



内 容 简 介

本书是国家骨干高职院校项目建设成果，全书以任务驱动为导向、以工作项目为载体，按照职业标准、技能抽测标准要求，结合编者多年的企业工作经验和数控编程与加工教学经验编写而成。全书突出理论与实际应用一体化教学要求，讲解了数控编程与操作基础，数控车削编程与操作，数控铣削、加工中心编程与操作和CAD/CAM自动编程加工四个模块。

主编：	谢志勇 张宗彩 范青
定价：	¥39.8元
印张：	18.5
书号：	978-7-5684-0001-5
出版社：	江苏大学出版社

目 录

模块一数控编程与操作基础

任务1数控编程预备知识
任务2数控机床安全操作规程

模块二数控车削编程与操作

项目一FANUC Oi 系统数控车削编程与操作

任务1数控车操作面板及对刀
任务2辅助M功能、主轴S功能、进给F功能及刀具T功能

任务3简单阶梯轴的加工（G00，G01指令应用）

任务4圆弧结构轴的加工（G02，G03指令应用）

任务5简单阶梯轴的加工（G90指令应用）

任务6简单阶梯轴的加工（G94指令应用）

任务7简单螺纹轴的加工（G32，G92指令应用）

任务8复杂外轮廓加工（G71，G70指令应用）

任务9复杂内轮廓加工（G71，G70指令应用）

任务10复杂轮廓加工（G72，G70指令应用）

任务11复杂轮廓加工（G73，G70指令应用）

令应用)

任务12复杂槽加工（G74，G75指令应用）

任务13螺纹轴的加工（G76指令应用）

任务14复杂轮廓加工（G41，G42，G40指令应用）

任务15数车综合零件加工

任务16椭圆、抛物线轮廓加工（宏指令应用）

项目二SIEMENS系统数控车削编程与操作

任务1SIEMENS系统数控车削编程部分指令介绍

任务2SIEMENS系统数控车削综合编程实例

模块三数控铣削、加工中心编程与操作

项目一FANUC Oi 系统数控铣削、加工中心编程与操作

任务1数控铣削、加工中心的操作

任务2辅助M功能、主轴S功能、进给F功能及刀具T功能

任务3平面轮廓加工（G00，G01指令应用）

任务4外轮廓加工（G41/G42，G02/G03指令应用）

任务5内轮廓加工（G41/G42，G02/G03指令应用）

任务6内外轮廓加工（G41/G42，M98/M99指令应用）

任务7镜像、比例缩放编程（G51/G50，G51.1/G50.1指令应用）

任务8坐标旋转编程（G68/G69指令应用）

任务9钻孔、镗孔、攻丝加工（G73~G89指令应用）

任务10数铣削、加工中心综合零件的加工

任务11数铣削、加工中心宏程序编程与加工

项目二SIEMENS 802S系统数控铣削、加工中心编程与操作

任务1SIEMENS 802S数控铣削、加工中心的操作

任务2键槽铣削

模块四CAD/CAM自动编程加工

任务1UG NX平面铣和面铣

任务2型腔铣和等高轮廓铣

任务3固定轴曲面轮廓铣

参考文献

项目二 SIEMENS 802S 系统数控铣削、加工中心编程与操作

任务 1 SIEMENS 802S 数控铣削、加工中心的操作



任务目标

利用如图 3-67 所示立方体零件进行对刀，掌握 SIEMENS 系统数控铣床、加工中心的操作面板、控制面板功能及机床操作方法。

1. 知识目标

- (1) 熟悉数控铣床、加工中心的操作面板与控制面板功能。
- (2) 掌握数控铣床、加工中心的基本操作方法。
- (3) 掌握程序的输入与编辑方法。
- (4) 掌握程序调试与试运行方法。

