

## 协同电气仿真、MCAD和PLM的汽车设计

John Wilson  
业务发展经理  
集成电气系统分部  
Mentor Graphics

现代汽车确实是一个大型的复杂的机电系统。为设计这些系统，许多公司正在转向虚拟样机技术，通过创建软件“模型”来研究、优化，该方法的成本远远低于实际样机的成本。虚拟的范围不仅仅局限于机械组件，而且还包括电气仿真以预测电气行为和性能。两者不能互相隔离，设计者必须考虑跨部门整合和同步协调、数据管理以及电气和机械领域的设计变更。

### 电气仿真尽早开始

在初始设计阶段的电气仿真可以揭示那些需要进行重新设计的问题。电气系统和物理设计是相互依存的，因此，在电气系统中的变更可能要求机构的布置发生变化。架构的变化—不管是电气的还是机构的—在设计的早期阶段实现会更简单、成本更低。

仿真减少了物理样机的需求，同时缩短了时间降低了成本。重要的是，基于计算机的方法承担了验证设计完整性的过程，远远超出采用物理样机的方法所能达到的结果。汽车的电气子系统、嵌入式软件和数据网络可以支持大范围的数据交互，这些数据能够非常容易地结合在一起，这种结合将会给汽车服务带来一个主要的问题。采用物理样机的方法是不太可能找到这些问题的，而仿真可以在产品投入服务之前就揭示那些最了不起眼的问题。

## 不仅仅验证直流电

仿真工具可以用来验证和支持电气设计过程中的许多阶段。最常用的直流仿真工具可以验证导线的截面积、保险丝和供电。这种电气仿真模型的基础就是电气系统中每一个用电设备和导线的“电气模型”。直流分析模型是相对简单的电阻模型。

连续性/定性仿真模型是直流仿真的变种，使用了比直流模型更为简单的电气模型，但是为工程师创建布线设计提供了强大的设计支持。在每个用电设备和导线在完成布置后，该仿真即可辨识连续性和连接错误的问题。

瞬态仿真被广泛用于模拟电感电路如包含马达和荧光放电照明，它和启动和稳态功耗有显著差别。仿真工具指导这些设计以适应这些最坏状况下的电流。

通过建立收发器模拟、数字和模拟数字混合信号以及传输线路行为等模型，仿真工具可以对车载网络是否正确运行进行验证。这些数字网络的具体布局以及组件之间的物理距离能影响它们的性能，因此电气和物理设计工具之间的紧密集成是必不可少的。

## 线径、潜藏电路及其他

在电气仿真初期，工具主要保证零件如保险丝、导线选型正确。现今的系统可以确认电气系统的行为在任何情况下都正确无误，同时也可能验证零件失效时的良性行为。

仿真工具必须遍历多个方案中的电气设计，这些方案代表了在汽车服务过程中出现的每一种电气开关的开闭和/或零件的失效模式。再次说明，这里有很多很多的排列组合。仿真是计算密集型的任务，但是它能够揭示不可预见的失效，如果得不到解决，会影响最终用户的舒适性或者安全性。

设计不良的电气系统可以包含“潜藏电路”。这种结果发生在某一特定的开关位置组合或者是零件故障时，电流流入到不应该有电流的回路。零件可能被激活或者被冻结，或者灯变暗或关闭，呈现出随机性。今天，越来越多的公司把潜藏电流仿真加入到评估过程。

电气故障失效模式分析(FMEA)为确保组件故障不影响安全或者产品的完整性是至关重要的。在一个复杂的汽车系统中，单个组件故障可以产生影响其他电气系统的连锁的副作用。这些只能通过计算仿真来评估数以百万计的可能性并确定严重的问题来进行预测。

## MCAD ECAD 协同工作

计算机技术出现的早期就出现了电气仿真工具，但是直到近来这些工具都还没有被广泛应用于汽车设计过程。这部分是因为电气设计与物理布置是相互依存的。例如，导线的电阻依赖于它的电阻率和长度。在分析模型中，电气分析工程师必须确保所有的导线长度

被完整定义。传统上这是一个劳动密集型的过程，随着设计复杂型的增加已经越来越不适用。

现代解决方案是采用 ECAD 与 MCAD 工具的交互式接口。ECAD 工具把每根导线的“点一点”信息发送到 MCAD 工具。MCAD 工具把这些导线布置到三维线缆网络，然后把导线的长度信息返回到 ECAD 工具。

在电气和机构设计之间也存在着同步的问题。实际上，在设计最为紧张的阶段，电气和机械设计变更几乎每天都在发生，而每一个设计是由许多的子系统设计组成的。电气仿真工程师必须确保当前设计阶段的仿真和分析结果的正确性。这种数据管理的挑战会影响电气仿真工程师、零件工程师、制造工程师及其他人。

最初，简单的文件管理工具遇到过这样的挑战，但是对应成百上千的文件和对每个文件的多版本，现在的 PLM 系统提供了更高层次的控制。电气设计工具中已经具备了更进一步的数据管理控制，以确保导线和线束设计、零件定义和电气仿真模型之间的同步。由此，通过 ECAD 系统自动验证和检查以及报告任何过时的设计，工程师能够操纵、同步不同的设计集合。

物理和电气设计者对同样的产品有不同的视角。设计者把导线创建成三维空间中的管状弯曲的实体。而 ECAD 把导线看成是在两个终止点之间带有截面积和长度的连接线。虽然在 MCAD 和 ECAD 之间导线和其他的实体定义有共性，但是每个工具还是维护其自己的一套其他工具并不需要的属性。

