



2024

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

数字化工业（工业数字孪生）

BRICS-FS-23-RU

样题（全国选拔赛暨国内决赛）

2024年07月



2024 金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

目录

1. 参赛形式 1

2. 竞赛内容 1

3. 项目模块和时间要求 1

 3.1项目时间要求 1

 3.2任务内容 2

 模块A：数字化产线设计 2

 模块B：数字化产线编程与调试 5

 模块C：个性化定制生产 9

 模块D：数字化产线虚实联调 11

 模块E：数字化产线优化 11

4. 项目描述评分标准 12

2024 金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

1. 参赛形式

2024金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）数字化工业（工业数字孪生）赛项采用双人团体赛，竞赛时间共4小时。

2. 竞赛内容

本次竞赛由 5 个模块组成， 选手需完成所有竞赛模块。竞赛内容包含以下任务模块：

- 模块 A：数字化产线设计
- 模块 B：数字化产线编程与调试
- 模块 C：个性化定制生产
- 模块 D：数字化产线虚实联调
- 模块 E：数字化产线优化

3. 项目模块和时间要求

3.1项目时间要求

模块	时长（min）
模块 A：数字化产线设计	240min
模块 B：数字化产线编程与调试	
模块 C：个性化定制生产	
模块 D：数字化产线虚实联调	
模块 E：数字化产线优化	
职业素养	240min
合计	

3.2任务内容

模块A：数字化产线设计

（一）任务介绍：

根据给定的3D模型，完成数字化产线孪生体创建；根据生产工艺流程完成模型搭建、参数设置、并验证结果的正确性；结合数字孪生平台，运用虚拟调试和数字化模拟验证技术，完成机电传动控制部分数字孪生体调试优化及功能验证；

