



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

本科生毕业设计

智能立体车库系统设计

Intelligent Stereo Garage System Design

学 院 智能制造学院
专 业 自动化
班 级 19 自动化（本）2 班
学 号 19404010213
姓 名 杨弘杰
指导教师 汤海梅
职 称 副教授
完成时间 2023 年 06 月 02 日

天津中德应用技术大学

本科生毕业设计

智能立体车库系统设计

Intelligent Stereo Garage System Design

学 院 智能制造学院
专 业 自动化
班 级 19 自动化（本）2 班
学 号 19404010213
姓 名 杨弘杰
指导教师 汤海梅
职 称 副教授
完成时间 2023 年 06 月 02 日

天津中德应用技术大学

本科生毕业设计（论文）选题申报表

学 院	智能制造学院	申 报 人	姓 名	汤海梅
专 业	自动化		技术职务	副高
题目名称	智能立体车库系统设计			
题目类型	自拟	题目来源	其他项目	
课题来源、 背景及意 义	<p>课题来源为实际工程应用。</p> <p>背景及意义：随着我国汽车保有量逐年攀升，车辆数量的急剧增加导致一些一、二线城市出现了不同程度的停车难题。很多地方在停车场上规划方面相对滞后，形式多为自走式，无法满足汽车增长对停车位的需求。</p> <p>智能立体车库的研究可以促进传统停车场的升级改造和创新，采用向上开发的空间开发模式，通过提高提高土地的空间利用率和增加停车位数量，在有限的空间内能停放尽可能多的车辆，满足大量用户的停车需求，最大限度地简化了停车取车环节，并实现更智能的停车取车，提高了停车取车效率，节约了人们的时间，这种方法有效解决城市中停车难的问题，进一步提升了人们的生活质量。</p> <p>智能立体车库系统由四个控制单元组成，分别是出传送带控制单元、升降电梯控制单元、车辆移送装置、机械立体车库。四个控制单元由主控制器 S7-1500PLC 统筹控制，使每一个控制单元相互配合，高效完成泊车和取车任务。智能立体车库系统共三层 3 层，每层 10 个泊车位，每个泊车位尺寸为 4.2m*2m*3m，最多停放一辆汽车，可以同时全部停满 30 辆，立体车库的占地面积不大于 100 平方米，空间高度大于 15m。可建设在商圈，闹市，娱乐场所等车辆多的地方。</p> <p>智能立体车库系统采用 PROFINET 星型网络拓扑结构，使用西门子工业交换机，通过一个网络将系统的控制器 S7-1500PLC、S7-1200PLC、伺服驱动器 S120、变频驱动器 G120、HMI 相连接，通过 PROFINET 现场总线通信协议，可以将这些设备连接在一起，构建工业网络，一种网络连接所有设备。最后通过智能立体车库系统的主控制器 S7-1500PLC 对系统中的其他设备发出控制命令，统一调配各个设备的运行，完成自动泊车或自动取车任务，实现整个智能立体车库系统的高效、稳定和精准运行。</p>			

<p>任务及要求</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 确定智能立体车库系统结构、运行方式、工作条件和工艺要求。 2. 完成系统控制器，驱动器，HMI 以及执行机构的选型工作。 3. 完成电气原理图图设计。 4. 编写系统泊车、取车、触摸屏上显示停车位数量以及车库状态的梯形图程序。 5. 完成 PLC 与 PLC 之间和 PLC 与触摸屏、伺服电机之间的通信程序编写。 6. 在 Factory I/O 软件中,完成智能立体车库的虚拟仿真场景搭建,配合 PLC 完成车库的虚拟场景的仿真调试。 7. 完成系统总体搭建和调试,使系统功能最终达到设计要求。 8. 完成毕业设计撰写工作,附件应包含: I/O 列表、PLC 控制程序、HMI 界面、系统总体仿真效果。
<p>工作条件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1.可运行 TIA Portal, Factory I/O 软件的计算机。 2. 三相异步电机、伺服电机、西门子 PLC、触摸屏、传感器。
<p>知识与能力要求</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电气原理图、PLC 程序、触摸屏界面设计。 2. 熟悉 TIA portal, Factory I/O 软件的操作使用。 3. 熟悉伺服驱动和变频驱动知识应用。
<p>系（教研室）审查意见：</p> <p>同意</p> <p style="text-align: right;">负责人(签名): 李云龙 2022 年 9 月 23 日</p>	



天津中德应用技术大学

Tianjin Sino-German University of Applied Sciences

毕业设计（论文）任务书

题 目： 智能立体车库系统设计

学 院： 智能制造学院

专 业： 自动化

学生姓名： 杨弘杰

学 号： 19404010213

起止日期： 2022年10月24日~2023年06月02日

指导教师： 汤海梅

任务书下达日期：2022年10月21日

任务书填写要求

1. 毕业设计（论文）任务书由指导教师根据各课题的具体情况填写，经专业负责人审查签字后生效。此任务书应在毕业设计（论文）开始一周内填好并发给学生；
2. 任务书内填写的内容，必须和学生毕业设计（论文）完成的情况相一致；
3. 任务书内有关“学院”、“专业”等名称的填写，应写中文全称，不能写数字代码。学生的“学号”要写全号（如：16014010101）；
4. 有关年月日等日期的填写，应当按照国标 GB/T 7408—94《数据元和交换格式、信息交换、日期和时间表示法》规定的要求，一律用阿拉伯数字书写。如“2004 年 3 月 21 日”或“2004-03-21”。
5. 本毕业设计（论文）课题成果的要求，内容要具体化和数量化。如“毕业设计（论文）一套；A0 号装配图纸 1 张；A2 号电气控制原理图纸 2 张；实物样机 1 台；产品 2 件”等。

毕业设计(论文)任务书

1. 毕业设计(论文)课题背景及意义

随着国内经济的飞速发展,人们的生活质量不断提升,汽车也日渐成为了每个家庭的标配。然而,车辆的急剧增加导致了很多人一二线城市出现了不同程度的停车难问题,国内的停车场大都是自走式,远不能满足汽车的增长对车位的要求。智能立体车库系统可充分利用上土地资源,发挥空间优势,最大限度的停放车辆,成为城市静态空交通问题的重要途径。智能立体车库系统由传送带、升降电梯、车辆移送装置和立体车库组成,该智能立体仓库 3 层,每层 10 个泊车位,每个泊车位尺 4.2m*2m*3m,限重 20 吨,最多停放一辆汽车,可以同时全部停满 30 辆,立体车库的占地面积不大于 100 平方米,空间高度大于 15m。可建设在商圈,闹市,娱乐场所等车辆多的地方。

本任务是基于 PLC 设计的智能立体车库系统。通过对 PLC 与 PLC、HMI、伺服驱动器、变频器等设备建立网络通信连接,驱动传送带、升降电梯、车辆移送装置以及保护和固定装置加上传感器等感应装置的相互配合动作实现车辆的一键停泊和一键取车。

2. 毕业设计(论文)课题任务的内容和要求

1. 确定智能立体车库系统结构、运行方式、工作条件和工艺要求
2. 完成系统控制器,驱动器,HMI 以及执行机构的选型工作
3. 完成电气控制电路图设计
4. 编写系统泊车、取车、触摸屏上显示停车位数量以及车库状态的梯形图程序
5. 完成 PLC 与 PLC 之间和 PLC 与触摸屏、伺服电机之间的通信程序编写
6. 在 Factory I/O 软件中,完成智能立体车库的虚拟仿真场景搭建,配合 PLC 完成车库的虚拟场景的仿真调试。
7. 完成系统总体搭建和调试,使系统功能最终达到设计要求。
8. 完成毕业设计撰写工作,附件应包含:电气原理图、PLC 控制程序、HMI 界面、系统总体仿真效果。

毕业设计(论文)任务书

3. 毕业设计(论文)课题成果(包括毕业设计论文、图表、实物样品等):

- (1) 毕业设计(论文)一套;
- (2) 系统控制程序
- (3) 触摸屏实现人机交互的控制画面
- (4) 立体车库系统场景控制仿真视频

4. 推荐参考资料:

- [1] 徐晓峰, 张爱军等. 电机与拖动[M]. 第二版. 北京:高等教育出版社, 2019: 363-370.
- [2] 徐科军, 马修水等. 传感器与检测技术[M]. 第5版. 北京:电子工业出版社, 2021: 97-132
- [3] 范其明, 李云龙等. 工业网络与现场总线技术[M]. 第1版. 西安:西安电子科技大学出版社, 2020: 76-84.
- [4] 孙海维. SIMATIC 可编程序控制器及应用[M]. 第二版. 北京:机械工业出版社, 2013: 95-130.
- [5] 刘长青. S7-1500 项目设计与实践[M]. 第一版. 北京:机械工业出版社, 2016: 31-33.
- [6] 邢刚, 丁凡等. 一种空中长廊式智能立体车库设计与分析[J]. 湖南工程学院学报(自然科学版), 2021(04).
- [7] 王瑞, 赵雄伟等. 智能立体车库自动控制系统的设计及模拟应用[J]. 制造业自动化, 2022(01).
- [8] 李垚, 牟志刚. 基于西门子 S7-1500 PLC 的智能立体车库控制系统设计[J]. 机电信息, 2021(23).
- [9] 党梦宇, 张群. PLC 技术在智能立体车库设计中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2021(18).

所在专业审查意见:

无

李云龙

负责人: 李云龙

2022年10月23日



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

本科生毕业设计（论文）开题报告

题 目： 智能立体车库系统设计

学 院： 智能制造学

专 业： 自动化

学生姓名： 杨弘杰

学 号： 19404010213

起止日期： 2022年10月24日~2023年06月02日

指导教师： 汤海梅

开题日期： 2022年11月18日

一、 开题报告内容

1.课题的目的意义

随着国内经济的飞速发展，人们的生活质量不断提升，汽车也日渐成为了每个家庭的标配。然而，车辆的急剧增加导致了很多人二线城市出现了不同程度的停车难问题。国内的停车场大都是自走式，远不能满足汽车的增长对车位的需求。因此我们应该重视这个问题，并积极寻求有效的解决方案。智能立体车库，高效地利用土地资源，发挥空间优势，最大限度地停放车辆，是解决城市停车问题的有效途径。

建设智能立体车库能够节约大量的城市用地，同时也是缓解城市交通拥堵的有效办法之一。智能立体车库最大限度简化停车取车环节，提高了停车取车效率，节约了人们的时间和进一步提升人们生活质量。

通过对智能立体车库的研究能够对传统停车场进一步升级改造创新，对有限土地资源进行向上开发，增加土地的空间使用率，满足大量用户的停车需求和更为智能地停车取车，应对了城市中停车难的问题，为人们的生活带来便利。

2.与本课题有关的国内外研究（应用）情况及发展趋势

国外对立体车库的研究起步较早，目前许多国家对智能立体车库保持着高度的关注和积极乐观的态度，一些国家已经将智能立体车库普遍应用于居民的日常生活中，并且大力推动立体车库的智能化发展，为智能立体车库的发展制定了相关的法律法规给予保障。

德国对立体车库的研究起步较早，大众就是德国立体车库发展的典型代表，考虑到立体车库的前期投资和管理成本，并且德国土地资源在使用上较为充裕，对立体车库的需求并不是太大，所以德国市场上的立体车库发展平稳，主要是巷道堆垛式、多层升降的形式为主。

日本由于其土地资源不足，对车位的需求量远超过社会实际提供的数量，所以日本对立体车库发展研究投入大量资金和人才，后来发展迅猛，技术不断完备，开始出口立体车库产品和技术，使得日本成为世界上拥有自动化立体车库最多的国家之一。

国内对立体车库的研究相较于欧洲国家起步较晚。根据资料显示，全国产业内生产、安装的机械立体车库年均增长超过 30%，2015 年以来，全国新增立体停车泊位 50 万个，目前我国立体停车库泊位拥有量仅次于日本，机械式立体车库的生产、安装和出口均列世界第一。

我国汽车保有量逐年增加，车库的需求量大，但很多地方在车库的规划上较为落后，新建小区楼房，商贸中心，在车库的建设上沿用传统的车库建设方法，泊车位少且造价成本高。目前国内的立体车库类型大多是机械式垂直循环型和升降横移型的，

自动化程度相对较低，停车取车效率较慢。由于起步较晚，以及相关技术的不够成熟，我国立体车库的研究仍处在落后地位，前期投资大，市场认可度较低，这也一定程度上限制了行业的发展。

随着国内立体停车库的设备技术在发展中渐渐成熟，安全性和可靠性都在不断提高，各地在解决停车难问题的过程中，立体停车库以其节省占地面积、制造成本低、操作简单、安全环保的优势，成为立体车库发展的必然趋势，同时智能化应用也是目前发展的主流方向。国内立体停车库正积极向智能化方向发展，不断完善，突显出其自身的优势，使人们感受到立体停车库的便利性、经济性。在目前停车位缺口较大的环境影响下，立体车库将会有很好的发展前景。

3.主要研究内容

(1) PROFINET 现场总线技术在智能立体车库系统中的应用

S7-1500PLC 作为控制系统的主站，与控制入/出库传送带的三相异步电动机，车辆测量装置的三相异步电动机、编码器，升降电梯曳引系统的三相异步电动机通过 PROFINET 的方式通信，建立连接。S7-1200PLC 作为控制系统从站，控制车辆移送装置的 S120 伺服驱动器并与主站 S7-1500PLC 通过 PROFINET 方式实现通信。HMI、PC 与 S7-1500PLC 通过 PROFINET 方式建立通信。PLC 与 PLC、PLC 与触摸屏、PLC 与设备之间通过 PROFINET 现场总线技术组网。系统网络拓扑如图 1 所示。

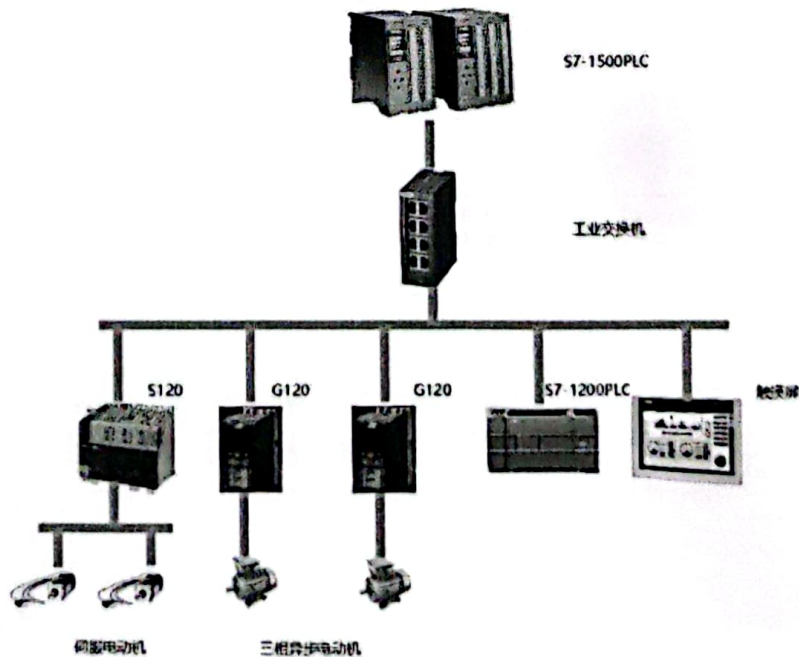


图 1 智能立体车库系统网络拓扑图

(2) PLC 控制技术和变频调速技术在升降电梯的应用

升降电梯由系统主站 S7-1500PLC 控制，使用三相异步电动机作为曳引机的动力系统，G120 变频器作为电机的驱动器，对运车轿厢的升降实现变频调速。三相异步电动机与编码器同轴连接，配合每一层的传感器，在控制器相应程序执行下，实现升降电梯将车辆准确运送抵达相应楼层。

(3) HMI 对智能立体车库系统进行控制和状态监控

智能立体车库系统的人机交互界面选择的是西门子的触摸屏。触摸屏在系统中可以监控车库中车位状态，可以实现一键停车和一键取车；能够对每个控制单元进行单独调试和测试每个设备之间通信情况；触摸屏能够实现系统急停、复位和故障报警功能。

(4) 西门子 S120 伺服驱动器在立体车库系统中的技术应用

西门子 S120 伺服驱动器结构紧凑、功能强大、可靠性高，而且有专用的编程调试软件，可以对伺服系统的参数进行设定和驱动控制过程的实现监控。本系统中的 S120 伺服驱动器是车辆移送装置的动力系统，由系统从站 S7-1200PLC 控制，通过驱动 2 台不同运动方向的伺服电机，2 个驱动轴相互配合，实现车辆移送装置送车平台的升降横移功能。在博途软件中调节伺服驱动器参数，编写相应控制程序，再配合车位入口传感器，实现送车平台与停车位精准对接，完成在车位上泊车取车的任务。系统运行流程如图 2 所示。

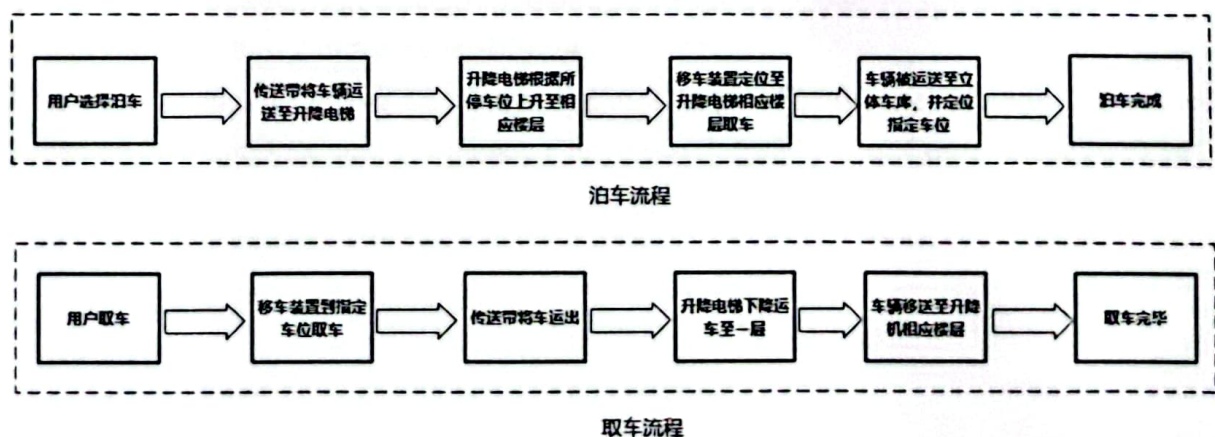




图 2 系统控制流程图

4.参考文献

- [1] 徐晓峰, 张爱军等. 电机与拖动[M]. 第二版. 北京:高等教育出版社, 2019: 363-370.
- [2] 徐科军, 马修水等. 传感器与检测技术[M]. 第5版. 北京:电子工业出版社, 2021: 97-132
- [3] 范其明, 李云龙等. 工业网络与现场总线技术[M]. 第1版. 西安:西安电子科技大学出版社, 2020: 76-84.
- [4] 孙海维. SIMATIC 可编程序控制器及应用[M]. 第二版. 北京:机械工业出版社, 2013: 95-130.
- [5] 刘长青. S7-1500 项目设计与实践[M]. 第一版. 北京:机械工业出版社, 2016: 31-33.
- [6] 邢刚, 丁凡等. 一种空中长廊式智能立体车库设计与分析[J]. 湖南工程学院学报(自然科学版), 2021(04).
- [7] 王瑞, 赵雄伟等. 智能立体车库自动控制系统的设计及模拟应用[J]. 制造业自动化, 2022(01).
- [8] 李垚, 牟志刚. 基于西门子 S7-1500 PLC 的智能立体车库控制系统设计[J]. 机电信息, 2021(23).
- [9] 党梦宇, 张群. PLC 技术在智能立体车库设计中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2021(18).
- [10] 赵玉程, 樊瑜瑾, 唐军, 等. 基于 PLC 的折弯机液压伺服控制系统设计[J]. 农业装备与车辆工程, 2022(4):34-37.
- [11] 张南杰. 西门子 S7-1500 与 S7-1200 的 PROFINET IO 通信研究[J]. 工业控制计算机, 2020,33(10):150,152.
- [12] 陈笃超, 李晓龙, 董云鹏, 等. 西门子 S120 变频器的应用与排故[J]. 电子技术与软件工程, 2020(08):78-79.
- [13] 段能. 基于 PROFINET 网络技术的长距离管带机电控系统[J]. 数码设计, 2020(5):73-74.
- [14] Tian Feng, Li Guangpeng. Design of Intelligent Feeding Control System Based on S7-1200 PLC[J]. E3S Web of Conferences, 2021, 245.
- [15] Hengchao Zhou, Guangpeng Li, Yuanyong Liu. Design of Multi-speed Motor Control System Based on S7-1200 PLC and Frequency Converter[J]. E3S Web of Conferences, 2020, 165.

二、进度及预期结果		
起止日期	主要内容	预期结果
2022.10.24-2023.01.10	在网上和图书馆查询相关资料、文献。	完成资料收集与整理。
2023.02.15-03.14	学习并熟悉控制系统的所有设备，完成设备间的网络连接，在仿真软件上完成场景搭建和 PLC 控制程序的初步编写调试。	熟练使用设备并完成网络连接；完成场景搭建和初步控制程序调试。
2023.03.15-04.10	完成系统控制程序的编写和触摸屏画面制作与调试。	完成系统控制程序的编写和触摸屏画面制作与调试。
2023.04.11-05.02	完成系统的调试和仿真运行、绘制电路原理图	
2023.05.03-06.01	完成毕业设计（论文）。	完成系统的调试和仿真运行、绘制电路原理图 完成毕业设计（论文）。
完成课题的现有条件	安装 TIAPortalV17+startdrive 软件和 Factory IO 仿真软件的计算机一台，一套西门子 S7-1500PLC, S7-1200PLC, 西门子触摸屏，西门子工业交换机，西门子 G120 变频器，S120 伺服驱动器，三相异步电动机，伺服电机，光电传感器，编码器，工业网线。	
指导教师意见	<p>该生查阅了相关文献，了解了该课题背景及国内外研究现状，明确了课题的主要研究内容和方向，确定的研究方法可行，进度安排合理，同意开题。</p> <p>指导教师： <u>汤海梅</u>  <u>2022 年 11 月 18 日</u></p>	
开题答辩小组意见	<p>组 长： <u>王莉</u>  <u>2022 年 11 月 18 日</u></p>	

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：所呈交的毕业设计（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）原创性声明的法律責任由本人承担。

毕业设计（论文）作者签名：杨弘杰

2023年5月26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：汤旭梅

2023年5月26日

摘 要

论文介绍了一种智能立体车库系统设计，该系统由四个控制单元组成：入/出库传送带、升降电梯、车辆移送装置和立体车库。其中，系统采用了西门子 S7-1500PLC 作为主控制器，并结合西门子触摸屏、S7-1200PLC、S120 伺服驱动器、相应伺服电机、G120 变频器和传感器等设备，通过 PROFINET 现场总线技术建立工业网络。

系统通过触摸屏作为人机界面，向系统主站 S7-1500PLC 发送指令，通过 PLC 程序的执行，控制各个设备相互配合，实现泊车和取车任务。系统具有自动泊车、取车、故障自诊等功能，具有高效、安全、智能化的特点。

入/出库传送带可以完成车辆的进出库，并通过传感器检测车辆位置，向主站发送数据。升降电梯可以将车辆平稳地提升或下降至对应层位，以便将车辆送入立体车库。车辆移送装置则负责将车辆从立体车库和升降电梯之间来回运送车辆。

立体车库采用多层结构，提高了车位的利用率，并且通过 PLC 程序的优化，使车辆泊车和取车过程更加快捷、安全。该系统设计中，西门子 S7-1500PLC 作为主控制器，具有较高的性能和稳定性，可以满足系统对实时性和可靠性的要求。通过 PROFINET 现场总线技术建立的工业网络，提高了系统的传输速率和数据可靠性。同时，系统具有智能化的特点，能够自动诊断故障并给出相应的提示，减少了维护和故障排除的时间和成本。

综上所述，该智能立体车库系统具有高效、安全、智能化的特点，具备较强的可行性和实用性，对于城市停车难的问题具有积极的应用价值。

关键词： PROFINET 现场总线；人机界面 HMI；智能立体车库；西门子 PLC；伺服

ABSTRACT

This paper introduces the design of an intelligent stereo garage system, which consists of four control units: inbound/outbound conveyor belt, elevator, vehicle transfer device and stereo garage. Among them, the system uses Siemens S7-1500PLC as the main controller, combined with Siemens touch screen, S7-1200PLC, S120 servo drive, corresponding servo motor, G120 inverter and sensor and other equipment, through Profinet field bus technology to establish an industrial network. The system uses the touch screen as the man-machine interface to send instructions to S7-1500PLC of the system master station. Through the execution of the PLC program, the system controls the cooperation of each device to realize the task of parking and taking cars. The system has the functions of automatic parking, taking, fault diagnosis and so on. It has the characteristics of high efficiency, safety and intelligence.

The inbound/outbound conveyor belt can complete the inbound and outbound of vehicles, and detect the location of vehicles through sensors to send data to the main station. The elevator can lift the vehicle smoothly to the corresponding level, and move the vehicle transfer device to the corresponding position, so as to send the vehicle into the stereo garage. The vehicle transfer device is responsible for removing the vehicle from the elevator and moving it to the corresponding parking space. The three-dimensional garage adopts multi-layer structure, improves the utilization rate of parking space, and through the optimization of PLC program, makes the process of parking and taking vehicles more fast and safe.

In this system design, Siemens S7-1500PLC is used as the main controller, which has high performance and stability, and can meet the requirements of real-time and reliability of the system. The industrial network established by Profinet field bus technology improves the transmission rate and data reliability of the system. At the same time, the system has the characteristics of intelligence, can automatically diagnose the fault and give the corresponding prompt, reduce the maintenance and troubleshooting time and cost.

To sum up, the intelligent three-dimensional garage system has the characteristics of high efficiency, safety and intelligence, has strong feasibility and practicability, and has positive application value for the problem of urban parking difficulties.

Key Words: Smart three-dimensional garage; PROFINET fieldbus; Siemens PLC; Servo

目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 设计背景.....	1
1.2 国内外发展历史和现状.....	1
1.3 本文主要研究内容.....	2
1.3.1 PROFINET 现场总线技术的应用	3
1.3.2 PLC 控制技术和变频调速技术的应用	4
1.3.3 HMI 对系统的监控与操作	5
1.3.4 S120 伺服驱动器定位技术应用	5
第 2 章 统设计方案.....	6
2.1 系统控制设计.....	6
2.1.1 系统组成	6
2.1.2 系统控制逻辑	7
2.1.3 系统运行流程	8
2.2 控制要求.....	8
2.2.1 PLC 控制.....	8
2.2.2 HMI 控制	9
2.2.3 PROFINET 现场总线控制	9
2.2.4 系统控制要求	10
2.3 硬件选型.....	10
2.3.1 PLC 选型.....	10
2.3.2 伺服驱动器选型	11
2.3.3 变频器选型	11
2.3.4 触摸屏选型	11
2.3.5 交换机选型	11
2.3.6 传感器选型	12
2.3.7 低压器件选型	12
2.3.8 编码器选型	12
2.3.9 开关电源选型	12
第 3 章 硬件电路设计.....	13
3.1 主回路.....	13
3.2 控制回路.....	15
第 4 章 软件设计.....	16

4.1 硬件组态部分.....	16
4.1.1 PLC 组态.....	16
4.1.2 S120 伺服驱动器组态.....	17
4.1.3 G120 变频器组态.....	17
4.1.4 设备网络组态.....	17
4.2 程序设计.....	18
4.2.1 传送带控制流程.....	18
4.2.2 升降电梯控制流程.....	20
4.2.3 车辆移送装置控制流程.....	22
4.3 触摸屏组态和程序设计.....	24
4.4 系统仿真调试.....	27
4.4.1 仿真系统实现.....	27
4.4.2 系统调试.....	28
结 论.....	30
参考文献.....	31
致 谢.....	32
附 录.....	33

附录 1：系统电气原理图

附录 2：系统主要控制程序

附录 3：HMI 界面设计

第1章 绪论

1.1 设计背景

随着国内经济的高速发展，人们的生活质量不断提高，汽车也逐渐成为每个家庭必备的交通工具。随着我国汽车保有量逐年攀升，车辆数量的急剧增加导致一些一、二线城市出现了不同程度的停车难题。很多地方在车库规划方面相对滞后，例如新建小区、商业中心等，仍在沿用传统的建设方式，导致泊车位不足且建设成本高昂。

目前国内的停车场多为自走式，无法满足汽车增长对停车位的需求。因此，我们应该重视这个问题，并积极探索有效的解决方案。智能立体车库能够高效地利用土地资源，充分发挥空间优势，最大程度地提高土地利用率，是解决城市停车问题的有效途径。

智能立体车库系统采用向上开发空间的空间开发模式，以提高空间利用率和增加停车位数量，使得有限的空间内能停放尽可能多的车辆。一键式智能化停车系统简化了停车取车流程，采用由伺服系统控制的车辆移送装置，快速移送车辆，精确地停放和取车，从而极大提高了停车取车效率。人机界面采用西门子触摸屏，通过在触摸屏上发出指令即可快速停车和取车。同时，画面还能够呈现车库的运行状态以及车位的空闲状态^[1]。

智能立体车库的研究可以促进传统停车场的升级改造和创新，向上开发有限土地资源，提高土地的空间利用率，满足大量用户的停车需求并实现更智能的停车取车。这种方法可以解决城市中停车难的问题，同时建设智能立体车库也可以节约大量城市用地，缓解城市交通拥堵，是有效的解决方法之一。智能立体车库最大限度地简化了停车取车环节，提高了停车取车效率，节约了人们的时间，进一步提升了人们的生活质量。

国内的立体停车库正在积极朝着智能化方向发展，并不断完善，展现了自身的优势，让人们感受到立体停车库的便利性和经济性。在当前停车位严重不足的情况下，立体停车库将有很好的发展前景。

1.2 国内外发展历史和现状

许多国家在立体停车库的研究上起步较早，对智能立体车库保持着高度的关注和积极的态度。一些国家已经将智能立体车库广泛应用于居民的日常生活中，并

大力推动其智能化发展。此外，这些国家还制定了相关的法律法规，为智能立体车库的发展提供了保障。

除了大众之外，德国还有一些其他的立体车库生产商和研究机构，例如 KLAUS Multiparking 和 Fraunhofer 等。这些公司和机构致力于研究和开发不同类型的立体车库系统，包括智能立体车库、自动立体车库和机械式立体车库等。此外，德国政府也通过制定法律法规和政策支持立体车库的发展，提高城市停车场的容量和效率，以应对不断增长的汽车保有量和城市化进程所带来的停车难问题。

在日本，立体车库得到了广泛应用和大力推广。日本的立体车库技术先进、多样化，包括立体平面停车、立体转盘式停车、立体升降式停车、立体巷道式停车、立体托盘式停车等多种类型。在日本，立体车库建设已经成为城市规划的重要组成部分，通过政府的鼓励和支持，立体车库的应用已经形成了完整的产业链，不仅在国内得到了广泛应用，还出口到了世界各地，成为了日本高科技制造业的重要组成部分。

相较于欧洲国家，国内对立体车库的研究起步较晚。然而，根据资料显示，全国产业内生产和安装的机械立体车库年均增长率超过 30%。自 2015 年以来，全国新增立体停车泊位 50 万个，目前我国立体停车库泊位拥有量仅次于日本。同时，机械式立体车库的生产、安装和出口均居世界第一。

目前国内立体车库主要有机械式垂直循环型和升降横移型，但其自动化程度相对较低，停车和取车的效率较慢。由于起步较晚且相关技术尚不够成熟，我国的立体车库研究仍处于较为落后的地位。虽然前期投资大，但市场认可度较低，这也在一定程度上制约了行业的发展。

随着国内立体停车设备技术的不断成熟，其安全性和可靠性也在不断提高。各地正通过推广立体停车库解决停车难的问题，因为立体停车库具有节省占地面积、制造成本低、操作简单、安全环保等优势，成为立体车库发展的必然趋势。同时，智能化应用也是当前立体停车库发展的主流方向。

1.3 本文主要研究内容

以 S7-1500PLC 作为系统主控制器，与 PC、S7-1200PLC、触摸屏、伺服驱动器、电动机、传感器等设备通过 PROFINET 现场总线技术建立工业网络。由触摸屏作为人机界面，向系统主站 S7-1500PLC 发送指令，通过 PLC 程序的执行，控制各个设备相互配合，实现泊车和取车任务^[2]。系统总览如图 1-1 所示。

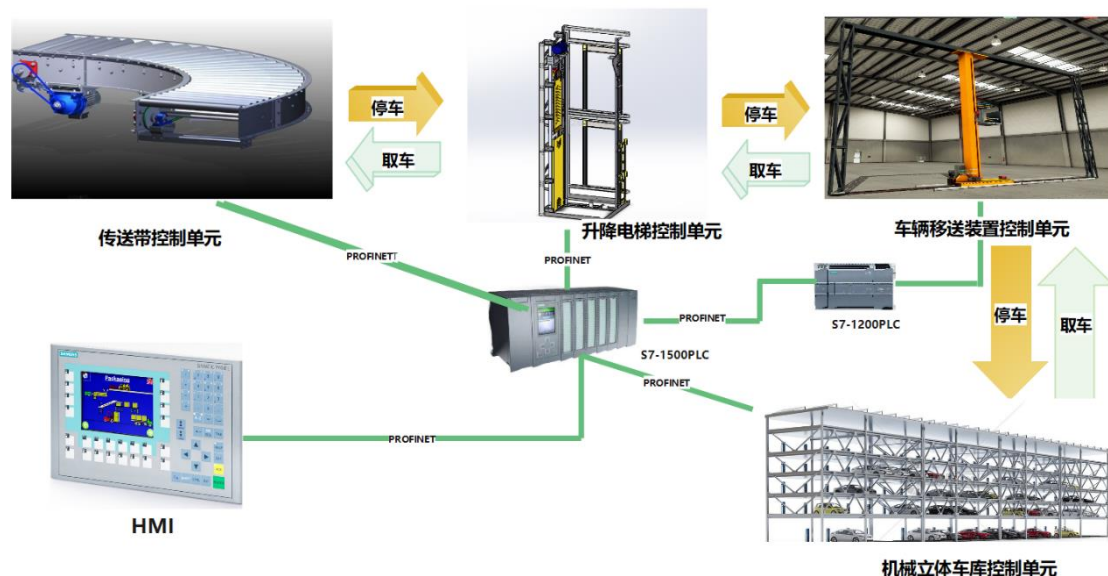


图 1-1 系统总览

1.3.1 PROFINET 现场总线技术的应用

PROFINET 是一种工业以太网标准。它是基于以太网的工业通信协议,是一种开放式架构,可以实现通过一个网络将现场设备层,控制层和管理层相连,实现数据的交换,便于管理和维护,被广泛应用于现代的自动化制造和过程系统中的数据交换和通信。

PROFINET 具有实时性、高灵活性、高可靠性和高可扩展性等优势。它能够支持工业自动化控制系统的各种应用,拥有极高的通信速率和极低的通信抖动,从而保证数据交互的及时性和准确性。

智能立体车库系统采用 PROFINET 星型网络拓扑结构,使用西门子工业交换机,通过一个网络将系统的控制器 S7-1500PLC、S7-1200PLC、伺服驱动器 S120、变频驱动器 G120、HMI 相连接,通过 PROFINET 现场总线通信协议,可以将这些设备连接在一起,构建工业网络,一种网络连接所有设备^[3]。最后通过智能立体车库系统的主控制器 S7-1500PLC 对系统中的其他设备发出控制命令,统一调配各个设备的运行,通过编写控制程序,让每一个设备根据控制程序逻辑相互配合,快速稳定执行相应动作,完成智能立体车库系统的自动泊车或自动取车任务。通过 PROFINET 现场总线技术实现实时数据和信息的交换和控制,从而实现整个智能立体车库系统的高效、稳定和精准运行。系统拓扑图如图 1-2 所示。

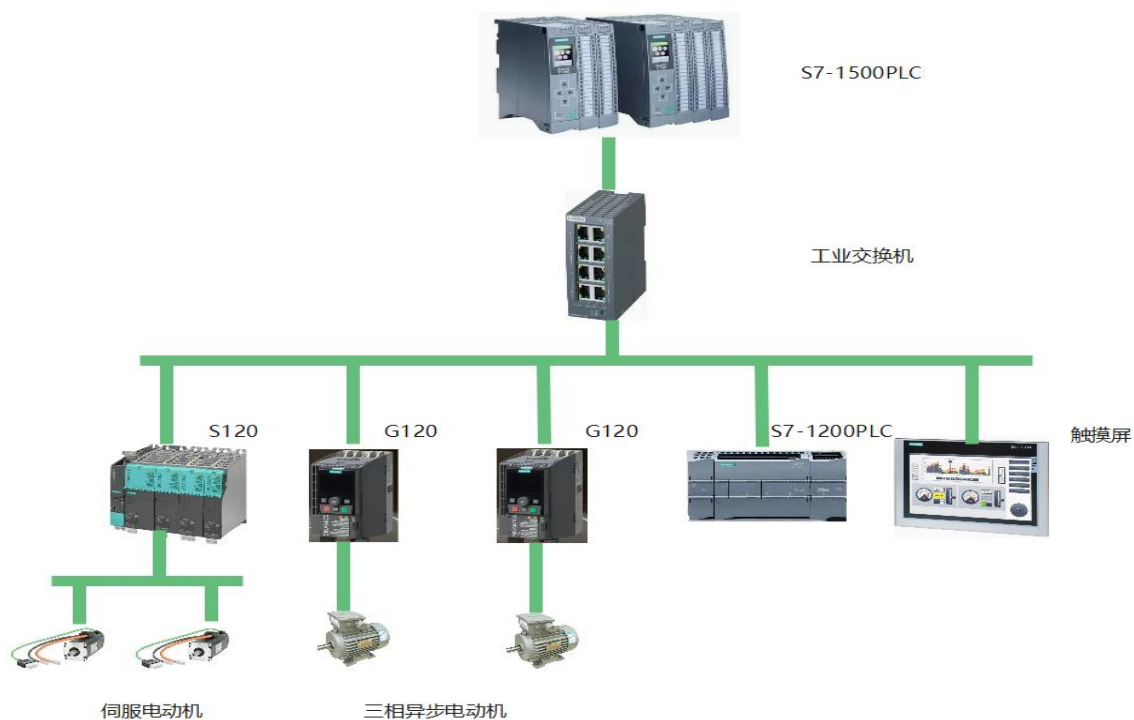


图 1-2 系统拓扑图

1.3.2 PLC 控制技术和变频调速技术的应用

系统中使用 PLC 作为系统的控制器，控制传送带正反转运送，接收传送带位置检测传感器信号。在程序中通过运动控制指令及模块，对车辆移送装置的定位功能实现精准定位。立体车库 30 个车位共安装 30 个检测传感器，用于判断车辆是否到位，传感器信号给到 PLC，PLC 通过与触摸屏通讯，能够从人机界面收集到当前车位状态信息。