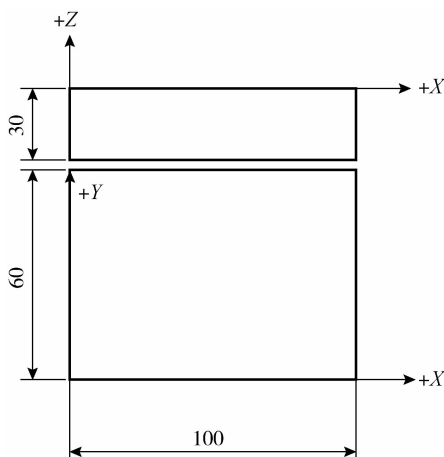


图 3-67 零件图

2. 能力目标

- (1) 熟练操作数控铣床、加工中心。
- (2) 掌握数控铣床、加工中心手工对刀方法。

 任务支持

一、面板介绍

1. 操作箱面板

操作箱面板上的按钮、名称及功能见表 3-32。

表 3-32 操作箱面板简介

按钮	名称	功能简介
	紧急停止	按下急停按钮，使机床移动立即停止，并且所有的输出（如主轴的转动等）都会关闭
	点动距离选择按钮	在单步或手轮方式下，用于选择移动距离
	手动方式	手动方式，连续移动
	回零方式	机床回零；机床必须首先执行回零操作，然后才可以运行
	自动方式	进入自动加工模式
	单段	当此按钮被按下时，运行程序时每次执行一条数控指令
	手动数据输入（MDA）	单程序段执行模式
	主轴正转	按下此按钮，主轴开始正转
	主轴停止	按下此按钮，主轴停止转动
	主轴反转	按下此按钮，主轴开始反转

续表

按钮	名称	功能简介
	快速按钮	在手动方式下，按下此按钮后，再按下移动按钮则可以快速移动机床
   	移动按钮	
	复位	按下此键，复位 CNC 系统，包括取消报警、主轴故障复位、中途退出自动操作循环和输入、输出过程等
	循环保持	在程序运行过程中，按下此按钮运行暂停
	运行开始	程序运行开始
	主轴倍率修调	将光标移至此旋钮上后，通过单击鼠标左键或右键来调节主轴倍率
	进给倍率修调	调节数控程序自动运行时的进给速度倍率，调节范围为 0~120%。置光标于旋钮上，单击鼠标，旋钮逆时针转动，右击鼠标右键，旋钮顺时针转动

2. CRT 软键说明

CRT 软键如图 3-68 所示，各键说明见表 3-33。



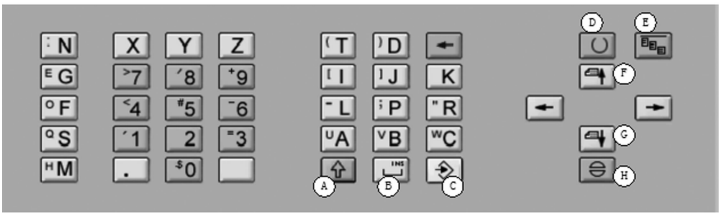
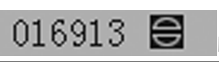


图 3-68 CRT 软键

表 3-33 CRT 软键说明

序号	键名及意义	序号	键名及意义
1	状态栏	A	Shift 键
2	工作窗口	B	空格
3	警告框	C	输入键（输入后回车确认、打开或关闭一条指令、打开文件）
4	软键	D	选择键
5	加工域切换键（切换到加工状态）	E	垂直菜单键（提示栏出现  时用）
6	返回键（提示栏出现  时用）	F	向上/向上翻页
7	提示栏	G	向下/向下翻页
8	扩展菜单（提示栏出现  时用）	H	警告取消键（出现警告框  时用）
9	区域切换键		

 任务实施

一、机床准备

1. 激活机床

检查急停按钮是否松开至状态，若未松开，按急停按钮，将其松开。
按下操作面板上的“复位”按钮，完成机床加工前的准备。

2. 机床回零

检查操作面板上“手动”和“回原点”按钮是否处于按下状态，否则单击这两个按钮，使其呈按下状态，此时机床进入回零模式，此时 CRT 界面的状态栏上显示“手动 REF”，Z 轴回零，按住操作面板上的按钮，直到 Z 轴完成回零，

CRT 界面上的 Z 轴回零灯亮，Z 轴回零。X 轴回零，按住操作面板上的 **+X** 按钮，直到 X 轴完成回零，CRT 界面上的 X 轴回零灯亮。Y 轴回零，按住操作面板上的 **+Y** 按钮，直到 Y 轴完成回零，CRT 界面上的 Y 轴回零灯亮。单击操作面板上的“主轴正转”按钮 **M03** 或“主轴反转”按钮 **M04**，使主轴回零，此时 CRT 界面如图 3-69 所示。



