

高等职业教育“十二五”规划教材
高等职业教育自动化类专业规划教材

自动化生产线的 安装与调试

ZIDONGHUA SHENGCHAN XIANDE
ANZHUANG YU TIAOSHI

主 编 晏华成 傅蕴端

副主编 桂存兵 高 琳 郭艳平 宋俊锡



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

高等职业教育“十二五”规划教材
高等职业教育自动化类专业规划教材

自动化生产线的安装与调试

主编 晏华成 傅蕴端
副主编 桂存兵 高琳 郭艳平 宋俊锡

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以自动化生产系统的组成与应用为中心,同时融入了国家可编程控制系统设计师三级标准和自动化生产线安装与调试职业技能竞赛标准,即“课、证、赛”相融,对于培养学生的机电一体化与自动化技术综合应用水平,提高学生的工程实践能力以及考证、参加技能竞赛具有重要的意义。除模块一和模块七外,其他模块都遵循“教、学、做”一体化的编写思路,每个模块包括项目任务、相关知识、项目实施三大部分组成。

本书可作为高等职业院校机电一体化专业、机械制造及自动化专业、电气自动化专业等相关专业的教材,也可作为相关技术培训的教材及参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

自动化生产线的安装与调试/晏华成,傅蕴端主编. --北京:电子工业出版社,2015.9
ISBN 978-7-121-27132-8

I. ①自… II. ①晏… ②傅… III. ①自动生产线—安装—高等教育—教材 ②自动生产线—调试方法—高等教育—教材 IV. ①TP278

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第215074号

策划编辑:朱怀永

责任编辑:朱怀永 特约编辑:底波

印刷:三河市鑫金马印装有限公司

装订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:11.75 字数:297千字

版次:2015年9月第1版

印次:2015年9月第1次印刷

印数:3000册 定价:26.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换,若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

“自动化生产线的安装与调试”是电气自动化、机电一体化等专业的专业核心课程，涉及机械、气动、传感器、电机与拖动、电子电路、电气控制、PLC 及网络控制等诸多技术领域，是对以上领域的一体化、系统化处理过程，对于培养学生的机电一体化与自动化技术综合应用水平，提高学生的工程实践能力具有重要的意义。由于近几年自动化生产线得以广泛应用，且涉及的知识综合性很强，因此目前关于这方面的教材很少，以自动化生产线 SKPLC3 II 为主编写的教材更是没有。目前广东省可编程控制系统设计师三级考核装置和机电一体化职业技能竞赛装置都是自动化生产线 SKPLC3 II，因此编写一本以自动化生产线 SKPLC3 II 为主的教材是很有必要的。

本书包括七大模块：分别为模块一认识与了解自动生产线系统；模块二气动技术在自动生产线中的应用；模块三 PLC 与变频器通信技术在自动生产线中的应用；模块四 PLC 网络通信技术在自动生产线中的应用；模块五步进电动机、伺服电动机在自动生产线中的应用；模块六过程控制在自动生产线中的应用；模块七自动化生产线维护与故障排除。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

2015 年 7 月

目 录

模块一 认识与了解自动生产线系统	1
一、自动化生产线的概念	1
二、自动化生产线的发展概况	2
三、认知 SKPLC3 II 型自动化生产线	2
模块二 气动技术在自动生产线中的应用	13
一、模块项目任务	13
二、相关知识	14
三、项目实施	36
模块三 PLC 与变频器通信技术在自动生产线中的应用	42
一、模块项目任务	42
二、相关知识	43
三、项目实施	58
模块四 PLC 网络通信技术在自动生产线中的应用	67
一、模块项目任务	67
二、相关知识	69
三、项目实施	85
模块五 步进电动机、伺服电动机在自动生产线中的应用	95
一、模块项目任务	95
二、相关知识	97
三、项目实施	122
模块六 过程控制技术在自动生产线中的应用	131
一、项目任务	131
二、相关知识	132
三、项目实施	148
模块七 自动化生产线维护与故障排除	153
一、工件自动分拣生产线的技术要求	153
二、工作任务内容	156
三、项目实施	156
四、自动化生产线常见故障及排除方法	177

