可编程控制器应用技术：西门子 S7-1200



类目：机电工程类
书名：可编程控制器应用技术：西门子 S7-1200
主编：刘玉涛　王树梅　姜修兰
出版社：浙江工商大学出版社
开本：大 16 开
书号：978-7-5178-5550-7
使用层次：通用
出版时间：2025 年 2 月
定价：55.00 元
印刷方式：双色
是否有资源：是

策划编辑：谭娟娟
责任编辑：谭娟娟
封面设计：旗语书装



可编程控制器应用技术

（西门子S7-1200）

学习资源库

ISBN 978-7-5178-5550-7
定价：55.00元

机电工程类创新融合精品规划教材
“互联网+”教育改革新理念教材

可编程控制器应用技术（西门子S7-1200）

刘玉涛 王树梅 姜修兰 主编

浙江工商大学出版社

机电工程类创新融合精品规划教材
“互联网+”教育改革新理念教材



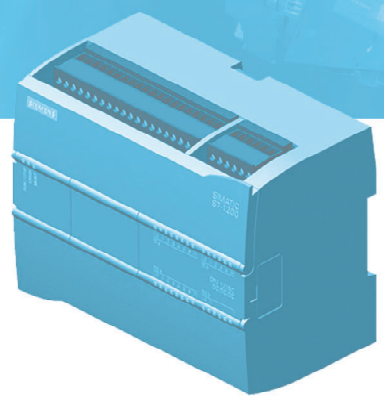
可编程控制器应用技术

（西门子S7-1200）

张克飞 主审
刘玉涛 王树梅 姜修兰 主编
王晨丰 王 亮 李书领
赵 磊 王丽艳 李耀贵 副主编
王彦新 林鑫磊

浙江工商大学出版社
ZHEJIANG GONGSHANG UNIVERSITY PRESS

机电工程类创新融合精品规划教材
“互联网 + ”教育改革新理念教材



可编程控制器应用技术
（西门子 S7-1200）

张克飞　主审

刘玉涛　王树梅　姜修兰　主编

王晨丰　王　亮　李书领

赵　磊　王丽艳　李耀贵　副主编

王彦新　林鑫磊

浙江工商大学出版社
ZHEJIANG GONGSHANG UNIVERSITY PRESS

· 杭州 ·

图书在版编目（CIP）数据

可编程控制器应用技术 ：西门子 S7-1200 / 刘玉涛，王树梅，姜修兰主编. — 杭州 ：浙江工商大学出版社，2025.2

ISBN 978-7-5178-5550-7

Ⅰ.①可… Ⅱ.①刘… ②王… ③姜… Ⅲ.①可编程序控制器－高等职业教育－教材 Ⅳ.①TM571.61

中国国家版本馆 CIP 数据核字（2023）第 126896 号

可编程控制器应用技术（西门子 S7-1200）

KEBIANCHENG KONGZHIQI YINGYONG JISHU：XIMENZI S7-1200

刘玉涛 王树梅 姜修兰 主编

王晨丰 王 亮 李书领 赵 磊 王丽艳 李耀贵 王彦新 林鑫磊 副主编

策划编辑 谭娟娟

责任校对 沈黎鹏

责任编辑 谭娟娟

封面设计 旗语书装

封面印制 祝希茜

出版发行 浙江工商大学出版社

（杭州市教工路 198 号 邮政编码 310012）

（E-mail：zjgsupress@163.com）

（网址：http://www.zjgsupress.com）

电话：0571-88904980，88831806（传真）

排 版 天利排版

印 刷 唐山唐文印刷有限公司

开 本 880mm×1230mm 1/16

印 张 13.5

字 数 320 千

版 印 次 2025 年 2 月第 1 版 2025 年 2 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5178-5550-7

定 价 55.00 元

版权所有 侵权必究

如发现印装质量问题，影响阅读，请和营销发行中心联系调换

联系电话 0571-88904970

前言 PREFACE

从“中国制造”到“中国智造”，我国围绕重点制造领域的关键环节，进行了新一代信息技术与制造装备融合的集成创新和工程应用，很多企业已逐步引入了自动化设备及自动化生产线。

西门子 S7-1200 可编程控制器（Programmable Logic Controller，PLC）作为中小型 PLC 的佼佼者，在硬件配置和软件编程上都有着强大的优势。本书在介绍西门子 S7-1200 PLC 项目的创建及硬件的配置的基础上，结合 PLC 相关行业的岗位需求，将内容分为七个项目，分别为 PLC 基础、PLC 电动机启停与转向控制系统设计、PLC 电动机定时与计数控制系统设计、功能指令的应用、数字量控制系统的设计、PLC 网络通信与变频器控制系统设计、单部四层电梯控制系统的设计。

