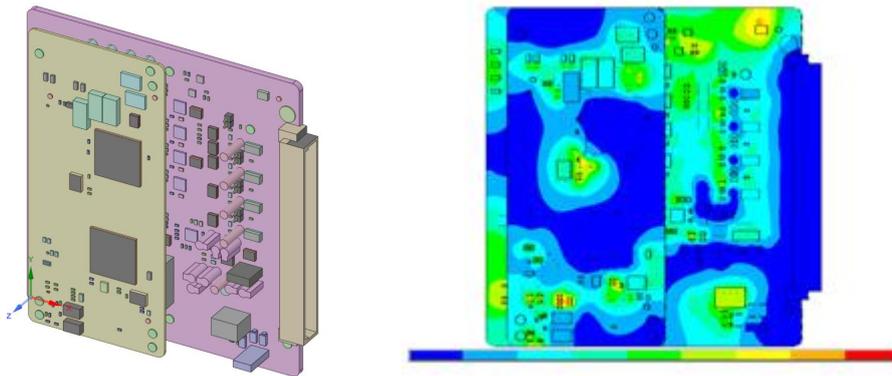


## 基于仿真的 PHM 监测点确定

不论是故障物理还是数据驱动融合的 PHM 方法，首先都要确定待监测的器件位置或者产品性能参数，故障物理中需要监测其工作载荷或者环境应力参数，数据驱动方法需要监测关键参数。选择待检测的参数时，除了那些直接反映系统故障与否的性能特征参数，还包括诊断、预测推理所需的其它可间接反映系统健康状态的参数。

通过对产品进行故障模式、机理及影响分析（FMMEA），定位薄弱环节，确定引发潜在故障可能的故障机理、敏感应力。基于 FMMEA 分析结果开展产品性能分析，从而确定 PHM 中的关键监测参数和位置。

通过 CRAFE 仿真不同环境和载荷下的应力分布，并选择物理模型，计算得到单个故障点的 TTF，可以支持电子产品的 FMMEA。图示为参数转换模块的 CRAFE 建模和仿真结果以及部分 FMMEA 表格。



产品组成部分 <sup>①</sup>	型号 <sup>②</sup>	位号 <sup>③</sup>	潜在故障模式 <sup>④</sup>	载荷与环境条件 <sup>⑤</sup>	潜在故障机理 <sup>⑥</sup>	故障机理类型 <sup>⑦</sup>	故障物理模型 <sup>⑧</sup>	故障机理影响分析 <sup>⑨</sup>			
								应力分析与损伤分析 <sup>⑩</sup>	发生确信程度 <sup>⑪</sup>	严重程度等级 <sup>⑫</sup>	故障风险性 <sup>⑬</sup>
电容 <sup>⑭</sup>	C0805C103K5RAC <sup>⑮</sup>	C87 <sup>⑯</sup>	开路电容增加 <sup>⑰</sup>	温度变化（焊点融化使器件脱落） <sup>⑱</sup>	热疲劳 <sup>⑲</sup>	损耗型 <sup>⑳</sup>	Can 封装器件焊点热疲劳寿命模型 <sup>㉑</sup>	84920 <sup>㉒</sup>	B <sup>㉓</sup>	IV <sup>㉔</sup>	中等 <sup>㉕</sup>
			短路电容减小 <sup>㉖</sup>	过电击穿 <sup>㉗</sup>	电容介质击穿 <sup>㉘</sup>	过应力型 <sup>㉙</sup>	电容介质击穿寿命模型(C1) <sup>㉚</sup>	136100 <sup>㉛</sup>	E <sup>㉜</sup>	IV <sup>㉝</sup>	低 <sup>㉞</sup>
				温度变化（焊点融化互连） <sup>㉟</sup>	热疲劳 <sup>㊱</sup>	损耗型 <sup>㊲</sup>	Can 封装器件焊点热疲劳寿命模型 <sup>㊳</sup>	14920 <sup>㊴</sup>	B <sup>㊵</sup>	IV <sup>㊶</sup>	中等 <sup>㊷</sup>

将风险等级较高（根据 FMMEA 实际定义的风险等级确定，一般可选高和中等两个级别）的故障模式/故障机理挑选出来，分析这些故障模式/故障机理可能影响的性能参数，最终将这些性能参数确定为关键性能参数。