

2023 年 CIMC“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
初赛 样题

本科/研究生组

(时间：150 分钟)

2023 年 3 月

说明：

任务书共 24 页，包含子任务 1 ~ 子任务 4，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。为降低成本、提高研发效率，缩短研发周期，决定采用最先进的数控数字化双胞胎软件在环技术。

【1】在硬件生产完成之前，结合与真实设备一致的 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上下料机器人相关监控画面的开发；

【3】设备生产出来之前，基于以上 NC/PLC 电气设置，基于样件工艺设计进行夹具设计、程序编制、加工仿真。

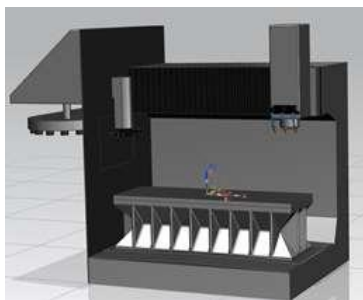


图 1 三轴生产设备机械结构简图

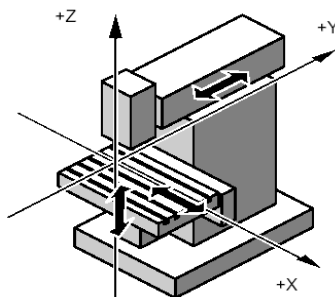


图 2 三轴生产设备运动坐标

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 Create My Virtual Machine (CMVM) 如图 3 所示，CMVM 为工业级数控数字化双胞胎软件在环技术平台，该软件基于智能制造复合型人才工作环境，贯穿制造业“生产设计—生产工程—生产规划—生产执行”整个流程。基于真实的数控系统内核与 CAD 设计及 TIA 结合，满足从 NC 调试—PLC 调试—夹具与工艺设计—程序编制—3D 制造仿真功能。各种操作、编程功能与控制器本身完全相同。所有的电气调试数据和程序编程仿真数据可以直接导入真实的硬件设备。

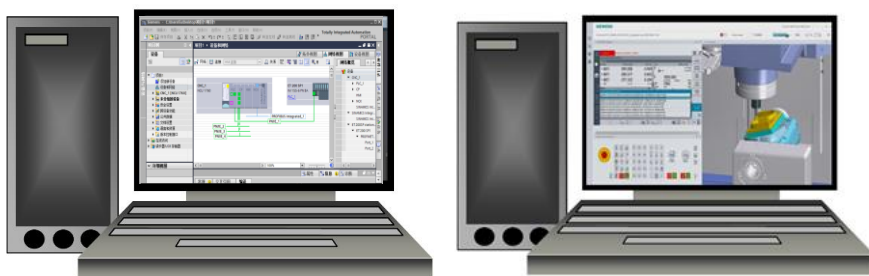


图 3 数控数字化双胞胎虚拟调试赛项配套任务平台 TIA Portal 和 Create My Virtual Machine

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 4 个子任务，其中子任务 1 创建新的空白虚拟机床，子任务 2、3、4 使用 CMVM 中的“SinuMill3.vcp”模板，具体要求如下：

3.1 子任务 1：电气调试阶段（35 分）

子任务描述：为帮助用户更快速的完成机床的电气功能调试，保证机床的合格率，从而更快的使机床投入到生产中，要求使用 Create MyVirtual Machine 软件和 TIA 软件进行数控机床的电气功能开发和调试，其中 MCP 采用 IE 连接方式，具体要求如下：

3.1.1 创建虚拟机床（5 分）

(1) 使用“Create MyVirtual Machine”创建一个空白项目（虚拟机床），项目名称为“抽签组号-序号”，例如第一组第一位：1-1；

(2) 机床轴名分别命名为 X1\Y1\Z1\A1\B1\SP1；

(3) 定义 X1\Y1\Z1 为直线轴，A1\B1\SP1 为旋转轴，SP1 为主轴；

(4) X1\Y1\Z1\A1\B1\SP1 各轴对应的轴号分别是 1\2\3\4\5\6；

3.2 PLC 虚拟调试（30 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	6.15
PLC 外围组件	PP72/48	6FC5 311-0AA00-XAA0	/
	72DI/48DO	/	/
	Option 2AI/2AO	/	/
	Option diagnostic 16 DI	/	/

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
T1 按键	I7.7	T1 指示灯	Q5.7
T2 按键	I7.6	T2 指示灯	Q5.6
T13 按键	I6.3	T3 指示灯	Q5.5.

T14 按键	I6.2	T4 指示灯	Q5.4
T15 按键	I6.1	T5 指示灯	Q5.3

3.2.1 急停功能（5 分）

- (1) 按下急停开关后，系统出现“3000 Emergency Stop”触发急停功能；
- (2) 松开急停开关并按下复位按钮，消除急停功能；

3.2.2 手动控制功能（5 分）

- (1) 按下“JOG”按键，激活手动方式；
- (2) 手动方式下，可实现 X\Y\Z\A\B 轴正负方向的移动控制，并且倍率开关可进行移动速度的调节，倍率 100% 时的移动幅度为 4000mm/min；
- (3) 手动方式下，可实现 X\Y\Z\A\B 轴正负方向的快速移动控制，并且倍率开关可进行快速移动速度的调节，倍率 100% 时的移动幅度为 8000mm/min；
- (4) 机床伺服轴 X\Y\Z 坐标值达到+1000.000mm 时，触发正向软限位报警；
- (5) 机床伺服 X\Y\Z 坐标值达到-1000.000mm 时，触发负向软限位报警；

