

2022 年山东省职业院校技能大赛高职组
“数控机床装调与技术改造”实操比赛

(总时间：7 小时)

任
务
书
(样题)

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 7 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. 仅对任务三“数控机床维修”，参赛队在比赛过程中遇到排除故障部分的内容不能自行完成，可以选择放弃，放弃后由裁判通知工作人员进行故障排除，本环节选手已经查出故障的按规定给分，选手放弃后未查出的故障不给分，且每一个由工作人员排除的故障倒扣 2 分。

8. 本任务书 25 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。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：工业机器人平口钳安装与信号连接（以下简称“手夹和平口钳安装与调试”）；任务五：加工中心主轴的功能开发（以下简称“机床功能开发”）；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。在任务过程中全程实施职业素养和安全意识考核。

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. 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、实操工作任务

任务一：数控机床电气装调（10分）

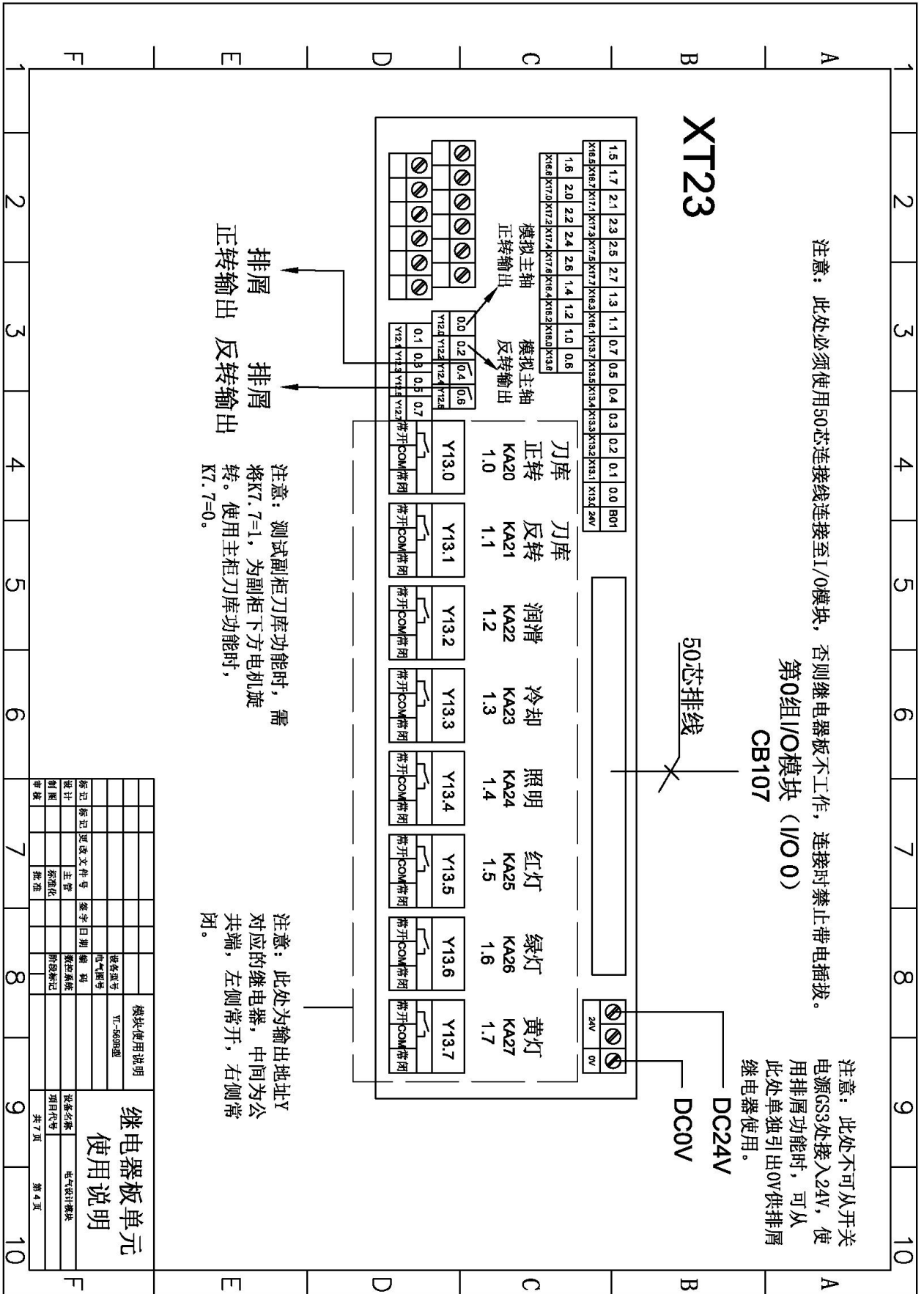
题目：立式加工中心冷却和润滑功能的设计、接线及调试。

根据现场提供的器件、工具等，完成：①冷却和润滑功能电气原理图（手绘或者使用 SEE Electrical 电气设计软件）；②按绘制的电气原理图，完成接线；③验证冷却和润滑功能。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 | 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 | 元件安装位置合理，紧固不松动，工具使用合理 |

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

| | | | | | |
|------|-------|----|-------|------|-------|
| 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。

| | |
|-----|---|
| | <p> $K1_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$ $K1_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$ $K1_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$ $K1_n = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$ 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： $\Delta s = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$ </p> |
| 项目六 | <p> 机械主轴与 主轴测试台 对接安装 </p> <p> 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； S6-安装安全防护罩。 </p> <p> 要求： </p> <ol style="list-style-type: none"> 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。 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 >0.5mm 时，不允许带电旋转。 6) 安全防护罩安装合格后，方可通电检查。 |

