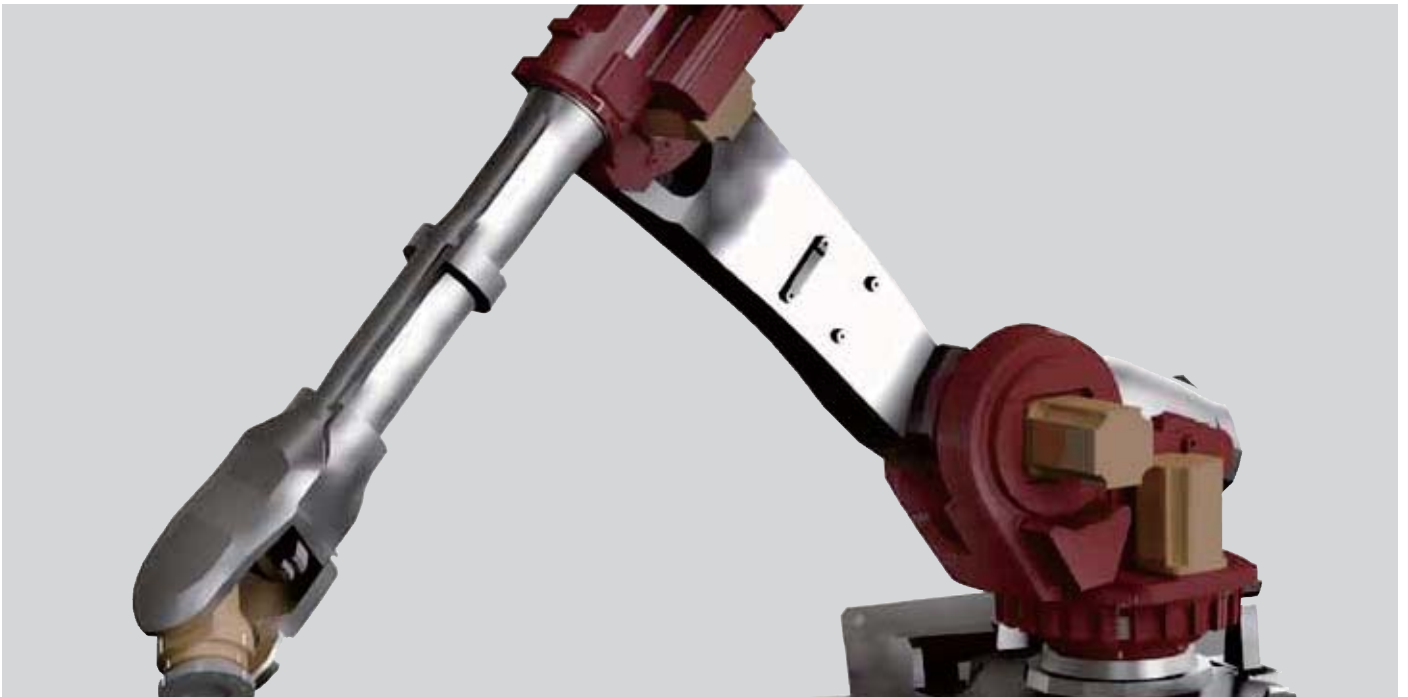


# 将机电一体化纳入到您的设计过程中

## 摘要

机电一体化产品的设计人员必须创建一个能将电气、机械和信息处理元件顺利集成在一起的高度复杂的机电一体化系统。SolidWorks® Premium与我们合作伙伴的产品进行了集成，可帮助您应对机电一体化设计带来的独特挑战，使您能够使用数字建模来减少物理样机、提高产品质量，并简化整个开发过程。



## 介绍

随着产品功能日益丰富、结构日益复杂，机械系统和产品完全采用机械构造的时代行将结束。从某种程度上说，这些越来越复杂的产品都必将采用“机电一体化”。根据产品所属行业不同，机电一体化可能有几种不同的定义。一般而言，机电一体化是指将各种电气和电子元件集成到机械外壳和/或机械子装配体中。

该定义的一些示例包括：多功能打印机/扫描仪/传真机、数字音乐播放器、GPS 设备、便携式计算机和台式机、数码相机、手机，以及家用电器和工业机械。所有这些产品都包括电子系统，它们是电气和机械子系统的有机集成和组装。虽然机电一体化通常出现在消费电子行业中，但是它也应用于更广泛的交叉行业中，包括工业机械。

