

目录

[一、项目概况 4](#_Toc183019031)

[1.1 建设背景 4](#_Toc183019032)

[1.2 建设目标 5](#_Toc183019033)

[1.3 建设必要性 6](#_Toc183019034)

[1.4 政策依据 8](#_Toc183019035)

[1.5项目资金来源 11](#_Toc183019036)

[二、现状与需求分析 11](#_Toc183019037)

[2.1. 现状 11](#_Toc183019038)

[2.2. 需求分析 12](#_Toc183019039)

[三、设计要求 13](#_Toc183019040)

[3.1 总体架构及技术路线 13](#_Toc183019041)

[3.2 系统功能模块 14](#_Toc183019042)

[四、建设内容 14](#_Toc183019043)

[4.1 产教融合实训中心建设 14](#_Toc183019044)

[4.2 校企合作机制建设 14](#_Toc183019045)

[五、项目组织管理 15](#_Toc183019046)

[5.1 项目组织机构 15](#_Toc183019047)

[5.2 项目进度安排 16](#_Toc183019048)

[5.3 安全管理制度 16](#_Toc183019049)

[六、本地化部署环境，运维服务要求及国产化 16](#_Toc183019050)

[七、关键技术与设备 17](#_Toc183019051)

[7.1 三坐标教学资源 17](#_Toc183019052)

[7.1.1综述 17](#_Toc183019053)

[7.2 三坐标设备 17](#_Toc183019054)

[7.2.1产品技术方案 17](#_Toc183019055)

[7.2.2 系统技术要求 23](#_Toc183019056)

[7.3测量虚拟仿真软件的要求 27](#_Toc183019057)

[八、三坐标培训及CAM加工培训服务 30](#_Toc183019058)

[8.1师资培训-培训方案及计划 30](#_Toc183019059)

[8.2培训方案计划表 30](#_Toc183019060)

[九、原有CAM升级及培训服务 32](#_Toc183019061)

[十、绩效目标 38](#_Toc183019062)

[10.1 社会效益 38](#_Toc183019063)

[10.2 经济效益 38](#_Toc183019064)

[10.3 运行指标 38](#_Toc183019065)

[十一、风险分析 39](#_Toc183019066)

[11.1 主要风险 39](#_Toc183019067)

[11.2 应对措施 39](#_Toc183019068)

[十一、项目预算 40](#_Toc183019069)

# 一、项目概况

## 1.1 建设背景

随着“十四五”规划的推进，我国职业教育体系正经历着深刻的变革，旨在通过优化教育资源配置，实现教育质量与公平的双重提升。国家对于“数字中国”和“数字教育”的高度重视，推动了教育信息化的发展，特别是职业教育领域，强调通过信息技术手段提高教学质量，促进产教融合，为企业和社会培养更多高素质的技术技能人才。

在此背景下，威海技师学院积极响应国家号召，致力于构建一个集基础技能训练与测评于一体的智慧实训一体化教学云平台。该平台将充分利用现代信息技术，如云计算、大数据、人工智能等，为师生提供一个高效、互动的学习环境。特别地，针对三坐标仿真测量这一关键技能领域，学院计划引入先进的三坐标仿真测量产教融合实训教学系统，以弥补传统教学中实践环节不足的问题，增强学生的实际操作能力和解决复杂问题的能力。

三坐标测量技术作为现代制造业中不可或缺的一部分，其应用范围广泛，从精密机械加工到航空航天、汽车制造等行业均有涉及。然而，由于设备成本高昂、操作复杂等原因，许多职业院校在开展此类技能训练时面临较大困难。因此，构建一套能够模拟真实工作场景的三坐标仿真测量产教融合实训教学系统，不仅有助于降低教学成本，还能有效提升教学效果，更好地满足企业对高技能人才的需求。此外，该系统的建设也将为教师的专业发展提供支持，促进师资队伍的建设和更新，确保教学内容与行业标准保持同步。

威海技师学院智慧实训一体化教学云平台之三坐标仿真测量产教融合实训教学系统的建设，是顺应时代发展要求、深化教育教学改革的重要举措，对于提升学院整体办学水平、增强毕业生就业竞争力具有重要意义。

## 1.2 建设目标

本次购买服务中的三坐标仿真测量产教融合实训教学系统面向智能制造系的机电一体化技术专业和工业机器人专业的在校学生，旨在打造一个集实训教学、专业培训、操作体验为一体的综合性实训平台。该系统将充分考虑当前IT流行技术的发展趋势，注重各项技术之间的产教融合，满足日常教学的项目实训需求，鼓励学生创新实践，提高就业竞争力。具体实现目标如下：

1. **提供专业实践操作环境**：

满足机电一体化技术和工业机器人专业课程的实训要求，提供三坐标测量仪的操作、编程、数据处理等实训内容。

构建一个安全、便捷的上机环境，让学生能够在真实的或仿真的环境中掌握三坐标测量技术，提高实际操作能力。

1. **建立完善的三坐标测量实训系统：**

涵盖三坐标测量仪的基本操作、复杂工件测量、数据处理与分析、报告生成等实训内容。

提供多种测量任务和案例，帮助学生全面理解和掌握三坐标测量技术的应用。

1. **满足职业技能认证考试要求：**

为学生提供备考环境和资源，支持相关职业技能认证考试。

1. **促进产教深度融合：**

与企业合作，引入最新的三坐标测量技术和设备，确保教学内容与行业标准保持一致。

定期邀请企业专家进行专题讲座和技术指导，增强学生的实践经验和就业竞争力。

1. **打造创新实践平台：**

鼓励学生参与创新项目和竞赛，提供必要的技术支持和指导。

设立专门的创新实验室，配备先进的三坐标测量设备，为学生提供一个自由探索和实践的平台。

通过以上目标的实现，三坐标仿真测量产教融合实训教学系统将成为一个集学习理论知识、强化技能训练、培育创新精神于一体的综合性教育平台，为学生的职业发展打下坚实的基础。

## 1.3 建设必要性

随着学校整体搬迁至经区，实训教学环境需要进行全面优化。当前技术的不断更新使得现有的实训教学平台逐渐暴露出诸多问题，这些问题严重影响了教学质量和效率。以下是现有平台的主要问题及建设三坐标仿真测量产教融合实训教学系统的必要性：

1. 故障频发，影响教学连续性：

现有平台故障频发，需要技术人员频繁到现场进行维护，维修期间无法正常教学，严重影响了教学的连续性和效率。

新平台将采用更稳定的技术架构，减少故障发生率，并通过远程维护功能，缩短故障恢复时间，确保教学活动的顺利进行。

2. 软件部署繁琐，管理不便：

当前的教学软件部署过程繁琐，不能批量维护，无法做到统一管理，这不仅耗时耗力，还降低了教师的工作效率和教学质量。

新平台将采用云技术，实现教学软件的集中管理和自动部署，简化维护流程，提高管理效率，减轻教师负担。

3. 缺乏有效的应用管控，存在安全隐患：

现有平台无法有效管控学生使用的应用程序，容易引入外部病毒，导致教学资料丢失或损坏，影响教学安全。

新平台将集成先进的安全防护措施，如防火墙、杀毒软件等，确保教学环境的安全性，防止病毒入侵和数据泄露。

4. 教学互动效果不佳，理论与实践脱节：

目前的教学互动方式效果不佳，部分知识学生只能停留在理论层面，难以将理论与实践相结合，影响了学生的实际操作能力和解决问题的能力。

新平台将提供丰富的互动教学工具，如虚拟实验室、在线讨论区、实时反馈系统等，增强教学互动性，帮助学生更好地理解和掌握专业知识。

5. 适应现代教育理念，推动教学模式转型：

在现代教育理念下，传统的以教师为中心的教学模式已经不能满足新时代的需求。政策导向和新经济形态的发展趋势要求教学方式日益多样化。

建设三坐标仿真测量产教融合实训教学系统，有助于推动教育从传统的以教师为中心向以学生为中心转变，提高学校的信息化教学能力，提升教育水平。

6. 提高学校的荣誉和竞争力：

通过建设先进的实训教学平台，学校可以更好地培养高技能人才，提高学生的就业竞争力，从而提升学校的声誉和影响力。

新平台将助力学校在职业教育领域树立标杆，为经济社会发展贡献更多高质量的技能人才。

综上所述，建设三坐标仿真测量产教融合实训教学系统不仅是解决现有问题的迫切需要，更是学校适应现代教育发展趋势、提升教学质量、增强竞争力的重要举措。通过这一项目的实施，学校将能够更好地满足学生的学习需求，提高教学效果，为社会培养更多高素质的技术技能人才。

