

# 2020 年全国高等院校工程应用技术教师大赛

## 比赛要求与赛项平台技术说明

### AS3: 工业网络集成控制技术

#### 一、引言

大赛采用目标命题的竞赛方式，即限定赛项平台，给定实现目标，实施方案不拘一格。这种目标命题的竞赛方式既约束了项目的实施范围，又为参赛选手留有应用创新的空间，重在考察参赛选手的实际应用能力和解决问题能力。

大赛支持在目标命题的范围内和限定的赛项平台下进行有创意的系统构想和设计，鼓励从应用创新的角度去思考设计工程应用系统，或从培养学生的角度去构造实验/实训教学系统。

本赛项以“工业网络集成控制技术”为应用背景，要求充分利用赛项平台的硬件和软件资源，自主设计一个具有工业网络控制工程应用价值或具有工业网络控制教学实验/实训使用价值的系统。通过工程应用、创新设计和现场实施，考察参赛选手工程应用和创新能力。

#### 二、比赛要求

1. 大赛采用目标命题的比赛方式，分初赛和决赛两个阶段。

2. 初赛阶段：根据“目标命题实现”任务书（任务书可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载）的要求和赛项平台的软硬件资源，设计一个工程应用系统或教学实验/实训系统（二选一）。所设计的工程应用系统要求覆盖规定的技术目标，具有实际应用价值；所设计的教学实验/实训系统要求满足规定的要求，具有培养学生实践能力的教学使用价值，且至少要编写 2~3 个具体的实验/实训指导书（具体要求见“目标命题实现”任务书）。参赛选手要按规定的时间提交项目设计书（设计书模板可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载），大赛组织相关专家以网评的形式进行初审，根据初审结果，决定入围全国总决赛名单。

3. 决赛阶段：决赛分“工程实践操作”和“目标命题实现”两个环节。第一环节按“工程实践操作”作业书（作业书可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载，决赛公布的作业书较赛前公布的会有不多于 20% 的更改）的要求操作，主要比基本技能操作和工程素质；第二环节按“目标命题实现”任务书（决赛公布的任务书较赛前公布的也会有一定改动）的要求完成，主要比规定目标下的应用创新和解决问题的能力。两个环节的比賽时间各为 120 分钟，第一个环节完成后间隔 30 分钟进入第二个环节，第二个环节完成后由评审专家组织对参赛选手进行现场答辩，答辩时间 15~20 分钟。

4. 参赛选手设计的系统必须能在限定的赛项平台上实现，大赛为参赛选手提供赛项平台必要的技术资料，包括技术说明、操作规程、装配图纸和系统软件等。

5. 决赛阶段“目标命题实现”比赛环节为 120 分钟，参赛选手要充分考虑到现场实施所需的工作量、复杂程度，以及软硬件的兼容性和接口的匹配性等技术细节，所设计的方案必须能在规定的时间内完成。参赛选手实施第二环节“目标命题实现”任务时，可以充分借助第一环节“工程实践操作”的实施结果。

6. 参赛选手不能将已有的科研成果直接拿来参赛，也不允许自带任何硬件装置、部件和被控对象等参赛，一经发现将取消参赛资格。但参赛选手可以用 U 盘或移动硬盘将

事先自编的应用软件带入比赛现场，以便装入赛项平台，完成系统调试。

7. 对“水环境监测与治理技术”、“大气环境监测与治理技术”和“化工分离与节能技术”赛项，如果参赛选手有技术上的特殊要求，可在决赛前 30 日向大赛办公室提出。大赛办公室收到申请材料后，在 15 日内予以答复，以便参赛选手调整设计方案。

8. 如果参赛选手选择“教学实验/实训系统”命题任务，要充分考虑教学实验/实训课的需求，设计教学实验/实训系统，同时提供必要的实验/实训指导书。现场演示时，要模仿实验/实训课的真实情况，按实验/实训指导书的步骤逐步进行。

9. 参赛选手要有知识产权意识，如果所设计的方案涉及到他人的知识产权应注明出处。

10. 参赛选手在比赛的全过程中不得透露单位和个人信息，对冒名顶替、弄虚作假、假造数据、抄袭他人技术等情况，由大赛仲裁委员会视情节轻重负责处理，或给予扣分处置，或取消比赛资格，并由组委会通知其所在单位。

