

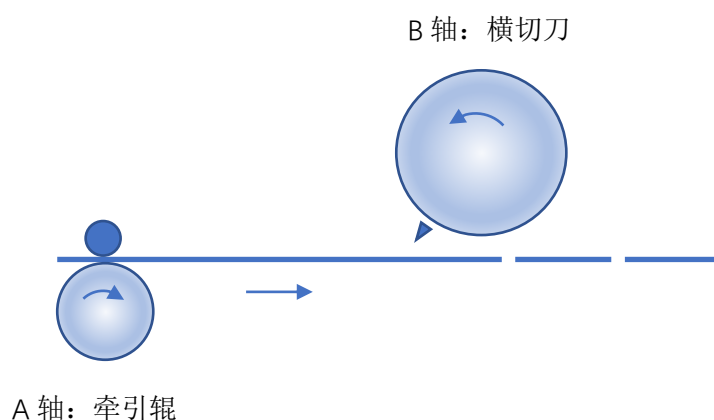
教育部 2021 年“西门子杯”中国智能制造挑战赛

智能制造工程设计与应用类赛项

离散行业运动控制方向 初赛样题

一、行业背景

如下为纸张横切机示意图，包含两个主要的控制工艺对象：牵引轴和横切刀。横切机运行时，横切刀每转过一圈切出一张产品。每分钟横切机切出的纸张数量为设备的生产速度，单位张/分；



图一：纸张横切机示意图

请参赛者通过竞赛设备，分别完成对纸张横切机点动、回零、定位以及同步运行等操作。

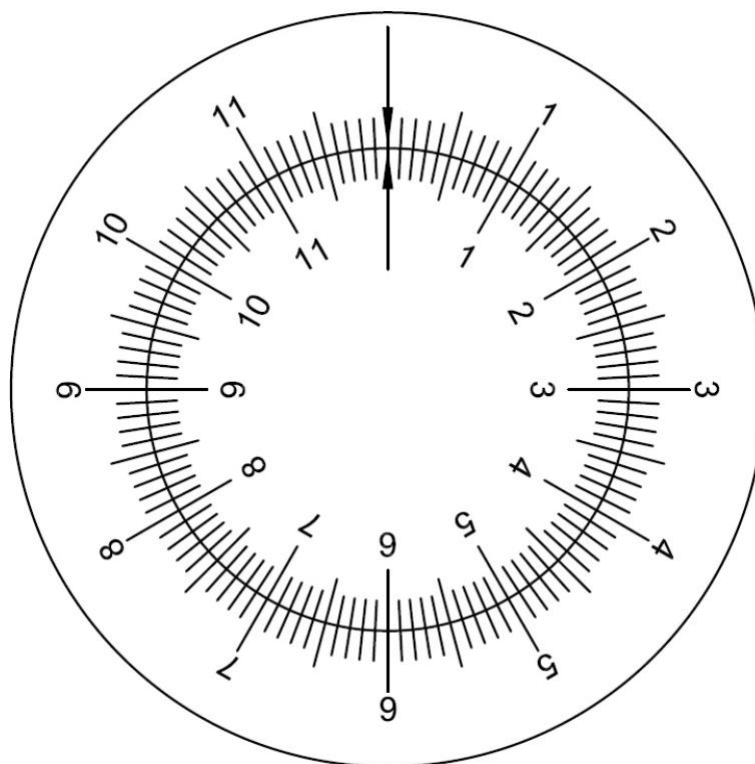
二、竞赛设备介绍

1. 设备描述

本竞赛设备由两个同心圆盘构成，两个圆盘均可独立运转。圆盘表面的时钟刻度，可看出圆度所处的角度，箭头处于圆盘刻度“0”处。

假定小圆盘为牵引辊，大圆盘为横切刀。两个圆盘通过减速箱连到各自的伺服电机。

牵引辊以及横切刀 0° 处于最上方位置即 12 点位置，为**初始零位**。



图二：竞赛设备刻度盘

2. 机械参数

序号	部件名称/参数名称	部件规格/参数	数量
1	牵引辊（小圆盘）	直径为 118mm	1
2	横切刀（大圆盘）	直径为 180mm	1
3	伺服电机	额定转速为 6000rpm	2
4	减速箱	减速比 1:50	2

