

# 工业机器人离线编程仿真软件 (ICS-OPS-Art)



## 1 软件概述

工业机器人离线编程仿真软件集成了计算机三维实体显示、系统仿真、智能轨迹优化、运动控制代码生成等核心技术，使得工业机器人获得了更加强大的“大脑”，可以轻松应对复杂轨迹的高精度生成和复现，在计算机上完成轨迹设计、规划、运动仿真、碰撞检查、姿态优化，最后直接生成工业机器人控制器所需的执行运动代码，同时还提供了方便的轨迹整体优化、工艺过程设计和空间校准算法，缩短了工业机器人的停机调试时间，为工业机器人实现更广泛的应用提供技术支撑。

工业机器人离线编程仿真软件充分考虑到软件应用特点，实现了功能较优化、使用简易化、界面人性化、操作统一化，提供专业的技术支持和二次开发服务，实现教学功能定制化。

## 2 功能简介

### 2.1 多品牌工业机器人离线编程功能

工业机器人离线编程仿真软件采用独家解算算法，可以支持市面上主流品牌工业机器人的离线编程操作，目前模型库中已附带 AUBO、KUKA、ABB、STAUBLI、广州数控、新时达等品牌工业机器人模型，可以导入三维模型并进行轨迹规划，采用通用化空间正逆解算算法真实仿真运动过程，一键即可完成复杂的程序编译过程，直接生成运行所需要的控制代码文件，如图所示，简化工业机器人编程过程，统一编程接口，提高应用效率。

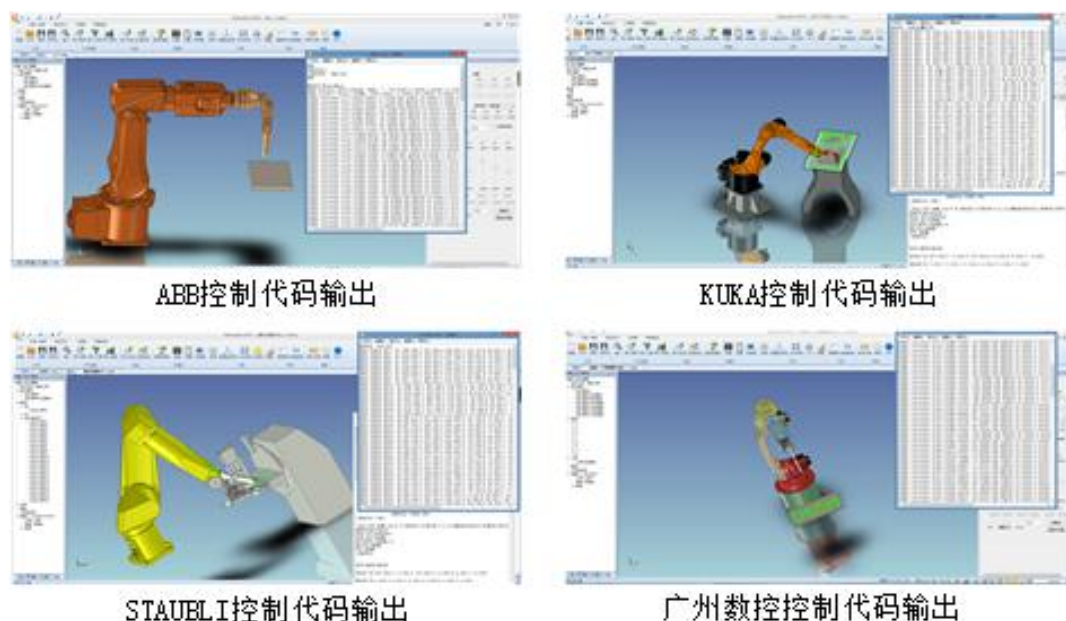


图 多品牌工业机器人离线编程支持

## 2.2 基于 CAD 数据的轨迹设计

工业机器人离线编程仿真软件采用通用的 3D 核心模块，提供了基础的曲线、曲面及实体建模功能，满足简单建模需求，同时软件独家提供了丰富的模型文件接口，方便用户在不同软件中建立真实的工作环境并导入到软件中，提高设计环境真实度。软件操作过程与通用 3D CAD 软件基本相同，在教学上具有延续性，如利用三维球对模型位置和姿态进行调整等，便于学生掌握软件操作。