调试包括以下内容：

- 1. 虚拟场景模型搭建
- 2. 各模型参数建立及信号配置
- 3. 完成工业机器人工艺路径规划
- 4. 虚拟设备调试验证

（二）项目和任务描述：

项目1. 虚拟场景模型搭建

- 1. 根据提供的3D机械模型，分别完成供料灌装站和机器人装配站3D孪生场景搭建。
- 2. 调整工作站各工作单元位置，合理布置到工作台的台面上

表1-1 需调整位置的机械模块。

序号	名称	图片	数量
1	电动机械手模块 （供料灌装站）		1套
2	瓶盖料架模块 （机器人装配站）		1套

3	立体仓储模块 (机器人装配站)		1套
---	--------------------	--	----

完成后的效果图如下：

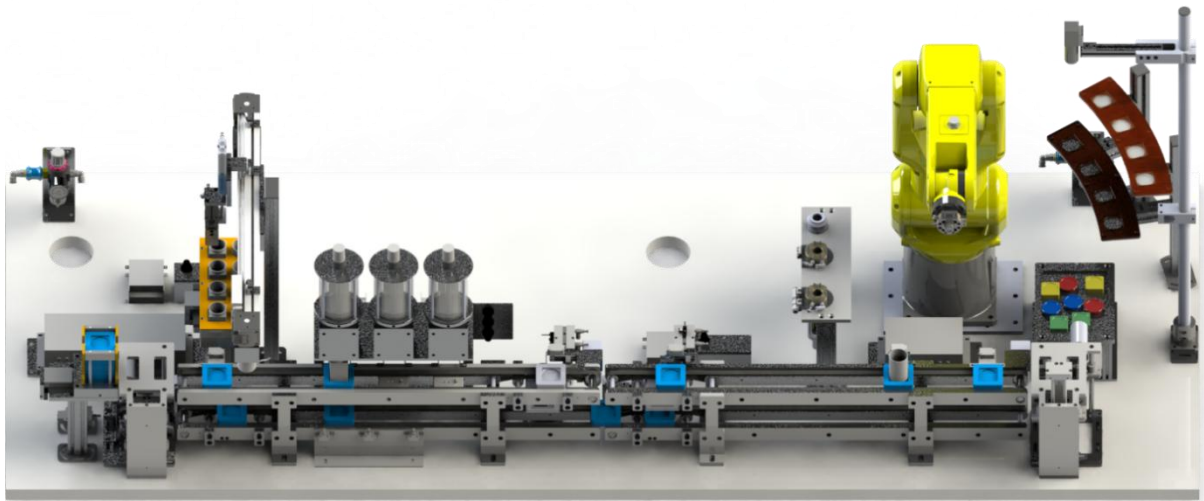


图1-1 数字孪生3D模型参考布局图

项目2. 模型运动参数建立和信号配置

分析部件机构的运动关系，合理设定运动机构，创建正确的位置姿态。

1. 将供料灌装站的圆瓶（4个）和方瓶（4个）定义为零件，分别准确放入“瓶体供料”模块8个仓位内。

2. 将供料灌装站的“瓶体供料模块”、“托盘供料模块”、“升降平台（左）”、“双层传输模块1”上层的5处挡停机构（1个放瓶挡料、3个称重挡料、1个平推挡料，如图1-2所示）设为合理的运动机构，并创建正确的位置姿态；添加逻辑资源，创建IO位信号来控制气缸动作，根据电气图纸添加气缸位置的反馈信号。并在对应的光电传感器位置添加光电传感器信号，实现检测托盘或零件的到位或有无。

3. 将供料灌装站的“电动机械手模块”设为合理的运动机构，使之能够抓取零件（工件）；添加逻辑资源，创建IO位信号来控制气缸动作并反馈位置信号，电机位置控制和位置反馈为real型信号。

4. 将机器人装配站的圆瓶盖（4个）、方瓶盖（4个）定义为零件，设定圆瓶

盖颜色为红色（2个）和蓝色（2个），设定方瓶盖颜色为黄色（2个）和绿色（2个）。

5. 将机器人装配站的“气动夹爪”和“单吸盘夹具”设定为工具，并合理设定属性参数和姿态。

6. 将机器人装配站的“工业机器人模块”定义为机器人，并设定运动学属性及相关参数，创建机器人默认信号。

7. 将机器人装配站“双层传输模块2”上层的3处挡停机构（平推挡料、封盖挡料、来料挡料，如图1-3所示）、“升降平台（右）”设为合理的运动机构，并创建正确的位置姿态；添加逻辑资源，创建I/O信号来控制气缸动作，添加气缸位置的反馈信号。并在对应的光电传感器位置添加光电传感器信号，实现检测托盘或零件的到位或有无。

