

附件 3

2020 年全国行业职业技能竞赛 ——第九届全国数控技能大赛决赛

计算机软件产品检验员（数控系统与 工业软件）赛项竞赛平台主要设备技术标准 （指导版）

全国组委会技术工作委员会
二〇二〇年十二月

第一部分 线上考核平台标准

一、线上技术平台功能

以上机考核的形式，考生完成对产品模型 CAD 设计、CAE 分析、运动仿真，工业软件综合应用线上考核；

裁判通过云系统平台实现对考生全功能数控车原型机、加工产品设计、装配、结构分析、运动仿真、工业软件综合应用能力的评分。

云系统平台自动根据考生信息以及裁判的评分进行成绩统计，管理员对成绩及比赛过程进行查看与管理。

二、线上技术平台架构及主要设备配置

（一）线上技术平台架构

1. 用户登录

包含考生登录、裁判员登录、管理员登录；

（1）考生使用与场次和姓名相关的账号和密码登录系统，进入系统后，开始进行考试；

（2）裁判员登录能够查看考生的状态，对考生在系统内的比赛结果进行评判和评分；

（3）管理员登录能够查看考生成绩，管理与下载考试统计情况，考生上传的答题内容、以及考生在系统考试过程中所有的操作过程记录信息等。

2. 考试系统

（1）CAD/CAE

参赛选手认真参阅现场图纸，在工业软件集成平台应用 CAD 软

件，进行零部件三维建模、装配、结构分析及加工产品设计。

(2) 运动仿真

参赛选手结合建模，完成数控车床原型机的指定动作的运动仿真，生成运动轨迹线，并录制不超过 20S 的视频。

(3) 监控系统

考核平台能够对考核现场进行监控并记录，并能记录选手在云系统中操作的信息，可以对操作过程记录信息进行打印；

云平台基于互联网数据库，能够远程登录、管理与使用。

(二) 主要设备配置

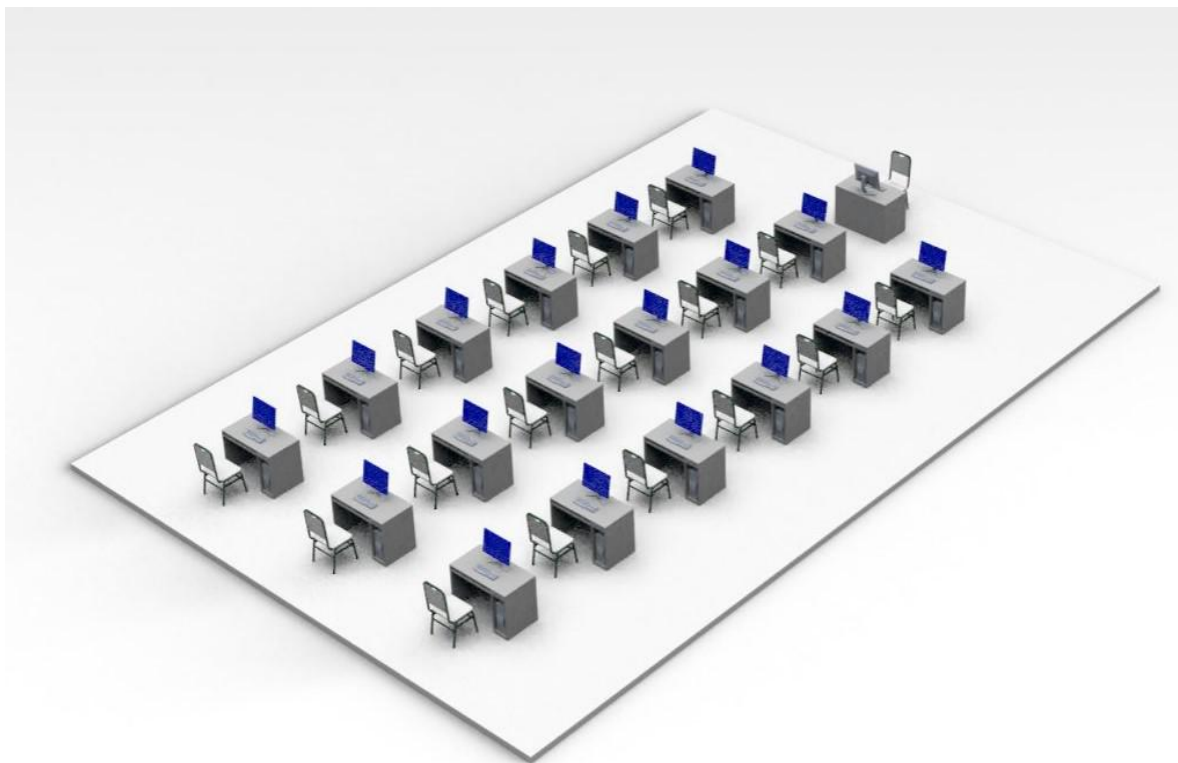


图 1 线上考核平台效果图

线上考核配置清单见表 1:

表 1 线上考核配置清单

序号	设备名称	数量	单位	备注
1	线上考核计算机	18	台	参考具体技术参数
2	线上考核软件系统	1	套	参考具体考试系统标准
3	360° 无死角摄像头	4	个	参考具体技术参数

1. 线上考核计算机配置如下:

- (1) 处理器: 不低于 i7 或兼容处理器, 主频 3GHz 以上;
- (2) 内存: 不低于 8G;
- (3) 固态硬盘: 可用不低于 128G;
