



来自专家的提示和建议

虚漏：形成、检测及避免

虚漏即貌似（非真正）的泄漏，它是从表面或大量材料或从部分局限在系统内的体积中缓慢释放吸附或闭塞气体所致。上述定义的关键组成部分是气体的缓慢释放。这明确地将虚漏的影响确定为气源，而气源会减缓抽吸过程或显著延长到达所需底压的时间。来自虚漏的气体流速由局限储气层与真空室自由体积之间的泄漏通道尺寸所决定。如果泄漏通道非常小，局限气体因通道的流动阻力高而释放地非常缓慢，则真空室的抽空时间会显著延长。如果真空系统反复通风，则储气层可一次又一次自行充满空气。每次进行抽气时，这种效应会重复发生。泵本身不会对脱气率造成影响。腔穴的泄漏率 (mbar-l/s) 与泵抽取的气体平衡，即：抽速 (l/s) 乘以实际压力 (mbar)。

通过封闭气体体积形成的虚漏

例如，封闭气体体积可能出现在真空室生产过程中的连接工艺里。举例而言，如果真空容器壁是对焊在底板上，没经验的设计师通常都会指定双角焊缝（见图 1）。这会出现气体局限在两个焊缝之间的危险。如果真空侧的焊缝不紧密，局限气体则会扩散到真空室内部。这一过程将因局限气体体积和真空室内部容积之间的小孔而缓慢发生。与此同时，如果外部焊接紧密，则无法使用氦气检漏仪找到泄漏。因此，从大气侧易接近的焊缝不连续，而是中断的或后续点钻的。

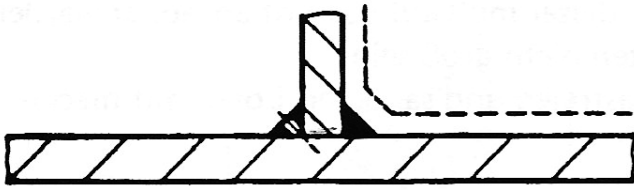


图 1：双角焊缝（来源：Jobst H. Kerspe et al., Vakuumpchnik in der industriellen Praxis, expert-Verlag，工业实践中的真空技术）虚线表示真空侧。



图 3：旋转馈穿件的轴端是带有侧通气孔的内螺纹

基于同样的原因，CF 法兰上带有泄漏检测槽。一般来说，串联的密封件常常会出现虚漏的危险。内部密封是真空有关的密封，而外部密封形成了腔穴并妨碍泄漏检测所使用的氦气抵达相关密封。

如上所述，泄漏通道的尺寸大小决定了脱气率的大小。典型的例子是当气体从一个盲孔穿过真空室内壁中螺钉的螺纹泄漏出去。盲孔或空心螺钉的通气孔或空心螺钉可用于加速气体从盲孔中的泄漏。但是小孔的存在削弱了核心并降低了承载能力。如果几何结构允许，可从螺尾侧创建一个通气孔。如果设备安装在真空室里，已带有通气槽螺纹套筒则可焊接到真空室壁，而不是在真空室壁上钻螺纹。

有时候，如果将夹紧环拧紧至其最大限度且垫片被挤压，虚漏的出现仅仅是由于两个法兰之间的间隙。

双唇形密封件经常用作真空密封件，以最小化渗透气流。但是如果内部密封存在泄漏，这反过来将会形成虚漏。使用排气槽可以将 O 型圈后面固定空间以及双 O 型圈之间连接空间中的气体排出。这可将局限气体排出，并且可以使用氦检漏法分别对两个密封将进行检测。

到目前为止，我们只讲到了位于密闭空间的气体。虚漏的上述影响，即：延长抽空时间、减慢获得所需底压，如果虚漏中带有水蒸气，上述影响会变得更加显著。例如，通过使用周围潮湿的空气或从真空室内部冷却水管中排出的水分进行通风时，就会发生这样的情况。水蒸气从虚漏通道逸出后，将聚积在真空室温度最低的地方，并且变得比大气中的气体（如对表面附着力不强的氮气、氧气或氩气）更加难以抽出。

可以使用一个小窍门来检测虚漏：如果真空系统配备了质谱仪，虽然通过惰性气体通气无法定位虚漏，但是，可以通过在相关质量上增加离子电流来进行检测。例如，如果存在虚漏的真空室在使用氦气通气后进行排气，则强烈的 4u 信号就说明虚漏的存在。

