

“西门子杯”中国智能制造挑战赛
智能制造工程设计与应用类赛项：数控数字化双胞胎方向
校赛 实践环节 任务书

本科/研究生组

(时间：150 分钟)

2022 年 3 月

说明：

任务书共 16 页，包含子任务 1 ~ 子任务 6，比赛时长 150 分钟；

一、任务背景

A 设备公司中标装备制造企业 B 公司批量加工中心设备的订单，该批设备主要针对常规零件的加工生产，客户要求重新研发设计。目前，产品的机械设计前期已经完成，现在正处于研发部和设备处工程师合作进行设备的功能 NC/PLC 电气调试及样件制造的仿真可行性测试阶段。根据合同要求，交付内容如下：

- 【1】在硬件生产完成之前，结合真实设备一致的 3D 文件提前完成系统 NC 参数的设定及 PLC 调试；
- 【2】避免客户同质化竞争，对控制系统功能界面进行客户定制，如个性化的开机画面及安全相关监控画面的开发等；
- 【3】设备生产出来之前，基于样件工艺设计进行夹具设计、程序编制、加工仿真。

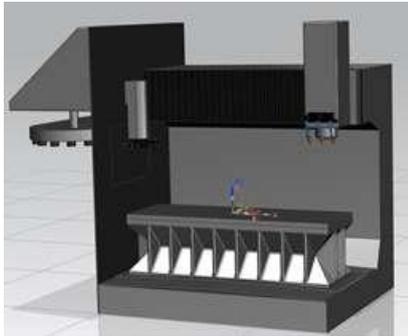


图 1 三轴生产设备机械结构简图

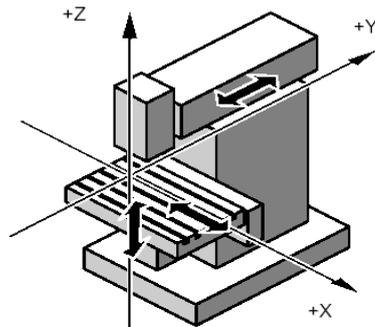


图 2 三轴生产设备运动坐标

二、任务平台描述

数控数字化双胞胎虚拟调试赛项配套任务平台为 TIA Portal 和 SINUTRAIN 如图 3 所示，数控数字化双胞胎虚拟调试赛项配套任务平台如图 3 所示，SINUTRAIN 为工业级数控编程与仿真软件，该软件基于真实的数控系统内核，各种操作、编程功能与控制器本身完全相同。做为西门子数控的工业级仿真软件，可以实现离线调试和编程，高度模拟真实数控系统从二次开发、系统参数调试、程序编制的 3D 仿真验证与培训，实现数控数字化双胞胎虚拟调试配套的编程与系统仿真功能。



图 3 数控数字化双胞胎虚拟调试赛项配套任务平台 TIA Portal 和 SINUTRAIN

三、任务要求

你作为 A 公司的技术工程师，受公司委派完成该三轴机床的电气调试、定制化功能开发，并以 B 公司指定的生产承接的零件为对象，完成生产规划及设计、程序编制及系统仿真。包括 5 个子任务，其中子任务 1 创建新的博图项目，子任务 2、3、4 使用 SINUTRAIN 中的“Vertical milling machine”机型完成各项任务，具体要求如下：

3.1 子任务 1：电气调试（25 分）

子任务描述：公司现有 3 个连接于 CPX 阀岛的 1#、2#、3#气缸需实现 PLC 控制其伸、缩运动功能，请根据具体控制要求进行 CPX 阀岛的 1#、2#、3#气缸电气控制系统的设计及 PLC 程序的编辑和调试。最终使 1#、2#、3#气缸具备任务要求中的所有控制功能。

3.1.1 创建 PLC 项目（3 分）

要求使用 TIA 软件创建项目进行机床的电气功能调试，包括硬件组态、参数设置、程序编写等，完成以下功能，项目名称为“抽签组号-序号”；

硬件组态信息如下表（供参考）：

名称		订货号	版本
NCU 1760		6FC5 317-6AA00-0Axx	6.14
PLC 外围组件	PP72/48	6FC5 311-0AA00-XAA0	/
	72DI/48DO	/	/
	Option 2AI/2AO	/	/
	Option diagnostic 16 DI	/	/

