

---

HTS221 数字湿度传感器：系统硬件集成指南

---

na

## 前言

本文档介绍了 HTS221 在最终客户应用中集成的硬件指南和参考设计。

---

**目录**

<b>1</b>	<b>系统集成性.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>机械设计规则 .....</b>	<b>5</b>
2.1	传感器放置 .....	5
2.1.1	环境暴露 .....	5
2.1.2	热传导.....	6
2.1.3	机械应力 .....	8
2.1.4	曝光.....	8
2.2	传感器的实施例和防护 .....	9
2.3	传感器保护 .....	10
<b>3</b>	<b>参考设计：热解耦.....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>版本历史 .....</b>	<b>13</b>

## 图片索引

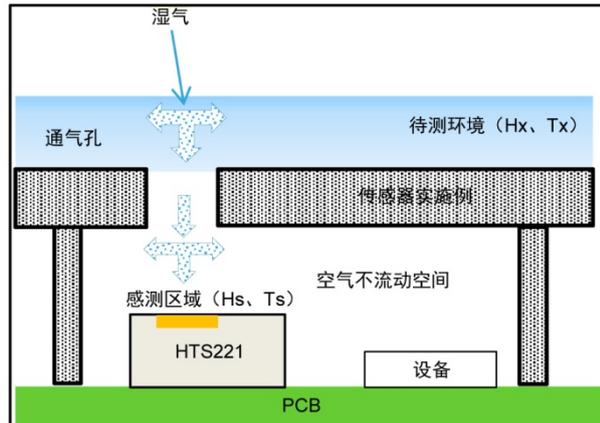
图 1: 湿度传感器系统集成 (典型案例) .....	4
图 2: 湿度传感器集成和实施例 .....	5
图 3: 采用通风通道的湿度传感器集成和实施例 .....	6
图 4: 为保护传感器实施的隔热措施 .....	6
图 5: 传感器外壳顶视图 (左侧为具有隔热措施的正确设计, 右侧为错误设计) .....	7
图 6: PCB 上传感器定位正确, 适当地隔离热源 .....	7
图 7: PCB 板错误的传感器放置 .....	7
图 8: PCB (HTS221 DIL24 板) 的热切割, 用于降低通过 PCB 的热传播 .....	8
图 9: 机械应力的错误配置 .....	8
图 10: 避免机械应力并减少空气不流动的空间的正确设置 .....	8
图 11: 正确的传感器的实施例和防护 .....	9
图 12: 采用气流通道的正确的传感器实施例和防护 .....	9
图 13: 错误的传感器的实施例和防护 .....	10
图 14: HTS221 放置和热 (红外) 视图 .....	11
图 15: HTS221 在柔性板上 .....	11
图 16: 降低热传播的 HTS221 放置 .....	12
图 17: HTS221 详细集成视图 .....	12

# 1 系统集成性

HTS221 相对湿度传感器在便携式设备（PD）如智能手机和可穿戴设备、气象站或空调设备中的集成应在不影响传感器性能的情况下实现。必须考虑最终应用中的主要机械和几何参数，并优化影响传感器性能的因素。

传感器集成的典型情况如下图所示，其中必须对传感器的实施例进行设计，以最小化被测环境（ $H_x$ 、 $T_x$ ）和传感器周围条件（感测区域）的那些（ $H_s$ 、 $T_s$ ）之间的湿度和温度条件的差异。

图 1：湿度传感器系统集成（典型案例）



因此，为了获得可靠且一致的测量结果，必须确定机械设计中涉及的所有参数，以使传感器尽可能暴露于外部环境，并获得更快的响应速度（就湿度和温度而言），从而符合要求达到设计规范。

集成设计必须保证环境条件与感应区域的条件相互匹配，无论在“稳定状态”（静态条件）下还是在动态条件下。

受试条件和感测区域周围条件之间的差异也受热量的影响。热量由靠近感测区域的其他设备或由于传感器本身的发热而产生。温度的变化是至关重要的，因为它们也会决定相对湿度偏差，并且因此会导致系统响应较慢。

