

附件 4

第九届湖南省大学生工程实践与创新能力大赛
智能制造数字孪生技术赛命题与运行

智能制造作为国家制造强国战略的主攻方向，已经成为企业升级改造、产业发展和新质生产力的重要引擎。因此为适应国家智能制造产业发展需求，必须加快培养智能制造方面的技术人才，本赛道主要围绕数字化工艺设计及数字孪生虚拟调试技术，着力解决工艺设计数字化、制造加工的数字化与网络化、生产排产的数字化与智能化等关键技术难题。将多品种小批量混流生产需求，通过运用智能制造数字孪生软件与制造执行系统 MES 软件，进行产线场景布局设计、装备功能调试、物联网通信、工艺数字化设计、生产排产智能优化、生产流程网络化逻辑控制和生产过程可视化管理，实现多品种小批量产品的高效、优质和低成本混流生产。

1. 对参赛作品/内容要求

参赛者需运用数字建模、数字编程与加工仿真、数字孪生工艺过程优化等技术手段,对给定的生产订单,采用智能制造数字孪生系统布局设计如图 1 的场景,场景中的装备技术参数见表 1。实现订单中的零部件设计和制造的高效、低成本和优质生产的目标。

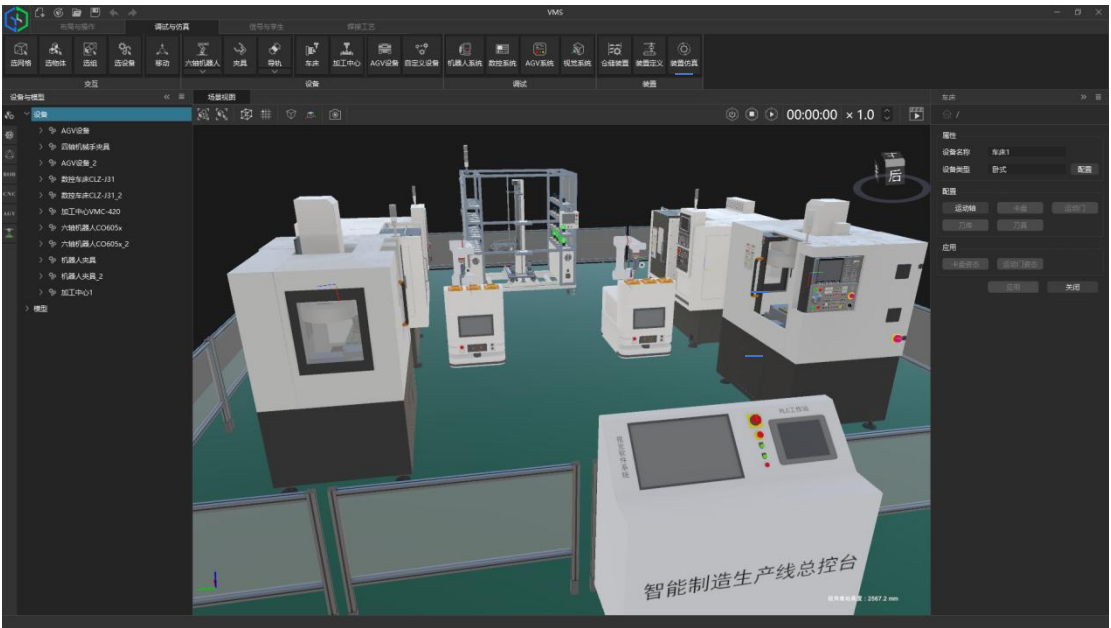


图 1 智能制造虚拟场景

表 1 智能制造虚拟场景中装备技术参数

设备名称	设备型号	技术参数	设备工时费																						
数控车床 2 台	CLZ-J31	1、中空气动卡盘夹持范围Φ20-Φ24 2、主轴拉管通孔Φ48/Φ36 3、X 轴最大行程 330mm 4、Z 轴最大行程 250mm 5、重复定位精度：0.005mm 6、加工精度：0.01mm 以内 7、电机功率：4KW 8、主轴最高转速：2500rpm	15 元/小时																						
加工中心 2 台	VMC-420	1. 工作台规格（长*宽）：560*200mm 2. X/Y/Z 轴坐标行程 ：360/200/330mm 3. 快速进给速度：12000mm/min 4. 切削速度：6000mm/min 5. 主轴电机功率：2.2KW 6. 主轴最高转速：6000r/min 7. 自带气动自动四爪卡盘夹持范围 30-32/40-42	20 元/小时																						
复合机器人 2 台	GD-5	1. 外形尺寸(长*宽*高 mm)： 2. 导航类型：激光 SLAM 导航方式 3. 驱动形式：差速驱动 4. 行走速度：0~40m/min 5. 机械臂型号：C0605 <table><tr><td colspan="2">自由度</td><td>6</td></tr><tr><td colspan="2">额定负载</td><td>5kg</td></tr><tr><td colspan="2">最大工作半径</td><td>920mm</td></tr><tr><td rowspan="6">运动范围</td><td>J1</td><td>±175°</td></tr><tr><td>J2</td><td>±120°</td></tr><tr><td>J3</td><td>±150°</td></tr><tr><td>J4</td><td>±175°</td></tr><tr><td>J5</td><td>±175°</td></tr><tr><td>J6</td><td>±175°</td></tr></table> 6. 夹具夹持范围（直径）：20-55mm	自由度		6	额定负载		5kg	最大工作半径		920mm	运动范围	J1	±175°	J2	±120°	J3	±150°	J4	±175°	J5	±175°	J6	±175°	8 元/小时
