



天津中德应用技术大学
Tianjin Sino-German University of Applied Sciences

本科生毕业设计

动力辊道输送机自动控制系统设计

**Design of Automatic Control System of
Power Roller Conveyors**

姓 名 王颢霖

学 院 机械工程学院

专 业 机械电子工程

指导教师 庞党锋

职 称 实验师

完成时间 2021年6月

天津中德应用技术大学
本科生毕业设计（论文）的声明

本人郑重声明：所提交的毕业设计（论文），是本人在指导教师指导下，进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本毕业设计（论文）的研究成果不包含任何他人创作的、已公开发表或没有公开发表的作品内容。对本设计（论文）所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本毕业设计（论文）原创性声明的法律责任由本人承担。

毕业设计（论文）作者签名：

年 月 日

本人声明：该毕业设计（论文）是本人指导学生完成的研究成果，已经审阅过设计（论文）的全部内容，并能够保证题目、关键词、摘要部分中英文内容的一致性和准确性。

毕业设计（论文）指导教师签名：

年 月 日

摘 要

动力辊道依靠着强大的输送能力在城市建设、车间生产以及货物运输等各个方面发挥着重要作业，随着自动控制技术不断发展，其工作效率也越来越高。我国目前正在处于一个蓬勃发展的时期，而输送能力很大程度上能够影响国家整个的制造业的发展。

某轧钢企业的原料运输卸货方式为：先通过叉车将铜板从货车上搬运至放置于室外的地磅进行称重，称重结束再由叉车搬运至厂房内的码垛区。原本的卸货方式生产效率低下，人工成本高且安全隐患较大，针对企业的自动化升级需求，对运输各环节进行详细分析后，设计了基于 PLC 的辊道控制系统。运输升级后的卸货流程为：先通过叉车将铜板从货车上搬运至放置于输入辊道液压缸，由电动机带动辊道转动，运输到地磅辊道进行静态称重环节，再输送至设定好的输出口进行物料排出。主要包括西门子 S7-1200PLC 控制器、G120 变频器、TP1500 触摸屏、交流电动机和传感器等。通过 TIA Portal 软件完成 PLC 程序、触摸屏画面的编写和组态，触摸屏设定生产参数后，PLC 将控制信息发送给变频器，驱动辊道按照设定要求工作。

通过企业实际生产运行测试，系统具有较高的可靠性，符合企业的技术改造技术需求。通过自动化升级改造后，提升了卸货运料的自动化程度，同时降低了人工成本、提高了车间生产安全，课题的研究对提高辊道自动化控制技术以及相关传动带控制方案设计具有借鉴意义。

关键词：变频调速；辊道输送机；自动控制； PLC

ABSTRACT

Power roller conveyor plays an important role in urban construction, workshop production and cargo transportation with its powerful conveying capacity, and its efficiency is getting higher and higher with the continuous development of automatic control technology. China is currently in a period of vigorous development, and the conveying capacity can largely affect the level of the country's entire manufacturing industry.

A steel rolling enterprise's raw material transportation unloading method is: first by forklift to carry the copper plate from the truck to the weighbridge placed in the outdoor weighing, weighing and then by forklift to the plant palletizing area. The original unloading method is inefficient, with high labor costs and safety risks. In response to the enterprise's demand for automation upgrade, a PLC-based roller conveyor control system was designed after a detailed analysis of all aspects of transportation. The unloading process after the transportation upgrade is as follows: first, the copper plate is carried from the truck by forklift to the hydraulic cylinder placed on the input roller conveyor, driven by the motor to rotate the roller conveyor, transported to the weighing roller conveyor for static weighing link, and then transported to the set output port for material discharge. It mainly includes Siemens S7-1200 PLC controller, G120 inverter, TP1500 touch screen, AC motor and sensors. The PLC program, touch screen screen writing and configuration are completed through TIA Portal software. After the touch screen sets the production parameters, the PLC sends the control information to the inverter and drives the roller conveyor to work according to the set requirements.

Through the actual production operation test of the enterprise, the system has high reliability and meets the technological transformation technology demand of the enterprise. After the automation upgrade, the automation degree of unloading materials has been improved, and the labor cost has been reduced and the production safety of the workshop has been improved.

Key words: Variable frequency speed control; Roller conveyer; Automatic control; PLC

目 录

第一章 绪论.....	1
1.1 课题的目的和意义.....	1
1.2 国内外发展现状.....	1
1.3 课题主要研究内容与章节安排.....	2
第二章 总体方案规划	4
2.1 企业生产需求.....	4
2.2 设备布局.....	4
2.3 运行流程设计.....	5
2.4 系统结构框图.....	6
2.5 本章小结.....	6
第三章 系统硬件设计	7
3.1 西门子 S7-1200PLC 控制器.....	7
3.2 分布式 I/O-ET200SP.....	8
3.3 变频器 G120C	8
3.3 传感器 E3FA-DN11	10
3.4 触摸屏 TP1500.....	12
3.5 电气原理图设计.....	13
3.6 本章小结.....	16
第四章 系统软件设计	17
4.1 控制器程序设计.....	17
4.2 触摸屏画面组态.....	19
4.3 本章小结.....	20
第五章 运行调试结果	21
5.1 系统设定.....	21
5.2 数据分析.....	23
5.3 本章小结.....	23
第六章 总结与展望	24
6.1 工作总结.....	24
6.2 后续工作展望.....	24
参考文献.....	25

致 谢.....	27
附录.....	28
附录一 中文译文及外文资料.....	28
附录二 PLC 控制系统 I/O 分配表.....	31
附录三 触摸屏组态界面.....	36
附录四 PLC 控制程序	41
附录五 电气原理图.....	错误!未定义书签。

第一章 绪论

1.1 课题的目的和意义

随着科技和制造业的逐步发展,动力辊道输送机的技术进步受到了非常重大的变化,运行形式多样化,机械结构不断完善,慢慢地由只能够完成在固定地点或车间内的小范围搬运和输送,成长到完成在企业、公司内部或公司与公司之间的货品运输,有力的推进了城市各个产业自动化的快速发展。

动力辊道输送机的适用范围非常广泛,例如:机场的行李箱输送,物流产品输送等等^[1]。本课题根据某企业提出的物料传送需求,设计了基于 PLC 和 HMI 的辊道机控制系统,实现了辊道的自动控制,通过组态配方数据归档,实现了输送物件的数据统计机报表生成,对提高企业的生产效率和自动化程度具有积极意义。研发后的输送设备可以直接应用于企业生产当中,会体现出非常重大的作用:车间的货物运输都在动力辊道上完成,车间减少了叉车行驶,空间利用率可以大大增加;在车间外可以规划货车及搬运叉车的固定运行轨迹,企业车间内外的安全问题大大减少。自动化程度越高,人员可以适当减少,良品率显著提高,失误减少,整体生产效率大大提升;大重量的叉车的燃料都是柴油,柴油的污染性比较大,随着我国对与污染物排放标准的提升,动力辊道也可以解决部分污染排放的问题。

1.2 国内外发展现状

20 世纪 50 年代,外国有人开始研究带输送机动态特性的分析工作。1962 年,德国的 P.Vierling 等人将输送带独特的力学特别属性进行分析后,将输送带的数学模型简单变化为粘弹性体,并且对其自身的动力学特性进行了分析研究。1974 年,德国的 Funke 等研究人员通过对输送辊道的动态特性的研究数据以及理论分析分析,实现了输送辊道自身特有的动力学模型,主要的目的是其更接近现实中的应用情况,方便后面继续深入分析研究。1980 年澳大利亚的 A.Harrison 学者和 1990 年加拿大的 T.S.Golosinski 等研究人员对应力波传播过程中受托辊的作用进行了研究并且进行了深入的探究^[2]。上世纪 80 年代中旬,波兰的 L.K.Nordell 和 Z.P.Ciozda 等研究人员对输送辊道的数学模型及输送带的粘弹性特性进行了更加深层次的理论分析和考虑、库伦摩擦力和外部粘性阻力,最终将 Vogit 模型简化成四元件参数模型,大大提高了输送辊道数学模型的分析精度,更进一步的使模型更贴近与实际状况^[3]。1986 年,波兰的 T.W.Zur 等波兰应用学者从实用性角度分析了几种常见的粘弹性模型,并探讨了各种模型的简化程度对模拟精度对设备实际产生的影响。1994 年,荷兰的 G. Lodewijk 等荷兰研究人员使用有限元方法建立了输送带四参数模型,相对之前的结果取得了较好的分析结果。自从 21 世纪以来,美国的 S.m.PriTchardy 提出应用阻抗模型理论分析辊道输送机振动特有属性的观点,并且给出了在非稳定情况下的振动

频率的计算方法^[4]。之后，澳大利亚学者 A.Harrison 又提出应用非线性理论分析带式输送机的动态特性，分析了输送机在启动，制动工况下，摩擦阻力与旋转震动对输送带张力波动产生了哪些影响^[4]。

相较于国外的发展相比，辊道输送机独有的动态特性在国内研究人员的认知中发展的相对较晚，所以进行相关理论研究以及实际操作就比较晚。1989 年，刘克勋等研究人员应用 Vogit 模型建立了辊道输送机整机数学模型，对启动过程进行了仿真研究。1991 年，黄松元通过动态拉伸方法对输送带的动态弹性模量、阻尼和流变常数等参数进行了测试，并给出相关结论。1999 年，李玉瑾在辊道输送机上，应用等效为连续的数学模型应用偏微分方程，收获了辊道输送机动张力的表达式，并给出不同的松紧方式下运动的张力的计算方法^[5~7]。2004 年，李光布建立了输送带悬垂度的非线性动力学方程，经过计算，得出带式输送机的数学模型，开发了 BDS 软件对带式输送机进行仿真分析^[8,9]。2006 年，席平原利用有限元分析方法，建立了带式输送机纵向振动动力学模型^[10,11]。2014 年，李建华应用 AMEsim 软件建立了带式输送机整机仿真模型，并研究了不同的驱动速度曲线对带式输送机的冲击响应，为输送机如那启动过程的研究提供了依据。

因新技术和新材料的应用，以及各种配套辅助机构的巧妙配合使用，辊道输送机的功能得到了极大的延伸和发展。

1.3 课题主要研究内容与章节安排

1.3.1 主要研究内容

本文主要以完成企业现场的实际任务为研究对象，首先在已有的机械结构上进行流程分析及动作要求梳理。继而使用 EPLAN 专业电气绘制电气原理图软件进行电气原理图的绘制，之后在现场根据电气原理图进行接线，主要的电气元件包括西门子 PLC、西门子变频器、西门子触摸屏、西门子拓展模块、电机等。最后进行整个设备的联合调试，目的是达到企业的全部运行要求。

1.3.2 课题主要研究任务

(1) 实际生产总体方案规划、(2) 动力辊道输送线控制系统的硬件选型、(3) 电气原理图绘制、(4) 整理控制系统 I/O 分配表、(5) 西门子 S7-1200PLC 的程序编写及调试、(6) 变频器 G120C 的参数设定、(7) 相关文献的查阅、(8) 论文撰写等。

1.3.3 章节安排

第一章为绪论，对课题的目的和意义进行了理论分析，研究该课题的国内外发展现状，对课题主要研究任务做出安排。

第二章为总体方案规划，对整体的方案作出规划，根据企业的实际需求，设计

设备布局，进行对应的流程设计并且设计出相应的系统框图。

第三章为系统硬件设计，对系统所用到的主要元器件，例如：PLC 控制器、变频器、分布式 I/O、传感器及触摸屏等。根据所选型的元器件进行电气原理图的绘制。

第四章为系统软件设计，根据企业的实际控制需求进行 PLC 程序框架设计以及触摸屏画面及动画设计。

第五章为现场运行调试，根据选型好的硬件进行组装调试，并根据设计好的程序框架进行 PLC 程序编写并调试。整体设备生产运行情况，保存整体运行后的数据并进行分析，判断设备运行情况能否满足企业需求。

第六章是工作与总结，总结自己在此课题中所做的工作并且总结创新点在哪里，并且对后续继续研究工作指明方向。

第二章 总体规划

2.1 企业生产需求

改造后的设备需要将称重环节和输送环节相结合，节约叉车数量及节约整车的卸货时间。设备不能只有一个称重单元，以防出现故障。两个称重单元可以在停车状态下任意选择；当设备正常运行出现故障时，能够及时将出现故障的铜板尽快排出辊道，不影响后续的运行。输送的货物为铜板，平均长宽为 1000mm×1000mm，每捆重量为 2500KG-3000KG 之间。

2.2 设备布局

首先考虑到输送货品的重量比较大，输送方式采用动力辊道输送，由变频器负责电机的启停，从而控制动力辊道的正反转；液压缸负责铜板的举升。其次升降方式采用液压缸升降的方式，由 PLC 的输出点，驱动继电器，再由继电器控制液压油泵的工作，从而控制液压缸的升降。

电器柜里主要放置 PLC、变频器等诸多控制器及控制元件，输入辊道、磅 1、磅 2 共用一个分布式 I/O 站点，命名为 ET200-0。输送辊道 1 与输出辊道 1 共用一个分布式 I/O 站点，命名为 ET200-1 后面辊道组以此类推。输入辊道液压缸单独为一个液压站，其余没两个液压缸为一个液压站，输入辊道的液压缸放置于辊道最前端的下方，其余液压缸放置于每组输出辊道的下方。局部位置如图 2-1 所示。

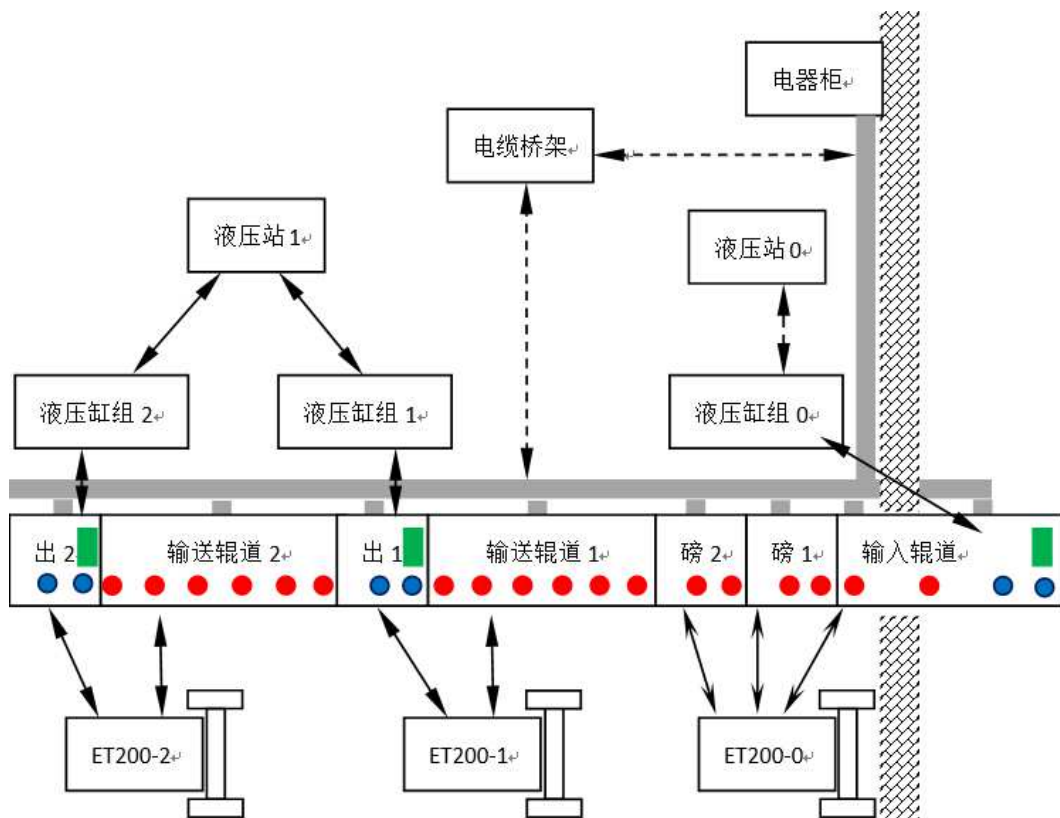


图 2-1 局部设备位置图

根据要求，铜板首先由叉车放置输入辊道，由输入辊道传送至地磅辊道，地磅辊道进行称重，称重完毕后将铜板传送至输出组；由于不能只有一个出料位置，出料后的码垛空间也比较长，把传送辊道延长，分为 6 个输出组，每组都由“输送辊道+输出辊道”组成：

输入辊道：将还未称重的铜板输送至地磅辊道。地磅 1 辊道、地磅 2 辊道：在选择某个辊道时，当前辊道具有称重及输送作用，另一辊道只具有输送作用。输送辊道：主要负责辊道的过程输送以及通过启停来保证铜板之间的安全距离。输出辊道：分为两种不同状态，若选择当前辊道输出，则辊道具有排出铜板功能及输送功能；若没有选择当前辊道输出，其功能跟输送辊道相同。见图 2-2 系统流程框图。

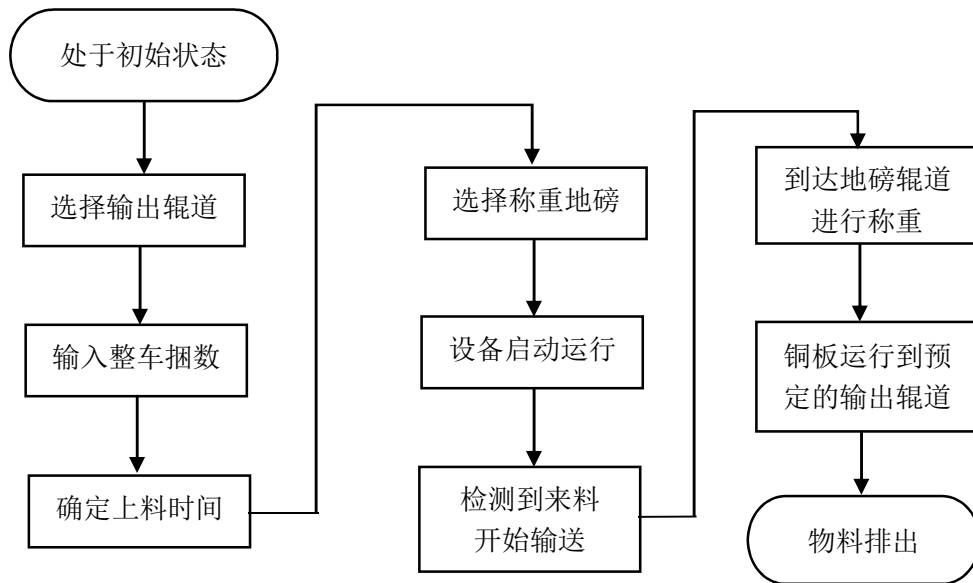


图 2-2 系统流程框图

2.3 运行流程设计

工人在完成准备操作后，按下开始按钮，等待货物，根据卸货场地空置情况，在触摸屏自动运行界面中选择出货辊道编号；

输入辊道上的托举液压缸已经升起，输入辊道停止转动→叉车司机见到卸货信号灯，开始将一捆捆铜板从货车搬运到输入辊道上→当一捆铜板被放到已经升起的托举架上并且叉车已经离开输入辊道，托举架执行下降，使铜板落到输入辊道上后，输入辊道才开始转动→当铜板被传送了一个铜板位置后，托举架又再次升起，为放下一捆做好准备→已经放到输入辊道上的铜板被继续输送到称重辊道 1，在铜板达到称重辊道的中间位置时，称重辊道 1 停止转动，等待 5 秒，其间地磅读取铜板毛重，随后称重辊道再次启动，将铜板输送到后面的输送辊道上→有两个串联的称重辊道，地磅 1 和地磅 2，平时地磅 2 如普通输送辊道一样；当地磅 1 的地磅有问题时，地磅 2 代替完成称重任务→在车间内有六个输出辊道，当铜板被输送到该辊道中间位置时，输出辊道停止转动，托举架将铜板升起，等待叉车来取→当叉车取走

铜板后，托举架又再次回落→输出辊道是否将铜板升起取决于且上面是否有铜板→下一个辊道是否转动取决于前一个辊道上面是否有铜板→如果有铜板卡在某一个位置，由现场专业人员上前进行手动操作，可以使相应辊道向后转动或停止→完成本车全部铜板的称重工作后，按停止按钮，设备自动回复初始状态，结束工作。

2.4 系统结构框图

设备整体以西门子 S7-1200PLC 为核心其余部件按分布式展开。西门子 S7-1200PLC 选择的型号为 PLC-1215C，远程 I/O 选择的型号为 ET200SP，变频器选择的型号为 G120C 变频器，触摸屏选择的型号西门子 TP1500，传感器选择的型号为欧姆龙 E3FA-DN11。遥控按钮和光电传感器都接入远程 I/O 模块，再由远程 I/O 模块通过 Profinet 与 CPU 通信将 I/O 信号传入 PLC。PLC 通过数字量输出端口驱动变频器，再由变频器驱动电动机达到辊道以预定速度转动。触摸屏显示日常运行时需要检测、可调整的数据内容，以及控制设备运行中、测试中使用的虚拟按钮。系统结构框图如图 2-3 所示。

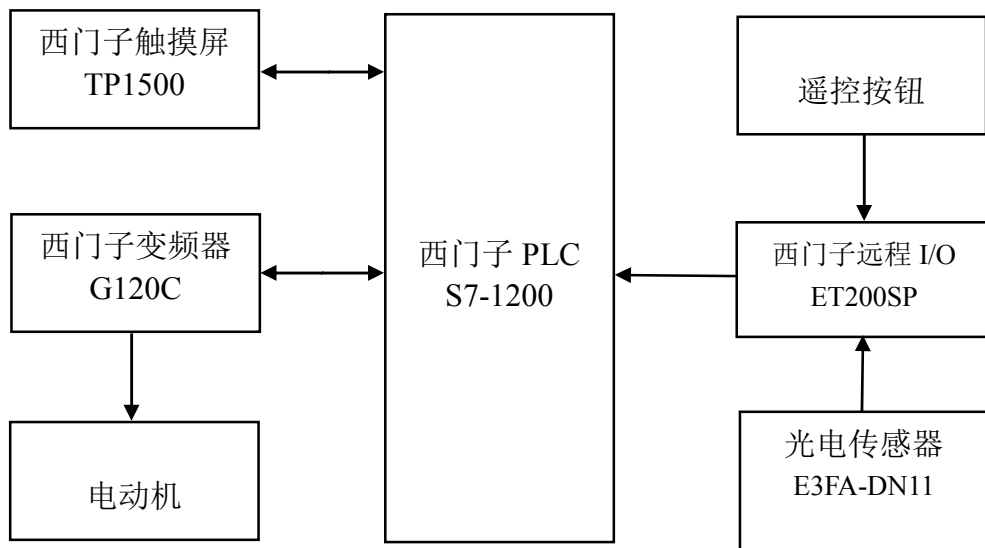


图 2-3 系统结构框图

2.5 本章小结

在本章中根据企业提出的实际需求及问题，分析他们目前做遇到的困难和问题，抓住痛点，结合企业提供的设备场地，首先设计出实际的设备布局图，根据现有的企业工作流程并给予改进，规划升级后的设备运行流程并出整体运行系统的结构框图。为后面的硬件设计及程序设计做好准备。

第三章 系统硬件设计

3.1 西门子 S7-1200PLC 控制器

控制器采用的是西门子 PLC-1200 系列，CPU 采用 1215C AC/DC/RLY；数字量输入输出拓展模块采用三个 SM1223 DC/DC/DC,一个 DI8+ DO8 模块,两个 DI16 +DO16;远程 I/O 模块采用六个 DI16 的 ET-200S，PLC-1512C 重要参数见表 3-1 所示。

表 3-1 PLC-1512C 重要参数表

名称	参数
电源类型	AC/DC/RLY
工作存储器	125KB
装载存储器	4MB
保持性存储器	10KB
数字量	14 点输入/10 点输出
模拟量	2 路输入/2 路输出
位存储器	8192 字节
信号模块拓展	8
最大本地 I/O-数字量	284
最大本地 I/O-模拟量	69
PROFINET	2 个以太网口
实数数学运算执行速度	2.3 μ s/指令
布尔运算执行速度	0.08 μ s/指令

PLC 采用循环执行用户程序的方式，称为循环扫描工作方式，一个循环扫描周期，主要可分为输入采样、用户程序执行和输出刷新三个阶段。PLC 运行后首先执行一次启动组织块，再开始监视时间，在输入采样阶段，读取输入设备的状态，并存储到 I/O 映像区中，之后进入执行用户程序阶段，按照从上到下从左到右的顺序依次执行用户程序，执行相应的用户程序，将输出映像区的结果刷新到输出设备^[12]。这一过程就是一个扫描周期，循环进行上述步骤称为循环扫描工作方式。PLC-1200 实物图如图 3-1 所示。



图 3-1 PLC-1200 实物图

3.2 分布式 I/O-ET200SP

分布式 I/O 模块可用于数据收集和各種控制的应用。分布式 I/O 模块具有可靠度高、价格优惠、设置容易、网络布线方便等特性，适用于分散地区的应用，可以为您节省系统整合的时间和费用。以往都是采用控制电缆和 PLC 连接。如果采用了分布式 I/O 模块，就可以通过一条通信线和 PLC 连接，节省了布线、节省了 PLC 自身的 I/O 点数^[13]。此设备采用的分布式 I/O 型号为：ET200SP，与 PLC1200 主机之间采用 Profinet 通讯，有响应速度快，信号稳定和抗干扰能力强等一系列优点^[14]。ET200SP 实物图如图 3-2 所示。



图 3-2 ET200SP 实物图

3.3 变频器 G120C

SINAMICS G120 变频器用来驱动三项交流电机，实现精确而又经济的转速/转矩控制。该系列产品涵盖了 0.37KW 到 250KW 的功率范围，并提供丰富的规格（外形尺寸从 FSA 到 FSGX），因此可广泛用于各种驱动方案^[15,16]。如图 3-3 所示，外形尺寸 FSA、FSB 和 FSC，均配备功率模块、控制单元 CU240E-2F 和基本操作面板 BOP-2。



图 3-3 G120 系列

根据企业实际需求，至少需要带动 3000KG 的负载，计算使负载朝一个方向移动的所有的力矩为：

$$F = MA \quad (3-1)$$

式中 F 为力矩， M 为负载质量， A 为角加速度。需要求得角速度，根据线速度转化成角速度公式为：

$$V = \omega r \quad (3-2)$$

式中 V 为线速度， ω 为角速度， r 为半径，1rad 约为 57.3 度。

通过公式(3-1)和(3-2)已知角速度，和力矩，可以根据功率公式为：

$$p = \frac{2\pi Fn}{60} \quad (3-3)$$

式中 p 为功率， F 为力矩， n 为转速。现场采用的是 2.2KW 和 5.5KW 的电动机，根据电动机功率选择大于或等于这个功率数值的变频器。

变频器采用的是西门子的 G120C 系列的变频器，由于输入辊道的电机需要反复启停，功率选择 5.5KW，裕量充足可以避免变频器启动时，有可能产生功率过大从而引发报警的问题。地磅辊道以及输出组的变频器都是提前启动，没有很大的静止负载，所以选用低一点的功率采用 2.2KW。变频器 G120C 实物图如图 3-4 所示。变频器选型参数表见表 3-2 所示。其中 1 到 5 项用于选择功率模块，6-8 项用于选择控制单元。