8. 其他未列出的模块或部件根据仿真运行效果设置。

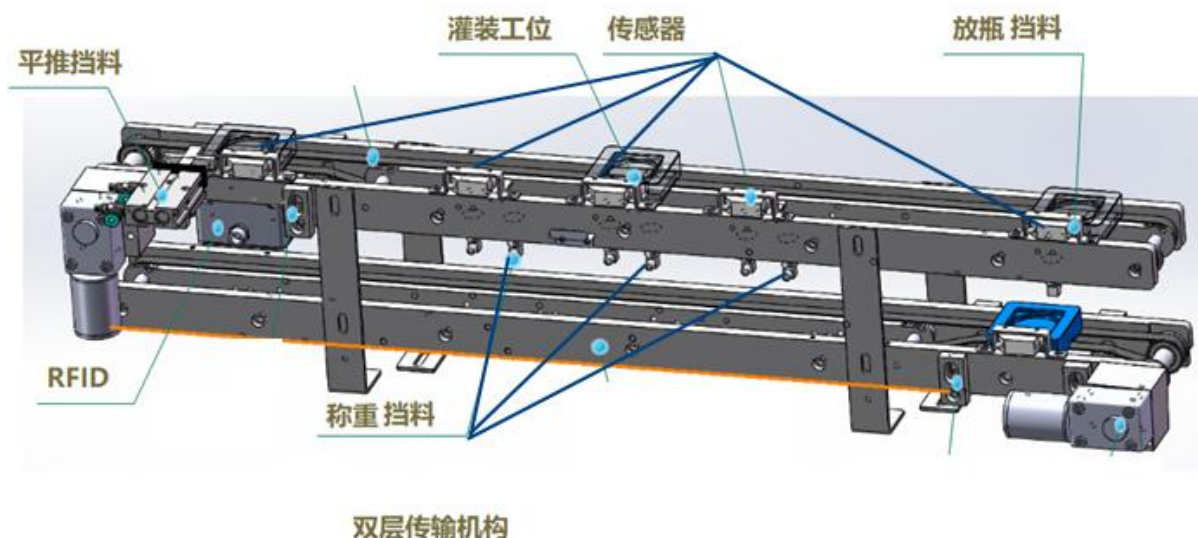


图1-2 双层传输模块1机构部件说明（供料灌装站）

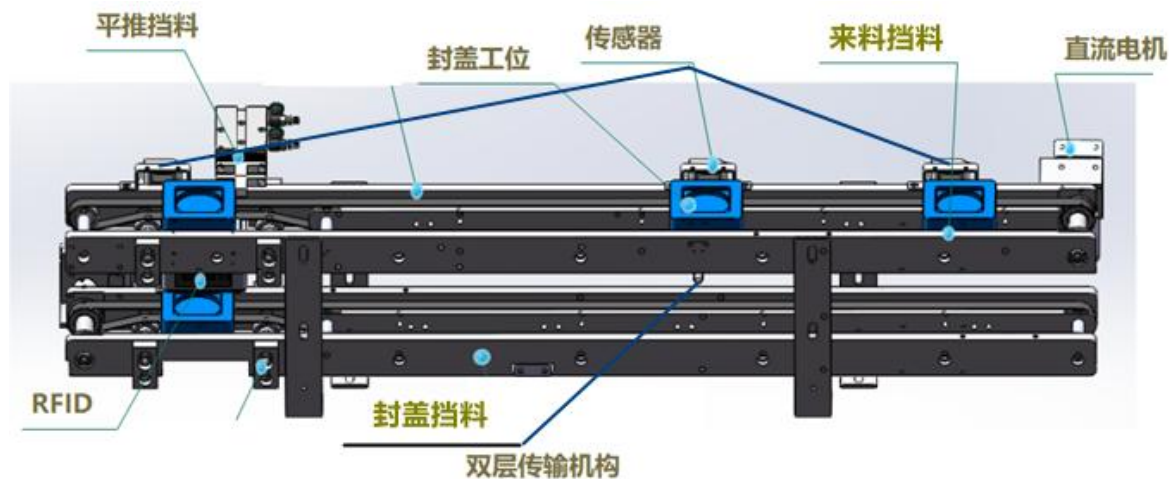


图1-3 双层传输模块2机构部件说明（机器人装配站）

项目3. 完成工业机器人工艺路径规划

1. 设置机器人路径，完成机器人自动取放夹具、盖盖子及成品入库流程。
2. 自动生成机器人程序，将各机器人程序设置程序号。

项目4. 虚拟设备调试验证

1. 使用仿真面板测试项目2要求的孪生体8个模块（评判时由裁判任意指定）动作及相应的位置信号状态。
2. 使用仿真面板测试项目3要求的孪生体机器人程序功能。

模块B：数字化产线编程与调试

（一）任务介绍：

该任务主要考核搭建数字工厂实物模型，完成实际PLC与数字工厂产线网络互联，调试并验证数字工厂实物产线运行稳定性；

调试包括以下内容：

1. 硬件调整及参数设置
2. 编程调试
3. 手动测试运行
4. 触摸屏个性化定制生产运行

（二）项目和任务描述：

项目1. 硬件调整及参数设置

1. 设备运输到达客户现场后，部分机械模块及电气部件需要现场检修、调试及优化，选手需根据使用情况自行调整。调整完成后，设备通气。调整气源压力

在0.4-0.6Mpa。

2. 其余未列出部分由选手根据使用情况自行调整。

项目2. 编程调试

1. 编写机器人及视觉系统程序，完成机器人视觉定位抓取，实现机器人取放工具、盖盖子及成品入库流程。

2. 编写触摸屏、PLC、RFID、机器人、相机等综合通讯程序，完成产线瓶体供料、传输、物料灌装、瓶体封盖、成品入库任务，网络拓扑图如图2-1所示。