同时工业机器人离线编程仿真软件的工业机器人轨迹生成采用基于 CAD 模型数据技术，可通过实体模型、曲面或曲线直接生成运动轨迹，简化轨迹生成步骤，提高轨迹精度。

## 2.3 灵活的编程模式和轨迹优化功能

工业机器人在真实应用时，会根据不同需求采用工业机器人手持工具或手持工件两种方式实现，有时因为空间限制或成本要求，一个工业机器人工位需要完成多个工序功能，要求工业机器人配合快速更换工具实现多种末端执行器自动替换。工业机器人离线编程仿真软件为解决此类应用问题，将轨迹仅与工件和工具关联，可以实现手持工具和手持工件两种轨迹编程模式自由切换，并对多个工具进行定义编程，多个工序一次实现，简化编程流程，充分模拟真实应用效果。

软件提供了多种工具用来解决轨迹优化过程可能出现的问题：利用仿真实时碰撞检查工具可以检查编程结果在仿真运行过程中模型间的碰撞，防止真实应用时发生危险；利用轨迹分析工具可以对工业机器人的可达性、姿态奇异点和轴超限进行检查，以提示设计人员对轨迹进行调整，避免实际运行中的无故停机，提高调试效率；利用独家算法的智能轨迹优化工具，采用可视化界面实现复杂轨迹的优化调整，规避不可达点、姿态奇异点和轴超限点，简化轨迹优化操作过程，如图所示。

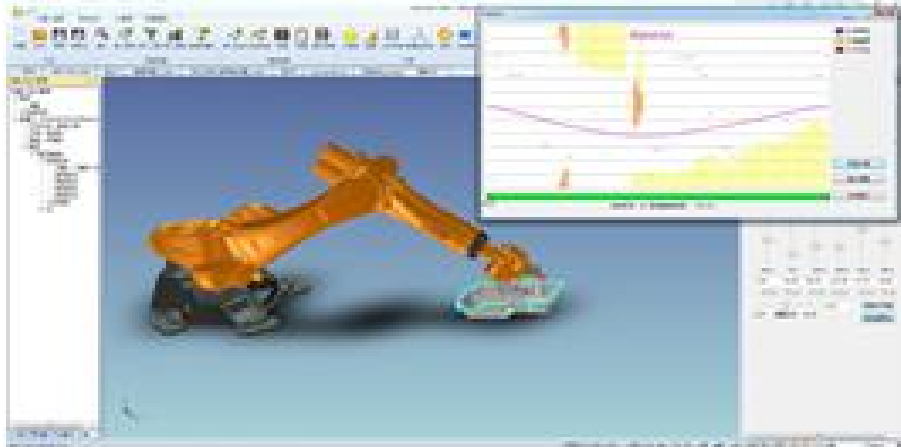


图 轨迹分析工具及优化

## 2.4 多机器人联动仿真

在真实生产应用中，由于工艺要求复杂、产品结构特殊等原因，同一工位处经常需要多个机器人互相配合完成要求的加工动作，有时甚至需要两到三个机器人联动完成复杂空间轨迹的动作，这使得工业机器人的工作环境极为复杂，容易发生碰撞等危险，在编程调试过程中，需要更加细致和小心，也对工作站的整体设计提出了更高的要求。工业机器人离线编程仿真软件利用独家的轨迹关联技术，可以在同一三维环境下导入多个不同品牌、不同型号的工业机器人，并对每一个工业机器人进行轨迹编程，如图所示。利用 IO 关联控制技术可以实现多个机器人之间轨迹的联动控制，从而达到完全模拟真实状态下，工业机器人的仿真过程，从而在虚拟环境中对工业机器人的工作空间进行碰撞检查，避免危险发生，同时也可以直观地验证多机配合情况下轨迹的复现效果，提高程序调试效率，缩短设备停机时间。