升降电梯的动力部分是三相异步电动机，由 G120 变频器驱动，接收 S7-1500PLC 控制命令，控制电动机运行，使电梯沿轨道上升或下降，电梯到达指定层数时，PLC 接收信号并停止。升降电梯通过 G120 的变频调速，可以控制电梯的平稳启动、减速和停止，实现对车辆的平稳高效运输。通过在三相异步电动机同轴安装编码器，编码器信号给到 PLC 的高速计数器端进行处理，并通过程序计算位置，对升降电梯的运行实现精确定位^[4]。

1.3.3 HMI 对系统的监控与操作

该系统使用西门子精智系列触摸屏作为人机界面。触摸屏可以实现一键取车和一键泊车功能。在系统运行时可通过触摸屏查看车库状态信息，显示车位总数，已泊车位数量，剩余车位数量。给予用户选择停车和取车的命令功能按钮，用户可以通过一键取车按钮，完成自动泊车。用户通过触摸屏取车时，选择取车命令按钮，在弹出窗口输入所停车位信息，便可自动执行系统取车流程。触摸屏接收 PLC 反馈回来的信息，对车库车位状态显示在触摸屏上，提示用户当前所停车位数量以及剩余数量。

管理员可通过触摸屏选择系统的手动调试模式，在该调试模式下，管理员可以通过手动去控制和调试每一个控制单元启动、停止、复位和点动运行。通过触摸屏对智能立体车库系统的参数进行设置和修改，并且通过触摸屏对整个系统的状态实现监控。

1.3.4 S120 伺服驱动器定位技术应用

S120 伺服驱动器是西门子高性能伺服驱动器，采用模块化设计，具有高度可靠性和稳定性，并且采用先进的数字控制技术和高效能功率转换技术，能够提供高效能的驱动能力，实现高速、高精度的运动控制。该系统伺服驱动部分用于系统中车辆移送装置控制单元，车辆移送装置的动力系统主要由两台伺服电机组成，由 S120 伺服驱动器驱动。一台伺服电机作为移送装置的升降轴，控制取车台的升降；另一台作为横移轴，控制取车台的左右横移。通过控制器的定位控制功能，设置位置控制模式，对升降轴和横移轴进行定位控制，相互配合，实现对每一个车位进行控制^[6]。

在程序上组态两个工艺轴，分别为升降轴和横移轴，采用 PROFINET 总线，让 PLC 通过西门子运动控制块指令控制 S120 伺服驱动器，进而控制两台伺服电机运行。在运动控制中，组态位置模式，通过程序上的逻辑控制，使伺服升降轴和横移轴配合动作，能够让移车装置快速精准定位到每一个车位，完成泊车或取车任务。

第2章 系统设计方案

2.1 系统控制设计

2.1.1 系统组成

系统由四个控制单元组成，分别是出传送带控制单元、升降电梯控制单元、车辆移送装置、机械立体车库控制单元。

传送带控制单元，由传送带及其驱动系统和车辆规格检测装置组成，功能是对车辆规格进行测量和在升降电梯和车库入口处之间运送车辆。动力系统为三相异步电动机，由 G120 变频器驱动。通过变频器控制电机正反转控制传送带向前运行或向后运行。传送带前后两侧安装漫反射式光电开关，用于检测传送带运输车辆是否到位，以便执行下一步操作。传送带主要是对车辆入库的初步运送、车辆规格检测以及取车过程，将车辆运出库。

升降电梯控制单元，采用 G120 变频器驱动三相异步电动机作为升降电梯的动力系统，层高为 3 层，每一层安装位置检测传感器，用于检测电梯轿厢是否到位。升降电梯通过上升或下降将车辆从传送带运至指定楼层或将相应楼层的停车台的车辆运至传送带。在电机上同轴安装编码器，通过编码器输入信号，连接到 S7-1500PLC 高速计数器读取并计算升降电梯当前位置，当位置达到相应楼层，并且楼层检测传感器信号为 1，则升降电梯定位完成。

车辆移送装置控制单元，将车辆从升降电梯停车台到机械立体车库之间运送车辆，它由两台伺服电机驱动，通过 S120 伺服驱动器控制。通过编程软件，组态伺服轴 1 和伺服轴 2，轴 1 为装置的升降轴，能够控制取车台的上升和下降的位置。轴 2 为装置的横移轴，负责取车台的位置横移。通过两个轴的配合，能够准确定位至每一个停车台和车库中的每一个停车位。取车台是车辆移送装置运送车辆部分取车台由取车平台，固定装置，和取车装置组成，取车装置能够向前向后两个方向伸出和缩回，作用是将车辆夹取或释放。取车装置由两台三相异步电动机正反转控制，一台负责一个方向，正转为叉车正方向伸出，反转则缩回叉车，在叉车的两侧限位安装行程开关控制叉车伸出和缩回固定距离。

立体车库为机械式车库，共三层，从中间分开，形成车辆停泊和取车通道，由车辆移送装置通过，完成对车库中每一个车位的定位和停泊操作。每一层 10 个车位，用于存放车辆，每一个车位安装检测传感器，检测当前车位是否有车并将信号反馈至控制器，判断车位状态^[7]。

2.1.2 系统控制逻辑

用户可以通过在触摸屏上向 PLC 发出泊车或取车指令。如果用户选择泊车，则当入库传送带检测到车辆时，传送带上安装的测量装置会对车辆的规格进行测量，并将测得的数据显示在触摸屏上^[8]。

PLC 会对数据进行计算并根据计算结果执行相关程序，以确定所停楼层和具体车位。同时，车辆移送装置取车台会移动至升降电梯相应楼层等待运车运行。传送带将车辆运送到升降电梯，升降电梯升至指定楼层。

车辆移送装置从升降电梯取车并将车辆准确地停放在指定车位。当车辆停放在指定车位上时，车位传感器会检测到汽车，触摸屏上会显示该车位已停车。

取车过程包括以下步骤：在触摸屏上按下取车指令，输入停车位信息，车辆移送装置会到达指定车位并执行取车任务，将车辆送至升降电梯，升降电梯将车辆运至出库传送带，当出库传送带检测到汽车时，触摸屏上会显示该车位已无车，取车任务完成^[9]。

在手动模式下，可以对四个控制单元中的每个单元进行单独的手动调试运行。每个单元都可以启动、停止，并进行相应的点动，参数修改等操作。可以手动操作和调试传送带，控制其前进与后退、控制升降电梯的每一层的升降、车辆移送装置升降以及横移。

系统由主控制器 S7-1500PLC 向外围控制器及驱动器发送命令信号，并接收设备的反馈信息和一些外围输入的开关量信号。系统框图如 2-1 所示。

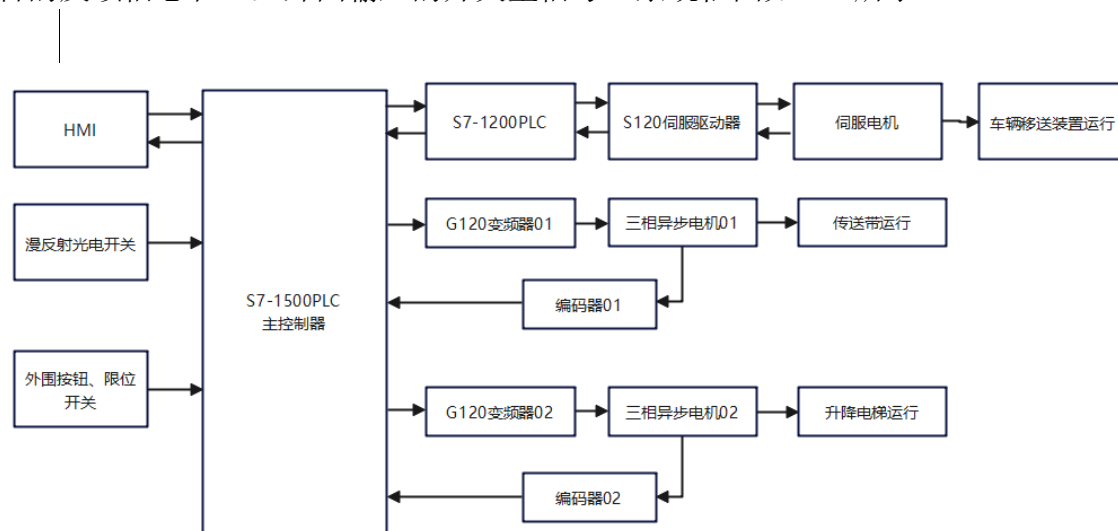


图 2-1 系统框图

2.1.3 系统运行流程

系统运行流程分为两个部分，分别是泊车和取车过程。泊车时，用户在触摸屏上选择泊车命令，传送带上的传感器检测到车辆后，将车辆运送至升降电梯，再由升降电梯将车辆提升至相应楼层，然后车辆移送装置定位至指定楼层取车，将车辆运送并定位至立体车库中具体车位，然后通过取车装置停放到车位上，泊车完成。

取车时，首先是通过用户在触摸屏上选择取车命令功能按钮，正确输入车位信息后，PLC 判断该车位是否有车，若所输入的车位为空，则触摸屏显示车位为空的提示信息；若车位有车，则控制器执行自动取车流程，由车辆移送装置从该车位取车，并运送至升降电梯，在由升降电梯运送车辆到传送带，最后由传送带运出库，取车完成。系统运行流程如图 2-2 所示。

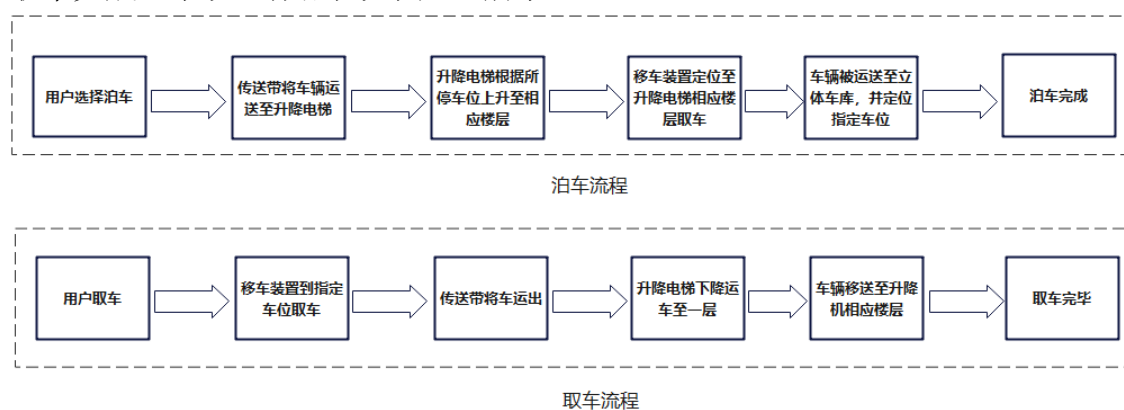


图 2-2 系统运行流程图

2.2 控制要求

2.2.1 PLC 控制

PLC 是整个系统的核心，接收触摸屏发送的泊车和取车指令，并对数据进行处理和计算。在泊车时，PLC 需要接收并处理入库传送带上测量装置测得的车辆规格数据，然后根据数据计算，PLC 需要根据停车位信息，指挥车辆移送装置到达指定车位执行取车任务，将车辆已送到算出车辆停放的楼层和具体车位，并指挥车辆移送装置移动至升降电梯相应楼层，等待运车运行。在取车升降电梯，升降电梯将车辆运至出库传送带^[10]。

本系统使用 S7-1500PLC 对传送带、升降电梯、车辆移送装置以及机械立体车库四个控制单元的位置检测传感器信号、行程开关等信号进行处理和计算以及通过 PLC 输出去控制每一个控制单元的运行。

2.2.2 HMI 控制

触摸屏作为用户和系统之间的交互界面，用户通过触摸屏向 PLC 发送泊车和取车指令，并可以在触摸屏上查看车辆规格数据和车位状态。因此，触摸屏具备以下功能。

通过 HMI 启动整个系统，触摸屏需要能够向 PLC 发送泊车和取车指令。提供友好的用户操作界面，显示车辆规格数据。显示车位状态信息，当车辆移送装置停放车辆时，位置传感器检测到车辆，并将车位状态发送给触摸屏，以使用户可以查看车位状态。手动调试，系统在手动模式下能够通过单独控制和调试每一个控制单元。系统参数设定，管理员可通过触摸屏对系统的参数进行修改设定。

2.2.3 PROFINET 现场总线控制

PROFINET 现场总线是一种通信协议^[3]，用于连接各种工业自动化设备和现场仪器。在这个系统中，PROFINET 现场总线用于连接 PLC、触摸屏、S120 伺服驱动器、G120 变频器等各种设备，实现数据的实时传输和控制信号的传递。本系统通过工业交换机，使用设备 RJ45 的网口将每一台设备，包括 PLC、变频驱动器、伺服驱动器、触摸屏连接在一起，组成工业网络，通过总线的方式去一对多控制多台设备，使其协调运作，相互配合完成控制任务。

PLC 与 PLC 之间 PROFINET 通讯。选择 PROFINET IO 的通信形式，S7-1500PLC 作为 IO 控制器，S7-1200PLC 作为 IO 智能设备。在同一项目下，使用 PC 并通过博途编程软件将 S7-1200PLC 在线连接，将 S7-1200PLC 属性中的操作模式修改为 IO 设备，并将其分配到 IO 控制器 1500PLC 上，IO 控制器的 PROFINET 接口与 IO 设备接口相连接，实现两个 PLC 之间的 PROFINET 通信连接。将 1200PLC 作为一个 IO 设备，挂在一个另一个 PLC 上，编程和使用上非常便捷和简单。配置完 PLC 的操作模式之后，组态数据交换区域，在智能设备的操作模式下，配置通信传输区域，设定 IO 控制器和 IO 设备的传输地址后，并且在编程软件网络视图将他们 PROFINET 接口连接组态，分别下载到两个 PLC 中，这两个硬件设备通过网线连接，和在程序上将信号转换映射到传输区域，1500PLC 就可以控制 1200PLC 了，实现 PROFINET 通讯^[11]。

PLC 与 S120 伺服驱动器之间 PROFINET 通讯。首先在同一个项目下，博途中组态伺服驱动器 S120，在网络视图中为 CPU1214 建立 PROFINET 网络。网络组态，从设备目录中将“SINAMICS S120 CU320-2PN V4.5”拖到该网络中，并分配给 S7-1200PLC PROFINET 接口。分别分配为 PLC 与 S120 分配 IP 地址和设备名称，IP 地址处于同一子网内^[12]。

PLC 与 G120 变频驱动器之间的 PROFINET 通信通过西门子专用设备通信协议 PROFIdrive。PROFIdrive 协议是集成在 PROFINET 中的，其报文内容是 PROFINET 报文的一个片段，跟随 PROFINET 报文一起传输的。控制器与驱动器之间通过 PROFIdrive 协议进行周期性数据交换，控制器发送命令，驱动器返回命令执行状态以及自身的一个状态。使用西门子标准报文 1，启停控制字和速度设定字的发送和两个字的接收。组态 G120 变频器，网络视图将驱动器分配给 1500PLC，通讯配置选用标准报文 1，通过在程序上对状态字的读取和控制字的写入实现 PLC 对驱动器的控制^[13]。

2.2.4 系统控制要求

- (1) 实现整个系统的状态监测和控制，确保各控制单元之间的协调运作。
- (2) 可以通过触摸屏或远程控制实现系统的操作和监测。
- (3) 需要实现故障报警和故障处理机制，及时发现和处理系统故障。
- (4) 需要确保系统的安全性和稳定性，防止人员误操作或系统出现异常。

2.3 硬件选型

2.3.1 PLC 选型

本设计选用西门子 S7-1200 系列和 S7-1500 系列 PLC^[5]。西门子 PLC 稳定，输入输出点多，能够满足系统控制的要求。西门子 PLC 具备高性能处理器，可以快速的处理大量的数据和控制任务，同时支持多种高速通信协议，实现实时控制。同时西门子能够与各种不同类型和品牌的设备进行协同工作，具有很好的兼容性。本系统通过西门子 PLC 对传送带控制单元、升降电梯控制单元、车辆移送装置和立体车库进行控制，实现每一个控制单元既能单独稳定运行，又可以联合调试相互配合实现取车和停车任务^[14]。

系统中选择型号为 CPU 1516-3 PN\DP 的西门子 S7-1500PLC 作为系统主控制器，对系统中的变频驱动部分和传感器信号以及编码器信号等进行处理。系统中选择型号为 CPU 1214C DC/DC/DC 的 S7-1200PLC，该 PLC 作为 S7-1500PLC 的 IO 智能设备，通过 PROFINET 建立通信，接受 S7-1500PLC 控制，S7-1200PLC 单独为系统中的车辆移送装置做一套定位功能的程序，系统模块化处理，实现车辆移送装置的程序执行以及修改，系统中车库车位的增加，层高的增加或升降电梯楼层的增加，都能通过单独修改 S7-1200PLC 实现系统的调试，更加方便和对整个系统程序布局不构成大改动。

2.3.2 伺服驱动器选型

本系统伺服驱动器为西门子 S120 伺服驱动器^[14]，驱动器型号为 CU320-2PN。S120 伺服驱动器可以提供高精度的位置，速度和力矩控制，保证系统的高精度和稳定性，具有高性能处理器和高速通信协议，实现实时的控制和数据交换，同时还可以适应各种复杂的工作环境和负载^[10]。S120 伺服驱动器用于系统中车辆移送装置控制单元，利用其高精度和稳定的性能，程序上选择位置控制模式，通过绝对定位，精准将车辆定位至指定车位^[15]。

2.3.3 变频器选型

系统中选用西门子的 G120 系列变频器作为传送带控制单元和升降电梯控制单元的驱动系统，型号为 G120S-2PN。G120 变频器采用模块化设计的方案，由控制单元、功率单元和操作面板三部分组成，有着高可靠性的设计和多种保护机制，保证了系统运行的稳定性和安全性。此外，它还支持多种通讯协议，可以与上位机或其他控制设备进行通讯，实现远程监控和控制。支持多种电机类型，如感应电机、永磁同步电机、表面永磁同步电机等，具备广泛的适用性。此外，它还可以根据具体用户需求进行定制，实现更精细的控制和功能。

2.3.4 触摸屏选型

本系统触摸屏选择型号为 TP700 Comfor 的西门子精智系列触摸屏作为上位机监控设备。西门子触摸屏是一种现代化的人机交互设备，具有便捷，高效，可靠等优点。西门子触摸屏可以通过编程实现自动化控制和监测功能，具有较强的编程性。西门子触摸屏可以提高操作效率，可以通过简单的手势来完成复杂的操作，使操作更加直观，快捷，提高操作效率。触摸屏在系统中作为人机界面，可以监控系统运行状态，也可以供用户选择对车库进行操作。

2.3.5 交换机选型

本系统采用 PROFINET 星型网络拓扑结构，通过 PROFINET 现场总线技术构建工业网络。系统的工业网络最重要的组件为交换机，交换机选择西门子的以太网工业交换机，交换机型号为 SCALANCE X204-2，类型是网管型工业以太网交换机，拥有 4 个 10/100 Mbps RJ-45 端口和 2 个 100 Mbps BFOC 插槽，LED 诊断，可使用按钮设置信令触点，冗余电源，PROFINET IO 设备，可选 C-PLUG。通过该交换机可以实现系统的控制器、驱动器、以及一些传感器、执行机构实现连接，一网连接多个设备^[7]。

2.3.6 传感器选型

传感器在系统中作为检测物体的设备用于检测车辆是否到位，选用的是欧姆龙 E3Z-D82 的光电开关，感应类型为漫反射式，工作电压为 DC24V，选用 NPN 高电平输出，常开，开关量信号给到 PLC 输入端。

2.3.7 低压器件选型

断路器，系统断路器选用德力西的 4P 塑壳断路器作为供电电源总闸，型号为 CDM3-250S/4300A 200A，选用德力西的 D 型 3P 空气开关作为电机断路器以及选用德力西的 C 型 2P 空气开关作为 220V 电源断路器。

接触器，系统选用德力西交流接触器控制电机电源通断，根据变频电机功率和工作电流不同，选择型号 CJX2M-9511 220V 的交流接触器控制电机电源通断。

中间继电器，中间继电器用于 PLC 输出信号传递，利用其常开或常闭触点对 220V 回路实现控制。系统选用德力西 CDZ9-64P 小型继电器，DC 24V 驱动线圈。

行程开关，行程开关用于系统中的电机的运行限位，当传送带或升降电梯达到上下限位，则会断开电机主回路电源，停止电机运行。系统中选用型号为 JLXK1-311 德力西的自动复位行程开关。

2.3.8 编码器选型

系统选用的编码器是绝对式编码器，用于传送带和升降电梯的一个定位功能。绝对式编码器是一种通过对每个位置进行唯一编码的旋转传感器。绝对式编码器可以直接读取旋转位置，而无需进行复位操作。它可以测量绝对旋转角度，而不仅仅是变化量，这是与增量式编码器不同的地方。系统中编码器选用的是欧姆龙 E6A2-CW5C 1000P 编码器。

2.3.9 开关电源选型

将 220V 交流电转换成 24V 直流电，用于系统中 PLC、中间继电器线圈以及光电开关的供电电源。系统选用型号为 CDKG-240W/24V/10A 德力西导轨式开关电源。

第3章 硬件电路设计

3.1 主回路

系统采用三相五线制进行配电，供电电源为三相电源，主要用于为两台三相异步电动机和两台伺服电机供电。每个三相异步电动机由 G120 变频器驱动，每个伺服电机则由一台 S120 伺服驱动器驱动。驱动器回路均安装了断路器作为该回路的分闸。

系统电路总闸为大容量的塑壳断路器，控制系统电源通断。A、B、C 相线通过电流表显示三相电流，由于三相负荷存在不平衡，电流值显示不一定一样。相线之间用指示灯显示相线之间回路是否正常。利用万能转换开关和电压表，分别测量相线与相线之间的电压，判断三相电压是否平衡。系统电源由电源柜提供，通过电源分配，为系统供电。电源柜电气原理图如图 3-1 所示。

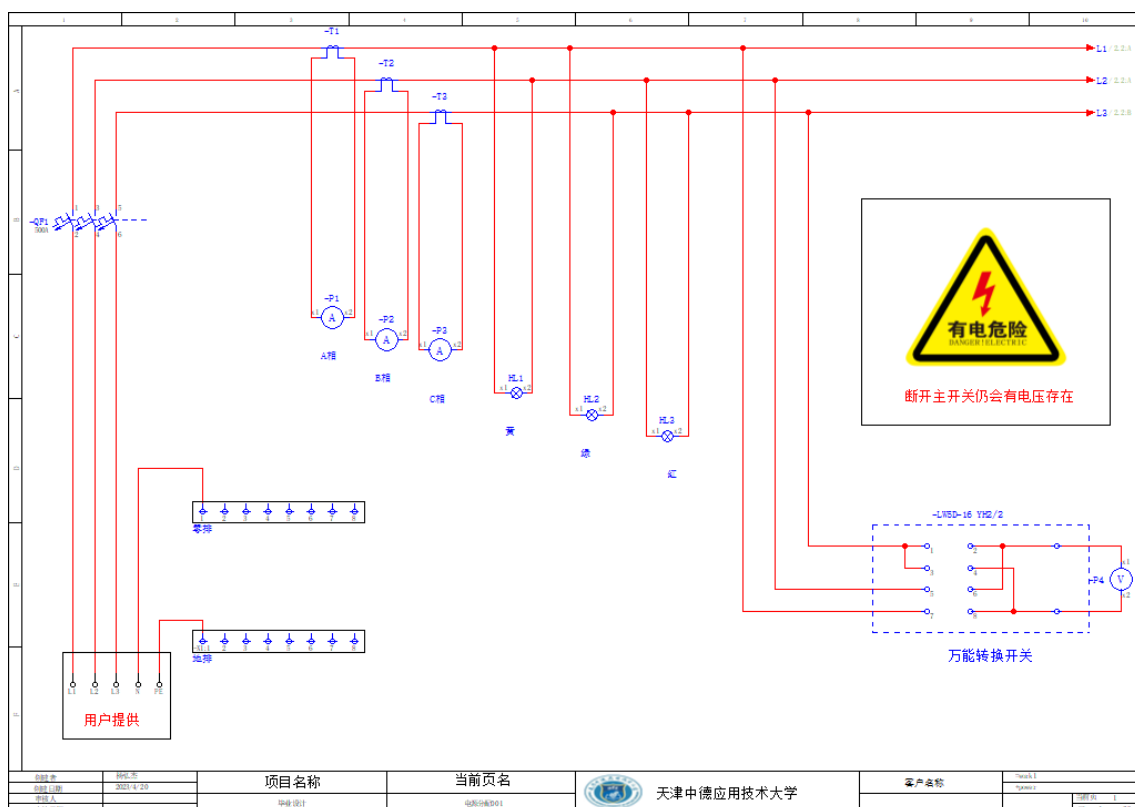


图 3-1 电源分配

变频驱动的主回路，由两台西门子的 G120 变频器分别驱动两台三相异步电动机，分别作为传送带和升降电梯的动力源。系统的变频主回路如图 3-2 所示。

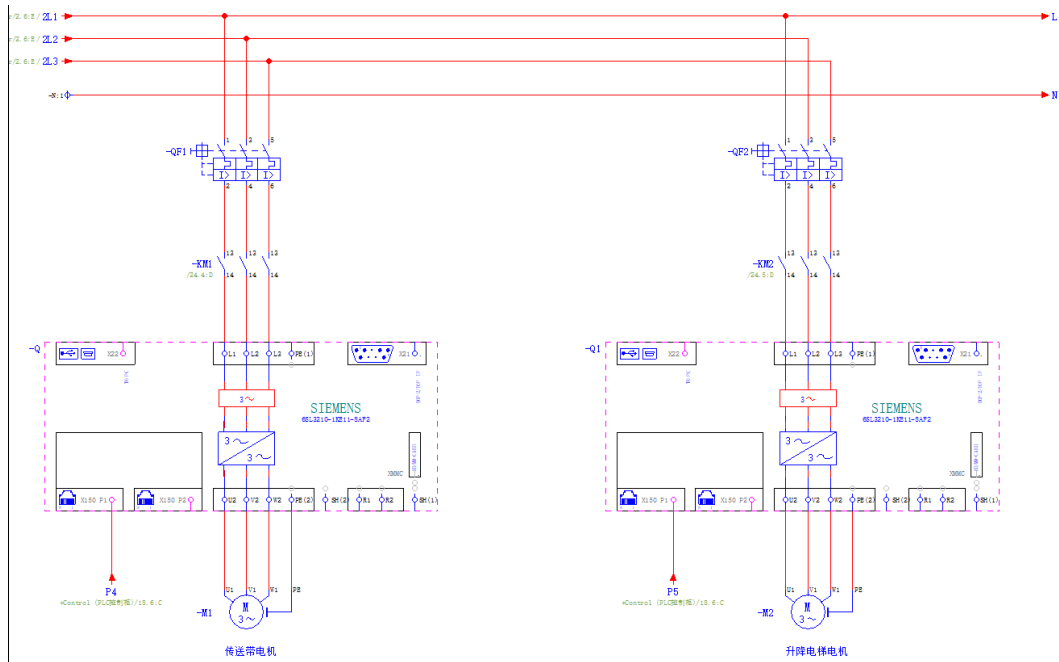


图 3-2 变频驱动主回路

由西门子的 S120 伺服驱动器带两台伺服电机以及两台小功率三相异步电动机组成主回路，是车辆移送装置的动力部分。伺服主回路如图 3-3 所示。

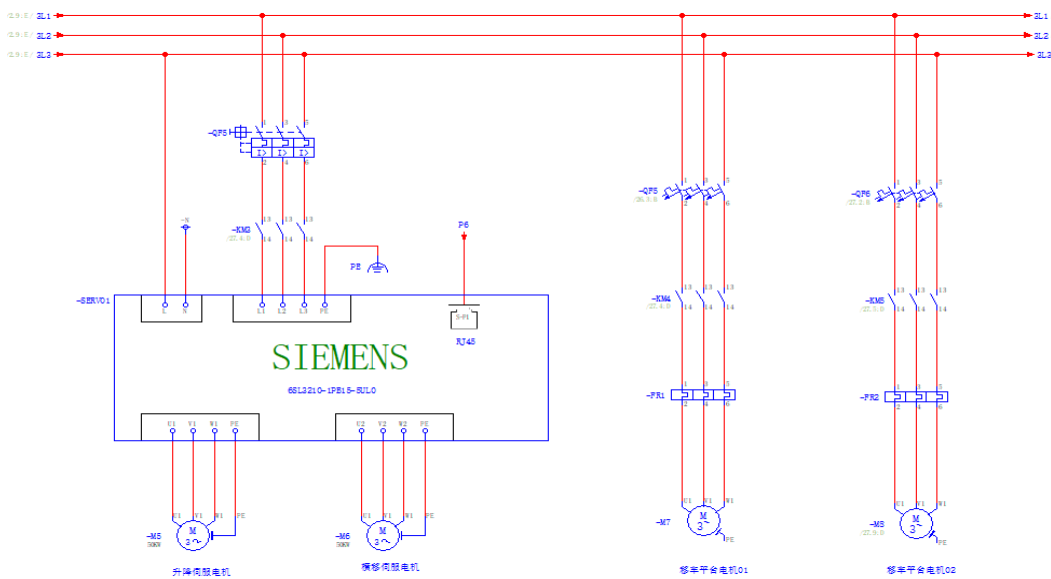


图 3-3 伺服驱动主回路

3.2 控制回路

系统的控制回路主要由主控制器 S7-1500PLC 通过工业交换机采用 PROFINET 总线控制系统其他设备。PLC 输出端为晶体管输出，通过驱动 DC24V 中间继电器控制 220V 回路，接通 380V 电机主回路，从而达到对系统动力系统的控制。在电气原理图中，S7-1500PLC 和 S7-1200PLC 作为核心控制器，分别对 G120 变频器和 S120 伺服驱动器进行控制。西门子触摸屏则作为人机界面，用于实时监控和控制整个系统。

智能立体车库系统 220V 控制回路分为两个部分，一部分是由 S7-1500PLC 控制变频驱动柜 220V 回路。另一部分则由 S7-1200PLC 控制伺服驱动柜 220V 回路。如图 3-4 所示。

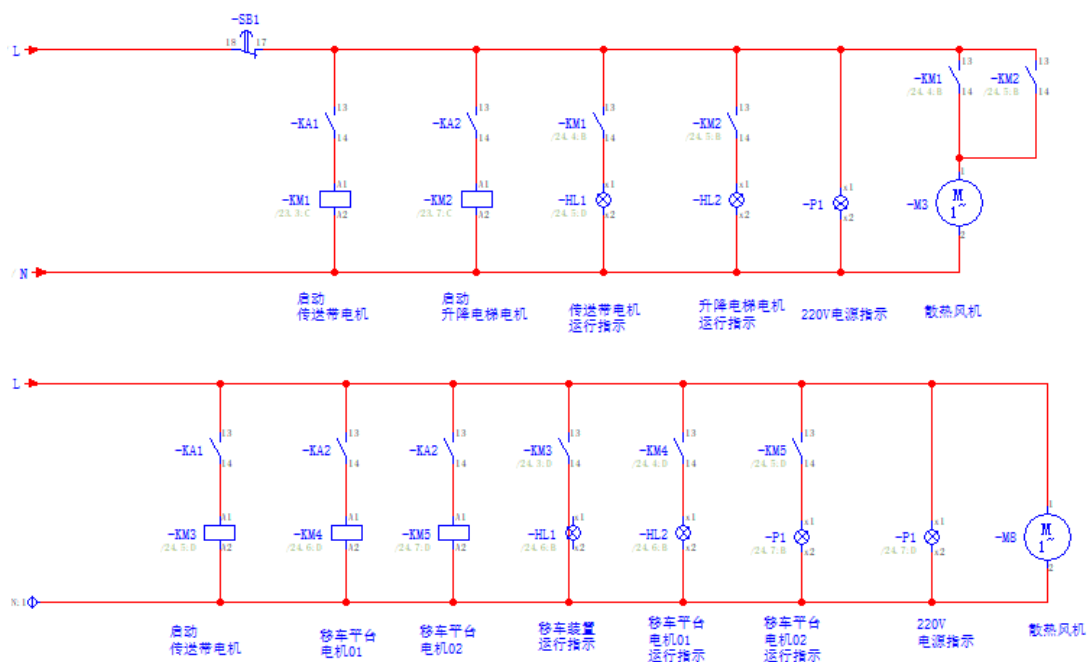


图 3-4 220V 控制回路

第4章 软件设计

4.1 硬件组态部分

4.1.1 PLC 组态

在博途编程软件中，我们分别对 S7-1200 PLC 和 S7-1500 PLC 进行了组态。对于 S7-1500 PLC，我们选择了 CPU 型号为 1516-3PN/DP 如图 4-1 所示，并选用了三个信号模块，分别是 32 个点的数字量输入模块、32 个点的数字量输出模块以及一个两路的模拟量输入输出模块。双击以太网端口，在操作模式中选择了 S7-1500 PLC 作为 IO 控制器^[4]。在 S7-1500 PLC 的 CPU 属性中，我们勾选了允许来自远程对象的 PUT/GET 访问，并启用了系统时钟存储器。这些功能旨在方便通信和设计程序。对于 S7-1200 PLC，我们选择了 CPU 型号为 1214C DC/DC/DC 如图 4-2 所示，信号模块为 16 个点的输入输出模块。同时，双击以太网端口，在操作模式中选择该 PLC 作为 IO 设备，通过 PROFINET IO 的通讯方式作为 S7-1500 PLC 的通信对象。

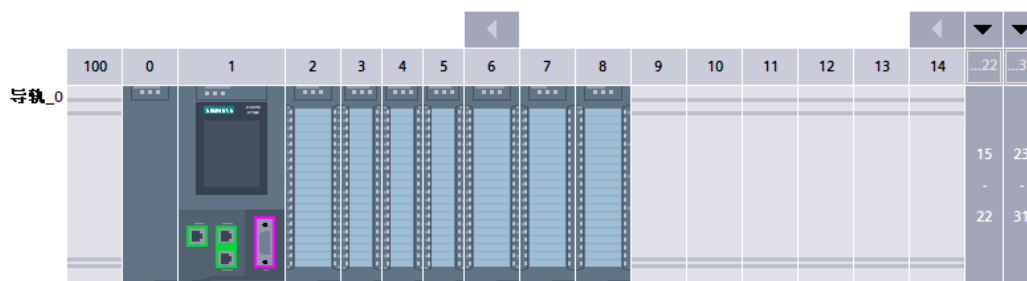


图 4-1 S7-1500PLC 组态

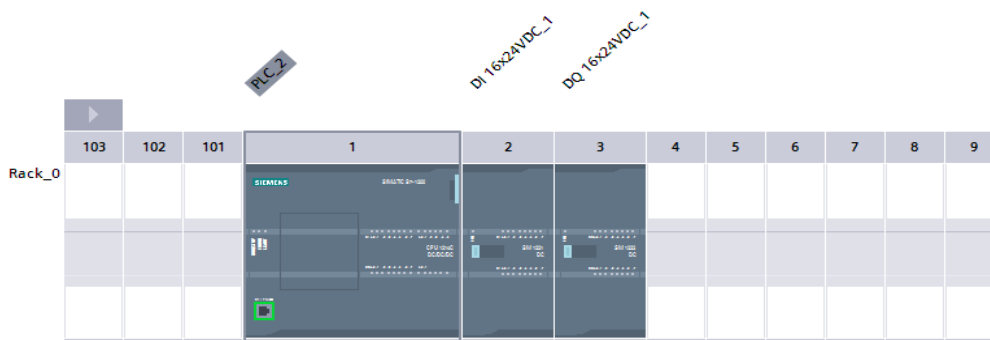


图 4-2 S7-1200PLC 组态

4.1.2 S120 伺服驱动器组态

在同一项目下添加新设备，选择控制单元为 CU 320-2PN，版本号为 5.1。然后添加功率单元，选择两个功率单元控制两台伺服电机以及选择一个端子模块，功率单元上选择控制单元适配器 CU 和选择与现场设备相匹配的功率模块 PM，功率单元组态完以后添加两台伺服电机并输入电机铭牌参数^[1]。最后根据实际现场接线情况将它们连接。逻辑编写所需的输入输出程序，逻辑等参数进行设置和调整。从而实现 PLC 的功能配置和控制逻辑的编写。确保 PLC 能够按照设计要求进行控制和操作。

4.1.3 G120 变频器组态

在博途软件中，选择 G120 变频器具体型号为 CU250S-2 PN Vector。进入参数设置界面，根据实际需求设置变频器的参数，包括电机型号、额定电压、额定频率、最大输出频率、过载能力等^[9]。进入控制面板，设置变频器的控制方式为 V/F 控制并根据实际需求调整控制参数。设置输入输出端口设置为由总线控制开始调试。

首先进行手动运行，观察变频器的运行状态，根据实际需求调整相关参数。然后进行自动运行，进行稳定性测试和调整。测试结果分析。根据测试结果进行分析和调整，达到最优控制效果。

4.1.4 设备网络组态

将系统中的所有设备组态完成，通过在网络视图中为每一个设备分配 PROFINET 网络接口为主控制器 S7-1500PLC 接口，通过 PROFINET 通信协议组建工业网络，实现一网连接多个设备。系统设备网络如图 4-3 所示。