当在 MCAD 和 ECAD 之间进行共同的数据交换时，导线和其他的元素以谁的数据为主？实际操作上，每个系统都主宰了某个特别的属性。挑战是正确的合并这些定义，因为它会在某个工具里发生更改。直到最近，在 MCAD 系统的更新会改写 ECAD 系统的定义，破坏那些在 ECAD 环境中已经更改的 ECAD 特定属性。

幸运的是，最新的工具，包括变更管理和合并工具，能够精确的控制两个系统之间的信息流。针对每个数据、每个属性，过滤器会定义哪个系统为主数据，允许数据流在两个系统之间无缝的流动而不发生改写。

## 读取零件库

今天一些紧密集成的仿真工具能够自动定义导线线径。图 1 显示了一辆汽车的物理拓扑布线结构。导线的布线网络在 MCAD 中完全定义并导入到 ECAD 工具中，图 1 中插入的图片是有关汽车的音响系统电气原理图。ECAD 工具使用工程规则放置电气原理图中的零件并生成完整的布线设计。这确保了正确的导线长度，因为所有的导线布线都是在 MCAD 系统中完成的。

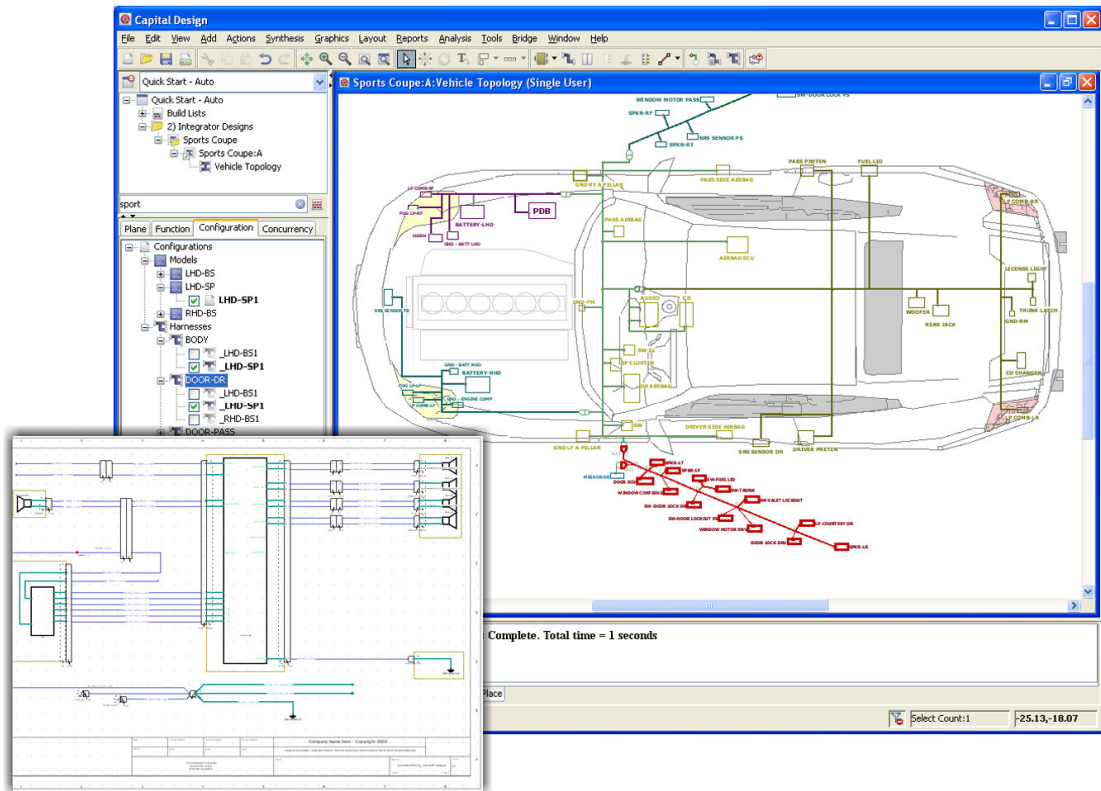


图1:支持“什么一如果”的架构分析的电气机械设计集成

现在设计者可以启动电气仿真以遍历所有的开关位置排列组合并确定每根导线最大最坏状况下的电流。仿真器使用这些值从零件库中选择合适的导线类型并更新原理图上的导线属性，以符合零件库的数据。该数据也可以返回到 MCAD 系统中，以确保在 MCAD 设计中导线线径被正确定义。MCAD 和 ECAD 都能够在连续的设计变更中通过变更管理器合并接口保持同步。在两种环境中始终使用最新的仿真反馈结果。

## PLM 环境

PLM 系统的作用在大的公司中已经完全确立，它提供了一种有效的手段来管理大量的与产品有关的数据文件，特别是 MCAD 的数据。通常情况下，MCAD 的数据按照树形结果进行存储，与组成物理产品的结构化的总成和子总成类似。

ECAD 设计数据结构非常不同。一个特定的布线设计，包括来自许多不同子总成的零件，这意味着 ECAD 设计数据不是与已有树形结构等效条目直接和简单地链接。相反，ECAD 设计有自己的树形结构。ECAD 设计以其自身的文件格式和图纸的方式进行存储，允许 PLM 的用户查看电气设计而无需使用 ECAD 工具。PLM 系统检出/检入工具管理对 ECAD 设计的访问。更先进的工具能够提供复杂的报告和相关的 MCAD 和 ECAD 的链接，提供两个领域的紧密集成。

## 结语

今天车辆的复杂性已经超越了用物理样机来验证电气系统。仿真和虚拟样机已经成为设计过程中的重要组成部分。今天，在汽车公司和其他的设计/制造业，**ECAD** 工具已经与 **MACD** 工程捆绑在一起，以帮助提高设计质量、可靠性和成本。