

第 17 届全国三维数字化创新设计大赛

“华中数控杯”五轴加工及数字孪生技术 创新应用专项赛

组别：高职高专组

竞赛方案与命题

随着科技的飞速发展，全球制造业正经历着前所未有的科技革命与产业变革，我国工业领域数智化转型迅猛，方兴未艾。

数智化转型意味着传统生产方式的深刻变革，它利用3D/XR、数字孪生、人工智能、云计算、大数据、工业互联网等先进技术及生产力，助力传统工业实现网络化、数字化、智能化转型。而新质生产力，则代表着生产力的现代化和跃迁，它以科技创新为核心，以高质量、高效率、高附加值为特征，为经济社会的发展注入新的动能。数智化转型与新质生产力的交融共生，不仅提升了生产效率，优化了资源配置，更推动了产业结构的转型升级和新兴领域的快速发展。

本赛项利用智能高速五轴机床及数字孪生技术创新应用平台，进行风力发电装置传动机构、底座以及叶轮设计与制造、安装与调试，并在智能高速五轴机床及数字孪生技术创新应用平台上，完成风力发电装置风速测试、风力发电电压电流指标、发电功率多项功能。

本专项赛重点考察学生对基础学科及专业学科理论知识的理解与项目案例的实践创新应用，掌握数智化技术的实际应用及解决实际工程问题的综合实践能力，鼓励学科知识交叉融合，鼓励创新、创造精神与数智工匠精神！

一、竞赛环节安排

五轴加工及数字孪生技术创新应用竞赛由现场竞赛和场外答辩两个环节组成。具体安排如下表 1 所示：

表 1 竞赛环节

环节	形式	时长	备注
第一环节	现场竞赛	120分钟	实操成绩占总成绩70%
第二环节	场外答辩	15分钟	<p>1. 视频展示：赛前制作准备好2分钟左右视频文件，展示风力发电装置制作过程，主要内容包括但不限于以下内容：</p> <ul style="list-style-type: none">（1）选手制作叶轮的主要环节，例如设计与制造环节等；（2）风力发电装置整体测试，不同叶轮对发电效率，转速、灯泡点亮等指标。展示其功能和实现过程；（3）优化与改进迭代过程等；（4）呈现创新性和实用性等方面。 <p>2. 选手讲解 8 分钟。</p> <p>3. 专家问辩 5 分钟。</p> <p>4. 场外答辩分数占总成绩30%。</p> <p>5. 具体要求见竞赛命题（二）</p>

二、竞赛命题

（一）赛前指定零部件创新设计

参赛选手根据竞赛平台技术参数与功能，在现场竞赛前，完成指定零部件的自主创新设计与制作，使其能安装在风

力发电装置上，并满足风力发电电机负载的技术参数要求，通过风带动叶轮旋转，电机转动产生电能，使不同功率灯泡点亮。

风力发电装置要求如下：

（1）选手需要自行设计风力发电整体装置，主要为机械结构部分，对底座零件及叶轮进行创新设计。

（2）选手现场设计的零件加工模型文件以及CAM软件生成的程序需要比赛现场导入到数字孪生软件中，完成孪生运行与虚拟仿真调试；

（3）风力发电装置平台核心部件叶轮设计需要满足带动发电机产生电能，使灯泡点亮功能，评委通过现场功能演示完成对装置指标的评判。

（4）风力发电装置由参赛选手自主设计与制造，具有创新性，不得抄袭与委托他人设计制作，一旦发现，取消比赛资格并通报给选手所在学校。

（二）现场竞赛内容

在完成任务过程中，请及时保存程序及数据，防止意外断电及其它情况造成程序或资料的丢失。

本赛项利用智能五轴机床，数字孪生技术完成核心零部件加工，选手结合任务要求进行风力发电装置机构的设计、安装和调试，并完成CAM工艺编写，五轴数字孪生仿真、装置整体安装调试等工作任务。其任务与配分如下表：

序号	名称	配分	说明
1	任务一：提交产品设计作品	5分	详情见具体任务一
2	任务二：工艺CAM编写	20分	详情见具体任务二
3	任务三：五轴数字孪生仿真	20分	详情见具体任务三
4	任务四：五轴机床现场实操与加工结果	40分	详情见具体任务四
5	任务五：产品装配验证与功能实现	15分	详情见具体任务五