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。

表 3-1 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 S500 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 S500 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 |

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 | | | |
| | | 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 | 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 | 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

根据所提供的测头，按照表 5-1 工件测头加装项目表中第三列要求，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) 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 | 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）。 |
| 4 | 测头径向标定 | 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 | 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

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 |
| 2 | | 系统模拟电压及信号线连接正确 |
| 3 | | 模拟主轴参数设置正确，模拟主轴被激活 |
| 4 | | 变频器通电及参数设置正确 |

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

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（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 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 |
| 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。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。

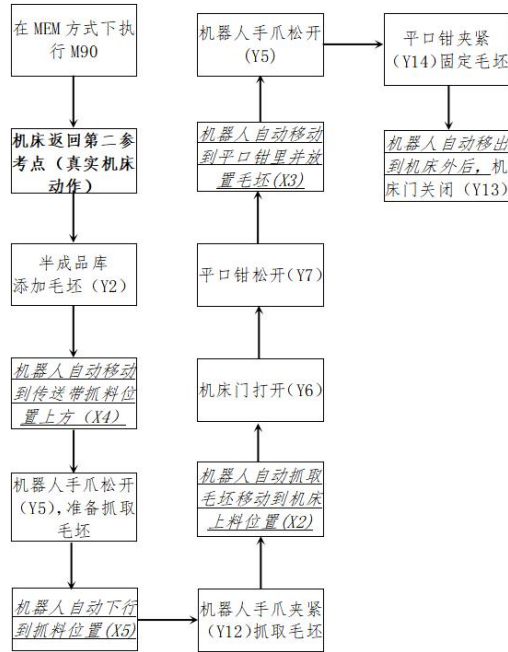


图 6-1 虚拟制造仿真流程图

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。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联锁，智能加工区安全围栏上安全门的安全联锁等功能。

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。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 | 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 | 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。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，也可使用赛场统一安装的 CAD/CAM 软件编程，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。赛场另准备若干备用件，当参赛队的毛坯出现“硬点”等质量问题时，参赛队可以提出更换毛坯。当参赛选手因自身原因损坏毛坯时，不予更换毛坯。

