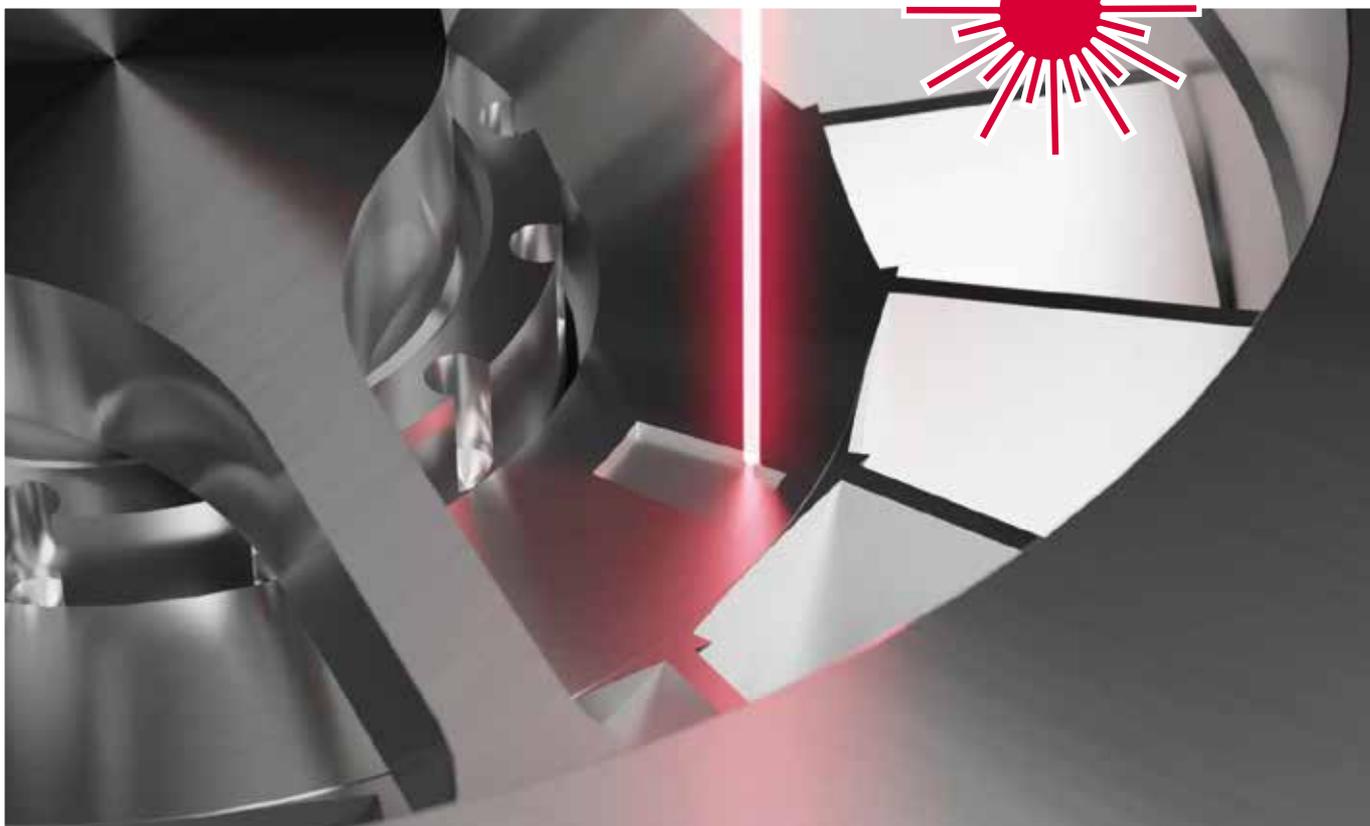


涡轮分子泵创新专利： 普发真空崭新的 Laser Balancing™ 技术

涡轮分子泵用于产生清洁的高真空和超高真空，在真空技术中发挥着重要作用。在复合轴承涡轮分子泵内部，转子由永磁轴承和滚轮轴承组合支撑，并以非常高的速度驱动。



多年来，普发真空的复合轴承转子动平衡一直是其一项核心竞争力，凭借这种技术，我们可以提供振动水平非常低的高尖端的涡轮分子泵。随着新产品 HiPace 80 Neo 推出，该涡轮分子泵系列采用了由普发真空开发的 Laser Balancing 技术。这项创新使真空设备更耐用，振动更低且噪音更小。