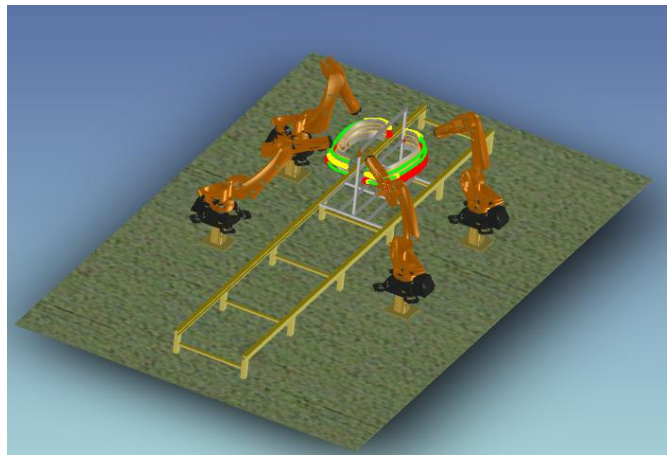


图 多机器人联动仿真

## 2.5 第七轴扩展及变位机应用

常用的串联六自由度关节型工业机器人，因其结构特点使其工作范围为近似球型，与人的工作范围相同。但随着应用形式的扩展，大幅度提高工业机器人的工作范围成为了主要需求。但单纯增加工业机器人工作半径，不仅严重影响了有效负载和重复定位精度两大指标，还使得成本大幅提升，得不偿失。为此，利用线性行走模块使工业机器人增加第 7 轴实现沿一维自由运动，从而将球形工作范围迅速扩展成为圆柱形空间，且高精度导轨和高性能伺服技术的发展也确保了优良的定位精度，成为了当前主流应用方式。工业机器人离线编程仿真软件为解决该应用问题，将轨迹与机器人在几何关系上解耦，实现了机器人动态实时跟踪轨迹运动仿真，不论机器人运动到任何位置都可准确定位到目标轨迹点，同时对当前状态下的机器

人轨迹数据进行输出，实现扩展第 7 轴的离线编程应用，如图所示。

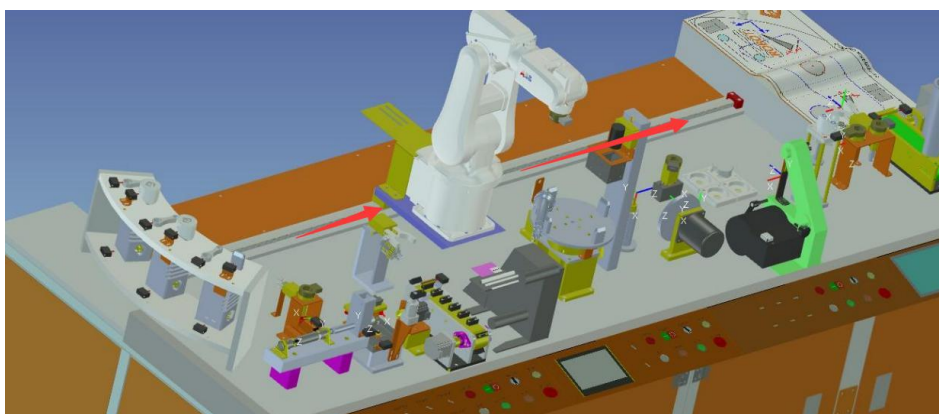


图 扩展第 7 轴的编程仿真应用

在焊接应用过程中，由于焊接零件的尺寸及焊缝轨迹的要求，经常需要工业机器人配合变位机实现单工位下多个焊接工序的加工过程。对于非联动的变位机应用，示教编程还可以勉强应付，但当需要应对贯穿线等复杂轨迹加工时，需要机器人与变位机联动完成，即加工过程中工业机器人和变位机同时运动，这使得传统示教编程基本无法满足，必须依靠离线编程实现，以满足高精度加工需求。工业机器人离线编程软件中提供了单轴 L 型、单轴 H 型、单轴转盘型、双轴等不同形式的变位机，方便不同应用工况下的快速部署与应用，也提供了自定义变位机的接口，满足定制化需求，如图所示。