- (4) 通讯接口: 以太网, 组建局域网;
- (5) 操作系统: Windows10 操作系统, 安装有系统还原卡或还原软件;

(6) 360° 无死角摄像头;

(7) 数字显示器: 不小于 21 寸。

2. 考试网络配置及要求:

(1) 考场网络带宽不小于下行 500M (上行 50M);

(2) 考场网络使用至少两个运营商宽带, 确保比赛现场网络稳定。

3. 线上考核软件系统平台配置及要求:

CAD/CAM 软件要求:

(1) CAD/CAM/CAE 软件具有常用三维 CAD 建模、CAE 分析和 CAM 功能;

(2) CAM 软件搭配比赛平台数控系统的后处理器。

第二部分 线下实操考核平台标准

一、技术平台简介

以全功能数控车床为基础，结合工业设计软件的应用及数据，构建数控系统与工业软件应用竞赛平台，为全生命周期下数控系统和工业软件应用提供了展示场景，集中展现产品数字化设计与结构分析、CAPP 工艺设计、刀具的选择、CAM 数控编程和干涉检查、虚拟仿真加工、基于以太网的机床数据采集通讯连接、零件 RFID 身份识别、零件预调、机床程序下发及加工操作和在线品质测量等生产组织管理与团队协作、产品质量保证等技术运用能力，并涵盖了智能制造的所需元素，体现国家智能制造背景下数控系统、工业软件、智能制造云平台的紧密关系。

二、技术平台结构图

数控技术与工业软件应用技术平台结构图如图 2 所示，包含全功能数控车、刀具工具柜、虚拟调试硬件平台、现场操作电脑、装配与检测台、展示平台等。



图 2 数控系统与工业软件应用技术平台布局图

三、技术平台主要设备配置

数控系统与工业软件应用技术平台主要配置清单如表 1 所示。

表 1 数控系统与工业软件应用单元平台主要配置清单

序号	设备名称	数量	单位	备注
1	全功能数控车	1	台	参考具体技术参数
2	虚拟调试硬件平台	1	套	参考具体技术参数
3	可视化系统及显示终端	2	台	参考具体技术参数
4	工具柜	1	台	参考具体技术参数
5	PLM 系统平台	1	套	参考具体技术参数
6	CAD/CAM/CAE 软件	1	套	参考具体技术参数
7	数控及智能化装备安全教育测评系统	1	套	参考具体技术参数
8	车床用在线测头	1	套	参考具体技术参数
9	现场操作计算机	3	台	参考具体技术参数
10	装配与检测台及工具包	1	套	参考具体技术参数
11	三维扫描仪	1	套	参考具体技术参数