模块一

认识与了解自动生产线系统

一、自动化生产线的概念

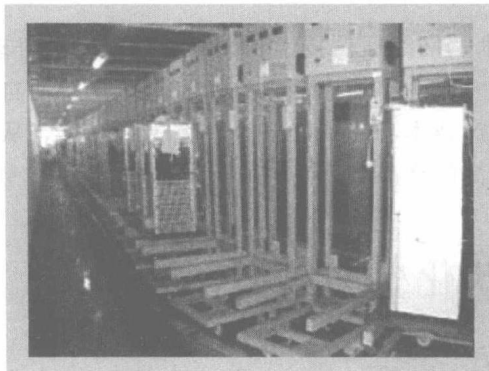
自动化生产线由自动执行装置（包括各种执行器件、机构，如电机、电磁铁、电磁阀、气动与液压装置等）组成，经各种检测装置（包括各种检测器件、传感器、仪表等），检测各装置的工作进程、工作状态，经逻辑、数理运算、判断，按生产工艺要求的程序，自动进行生产作业的流水线。图 1-1 给出了一些自动化生产线的例子。



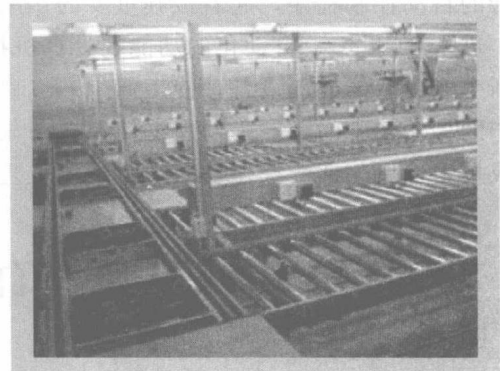
(a) 彩电总装线



(b) 组合音箱组装线



(c) 饮水机测试线



(d) 汽车小冰箱组装线

图 1-1 自动化生产线例子

自动化生产线不仅要求线体上各种机械加工装置能自动地完成预定的各道工序及其工艺过程，使产品成为合格的制品，而且要求在装卸工件、定位夹紧、工件在工序间输送、工件的分拣甚至包装等都能自动地进行，使其按照规定的程序自动地进行工作。例如在图 1-1 (a) 所示的彩电总装线和图 1-1 (b) 所示的组合音箱组装线中，为了使产品在不同工位进行组装，产品的输送和定位都是重要的一环。

简单的说，自动化生产线是由工件传送系统和控制系统，将一组自动机床和辅助设备按照工艺顺序连接起来，自动完成产品全部或部分制造过程的生产系统，简称自动线。

二、自动化生产线的发展概况

自动线所涉及的技术领域是很广泛的，它的发展、完善是与各种相关技术的进步及互相渗透紧密相连的。各种技术的不断更新推动了它的迅速发展。

可编程控制器是一种以顺序控制为主、网路调节为辅的工业控制器。它不仅能完成逻辑判断、定时、记数、记忆和算术运算等功能，而且能大规模地控制开关量和模拟量。基于这些优点，可编程控制器取代了传统的顺序控制器，开始广泛应用于自动化生产中的控制系统。

机器人技术由于微机的出现，内装的控制器被计算机代替而产生了工业机器人，以工业机械手最为普遍。各具特色的机器人和机械手在自动化生产中的装卸工件、定位夹紧、工件传输、包装等部分得到广泛使用。现在正在研制的新一代智能机器人不仅具有运动操作技能，而且还有视觉、听觉、触觉等感觉的辨别能力，具有判断、决策能力。这种机器人的研制成功，将把自动化生产带入到一个全新的阶段。

液压和气动技术，特别是气动技术，由于使用的是取之不尽的空气作为介质，具有传动反应快、动作迅速、气动元件制作容易、成本小和便于集中供应和长距离输送等优点，而引起人们的普遍重视。气动技术已经发展成为一个独立的技术领域，在各行业，特别是自动线中得到迅速的发展和广泛的使用。

此外，传感技术随着材料科学的发展和固体效应的不断出现，形成了一个新型的科学技术领域。在应用上出现了带微处理器的“智能传感器”，它在自动化生产中监视着各种复杂的自动控制程序，起着极其重要的作用。

进入 21 世纪，自动化的功能在计算机技术、网络通信技术和人工智能技术的推动下，不断生产出智能控制设备，使工业生产过程有一定的自适应能力。所有这些支持使自动化生产的相关技术的进一步发展，使得自动化生产技术功能更加齐全、完善、先进，从而能完成技术性更复杂的操作和生产或装配工艺更高的产品。