图 3-69 CRT 软键盘

二、程序输入

1. 主程序的输入

单击操作面板上的 **程序** 按钮，CRT 界面下方显示软键菜单条。按软键“程序”，在弹出的下级子菜单中按扩展键 **▶**，在子菜单中按软键“新程序”，弹出如图 3-70 所示的“新程序”对话框。在“请指定新程序名”栏中，输入新的程序名，按软键“确认”，出现如图 3-71 所示界面。

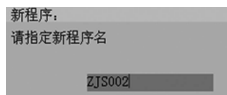


图 3-70 建新程序

注意：数控程序名需以 2 个英文字母开头，或以字母 L 开头，或跟不大于 7 位的数字。



图 3-71 程序菜单

从键盘可直接输入程序到 LCYC83，可单击软键，跳出如图 3-72 所示界面，只要把它的参数输入就可，然后按“确定”，LCYC83 就可输入进去。程序输入完以后，只要单击“关闭”即可。

例如，设定铅孔指令 LCYC83 参数如下：

R101=155 R102=1 R103=150
R104=5 R105=0 R109=0 R110=100
R111=20 R107=500 R127=1 R108=400



图 3-72 程序菜单

2. 子程序的输入

单击操作面板上的  按钮，CRT 界面下方显示软键菜单条。

按软键“程序”，在弹出的下级子菜单中按扩展键 ，在子菜单中按软键“新程序”，弹出如图 3-73 所示的“新程序”对话框。在“请指定新程序名”栏中，输入新的程序名（注意：一定要加扩展名 SPF，否则输入的是主程序），输入的方法与主程序的一样，按软键“确认”。

3. 选择、编辑、删除程序

单击操作面板上的“自动”按钮 ，使其呈按下状态 ，单击操作面板上的  按钮，按下键盘上的方位键  和 ，光标在数控程序名中移动。光标停留在所要选择的数控程序名上时，按软键“选择”，数控程序被选中，可以用于自动加工。此时 CRT 界面右上方显示选中的数控程序名，按软键“打开”，就可打开该程序用于编辑。光标停留在所要删除的数控程序名上时，按软键“删除”，选中的数控程序被删除；按软键“重命名”，就可以把程序重命名。

注意：当数控程序正在运行时，即 CRT 界面的状态栏显示“运行”时不能选择程序，否则将弹出如图 3-74 所示的错误报告。按软键“确认”取消错误报告。



图 3-73 建新程序

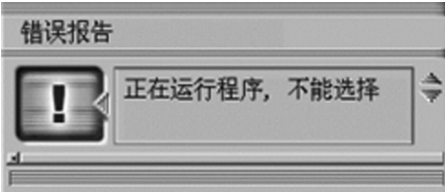


图 3-74 输入错误提示

三、对刀

SIEMENS 802S 提供了 3 种对刀方法：①手工方式设定；②采用测量的方法设定 G54；③直接使用机床坐标系的长度偏移法。这里采用测量的方法设定 G54 对刀。

第一把刀对刀：单击操作面板上的按钮，CRT 界面下方显示软键菜单条，按软键“参数”，在弹出的下级子菜单中按软键“刀具补偿”，单击按钮，在显示的菜单中按软键“新刀具”，弹出如图 3-75 所示的对话框。

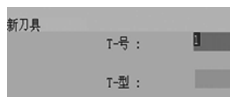


图 3-75 刀号设置

在“T-号”栏中输入刀具号“1”，单击按钮，光标移到“T-型”栏中，输入刀具类型（此处为输入“100”），按软键“确认”，完成新刀具的建立。此时，弹出如图 3-76 所示的参数设置界面。



图 3-76 刀补设置

单击返回到 POS 界面，单击，输入 T1D1M06，单击按钮，确定 1 号刀和 1 号刀补，在 CRT 的左下角显示 T: 1 D: 1。单击操作面板上的或按钮，使主轴转动。单击，用所选刀具试切工件左面，读出 CRT 界面上显示的机床坐标系中 X 的坐标，记为 X_1 。再移到工件右面，读出 CRT 界面上显示的机床坐标系中 X 的坐标，记为 X_2 ，如图 3-77 所示。