图 3-4 G120C 实物图

变频器的调速方式采用 V/f 模式控制：当电机的电源频率改变时,电机的内阻也随之改变,使电机的励磁电流发生变化,从而对电机的输出转矩造成影响,调速系统的性能也随之受到影响。电压控制方式目的就是为了得到理想的转矩-速度特性。为了使励磁电流不发生变化,只需要磁通在调速过程中保持不变,为了实现这一目的,就要改变电源频率的同时改变感应电动势,使频率和电压的比值为常数。由于因电动机定子阻抗而消耗的压降远小于定子上的电压,所以感应电动势可以用电源电压代替。

表 3-2 变频器选型参数表

序号	名称
1	电源电压等级
2	电机额定电流
3	电机额定功率
4	负载类型
5	变频器所处环境温度和海拔
6	电机是否带编码器
7	通讯接口类型
8	模拟量/数字量接口数量

n 为满载转速单位为“转/分”，60 代表是时间，单位为秒， f 代表供电频率， p 代表磁极对数， s 代表转差率，通过公式(3-4)可以计算出额定转速。

$$n = \frac{60f}{p}(1-s) \quad (3-4)$$

在图 3-5 给出的异步电动机等效电路中，设电动机的气隙磁通用 Φ 表示，则可已看出，励磁电流 I_M ，感应电势 E 和气隙磁通 Φ 有如下关系：

$$\Phi = MI_M \quad (3-5)$$

$$E = j2\pi fMI_M = j2\pi fq \quad (3-6)$$

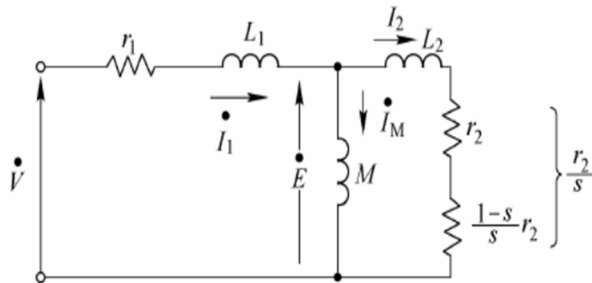


图 3-5 异步电动机的稳态等效电路

根据负载特性，变频器选择恒转矩控制模式，因此，为使气隙磁通 Φ 在整个调速过程中保持不变，只需在改变电源频率 f 的同时改变感应电动势 E ，使其满足：

$$\frac{E}{f} = \text{常值} \quad (3-7)$$

3.3 传感器 E3FA-DN11

传感器的类型非常的多，例如：电感传感器、电容传感器、光电传感器、超声波传感器，激光传感器和温度传感器等^[17]。各类传感器工业中主要反应对象如表 3-3 所示。

表 3-3 各类传感器工业中主要反应对象

传感器名称	反应类型
电感式传感器	带磁性金属
电容式传感器	金属
光电式传感器	不透光的物体

在不同的环境、不同的精度采用的传感器类型也是不同的，每种传感器使用起来都有利有弊，根据不同的需求选择合适的传感器^[18]。主要反应类型如图 3-5 所示。

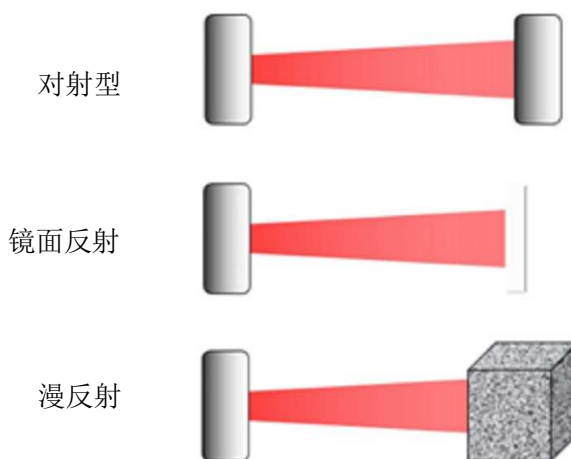


图 3-5 光电传感器反射图

由于设备的机械机构、固定传感器的位置是金属材料的板材，而且输送的材料是金属材料，长运行时间运行可能会有金属残渣掉落在传感器上，对传感器的检测产生较大的影响，所以采用漫反射式光电传感器。通过对传感器灵敏度的调节，可以稳定的检测辊道上运输的货物。光电传感器图如图 3-6 所示。



图 3-6 光电传感器图

设备采用的传感器为欧姆龙 E3FA-DN11 传感器，传感器的主要参数如表 3-4 所示。

表 3-4 光电传感器的主要参数

参数名称	反应类型
电压	DC10-30V
检测距离	1m
输出方式	NPN
电缆长度	2 米

3.4 触摸屏 TP1500

触摸屏在工业现场主要的作用是建立了人机交互的通道，可以使操作者检测设备运行的情况或者查看设备的提示信息，操作者也可以通过触摸屏，给设备下达控制指令从而操作设备。触摸屏采用的是西门子的 TP1500 精智面板，供电电压为直流 24V，接口包括：1 个 COM 口、1 个 WAN 口，2 个 LAN 口、两个 USB 口等。触摸屏 TP1500 参数表见表 3-5 所示。还支持 SIMATIC 2GB 以上的内存卡读写，更方便画面程序的备份和转移^[19,20]。

表 3-5 触摸屏 TP1500 参数表

名称	参数
显示屏对角线	15.4in
屏幕宽度	331.2mm
屏幕高度	207mm
分辨率	1200*800
用户数据存储器	24MB
PROFINET 协议	支持
PROFINET IO 协议	支持
PROFIBUS 协议	支持
MPI 协议	支持
Ether Net/IP 协议	支持

主要将 TP1500 的 LAN 口到控制柜内的交换机上，把 24V 直流电接入电源，上电开机口，在设置界面打开控制面板通过 PROFINET 图标打开对话框。分别设置“设备名”“设备 IP 地址”“设备网关”等参数设置。将 TP1500、PLC-1200CPU 和上位机设置在同一网段内，可以实现下载更新 HMI 界面并且与 PLC 主机的通信。触摸屏 TP1500 实物图如图 3-7 所示。



图 3-7 TP1500 正面图

3.5 电气原理图设计

控制柜的电路包括设备主电路、变频器控制电路、西门子 PLC-1200 控制电路、远程 I/O-ET200S 控制电路。此次所用的电路绘制软件为 EPLAN，它集成了电气设计、信号模拟、3D 控制柜建模、设备选型、支持多种电气标准等^[21]。一些特殊的器件可以快速的从网络上下载所需设备的参数和模型，很适用于电气设计。

3.5.1 系统主电路

系统主电源供电为 380V，主电路图如图 3-8 所示，A4 图幅见附录五。图 3-13 中各部分作用如下：QF1：为主电源断路器，起到电源通断功能；F27：为 PLC-1200 的电源断路器，起到控制 PLC 通断电功能，控制电压为 220V；F28：为控制控制柜风扇的电源断路器，设备满负载运行时有 16 个变频器同时工作风扇能够有效的帮助控制柜散热；F29：为 24V 电源断路器，负责控制柜全部 24V 电源通断功能；V2：开关电源将交流 220V 整流为直流 24V 电压。将外部电源先与 QF1 主电源断路器相连，之后再将 F27 系统电源断路器与 F28 风扇电源断路器相并联。从而形成 F29 控制低压 24V 电路的通断，F28 控制低压 220V 电路的通断。

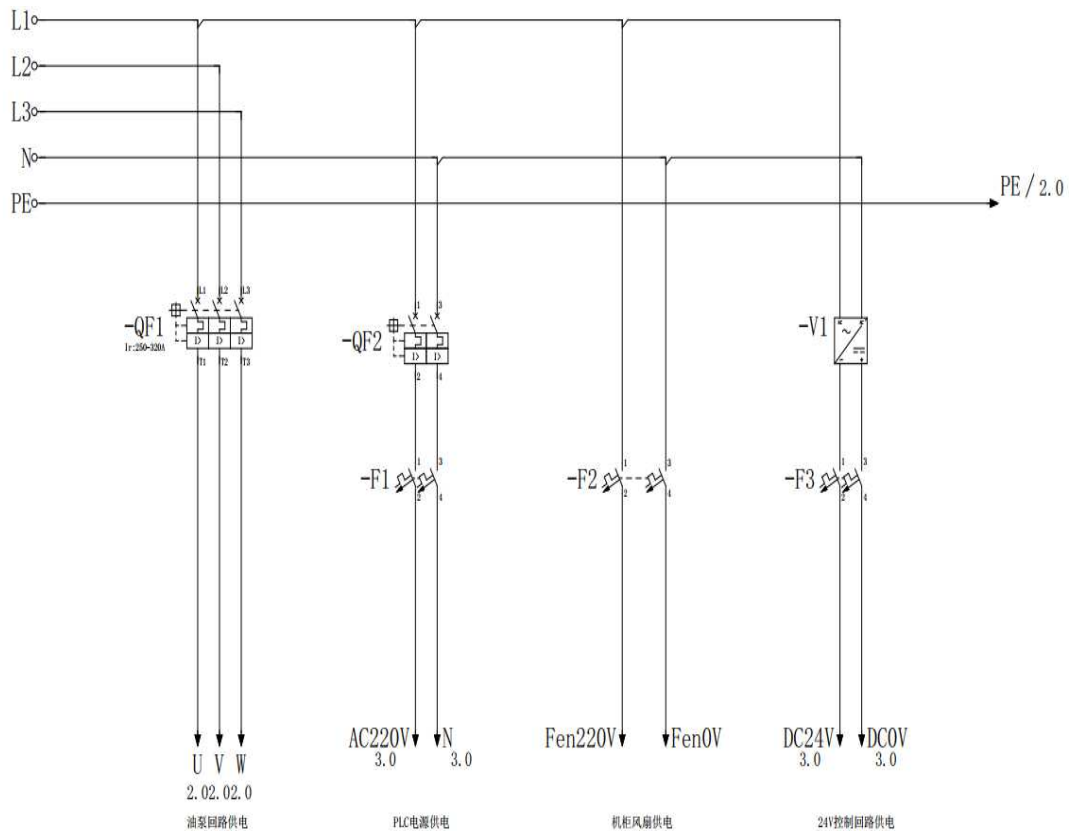


图 3-8 主电路

3.5.2 PLC 控制电路

PLC 控制电路如图 3-9 所示，A4 图幅见附录五。CPU 采用西门子 PLC-1200 型中的 1215C AC/DC/RLY，具有 14 个数字量输入点和 10 个数字量输出点，拓展模块采用三个 SM1223，一个有 8 个数字量输入点和 8 个数字量输出点，还有两个采用 16 个数字量输入点和 16 个数字量输出点。

A11 为 PLC-1215C；A12、A13、A14 为拓展模块 SM1223。K1-K18 这 18 个继电器主要起到间接控制液压回路，再由液压回路控制液压缸。而最后两个拓展模块 SM1223 的输出点口接到变频器的正反转。PLC 供电电源是 220V 电源，输出端子排的公共端接高电平，所以 PLC 输出端为低电平有效输出。所以被控对象“继电器”的一端接到输出点，另一端接 24V 正极，这样才能形成有效回路。

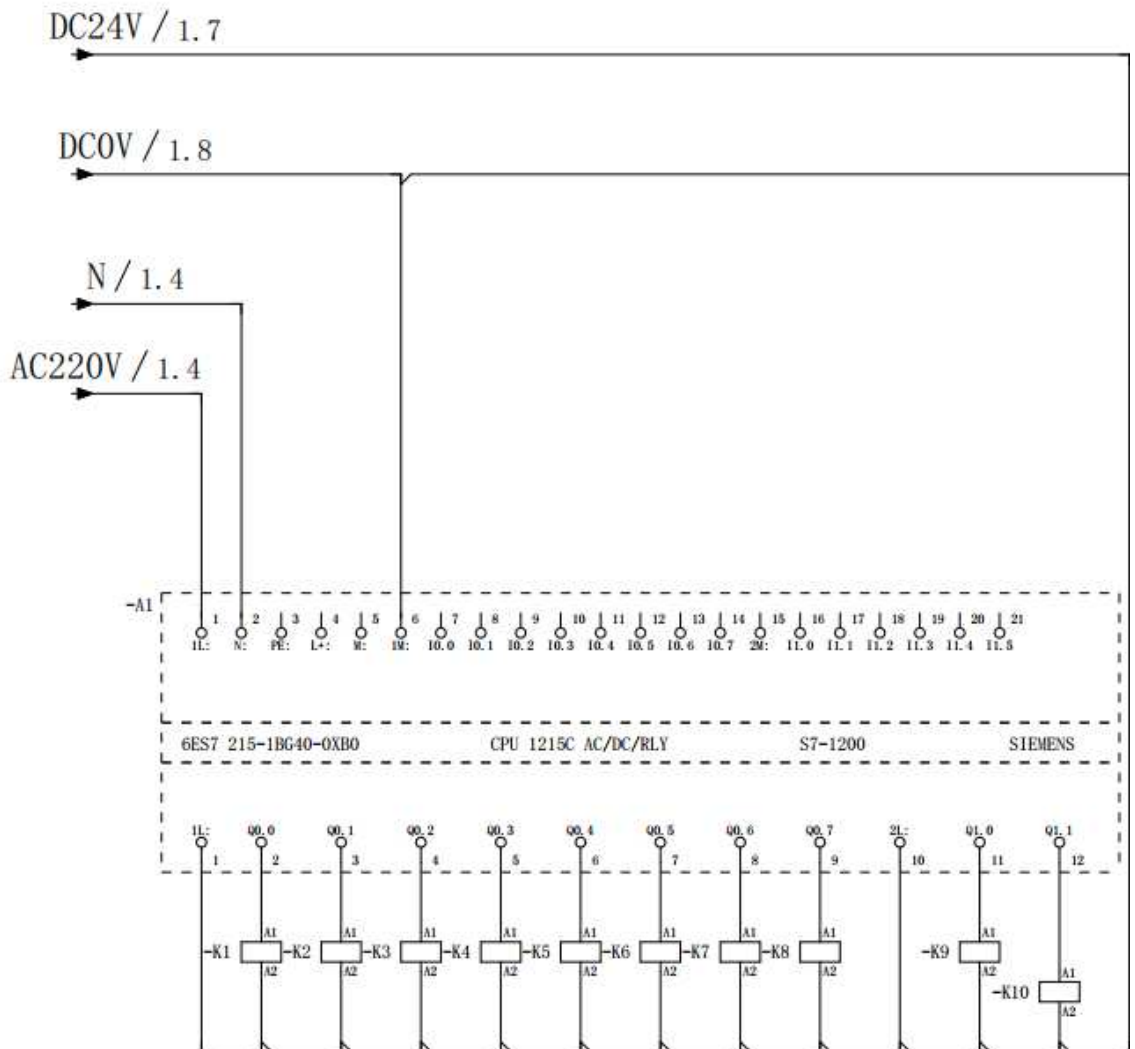


图 3-9 PLC 控制电路

3.5.3 液压油泵电源电路

液压油泵控制电路如图 3-10 所示，A4 图幅见附录五。F23 为液压油泵 1 的电源开关、F24 为液压油泵 2 的电源开关、F25 为液压油泵 3 的电源开关、F26 为液压油泵 4 的电源开关，M17 为油泵 1、M18 为油泵 2、M19 为油泵 3、M20 为油泵 4。液压油泵为 380V 电源供电，当他们闭合时，液压油进入到各个液压缸，通过控制液压回路的流通方向可以控制液压缸的升起、下降。从而控制铜板的升起，下降。

3.5.4 远程模块控制电路

远程模块控制电路如图 3-11 所示，A4 图幅见附录五。远程 I/O 模块采用 ET200SP，选择 16 个数字量输入模块，与 PLC 的 CPU 模块进行。每组辊道采用一个 ET200SP 的数字量输入模块。采用 24V 直流电源供电，每组 I/O 模块的前 8 个触点接到光电传感器，后 8 个触点连接遥控模块和急停。B1-B8 为光电传感器；S32 为急停按钮；S33-S39 为遥控按钮。

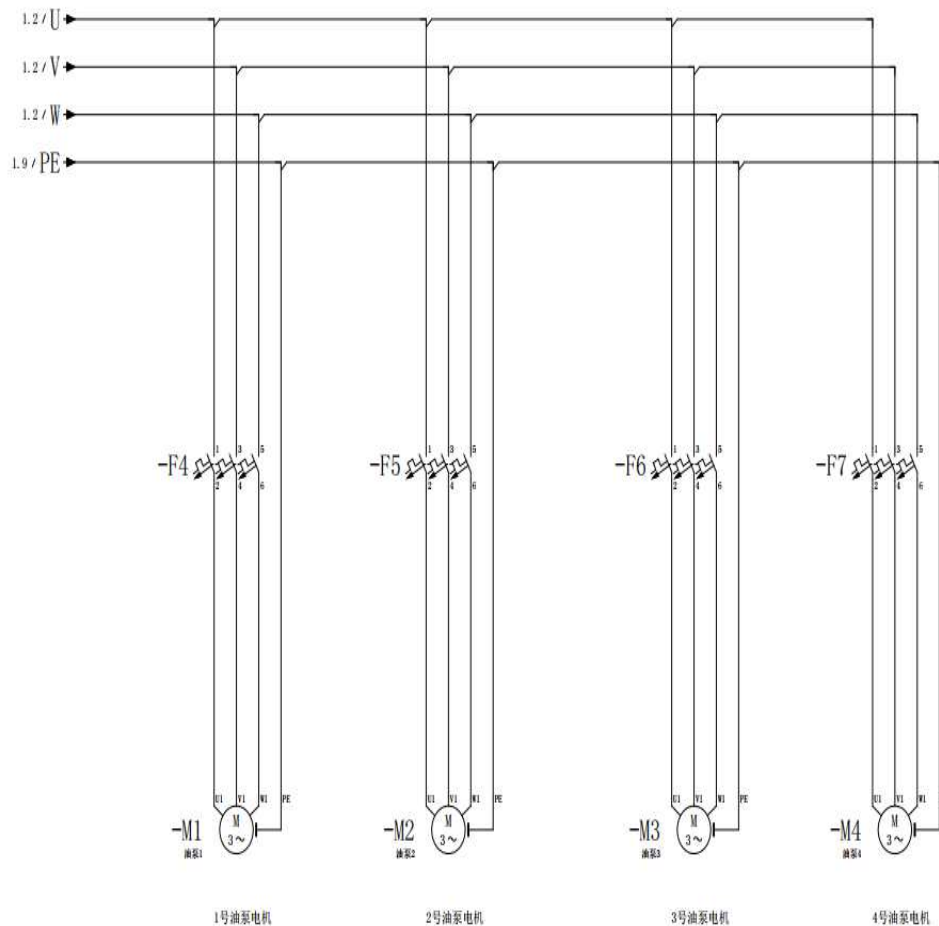


图 3-10 液压油泵电源电路

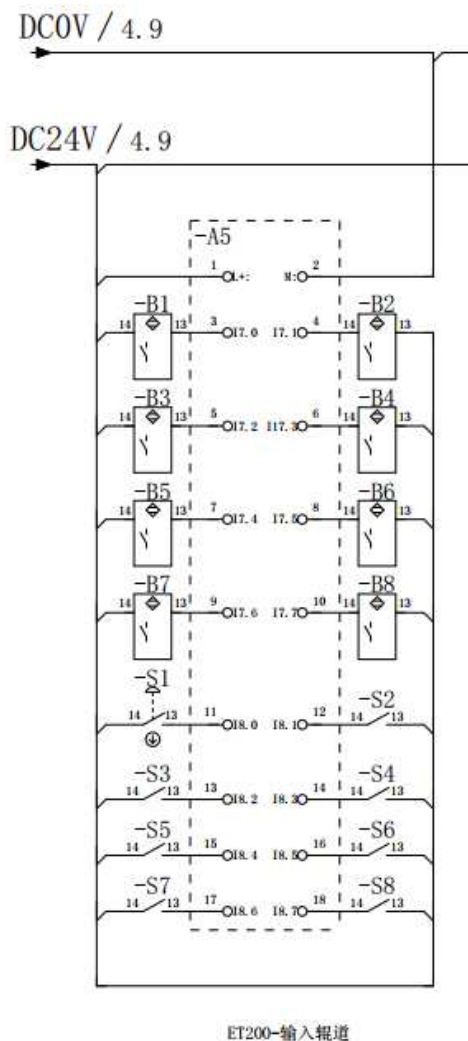


图 3-11 远程模块控制电路

3.6 本章小结

本章中,结合企业提出的控制要求,设计好的运行流程方案,进行 PLC 的 CPU、分布式 I/O、变频器等主要控制元器件的选型。其中 PLC 的 CPU 选择型号为西门子 PLC-1215C,变频器型号为西门子 G120C,触摸屏型号为西门子 TP1500,传感器型号为欧姆龙 E3FA-DN11 光电漫反射式传感器,分布式 I/O 选择的型号为西门子 ET200SP 分布式 I/O。根据所选的硬件设备,画出设备整体的电气原理图设计。为后面的程序设计及触摸屏画面的绘制做好准备。

第四章 系统软件设计

4.1 控制器程序设计

4.1.1 程序设计

OB1 在 RUN 状态下一直被循环扫描持续输出，其主要作用是调用其余所有的需要被调用的子程序（FC 块）。FC 是没有专用存储区的代码块，这意味着不需要任何数据的转换和添加，可以直接与 OB1 的数据可以直接相互使用。OB100 只在 PLC 从 STOP 状态切换到 RUN 状态时执行一次^[22,23]。

根据各程序块的特性，OB1 定义为 MAIN（主程序）里面调用所需要用到的 FC 块和各个子程序公用的程序段，例如：输入辊道和地磅辊道的控制程序段、液压缸的状态判断等等。OB100 定义为初始化程序，每次上电或者切换到 RUN 状态时将程序所用到所有的输出点、中间变量、定时器、液压缸位置、液压缸状态以及过程变量的数据，全部复位。需要条件选择执行的程序分别放入不同的 FC 中，选择并执行对应的程序，避免发生冲突。具体程序结构设计图如图 4-1 所示。

4.1.2 系统 I/O 分配表设计

整个设备的 I/O 分布有两大组成部分：主站 I/O 和远程 I/O。主站 I/O 主要控制输出信号，控制各个辊道的启动和停止、液压缸伸出、液压缸缩回和液压缸站的平衡。Q0.0-Q2.6 控制液压缸的所有动作，Q3.0-Q6.5 控制各个辊道的启动、停止和输送方向。任意液压缸站内的液压缸有升降动作，则液压缸站-平衡都会跟随，产生动作。PLC 主机 I/O 分配如表 4-1 所示。

表 4-1 PLC 主机 I/O 分配

PLC 接线端子	功能
Q0.0	输入辊道液压缸伸出
Q0.1	输入辊道液压缸退回
Q0.2	输出辊道-1 液压缸伸出
Q0.3	输出辊道-1 液压缸退回
Q0.4	输出辊道-2 液压缸伸出
Q0.5	输出辊道-2 液压缸退回
Q0.6	液压缸站-1 平衡
Q0.7	输出辊道-3 液压缸伸出
Q1.0	输出辊道-3 液压缸退回
Q1.1	输出辊道-4 液压缸伸出
Q2.0	输出辊道-4 液压缸退回
Q2.1	液压缸站-2 平衡

远程 I/O 主要采集输入信号，主要负责传感器的信号检测，在辊道上安装光电传感器，辊道上有铜板经过装有传感器的位置时传感器响应，并过 Profinet 通信将

数据传回 PLC 主站。为了方便测试，每个辊道都有对应的遥控器，通过遥控器可以在远离触摸屏时，手动操作辊道的启停。一个有 6 个 ET-200 站，每站的分布都相同，拿一号站举例，I7.0-I7.7 为光电传感器、I8.0 为急停按钮、I8.1-I8.6 为接收遥控按钮的信号点。ET-200-1 号站的 I/O 分配如表 4-2 所示。

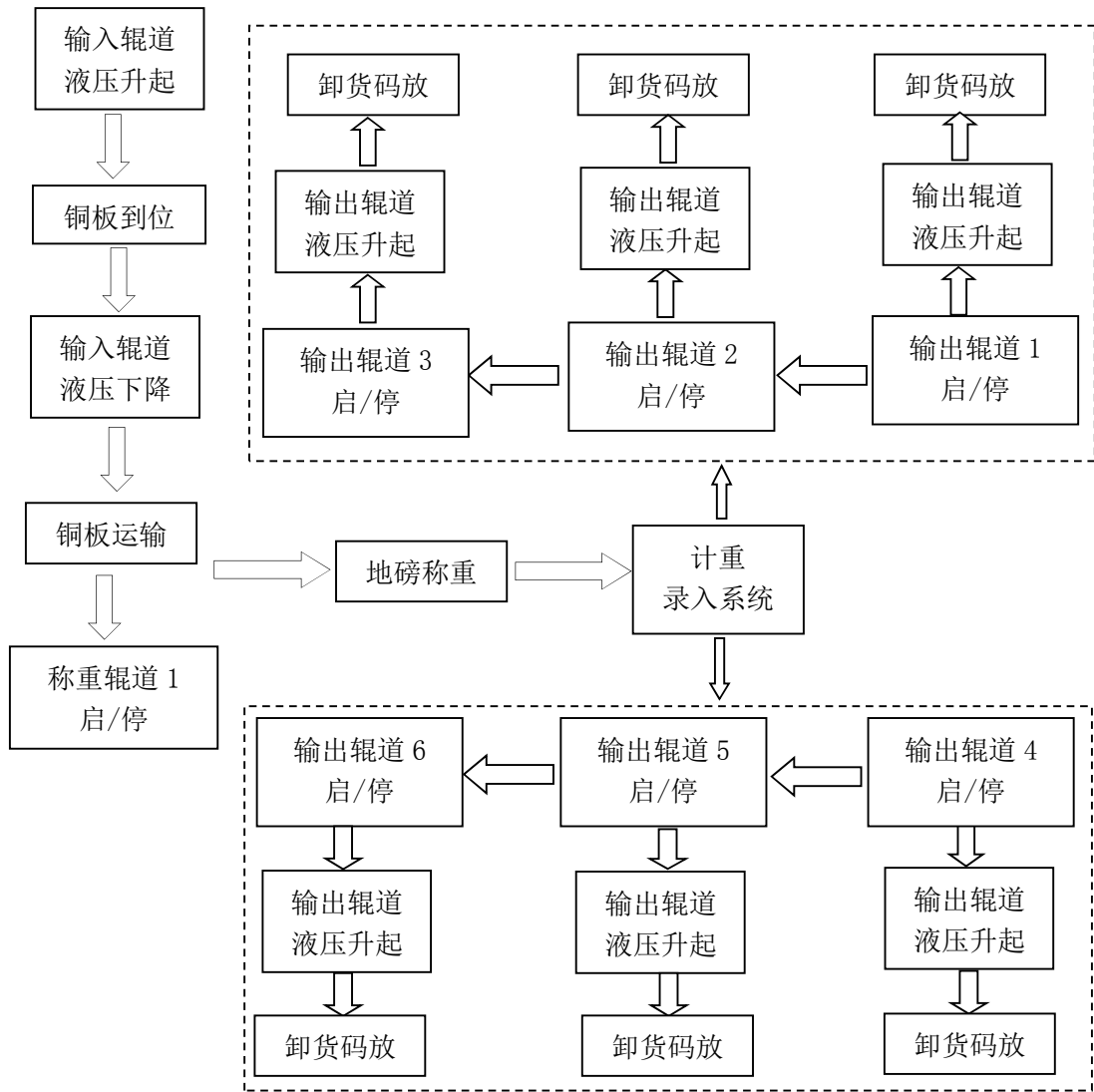


图 4-1 程序结构设计图

表 4-2 ET200-1 站的 I/O 分配

PLC 接线端子	功能
I7.0	输入辊道举升之间
I7.1	输入辊道中间-1
I7.2	输入辊道中间-2
I7.3	输入辊道后端
I7.4	地磅辊道 1 前端
I7.5	地磅辊道 1 中间
I7.6	地磅辊道 2 前端
I7.7	地磅辊道 2 中间