本书结合行业岗位新的能力要求，介绍西门子 S7-1200 PLC 在生产实践中的典型应用。在各项目任务中，由浅入深、逐步深入地将知识融入学习与操作过程中，让学生在学中做，在做中学，达到知行合一的目标。

本书的每个项目都配有项目实训，方便学生及时巩固与强化相关知识和技能，检测自己的学习效果。

本书遵循循序渐进的学习规律，内容新颖，结构合理，着重培养学生综合职业能力，可作为职业院校及技工院校相关专业课程的教材，也可作为工程技术人员的参考书。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请各位读者朋友批评指正！

编　者

目　录

CONTENTS

项目一　PLC 基础 …… 1

任务一　初识可编程控制器 …… 2
任务二　认识西门子 S7-1200 PLC …… 9
任务三　安装西门子 S7-1200 PLC …… 13
任务四　安装 TIA 博途软件 …… 17
项目实训 …… 31

项目二　PLC 电动机启停与转向控制系统设计 …… 32

任务一　PLC 控制电路分析与接线 …… 33
任务二　PLC 控制原理与程序设计 …… 34
任务三　PLC 08 存储器与软元件 …… 39
任务四　位逻辑指令及应用 …… 45
任务五　PLC 控制程序中的自锁与互锁 …… 52
任务六　编程规则及技巧 …… 53
项目实训 …… 55

项目三　PLC 电动机定时与计数控制系统设计 …… 58

任务一　PLC 的定时器及梯形图 …… 59
任务二　PLC 的计数器 …… 63
任务三　时序图法设计 …… 71
项目实训 …… 73

项目四　功能指令的应用 …… 76

任务一　设计自动售货机模拟系统 …… 77

任务二　设计天塔之光系统 …… 88
任务三　设计十字路口交通灯控制系统 …… 98
项目实训 …… 106

项目五　数字量控制系统的设计 …… 108

任务一　设计水塔水位控制系统 …… 109
任务二　设计自动配料模拟系统 …… 115
任务三　设计搬运机械手模拟系统 …… 125
项目实训 …… 136

项目六　PLC 网络通信与变频器控制系统设计 …… 137

任务一　S7-1200 PLC 的以太网通信 …… 138
任务二　变频器控制原理与操作 …… 176
项目实训 …… 190

项目七　单部四层电梯控制系统的设计 …… 192

任务一　单部四层电梯控制系统的总体设计 …… 193
任务二　单部四层电梯控制系统的硬件设计 …… 196
任务三　单部四层电梯控制系统的软件设计 …… 198
项目实训 …… 209

参考文献 …… 210



项目一　PLC 基础

项目导入

PLC 自问世以来，凭借其卓越的控制能力、高度的可靠性、灵活的配置选项、简便的编程过程、便捷的使用体验以及易于扩展的特性，迅速成为工业自动化领域不可或缺的控制设备。本项目将详述 PLC 的基础知识。

思政目标

培养一种崇尚技艺、求实创新的职业品质。

知识目标

深入探究 PLC 的起源、定义、演变历程及其未来的发展趋势。

详细探讨 PLC 的分类及其广泛应用领域。

深入剖析 PLC 的内部组成及其工作机制。

深入研究西门子 S7-1200 PLC 的硬件架构、工作原理以及编程开发环境。

技能目标

具备西门子 S7-1200 PLC 的安装与接线能力。

能够正确安装并熟练使用 TIA 博途软件。

任务一 初识可编程控制器

PLC 是基于继电器控制和计算机控制技术融合创新的一种专为工业环境应用而设计的控制器。它集成了计算机科技、控制论与通信技术，赋有多重功能，包括逻辑控制、过程自动化、运动控制、数据处理及联网通信，已被广泛赞誉为现代工业自动化三大杰出成就之一。

一、PLC 的产生和定义

1. PLC 的产生

1968 年，美国通用汽车公司公开招标，要求用新的控制装置取代生产线上的继电器-接触器控制系统，要求新的控制装置满足以下条件：

（1）编程便捷，支持现场实时程序修改。

（2）维护简便，采用先进的插件式架构。

（3）可靠性更高，超越传统继电器控制装置。

（4）体型更紧凑，相较于继电器控制装置更为小巧。

（5）数据可以无缝导入管理计算机。

（6）成本优势明显，可与继电器控制装置形成有力竞争。

（7）输入信号兼容广泛，覆盖交流电压 110～220 V 的范围。

（8）输出电流强大，高达 2 A，直接驱动电磁阀无压力。

（9）用户存储器容量充沛，大于 4 KB，并具备扩展能力。

（10）系统功能灵活扩展与升级。

1969 年，美国数字设备公司根据上述要求，研制出了世界上第 1 台可编程控制器 PDP－14，并在通用汽车公司的自动化生产线上成功进行了试用。自此，这项创新成果迅速地在全球范围内得到推广和应用，从美国、日本到欧洲各国，乃至世界各地。