也可以这样定义机电一体化：它是电子行业的一个子集，根据此定义，机电一体化系统是机械、电气、电子以及嵌入式软件组件的一种系统化集成。所有这些不同的元件结合在一起，就形成了一个电子机械系统。在此，机电一体化的主要特征是用软件和电子元件控制电子机械系统。该定义的最佳例证是现代汽车引擎和其他汽车系统、航天设备，以及复杂的生产机械。

一般而言，机电一体化是指将各种电气和电子元件集成到机械外壳和/或机械子装配体中。

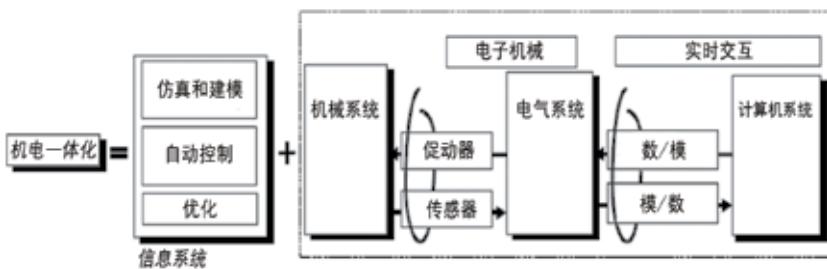


图 1 - 机电一体化的关键要素（承蒙 National Instruments 提供插图）

机电一体化也被视为一种可为电子机械产品提供最佳设计方案的方法。机电一体化的核心理念是在跨学科仿真过程中形成的，此过程为发现复杂问题的解决方案提供了提升协同效应和催化效应的条件。此协同效应是通过为了设计和制造机电一体化产品而将机械、电气和计算机系统与信息系统集成起来而产生的。能够制造一系列产品（从汽车轮胎到食品加工）的机器都是此方法的很好的示例。

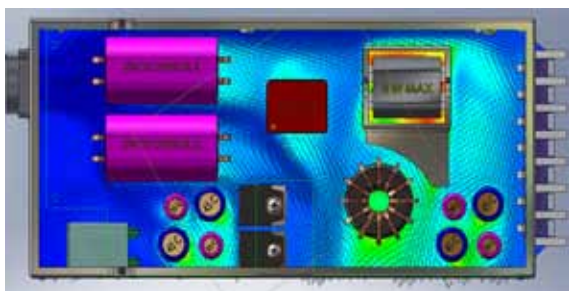
无论机电一体化的定义如何，所有机电一体化产品都表现出若不采用协同方法就难以（甚至不可能）实现的性能特征。此协同方法的关键要素如图 1 中所示，在此图中，显示了机电一体化是如何通过将信息系统应用于机械、电气和计算机系统而得到的。

由于设计上的高度复杂性，以及电气、机械和信息处理元件之间的高度集成，机电一体化系统非常适合于进行设计过程优化。对于设计团队来说，他们面临的巨大挑战是如何将所有这些元件成功地集成在一起，然后选择适当的设计工具来创建复杂的机电一体化系统。

## 机电一体化挑战

机电一体化所带来的许多关键业务问题将影响工程和设计团队以及管理团队。这些问题涉及的范围很广 — 从提高产品质量到降低成本以保持可持续性，从遵守有害物质使用限制 (RoHS) 到缩短产品开发周期以加快上市，等等。结果，您的设计团队一直在承受这样一种压力：制造出更加复杂的产品，不仅超越以前的设计，还要胜过竞争对手的产品，而且花费的时间更短、成本更低。降低成本的最有效的方法之一是减少产品开发周期中物理样机的数量。通过将数字化测试和模拟变成数字化设计阶段中不可缺少的一部分，即可做到这一点。

随着机电一体化系统变得越来越复杂，与成功运行这些系统相关的挑战也变得越来越难以应对。例如，为获得更好的最终用户功能和能力，就需要数量更多的电子元件，而这必然要求加大电子元件的组装密度。随着电子元件密度的增加，冷却要求也随之增加。随着元件组装密度增大，热传递问题变得更加严峻，从而导致更多散热故障。在设计阶段，由于电子 CAD (ECAD) 和机械 CAD (MCAD) 软件应用程序之间的互操作性要求，高密度组装就成了一个关键性的系统问题。最终，这成为一个必须解决的质量问题。