三、 比赛说明

1. 比赛说明

- 参赛队伍应按照任务描述进行相关参数设置或程序编制。
- 初赛比赛时，要求所有比赛任务均在同一工程项目内集中完成。即参赛队伍在申请评分前，应将包含所有或部分比赛任务的工程项目下载至驱动器内。
- 本赛项评分过程将会模拟实际工程项目验收过程。在评分过程中，参赛队伍不可使用调试计算机对驱动器进行任何操作，裁判也不会帮助参赛队伍将其工程项目下载至驱动器内。评分时，由参赛队员按照任务中规定的演示步骤，依次进行任务演示。
- 在任务演示过程中，当驱动器产生故障报警时，参赛队伍不可通过调试计算机对故障进行确认，但可以通过“错误复位”按钮进行故障确认。待驱动器恢复正常后，可重新进行未完成的任务演示。如通过“错误复位”按钮无法对驱动器故障报警进行确认时，并且经认定该情况由参赛队伍

的工程项目中的缺陷引起，则停止该参赛队伍的评分。该参赛队伍的比赛成绩为已完成任务的总分。

- 比赛中用到设备自带的按钮端子，应严格按照比赛任务描述的要求进行分配。如果该端子不可用（没有或者损坏），则可用其他按钮端子替代，但需在评分开始前对评分老师阐明该情况。默认的设备端子分配表请参考附表：输入/输出端子一览表
- 由于竞赛设备设有安全保护装置，当保护装置被触发时，驱动器将会断电。参赛队伍应充分考虑到此种情况发生的可能性。在评分过程中，如果出现此种情况，要求参赛队伍在设备恢复供电时，在不重新下载工程项目的前提下，仍能够保证评分可以继续。如因保护装置被触发导致评分无法继续进行，不论保护装置由谁触发，均停止该参赛队伍的评分。该参赛队伍的比赛成绩为已完成任务的总分。
- 参赛队伍在比赛结束后，应将评分所用的工程项目以“队伍编号+参赛日期”的格式为文件名进行另存，例如：ABCD_20210721，不得以其他格式为文件名保存文件。参赛队伍应提交所保存的工程项目文件，日后审核及仲裁时，将以此文件作为评判依据。
- 如有违反上述各项要求的情况出现，则参赛队伍的比赛成绩将被记为 0 分。

2. 评分说明

- 任务演示过程中，如果满足相应的演示步骤要求，则获得该步骤所对应的分数。不满足相应的演示步骤要求，则该步骤不得分。
- 初赛共设置有 4 个不同的任务，总分 70 分。
- 在各个任务的演示过程中，如遇到某一任务演示结果无法满足任务要求时，可允许参赛队伍跳过此任务的演示，继续演示其他任务，该任务已得到分数不会被扣除。此时，如需对程序进行复位操作以便继续进行其他任务的演示，可通过“故障复位”按钮执行此复位操作。程序复位的相关逻辑，应由参赛队伍自行设计。
- 在进行每个任务的演示之前，参赛队伍应保证大、小圆盘全部处于静止状态。如果大、小圆盘没有全部处于静止状态，则不得开始进行相应任务的演示。

四、 比赛任务

比赛过程中，很可能会遇到驱动器的故障报警。为顺利完成下面的比赛任务，建议在所有任务开始前，编写必要的故障复位程序。故障信息提示和复位按钮信息如下：

DI12	输入	牵引辊故障复位
DI13	输入	横切刀故障复位
DO20 (OUT1)	输出	牵引辊故障指示
DO21 (OUT2)	输出	横切刀故障指示

注：为方便计算 π 取 3.14

1. 点动（15分）

i. 任务要求

- 在操作屏上组态“点动”界面
- 能通过操作屏上的按钮或者竞赛设备上的自带外部按钮对牵引辊和横切刀进行点动操作
- 能在操作屏上监控电机运行状态

ii. 细节展示

- 操作屏上需包含牵引辊、横切刀速度设定、正转、反转按钮；可监控两台电机的正、反转状态以及电机的实际转速；（参考下图三：点动界面示意图）
- 按下设备上按钮 DI0，牵引辊使能；
- 在牵引辊使能的前提下，按下 DI1，牵引辊以操作屏上设定的速度正转（顺时针），同时操作屏上的正转指示灯由灰色变为绿色；抬起 DI1，牵引辊停止，操作屏上指示灯恢复为灰色。
- 在牵引辊使能的前提下，按下 DI2，牵引辊以操作屏上设定的速度反转（逆时针），同时操作屏上的反转指示灯由灰色变为绿色；抬起 DI2，牵引辊停止，操作屏上指示灯恢复为灰色。
- 按下设备上按钮 DI4，横切刀使能；
- 在横切刀使能的前提下，按下 DI5，横切刀以操作屏上设定的速度正转（顺时针），同时操作屏上的正转指示灯由灰色变为绿色；抬起 DI5，横切刀停止，操作屏上指示灯恢复为灰色。