11. 同单位的参赛选手技术方案雷同视为相互抄袭，同时取消两人的比赛资格。

12. 参赛选手要有安全意识，不得违规操作，不能带电操作，对有毒或有害健康的气体、液体要谨慎处理处置，避免造成人身伤害。

13. 参赛选手要尊重现场裁判和评审专家的工作，如对评审存有疑义，由大赛仲裁委员会处理。

## 二、赛项平台技术说明

### 1. 赛项背景

工业控制技术从最初的集成控制系统（CCS）和集散控制系统（DCS），发展到现场总线控制系统（FCS）；目前现场总线控制系统正广泛应用于最新的生产实践，在提高生产效率、管理生产过程、合理高效加工以及保证安全生产等工业控制及柔性制造、先进制造领域起到越来越关键的作用，并取得了较好的经济效益。

近年来，随着工业 4.0、互联网+、以及中国制造 2025 规划的提出，信息技术大量向工业应用领域渗透，基于以太网、无线以太网的工业控制网络也在逐步扩大应用范围，许多高等院校、科研机构和制造企业都致力研究先进的控制技术，为工业网络控制技术提出了更多的研究和创新应用课题。

在这样的技术背景下，本赛项以“THNIA-3A/3B 型工业网络集成控制技术实验/开发平台”为应用对象，利用该赛项平台的控制系统、自动生产线、张力控制对象、二维直线电机等设备的硬件和软件资源，结合现场总线、分布式控制、逻辑控制、张力控制、运动控制的工程应用需求，开展工业网络方面的工程创新应用和实践教学创新竞赛，以促进高等院校教师工程应用能力、产业化能力和实际动手能力的提高，锻炼教师综合机电、自动化、信息等多学科技术的融合能力，有利于更好地培育具有卓越工程能力的教师队伍。

### 2. 赛项平台

本赛项平台是根据先进制造、智能制造装备应用领域的要求，以前沿技术为导向，紧密结合工业生产领域中工业网络集成控制的功能和特点，并针对高等院校对机电设备应用和创新实验/实训教学的实际需要而专门研制的综合性网络化装置，涉及网络通讯、传感检测、信息处理、伺服驱动、自动控制、运动控制、计算机控制等多种技术的综合应用。

#### （1）平台结构

本赛项平台包括控制系统、自动生产线、张力控制、二维直线电机运动控制，赛项平台如图 1、图 2 所示。



图 1 赛项平台（工业网络集成控制）



图 2 赛项平台（二维直线电机运动控制）

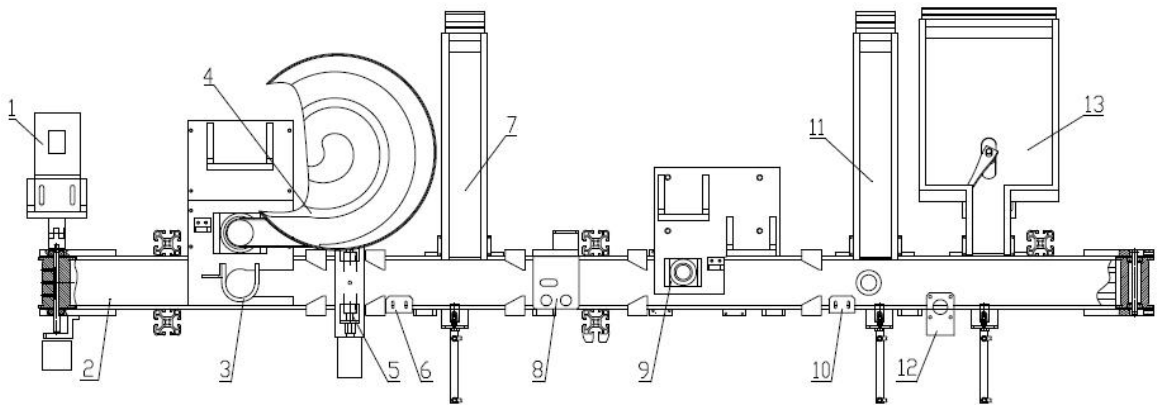
图中：

1) 控制系统：整体结构采用网孔板模式，控制系统均安装在网孔板上。参赛选手可以根据自己的情况选择西门子或者三菱网络控制系统。

①采用西门子网络控制系统的设备涉及 S7-1500PLC、S7-1200PLC、TP700 彩色工业触摸屏、ET200M 和 ET200S 分布式 I/O 等自动化设备，采用 PROFINET 工业以太网和 PROFIBUS-DP 现场总线构建三层网络架构；