*NCU1760 需在博图中安装相关插件，具体方法教材见大赛官网，或直接组态 S7-1200 亦可

用户自定义功能键及相关功能键的 I/O 地址如下表（供参考）：

名称	地址	名称	地址
1#检测位	I3.0	1#气缸缩回线圈	Q3.0
2#检测位	I3.1	1#气缸伸出线圈	Q3.1
3#检测位	I3.2	2#气缸缩回线圈	Q3.2
4#检测位	I3.3	2#气缸伸出线圈	Q3.3
5#检测位	I3.4	3#气缸缩回线圈	Q3.4
6#检测位	I3.5	3#气缸伸出线圈	Q3.5

复位按钮 DIO	I4.0		
启动按钮 DI1	I4.1		
停止按钮 DI2	I4.2		

3.1.2 PLC 电气调试 (22 分)

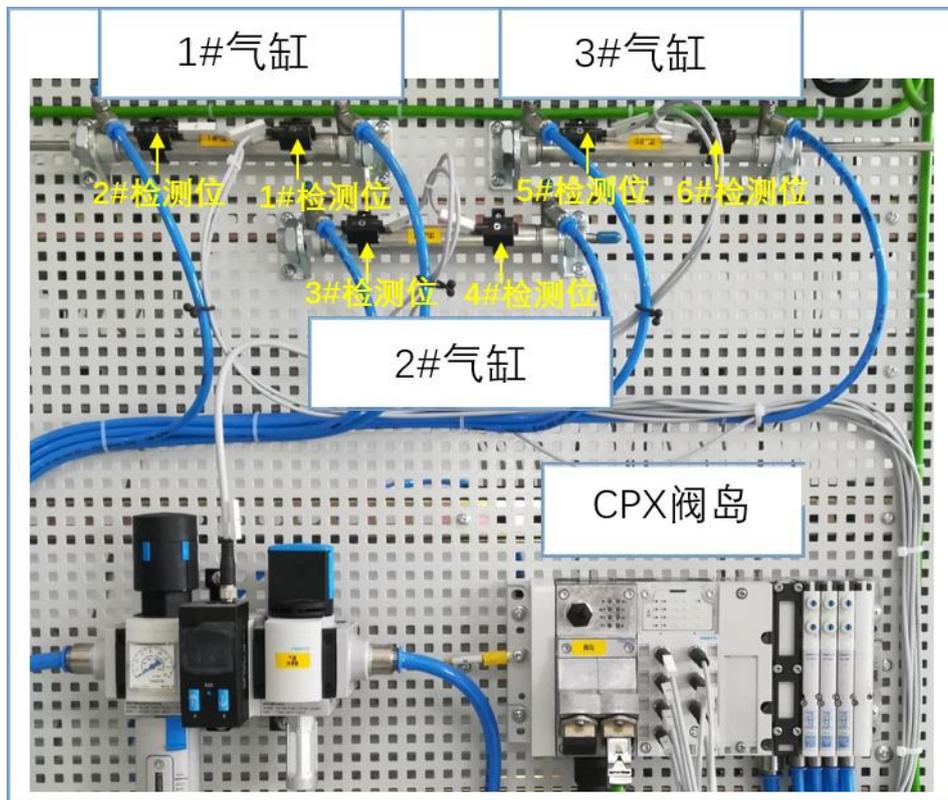


图 4 CPX 阀岛

1#、2#、3#气缸处于任意位置，调试时需要打开气源、通 24V 电源，需实现的功能如下：

3.1.2.1 功能一 (5 分)

按下复位按钮 DIO 后，各气缸执行动作 A：

- (1) 1#气缸向缩回位置运动，运动至缩回位置后停止（到达 1#位置传感器处）；
- (2) 2#气缸向缩回位置运动，运动至缩回位置后停止（到达 3#位置传感器处）；
- (3) 3#气缸向缩回位置运动，运动至缩回位置后停止（到达 5#位置传感器处）；

3.1.2.2 功能二 (5 分)