四、技术平台主要设备技术参数

数控技术与工业软件应用平台主要设备的技术参数如下：

(一) 全功能数控车及数控系统

1. 全功能数控车及数控系统参数：

(1) 最大回转直径：360-460mm；

(2) 顶尖距：350-450mm；

(3) 主轴转速：3000-5000rpm；

(4) 主轴头型式：A2-4、A2-5、A2-6；

(5) 液压三爪卡盘：5 吋、6 吋、8 吋，均配软爪；

(6) 主轴通孔直径：Φ55-Φ63mm；

- (7) 交流伺服主电机: 3.7-5.5Kw;
- (8) 进给轴快移速度: 12-24m/min;
- (9) 刀架: 卧式, 8-12 工位, 液压或者电动;
- (10) 刀柄: 方 20-25 mm, 圆 $\Phi 25-\Phi 40$ mm;
- (12) 斜床身结构;
- (13) 正面气动门;
- (14) 自动冷却、集中润滑、链板排屑 (或者水箱式直排)
- (15) 外形尺寸: 长宽高 ≤ 4350 mm (含排屑器) $\times 1800$ mm $\times 2000$ mm。

2. 数控车床其他要求:

- (1) 数控车床有以太网接口;
- (2) 数控车床的内存容量大于 5K, 且有数据磁盘;
- (3) 提供自动化接口, 能实现数控车床的远程启动、程序可上传到车床内存, 能获取车床的状态信息、机床的模式、主轴的位置信息;
- (4) 数控车床自动化夹具和自动门的控制与反馈信号可以直接接入机床自身的 I/O 模块, 并且由机床自身来控制, 其状态可以通过网络反馈给工控机;
- (5) 数控车床能够停在原点位置并把原点状态通过网络传输给工控机;
- (6) 机床内置摄像头, 镜头前装有气动清洁喷嘴 (由集成厂家安装、调试)。

3. 数控系统配置:

国内企业常用数控系统, 主轴、进给均为交流伺服电机。

(二) 虚拟调试硬件平台



图 4 虚拟调试硬件平台原理示意图

1. 整体功能:

(1) 虚拟调试平台由数控系统和工业级虚拟机床仿真软件组成。可通过数控系统操作面板进行真实编程与操作，在数字化样机设计与调试完成后，数字化实时驱动虚拟机床，1:1 全流程模拟真实数控机床的操作与加工过程。

(2) 电脑端虚拟机床可以通过以太网 TCP/IP、OPC-UA 等协议连接到虚拟调试硬件平台，建立 I/O 信号通讯。

2. 技术参数:

(1) 虚拟调试平台包含实际高档数控系统硬件、机床操作面板、图形工作站。

(2) 虚拟调试平台具有良好的开放性，支持主流 CAD 数模格式。用户可基于给定的外部 3D 机床模型进行搭建机床运动执行器及传感器、并配合 PLC/NC 等电气关系调试、打通数控系统与工业软件平台的数据映射，完成数字样机的设计，实现自定义机床模型；并支持自定义工装夹具和零件毛坯，安装于虚拟样机上。

(3) 虚拟调试平台能够自定义各种形状的参数化刀具模型，构

造真实刀具形状、各种标准和非标刀具。支持 2.5-5 轴的编程与仿真方式编程方式。

(4) 虚拟调试平台能够对虚拟机床运动的整个加工过程进行准确、完善的碰撞、干涉检查，保证机床和刀具的安全。

(5) 虚拟调试平台能够对加工过程中的夹具、卡具与主轴的相对运动、刀具库的换刀运动进行模拟并进行碰撞检测。

(6) 虚拟调试平台能够支持在仿真加工过程，考量机床数据及参数的因素（如机床结构、行程、最大最小速度/加速度、控制系统特性等）；能够实时显示碰撞、超程、超速等信息，并在平台中生成和导出对应图表数据。

