

基于仿真技术的数字化焊装线工艺开发

□ 上汽通用五菱汽车股份有限公司技术中心/覃鑫 周江奇 郑宏良 梁国山



为了顺应时代发展，满足高自动化的车身焊装线工艺开发的需求，开发基于仿真技术的数字化焊装线，解决机器人布局、工艺设备优化选型、设备联动模拟、离线程序现场应用等问题成为了当前车身工艺团队最为紧迫的任务。

随着国内人力成本的不断上升，车身焊装线的自动化设备得到大量应用，特别是机器人，由于动作稳定可靠，重复精度高，在车身生产线上得到越来越广泛的应用。由于机器人生产线工艺的开发需满足机器人运动学要求和克服周边环境与生产环境对机器人的约束，从

而依靠工程师经验来开发的传统工艺已无法满足要求。

为了顺应时代发展，满足高自动化的车身焊装线工艺开发的需求，开发基于仿真技术的数字化焊装线，解决机器人布局、工艺设备优化选型、设备联动模拟、离线程序现场应用等问题成为了当前车身

工艺团队最为紧迫的任务。

开发流程

数字化焊装线的开发流程如图1所示，项目开始后首先准备产品、夹具、工艺设备等仿真环境中的数模。然后建立一个大概的焊装线布局环境进行项目工艺可行性分

析和设备投入分析,当初步工艺规划的评审通过后,再分配产品焊点和设计各个工位的详细工作内容,并且制定工装设计方案。工装设计完成后,将相关夹具导入数字化焊装线环境中进行详细的工位布局和工艺设备选型,数字化焊装线基本建立完成,通过仿真模块进行焊点可焊性分析和机器人可达性分析,最后,根据项目需要整理数据提交相关交付物。

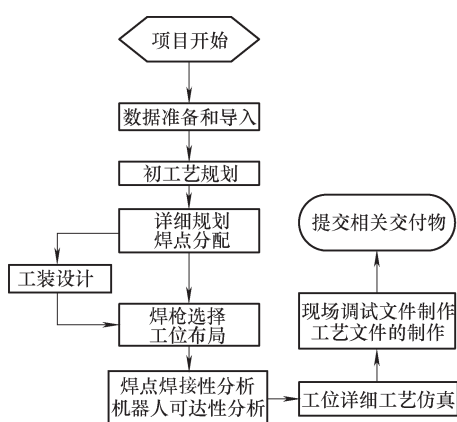


图1 数字化焊装线开发流程

数字化焊装线的成功开发将汽车产品的联合开发、工艺开发和产品制造联系到了一起。主要体现在三个方面:首先在开发产品前期,将初步设计数模导入数字化焊装线,准确地给出产品修改建议;其次在工艺开发中,利用仿真环境进行布局规划、设备选型和工艺设计的相关工作;最后在设备调试中,利用离线程序和相关设计数据,提高现场调试效率。

关键开发

1.设备干涉性检查

设备干涉性检查是Roboguide的重要功能,如图2所示。产品联合设计中,在原车型的前车体增加

油管支架后的仿真分析,这样的情况启用仿真机器人COLLISION功能,运行原有程序,可以准确地检测出机器人焊接路径与新增支架干涉的可能,从而指导现场在新增支架后需更改的现场轨迹。采用这样的功能还能精确地检查出设备和夹具干涉问题,从而解决肉眼无法识别的细微干涉问题,找出更为合理的修改措施。

2.生产线联动分析

在Roboguide软件中,相关设

备可以利用I/O信号的控制实现环境中相关设备的联动,模拟生产中设备的动作。如图3所示,设备联动仿真再现功能,可以应用多视角的录像将工艺方案评审带到一个仿佛真实的环境,从而准确地分析机器人可达性、焊接轨迹和设备的干涉问题。

