

2024 年四川省高职院校技能大赛
“数控机床装调与技术改造”赛项

样
题

(总时间：2 小时)

场 次：

工位号：

一、选手须知

请各位选手赛前务必仔细阅读

1. 本任务书总分为 100 分，考试时间为 2 小时。

2. 选手在实操过程中应该遵守竞赛规则和安全守则，确保人身和设备安全。

如有违反，则按照相关规定在考试的总成绩中扣除相应分值。

3. 记录表中数据用黑色水笔填写，表中数据文字涂改后无效。

4. 考试过程中考生不得使用自带 U 盘及其它移动设备拷贝相关文件。

5. 禁止使用相机及手机对试题进行拍照，否则取消考试资格。

6. 选手签字一律按照第二次抽签拿到的号码签字，不得实名签字。

7. 本任务书 13 页。如有缺页，请立即与裁判联系。

二、赛卷说明

1. 在比赛过程中需按照任务书的要求完成，需要填写的测量数据、参数修改位和修改值、绘制的图等，应按照任务书要求填入相应的表格中。

2. 每一项任务完成后，均需请裁判及时验收任务完成成果。

3. 选手在任务一：加工中心主轴加装改造的精度检测环节中，在记录检测数据时，应向裁判示意，并经裁判确认方为有效。

4. 选手在任务二：数控机床故障诊断与排除环节中，完成自己所能排除的机床故障后，在指定表格中填写“故障现象（报警号等）”、“故障原因”、“排除方法”，并仅有一次机会请求向裁判员验证，在裁判员的监督下，验证所完成的故障排除情况。选手可提出放弃故障排除，并请裁判和技术支持人员清除所有故障，恢复机床正常运行，此时只能一次性地清除所有非排除的故障，每一个未排除的故障倒扣 0.5 分。

5. 选手在任务四：加工中心功能开发任务完成后，向裁判示意功能验证，可以几个模块的功能一起验证，也可每完成一个功能块申请一次验证，验证后由裁判确认完成有效。任务五项目按步骤评分，选手如果仅完成部分内容，应向裁判申请步骤验证，并按照评分标准给予完成部分的分值。

