

2023 年度湖南省“楚怡杯”职业院校技能竞赛 赛项规程

一、赛项名称

1. 赛项名称：数控机床装调与技术改造
2. 赛项组别：高职高专组
3. 赛项归属：装备制造大类

二、竞赛内容

数控机床装调与技术改造项目是使用立式数控铣床进行装调、维修及技术改造的技能竞赛。参赛选手根据赛项任务书的要求，使用赛场提供及选手自带的设备、检具、工具、刀具、量具，完成数控机床电气装调、加工中心主轴加装改造（以下简称“主轴加装改造”）、数控机床故障诊断和排除（以下简称“数控机床维修”）、工业机器人夹具安装与信号连接（以下简称“手夹和夹具安装与调试”）、加工中心主轴功能开发（以下简称“主轴功能开发”）、工业机器人上下料功能开发（以下简称“机器人上下料功能开发”）、数控机床精度检验（以下简称“机床精度检验”）、零件智能加工验证和竞赛全程实施的职业素养和安全意识考核共九项内容。

本赛项包括 8 个竞赛任务：

任务一：数控机床电气装调

- （1）选手根据赛项任务书题目要求，针对数控机床电气控制功能，设计相应的控制电路。
- （2）选择适宜的器件、严格遵循电气原理图绘制标准、正确绘制电气原理图。严格遵循电工接线规范，正确连接线路，做到接线与电气原理图完全一致。
- （3）要求：实现赛项任务书中的功能要求，通过验证测试。

任务二：主轴加装改造

- （1）选手根据赛场提供的机械主轴零部件，按照赛项任务书题目要求，进行主轴装配与调整，安装工艺应符合赛项提供的主轴安装工艺标准。
- （2）安装精度和检测项应符合赛题要求。
- （3）将机械主轴、联轴节、异步电机等安装到基座上，并应保证同轴度符合赛题中指标要求。
- （4）选手应正确使用量具检具。

任务三：数控机床维修

- （1）在机床不通电情况下检查机床电气系统，排除目测隐患。
- （2）机床通电后选手根据屏幕显示的报警信息，逐一解除系统及 PLC 报警。
- （3）按照赛项任务书机床功能检查表要求，进行机床功能检查，诊断并排除故障。
- （4）系统及伺服参数应调整至最佳状态。

(5) 根据机床存在的故障，将故障现象、故障点、排除故障过程、调整过程填入指定表格中。

任务四：手夹和夹具安装与调试

(1) 选手根据赛项任务书要求，完成夹具在加工中心上的安装、以及调节夹具上各气路的气压值至规定要求。

(2) 设计夹具气路图，进行夹具的夹紧、松开等功能的部分气路的连接。进行上述功能的操作验证。

(3) 按要求进行机器人气夹的松开、夹紧、松开到位、夹紧到位等功能的操作验证。

任务五：主轴功能开发

(1) 加装智能制造工件测头

- ①选手根据指定测头技术要求，连接测头接收器（硬件连接）。
- ②能够正确安装和调整测头。
- ③调用测量程序进行环规校准。

(2) 开通模拟主轴功能、主轴单元通电空载测试

- ①硬件连接：数控系统模拟接口→变频器→三相异步电机的连接。
- ②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。
- ④主轴旋转时测试机械主轴震动，考察主轴机械部分安装精度。

(3) PC 机与 CNC 互联互通

①互联互通：选手根据赛项任务书要求，通过赛场提供的软件，实现数控系统与 PC 的数据传送。

②通过球杆仪测试程序进行验证。

(4) 完成指定功能的开发

①选手使用赛场提供的零部件，按要求实现赛项任务书指定的新增功能。选手应正确使用系统接口，正确完成相应的硬件连接，正确编辑、完善相应的控制程序。

②按要求进行操作验证。

任务六：机器人上下料功能开发

(1) 虚拟制造仿真。选手使用赛场提供的仿真软件，按要求实现赛项任务书指定的功能。编写控制程序，通过 M 代码，指定 M 代码两位数，实现智能制造虚拟仿真工艺流程并进行虚拟仿真验证。

(2) 机器人应用功能开发。利用富余的 M 指令，开发 PLC 程序，实现在 MDI 和单步方式下，使用机器人信号输出实现自动门开关，开发自动门开关与机器人安全联锁功能，开发智能加工区域安全围栏功能。

(3) 机器人上下料编程。示教编程实现上料时机器人对第 1 件毛坯抓取，并放置到加工中心夹具中，实现夹紧，以及机器人退出加工位置。示教编程实现下料时机器人对夹具上的工件的抓取，配合夹具的松开，机器人将工件施加到毛坯 1 位置，移动到毛坯 2 位置上方。

(4) 零件试加工及加工程序优化。在机器人退出加工位置后，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，对机械人上料的 1 件

毛坯进行试切件加工及进行在线测量，毛坯安装在夹具上必须由机器人完成，零件真实加工过程可由人工干预。加工过程中按表 6-4 进行工件在线测量，测量过程及结果请裁判验收。根据测量结果，通过刀补对加工程序进行优化，为零件的智能加工作准备。本环节注意事项：

①安装在线测头，启动检测程序，调用圆检测宏指令，检测加工后的圆直径。检测结果通过程序赋值到宏变量#XXX 中。

②请选手根据现场提供的图纸，采用手工完成 G 代码编程，将加工程序传送至 CNC。完成试切件的加工。

③选手根据图纸要求和赛场提供的毛坯，自行设计试件切削试验工艺，完成试件的程序编制和加工。

④合理安装和调整刀具，配合其它工、量具使用，完成试件切削试验操作。

⑤试切件毛坯要求：毛坯形状、尺寸及其技术要求参见样题，毛坯由承办校准备，为每个参赛队共提供三件毛坯，本环节使用其中的一件毛坯，此件不得作为零件加工质量的检测件。

任务七：机床精度检验

(1) 几何精度检测。

几何精度检测：选手根据题目要求，按照 GB/T-20957.2-2007《精密加工中心检验条件》第 2 部分的相关标准，并按照赛项任务书中指定的项目进行。

(2) 运动精度检测。

选手根据题目要求，按照 GB/T-17421.4-2003《数控机床圆检验》的相关标准，并按照赛项任务书中指定的项目进行。

任务八：零件智能加工验证

(1) 自动模式下验证智能加工流程。自动模式下连续真实加工 2 件毛坯和得到 2 件零件（选手不得人工干预智能加工过程）。

(2) 零件加工质量检测。自动模式下零件智能加工完成后，选手清理工作台，裁判和选手共同确认自动模式下的第 2 件加工件封存送检。

职业素养与安全意识

(1) 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) 操作过程中遵守标准和规范。

(3) 工、量具码放整齐，保持工位清洁卫生，执行现场 5S 规范。

(4) 参赛选手间和谐团结，善意对待其他选手。

(5) 尊重裁判及其他赛场工作人员，诚实守信，言行举止文明。

三、竞赛方式

2 人小组赛。

四、竞赛时量

300 分钟。

五、名次确定办法

以参赛选手竞赛总成绩从高到低确定名次，不设并列名次；选手竞赛总成绩相同者，按竞赛完成时间较短者名次列前；总得分和完成时间均相同者，以零件智能加工验证中加工件的工件质量分数为优先排序；如果成绩仍然相同则再依据数控机床故障诊断和排除的得分数排序。

六、评分标准与评分细则

1. 评分标准

表 1 评分标准

序号	评分项目	分值
1	数控机床电气装调	10 分
2	主轴加装改造	10 分
3	数控机床维修	15 分
4	手夹和夹具安装与调试	10 分
5	主轴功能开发	10 分
6	机器人上下料功能开发	10 分
7	机床精度检验	10 分
8	零件智能加工验证	15 分
9	职业素养和安全意识	10 分
合计		100 分

2. 评分细则

表 2 评分细则

序号	任务	评分内容	分值	评分要点
1	任务一：数控机床电气装调（10 分）	1. 电气原理图绘制	3	1. 器件选择数量正确合理； 2. 原理图绘制正确，科学合理，符合要求； 3. 图形符号规范，标注齐全； 4. 保护环节设计得当； 5. 字迹清楚、整洁、美观；
		2. 线路连接正确规范	3	1. 元件安装位置合理，紧固不松动，工具使用合理； 2. 线上号码管安装规范，与电气原理图相符； 3. 接至板外的导线经端子排转接，端子排上一个接点接一根线，且端子与端子之间留有空端子； 4. 所有导线进走线槽，或进行了捆束；
		3. 功能实现	4	经现场检验，功能全部实现；
2	任务二：主轴加装改（10 分）	工件准备与清洁	1	不清点核对主轴零部件的扣 0.3，不进行零部件清洁的扣 0.3，不整齐码放的扣 0.3，有毛刺不去毛刺的扣 0.1。
		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。	2	安装工艺错误扣 2 分，主轴轴承配对形式安装错误扣 1 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。	1	一处错误扣 0.5 分，一处精度超差扣 0.5 分；
		前后轴承锁紧螺母锁紧力	2	预紧量计算错误扣 1 分，测量错误一处扣 1；
		检测主轴单锥孔跳动 Δs 。	2	检测方法错误不得分；
		机械主轴与主轴测试台对接安装	2	电机轴轴芯与电机轴同轴度 $\leq 0.5\text{mm}$ 2分