3.离线功能

数字化焊装线中,利用仿真技术的离线编程和焊接轨迹分析方法控制现场的对点调试路径,从而

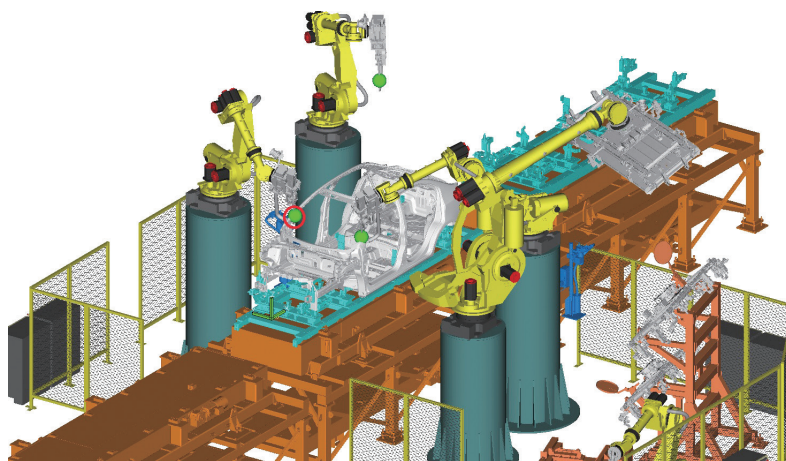


图2 仿真模块的干涉性检查

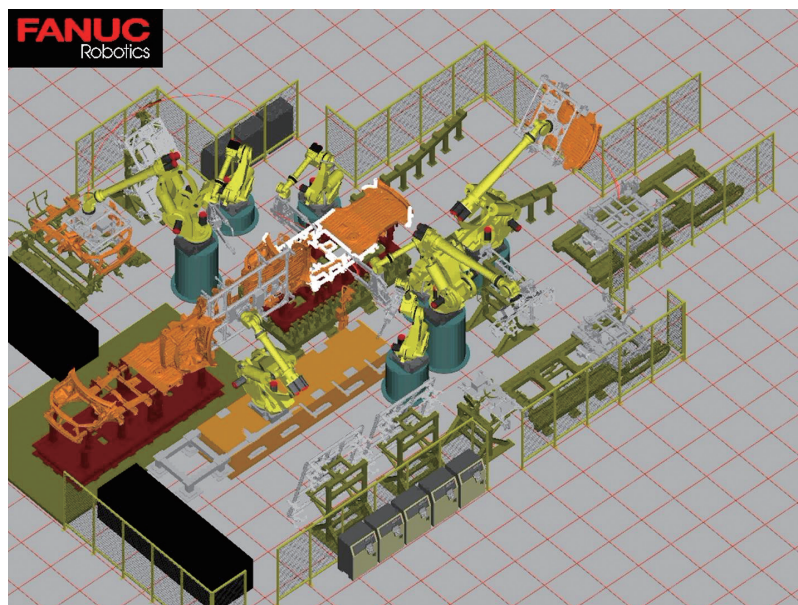


图3 数字化焊装线联动仿真

实现工艺设计中准确地预计生产线节拍。如图4所示，在数字化焊装线的环境中编辑离线程序，实现机器人轨迹的优化。离线程序要求终止语句为CNT50，焊钳与工件的距离要大于25mm。在软件匹配性、TCP点一致性的情况下，只要利用在线程序整体位置偏移的方法，就能够实现离线程序现场的应用。

4. 生产线布局设计

数字化焊装生产线布局设计是3D的，便于施工，它能够实现2D的转化。如图5所示，首先将初始工艺规划LAYOUT条件输入仿真环境，再将仿真设计的LAYOUT输出形成施工图LAYOUT。实现了机器人、修模器、控制柜、围栏和桥架等设施的精确定位。

问题解决经验

1. 机器人布局设计

机器人布局设计需要满足机器人运动学要求和周边设备与生产环境对机器人之间的约束。然而布局设计没有统一的评价指标，能够满足生产运行良好、后期改造方便和维护便利等条件的生产线布局一直以来都是工艺开发的难点。对于机器人布局来说不能单纯地改变机器人与夹具、修模器、围栏等周边设备的距离，同时还需要考虑底座的高度。如图6所示，商用车下车体轮罩的焊接，单纯的改变位置无法满足布局要求，因此需要结合机器人高度的改变，底座高度800mm机器人无法进枪，底座高度1500mm时，机器人进枪会与上空维修平台干涉。因此，最终选择距离生产线中心线200mm，机器人底座高度

