
基于 PLC 的装卸料小车控制系统设计

摘 要

近年来，随着科学技术的进步和微电子技术的迅速发展，可编程序控制技术已广泛应用于自动化控制领域，可编程序控制器（PLC）以其高可靠性和操作简便等特点，已经形成了一种工业趋势。

该系统在各种环境下都能够工作，PLC 用存储逻辑代替接线逻辑，大大减少了控制设备外部的接线，使控制系统设计及建造的周期大为缩短，同时日常维护也变得容易起来，更重要的是使同一设备经过改变程序而改变生产过程成为可能。文中详细介绍了运料小车的各硬件组成并完成了 PLC 外部接线图。在 PLC 梯形图的编写时，文中采用了三菱 PLC 梯形图专用编译软件 GX 来进行编写。现代工业生产量运用 PLC 控制运料小车，并结合组态王软件完成数据通信、网络管理、数据处理，使生产自动化，智能化，大大提高了生产效率，降低了劳动成本。

关键词：PLC，运料小车，控制系统

前 言	4
第 1 章 概述	6
可编程逻辑控制器简介	6
第 2 章 PLC 系统选择	7
2.1 选型分析	7
2.2 系统的安装	8
2.3 输入/输出模块的选择	8
2.4 抗干扰措施	9
2.5 PLC 的选型	10
2.6 运料小车控制发展的历程	12
2.7 运料小车系统方案的确定	12
第 3 章 系统硬件设计	14
3.1 运料小车的运动流程	14
3.2 系统的硬件设计	17
3.3 主要参数计算	18
3.4 I/O 地址分配	19
数字量输入部分	19
数字量输出部分	20
部继电器部分	20
3.5 I/O 接线图	21
第 4 章 PLC 程序设计	22
4.1 梯形图的概述	22
4.2 语句表的概述	22
4.3 小车运行条件	23
4.4 梯形图	24
行程开关	24
小车启停辅助继电器	25
呼叫按钮	25
比较	28
向左运动	29

向右运动	30
第 5 章控制系统的调试	34
5.1 编程软件	34
5.2 程序的下载、安装和调试	34
总 结	37
致	39

前 言

随着社会迅速的发展，各机械产品层出不穷。控制系统的发展已经很成熟，应用围涉及各个领域，例如：机械、汽车制造、化工、交通、军事、民用等。PLC 专为工业环境应用而设计，其显著的特点之一就是可靠性高，抗干扰能力器。PLC 的应用不但大提高了电气控制系统的可靠性和抗干扰能力，而且大简化和减少了维修维护的工作量。它的接口容易，编程语言易于为工程技术人员接受，梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近，只用 P L C 的少量开关量逻辑控制指令就可以方便的

实现继电器电路的功能。为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人使用计算机从事工业控制打开了方便之门，使它很受工程技术人员的欢迎。PLC 以其可靠性高、抗干扰能力强、编程简单、使用方便、控制程序可变、体积小、质量轻、功能强和价格低廉等特点，在机械制造、冶金等领域得到了广泛的应用。

高可靠性是电气控制设备的关键性能。PLC 由于采用现代大规模集成电路技术，采用严格的生产工艺制造，部电路采用了先进的抗干扰技术，具有很高的可靠性。一些使用冗余 CPU 的 PLC 的平均无故障工作时间则更长。从 PLC 的机外电路来说，使用 PLC 构成控制系统，和同等规模的继电气系统相比，电气接线及开关接点以减少到数百甚至千分之一，故障也就大大降低。此外，PLC 带有硬件故障检测功能，出现故障时可及时发现警报信息。在应用软件中，应用者还可以编入外围器件的故障子诊断程序，使系统中除 PLC 以外的电路及设备也获得故障自诊断保护。这样，整个系统具有极高的可靠性也就不奇怪了。

本课题研究的主要容是通过 PLC 控制运料小车在工作台上各呼叫站间运动，以达到生产实际之用。分析被控对象和明确系统控制要求；确定系统的 I/O 设备的数量及种类；控制流程设计；控制程序设计。

在设计该 PLC 送料小车设计程序的同时总结了以往 PLC 送料小车设计程序的一般方法、步骤，并且把以前学过的基础课程融汇到本次设计当中来，更加深入的了解了更多的 PLC 知识。

第 1 章 概述

可编程逻辑控制器简介

可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, 简称 PLC) 根据国际电工委员会 (IEC) 在 1987 年的可编程控制器国际标准第三稿中, 对其作了如下定义: “可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统, 专为在工业环境应用而设计的。它采用可编程序的存储器, 用来在其部存储执行逻辑运算, 顺序控制, 定时, 计数与算术运算等操作的指令, 并通过数字式、模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外部设备, 都应按易于使工业控制系统形成一个整体, 易于扩充其功能的原则设计。” 可编程控制器作为目前工业自动化的重要基础设备, 被称为“工业自动化三大支柱性产业之一”, 在各工业生产领域发挥着愈来愈大的作用。