让我们从头说起：为何转子需要进行动平衡？传统做法和采用 Laser Balancing 方法进行动平衡有何区别？新技术有何优势？



**HiPace 80 Neo – 同级别中全球
首款激光动平衡技术涡轮分子泵**

为什么要对转子进行动平衡？

动平衡工艺在汽车制造业可能是个熟悉的概念。其中必须要对新车轮胎进行动平衡。物体即使看起来外表对称，实际质量分布上也有轻微的不均等。这可能是源自部件的制造工艺或原材料密度不均匀等原因。这种不均匀的质量分布用不平衡 (unbalance) 一词来描述。当不平衡物体旋转时，就会发生振动。如果汽车轮胎不平衡，则可以在方向盘上感受到振动。由此产生的振动力取决于旋转速度以及不平衡的程度。振动会急剧增加，并对车辆的其他部件造成损害。因此，需要通过动平衡来降低旋转物体的不平衡度。

汽车轮胎的最佳速度是 1500 到 2500 rpm，而涡轮分子泵的转子速度高达 90000 rpm，或 1500 rpm/sec。因此，动平衡品质的要求极高。仅仅几毫克范围内轻微的不平衡，都会对泵的运行产生重大影响。因此，高品质的动平衡既关系到转子的平稳运行，也关系到涡轮分子泵的损，还可确保传递到真空腔室和客户应用系统上的振动降至最低。