4.2 触摸屏画面组态

触摸屏的画面主要有：欢迎界面、窗口选择界面、自动控制界面、手动控制界面、辊道自锁调试界面、液压缸时间设定界面、传感器信号检测界面、堆料清理界面和急停检测界面。一共 9 个界面构成。欢迎界面：每次开机后弹出的第一个界面，通过右下角的“用户登录”按钮，进行用户登录或者进入窗口选择界面。窗口选择界面：左下角的手/自动按钮可以进行系统不同的模式切换，点击其余按钮都可以进入到对应窗口界面。窗口选择界面如图 4-2 所示。

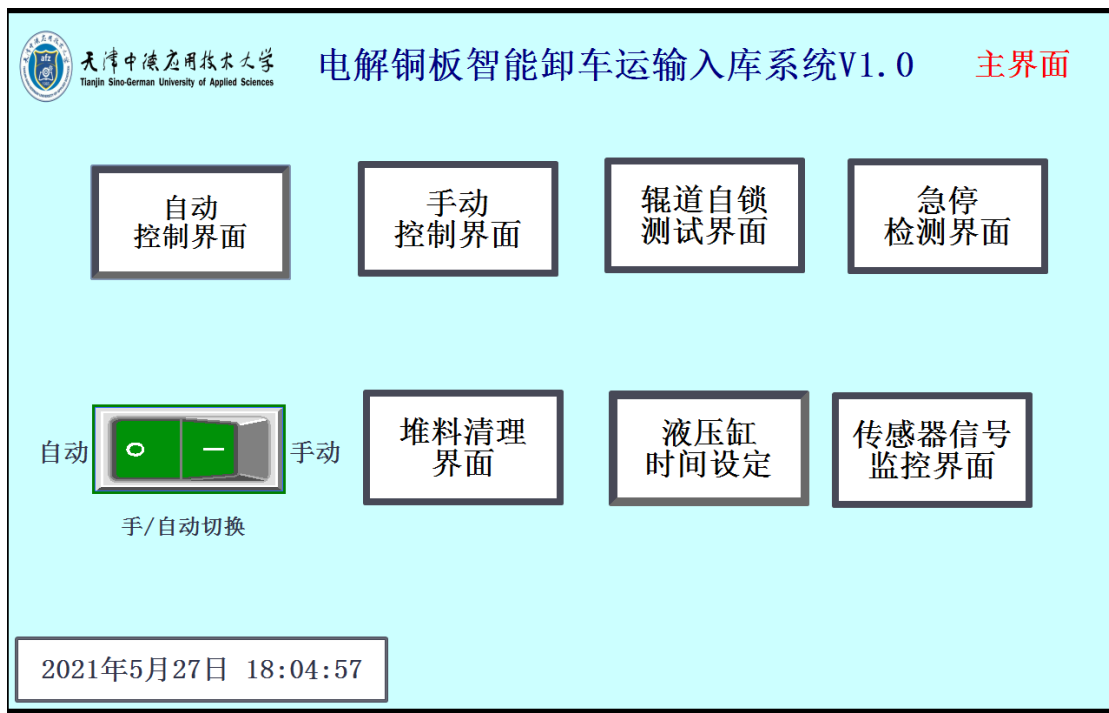


图 4-2 窗口选择界面

自动控制界面：集成了自动模式下对于设备的主要数据监控、重点数据输出和设备控制按钮。通过选择“输出辊道”可以选择某个辊道输出口为此次运行的输出口；“当前辊道数量”实时显示每组辊道段上的铜板捆数；“系统运行状态栏”实时显示设备运行的当前状态，也可以在设备运行前可以修改设备运行时的重点参数；通过“运行控制栏”里的按钮，可以控制设备自动模式下的“启动”、“停止”、“复位”等基本指令或者像“辊道再起动”、“变频器故障复位”等特殊指令的操作。自动控制界面如图 4-3 所示。

手动控制界面：集成了手动模式下所有被控对象的单体电动控制按钮。主要分为“液压缸手动控制”和“辊道手动控制”，响应模式为“按 1 松 0”既按下按钮有对应的动作响应，松开按钮停止响应。辊道自锁调试界面：集成了手动模式下全部辊道的自锁运行按钮和辊道运行状态的指示灯。所有辊道的正反转按钮响应模式为“取反”既第一次按下启动，再次按下停止，往复循环。液压缸时间设定界面：所有液压缸

的升起下降都可以在这个界面根据不同的现场情况进行调整，也能够显示液压缸当前状态的上升下降时间。传感器信号检测界面：能够实时检测辊道上所有传感器的状态。堆料清理界面：在设备运行发生故障，例如“铜板堆积”等特殊状况时，可以在堆料清理界面选择铜板最近的输出辊道，就近排出，以免影响后面铜板的运行。急停检测界面：能够实时检测辊道上所有急停按钮的状态。其余窗口界面见附录。

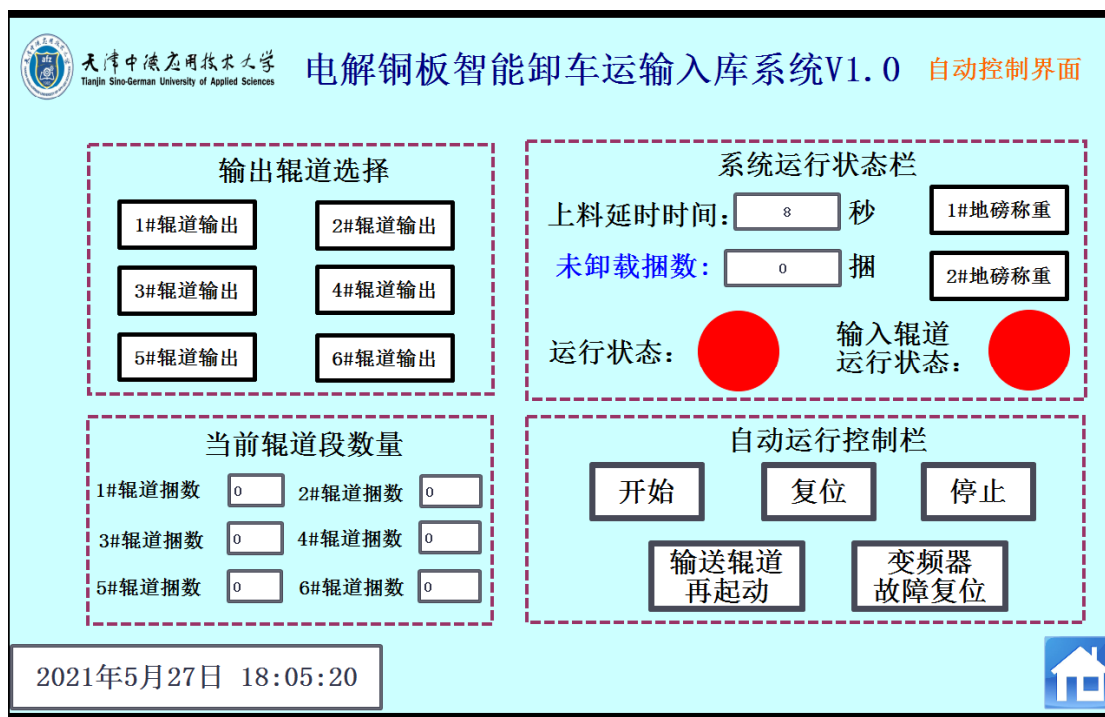


图 4-3 自动控制界面

4.3 本章小结

在本章中，主要对已有的控制设备进行程序框架设计，规划设备的 I/O 口分配并且根据控制要求，编写系统整体的控制程序，绘制触摸屏界面，要求实时显示设备运行当中能够在触摸屏上监控到所有的触摸屏数据，也通过触摸屏能够修改设备运行的重要参数，也能够通过触摸屏画面进行设备的手动调试，系统元器件状态监测等等功能。为后面程序调试及系统运行做好准备

第五章 运行调试结果

5.1 系统设定

5.1.1 变频器参数配置

设备采用的是“正反转启动信号+固定频率”的输出模式。根据电动机的铭牌可以确定电机的主要参数：额定电压、额定电流、额定转速、功率等等^[24]。通过西门子变频器 G120C 的 BOP-2 面板调节变频器参数，如表 5-1 所示。

表 5-1 变频器参数设置表

序号	参数号	设置值	功能
1	P0010	1	驱动调试参数筛选
2	P0100	0	电机标准 IEC/NEMA
3	P0304	380	电机额定电压
4	P0305	5.18	电机额定电流
5	P0307	5.5	电机额定功率
6	P0308	0.86	电机额定功率因数
7	P0311	1430	电机额定转速
8	P1900	2	电机数据检测和旋转电机检测
9	P1080	0	最小转速
10	P1120	3	斜坡功能发生器的上升时间
11	P1121	3	斜坡功能发生器的下降时间
12	P0015	13	宏文件驱动设备
13	P1000	3	频率输出模式
14	P1001	35	固定频率
15	p3900	1	快速调试完成
16	P0010	0	

5.1.2 电气控制柜测试

用万用表检查电源是否短路，PLC 供电正负极是否接反，检查无误后设备上电^[19]。检查电气控制柜内的所有元器件的供电电压是否正常，远程 I/O 模块 ET200S 由于传输距离较远且供电电压是 24V，有极大可能会存在由于电压衰减导致电压不够的情况，出现这种情况考虑升高电源电压，从而有效的改善问题^[25]。

5.1.3 运行模式设定

在 HMI 界面上选择为手动模式。将编写好的程序下载至实际设备中，首先通过手动界面的按钮都确认完毕，辊道及液压缸的输出都比较稳定。手动控制界面如图 5-1 所示。



图 5-1 手动控制界面

在人员干预的情况下进行自动运行称之为半自动测试。在自动控制界面设定：输出辊道口、系统状态栏的内容设定，设定完毕后启动设备运行。半联动测试主要观察观察动力辊道的运行现象，对于运行不流畅，出现故障的地方进行调整。保证动作运行顺畅现场设备现象与程序没有出入，信号及数据传输正常，至此半联动测试完毕。

随后，调度整车 50%的铜板进行自动运行测试，记录自动运行测试的结果，根据结果再次修改程序、记录相应的数据。一直保持动力辊道在运输铜板 30min 以上，检查设备运行的稳定性，以此类推进行加载。修改程序直至加载到产量的配额或满足相关技术文件要求。修改后的运行情况如图 5-2 所示。自动运行测试完成后，可以进行设备生产试运行，对设备最后的监测及调整。



图 5-2 设备正常运行

5.2 数据分析

根据改造后现场实际运行的情况进行总结并与改造前进行比对,如表 5-2 所示。在同样的卸货时间下,改造后所用的叉车数量减少了 50%,称重的误差与原本的称重结果相差无几,都在允许的范围之内。改造之前的称重方式是人工手记,改造后变为自动称重,大大减少了因为人工失误从而返工的过程,从而变相的提高了生产效率。

表 5-2 升级改造后数据对比

名称	改造前数据	改造后数据	数据分析
卸货速度	6min/车	6min/车	提升 50%
称重误差	1.5-2kg/捆	1-1.6kg/捆	提升 40%
叉车数量	6 辆	3 辆	减少 50%
计数方式	人工	自动	提高准确率

5.3 本章小结

在本章中,主要对编写完成的设备控制程序,绘制完成触摸屏人机交互界面,变频器调试好的参数进行综合性的调试。首先进行电路测试保障设备的安全性,长时间的生产运行保证设备的稳定性和可靠性,将生产运行的数据进行综合分析,进行数据的综合对比后分析设备整体的提升性能。在设备投入运行后,长时间的工作的效率降低明显比人工减小,能够保持较高效的运行状态,能源消耗也有所降低,厂房车间的生产安全性大大提高。

第六章 总结与展望

6.1 工作总结

本文的主要内容是根据企业实际需求，进行实际的硬件安装、软件编程、现场调试和企业验收。通过自我的不断学习，查阅硬件的说明手册，根据企业的硬性需求，确定了整体设备的控制流程和运行方式，做了部分的原理分析和可行性分析工作。本文主要研究内容可以总结为以下几个方面：

1. 设计设备的整体布局及系统的结构框图，根据设计好的结构框图及需求确定升级后设备的运行流程设计，并进行分析论证。

2. 根据系统的结构框图，及实际设备的 I/O 点应用，进行核心元器件的选型，选型结束后进行控制柜的安装与测试。设计 I/O 分配表，根据设计好的 I/O 分配表及论证通过的流程设计，进行 PLC 程序及触摸屏界面的界面、动画绘制。

3. 将需要信息交互的单元组成局域网，使得控制设备之间的信息可以随时调用至触摸屏，可以进行查看和修改，设备全部组装完成后进行整体调试。

6.2 后续工作展望

本文提到的动力辊道自动控制系统包括以下的几个部分：触摸屏界面、PLC 控制系统、传感器检测系统和辊道输送系统。本文介绍了关于动力辊道自动控制系统的方案设计，以方案为基础实现了基本功能。然而，距离实现动力辊道的智能生产还有一定的距离，需要从如下几个方面对该系统进行扩展设计和开发：

1. 目前只是能够实现在设备启动前选择输出辊道，对于设备的提升效率的程度十分有限。后期可以升级为动态出料，在设备运行的时候在任何时刻都可以选择任意一个辊道进行排除，辊道上的铜板运行至已被选择的最近的辊道自行排出。动态出料对设备整体的提升效率有非常大的提升。

2. 传感器的检测位置可以进行更改或者可以在厂房的最上方采用摄像头实时扫描辊道上铜板运行的情况，通过计算机与摄像头的数据处理，将辊道的铜板处于辊道的位置以动态动画形式实时的用上位机显示出，可以不用出控制室就能了解辊道的运行状态。

3. 由于辊道输送距离较远，在控制室内无法清晰地看到辊道整体的运行情况，还可以增加 5G 通讯模块，研发与设备数据相关信息的 APP 或者小程序软件，使操作员通过手机能完成现在触摸屏所有的功能，例如：能够实时的监控到设备的运行情况、修改设备运行参数、设备生产数据的实时反馈、历史报警信息汇总和对产出的物料进行报表式整理等等。可以更进一步的减少人工成本，提高生产效率和生产稳定性。

参考文献

- [1] 徐妙禄.PLC 控制在工业自动化中的应用研究[J].科技风,2020(32):89-90.
- [2] Wang Hong,Yan Ying Li.Application of intelligent control in industrial process control automation[J].Journal of Physics:Conference Series.Volume,1617,2020(1):012-012.
- [3] S. M. Pritchard and D. C. Hesterman.Elastic Dynamics in An Overland Belt Conveyor Modeled by Receptances[J]. Bulk solids handling,2000,20(4):451-457.
- [4] A.Harrison. Belt Conveyor Research 1980-2000[J]. Bulk SolidsHandling,2001,21(2):159-164.
- [5] 李玉瑾.带式输送机的动态特性分析与软起动设计[J]. 煤炭学报,2002,27(3):294-299.
- [6] 李玉瑾.带式输送机采用恒力自动张紧装置时胶带张力计算[J].起重运输机械,2003,43(11):13-17.
- [7] 宋伟刚,邓永胜,郭立新.基于功率跟踪控制策略的带式输送机动态设计方法[J].东北大学学报(自然科学版),2002,22(9):899-902.
- [8] Guangbu L.Study on conveyor non-linear dynamics and its effect on dynamic behavior[J].东南大学学报(英文版),2004,20(1):70-74.
- [9] 李光布,李儒琼,韦家增.基于几何非线性大型带式输送机动力学仿真[J].中国机械工程,2007,18(1):23-25.
- [10] 席平原,黄鹏,汪冰.具有液力耦合器的带式输送机动力学的仿真[J].矿业研究与开发,2006,26(5):66-68.
- [11] 李建华,赵松.基于 AMESim 的带式输送机启动加速度研究[J].煤矿机械,2014,35(10):256-257.
- [12] 王娟.关于西门子 S7-1200PLC 数据存储的研究[J].电子世界. 2020(21):17-18.
- [13] 李忠峰,任学鹏,张佩璇,徐俊达,吴启双,柳雯雯.远程控制模块在 PLC 远程控制中的应用研究[J].内燃机与配件,2020(15):117-118.
- [14] 张浩.西门子 PLC 与 HMI 的以太网通讯的应用[J].价值工程,2019,38(6):168-170.
- [15] 路东兴.S7-1200 对 G120 多段速控制的两种解决方案[J].科学技术创新,2020(28):189-192.
- [16] 王飞.带式输送机节能控制系统设计[J].机械研究与应用,2020(4):135-137.
- [17] 赵小霞.机电自动化控制中传感器技术的应用探讨[J].电子制作,2020(20):56-58.
- [18] 余东,黄萌.基于 PLC 的煤矿带式输送机智能监控与节能保护系统设计[J].煤矿机械,2020(5):199-202.
- [19] 于淑静.组态软件 WinCC 在自动化生产线上的应用[J].新型工业化. 2018(12):78-82.
- [20] 苏本知.浅谈基于 PLC 和 WinCC 技术的自动化系统设计与实现[J].机电信息. 2017(33):150-151.
- [21] 陶瑞莲.基于 EPLAN 在电气系统设计中的应用[J].工业控制计算机,2019(2):120-122.
- [22] 丘玉泉.PROFINET 总线技术在西门子博途软件中的应用[J].信息与电脑(理论版). 2019(13):158-159.
- [23] 王斌,曲杰,张国旭,张明,王宁,朱煜.PROFINET 总线技术在西门子 TIA 博途软件中的应用[J].

锻压装备与制造技术. 2015(6):79-83.

[24] 马岩.浅析西门子 PLC 控制网络的配置策略与应用[J].电子测试,2020(22):115-116.

[25] 孙圣华.带式输送机集中控制系统研究[J].能源与节能,2020(7):93-94.

致 谢

两年的时间转瞬即逝，从开始的满怀期待到现在的依依不舍，我们成长了许多，我们的校园生活已经接近了尾声。多想让时间慢一点，再慢一点，再去跟老师多探讨探讨自己的迷茫，再让老师多传授给我们一些知识，再让我们齐聚中德，以后都是难上加难的事情了。

两年前第一次踏入中德大门时，我怀揣浮躁的状态、憧憬的向往和对未来的迷茫开启了我的大学旅程，而现在我怀揣稳重的态度、坚定的信念和不怕吃苦的精神即将走向社会，这是中德给我最好的礼物。

本课题能够顺利的进行并最终圆满的完成，离不开庞老师的悉心指导，无论是在设备程序框架搭建，还是程序编写、调试，最后的论文撰写等多个方面都对我提供了非常大的帮助，一直都耐心的向我指导，使我不只是在技术上有了进步，更是在思维上给予了我更大的提升。遇到技术难题时，庞老师提供了大量的资源，既节约了时间，又提高了后面的工作效率，也保障了课题的顺利继续进行，在此向庞老师表示由衷的感谢，感谢您的倾囊相授，正是您这种对于事物一丝不苟的精神深深的影响了我，感谢和您一起度过的这些时光，让我收获颇丰。也感谢这两年内我所有的授课老师，我或多或少的从你们那里都学到知识，或者是为人处世的方法，这在未来的工作中、人际关系中都会对我产生非常重要的影响。也感谢我的同学们，在生活和学习当中，你们都陪伴着我一起前行，我们少不了欢乐，正是你们的帮助与鼓励，我才能克服一个又一个的困难和疑惑。最后要感谢我的父母，他们含辛茹苦的把我抚养成人，如今我学业有成，将来要好好地回报他们，让他们知道他们的辛苦并没有白费。

最后，由衷的感谢百忙之中参与评审论文和答辩的各位专家、教授，感谢你们对论文提出宝贵意见。

附录

附录一 中文译文及外文资料

智能控制在工业过程控制自动化中的应用

1.工业过程控制自动化前沿工业自动化是 20 世纪 90 年代以来现代制造业的重要技术之一二十世纪。在工业过程控制自动化的基础上，提出了工业过程控制的迭代算法促进了工业生产技术升级，提高了生产效率和水平得到了提高。同时，提高了工业生产的安全系数。基于云计算、物联网等各种新技术的开发和应用人工智能推动了工业自动化的发展，向智能化方向发展，并逐步进入工业 4.0 时代。霍尼韦尔，流程工业的行业领导者，提出 Experion 过程知识系统（PKS）高度集成虚拟化环境（HIVE）下一代过程控制技术：2019 年霍尼韦尔技术峰会，这是其技术创新是最大的亮点。这基于霍尼韦尔的过程知识系统，从 LEAP 虚拟化项目发展而来，主要是改变自动化项目的执行模式，从定制化工程到标准化工程，以达到提高实施速度和效率的目的降低风险。同时，霍尼韦尔提出了互联工厂的概念。重点放在项目的最佳运作上。互联工厂的核心在于过程互联、资产互联、人员互联。特别地，过程互连是通过生产执行系统和系统的互连来实现的互联互通的运营服务和实时优化，从而提高了运营效率工业过程。目前，工业过程控制的自动化正朝着自动化方向发展智慧。与此同时，各种新技术也得到了广泛的应用，比如互联网物与工业机器人，以及互联工厂的概念，促进了工业智能的发展。

2 智能控制在工业过程控制自动化中的具体应用

2.1 信息获取领域

从实现工业过程自动化的角度出发，对信息进行分析生产过程可以为生产自动化控制提供支持。目前，低水平的工业过程控制的信息控制是影响其发展的重要问题。沿着随着经济的发展和社会的快速进步，生产与生活的矛盾日益突出就业和机械自动化在工业生产中日益突出。如果我们愿意的话为了实现工业过程控制自动化的目标，有必要减少生产和成本就业。为了提高控制的自动化水平，需要系统的支持与配合智能化技术，进而推动自动化的发展。智能控制采用自动化技术获取生产设备的运行信息智能控制系统。通过操作和处理，对设备进行智能控制可实现操作，减少工业生产。信息技术被用来优化工业生产过程控制系统，促进其智能化的实现控制功能，有效获取生产信息。

2.2 系统建模

在工业过程控制自动化中，智能控制技术的应用也越来越广泛体现在系统建模方面。具体内容如下：1) 数据收集信息。采用智能控制系统，实现数据自动化和智能采集完整的高效。另外，A/D 转换单元可以用来完成数据采集、使用模数转换器对模拟信号进行处理，将其转换成数字信号，存储在数据寄存器，使用 PLC，能够打印和读取数据，完成数据传输。2) 在计算机中的应用领域检测。它有助于确保生产过程的安全和有序，以及利用智能控制技术完成对生产的自动监控。这个整个应用过程需要发挥 PLC 的功能。通过监控装置和设备，能及时发现故障并传输记录。在分析了计算机中心，找出故障原因，并对故障原因进行处理。

Application of intelligent control in industrial process control automation

1. Industrial process control automation frontier industrial automation is one of the important technologies of modern manufacturing industry since the 1990s twentieth century. On the basis of industrial process control automation, the iterative algorithm of industrial process control has been proposed to promote the upgrade of industrial production technology and improve the level of production efficiency and quality has been improved. At the same time, the safety factor of industrial production has been improved. Based on the development and application of various new technologies such as cloud computing and Internet of Things artificial intelligence has promoted the development of industrial automation in the direction of intelligence and gradually entered the era of Industry 4.0. Honeywell, an industry leader in the process industry, presents Experion Process Knowledge System (PKS) Highly Integrated Virtualized Environment (HIVE) next-generation process control technology: Honeywell Technology Summit 2019, which is its technological innovation is the biggest highlight. This is based on Honeywell's Process Knowledge System, which evolved from the LEAP virtualization project and focuses on changing the execution model of automation projects from customized engineering to standardized engineering to reduce risk for the purpose of increasing implementation speed and efficiency. At the same time, Honeywell came up with the concept of the Connected Factory. The focus is on the best operation of the project. The core of the Connected Factory is process interconnection, asset interconnection, and people interconnection. In particular, process interconnection is an interconnected operational service and real-time optimization through the interconnection of production execution systems and systems, thus improving operational efficiency industrial processes. Currently, the automation of industrial process control is developing wisely towards automation. At the same time, a variety of new technologies have been widely used, such as Internet things and industrial robots, as well as the concept of connected factories, promoting the development of industrial intelligence.

2 Intelligent control in the automation of industrial process control in the specific application of

2.1 Information acquisition field

From the point of view of achieving industrial process automation, the analysis of information for the production process can provide support for production automation control. At present, the low level of information control of industrial process control is an important issue affecting its development. Along with the development of the economy and rapid social progress, the contradiction between production and life is becoming increasingly prominent employment and mechanical automation in industrial production. If we wish in order to achieve the goal of industrial process control automation, it is necessary to reduce production and cost employment. In order to improve the level of automation of control, the system needs to support and cooperate with intelligent technology, which in turn promotes the development of automation. Intelligent control uses automation technology to obtain information about the operation of production equipment intelligent control system. Intelligent control of equipment through the operation and processing can achieve operation and reduce industrial production. Information technology is used to optimize the industrial production process control system to promote its

intelligent implementation of control functions and effective access to production information.

2.2 System modeling

In the automation of industrial process control, the application of intelligent control technology is also increasingly widely reflected in the system modeling. The specific content is as follows: 1) data collection information. The use of intelligent control systems to achieve data automation and intelligent collection of complete and efficient. In addition, the A/D conversion unit can be used to complete data collection, the use of analog-to-digital converters for analog signals, convert them into digital signals, stored in the data in registers, the use of PLC, the ability to print and read data, complete data transfer. 2) in the computer application area detection. It helps to ensure the safety and orderliness of the production process, as well as the use of intelligent control technology to complete the automatic monitoring of production. This whole application process requires the function of PLC. Through monitoring devices and equipment, faults can be detected and records transmitted in time. After analyzing the computer center, the cause of the failure is identified and the cause of the failure is dealt with.