②采用三菱网络控制系统的涉及 Q 系列 PLC、FX3G 系列 PLC、GT11 系列彩色工业触摸屏、AJ65BTB 系列分布式 I/O 等自动化设备，采用 Ethernet 工业以太网和 CC-Link 现场总线构建三层网络架构。

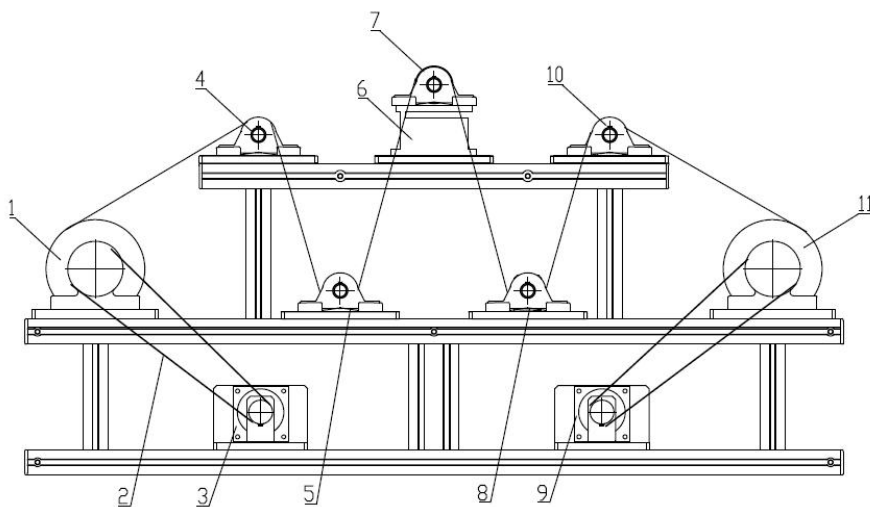
2) 自动生产线：根据典型的饮料罐装工业现场设备提炼浓缩而成，依据饮料罐装的典型生产工艺流程进行系统设计，将空瓶清洗、空瓶检测、饮料灌装、瓶体封盖、成品检测、瓶体贴标、成品入库这七个典型工艺流程设计成单独模块进行组合，可以与控制系统进行连接实现分布式控制，设备结构如图 3 所示。



序号	名称	序号	名称	序号	名称	序号	名称
1	驱动电机	5	空瓶清洗工位	9	瓶体封盖工位	13	成品入库工位
2	传送带	6	空瓶检测工位	10	成品检测工位		
3	工件下料	7	废料槽1	11	废料槽2		
4	模拟浸泡池	8	饮料罐装工位	12	瓶体贴标工位		

图3 自动生产线装置结构图

3) 张力控制: 根据典型的造纸及印刷行业广泛应用的张力控制系统设计, 能模拟纸张放卷和收卷全过程; 设备采用 440mm 宽的纸张来实现工业实际控制, 系统包括带减速器的 2 套电动机、分别模拟收卷和放卷部分, 在 2 个电动机上安装有光电编码器, 实时测量收放卷的转速, 同时在收卷和放卷之间的回路上设有张力传感器和编码器, 实时监测纸张的张力值和纸张传送速度, 设备结构如图 4 所示。



序号	名称
1	收放卷1
2	同步带
3	驱动电机1
4	拖辊1
5	拖辊2
6	张力传感器
7	拖辊3
8	拖辊4
9	驱动电机2
10	拖辊5
11	收放卷2

图4 张力控制装置结构图

4) 二维直线电机运动控制: 系统采用两个永磁同步直线电机, 构建二维运动控制平台, 其工作区内设有 16 个 70mm×50mm 大小的工位图, 并用数字 1~9 及字母 A~D 标示出工位号, 物料抓取采用真空吸盘的方式, 通过系统编程可以实现任意工位的物料快速抓取, 系统完全开放, 设备结构如图 5 所示。

