

GORE®声学透气产品  
设计指南



GORE®声学透气产品  
助力声学系统设计

*Together, improving life*



# 目录

简介 .....	3
设计和功能要求 .....	4
典型声学系统 .....	5
声学通道设计和声学性能 .....	7
声学透气产品设计 .....	11
声学透气产品参数的权衡 .....	14
声学透气产品的设计过程 .....	17
安装和操作注意事项 .....	19
关于采用GORE®声学透气产品的设计建议 .....	21

## 范围和目的：

本指南解释了正确的声学设计方法如何助您在设备防护和声学性能之间取得出色平衡。

## 目标读者：

本指南面向考虑使用戈尔®(GORE®)声学透气产品的声学工程师、产品设计师和机械工程师，旨在帮助他们利用该产品实现设备的环境防护和优化设备的声学性能。

# 简介

为电子设备选择合适的声学透气产品时，需要在透气产品的防护等级与其对声学系统整体音质性能的影响之间加以权衡。这就涉及到如何在可用设计空间内平衡各种需求，优化声学性能，以及如何确保设备具有能够应对各种潜在环境挑战的充分防护性能。

声学部件及其位置以及声学透气产品的空间布置都会影响音质性能。设备防护等级取决于透气产品（如防水透气膜、堆叠等）和它与外壳及其他部件的相互作用方式。

本指南解释了正确的声学设计方法如何帮助您优化所有相关因素，以确保在设备防护和声学性能之间取得出色平衡。

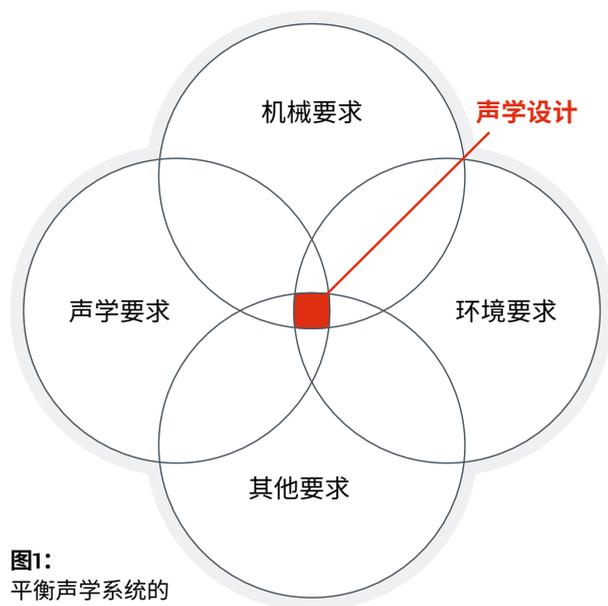
这些准则侧重于声学通道设计和透气产品选择，旨在帮助声学工程师、产品设计师和机械工程师减少或消除在电子设备中采用声学透气产品时可能出现的问题。

首先，我们来讨论一下声学系统的整体要求。

# 设计和功能要求

一个有效的声学系统需要在机械、声学、环境以及其他各方面的要求上达到平衡。

我们在右侧列出了一些可能会影响设计的要求。



## 机械要求

- 可用空间
- 部件的机械公差
- 外壳/外罩材料
- 机械冲击规格
- 透气产品相对于麦克风的位置
- 下出声孔或上出声孔麦克风

## 声学要求

- 频率响应
- 插入损耗
- 声阻抗
- 谐波失真
- 声学阻尼/衰减
- 水压测试之后的声学性能
- 部件间声学一致性

## 环境要求

- 防护等级(灰尘、溅射和浸没)的设计要求
- 各种环境中的液体
- 环境温度范围

## 其他要求

- 设计寿命和可靠性
- 透气产品的安装方法
- 欧盟委员会第2005/618/EC号决定修订的欧盟第2002/95/EC号指令(RoHS指令)中规定的阈值要求
- 成本目标
- 开发时间表

# 典型声学系统

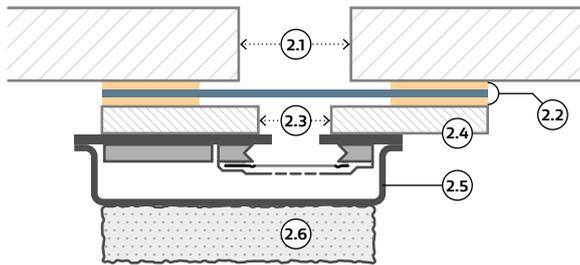
## 1. 简介

声学系统的性能最终取决于为系统选择的部件以及这些部件整合的方式。

在声学系统中，外部环境和麦克风之间的每个部件都会影响到整体的频率响应。这包括产品外壳、防漏音密封圈、印刷电路板(PCB)、麦克风本身和声学透气产品。

本节解释了典型声学系统内各部件的功能，以及它们之间相互关联的方式。

## 2. 声学系统描述和部件



- |                      |             |
|----------------------|-------------|
| 2.1 前腔/外壳            | 2.4 PCB     |
| 2.2 戈尔®(GORE®)声学透气产品 | 2.5 MEMS麦克风 |
| 2.3 透气产品后腔           | 2.6 压缩泡棉    |

图2：典型声学系统

### 2.1. 前腔/外壳

外壳是指设备的外部壳体，用来保护敏感的内部部件免受外部环境的影响。通往麦克风的声学通道是一个无防护区域。虽说为了提高频率响应，设备外壳上的声孔应尽可能大，但也要注意尺寸上限，防止大颗粒或尖锐物体进入内部。通常情况下，声孔直径为1 mm或更小。

透气产品的前腔将声学系统与外部环境连接起来。声波通过前腔进入声学系统，潜在污染物（如灰尘、水或其他污染物）也会如此。前腔深度由外壳前端和防水透气膜之间的距离决定。

应尽量减小壳体外罩的厚度，从而减小透气产品前腔的尺寸。

### 2.2. GORE®声学透气产品

声学透气产品既能允许声音传输，同时又可保护麦克风免受污染物侵害。MEMS麦克风的声学路径通常是向外部环境开放的，因此麦克风有可能受到灰尘、碎片或液体污染。如果不对这些因素采取有效防护，设备就会出现故障。

戈尔声学透气产品经过精心设计，旨在尽可能改进声音传输效果，同时有效阻挡灰尘、液体和其他污染物，从而提升设备性能。这些产品可进行多方面定制，包括尺寸、形状、防护等级、机械性能和安装选项等，以满足您在声学系统和安装方面的各种要求。

设计声学系统时所做的决策会影响有效透气性能，因此，在设计过程中有必要尽早考虑透气产品的选择。

### 2.3. 透气产品后腔

透气产品后腔是指声学透气产品和麦克风之间的空间。

务必要确保此空间尽可能小，以尽量减小插入损耗。

### 2.4. 印刷电路板(PCB)

下出声孔MEMS麦克风（如图2所示）焊接在PCB上。PCB上的孔使声音可以传播到麦克风。

## 2.5. MEMS麦克风

凭借高质量的声学性能、高性价比和极小尺寸，MEMS麦克风成为电子设备的普遍选择。由于MEMS麦克风集成在设备内的不同位置，其声学路径的设计会对系统的整体性能产生很大影响。