设计此电源时，使用了 SolidWorks Flow Simulation 来分析在冷却空气从左侧进入机箱时的热消散过程，并确定此热消散对电源各个元件的影响。

由于机电一体化系统变得越来越复杂，对功能性的要求也日渐增加，所以设计人员经常需要将硬件更换成软件和固件，或给硬件添加软件和固件。从硬件转换为软件有一项好处，叫做“拖后”，实际上就是，能够在生产的最后阶段通过嵌入式软件系统而将各项主要功能添加到产品中。

另一个重要问题是安全地处理在制造或报废电子产品时产生的危险品。如果处理得当，电子垃圾将能成为宝贵的二次原材料来源；然而，如果处理不当，这些电子垃圾就会成为主要的生化毒素源。由于技术的快速更新、较低的初始成本，甚至由于有计划的设备报废，这正在成为一个快速增长的全球性问题。虽然有多种可用的技术解决方案，但是大多数情况下，必须首先实施一个法律框架、一个回收系统、后勤以及其他服务，然后才能应用技术解决方案。

在 20 世纪 90 年代，一些欧洲国家明令禁止以掩埋方式处理电子垃圾，这进而在欧洲催生了一个电子垃圾处理行业。在 2003 年初，欧盟 (EU) 出台了报废电子电气设备 (WEEE, Waste Electrical and Electronic Equipment) 和有害物质使用限制 (RoHS, Restriction of Hazardous Substances) 指令。从那时起，欧盟、日本、韩国和中国台湾地区都开始要求电子产品经销商和制造商负责回收 75% 的产品。许多亚洲国家已经或即将制订有关电子垃圾回收的法律。

在美国，国会正在考虑若干有关电子垃圾处理的法案，其中包括国家计算机回收法案 (National Computer Recycling Act)。与此同时，有几个州已经通过了他们自己的有关电子垃圾管理的法律。在全世界，这一长期存在的问题正逐步得到应有的重视。

随着机电一体化系统变得越来越复杂，与成功运行这些系统相关的挑战也变得越来越难以应对。

设计和制造机电一体化系统需要许多人员的协调工作，他们来自各种工作岗位，负责不同的职能 — 从工业设计到 PCB 布局、控制逻辑设计，再到生产规划。

## 机电一体化设计过程

因为机电一体化系统必须将多种不同类型的物理和数字固件、过程以及人员结合起来以成功地创造出最终产品，所以它们带来了重大的设计和生产挑战。设计和制造机电一体化系统需要许多人员的协调工作，他们来自各种工作岗位，负责不同的职能——从工业设计到 PCB 布局、控制逻辑设计，再到生产规划。

虽然机电一体化系统各不相同，但它们的一个共同点是：从创意到设计，再到生产和最终投放市场，它们都经历六个基本的过程。

### 1. 定义初步成本和性能规格

在设计任何产品之前，必须制定几项标准，包括市场可行性。这样做才能确保拟议的产品能够满足一种真正的需要。如果在对可行性和需求与产品设计和营销的风险进行权衡之后，确定值得去做，就会定义预期的初步成本和拟议的利润率。

当上级管理层对产品的潜在经济效益感到满意时，就会定义功能和性能规格以及对功能系统的要求。在随后的过程中，这些规格将用作包含所有功能级别的总体蓝图。在此阶段中，为确保满足各项功能要求，将指定零部件和原材料，然后定义制造过程。

### 2. 通过建模和模拟优化组装设计

首先遇到机电一体化的原理和挑战是在组装设计阶段。通过预先使用数字建模和模拟技术，您可以最大限度地减少制造出最终的物理产品所需的成本和时间。

在此阶段中，由不同设计专业人员组成的小组作为一个协作团队协同工作，各负其责。涉及的领域可能包括：工业设计（概念和美学）；机械工程（概念、功能和制造考虑事项）；交互设计（软件—硬件控制接口）；以及电气/电子工程（功能、功率要求和绝缘/屏蔽）。

同时，将制作出一个初步的印刷电路板 (PCB) 布局和大致的 3D 机械 CAD 模型，并定义主要元件和互连。为降低成本，所有协作团队成员必须经常检查标准化的 3D 元件的可用性。

长期以来，在此阶段中，都会因为 ECAD 和 MCAD 之间缺少互操作性而遇到一些问题，这往往会导致工作重复。不过，若从一开始就使用数字建模和模拟，就可以增强各个机械及电气子系统之间的干涉测试和步路。在组装设计阶段中，将对所有元件（包括机械、电气、电子和软件）进行设计优化。

