

工业自动线技术

目录

1.基础篇

- 1.1 工业自动线技术的培养目标·····3
- 1.2 工业自动线技术的目的、要求·····3
- 1.3 工业自动线技术的基础知识·····4
- 1.4 工业自动线技术的方法步骤·····5
- 1.5 工业自动线技术的过程·····6

2.项目篇

- 2.1 THJDME-1 型光机电一体化设备的结构及安装调试要求·····9
- 2.2 项目一 上料机构的安装与调试·····13
- 2.3 项目二 搬运机械手的安装与调试·····31
- 2.4 项目三 皮带输送机构的安装与调试·····57
- 2.5 项目四 物料分拣机构的安装与调试·····83
- 2.6 项目五 THJDME-1 型光机电一体化设备整体安装与调试·····105
- 2.7 项目六 自动化生产线的安装与调试·····119

3.技能篇

- 3.1 机电设备安装与调试竞赛形式·····165
- 3.2 机电设备安装与调试竞赛要求·····165
- 3.3 机电设备安装与调试竞赛技巧·····167

附录

- 附录一 步进电机的原理与应用·····171
- 附录二 变频器的原理与应用·····187
- 附录三 机电设备安装与调试试题·····201
 - 2009 年全国中等职业学校机电一体化设备组装与调试竞赛试题·····201
 - 2009 年全国中等职业学校机电一体化设备组装与调试竞赛试题·····213
- 附录四 自动化生产线路程序·····221

1.基础篇

1.1 工业自动线技术的培养目标

本教材培养机电设备安装、维修与管理人员，要求学生掌握工业自动线技术所必需的基础知识、基础理论和基本技能，具有分析、解决机电设备安装与维修中一般技术问题的初步能力和获取本专业新技术、新知识的自学能力。将来能够面向企业，从事生产第一线一般的机电设备安装和维修工作。其主要业务范围是：从事机电设备的安装、调试、保养、维修、管理和操作机电设备从事生产等工作，也可从事与机电设备安装与维修专业相关的技术工作，设计一般安装或修理的工艺装备和零件测绘。

1.2 工业自动线技术的要求、目的

工业自动线技术是一门较为综合的专业课程，要求学生具有相关的基本知识。

一、基本知识要求

- a) 具备从事相关工作所必需的文化基础知识。
- b) 掌握制图的基本知识。
- c) 掌握机械、电气设备的性能、结构、调试和使用的基本知识。
- d) 掌握机电设备安装、维修、保养的基本知识。
- e) 具有工程材料及其加工的初步知识。
- f) 具有计算机应用的基本知识。
- g) 具有初步的设备技术经济分析及现代化设备管理的基本知识。

二、能力要求

- a. 具备机修钳工、维修电工必需的基本操作技能。
- b. 具有一般机械设备的操作技能。
- c. 具备测绘并设计机械零件及简单部件的能力。
- d. 具有对设备设计、安装图纸进行工艺性审查的初步能力。
- e. 具有实施与编制常用机电设备维修或安装工艺文件的初步能力。
- f. 具备常用机电设备安装、调试、验收、维修、保养的能力。
- g. 具有使用计算机进行辅助设计和设备管理的基本能力。
- h. 具备正确的语言文字表达及读图、制图能力。
- i. 具备正确使用手册、标准和与本专业有关技术资料的能力。
- j. 具有借助工具书查阅设备说明书及本专业一般外文资料的初步能力

工业自动线技术的实际目的是使学生具有电气及控制基本能力、机电设备维修、管理基本能力、工业设备安装基本能力，需要达到的要求如下：

1、电气及控制基本能力

(1)、了解常用电路及电气设备工作原理，能看懂简单电气控制线路图，能安装调试简单电气控制设备；

(2)、了解常用电子电路的工作原理、应用及其分析方法，能阅读简单的电子线路图及使用常用的电子仪器；

(3)、熟悉常用液压与气压元件的工作原理及选用常用元件，初步掌握油路与气路分析和故障排除方法；

(4)、了解常用低压电器和可编程控制器的结构、原理、型号和规格及其选择、调整和使用方法，熟悉几种通用设备电气控制电路。

2、机电设备维修、管理基本能力

(1)、掌握设备修理、零件测绘的基本方法以及典型设备修理工艺流程的初步编制，能正确选用工、检、量具；

(2)、掌握机电设备管理的基本知识，初步具有设备管理的能力；

(3)、初步具有对常用机械加工设备、通用机械设备等常见电气故障进行分析和处理的基本能力；

(4)、了解设备状态监测与故障诊断的基本知识、方法和典型零部件的故障特征，初步具有监测与故障诊断能力。

3、工业设备安装基本能力

(1)、熟悉工程测量常用仪器的原理、测量方法及相关计算，掌握设备安装的基本工艺过程；

(2)、掌握电气工程的安装操作规程及调试方法，掌握竣工验收方法和规程，初步具有电气设备安装调试、故障分析处理的能力。

1.3 工业自动线技术的基础常识

一、机电一体化设备的安装与调试操作技能主要考察：

- ① 按设备工作说明书安装机电一体化设备；
- ② 按机电一体化设备的电气控制要求画出控制电路图并连接控制电路；
- ③ 按气动元件的工作任务和动作要求画出气动系统图并连接机电一体化设备的气路；
- ④ 根据机电一体化设备的工作要求编写控制程序和设置参数；
- ⑤ 调试机电一体化设备和控制程序，达到项目拟订的工作要求和技术要求。

二、工业自动线技术的原则

1、牢固树立“安全第一”原则

安全体系要健全，各种规章制度应完备，在全体操作人员中树立安全至上意识，安全包括人身安全和设备安全，不能急于求成而忽视安全的重要性。所有设备的操作必须严格按规程操作。

2、按预定计划开展操作

每一项机电设备安装与调试工序都有顺序性，不要随便改动安装顺序和更改选用设备，以免造成窝工，工程进度衔接不上。

3、严格按设计要求操作

每一种设备的安装与调试都有很严格的技术要求，只有按设计技术要求施工，才能减少不必要的时间流失和材料消耗，保证质量，保证安全。

4、提高机电人员整体素质

机电操作人员的技术水平是决定安装与调试的速度和质量的人为因素。在安装与调试时，必须掌握一般安装知识，熟知安装标准，按照图纸要求，技术人员做好技术交底工作；在安装与调试过程中确保工作不丢项，加强事前和事中控制，在设备供配电时应应对供电设备开关、控制盘应做到提前检修，接好电后必须对设备进行试运转。

三、工业自动线技术常见技术问题表现

1、螺栓联接问题

螺栓、螺母联接是我们在安装过程中装配施工方面遇到的最基本的装配形式。螺栓、螺母联接过紧时，螺栓在机械力的长期作用下容易产生金属疲劳，发生剪切、滑丝等使部件之间的装配松动，引发事故。对于电气工程传导电流的螺栓、螺母联接，不仅要注意其机械效应，更应注意其电热效应，压接不紧，接触电阻增大，通电时产生发热容易产生接触面氧化电阻增大的恶性循环，直至严重过热，烧熔联接处，造成接地短路、断开事故。

2、振动方面的原因

(1)、泵的原因：转子不平衡，轴承间隙大，转子和定子相磨擦，转子与壳体同心度差等，这些都是机械方面的原因造成泵体的振动。

(2)、电机的原因：转子不平衡，轴承间隙大，转子和定子间隙不均匀。

(3)、操作方面的原因：主要在操作过程中，操作员对工艺操作参数偏离泵的额定参数太多，引起泵的运行不平稳，例如：对出口阀控制的流量太小引起的震动等，这要求按照技术说明和工艺要求尽量接近泵的额定参数进行操作。

3、超电流问题

(1)、泵：轴承损坏，引起转子与壳体相磨擦，泵内有异物等。

(2)、电机：功率偏小，过载电流整定偏小，线路电阻偏高，电源缺相等。

(3)、工艺操作：所送介质超过泵的设计能力，如密度大、粘度高、需求量高等。

4、电气设备问题

(1)、安装隔离开关时，动、静触头的接触压力与接触面积不够或操作不当，可能导致接触面的电热氧化，使接触电阻增大，灼伤、烧蚀触头，造成事故。

(2)、断路器触头装配不正确，插入的行程、接触压力、分合闸速度达不到要求，将使触头过热，导致绝缘介质分解，压力骤增，引发断路器爆炸事故。

(3)、电流互感器因安装检修不慎，使一次绕组开路，将产生很高的过电压，危及人身与设备安全。

(4)、有载调压装置的调节装置机构装配错误，或装配时不慎掉入杂物，卡住机构，也将发生程度不同的事故。

(5)、在接线端子较多的地方，安装时不慎掉入杂物(如螺帽、钥匙等，这些情况在工程实践中并不罕见)，或者在安装中损坏，都会导致发生短路、接地事故，造成较为严重的事故。

1.4 工业自动线技术的步骤

工业自动线技术需要具体的操作步骤，根据一般施工要求总结如下：

1、安装与调试前的准备工作。

主要任务有识读设备图样及技术文件，包括设备的布局图、结构示意图、装配示意图、电气原理图、电路图等；

还要根据安装与调试的流程制作施工计划表；

最后清点设备和施工工具，填写设备清单和工具清单。

2、设备安装的实施。先机械安装再电路接线，施工中要认真细心，注意力集中，尽量保证安全无隐患。

3、程序的载入。将控制程序下载到控制器中，以备调试。

4、设备的调试。先静态调试再联机调试，对每个动作逐一单项调试，记录静态调试表，最后联机调试。

5、现场清理。清点工具、整理材料、打扫卫生。

6、设备验收。检查设备，填写设备质量验收表。

1.5 工业自动线技术的过程

现代的机电设备不论结构简单还是复杂都是一个完整的系统，由几个或多个部分组成，为了保证设备的正常运行及使用寿命，需要保证安装与调试的质量，对于每一项工序都要严格按照有关的工艺、技术要求进行。安装与调试的主要过程包括：验收零部件、设备安装、设备调试、设备试运行、设备的移交与验收。

1、验收零部件

在验收过程中需要检查零部件有无破损、丢失，附件、随机备件、专用工具、技术资料等是否与零部件清单相符，填写设备零部件验收清单，存入设备档案。

2、设备的安装

设备安装应按照技术部门提供的设备工艺平面布置图、安装施工图、基础图、设备轮廓尺寸以及相互间距等要求划线定位，组织基础施工及设备搬运就位，然后按照设备设计安装图要求，将各零部件、组件安装在相应的位置上，组合成一个整体，在用导线将元器件之间进行电气连接，完成一个具有一定功能的设备，以便进行整机调整和测试。安装的操作要求：

(1)、对安装工作要总体布置、统一安排，对每一项安装都必须有总体布置，做到统一安排，统一指挥，施工中必须对各项工作进行协调处理，集思广益，多征求工作意见。操作人员对各项安装要了如指掌，对下一步该干什么、怎么干、缺什么材料和配件，还存在什么问题等都要心中有数，该提前做的准备工作，必须提前到位，这样才不至于在安装工作中造成停工待料的被动局面。

(2)、安装工作要有主有次，分轻重缓急，只有对工序有一个合理的安排，有计划有目的地进行安装工作，才能达到事半功倍的效果，不能急于求成，工序颠倒。

安装包括机械安装和电气安装两大部分。

1) 机械安装。机械安装的过程包括：清点、组装、调整、总装、检验。

① 清点：根据设备技术资料清点设备的零部件是否齐全、符合要求。

② 清洗：去除零件表面的或部件中的油污、机械杂质、锈蚀等。

③ 组装：将零部件通过各种连接方法安装在一起，组装成一个整体，是指具有独立的功能。组装前一定要核实零部件的型号、尺寸及相关精度，确认无误后方可组装。组装的原则：先轻后重、先打后小、先铆后装、

先装后焊、先里后外、先平后高，上道工序不影响下道工序。

- ④ 调整：包括平衡、校正、配作等。
 - a. 平衡：对设备中的零部件进行平衡，防止设备在使用中出现振动；
 - b. 校正：产品中各零部件要安装到相应的位置，并通过适当的调整方法达到装配精度要求。
 - c. 配作：两个或多个零部件装配后固定到相应位置以后，对其进行加工，以达到零部件表面结合的精度要求，如配钻、配刮、配磨等。
 - ⑤ 总装：按照总装图，将机械本位安装在底座上，矫正水平后，再安装组件，或将调整好的组件安装在机械本位上，最后将整机安装在底座上。其原则与组装原则相同。
 - ⑥ 检验：安装完成后，按照技术文件要求进行质量检查，主要检查外观、正确性、安全性、精度等。
- 2) 电气安装。电气安装是根据设备电器布置图，将电气元件安装在相应的位置，根据接线图连接所有元部件，对设备要可靠的接地保护，安装完毕应对电气设备进行绝缘测试。电气安装时应注意事项：
- ① 安装前应检查电气元件是否符合标准。
 - ② 电气元件安装固定时力度要合适，避免损坏器件。
 - ③ 布线时不同电压的等级导线不得用同一线管。
 - ④ 接线时一定要按照接线图或电气原理图上的标号，给导线套上线号管。
 - ⑤ 导线不得裸露金属部分，以防发生触电事故。
 - ⑥ 保护接地线截面积不得小于相线的 1/2，且要用黄/绿双色线。

3、设备的调试

1) 调试目的。调试的目的是发现设计中的缺陷和安装错误，并改正与纠正，或提出改进意见。通过调试确保设备的各项功能和性能指标均达到设计要求。调试包括调整和测试两部分。

- ① 调整：主要根据设备技术条件要求，对设备各机械参数、电气参数进行调整，是设备达到预定的功能和性能。
- ② 测试：主要是对设备的各项技术指标和功能进行测量和实验，并同设计的性能指标进行比较，以确定是否合格。

2) 调试过程。

- ① 根据设备的技术和操作要求，将设备置于原始状态。
- ② 按照要求，加注润滑油。
- ③ 检查个机械部件，特别是是传动部件是否紧固。
- ④ 检查企业管路。
- ⑤ 检查机械保护装置。
- ⑥ 检查电路的接线是否牢固以及绝缘状态。
- ⑦ 检查电压等级是否与设备要求符合。
- ⑧ 调整电器保护装置，并根据要求修订参数。
- ⑨ 通电、通气。

3) 调试原则。调试必须遵循“五先五后”原则：先单机后联调；先手动后自动；先就地后远方(遥控)；先点动后联动。

4) 调试注意事项。设备调试过程中应注意安全，包括设备施工中的安全、设备试运行安全和设备自身的安全状况。施工安全是指相关的操作和运行符合安全要求；设备自身安全是指安装后逐项检查设备的安全状态、性能是否符合要求。

4、设备试运行

设备的试运行一般可分为空转实验、负载实验、精度实验三种。

1) 空转试验：为了检验设备安装精度的保持型、稳定性，各系统运行是否正常运行，各项参数和指标是否符合要求，在无负载情况下进行试验。一定时间的空载运行是新设备投入使用前进行磨合的一个必不可少的步骤。

2) 负载试验：负载实验中检验需检验液压系统、传动、操纵、控制、安全等装置是否符合出厂标准，设备运行是否正常、安全、可靠。不同负载的试运行也是新设备磨合必须进行的工作，磨合实验的质量对设备寿命影响极大。

3) 设备精度试验：一般应在负载试验后按技术资料的规定进行，及检查设备本身的几何精度，也要检查加工精度。该项试验大约在设备投入使用两个月后进行。

设备试运行后要做好设备的检查和记录工作：

- 1) 设备磨合后对其清洗、润滑，检修和更换故障零部件，是设备运行在最佳状态；
- 2) 记录好设备的几何精度和加工精度；
- 3) 整理设备试运行中的情况（包括排除故障）记录；
- 4) 对于无法调整的问题，分析原因进行归纳总结；
- 5) 对设备运行做出评价、办理移交手续，注明参加试运行的人员和日期。

5、设备的验收与移交使用

1) 填写施工验收单，施工质量符合基础图纸和技术要求；

2) 设备验收合格以后办理移交手续，将清单及记录文档送交管理部门，进行建档；

3) 设备移交完毕，由管理部门签收设备投产通知书并存档，作为通知使用、固定资产管理凭证及考核工程的依据。

2.项目篇

2.1 THJDME-1 型光机电一体化设备的结构及组装调试要求

一、 产品概述

本系统是在接近工业生产制造现场基础上又针对教学及实训目的进行了专门设计，强化了自动化生产线的安装与调试能力。主要由导轨式型材实训台、机电一体化设备部件、电源模块、按钮模块、PLC 模块、变频器模块、交流电机模块、步进电机及驱动器模块、模拟生产设备实训单元（包含上料机构、搬运机械手、皮带输送线、物件分拣等）和各种传感器等组成。采用开放式和拆装式结构设计，可根据现有的机械部件组装生产设备，使整个装置能够灵活的按实训教学需要组装机电一体化设备。装置采用工业标准结构设计及抽屉式模块放置架，组合方便。控制对象均采用典型机电设备部件，接近工业现场环境，满足实训教学或技能竞赛需求。涵盖了机电一体化和电气自动化专业中所涉及的 PLC 控制、变频调速、步进调速、传感检测、气动、机械结构安装与系统调试等内容。为培养可持续发展的机电一体化高技能人才提供一个良好的平台。



图 2.1.1 THJDME-1 系统示意图

二、 产品特点

1、 该装置融典型机电一体化设备机械部件安装、气动系统的安装与调试、电气控制电路的安装和 PLC 编程、机电设备安装与调试、自动控制系统安装与调试于一体，满足实训教学和竞赛的需要。

2、该实训考核装置 PLC 模块 I/O 端子、变频器接线端子、交流电机接线端子、步进电机驱动器接线端子、各常用模块与 PLC 连接端子，均采用安全插座连接，使用带安全插头的导线进行电路连接；各光电开关、行程开关、传感器和指示元件的电路，则通过端子排进行连接。插拔线连接电路与端子排连接电路相结合，既保证学生基本技能的训练、形成和巩固，又保证电路连接的快速、安全和可靠。

三、 安装与调试的工作任务

1. 气动系统的安装与调试

通过配置的单杆气缸、双杆气缸、旋转气缸、气动手指等气动执行元件和单控电磁换向阀、双控电磁换向阀和磁性开关等气动控制元件，可完成下列气动技术的工作任务：

- ① 单杆气缸动作回路的安装
- ② 气动方向控制回路的安装
- ③ 气动速度控制的调试
- ④ 气动顺序控制回路的安装
- ⑤ 气动机械手臂的安装
- ⑥ 气动系统安装与调试

2. 电气控制电路的安装

通过配置的交流电机、步进电机、指令开关和传感器等，可完成下列电气安装的工作任务：

- ① 交流电机正反转控制电路的连接
- ② 交流电机调速控制电路的连接
- ③ 步进电机控制电路的连接
- ④ 传感检测电路的连接

3. PLC 编程

- ① 步进电机控制程序编写
- ② 异步电机正反转控制程序编写
- ③ 异步电机调速控制程序编写
- ④ 搬运机械手控制程序编写
- ⑤ 皮带输送线控制程序编写
- ⑥ 机电一体化设备控制程序编写

4. 工业自动线技术

通过配置的机电一体化设备部件、PLC 模块、变频器模块、步进电机模块、指令开关和传感器等，可完成下列机电设备安装和机电一体化技术的工作任务：

- ① 工件库及工件推出设备的安装与调整
- ② 搬运机械手设备的安装和调试
- ③ 皮带输送线设备的安装与调整
- ④ 物件分拣设备的安装与调试
- ⑤ 机电一体化设备安装与调试

5. 自动控制系统安装与调试

通过配置的机电一体化设备部件、PLC 模块、变频器模块、步进电机模块、指令开关和传感器等，可完成下列机电设备安装和机电一体化技术的工作任务：

- ① 上料结构的自动控制
- ② 搬运机械手的自动控制

- ③ 皮带输送线的自动控制
- ④ 机电一体化的自动控制
- 6. 通过考核或技能竞赛，可考察的职业能力
 - ① 机械构件的装配与调整能力
 - ② 机电设备的安装与调试能力
 - ③ 电路安装与调试能力
 - ④ 气动系统的安装与调试能力
 - ⑤ 机电一体化设备控制程序编写能力

2.2 项目一 上料机构的安装与调试

一、项目要求

- 1、能识读机械安装图，根据安装图会安装机械零部件；
- 2、正确安装气动元件；
- 3、按照设备电路图正确连接电气回路；
- 4、根据工艺要求设计控制程序；
- 5、调试设备实现上料功能，处理调试工程出现的问题。

二、考核技能

- 1、识读机械安装图；
- 2、看懂电路图，正确接线；
- 3、能安装气动系统；
- 4、能排除一般电气、机械故障；
- 5、控制程序的编写。

三、安全规范

- 1、穿戴好安全防护用具。严禁穿凉鞋、背心、短裤、裙装进入施工现场；
- 2、使用绝缘工具，并认真检查工具绝缘是否良好；
- 3、停电作业时，必须验电确认无误后方可工作；
- 4、带电作业时，必须检查无误后在老师的监护下进行；
- 5、树立安全和文明意识。

工作实施

一、项目准备工作

1、识读设备图样及技术文件

(1) 装置简介

1) 功能与组成

上料机构相当于实际自动化生产设备中的原料供应站，其功能是将放置在料仓中的待加工原料依次自动推出到物料台上，以便机械手将其抓取，输送到其他工作站。由井式工件库、光电传感器、工件、存放料台、推料气缸、安装支架等组成。

2) 工作流程

按下“启动”按钮，该机构将工件依次送至存放料台上，没有工件时，报警指示黄灯闪烁，放入工件后闪烁自动停止，按下“停止”按钮，上料工作结束。

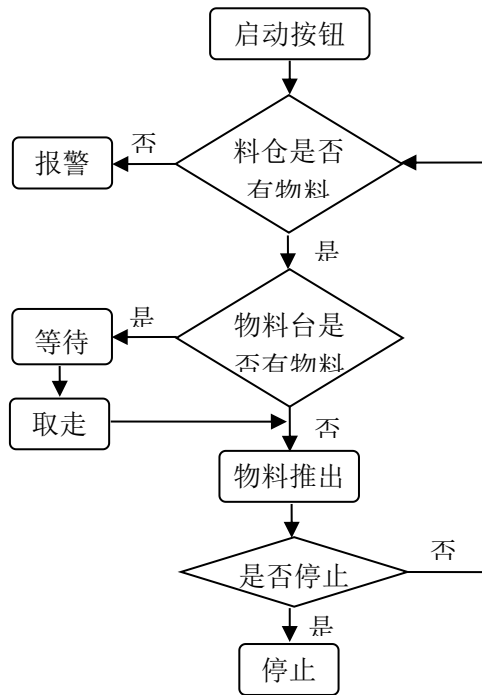


图 2.2.1 上料机构工作流程框图

(2) 识读机械装配图
1) 机械结构组成



图 2.2.2 上料机构组成图

① 光电传感器：物料检测为光电漫反射型传感器，推料气缸件物料推出到

- 存放料台，有物料时为 PLC 提供一个输入信号。
- ② 推料气缸：依次将工件推到存放料台上，由单相电控气阀控制。
 - ③ 警示灯：在设备停止时指示红色，在设备运行是指示绿色，在无物料时黄色闪烁。
 - ④ 井式工件库：用于存放 $\Phi 32\text{mm}$ 工件，料筒侧面有观察槽。
 - ⑤ 安装支架：用于安装工件库和推料气缸。
- 2) 分析装配示意图
- ① 机械装配部件示意图

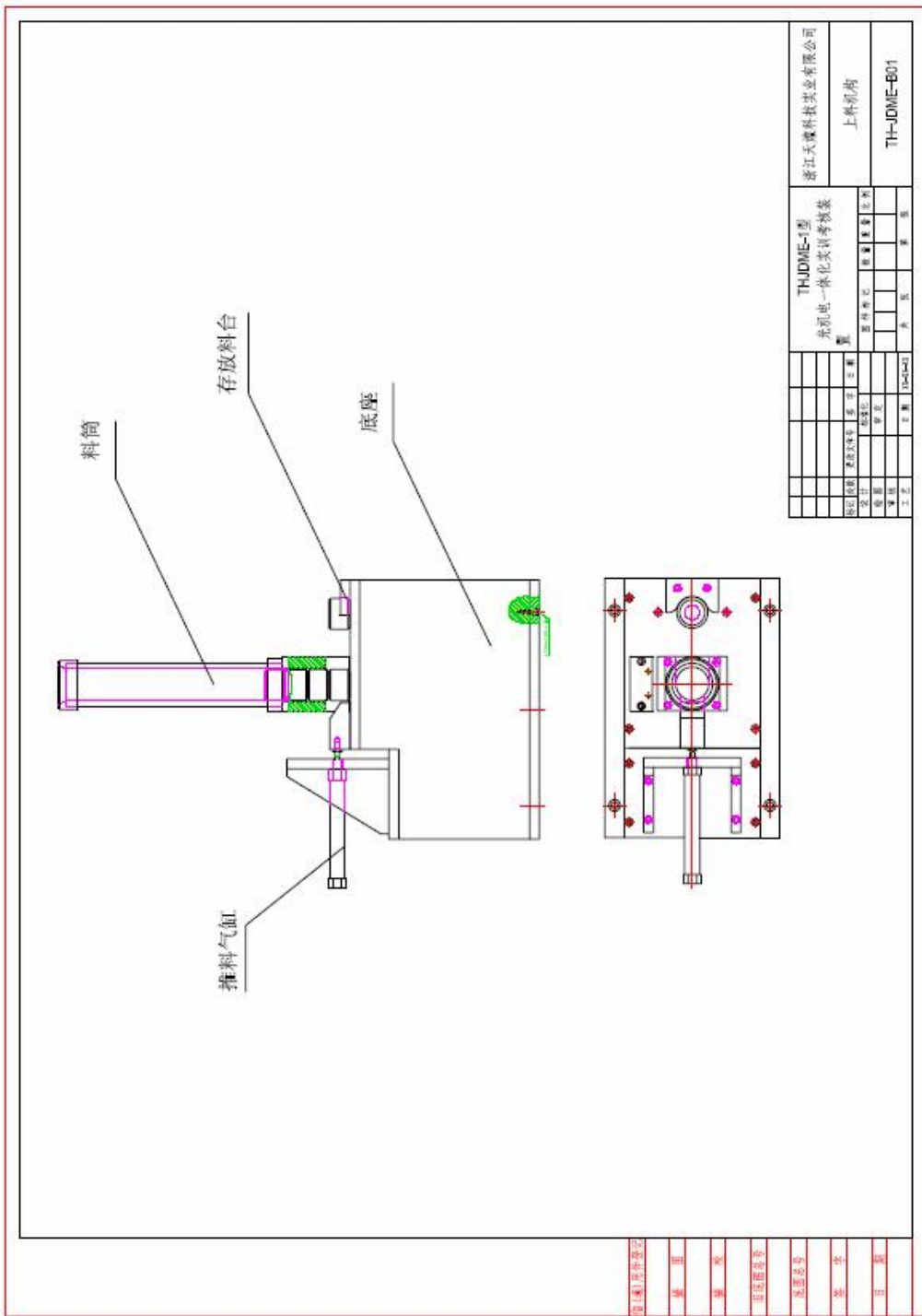


图 2.2.3 机械部件示意图

② 气动安装部件示意图
 气动控制回路图如下所示

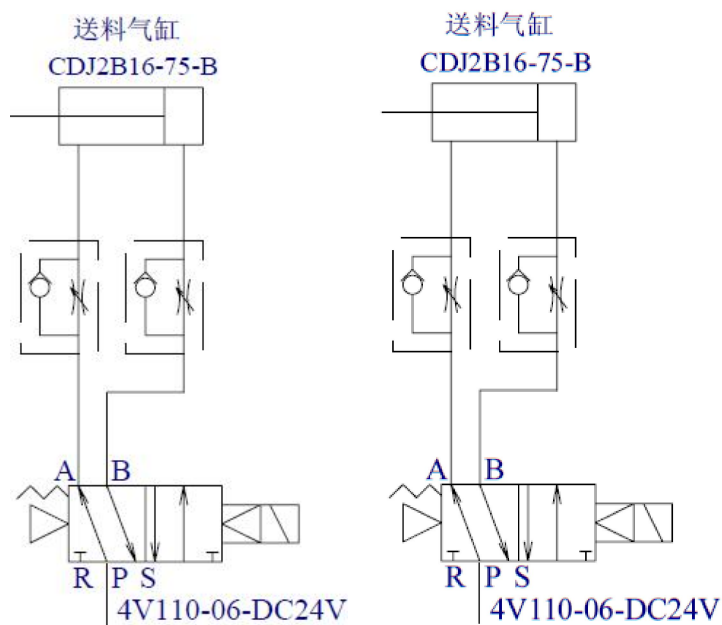


图 2.2.4 气动控制回路图

(3) 识读电路图

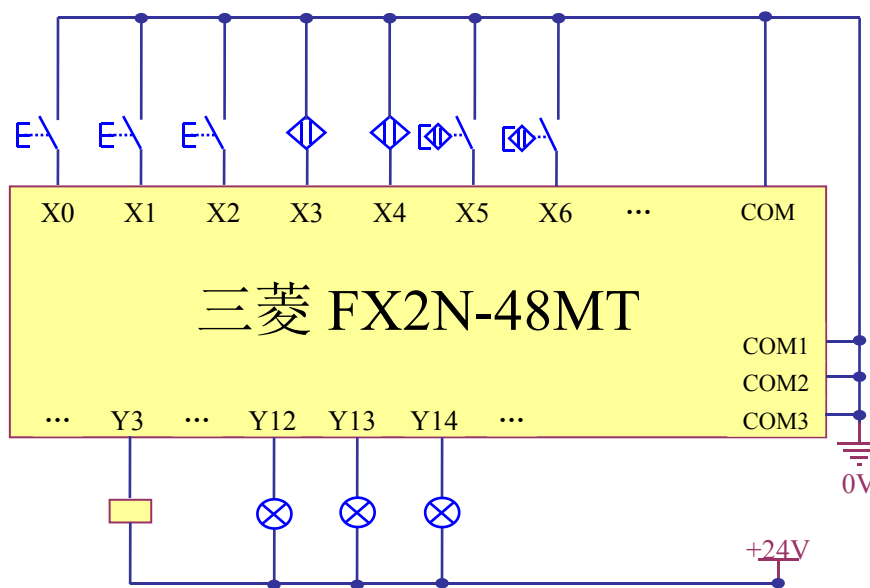


图 2.2.5 上料机构的电路图

表 2.2.1 I/O 分配表

输入 I			输出 O		
序号	PLC 地址	名称及功能说明	序号	PLC 地址	名称及功能说明
1	X0	启动按钮	1	Y3	物料推出
2	X1	停止按钮	2	Y12	警示红灯
3	X2	复位按钮	3	Y13	警示绿灯
4	X3	物料检测光电传感器	4	Y14	警示黄灯
5	X4	物料推出检测光电传感器			

6	X5	物料推出限位传感器			
7	X6	退料缩回限位传感器			

(4) 制定施工计划

上料机构安装与调试的流程如图 2.2.6，根据任务制定详细的操作计划。

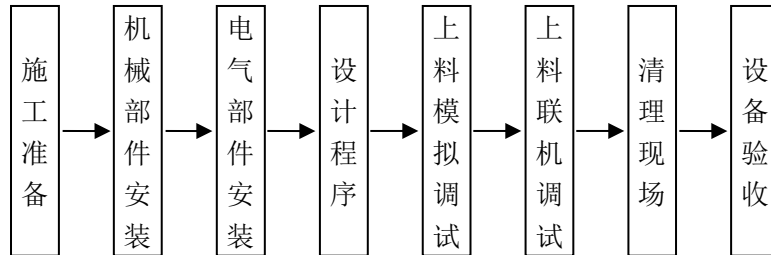


图 2.2.6 上料机构安装与调试的流程

表 2.2.2 施工计划表

设备名称：上料机构				
序号	施工任务	施工人员	工序定额	备注
1	阅读设备技术文件			
2	机械部件安装与调整			
3	电气部件安装与调整			
4	设计程序			
5	上料模拟调试			
6	上料联机调试			
7	清理现场、整理文件			
8	设备验收			
施工日期		总共时 (h)	施工人数 (人)	施工负责人

2、施工操作准备

(1) 零部件清点

检查零部件是否齐全，并归类放置。

表 2.2.3 设备清单

序号	名称	型号规格	数量	单位	备注
1	PLC 模块	FX2N-48MT	1	块	三菱
2	物料台支架	实训设备配置	1	个	
3	推料支架	实训设备配置	1	个	
4	井式工件库	实训设备配置	1	个	
5	警示灯及支架	红、黄、绿三色	1	套	

6	电源模块	JD01A	1	块	
7	按钮模块	JD02A	1	块	
8	物料推出机构	实训设备配置	1	套	支架和推头
9	单缸气缸	CDJ2B16-75	1	只	
10	单向电磁阀	4V110-06	1	只	
11	磁性传感器	D-C73	2	只	
12	光电传感器	E3Z-LS61/SB03-1K	2	只	
13	螺钉	不锈钢内六角 M5×16	6	只	
14		不锈钢内六角 M3×12	若干	只	
15	螺母	椭圆形螺母 M6	6	只	
16	垫圈	$\phi 5$	6	只	
17		$\phi 3$	若干	只	
18	导线	BVR-1.5mm ²	若干	根	
19	气管	$\phi 3$	若干	根	
20	气源	AFR-2000	1	个	
21	静音气泵	BL: 0.017/8	1	台	0.6~0.8Mpa



图 2.2.7 电源模块



图 2.2.8 按钮模块



图 2.2.9 PLC 模块

1) 电源模块：三相四线 380V 交流电源经三相电源总开关后给系统供电，设有保险丝，具有漏电和短路保护功能，提供单相双联暗插座，可以给外部设备、模块供电，并提供单、三相交流电源，同时配有安全连接导线。

2) 按钮模块：提供红、黄、绿三种指示灯（DC24V），复位、自锁按钮，急停开关，转换开关、蜂鸣器。提供 24V/6A、12V/5A 直流电源，为外部设备提供直流电源。

3) PLC 模块：采用日本三菱 FX2N-48MT（AC/DC/晶体管输出）主机，内置数字量 I/O（24 路数字量输入/24 路晶体管输出）。每个 PLC 的输入端均设有输入开关，PLC 的输入/输出接口均以连接到面板上，方便用户使用。

(2) 工具清点

施工人员应该清点所用工具的数量，以保证实践操作的顺利进行。

表 2.2.4 工具清单

序号	名称	型号规格	数量	单位
1	工具箱	实训设备配置	1	个
2	活络扳手	150mm	1	把
3	内六角扳手	1.5-10(mm)	1	套
4	螺钉旋具	一字 5×75/3×200/3×75(mm)	3	把
5		十字 6×250/5×75/3×50(mm)	3	把
6	尖嘴钳	150mm	1	把
7	剥线钳	150mm	1	块
8	钟表螺钉旋具	#0/#1/1.4-3.0(mm)	1	套
9	镊子	100mm	1	把
10	剪刀	150mm	1	把
11	电烙铁	A021850	1	只
12	万用表	VC830L	1	只
13	多用途斜边三角尺	306-1/30cm	1	套
14	编程软件	GX Developer version8.52E 中文版	1	套
15	编程电缆	SC-90	1	根
16	计算机	自定	1	台

二、 项目实践操作

1、 机械部件安装

(1) 机械安装前准备

- 1) 清理现场，保证施工环境的干净整洁，防止油污、碎屑等对设备安装的影响；
- 2) 备齐相关机械零部件及图样，以便检查核对；
- 3) 选好机械组装的工具；
- 4) 根据装配示意图，绘制安装流程图，确定合理的组装顺序。

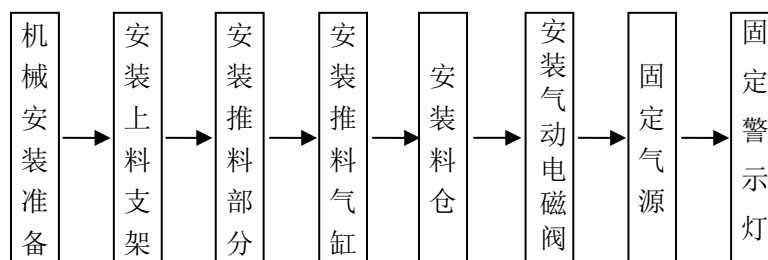


图 2.2.10 安装流程图

(2) 机械安装的实施过程

上料机械结构的铝合金板材如图 2.2.11:



图 2.2.11 铝合金板材

1) 上料支架安装

首先根据上料支架的尺寸在试验台上划线定位，然后在设备台面凹槽内放入螺母，再用螺丝固定支架。如图所示：

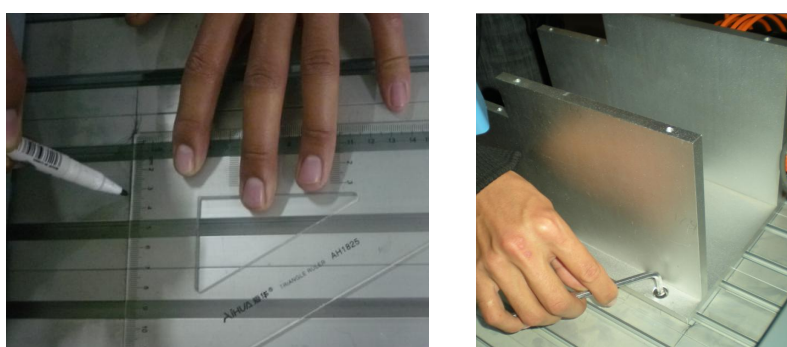


图 2.2.13 支架安装图

注意：须将试验台边缘塑料卡板搬开，才能将螺母放入台面的铝合金槽内。

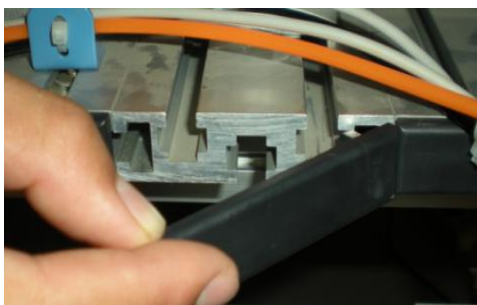


图 2.2.13 卡板拆卸图

2) 推料部分的安装



图 2.2.14 推料气缸示意图

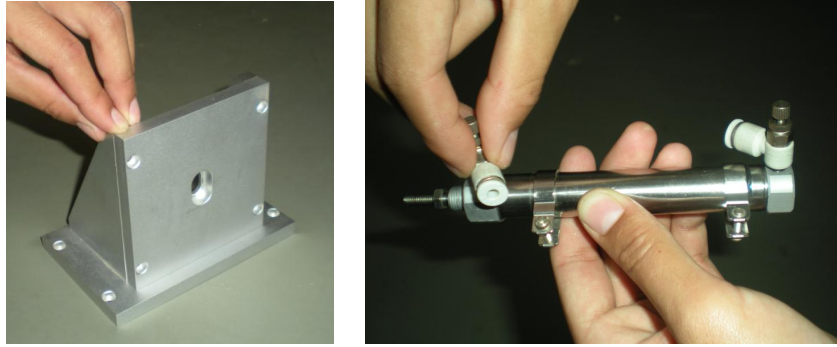


图 2.2.15 推料气缸安装图

气缸的正确运动使物料到达相应的位置，只要交换进出气的方向就能改变气缸的伸出（缩回）运动，气缸两侧的磁性开关可以识别气缸是否已经运动到位。

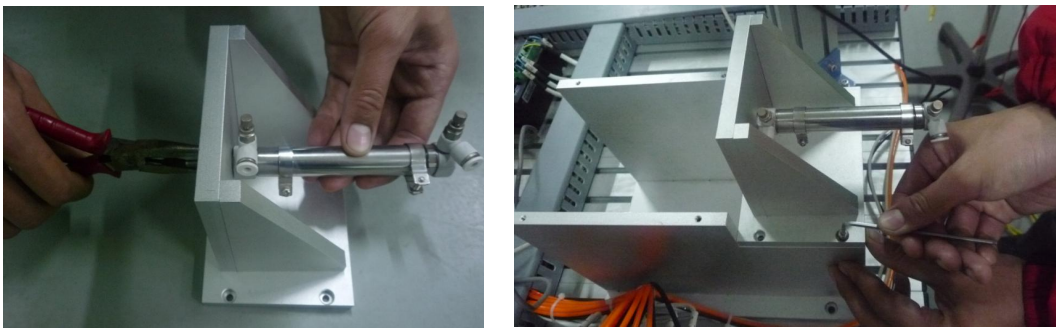


图 2.2.16 推料气缸支架安装图

注意：将气缸固定到支架上时，要使气缸调节阀向上，以便连接气压管。

3) 料仓的安装

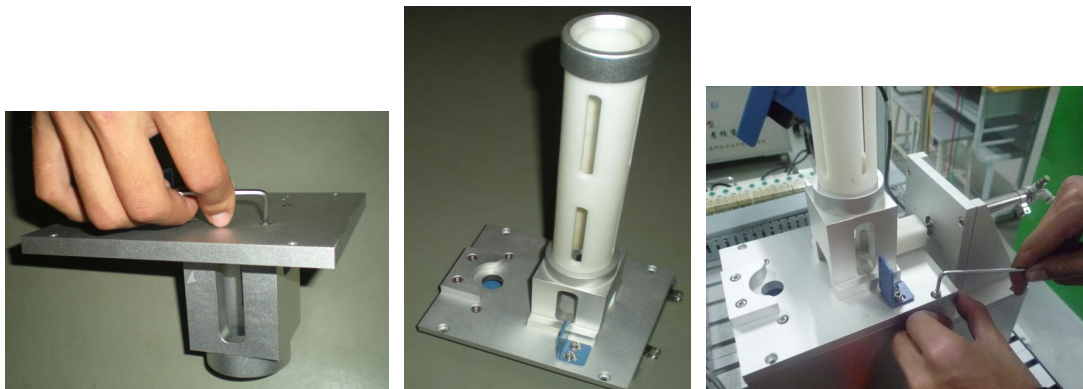


图 2.2.17 上料支架安装示意图

4) 气动电磁阀的安装



图 2.2.18 气动电磁阀示意图

单向电控阀用来控制气缸单向运动，实现气缸的伸出、缩回运动。



图 2.2.19 气动电磁阀安装图

5) 固定调压器



图 2.2.20 调压器安装图

6) 固定警示灯

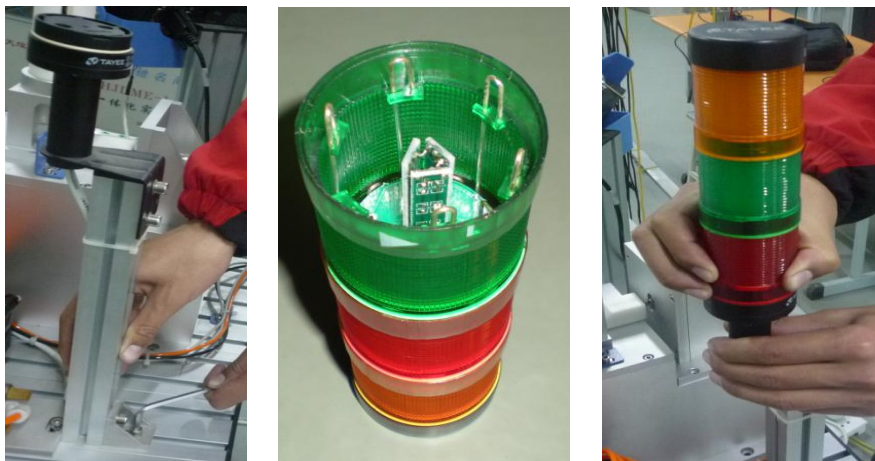


图 2.2.21 警示灯安装图

注意：安装时将警示灯五个弹簧针对准基座的五个金属片。

2、电气元件安装

(1) 电气安装前准备

- 1) 检查电源开关，确保电源处于断开状态，保证施工无隐患；
- 2) 准备好电路连接的相关图样，以供操作时查阅；
- 3) 选好电气安装用的工具；
- 4) 剪好管线号；
- 5) 制定电气安装的步骤，做到施工有序。

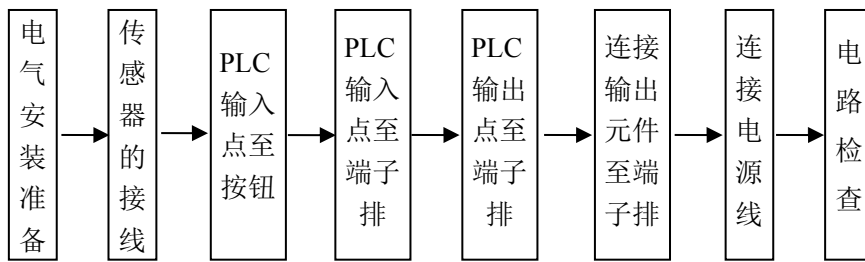


图 2.2.23 安装流程图

(2) 电气安装操作过程

1) 传感器的安装

- ① 物料检测光电传感器至端子排，光电传感器有三根引出线，棕色表示“+”接“+24V”，蓝色表示“-”接“0V”，黑色表示“输出”接“信号输入端”。

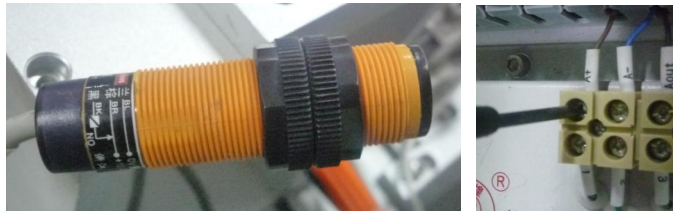


图 2.2.24 传感器接线图

- ② 磁性限位传感器至端子排，磁性限位传感器有两根引出线，蓝色表示“-”接“0V”，棕色表示“+”接“信号输入端”。



图 2.2.25 磁性开关接线图

- ③ 电磁阀至端子排，电磁阀有两根引出线，“1”接“+”，“2”接“-”。



图 2.2.26 电磁阀接线图

2) PLC 与接线柱安装



图 2.2.27 PLC 接线图

3) 按照 I/O 接线图连接导线

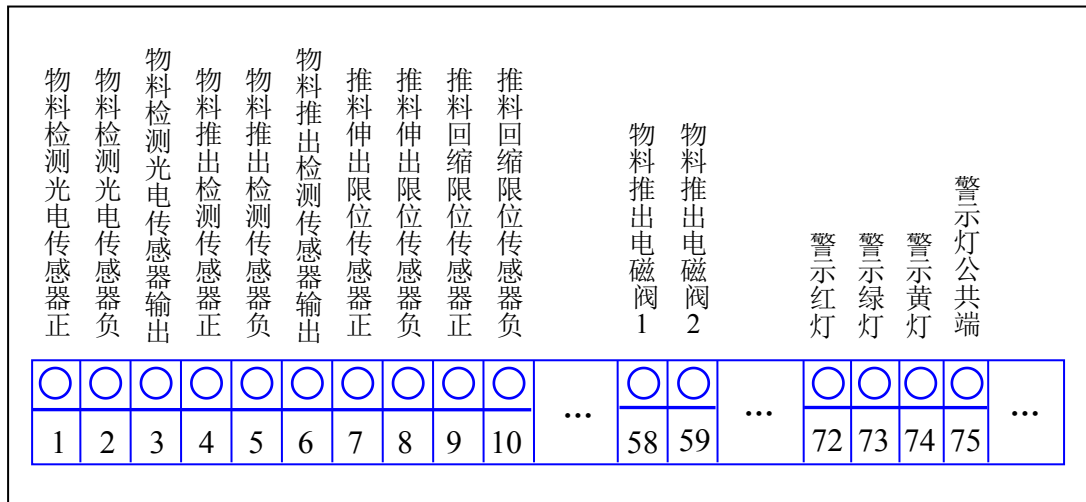


图 2.2.28 端子接线示意图

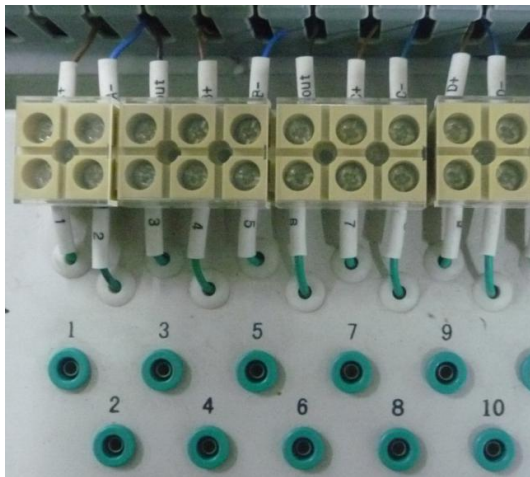


图 2.2.29 实际端子接线图

表 2.2.5 电气接线规则表

序号	器件名称	接线规则
1	磁性传感器	正端与 PLC 的输入端相连, 负端连接至 24V 直流电源的“0V”端。
2	光电传感器	信号输出端与 PLC 的输入端相连, 正端连接至 24V 直流电源的正端, 负端全部连接至 24V 直流电源的负端。
3	按钮开关	常开端与 PLC 的输入端相连, 公共端连接至直流电源的“0V”端。
4	电磁阀	负端与 PLC 的输出端相连, 正端连接至 24V 直流电源的正端。
5	警示灯	信号端接 PLC 的输出端, 公共端接 24V 直流电源的正端。

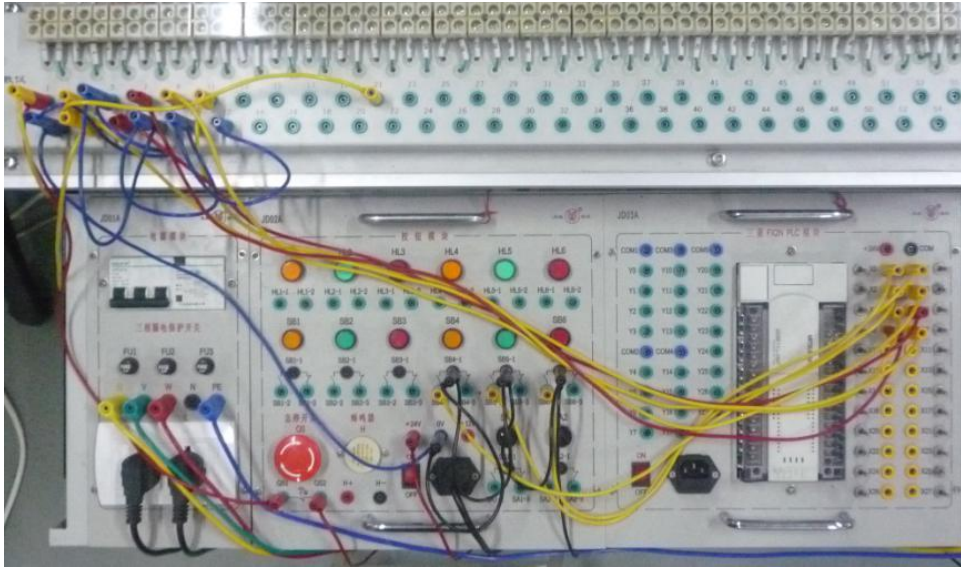


图 2.2.30 实际接线图

注意：

1. 接线时三线传感器正接正、负接负、out 接 PLC 输入口，输入端 COM 口与 0V 相连，两线传感器正接 PLC 输入口、负接 PLC 的 COM 口或 0V。执行机构正接正、负接 PLC 输出口，PLC 的输出 COM 口接 0V，因为此 PLC 为晶体管输出，且电流从输出口流入 PLC，从 COM 端流出。
2. 传感器的引出线务必连接正确，否则会烧毁传感器。
3. 在进行接线等操作时，请务必在切断电源后进行，以避免发生事故。
4. 在进行配线时，请勿将配线屑或导电物落入可编程控制器内。
5. 请勿将异常电压接入 PLC 电源输入端，以避免损坏 PLC。
6. 请勿将 AC 电源接于 PLC 输入/输出端子上，以避免烧坏 PLC，请仔细检查接线是否有误。

3、根据工艺要求设计程序

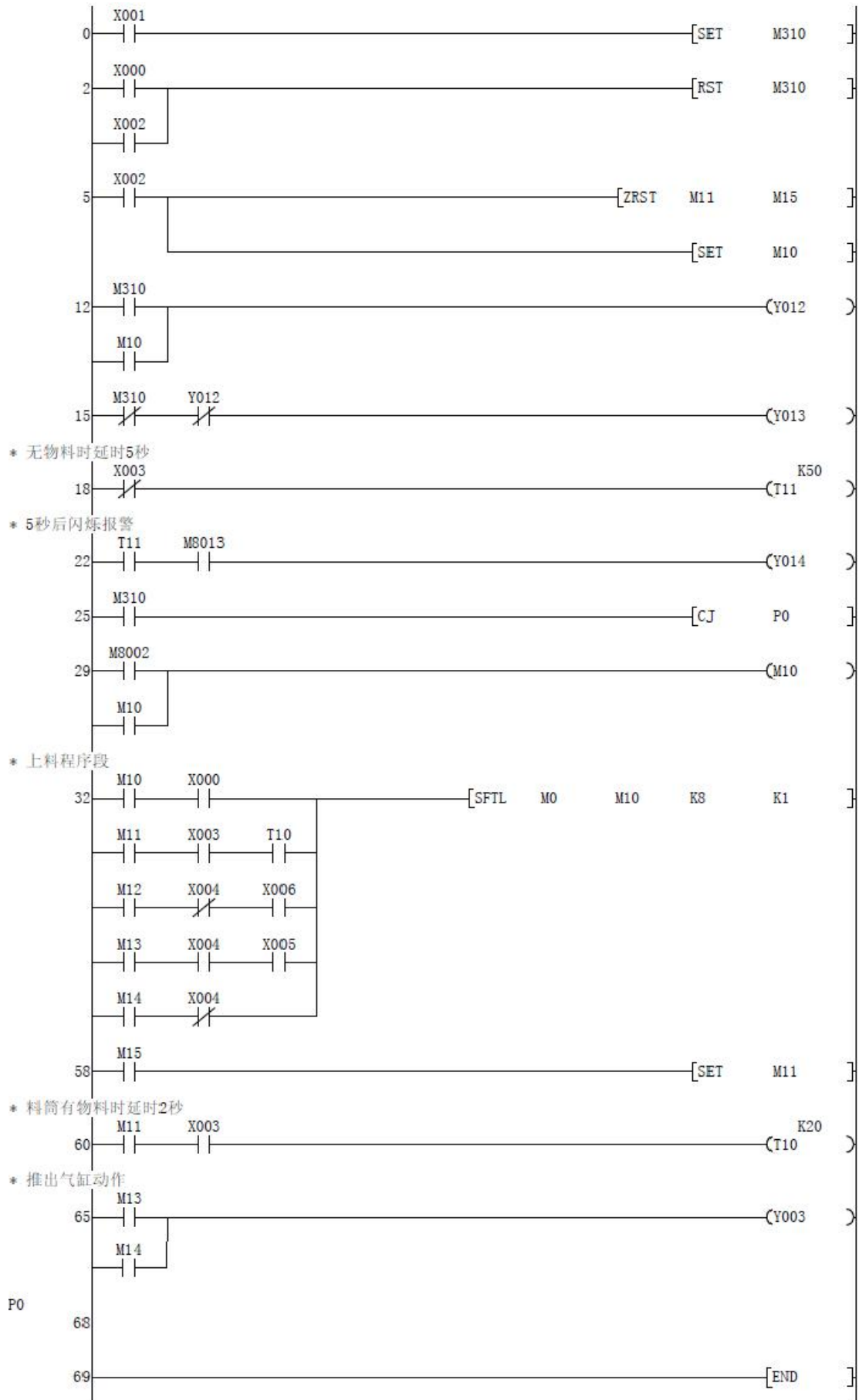
1) 工艺要求

- ① 点动“启动”按钮启动，警示绿灯亮，若料筒内有物料且料台前方无物料则气缸把物料推出，前方物料拿走后气缸缩回，若料筒仍有物料则延迟两秒后物料再推出。
- ② 若料筒内无物料则延迟五秒后警示黄灯闪亮，放入物料后警示黄灯停止闪亮。
- ③ 点动“停止”按钮后，程序停止，警示绿灯熄灭，警示红灯点亮，若要重新推料请再次点击“启动”按钮。
- ④ 出现工作紊乱时可点击“复位”按钮，推料气缸缩回原位，点击“启动”按钮重新启动。

2) 程序设计

- ① 设计启动、停止和复位的程序部分；
- ② 上料待启动程序设计，等待按下启动按钮；
- ③ 检测无物料报警程序设计
- ④ 推料程序设计

参考程序如下：



指令说明：ZRST 成批复位（或区间复位），如图 2.2.31



图 2.2.31 批复位指令说明图

表示 X2 闭合以后 M11~M15 五个中间继电器全部复位。

M8013 特殊功能继电器，能发出一秒脉冲，即它的触点每秒通断一次。

M8002 特殊功能继电器，PLC 第一次上电它会自动接通一个扫描周期。

CJ 条件跳转，条件成立时程序会从这里直接跳到 CJ 指令后面的标志所在的程序处往后执行。

SFTL 位左移，条件成立时左移一位，如图 2.32

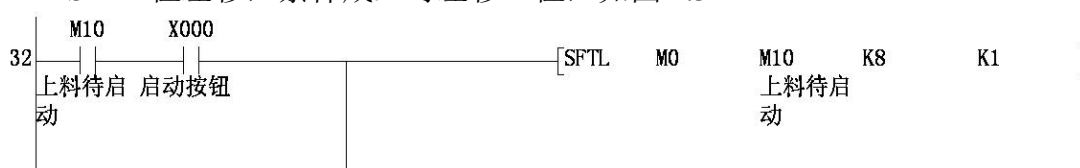


图 2.2.32 SFTL 位左移指令说明图

表示 M10 和 X0 同时接通时 M10~M17 八位的状态依次左移一位，即 M16 的状态给 M17，M15 的状态给 M16，…，M10 的状态给 M11，M10 的空位填入 M0 的状态（M0 若未得电即填入 0）。

3) 程序下载

- ① 将系统左侧的三相四芯电源插头插入三相电源插座中，开启电源控制模块中三相电源总开关，U、V、W 端输出三相 380V 交流电源，单相双连暗插座输出 220V 交流电源。
- ② 用三芯电源线分别从单相双连暗插座引出交流 220V 电源到 PLC 模块和按钮模块的电源插座上。
- ③ 在三菱编程软件中打开编写控制程序，进行编译，当程序有错误时根据提示信息进行相应的修改，直至编译无误为止，编译完成后，用通信编程电缆连接计算机串口与 PLC 通讯口，打开 PLC 模块电源开关，将程序下载到 PLC 中。

注意：

1. 在插拔通信电缆时，请务必确认 PLC 输入电源处于断开状态。
2. 程序下载时将 PLC 的“RUN/STOP”开关拨至“STOP”状态。

4、上料机构调试

1) 调试前的准备工作：

- ① 清理设备上的杂物。
- ② 保证机械动作部分完全正常工作。
- ③ 检查电路连接是否正确，严禁出现短路现象，避免接线错误而烧毁期间。

2) 上料模拟调试

- ① 确认 PLC 输出负载回路电源处于断开状态
- ② 合上断路器，给设备供电
- ③ 将 PLC 的 RUN/STOP 开关置“RUN”位置，按下面板上的按钮，观察

PLC 输出 LED 指示灯的情况。

- ④ 模拟调试完成将 PLC 的 RUN/STOP 开关置“STOP”位置，并将按钮复位。

表 2.2.6 模拟调试记录表

步骤	操作任务	正确结果	观察结果
1	点动“启动”按钮， X3 接通有物料	Y13 指示 LED 灯亮 2s 后 Y3 指示 LED 灯亮	
2	X4 推出到位	Y3 指示 LED 灯熄灭	
3	X3 断开无物料	5s 后 Y14 指示 LED 灯闪烁	
4	点动“停止”按钮	Y12 指示 LED 灯亮 Y13 指示 LED 灯熄灭	

- ⑤ 传感器调试。

1. 料仓放入物料，观察物料检测光电传感器指示灯是否亮起；将物料放入物料推出位置，观察物料推出检测光电传感器指示灯是否亮起，以检查光电传感器的接线和安装位置是否正确。
2. 按下单控电磁阀，观察物料推出限位传感器和退料缩回限位传感器是否工作正常。

3) 上料联机调试

模拟调试完成以后，接通 PLC 输出负载的电源回路，开始联机调试。认真观察设备的运作情况，若出现问题及时按下“停止”按钮或切断电源，放置部件损坏。如果调试中运行结果和预期结果不相符，操作人员应根据现场的情况判断是否切断电源，检查分析原因（机械、电气或程序的问题），然后再进行调试，直至达到预期的效果。

表 2.2.7 上料联机调试结果表

步骤	操作任务	正确结果	备注
1	点动“启动”按钮	警示绿灯亮 2s 后推出物料	
2	无物料	5s 后警示黄灯闪烁	
3	取走物料	2s 后继续推出物料	
4	点动“停止”按钮	警示绿灯熄灭，警示红灯亮	
5	重新点动“启动”按钮	警示红灯、黄灯熄灭，警示 绿灯亮	

设备调试完成以后，试运行一段时间，观察运行情况，确保设备可靠稳定的运作。

注意：调试时带电状态手不要伸入料筒内，避免被气缸打到。

5、清理现场

设备调试结束后要求施工人员要清点工具、整理资料、清扫现场填写登记表等工作。

- 1) 清点工具，对照工具清单清点工具，检查有无丢失并装入工具箱中。
- 2) 资料整理，整理归类技术说明书、电气元件明细表、施工计划表、设备

电路图、程序图等资料并存入档案以备查询。

3) 填写安装登记表, 记录调试过程中出现的问题及解决办法。

4) 打扫设备周围的卫生, 保持整洁干净的环境。

6、设备验收

表 2.2.8 设备验收表

验收项目	要求	存在问题	备注
设备安装	1. 设备部件安装可靠, 位置正确; 2. 电路安装正确, 接线规范		
设备功能	1. 设备起停正常; 2. 各功能正常, 警示灯报警正常		
设备资料	1. 资料齐全, 归类有序		
安全运行	1. 遵守安全操作规范; 2. 保持现场整洁卫生, 工具摆放有序		
时间	开始/结束时间:		

2.3 项目二 搬运机械手的安装与调试

一、项目要求

- 1、能识读机械安装图，根据安装图会安装机械零部件；
- 2、正确安装气动元件；
- 3、按照设备电路图正确连接电气回路；
- 4、根据工艺要求设计控制程序；
- 5、调试设备实现上料功能，处理调试工程出现的问题。

二、考核技能

- 1、识读机械安装图；
- 2、看懂电路图，正确接线；
- 3、能安装气动系统；
- 4、能排除一般电气、机械故障；
- 5、控制程序的编写。

三、安全规范

- 6、穿戴好安全防护用具。严禁穿凉鞋、背心、短裤、裙装进入施工现场；
- 7、使用绝缘工具，并认真检查工具绝缘是否良好；
- 8、停电作业时，必须验电确认无误后方可工作；
- 9、带电作业时，必须检查无误后在老师的监护下进行；
- 10、树立安全和文明意识。

工作实施

一、项目准备工作

1、识读设备图样及技术文件

(1) 装置简介

1) 功能与组成

搬运机械手的功能是将上料机构台上的物料搬运到传送带上，以便传送带运送分拣。主要由气动手爪、双导杆气缸、单杆气缸、电感传感器、磁性传感器、多种类型电磁阀、步进电机及驱动器组成。主要完成机械手臂前伸，前臂下降，气动手指夹紧物料，前臂上升，手臂缩回，手臂旋转到位，手臂前伸，前臂下降，手爪松开将物料放入料口，机械手返回原位，等待下一个物料到位，重复上面的动作。

2) 工作流程

按下“启动”按钮，气动机械手臂前伸，前臂下降，气动手指夹紧物料，前臂上升，手臂缩回，手臂旋转到位，手臂前伸，前臂下降，手爪松开将物料放入料口，机械手返回原位，等待下一个物料到位，重复上面的动作。按下“停止”按钮，搬运工作结束，按下复位按钮，回到原位。

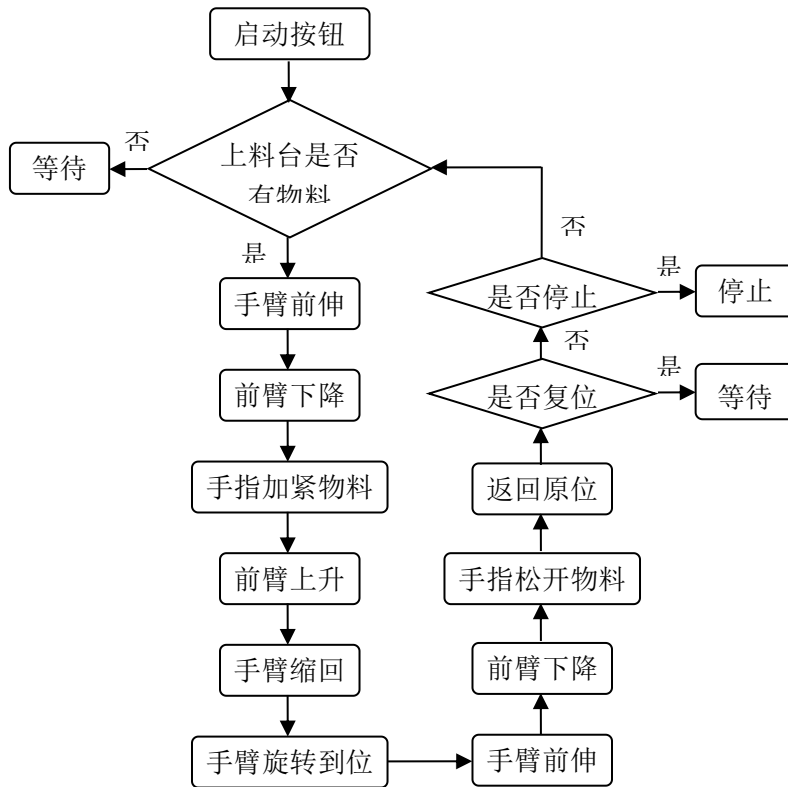


图 2.3.1 搬运机械手工作流程框图

- (2) 识读机械装配图
3) 机械结构组成

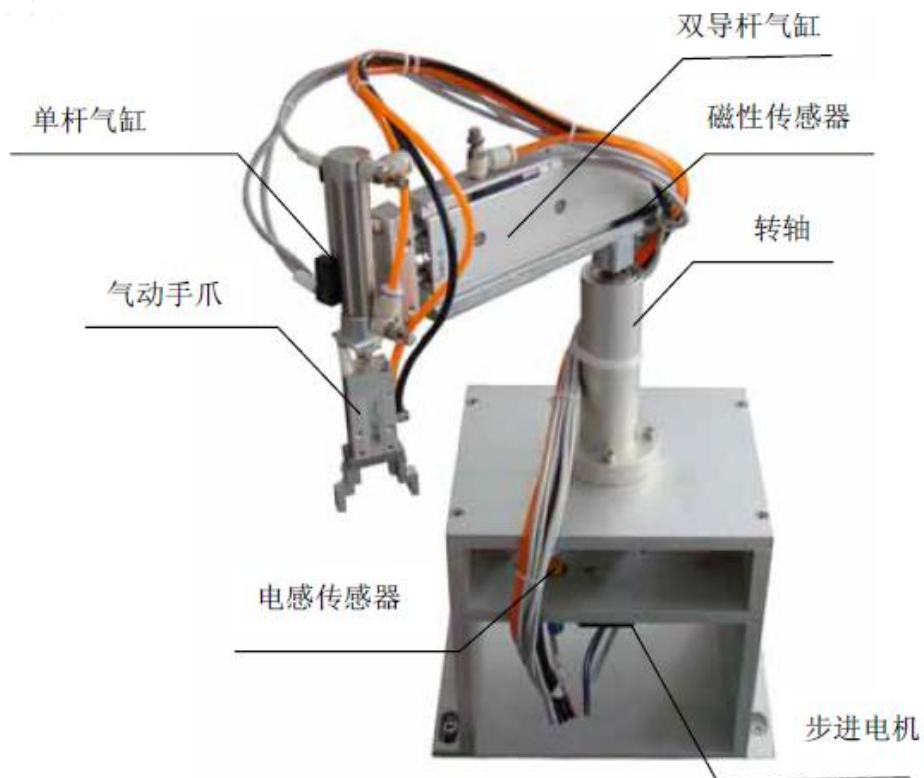


图 2.3.2 搬运机械手组成图

- ① 气动手爪：完成工件的抓取动作，由双向电控阀控制，手爪夹紧时磁性传感器有信号输出，磁性开关指示灯亮。
- ② 双导杆气缸：控制机械手臂伸出、缩回，由电控气阀控制。
- ③ 单杆气缸：控制气动手爪的提升、下降，由电控气阀控制。
- ④ 电感传感器：机械手臂左摆或右摆到位后，电感传感器信号输出。
- ⑤ 磁性传感器：用于气缸的位置检测。当检测到气缸准确到位后将给 PLC 发出一个到位信号。
- ⑥ 步进电机及驱动器：用于控制机械手臂的旋转。通过脉冲个数进行精确定位。