三、认知 SKPLC3 II 型自动化生产线

赛杰 SKPLC3 II 自动化生产线实训装置由铝合金导轨式实训台、典型的自动化生产线设备的机械部件、PLC 模块单元、触摸屏模块单元、变频器模块单元、按钮模块单元、电源模块单元、模拟生产设备实训模块、接线端子排和各种传感器等组成。整体结构采用

开放式和拆装式，可根据现有的机械部件组装生产设备，也可添加机械部件组装其他生产设备，使整个装置能够灵活地按要求组装成具有模拟生产功能的自动化生产线设备，其外观如图 1-2 所示。

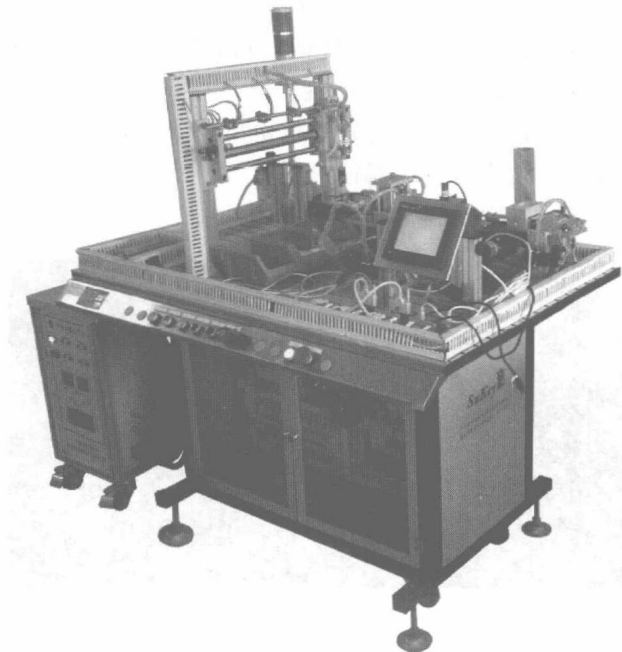


图 1-2 赛杰 SKPLC3 II 自动化生产线实训装置外观图

该系统包含了自动化生产线中所涉及的如电机驱动、机械传动、气动、触摸屏控制、可编程控制器、传感器、3A 模块、高速编码器、主从站通信、变频调速等多项技术，能提供了一个典型的综合实训环境，对诸多单科的专业知识和基础知识，在这里能得到全面的认识、综合的训练和实际运用。

(一) 送料装置机构

组成：送料装置由双联气缸、存料仓、光纤传感器、磁性开关、电磁阀（VE1000 系列）等组成，如图 1-3 所示。

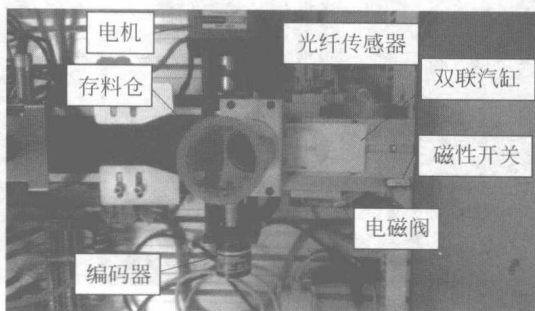


图 1-3 送料装置机构

功能：存料仓用于存放圆形工件，双联气缸用于推出存料仓工件。当光纤传感器检测到工件是，根据 PLC 指令，电磁阀得电，驱动双联气缸自动将圆形工件推到输送带上。

元件原理：① 双联气缸。两端都有两个活塞杆，工作时，由于电磁阀的动作，气缸右腔通入气压，使得气缸向前推。电磁阀断电时，气缸向后回位。

② 编码器（如图 1-4 所示）。通过光电转换，可将输出轴的角位移、角速度等机械量转换成相应的电脉冲以数字量输出（REP）。它分为单路输出和双路输出两种。技术参数主要有每转脉冲数（几十个到几千个都有）和供电电压等。单路输出是指旋转编码器的输出是一组脉冲，而双路输出的旋转编码器输出两组 A/B 相位差 90° 的脉冲，通过这两组脉冲不仅可以测量转速，还可以判断旋转的方向。



