

博纯 Nafion 气体干燥管清洗和故障排除

随着时间的推移，由于在干燥管内的 Nafion®管的内侧或外侧残留堆积，博纯的 MD, PD 或 ME 系列气体干燥器的性能可能会下降。这个程序详述了清洁干燥器所需步骤以确定性能下降的可能原因，并提供选项来清洁干燥，以使其恢复到正常的性能。

拆卸 PD 系列干燥器：

1. 从干燥器上断开采样气体入口和出口的管线。如果已经能进入干燥器，那么没有必要断开吹扫气的入口和出口的连接。
2. 握住连接头，移除两端的前螺母。
3. 松开连接头内螺纹附近的固定螺钉。
4. 另一边同样的步骤。
5. 移除两端的卡环和可见的 O 型环。
6. 戴上橡胶手套，轻轻地把元件的一头从外管的一边拉出。注意任何方向的旋转都不能超过 10 度。
7. 移除内 O 型环。
8. 轻轻地把元件从外管的另一边拉出。

干燥器元件的视觉检查：

虽然 Nafion 材料本身没有危险性，但是任何干燥器内残留的物质性质都是未知的。严酷的溶剂被用来清洁 Nafion 管。穿戴合适的防护设备，包括起到最低保护性的眼罩和橡胶手套。如果用酸来清洗 Nafion 管，推荐穿上实验室专用外套或套装。

视觉检查 Nafion 管元件。寻找 Nafion 的变色。在正常运行一段时间后 Nafion 管会变色，先是变黄，然后逐渐变黑。这是正常的，不会严重影响性能。下面的图表说明一些常见的问题，以及问题成因和博纯推荐的清洁方法。

观察结果	可能的成因	修复方法
收缩的管	采样气体压力为负	甲醇
黑色，脆性的管	过热	可能可以使用酸洗，但是很可能元件需要更换或是温度需要调整。注意如果需要对干燥器加热，推荐经阳极电镀的铝外壳
固体残留		
· 黄色蜡状固体	氨盐通常是在脱硝过程中的烟气排放中形成的。	去离子水
· 红色，绿色或蓝色的残留	显示了从干燥器上游腐蚀金属盐污染。红色是铜，蓝色或绿色是不锈钢（铬盐）。	酸洗
非常黑的固体	多数是油或焦油引起（有机化合物残留）	酸洗
深色油状液体	高沸点的液体残留物可能留在干燥器中。深色油状液体很可能是硫酸残留物	酸洗
弯曲的管	装载、拆卸或旋转接头时元件的扭曲	甲醇
破裂的管	元件的过度扭曲，液态水进入管或高压和高温	联系厂家送去修复

对 PD 系列干燥器元件的初步清洗:

1. 从管外和环氧头去除任何固体或其它可见的沉淀。
 - a. 刷走或擦洗掉采样头上的固体沉淀。
 - b. 用一块干净柔软的布擦掉干燥管或接头上的灰尘或液体残留物。
2. 用干净、干燥的气体吹过采样出口端接头，去除任何夹带的颗粒。
3. 溶解管内的任何盐沉淀，主要是用注射器或塑料挤压瓶往干燥管束内注入去离子水。不要把干燥器元件的头完全浸入水中或是让元件的头内过度潮湿。当 Nafion 管暴露于水中时会膨胀。如果环氧头内的管变得潮湿，可能管会膨胀到挤碎刚性环氧头。

注意：必须使用去离子水。Nafion 是一种阳离子交换材料，当暴露在液态水中就会使磺酸中的氢离子和水中的阳离子交换。
4. 用干燥、无油的压缩空气吹过干燥器元件来去除然和残留的水。
 - a. 在弄湿干燥器元件后要快速的用干燥的气体吹过元件。这样可以降低管由于膨胀而造成损坏的风险。
 - b. 持续吹几分钟。这样可以减少任何膨胀的可能，并且恢复干燥器的长度。
5. 如果元件看上去并没有盐沉淀且颜色也很干净，那就可以重组 PD 干燥器了。

用甲醇处理 PD 系列干燥器元件:

当 Nafion 和醇类接触时（如甲醇），它的直径和长度都会膨胀到原来尺寸的 188% 倍。正因为这个特性，在管扭曲时可用此法修复。

对于收缩的管:

1. 移除外壳处的连接头
2. 重新把元件安装入连接头
 - a. 慢慢地把元件通过螺纹一端放入连接头
 - b. 一直推进直到卡环到位
3. 重新安装前螺母
4. 把干燥气体连接到采样入口处，先不要打开
5. 小心的在元件上应用甲醇，不要太靠近头 1.5 英寸以内
6. 慢慢的让干燥气体开始流经干燥管并扩散
7. 如果仍有收缩的部分，在气体流动的同时在这些部位使用甲醇
8. 一旦管恢复到适当的形状，继续用干燥气体吹扫几分钟
9. 完成后就可以重组 PD 干燥器了

用酸洗 PD 干燥器元件:

如果有油性残留物，应该用酸来清洗干燥器以去除残留物并且修复 Nafion 管（使之恢复到磺酸形态）。

1. 准备一些浓度为 10% 的硝酸（ HN03 ）置于适当的容器中。这个容器能够接触硝酸并且可加热。
2. 把 Nafion 管放入硝酸溶液中，注意不要弄湿环氧头。大约是 1.5 英寸（4cm）长度的管和管头应该置于酸液外面。

注意：在清洗过程中不要大幅弯曲 Nafion 管。容器应该足够大可以使 Nafion 管灵活地伸缩。如果可能，应该使用磁力搅拌加热器。如果没有条件，酸的容器应以某种方式加热并定期的搅拌。

注意：加热酸性溶液会产生有毒气体。清洗过程中应在通风橱或通风非常良好的地方进行。用塑料盖覆盖容器能尽量减少烟雾。

注意：必须佩戴橡胶手套和防护眼镜。这种浓度的硝酸如果溅出会玷污或刺激皮肤和对眼睛造成伤害。
3. 加热酸溶液至 70°C – 80°C ，把 Nafion 干燥器元件浸泡其中约一小时，偶尔进行搅拌（如可能的话，磁力搅拌棒设置成低运行）。

4. 从酸液中取出干燥器。如果这些酸液未明显变色的话，仍可以继续被使用。
5. 在室温下用去离子水冲洗管和管头的外边来去除残留的硝酸。
6. 在管内稍微加入一些去离子水。可以用塑料挤压瓶或注射器完成。不要把干燥器元件的两头浸在水中或是使之过度潮湿。当 Nafion 管暴露于水中就会膨胀。如果环氧头内的管变得非常潮湿时，它就会膨胀的很大以至于挤碎刚性环氧头。
7. 快速的用干净、干燥的气体吹扫干燥器元件来去除残留水。
8. 持续用气体吹扫干燥器几分钟。这回降低任何管的膨胀并使之恢复正常的长度。