4) 分析装配示意图

① 机械装配部件示意图

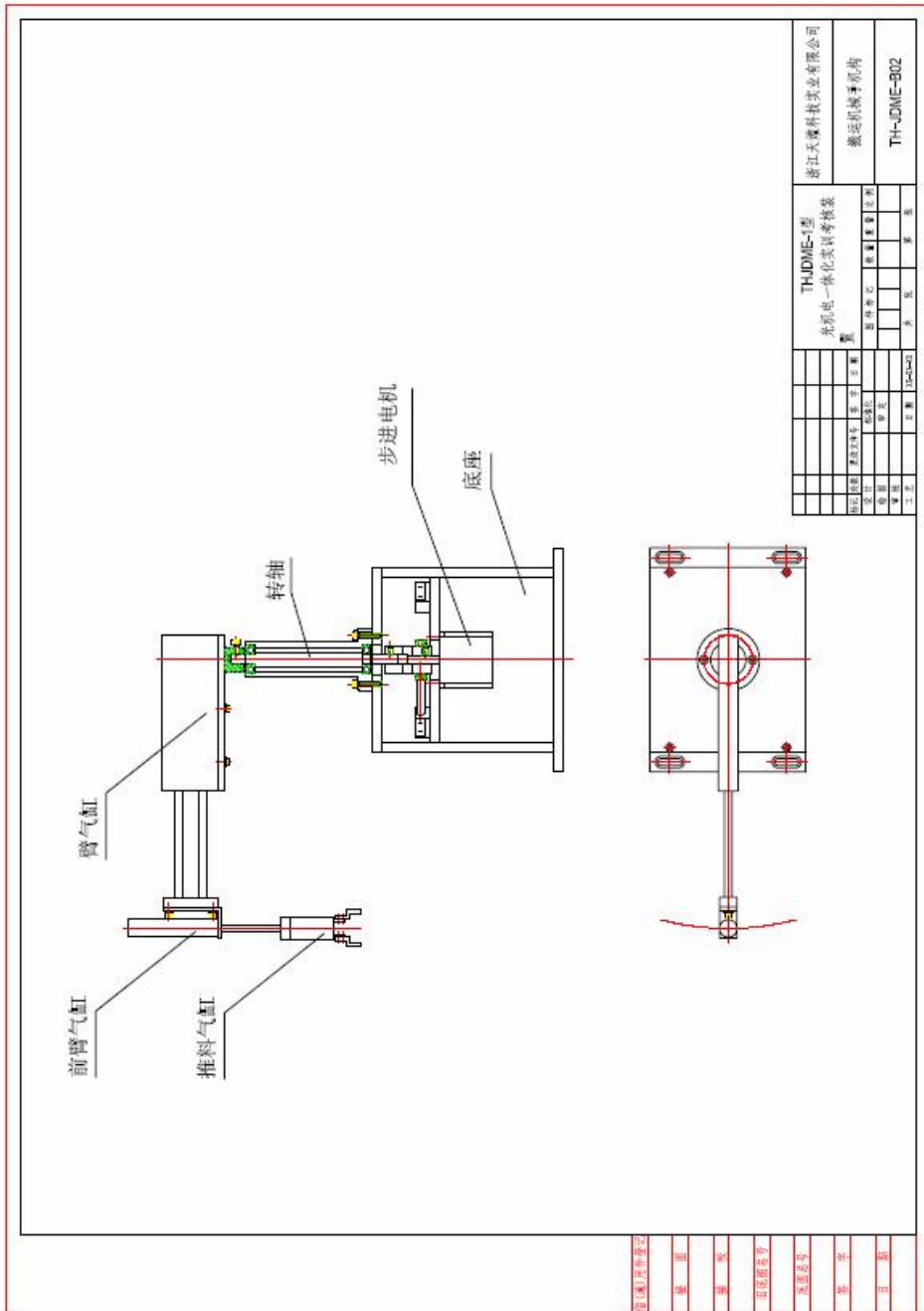


图 2.3.3 机械部件示意图

② 气动安装部件示意图

1. 气动控制回路图如下所示

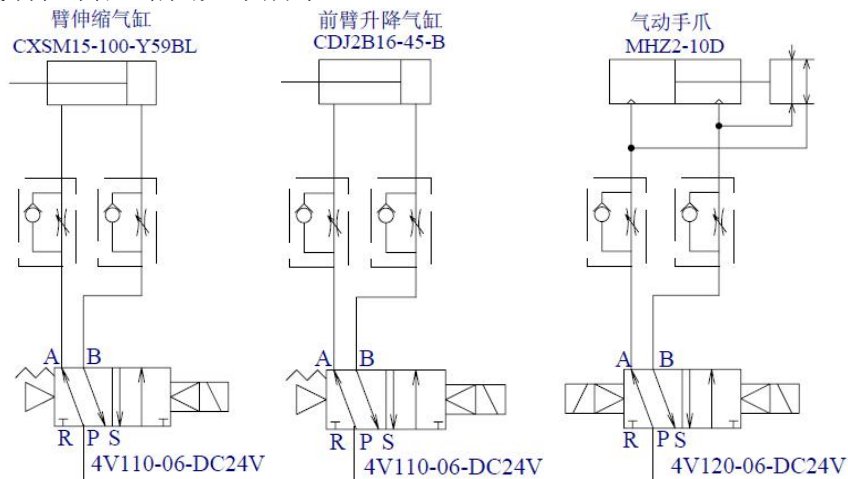


图 2.3.4 气动控制回路图

2. 气动手指控制示意图:

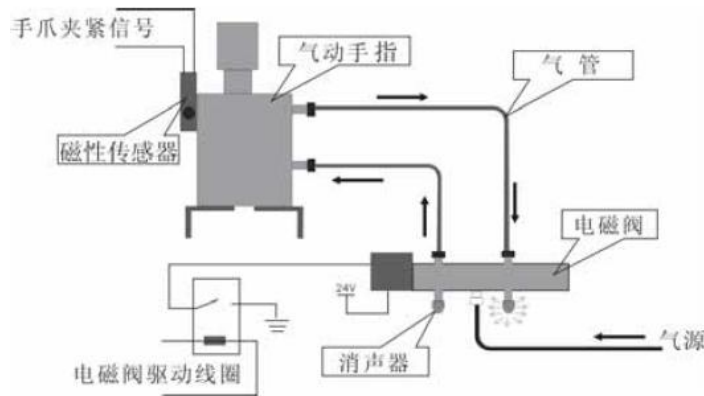


图 2.3.5 气动手指控制图

备注：上图中手爪夹紧由双向电控气阀控制，当夹紧电控气阀得电，手爪夹紧，当松开电控气阀得电，手爪张开。

(3) 识读电路图

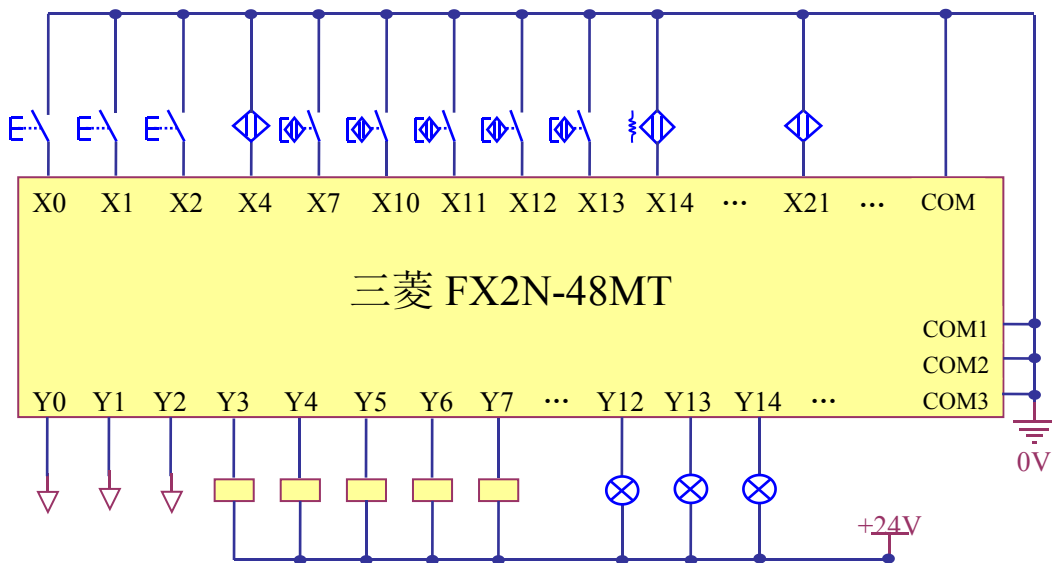


图 2.3.6 搬运机械手的电路图

表 2.3.1 I/O 分配表

I			O		
序号	PLC 地址	名称及功能说明	序号	PLC 地址	名称及功能说明
1	X0	启动按钮	1	Y0	步进电机驱动器 PUL—
2	X1	停止按钮	2	Y1	步进电机驱动器 DIR—
3	X2	复位按钮	3	Y2	步进电机驱动器 ENA—
4	X4	物料推出检测光电传感器	4	Y4	手臂伸出
5	X7	手臂伸出限位传感器	5	Y5	手爪下降
6	X10	手臂缩回限位传感器	6	Y6	手爪夹紧
7	X11	手爪下降限位传感器	7	Y7	手爪松开
8	X12	手爪提升限位传感器	8	Y12	警示红灯
9	X13	手爪夹紧限位传感器	9	Y13	警示绿灯
10	X14	机械手基准传感器	10	Y14	警示黄灯
11	X21	入料检测光电传感器			

(4) 制定施工计划

搬运机械手安装与调试的流程如图，根据任务制定详细的操作计划。

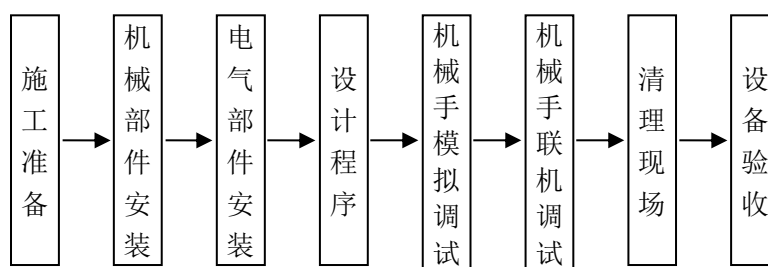


图 2.3.7 搬运机械手安装与调试的流程

表 2.3.2 施工计划表

设备名称：搬运机械手				
序号	施工任务	施工人员	工序定额	备注
1	阅读设备技术文件			
2	机械部件安装与调整			
3	电气部件安装与调整			
4	设计程序			
5	机械手模拟调试			
6	机械手联机调试			
7	清理现场、整理文件			
8	设备验收			
施工日期		总共时 (h)	施工人数 (人)	施工负责人

2、施工操作准备

(3) 零部件清点

检查零部件是否齐全，并归类放置。

表 2.3.3 设备清单

序号	名称	型号规格	数量	单位	备注
1	PLC 模块	FX2N-48MT	1	块	三菱
2	机械手支架	实训设备配置	1	个	
4	手臂支架	实训设备配置	1	个	
5	警示灯及支架	红、黄、绿三色	1	套	
6	电源模块	JD01A	1	块	
7	按钮模块	JD02A	1	块	
8	气动手指	MHZ2-10D	1	只	
9	单缸气缸	CDJ2KB16-45-A	1	只	
10	双缸气缸	CXSM15-100	1	只	
11	单向电磁阀	4V120-06	2	只	
12	双向电磁阀	4V130-06	1	只	
13	磁性传感器	D-A73/D-Y59B	4	只	
14	电感式传感器	LE4-1K		只	
15	调速阀		4	只	出气节流式
16	步进电机	57BYG350CL-SAKSML050	1	个	
17	步进驱动器	3MD560	1	个	
18	限位开关	RC-165-1C25	2	只	
19	螺钉	不锈钢内六角 M5×16	9	只	
20		不锈钢内六角 M4×12	6	只	
21		不锈钢内六角 M3×12	若干	只	
22	螺母	椭圆形螺母 M6	6	只	
23	垫圈	φ 5	9	只	
24		φ 4	5	只	
25		φ 3	若干	只	
26	导线	BVR-1.5mm ²	若干	根	
27	气管	φ 3/φ 5	若干	根	
28	气源	AFR-2000	1	个	
29	静音气泵	BL: 0.017/8	1	台	0.6~0.8Mpa

(4) 工具清点

施工人员应该清点所用工具的数量，以保证实践操作的顺利进行。

表 2.3.4 工具清单

序号	名称	型号规格	数量	单位
1	工具箱	实训设备配置	1	个
2	活络扳手	150mm	1	把
3	内六角扳手	1.5-10(mm)	1	套
4	螺钉旋具	一字 5×75/3×200/3×75(mm)	3	把
5		十字 6×250/5×75/3×50(mm)	3	把
6	尖嘴钳	150mm	1	把
7	剥线钳	150mm	1	块
8	钟表螺钉旋具	#0/#1/1.4-3.0(mm)	1	套
9	镊子	100mm	1	把
10	剪刀	150mm	1	把
11	电烙铁	A021850	1	只
12	万用表	VC830L	1	只
13	多用途斜边三角尺	306-1/30cm	1	套
14	编程软件	GX Developer version8.52E 中文版	1	套
15	编程电缆	SC-90	1	根
16	计算机	自定	1	台

二、 项目实践操作

1、 机械部件安装

(1) 机械安装前准备

- 1) 清理现场，保证施工环境的干净整洁，防止油污、碎屑等对设备安装的影响；
- 2) 备齐相关机械零部件及图样，以便检查核对；
- 3) 选好机械组装的工具；
- 4) 根据装配示意图，绘制安装流程图，确定合理的组装顺序。

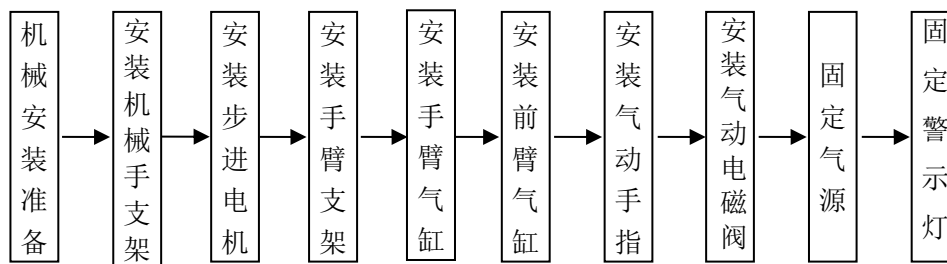


图 2.3.8 安装流程图

(2) 机械安装的实施过程

搬运机械手的机械结构的铝合金板材如图：



图 2.3.9 铝合金板材

1) 搬运机械手支架安装

首先根据支架的尺寸在试验台上划线定位，然后在设备台面凹槽内放入螺母，再用螺丝固定支架。如图所示：

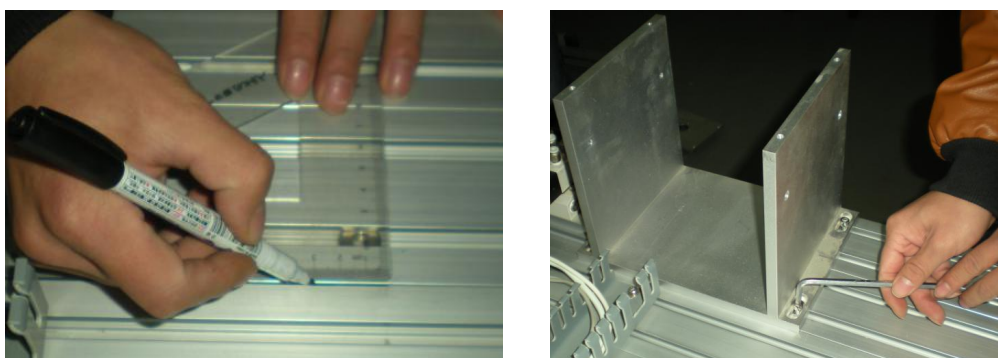


图 2.3.10 搬运机械手支架安装图

注意：须将试验台边缘塑料卡板搬开，才能将螺母放入台面的铝合金槽内。

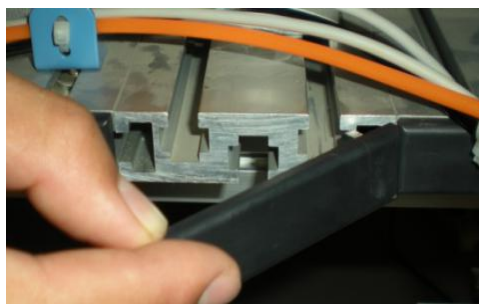


图 2.3.11 卡板拆卸图

2) 步进电机的安装

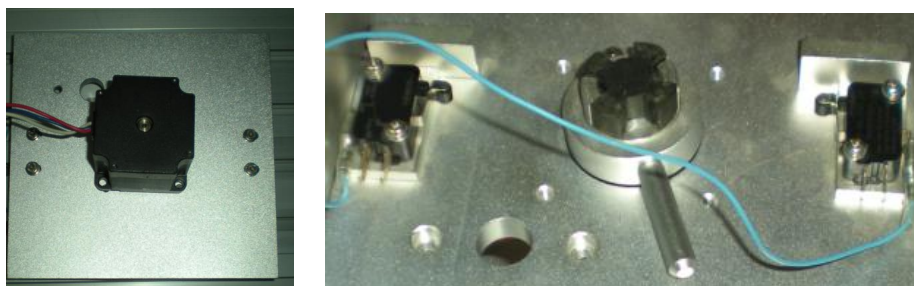


图 2.3.12 步进电机安装图

备注：可将限位开关和电磁式传感器一起安装。

3) 机械手臂

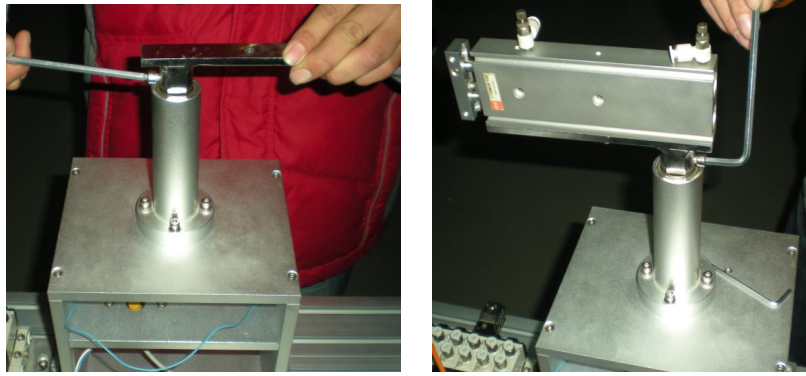


图 2.3.13 机械手臂安装图

4) 机械手前臂的安装

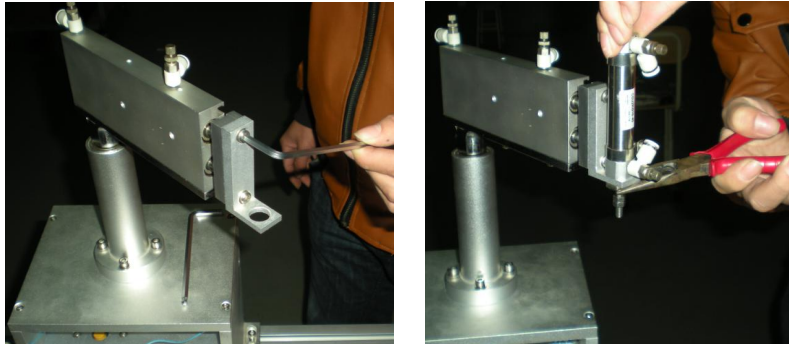


图 2.3.14 机械手前臂安装图

5) 气动手指的安装

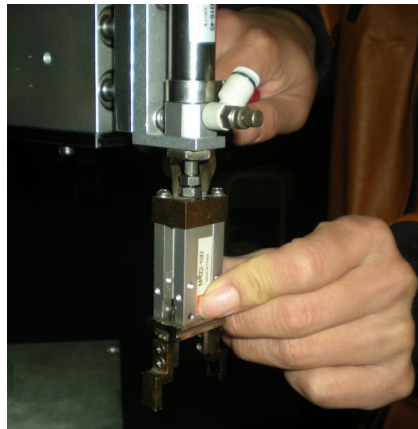


图 2.3.15 气动手指安装图

6) 气动电磁阀的安装



图 2.3.16 气动电磁阀示意图

备注：双向电控阀用来控制气缸进气和出气，从而实现气缸的伸出、缩

回运动。与单向电控阀区别在单控初始位置是固定的，只能控制一个方向，而双向电控阀初始位置是任意的，可以控制两个位置。

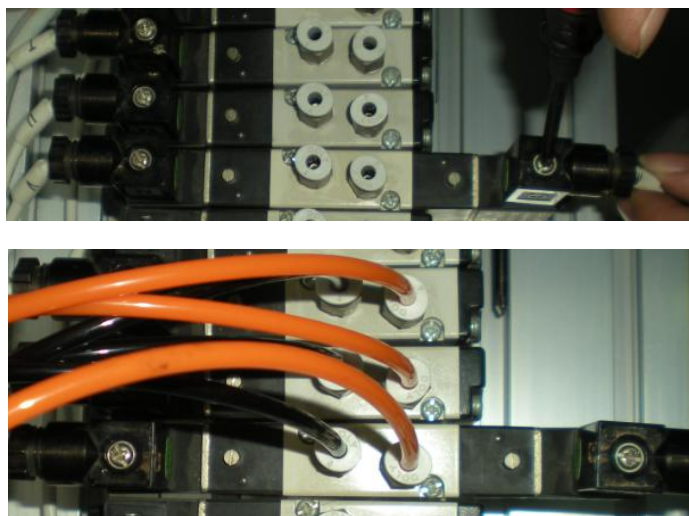


图 2.3.17 气动电磁阀安装图

- 7) 固定气源和警示灯
跟任务一中的安装方式完全相同。

2、电气元件安装

(1) 电气安装前准备

- 1) 检查电源开关，确保电源处于断开状态，保证施工无隐患；
- 2) 准备好电路连接的相关图样，以供操作时查阅；
- 3) 选好电气安装用的工具；
- 4) 剪好管线号；
- 5) 制定电气安装的步骤，做到施工有序。

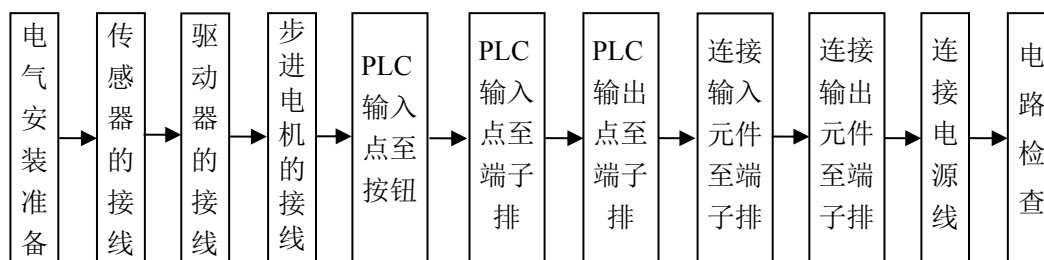


图 2.3.18 电气安装流程图

(2) 电气安装操作过程

1) 传感器的安装

- ① 物料检测光电传感器至端子排，光电传感器有三根引出线，棕色表示“+”接“+24V”，蓝色表示“-”接“0V”，黑色表示“输出”接“信号输入端”。

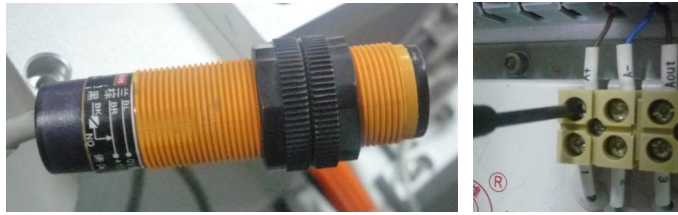


图 2.3.19 光电传感器接线图

- ② 磁性限位传感器至端子排，磁性限位传感器有两根引出线，蓝色表示“-”接“0V”，棕色表示“+”接“信号输入端”。

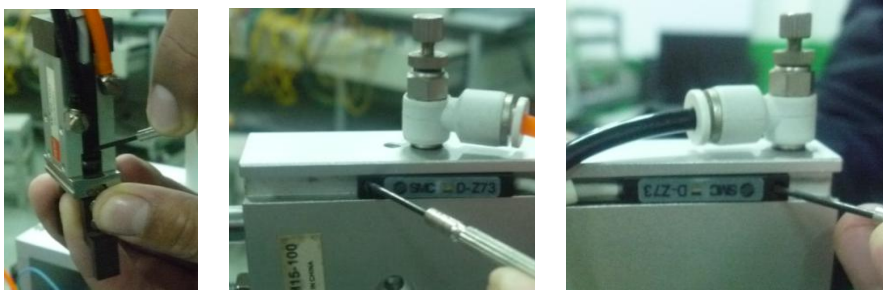


图 2.3.20 磁性开关接线图

- ③ 电磁阀至端子排，电磁阀有两根引出线，“1”接“+”，“2”接“-”。

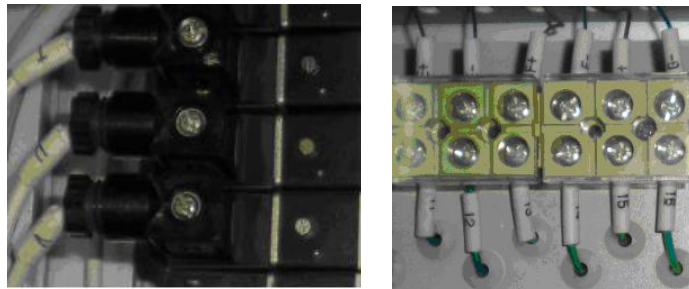


图 2.3.21 电磁阀接线图

- 2) PLC 与接线柱安装
同任务一的安装方法。
3) 步进电机驱动器的安装



图 2.3.22 3MD560 细分型三相混合式步进电机驱动器

备注：3MD560 细分型三相混合式步进电机驱动器，采用直流 18-50V 供电，适合驱动相电流小于 6A、外径 42-86 毫米的三相混合式步进电机。此驱动器采用交流伺服驱动器的电流环进行细分控制，电机的转矩波动很小，低速运行平稳，几乎没有振动和噪音。高速时力矩也大大高于二相混合式步进电机，定位精度高。

弱电接线信号描述

表 2.3.5 弱电信号功能图

信号	功能
PUL+ (+5V)	脉冲控制信号：控制电机运行步数，单脉冲控制方式时为上升沿有效。
PUL- (PUL)	
DIR+ (+5V)	方向控制信号：单脉冲控制方式时为高/低电平信号，控制电机运转方向。为保证电机可靠响应，方向信号应先于脉冲信号至少 5us 建立，电机的初始运行方向与电机的接线有关，互换任一相绕组（如 U、V 交换）可以改变电机初始运行的方向
DIR- (DIR)	
ENA+ (+5V)	使能信号：此输入信号用于使能/禁止，ENA+接电源时，ENA-高电平使能，低电平时驱动器不能工作。
ENA- (ENA)	

强电接线信号描述

表 2.3.6 强电信号功能图

名称	功能
GND	电源负极
VDC	电源正极，+18V—+50V 间任何值均可，但推荐值 36V 左右。
U	U 三相电机 U 相。
V	V 三相电机 V 相。
W	W 三相电机 W 相。任意交换两相的位置可改变电机的运转方向。

接线图

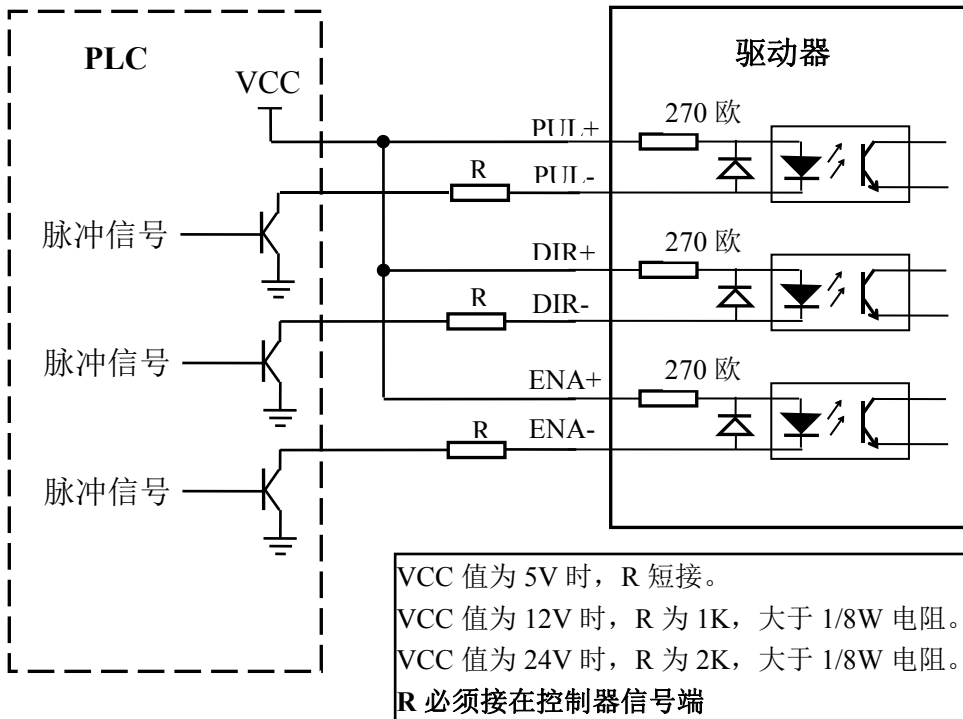


图 2.3.23 步进电机接线示意图

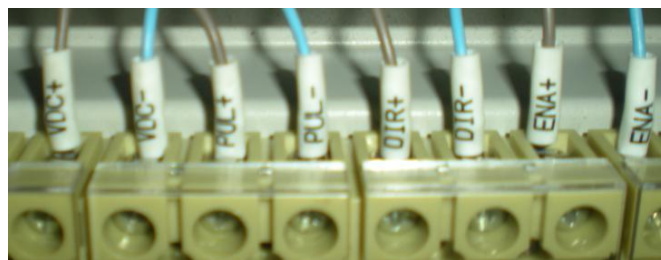


图 2.3.24 实际接线图

4) 按照 I/O 接线图连接导线

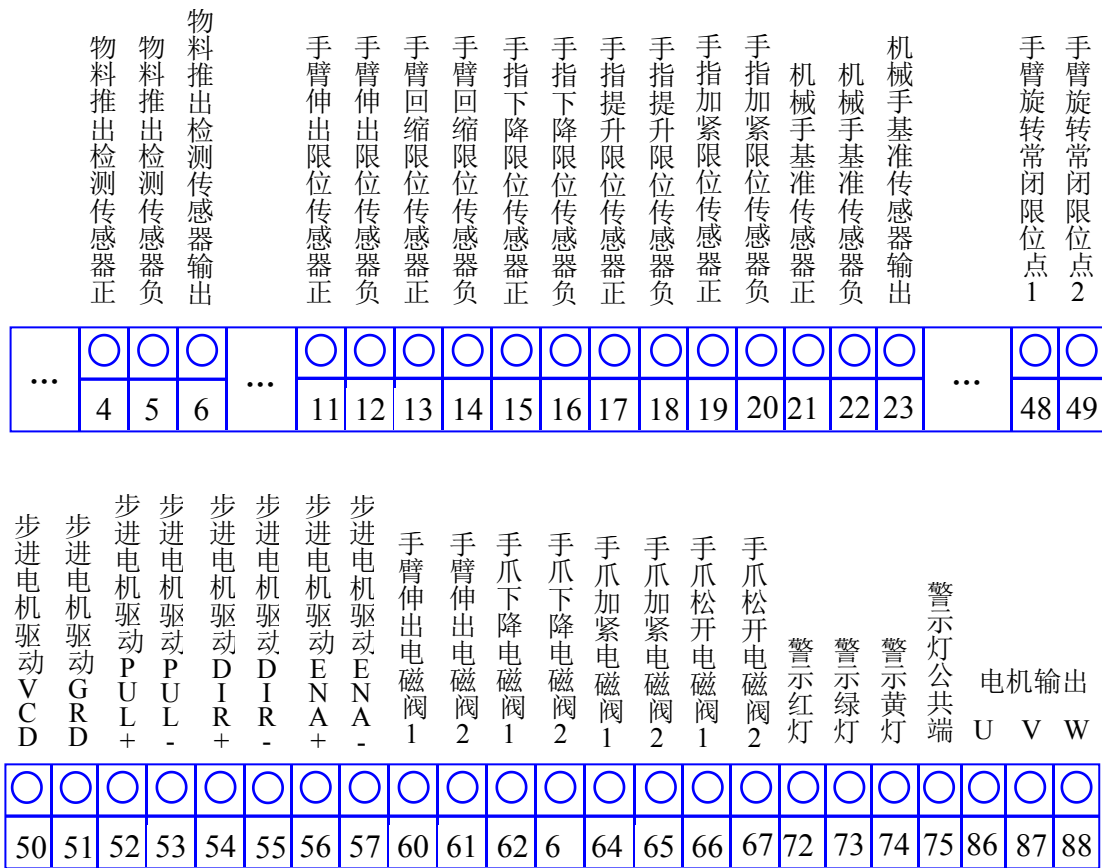


图 2.3.25 接线示意图

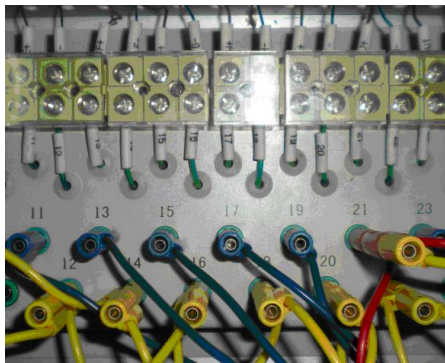


图 2.3.26 实际电路连接图

表 2.3.7 接线规则表

序号	器件名称	接线规则
1	磁性传感器	正端与 PLC 的输入端相连,负端连接至 24V 直流电源的“0V”端。
2	光电传感器	信号输出端与 PLC 的输入端相连,正端连接至 24V 直流电源的正端,负端全部连接至 24V 直流电源的负端。
3	按钮开关	常开端与 PLC 的输入端相连,公共端连接至直流电源的“0V”端。
4	电磁阀	负端与 PLC 的输出端相连,正端连接至 24V 直流电源的正端。

5	步进电机	控制信号负端与 PLC 输出相连，信号负端接 24V 直流电源的正端，步进电机 PUL+（53）接机械手旋转限位端（48），机械手旋转限位端（49）接+24V 直流电源的正端。
6	警示灯	信号端接 PLC 的输出端，公共端接 24V 直流电源的正端。

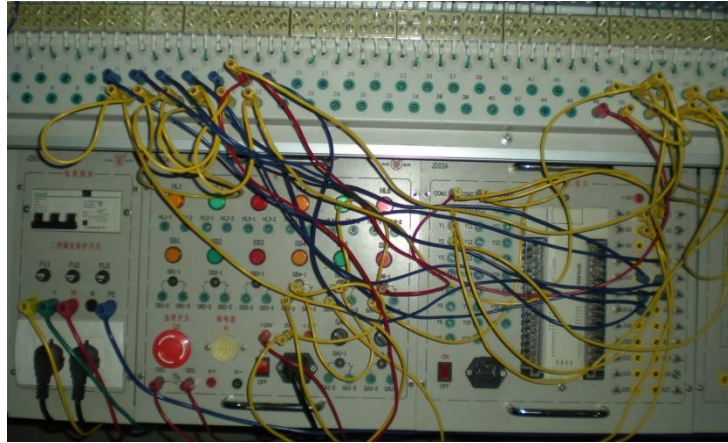


图 2.3.27 接线连接图

注意：

1. 步进电机驱动器电源线直接与限位传感器串联以提高安全性，即+24V 接 LX+，LX- 出来接 VDC+，VDC- 出来接 0V。VDC：步进电机驱动器电源端。PUL：脉冲输入端。DIR：方向控制端。ENA：锁紧输入（得电解锁）。步进电机脉冲频率不宜太高，否则易丢步且运行不稳。
2. 传感器的引出线务必连接正确，否则会烧毁传感器。
3. 在进行接线等操作时，请务必在切断电源后进行，以避免发生事故。
4. 在进行配线时，请勿将配线屑或导电物落入可编程控制器内。
5. 请勿将异常电压接于 PLC 输入/输出端子上，以避免烧坏 PLC，请仔细检查接线是否有误。

3、根据工艺要求设计程序

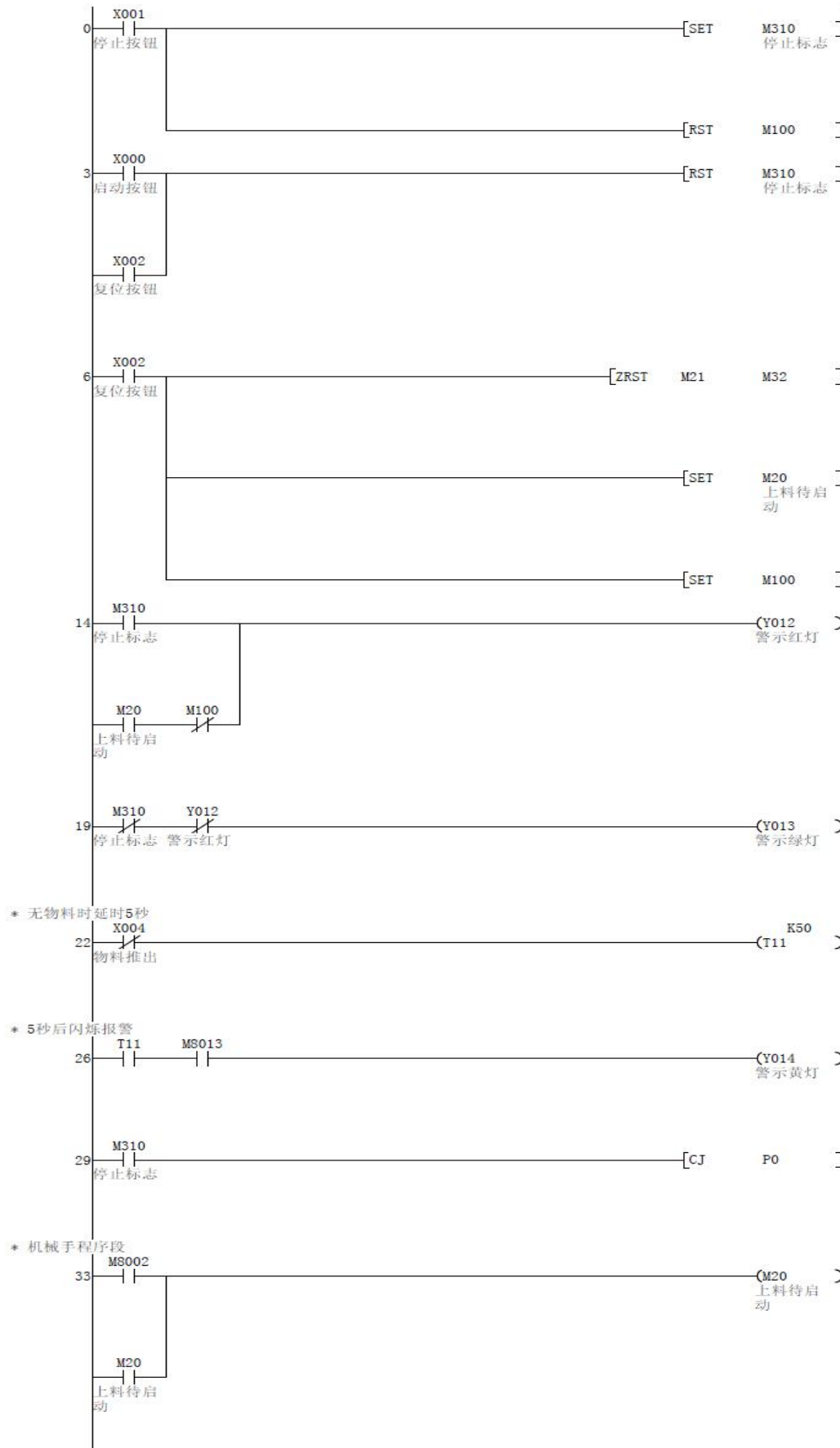
1) 工艺要求

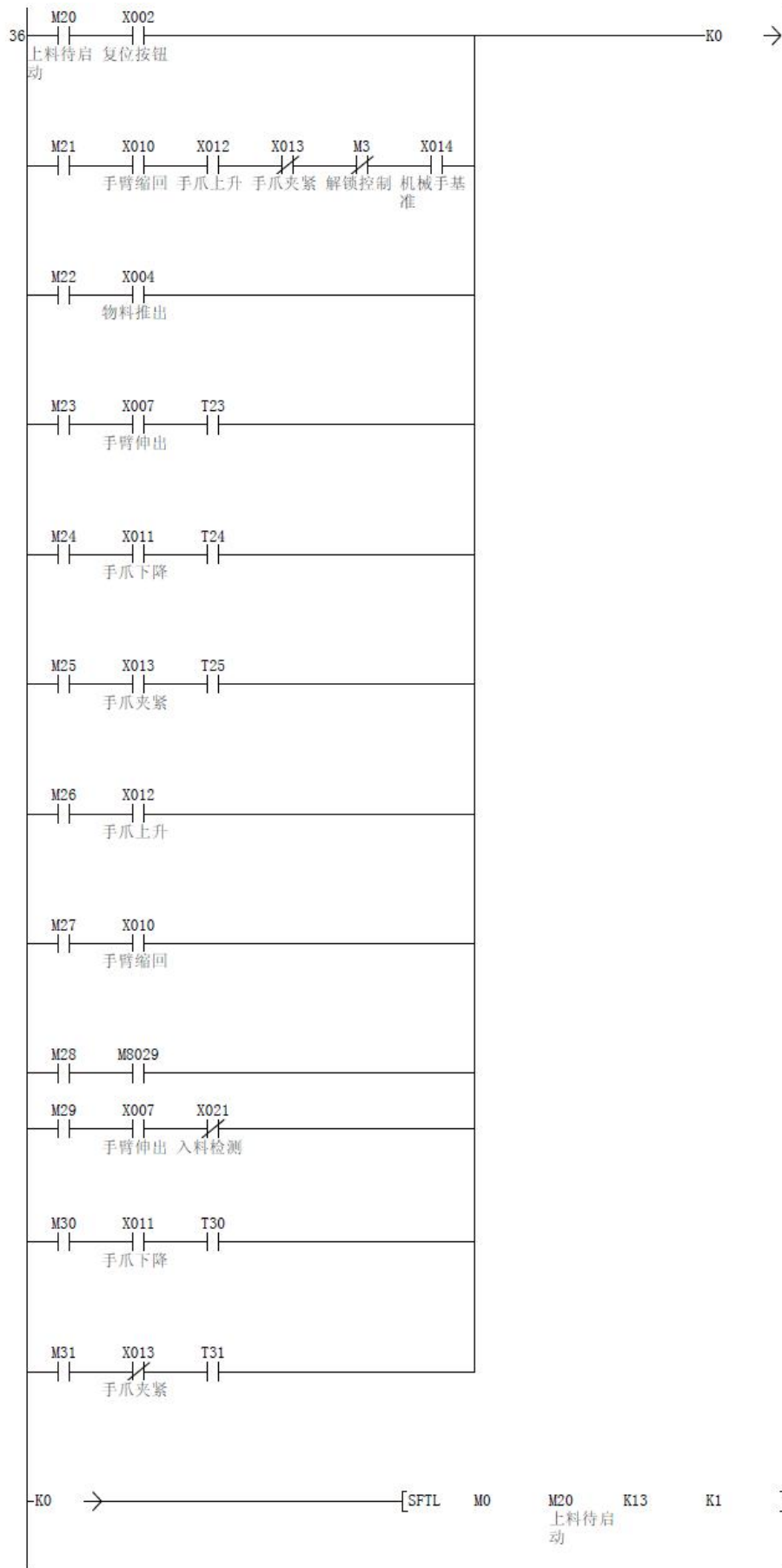
- ① 按“启动”按钮启动，绿灯亮，机械手复位，料台前端放入物料，机械手抓取物料旋转一定角度到传送带入料口上方，若入料口下方无积留的物料，则机械手把物料放入入料口，然后复位，若料台前端有放入物料，则机械手重复以上动作；若无放入物料，等待5秒后黄灯闪烁。
- ② 按“停止”按钮，机械手摆动完一定角度停止动作，绿灯灭、红灯亮。
- ③ 按“复位”按钮机械手旋转到初始位置，并松开手指。若出现故障可按“复位”按钮复位机械手。机械手在复位过程中，若5秒内没到位机械手解锁以保护机械手预防事故，机械手再次回位2秒后，机械手重新锁紧。

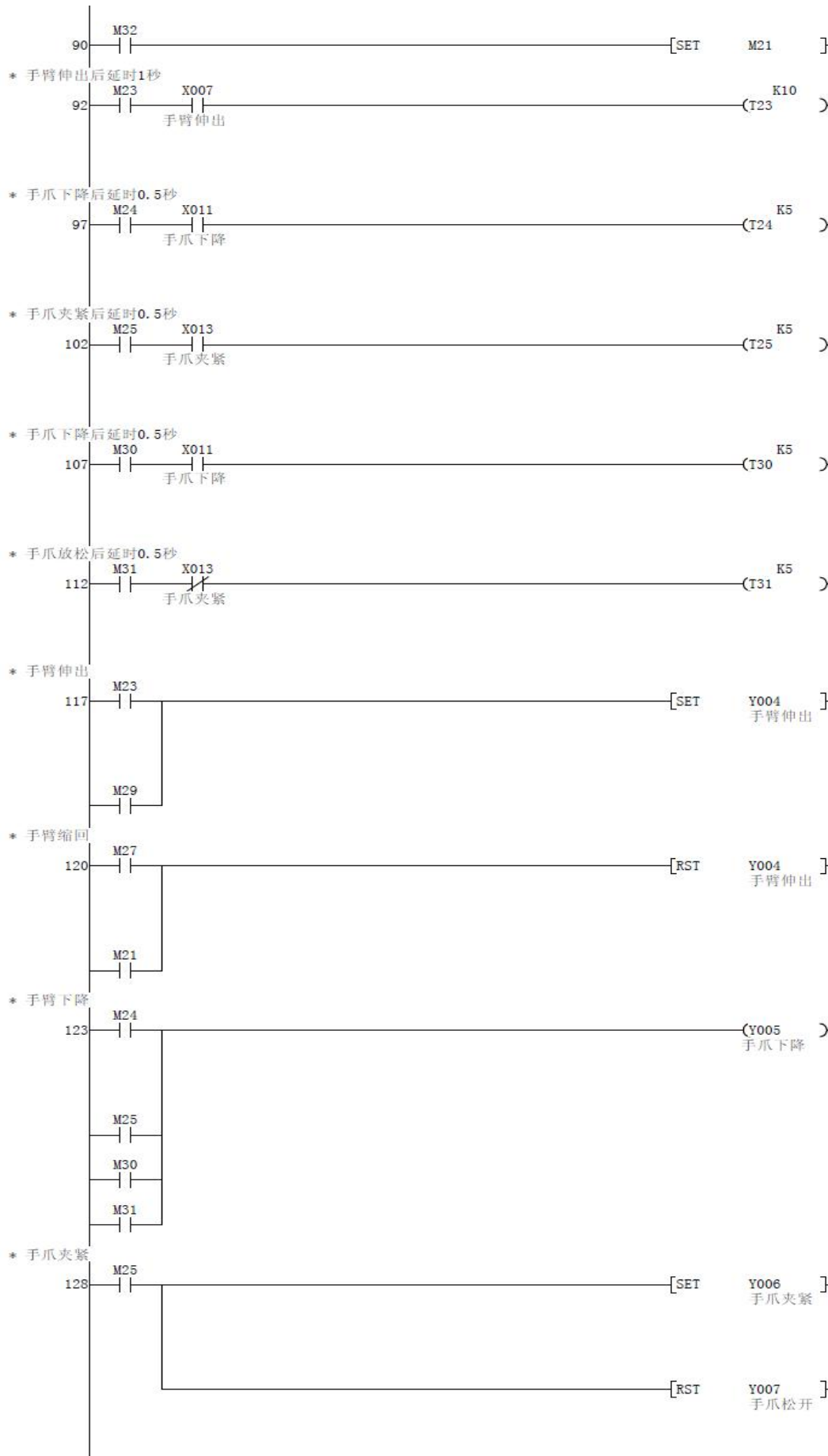
2) 程序设计

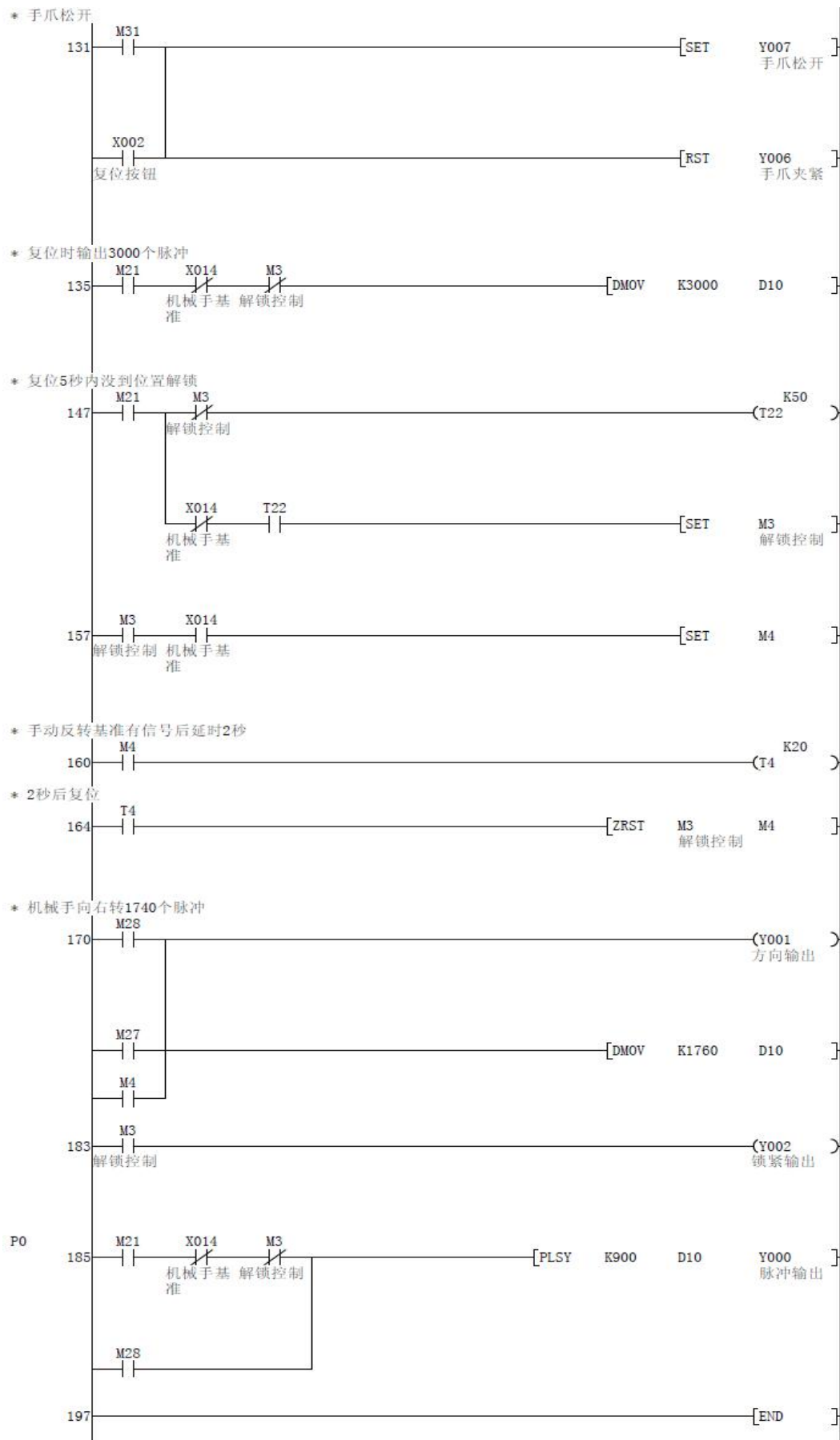
- ① 设计启动、停止和复位的程序部分；
- ② 检测无物料报警程序设计
- ③ 机械手抓去程序设计
- ④ 复位程序设计

参考程序如下：









功能指令说明：DMOV 双字节传送指令，把一个不大于双字节的数据传送到目的地址中。



图 2.3.28 DMOV 双字节传送指令说明图

PLSY 脉冲输出，把一定脉冲数按特定频率发出，FX2N 系列晶体管输出 PLC 可作为脉冲输出口的端子只有 Y0 和 Y1。指令格式如：

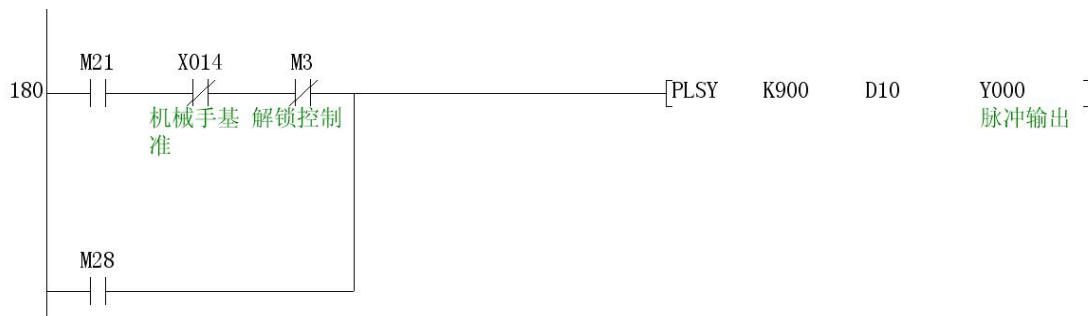


图 2.3.29 PLSY 脉冲输出指令说明图

K900 代表脉冲的频率，D10 中存放着脉冲的个数，Y0 是脉冲输出口。当条件成立时脉冲输出，脉冲输出完毕特殊功能继电器 M8029 会自动接通，PLSY 指令失电后 M8029 会断开。

3) 程序下载

- ① 将系统左侧的三相四芯电源插头插入三相电源插座中，开启电源控制模块中三相电源总开关，U、V、W 端输出三相 380V 交流电源，单相双连暗插座输出 220V 交流电源。
- ② 用三芯电源线分别从单相双连暗插座引出交流 220V 电源到 PLC 模块和按钮模块的电源插座上。
- ③ 在三菱编程软件中打开编写控制程序，进行编译，当程序有错误时根据提示信息进行相应的修改，直至编译无误为止；编译完成后，用通信编程电缆连接计算机串口与 PLC 通讯口，打开 PLC 模块电源开关，将程序下载到 PLC 中。

注意：

- 1) 在插拔通信电缆时，请务必确认 PLC 输入电源处于断开状态。
- 2) 程序下载时将 PLC 的“RUN/STOP”开关拨至“STOP”状态。

4、搬运机械手调试

1) 调试前的准备工作：

- ① 清理设备上的杂物。
- ② 保证机械动作部分完全正常工作。
- ③ 检查电路连接是否正确，严禁出现短路现象，避免接线错误而烧毁期间。

2) 机械手模拟调试

- ① 确认 PLC 输出负载回路电源处于断开状态

- ② 合上断路器，给设备供电
- ③ 将 PLC 的 RUN/STOP 开关置“RUN”位置，按下面板上的按钮，观察 PLC 输出 LED 指示灯的情况。
- ④ 模拟调试完成将 PLC 的 RUN/STOP 开关置“STOP”位置，并将按钮复位。

表 2.3.8 模拟调试记录表

步骤	操作任务	正确结果	观察结果
1	点动“启动”按钮	Y13 指示 LED 灯亮（绿灯亮） Y0 指示 LED 灯亮 Y1 指示 LED 灯亮（机械手复位） Y7 指示 LED 灯亮（手爪松开）	
2	X14 接通机械手复位到 位	Y13 指示 LED 灯亮 Y2 指示 LED 灯亮 Y7 指示 LED 灯亮	
3	无物料等待 5 秒	Y7 指示 LED 灯亮 Y14 指示 LED 灯闪烁（黄灯闪烁） Y13 指示 LED 灯熄灭	
4	X4 接通有物料 X10 接通手臂缩回到位 X12 接通手爪上升到位	Y7 指示 LED 灯亮 Y4 指示 LED 灯亮（手臂伸出） Y14 指示 LED 灯熄灭 Y13 指示 LED 灯亮（绿灯亮）	
5	X7 手臂伸出到位 X10 断开	Y13 指示 LED 灯亮 Y7 指示 LED 灯亮 Y4 指示 LED 灯亮 延时 1 秒后 Y5 指示 LED 灯亮（手 抓下降）	
6	X11 接通手爪下降到 位 X12 断开	Y13 指示 LED 灯亮 Y4 指示 LED 灯亮 Y5 指示 LED 灯亮 延时 0.5 秒 Y7 指示 LED 灯熄灭 Y6 指示 LED 灯亮（手爪加紧）	
7	X13 接通手爪夹紧到 位	Y13 指示 LED 灯亮 Y4 指示 LED 灯亮 Y6 指示 LED 灯亮 延时 0.5 秒后 Y5 指示 LED 灯熄 灭（手抓上升）	
8	X12 接通手爪上升到 位 X11 断开	Y13 指示 LED 灯亮 Y6 指示 LED 灯亮 延时 0.5 秒后 Y4 指示 LED 灯熄 灭（手臂缩回）	

9	X10 接通手臂缩回到位 X7 断开	Y13 指示 LED 灯亮 Y4 指示 LED 灯亮 Y6 指示 LED 灯亮 延时 0.5 秒后 Y1 指示 LED 灯熄 Y2 指示 LED 灯熄 Y0 指示 LED 灯亮（机械手旋转）	
10	X14 断开	Y13 指示 LED 灯亮 Y6 指示 LED 灯亮 Y0 指示 LED 灯熄灭 Y1 指示 LED 灯亮 Y2 指示 LED 灯亮（机械手旋转到位） 紧接着 Y4 指示 LED 灯亮（手臂伸出）	
11	X7 手臂伸出到位 X10 断开	Y13 指示 LED 灯亮 Y6 指示 LED 灯亮 Y4 指示 LED 灯亮 延时 1 秒后 Y5 指示 LED 灯亮（手爪下降）	
12	X11 接通手爪下降到位 X12 断开	Y13 指示 LED 灯亮 Y4 指示 LED 灯亮 Y5 指示 LED 灯亮 延时 0.5 秒 Y6 指示 LED 灯熄灭 Y7 指示 LED 灯亮（手爪松开）	
13	X11 断开	Y13 指示 LED 灯亮 Y7 指示 LED 灯亮 Y4 指示 LED 灯亮 手爪松开 0.5 秒后 Y5 指示 LED 灯熄灭	
14	X12 接通手爪上升到位	Y13 指示 LED 灯亮 Y7 指示 LED 灯亮 Y4 指示 LED 灯亮 延时 0.5 秒后 Y4 指示 LED 灯熄灭（手臂缩回）	
15	X10 接通手臂缩回到位 X7 断开	Y13 指示 LED 灯亮 Y7 指示 LED 灯亮 Y0 指示 LED 灯亮 Y1 指示 LED 灯亮（机械手复位）	
16	X14 接通机械手复位到位	Y13 指示 LED 灯亮 Y2 指示 LED 灯亮 Y7 指示 LED 灯亮	
17	点动“停止”按钮	Y12 指示 LED 灯亮 Y13 指示 LED 灯熄灭 其余指示 LED 指示灯保持不变	

⑤ 传感器调试。

1. 料台放入物料，观察物料推出检测光电传感器指示灯是否亮起；入料口放入物料，观察入料检测光电传感器指示灯是否亮起，以检查光电传感器的接线和安装位置是否正确。
2. 按下手臂伸缩单控电磁阀，观察手臂伸出限位传感器和手臂缩回限位传感器是否工作正常；按下手爪升降单控电磁阀，观察手爪下降限位传感器和手爪上升限位传感器是否工作正常。
3. 按下手爪夹紧松开双控电磁阀，观察手爪加紧限位传感器是否工作正常。

⑥ 步进电机及驱动器的调试

电流设定为 6A，步数设定为 10000，工作在单电流状态。电流与细分精度设定采用八位拨码，详细描述如下：

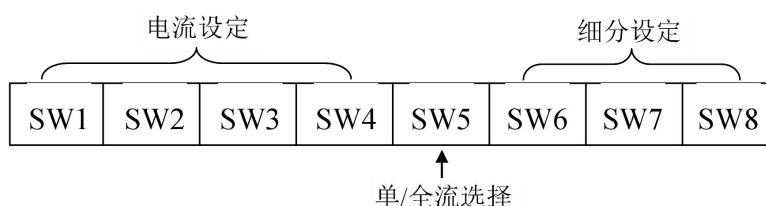


图 2.3.30 步进电机拨码说明

1. 电流设定

SW1—SW4 拨码开关用于电机运动（动态）电流设定

表 2.3.9 步进电机驱动器电流设定表

3MD560		电流设置开关状态			
输出峰值电流 (A)	有效电流	SW1	SW2	SW3	SW4
2.1	1.5	off	off	off	off
2.5	1.8	on	off	off	off
2.9	2.1	off	on	off	off
3.2	2.3	on	on	off	off
3.6	2.6	off	off	on	off
4.0	2.9	on	off	on	off
4.5	3.2	off	on	on	off
4.9	3.5	on	on	on	off
5.3	3.8	off	off	off	on
5.7	4.1	on	off	off	on
6.2	4.4	off	on	off	on
6.4	4.6	on	on	off	on
6.9	4.9	off	off	on	on
7.3	5.2	on	off	on	on
7.7	5.5	off	on	on	on
8.4	6.0	on	on	on	on

2.停止（静态）电流

SW5 为“off”脉冲串停止后约 0.2 秒左右电流自动减至一半左右（实际值的 60%），发热量理论上减至 36%；SW5 为“on”脉冲串停止时电流不变，因此电机保持转矩不变，但发热量较大。推荐为单电流工作方式。

3.细分设定

细分精度由 SW6-SW8 三位拨码开关设定

表 2.3.10 细分精度设定表

步数	SW6	SW7	SW8
200	on	on	on
400	off	on	on
500	on	off	on
1000	off	off	on
2000	on	on	off
4000	off	on	off
5000	on	off	off
10000	off	off	off

根据步进电机驱动器的要求，正确的设置拨码开关。可以利用 PLC 的脉冲输出程序给出脉冲信号，检验步进电机和驱动器是否正常工作。

3) 搬运机械手联机调试

模拟调试完成以后，接通 PLC 输出负载的电源回路，开始联机调试。认真观察设备的运作情况，若出现问题及时按下“停止”按钮或切断电源，放置部件损坏。如果调试中运行结果和预期结果不相符，操作人员应根据现场的情况判断是否切断电源，检查分析原因（机械、电气或程序的问题），然后再进行调试，直至达到预期的效果。

表 2.3.11 上料联机调试结果表

步骤	操作任务	正确结果	备注
1	点动“启动”按钮	警示绿灯亮 机械手复位	
2	料台无物料	5s 后警示黄灯闪烁	
3	料台放入物料	警示绿灯亮 手臂伸出，延时 1 秒手爪下降，延时 0.5 秒手爪夹紧，延时 0.5 秒手爪上升，延时 0.5 秒手臂缩回，机械手旋转一定角度，手臂伸出，延时 1 秒手爪下降，延时 0.5 秒手爪松开，延时 0.5 秒手爪上升，延时 0.5 秒手臂缩回，机械手复位。 如此循环动作。	

4	点动“停止”按钮	动作停止， 警示绿灯熄灭，警示红灯亮	
5	重新点动“启动”按钮	警示红灯熄灭，警示绿灯亮	

设备调试完成以后，试运行一段时间，观察运行情况，确保设备可靠稳定的运作。

注意：调试时注意观察机械手的动作，遇到问题及时按下“停止”按钮。

5、清理现场

设备调试结束后要求施工人员要清点工具、整理资料、清扫现场填写登记表等工作。

- 1) 清点工具，对照工具清单清点工具，检查有无丢失并装入工具箱中。
- 2) 资料整理，整理归类技术说明书、电气元件明细表、施工计划表、设备电路图、程序图等资料并存入档案以备查询。
- 3) 填写安装登记表，记录调试过程中出现的问题及解决办法。
- 4) 打扫设备周围的卫生，保持整洁干净的环境。

6、设备验收

表 2.3.12 设备验收表

验收项目	要求	存在问题	备注
设备安装	1. 设备部件安装可靠，位置正确； 2. 电路安装正确，接线规范		
设备功能	1. 设备起停正常； 2. 各功能正常，警示灯报警正常		
设备资料	1. 资料齐全，归类有序		
安全运行	1. 遵守安全操作规范； 2. 保持现场整洁卫生，工具摆放有序		
时间	开始/结束时间：		

2.4 项目三 皮带输送机构的安装与调试

一、项目要求

- 1、能识读机械安装图，根据安装图会安装机械零部件；
- 2、正确安装气动元件；
- 3、按照设备电路图正确连接电气回路；
- 4、根据工艺要求设计控制程序；
- 5、调试设备实现上料功能，处理调试工程出现的问题。

二、考核技能

- 1、识读机械安装图；
- 2、看懂电路图，正确接线；
- 3、能安装气动系统；
- 4、能排除一般电气、机械故障；
- 5、控制程序的编写。

三、安全规范

- 1、穿戴好安全防护用具。严禁穿凉鞋、背心、短裤、裙装进入施工现场；
- 2、使用绝缘工具，并认真检查工具绝缘是否良好；
- 3、停电作业时，必须验电确认无误后方可工作；
- 4、带电作业时，必须检查无误后在老师的监护下进行；
- 5、树立安全和文明意识。

工作实施

一、项目准备工作

1、识读设备图样及技术文件

(1) 装置简介

1) 功能与组成

皮带输送的功能是将物料通过输送线传送到分拣机构，以便分拣机构进行分拣。主要由输送支架、传送皮带、三相异步电机、变频器等部件组成。主要通过变频器控制三相异步电机，由电机带动皮带实现物料的输送。