这种新型工业控制装置之所以被称为可编程序逻辑控制器，是因为它具备通过编程来灵活调整控制方案的能力，并且其主要用途是进行逻辑控制。

2. PLC 的定义

1980 年，美国电气制造商协会（National Electronic Manufacture Association，NEMA）将可编程序逻辑控制器正式命名为可编程控制器（Programmable Controller，PC）。然而，为了与个人计算机相区分，人们仍然习惯性地将其简称为 PLC。

国际电工学会（International Electro Technical Commission，IEC）在于 1987 年 2 月发布的 PLC 第三稿标准草案中，对 PLC 的定义进行了详尽的阐述：PLC 是一种专为工业环境应用而设计的数字运算操作电子系统。它采用可编程序的存储器，用于存储内部程序，执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等面向用户的指令。此外，PLC 通过数字式或模拟式输入输出，控制各种类型的机械或生产过程，展现了其强大的功能和宽广的应用范围。

二、PLC 的发展历程和发展趋势

1. PLC 的发展历程

在 20 世纪 70 年代初，微处理器技术被巧妙地引入 PLC 中，这极大地提升了 PLC 的功能性，使其具备了运算、数据传送与处理的能力。自此，PLC 蜕变为拥有计算机特性的工业控制装置。

随着时间推移至 20 世纪 70 年代中末期，PLC 迎来了实用化发展的黄金时期。在这一阶段，计算机技术的全面融入使得 PLC 的性能获得了飞跃式的提升。其运算速度之快、体积之小巧、工业抗干扰能力之强大、模拟量运算功能之卓越，以及性价比之高，共同奠定了 PLC 在现代工业中的核心地位。

步入 20 世纪 80 年代初，PLC 的发展步入了成熟道，呈现出大规模集成、高速运算、高性能标准以及产品系列化的鲜明特点。自 80 年代至 90 年代中期，PLC 的发展进入了快车道。在这一时期，PLC 在模拟量处理、数字运算、人机交互以及网络通信等方面的能力均实现了显著提升，逐渐渗透到过程控制领域。

如今，PLC 已较为成熟，不仅控制功能得到进一步增强，功耗和体积持续减小，成本降低，可靠性提高，而且编程和故障检测变得更加灵活便捷。随着远程 I/O（输入/输出）技术、通信网络、数据处理及图像显示技术的不断优化，PLC 已成为工业生产自动化的三大支柱之一。

2. PLC 的发展趋势

随着计算机技术、人工智能技术、通信技术以及网络技术的日新月异，PLC 技术正朝着两极化、网络化、模块化和智能化的方向稳步迈进，展现出无限的可能性。

（1）产品规模两极化策略。一方面，致力于研发速度更快、性价比更高的小型和超小型 PLC，以满足单机及小型自动控制机器的精准需求；另一方面，积极拓展高速度、大容量、技术完备的大型 PLC 市场，为更复杂的工业控制系统提供强大支持。

（2）通信网络化升级。网络控制已成为当前控制系统和 PLC 技术发展的必由之路。为增强 PLC 的联网能力，各大制造商纷纷推出专用的通信模块和软件。随着工业网络技术的飞速发展，各 PLC 制造商也在积极寻求统一的通信标准，以构建更加高效、稳定的大型网络系统。

（3）结构模块化、智能化创新。近年来，各 PLC 制造商不断推出新器件和新模块，如智能I/O模块、温度控制模块以及专用于检测 PLC 外部故障的智能模块等。这些模块本身就构成了微型计算机系统，具备强大的信息处理能力和完善的控制功能。它们不仅简化了系统设计和编程流程，还实现了主 CPU 难以兼顾的功能，极大地提高了 PLC 的适应性和可靠性。

