

基于Tecnomatix软件的某载货汽车项目 焊装工艺规划与工艺仿真应用

李体振, 翟健, 张杰

北汽福田汽车股份有限公司 北京 102206

摘要: 基于Tecnomatix软件Process Designer和Process Simulate的虚拟仿真技术, 实现白车身焊装生产线工艺设计、工艺规划及仿真验证。以某货车项目为例, 通过仿真分析焊装过程中可能出现问题, 提出解决方案, 可提高生产制造能力, 优化生产线的设计, 缩短项目开发周期, 减少投资成本。

关键词: Process Designer; Process Simulate; 虚拟仿真; 焊装

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2024.12.009

随着汽车行业的迅猛发展, 客户对于产品的品质要求不断地提高, 市场竞争日趋激烈, 各主机厂的生存环境愈发严峻。为快速响应市场需求, 各主机厂都在投入大量技术以响应其生产制造领域。缩短产品开发周期、减少投资成本以及提高生产制造能力, 成为了各企业提高竞争力的手段。在此环境下, 数字化工厂制造系统得以广泛应用。

本文基于Tecnomatix系统中的基础模块Process Designer和Process Simulate, 以某货车项目主焊线为例, 实现焊装生产线的工艺规划设计及工艺仿真。

数字化技术的应用意义

数字化工厂系统可以通过虚拟环境进行焊装线规划、建模、布置、设备选型及仿真验证等, 将实际制造过程在虚拟环境中“展现”, 缩短新产品投放时

间, 优化生产线的设计, 提高生产制造能力。应用数字化工厂技术, 通过搭建3D数字化模型实现焊装线的虚拟仿真, 具有以下五点意义。

(1) 工艺规划的信息管理 利用软件平台建立完整的规划及制造工艺信息平台, 方便信息查询。比如针对某一焊点, 快速查询与此相关的零件、焊钳、操作工位、夹具等, 并可分析焊接操作的时间及成本。

(2) 工艺设计及工艺流程设计 可编制工艺流程PERT图、Gantt图, 工位布局3D设计, 并进行工艺检查, 工艺规划的各种文件输出, 工位布局、节拍表、工时分析等。

(3) 工艺规划的详细工程分析和工艺验证 进行工艺方案验证、焊接可达性验证、焊钳及机器人初选型, 提高了工艺规划的质量, 对现有的好的工艺经验进行重复利用、在项目的早期阶段对存在的隐患进行

检查和优化。

(4) 减少了项目投资成本 避免了错误投资，检查资源设备的利用效率，优化焊接路径。

(5) 减少项目周期时间 将错误和风险降低到最小，通过实现并行工程来在项目早期阶段发现工程失误。

自车身焊装线工艺规划

1.工艺规划流程

工艺规划的过程主要包括制造特征建模、工艺信息建模、工时节拍分析以及资源3D分布等，根据主焊线的工艺内容，制定工艺流程如图1所示。

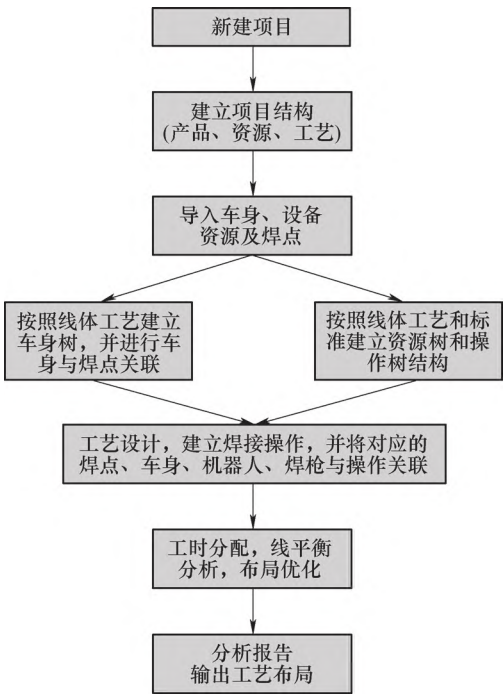


图1 焊装工艺规划工作流程

2.基于PD的焊装线工艺规划

(1) 制造特征建模 工艺规划是以制造建模为基础，进行产品库、资源库和工艺库的创建。通过PD将制造特征的产品信息、资源数据、工艺操作进行统一定义，并将完成的数据以树状排列的形式添加到各树上（产品树、资源树及操作树）。