2) 工作流程

按下“启动”按钮，检测入料口有物料，变频器控制三相异步电机中速正转，带动皮带输送物料；若光电检测传感器检测到输送的白色物料则电机低速正转，电机运行一段时间停止转动。按“停止”按钮电机停止转动。

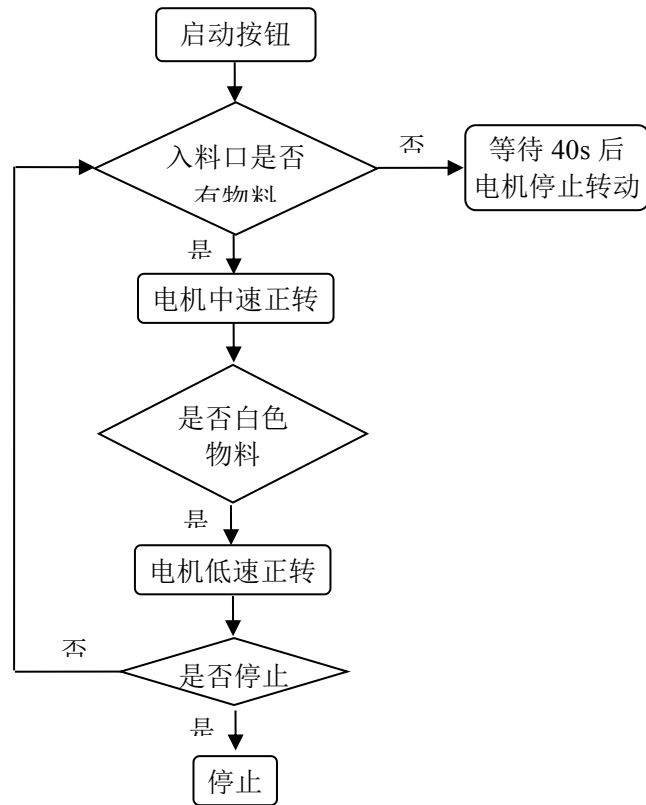


图 2.4.1 皮带输送机构工作流程框图

(2) 识读机械装配图

1) 机械结构组成

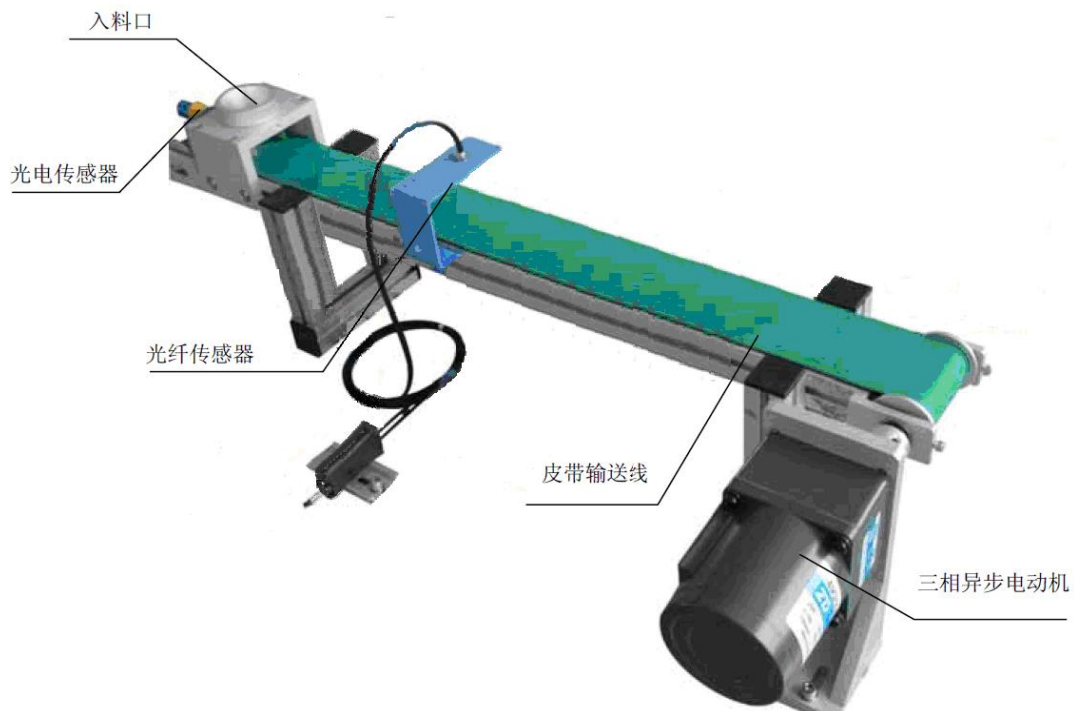


图 2.4.2 皮带输送机构组成图

① 入料口：物料入料位置定位。

- ② 光电传感器：当有物料放入入料口时有物料落入料槽时，给 PLC 一个输入信号。
- ③ 光纤传感器：用于检测非金属的白色物料，检测距离为 3~8mm，通过传感器放大器的电位器可调。
- ④ 皮带输送线：由三相交流异步电动机拖动，将物料输送到相应的位置。
- ⑤ 输送支架：用于固定三相异步电机和皮带输送线。
- ⑥ 三相异步电动机及变频器：驱动输送带转动。

2) 分析装配示意图

① 机械装配部件示意图

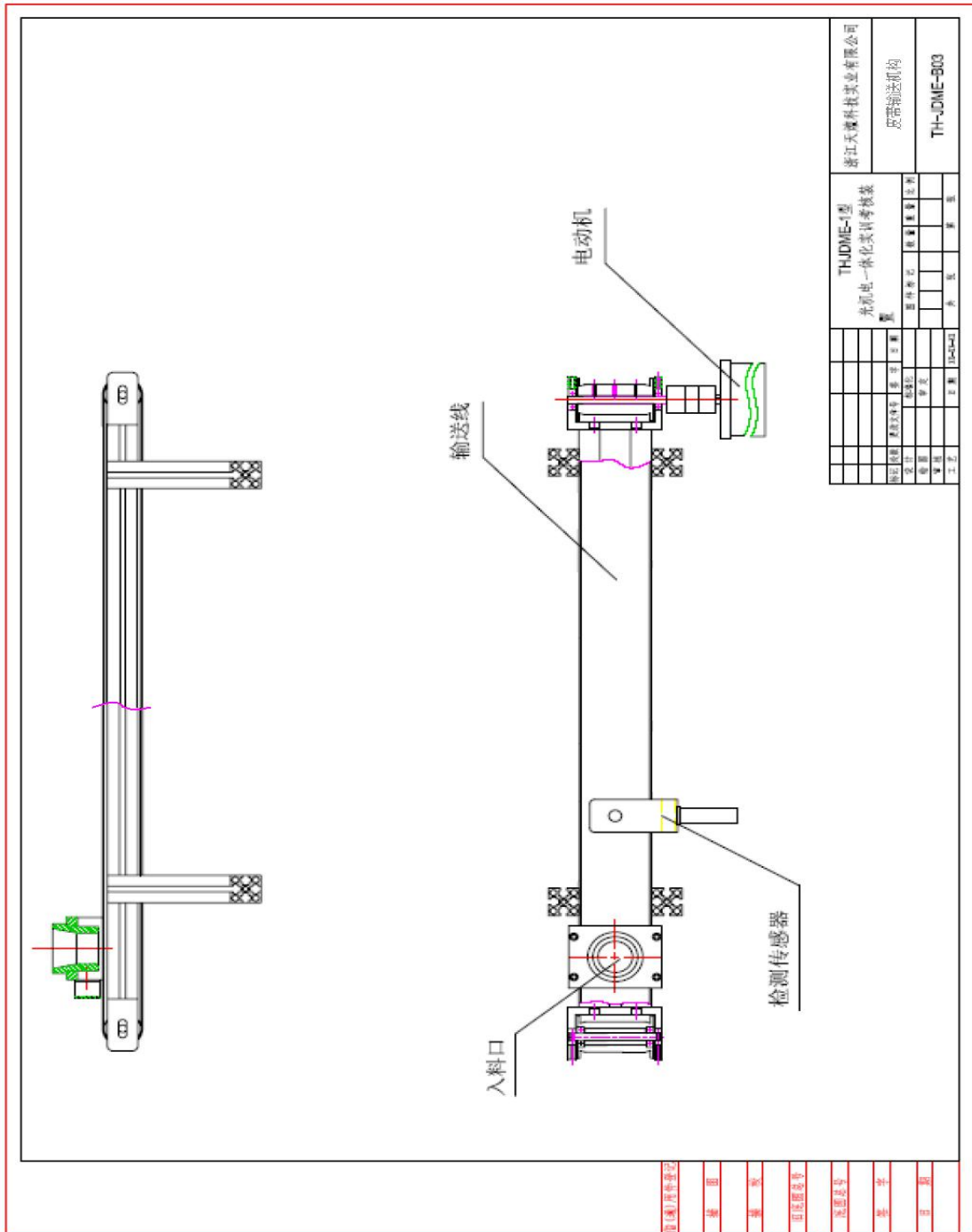


图 2.4.3 机械装配示意图

(3) 识读电路图

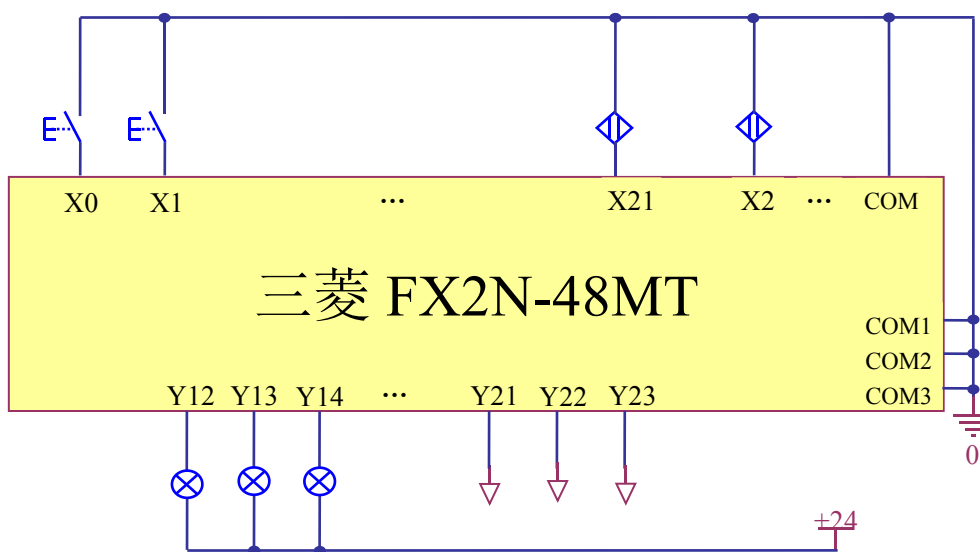


图 2.4.4 皮带输送机构的电路图

表 2.4.1 I/O 分配表

I			O		
序号	PLC 地址	名称及功能说明	序号	PLC 地址	名称及功能说明
1	X0	启动按钮	1	Y12	警示红灯
2	X1	停止按钮	2	Y13	警示绿灯
3	X21	入料检测光电传感器	3	Y14	警示黄灯
4	X23	料槽二检测传感器一	4	Y21	变频器 STF
			5	Y22	变频器 RM
			6	Y23	变频器 RL

(4) 制定施工计划

皮带输送机构安装与调试的流程如图，根据任务制定详细的操作计划。

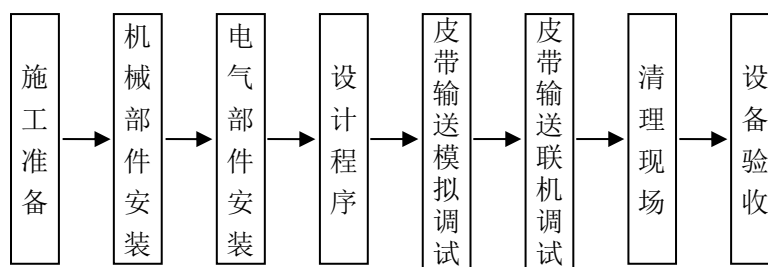


图 2.4.5 皮带输送机构安装与调试的流程

表 2.4.2 施工计划表

设备名称：皮带输送机构				
序号	施工任务	施工人员	工序定额	备注
1	阅读设备技术文件			
2	机械部件安装与调整			

3	电气部件安装与调整			
4	设计程序			
5	皮带输送模拟调试			
6	皮带输送联机调试			
7	清理现场、整理文件			
8	设备验收			
施工日期		总共时 (h)	施工人数 (人)	施工负责人

2、施工操作准备

(1) 零部件清点

检查零部件是否齐全，并归类放置。

表 2.4.3 设备清单

序号	名称	型号规格	数量	单位	备注
1	PLC 模块	FX2N-48MT	1	块	三菱
2	输送支架	实训设备配置	1	个	
4	电机固定支架	实训设备配置	1	个	
5	入料口	实训设备配置	1	个	
6	警示灯及支架	红、黄、绿三色	1	套	
7	电源模块	JD01A	1	块	
8	按钮模块	JD02A	1	块	
9	滚动轴承	RLS-28	4	只	
10	滚轮	8 mm×12 mm×74mm	2	只	
11	联轴器	EH4-C16	1	只	
12	传输带	1500 mm×67 mm×2mm	1	条	
13	光电传感器	LJC18A3-B-Z/BX	1	只	欧姆龙
14	光纤传感器	E3X-NA11	1	个	欧姆龙
15	三相异步电机	80YS25GY38X	1	台	
16	变频器	E700	1	个	
17	螺钉	不锈钢内六角 M5×16	22	只	
14		不锈钢内六角 M4×12	12	只	
18		不锈钢内六角 M3×12	4	只	
19	螺母	椭圆形螺母 M6	10	只	
	垫圈	φ 5	22	只	

20		$\phi 4$	12	只	
21		$\phi 3$	4	只	
22	导线	BVR-1.5mm ²	若干	根	

(2) 工具清点

施工人员应该清点所用工具的数量，以保证实践操作的顺利进行。

表 2.4.4 工具清单

序号	名称	型号规格	数量	单位
1	工具箱	实训设备配置	1	个
2	活络扳手	150mm	1	把
3	内六角扳手	1.5-10(mm)	1	套
4	螺钉旋具	一字 5×75/3×200/3×75(mm)	3	把
5		十字 6×250/5×75/3×50(mm)	3	把
6	尖嘴钳	150mm	1	把
7	剥线钳	150mm	1	块
8	钟表螺钉旋具	#0/#1/1.4-3.0(mm)	1	套
9	镊子	100mm	1	把
10	剪刀	150mm	1	把
11	电烙铁	A021850	1	只
12	万用表	VC830L	1	只
13	多用途斜边三角尺	306-1/30cm	1	套
14	编程软件	GX Developer version8.52E 中文版	1	套
15	编程电缆	SC-90	1	根
16	计算机	自定	1	台

二、 项目实践操作

1、 机械部件安装

(1) 机械安装前准备

- 1) 清理现场，保证施工环境的干净整洁，防止油污、碎屑等对设备安装的影响；
- 2) 备齐相关机械零部件及图样，以便检查核对；
- 3) 选好机械组装的工具；
- 4) 根据装配示意图，绘制安装流程图，确定合理的组装顺序。

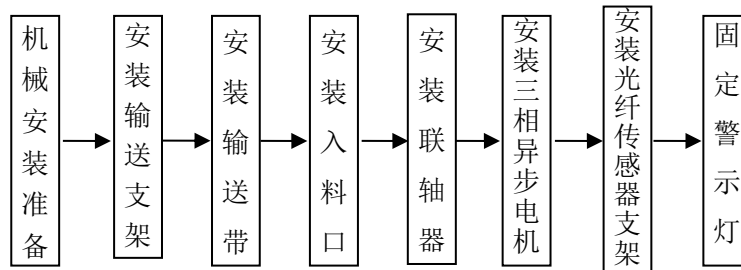


图 2.4.5 机械安装流程图

(2) 机械安装的实施过程

皮带输送机械结构的铝合金板材如图：

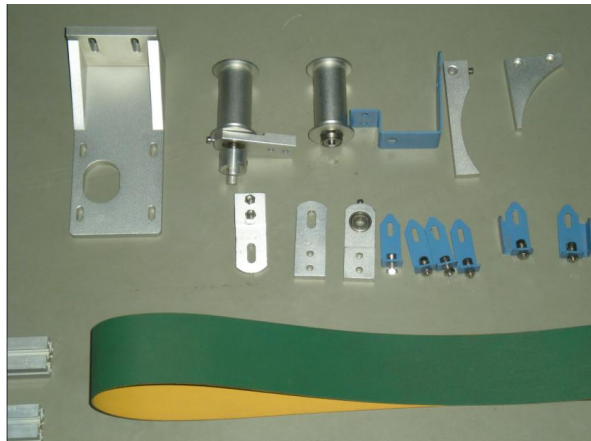


图 2.4.6 安装零部件展示图

1) 输送支架的安装

首先根据支架的尺寸在试验台上划线定位，然后在设备台面凹槽内放入螺母，再用螺丝固定支架。如图所示：

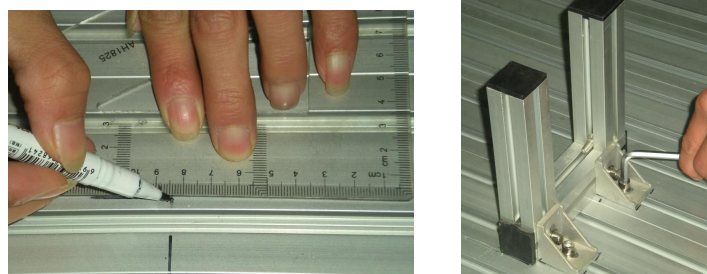


图 2.4.7 输送支架安装图

2) 光纤传感器支架的安装

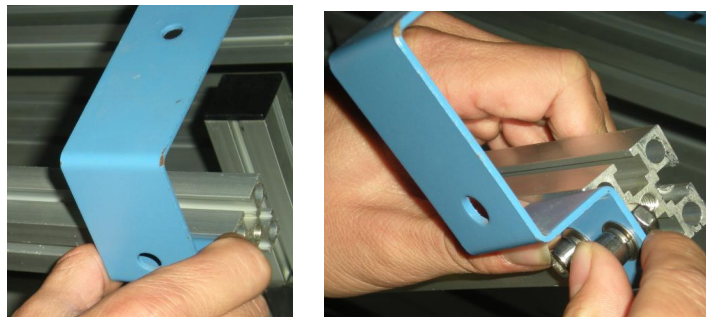


图 2.4.8 光线支架安装图

3) 输送带的安装

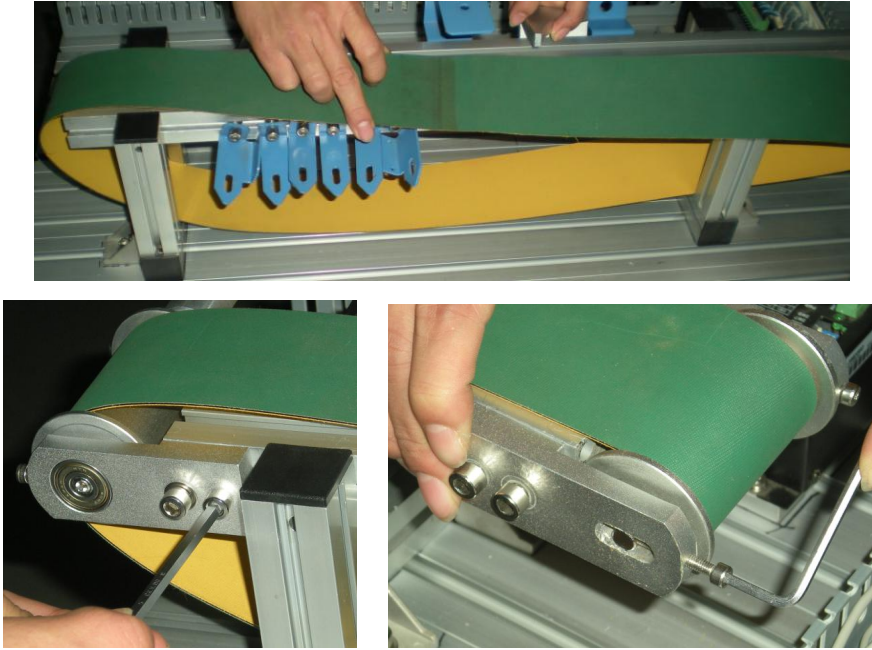


图 2.4.9 输送带安装图

4) 安装入料口

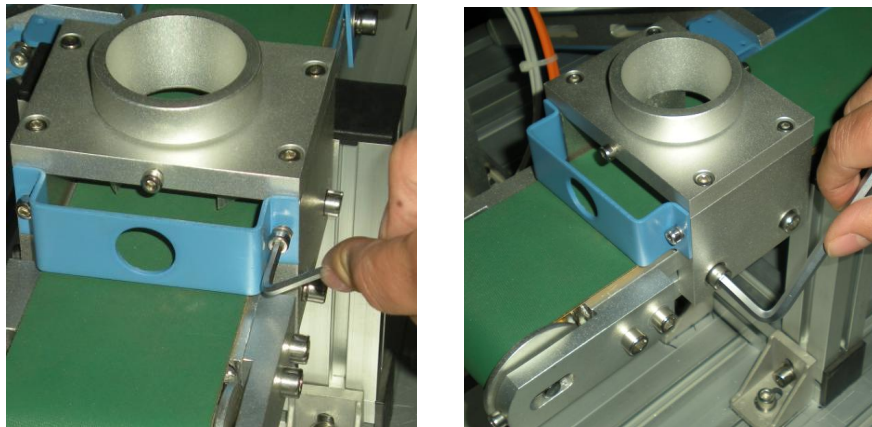


图 2.4.10 入料口安装图

5) 异步电机及联轴器的安装

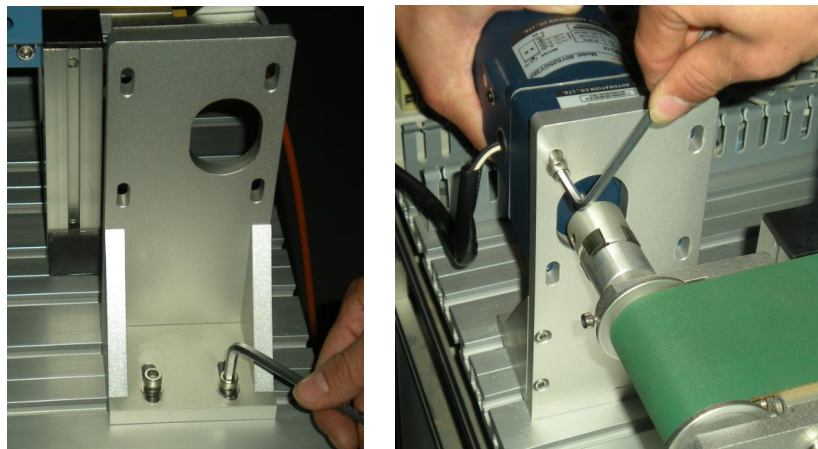


图 2.4.11 异步电机安装图

6) 固定警示灯

同任务二的安装方法。

2、电气元件安装

(1) 电气安装前准备

- 1) 检查电源开关，确保电源处于断开状态，保证施工无隐患；
- 2) 准备好电路连接的相关图样，以供操作时查阅；
- 3) 选好电气安装用的工具；
- 4) 剪好管线号；
- 5) 制定电气安装的步骤，做到施工有序。

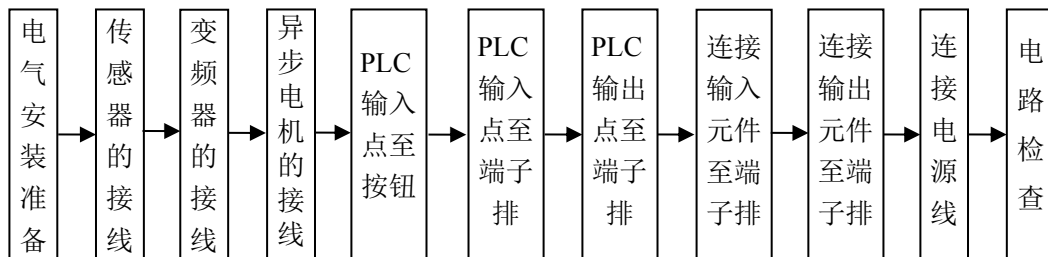


图 2.4.12 电气安装流程图

(2) 电气安装操作过程（安装图片）

1) 传感器的安装

- ① 入料检测光电传感器至端子排，光电传感器有三根引出线，棕色表示“+”接“+24V”，蓝色表示“-”接“0V”，黑色表示“输出”接“信号输入端”。

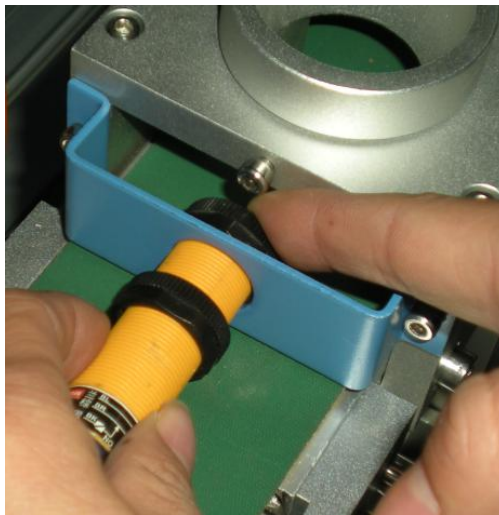


图 2.4.13 光电传感器的安装图

- ② 光纤传感器至端子排，光纤传感器有三根引出线，棕色表示“+”接“+24V”，蓝色表示“-”接“0V”，黑色表示“输出”接“信号输入端”。

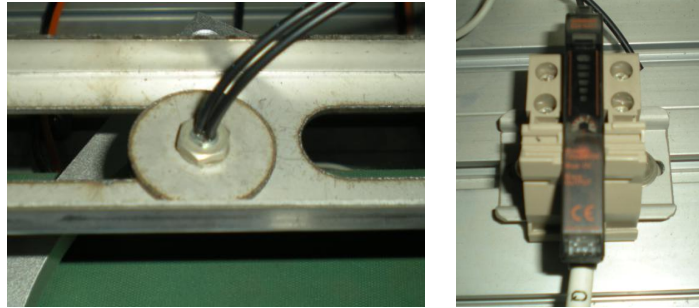


图 2.4.14 光纤传感器安装图

- 2) PLC 与接线柱安装
同任务二的安装方法
- 3) 变频器的安装与接线



图 2.4.15 三菱 E700 变频器

从包装箱中取出变频器，检查前盖板的容量铭牌和机身侧面的额定值铭牌，检查产品是否与定货单相符，机器是否有损坏。

① 三菱 E700 变频器型号意义：

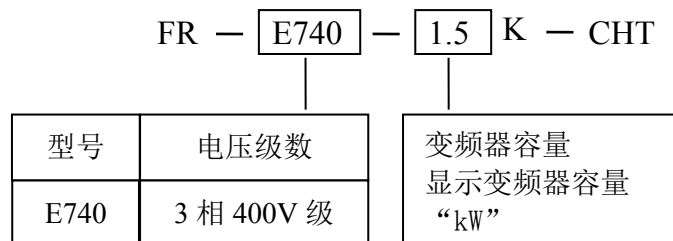


图 2.4.16 三菱 E700 变频器型号意义指示图

② 三菱 E700 变频器各部分名称：

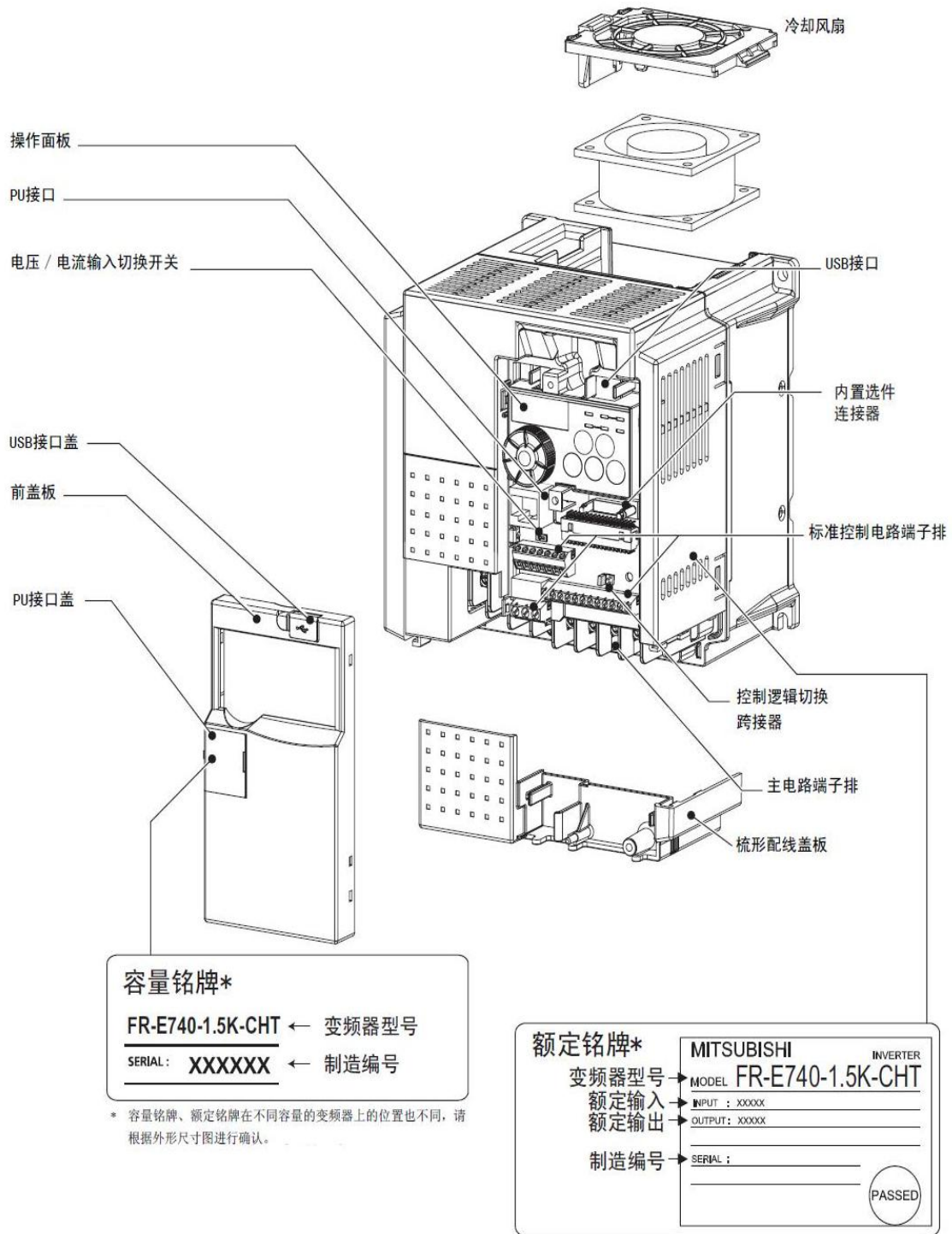


图 2.4.17 三菱 E700 变频器结构图

③ 盖板的拆卸与安装方法

1. 拆卸，将前盖板沿箭头所示方向向前面拉，将其卸下。

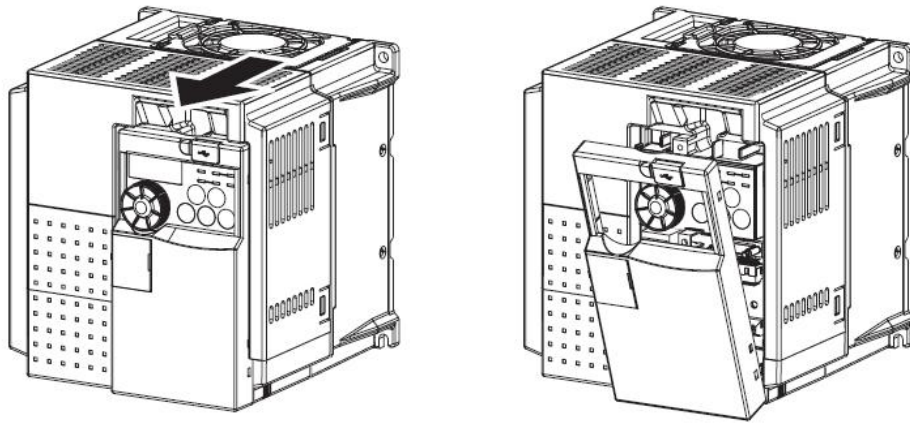


图 2.4.18 盖板拆卸图

2. 安装，安装时将前盖板对准主机正面笔直装入。

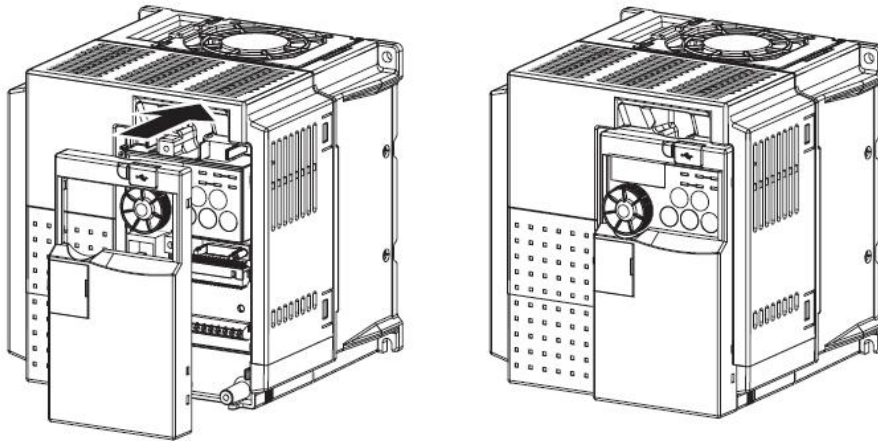


图 2.4.18 盖板安装图

3. 配线盖板的安装

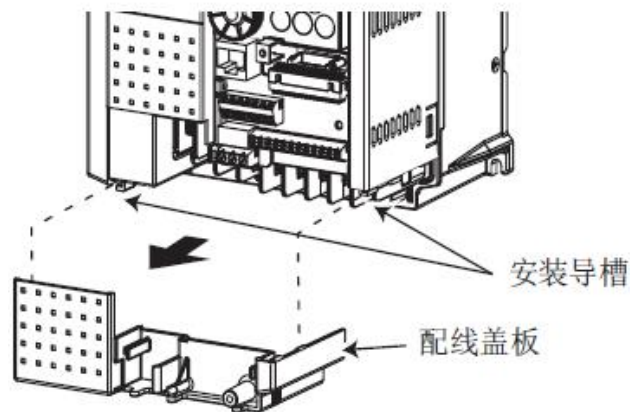


图 2.4.18 配线盖板安装图

④ 接线图（三相 400V 电源输入）

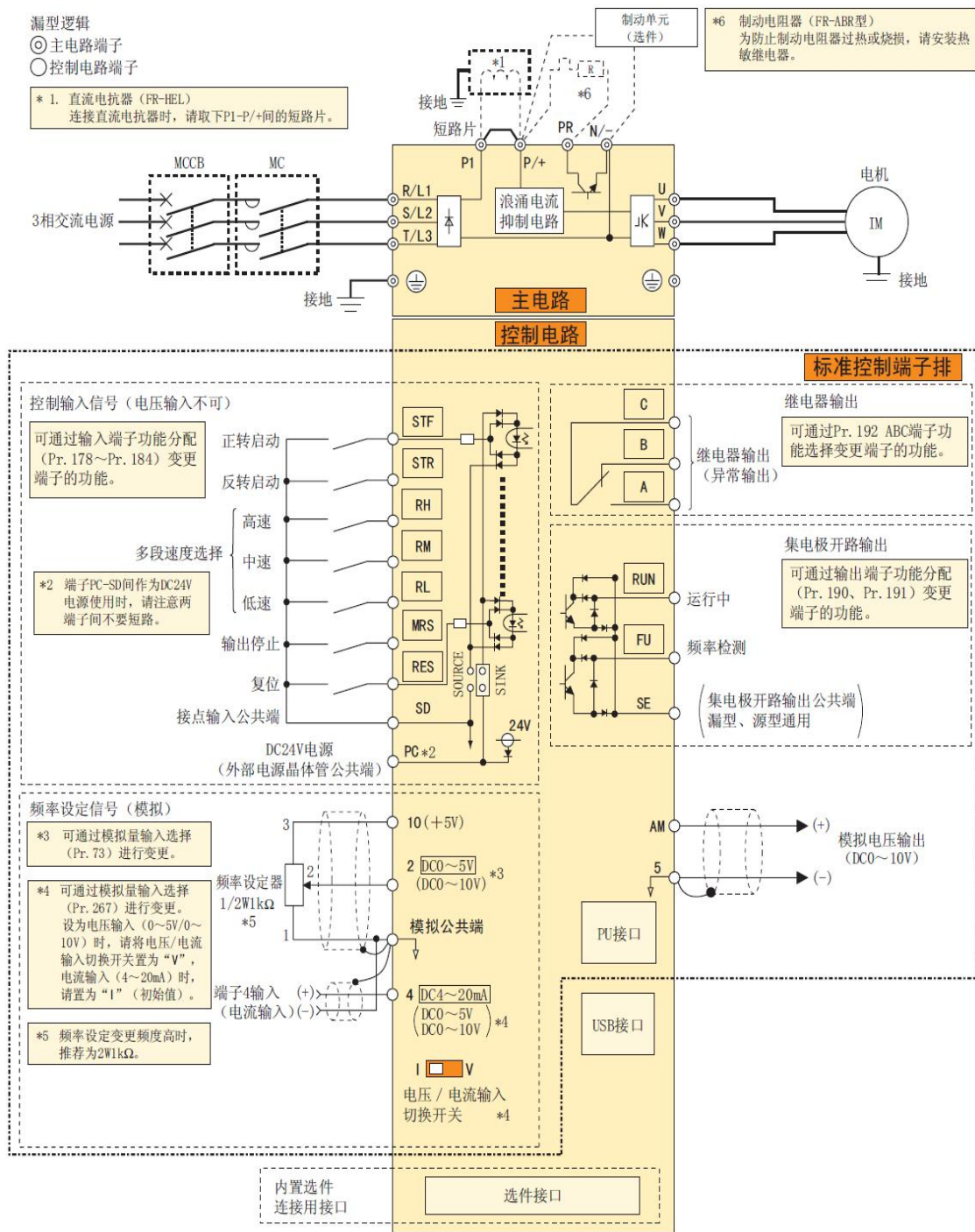



图 2.4.17 三菱 E700 变频器接线图

1. 主电路接线端子功能

表 2.4.5 主电路端子功能表

端子记号	端子名称	端子功能说明
R/L1、S/L2、T/L3	交流电源输入	连接工频电源。 当使用高功率因数变流器 (FR-HC) 及共直流母线变流器 (FR-CV) 时不要连接任何东西。
U、V、W	变频器输出	连接3相鼠笼电机。

P/+、PR	制动电阻器连接	在端子 P/+-PR 间连接选购的制动电阻器 (FR-ABR)。
P/+、N/-	制动单元连接	连接制动单元 (FR-BU2)、共直流母线变流器 (FR-CV) 以及高功率因数变流器 (FR-HC)
P/+、P1	直流电抗器连接。	拆下端子 P/+-P1 间的短路片，连接直流电抗器。
	接地	变频器机架接地用。必须接大地。

2. 主电路端子的端子排列与电源、电机的接线

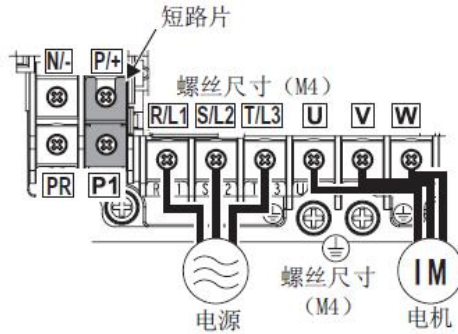


图 2.4.18 主电路接线图

注意事项:

- 电源线必须连接至 R/L1、S/L2、T/L3。绝对不能接 U、V、W，否则会损坏变频器。（没有必要考虑相序。）
- 电机连接到 U、V、W。接通正转开关（信号）时，电机的转动方向从负载轴方向看为逆时针方向。
- 电机及变频器必须接地。

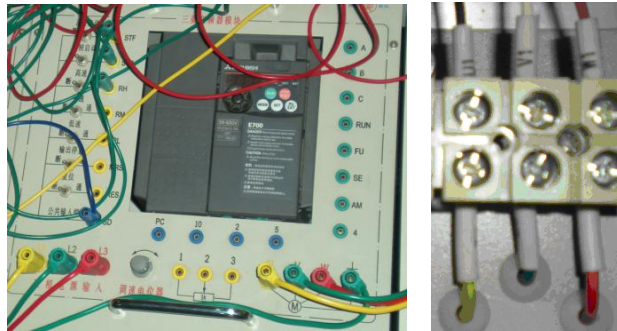


图 2.4.19 三菱 E700 变频器实际接线图

3. 控制电路的接线

标准控制电路端子的端子排列如下图:

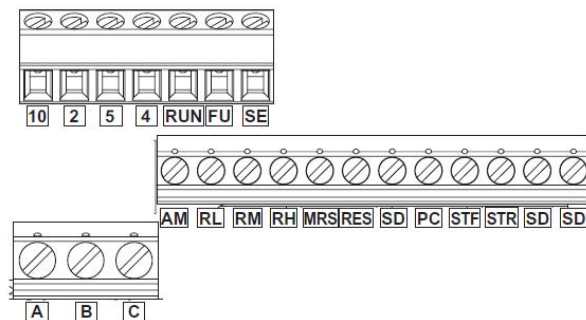



图 2.4.20 控制电路接线图

表 2.4.6 控制电路端子功能表

种类	端子号	端子名称	端子功能说明		规定规格	
接点输入	STF	正转启动	STF 信号 ON 时为正转、OFF 时为停止指令	STF、STR 信号同时 ON 时变成停止指令。	输入电阻 4.7kΩ 开路时电压 DC21~26V 短路时 DC4~6mA	
	STR	反转启动	STR 信号 ON 时为反转、OFF 时为停止指令。			
	RH、RM、RL	多段速度选择	用 RH、RM 和 RL 信号的组合可以选择多段速度。			
	MRS	输出停止	MRS 信号 ON (20ms 或以上) 时, 变频器输出停止。 用电磁制动器停止电机时用于断开变频器的输出。			
	RES	复位	用于解除保护电路动作时的报警输出。请使 RES 信号处于 ON 状态 0.1 秒或以上, 然后断开。 初始设定为始终可进行复位。但进行了 Pr.75 的设定后, 仅在变频器报警发生时可进行复位。复位所需时间约为 1 秒。			
	SD	接点输入公共端 (漏型) (初始设定)	接点输入端子 (漏型逻辑) 的公共端子。			
		外部晶体管公共端 (源型)	源型逻辑时当连接晶体管输出 (即集电极开路输出)、例如可编程控制器 (PLC) 时, 将晶体管输出用的外部电源公共端接到该端子时, 可以防止因漏电引起的误动作。			
		DC24V 电源公共端	DC24V 0.1A 电源 (端子 PC) 的公共输出端子。与端子 5 及端子 SE 绝缘。			
	PC	外部晶体管公共端 (漏型) (初始设定)	漏型逻辑时当连接晶体管输出 (即集电极开路输出)、例如可编程控制器 (PLC) 时, 将晶体管输出用的外部电源公共端接到该端子时, 可以防止因漏电引起的误动作。			电源电压范围 DC22~26V 容许负载电流 100mA
		接点输入公共端 (源型)	接点输入端子 (源型逻辑) 的公共端子。			
DC24V 电源		可作为 DC24V、0.1A 的电源使用。				

频率设定	1 0	频率设定用电源	作为外接频率设定（速度设定）用电位器时的电源使用。（参照 Pr.73 模拟量输入选择）	DC5.2V±0.2V 容许负载电流 10mA	
	2	频率设定（电压）	如果输入 DC0~5V（或 0~10V），在 5V（10V）时为最大输出频率，输入输出成正比。通过 Pr.73 进行 DC0~5V（初始设定）和 DC0~10V 输入的切换操作。	输入电阻 10kΩ±1kΩ 最大容许电压 DC20V	
	4	频率设定（电流）	如果输入 DC4~20mA（或 0~5V，0~10V），在 20mA 时为最大输出频率，输入输出成正比。只有 AU 信号为 ON 时端子 4 的输入信号才会有效（端子 2 的输入将无效）。通过 Pr.267 进行 4~20mA（初始设定）和 DC0~5V、DC0~10V 输入的切换操作。电压输入（0~5V/0~10V）时，请将电压 / 电流输入切换开关切换至“V”。	电流输入的情况下： 输入电阻 233Ω±5Ω 最大容许电流 30mA 电压输入的情况下： 输入电阻 10kΩ±1kΩ 最大容许电压 DC20V <div style="text-align: center;"> 电流输入 （初始状态） 电压输入  </div>	
	5	频率设定公共端	频率设定信号（端子 2 或 4）及端子 AM 的公共端子。请勿接大地。		
	集电极开路	RUN	变频器正在运行	变频器输出频率大于或等于启动频率（初始值 0.5Hz）时为低电平，已停止或正在直流制动时为高电平。	容许负载 DC24V （最大 DC27V）0.1A （ON 时最大电压降 3.4V）
FU		频率检测	输出频率大于或等于任意设定的检测频率时为低电平，未达到时为高电平。	* 低电平表示集电极开路输出用的晶体管处于 ON（导通状态）。高电平表示处于 OFF（不导通状态）。	
SE		集电极开路输出公共端	端子 RUN、FU 的公共端子		
模拟	AM	模拟电压输出	可以从多种监视项目中选一种作为输出。变频器复位中不被输出。输出信号与监视项目的大小成比例。	输出项目： 输出频率 （初始设定）	输出信号 DC0~10V 许可 负载电流 1mA（负载阻抗 10kΩ以上）分辨率 8 位

注意事项:

- 控制电路端子的接线应使用屏蔽线或双绞线，而且必须与主电路、强电电路分开接线。
- 请不要向控制电路的接点输入端子（例如：STF）输入电压。
- 变频器 STF 与 STR 不可同时接通，RH、RM、RL 也不可同时接通（同时接通后果未知）。
- 变频器控制端子自提供 24V 电压，不需再接电源。



图 2.4.21 控制电路实际接线图

4) 按照 I/O 接线图连接导线

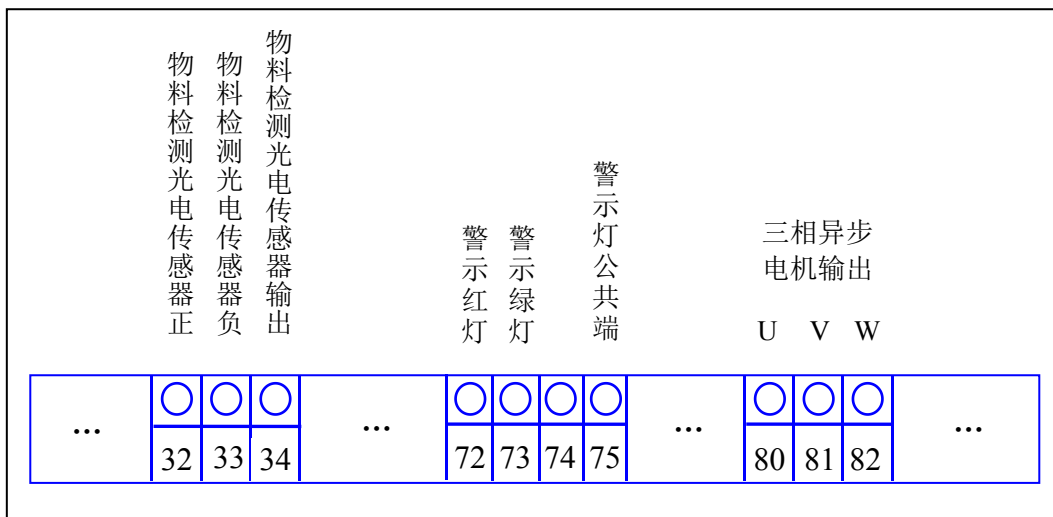


图 2.4.22 I/O 接线图

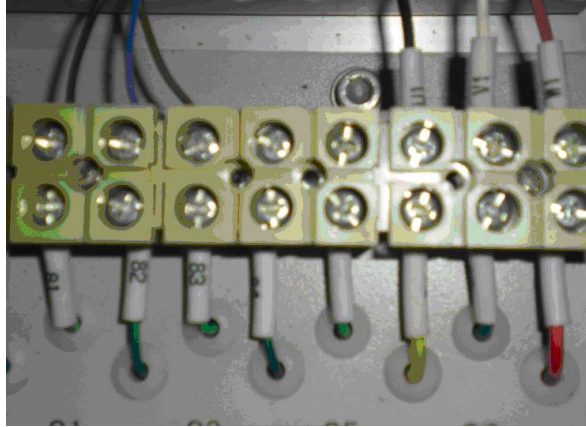


图 2.4.23 实际电路接线图

表 2.4.7 接线规则表

序号	器件名称	接线规则
1	光电传感器	信号输出端与 PLC 的输入端相连，正端连接至 24V 直流电源的正端，负端全部连接至 24V 直流电源的负端。
2	光纤传感器	信号输出端与 PLC 的输入端相连，正端连接至 24V 直流电源的正端，负端全部连接至 24V 直流电源的负端。
3	变频器	变频器 SD 为负，接 PLC 的输出 COM 端，可不需与其它 COM 或 0V 端相连（此接法变频器独占 PLC 一个 COM 口）。
4	警示灯	信号端接 PLC 的输出端，公共端接 24V 直流电源的正端。

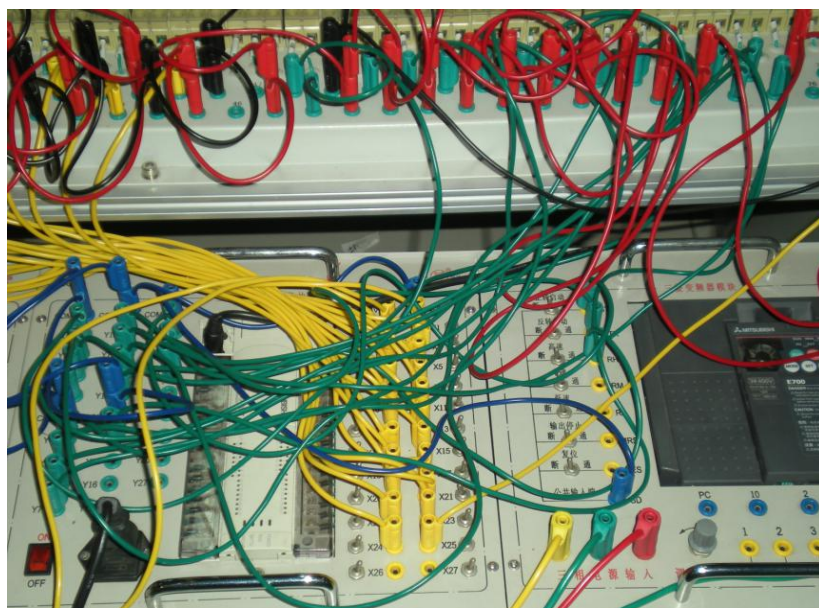


图 2.4.24 实际电路连接图

安全注意：

1. 在进行安装、接线等操作时，请务必在切断电源后进行，以避免发生事故。
2. 传感器和变频器的引出线务必连接正确，否则会烧毁传感器或变频器。
3. 在进行配线时，请勿将配线屑或导电物落入可编程控制器或变频器内。
4. 在变频器输出端子（U、V、W）处不要连接交流电源，以避免受伤及火灾。
5. 请勿将异常电压接于 PLC 或变频器输入/输出端子上，以避免烧坏 PLC 或变频器，请仔细检查接线是否有误。
6. 当变频器通电或正在运行时，请勿打开变频器前盖板，否则危险。

3、根据工艺要求设计程序

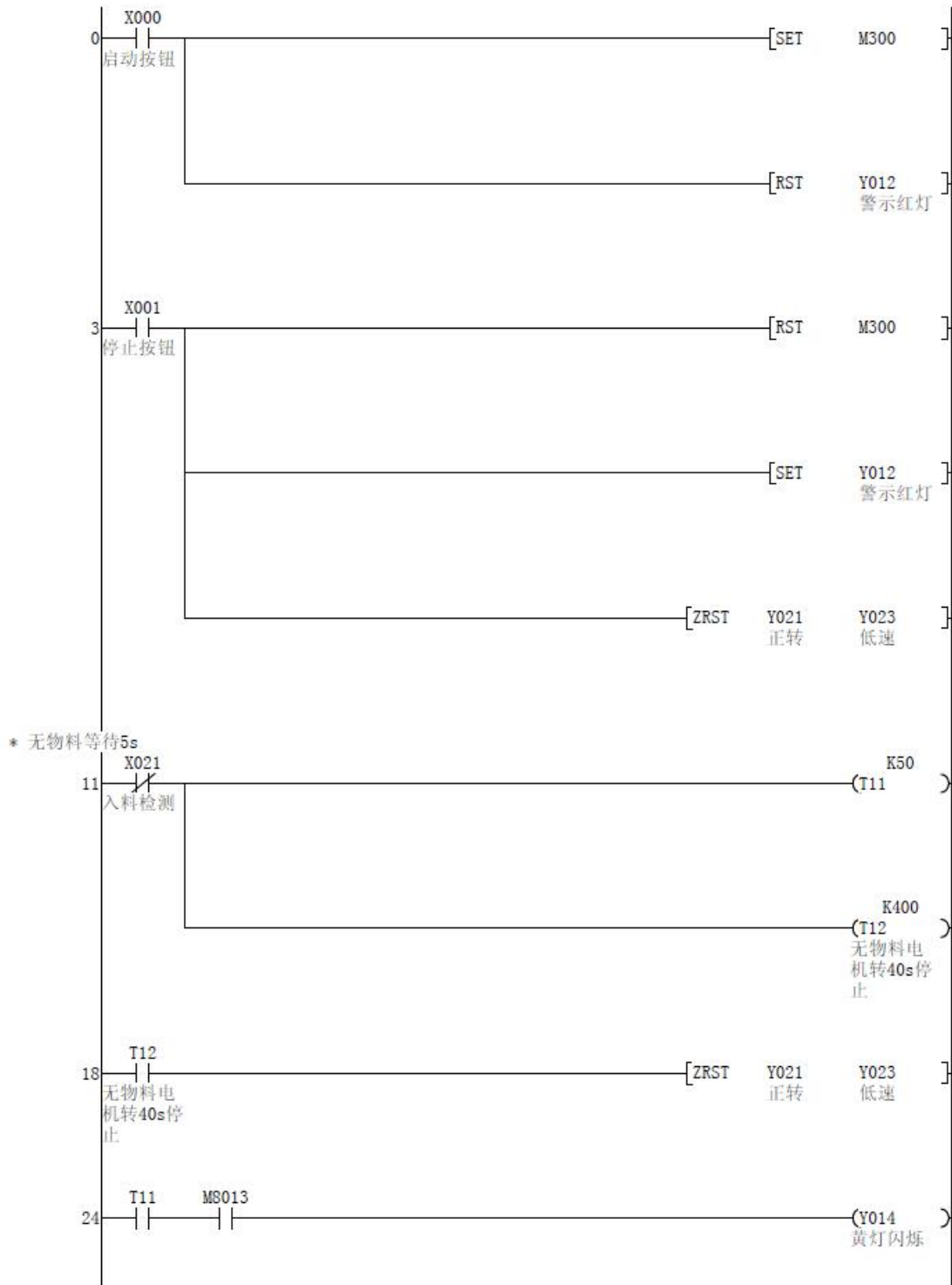
1) 工艺要求

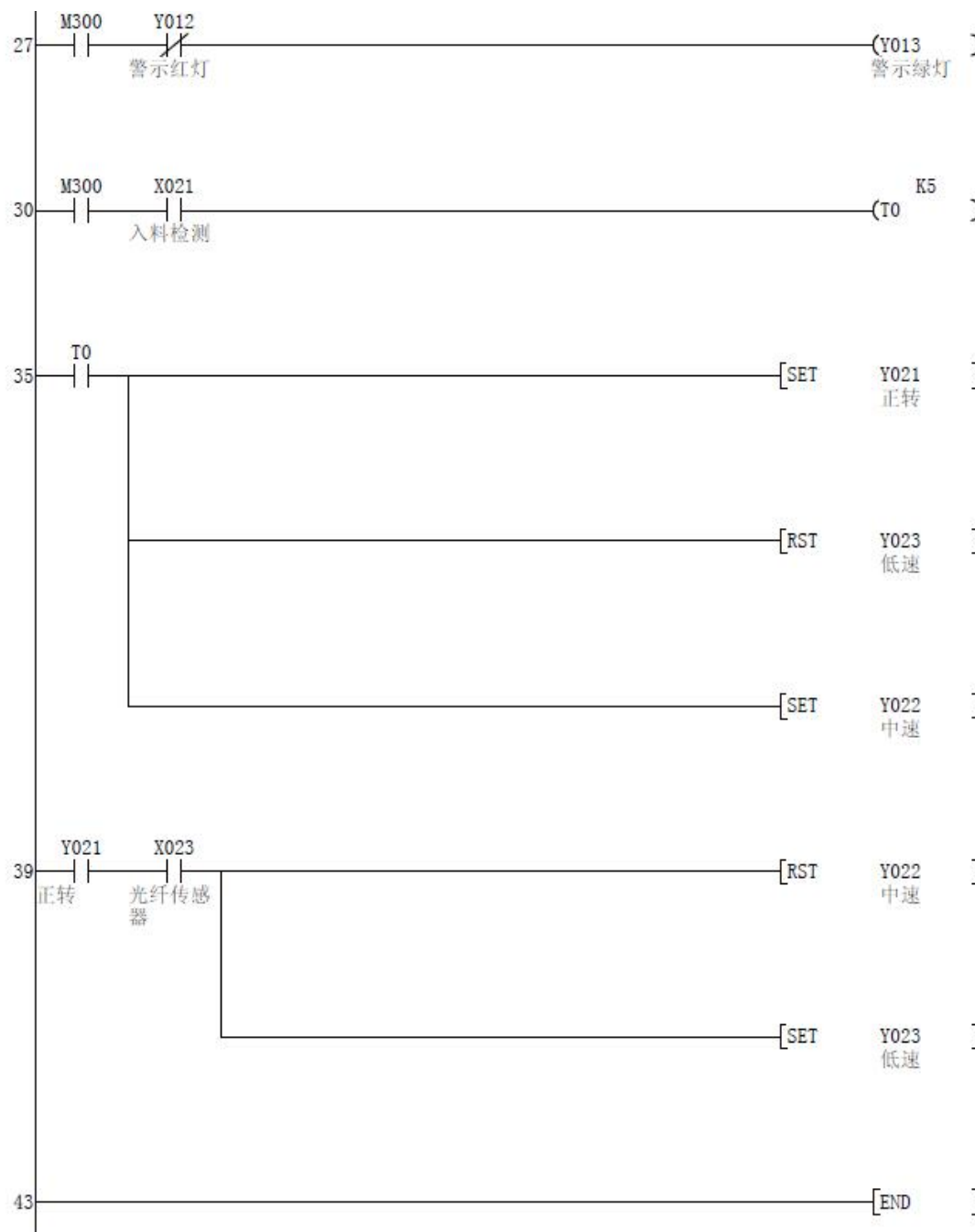
- ① 按“启动”按钮启动，绿灯亮，机械手复位，料台前端放入物料，机械手抓取物料旋转一定角度到传送带入料口上方，若入料口下方无积留的物料，则机械手把物料放入入料口，然后复位，若料台前端有放入物料，则机械手重复以上动作；若无放入物料，等待5秒后黄灯闪烁。
- ② 按“停止”按钮，机械手摆动完一定角度停止动作，绿灯灭、红灯亮。
- ③ 按“复位”按钮机械手旋转到初始位置，并松开手指。若出现故障可按“复位”按钮复位机械手。机械手在复位过程中，若5秒内没到位机械手解锁以保护机械手预防事故，机械手再次回位2秒后，机械手重新锁紧。

2) 程序设计

- ① 设计启动、停止和复位的程序部分；
- ② 检测无物料报警程序设计
- ③ 机械手抓去程序设计
- ④ 复位程序设计

参考程序如下：





功能指令说明：功能指令：SET、RST、ZRST



图 2.4.25 批复位指令图

表示 T12 闭合以后 M11~M15 五个中间继电器全部复位。

3) 程序下载

- ① 将系统左侧的三相四芯电源插头插入三相电源插座中，开启电源控制模块中三相电源总开关，U、V、W 端输出三相 380V 交流电源，单相双连暗插座输出 220V 交流电源。
- ② 用三芯电源线分别从单相双连暗插座引出交流 220V 电源到 PLC 模块和按钮模块的电源插座上。
- ③ 在三菱编程软件中打开编写控制程序，进行编译，当程序有错误时根据提示信息进行相应的修改，直至编译无误为止；编译完成后，用通信编程电缆连接计算机串口与 PLC 通讯口，打开 PLC 模块电源开关，将程序下载到 PLC 中。

注意：

- 1) 在插拔通信电缆时，请务必确认 PLC 输入电源处于断开状态。
- 2) 程序下载时将 PLC 的“RUN/STOP”开关拨至“STOP”状态。

4、皮带输送机构调试

1) 调试前的准备工作：

- ① 清理设备上的杂物。
- ② 保证机械动作部分完全正常工作。
- ③ 检查电路连接是否正确，严禁出现短路现象，避免接线错误而烧毁期间。

2) 机械手模拟调试

- ① 确认 PLC 输出负载回路电源处于断开状态
- ② 合上断路器，给设备供电
- ③ 将 PLC 的 RUN/STOP 开关置“RUN”位置，按下面板上的按钮，观察 PLC 输出 LED 指示灯的情况。
- ④ 模拟调试完成将 PLC 的 RUN/STOP 开关置“STOP”位置，并将按钮复位。

表 2.4.8 模拟调试记录表

步骤	操作任务	正确结果	观察结果
1	点动“启动”按钮	Y13 指示 LED 灯亮（绿灯亮）	
2	无物料等待 5 秒	Y14 指示 LED 灯闪烁（黄灯闪烁）	
3	X21 接通有物料	Y13 指示 LED 灯亮 Y21 指示 LED 灯亮 Y22 指示 LED 灯亮 Y14 指示 LED 灯熄灭	
4	X23 光纤传感器检测有物料	Y21 指示 LED 灯亮 Y23 指示 LED 灯亮 Y13 指示 LED 灯亮（绿灯亮）	
5	X23 断开 X21 断开无物料	Y13 指示 LED 灯亮 延时 5 秒 Y14 指示 LED 灯闪烁 延时 40 秒 Y21 指示 LED 灯熄灭 Y21 指示 LED 灯熄灭	

6	点动“停止”按钮	Y12 指示 LED 灯亮 Y13 指示 LED 灯熄灭 其余指示 LED 指示灯熄灭	
---	----------	---	--

⑤ 传感器调试。

1. 入料口放入物料，观察物料推出检测光电传感器指示灯是否亮起；
2. 光纤传感器下面放入白色物料，观察光纤传感器指示灯是否亮起，以检查传感器的接线和安装位置是否正确。

⑥ 变频器的调试

1. 变频器面板各部分名称如下图

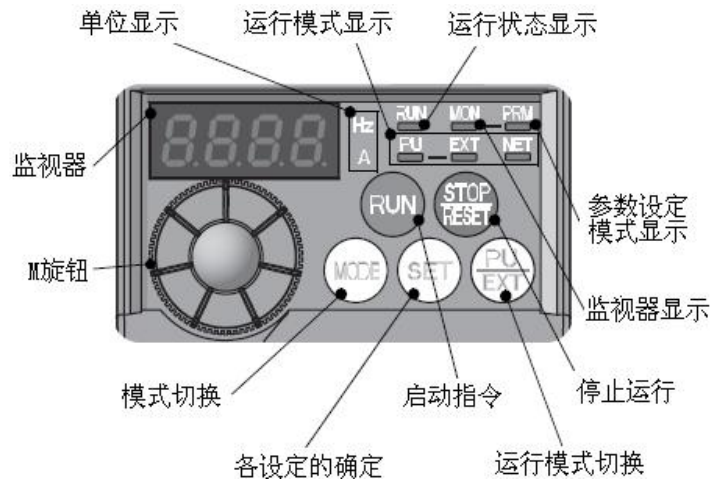


图 2.4.24 变频器面板示意图

基本操作面板功能说明

表 2.4.9 模拟调试记录表

面板样式	面板名称	功能说明
	监视器（4 位 LED）	显示频率、参数编号等。
	M 旋钮	（M 旋钮：三菱变频器的旋钮。） 用于变更频率设定、参数的设定值。 按该旋钮可显示以下内容。 • 监视模式时的设定频率 • 校正时的当前设定值 • 报警历史模式时的顺序
	启动指令	通过 Pr.40 的设定，可以选择旋转方向。
	设定的确定	运行中按此键则监视器出现以下显示。

	运行模式切换	<p>用于切换PU / 外部运行模式。 使用外部运行模式（通过另接的频率设定电位器和启动信号启动的运行）时请按此键，使表示运行模式的EXT处于亮灯状态。</p> <p>（切换至组合模式时，可同时按 （0.5秒），或者变更参数Pr.79。）</p> <p>PU：PU运行模式 EXT：外部运行模式 也可以解除PU停止。</p>
	模式切换	<p>用于切换各设定模式。 和  同时按下也可以用来切换运行模式。 长按此键（2秒）可以锁定操作。</p>
	停止运行	<p>停止运转指令。 保护功能（严重故障）生效时，也可以进行报警复位。</p>
	运行模式显示	<p>PU：PU运行模式时亮灯。 EXT：外部运行模式时亮灯。 NET：网络运行模式时亮灯。</p>
	单位显示	<ul style="list-style-type: none"> • Hz：显示频率时亮灯。 • A：显示电流时亮灯。 <p>（显示电压时熄灯，显示设定频率监视时闪烁。）</p>
	运行状态显示	<p>变频器动作中亮灯 / 闪烁。*</p> <p>* 亮灯：正转运行中 缓慢闪烁（1.4秒循环）：反转运行中 快速闪烁（0.2秒循环）：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 按  键或输入启动指令都无法运行时 • 有启动指令、频率指令在启动频率以下时 • 输入了 MRS 信号时
	监视器显示	监视模式时亮灯。
	参数设定模式显示	参数设定模式时亮灯。

2. 运行模式的设定

运行方式有 4 中如下图：

表 2.4.10 运行方式设定表

模式	运行方法		操作面板显示
	启动指令	频率指令	
内部启动 内部设定频率			
外部输入启动信号 外部输入电压频率	外部 (STF、STR)	模拟量 电压输入	



外部输入启动信号 内部设定频率	外部 (STF、STR)		
内部启动 外部输入电流频率		模拟量 电压输入	

可通过简单的操作来完成利用启动指令和速度指令的组合进行的 Pr.79 运行模式选择设定。设定步骤如下：

表 2.4.11 模式选择设定表

步骤	操作	显示
1	电源接通时显示的监视器画面。	
2	同时按住  和  键 0.5 秒。	
3	旋转  ，将值设定为 79-3	
4	按  键设定。	 闪烁…参数设定完成！！ 三秒后显示监视器画面。 