基于上述考虑，设计优化包括确定：

1. 传感器在系统中的位置
2. 传感器的实施例和防护
3. 恶劣环境下传感器室提供的防尘、防水或化学溶剂防护

以下章节将进一步描述上述要素。

## 2 机械设计规则

在机械设计中，下文描述了主要的限制和要考虑的特性，目的是引入一套基本规则作为在最终应用中成功集成传感器的良好设计原则。

### 2.1 传感器放置

由于接近和暴露于环境、发热以及机械应力，传感器的放置对其性能有直接影响。

#### 2.1.1 环境暴露

在静态和动态操作条件下，传感器的放置必须最大限度地暴露于待测量湿度和温度的环境中。

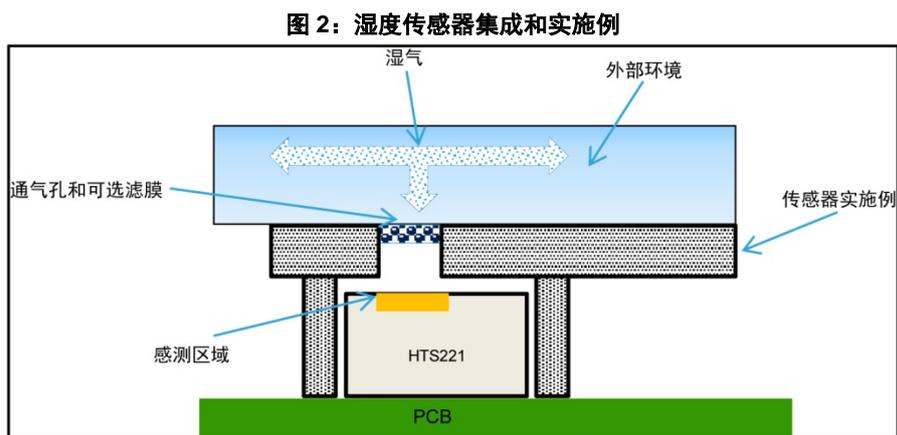
在静态条件（或稳定状态）下，湿度和温度环境及其稳定性变化后，感应条件必须与被测条件一致，或者非常接近目标值，具体取决于应用容许误差和规范。

在动态条件下（当被测条件快速变化时），传感器必须能够提供可靠的测量值输出以便跟踪环境动态。在传感器集成设计结束时，将修改整体响应时间，并且最终性能应符合目标规范。一般而言，目标是设计的响应时间不能少于产品规范。

为了使系统集成后静态和动态条件下的传感器性能最大化，建议使用下列指南（取决于设计规范）（参考图2：“湿度传感器集成和实施例”）。

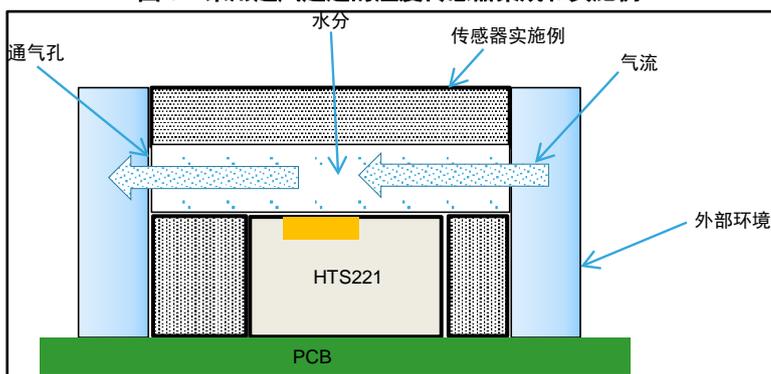
1. 以实现与被测环境暴露的最佳关联为目标放置传感器（尽可能靠近通风孔）
2. 空气不流动空间的体积较大，会明显增加湿度响应时间，因此建议减小该空间体积，以在传感器周围形成定制的保护
3. 通风孔尺寸应尽可能大；数量级低于感应元件几何尺寸表示集成尺寸合理。
4. 通风孔的深度必须尽可能小。孔径尺寸会显著影响湿度响应时间。
5. 必须避免在空气不流动的空间中有吸收湿气的材料