## 2.6. 压缩泡棉

垫圈（由压缩泡棉制成）和背胶用于对不同部件公差导致的间隙进行机械密封。它们还可用于防止冲击和振动，并提供了一种设备内的压合方式。

如果在外壳和麦克风之间的声学通道中放置了垫圈（图中未显示），则必须注意确保良好的声学密封性，这样可以防止漏音，并有助于保持声学系统的质量和可靠性。

在更复杂的声学系统中，还可以添加增强层、套管和缓冲垫。根据不同的情况，这些部件都需要不同程度的压合力和夹紧力才能发挥效用。夹紧力或设备压合力是设备内声学系统所固有的永久力。它可以确保声学系统保持密封，并且确保所有部件在设备意外坠落或受到机械冲击时都能得到保护。为了保持设备的环境安全性和声学保真度，夹紧力是不可或缺的。为了最终确定夹紧和压合参数，戈尔应用工程师建议对产品系列进行一个实验设计(DoE)。

# 声学通道设计和声学性能

## 1. 保护声学通道免受环境影响

要为声学通道找到合适的防护等级，需要谨慎权衡声学性能和环境防护的要求，这两者往往互成反比。

设备的要求决定了其可能接触的环境条件，进而又决定了其必须通过的IP（防护等级）测试。这些测试可以评估设备暴露在灰尘、溅射和浸没中的风险。开孔或网状设计能够让声音传输畅通无阻，但无法提供灰尘、液体或浸没防护，而几乎所有电子设备都会面临这样的风险。网纱可在一定程度上阻隔灰尘和液体泼溅，但这些网状产品也很容易因环境影响而损坏或失效。

戈尔®(GORE®)声学透气产品采用复杂的三维微结构，能够在防尘、防溅和防水型应用中提供设备防护。戈尔公司的防水防尘透气产品采用膨体聚四氟乙烯(ePTFE)防水透气膜，能够防止灰尘和液体进入声学器件和设备，防护等级达到IP68以上。高度透气的膨体聚四氟乙烯防水透气膜能够迅速平衡后腔中的压力，在各种设计条件下持续提供出色的音质。

### 1.1. 防尘

戈尔公司的所有膨体聚四氟乙烯透气产品均达到IP6x防护级别，表示具有“防尘”特性——这意味着它们可以有效防止颗粒物进入。而戈尔公司的无纺布透气产品GAW111和GAW112的防护等级(IP4x)较低，但能够提供最佳的声学性能。

### 1.2. 防泼溅

戈尔制定了防溅标准，用来测试实际条件下IPx4标准的合规情况。

IPx4测试标准通常要求采用高性能的透气产品和专为让水转向、帮助阻隔泼溅而设计的外壳。而戈尔公司设计了一个防溅测试来模拟IPx4测试中的单个喷嘴，以便客户了解：一种透气产品材料在防止进水方面的有效性与外壳设计无关。

### 1.3. 浸水防护

戈尔声学透气产品通过了IPx7浸水测试，这意味着它们能够提供在水下1米浸没30分钟的持久防护。一些戈尔产品的防护能力甚至还高达5 bar水压。

在进行IP68标准测试时，可适当调整测试方法以满足客户的独特要求，例如更强的浸没防护能力。

## 2. 通过插入损耗评估声学性能

使用和不使用声学透气产品这两种情况下麦克风输出的差异通常称为灵敏度损失或插入损耗。在评估声学透气产品对整个麦克风系统的有效性时，插入损耗是一个关键的性能指标。透气产品的尺寸、材料和结构以及腔体设计和麦克风类型均会影响插入损耗。

## 3. 腔室对声学性能有何影响

声学系统的性能受到一系列因素的影响，包括腔体尺寸、麦克风设计以及声学透气产品的位置。

### 3.1. 腔体体积

尽量减小声学通道的腔体可以改善声学性能。这样不仅使麦克风更接近外壳孔隙，而且提高了腔室共振频率，并将有损腔体的影响降至最低。

## 缩小前腔以提高声学性能

共振频率也会受到声学通道（包括前腔和后腔）总长的影响。这是设计阶段就要考虑的一个重要因素，若是留到后期的开发过程中解决，则会变得非常棘手。

理想情况下，应尽可能提高所有共振频率，以减少对可用音频频段的影响。通常情况下，共振峰在10 kHz以上是可以接受的，前提是其高于您的可用频率范围（有些应用可能需要在超声频率或在20 kHz听觉范围以上使用）。