序号	任务	评分内容	分值	评分要点
				>0.5mm 0分；
3	任务三：数控机床维修（15分）	1. 正确排除机床故障	15	1. 每排除1个故障点得1分，每放弃1个故障点倒扣2分。
4	任务四：工业机器人夹具安装与信号连接（10分）	机床夹具安装与调试	6	正确调整气路压力得1分； 设计平口钳气路，正确得2分； 按设计气路图，完成平口钳的气路连接得2分； 夹具功能验证得1分；
		机器人气爪功能验证	4	正确控制机器人气爪夹紧张开得2分； 机器人气爪松开到位信号测试正确得1分； 机器人气爪夹紧到位信号测试正确得1分；
5	任务五：数控机床技术改造与功能开发（10分）	1. 加装智能制造工件测头	3	1. 硬件连接正确得1.2分； 2. 测针对中调整正确得0.6分； 3. 测头径向标定正确得0.6分； 4. 环规直径测量正确得0.6分；
		2. 开通模拟主轴功能、主轴单元通电空载测试	3	1. 异步电机连接正确得1分； 2. 模拟主轴参数设置正确，模拟主轴被激活得0.5分； 3. 变频器通电及参数设置正确得0.5分； 4. 功能测试正确得1分；
		3. PC与NC互联互通。	2	1. 正确完成任务书要求指定的程序传输任务得分，未实现功能不得分；
		4. 根据赛项任务书要求，完成指定机床功能的开发	2	1. MDI方式下执行主轴控制M/S代码，主轴旋转得0.5分； 2. 主轴正转按钮/主轴反转按钮/LED有效得0.5分； 3. 增速按钮/减速按钮/LED有效得0.5分； 4. 主轴停止按钮/LED有效得0.5分；
6	任务六：机器人上下料功能开发（10分）	虚拟制造仿真	2	1. 虚拟制造仿真流程与给定的流程图不符扣1分； 2. 1个动作功能0.5分；
		机器人应用功能开	3	1. 机器人每次准确到达夹毛坯位置并夹紧得0.5分； 2. 机器人每次准确到达放零件位置并松开退回得0.5分； 3. 机器人每次进机床前机床门打开到位得0.5分； 4. 机器人每次出机床后机床门关闭到位得0.5分； 5. 机器人放毛坯到平口钳前平口钳松开到位得0.5分； 6. 机器人放毛坯到平口钳后平口钳夹紧到位得0.5分；
		机器人示教编程	3	1. 示教编程实现上料时机器人对第1件毛坯抓取得0.5分；2. 将毛坯放置到平口钳中，实现夹紧得0.5分；3. 机器人退出加工位置得0.5分； 1. 示教编程实现下料时机器人对平口钳上的工件的抓取得0.5分；2. 虎钳松开得0.5分；3. 机器人将工件放到托盘工位上得0.5分。
		工件在线测量	2	1. 测量准备1分；编程测量1分；
7	任务七：机床精度检验（10分）	1. 几何精度检测	5	每正确完成1项精度检测得1分；
		2. 运动精度检测	5	1. 正确编制测试程序得0.5分； 2. 正确设定球杆仪测试中心得1分； 3. 正确测试程序调试得0.5分； 4. 正确球杆仪连接调试得0.5分； 5. 正确配置校准规得0.5分； 6. 正确安装球杆仪并测试得1分； 7. 正确分析圆度误差得0.5分；

序号	任务	评分内容	分值	评分要点		
				8. 正确给出该处 X-Y 平面垂直度误差得 0.5 分；		
8	任务八：零件智能加工验证（15分）	1. 智能加工验证和第 1 件零件形状验证	3	自动模式下，第 1 件零件完成加工得 3 分；		
			2	第 1 件零件形状与图纸符合度检查，1 处不符合扣 0.5 分；		
			3	自动模式下，第 2 件零件完成加工得 3 分；		
				2. 第 2 件零件加工质量	2	零件形状与图纸符合度检查，1 处不符合扣 0.5 分；
					5	零件质量检查 5 分，1 处不合格扣 0.5 分；
9	职业素养与安全意识（10分）	1. 安全意识	1	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	2	操作过程中遵守标准和规范；		
		3. 践行 5S	2	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	1	参赛选手间和谐团结，善意对待其他选手；		
		5. 诚信文明	4	尊重裁判及其他赛场工作人员，言行举止文明；		
10		合计		100 分		

七、赛点提供的设施设备仪器清单

（一）竞赛设备

1. 本赛项立式加工中心主要规格参数范围见表3

表 3 数控机床技术参数

序号	名称		单位	参数	备注
1	三轴行程	X 轴最大行程	mm	600	
2		Y 轴最大行程	mm	400	
3		主轴最前端面到工作台面（最小）	mm	170	
4		主轴最前端面到工作台面（最大）	mm	590	
5		主轴中心线到立柱前面距离	mm	456	
6	工作台	T 型槽（槽数×槽宽×槽距）	mm	3×18×125	
7		工作台最大载重	kg	300	
8		工作台尺寸	mm	700×420	
9	主轴	主轴最高转速	r/min	10000	
10		主轴电机功率	kW	7.5	
11		主轴锥口类型		BT40	
13	速度	切削进给速度(X/Y/Z)	mm/min	≥1~10000	
14		快速移动速度(X/Y/Z 轴)	m/min	48	
15	冷却		有气冷		
16	气压	Mpa	0.5~0.8		
17	机床精度	定位精度(X/Y/Z)	mm	≤0.016	
18		重复定位精度(X/Y/Z)	mm	≤0.01	
19	机床重量	kg	2500		
20	外型尺寸	mm	2120×1880×2300		
21	刀库类型	斗笠式(BT40-12T)			

2. 电气控制部分

立式加工中心配备的电气控制单元（电气控制柜、数控装置、伺服驱动系统等）主要技术规格参数见表4。

表4 电气控制部分主要技术参数

序号	设备（配件）名称	型号（简要参数）
1	数控系统	FANUC OI MF PLUS
2	电源驱动	AIPS 15(30I-B)
3	主轴驱动	AISP 15(30I-B)
4	X/Y 轴驱动	AISV 40/80(30I-B)
5	Z 轴驱动	AISV 80(30I-B)
6	主轴电机	β II 8/12000-B, 法兰, 后排气, AIMZ
7	X/Y 轴电机	β ISC 12/3000, 直轴
8	Z 轴电机	β IS 22/3000, 直轴, 带抱闸
9	I/O 模块	电气柜 I/O 单元
10	手摇	便携式手摇脉冲发生器

电气控制柜预留能满足任务一安装要求的电气操作区；该操作区的电源与系统电源相隔离。预留外围辅助设备的输入输出引出端，可实现通电测试功能。数控系统能够开放功能调试过程中用到的所有参数，并能通过系统内置 PLC 或在线编辑 PLC 程序，选手可以在现场提供的设备平台中完成比赛内容要求的编辑、修改和调试。

3. 工业机器人

六关节工业机器人主要技术规格参数见表4。

表5 FANUC M10 iD/12 工业机器人主要技术参数

序号	项目	单位	参数
1	最大臂展	mm	1441
2	有效载荷	kg	12
3	重复定位精度	mm	±0.03
4	轴数	6	
5	最大单轴速度		
6	J1 轴	° /sec	260
7	J2 轴	° /sec	240
8	J3 轴	° /sec	260
9	J4 轴	° /sec	430
10	J5 轴	° /sec	450
11	J6 轴	° /sec	900
12	各轴运动范围		
13	J1 轴	340°	
14	J2 轴	235°	
15	J3轴	455°	
16	J4轴	380°	
17	J5轴	360°	
18	J6轴	900°	
19	机器人本体质量	Kg	145

4. 虚拟制造仿真——软件和仿真通信板

虚拟制造仿真软件应能仿真工业机器人+数控机床的制造过程，根据给定的流程图进行程序编制和仿真。

仿真软件中的机器人进行上下料，将物料夹取放置在虚拟的卡盘上时，真实的气动卡盘也会进行夹紧与松开动作。如果发生报警导致实际的卡盘或者虚拟的卡盘未到位，软件和实

物不会进行下一步动作。

5. 主轴测试平台

主轴测试平台主要由变频器电气控制箱、三相异步电动机、主轴机械部件、主轴安装架组成。

表 5 变频器技术参数

序号	型号	欧姆龙 3G3JZ
1	功率	≥2.2kW
2	输入电压	AC380V+/-15%
3	输出电压	AC380V 三相
4	输入信号	0~10V 模拟接口输入
5	输出频率	0-500Hz

(二) 赛点提供的工具及附件清单

表 6 赛点提供工具及附件清单

序号	名称	规格	数量
1	机用虎钳		1 台
2	虎钳扳手		1 个
3	等高垫铁		2 副
4	胶木榔头		1 个
5	活动扳手	250mm	1 个
6	毛刷		1 个
7	抹布		若干
8	卸刀座		共用
9	毛坯	毛坯材质：AL6061 毛坯尺寸规格：见附图 1 毛坯图	3 件

八、选手须知

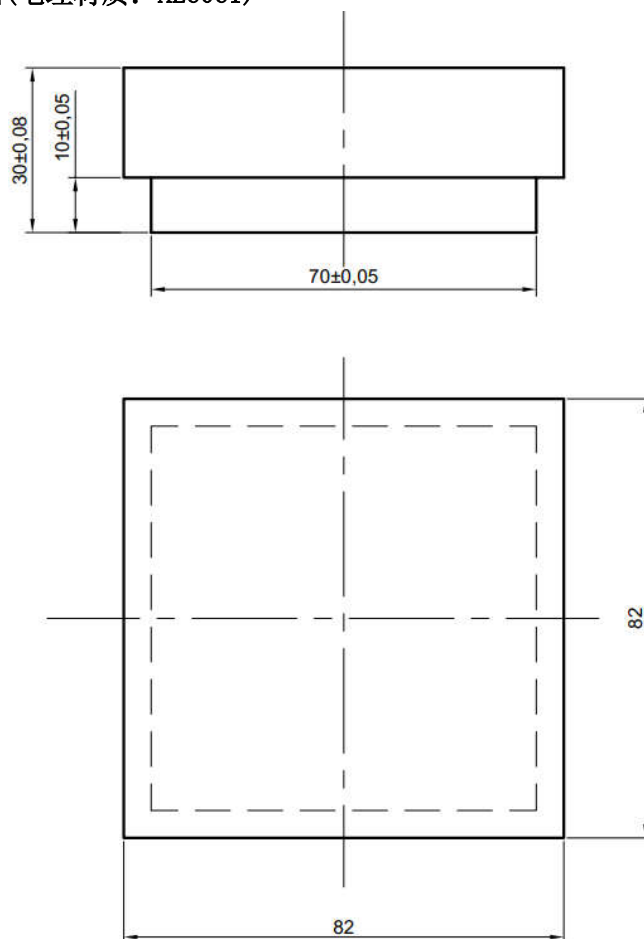
1. 选手自带工（量）具及材料清单

表 7 选手自带的设备、工具、刀具、量具、其他工具及附件

序号	名称	型号	数量
1	剥线钳		1 把
2	斜口钳		1 把
3	压线钳		1 把
4	尖嘴钳		1 把
5	剪刀		1 把
6	万用表		1 块
7	十字螺丝刀	3×50	1 把
8	十字螺丝刀	6×80	1 把
9	一字螺丝刀	3×75	1 把
10	一字螺丝刀	6×80	1 把
11	试电笔	氖管式	1 只
12	内六角扳手	7 件套	1 套
13	呆扳手	4 件套	1 套
14	方尺	(0 级大理石) 300mmX300mm	1 块
15	平尺	(0 级大理石)	1 块