备注：








a. 按  键前按  键可以取消设定，返回监视器画面。如果此时是在 PU 运行模式（PU JOG 运行模式）下则切换到外部运行模式，若在外部运行模式下则切换到 PU 运行模式。

b. 按  键可复位。

3. 变更参数的设定方法

表 2.4.12 变更参数设定表

步骤	操作	显示
1	电源接通时显示的监视器画面。	
2	按  键，进入 PU 运行模式。	 PU 显示灯亮。
3	按  键，进入参数设定模式。	 PRM 显示灯亮。

		(显示以前读取的参数编号)
4	旋转  ，将参数编号设定为 (Pr. 1)。	
5	按  键，读取当前的设定值。 (120.0Hz (初始值))。	
6	旋转  ，将值设定为50.00Hz	
7	按  键设定。	 闪烁…参数设定完成！！

备注：

- a. 旋转  可读取其他参数。
- b. 按  键可再次显示设定值。
- c. 按两次  键可显示下一个参数。
- d. 按两次  键可返回频率监视画面。

4. 主要参数设定

表 2.4.13 主要参数功能表

序号	参数代号	初始值	设置值	功能说明
1	P. 1	120	50	上限频率 (Hz)
2	P. 2	0	0	下限频率 (Hz)
3	P. 3	50	50	电机额定频率
4	P. 4	50	50	多段速度设定 (高速)
5	P. 5	30	30	多段速度设定 (中速)
6	P. 6	10	10	多段速度设定 (低速)
7	P. 7	5	2	加速时间
8	P. 8	5	0	减速时间
9	P. 79	0	3	运行模式选择

备注：参数的详细说明件附录

3) 皮带输送机机构联机调试

模拟调试完成以后，接通 PLC 输出负载的电源回路，开始联机调试。认真观察设备的运作情况，若出现问题及时按下“停止”按钮或切断电源，放置部件

损坏。如果调试中运行结果和预期结果不相符，操作人员应根据现场的情况判断是否切断电源，检查分析原因（机械、电气或程序的问题），然后再进行调试，直至达到预期的效果。

表 2.4.14 上料联机调试结果表

步骤	操作任务	正确结果	备注
1	点动“启动”按钮	警示绿灯亮	
2	入料口无物料	5s 后警示黄灯闪烁	
3	入料口放入物料	三相异步电机中速正转	
4	如果是白色物料	经过光纤传感器 三相异步电机低速正转	
5	入料口一直无物料	5s 后警示黄灯闪烁， 40s 后电机停止转动	
6	重新放入物料	警示黄灯熄灭， 三相异步电机中速正转	
7	点动“停止”按钮	动作停止， 警示绿灯熄灭，警示红灯亮	
8	重新点动“启动”按钮	警示红灯熄灭，警示绿灯亮	

设备调试完成以后，试运行一段时间，观察运行情况，确保设备可靠稳定的运作。

注意：调试时注意观察机械手的动作，遇到问题及时按下“停止”按钮。

5、清理现场

设备调试结束后要求施工人员要清点工具、整理资料、清扫现场填写登记表等工作。

- 1) 清点工具，对照工具清单清点工具，检查有无丢失并装入工具箱中。
- 2) 资料整理，整理归类技术说明书、电气元件明细表、施工计划表、设备电路图、程序图等资料并存入档案以备查询。
- 3) 填写安装登记表，记录调试过程中出现的问题及解决办法。
- 4) 打扫设备周围的卫生，保持整洁干净的环境。

6、设备验收

表 2.4.16 设备验收表

验收项目	要求	存在问题	备注
设备安装	3. 设备部件安装可靠，位置正确； 4. 电路安装正确，接线规范		
设备功能	3. 设备起停正常； 4. 各功能正常，警示灯报警正常		
设备资料	2. 资料齐全，归类有序		

安全运行	3. 遵守安全操作规范; 4. 保持现场整洁卫生, 工具摆放有序		
时间	开始/结束时间:		

2.5 项目四 物料分拣机构的安装与调试

一、项目要求

- 1、能识读机械安装图，根据安装图会安装机械零部件；
- 2、正确安装气动元件；
- 3、按照设备电路图正确连接电气回路；
- 4、根据工艺要求设计控制程序；
- 5、调试设备实现上料功能，处理调试工程出现的问题。

二、考核技能

- 1、识读机械安装图；
- 2、看懂电路图，正确接线；
- 3、能安装气动系统；
- 4、能排除一般电气、机械故障；
- 5、控制程序的编写。

三、安全规范

- 1、穿戴好安全防护用具。严禁穿凉鞋、背心、短裤、裙装进入施工现场；
- 2、使用绝缘工具，并认真检查工具绝缘是否良好；
- 3、停电作业时，必须验电确认无误后方可工作；
- 4、带电作业时，必须检查无误后在老师的监护下进行；
- 5、树立安全和文明意识。

工作实施

一、项目准备工作

1、识读设备图样及技术文件

(1) 装置简介

1) 功能与组成

物料分拣机构的功能是通过传感器检测实现物料的分拣任务。主要有由分拣料槽、单杆气缸、旋转气缸、磁性传感器、光电传感器、电感传感器、光纤传感器及电磁阀等组成。

2) 工作流程

按“复位、启动”按钮，绿灯亮，传送带复位4秒以清空传送带上的物料，在入料口放入物料，电机中速正向转动。若放入的是金属物料，则料槽一检测传感器检测到物料时，推料气缸把物料推入料槽一；若放入的是白色物料，则料槽二检测传感器检测到物料时，导料气缸转出，物料进入料槽二；若放入的是黑色物料，则物料直接进入料槽三。当物料落入料槽，分拣机构的各气缸复位，电机停转，在入料口放入物料下一次循环开始。按“停止”按钮，分拣机构停止工作，不再分拣物料，同时绿灯灭，红灯亮，再次启动请按“启动”按钮或“复位”按钮，若转送带上积留物料或机构工作紊乱，请按“复位”按钮。若电机停转5秒

后，入料口无物料放入，黄灯闪亮，放入物料后黄灯熄灭。

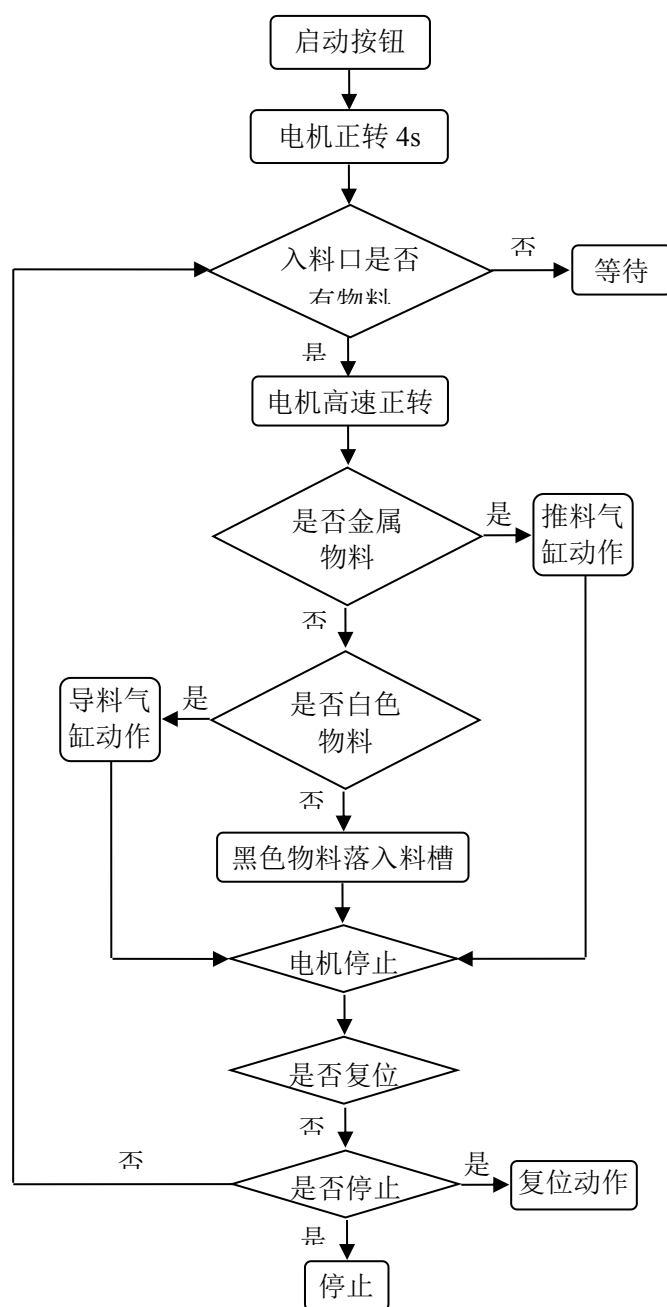


图 2.5.1 物料分拣机构工作流程框图

(2) 识读机械装配图

1) 机械结构组成

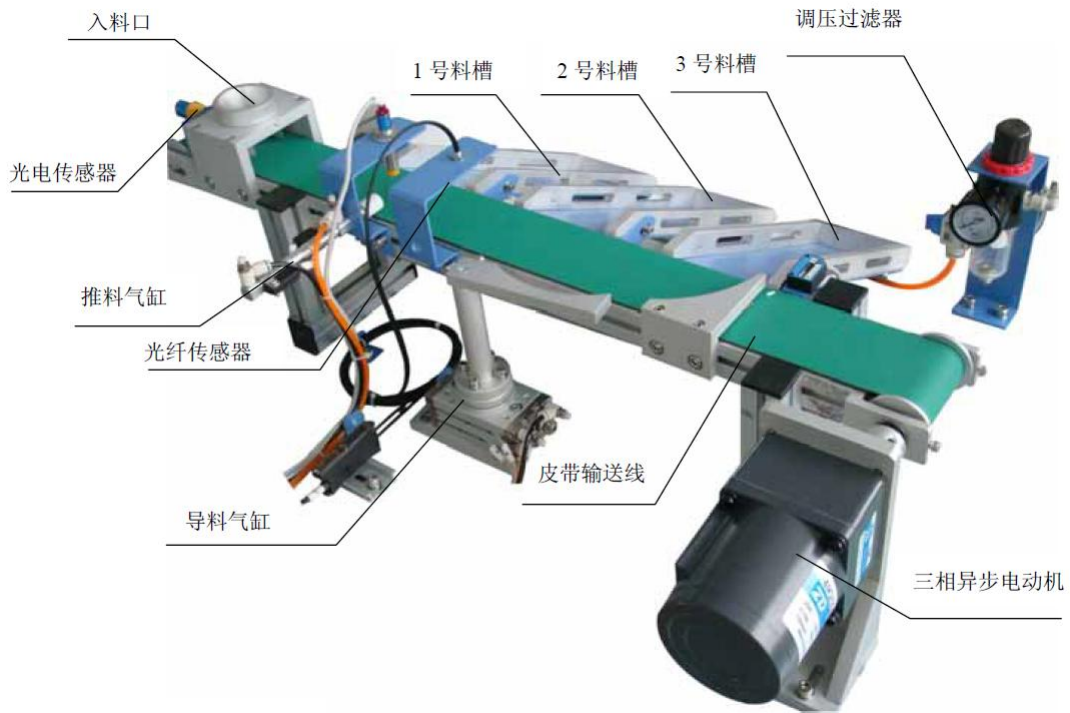


图 2.5.2 物料分拣机构组成图

- ① 光电传感器：当有物料放入入料口时和有物料落入料槽时，给 PLC 一个输入信号。
 - ② 光纤传感器：用于检测非金属的白色物料，检测距离为 3~8mm，通过传感器放大器的电位器可调。
 - ③ 电感式传感器：检测金属材料，检测距离为 2~5mm
 - ④ 1 号料槽：对物料进行分拣时，用于放置金属物料。
 - ⑤ 2 号料槽：对白色物料和黑色物料进行分拣时，用于放置白色物料。
 - ⑥ 3 号料槽：对白色物料和黑色物料进行分拣时，用于放置黑色物料。
 - ⑦ 推料气缸：将物料推入料槽，由单向电控气阀控制。
 - ⑧ 导料气缸：在检测到有白色物料时，将导料块旋转相应的位置。
- 2) 分析装配示意图

① 机械装配部件示意图

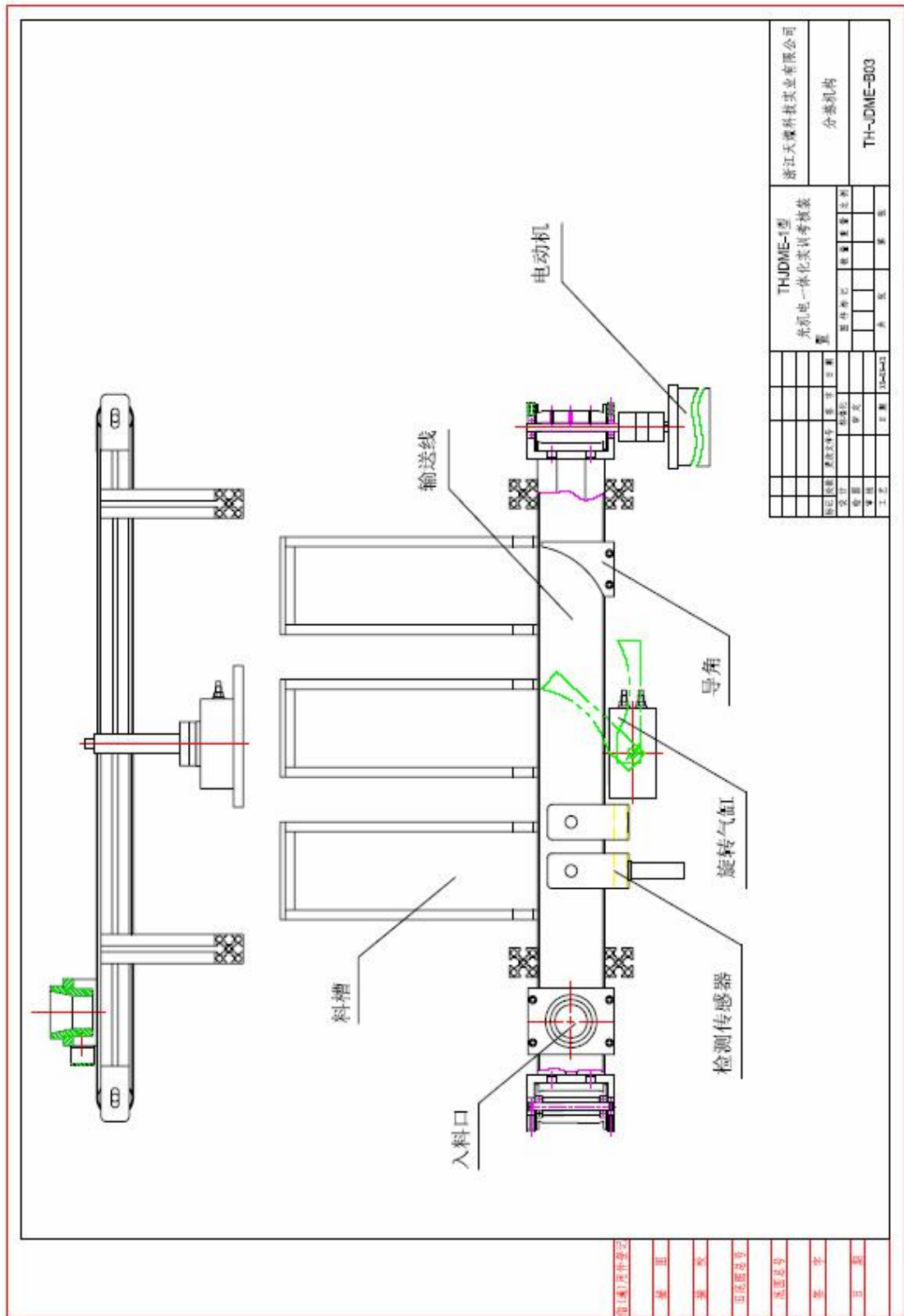


图 2.5.3 分选机构机械示意图

② 气动安装部件示意图

1. 气动控制回路图如下所示

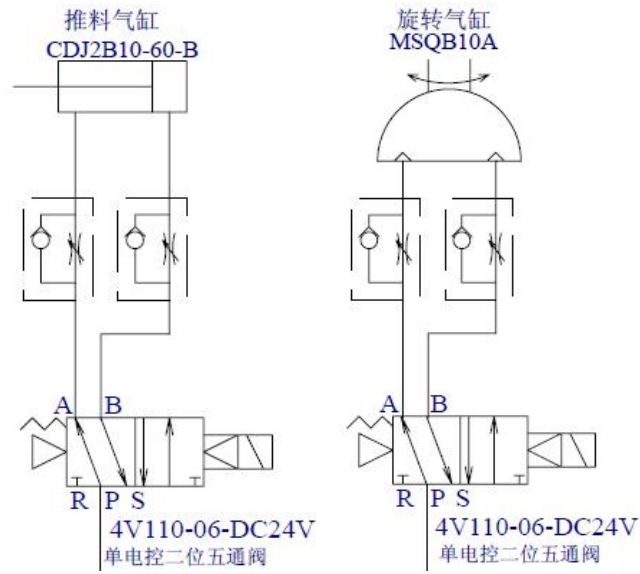


图 2.5.4 气动控制回路图

(3) 识读电路图

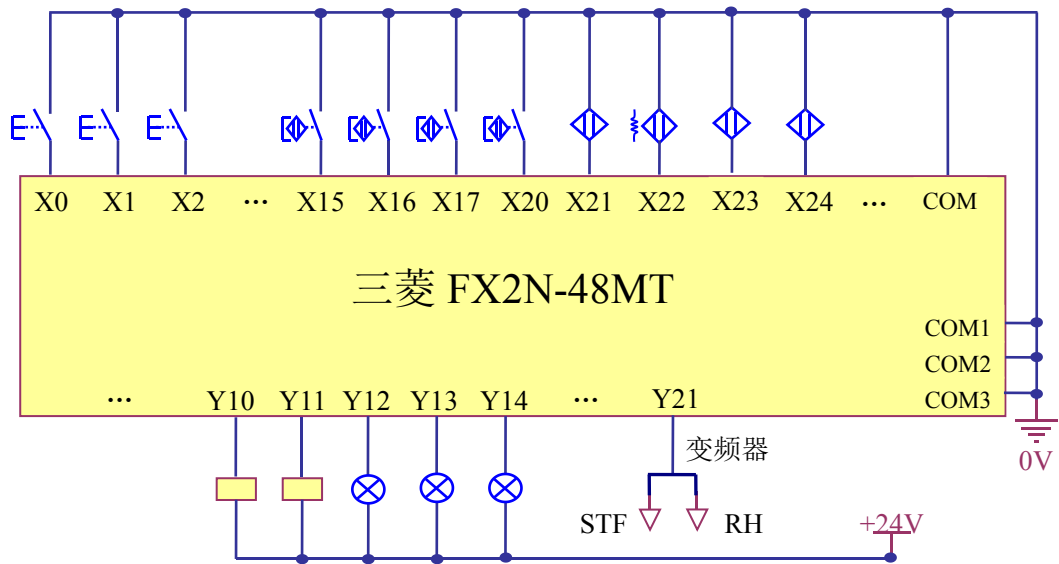


图 2.5.5 皮带输送机构的电路图

表 2.5.1 I/O 分配表

I			O		
序号	PLC 地址	名称及功能说明	序号	PLC 地址	名称及功能说明
1	X0	启动按钮	1	Y10	推料气缸
2	X1	停止按钮	2	Y11	导料气缸
3	X2	复位按钮	3	Y12	警示红灯
4	X15	推料一伸出限位传感器	4	Y13	警示绿灯
5	X16	推料一缩回限位传感器	5	Y14	警示黄灯
6	X17	导料转出限位传感器	6	Y21	变频器 STF
7	X20	导料原位限位传感器			
8	X21	入料检测光电传感器			
9	X22	料槽一检测传感器			
10	X23	料槽二检测传感器			
11	X24	分拣槽检测传感器			

(4) 制定施工计划

物料分拣机构安装与调试的流程如图，根据任务制定详细的操作计划。

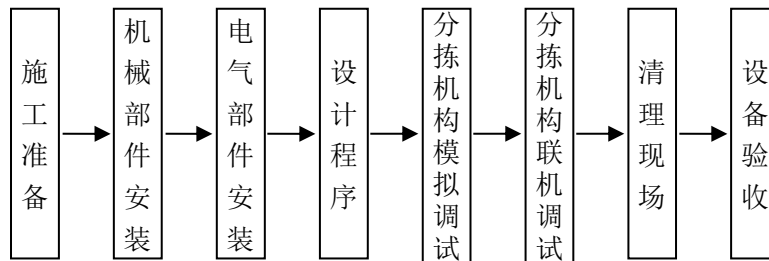


图 2.5.6 物料分拣机构安装与调试的流程

表 2.5.2 施工计划表

设备名称：物料分拣机构				
序号	施工任务	施工人员	工序定额	备注
1	阅读设备技术文件			
2	机械部件安装与调整			
3	电气部件安装与调整			
4	设计程序			
5	分拣机构模拟调试			
6	分拣机构联机调试			
7	清理现场、整理文件			
8	设备验收			
施工日期		总共时 (h)	施工人数 (人)	施工负责人

2、施工操作准备

(1) 零部件清点

检查零部件是否齐全，并归类放置。

表 2.5.3 设备清单

序号	名称	型号规格	数量	单位	备注
1	PLC 模块	FX2N-48MT	1	块	三菱
2	输送支架	实训设备配置	1	个	
4	电机固定支架	实训设备配置	1	个	
5	料槽	实训设备配置	3	个	
6	警示灯及支架	红、黄、绿三色	1	套	
7	电源模块	JD01A	1	块	
8	按钮模块	JD02A	1	块	
9	光电传感器	SB03-1K、 WS/WE100-N1439	2	只	
10	光纤传感器	E3X-NA11、E32-DC200	1	只	
11	电感传感器	LE4-1K	1	只	
12	磁性开关	D-C73	2	只	
13	电容传感器	CLG5-1K	1	只	
14	电磁阀	4V110-06	2	个	
15	调速阀	$\phi 3/\phi 5$	4	只	出气节流式
16	调压过滤器	AFR-2000M	1	个	配有压力表 0~1MPa
17	螺钉	不锈钢内六角 M5×16	22	只	
18		不锈钢内六角 M4×12	12	只	
19		不锈钢内六角 M3×12	4	只	
20	螺母	椭圆形螺母 M6	10	只	
21	垫圈	$\phi 5$	22	只	
22		$\phi 4$	12	只	
23		$\phi 3$	4	只	
24	导线	BVR-1.5mm ²	若干	根	
25	气管	$\phi 3/\phi 5$	若干	根	
26	气源	AFR-2000	1	个	
27	静音气泵	BL: 0.017/8	1	台	0.6~0.8Mpa

(2) 工具清点

施工人员应该清点所用工具的数量，以保证实践操作的顺利进行。

表 2.5.4 工具清单

序号	名称	型号规格	数量	单位
1	工具箱	实训设备配置	1	个
2	活络扳手	150mm	1	把
3	内六角扳手	1.5-10(mm)	1	套
4	螺钉旋具	一字 5×75/3×200/3×75(mm)	3	把
5		十字 6×250/5×75/3×50(mm)	3	把
6	尖嘴钳	150mm	1	把
7	剥线钳	150mm	1	块
8	钟表螺钉旋具	#0/#1/1.4-3.0(mm)	1	套
9	镊子	100mm	1	把
10	剪刀	150mm	1	把
11	电烙铁	A021850	1	只
12	万用表	VC830L	1	只
13	多用途斜边三角尺	306-1/30cm	1	套
14	编程软件	GX Developer version8.52E 中文版	1	套
15	编程电缆	SC-90	1	根
16	计算机	自定	1	台

二、 项目实践操作

1、 机械部件安装

(1) 机械安装前准备

- 1) 清理现场，保证施工环境的干净整洁，防止油污、碎屑等对设备安装的影响；
- 2) 备齐相关机械零部件及图样，以便检查核对；
- 3) 选好机械组装的工具；
- 4) 根据装配示意图，绘制安装流程图，确定合理的组装顺序。

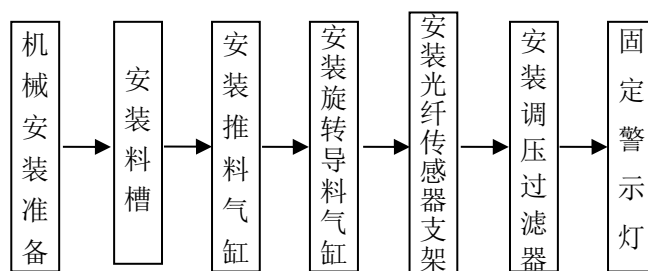


图 2.5.7 机械安装流程图

(2) 机械安装的实施过程

物料分拣机械结构的铝合金板材如图：



图 2.5.8 安装零部件

1) 物料槽的安装

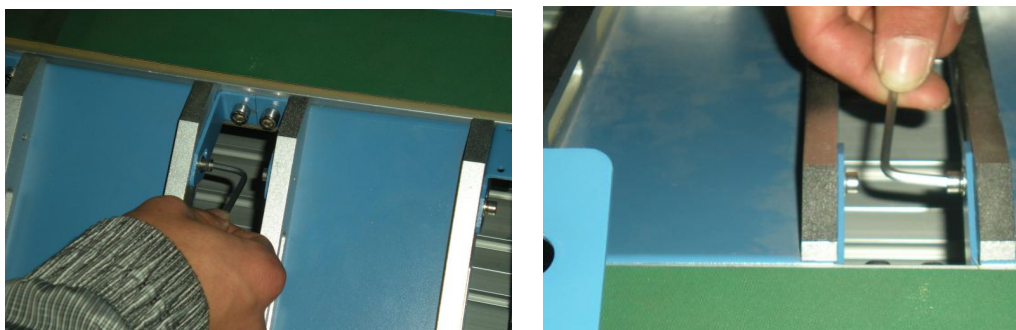


图 2.5.9 物料槽安装图

2) 推料气缸的安装

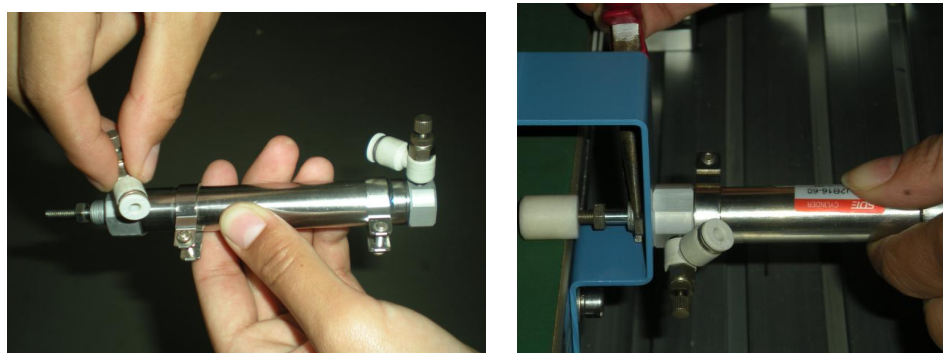


图 2.5.10 推料气缸安装图

3) 旋转导料气缸安装

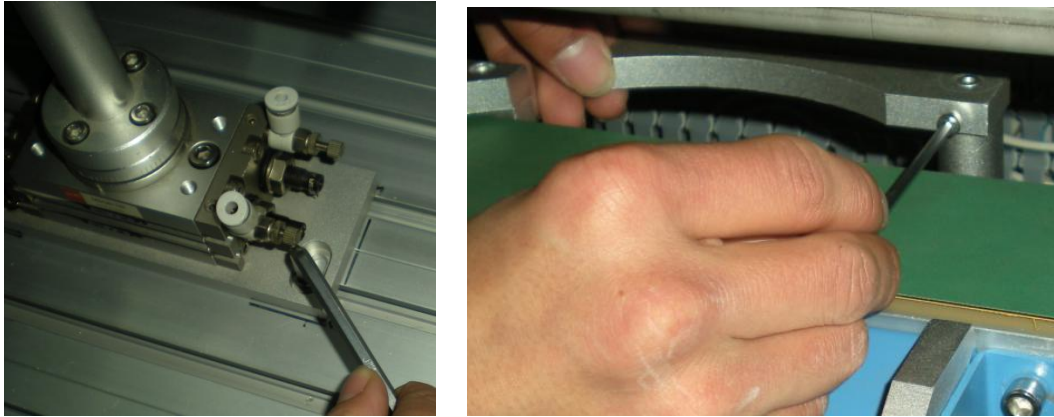


图 2.5.11 旋转导料气缸安装图

4) 安装传感器支架
同任务三的安装方法。

5) 电磁阀组的安装



图 2.5.12 电磁阀组安装图

6) 调压过滤器和警示灯的安装
同任务一的安装方法。

2、电气元件安装

(1) 电气安装前准备

- 1) 检查电源开关，确保电源处于断开状态，保证施工无隐患；
- 2) 准备好电路连接的相关图样，以供操作时查阅；
- 3) 选好电气安装用的工具；
- 4) 剪好管线号；
- 5) 制定电气安装的步骤，做到施工有序。

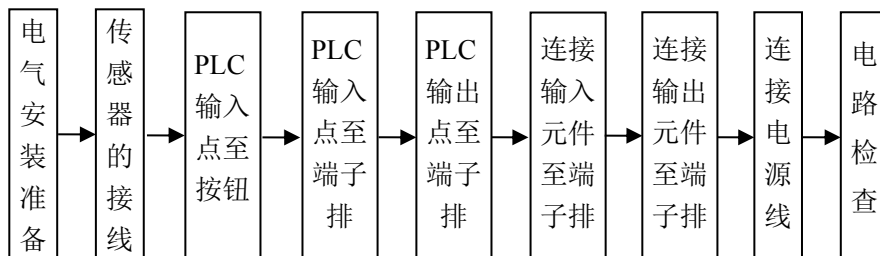


图 2.5.13 电气安装流程图

(2) 电气安装操作过程

1) 传感器的安装

- ① 分拣槽接受传感器至端子排，分拣槽接受传感器有三根引出线，棕色表

示“+”接“+24V”，蓝色表示“-”接“0V”，黑色表示“输出”接“信号输入端”。



图 2.5.14 分拣槽接受传感器安装图

- ② 分拣槽发射传感器至端子排，分拣槽接受传感器有两根引出线，棕色表示“+”接“+24V”，蓝色表示“-”接“0V”。



图 2.5.15 分拣槽发射传感器安装图

- ③ 电感传感器至端子排，电感传感器有三根引出线，棕色表示“+”接“+24V”，蓝色表示“-”接“0V”，黑色表示“输出”接“信号输入端”。



图 2.5.16 磁性传感器安装图

- ④ 光纤传感器至端子排，光纤传感器有三根引出线，棕色表示“+”接“+24V”，蓝色表示“-”接“0V”，黑色表示“输出”接“信号输入端”。
安装与接线方法同任务三。

2) PLC 与接线柱安装

同任务一的安装方法。

3) 按照 I/O 接线图连接导线

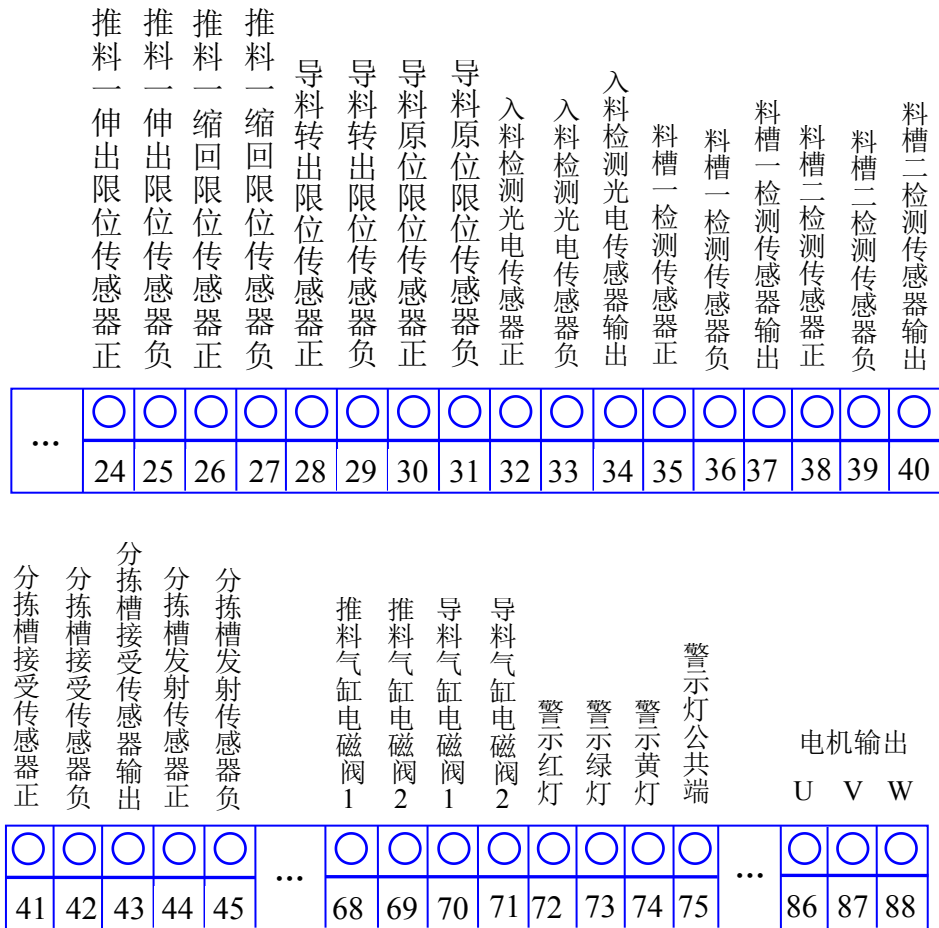


图 2.5.17 I/O 接线图

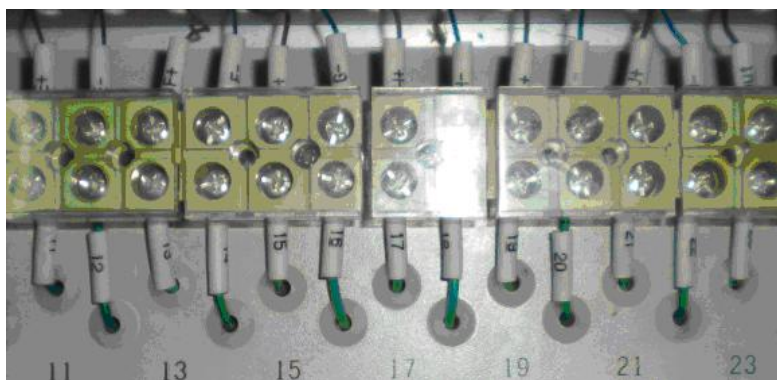


图 2.5.18 电路实际接线图

表 2.5.5 接线规则表

序号	器件名称	接线规则
----	------	------

1	光电传感器	信号输出端与 PLC 的输入端相连，正端连接至 24V 直流电源的正端，负端全部连接至 24V 直流电源的负端。
2	光纤传感器	信号输出端与 PLC 的输入端相连，正端连接至 24V 直流电源的正端，负端全部连接至 24V 直流电源的负端。
3	电感传感器	信号输出端与 PLC 的输入端相连，正端连接至 24V 直流电源的正端，负端全部连接至 24V 直流电源的负端。
4	分拣槽发射传感器	正端连接至 24V 直流电源的正端，负端连接至 24V 直流电源的负端。
5	分拣槽接受传感器	信号输出端与 PLC 的输入端相连，正端连接至 24V 直流电源的正端，负端全部连接至 24V 直流电源的负端。
6	按钮开关	常开端与 PLC 的输入端相连，公共端连接至直流电源的“0V”端。
7	电磁阀	负端与 PLC 的输出端相连，正端连接至 24V 直流电源的正端。
8	警示灯	信号端接 PLC 的输出端，公共端接 24V 直流电源的正端。

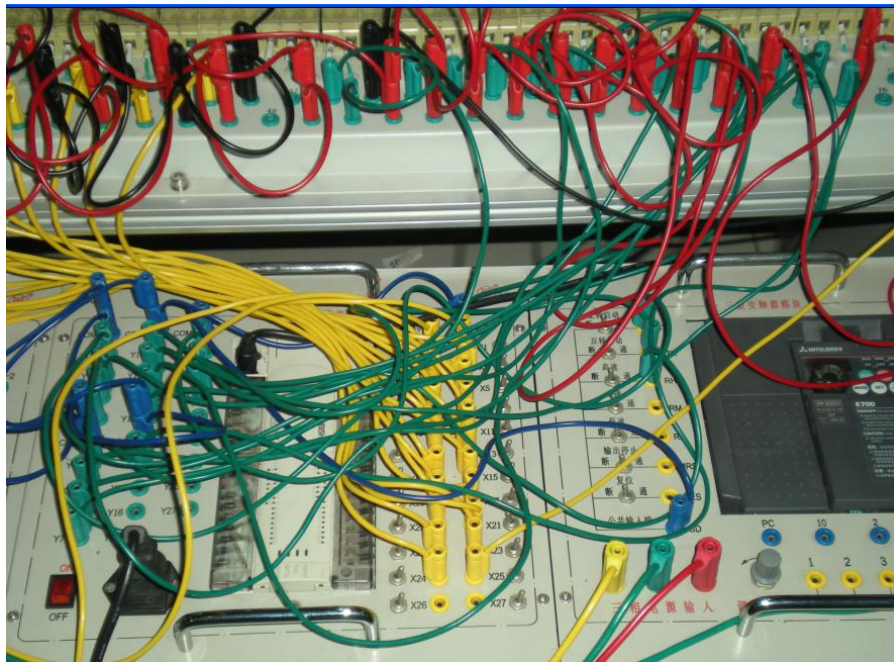


图 2.5.19 实际连线图

安全注意：

1. 在进行安装、接线等操作时，请务必在切断电源后进行，以避免发生事故。
2. 传感器的引出线务必连接正确，否则会烧毁传感器或变频器。
3. 分拣槽检测光电传感器为对射式，Z 发射光线，只接电源，R 接受光线，out 端接 PLC 输入。
4. 在进行配线时，请勿将配线屑或导电物落入可编程控制器或变频器内。
5. 请勿将异常电压接于 PLC 输入/输出端子上，以避免烧坏 PLC，请仔细检查接线是否有误。

3、根据工艺要求设计程序

- 1) 工艺要求

① 按“复位、启动”按钮，绿灯亮，传送带复位4秒以清空传送带上的物料，在入料口放入物料，电机转动。若放入的是金属物料，则料槽一检测传感器检测到物料时，推料气缸把物料推入料槽一；若放入的是白色物料，则料槽二检测传感器检测到物料时，导料气缸转出，物料进入料槽二；若放入的是黑色物料，则物料直接进入料槽三。当物料落入料槽，分拣机构的各气缸复位，电机停转，在入料口放入物料下一次循环开始。

② 按“停止”按钮，分拣机构停止工作，不再分拣物料，同时绿灯灭，红灯亮，再次启动请按“启动”按钮或“复位”按钮。

③ 若传送带上积留物料或机构工作紊乱，请按“复位”按钮。

④ 若电机停转5秒后，入料口无物料放入，黄灯闪亮，放入物料后黄灯熄灭。

2) 程序设计

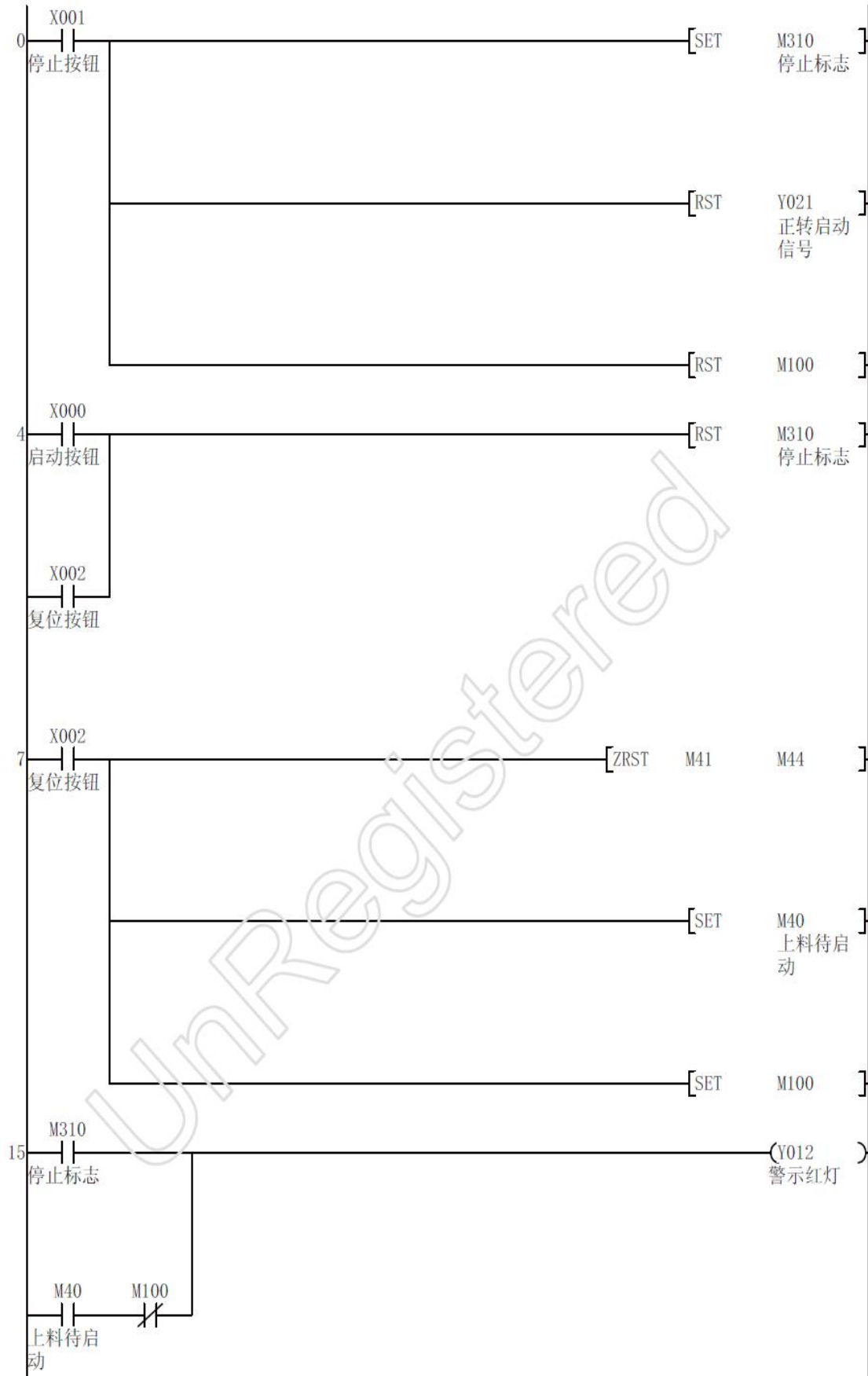
① 设计启动、停止和复位的程序部分；

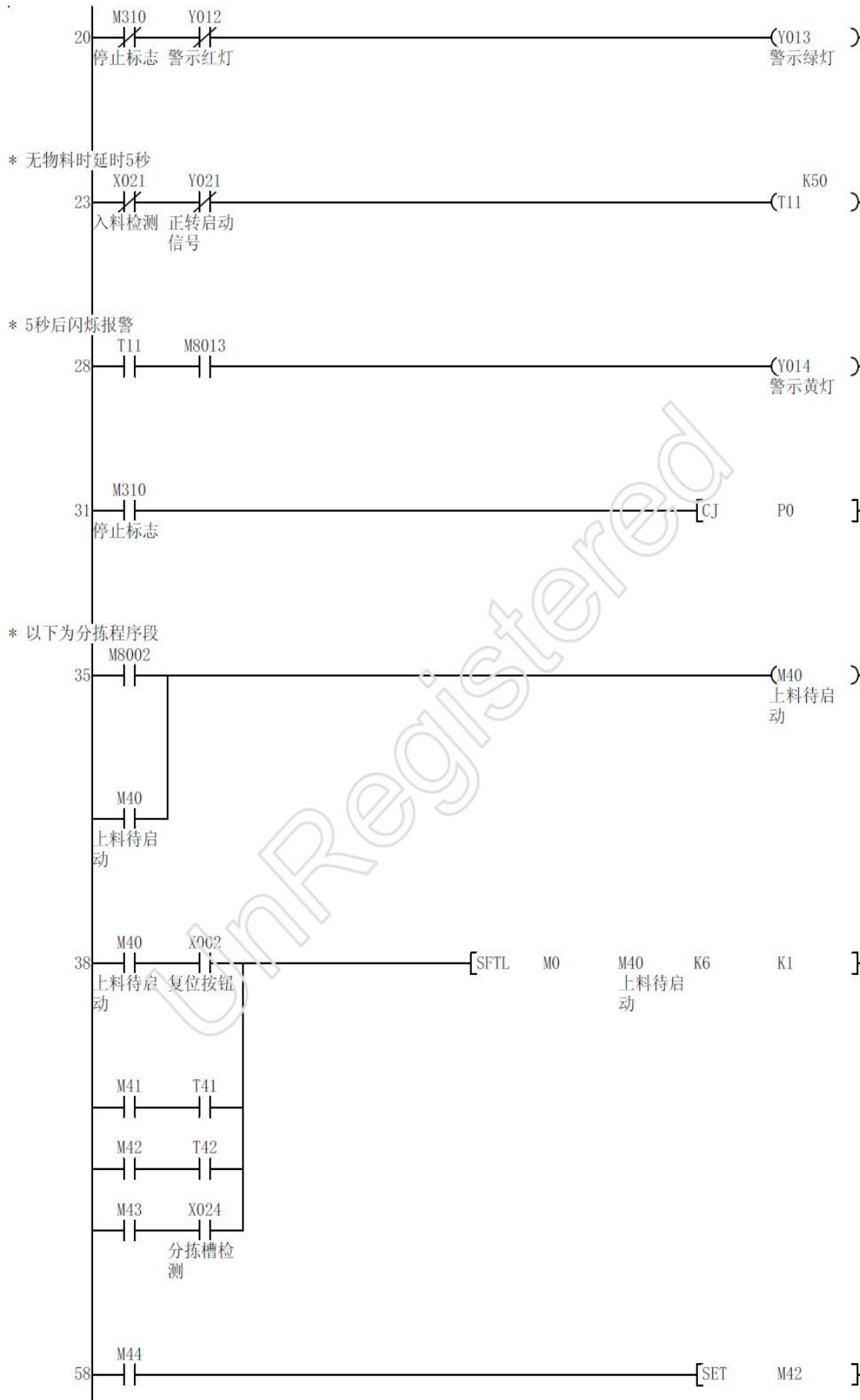
② 物料分拣程序设计

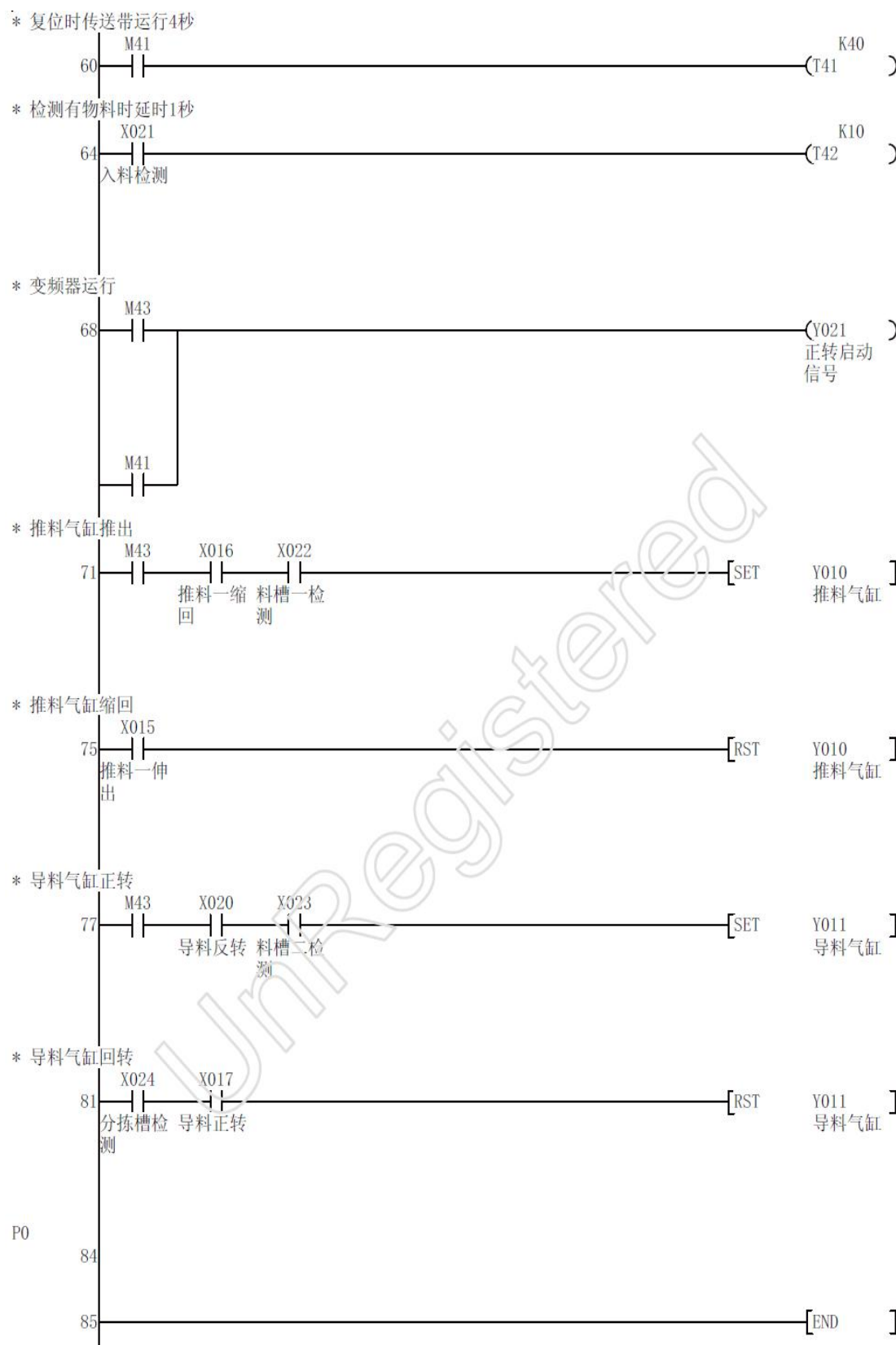
③ 复位程序设计

④ 无物料报警程序设计

参考程序如下：







功能指令： SET、RST、SFTL

3) 程序下载

- ① 将系统左侧的三相四芯电源插头插入三相电源插座中，开启电源控制模块中三相电源总开关，U、V、W 端输出三相 380V 交流电源，单相双连暗插座输出 220V 交流电源。
- ② 用三芯电源线分别从单相双连暗插座引出交流 220V 电源到 PLC 模块和按钮模块的电源插座上。
- ③ 在三菱编程软件中打开编写控制程序，进行编译，当程序有错误时根据提示信息进行相应的修改，直至编译无误为止；编译完成后，用通信编程电缆连接计算机串口与 PLC 通讯口，打开 PLC 模块电源开关，将程序下载到 PLC 中。

注意：

- 1) 在插拔通信电缆时，请务必确认 PLC 输入电源处于断开状态。
- 2) 程序下载时将 PLC 的“RUN/STOP”开关拨至“STOP”状态。

4、皮带输送机构调试

1) 调试前的准备工作：

- ① 清理设备上的杂物。
- ② 保证机械动作部分完全正常工作。
- ③ 检查电路连接是否正确，严禁出现短路现象，避免接线错误而烧毁期间。

2) 机械手模拟调试

- ① 确认 PLC 输出负载回路电源处于断开状态
- ② 合上断路器，给设备供电
- ③ 将 PLC 的 RUN/STOP 开关置“RUN”位置，按下面板上的按钮，观察 PLC 输出 LED 指示灯的情况。
- ④ 模拟调试完成将 PLC 的 RUN/STOP 开关置“STOP”位置，并将按钮复位。

表 2.5.6 模拟调试记录表

步骤	操作任务	正确结果	观察结果
1	点动“启动”按钮	Y13 指示 LED 灯亮（绿灯亮） Y21 指示 LED 灯亮 （电机正转 4s）	
2	无物料等待 5 秒	Y14 指示 LED 灯闪烁（黄灯闪烁） Y21 指示 LED 灯熄灭	
3	X21 接通有物料 X16 接通推料缩回到位	Y21 指示 LED 灯亮	
4	X16 接通推料缩回到位 X22 接通料槽一传感器	Y21 指示 LED 灯亮 Y10 指示 LED 灯亮（推料）	
5	X16 断开推料缩回到位 X22 断开料槽一传感器 X15 接通推料伸出到位	Y21 指示 LED 灯亮 Y13 指示 LED 灯亮 Y10 指示 LED 灯熄灭	

6	X16 接通推料缩回到位 X15 断开推料伸出到位 X24 接通分拣槽传感器	Y13 指示 LED 灯亮 Y21 指示 LED 灯熄灭	
7	X21 接通有物料 X20 接通导料原位到位	Y13 指示 LED 灯亮 Y21 指示 LED 灯亮	
8	X23 断开料槽一传感器 X20 接通导料原位到位	Y13 指示 LED 灯亮 Y21 指示 LED 灯亮 Y11 指示 LED 灯亮（导料）	
9	X20 断开导料原位到位 X17 接通导料转出到位 X23 断开料槽二传感器	Y13 指示 LED 灯亮 Y21 指示 LED 灯亮 Y10 指示 LED 灯熄灭	
10	X20 接通导料原位到位 X17 断开导料转出到位 X24 接通分拣槽传感器	Y13 指示 LED 灯亮 Y21 指示 LED 灯熄灭	
11	X21 接通有物料 X20 接通导料原位到位 X16 接通推料缩回到位	Y13 指示 LED 灯亮 Y21 指示 LED 灯亮	
12	X20 接通导料原位到位 X16 接通推料缩回到位 X24 接通分拣槽传感器	Y13 指示 LED 灯亮 Y21 指示 LED 灯熄灭	
13	点动“停止”按钮	Y12 指示 LED 灯亮 Y13 指示 LED 灯熄灭 Y21 指示 LED 灯熄灭	

⑤ 传感器调试。

- 1.入料口放入物料，观察物料推出检测光电传感器指示灯是否亮起；
- 2.光纤传感器下面放入白色物料，观察光纤传感器指示灯是否亮起；
- 3.电感传感器下面放入金属物料，观察电感传感器指示灯是否亮起；
- 4.在分拣槽发射和接受传感器之间放入物料观察光纤传感器指示灯是否亮起；以检查传感器的接线和安装位置是否正确。
- 5.按下推料气缸单控电磁阀，观察推料气缸伸出限位传感器和缩回限位传感器是否工作正常；按下导料气缸单控电磁阀，观察导料气缸转出限位传感器和原位限位传感器是否工作正常。

安全注意：请不要用手直接把金属物料或其它金属物放在料槽一检测传感器下，以防推料气缸突然推出伤到手。

3) 皮带输送机构联机调试

模拟调试完成以后，接通 PLC 输出负载的电源回路，开始联机调试。认真观察设备的运作情况，若出现问题及时按下“停止”按钮或切断电源，放置部件损坏。如果调试中运行结果和预期结果不相符，操作人员应根据现场的情况判断是否切断电源，检查分析原因（机械、电气或程序的问题），然后再进行调试，直至达到预期的效果。

表 2.5.7 上料联机调试结果表

步骤	操作任务	正确结果	备注
1	点动“启动”按钮	警示绿灯亮	
2	入料口无物料	5s 后警示黄灯闪烁	
3	入料口放入物料	电机高速正转	
4	如果是金属物料	经过电感传感器 推料气缸推入料槽一 电机停止转动	
5	放入物料	电机高速正转	
6	如果是白色物料	经过光纤传感器 推料气缸推入料槽二 电机停止转动	
7	放入物料	电机高速正转	
8	如果是黑色物料	物料滑入料槽三 电机停止转动	
9	点动“停止”按钮	动作停止， 警示绿灯熄灭，警示红灯亮	
10	重新点动“启动”按钮	警示红灯熄灭，警示绿灯亮	

设备调试完成以后，试运行一段时间，观察运行情况，确保设备可靠稳定的运作。

注意：调试时注意观察机械手的动作，遇到问题及时按下“停止”按钮。

5、清理现场

设备调试结束后要求施工人员要清点工具、整理资料、清扫现场填写登记表等工作。

- 1) 清点工具，对照工具清单清点工具，检查有无丢失并装入工具箱中。
- 2) 资料整理，整理归类技术说明书、电气元件明细表、施工计划表、设备电路图、程序图等资料并存入档案以备查询。
- 3) 填写安装登记表，记录调试过程中出现的问题及解决办法。
- 4) 打扫设备周围的卫生，保持整洁干净的环境。

6、设备验收

表 2.5.8 设备验收表

验收项目	要求	存在问题	备注
设备安装	5. 设备部件安装可靠，位置正确； 6. 电路安装正确，接线规范		
设备功能	5. 设备起停正常； 6. 各功能正常，警示灯报警正常		
设备资料	3. 资料齐全，归类有序		
安全运行	5. 遵守安全操作规范； 6. 保持现场整洁卫生，工具摆放有序		
时间	开始/结束时间：		

2.6 项目五 THJDME-1 型光机电一体化

设备整体安装与调试

本项任务是对 THJDME-1 型光机电一体化设备整体安装与调试，在前面的项目任务中对该设备的各个分机构分别进行了安装与调试，在这里把各机构系统的组装起来，实现整体的功能。

一、项目要求

- 1、能识读机械安装图，根据安装图会安装机械零部件；
- 2、正确安装气动元件；
- 3、按照设备电路图正确连接电气回路；
- 4、根据工艺要求设计控制程序；
- 5、调试设备实现上料功能，处理调试工程出现的问题。

二、考核技能

- 1、识读机械安装图；
- 2、看懂电路图，正确接线；
- 3、能安装气动系统；
- 4、能排除一般电气、机械故障；
- 5、控制程序的编写。

三、安全规范

- 1、穿戴好安全防护用具。严禁穿凉鞋、背心、短裤、裙装进入施工现场；
- 2、使用绝缘工具，并认真检查工具绝缘是否良好；
- 3、停电作业时，必须验电确认无误后方可工作；
- 4、带电作业时，必须检查无误后在老师的监护下进行；
- 5、树立安全和文明意识。

工作实施

一、项目准备工作

1、识读设备图样及技术文件

(1) 装置简介

1) 功能与组成

光机电一体化实训考核装置由型材导轨式实训台、典型机电一体化设备机械部件、PLC 模块、变频器模块、按钮模块、电源模块、模拟生产设备实训模块

(包含上料机构、搬运机械手、皮带输送线、物件分拣等)、接线端子排、各种传感器、警示灯和气动电磁阀等组成。主要功能是把物料从上料机构通过机械手搬运到输送线,利用分拣机构对不同性质的物料进行分拣。整体结构采用开放式和拆装式设计,学生可以组装、接线、编程和调试由上料机构、搬运机械手机构、皮带输送线和物料分拣组成的光机电一体化设备。

2) 工作流程

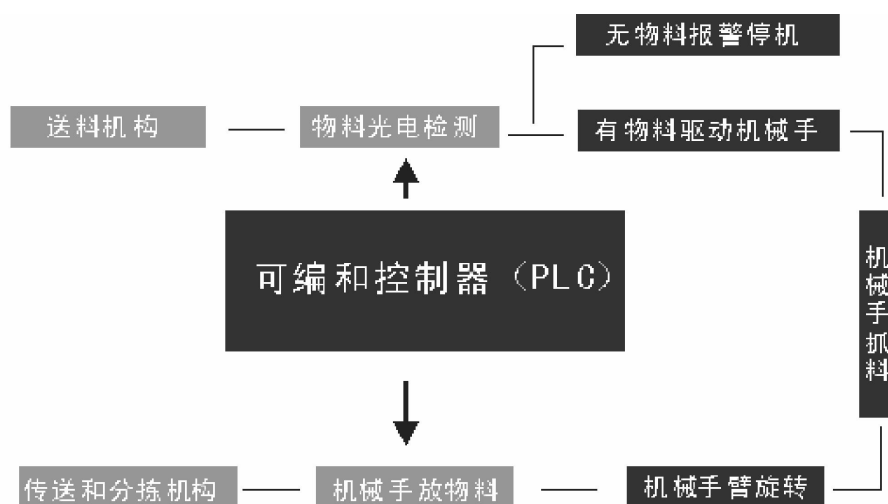


图 2.6.1 光机电一体化实训考核装置的工作流程框图

(2) 识读机械装配图

1) 机械结构组成



图 2.6.2 光机电一体化实训考核装置组成图

表 2.6.1 基本配置表

序号	名称	主要元件规格与功能	数量
1	型材实训台	1200mm×800mm×840mm	1 台
2	触摸屏组件	5.7 英寸 工业彩色触摸屏	1 块
3	三菱PLC 主机、变频器模块 FR	FX2N-48MT (晶体管输出)	1 台
		FR-E540, 三相输入, 功率: 0.75kW	1 台
4	电源模块	三相电源总开关(带漏电和短路保护)1个, 熔断器3只, 单相电源插座2个, 三相五线电源输出1组	1 件
5	按钮模块	开关电源24V/6A 1只, 急停按钮1只, 复位按钮黄、绿、红各1只, 自锁按钮黄、绿、红各1只, 转换开关2只, 蜂鸣器1只, 24V指示灯黄、绿、红各2只	1 件
6	井式上料机构	井式工件库1件, 物料推出机构1件, 光电传感器2只, 磁性开关2只, 单缸气缸1只, 单控电磁阀1只, 警示灯1只, 主要完成将工件库中的工件依次推出。	1 件
7	搬运机械手机构	单杆气缸1只, 双杆气缸1只, 气动气爪1只, 电感传感器1只, 磁性开关5只, 行程开关2只, 步进电机1只, 步进驱动器1只, 单控电磁阀2只, 双控电磁阀1只。主要完成将工件从上料搬运到输送带上。	1 件
8	皮带输送机构	三相交流减速电机(AC380V, 输出转速130r/min) 1台, 滚动轴承4只, 滚轮2只, 传输带1500 mm×67 mm×2mm 1条, 主要完成将工件输送到分拣区。	1 件
9	物件分拣机构	旋转气缸, 电感传感器1只, 光纤传感器1只, 漫反射式光电传感器1只, 对射式光电传感器1对, 磁性开关4 只, 物料分拣槽3个, 导料块2只, 单控电磁阀2只, 完成物料的分拣工作。	1 件
10	接线端子转换板	接线端子和安全插座	1 块
11	物料	金属(铝)4个, 尼龙黑白各4个	12 个
12	实训导线	强电导线/弱电导线若干	1 套
13	气管	Φ4/Φ6	1 套
14	PLC	编程电缆	1 套
15	静音气泵	0.6~0.8MPa	1 台
16	电脑推车	TH-JD21	1 台
17	计算机	品牌机	1 台

2) 分析装配示意图

① 机械装配部件示意图

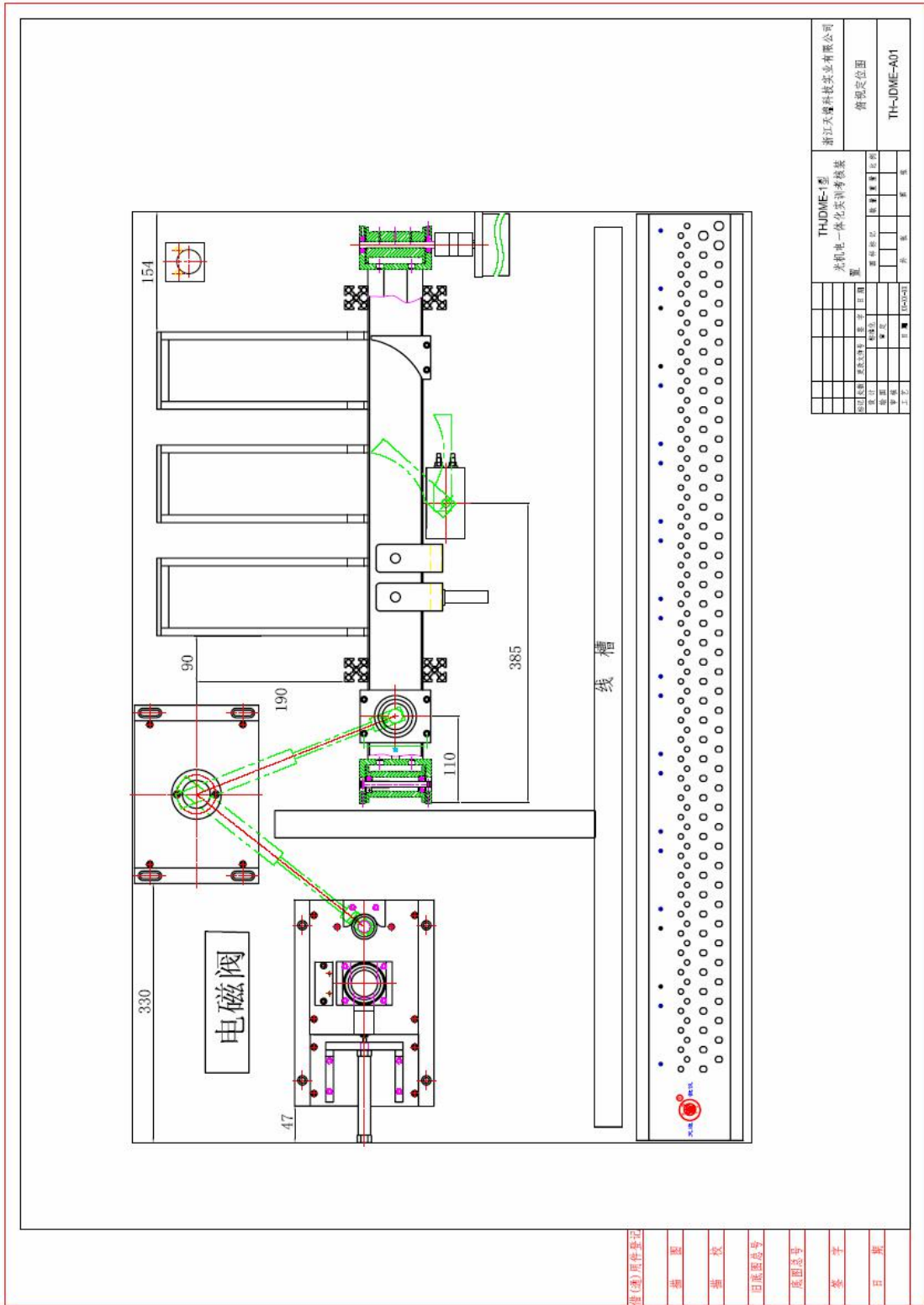


图 2.6.3 机械装配示意图 (1)