在图3中，左图表示麦克风位于腔室极小的夹具。在这种情况下，麦克风的频率响应相对平坦。共振频率（未显示）在10 kHz以上。

中间的图像添加了一块板，板上有一个深5 mm、直径1 mm的孔。峰值在10 kHz处较为明显。这是由于因改变腔室几何形状而产生了共振。

在右图中，孔深从5 mm增至10 mm，共振频率下降到6,000 Hz左右，减小了可用的音频带宽度。

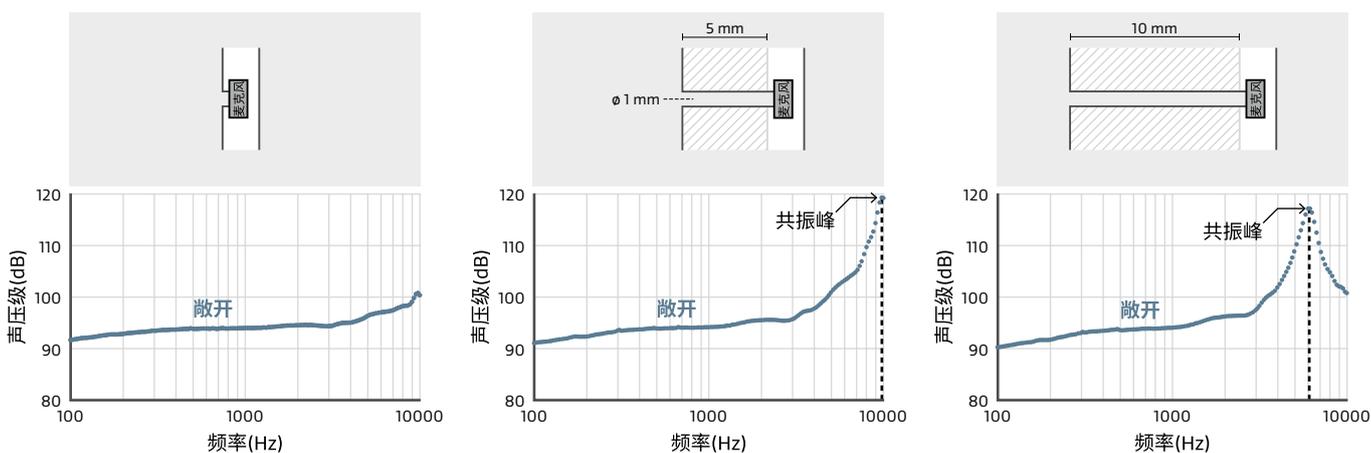


图3：腔室几何形状对共振频率的影响（未使用透气产品）

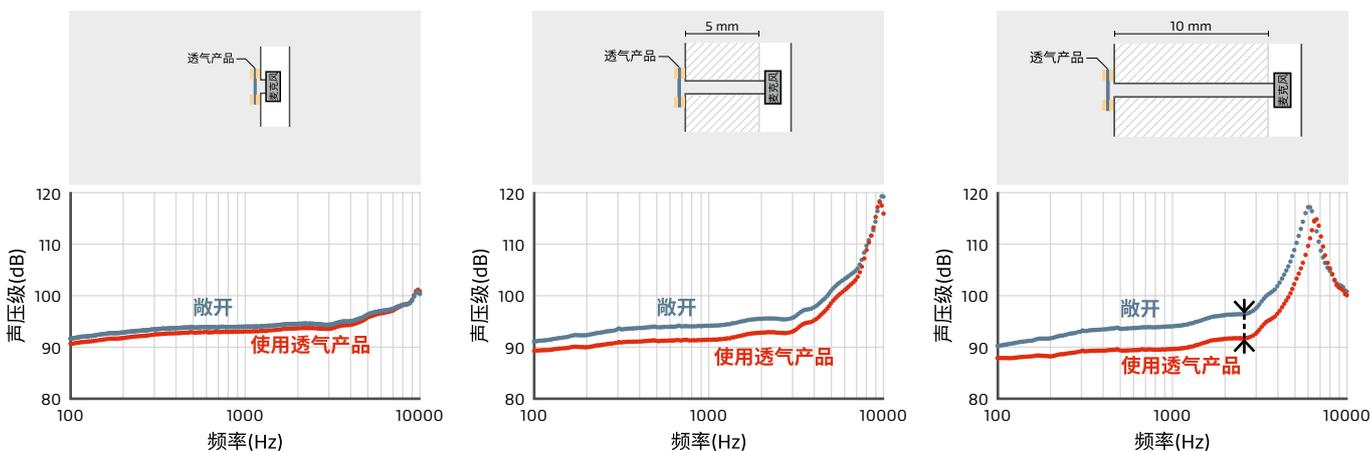


图4：后腔几何形状对插入损耗的影响（使用透气产品）

## 缩小后腔以提高声学性能

从图4可以看到，增大后腔长度（透气产品和麦克风之间）将会增大插入损耗，并降低共振频率。

后腔空气体积（透气产品和麦克风之间）对插入损耗有明显的影​​响。从图5可以看到，在使用透气产品时，增大腔室中心的直径会导致共振频率降低（从6000 Hz降至4000 Hz），并且插入损耗会增大。