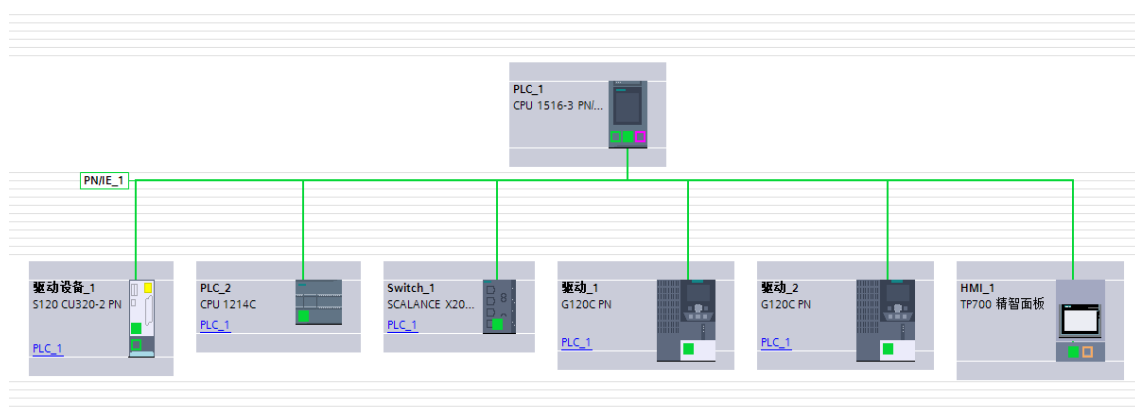


图 4-3 设备网络

4.2 程序设计

该设计的控制分成四个部分，由四个控制单元组成，分别是传送带控制单元、升降电梯控制单元、车辆移送装置控制单元和立体车库。

4.2.1 传送带控制流程

传送带控制单元由传送带及其驱动系统和车辆规格检测装置组成，功能是对车辆规格进行测量和在升降电梯和车库入口处之间运送车辆。

动力系统为三相异步电动机，由 G120 变频器驱动。通过变频器控制电机正反转控制传送带向前运行或向后运行。传送带前后两侧安装 PNP 型光电开关，用于检测传送带运输车辆是否到位，等待和判断取车或泊车任务。

在手动模式下，可以通过触摸屏开启传送带的控制权限，触摸屏提供手动操作功能命令按钮，可以对传送带实现手动前进、手动后退、停止、复位，控制传送带电机正反转，调试限位信号、和定位功能。传送带控制流程如图 4-4 所示。

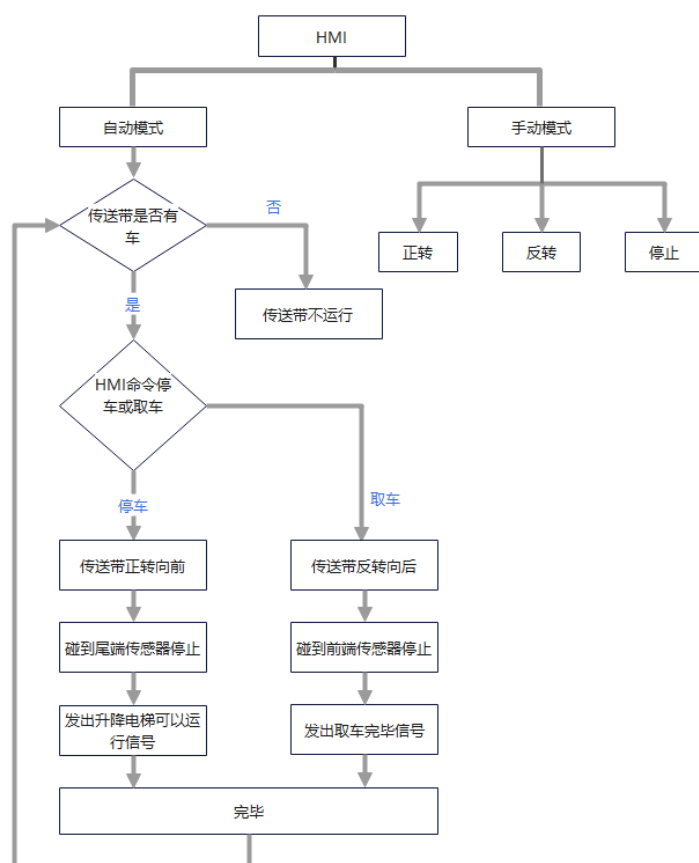


图 4-4 传送带控制单元运行流程

系统中，传送带控制单元的控制程序通过博途编程软件编写，建立传送带单元专属数据块作为程序数据存储区，建立 FC 块作为传送带控制单元控制程序的封装块，让程序布局更加清晰、简洁，最后通过在主程序 OB1 中调用，主控制器便可对控制程序进行读写，完成控制任务。程序上使用西门子标准报文 1 对 G120 变频器相应寄存器进行读写，用 MOVE 指令将报文代码写入相应控制字和速度设定字或读取状态字，和速度反馈，完成对传送带电机的控制。

传送带可通过触摸屏实现手动调试，通过中间变量地址或输出 Q 点连接到 HMI 上组态的控制组件，通过触摸屏按键，便可以切换系统的传送带控制单元的自动和手动模式和对传送带的运行手动操控。传送带控制程序如图 4-5 所示。

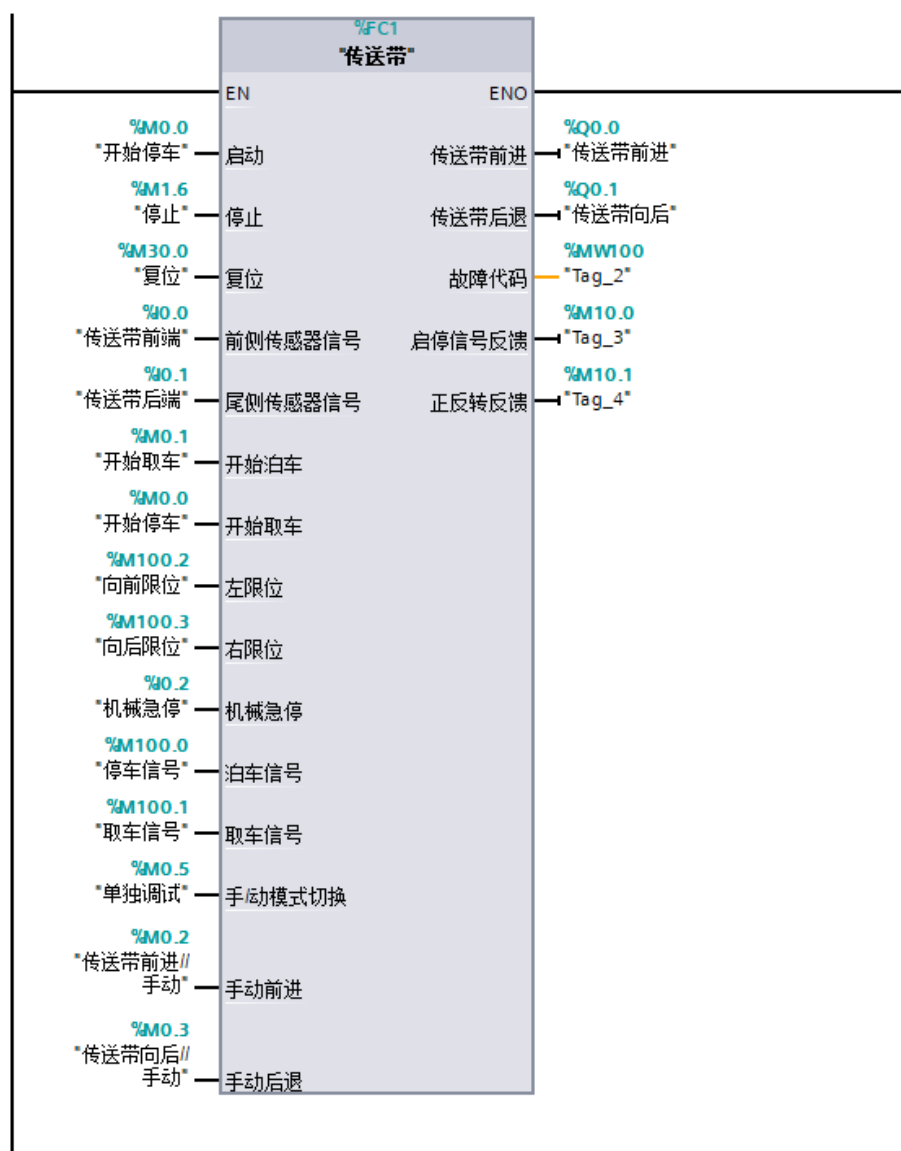


图 4-5 传送带控制单元控制程序

4.2.2 升降电梯控制流程

升降电梯负责的任务是泊车时将车辆上升运送至每一层停车台或是在系统取车时将车辆运送至一层。系统执行泊车或取车任务时，升降电梯处于自动模式，自动按照预定逻辑执行自动泊车或取车的程序，与其他控制单元相互配合实现高效率地泊车或取车。

在升降电梯轿厢内安装传感器，用于判断车辆是否到位，输出信号给到 PLC 输入端。动力系统由三相异步电动机提供动力，使用 G120 变频器实现电梯变频调速，曳引机主轴安装编码器实现轿厢定位，其启停均由 PLC 输出控制。电梯每一楼层安装传感器与定位程序配合判断楼层并与移车平台配合。

升降电梯可以在触摸屏切换操作模式。在手动模式下，通过触摸屏能够实现升降电梯的手动操作，具有手动上升至每一层，手动下降至每一层，停止，复位的功能。升降电梯运行控制流程如图 4-6 所示。

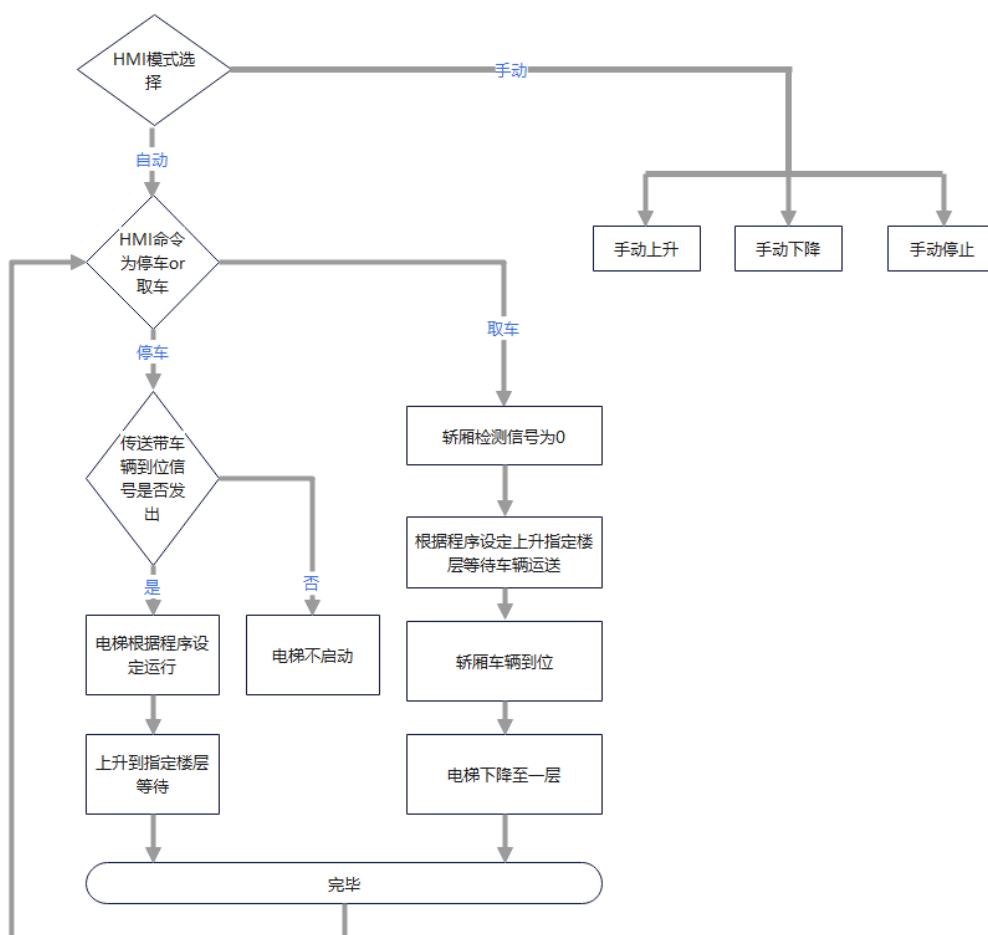


图 4-6 升降电梯控制单元运行流程

系统对升降电梯控制通过 PLC 通信控制 G120 变频器，通过西门子标准报文 1 实现，对控制字和状态字读写相应代码实现对升降电梯的变频电机控制和状态读取，进而控制升降电梯的运行。变频器通信控制程序如图 4-7 所示。

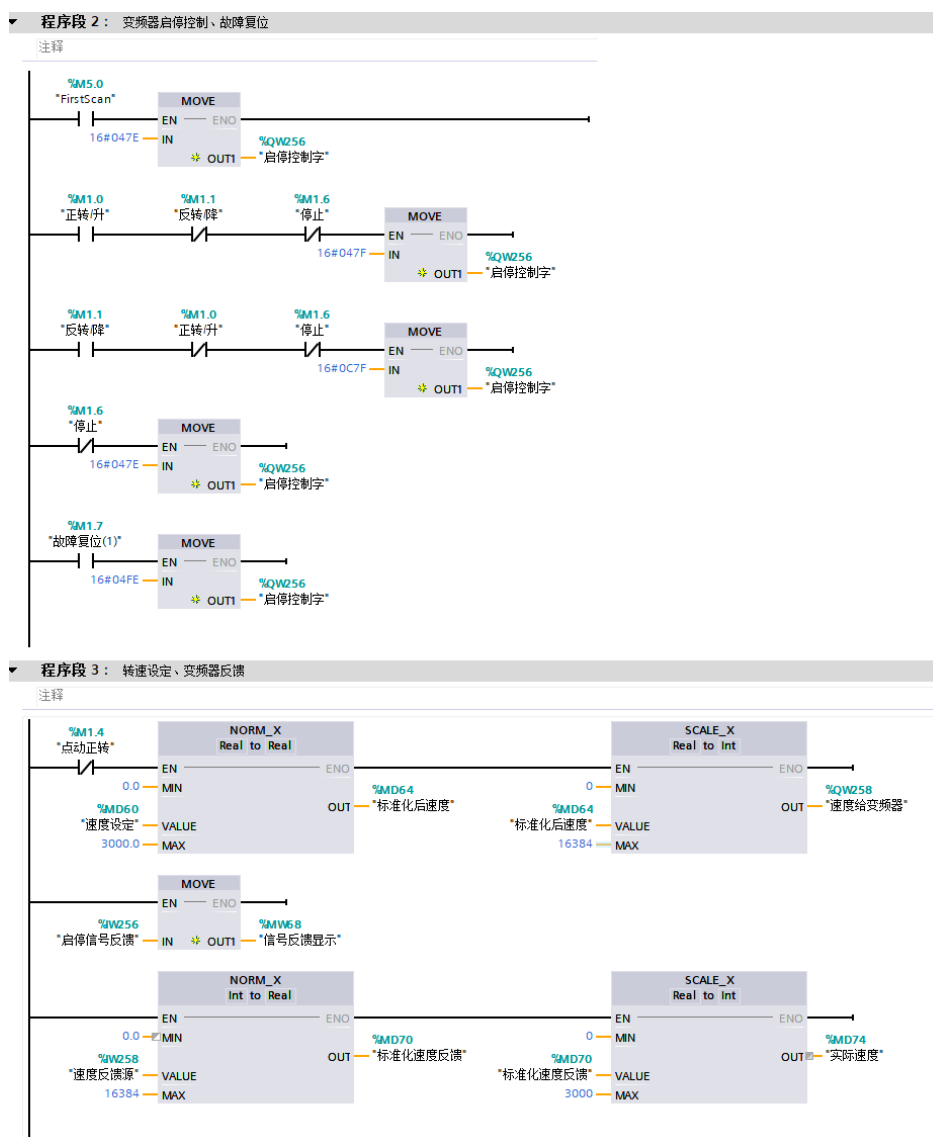


图 4-7 变频器启停控制、故障复位

首先选用西门子 PLC 系统时钟存储器，使用上电初始化信号，将停止代号传输到报文中的启停控制字，作为电机启动运行初始条件。通过将实际运行速度写入报文中速度设定的字，改变电机运行速度。建立中间变量地址，用布尔量常开触点作为条件控制电机正反转代码写入，将变量地址通信连接到 HMI 上，通过触摸屏按钮命令控制电机正反转、启停、速度设定和显示速度反馈值。

4.2.3 车辆移送装置控制流程

车辆移送装置驱动部分主要两台伺服电机组成，通过 S120 伺服驱动器驱动，使用 S7-1200PLC 对其进行单独控制，使用西门子工艺对象库指令对 S120 控制，S7-1200PLC 与 S120 通过 PROFIdrive 通信连接。

伺服电机轴 1 负责左右横移，伺服轴 2 负责升降，两轴配合实现车辆入库和出库，由 S7-1200PLC 控制。程序上组态工艺对象，选用运动控制中的绝对定位指令实现精准定位。

移车平台伸出架由异步电机正反转控制，带限位，默认收缩。相应程序执行为 1 与位置传感器信号为 1，平台支架伸出取车，所有输入输出信号均由 PLC 控制。手动模式下能进行电梯启停和单独调试。车辆移送装置控制流程，如图 4-8 所示。

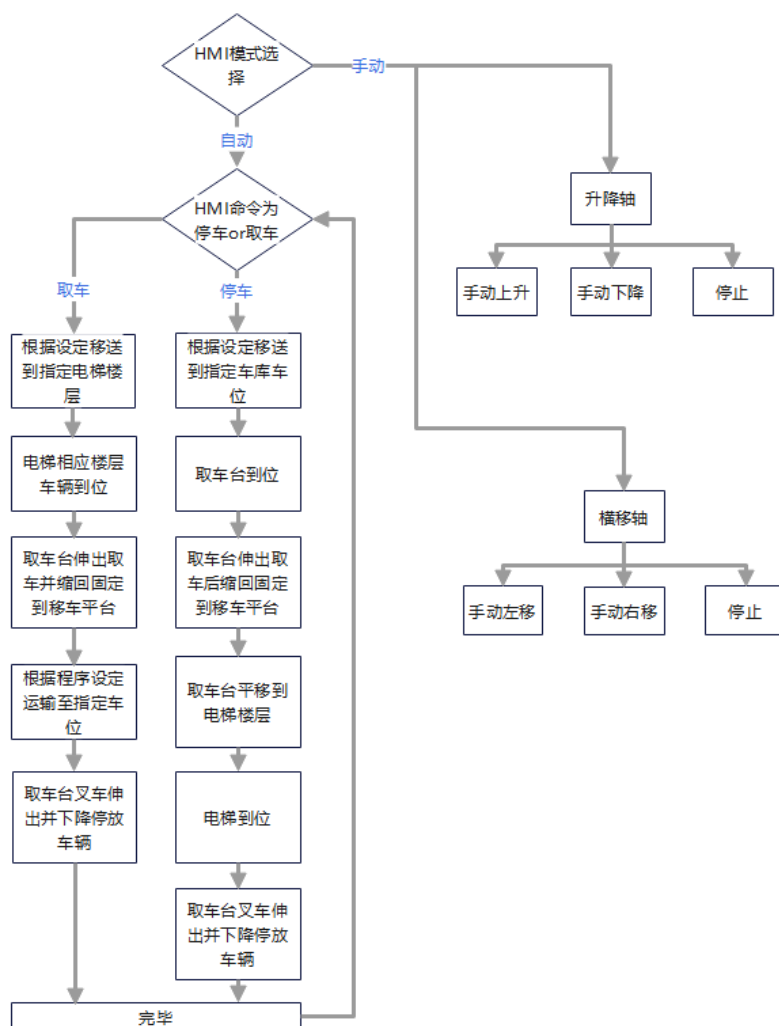


图 4-8 车辆移送装置控制流程

车辆移送装置升降轴控制程序，程序上组态工艺轴，选择运动控制指令，编写轴启用、暂停、复位程序。伺服驱动轴的使能、启用、暂停，如图 4-9 所示。

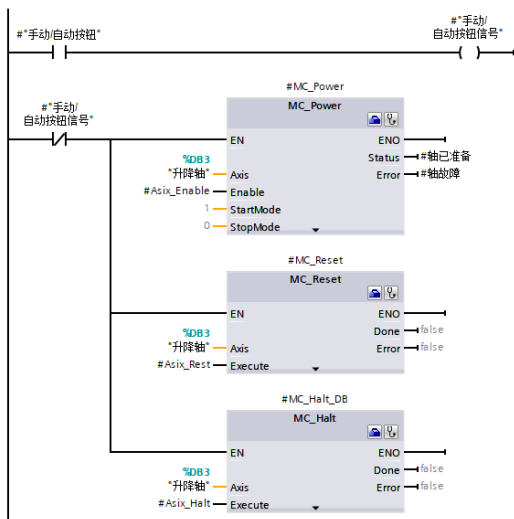


图 4-9 升降轴使能、暂停、复位

在车辆移送装置的取车台定位功能通过绝对定位指令块，对轴绝对定位，实现精确的位置控制。在系统手动模式下，可以对升降轴和横移轴进行手动控制，使用运动控制中的点动块指令单独通过手动对轴进行控制。轴的绝对定位及手动操作如图 4-10 所示。

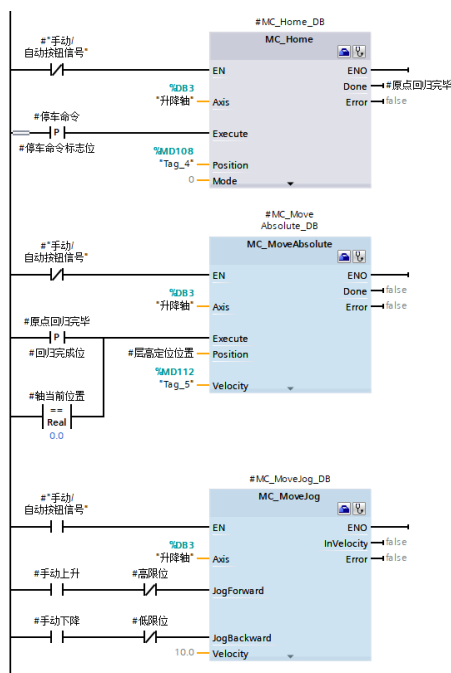


图 4-10 轴的绝对定位、手动操作

4.3 触摸屏组态和程序设计

触摸屏显示画面与程序一一对应，初始画面为管理员登录画面，管理员正确输入登录账号密码后，打开主界面，触摸屏主界面为车位状态信息显示，为用户提供一键泊车和取车功能。显示系统当前运行状态，当前所泊车位和剩余车位。在该界面，管理员拥有权限，可对系统参数进行修改，对系统中每一个控制单元进行手动调试，并能够监控系统状态信息。系统主界面如图 4-11 所示。



图 4-11 触摸屏主界面

一键泊车，用户选择此命令按钮，系统在判断传送带前端的传感器程序会自动判断停车位是否存在车辆，信号为 1 系统自动执行停车流程，系统状态运行信号亮起，车辆停放到相应车位，触摸屏上该车位信号为 1，画面显示红色灯亮，停车完毕。

取车，用户选择此命令按钮，弹出车位输入框，用户根据所停车位的层号和车位号，输入到命令框，然后自动取车流程，将车取走，相应车位信号显示为绿色，表示该车位无车。

手动调试界面，管理员进入该界面后，可单独对传送带控制单元、升降电梯单元、车辆移送装置进行手动操作。

在手动模式下，传送带由 HMI 控制，管理员选择相应命令按钮，控制传送带手动前进、后退、停止、复位。手动模式下，升降电梯通过管理员选择相应的命令按钮，对升降电梯实现手动上升、下降、启动、停止、复位。车辆移送装置在手动模式下可单独对每一个伺服驱动轴进行控制，可以手动控制移车平台升降横移。手动调试如图 4-12 所示。



图 4-12 系统手动调试

系统状态监控画面，完成对整个智能立体车库系统的各项参数和状态进行监控，管理员可通过系统状态监控画面对每一个控制单元的电机运行状态，运行频率，位置信息进行监控。系统监控画面中，提供传送带控制单元、升降电梯单元、车辆移送装置的状态数据进行显示，对传送带控制单元和升降电梯控制单元的驱动部分的电机状态通过主控制读取并反馈至人机界面，显示当前电机运行状态和运行频率。车辆移送装置主要是监控两个伺服驱动轴的状态，对伺服升降轴和伺服横移轴的当前位置和运行速度通过主控制器做一个反馈，显示在触摸屏上，以及对车辆移送装置中的取车台的一个叉车状态进行显示。系统状态监控画面如图 4-13 所示。



图 4-13 系统状态监控

系统参数界，仅管理员可修改。该界面支持管理员对系统的参数进行修改，可以限制总车位数，启用、禁用、复位系统的操作，对记录每一个控制单元的运行时长，显示控制单元状态。设置控制单元的操作模式 对变频驱动器的频率进行修改设定。系统参数如图 4-14 所示。

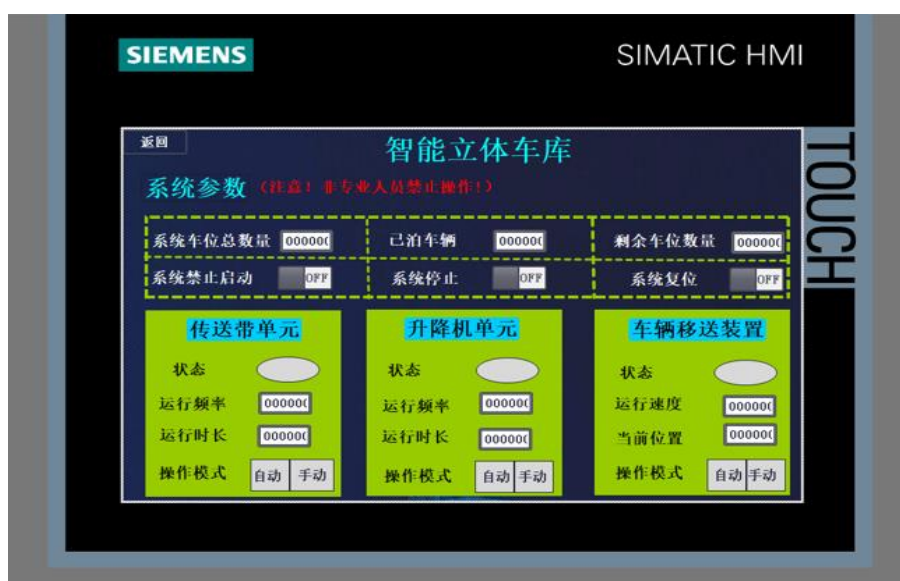


图 4-14 系统参数

4.4 系统仿真调试

4.4.1 仿真系统实现

仿真内容，由 Factory IO 和博图共同实现。在 Factory IO 中搭建智能立体车库模型，通过软件中提供的智能组件，根据控制要求和智能立体车库需要实现的功能搭建 4 个控制单元，分别为传送带控制单元，升降电梯控制单元，车辆移送装置控制单元和机械立体车库。仿真系统建立连接如图 4-15 所示。

通过软件的组件搭建起来仿真模型后，使用 Nettoplcsim-S7o-v-1-2-5-0 插件连接博图的仿真 PLC。在博图中，根据控制对象所需实现的功能，组态相应型号的 PLC 控制器，伺服驱动器，变频驱动器和触摸屏。在主程序 OB1 中编写，建立 4 个 FC 块分别编写 4 个控制单元的控制程序，每个控制单元建立单独的 DB 块作为数据地址存储区。每一个控制单元的程序在相应 FC 块中写完后，到主程序 OB1 中调用。

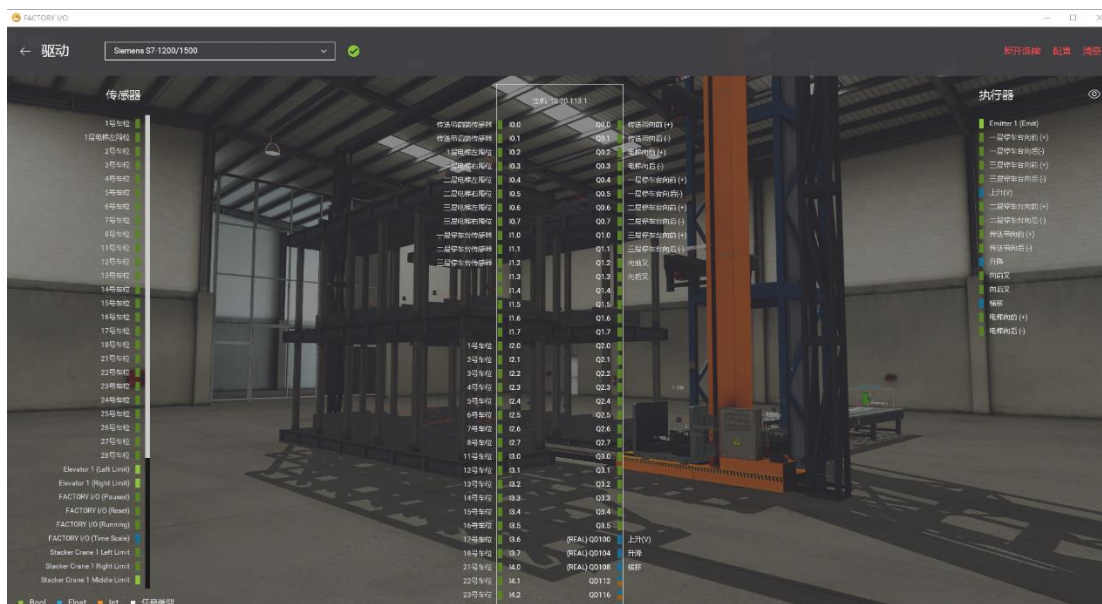


图 4-15 仿真系统建立连接

触摸屏画面制作，根据智能立体车库系统实现的功能制作友好的人机界面，组态系统的启停按钮，参数设置输入框，用户操作按钮及输入框，制作精美的友好背景，操作框，选择按钮。系统参数设定，修改，监控。提供对系统的手动控制，手动调试模式、故障指示灯，报警提示等。画面制作完整以后，将画面上的元素一一连接到变量，根据控制程序的编写，将画面程序按照所需实现的功能一一连接，并测试。

画面组态和控制程序制作完成后，打开 Factory IO 软件，和打开博图仿真功能，并通过 Nettoplcsim-S7o-v-1-2-5-0 插件将这两个软件连接，如图 4-16 所示。在设置好软件中 IP 地址，并且仿真 PLC 与 PC 端处于同一网段，在 Factory IO 中接受连接后，将 Factory IO 的控制器选择为西门子 S7-1500PLC，将输入输出地址与博图编写的程序的地址一一对应，就可以通过触摸屏上的画面元素去控制仿真系统的运行，实现一键泊车功能和取车功能以及系统的参数修改，手动控制，监控等功能。

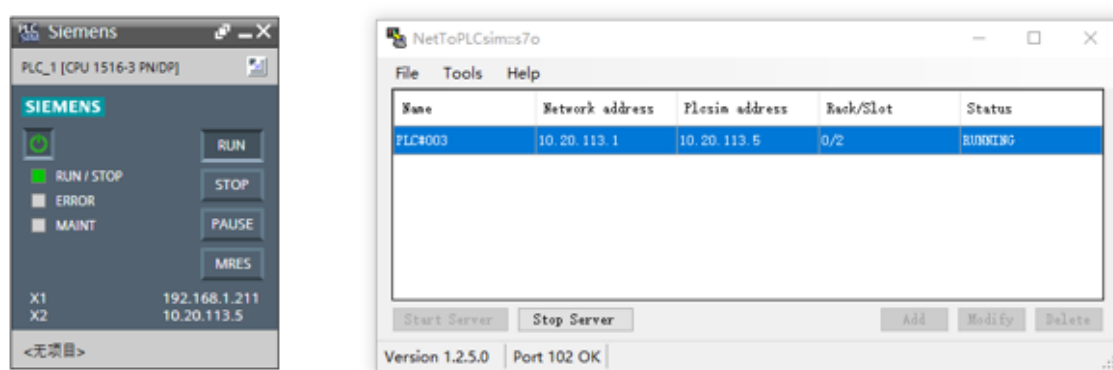


图 4-16 仿真 PLC 与 Nettoplcsim-S7o-v-1-2-5-0 建立连接

4.4.2 系统调试

打开智能立体车库场景，开启博途的仿真 PLC，仿真触摸屏画面，通过 Nettoplcsim-S7o-v-1-2-5-0 插件将仿真 PLC 与智能立体车库相连接，接受仿真 PLC 的控制，将场景中的被控对象建立信号输入输出地址，并与 PLC 程序中的地址一一对应，打开仿真触摸屏，在与仿真 PLC 处于同一子网下并建立通信后，可以通过触摸屏发出控制指令，对智能立体车库实现控制。

触摸屏初始界面为登录界面，设置登录权限，仅管理员及工程师可登录。在登录界面正确输入账号密码后，激活触摸屏控制画面，进入主界面，主界面可由用户选择一键取车或泊车，用户选择一键泊车，在传送带控制单元检测到车辆后，系统执行停车流程程序，由传送带运送车辆至升降电梯单元，通过升降电梯单元并根据所停车位位置将车辆提升至相应楼层，再由车辆移送装置将车从升降电梯取走，并定位至车库中指定车位，停放车辆完毕弹出信息提示框，显示车辆所停位置。用户选择取车按钮命令，画面中弹出输入框，用户可将所停车辆的位置输入至输入框，再次选择取车命令，系统自动执行取车流程，先由车辆移送装置定位置所停车位将

车取下，并运送至升降电梯单元，再由升降电梯运送车辆至一层，由传送带将车辆运送出库，完成取车。系统调试如图 4-17 所示。

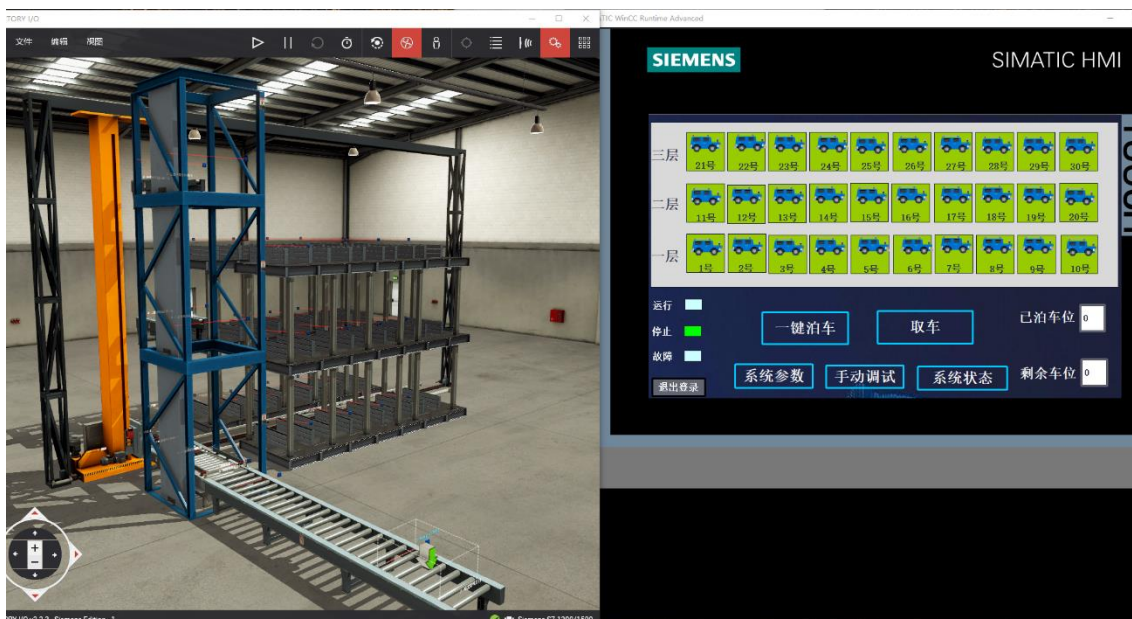


图 4-17 系统调试

手动调试。主界面中提供了手动调试的命令按钮，设置权限，仅管理员和工程师可操作，打开手动调试画面，可对传送带、升降电梯、车辆移送装置进行手动操作，可控制每一个单元驱动系统电机的启停、正反转、复位等功能。

传送带手动控制启动、停止，前进和后退，以及碰到限位时，故障灯亮起，按下复位键，传送带复位。

升降电梯手动控制，触摸屏中按下上升至几楼层升降电梯便上升至几楼层，手动控制升降电梯启动、停止和复位。

车辆移送装置的手动控制分为两部分，对两个伺服轴进行手动控制，可单独对横移轴手动控制其点动左移和点动右移以及控制单元的启动、停止、复位。

系统参数设定。触摸屏主界面中组态了系统参数设定窗口，同样是设置管理员权限，仅管理员和工程师可操作。在主界面选择该命令按钮，进入系统参数设置画面窗口，在该画面可以修改电机参数，运行频率和运行速度，设置系统可泊车位总数量，设置对系统的启用或禁用。

系统的状态监控。通过该画面窗口，可对系统的状态进行监控，对每一个控制单元的运行时长，电机的状态，电机运行频率，单元运送装置所处位置进行一个监控。

结 论

本文提出了一种通过人机界面发出系统运行命令的智能立体车库系统。通过传送带，升降电梯，车辆移送装置以及立体车库四个控制单元相互配合，对车辆进行停放处理，实现高效率、稳定地安全停放和取车。用西门子的 PLC 作为系统主控制器，使得系统稳定可靠；采用 S120 和 G120 等驱动器使系统的定位和运行速度调节更加准确和高效；通过 PROFINET 现场总线，使得每一个控制器相互配合，有逻辑有秩序地进行控制调节，并且实现通过人机界面能够控制并获得所有控制器和设备的控制权限，大大便利了用户和管理员对系统进行控制。

智能立体车库是一种现代化的停车场，该系统能够减少用户停车流程，满足用户停车需求，只需在人机界面上点击停车或取车的按键，便可快速停车或取车，大大缩短了用户停车时间和满足用户停车需求。本系统可以有效管理车辆停放，并提高停车区域的利用率和车辆保护水平，不仅具有高效、快速、安全、节能等优点，更能让人们轻松解决城市停车难题。未来我们还将进一步优化该系统，并将广泛应用于新型停车场等场合。

最后仿真实验表明，该智能立体车库能够根据控制要求正常运行。在自动的模式下，传送带运送车辆、升降电梯对车辆位置上升或下降、车辆移送装置对升降电梯内的车辆运送或者从立体车库移车到升降电梯，实现在自动模式下车辆的停放和取车；手动模式下，能够单独对每一个控制单元进行单独调试和控制。仿真实验很好的完成了所有控制功能，与传统车库相比具有很大的性能提升和更加智能化。

参考文献

- [1] 徐晓峰, 张爱军等. 电机与拖动[M]. 第二版. 北京:高等教育出版社, 2019: 363-370.
- [2] 徐科军, 马修水等. 传感器与检测技术[M]. 第 5 版. 北京:电子工业出版社, 2021: 97-132
- [3] 范其明, 李云龙等. 工业网络与现场总线技术[M]. 第 1 版. 西安:西安电子科技大学出版社, 2020: 76-84.
- [4] 孙海维. SIMATIC 可编程序控制器及应用[M]. 第二版. 北京:机械工业出版社, 2013: 95-130.
- [5] 刘长青. S7-1500 项目设计与实践[M]. 第一版. 北京:机械工业出版社, 2016: 31-33.
- [6] 邢刚, 丁凡等. 一种空中长廊式智能立体车库设计与分析[J]. 湖南工程学院学报(自然科学版), 2021(04).
- [7] 王瑞, 赵雄伟等. 智能立体车库自动控制系统的设计及模拟应用[J]. 制造业自动化, 2022(01).
- [8] 李垚, 牟志刚. 基于西门子 S7-1500 PLC 的智能立体车库控制系统设计[J]. 机电信息, 2021(23).
- [9] 党梦宇, 张群. PLC 技术在智能立体车库设计中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2021(18).
- [10] 赵玉程, 樊瑜瑾, 唐军, 等. 基于 PLC 的折弯机液压伺服控制系统设计[J]. 农业装备与车辆工程, 2022(4):34-37.
- [11] 张南杰. 西门子 S7-1500 与 S7-1200 的 PROFINET IO 通信研究[J]. 工业控制计算机, 2020,33(10):150,152.
- [12] 陈笃超, 李晓龙, 董云鹏, 等. 西门子 S120 变频器的应用与排故[J]. 电子技术与软件工程, 2020(08):78-79.
- [13] 段能. 基于 PROFINET 网络技术的长距离管带机电控系统[J]. 数码设计, 2020(5):73-74.
- [14] Tian Feng, Li Guangpeng. Design of Intelligent Feeding Control System Based on S7-1200 PLC[J]. E3S Web of Conferences, 2021, 245.
- [15] Hengchao Zhou, Guangpeng Li, Yuanyong Liu. Design of Multi-speed Motor Control System Based on S7-1200 PLC and Frequency Converter[J]. E3S Web of Conferences, 2020, 165.