作为参考设计，图2：“湿度传感器集成和实施例”描述了上述建议的示例。为了将环境暴露最大化，从而缩短响应时间，应将传感器周围的体积（空气不流动空间的体积）最小化，并使通风孔尺寸具有与感应区域相同的数量级。增加了过滤膜保护，用于保护传感器免受水或恶劣环境的侵蚀。



另一种实施例（成本更高，但传感性能更高效）是带有气流结构的设计，如下图所述。优选的是有多个通风孔的设计，尽管与环境简单接触，但传感器上没有层流气流。

图 3：采用通风通道的湿度传感器集成和实施例



### 2.1.2 热传导

传感器附近存在的热源会改变湿度和温度测量值，并在感应区域周围形成温差，影响正确测量，从而降低传感器性能。

从物理角度而言，这些局部热源相当于与 HTS221 热模型并联的热容器，并且它们可能提高局部温度，使之不同于环境温度。

根据位置和热源，我们可以将与不同机制相关的传导进行区分，如以下章节所述。

#### 对流热

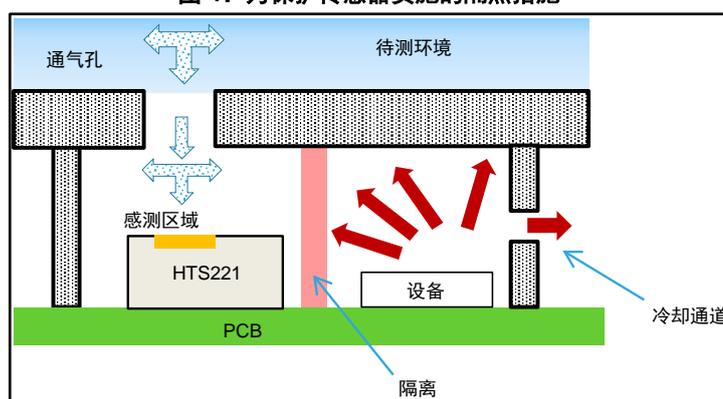
传感器周围的局部热源会辐射热量，增加感测区域的温度，从而可以改变湿度和温度测量值。

典型热源如下：

- 靠近湿度传感器的其他传感器和器件
- 电源管理器件
- 处理器和微控制器
- LCD 显示器，尤其会在环境和系统内部空气不流动空间之间产生显著的温差

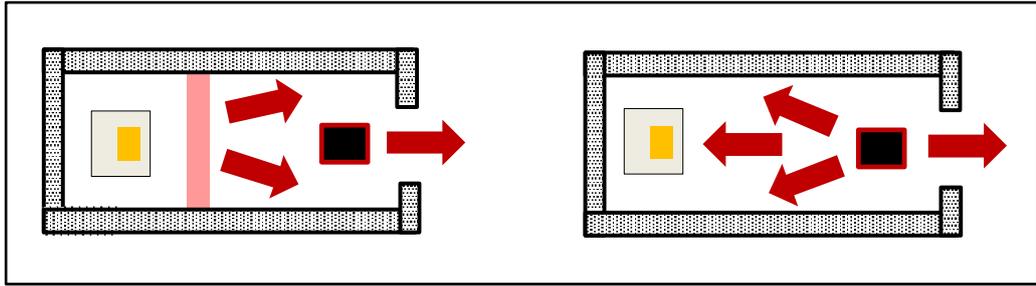
因此，必须将传感器放置在与这些热源相隔正确距离的位置，并保证合适的隔热措施，建议按照下图中的描述，在实施例内部采用隔热结构。另外，还建议根据特定布局，让通风孔靠近热源以充当冷却通道。