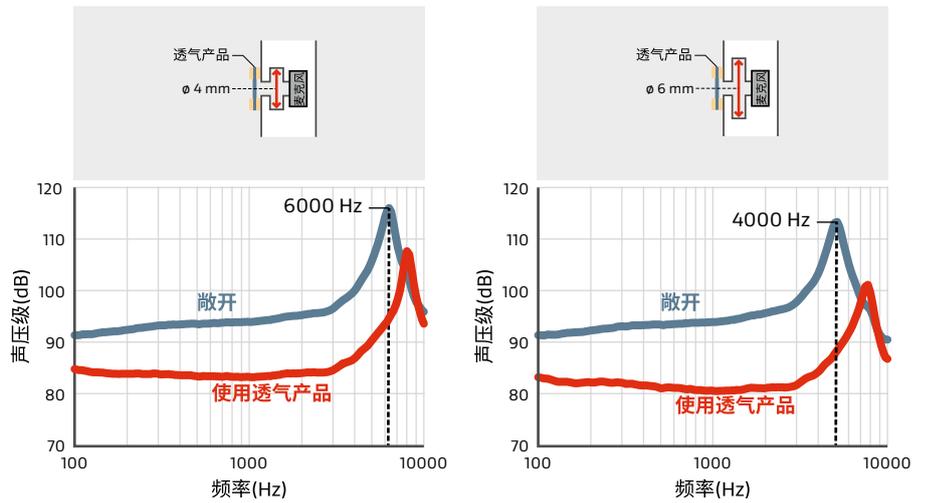


图5：后腔大小对共振频率和插入损耗的影响

### 3.2. 声学透气产品的放置

从图6可以看到，通过移动透气产品靠近麦克风来缩小后腔体积，可显著减少插入损耗。

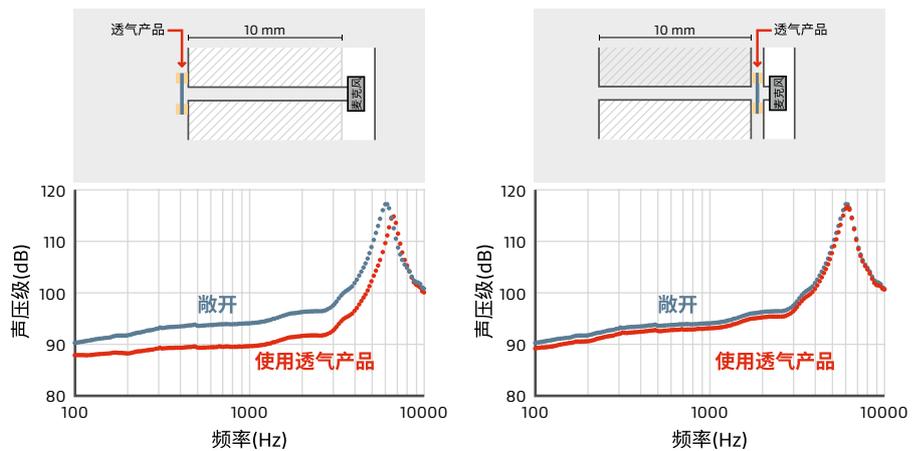


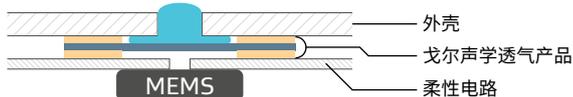
图6：透气产品位置对插入损耗的影响

## 4. 浸水事件对声学设计的影响

当设备浸没在水中（称为水阻塞）时，除了前腔的大小和形状外，透气产品的位置也会决定阻塞腔室的水量（图7）。

尽量缩小前腔可以减少与防水透气膜接触的静态水量。

### 初始水(H<sub>2</sub>O)阻塞



### 水(H<sub>2</sub>O)蒸发

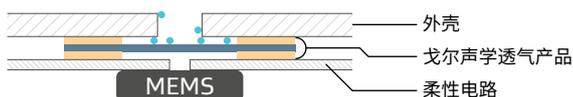


图7：透气产品在一段时间内的水阻塞情况

## 缩小前腔来尽量减小阻碍声音传输的水量

图8中显示了六种不同的声压级测量结果，这些结果展示了，设备浸水中后其声学性能在不同时段受到的影响。

### 声学响应

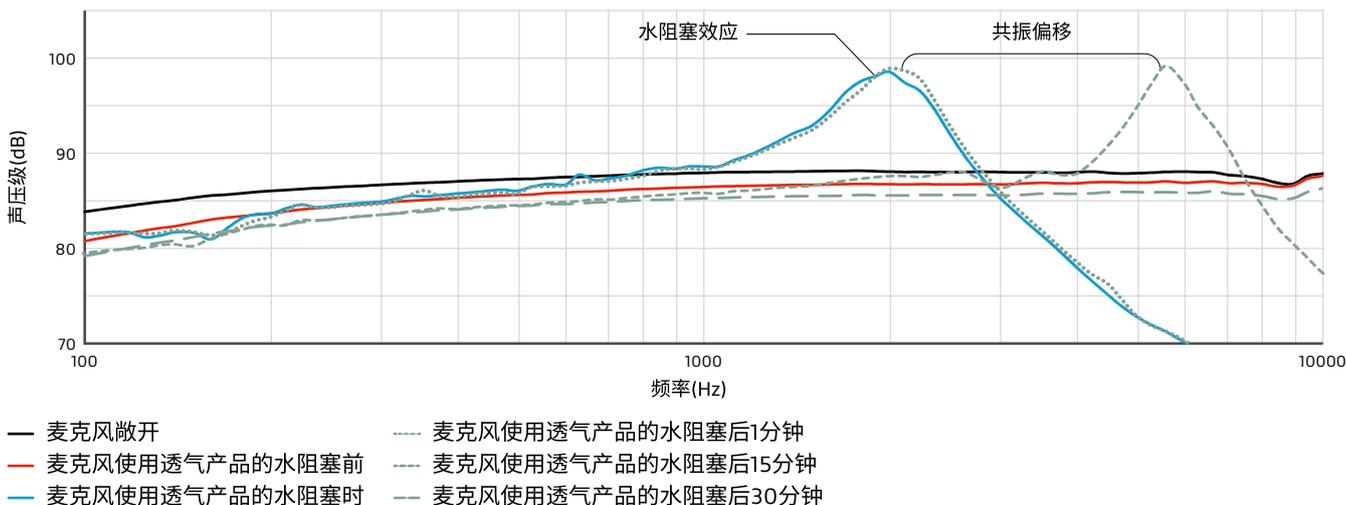


图8：水阻塞在一段时间内对声学性能的影响

其中的测量值取自于这几种情况：未使用透气产品（黑线），使用透气产品浸水前（红线），以及浸水后的四个不同时段。

在刚浸水时和一分钟后，声学性能基本相同，并显示共振峰在2 kHz左右，更高频率下的声学性能明显较差。共振峰以上的频率基本上无法使用或听不见。

在水排出和蒸发后，透气产品上的水量减少，共振峰会向右偏移，如棕色线所示。这使得可用的频率范围变广。

在浸水后约30分钟时，水已完全排干或蒸发，声学性能不再有任何变化。

## 5. 麦克风选择建议

建议使用下出声孔MEMS麦克风来改善声学性能。

下出声孔麦克风通常可实现较短的声学通道（空气体积更小），并具有较小的后腔（MEMS封装内）。因此，下出声孔麦克风的共振频率通常在20 kHz以上，可供使用的频段更宽。

## 使用下出声孔MEMS麦克风

# 声学透气产品设计

戈尔®(GORE®)声学透气产品有多种标准尺寸、堆叠结构和价格可选，便于制造商快速选择合适的透气产品并应用于其设计。我们的透气产品为提供稳定性能而设计，适合各种大小批量的应用。

戈尔还可为客户提供定制的透气产品，支持非标准尺寸、形状和堆叠结构的任意组合，也可以采用非标准和非商业性材料。通常情况下，定制部件对于大批量应用来说更为合适（也是最经济可行的）。若要避免工具准备和工程设计上的费用，则使用标准件比较合适。

## 1. 公差

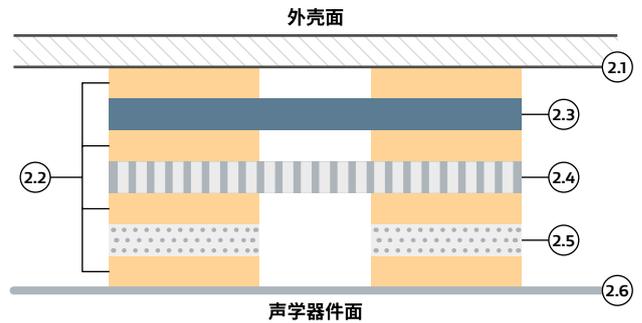
戈尔的所有部件均使用模切工艺生产，其中涵盖透气产品尺寸的典型公差级。根据系统要求，戈尔应用工程师可与客户协作，以了解其公差要求并进行相应的调整。

## 2. 声学透气产品的典型部件

构成透气产品的部件、叠层和背胶统称为堆叠结构。不同的堆叠组合可产生多样可能，因此非常便于为特定应用打造适用的部件。

通常建议使用较薄较硬的堆叠结构，因为这样能提供更好的声学性能，并且对压合作用更耐受。但有时这种堆叠并不符合给定的声学设计，可能需要其他部件或叠层（如缓冲垫），如图9所示。

要实现优化的堆叠结构，关键就是权衡考虑这些因素，以确保防水透气膜尽可能靠近麦克风，同时提供稳健的声学性能。



- 2.1 离型膜（便于操作）
- 2.2 背胶
- 2.3 防水透气膜
- 2.4 增强层（可选）
- 2.5 缓冲垫（可选）
- 2.6 拉片（安装后取下）

图9：声学透气产品的典型多层堆叠

### 2.1. 离型膜

戈尔®(GORE®)防水透气产品附在一张膜片（称为离型膜）上，在安装时可轻松取下。戈尔有多种离型膜可供选择，具体根据零件几何形状和背胶而定。

### 2.2. 背胶

透气产品外部每侧都采用背胶，便于将其粘附在相邻的声学通道部件上。透气产品堆叠的内层之间也会采用背胶。

戈尔使用的背胶大多数是丙烯酸双面压敏胶，并且根据所需硬度和厚度，可采用各种中心载体材料。这些载体包括聚酯薄膜、聚烯烃或丙烯酸泡棉，以及无纺布。背胶总厚度约为30至400微米不等。如果声学系统的间隙公差极小，最好采用较薄较硬的背胶，而如果系统的间隙公差较大，则可能需要使用较厚的泡棉胶。

标准背胶能够耐受高达85 °C的温度，大多数设备不太可能达到此温度。尽管如此，必要时我们还可使用耐高温范围更广的背胶。

建议背胶边缘的宽度至少为1 mm。但根据设计要求，也可以将此宽度减小至0.7 mm。背胶边缘是确保液密性、气密性和隔声性的关键。因此，进一步减小其宽度势必会影响设备的防护等级。

### 2.3. 防水透气膜

在为您的麦克风选择防水透气膜时，我们会考虑一些关键因素，包括：

- 应用类型（消费类或工业类）
- 麦克风的类型
- 所需防护等级（针对液体和其他污染物）
- 成本水平和开发时间表
- 麦克风的集成方式
- 声学系统的形状和尺寸

戈尔已开发出一系列防水透气膜并实现了商业化。这些防水透气膜的各种特性之间达到了精确平衡，包括不同的强度和声学响应，以及透气量、安装便利性、耐久性和成本。

#### 2.3.1. 疏油性处理

膨体聚四氟乙烯本身具有疏水性，其表面能为18 dyn/cm。因此，它很容易阻隔表面张力高于40 dyn/cm的液体，如水(72 dyn/cm)和咖啡(40 dyn/cm)。

表面张力较低的液体更有可能穿透防水透气膜，具体取决于液体压力、接触薄膜时长等因素。

通过改良膨体聚四氟乙烯，可使其具有更强的疏水性。该特性有时称为“超疏水性”或“疏油性”。为了有效阻隔表面张力低于35 dyn/cm的液体，通常需要进行疏油性处理。例如：家用清洁剂的表面张力范围是27-32 dyn/cm，75%异丙醇为23 dyn/cm。

---

## 通过疏油性处理提高防污性能

---

疏水性和疏油性可通过防油评级测试来表示。防油等级较高的材料通常可以阻隔表面张力较低的液体。然而，即使两种材料具有相同的防油等级，由于采用的疏油技术不同，它们在现实中的表现也可能大不相同。