1) 项目结构创建。新建项目节点，在项目节点下建立产品树、资源树及操作树。如图2所示，标准操作

库可以在新建项目节点下自行创建，也可以根据不同的项目类型进行导入。右键各操作属性，可显示操作的描述、时间等信息，在工艺设计过程中可以重复调用。工艺数据库都是以树状形式归类，可快速浏览或查找。

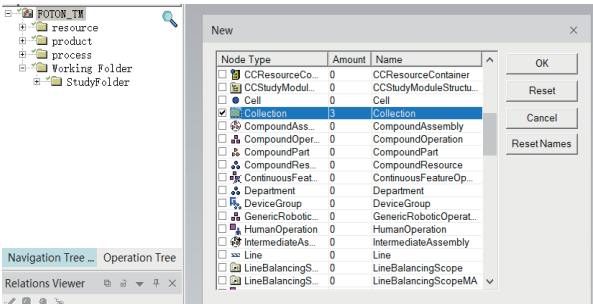


图2 创建项目结构

2) 资源数据导入。资源数据包括产品资源、设备资源以及焊点信息。产品库是存放机器人焊接时所需要的产品数据，资源库主要是生产线上所用到的工艺装备（机器人、焊机、焊钳、夹具、上件台及输送系统等）。如图3所示，工艺库是焊接产品时所用到的标准工艺操作（夹具打开、转台转动、机器人装卸件、滑台滑动及点焊等）。将本项目中需要的资源导入到PD环境下，便于后续规划操作的调用，以及焊点信息与零件、操作的关联。

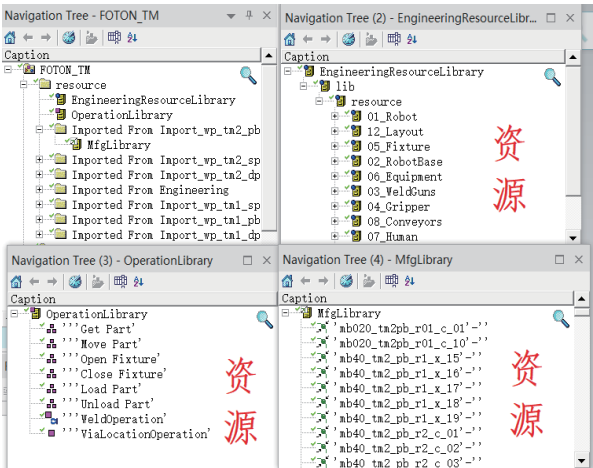


图3 工艺数据库结构

(2) 工艺信息建模 将产品、资源及操作和制造信息进行关联。根据工艺布局，将产品、资源、操作及制造信息分配到各工位里，形成树（操作树和资源树）的形式，建模内容如下。

1) 建立生产线模型。根据焊装线结构，在工艺

文件夹Process下创建用于工艺描述的操作树及资源树。对焊装线建模一般遵循自上而下的顺序，即“车间→生产线→区域→工位”逐层细化。各工位根据各自属性进行编号，在各自节点下进行操作的定义，以及资源的分配。

以Pr为前的对象都是对外的，如图4所示，自动建立关联关系，蓝色的为资源，红色的为操作。

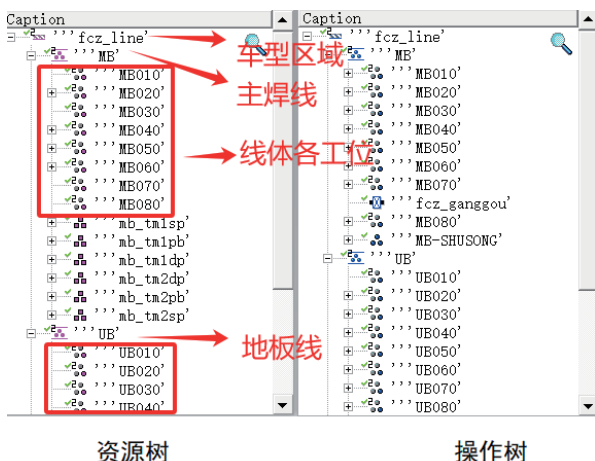


图4 焊装线结构

焊装线各工位创建完之后，定义工位之间的工艺流程。图5所示为主焊线的Pert图，图中的矩形表示主焊线各工位，工位之间流程用箭头连接，指向各工位的箭头上的零件为该工位的加工对象。