致 谢

行文至此，我的大学也终于快结束了，人生即将步入全新阶段。在这篇毕业论文的撰写过程中，我得到了许多人的关心、支持和帮助，使我能够顺利地完成这篇论文。在这里，我想向所有支持我的人们表达我的最深的感谢。

在此，我要感谢我的指导教师汤海梅老师，她不仅在本论文的选题、论文结构及写作方面给予了我很多指导和建议，还在实验室中耐心地解答我的问题，帮助我解决实验中遇到的各种难题。感谢您在这篇论文研究的整个过程中给予我的耐心指导、专业知识和宝贵建议。您的鼓励和帮助让我更好地理解自动化专业的理论和实践，而且为我以后的学习和工作打下了坚实的基础。

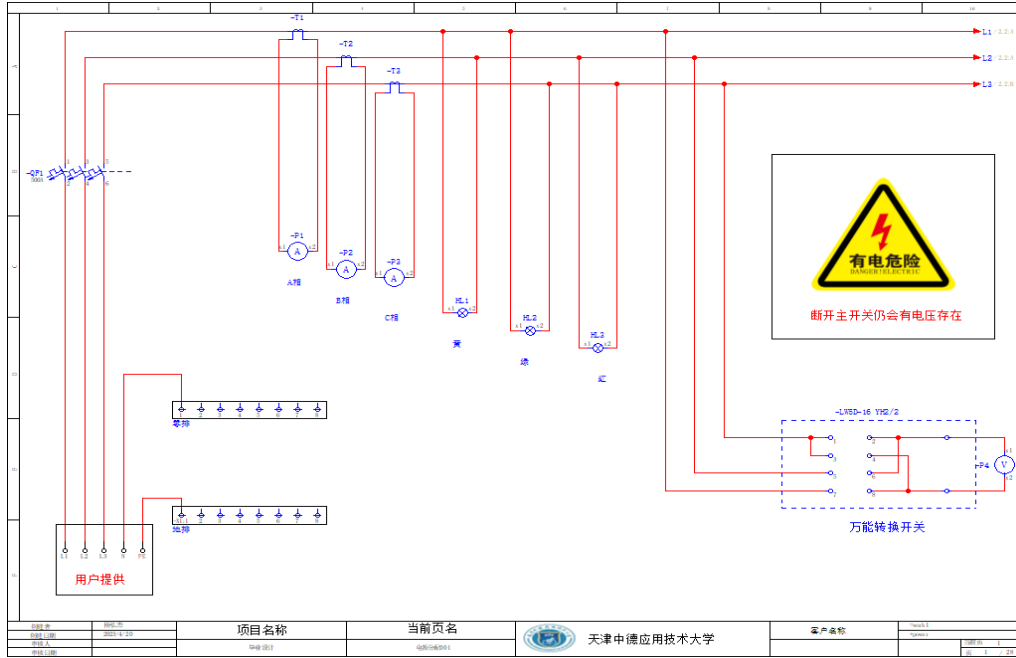
此外，我还要感谢我的家人，是他们一直在我身后默默地支持和鼓励我，给予我精神上的支持，在我完成论文的整个过程中给予了我无私的关注、支持和鼓励，使我始终保持坚定的信心和勇气。没有你们的关爱和支持，我无法走到今天这一步。特别是在我遇到挫折和困难时，你们的支持和鼓励让我更加坚强和勇敢在此向他们表达我最深厚的感激之情。

我还要感谢智跃医疗科技（江苏）有限公司的同事们，他们不厌其烦地提供了我许多技术上的帮助和专业的实验设备，为我的研究工作提供了很大的帮助，使得我能够顺利地完成了实验。

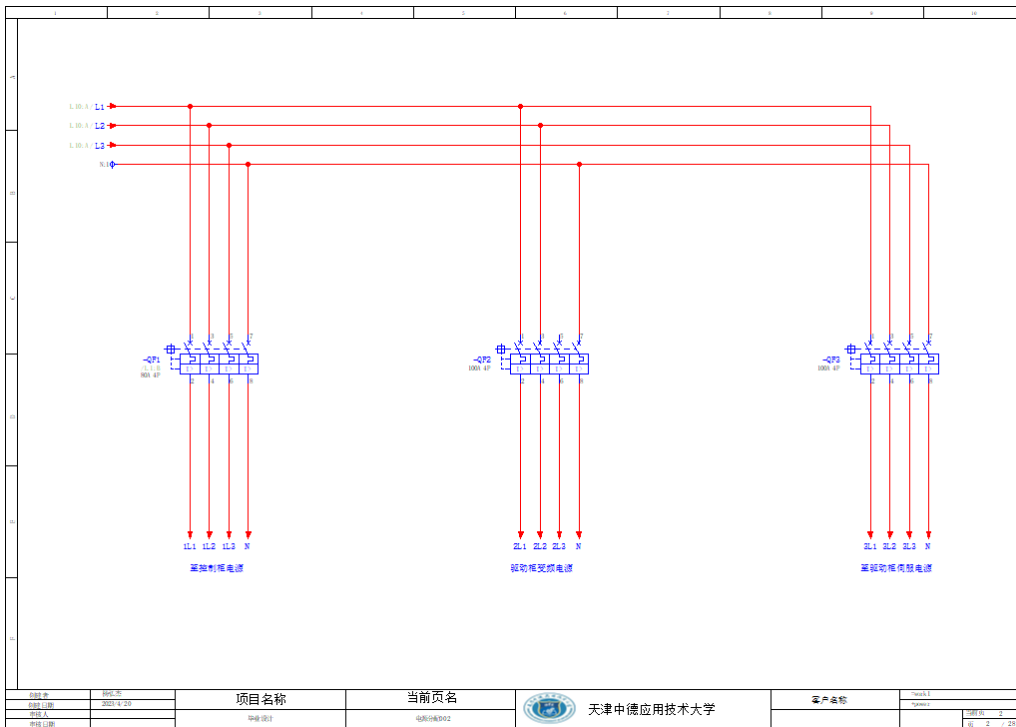
最后，我也要感谢我的同学和朋友们，因为你们的友谊和支持，我能够度过这些年来晦涩难懂的课程。是他们在学习和生活中一直给予我鼓励和帮助，使我能够快速适应校园环境和学习节奏。我将与你们分享我今后的进步和成就。