图 3-77 对刀

单击按钮，使主轴停止转动， $X = X_1 - X_2$ 。单击按钮，单击软键“参数”，出现 G54 界面。在 X 处输入“X”，在 Y 处输入“Y”，在 Z 处输入“Z”。（注：每输入完一项要回车），结果如图 3-78 所示。单击软键“对刀”，单击操作面板上的或按钮，单击按钮，切工件端面，单击，单击运行“T1D1M06”，第一把刀对完。



如图 3-78 工件坐标设定

在移动过程中要使用到手轮，手轮的使用方法如下：单击操作面板上的手动按钮，使其呈按下状态，选择适当的点动距离。初始状态下，单击按钮，进给倍率为 0.001 mm，再次单击进给倍率为 0.01 mm，即通过单击按钮，进给倍率可在 0.001 mm 至 1 mm 之间切换。选择适当的单动距离后，单击操作面板上的按钮一次，机床向 X 轴正向移动一个点动距离，单击，机床向 X 轴负向以点动方式移动；单击操作面板上的按钮一次，机床向 Y 轴正向移动一个点动距离，单击，机床向 Y 轴负向以点动方式移动；单击和，机床在 Z 轴分别向正向和负向以点动方式移动。可以根据加工零件的需要，单击适当的按钮，移动机床。

单击操作面板上的和，使主轴转动；单击按钮，使主轴停止转动。

也可采用手轮方式控制机床移动，按软键“手轮方式”，进入“工件坐标”选择界面，按软键“X”，选择手轮移动的坐标轴为 X 轴，此时 CRT 界面上选中的坐标轴下面显示，按软键“确认”，完成坐标轴的选择。通过单击按钮，点动距离在 0.001 mm 至 1 mm 之间切换。在手轮上按住鼠标左键，机床向负方向运动；在手轮上按住鼠标右键，机床向正方向运动。

四、自动加工

选择一个供自动加工的数控程序，单击操作面板上的“自动模式”按钮，使其呈按下状态，机床进入自动加工模式，单击操作面板上的“运行开始”按钮。

五、仿真加工

手工试切法对刀及刀补设置，利用手摇脉冲器和手动方式加工平面，掌握各轴运动方向，总结刀具与工件的相对运动原理。



任务评价

任务 1 评价方案见表 3-34。

表 3-34 任务 1 评价方案

项目	技术要求	配分	得分
面板操作 (20%)	数控系统操作面板	10	
	机床控制面板	10	
仿真操作 (20%)	毛坯、刀具选择与安装、程序输入	10	
	对刀操作	5	
	仿真图形及尺寸	5	
机床操作 (30%)	机床回参考点	3	
	手动操作	5	
	对刀	7	
	刀具补偿参数的输入	5	
	自动加工方式	5	
	规定时间内完成	5	
数控程序处理 (20%)	刀补设置	7	
	数控程序管理	7	
	保存程序	6	
相关知识和职业能力 (10%)	表达沟通能力	4	
	合作能力	3	
	学习能力	3	
得分			