(7) 虚拟调试平台具有模型分析功能，能对仿真后的零件模型进行测量。

(8) 虚拟调试平台支持仿真后的零件模型与设计原型自动比较过切和欠切，精确估算加工时间（节拍）。

(三) 可视化系统及显示终端

1. 功能要求

实时呈现设备的运行状态、以及运行数据看板。

2. 显示终端参数要求

采用 2 台 55 英寸国产知名品牌显示终端。

(四) 工具柜

空间合理，用于工具、配件、刀具、刀柄等的归纳放置。

(五) PLM 系统平台

1. 集成接口

系统具备集成能力，支持 CAD/ERP 等系统的信息双向集成，形成

统一的数据信息模型，消除信息孤岛。产品提供标准化的 CAD 集成组件，实现了与国产、国外主流软件的集成；开发专门接口，完全满足与 ERP 系统的集成。

2. 能实现 EBOM、PBOM、CAPP 工艺设计、CAM 编程、生产管控、可视化、质量追溯。

3. CAM 软件具备与 PLM 系统平台进行数据上报的接口，能通过定义好的接口将编程数据提交到 PLM 系统平台。

4. CAM 软件能进行加工程序的虚拟仿真加工模拟，并生成虚仿真加工的结果文件。

5. PLM 系统

(1) 零部件管理：基于对象模型组织产品数据，采用对象模型作为产品信息的基础构架。产品数据被封装成对象，一个对象包含一组彼此之间关系紧密的信息，是逻辑上不可分的整体。PLM 将对象作为一个整体进行管理和操作，确保数据的完整性和一致性。

(2) 文档管理：有效管理产品整个生命周期中所有的文档，可以包括 OFFICE 文件，CAD 工程电子图档，CAD 设计文档，工艺文件，工程分析及测试、验证数据，图像文件等。

(3) 设计数据传递到工艺系统：PLM 紧密集成设计和工艺过程，将设计信息自动传递给工艺系统，减少数据的重复输入，并自动维护数据一致性。传递给工艺系统的设计数据包括产品结构明细、零部件属性、零部件图纸等。

(4) 产品结构管理：产品结构管理具有为设计和生产的需要创建和操纵 BOM 表的功能，并以图形化的方式提供产品结构的浏览功能。每一个产品结构定义了在该产品的特定版本中使用的部件零件的

关系模型，而每一个部件或零件与 CAD 模型、CAPP 文件、CAM 文件、OFFICE 文档等都相关联。

(5) workflow 管理：PLM 系统不仅要管理产品数据，还要管理产品数据的产生过程。规范的过程是企业内不同部门乃至跨企业的人员协调有序地、高效率高质量地工作的保证。借助计算机来管理企业的各种业务过程规范，自动或半自动的执行这些过程，以实现业务过程的规范化和自动化，是 workflow 管理的目的。

(6) 应用系统集成：PLM 能读取 CAD 图纸（二维图纸或三维模型，下同）文件内部的数据，提取零部件属性和结构信息，自动生成和刷新 PLM 中零部件对象的属性和结构树，提取参数信息，自动生成零部件族和参数表。

(7) 文档齐套性检查：检查整个零部件结构父子节点的设计图纸、工艺图纸的完整性。

(8) 自定义平台：具有脚本语言，不需要源代码支持的基于脚本语言的二次开发开放性接口。

(9) MES 满足大赛竞赛要求。

(六) CAD/CAM/CAE 软件

1. 总体功能

(1) 实体曲面混合建模：要求软件可以支持实体与曲面的混合建模方式，具体表现为支持实体的建模命令如打孔、布尔运算等命令可以应用在曲面上，支持实体直接与曲面进行布尔运算操作。

(2) 数据接口：软件需要支持双向数据的导入导出，支持主流三维软件的数据格式，如：CatiaV4/V5、NX、Creo (Pro/E)、SolidWorks、Inventor 等，为满足数据交流的要求，还需要支持通用格式如 STEP、