图 1-4 编码器实物图

③ 电磁阀。驱动电源为 24V，根据线圈电源的 ON/OFF。电磁阀利用其电磁线圈通电时，静态芯对铁芯产生电磁吸力使阀芯切换，达到改变气流方向的目的。

④ 光纤传感器。由光纤检测头、光纤放大器两部分组成。光纤检测头的尾端部分分成两条光纤，使用时分别插入放大器的两个光纤孔。

⑤ 磁性接近开关。当有磁性物体接近磁控开关时，磁控开关被磁化从而使得接点吸合在一起，从而使回路接通。

⑥ 电机（如图 1-5 所示）。交流 220V 电机，主要带动皮带运行。



图 1-5 电机实物图

(二) 物料检测机构

组成：电容传感器、电感式接近开关、漫反射式接近开关。

功能：用于对物料的颜色、材质以及开口的朝向进行检测。

① 电容传感器工作原理（如图 1-6 所示）。当有物体移动到接近开关时，无论它是否为导体，由于物体的接近，总要使电容的介电常数发生改变，从而使电容量发生变化，使得和测量头相连的电路状态也随之发生变化，由此便可以控制开关的接通或断开。这种接近开关检测的对象，不限于导体，可以是绝缘的液体或粉状物等。我们就是利用它的特点对物料进行开口朝向的检测。



图 1-6 电容传感器实物图

② 电感式接近开关工作原理（如图 1-7 所示）。开关内部有一个线圈，线圈通有一定的频率电流，从而产生磁场。导电物体在接近接近开关的电磁场时，使物体内部产生涡流。这个涡流反作用到接近开关，使开关内部电路参数发生变化，由此判别有无导电物体靠近，进而控制开关的通或断。接近开关所能检测的物体必须是导电体。

③ 漫反射式接近开关工作原理（如图 1-8 所示）。它是一种集发射器和接收器于一体的传感器，当有被检测物经过时，物体将光电开关发射器发射的足够量的光线发射到接收器，于是光电开关就产生了开关信号。当被检测物体的表面光亮或其反光率极高时，漫反射式的光电开关是首选的检测元件。

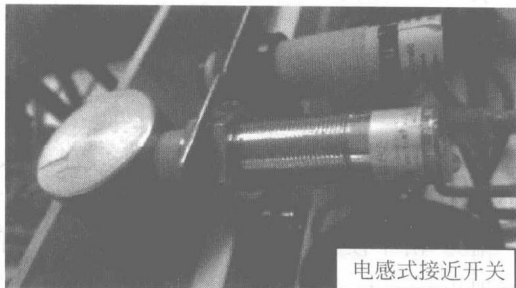


图 1-7 电感式接近开关实物图



图 1-8 漫反射式接近开关实物图

(三) 翻转机械手机构

组成：夹指气缸、槽式光电开关（左右限位）、升降气缸、磁控接近开关（上下限位）、旋转电机、电磁阀，如图 1-9 所示。

元件原理：① 槽式光电开关（左右限位）。它通常采用标准的 U 形结构，其发生器与接收器分别位于 U 形槽的两边，并形成一道光轴，当有物体经过 U 形槽并阻挡光轴时，

光电开关就会产生开关信号。槽式光电开关比较适合检测高速运动的物体，并且它能够分辨透明与半透明物体，使用过程中安全可靠。

② 升降气缸。主要有缸筒、活塞杆、前后端盖及密封件等组成，用于机械手的升降动作。通常处于升的状态，当信号来时，通过控制电磁阀，使得气缸下降。

③ 磁性接近开关（上下限位，如图 1-10 所示）。当有磁性物体接近磁控开关时，磁控开关被磁化从而使得接点吸合在一起，从而使回路接通。



图 1-9 翻转机械手机构

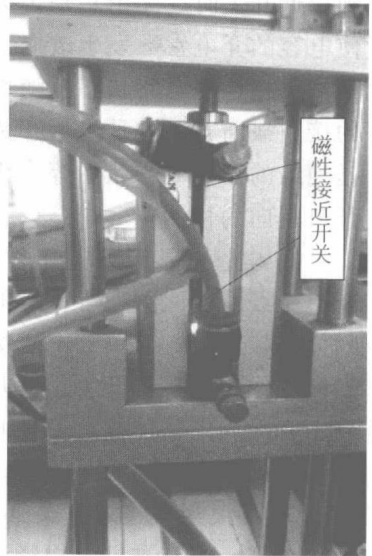


图 1-10 磁性接近开关实物图

④ 旋转电机。利用通电导线在磁场中会受力的原理工作的。

(四) 推料装置机构

① 双作用气缸：往返运动是依靠压缩空气从缸内被活塞分隔开的两个腔室（有杆腔、无杆腔）交替进入和排出来实现的，压缩空气可以在两个方向上做功。由于气缸活塞的往返运动全部靠压缩空气来完成，所以称为双作用气缸。由于没有复位弹簧，双作用气缸