附录

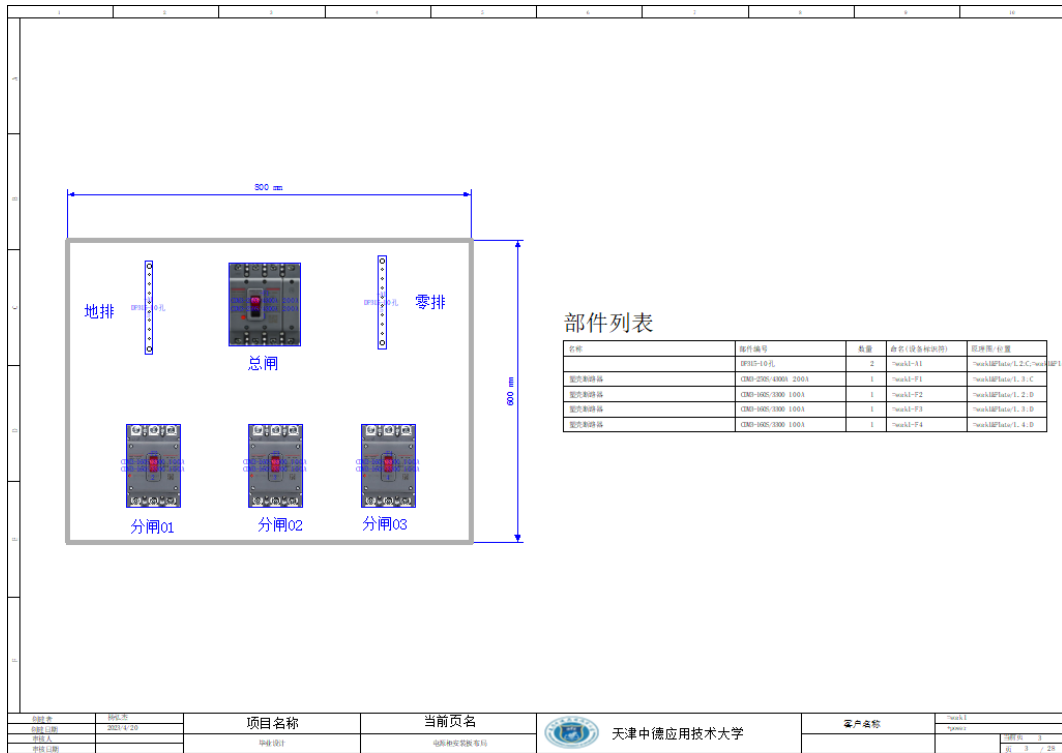
附录一：电气原理图



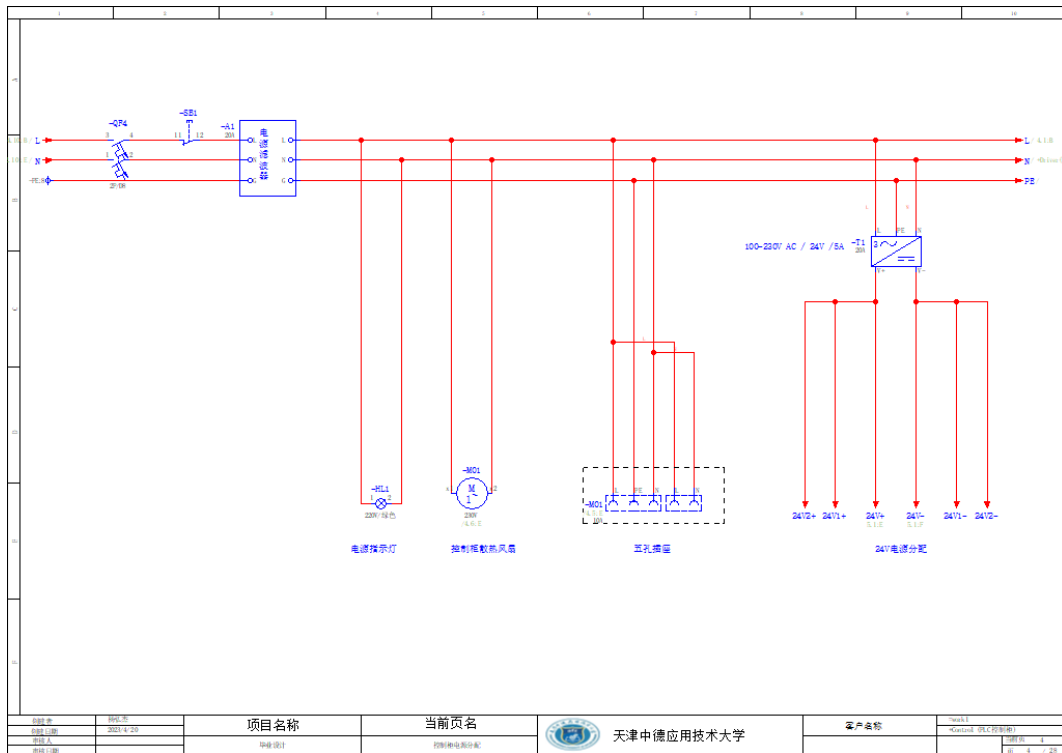
附图 1 电源分配



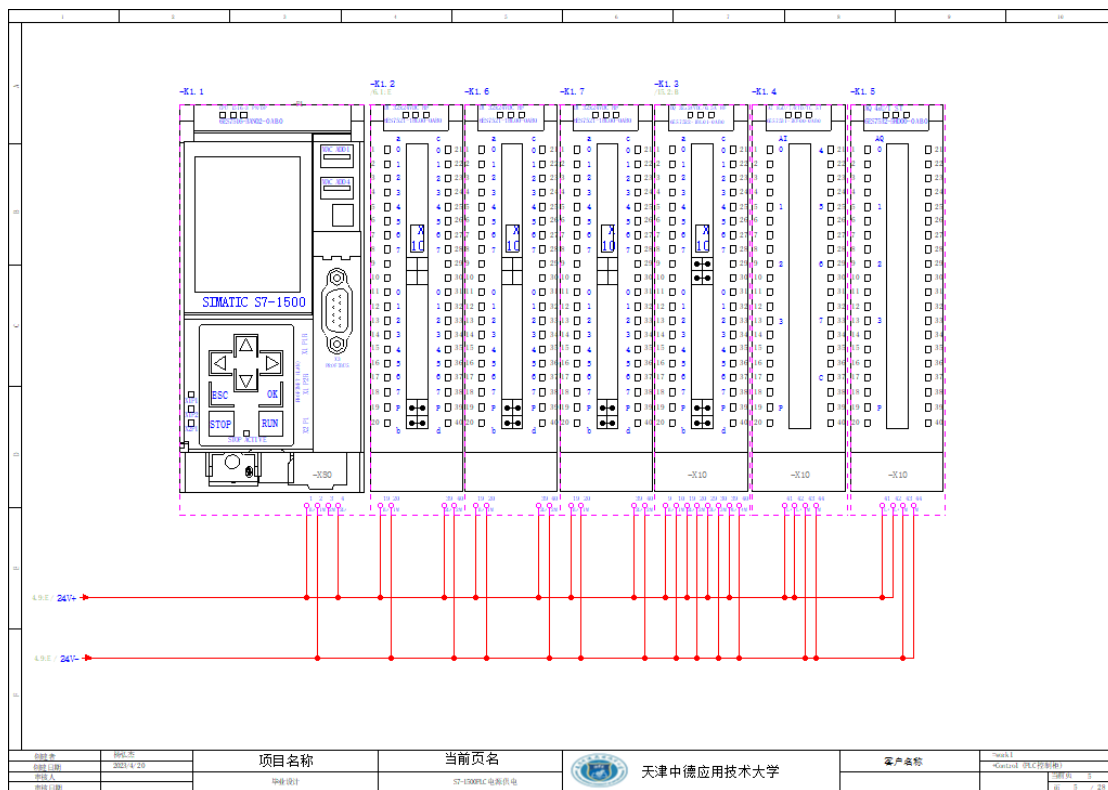
附图 2 电源分配



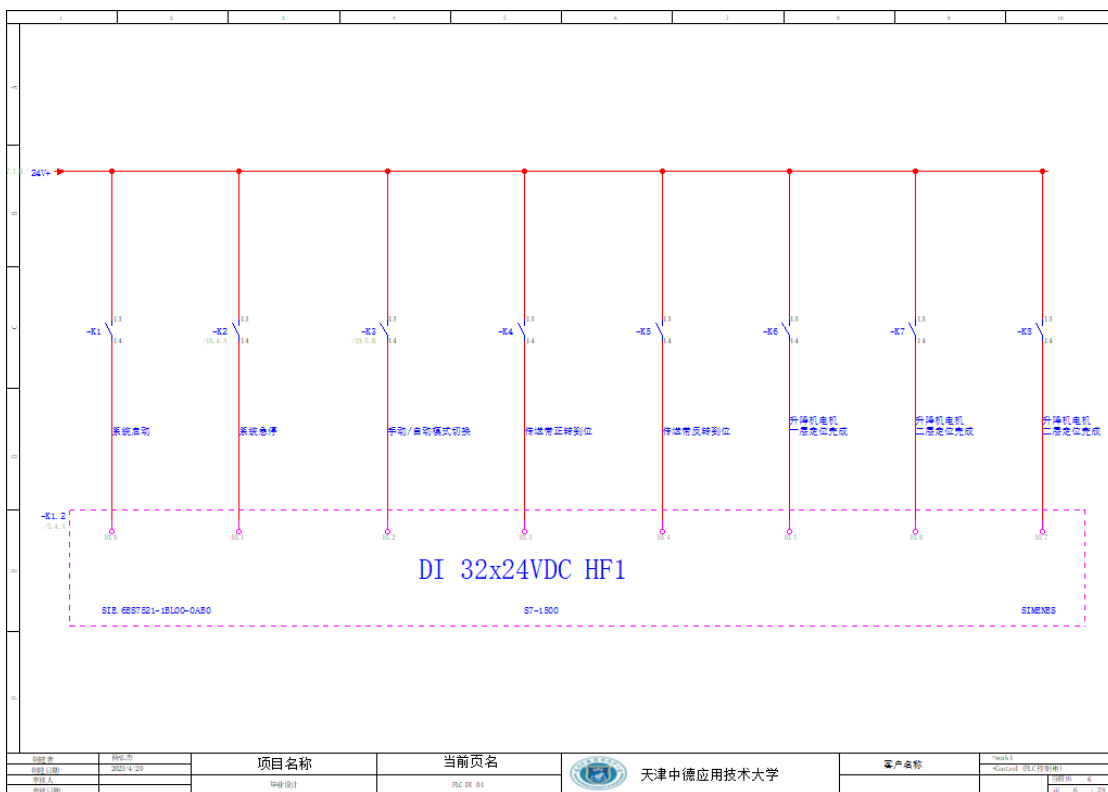
附图 3 电源柜



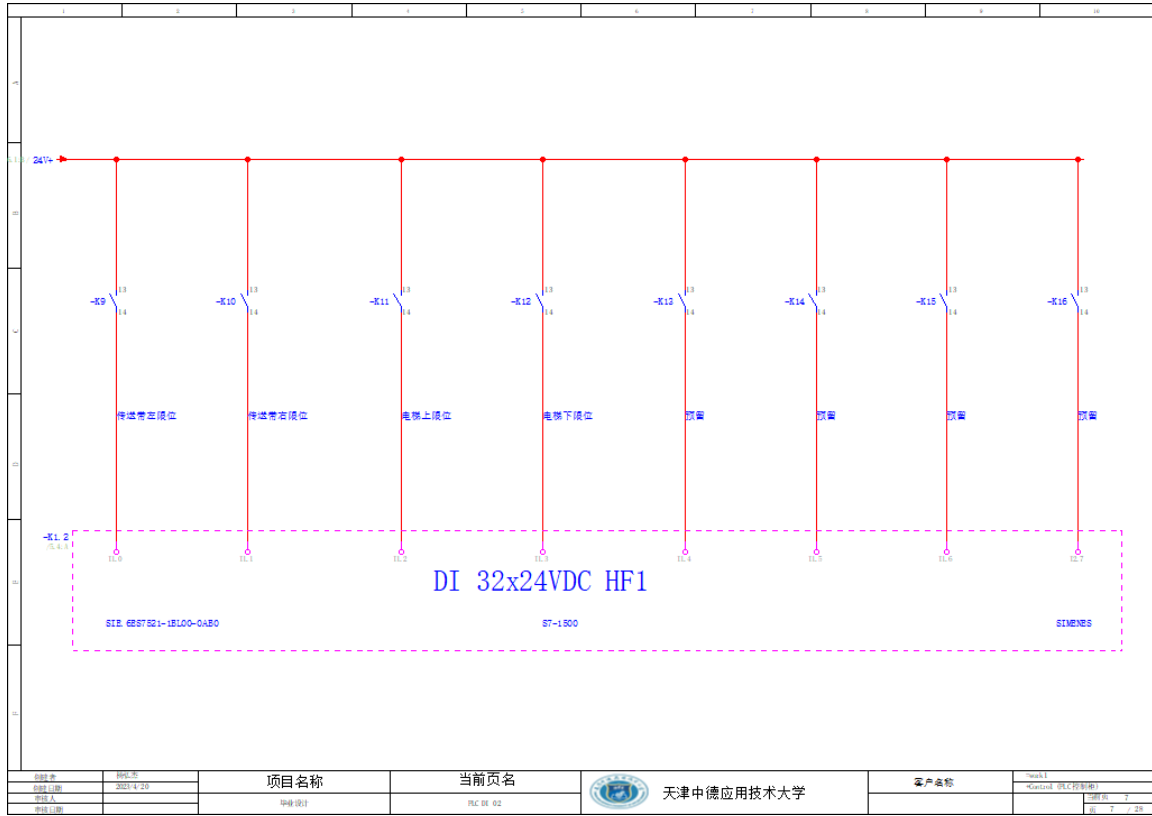
附图 4 220V 电源分配



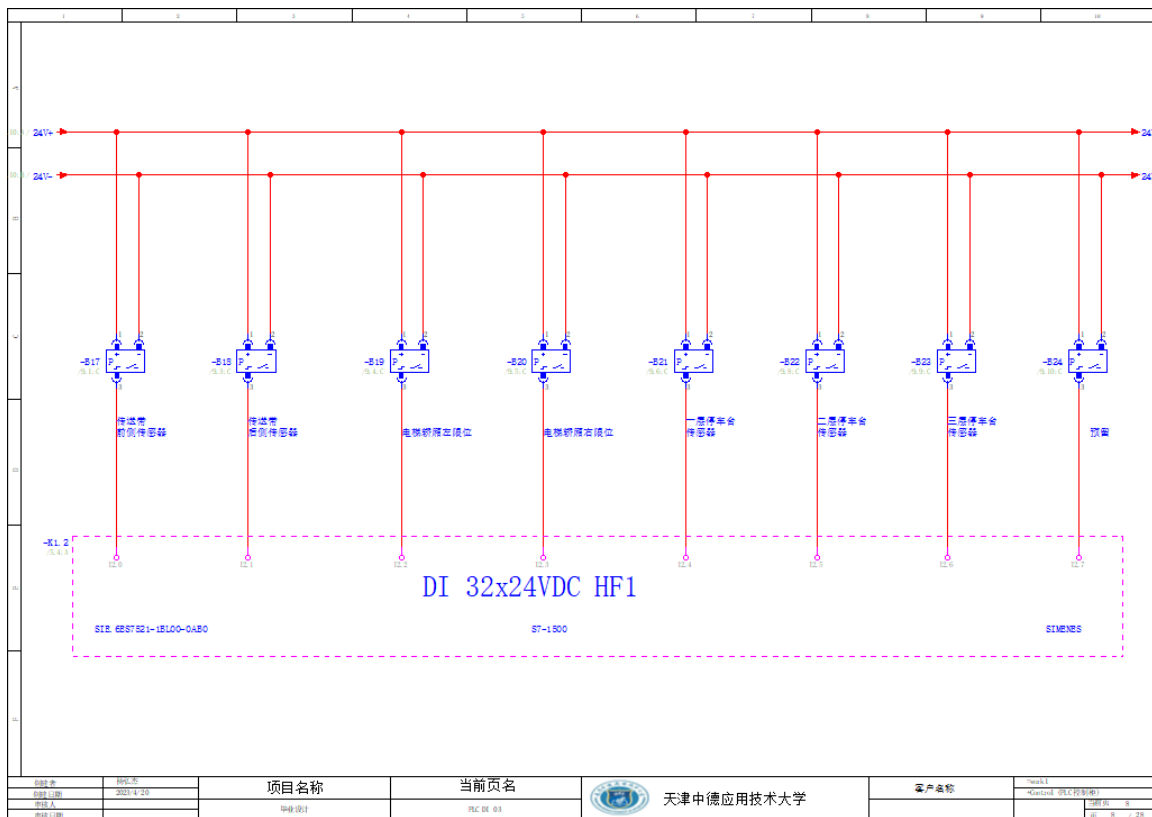
附图 5 S7-1500PLC 总览



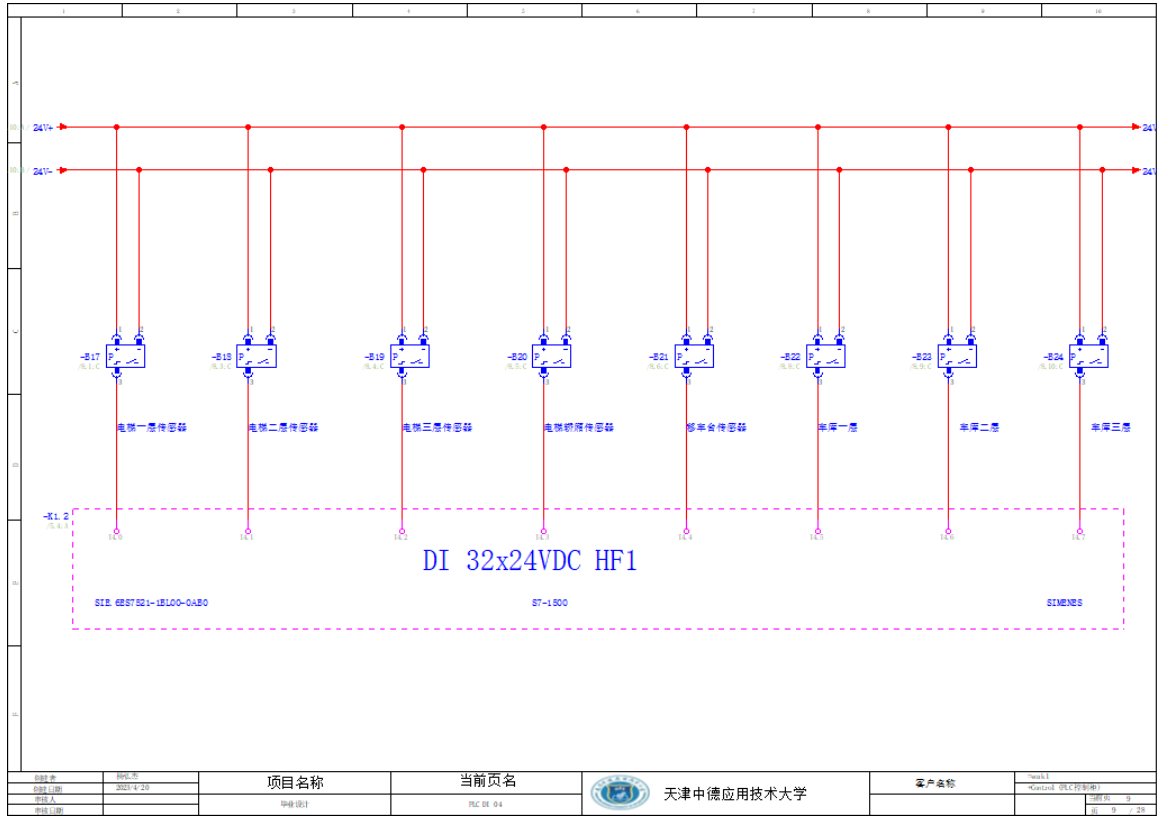
附图 6 PLC DI01



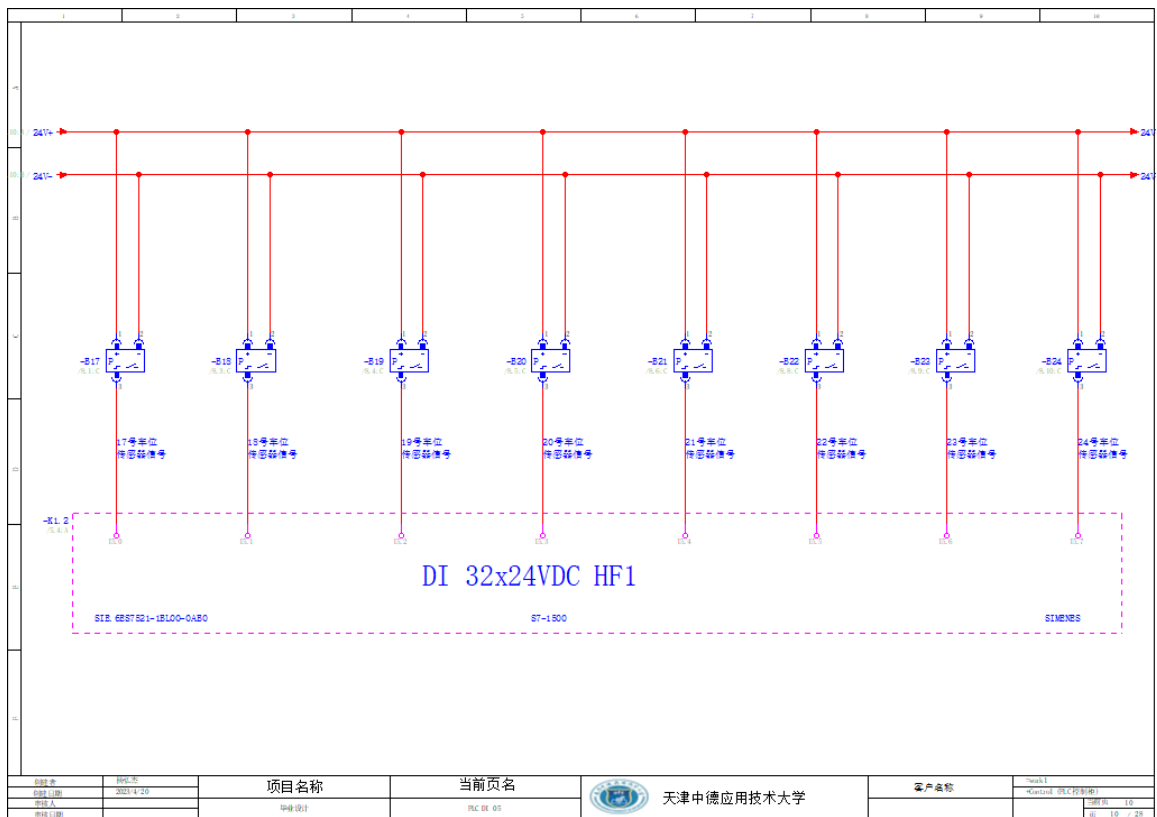
附图 7 PLC DI02



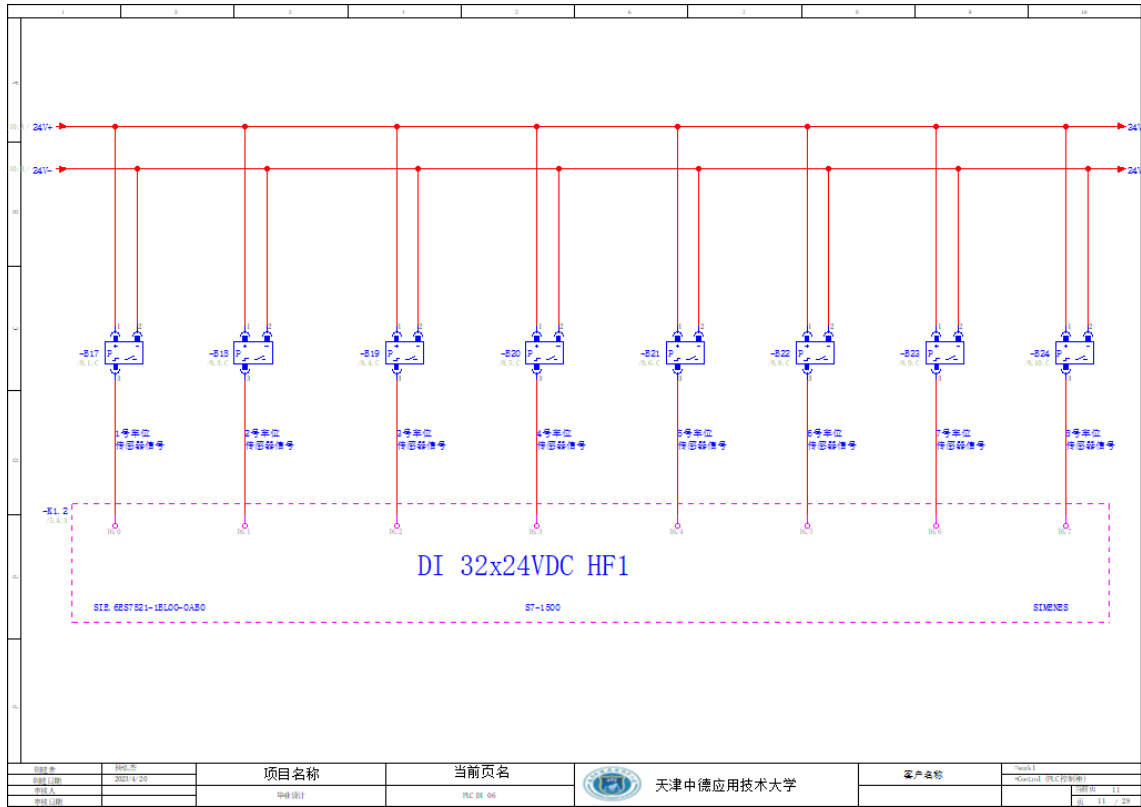
附图 8 PLC DI03



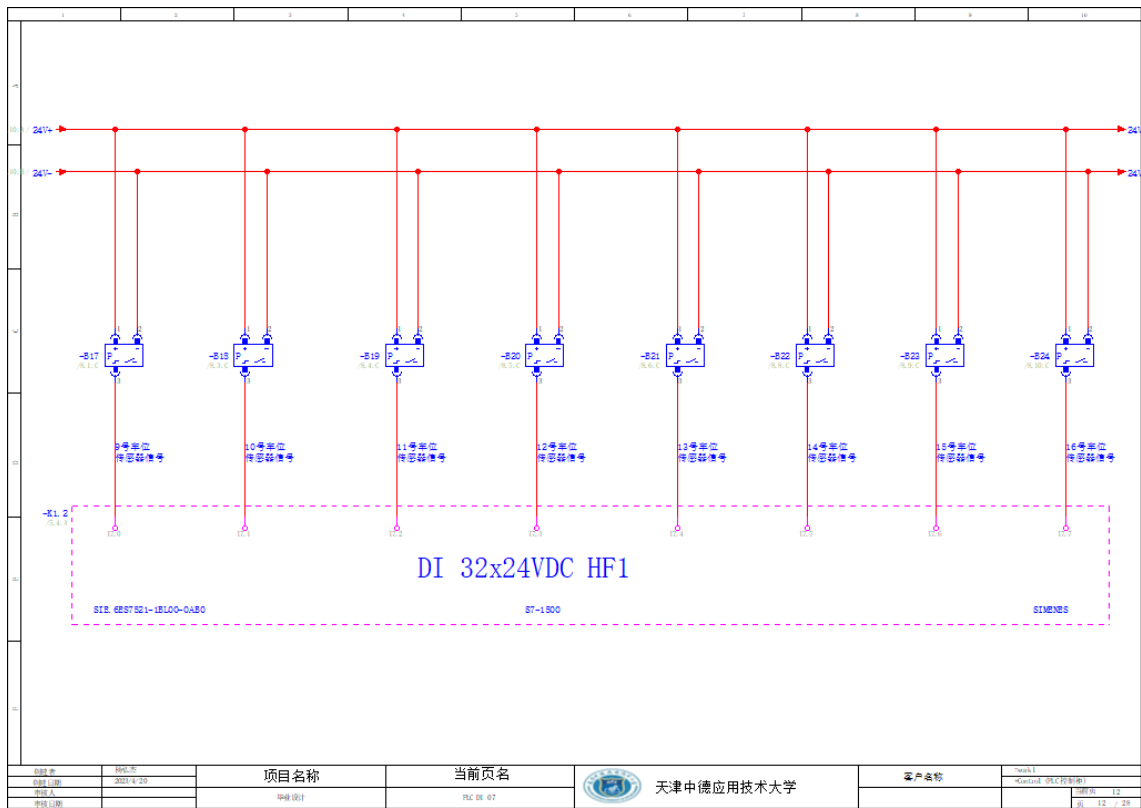
附图 9 PLC DI04



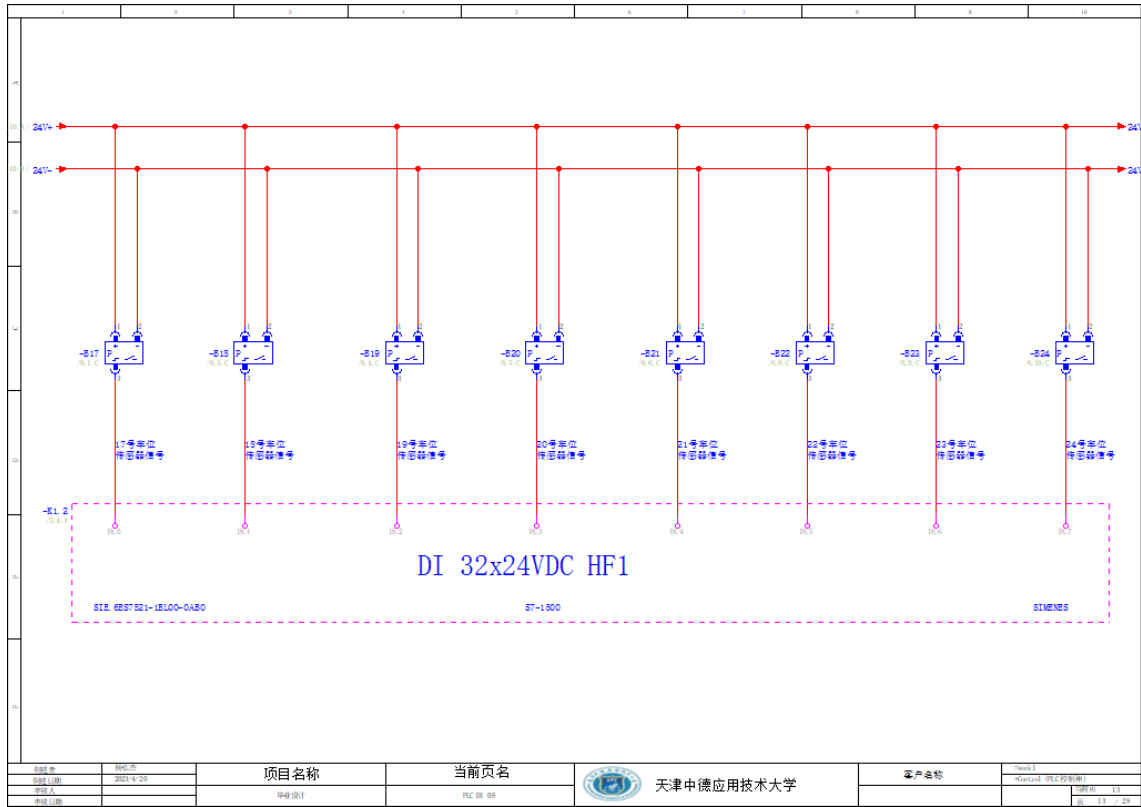
附图 10 PLC DI05



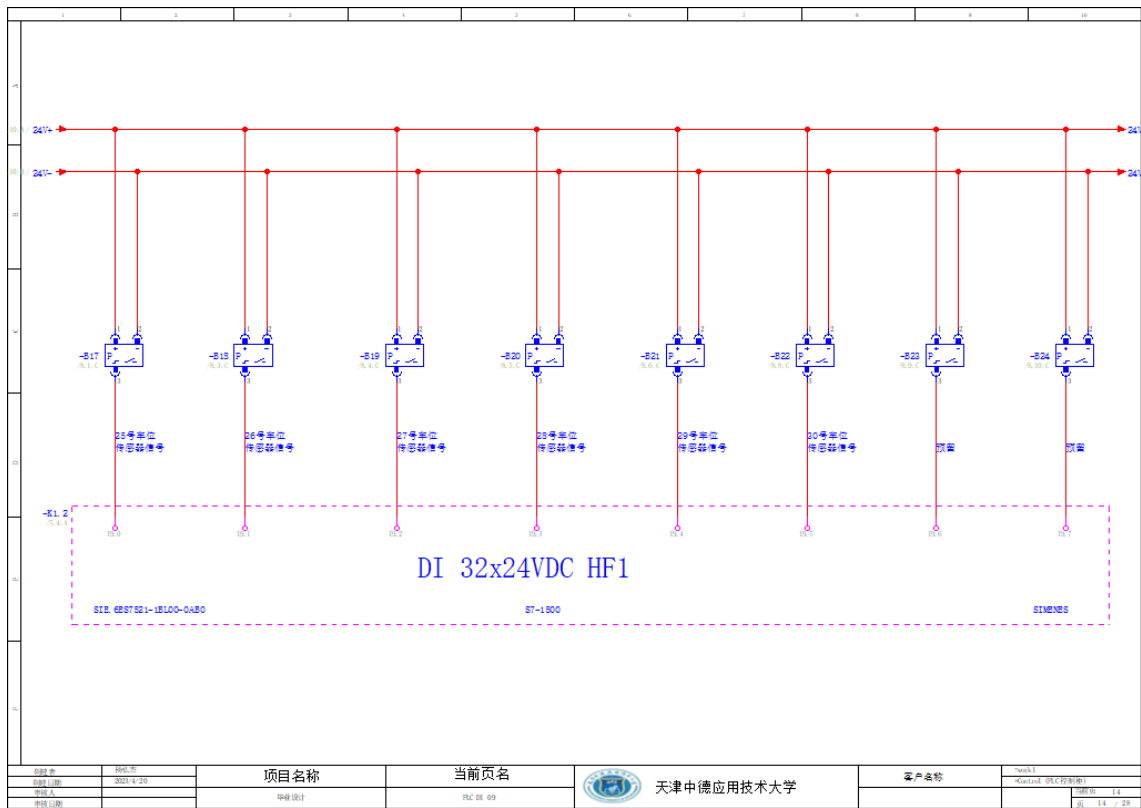
附图 11 PLC DI06



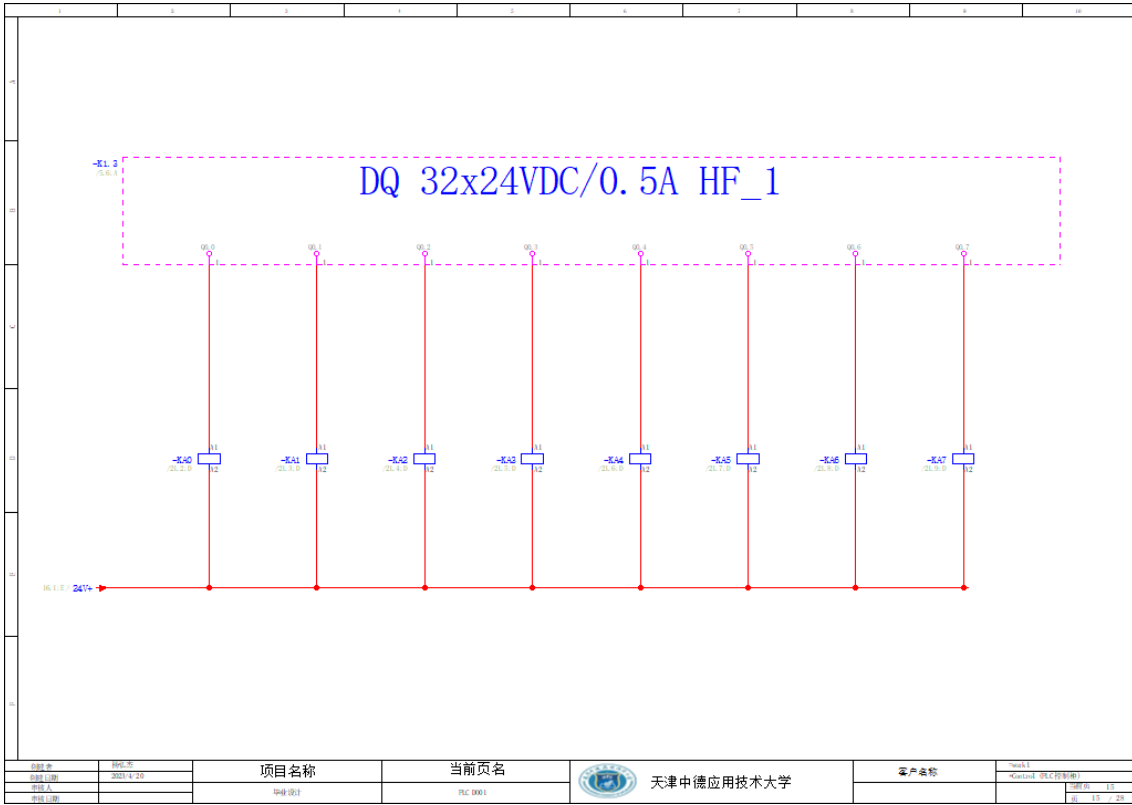
附图 12 PLC DI07



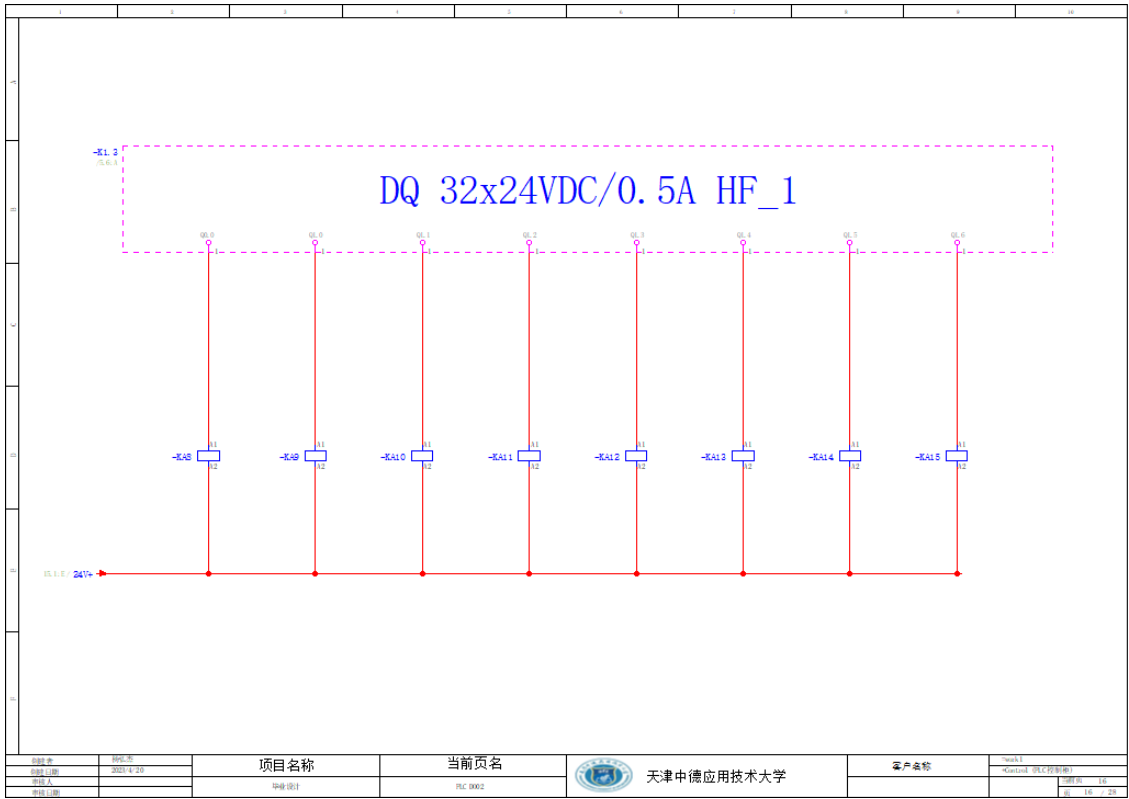
附图 13 PLC DI08



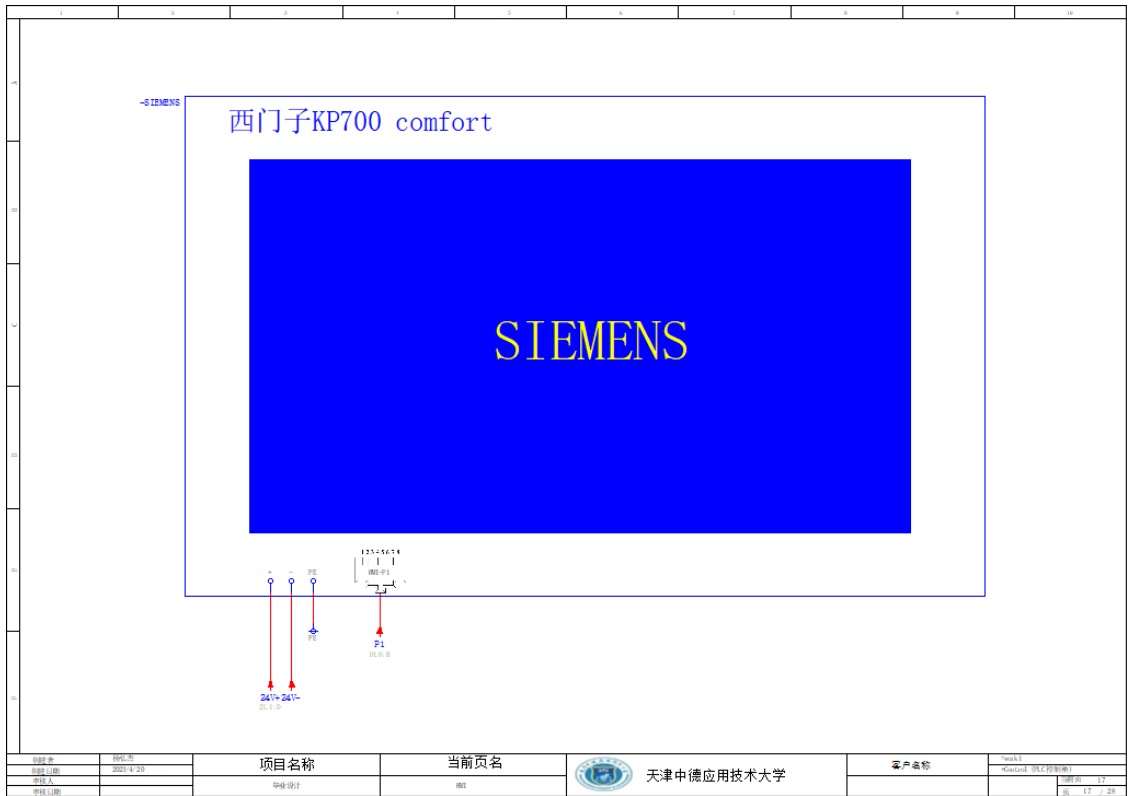
附图 14 PLC DI09



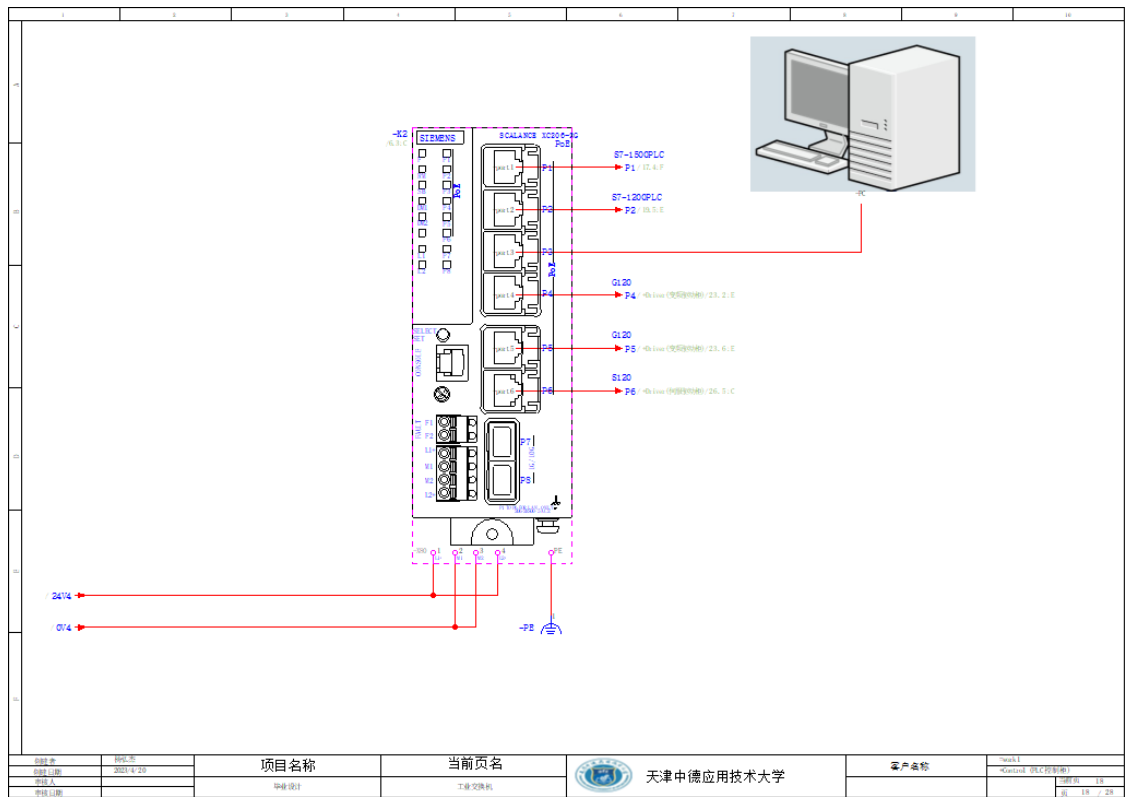
附图 15 PLC D001



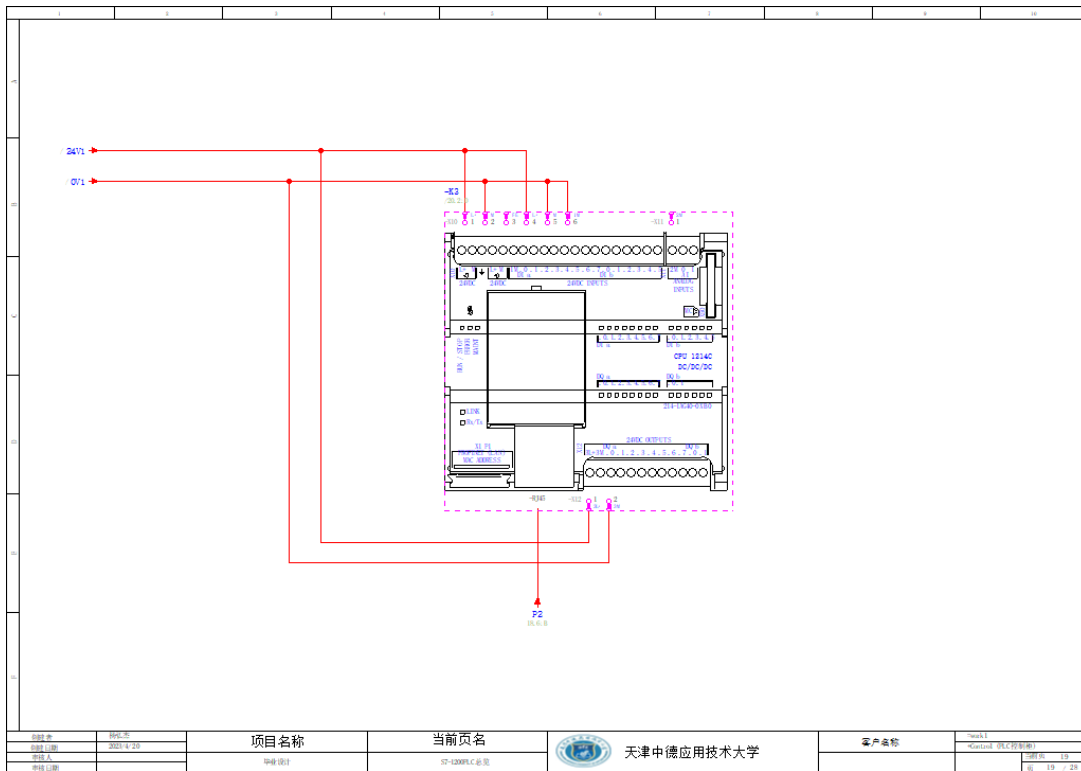
附图 16 PLC D002



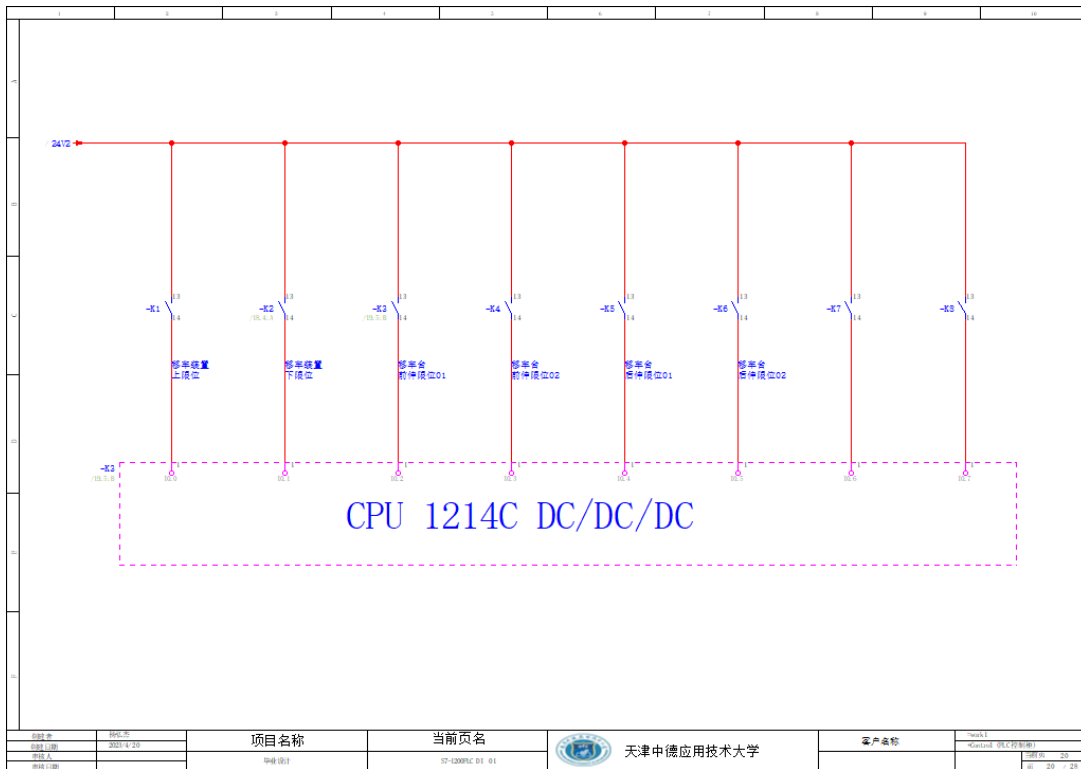
