

巍巍交大 百年书香
www.jiaodapress.com.cn
bookinfo@sjtu.edu.cn



丛书策划 张荣昌
责任编辑 王清 孟海江
封面设计 唐韵设计

智能制造基础技术系列教材

电机与电气控制
数字电子技术基础
传感器原理与检测技术
印制电路板设计与制作
人工智能与Python编程
人工智能控制技术
人工智能基础及应用

PLC应用技术

数控加工工艺
数控编程及零件加工
数控加工编程
变频与伺服控制技术
制造执行系统 (MES)
可编程控制技术
运动控制技术
电力拖动基本控制线路
UG NX 12.0数控编程
数控车削编程与加工

本书提供教学资源包

网址: <https://www.sjhtbook.com>



扫描二维码
关注上海交通大学出版社
官方微信

ISBN 978-7-313-31867-1



9 787313 318671 >
定价: 49.80元

智能制造基础技术系列教材

PLC应用技术

主编◎员莹 尤向阳 郭志冬



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

河南省职业教育一流核心课程配套教材
智能制造基础技术系列教材

PLC应用技术

主编◎员莹 尤向阳 郭志冬



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

河南省职业教育一流核心课程配套教材
智能制造基础技术系列教材

PLC应用技术

主编 员莹 尤向阳 郭志冬



扫一扫
学习资源库



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书遵从行动导向教学理念,采用项目化方式,介绍了西门子公司热门小型 S7-1200 PLC(可编程逻辑控制器)在生产实践中的典型应用。本书由 13 个项目组成,涵盖 S7-1200 PLC 的硬件组成与工作原理、TIA(全集成自动化)博途软件的使用、仿真软件的使用、S7-1200 PLC 的系统配置、硬件和网络组态方法、指令系统及其应用、程序设计方法、模拟量处理等方面的知识,综合了 PLC、传感器、触摸屏、变频器等现代电气控制系统中的典型应用技术。本书按照“知识传递由简单到复杂,能力培养由基础到专项”的思路构建项目内容,图文并茂、内容丰富、实用性强。本书不仅可作为职业院校相关专业的 PLC 应用技术课程的教材,也可作为社会培训及相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 应用技术 / 员莹, 尤向阳, 郭志冬主编.

上海: 上海交通大学出版社, 2024. 12 -- ISBN 978-7-313-31867-1

I. TM571.6

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 202496VM38 号

PLC 应用技术

PLC YINGYONG JISHU

主 编: 员 莹 尤向阳 郭志冬

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

印 制: 北京荣玉印刷有限公司

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16

字 数: 404 千字

版 次: 2024 年 12 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-31867-1

定 价: 49.80 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-6407 1208

经 销: 全国新华书店

印 张: 17.5

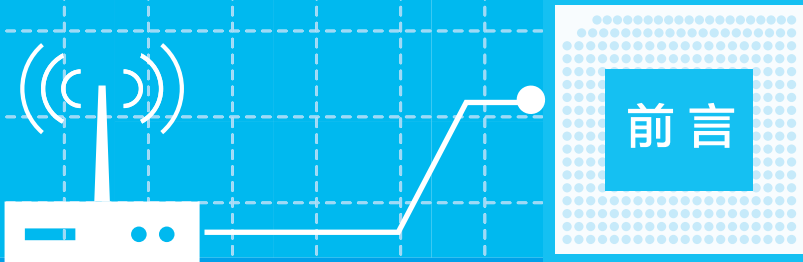
印 次: 2024 年 12 月第 1 次印刷

电子书号: ISBN 978-7-89424-964-7

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 010-6020 6144



前言

PLC（可编程逻辑控制器）技术是电气控制行业的核心技术。S7-1200 PLC 是西门子公司推出的热门小型自动化系统的控制器，体现了 PLC 的未来发展方向。本书遵从行动导向教学理念，采用项目化方式，介绍了 S7-1200 PLC 在生产实践中的典型应用，并按照“知识传递由简单到复杂，能力培养由基础到专项”的思路，编排了 13 个项目，从应用角度出发，将 PLC 技术融入具体的工程实践项目中，培养读者对 PLC 控制系统的分析和设计能力。

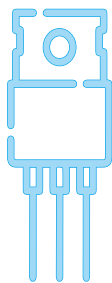
本书贯彻《高等学校课程思政建设指导纲要》和党的二十大精神，落实立德树人根本任务，构建将专业知识与思政教育有机结合的体系，推动价值引领、知识传授和能力培养紧密结合。本书在内容构建方面，面向职业活动，融入国家职业证书标准，对接职业技能等级考核要求，落实国家专业教学标准，结合非标自动化行业岗位能力需求，参考电工职业技能等级证书的标准，融入可编程控制器系统应用编程“1+X”证书的考核要求，由基础到专项设计教学项目。项目一介绍 S7-1200 PLC 的功能特点和编程软件使用方法；项目二和项目三介绍基本位逻辑指令的应用；项目四介绍定时器指令的应用；项目五介绍计数器指令的应用；项目六介绍比较指令的应用；项目七介绍移位指令的应用；项目八介绍顺序控制设计法；项目九和项目十介绍结构化程序设计法；项目十一介绍模拟量控制专项应用；项目十二介绍电动机变频调速控制专项应用；项目十三作为综合项目，重点介绍 SCL（结构化控制语言）在 PLC 程序设计中的应用。在每个项目的任务实施过程中，采取了先理论后实践的模式，为了突出对学生实践能力的培养，理论内容按照“用什么，学什么；用多少，学多少”的原则选取，并合理安排到具体项目中。

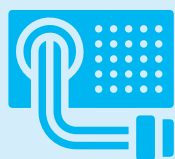
本书在实践活动安排上，除了常规的实践教学项目外，还在项目三和项目十三中引入了虚拟工厂软件的内容，开展基于 TIA Portal 和 Factory IO 联合仿真的实践教学，利用 Factory IO 强大的仿真能力，模拟实际工业场景，通过其逼真的听觉与视觉效果，开展沉浸式实践教学。同时，本书还介绍了 HMI（人机交互）组态与应用技术，以及使用触摸屏进行人机交互配合现场调试的方法。掌握这种联合仿真的思路和方法后，即使在没有控制器和控制对象硬件的情况下，读者只要勤于思考、勇于创造，也可学习并设计出各种复杂的 PLC 控制系统。

PLC 应用技术的发展，体现了科技工作者们坚持不懈的创新精神；PLC 技术的应用，展现了广大工程技术人员为我国工业自动化发展所做的贡献。本书每个项目均设置“拓展阅读”专栏，以行业特点、岗位职责、榜样力量、工程意识四个维度为切入点，弘扬“敬业、规范、严谨、创新”的工匠精神，融入思政元素，鼓励读者以实际行动践行党的二十大精神，用所学技术推动产业升级，助力实现中华民族伟大复兴的中国梦。

本书是河南省 2023 年职业教育一流核心课程（线下）“PLC 应用技术”的配套教材，由河南省高层次人才、省学术技术带头人、省职业教育教学专家员莹教授，全国优秀教师、省级名师尤向阳教授，省级骨干教师郭志冬副教授担任主编，由刘心、赵永刚、王云亮、李远担任副主编，参与编写的还有赵慧峰、葛笑寒、刘志强、杨惠、杜琛鑫。本书在编写过程中参考了兄弟院校教师编写的教材以及使用的教学资料，并得到了同仁的关心和帮助，在此一并表示感谢。此外，编者还为广大一线教师提供了服务于本书的教学资源库，有需要者可发邮件至 2393867076@qq.com 联系教学助手领取。

由于编者水平有限，书中存在的疏漏与不妥之处，敬请广大读者批评指正。





目录

项目一

皮带运输机的启保停控制	1
项目概述	2
知识导图	2
学习目标	2
工作场景	3
控制任务分析	3
知识储备	4
一、S7-1200系列PLC的认识	4
二、S7-1200 PLC的外部接线	5
三、S7-1200 PLC的编程软件	7
四、S7-1200 PLC的工作原理	8
工具准备	9
项目实施	9
实战练习	16
1+X证书对接	20
拓展阅读	21
大国工匠——从“断指铁人”到“大国工匠”	21

项目二

传送带正反转控制	23
项目概述	24
知识导图	24

学习目标	24
工作场景	25
控制任务分析	25
知识储备	26
一、系统存储器	26
二、数据类型	27
三、数据存储区域及寻址方式	29
四、基本位逻辑指令	30
工具准备	30
项目实施	31
实战练习	38
1+X证书对接	44
拓展阅读	45
大国工匠——千锤百炼始成钢	45

