



DIGITAL INDUSTRIES SOFTWARE

西门子线束工程解决方案

借助 Capital E/E 系统开发解决方案提高线束设计和制造效率。

[siemens.com/capital](https://www.siemens.com/capital)

SIEMENS

线束行业面临的主要挑战

许多趋势正在影响着汽车行业：电气化、自动驾驶汽车的面世、增强的连通性和移动性以及大规模定制。车辆设计中不断涌现出新技术、材料和架构，这一切带来了更多复杂性，而市场新进入者也为当前供应商带来激烈的竞争。

尽管线束制造已出现了一个多世纪之久，但如今的制造商仍面临着无数挑战：

- 1) **低利润**：过去，线束制造一直是一项低利润业务。线束制造商一直承受着来自原始设备制造商 (OEM) 的持续成本和价格压力，这些 OEM 都纷纷寻求降低自身的制造费用，甚至自新冠疫情开始以来因供应链中断而导致的材料短缺也推高了零件的价格。所有这一切都导致利润率降低、预算更加紧张。
- 2) **对质量和交付的严格要求**：质量要求高得令人难以置信，但交付时间却十分紧张。设计更改通常出现在

整个设计阶段的后期，由此导致延迟。与此同时，法规也对可追溯性和文档化提出了要求，给制造商施加了更大的压力，要求他们实施持续的验证和确认流程。例如，ISO 26262 要求自动驾驶车辆的线束要有一定程度的冗余。

3) **复杂的流程和持续的变化**：如今，线束中的布线系统是由多个线束组成的复杂装配，其中包含大量组件和无数可能的配置。所有这些组件都必须在数据库中进行管理和维护。更糟糕的是，大部分线束 (80-85%) 仍然由手工制作。

4) **系统知识的匮乏**：高级设计师离开公司或退休会带来巨大风险。如果没有办法获取系统知识，包括他们在多年辛勤工作中掌握的企业 IP 和典范做法，就无法有效地将这些知识传递给新的团队成员。

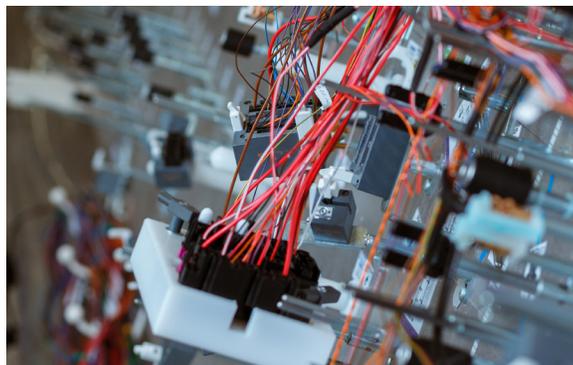
用于欧洲中型汽车等车辆的现代线束设计包含 2,600 根线缆、640 个连接器和 100 个接头。其中可能包含 530 个卡钉和 4,600 个端子，以及套管、胶带、保险丝、通道和特殊组件。这将使组件数量增加到 10,000 个乃至更多，可能会有多达 5000 万种配置！

Capital E/E 系统开发解决方案 通过基于模型的线束工程实现业务转型

通过自动化数据交换和促进跨领域决策，基于模型的工作流程统一了以往分散的设计和制造领域。通过集成支持自动化并在整个工程流程中确保一致性的设计规则来获取系统知识。

基于模型的线束工程的三大支柱包括：

- 1) 数字化：使用线束产品和制造流程的数字模型来构建优化的数字孪生。
- 2) 自动化：可配置的规则和约束不仅有助于获取设计指南、行业典范做法和企业 IP，随后还可以推动线束设计和开发流程的基于规则的自动化。



- 3) 数据重用：无需重新创建或重新输入数据，仅需创建一次数据，即可让所有上游和下游使用者尽可能多地重复使用数据。

通过利用这三大支柱，企业可以创建一个全面的“数字孪生”，其中涉及架构、功能和物理设计以及制造工程和售后服务的所有任务都可通过连贯的“数字主线”连接起来，并且可以在整个线束生命周期中使用一组准确且一致的数据。所有利益相关方均能够把握各领域所做出的决策，这就意味着可以在设计过程的早期发现和解决问题，从而加快设计速度，同时减少返工和相关成本。

