



# DENSO的 先进汽车热设计

为了生产高能效环保汽车，车辆的电子控制单元 (ECU) 及其元器件变得日益复杂。成功的热设计对于制造商而言至关重要。

**D**ENSO Corporation 是一家行业领先的汽车产品供应商，专为全球大型汽车制造商设计和生产高级汽车控制技术、系统和元器件。DENSO 成立于 1949 年，总部位于日本刈谷，运营足迹遍及 35 个国家，在全球拥有约 120,000 名员工。DENSO 的电子系统业务部供应发动机、传动装置和电力管理电子控制单元 (ECU) 以及半导体传感器、集成电路与功率模块。

我曾和电子工程第 2 分公司技术规划部项目副经理 Takuya Shinoda 见面，讨论 DENSO 如何利用热仿真来大幅缩短设计时间以及降低设计成本。在这方面，他负责电子控制单元的热设计。Shinoda 对于机械和电气学科都有深入独到的见解。他表示：“热设计横跨机械和电气学科。热管理

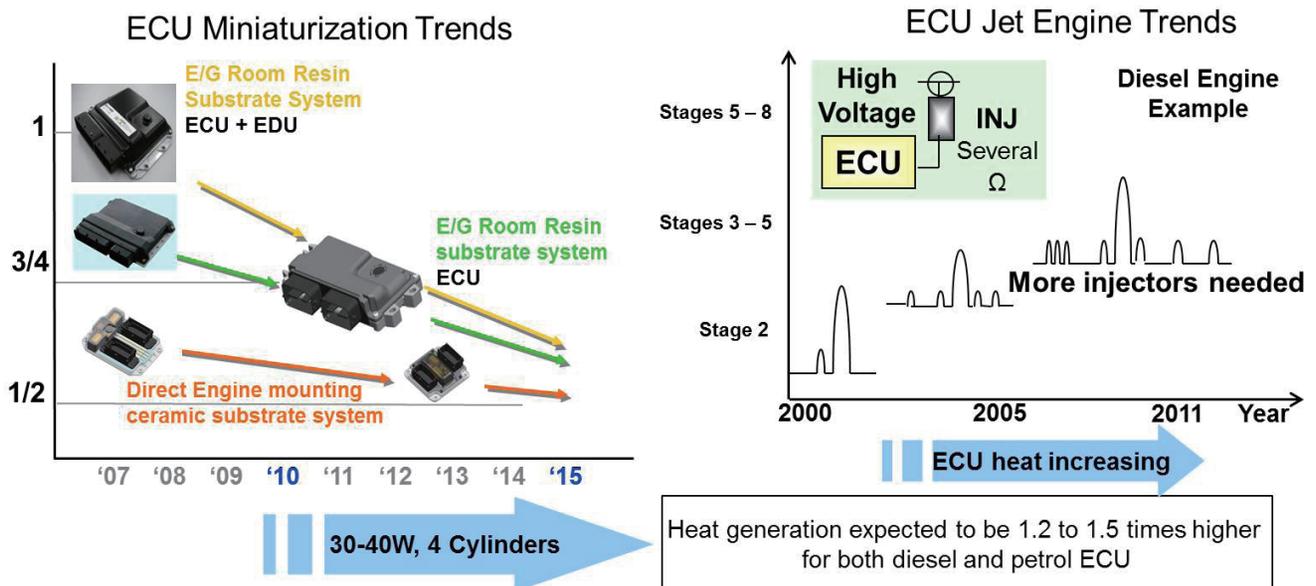
主要是一个机械问题，但热量是硅产生的，所以也有必要了解电子学科，这样才能做好热设计。”

## 设计挑战

为了生产高能效环保汽车，车辆的电子控制单元 (ECU) 及其元器件变得日益复杂。成功的热设计对于制造商而言至关重要。驱动此类车辆系统的集成电路 (IC) 或场效应晶体管 (FET) 的结温必须落在保证的温度范围内。