1#、2#、3#气缸都复位成功后，按下启动按钮DI1，执行动作B（复位不成功，启动按钮无效）；

- (1) 1#气缸向伸出位置运动，1#气缸运动至伸出位置（2#位置传感器处）后停留2S；
- (2) 1#气缸在伸出位置停留2S后，2#气缸向伸出位置运动，2#气缸运动至伸出位置（4#位置传感器处）后停留2S；
- (3) 2#气缸在伸出位置停留2S后，3#气缸向伸出位置运动，3#气缸运动至伸出位置后（6#位置传感器处）后停留2S；

传感器处) 停留2S;

(4) 3#气缸在伸出位置停留2S后, 1#气缸向缩回位置运动, 1#气缸运动至缩回位置 (1#位置传感器处) 后停留2S;

(5) 1#气缸在缩回位置停留2S后, 2#气缸向缩回位置运动, 2#气缸运动至缩回位置 (3#位置传感器处) 后停留2S;

(6) 2#气缸在缩回位置停留 2S 后, 3#气缸向缩回位置运动, 3#气缸在缩回位置 (5#位置传感器处) 后停留2S;

(7) 3#气缸在缩回位置停留2S后, 重新启动 1#气缸伸出 (重复动作B, 进行再次循环);

3.1.2.3 功能三 (5分)

在任意时刻, 按下停止按钮DI2, 执行动作 C:

(1) 3#气缸到达缩回位置后停止 (即完成一个大循环后停止, 3#气缸在缩回位置停留2S后, 不再启动 1#气缸);

3.1.2.4 功能四 (3分)

按下复位按钮 DI0, 执行以下动作:

(1) 重复动作A (1#、2#、3#气缸已在缩回位置和1#、2#、3#气缸处在动作B时除外);

3.1.2.5 功能五 (2分)

按下启动按钮 DI1, 重复动作 B;

3.1.2.6 功能六 (2分)

在任意时刻, 按下停止按钮 DI2, 重复动作 C;

成果的评判与提交:

子任务 1 的完成情况, 通过答题卡中的 PLC 调试功能截图以及 TIA 程序、TIA 程序运行结果, 进行评判。并提交以下材料:

(1) TIA 项目程序归档文件, 项目名称及格式为“抽签组号-序号”.zap16, 按要求放置指定位置, 并存放到提交最终结果的压缩包中。。

(3) 每个功能实现后需要进行截图, 每个功能的不同状态截图不少于 2 张, 要求使用 PrtSc 键全屏截屏, 不允许裁剪, 并按要求粘贴到答题卡文件中指定位置。

3.2 子任务 2：功能开发（30 分）

该子任务需要根据客户需求实现用户界面的个性化定制，并根据客户要求开发机器人上下料功能的监控界面，便于用户对机器人工作状态及工件批量加工情况进行监控，提高加工过程中人机交互的便捷性和宜人性。具体要求如下：

3.2.1 Custom 初始界面设计（5 分）

- (1) 按下操作面板上的  键，打开用户定制画面，该界面的要素和布局如图 5 所示。使用的背景图片见附件 1，可根据需要裁剪并调整大小。
- (2) 按下该界面第一个水平软键“机器人”，打开机器人状态监控界面。



图 5 Custom 初始界面及登入软键

3.2.2 机器人状态监控界面（20 分）

机器人状态监控界面的要素和布局如图 6 所示，使用的背景图片见附件 1，可根据需要裁剪并调整大小。



图 6 机器人状态监控界面

要求实现以下功能：

- (1) 界面左上角显示该界面的名称：机器人状态
- (2) 显示背景图片，大小和位置如图 6 所示
- (3) 工件数量显示

可以输入某一批次工件的总数，实时显示当前已加工的件数、待加工的件数。

工件总数可以自行确定数量并输入；

已加工件数随加工过程的进行而实时变化；

待加工件数=工件总数-已加工件数。

- (4) 机器人的三个位置显示

根据输入信号（I 地址信号）实时显示机器人的位置状态。显示的数字“0”或“1”随对应的 I 地址的数据而变化，当数字为“1”时，对应的红色指示灯点亮，为“0”时，对应的指示灯熄灭，显示为灰色。如图 6 所示。