三、PLC 的分类和应用

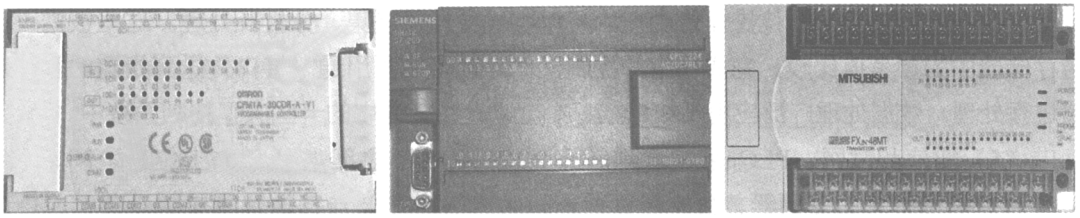
1. PLC 的分类

PLC 的种类繁多，可以从不同的角度对其进行分类。

（1）按结构形式分类。按照结构形式，PLC 可分为整体式和模块式两类。

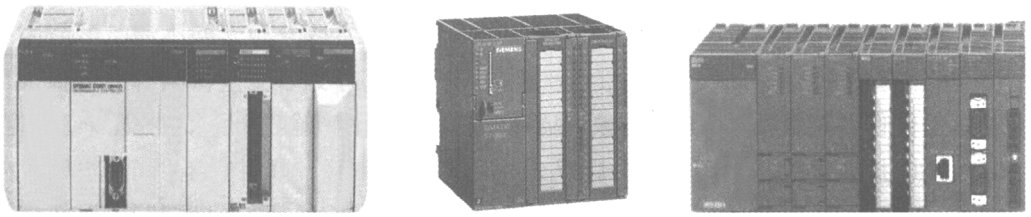
整体式 PLC 是将电源、CPU、存储器、I/O 单元等集中在一个机壳内，形成一个整体，如欧姆龙 CPM1A 系列、西门子 S7-200 系列和三菱 FX_{2N} 系列的 PLC 等，如图 1-1 所示。

模块式 PLC 的设计理念是将不同的功能单元巧妙地划分为多个模块，包括但不限于电源模块、CPU 核心模块、输入/输出（I/O）模块以及通信模块等。这种结构设计赋予了用户极高的灵活性和定制性，使他们能够根据实际系统需求，自由组合和配置这些模块，从而轻松构建出满足不同应用场景的 PLC 控制系统。例如，在市场上广受欢迎的欧姆龙 CQM1H 系列、西门子 S7-300 系列以及三菱 Q 系列的 PLC 产品，均采用了这一模块化设计理念，如图 1-2 所示。



（a）欧姆龙 CPM1A 系列 PLC　（b）西门子 S7-200 系列 PLC　（c）三菱 FX_{2N} 系列 PLC

图 1-1　整体式 PLC



（a）欧姆龙 CQM1H 系列 PLC　（b）西门子 S7-300 系列 PLC　（c）三菱 Q 系列 PLC

图 1-2　模块式 PLC

（2）按 I/O 点数分类。根据其 I/O 点数的多少，PLC 可分为小型机、中型机和大型机 3 类。具体而言，通常将 I/O 点数在 256 以下的 PLC 称为小型 PLC，如西门子 S7-1200 系列 PLC；将 I/O 点数在 257～2048 之间的 PLC 称为中型 PLC，如西门子 S7-300 系列 PLC；而将 I/O 点数在 2048 以上的 PLC 称为大型 PLC，如西门子 S7-400 系列 PLC。

（3）按功能分类。根据其功能强弱，PLC 可被精准地划分为低档机、中档机和高档机三大类别。在这一分类体系中，小型 PLC 通常被归入低档机行列，中型 PLC 则多属于中档机范畴，而大型 PLC 则多为高档机。

2. PLC 的应用

目前，PLC 已经深入渗透到各个行业领域，涵盖了钢铁、石油、化工、电力、建材、机

械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保以及文化娱乐等多个产业。其应用方向主要涉及以下几类核心领域：

（1）开关量逻辑控制。PLC 可以取代传统的继电器–接触器控制，实现逻辑控制和顺序控制，这是开关量逻辑控制广泛应用于注塑机、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等领域的关键所在。

（2）工业过程控制。在工业生产流程中，一系列动态变化的物理量如温度、压力、流量、液位和运动速度等（统称为模拟量）时常出现。为了实现精确调控，PLC 利用其内部的模/数（A/D）和数/模（D/A）转换模块，并结合多样化的控制算法，对这些模拟信号进行有效处理，从而执行闭环控制任务。工业过程控制系统的广泛应用领域包括冶金、化工、热处理以及锅炉自动控制等多个行业。

（3）运动控制。目前，各大 PLC 制造商已纷纷推出了具备步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。在实际应用中，PLC 会将目标位置的数据精准传输至位置控制模块，随后位置控制模块便负责指挥电机一轴或多轴准确移动至目标位置。在移动过程中，位置控制模块会巧妙地平衡速度与加速度，确保运动过程流畅且稳定。运动控制技术的广泛应用，涵盖了众多领域，如机械、机床、机器人以及电梯等，为各行各业的自动化发展提供了强有力的支持。

（4）数据处理。PLC 具备数学运算（涵盖矩阵运算、函数运算及逻辑运算）、数据传送、数据转换、排序、查表及位操作等功能，可实现对数据的采集、分析及处理。这些数据不仅能够与存储器内的参考值进行比较，以执行特定的控制操作，而且还能通过通信接口传输至指定的智能装置进行进一步处理。数据处理在造纸、冶金、食品工业等大型控制系统中得到了广泛应用。