由于无法直接测量结温，因此工程师通常基于假定的表面测量温度来预测电子元件的结温，并且设置较大的设计裕量。

为了应对当前日益激烈的价格竞争，



**Drastic demand for compact EDCs with higher heat dissipation capability**

图 1. 小型化趋势推动散热技术的发展

## Development of simulation in product development

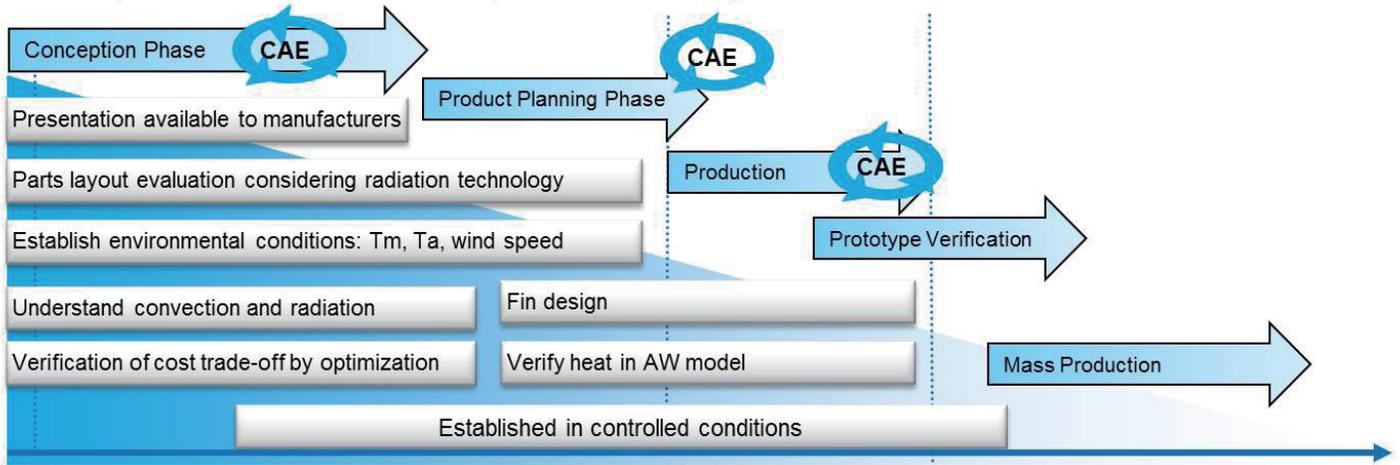


图 2. 热管理中的技术创新

务必要保证质量，优化设计裕量以及实现整体成本效益。

### 通过仿真节省设计时间和成本

Shinoda 在一次展会上第一次见识了电路板的流体流可视化，于是他从 2006 年开始搜寻热设计工具。DENSO 通过严格的基准测试，最终从众多工具中选择了 FloTHERM® 和 FloTHERM® PCB，将其用于热设计流程。

在 DENSO 开始使用热仿真之前，他们必须在早期阶段建造一个用于温度测量的 ECU 物理样机。于是，为了进行为期一天的测试，需要做 2 到 3 个星期的准备。在最终确定产品之前，此过程可能必须重复好几次。

从 2006 年开始，DENSO 一直在不断增加仿真技术的使用，以减少在物理样机上花费的时间和成本。到 2009 年，仿真技术与物理样机的比例达到了 20:80；到 2010 年，这一比例增加到了 50:50；而到

2012 年，这一比例高达 70:30。在不到六年的时间里，这一变化使得热设计的持续时间和相关成本减少了 50%。DENSO 计划更进一步，争取到 2015 年将此比例提高到 90:10。

### 受益于集中化热专业知识

DENSO 通过集中热技术，并在整个公司内推广此专业知识，成功地将热分析引入到制造流程中。通过倾听各个设计部门的需求，Shinoda 的热设计部门能够利用结合实验支持的热仿真技术来提高散热效率，从而快速改善设计质量。

在热设计中，设计师往往专注于通过改变壳体的外形因数来改善散热效果。通过在热设计团队成员之间共享壳体设计和电子设计，可以实现最佳效果。DENSO 决定使用现有的元器件模型（图 4）。机械团队构建了一个更小的壳体，电路设计团队按照新的规格重新设计了 10% 至 20% 的电路，而测量团队则测量了用于热分析的温度。通过这种协作，DENSO 得以在两天

