



2020 年全国行业职业技能竞赛  
第九届全国数控技能大赛广东省选拔赛  
机床装调维修工  
(数控机床智能化升级改造)

赛 题

(样题)

(职工组/教师组/学生组)

场 次： \_\_\_\_\_

工位号： \_\_\_\_\_

2020 年 10 月



# 目 录

一、赛卷说明.....	3
(一) 选手须知 .....	3
(二) 实操比赛任务特别说明 .....	3
(三) 赛题说明 .....	5
二、实操工作任务.....	6
任务一：数控机床进给轴机械部件装配与检测 (X 轴) (15 分) .....	6
任务二：系统故障排查及参数调整、优化 (20 分) .....	7
任务三：加工中心几何精度检测 (10 分) .....	8
任务四：加工中心运动精度检测 (球杆仪检测圆轨迹运动精度) (10 分) .....	10
任务五：加工中心智能化升级改造功能应用 (30 分) .....	10
5-1. 加工中心气动门、动力夹具调试 (5 分) .....	10
5-2. 加工中心与立体仓库之间自动上下料调试 (25 分) .....	11
任务六：试切件的编程与加工 (10 分) .....	13
任务七：职业素养与安全意识 (5 分) .....	13



## 一、赛卷说明

本赛卷由赛题和赛题记录表两个部分组成。

### （一）选手须知

请各位选手赛前务必仔细阅读。

1. 本赛题总分为 **100** 分，每参赛队由两人组成，比赛时间为 **4** 个小时（**240** 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，则按照相关规定在比赛的总成绩中扣除相应分值。

3. 比赛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。

4. 参赛队信息，按照赛前抽到的场次和工位号填入封面的指定位置，不允许透露选手个人身份信息和单位信息。

5. 赛题共计 **13** 页，附件共计 **15** 页如有缺页，请立即与裁判联系。

6. 比赛所需要的资料以电子版的形式保存在工位计算机里指定位置 **D:\\*\*资料\**。赛题中要求备份和保存的文件，选手在工位计算机指定目录下以指定的命名方式保存。

### （二）实操比赛任务特别说明

1. 在实操比赛过程中需按照任务书的要求完成，总成绩由现场过程得分与操作结果作业得分两部分组成。

2. 考察内容包括七个方面：

任务一：数控机床进给轴机械部件装配与检测；

任务二：系统故障排查及参数调整、优化；

任务三：加工中心几何精度检测；

任务四：加工中心运动精度检测；



任务五：加工中心智能化升级改造功能应用；

任务六：试切件编程与加工；

任务七：职业素养与安全操识。

3. 选手在进行任务一“数控机床进给轴机械部件装配与检测”中的阶段性精度确认环节中，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. 选手在进行任务二“系统故障排查及参数调整、优化”时，完成自己所能排除的机床故障后，在指定空格处填写“故障现象”、“故障原因”、“排除方法”，并需向裁判员示意，在裁判员的监督下，验证所完成的故障排除情况；每个故障项下面的“已排除（）、未排除（）、申请排除（）”，是现场裁判确认填写项，参赛选手不得填写。

本任务为一次性综合评分，限时 90 分钟完成，为了保持竞赛内容的相互独立和过程流畅，在本任务开始 30 分钟后，允许选手在且仅在任务二申请不超过两次技术求助，由技术人员排故。本任务中未查出的故障不给分，其中求助部分的故障按功能每个倒扣 2 分。

5. 选手在进行任务三“加工中心几何精度检测”时，应该在裁判员的监督下进行，每完成一项由选手将检测结果登记在记录表上，经现场裁判核对结果，然后由裁判在赛题记录表上登记评分结果。