（5）通信与联网技术。PLC 通信网络涵盖了广泛的领域，包括但不限于 PLC 间的互联、与上位计算机的交互通信，以及与诸如变频器、数控设备等其他智能设备的数据传输。当 PLC 与其他智能设备协同工作时，它们共同构建了一个“集中管理与分散控制”的分布式控制系统，这一配置恰好迎合了工厂自动化系统不断演进的需求，有力地推动了生产流程的智能化与高效化。

四、PLC 的组成

PLC 由硬件系统和软件系统组成。

1. PLC 的硬件系统

PLC 的硬件系统由多个关键组件构成，包括中央处理器（CPU）、存储器、输入/输出单元、外设 I/O 接口（即通信接口）、I/O 扩展接口以及电源供应等部分。

图 1-3 展示了整体式 PLC 硬件的构成情况，其中所有单元被集成在同一个机壳内。而图 1-4 则描绘了模块式 PLC 硬件的组成结构，各部件被独立封装成模块形式，并通过内部总线实现模块间的互联互通。

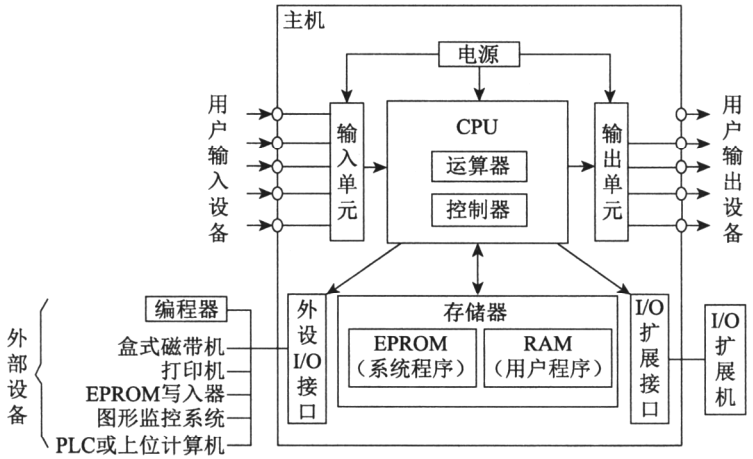


图 1-3　整体式 PLC 的硬件组成

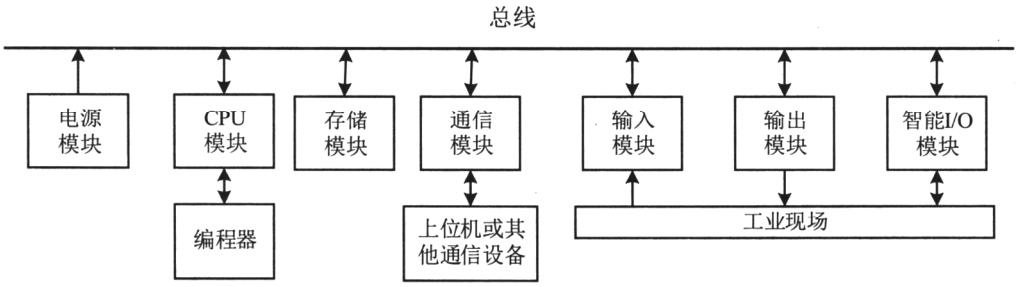


图 1-4　模块式 PLC 的硬件组成

尽管整体式 PLC 与模块式 PLC 在结构上存在显著差异，但它们的核心功能却颇为相似。接下来，我们将简要阐述 PLC 的主要硬件组成。

（1）CPU。在 PLC 系统中，CPU 作为核心处理单元，受到系统监控程序的精确控制。其工作方式是通过循环扫描机制，实时捕捉外部输入信号的状态变化，并将这些状态信息准确无误地写入输入映像寄存器内。一旦 PLC 进入正常运行状态，CPU 会从存储器中逐条读取用户预设的指令。这些指令涵盖了数据传输、逻辑运算以及算术运算等一系列操作任务。CPU 按照指令要求，高效准确地执行各项计算与逻辑处理，随后将最终的计算结果存入输出映像寄存器内。CPU 所采用的微处理器技术通常包括通用微处理器、单片机微处理器以及位片式微处理器等多种类型。

（2）存储器。PLC 的存储器根据读写方式，可细致划分为只读存储器与随机存储器两大类；同时，按照用途和功能，又可分为系统程序存储器和用户存储器两大类。系统程序存储器的主要职责是承载 PLC 制造商精心编写的系统程序，并默认将这些程序固化在只读存储器中，确保用户无法直接访问或修改这些核心内容。而用户存储器则专为满足用户个性化的程序和数据存储需求而设计。它通常利用电擦除可编程只读存储器或随机存储器的灵活性，为用户提供了一个自由、安全的空间来方便其存储和访问自己的程序和数据。

提　示

鉴于系统程序与用户之间并无直接关联，PLC 产品样本上或使用手册中详列的存储器形式及容量规格均是基于用户存储器考量的。为了有效防止出现用户存储器容量不足的问题，多数 PLC 均配备了存储器扩展功能。

