



Christy She and Rujuta Munje

许多应用需要精确的相对湿度传感器，但数据表精度规格参数仅指示湿度传感器从半导体制造商处发货之日的规格。随着时间的推移，由于多种因素的综合作用（例如，自然老化、应力、污染或环境相互作用），该精度会移位或漂移。精度随着时间的推移而出现的下降对使用寿命更长的工业和汽车产品（例如，电器、汽车和医疗）尤为重要。

出现相对湿度精度误差的三个原因

相对湿度 (RH) 传感器精度有三个主要要素：时间零点精度、迟滞和长期漂移。在确定传感器的总体 RH 精度时，必须考虑所有这些要素。传感器的电源抑制比等其他要素可以使用稳压电源或具有集成稳压器的传感器来缓和（例如，在 HDC3020 系列中），所以本文不会讨论这些要素。

时间零点 RH 精度是半导体制造商发运湿度传感器器件之前，在产品测试期间校准后的精度。

迟滞是湿度传感器的记忆效应方面，其中精度的偏移取决于之前的 RH，并且该偏移会随之前的 RH 而变化。基于高性能电容的 RH 传感器可能达到低至 $\pm 1\%$ RH 的典型迟滞误差。

传感器出厂后，精度可能会发生移位或漂移。传感器精度的移位是暂时的，因为它们不会永久地改变传感器的材料特性。如果短时间暴露在传感器的推荐工作条件以外的状况下（例如，室温下的高湿度状况），或者短时间暴露在严重污染情况下（例如，灰尘、气相溶剂、包装材料产生的蒸汽、粘合剂等），RH 精度会发生移位。这些移位是暂时的，可以通过让器件自行恢复或通过几秒钟内提供少量热量（例如，使用加热器）的方式来减少移位。

随着时间的推移，外露的检测元件精度会由于老化和长时间暴露在极端状况下（例如，高湿度和高温）和/或严重污染情况下（例如，灰尘、气相溶剂、包装材料产生的蒸汽和粘合剂等）而发生漂移。与移位不同，精度漂移是永久性的。长时间将湿度传感器加热至高温（例如，对其进行烘烤）可以消除因长期暴露在极端条件下和/或严重污染情况下而产生的漂移（请参阅 [HDC3020 系列数据表](#) (SNAS778 和 SNAS817)，了解有关烘烤和再水合 HDC3020 湿度传感器的更多详细信息)，但在传感器进入现场后此方法并不实用。

通常，数据表将老化和长时间暴露在极端条件下的影响指定为长期漂移（以每年 %RH 精度变化表示）。但是，这种长期漂移不包括污染物导致的移位，因为移位的大小取决于具体的污染物、其浓度和暴露时间。一些污染物增加了精度的正移位，而另一些污染物增加负移位，在某些情况下，幅度可能高达 10%。更可靠的 RH 传感器的典型长期漂移（不考虑污染物，所以这只是老化和极端条件导致的漂移）为每年 0.25%RH。

如果湿度传感器的 RH 精度移位或漂移超出规格，则必须停用传感器以更换传感器或进行校准，这样会增加总拥有成本。图 1 显示了时间 0 精度和长期漂移的附加 RH 精度误差。即使没有污染物，仅考虑长期漂移的影响，在短短六年内精度误差就会翻倍。如图 2 所示，污染事件在第二年增加的 RH 误差比器件在 10 年使用寿命期间通常累积的误差要大很多。

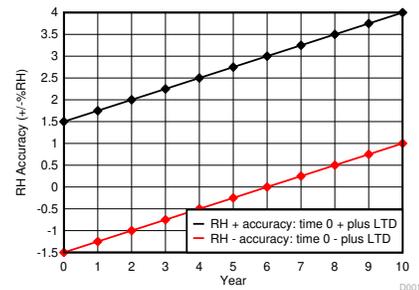


图 1. 时间零点的 RH 精度和随时间推移产生的长期漂移

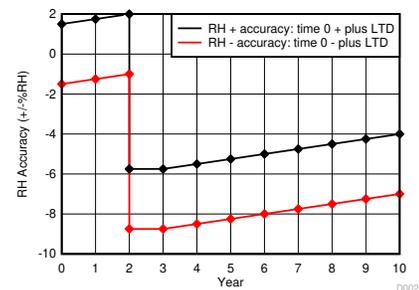


图 2. 时间零点的 RH 精度、随时间推移产生的长期漂移以及因污染物产生的误差

本文的其余部分讨论了可减小 HDC3020 系列中的 RH 误差的三个矢量：检测元件优化、保护套产品和漂移校正。

RH 误差减小矢量 1：检测元件优化

RH 误差的初始来源是传感器本身，因此这是第一个 RH 误差减小矢量。对于基于电容的相对湿度传感器，不同的聚合物随着时间推移会表现出不同程度的漂移。德州仪器 (TI) 根据化学成分以及与环境的作用来选择并严格测试新聚合物，从而确保 HDC3020 系列实现低漂移。HDC3020 系列还具有新的检测元件，它采用新的电容设计，提高了传感器的性能。采用新的检测元件以及适合 HDC3020 系列的新聚合物，可实现 $\pm 1.5\%$ RH 的典型精度和 $\pm 2\%$ RH 的最大精度，并且 RH 长期漂移为每年 0.21% RH，处于行业较低水平。这使得电器、汽车和医疗设备等需要较长寿命的应用可在其使用寿命内保持较高的 RH 精度。