6. 本任务书包括六项技术内容，配分如下：

任务一：加工中心主轴加装改造（20分）。

任务二：数控机床故障诊断与排除（30分）。

任务三：平口钳安装与调试（5分）。

任务四：加工中心功能开发（15分）

任务五：数控机床智能加工联调（20分）

任务六：职业素养和安全意识（10分）。

三、实操工作任务

任务一：加工中心主轴加装改造（20分）

题目：主轴的装配、检测与调整。

本任务共分六个项目（参见下图）。

①工件准备与清洁；

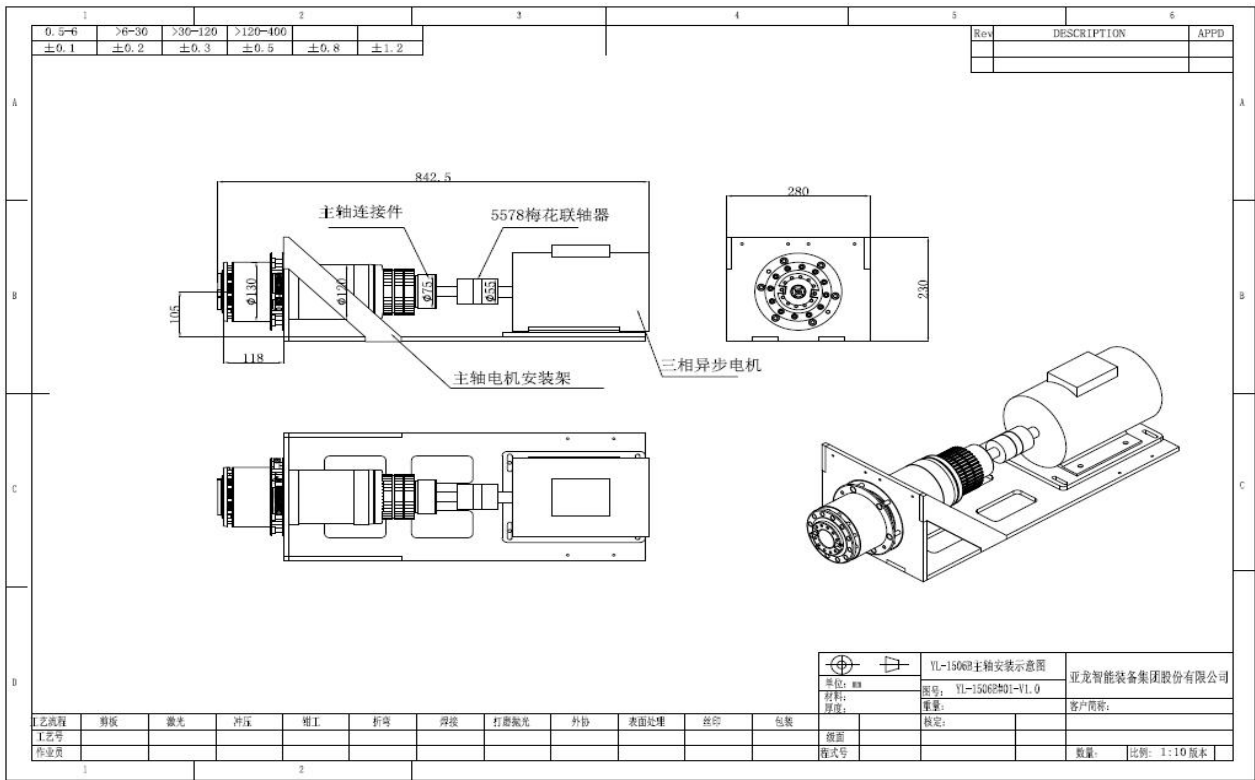
②主轴轴承安装；

③主轴轴承回转精度调整；

④前后轴承锁紧螺母锁紧；

⑤实测主轴套筒端面到主轴套隔台的长度 K1 值，实测叠加放置高度 K2 值，实测主轴前端盖凹台深度数值 H，计算主轴前端盖压紧量 A，以及检测主轴锥孔跳动值 Δs ；

⑥机械主轴与主轴测试台对接安装。



完成过程中的相关数据记入表 1-1 中，请裁判验收各个项目任务的完成成果。所涉主轴总装图及其主轴零件明细表由赛场提供。

表 1-1: 主轴加装改造事项及记录

序号	项目内容
项目一 (1分)	工件准备与清洁。在零件摆放区的主轴零部件进行清点、核对，并按照正确的工艺步骤清洁，按照安装工艺步骤将零部件整齐码放到装配区，如发现零部件上有毛刺，按照正确的工艺方法去除毛刺。
项目二 (3分)	前主轴轴承安装：根据主轴安装工艺要求安装主轴轴承，正确选择轴承安装方向，轴承组对形式正确。 测量并调整外圆与主轴同心=_____mm。
项目三 (3分)	主轴轴承回转精度调整：测量和调整前轴承外环与主轴后轴承轴径接触外圆之间回转跳动，选手将测量结果填入下式 $\Delta r =$ _____mm, 检验前轴承外环端面跳动 $\Delta a =$ _____mm
项目四 (2分)	前后轴承锁紧螺母锁紧。选手确认轴承系轴向预紧完成后，请填写如下数据，在力矩扳手调至前轴承预紧力矩值时，选手调整力矩扳手的大小 前轴承=_____Nm 后轴承=_____Nm
项目五 (6分)	用深度尺实测主轴套筒端面到主轴套隔台的长度 K1 值，选手记录以下数据 K1=_____mm K1 ₁ =_____mm K1 ₂ =_____mm K1 ₃ =_____mm

