



钢铁—工业的基石

用于钢水脱气的高效节能 泵站

几乎没有什么材料能像钢铁那样影响世界经济发展。它不仅在工业中，而且在我们的日常生活中都发挥着重要作用。钢用于机器、工厂、桥梁、建筑、船舶、汽车和家用电器的制造。新兴市场的经济增长使它成为 21 世纪最重要的金属材料。

在真空下炼钢

钢被定义为含碳不到2%的铁碳合金，它可以另外包含其他合金元素。从而钢有一系列的不同种类：构造钢、回火钢、不锈钢、耐热钢和耐寒钢等，这些只是一部分例子。

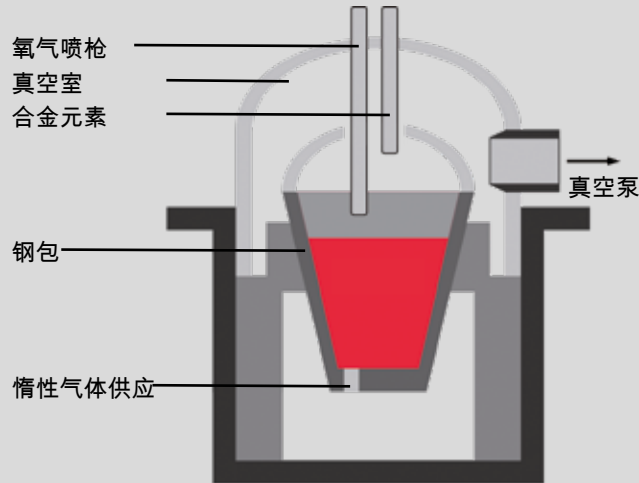


图1：真空氧气脱碳法 -VOD
(Vacuum Oxygen Decarburisation) Process

尽管用途和性能不一样，所有钢种都包含铁和不同数量的其他元素。这些元素的比例通常决定钢的物理性能，尤其是那些不需要的元素的比例

- 硫
- 氮
- 氢

优质钢的基本要求是从钢中清除这些元素，以便提高材料性能，例如：

- 抗冲击性
- 抗老化性
- 冲击强度
- 延伸率
- 焊接性和延展性

用于精炼钢水的工艺被称为“二次冶金”。

我们可以通过各种真空工艺来清除这些元素。普发真空 (Pfeiffer Vacuum) 专注于真空脱气 (VD-Vacuum Degassing) 和真空氧气脱碳 (VOD-Vacuum Oxygen Decarburisation) 工艺。

在这两种工艺中，钢水包放在真空室里，通过相应的真空系统将其排出。在适当的供料系统的辅助下，可以添加其他合金元素，以便获得需要的钢成分。

真空工艺中，物质会从钢水中脱气或蒸发（取决于它们的蒸气压）。这导致真空系统的气体负载增加。在蒸发过程中，可能会存在以下物质/烟气，从而对使用的泵的坚固性提出了更高要求：

- 金属和金属氧化物粉尘/烟气
- 一氧化碳 (CO)、二氧化碳 (CO₂) (VOD法)
- 氢气(H₂)、氮气(N₂)

VD法使用的压力低于1 hPa (0.75 Torr)，通过氩气搅拌除去这些不需要的元素。VOD法使用氧气喷枪将氧气喷到钢水上，起始压力为100至200 hPa。

高合金不锈钢的生产中，原材料成本大约占生产成本的80%。为了控制原材料成本，必须使用高碳铁合金和不锈钢废料，然而，为了抑制腐蚀，不锈钢还必须具有非常低的碳含量。可以使用VOD法来去除钢水中的碳。

在VOD法中，有两种相互矛盾的化学反应：碳氧化和铬氧化。第二种反应是不需要。幸运的是，这两种反应的产物差别明显：一氧化碳 (CO) 是一种气体，而氧化铬 (Cr₂O₃) 是一种固体化合物。这种差别使得可以通过降低一氧化碳的部分压力来促进碳氧化。在VOD法中，这个过程通过真空完成。从而钢水中的碳含量可以降低到需要的低水平。