3.2.3 机床参考点设定（5 分）

- (1) 机床 X 轴测量系统采用绝对值编码器，设定 X 轴为绝对编码器回参考点模式并完成 X 轴参考点的设定；
- (2) 机床 Y 轴测量系统采用绝对值编码器，设定 Y 轴为绝对编码器回参考点模式并完成 Y 轴参考点的设定；
- (3) 机床 Z 轴测量系统采用绝对值编码器，设定 Z 轴为绝对编码器回参考点模式并完成 Z 轴参考点的设定；
- (4) 机床 A 轴测量系统采用绝对值编码器，设定 A 轴为绝对编码器回参考点模式并完成 A 轴参考点的设定；
- (5) 机床 B 轴测量系统采用绝对值编码器，设定 B 轴为绝对编码器回参考点模式并完成 B 轴参考点的设定；

3.2.4 MDA 功能（5 分）

- (1) 按下“MDA”按键，激活 MDA 方式；
- (2) MDA 方式下编写 “ M03 S5000; G01 X500 Y500 F500 ” 程序段。
- (3) 按下“cycle start”按键，机床开始自动执行上述程序，进给倍率开关可进行进给速度的调节，主轴倍率开关可进行主轴速度的调节。
- (4) 机床“cycle start”按键和“cycle stop”按键可自由切换，实现机床自动运行功能和进给保持功能的切换；

3.2.5 报警信息显示功能（5 分）

- (1) 触发一下 MCP 操作面板上的 T1 按键后，系统触发“700000 液压系统故障”报警信息，且 T1 按键上方指示灯，以 1HZ 频率闪烁。（报警信息为红色字体）；
- (2) 触发一下 MCP 操作面板上的 T2 按键并按复位键后，“700000 液压系统故障”报警信息解除，T1 按键上方指示灯熄灭；

3.2.6 数控机床上、下电时序控制功能（5 分）

(1) 急停按钮在释放状态下触发 MCP 操作面板上的“FEED START”按键，MCP T13 按键上方指示灯立即点亮，3 秒后 T14 按键上方指示灯自动点亮，3 秒后 T15 按键上方指示灯自动点亮，以此模拟数控机床的上电时序控制功能；

(2) 按下急停或触发 MCP 操作面板上的“FEED STOP”按键后，T15 按键上方指示灯熄灭，3 秒后 T14 按键上方指示灯自动熄灭，3 秒后 T13 按键上方指示灯自动熄灭，以此模拟数控机床的下电时序控制功能；

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、CMVM 机床文件，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。。

(2) 导出 CMVM 机床文件，文件名称及格式“抽签组号-序号.vcp”，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）

说明：在完成该子任务过程中，所编写的程序文件及使用的图片，请点击 CMVM 软件右上角的 Memory Card 图标，打开机床存储卡文件夹，存放到存储卡的 user 文件夹下的相应目录中。具体路径：

...\\AppData\\Local\\Siemens\\Automation\\SINUMERIK ONE\\ncu\\card\\user\\sinumerik\\hmi\\...



CMVM 软件中的 Memory Card 图标

子任务描述：

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，以上下料机器人与机床的集成为背景，开发实时数据驱动的定制化人机界面，使用户可以直观地监控机器人和机床的状态，以改善客户的设备调试、加工效能。并为数字化制造监控管理平台提供一定基础。具体要求如下：

3.2.1 开机画面定制（3 分）

完成对设备开机画面的定制，要求：

- (1) 设备启动时，画面显示如图 4（原图见附件 1.1）；
- (2) 要求开机启动画面的大小与虚拟机床的 HMI 相匹配，图片显示清晰。



图 4 开机画面

3.2.2 登入软键（2 分）

登入软键设计如图 5 所示，要求：

- (1) 使用  区域的第 6 个软键作为登入软键；
- (2) 软键的文本显示为“机器人管理”；
- (3) 按下该软键，打开机器人管理的初始界面（界面 1）。



图 5 机器人管理界面的登入软键

3.2.3 机器人管理初始界面（界面 1）设计（8 分）

机器人管理初始界面的要素和布局如图 6 所示，要求：

- （1）使用的背景图片见附件 1.2，可根据需要调整大小，使图片完整并铺满虚拟机床的 HMI 屏幕；



图 6 机器人管理初始界面

- （2）界面左上角显示该界面的名称：机器人管理；
- （3）该界面第一个水平软键为“机器人”，按下该软键，可打开机器人信号监控界面（界面 2）；
- （4）该界面第 2~4 个水平软键依次是：“机床”“运行状态”“生产数据”，不要求打开新的界面；
- （5）该界面的垂直软键栏，设置“Back”软键，按下该软键，返回上一级界面。