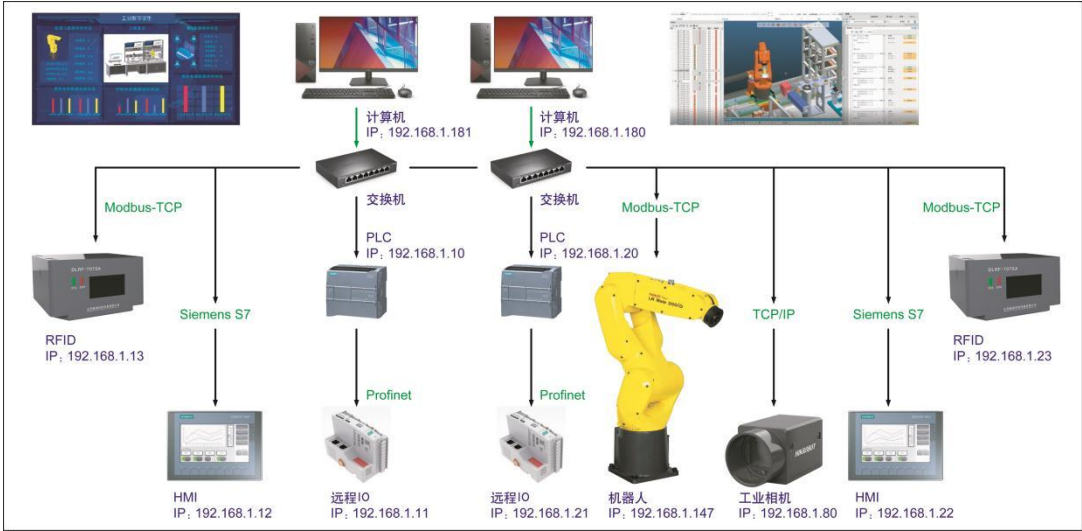


图2-1 网络拓扑图

3. 供料灌装站触摸屏包含两个画面，分别为“手动操作”页面和“订单”页面，并能够完成不同页面的切换，画面如图2-2、图2-3所示。

机器人装配站触摸屏“手动操作”页面如图2-4所示。

项目3. 手动测试运行

1. 操作供料灌装站触摸屏“手动操作”页面对应的按钮，能够控制“托盘供料气缸”伸缩、“瓶体供料气缸”伸缩、“升降平台（左）”升降、“双层传输模块1”的5处挡停气缸动作（1个放瓶挡料、3个称重挡料、1个平推挡料），能够控制“升降平台（左）”电机正反转、灌装模块6处电机启停（3个螺旋电机、3个搅拌电机）、“双层传输模块1”的2处传输电机启停（上下层电机），能够控制电动机械手水平、垂直及夹紧松开运动，同时能够实时显示称重传感器数据、龙门机械手位置数据、编码器当前位置数据，并能完成供料灌装站RFID数据读写功能，画面如图2-2所示。

2. 操作机器人装配站触摸屏“手动操作”页面对应的按钮，能够控制“升降平台（右）”升降、“双层传输模块2”的3处挡停气缸动作（1个平推挡料、1个加盖挡料、1个上层挡料），能够控制“升降平台（右）”电机正反转、“双层传输模块2”的2处传输电机启停（上下层电机），并能完成机器人装配站RFID数据读写功能，画面如图2-4所示。



图2-2 送料灌装站手动操作页面

订单编号	瓶体类型	物料颜色	物料重量	瓶盖颜色	入库编号
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0