附录二 PLC 控制系统 I/O 分配表

表 1 PLC 主机的 I/O 表

PLC 接线端子	功能
Q0.0	输入辊道液压缸伸出
Q0.1	输入辊道液压缸退回
Q0.2	输出辊道-1 液压缸伸出
Q0.3	输出辊道-1 液压缸退回
Q0.4	输出辊道-2 液压缸伸出
Q0.5	输出辊道-2 液压缸退回
Q0.6	液压缸站-1 平衡
Q0.7	输出辊道-3 液压缸伸出
Q1.0	输出辊道-3 液压缸退回
Q1.1	输出辊道-4 液压缸伸出
Q2.0	输出辊道-4 液压缸退回
Q2.1	液压缸站-2 平衡
Q2.2	输出辊道-5 液压缸伸出
Q2.3	输出辊道-5 液压缸退回
Q2.4	输出辊道-6 液压缸伸出
Q2.5	输出辊道-6 液压缸退回
Q2.6	液压缸站-3 平衡

表 2 PLC 主机拓展模块的 I/O 表

PLC 接线端子	功能
Q3.0	输入辊道启停
Q3.1	输入辊道方向
Q3.2	地磅 1 辊道启停
Q3.3	地磅 1 辊道方向
Q3.4	地磅 2 辊道启停
Q3.5	地磅 2 辊道方向
Q3.6	1#输送辊道启停
Q3.7	1#输送辊道方向
Q4.0	1#输出辊道启停
Q4.1	1#输出辊道方向
Q4.2	2#输送辊道启停
Q4.3	2#输送辊道方向
Q4.4	2#输出辊道启停
Q4.5	2#输出辊道方向
Q4.6	3#输送辊道启停
Q4.7	3#输送辊道方向
Q5.0	3#输出辊道启停
Q5.1	3#输出辊道方向
Q5.2	4#输送辊道启停
Q5.3	4#输送辊道方向

表 3 PLC 主机拓展模块的 I/O 表

Q5.4	4#输出辊道启停
Q5.5	4#输出辊道方向
Q5.6	5#输送辊道启停
Q5.7	5#输送辊道方向
Q6.0	5#输出辊道启停
Q6.1	5#输出辊道方向
Q6.2	6#输送辊道启停
Q6.3	6#输送辊道方向
Q6.4	6#输出辊道启停
Q6.5	6#输出辊道方向

表 4 ET200-1 站的 I/O 表

PLC 接线端子	功能
I7.0	输入辊道举升之间
I7.1	输入辊道中间-1
I7.2	输入辊道中间-2
I7.3	输入辊道后端
I7.4	地磅辊道 1 前端
I7.5	地磅辊道 1 中间
I7.6	地磅辊道 2 前端
I7.7	地磅辊道 2 中间
I8.0	急停按钮 1、2 两侧并联
I8.1	输入辊道正向点动
I8.2	输入辊道反向点动
I8.3	地磅辊道 1 正向点动
I8.4	地磅辊道 1 反向点动
I8.5	地磅辊道 2 正向点动
I8.6	地磅辊道 2 反向点动

表 5 ET200-2 站的 I/O 表

PLC 接线端子	功能
I9.0	输送辊道 1 前端
I9.1	输送辊道 1 中间-1
I9.2	输送辊道 1 中间-2
I9.3	输送辊道 1 中间-3
I9.4	输送辊道 1 中间-4
I9.5	输送辊道 1 后端
I9.6	输出辊道 1 前端
I9.7	输出辊道 1 中间
I10.0	急停按钮 3、4 两侧并联
I10.1	输送辊道 1 正向点动

续表 5 ET200-2 站的 I/O 表

I10.2	输送辊道 1 反向点动
I10.3	输出辊道 1 正向点动
I10.4	输出辊道 1 反向点动
I10.5	输出辊道 1 液压缸伸出
I10.6	输出辊道 1 液压缸退回

表 6 ET200-3 站的 I/O 表

PLC 接线端子	功能
I11.0	输送辊道 2 前端
I11.1	输送辊道 2 中间-1
I11.2	输送辊道 2 中间-2
I11.3	输送辊道 2 中间-3
I11.4	输送辊道 2 中间-4
I11.5	输送辊道 2 后端
I11.6	输出辊道 2 前端
I11.7	输出辊道 2 中间
I12.0	急停按钮 5、6 两侧并联
I12.1	输送辊道 2 正向点动
I12.2	输送辊道 2 反向点动
I12.3	输出辊道 2 正向点动
I12.4	输出辊道 2 反向点动
I12.5	输出辊道 2 液压缸伸出
I12.6	输出辊道 2 液压缸退回
I12.7	

表 6 ET200-4 站的 I/O 表

PLC 接线端子	功能
I13.0	输送辊道 3 前端
I13.1	输送辊道 3 中间-1
I13.2	输送辊道 3 中间-2
I13.3	输送辊道 3 中间-3
I13.4	输送辊道 3 中间-4
I13.5	输送辊道 3 后端
I13.6	输出辊道 3 前端
I13.7	输出辊道 3 中间
I14.0	急停按钮 7、8 两侧并联
I14.1	输送辊道 3 正向点动
I14.2	输送辊道 3 反向点动
I14.3	输出辊道 3 正向点动
I14.4	输出辊道 3 反向点动
I14.5	输出辊道 3 液压缸伸出
I14.6	输出辊道 3 液压缸退回

表 7 ET200-5 站的 I/O 表

PLC 接线端子	功能
I15.0	输送辊道 4 前端
I15.1	输送辊道 4 中间-1
I15.2	输送辊道 4 中间-2
I15.3	输送辊道 4 中间-3
I15.4	输送辊道 4 中间-4
I15.5	输送辊道 4 后端
I15.6	输出辊道 4 前端
I15.7	输出辊道 4 中间
I16.0	急停按钮 9、10 两侧并联
I16.1	输送辊道 4 正向点动
I16.2	输送辊道 4 反向点动
I16.3	输出辊道 4 正向点动
I16.4	输出辊道 4 反向点动
I16.5	输出辊道 4 液压缸伸出
I16.6	输出辊道 4 液压缸退回
I16.7	

表 8 ET200-6 站的 I/O 表

PLC 接线端子	功能
I17.0	输送辊道 5 前端
I17.1	输送辊道 5 中间-1
I17.2	输送辊道 5 中间-2
I17.3	输送辊道 5 中间-3
I17.4	输送辊道 5 中间-4
I17.5	输送辊道 5 后端
I17.6	输出辊道 5 前端
I17.7	输出辊道 5 中间
I18.0	急停按钮 11、12 两侧并联
I18.1	输送辊道 5 正向点动
I18.2	输送辊道 5 反向点动
I18.3	输出辊道 5 正向点动
I18.4	输出辊道 5 反向点动
I18.5	输出辊道 5 液压缸伸出
I18.6	输出辊道 5 液压缸退回
I18.7	

表 9 ET200-7 站的 I/O 表

PLC 接线端子	功能
I19.0	输送辊道 6 前端
I19.1	输送辊道 6 中间-1
I19.2	输送辊道 6 中间-2
I19.3	输送辊道 6 中间-3
I19.4	输送辊道 6 中间-4
I19.5	输送辊道 6 后端
I19.6	输出辊道 6 前端
I19.7	输出辊道 6 中间
I20.0	急停按钮 13、14 两侧并联
I20.1	输送辊道 6 正向点动
I20.2	输送辊道 6 反向点动
I20.3	输出辊道 6 正向点动
I20.4	输出辊道 6 反向点动
I20.5	输出辊道 6 液压缸伸出
I20.6	输出辊道 6 液压缸退回

附录三 触摸屏组态界面



图 1 登录界面

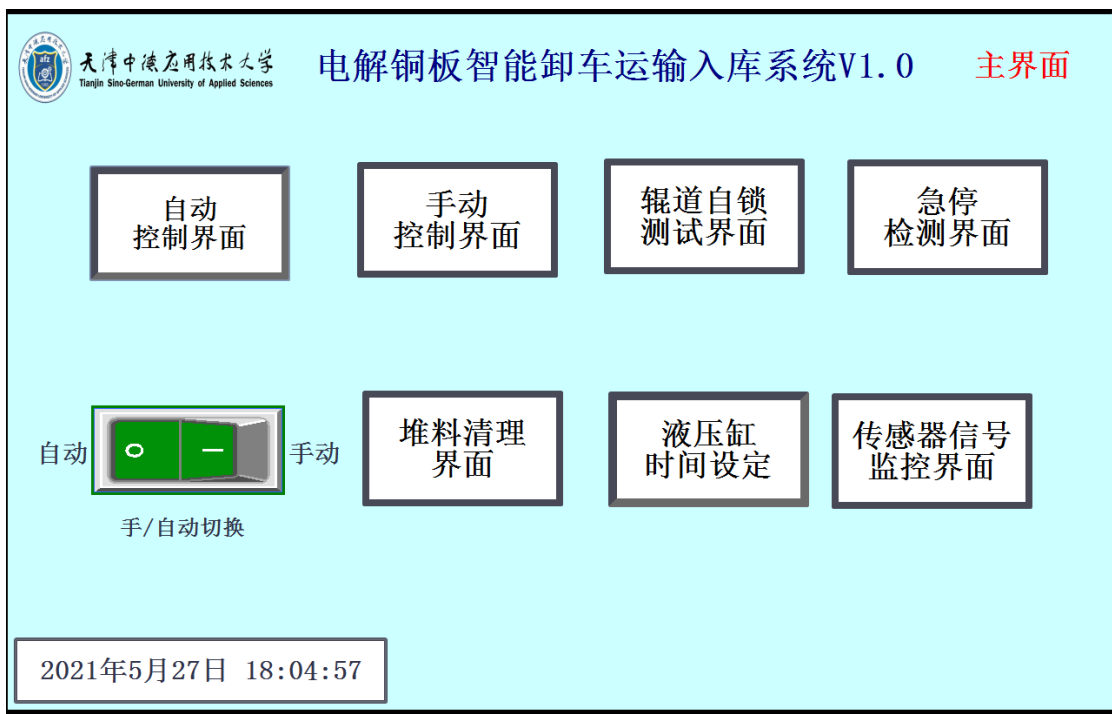


图 2 主界面

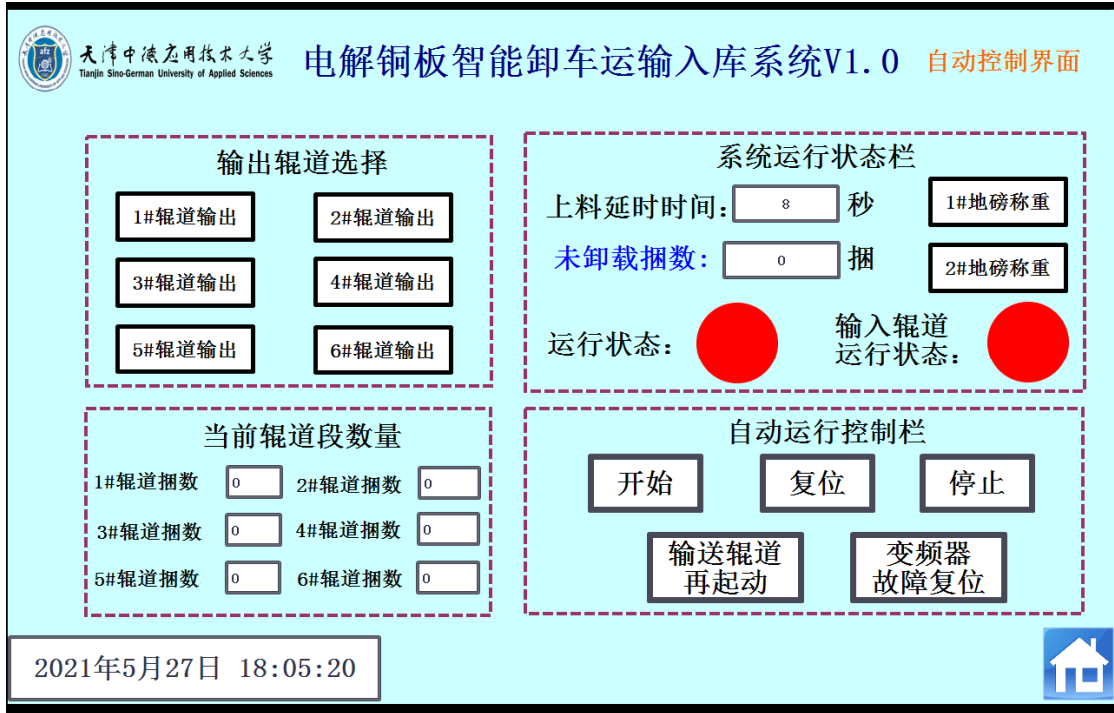


图3 自动控制界面



图4 手动控制界面

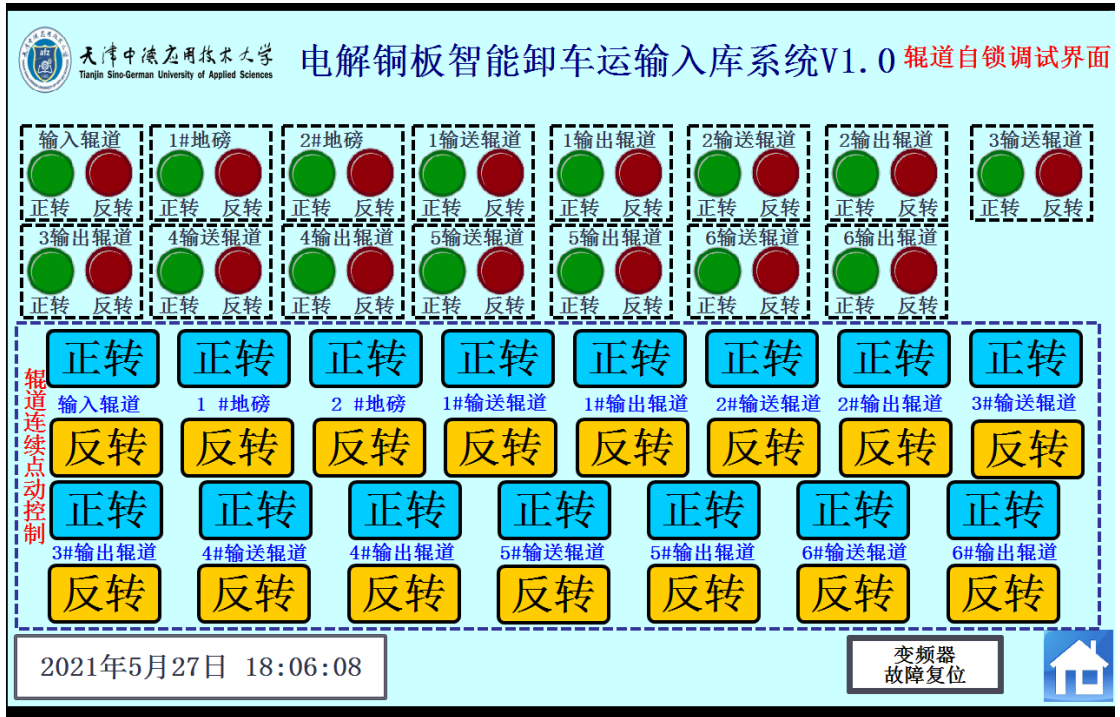


图 5 辊道自锁调试界面

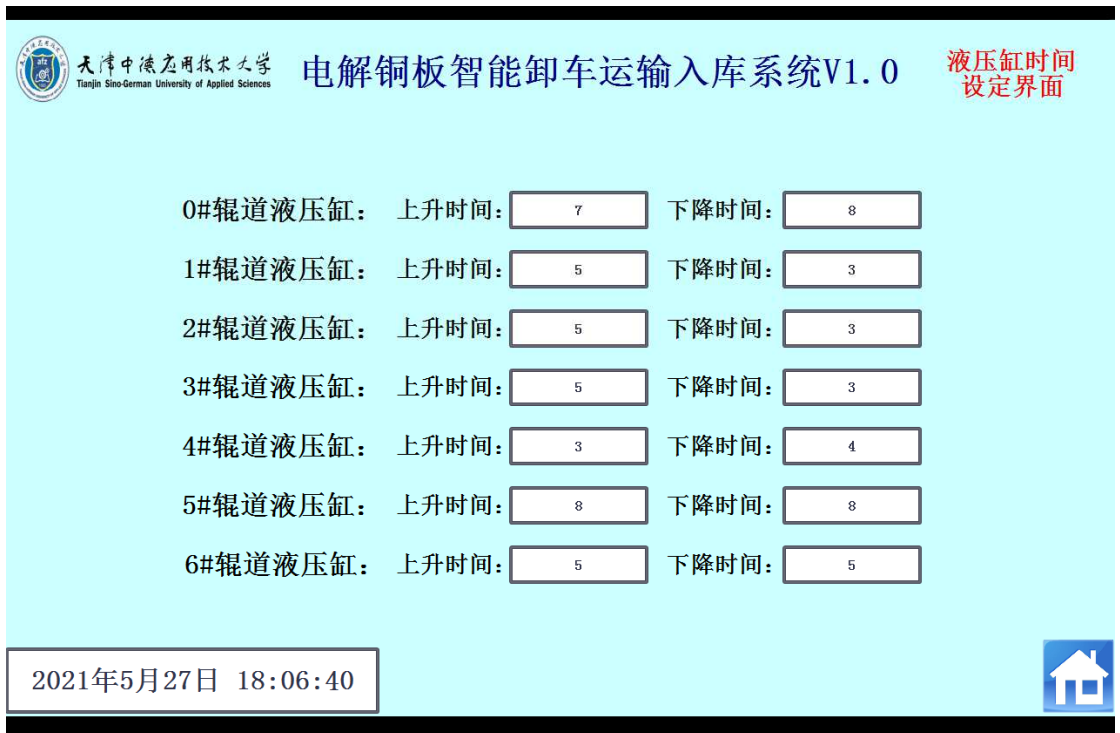


图 6 液压缸时间设定界面

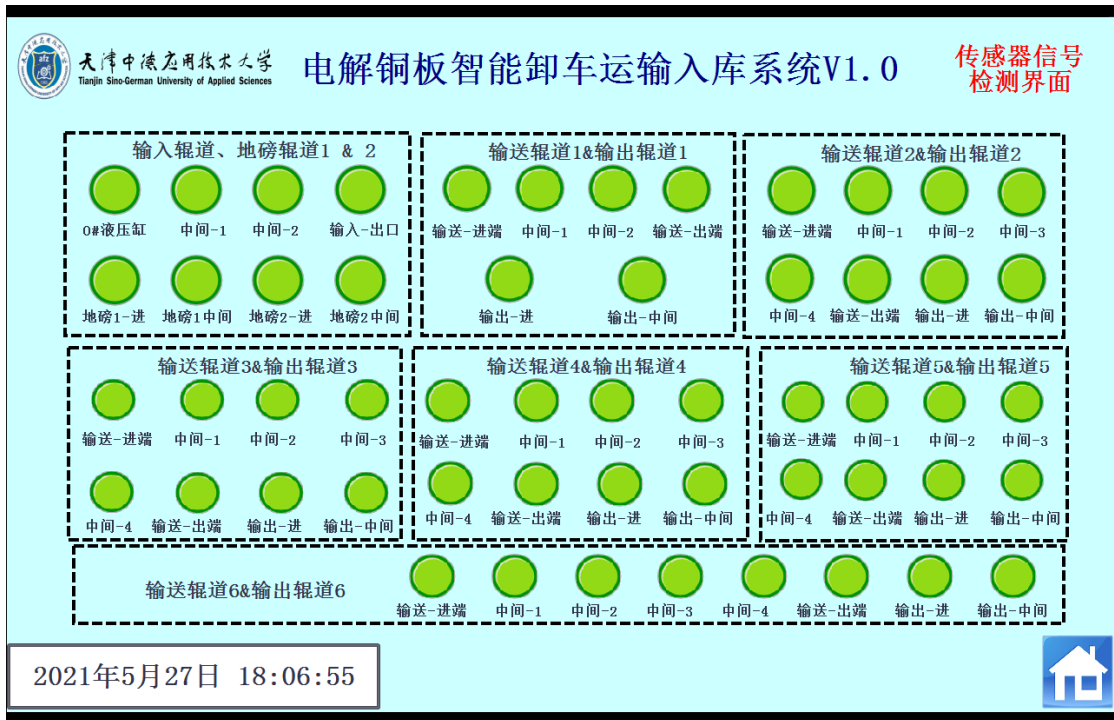


图 7 传感器信号检测界面

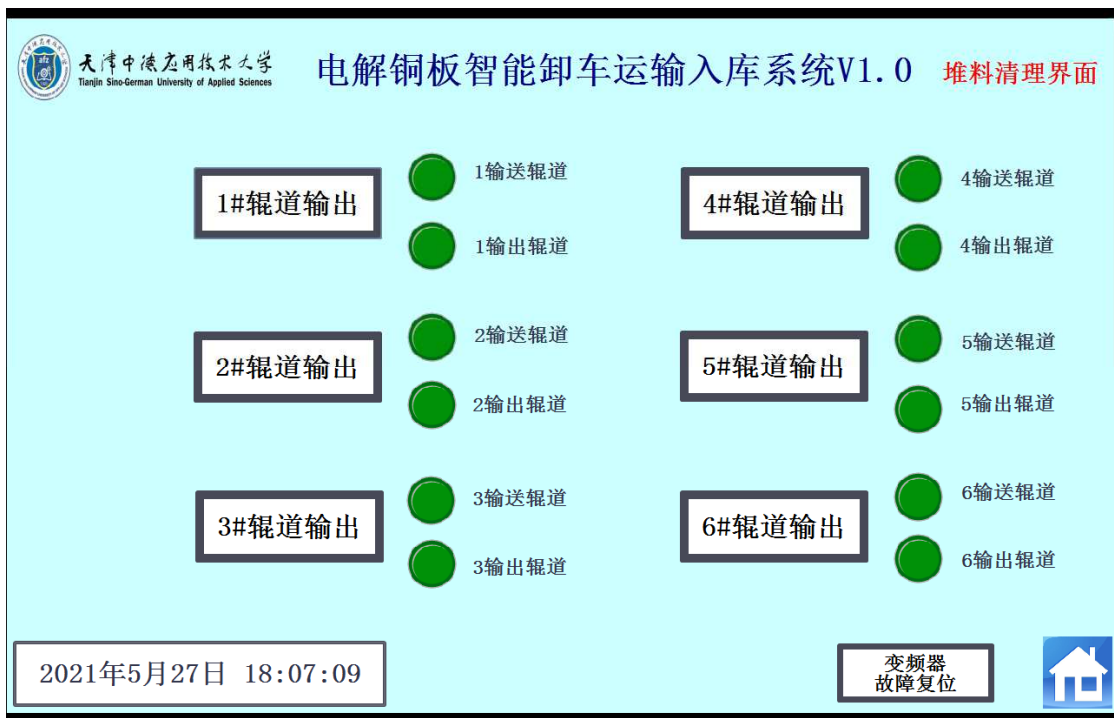


图 8 堆料清理界面

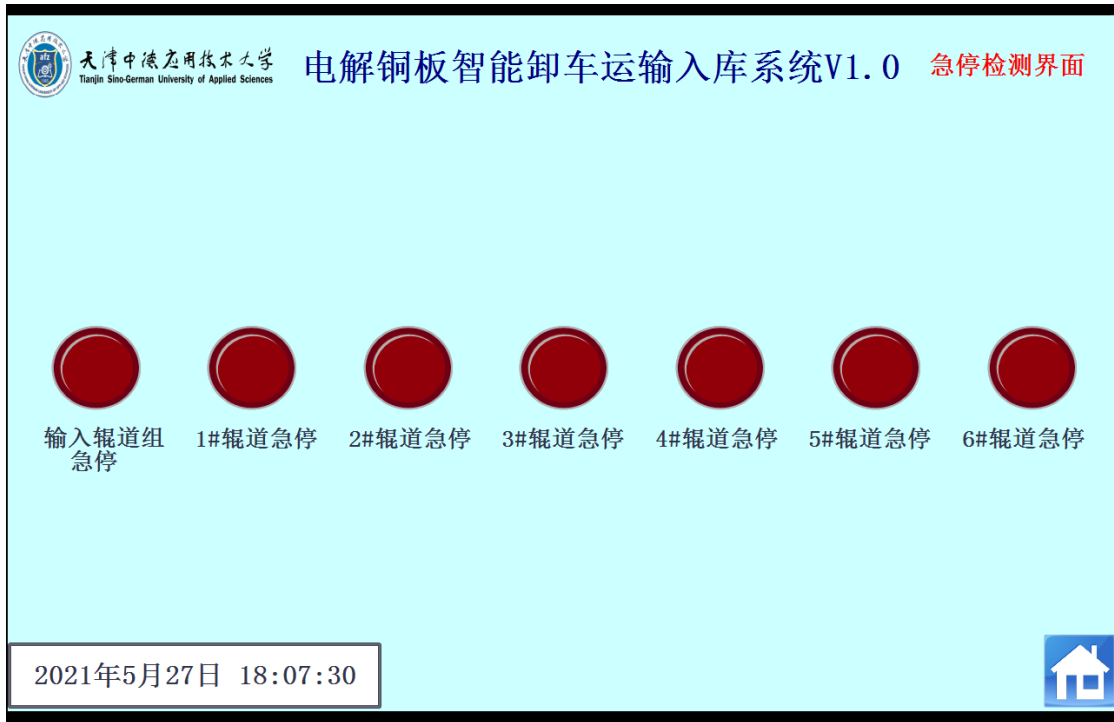
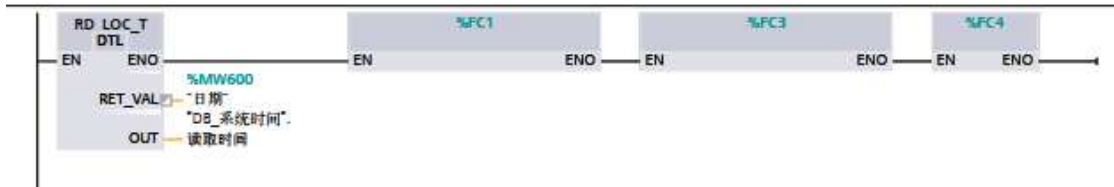


图 9 急停检测界面

附录四 PLC 控制程序

MAIN(OB1)