项目三

大小包装箱分拣控制	47
项目概述	48
知识导图	48
学习目标	48
工作场景	49
控制任务分析	49
知识储备	51
一、置位与复位指令	51
二、边沿指令	51
三、边沿检测线圈指令	52
四、扫描边沿指令	52
工具准备	53
项目实施	53
实战练习	64
1+X证书对接	70
拓展阅读	72
大国工匠——薪火接续，传承“中国风范”	72

项目四

三相异步电动机的星三角降压启动控制	73
项目概述	74
知识导图	74
学习目标	74
工作场景	75
控制任务分析	75
知识储备	76
一、定时器介绍	76
二、定时器的数据类型	76
三、定时器指令	76
工具准备	79
项目实施	80
实战练习	82
1+X证书对接	84
拓展阅读	85
大国工匠——从小电工到大工匠的“机电神医”	85

项目五

单按钮启停控制	87
项目概述	88
知识导图	88
学习目标	88
工作场景	89
控制任务分析	89
知识储备	89
一、计数器介绍	89
二、计数器的数据类型	90
三、计数器指令	90
工具准备	93
项目实施	93
实战练习	95
1+X证书对接	98
拓展阅读	100
大国工匠——赓续盐湖使命，立志产业报国	100

项目六

传送带产品计数控制	101
项目概述	102
知识导图	102
学习目标	102
工作场景	103
控制任务分析	103
知识储备	103
一、触点比较指令	103
二、值在范围内指令和值超出范围指令	105
三、检查有效性指令和检查无效性指令	105
工具准备	106
项目实施	106
实战练习	109
1+X证书对接	112
拓展阅读	113
大国工匠——熊金恒：只有荒凉的沙漠，没有荒凉的人生	113

项目七

彩灯控制	115
项目概述	116
知识导图	116
学习目标	116
工作场景	117
控制任务分析	117
知识储备	118
一、移位指令	118
二、循环移位指令	119
工具准备	120
项目实施	121
实战练习	126
1+X证书对接	128
拓展阅读	130
大国工匠——做永远发光的螺丝钉	130

项目八

运料小车控制	131
项目概述	132
知识导图	132
学习目标	132
工作场景	133
控制任务分析	133
知识储备	134
一、顺序功能图与顺序功能图的组成	134
二、顺序控制与顺序控制设计法的一般步骤	135
三、顺序功能图的基本结构	136
四、顺序功能图转换为梯形图	137
工具准备	139
项目实施	139
实战练习	146
1+X证书对接	151
拓展阅读	153
大国工匠——一双火眼金睛，一颗工匠心	153

项目九

交通灯控制	155
项目概述	156
知识导图	156
学习目标	156
工作场景	157
控制任务分析	157
知识储备	158
一、S7-1200 PLC的块的类型	158
二、块参数的使用规则	160
工具准备	161
项目实施	161
实战练习	166
1+X证书对接	169
拓展阅读	170
大国工匠——敢啃“硬骨头”，中国制造彰显“硬实力”	170

项目十

电动机组的顺启逆停控制	171
项目概述	172
知识导图	172
学习目标	172
工作场景	173
控制任务分析	173
知识储备	174
一、生成FB	175
二、生成局部变量	175
三、编写FB1的梯形图	176
四、在OB1中调用FB1	177
五、功能与功能块的区别	178
工具准备	178
项目实施	178
实战练习	185
1+X证书对接	188
拓展阅读	190
大国工匠——精益求精，擎起“中国制造”	190

项目十一

两种液体混合控制	191
项目概述	192
知识导图	192
学习目标	192
工作场景	193
控制任务分析	193
知识储备	194
一、模拟量模块	195
二、模拟量输入输出转换后的表达方式	196
三、模拟量信号转换指令	196
四、运算指令	198
工具准备	200
项目实施	200
实战练习	208

1+X证书对接	213
拓展阅读	215
大国工匠——做关键时刻给任务托底的人	215

项目十二

电动机变频调速控制	217
项目概述	218
知识导图	218
学习目标	218
工作场景	219
控制任务分析	219
知识储备	219
一、V20系列变频器	219
二、V20变频器端子接线	220
三、手动调试V20变频器	222
四、V20变频器参数设置	223
工具准备	224
项目实施	224
实战练习	227
1+X证书对接	232
拓展阅读	234
大国工匠——向世界性难题发起挑战	234

项目十三

机械手装配生产线控制	235
项目概述	236
知识导图	236
学习目标	237
工作场景	237
控制任务分析	238
知识储备	239
一、算术表达式	239
二、关系表达式	241
三、逻辑表达式	242

四、常用程序控制指令	243
五、定时器和计数器的SCL语句	245
工具准备	246
项目实施	246
实战练习	256
1+X证书对接	262
拓展阅读	264
大国工匠——创新突破，诠释“中国创造”	264

参考文献	265
------	-----

项目一

皮带运输机的 启保停控制

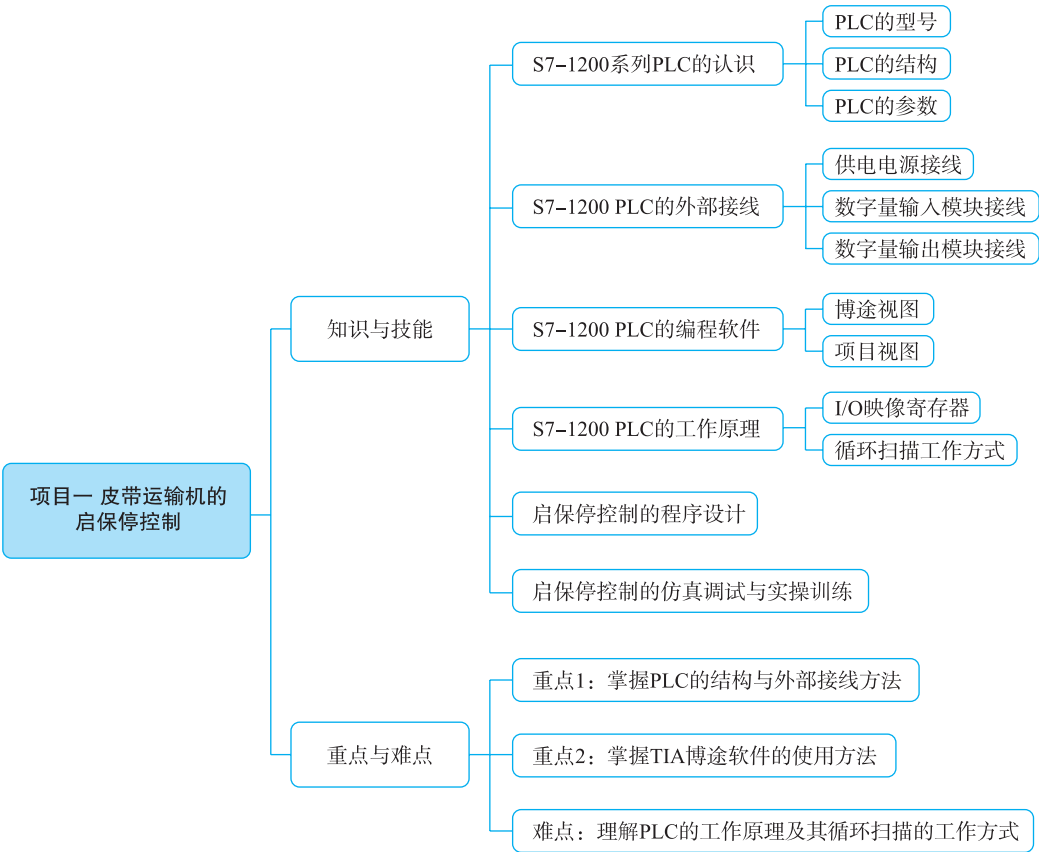


项目概述

启保停控制是一种常用的电气控制系统，其主要作用是控制设备的启动、保持和停止。该电路有多种应用场景，常见于制造业、建筑业、交通运输业和电力行业等。可编程逻辑控制器（PLC）是专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作电子系统，它采用一种可编程的存储器，在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，通过数字式或模拟式的输入、输出来控制各种类型的机械设备或生产过程。本项目利用 S7-1200 PLC 实现皮带运输机的启保停控制，介绍了西门子 S7-1200 PLC 的硬件结构、工作原理；TIA 博途编程软件的使用；皮带运输机控制系统的接线、控制程序编制与调试等内容。