### 3. 细化 PCB 布局

最初，PCB 布局受到与中间数据格式 (IDF) 相关的机械考虑事项的约束。IDF 是在 1992 年作为用于在 PCB 布局设计 (ECAD) 系统和机械 CAD 系统之间交换 PCA（印刷电路装配体）信息的中间格式而开发的；此后，IDF 不断得到发展。IDF 文件实际上是两个文件：第一个文件包含有关 PCB 的物理特征的信息，而第二个文件保存有关每个 PCB 元件的大小和形状的数据。

在利用 ECAD 系统建立了基本规则之后，系统将创建初步电路跟踪布局，指出“避让”区以及用于放置零部件的导通孔和非导通孔的位置。执行电气和电子设计优化以确定元件的选择和放置、电源和接地的电路跟踪，以及总体电路逻辑。在经过一次或多次迭代之后，包含零部件的细化的布局将通过 IDF 传输回机械工程师，以便他们能够根据初步组装设计来检查布局是否正好适合。

MCAD 软件的使用越来越简单，而奇怪的是，ECAD 软件却变得越来越难用。由于半导体行业中的快速变化，该行业也变得越来越专业化。

---

通过预先使用数字建模和模拟技术，您可以最大限度地减少制造最终的物理产品所需的成本和时间。

---

因为数字样机极大地减少了物理样机的数量，所以节省了时间和成本。

#### 4. 通过数字样机节省时间和资金

在样机阶段采用数字建模和模拟提供了许多重要的好处。因为数字样机极大地减少了物理样机的数量，所以节省了时间和成本。

在通过数字建模和模拟确定并确认了尽可能多的信息之后，就可以构建一个物理的可正常发挥功能的电路试验板模型了。设计团队可以创建电子电路的样机，然后对电路设计进行试验。现代电路试验板包括打孔塑料块以及位于穿孔下面的弹簧夹。采用双列直插式封装 (DIP) 的集成电路 (IC) 可以插入到这些穿孔中。要完成电路拓扑，您可以将相互连接的电线以及电容器、电阻器或电感器的离散元件引脚插入到余下的空闲插孔中。



使用 SolidWorks Premium，您能够以 3D 形式描述电子设备外壳中的所有元件和布线。这将极大地提高装配体制造过程中的精度并减少错误。

此组合的电路试验板和机械组装设计现已成为一种工作样机，可供许多相关方面（包括技术、营销和制造部门）进行详审。无论使用数字样机技术还是物理样机技术，都需要对样机进行反复修改以完善最初的概念，使其为用于最后设计阶段和制造做好准备。

#### 5. 最终确定组装设计

此最后阶段包括最终确定并记录机械和电气设计。虽然提供各种产品零部件的主要供应商和制造流程早已安排就绪，但进行二次采购可以减少乃至消除零部件的流动，尤其是最重要的零部件。将执行最终产品的成本和性能分析，以确保产品设计和生产的所有方面都符合管理法规要求。在投入制造前要宣布设计最终“定型”，在此之前还必须执行最终设计优化。

#### 6. 将设计投入制造

在将产品设计投入制造之前，需要提供针对机械、电气和电子子系统的各方面的工程图和正式规格，以便制造出第一个加工产品。由于可在最后一分钟执行旨在优化产品功能的设计更改，所以采用了嵌入式软件。

在对第一件产品进行了验证和确认之后，所有工程图都将最终确定下来并分发给制造供应商。在最终完成机床设置、对生产机器进行编程并制定质量保证计划之后，持续性的生产就可以开始了。