疏油性不仅可减缓液体进入，而且还可降低防水透气膜的润湿性。如果润湿性高，液体会滞留在防水透气膜上，从而降低声学性能。

#### 2.3.2. 颜色

膨体聚四氟乙烯本色为白色，但某些设计可能需使用颜色较暗的透气产品，以降低其在消费者眼里的可见度。但是，如果预计消费者不会看到透气产品，则建议使用原本的白色透气膜以增强声学系统的性能。

### 2.4. 增强层

增强层是透气产品内独特的多孔PET（聚酯）层。这种结构不仅可减少压合过程中的移动，也有助于避免在安装到设备时发生滑动或扭转。它们还能增强结构完整性，通过防止或减小防水透气膜承受的压缩储能，尽可能地避免透气产品发生变形。此外，它们还使透气产品更容易从离型膜上取下，所以有助于安装。

### 2.5. 缓冲垫

如果声学设计各部件之间存在空隙，则应使用缓冲垫来填充这些空间和补偿公差变化。此外，缓冲垫还有助于防止机械冲击。使用缓冲层时，必须注意控制间隙公差，确保一致的压合程度。在理想情况下，声学设计不应需要缓冲垫，因为缓冲垫可能会导致性能变化——压合不足会导致声学泄漏，而过度压合则会给防水透气膜带来张力。然而，如果不使用缓冲垫来填充腔室，声学泄漏的影响可能会很大。

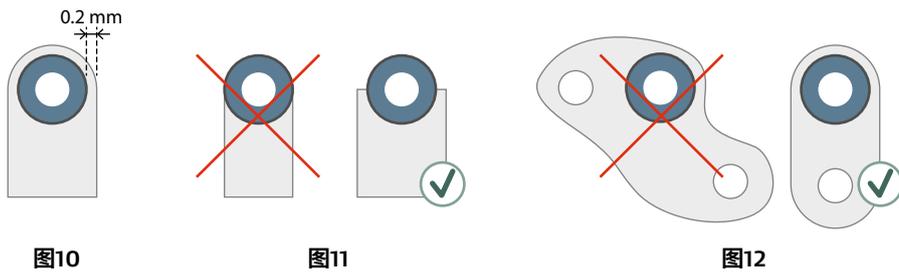
## 2.6. 拉片

拉片非常有用——它们可以防止颗粒物进入透气产品，并且便于透气产品的整体操作。无论是从离型膜上取下，在不接触背胶的情况下进行操作，还是在安装时进行对齐，带有拉片的透气产品都更易于使用。拉片还可以尽可能地降低透气产品分层剥离的风险。

在设计定制透气产品时，戈尔建议遵循以下准则：

- 全拉片（图10）和半拉片（图11）应超出透气产品0.2 mm。
- 超大拉片会增加透气产品的价格。戈尔建议尽可能使用较小拉片。（图12）

拉片是声学透气产品结构中可以包含的一个选项。是否包含拉片应根据您的设计要求来定。如果不需要拉片，则应添加临时外衬来保护透气产品。



# 声学透气产品参数的权衡

## 1. 透气产品几何结构

当透气产品的几何结构发生改变时，即使有效透气区大小不变，其声学性能也会发生变化。

对于电子设备，建议尽可能使用圆形透气产品。圆形透气产品能实现可预知的防水透气膜振动，同时尽可能地扩大声学有效透气区。透气产品的有效透气区是指背胶边缘内的透气产品材料总面积（图13）。

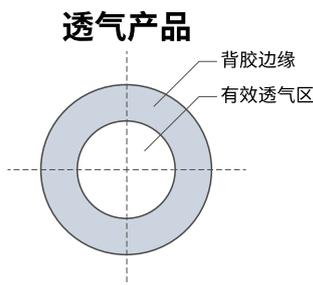


图13: 透气产品的有效透气区

## 使用圆形声学透气产品

非圆形透气产品（尺寸为X x Y）的声学性能与尺寸相关。例如，1 mm x 3 mm矩形透气产品的性能受到较短尺寸（1 mm）的限制，其声学性能可能不及尺寸平衡的透气产品。

从图14可以看到，增大防水透气膜的有效透气区可降低插入损耗，有效透气区是影响插入损耗的重要变量之一。

## 增大有效透气区以改善声学性能

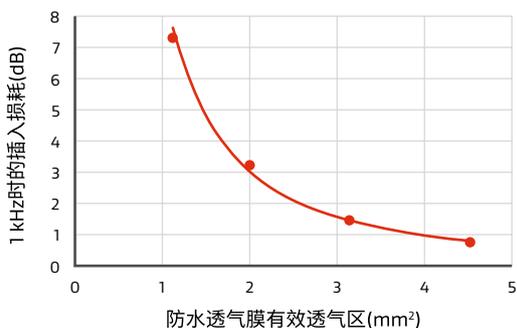
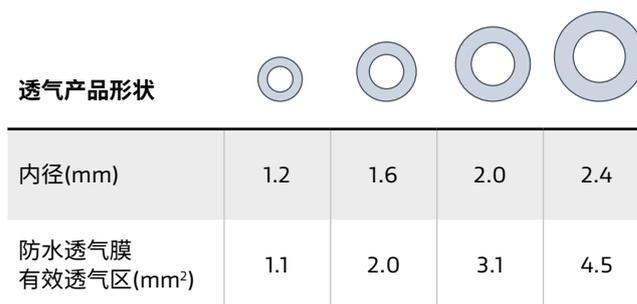


图14: 透气产品尺寸对插入损耗的影响

当遇到水压(WEP)时，有效透气区较小的透气产品可减小防水透气膜的形变。与较大有效透气区相比，这种情况对遇到透水压后声学性能的影响比较乐观（见图15）。

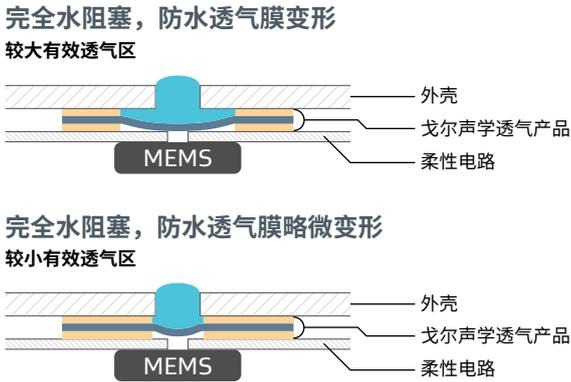


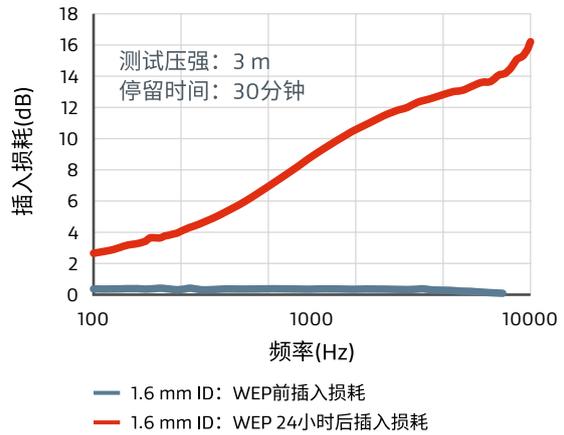
图15: 遇水后有效透气区对插入损耗的影响

为确保适用性应用的性能，戈尔设计了AWA (Acoustic WEP Acoustic)测试，用于评估设备遇到WEP后的声学性能。在图16中，上方图表显示的是内径(ID)为1.6 mm的透气产品，蓝线表明在WEP前的插入损耗很低。而浸水之后，插入损耗增大了8 dB，如红线所示。这是由于防水透气膜在水压应力下发生变形，导致WEP后的声学性能下降。