3.2.3 相关界面及入口（5 分）

- (1) 在机器人状态监控界面的垂直软键栏，设置“返回”软键，按下该软键，返回上一级界面。

- (2) 在机器人状态监控界面的水平软键栏，设置“机床状态”、“仓库状态”软键，按下软键，进入下一级界面。分别对机床的工作状态、仓库的工作状态进行显示（打开下一级界面即可，显示的内容不做具体要求）。

- (3) 在下一级界面的垂直软键栏，设置“返回”软键，按下该软键，返回图 6 所示的界面。

成果的评判与提交：

子任务 2 的完成情况可以现场进行评判，也可以通过提交的截图、机床文件，进行评判，需提交以下材料：

- (1) 所开发的界面的截图，能反映不同状态的截图至少 3 张。要求使用 PrtSc 键全屏截屏，不允许裁剪。

- (2) 将 easyscreen.ini 文件、界面配置 com 文件、界面开发使用的图片文件、界面开发编写的其他文件，并存放到提交最终结果的压缩包中。

- (3) 任务完成后，导出备份的机床文件，并存放到提交最终结果的压缩包中。（可以在其他子任务全部完成后一起导出）

子任务 3：生产规划（5 分）

子任务描述：对零件（附件 2）进行加工工艺分析，从工艺数据库简表（表 2）中选择工序名称及刀具填写到工艺方案简表（表 1）中，做为存档文件。

成果提交：将“表 1 工艺方案简表”，填写在“答题卡”中。

表 1 工艺方案简表

序号	工序（填写表 2 中对应工序的字母即可）	刀具（填写表 2 中对应刀具的刀号即可）
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

表 2 工艺数据库简表

序号	工序		刀具	
	1	A	铣削—顶部平面	T1
2	B	铣削—90mm 夹持面	T2	∅6mm×90°NC 中心钻
3	C	铣削—78mm 定位面	T3	∅12mm 立铣刀
4	D	铣削—铣削“定位岛”型腔	T4	∅10mm 立铣刀
5	E	铣削—∅25mm 中心定位孔	T5	∅8mm 立铣刀
6	F	铣削—∅30mm 中心定位沉头孔	T6	∅6mm 立铣刀
7	G	铣削—轮廓倒角		

3.4 子任务 4：工装设计（15 分）

子任务描述：基于样件图纸及机床模型，完成零件的毛坯实体和夹具体的设计，要求：

- (1) 基于零件图纸，选手自行设计毛坯尺寸，采用 CAD 软件完成毛坯实体的 3D 建模，并导出为 STL 格式。（3 分）
- (2) 依据设计的毛坯实体，采用 CAD 软件自动生成毛坯的工程图，工程图应符合国家制图标准，并以 PDF 格式输出。（3 分）
- (3) **基于附件 3 图纸**，选手进行通用平口钳部件的设计，采用 CAD 软件完成平口钳部件的 3D 建模及装配，并导出为 STL 格式。（9 分）

成果提交：

将自行设计的毛坯和夹具的 3D 实体、毛坯工程图，以 STL 或 PDF 格式存放在提交最终结果的压缩包中。

3.5 子任务 5： 生产工程（5 分）

子任务描述：基于样件图纸（附件 2）及子任务 3.3 确定的零件加工工艺方案，完成零件的加工程序编制，要求：

(1) 在 Sinutrain 软件刀具表中建立与表 2—工艺数据库简表中一致的刀位、名称及类型，在编制程序中调用相应刀具。

(2) 程序编制：运行 1 个主程序，可以完成所有图纸要素的零件加工。

(3) 加工编程流程与工艺流程一致。

(4) 所有加工内容，均需满足合理的加工工艺要求，进行粗、精加工，不得一次性加工到尺寸。

成果提交：

提交编写的零件加工程序。

3.6 子任务 6： 生产执行（20 分）

子任务描述：调用编制完成的加工程序，进行程序 3D 仿真，核对各加工要素是否完成，是否符合图纸要求：

(1) 通过编程及仿真样件的结果，对比图纸（附件 3）中的加工要素完成情况。

成果提交：

将仿真加工的 3D 视图从工件不同角度截屏，能够反映出加工件的结构全貌。

四、评分依据

4.1 评分相关国家及行业标准

- GB/T 26220-2010 工业自动化系统集成 机床数值控制 数控系统通用技术条件
- JB/T8801-1998《加工中心 技术条件》
- GB/T 3168 数字控制机床操作指示形象化符号
- GB/T-20957.7-2007《精密加工试件》标准
- GUI (Graphical User Interface) 行业设计规范