图2-3 触摸屏订单页面

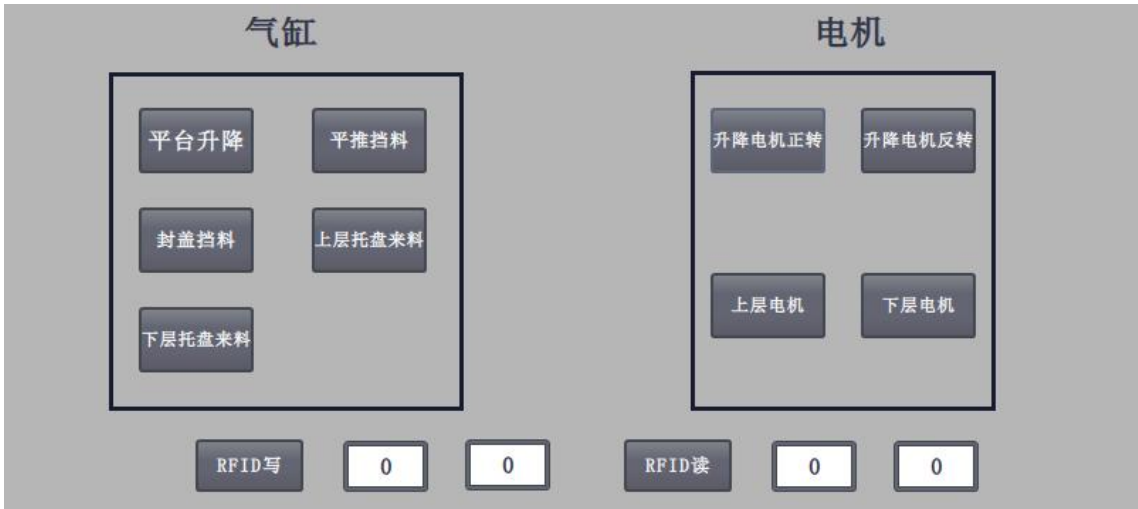


图2-4 机器人装配站手动操作页面

项目4. 触摸屏个性化定制生产运行

1. 设备运行前，选手将4个托盘放入托盘供料模块料仓，将瓶体（4个方形和4个圆形）放入瓶体供料模块8个工位槽内，将操作平台其余工件清空；
2. 操作触摸屏“订单页面”，完成订单设置及下发（评判时由裁判随机指定两个订单），订单内容分别为瓶体类型（圆瓶、方瓶）、物料颜色（黄、红、黑）、物料重量（设定范围1-50g）、瓶盖颜色（圆瓶盖为2个红色和2个蓝色，方瓶盖为2个黄色和2个绿色）和入库编号（设定范围1-8）。
3. 生成订单后，产线自动完成瓶体供料、传输、灌装、封盖、成品入库任务，要求运行平稳流畅，取放不到位不得分，流程如图2-5所示。