下方图表显示了较小内径1.0 mm的透气产品的性能。初始插入损耗较高，因为内径较小意味着透气产品的刚性更强，从而影响反应式防水透气膜的有效振动能力。不过，WEP后的性能则好得多，因为暴露于水压时防水透气膜变形较轻微，进而在WEP后能够更好地恢复。

### 减小有效透气区，以改善浸水后的声学性能

内径1.6 mm时的GAW337 AWA性能



内径1 mm时的GAW337 AWA性能

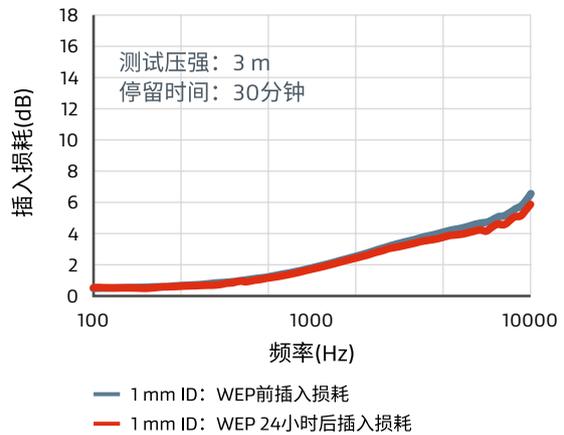


图16: 内径尺寸对插入损耗的影响 (WEP前/WEP后)

## 2. 透气产品堆叠结构

为优化浸水后的声学性能，戈尔提供了多种不同的堆叠解决方案。

可采用增强材料来尽量减小WEP中发生的形变（图17）。这种“超级声学”堆叠可减小防水透气膜发生的变形（图18）。在此设计中，增强层集成到部件中，而没有粘合到透气产品本身。因为没有粘合，就没有附加的质量或刚性滞留在振动的透气产品上，所以透气产品的插入损耗较低。相反，若使用传统的复合或粘合型透气产品，防水透气膜上附加的振动质量和刚性会增大插入损耗。

当某些应用要求防水性能超过10米深时，一般建议采用“超级声学”堆叠。这类情况通常需要附加增强层，内径较大的透气产品尤其如此。

### 采用“超级声学”堆叠可提供超10米深浸水防护

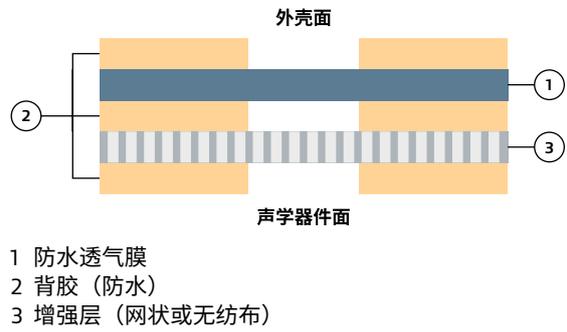
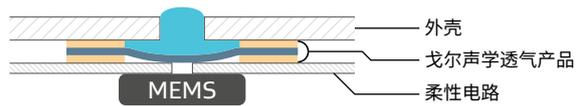


图17: 带有增强层的典型超级声学透气产品

#### 完全水阻塞，防水透气膜变形

无增强层



#### 完全水阻塞，防水透气膜变形

有增强层

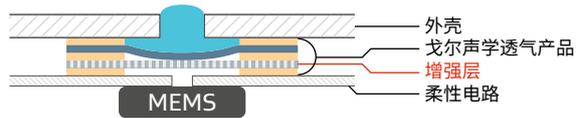


图18: 增强层可减小防水透气膜变形

### 使用增强层可改善浸水后声学性能

# 声学透气产品的设计过程

## 1. 选择合适的透气产品

一般来说，电子设备的浸水防护增强时，透气产品的声学性能就会随之下降。在选择透气产品时，务必要兼顾合适的浸水防护等级和可能达到的最佳声学性能。

戈尔®(GORE®)声学透气产品性能多样，可满足各种应用需求：

- GAW111与GAW112具备防尘防泼溅能力，但不能提供浸水防护。
- GAW331与GAW344提供出色的WEP防护，但插入损耗也明显更大。
- GAW337与GAW342提供出色的声学性能，但其WEP防护能力在我们所有浸水应用中最弱。