4.2 评分方式及成果提交

(1) 比赛时间及安排

比赛时间共 2.5 小时，参赛队在规定的时间内完成实践任务书要求。

(2) 评分方法

采用现场评分和后台评分相结合的方式，具体见该赛项的竞赛细则。

(3) 成果提交

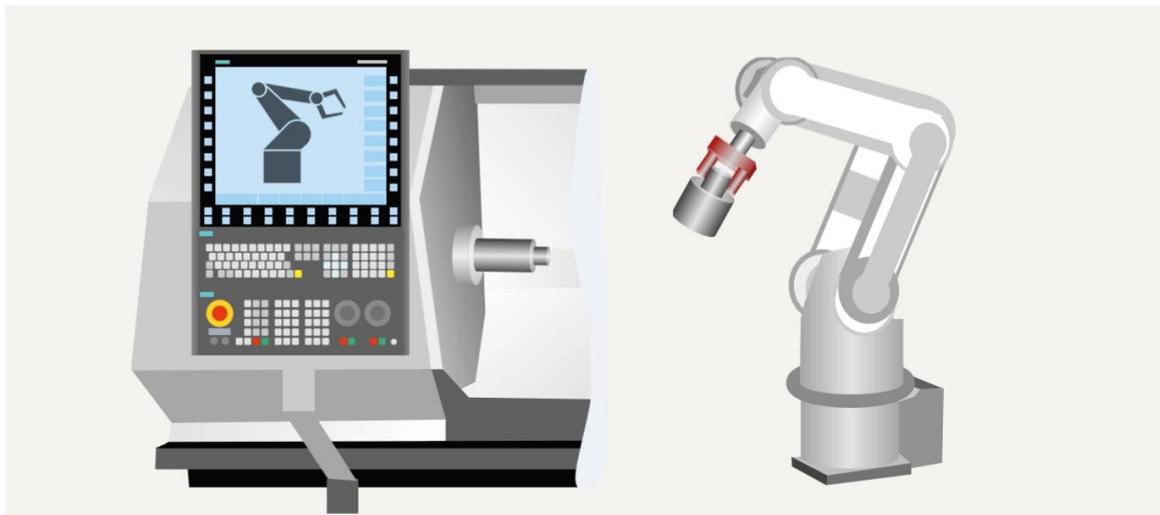
最终任务结束时，将要求提交的比赛文件打包存储到 U 盘，提交前应核对存档文件是否能够再次打开。提交材料的清单及要求见表 3。

