

# 基于西门子PLC货物运输控制系统

丁力

上海理工大学机械工程学院, 上海

收稿日期: 2023年2月14日; 录用日期: 2023年3月20日; 发布日期: 2023年3月27日

## 摘要

在当今社会机械自动化设备提高了工厂的生产和运输效率, 是“中国制造2025”最为重要的核心内容之一。由PLC来控制小车的运输货物路径, 通过传感器测量控制每次装载重量的给定标准。在本章设计中主要采用西门子S7-1500PLC和上位软件监控来对整个系统的控制, 并且采用组态来验证程序的正确性, 运输系统安全稳定, 经济适用, 是可靠且有效的控制方案。

## 关键词

可编程控制器, 运输系统, 限位开关, WINCC组态

# Based on Siemens PLC Cargo Transportation Control System

Li Ding

School of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Feb. 14<sup>th</sup>, 2023; accepted: Mar. 20<sup>th</sup>, 2023; published: Mar. 27<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

In today's society, mechanical automation equipment improves the production and transportation efficiency of factories, which is one of the most important core contents of "Made in China 2025". The PLC controls the path of the trolley's transport goods, the standard for controlling the weight of each load by means of sensor measurement. In the design, Siemens S7-1500PLC and upper software monitoring are mainly used to control the entire system, and the configuration to verify the correctness of the program; the transportation system is safe and stable, economical, is a reliable and effective control scheme.

## Keywords

Programmable Logic Controller, Transport Systems, Limit Switches, WINCC Configuration

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着当今社会科学技术发展越来越快, 各类物料输送的生产线对自动化智能化程度的要求也越来越高, 面对越来越大的压力, 不但要充分考虑到国内的主要竞争对手, 国外市场的竞争也愈来愈激烈。在装备制造行业中, 尖端技术设备已经取代了以往的手工操作, 自动供料设备也愈加的受益, 其中包括自动控制系统[1]。随着社会的发展迅速, 网络信息科技技术和国内市场经济的迅猛发展和欣欣向荣, 产品的不断更新迭代速度越来越快, 特别是高端技术快速发展, 使社会的发展也变得高速, 产品的类型和工艺形式日益复杂和细分, 企业的管理、发展以及劳动力短缺, 相对来说提高了人工成本, 传统的手工供应材料已经不能满足要求, 这时出现了自动供应自动化[2]。在满足基本工作下, 与之前的人工方式相比, 大大提高了工作效率和可靠性[3]。可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, 通常称 PLC)具有强大的控制能力和高速指令运算能力, 对各类的可编程控制器性能, 可以适用于各行各业, 各种场合中自动检测, 监控等功能, 在现实工业生产得到了广泛的应用。在各种复杂的环境之下, 为了满足装料、卸料等一系列连续运输过程, 通过对小车运输路径系统的编程, 远程控制也对小车自动控制提出了更高的要求, 传统的方法已经无法满足生产需求, 西门子 PLC 控制系统也可容易担负循环物料[4], 同时, 以物料配料管理系统的应用为例, 探索 PLC 技术的应用流程[5], 因此, PLC 来实现这一控制功能具有重要的意义。

为了满足物料运输小车应用在各种场景中, 需要对生产、制造和研发做出改进, 可以提高工作效率, 减少劳动力和降低成本[6]。本文研究 PLC 程序控制小车货物, 为我国的技术研究奠定一定的理论和实验基础。

## 2. 物料运输控制系统简介

经时间继电器下料时间, 将物料下料到小车上, 小车根据系统控制路径, 货物将从甲地装载, 甲地货物已装满小车, 小车可直接将货物运输到乙地卸载, 卸完料以后, 可直接返回初始地甲地。控制系统对整个物料运输车路径和下料时间的控制。

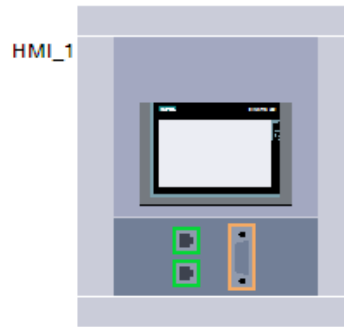
### 2.1. 物料运输工艺流程图

若要实现自动运输控制设计控制系统关键技术非常重要, 要按照设计的路线小车对物料的装卸等操作进行精确定位, 达到运行平稳, 控制程序简单以及运用于各种复杂环境中, 但也面临着路线不能随机改变, 只能按照用户给定的路线行驶缺点。通过流程图可以清晰的看出小车装料、卸料是否完成以及行驶路径。如图 1 运输工艺流程所示。

