

制冷剂循环系统泄漏测试： 对人类、自然和经济至关重要

为管控制冷剂密封性，相关法规正日益严格。这也难怪，因为越来越多地使用制冷剂将产生大量温室气体，尤其在在全球变暖的大背景下，这无疑成为了人们关注的焦点。





为了遵从法规并降低碳的排放，市场对HVAC-R（供暖、通风、空调和制冷）系统的要求越来越高。从质量的保证到生产力标准的规范，都在追求迭代更新，同时做到节能减排。而这些需求的实现，往往需要借助现代泄漏检测系统，这类系统可以充分确保冷却和制冷回路的密封性。

制冷和空调装置的基本运行

冰箱里摆着冰镇啤酒，办公室气温设置为 20 度（70 华氏度），舒适宜人：人们每天都会与制冷和空调装置打交道。冰箱只需对狭小且隔热的空间制冷，而空调则需要使我们的整间住宅、办公空间或超市保持舒适的温度。这是通过一项大家早已熟知的物理原理实现的：气态和液态聚集态的转换。



膨胀成气态的液体会从周围材料或表面吸收热量。在工业环境中，这种过程借助制冷剂实现。制冷剂的蒸发或沸腾温度比水要低很多，能够更快地从周围环境中吸收热量。简而言之，制冷循环基本上由压缩机、蒸发器、冷凝器、膨胀阀和各种连接点组成，还包括诸如各个部件之间的焊接和螺栓连接。这些部件中的每一个都必须通过泄漏测试，从而确保整个系统在整个生命周期内有效且可持续地运作。制冷剂的全球变暖潜能值 (GWP) 很高，导致制冷和空调领域法规和标准日益严格。

制冷和空调装置适用的规则和标准

制冷和冷却系统的密封性是通过一定时间内发生的质量损失来描述的。在制冷和空调技术中，系统制冷剂损失是以克/年 (g/y) 为单位衡量的。在家庭和小餐馆和商店，可以容忍 2 到 5 g/y 的制冷剂损失。如果将制冷剂损失转换为示踪气体浓度为 100% 的等效泄漏率，这相当于 $1.5 \cdot 10^{-5}$ mbar·l/s 的泄漏率。生产中泄漏测试流程的泄漏率限值就是如此规定的。在酒店、办公大楼和医院等商业应用中，系统的规模和复杂性与住宅应用不同。因此，这些系统对泄漏的敏感度更高。总之，这些场合允许的最大制冷剂损失为 5 到 15 g/y。在工业领域，制冷剂损失的潜在泄漏总和为 15 到 30 g/y。这与使用大规模工艺制冷的化学工艺有关，如在食品或药品生产中。

为了满足各种法规和标准要求，制冷管路必须尽可能地保持密封。即使是 10 μ m 的极小泄漏点（对比：人类头发的横截面直径为 40 μ m）也会造成巨大的损害。其后果包括：

- 系统性能降低
- 能源需求增加
- 过热
- 压缩机损坏和故障

这类损坏会延长停机时间，增加制冷剂、维修和电力相关运营成本，而且不仅如此，，这还会对销售和企业形象产生负面影响，而最严重的是：会加速气候变化。

同时，日益严格的法规和标准对业界构成越来越大的挑战。基加利协议适用于国际层面。在欧洲，则适用欧盟含氟气体法规 (F-Gas Regulation – EU No. 517/2014)。该法规是各种下位法规的依据，规定了对各种高 GWP 制冷剂的限制。到 2030 年，一系列制冷剂将通过逐步减少而实现禁用，这需要供应商和制造商做出巨大的努力：整个系统需要修改以确保整个系统的效率，同时确保具有成本效益的运行。

要提高质量和生产力标准的呼声

业界需要更节能的改进性 HVAC-R 系统以满足法规要求。此外，对质量和生产力采取更严格标准的呼声也在不断高涨，因此，泄漏控制已经在生产过程中发挥了重要作用。因此，在实际检漏测试之前，需要两个基本的生产步骤：对系统进行干燥和泄漏测试。这些措施对设备的使用寿命和性能有直接影响。

为了符合所要求的泄漏率限值，会在真空或收集室中进行泄漏测试

为了确保能够尽早检测出泄漏并加以修复，所有与制冷剂接触的部件都要接受单独测试。对检漏测试流程的要求不仅取决于泄漏率限值，还取决于所使用的示踪气体及其浓度、测试时间、自动化程度以及测试方法是局部性还是整体性。为了符合要求的泄漏率限值，在粗检漏测试之后，需要在真空或收集室中进行泄漏测试，例如使用基于空气的测试方法。

此外，还可以使用吸枪测试来定位泄漏。

一旦成功完成各个部件的测试，下一个生产步骤便是将各个部件组装成一个系统，并将它们焊接在一起。在用空气进行可选的粗检漏测试后，制冷回路要同时接受抽空和真空干燥。





提示：

吸枪探头

为了在您的工作区域获得更大的检漏范围，ASM 306 S 的吸枪探头有 3、5 或 10 米长的电缆可供选择。

带吸枪探头的检漏仪 ASM 306 S

抽空和真空干燥延长使用寿命

系统的抽空和同步干燥对系统的后续效率和可靠性有着至关重要的影响。其中要特别注意对残留水分进行干燥：挑战在于去除附着在压缩机、冷凝器、蒸发器、阀门和管道的内表面的稀薄湿气。如果不对系统进行有效干燥，残留水分会在运行过程中结冰，导致膨胀阀故障或堵塞管道。此外，水与制冷剂反应形成酸，会造成腐蚀或可能形成沉积物，导致整个系统发生故障。