表 3 提交材料清单及要求

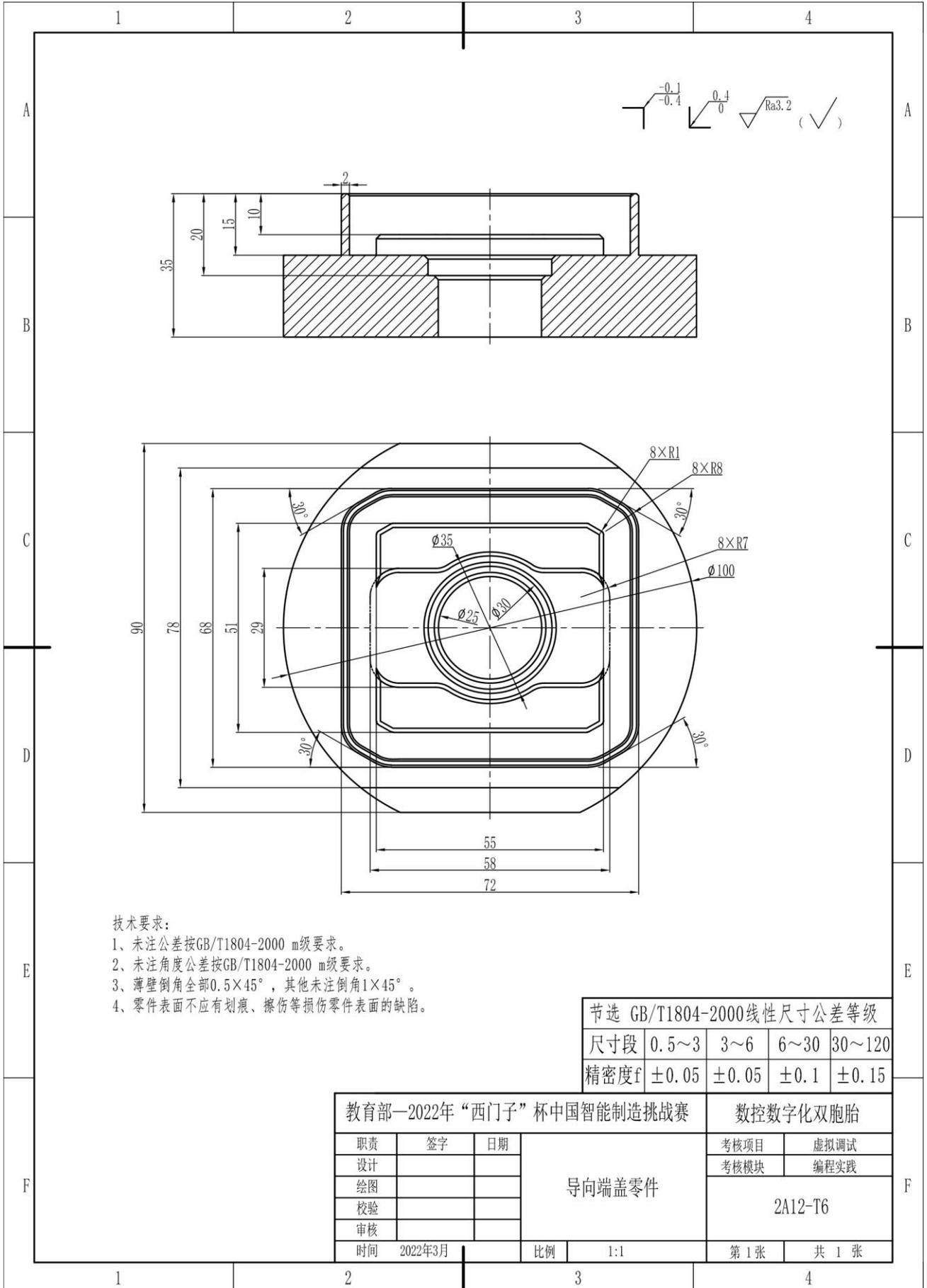
压缩包名称	文件夹名称	文件名称	确保包含以下内容	文件格式及要求
 抽签组号-序号-队伍编号	 抽签组号-序号-队伍编号	 抽签组号-序号.doc	子任务 1 PLC 调试功能截图	所有内容填写或粘贴在答题卡模板中。保存 word 版本 1 个、pdf 版本 1 个
			子任务 2 界面开发截图	
			子任务 3 工艺方案简表	
		 抽签组号-序号.pdf	子任务 5 零件加工所需的刀具信息表截图	
			子任务 6 加工后工件不同角度的 3D 截图	
			子任务 1 在 TIA 环境中的 PLC 调试程序.zap16	
			子任务 2 easyscreen.ini 文件	
			子任务 2 界面配置文件.com 文件	
		 抽签组号-序号	子任务 2 界面开发使用的图片文件	
			子任务 2 界面开发编写的其他文件（如有）	
			子任务 4 毛坯、夹具和刀柄的 STL 文件	
				子任务 5 零件加工程序（文本格式）
		 抽签组号-序号.set	所有任务完成后，导出机床文件	