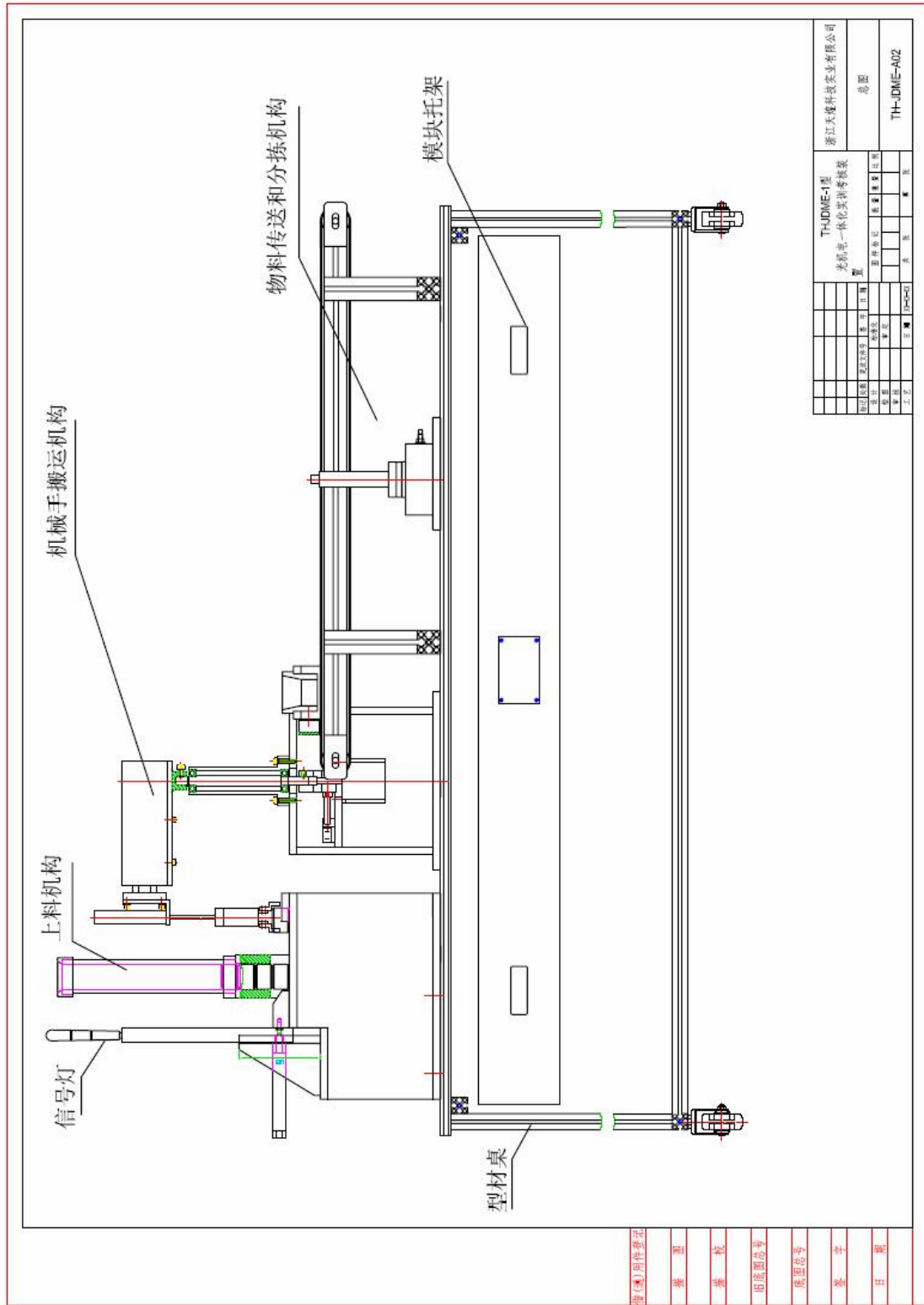
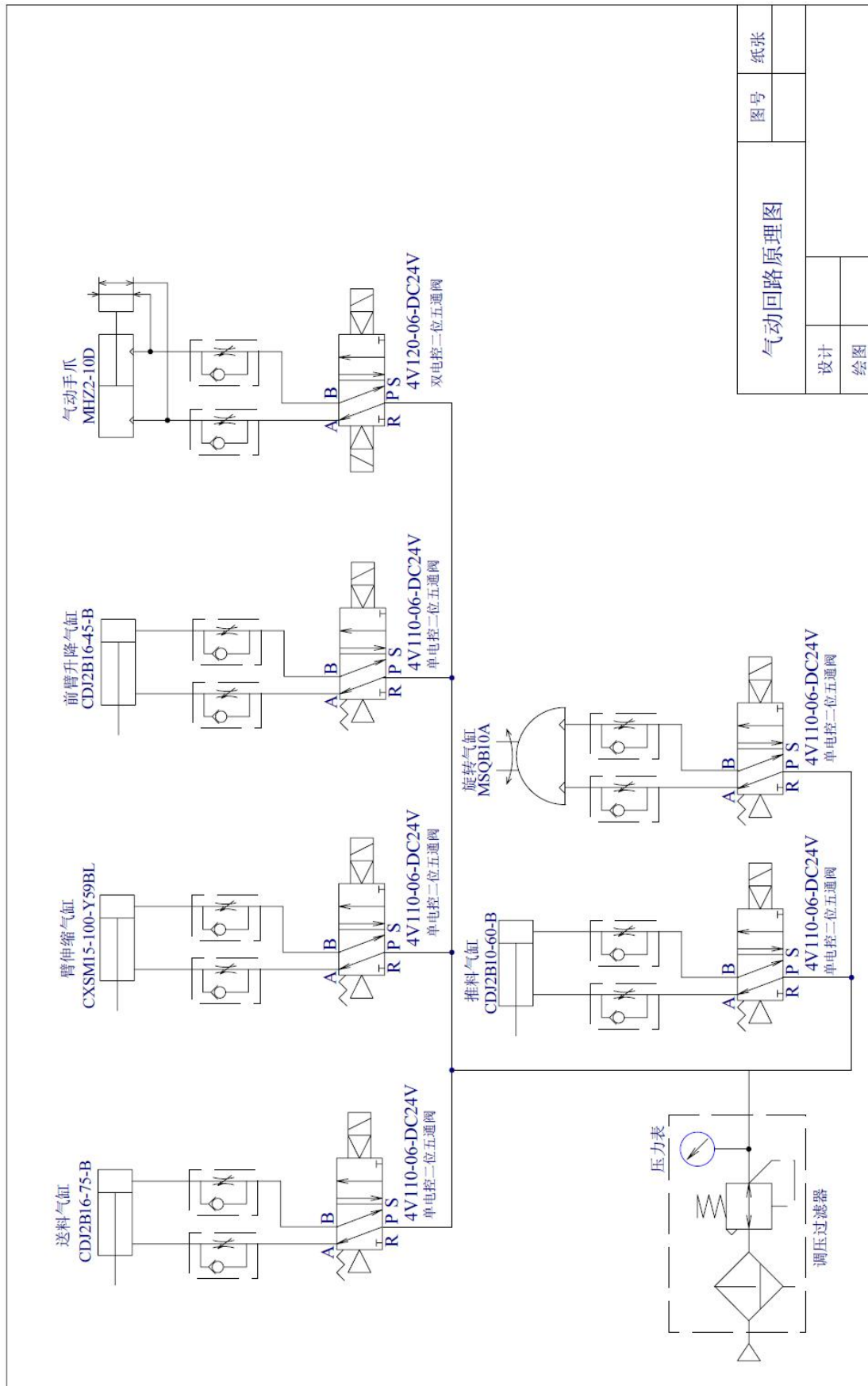


图 2.6.4 机械装配示意图 (2)

② 气动安装部件示意图
 气动控制回路图如下所示



气动回路原理图		图号	纸张
		设计	绘图

图 2.6.5 气动控制回路图

(3) 识读电路图

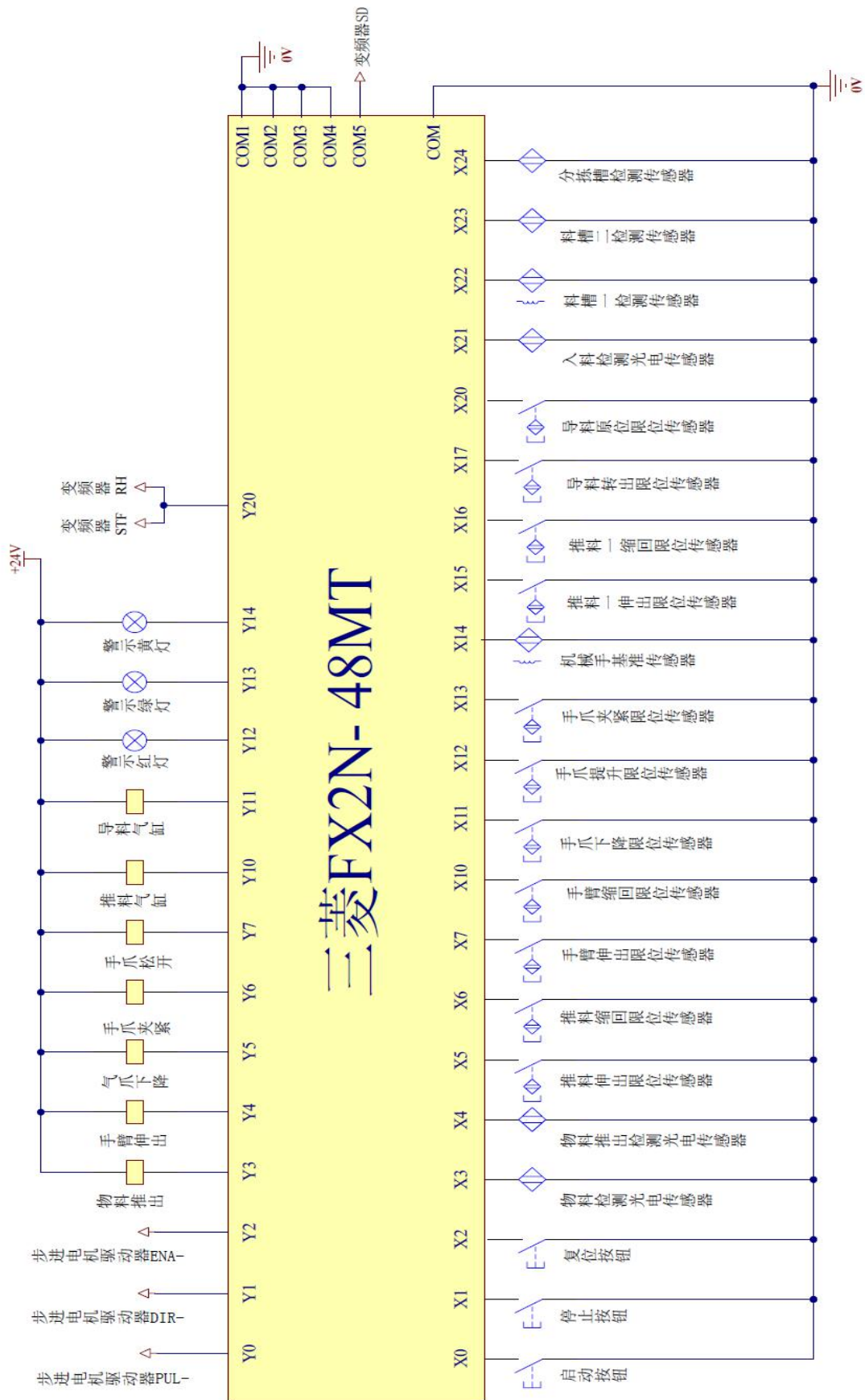


图 2.6.6 光机电一体化设备的电路图

表 2.6.2 I/O 分配表

输入 I			输出 O		
序号	PLC 地址	名称及功能说明	序号	PLC 地址	名称及功能说明
1	X0	启动按钮	1	Y0	步进电机驱动器PUL-
2	X1	停止按钮	2	Y1	步进电机驱动器DIR-
3	X2	复位按钮	3	Y2	步进电机驱动器ENA-
4	X3	物料检测光电传感器	4	Y3	物料推出
5	X4	物料推出检测光电传感器	5	Y4	手臂伸出
6	X5	推料伸出限位传感器	6	Y5	气爪下降
7	X6	推料缩回限位传感器	7	Y6	手爪夹紧
8	X7	手臂伸出限位传感器	8	Y7	手爪松开
9	X10	手臂缩回限位传感器	9	Y10	推料气缸
10	X11	手爪下降限位传感器	10	Y11	导料气缸
11	X12	手爪提升限位传感器	11	Y12	警示红灯
12	X13	手爪夹紧限位传感器	12	Y13	警示绿灯
13	X14	机械手基准传感器	13	Y14	警示黄灯
14	X15	推料一伸出限位传感器	14	Y20	变频器 STF
15	X16	推料一缩回限位传感器			
16	X17	导料转出限位传感器			
17	X20	导料原位限位传感器			
18	X21	入料检测光电传感器			
19	X22	料槽一检测传感器			
20	X23	料槽二检测传感器			
21	X24	分拣槽检测光电传感器			
15	X16	推料一缩回限位传感器			

2、制定施工计划

上料机构安装与调试的流程如图，根据任务制定详细的操作计划。

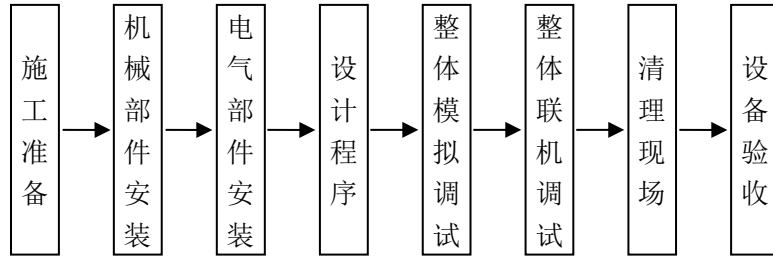


图 2.6.7 整体安装与调试的流程

(1) 制定施工计划表

表 2.6.3 施工计划表

设备名称：上料机构				
序号	施工任务	施工人员	工序定额	备注
1	阅读设备技术文件			
2	机械部件安装与调整			
3	电气部件安装与调整			
4	设计程序			
5	整体模拟调试			
6	整体联机调试			
7	清理现场、整理文件			
8	设备验收			
施工日期		总共时 (h)	施工人数 (人)	施工负责人

(2) 工具清点

施工人员应该清点所用工具的数量，以保证实践操作的顺利进行。

表 2.6.4 工具清单

序号	名称	型号规格	数量	单位
1	工具箱	实训设备配置	1	个
2	活络扳手	150mm	1	把
3	内六角扳手	1.5-10(mm)	1	套
4	螺钉旋具	一字 5×75/3×200/3×75(mm)	3	把
5		十字 6×250/5×75/3×50(mm)	3	把
6	尖嘴钳	150mm	1	把
7	剥线钳	150mm	1	块
8	钟表螺钉旋具	#0/#1/1.4-3.0(mm)	1	套
9	镊子	100mm	1	把
10	剪刀	150mm	1	把

11	电烙铁	A021850	1	只
12	万用表	VC830L	1	只
13	多用途斜边三角尺	306-1/30cm	1	套
14	编程软件	GX Developer version8.52E 中文版	1	套
15	编程电缆	SC-90	1	根
16	计算机	自定	1	台

二、 项目实践操作

1、 机械部件安装

(1) 机械安装前准备

- 1) 清理现场，保证施工环境的干净整洁，防止油污、碎屑等对设备安装的影响；
- 2) 备齐相关机械零部件及图样，以便检查核对；
- 3) 选好机械组装的工具；
- 4) 根据装配示意图，绘制安装流程图，确定合理的组装顺序。

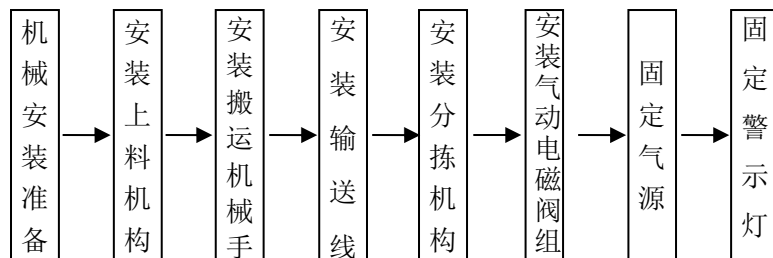


图 2.6.8 安装流程图

2、 电气元件安装

(1) 电气安装前准备

- 1) 检查电源开关，确保电源处于断开状态，保证施工无隐患；
- 2) 准备好电路连接的相关图样，以供操作时查阅；
- 3) 选好电气安装用的工具；
- 4) 剪好管线号；
- 5) 制定电气安装的步骤，做到施工有序。

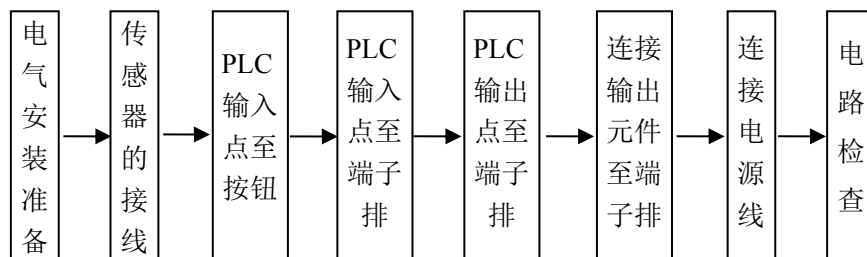


图 2.6.9 安装流程图

(2) 电气安装端子连接图（安装图片）

模块、PLC 模块、变频器模块输入/输出端与实训系统端子排之间连接。

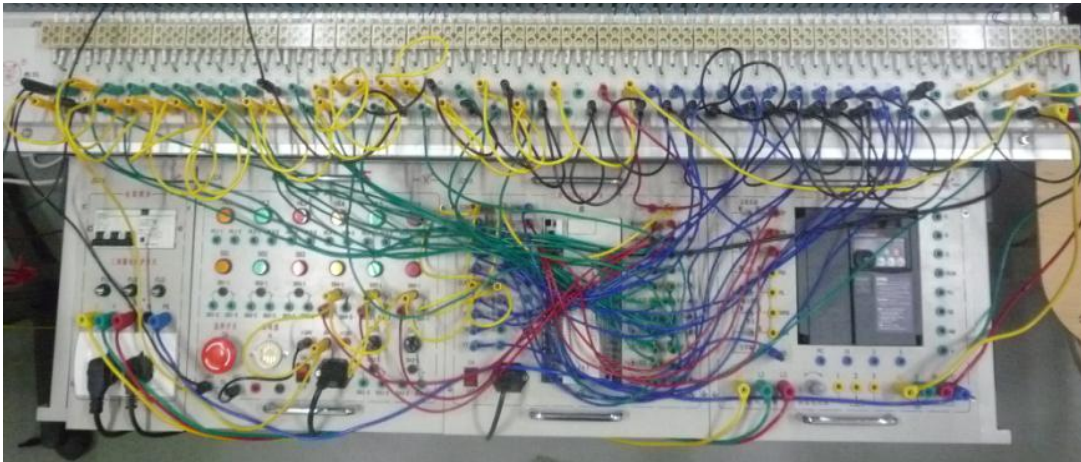


图2.6.11 实际接线图

注意：

1. 在进行接线等操作时，请务必在切断电源后进行，以避免发生事故。
2. 在进行配线时，请勿将配线屑或导电物落入可编程控制器或变频器内。
3. 请勿将异常电压电源接于 PLC 输入/输出端子上，以避免烧坏 PLC，请仔细检查接线是否有误。

3、根据工艺要求设计程序

1) 工艺要求

① 上料机构

在复位完成后，点动“启动”按钮，料筒光电传感器检测到有工件时，推料气缸将工件推出至存放料台，若 5 秒钟后，料筒检测光电传感器仍未检测到工件，则说明料筒内无物料，这时警示黄灯闪烁，放入物料后熄灭；机械手将工件取走后，推料气缸缩回，工件下落，气缸重复上一次动作。

② 搬运机械手机构

当存放料套检测光电传感器检测物料到位后，机械手臂前伸，手臂伸出限位传感器检测到后，延时 0.5 秒手爪气缸下降，手爪下降限位传感器检测到后，延时 0.5 秒气动手爪抓取物料，手爪夹紧限位传感器检测到夹紧信号后；延时 0.5 秒手爪气缸上升，手爪提升限位传感器检测到后，手臂气缸缩回，手臂缩回限位传感器检测到后；手臂向右旋转，手臂旋转完成一定角度后，手臂前伸，手臂伸出限位传感器检测到后，手爪气缸下降，手爪下降限位传感器检测到后，延时 0.5 秒气动手爪放开物料，手爪气缸上升，手爪提升限位传感器检测到后，手臂气缸缩回，手臂缩回限位传感器检测到后；手臂向左旋转，等待下一个物料到位，重复上面的动作，在分拣气缸完成分拣后，再将物料放入输送线上。

③ 成品分拣机构

当入料口光电传感器检测到物料时，变频器接收启动信号，三相交流异步电机以 30HZ 的频率正转运行，皮带开始输送工件，当料槽一到位检测传感器检测到金属物料时，推料一气缸动作，将金属物料推入一号料槽，料槽检测传感器检

测到有工件经过时，电动机停止；当料槽二检测传感器检测到白色物料时，旋转气缸动作，将白色物料导入二号料槽，料槽检测传感器检测到有工件经过时，旋转气缸转回原位，同时电动机停止；当物料为黑色物料直接导入三号料槽，料槽检测传感器检测到有工件经过时，电动机停止。

④ 启动、停止、复位、警示

系统上电后，点动“复位”按钮后系统自动复位，将存放料台，皮带上工件清空，点动“启动”按钮，警示绿灯亮，缺料警示黄灯闪烁；放入工件后设备开始运行，不得人为干预执行机构，以免影响设备正常运行。按“停止”按钮，所有部件停止工作，警示红灯亮，缺料警示黄灯闪烁。

⑤ 突然断电的处理

突然断电，设备停止工作。电源恢复后，点动“复位”按钮，再点动“启动”按钮。

2) 程序设计

- ① 设计启动、停止和复位的程序部分；
- ② 上料程序设计；
- ③ 搬运机械手程序设计
- ④ 物料分拣程序设计

参考程序见附录

3) 程序下载

- ① 将系统左侧的三相四芯电源插头插入三相电源插座中，开启电源控制模块中三相电源总开关，U、V、W 端输出三相 380V 交流电源，单相双连暗插座输出 220V 交流电源。
- ② 用三芯电源线分别从单相双连暗插座引出交流 220V 电源到 PLC 模块和按钮模块的电源插座上。
- ③ 在三菱编程软件中打开编写控制程序，进行编译，当程序有错误时根据提示信息进行相应的修改，直至编译无误为止，编译完成后，用通信编程电缆连接计算机串口与 PLC 通讯口，打开 PLC 模块电源开关，将程序下载到 PLC 中。

注意：

1. 在插拔通信电缆时，请务必确认 PLC 输入电源处于断开状态。
2. 程序下载时将 PLC 的“RUN/STOP”开关拨至“STOP”状态。

4、上料机构调试

1) 调试前的准备工作：

- ① 清理设备上的杂物。
- ② 保证机械动作部分完全正常工作。
- ③ 检查电路连接是否正确，严禁出现短路现象，避免接线错误而烧毁期间。

2) 上料模拟调试

- ① 确认 PLC 输出负载回路电源处于断开状态
- ② 合上断路器，给设备供电
- ③ 将 PLC 的 RUN/STOP 开关置“RUN”位置，按下面板上的按钮，观察 PLC 输出 LED 指示灯的情况，填写模拟调试记录表。

- ④ 模拟调试完成将 PLC 的 RUN/STOP 开关置“STOP”位置，并将按钮复位。

3) 上料联机调试

模拟调试完成以后，接通 PLC 输出负载的电源回路，开始联机调试。认真观察设备的运作情况，填写上料联机调试结果表。若出现问题及时按下“停止”按钮或切断电源，放置部件损坏。如果调试中运行结果和预期结果不相符，操作人员应根据现场的情况判断是否切断电源，检查分析原因（机械、电气或程序的问题），然后再进行调试，直至达到预期的效果。设备调试完成以后，试运行一段时间，观察运行情况，确保设备可靠稳定的运作。

5、清理现场

设备调试结束后要求施工人员要清点工具、整理资料、清扫现场填写登记表等工作。

- 1) 清点工具，对照工具清单清点工具，检查有无丢失并装入工具箱中。
- 2) 资料整理，整理归类技术说明书、电气元件明细表、施工计划表、设备电路图、程序图等资料并存入档案以备查询。
- 3) 填写安装登记表，记录调试过程中出现的问题及解决办法。
- 4) 打扫设备周围的卫生，保持整洁干净的环境。

6、设备验收

表 2.6.5 设备验收表

验收项目	要求	存在问题	备注
设备安装	7. 设备部件安装可靠，位置正确； 8. 电路安装正确，接线规范		
设备功能	7. 设备起停正常； 8. 各功能正常，警示灯报警正常		
设备资料	4. 资料齐全，归类有序		
安全运行	7. 遵守安全操作规范； 8. 保持现场整洁卫生，工具摆放有序		
时间	开始/结束时间：		

2.7 项目六 自动化生产线的安装与调试

一、项目要求

- 1、能识读机械安装图，根据安装图会安装机械零部件；
- 2、正确安装气动元件；
- 3、按照设备电路图正确连接电气回路；
- 4、根据工艺要求设计控制程序；
- 5、调试设备实现上料功能，处理调试工程出现的问题。

二、考核技能

- 1、识读机械安装图；
- 2、看懂电路图，正确接线；
- 3、能安装气动系统；
- 4、能排除一般电气、机械故障；
- 5、控制程序的编写。

三、安全规范

- 1、穿戴好安全防护用具。严禁穿凉鞋、背心、短裤、裙装进入施工现场；
- 2、使用绝缘工具，并认真检查工具绝缘是否良好；
- 3、停电作业时，必须验电确认无误后方可工作；
- 4、带电作业时，必须检查无误后在老师的监护下进行；
- 5、树立安全和文明意识。

自动化生产线设备概述

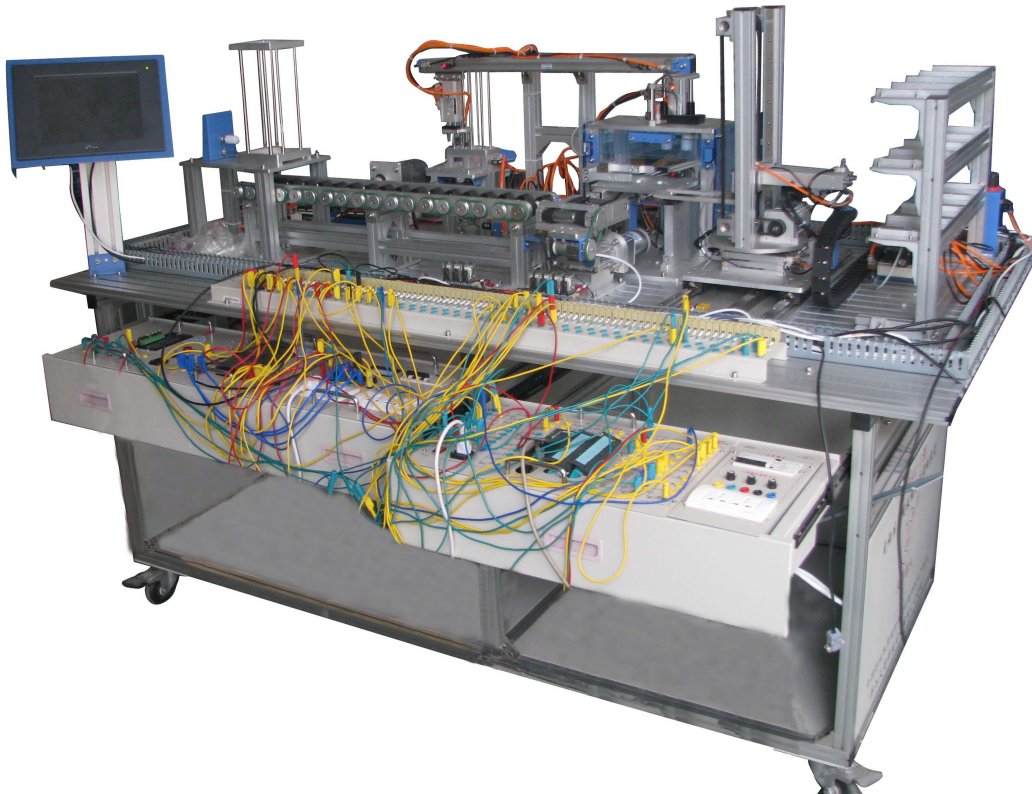


图 2.7.1 自动化生产线示意图

本系统是一种最为典型的机电与自动化产品，涵盖了自动化类中机电一体化和电气自动化专业中所涉及的 PLC 控制、变频调速、传感检测、气动、伺服电机驱动与调速、步进电机驱动与调速、机械结构安装与系统调试等内容。它在接近工业生产制造现场基础上又针对教学及实训目的进行了专门设计，强化了自动化生产线的安装与调试能力。具有以下特点：

1. 该装置融机械部件安装与调试、气动系统的安装与调试、电气控制电路的安装和 PLC 编程、机电设备安装与调试、自动控制系统安装与调试于一体，满足实训教学、工程培训及职业竞赛的需要；

2. 该实训考核装置 PLC 模块 I/O 端子、变频器接线端子、各常用模块接线端子，均采用安全型插座，使用带安全插头的导线进行电路连接；各指令开关、光电开关、传感器和指示元件的电路通过端子排进行连接。插拔线连接电路与端子排连接电路相结合，既保证学生基本技能的训练、形成和巩固，又保证电路连接的快速、安全和可靠。

工作实施

一、项目准备工作

1、识读设备图样及技术文件

(1) 装置简介

1) 功能与组成

该系统由型材实训台、辊道传送上料装置、自动摆台单元、双工位井式上料装置、搬运装配机械手、加工单元、搬运堆垛装置、电源模块、按钮模块、PLC 模块、变频器模块、各种传感器、警示灯、电磁阀和 I/O 接口板等组成，完成工件上料、检测、搬运、加工、装配、分拣、堆垛入库等功能。整体结构采用开放式和拆装式设计，学生可以对各零件、部件、单元、直至整体机构进行零部件拆装、调试、运行。

2) 工作流程

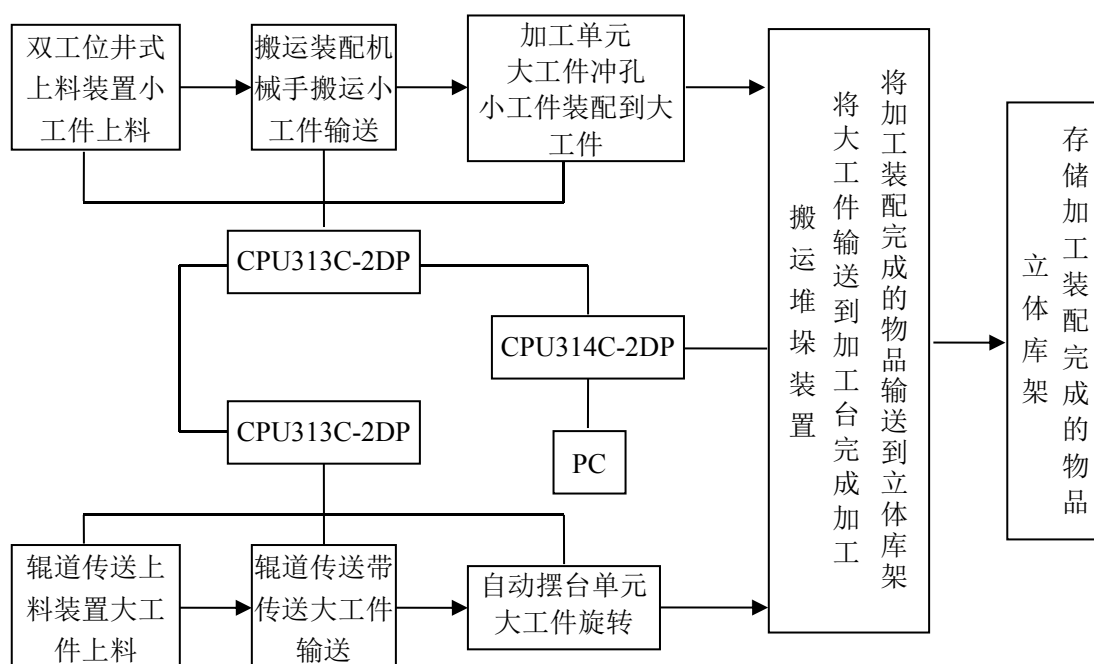


图 2.7.2 光机电一体化实训考核装置的工作流程框图

(2) 识读装配技术图

1) 结构组成

表 2.7.1 基本配置表

序号	名称	规格	数量	单位	备注
1	工作台	1980mm×1040mm	1	张	
2	PLC 模块	西门子 CPU226CN (DC/DC/DC)	1	台	西门子
3		西门子 CPU226CN (AC/DC/ALY)	1	台	
4		西门子 CPU224XPCN (AC/DC/ALY)	1	台	
5	变频器模块	西门子 MM420, 0.75KW	1	台	
6	电源模块	三相电源总开关（带漏电和短路保护） 1 个、熔断器 4 只、单相三极电源插座 2 个、安全插座 3 只	1	块	

7	按钮模块	开关电源（24V/6A、12V/5A）各1组、转换开关2只、复位按钮红、黄、绿各1只、自锁按钮红、黄、绿各1只、24V指示灯红黄绿各2只、急停按钮1只、蜂鸣器1只。	1	块	
8	步进电机驱动模块	由步进电机驱动器、指示灯、开关电源组成	1	套	
9	伺服电机驱动模块	由交流伺服电机、伺服电机驱动器组成	1	套	
10	触摸屏模块	10.4英寸 TFT 真彩, 65K 色	1	套	
11	辊道传送上料装置	由方形井式工件架, 叉型下料机构, 滚轮式传送带组成。主要配置: 由方形井式工件架1只, 单杆气缸2只, 滚轮式传送带1条, 交流电动机1台, 变频器1台, 光电传感器1只, 电磁阀2只, 磁性开关4只。	1	套	
12	自动摆台单元	由蜗轮蜗杆转动装置, 颜色检测传感器组成。 主要配置有: 直流电机1只, 蜗轮蜗杆传动装置1套, 磁性开关2只, 光电开关2只, 光纤传感器2只。	1	套	
13	双工位井式上料装置	由双工位工件库, 楔形上料装置组成。 主要配置有: 井式工件库2套, 笔型气缸2只, 电磁阀2只, 光电传感器2只, 光电传感器2只, 工作定位装置2只, 楔形推料块2只。	1	套	
14	搬运装配机械手	由长程移动装置, 工件装配装置组成。 主要配置有: 长程无杆气缸1只, 薄型气缸1只, 真空发生器2只, 吸盘2只, 磁性开关4只, 电磁阀4只。	1	套	
15	加工单元	由冲压单元, 伸缩式工作台组成。主要配置有: 冲压气缸1只, 伸缩式工作台1台, 长程移动气缸1只, 夹紧机械手1只, 笔型气缸1只, 电磁阀4只, 磁性开关7只, 废料盒1个, 光电传感器1只, 光纤传感器2只。	1	套	
16	搬运堆垛装置	由堆垛搬运机器人和货架组成。主要配置有: 直线齿条1套, 直线导杆2套, 旋转气缸1只, 导杆滑块气缸1只, 步进电机1只, 伺服电机1只, 限位传感器4只, 电磁阀2只。	1	套	
17	接线端子排	接线端子排及安全型插座	1	套	

18	工件	大小工件	1	套	
19	物料盒	蓝色物料盒	1	只	
20	电源线	单相三芯电源线	4	根	
21	安全型导线	3#安全型导线	250	根	
22		4#安全型导线	12	根	
23	导线架	滑轮式, 可自由移动	1	个	
24	PU 气管	Φ6、橙色	10	米	
25		Φ4、橙色	5	米	
26		Φ4、黑色	5	米	
27	PLC 编程电缆	西门子	1	根	
28	PLC 编程软件	西门子	1	套	
29	配套工具	工具箱: 十字长柄螺丝刀, 大、中、小号一字螺丝刀, 中、小号十字螺丝刀, 钟表螺丝刀, 剥线钳, 尖嘴钳, 剪刀, 电烙铁, 验电笔, 镊子, 活动扳手, 内六角扳手 (8 把)	1	套	
30	配套光盘	使用手册、程序等	1	套	
31	型材电脑桌	天煌	1	台	
32	计算机	主流品牌机	1	台	学校自备
33	空气压缩机	0.6~1.0MPa	1	台	静音
34	气动接头	气动快插式三通接头 EPE6	5	只	

2) 实训模块



图 2.7.3 电源模块

图 2.7.4 按钮模块

图 2.7.5 PLC 模块

- ① 电源模块：三相四线 380V 交流电源经三相电源总开关后给系统供电，设有保险丝，具有漏电和短路保护功能，提供单相双联暗插座，可以给外部设备、模块供电，并提供单、三相交流电源，同时配有安全连接导线。
- ② 按钮模块：提供红、黄、绿三种指示灯（DC24V），复位、自锁按钮，急停开关，转换开关、蜂鸣器。提供 24V/6A、12V/5A 直流电源，为外部设备提供直流

电源。

③ PLC 模块：一站采用西门子 CPU226 DC/DC/DC 晶体管主机，集成数字量 I/O（24 路数字量输入/16 路数字量输出）、两个 RS-485 通信口、2 相高速脉冲发生器，EM222（8 路数字量输出）。二站采用 CPU226 AC/DC/RELAY 继电器（24 路数字量输入/16 路数字量输出）、两个 RS-485 通信口、+EM222（8 路数字量输出），在每个 PLC 的输入端均有开关，PLC 主机的输入/输出接口均连到面板上，方便用户使用。



图 2.7.6 变频器模块

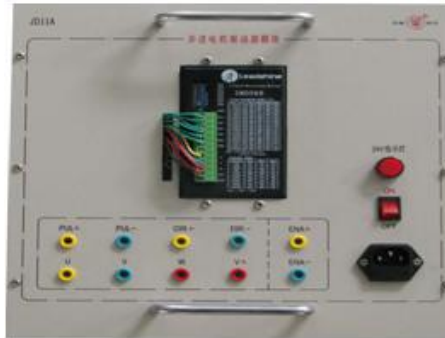


图 2.7.7 步进电机驱动模块

④ 变频器模块：采用西门子 MM420 变频器，三相 380V 供电，输出功率 0.75KW。集成 RS-485 通讯接口，提供 BOP 操作面板；具有线性 V/F 控制、平方 V/F 控制、可编程多点设定 V/F 控制，磁通电流控制、直流转矩控制；集成 3 路数字量输入/1 路继电器输出，1 路模拟量输入/1 路模拟量输出；具备过电压、欠电压保护；变频器、电机过热保护；短路保护等。提供调速电位器，所有接口均采用安全插连接。

⑤ 步进电机驱动模块：采用工业级步进电机驱动器，直流 24V 供电，安全可靠，且脉冲信号端、方向控制端、紧急制动端、电机输出端等均已引致面板上，开放式设计，符合实训安装要求。

3) 分析装配示意图

① 机械装配部件示意图

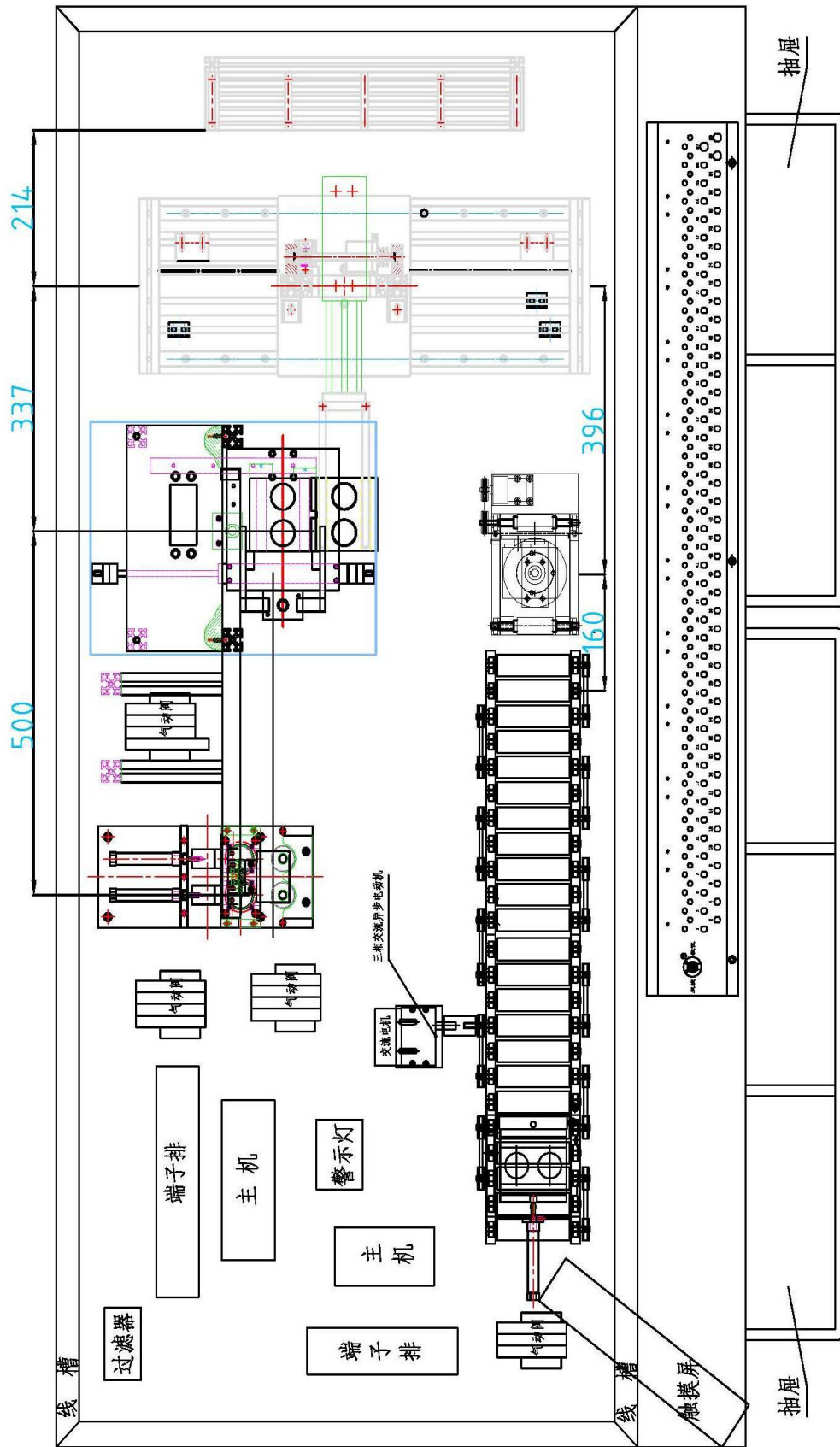


图 2.7.8 机械装配示意图

② 气动安装部件示意图

气动控制回路图如下所示

图 2.7.9 气动控制回路图 (1)

图 2.7.10 气动控制回路图 (2)

(3) 识读电气技术文件
自动化生产线的电路图

图 2.7.11 辊道传动上料装置、自动摆台端子接线原理图

图 2.7.12 双工位井式上料装置、搬运装配机械手、加工单元接线原理图

图 2.7.13 搬运堆垛装置（挂件）

2、制定施工计划

自动化生产线安装与调试的流程如图，根据任务制定详细的操作计划。

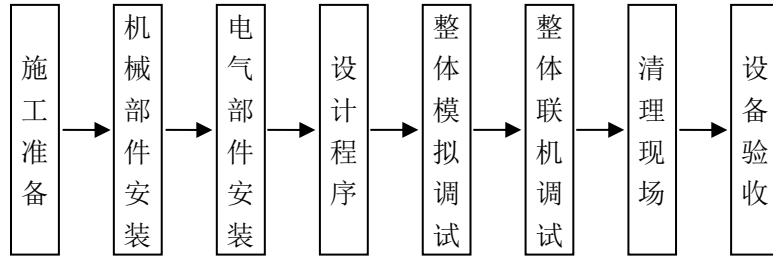


图 2.7.14 整体安装与调试的流程

(1) 制定施工计划表

表 2.7.2 施工计划表

设备名称：自动化生产线				
序号	施工任务	施工人员	工序定额	备注
1	阅读设备技术文件			
2	机械部件安装与调整			
3	电气部件安装与调整			
4	设计程序			
5	整体模拟调试			
6	整体联机调试			
7	清理现场、整理文件			
8	设备验收			
施工日期		总共时 (h)	施工人数 (人)	施工负责人

(2) 工具清点

施工人员应该清点所用工具的数量，以保证实践操作的顺利进行。

表 2.7.3 工具清单

序号	名称	型号规格	数量	单位
1	工具箱	实训设备配置	1	个
2	活络扳手	150mm	1	把
3	内六角扳手	1.5-10(mm)	1	套
4	螺钉旋具	一字 5×75/3×200/3×75(mm)	3	把
5		十字 6×250/5×75/3×50(mm)	3	把
6	尖嘴钳	150mm	1	把
7	剥线钳	150mm	1	块
8	钟表螺钉旋具	#0/#1/1.4-3.0(mm)	1	套
9	镊子	100mm	1	把

10	剪刀	150mm	1	把
11	电烙铁	A021850	1	只
12	万用表	VC830L	1	只
13	多用途斜边三角尺	306-1/30cm	1	套
14	编程软件	GX Developer version8.52E 中文版	1	套
15	编程电缆	SC-90	1	根
16	计算机	自定	1	台

二、 项目实践操作

1、 机械部件安装

(1) 机械安装前准备

- 1) 清理现场，保证施工环境的干净整洁，防止油污、碎屑等对设备安装的影响；
- 2) 备齐相关机械零部件及图样，以便检查核对；
- 3) 选好机械组装的工具；
- 4) 根据装配示意图，绘制安装流程图，确定合理的组装顺序。

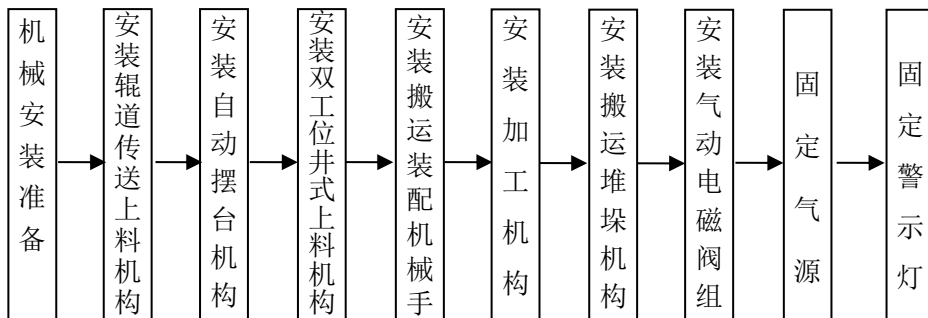


图 2.7.15 安装流程图

(2) 各组成模块的安装

1) 辊道传送上料机构的安装

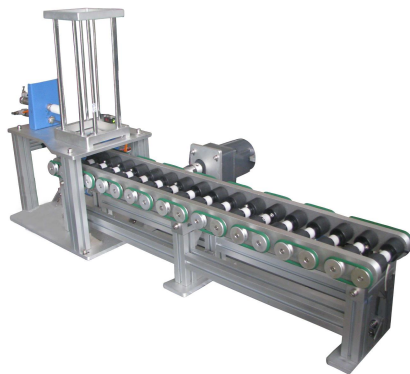


图 2.7.16 辊道传送上料机构

主要组成与功能：由方形井式工件架、叉型下料机构、滚轮式传送带、光电

传感器、工件、磁性传感器、电控阀、安装支架等组成。主要完成将工件依次送至滚轮式传送带上，没有工件时，报警装置发出告警，放入工件后告警自动停止。

2) 自动摆台机构的安装

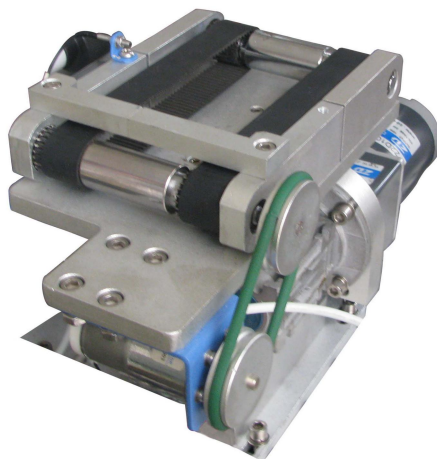


图 2.7.17 自动摆台机构

主要组成与功能：由蜗轮蜗杆转动装置、直流电机、摆台、同步传送带、光纤传感器、气缸、电磁阀组成。主要完成将工件输送到位后；旋转 90° ，方便搬运堆垛单元取料。

3) 双工位井式上料机构的安装

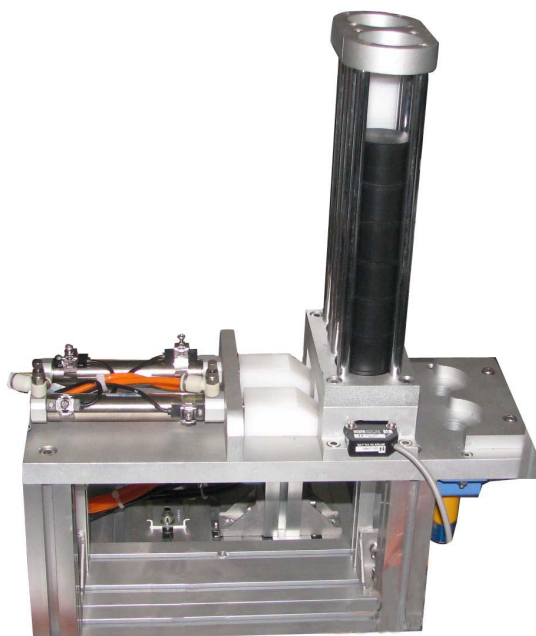


图 2.7.18 双工位井式上料机构

主要组成与功能：由井式工件库、存放料台、单杆气缸、楔形推块、光电传感器、磁性传感器、电磁阀及安装支架组成。主要完成两种颜色的小工件上料。

4) 搬运装配机械手机构的安装



图 2.7.19 搬运装配机械手机构

主要组成与功能：由长程无杆气缸、薄型气缸、真空发生器、真空吸盘、磁性开关、电磁阀、安装支架组成。主要完成将双工位上料机构送出的料搬运到加工站的装配平台上进行装配。

5) 加工机构的安装

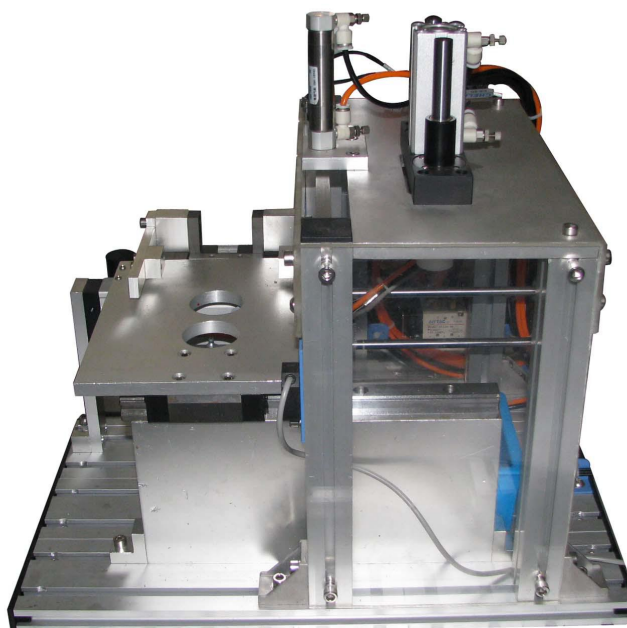


图 2.7.20 加工机构

主要组成与功能：由冲压气缸、伸缩式工作台、长程移动气缸、平行气夹、笔型气缸、电磁阀、磁性开关、废料盒、光电传感器 2 只、光纤传感器光电传感器及电磁阀组成。主要完成物体的夹紧、冲压加工、装配的工作任务。

6) 搬运堆垛机构的安装



图 2.7.21 搬运堆垛机构

主要组成与功能：由伺服电机、步进电机、导杆滑块气缸、回转缸、电磁阀、磁性开关、工件、立体库架、齿轮齿条、限位开关及电磁阀组成。主要完成物体的搬运任务。

2、电气元件安装

(1) 电气安装前准备

- 1) 检查电源开关，确保电源处于断开状态，保证施工无隐患；
- 2) 准备好电路连接的相关图样，以供操作时查阅；
- 3) 选好电气安装用的工具；
- 4) 剪好管线号；
- 5) 制定电气安装的步骤，做到施工有序。

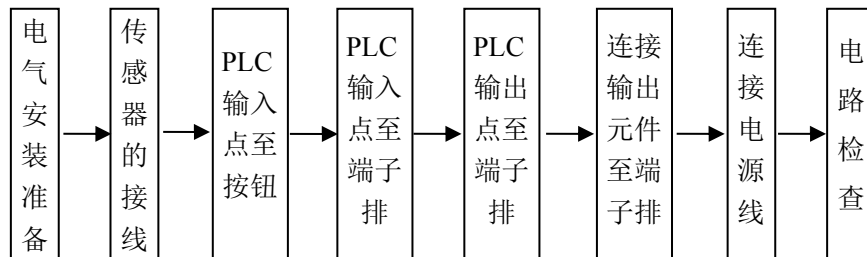


图 2.7.22 安装流程图

(2) 电气安装端子连接图（安装图片）

THJDAL-3型生产线接线图

		○	46
	步进电机W相	○	45
	步进电机V相	○	44
	步进电机U相	○	43
┌	步进电机前限位负	○	42
	步进电机前限位正	○	41
┌	步进电机后限位负	○	40
	步进电机后限位正	○	39
		○	38
		○	37
	14Y2货叉伸出到位传感器负	○	36
	14Y2货叉伸出到位传感器正	○	35
	14Y1货叉缩回到位传感器负	○	34
	14Y1货叉缩回到位传感器正	○	33
逆时	13Y2右旋转到位传感器负	○	32
	13Y2右旋转到位传感器正	○	31
顺时	13Y1左旋转到位传感器负	○	30
	13Y1左旋转到位传感器正	○	29
	X轴原点基准信号	○	28
	Z轴下限位基准信号	○	27
	Z轴上限位基准信号	○	26
	警示灯黄色	○	25
	警示灯绿色	○	24
	警示灯红色	○	23
	警示灯公共端	○	22
	货差伸缩电磁阀14Y负	○	21
	货差伸缩电磁阀14Y正	○	20
	旋转气缸电磁阀13Y负	○	19
	旋转气缸电磁阀13Y正	○	18
	伺服电机刹车继电器	○	17
	伺服电机24脚方向	○	16
	伺服电机22脚脉冲	○	15
		○	14
		○	13
	0V	○	12
	0V	○	11
	+24V	○	10
	+24V	○	9
	224XP Q0.5至变频器5脚	○	8
		○	7
	交流电机W	○	6
	交流电机V	○	5
	交流电机U	○	4
		○	3
	伺服N/226,224XP 主机N	○	2
	伺服L/226,224XP 主机L	○	1

图 2.7.23 端子连接图

按照PLC 控制原理图和端子接线图用安全导线完成按钮模块、PLC 模块、变频器模块输入/输出端与实训系统端子排之间连接。接线时请按照如下规则进行操作：

表2.7.4 架线规则表

序号	器件名称	接线规则
1	磁性传感器	蓝色与 PLC 的输入端相连，棕色连接至 24V 直流电源的正端
2	颜色传感器	信号输出端经过光耦板与 PLC 的输入端相连，正端连接至 24V 直流电源的正端，负端全部连接至 24V 直流电源的负端。
3	光电传感器	
4	按钮开关	常开端与 PLC 的输入端相连，公共端连接至直流电源的“24V”端
5	电磁阀	正端与 PLC 的输出端相连，负端连接至直流电源的“0V”端
6	步进电机驱动器	
7	步进电机驱动器电源	步进电机驱动器“GND”接至直流电源的“0V”端，步进电机驱动器“VDC”接至 24V 直流电源的正端
8	警示灯	信号端接 PLC 的输出端，公共端接直流电源的“0V”端
9	装台输送电机	正端与 PLC 的输出端相连，负端连接至直流电源的“0V”端

注意：

1. 在进行安装、接线等操作时，请务必在切断电源后进行，以避免发生事故。
2. 在进行配线时，请勿将配线屑或导电物落入可编程控制器或变频器内。
3. 请勿将异常电压接入 PLC 或变频器电源输入端，以避免损坏 PLC 或变频器
4. 请勿将 AC 电源接于 PLC 或变频器输入/输出端子上，以避免烧坏 PLC 或变频器，请仔细检查接线是否有误。
5. 在变频器输出端子（U、V、W）处不要连接交流电源，以避免受伤及火灾，请仔细检查接线是否有误。
6. 当变频器通电或正在运行时，请勿打开变频器前盖板，否则危险。

(3) 伺服电机接线原理图

驱动器侧

U	1
V	4
W	6
FG	3

伺服电动机动力线接线图

红	1
白	2
黑	3
黄/绿	4

电机侧

U	1
V	2
W	3
FG	4

驱动器侧

ESV	1
E0V	2
S+	5
S-	6
外壳	FG

伺服电机编码器接线图

4	ESV
5	E0V
2	S+
3	S-
6	FG

电机侧

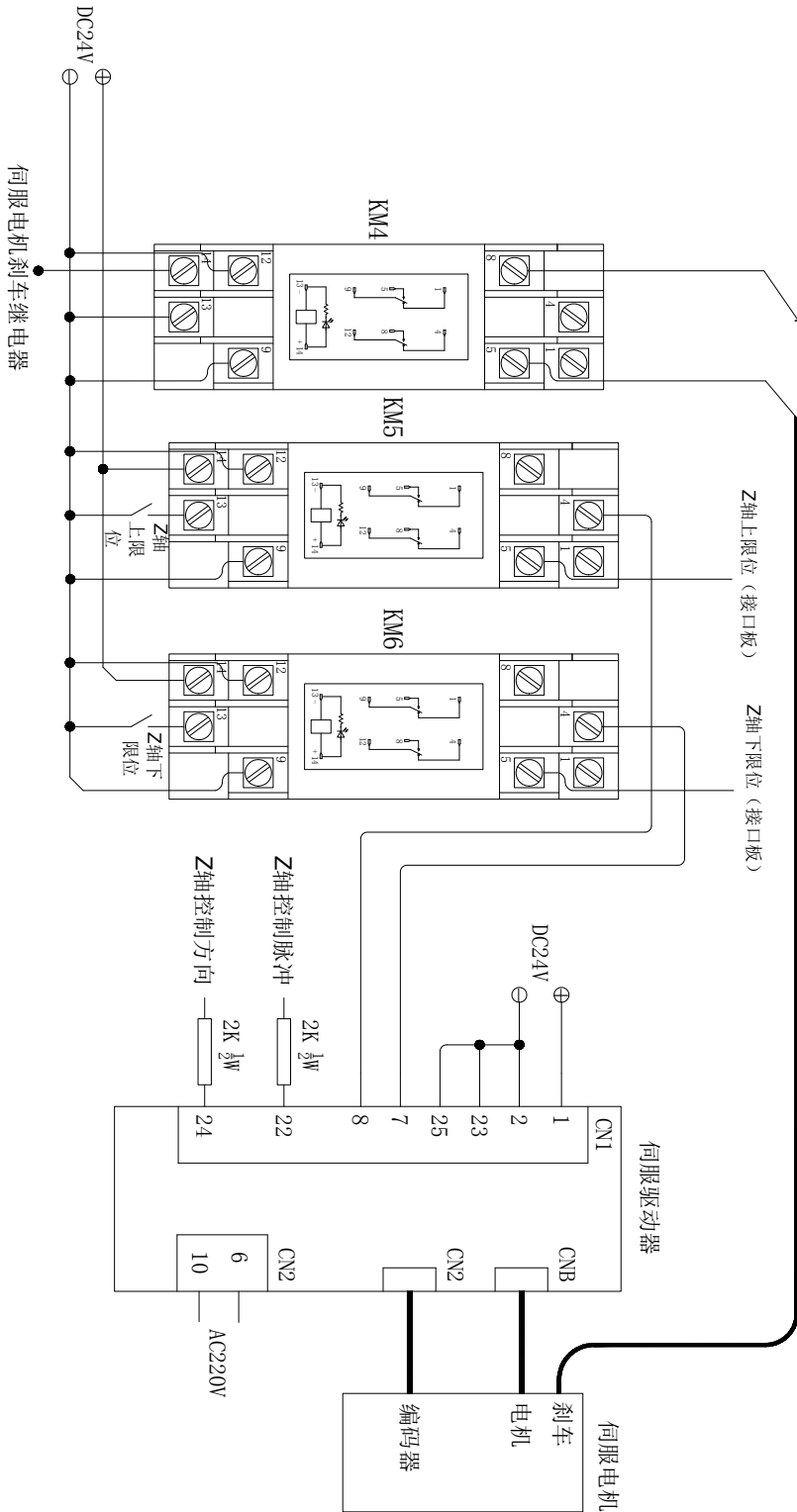


图 2.7.24 伺服电机接线图

(4) 辊道传动上料装置、自动摆台电机接线原理图

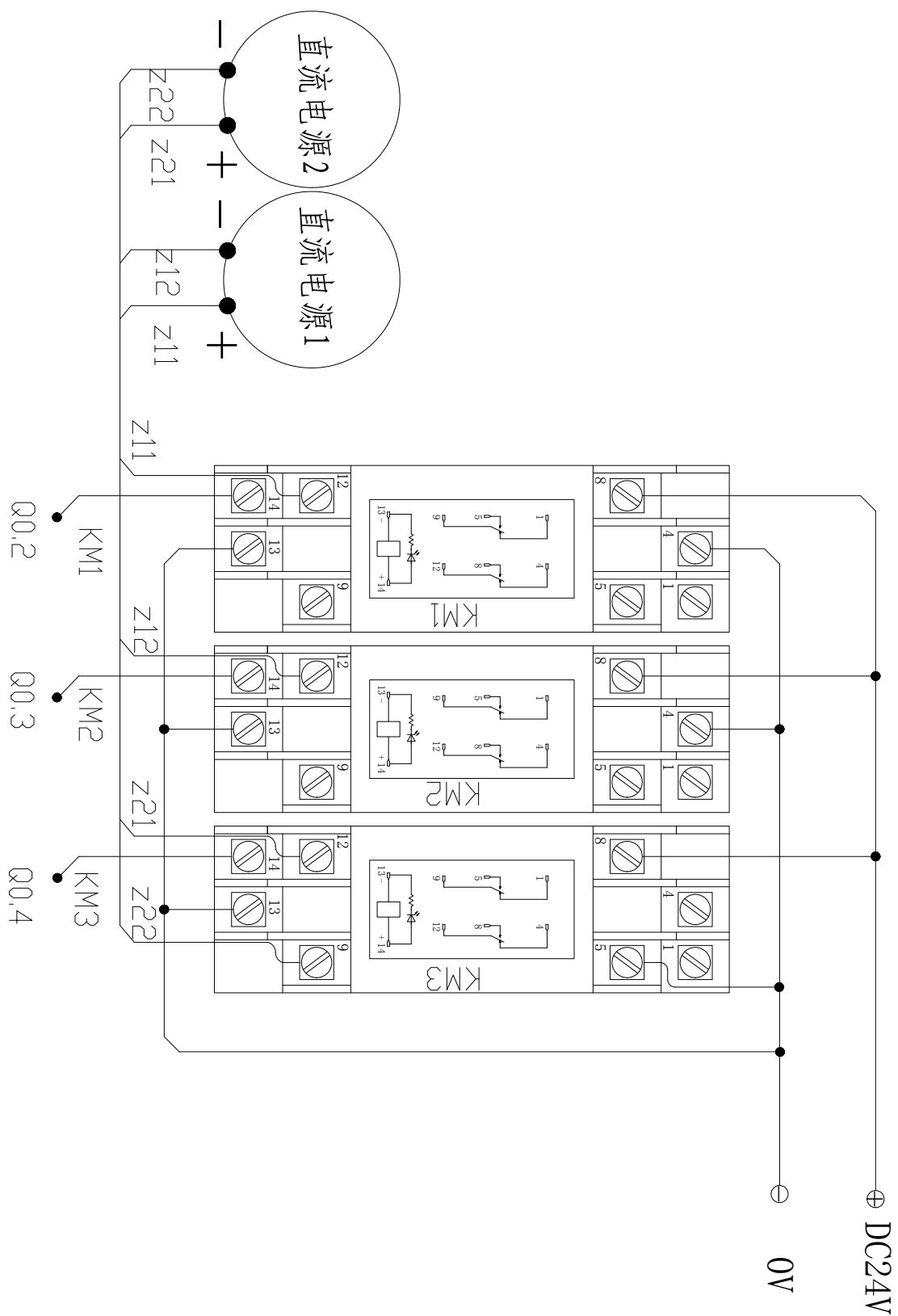


图 2.7.25 辊道传动上料装置、自动摆台电机接线图

3、西门子变频器参数设置及操作

(1) 变频器操作面板说明

表 2.7.5 变频器功能说明表

显示/按钮	功能	功能的说明
	状态显示	LCD 显示变频器当前的设定值。
	起动变频器	按此键起动变频器。缺省值运行时此键是被封锁的。为了使此键的操作应设定P0700=1。
	停止变频器	OFF1: 按此键, 变频器将按选定的斜坡下降速率减速停车. 缺省值运行时此键被封锁; 为了允许此键操作, 应设定P0700=1。OFF2: 按此键两次(或一次, 但时间较长)电动机将在惯性作用下自由停车此功能总是“使能”的。
	改变电动机的转动方向	按此键可以改变电动机的转动方向。电动机的反向用负号(－)表示或用闪烁的小数点表示。缺省值运行时此键是被封锁的, 为了使此键的操作有效, 应设定P0700=1。
	电动机点动	在变频器无输出的情况下按此键, 将使电动机起动, 并按预设定的点动频率运行。释放此键时, 变频器停车。如果变频器/电动机正在运行, 按此键将不起作用。
	功能	<p>此键用于浏览辅助信息。</p> <p>变频器运行过程中, 在显示任何一个参数时按下此键并保持不动 2 秒钟, 将显示以下参数值(在变频器运行中, 从任何一个参数开始):</p> <ol style="list-style-type: none"> 直③一站各负载的正端与 PLC 的输出端相连, 各负载的负端全部连接至 24V 直流电源的负端。 用d 表示 - 单位: V) 输出电流 (A) 输出频率 (Hz) 输出电压 (用o表示 - 单位: V)。 由P0005 选定的数值(如果P0005 选择显示上述参数中的任何一个(3 4, 或5), 这里将不再显示)。 <p>连续多次按下此键, 将轮流显示以上参数。</p> <p>跳转功能</p> <p>在显示任何一个参数(rXXXX 或PXXXX)时短时间按下此键, 将立即跳转到r0000, 如果需要的话, 您可以接着修改其它的参数。跳转到r0000 后, 按此键将返回原来的显示点。</p>
	访问参数	按此键即可访问参数。
	增加数值	按此键即可增加面板上显示的参数数值。

	减少数值	按此键即可减少面板上显示的参数数值。
--	------	--------------------

(2) 基本操作面板功能说明

下面的图表说明如何改变参数 P0004 的数值。修改下标参数数值的步骤见下面列出的 P0719 例图。按照这个图表中说明的类似方法，可以用‘BOP’设定任何一个参数。

改变 P0004-参数过滤功能

操作步骤	显示的结果
1 按  访问参数	
2 按  直到显示出 P0004	
3 按  进入参数数值访问级	
4 按  或  达到所需要的数值	
5 按  确认并存储参数的数值	
6 使用者只能看到命令参数	

图 2.7.26 面板操作说明图

修改下标参数 P0719
选择命令/设定值源

操作 步 骤	显 示 的 结 果
1 按  访问参数	r0000
2 按  直到显示出 P0719	P0719
3 按  进入参数数值访问级	r0000
4 按  显示当前的设定值	0
5 按  或  选择运行所需要的最大频率	12
6 按  确认和存储 P0719 的设定值	P0719
7 按  直到显示出 r0000	r0000
8 按  返回标准的变频器显示（由用户定义）	