附图 17 HMI



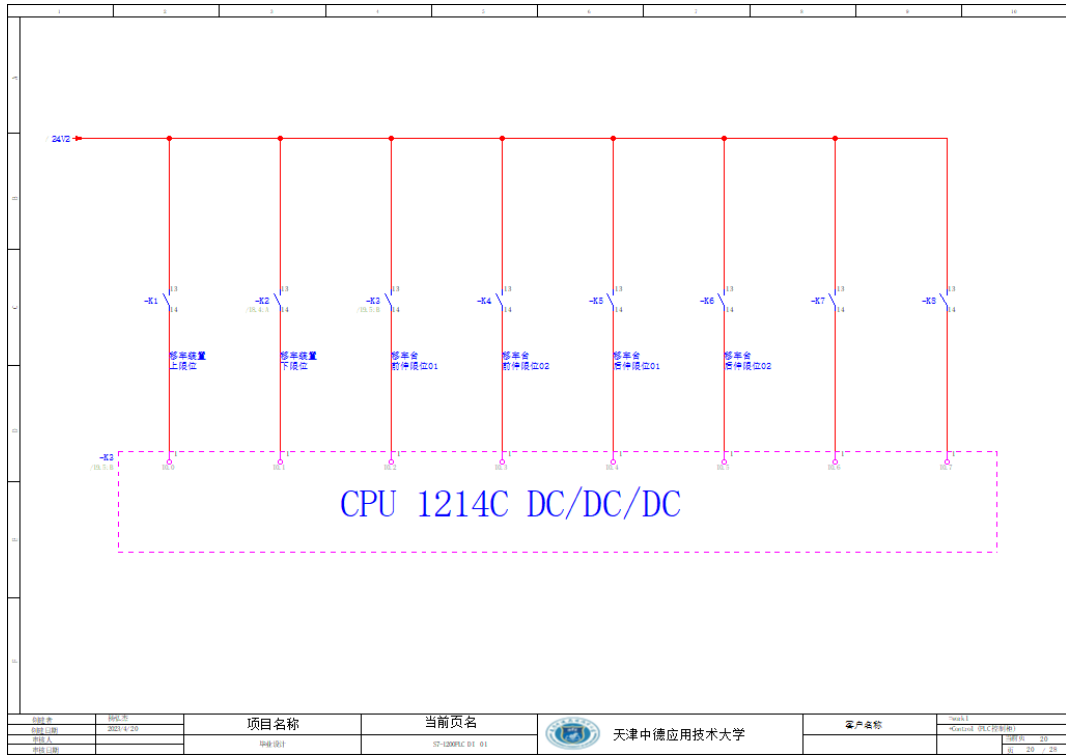
附图 18 工业交换机



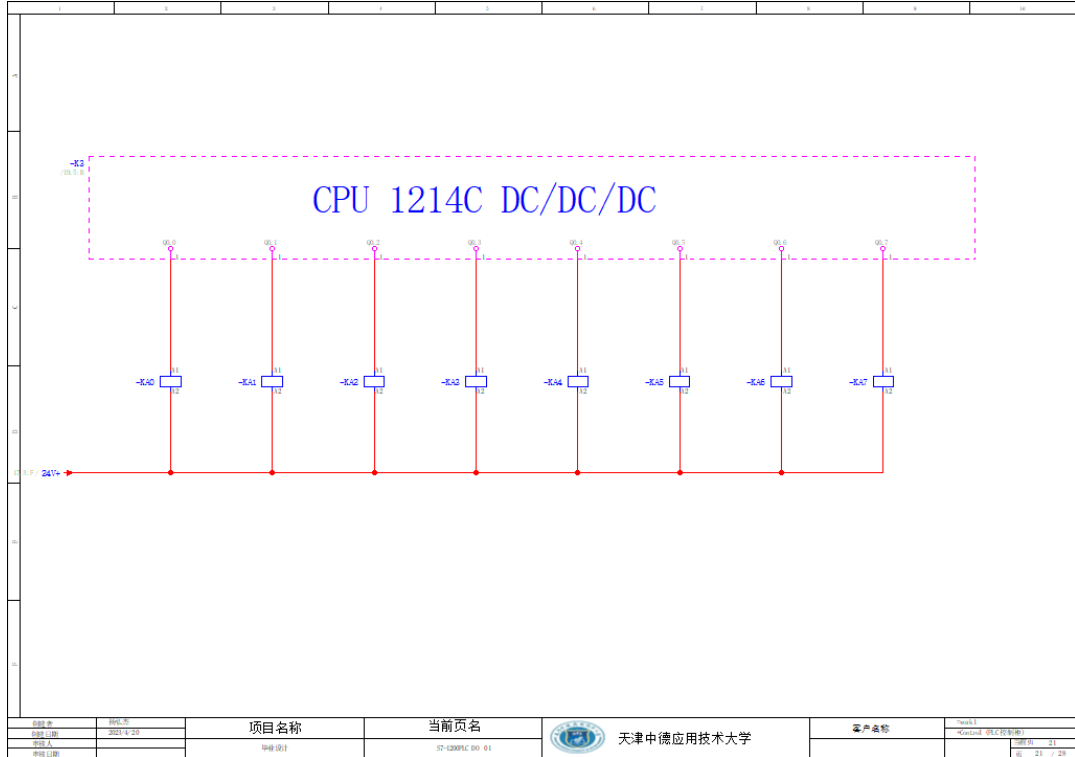
附图 19 S7-1200PLC



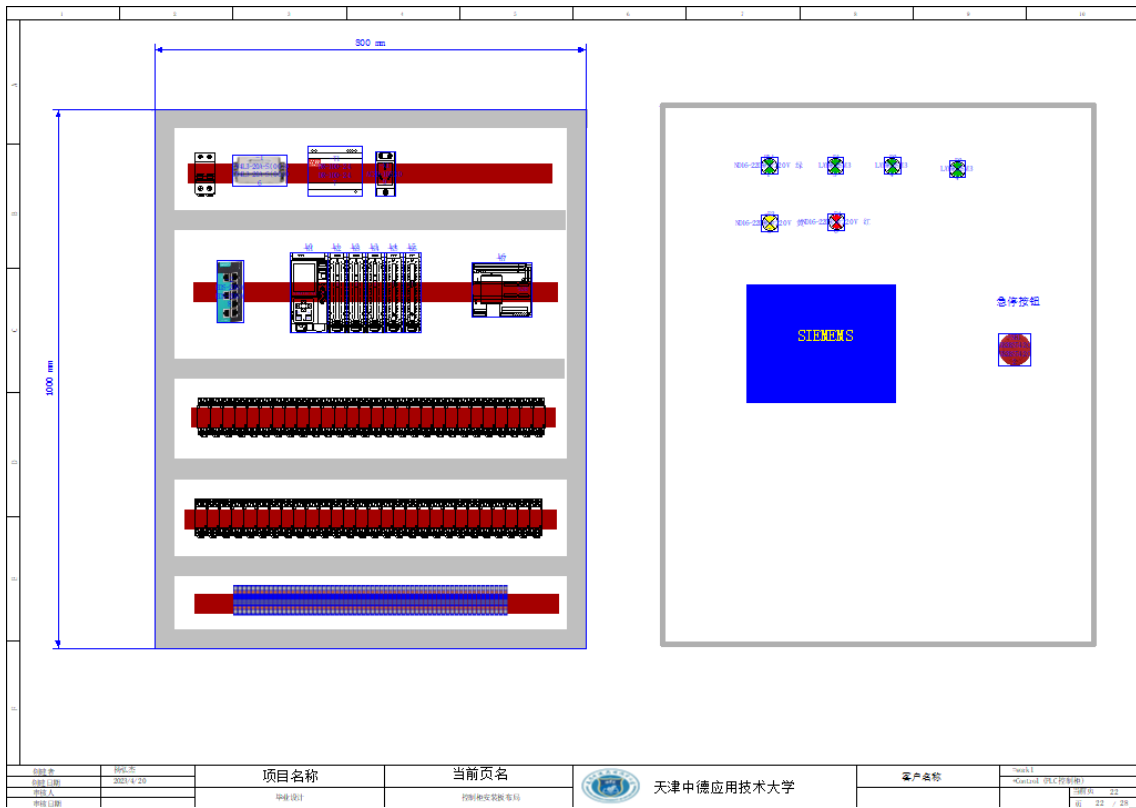
附图 20 DI01



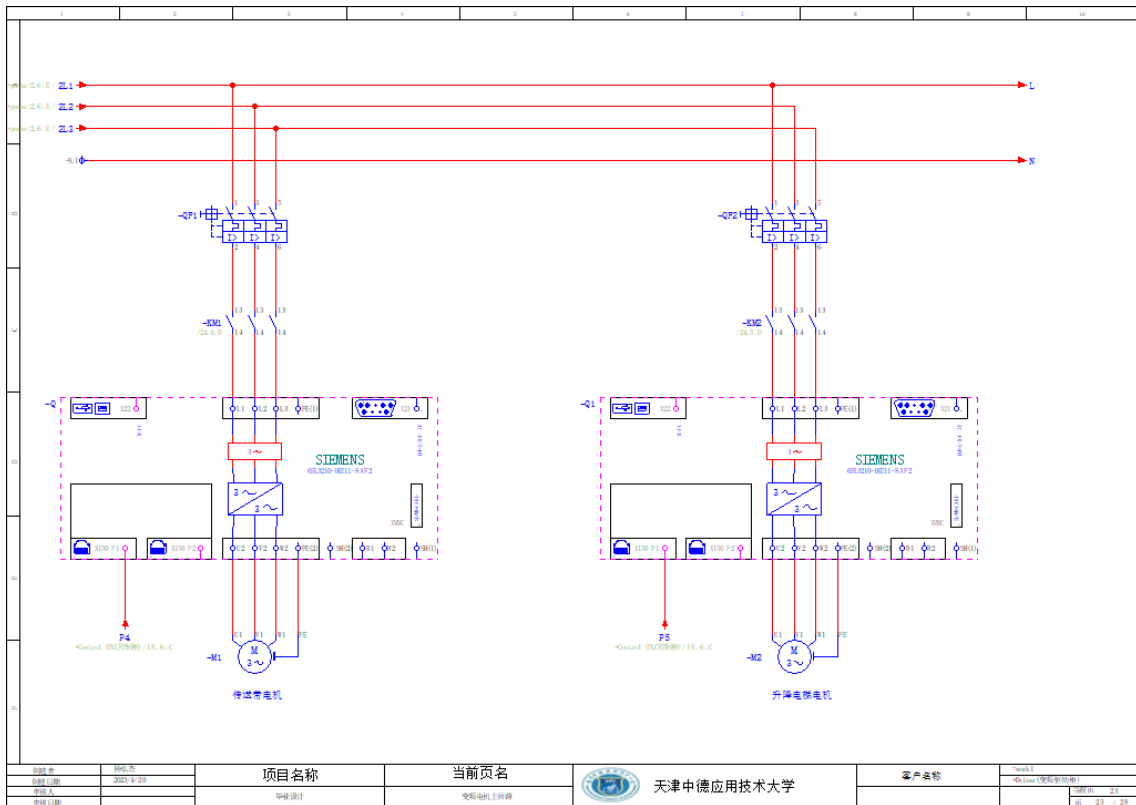
附图 21 DI01



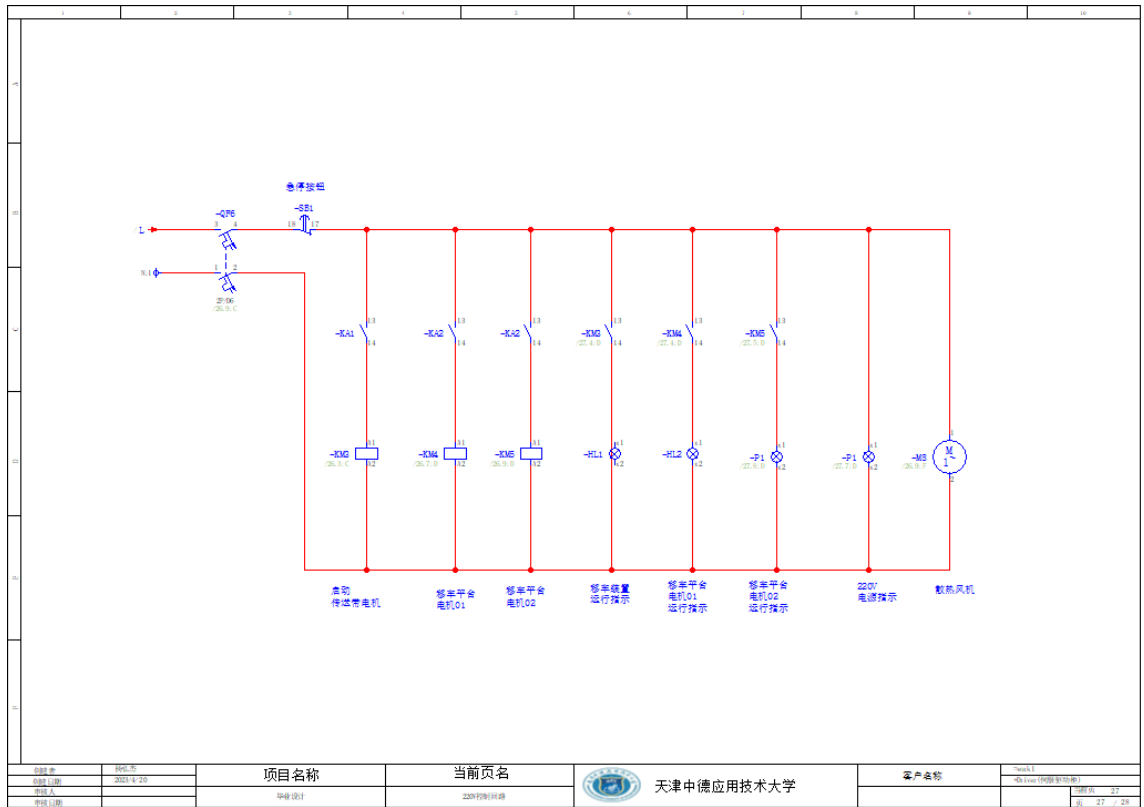
附图 22 PLC DO01



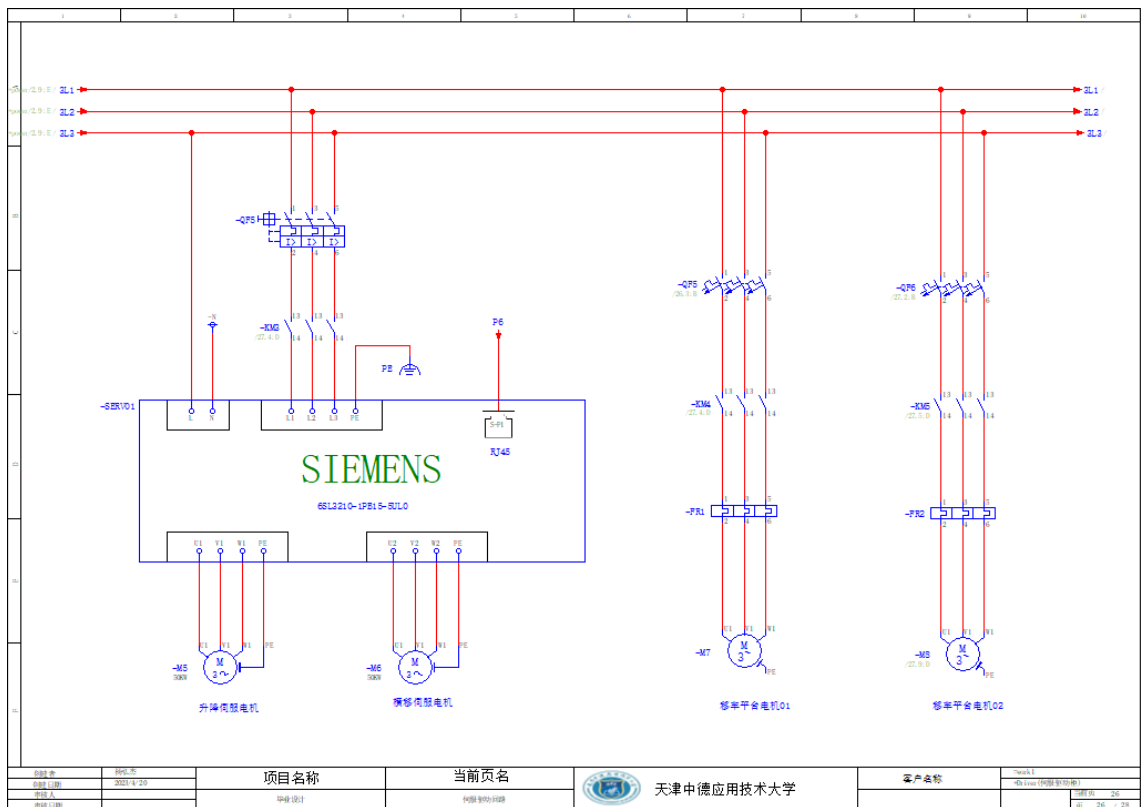
附图 23 控制柜安装板



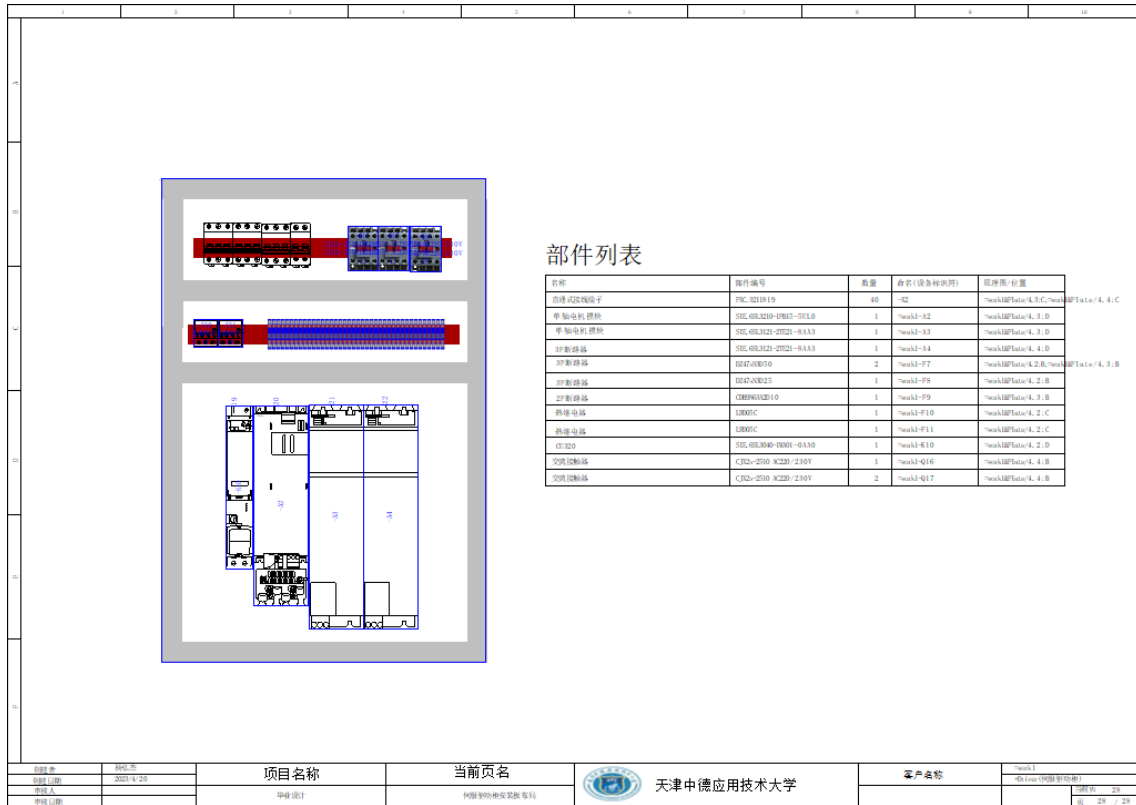
附图 24 变频主回路



附图 27 伺服控制回路



附图 28 伺服驱动主回路

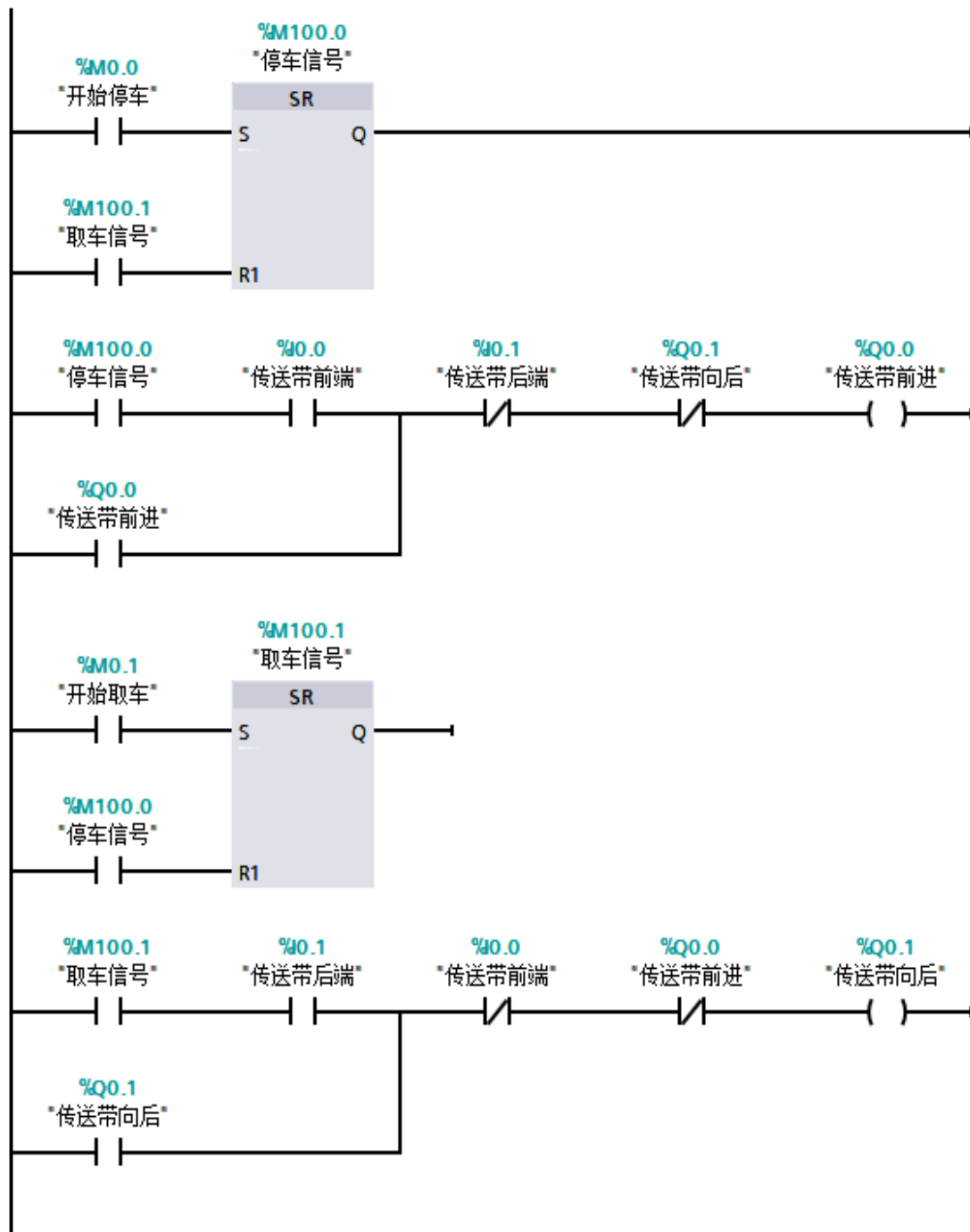


附图 29 伺服驱动柜安装板

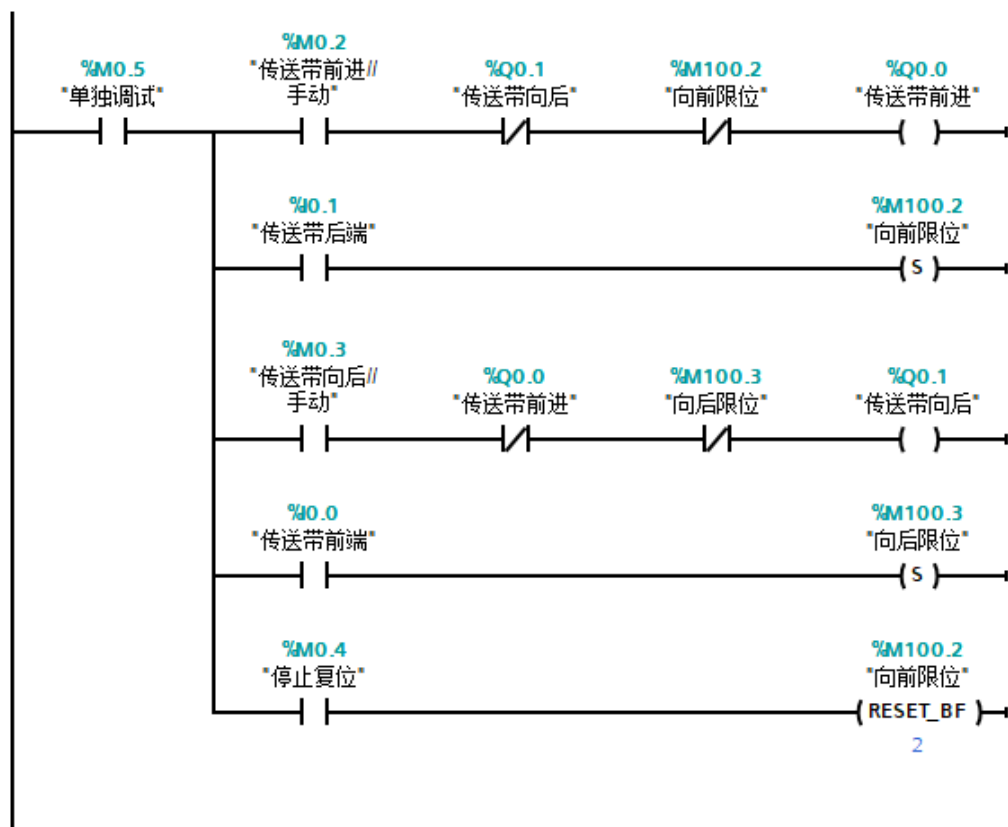
附录 2：系统主要控制程序

程序段 1：传送带停车、取车

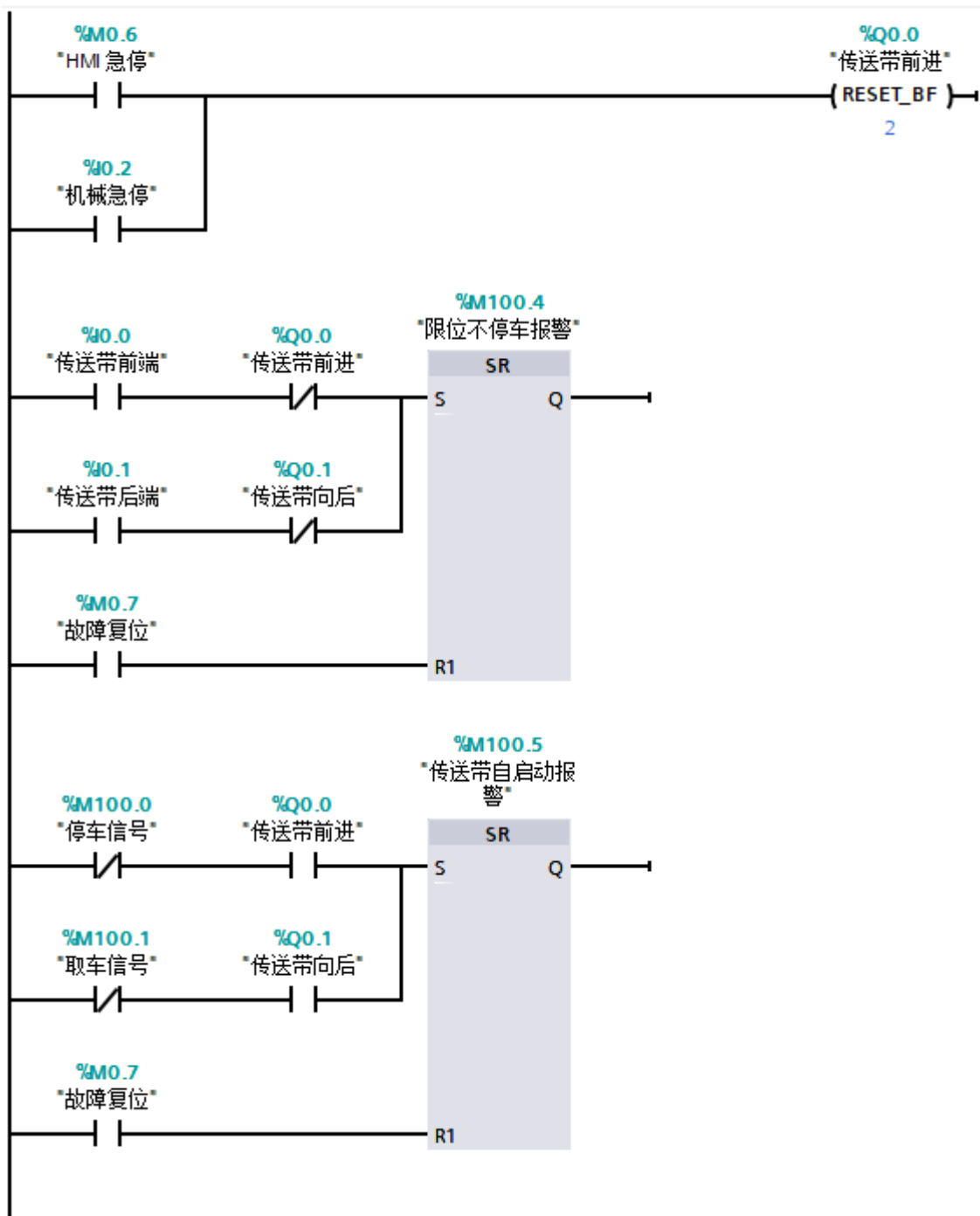
注释



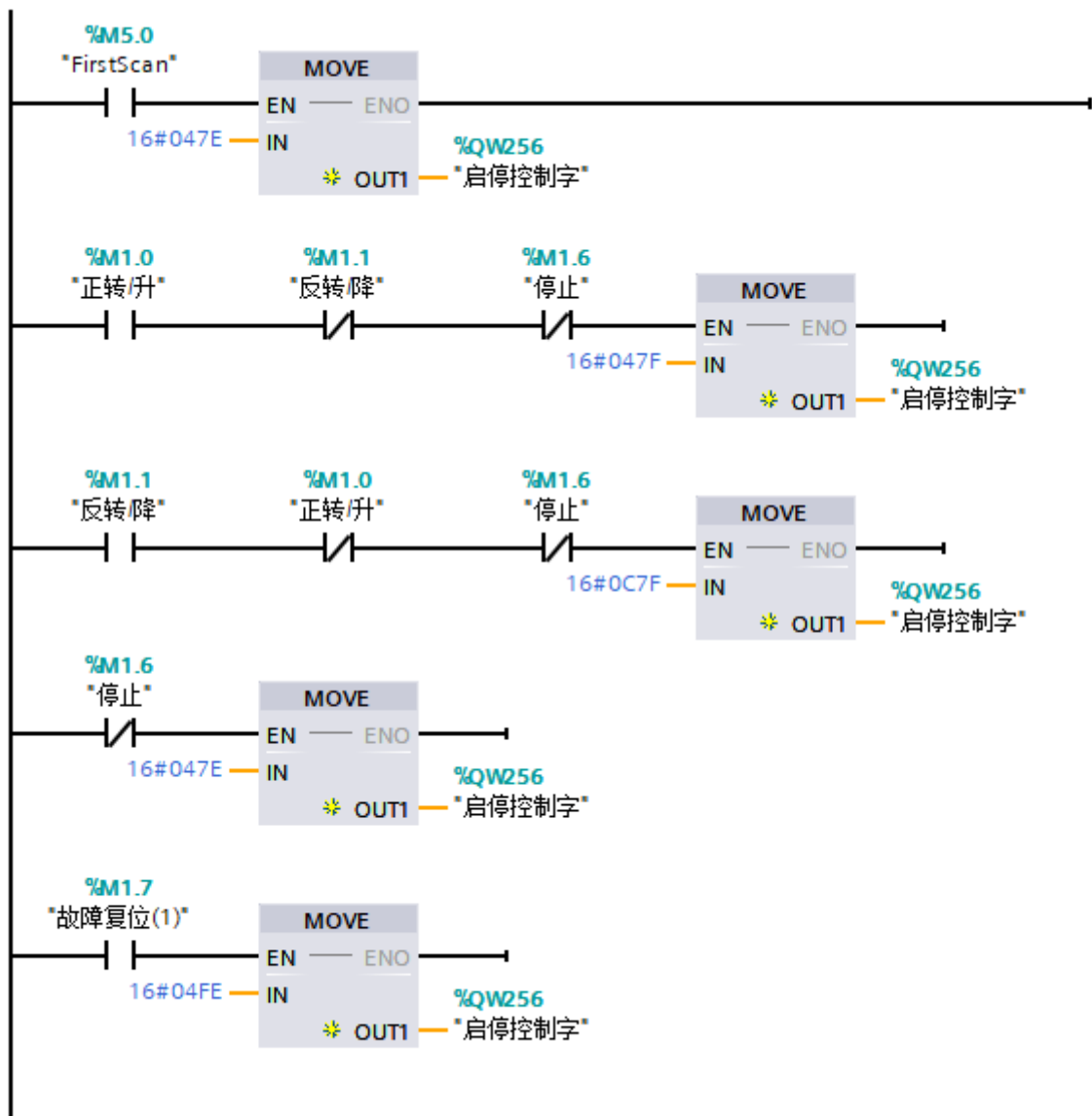
附图 30 传送带控制程序



附图 31 传送带手动控制程序



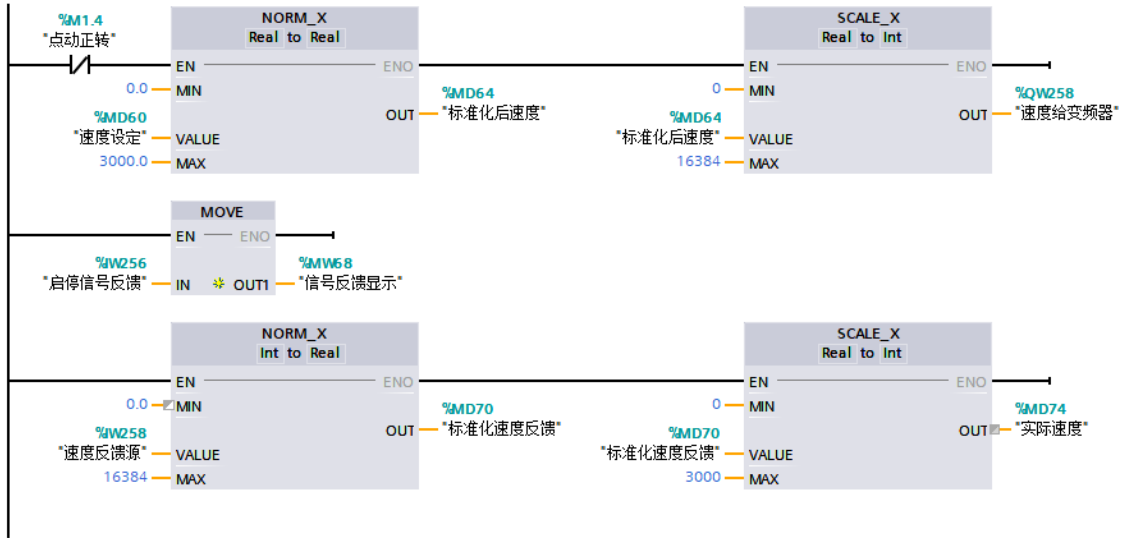
附图 32 故障信号



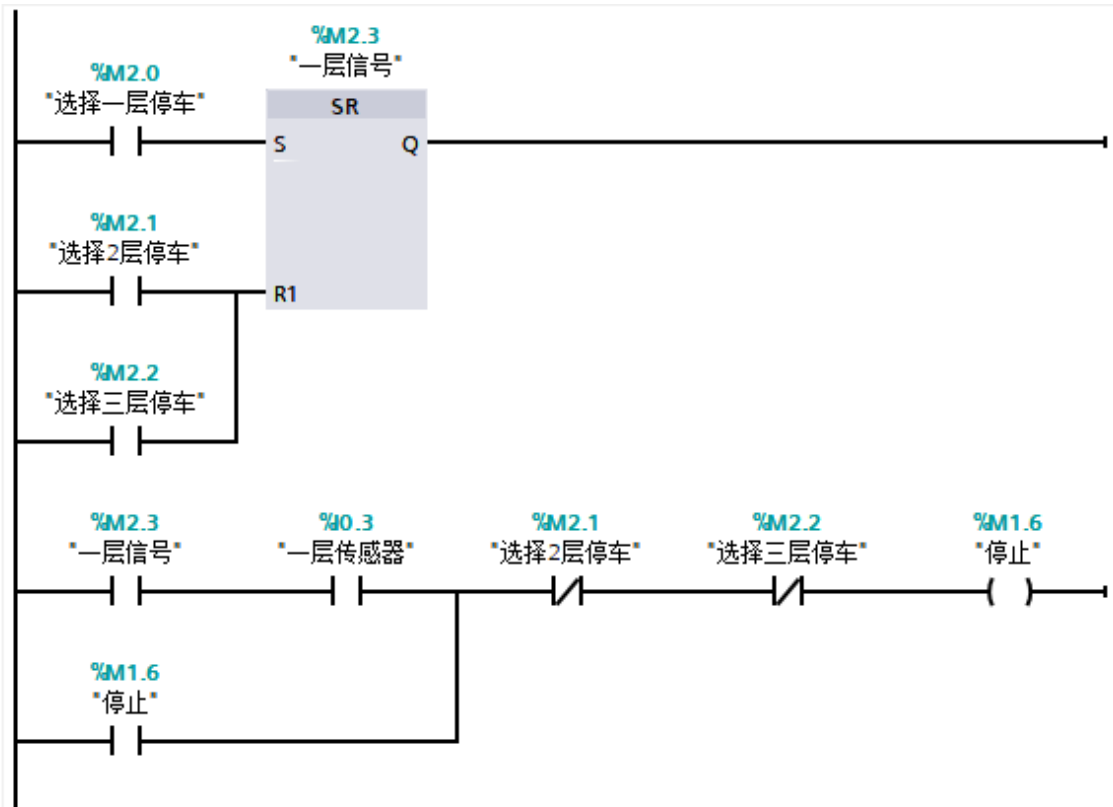
附图 33 升降电梯控制程序

程序段 3：转速设定、变频器反馈

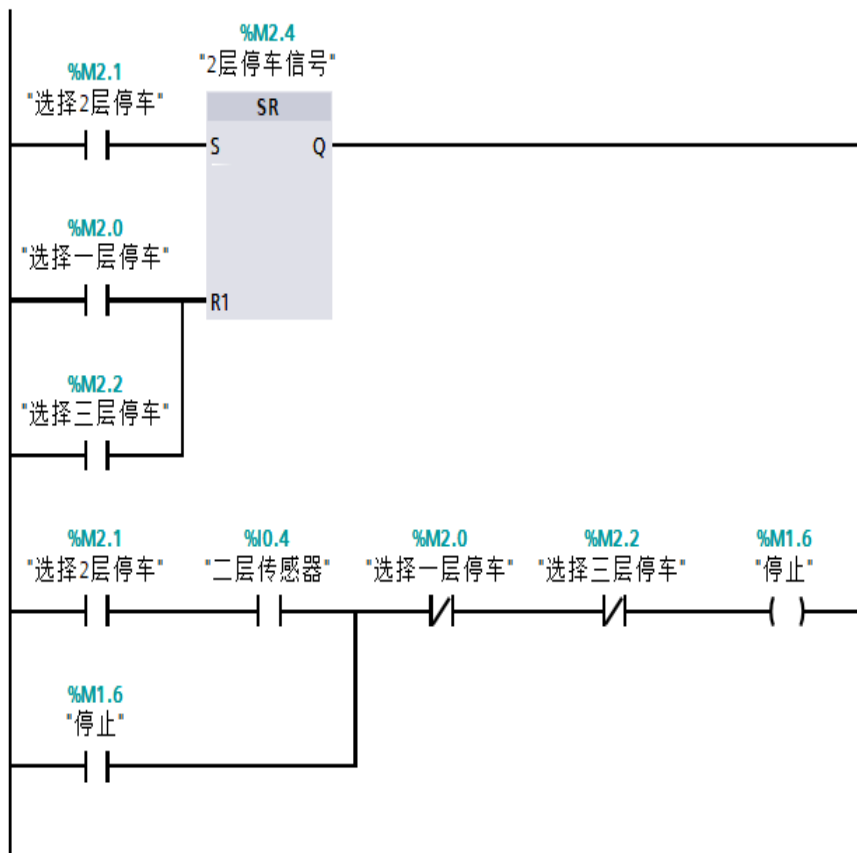
注释



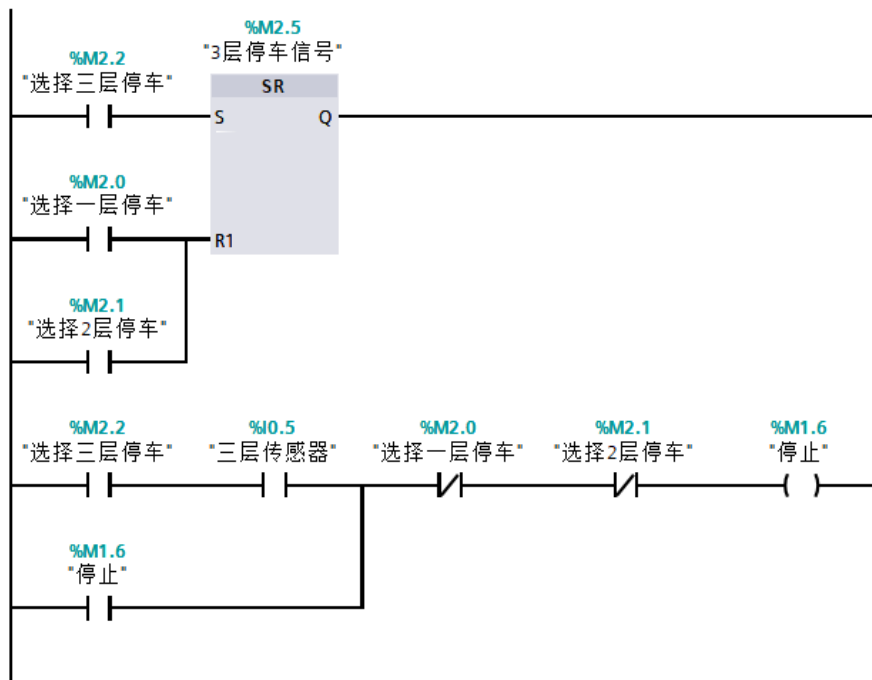
附图 34 变频器反馈和速度设定程



附图 35 楼层信号



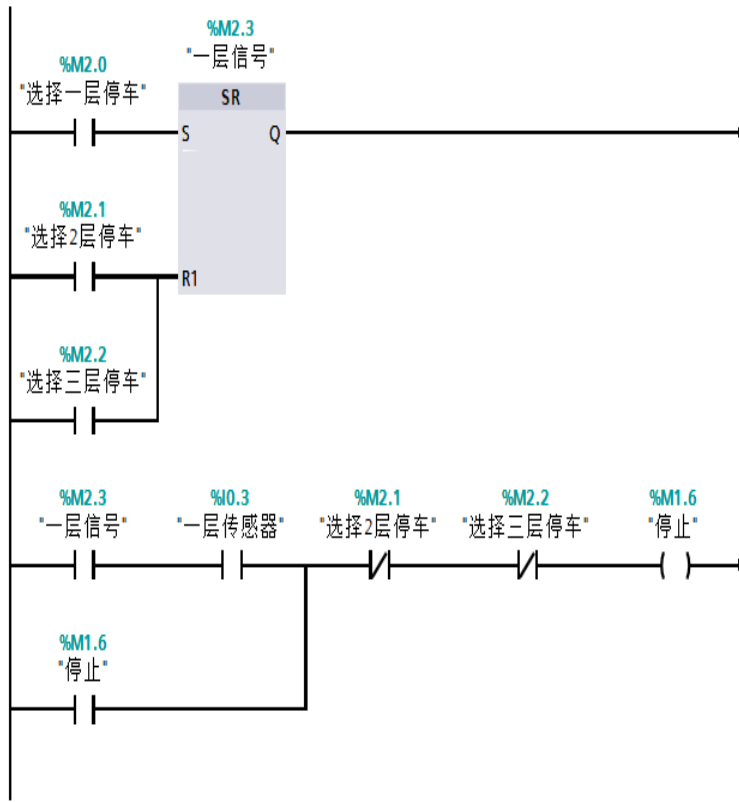
附图 36 二层信号



附图 37 三层信号

程序段 5:

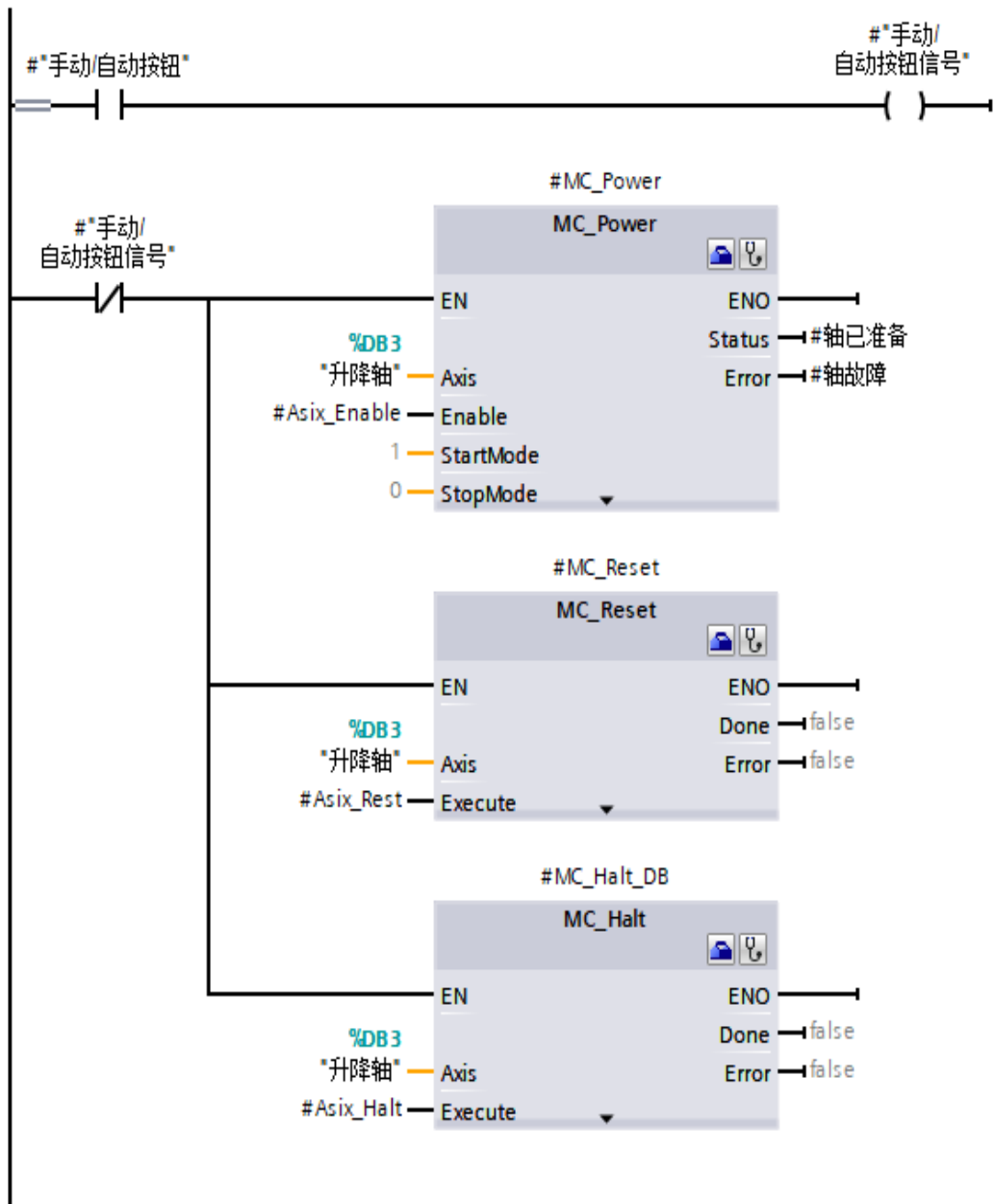
停在一层



附图 38 一层信号

程序段 1： 启用、停止、故障复位

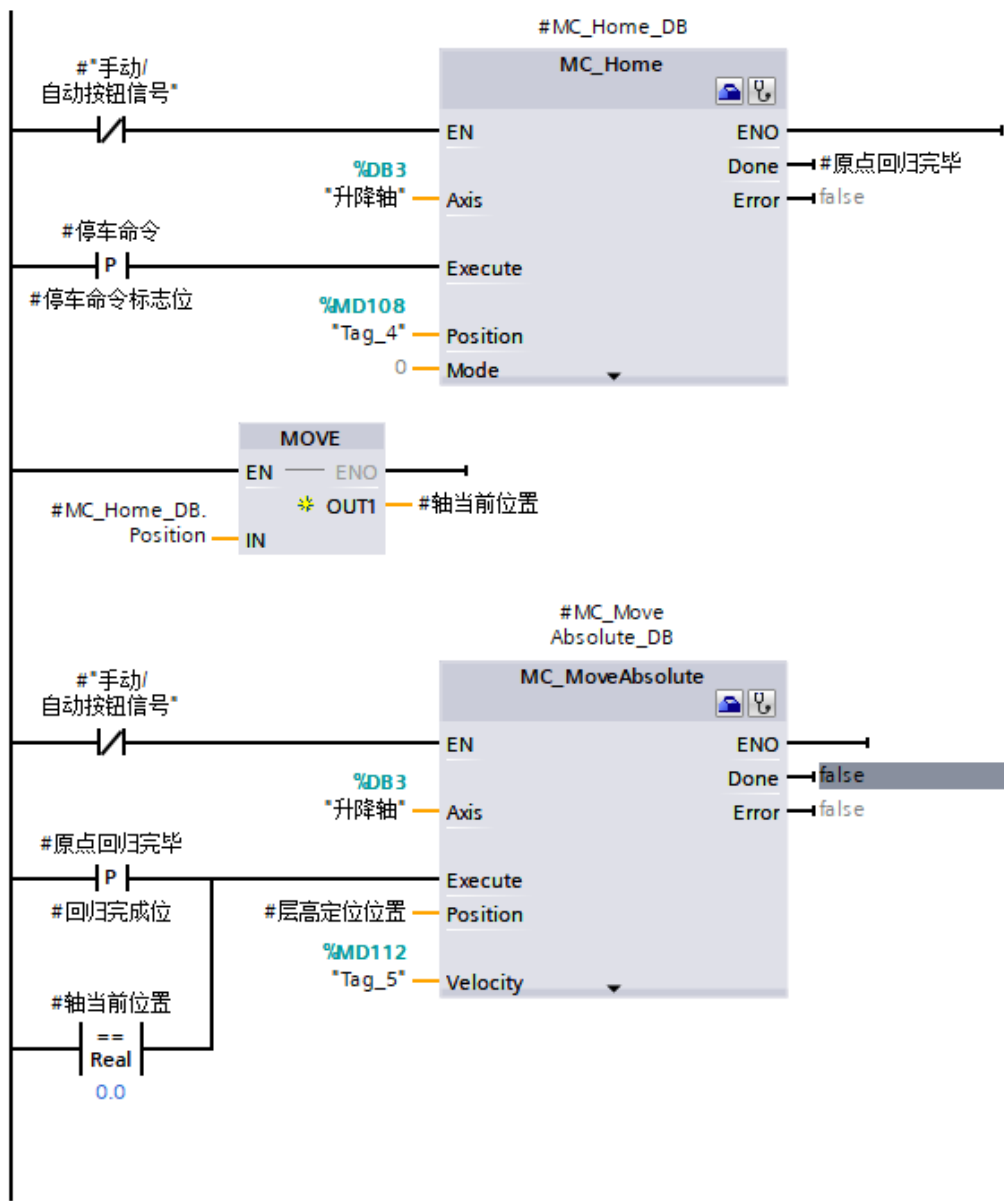
注释



附图 39 升降轴的启用、复位、暂停

程序段 2：绝对定位1、2、3、4、5车位

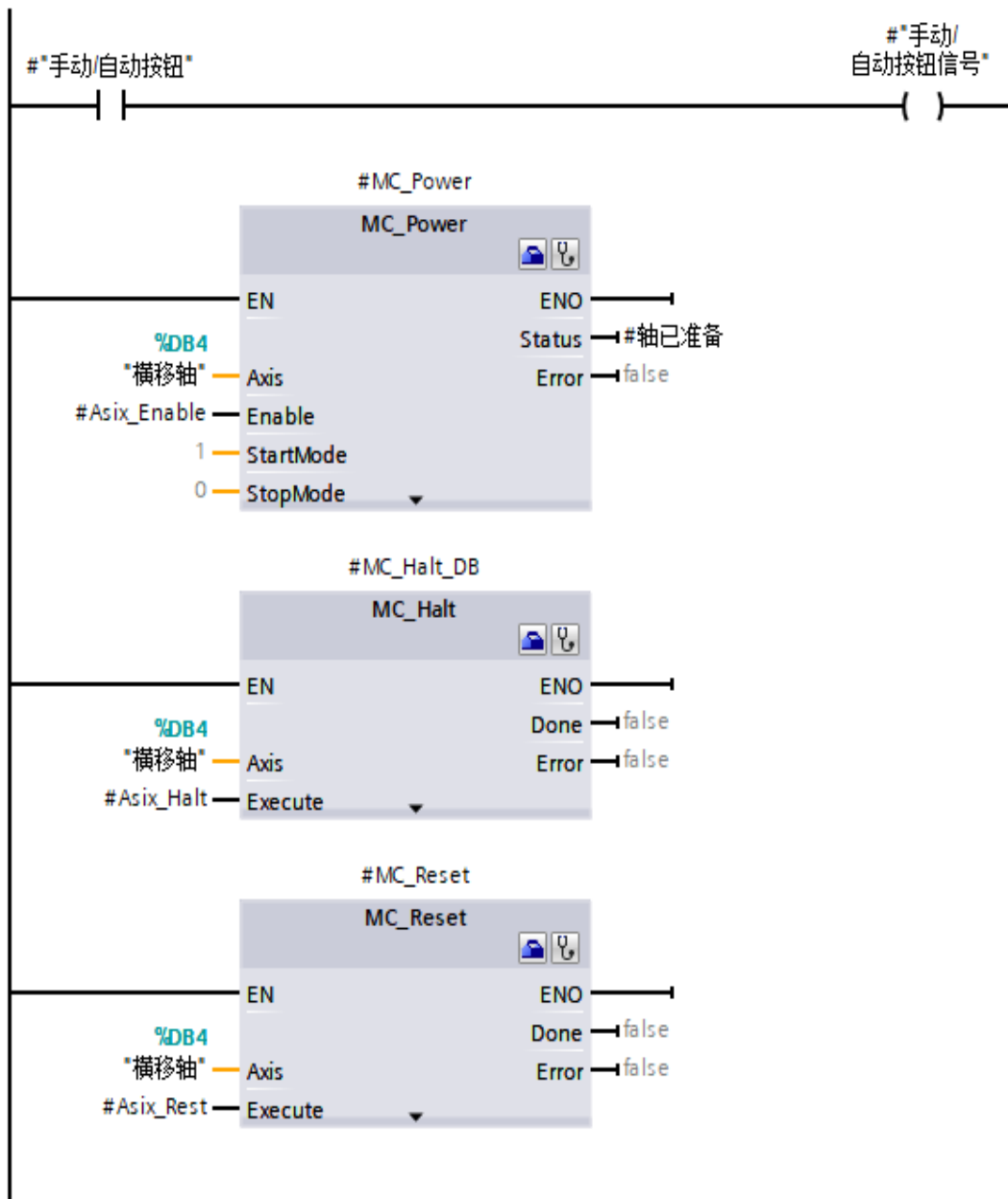
注释



附图 40 升降轴绝对定位

▼ 程序段 1：轴启用、停止、复位

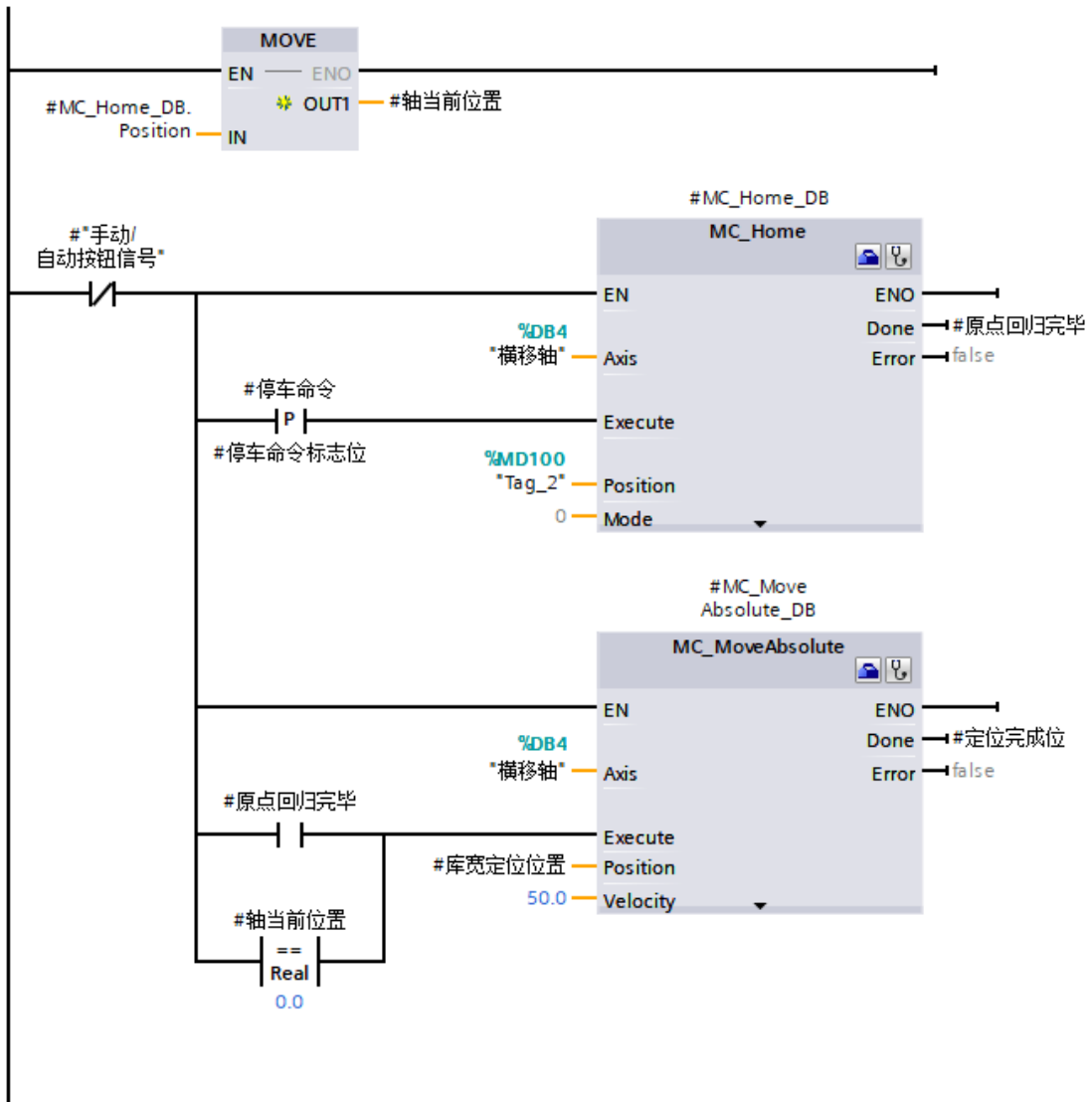
注释



附图 41 横移轴的启用、复位、暂停

程序段 2：横移轴绝对定位

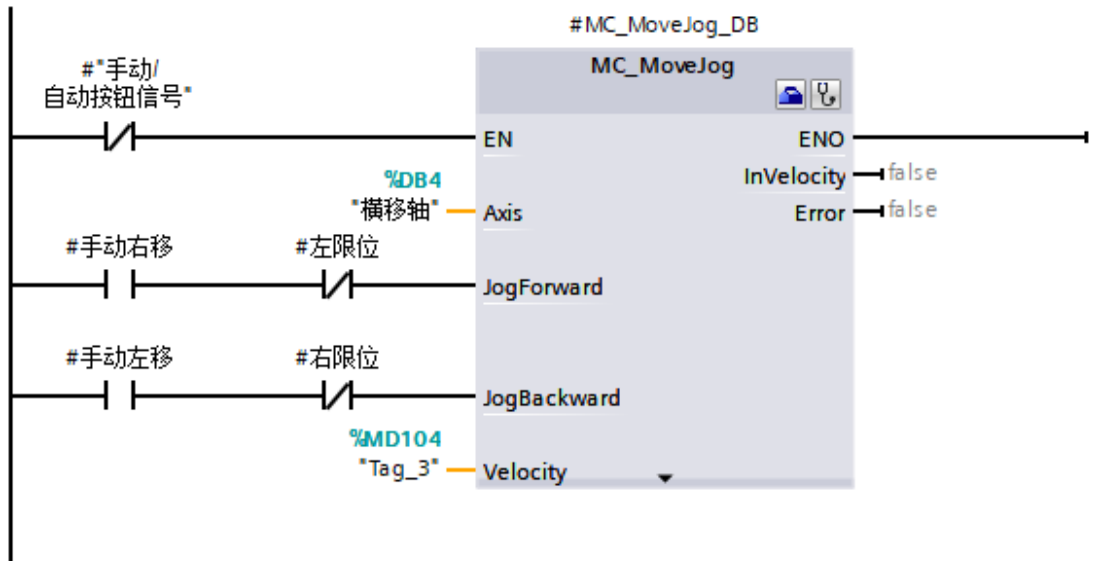
注释



附图 42 横移轴绝对定位

▼ 程序段 3： 横移轴手动运行

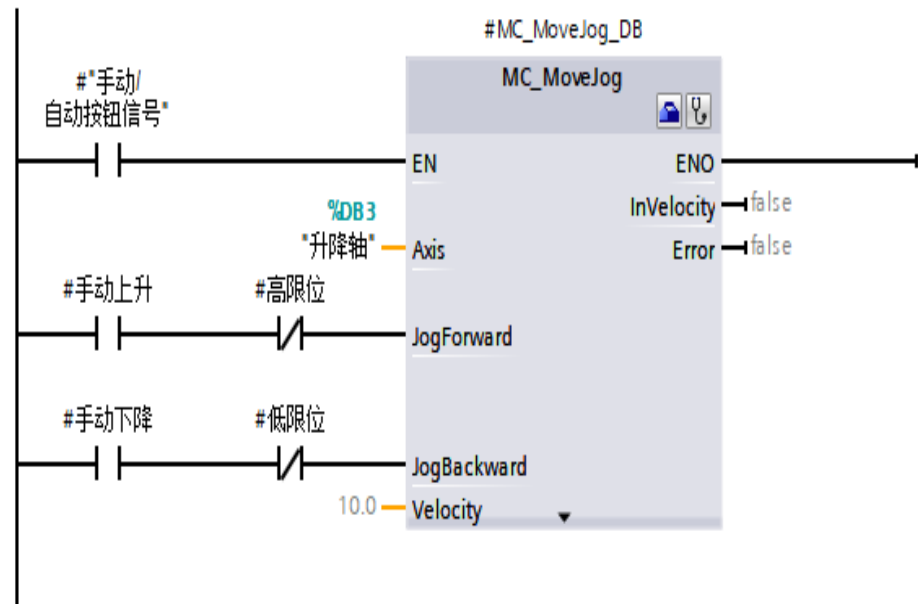
注释



附图 43 横移轴手动操作

▼ 程序段 3： 轴手动运行程序

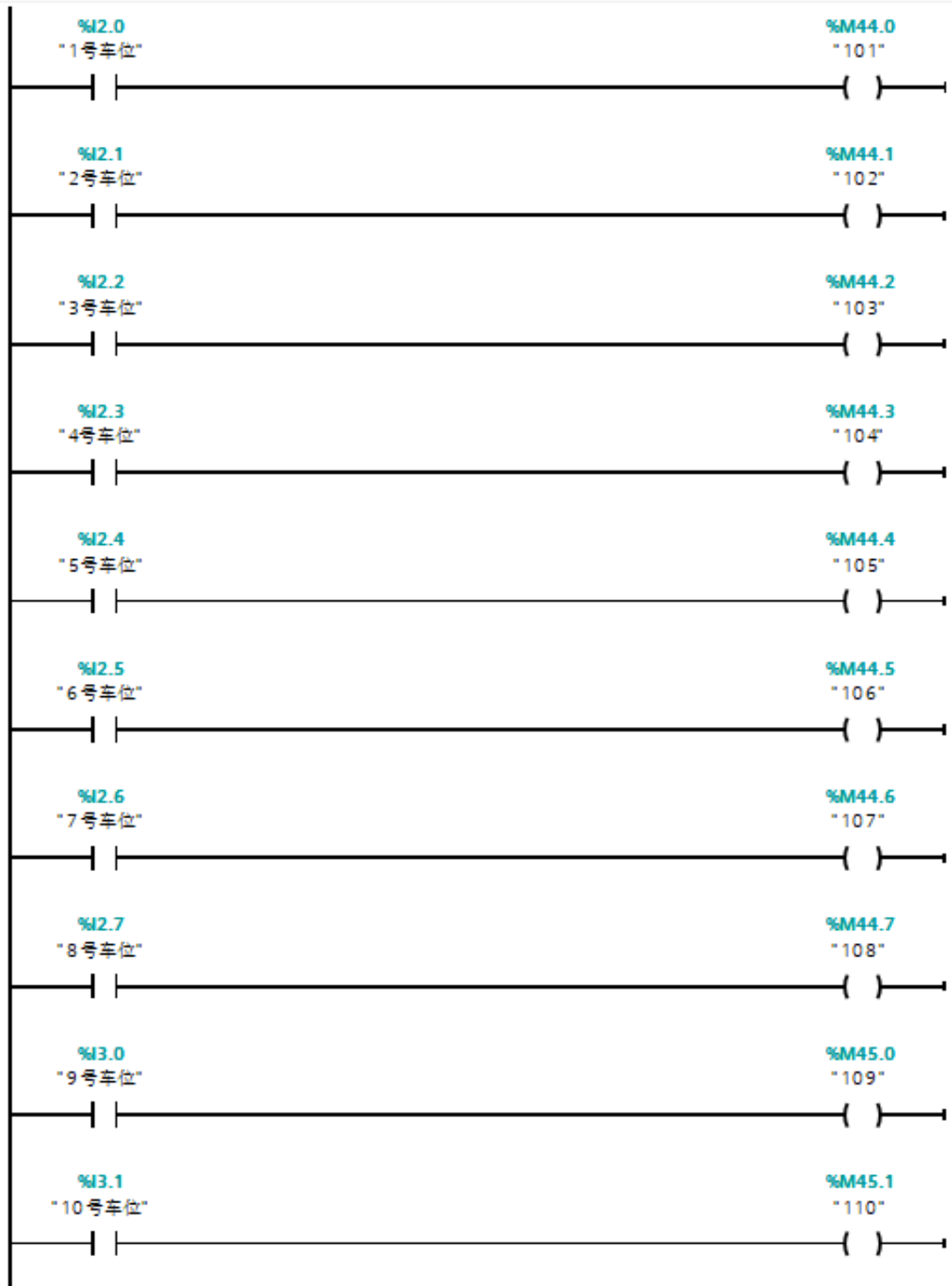
注释



附图 44 升降轴手动运行

▼ 程序段 1： 1到10到车位信号

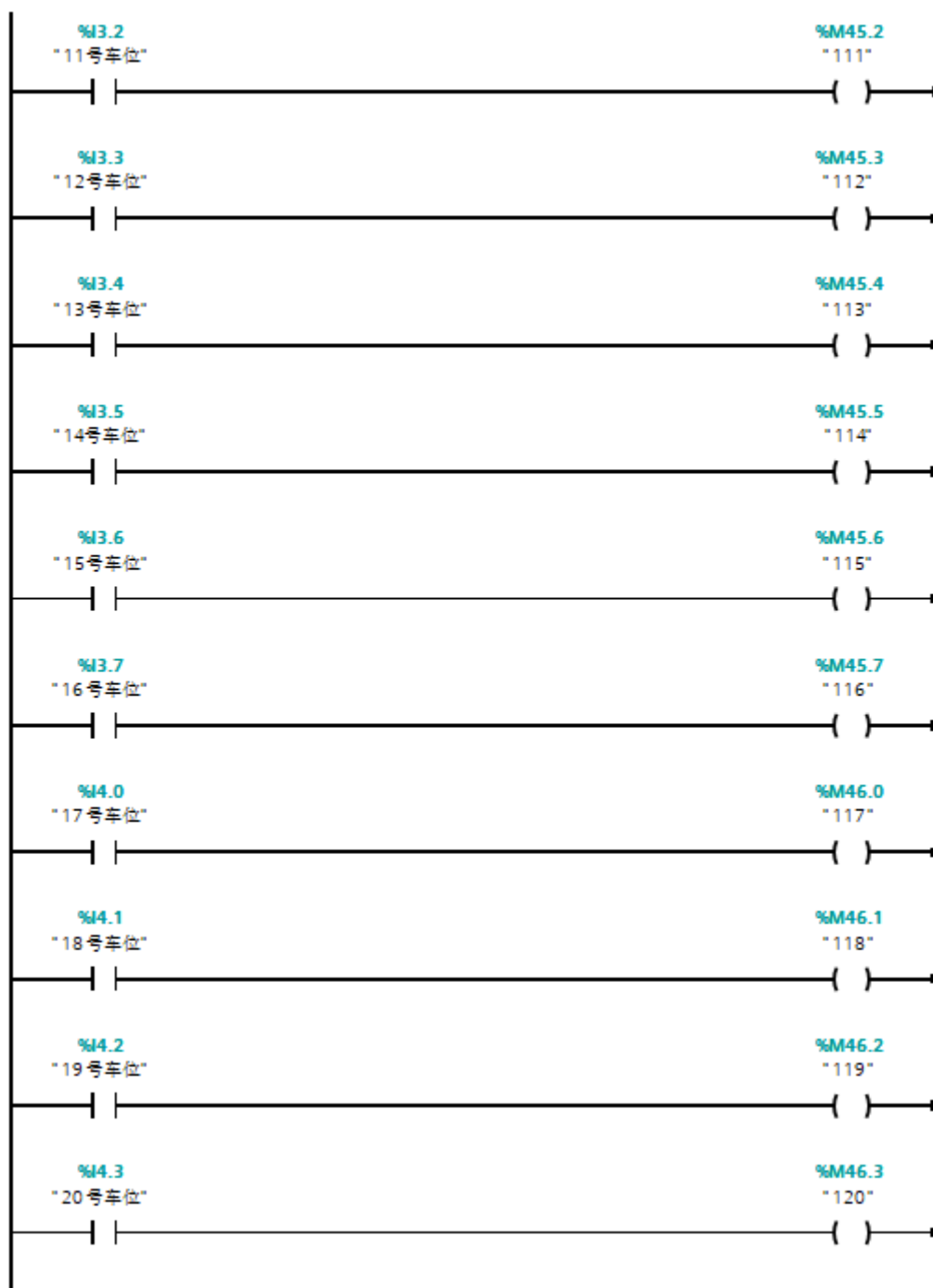
注释



附图 45 1-10 车位信号

▼ 程序段 2： 11到20号车位信号

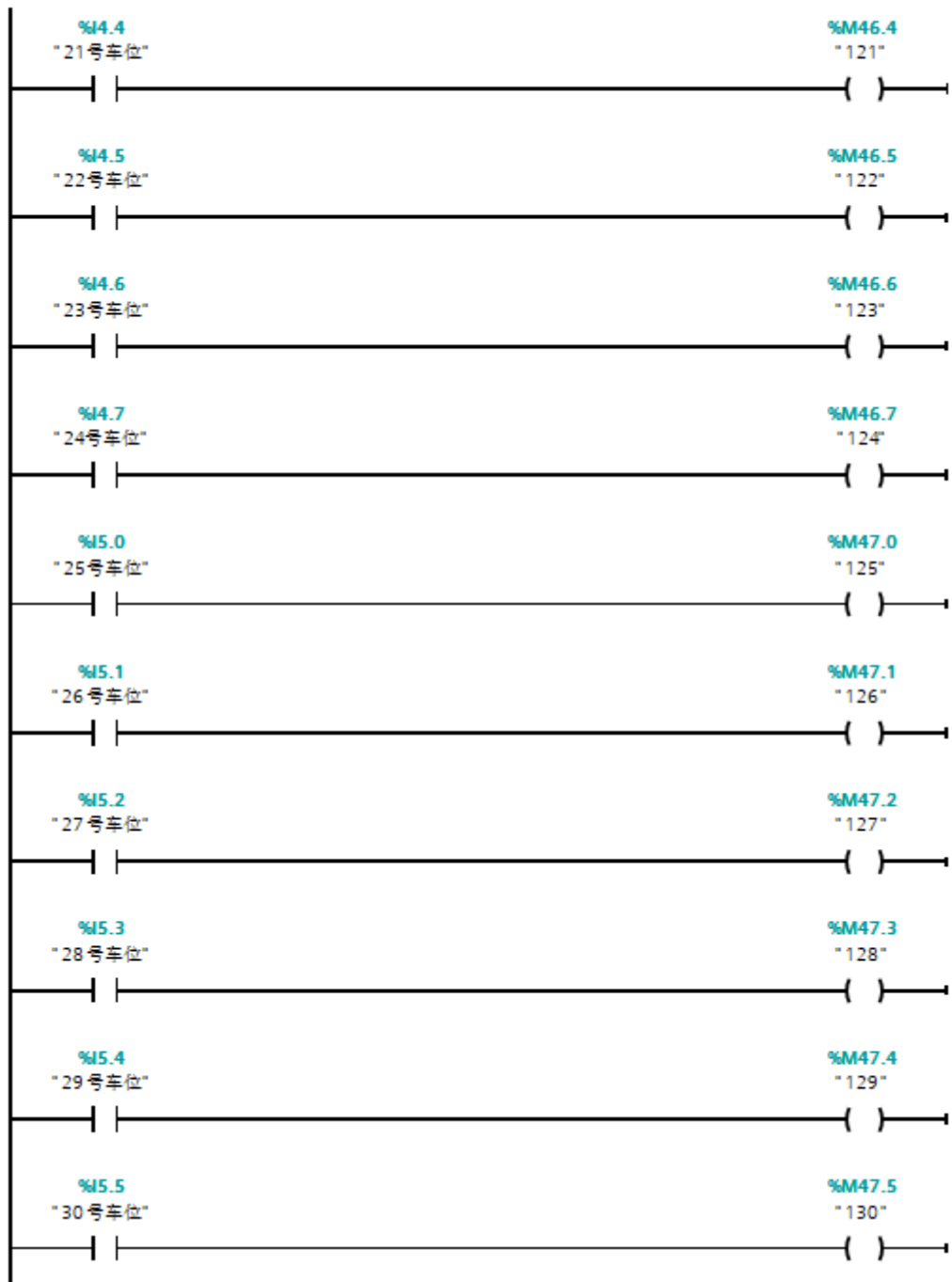
注释



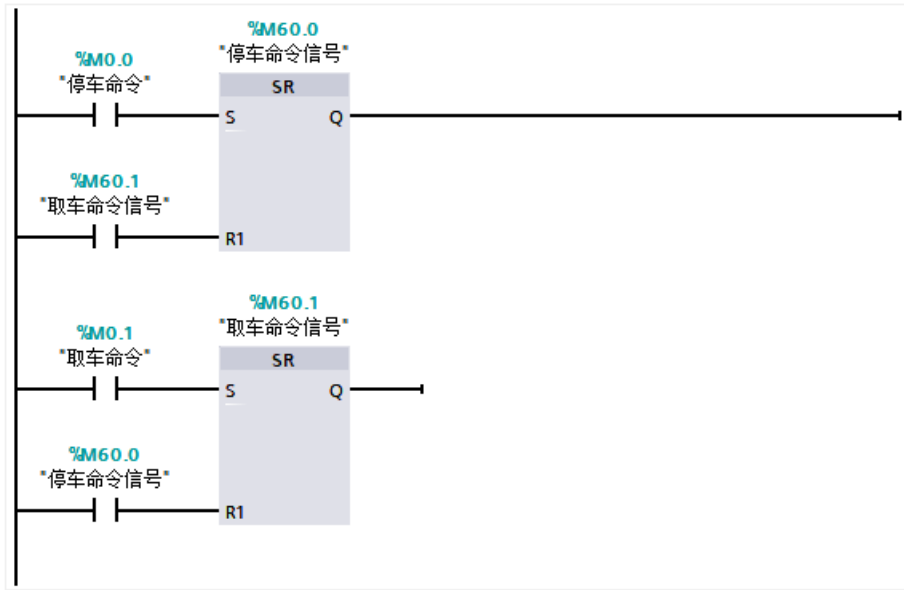
附图 46 11-20 车位信号

▼ 程序段 3： 21到30号车位信号

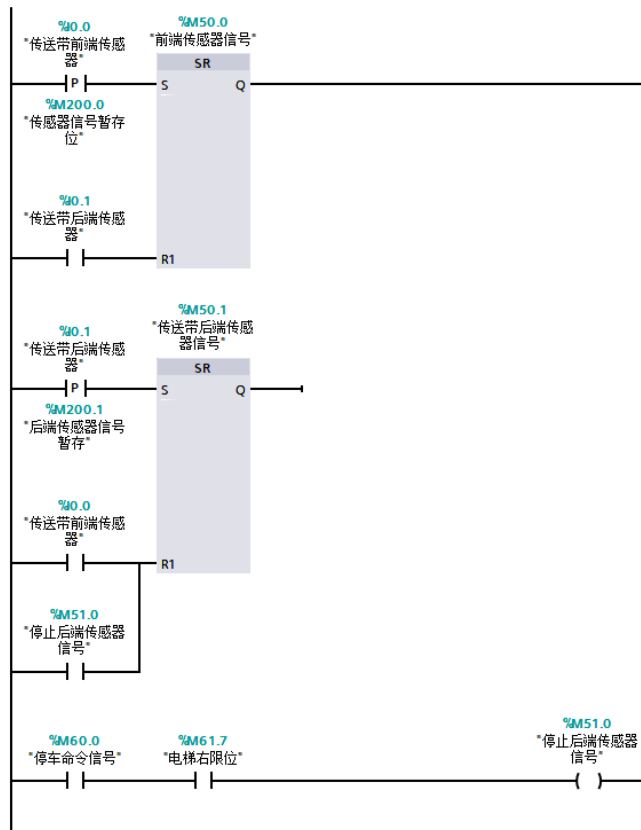
注释



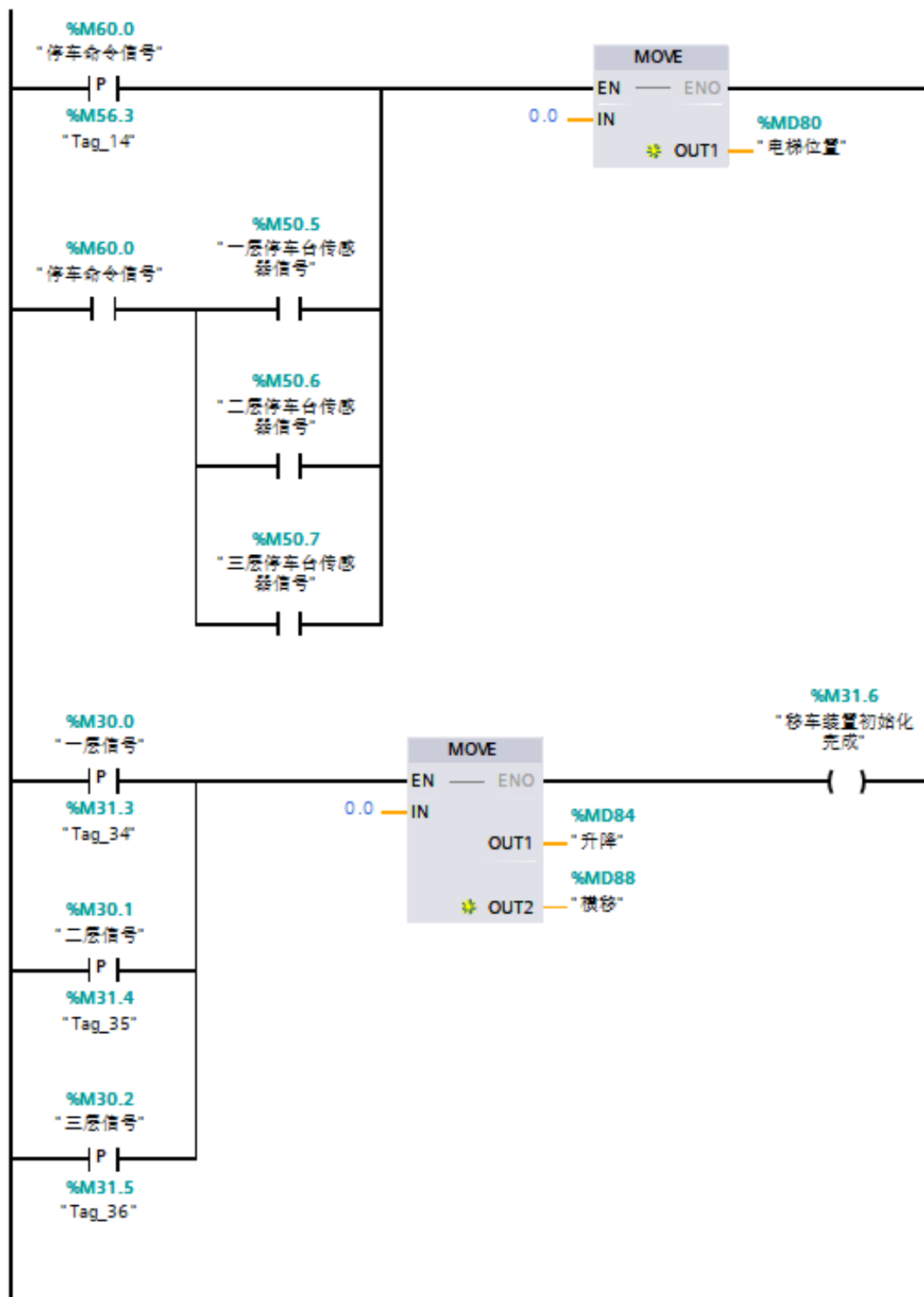
附图 47 21-30 车位信号



附图 48 系统停车取车



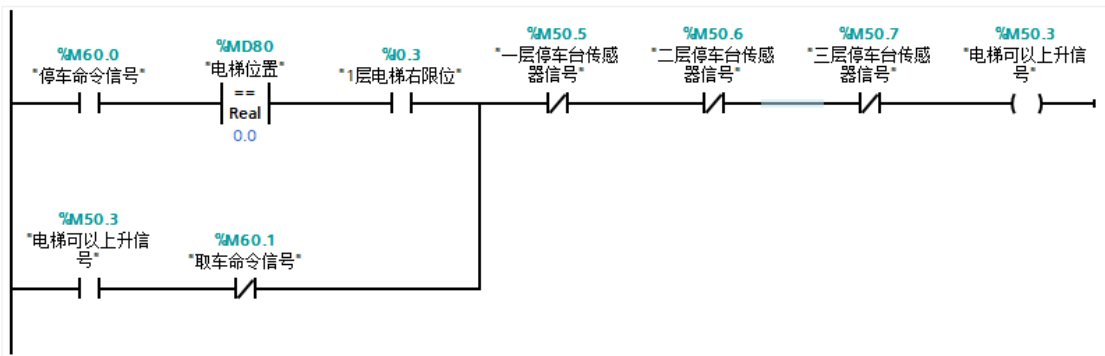
附图 49 传送带传感器信号



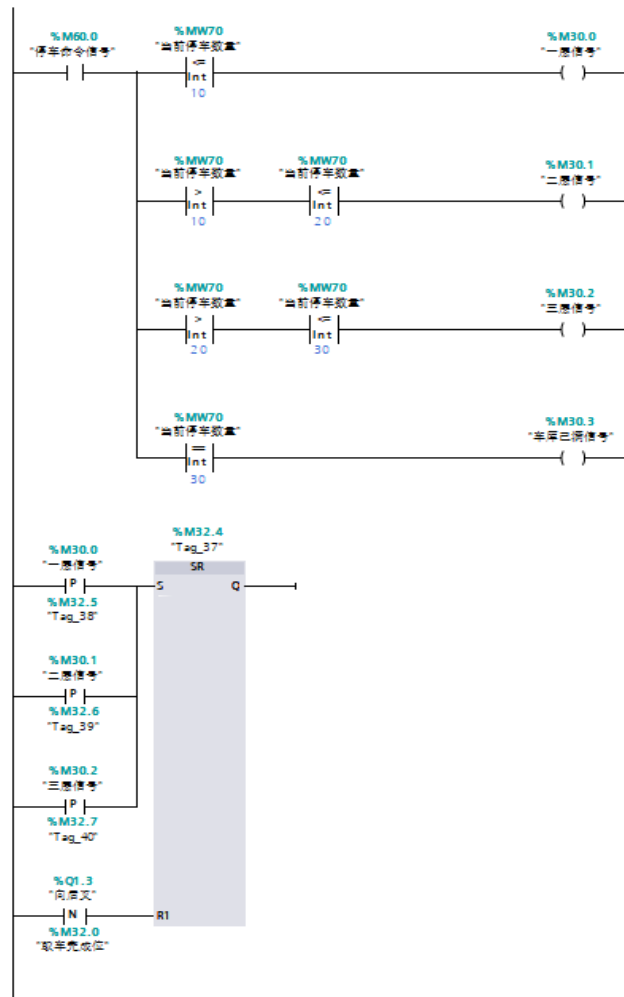
附图 50 电梯初始化

程序段 5：电梯上下下降信号

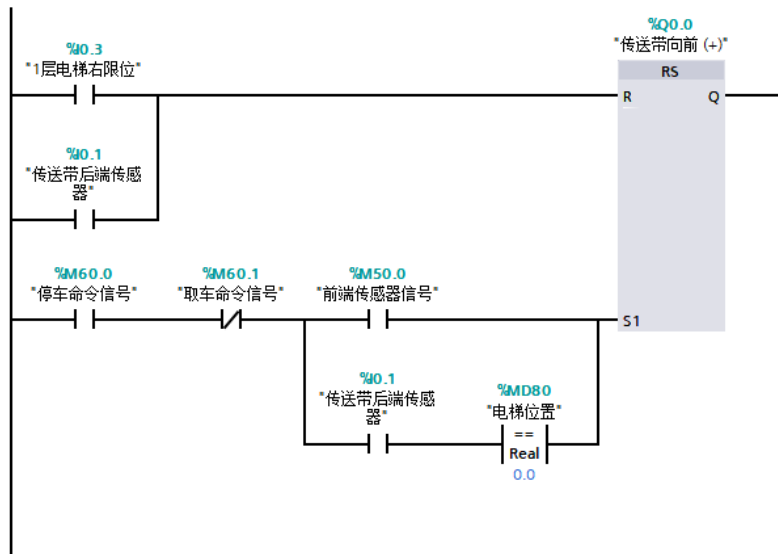
注释



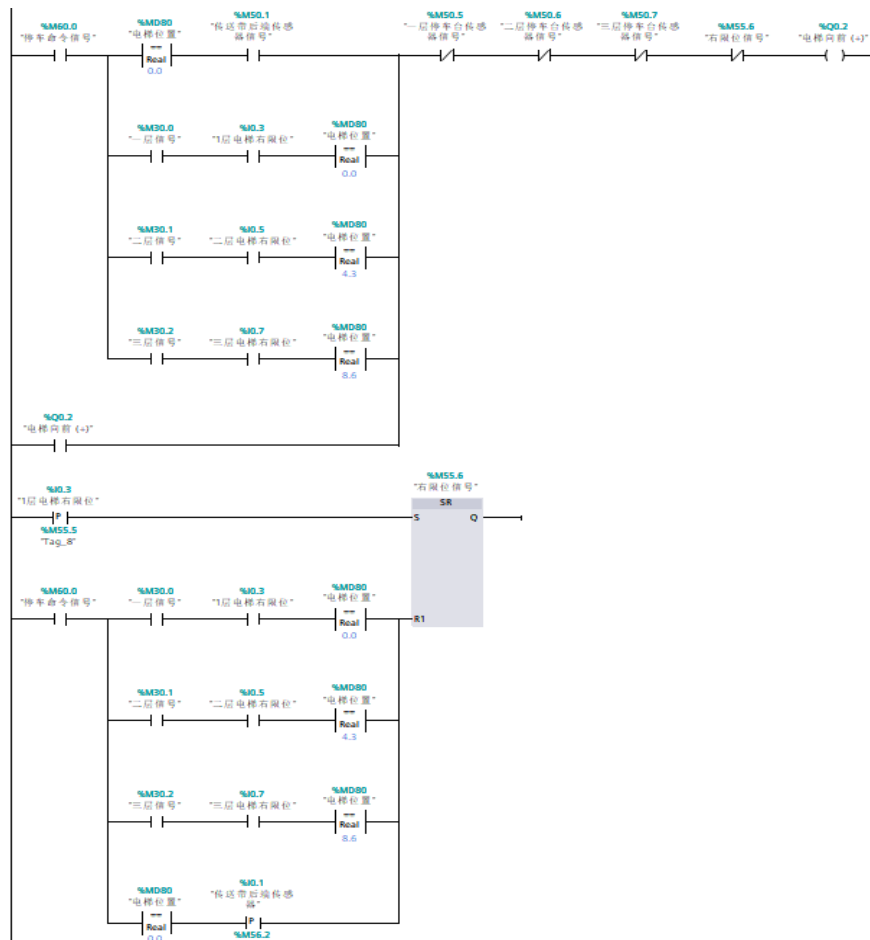
附图 51 电梯上升、下降信号



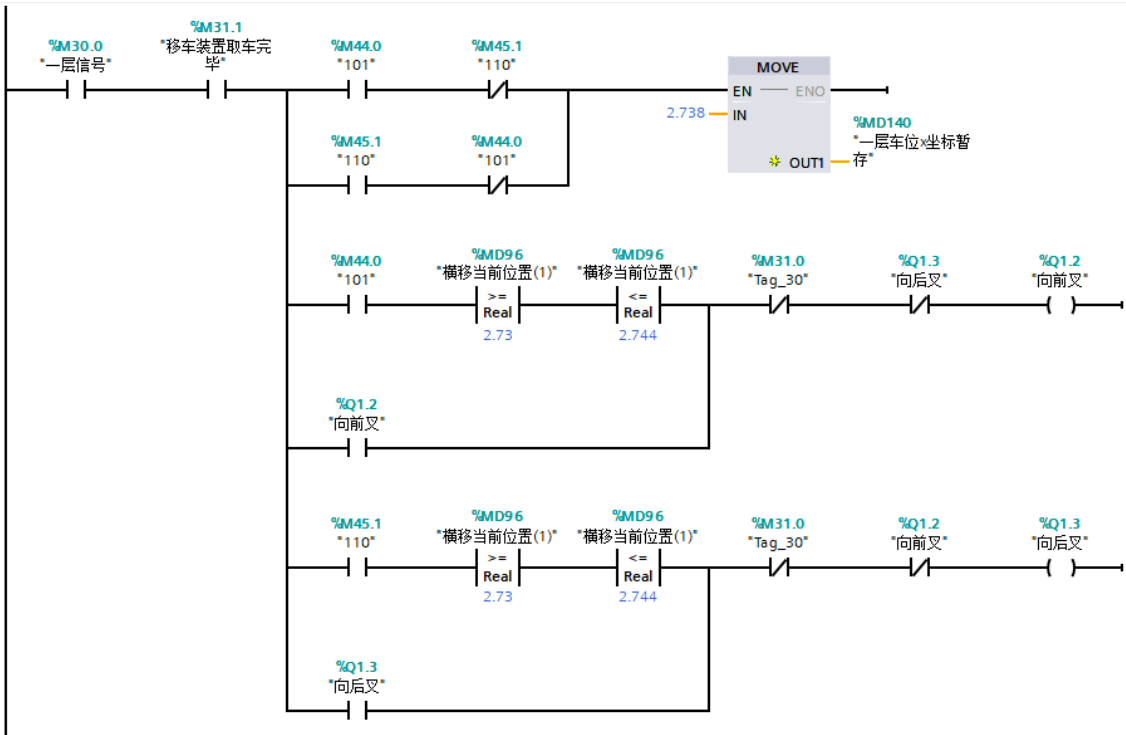
附图 52 楼层判断



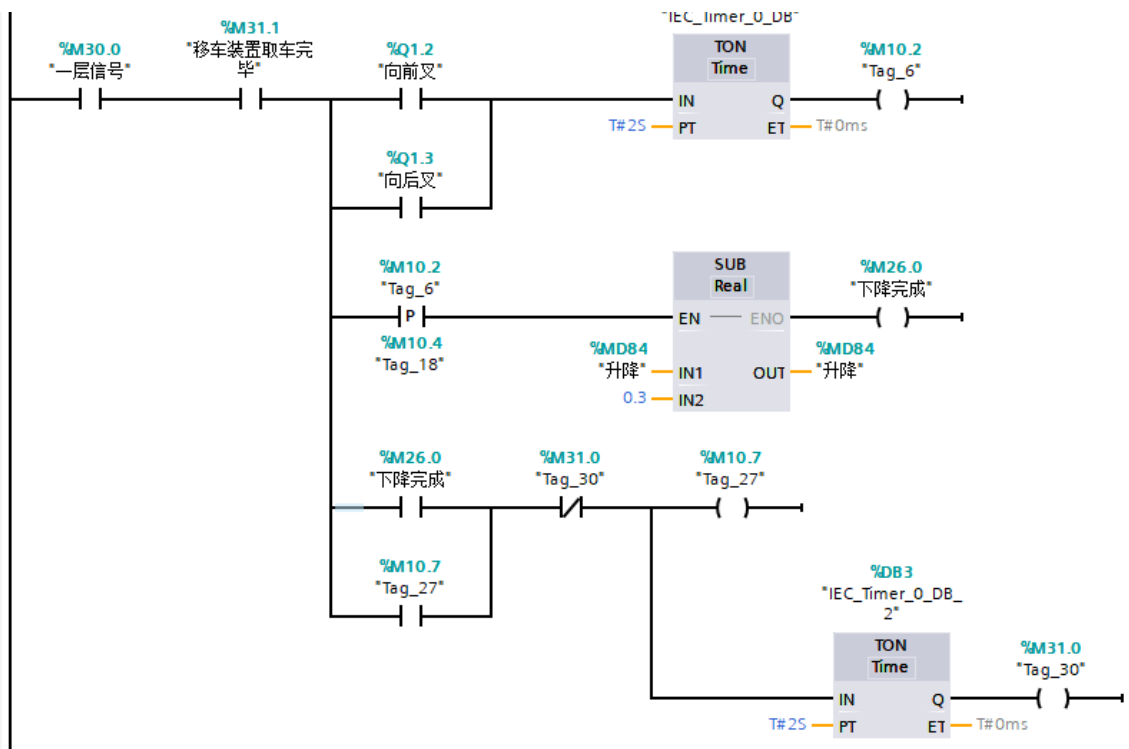
附图 53 传送带运送



附图 54 电梯内运送



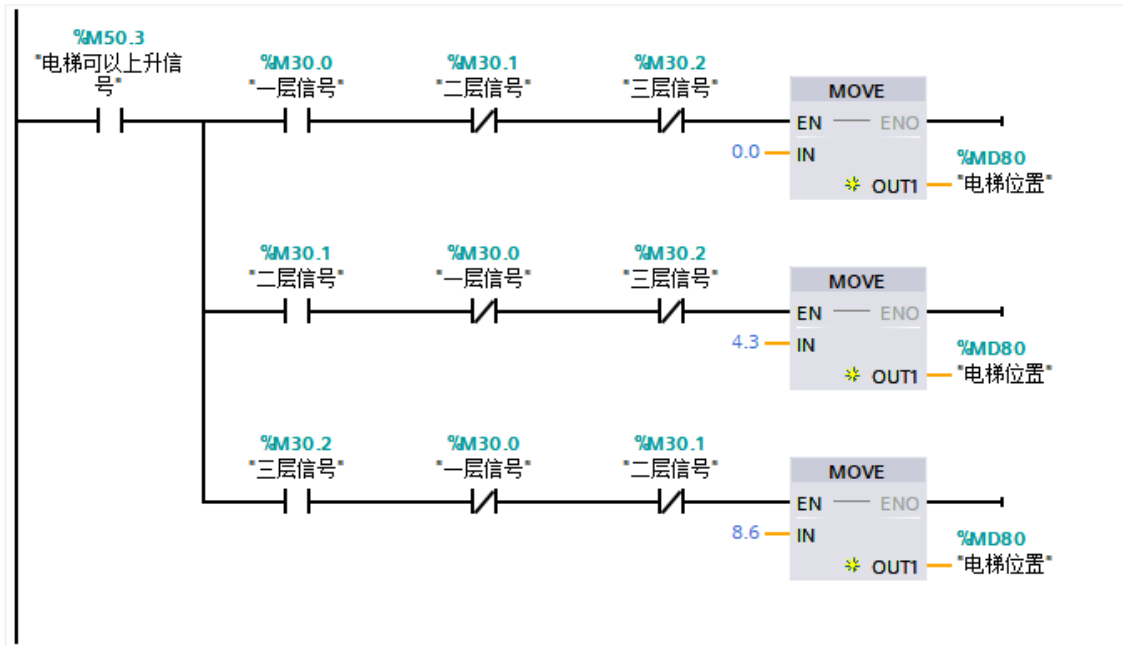
附图 55 1+10 车位运送



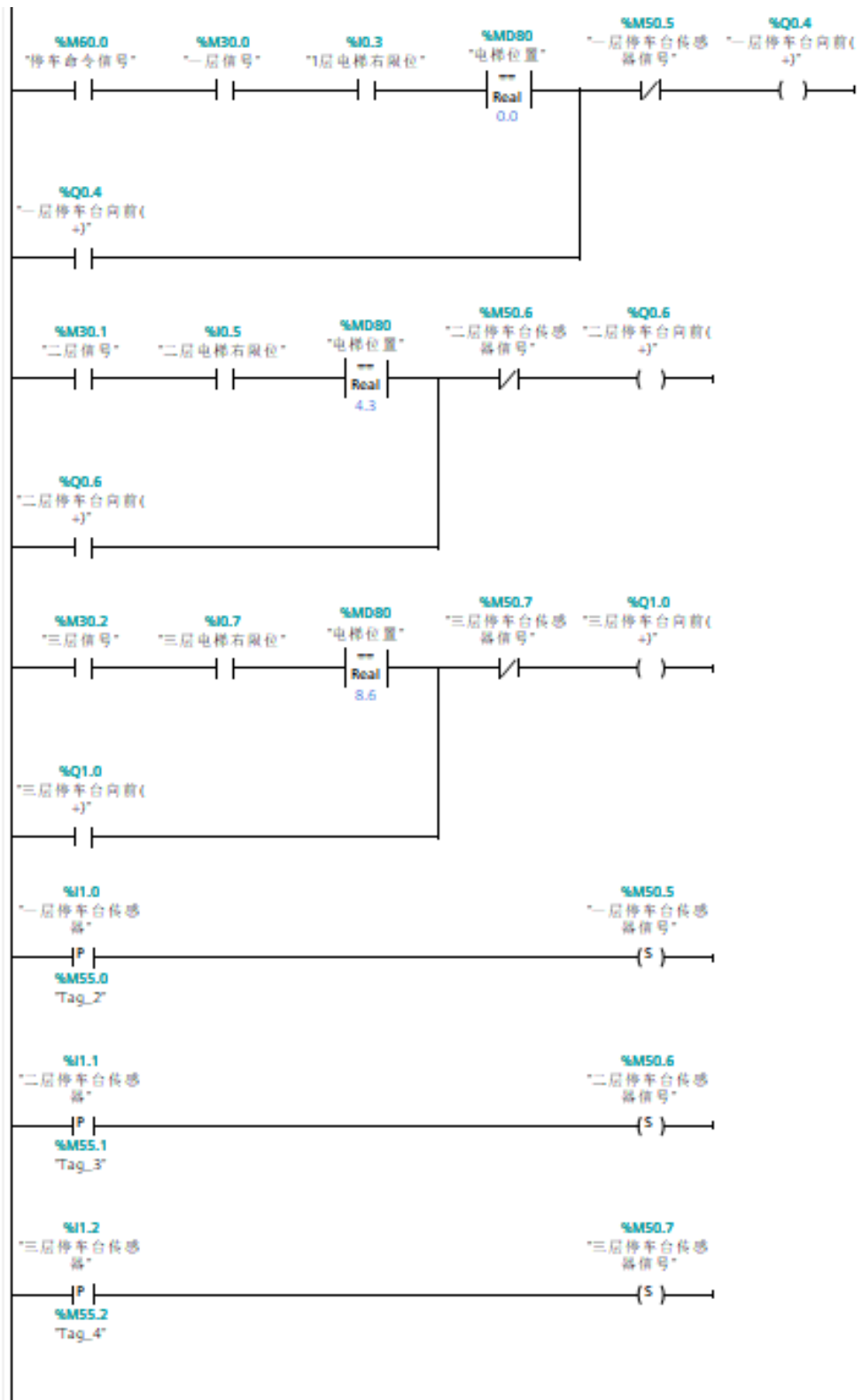
附图 56 车辆停放

程序段 9：电梯上升与下降

电梯上升



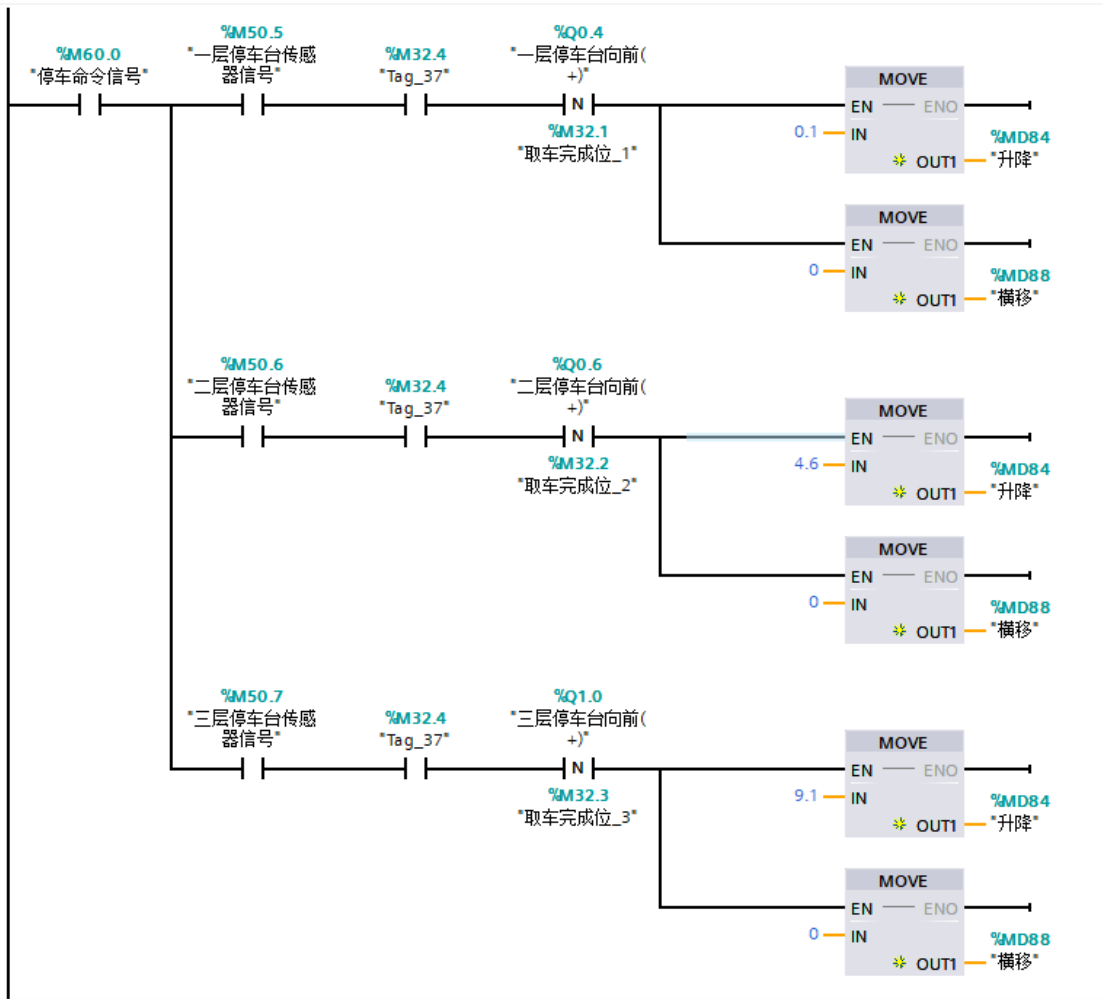
附图 57 电梯上升与下降