6. 选手在进行任务四“球杆仪检测圆轨迹运动精度”中，由于检测仪器贵重，在启动机床运行前，须经过检测仪器厂商技术支持工程师确认，方可启动机床运行采集数据。

7. 选手在进行任务五“加工中心智能化升级改造功能应用”时，完成任务后，应向裁判示意功能验证，可以多个功能块一起验证，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并将结果填入赛题记录表。整个过程选手应当注重安全，穿着工作服、佩



戴安全头盔等。如果遇到设备问题，可向技术支持提出，如果技术人员解除设备问题的时间超过 20 分钟，由裁判记录时间并酌情加时；如果为非设备问题，禁止申请技术支持。

8. 选手在进行任务六“试切件的编程与加工”环节时，工件和刀具装夹后、加工前应向裁判示意，确认安全（装夹安全、操作者工作服安全、安全眼镜佩戴安全），并经现场裁判员同意后，方可进行，加工后样件须经过现场裁判员的确认登记。

9. 任务七“职业素养与安全意识”，包括：遵守赛场纪律，尊重工作人员，爱护赛场设备，团队合作，工位环境整洁，工具摆放整齐，遵守安全操作规程等。

10. 其它未尽事宜由裁判长和裁判员协商决定。

### （三）赛题说明

1. 选手答题请在《赛题记录表》指定位置填写所要求的答题内容，同时赛场提供空白 A4 草稿纸两张，草稿纸内容不作为评分内容，竞赛结束后草稿纸一并上交。

2. 本赛题任务书中的任务序号仅是工作任务分类，不代表完成任务的顺序。参赛选手通过分工合作，在完成任过程中允许有交叉工作，请选手根据系统和机床运行情况，自行合理安排各任务的实施顺序。



## 二、实操工作任务

### 任务一：数控机床进给轴机械部件装配与检测（X 轴）（15 分）

本任务主要是完成进给轴的装配、检测与调整。

#### 1. 项目一：工具、零件准备与现场整洁规范（2 分）

将零件摆放区的进给轴零部件进行清点、核对，并按照正确的工艺步骤清洁，并按照安装工艺步骤将零部件码放到装配区，如发现零部件上有毛刺，按照正确的工艺方法去除毛刺。

#### 2. 项目二：基准轨的安装与调整（5 分）

根据现场提供的十字滑台与相关工量检具，使用正确的安装方法和步骤安装滑台基准轨，并保证基准轨双方向直线度误差 $\leq 0.05\text{mm}$ ；并将实测值填入《赛题记录表》。

#### 3. 项目三：从动轨的安装与调整（5 分）

根据现场提供的十字滑台与相关工量检具，使用正确的安装方法和步骤安装从动轨，并保证从动轨对基准轨双方向平行度误差 $\leq 0.06\text{mm}$ ；并将实测值填入《赛题记录表》。

#### 4. 项目四：锁紧力矩检测（3 分）

本项由裁判随机检测 4 颗螺钉，不符合要求的每颗扣 1 分。

根据安装工艺要求安装，所有螺钉安装顺序正确，锁紧可靠（按下表预紧力矩锁紧）。

序号	螺钉公称直径 (mm)	预紧力矩 (N.m)
1	5	4-6
2	6	6-8
3	8	10-12
4	10	20-22
5	12	33-35



**任务二：系统故障排查及参数调整、优化（20 分）**

任务说明：

(1) 故障排查涉及数控系统参数、伺服参数及 PMC 程序等，最终以解除报警、准确实现相应功能动作为完成任务。

(2) 赛场提供的参考用技术资料存在赛场电脑指定文件夹下。

(3) 根据下表第三列“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或修正的梯形图填入到《赛题记录表》附表 2“数控系统故障排查表”中。