## 2. 戈尔的设计过程

本章中所述的透气产品是戈尔工程师从环境防护等级要求着手，根据各种考虑因素选择出来的。图19概述了我们针对每个应用所遵循的产品选择过程。

### 所有选择均基于防水等级

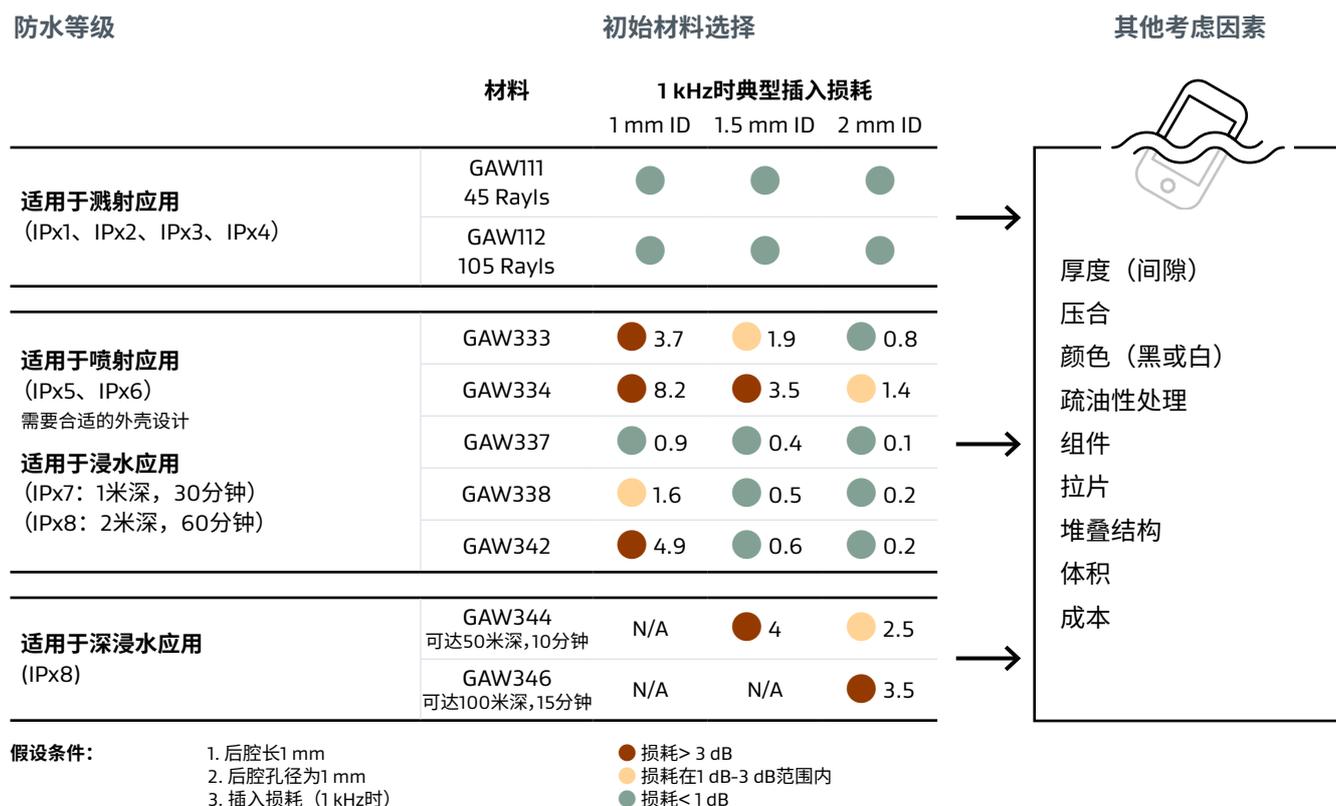


图19: 戈尔声学透气产品的选择过程

### 3. 戈尔工程支持

戈尔应用工程师和声学专家可以为您提供指导，帮助评估声学透气产品的合适选择和权衡因素。他们将研究您的要求，并采用先进声学建模技术，针对您的产品需求提出适用的建议。我们的建模模拟可以显示声学性能的变化，这些变化跟透气膜的类型、透气产品的尺寸和/或后腔设计相关（见图20中的示例）。戈尔工程师将为您的应用建立多种透气膜、尺寸和腔体设计的模型，从而快速确定您设计中的各种权衡因素，有利于您节省打样/测试资源和时间。

### 利用戈尔应用工程师的知识和支持

戈尔的声学建模服务可确保制造商：

- 收到其声学系统性能的快速反馈
- 得到适合其应用的透气膜选项，以及声学系统的性能预测值
- 获得声学系统设计变更建议来优化性能
- 更好地了解哪些系统修改对确保出色声学性能至关重要。
- 对于拥有 OEM 声学模型的客户，戈尔还可提供复数声传递阻抗模拟和数据。

透气膜的材料和尺寸选定后，戈尔应用工程师将完成设计，包括适当的堆叠、部件摆放和初样测试服务。

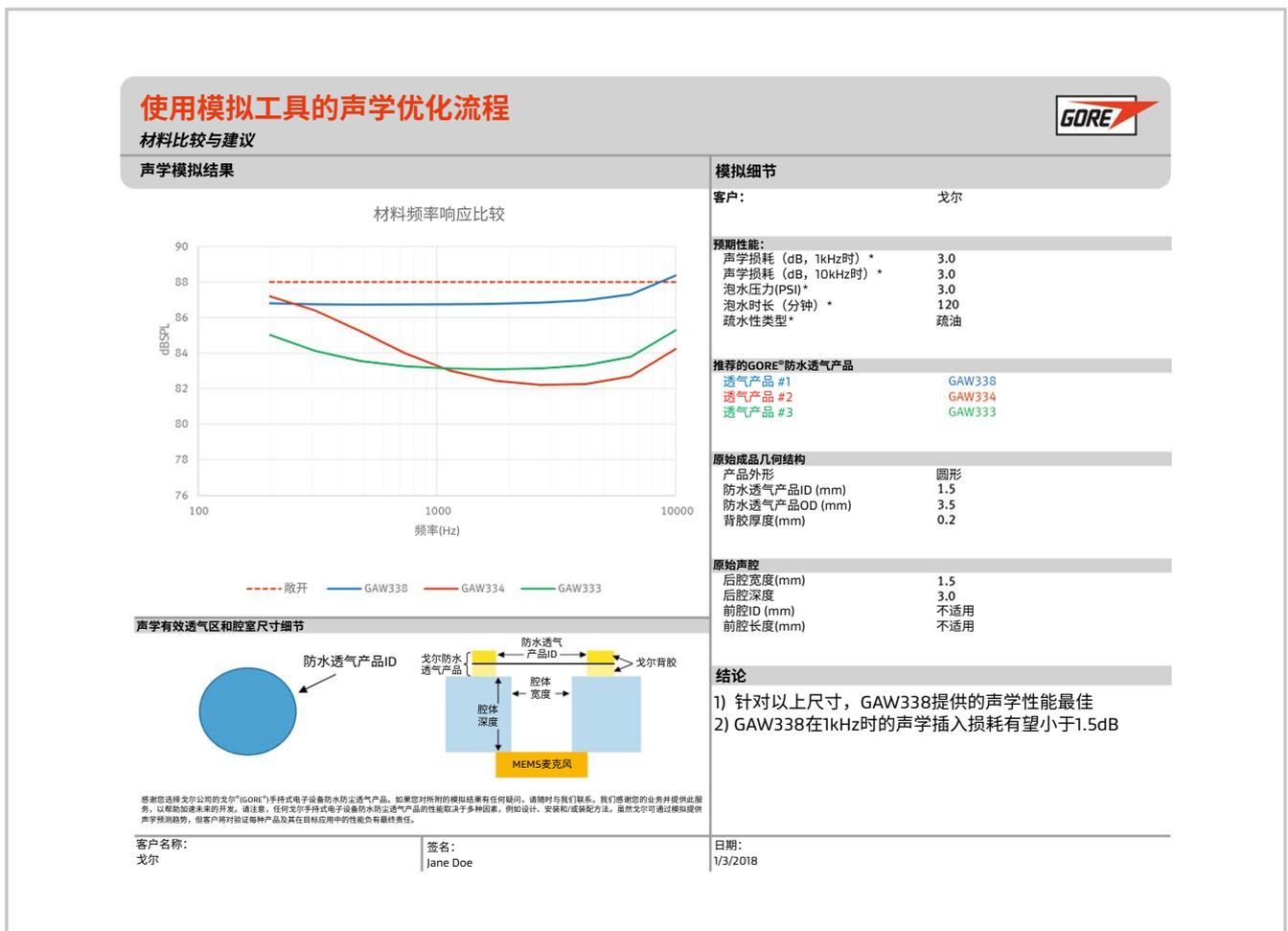


图20: 声学建模材料比较报告

# 安装和操作注意事项

## 1. 手动或自动安装

戈尔®(GORE®)声学透气产品在交付时即为可安装状态。它们通常以独立片装形式供应，适用于手动安装。这些透气产品可以设计成有拉片或无拉片，以便在安装时更容易对齐。

如果制造商具备全自动安装能力，我们可以供应与高速贴片机兼容的连续卷装产品。卷装产品以“单排”配置供应，即透气产品呈单排序列，便于机器轻松编号。

## 2. 用于手动安装的对齐特征

在设备上准确放置透气产品对声学性能至关重要。为确保透气产品正确对齐，通常建议所有内径小于1.5 mm的透气产品使用对齐特征。这些特征包括可与拉片对齐的定位梢、凹槽、边缘或边角，以确保准确放置。图12（第13页）显示了一个带通孔的拉片，这个孔就是用于对齐定位梢。

## 3. 剪切力/扭转力的影响

为了获得更好的透气性能，安装过程中不应引入任何扭转力或剪切力，否则有可能降低声学性能和环境保护能力。

## 4. 安装压合和设备压合

戈尔声学透气产品会受到来自安装过程中的压合和持续的设备压合作用。关于压合力的问题，我们通常建议客户向戈尔应用工程师咨询。在部分情况下，应用工程师需要对设计进行压合研究，以确定压合力对声学性能的影响。

