



# 真空电子束焊接



# 焊接过程中防止空气进入

焊接连接——如果没有这种焊接工艺，无数部件的制造是不可想象的。焊接的历史可以追溯到青铜时代和铁器时代，而如今使用的是高度专业化的工艺，根据应用的不同可以提供特定的优势。电子束焊接具有特别出色的性能：不管是最小的部件还是大型零件，都能用它进行连接。真空解决方案对于该应用是必不可少的。

在电子束焊接中，强加速电子束通过可调磁场聚焦在工件上。在工件的表面上，电子精确地在碰撞点释放能量，使材料加热、熔化和蒸发。电子束枪中的电子束产生和焊接室内的实际焊接过程几乎完全在高真空范围（ $10^{-3}$  至  $10^{-6}$  百帕斯卡）压力下的真空中进行。这是为了防止电子被空气分子散射，并使电子束无故障且无损失地聚焦在工件上。

## 高效且精确

如果您不熟悉该技术，则首先想到的是使用电弧导体和重型防护罩的焊接工，焊接工会在火花闪烁时将填充金属施加到材料上。那么，工艺为什么要在真空中进行呢？电子束工艺有多种优势。一方面，可以实现高达每秒一厘米的更高速度。另一方面，可能的焊接深度更大，可达到 30 厘米。因为该工艺不是手动控制的，光束参数的电调整确保非常精确的实时控制，确保提供一流的部件。由于焊接结果具有很高的可重复性，因此该工艺适用于批量生产。

电子束焊接也对部件材料的选择产生积极影响。原因如下：一方面，该工艺实现了非常高的局部能量密度，但是另一方面，只有极少的热量输入到焊缝周围的材料中。以这种方式，可以将几乎不可能以任何其他方式进行组合的多种不同材料组合起来。低热量也意味着低变形率。由于在电子束焊接过程中可以保护周围的材料，因此也可以焊接具有高导热性的金属。最后，真空也防止了焊接工件不必要的氧化，否则会在加工过程中迅速导致问题。

## 为什么需要真空？

当高精度和高质量被认为是最重要的要求时，电子束焊接的应用就不足为奇了。特别是汽车行业、电气工程、医疗技术和精密机械行业的公司经常使用该工艺。此外，在诸如航空航天工业、能源和核

工业等特殊专业领域也需要复杂的特殊设计。根据操作场所的安装位置，电子束焊接系统可以专门为一种应用而设计，或者作为通用机器，涵盖广泛的应用和客户。

电子束焊接必须在真空中进行，以使电子束不会被残留的气体分子散射。由于几乎所有的能量都施加到了工件上，因此提高了效率。所以，创造和保持安全的真空对于整个过程至关重要。一方面，在抽空过程之后，真空泵必须在电子束发生器的高真空范围内保持恒久的背景压力。另一方面，焊接室对泵配置的要求也相当高。根据工件的不同，焊接室尺寸可能在几升到几百立方米之间。对于所有这些尺寸的焊接室，实现非常快速的抽空时间以达到定义的工作压力至关重要，该压力通常位于较高的高真空范围内。最后，目的是要实现最短的周期时间，以使焊接过程不会成为整个生产过程的瓶颈。

**电子束焊接必须在真空中进行，以使电子束不会被残留的气体分子散射。**

因此，为焊接室选择真空泵的最重要标准之一是在从大气压力到工作压力的整个相关压力范围内非常高的抽速。为了最小化停机时间，长维护间隔与高可靠性相结合对于所有使用的泵来说是至关重要的。

## 设计支持

作为一家为各种真空应用提供高度专业化系统和解决方案的提供商，普发真空为电子束焊接提供了全面的产品组合。它包括用于抽空焊接室和电子束发生器的高中真空泵、用于大气压到高真空压力的真空计、用于连接真空部件的阀门和法兰部件以及用于定位泄漏的检漏仪。除了部件和系统，专家还为电子束焊接系统的完整真空系统设计提供支持，从而为用户提供全面的支持。这包括所有中真空泵和高真空泵的尺寸标注，包括对所需任何其他部件的建议。在设计中，考虑了各个泵的特性、由于管道造成的损失、内腔表面的





泄漏和解吸作用。在此，供应商依靠的是现代化且专门开发的计算程序。

#### 正确的组合

采用中、高真空泵组合对焊接室进行抽真空。中真空泵的任务是在焊接室中获得合适的前级真空压力，以接入高真空泵。该压力通常在  $10^{-1}$  至  $10^{-2}$  百帕斯卡之间。凭借 CombiLine 系列罗茨泵组，普发真空提供了一套完整的标准罗茨泵组，涵盖了可实现的各种抽速和极限压力。对于特别苛刻的要求，可以设计、建造和制造客户专用的泵站。

如果可提供所需的前级真空压力，则使用高真空泵。它们产生并保持焊接所需的工作压力，通常在  $10^{-3}$  和  $10^{-6}$  百帕斯卡之间。普发真空涡轮分子泵的抽速范围为每秒 10 到 3,050 升（氮气）。这些泵的设计具有很高的效率和灵活性；成熟的轴承系统可提供最大的可靠性。

**为了给用户全面的支持，普发真空为电子束焊接系统完整真空系统的设计提供支持。**

涡轮分子泵是用于在电子束

发生器处产生并保持高真空所选择的一种方式。最初的抽空通常没有任何时间限制。为了最大程度地提高效率，通常使用中型泵，例如，普发真空的 HiPace 300 或 HiPace 700，其进气法兰为 DN 100 或 DN 160。当需要无碳氢化合物的真空时，可以使用单独的旋片泵或小型干式前级泵（例如多级罗茨泵）作为前级泵。