第 2 章 PLC 系统选择

2.1 选型分析

在工程中主要根据工艺要求、控制对象、用户需要等方面选择合适的 PLC，以获得最佳的性能价格比，就一个控制系统而言，PLC 的选型则和考虑因素如下：

1. PLC 一般用于开关量控制为主兼有模拟量控制的系统，尤其适合与动作频繁、逻辑关系复杂、程序多变的系统。应用于这样的系统，将会最大限度发挥技术经济效果。

2. 是否与计算机连接，是否要求构成网络信息系统，以及对远程站的设置要求，是否需要中断输入、双机设备、位置控制、高速计数器等特殊模块和智能模块。

3. 开关量 I/O 点数、模拟量 I/O 点数、电压等级及输出功率、存容量，I/O 点数直接关系到 PLC 输入/输出模块的选择，I/O 点数一般要考虑 1-2G 的余量，特别是开关量输入更应考虑多些余量；适合的电压等级可提高 PLC 的抗干扰能力；主机用户存容量的大小对设备费用的影响不大，故建议存容量可选大一些。

4. 其他考虑因素选择 PLC 还要对其外型、结构、系统组成、设置条件、价格、技术服务、应用业绩等多项指标综合分析比较，然后才能确定理想的 PLC 产品。

2.2 系统的安装

2.3 输入/输出模块的选择

模块电源：在选择交流 I/O 模块时，应采用隔离变压器为其供电，这样可防止外部电路故障冲击模块。电源线采用双绞线，绞距 1-2cm。隔离变压器的容量按 PLC 电源组件容量的 1.5-2 倍选择，直接模块的外接电源，其波纹值应满足模块要求；若是模块量直流模块，尚需用稳压电源。

电压等级：在选择 1 角模块时，电压等级是一个比较重要的参数，它要根据现场设备与模块之间的距离来选。当外部线路较长时，可选用 AC220V 模块；当外线短且控制相对集中时可选择 24v 模块。

输出电路：PLC 的模块输出方式一般有 3 种：晶体管输出、继电器输出、双向可控硅输出。

确定负载类型根据 PLC 输出端所带的负载是直流型还是交流型，是大电流还是小 电流，以及 PLC 输出点动作的频率等，从而确定输出端采用继电器输出，还是晶体管输出，或晶体管输出。不同的负载选用不同的输出方式，对系统的稳定运行很重要，每个输出点、每个输出模块的负载电源不得超过额定电流，其中继电器输出模块的负载电流以不能太接近额定电流，当接近额定电流时，最好先带动一个小型中间继电器，在通过中间继电器扩展输出模块的输出容量，采用双向可控硅输出模块，其负载电流必须大于双向可控硅的维持电流，否则应在负载上并联电阻。对于动作频繁、电感性或功率因素低的负载，

不宜选用继电器输出模块，而应该采用晶体管输出模块，如果 PLC 输出带感性负载，负载接续流二极管，对交流感性负载应接浪涌吸收电路，可有效保护 PLC。当频率为 10 次/min 一下时，即可采用继电器输出方式，也可采用 PLC 输出驱动中间继电器或者固态继电器（SSR）在驱动负载；对于两个重要输出量不仅在 PLC 部互锁，建议在 PLC 外部也进行进行硬件上的互锁，以加强 PLC 系统运行的安全性、可靠性。

输出电路：PLC 输出电路电源一般应采用 DC24v，这对系统供电安全和 PLC 安全至关重要，同时其带负载（接近开关等）时要注意容量，同时做好防短路措施（因为该电源的过载或短路都将影响 PLC 的运行），建议该电源的容量为输入电路功率的两倍，PLC 输入电路电源支路加装适宜熔丝，防止短路，以直流输入模版例。

2.4 抗干扰措施

由于产生干扰的因素是复杂而多样的，因此采取的抗干扰措施要根据情况而定。PLC 供电电源一般为 AC85-240v，适应电源围较宽，但为了抗干扰，应加装电源净化原件（如电源滤波器、1:1 隔离变压器等）；隔离变压器也可以采用双隔离技术，及变压器的初、次级线圈屏蔽层与初级电气中性点接，次级线圈屏蔽层接 PLC 输入电路的地，以减少高低频脉冲干扰。设置一个 PLC 信号专用接地装置。该装置不能和防雷接地装置、电气设备接地装置有金属连接，接地电阻可参见使用说明书，一般小于 100 欧姆即可，接地线进入 PLC 控制柜中的信