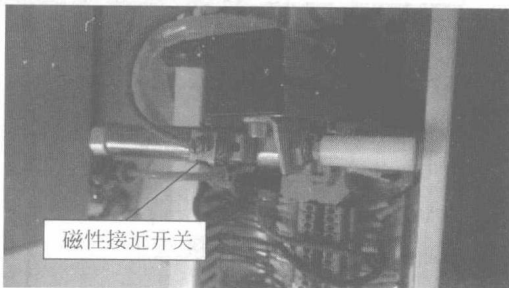


图 1-11 磁性接近开关实物图

可以实现更长的有效行程和稳定的输出力。但双作用气缸是利用压缩空气交替作用于活塞上实现伸缩运动的，由于回缩时压缩空气有效作用面积较小，所以产生的力要小于伸出时产生的推力。

② 磁性接近开关（如图 1-11 所示）。当有磁性物体接近磁控开关时，磁控开关被磁化从而使得接点吸合在一起，从而使回路接通。

(五) 龙门机械手机构

组成：光电开关、开关、磁性开关、缓冲器、X 轴（磁性耦合气缸）、Y 轴（单轴气缸）、真空发生器、吸盘、电磁阀，如图 1-12 所示。

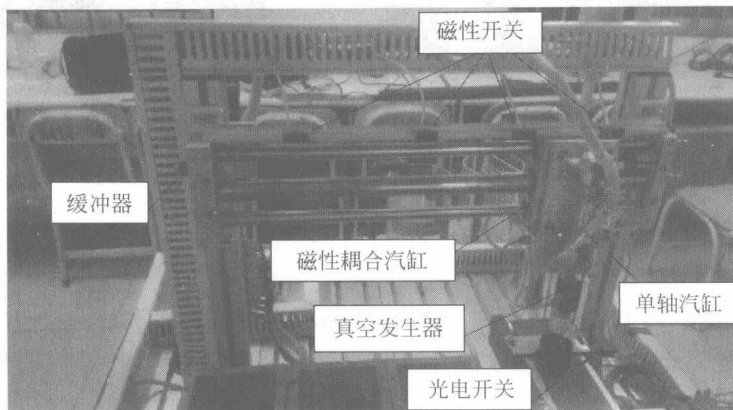


图 1-12 龙门机械手机构

元件原理：当光电开关检测到物件时，将信号反馈回 PLC；吸盘移栽机械手在 PLC 程序的驱动下，Y 轴气缸下降，真空吸盘将工件吸住并上升，最后由 X 轴气缸移至指定的位置放下完成一周期分料。

① 单轴气缸。当工件来到皮带末端，PLC 发出信号给电磁阀，单轴气缸推出；电磁阀断电时，单轴气缸回归。

② 真空发生器（如图 1-13 所示）。真空发生器根据喷射器原理产生真空。当压缩空气从进气口流向排气口时，在真空口上就会产生真空。吸盘与真空口连接。如果在进气口无压缩空气，则抽空过程就会停止。

③ 缓冲器。当滑台移动到尽头时，缓冲弹簧被压缩，形成一个缓冲的力。

④ 磁性耦合气缸。磁性耦合式气缸在活塞上安装了一组高磁性稀土永磁环，其输出力的传递靠磁性耦合，由内磁环带动缸筒外边的外磁环与负载一起移动。

⑤ 电磁阀（如图 1-14 所示）。驱动电源为 24V，根据线圈电源的 ON/OFF。电磁阀利用其电磁线圈通电时，静态芯对动铁芯产生电磁吸力使阀芯切换，达到改变气流方向的目的。

⑥ 光电开关（如图 1-15 所示）。当有物体移向接近开关时，无论它是否为导体，由于它的接近，总要使电容的介电常数发生变化，使电容量发生变化，使得和测量头相连的电路状态也随之发生变化，由此便可控制开关的接通或断开。这种接近开关检测的对象不限于导体，还可以是绝缘的液体或粉状物等。



图 1-13 真空发生器实物图



图 1-14 电磁阀组实物图



图 1-15 光电开关实物图

(六) 配电柜介绍

组成：主站三菱 PLC (FX2N-48MR)、从站三菱 PLC (FX2N-16MR)、24V 开关电源、3A 模块、电源开关 (带漏电保护)、D700 变频器、变压器和操作面板的各部分控制开关，如图 1-16 所示。