任务 2 键槽铣削



任务目标

加工如图 3-79 所示的零件，材料为 45# 钢，表面已加工好，键槽相互成 90° ，起始角为 45° ，安全距离为 5 mm，最大吃刀深度为 3 mm。

1. 知识目标

(1) 熟悉数控铣床、加工中心的操作面板与控制面板功能。

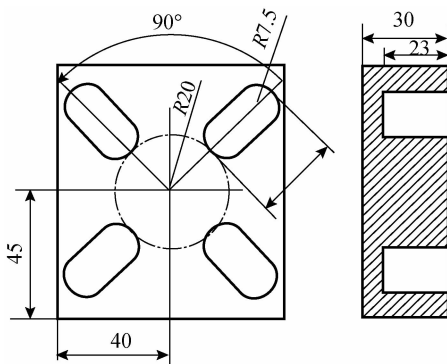


图 3-79 铣键槽

- (2) 掌握数控铣床、加工中心的基本操作方法。
- (3) 掌握程序的输入与编辑方法。
- (4) 掌握程序调试与试运行方法。

2. 能力目标

- (1) 熟练操作数控铣床、加工中心。
- (2) 掌握数控铣床、加工中心手工对刀。
- (3) 掌握量具使用与工件测量方法。



任务支持

一、编程指令

(一) SIEMENS 802S 数控铣削系统常用 G 指令

SIEMENS 802S 数控铣削系统常用 G 指令见表 3-35。

表 3-35 常用 G 指令

分类	代码	意义	格式	备注
插补	G0	快速线性移动	G0 X ... Y ... Z ...	
	G1 *	直线插补	G1 X ... Y ... Z ...	
	G2	顺 / 逆圆插补 (终点+圆心)	G2/G3 X ... Y ... Z ... I ... J ... K ...	X, Y, Z 确定终 点, I, J, K 确定 圆心, CR 为半径 (大于 0 为优弧, 小于 0 为劣弧), AR 确定圆心 角(0~360°)
		顺 / 逆圆插补 (终点+半径)	G2/G3 X ... Y ... Z ... CR= ...	
		顺 / 逆圆插补 (圆心+圆心角)	G2/G3 AR= ... I ... J ... K ...	
		顺 / 逆圆插补 (终点+圆心角)	G2/G3 AR= ... X ... Y ... Z ...	
	G5	圆弧插补 (三点圆弧)	G5X ... Y ... Z ... I1= ... J1= ... K1 = ...	X, Y, Z 确定终 点, I1, J1, K1 确 定中间点
暂停	G4	使加工中断给定的时间	G4 F ...	F 暂停时间 (秒)

续表

分类	代码	意义	格式	备注
平面	G17 *	指定 XOY 平面	G17	
	G18	指定 ZOX 平面	G18	
	G19	指定 YOZ 平面	G19	
增量设置	G90 *	绝对尺寸	G90	
	G91	增量尺寸	G91	
单位	G70	英制单位输入	G70	
	G71 *	公制单位输入	G71	
工件坐标系	G54	第一工件坐标系	G54	
	G55	第二工件坐标系	G55	
	G56	第三工件坐标系	G56	
	G57	第四工件坐标系	G57	
	G74	回参考点（原点）	G74X...Y...Z...	
刀具补偿	G40 *	取消刀具半径补偿	G40	
	G41	左侧刀具半径补偿	G41	补偿地址用 D；刀具半径补偿只有在线性插补时才能选择
	G42	右侧刀具半径补偿	G42	
	G450 *	刀补时拐角走圆角	G450	拐角圆弧半径等于刀具半径
	G451	刀补时到交点时再拐角	G451	

注：加“*”号功能程序启动时生效。

（二）钻镗固定循环加工指令

1. LCYC82 浅孔钻削

格式：R101= ... R102= ... R103= ... R104= ... R105= ...
LCYC82

其中：R101 ——退回平面（绝对平面）；

R102——安全距离；

R103——参考平面（绝对平面）；

R104——最后钻深（绝对值）；

R105——在此钻削深度停留时间。

例如：

N30 R101=110 R102=4 R103=102 R104=75

N35 R105=2

N40 LCYC82

N50 M2

2. LCYC83 深孔钻削

格式: R101= ... R102= ... R103= ... R104= ... R105= ... R107= ... R108= ...
R109= ... R110= ... R111= ... R127= ...

LCYC83

其中: R107——钻削进给率;

R108——首钻进给率;

R109——在起始点和排屑时停留时间;

R110——首钻深度;

R111——递减量, 无符号;

R127——加工方式: 断屑 =0, 排屑 =1。

其他参数意义同 LCYC82

3. LCYC60 矩形阵列孔钻削

格式: R115= ... R116= ... R117= ... R118= ... R119= ... R120=
... R121= ... LCYC60

其中: R115——钻孔循环号;

R116——横坐标参考点;

R117——纵坐标参考点;

R118——第一孔到参考点的距离;

R119——孔数;

R120——平面中孔排列直线的角度

R121——空间距离。

4. LCYC61 圆形阵列孔钻削

格式: R115= ... R116= ... R117= ... R118= ... R119= ... R120=
... R121= ... LCYC61

其中: R118——孔所在圆周半径;

R120——起始角度;