备注：比赛所形成的知识产权归属于各参赛队所有，但全国竞赛组委会享有对方案非营利性使用的权利。

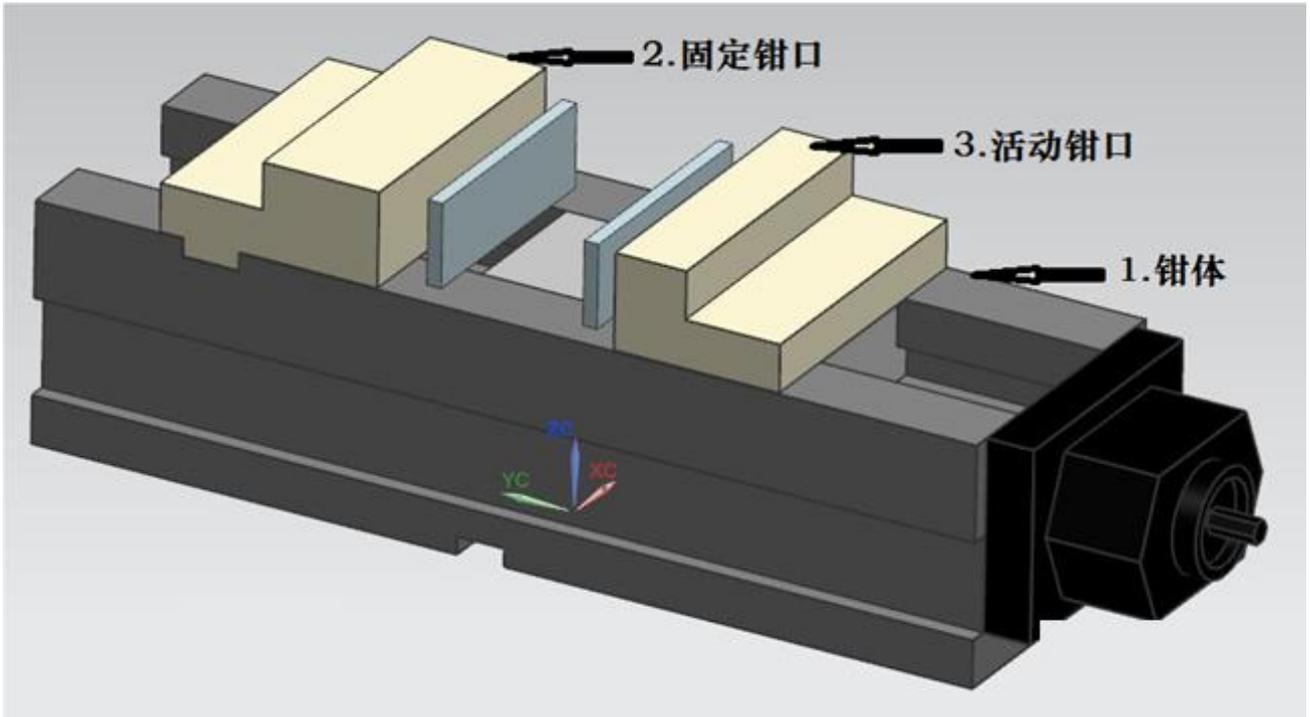
附件 1：开机画面、界面开发用图：



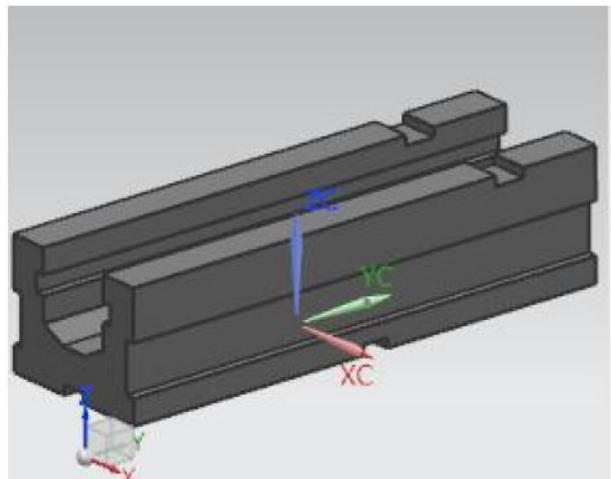
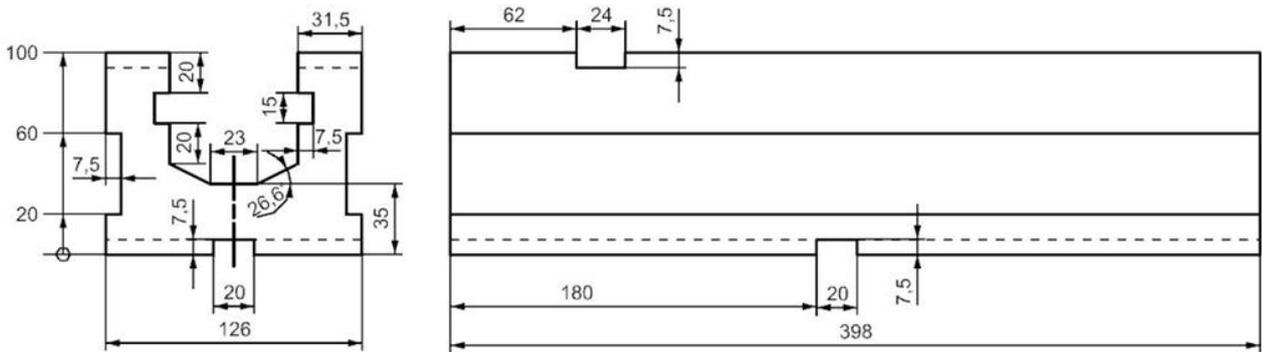
附件 2 样件图纸：