图 4：为保护传感器实施的隔热措施



如传感器外壳截面图所示，下图为有隔热结构的良好设计；热源远离传感器且热防护结构位于中间。右侧显示了错误设计，这会使部件产生的热量到达感测区域中。

图 5：传感器外壳顶视图（左侧为具有隔热措施的正确设计，右侧为错误设计）



### 热传导

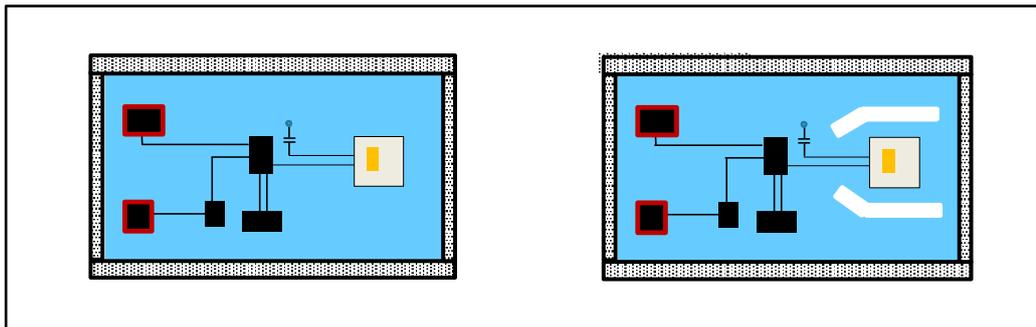
热传导通常发生在 PCB 上的金属线路和 PCB 本身。

为了减少此效应，建议在传感器周围采用薄金属线路，并让传感器和潜在热源之间保持合适距离，避免金属区域在器件的附件或下方。

此外，为了提高传感器对系统的热解耦，建议在传感器周围铣削狭缝并从 PCB 中去除（蚀刻）所有不必要的金属。

下图中给出了良好的设计规则，其中左侧显示发热设备的位置尽可能远离传感器，右侧显示传感器周围的热切割。两种情况都采用了较薄的金属线路。

图 6：PCB 上传感器定位正确，适当地隔离热源



下图左侧，错误位置的设备会在传感器周围产生热量；右侧使用了较厚的金属线。

图 7：PCB 板错误的传感器放置

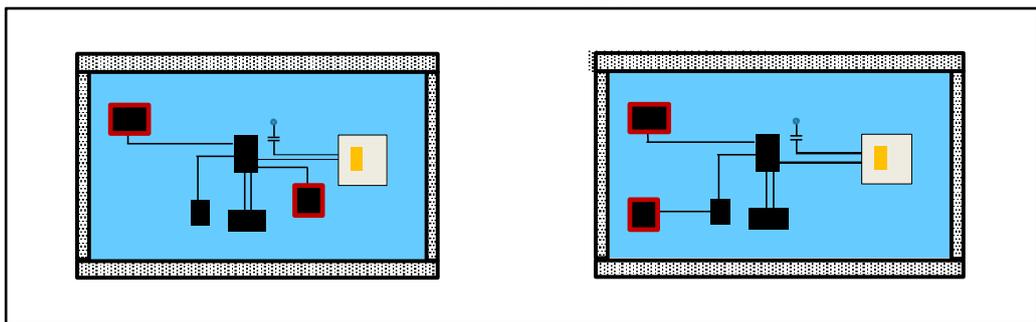


图 8: PCB (HTS221 DIL24 板) 的热切割, 用于降低通过 PCB 的热传播



两种热传播情况下, 在不同工作条件下对整个系统执行的红外热分析, 是识别传感器适当位置的推荐方法。

### 2.1.3 机械应力

传感器的放置应避免对传感器施加任何机械应力, 包括由于机械系统的错误设计而直接施加的机械应力, 或在可穿戴或便携式设备的情况下由于用户与系统的交互间接地施加的应力。