自由度		6																							
额定负载		5kg																							
最大工作半径		920mm																							
运动范围	J1	±175°																							
	J2	±120°																							
	J3	±150°																							
	J4	±175°																							
	J5	±175°																							
	J6	±175°																							
智能仓储	GD-32	1. 外型尺寸：1750*1170*1930mm 2. 四层四列对称式分布，划分为原料库和成品库，共 32 个仓位 3. 托盘尺寸：120*120mm 4. 四轴机械手： ①X/Y/Z 轴行程(最大)：900/190/600mm ②A 轴行程：0-340° ③X/Z/A 轴伺服电机功率 400W ④Y 轴伺服电机功率 200W	10 元/小时																						

1) 功能要求

在现场竞技比赛过程中，经过各种编程、网络设置和调试后，虚拟场景中的生产线必须自动运行，必须具备物料出入库、物料派送、机器人上下料、数控加工、设备运行状态可视化、产品生产效率可视化和成本可视化管理等功能。

2) 对软硬件的要求

软件：制造执行系统软件 MES、数字孪生调试软件 VMS4.0。

电脑配置：

CPU：Intel i7 或 i5 十代以上（或同等级 AMD 系列）；

内存：16G 及以上；

固态硬盘：500GB 以上；

显卡：NVIDIA GTX 1050ti 及以上（或同等级 AMD 系列），显存 4GB 及以上；

显示器：分辨率及色彩 1920*1080 32 位真色彩以上，刷新频率 60 赫兹

3) 网络通信与控制要求

虚拟场景中的生产线应与 MES 和 VMS 数据中心建立网络通信链接，并能通过 MES 实现装备之间的数据通信、信号传输和作业控制，具有在 MES 的人机界面中可视化显示设备状态、产品生产率、设备利用率、生产成本等功能。

3) 工艺设计与数控编程要求

能够采用数字化技术（CAD/CAM），对给定订单中的零件进行三维建模、自动数控加工编程与生成数控加工程序文件。

4) 产品加工虚拟调试与生产排产计划制定要求

能够采用数字孪生体软件导入数控加工程序文件，进行零件的数控加工虚拟调试，验证程序合理性和加工运行时间；通过各种优化算法获得在最大化生产效率前提下、兼顾设备利用率和生产成本的最优排产方案，并能给出生产节拍（周期）。