如果使用氦气进行通气，用户可以省去一个真空过程，其中的惰性稀有气体不会干扰湿气或氧气。这方面的示例包括溅射工艺，其中，一般使用氦气作为工艺气体。

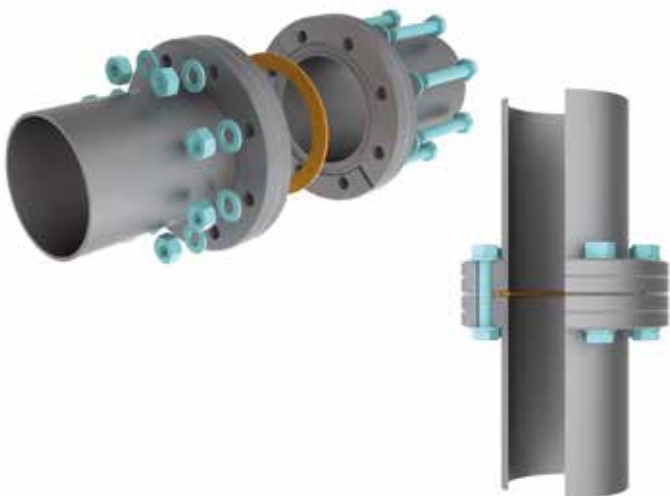


图 2：CF 泄漏检测槽打开法兰表面和铜垫片之间不确定的密封空间

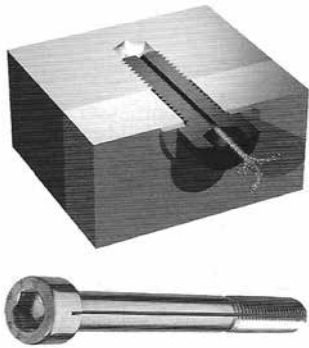


图 4：带有通气孔的螺钉（来源：Karl Jousten (Publ.) Handbook Vacuum Technology, 11.Edition, Vieweg & Teubner Verlag Wiesbaden, 2013).



图 6：用于 ISO-K 连接件、带有外部支撑环的定心环带有沟槽且可通气

通过附着气体形成的虚漏

到目前为止，只考虑到了局限气体。根据上述定义，气体也可紧紧地附着在表面或积存在材料内。除了安装部件的清洁度外，材料的选择也会影响整个系统的脱气性能。

真空技术中使用的密封材料和设备会积存一些轻型气体，特别是氢气和水分，但是也会积存空气和溶剂残留物。排放由从这一空间到表面上的扩散来决定。这些物质的体积应保持较小。

一些物质自行进入气相。这种蒸气压力在很大程度上取决于温度。

对于润滑脂、油液或水之类的液体，即使在室温下也可转化为主导气源。在金属中（例如锌）显示很高的蒸气压力。所以它应该避免在固体材料以及焊条或焊料中使用。

而金属铝总是在表面附着一层氧化层。在未经处理（天然）的铝中，该氧化层只有几纳米厚且附着的非常紧密。通过阳极氧化，该氧化层可以增厚到几个 10 微米，这大大提高了其硬度。但是，这些阳极氧化层有很多孔，且经常会形成虚漏。所以，在真空系统中，往往会忽略阳极氧化层。

陶瓷一般都是烧结的氧化物，根据制造过程的不同，可达到 80-99% 的有效密度。可能的气孔缺点通常通过良好的烘焙特性而得到弥补。

金属和玻璃往往质地紧密，但是它们会在表面上吸附气体。在超高真空环境下，如果所有其他虚拟或实际泄漏已经排除，那么这将是主导气源。总而言之，即使在真空室或一体化装置的设计和建造过程中，也应格外小心，防止虚漏的出现。

我们非常乐于帮助您针对某些特定的应用来优化您的真空解决方案—请随时向我们提问！

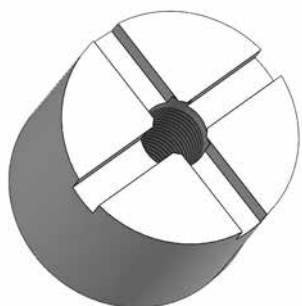


图 5：带有碾磨排气槽的螺纹套筒

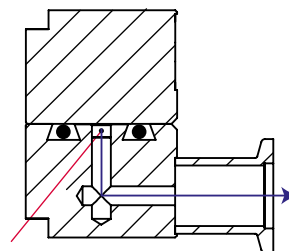


图 7：带有中间密封抽吸的双 O 型圈密封件

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

PFEIFFER  **VACUUM**