图 9: 机械应力的错误配置

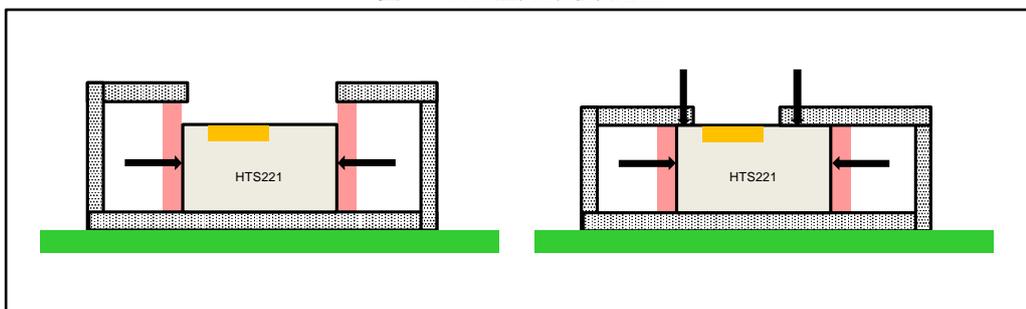
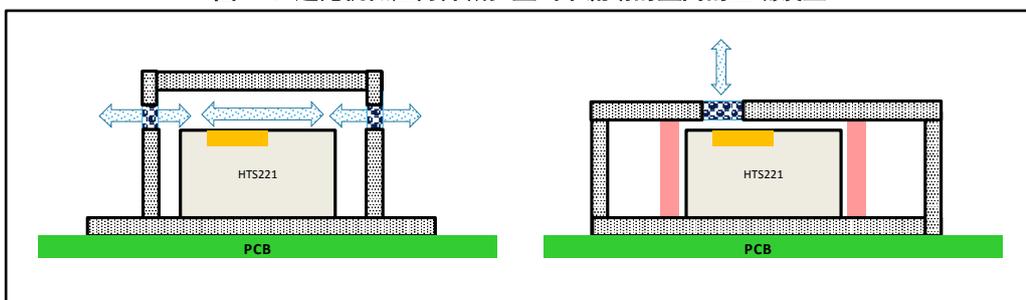


图 10: 避免机械应力并减少空气不流动的空间的正确设置



在上图所示正确和错误集成案例中, 如果为了缩短湿度响应时间而减少传感器周围的空气不流动空间体积, 从而使实施例结构直接接触传感器封装, 则产生的机械应力可能影响传感器性能。为避免对传感器施加任何力并最大程度减少空气不流动空间体积, 必须维持最小间隙, 如图 10: "避免机械应力并减少空气不流动的空间的正确设置"所示。

### 2.1.4 曝光

应避免阳光直射传感器, 否则会改变温度和由此产生的湿度条件。

## 2.2 传感器的实施例和防护

系统中的传感器实施例应尽可能匹配先前所强调的对传感器配置的建议，并且应符合具体应用的要求，如防水、耐水或耐恶劣环境。

此外，最终用户的设计应保证从环境到感应区域的空气循环，首先从环境（外部）到最终用户设备（内部），然后从通风口到传感器外壳和感应元件。这一路径中的空气循环越高效，传感器的性能越高。

为使气流最大化，应仔细设计气流路径并确定尺寸，以便实现集成系统的最终性能。

以下图中总结了传感器实施例和防护外壳的最佳设计原则。下图还包括有可选的滤膜和 PCB 切割，以便提高热解耦。

图 11：正确的传感器的实施例和防护

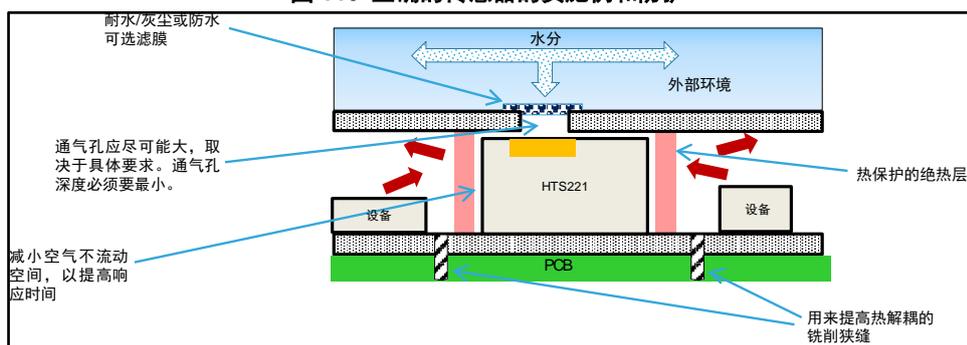
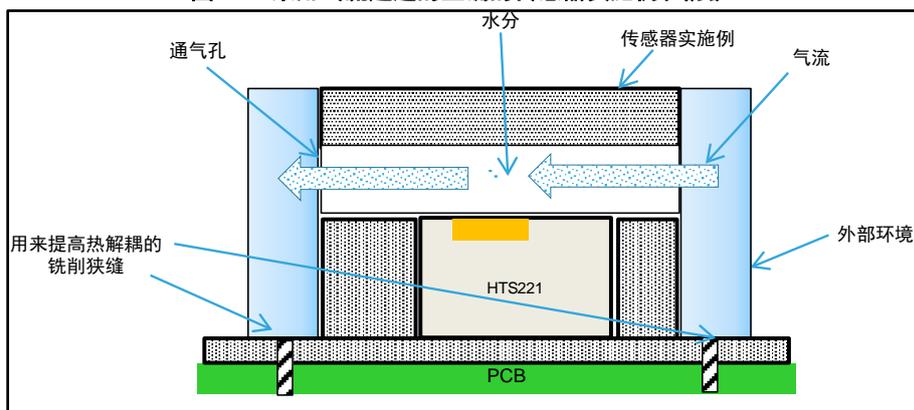