号接地端子排。当出现干扰时将 PLC 地接线端子与信号接地端子排。

2.5 PLC 的选型

输入输出 (I/O) 点数的估算应考虑适当的余量, 通常根据统计的输入输出点数, 再增加 10%~20%的可扩展。余量后, 作为输入输出点数估算数据。实际订货时, 还需根据制造厂商 PLC 的产品特点, 对输入输出点数进行圆整。根据估算的方法故本课题的 I/O 点数为输入 18 点, 输出 12 点。存储器容量的估算没有固定的公式, 许多文献资料中给出了不同公式, 大体上都是按数字量 I/O 点数的 10~15 倍, 加上模拟 I/O 点数的 100 倍, 以此数为存的总字数 (16 位为一个字), 另外再按此数的 25%考虑余量。因此本课题的 PLC 存容量选择应能存储 5000 条梯形图, 这样才能在以后的改造过程中有足够的空间。控制功能的选择包括运算功能、控制功能、通信功能、编程功能、诊断功能和处理速度等特性的选择, 根据本课题所设计控制的需要, PLC 主要用于顺序逻辑控制, 因此, 大多数场合常采用单回路或多回路控制器解决模拟量的控制, 有时也采用专用的智能输入输出单元完成所需的控制功能, 提高 PLC 的处理速度和节省存储器容量。离线编程方式: PLC 和编程器公用一个 CPU, 编程器在编程模式时, CPU 只为编程器提供服务, 不对现场设备进行控制。完成编程后, 编程器切换到运行模式, CPU 对现场设备进行控制, 不能进行编程。离线编程方式可降低系统成本, 但使用和调试不方便。在线编程方式: CPU 和编程器有各自的 CPU, 主机 CPU 负责现场控制, 并在一个扫描周期与编程器进行数据交换, 编程器把在线编制的程序或数据发送到主

机，下一扫描周期，主机就根据新收到的程序运行。这种方式成本较高，但系统调试和操作方便，在大中型 PLC 中常采用。PLC 的诊断功能包括硬件和软件的诊断。硬件诊断通过硬件的逻辑判断确定硬件的故障位置，软件诊断分诊断和外诊断。通过软件对 PLC 部的性能和功能进行诊断是诊断，通过软件对 PLC 的 CPU 与外部输入输出等部件信息交换功能进行诊断是外诊断。

PLC 的诊断功能的强弱，直接影响对操作和维护人员技术能力的要求，并影响平均维修时间，因此 PLC 的选择对整个设计来说十分重要。

2.6 运料小车控制发展的历程

由于 PLC 的不断发展和革新,使得生产线的运输控制也将得到不断的改善和生产率的不断提高,运料小车控制经历了以下几个阶段:

(1) 手动控制:在 20 世纪 60 年代末 70 年代初期,便有一些工业生产采来实现运料小车的控制,但是由于当时的技术还不够成熟,只能够用手动方式来控制机器,而且早期运料小车控制系统多为继电器与接触器组成的复杂系统,这种系统存在设计周期长、体积大、成本高等缺陷,几乎无数据处理和通信功能,必须有专人负责操作。

(2) 自动控制:在 20 世纪 80 年代,由于计算机的价格下降,这时的大型工控企业将 PLC 充分的与计算机相结合,通过机器人技术,自动化设备终于实现了 PLC 载运料小车控制系统在自动方面的应用。

(3) 全自动控制:现阶段,由于 PLC 的技术向高性能、高速度、大容量方向发展,大型 PLC 大多采用多 CPU 结构。将 PLC 运用到运料小车控制系统,可实现运料小车的全自动控制,降低系统的运行费用。PLC 运料小车自动控制系统具有连线简单,控制速度快,精度高,可靠性和可维护性好,维修和改造方便等优点。

2.7 运料小车系统方案的确定

实现小车运料系统控制有很多方法来实现，可以用单片机、可编程控制器 PLC 等器件来实现。

但在单片机控制系统电路中需要加入 A/D, D/A 转换器，线路复杂，还要分配大量的中断地址。而且单片机控制电路易受外界环境的干扰，也具有不稳定性。另外控制程序需要具有一定编程能力的人才能编译出，在维修时也需要高技术的人员才能修复，所以在此也不易用单片机来实现。

而从上述一节对 PLC 的特点了解可知，PLC 具有很多优点，因此我们归纳出：可编程控制器 PLC 具有很高的可靠性，通常的平均无故障时间都在 30 万小时以上；安装，操作和维护也较容易；编程简单，PLC 的基本指令不多，编程器使用比较方便，程序设计和产品调试周期短，具有很好的经济效益，此外 PLC 部定时、技术资源丰富，可以方便的对送料小车的控制。