16	等高块	0 级精度	1 对
17	主轴检验棒	BT40-300	1 根
18	杠杆百分表	0.01mm	1 块
19	杠杆千分表	0.002mm	1 块
20	磁性表座	CZ-6A	1 只
21	千分表	0.001mm	1 块
22	橡皮锤	圆头	1 把
23	条式水平仪	200mm	2 个
24	紫铜棒	$\phi 25 \times 240\text{mm}$	1 条
25	加力管	长 200 mm	1 只
26	记号笔	3mm-0.8mm	1 只
27	球杆仪	雷尼绍 QC20-W (仅供参考不限厂商和品牌)	1 套
28	工件在线测量系统	Primo 工件测头系统, 包括测头、接收器 (仅供参考不限厂商和品牌)	1 套
29	光滑环规	$\phi 30 - \phi 100\text{mm}$ 任一规格	1 件
30	刀具	根据试切件要求, 选择适宜的刀具、刀柄。	若干
31	量具	根据试切件要求, 选择适用的量具、检具、寻边器等。	若干

附图 1 : 试切件毛坯图(毛坯材质: AL6061)



2. 主要技术规范及要求

(1) 选手在排除电气故障时须遵守电工安全操作相关规定，注意操作安全。

(2) 操作机床时应穿好工作服，安全鞋，戴好安全帽及防护镜。严禁戴手套操作机床。

(3) 严禁移动或损坏安装在机床上的警告牌。

(4) 赛前

①操作者应根据机床“使用说明书”的要求，熟悉本机床的一般性能和结构，禁止超性能使用，严禁戴手套操作机床。

②机床开始加工之前，必须采用程序校验方式检查所用程序是否与被加工零件相符，待确定无误后，方可关好安全防护罩。

③开机前，操作者必须清理好现场，机床工作台上、机床防护罩顶部不允许放置工具、工件及其他杂物，上述物品必须放在指定的工位器具上。机床工作台运行区域内不允许有障碍物。

④机床上的保险和安全防护装置，操作者不得任意拆卸和移动。

(5) 赛中

①铣刀和工件必须夹紧，自动换刀时，为防止刀柄脱落，必须确定刀具和刀柄已经夹紧，方可进行下步工作。

②在加工过程中，不允许身体的任何部位，进入机床运动部件的行程范围之内。

③在切削过程中，刀具未退出工件时，不准停车。

④在程序运行中须暂停测量工件尺寸时，要待机床完全停止，主轴停转后方可进行测量，以免发生人身伤害事故。

⑤手动回零前，机床每个轴位置要距原点 100mm 以上；回零时，注意先回 Z 轴再回其它各轴。

⑥用手轮或快速移动方式移动各轴时，一定要看清机床各轴各方向“+、-”号标牌后再移动。

⑦选手编完程序或将程序输入机床后，准备无误后才能进行机床试运行。

⑧自动加工前应准确对刀，检查机床各个功能按键的位置是否正确。

⑨加工过程中关闭防护门，防止铁屑、润滑油飞溅；认真观察切削及冷却情况，确保机床、刀具的运行及工件的质量。

⑩操作工业机器人进行示教与调试的过程中竞赛工位只允许操作工业机器人的 1 名选手在安全围栏内；在验证任务八：零件智能加工验证时所有人员不得进入安全围栏。

(6) 赛后

①清除切屑，擦拭机床，将工作台移至中间位置并切断电源，使机床与环境保持清洁状态。

②关机时要等主轴停转 3 分钟后方可进行，依次关掉机床操作面板上的电源和总电源。

③机床附件和刀具、量具应妥善保管，保持完整与良好，丢失应赔偿。

3. 选手注意事项

(1) 选手根据清单自带刀具、夹具、量具、工具等；球杆仪由于价格昂贵请选手自带。

(2) 参赛选手的竞赛场次和该场次的竞赛题采取抽签的方式确定。

(3) 参赛选手赛前 1 个小时到达指定地点，凭参赛证、身份证、学生证（三证必须齐全）检录，核对选手身份。

(4) 检录时随机抽取工位号，选手签字确认后在检录处侯赛等待，不得再离开检录场

地，否则视为弃权。各队领队和指导教师，以及其他未经竞赛组委会批准的工作人员不得进入竞赛场地。

(5) 参赛选手竞赛前 15 分钟进入竞赛工位，清点工具，确认现场条件无误；竞赛时间到方可开始操作。竞赛时间到后，未参加检录抽签的选手不能再进入赛场，作弃权处理。

(6) 参赛选手不得携带通讯工具、存储设备和其它未经允许的资料、物品进入竞赛场地，不得中途退场。如出现较严重的违规、违纪、舞弊等现象，经裁判组裁定取消竞赛成绩。

(7) 参赛选手自备劳服用用品（工作服、安全鞋、安全帽、防护镜），参赛时必须按照专业安全操作要求穿戴个人劳保防护用品，并严格遵照操作规程进行竞赛，符合安全、文明生产要求。

(8) 参赛选手的着装及所带用具不得出现参赛队及学校标识。

(9) 竞赛过程中，参赛选手须严格遵守相关操作规程，确保设备及人身安全，并接受裁判员的监督和警示；如选手在竞赛中因违章操作出现安全事故，经裁判组判定后取消竞赛资格，成绩记零分。

(10) 机床在工作中发生故障或产生不正常现象时应立即停机，保持现场，同时应立即报告当值裁判。

(11) 参赛选手完成竞赛项目后，提请裁判到工位处检查确认并登记相关内容，竞赛终止时间由裁判员记录，选手签字确认后，裁判填写执裁报告；参赛选手结束竞赛后不得再进行任何操作。

(12) 裁判长在比赛结束前 15 分钟对选手做出提示。当听到竞赛结束指令时，参赛选手应立即停止操作，不得以任何理由拖延竞赛时间。离开竞赛场地时，不得将草稿纸等与竞赛有关的物品带离竞赛现场。

(13) 本次比赛评分分为现场裁判打分及比赛选手填写赛项记录表答题得分，在各环节的比赛中，裁判详细记录比赛现场的选手答题情况，例如故障排除情况，选手电气连接的状态，机床几何精度测量的方法、方式及测量结果。

(14) 在任务三：数控机床维修环节，如果选手有查不出的故障，可以在比赛开始 90 分钟后申请放弃，参赛队放弃任务三的机会只有一次，申请故障放弃后由现场裁判通知技术人员进行故障排除，本环节选手已经查出故障的按规定给分；选手放弃后未排除的故障不得分，并每一个故障点倒扣 2 分，扣完该任务总分 15 分为止，工作人员排除故障的时间计入选手竞赛时间，如果工作人员排除故障的时间超过 20 分钟，由裁判记录时间并酌情加时。

(15) 每一场次竞赛，参赛选手交卷后，不可提前离场，需等该场次所有队伍都结束后，由裁判长统一组织离场。

4. 竞赛直播或录像

1. 赛点提供全程无盲点录像。
2. 可在赛点指定区域通过网络监控观摩比赛。

九、样题（竞赛任务书）

样题见附件。

附件：

2023 年度湖南省“楚怡杯”职业院校技能竞赛
高职组装备制造大类
数控机床装调与技术改造赛项

[时量：300 分钟，试卷号：]
(样卷)

任 务 书

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 300 分钟。
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、存储卡等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. 参赛队的有效信息，必须书写在装订密封线以上。
7. 在任务三：数控机床维修环节，如果选手有查不出的故障，可以在比赛开始 90 分钟后申请放弃，参赛队放弃任务三的机会只有一次，申请故障放弃后由现场裁判通知技术人员进行故障排除，本环节选手已经查出故障的按规定给分。选手放弃后未排除的故障不得分，并每一个故障点倒扣 2 分，扣完该任务总分 15 分为止。工作人员排除故障的时间计入选手竞赛时间，如果工作人员排除故障的时间超过 20 分钟，由裁判记录时间并酌情加时。
8. 本说明书共计 xx 页，如有缺页，请立即与裁判联系。

二、 赛卷说明

1. 赛卷由“任务书”和“赛卷记录表”两部分构成，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“赛卷记录表”相应的表格中。任务书由八个任务组成，分别是：任务一：数控机床电气装调；任务二：加工中心主轴加装改造（以下简称“主轴加装改造”）；任务三：数控机床故障诊断和排除（以下简称“数控机床维修”）；任务四：工业机器人夹具安装与信号连接（以下简称“手夹和夹具安装与调试”）；任务五：加工中心主轴功能开发（以下简称“主轴功能开发”）；任务六：工业机器人上下料功能开发（以下简称“机器人上下料功能开发”）；任务七：数控机床精度检验（以下简称“机床精度检验”）；任务八：零件智能加工验证。竞赛全程实施的职业素养和安全意识考核评价。

特别提请注意的是，本赛卷所述任务一、任务二、任务三、任务四、任务五、任务六、任务七、任务八，并不代表选手必须按任务的序号依次操作，以及每一个任务中的序号，如 6-1、6-2、6-3 也不代表选手比赛中选手要按此序号依次操作，先做哪个任务、再做哪个任务，由选手自行确定。