IGES、DWG/DXF 等文件的批量导入。以上格式数据导入到软件后，要求保留原有数据中的装配信息、层信息和颜色信息。

(3) 矢量图转换：支持将 jpg、png 等格式图片转换成图线，可以使用该图线进行编辑和建模操作。

(4) 装配功能：软件的装配树能够高亮显示所选中的零件。具备自上向下、自下向上或同时以两种方式构建装配，编辑约束和修改模型方便。

(5) 智能策略加工以及后置处理：支持钻孔、2 轴、3 轴智能加工，根据加工策略，自行选择相应的刀具类型，保证合理的切削工艺，计算出加工轨迹，同时支持自行更改刀路的参数。要求具有高开放性，允许用户根据机床系统进行后处理编辑。

(6) 智能辅助教学系统：在一个软件界面内实现同时指导和操作，互不干扰。可以一边观看演示一边操作学习，提示区域和绘图区域一体化，该系统需要包括软件简介、建模等模块，方便学生课前预习和课后自习。

(7) 二维工程图：软件需要支持三维模型或装配体生成二维工程图。能够配置三视图、剖视图等零件视图，且可随着三维模型自动更新，及时反映模型或装配体的变化。可以对工程图进行尺寸、符号等标注，支持将工程图转换为 dwg 格式文件。

(8) 求解器接口：强大的多学科仿真模型数据兼容性，覆盖大多数商业格式与中性标准格式。

(9) 基础建模：支持二十余种图形格式交换，覆盖标准格式及商业格式；支持立方体、球、圆柱、圆台、圆锥等快速几何体建模；

(10) 造型设计：软件支持拉伸、镜像、布尔运算、倒角、分

割、移动、抽壳、阵列等特征操作；支持任意平面草绘以及常见的曲面曲线操作。

(11) 曲面设计：软件支持直纹曲面、N 边形面、修剪曲面，可实现扩大面、延伸面等编辑。

(12) 破面修补：支持曲面修复和缝合功能，方便用户进行间隙和破面的修补工作。对于存在间隙或破面的不封闭实体或曲面，在符合专业级修补标准的前提下，可以迅速修复，极为方便地进行破面修补工作。系统提供自动缝合、闭合边空隙、闭合缝隙、闭合边、填充缝隙等破面修补命令。同时，系统提供对造型的分析功能，可以对开放边、平面进行修复分析操作。

(13) 装配：软件支持零件装配，可添加重合、同轴、相切、平行等约束状态，可进行干涉检查和间隙检查。

(14) 高级功能：支持查询、模型修复分析、支持模型及网格的剖分、参数化建模以及基于历史的特征建模、支持复杂曲面与实体造型间自由交互的混合建模等。

(15) 机构仿真分析：软件支持线性模态分析、屈曲分析、模态分析、稳态传热分析、瞬态传热分析的机构仿真任务。

(16) 英特仿真分析：支持线性静态分析、非线性静态分析、屈曲分析、直接时间积分、模态分析的英特仿真任务。

(17) 网格剖分：网格剖分类型支持 2D 的三角形、四边形和三角形+四边形混合，也支持 3D 的四面体、六面体和六面体混合（金字塔、棱柱、四面体）；支持 2 阶面网格、体网格及兼容网格，同时支持边、面和体的局部网格控制及硬点设置。

(18) 丰富的后处理：软件后处理及其显示丰富多样，包括数

据显示、网格显示、2D 图表显示以及 3D 图形显示。

2. 软件技术参数

(1) 文件格式: 支持 dwg、dxf 的文件保存格式, 支持输出 wmf、sat、bmp、jpg、png、tif 格式的数据。

(2) 自动保存: 软件可在设定的自动保存时间点自动保存相应格式的临时文件, 可设定临时文件的储存位置。

(3) 手势精灵: 通过鼠标连续运行轨迹的差异来识别用户输入的命令。例如, 按住鼠标右键在绘图区域画出字母“E”, 系统则自动执行 ERASE 命令。

(4) 智能语音: 可在图纸中创建、播放和删除语音注释。

(5) OLE 对象: 可将 Office 软件中的内容复制后直接粘贴到软件中, 软件绘制的图形也可以直接粘贴到 Office 中。

(6) 扩展工具: “扩展工具”菜单中, 具备“图层工具”的二级菜单, 可实现对图层的增强编辑。“图块工具”下, 提供“批量修改属性值”功能, 可修改指定属性块中的属性值。

