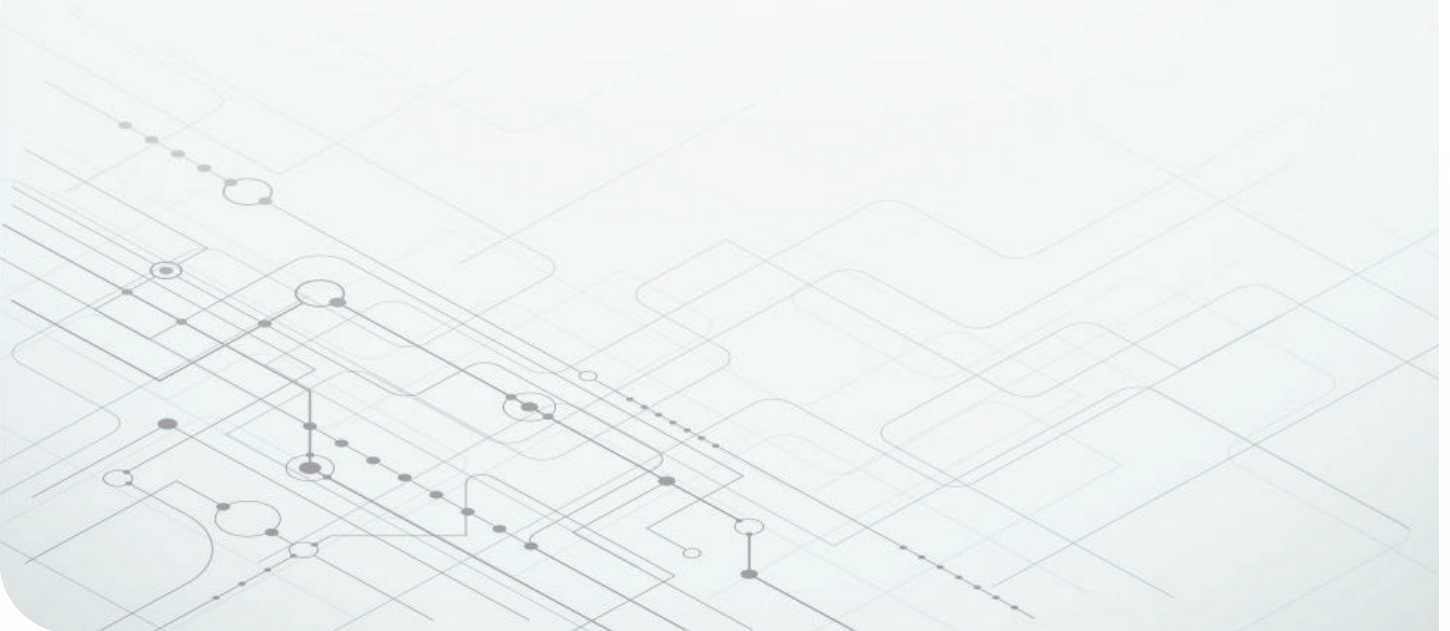


85°C/85% RH 加速寿命测试对湿度传感器的影响



William M. Cooper

Marketing and Applications Director, Temperature and Humidity Sensors
Texas Instruments



本白皮书探讨了 85°C/85% RH 加速寿命测试, 它对 RH 传感器的影响, 以及如果某项设计同时需要 85°C/85% 测试和 RH 传感器, 那么最终如何解决这种冲突。

消费者希望电子系统可以持续使用一段时间, 部分原因是过去的系统都能长期使用, 或制造商提供了具体的寿命担保。如果系统能够超出预期, 运行更长时间, 消费者就会对产品及其制造商更有信心, 其品牌忠诚度也会提升。在暖通空调系统或车辆等产品中, 消费者期望产品的使用寿命超过 10 年, 这种情况最终为系统开发人员带来了压力, 他们通常需要利用扩展测试来确保设计可靠。

提升系统可靠性的需求也推动了相对湿度 (RH) 传感器的采用, 它们用于提供空气中水分含量的信息。空气中的水分可在电气元件之间造成短路, 影响 CO₂ 或压力传感器等其他元件, 也可能改变旨在控制空气质量和温度的系统的效率。湿度传感器最常见的类型是利用聚合物与空气中的水分发生化学反应, 然后根据电阻或电容值量化吸引的水分。归根结底, 这些类型的 RH 传感器对于评估系统中水分的任务是有效的, 但与其他组件相比, 与环境的化学反应会导致一些独特的挑战, 特别是在加速寿命测试方面。