图2：SKID 解决方案

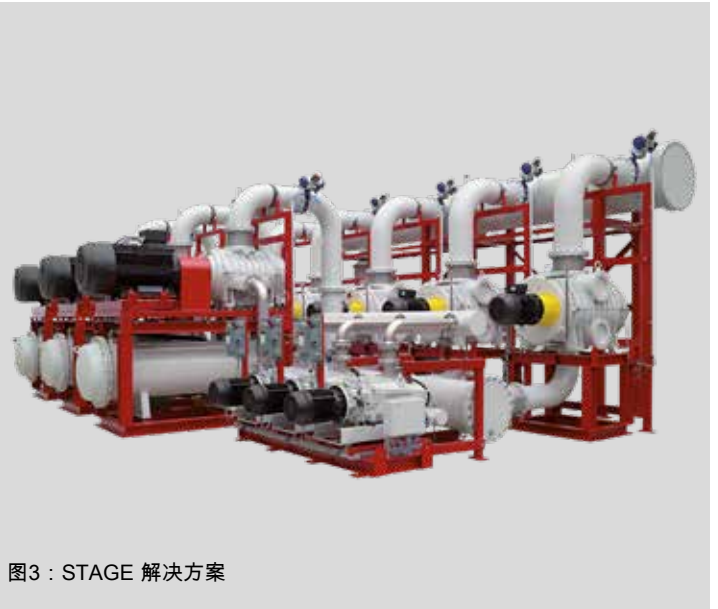


图3：STAGE 解决方案

蒸汽喷射泵系统的高效节能替代方案

近年来，低能耗和环保的产品变得越来越重要。真空系统方面也呈现出这个趋势。

以前，钢水脱气主要采用蒸汽喷射泵。虽然喷射泵的采购成本低，但是因为产生的粉尘会污染冷却水，蒸汽生产和冷却水的运营成本非常高。

为此，如今机械真空泵的使用日益增多。它们的成本效率高，在低压下具有较高的抽吸能力。它们配备有粉尘过滤器，可以在各种条件下提供可靠稳定的性能。

相比蒸汽喷射泵，机械真空泵可以节省大量的运营和维护成本。

普发真空(Pfeiffer Vacuum)解决方案

普发真空开发了两种

基于机械真空泵的钢水脱气系统的概念。

这些系统可以根据客户的具体要求单独定制。三级或三级以上的泵组都能根据具体应用要求进行整合。

这些泵级包括气体循环冷却罗茨泵（OktaLine G）、罗茨泵（OktaLine）和螺杆泵（HeptaDry）。

这两套解决方案的核心是OktaLine G型气冷罗茨泵，可以减少螺杆泵的数量，而且由于它们巨大的抽吸速度，可以快速地从小气压向大排空压力，即使是在高压差情况下。

在称为“SKID”的解决方案中，在普通框架上装配了Okta 25000、带集成气体冷却器的Okta 4000 G和Hepta 600。S skid方案包括了用于公共设备和自动化系统连接的管道和连接通路。需要的抽气速度通过相同模块（“Skid”，图2）的平行连接获得，这些模块专门为具体应用而设计。

在称为“STAGE”的解决方案中，确定了最优的平行泵的数量。然后单一泵级通过歧管相互连接（图3）。如果有必要的话，系统可以选择从三级切换到四级运行。

通过优化现有系统，Pfeiffer Vacuum成功减少了所需的泵数量，从而能耗和系统成本相对较低。之前为45吨钢的VD/VOD处理成功开发的泵站只需要十一台泵。这套系统共有三级泵组分别为五台OktaLine，三台OktaLine G和三台HeptaDary泵。