## 1.4 政策依据

**1. 教育部等六部门关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见（教科信〔2021〕2号）**

到2025年，基本形成结构优化、集约高效、安全可靠的教育新型基础设施体系。

完善智慧教学设施，提升通用教室多媒体教学装备水平，支持互动反馈、高清直播录播等教学方式。

部署学科专用教室、教学实验室，依托感知交互、仿真实验等装备，打造生动直观形象的新课堂。

**2. 十四五规划**

明显提高教育信息化水平，实施教育信息化2.0行动计划。

到2025年基本实现“三全两高一大”的发展目标，即数字校园建设覆盖全体学校、教学应用覆盖全体教师、学习应用覆盖全体学生，信息化应用水平和师生信息素养普遍提高，建成“互联网+教育”大平台。

推动从教育专用资源向教育大资源转变、从提升师生信息技术应用能力向全面提升其信息素养转变、从融合应用向创新发展转变。

努力构建“互联网+”条件下的人才培养新模式、发展基于互联网的教育服务新模式、探索信息时代教育治理新模式。

**3. 关于推动公共实训基地共建共享的指导意见（发改就业〔2020〕1951号）**

统筹推进职业技能培训基础能力建设，指导支持各地加强公共实训基地建设。

推动职业技能培训资源共建共享，助力大规模开展职业技能培训，促进实现更加充分更高质量就业。

**4. 职业教育提质培优行动计划（2020—2023年）（教职成〔2020〕7号）**

提升职业教育专业和课程教学质量，完善以学习者为中心的专业和课程教学评价体系，强化实习实训考核评价。

鼓励教师团队对接职业标准和工作过程，探索分工协作的模块化教学组织方式。

提升职业教育信息化建设水平，引导职业学校提升信息化基础能力，建设高速稳定的校园网络，统筹建设一体化智能化教学、管理与服务平台。

**5. 教育信息化2.0 行动计划**

加快面向下一代网络的高校智能学习体系建设，适应5G网络技术发展，服务全时域、全空域、全受众的智能学习新要求。

以增强知识传授、能力培养和素质提升的效率和效果为重点，以国家精品在线开放课程、示范性虚拟仿真实验教学项目等建设为载体，加强大容量智能教学资源建设。

加快建设在线智能教室、智能实验室、虚拟工厂（医院）等智能学习空间，积极探索基于区块链、大数据等新技术的智能学习效果记录、转移、交换、认证等有效方式，形成泛在化、智能化学习体系，推进信息技术和智能技术深度融入教育教学全过程。

**6. 中国教育现代化2035**

注重对学生创新精神与实践能力的培养。

建立完善的学生实习实训和社会实践保障激励机制，落实社会企事业单位育人责任。

建设三坐标仿真测量产教融合实训教学系统符合国家多项政策的要求和导向。该项目将通过先进的信息技术手段，提升教学质量和效率，增强学生的实践能力和创新能力，推动职业教育的现代化发展。同时，该项目还将促进产教融合，为企业和社会培养更多高素质的技术技能人才，助力实现更加充分更高质量的就业。

## 1.5项目资金来源

项目资金来源于国家级示范项目-“中韩工学一体技工培育”专项资金

# 二、现状与需求分析

## 2.1. 现状

学校整体搬迁至经区后，原有的教学环境已经使用了五六年，设备老化严重，无法满足新的教学大纲要求。在人员有限的情况下，如何保证教学质量，摆脱“救火队”的角色，提供良好的教学体验，成为本次项目的出发点。具体存在的问题包括：