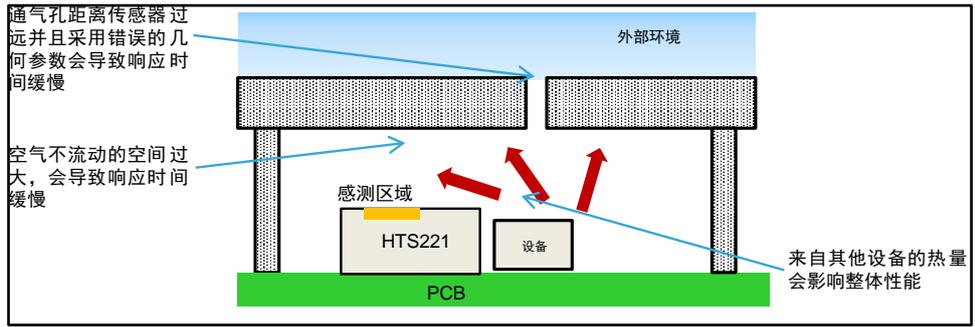
图 12：采用气流通道的正确的传感器实施例和防护



此外，图 12：“采用气流通道的正确的传感器实施例和防护”中阐述了一种更加高效的实施方式，它具有两个通气孔，可在感测区域上提供气流通路，从而实现更高效的响应时间。

图 13：“错误的传感器的实施例和防护”中，显示了一种完全错误的设计，在最终设计中效率极低，并且其传感器性能会受到来自其他设备的热量影响。

图 13：错误的传感器的实施例和防护



### 2.3 传感器保护

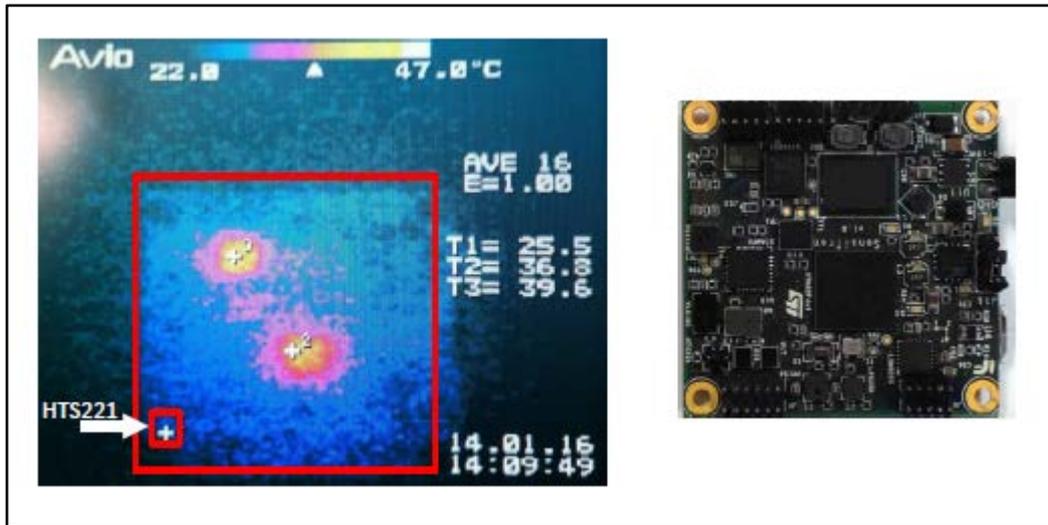
在恶劣环境或防水应用中，可以使用选配过滤器（作为传感器室）为传感器提供防尘、防水或化学溶剂防护。此类实施的关键因素是选择合适的膜，应根据设计要求进行选择并考虑膜的材料可能缩短响应时间，特别是湿度响应时间。