该系统的优点：

- 与蒸汽喷射，泵系统相比能耗更低
- 泵数量低
- 设计紧凑
- 成本节省明显

为进一步节约成本，客户可以用较小较便宜的泵代替较大的罗茨泵（小批量生产），因为它们的生产成本低。

真空系统各部件一览

螺杆泵

螺杆泵通过反转、啮合螺杆转子输送气体。通过沿出口方向降低螺距，达到内部压缩。这样就降低了功率消耗，使运行噪音低、冷却水消耗低。这使得这些泵成本效率非常高。

螺杆泵非常适合于中低真空压力（ $10^3 - 10^{-3}$ hPa）下的应用，抽气速度为100至600 m³/h。由于运行速度低，轴承和密封受力较低。因此，它们非常可靠而且适合于跟罗茨泵相结合。

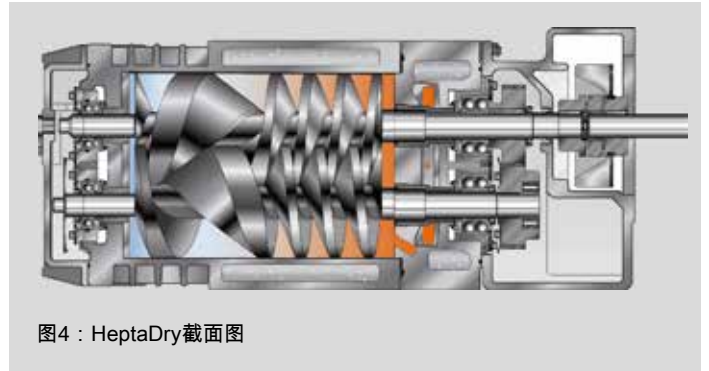
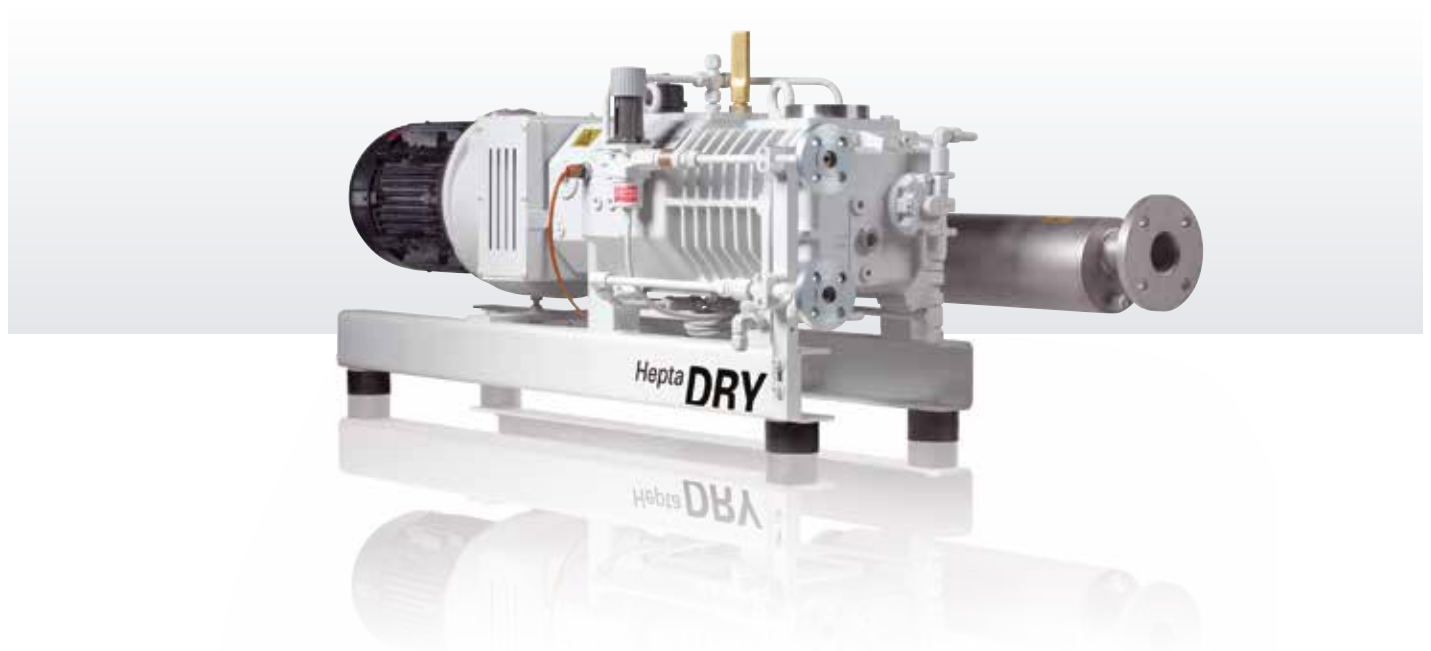