知识导图



学习目标

知识目标

(1) 了解常见的西门子 S7-1200 系列 PLC。

- (2) 掌握西门子 S7-1200 PLC 的结构与工作原理。
- (3) 理解电动机的启保停控制过程。

技能目标

- (1) 会安装 TIA 博途编程软件。
- (2) 能使用 TIA 博途软件完成电动机启保停控制电路的梯形图编写。
- (3) 能够完成 S7-1200 PLC 的外部接线，实现电动机的启保停控制。

素质目标

- (1) 培养分析、解决生产实际问题的能力。
- (2) 提高职业技能和专业素质。
- (3) 养成良好的思维和学习习惯。



工作场景

皮带运输机是重要的散状物料输送与装卸设备，可广泛用于矿山、冶金、建材、化工、电力、食品加工等领域，在煤矿、金属矿、钢铁企业、港口、水泥厂等地都可以看到皮带运输机的大量应用。运输机械不仅能够完成散状物料的输送，还可以输送成件物料。某皮带运输机由一台三相异步电动机来拖动，用 PLC 控制电动机启停，具体要求如下。

- (1) 按下启动按钮，电动机启动运行；按钮复位后电动机保持运行状态。
- (2) 按下停止按钮，电动机停止运行。



控制任务分析

一、控制思路分析

传统电气控制中，实现三相异步电动机启保停的电路如图 1-1 所示。其控制电路工作原理分为以下三步。

- (1) 按下启动按钮发送电动机启动指令，接触器线圈得电，主触头动作，主电路中电动机得电启动。
- (2) 按下停止按钮发送电动机停止指令，接触器线圈断电，主触头断开，主电路中电动机失电停止。
- (3) 在启动按钮两侧并联接触器的辅助触头，实现电动机的自保持。

使用 PLC 实现电动机启保停控制，实质上是用 PLC 内部的程序代替传统电气控制中的控制线路。

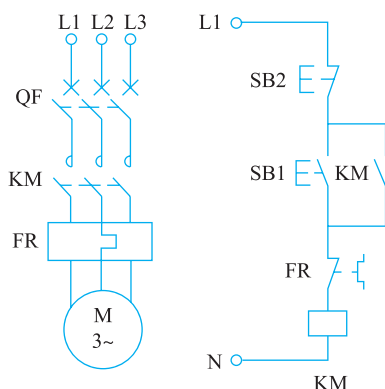


图 1-1 三相异步电动机启保停电路

二、控制信号分析

本项目 PLC 的输入信号有两个，分别是启动按钮 SB1 和停止按钮 SB2，两个输入信号均为开关量。控制程序的编写与其输入按钮的类型有关，本项目中两个按钮均采用常开触点。

三、执行机构分析

执行机构是交流接触器，当接触器线圈通电时，其主触点闭合，电动机运行；当接触器线圈断电，其主触点断开，电动机停止。因此，控制器 CPU（中央处理器）型号选为 1214C DC/DC/Rly 型。



知识储备

一、S7-1200 系列 PLC 的认识

西门子 PLC 因其极高的性价比，在国内外占有很大的市场份额，得到了广泛的应用。S7-1200 PLC 是西门子 PLC 的热门产品，其因设计紧凑、组态灵活、扩展方便、功能强大，可用于控制各种各样的设备，以满足自动化需求。

S7-1200 PLC 的 CPU 将微处理器、集成电源、输入/输出 (I/O) 电路、PROFINET（一种基于以太网的工业通信标准）接口、高速运动控制输入/输出接口及模拟量输入接口紧凑地组合到一个外壳中，形成功能强大的控制器，这使它适用于各种控制系统。S7-1200 PLC 在西门子 PLC 中属于模块化小型 PLC，因此适用于各种中低端独立式自动化系统。其带有一个 PROFINET 接口，用于与编程计算机、HMI（人机交互）、其他 PLC 及带以太网接口的设备进行通信，还可通过使用附加模块如 PROFIBUS（一种串行通信标准）接口、GPRS（通用分组无线服务）接口、RS-485（一种多点数据通信标准）接口或 RS-232（一种标准的串行通信协议）接口等与外界进行通信。S7-1200 PLC 典型硬件结构如图 1-2 所示。

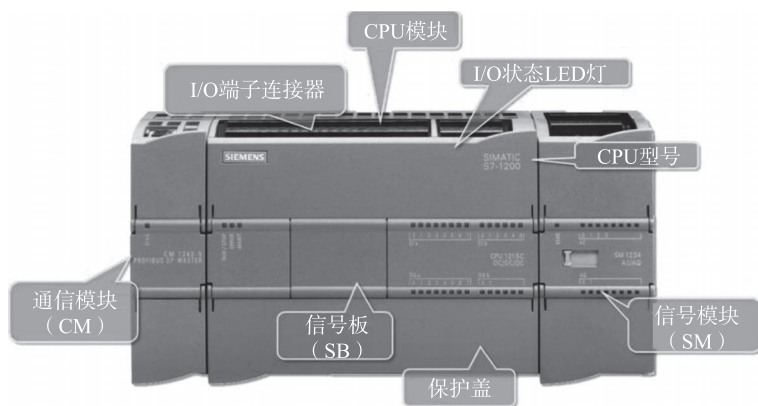


图 1-2 PLC 典型硬件结构

知识链接

S7-1200 PLC 目前常用的 CPU 有 5 种型号，分别是 CPU 1211C、CPU 1212C、CPU 1214C、CPU 1215C、CPU 1217C。以上 5 种型号的 3 种参数对比如表 1-1 所示。

表 1-1 S7-1200 系列 PLC 参数对比

CPU 型号	本体规模 (I/O 点数)	可扩展 I/O 模块数量	网口数量
CPU 1211C	6 输入 /4 输出， 2 模拟量电压输入	0	1
CPU 1212C	8 输入 /6 输出， 2 模拟量电压输入	2	1
CPU 1214C	14 输入 /10 输出， 2 模拟量电压输入	8	1
CPU 1215C	14 输入 /10 输出， 2 模拟量电压输入， 2 模拟量电压输出	8	2
CPU 1217C	14 输入 /10 输出， 2 模拟量电压输入， 2 模拟量电压输出	8	2

二、S7-1200 PLC 的外部接线

1. 供电电源接线

S7-1200 PLC 有两种供电方式，即 DC24 V 和 AC120 ~ 240 V，供电端子的接线方法如图 1-3 所示。其中，标记为 L+/M 的电源端子为直流电源端，而标记为 L1/N 的电源端子为交流电源端，接线时必须首先确认 CPU 的类型及其供电方式。

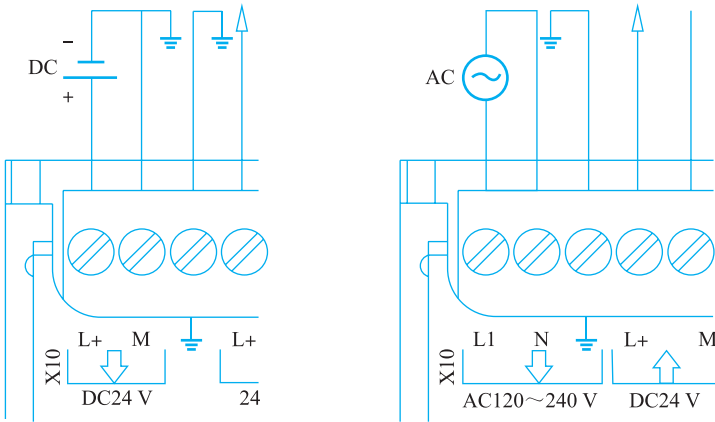


图 1-3 S7-1200 PLC 两种供电方式的电源接线方法

2. 数字量输入模块接线

S7-1200 PLC 的数字量输入方式有 DC24 V 漏型输入和源型输入两种。漏型输入时，数字量输入公共端 1M 接 24 V 直流电源的负极，如图 1-4（a）所示；源型输入时，数字量输入公共端 1M 接 24 V 直流电源的正极，如图 1-4（b）所示。