图 3-6 用 BOP 修改参数

说明 - 忙碌信息

修改参数的数值时，BOP 有时会显示：


。表明变频器正忙于处理优先级更高的任务。

图 2.7.27 参数修改说明图

(3) 端子接线操作说明

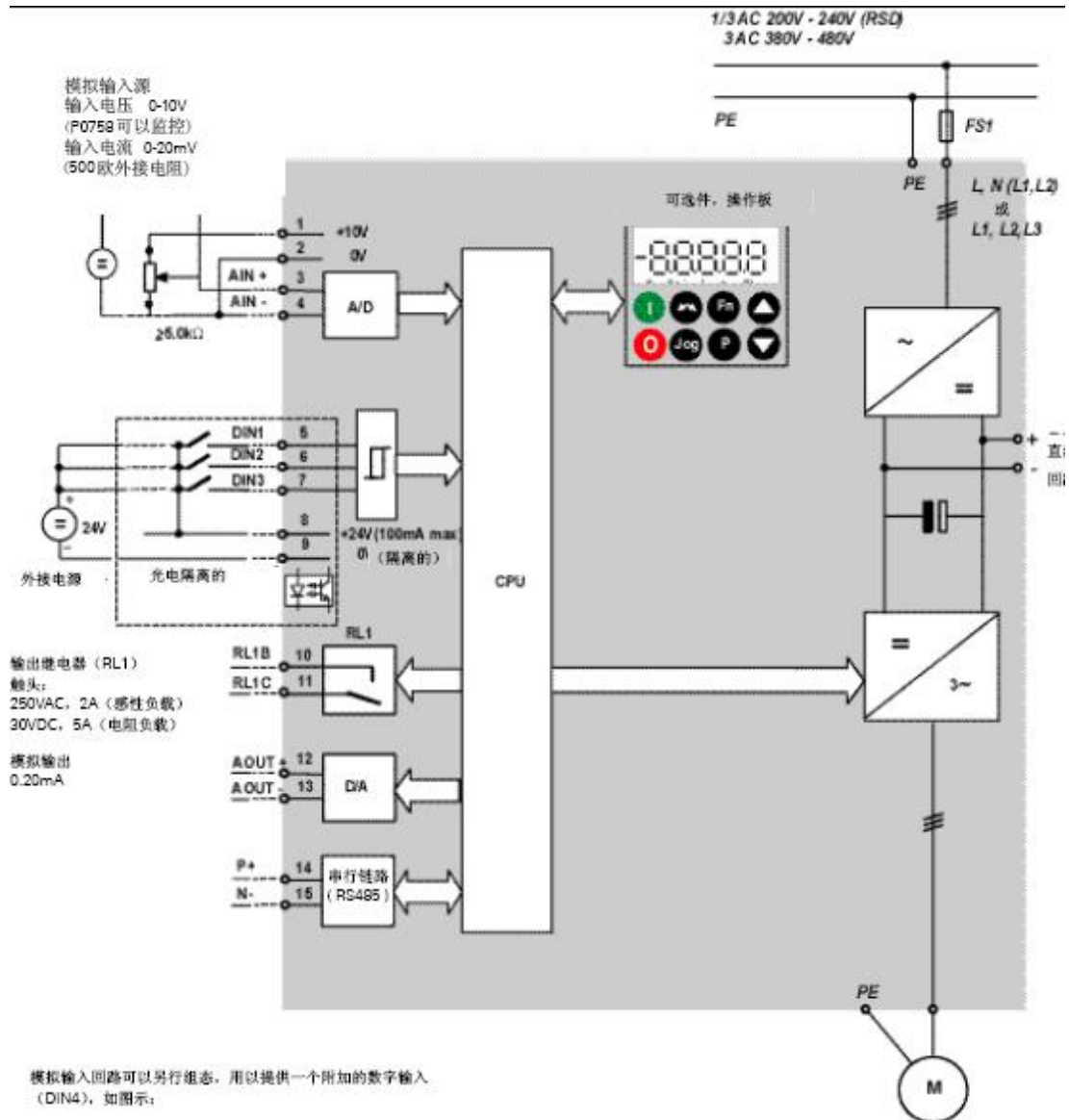


图 2.7.27 端子接线图

(4) 端子的功能

表 2.7.6 端子功能表






端子号	端子功能	相关参数
1	频率设定电源 (+10V)	
2	频率设定电源 (0V)	
3	模拟信号输入端 AIN+	P0700
4	模拟信号输入端 AIN-	P0700
5	多功能数字输入端 DIN1	P0701
6	多功能数字输入端 DIN2	P0702
7	多功能数字输入端 DIN3	P0703
8	多功能数字电源 +24V	
9	多功能数字电源 0V	

10	输出继电器 RL1B	P0731
11	输出继电器 RL1C	P0731
12	模拟输出 AOUT+	P0771
13	模拟输出 AOUT-	P0771
14	RS485 串行链路 P+	P0004
15	RS485 串行链路 N-	P0004

(5) 参数设置方法

运行方法（基本运行）

为了快速修改参数的数值，可以单独修改显示出的每个数字，操作步骤如下：

- (1) 确信已处于某一参数数值的访问级（参看“用 BOP 修改参数”）。
- (2) 按 （功能键），最右边的一个数字闪烁。
- (3) 按  / ，修改这位数字的数值。
- (4) 再按 （功能键），相邻的下一位数字闪烁。
- (5) 执行 2 至 4 步，直到显示出所要求的数值。
- (6) 按 ，退出参数数值的访问级。

提示：功能键也可以用于确认故障的发生。

(6) 主要参数设置

表 2.7.7 参数说明表

序号	参数代号	设置值	说明
1	P0010	30	调出出厂设置参数
2	P0970	1	恢复出厂值
3	P0003	3	参数访问级
4	P0004	0	参数过滤器
5	P0010	1	快速调试
6	P0100	0	工频选择
7	P0304	380	电动机的额定电压
8	P0305	0.17	电动机的额定电流
9	P0307	0.03	电动机的额定功率
10	P0310	50	电动机的额定频率
11	P0311	1500	电动机的额定速度
12	P0700	2	选择命令源（外部端子控制）
13	P1000	1	选择频率设定值
14	P1080	0	电动机最小频率
15	P1082	50.00	电动机最大频率
16	P1120	2.00	斜坡上升时间
17	P1121	5.00	斜坡下降时间
18	P3900	1	结束快速调试
19	P0003	3	检查 P0003 是否为 3

20	P1040	50	频率设定
----	-------	----	------

4、伺服电机及驱动器

欧姆龙通用 SMARTSTEP2 系列 AC 伺服具有位置控制和速度控制 2 种模式，而且能够切换位置控制和速度控制进行运行。因此它适用与以加工机床和一般加工设备的高密度定位和平稳的速度控制为主的范围宽光的各种领域。

(1) 控制模式

a. 位置控制模式

用最高 500kpps 的高速脉冲串执行电机的旋转速度和方向的控制，分辨率为 100000 脉冲/转的高精度定位。

b. 速度控制模式

用由参数够成的内部速度指令（最多 4 速）对伺服电机的旋转速度和方向进行高度的平滑控制。另外，对于速度指令，它还具有进行加减速时的常数设置和停止时的伺服锁定功能。

(2) 各部分名称

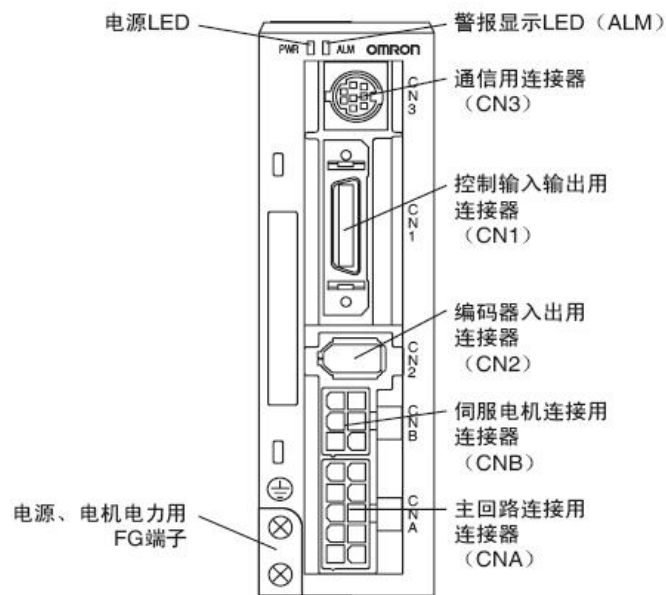


图 2.7.28 伺服控制器各部分名称

(3) 电源 LED (PWR)

表 2.7.8 电源显示说明

LED 显示	状态
绿色灯亮	主电源打开
橙色灯亮	警告时 1 秒闪烁（过载、过再生、分隔旋转速度异常）
红色灯亮	报警发生

报警显示 LED (ALM)

发生警报时闪烁，通过橙色及红色显示灯的闪烁次数来表示警报代码。

警报代码如下所示。

例：过载（报警代码 16）发生时、停止时
 橙色 1 次，红色 6 次闪烁

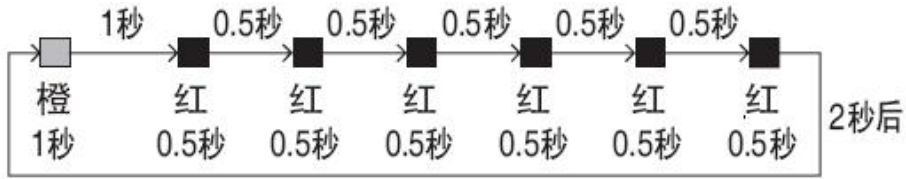


图 2.7.29 报警闪烁示意图

(4) 输入输出信号 (CN1)

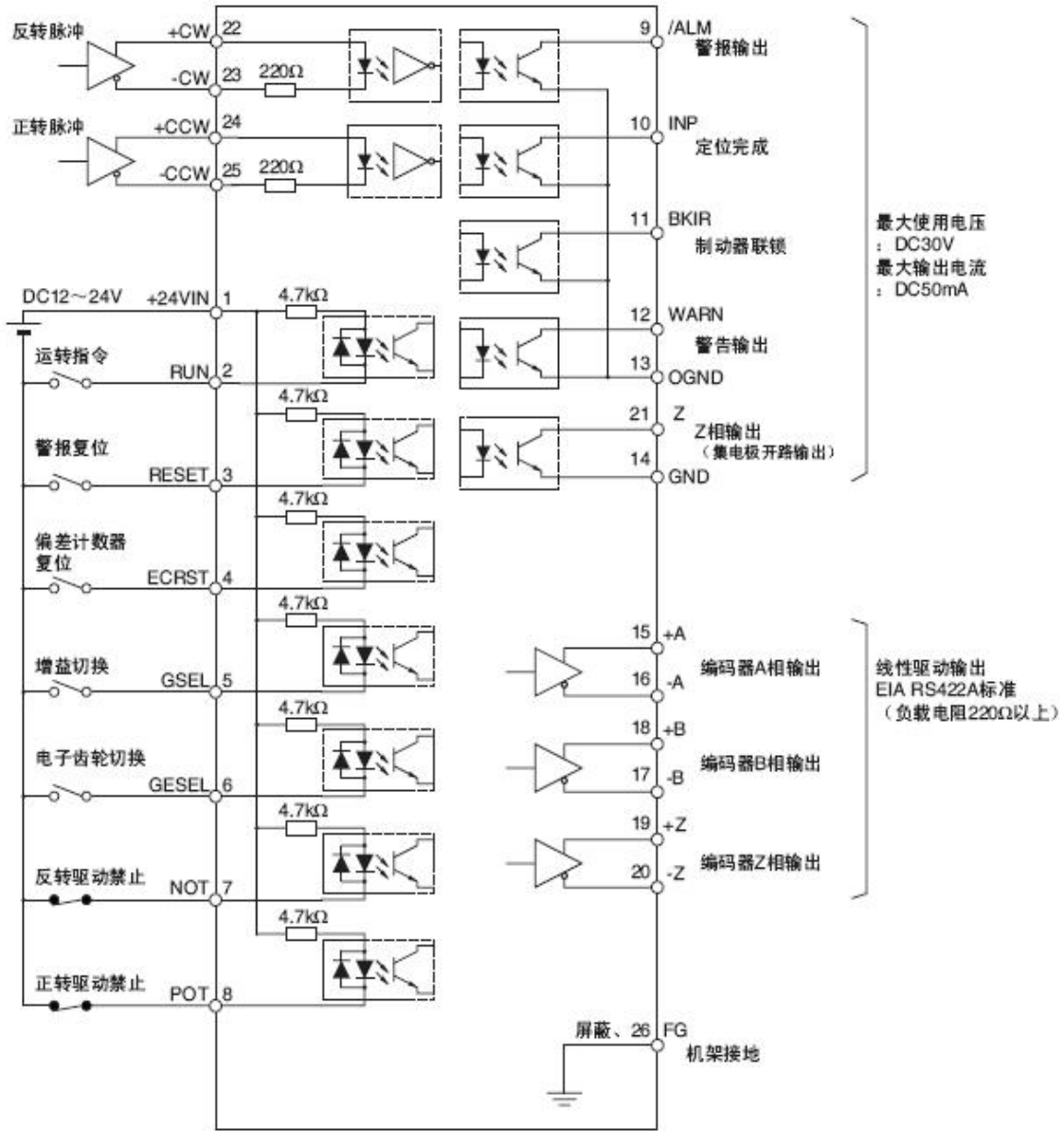


图 2.7.30 输入输出信号图

表 2.7.9 赐福驱动器端子功能表

引脚	标记	名称	功能·界面
1	+24VIN	控制用DC电源输入	序列输入 (引脚No. 1) 用电源DC + 12 ~ 24V 的输入端子。

2	RUN	2 运转指令输入	ON: 伺服 ON (接通电机电源)
3	RESET	报警复位	ON: 对伺服报警的状态进行复位。 开启时间必须在 120ms 以上。
4	ECRST/ VSEL2	偏差计数器 复位输入/ 内部设定速度选择 2	位置控制模式 (Pn02 为「0」或者「2」) 时, 转换为偏差计数器输入。 ON: 禁止脉冲指令, 对偏差计数器进行复位(清除)。必须开启 2ms 以上。
			内部速度控制模式 (Pn02 为「1」) 时, 转换为 内部设定速度选择 2。 ON: 输入内部设定速度选择 2。
5	GSEL/ VZERO/ TLSEL	增益切换/ 零速度指定/ 转矩限制切换	在位置控制模式 (Pn02 为「1」) 时, 如果零速度 指定/转矩限制切换 (Pn06) 为「0」或「1」, 则转换为增益切换输入。
			内部速度控制模式 (Pn02 为「1」) 时, 转换为 零速度指定输入。 OFF: 速度指令转换为零。 通过设定零速度指定/ 转矩限制切换(Pn06) , 也可以使输入无效。 有效 (Pn06 = 1)、无效 (Pn06 = 0)
			零速度指定/ 转矩限制切换(Pn06)如果为「2」, 位置控制模式、内部速度控制模式同时切换为 转矩限制切换。 OFF: 转换为第1 控制值。(Pn70、5E、63) ON: 转换为第 1 控制值。(Pn71、72、73)
6	GESEL/ VSEL1	电子齿轮切换/ 内部 设定速度选择 1	位置控制模式 (Pn02 为「0」或者「2」) 时, 转换为电子齿轮切换输入。*2 OFF: 第 1 电子齿轮比分子 (Pn46) ON: 第 2 电子齿轮比分子 (Pn47)
			内部速度控制模式 (Pn02 为「1」) 时, 转换为 内部设定速度选择1。 ON: 输入内部设定速度选择 1。
7	NOT	输入反转侧驱动禁止	反转侧超程输入。 OFF: 驱动禁止 ON: 驱动允许
8	POT	输入正转侧驱动禁止	正转侧超程输入。 OFF: 驱动禁止 ON: 驱动允许
9	/ALM	报警输出	驱动器发出报警之后, 停止输出。
10	INP/TGON	定位完成 输出/ 电机转速检测 输出	位置控制模式 (Pn02 为「0」或者「2」) 时, 转换为定位完成输出。 ON: 偏差计数器的滞留脉冲在定位完成幅度 (Pn60) 的设定值以内。

			内部速度控制模式 (Pn02 为「1」) 时, 转换为电机转速检测输出。 ON: 电机转速大于电机检测转速 (Pn62) 的设定值。
11	BKIR	制动器联锁输出	输出保持制动器的定时信号。 ON 时, 请放开保持制动器。
12	WARN	警告输出	通过警告输出选择 (Pn09) 选择的信号被输出。
13	OGND	输出共用地线	序列输出 (引脚 No. 9、10、11、12) 用共用地线。
14	GND	共用地线	编码器输出、Z 相输出 (引脚 No. 21) 用共用地线。
15	+A	编码器 A 相输出	按照编码器分频比设定 (Pn44) 的设定输出编码器脉冲。 线性驱动器输出 (相当于 RS-422)
16	-A		
17	+B	编码器 B 相输出	
18	-B		
19	+Z	编码器 Z 相输出	
20	-Z		
21	Z	Z 相输出	输出编码器的 Z 相。(1 脉冲/ 转) 集电极开路输出。
22	+CW/ PULS/FA	反转脉冲/ 进给脉冲/ 90° 相位差信号 (A 相)	位置指令用的脉冲串输入端子。 线性驱动器输入时: 最大响应频率 500kpps 开路集电极输入时: 最大响应频率 200kpps 可以从反转脉冲/ 正转脉冲 (CW/CCW)、进给脉冲/ 方向信号 (PULS/SIGN)、90° 相位差 (A/B 相) 信号 (FA/FB) 中进行选择。(根据 Pn42 的设定)
23	-CW/ PULS/FA	90° 相位差信号 (A 相)	
24	+CCW/ SIGN/FB	正转脉冲/ 方向信号/ 90° 相位差信号 (B 相)	
25	-CCW/ SIGN/FB	90° 相位差信号 (B 相)	

(5) 位置指令脉冲输入接线规则

a. 线性伺服驱动器输入

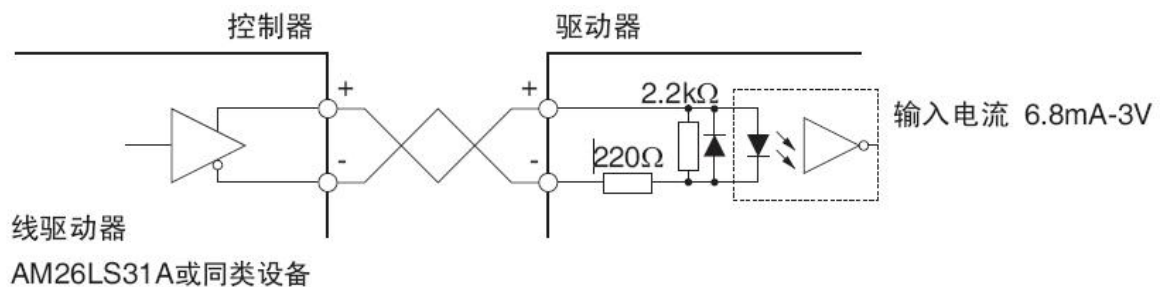
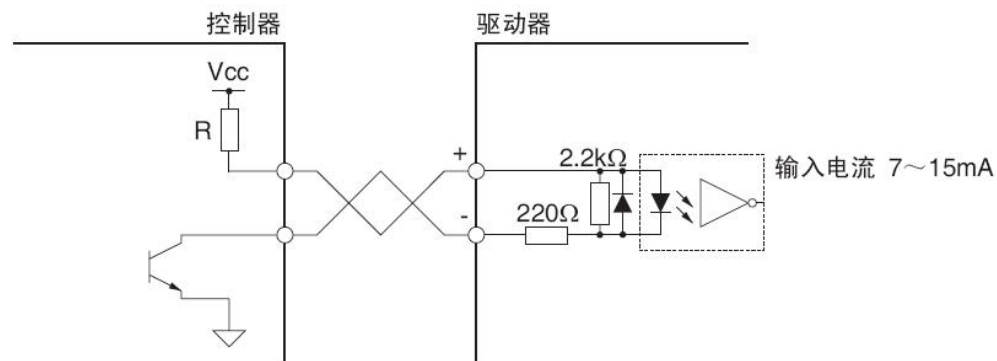


图 2.7.31 线性伺服驱动器输入示意图

b. 集电极开路输入



※电阻 R 为在输入电流 7 ~ 15mA 时选定。(参下表)

Vcc	R
24V	2kΩ
12V	1kΩ

图 2.7.32 集电极开路输入示意图

(6) 伺服设置软件的使用

a. 软件安装

将 CX-ONE V2.12 软件光盘放入光驱，计算机将会自动运行安装程序。按向导提示，一路按下【下一步】。在安装过程中去掉不用的软件保留 CX-Drive，节省安装空间和安装时间。

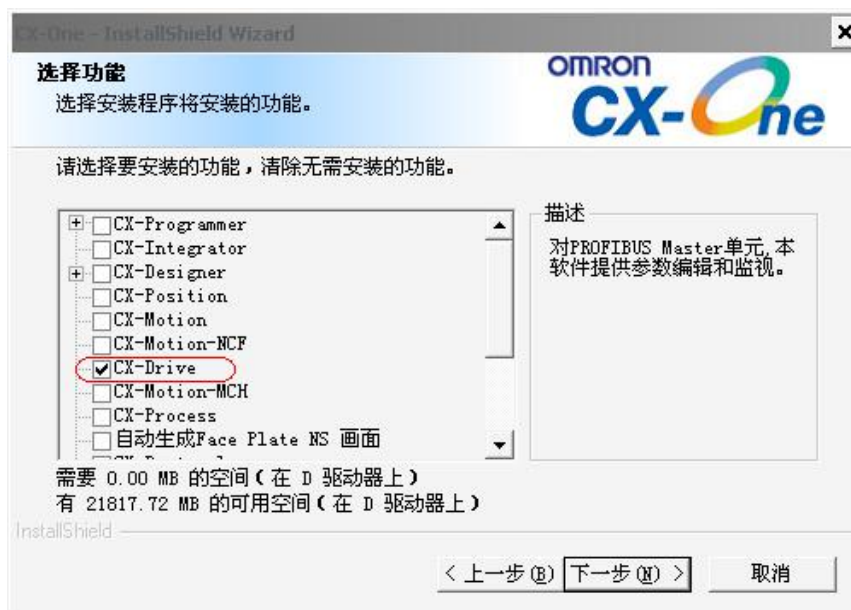


图 2.7.33 软件安装示意图

安装完成再安装软件 CX-Drive V1.61，按向导提示，一路按下【下一步】，完成软件升级。

b. 软件使用

1. 安装好 CX-Drive 软件后，打开 CX-Drive 软件，新建一个工程。选择伺服型号、功率、电源类型以及设置与 PC 机的通信方式。

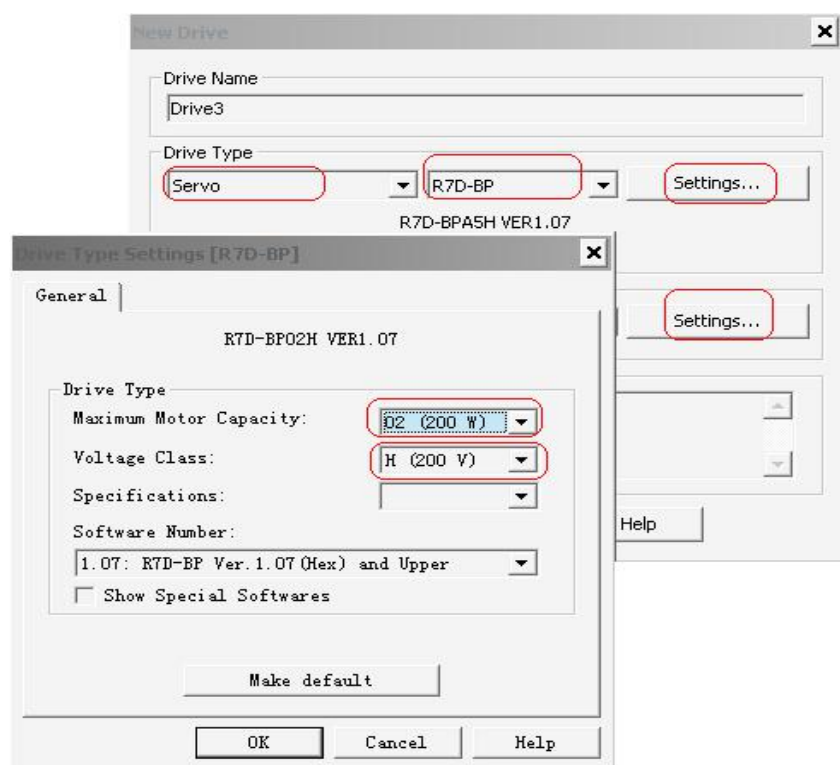



图 2.7.34 工程设置示意图

2. 用伺服连接电缆连接伺服与 PC 机，打开伺服电源，点击图标 “⚠” 在线工作。
3. 根据需要修改伺服参数，点击图标 ，将修改好的参数下载到伺服驱动器中。

(7) 伺服参数设置

表 2.7.10 伺服参数说明表

序号	参数代号	设置值	说明
21	Pn10	10	位置控制回路响应
22	Pn11	500	速度回路响应
23	Pn20	200	惯量比
24	Pn41	1	指令脉冲转动方向
25	Pn42	3	指令脉冲模式
26	Pn46	190	第一电子齿轮分子

(8) 报警显示

表 2.7.11 报警说明表

序号	报警显示	异常内容	发生异常时的状况
1	11	电源电压不足	在运行指令 (RUN) 的输入中，主电路 DC 电压降到规定值以下
2	12	过电压	主电路 DC 电压异常的高。
3	14	过电流	过电流流过 IGBT。电机动力线的接地、短路
4	15	内部电阻器过热	驱动器内部的电阻器异常发热

5	16	过载	大幅度超出额定转矩运行了几秒或者几十秒
6	18	再生过载	再生能量超出了改订电阻器的处理能力
7	21	编码器断线检出	编码器线断线
8	23	编码器数据异常	来自编码器的数据异常
9	24	偏差计数器溢出	变化计数器的剩余脉冲超出了偏差计数器的超限级别（Pn63）的设定值
10	26	超速	电机的旋转速度超出了最大转速。 使用转矩限制功能时，超速检查级别设定（Pn70、Pn73）的设定值超出了电机旋转速度。
11	27	电子齿轮设定异常	第1·第2电子齿轮比分子（Pn46、Pn47）的设定值不合适
12	29	偏差计数器溢流	偏差计数器的剩余脉冲超过 134217728 次脉冲
13	34	超程界限异常	位置指令输入超出了由越程界限设定（Pn26）所设定的电机可以运作的范围
14	36	参数异常	接通电源时，从 EEPROM 读取数据时，参数保存区域的数据已经被破坏
15	37	参数破坏	接通电源从 EEPROM 读取数据时，和校验不符
16	38	禁止驱动输入异常	禁止正转侧驱动和禁止反转侧驱动都被关闭
17	48	编码器 Z 相异常	检测到 Z 相的脉冲流失
18	49	编码器 CS 信号异常	检测到 CS 信号的逻辑异常
19	95	电机不一致	伺服电机和驱动器的组合不恰当 接通电源时，编码器没有被连接
20	96	LSI 设定异常	干扰过大，造成 LSI 的设定不能正常完成
21		其他异常	驱动器启动自我诊断功能，驱动器内部发生了某种异常

(9) 伺服接线图

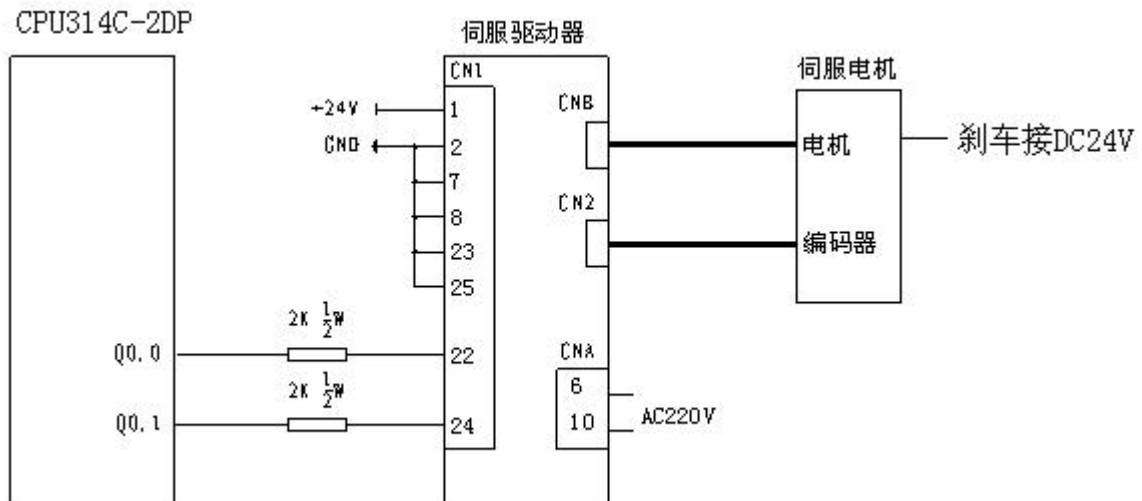


图 2.7.35 伺服接线图

5、根据工艺要求设计程序

1) 工艺要求

① 辊道传送上料装置

上料检测单元由方形井式工件架，叉型下料机构，滚轮式传送带，交流电动机和变频器，光电传感器组成。具体工作过程：

主工件颜色有2种，分别为绿白双色安放在方形井式工件架中，当方形井式工件架上的传感器检测到工件时，叉形下料机构动作，叉头回缩，先将工件安放在滚轮式传送带上后，在伸出托住第二层的工件，交流电动机转动，将传送带上工件传送到自动摆台上。

② 自动摆台单元

当传送带上工件传送到自动摆台上时，颜色光纤传感器对工件颜色进行辨别，在工件台上，工件先进行方向调整，等待堆垛搬运机器人取料。

③ 加工单元

加工单元由冲压气缸，伸缩式工作台，长程移动气缸，夹紧机械手，废料盒，反射式传感器组成，具体工作过程如下：

堆垛搬运机器人工件搬运到加工单元，夹紧机械手将工件夹紧定位，长程移动气缸将伸缩式工作台移到加工区，冲压气缸工作，将主工件孔内橡胶塞冲落，反射式传感器若检测到异物进入工作区，冲压气缸停止工作。

④ 搬运装配机械手

装配机械手单元由吸盘，伸缩气缸，长程移动气缸组成，完成将小工件从双工位井式上料装置中夹起，并将工件安放到大工件中，同时传感器对所装配工件进行检测。

⑤ 双工位井式上料装置

双工位井式上料装置由工件架，推料气缸，光电传感器，小工件组成。具体过程如下：

小工件颜色分为黑白二色，两种工件分别安放在圆形井式工件架中，由推料气缸将工件推到出料台上，由光电传感器检测物料多少及到位情况。

⑥ 搬运堆垛装置

自动仓储单元由堆垛搬运机器人和 3 层 4 位置货架组成。

堆垛搬运机器人由直线齿条，直线导杆，升降定位用伺服电机，直线传动机构，旋转气缸，步进电机，伸缩气缸，限位传感器组成。具体工作过程如下：当自动摆台上有物料时，堆垛搬运机器人在步进电机的控制下运动到设定位置，伸缩气缸工作伸出货铲伸入大工件腹部凹槽下，伺服电机工作，将工件抬到预设位置，步进电机启动，控制工件沿 90° 方向运动，安放到加工单元工作台上，等候加工装配完毕后将合格工件安放到货架上，或将废品安放到货架废料区中。

⑦ 启动、暂停、复位、警示

(1) 点动“启动”按钮 SB5 后系统自动复位，警示绿灯亮、放入工件后自动线开始运行，不得人为干预执行机构，以免影响设备正常运行。

(2) 按“暂停”按钮 SB6，所有部件均暂停运行，同时暂停红灯亮。

(3) 自动线在运行过程中，若出现异常情况，点动“复位”按钮 SB4，这时系统全部回到初始位置，同时要把自动线上各工位的工件取出后，再重新启动。

⑧ 突然断电的处理

突然断电，设备停止工作。电源恢复后，将自动线上的工件取出后，再重新启动。

2) 程序设计

① 设计启动、停止和复位的程序部分；

② 辊道传送上料程序设计；

③ 自动摆台程序设计

④ 加工单元程序设计

⑤ 搬运装配机械手程序设计

⑥ 双工位井式上料程序设计

⑦ 搬运堆垛装置程序设计

参考程序见附录

3) 西门子 PPI 通信

THJDAL-2 系统的控制方式采用每一个工作站由一台 PLC 承担控制任务，各 PLC 之间通过 RS485 串行通信实现互连的分布式控制方式。

① PPI 通信概述

PPI 协议是 S7-200 系列 PLC 最基本的通信方式，通过自身的端口（PORT0 或 PORT1）就可实现通信。PPI 是一种主—从协议通信，主—从站在一个令牌环网中，主站发送要求到从站设备，从站设备响应，从站不发送信息，只是等待主站的要求并对要求做出响应。主站靠一个 PPI 协议管理的共享连接来与从站通信。PPI 并不限制与任意一个从站通信的主站数量，但在一个网络中，主站个数

不能超过 32。如果在用户程序中使用 PPI 主站模式，可以使用网络读写指令来读写从站信息。

② PPI通信实现步骤

(1) 设置通信端口参数

对网络上的每一台 PLC，应设置其系统块中的通信端口参数。对用作 PPI 通信的端口（PORT0 或 PORT1），指定其 PLC 地址（站号）和波特率。设置后把系统块下载到 PLC。具体操作如下：

运行个人电脑上的 STEP7 V4.0 程序，打开设置端口界面，如图 2.7.36 所示。利用 PC/PPI 编程电缆把输送站 PLC 系统块里端口 0 的 PLC 地址设置为 1，波特率设置为 9.6 kbp。如图 2.7.37 所示。同样方法设定供料站 PLC 端口 0 的 PLC 地址设置为 2，波特率为 9.6 kbp；加工站 PLC 端口 0 的 PLC 地址设置为 3，波特率为 9.6 kbp；装配站 PLC 端口 0 的 PLC 地址设置为 4，波特率为 9.6 kbp；分拣站 PLC 端口 0 的 PLC 地址设置为 5，波特率为 9.6 kbp。

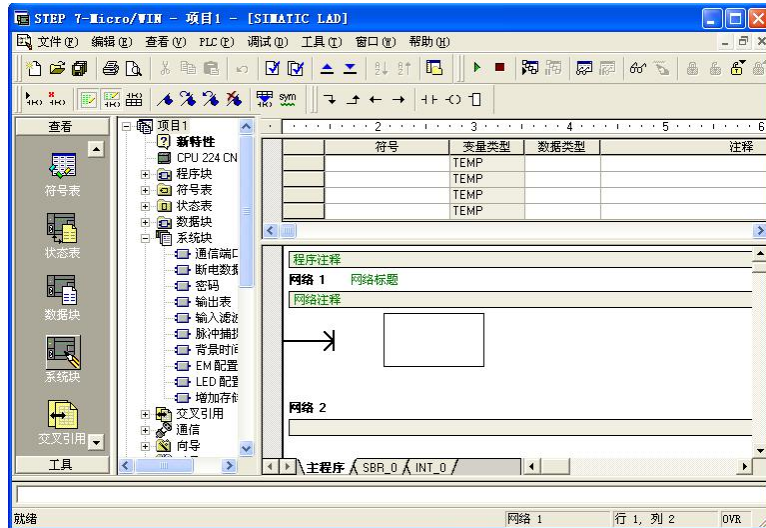


图 2.7.36



图 2.7.37

(2) 用专用网线连接各站 PLC 的端口 0, 用 PC/PPI 编程电缆连接网络连接器的编程口, 将主站的运行开关拨到 STOP 状态。利用 SETP7 V4.0 软件搜索网络中的 5 个站。如图 2.7.38 所示。如果能全部搜索到表明网络连接正常。



图 2.7.38

(3) 网络结构图

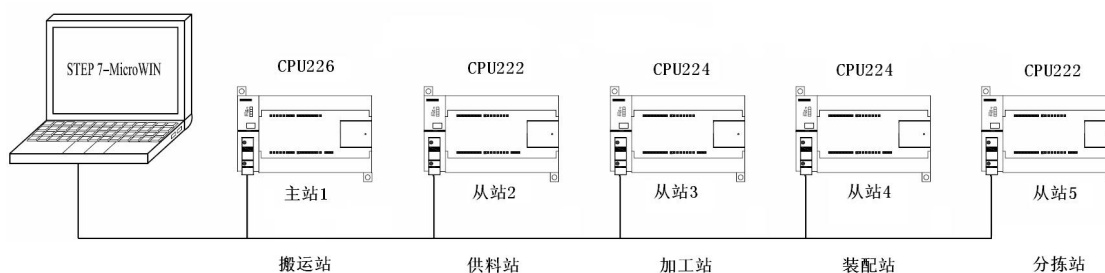


图 2.7.39 网络结构图

(4) 通信口设置

西门子 S7-200 PLC 中的 SMB30 和 SMB130 为自由端口控制寄存器。其中 SMB30 控制自由端口 0 的通信方式, SMB130 控制自由端口 1 的通信方式。我们可以对 SMB30、SMB130 进行读、写操作, 如下表所示, 这些字节设置自由端口通讯的操作方式, 并提供自由端口或者系统所支持的协议之间的选择。

表 2.7.12 通讯端口设置表

Msb7						Lsb0	
p	p	d	b	b	b	m	m
SMB30 控制自由端口 0				SMB130 控制自由端口 1			
p p	校验选择 00=不校验; 01=偶校验; 10=不校验; 11=奇校验						
d	字符数据 0=每个字符 8 位; 1=每个字符 7 位						
b b	通讯速率 000=38400bps; 001=19200bps; 010=9600bps; 011=4800bps;						
b	100=2400bps; 101=1200bps; 110=115.2Kbps; 111=57.6Kbps;						
m m	协议选择 00=PPI/从站模式; 01=自由口模式; 10= PPI/主站模式;						
	11=保留						

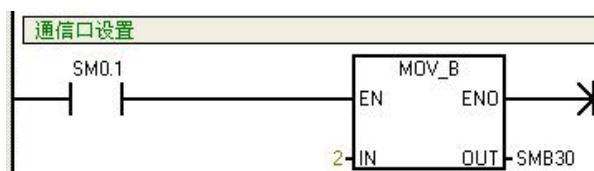


图 2.7.40 程序示意图

如上程序所示，此段程序是将 PLC 的自由端口 0 的通信方式设置为 “PPI/主站模式”。

(5) 网络读写指令使用

网络读写指令 NETR/NETW，用于在西门子 S7-200 PPI 网络中的各 CPU 之间通信。网络读写指令只能由在网络中充当 PPI 主站的 CPU 执行，从站 CPU 不必专门编写通信程序，只须将与主站通信的数据放入数据缓冲区即可；此种通信方式中的主站 CPU 可以对 PPI 网络中其他任何从站 CPU 进行网络读写操作。

NETR 指令：网络 “读” 指令，用于主站 CPU 通过指定的通信口从其他从站 CPU 中指定的数据区读取以字节为单位的数据，存入本站 CPU 中指定地址的数据区中；读取的最大数据量为 16 个字节。

NETW 指令：网络 “写” 指令，用于主站 CPU 通过指定的通信口将本站 CPU 指定地址的数据区中的以字节为单位的数据写入其他从站 CPU 中指定的数据区中；写入的最大数据量为 16 个字节。

(6) 利用指令向导完成网络配置

根据上述指令，即可完成主站的网络读写程序。借助网络读写向导更加方便。具体步骤如下：

A. 在 SEEP7 V4.0 软件命令菜单中选择 工具→指令向导，并在指令向导窗口中选择 NETR/NETW，单击 “下一步” 后，就会出现 NETR/NETW 指令向导界面，设置网络读写数为 8。见下图

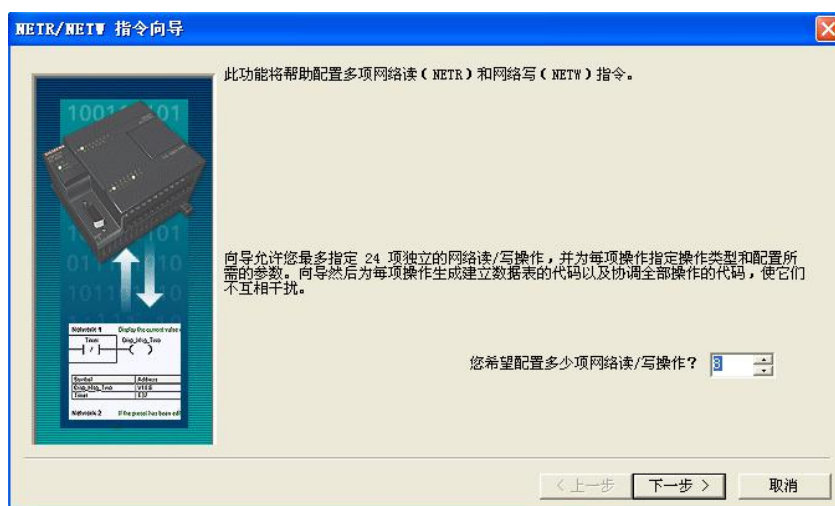


图 2.7.41 网络设置图

B. 单击 “下一步”，填写对加工站（2 号站）读操作的参数，见下图。单击 “下一项操作”，填写其它站参数，如此类推，直到第 4 项，完成对分拣站（5 号

站) 读操作的参数的填写; 再单击“下一项操作”, 完成写操作的参数填写。



图 2.7.42 网络设置参数图

- C. 单击“下一步”直至配置完成。
- D. 在主程序中调用子程序“NET_EXE”。

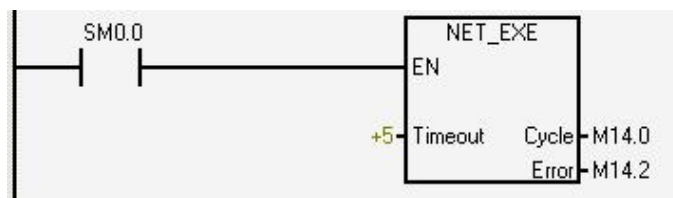


图 2.7.43 调用子程序示意图

说明: Timeout: 设定通信超时时限, 1~32767 秒, 若=0, 则不计时。
 Cycle: 输出开关量, 所有网络读/写操作每完成一次切换状态。
 Error: 发生错误时报警。

4) 触摸屏的使用

THJDAL-3型系统的人机界面采用MT4500C触摸屏。人机界面是在操作人员和机器设备之间做双向沟通的桥梁用户可以自由的组合文字、按钮、图形、数字等来处理或监控管理及应付随时可能变化信息的多功能显示屏幕。

1. MT4500C 触摸屏的接口

(1) 串行接口

MT4000有两个串行接口, 标记为COM0, COM1。两个口分别为公头和母头, 以方便区分, 管脚的差别仅在于PIN7和PIN8。COM0 为9 针公头, 管脚定义如下图:

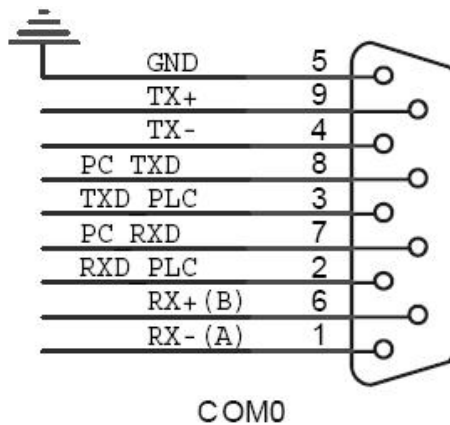


图 2.7.42 com0 串行口

COM1为9针母头，管脚图如下，与COM0的区别仅在于PC_RXD, PC_TXD被换成了PLC 232连接的硬件流控TRS_PLC, CTS_PLC。

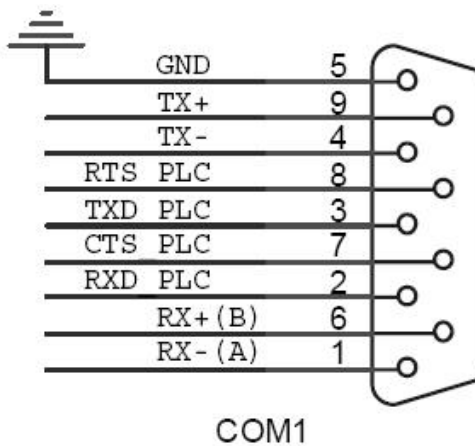


图 2.7.43 com1 串行口

(2) USB 接口

MT4000 提供了一个 USB 高速的下载通道，它将大大加快下载的速度，且不需要预先知道目标触摸屏的 IP 地址。

2. EV5000 软件安装

(1) 将EV5000软件光盘放入光驱，计算机将会自动运行安装程序，或者手动运行光盘目录[Setup.exe]

(2) 按向导提示，一路按下【下一步】。

(3) 按下[完成]，软件安装完毕。

(4) 要运行程序时，可以从菜单[开始]/[程序]/[eview]/[EV5000_UNICODE_CHS]下找到相应的可执行程序即可。

3. 制作一个最简单的工程

(1) 安装好 EV5000 软件后，在 [开始]/[程序]/[eview]/[EV5000_UNICODE_CHS]下找到相应的可执行程序点击，打开触摸屏软件。

(2) 点击菜单[文件]里的[新建工程]，这时将弹出如下对话框，输入所建

工程名称。也可以点“>>”来选择所建文件的存放路径。在这里我们命名为“test_01”。点击[建立]即可。



图 2.7.44 建立工程示意图

(3) 选择所需的通讯连接方式, MT5000支持串口、以太网连接, 点击元件库窗口里的通讯连接, 选中

(4) 您所需的连接方式拖入工程结构窗口中即可。

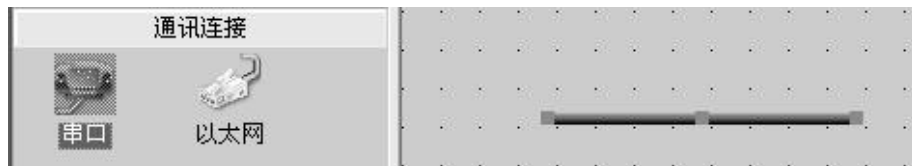


图 2.7.45 通讯连接图

(5) 选择所需的触摸屏型号, 将其拖入工程结构窗口

(6) 选择需要连线的PLC类型, 拖入工程结构窗口里。如下图所示: 适当移动HMI和PLC的位置, 将连接端口靠近连接线的任意一端, 就可以顺利把它们连接起来。注意: 连接使用的端口号要与实际的物理连接一致。这样就成功的在PLC与HMI之间建立了连接。拉动HMI或者PLC检查连接线是否断开, 如果不断开就表示连接成功。



图2.7.46 PLC与HMI的连接图

(7) 然后双击HMI0图标, 就会弹出下图所示的对话框: 在此对话框中需要设置触摸屏的端口号。在弹出的[HMI属性]框里切换到[串口1设置]里修改串口1的参数(如果PLC连接在COM0, 请在[串口0设置]里修改串口0的参数), 如下图所示:



图2.7.47 HMI属性图

(8) 在工程结构窗口中，选中HMI 图标，点击右键里的[编辑组态]，进入了组态窗口。

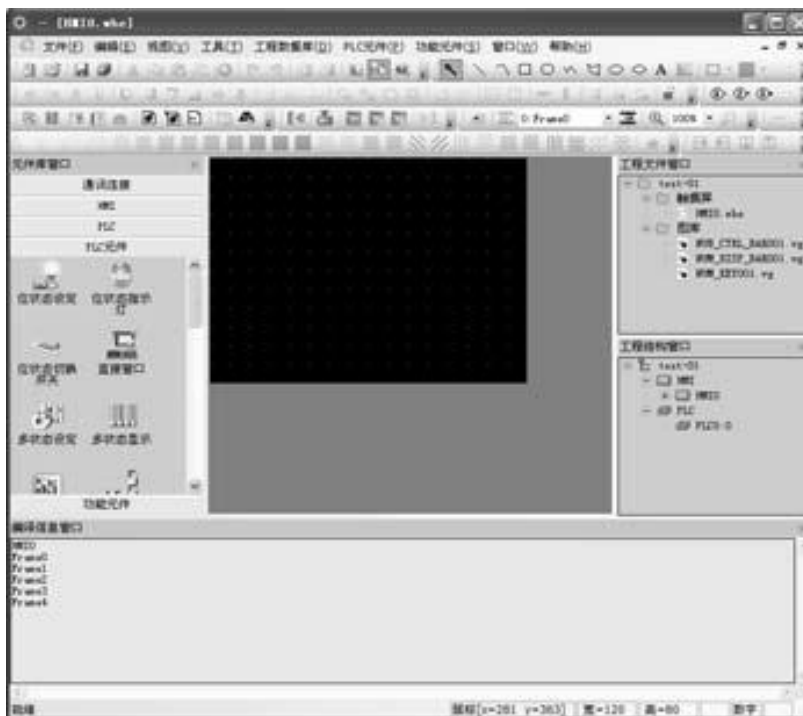


图 2.7.48 组态窗口图


(9) 在左边的 PLC 元件窗口里，轻轻点击图标 ，将其拖入组态窗口中放置，这时将弹出位控制元件[基本属性]对话框，设置位控制元件的输入/输出地址。



图 2.7.49 位状态切换开关元件属性

- (10) 切换到[开关]页，设定开关类型，这里设定为切换开关
- (11) 切换到[标签]页，选中[使用标签]，分别在[内容]里输入状态0、状态1 相应的标签, 并选择标签的颜色。（您可以修改标签的对齐方式，字号，颜色）
- (12) 切换到[图形]页，选中[使用向量图]复选框，选择一个您想要的图形，这里选择了下图所示的开关。
- (13) 最后点确定关闭对话框，放置好的元件如下图所示：



图 2.7.50 放置好的元件图

- (14) 选择工具条上的[保存]，接着选择菜单[工具]/[编译]。如果编译没有错误, 那么这个工程就做好了。
- (15) 选择菜单[工具]/ [离线模拟] / [仿真]。可以看到设置的开关在点击它时将可以来回切换状态, 和真正的开关一模一样！如下图所示：

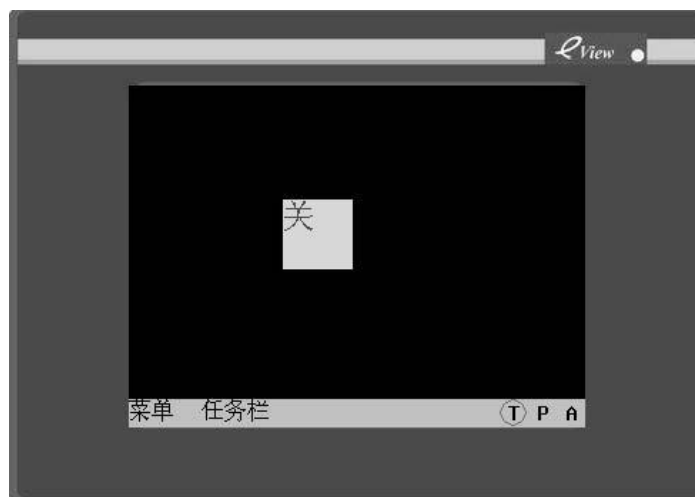


图 2.7.51 界面切换图

4. 工程下载

MT4000提供2种下载方式，分别为USB和串口。在下载和上传之前，要首先设置通讯参数，通信参数的设置在菜单栏里的[工具]栏里[设置选项]里，如右图：下载设备选择USB。



图 2.7.52 下载设置图

第一次使用USB下载，要手动安装驱动。把USB一端连接到PC的USB接口上，一端连接触摸屏的USB接口，在触摸屏上电的条件下，会弹出如下安装信息：

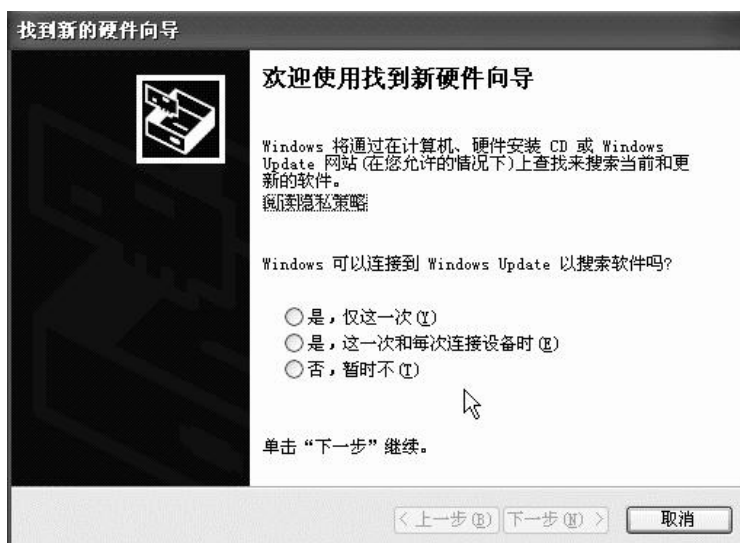


图 2.7.53 USB 安装驱动图

根据提示手动安装 USB 驱动。

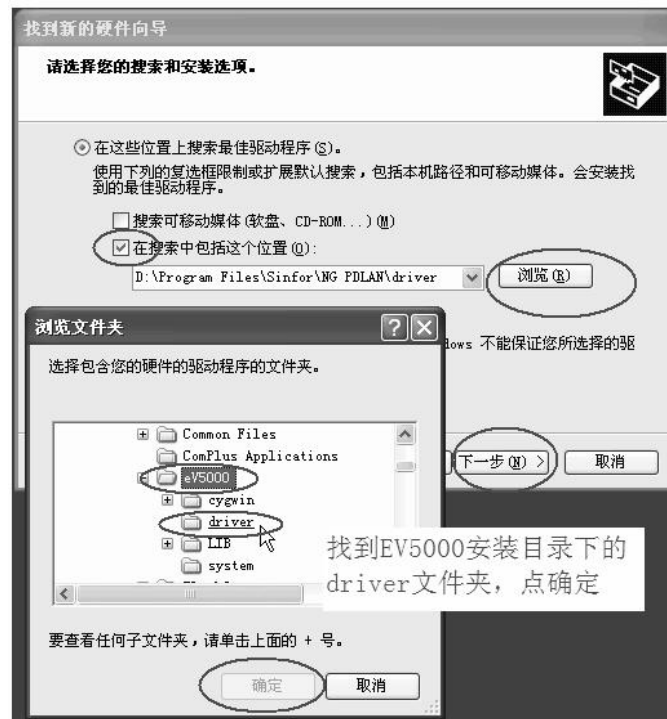


图 2.7.54 手动安装 USB 驱动图

USB 一旦安装成功，从我的电脑，属性，硬件，设备管理器里，通用串行总线控制器，可以查看到 USB 是否安装成功。

选择菜单[工具]/[下载]。将做好的工程下载到触摸屏中。

注：提供的样例工程，西门子触摸屏采用 COM0 口，PLC 地址为 2。波特率为 9.6kbps；

6、自动化生产线设备调试

1) 调试前的准备工作：

- ① 清理设备上的杂物。
- ② 保证机械动作部分完全正常工作。
- ③ 检查电路连接是否正确，严禁出现短路现象，避免接线错误而烧毁期间。

2) 自动化生产线系统的调试运行

1. 将系统左侧的三相四芯电源插头插入三相电源插座中，开启电源控制模块中三相电源总开关，U、V、W 端输出三相 380V 交流电源，单相双连暗插座输出 220V 交流电源。

2. 用三芯电源线分别从单相双连暗插座引出交流 220V 电源到 PLC 模块和按钮模块的电源插座上。

3. 在西门子编程软件 SIMATIC Manager 中打开二站的样例程序或由用户编写控制程序，进行编译，当程序有错误时根据提示信息进行相应的修改，直至编译无误为止，编译完成后，用 PC/MPI 编程电缆连接计算机串口与 PLC 通讯口，打开

PLC 模块电源开关，将三个程序分别下载到一、二、三站 PLC 中，下载完毕后在编程软件中点击“运行”按钮或将 PLC 的“RUN/STOP”开关拨至“RUN”状态，运行 PLC。注意：在插拔通信电缆时，请务必确认 PLC 输入电源处于断开状态。

4. 按下按钮模块中的 SB5 “启动”按钮，系统进入运行状态。

5. 在运行过程中，按下 SB6 “暂停”按钮后，系统进入暂停状态，所有动作全部暂停执行。此时按下 SB5 “启动”按钮后，重新进入运行状态，并继续执行暂停时的动作。

6. 按下 SB4 “复位”按钮后，系统复位，所有参数清零。将各工位上未加工的工件拿出重新放入料仓后，再按下 SB5 “启动”按钮，重新进入运行状态。

7、清理现场

设备调试结束后要求施工人员要清点工具、整理资料、清扫现场填写登记表等工作。

- 1) 清点工具，对照工具清单清点工具，检查有无丢失并装入工具箱中。
- 2) 资料整理，整理归类技术说明书、电气元件明细表、施工计划表、设备电路图、程序图等资料并存入档案以备查询。
- 3) 填写安装登记表，记录调试过程中出现的问题及解决办法。
- 4) 打扫设备周围的卫生，保持整洁干净的环境。

8、设备验收

表 2.7.13 设备验收表

验收项目	要求	存在问题	备注
设备安装	1.设备部件安装可靠，位置正确； 2.电路安装正确，接线规范		
设备功能	1. 设备起停正常； 2. 各功能正常，警示灯报警正常		
设备资料	1. 资料齐全，归类有序		
安全运行	1. 遵守安全操作规范； 2. 保持现场整洁卫生，工具摆放有序		
时间	开始/结束时间：		

3.技能篇

3.1 机电设备安装与调试竞赛形式

机电一体化设备的安装与调试考核的是综合应用能力，融合了电气自动控制，气动技术，集机、光、电、气等知识，综合考察机电相关专业专业知识。通过竞赛，检验参赛队的团队协作能力、计划组织能力、自动线安装与调试能力、工程实施能力、职业素养、效率、成本和安全意识。引导高职院校机电类专业综合实训教学改革发展方向，促进工学结合人才培养模式改革与创新，培养可持续发展、满足企业需要的高素质高技能人才。

一、组织形式

机电一体化设备的安装与调试竞赛按级别可分为国家级、省级、市级，按参赛人员可分为教师组和学生组，其中学生组又分为中职组和高职组。全国机电一体化设备的安装与调试竞赛一年举办一次，由全国职业院校技能大赛组织委员会组办，由重点职业院校申请举办，教育部组织大赛执委会对比赛进行监督指导。

二、举办形式

机电一体化设备的安装与调试竞赛首先由组委会发出通知，各参赛院校按要求报名，按时到举办院校参加比赛。竞赛分为预赛和决赛，预赛一般是区域进行的选拔赛。预赛阶段一般有几个团队参加，取前两名参加决赛。

三、比赛形式

机电一体化设备安装与调试竞赛一般以亚龙和天煌的机电一体化设备为操作平台，参赛选手在一定时间内完成 PLC 的 I/O 接线图的绘制、PLC 的编程、变频器参数设置、设备机械和电器的安装以及调试任务。依据选手完成工作任务的情况，参照技能大赛技术裁判组制定的考核标准进行评分。评价方式采用过程评价与结果评价相结合，工艺评价与功能评价相结合，能力评价与职业素养评价相结合。

3.2 机电设备安装与调试竞赛要求

一、参赛选手的要求

参赛选手必须是符合规定要求的职业院校在籍学生，并且具备以下要求：

（一）职业道德

1. 敬业爱岗，忠于职守，严于律己。
2. 努力钻研业务，刻苦学习，勤于思考，善于观察。
3. 工作认真负责，吃苦耐劳。
4. 遵守操作规程，坚持安全、文明生产。
5. 着装整洁，爱护设备，保持工作环境清洁有序。

（二）相关知识与技能

1. 自动线组成、结构与连接。

2. 控制系统及应用。
3. 气动原理与控制技术应用。
4. PLC 与编程方法。
5. 变频器控制技术应用。
6. 运动控制技术应用。
7. 安转、连接、故障诊断与调试。

二、组织要求

竞赛采取团队比赛形式，一般要求由 2 名或 3 名选手组成参赛队在比赛设备上共同完成比赛任务，男女不限。在比赛过程中指定一人为队长，整体组织安排比赛。

三、竞赛规则要求

1. 一般比赛时间为 4 小时或者 5 小时，包括设备安装、电路接线、系统设计、编程及调试运行。
2. 参赛选手进入比赛现场前，一般由大赛组委会组织参赛选手抽取比赛次序。
3. 参赛选手在比赛开始前一段时间进入比赛工位，在现场工作人员引导下，进行赛前准备，检查并确认设备、加工件毛坯、工具、量具和刀具等，裁判长宣布比赛开始，参赛选手方可进行操作，比赛开始计时。
4. 参赛选手须遵守仪器设备安全操作规程，保证人身、设备安全 7. 竞赛过程中，各参赛队选手之间不得交谈、示意。

四、任务要求

机电一体化设备的安装与调试竞赛要求选手完成以下任务：

- (1) 按比赛题要求和大赛提供的设备、部件和元器件安装设备。
- (2) 按比赛题要求的流程和控制要求，设计控制系统的电气原理图，按原理图连接控制系统电路。
- (3) 根据比赛题要求的工作过程、控制要求和保护要求，编制可编程控制器的控制程序，设置驱动设备控制参数。
- (4) 调试系统设备和控制程序，达到比赛题要求的工作要求和技术要求。

五、比赛评分细则

1. 评分项目及配分

比赛成绩满分为 100 分。

(1) 机械机构及气动部件安装 (25 分)

机构安装应符合相应机构的结构、位置、精度、工艺的要求；比赛任务要求完成的机构中，完成其中的一种机构即可得到相应分数，完成的机构数越多、难度越大，得分越高。

(2) 控制线路布线、气动电磁阀及气管安装 (25 分)

接线、布线、气动电磁阀及气管安装应符合正确、简捷美观、合理性等要求。

(3) PLC 编程、变频器及相关执行器件的设置 (40 分)

满足控制要求，完成控制功能，控制程序优化。

(4) 职业素养与安全意识 (10 分)

现场操作安全保护符合安全操作规程；工具摆放、包装物品、导线线头等的处理符合职业岗位的要求；团队合作有分工又合作，配合紧密；遵守赛场纪律，尊重赛场工作人员，爱惜赛场的设备和器材，保持工位的整洁。

2. 违规扣分

选手有下列情形，需从总成绩中扣分：

(1) 在完成工作任务后，出现电路短路故障扣 20 分，设备部件松动、设备不能正常工作，扣 10 分。

(2) 在完成工作任务的过程中，因操作不当导致事故，扣 10-20 分，情况严重者取消比赛资格。

(3) 损坏赛场提供的设备，污染赛场环境等不符合职业规范的行为，视情节扣 5~10 分。

(4) 团队合作意识不强；或工作没有计划，违反工作流程和次序，视情节扣 3~8 分。

3. 成绩评定

按比赛成绩从高分到低分排列参赛队的名次。竞赛成绩相同时，完成工作任务所用时间少的名次在前；竞赛成绩和完成工作任务用时均相同时，PLC 编程、变频器及相关执行器件的设置项的成绩高的名次在前；再次，职业素养与安全意识项的成绩高的名次在前。

3.3 机电设备安装与调试竞赛技巧

一、开展有效的技能训练

设备到位，师资保证设备与师资是必要的前提条件。“巧妇难为无米炊”，“炊”的条件有二：“巧妇”和“米”。“巧妇”就是优秀的教师作赛前指导，至于“米”，就是硬件，对学生开展机电一体化项目的培训或第二课堂教学活动，在此基础上进行了参赛学生的选拔。

二、研究设备，找准起点

进行竞赛训练首先要明确竞赛的内容与要求。机电一体化竞赛究竟比什么？对设备进行安装与调试方面的考核要求是什么？怎样安装？有没有设置故障让学生查找？所有问题，都需求去研究解决。

学生通过教师的指导，在训练中逐步完成设备安装与调试。摸索与研究安装步骤的合理性和安装技巧，科学的分工和安排组装时间。确定了一整套的安装工作规范。通过机电设备安装的专项训练增强信心，提高设备的安装效率。为耗时较多设备调试赢得更多时间，同时提高技能和工艺水平。

3. 抓住关键，训练基本技能

学生的成功编程和临场解决问题能力是竞赛的关键。编程前，首先明确设备的 I/O 端口、传感器、各电磁阀线圈以及与可编程序控制器、变频器、开关电源的接线，还要精确调试各传感器的灵敏度。

其次，要仔细阅读设备的操作使用说明书，明确最基本的工作过程，明确程序的开始点。编程时，学生要明白 PLC 的编程特点：由开始点逐步进行编程，直到最后动作。调试程序的时候还要反复对各个端口，各传感器灵敏度进行精细调试，使设备处在最佳状态。

4. 适度改变，冲刺深度技能

(1) 设置不同命题，训练学生的分析理解能力

技能竞赛是以“工作任务书”的形式发下来，选手首先要读懂任务书中的要求，才能确定任务。否则，将会被淘汰出局。因此，训练学生对任务书所描述的要求进行理解，并能发掘其中隐藏的细节，是技能竞赛能否取得胜利的必备条件之一。

如何才能使学生正确理解“工作任务书”中的工作任务与要求？平时学生就要多做不同类型的训练题。我们设计了不同类型与要求的任务书发给学生，各种任务书中，均包括以下的主要内容：给出安装图，按图正确安装，画出电路图与气路图，给出组装设备、生产加工其中的具体细节和安全保护要求。通过边安装边学习，重复强化训练，学生专业知识面不断扩大，阅读理解水平不断提高。

（2）科学设置设备安装步骤

设备安装是竞赛的重要内容。首先要看懂设备安装图纸的具体尺寸，然后再选择最佳设备安装方案并实施。安装步骤掌握后，对学生进行机械部分安装的熟练训练，使安装时间不断缩短，通过电气线路、气路管道及其工艺的专项训练，使学生的安装技能得到进一步强化。

（3）训练学生的编程能力和解决问题的能力

设备安装完成后，下一步就是让生产线能够按规定程序正确动作，即要训练学生进行编程调试。要正确编程，使设备运转，首先就要确定设备的 I/O 端口、各传感器、各电磁阀线圈及其与可编程序控制器、变频器、开关电源的接线连接正确，各传感器的灵敏度要符合检测要求，程序符合工作要求，才能使设备动作起来。

编程训练从明确设备操作使用说明开始。结合设备说明书，探讨设备的工作过程。根据设备的最基本工作过程，逐步进行编程，让生产线逐步运行，直到使设备运动到最佳状态。学生编程能力得到有效提高后，下一步就要进行设备工作难度方面的研究，模拟省、全国技能竞赛竞技要求进行具体训练。

①减少传感器数目

这主要是指减少运输皮带上的传感器数目，然后对原有内容进行再编程，无疑，检测难度和编程难度都增加了。这样使学生减少对传感器的过度依赖，迫使学生必须考虑一个传感器用于多个方面的检测。使学生编程能力得到有效提高、编程思维有效拓宽。

③变频器参数的设置

对变频器的参数设置是训练主攻的项目之一，要求学生每次进行设备组装训练时均要进行重新设置。为了使学生在竞赛时应变能力得到提高，对变频器的使用操作训练也应作具体的要求。变频器内设参数进行三相电动机的保护问题设置训练。

5. 换位学习，提升学生的竞技状态

在竞技场上能否发挥高水平，与学生的配合是否默契有相当大的关系。在对学生进行模拟比赛时发现，学生的水平与要求总有一定的差距。原因在于，团队合作程度不够。两名选手，一个主要承担设备安装，另一个主要承担控制程序的编程，两人工作相互干扰。工作进程常常因为没有理会同伴的需要而有所阻滞。训练时就常常发生如下情况：埋怨同伴工作慢，等到同伴完成工作，才继续自己的工作，完全没想到自己可以帮助同伴。针对这种现象，要开展团队合作的专项培训。强调要相互支持与协调才能在竞技中脱颖而出。