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：数控机床电气装调中，设备上电前必须认真检查电源。选手自检完成后，须举手请求裁判和现场技术人员检查（请求检查有且仅有一次机会），检查中发现安全隐患，中止选手继续实施任务一，并扣除接线部分和功能实现分。检查后无安全隐患，则可上电，继续调试。同意上电后的调试中又出现短路等安全事故，中止继续实施任务一。

4. 选手在任务二：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。

5. 选手在任务三：数控机床维修环节中，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，每一个由裁判和技术支持人员清除的故障倒扣 2 分。

6. 选手在任务五：主轴功能开发任务完成后，向裁判示意功能验证，可以几个块的功能一起验证，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。

7. 选手在进行任务五之 5-1 加装智能制造工件测头、任务六之 6-4 零件试加工及加工程序优化、任务七机床精度检测之 7-2 运动精度检测中，由于检测仪器贵重，在起动机床运行前，须经过检测仪器厂商技术支持工程师确认，方可起动机床运行采集数据。

8. 选手在进行任务六之零件试加工及加工程序优化、任务八之零件智能加工验证中，加工前应向裁判示意，确认安全（装夹安全、操作者工服安全、安全眼镜佩戴安全），并经现场裁判员同意后，方可进行。任务八之零件智能加工验证，加工后样件须经过现场裁判员的确认登记，由裁判封存送检。

9. 操作工业机器人进行示教与调试的过程中竞赛工位只允许操作工业机器人的 1 名选手在安全围栏内；在验证“任务八：零件智能加工验证”时所有人员禁止进入安全围栏。

10. 本任务书包括八项技术内容，配分如下：

任务一：数控机床电气装调（10 分）。

任务二：主轴加装改造（10 分）。

任务三：数控机床维修（15 分）。

任务四：手夹和平口钳安装与调试（10 分）。

任务五：主轴功能开发（10 分）

任务六：机器人上下料功能开发（10 分）

任务七：机床精度检验（10 分）。

任务八：零件智能加工验证（15 分）。

九：职业素养和安全意识（10 分）。

三、竞赛任务

任务一：数控机床电气装调（10 分）

题目：立式加工中心三色灯之绿灯显示功能的设计、接线及调试。

根据现场提供的器件、工具等，完成：①立式加工中心三色灯之绿灯功能电气原理图；②按绘制的电气原理图，完成接线；③验证三色灯的绿灯功能。本项任务完成后，按表 1-1 中的项目内容，请裁判验收任务成果。

表 1-1：数控机床电气装调事项

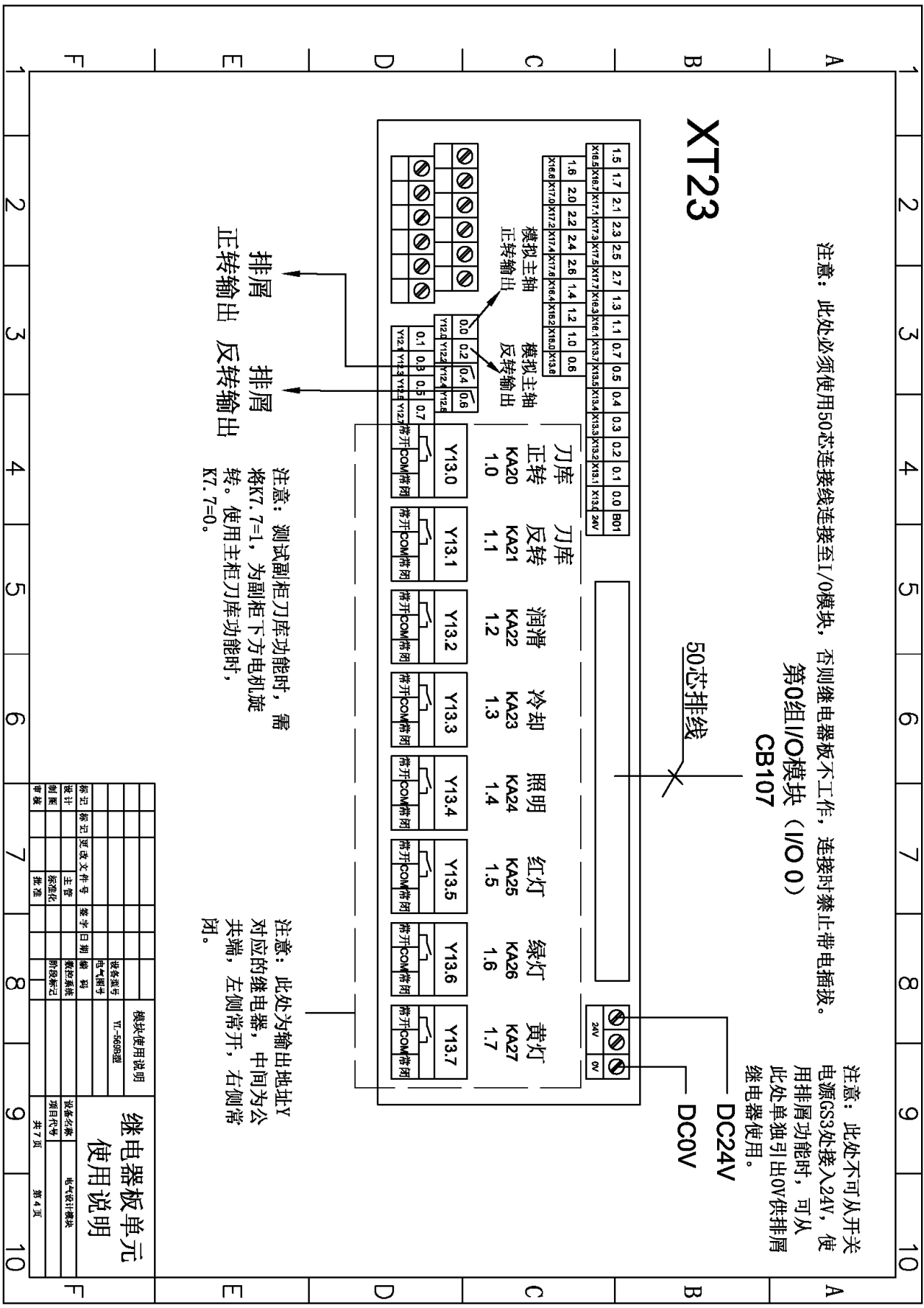
序号	项目	项目内容	
1	电气原理图绘制（3分）	器件选择数量正确合理	
		原理图绘制正确，科学合理，符合要求	
		图形符号规范，标注齐全	
		保护环节设计得当	
		字迹清楚、整洁、美观	
2	线路连接正确（3分）	元件安装位置合理，紧固不松动，工具使用合理	
		线上号码管安装规范，与电气原理图相符	
		接至板外的导线经端子排转接，原则上端子排上一个接点接一根线、且端子与端子之间留有空端子	
		所有导线进走线槽，或进行了捆束	
3	功能实现（4分）	功能实现验证结果	（学生填写，裁判签字确认）

序号	项目	项目内容
----	----	------

选手绘制的电气原理图（空白不够时可以画背面）：

使用电气副柜控制置于其下方的电机模拟刀库电机时，需将 K7.7=1；使用机床主电气柜控制机床上的刀库时，需将 K7.7=0。

电气副柜中继电器输入输出板的接口说明见下图：



注意：选手在设备上电前需自行检查所连接线路的正确性，并经裁判和现场技术人员检查无误后方可通电运行。当技术人员或裁判发现错误连接导致电源或负载短路、以及导致设备损坏或人员

安全问题时，中止选手继续实施本任务。技术人员确认可以上电后，将指出若干条已接线正确的接线，在后续的通电调试过程中，选手不可改接已确认正确的接线。技术人员确认正确的接线的连接牢靠性和接线规范性由选手自行负责。参赛队有且仅有一次，请裁判和现场技术人员检查是否可以上电的机会，经检查确认后，后续的断电和通电调试不再请现场裁判和现场技术人员检查确认是否可以上电。

表 1-2 新电气接线地址表

名称	地址	名称	地址	名称	地址
刀库正转	Y13.0	照明	Y13.4	排屑正转	Y12.4
刀库反转	Y13.1	红灯	Y13.5	排屑反转	Y12.6
润滑	Y13.2	绿灯	Y13.6		
冷却	Y13.3	黄灯	Y13.7		