	<p>.....</p> <p>$K1_n = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>实测叠加放置高度 K2 值，选手记录以下数据</p> <p>$K2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>$K2_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>$K2_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>$K2_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>.....</p> <p>$K2_n = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>实测主轴前端盖凹台深度数值 H，选手记录以下数据</p> <p>$H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>$H_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>$H_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>$H_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>.....</p> <p>$H_n = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>按照工艺要求计算主轴前端盖压紧量 $A = K2 - K1 - H$：</p> <p>$A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p> <p>检测主轴单锥孔跳动 Δs，选手记录以下数据</p> <p>$\Delta s = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$</p>	
<p>项目六 (5分)</p>	<p>机械主轴与 主轴测试台 对接安装</p>	<p>安装流程：</p> <p>S1-将主轴安装在赛场提供的主轴测试架上；</p> <p>S2-安装交流异步电动机于电机座上；</p> <p>S3-预装弹性联轴节（对接两轴）；</p> <p>S4-调整交流异步电机轴与主轴传动芯轴的同轴度；</p> <p>S5-锁紧联轴节；</p> <p>S6-安装安全防护罩。</p> <p>要求：</p> <p>1) 机械主轴在测试台上应调整至主轴中心线与电机轴中心线同轴，联轴节安装规范。</p> <p>2) 调整电机轴与主轴传动芯轴同轴，选手采用百分表或千分表检测。记录实测数据， 电机轴与主轴轴芯同轴度： $\underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$ ($\leq 0.2\text{mm}$ 得 5 分，$0.2 < X \leq 0.3\text{mm}$ 得 4 分，$\leq 0.4\text{mm}$ 得 3 分，$> 0.4\text{mm}$ 不得分)</p> <p>3) 异步电机安装时提供 0.02mm 和 0.04mm 铜皮做调整垫。</p> <p>4) 上述每完成一步均应协助裁判员检测、确认。</p> <p>5) 电机轴与主轴轴芯同轴度测出数值 $> 0.5\text{mm}$ 时，不允许带电旋转。</p> <p>6) 安全防护罩安装合格后，方可通电检查。</p>

任务二：数控机床故障诊断与排除（30分）

故障排查涉及立式加工中心技术指标、系统参数、伺服参数及 PLC 程序，

最终以解除报警、准确实现功能动作为完成任务。

要求：

1. 根据表 2-1 第三列“技术指标检验标准”，排除故障现象。
2. 将每一个已排除故障的现象、故障原因及修正参数写入表 2-2：数控机床维修记录表中，并向裁判报告，请求裁判签字确认故障排除的工作成果。当申请裁判和技术人员恢复机床时，每一个未排除的故障倒扣 0.5 分。
3. 选手不得全部清除数控系统数据和梯形图。一经发现，按要求排除全部故障的情形计分。

表 2-1 故障检查事项

序号	检查事项	技术指标检验标准
1	急停检查	急停按钮起作用
2	伺服驱动检查	解除伺服报警
3	进给伺服移动无报警	X/Y/Z 轴显示正常，在 JOG 方式和录入方式下，倍率 100% 移动各轴，能正常移动无报警
4	伺服移动方向正确	X/Y/Z 轴在 JOG 方式下 +/- 移动确认轴运动方向符合立式数控铣床相关坐标定义标准。
5	进给轴软/硬限位	检测各轴运行范围符合该机床行程规格且限位有效
6	坐标轴移动准确	检测手轮或 MDI 方式下进给轴移动的实际距离与显示数值相等（需要使用百分表进行演示）
7	进给轴倍率修调正确	在 JOG（手动）和 MDI 方式下移动进给轴，调整倍率开关，轴按照指定倍率移动
8	手轮方式下轴选正确	在手轮方式下，切换手轮轴选开关信号，能够正确选择相应的坐标轴，实现 X/Y/Z 轴移动。
9	手轮方式下倍率正确	在手轮方式下，切换手轮倍率信号，移动 X/Y/Z 轴，能够正确实现相应的倍率。
10	进给轴伺服驱动性能匹配	通过伺服优化，观察圆图形误差有明显改善
11	主轴的启动和停止正常	在 JOG（手动）和 MDI 方式下，能够启动和停止主轴。
12	主轴定向准确	在 MDI 方式下，执行 M19，主轴准停准确。
13	主轴旋转方向正确	在 MDI 方式下，执行 M03 S 50 检查主轴的旋转方向正确
14	主轴速度和倍率正确	在 MDI 方式下，执行 M03 S300 检查主轴的旋转速度和各档倍率正确
15	机床操作面板功能正常	检查机床操作面板各按键、旋钮、指示灯功能正常（工作选择方式、循环启动、进给暂停、单段、跳段）