设备安装的，零部件数量多，工作量大，占用时间长。此时，编程的同学编写完程序后，要帮助负责安装的同学进行机电设备的安装，整理气路、电路的工艺。反过来，如果安装的同学已安装完设备，他也应该帮助编程的同学进行其它小程序的编写或电气图、气路图的绘制。相互支持配合，才能提高整体的效率。

因此，换位学习就显得很有必要了。主攻程序的同学要熟悉设备安装，主攻安装的同学也要进行程序设计的训练。这样，相互间的沟通就畅顺多了。

6. 改变评价方式，发掘遗留问题。

自评和他评能使学生尽快找出差距。每次小组完成工作任务后进行评议，老师们总让学生发掘自己的以及别人的优点，找出存在的问题，提出改进方法。例如控制程序好与不好，有一定的隐蔽性和逻辑性。通过自评与他评，不但找出缺陷还能找出优化的方法。

附录一 步进电机原理与应用

一、前言

步进电机是将电脉冲信号转变为角位移或线位移的开环控制元件。在非超载的情况下，电机的转速、停止的位置只取决于脉冲信号的频率和脉冲数，而不受负载变化的影响，即给电机加一个脉冲信号，电机则转过一个步距角。这一线性关系的存在，加上步进电机只有周期性的误差而无累积误差等特点。使得在速度、位置等控制领域用步进电机来控制变的非常的简单。

虽然步进电机已被广泛地应用，但步进电机并不能象普通的直流电机，交流电机在常规下使用。它必须由双环形脉冲信号、功率驱动电路等组成控制系统方可使用。因此用好步进电机却非易事，它涉及到机械、电机、电子及计算机等许多专业知识。

目前,生产步进电机的厂家的确不少,但具有专业技术人员,能够自行开发,研制的厂家却非常少,大部分的厂家只一、二十人,连最基本的设备都没有。仅仅处于一种盲目的仿制阶段。这就给用户在产品选型、使用中造成许多麻烦。鉴于上述情况,我们决定以广泛的感应子式步进电机为例。叙述其基本工作原理。望能对广大用户在选型、使用、及整机改进时有所帮助。

二、感应子式步进电机工作原理

1、 反应式步进电机原理

由于反应式步进电机工作原理比较简单。下面先叙述三相反应式步进电机原理。

(1) 结构

电机转子均匀分布着很多小齿,定子齿有三个励磁绕阻,其几何轴线依次分别与转子齿轴线错开。0、 $1/3\tau$ 、 $2/3\tau$, (相邻两转子齿轴线间的距离为齿距以 τ 表示),即A与齿1相对齐,B与齿2向右错开 $1/3\tau$,C与齿3向右错开 $2/3\tau$,A'与齿5相对齐,(A'就是A,齿5就是齿1)下面是定转子的展开图:

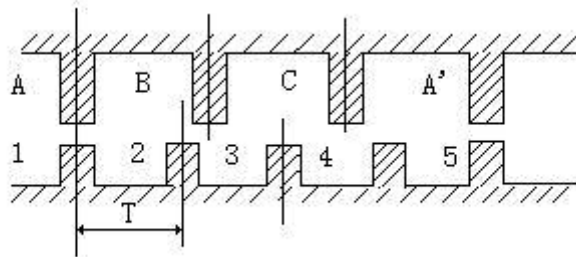


图 1.1 步进电机原理图

(2) 旋转

如A相通电,B,C相不通电时,由于磁场作用,齿1与A对齐,(转子不受任何力以下均同)。如B相通电,A,C相不通电时,齿2应与B对齐,此时转子向右移过 $1/3\tau$,此时齿3与C偏移为 $1/3\tau$,齿4与A偏移($\tau - 1/3\tau$)= $2/3\tau$ 。如C相通电,A,B相不通电,齿3应与C对齐,此时转子又向右移过

1/3 度，此时齿 4 与 A 偏移为 1/3 度对齐。如 A 相通电，B，C 相不通电，齿 4 与 A 对齐，转子又向右移过 1/3 度这样经过 A、B、C、A 分别通电状态，齿 4（即齿 1 前一齿）移到 A 相，电机转子向右转过一个齿距，如果不断地按 A，B，C，A……通电，电机就每步（每脉冲）1/3 度，向右旋转。如按 A，C，B，A……通电，电机就反转。

由此可见：电机的位置和速度由导电次数（脉冲数）和频率成一一对应关系。而方向由导电顺序决定。不过，出于对力矩、平稳、噪音及减少角度等方面考虑。往往采用 A-AB-B-BC-C-CA-A 这种导电状态，这样将原来每步 1/3 度改变为 1/6 度。甚至于通过二相电流不同的组合，使其 1/3 度变为 1/12 度，1/24 度，这就是电机细分驱动的基本理论依据。不难推出：电机定子上有 m 相励磁绕组，其轴线分别与转子齿轴线偏移 $1/m, 2/m, \dots, (m-1)/m, 1$ 。并且导电按一定的相序电机就能正反转被控制——这是步进电机旋转的物理条件。只要符合这一条件我们理论上可以制造任何相的步进电机，出于成本等多方面考虑，市场上一般以二、三、四、五相为多。

（3）力矩

电机一旦通电，在定转子间将产生磁场（磁通量 Φ ）当转子与定子错开一定角度产生力 F 与 $(d\Phi/d\theta)$ 成正比 S

其磁通量 $\Phi = Br \cdot S$ ，其中 Br 为磁密，S 为导磁面积，F 与 $L \cdot D \cdot Br$ 成正比 L 为铁芯有效长度，D 为转子直径 $Br = N \cdot I / R$ N · I 为励磁绕组安匝数（电流乘匝数）R 为磁阻。

力矩 = 力 × 半径

力矩与电机有效体积 × 安匝数 × 磁密成正比（只考虑线性状态）因此，电机有效体积越大，励磁安匝数越大，定转子间气隙越小，电机力矩越大，反之亦然。

2、感应子式步进电机

（1）特点

感应子式步进电机与传统的反应式步进电机相比，结构上转子加有永磁体，以提供软磁材料的工作点，而定子激磁只需提供变化的磁场而不必提供磁材料工作点的耗能，因此该电机效率高，电流小，发热低。因永磁体的存在，该电机具有较强的反电势，其自身阻尼作用比较好，使其在运转过程中比较平稳、噪音低、低频振动小。

感应子式步进电机某种程度上可以看作是低速同步电机。一个四相电机可以作四相运行，也可以作二相运行。（必须采用双极电压驱动），而反应式电机则不能如此。例如：四相，八相运行（A-AB-B-BC-C-CD-D-DA-A）完全可以采用二相八拍运行方式。

一个二相电机的内部绕组与四相电机完全一致，小功率电机一般直接接为二相，而功率大一点的电机，为了方便使用，灵活改变电机的动态特点，往往将其外部接线为八根引线（四相），这样使用时，既可以作四相电机使用，可以作二相电机绕组串联或并联使用。

（2）分类

感应子式步进电机以相数可分为：二相电机、三相电机、四相电机、五相电机等。以机座号（电机外径）可分为：42BYG（BYG 为感应子式步进电机代号）、57BYG、86BYG、110BYG、（国际标准），而像 70BYG、90BYG、130BYG 等均为国内标准。

（3）步进电机的静态指标术语

相数：产生不同对极 N、S 磁场的激磁线圈对数。常用 m 表示。

拍数：完成一个磁场周期性变化所需脉冲数或导电状态用 n 表示，或指电机转过一个齿距角所需脉冲数，以四相电机为例，有四相四拍运行方式即 AB-BC-CD-DA-AB，四相八拍运行方式即 A-AB-B-BC-C-CD-D-DA-A。

步距角：对应一个脉冲信号，电机转子转过的角位移用 θ 表示。 $\theta = 360 \text{ 度} / (\text{转子齿数 } J * \text{运行拍数})$ ，以常规二、四相，转子齿为 50 齿电机为例。四拍运行时步距角为 $\theta = 360 \text{ 度} / (50 * 4) = 1.8 \text{ 度}$ （俗称整步），八拍运行时步距角为 $\theta = 360 \text{ 度} / (50 * 8) = 0.9 \text{ 度}$ （俗称半步）。

定位转矩：电机在不通电状态下，电机转子自身的锁定力矩（由磁场齿形的谐波以及机械误差造成的）。

静转矩：电机在额定静态电作用下，电机不作旋转运动时，电机转轴的锁定力矩。此力矩是衡量电机体积（几何尺寸）的标准，与驱动电压及驱动电源等无关。

虽然静转矩与电磁激磁安匝数成正比，与定齿转子间的气隙有关，但过分采用减小气隙，增加激磁安匝来提高静力矩是不可取的，这样会造成电机的发热及机械噪音。

(4) 步进电机动态指标及术语：

1) 步距角精度

步进电机每转过一个步距角的实际值与理论值的误差。用百分比表示：误差 / 步距角 * 100%。不同运行拍数其值不同，四拍运行时应在 5% 之内，八拍运行时应在 15% 以内。

2) 失步

电机运转时运转的步数，不等于理论上的步数。称之为失步。

3) 失调角

转子齿轴线偏移定子齿轴线的角度，电机运转必存在失调角，由失调角产生的误差，采用细分驱动是不能解决的。

4) 最大空载起动频率

电机在某种驱动形式、电压及额定电流下，在不加负载的情况下，能够直接起动的最大频率。

5) 最大空载的运行频率

电机在某种驱动形式，电压及额定电流下，电机不带负载的最高转速频率。

6) 运行矩频特性

电机在某种测试条件下测得运行中输出力矩与频率关系的曲线称为运行矩频特性，这是电机诸多动态曲线中最重要的，也是电机选择的根本依据。如下图所示：

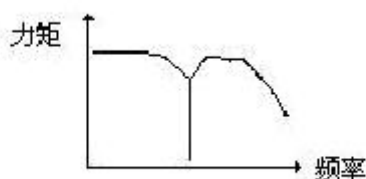


图 1.2 矩频特性图 (1)

其它特性还有惯频特性、起动频率特性等。

电机一旦选定，电机的静力矩确定，而动态力矩却不然，电机的动态力矩取决于电机运行时的平均电流（而非静态电流），平均电流越大，电机输出力矩越大，即电机的频率特性越硬。

如下图所示：

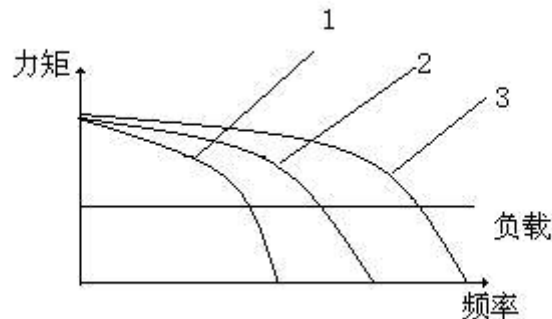


图 1.3 矩频特性图（2）

其中，曲线 3 电流最大、或电压最高；曲线 1 电流最小、或电压最低，曲线与负载的交点为负载的最大速度点。要使平均电流大，尽可能提高驱动电压，使采用小电感大电流的电机。

7) 电机的共振点

步进电机均有固定的共振区域，二、四相感应子式步进电机的共振区一般在 180-250pps 之间（步距角 1.8 度）或在 400pps 左右（步距角为 0.9 度），电机驱动电压越高，电机电流越大，负载越轻，电机体积越小，则共振区向上偏移，反之亦然，为使电机输出电矩大，不失步和整个系统的噪音降低，一般工作点均应偏移共振区较多。

8) 电机正反转控制

当电机绕组通电时序为 AB-BC-CD-DA 时为正转，通电时序为 DA-CA-BC-AB 时为反转。

三、驱动控制系统组成

使用、控制步进电机必须由环形脉冲，功率放大等组成的控制系统，其方框图如下：

1、脉冲信号的产生。

脉冲信号一般由单片机或 CPU 产生，一般脉冲信号的占空比为 0.3-0.4 左右，电机转速越高，占空比则越大。

2、信号分配

我厂生产的感应子式步进电机以二、四相电机为主，二相电机工作方式有二相四拍和二相八拍二种，具体分配如下：二相四拍为，步距角为 1.8 度；二相八拍为，步距角为 0.9 度。四相电机工作方式也有二种，四相四拍为 AB-BC-CD-DA-AB，步距角为 1.8 度；四相八拍为 AB-B-BC-C-CD-D-AB，（步距角为 0.9 度）。

3、功率放大

功率放大是驱动系统最为重要的部分。步进电机在一定转速下的转矩取决于它的动态平均电流而非静态电流（而样本上的电流均为静态电流）。平均电流越大电机力矩越大，要达到平均电流大这就需要驱动系统尽量克服电机的反电势。因而不同的场合采取不同的驱动方式，到目前为止，驱动方式一般有以下几种：

恒压、恒压串电阻、高低压驱动、恒流、细分数等。

为尽量提高电机的动态性能，将信号分配、功率放大组成步进电机的驱动电源。我厂生产的 SH 系列二相恒流斩波驱动电源与单片机及电机接线图如下：

说明：

CP 接 CPU 脉冲信号（负信号，低电平有效）

OPT0 接 CPU+5V

FREE 脱机，与 CPU 地线相接，驱动电源不工作

DIR 方向控制，与 CPU 地线相接，电机反转

VCC 直流电源正端

GND 直流电源负端

A 接电机引出线红线

接电机引出线绿线

B 接电机引出线黄线

接电机引出线蓝线 步进电机一经定型，其性能取决于电机的驱动电源。步进电机转速越高，力距越大则要求电机的电流越大，驱动电源的电压越高。

4、细分驱动器

在步进电机步距角不能满足使用的条件下，可采用细分驱动器来驱动步进电机，细分驱动器的原理是通过改变相邻（A，B）电流的大小，以改变合成磁场的夹角来控制步进电机运转的。

四、步进电机的应用

1、步进电机的选择

步进电机有步距角（涉及到相数）、静转矩、及电流三大要素组成。一旦三大要素确定，步进电机的型号便确定下来了。

（1）步距角的选择

电机的步距角取决于负载精度的要求，将负载的最小分辨率（当量）换算到电机轴上，每个当量电机应走多少角度（包括减速）。电机的步距角应等于或小于此角度。目前市场上步进电机的步距角一般有 0.36 度/0.72 度（五相电机）、0.9 度/1.8 度（二、四相电机）、1.5 度/3 度（三相电机）等。

（2）静力矩的选择

步进电机的动态力矩一下子很难确定，我们往往先确定电机的静力矩。静力矩选择的依据是电机工作的负载，而负载可分为惯性负载和摩擦负载二种。单一的惯性负载和单一的摩擦负载是不存在的。直接起动时（一般由低速）时二种负载均要考虑，加速起动时主要考虑惯性负载，恒速运行进只要考虑摩擦负载。一般情况下，静力矩应为摩擦负载的 2-3 倍内好，静力矩一旦选定，电机的机座及长度便能确定下来（几何尺寸）。

（3）电流的选择

静力矩一样的电机，由于电流参数不同，其运行特性差别很大，可依据矩频特性曲线图，判断电机的电流（参考驱动电源、及驱动电压）。

综上所述选择电机一般应遵循以下步骤：

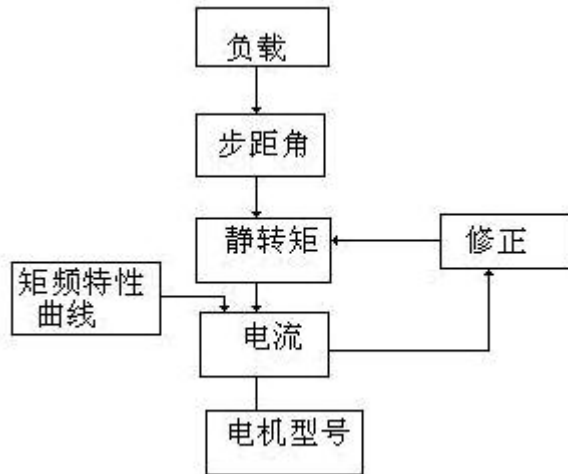


图 1.3 电机选择步骤图

(4) 力矩与功率换算

步进电机一般在较大范围内调速使用、其功率是变化的，一般只用力矩来衡量，力矩与功率换算如下：

$$P = \Omega \cdot M \quad \Omega = 2\pi \cdot n/60 \quad P = 2\pi nM/60$$

其 P 为功率单位为瓦， Ω 为每秒角速度，单位为弧度，n 为每分钟转速，M 为力矩单位为牛顿·米

$$P = 2\pi fM/400 \text{ (半步工作)}$$

其中 f 为每秒脉冲数（简称 PPS）。

2、应用中的注意点

- 1) 步进电机应用于低速场合——每分钟转速不超过 1000 转，（0.9 度时 6666PPS），最好在 1000–3000PPS(0.9 度) 间使用，可通过减速装置使其在此间工作，此时电机工作效率高，噪音低。
- 2) 步进电机最好不使用整步状态，整步状态时振动大。
- 3) 由于历史原因，只有标称为 12V 电压的电机使用 12V 外，其他电机的电压值不是驱动电压伏值，可根据驱动器选择驱动电压（建议：57BYG 采用直流 24V–36V，86BYG 采用直流 50V，110BYG 采用高于直流 80V），当然 12 伏的电压除 12V 恒压驱动外也可以采用其他驱动电源，不过要考虑温升。
- 4) 转动惯量大的负载应选择大机座号电机。
- 5) 电机在较高速或大惯量负载时，一般不在工作速度起动，而采用逐渐升频提速，一电机不失步，二可以减少噪音同时可以提高停止的定位精度。
- 6) 高精度时，应通过机械减速、提高电机速度，或采用高细分数的驱动器来解决，也可以采用 5 相电机，不过其整个系统的价格较贵，生产厂家少，其被淘汰的说法是外行话。
- 7) 电机不应在振动区内工作，如若必须可通过改变电压、电流或加一些阻尼的解决。
- 8) 电机在 600PPS（0.9 度）以下工作，应采用小电流、大电感、低电压来驱动。
- 9) 应遵循先选电机后选驱动的原则。

步进电机是机电控制中一种常用的执行机构，它的用途是将电脉冲转化为角

位移，通俗地说：当步进驱动器接收到一个脉冲信号，它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度（及步进角）。通过控制脉冲个数即可以控制角位移量，从而达到准确定位的目的；同时通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度，从而达到调速的目的。

五、3MD560 步进电机驱动器使用手册



图 1.4 3MD560 步进电机驱动器示意图

3MD560 三相超低噪声细分步进驱动器

一、产品简介

1.1 概述

3MD560是雷赛公司最新推出的一款采用精密电流控制技术设计的高细分三相步进驱动器，适合驱动42-86型各种品牌的三相混合式步进电机。由于采用了先进的纯正弦电流控制技术，能大幅度降低电机运转时的噪声和振动，使得步进电机运转时的噪声和平稳性趋近于伺服电机的水平。和市场上的大多数其它细分驱动产品相比，步进电机和驱动器的发热降幅达15-30%。

1.2 特点

- 高性能、低价格、超低噪声
- 电机和驱动器发热很低
- 供电电压DC18V-50V
- 输出电流峰值可达8A（均值达5.7A）
- 输入电信号TTL兼容
- 静止时电流自动减半
- 可驱动3，6线三相步进电机
- 光隔离信号输入，脉冲响应频率最高可达400KHz
- 细分精度每转脉冲数200、400、500、1000、2000
4000、5000、10000可选
- 精巧的外形尺寸便于安装
- 电流设定方便
- 具有过压、欠压、过流、过热、短路等保护功能
- 具有相位记忆功能（电机停止5秒后再断电可保持电机断电前后电机位置不变）

1.3应用领域

适合各种小中型自动化设备和仪器，例如：雕刻机、贴标机、切割机、激光照排、绘图仪、数控机床、拿放装置等。在用户期望低振动、小噪声、高精度、高速度的设备中效果特佳。

二、电气、机械和环境指标

2.1 电气指标

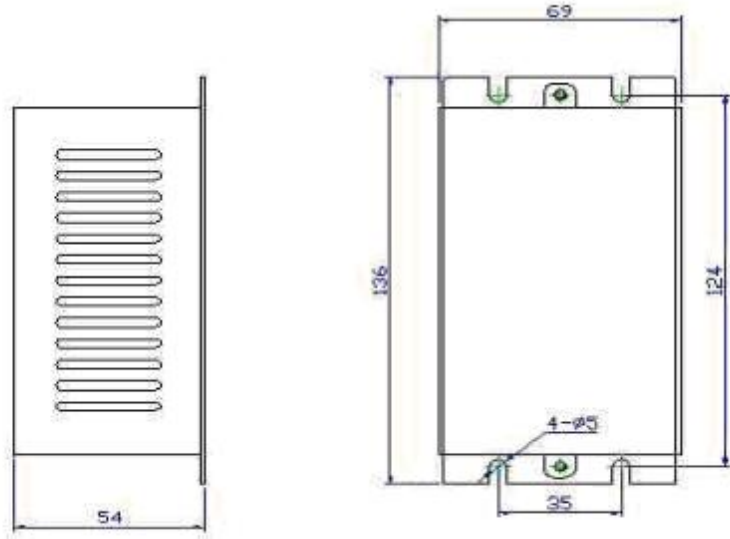
说明	3MD560			
	最小值	典型值	最大值	单位
输出电流	1.5		6.0	A
输入电源电压	18	36	50（含纹波）	VDC
逻辑输入电流	7	10	16	mA
步进脉冲频率	0	-	200	KHz
绝缘电阻	500			MΩ

2.2 使用环境及参数

冷却方式		自然冷却或强制风冷
使用环境	场合	尽量避免粉尘、油雾及腐蚀性气体
	环境温度	0℃ — +50℃
	最高工作温度	70℃
	湿度	40 — 90% RH(不能结露和有水珠)
	震动	5.9m/s ² Max
	保存温度	-20℃ — 125℃
	重量	410克

2.3 机械安装图

单位：毫米



2.4 加强散热方式

- (1) 驱动器的可靠工作温度通常在65℃以内，电机工作温度为80℃以内；
- (2) 安装驱动器时请采用竖着安装，形成较强的空气对流，必要时机内靠近驱动器处安装风扇，强制散热，保证驱动器在可靠工作温度范围内工作。

三、驱动器接口和接线介绍

3.1 P1 弱电接线信号接口描述

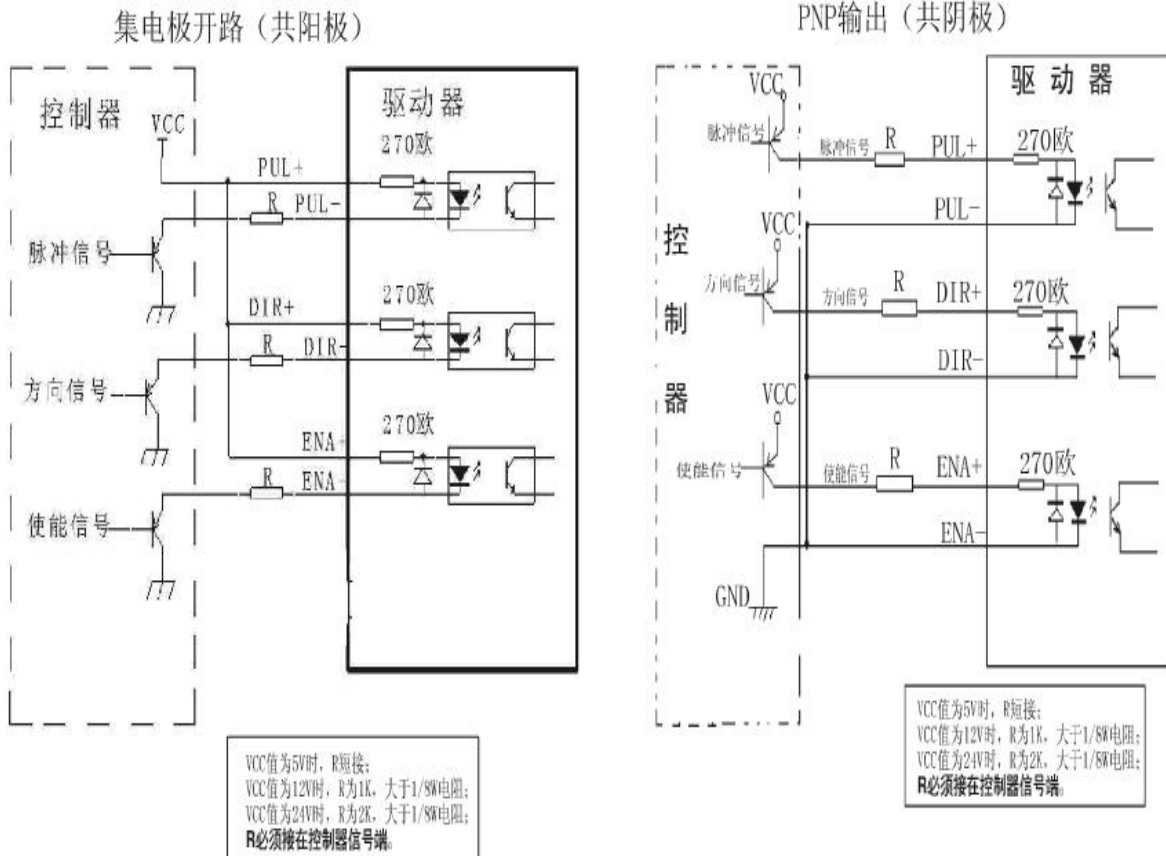
信号	功能
PUL+ (+5V)	脉冲信号：单脉冲控制方式是为脉冲控制信号，此时脉冲上升沿有效；
PUL- (PUL)	
DIR+ (+5V)	方向信号：单脉冲控制方式时为高/低电平信号，为保证电机可靠响应，方向信号应先于脉冲信号至少5μs建立，电机的初始运行方向与电机的接线有关互换任一相绕组（如U、V交换）可以改变电机初始运行的方向。
DIR- (DIR)	
ENA+ (+5V)	使能信号，此输入信号用于使能/禁止，高电平使能，低电平时驱动器不能工作。
ENA- (ENA)	

3.2 P2 强电接口描述

名称	功能
GND	电源负极
VDC	电源正极，+18V—+50V间任何值均可，但推荐值36V左右。
U	电机U相。
V	电机V相。
W	电机W相。任意交换两相的位置可改变一次电机的运转方向。

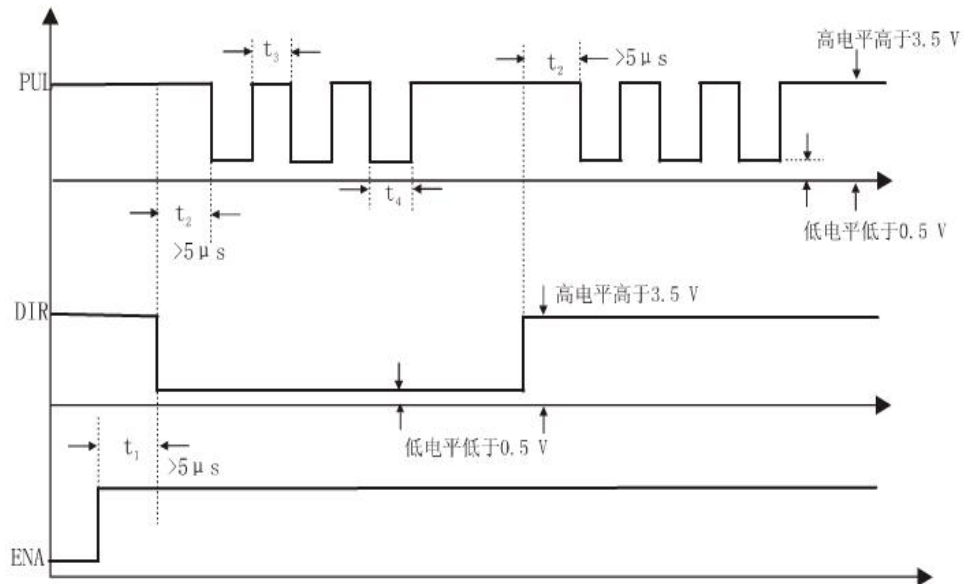
3.3 输入接口电路

3MD560驱动器采用差分式接口电路可适用差分信号，单端共阴及共阳等接口，内置高速光电耦合器，允许接收长线驱动器，集电极开路 and PNP输出电路的信号。在环境恶劣的场合，我们推荐用长线驱动器电路，抗干扰能力强。现在以集电极开路和PNP输出为例，接口电路示意图如下：



3.4 控制信号时序图

为了避免一些误动作和偏差, PUL、DIR、和ENA应满足一定要求, 如下图所示:



注释:

- (1) t_1 : ENA (使能信号) 应提前DIR至少 $5 \mu s$, 确定为高。一般情况下建议ENA+和ENA-悬空即可。
- (2) t_2 : DIR至少提前PUL下降沿 $5 \mu s$ 确定其状态高或低。
- (3) t_3 : 脉冲宽度至少不小于 $2.5 \mu s$ 。
- (4) t_4 : 低电平宽度不小于 $2.5 \mu s$ 。

3.5 接线要求

- (1) 为了防止驱动器受干扰, 建议采用双绞屏蔽电缆线, 并且屏蔽层与地线连接; 同一机器内只允许在同一点接地, 如果不是真实接地线, 可能干扰严重, 此时屏蔽层不接。
- (2) 脉冲方向信号线与电机线不允许并排连接在一起, 最好分开至少10cm以上, 否则电机噪声容易干扰脉冲方向信号引起电机定位不准, 系统不稳定等故障。
- (3) 如果一个电源供多台驱动器, 应在电源处采取并联连接, 不允许先到一台再到另一台链状式连接。
- (4) 严禁带电拔插驱动器强电P2端子, 带电的电机停止时仍有大电流流过线圈, 拔插P2端子将导致巨大的瞬间感生电动势将烧坏驱动器。
- (5) 严禁将导线头加锡后接入接线端子, 否则可能因接触电阻变大, 过热而损坏端子。

四、电流、细分拨码开关设定

3MD560驱动器采用八位拨码开关设定细分精度、动态电流和半流/全流。详细描述如下:



4.1 电流设定

SW1-SW4四位拨码开关用于设定电机运动时电流。

(1) 工作（动态）电流设定

3MD560		电流设置开关状态			
输出峰值电流(A)	有效值电流	SW1	SW2	SW3	SW4
2.1	1.5	off	off	off	off
2.5	1.8	on	off	off	off
2.9	2.1	off	on	off	off
3.2	2.3	on	on	off	off
3.6	2.6	off	off	on	off
4.0	2.9	on	off	on	off
4.5	3.2	off	on	on	off
4.9	3.5	on	on	on	off
5.3	3.8	off	off	off	on
5.7	4.1	on	off	off	on
6.2	4.4	off	on	off	on
6.4	4.6	on	on	off	on
6.9	4.9	off	off	on	on
7.3	5.2	on	off	on	on
7.7	5.5	off	on	on	on
8.4	6.0	on	on	on	on

(2) 停止（静态）电流

SW5为“off”脉冲串停止后约0.2秒左右电流自动减至一半左右（实际值的60%），发热量理论上减至36%；SW5为“on”脉冲串停止时电流不变，因此电机保持转矩不变，但电机发热较大。故推荐使停止半流。

4.2 细分设定

细分精度由SW6-SW8三位拨码开关设定。

步数	SW6	SW7	SW8
200	on	on	on
400	off	on	on
500	on	off	on
1000	off	off	on
2000	on	on	off
4000	off	on	off
5000	on	off	off
10000	off	off	off

五、供电电源选择

电源电压在DC18V-50V之间都可以正常工作，3MD560驱动器最好采用非稳压型直流电源供电，也可以采用‘变压器降压+桥式整流+电容滤波’方式，电容可取6800 μ f或10000 μ f。但注意应使整流后电压纹波峰值不超过50V。建议用户使用+24V-45V直流供电，避免电网波动超过驱动器电压工作范围。如果使用稳压型开关电源供电，应注意电源的输出电流范围需设成最大。请注意：

- 1、接线时要注意电源正负极切勿反接；
- 2、最好用非稳压型电源；
- 3、采用非稳压电源时，电源电流输出能力应大于驱动器设定电流的60%即可；
- 4、采用稳压开关电源时，电源的输出电流应大于或等于驱动器的工作电流。

六、适配电机选配

3MD560可以用来驱动3, 6线的三相混合式步进电机，步距角为1.2度和0.6度的均可适用。选择电机时主要由电机的扭矩和额定电流决定。扭矩大小主要由电机尺寸决定，大的电机扭矩较大；而电流大小主要与电感有关。小电感电机高速性能好，但电流较大。

请联系雷赛公司销售部（0755-26433338或E-MAIL: info@leisai.com)咨询电机选型的具体办法！

6.1 电机选配

1、确定负载转矩，传动比工作转速范围

$$T = C[(J \times a_1 \times \eta) / i^2 + 1/2 \mu \times M \times D + J_{\text{转动}} \times a_2]$$

J: 负载的转动惯量 a_1 : 负载的最大角加速度 a_2 : 传动轮或丝杆角加速度

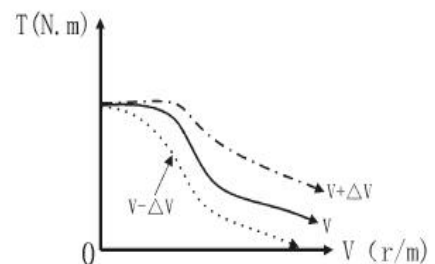
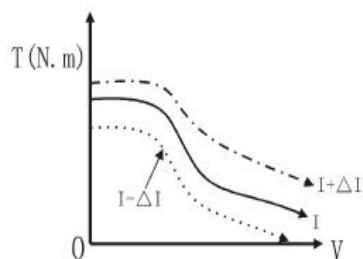
M: 负载的重量 C: 安全系数，推荐值1.2-1.4 μ : 摩擦系数 η : 转动效率

D: 丝杆和轮盘直径 $J_{\text{转动}}$: 转动轮或丝杆转动惯量 I: 传动比

2、电机输出转矩由哪些因素决定

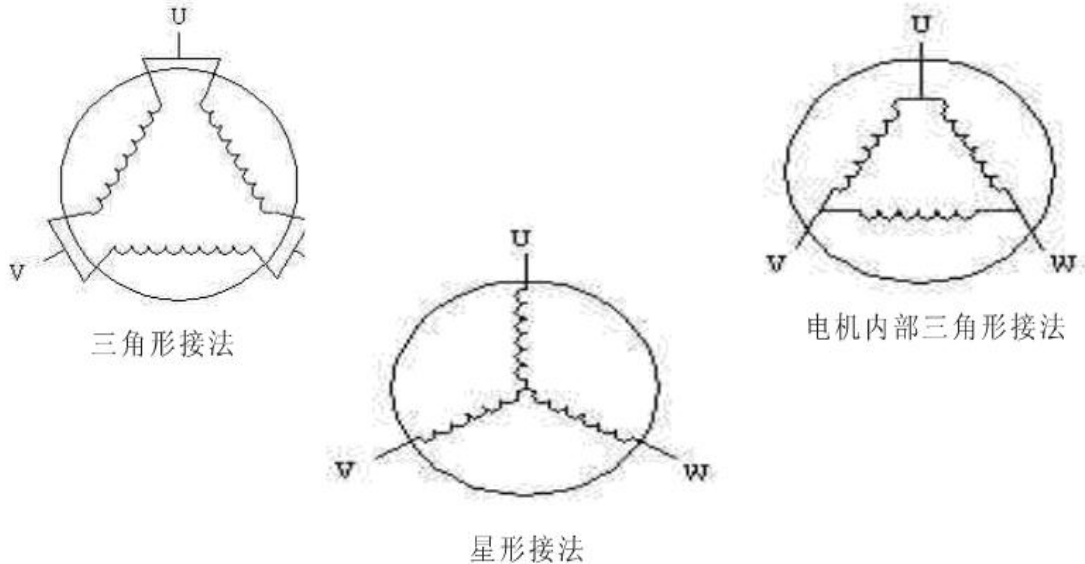
对于给定的步进电机和接法，输出转矩有以下特点：

- (1) 电机工作电流越大，输出转矩越大，但电机铜损 ($P=I^2R$) 越多，电机发热偏多；
- (2) 驱动器供电电压越高，电机高速转矩越大；
- (3) 由步进电机的矩频特性图可知，高速比中低速扭矩小。



6.2 电机接线

驱动器和三相混合式步进电机的连接采用三线制，电机绕组有三角形和星形接法。三角形接法，高速性能好，但驱动器电流大（为电机绕组电流的1.73倍）；星形接法时驱动器电流等于电机绕组电流。



6.3 输入电压和输出电流的选用

3MD560驱动器可驱动国内外各厂家的三相混合式步进电机，为了取得最满意的驱动效果，需要选取合理的供电电压和设定电流。供电电压的高低决定电机的高速性能，而电流设定值决定电机的力矩。

● 供电电压的设定

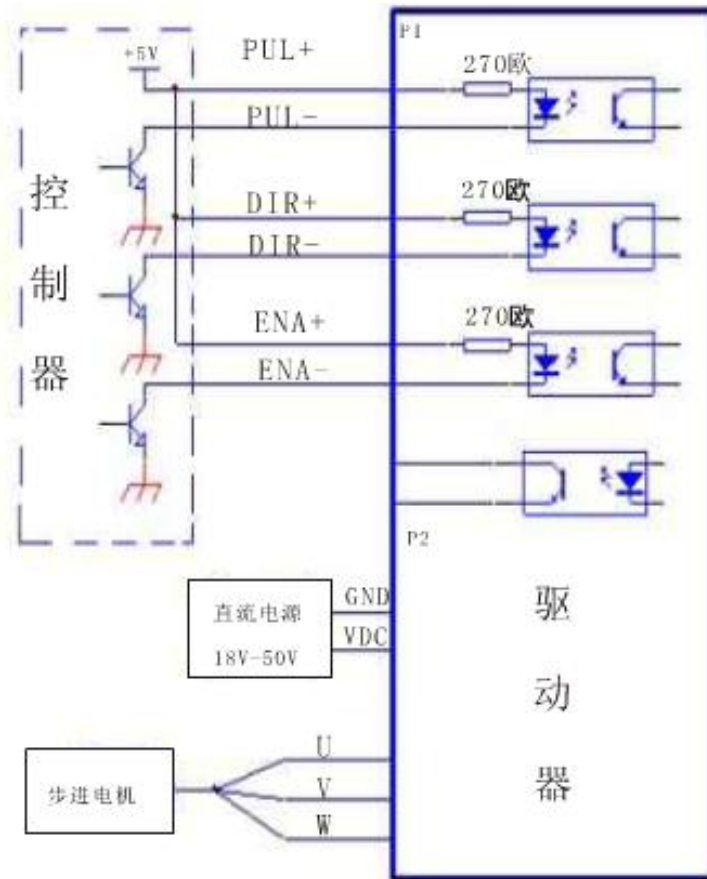
一般来说，供电电压越高，电机高速时力矩越大，越能避免高速时掉步。但另一方面，电压太高会导致过压保护，电机发热较多，甚至可能损坏驱动器。在高电压下工作时，电机低速运动的振动会大一些。

● 输出电流的设定值

对于同一电机，电流设定值越大时，电机输出力矩越大，但电流大时电机和驱动器的发热也比较严重。具体发热量的大小不单与电流设定值有关，也与运动类型及停留时间有关。以下的设定方式采用步进电机额定电流值作为参考，但实际应用中的最佳值应在此基础上调整。原则上如温升很低（ $<40^{\circ}\text{C}$ ）则可视需要适当加大电流设定值以增加电机输出功率（力矩和高速响应）。

七、典型接线案例

3MD560配三相电机接法（若马达转向与期望转向不同时，仅交换U、V的位置即可），3MD560驱动器能驱动三线、六线三相电机。



八、保护功能

(1) 过压保护

当电源电压DC52V时，保护电路动作，电源指示灯变红，保护功能启动。

(2) 电机线圈匝间短路保护

电机接线线圈绕组短路或电机自身损坏时，保护电路动作，电源指示灯变红，保护功能启动。

当以上保护功能启动时，电机轴失去自锁力，电源指示灯变红。若要恢复正常工作，需确认以上故障消除，然后电源重新上电，电源指示灯变绿，电机轴被锁紧，驱动器恢复正常。

注意：由于驱动器不具备电源正负极反接保护功能，因此，上电前请再次确认电源正负极接线是否正确。正负极接反将导致烧坏驱动器中的保险管！

九、常见问题

以下是应用中常见的一些问题和处理方法：

现象	可能问题	解决措施
电机不转	电源灯不亮	检查供电电路，正常供电
	电机轴有力	脉冲信息信号弱，信号电流加大至7-16mA
	细分太小	选对细分
	电流设定是否太小	选对电流
	驱动器已保护	重新上电
	使能信号为低	此信号拉高或不接
	对控制信号不反应	未上电
电机转向错误	电机线接错	任意交换电机的两根线 (例如U、V交换接线位置)
	电机线有断路	检查并接对
报警指示灯亮	电机线接错	检查接线
	电压过高或过低	检查电源
	电机或驱动器损坏	更换电机或驱动器
位置不准	信号受干扰	排除干扰
	屏蔽地未接或未接好	可靠接地
	电机线有断路	检查并接对
	细分错误	设对细分
	电流偏小	加大电流
电机加速时堵转	加速时间太短	加速时间加长
	电机扭矩太小	选大扭矩电机
	电压偏低或电流太小	适当提高电压或电流

附录二 变频器的原理与应用

一、概述

变频技术是应交流电机无级调速的需要而诞生的。20 世纪 70 年代开始，脉宽调制变压变频调速研究引起了人们的高度重视。

20 世纪 80 年代，作为变频技术核心的 PWM 模式优化问题吸引着人们的浓厚兴趣，并得出诸多优化模式，其中以鞍形波 PWM 模式效果最佳。20 世纪 80 年代后半期开始，美、日、德、英等发达国家的 VVVF 变频器已投入市场并获得了广泛应用。

变频器的分类方法有多种，按照主电路工作方式分类，可以分为电压型变频器和电流型变频器；按照开关方式分类，可以分为 PAM 控制变频器、PWM 控制变频器和高载频 PWM 控制变频器；按照工作原理分类，可以分为 V/f 控制变频器、转差频率控制变频器和矢量控制变频器等；按照用途分类，可以分为通用变频器、高性能专用变频器、高频变频器、单相变频器和三相变频器等。

用于电机控制的变频器，既可以改变电压，又可以改变频率。

二、变频器的工作原理

我们知道，交流电动机的同步转速表达式位：

$$n=60 f(1-s)/p \quad (1) \text{ 式中}$$

n——异步电动机的转速；

f——异步电动机的频率；

s——电动机转差率；

p——电动机极对数。

由式(1)可知，转速 n 与频率 f 成正比，只要改变频率 f 即可改变电动机的转速，当频率 f 在 0~50Hz 的范围内变化时，电动机转速调节范围非常宽。变频器就是通过改变电动机电源频率实现速度调节的，是一种理想的高效率、高性能的调速手段。

三、变频器的基本结构

变频器由三部分构成，将工频电源变换为直流功率的“整流器”，吸收在变流器和逆变器产生的电压脉动的“平波回路”，以及将直流功率变换为交流功率的“逆变器”。

- (1) 整流器：最近大量使用的是二极管的变流器，它把工频电源变换为直流电源。也可用两组晶体管变流器构成可逆变流器，由于其功率方向可逆，可以进行再生运转。
- (2) 平波回路：在整流器整流后的直流电压中，含有电源 6 倍频率的脉动电压，此外逆变器产生的脉动电流也使直流电压变动。为了抑制电压波动，采用电感和电容吸收脉动电压（电流）。装置容量小时，如果电源和主电路构成器件有余量，可以省去电感采用简单的平波回路。
- (3) 逆变器：同整流器相反，逆变器是将直流功率变换为所要求频率的交流功率，以所确定的时间使 6 个开关器件导通、关断就可以得到 3 相交流输出。以电压型 PWM 逆变器为例示出开关时间和电压波形。

四、变频器控制方式

低压通用变频输出电压为 380~650V，输出功率为 0.75~400kW，工作频率为 0~400Hz，它的主电路都采用交—直—交电路。其控制方式经历了以下四代。

1、U/f=C 的正弦脉宽调制(SPWM)控制方式

其特点是控制电路结构简单、成本较低，机械特性硬度也较好，能够满足一般传动的平滑调速要求，已在产业的各个领域得到广泛应用。

另外，其机械特性终究没有直流电动机硬，动态转矩能力和静态调速性能都还不尽如人意，且系统性能不高、控制曲线会随负载的变化而变化，转矩响应慢、电机转矩利用率不高，低速时因定子电阻和逆变器死区效应的存在而性能下降，稳定性变差等。因此人们又研究出矢量控制变频调速。

2、电压空间矢量(SVPWM)控制方式

它是三相波形整体生成效果为前提，以逼近电机气隙的理想圆形旋转磁场轨迹为目的，一次生成三相调制波形，以内切多边形逼近圆的方式进行控制的。经实践使用后又有所改进，即引入频率补偿，能消除速度控制的误差；通过反馈估算磁链幅值，消除低速时定子电阻的影响；将输出电压、电流闭环，以提高动态的精度和稳定度。但控制电路环节较多，且没有引入转矩的调节，所以系统性能没有得到根本改善。

矢量控制变频调速的做法是将异步电动机在三相坐标系下的定子电流 I_a 、 I_b 、 I_c 、通过三相-二相变换，等效成两相静止坐标系下的交流电流 I_{a1} 、 I_{b1} ，再通过按转子磁场定向旋转变换，等效成同步旋转坐标系下的直流电流 I_{m1} 、 I_{t1} 然后模仿直流电动机的控制方法，求得直流电动机的控制量，经过相应的坐标反变换，实现对异步电动机的控制。其实质是将交流电动机等效为直流电动机，分别对速度，磁场两个分量进行独立控制。

3、直接转矩控制(DTC)方式

1985 年，德国鲁尔大学的 DePenbrock 教授首次提出了直接转矩控制变频技术。该技术在很大程度上解决了上述矢量控制的不足，并以新颖的控制思想、简洁明了的系统结构、优良的动静态性能得到了迅速发展。

目前，该技术已成功地应用在电力机车牵引的大功率交流传动上。它不需要将交流电动机等效为直流电动机，因而省去了矢量旋转变换中的许多复杂计算；它不需要模仿直流电动机的控制，也不需要为解耦而简化交流电动机的数学模型。

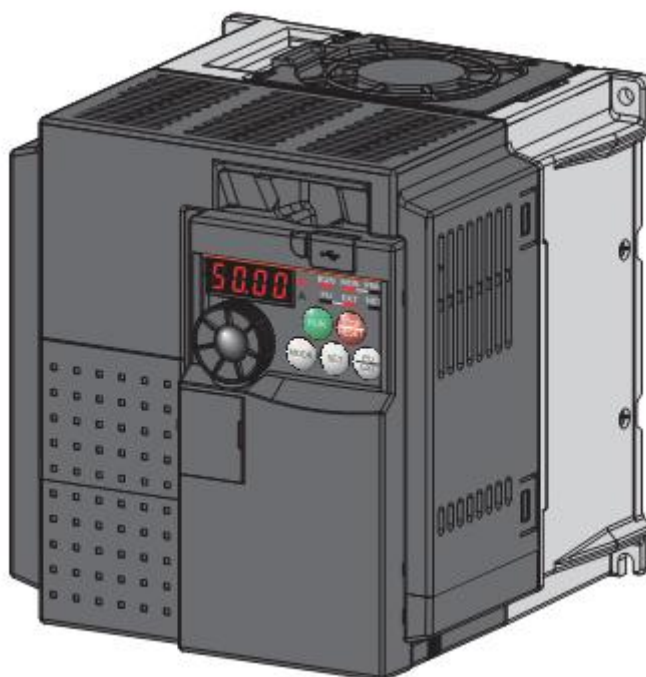
4、最优控制

最优控制在实际中的应用根据要求的不同而有所不同，可以根据最优控制的理论对某一个控制要求进行个别参数的最优化。例如在高压变频器的控制应用中，就成功的采用了时间分段控制和相位平移控制两种策略，以实现一定条件下的电压最优波形。

五、三菱 FR-E700 变频器使用手册

小型·高性能变频器

FR-E740-0.4K~7.5K-CHT



安全注意事项

在仔细阅读本使用手册及附属资料并能正确使用前，请不要安装、操作、维护或检查变频器。请在熟悉机器的知识、安全信息以及全部有关注意事项以后再使用。

在本使用手册中，将安全注意事项的等级分为危险和注意。

△危险 不正确的操作造成的危险情况，将导致死亡或重伤的发生。

△注意 不正确的操作造成的危险情况，将导致一般或轻微的伤害或造成物体的硬件损坏。

另外，根据情况的不同，**△注意** 等级的事项也可能造成严重后果。请遵循两个等级的注意事项，因为它们对于个人安全都是重要的。

1. 防止触电

△危险

- 当通电或正在运行时，请勿打开前盖板。否则会发生触电。
- 在前盖板或配线盖板打开的情况下严禁运行机器。因为高电压端子以及充电部裸露，可能引起触电事故。
- 即使电源处于断开时，除接线、定期检查外，请不要拆下前盖板。否则，由于接触变频器带电电路可能造成触电事故。
- 接线或检查，请在断开电源，确认操作面板上的显示消失，并至少经过10分钟后，用万用表等检测剩余电压以后进行。切断电源后一段时间内电容器仍然有高压电，非常危险。
- 本变频器必须接地。接地时必须遵循国家及当地安全法规和电气规范的要求。（美国国家电气法规第250项，IEC 536 1级，以及其他适用标准）
使用EN规格时，请使用实施了中性点接地的电源。
- 包括接线或检查在内的工作都应由专业技术人员进行。
- 应在主机安装后进行接线。否则会造成触电或受伤。
- 请勿用湿手操作M旋钮及操作开关，否则会发生触电。
- 对于电缆，请不要损伤它，对它加上过重的应力，使它承载重物或对它钳压。否则会发生触电。
- 请勿在通电中进行通风扇的更换，否则会发生危险。
- 不要用湿手触碰电路板，否则可能引起触电。
- 测定主电路电容容量时，在电源关闭时会向电机施加约1秒种的直流电压。因此在电源关闭后请勿立即触摸电机端子等，以免引起触电。

2. 防止火灾

注意

- 变频器请安装在无孔的不可燃壁面上。直接安装在易燃物上或靠近易燃物品，会导致火灾。
- 变频器发生故障时，请断开变频器的电源。若持续地流过大电流，会导致火灾。
- 使用制动电阻器时，请用异常信号切断电源。否则可能由于制动晶体管的故障等导致制动电阻器异常发热，从而可能引起火灾。
- 在直流端子 P/+、N/- 上请勿直接连接电阻器。否则可能引起火灾。

3. 防止损伤

注意

- 各个端子上加的电压只能是使用手册上所规定的电压，否则会发生爆裂、损坏等事故。
- 确保电缆与正确的端子相连接，否则会发生爆裂、损坏等事故。
- 始终应保证正负极性的正确，否则会发生爆裂、损坏等事故。
- 正在通电或断开电源不久，请不要接触它，因为变频器温度较高，会引起烫伤。

4. 其它注意事项

请注意以下事项以防止意外的事故、受伤、触电等：

(1) 搬运和安装

注意

- 当搬运产品时，请根据产品的重量使用正确的升降工具。否则可能导致损伤。
- 变频器包装箱堆叠层数不要高于限定。
- 确认安装位置和物体能经得起变频器的重量，安装时应按照使用说明书的说明。
- 如果变频器被损坏或缺少零件，请勿运行。
- 搬运时不要握住前盖板或M旋钮，这样会造成脱落或故障。
- 在变频器上不要压上重物。
- 遵守变频器安装方向。
- 防止螺丝、电缆碎片或其它导电物体及油类等可燃性物体进入变频器。
- 因变频器是精密设备，不要使变频器跌落，或受到强烈冲击。
- 请在下述环境下使用：否则可能造成变频器故障。

环境	环境温度	-10°C~+50°C (不结冰)
	湿度	90%RH以下 (不凝露)
	储存温度	-20°C~+65°C *1
	环境	室内 (无腐蚀性气体、可燃性气体、油雾和尘埃等)
海拔高度、振动	海拔高度	海拔1000m以下 · 5.9m/s ² 以下

*1 在运输时等短时间内可以适用的温度。

(2) 接线

注意

- 在变频器的输出侧请勿安装进相电容器或浪涌吸收器、无线电噪音滤波器。
- 请正确连接输出侧 (端子U、V、W)。这将影响电机的旋转方向。


(3) 试运行调整

注意

- 开始操作之前请检查所有参数并确保机器不会发生意想不到的动作。不同的机器可能会出现无法预测的动作。

(4) 使用方法

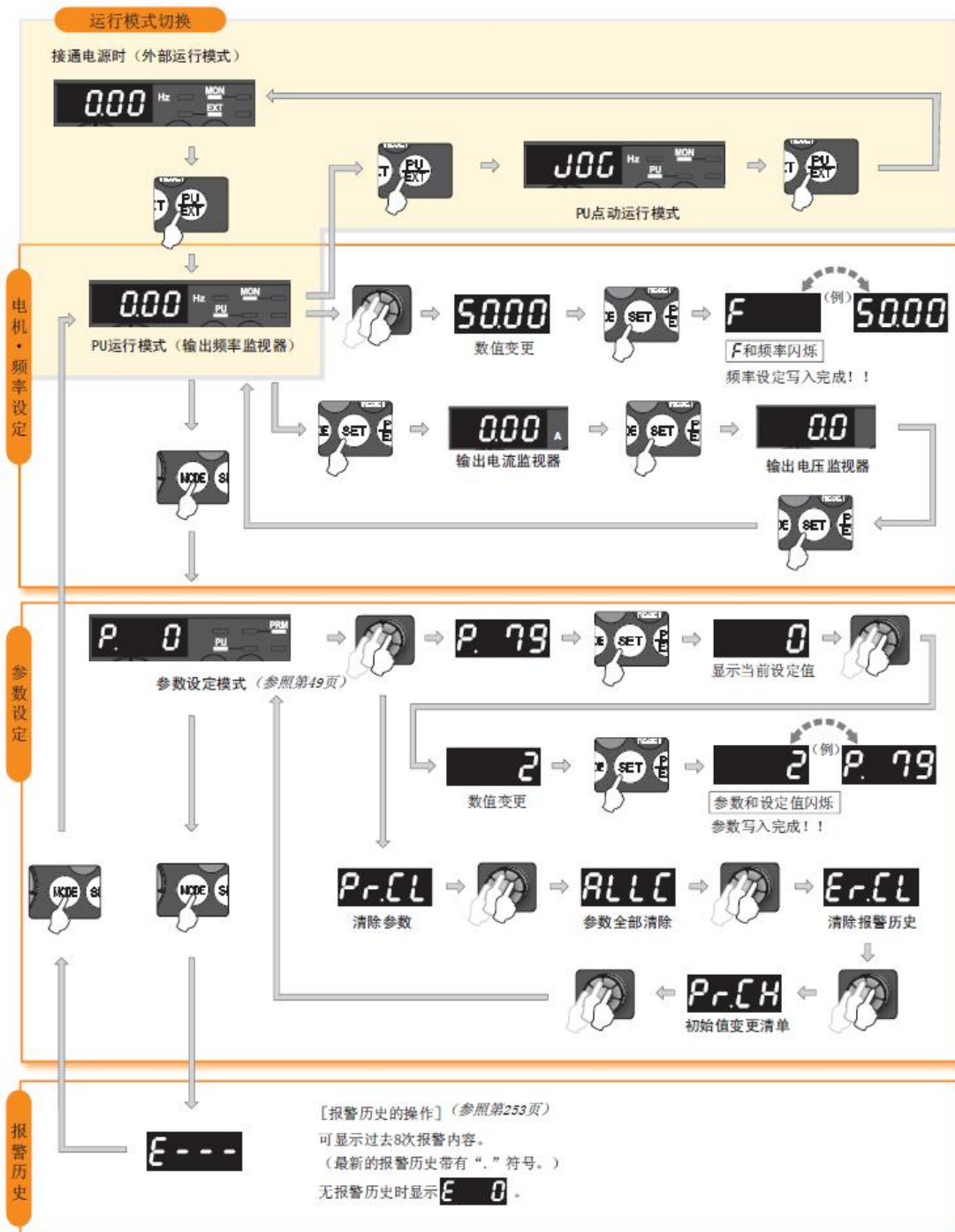
危险

- 当选择使用再试功能时，由于报警停止后会突然再启动，请远离设备。
- 仅当有功能设定时 (参照第166页)  键才有效，请单独准备紧急停止电路 (电源切断或紧急停止的机械制动作等) 和急停开关。
- 复位变频器报警前请确认启动信号断开，否则电机会突然恢复启动。
- 请勿使用三相感应电机以外的负载。
- 连接其它电气设备到变频器的输出侧可能会造成设备的损坏。
- 不要对设备进行改造。
- 不要拆卸使用手册里没有记载的部件。否则会造成故障或损坏。

注意

- 电子过电流保护不能完全确保对电机的过热保护。
- 不要频繁使用电源的电磁接触器启 / 停变频器。
- 用噪音过滤器等减少电磁干扰的影响。否则有可能影响变频器附近使用的电子设备。
- 采取相应的措施抑制谐波。否则由于变频器产生的电源谐波可能使进相电容器及发电机过热及损坏。
- 当变频器驱动 400V 系列电机时，必须增强电机绝缘或抑制浪涌电压。由于接线常数引起的浪涌电压作用于电机的端子，会使电机的绝缘恶化。
- 当进行了参数清除或参数全部清除时，各参数将返回到出厂设定值，在运行前请再次设定必要的参数。
- 变频器可以容易地进行高速运行的设定。更改设定前，请仔细检查电机和机器的性能。
- 变频器的制动功能不能保持停止。请另行安装保持装置。
- 变频器长时间保存后再使用时，使用前必须进行检查和试运行。
- 为了防止静电引起的破坏，请在接触本产品前用手摸一下周围的金属物体，把身上的静电消除。



1、参数设置操作











2、简单设定模式


可通过简单的操作来完成利用启动指令和速度指令的组合进行的Pr. 79运行模式选择设定。

变更例 启动指令：外部（STF/STR）、频率指令：通过  运行。

操作	显示
1. 电源接通时显示的监视器画面。	
2. 同时按住  和  键0.5秒。	
3. 旋转  ，将值设定为79-3。 (关于其他设定，请参见下表)	

操作面板显示	运行方法	
	启动指令	频率指令
		
	外部 (STF、STR)	模拟量 电压输入
	外部 (STF、STR)	
		模拟量 电压输入








4. 按  键设定。

 → 

闪烁…参数设定完成！！
↓ 三秒后显示监视器画面。



 备注

- ? 显示Er1 …为什么?
 -  Pr. 160用户参数组读取选择 = “1”，用户参数组中未登录Pr. 79。
 -  Pr. 77 = “1”，禁止写入参数。
- ? 显示Er2 …为什么?
 -  运行中不能设定。请关闭启动指令（、STF或STR）。
- 按  键前按  键可以取消设定，返回监视器画面。如果此时是在PU运行模式（PU JOG运行模式）下则切换到外部运行模式，若在外运行模式下则切换到PU运行模式。
- 按  键可复位。

3、变更参数设定

操作

1. 电源接通时显示的监视器画面。
2. 按 **PU/EXT** 键，进入PU运行模式。
3. 按 **MODE** 键，进入参数设定模式。
4. 旋转 **▲**，将参数编号设定为 **P. 1 (Pr. 1)**。
5. 按 **SET** 键，读取当前的设定值。
显示“1200”（120.0Hz（初始值））。
6. 旋转 **▲**，将值设定为“5000”（50.00Hz）。
7. 按 **SET** 键设定。

显示



- 旋转 **▲** 可读取其他参数。
- 按 **SET** 键可再次显示设定值。
- 按两次 **SET** 键可显示下一个参数。
- 按两次 **MODE** 键可返回频率监视画面。

备注

? 显示 **Er 1 ~ Er 4** …为什么?