任务一：叶轮创新设计（5分）

1. 叶轮直径长136mm, 高度39mm
2. 提交叶轮三维模型设计以STP格式文件
3. 提交叶轮二维工程图设计以DWG格式文件

任务二：工艺/CAM编写（20分）

叶轮实际加工毛坯材料为6061铝合金，尺寸规格： $\Phi 136 \pm 0.5 \text{mm} * 39 \pm 0.5 \text{mm}$ 。

1. 加工工艺设计：以毛坯尺寸作为第一工序，设计完整的工艺流程，并制作多轴铣削工艺卡以DOC格式文件。
2. 以任务一设计的叶轮作为竞赛加工任务，完成叶轮零件CAM编程，程序以NC格式。
3. 编制好的程序完成底座零件仿真加工，以仿真加工软件格式存盘。

完成任务后，举手示意裁判进行确认！

任务三：五轴数字孪生验证（20分）

1. 机床准备工作：刀具安装、刀柄选择、夹具安装、毛坯安装。
2. 数控系统准备：刀具表参数、坐标系设置、NC代码准备。
3. 加工仿真：因误操作或自动加工中机床超程、机床干涉。
4. 结果对比：加工结果是否与设计一致（可以通过设计模型与加工结果对比）。

完成任务后，举手示意裁判进行确认！

任务四：五轴机床现场实操与加工结果（40分）

1. 利用赛场给定的机床、卡盘，选手自带工、量、刀具完成叶轮加工，检测及精度调整。
2. 将卡盘调整为正爪，完成二次工装的装夹，也可自行设计夹具加工。
3. 完成零件加工和检测及质量调整，提交实物零件。
4. 根据零件工程图纸完成零部件检测

完成任务后，举手示意裁判进行确认！

任务五：产品装配验证与功能实现（15分）

1. 完成整体零部件装配，进行测试前调试。
2. 根据赛场统一安排依次进行风力发电装置的装配测试、减重率测试、平衡性测试、风力测试、灯点亮等，并提交测

试数据（数据以手工填写的纸质版文件提交）。（粗糙度，转速，不低于多少克重量，固定时间60S，不同功率的灯点亮）。

三、场外答辩要求

各参赛队选派代表参加场外答辩，选手可以从设计的独创性、技术或原理的创新性，实现的经济性和易用性、价值导向性、环保性等方面进行介绍。答辩问题涉及风力发电装置的整体设计思路、工作原理、制作工艺及创新点等。

1. 在参赛报名时提交设计文档，文档应包括：

◆概念设计、总体设计、功能设计和详细设计；

◆零部件的制造工艺过程卡、工序卡以及制作过程视频（剪辑10分钟左右）；

◆安装调试过程和结果分析（剪辑2分钟左右）；

◆优化设计和制造的方法和结果。

2. 提交演示视频文件电子版。

3. 提交答辩 PPT 文件电子版。

注意：文档出现校名、姓名、队名，此环节不得分；
文档雷同均视作弊，此环节不得分。

四、职业素养与安全操作要求

对参赛选手全过程的职业精神及其具备的生产安全、环境保护知识和操作的规范性、系统性等进行综合评价，主要从以下几个方面进行考核：

1. 安全文明参赛；
2. 设备操作的规范性；
3. 工具、量具的使用与摆放；
4. 着装规范；
5. 资料归档完整；
6. 完成任务的计划性、条理性，以及遇到问题时的应对状况等。

如出现以下情况，视情况进行扣分

考核内容		扣分标准
1	机床与其他工具发生碰撞	3分/次
2	机床加工过程中零部件掉落现象	2分/次
3	不服从评委指令	3分/次
4	擅自离开本参赛队赛位	取消比赛资格
5	与其他赛位的选手交流	取消比赛资格
6	在赛场大声喧哗、无理取闹	取消比赛资格
7	携带U盘、手机等不允许携带的物品进场	取消比赛资格
8	发现作弊行为	取消比赛资格
9	出现严重撞机，导致设备损坏	取消比赛资格