因此，最终我选择了用可编程控制器 PLC 来实现运料小车系统的控制，完成本次的设计。

第 3 章 系统硬件设计

3.1 运料小车的运动流程

随着社会迅速的发展，控制系统的发展已经很成熟，在现代化得工厂中普遍存在。尤其是在一些自动化生产线上，通过 PLC 控制运料小车在工作台上各呼叫站间运动，以达到生产实际之用。如图 3-1 中所示的卸料小车，可根据要求在五个位置卸料，因此，它有三个工作状态：左行（电动机正转）、右行（电动机反转）、及停车。SQ1~SQ5 为五个停车位置的行程开关，小车压上时为 ON, SB1~SB5 为选择小车停车位置的按钮。

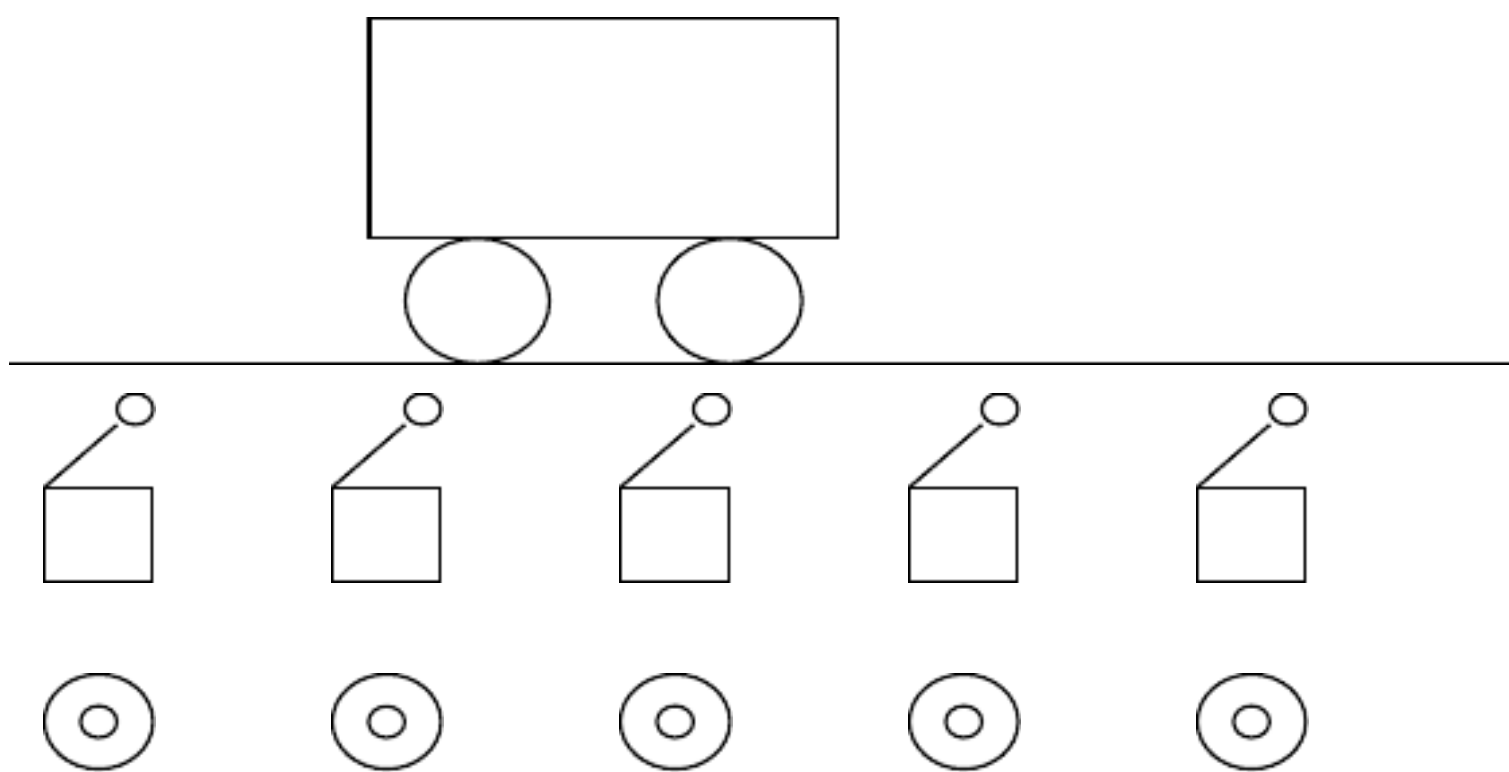


图 3-1 装卸料小车运行的模拟