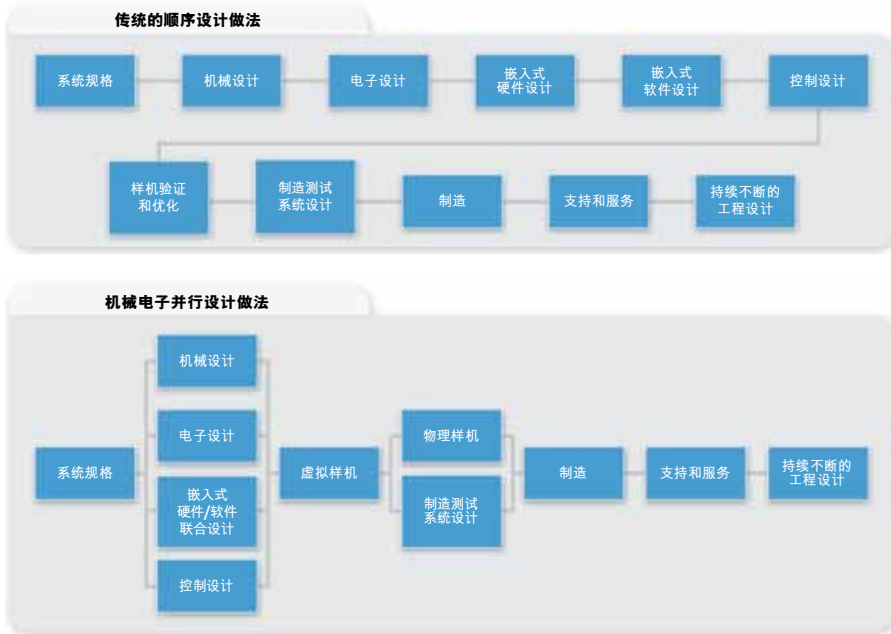
但是，对于全面的生命周期优化来说，生产只是一个中间步骤。可能会出现一些新问题，如产品报废和回收利用。因此，产品生命周期优化带来了完整的产品开发周期，因为成功的产品将作为新一代产品再次开始这一周期。

产品生命周期优化带来了完整的产品开发周期，因为成功的产品将作为新一代产品再次开始这一周期。



## 将控制和机械模拟集成到机电一体化设计过程中

将数字模拟和建模集成到机电一体化设计中带来了诸多好处，这是理所当然的。此做法节省了时间和资金，降低了风险，并可带来更具创新性和更高质量的产品。这方面的一个示例是 Dassault Systèmes SolidWorks Corp. 与其合作伙伴之一 National Instruments 大力推进的机电一体化协作。由于这两家公司之间的协作，客户通过从机械设计转向电子机械设计而实现了巨大价值。通过将 National Instruments 用于控制的图形系统设计平台（使用 LabVIEW 和 NI SoftMotion 软件）与 SolidWorks 软件的 3D 建模和机械设计集成起来，这种协作通过模拟和建模推动了产品、过程和业务的改进。



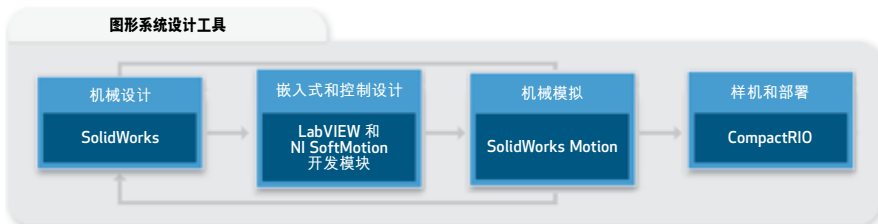
机电一体化设计已从使用物理样机来进行验证和优化的传统的顺序设计做法发展到了现代化的并行设计方法，现在可以利用虚拟样机来执行验证和优化，因此加快了产品开发周期，提高了产品开发效率。（承蒙 National Instruments 提供插图）

过去，模拟包含机械和电子元件的机械产品的运行性能是一个困难、耗时而且要求按顺序执行的过程，需要训练有素的“专家”。现在，National Instruments 和 DS SolidWorks 提供的机电一体化设计工具将电子和机械这两个方面集成到一起，因而简化了模拟和后续设计。甚至连一个物理部件都不需要订购，电子机械模拟就能让一个数字化机械产品诞生。当设计从样机制作转入生产时，原来用于模拟机械产品的那一软件将得到重新使用，并实施到最终产品中。

通过机械开发环境和控制开发环境的集成，设计人员可在产品开发周期的较早阶段针对设计的机械和控制这两个方面做出更好的设计决策。

由于机械构造人员实施了新技术，用伺服促动器执行精密运动，用传感器进行诊断，用摄像机进行检查，替代了过去的齿轮、凸轮和轴，所以他们在机械的控制装置中嵌入了更多电子功能，而不是机械零部件。

过去的纯机械构造现在成了电子机械构造，因而给设计过程增加了额外的复杂性。为实现高效的机械设计，工程师需要先在软件中模拟集成的机械和控制设计，然后再进入样机制作和生产阶段。