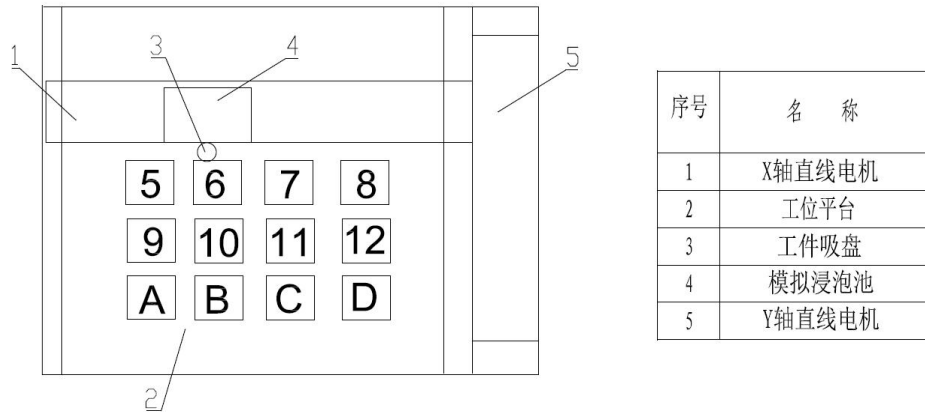


图5 二维直线电机运动控制装置结构图

5) 赛项平台的输入电源为三相四线 AC380V±10%，50Hz，功率容量<2kVA，具有过载保护、短路保护和漏电保护功能。

图6、图7和图8是该赛项平台的网络结构图、自动生产线设备控制框图及张力控制设备控制框图。

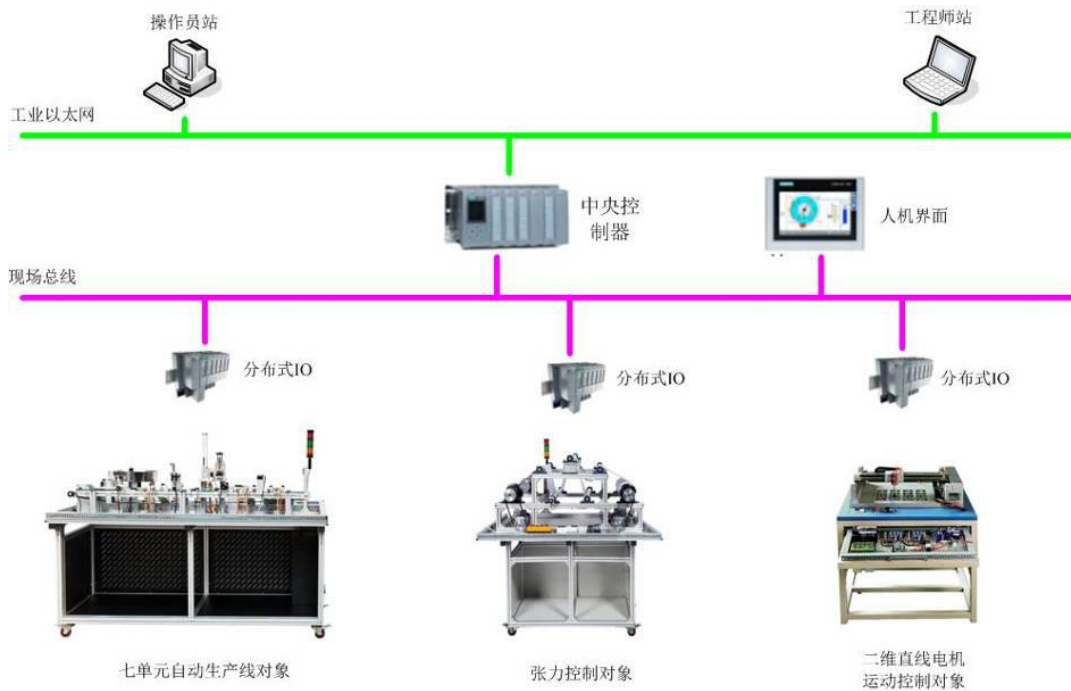


图6 赛项平台网络结构图



图7 自动生产线设备控制框图

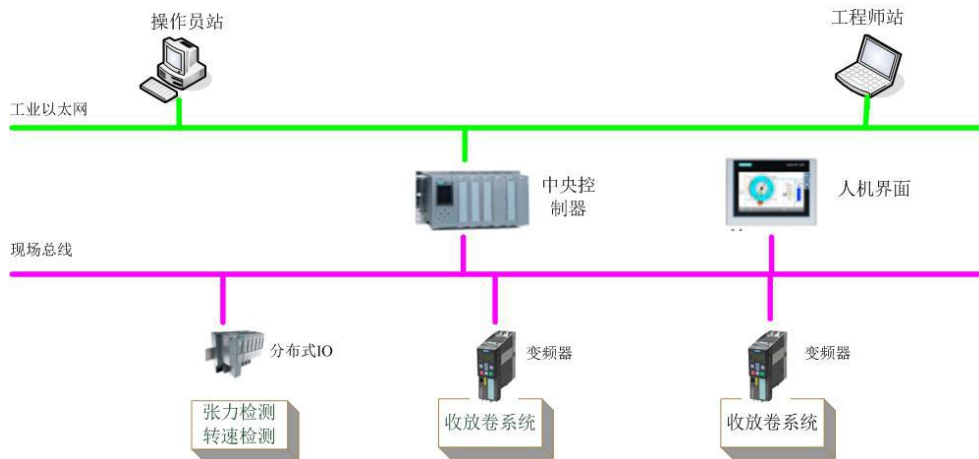


图 8 张力控制设备控制框图

## (2) 控制对象接口参数

### 1) 自动生产线

序号	名称	信号类型	说明	备注
1	编码器反馈信号 A	输出	转速反馈信号	空瓶清洗
2	编码器反馈信号 B		转速反馈信号	
3	反射式传感器信号		检测供料仓物料情况	
4	反射式传感器信号		清洁工位物料检测	
5	气缸 1 位置信号检测 A		检测气缸缩回到位情况	
6	气缸 1 位置信号检测 B		检测气缸伸出到位情况	
7	变频器使能控制	输入	变频器启停信号	
8	气缸 1 电磁阀控制		推料气缸控制信号	
9	吹气电磁阀控制		空瓶清洗控制信号	
10	清洗电机控制		清洗电机控制信号	
11	浸泡池电机正极		浸泡池电机控制信号	
12	浸泡池电机负极		浸泡池电机控制信号	
13	反射式传感器信号	输出	空瓶检测工位物料检测	空瓶检测
14	色标传感器信号		瓶体颜色检测	
15	对射式传感器信号		废瓶入库物料检测	
16	气缸 2 位置信号检测 A		检测气缸缩回到位情况	
17	气缸 2 位置信号检测 B		检测气缸伸出到位情况	
18	气缸 2 电磁阀控制	输入	推瓶气缸控制信号	
19	对射式传感器信号	输出	灌装工位物料检测	饮料灌装
20	气缸 3 位置信号检测		检测气缸缩回到位情况	
21	气缸 3 电磁阀控制	输入	瓶体阻挡控制信号	
22	气缸 4 电磁阀控制		灌装气缸控制信号	
23	灌装动作指示灯		灌装动作指示信号	