### 2.2. 控制系统硬件设计

运输物料小车控制系统主要硬件设备有: 限位开关、PLC 控制系统、驱动电机和时间继电器。





**Figure 2.** CPU 1516 controller and HMI  
**图 2.** CPU 1516 控制器和 HMI

### 3. 物料运输软件设计

#### 3.1. I/O 分配表

HIM 控制按钮的信号与 PLC 内部的端子需要一一对应, 才能实现仿真和程序一致性, 编写 I/O 分配表, 如表 1 数据变量表所示。

**Table 1.** Data variable table  
**表 1.** 数据变量表

名称	数据类型	地址
手/自动切换	Bool	I0.0
启动按钮	Bool	I0.1
停止按钮	Bool	I0.2
甲地限位	Bool	I0.3
乙地限位	Bool	I0.4
手动左行	Bool	I0.5
手动右行	Bool	I0.6
小车右行	Bool	Q0.0
小车左行	Bool	Q0.1
装料时间	Time	M0.0
卸料时间	Time	M0.1
小车移动	Int	M0.2

#### 3.2. 系统程序设计

##### 3.2.1. 主程序块

系统上电, CPU 运行, 输入地址采用手/自动切换 I0.0, 置位为 0 系统默认为手动模式, 置位为 1 为自动模式。通过表 1 的地址反映了输入地址、输出地址和中间变量, 共同完成主程序块设计。

### 3.2.2. 手动自动模式选择

为了满足用户对产品的需求可选择手动或者自动模式，如切换到手动模式，触点接触，手动模式灯打开，可通过手动按钮来控制小车运动；通过时间继电器根据实际情况来选择合适的装卸料时间，以及限位开关对小车位置的要求是文章主要设计内容，根据以上的设计思路重点，来完成小车根据程序设计来完成仿真结果，如图3上手动右行，图3下手动左行、图4自动模式所示。