1. **设备老化与故障频发**：

现有设备老化，故障频发，需要技术人员频繁到现场进行维护，维修期间无法正常教学，严重影响了教学的连续性和效率。

1. **软件兼容性问题：**

平台与各类软件存在兼容性问题，导致无法正常运行某些专业软件，影响教学效果和学生的学习体验。

1. **考试管理效率低下：**

考试管理存在人工监控难度大、效率低下的问题，无法有效防止作弊行为，影响考试的公平性和公正性。

1. **教学资源管理分散：**

教学资源管理分散，教师上传和更新教学资源不方便，学生获取资源也不够快捷，影响了教学的灵活性和便捷性。

## 2.2. 需求分析

为了改善上述问题，提升教学质量和效率，建设三坐标仿真测量产教融合实训教学系统需满足以下需求：

1. **实现教学与实训功能**：

**常规教学**：教室可以通过管理平台展示教学课件、进行在线教学活动。平台应支持多种教学资源格式，方便教师切换不同的教学资源，提高教学互动性和效果。

**专业实训**：实训平台应侧重于专业技能训练，例如三坐标测量仪的操作、编程、数据处理等。学生可以在特定的软件工具上进行实践操作，无需在本地终端上安装复杂的开发环境，确保教学内容的完整性和一致性。

1. **实现资源共享与管理功能**：

**集中管理**：需要实现教学资源（如教学课件、实训案例、软件安装包等）的集中管理和共享。教师可以方便上传和更新教学资源，学生可以根据课程需求快速获取这些资源，将单一现场的教学方式变为灵活、随时获取的方式。

**版本控制**：支持教学资源的版本控制，确保资源的最新性和准确性，避免因资源过时而影响教学质量。

1. **实现学生学习考试管控功能**：

**考试监控**：在考试认证等过程中，系统应具备视频数据防偷窥、作弊等行为分析能力。考试监控系统需具备实时监控、录像回放、异常行为识别等功能，保障考试纪律。

1. **具备良好的网络基础设施**：

**数据传输**：确保数据传输的稳定性和安全性，避免因网络问题导致的教学中断或数据丢失。

**网络安全**：集成先进的安全防护措施，如防火墙、杀毒软件等，防止外部病毒入侵和数据泄露，保护教学环境的安全。

通过以上需求的实现，三坐标仿真测量产教融合实训教学系统将为学校提供一个高效、安全、互动的教学平台，提升教学质量和学生的实践能力，更好地适应现代教育的发展趋势。

# 三、设计要求

## 3.1 总体架构及技术路线

**总体架构**：采用分层架构设计，包括存储层、数据层、服务层、接入层、应用层，确保系统的可扩展性、可维护性和高性能。

**技术路线**：结合云计算、大数据、人工智能等先进技术，实现对教学资源的集中管理、远程控制和智能调度。

## 3.2 系统功能模块

**实训管理模块**：提供实践操作环境，支持不同专业课程的实训要求，如机械设计与制造、数字媒体设计等。

**资源共享模块**：实现教学资源的集中管理和共享，支持课件、视频、音频等资源的上传和下载。

**数据分析模块**：收集学生学习数据，进行智能分析，为教师提供教学反馈。

**远程控制模块**：支持教师远程控制学生设备，维护课堂秩序和安全。

# 四、建设内容

## 4.1 产教融合实训中心建设

**硬件设施**：利用现有设备，添置必要的实训设备和工具，建设符合行业标准的实训基地。

**软件资源**：开发和引进虚拟仿真实训软件，提供丰富的教学资源和实践案例。

**实训环境**：建设模拟企业真实生产环境的实训室，支持学生进行实践操作和技能训练。

## 4.2 校企合作机制建设

**合作协议**：与当地知名企业签订合作协议，明确双方的权利和义务。

**资源共享**：共享企业的设备、技术和专家资源，支持学校的教学和科研活动。

**项目合作**：引入企业的真实项目作为实训案例，让学生参与实际工作，积累实战经验。

**师资培训**：邀请企业专家担任兼职讲师，参与教学指导和课程开发。

# 五、项目组织管理

## 5.1 项目组织机构

**项目领导小组**：负责项目的整体规划、战略决策和资源协调，解决项目实施过程中可能出现的重大问题。

**项目经理**：全面负责项目的具体实施工作，制定详细的项目计划并组织执行，协调项目团队成员的工作。

**项目开发**：负责项目应用软件的开发进度控制，软件开发交流调研、开发等工作。

**项目测试**：根据项目需求进行技术选型，参与项目的测试工作，制定测试计划，对平台的性能、功能进行测试，并对测试结果进行分析和改进。

**项目采购**：根据项目技术人员提供的需求清单，进行调研，选择合适的供应商，负责采购合同谈判、签订和执行，确定采购内容符合项目要求且性价比高。

## 5.2 项目进度安排

**2024年11月**：成立项目组织机构，明确各成员的职责和分工，进行项目可行性研究。

**2024年12月**：进行项目招标工作，发布招标公告，组织供应商资格审查，编制招标文件并进行招标评审，确定项目供应商。

**2025年1月**：进行项目实施阶段，初步建成，进行试运行测试。

**2025年1月底**：进行项目验收及交付，正式投入运行。

## 5.3 安全管理制度

**人员安全管理制度**：制定人员准入制度，定期对进入实训教室的人员进行安全培训，确保实训环境的安全。

**设备安全管理制度**：定期对实训设备进行维护和检修，确保设备的正常运行和安全使用。

**信息安全管理制度**：制定信息安全管理制度，确保教学数据的安全和保密。

# 六、本地化部署环境，运维服务要求及国产化

产品及软件需要有本地部署环境，软件的服务器需部署在国产服务器上，符合国产化要求。

虚拟仿真软件要求为国产软件，符合国产化要求。

要求本地化运维服务，出现问题应积极响应，需要终身远程服务支持。其余质保服务自验收起三年。

30分钟内远程支持‌：通过远程连接进行故障处理和系统维护‌。

‌2小时内现场服务‌：在必要时进行现场技术支持和故障排查‌。

12小时内无法解决问题应有替换产品。

‌定期巡检‌：定期对系统进行检查和维护，确保系统的稳定运行‌。

# 七、关键技术与设备

## 7.1 三坐标教学资源

### 7.1.1综述

需校企共同建设两门课程资源，及《几何坐标测量技术与应用》、《坐标测量技术与应用》课程，并计 240 课时，内容包括三坐标课程介绍，每个课时的教案、演示文稿、微视频(教师知识点讲投、软件操作录屏等)、试题库、项目库数字化资源不少于 1000 条，满足学生线上线下学习的要求，课程建设项目包括课程前期策划与框架设计、视频制作、后期修改等内容。

## 7.2 三坐标设备

### 7.2.1产品技术方案

* 产品要求： 配备的扫描传感器，甚至能用来捕获轮廓和自由形态的表面。由于实训车间生产环境艰难。要求系统可以一整天抵抗温度波动、灰尘、污垢和粗暴对待。

要求测量范围X≥500mm；Y≥500mm；Z≥500mm

要求产品具备以下特点：

* 温度稳定性：从+18°C到+30°C
* 不需要压缩空气
* 节省空间的设计
* 集成有被动式阻尼系统
* 四面上下料
* 完全遮盖住的导轨
* VAST XXT 扫描传感器
* 扫描和单点测量
* CNC引导的测针更换
* 25mm吸盘，最佳的再现性
* 轴向测针长度：30到150mm
* 径向测针长度：到65mm
* 其他组件
* 带两个渐进式操纵式的数字控制面板
* 用于CNC引导测针更换的测针架
* 测量软件
* CALYPSO参考测量软件
* 带车间地面底座
* IP54级的灰尘和湿气防护
* 键盘与显示器承载臂
* 可储存个人电脑上锁空间
* 热屏蔽
* 可用起重卡车或叉车移动
* 可选的软件
* PCM:菜单指导的对参数支持测量运行的控制
* PiWeb reporting plus：测量结果图形化显示和统计分析
* FACS-可编辑的自动操作程序
* 可选的硬件
* 带两个工件传感器的自动温度读取装置
* 精准的转台



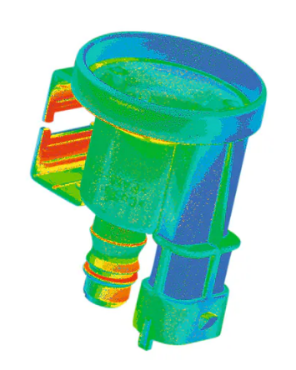
**4）达到测量的要求**

对于任何材料，都有适合的测量方法：无论是钣金零件，由金属、塑料、陶瓷、玻璃制成的铸件，橡胶或硅状等可变形部件或织物覆盖曲面，针对任何任务，都具有适合的测量方法。

即使是在短时间内，机器也能够快速准确地进行批量测量。如果仍然存在瓶颈，需要厂家及时解决。

* 要求设备对于几何产品规格（尺寸、形面和位置）的检验具有出色的准确性
* 要求设备带有测试报告的初始采样（例如VDA或PPAP）
* 可使用不同处理的逆向工程，例如条纹投影、激光三角测量和计算机断层扫描
* 要求产品可以测量车辆的所有组件，包括门把手和内燃机部件（如气缸盖和曲轴箱），底盘和车轴部件以及车身测量

**5）需实现电脑断层检查**

通过内部实际状况的可视化程序，电脑断层扫描测量实现了装配件、模块和整个产品装置的无损检验。其允许进行装配检验、磨损测试和缺陷分析。直径达1，500毫米的零件区域可以以纳米范围的分辨率进行断层扫描。