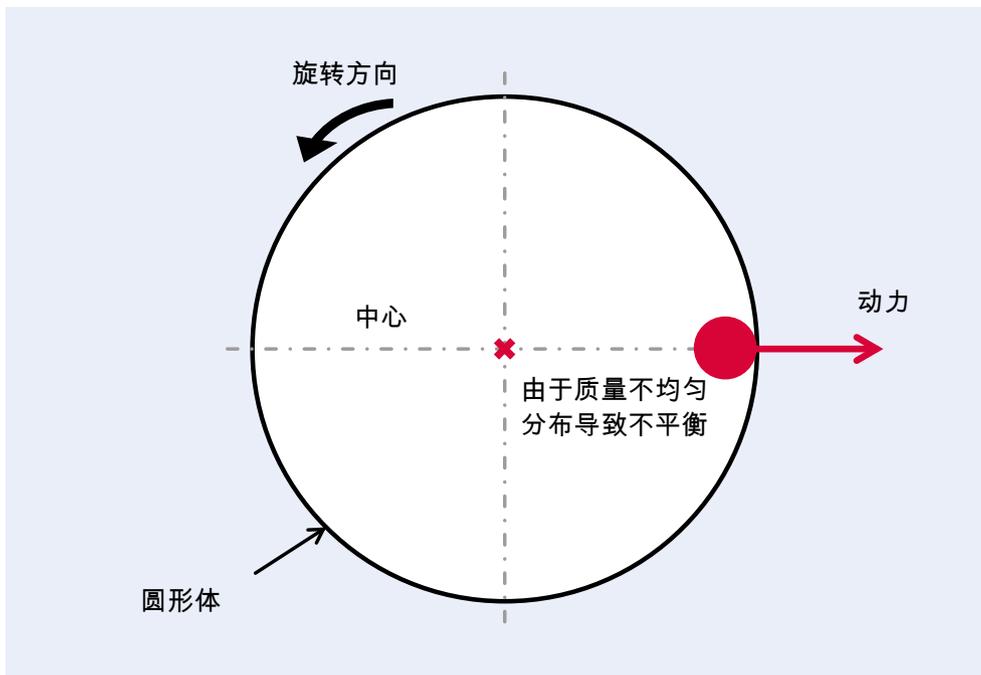


图 1：一个外部轮廓对称的圆形体由于质量分布不均而表现出不平衡性。物体围绕其中心点的旋转产生一个循环力，从而导致振动。

传统动平衡

多年来，传统的平衡技术一直是普发真空的核心竞争力之一。它可降低复合轴承涡轮分子泵运转时的振动。通过增加额外的质量，例如通过动平衡配重块，可以减少质量分布的不均匀。质量动平衡借助机械加工流程而得到广泛使用。其中包括诸如磨削以及通过钻孔去除材料等工艺。



在传统动平衡中，
动平衡配重块沿着各平衡位的
圆周手动拧入。

在传统动平衡过程中，转子的径向偏移是在轴承附近的两个测量层测量的。转子的不平衡度利用一种特殊的算法来确定。为了降低总不平衡度，转子沿旋转轴分成多个平衡等级，每个等级都有相应的孔。动平衡配重块沿着各平衡等级的圆周手动拧入。这就降低了质量分布的不均匀，转子的剩余不平衡度被减少到所需的极限值以下。这里的不平衡度将在多种速度下确定，并逐渐完成补偿，从而降低转子的振动并达到额定速度。

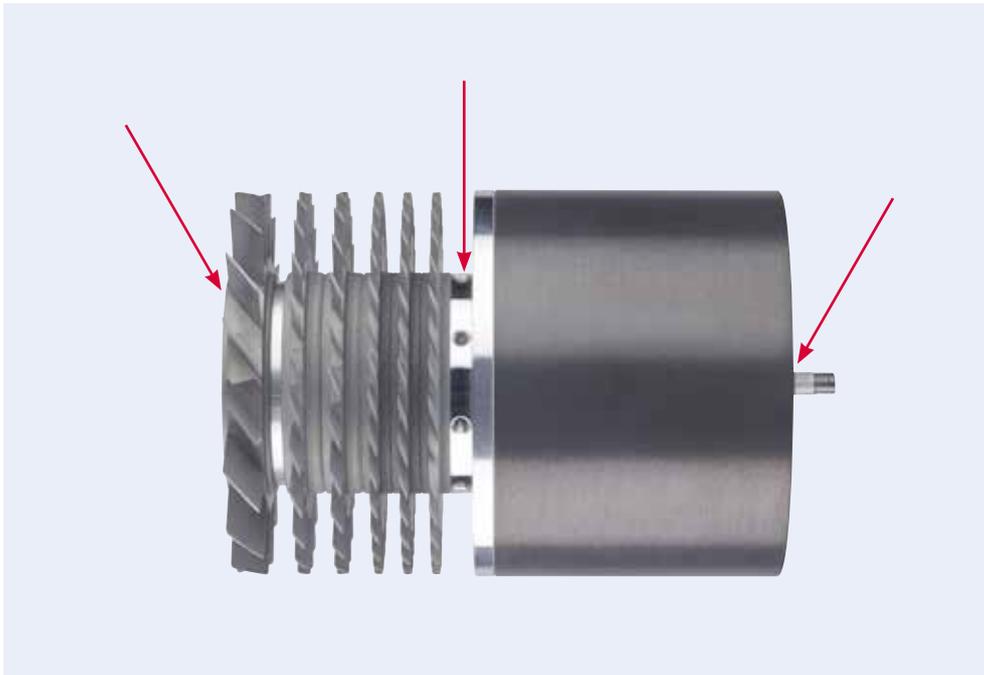
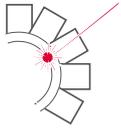