3.2.4 机器人信号监控界面（界面 2）设计（17 分）

机器人信号监控界面直观显示在自动上下料过程中从机器人到机床的信号状态，界面的要素和布局如图 7 所示，要求：

- （1）使用的背景图片见附件 1.3，可根据需要裁剪并调整大小，背景图片显示的位置和大小如图 7 所示。



图 7 机器人信号监控界面

(2) 界面左上角显示该界面的名称：机器人信号

(3) 机器人信号状态的显示：

显示如图 7 所示的 10 个信号，根据信号（**要求使用 I 地址信号，I6.0-I6.7,I7.0-I7.1**）的实时数据，显示相应的数字（0 或 1），并点亮对应的指示灯。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，对应的绿色指示灯点亮，为“0”时，对应的指示灯熄灭，显示为灰色。

(4) 软键设置

该界面第 1~4 个水平软键依次是：“机器人”“机床”“运行状态”“生产数据”。

该界面第 8 个垂直软键是“Back”，按下该软键，返回上一级界面。

成果的评判与提交：

子任务 2 的完成情况，通过答题卡中的截图、CMVM 机床文件，进行评判。并提交以下材料：

(1) 所开发的界面的截图，能反映不同数据状态的截图至少 3 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。

(2) 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）

3.3 子任务 3：生产规划阶段（25 分）

3.3.1 生产工艺分析（5 分）

子任务描述：遵循先面后孔、刀具最优等原则，对样件（附件 2 为样件图纸）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，完成工艺分析后工艺方案简表做为存档文件。

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		

表 2 工艺数据库简表

序号	工序		刀具	
1	A	铣削顶面	T1	φ50mm 面铣刀
2	B	铣削“十字”凸台 D	T2	φ12mm 立铣刀
3	C	粗铣四角开放槽	T3	φ10mm 立铣刀
4	D	铣削φ50mm 圆形腔 B	T4	φ4mm 立铣刀
5	E	钻削 4×φ13mm 通孔	T5	φ6mmNC 中心钻
6	F	钻削 4×φ13mm 通孔中心孔	T6	φ8mm 麻花钻
7	G	铣削中心异形通孔	T7	φ13mm 麻花钻
8	H	倒角		
9	I	精铣四角开放槽		
10	J	铣削 4×φ19mm 沉头孔		

3.3.2 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、夹具体和铣刀刀柄的设计，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。
- (2) 依据设计的毛坯实体，**基于附件 3 图纸**，选手进行通用平口钳的设计，采用 CAD 软件完成平口钳的 3D 建模，并导出为 STL 格式。
- (3) 依据 HSK 63 热缩铣刀刀柄规格，**基于附件 4 图纸**，选手进行铣刀刀柄的设计，采用 CAD 软件完成刀柄的 3D 建模，并导出为 STL 格式。
- (4) 选手把毛坯、夹具和刀柄 STL 文件拷贝到 CMVM 指定文件夹下（CMVM 软件中以 Memory Card 形式打开,把 STL 文件拷贝在 user/sinumerik /3d 文件夹中）。
- (5) 在 CMVM 软件中，选手完成工装的新建，导入毛坯和夹具实体，实现毛坯和夹具的组装，并正确安装在机床的工作台上，示意图如图 7 所示。