注意：

1. 选手按照任务要求，做好评判准备。
2. 评分前选手可进行工件准备。但不允许修改、下载程序、示教点位等操作。
3. 只有一次演示机会。

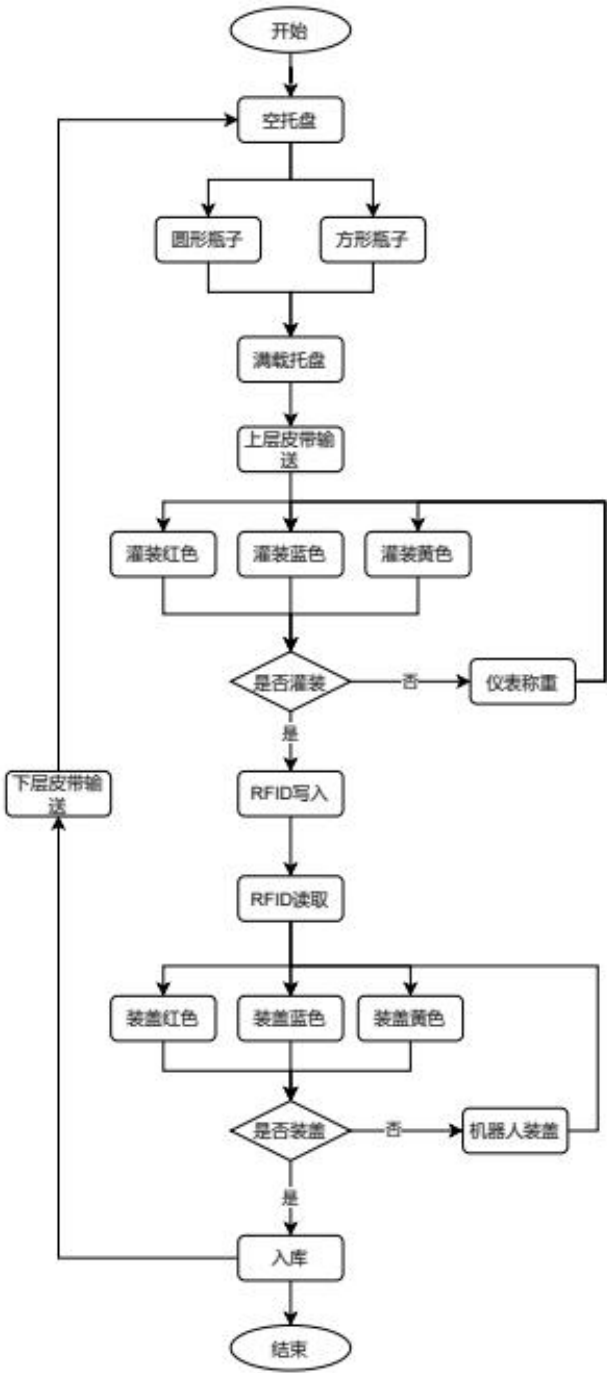


图2-5产线流程图

模块C：个性化定制生产

（一）模块介绍：

结合生产制造执行系统MES，运用网络通信技术，采集数据信息，优化生产流程和节拍，完成个性化定制生产任务。

调试包括以下内容：

- 1. MES系统数据处理

2. MES看板数据显示

3. MES订单下发

（二）项目和任务描述：

项目1. MES系统数据处理

1. 完成MES与PLC、机器人等设备网络通讯设置
2. 添加完善PLC程序，实现MES与PLC数据交换

项目2. MES看板数据显示

1. MES看板能实时显示机器人各关节数据、笛卡尔坐标数据、电动（龙门）机械手实时位置、称重传感器实时数据、成品仓位信息、供料灌装站和机器人加盖站生产过程的进度信息。

2. 供料灌装站宽屏同时实时显示MES下单页面和MES看板页面。
3. 机器人装配站宽屏同时实时显示孪生画面和2D视觉系统画面。

项目3. MES订单下发

1. 设备运行前，选手将4个托盘放入托盘供料模块料仓，将瓶体（4个方形和4个圆形）放入瓶体供料模块8个工位槽内，将操作平台其余工件清空；
2. 操作面板“手动/自动”旋钮在自动模式下；
3. 操作MES“订单页面”，完成订单设置及下发；
4. 产线自动运行，完成瓶体供料、传输、灌装、封盖、成品入库等个性化定制生产任务，流程如图2-5所示。

模块D：数字化产线虚实联调

（一）模块介绍：

该模块结合数字孪生及产线实物平台，完成数字化产线孪生数据与实际产线数据信息互联互通。

调试包括以下内容：

1. 网络互联
2. 数据采集
3. 虚实联动

（二）项目和任务描述：

项目1. 网络互联

1. 完成数字孪生与实物产线网络通讯
2. 完成数字孪生与实际PLC数据信息实时交互

项目2. 虚实联动。

1. 补充完善PLC程序，完成供料灌装站、机器人装配站虚实联动数据对接。
2. 将采集到的各类信息处理并关联到孪生体各运动机构。
3. 优化孪生模型属性及参数，使孪生模型运行状态与实际产线同步运行，状态一致（机器人动作可不做虚实同步，但动作流程必须一致）。
4. 系统自动运行，操作MES下单，首先供料灌装站虚实联动运行，完成供料灌装后，托盘进入机器人装配站，机器人装配站虚实联动运行，完成加盖及入库任务，流程如图2-5所示。

模块E：数字化产线优化

（一）模块介绍：

根据工艺流程和节拍要求，完成数字化产线生产工艺及节拍的优化，提高生产效率和产品质量。

调试包括以下内容：

1. 生产效率数据采集与分析
2. 生产效率提升

（二）项目和任务描述：

项目1. 生产效率数据采集与分析

通过调整PLC和机器人程序，优化速度和生产节拍，降低等待时间。提高生产效率。

项目2. 生产效率提升

具体工作流程如下（全部在自动状态下完成）：

1. 能根据MES订单（2个订单，评判时，选手按裁判指示设定订单内容）完成供料、灌装、加盖及入库；
2. 设备运转稳定，无卡顿和中途停机情况；
3. 无损坏工件（取放不到位）情况；
4. 设备最终运行速度，由选手自行优化；
5. 在裁判评分时，选手按照裁判要求下单，选手只演示1次运行过程。

4. 项目描述评分标准

模块	任务	分值权重（%）
A	数字化产线设计	10
B	数字化产线编程与调试	30
C	个性化定制生产	20
D	数字化产线虚实联调	20
E	数字化产线优化	15
	职业素养	5
合计		100