（3）输入/输出单元。输入/输出单元亦称 I/O 单元或 I/O 模块，是 PLC 与工业生产现场之间不可或缺的桥梁。PLC 的输入单元负责将外部电路（如按钮、行程开关、传感器监测）的状态或数据，通过先进的光电耦合电路，稳定且高效地传输至 PLC 的内部电路中。而 PLC 的输出单元则负责将内部输出信号转化为能够驱动外部电路的合适信号，从而精准控制各类执行元件（如接触器线圈、电机、阀门、水泵等），确保生产流程的顺畅进行。

（4）外设 I/O 接口。外设 I/O 接口作为信息交流的桥梁，实现了与监视器、打印机、其他 PLC 以及计算机等设备的无缝对接。例如，当 PLC 通过 Profibus 通信接口与其他 PLC 相连时，它们可以协同工作，组成多机系统或网络，从而执行更大规模的控制任务。此外，通过以太网通信接口，PLC 可以与计算机建立连接，形成多级分布式控制系统，实现控制与管理的一体化。

（5）智能接口模块。为了满足更为复杂的控制需求，PLC 配备了智能接口模块（亦称智能控制单元）其中包括但不限于 PID 控制模块、高速计数器模块以及温度控制模块等。这些模块多数配备独立的 CPU，具备一定的数据处理能力，以支持更为高效和精准的控制操作。

2. PLC 的软件系统

PLC 的软件系统由系统程序与用户程序两大块组成。其中，系统程序涵盖了多个关键部分，如：系统诊断程序，负责检测和识别系统的运行状态和故障；输入处理程序，负责对 PLC 接收的各类输入信号进行解析和转化；编译程序，负责将用户编写的梯形图或指令表等转化为机器可执行的代码；信息传送程序，负责在 PLC 内部或与其他设备间传输数据；监控程序，负责实时监测和控制整个 PLC 系统的运行。

用户程序是用户根据特定控制需求而编写的专用应用程序，其核心功能涵盖以下 3 个关键方面：

（1）仔细核查是否满足热启动的条件，诸如确认限位开关是否正确就位。

（2）处理过程数据。具体而言，通过数字量输入信号来调控数字量输出信号，同时读取并解析模拟量的输入与输出数据。

（3）利用组织块（Organization Block，OB）中的程序对各种中断事件做出快速响应。举例来说，当诊断到错误终端的组织块时，即刻发出警示信号，并对异常信号进行妥善处理。

PLC 的用户程序通常采用一种相对简单、直观且易于理解的专用语言。不同厂家及不同系列的 PLC 在编程语言的表达方式上虽各有千秋，但大体上可归结为两大类别：一类是以字符表达为主的编程语言，如语句表、文本语言等；另一类则是以图形符号表达为主的编程语言，如梯形图、功能块图、顺序功能图等。

五、市场上的主流 PLC

当前，市场上主流的 PLC 系统根据地域背景主要可划分为三大流派：美国 PLC、欧洲 PLC 和日本 PLC。美国与欧洲的 PLC 技术是各自独立研发的，因此，两者的产品在功能与特性上呈现出显著的差异。而日本的 PLC 技术则是从美国引进的，因此在发展中不可避免地保留了一些美国 PLC 的显著特点。

1. 美国 PLC

美国作为 PLC 生产的领军国家，拥有超过 100 家的 PLC 制造商，其中 A－B（罗克韦尔）公司尤为突出，其产品市场份额约占美国 PLC 产业的半壁江山，同时其产品在中国也广为应用。美国 PLC 产品线丰富，涵盖大型 PLC 和小型 PLC。

大型 PLC 如 ControlLogix 5570 系列和 5580 系列，专为分布式控制系统和上位机应用软件而设计，采用模块化架构，配备多样化的 I/O 模块和网络功能，广泛适用于食品加工、石油化工、天然气开采、化工制造、塑料制品、生命科学、金属加工及矿山开采等众多行业。

小型 PLC 则以 CompactLogix 5480 系列和 5380 系列为代表，具备以下显著特性：①支持高速 I/O 操作、精密运动控制、设备级环网通信及线性拓扑网络结构；②内置千兆位（Gb）级别的 EtherNet/IP 接口；③强化安全性能，包括基于控制器状态变化的监测、固件加密、基于角色的例程保护及用户自定义指令的访问控制；④采用 EtherNet/IP 协议实现集成化的运动控制功能。

特别地，CompactLogix 5480 系列 PLC 还整合了用于连接高精度工业显示器的 DisplayPort 接口，以及用于连接外围设备或扩展数据存储的 USB3.0 端口，因此尤其适合于需要高性能控制与大数据处理能力的大中型应用场景。

