

第 1 包 智能装配工艺试验台

一、功能要求

智能装配工艺试验台能够基于执行机构的运动、能力、局限性分析结合具体的协作生产任务等建立人机功能分配模型，以实现最佳人机协作。具体包括运动动力学分析，全关节避障轨迹规划控制，自主协调控制等内容，能够为实现执行机构在人机协作智能装配提供验证平台。

二、技术要求

1、功能组成：

- 1) 六自由度执行机构一套，具备碰撞检测、拖动示教等协作特性，能够完成人接协作装配。
- 2) 控制装置一套，具备与 PC 机通讯功能，可以读取位置、速度、加速度、扭矩等关节信息。同时具有较高的开放程度，可以 PC 端自行编程控制，自行外接视觉、PLC 等设备并互相通讯。可以在 ROS 系统中对控制装置进行编程控制。
- 3) 工艺验证软件一套，对执行机构相关装配工艺进行验证，验证执行机构对装配对象进行日常操作及编程控制。

2、主要参数要求

- 1) 六自由度执行机构负载 $\geq 10\text{kg}$ ；
- 2) 六自由度执行机构末端关节能够抵抗 20NM 的外部扭矩；
- 3) 执行机构的重复定位精度能够达到 0.05mm 以内；
- 4) 执行机构系统寿命不小于 30000 小时；
- 5) 机构各关节运动范围 $\pm 175^\circ$ 以上，最大速度 $\pm 120^\circ$ /秒以上；
- 6) 执行机构的绝对精度能够达到 0.5mm 以内；
- 7) 机构有效工作半径 $\geq 1200\text{mm}$ ；
- 8) 控制柜配备：TCP/IP、Modbus TCP、Ethernet 通讯接口；

- 9) 控制柜防护等级为 IP20 以上；
- 10) 控制柜应配备数字量输入/输出接口及模拟量输入/输出接口。

三、服务及其他要求

- 3.1、提供智能装配工艺试验台培训
- 3.2、质保期：合同签订且系统验收合格后 1 年
- 3.3、交货时间：合同签订后 3 个月
- 3.4、交货地点：北京工业大学
- 3.5、采购数量：1 套

第 2 包 多维度混合传感及路径标定试验台、人机交互模拟试验台

品目 2-1：多维度混合传感及路径标定试验台

一、功能要求

多维度混合传感及路径标定实验台是用来标定人机协作智能装配系统定位精度及其修正基础数据。主要包括：

- (1) 人机协作智能装配系统中的协作机器人位姿、力和扭矩等基础数据；
- (2) 装配完成后工件的装配精度（包括接触刚度、平面度和位置误差等）；
- (3) 人机协作智能装配系统温度、位移以及变形等基础数据。

二、技术要求

1、系统组成：

- 1) 试验件工装系统一套，能够适应框形件、圆形法兰面、圆弧空间面等多种试件，工装系统具有快换功能；
- 2) 装配精度检测系统一套，具备多种传感器混合传输功能，传感器包括位移传感器（接触式和非接触式）、力传感器、扭矩传感器、温度传感器等，该装配精度检测系统需具有 3 个执行机构、并具有自动校准、自动检测功能，并与人机协

作智能装配系统实时通信能力，并将采集数据反馈给人机协作智能装配系统。

3) 多维混合传感实验系统一套，实现包括由霍尔开关、图像采集装置、温度传感器、力传感器和位移传感器等多个信号源获得的实验数据混合传感技术验证。

2、主要参数：

1) 试验件工装系统快换时间小于 10 分钟；

2) 装配件预紧扭矩检测误差 $<3\%$ ；

3) 装配精度检测系统具有三轴运动功能，X 向平动、Y 向平动和 Z 向转动，各轴运动误差 $<0.01\text{mm}$ ，各运动轴预装光栅尺，以降低检测精度。

4) 多维混合传感实验采集系统一套，输入端口数 >10 ，采集频率 $>5\text{KHz}$ ；

5) 数据处理工具 1 套，具有检测数据自动处理功能，实现装配件平面度、装配精度误差等数据的自动化计算，该数据处理工具要求较高的实时性，数据处理时间 $<100\text{ms}$ ，并反馈给人机协作智能装配系统，以校正装配件，达到预期目标。