(7) 激活加密: 支持网络授权(软加密), 使用网络激活号激活许可服务器, 通过网络许可配置程序动态监控和管理网络许可证的分配。

(8) 在线更新: “帮助”菜单中提供“检查更新”功能, 支持在线更新。

(9) 图纸设置: 软件共提供 GB、ISO、ANSI、DIN、JIS、BSI、CSN、GOST 8 种常用的国家标准, 用户可以通过自定义来创建符合特定要求的尺寸来生成自己的图幅, 便于用户使用。

(10) 多图幅设置: 可在同一个绘图环境中绘制多个不同标准、

不同比例的图幅，多图框建立以后，标注、符号标注等会自动适应图框的比例内容。

(11) 更换标准：图纸建立多标准的图框后会产生不同标准，当选择某种标准时，所执行的操作都以选择的标准为基础。

(12) 智能标注：智能标注功能会因选择实体的对象不同，自动进行长度、直径或半径标注。标注过程中根据命令的提示可以在不同标注方式中任意选择。

(13) 创建视图：参考了国际通用的标注形式，提供了强大剖切线标注功能，如剖面符号、剖面标签、附加剖面符号、显示箭头、平面线等。对零部件的局部进行放大，使零部件的局部图形更清晰。

(14) 系列化零件库：软件中对参数化国标图库的一种有益补充。包含 66 种类别标准件如：图形、各种标注、图框、文字等。利用它可以进行复杂零件的参数化设计。

(15) 超级符号库：软件所提供的超级符号库中包括 4 种符合国家标注符号内容，包括液压气动符号库、电器符号库、机构运动符号库、金属结构件。

(16) 系统维护工具：该工具可以实现样式配置、词句库维护、自定义标题栏、自定义附加栏、自定义参数栏、自定义图样代号栏、自定义更改栏、超级属性块定义、自定义明细表表头、自定义明细表表体、不规则表格提取配置、2D 规则表格提取配置、样式库同步工具配置等。

(七) 数控及智能化装备安全教育测评系统

1. 总体要求

(1) 全中文操作界面，界面简洁、友好；

(2) 能实现安全意识、安全知识素养和安全操作三个维度的测评;

(3) 与企业安全生产管理、安全操作规程相符。

2. 运行环境

(1) 处理器: 不低于英特尔酷睿 i3 或等效的 AMD 处理器。

(2) 显卡: 支持 Microsoft DirectX 11 及以上的显卡; 显卡驱动 OPENGL 3.0 以上。

(3) 内存: 最低配置 2GB; 推荐配置 4GB 及以上。

(4) 硬盘: 最低配置 4GB 可用硬盘空间; 推荐配置 10GB 可用硬盘空间及以上。

(5) 分辨率: 最低配置 1024×768; 推荐配置 1920×1080 32 位真彩色。

(6) 操作系统: Win7 及以上

3. 软件功能

(1) 具有登录功能, 支持账号登录和游客登录两种方式, 账号支持批量导入。

(2) 按安全要求提供细分题库, 题库包含通用安全素养(消防安全、疏散逃生、应急处理、用电安全)、职业基础安全素养(劳动防护、6S 管理、安全标识识读与应用)和岗位安全素养。