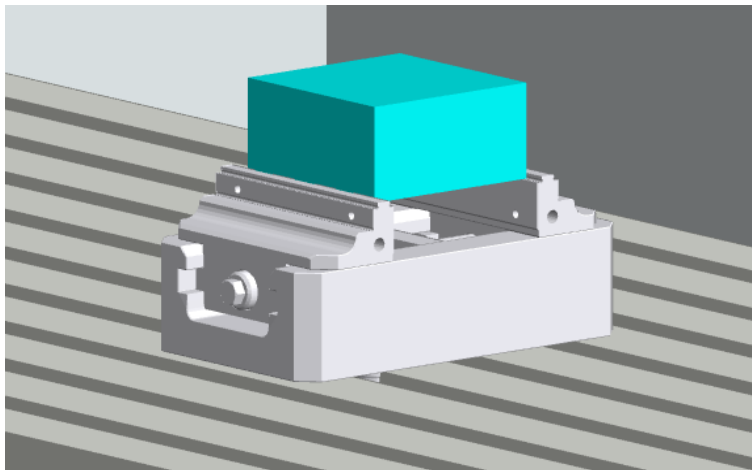


图 7 正确安装工装体

- (6) 在 CMVM 软件中，选手完成刀柄的新建，导入刀柄实体，实现立铣刀刀具和刀柄的组装，并正确安装在机床的主轴上，示意图如图 8 所示。

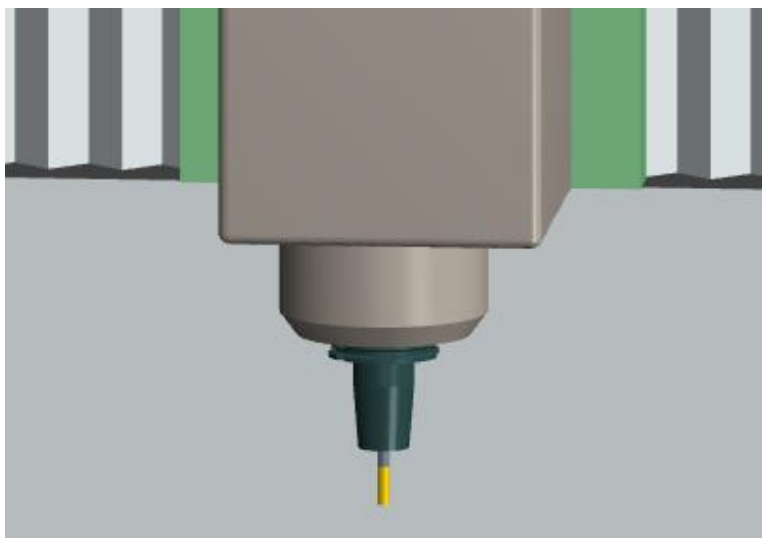


图 8 正确安装刀具体

成果提交：

将自行设计的毛坯、夹具各部件和刀柄的 3D 实体，以 STL 格式存放在提交最终结果的压缩包中。

3.3.3 程序编制（5 分）

子任务描述：基于样件图纸及子任务 3.3.1 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) 程序编制方式首选手工编程，也可采用 CAM 方式编程（CAM 软件不限），若采用 CAM 方式编程，起评分为 3 分。
- (2) 加工编程流程与工艺流程一致。
- (3) 程序要求运行 1 个主程序，完成所有图纸要素的零件加工。
- (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：

将编写的零件加工程序，以文本格式存放在提交最终结果的压缩包中。

3.4 子任务 4：生产执行阶段（10 分）**3.4.1 建立刀具信息（2 分）**

子任务描述：基于子任务 3.3.1 确定的零件加工工艺方案，建立零件加工所需的刀具清单，要求：

- (1) 在 CMVM 软件的刀具表中，按照表 2-工艺数据库简表中的刀具信息建立全部刀具，要求刀具名称、类型及规格与表中保持一致，并装载到对应刀位（例如：刀具名称“T1”装载刀具位置 1 号、“T2”装载刀具位置 2 号等），

严格参照图 9 格式建立刀具库，并在编制程序中调取相应刀具。

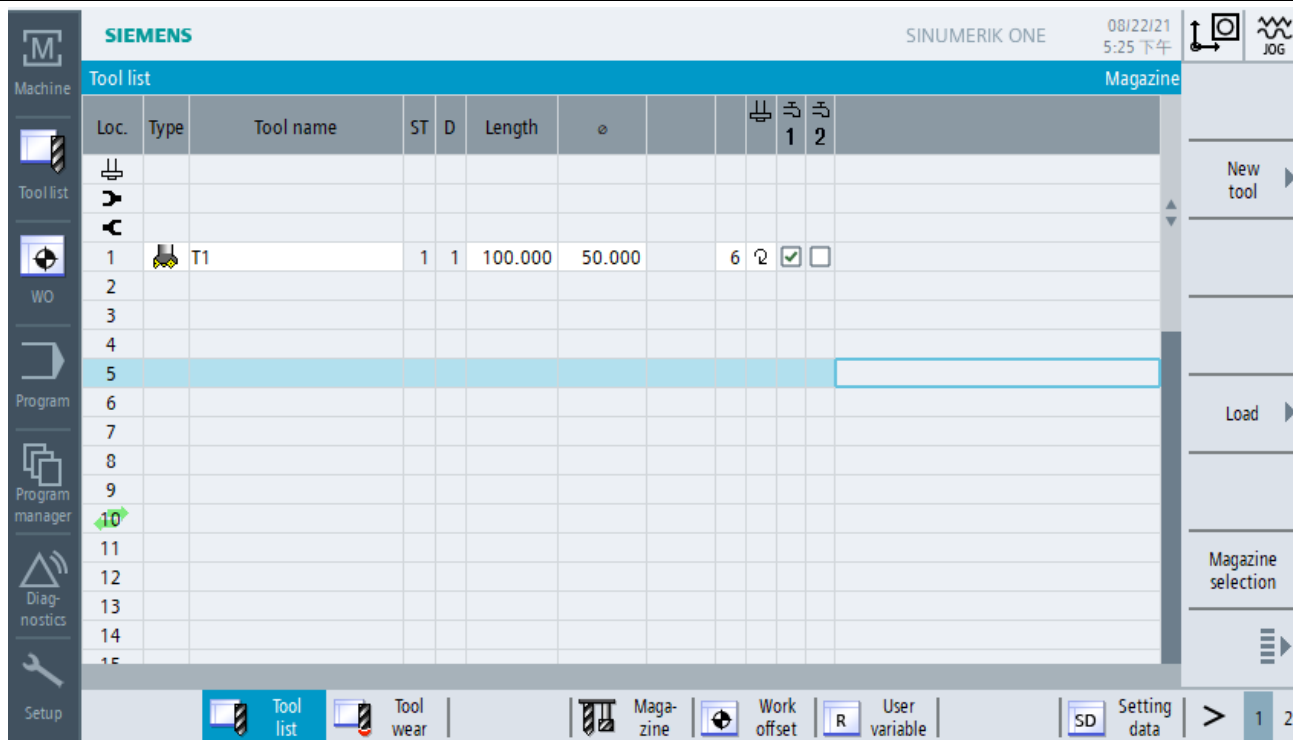


图 9 刀具信息样表

成果提交：

将建立的刀具信息，以完整的截图格式，按要求粘贴到答题卡文件中指定位置。

3.4.2 加工验证（8 分）

子任务描述：调用编制完成的加工程序，在“Auto”方式下按“cycle start”运行加工程序，加工导入的毛坯实体，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 2）中的加工要素完成情况。
- （2）在 3D 仿真画面中完成图纸（附件 2）加工后，调用 3D 测头，进行 $\varnothing 50$ 孔内径测量，将测量数据自动保存在 10 号 R 变量中。
- （3）在 3D 仿真画面中完成图纸（附件 2）加工后，调用 3D 测头，进行宽度 60 的测量，将测量数据自动保存在 11 号 R 变量中。
- （4）在 3D 仿真画面中完成图纸（附件 2）加工后，调用 3D 测头，进行十字外型的深度测量，将测量数据自动保存在 12 号 R 变量中。