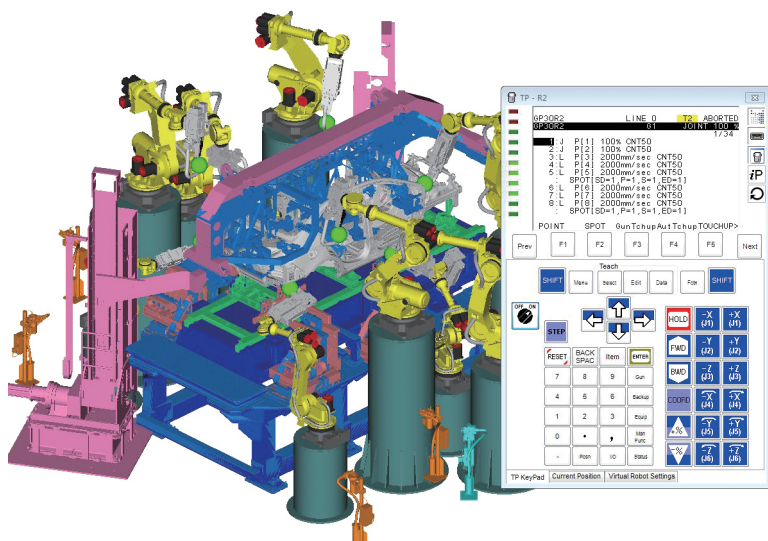


图4 离线程序的编辑

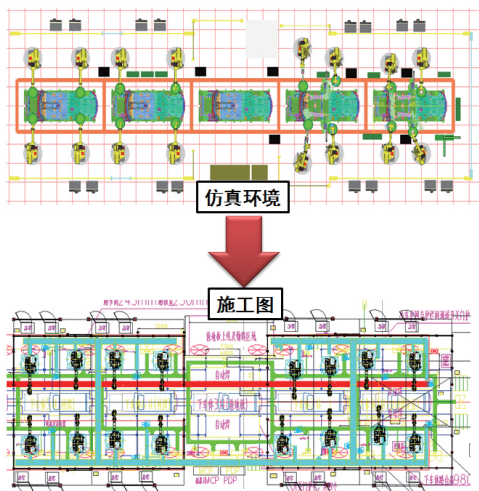


图5 仿真环境的施工图转化

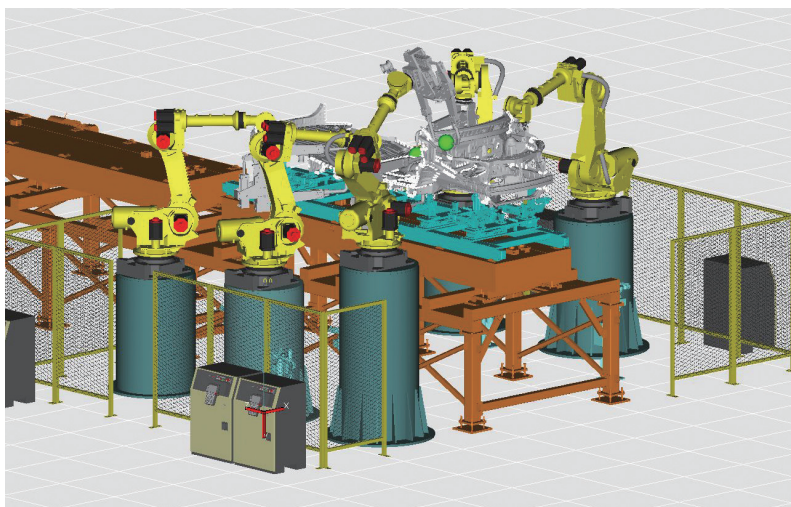


图6 前隔板焊接最佳机器人底座高度

1 200mm。

2. 设备选型优化

高自动化条件下，如何实现焊点分配与焊钳、机器人和修模器等设备之间关系最优化，就是指设备投入和运行成本最低。设备选型优化一直以来都是工艺开发的要点和难点，且行业中也没有统一的定论。特别是那些存在复杂设备和控制单元的工位，设备优化和工艺预留一直以来都是一对矛盾。如图7所示，SGMW上汽通用五菱宝骏车身公共补焊线8号工位的自动化改造如何实现？是增加机器人还是增加换枪设备来满足该车型轮罩的焊