图 1-16 配电柜实物图

各部分功能：

- ① 启动。系统在机械复位时，按启动按钮系统自动运行。
- ② 停止。系统在正常运行或调试过程时，按停止按钮系统暂停在当前位置等待，按启动按钮系统将继续自动运行。
- ③ 复位按钮。系统运行之前，如果系统不在机械原位，则需要按下复位，系统回到原位后再启动运行。
- ④ 急停开关。按下紧急停止按钮可以防止对人身、系统或工作站造成损伤。
- ⑤ 运行灯。作为状态显示、运行或复位时，绿色指示灯亮；停止时，红灯亮。
- ⑥ 选择开关。可以选择自动、手动等模式。
- ⑦ 电源开关。用作电源的保护和接通电源。
- ⑧ 主站 PLC。对间歇式送料装置、传送带、检测装置、工件翻转装置、双容水箱进

行控制。

- ⑨ 从站 PLC。龙门机械手装置的各部分控制。
- ⑩ 变频器。用于皮带电机的无级调速。
- ⑪ 3A 模块。用于 A/D（模数转换）和 D/A（数模转换）。

（七）水箱与气动辅件

水箱组成：放水电机、储水箱、水泵、压力继电器、水管，如图 1-17 所示。

各部分功能：

- ① 泵。把储水箱的水抽到水箱里。
- ② 水箱。装水的高度不能超过 390mm。
- ③ 压力继电器。压力继电器是利用液体的压力来启闭电气触点的液压电气转换元件。当系统压力达到压力继电器的调定值时，发出电信号，使电气元件（如电磁铁、电机、时间继电器、电磁离合器等）动作，使油路卸压、换向，执行元件实现顺序动作，或关闭电动机使系统停止工作，起安全保护作用等。
- ④ 放水电机（如图 1-18 所示）。用于把水箱的水排放到储存箱内。



图 1-17 水箱实物图



图 1-18 排水电机实物图

- ⑤ 调压阀。对泵输出的压力进行稳定调节并输出到设备。
- ⑥ 空气过滤器。对空气的杂质进行过滤。
- ⑦ 油雾器。对气缸进行润滑。

（八）接线图

- ① 主站 PLC 接线图如图 1-19 所示。
- ② 从站 PLC 接线图如图 1-20 所示。
- ③ 3A 模块（IO）图如图 1-21 所示。
- ④ 双容水箱接线图如图 1-22 所示。