表 2-2 数控机床维修记录表

序号	故障现象	处理方案		学生 签字	裁判 签字
1		原因			

		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
2		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
3		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
4		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
5		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
6		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
7		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
8		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
9		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
10		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
11		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
12		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
13		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
14		原因			
		解决方法			
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()			
15		原因			

		解决方法		
		已排除 () 未排除 () 申请排除 ()		
		小计		20 分

任务三：平口钳安装与调试（5 分）

根据赛场提供的电磁阀、气管及传感器，完成表 3-1 中任务，①机床平口钳安装与调试；②平口钳功能验证。

表 3-1 手爪和平口钳功能验证事项

序号	项目	项目内容
1	平口钳安装与调试	在加工中心上安装平口钳，调整合适气压（0.5-0.6Mpa）。
2		完成平口钳的气路连接
3		在 MDI 状态下，使用 M72 控制机床平口钳松开，M73 控制平口钳夹紧。

任务四：机床功能开发（15 分）

根据赛项提供的主轴部件。利用机床数控系统，完成：①开通模拟主轴功能、主轴单元通电空载测试；②PC 机与 CNC 互联互通；③完成指定功能的开发。

4-1 开通模拟主轴功能、主轴单元通电空载测试（5 分）

根据任务二装配好的机械主轴和异步电机，在本节中根据赛场提供的变频器技术资料连接变频器，并通过机床 MDI 或操作面板备用键控制主轴旋转 500rpm 进行测试。具体要求：①完成数控系统模拟接口→变频器→三相异步电机的硬件连接；②完成数控系统模拟接口功能开通（数控系统侧参数设置、PLC 编辑）；③变频器参数设置。选手依据表 4-1，在任务完成过程中或任务完成后，请裁判验收任务成果。

表 4-1：开通模拟主轴功能、主轴单元通电空载测试事项

序号	项目	项目内容
1	变频器连接与调试	系统模拟电压及信号线连接正确
2		模拟主轴参数设置正确，模拟主轴被激活
3		变频器通电及参数设置正确
4		主轴旋转成功

模拟主轴正转输出信号 Y12.0，模拟主轴反转输出信号 Y12.2。

4-2. PC 机与 NC 互联互通（4 分）

根据现场提供设备接口和以太网线，实现 PC 机与 CNC（数控系统）的连接。系统与 PC 机联通中，要求检查在数控系统端操作，可将 PC 上的程序文件复制到数控系统。选手在任务完成后，根据表 4-2，请裁判验收任务完成成果。

表 4-2: PC 与 NC 互联互通事项

项目内容	调整结果	项目内容
PC 与 NC 互联互通	参数调整	PC 侧 IP 地址设置正确
		NC 侧 IP 地址设定正确
		数据线连接成功
		NC 侧调用程序成功

4-3. 完成指定功能开发（6 分）

利用富余的 M 指令，开发 PLC 程序，以及参数设置，实现：

(1) 通过 MDI 键盘输入 S 指令、M 指令控制主轴正/反转。

(2) 通过机床操作面板备用键（参照表 4-3）作为“主轴正转”、“主轴反转”、“增速按钮”、“减速按钮”、“主轴停止”，按下哪个键后，其对应的按钮 LED 点亮，通过增速/减速按钮每按一次增/减速 10%。