85°C/85% 相对湿度测试简介

加速寿命测试, 或强迫器件加速故障机制的测试, 有助于在电子系统的开发过程中评估设计行为, 如图 1 中所示。对于生命周期较长的产品或系统, 加速寿命测试非常重要, 因为研究整个生命周期中的行为通常并不现实, 也不可行。

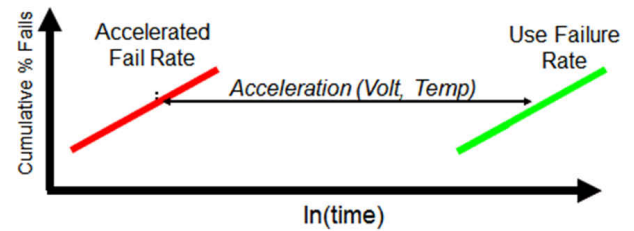


图 1. 长期累计的故障百分比, 由电压或温度等因素实现加速

由电子器件工程联合委员会 (JEDEC) JESD22-A110 和 JESD22-A101 标准分别定义的两项此类测试为偏压高加速温度和湿度压力测试 (BHAST) 和稳态温湿度偏压 (THB) 寿命测试。这些测试被称为 85°C/85% RH 测试或 85/85 测试, 即测试条件会同时超过 85°C 和 85% RH。

BHAST 需要 96 小时的电气偏置, 同时保持 130°C 和 85% RH, 此外蒸汽压力为 33.5 PSIA, 目标是加速器件内的腐蚀。在半导体中, BHAST 测试使水分加速渗透到封装和芯片表面, 有助于确保器件虽然暴露于潮湿环境中, 但在延长的产品生命周期中电气部分可持续运行。

THB 寿命测试也非常类似，只是排除了压力。压力通常会激活与 BHAST 相同的故障机制，但加速程度较低；因此器件在 85°C 和 85% RH 下需要承受较长的压力时间（1,000 小时）。

BHAST 和 THB 测试在系统测试中同样有用。在芯片中，这些加速寿命测试可在塑料封装中模拟水分的侵入。在印刷电路板的完整系统中，长期来看连接件和其他材料也会受到空气中的湿度影响。[KA1]

压力测试和过压力测试之间的区别

压力测试对 RH 传感器的可靠性非常重要，因为可根据压力测试的结果预测 RH 传感器在恶劣环境条件下的寿命；但开发人员在应用中使用湿度传感器时应考虑特殊的**存储和处理指南**。

如 **图 2** 中所示，RH 传感器有一个空腔，将聚合物暴露于空气中，利用化学反应计算环境中的 RH。暴露的聚合物会受到极端条件（超出数据表规格，包括 85°C/85%）的影响，导致 RH 读数的变化。

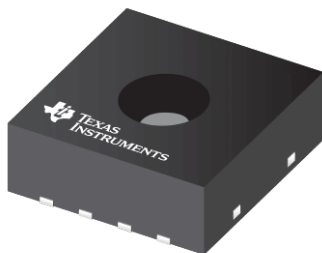


图 2. HDC3020 集成型湿度和温度传感器

如果目标是确保系统仍能正常运行，就可以进行这个测试——而这正是对在芯片级运行 BHAST 的预期。但如果在超出数据表条件的压力测试后，需要将数据表精度参数保持在规格内，那么系统开发人员可能要解决一个问题。根据定义，RH 传感器的压力测试会涉及选择 RH 百分比和温度，该选择要确保即使在恶劣的现实环境条件中，传感器也能呈现预期性能。选择的超出数据表规范的 RH 百分比和温度无法作为传感器现场性能的可靠预测指标。

图 3 展示了对湿度传感器施压的可行方法。该图表展示了**露点的温度世界纪录** (35°C/95°F)，即地球大气 (42.0711 mmHg) 中可保持的已知最高水分含量 (100% RH)。85°C 和 85% RH 可转换为 81°C 露点，远高于地球大气中可能达到的露点。假设空气湿度恒定，提高温度以计算理论 RH。例如，在 **图 3** 中，85°C 时 RH 仅为 9.7%。超出 **图 3** 中的温度和 RH 测试点会使传感器承受过度压力，不能在可能的现场压力场景下呈现预期传感器性能，增加针对传感器质量和性能的错误警报。