	点动		当前时钟
点动速度设定:	牵引辊 <input type="text"/> rpm	横切刀 <input type="text"/> rpm	
电机实际转速:	<input type="text"/> rpm	<input type="text"/> rpm	
电机运转状态:	● 正转 ● 反转	● 正转 ● 反转	
点动	回零	定位	同步

图三：点动界面示意图

iii. 评分表

步骤	描述	分值	得分	说明
1	点动界面是否完整，点动速度分别预置 15rpm（牵引辊），30rpm（横切刀）	1		
2	按下 D10 使能牵引辊，再按下 D11，牵引辊顺时针转动，速度为 15rpm	2		牵引辊可正常启动，转动方向无误
3	观察牵引辊电机转速以及正转指示灯状态	2		牵引辊电机转速为 750rpm，正转指示灯由灰色变绿色
4	抬起 D11，牵引辊停止	2		牵引辊可正常停止、正转指示灯恢复为灰色
5	按下 D12，牵引辊逆时针转动，速度为 15rpm	2		牵引辊逆时针运转，反转指示由灰色变绿色
6	抬起 D12，牵引辊停止	1		牵引辊停止，反转指示灯变为灰色
7	按下 D14 使能横切刀，再按下 D15，横切刀顺时针转动，速度为 30rpm	2		横切刀可正常启动，转动方向无误
8	观察横切刀电机转速以及正转指示灯状态	2		横切刀电机转速为 1500rpm，正转指示灯由灰色变绿色
9	抬起 D15，横切刀辊停止	1		横切刀可正常停止、正转指示灯恢复为灰色
10	任务结束，抬起 D10 以及 D14，牵引辊和横切刀断使能			

2. 回零 (15分)

i. 任务要求

- 组态“回零”界面
- 能对牵引辊和横切刀进行回零操作
- 能在操作屏或者通过竞赛设备自带指示灯提示回零状态

ii. 细节展示

- 参考下图四：回零界面示意图，可在界面上设置回零位置偏差修正值，可通过按钮进行“启动”回零操作；同时，能显示轴回零与否的状态以及轴当前的实际位置
- 按下设备上的 DI0，牵引辊使能
- 按一下 DI3（按下后，再抬起），牵引辊启动回零，回零指示灯为灰色。回零完成，牵引辊停止，回零指示灯变为绿色，界面上显示当前位置为 0°
- 按下设备上的 DI4，横切刀使能
- 按一下 DI7（按下后，再抬起），横切刀启动回零，回零指示灯为灰色。回零完成，横切刀停止，回零指示灯变为绿色，界面上显示当前位置为 0°
- 观察横切刀箭头的位置，设置适当的位置偏差修正值，再次启动回零，使得回零完成后，横切刀箭头停在最上方位置，横切刀当前位置为 0°，回零完成指示灯亮。

	回零		当前时钟
	牵引辊		横切刀
回零操作:	<input type="button" value="启动"/>		<input type="button" value="启动"/>
当前实际位置:	<input type="text"/> degree		<input type="text"/> degree
轴回零状态:	● 回零		● 回零
点动	回零	定位	同步

图四：回零界面示意图

iii. 评分表

步骤	描述	分值	得分	说明
----	----	----	----	----

1	“回零”界面的完整性，将牵引辊和横切刀位置偏差修正值置零	3		
2	按下 DI0 使能牵引辊，再按一下 DI3（按下后，再抬起），牵引辊启动回零	3		牵引辊启动寻零，碰光电开关后减速，回零完成停止
3	回零完成，抬起 DI0；在操作界面上观察牵引辊当前位置值和回零指示灯状态	3		牵引辊回零指示灯变为绿色，当前位置值为 0°
8	按下 DI4 使能横切刀，再按一下 DI7（按下后，再抬起），横切刀启动回零	3		横切刀启动寻零，碰光电开关后减速，回零完成停止
9	回零完成，抬起 DI4；在操作界面上观察横切刀当前位置值和回零指示灯状态	3		横切刀回零指示灯变为绿色，当前位置值为 0°

3. 定位（15 分）

i. 任务要求

- 组态“定位”界面
- 能对牵引辊进行相对定位和绝对定位操作
- 能对横切刀进行绝对定位以及连续多次相对定位操作
- 能实时显示牵引辊和横切刀的当前位置

ii. 细节展示

- 参考下图五：定位界面示意图。界面输入框包括定位速度设定、目标位置设定；操作按钮包括两个单次相对定位、两个绝对定位启动、一个连续相对定位按钮；牵引辊和横切刀的位置可实时显示在输出框。
- 按下 DI0，使能牵引辊
- 点击（按下后抬起）“顺时针转动 150°”，牵引辊按照设定的速度顺时针转动 150°
- 按下 DI4，使能横切刀
- 输入横切刀目标位置值，点击“启动绝对定位”，横切刀运行到目标位置后停下