本系统包括带导轨的运行工作台，电机，行程开关，启停按钮，

可编程控制器，继电器，直流电源等。每个工作台设有一个行程开关（SQ）和一个小车停车位置按钮（SB）。

控制要求：

1. 如果所按选择小车停车位置的按钮号与小车所压下的行程开关号相等时，按下起动按钮 SB，小车仍停车。

2. 如果所按选择小车停车位置的按钮号大于小车所压下的行程开关号时，按下起动按钮 SB，小车右行，直到两者相等时停车。

3. 如果所按选择小车停车位置的按钮号小于小车所压下的行程开关号时，按下起动按钮 SB，小车左行，直到两者相等时停车。

根据系统的控制要求分析出如图 3-2 所示系统的控制流程图。

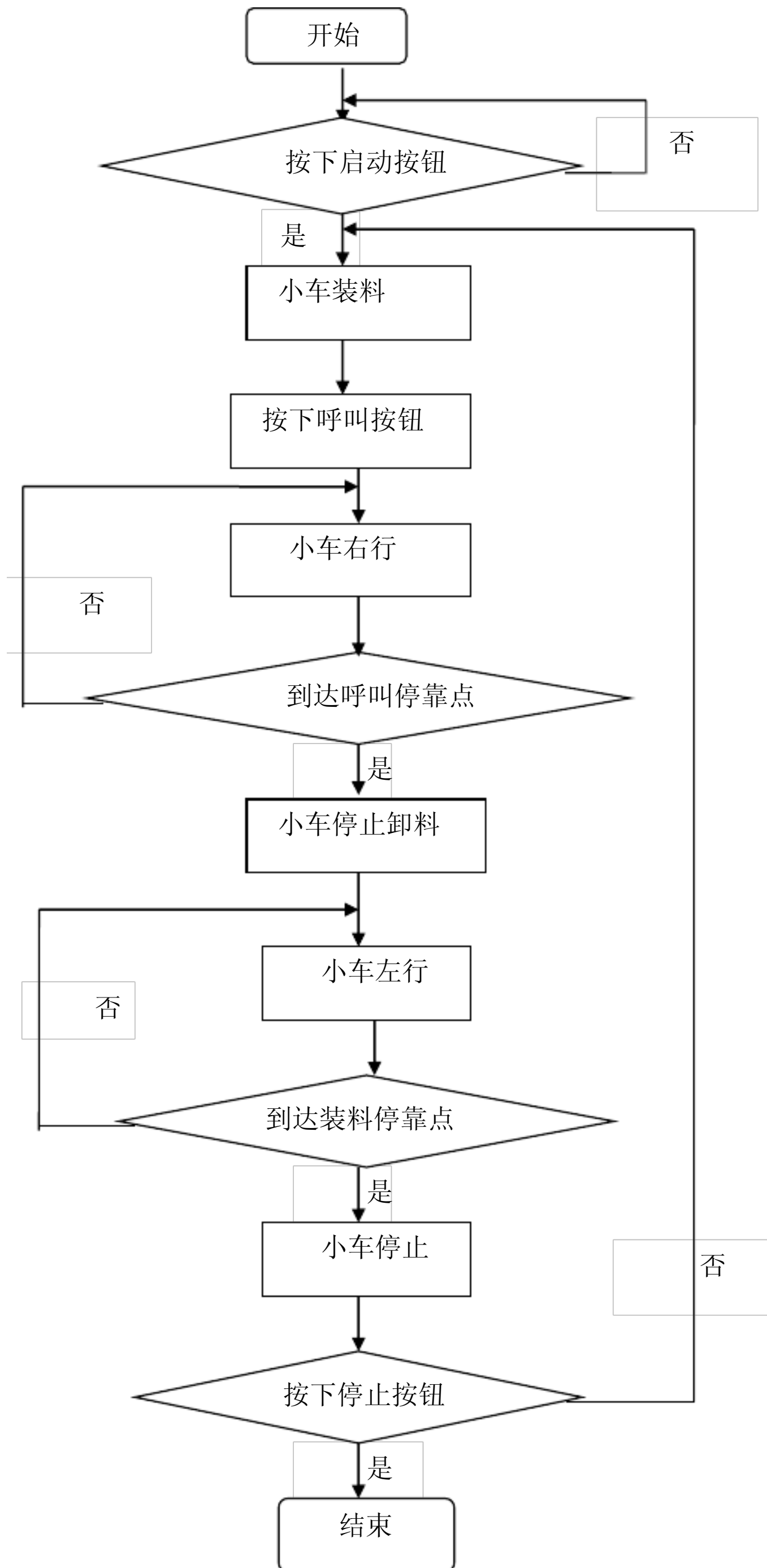