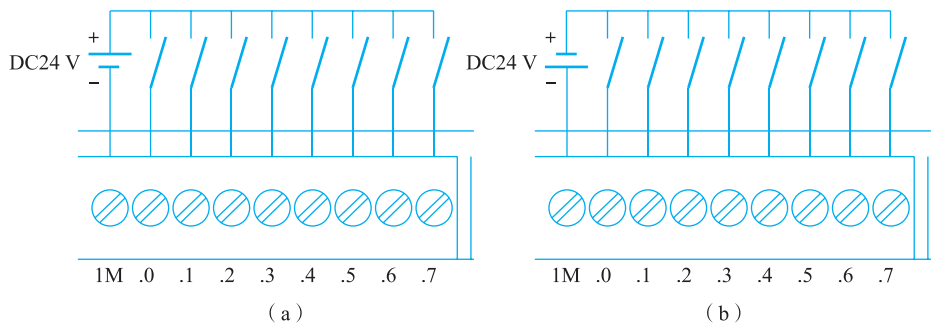


图 1-4 S7-1200 PLC 数字量输入模块接线
(a) 漏型输入；(b) 源型输入

3. 数字量输出模块接线

S7-1200 PLC 的数字量输出方式有晶体管输出和继电器输出两种类型。其中，晶体管输出的 CPU 只支持直流信号输出，如图 1-5（a）所示；继电器输出的 CPU 可以接直流信号，也可以接 120 ~ 240 V 的交流信号，如图 1-5（b）所示。

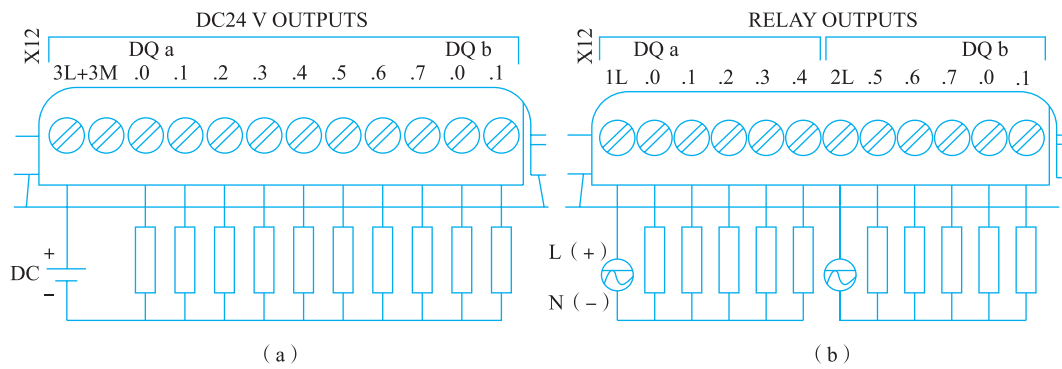


图 1-5 S7-1200 PLC 数字量输出模块接线
(a) 晶体管输出的 CPU；(b) 继电器输出的 CPU

知识链接

有些 S7-1200 PLC 含有模拟量输入模块和模拟量输出模块。模拟量输入模块可以采用标准电流和电压信号，其接线方式根据模拟量仪表或设备线缆个数分为四线制、三线制和二线制三种类型。模拟量输出模块可以输出标准电流和电压信号。

三、S7-1200 PLC 的编程软件

TIA 博途软件是一个可以完成各种自动化任务的工程软件平台。控制器支持 S7-1200 PLC、S7-300 PLC、S7-400 PLC、S7-1500 PLC，在输入 / 输出方面可以与 SIMATIC ET200 系列 CPU 进行通信；在 HMI 方面支持 SIMATIC 精简系列面板、精智面板、移动式面板及 SIMATIC HMISPLUS 面板；在驱动方面可以组态 SINAMICS G/S 系列变频器。软件具备自动系统诊断功能、集成技术、PROFINET 通信功能、控制器 HMI 驱动直接交互功能、强大的库功能及创新的编程语言。在西门子官网可以下载 TIA 博途软件，本书的大部分实例都是在这个软件上仿真或调试运行的。TIA 博途提供基于任务的博途视图和基于项目的项目视图。博途视图如图 1-6 所示，项目树如图 1-7 所示。

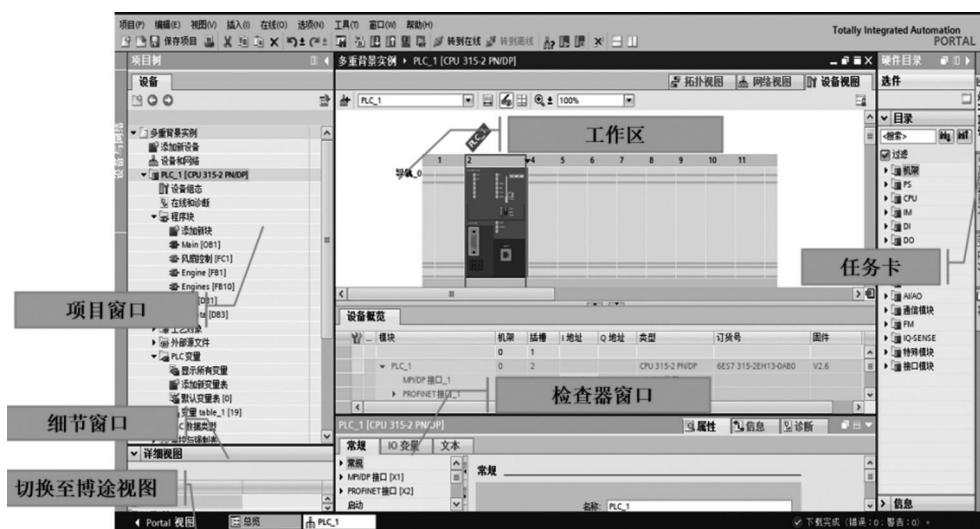


图 1-6 博途视图

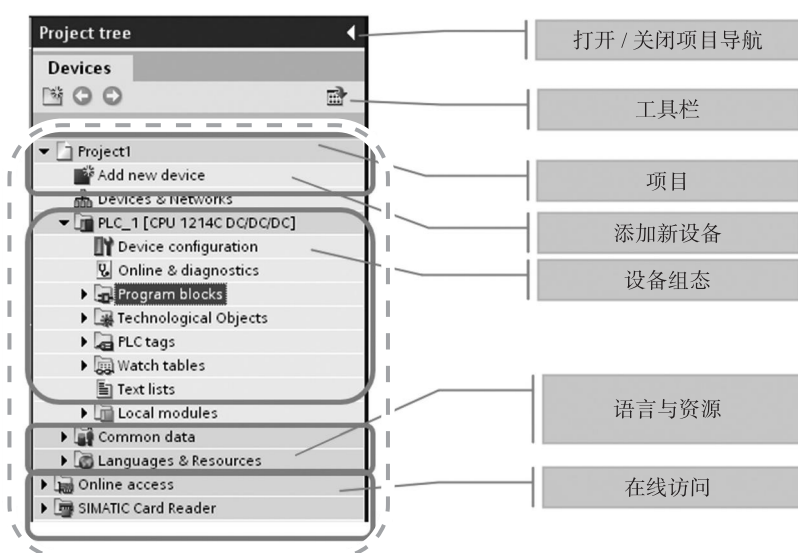


图 1-7 项目树

知识链接

PLC 的教学资料可以在西门子（中国）有限公司工业业务领域工业自动化与驱动技术集团的中文网站下载。在该网站的下载中心即可找到相应的中英文使用手册、产品样本、常见问题及软件等资料。

四、S7-1200 PLC 的工作原理

1. I/O 映像寄存器

在 PLC 存储器内开辟了 I/O 映像寄存器区。对于系统的一个输入端，总有输入映像寄存器区的某一位与之相对应；对于系统的每一个输出端，都有输出映像寄存器区的某一位与之对应。系统的输入 / 输出端的地址编号与 I/O 映像寄存器区地址编号对应。PLC 工作时，将采集到的输入信号状态存放在输入映像寄存器区对应的位上，将运算的结果存放到输出映像寄存器区对应的位上。I/O 映像寄存器区的建立，使 PLC 工作时只和内存有关地址单元所存信息状态发生关系，而系统的输出也只是给内存某一地址单元设定一个状态。