2) 工艺信息分配。在建立完生产线模型并确定资源树和操作树结构后，需要对设备资源进行分配，同时对工位进行工艺设计。主焊线MB020工艺信息分配如图6所示，左侧是将资源添加到各工位资源树中；右侧是在各工位操作树下，根据工艺操作流程，创建出的操作信息；中间为工位的3D视图。

3) 工艺数据关联。在PD中的工艺数据不是独立存在的，与其他数据存在关联。工艺数据关联是将工艺数据（如焊点信息、包边信息及涂胶信息）和产品、操作、工位的关联，如将焊点分配到产品、焊点分配到工位、焊点分配到操作。打开资源库Load待分配的焊点，Add Root相关联的产品，可显示焊点及产品数模。

(3) 工时节拍分析 对工位的每一个操作步骤进行MTM工时定义，可以用Gantt图来表示工艺操作与

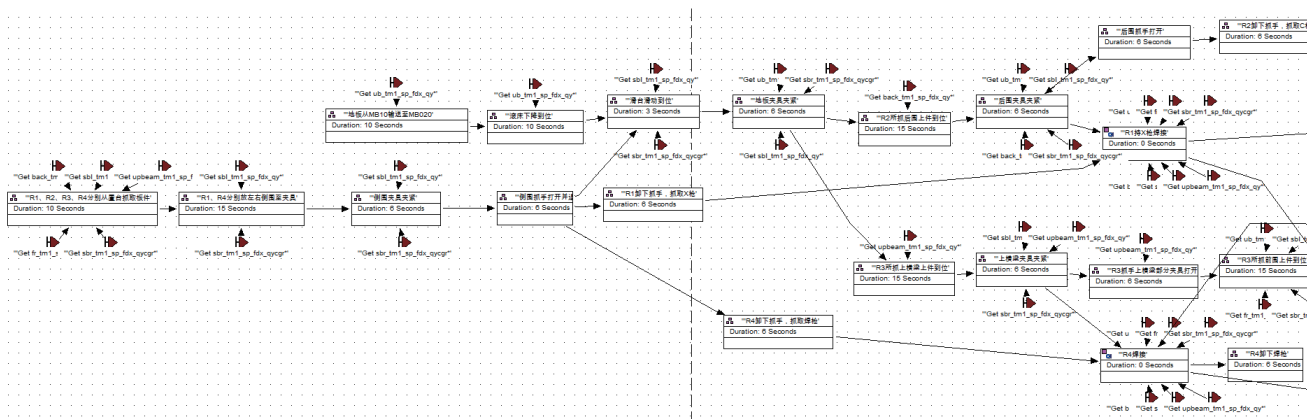


图5 主焊线Pert图

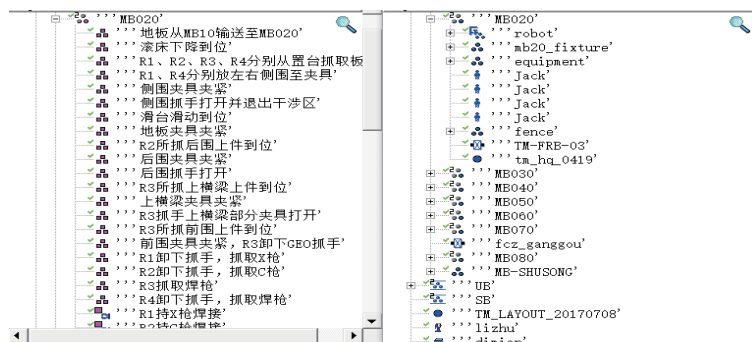


图6 工艺信息分配

时间线的流程，进行工时分析。Gantt图提供了沿操作周期线的操作和资源的图形化表示，每一个操作的图条代表时间，可以进行操作时间值的修改以及两操作之间的flows，规划和平衡每个工位或单元的负荷。选中工位节点右键-Gantt Viewer，打开操作Gantt图，如图7所示。