(3) 模拟主轴指令推荐见表 4-4。

(4) 选手根据表 4-5：完成指定功能开发（实现模拟主轴调速控制功能）后，请裁判验收任务完成成果。

表 4-3 备用键对应的输入和输出地址

新定义内容	在操作面板上定义	输入地址	输出地址
主轴正转	K2	R901.5	R911.5
主轴反转	K3	R901.6	R911.6
主轴停止	K4	R901.7	R911.7
增速按钮	5	R906.1	R916.1
减速按钮	6	R906.2	R916.2

表 4-4 模拟主轴指令推荐

分类	正转/反转/主轴停	备注
主轴指令	M33/M34/M35	也可自行定义未用 M 代码
主轴速度指令	S--	

表 4-5 完成指定功能开发（实现模拟主轴调速控制功能）事项

序号	项目	项目内容
1	PLC 编程	MDI 方式下执行主轴控制 M/S 代码，主轴旋转
2		主轴正转按钮/主轴反转按钮/LED 有效
3		增速按钮/减速按钮/ LED 有效
4		主轴停止按钮/ LED 有效

任务五：数控机床智能加工联调（20 分）

5-1. 虚拟制造仿真（10 分）

根据赛项提供的智能制造虚拟仿真流程以及数字化虚拟制造仿真软件在数控系统中编写相应 PMC，实现仿真机床机床门开、机床门关、气动卡盘松开、气动卡盘夹紧等单步测试功能，最终实现虚拟机床与真实机床间自动上下料功能。数字化虚拟制造仿真软件与系统互联地址见表 5-1。