### 3 参考设计：热解耦

如前所述，我们强烈建议通过红外摄像机和/或放置在关键位置的热敏电阻来监控不同工作条件下的热源。以下图中显示了安装了 HTS221 的电子板的红外图像和相应布局。

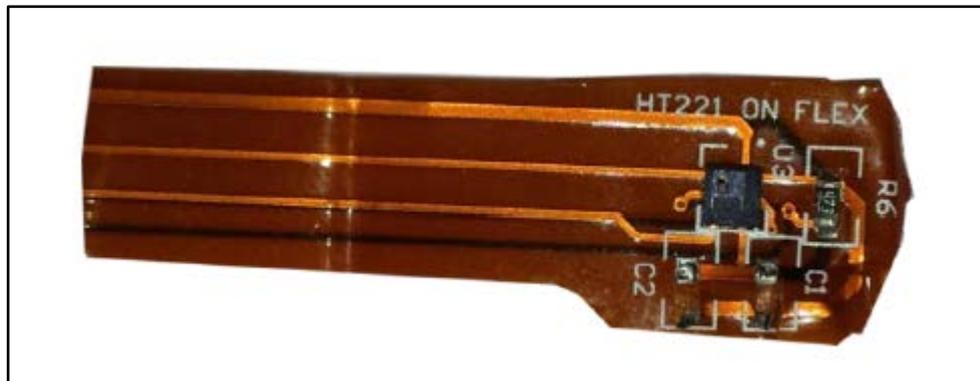
按照前面所述的基本规则来进行放置，将传感器安装在离板上主要热源尽可能远。如红外图片所示，LDO 和微控制器表示最重要的热源，它们远离位于左下角的 HTS221。

图 14：HTS221 放置和热（红外）视图



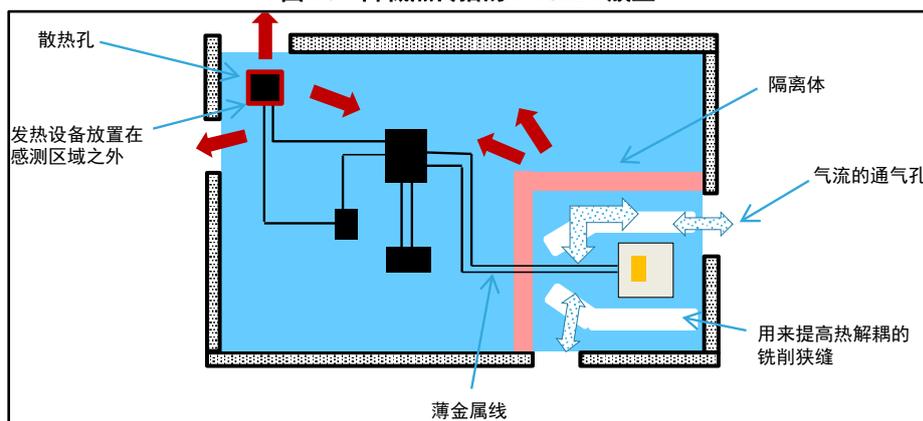
改进传感器热解耦的另一种方法是将其安装在柔性板上，如下图所示。这种实现也将大大降低热传导和热辐射。