24	灌装工位指示灯		灌装工位指示信号	
25	对射式传感器检测信号	输出	上盖工位物料检测	瓶体封盖
26	反射式传感器检测信号		瓶盖仓物料检测	
27	对射式传感器检测信号		压盖工位物料检测	
28	气缸 5 位置信号检测 A		检测气缸缩回到位情况	
29	气缸 5 位置信号检测 B		检测气缸伸出到位情况	
30	气缸 6 位置信号检测 A		检测气缸缩回到位情况	
31	气缸 6 位置信号检测 B		检测气缸伸出到位情况	
32	气缸 7 位置信号检测 A		检测气缸缩回到位情况	
33	气缸 5 电磁阀控制	输入	顶料气缸控制信号	
34	气缸 6 电磁阀控制		挡料气缸控制信号	
35	气缸 7 电磁阀控制		瓶体阻挡气缸控制信号	
36	气缸 8 电磁阀控制		压盖气缸控制信号	
37	反射式传感器信号	输出	瓶体检测	成品检测
38	色标传感器信号		瓶盖颜色检测	
39	对射式传感器信号		废品入库物料检测	
40	电容式传感器信号		瓶体液位检测	
41	气缸 9 位置信号检测 A		检测气缸缩回到位情况	
42	气缸 9 位置信号检测 B	检测气缸伸出到位情况		
43	气缸 9 电磁阀控制	输入	检测站推料控制信号	
44	反射式传感器检测信号	输出	贴标工位物料检测	瓶体贴标
45	步进驱动器 DIR 方向信号	输入	步进电机方向控制信号	
46	步进驱动器 PUL 脉冲信号		步进电机运行控制信号	
47	反射式传感器检测信号	输出	成品入库工位物料检测	成品入库
48	对射式传感器检测信号		成品入库物料检测	
49	气缸 10 位置信号检测 A		检测气缸缩回到位情况	
50	气缸 10 位置信号检测 B		检测气缸伸出到位情况	
51	气缸 10 电磁阀控制	输入	入库推料控制信号	
52	气缸 11 电磁阀控制		入库旋转控制信号	
53	绿色警示灯控制		绿灯控制信号	
54	黄色警示灯控制		黄灯控制信号	
55	红色警示灯控制		红灯控制信号	

## 2) 张力控制

序号	名称	信号类型	说明	备注
----	----	------	----	----

1	光电编码器 1 信号 X	输出	光电编码器反馈信号	
2	光电编码器 1 信号 Y		光电编码器反馈信号	
3	光电编码器 2 信号 X		光电编码器反馈信号	
4	光电编码器 2 信号 Y		光电编码器反馈信号	
5	光电编码器 3 信号 X		光电编码器反馈信号	
6	光电编码器 3 信号 Y		光电编码器反馈信号	
7	张力传感器信号输出		张力检测信号	
8	变频器 1 控制	输入	电机 1 驱动	总线控制
9	变频器 2 控制		电机 2 驱动	总线控制

### 3) 二维直线电机运动控制

序号	名称	信号类型	说明	备注
1	X 轴位置编码器信号 A	输出	X 轴编码器反馈信号	
2	X 轴位置编码器信号 B		X 轴编码器反馈信号	
3	X 轴位置编码器信号 C		X 轴编码器反馈信号	
4	X 轴位置编码器信号地		X 轴编码器反馈信号	
5	X 轴左限位信号		X 轴限位信号	
6	X 轴右限位信号		X 轴限位信号	
7	X 轴原点信号		X 轴原点信号	
8	X 轴正向运行信号	输入	正向运行信号	
9	X 轴反向运行信号		反向运行信号	
10	Y 轴位置编码器信号 A	输出	Y 轴编码器反馈信号	
11	Y 轴位置编码器信号 B		Y 轴编码器反馈信号	
12	Y 轴位置编码器信号 C		Y 轴编码器反馈信号	
13	Y 轴位置编码器信号地		Y 轴编码器反馈信号	
14	Y 轴左限位信号		Y 轴限位信号	
15	Y 轴右限位信号		Y 轴限位信号	
16	Y 轴原点信号		Y 轴原点信号	
17	Y 轴正向运行信号	输入	正向运行信号	
18	Y 轴反向运行信号		反向运行信号	
19	Z 轴气缸下降到位	输出	检测电磁阀下降到位信号	
20	Z 轴气缸上升到位		检测电磁阀回位检测信号	
21	Z 轴气缸电磁阀	输入	电磁阀控制信号	
22	Z 轴吸盘电磁阀		电磁阀控制信号	