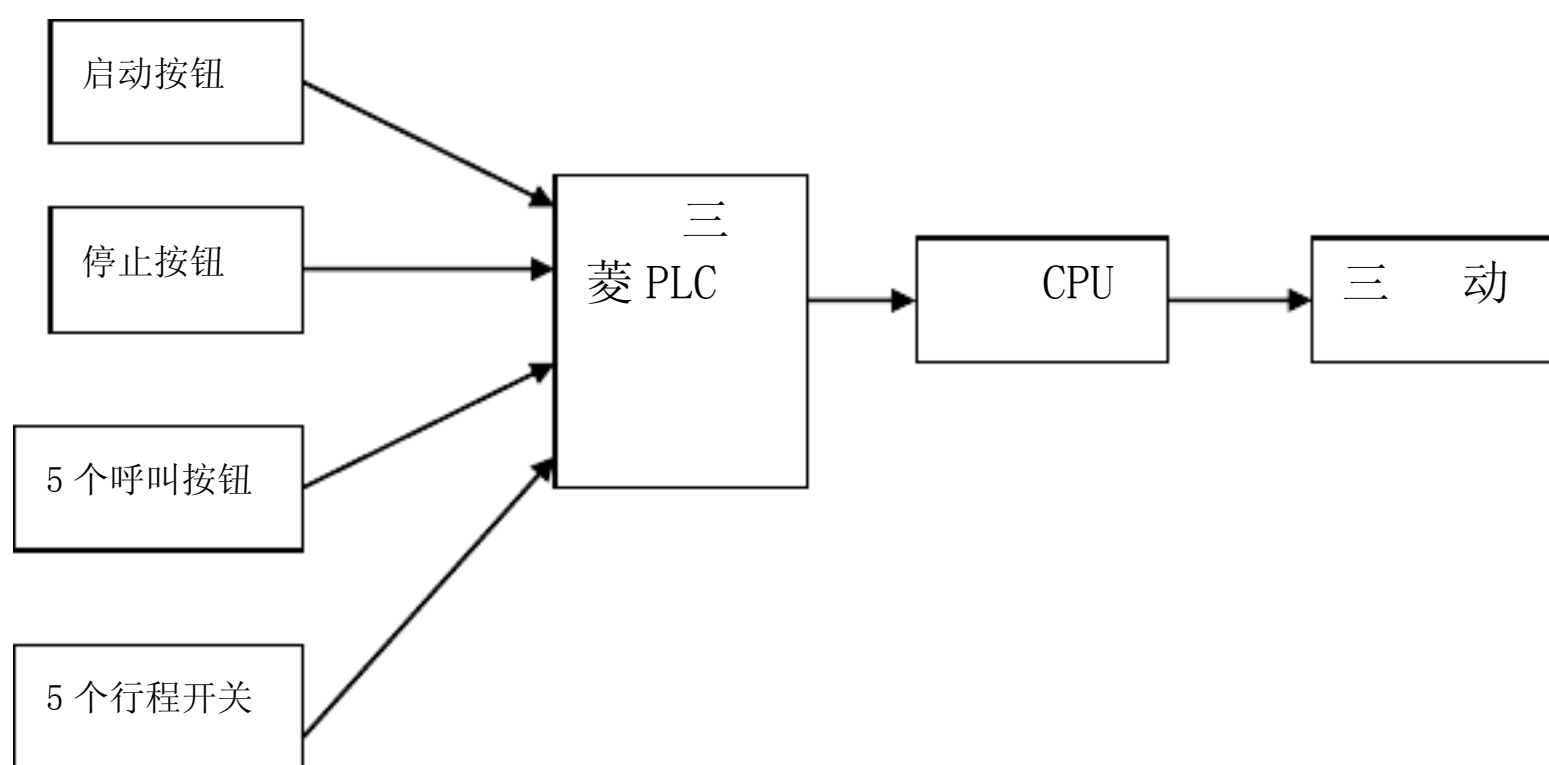


图 3-2 系统的流程图

PLC 框架配置图

运料小车控制采用三菱的 FX2N 系列整体式 PLC。PLC 框架配置如图 所示。



3.2 系统的硬件设计

系统的硬件接线图如图 3-3 所示主电路是有组合开关、熔断器、接触器、主触头、热继电器的热元件和电动机组成。控制电机正传运行和反转运行的交流接触器分别是 KM1 和 KM2，用 KM1 和 KM2 的主触点改变进入电动机的三相电源的相序，既可以改变电动机的旋转方向。由于正反转切换过程中电感的延时作用，容易造成原来接通的接触器的主触点还未断弧时，另一个接触器的主触点已经合上而造成交流电源瞬间短路的故障。因此为了避免该故障的产生，图中 KM1