* 测量分析和几何比较

电脑断层扫描仪采集整个组件。因此，可对组件的外部和内部结构进行计量评估。需要达到的服务：

·测量规格几何形状和自由曲面

·额定/实际几何尺寸与偏差的颜色编码3D可视化的比较

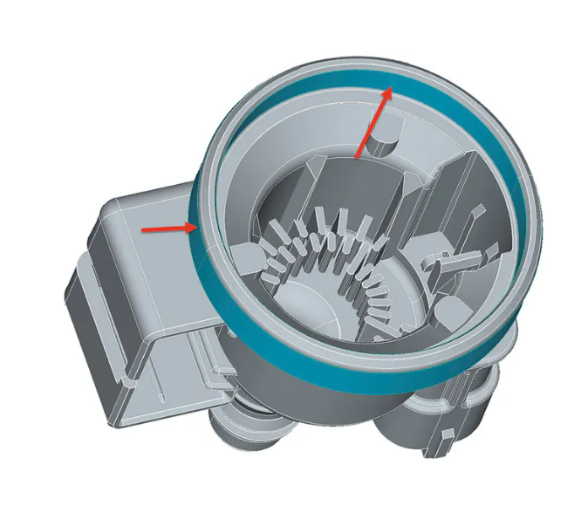
·完成首个样品检验

* 零件内无损失效分析

CT扫描在无破坏的情况下，可将塑料和轻金属组件中的误差可视化。

需要提供：

·孔隙度和夹杂物分析

·损坏和失效分析

·装配检查·部件检查

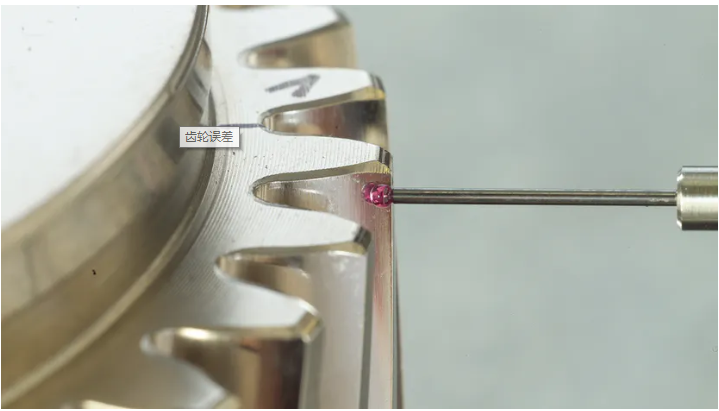
* 逆向工程一校正、优化、攫取

CT系统可以对您的组件进行逆向工程，

测量服务：

·逆向工程

·模具修正，例如：注塑件

6）齿轮误差

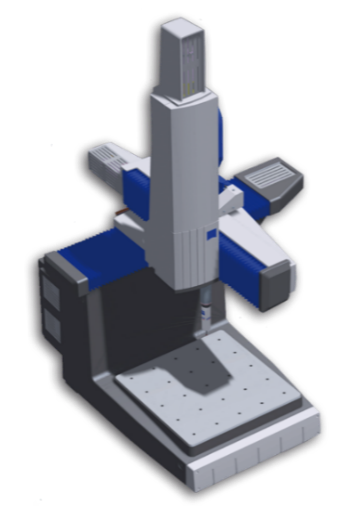
无论是弧齿锥齿轮、斜齿圆柱齿轮，蜗轮或者转子，可以测量所有外径不超过3米的标准齿轮类型，并根据标准进行评估。测量的解决方案基于给定的应用程序。其可以是配有或不配有转台及星形测针系统的测量，或者带有扇形测针系统的平面测量。

### 7.2.2 系统技术要求

* 高科技机体结构设计-无需压缩空气

采用一体化结构设计，无需压缩空气，可以无缝集成到产线

* 全防尘设计－防止外界污染
* 无需压缩空气－降低周期成本
* 被动减振－降低外界影响
* 一体化控制系统－减少占地面积
* 通用装夹系统－提高测量效率
* 一键测量－降低操作需求



图片仅供参考

工作高度需符合人体工学设计。同时，要求敞开式可供料设计可以实现无障碍装夹。

* 可实现宽温设计-直接嵌入生产流水线
* 三坐标测量机直接嵌入于生产流水线, 无需额外外罩或空调，集成到自动物流与信息流中。



**15°**

**40°**

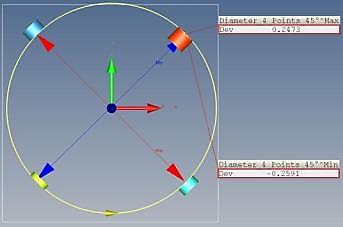
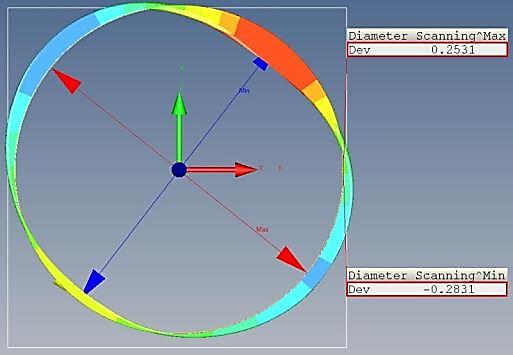
**18°**

**30°**

DuraMax DuraMax HTG

* 可通过自动编程快速适应产品变化。
* 同时，无需压缩空气，节省大量成本
* 温度范围: 最大可达18-30°C
* 连续扫描平台的要求

测量的精确性与点数据采集密度息息相关，更高的点数亦有利于更精确反映轮廓的真实形态，提高被测元素形状，位置及尺寸测量的精确性，连续扫描平台集扫描控制系统，扫描数据软件处理技术，扫描测头系统及误差补偿技术于一体，需体现测量技术的发展必然趋势及先进性。

* ****

连续扫描需提高测量精确性数微米至数十微米不等

* 微测力三维连续扫描测头系统

三维连续扫描测头系统需自定心测量，多点触测及连续扫描均可通过高精度测微传感器对微小位移进行精确测量。

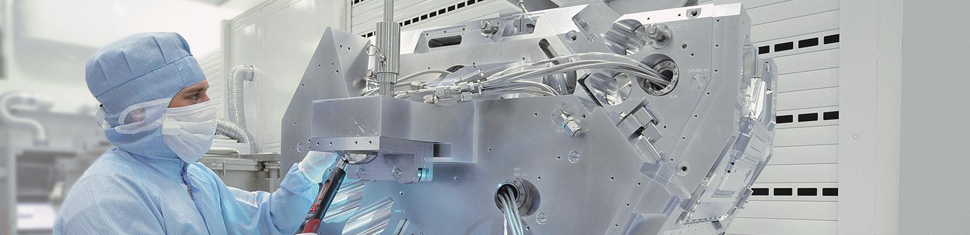
可实现小至10mN的测量力，有利于最大化降低测量力对于敏感表面的影响，同时适用于小薄软等材质表面量测，更高的测头分辨率亦可实现小于10nm极微量尺寸变化，满足全面的超高分辨率三维及二维几何量尺寸量测要求。

* 要求玻璃陶瓷光栅尺技术

具有玻璃与陶瓷的双重特性，不受温度影响的物理特性，可运用于天文望远镜的主镜及副镜上，可提供优异的热平衡适应性能，更因其物理性质稳定可加工出极佳的光学表面。



天文装备

步进扫描光刻技术

直线光栅尺，作为测量系统是坐标测量机的重要组成部分，于设计坐标测量机时，选择适合的光栅尺基体材料，对于提升测量机长期的精度稳定性及性能非常关键。

要求坐标测量机三轴配备光栅尺

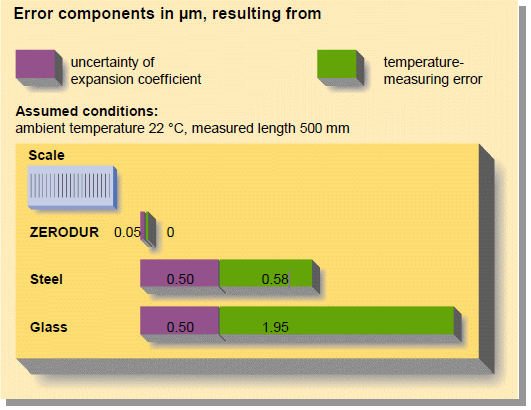
热胀冷缩为材料的常规物理特性，20℃为当前国际计量标准所规定的基准温度，偏离该温度将导致材料长度的变化，而计量实验室日常使用时难以长期保证20℃的理想条件，因此，光栅材料的热膨胀系数CTE不可忽略，