图4：HeptaDry截面图

普发真空（Pfeiffer Vacuum）螺杆泵的优点：

- 出色的最终压力
- 低能耗
- 低噪音
- 即使降低螺距和水冷系统，也不会产生过热现象
- 直接气体流动减少了粉尘沉积
- 绝对干燥、无油
- 坚固可靠



罗茨泵

在罗茨泵中，两个转子同步旋转，并且相反方向上没有摩擦。转子为8字形配置，相互之间分离，与外壳之间也被一条狭缝隔开。它们没有内部压缩也没有排泄阀。溢流阀防止由于限制入口和出口侧之间的压差导致的过热。因此，罗茨泵不能对大气喷射，它们需要前级泵（例如，螺杆泵）。

由于存在不同的抽气速度和版本，罗茨泵可以根据客户具体要求完美定制。中低真空范围下的抽速能力处于250到25,000 m³/h之间。气体的垂直流动使得该泵对粉尘和液体不敏感。



这使得罗茨泵非常适合于高压差和最大压缩比的应用，它们可以在没有前级泵情况下工作。

Pfeiffer Vacuum罗茨泵的优点：

- 压缩比高，抽气时间短
- 防止热过载
- 部件符合可用标准 94/9 EC (ATEX)
- 坚固，很少需要维护
- 由于采用空气冷却和磁耦合，运营成本低
- 可靠而稳定

钢铁工业的专业合作伙伴

普发真空（Pfeiffer Vacuum）为钢铁工业提供的定制解决方案已经得到知名钢铁制造商长期合作的证明。除了全套真空系统之外，Pfeiffer Vacuum还提供现有系统的扩展和现代化改造（例如，替换蒸汽喷射真空系统）。从客户的理念到服务反馈，我们代表了卓越的质量和以客户为本的理念。



除了传统的罗茨泵以外，还有气体循环冷却泵（OktaLine G）。这种泵不采用溢流阀，而是采用气体循环冷却。气体从出口法兰流出，在换热器进行冷却，然后部分再循环进入进气室。从而泵可以在大气压力下工作，而没有热过载的危险。

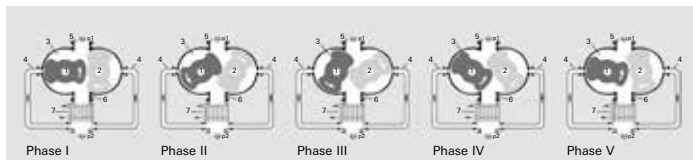


图5：气体冷却罗茨泵的工作原理

我们提供一站式真空解决方案

普发真空代表着为客户在世界范围内提供创新的、定制化的真空解决方案，完美的技术，全方位的支持和可靠的服务。

完整的产品线

从一个配件到复杂的真空系统：
我们是唯一能提供完整的产品线和技术服务的供应商。

理论与实践的完美结合

得益于我们的专业技术和完善的培训体系！
我们提供给您完整的生产技术提升方案和全球统一的一流的现场服务。

您是否正在寻找
完美的真空解决方案？
请联系我们：

普发真空技术(上海)有限公司
Pfeiffer Vacuum
(Shanghai) Co., Ltd.
T +86 (21) 3393 3940
info@pfeiffer-vacuum.cn

www.pfeiffer-vacuum.cn