网络 1



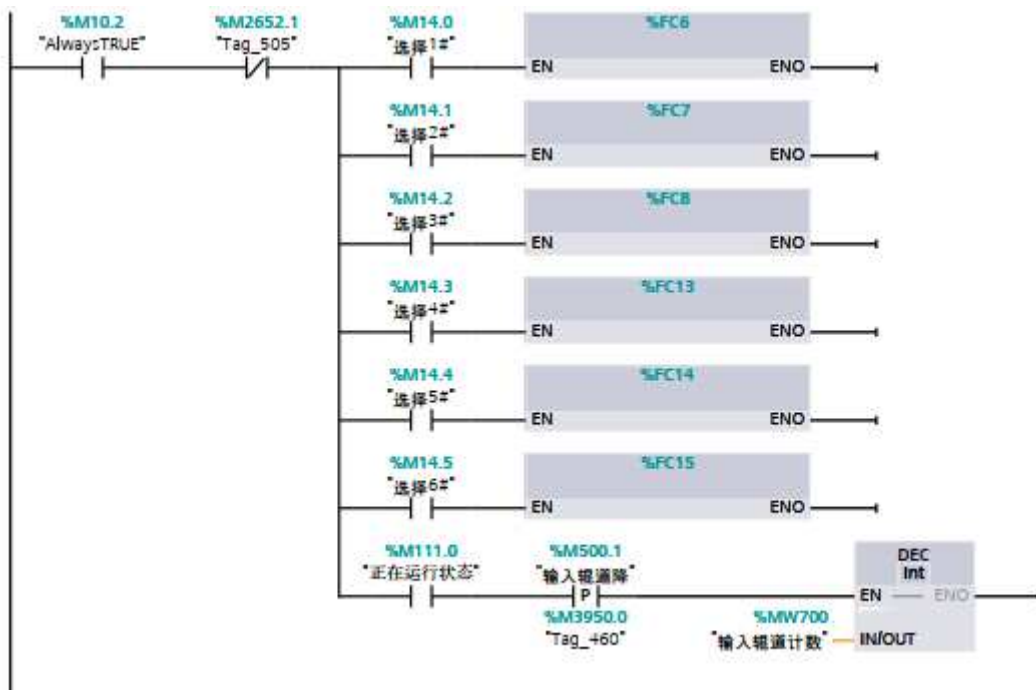
网络 2



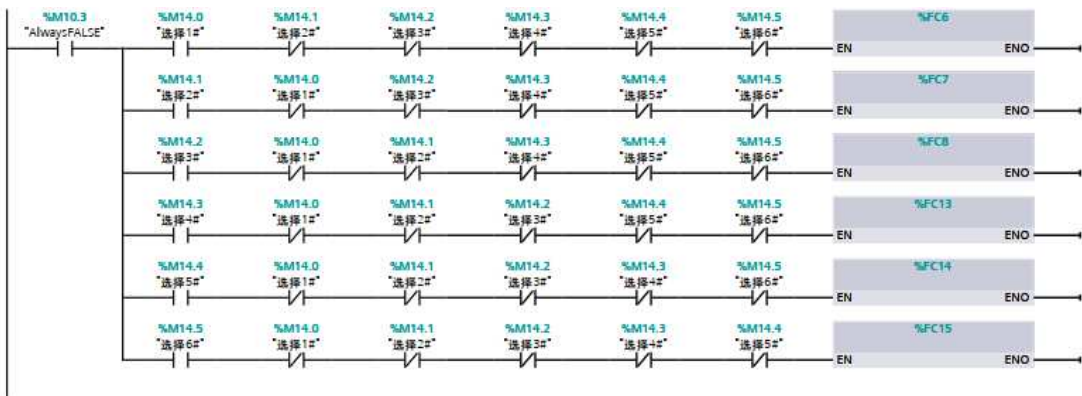
网络 3



网络 4



网络 5



网络 6



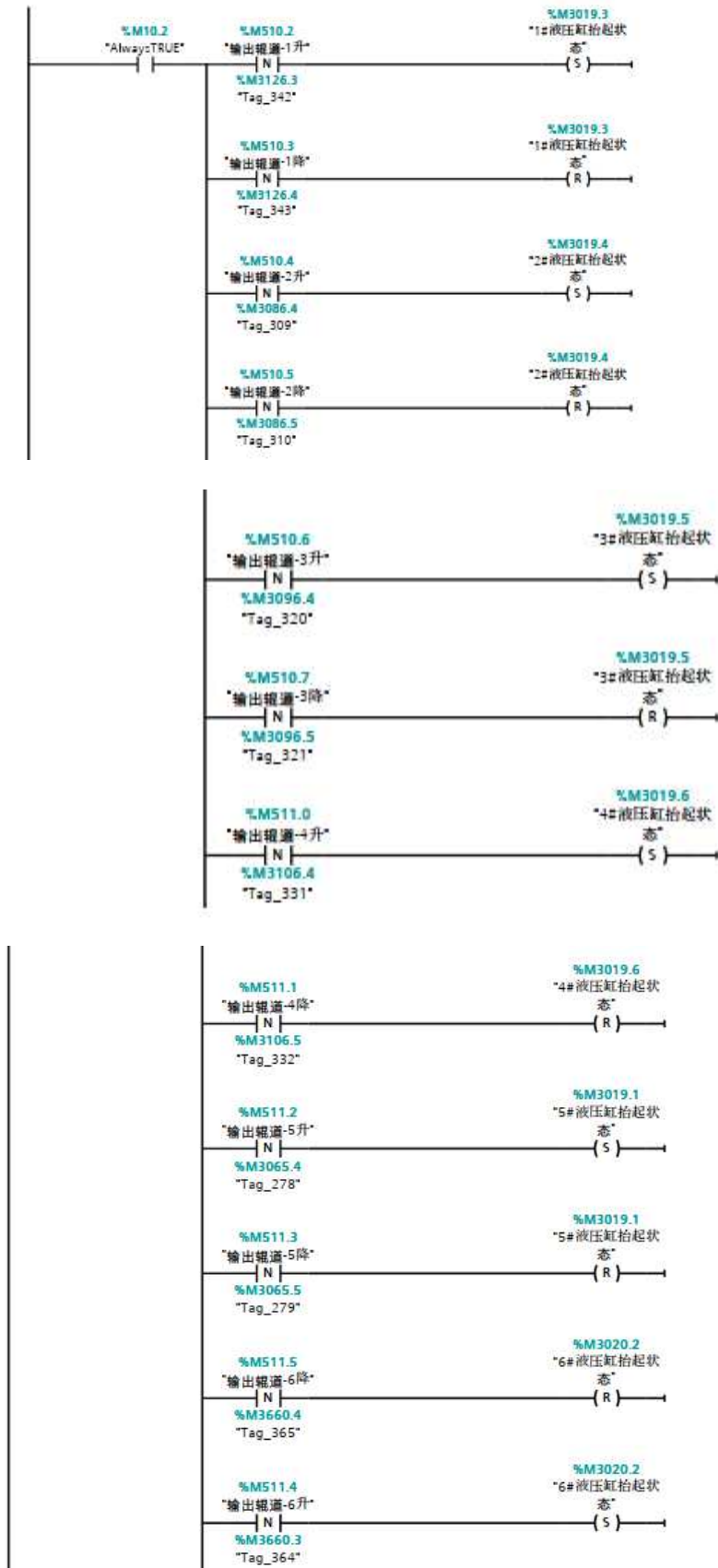
网络 7



网络 8

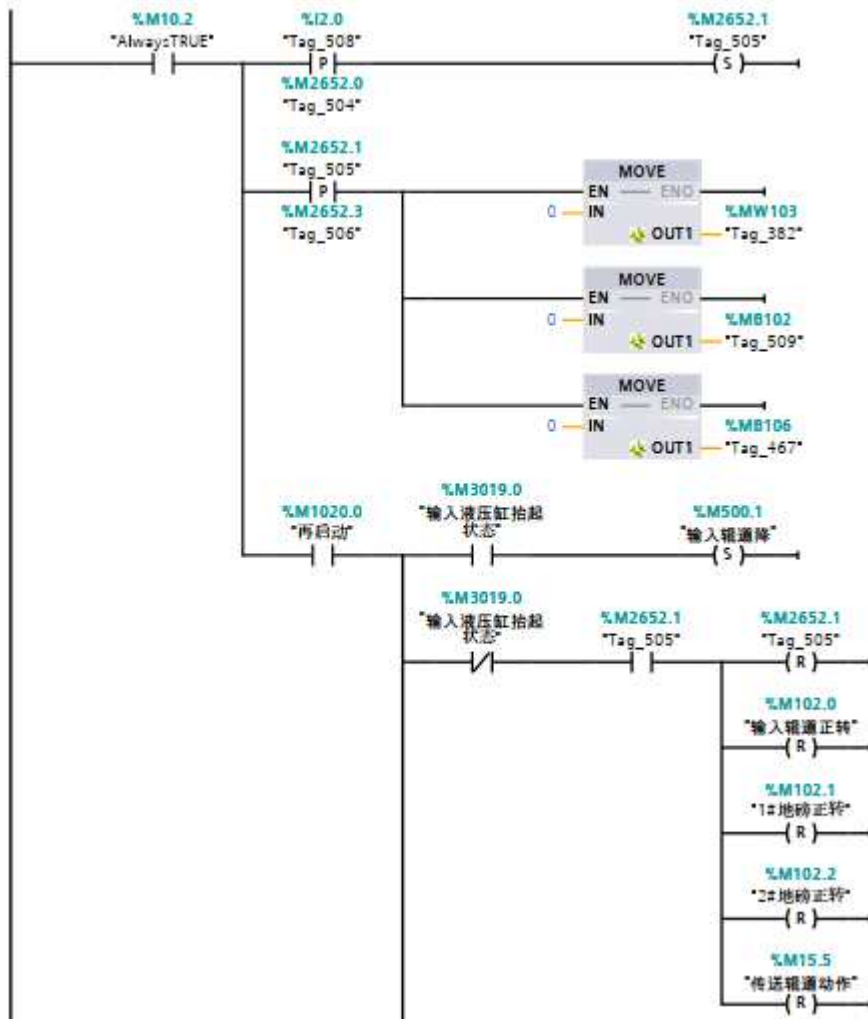


网络 9



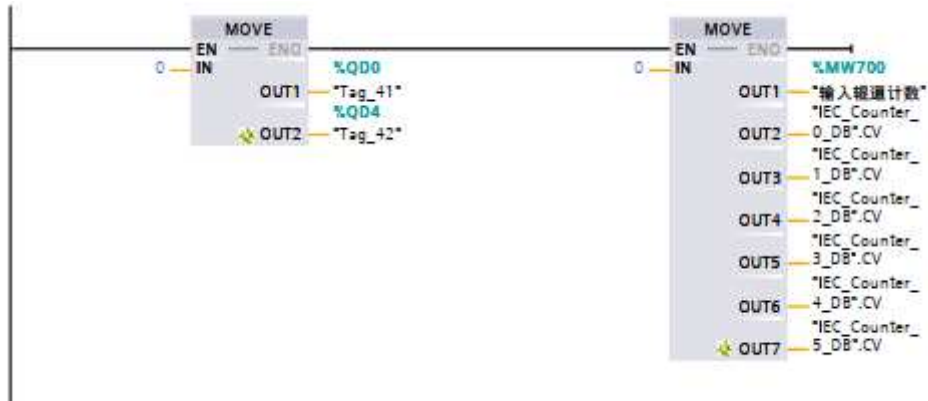


网络 10

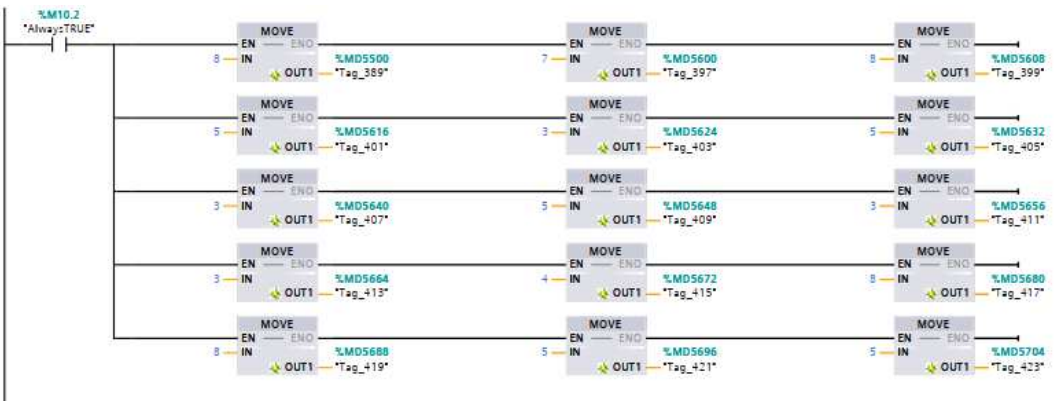


初始化 (OB100)

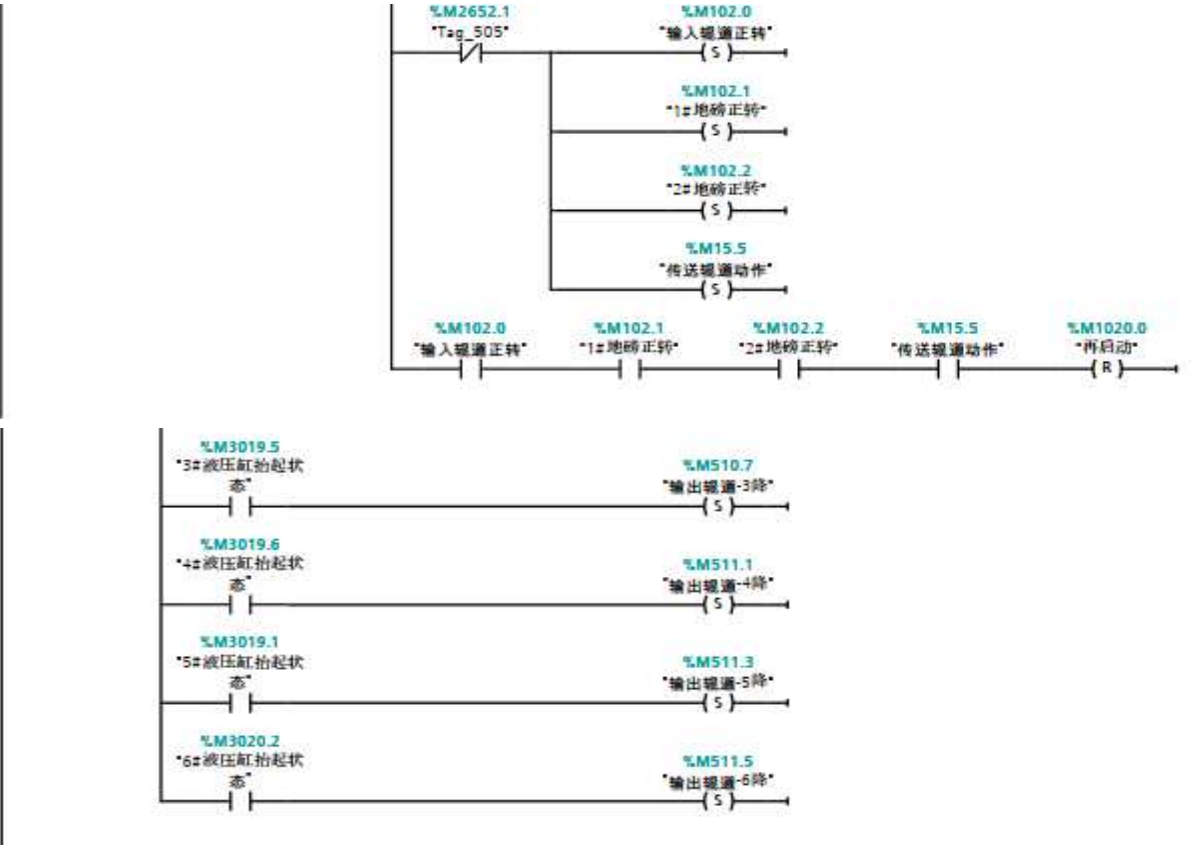
网络 1



网络 2

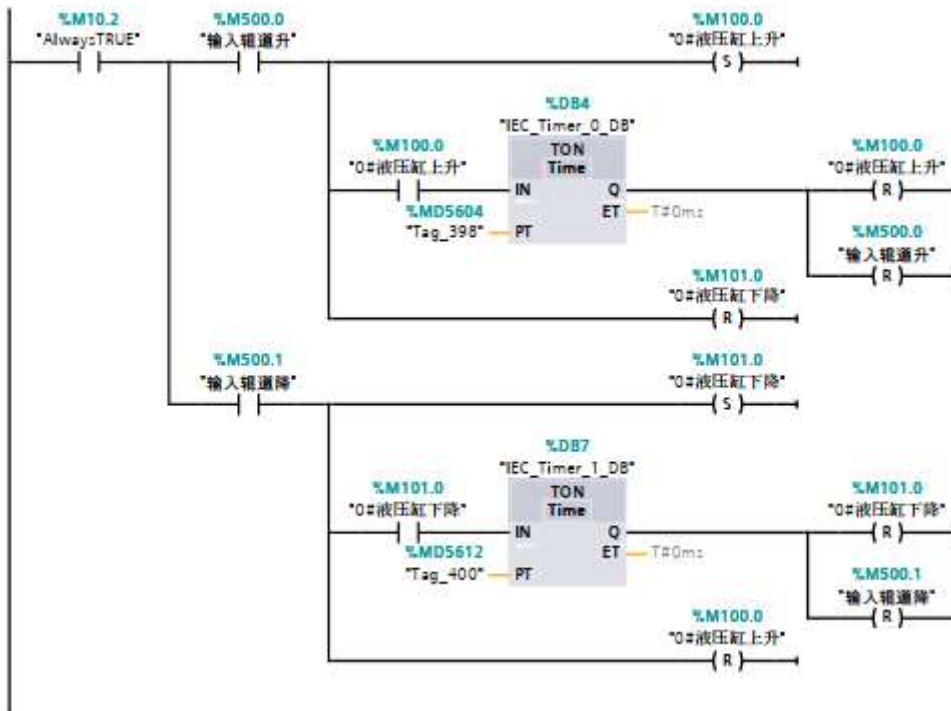


网络 3

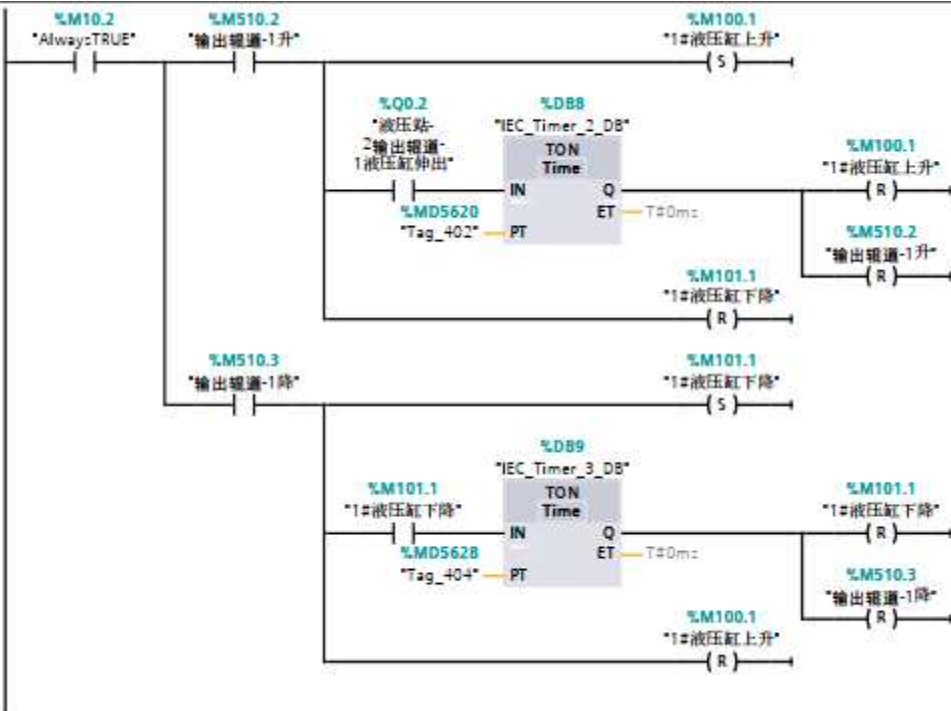


液压缸动作 (FC2)