R121——孔间角度。

其余参数意义同 LCYC60。

5. LCYC75 挖槽循环

含义: 矩形槽, 键槽, 圆形凹槽铣削。



任务实施

一、加工工艺方案制定

- (1) 确定零件的定位基准：选定零件坯料底面为定位基准。
- (2) 确定装夹方案：采用通用夹具平口钳夹持，超出钳口 4 mm。
- (3) 确定加工顺序和进给路线：根据键槽铣削加工特点、顺铣、深度优先的原则确定，加工一个旋转 45°再加工一个。
- (4) 刀具选择。
- (5) 数值计算：最大吃刀深度为 3 mm。
- (6) 切削用量选择。
 - ①背吃刀量的选择：轮廓粗铣 $a_p=3$ mm，精铣 $a_p=0.25$ mm；
 - ②主轴转速的选择：精铣切削速度选 $v_c=50$ m/min，计算后得主轴转速，即精铣 400 r/min。
- (7) 冷却液选择：采用 M08 开启的乳化液冷却。
- (8) 确定工件坐标系、对刀点和换刀点：建立 G158 工件坐标系。采用手动试切对刀方法将 O 点作为对刀点。

二、编制加工程序单

任务 2 加工程序单见表 3-36。

表 3-36 任务 2 加工程序单

程序内容	说明
L0004	主程序号
N10G0 G19 G90 T10 D1 S400 M3	规定工艺参数
N20 Y20 Z50 X5	回到起始位置
N30 R101=5 R102=5 R103=0 R104=23 R116=35 R117=0	铣削循环设定参数
N40 R118=30 R119=15 R120=15 R121=3 R122=200	铣削循环设定参数
N50 R123=300 R124=0 R126=2 R127=1	铣削循环设定参数
N60 G158 Y40 Z45	建立坐标系 Z_1-Y_1 ，移动 Z45Y40
N70 G70 G259 RPL45	旋转坐标系 45°
N80 LCYC75	调用循环铣第一个槽
N90 G259 RPL90	旋转坐标系 90°
N100 LCYC75	调用循环铣第二个槽
N110 G259 RPL90	旋转坐标系 90°

续表

程序内容	说明
N120 LCYC75	调用循环铣第三个槽
N130 G259 RPL90	旋转坐标系 90°
N140 LCYC75	调用循环铣第四个槽
N150 G259 RPL45	旋转坐标系 45°，恢复角度为 0
N160 G58 Y-40 Z-45	返回移动位置
N170 Y20 Z50 X5	回到起始点
M2	程序结序

三、仿真加工

启动软件→选择机床→回零→设置工件并安装→装刀→输入程序→对刀→自动加工→测量尺寸。

四、机床加工

系统启动→回参考点→装夹并找正工件→装刀→输入程序→模拟→对刀→自动加工→测量。

 同步训练

编写如图 3-80、图 3-81（深度为 10 mm）所示零件数控加工程序，在仿真软件和数控铣床上进行加工。

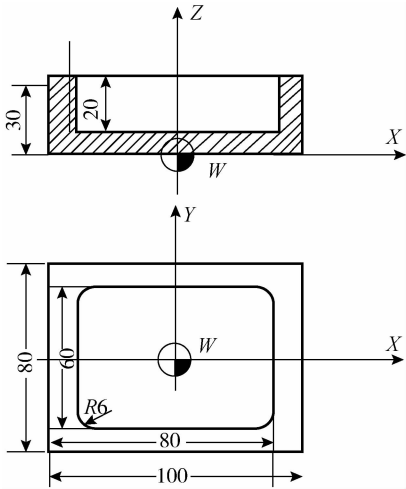


图 3-80

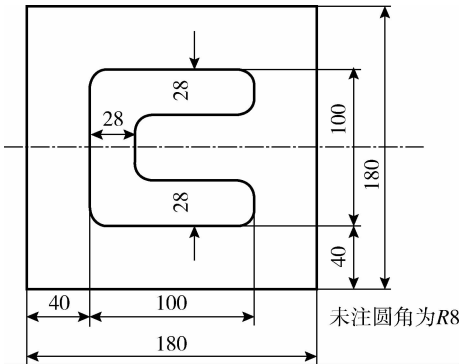


图 3-81



任务评价

任务 2 评价方案见表 3-37。

表 3-37 任务 2 评价方案

项目	技术要求	配分	得分
程序编制 (50%)	加工工艺	20	
	程序编写	30	
仿真操作 (20%)	毛坯、刀具选择与安装、程序输入	5	
	对刀操作	5	
	仿真图形及尺寸	3	
	规定时间内完成	2	
实际操作 (20%)	刀具选择与安装、程序输入	5	
	对刀操作、量具使用与产品检测	10	
	安全文明	5	
	规定时间内完成	5	
相关知识和职业能力 (10%)	表达沟通能力	4	
	合作能力	3	
	学习能力	3	
得分			