三、服务及其他要求

3.1、提供多维度混合传感及路径标定试验台培训。

3.2、质保期：合同签订且系统验收合格后 1 年

3.3、交货时间：合同签订后 3 个月

3.4、交货地点：北京工业大学

3.5、采购数量：1 套

品目 2-2：人机交互模拟试验台

一、功能要求

人机交互模拟试验台通过对人的信号输入进行数据分析和图像处理，完成信息储存和记忆。用于追踪和虚拟人的感知行为，并对异常行为进行快速判断处理。

二、技术要求

1、系统组成：

1) 传感器设置与标定模块：全局摄像机采集信息势必会因为机械臂对人发生部分遮挡导致有效信息采集失败或数据采集不足，因此，需采用两个及以上摄像头作为视觉引导传感器。将摄像头与电脑进行连接，在人机交互界面打开参数标定模块，对外参数进行标定，获取基本坐标数值。此外，设置超声波距离传感器，用于进行机械手臂与人之间的距离探测，确保人身安全。

2) 数据采集及处理模块包括：选用体感摄像头作为视觉引导系统传感器，该传感器通过内部彩色摄像头、深度摄像头分别获取彩色及深度信息，红外增强器提供红外补光，保证深度摄像头对深度信息采集的可靠性，更好的提取人体骨骼和关节的坐标信息。

在摄像头采集环境点云时，设备自身的精度和环境带来的干扰会使得点云信息存在噪声点，因此，为了提升三维重构及可视化等操作的可靠性及精度，需使用点云库 PCL 对采集到的点云进行实时处理。

3) 人体行为识别模块：通过将深度及彩色图像信息传入数据处理器中，求解表征骨骼信息的向量与随机决策库比对进行骨骼点的判别，可实现对人骨骼信息跟踪模型实时推断，在人机交互界面，通过 BP 神经网络算法对数据进行融合，可实现人体行为的识别。

4) 导航避障模块：采用超声波距离传感器进行距离探测，将获得的距离信号传输到控制器进行计算，最后主控制器根据控制量对机器手臂的运动方向进行改变，从而保证人身安全。

5) 装配紧固模块：采用自动紧固装置进行装配，加载过程中能实时检测预紧力，并且能够判断出紧固过程中是否拧歪，控制器有多种工况条件可做选择，从而满足实际的工作要求。

2、主要要求：

1) 超声波距离传感器测量盲区 $<0.01\text{m}$ ；

2) 立体摄像头配备 SDK 软件开发；

3) 支撑架高度 $>1.2\text{m}$

4) 紧固控制器提供用于流程控制的可编程 IO 及系统扩展组件；

- 5) 自动紧固装置控制器拧紧程序数量 50 个；
- 6) 自动紧固装置控制器拧紧步骤数量 15 个；
- 7) 自动紧固装置枪头扭矩精度 $\leq 5\%$ ；
- 8) 自动紧固装置枪头最小扭矩 $\leq 2.0\text{Nm}$ ；
- 9) 自动紧固装置枪头最大扭矩 $\geq 12\text{Nm}$ ；
- 10) 自动紧固装置重量小于 5Kg。

三、服务及其他要求

- 3.1、提供人机交互模拟试验台培训。
- 3.2、质保期：合同签订且系统验收合格后 1 年
- 3.3、交货时间：合同签订后 3 个月
- 3.4、交货地点：北京工业大学
- 3.5、采购数量：1 套

北京工业大学招标采购项目验收报告（货物）

项目名称				
合同项目编号		包号		
使用单位				
招标代理机构				
中标供应商				
验收时间				
验收地点				
验收小组成员				
序号	姓名	单位	职务/职称	联系电话

验收内容

--

验收结论

序号	验收项目	验收检查内容	验收结果
1	包装检查	包装完整，无损坏，碰撞现象	
2	资料检查	说明书、合格证、保修卡、装箱清单等技术资料齐备	
3	外观检查	外观完好，无破损及脏污	
4	设备规格型号	规格型号与采购合同一致	
5	设备数量	数量与采购合同一致	
6	配套设备	配套附件齐全	
7	性能检查	准确度、精度等满足要求	
8	其他检查	指定项目满足采购需求	

结论：

验收过程相关文件 （可作为附件放在验收报告后）	1. …… 2. …… 3. ……
验收参与方签字确认	
使用单位： 用户代表（签字）： <div style="text-align: right;"> （盖章） ____年__月__日 </div>	中标供应商： 中标商代表（签字）： <div style="text-align: right;"> （盖章） ____年__月__日 </div>
验收小组代表（签字）： <div style="text-align: right;"> ____年__月__日 </div>	其它参与方： <div style="text-align: right;"> （签字/盖章） ____年__月__日 </div>

验收报告备案接收人（国资处）： _____

填表说明：

- 1、本表一式五份，财务处、国资处、招标代理机构、中标供应商、用户方各一份；
- 2、使用单位请加盖公章；
- 3、验收内容若所留空白不够，可另加附页；