

Technical Article

使用热像仪评估汽车环境中的温度



Josh Mandelcorn

汽车车厢内的大多数电子器件都需要在没有强制通风冷却的情况下，也能在高达 85°C 的环境中正常运行。产品鉴定中会要求证明即使在最高环境温度下，电路板上的所有元件和布线也不会出现过热。现有的高温测试方法采用热电偶，但这种方法耗时并且会遗漏潜在的热点。但是，热像仪可以捕捉到这些遗漏的热点，并成为了室温测试的最佳选择。室温测试会遗漏只有在高温环境中才会显现的热点。

但是，不建议将热像仪插入 85°C 的温控箱内，因为大多数此类热像仪在超过 70°C 的温度下会受损。将热像仪穿过温控箱玻璃前方也不是有效的做法，因为玻璃窗格会使目标器件的热像图失真。

我提出的解决方案是在一个对流温控箱中测试电子器件，虽然温控箱的门是打开的，但会用纸板和胶带盖住，只留下一个小开口，从而捕捉良好、干净的热像图。使用热电偶时，为了验证环境温度是否已达到 85°C ，需要将热电偶放置在温控箱中非常靠近受测板的位置。热像仪的小开口不应该形成测试阻碍，确保热像仪能够在温控箱外捕捉热像图。

我找到一个旧的温控箱，下面只有加热线圈，没有风扇，仅依靠对流气流进行热传导（图 1）。此外，这个烘箱未配备可以在前门打开时将线圈关断的互锁功能。另一种可行的方案是使用较新的烘箱、断开风扇连接并破坏联锁功能，但不建议这样做，因为制造商的保修将失效。

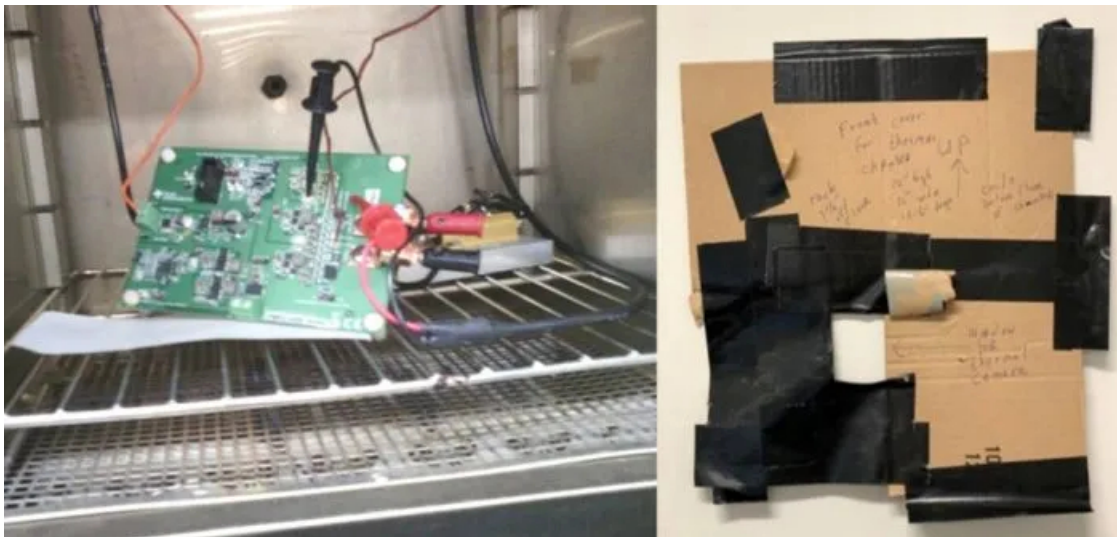


图 1. 该设置中包括温控箱和挡板

在受测板的左侧是外部实验室电源的 14V 输入电源线，用于代表汽车电池电源。在受测板的右侧是温控箱内的电阻负载连接，旨在提供 $920\text{mV}/22\text{A}$ 输出，用于代表应用负载。可以看到三根用于热电偶和输出电压检测（正/负）的监测线；这些线连接到万用表以监测温度（Tektronix TX3）和输出电压（Fluke 87 III）。

此处采用 Blue M DV-12A（也称“重力烘箱”）温控箱，前门尺寸为 12×12 英寸（深 12.5 英寸），在测试过程中用挡板覆盖住（如图 1 所示）。类似的烘箱很容易买到，价格在几百美元左右。挡板上的方孔位置需确保外部热像仪（Flir E75）可对准受测板上温度最高的区域。

测试过程中，受测板通过 14V 电源供电（电流消耗约 2A ），用挡板覆盖住温控箱门。温控箱线圈开启，热电偶上的目标温度设置调节为 $85\text{-}87^{\circ}\text{C}$ 。整个运行过程大约耗时 30 分钟，拍摄了三张热像图，拍摄间隔五分钟，旨在验

证是否确实达到了热稳定状态。此外，还监测了实验室电源的输入电流来验证这一稳定状态。由于转换器中的传导损耗随着温度升高而增加，因此在运行期间电流消耗按预期增加了约 1%。图 2 所示为最终热像图。