此外，A－B 公司还提供微型 PLC，以满足简单机械的基本控制需求，包括继电器替换及简单的定时和逻辑控制。

2. 欧洲 PLC

欧洲云集了众多知名的 PLC 制造商，其中德国的西门子（SIEMENS）公司，法国的 TE 公司、施耐德电气有限公司（Schneider Electric SA）等厂商尤为突出。特别是德国西门子公司的 PLC 产品，凭借卓越的性能和较高的性价比，在中国市场上占据了显著份额，广泛应用于冶金、化工、印刷生产线等多个领域。

西门子公司的 PLC 产品丰富多样，根据控制规模的不同，可划分为小型机、中型机和大型机。其中，小型机系列主要包括 S7-200 PLC 和 S7-1200 PLC 等型号，这些产品凭借其紧凑的设计和出色的性能，在市场上广受欢迎。

中型机方面，西门子公司的 S7-300 PLC 是最常用的型号之一。其控制点数通常不超过 2048，不仅适用于直接控制各种设备，还能对多个下一级的 PLC 进行监控和管理。这使得 S7-300 PLC 在中型或大型控制系统中发挥着至关重要的作用。

对于大型控制系统而言，西门子公司提供了 S7-400 PLC 和 S7-1500 PLC 等大型机产品。这些 PLC 具有超过 2048 点的控制能力，能够执行复杂的算术运算和矩阵运算。它们是构建大规模、高性能控制系统的理想选择，为各种工业自动化应用提供了强大的支持。

3. 日本 PLC

日本作为 PLC 制造的重要基地，孕育了众多知名企业，如三菱、欧姆龙、松下、富士、日立及东芝等。小型 PLC 是日本制造商的主打产品，其在小型 PLC 市场中占有率高达约 70%，这无疑彰显了日本技术在该领域的领先地位。在中国市场上，三菱与欧姆龙的小型 PLC 产品尤为受到青睐。

三菱 PLC 拥有悠久的历史和卓越的性能，很早就进入了中国市场，并深受用户喜爱。其 FX3U 系列 PLC，作为第三代小型 PLC 的杰出代表，不仅在功能上有所提升，更是在可靠性、速度及通信能力等方面实现了全面优化，从而取代了之前的 FX2N 系列 PLC，成为市场的宠儿。

欧姆龙同样在中国市场上占据一席之地。其生产的小型机系列，如 CP1H、CP1L、CP2E 及 CJ2 等，都体现了欧姆龙在小型 PLC 领域的深厚实力。其中，CP2E 系列 PLC 作为 CP1E 系列的升级产品，不仅加强了与网络和外围设备的连接能力，还通过丰富的功能模块实现了更为复杂的控制需求，满足了多样化的应用场景。在中型机领域，CS1 系列 PLC 是其重点推广的产品，而 CS2 系列 PLC 更是将自动化控制和过程控制完美融合，既具备中型机的规模，又拥有大型机的强大功能。

任务二　认识西门子 S7-1200 PLC

S7-1200 PLC 作为西门子在小型 PLC 领域的主打产品，吸纳了 S7-200 PLC 和 S7-300 PLC 的优点，集逻辑控制、人机接口和网络控制功能于一体，具有模块化、结构紧凑、功能全面、组态灵活和集成工业以太网通信接口等特点，可满足小型独立的离散控制系统处理复杂控制任务的需求。

一、西门子 S7-1200 PLC 的硬件系统

西门子 S7-1200 PLC（见图 1-5）采用模块式结构，将主要模块（CPU 模块、信号板、信号模块和通信模块等）安装在标准 DIN 导轨或面板上。用户可以根据自身的需求确定 PLC 的结构，系统扩展方便。

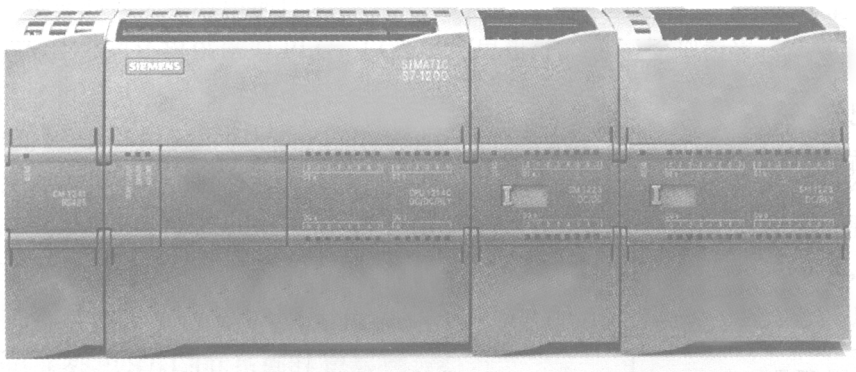


图 1-5　S7-1200 PLC

1. CPU 模块

S7-1200 PLC 的 CPU 将微处理器、集成电源、输入和输出电路、内置 PROFINET（一种基于工业以太网技术的现场总线）、高速运动控制 I/O 及板载模拟量输入组合到一个设计紧凑的外壳中，形成功能强大的控制器。