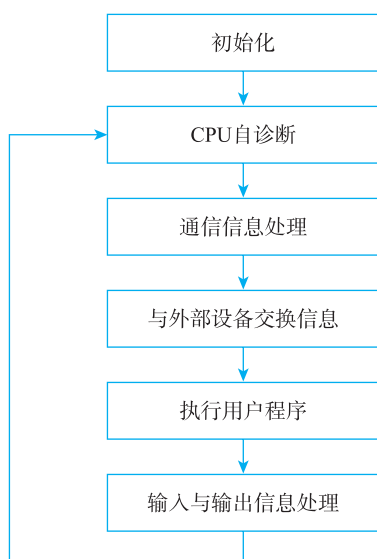


图 1-8 PLC 循环扫描工作原理

2. 循环扫描工作方式

PLC 的循环扫描工作原理如图 1-8 所示，其循环扫描工作过程包括如下步骤。

（1）初始化：PLC 上电后，首先进行系统初始化。

（2）CPU 自诊断：定期检查用户程序存储器、I/O 单元的连接、I/O 总线是否正常，定期复位监控定时器（WDT）等，以确保系统可靠运行。

（3）通信信息处理：在每个通信信息处理扫描阶段，PLC 之间、PLC 与 PC（个人计算机）、PLC 与其他带微处理器的智能装置通信。

（4）与外部设备交换信息：PLC 与外部设备连接时，在每个扫描周期内要与外部设备交换信息。

（5）执行用户程序：PLC 在运行状态下，每个扫描周期都要执行用户程序，执行用户程序时，是以扫描的方式按顺序逐句扫描处理，扫描一条执行一条，运算结果存入输出映像寄存器区对应位。

（6）输入与输出信息处理：PLC 在运行时，每个扫描周期都要进行输入 / 输出信号处理，以扫描的方式把输入信号的状态存入输入映像寄存器区；结果存入输出映像寄存

器区，直至传送到外部被控设备。

知识链接

S7-1200 的 CPU 有 3 种工作模式，即 STOP 模式、STARTUP 模式和 RUN 模式，CPU 前面的状态指示灯用于指示当前工作模式。STOP 模式下，CPU 不执行程序，所有的输出被禁止或按组态时的设置提供替代值或保持最后的输出值，以保证系统处于安全状态，只有在 STOP 模式下才可以下载项目。STARTUP 模式下，CPU 执行一次启动组织块操作，如果系统检测到某种错误，那么 CPU 将不能进入 RUN 模式，并保持在 STOP 模式。RUN 模式下，CPU 会重复执行循环组织块。

工具准备

- 完成本项目需准备如下软、硬件。
- (1) 安装有 TIA 博途 V15.1 或其他版本 TIA 博途软件的计算机 1 台。
 - (2) CPU 型号为 1214C DC/DC/Rly 的 PLC 1 台。
 - (3) 三相交流异步电动机 1 台，交流接触器 1 个，按钮 2 个。
 - (4) 连接 PLC 与编程计算机的网线 1 根。
 - (5) 电工工具 1 套，包含螺丝刀、剥线钳、尖嘴钳、万用表等。
 - (6) 导线若干。

项目实施

步骤一：I/O 分配。

输入 / 输出地址分配表如表 1-2 所示。

表 1-2 输入 / 输出地址分配表

输入	启动按钮	I0.0
	停止按钮	I0.1
输出	电机接触器	Q0.0

步骤二：电路接线。

系统 CPU 采用 CPU 1214C DC/DC/Rly，PLC 的输入与输出端接线图如图 1-9 所示，输入部分采用外接直流电源供电，输出部分采用交流电源供电。

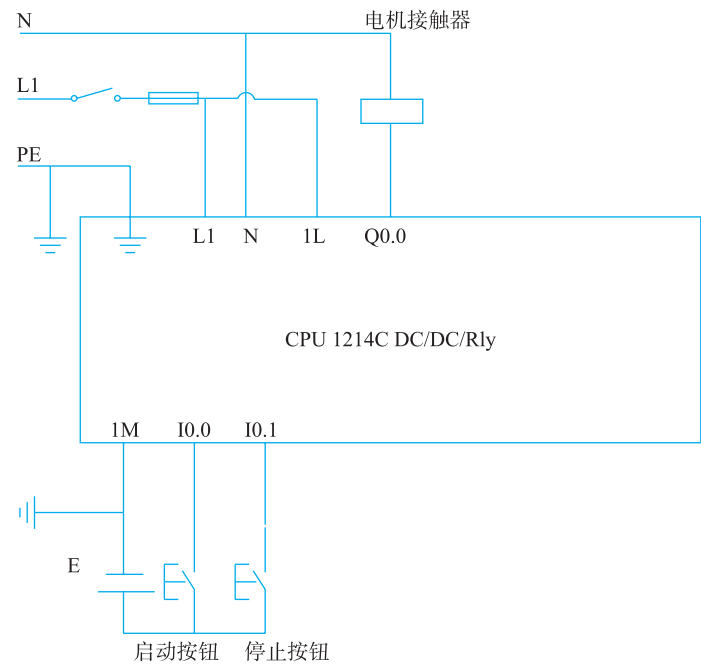


图 1-9 PLC 的输入与输出端接线图

步骤三：博途组态。

(1) 启动 TIA 博途软件，在博途视图中创建新项目，项目名称为“电动机启保停控制”，并选择项目保存路径，如图 1-10 所示。

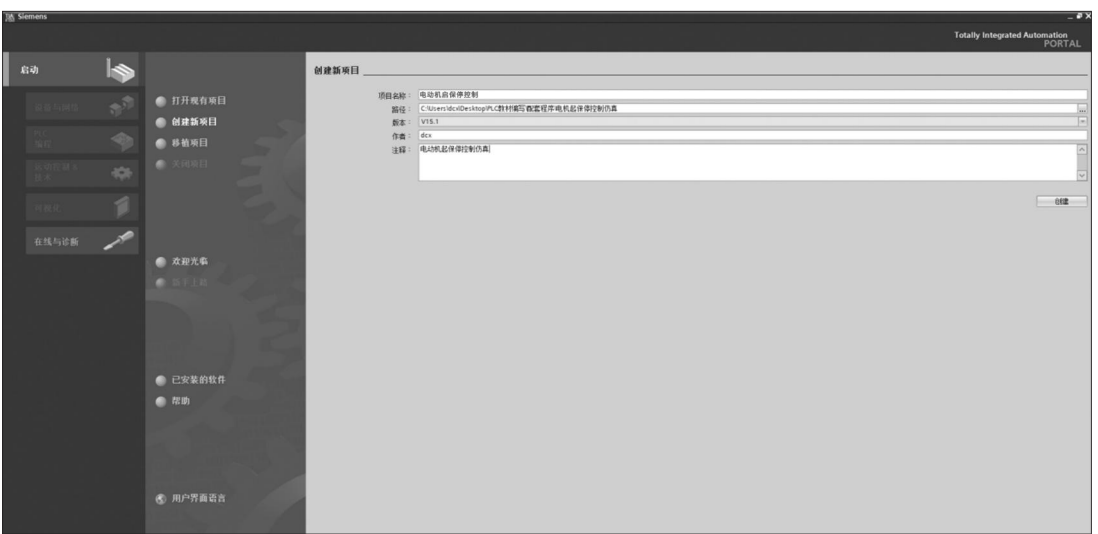


图 1-10 创建项目

(2) 单击左下角的视图切换按钮进入项目视图，在项目树中双击“添加新设备”按钮，选择 CPU 1214C DC/DC/Rly 型 PLC，订货号为 6ES7 214-1HG40-0XB0，固件版本 4.2 以上，如图 1-11 所示。

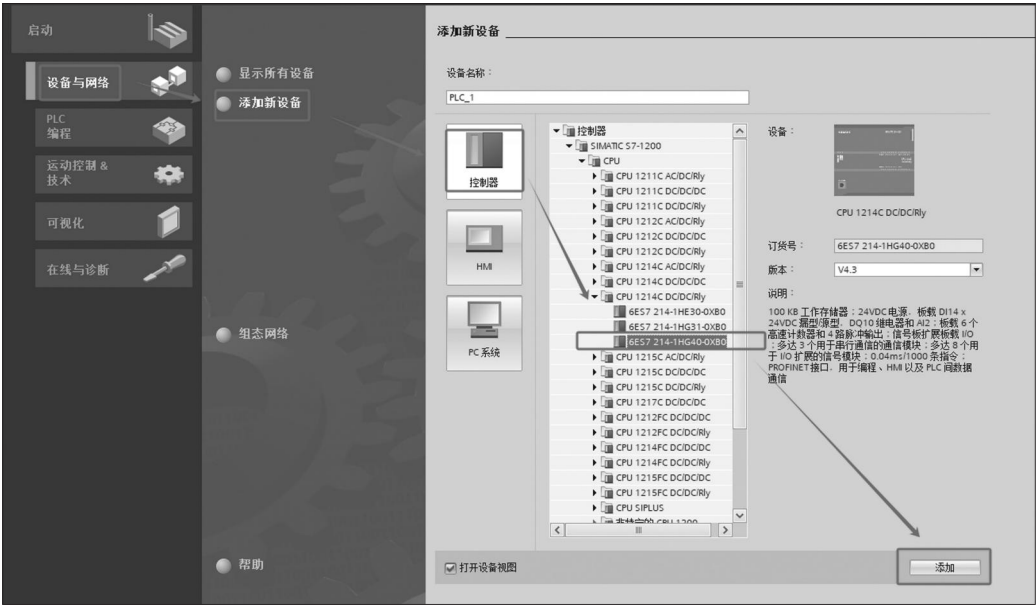


图 1-11 添加一个新设备

项目技巧

在项目树中展开“1214C”，双击“设备组态”，在“设备概览”窗口中可以看到 14 数字量输入字节 I 地址为“0...1”，具体为 I0.0 ~ I1.5；10 数字量输出字节 Q 地址为“0...1”，具体为 Q0.0 ~ Q1.1，如图 1-12 所示。两路模拟量地址为 AI64 和 AI66。