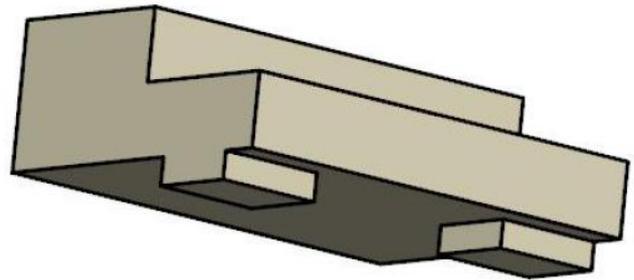
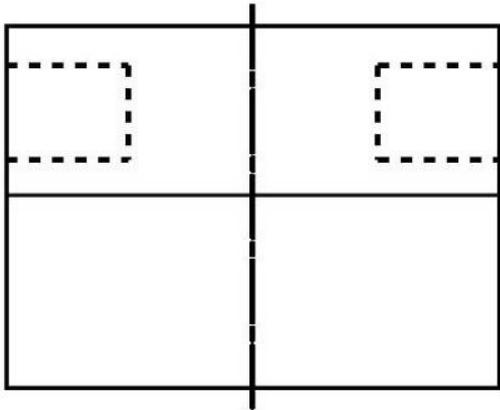
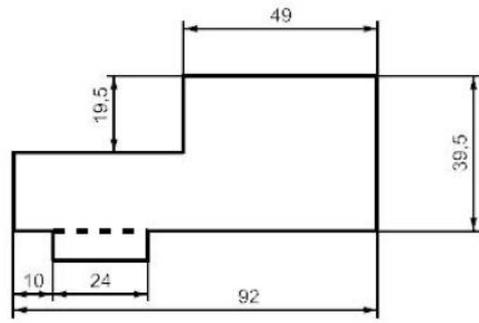
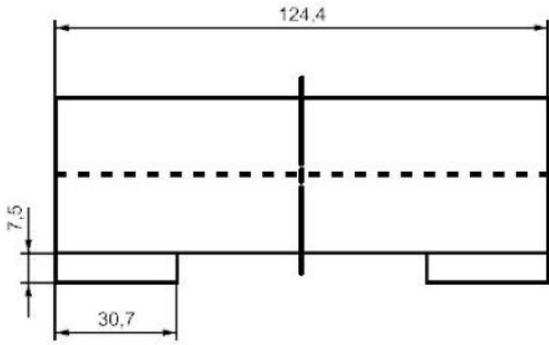
附件 3.1 平口钳总装配图：



附件 3.2 钳体零件图：



附件 3.3 固定钳口零件图：



附件 3.4 活动钳口零件图：