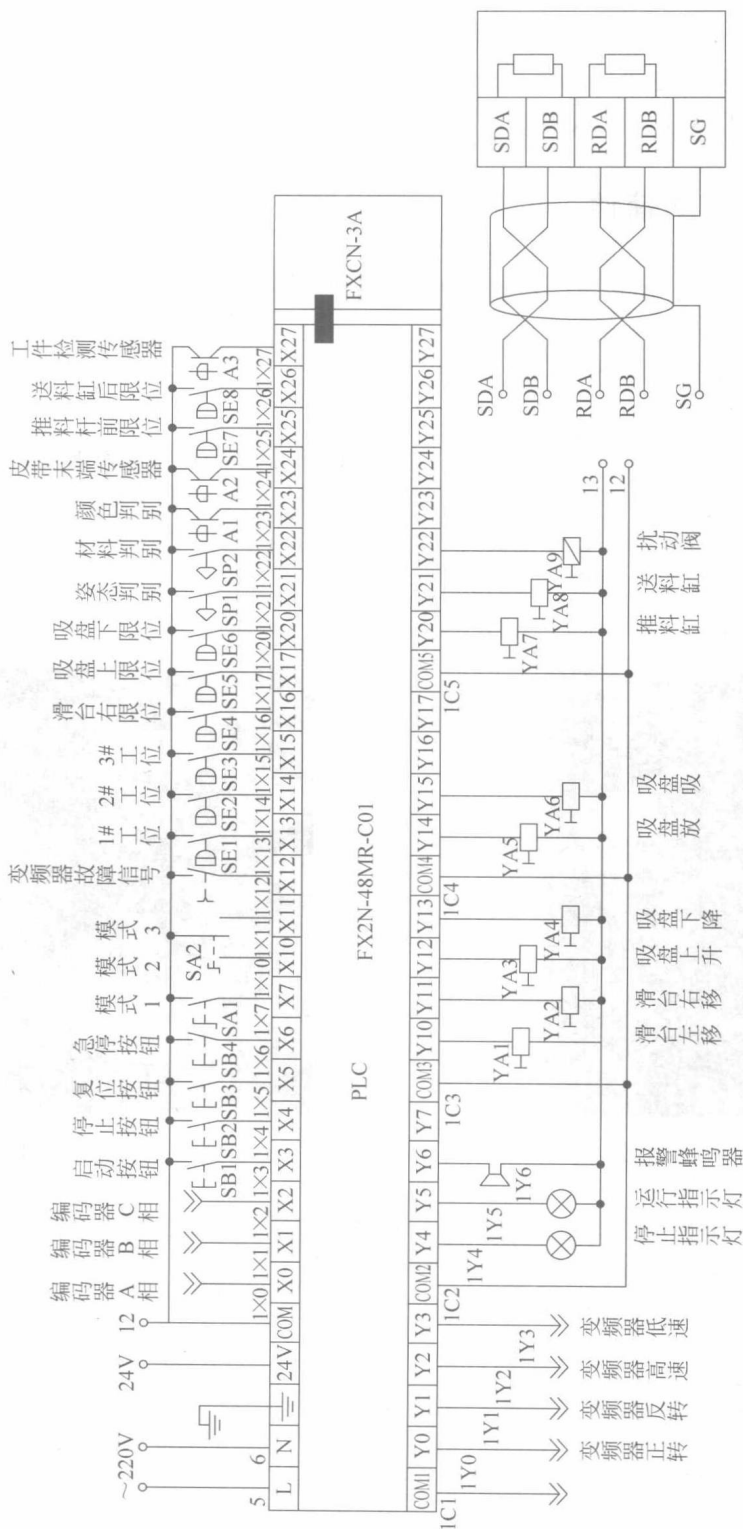


图 1-19 主站 PLC 接线图

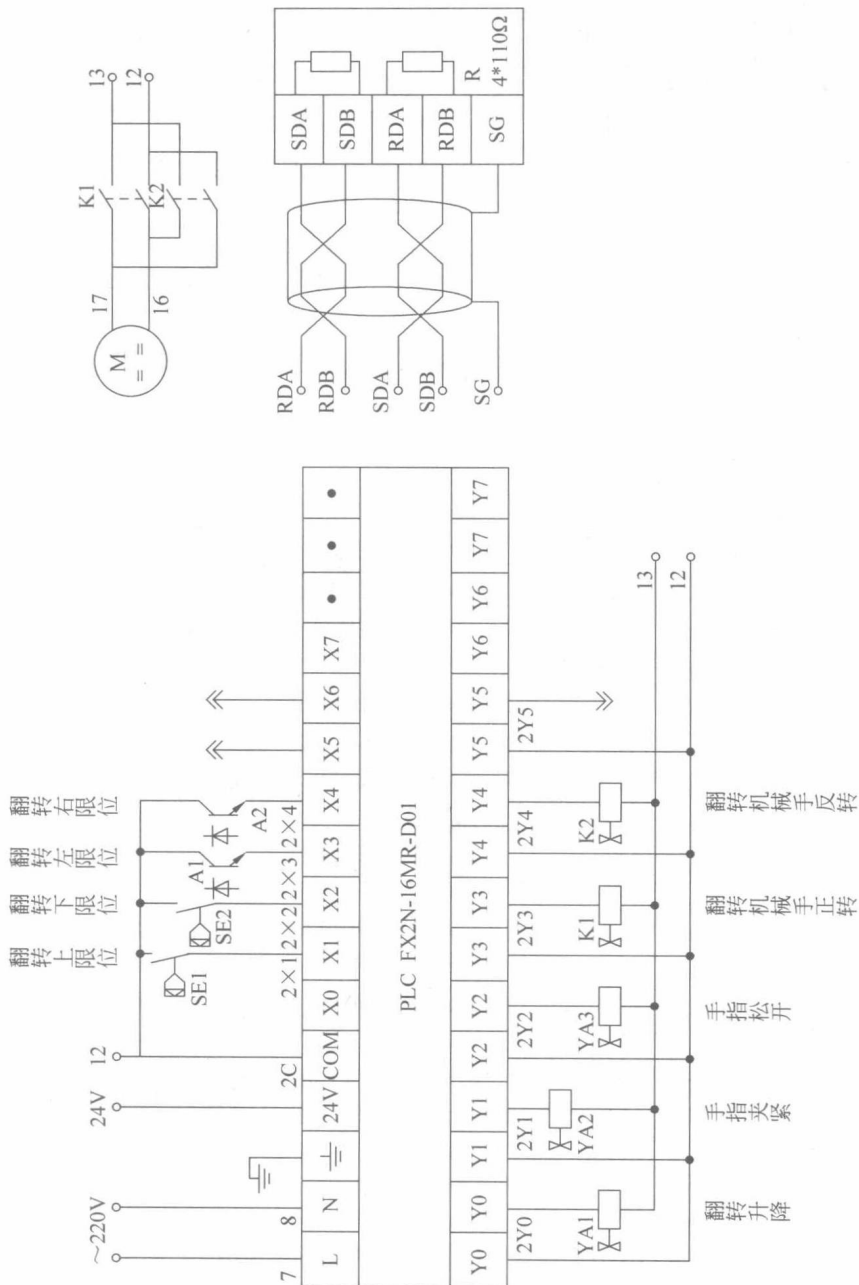


图 1-20 从站 PLC 接线图