SolidWorks 3D CAD 和机械设计验证软件与 National Instruments 用于运动控制设计、模拟和部署的图形系统设计平台的集成，为以虚拟方式设计机械产品提供了反馈闭环。（承蒙 National Instruments 提供插图）

使用 SolidWorks 软件，您可以使用熟悉的 3D 可视化界面来设计机械零件和装配体。SolidWorks Motion 是一种集成功能，它利用机械动力学来模拟机械运动。

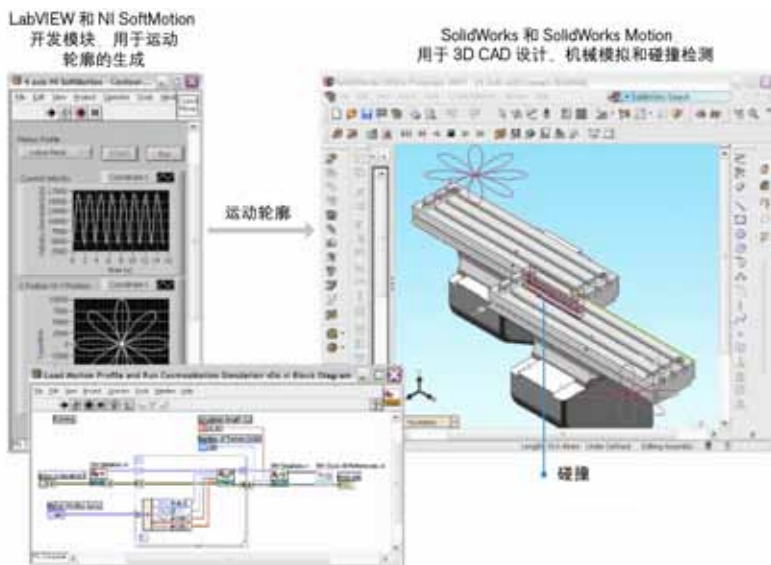
SolidWorks Motion 非常适合于开环运动模拟，而典型的电子机械系统则包括闭环控制。为实现真正的闭环模拟，工程师必须不仅模拟机械的运动，而且还要模拟对同步机械所施加的控制。LabVIEW 图形化系统设计软件用于设计机械的控制系统。SolidWorks/SolidWorks Motion 的 LabVIEW 界面在这两种环境之间提供了一个接口，因此，您可以模拟复杂电子机械系统的集成控制。通过机械开发环境和控制开发环境之间的集成，设计人员可在产品开发周期的较早阶段针对设计的机械和控制这两个方面做出更好的设计决策。

就机械设计和控制设计问题作出决策可简化机械设计过程，结果是降低了重复工作量，而且减少（如果不能说消除）了物理样机数量。机械设计和控制设计的虚拟样机制作可帮助您甚至在制作出物理样机之前就能进行概念验证。

通过对控制设计环境（如 LabVIEW）和机械设计环境（如 SolidWorks/SolidWorks Motion）进行紧密集成，您可以加快复杂机电一体化系统的设计过程。

### SolidWorks 功能如何满足机电一体化设计的需要

SolidWorks Premium 本身为设计机电一体化系统提供了一套丰富的功能。通过与合作伙伴（如 National Instruments）联手，我们的解决方案变得更加全面，带来了无尽的可能性。以下是 DS SolidWorks 及其合作伙伴提供的部分解决方案，它们可以在您设计机电一体化系统时帮助您成功完成设计。



运动轮廓生成和验证的示例包括，在构造实际的机械产品之前，通过虚拟模拟进行碰撞检测和生产能力优化。（承蒙 National Instruments 提供插图）

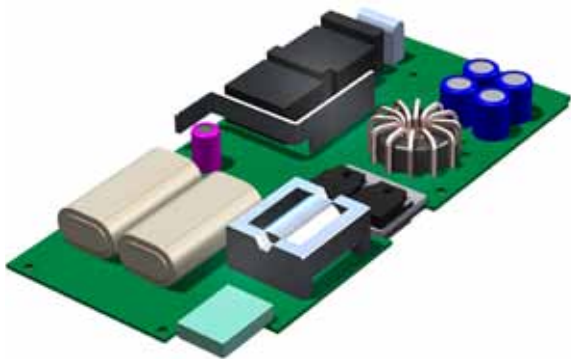
SolidWorks Premium 是完整的 3D 产品设计解决方案，使产品设计团队能够在—个软件包中获得他们所需的所有设计工程、数据管理和交流工具。在从消费品到机械设计的每个步骤中，SolidWorks Premium 都可以帮助您快速、灵活地管理大型装配体。因为可以从装配体内设计和更改零部件，以确保各零部件之间完美套合，所以您在设计包含成千上万个零件的大型装配体时可获得无可比拟的效果。您甚至可以将零件和特征拖放到位。在整个设计过程中，全面的材料库可以指定具有所有物理特征和属性的正确的材料。