(3) I/O 分配表



### 1) 自动生产线

序号	名称	地址	备注
1	编码器反馈信号 A	I0.0	空瓶清洗
2	编码器反馈信号 B	I0.1	
3	检测供料仓反射式传感器信号	I0.2	
4	气缸 1 位置信号检测 A	I0.3	
5	气缸 1 位置信号检测 B	I0.4	
6	清洁工位反射式传感器信号	I0.5	
7	变频器使能控制信号	Q0.1	
8	气缸 1 电磁阀控制	Q0.4	
9	吹气电磁阀控制	Q0.5	
10	清洗电机控制	Q0.6	
11	浸泡池电机控制	Q0.7	
12	空瓶检测反射式传感器信号	I40.0	空瓶检测
13	空瓶检测色标传感器信号	I40.1	
14	废瓶入库对射式传感器信号	I41.0	
15	气缸 2 位置信号检测 A	I41.1	
16	气缸 2 位置信号检测 B	I42.0	
17	气缸 2 电磁阀控制	Q40.0	饮料灌装
18	灌装工位对射式传感器信号	I50.0	
19	气缸 3 位置信号检测	I50.1	
20	气缸 3 电磁阀控制	Q50.0	
21	气缸 4 电磁阀控制	Q50.1	
22	灌装动作指示灯	Q51.0	
23	灌装工位指示灯	Q51.1	瓶体封盖
24	上盖工位对射式传感器检测信号	I60.0	
25	气缸 5 位置信号检测 A	I60.1	
26	气缸 5 位置信号检测 B	I60.2	
27	气缸 6 位置信号检测 A	I60.3	
28	气缸 6 位置信号检测 B	I60.4	
29	气缸 7 位置信号检测 A	I60.5	
30	瓶盖仓反射式传感器检测信号	I60.6	
31	压盖工位对射式传感器检测信号	I60.7	
32	气缸 5 电磁阀控制	Q60.0	
33	气缸 6 电磁阀控制	Q60.1	
34	气缸 7 电磁阀控制	Q60.2	

35	气缸 8 电磁阀控制	Q60.3	
36	瓶体检测反射式传感器信号	I70.0	成品检测
37	瓶盖检测色标传感器信号	I70.1	
38	废品入库对射式传感器信号	I71.0	
39	液位检测电容式传感器信号	I71.1	
40	气缸 9 位置信号检测 A	I72.0	
41	气缸 9 位置信号检测 B	I72.1	
42	气缸 9 电磁阀控制	Q70.0	
43	贴标工位反射式传感器检测信号	I80.0	瓶体贴标
44	成品入库工位反射式传感器检测信号	I90.0	成品入库
45	气缸 10 位置信号检测 A	I90.1	
46	气缸 10 位置信号检测 B	I90.2	
47	成品入库对射式传感器检测信号	I90.3	
48	气缸 10 电磁阀控制	Q90.0	
49	气缸 11 电磁阀控制	Q90.1	
50	绿色警示灯控制	Q90.2	
51	黄色警示灯控制	Q90.3	
52	红色警示灯控制	Q90.4	

## 2) 张力控制

序号	名称	地址	备注
1	光电编码器 1 信号 X	I100.0	
2	光电编码器 1 信号 Y	I100.1	
3	光电编码器 2 信号 X	I100.2	
4	光电编码器 2 信号 Y	I100.3	
5	光电编码器 3 信号 X	I100.4	
6	光电编码器 3 信号 Y	I100.5	
7	张力传感器信号输出	Q100	

## 3) 二维直线电机运动控制

序号	名称	地址	备注
1	X 轴左限位信号	I110.0	
2	X 轴右限位信号	I110.1	
3	X 轴原点信号	I110.2	
4	X 轴正向运行信号	Q110.0	
5	X 轴反向运行信号	Q110.1	
6	Y 轴左限位信号	I120.0	

7	Y 轴右限位信号	I120.1	
8	Y 轴原点信号	I120.2	
9	Y 轴正向运行信号	Q120.0	
10	Y 轴反向运行信号	Q120.1	
11	Z 轴气缸电磁阀	Q130.0	
12	Z 轴吸盘电磁阀	Q130.1	
13	Z 轴气缸下降到位	I130.0	
14	Z 轴气缸上升到位	I130.1	

#### (4) 平台软件

##### 1) 西门子系统

序号	类型	软件名称	备注
1	PLC 编程	STEP7 Professional V14 SP1	TIA 博途
2	HMI 设计	WinCC Advanced V14 SP1	TIA 博途

##### 2) 三菱系统

序号	类型	软件名称	备注
②	PLC 编程	GX developer	
③	HMI 设计	GT Designer2	