基于最优排产方案完成 Python 程序开发，实现生产流程自动化规划，程序可直接适配 MES 系统完成生产调度与订单下达。并将最终调试所获的资源调度和生产数据作为设计方案。

在满足上述要求的前提下，方可进入智能制造数字孪生生产线的联调和运行。

2. 赛程安排

比赛由初赛和决赛组成。

初赛由工艺设计与排产设计文档、数控加工编程与虚拟仿真加工视频两个环

节组成。根据初赛成绩及晋级比例确定晋级决赛的参赛队，初赛成绩带入决赛。决赛由现场装备调试及通信与编程、系统联调及生产运行两个环节组成。各竞赛环节安排见表 2。

表 2 智能制造数字孪生赛道比赛环节

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容
1	第一环节	初赛	工艺设计与排产设计文档（网评）
2	第二环节		数控加工编程与虚拟仿真加工视频（网评）
3	第三环节	决赛	智能制造产线设备调试及 MES 通信与 Python 编程（现场）
4	第四环节		系统联调及生产运行（现场）

3. 订单需求

订单需求包括零件的种类、数量和交货时间。

1) 零件的种类

零件种类主要包括芯轴（见图 1）、球铰杆（见图 2）和槽轮（见图 3）共 3 种零件。

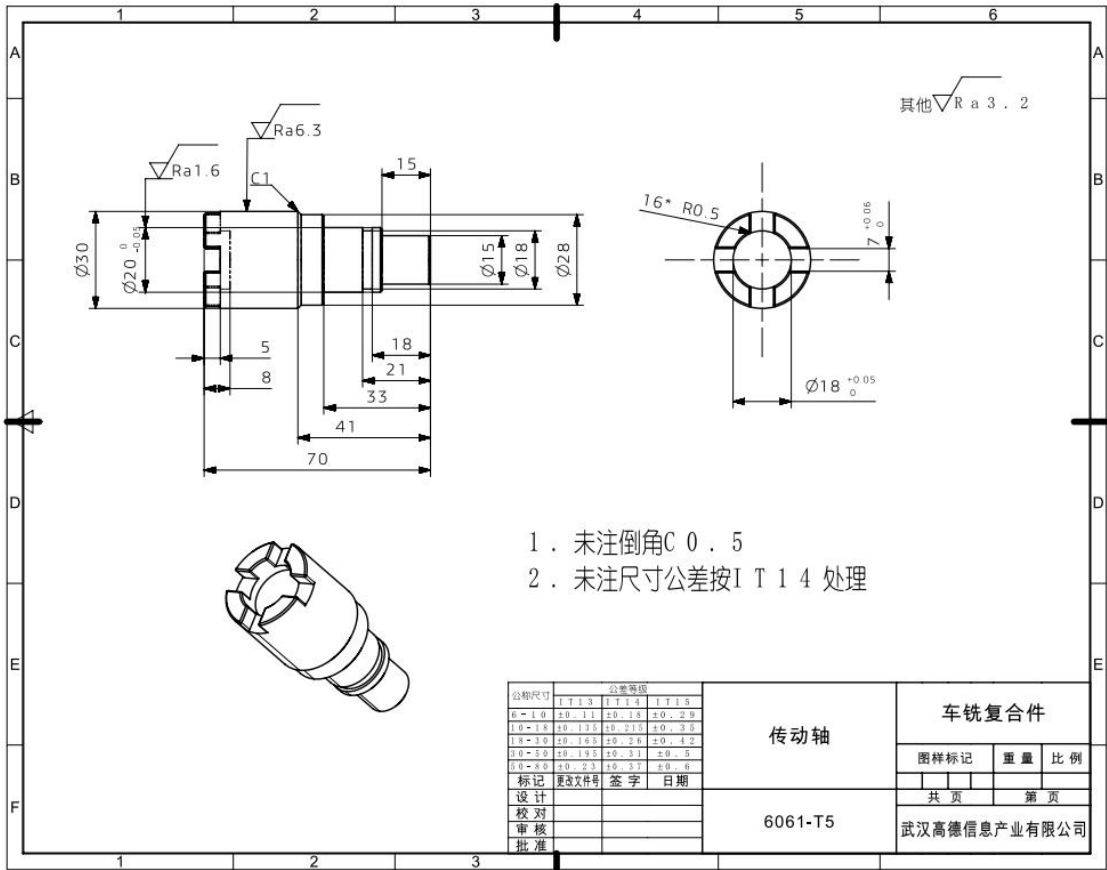


图 1 传动轴三维图与工程图

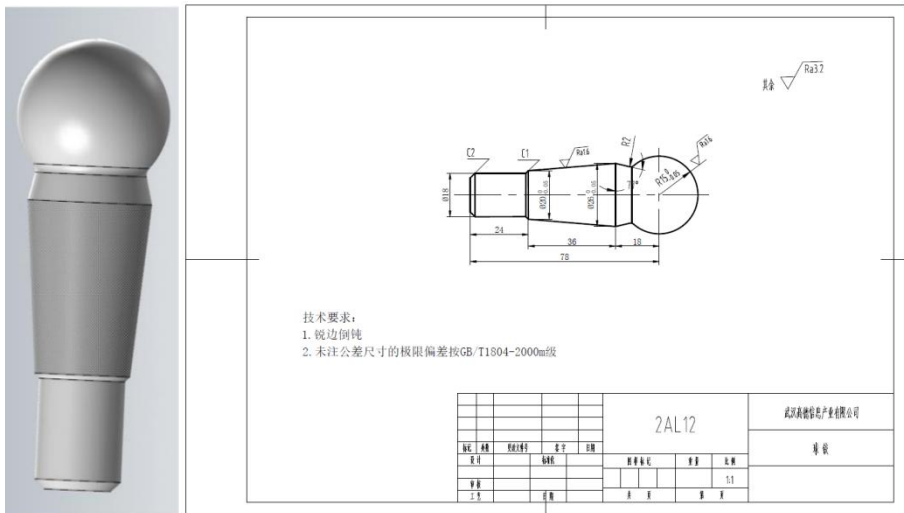