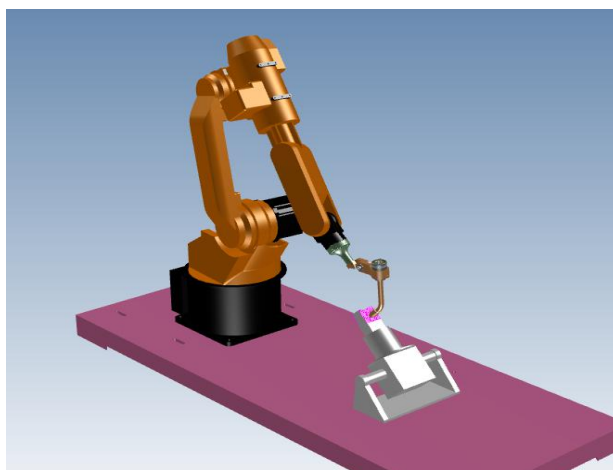


图 变位机联动轨迹规划及仿真

## 2.6 快换工具应用支持

在自动化生产线中，由于空间、成本等因素限制，经常会要求单一工业机器人完成多种工艺过程，如搬运装配复合、点焊抓取复合、装配检测复合等等，这使得工业机器人需要能够自动更换末端执行器。为满足该工业需求，工业机器人用快换工具应运而生，分为机器人端和工具端，机器人端安装在机器人法兰盘上，可以与同规格的工具端实现快速装配和分离，采用气动控制。工业机器人离线编程仿真软件利用独有的轨迹关联技术，实现同一工业机器人不同工具间的轨迹匹配，完全模拟了真实快换工具的应用方式。同时针对快换动作特点，增加了抓取、放回工具的快捷工具，简化了编程过程，提高了应用效率，如图所示。



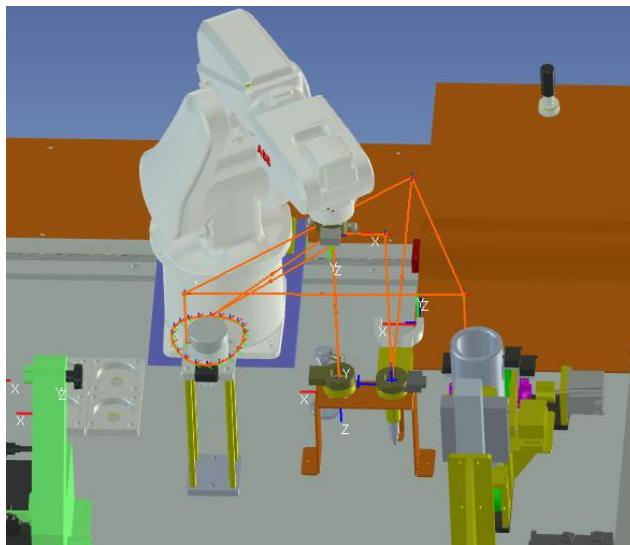


图 快换工具应用支持

## 2.7 丰富的工艺工具包

为满足工业机器人不同工艺应用需求，工业机器人离线编程仿真软件提供了工艺工具包以解决实际应用问题，如图所示：可以根据需求自定义工具模型和坐标参数，满足个性化工作站设计要求；通过多点智能匹配算法可实现虚拟设计环境与真实应用环境的坐标变换，在轨迹轮廓不变的情况下对所有标志点进行变换，提高适应性；可利用搬运码垛工艺包真实还原工业机器人抓取物料搬运并摆放的整个工艺过程，避免与环境其他设备的碰撞；利用点云数据直接生成打孔轨迹，简化轨迹编程过程；利用 CAM 软件生成的复杂 APT Source 或 NC 格式 G 代码文件生成数控加工轨迹，完成复杂轮廓轨迹或立体模型雕刻。