在整个设计过程中，全面的材料库可以指定具有所有物理特征和属性的正确的材料。

SolidWorks 智能特征技术（即 SWIFT™）可简化设计和优化过程。SWIFT 提供了一系列功能强大的工具，可以诊断和处理特征顺序、配合、草图关系以及应用尺寸等方面的问题，从而使您能够专注于设计而不是 CAD。

虽然 3D CAD 为设计工程师提供了强大的功能，但是它也带来了更大的复杂性。结果，您往往需要成为这方面的专家才能利用这些强大的功能。SWIFT 的目标是无需了解 3D CAD 软件的“工作思路”即可使您从新手成为专家。利用 SWIFT，设计人员可以专注于他们的目标，而不是 3D CAD 软件的规则。

SolidWorks 提供了业界数量最多的转换格式（包括 IDF），可帮助从其他 ECAD 程序中移入和移出准确的数据。SolidWorks 的 IDF 数据文件导入功能与 CircuitWorks™（一个黄金拍档插件）的功能相结合，在 ECAD 和 MCAD 设计人员之间提供了一个真正的接口以及广泛的互操作性。通过与合作伙伴（如 National Instruments）联手，DS SolidWorks 提供了全面的机电一体化设计解决方案。



SolidWorks 用户可以利用 3D ContentCentral，通过它能够以原始 SolidWorks 格式访问成千上万个免费、可下载的电子元件。

利用 3D ContentCentral®，您可以轻松地 从 SolidWorks 内下载最新的供应商零部件。3D ContentCentral 使您能够直接访问来自全球主要供应商和各个 SolidWorks 用户的、采用多种格式的 CAD 模型，从而节省宝贵时间。其目的是双重的——一方面要帮助客户找到他们正在寻找的采用供应商认证格式的零部件，另一方面要为工程零部件制造商提供一种可以发布其产品信息和数据的媒介。

包括在 SolidWorks Premium 中的 SolidWorks eDrawings® Professional 软件有助于设计团队与 SolidWorks 社区之外的用户（如 ECAD 及工业设计师和制造工程师）交流创意。eDrawings Professional 主要面向那些需要共享产品设计和协调设计审阅信息的 CAD 用户，它能够生成任何人都可以查看、标注和测量的 2D 和 3D 产品设计的精确表示文件。

SolidWorks Motion 是最受欢迎的 SolidWorks 运动虚拟样机工具，可在您将设计做成实物之前确保其有正常的功能。SolidWorks Motion 是标准的虚拟样机工具，可帮助工程师和设计人员了解其装配体的运动性能。结果是，您可以大大缩短产品开发时间，降低制造物理样机的成本。通过在设计过程的初期提供有价值的信息，SolidWorks Motion 还让您能够评估更多的设计选项，而风险更小。

---

通过在设计过程的初期提供有价值的信息，SolidWorks Motion 还让您能够考虑更多的设计，而风险更小。



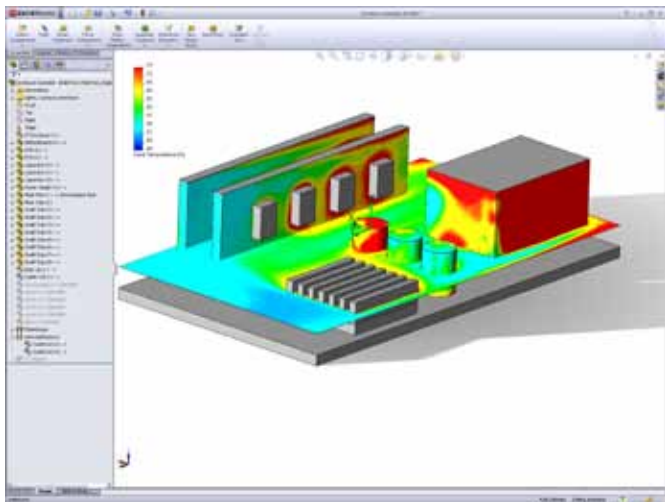
SolidWorks Simulation 是专门为那些非设计验证领域专业人士的设计师和工程师量身定做的，该软件可以在 SolidWorks 模型制造之前指明其行为特性，从而帮助提高产品质量。SolidWorks Simulation 完全嵌入在 SolidWorks 界面中，能够利用 SolidWorks FeatureManager® 设计树以及许多相同的鼠标和键盘命令。因此，任何能够在 SolidWorks 中设计零件的人员也都能对零件进行分析，而无需学习如何使用新的界面。