设备概览					
	模块	插槽	I 地址	Q 地址	类型
		103			
		102			
		101			
	PLC_1	1			CPU 1214C DC/DC/Rly
	DI 14/DQ 10_1	1 1	0...1	0...1	DI 14/DQ 10
	AI 2_1	1 2	64...67		AI 2
		1 3			
	HSC_1	1 16	1000...10...		HSC
	HSC_2	1 17	1004...10...		HSC
	HSC_3	1 18	1008...10...		HSC
	HSC_4	1 19	1012...10...		HSC
	HSC_5	1 20	1016...10...		HSC
	HSC_6	1 21	1020...10...		HSC
	Pulse_1	1 32		1000...10...	脉冲发生器 (PTO/PWM)
	Pulse_2	1 33		1002...10...	脉冲发生器 (PTO/PWM)
	Pulse_3	1 34		1004...10...	脉冲发生器 (PTO/PWM)
	Pulse_4	1 35		1006...10...	脉冲发生器 (PTO/PWM)
	PROFINET 接口_1	1 X1			PROFINET 接口
	端口_1	1 X1 P1			端口

图 1-12 设备概览

(3) 设置 IP 地址。单击 CPU，选择“属性”选项卡，在“以太网地址”选项中配置网络，如图 1-13 所示。在“子网”下拉列表中选择“新子网”选项，然后将 IP 地址

改为 192.168.0.1，子网掩码为 255.255.255.0。



图 1-13 配置设备 IP 地址和子网掩码

项目技巧

CPU 的 IP 地址和 PC 的 IP 地址在同一网段内，即前 3 个字节相同，最后一个字节不同。

步骤四：程序设计。

(1) PLC 变量的定义。在 S7-1200 PLC CPU 的编程理念中，特别强调符号变量的使用。在开始编写程序时，用户应当为输入变量、输出变量、中间变量定义相应的符号名，也就是标签，如图 1-14 所示。



图 1-14 在变量表中增加变量

(2) 单击项目视图中左下角的视图切换按钮，切换到博途视图，选择“PLC 编程”选项，双击“缩略图”选项卡中的“Main[OB1]”，打开项目视图中的主程序，进入 OB (组织块) 1 编辑界面，如图 1-15 所示，随后可在该界面编写梯形图程序，如图 1-16 所示。