任务二：主轴加装改造（10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；

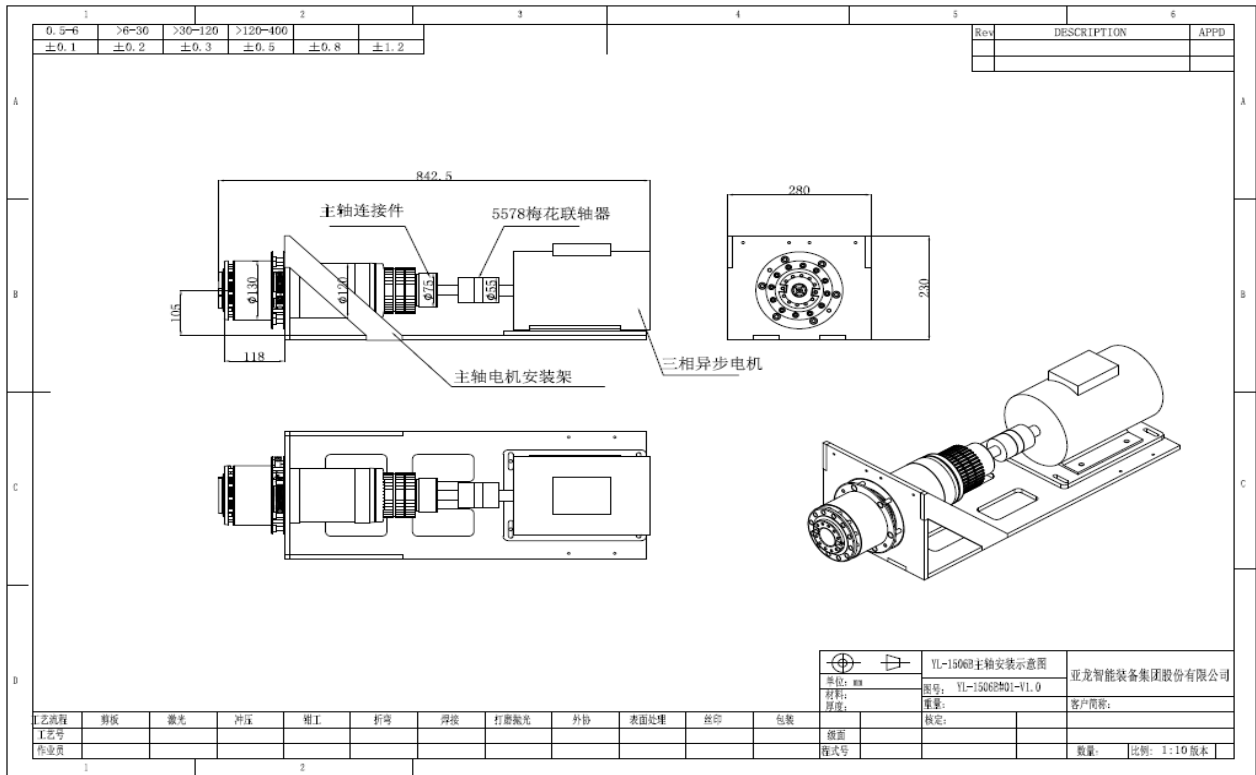
②主轴轴承安装；

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 2-1 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 2-1: 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 (2 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。	
项目三 (1 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（请裁判签字确认）： $\Delta r = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ ， 检验前轴承外环端面跳动 $\Delta a = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$	
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，请裁判签字确认（仅验证选手掌握力矩扳手的调整和使用）： 前轴承 = $\underline{\hspace{2cm}}$ Nm 后轴承 = $\underline{\hspace{2cm}}$ Nm	
项目五 (2 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，请裁判签字确认： $K1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $K1_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $K1_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $K1_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $K1_n = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ 实测叠加放置高度 K2 值，选手记录以下数据，请裁判签字确认： $K2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $K2_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $K2_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $K2_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $K2_n = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ 实测主轴前端盖凹台深度数值 H，选手记录以下数据，请裁判签字确认： $H = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $H_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $H_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $H_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ $H_n = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ 按照工艺要求计算主轴前端盖压紧量 $A = K2 - K1 - H$ ： $A = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ 检测主轴单锥孔跳动 Δs ，选手记录以下数据，请裁判签字确认： $\Delta s = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$	
项目六 (2 分)	机械主轴与主轴测试台对接安装	安装流程：S1-将主轴安装在赛场提供的主轴测试架上； S2-安装交流异步电动机于电机座上； S3-预装弹性联轴节（对接两轴）； S4-调整交流异步电机轴与主轴传动芯轴的同轴度； S5-锁紧联轴节。 要求： 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

序号	项目内容
	轴，联轴节安装规范。 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，请裁判确认： 3) 异步电机安装时提供 0.02mm 和 0.04mm 铜皮做调整垫。 4) 上述每完成一步均应协助裁判员检测、确认。 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。

安装后效果参见图 2-2:

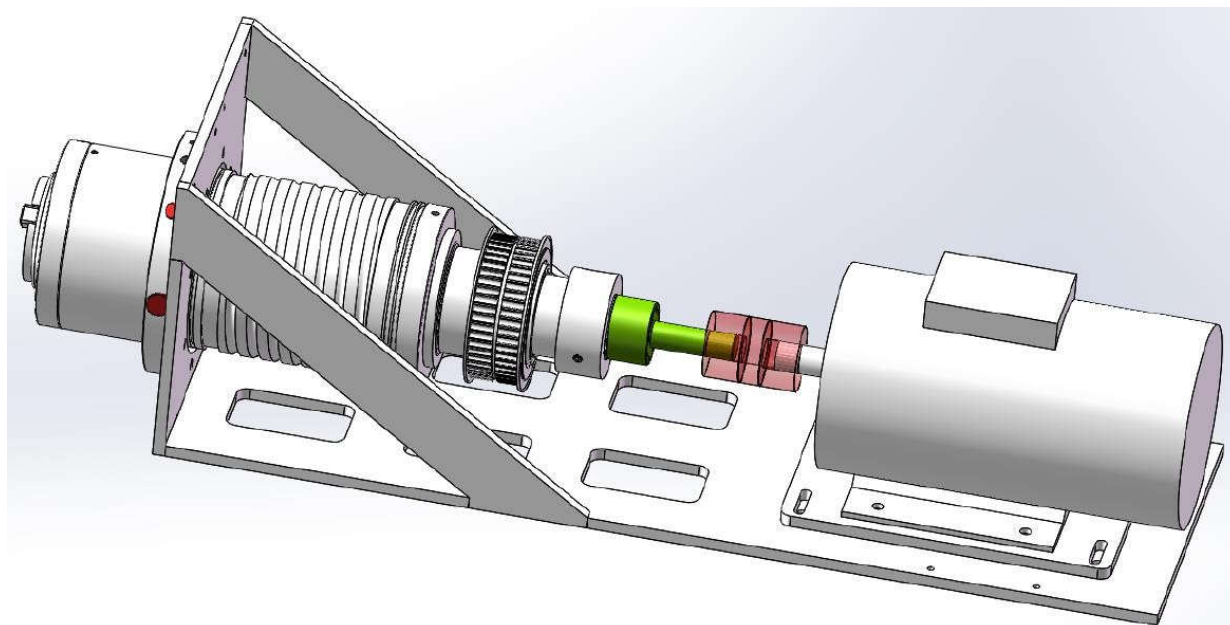


图 2-2 加装主轴安装效果图

任务三：数控机床维修（15 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。比赛开始前，本赛位上应张贴有技术平台在赛前完成的《故障清除确认表》《故障设置完成签字表》及机床准备封条。选手确认齐全后，揭封，并在封条上签字确认。

要求：

- 1.根据表 3-1 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 3-2：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 2 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。

故障排查

1. 故障排查涉及系统参数、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。

2. 比赛开始前，本赛位上应张贴有技术平台在赛前完成的《故障清除确认表》《故障设置完成签字表》及机床准备封条。选手确认齐全后，揭封，并在封条上签字确认。

3. 根据表 3-2 第三列“技术指标检验标准”，排除故障现象，并将故障现象、故障原因及修正参数写入到《赛卷记录表》附表 3-1：数控维修记录表（每个申请排除的故障倒扣 2 分）中。

表 3-1 数控机床功能检查表

序号	检查事项	技术指标检验标准	配分
1	急停检查	急停按钮起作用	1
2	伺服驱动检查	解除伺服报警	1
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	1
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。	1
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	1
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	1
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	1
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。	1
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。	1
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	1
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。	1
12	主轴定向准确	MDI 方式下，执行 M19，主轴准停准确。	1
13	主轴旋转方向正确	在 MDI 方式下，执行 M03 S500 检查主轴的旋转方向正确	1
14	主轴速度和倍率正确	在 MDI 方式下，执行 M03 S500 检查主轴的旋转速度和各档倍率正确	1
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 	1
	小计配分		15

表 3-2 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			

序号	故障现象	处理方案		学生签字	裁判签字
		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		15 分	

任务四：手夹和平口钳安装与调试（10 分）

根据赛场提供的电磁阀、气管及传感器，设计平口钳气路图，完成表4-1中，①手夹和机床平口钳安装与调试；②机器人手夹功能验证。

表 4-1 手爪和平口钳功能验证事项

序号	项目	项目内容
1	手夹和平口钳安装与调试（6分）	在加工中心上安装平口钳，调整合适气压（0.5-0.6Mpa）。
2		设计平口钳气路，按设计气路图，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。
4	机器人气爪功能验证（4分）	机器人气爪松开功能及控制信号验证
5		机器人气爪夹紧功能及控制信号验证
6		手爪松开到位控制功能及控制信号验证
7		手爪夹紧物料到位控制功能及控制信号验证

任务五：主轴功能开发（10 分）

根据赛项提供的测头、主轴部件。利用机床数控系统，完成：①智能制造工件测头；②开通模拟主轴功能、主轴单元通电空载测试；③ PC机与CNC互联互通；④完成指定功能的开发。

5-1. 加装智能制造工件测头（3分）

根据所提供的测头，按照表5-1工件测头加装项目中第三列要求，完成各项任务。每一个项目任务完成后均需请裁判验收任务完成成果。

表 5-1 加装智能制造工件测头事项

序号	项目	要求
1	放置测头接收器	将测头接收器固定于电气柜顶部合适位置
2	测头电气连接（1.2分）	1) 连接测头接收器电源线。 2) 连接“工件测头开启”信号线至 PLC 输出点 Y10.7，并在 PLC 中编辑 M88 开启测头/M89 关闭测头的梯形图。 连接“测头状态”信号线至数控系统测量输入点 X11.7 4) 在 MDI 下开启测头，输入测量信号测试指令“G91G31X50F50”，待机床运动后，用手触碰测头测针，以模仿机床碰到了测针，观察机床能否正确地停止。
3	测针对中调整（0.6分）	利用百分表或千分表调整测针圆跳动，使之不超 0.03mm。 记录测量值_____（请裁判当场确认）。

序号	项目	要求
4	测头径向标定 (0.6分)	1) 用磁铁固定或利用工作台上的台钳轻夹自备环规, 保持上表面平行工作台面。 2) 将测头装至机床主轴, 并手动定位至环规大约中心位置, 测球低于环规上表面。 3) M88; (测头开启代码) 4) MDI 编写并执行测头标定宏程序: G65P9901M102.D; D:环规准确直径; 标定结果位于: #500, #501, #502, #503。 5) M89; (测头关闭代码)
5	环规直径测量 (0.6分)	同上 1、2 步骤。 3) M88; (测头开启代码) 4) MDI 下执行 G65P9901M2.D_。 D:环规准确直径。 注: #100 存储环规直径测量值。 并将环规直径值存储到#610, 编写#610=#100 并执行。 5) M89; (测头关闭代码)

5-2 开通模拟主轴功能、主轴单元通电空载测试 (3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分别旋转200 rpm, 500rpm, 800rpm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5-2, 在任务完成过程中或任务完成后, 请裁判验收任务成果。