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；带有测量结果的 R 变量画面进行截屏，并按要求粘贴到答题卡文件中指定位置。

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在限定时间内上传至指定网址或网盘，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 3.1.2 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
		 抽签组号-序号.pdf	子任务 3.2 界面开发截图	
			子任务 3.3.1 工艺方案简表	
			子任务 3.4.1 零件加工所需的刀具信息表截图	
		 抽签组号-序号	子任务 3.4.2 加工后工件不同角度的 3D 截图	将 TIA 程序、CMVM 虚拟机床文件放到一个文件夹
			子任务 3.1.1 在 TIA 环境中的 PLC 调试程序.zap17	
			子任务 3.1.2 CMVM 虚拟机床的机床文件.vcp	将界面开发编写的程序、编辑的图片、毛坯、夹具各部件和刀柄的 STL 文件、零件加工程序放到一个文件夹
			子任务 3.2 easyscreen.ini 文件	
			子任务 3.2 界面配置文件.com 文件	
			子任务 3.2 界面开发使用的图片文件	
			子任务 3.2 界面开发编写的其他文件（如有）	
			子任务 3.3.2 毛坯、夹具各部件和刀柄的 STL 文件	

			子任务 3.3.3 零件加工程序（文本格式）	
		 抽签组号-序 号.vcp	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。

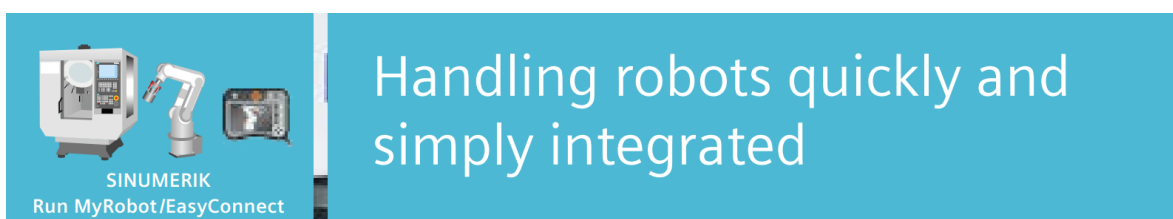
附件 1.1:



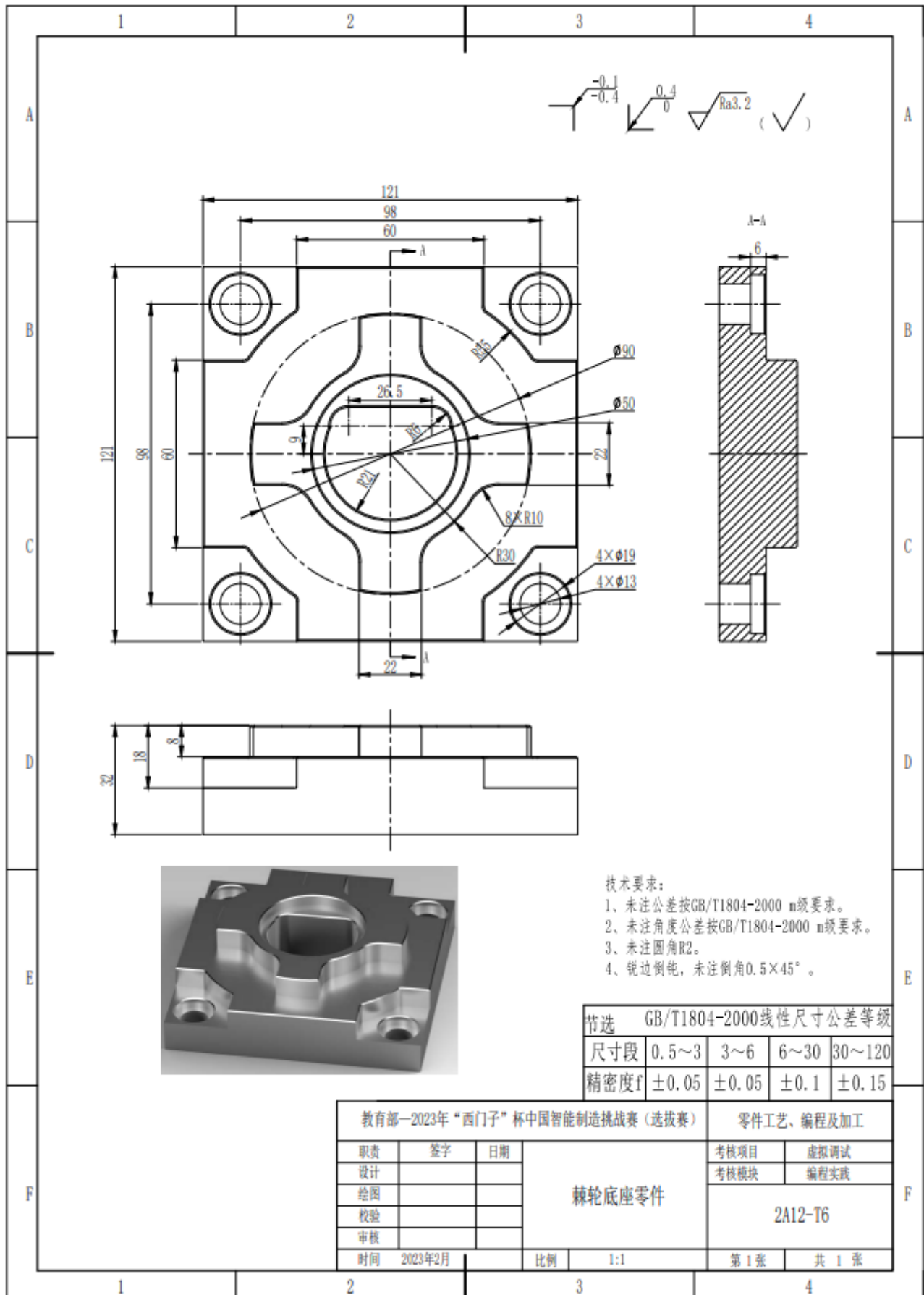
附件 1.2:



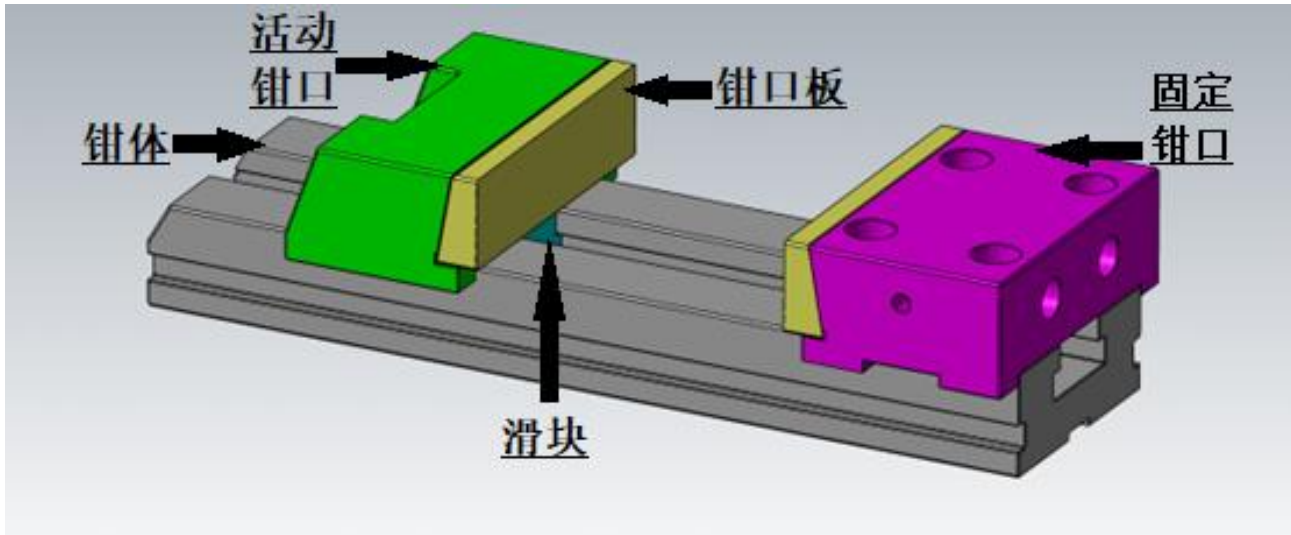
附件 1.3:



附件 2 样件零件图

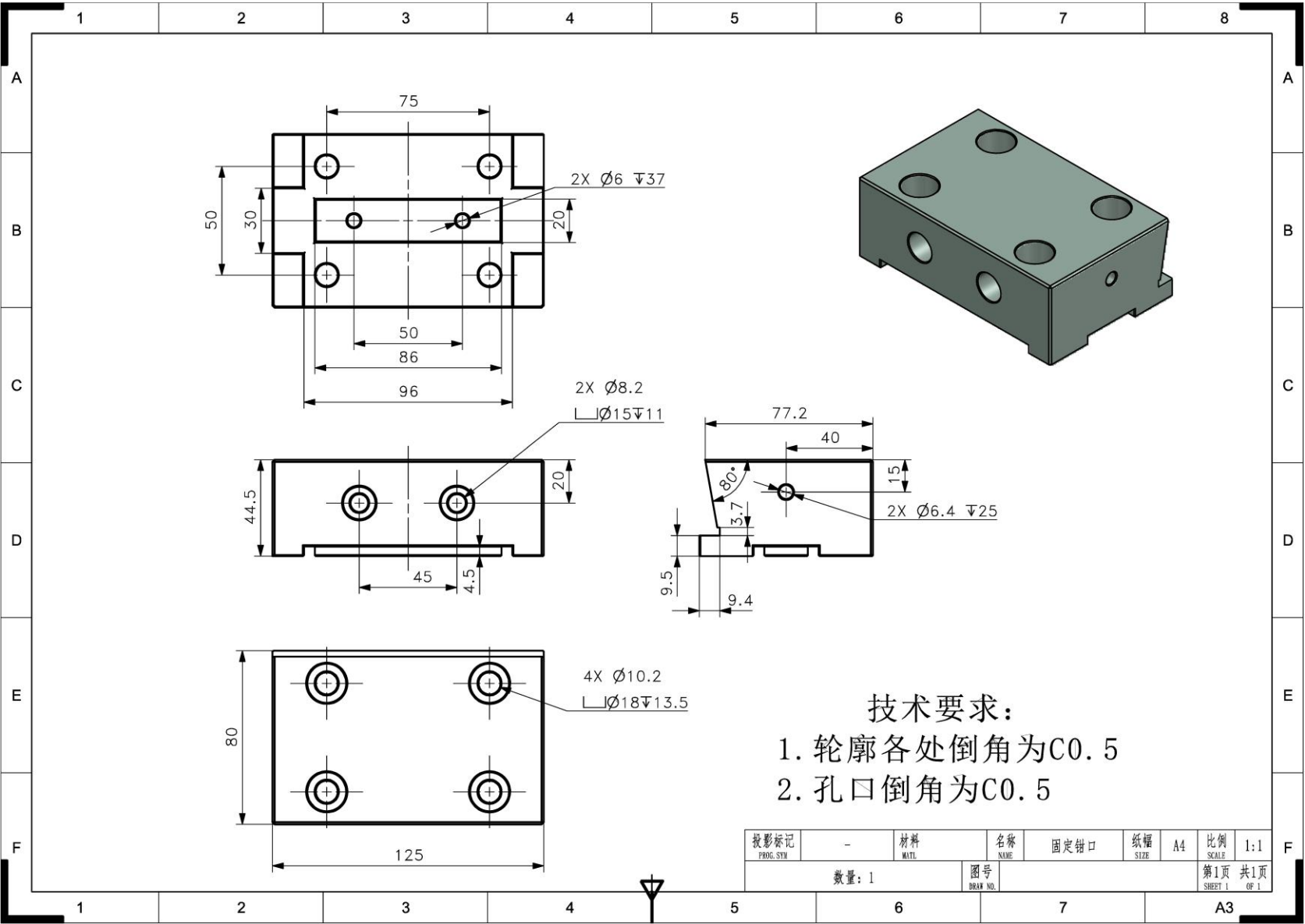


附件 3.1 精密平口钳总装配图：

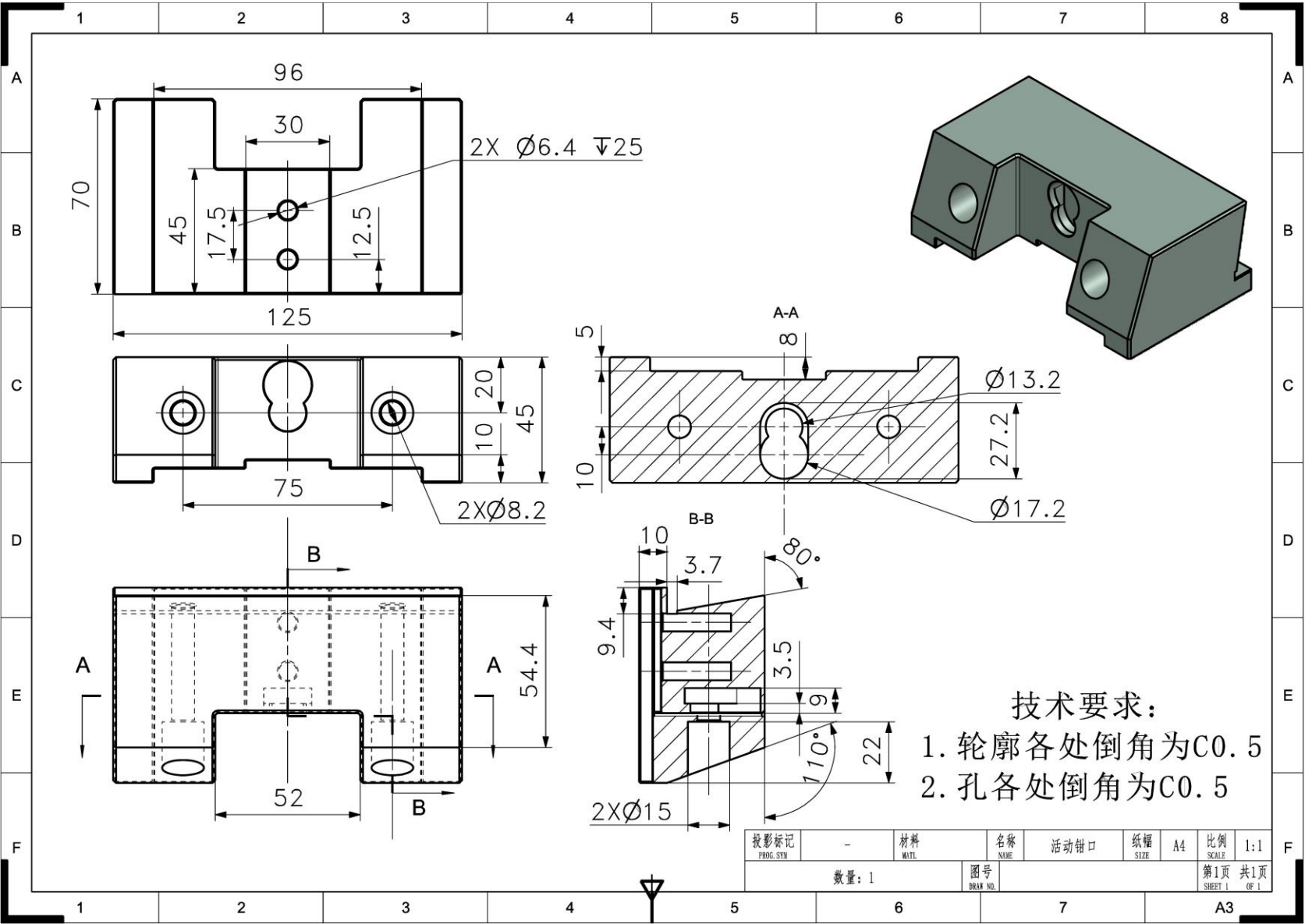