的时间内创建出了有效的产品热模型。各个团队的工程师对此都功不可没。

### 特征提取提高了仿真精度

除前文所述摆脱物理样机的需求以外，测量在 DENSO 的热设计流程中也扮演了重要角色。为了支持热仿真，DENSO 采用 T3Ster® 来提取在系统内的 ECU 元器件和热学界面热阻的特征。T3Ster 的数据精度很高，它使 DENSO 得以提高热仿真的精度，并使其更加坚信仿真的可信度。T3Ster 测量数据被返回至 FloTHERM，用于改善设计期间的结温预测精度，从而确保结温绝对不会超过所允许的限制范围。这是“我们的 PCB 设计师采用 FloTHERM PCB，其用户界面简单直观，而且可与 FloTHERM PACK 连接使用。”

## Expected changes in thermal design efficiency

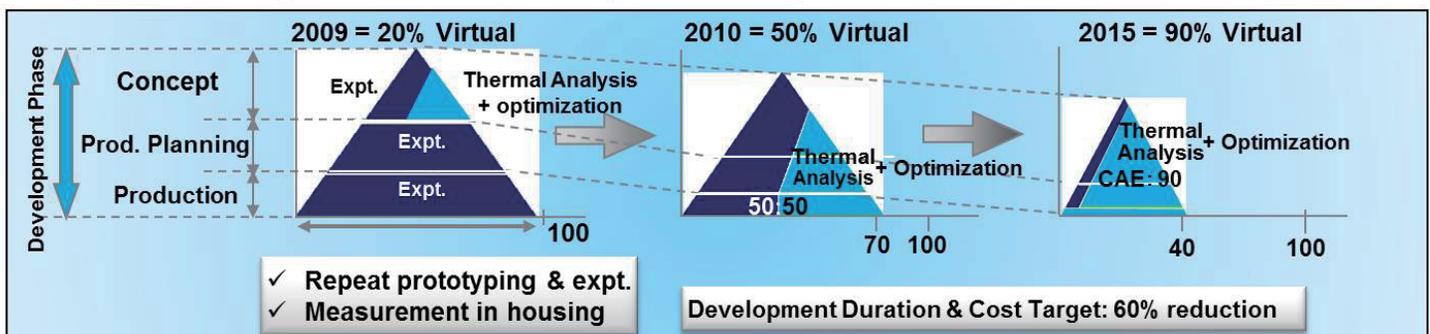


图 3. 热管理中的技术创新

“我们的 PCB 设计师采用 FloTHERM PCB，其用户界面简单直观，而且可与 FloTHERM PACK 连接使用。

-----Takuya Shinoda, DENSO Corporation

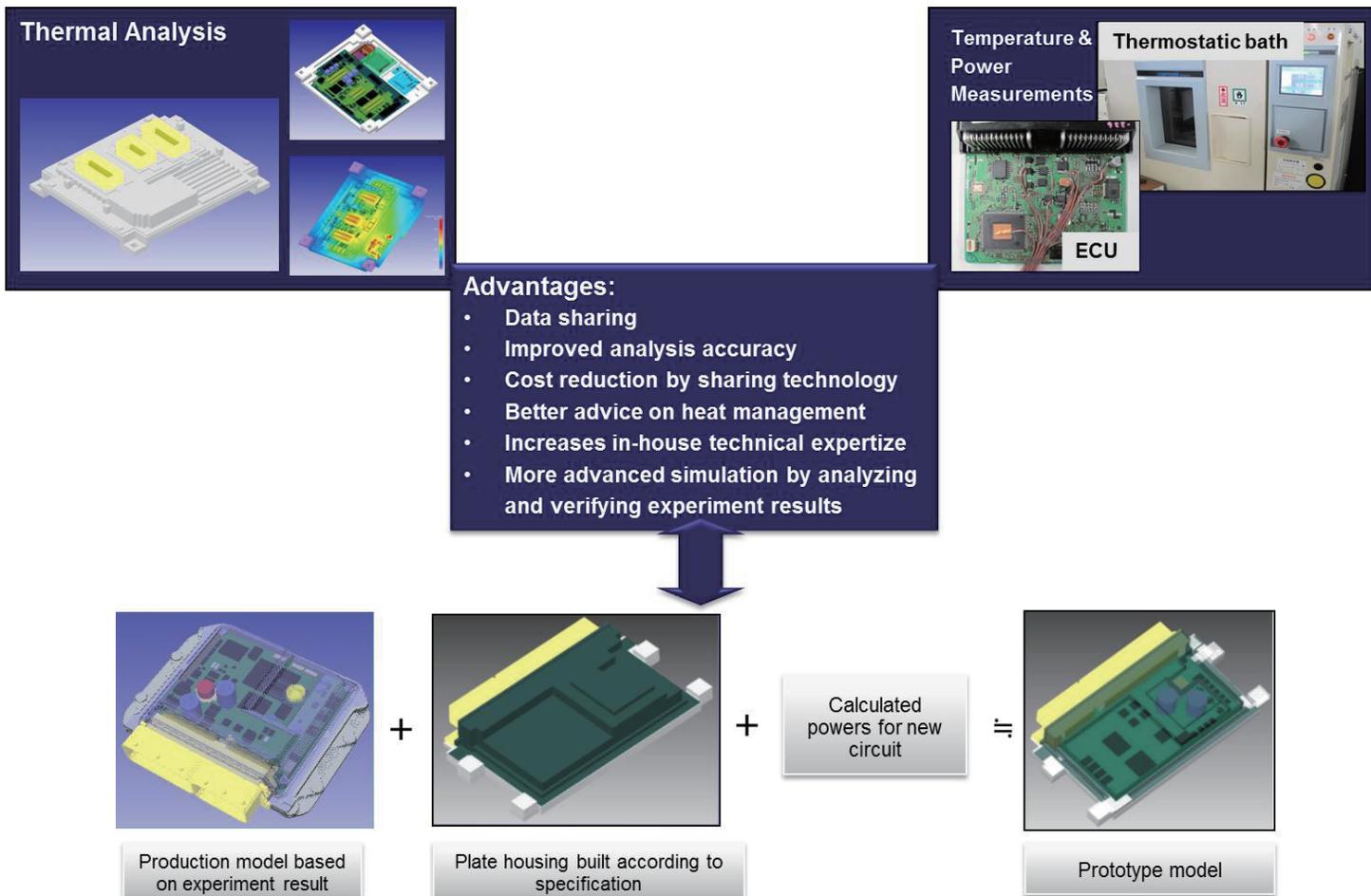