表 5-2: 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	异步电机连接正确 (0.5分)
2		系统模拟电压及信号线连接正确 (1分)
3		模拟主轴参数设置正确, 模拟主轴被激活 (1分)
4		变频器通电及参数设置正确 (0.5分)

模拟主轴正转输出信号Y12.0, 模拟主轴反转输出信号Y12.2。

5-3. PC机与NC互联互通 (2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5-3, 请裁判验收任务完成成果。

表 5-3: 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

5-4. 完成指定功能开发（2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5-4）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5-5。

（4）选手根据表5-6：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 5-4 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 5-5 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 5-6 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（1 分）
2		主轴正转按钮/主轴反转按钮/LED 有效（0.4 分）
3		增速按钮/减速按钮/ LED 有效（0.4 分）
4		主轴停止按钮/ LED 有效（0.2 分）

任务六：机器人上下料功能开发（10 分）

根据赛项提供的智能加工仿真软件、机器人及控制系统、数控机床及其富余的M指令等。

完成：①机器人应用功能仿真；②机器人应用功能开发；③机器人上、下料编程；④零件试加工及加工程序优化。

6-1 机器人应用功能仿真（2分）。选手使用赛场提供的仿真软件，根据虚拟制造仿真流程图（图6-1）。完成上料动作PLC的编写。

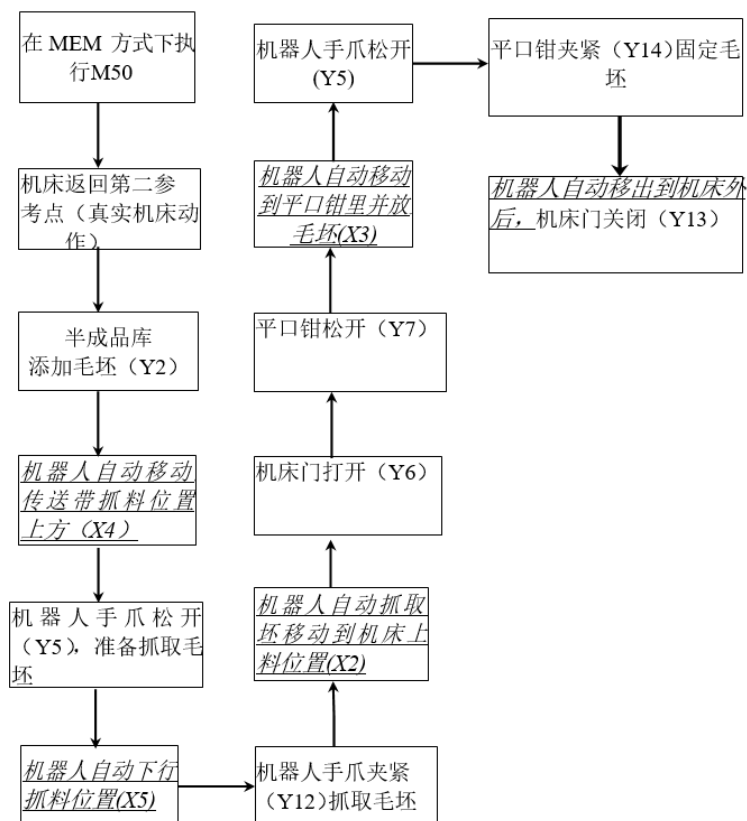


图 6-1 虚拟制造仿真流程图

根据表6-1，指定2项功能进行虚拟仿真验证。

表 6-1：虚拟制造仿真事项

序号	项目	项目内容
1	互联互通	数控机床与虚拟制造仿真软件间的互联互通信号连接。
2	PLC 程序开发	编写虚拟机器人实现对加工中心上下料流程的 PLC 程序开发。
3	功能验证	机床执行 M90 指令，可以运行无报警
4		机床可以回到指定的第二参考点
5		机器人可以在传送带上抓取毛坯
6		机床门可以自动打开
7		机床平口钳可以自动松开
8		平口钳夹紧，机器人可以完成机床上料
9		机床门可以自动关闭
10		虚拟制造仿真流程与给定的流程图符合

表 6-2 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	X24.0	Y2	添加毛坯	Y24.0
X3	机器人手爪到平口钳位置	X24.1	Y5	机器人手爪松开	Y24.1
X4	机器人移动到传送带抓料位置上方	X24.2	Y6	机床门打开	Y24.2
X5	机器人移动到传送带抓料位置	X24.3	Y7	平口钳松开	Y24.3
X9	机床启动加工	X24.4	Y8	机床加工完成信号	Y24.4
X10	机床门打开到位	X24.5	Y12	机器人手爪夹紧	Y24.5
X11	机床门关闭到位	X24.6	Y13	机床门关闭	Y24.6
X12	平口钳松开到位	X24.7	Y14	平口钳夹紧	Y24.7
X13	平口钳夹紧到位	X25.0			
X16	移动到成品放置位置	X25.1			

6-2 机器人应用功能开发 (3分)。根据表6-3提供的信号地址，示教编制机器人程序，实现在 MDI 和单步方式下，使用机器人信号输出实现自动门开关，以及自动门开关的安全连锁，智能加工区安全围栏上安全门的安全连锁等功能。

附表 6-3：机器人应用功能开发信号表

CNC	PMC	机器人	PMC 虚拟	ROBOT	IO
机床门开到位 1	X9.0	DI[121]	R701.0	快换	RO[1]
机床门开到位 2	X9.1			手爪松开	RO[2]
机床门关到位 1	X9.2	DI[123]	R701.2	手爪夹紧	RO[3]
机床门关到位 2	X9.3			喷嘴吹气	RO[4]
加工完成信号	F9.4, R701.4	DI[124]	R701.3		
机床取放料到位	F96.0, F94.1, F94.2	DI[125]	R701.4		
机床门开	Y8.0	DO[101]	R700.0	手爪松开到位	RI[1]
机床门关	Y8.1	DO[102]	R700.1	手爪夹紧到位	RI[2]
平口钳松开	Y8.2	DO[103]	R700.2	手爪在机器人末端	RI[3]
平口钳夹紧	Y8.3	DO[104]	R700.3		
启动加工	G7.2	DO[105]	R700.4	DI 信号均需设置为模拟	
机器人在机床外	防干涉功能	DO[106]	R700.5		

6-3 机器人上下料编程 (3分)。托盘上有A、B、C三个工位（三个工位号由选手自行确定），每一个工位上放置1个毛坯，共放置了A、B、C三个毛坯。

(1) 要求选手完成连续和自动加工A、B两工位上两个毛坯上料和下料的机器人示教编程（在编写和调试两个毛坯上料和下料过程中，用5秒—10秒的等待过程模拟零件加工过程，以调试好机器人程序，即两个毛坯不进行加工）。

(2) 调试好机器人程序后，要求和裁判共同验证连续和自动加工A、B两工位上两个零件上料和下料的机器人程序，确保机器人程序的安全性。特别提示，此验证是一次性的，即一次验证时出现安全性问题，立即停止6-3中的任务，进行最后的打分。表6-4功能全部实现后，请裁判记录任务完成情况。

附表 6-4：机器人示教编程记录表

序号	项目	项目内容
1	机器人上料示教编程（1.5分）	示教编程实现上料时机器人对第 1 件毛坯抓取，并放置到加工中心平口钳中，实现夹紧，以及机器人退出加工位置
2	机器人下料示教编程（1.5分）	示教编程实现下料时机器人对平口钳上的工件的抓取，配合平口钳的松开，机器人将工件施加到毛坯 1 位置，移动到毛坯 2 位置上方。

6-4 零件试加工及加工程序优化（2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6-1，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），对C毛坯进行试切加工以确定和验证零件的数控加工程序。加工过程中按表6-5进行工件在线测量，测量过程及结果请裁判验收。根据测量结果，对加工程序进行优化，为零件的智能加工作准备。

附表 6-5：工件在线测量事项

序号	项目	项目内容	
1	测量准备	台面清扫	
		装夹测头前执行 M19 定向指令，之后进行测头装夹。	
		在 MDI 下开启测头，输入测量信号测试指令用手触碰测头测针，检查机床是否停止运动。	
2	编程测量	三点或四点测量 圆直径	编程正确
			结果输出至宏变量