(4) 不允许全清系统参数，否则本任务不得分。

序号	检查功能	技术指标及检验标准	配分
1	急停功能	紧急停止功能正常	1
2	伺服驱动或主轴驱动准备就绪	主轴及伺服驱动使能 OK，各轴可以移动、主轴可以旋转	2
3	进给伺服移动无报警	在 JOG、MDI、自动方式下，各轴移动正常	1
4	伺服移动方向或方向正确	进给轴在 JOG 方式下 +/- 移动无报警，且方向与机床坐标指定方向一致。	1
5	进给轴软/硬限位	检查进给轴的行程在全行程范围内无报警	1
6	坐标轴移动准确	系统在 MDI 或自动方式下，G00/G01 坐标显示移动量与实际物理均正确	2
7	进给轴速度正确	在 MDI 方式下，显示进给速度与指令速度一致，G00 速度达到 2000mm/min，手动快速速度在 100% 时达到 4000mm/min	2
8	手轮功能	手轮轴选及倍率正确	2
9	主轴旋转方向和速度正确无报警	主轴旋转方向正确无报警，主轴在 100% 的速度时与指令速度一致。在 MDI 输入 M03/M04/M05 有效，S0,S500,S1000 速度准确。	2
10	主轴定向正常	在 MDI 方式下执行 M19 指令，主轴可以实现准停功能，无报警，且准停位置正确。	2
11	各轴进给驱动平稳	通过伺服优化画面或伺服诊断，确认伺服无震荡，无高频噪音，在任务五《球杆仪》检测运动圆轨迹，圆度误差 < 0.15mm。	2
12	机床操作面板其它功能正常	检查机床操作面板倍率、单程序段、程序跳过、程序停止、循环起动按钮功能有效。	2



**任务三：加工中心几何精度检测（10 分）**

项目要求：

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，利用所提供的工具、量具、检具，按照下表指定的检测项目检测加工中心的几何精度，将检测的数据填入《赛题记录表》附表 3 “几何精度检查表” 中。

2) 工具、量具、检具选用合理，使用方法正确。

3) 每一项数据检测完成后，参赛选手应举手示意，经现场裁判确认后，将检测结果填入《赛题记录表》中并签字确认。

序号	检验项目	简图	检验工具	检测要求
1	Y 轴线运动和 X 轴线运动间的垂直度 GB/T 18400.2-2010 G9 项		理石方尺、磁力表座、指示器（百分表或千分表）（2 分）	检测方法参照：GB/T17421.1-1998 的相关条文和备注：5.5.2.2.4
2	主轴轴线和 Z 轴线运动间的平行度 GB/T 18400.2-2010 G12		检验棒、磁力表座、指示器（百分表或千分表）（1 分）	检测方法参照：GB/T17421.1-1998 的相关条文和备注：5.4.1.2.1 和 5.4.2.2.3





<p>3</p>	<p>主轴轴线和 X/Y 运动间的垂直度</p> <p>GB/T 18400.2-2010 G13/G14 项</p>	<p>a) 主轴轴线和 X 运动间的垂直度</p> <p>b) 主轴轴线和 Y 运动间的垂直度</p>	<p>理石平尺、检验棒、等高垫块 (2 个)、磁力表座、指示器 (百分表或千分表)</p> <p>(2 分)</p>	<p>检测方法参照: GB/T17421.1-1998 的相关条文和备注: 5.5.1.2.1 5.5.1.2.3.2 5.5.1.2.4.2</p>
<p>4</p>	<p>工作台面的平面度</p> <p>GB/T 18400.2-2010 G15 项</p>		<p>精密水平仪</p> <p>(3 分)</p>	<p>检验方法 (参照 GB/T 17421.1-1998 的有关条文和备注: 5.3.2.3; “用精密水平仪测量平面度”, 计算方法采用 5.3.1。</p>
<p>5</p>	<p>工作台面和 X/Y 轴线运动间的平行度</p> <p>GB/T 18400.2-2010 G16/G17 项</p>	<p>a) 工作台面和 X 轴线运动间的平行度</p> <p>b) 工作台面和 Y 轴线运动间的平行度</p>	<p>理石平尺、等高垫块 (2 个)、(百分表或千分表)</p> <p>(2 分)</p>	<p>检测方法参照: GB/T17421.1-1998 的相关条文和备注: 5.4.2.2.1 和 5.4.2.2.2</p>