西门子扩展的 Capital 线束开发软件 支持从定义到生产的基于模型的线束工程和制造流程。

Siemens Capital 线束开发软件

作为 Xcelerator 产品组合软件、服务和应用程序开发平台的一部分, Capital 与相邻的西门子解决方案相集成, 其中包括用于产品生命周期管理的 Teamcenter® 产品组合、用于机械设计的 NX™ 软件, 以及 Mendix 低代码开发环境, 这样便打造出了领跑世界的全面线束开发解决方案, 能够高效设计制造如今的智能产品。

Capital 可使数字孪生实现优化升级, 将经验证的线束模型和数字化制造流程模型纳入其中, 推动企业在工程、成本核算以及制造性能方面的转型, 最终提高利润。

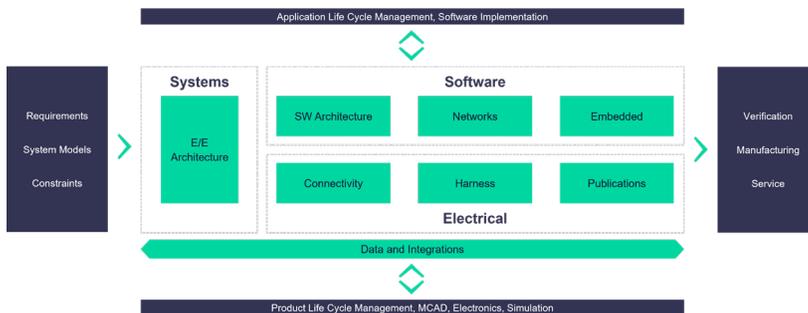
Capital 强大的设计自动化功能及其基于模型的线束工程流程:

- 通过数字化数据连续性和 IP 重用缩短新产品推出时间
- 通过自动化和仿真优化设计并提高产品质量
- 利用一流的技术提高效率并降低成本

什么是数字孪生?

数字孪生是基于模型的线束设计中的一个关键概念。要实现高效且兼具成本效益的线束制造, 必须替换过时的制造工程工具和方法, 同时使用数字孪生使设计数据不断流动。

大多数汽车制造商都实施了全生命周期数字孪生, 以保持车辆设计、制造和使用过程的可跟踪性。Capital 将数字孪生的概念扩展到线束设计, 并提供了经验证的线束模型和数字化制造流程模型, 企业可以利用这些模型来提高企业在工程设计、成本控制和制造等方面的性能并最终提高利润。



Capital 的数字主线允许制造流程中的其他相关工具使用和重用数字化产品模型。

线束设计到制造流程

线束设计到制造流程包含两个主要阶段：

1) 线束设计和工程

- 线束设计
- 线束产品工程
- 线束成本核算

2) 线束制造工程

- 线束工装设计
- 线束制造规划与优化
- 线束制造文档

这些阶段中的每一步都提供了负责业务和制造系统的各个利益相关方所需的基本数据和信息。

Capital 线束开发软件具有强大的图形线束设计和制造环境，可实现自动化线束设计和验证，为整个流程中的各个阶段提供支持，同时实现整个过程的数字化连续性。线束设计和制造工程师可以捕获和描述设计意图，从而快速准确地创建详尽且经验证的线束设计，同时定义规则和约束，以促进全面设计自动化并确保一致性。该解决方案还具有高度可配置性，使企业能够自定义工具和流程，以满足其特定需求。



主要功能和优点

- 自动捕获并重新应用更改：利用捕获、存储和选择性重新应用更改的功能，避免在使用传统工具时会出现的诸多耗时且易于出错的变更管理任务。
- 与 ECAD/MCAD 集成：使用基于规则的自动化创建“一次成型”的线束设计。与所有主要 ECAD/MCAD 系统的强大数据集成接口使线束设计师能够导入 CAD 和相关布线信息，从而支持从相邻解决方案进行准确无误和快速的数据传输。
- 渲染多个图形表示：使用可配置的图形模板来确保应用一致的内部标准和 OEM 标准及样式。

- 使用标准和自定义 DRC 进行验证：一套全面的标准设计规则检查可确保设计满足客户需求。可以轻松添加支持企业 IP 和典范做法的自定义 DRC。

// 我们需要一个开发环境来可视化整个车辆。Capital 提供了使马自达电气开发更加高效的环境”。

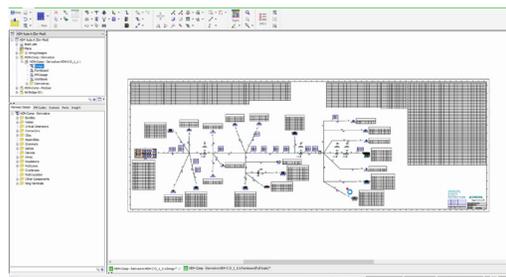
马自达技术主管藤阪和一 (Kazuichi Fujisaka)