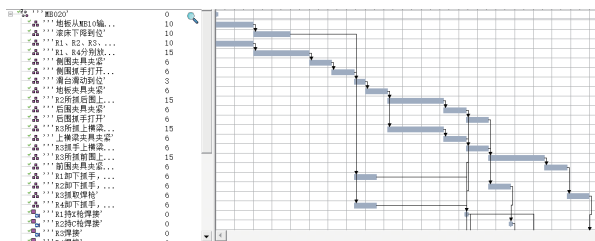


图7 Gantt图分析

(4) 资源3D布局 进行焊装线的工艺创建, 完成各工位资源树、操作树设计, 同时将产品工艺信息资源分配好之后, 即可以2D布局图为参考进行资源3D布局设计。在3D环境下(见图8)进行夹具、机器人、输送设备等布局情况检查, 有利于资源布局优化, 提高规划质量, 节省规划设计时间。

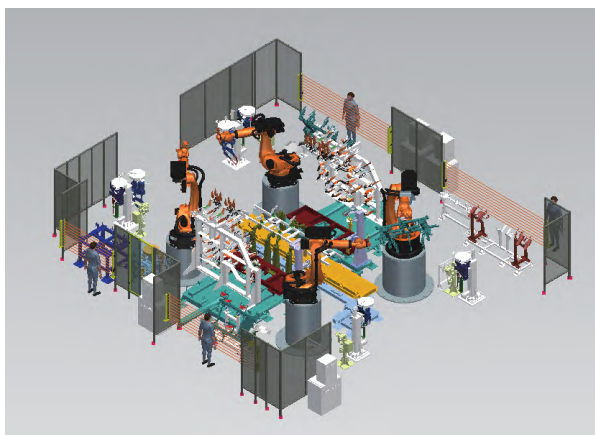


图8 主焊线总拼工位3D布置示意

焊装工位过程仿真

1. 工艺仿真流程

机器人自动化工位仿真基本流程为：根据PD工艺规划将各工位的资源和工艺建立完成并导入仿真环境，然后对各工位焊点进行投影，结合产品结构及焊点搭接状态进行焊钳初选型。之后进行焊钳干涉性分析、焊接路径规划及可达性验证等模拟工作，根据分

析结果判定是否可行, 不可行则进行工艺重新分析, 并修订方案。基本仿真技术方案如图9所示。

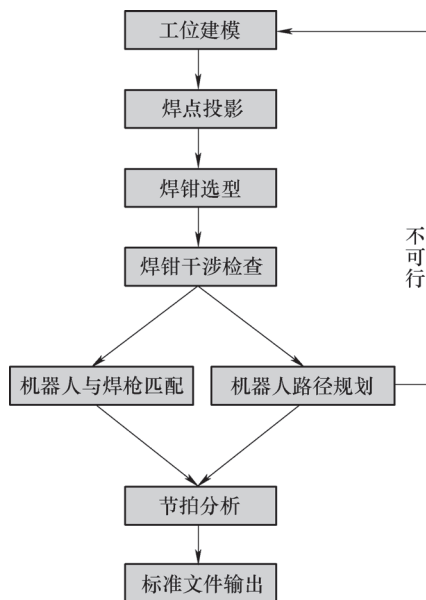


图9 工艺仿真基本仿真技术方案

2. 基于PS的焊装线工艺仿真

(1) 焊点投影及焊钳选型 在PD模块分配至操作的焊点需要转化为PS模块中焊点坐标,已便于焊钳仿真模拟。焊点投影完成后进行焊钳选型,PS模块中配置焊钳选型工具,从已有的焊钳库中进行焊钳初步选型。

(2) 方案及布局优化 在3D资源布置中仅仅是将机器人资源加载进来, 根据初步的平面布置图进行机器人位置摆放, 未考虑机器人安装焊钳之后所有焊点的可达性, 因此机器人空间位置需要做优化调整。通过机器人布局优化 (见图10), 可以获得机器人空间布局、底座高度, 为后续施工提供位置依据。

(3) 机器人仿真验证 机器人的仿真验证主要进行机器人运行过程的干涉情况进行分析, 保证生产过程中的正确性、合理性。机器人运行过程6轴运行状态是否超限; 机器人与周围外设是否干涉、安全距离是否足够; 焊钳与板件之间焊钳与夹具之前是否存在干涉等。PS软件提供干涉检查功能, 如图11所示, 点击“View→Viewers→Collision Viewer”即可打开干涉检查菜单。