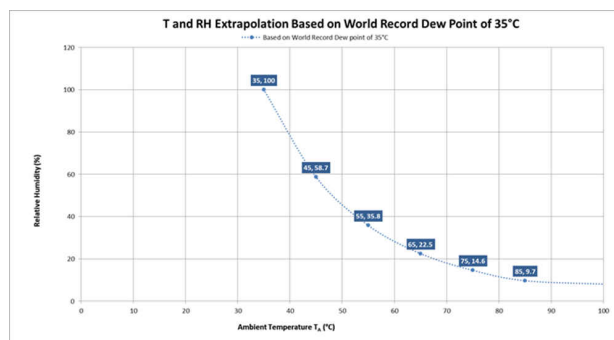


图 3. 根据露点世界纪录推导出的温度和 RH

表面温度升高时，大气湿度也在增加。如果要考虑全球变暖的长期效应，可使用保护频带，如 图 4 中所示。每增加 1°C，饱和蒸汽压力会增加约 7%。

除测得的 35°C 露点记录外，图 4 还展示了 40°C 和 50°C 时的假设性露点推导法。请注意，在 85°C 和其他高温时，RH 仍非常低。

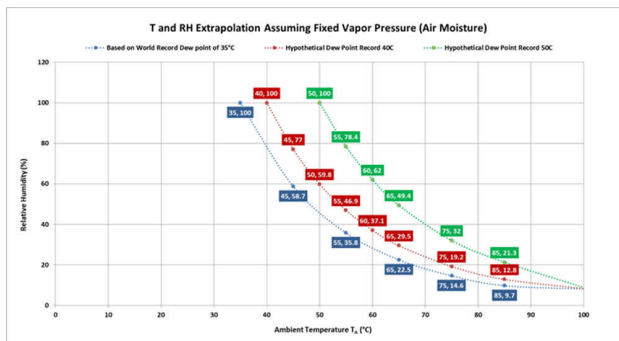


图 4. 使用保护频带来应对全球变暖因素，进一步推导温度和 RH

在具有相对湿度传感器的系统中实现加速寿命测试

虽然 85°C/85% 对于聚合物型湿度传感器而言是过压力条件，但对于某些系统来说，仍需要进行这种测试。如果尝试在涉及聚合物型 RH 传感器的系统中运行 85°C/85% 测试，可使用四种方法：

- 运行系统测试，但排除湿度传感器结果 – 这些器件的功能通过了硅器件鉴定（这些鉴定测试的示例可在德州仪器 (TI) 质量和可靠性页面上找到）。您稍后可以输入湿度传感器结果，或不进行评估。

- 了解并接受 85°C/85% 测试将导致传感器精度的改变 – 可以利用测试呈现这种精度的改变，但不要将精度结果作为测试通过/失败的标准，因为在数据表推荐的运行条件下，在使用寿命内运行不会导致这样的结果。
- 选择经过专门设计、可尽量减少压力条件下精度改变的湿度传感器 – 其中包括 HDC3020 集成湿度和温度传感器系列。
- 在 85°C/85% 测试后，利用器件内的加热器校正因过压力条件引起的误差，尝试恢复传感器性能。

结论

汽车和工业系统中的系统可靠性要求推动了加速寿命测试领域的发展，从而实现了在潜在现场故障的早期分析。85°C/85% 加速寿命测试有助于发现腐蚀导致的机械故障，暴露于潮湿环境可导致腐蚀。85°C/85% 测试条件超出了 RH 传感器推荐的工作条件，成为过压力测试，可导致传感器精度的改变。系统开发人员不必担心这种规格的改变，因为根据目前露点和大气条件的世界纪录，这种测试条件不可能出现。

如果具有 RH 传感器的特定应用需要执行 85°C/85% 测试，应考虑采用可避免传感器承受压力的方法，接受预期的性能改变，选择针对压力导致的最低精度改变进行优化的专门器件，或根据 [HDC3 器件用户指南](#)或在软件中做好准备，针对潜在改变进行调整。

重要声明: 本文所提及德州仪器 (TI) 及其子公司的产品和服务均依照 TI 标准销售条款和条件进行销售。建议客户在订购之前获取有关 TI 产品和服务的最新版和完整信息。TI 对应用帮助、客户的应用或产品设计、软件性能或侵犯专利不负任何责任。有关任何其它公司产品或服务的发布信息均不构成 TI 因此对其的认可、保证或授权。

所有商标均为其各自所有者的财产。

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