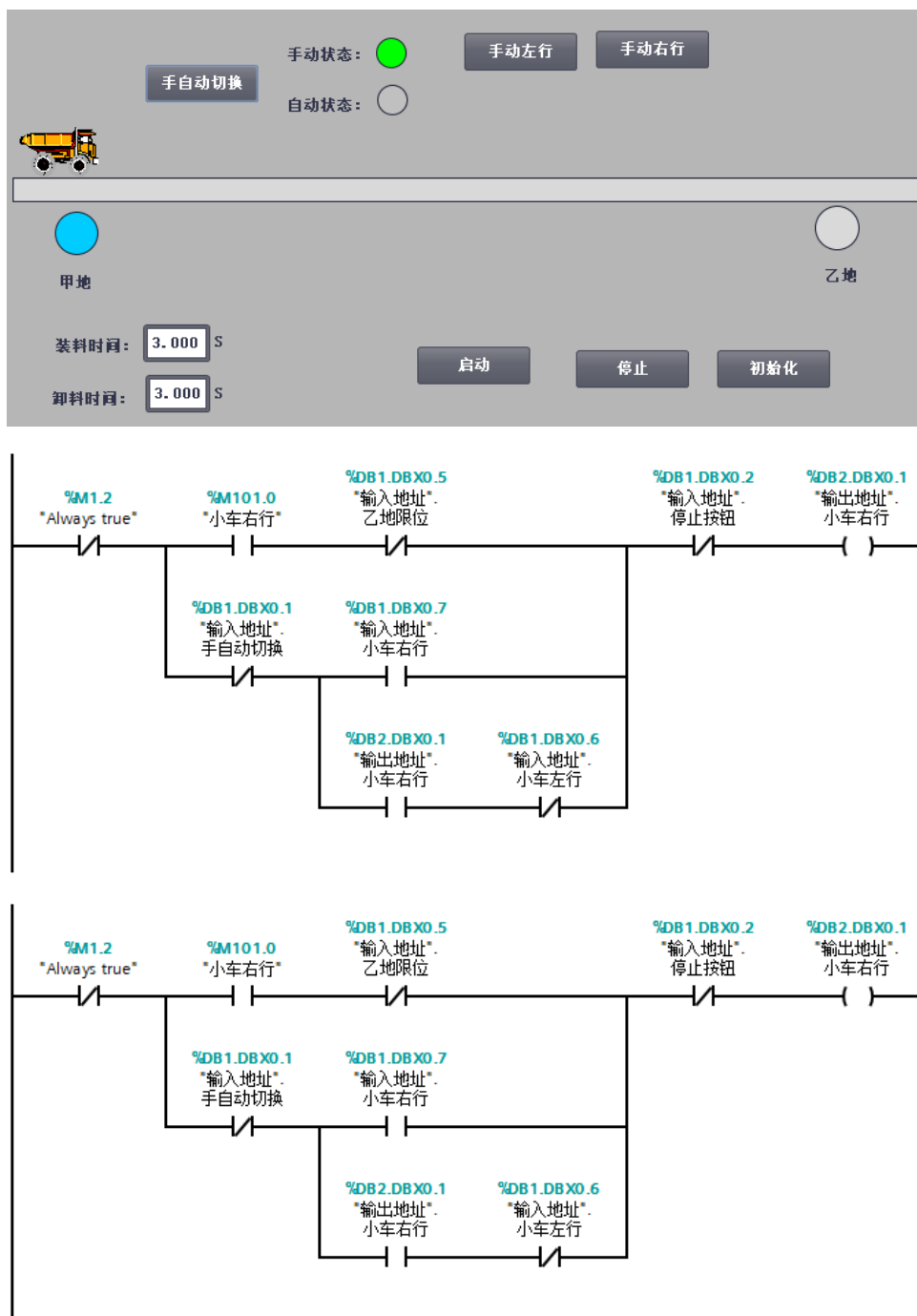


Figure 3. Manual mode ladder diagram

图3. 手动模式梯形图

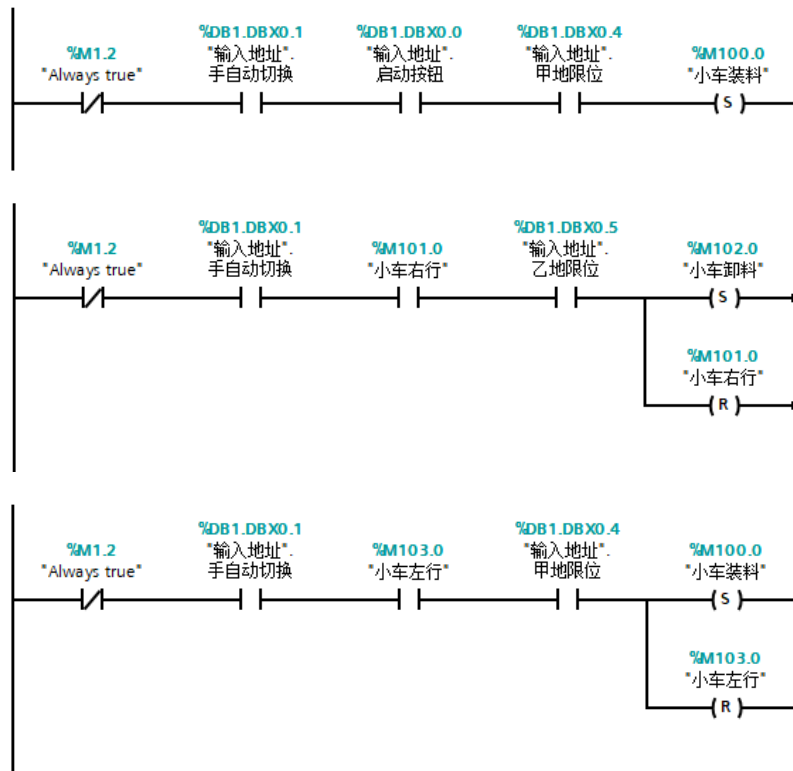


Figure 4. Automatic mode ladder diagram  
图 4. 自动模式梯形图

## 4. 组态仿真

### 4.1. WINCC 的性能特点

基于 PLC 的 HIM 系统，对各行各业生产过程，工序可实现可视化及操作。WinCC 强大功能可与多种自动化设备及软件集成，是一个高度可视化系统。WinCC 是一个模块化的自动化组件，可简单有效的进行组态，集成简单，具有开发和扩展灵活的特点。

### 4.2. 仿真系统的搭建

仿真系统是以 TIA Portal V15 软件为基础，进行系统的仿真实验，这款系统的功能很强大，软件内不仅提高了各种各样可供选择的 CPU 类型，还提供了各种不同的 HMI 的人机交互界面，因此，这款软件可以在没有硬件的情况下，对程序进行编写和调用以外，还可以进行系统环境的搭建以及仿真运

行。

系统在搭建时，点击新建工程中的添加新设备，在 HMI 界面中可以选择跟 CPU 型号相同规格的触摸屏，由于本次主要在软件中进行的模拟仿真过程，并没有具体的实物连接，所以此次选择了一般常用的规格型号为 TP 900 Comfort 的触摸屏。