图 2 球铰杆三维图与工程图

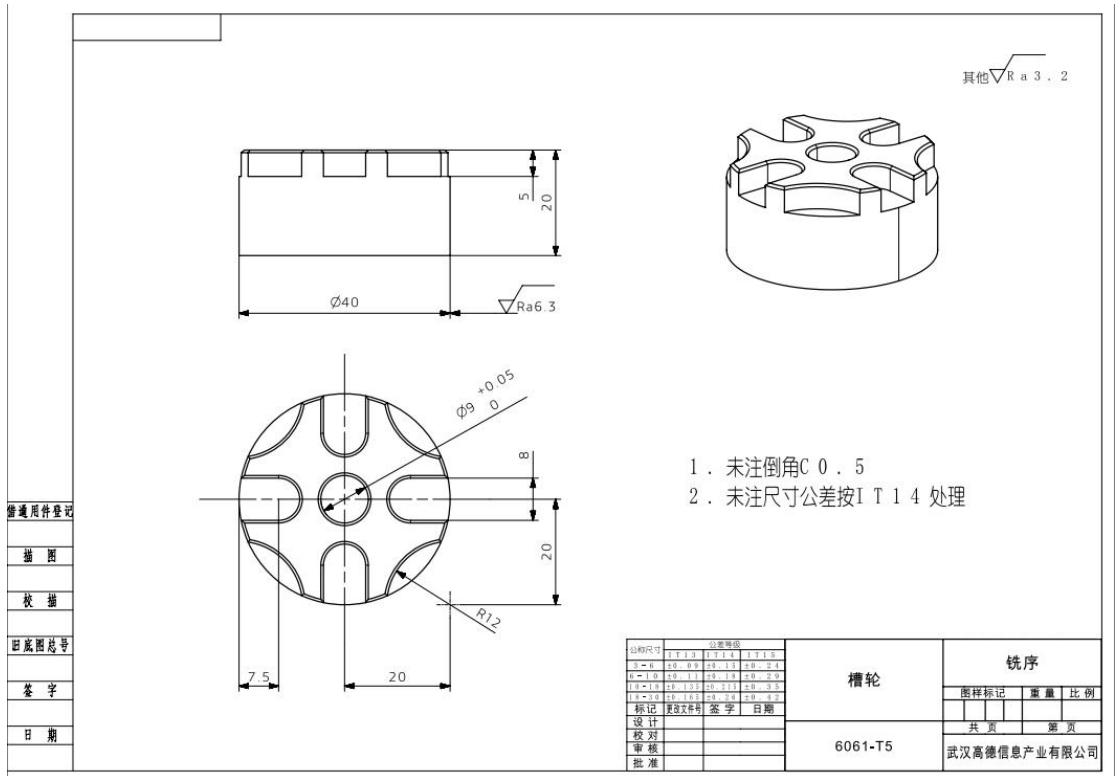


图 3 槽轮零件的三维图与工程图

2) 零件数量

零件总数量 24 件，其中球铰杆 16 件，传动轴和槽轮各 4 件。

3) 交货时间

全部零件应在 2.5 小时内完成加工，并交货。

4. 赛项具体要求

1) 初赛

(1) 工艺设计与排产设计文档

针对订单需求，按照智能制造虚拟场景要求，以及装备技术参数。通过制造现场的条件和订单需求分析，完成制造工艺规程的设计：包括工艺过程设计、工

序设计和刀具选型设计、数控加工编程与仿真，其中需要提交图 1-传动轴的工艺设计文档；全部生产任务的生产调度与排产计划设计，生产流程的 Python 自动控制脚本编写等。为智能制造生产线提供工艺过程依据。

文档需按照模板编写，否则将影响该环节成绩；内容全面、设计合理、分析清晰。

（2）数控加工编程与虚拟仿真加工视频

数控加工编程（CAM）过程录屏、仿真加工（用 VMS4.0 软件进行）动画（各 1 份），不能出现学校名称或者与学校有关标识，时间不超过 3 分钟，文件格式为 wmv、avi、mp4 等通用格式，分辨率为 1920×1080，在常用的视频播放软件（如风雷影音、QQ 影音等）下可以流畅播放，文件容量在 100MB 之内。

初赛评分标准见评分规则，成绩占总成绩的 50%。

2) 现场决赛