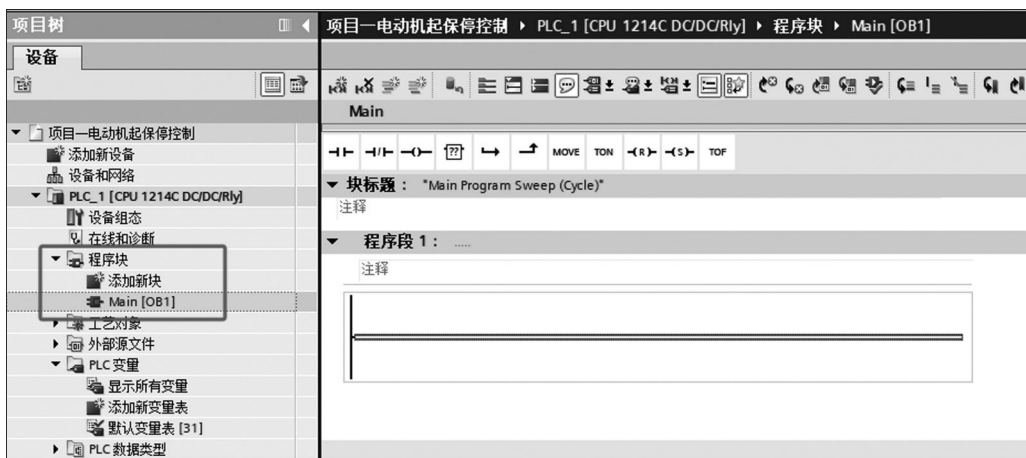


图 1-15 进入主程序编辑页面

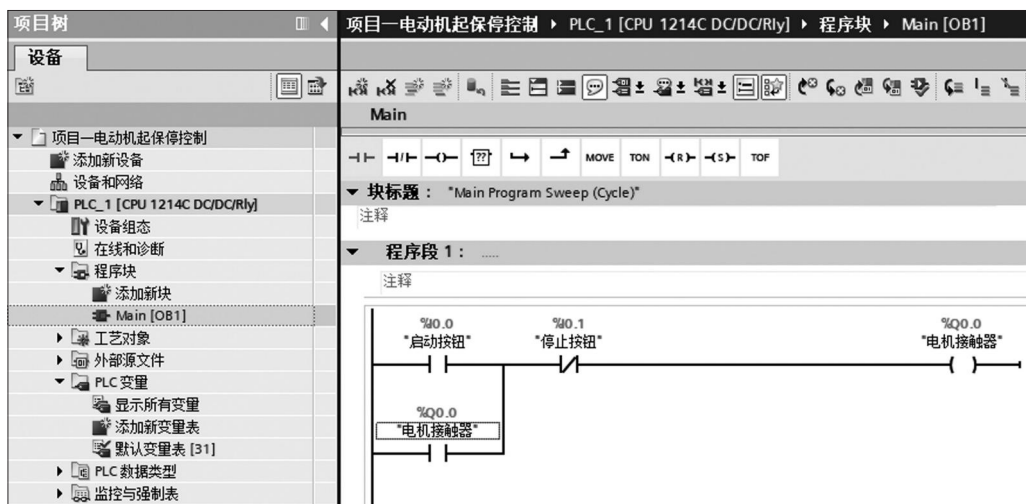


图 1-16 编写梯形图程序

步骤五：下载程序。

(1) 单击“在线”→“仿真”→“启动”按钮，调出 PLCSIM 仿真软件，如图 1-17 所示。

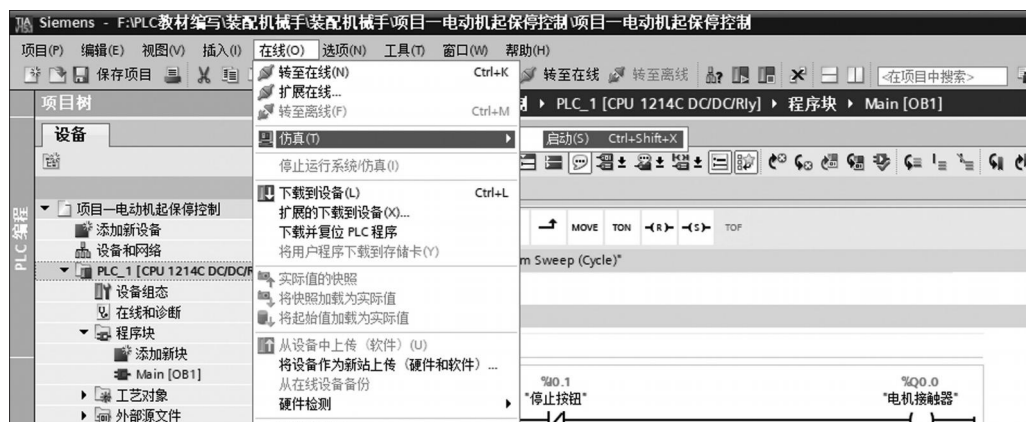


图 1-17 调出 PLCSIM 仿真软件

(2) 单击工具下方的“下载”→“开始搜索”，出现如图 1-18 所示设备界面。单击“下载”按钮进入如图 1-19 所示装载界面。



图 1-18 搜索设备并下载程序



图 1-19 装载界面

(3) 程序装载结束，选择“启动模块”选项并单击“完成”按钮，如图 1-20 所示。

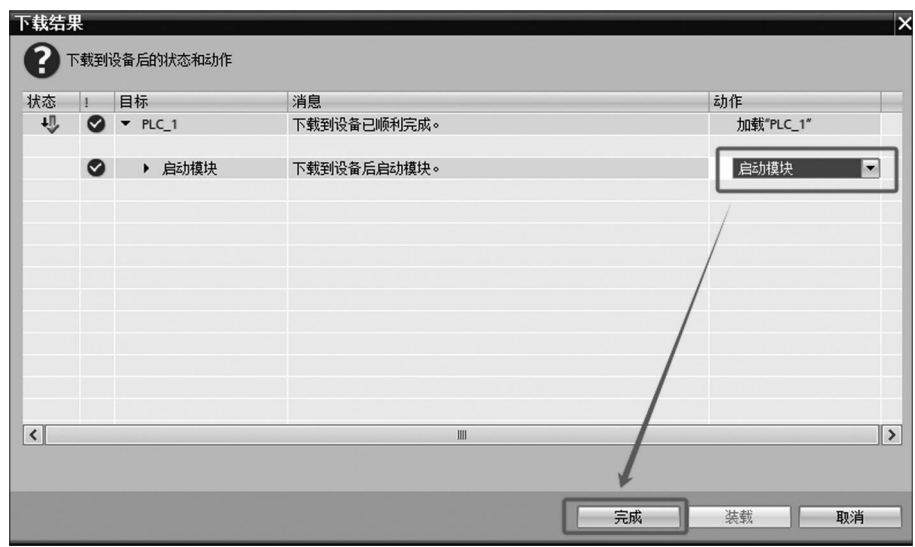


图 1-20 下载设备后启动模块

步骤六：仿真调试。

(1) 单击启用监视按钮，进入运行监视界面，如图 1-21 所示。



图 1-21 启用监视

(2) 如图 1-22 所示，打开“监控与强制表”，在“强制表”中添加启动按钮与停止按钮地址 I0.0 和 I0.1，强制 I0.0 为 1，运行强制，可观察到电机接触器 Q0.0 得电。

步骤七：实物调试。

按图 1-1 所示三相异步电动机启保停电路和图 1-9 所示的 PLC 输入与输出端接线图连接好电路，并通过网线连接 PLC 与编程计算机，确保 PLC 与编程用计算机 IP 地址在同一网段，将程序下载到 PLC，进行现场调试，观察控制效果，并撰写实训报告。

电动机启保停控制系统的仿真测试过程请扫二维码观看。



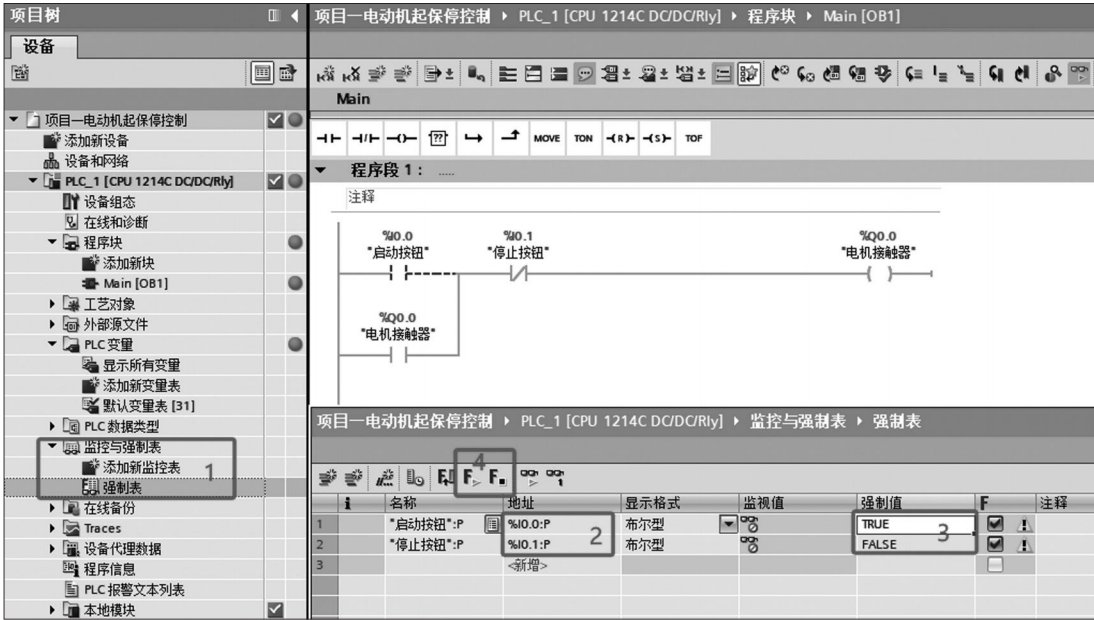


图 1-22 强制变量状态进行仿真

项目技巧

学习过程中，可以先在软件中进行仿真，测试已编写的程序是否能正确实现控制功能。仿真测试时，开启 PLCSIM 仿真工具软件，同时启用监视，通过强制功能或其他功能接通常开触点，测试程序能否正常运行。确定程序正确无误后，再连接真实硬件设备，下载程序进行现场调试。

实战练习

一、实战任务

一台卷扬机由三相异步电动机驱动，施工人员通过一个按钮控制卷扬机的启停，请用 PLC 实现该电动机的点动控制。

二、控制要求

- (1) 按下按钮电动机运行。
- (2) 释放按钮电动机停止。

三、实战步骤

(1) 硬件组态如图 1-23 所示。

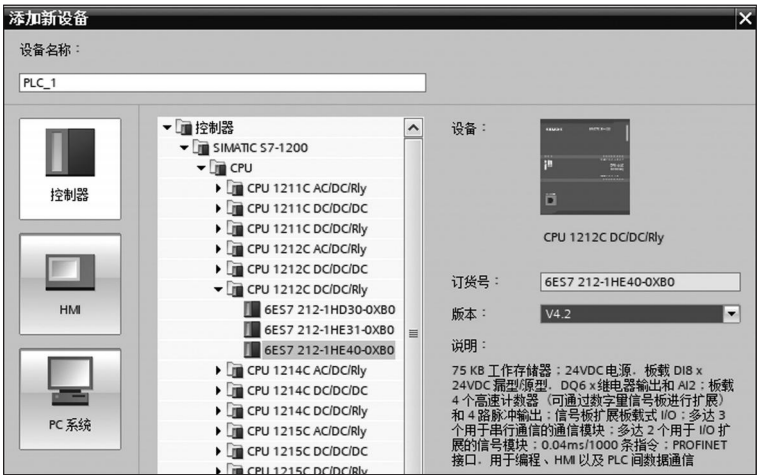


图 1-23 硬件组态

(2) 设置 PLC 变量如图 1-24 所示。

项目1 点动控制 ▸ PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/Rly] ▸ PLC 变量 ▸ 默认变量表 [30]

默认变量表								
	名称	数据类型	地址	保持	可从...	从H...	在H...	注释
1	控制按钮	Bool	%I0.0	☐	☒	☒	☒	
2	电机接触器	Bool	%Q0.0	☐	☒	☒	☒	
3	<新增>			☐	☒	☒	☒	