### 4.1. 初次安装压合

安装压合是在透气产品贴到外壳或PCB上时发生的短暂作用。

透气产品使用压敏胶(PSA)粘贴，戈尔建议施加5-10牛顿的安装压力并持续5-10秒。这样会激活PSA，确保其良好、均匀、无泄漏地粘合在外壳或PCB上。

过度压合可能导致透气产品永久性损坏。一般来说，压合量较高会导致插入损耗较高且声学变化较大。安装后，在测试或使用前务必要让透气产品“定型”，以确保与外壳的粘合有足够的固化时间。

## 使用对齐特征

## 使用正确的安装流程和安装力

---

## 使用建议的设备压合力

---

### 4.2. 持续的设备压合

设备内压合是组件连接到外壳后出现的一种永久力。它可能是固定螺钉或夹持件在装配后产生的作用。为了确保良好的声学和水密封性能，设备防护等级越高，设备内压合就越关键。

压合量不均匀或不充分会导致堆叠发生声学泄漏或水泄漏。若其中含有泡棉层，更是如此。压合不充分也会导致透气产品在一段时间后因分层而失效。

反之，过度压合可能导致透气膜褶皱、背胶或泡棉渗入声学透气产品的有效透气区以及堆叠内部层出现滑动。这样可能会增大声学变化和传输损耗，并降低WEP和透气性能。

戈尔建议持续的设备压合力应与安装压合力的范围相同：5-10牛顿。

### 5. 典型的设备压合方法

设备压合可通过透气产品或制造商提供的材料来实现，如设计中采用的泡棉或橡胶套管。戈尔制作的透气产品在堆叠中采用了微孔聚氨酯泡棉层。这些泡棉层的厚度通常在0.2-0.7 mm之间。虽然戈尔有多种中心载体为泡棉的背胶，但它们的可压合性非常小，因此不应依赖其进行大量压合。

根据戈尔的准则建议，当透气产品与外壳压合时，泡棉层本身（而不是整个透气产品的厚度）应压缩25-40%。根据泡棉类型和部件结构，此压缩比可能会有所不同。例如，如果使用厚0.4 mm的泡棉，整个透气产品应压缩0.1 mm至0.16 mm（0.4 mm的25%至40%），无论透气产品的总厚度如何。具体建议请咨询您的应用工程师。

### 6. 压合与浸没深度的关系

对于浸没深度仅一两米的情况，使用中的设备不一定需要压合，但必须注意确保透气产品和PCB之间具有良好的声学密封，以确保不存在声学泄漏。这可以通过使用设计良好的戈尔®(GORE®)防水透气产品（使用背胶或垫片元件）来实现。

然而，对于三米或更深的浸没深度（特别是在更高压强下），则有必要对设备进行压合，否则会有背胶失效的风险。在这类情况下，制造商应咨询应用工程师，以确定适当的机械压合度。

## 关于采用GORE®声学透气产品的设计建议

---

本设计指南解释了如何有效地优化机械、声学、环境以及其他各方面的要求，以确保在设备防护和声学性能之间取得出色平衡。

---

关于戈尔®(GORE®)声学透气产品, 重要的设计建议总结如下:

- 缩小前腔以提高声学性能
- 缩小后腔以提高声学性能
- 缩小前腔来尽量减小阻碍声音传输的水量
- 使用下出声孔MEMS麦克风
- 通过疏油性处理提高防污性能
- 使用圆形声学透气产品
- 增大有效透气区以改善声学性能
- 减小有效透气区, 以改善浸水后的声学性能
- 采用“超级声学”堆叠提供超10米深浸水防护
- 使用增强层可改善浸水后声学性能
- 利用戈尔应用工程师的知识和支持
- 使用对齐特征
- 使用正确的安装流程和安装力
- 用建议的设备压合力

## 为何要为您的电子设备选择GORE®手持式电子设备防水防尘透气产品？

行业领先的OEM已使用超过50亿个戈尔手持式电子设备防水防尘透气产品，因为他们知道，我们的产品和服务可以帮助他们在快节奏、竞争激烈的市场上快速开发差异化的创新设备。



### 先进产品和应用

凭借对材料科学和声学原理的深刻理解，戈尔能够不断推出优秀的透气解决方案。我们兼顾各种因素：恶劣工作环境、浸没环境和声学性能等。



### 可靠的性能

为确保产品的“适用性”，每一件戈尔产品都必须满足严苛的质量、性能和可靠性标准。凭借戈尔对终端应用和要求的全面了解，我们的产品均可达到预期性能，实现我们对产品性能的承诺。



### 快速发展

移动电子产品行业开发和发布新产品的速度极快。我们与众不同在于可以快速响应客户在开发过程中的各种要求，戈尔凭借性能可靠的设计和原型，可确保工程团队按时交付项目，满足应用要求，从而满足整个行业的飞速发展需求。



### 供应安全性

众多领先 OEM 之所以选择戈尔，是因为事实证明，我们有能力每年为各种项目的超过 1,000 万台设备快速供应防水透气产品，并始终按时供应高质量产品，不会出现中断。



### 材料科学

戈尔是一家以材料科技为本的全球性公司，专注于革新产业和改善生活。戈尔开发了多种具有多孔结构的材料，这些材料可为各行各业、各类市场中所用的工程防水透气产品及其它产品提供理想的属性和性能特性。



### 全球支持

我们的全球团队由销售代表、应用工程师、制造工程师和研究人员组成，能够为全球客户提供灵活而有力的支持。

## 关于戈尔

戈尔是一家以材料科技为本的全球性公司，专注于革新产业和改善生活。自1958年成立以来，戈尔专注于解决各种严苛环境中的复杂技术难题，从外太空到全球最高峰、再到人体内部，不一而足。戈尔在全球拥有超过13,000名同事，推崇重视团队精神的企业文化，年收入达48亿美元。如需了解更多详情，敬请访问：[www.gore.com](http://www.gore.com)

仅限工业用途。不适用于食品、药品、化妆品或医疗设备等制造、加工或包装作业。

本文所有技术信息和建议都依据戈尔公司先前的经验和/或试验结果。戈尔公司尽力提供这些信息，但对此不承担法律责任。客户应检查具体应用中的适应性和可用性，因为只有具备了所有必要的工作数据才能判断本产品的性能。上述信息可能会不时变更，不作为产品规格使用。戈尔公司的销售条款适用于戈尔产品的销售。

GORE、戈尔、*Together, improving life*及其设计是W. L. Gore & Associates（戈尔公司）的注册商标。版权所有 © 2023, W. L. Gore & Associates, Inc. 保留所有权利。翻译版权 © 2023, W. L. Gore & Associates (Shenzhen) Co., Ltd.

### 全球各地联系方式

澳大利亚 +61 2 9473 6800

比利时、荷兰、卢森堡

三国经济联盟 +49 89 4612 2211

中国大陆 +86 21 5172 8299

法国 +33 1 5695 6565

德国 +49 89 4612 2211

印度 +91 22 6768 7000

意大利 +39 045 6209 240

日本 +81 3 6746 2570

韩国 +82 2 393 3411

墨西哥 +52 81 8288 1281

斯堪的纳维亚 +46 31 706 7800

新加坡 +65 6733 2882

南美 +55 11 5502 7800

西班牙 +34 93 480 6900

中国台湾 +886 2 2173 7799

英国 +44 1506 460123

美国 +1 410 506 7812

立即扫码  
获取技术支持



戈尔（深圳）有限公司上海分公司

地址：中国上海市南京西路1468号中欣大厦43楼

电话：86-21 5172 8299

传真：86-21 6247 9199

电邮：[info\\_china@wlgore.com](mailto:info_china@wlgore.com)