图 4. 集中化热仿真和测量技术的优势

一个非常苛刻的要求，需要仿真模型具有极高的可信度。当前，结点温升吻合水平在实验值 10% 范围以内，而且 DENSO 还打算更进一步，力争到 2015 年将吻合水平提升到 5% 以内。

“JEDEC JESD51-14 标准发布于 2010 年，其精度和可重复性要求远远超过了旧标准的稳态测量要求。T3Ster 是市面上唯一符合此新标准，能够对热阻和结温进行精确估算的产品。此外，T3Ster 还有一项独特的功能，可利用结构函数根据测量数

据生成简单精确的元件模型”，Shinoda 解释道。

DENSO 发现，要提高仿真精度，进而消除热设计中的过大裕量，对电子元件进行精确的测量是不可或缺的。

FloTHERM 产品套件，包括 FloTHERM PCB 和 FloTHERM PACK，已成为 DENSO 热设计流程的主要工具，被广泛应用于整个流程中。凭借高精度的封装热模型、材料属性数据以及利用 T3Ster 测得的界面热

阻值，帮助 DENSO 在其热设计中实现了 90% 以上的虚拟化，减少了 50% 以上的开发时间和成本，预计将来还会节省更多的时间和成本。



特此感谢 DENSO Corporation 项目副经理 Takuya Shinoda  
www.globaldenso.com