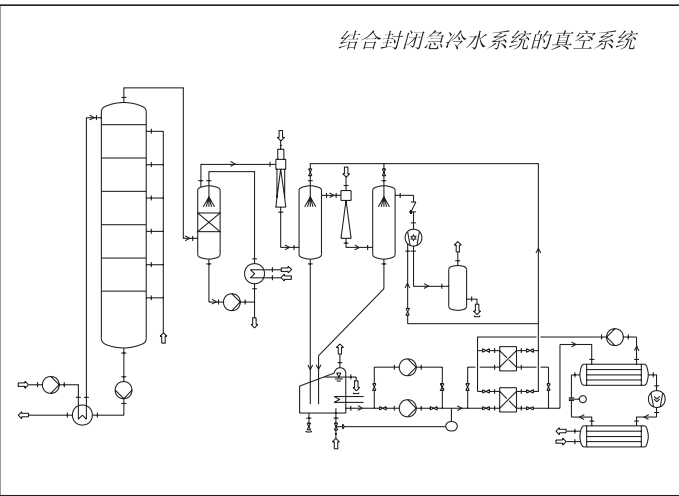
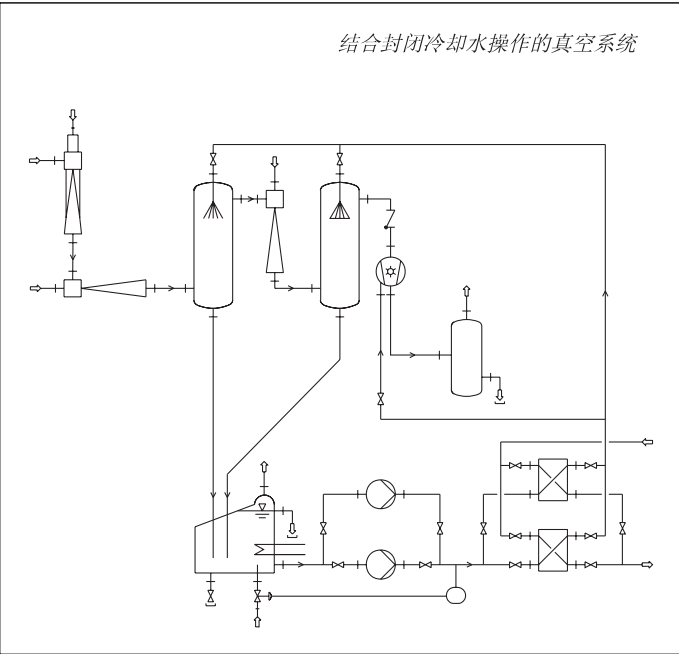


喷射泵，用于炼钢脱气的4级喷射真空泵

抽吸量：1,100 kg/h或1,387,000 m³/h，吸入压力：绝压0.6 mbar

与液环真空泵联合，用作预真空泵也是可能的，这在许多情况下从经济的观点考虑是有利的。通过使用湿法洗涤器，在从真空泵出来的尾气流中的粉尘量可降至可接受值。

食用油除臭



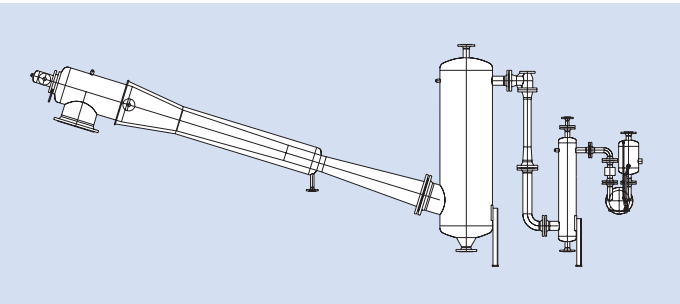
多级蒸汽喷射泵用于食用油工业，通过真空蒸馏（1-5mbar）来精炼产品并除去不必要的气味。

这样的真空系统必须满足下列要求：

- 耐冷凝脂肪酸
- 低能耗
- 环保
- 可靠，维护少

GEA Wiegand的喷射泵在满足这些要求方面没有任何困难。
新开发的设计表明这些蒸汽喷射泵具有良好的能耗值，并且以急冷水操作时的动力蒸汽消耗仍可进一步降低。

带有急冷水系统的真空系统的典型设备布置方式



喷射真空泵的更多应用领域

- 透平冷凝器的脱气
- 烟草的除湿
- 塑料工业中的薄膜制造
- 尿素的生产
- 挤出机脱气
- 干燥工艺
- 脱气



系列产品概览

蒸发装置

用于浓缩各种液体食品、工艺水、有机和无机溶液、工业废水；装置带有加热、冷却、脱气、结晶、精馏等各种辅助设备。

膜过滤 - GEA Filtration

用于浓缩和处理液体食品、工艺水、工业废水；用于分离杂质以提高产品质量和回收利用有价值物质。

蒸馏 / 精馏装置

用于分离多组分混合物，回收有机溶剂；用于不同等级生物酒精的清洁、回收和脱水。

酒精生产线

用于饮用酒精和高纯度的无水酒精；用于集成化酒糟处理系统。

冷凝装置

带有表面或混合冷凝器；用于真空下冷凝蒸汽和水蒸汽/气体的混合物。

真空 / 蒸汽喷射冷却装置

用于产生冷水、冷却液体、甚至可用于腐蚀性和磨蚀性物质。

喷射泵

用于输送和混合各种气体、液体和颗粒固体；用于直接加热各种液体；可作为热泵使用；特殊设计选型更可用于各领域的不同应用中。

蒸汽喷射真空泵

采用产品蒸汽作为驱动力；还可与机械真空泵组合（混合动力系统）；在化学、制药和食品行业，以及在炼油、炼钢脱气等行业广泛使用。

热回收装置

利用废气、水蒸汽/空气混合气体、冷凝液和产品的余热。

真空脱气装置

用于脱除水和其它液体中的溶解气体。

加热和冷却装置

用于热水加热式反应器、接触式干燥器的移动和固定装置。

气体洗涤器

用于尾气的清洁和除尘；分离烟雾；冷却和调节气体；吸收气体污染物。

项目研究装置工程设计



GEA Process Engineering

GEA Wiegand GmbH

Einsteinstrasse 9-15, 76275 Ettlingen, Germany

Tel. +49 7243 705-0, Fax +49 7243 705-330

www.gea-wiegand.com, info@gea-wiegand.de

基伊埃工程技术(中国)有限公司

上海市闵行区鹤翔路99号 201109

电话：+86-21-2408 2288 传真：+86-21-2408 2199

www.geape.com.cn