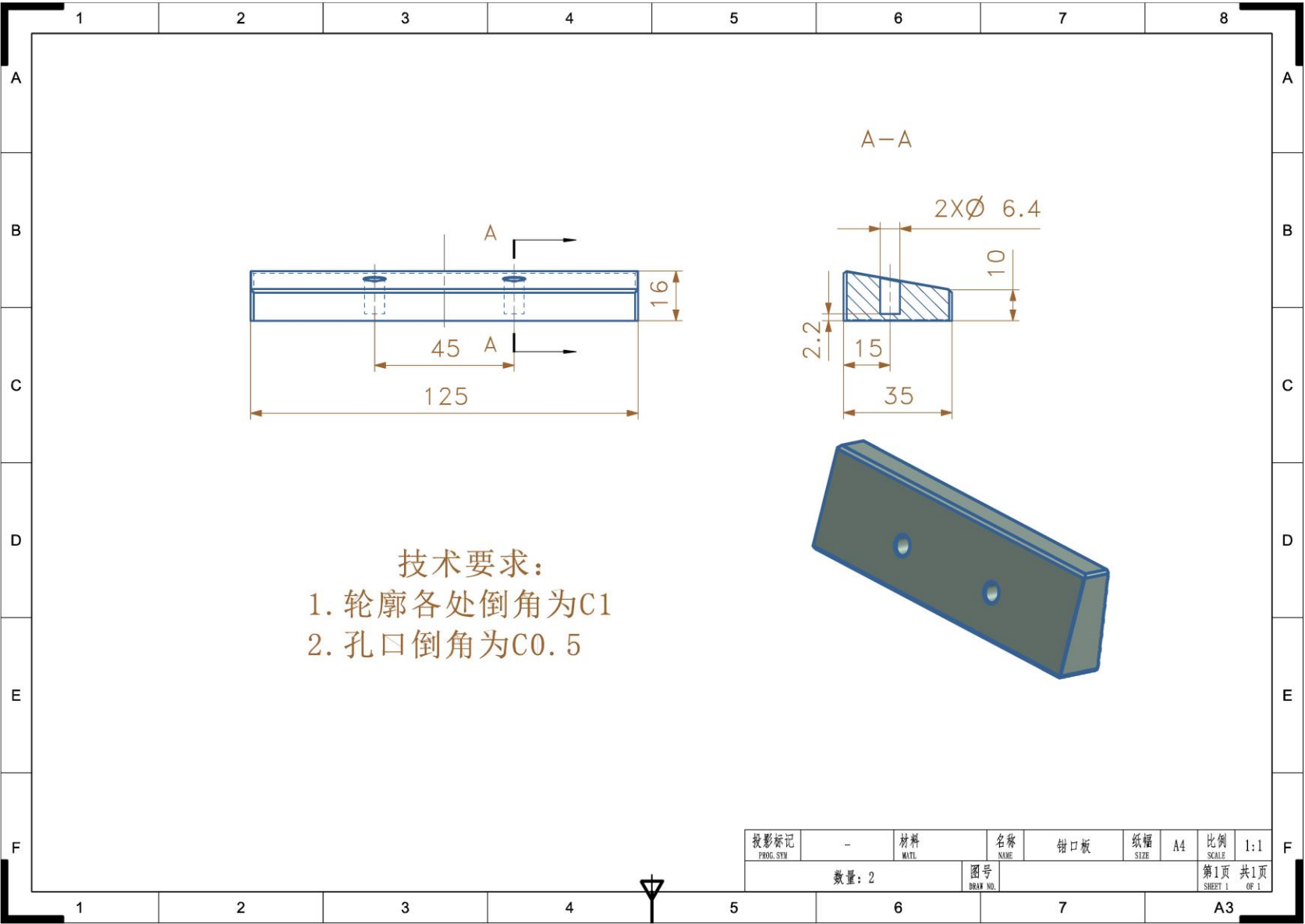
附件 3.3 固定钳口零件图：



附件 3.4 活动钳口零件图：



附件 3.5 钳口板零件图：



附件 3.6 滑块零件图：