的线圈串联了 KM2 的辅助常闭触点，KM2 的线圈串联了 KM1 的辅助常闭触点，组成了硬件互锁电路。

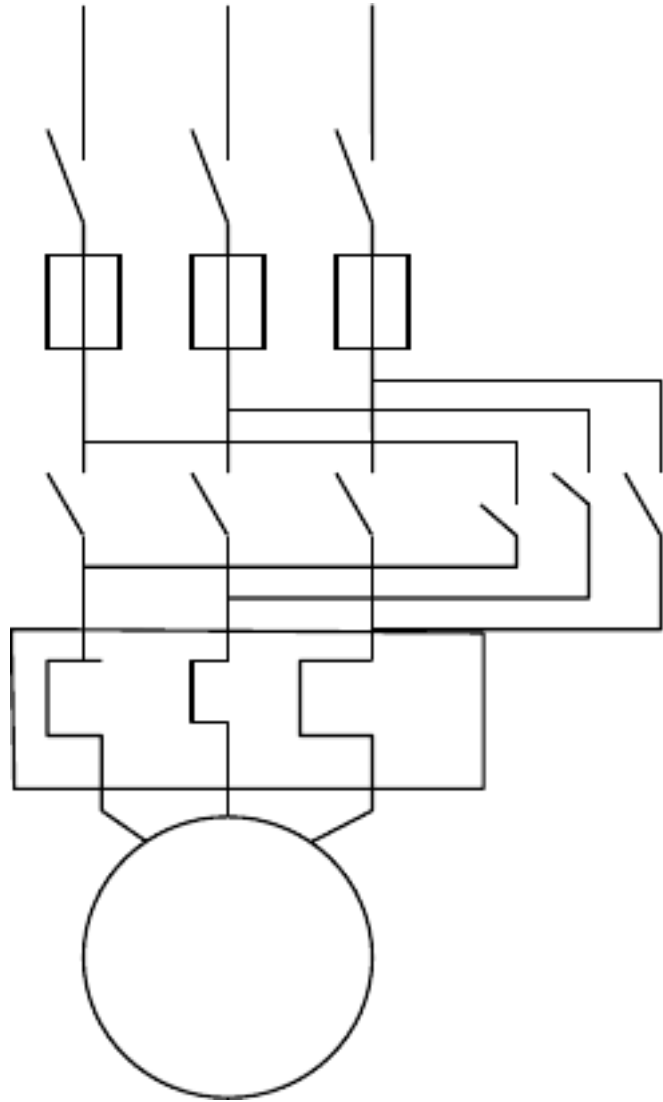


图 3-3 主电路

3.3 主要参数计算

1) 断路器 QF 脱扣电流。断路器过电流脱扣值按电动机起动电流的 1.7 倍整定。 $I_{QF}=1.7I_N=1.7\times 6A=10.2A\approx 10A$ ，选用 $I_{QF}=10A$ 的断路器。

2) 熔断器 FU 熔体额定电流 I_{FU} 。以曝气风机为例， $I_{FU}\geq 2I_N$

3) 热继电器的选择请参考有关技术手册，自行计算参数

4) 电动机 M1：Y 系列，AC380V，1.5 kW，6 极

3.4 I/O 地址分配

由于 CPU 模块有 14 点数字量输入，10 点数字量输出，所以不再需要输入/输出模块。采用 I/O 自动分配方式，模块上的输入端子对应的输入地址是 X000—X013，输出端子对应的输出地址是 Y000—Y001。

数字量输入部分

这个控制系统的输入有启动按钮开关、停止按钮开关、5个呼叫按钮开关、5个行程开关共12点输入。具体的输入分配如表 所示。

表 输入地址分配

输入地址	对应的外部设备
X000	启动按钮开关
X001	停止按钮开关
X002	1号站呼叫按钮开 关
X003	2号站呼叫按钮开 关
X004	3号站呼叫按钮开 关
X005	4号站呼叫按钮开 关
X006	5号站呼叫按钮开 关
X007	1号站行程开关
X010	2号站行程开关

X011	3号站行程开关
X012	4号站行程开关
X013	5号站行程开关

数字量输出部分

这个控制系统需要控制的外部设备只有控制小车运动的三相电动机。但是电机有正转和反转两种状态，分别对应正转继电器和反转继电器，所以输出点有2个。具体的输出分配表如表 所示。