（1）装备调试及 MES 通信与编程

采用智能制造数字孪生软件 VMS4.0，完成虚拟场景中的 AGV、工业机器人、立体料仓、数控机床的功能调试、作业流程调试、MES 与装备间的通信设置、MES 下单与订单下发，MES 生产流程调试、Python 调度算法编程调试。这部分成绩通过软件自动记载完成工作量给予评分。

（2）系统联调及生产运行

在数字孪生软件 VMS4.0 中导入 CNC 程序文件、机器人上下料程序、AGV 物料派送程序、生产流程调度算法等，实现全部零件的自动生产和数据采集及可视化。这部分成绩通过软件自动提取设备利用率、设备均衡率、生产效率和成本进行自动评分。

决赛评分标准见评分规则，成绩占总成绩的 50%。

3) 评分标准

内容	配分	评分细则
初赛（网上专家评审）	50 分	a) 工艺过程与工序设计，占 20 分； b) 生产调度与排产计划，占 10 分； c) CAM 及仿真加工视频，占 10 分； d) 格式与排版，占 5 分 e) 创新性，占 5 分。
决赛（现场自动评分）	50 分	a) 装备调试及 MES 通信与编程的完成度，占 20 分； b) 智能制造数字孪生系统联调及生产运行，占 30 分。

按照比赛成绩对参赛队进行排名，若出现成绩相同情况，按照现场决赛成绩得分高者优先排序，如仍旧无法区分排序，按生产效率高者优先排序。如仍旧无法区分排序，则由专家组确定排序方式。

本赛项的其他相关信息请关注大赛组委会后续通知。