图 2：涡轮分子泵转子上各动平衡位置的示意图。

用 Laser Balancing™ 方法进行动平衡



在过去的十年中，对涡轮分子泵的应用要求在不断提高，特别是在次级特性方面。因此，高速转子一直需要进一步开发，包括转子的使用寿命、振动水平（即泵壳上发出的声响和振动），以及基于部件表面脱气性能方面的洁净度指标。

现如今，普发真空在真空技术领域又有了一项创新的技术：近年来，公司开发出了全新的 Laser Balancing 技术并获得了专利。它能更有效地测试涡轮分子泵转子的平衡性能，并缺确保我们在这一领域的技术优势。

Laser Balancing 彻底改变了传统的动平衡过程，不再需要动平衡孔和动平衡配重。通过激光烧蚀去除材料，质量平衡的方式由此逆转，并可将不均匀的质量分布降到最低。用激光去除材料要精确得多，因此剩余不平衡会更低。在这一过程中，材料特性不受影响。

通过分配几何确定的动平衡孔和渐近的动平衡配重法，可以通过激光烧蚀把多余的部分给去除。通过激光的帮助，转子的不均匀质量分布，将能够在所有点位逐个进行精准的处理来达到最佳的动平衡性。



图 3：采用平衡孔的传统动平衡（左）和采用激光烧蚀段的激光动平衡（右）动平衡等级对比

Laser Balancing™ 方法有哪些优势？

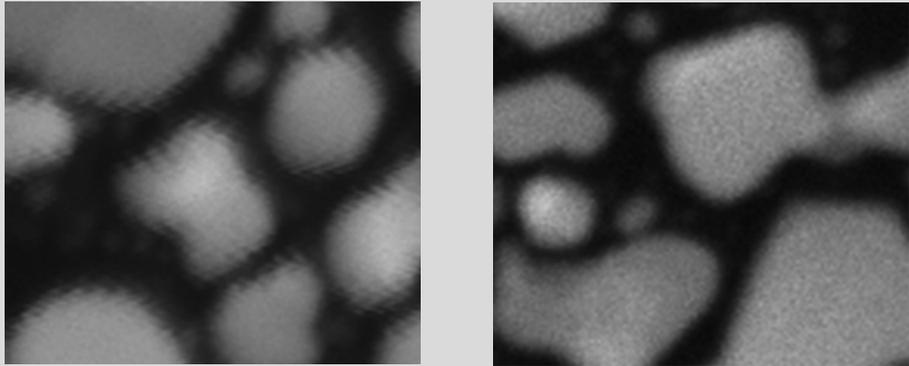
通过使用 Laser Balancing 和在基础计算算法方面多年积累的专业知识，普发真空能够利用现代化的自动平衡系统，将涡轮分子泵转子的动平衡品质提高 20%。因此，普发真空可大幅提升转子寿命，并降低泵在运行期间的振动和噪音水平。激光烧蚀产生的颗粒在加工过程中便可抽出和过滤掉。随后对激光平衡后的转子进行清洁，由于无需手动拧紧螺丝，确保了表面的最高洁净度。此外，也避免了平衡孔中的气穴造成的虚漏现象。

利用激光动平衡，
普发真空能够将涡轮分子泵转子的
平衡品质提升 20%。

在需要低振动和静音的应用中，全新技术加持的涡轮分子泵可以更有效地提高用户体验。例如，低振动声发射使配备集成涡轮分子泵的电子显微镜能够获得更高分辨率的图像。

创新型 Laser Balancing 技术的优势凸显了普发真空涡轮分子泵在真空技术方面的独特优势，并为公司的下一步发展提供了技术前瞻。

配备涡轮分子泵的电子显微镜的两幅图像对比：



高真空法兰的振动更强烈 (~20 nm)，从而导致高倍率下的图像模糊不清。

振动较小 (~5 nm) 时图像更清晰。

图片由捷克斯拉夫的 TESCAN 提供



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

Follow us on social media
#pfeiffervacuum



www.pfeiffer-vacuum.cn

PFEIFFER  **VACUUM**