工件对齐坐标变换



搬运码垛工艺包



打孔工艺包



数控加工工艺包

图 工艺应用工具包

### 3 参数性能

1) 可实现多个品牌、多个型号的工业机器人进行模型导入、轨迹规划、运动仿真和控制代码输出，实现离线编程；

2) 轨迹生成基于 CAD 数据，简化轨迹生成过程，提高精度，可利用实体模型、曲面或曲线直接生成运动轨迹；

3) 支持多轴机器人的运动、仿真，如 4 轴、6 轴、8 轴、10 轴等；

4) 支持变位夹具设定多种抓取姿态。如可以将一个变位夹具定义成直、弯两种状态；

5) 生成的轨迹可进行分组管理。分组后，可对轨迹组进行注释、删除等，实现对相似轨迹的统一操作；

6) 可实现将编程结果仿真运行并输出 3D 仿真，上传云端自动生成二维码及链接，可用手机扫描二维码后缩放、平移查看该动画。或复制链接后，通过浏览器直接播放，并可以自由切换观看视角和放大缩小；

7) 提供自定义后置通用指令库。自定义机器人时，可用业界流行的拖拽方式定义后置格式；可根据机器人品牌选择相应的后置代码模板，定义生成代码并实时预显。如 ABB、KUKA、YASKAWA、广州数控、新时达等；

8) 包含节拍统计分析功能。可统计机器人运行的全程时间、节拍、运动的平均速度、总距离、总轨迹点数等信息，方便用户评估机器人工作效率；

9) 支持机器人三维仿真和后置代码分屏同步调试运行，可实时监控仿真效果。并可显示编程代码的行号，数字、注释、指令等；

10) 具备轨迹优化功能，通过图形化方式展示机器人工作的最优区域，并通过调整曲线让机器人处于工作最优区内，解决不可达、轴超限和奇异点的问题；

11) 支持轨迹编辑功能，以图形化方式通过拖动参数曲线，来编辑一条轨迹中指定个数的点，达到让整条轨迹光滑过渡的效果；

12) 具备以时间轴为展示方式之一的仿真管理面板。以时间轴的方式同时展示多个机器人和运动机构的运动时序，体现相互等待关系和每条轨迹运行的起止时间、运行进度等；

12) 在程序设计、仿真过程两种模式中，可通过按 F11 等快捷键全屏突出显示设计环境的绘图区内的模型；

13) 支持机器人在线查找。可以直接从云端机器人库中选择机器人进行离线编程，选择过程中支持搜索、筛选和排序，并推荐相似参数的机器人供用户选择；

14) 具备专业的后置代码编辑器。后置代码编辑器可以显示代码的行号，数字、注释和指令等关键字以不同颜色显示；函数在编辑过程中有参数提示；函数和注释可折叠隐藏；

15) 具有贴图功能，可通过贴图代替或简化离线编程软件虚拟场景中复杂的模型搭建，最大限度减小模型的大小；可极大加快绘图区的刷新帧速率，使绘图区操作响应更加灵敏；

16) 软件集成多类型、多行业在线工作站，方便在线模拟训练；

17) 可实现软件问题交流在线化；作品分享展示在线化；软件在线资源更新实时化；

18) 可利用 3D 点云数据，使设计环境和真机环境内机器人、工具、被加工零部件之间的空间位置关系保持一致，实现高精度校准；

19) 利用云服务平台，实时把控前端软件考试活动进度；考试结果通过云端智能算法自动进行打分评判；考试全程远程、自动化运行；

20) 支持仿真时显示逼真的加工效果。