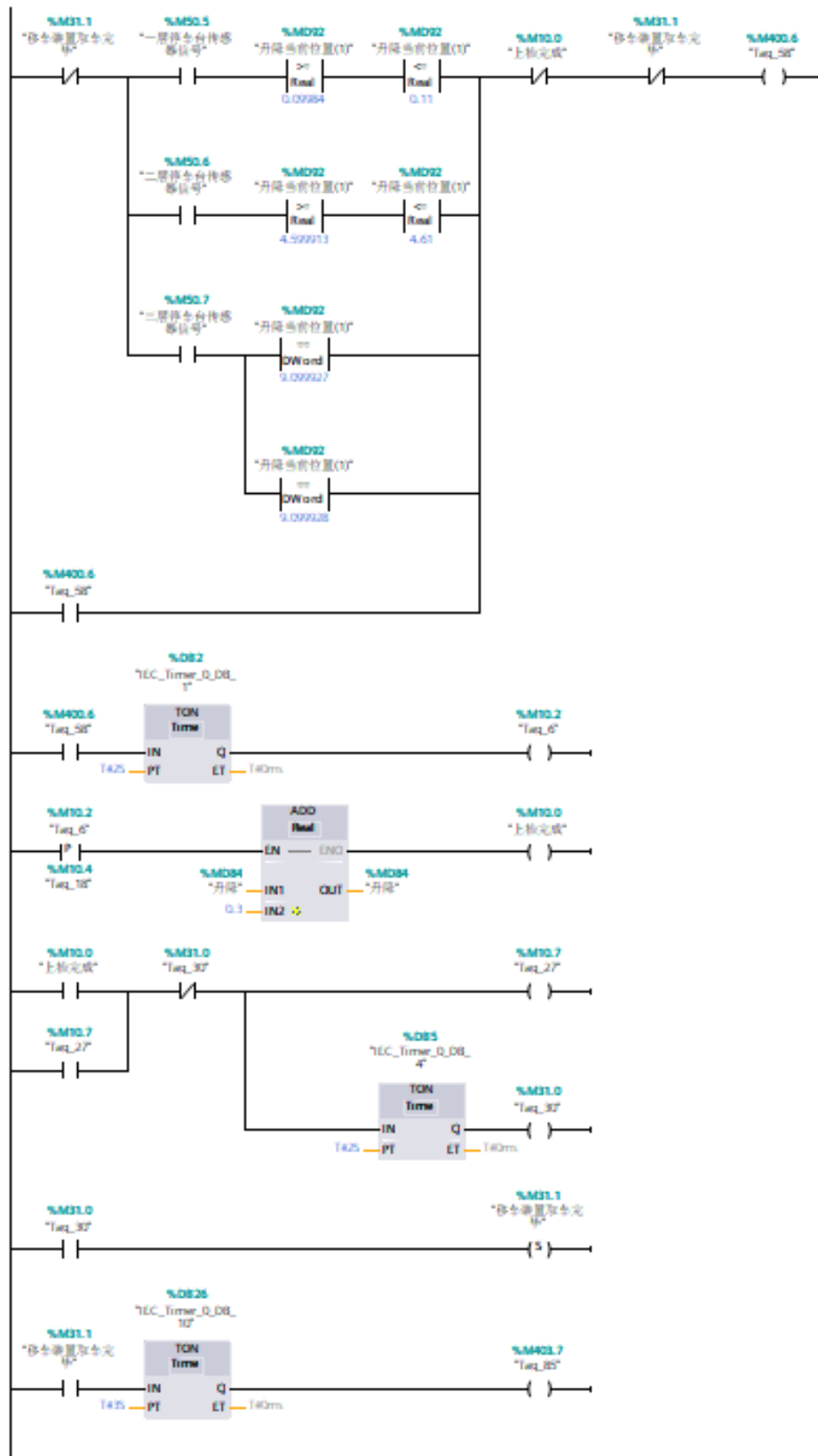
附图 58 停车台信号

程序段 11：移送装置——上升

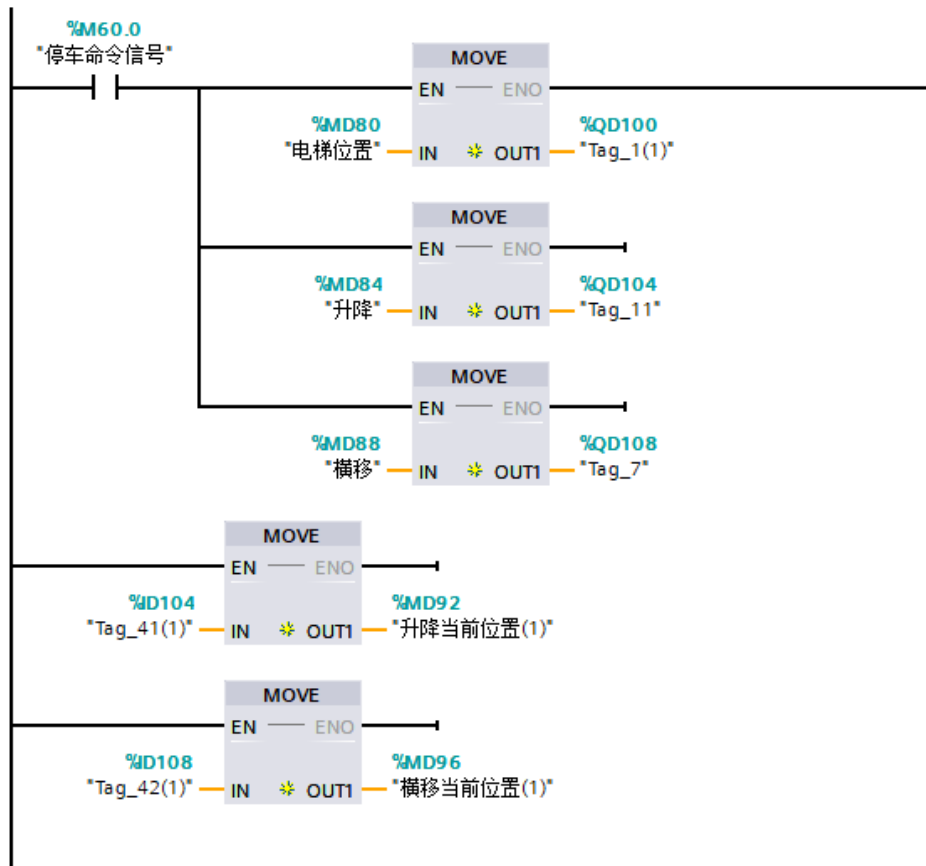
注释



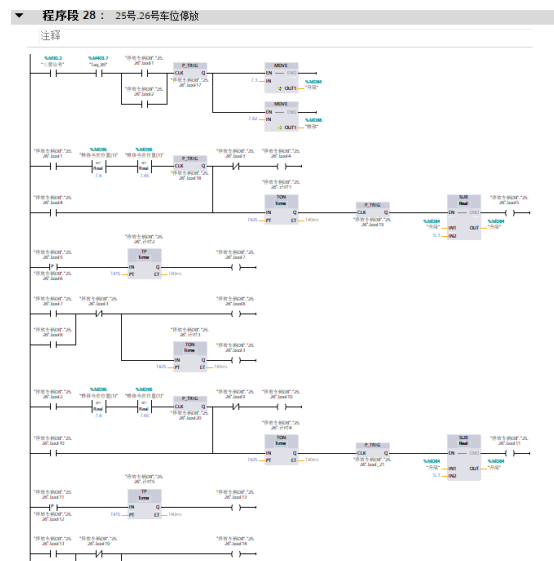
附图 59 移送装置升降



附图 60 移装置取车



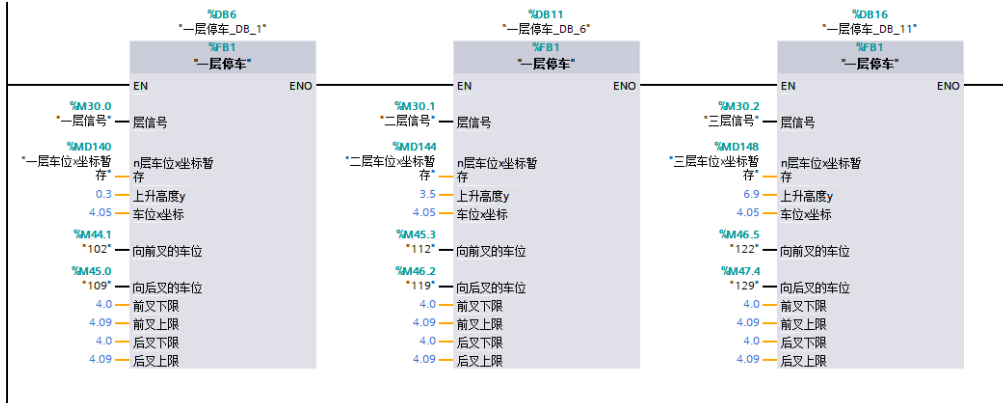
附图 61 模拟量信号传递



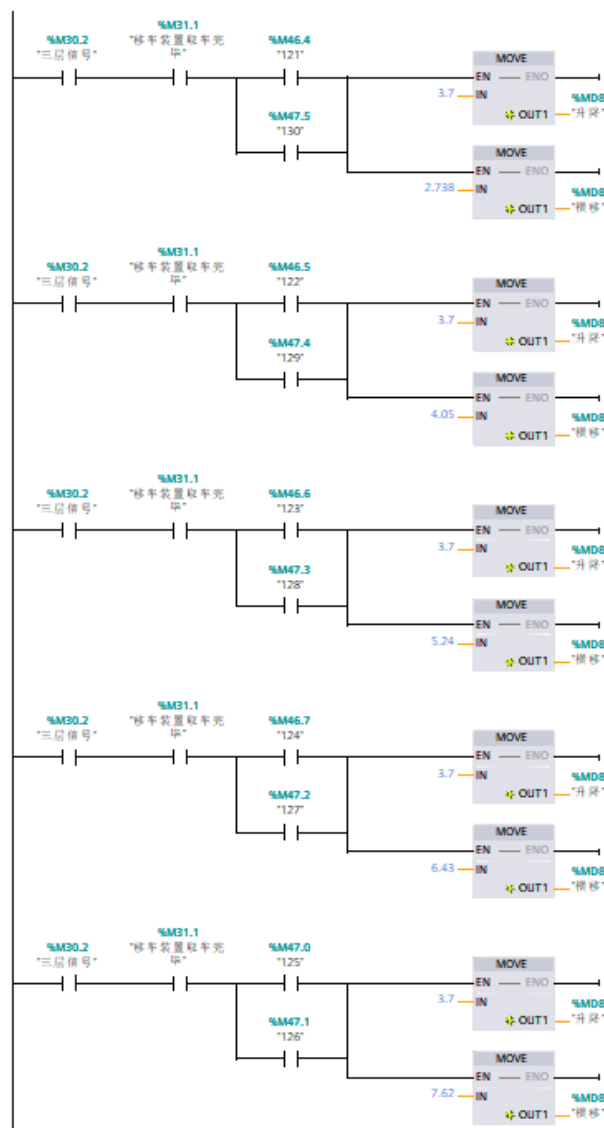
附图 62 25、26 车位停放

程序段 6：2号、9号、12号、19号、22号、29号车位停车

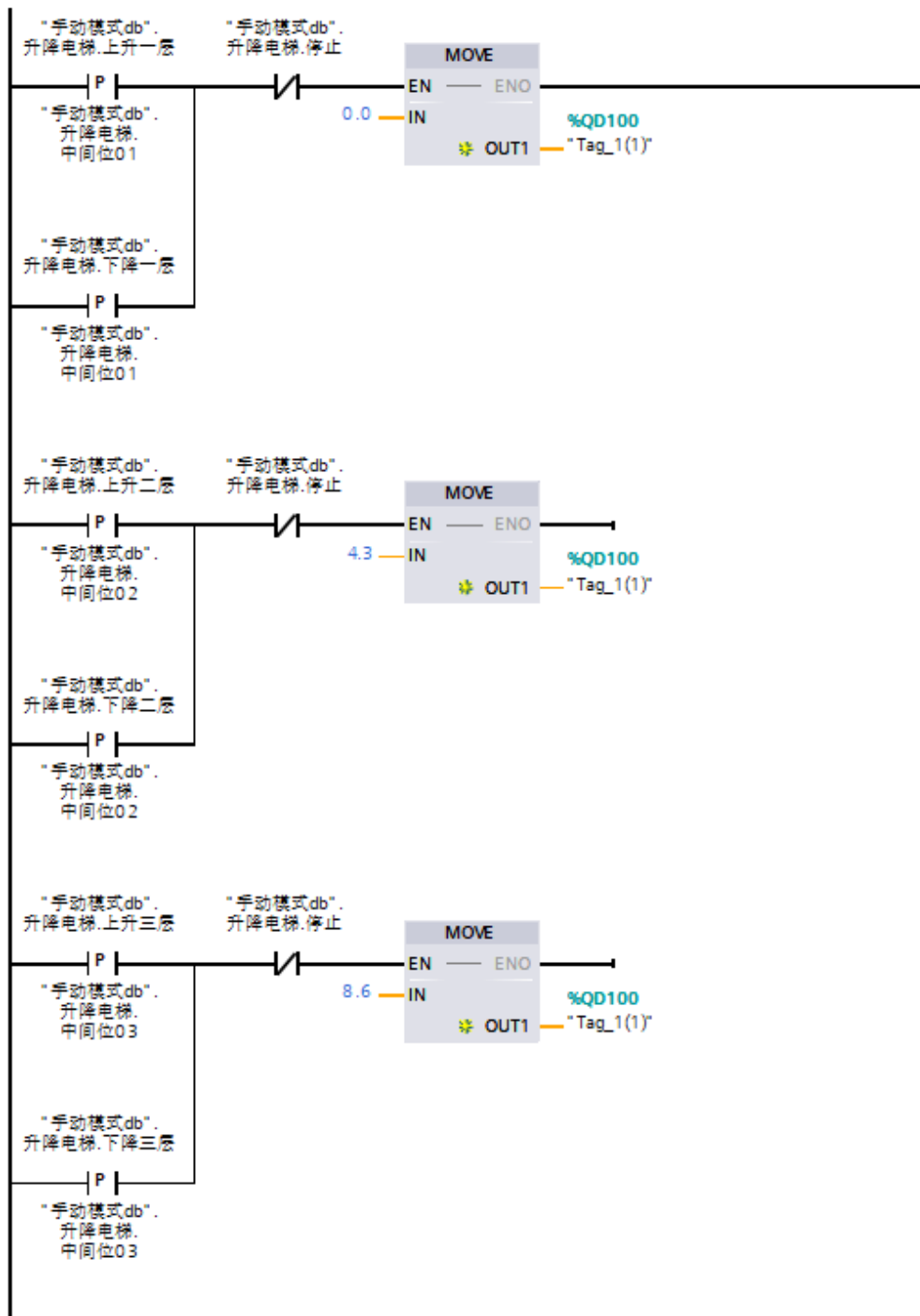
注释



附图 63 一层停放



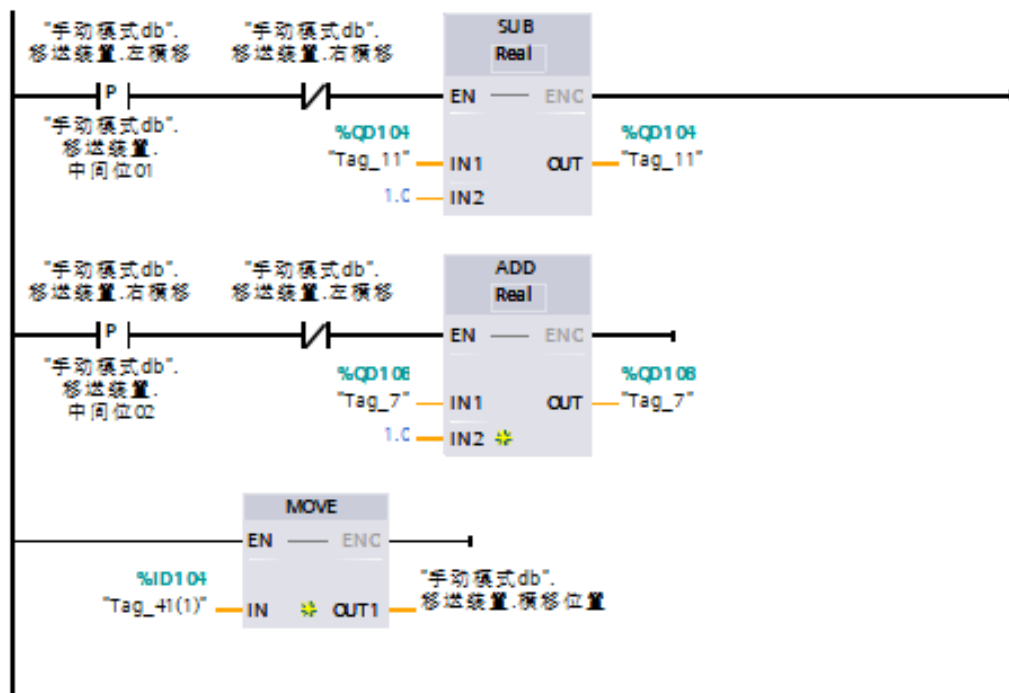
附图 64 装置取车



附图 65 升降电梯手动模式

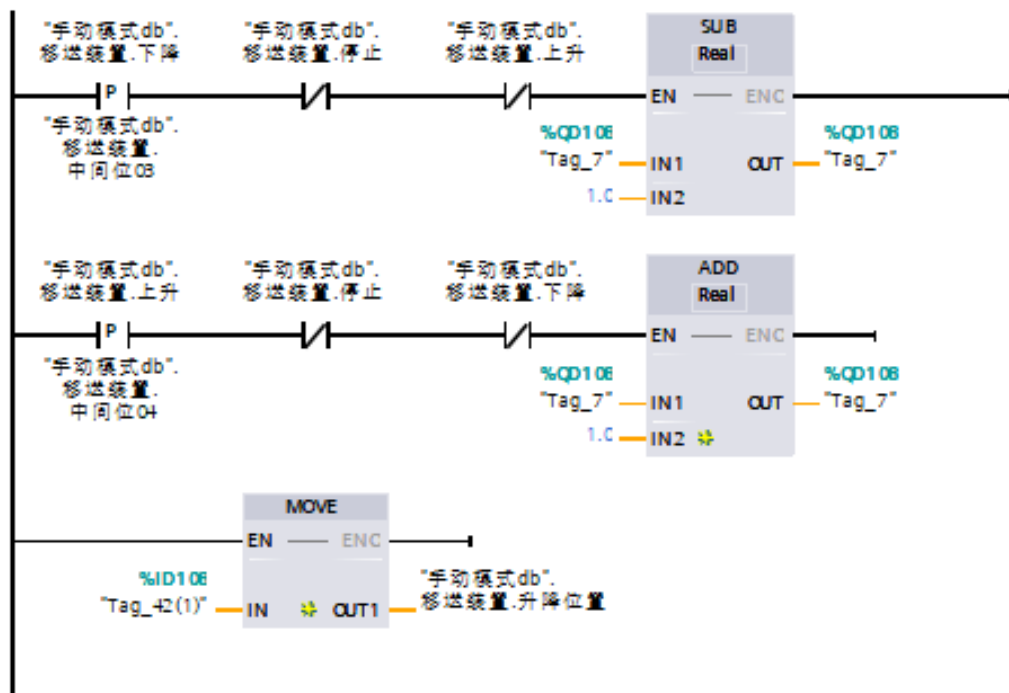
▼ 程序段 3 :

注释



▼ 程序段 4 :

注释



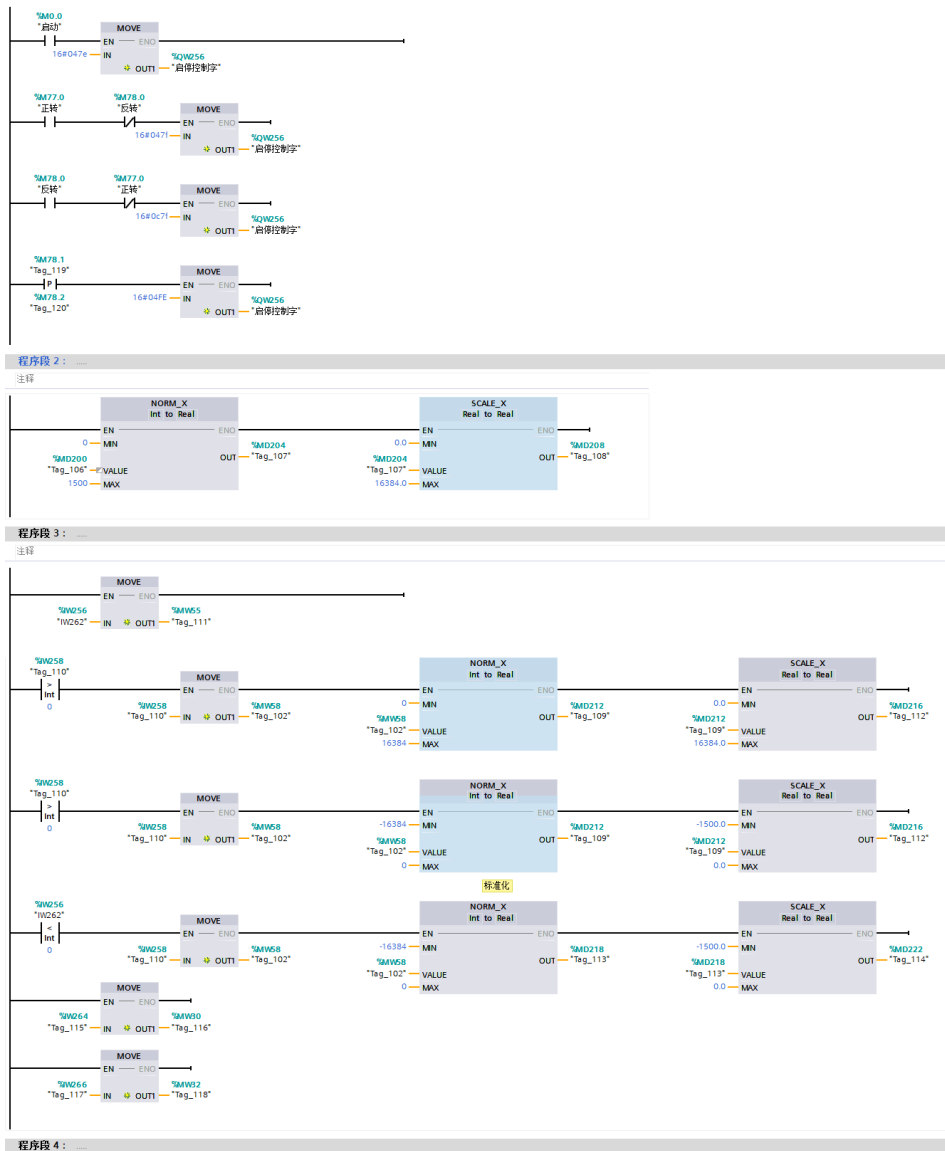
附图 66 移送装置手动模式

程序段 1 :

手动传送带



附图 67 传送带手动模式



附图 68 352 报文控制 G120

附录 3：HMI 界面设计



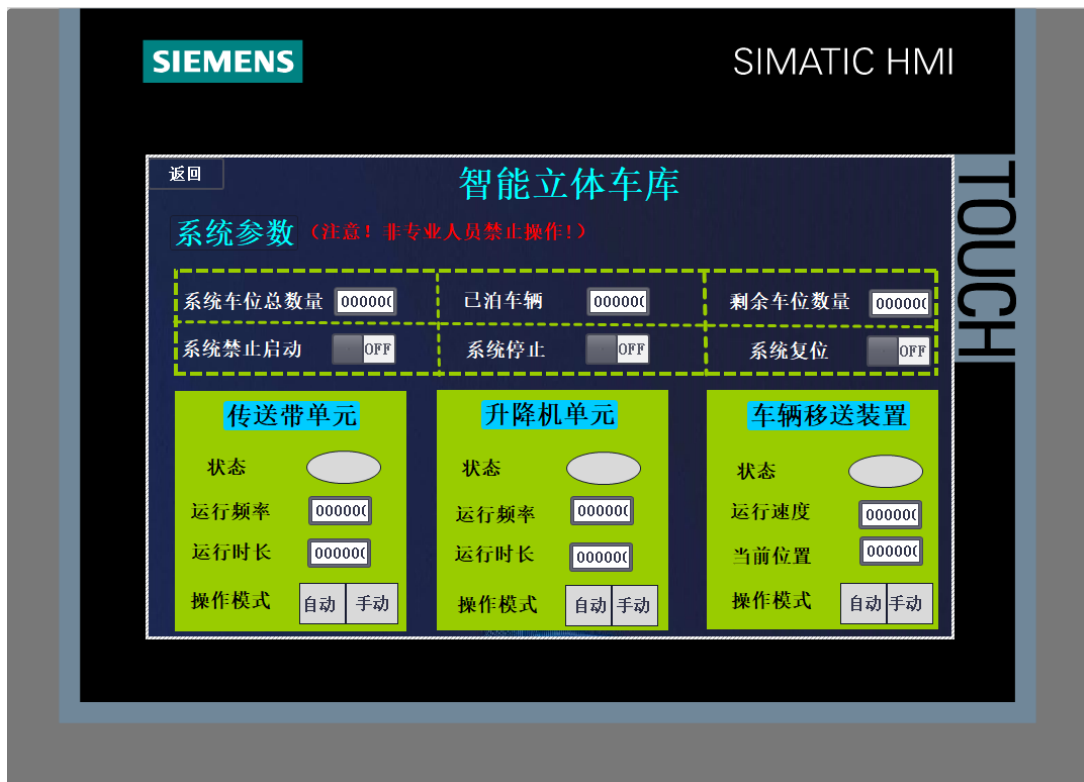
附图 69 HMI 初始界面



附图 70 主界面



附图 71 手动调试界面



附图 72 系统参数界面

返回

智能立体车库

系统状态监控

系统运行时长

传送带单元		升降机单元		车辆移送装置	
电机状态	<input type="radio"/> 正转 <input type="radio"/> 反转 <input type="radio"/> 停止	电机状态	<input type="radio"/> 正转 <input type="radio"/> 反转 <input type="radio"/> 停止	升降轴	位置 <input type="text" value="00000"/> 速度 <input type="text" value="00000"/>
电机频率	<input type="text" value="00000"/>	电机频率	<input type="text" value="00000"/>	横移轴	位置 <input type="text" value="00000"/> 速度 <input type="text" value="00000"/>
当前位置	<input type="text" value="00000"/>	当前高度	<input type="text" value="00000"/>	取车台叉车	<input type="checkbox"/> 伸出 <input type="checkbox"/> 缩回
限位信号	<input type="radio"/> 左 <input type="radio"/> 右	限位信号	<input type="radio"/> 上 <input type="radio"/> 下		

附图 73 系统状态监控