线束设计工程

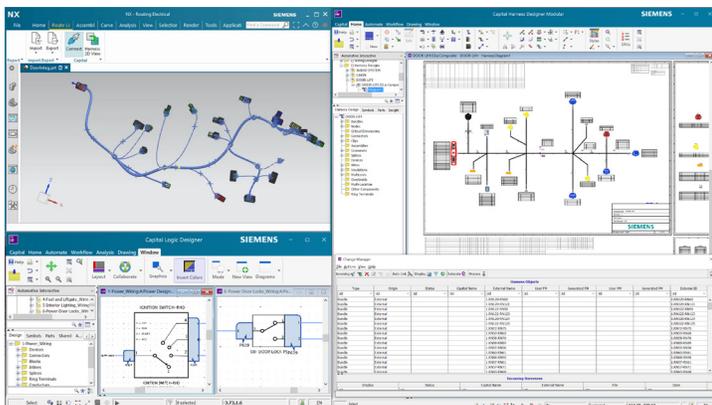
Capital Harness Designer 和 Capital Harness Designer Modular : 图形线束设计环境

Capital Harness Designer 和 Capital Harness Designer Modular 提供了一个强大的图形线束设计环境，旨在支持创建详细线束设计所涉及的所有必要活动。利用自动化设计与验证，它们可准确地捕获和描述设计意图和需求，使工程师能够为图形输出和报告定制流程以满足他们的需求。此外，工程师还可以定义一套全面的标准设计规则和约束，以促进自动化并确保一致性。

- **集成式设计编创与 ECAD/MCAD 集成:**使用基于规则的自动化和先进功能创建“一次成型”的线束设计。与所有主要 ECAD/MCAD 系统的强大数据集成接口使您能够导入 CAD 和相关布线信息，从相邻解决方案快速、准确无误地传输数据。



- **自动捕获并重新应用设计更改:**Capital 以数据为中心的架构提供了多种变更管理功能，例如捕获、存储和选择性重新应用变更、表格和图形差异报告以及版本管理。由此，它简化了变更管理，避免在使用传统工具时会出现的耗时且易于出错的变更管理任务。
- **基于规则的图形图表样式:**使用可配置的图形样式模板从同一设计中渲染多个图形表示，这样您就可以创建符合一致的内部标准和样式的设计。设计可以自动重新渲染成其他所需的样式，例如 OEM 工程图、内部工程图和工装图。
- **标准和自定义 DRC:**利用一套全面的标准设计规则检查 (DRC) 来验证最终设计并确保其满足客户需求。您还可以添加自定义 DRC 来支持您的 IP 和所记录的典范做法。



Capital Harness Designer 和 Capital Harness Designer Modular : 数据驱动型线束产品工程

在产品工程设计过程中，数据根据线束制造商的特定信息进行了修饰和丰富，从而优化制造设计。设计通过相关细节（如组件信息、材料数量等）得到了增强。目标是生成完整而准确的线束定义以及可在整个设计流程中使用的文档。Capital Harness Designer 和 Capital Harness Designer Modular 提供了自动化工程、验证和报告功能，有助于工程师为成本核算与制造准备产品数据。

- **自动选择组件：**通过自动选择组件优化线束数据，从而创建完整的制造物料清单。在应用样式集之后，相关的零件符号（例如不同的连接器视图、绝缘线样式和特殊说明）会自动添加，从而增强设计数据的图形表示。
- **自动计算工程：**自动计算线缆长度、线束直径、接头位置、胶带用量、线束重量等。实时指标有助于了解设计决策的影响，以促进系统化权衡评估。图形和表格报告可用于比较设计和指导工程决策。
- **自动派生变体和模块：**设计工程师可以定义 150% 复合材料设计，通过衍生或模块化分解自动生成可构建的线束变体。在 KSK 流程中，功能分配算法会基于为线缆分配的代码来识别模块，然后自动识别并配置所有的相关组件，从而完成各个模块的定义。在衍生流程中，根据每个可构建变体