玻璃陶瓷光栅尺有效消除测量误差的影响，即便于较大温度范围条件下，线性热膨胀系数CTE仍最大化接近于零，其优点在于：

无需进行温度补偿

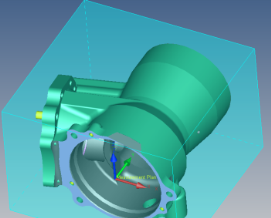
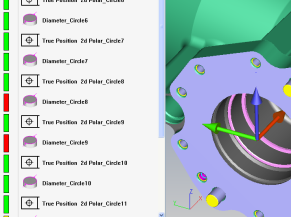
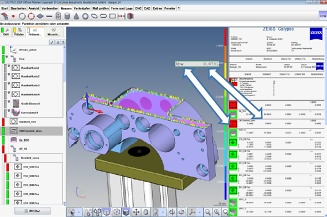
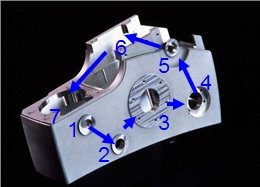
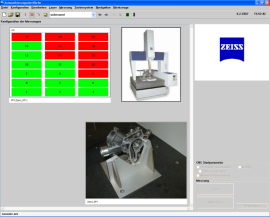
无需温度传感器，更小化误差

光栅尺热膨胀系数的测量不确定度及温度测量误差是系统测量误差的重要来源，以500mm光栅尺为例, 22℃条件下（详看下图），钢基体光栅尺热膨胀系数的不确定度（紫）达0.5um,温度测量误差（绿）亦达0.58um,两者的综合影响不可消除及忽略，采用ZERODUR玻璃陶瓷基体直线光栅尺，热膨胀系数的不确定度小至0.05um,由于其热膨胀系数为零，更无需额外的温度量测及补偿，长期精度精确及稳定性更佳。



光栅尺基体材料误差比对

## 7.3测量虚拟仿真软件的要求

基于CAD内核的通用测量软件平台，需实现了全面的面向对象编程，人机对话友好，无需关注具体的代码细节，使得复杂的程序编制及优化任务变得简单快捷，需通过权威的PTB认证，相关形位公差及几何量尺寸计算及评定符合ISO标准。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 实现功能（部分） | 要求 |
| 面向对象编程 | 不涉及复杂代码，更少的点击数，更高的编程效率 |
| 安全立方导航技术 | 自动化测量过程碰撞预防性技术，根据定义的立方区域自动优化移动路径，有效最大化降低测量机与工件碰撞之可能性。 |
| 自动排序 | 实现对海量特征的快速排序，优化路径，满足各类部件高效测量的要求。 |
| 迷你程序 | 快速定义单个或多个迷你程序，满足一键式快捷调用 |
| 格式刷等智能工具 | 实现特性或元素的快速格式复制，程序编制及修改 |
| 交互式可视化报告 | 一键式快速输出测量报告，点击报告相应特征即可关联测量程序，极大提升编程及程序优化的操作效率 |
| 自动运行界面 | 实现单件或阵列式多样件测量，简捷高效。 |

* **元素需自动识别**

**探针路显示-避免碰撞**

测量软件支持程序运行时显示探针位置，便于脱机模拟运行时检查测针碰撞、测头干涉、机器超行程等作用。

* 安全平面-自动移动路径生成

测量软件支持全方位的安全空间设置，可以同时在被测零件6个方向形成6个安全平面；

* **参数化编程能力**

测量软件需支持高级编程二次开发功能，支持循环语句、条件判断、变量、三角函数等高级应用语句和功能，支持外部文件和程序的读写，同类特征可编写通用子程序，简化编程过程，提高编程效率；

* **直接CAD界面**

测量软件CAD数据读入模块,需支持多种CAD格式.

* **多公差标准兼容性**

测量软件包支持ISO和GB形位公差标准，并可在多个标准间选择。

* **产品PMI 信息自动识别**
* **操作简便 一键式操作**
* **智能图形化测量报告**

交互式图形测量报告可以详细显示出所测零件的图形信息。

* **过程能力分析**

交互式图形报告不仅能显示当前的测量报告，还可以查看历史记录，并且在此基础实现统计分析功能。

# 八、三坐标培训及CAM加工培训服务

根据配套课程资源培训240个学时。并提供一年需不低于两次移机调试服务。

在交货时间之前进行安装调试，在设备交付以后，将提供240个学时培训服务，以能够让学校老师学会并且掌握如何使用本套设备、软件、课程等内容并考取Calypso认证证书，更加快速地达到教学的要求。

## 8.1师资培训-培训方案及计划

在交货时间之前进行安装调试，在设备交付以后，将提供240个学时的培训服务，以能够让学校老师学会并且掌握如何使用本套设备、软件、课程等内容并考取Calypso认证证书，更加快速地达到教学的要求。

## 8.2培训方案计划表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **培训名称** | 三坐标测量培训 | **培训讲师** | 技术工程师 |
| **培训对象** | 授课教师 | **培训时间** | 设备交付之后，双方需签订协议，共240个学时 |
| **培训形式** | 教室理论培训，现场实际操作培训 | | |
| **培训具体日程** | **时间** | **培训内容** | |
| 1-17个学时 | 1. 三坐标(CMM)简介及其维护保养  * 硬件 * 软件 * 温度 * 开关机 * 简单维护保养 | |
| 17-34个学时 | 1. 探针系统  * 探头介绍 * 手动装卸探针 * 手动校准探针 * 自动装卸探针 * 自动校准探针 | |
| 31-51个学时 | 1. 建立坐标系  * 建立基本坐标系 * 建立附加坐标系 * 坐标系的平移旋转 * 坐标系的种类 | |
| 51-68个学时 | 1. 元素采集  * 几何元素 * 构造元素 | |
| 68-85个学时 | 1. 元素策略及评定  * 圆的测略 * 点测略 * 元素的评定 | |
| 85-102个学时 | 1. 输出特性  * 尺寸输出 * 角度 * 距离 * 其他（焦点、短径、槽长宽） | |
| 102-119个学时 | 1. CNC编程及运行程序  * 编程的步骤 * 调试程序 * 运行程序 | |
| 119-136个学时 | 1. 基于CAD模型编程  * 导入CAD模型编程 * 模型上采集元素 * 编程 | |
| 136-153个学时 | 1. 报告设置  * 报告格式修改 * 报告表头修改 * 报告保存路径修改 | |
| 153-200个学时 | 1. 数据备份及机器配置  * 数据备份 * inspection文件夹 * config文件夹 * 机器配置 | |
| 200-240个学时 | 现场培训 Calypso 测量软件基础培训内容回顾与答疑 | |

# 九、原有CAM升级及培训服务

**可为制造业提供先进解决方案**

需要满足各个行业的各种加工需求，以优质解决方案，帮助客户提高生产力。

**合作共赢，融合创新**

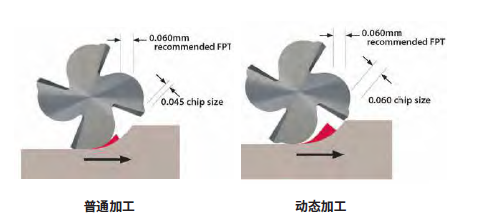
对制造业的执着专注推动着CAM的创新。与领先的刀具，软件和机床制造商一起合作，开发新的技术，共同塑造制造业的未来。