**任务四：加工中心运动精度检测（球杆仪检测圆轨迹运动精度）（10 分）**

项目要求：

按照下表中第二列“检测项目”和第三列“要求”，使用球杆仪对机器某指定位置按 GB17421.4 或 ISO230-4 标准要求测量 XY 平面圆度（假定机器温度 22℃，膨胀系数 11.7）。

并根据《赛题记录表》“附表 4 运动精度检测记录表”要求填写和保存数据。

序号	检测项目	要求
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
3	测试程序调试	空运行测试程序
4	蓝牙连接调试	使用外置 USB 蓝牙模块将球杆仪与电脑连接起来
5	配置校准规	配置校准规 100mm
6	安装球杆仪并测试	测量后存储测试报告到选手文件夹（文件名 JYB-4）
7	按 GB17421-4 分析圆度误差	

**任务五：加工中心智能化升级改造功能应用（30 分）**

本任务主要是对加工中心进行升级改造而增加自动上下料工业机器人，任务要求是基于外部 PLC 和 HMI 对加工中心、工业机器人进行功能调试，实现加工中心气动门、动力夹具的手自动控制，同时完成机器人示教和编程，最终控制设备实现一套自动取料、模拟加工（不切削）、自动放料的连贯动作。

**5-1. 加工中心气动门、动力夹具调试（3 分）**

项目要求：

完成加工中心气动门、气动虎钳自动控制相关的硬件调试，能够实现



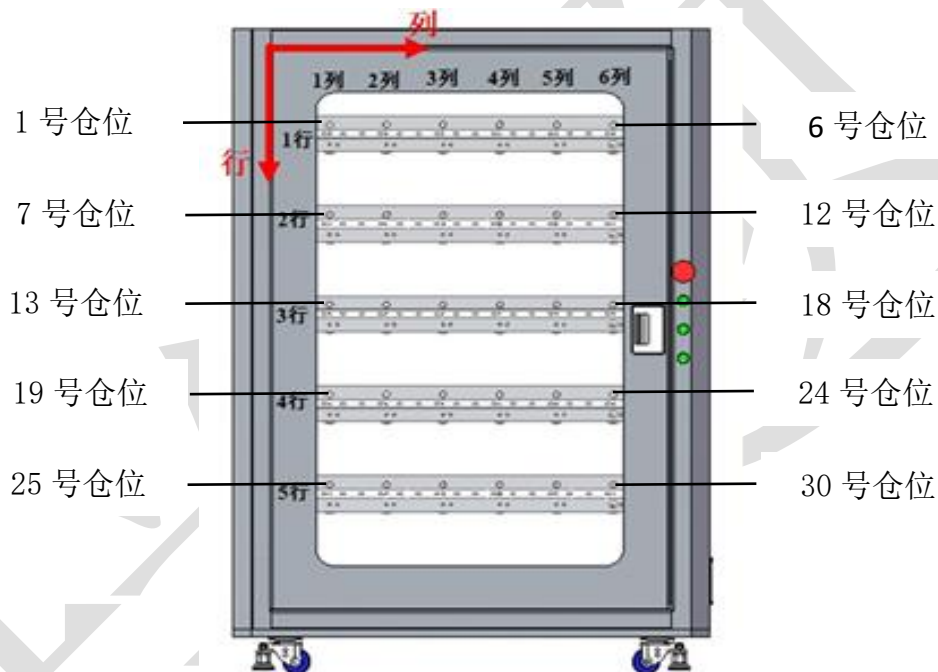
气动门开关、气动虎钳可靠夹紧/松开动作。本任务主要利用外部 PLC (S7-1200)和 HMI 界面手动检验功能是否正常,自动模式下本功能无效。所需要用到的 I/O 信号地址请查阅赛位电脑资料。