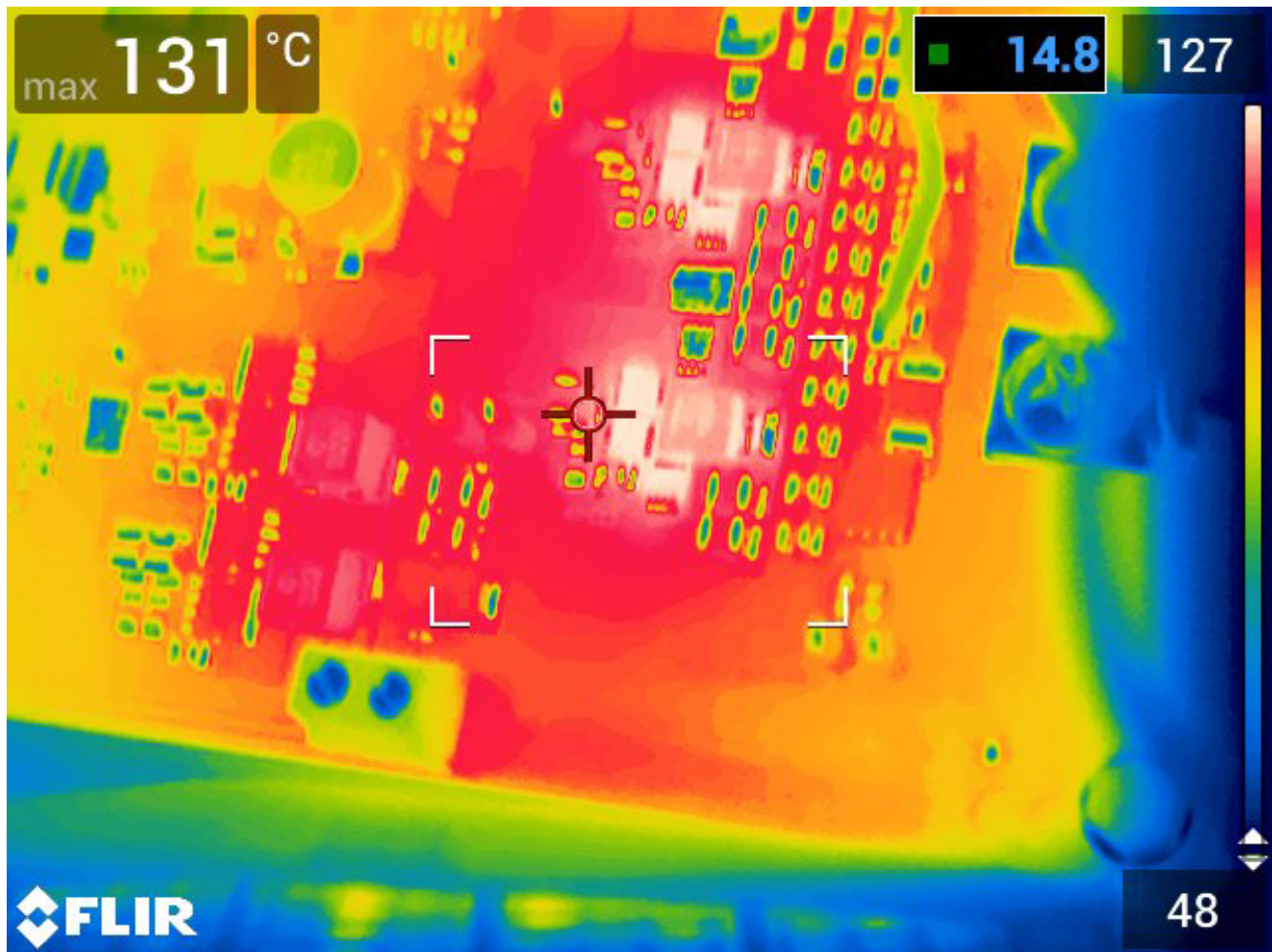


图 2. 最终热像图显示运行结束时的最高温度为 131°C。请注意 FET 右侧绿色的热电偶图像

在整个运行期间监测到的输出电压保持在 919mV。在运行过程的最后 15 到 20 分钟内，随着温控箱线圈的开启和关断，热电偶读数在 85°C 和 88°C 之间变化。在九分钟的时间跨度内重复拍摄的热像图（最高温度相同）证实已达到热稳定状态。

为了验证环境温度监测情况，过程中同时采用了两个热电偶来监测环境温度：一个如图 2 所示，另一个位于受测板下方但靠近受测板。两个热电偶监测的读数差异在 1°C 内。为了进行额外验证，可重复此过程，即在温度最高的 FET 上粘接热电偶，其最高温度比热像仪检测到的温度低 4-5°C。这还表明热像仪将捕捉热电偶遗漏的热点。

总体而言，本文展示了汽车应用中一种成本增加适中（假设可以使用现有热像仪）但更全面的环境高温测试方法。这种方法可以发现早期方法所遗漏的热失控情况。由于不必粘接多个热电偶，因此可以节省成本；即使需要购买二手对流烘箱，也可以通过节省的成本来轻松覆盖这一支出。

相关文章

- [热电偶：基本原理和设计要素](#)
- [热像仪实力入驻](#)
- [电路板“晚餐”新解：温度传感器精准调控](#)
- [书籍评论：汽车传感器指南](#)
- [热电偶：简易而不凡，却常被误解](#)
- [最大限度地减小 RTD 电路中的测量误差](#)
- [利用巧妙的技术改进热电偶测量](#)

之前发布在 [EDN.com](#) 上。

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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司