表 输出地址分配

输出地址	对应的外部设备
Y000	电机反转继电器
Y001	电机正转继电器

部继电器部分

部继电气地址分配如表 所示。

表 部继电气地址分配

部继电器地址	功能说明
M0	小车运行停止
M1	1号站呼叫
M2	2号站呼叫
M3	3号站呼叫

M4	4号站呼叫
M5	5号站呼叫
M6	小车所在站编号>呼 叫编号
M7	小车所在站编号<呼 叫编号
M8	小车所在站编号=呼 叫编号

3.5 I/O 接线图

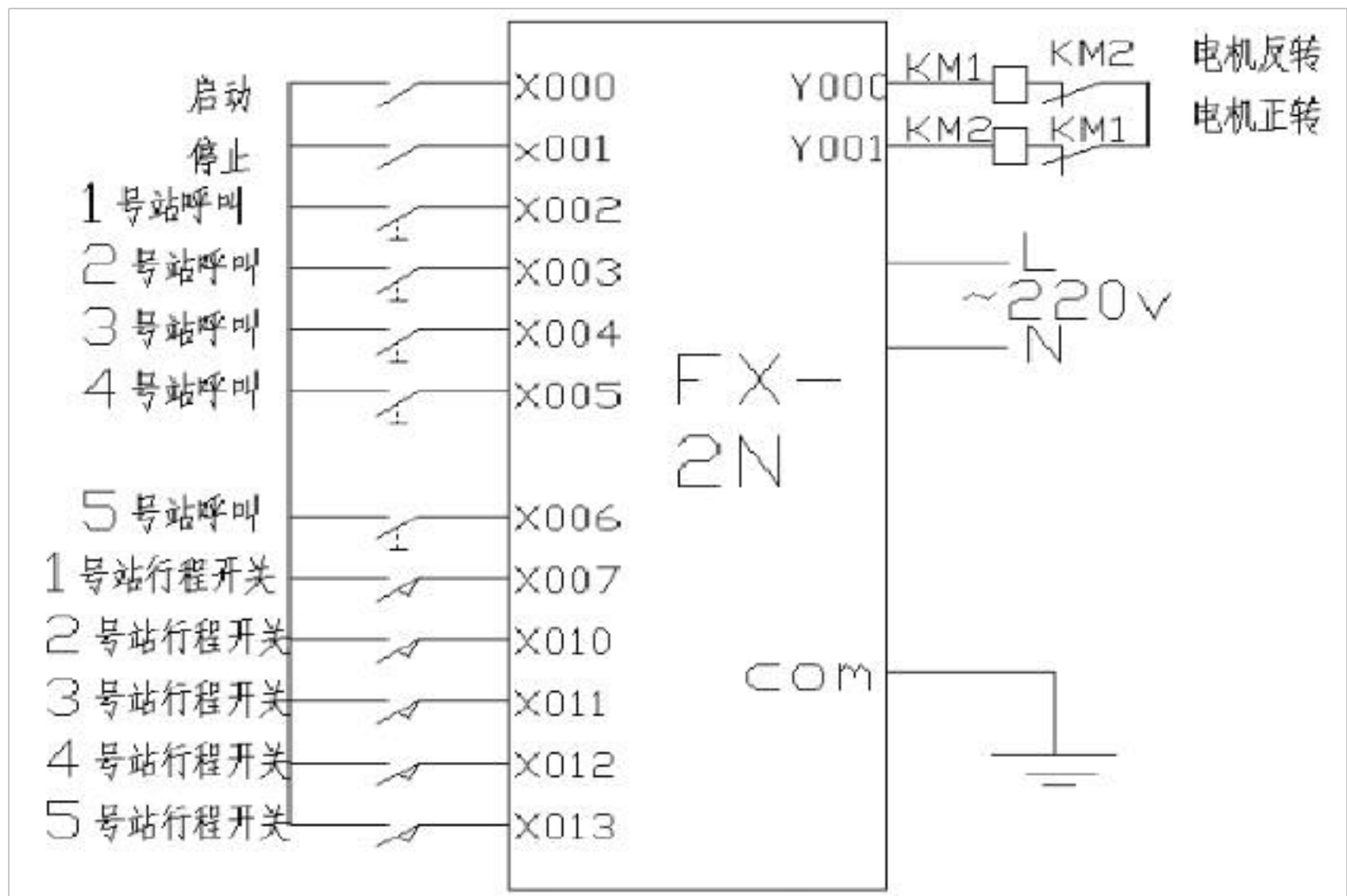


图 3-4 PLC 外部接线图

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/545333244323011340>