### 5-2. 加工中心与立体仓库之间自动上下料调试 (27 分)

竞赛平台:

职工组、教师组使用华数系统平台; 学生组使用广数系统平台。

其中本任务零件毛坯和成品存放于立体仓库, 其结构示意图如下:



项目要求:

通过结合 PLC 和 HMI 信号, 利用示教器进行工业机器人的示教与编程, 控制工业机器人 (含第七轴) 实现在数控加工中心与立体仓库之间规定的动作功能。具体要求如下:

#### (1) PLC、HMI 与机器人的连接和通信 (3 分)

编写 PLC 及 HMI 程序, 实现 PLC 与 HMI 以及机器人的连接和通信。

#### (2) 机器人示教编程及调试 (24 分)

零件毛坯放置于立体仓库指定区域, 机器人快换手爪放置于工具快换工作台上。编写工业机器人示教程序, 同时补充 PLC 及 HMI 界面程序功



能，完成工业机器人在加工中心与立体仓库之间上下料的示教编程与调试。具体要求如下：

### 1) HMI 界面功能：

立体仓库毛坯区和成品区各料位有无料指示；机器人和关节坐标显示（共 7 轴）；具有这些功能按钮：上下料启动、停止/复位、机器人暂停、机器人继续。

### 2) 自动上下料连贯动作流程：

在各硬件准备就绪情况下，按下 HMI 界面“上下料启动”按钮，设备依次完成如下动作：机器人从快换平台取爪→机器人从料仓取毛坯件→毛坯运至加工中心外侧→机床门打开→毛坯放置到气动虎钳并夹紧→机器人手臂离开机床→机床门关闭→模拟加工（不切削，机床任意自动程序动作模拟即可）→加工完成机床门打开→机器人从机床取出加工完成品→成品放至料仓成品区→机器人将手爪放回快换平台并姿态复位→结束。

再次按下 HMI 界面“上下料启动”按钮，设备再次完成一个类似动作流程。如果运行中按下“停止/复位”按钮，机器人动作立即中断停止，此时“机器人继续”按钮无效，需要在确保各种条件为安全状态才能再次按“上下料启动”按钮，然后重新按流程工作一次。特别注意气动夹具、立体仓库各料位有料/无料的影响，避免出现取料空夹或拉扯、放料碰撞等意外现象。

备注：取料位为毛坯区第 1 个位置或由裁判事先指定。放料位为成品区第 1 个位置或由裁判事先指定。

3) 调试或运行过程中如出现掉工件、掉手爪、工件没完全落入料仓位内（倾斜）、设备碰撞等意外现象该项不得分。整个自动过程中不允许人工干预。

4) 此任务完成后请示意裁判，功能验收情况填入《赛题记录表》中。



### 任务六：试切件的编程与加工（10 分）

项目要求：

工件尺寸要求参见附件 2 “加工试件图”。

- (1) 请根据现场提供的图纸,用 G 代码编程,完成下述指定轮廓的加工。
  - ① 160mm×160mm 方
  - ②  $\Phi$ 108mm 圆
  - ③ 15° 斜方 (108mm×108mm)
  - ④ 两个 3° 斜边的加工程序
- (2) 毛坯要求：参见附件 2-加工件毛坯尺寸图。
- (3) 工件毛坯由赛场提供。
- (4) 加工后的试件经赛场最终测量，结果由裁判将结果填入《赛题记录表》“附表 6. 试切件的编程与加工记录表”中。

### 任务七：职业素养与安全意识（5 分）

考核内容：

- (1) 团队分工合理，相互协调性好，工作效率高，书写规范，尊重裁判。
- (2) 着装合格，操作规范，工、量具摆放合理，没有违反安全操作规程现象，保持工位清洁卫生。
- (3) 裁判组根据选手全程表现，将评价结果填入《赛题记录表》。