图 15：HTS221 在柔性板上



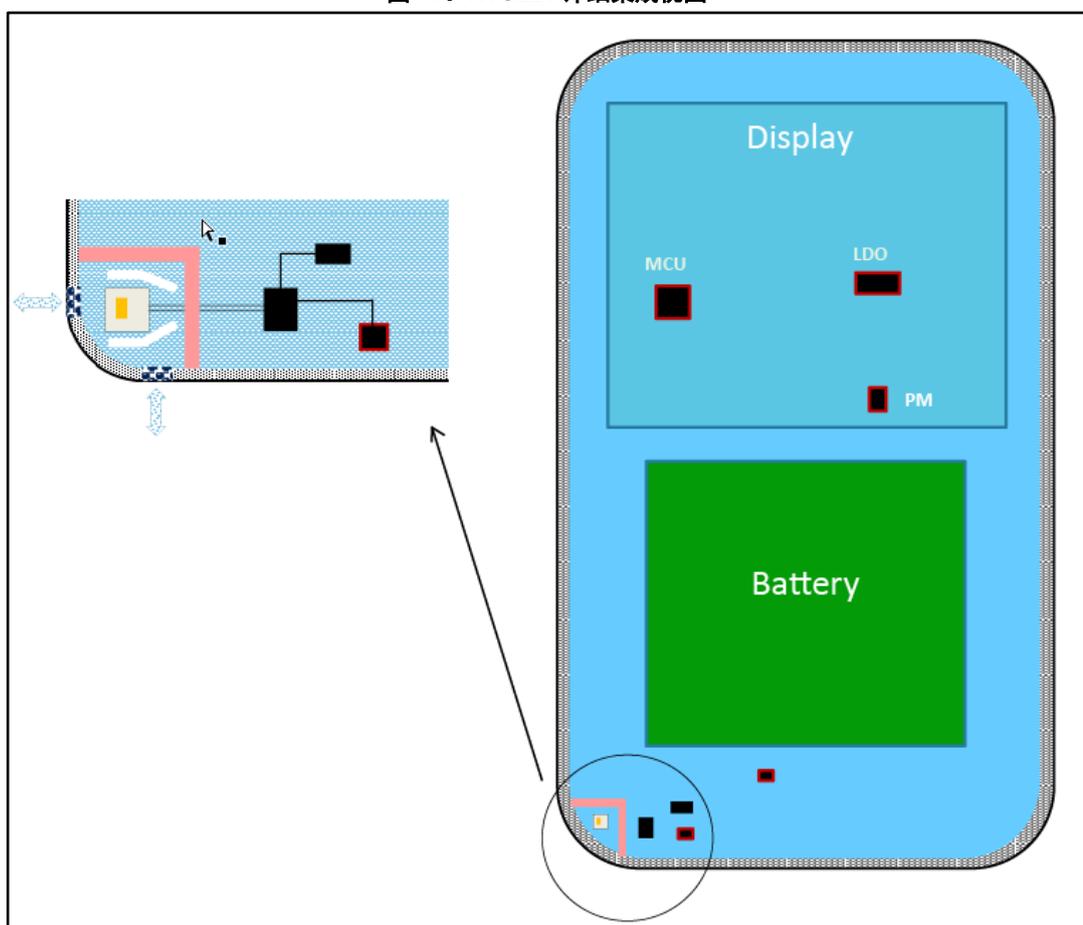
基于先前建议，下图显示了 HTS221 相对于 PCB 上其他设备的正确布局：建议将 PD 放置在一个角，这里实现气流通道成本较低，从而达到最佳的传感器性能。恶劣环境要求须将传感器安装在带有通气孔（由膜保护）的传感器室（SMC）内，如下图所示。

图 16：降低热传播的 HTS221 放置



基于上述建议，下图显示了 HTS221 集成在便携式设备的左下角。该解决方案采用了双通风孔（直径为 0.8 mm 以内），产生通风通道，目的是简化与机械外壳的集成并与其他热源保持正确距离。插入的过滤膜还可用于防尘和防水，这取决于具体应用。

图 17：HTS221 详细集成视图



## 4 版本历史

表 1: 文档版本历史

日期	版本	变更
2015年11月9日	1	初始版本。

表 2: 中文文档版本历史

日期	版本	变更
2018年9月18日	1	中文初始版本。

### 重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对 ST 产品和/或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。本文档的中文版本为英文版本的翻译件，仅供参考之用；若中文版本与英文版本有任何冲突或不一致，则以英文版本为准。

© 2017 STMicroelectronics - 保留所有权利