的适用选项，对线缆上的布尔选项表达式进行评估，确定是否应包含这些表达式，然后，自动确定所有必要的相关组件。

Capital Harness Costing : 精确的线束工程

设计流程的最后一步是获取线束成本的报价，该报价将包含在业务计划中并提供给客户。线束的制造成本必须具有竞争力且广为接受。然而，由于项目时间紧急、利润有限，且组件定价变化不定，这并非易事。Capital 的专用解决方案实现了成本核算流程的自动化，为快速生成准确的材料和人工成本核算提供了一个正式框架：

- **自动进行资源成本核算：**利用企业定义的成本标准，确定制造线束所需的人工、材料、机器和其他资源的成本，同时，可选择使用多个成本核算模型。详细、准确和快速的线束成本核算使工程师能够跟上产品的动态变化。
- **利用基于规则的 IP 驱动型计算：**传统方法依赖于近似分析、劳动密集型和详细分析，以及缓慢且易于出错的手动流程。相比之下，Capital 提供了一个基于规则的框架，可以自动快速生成准确的人工时间计算结果，从而实现有竞争力的报价并提高盈利能力。

线束制造工程

Capital Formboard Designer 和 Capital Formboard Manager : 优化的工装设计

Capital 可提供用于工装设计的强大图形和设计管理环境，帮助制造工程师快速创建全尺寸、详细且可制造的工装图。

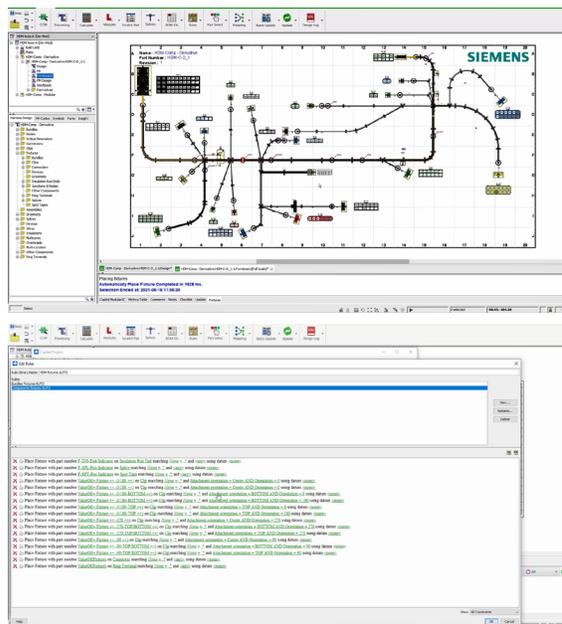
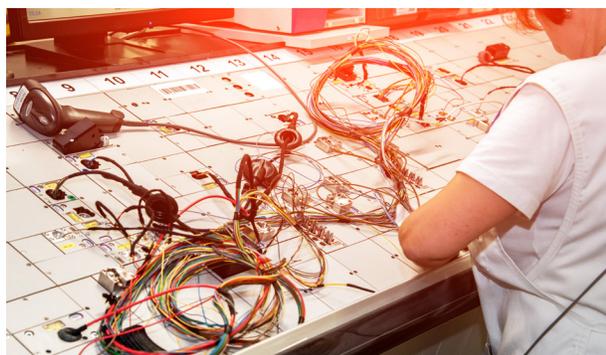
由于组件已放置在电路板上的特定区域，Capital Formboard Designer 可指导设计师根据与各个组件相关的劳动强度的动态反馈，创建符合人体工程学的优化布局。对线束设计所做的更改将在工装图中自动更新。

设计师可以使用 Capital Formboard Manager 来创建和维护已合并或组合的工装，高效利用生产线和工厂空间。

- 自动选择和放置夹具：使用自定义设计规则以交互或自动的方式选择和放置夹具，确保实现符合典范做法的制造工程。图形样式功能通过自动生成符号、文本、字体、自动着色的插入视图等来加速设计流程。



- 合并 / 组合工装：Capital 有助于在基于连续数据流的环境中创建和维护合并或组合的工装。自动合并等功能允许在合并操作期间保留现有夹具位置。这些可以节省大量时间，而这些时间可以重新投入到生产线优化任务中。