因此，真空干燥对于系统长期顺利运行至关重要。该工艺可以减少部件内表面的残留水分，有利于随后的检漏过程和制冷剂的加注操作。通常情况下，针对这一用途的油封式旋片泵抽速为 10 至 30 m³/h。低抽速可以防止残留水分在系统中结冰，从而使油封旋片泵实现稳定的极限真空。

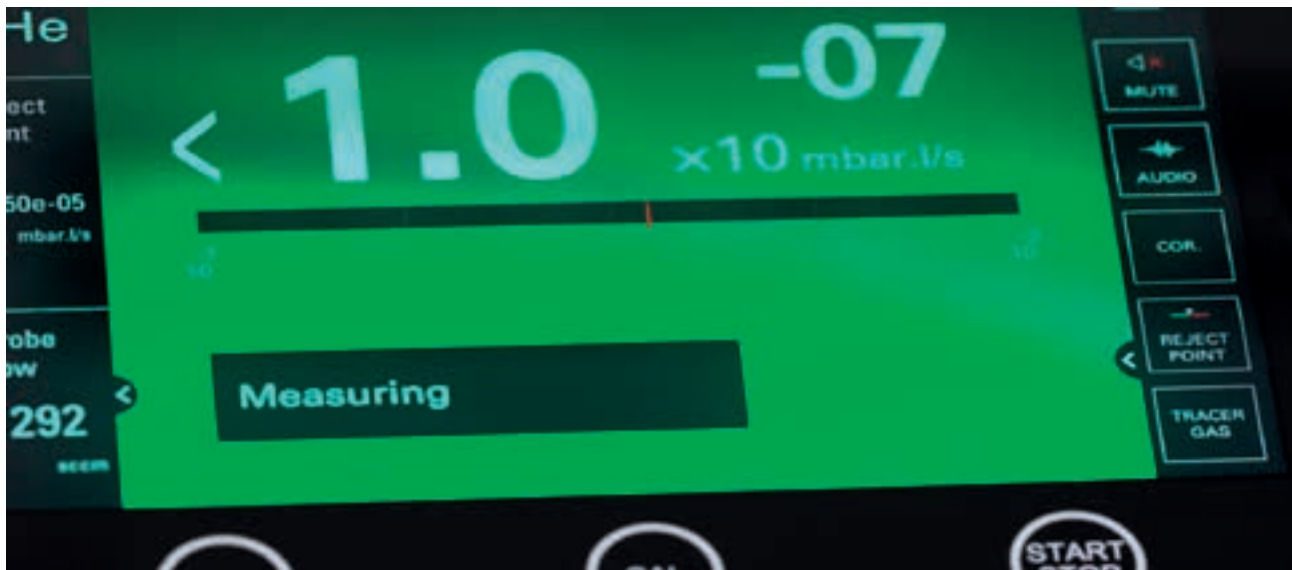


一旦制冷回路已抽空并真空干燥完毕，就会引入示踪气体，如氦气或氢气。测试压力应与系统之后的工作压力相对应，以便在真实条件下再现泄漏测试。为了节省示踪气体的成本，通常不会使用 100% 浓度的示踪气体。为了使示踪气体在系统中有效分布，系统必须具备最佳条件。这意味着：空间内不含空气，没有任何水分或其他气体。示踪气体回收系统对于制冷回路容积较大的系统是理想的选择。

使用 ASM 306 S 检漏仪进行可靠的泄漏测试

针对此类应用，普发真空推出了 ASM 306 S 检漏仪，这是一款具有当今先进技术水平的产品。

吸枪式检漏仪在此用于测试各个钎焊和焊接点以及阀门和接头。使用氦气或氢气吸枪探头进行泄漏测试，在响应时间、准确性和灵敏度方面远远优于传统的泄漏检测方法，如水浴法或升压试验。针对此类应用，普发真空推出了 ASM 306 S 检漏仪，这是一款具有当今先进技术水平的产品。这款氦气和氢气吸枪检漏仪设计用于 24 小时不间断使用，即使在苛刻环境下也不受影响。凭借其 0.2 g/y 的高灵敏度，它可以



直观菜单，易于操作

进行精确且无误差的测量，满足空调和制冷应用的严格要求。该仪器设计适用于快速且可重复的测量，即使在发生大量泄漏的情况下也能在较短时间内恢复，确保最高运营可用性，同时降低维护和服务成本。由于维护间隔较长且磨损部件较易更换，用户将会获得更高效益。

吸枪式检漏仪不仅因其准确性、经济性、用户友好性和直观的操作令人动心，其轻巧且符合人体工程学的嗅探探头也有利于提高效率。即使工作距离较远，ASM 306 S 也能轻松获得精确的结果，保证对每个工作班次都不会造成疲劳负荷。此外，高分辨率的 7 英寸触摸屏操作直观，再加上彩色 LED 的支持，可确保简便易用。根据信号强度，LED 必要时会在吸枪探头上亮起，确保实时无误读取数据。

ASM 306 S 可配备不同长度的软管以满足不同的应用。其设计紧凑，空间需求小，易于集成到生产线中。

这种示踪气体检漏仪支持所有工业吸枪应用，特别是在制冷和空调装置的泄漏测试中，已充分证明其价值。ASM 306 S 设计坚固耐用，确保低维护和运行成本水平，可全天候可靠使用。



ASM 306 S 内置有吸枪探头校准装置



ASM 306 S 吸枪探头，带 5 米电缆



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