本项目注意事项：

（1）安装在线测头，启动检测程序，调用圆检测宏指令，检测加工后的圆直径。检测结果通过程序赋值到宏变量#XXX中。

（2）本环节采用手工编程，加工程序通过FTP传送至CNC。参赛队根据现场提供的图纸，编程并完成试切件轮廓的加工。

（3）选手根据图纸要求和赛场提供的毛坯，自行设计试件切削试验工艺，完成试件切削试验的程序编制和加工。

（4）本环节使用C毛坯加工的零件，仅供选手验证和优化数控加工程序使用，不作为零件加工质量的检测件。

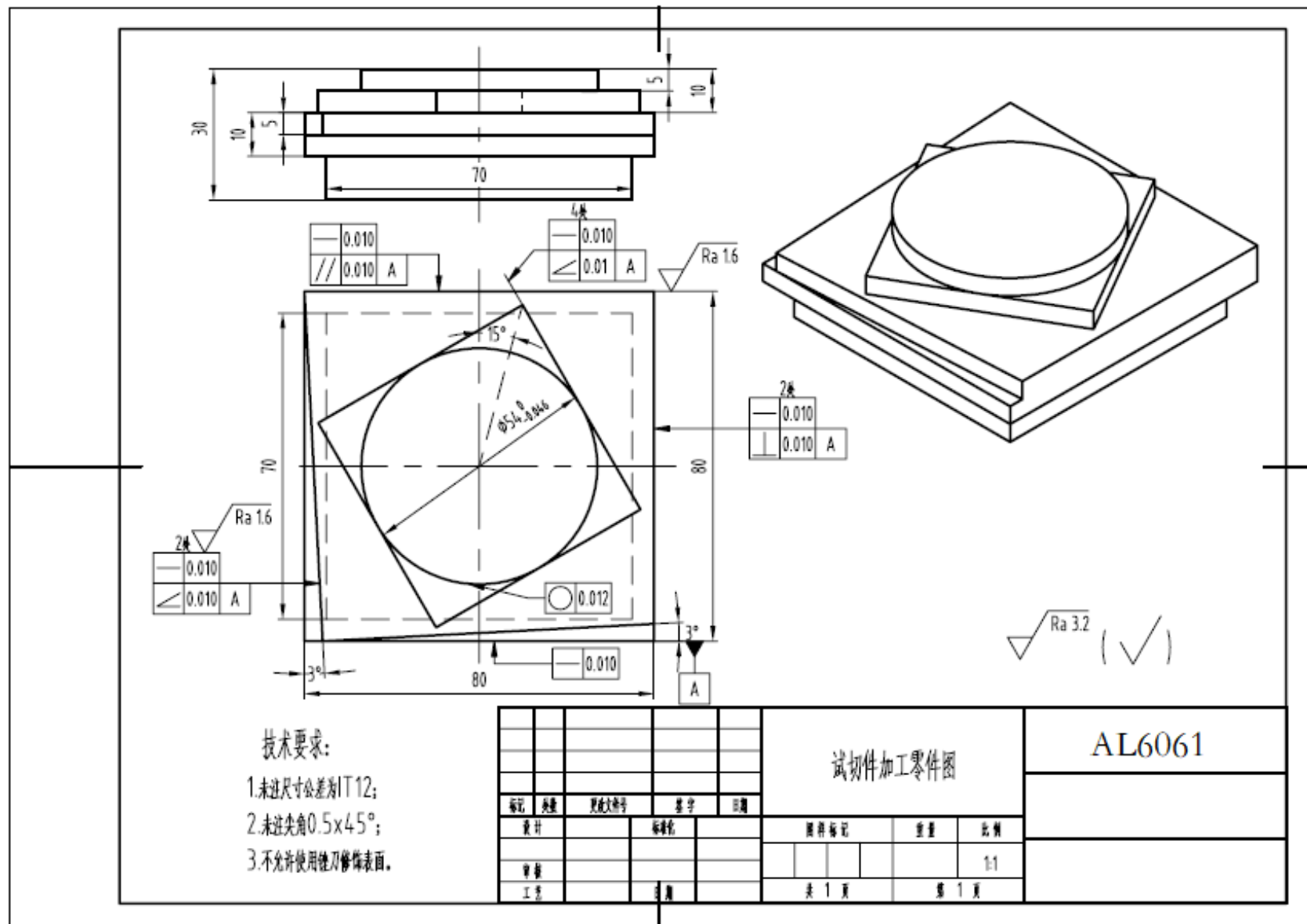


图 6-1 试切件图

任务七：机床精度检验（10分）

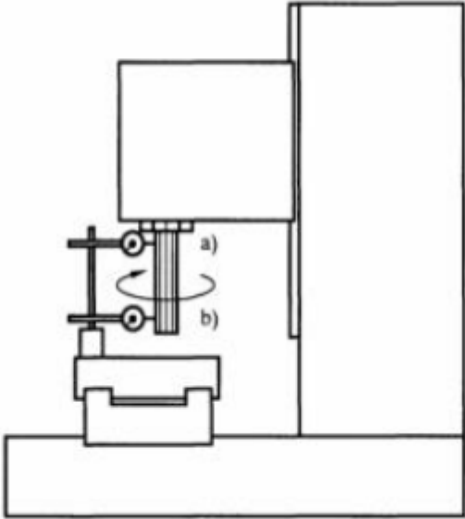
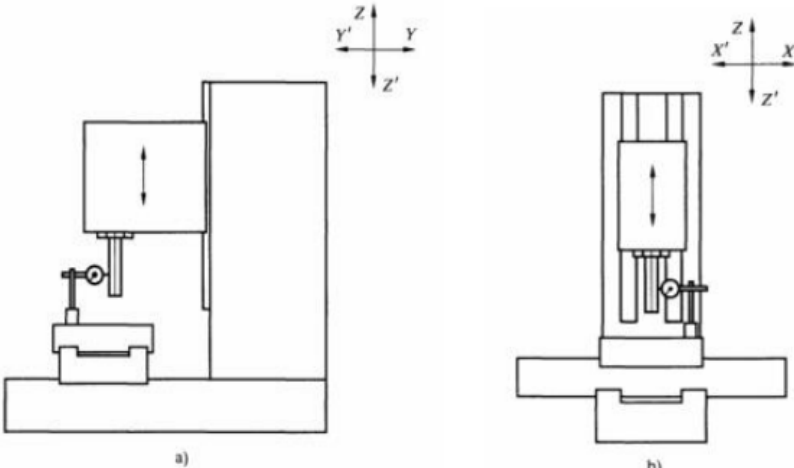
本任务基于：标准GB17421-1/2/4和GB-T20957[1].2-2007精密加工中心检验条件（2）标准检测方法和评价标准，包括圆度误差检测。

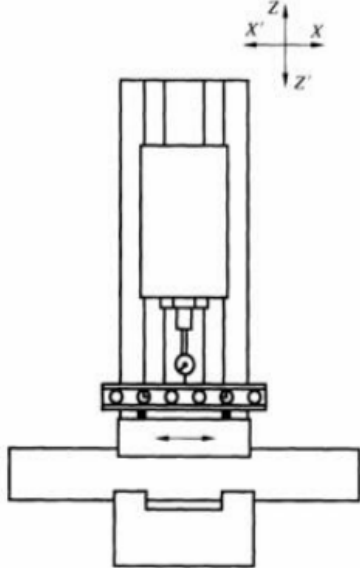
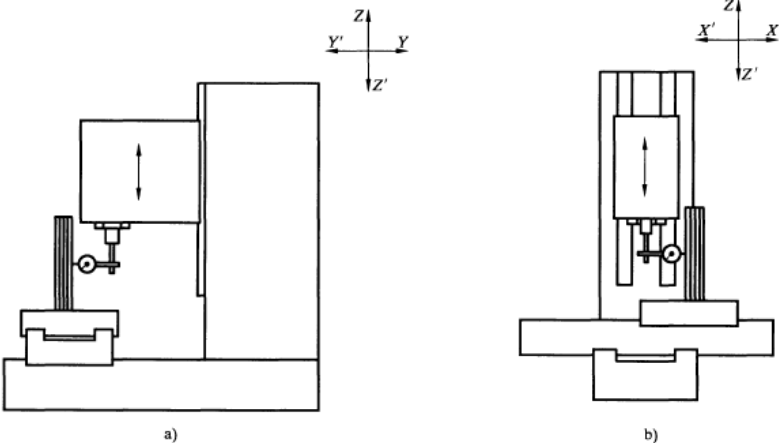
7-1. 数控机床几何精度测量（5分）

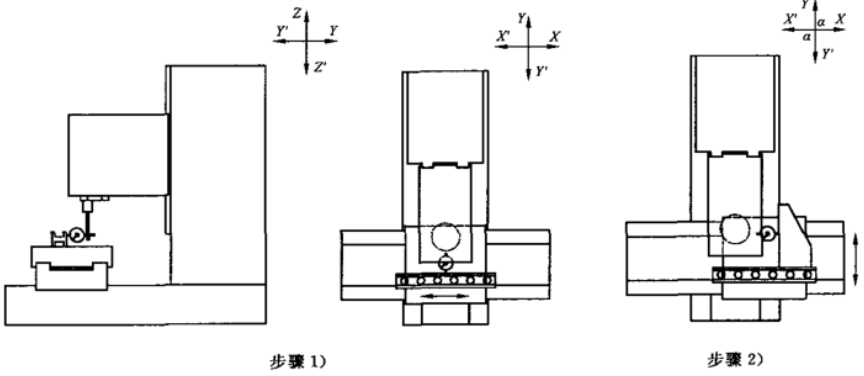
1. 依据GB/T 18400.2-2010（ISO10791-2:2001）精密加工中心检验条件（2）中的部分测量标准以及GB/T 17421.1-1998通用标准，选择5项检验项目，利用所提供的工具、量具、检具，进行数控机床几何精度测量。

2. 工具、量具、检具选用合理，使用方法正确，每一项数据检测完成后，选手应举手示意，经现场裁判确认后，将检测结果填入表7-1几何精度检测表中。

表 7-1：数控机床几何精度测量事项

序号	检验项目	简图
1	主轴锥孔的径向跳动	 <p>a) 靠近主轴端部 b) 距主轴端部 300mm 处</p> <p>检验项目简图 主轴锥孔的径向跳动</p> <p>靠近主轴端部的径向跳动：_____（裁判签字确认：_____）</p> <p>距主轴端部 300mm 处的径向跳动：_____（裁判签字确认：_____）</p>
2	主轴轴线与 Z 轴线运动间的平行度	 <p>a) 在 YZ 垂直平面内 b) 在 ZX 垂直平面内</p> <p>检验项目简图 主轴轴线和 Z 轴线运动间的平行度</p>

序号	检验项目	简图
		在 YZ 垂直平面内的平行度：_____（裁判签字确认：_____） 在 ZX 垂直平面内的平行度：_____（裁判签字确认：_____）
3	工作台面和 X 轴线运动间的平行度	 <p style="text-align: center;">和 X 轴线运动间的平行度 检验项目简图 工作台面和 X 轴线运动间的平行度</p> 工作台面和 X 轴线运动间的平行度：_____（裁判签字确认：_____）
4	线性运动直线度-Z 轴线运动的直线度	 <p style="text-align: center;">a) 在平行于 X 轴线的 ZX 垂直平面内 b) 在平行于 Y 轴线的 YZ 垂直平面内 检验项目简图 Z 轴线运动的直线度</p> 在平行于 X 轴线的 ZX 垂直平面内的直线度：_____（裁判签字确认：_____） 在平行于 Y 轴线的 YZ 垂直平面内的直线度：_____（裁判签字确认：_____）