接工艺？通过数字化焊装线的布局和运行分析，最终选择了采用换枪单元，通过仿真分析选择了大C枪配小X枪的换枪方式，采用平面修模和大C枪平躺放置的挂点方式。焊接工艺方面，大C枪焊接轮罩，小X枪焊接门框焊点。

3. 仿真环境的I/O控制

数字化焊装线的动作仿真功能是需要编辑信号控制的单位才能够实现的，对于不同功能机器人和设备的联动模拟和干涉分析的难点需要解决复杂的仿真信号控制问题。如图8所示，SGMW柔性线下车体1号工位，需要实现下车体三大总成

上件、焊接、搬运到下一个工位的仿真控制信号，这样的信号都是通过Roboguide的I/O连接功能进行通信，且控制逻辑可以应用到现场设备调试中。

4. 离线程序的应用

数字化焊装线的工艺开发最终目的就是服务于现场，离线程序编辑的最终目的也是为了导入现场机器人，从而提高对点调试效率。通过理论上的动作去控制现场设备，实现机器人点焊理想化运行，从而提高白车身焊接质量。要达到这个目的，必须解决离线程序和在线程序的匹配性以及仿真环境和现场环境不一致的问题。SGMW采用的是GLOBAL II 机器人，因此仿真中软件版本选择V7.50，TCP点直接采用，采用程序偏移的方法校正离线程序的位置偏差。操作人员利用离线程序进行机器人对点调试，离线程序的偏差是采用PROGRAM SHIFT方法进行程序偏移，实现机器人离线程序与现场匹配。

结语

工业机器人技术的进步与应用，有力地推动了车身制造数字化和智能化的发展。数字化工艺的开发在提高生产线效率和车身质量方面，发挥了极其重要的作用。近年来，数字化焊装线的机器人监控、检查和离线技术的深入研究发展，使得数字化焊装线相关技术为汽车焊装生产线工艺的开发提供了新的思路，必将在国内汽车制造企业的车身焊装线工艺开发中得到广泛而深入的应用。 **AME**

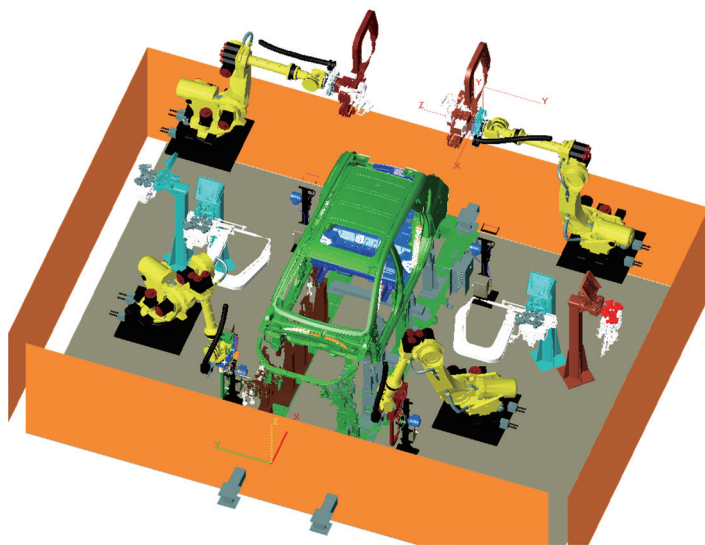


图7 公共补焊线8号工位设备选型设计

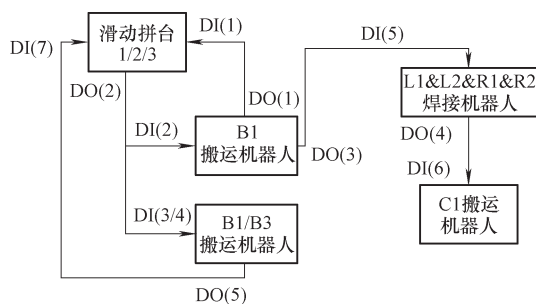


图8 多工作界面的I/O信号控制