图 1-24 PLC 变量表

(3) 编写控制程序如图 1-25 所示。

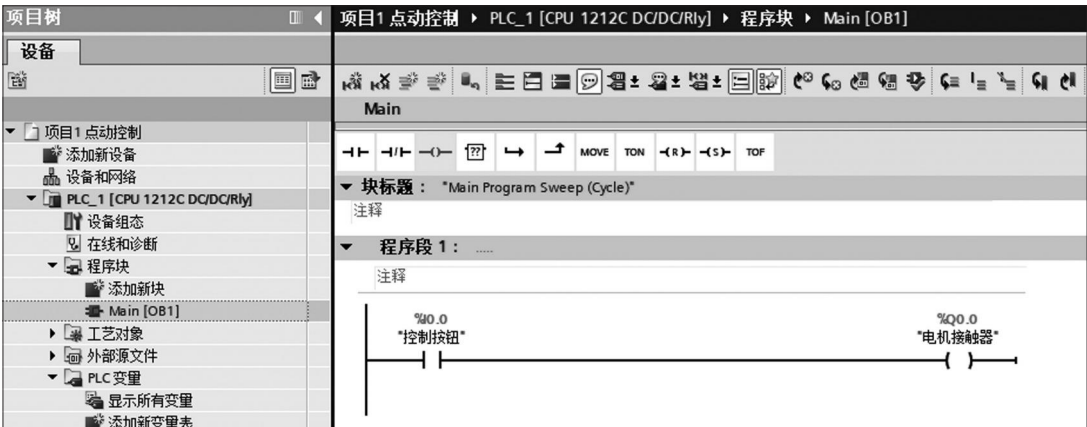


图 1-25 编写控制程序

(4) 启用仿真软件 PLCSIM，如图 1-26 所示。

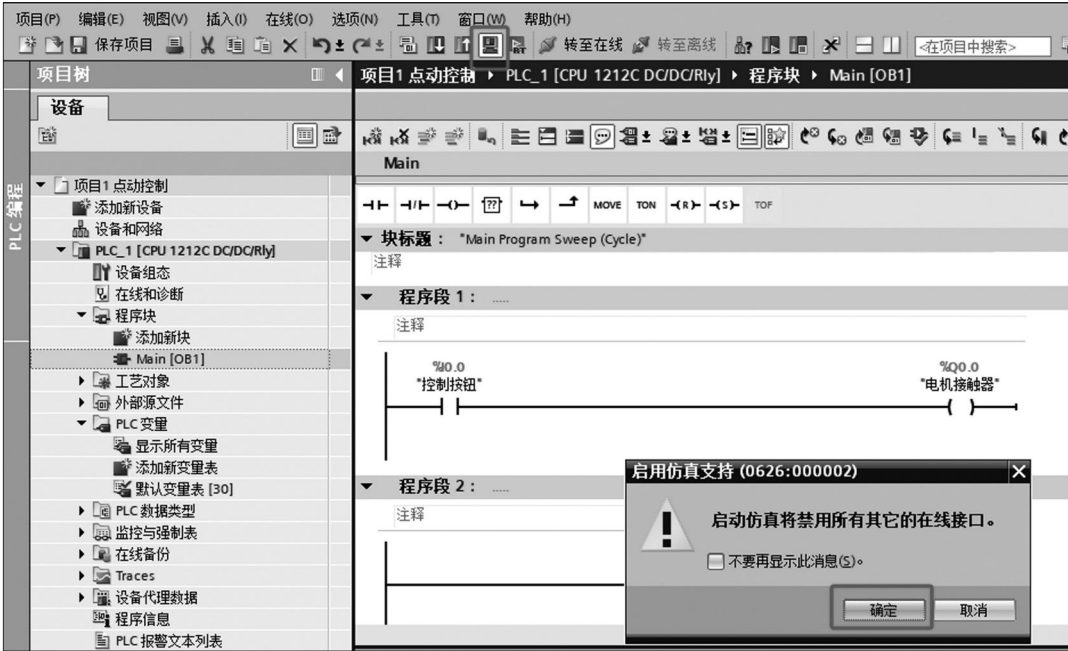


图 1-26 启用仿真器 PLCSIM

(5) 搜索设备并下载程序到 PLC 中，如图 1-27 所示。



图 1-27 搜索设备并下载程序

(6) 单击 PLCSIM 仿真软件右上角按钮，切换到项目视图，如图 1-28 所示。



图 1-28 切换到项目视图

(7) 在项目视图中创建项目“点动控制”，如图 1-29 所示。



图 1-29 创建项目“点动控制”

(8) 在项目树中打开 SIM 表格，建立仿真用 SIM 表，如图 1-30 所示。



图 1-30 仿真用 SIM 表

(9) 单击 SIM 表中的“控制按钮”图标，SIM 表下方就会出现如图 1-31 所示的“控制按钮”按钮，单击“控制按钮”按钮，电机接触器 Q0.0 得电；释放“控制按钮”按钮，电机接触器 Q0.0 失电。

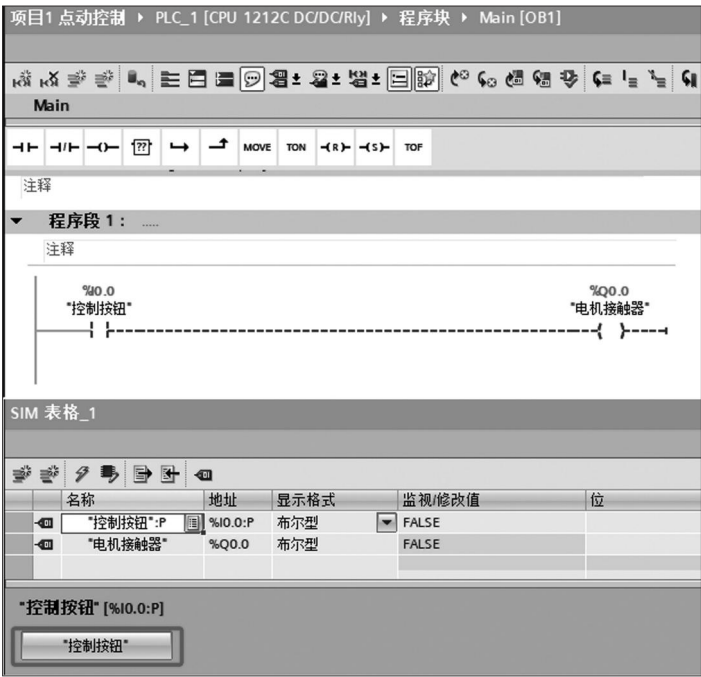


图 1-31 点动控制的仿真调试



1+X证书对接

一、证书技能要求

可编程控制系统应用编程职业技能证书技能要求（初级）

序号	职业技能要求
1.1.1	能够正确连接 PLC 电源，使得 PLC 正常进入上电状态
1.1.2	能够将有源输入信号正确接入 PLC，使得 PLC 能够正常获取信号状态
1.1.3	能够根据 PLC 类型选择 NPN 或 PNP 信号接入 PLC
1.1.4	能够正确连接 PLC 的公共端，使得输入信号正常工作
1.2.1	能够正确连接直流负载
1.2.2	能够正确连接交流负载
1.2.3	能够根据负载正确选择导线
1.2.4	能够根据要求正确连接负载电源
4.1.2	能够完成无源输入信号的调试

二、理论题目

- 电动机启动的变量类型是 ()。
 - 数字量输入
 - 数字量输出
 - 模拟量输入
 - 模拟量输出
- CPU 1211C 有几个数字量输入 / 输出? ()。
 - 8/8
 - 8/6
 - 6/4
 - 4/4
- S7-1200 CPU 的系统存储位中不包括以下哪个内容? ()。
 - First scan 标志位
 - 常 1 信号位
 - 常 0 信号位
 - 2 Hz 频率位
- 下列关于梯形图叙述错误的是 ()。
 - 所有继电器既有线圈, 又有触点
 - 按自上而下、从左到右的顺序排列
 - 一般情况下, 某个编号的继电器线圈只能出现一次
 - 梯形图中的继电器不是物理继电器
- 以下哪种编程语言不能用于 S7-1200 PLC 编程? ()。
 - LAD
 - FBD
 - STL
 - SCL

三、实操题目

水电站技术供水由水塔水池供给, 水池最大水深为 50 m, 当水位下降到 20 m 时, 工作泵启动, 向水池打水, 水位升高, 当升至 50 m 时, 工作泵停机。若水位降至 20 m, 工作泵启动后, 水位仍然下降, 当降至 10 m 时, 备用泵启动, 两台泵同时向水池打水, 并发出备用泵启动报警, 当水位升至 50 m 时, 两台泵同时停机。使用液位继电器控制水位。尝试编写梯形图程序, 实现水泵电机的 PLC 控制。



拓展阅读

大国工匠——从“断指铁人”到“大国工匠”

王尚典是中国石油锦西石化公司的车工高级技师、车工技能专家。他的右手拇指在 2005 年的一次加工事故中粉碎性断裂, 被定为六级伤残, 只能将左脚的第二个脚趾移植到手上。但他以异于常人的毅力重回车床旁, 在 2012 年获得了第四届全国职工职业技能大赛车工冠军, 被称为“断指铁人”。王尚典曾连续奋战 25 个小时, 在大型工件内外爬进爬出数十回, 在没有一个完好的加工基准的前提下, 修复了阀体的定位装配基准面, 解决了难题。

从辅助性岗位上的“断指铁人”到“大国工匠”, 王尚典付出了常人难以想象的努力。目前, 他不仅是中国石油锦西石化公司车工高级技师、车工技能专家, 还是十三届

全国人大代表，先后获得“全国五一劳动奖章”“全国技术能手”“中央企业青年先锋”等多项荣誉，享受国务院政府特殊津贴。如图 1-32 所示为王尚典在调整机床准备加工配件。



图 1-32 王尚典对机床进行调整

（转自：新华网，2021 年 5 月 1 日）