选手根据以下流程要求完成相关动作的编写：

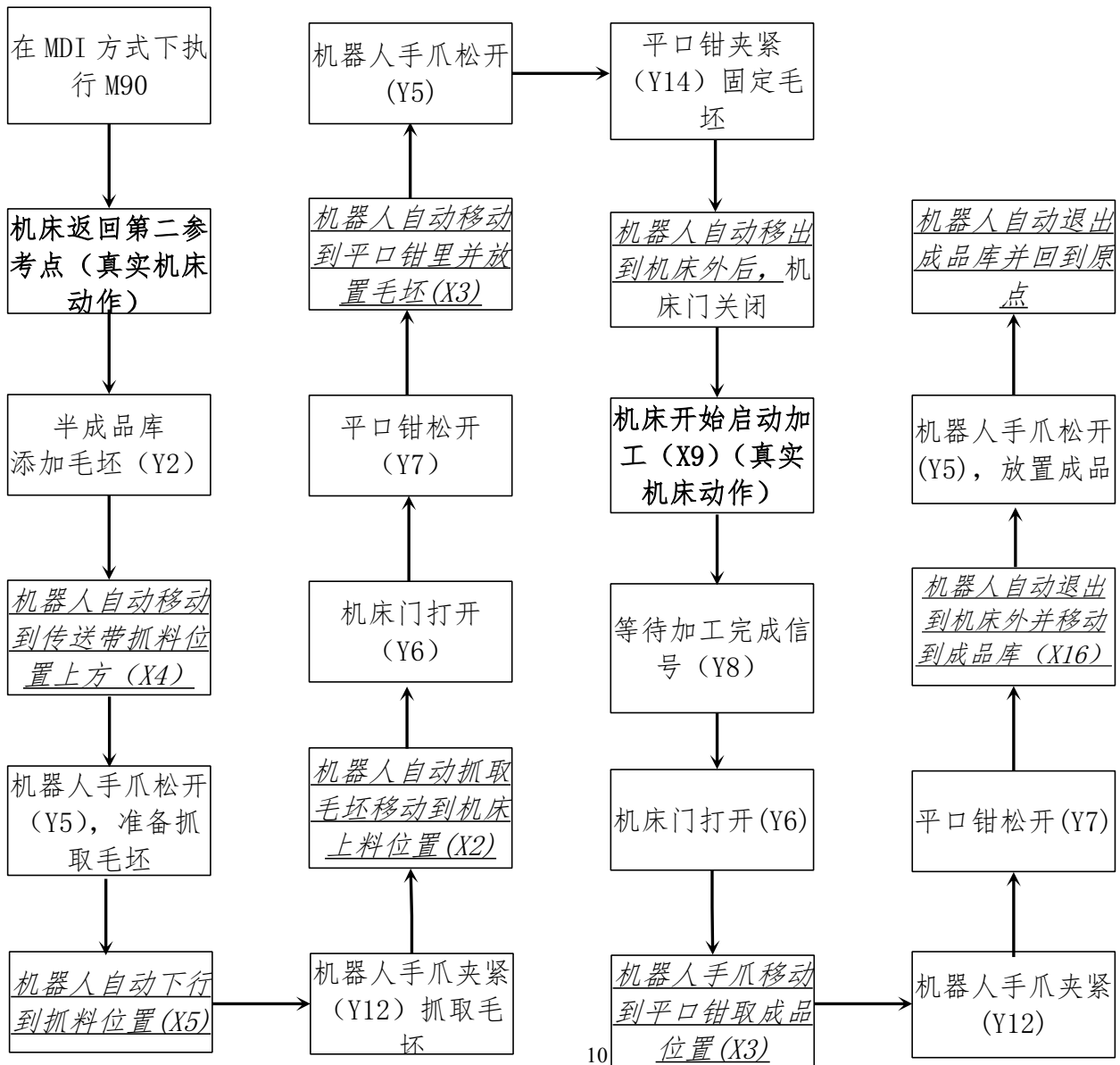


表 5-1 软件与系统互联地址

地址	含义	仿真→机床	地址	含义	机床→仿真
X2	机器人到达机床上料位置	R550.0	Y2	添加毛坯	R560.0
X3	机器人手爪到平口钳位置	R550.1	Y5	机器人手爪松开	R560.1
X4	毛坯出库到位	R550.2	Y6	机床门打开	R560.2
X5	机器人移动到传送带抓料位置	R550.3	Y7	平口钳松开	R560.3
X9	机床启动加工	R550.4	Y8	机床加工完成信号	R560.4
X10	机床门打开到位	R550.5	Y12	机器人手爪夹紧	R560.5
X11	机床门关闭到位	R550.6	Y13	机床门关闭	R560.6
X12	平口钳松开到位	R550.7	Y14	平口钳夹紧	R560.7
X13	平口钳夹紧到位	R551.0			
X16	移动到成品放置位置	R551.1			

5-2 加工程序编程（5分）。

选手依据 GB/T-20957.7-2007《精密加工试件》标准，按照赛项任务书的图纸要求（图 5-1，该件毛坯为一块方料，其中 70×70×10 段为平口钳夹持部位，事先已加工成形），在不使用刀具的情况下，编写零件的数控加工程序，程序名为 01122，并在数控机床进行程序模拟运行，系统画面上中显示刀具轨迹路线即可。