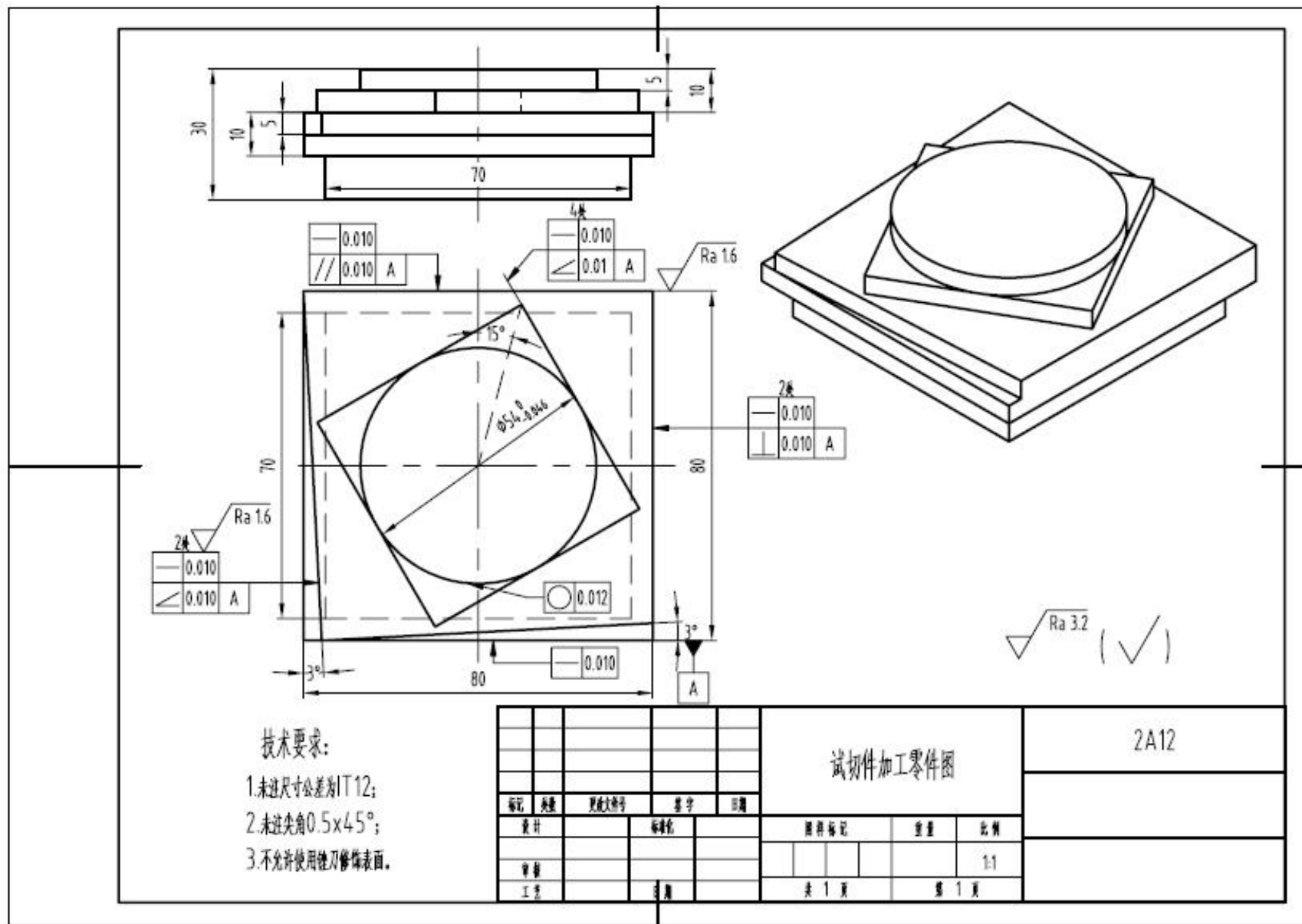


图 6-1 试切件图

任务七：机床精度检验（10分）

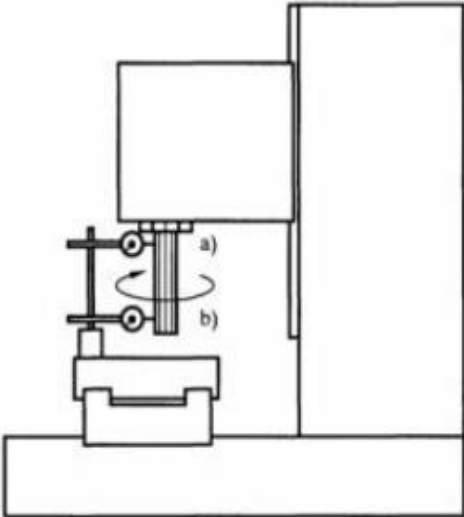
本任务基于：标准 GB17421-1/2/4 和 GB-T20957[1].2-2007 精密加工中心检验条件（2）标准检测方法和评价标准，包括圆度误差检测。