选择好触摸屏后，在画面中点击添加新画面，根据实际情况添加所需要的画面数量修改为相应的系统名称，然后开始在每一个画面中，根据系统设计时要用到的元件，从右边栏目的工具中寻找需要的元件，并且双击或者直接拖到画面内将其放置好，然后将摆放好的元件修改相应的变量数据即可。

将仿真系统搭建好后，还需要对放置到触摸屏中的元件进行属性上的修改，修改的内容要以 PLC 中定义的变量相对应，目的让搭建的组态环境与系统程序之间建立起联系，同时也是后面程序导入正常运行的基本条件。

### 4.3. 网络连接

在 HMI 界面中搭建好系统，需要将模拟量触摸屏型号为 TP 900 Comfort 面板与西门子 PLC 所选的 CPU 进行通讯接口连接，目的是实现 HMI 界面与程序相互衔接的过程，从而通过程序来控制系统进行模拟操作运行。在系统中，HMI 界面的触摸屏和 PLC 型号的 CPU 1516 这两个模块都有提高相应的接口型号，都为 PN/IE。具体的设备连接情况如图 5 设备连接所示。

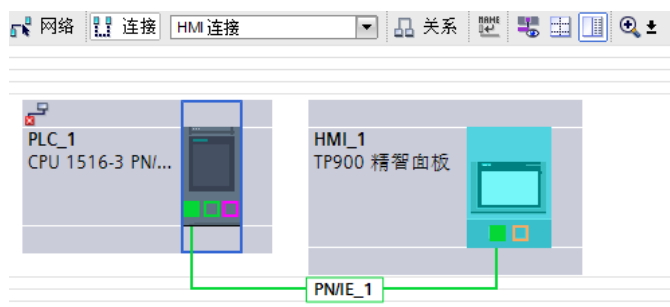


Figure 5. Network connectivity

图 5. 网络连接

根据设计需求建立了组态仿真画面，有小车、限位开关、时间继电器、指示灯和控制按钮组成，做出的组态画面，通过 PLC 程序控制来实现小车物料运输仿真，如图 6 WINCC 组态画面所示。



Figure 6. WINCC configuration screen

图 6. WINCC 组态画面

当切换到自动状态，按下启动，小车装料时间为 3 S，此时甲地限位开关打开，当时间结束后，小车自动向乙地限位开关驶去，然后进行卸料为 3 S，然后再到甲地进行装料，一直循环直到按下停止按钮，小车才停止运动。如图 7、图 8 所示。



Figure 7. Trolley loading

图 7. 小车装料



Figure 8. Trolley unloading

图 8. 小车卸料

通过以上研究从手/自动切换模式，可以方便用户对小车控制来实现目标完成，相比于传统的手动或者自动，更加人性化设计，通过简单仿真实验与程序编写，仿真界面与程序变量端口一一对应，如图 9 所示。本设计过程的程序和仿真画面，相比较三菱 PLC 软件设计大幅度降低，更加方便初学者使用，以上实现本文章小车的程序流程图。

输入地址		
	名称	数据类型
1	Static	
2	启动按钮	Bool
3	手自动切换	Bool
4	停止按钮	Bool
5	初始化按钮	Bool
6	甲地限位	Bool
7	乙地限位	Bool
8	小车左行	Bool
9	小车右行	Bool





Figure 9. The emulation button corresponds one-to-one to the program variable

图 9. 仿真按钮与程序变量一一对应

## 5. 结束语

基于西门子 PLC 控制的物料装卸小车设计，实现了按照用户设计的路线来完成相应的等待、运输和卸料的动作，通过此类设计可以广泛应用到工厂、工地等复杂路况，对智能一体化重点方向有所突破，未来会得到更多的重视和发展。本文通过 PLC 控制系统和 WINCC 组态结合，得到了控制程序和仿真相互实现，为后续的实物系统开发做出了一定的基础。

## 参考文献

- [1] 盛磊, 黄永根. 基于 PC 和单片机的物料自动提取装置设计与实现[J]. 科技创新与应用, 2013(19): 10-11.
- [2] 柳明. 基于单片机的智能物料搬运控制系统研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连海事大学, 2010.
- [3] 霍莹. 基于 PLC 的工厂自动化生产物流控制系统研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2011.
- [4] 龚世杰. 西门子 PLC 在钢铁企业原料场的应用[J]. 天津冶金, 2022, 242(6): 55-58.
- [5] 刘俊. 基于西门子 PLC 技术的冶金工业自动化控制技术分析[J]. 新型工业化, 2022, 12(9): 80-83.
- [6] 杨一晴, 马宏伟, 樊红卫, 等. 矿井主通风机振动在线监测与故障诊断系统[J]. 煤矿机械, 2019, 40(12): 161-163.