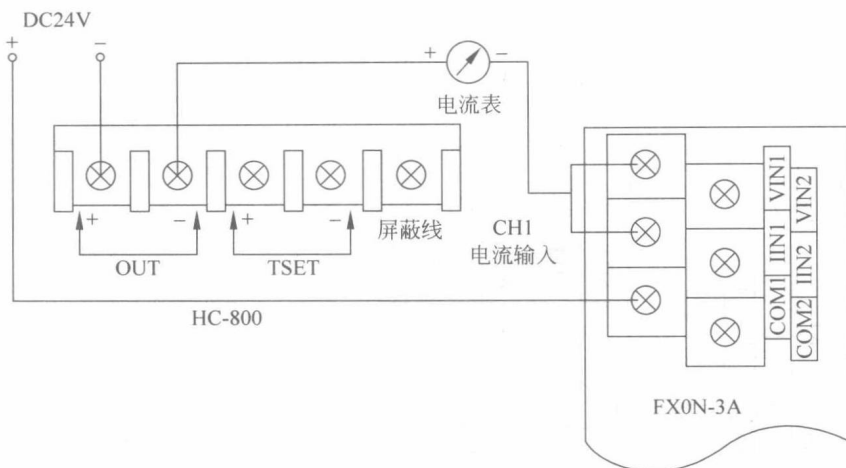


图 1-21 3A 模块 (IO) 图

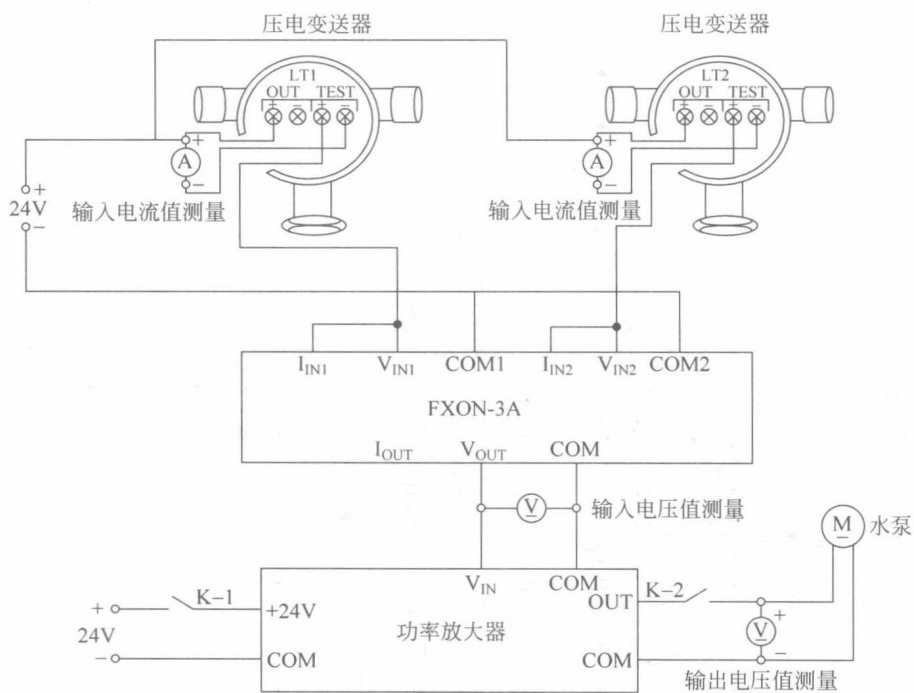


图 1-22 双容水箱接线图