#### 安全测量和定位

对于焊接室和电子束发生器处的压力测量中，PKR 型组合式真空计（皮拉尼/冷阴极发射机）已在实践中得到了证明。普发真空提供功能强大且可靠的 ActiveLine 系列。紧凑型皮拉尼发射机——例如同样来自 Active Line 系列的普发真空 TPR——通常用于测量所用高真空泵的前级真空压力。

但是，要在电子束焊接中达到正确的工作压力，系统的密封性也是决定性的。为此，通常使用压力上升方法进行整体泄漏测试。进行时，系统被抽空到规定的压力值。之后，关闭所有阀门。压力随时间的变化而上升，从而得到整体泄漏率。由于内部泄漏和表面解吸也会导致压力上升并会影响结果，因此腔室必须是空的、干净且干燥的。

如果泄漏率超过期望的阈值，则必须找到并修复泄漏。由于氦气检漏仪的检测灵敏度高，测试时间短且易于操作，因此市场需求很大。步骤非常简单：将系统抽空，然后使用喷枪从外部将氦气喷到密封点、焊缝和其他潜在的泄漏点上。如果有泄漏，气体会流入抽空的真空室，并被检漏仪吸入和检测到。普发真空的 ASM 340 是一款功能强大且普遍适用的检漏仪。ASM 310 还提供便携式版本供移动使用。

#### 一站式

电子束焊接可以帮助许多行业的制造商实现更高的生产效率、更高的产品质量和更快的周期。尽管在实践中这是一种可出售的既定工艺，但必须考虑一些特殊要求以确保安全、稳定的过程。因此，用户不仅应注意使用寿命长且维护成本低的一流机械和设备，还应选择专业的合作伙伴作为其供应商，因为此类合作伙伴了解生产中的特定要求并能提供最可靠的、量身定制的解决方案。作为一家具有悠久传统以及在真空解决方案的设计和建造方面拥有 100 多年经验的创新公司，普发真空拥有必要的专业知识，可以帮助各行各业的用户取得成功。



电子束发生器处的 HiPace 涡轮分子泵  
(由 Steigerwald Strahltechnik 提供)

## 抽真空

### HiPace 涡轮分子泵

- 高抽速
- 小分子气体压缩比高
- 高外部磁场的变体
- 距泵最远 100 m 的外部电子驱动单元
- 可现场维护



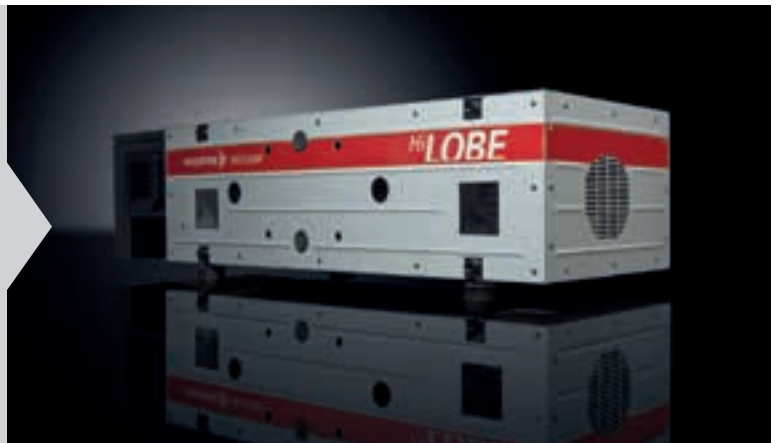
### 旋片泵

- 外部电子驱动单元
- 无摩擦操作实现无磨损
- 无碳氢化合物回流
- 产生极净真空
- 非接触式泵模块
- 洁净真空
- 可订购无氟版



### HiLobe 罗茨泵

- 由于可变的转速控制，抽速范围为 520 - 2,100 m<sup>3</sup>/h，具体取决于版本型号
- 性能卓越的全新一代驱动理念实现极短的抽空时间
- 智能接口技术可以实现工艺调整和状态监测（工业 4.0）
- 灵活的安装方向实现安装成本降低



### 罗茨泵组

- 抽速 250 至 25,000 m<sup>3</sup>/h
- 模块化概念
  - DuoLine (WD 系列)，
  - HeptaLine (WH 系列) 以及
  - HenaLine (WU 系列)



## 真空测量

### 真空计

- 磁屏蔽最高 70 mT (ModulLine)
- 电缆长度可达 500 米
- Profibus 接头



## 泄漏检测



### 检漏仪 ASM 310

- 最低检测率高达  $1 \cdot 10^{-13}$  Pa m<sup>3</sup>/s
- 易于使用
- 可使用干式前级泵，最高抽速 40 m<sup>3</sup>/h

### 检漏仪 ASM 340

- 最低检测率高达  $1 \cdot 10^{-13}$  Pa m<sup>3</sup>/s
- 易于使用
- 可使用干式前级泵，最高抽速 40 m<sup>3</sup>/h



## 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

Pfeiffer Vacuum GmbH  
德国总部  
T +49 6441 802-0  
info@pfeiffer-vacuum.de

[www.pfeiffer-vacuum.com](http://www.pfeiffer-vacuum.com)

**PFEIFFER**  **VACUUM**