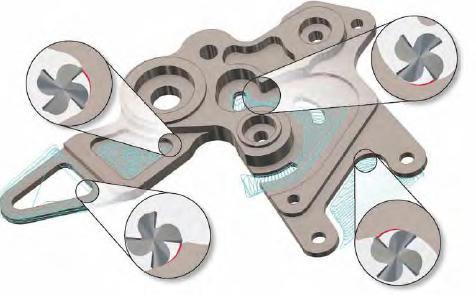
**整合资源，持续精进**

在数字化工厂时代，CAM通过数据驱动的制造技术，帮助工厂整合生产资源，优化生产管理，进一步降低成本、增加利润。

使用动态加工技术可以使材料去除率最大化，缩短高达75%的加工时间。动态加工技术根据一系列专利算法，分析刀具切入及材料移除过程，根据毛坏状态实时调整切削运动。可显著缩短切削时间，有效延长刀具及机床使用寿命。

稳定的每刃进刀量对高效切削至关重要。动态刀路精确计算刀具、材料和速度的效率峰值。只要设置恰当，顺畅的排屑会迅速带走热量，避免刀具及毛坯上的热量聚集。采用动态刀路时，加工声音均匀稳定，产生的废屑尺寸均匀，加工时间和换刀次数显著减少，提高效率立竿见影。





任何几何特征皆可优化切削动态加工技术会根据毛坏材质，刀具类型及刀具直径，通过智能计算对进给率进行优化，使整个切削过程保持动态平衡。产生的切屑大小一致。加工时的声音均匀稳定不刺耳。机床运行平滑顺畅。加工过程快速、稳定，安全。