	定位		当前时钟
	牵引辊		横切刀
定位速度设定:	<input type="text"/> rpm	<input type="text"/> rpm	
定位操作:	<input type="button" value="顺时针转动150°"/>		
目标位置设定:		<input type="text"/> °	
		<input type="button" value="启动绝对定位"/>	
当前实际位置:	<input type="text"/> °	<input type="text"/> °	
点动	回零	定位	同步

图五：定位界面示意图

iii. 评分表

步骤	描述	分值	得分	说明
1	“定位”界面的完整性；定位速度设定值：牵引辊 30rpm，横切刀 60rpm；	5		
2	按下 DI0，使能牵引辊。点击（按一下）“顺时针转动 150°”按钮，牵引辊顺时针转动 150°	5		可正常启停，位置可实时显示
5	按下 DI4，使能横切刀			
6	输入横切到目标位置 360°，点击“启动绝对定位”按钮，横切刀运行到箭头最上方位置后停下	5		可正常启停，位置可实时显示
7	任务结束，抬起 DI0 以及 DI4，牵引辊和横切刀断使能			

4. 同步（25 分）

i. 任务要求

- 组态“同步”界面
- 理解切纸机工艺，能根据具体的工艺参数要求，推算牵引辊和横切刀之间的运动控制关系
- 能通过程序，达成切纸机生产工艺要求
- 能显示牵引辊和横切刀轴的状态、实际转速
- 能统计切纸机的产量

ii. 细节展示

- 参考下图六：同步界面示意图。界面左侧为设定和操作区域，包括切纸机速度的设定，切纸长度设定，以及机器启停、升降速操作按钮；界面右侧为状态显示区域，包括当前设备的实际生产速度、牵引辊同步状态和转速、横切刀同步状态和转速、切纸张数统计及复位按钮等。
- 按下 DI0，使能牵引辊
- 按下 DI14，启动牵引辊同步
- 按下 DI4，使能横切刀
- 按下 DI15，启动横切刀同步
- 观察屏幕上牵引辊和横切刀的同步状态，两者同时亮起，点击屏幕左侧“启动”按钮，切纸机启动，目标速度为最低生产速度
- 点击“停止”按钮，机器快速减速停止（快速停止节拍：每秒降低 10 张/分）

	同步		当前时钟
<p>切纸机参数设置</p> <p>最低速度设定: <input type="text"/> 张/分</p> <p>最高速度设定: <input type="text"/> 张/分</p> <p>生产速度设定: <input type="text"/> 张/分</p> <p>纸张切长设定: <input type="text"/> mm</p>		<p>状态显示</p> <p>当前生产速度: <input type="text"/> 张/分</p> <p>同步操作: <input type="button" value="启动"/> <input type="button" value="停止"/></p>	
点动	回零	定位	同步

图六：同步界面示意图

iii. 评分表

步骤	描述	分值	得分	说明
1	“同步”界面的完整性，设定最低速度 10 张/分，最高速度 60 张/分，生产速度 30 张/分，纸张切长为 741.04mm	5		
2	通过回零或者绝对定位，使牵引辊和横切刀指针均处于最上方位置			
3	按下 D10，使能牵引辊；再按下 DI14，启动牵引辊同步	5		牵引辊静止，同步状态指示灯亮起
4	按下 DI4，使能横切刀；再按下 DI15，启动横切刀同步	5		横切刀静止，同步状态指示灯亮起
5	牵引辊和横切刀同步状态全部点亮时，点击屏幕左侧“启动”按钮，机器启动并升速至 10 张/分	5		牵引辊与横切刀同步运转，牵引辊和横切刀运行速度正确
6	点击“停止”按钮，机器降速至停止	5		速度为 0，同步指示灯保持点亮
7	任务结束，抬起 D10 和 DI4，断使能			

五、 附输入/输出端子一览表

序号	名称	类型	定义
1	D10	输入	牵引辊使能

2	DI1	输入	牵引辊正向点动
3	DI2	输入	牵引辊反向点动
4	DI3	输入	牵引辊回零启动
5	DI4	输入	横切刀使能
6	DI5	输入	横切刀正向点动
7	DI6	输入	横切刀反向点动
8	DI7	输入	横切刀回零启动
9	DI12	输入	牵引辊故障复位
10	DI13	输入	横切刀故障复位
11	DI14	输入	牵引辊同步启动
12	DI15	输入	横切刀同步启动
13	DO20 (OUT1)	输出	牵引辊故障指示
14	DO21 (OUT2)	输出	横切刀故障指示
15	DO22 (OUT3)	输出	牵引辊回零完成指示
16	DO23 (OUT4)	输出	横切刀回零完成指示