(3) 提供理论题不少于 300 题, 虚拟实操任务不少于 20 个。

(4) 通过隐患排查、知识答题、虚拟实操, 实现安全意识、安全知识、安全操作三个维度的考核。

(5) 支持全景形式隐患排查, 可自主移动观察视角, 发现其中的安全隐患。每个场景需包含不少于 5 处安全隐患。

(6) 支持单选、多选、判断、连线、排序等不同题型，题干支持图片、动画、视频等多媒体呈现。

(7) 具有高度还原的数控、智能化设备模型，搭建真实生产应用场景，支持使用者通过鼠标操作虚拟设备，完成指定的操作任务。

(8) 支持自动评分，系统能按照安全操作规程，分步计算操作得分。

(9) 支持测评报告查看，测评结束后可即时查看考核成绩报告，包括考试名称、考核开始时间、用时、成绩、答题详情等信息。

(八) 车床用在线测头

1. 集成在数控车床上，然后直接通过以太网获取检测数据。

2. 基本技术参数如下：

(1) 测针触发方向： $\pm X, \pm Y, +Z$;

(2) 测针各向触发保护行程： $XY \pm 15^\circ, Z+5\text{mm}$;

(3) 测针各向触发力（出厂设置）： $XY=1.0\text{N}, Z=8.0\text{N}$;

(4) 测针任意单向触发重复（ 2σ ）精度： $\leq 1\ \mu\text{m}$;

(5) 无线电信号传输范围： $\leq 10\text{M}$;

(6) 新电池（单班 5%使用率）的工作天数：150 天；

(7) 防护等级：IP67。

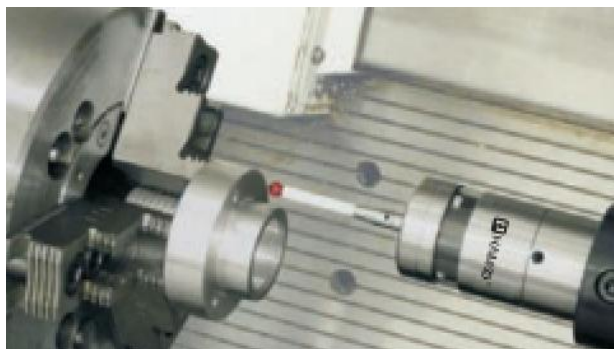


图 6 在线检测示意图

(九) 线下操作电脑

1. 处理器：不低于第十代 i7 或兼容处理器，主频 3GHz 以上；
2. 内存：不低于 16G；
3. 显卡：不低于 4G，需要带专业的图形显卡；
4. 固态硬盘：可用不低于 256G；
5. 通讯接口：以太网，组建局域网；
6. 操作系统：Windows10-64 位操作系统，安装有系统还原卡或还原软件；
7. 数字显示器：不小于 21 寸。

(十) 装配台及工具包

随赛项技术规程另行发布。

(十一) 三维扫描仪

1. 总体功能

手持式三维激光扫描仪，可用于筒形零件的母线直线度、圆度、直径等外轮廓精度的扫描检测、模型生成、数据分析和检测结果输出。

2. 具体参数

(1) 光源：十四束蓝色交叉激光线+额外 1 束蓝色交叉激光线扫描深孔+额外 5 束蓝色扫描细节激光线

(2) 扫描速率：650000 次测量/秒

(3) 分辨率：0.02mm

(4) 扫描精度：0.02mm，精细 0.01mm

(5) 基准距：300mm

(6) 兼容软件：中望 2021、NX、3Dsystem、开目

(7) 输出格式: .stl、.ply、.obj、.wrl、.xyz、.dae、.fbx、.ma、.asc, 且可定制输出文件格式, 通用性高, 图形图像结果与国内外主流三维软件兼容。

(8) 输出方式: UBS3.0

(9) 工作温度: -20° -40°

(10) 工作湿度: 10%-90%



图 7 三维扫描仪示意图

(十二) 考试网络配置及要求

1. 考场网络带宽不小于下行 500M (上行 50M);
2. 考场网络使用至少两个运营商宽带, 确保比赛现场网络稳定。

五、说明

(一) 本技术标准由大赛全国组委会技术工作委员会牵头制定, 知识产权、修改解释权归大赛全国组委会技术工作委员会所有。

(二) 本技术标准适用计算机软件产品检验员 (数控系统与工业软件) 赛项, 是大赛合作企业遴选和设备平台选用的依据。

(三) 最终设备 (包括工具、软件等) 参数以赛项技术规程为准。