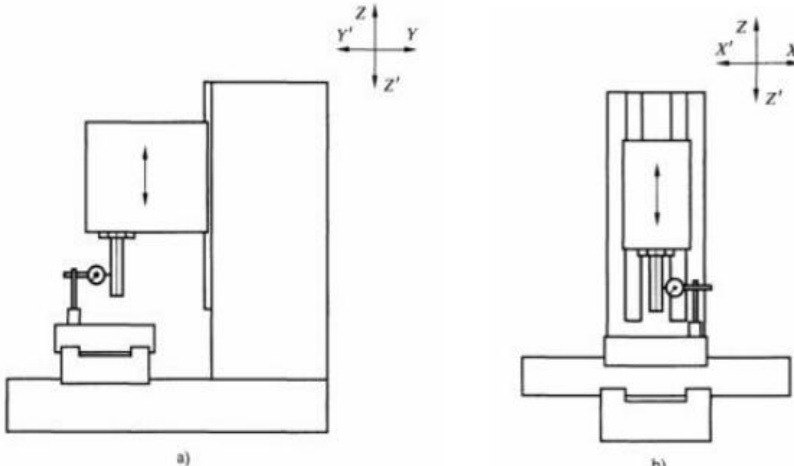
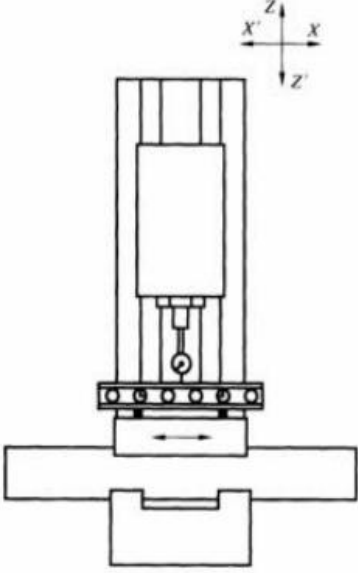
7-1. 数控机床几何精度测量

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 | <div style="text-align: center;">  <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> </div> <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> |

| 序号 | 检验项目 | 简图 |
|----|-------------------|--|
| 2 | 主轴轴线与 Z 轴线运动间的平行度 | <div style="text-align: center;">  <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> <p>在 YZ 垂直平面内的平行度：_____（裁判签字确认：_____）</p> <p>在 ZX 垂直平面内的平行度：_____（裁判签字确认：_____）</p> </div> |
| 3 | 工作台面和 X 轴线运动间的平行度 | <div style="text-align: center;">  <p>和 X 轴线运动间的平行度</p> <p>检验项目简图 工作台面和 X 轴线运动间的平行度</p> <p>工作台面和 X 轴线运动间的平行度：_____（裁判签字确认：_____）</p> </div> |

| 序号 | 检验项目 | 简图 |
|----|---------------------|--|
| 4 | 线性运动直线度-Z 轴线运动的直线度 | <p>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</p> <p>检验项目简图 Z 轴线运动的直线度</p> <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：_____）</p> <p>在平行于 Y 轴线的 YZ 垂直平面内的直线度：_____（裁判签字确认：_____）</p> |
| 5 | Y 轴线运动和 X 轴线运动间的垂直度 | <p>步骤 1) 步骤 2)</p> <p>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

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 | 半径: 100mm, 进给速度 1000mm/min | | |
| 2 | 设定球杆仪测试中心 | 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 | 空运行测试程序 | | |
| 4 | 蓝牙连接调试 | 将球杆仪与电脑连接起来 | | |
| 5 | 配置校准规 | 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 | 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 | | 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 | | 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 | 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。 |