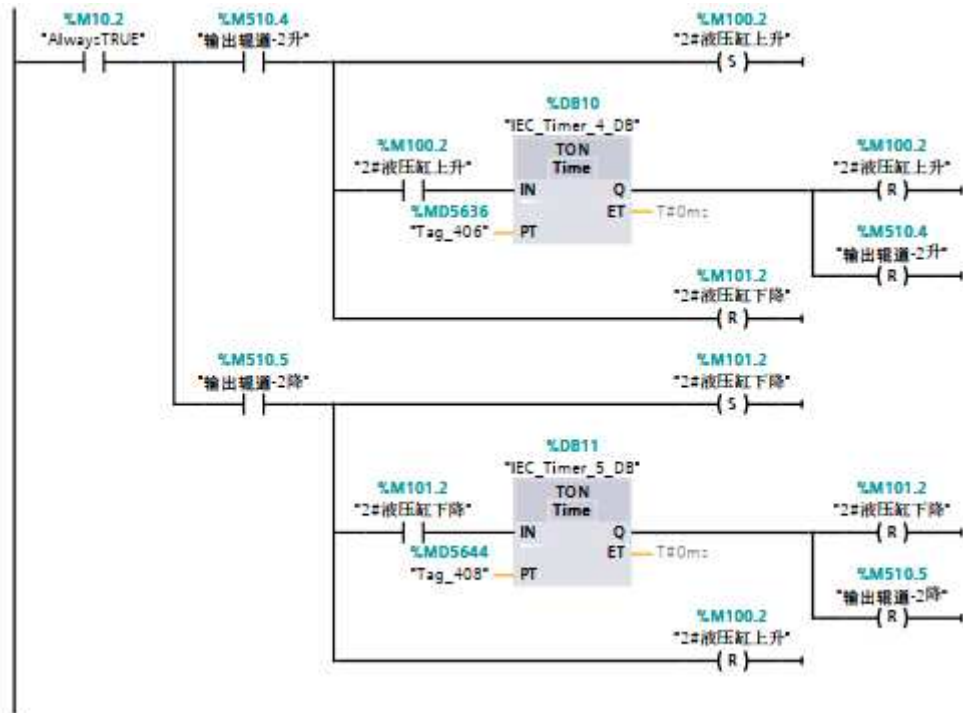
网络 1



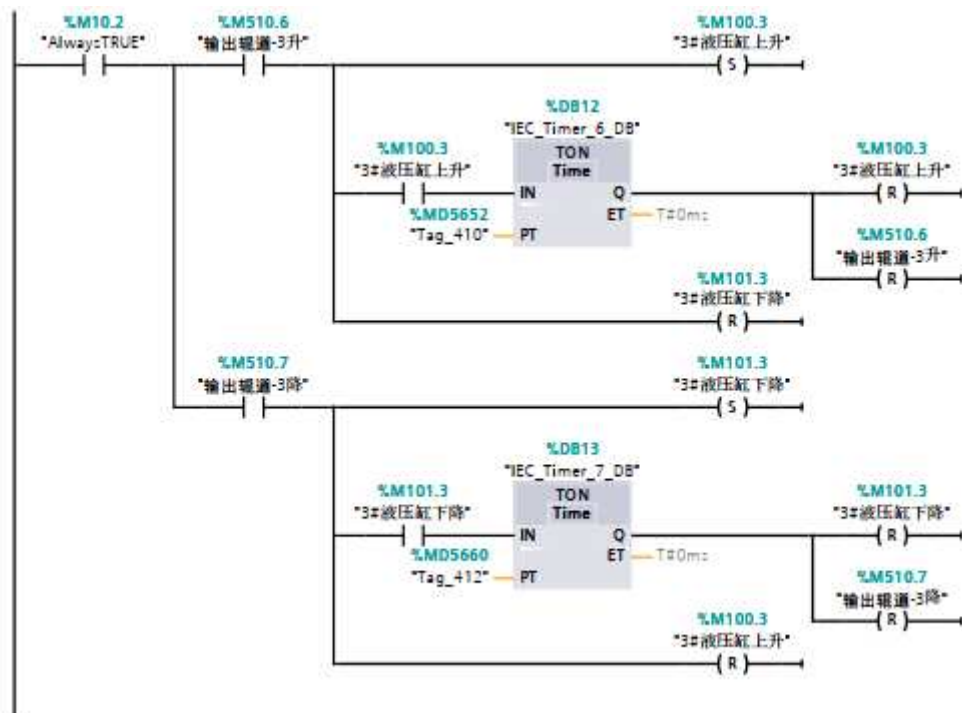
网络 2



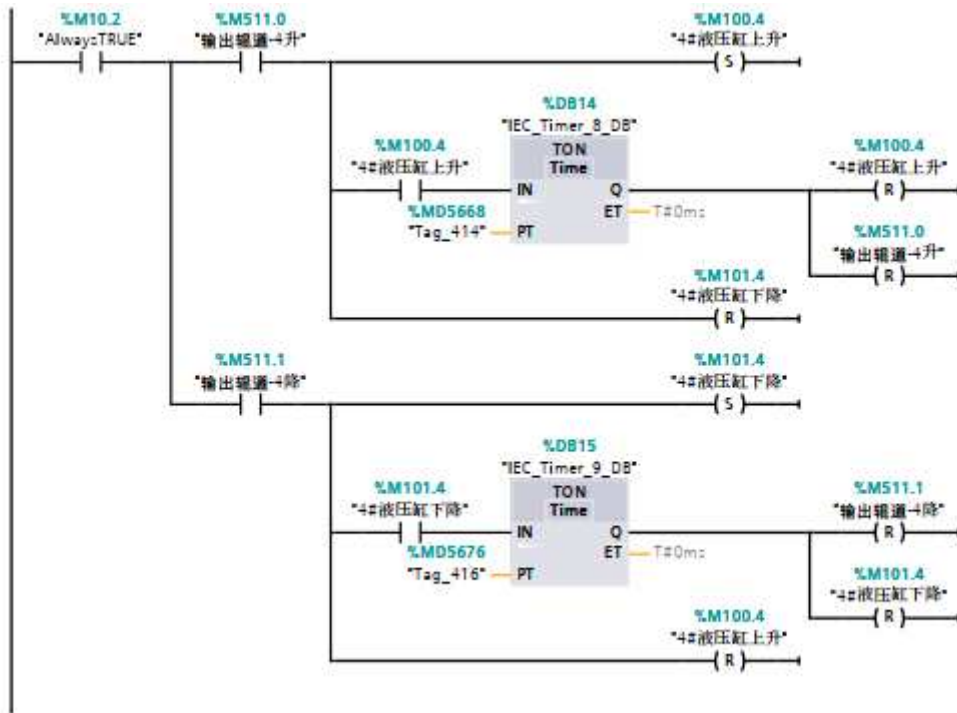
网络 3



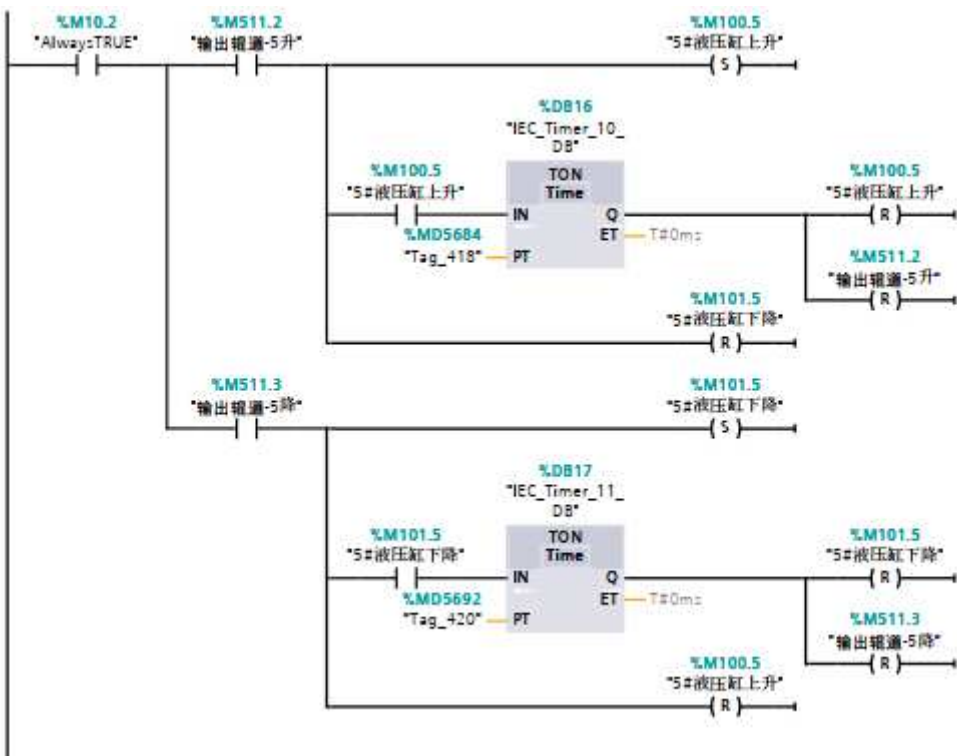
网络 4



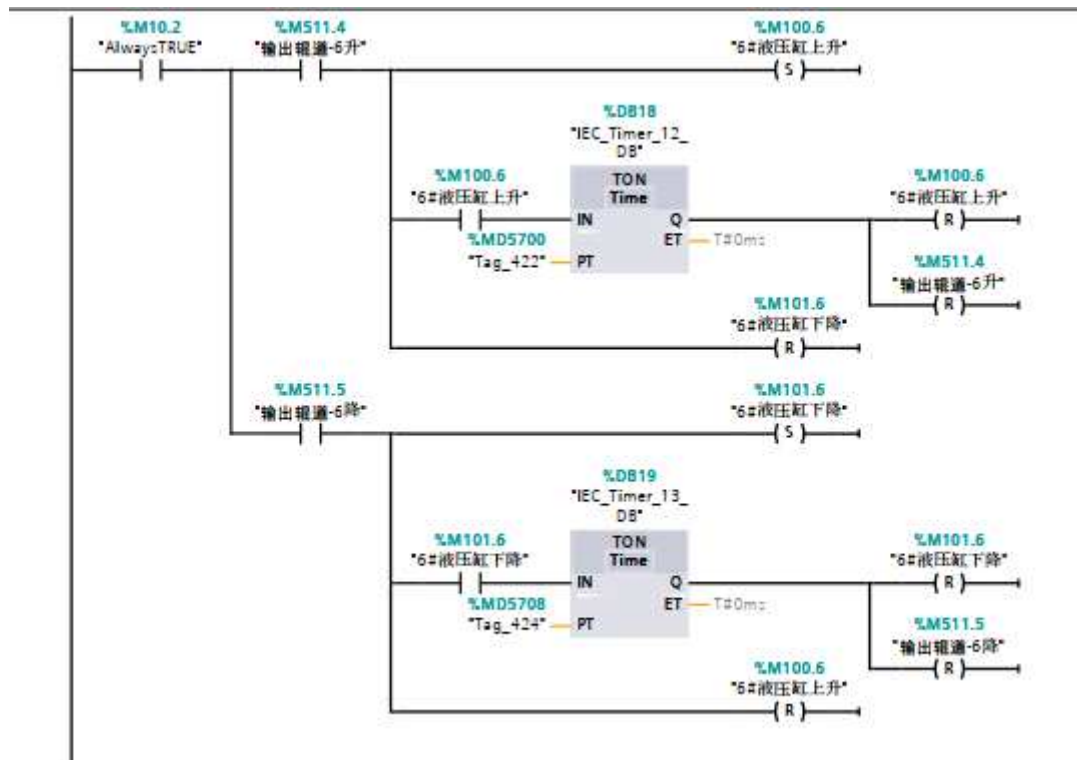
网络 5



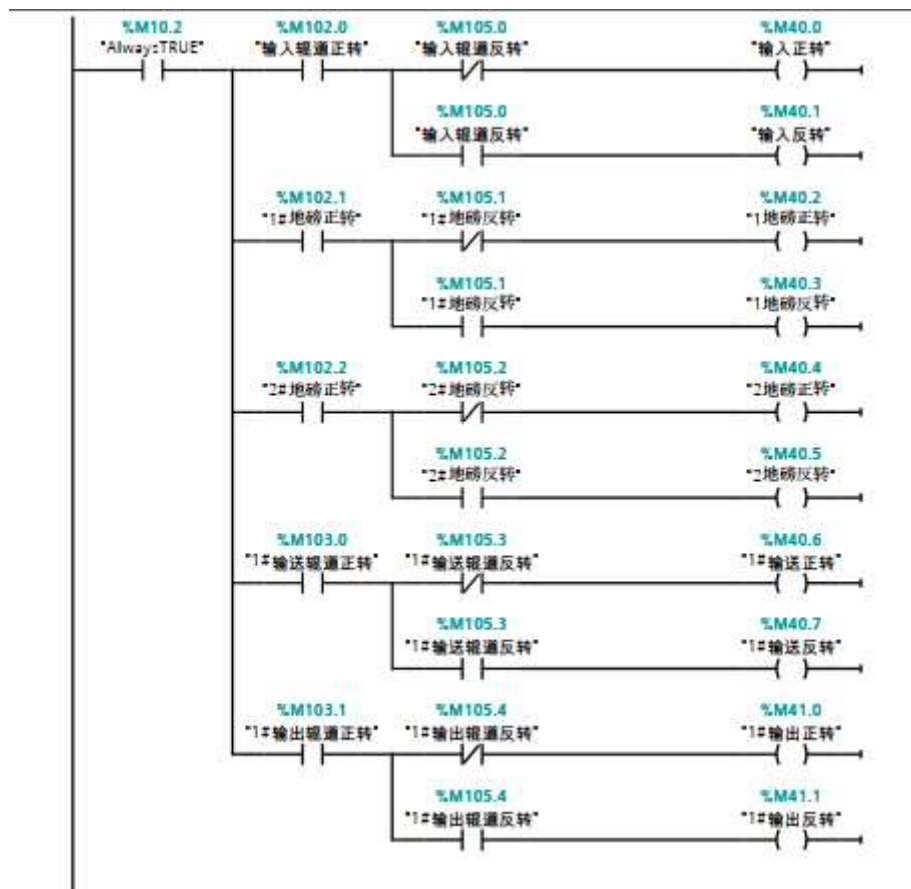
网络 6



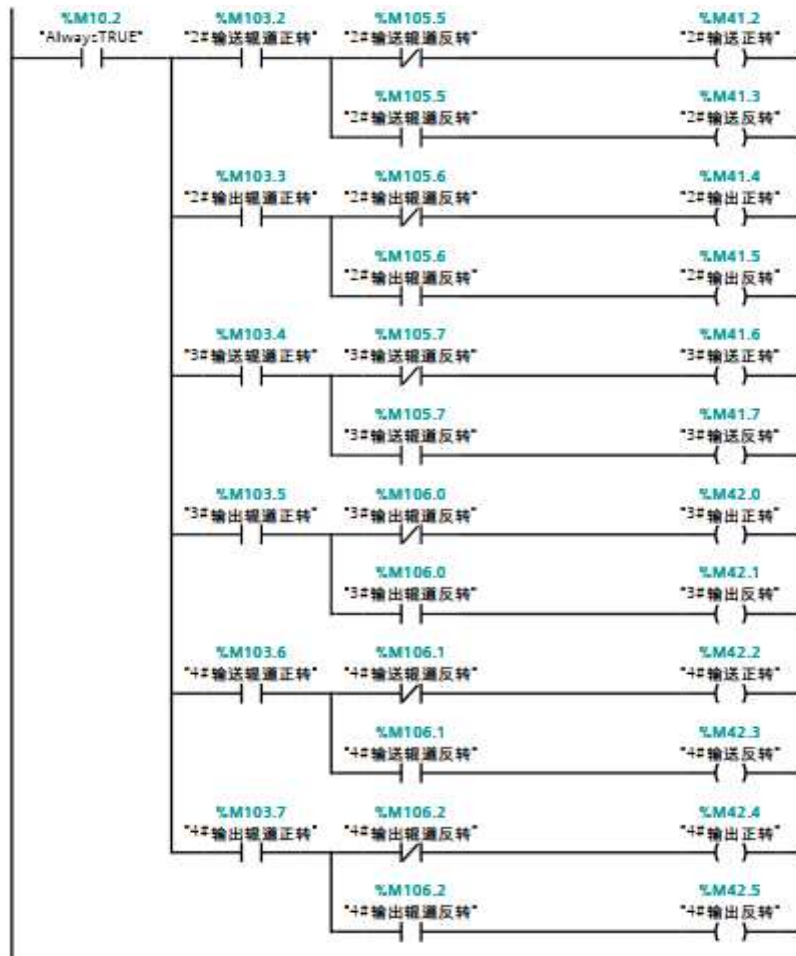
网络 7



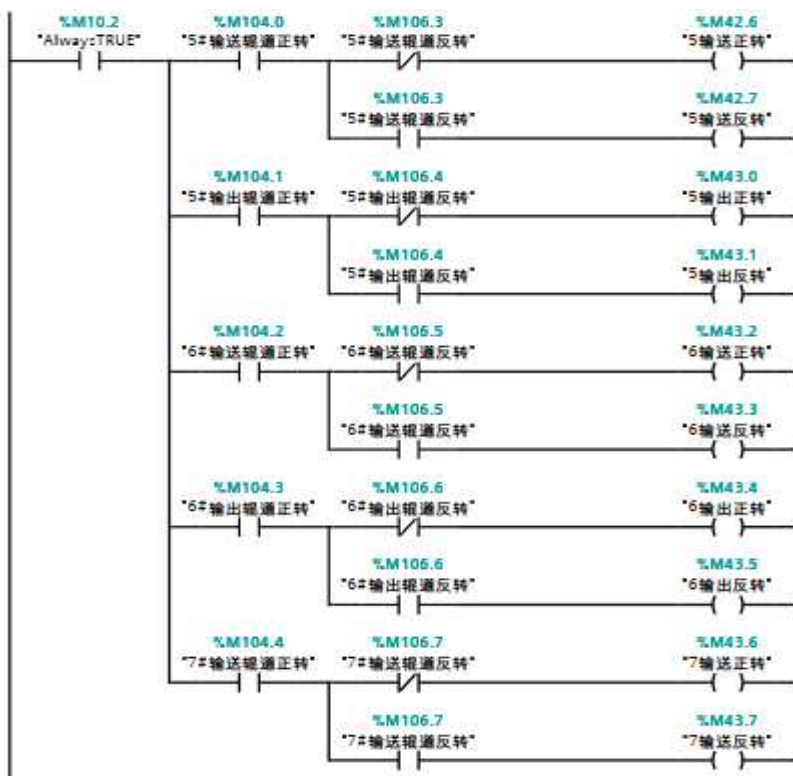
网络 8



网络 9

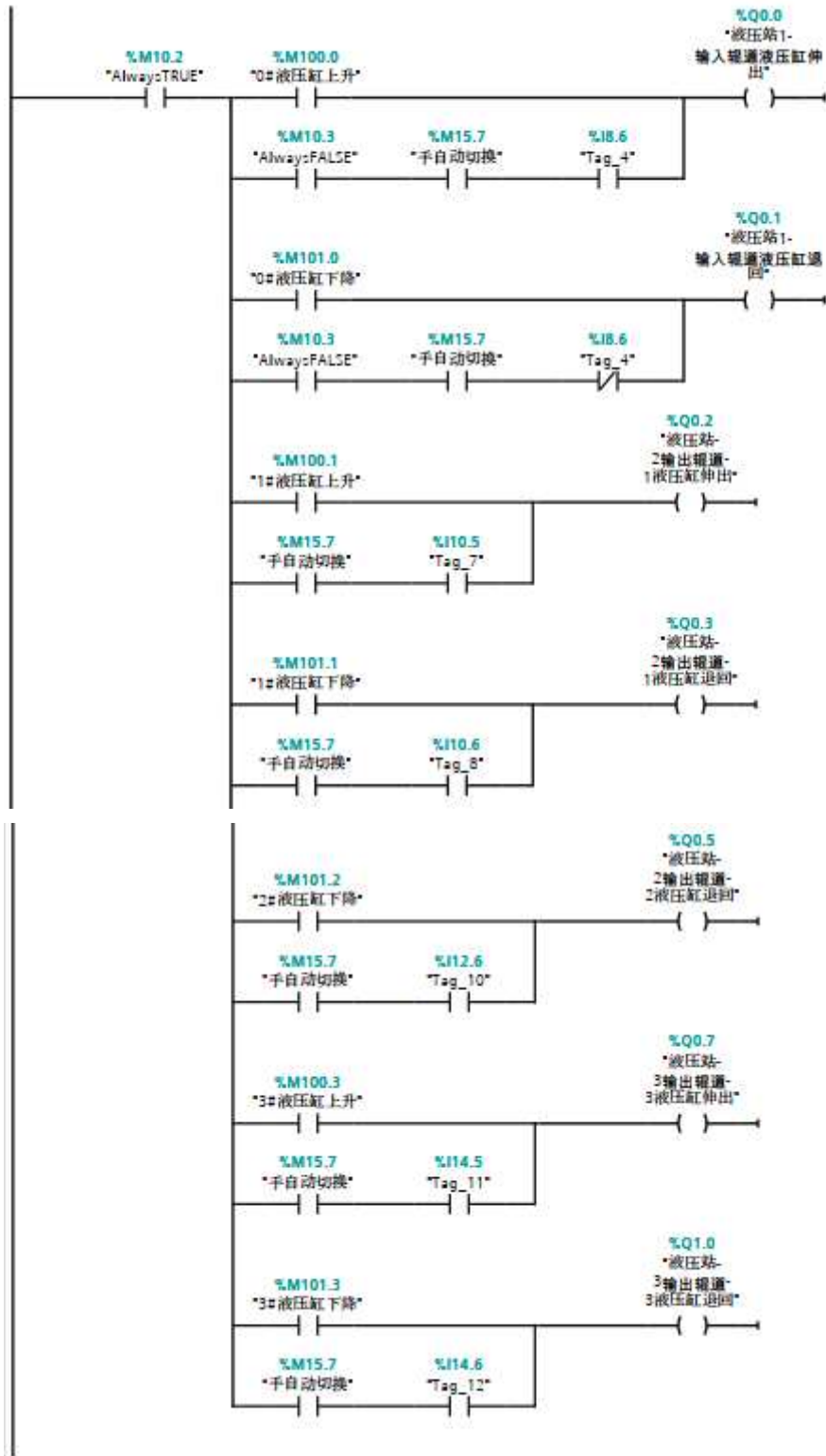


网络 10

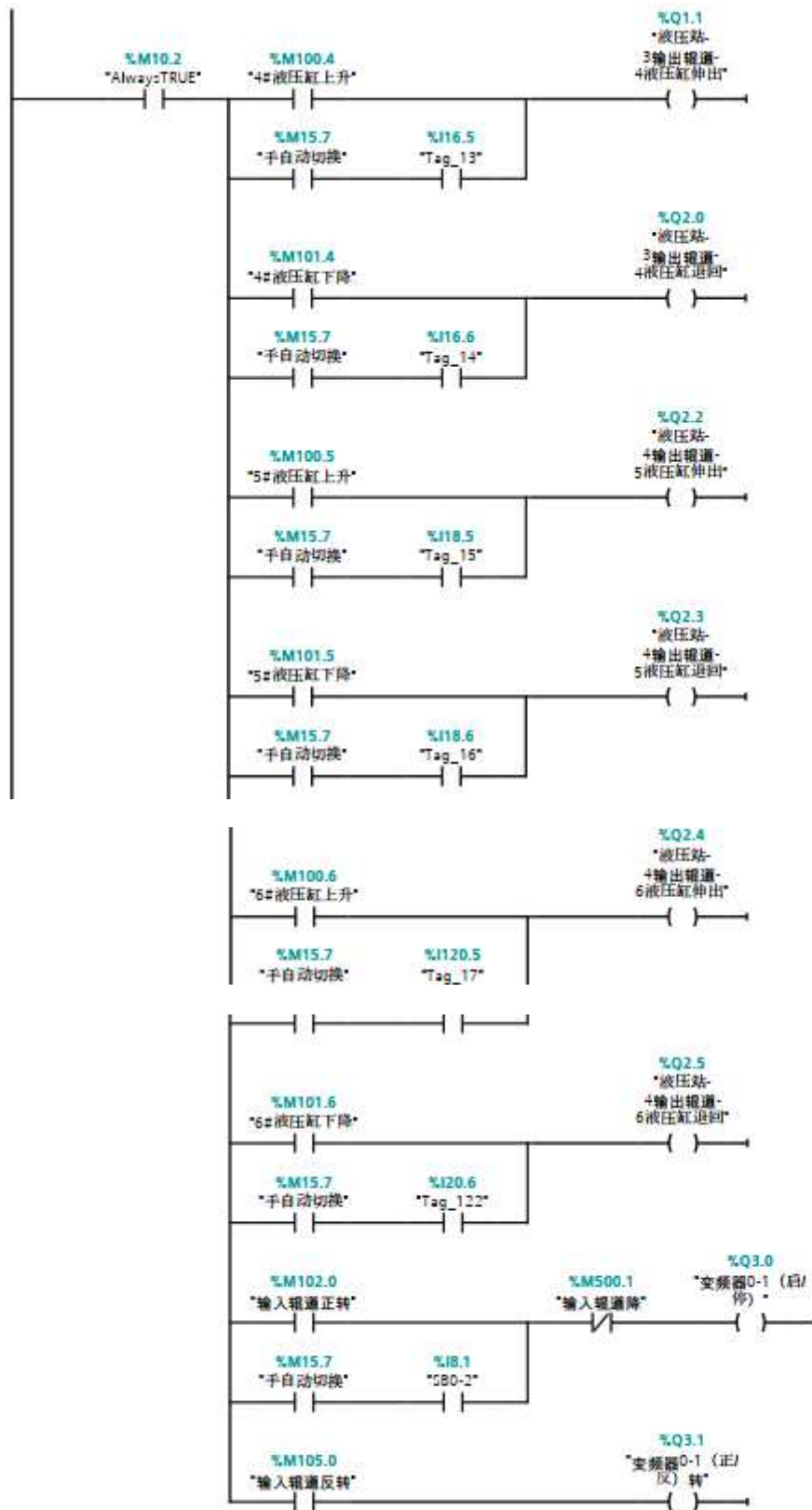


M-Q 转换 (FC3)

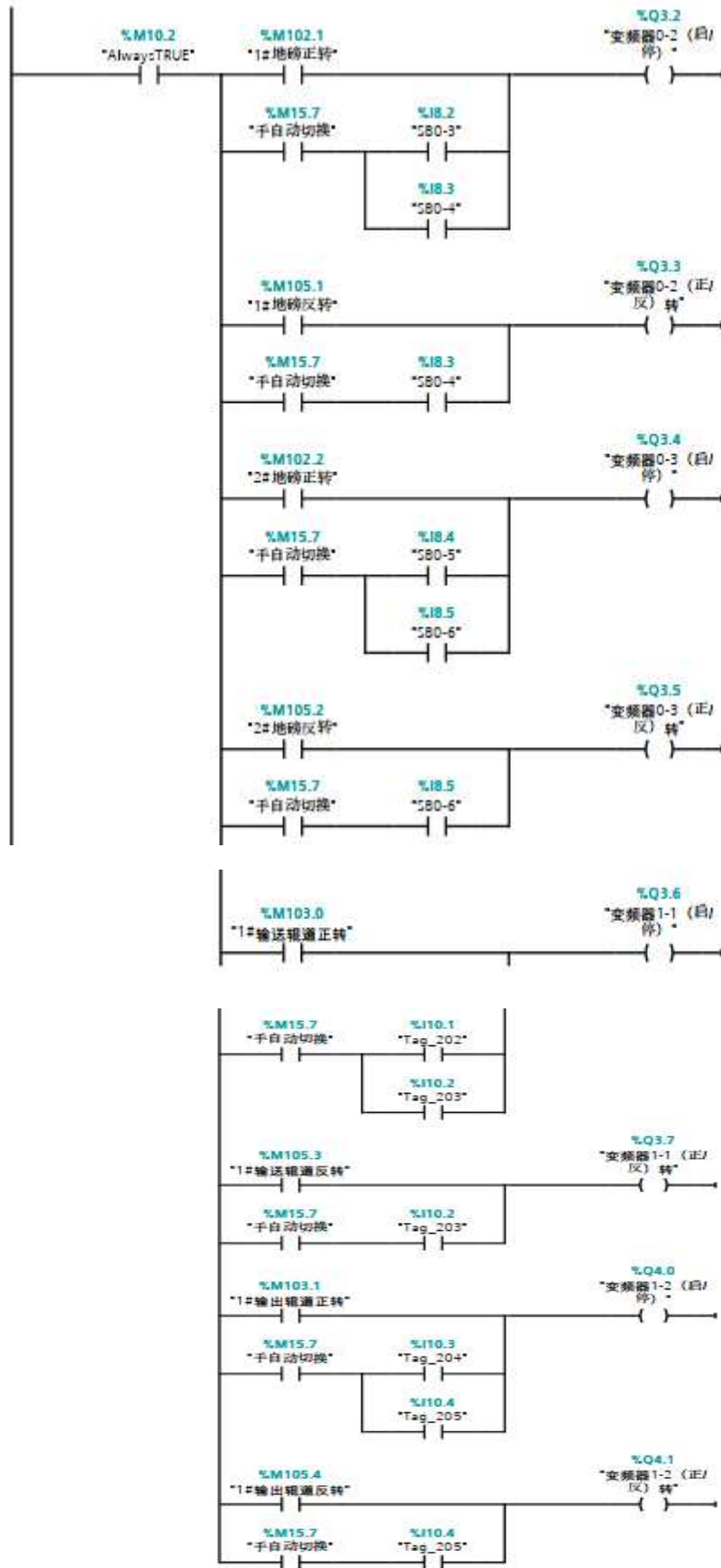
网络 1



网络 2

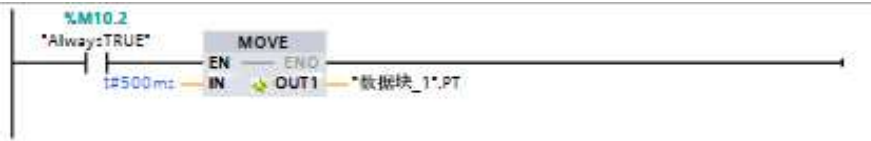


网络 3

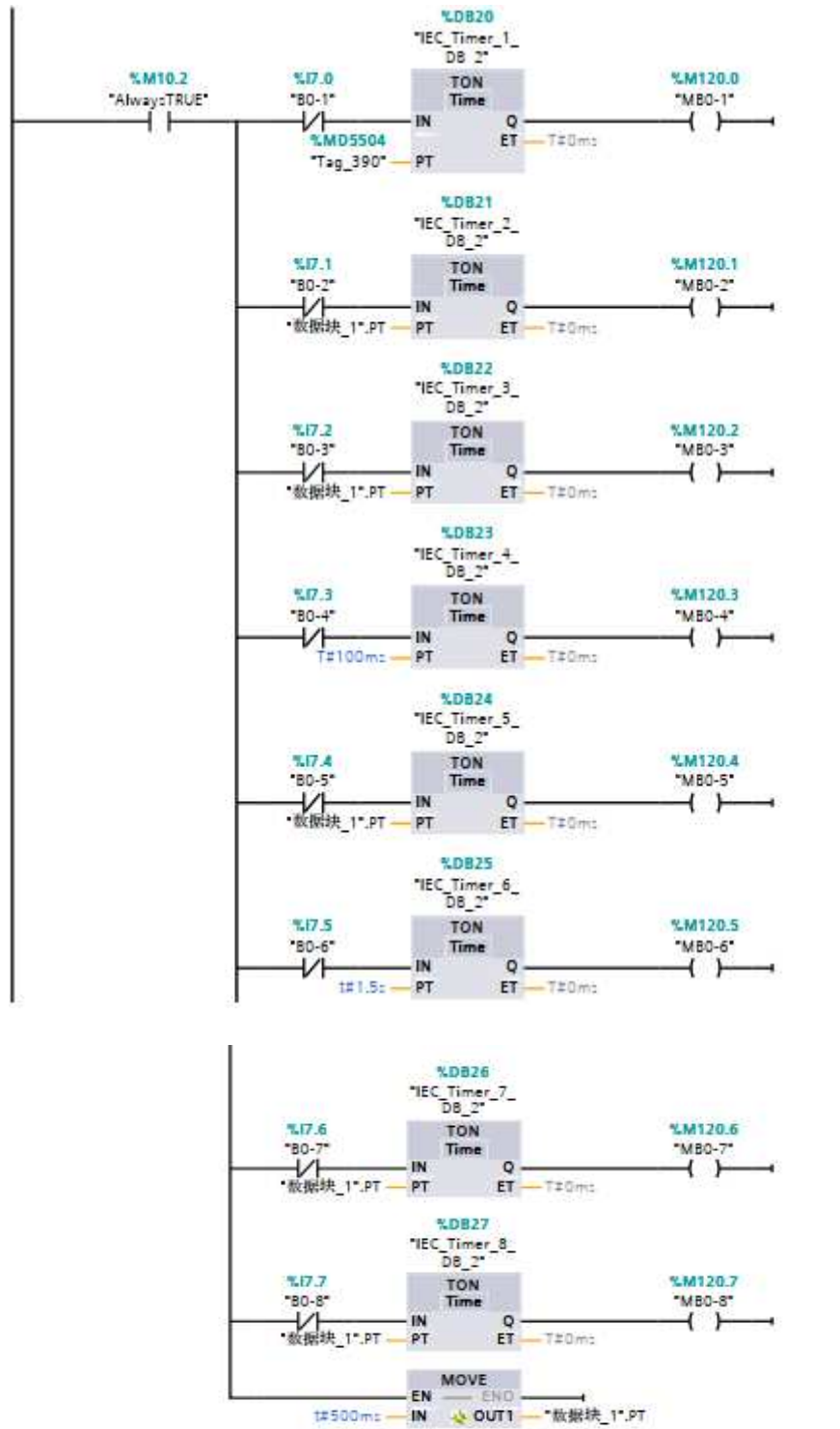


传感器输入延迟 (FC4)