**需创新引领效益提升**

CAM的动态加工技术可将粗加工时间缩短高达75%，配合最新的超弦精加工技术，又一次缩短了整体切削时间！

通过生成的高效加工策略优化机床及刀具工作表现，动态加工技术和超弦精加工技术从刀路编程角度提升加工效率。

**铣削**

CAM的动态加工技术和超弦精加工技术—强有力的效率提升组合。

**需达到超强的2D铣削能力。**

·基于特征加工技术（FBM）需要实现对实体模型的挖槽、精修、钻孔等操作进行自动编程，亦可随时保存或改变加工策略。

可****在加工中达到最大的材料去除率，缩短加工循环时间，同时延长刀具寿命。

**3D铣削**

更趋完美的精加工。

广泛的实际加工检验，为曲面切削提供了无与伦比的精确控制，使加工效果更完美，加工周期也随之缩短。

多轴铣削，化繁为简。

在CAM中可以掌控多轴加工中的三个关键因素：切削方式、刀轴控制和干涉检查。

从四轴联动旋转切削到多叶片叶轮复杂的内部加工，都必须完成。

**车削**

导入任何CAD文档，使用动态车削刀路进行高效开粗及精修编程。

车削功能要求：

·“快速刀路”—轻点几下鼠标即可完成编程。

·智能内外径粗车。

·动态开粗延长刀片寿命。

.支持分区域开粗或根据模型整体开粗。

·快速车面，包括开粗与精修。

·多深度开槽包括啄车动作以及切入车削。

·多起始点螺纹加工。

·轻松控制断屑，避免缠绕。

·同时兼顾刀具正面和背面的自动干涉检查。

·卡盘、工件、跟刀架和尾座检测。

·以线框，曲面和实体模型为基础进行编程。

·从任何形状快速生成车削外形曲线。

·全面支持有C/Y轴功能的车铣复合机型。

·支持线框，曲面和实体模型。

**车铣复合**

车铣复合模块降低多通道、多任务加工中心的编程难度。

****工作流程简单：选择机床，车铣复合模块将自动完成工件设置、刀具平面传递、毛坏定义，然后编制刀路并进行同步，模拟仿真功能验证刀路，出代码。在此过程中修改相关设置十分快捷-车铣复合编程就这样简单。

**线切割**

为效率而设计。

线切割模块可以在不同机床之间移植同一个文档，节约时间的同时更帮助降低出错的机率。用户可将粗、精加工参数存储于操作库中，方便以后使用。

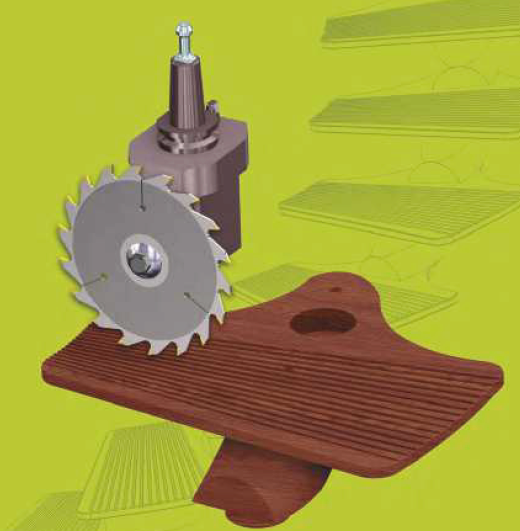
其他功能包括：

·有效的毛头创建和管理。

·在外形加工路径中随时更改转角类型和锥度角。

.在任意方向进行直线加工及斜角加工。

**木雕**

木雕模块需为木材或复合材料加工提供包括2D，3D及多轴加工等多种解决方案。

无论零件形状多么复杂，都可以在编程时随时修改程序中的任何图素，并立即获得更新的刀路。可以根据实际需求建立加工策略库并将其应用到新的零件中。

强大的技术不仅有助于延长刀具使用寿命，减少机床磨损，还有助于延长刀具使用寿命。

自动刀路编程将当今顶尖的设计轻松变为实物。

培训要求

培训需提供软件:CAM 2024(软授权月版)，试用节点数:30节点

此次培训需有时效性、课程的实用性、培训结果的达标性。

培训的时效性要求供应商安排的各类培训要根据学校教育建设项目建设及运营的时间要求，提前做好培训相关准备工作，同时安排好培训的场地、培训环境和培训日程；

培训课程的实用性要求在安排课程时以满足本项目运行各种设备基本操作为主要内容，安排项目技术层面的理论知识介绍；

培训结果的达标性要求培训的过程不是目的，而通过培训使学校老师能够在后期的教学中为学生答疑解惑是此次培训的目标。

# 十、绩效目标

## 10.1 社会效益

**人才培养**：每年培养具备特定专业技能的学生，组织学生参加技能竞赛，提高学生的就业竞争力。

**校企合作**：建立稳定的校企合作机制，实现资源共享和优势互补，推动产学研一体化发展。

**社会服务**：为地方企业提供技术支持和培训服务，促进地方经济的发展。

## 10.2 经济效益

**降低实习成本**：通过虚拟仿真实训，减少实物实训的成本和风险。

**提高教学资源利用率**：实现教学资源的集中管理和共享，提高教学资源的利用率。

## 10.3 运行指标

**平台使用率**：确保平台的高使用率，提高教学效率。

**教师满意度**：通过问卷调查和反馈，提高教师对平台的满意度。

**学生满意度**：通过问卷调查和反馈，提高学生对平台的满意度。

# 十一、风险分析

## 11.1 主要风险

**技术兼容性**：新设备和软件的兼容性问题可能影响系统的正常运行。

**数据安全**：教学数据的泄露和丢失可能影响教学质量和学生隐私。

**用户适应性**：教师和学生对新系统的适应性可能需要时间。

**项目管理**：项目实施过程中可能出现管理不善、进度延误等问题。

## 11.2 应对措施

**技术评估**：在项目实施前进行详细的技术评估，确保设备和软件的兼容性和稳定性。

**安全措施**：制定严格的数据安全管理制度，确保教学数据的安全和保密。

**用户培训**：提供详细的用户手册和培训课程，帮助教师和学生快速适应新系统。

**项目管理**：建立严格的项目管理制度，确保项目按计划顺利实施。

# 十一、项目预算

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | **技术参数** | **单位** | **数量** |
| 1 | 三坐标测量仪 | 1、1.1 主机参数:坐标机三轴有效测量范围：  X≥500mm；Y≥500mm；Z≥500mm 仪器精度指标： 最大允许示值误差：MPEE0≤2.4 +L/300μm  最大允许示值误差：MPEE150≤2.4 +L/300μm 重复测量精度 R0≤1.7μm  最大允许探测误差：MPEP≤2.4μm  扫描测量的最大允许探测误差及检测时间： MPETHP/MPTτ≤2.9μm /55s  保证以上精度的温度范围如下:18C°--30C°；  机器的温度梯度: 2 C°/小时; 5 C°/天; 1 C°/米相对湿度：40%∽70%;  电源：230V（+10%，-15%）；50∽60Hz； 总消耗功率不超过 700VA  保证精度温度可以到 30 度，即使测量室温度不标准也不影响机器精度。  1.2、控制系统  \*1.2.1、支持单点测量和连续扫描测量；  \*1.2.2、支持固定测头，自动更换测针，支持转台功能。  1.2.3、最大空间运行速度 520mm/s;最大空间加速度 1.7mm/s²以上。  \*1.2.4、全自动扫描机，光栅尺选用陶瓷玻璃材料，无需温度补偿。配备减震系统，无需另外的地基。优先选用无需气源的设备。  \*1.2.5、陶瓷校验球 D=30mm  2.测头系统  \*固定式扫描探头；可进行连续扫描和单点测量； 允许最大探针长度轴向 150mm；径向 65mm；  扫描速度可达 500 点/秒； 支持最大探针重量 15g  最小探针直径 0.3mm  3.探针自动更换系统  \*3.1.自动更换架 多功能测头测针更换，支持三工位库位托座。  3.2.固定探头,更换吸盘  3.3 探针自动更换库位  4.软件系统  \*测量软件通过 PTB 认证，提供证书原件扫描件。  所有几何元素（点、线、面、圆、球、圆柱、圆锥等）的测量和评定； 几何元素（距离、角度、相交、投影、对称、垂线、平行等）的构造； 所有形位公差的评定，图形化输出形位公差的测量评定结果；坐标系转换：包括平移、旋转、直角坐标与极坐标转换；测量元素最佳拟合功能；测量结果三维图形化检测报告。  \*配置统计分析软件，可以对测量结果实时分析。  5.减震系统  \*仪器标准配置减震系统，无需特殊地基，仪器可以正常使用。 | 台 | 1 |
| 2 | 测量虚拟仿真软件 | 1、软件算法需经过 PTB 认证 2、测量软件包应具有中文和英文版（可以随意切换）。 3、基本测量软件：提供中英文双语言版本的测量软件，软件因基于WINDOWS 7 操作系统，具有测量所有基本几何量元素的功能（空间尺寸、形状、位置误差评定功能）。 4、软件功能齐全，形位公差评定时支持最大实体原则评定、延伸公差带评定、包容原则评定 5、具有脱机编程、模拟运行功能。 6、基本几何元素测量包括：点、线、面、圆、圆柱、圆锥、球、圆环； 形状公差包括：直线度、平面度、圆度、圆柱度、圆锥度、球度； 位置公差包括：平行度、垂直度、对称度、位置度、同轴度、同心度、跳动等； 几何关系运算包括：距离、相交、角度、构造。 7、坐标可以实现平移、旋转、笛卡儿坐标系、极坐标可相互切换。 8、具备完善的测头管理、零件坐标系管理和工件找正功能 9、包含质量数据管理系统分析软件模块，具备以下功能： 1）快速、简单、灵活的生成各种定制的质量分析报告； 2）内置的多种报告模板帮助您非常容易的呈现、分析、监控测量数据； 3）提供实时测量结果和历史统计数据； 4）显示和存储软件中的报告表格； 5）报告中调取 CAD 数模，可视化的 CAD 数据关联； 6）内嵌单机版定制数据 4G； 7）具备数据统计、分析功能，可以计算 Cm/Cmk、Pp/Ppk、Cp/Cpk，具备单值运行图、均值极差图、均值标准差图、直方图、帕累托图的显示功能，图中能直观显示出控制限和设计公差等信息； 8）具备测量系统分析 MSA：能够对测量系统的偏倚、线性、稳定性、重复性、再现性、分辨率（ndc）、Cg/Cgk、Gage R&R 等进行分析； 9）对每个测量程序可进行高达 1000 次的统计分析。提供该软件 PTB 认证证书 | 节点 | 80 |