5-3 零件真实加工（5分）。

选手根据编写的加工程序，手动安装毛坯到平口钳上进行真实加工。验证机床功能，根据加工出来的零件，进行评分。

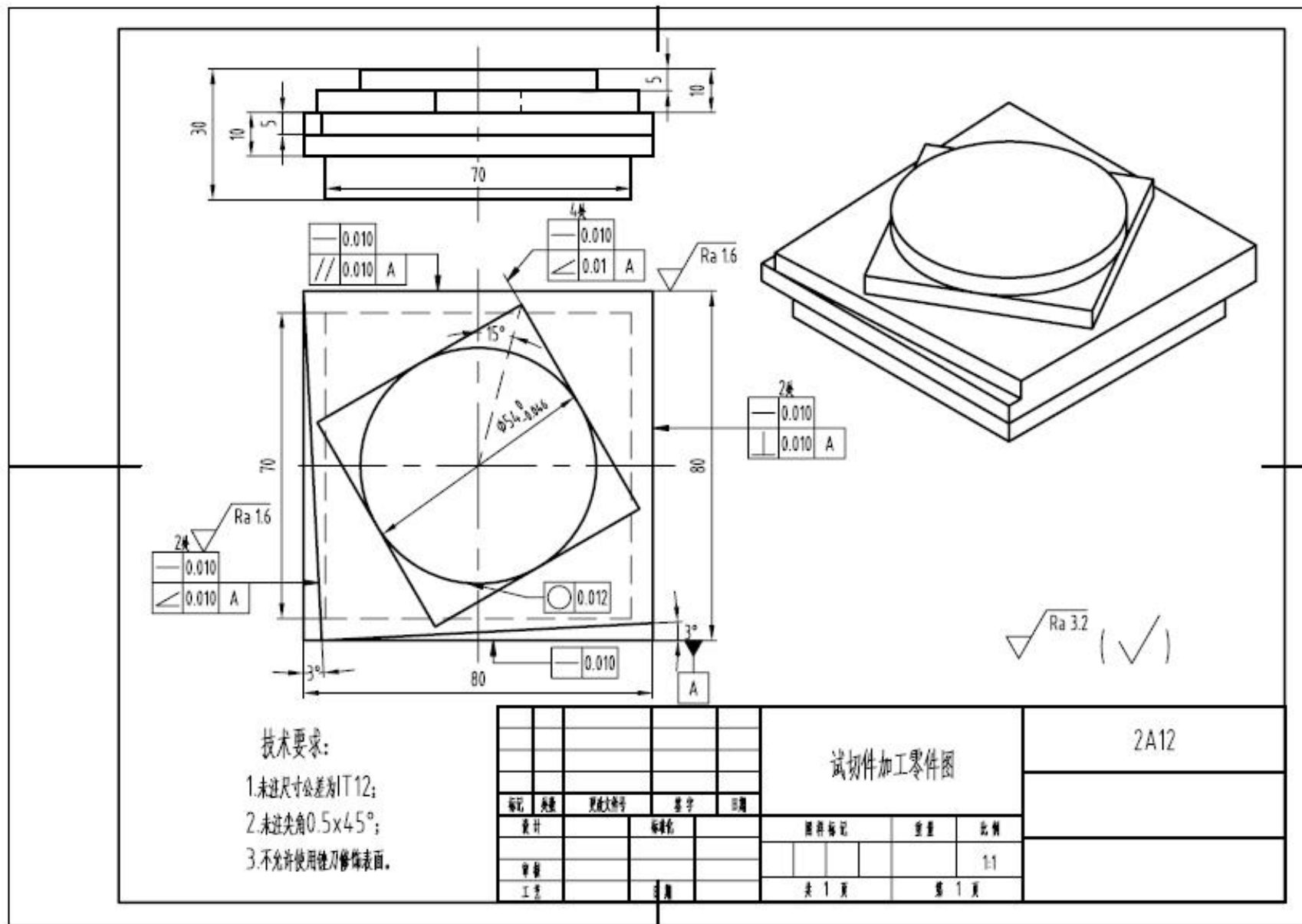


图 5-1 试切件图

六、职业素养和安全意识（10分）

本赛项专设职业素养和安全意识评价环节，用于评价选手在竞赛全程的职业素养水平和安全意识。选手参照表 6-1 中的要求执行。

表 6-1：职业素养与安全意识事项

序号	项目	要求
1	安全意识	着装、电工鞋及其他劳动防护得当、具有良好的安全意识及行为。
2	遵守规范	操作过程中遵守标准和规范。
3	践行 5S	工、量具码放整齐，保持工位清洁卫生，践行现场 5S 管理规范。
4	和谐友善	参赛选手间和谐团结，善意对待其他选手。
5	诚信文明	在提出补时申请时，以及赛后向指导教师描述申诉事实时，不夸大不扭曲事实。尊重裁判及其他赛场工作人员，言行举止文明。