网络 1

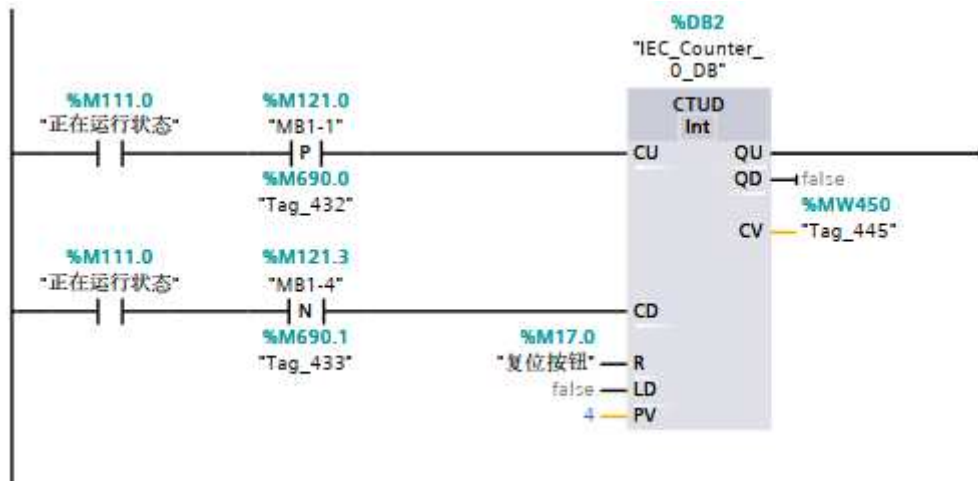


网络 2

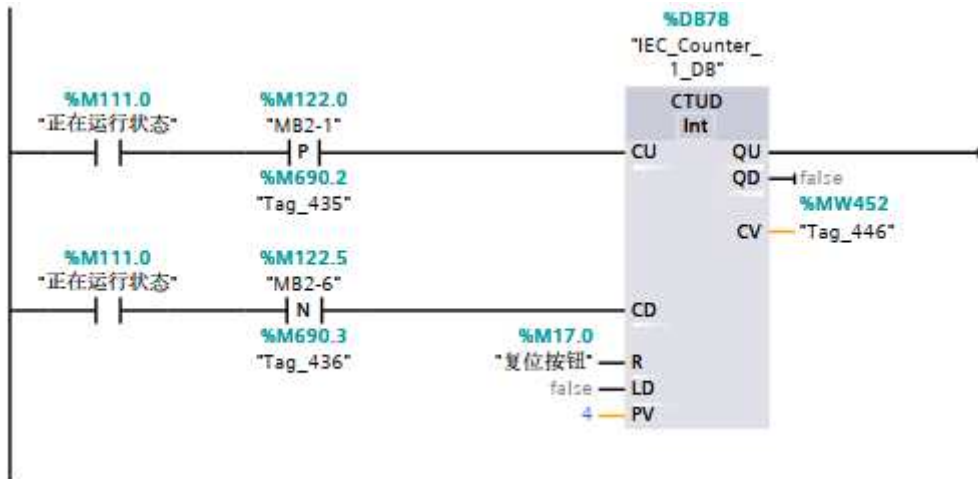


辊道计数（FC5）

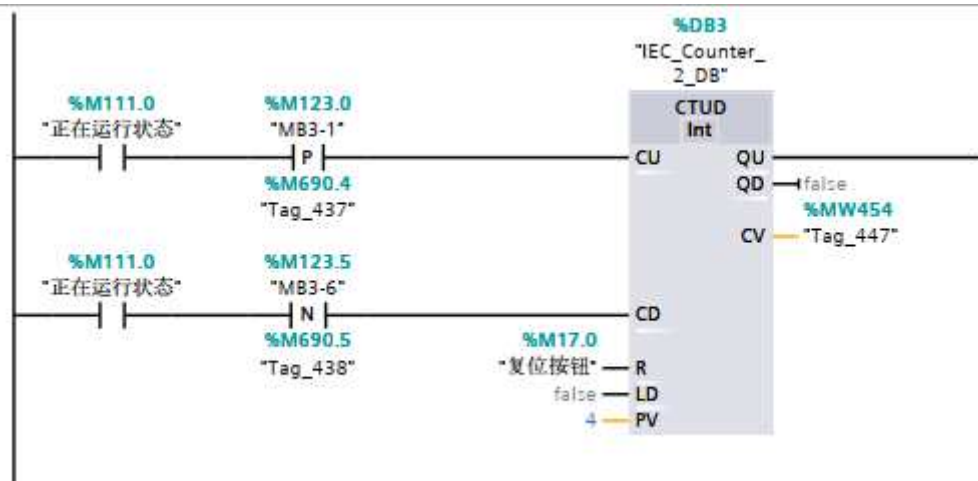
网络 1



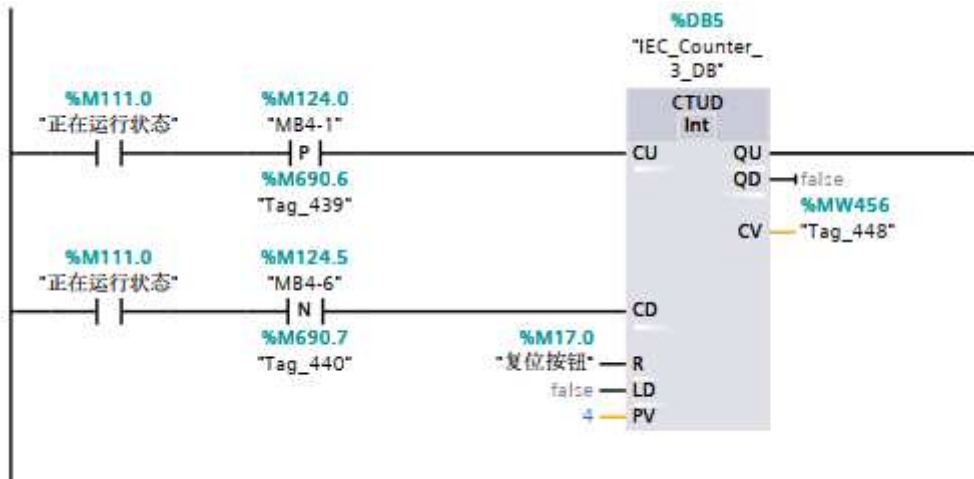
网络 2



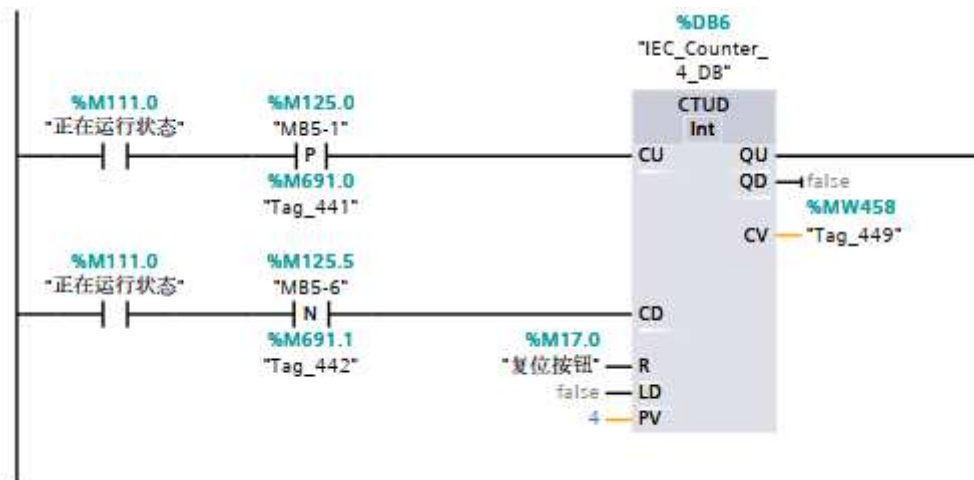
网络 3



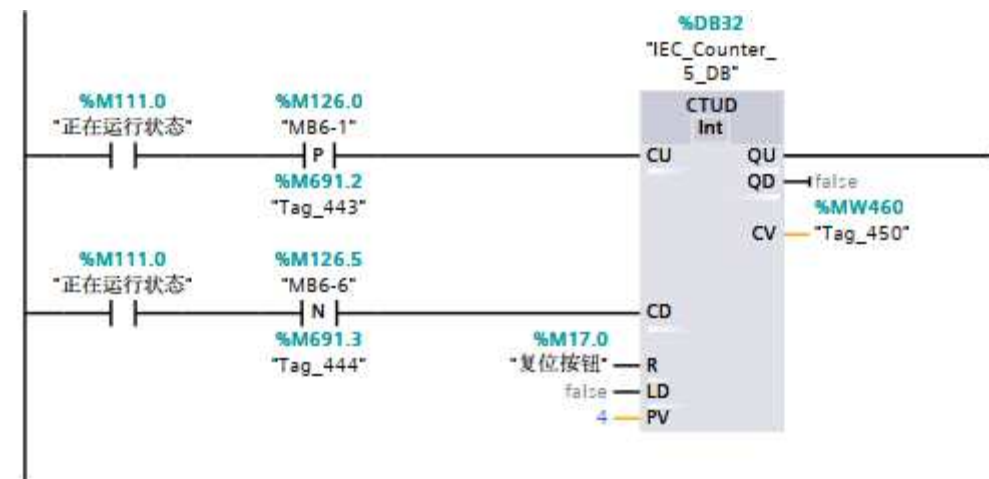
网络 4



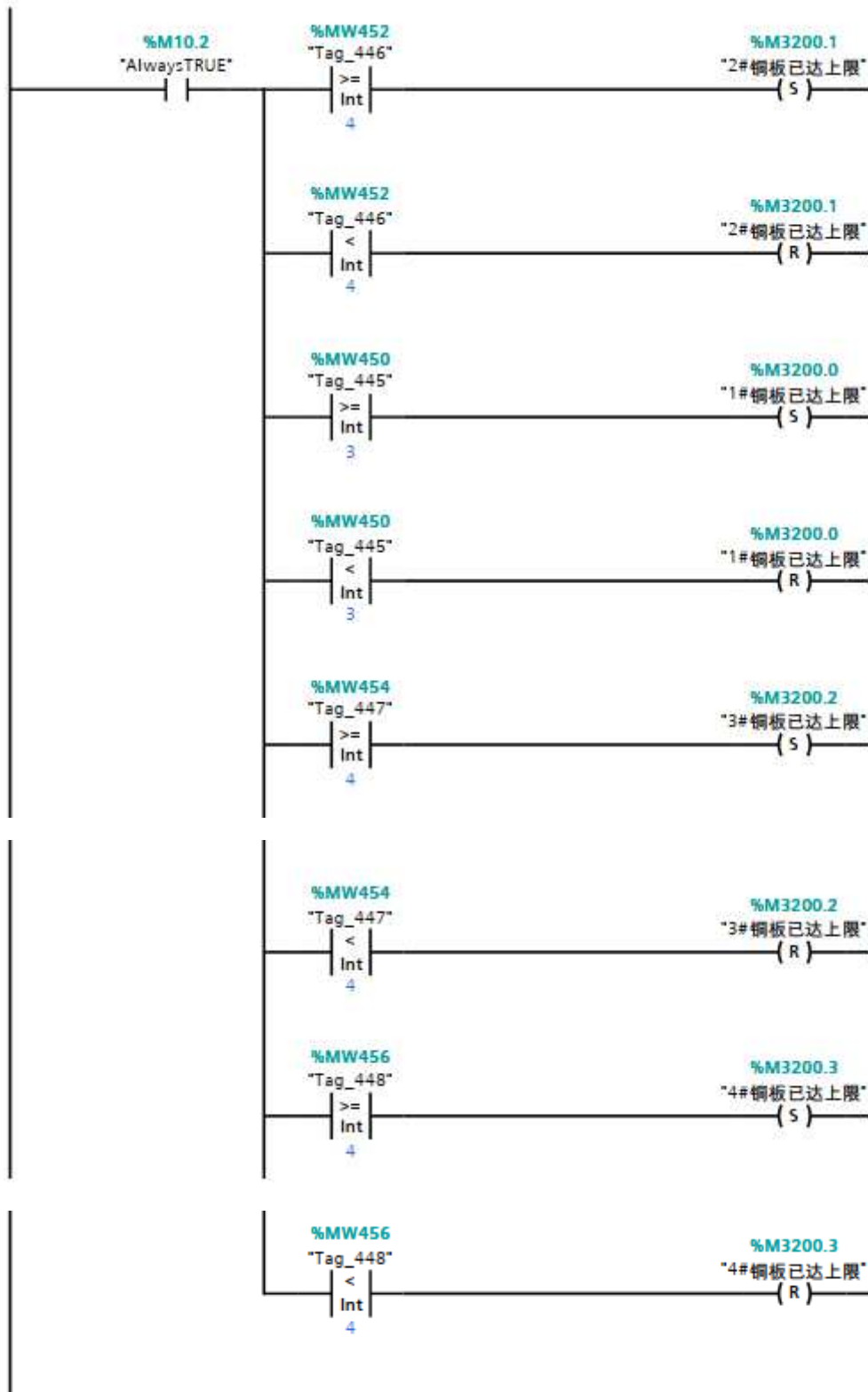
网络 5



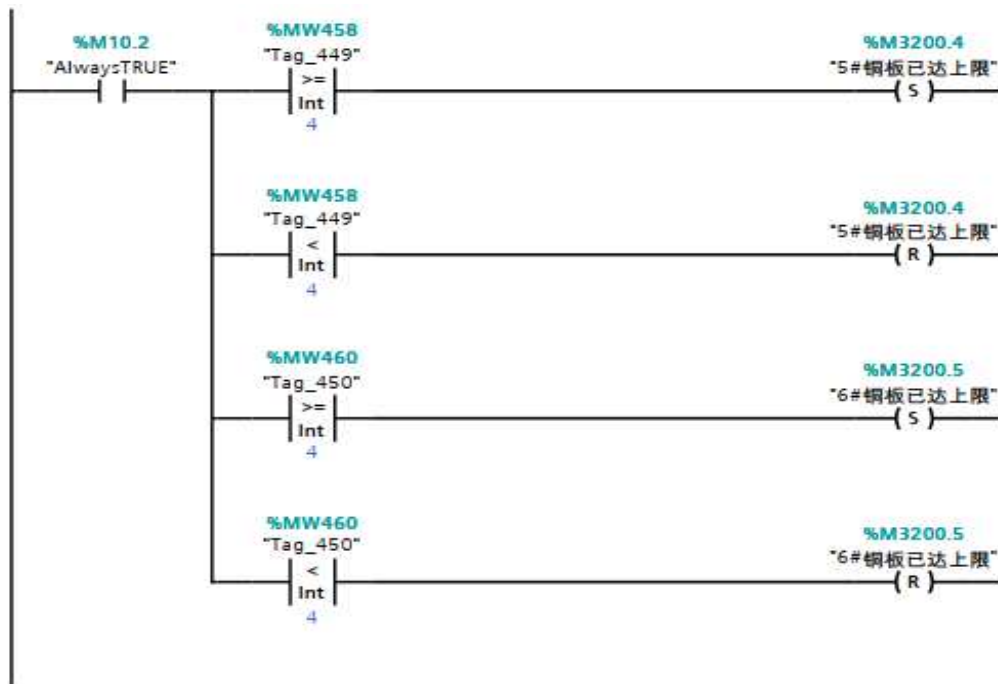
网络 6



网络 7

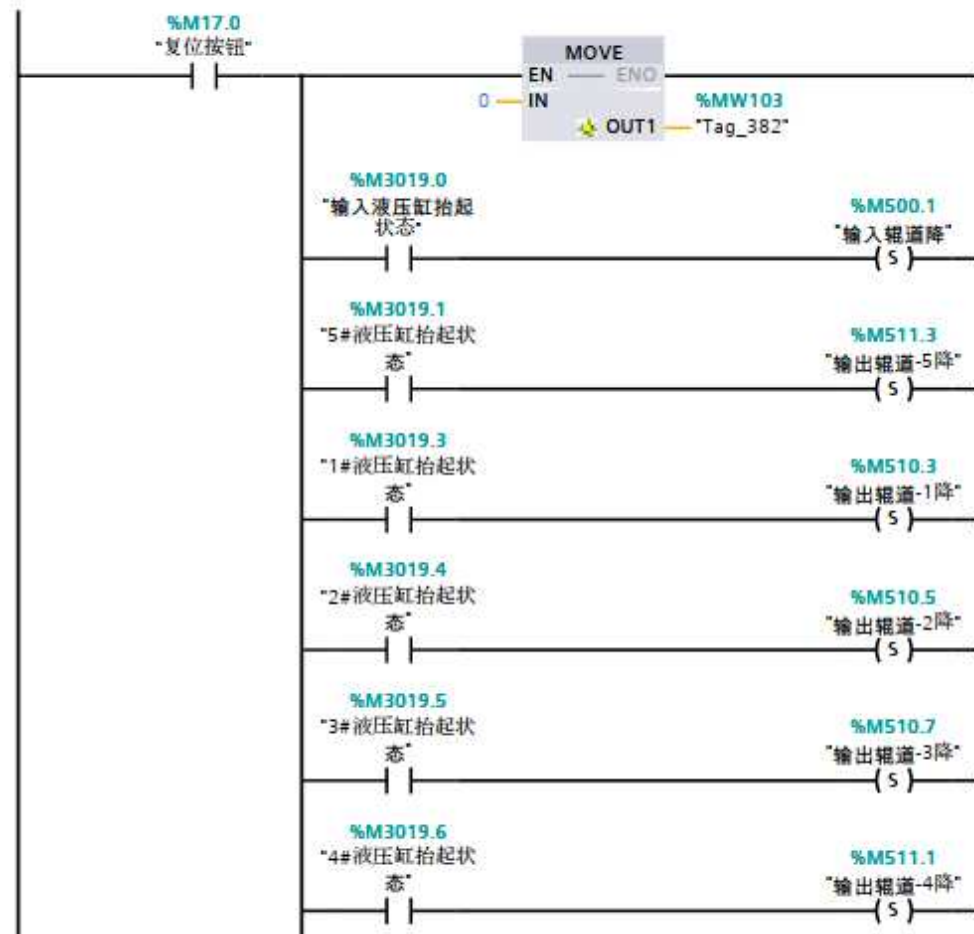


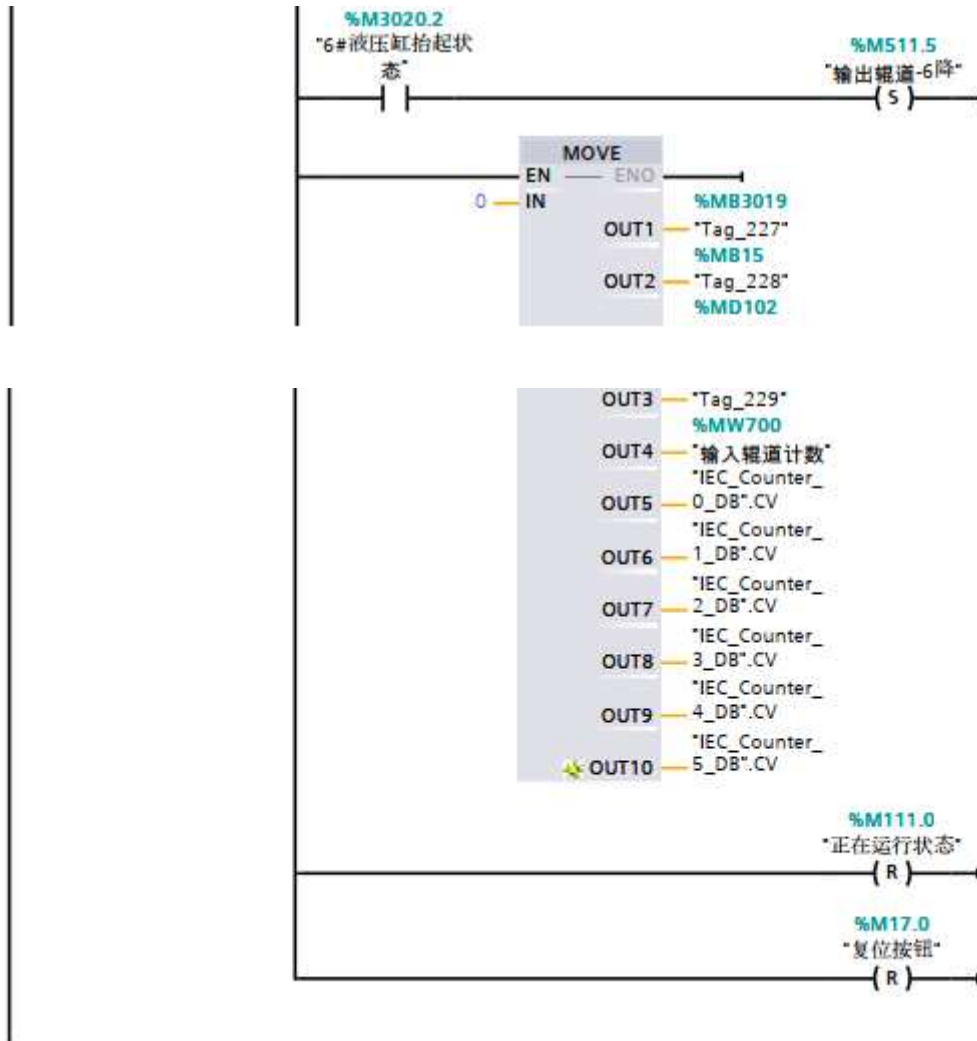
网络 8



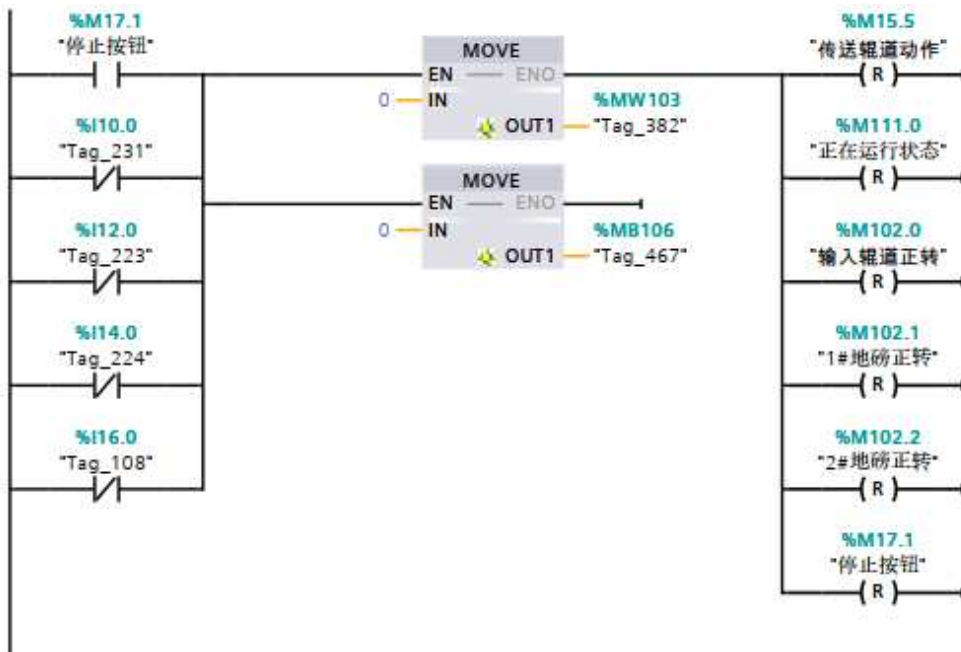
保护程序 (FC6)

网络 1



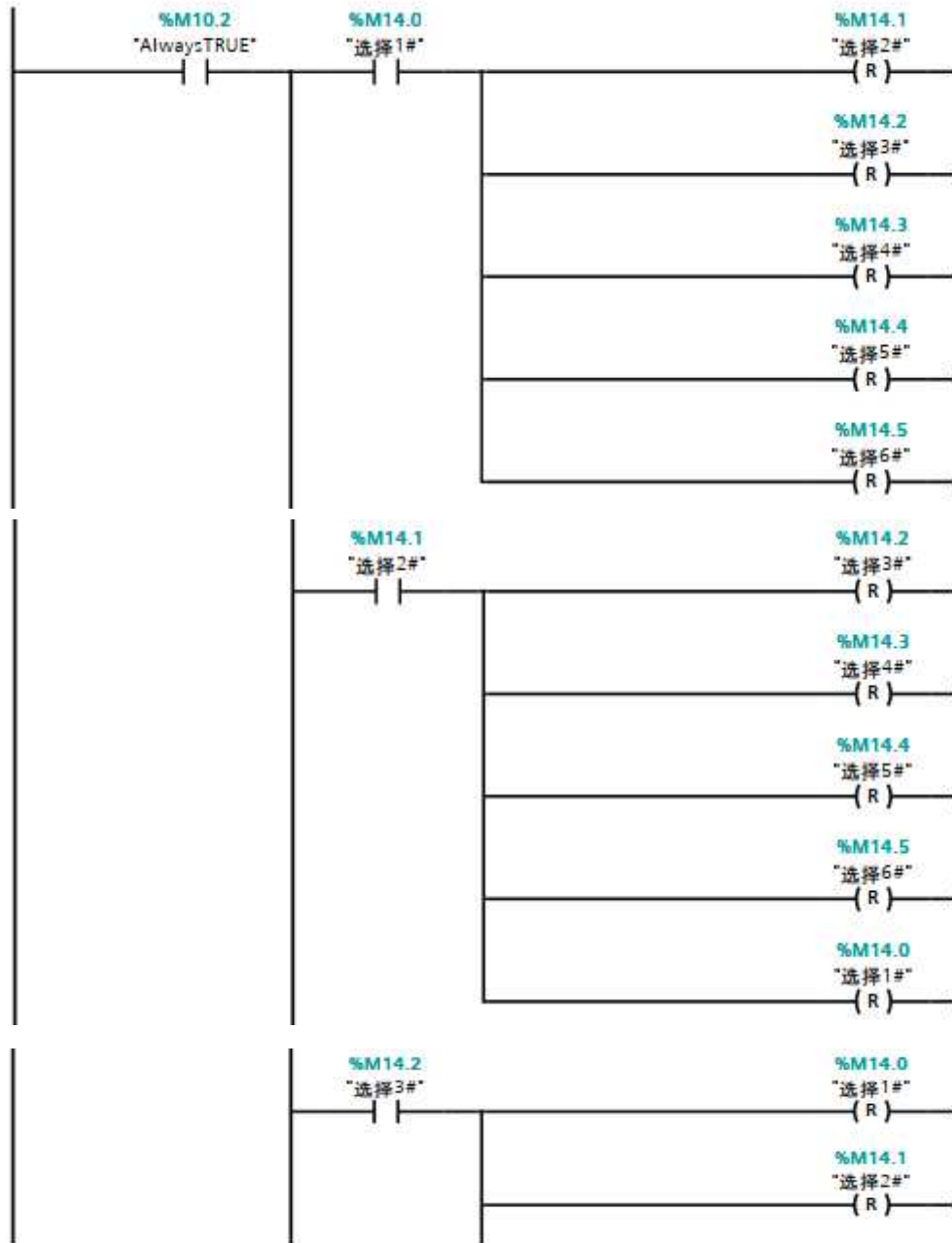


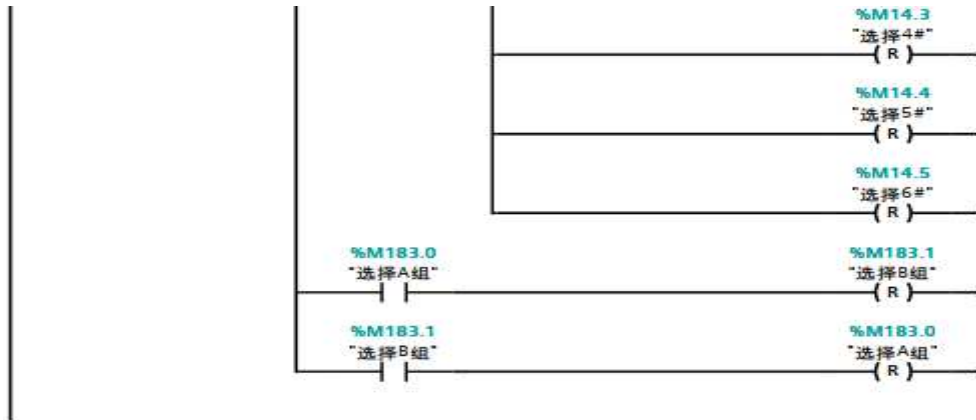
网络 2



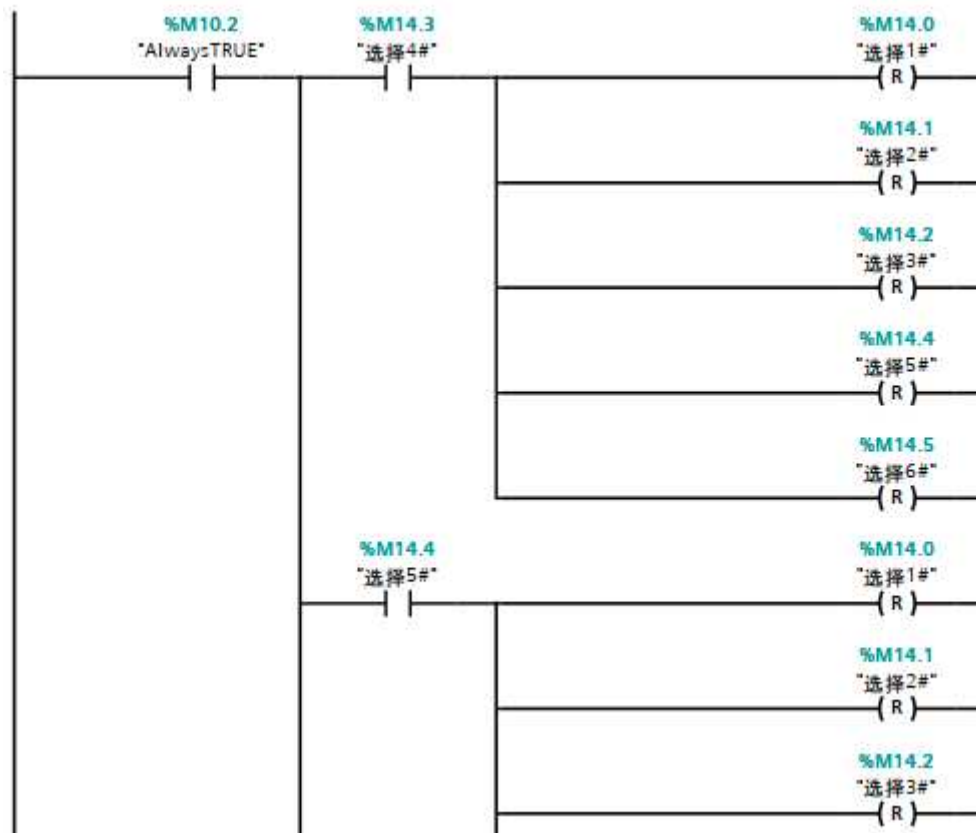
输出辊道选择 (FC7)