使用 SolidWorks Simulation，您可以快速、方便地在各零件都添加了载荷的情况下对它们进行分析，以验证零件的结构完整性。

因为 SolidWorks Simulation 包含最常用的设计验证工具，所以您可以轻松地比较备选设计方案，然后快速为最终生产选择最佳设计方案。SolidWorks Simulation 还使您能够研究不同装配体零部件之间的交互作用。

与其他计算流体力学 (CFD) 软件不同，SolidWorks Flow Simulation 集强大功能、高精确性和易用性于一身。SolidWorks Flow Simulation 完全嵌入在 SolidWorks 中，适用于那些需要进行流体分析、但未必是流体模拟领域专家的工程师。这种面向目标的方法使您能够深入了解设计在真实条件下的性能。SolidWorks Flow Simulation 具有很高的灵活性，可以用于一系列应用。



SolidWorks Flow Simulation 通过首先对设计进行虚拟测试大大减少了多项热力研究，从而消除了昂贵的样机。

使用 PhotoWorks™ 软件，您可以快速、可靠地创建逼真的渲染效果，以用于演示和供下游部门（销售、支持、营销）重新使用或调整用途。此外，您还可以快速有效地提出设计计划书，进行虚拟材质研究，减少样机和拍照成本，从而使您的产品能够更快地投放市场。

SolidWorks Routing 使您能够在机电一体化产品设计中快速设计管道、管筒和电力线路。对于电气和电子系统设计人员来说，SolidWorks Routing 还为他们提供了其他可节约时间的工具，用于生成电缆和缆束制造文档。因为 SolidWorks Routing 使用用户熟悉的 SolidWorks 3D CAD 设计环境，所以使用起来快捷方便。线路系统应用程序和接头库与 SolidWorks 完全集成，因此您的线路系统设计可在与您的机械设备设计相同的软件包中完成。

## 结论

使用 SolidWorks Premium, 您可以在更短的时间内以更低成本将优质的机电一体化产品投放市场。使用相同的软件工具、相同的几何数据库和相同的用户界面工作, 您的工程和设计团队将能够在概念阶段评估功能性。他们还可以在物理样机制造之前生成不断改进的数字形式的备选方案。

SolidWorks Premium 与合作伙伴产品相集成, 为您提供高级机电一体化技术以及开发实践, 可获得以下好处:

- 通过更快、风险更低、成本更低的开发实现更高的收益率
- 由于做到了更好的理解、交流、协作和集成, 因而可实现更高的效率
- 通过跨工程学科提高设计自动化而实现更出色的创新

当前摆在设计人员面前的机电一体化挑战将愈演愈烈。为成功地解决这些问题, SolidWorks Premium 提供了一个完整的 3D 产品设计解决方案。通过与 National Instruments 用于运动控制设计的图形系统设计平台的集成, SolidWorks 机械模拟和建模软件让您的设计团队能够减少物理样机, 提高产品质量并加快设计过程, 同时为您的公司节省时间和资金。随着复杂机电一体化系统不断向前发展, DS SolidWorks 和 National Instruments 软件将继续重新诠释机械设计的未来。

随着机电一体化的独特挑战不断升级, SolidWorks 软件将要不断重新定义机械设计的将来。



天津 TEL : 86-22-2745-1357  
济南 TEL : 86-531-8602-8368  
南京 TEL : 86-25-8320-3589  
苏州 TEL : 86-512-6878-6078  
上海 TEL : 86-21-6326-3589

宁波 TEL : 86-574-2791-0688  
厦门 TEL : 86-592-2213-168  
东莞 TEL : 86-769-2202-6658  
深圳 TEL : 86-755-2515-7215  
台北 TEL : 886-2-2795-1618

新竹 TEL : 886-3-657-7388  
台中 TEL : 886-4-2475-8008  
台南 TEL : 886-6-384-0678  
高雄 TEL : 886-7-537-1919