Capital Harness Process Designer 和 Capital Harness Line Balancer： 制造规划与优化

设计流程的下一步是对制造过程进行建模并对最终装配工作站进行平衡，使装配线上每个工作人员要完成的工作量都大致相同，保证装配运行顺利。在此阶段最终确定工艺清单，将精准的制造成本与 Capital 线束成本核算期间制定的报价进行比较，从而为如何改进未来的报价提供见解。

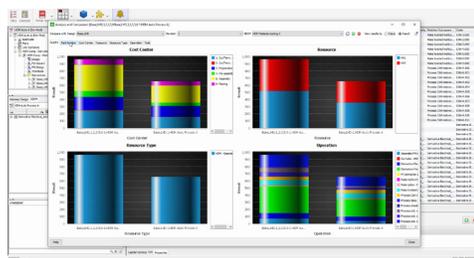
Capital Harness Process Designer 和 Capital Harness Line Balancer 通过采用包含线束装配逻辑的推理引擎，根据先前捕获的制造功能描述，对线束进行分解。工程师可以捕获典范做法技术并将其应用于制造流程规划和成本核算任务，以实现快速准确的规划、成本优化和车间决策改进。

- **生成和分析生产线流程：**快速准确地配置及合成线束制造流程、任务、成本和制造时间等。Capital 的图形流程管理工具可生成多级工艺清单和结构化物料清单，为 ERP 系统提供信息，从而提高效率并缩短周期时间。典范做法流程专业知识可应用于多个制造地点，有助于提高标准化水平并降低成本。
- **平衡和优化流程：**在生产线工作站之间快速准确地分配制造任务，尽可能提高效率。可拖放任务并从动态指导中受益，包括在材料到位或先决条件任务完成之前，将任务分配给工作站时，通知工程师的警报。

Capital Work Instruction Publisher： 自动化、准确的文档

最后一步，为装配线上的操作员创建作业指导说明。考虑到如今的线束复杂性，必须自动生成指导说明和视觉辅助工具，并且它们必须足够明确且准确无误，这样才能确保组件的一致性和高质量。Capital Work Instruction Publisher 支持直接根据工程线束数据和定义的装配流程序列创建文档。

- **自动生成作业指导说明：**利用规则和可配置的可扩展页面模板设计界面，以实现文档自动化，同时，实现文档之间的一致性和典范做法可重用性。得益于内置词典，文档能够以多种语言提供。
- **减少视图错误：**生成详细的作业指导说明，并附有直观的视图，可显示拼接细节、连接器腔、布线路径、子组件等，从而避免混淆并尽可能提高操作员效率。



到目前为止，Capital 是款为数不多能够满足线束设计、工程和制造需求的现代商用软件”

莱尼布线系统

在压力下保持盈利

虽然数字化是实施和实现工业 4.0 的重要一步，但线束制造商成功与否取决于他们是否能够准确设计、优化和降低生产线束所需的制造流程、人工、材料和资源。Siemens Capital 线束开发软件使线束设计师能够通过以下方式实现所有这些目标：

- 通过创建一次成型的准确制造数据来避免因错误重新制图，缩短更正周期时间并加快产品发布。
- 通过基于规则的产品验证提高产品质量，减少返工和成本。
- 提供可配置性和可定制性，使团队能够获取系统知识并从中受益，从而优化产品定义和制造成本。

- 支持流程建模和仿真，从而提高整个设计流程的透明度和标准化。
- 确保生产线任务的平衡，从而提高生产线的效率。
- 在制造的各个阶段实现数据流的自动化，从而降低风险。

凭借所有这些优势，设计错误减少了 50%，从报价到生产的周期时间缩短了 30%，工装设计时间也缩短了 85%，不但盈利能力得以提高，业务成果也更佳。

- **使设计出错率降低 50%**
- **使从报价到生产的周期时间缩短 30%**
- **使工装设计时间缩短 85%**

西门子数字化工业软件通过 Siemens Xcelerator 数字商业平台的软件、硬件和服务，帮助各规模企业实现数字化转型。西门子全栈式工业软件和全面的数字孪生可助力企业优化设计、工程与制造流程，将创新想法变为可持续的产品，从芯片到系统，从产品到制造，跨越所有行业，创造数字价值。[Siemens Digital Industries Software](#) – Accelerating transformation。

美洲：1 800 498 5351

欧洲、中东及非洲地区：00 800 70002222

亚太地区：001 800 03061910

如需其他地区电话号码，请单击[此处](#)。