半导体制造商负责选择传感器元件设计和聚合物，因此，客户要选择满足其需求的 RH 湿度传感器只需确定所需的精度性能和适用于其最终产品的条件。但是，客户可以在其 RH 传感器测试期间选择为加速寿命建模，对系统施加应力以加快在产品使用寿命内可能会发生的故障机制。这可用于就其功能来预测 RH 传感器在恶劣环境中的使用寿命，但如果用于预测性能，则会引起误报。如果在测试期间超出数据表规格（例如，在高温下超过建议的温度限制），则传感器的性能会因为过应力状况而受到很大的影响。对于常用的 85°C/85% RH 应力测试尤其如此，因为电容式湿度传感器未指定在温度高达 85°C 的情况下运行。请参阅 [85°C/85% 加速寿命测试对聚合物型相对湿度传感器的影响 \(SLYY210\)](#)，了解有关 85°C/85% RH 测试影响的更多详细信息。

RH 误差减小矢量 2：保护套产品

这款湿度传感器采用空腔封装，可将聚合物暴露在空气中，用于检测水蒸气水平，因此，在存放和处理传感器时必须小心谨慎。[HDC3x 器件用户指南 \(SNAU265\)](#) 提供了有关空腔湿度传感器的独特存放和处理指导原则的更多详细信息。若要遵循特殊存放和处理指导原则，一个替代或附加选项是购买在封装的空腔开口处带有保护套的湿度传感器。HDC3020 系列的 HDC3021 和 HDC3022 RH 传感器继续使用之前 HDC2080 系列提供的保护套封装类型选项。[湿度传感器是否需要保护套？\(SNAA346\)](#) 应用手册中提供了关于这两个保护套选项的附加信息，包括一个要遵循的简要总结。

HDC3021 传感器带有可移除的保护胶带（聚酰亚胺），可防止组装过程中的化学污染，在器件运行前必须去除。它便于在制造过程中进行保形涂层和 PCB 清洗。

HDC3022 传感器采用永久性的防护等级 67 (IP67) 过滤器盖板 (符合 IP67 标准的 PTFE 过滤器), 能够暴露于灰尘、碎屑、冷凝以及浸水环境中, 而不会像某些产品保护外壳那样缩短 RH 响应时间。保护套设计为在整个使用寿命期间都粘附在封装上。保护套的过滤效率为 99.99%, 可过滤小至 100nm 的颗粒, 并提供以下保护优势:

1. 在 PTFE 完全被灰尘或颗粒覆盖之前, 可以避免灰尘或颗粒污染, 阻止水蒸气流入传感器腔体。
2. 在一定程度上可以避免出现冷凝。
3. 可以避免水滴饱和。

RH 误差减小矢量 3 : 漂移校正

无法避免因老化产生的漂移, 有时也无法避免接触污染物和/或恶劣的环境。HDC3020 系列 RH 传感器提供全新的漂移校正功能来校正 RH 传感器偏移, 假定在整个 RH 工作范围内保持恒定, 从而使器件恢复到出厂精度规格。非常适合主要由污染物 (例如乙二醇、MEK、IPA、乙酸丁酯) 引起偏移误差的情况。

能够使用此全新漂移校正功能的应用将减少 RH 精度随时间的移位, 并可能延长产品使用寿命和/或无需为将器件停用以进行重新校准或更换而付出昂贵代价。HDC3x EVM 提供漂移校正功能, 如需了解更多详细信息, 请参阅 [HDC3x EVM 用户指南 \(SNAU267\)](#)。在器件投入生产之前, 有关如何在不含 EVM 的单个器件上使用此漂移校正功能的文档将添加至 [HDC3x 器件用户指南 \(SNAU265\)](#)。

结论

德州仪器 (TI) 采用三管齐下的方法, 以在 HDC3020 系列湿度和温度传感器的整个使用寿命期间内维持更准确的 RH 精度: 检测元件优化、保护套产品和漂移校正。检测元件优化解决了传感器误差问题。保护套产品有助于减少与污染物的接触, 漂移校正可用于校正极端条件和任何其他漂移源造成的漂移。将三者结合使用可以让湿度传感器在极端条件下具有业界卓越的精度和更低的漂移。立即查看 [HDC3020](#) 和 [HDC3020-Q1](#) 器件系列, 找到合适的器件, 让您的产品随着时间的推移以及在恶劣环境下可以长时间保持 RH 精度。

重要声明和免责声明

TI 提供技术和可靠性数据 (包括数据表)、设计资源 (包括参考设计)、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源, 不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保, 包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任: (1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品, (2) 设计、验证并测试您的应用, (3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。这些资源如有变更, 恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务, TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 的销售条款 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.ti.com) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司