序号	检验项目	简图
5	Y 轴线运动和 X 轴线运动间的垂直度	 <p style="text-align: center;">检验项目简图 Y 轴线运动和 X 轴线运动间的垂直度</p> <p>Y 轴线运动和 X 轴线运动间的垂直度：_____（裁判签字确认：_____）</p>

7-2. 运动精度检测——球杆仪检测圆轨迹运动精度（5分）

按照表7-2中第二列“检测项目”和第三列“要求”，使用球杆仪对机床某指定位置按GB17421.4或ISO230-4标准要求测量XY平面圆度（假定机床温度20℃，膨胀系数11.7）。并填写和保存数据。

表 7-2：运动精度检测事项

序号	检测项目	检测内容	设定数据（选手填写）	裁判签字
1	编制 X-Y 平面测试程序（可以借鉴仪器帮助手册中的已有程序），并输入数控系统（0.5分）	半径：100mm， 进给速度 1000mm/min		
2	设定球杆仪测试中心（1分）	在机床上建立测试程序的坐标系原点	记录所设定坐标系原点： X： Y： Z：	
3	测试程序调试（0.5分）	空运行测试程序		
4	蓝牙连接调试（0.5分）	将球杆仪与电脑连接起来		
5	配置校准规（0.5分）	配置校准规 30mm~100mm 中任意一种	校准规校准后球杆仪实际长度：	
6	安装球杆仪并测试（1分）	测量后存储测试报告到选手文件夹		
7	按 GB17421-4 分析圆度误差（0.5分）		记录圆度误差值： G（CW）顺时针圆度 G（CCW）逆时针圆度	

8	给出该处 X-Y 平面垂直度误差（0.5分）		记录垂直度：	
---	------------------------	--	--------	--

任务八：零件智能加工验证（15分）

8-1 机器人程序和零件数控加工程序通过验证后，**选手和裁判均退到安全区域**，开启机器人和机床，实际进行连续的和自动的加工，完成A、B两个工位上毛坯加工成零件的过程。

8-2 加工结束后，选手和裁判在两件工件上标注A、B两工位号，由裁判封存送检，B零件是最终精度检测件。选手清理工作台。请选手参考表8-1，确保零件加工质量。

表 8-1：零件加工质量参考

序号	项目	项目内容
1	形状检查	工件形状与图纸符合。
2	质量检查 若形状检查不符合图纸，本项得分 0 分。 若符合，进一步计加工质量	检测图示形位公差直线度
		检测图示形位公差垂直度和平行度
		检测四边直线度和倾斜度
		检测图示形位公差和斜边直线度和倾斜度
		检测圆度
		检测加工表面粗糙度

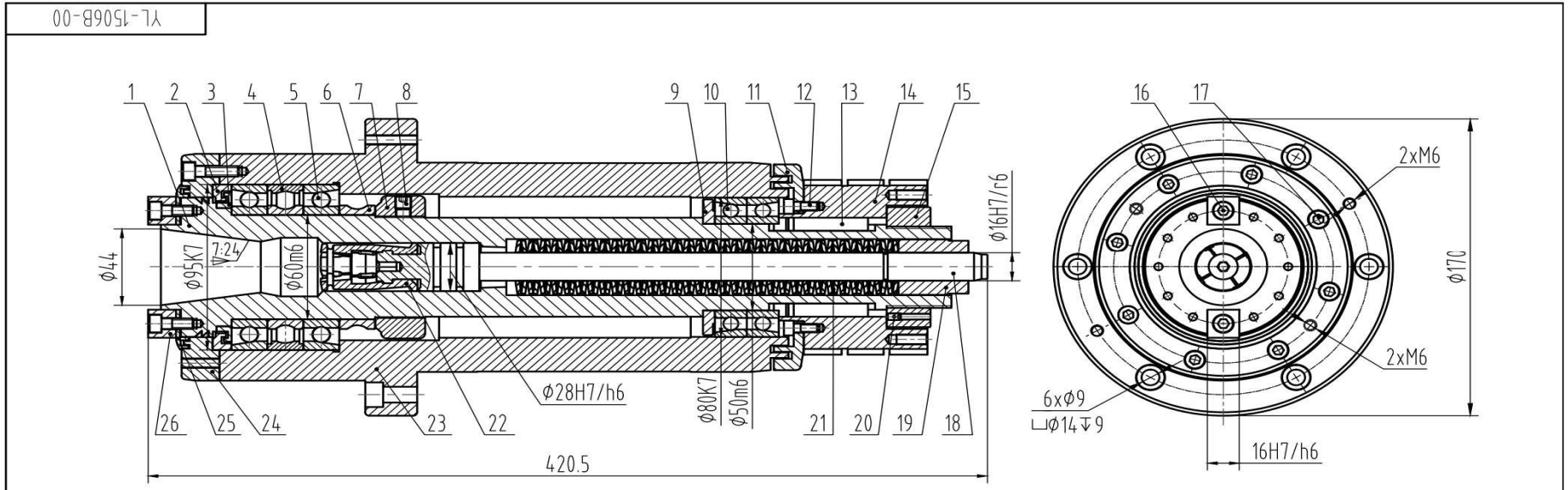
九、职业素养和安全意识（10分）

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9-1中的要求执行。

表 9-1：职业素养与安全意识事项

序号	项目	要求
1	安全意识（1分）	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（2分）	操作过程中遵守标准和规范。
3	践行 5S（2分）	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（1分）	参赛选手间和谐团结，善意对待其他选手。
5	诚信文明（4分）	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。

附件 1: 主轴装配图



技术要求

1. 装配后主轴精度按检验精度检测;
2. 主轴最高转速8000rpm;
3. 前轴承螺母锁紧扭矩80NM, 预紧螺母锁紧扭矩60NM;
4. 前轴承外环压装量0.1-0.3mm.

零件代号
值(通)用件登记
插图
插校
田底图总号
底图总号
签字
日期

序号	代号	名称	材料	数量
26	YL-1506B-18	定位键	AISI 1045 钢, 冷拔	2
25	YL-1506B-17	防水环	AISI 1045 钢, 冷拔	1
24	YL-1506B-16	主轴前端盖	AISI 1045 钢, 冷拔	1
23	YL-1506B-15	主轴套筒	AISI 1045 钢, 冷拔	1
22	YL-1506B-14	拉刀爪	AISI 1045 钢, 冷拔	1
21	YL-1506B-13	碟簧	热轧弹簧钢	64
20	GB/T 78-2000	内六角锥端紧定螺钉M6X10	4.5H级	3
19	YL-1506B-12	拉杆单元头部	AISI 1045 钢, 冷拔	1
18	YL-1506B-11	拉杆单元	AISI 1045 钢, 冷拔	1
17	GB/T 70.1-2000	内六角圆柱头螺钉M6X20	8.8级	8
16	GB/T 70.1-2000	内六角圆柱头螺钉M6X16	8.8级	2
15	YL-1506B-10	预紧螺母	AISI 1045 钢, 冷拔	1
14	YL-1506B-09	皮带轮	AISI 1045 钢, 冷拔	1
13	GB/T 1096-2003	键10x8x50	AISI 1045 钢, 冷拔	2

12	GB/T 70.1-2000	内六角圆柱头螺钉M5x12	8.8级	6
11	YL-1506B-08	主轴套筒压环	AISI 1045 钢, 冷拔	1
10	GB/T 292-94	角接触球轴承7010C	GCr15	2
9	YL-1506B-07	后轴承挡板	AISI 1045 钢, 冷拔	1
8	GB/T 77-2000	内六角平端紧定螺钉M8X6	4.5H级	3
7	YL-1506B-06	前轴承螺母M60x2	AISI 1045 钢, 冷拔	1
6	YL-1506B-05	轴承隔套内环	AISI 1045 钢, 冷拔	2
5	GB/T 292-94	角接触球轴承7012C	GCr15	2
4	YL-1506B-04	轴承隔套外环	AISI 1045 钢, 冷拔	1
3	YL-1506B-03	迷宫隔套内环	AISI 1045 钢, 冷拔	1
2	YL-1506B-02	迷宫隔套外环	AISI 1045 钢, 冷拔	1
1	YL-1506B-01	主轴	AISI 1045 钢, 冷拔	1

序号	代号	名称	材料	数量
主轴总装图(A3)				
YL-1506B-00				


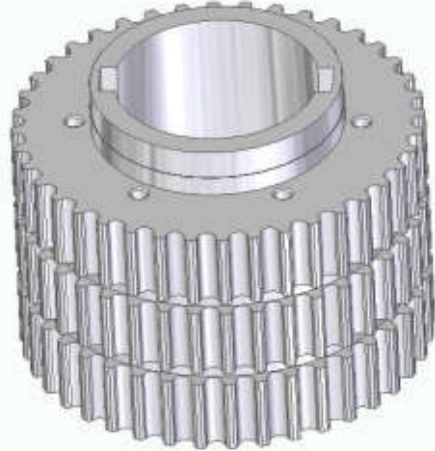


标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日
设计			标准化		
审核					
工艺			批准		

阶段标记	数量	比例
	1	1:2
共 张	第 张	




主轴零部件明细表

产品名称		亚龙智能装备集团股份有限公司	装配部件代号	YL-1506B-01	共 3 页
产品型号	YL-1506B		装配部件名称	主轴	第 1 页
主轴零部件明细表					
					
主轴	迷宫隔环外环	迷宫隔环内环	前轴承大(2 个)		
					
轴承隔套内环 (2 个)	轴承隔套外环	前轴承螺母	后轴承挡板		

主轴零部件明细表

产品名称		亚龙智能装备集团股份有限公司	装配部件代号	YL-1506A-01	共 3 页
产品型号	YL-1506A		装配部件名称	主轴	第 2 页
主轴零部件明细表					
					
角接触球轴承 7010C (2 个)	主轴套筒	主轴套筒压环	键 (2 个)		
					
皮带轮	预紧螺母	定位键	拉杆单元		

主轴零部件明细表

产品名称		亚龙智能装备集团股份有限公司	装配部件代号	YL-1506A-01	共 3 页
产品型号	YL-1506A		装配部件名称	主轴	第 3 页
主轴零部件明细表					
					
拉刀爪	主轴前端盖	防水环			