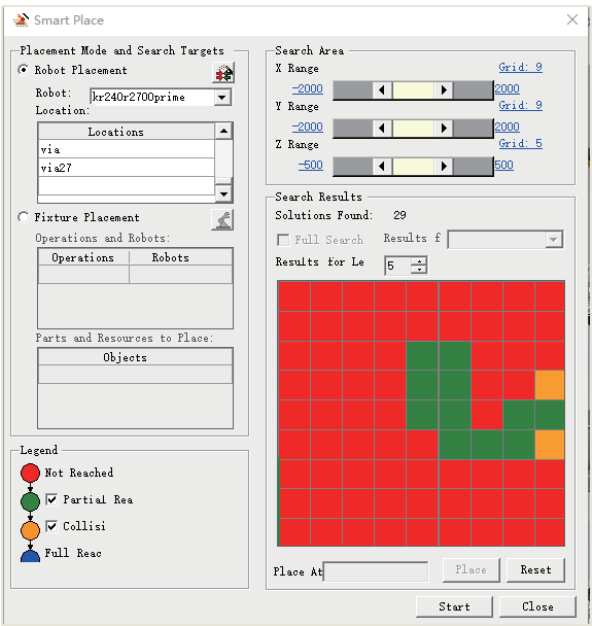


图10 机器人自动布局

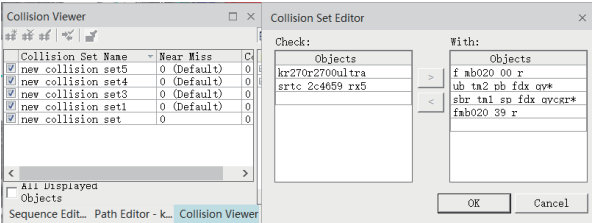


图11 干涉性检查模块

进行完干涉检查设置并正确使用后，当出现干涉，即会出现变黄或变红的报警，如图12所示。

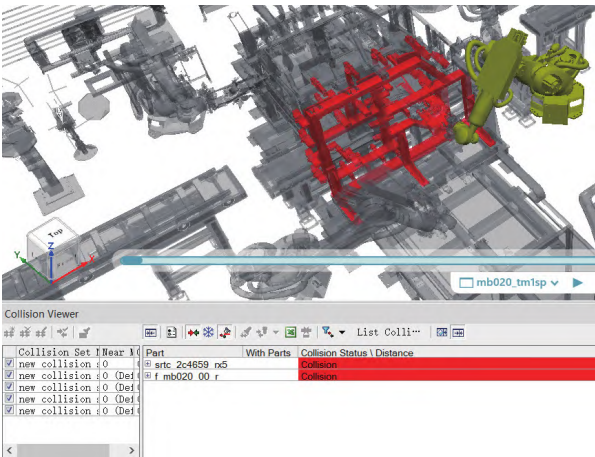


图 12 机器人仿真干涉分析

结语

基于PD平台进行工艺规划，构建焊装线工艺模型，完成3D资源布局，使得工艺规划更规范、快速、准确，更好地进行信息的维护管理，后期进行产品拓展时可以快速的查找和导入。基于PS平台下进行焊钳选型，指导焊钳的设计；利用Smart place功能进行机器人布置，确定机器人站位，指导现场的安装调试。通过对机器人的焊接路径规划，对仿真结果进行分析，验证了规划方案的合理性，为优化设计提供了依据。通过模拟仿真验证，实现了设计和产生的同步，缩短了项目开发周期，降低了开发风险，有利于对于项目的风险和周期控制。 **AUTO1950**

新闻记者证公示信息

根据国家新闻出版署颁布的《新闻记者证管理办法》《国家新闻出版署关于开展2025年度新闻记者证核验工作的通知》文件要求，我单位对《汽车工艺师》新闻记者证持证人员进行了严格审核，持证人员遵纪守法且符合法定许可条件。现将拟通过新闻记者证年度核验人员名单进行公示，并接受社会监督，公示期20天（2025年1月1日至1月20日）。

姓名 曹雪雷 记者证号 K10126566000004 工作岗位：编辑
姓名 于永初 记者证号 K10126566000003 工作岗位：编辑
监督举报电话：010-88379790
国家新闻出版署监督举报电话：010-83138953

《汽车工艺师》