| 3 | 三坐标教学资源 | 课程资源：协助学校设立专业课程，提供两门《几何坐标测量技术与应用》、《坐标测量技术与应用》课程，计 240 课时，内容包括三坐标课程介绍，每个课时的教案、演示文稿、微视频(教师知识点讲投、软件操作录屏等)、试题库、项目库数字化资源不少于 1000 条，满足学生线上线下学习的要求，课程建设项目包括课程前期策划与框架设计、视频制作、运行及服务、后期修改等内容。 1.课程介绍：课程介绍包括教学目标、教学内容覆盖面、学时学分、教学方法及组织形式、授课对象要求、教材与参考资料、课程特点、课程已开设情况、面向社会开放情况等内容。课程设置应与本校的课堂教学的要求相当。 2.教学视频：课程教学视频满足在线开放课程教学模式要求，教学微视频提供、制作要求符合微视频建设相关技术要求。 3.教学资料：教学资料包括每个授课单元的课程教学演示文稿， 以及其他参考资料、文献、案例等，。资源包含的精密测量教学资源，满足4.章节的三坐标教学资源，理论部分包含电子教案、电子教材、教学课件等，实操部分包含电子课件及教学视频等，满足240 课时的授课。每个教学资源视频时长 10-45 分钟，并配备25套考核试卷和正确答案以及 60 张的应用试题。 | 节点 | 1 |
| 4 | 三坐标培训及CAM加工培训服务 | 根据配套课程资源培训240个学时。并要求一年需不低于两次移机调试服务。  第一阶段：基础入门 目标 熟悉三坐标测量机的基本概念和构造 了解操作界面和基本操作 内容 三坐标测量机培训介绍 基本原理和类型 主要部件和功能 操作界面 软件界面介绍 基本功能和菜单 基本操作 开机和关机流程 手动模式操作 实践练习 开关机操作 熟悉软件界面和基本功能 第二阶段：基础测量 目标 掌握基本测量操作 学会创建和编辑测量程序 内容 测量工具与方法 探针类型和选择 基本测量方法：点、线、面 测量程序 创建简单测量程序 编辑和优化测量路径 数据导出与分析 数据导出格式 基本数据分析方法 实践练习 创建简单的测量程序 数据导出与分析 第三阶段：高级测量与编程 目标 学习复杂零件的测量 掌握高级编程技巧 内容 复杂几何测量 圆、圆柱和锥体的测量 复杂曲面的测量方法 高级编程技巧 自动化测量程序创建 条件判断和循环结构 探针校准与更换 探针校准方法 探针更换与误差校正 实践练习 编写复杂零件的测量程序 进行探针校准和更换练习 第四阶段：实际应用与优化 目标 提高测量精度和效率 解决实际测量中的问题 内容 测量精度控制 误差来源与控制方法 提高测量精度的技巧 测量效率优化 测量路径优化 自动化测量技术 常见问题解决 常见测量问题分析与解决 实际测量案例讨论 实践练习 优化现有测量程序 解决实际测量中的问题 | 天/8学时 | 30 |
| 5 | 原有CAM软件升级 | 软件升级为最新版2025版，软件功能包括:  具备3D CAD功能，具备CAM数控铣加工、多轴加工、数控车加工、木工雕刻加工、机床仿真及碰撞检查功能。  CAM/Mill数控铣部分：  CAD/CAM不可分离，必须在同一界面。  设计模块  1) 支持广泛的 CAD 系统数据模型输入，软件应具备稳定可靠的通用数据接口，如：ASCII, CADL, DWG, DXF, EPS, IGES, Inventor (IPT, IDW, IAM), KeyCreator (CKD), Parasolids, Rhino3DM, SOLIDWORKS (SLDPRT, SLDASM, SLDDRW), SAT (ACIS Solids), Solid Edge (PAR & PSM), SpaceClaim(SCDOC), STEP, STL, VDA, CoroPlus。  2) 采用实体-曲面混合造型技术。  3) 实体造型方面，除拉伸、旋转、扫描、放样、倒圆角、倒直角、 和抽壳等常用的功能外， 具有独一无二的 Push-Pull 实体造型功能。  4) ★支持快速创建孔特征，支持创建任何样式的孔特征，并保存至默认库。  5) ★支持分析、修改、替换曲面模型上的 UV 方向。  6) 支持网格主体的创建、检查与编辑修改。  7) ★支持网格主体的偏置。  8) 支持沿串联线阵列分布线框、曲面、实体等图素。  9) 支持新的完整曲面流线投影替换原有多个不一致的 UV 曲面流线。  10) 支持平面关联功能，当平移转换父平面时对应子平面以同样的量移动。  11) 线架造型功能包括直线、圆弧和样条曲线的设计。亦可方便地变换和编辑上述各种曲线。  12) 具有较强的曲面设计功能，包括曲面延伸、剪裁、分割，曲面间过渡、等半径或变半径倒圆角等。  13) ★支持保存为 3D pdf 文件，3D pdf 作为动态 pdf 文件，可显示实体模型、刀路轨迹等信息。  14) ★支持 2D PDF 文件导入，将其导入软件可以为您其它操作提供现成的操作来源。  铣削模块  1) 具备钻削、铣削、刀具路径确认、路径后处理等基本功能，特征创建功能，通过 向导等便捷方式自动产生刀具路径。  2) 具有丰富的钻削加工策略，使用基于特征的加工选项，可以实现自动钻孔。  3) ★具有多段钻孔循环，可自定义孔参数。  4) ★智能化的孔类特征倒角，使用带有刀尖角度的刀具根据实体特征智能计算深度，亦可用于不同平面、不同直径的孔特征。 5) 具备智能选择铣削加工范围。  6) 根据刀柄及刀具组合智能化检查及调整孔加工刀路中的碰撞。  7) 针对复杂孔特征，钻孔操作内自动划分特征为多段，供选择作为驱动孔。  8) 支持钻孔路径调整，并对排序循序进行任意更改。  9) 具有 2D 加工线框加工。  10) ★2D 高速加工：具有多种高速加工方案适应不同加工要求，更好更流畅的加工，有效减少机床磨损，延长刀具寿命，降低机床负载，缩短加工时间，获得最佳的加工质量。  11) ★动态加工:利用刀具侧刃恒体积去除材料，在加工中达到最大的材料去除率，缩短加工循环时间、延长刀具寿命。  12) 灵活的毛坯定义功能，实现自动运算矩形毛坯、自动运算圆柱体、实体毛坯、输入扫描的 STL 等三角形数据做毛坯等设定功能。  13) 对于零件加工可以支持自动特征的获取功能，通过特征的加工选项对相关特征（如：腔体/键槽、平面）进行自动编程，实现零件特征加工自动化。提高编程的效率和加工的精准性。  14) 平面面铣削既可使用于单个简单平面，也可以利用整个复杂实体模型的所有平面。  15) 可以通过基于特征的加工选项对若干特征（腔体、键槽、平面）进行自动编程和钻孔。  16) 具有丰富(40 种以上)的粗、精加工策略，有从粗加工到精加工的完整解决方案。  17) 进行基于特征的铣削，并且自动钻孔。  18) ★进行基于特征的倒角，并且自动避让。  19) 检查刀柄，计算刀柄和工件的干扰和最小夹持长度。  20) ★刀具触及，根据刀柄、刀具参数对模型进行触及区域的侦查，便于快速选择合适的刀具。  21) 3D 刀路支持几何图形组拖放复制。  22) 3D 粗加工根据选择特征支持自动创建加工边界。  23) 3D 粗加工根据加工特征自动识别倒扣特征，优化刀路计算。  24) 根据加工特征软件能够自动识别加工深度的最大/最小值。  25) 为高速加工提供广泛支持。高级刀路显示，易于区分。  26) 能够生成加工残留模型，仿真过程中实现前段加工工序残余毛坯，继续仿真。  27) 支持刀具路径点均匀分布功能，优化刀具路径，用户能自定刀具路径最大点步距，优化刀具路径中的点数量分布和程序容量，减少震动，切削平稳。  28) 能够单独编辑局部切入切出和单独的切入切出。  车削模块  1) 数控车削与 CAD 在同一界面。  2) 数控车削具有车端面、粗车、精车、沟槽、车螺纹、动态高速车削、仿形车和全向车削等加工方式。  3) ★支持 3D 车削刀具，可导入 可建立 4) 支持全向切削，提高加工效率。 5) 支持 C 轴铣削，支持带动力刀头的铣削机床。  6) 支持线框与实体仿真。  7) ★支持自定义螺纹、多头螺纹车削加工。  线切割模块  1) 支持 2 轴轮廓加工，可实现自动切入切出。  2) 支持自动穿丝、断丝加工。  3) 支持自动精加工和反向加工。  4) 实现线框与实体仿真。  木雕模块  1) 能够完成 2 轴-3 轴的加工策略。  2) 能够实现木工排钻、锯切割功能、成型刀具特征成型。  3) 实现线框与实体仿真。  仿真加工  1) 可以导入 9 种以上多轴机床实体模型仿真加工，可根据客户机床模型文件定制实体模拟环境，实现刀具组件、夹具、机床部件真实环境下的工艺环境模拟。  2) 集成一体的机床仿真和碰撞检查  3) 具有智能测量分析功能，在模拟期间快速准确地测量距离。  4) 具有真实加工仿真功能，各个加工面均能进行加工仿真。该功能让编程者精确判断出实际加工的效果，分析加工缺陷等，在实际加工前就可以得到真实的加工果。  5) 实体仿真过程进行捕捉，随时拖动还原仿真过程。  6) 可以根据客户提供的机床 3D 数据模型，定制构建真实仿真机床（有偿服务）。  7) 机床仿真是基于同品牌软件运行环境下的仿真，而非第三方软件进行仿真，从而保证了仿真的真实性。  8) 机床仿真在碰撞发生时立刻报警并能够显示发生碰撞的坐标数据，给编程者提供 一个准确的判断，而不必进行再次试切验证。  9) ★符合世界技能大赛 CAM 软件技术要求规范。CAM软件培训并赠送培训时长:30天（40人内）  培训要求  培训需提供软件:CAM 2024(软授权月版)，试用节点数:30节点  此次培训需有时效性、课程的实用性、培训结果的达标性。  培训的时效性要求供应商安排的各类培训要根据学校教育建设项目建设及运营的时间要求，提前做好培训相关准备工作，同时安排好培训的场地、培训环境和培训日程；  培训课程的实用性要求在安排课程时以满足本项目运行各种设备基本操作为主要内容，安排项目技术层面的理论知识介绍；  培训结果的达标性要求培训的过程不是目的，而通过培训使学校老师能够在后期的教学中为学生答疑解惑是此次培训的目标。 | 节点 | 5 |
|  |  | 合计 | 620000 | |