- 显示 **Er 1** ……禁止写入错误。
- 显示 **Er 2** ……运行中写入错误。
- 显示 **Er 3** ……校正错误。
- 显示 **Er 4** ……模式指定错误。

详细请参照第258页。

- 操作面板的显示位数为4位。因此只能显示、设定前4位数字。若数值位数（包括小数点后的位数）超过4位数，则第5位以后的数字将无法显示及设定。

(例) Pr. 1时

若设定值为50Hz，则显示为50.00。

若设定值为120Hz，将显示为120.0，小数点后第2位以下则无法显示及设定。

4、参数一览表

可以在初始设定值不作任何改变的状态下实现单纯的变频器可变速运行。请根据负载或运行规格等设定必要的参数。可以在操作面板进行参数的设定、变更及确认操作。

备注

- 有 **Ⓞ** 标记的参数表示的是简单模式参数。（初始值为扩展模式）
- 对于有 **■** 标记的参数，即使Pr. 77“参数写入选择”为“0”（初始值），也可以在运行过程中更改设定值。

功能	参数	名称	设定范围	最小设定单位	初始值
基本功能	○ 0	转矩提升	0~30%	0.1%	6/4/3% *1
	○ 1	上限频率	0~120Hz	0.01Hz	120Hz
	○ 2	下限频率	0~120Hz	0.01Hz	0Hz
	○ 3	基准频率	0~400Hz	0.01Hz	50Hz
	○ 4	多段速设定 (高速)	0~400Hz	0.01Hz	50Hz
	○ 5	多段速设定 (中速)	0~400Hz	0.01Hz	30Hz
	○ 6	多段速设定 (低速)	0~400Hz	0.01Hz	10Hz
	○ 7	加速时间	0~3600/360s	0.1/0.01s	5/10s *2
	○ 8	减速时间	0~3600/360s	0.1/0.01s	5/10s *2
	○ 9	电子过电流保护	0~500A	0.01A	变频器 额定电流
直流制动	10	直流制动动作频率	0~120Hz	0.01Hz	3Hz
	11	直流制动动作时间	0~10s	0.1s	0.5s
	12	直流制动动作电压	0~30%	0.1%	4% *3
-	13	启动频率	0~60Hz	0.01Hz	0.5Hz
-	14	适用负载选择	0~3	1	0
JOG 运行	15	点动频率	0~400Hz	0.01Hz	5Hz
	16	点动加减速时间	0~3600/360s	0.1/0.01s	0.5s
-	17	MRS输入选择	0、2、4	1	0
-	18	高速上限频率	120~400Hz	0.01Hz	120Hz
-	19	基准频率电压	0~1000V、8888、9999	0.1V	9999
加减速 时间	20	加减速基准频率	1~400Hz	0.01Hz	50Hz
	21	加减速时间单位	0、1	1	0
失速 防止	22	失速防止动作水平	0~200%	0.1%	150%
	23	倍速时失速防止动作水平补偿系数	0~200%、9999	0.1%	9999
多段速度 设定	24	多段速设定 (4速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	25	多段速设定 (5速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	26	多段速设定 (6速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	27	多段速设定 (7速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
-	29	加减速曲线选择	0、1、2	1	0
-	30	再生制动功能选择	0、1、2	1	0
频率跳变	31	频率跳变1A	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	32	频率跳变1B	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	33	频率跳变2A	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	34	频率跳变2B	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	35	频率跳变3A	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	36	频率跳变3B	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
-	37	转速显示	0、0.01~9998	0.001	0
-	40	RUN键旋转方向选择	0、1	1	0

功能	参数	名称	设定范围	最小设定单位	初始值
频率检测	41	频率到达动作范围	0~100%	0.1%	10%
	42	输出频率检测	0~400Hz	0.01Hz	6Hz
	43	反转时输出频率检测	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
第2功能	44	第2加减速时间	0~3600/360s	0.1/0.01s	5/10s *2
	45	第2减速时间	0~3600/360s、9999	0.1/0.01s	9999
	46	第2转矩提升	0~30%、9999	0.1%	9999
	47	第2V/F (基准频率)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	48	第2失速防止动作水平	0~200%、9999	0.1%	9999
	51	第2电子过电流保护	0~500A、9999	0.01A	9999
监视器功能	52	DU/PU主显示数据选择	0、5、7~12、14、20、23~25、52~57、61、62、100	1	0
	55	频率监视基准	0~400Hz	0.01Hz	50Hz
	56	电流监视基准	0~500A	0.01A	变频器 额定电流
再启动	57	再启动自由运行时间	0、0.1~5s、9999	0.1s	9999
	58	再启动上升时间	0~60s	0.1s	1s
-	59	遥控功能选择	0、1、2、3	1	0
-	60	节能控制选择	0、9	1	0
自动加减速	61	基准电流	0~500A、9999	0.01A	9999
	62	加速时基准值	0~200%、9999	1%	9999
	63	减速时基准值	0~200%、9999	1%	9999
-	65	再试选择	0~5	1	0
-	66	失速防止动作水平降低开始频率	0~400Hz	0.01Hz	50Hz
再试	67	报警发生时再试次数	0~10、101~110	1	0
	68	再试等待时间	0.1~360s	0.1s	1s
	69	再试次数显示和消除	0	1	0
-	70	特殊再生制动使用率	0~30%	0.1%	0%
-	71	适用电机	0、1、3~6、13~16、23、24、40、43、44、50、53、54	1	0
-	72	PWM频率选择	0~15	1	1
-	73	模拟量输入选择	0、1、10、11	1	1
-	74	输入滤波时间常数	0~8	1	1
-	75	复位选择 / PU脱离检测 / PU停止选择	0~3、14~17	1	14
-	77	参数写入选择	0、1、2	1	0
-	78	反转防止选择	0、1、2	1	0
-	◎ 79	运行模式选择	0、1、2、3、4、6、7	1	0

功能	参数	名称	设定范围	最小设定单位	初始值
电机常数	80	电机容量	0.1~15kW、9999	0.01kW	9999
	81	电机极数	2、4、6、8、10、9999	1	9999
	82	电机励磁电流	0~500A (0~****)、9999 *5	0.01A (1) *5	9999
	83	电机额定电压	0~1,000V	0.1V	400V
	84	电机额定频率	10~120Hz	0.01Hz	50Hz
	89	速度控制增益 (磁通矢量)	0~200%、9999	0.1%	9999
	90	电机常数 (R1)	0~50Ω (0~****)、9999 *5	0.001Ω (1) *5	9999
	91	电机常数 (R2)	0~50Ω (0~****)、9999 *5	0.001Ω (1) *5	9999
	92	电机常数 (L1)	0~1000mH (0~50Ω、0~****)、9999 *5	0 * 1mH (0.001Ω、1) *5	9999
	93	电机常数 (L2)	0~1000mH (0~50Ω、0~****)、9999 *5	0 * 1mH (0.001Ω、1) *5	9999
	94	电机常数 (X)	0~100% (0~500Ω、0~****)、9999 *5	0.1% (0.01Ω、1) *5	9999
	96	自动调谐设定 / 状态	0、1、11、21	1	0
PU接口通讯	117	PU通讯站号	0~31(0~247)	1	0
	118	PU通讯速率	48、96、192、384	1	192
	119	PU通讯停止位长	0、1、10、11	1	1
	120	PU通讯奇偶校验	0、1、2	1	2
	121	PU通讯再试次数	0~10、9999	1	1
	122	PU通讯校验时间间隔	0、0.1~999.8s、9999	0.1s	0
	123	PU通讯等待时间设定	0~150ms、9999	1	9999
	124	PU通讯有无CR/LF选择	0、1、2	1	1
-	⊙ 125	端子2频率设定增益频率	0~400Hz	0.01Hz	50Hz
-	⊙ 126	端子4频率设定增益频率	0~400Hz	0.01Hz	50Hz
PID运行	127	PID控制自动切换频率	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	128	PID动作选择	0、20、21、40~43、50、51、60、61	1	0
	129	PID比例带	0.1~1000%、9999	0.1%	100%
	130	PID积分时间	0.1~3600s、9999	0.1s	1s
	131	PID上限	0~100%、9999	0.1%	9999
	132	PID下限	0~100%、9999	0.1%	9999
	133	PID动作目标值	0~100%、9999	0.01%	9999
	134	PID微分时间	0.01~10.00s、9999	0.01s	9999
PU	145	PU显示语言切换	0~7	1	1
-	146	生产厂家设定用参数。请不要设定。			
-	147	加减速时间切换频率	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999

功能	参数	名称	设定范围	最小设定单位	初始值
电流检测	150	输出电流检测水平	0~200%	0.1%	150%
	151	输出电流检测信号延迟时间	0~10s	0.1s	0s
	152	零电流检测水平	0~200%	0.1%	5%
	153	零电流检测时间	0~1s	0.01s	0.5s
-	156	失速防止动作选择	0~31、100、101	1	0
-	157	OL信号输出延时	0~25s、9999	0.1s	0s
-	158	AM端子功能选择	1~3、5.7~12.14、 21、24、52、53、61、 62、	1	1
-	160	用户参数组读取选择	0、1、9999	1	0
-	161	频率设定 / 键盘锁定操作选择	0、1、10、11	1	0
再启动	162	瞬时停电再启动动作选择	0、1、10、11	1	1
	165	再启动失速防止动作水平	0~200%	0.1%	150%
-	168	生产厂家设定用参数，请不要设定。			
-	169				
累计监视值 清零	170	累计电度表清零	0、10、9999	1	9999
	171	实际运行时间清零	0、9999	1	9999
用户 参数组	172	用户参数组注册数显示 / 一次性删除	9999、(0~16)	1	0
	173	用户参数注册	0~999、9999	1	9999
	174	用户参数删除	0~999、9999	1	9999
输入端子功能分配	178	STF端子功能选择	0~5、7、8、10、12、 14~16、18、24、25、 60、62、65~67、9999	1	60
	179	STR端子功能选择	0~5、7、8、10、12、 14~16、18、24、25、 61、62、65~67、9999	1	61
	180	RL端子功能选择		1	0
	181	RM端子功能选择		1	1
	182	RH端子功能选择	0~5、7、8、10、12、 14~16、18、24、25、 62、65~67、9999	1	2
	183	MRS端子功能选择		1	24
	184	RES端子功能选择		1	62
输出端子功能分配	190	RUN端子功能选择	0、1、3、4、7、8、 11~16、20、25、26、 46、47、64、90、91、 93、95、96、98、99、 100、101、103、104、 107、108、111~116、 120、125、126、146、 147、164、190、191、 193、195、196、198、 199、9999	1	0
	191	FU端子功能选择		1	4
	192	ABC端子功能选择	0、1、3、4、7、8、 11~16、20、25、26、 46、47、64、90、91、 95、96、98、99、100、 101、103、104、107、 108、111~116、120、 125、126、146、147、 164、190、191、195、 196、198、199、9999	1	99
多段速度设定	232	多段速设定 (8速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	233	多段速设定 (9速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	234	多段速设定 (10速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	235	多段速设定 (11速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	236	多段速设定 (12速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	237	多段速设定 (13速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	238	多段速设定 (14速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999
	239	多段速设定 (15速)	0~400Hz、9999	0.01Hz	9999

功能	参数	名称	设定范围	最小设定单位	初始值
-	240	Soft-PWM动作选择	0、1	1	1
-	241	模拟输入显示单位切换	0、1	1	0
-	244	冷却风扇的动作选择	0、1	1	1
转差补偿	245	额定转差	0~50%、9999	0.01%	9999
	246	转差补偿时间常数	0.01~10s	0.01s	0.5s
	247	恒功率区域转差补偿选择	0、9999	1	9999
-	249	启动时接地检测的有无	0、1	1	1
-	250	停止选择	0~100s、1000~1100s、8888、9999	0.1s	9999
-	251	输出缺相保护选择	0、1	1	1
寿命诊断	255	寿命报警状态显示	(0~15)	1	0
	256	浪涌电流抑制电路寿命显示	(0~100%)	1%	100%
	257	控制电路电容器寿命显示	(0~100%)	1%	100%
	258	主电路电容器寿命显示	(0~100%)	1%	100%
	259	测定主电路电容器寿命	0、1 (2、3、8、9)	1	0
掉电停止	261	掉电停止方式选择	0、1、2	1	0
-	267	端子4输入选择	0、1、2	1	0
-	268	监视器小数位数选择	0、1、9999	1	9999
-	269	厂家设定用参数，请勿自行设定			
-	270	挡块定位控制选择	0、1	1	0
挡块定位控制	275	挡块定位磁电流低速倍速	0~300%、9999	0.1%	9999
	276	挡块定位时PWM载波频率	0~9、9999	1	9999
-	277	失速防止电流切换	0、1	1	0
制动/预控功能	278	制动开启频率	0~30Hz	0.01Hz	3Hz
	279	制动开启电流	0~200%	0.1%	130%
	280	制动开启电流检测时间	0~2s	0.1s	0.3s
	281	制动操作开始时间	0~5s	0.1s	0.3s
	282	制动操作频率	0~30Hz	0.01Hz	6Hz
	283	制动操作停止时间	0~5s	0.1s	0.3s
固定偏差控制	286	增益偏差	0~100%	0.1%	0%
	287	滤波器偏差时定值	0~1s	0.01s	0.3s
-	292	自动加减速	0、1、7、8、11	1	0
-	293	加速减速个别动作选择模式	0~2	1	0
-	295	频率变化量设定	0、0.01、0.10、1.00、10.00	0.01	0
-	298	频率搜索增益	0~32767、9999	1	9999
-	299	再启动时的旋转方向检测选择	0、1、9999	1	0
数字输入	300	BCD输入偏置	0~400Hz	0.01Hz	0
	301	BCD输入增益	0~400Hz、9999	0.01Hz	50
	302	BIN输入偏置	0~400Hz	0.01Hz	0
	303	BIN输入增益	0~400Hz、9999	0.01Hz	50
	304	数字输入及模拟量输入补偿选择	0、1、10、11、9999	1	9999
	305	读取时钟动作选择	0、1、10	1	0
模拟量输出	306	模拟量输出信号选择	1~3、5、7~12、14、21、24、52、53	1	2
	307	模拟量输出零时设定	0~100%	0.1%	0
	308	模拟量输出最大时设定	0~100%	0.1%	100
	309	模拟量输出信号电压 / 电流切换	0、1、10、11	1	0
	310	模拟量仪表电压输出选择	1~3、5、7~12、14、21、24、52、53	1	2
	311	模拟量仪表电压输出零时设定	0~100%	0.1%	0
	312	模拟量仪表电压输出最大时设定	0~100%	0.1%	100

功能	参数	名称	设定范围	最小设定单位	初始值
数字输出	313	D00输出选择	0、1、3、4、7、8、	1	9999
	314	D01输出选择	11~16、20、25、26、	1	9999
	315	D02输出选择	46、47、64、90、91、	1	9999
	316	D03输出选择	93、95、96、98、99、	1	9999
	317	D04输出选择	100、101、103、104、	1	9999
	318	D05输出选择	107、108、111~116、	1	9999
	319	D06输出选择	120、125、126、146、	1	9999
继电器输出	320	RA1输出选择	147、164、190、191、	1	0
	321	RA2输出选择	193、195、196、198、	1	1
	322	RA3输出选择	199、9999	1	4
模拟量输出	323	AM0 0V调整	900~1100%	1%	1000
	324	AM1 0mA调整	900~1100%	1%	1000
—	329	数字输入单位选择	0、1、2、3	1	1
RS-485通讯	338	通讯运行指令权	0、1	1	0
	339	通讯速率指令权	0、1、2	1	0
	340	通讯启动模式选择	0、1、10	1	0
	342	通讯EEPROM写入选择	0、1	1	0
	343	通讯错误计数	—	1	0
DeviceNet	345	DeviceNet地址	0~4095	1	63
	346	DeviceNet波特率	0~4095	1	132
—	349	通讯复位指令	0、1	1	0
LOWWORKS通讯	387	初始通讯延迟时间	0~120s	0.1s	0s
	388	节拍时发送间隔	0~999.8s	0.1s	0s
	389	节拍时最小发送时间	0~999.8s	0.1s	0.5s
	390	%设定基准频率	1~400s	0.01Hz	50Hz
	391	节拍时接收间隔	0~999.8s	0.1s	0s
	392	事件驱动检测范围	0.00~163.83%	0.01%	0%
第2电机常数	450	第2适用电机	0、1、9999	1	9999
远程输出	495	远程输出选择	0、1、10、11	1	0
	496	远程输出内容1	0~4095	1	0
	497	远程输出内容2	0~4095	1	0
通讯错误	500	通讯异常执行等待时间	0~999.8s	0.1s	0
	501	通讯异常发生次数显示	0	1	0
—	502	通讯异常时停止模式选择	0、1、2、3	1	0
维护	503	维护定时器	0(1~9998)	1	0
	504	维护定时器报警输出设定时间	0~9998、9999	1	9999
CC-Link	541	频率指令符合选择 (CC-Link)	0、1	1	0
	542	通讯站号 (CC-Link)	1~64	1	1
	543	波特率选择 (CC-Link)	0~4	1	0
	544	CC-Link扩展设定	0、1、12、14、18	1	0
USB	547	USB通讯站号	0~31	1	0
	548	USB通讯检查时间间隔	0~999.8s、9999	0.1s	9999

功能	参数	名称	设定范围	最小设定单位	初始值
清除参数 初始值变更清单	Pr. CL	清除参数	0、1	1	0
	ALLC	参数全部清除	0、1	1	0
	Er. CL	清除报警历史	0、1	1	0
	Pr. CH	初始值变更清单	—	—	—

*1 容量不同也各不相同。6%：0.75K以下、4%：1.5K~3.7K、3%：5.5K、7.5K

*2 容量不同也各不相同。5s：3.7K以下、10s：5.5K、7.5K

*3 容量不同也各不相同。4%：0.4K~7.5K

*4 从PU接口进行的通讯（网络运行模式）无法写入。

*5 根据Fr. 7r的设定值不同而不同。

*6 ()内为使用FR-E500系列用操作面板（FR-PA02-02）或参数单元（FR-PU04-CH/FR-PU07）时的参数编号。

附录三 机电设备安装与调试试题

2009 年全国中等职业学校机电一体化设备组装与调试竞赛试题

工作任务书

工作任务与要求

××生产设备是为某工作机械加工其中一个部件的机电一体化设备,该设备生产部件时有零件加工、零件检测和零件组装等三道工序。

请你按要求,在 4h(四小时)内,完成××生产设备的部分组装和调试:

一、按××生产设备的机械手总装图(见附录 3.3)及其要求和说明,组装机械手。

二、按××生产设备部分部件组装图(见附录 3.4.)及其要求和说明,将本次任务需要的部件安装在工作台上。

三、请你仔细阅读××生产设备的有关说明,然后根据你对设备及其工作过程的理解,在赛场提供的图纸(见附录 3.6.)上绘制××生产设备的电气控制原理图,并在标题栏的“设计”和“制图”行填写自己的工位号。

四、根据你画出的电气控制原理图,连接××生产设备的控制电路。

要求:1. 凡是连接的导线,必须套上写有编号的编号管。

2. 工作台上各传感器、电磁阀控制线圈、直流电动机、警示灯的连接线,必须放入线槽内;为减小对控制信号的干扰,工作台上交流电动机的连接线不能放入线槽。

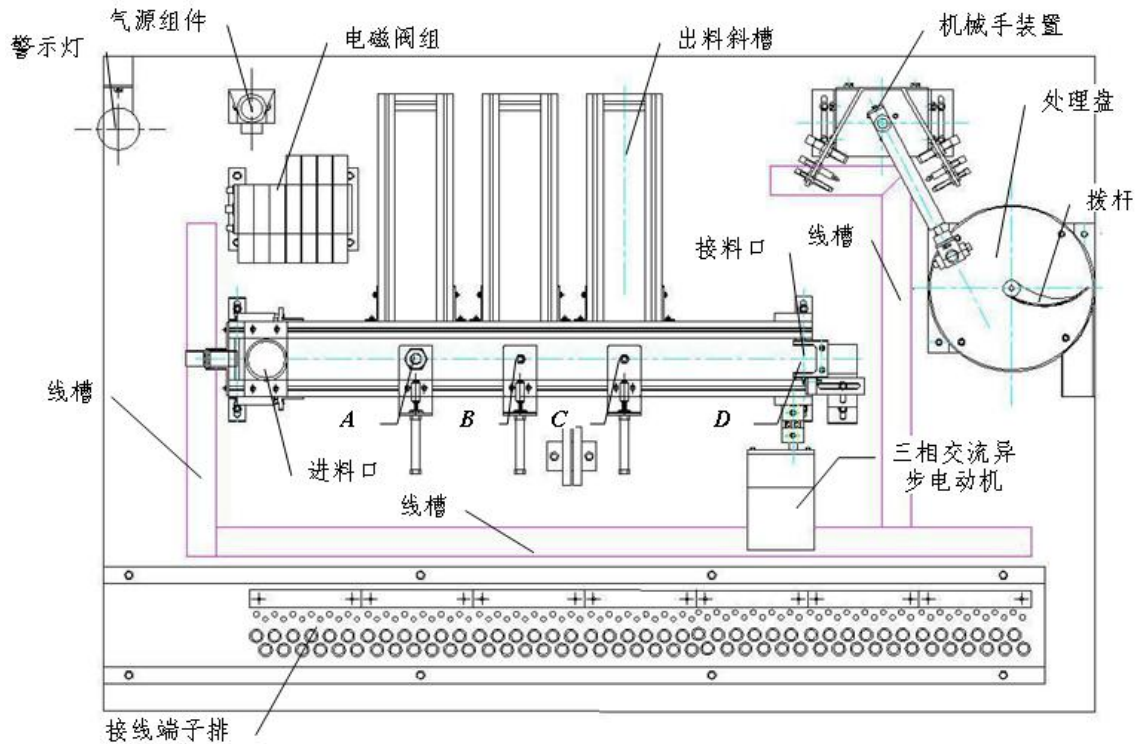
五、根据气动系统图(见附录 3.5)及其要求和说明,连接××生产设备的气路。

六、请你正确理解设备的正常工作过程和故障状态的处理方式,编写××生产设备的 PLC 控制程序和设置变频器的参数。

七、请你调整传感器的位置和灵敏度,调整机械零件的位置,完成××生产设备部分部件整体调试,使该设备能按要求完成各工序的规定任务。

××生产设备及其调试要求

××生产设备部分部件的名称和位置如图附录 3.1 所示,其中气动机械手各部分的名称如图附录 3.1 所示。



图附录 3.1 ××生产设备部分部件位置及其名称

接通设备电源后，绿色警示灯闪亮。首先检查各运动元件或部件是否能正常运转，然后按零件加工、零件检测和零件组装的顺序完成部件的生产。

一、设备运动元件或部件的检查

运动元件或部件的检查在验收（评分）时由完成设备组装与调试的工作人员（选手）根据验收人员（评委）的指令，完成：

1. 检查皮带输送机的运行

使拖动皮带输送机的三相交流异步电动机分别在 8Hz，30Hz，45Hz 和 60Hz 的频率下启动，皮带输送机不应有传送带打滑或不运动、跳动过大等异常情况。

图附录 3-2 机械手各部分名称

2. 检查各气动执行元件的运动

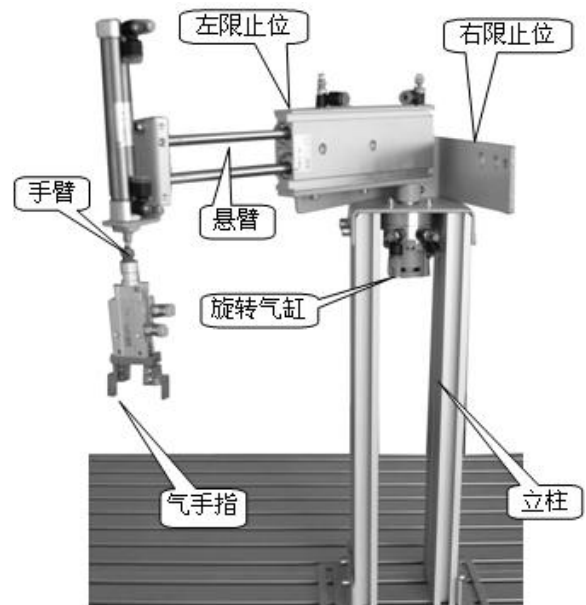
演示各气缸的运动情况，并最终使机械手在左限位位置，气手指松开，其余各气缸活塞杆处于缩回的状态，且处理盘、皮带输送机的拖动电动机不转动，这些规定的位置称作设备初始位置。

若检查中运动元件或部件出现不能正常工作的情况，应予以调整。设备的各运动元件或部件检查完后，设备的各运动部件必须在规定的位置。

二、零件加工工序

检查各运动元件或部件且确认能正常工作后，按下按钮 SB1，设备进入零件加工工序。

1. 设备运行



图附录 3.2 机械手

在设备处于初始位置时，按下启动按钮 SB5，三相交流异步电动机以 35Hz 的频率启动带动皮带输送机由位置 A 向位置 C 方向运行，运行指示灯 HL1 长亮，指示设备处在零件加工的工作状态。

2. 加工零件

有金属、白色塑料和黑色塑料三种毛坯需要该设备加工成三种零件。皮带输送机运行后，可向传送带的进料口上放第一个毛坯，下一个毛坯可在设备加工零件时放入传送带的进料口。若放上传送带上的为金属毛坯，则皮带输送机将金属毛坯输送到位置 A 后停止 3s，由加工装置（其安装与调试不属本次工作任务）将金属毛坯加工成金属零件；若放上传送带上的为白色塑料毛坯，则皮带输送机将白色塑料毛坯输送到位置 B 后停止 3s，由加工装置（其安装与调试不属本次工作任务）将白色塑料毛坯加工成白色塑料零件；若放上传送带上的为黑色塑料毛坯，则皮带输送机将黑色塑料毛坯输送到位置 C 后停止 3s，由加工装置（其安装与调试不属本次工作任务）将黑色塑料毛坯加工成黑色塑料零件。

3. 加工完成

零件加工完成后，由相应位置的气缸活塞杆伸出，将零件推入对应的出料斜槽；气缸活塞杆缩回后，皮带输送机按原来的速度与方向运行。

4. 设备停止

在设备运行状态下，按下停止按钮 SB6，设备应完成当前的零件加工，且皮带输送机上没有毛坯和加工好的零件时，设备停止工作，指示灯 HL1 熄灭。

三、零件检测工序

释放按钮 SB1，按下 SB2，设备进入零件检测工序。

1. 设备运行

在设备处于初始位置时，先在皮带输送机的位置 C 与 D 之间放上待检测的一组（4 个零件，零件之间留 6~10mm 距离）零件，然后按下启动按钮 SB5，三相交流异步电动机以 35Hz 的频率启动带动皮带输送机由位置 D 向位置 C 方向运行，运行指示灯 HL1 以 1Hz 的频率闪亮，指示设备处在零件检测的工作状态。

2. 零件检测

在皮带输送机上的 4 个待检测零件中，若某种零件为单一零件（即只有一个这种颜色或材质的零件），则该零件为不合格零件，其余为合格零件。在检测过程中，零件不能从皮带输送机上掉下。

3. 零件的分送

（1）合格的金属零件由 A 位置气缸推入对应的出料斜槽，合格的白色塑料零件由 B 位置气缸推入对应的出料斜槽，合格的黑色塑料零件由 C 位置气缸推入对应的出料斜槽。皮带输送机由位置 C 向位置 D 方向运行时，三相交流异步电动机以 25Hz 的频率带动皮带输送机运行。皮带输送机由位置 D 向位置 C 方向运行时，三相交流异步电动机以 35Hz 的频率带动皮带输送机运行。零件到达推出位置时，皮带输送机应停止运行，相应气缸将零件推入对应的出料槽后自动缩回。如皮带输送机上还有零件，则当气缸活塞杆缩回后，皮带输送机又自动启动并按相应的频率运行。

（2）不合格的零件由皮带输送机送往位置 D。当零件到达位置 D 时，机械手的悬臂伸出→手臂下降→气手指合拢抓取零件→延时 1s→手臂上升→悬臂缩回→机械手向右转动→悬臂伸出→气手指松开，零件掉在处理盘内→悬臂缩回→机械手转左→回原位后停止。零件掉入处理盘后，拖动处理盘拨杆转动的直流电动机立即转动，转动 3s 后停止。

4. 设备停止

当该组 4 个零件经过检测并分送和处理完成后,设备自动停止运行,指示灯 HL1 熄灭。待放上另一组(4 个)零件,再按下启动按钮 SB5,设备按上述过程进行再次检测与分送。

四、零件组装工序

当 SB1 和 SB2 两个按钮都处于按下状态时,设备进入零件组装工序。

1. 设备运行

在设备处于初始位置时,按下启动按钮 SB5,三相交流异步电动机以 35Hz 的频率启动带动皮带输送机由位置 A 向位置 C 方向运行,运行指示灯 HL1 以 4Hz 的频率闪亮,指示设备为零件组装的工作状态。

2. 放入零件

皮带输送机运行后,从进料口放入合格的零件。只有当传送带上的零件被推入出料斜槽或被机械手取走后,才可以从皮带输送机的进料口放入下一个零件。

3. 零件组装

在传送带上的零件由相应位置的气缸活塞杆推出,经出料斜槽分送到零件组装机构(本次任务不需组装和调试组装机构)进行组装。零件的分送要求是:

(1) 在位置 A 对应的出料斜槽分送到组装机构的零件必须满足是由 2 个白色塑料零件和 1 个黑色塑料零件组合成的套件。

(2) 在位置 B 对应的出料斜槽分送到组装机构的零件必须满足是由第一个是金属零件,第二个白色塑料零件,第三个是黑色塑料零件排列成的套件。

(3) 同时满足位置 A 对应的出料斜槽和位置 B 对应的出料斜槽要求的零件,应优先经位置 A 对应的出料斜槽分送到组装机构。

(4) 不满足组合和排列关系的金属零件应推入位置 C 对应的出料斜槽,塑料零件则送往位置 D。

(5) 当皮带输送机由位置 C 向位置 A 方向送零件时,三相交流异步电动机以 25Hz 的频率带动皮带输送机运行。零件到达推出位置时,皮带输送机停止运行,相应气缸将元件推入对应的出料斜槽后自动缩回,皮带输送机恢复运行。

(6) 当有零件到达位置 D 时,机械手的悬臂伸出→手臂下降→气手指合拢抓取零件→延时 1s→手臂上升→悬臂缩回→机械手向右转动→悬臂伸出→气手指松开,零件掉在处理盘内→悬臂缩回→机械手转左→回原位后停止。元件掉入处理盘后,拖动处理盘拨杆转动的直流电动机不需转动。

4. 设备停止

在设备运行状态下,按下停止按钮 SB6,设备应完成当前的零件分送或处理,设备停止工作,指示灯 HL1 熄灭。若没有转换工序,设备重新启动进行零件组装,应紧接着位置 A 对应的出料斜槽和位置 B 对应的出料斜槽中已有的零件数据去继续完成零件的组装。

五、非正常情况处理

本次工作任务,只考虑以下两种非正常情况:

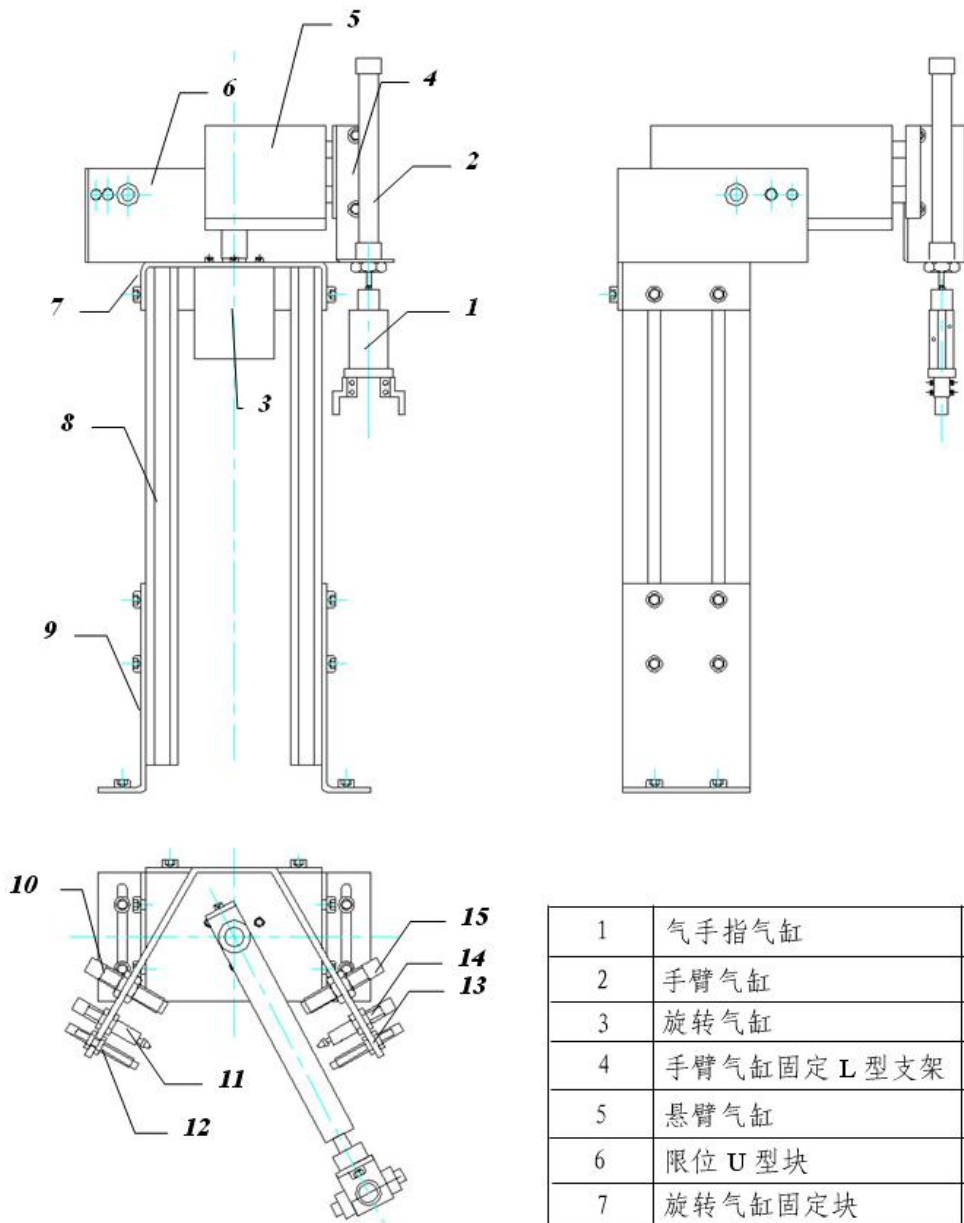
1. 机械手没有抓住零件

零件到达位置 D,机械手悬臂伸出、手臂下降,气手指合拢时没有抓住零件。应压下急停开关,待机械手气手指松开、手臂上升后停止并由蜂鸣器鸣响报警。待查明原因并排除故障后,释放急停开关,机械手手臂下降重新抓取零件并按原程序运行,同时蜂鸣器停止鸣响。

2. 工序转换错误操作

工序之间的转换，应在设备停止的情况下进行。若设备在某道工序的运行过程中进行转换的操作，则错误操作指示灯 HL2 立即以 5Hz 闪亮报警，设备按转换前的工序继续运行，待将传送带上的毛坯或零件按转换前的工序要求处理完毕后，设备自动停止运行，指示灯 HL1 和 HL2 熄灭。再按下 SB5 后，设备按转换后的工序后重新启动运行。

附录 3.3 ××生产设备的机械手总装图

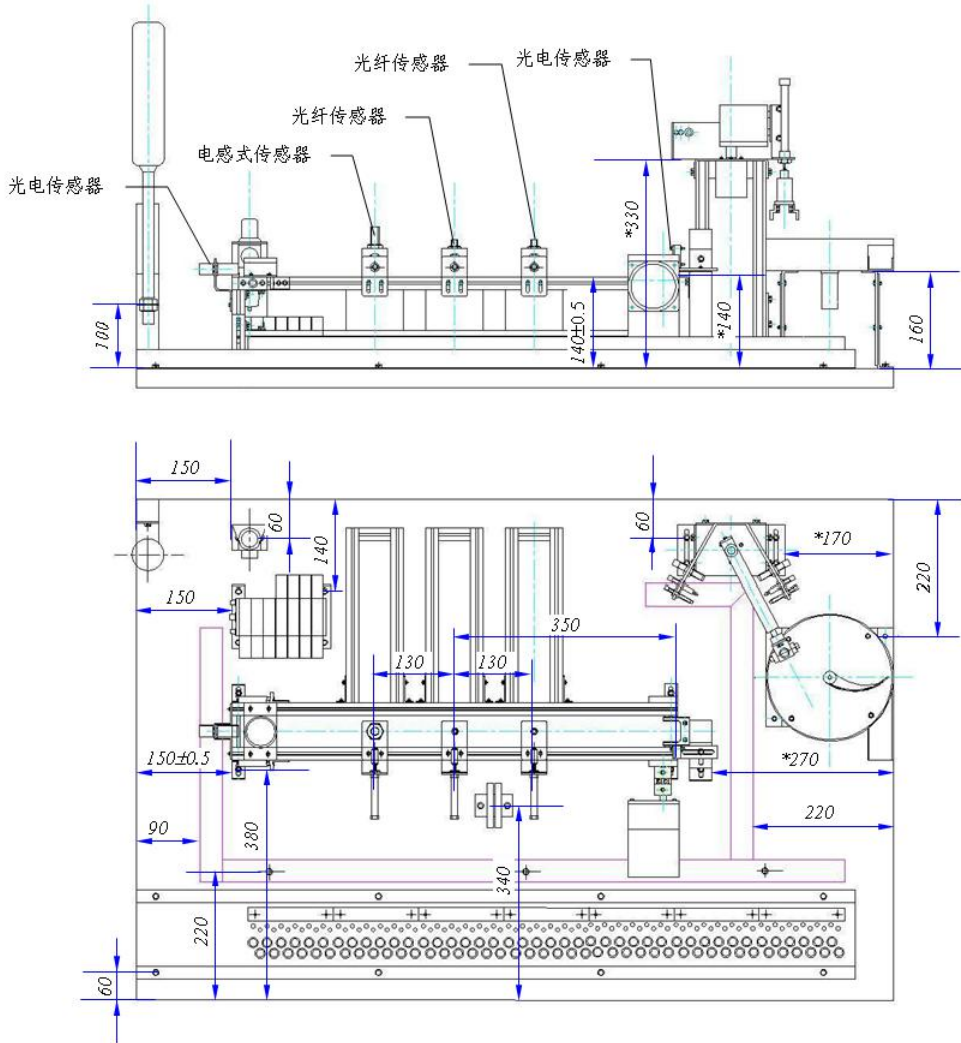


技术要求与说明:

1. 机械手旋转的角度应按搬运零件的要求确定并调整。
2. 检测各气缸活塞位置的传感器，请根据搬运零件的需要，自行安装。
3. 调整悬臂气缸与立柱，手臂气缸之间的夹角为 90° ，误差不大于 5° 。
4. 整个机械手装置安装在工作台上，应符合设备的工作要求。

1	气手指气缸	
2	手臂气缸	
3	旋转气缸	
4	手臂气缸固定 L 型支架	
5	悬臂气缸	
6	限位 U 型块	
7	旋转气缸固定块	
8	机械手立柱	
9	机械手安装 L 型支架	
10、15	电感式传感器	
11、14	缓冲装置	
12、13	限位螺钉	
序号	名称	备注
机械手总装图		图号 001
设计		电工电子技术技能比赛执委会
制图		

附录 3.4 ××生产设备部分部件组装图

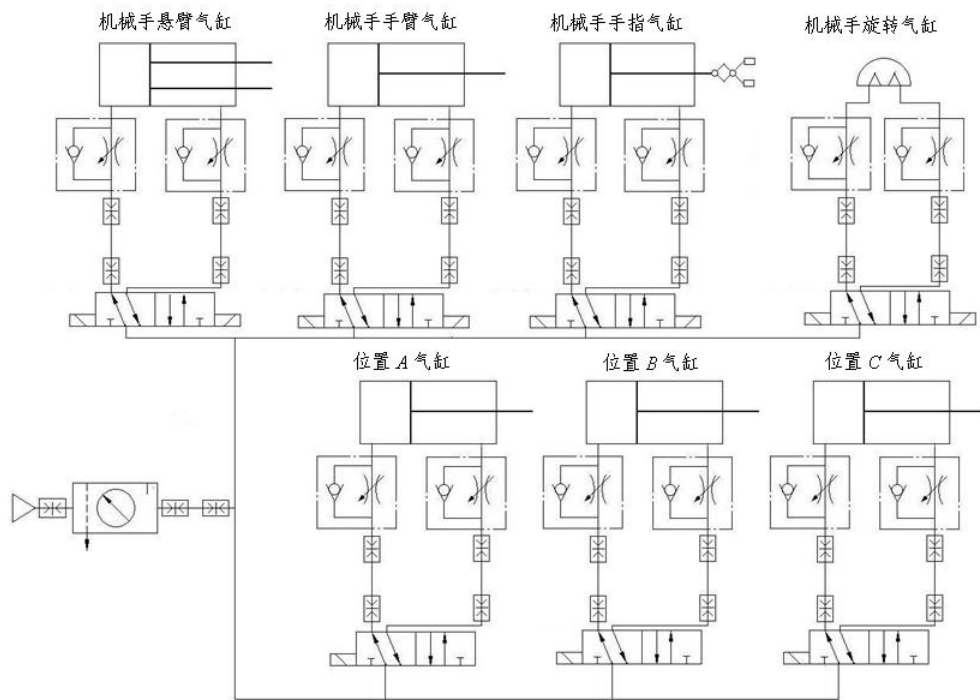


技术要求与说明

1. 图中带“*”的尺寸，只是参考尺寸，需要根据工作要求进行调整。
2. 皮带输送机应基本保持水平，从前、后上横梁的左右两端共四个测量位置测量皮带输送机的安装高度时，相差不大于 1mm。
3. 调整皮带输送机传送带的松紧，使其在三相交流异步电动机以 8Hz 运行能启动，在三相交流异步电动机以 60Hz 运行不打滑。两辊筒轴平行，测量两辊筒轴两端的距离时，相差不大于 1mm。
4. 三相交流异步电动机转轴应与皮带输送机主辊筒轴同轴，在三相交流异步电动机以 45Hz 运行时，皮带输送机主辊筒轴的跳动不大于 1mm。
5. 图中未注明安装尺寸的元件和器件，请根据设备工作需要确定安装位置。

××生产设备部分部件组装图		比例	图号
			002
设计	命题小组	电工电子技术技能比赛执委会	
制图	命题小组		

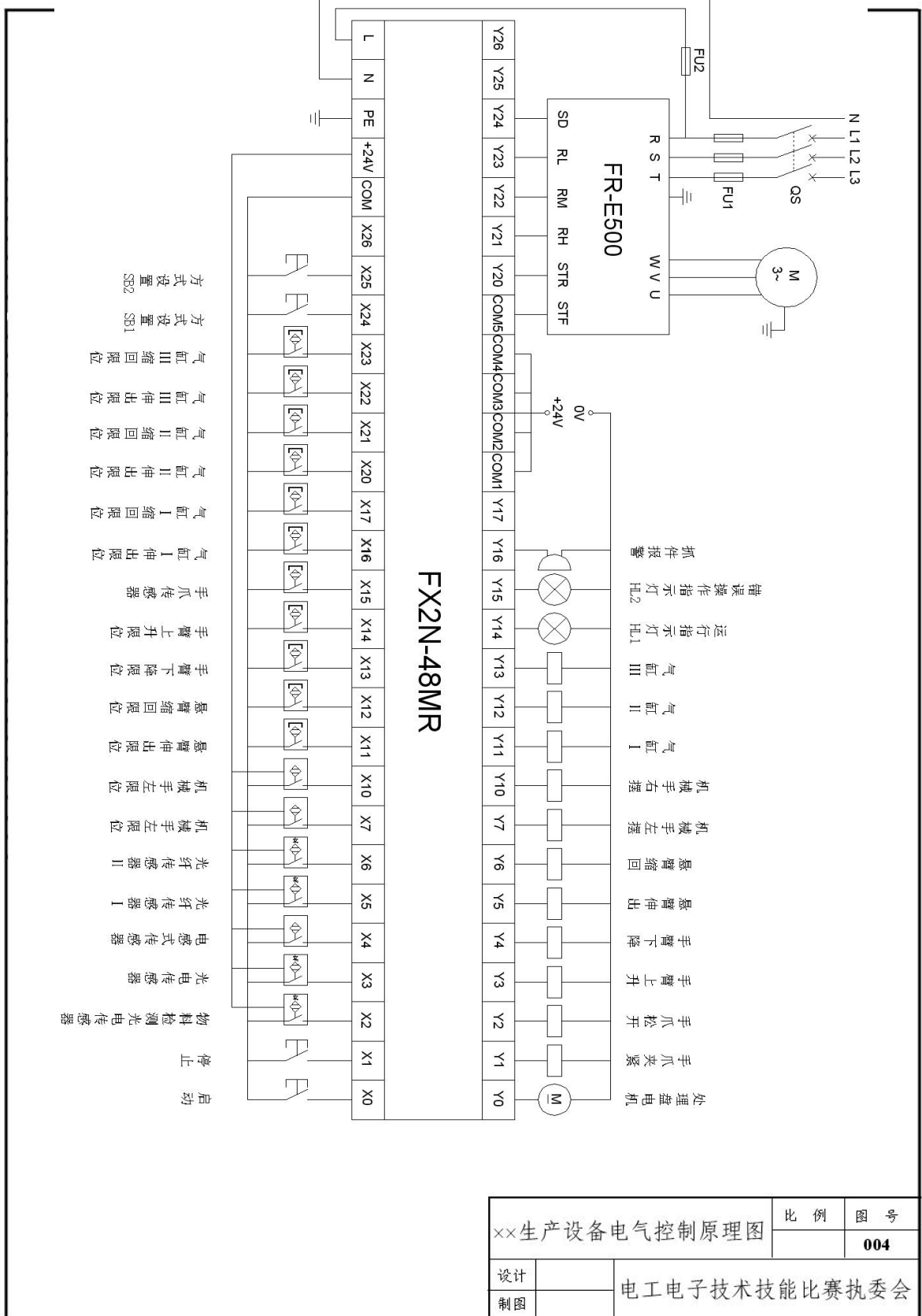
附录 3.5 ××生产设备气动系统图



技术要求与说明

1. 各气动执行元件必须按系统图选择控制元件，但具体使用电磁阀组中某个元件不做规定。
2. 连接系统的气路时，气管与接头的连接必须可靠，不漏气。
3. 气路布局合理，整齐、美观。气管不能与信号线、电源线等电气连线绑扎在一起，气管不能从皮带输送机、机械手内部穿过。

××生产设备气动系统图		比例	图号
			003
设计	命题小组	电工电子技术技能比赛执委会	
制图	命题小组		



附录 3.6 ××生产设备的电气控制原理图

表附录 3.1 机电一体化设备组装与调试技能竞赛配分表

项目		项目配分	评分点	点配分
组 装 及 绘 图	部件组装	20	皮带输送机	6
			机械手装置	10
			处理盘	2
			气源组件及电磁阀组	1
			警示灯	1
	气路连接	10	气动元件选择	3
			气路连接	4
			气路工艺	3
	电路连接	10	元件选择	2
			电路连接及工艺	5
			异形管及编号	2
			保护接地	1
	电路图	10	元件使用	3
			图形、文字符号	4
			原理正确，	2
			保护接地	1
控 制 功 能 及 调 试	运动部件检查	5	皮带输送机	2
			机械手气缸	2
			推料气缸	1
	加工工序	9	毛坯加工	9
	检测工序	11	零件检测	5
			合格品分送	4
			不合格品分送	2
	组装工序	15	零件分送	6
			零件组装	6
			组装数据保持	3
	各工序共性部分	10	设备启动及皮带运行频率	3
			指示灯及报警器	1
			机械手动作	2
			处理盘动作	1
			机械手抓不住零件意外处理	2
工序转换错误操作处理			1	
总分		100		
职业与安全意识	10 (如违反要求, 在总分中扣除)	安全	5	
		规范	3	
		纪律	2	

表附录 3.2 赛场情况记录表

工位号_____完成任务后将此评分表放工作台上，不能将此表丢失)

电路过载、短路 情况记录	记录工作人员签名:			选手签工位号确认
安全操作情况记 录	记录工作人员签名:			选手签工位号确认
元器件更换情况 记录	记录工作人员签名:			选手签工位号确认
赛场纪律情况记 录	记录工作人员签名:			选手签工位号确认
选手离开赛场时 间		离开赛场原因		选手签工位号确认
选手完成任务， 报告结束竞赛时 间	记录工作人员签名:			选手签工位号确认

表附录 3.3 PLC 输入/输出地址分配表

输入			输出		
序号	地址	说明	序号	地址	说明
1	X0	启动	1	Y0	处理盘电机
2	X1	停止	2	Y1	手爪夹紧
3	X2	物料检测光电传感器	3	Y2	手爪松开
4	X3	光电传感器	4	Y3	手臂上升
5	X4	电感式传感器	5	Y4	手臂下降
6	X5	光纤传感器 I	6	Y5	悬臂伸出
7	X6	光纤传感器 II	7	Y6	悬臂缩回
8	X7	机械手左限位	8	Y7	机械手左摆
9	X10	机械手右限位	9	Y10	机械手右摆
10	X11	悬臂伸出限位	10	Y11	气缸 I
11	X12	悬臂缩回限位	11	Y12	气缸 II
12	X13	手臂下降限位	12	Y13	气缸 III
13	X14	手臂上升限位	13	Y14	运行指示灯 HL1
14	X15	手爪传感器	14	Y15	错误操作指示灯 HL2
15	X16	气缸 I 伸出限位	15	Y16	抓件报警
16	X17	气缸 I 缩回限位	16	Y17	
17	X20	气缸 II 伸出限位	17	Y20	STF
18	X21	气缸 II 缩回限位	18	Y21	STR
19	X22	气缸 III 伸出限位	19	Y22	RH
20	X23	气缸 III 缩回限位	20	Y23	RM
21	X24	方式设置 SB1	21	Y24	RL
22	X25	方式设置 SB2	22		
23	X26	急停			

2010 年全国中等职业学校机电一体化设备组装与调试竞赛试题

工作任务书

本次组装与调试的机电一体化设备为某配料装置。请你仔细阅读配料装置的说明和应完成的工作任务与要求，在 240 min 内按要求完成指定的工作任务。

工作任务与要求

- 一、按《警示灯与接料平台组装图》(附页图号 01) 组装警示灯和接料平台。
- 二、按《配料装置组装图》(附页图号 02) 组装配料装置，并满足图纸提出的技术要求。
- 三、按《配料装置气动系统图》(附页图号 03) 连接配料装置的气路，并满足图纸提出的技术要求。
- 四、根据 PLC 输入输出端子 (I/O) 分配表，如表 1 所示，在赛场提供的图纸 (附页图号 04) 上画出配料装置电气控制原理图并连接电路。你画的电气控制原理图和连接的电路应符合下列要求：

表 1 PLC 输入输出端子 (I/O) 分配表

输入端子			功能说明	输出端子			功能说明
三菱 PLC	西门子 PLC	松下 PLC		三菱 PLC	西门子 PLC	松下 PLC	
X0	I0.0	X0	执行或启动按钮 SB5	Y0	Q0.0	Y2	皮带正转
X1	I0.1	X1	复位或停止按钮 SB6	Y1	Q0.1	Y3	皮带低速
X2	I0.2	X2	急停按钮	Y2	Q0.2	Y4	皮带中速
X3	I0.3	X3	参数选择/废料按钮 SB4	Y3	Q0.3	Y5	皮带高速
X4	I0.4	X4	功能选择开关 SA1	Y4	Q0.4	Y0	(空)
X5	I0.5	X5	功能选择开关 SA2	Y5	Q0.5	Y1	送料直流电机
X6	I0.6	X6	接料平台光电传感器	Y6	Q0.6	Y6	蜂鸣器
X7	I0.7	X7	接料平台电感式传感器	Y7	Q0.7	Y7	指示灯 HL3 (红)
X10	I1.0	X8	接料平台光纤传感器	Y10	Q1.0	Y8	指示灯 HL4 (黄)
X11	I1.1	X9	传送带进料口来料检测	Y11	Q1.1	Y9	指示灯 HL5 (绿)
X12	I1.2	XA	位置 A 来料检测	Y12	Q1.2	YA	指示灯 HL6 (红)
X13	I1.3	XB	旋转气缸左到位检测	Y13	Q1.3	YB	手指夹紧
X14	I1.4	XC	旋转气缸右到位检测	Y14	Q1.4	YC	手指松开
X15	I1.5	XD	悬臂伸出到位检测	Y15	Q1.5	YD	旋转气缸左转
X16	I1.6	XE	悬臂缩回到位检测	Y16	Q1.6	YE	旋转气缸右转
X17	I1.7	XF	手臂上升到位检测	Y17	Q1.7	YF	悬臂伸出
X20	I2.0	X10	手臂下降到位检测	Y20	Q2.0	Y10	悬臂缩回
X21	I2.1	X11	手指夹紧到位检测	Y21	Q2.1	Y11	手臂上升
X22	I2.2	X12	气缸 I 伸出到位检测	Y22	Q2.2	Y12	手臂下降

X23	I2.3	X13	气缸 I 缩回到位检测	Y23	Q2.3	Y13	气缸 I 伸出
X24	I2.4	X14	气缸 II 伸出到位检测	Y24	Q2.4	Y14	气缸 II 伸出
X25	I2.5	X15	气缸 II 缩回到位检测	Y25	Q2.5	Y15	气缸 III 伸出
X26	I2.6	X16	气缸 III 伸出到位检测	Y26	Q2.6	Y16	
X27	I2.7	X17	气缸 III 缩回到位检测	Y27	Q2.7	Y17	

1. 电气控制原理图中各元器件的图形符号，按“关于 2008 年全国中等职业学校电工电子技术技能大赛机电一体化设备组装与调试竞赛项目使用统一图形符号的通知”〔教职成司函〔2008〕31 号〕中指定的图形符号绘制。通知中没有指定图形符号的元器件，可自行编定其图形符号，但要在电气控制原理图中用图例的形式予以说明。

2. 凡是连接的导线，必须套上写有编号的编号管。交流电机金属外壳与变频器的接地极必须可靠接地。

3. 工作台上各传感器、电磁阀控制线圈、送料直流电机、警示灯的连接线，必须放入线槽内；为减小对控制信号的干扰，工作台上交流电机的连接线不能放入线槽。

五、请你正确理解配料装置的调试、配料要求以及指示灯亮灭方式、正常工作过程和故障状态的处理等，编写配料装置的 PLC 控制程序和设置变频器的参数。

注意：在使用计算机编写程序时，请你随时保存已编好的程序，保存的文件名为工位号+A（如 3 号工位文件名为“3A”）。

六、请你调整传感器的位置和灵敏度，调整机械部件的位置，完成配料装置的整体调试，使配料装置能按照要求完成调试与配料。

配料装置说明

配料装置各部件和器件名称及位置如图 1 所示：

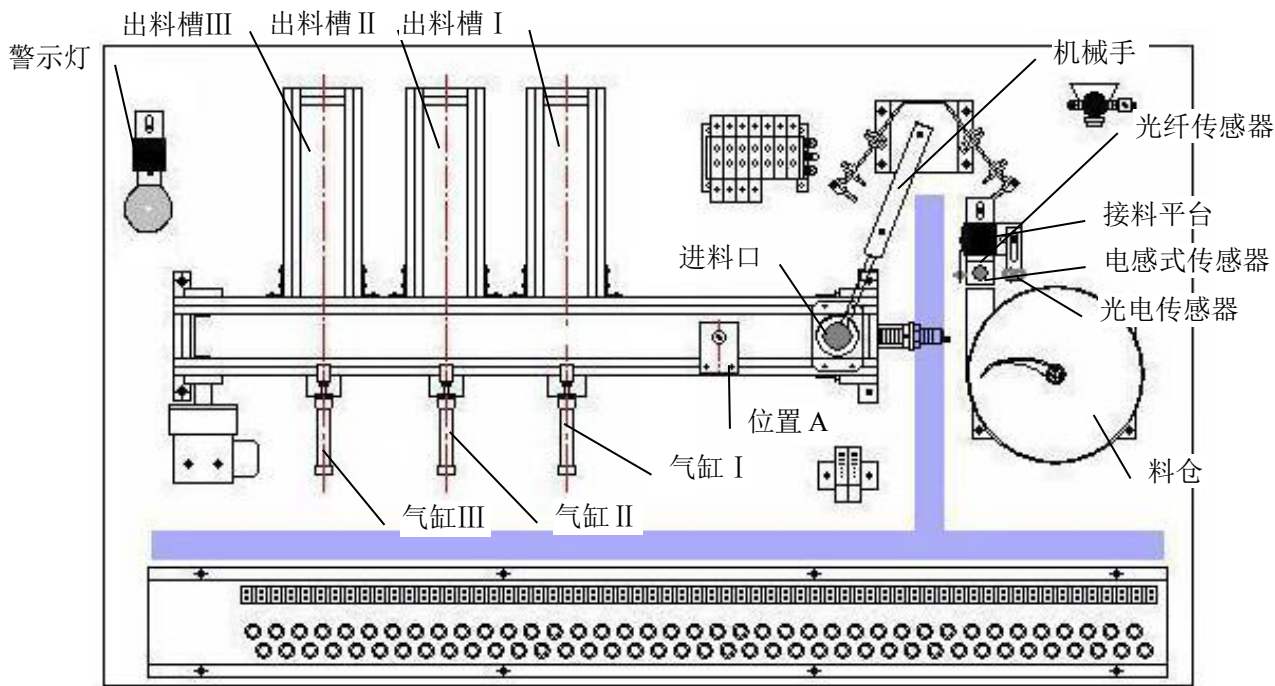


图 1 配料装置部件示意图

配料装置设置了“调试”和“配料”两种功能。用转换开关 SA1 进行功能变换，用 SA2 设置功能的参数和锁定选择的功能。

当 SA1 在左挡位时（常闭触点闭合，常开触点断开），选择的功能为调试；当 SA1 在右挡位时（常闭触点断开，常开触点闭合），选择的功能为配料。当 SA2

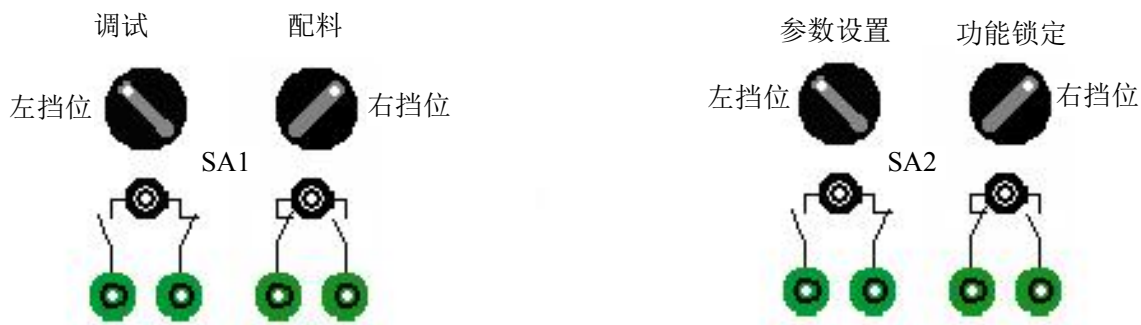


图 2 SA1 与 SA2 的挡位与功能

在左挡位时（常闭触点闭合，常开触点断开），为功能参数设置；当 SA2 在右挡位时（常闭触点断开，常开触点闭合），为功能锁定，如图 2 所示。

一、配料装置的调试

配料装置在安装、更换元器件后和每次配料前，都必须对配料装置进行调试。

接通配料装置电源后，绿色警示灯闪烁，指示电源正常。将 SA1 置“调试”挡位，SA2 置“参数设置”挡位（SA1、SA2 在该挡位简称调试参数选择挡位），

然后按按钮 SB4 进行调试参数（需要调试的元件或部件）选择，并由 HL4、HL5、HL6 组成的指示灯组的状态指示调试参数，调试参数对应的指示灯组状态如表 2 所示。在调试参数选择挡位，按一次 SB4，选择一个调试参数。用 SB4 切换调试参数的方式自行确定。

确定调试参数后，再通过操作 SB5 和 SB6 两个按钮进行调试。按下 SB5 为执行或启动，按下 SB6 为复位或停止。

表 2 调试参数对应指示灯组的状态

状态	HL4	HL5	HL6	调试参数
0	循环闪烁	循环闪烁	循环闪烁	调试皮带输送机
1	灭	灭	亮	调试送料直流电机
2	灭	亮	灭	调试机械手
3	亮	灭	灭	调试气缸 I、II、III

完成调试，皮带输送机停止，送料直流电机停止；机械手停留在右限位位置、悬臂缩回到位、手臂上升到位、手指夹紧；气缸 I、II、III 活塞杆处于缩回的状态。这些部件在完成调试的位置称为初始位置。

1. 皮带输送机的调试

要求皮带输送机在调试的每一个频率段都不能有不转、打滑或跳动过大等异常情况。

在调试参数选择挡位，按参数选择按钮 SB4，选择指示灯组为“0”状态，指示灯 HL4、HL5、HL6 均以亮 0.5s、灭 1s，并以流水灯的方式循环闪烁（按 HL4→HL5→HL6 →HL4…的顺序循环），即为皮带输送机的调试。然后按下按钮 SB5，皮带输送机的三相交流异步电动机（以下简称交流电机）以 5Hz 的频率转动，接着按下按钮 SB6，交流电机停止运行；再按下按钮 SB5，交流电机以 20Hz 的频率转动，然后按下按钮 SB6，交流电机停止运行，以此方式操作，可调试交流电机分别在 5Hz，20Hz，40Hz 和 60Hz 的频率转动。在调试交流电机以 60Hz 的频率转动后，再按 SB5，调试从 5Hz 的频率开始并如此循环。

2. 送料直流电机的调试

要求送料直流电机启动后没有卡阻、转速异常或不转等情况。

在调试参数选择挡位，按参数选择按钮 SB4，选择指示灯组为“1”状态，指示灯 HL4 与 HL5 灭，HL6 常亮，即为送料直流电机的调试。然后按下按钮 SB5，送料直流电机启动、按下 SB6 按钮，送料直流电机停止，如此交替按下 SB5 和 SB6，可调试送料直流电机的运行。

3. 机械手的调试

要求各气缸活塞杆动作速度协调，无碰擦现象；每个气缸的磁性开关安装位置合理、信号准确；最后机械手停止在右限位位置，气手指夹紧，其余各气缸活塞杆处于缩回状态。

在调试参数选择挡位，按参数选择按钮 SB4，选择指示灯组为“2”状态，指示灯 HL4 与 HL6 灭，HL5 常亮，即为机械手的调试。然后按下按钮 SB5，旋转气缸转动、按下 SB6 按钮，旋转气缸转回原位。再按下按钮 SB5，悬臂气缸

活塞杆伸出，按下按钮 SB6，悬臂气缸活塞杆缩回。再按下按钮 SB5，手臂气缸活塞杆下降，按下按钮 SB6，手臂气缸活塞杆上升；再按下按钮 SB5，手指松开，按下按钮 SB6，手指夹紧；如此交替操作按钮 SB5、SB6 可调试各个气缸运动情况。

4. 气缸 I、II、III的调试

要求各气缸活塞杆动作速度协调，无碰擦现象；最后各个气缸活塞杆处于缩回状态。

在调试参数选择挡位，按参数选择按钮 SB4，选择指示灯组为“3”状态，指示灯 HL4 常亮、HL5 与 HL6 灭，即为气缸 I、II、III的调试。然后按下按钮 SB5，气缸 I 活塞杆伸出、按下按钮 SB6，气缸 I 活塞杆缩回。再按下按钮 SB5，气缸 II 活塞杆伸出，按下按钮 SB6，气缸 II 活塞杆缩回。再按下按钮 SB5，气缸 III 活塞杆伸出，按下按钮 SB6，气缸 III 活塞杆缩回。如此交替操作按钮 SB5、SB6，可调试各个气缸运动情况。

二、配料装置的配料

某材料由金属、白色非金属和黑色非金属原料按一定比例配置，再经过其他生产工艺加工而成，配料装置仅为该材料配料。

金属、白色非金属和黑色非金属原料配置的比例不同，构成该材料系列中的不同类型，该配料装置为系列材料中的 M 型和 F 型材料配料。

先将 SA1 置于右挡位（配料挡位）、SA2 置于左挡位（参数设置挡位），然后用按钮 SB4 进行配料类型选择，并用由 HL4、HL5、HL6 组成的指示灯组的状态指示配料类型，配料类型对应的指示灯组状态如表 3 所示。在此挡位，按一次 SB4，选择一个配料类型。用 SB4 切换配料类型的方式自行确定。

表 3 配料类型对应指示灯组的状态

序号	HL4	HL5	HL6	运行功能
1	亮	亮	灭	为 M 型材料配料
2	灭	亮	亮	为 F 型材料配料

选定配料类型后，SA1 不变，将 SA2 置于右挡位，锁定配料类型。然后按启动按钮 SB5，配料装置才能为选定的材料类型配料。

为了保证配料装置在为每一种类型的材料配料的可靠和正确显示，避免由于误操作可能带来的不良后果，要求程序编写时必须考虑以下要求：

- (1) 配料装置相关部件必须停留在初始位置时，才能选择配料类型。
- (2) SA2 置于左挡位（参数设置挡位）时，按下 SB5 启动按钮配料装置不能启动。
- (3) SA2 置于右挡位（锁定挡位）后，再按 SB4 参数选择按钮不能选择配料类型。

1. 为 M 型材料配料

M 型材料中，金属、白色非金属和黑色非金属原料的比例是：1:1:1，数量和送达要求是：每个槽中的数量为 2，送达出料槽 I 中的为金属原料，出料槽 II 中的为黑色非金属原料，出料槽 III 中的为白色非金属原料。对送达原料，没有

先后顺序的要求

配料装置的动作及其要求：

按下启动按钮 SB5，指示灯 HL4 由常亮变为亮 1s、灭 1s 的方式闪烁，指示灯 HL5 保持常亮，指示配料装置处在“为 M 型材料配料”运行状态，交流电机以 20Hz 频率运行。

当接料平台无原料时，送料直流电机转动，将原料送到达接料平台后停止。若送料直流电机连续转动 5s 仍没有原料送到接料平台，则蜂鸣器鸣叫报警，提示料仓中没有原料。将原料放入料仓且有原料送到达接料平台后，蜂鸣器停止鸣叫。

原料送到达接料平台，手指松开→手臂下降→手指合拢夹持原料→延时 0.5s→手臂上升。若抓取的原料符合分送要求则机械手转动到左限位位置→悬臂伸出→手臂下降→手指松开将原料从传送带进料口放上传送带→手臂上升→悬臂缩回→手指合拢→机械手转动到右限位位置停止，完成一次原料的搬运。若抓取的原料不符合分送要求，则悬臂伸出→手指松开将原料重新放回料仓→悬臂缩回→手指合拢，停止在初始位置。

机械手将原料搬离接料平台，送料直流电机立即转动，送出下一原料。

原料搬运到传送带上，到达指定的出料槽位置后，直接推出，皮带输送机不需要停止。

完成配料后，配料装置自动停止。

提示：接料平台处装有一个光电传感器、一个光纤传感器和一个电感式传感器，可通过检测到的信号区别送到达接料平台原料的种类。

2. 为 F 型材料配料

F 型材料中，金属、白色非金属和黑色非金属原料的比例是：1:2:3，数量和送达要求是：送达到出料槽 I 和出料槽 II 各 1 组（1 个金属、2 个白色、3 个黑色为 1 组），先送出料槽 I，送完出料槽 I 再送出料槽 II。送料顺序为：先黑色再金属，最后白色。

配料装置的动作及其要求：

按下启动按钮 SB5，HL6 指示灯由常亮变为亮 1s、灭 1s 的方式闪烁，HL5 保持常亮，指示配料装置处在为“F 型材料配料”运行状态。皮带输送机以 20Hz 频率运行。

送料与机械手搬运原料的动作及其要求，与为 M 型材料配料的动作及其要求相同。

原料到达传送带上，重量合格才能被送到出料槽 I 和出料槽 II。

原料到达位置 A，皮带输送机停止对原料进行重量检测，HL3 以亮 1s 灭 1s 的方式指示原料在进行重量检测，重量检测时间为 5s；重量检测完毕，HL3 熄灭。重量检测期间，机械手搬运的原料到达传送带进料口上方时，应停止在此位置，待被检测原料的重量检测完毕，再将原料放上传送带。若重量检测完毕没有原料送到传送带，则被检测原料在此处等待。当下一原料被放入传送带上后，交流电机重新以 20Hz 的频率转动带动皮带输送机输送原料，当经过重量检测并合格的原料到达指定的出料槽位置后，直接推出，皮带输送机不需要停止。

若在重量检测期间按按钮 SB4，则为原料重量不合要求，当原料重量检测不

合格时，该原料送入出料槽Ⅲ。

送达出料槽Ⅰ和出料槽Ⅱ中的原料数量符合要求后，配料装置自动停止。

三、装置停止

1. 正常停止 在配料过程中，按停止按钮 SB6，装置应完成当前配料工作（即出料槽中送达的原料数量达到配料要求）后停止。

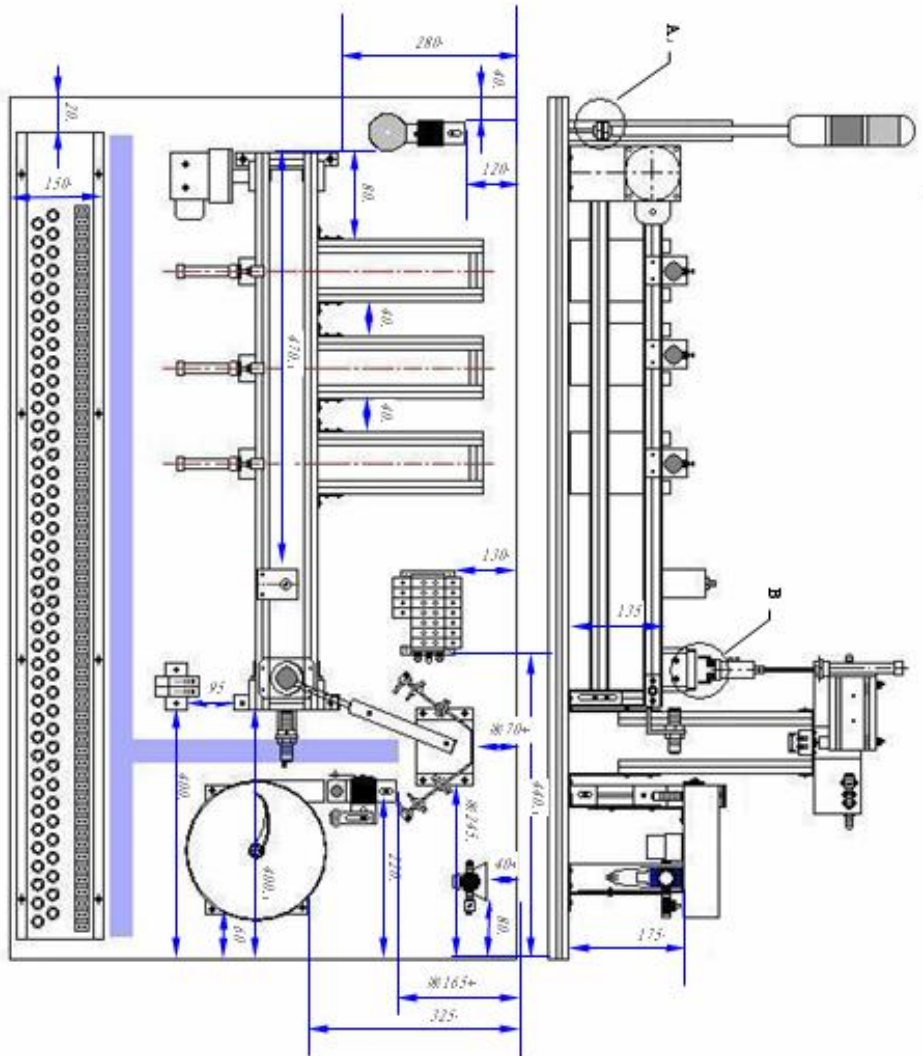
2. 紧急停止 配料装置运行过程中如果遇到各类意外事故，需要紧急停止时，请按下急停开关 QS，配料装置立刻停止运行并保持急停瞬间的状态，同时蜂鸣器鸣叫报警。再启动时，必须复位急停开关，然后再按启动按钮 SB5，配料装置接着急停瞬间的状态继续运行，同时蜂鸣器停止鸣叫。

3. 突然断电 配料装置运行过程中发生突然断电时，配料装置停止运行并保持断电瞬间的状态。恢复供电后，蜂鸣器鸣叫报警，再次按下启动按钮 SB5，蜂鸣器停止鸣叫，配料装置接着断电瞬间保持的状态继续运行。

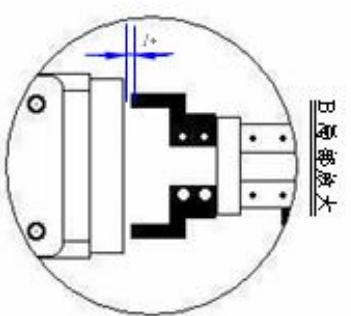
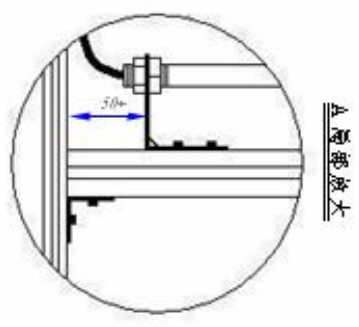
四、意外情况处理

本次工作任务，只考虑以下意外情况。

机械手搬运过程中有可能出现手指没有抓稳原料，造成原料不能被搬离接料平台、或搬离接料平台后在搬运途中掉下。如果出现上述情况，机械手应立刻返回到初始位置停止，同时蜂鸣器鸣叫报警。待查明原因并排除故障后，按启动按钮 SB5，机械手才能继续运行，同时蜂鸣器停止鸣叫。



- 图样要求与说明:**
1. 图中无标注的尺寸, 需要按图工作要求和调整; 其余标注的尺寸与装配误差差不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ 。
 2. 部件的装配高度, 以工作各面为基准; 以套刷各高低两端为尺寸时, 端面不包括封口的罩盖。
 3. 三相交流异步电动机转轴与皮带输送机主传动轴之间的联轴器同心度不能有明显偏差; 传动支架的支架, 以测量四个支架高度高度差不超过 1mm 为合格。
 4. 传感器的灵敏度, 均需按图生产要求进行调整。电刷与电刷不能脱孔在一起, 应分别布线与铆孔, 并做好密封关系。
 5. 凡是该支架的固定螺栓, 必须垫有垫片。



设计		图号		比例
		02		
制图		电工电子技术竞赛组委会		

附录四 自动化生产线程序



自动化生产线程序
26 KB