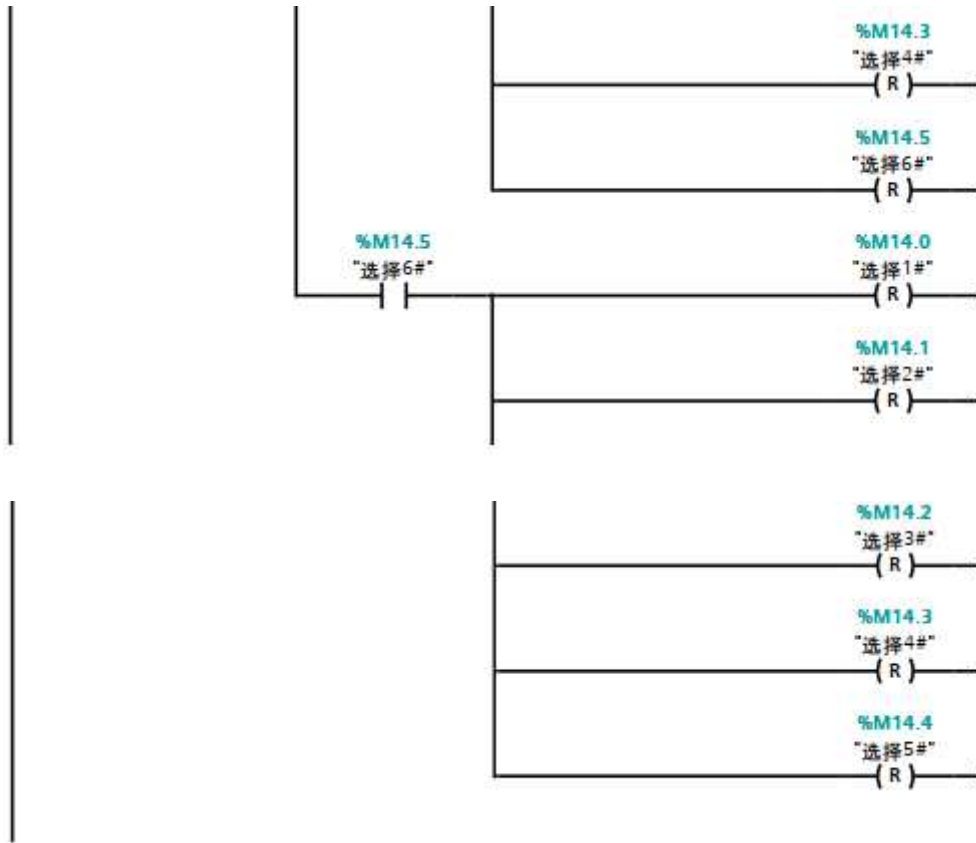
网络 1





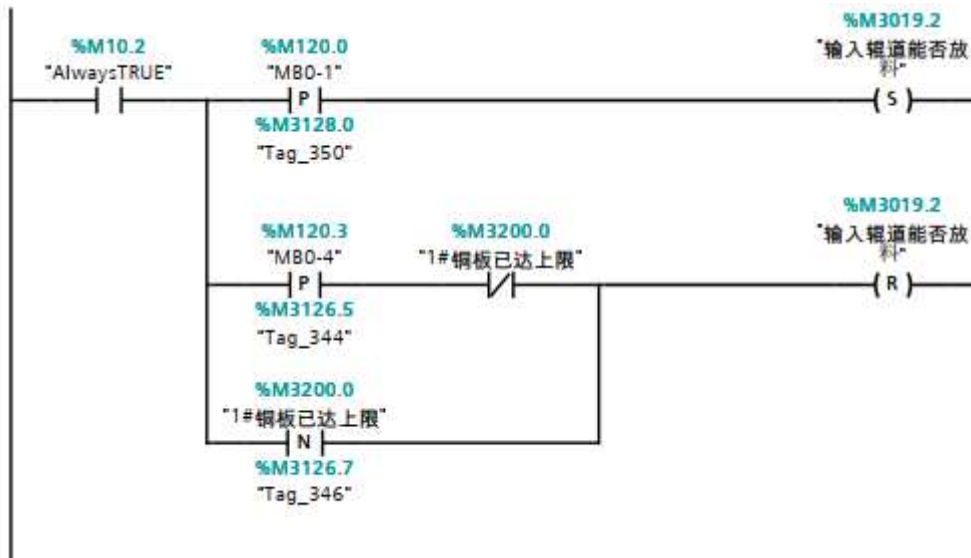
网络 2



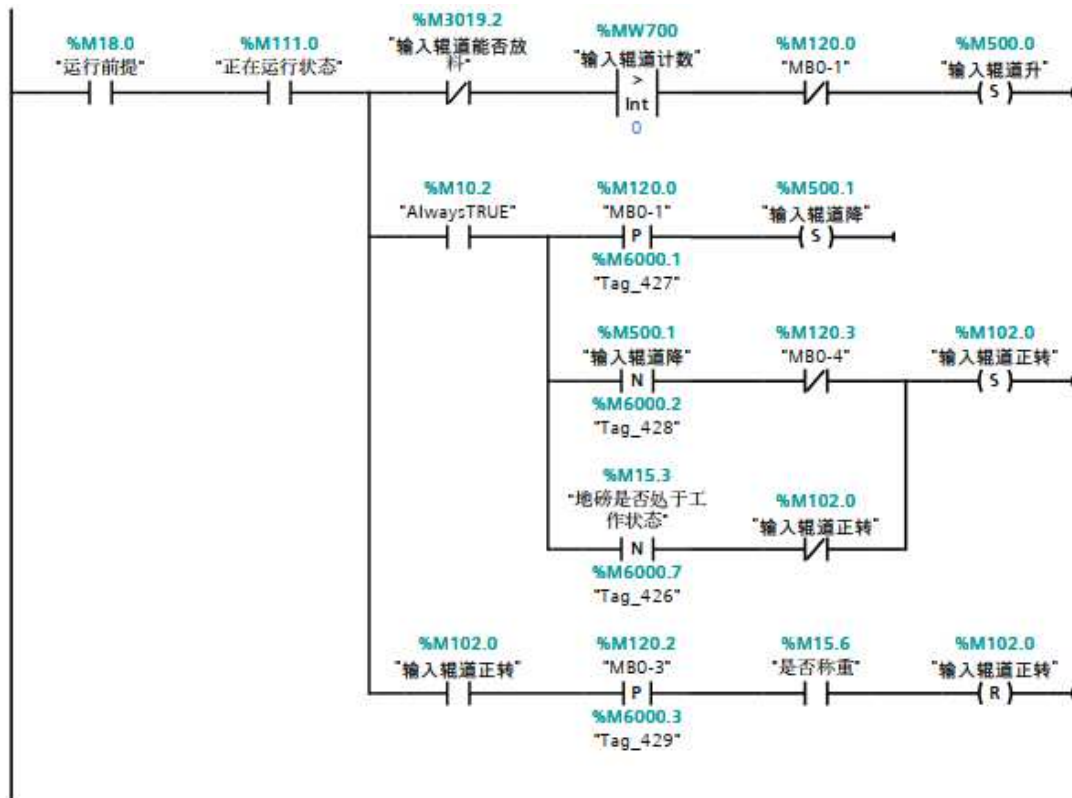


输送-输出 1(FC8)

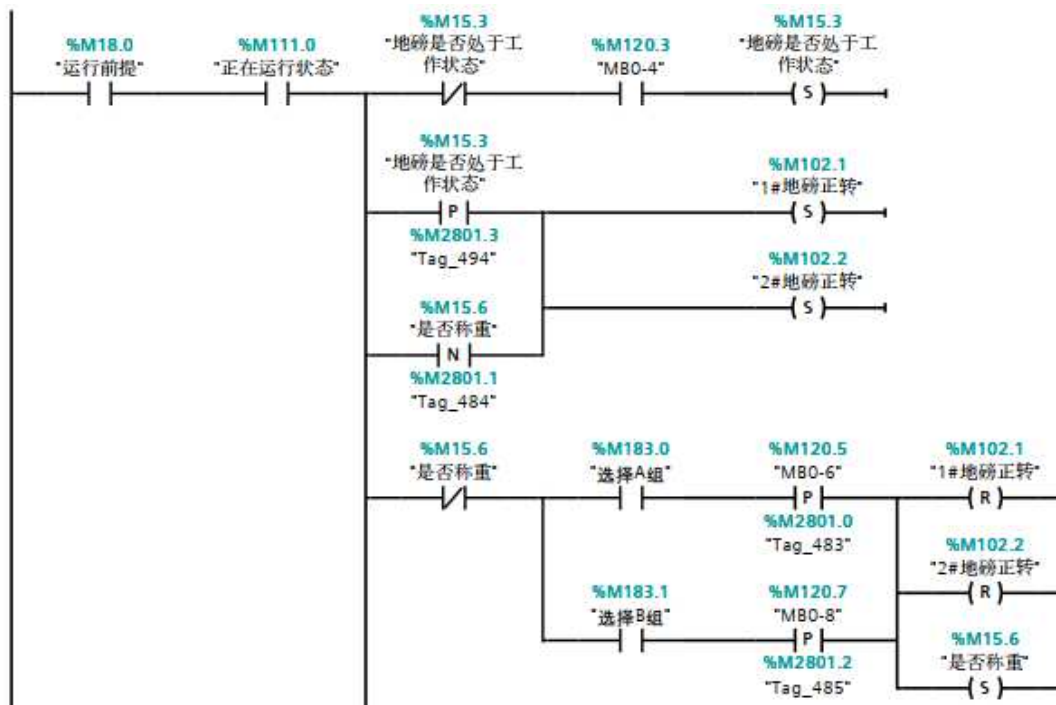
网络 1



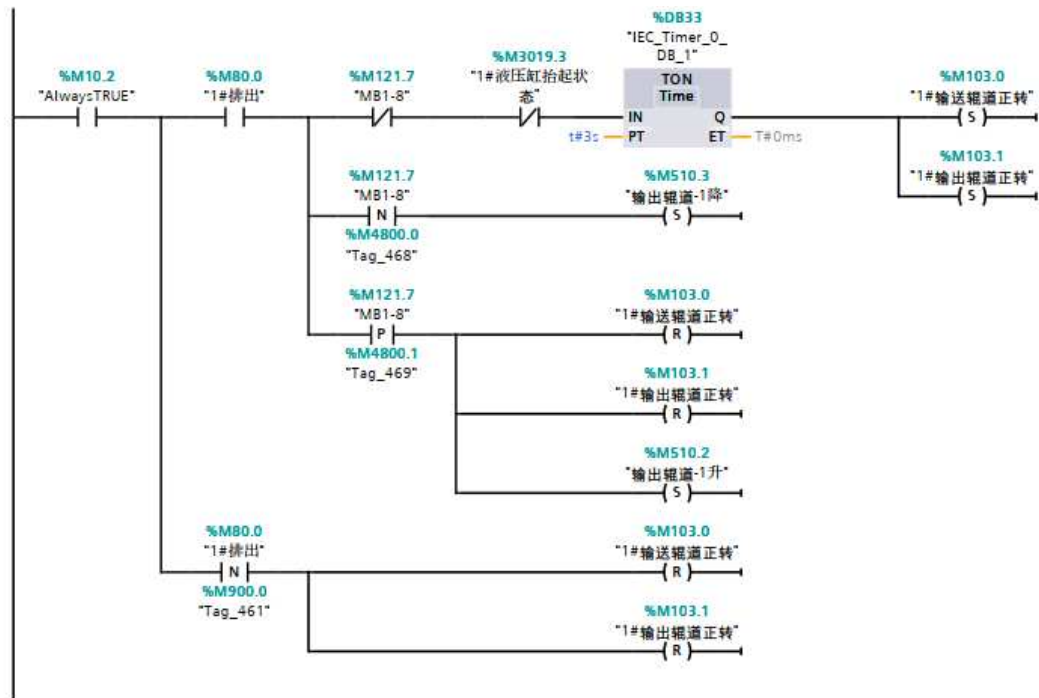
网络 2



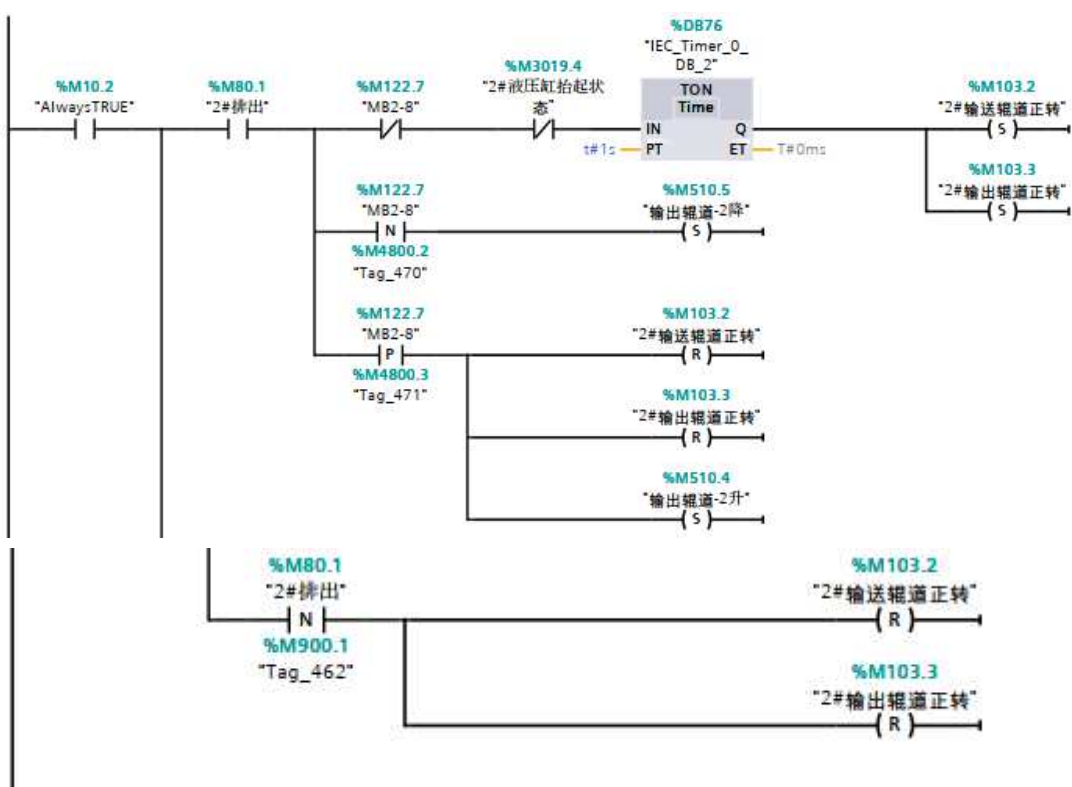
网络 3



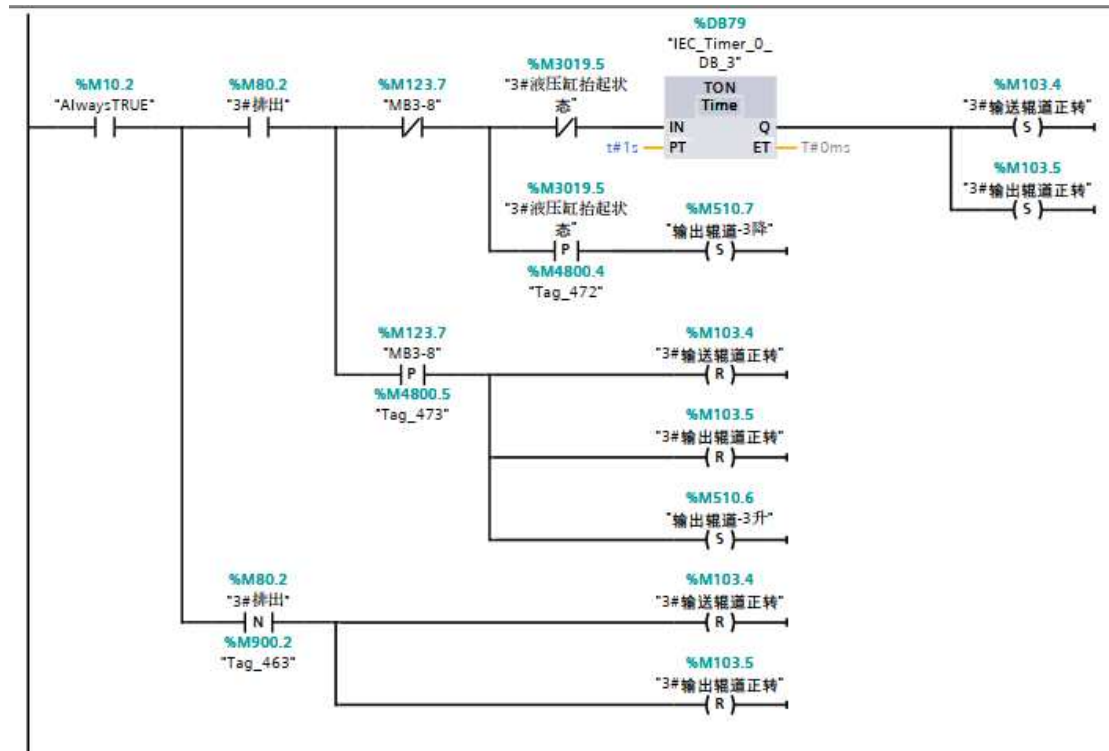
网络 2



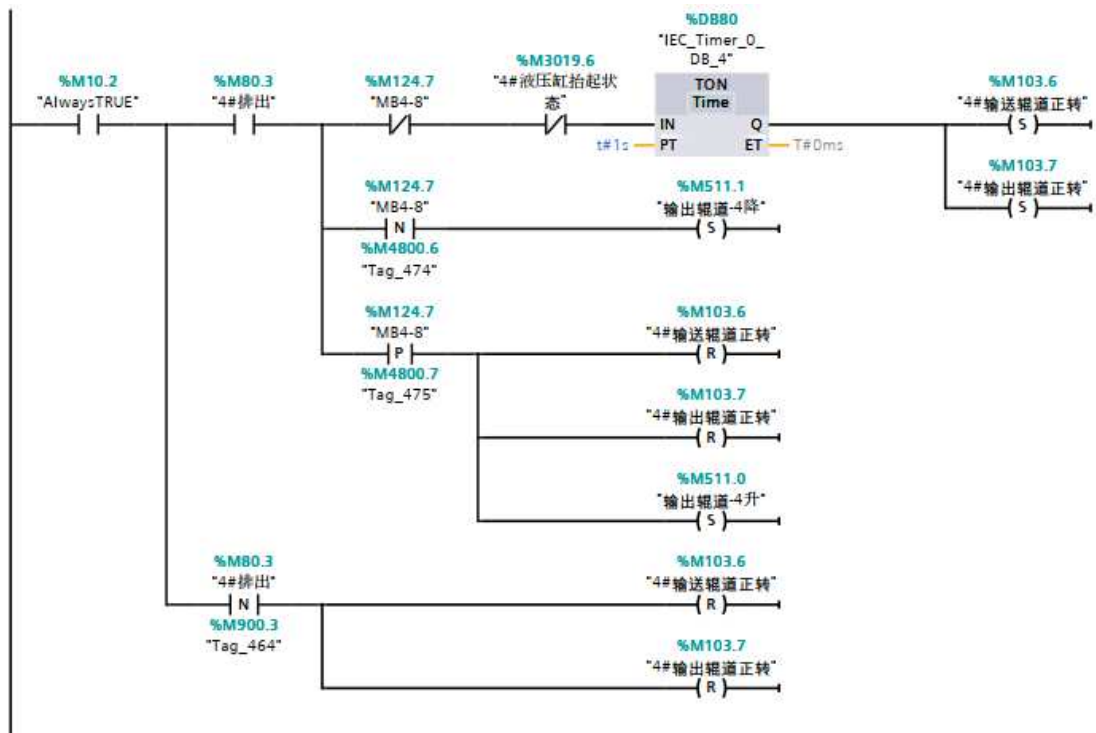
网络 3



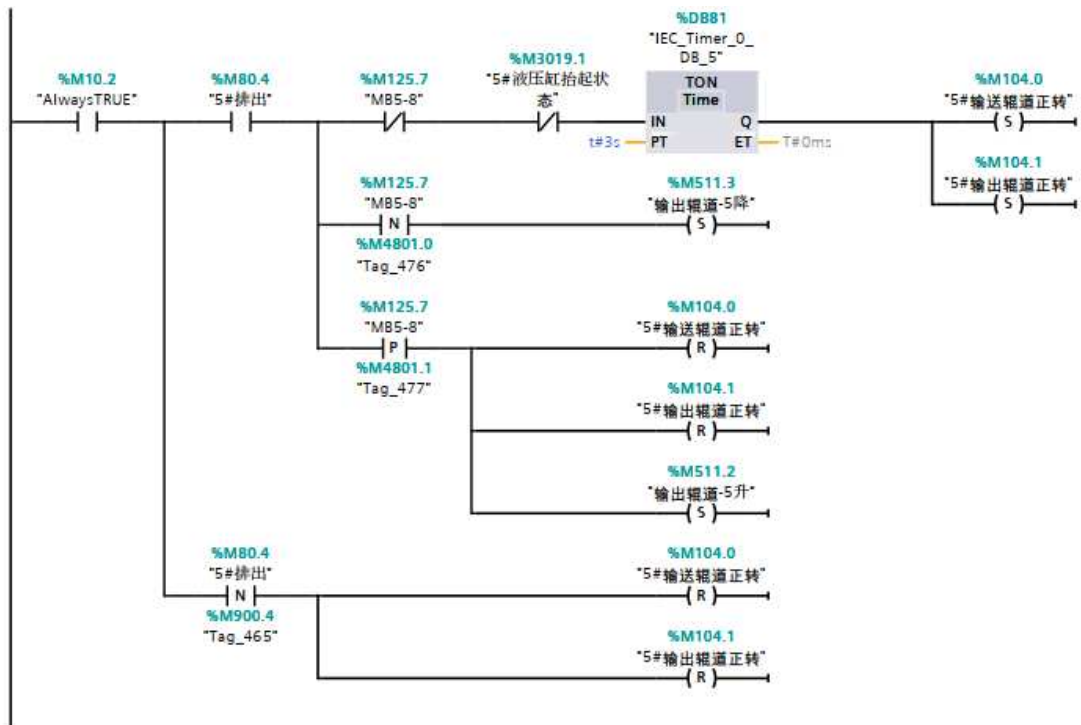
网络 4



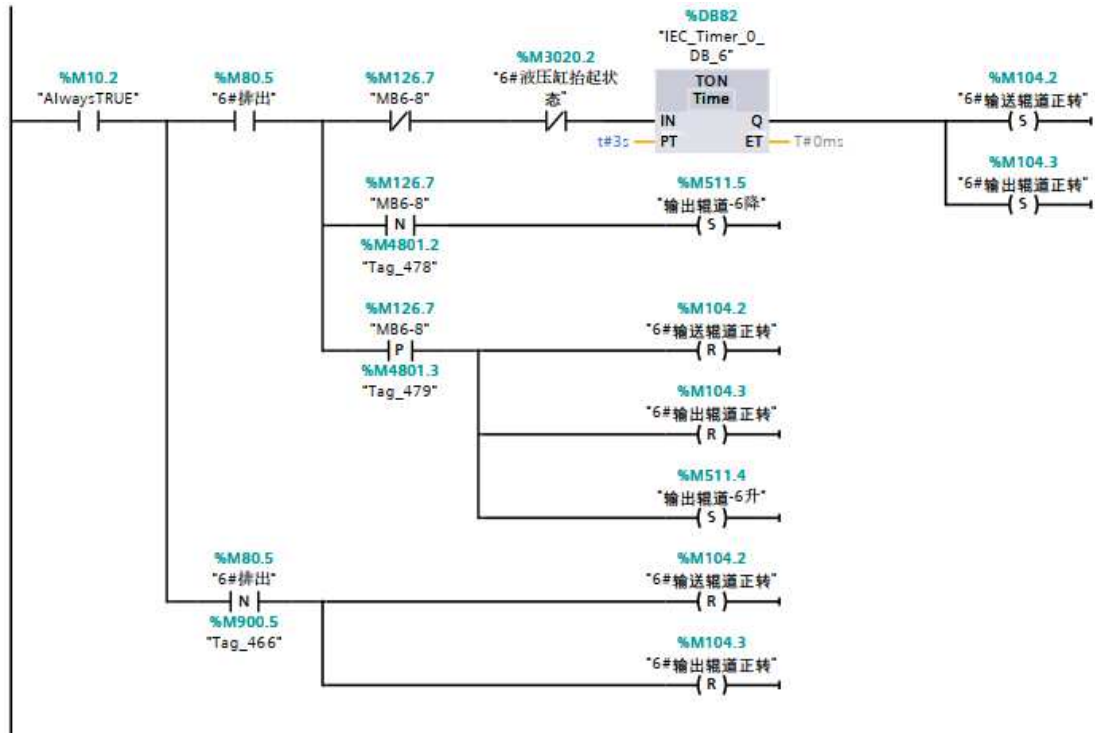
网络 5



网络 6



网络 7



附录五 电气原理图