S7-1200 PLC 的 CPU 模块主要包括 CPU1211C、CPU1212C、CPU1214C、CPU1215C 和 CPU1217C 系列，其技术参数如表 1-1 所示。

表 1-1　S7-1200 PLC 各 CPU 模块的技术参数

参数	CPU 模块				
	CPU1211C	CPU1212C	CPU1214C	CPU1215C	CPU1217C
CPU 的类型	DC/DC/DC、DC/DC/RLY、AC/DC/RLY				DC/DC/DC
本机数字量 I/O 点数	6/4	8/6	14/10		
本机模拟量 I/O 通道数	2/0			2/2	
输入过程映像（I）	1024 个字节				
输出过程映像（Q）	1024 个字节				
工作存储区	50 KB	75 KB	100KB	125 KB	150KB
装载存储区	1 MB	2 MB	4 MB		
位存储器（M）	4096 个字节		8192 个字节		
可扩展信号模块个数	无	2 个	8 个		
信号板、电池板或通信板	1 个				
最大本地数字量 I/O 点数	14	82	284		
最大本地模拟量 I/O 通道	13	19	67	69	
高速计数器	最多可组态 6 个使用任意内置或信号板输入的高速计数器				
脉冲输出	最多可组态 4 个使用任意内置或信号板输出的脉冲输出				
上升沿/下降沿中断点数	6/6	8/8	12/12		
脉冲捕获输入点数	6	8	14		
PROFINET 接口	1			2	
数据日志	每次最多打开 8 个 每个数据日志为 500 MB 或受最大可用装载存储器用量限制				
外观尺寸/mm	90×100×75		110×100×75	130×100×75	150×100×75

注：DC 表示直流电信号、AC 表示交流电信号，RLY 表示继电器输出。

2. 信号板

信号板（Signal Board，SB）（见图 1-6）是 S7-1200 PLC 所特有的硬件设置，其中任何一种 CPU 模块都可以在其正面安装一块信号板。S7-1200 PLC 的信号板主要包括数字量输入/输出（DI/DO）板、模拟量输入/输出（AI/AO）板和通信板，其技术规范如表 1-2 所示。

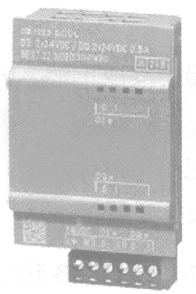


图 1-6　信号板

表 1-2　信号板的技术规范

分类	名称	作用
DI/DO 板	SB1221	4 点的数字量输入
	SB1222	4 点的数字量输出
	SB1223	12 点输入/2 点输出的数字量输入/输出
AI/AO 板	SB1231	1×12 位的模拟量输入
	SB1231	1 个通道的热电偶和 1 个通道的热电阻模拟量输入
通信板	CB1241	RS 485 接口和 9 针 d—sub 插座

3. 信号模块

S7-1200 PLC 的信号模块（I/O 模块）也称为 SM 模块，主要用于扩展 PLC 的输入/输出点数，增加 PLC 的附加功能。信号模块通常安装在 CPU 模块的右侧。

信号模块按其信号类型，可分为数字量模块和模拟量模块。其中，数字量模块包括数字量输入模块、数字量输出模块和数字量输入/输出模块，模拟量模块包括模拟量输入模块、热电偶和热电阻模块、模拟量输出模块和模拟量输入/输出模块。

常见信号模块的技术规范如表 1-3 和表 1-4 所示。

表 1-3　数字量模块的技术规范

型号	类型	订货号	输入/输出点数（类型）	输入/输出电源类型
SM1221	数字量输入模块	6ES7 221-1BF32-0XB0	8/0	DC 24V
		6ES7 221-1BH32-0XB0	16/0	DC 24V
SM1222	数字量输出模块	6ES7 222-1BF32-0XB0	0/8	DC 24V，0.5A
		6ES7 222-1BH32-0XB0	0/16	DC 24V，0.5A
		6ES7 222-1HF32-0XB0	0/8（RLY）	2 A
		6ES7 222-1HH32-0XB0	0/16（RLY）	2 A
		6ES7 222-1XF32-0XB0	0/8（RLY 双态）	2 A
SM1223	数字量输入/输出模块	6ES7 223-1BH32-0XB0	8/8	DC 24V，0.5A
		6ES7 223-1BL32-0XB0	16/16	DC 24V，0.5A
		6ES7 223-1PH32-0XB0	8/8（RLY）	DC 24V/2A
		6ES7 223-1PL32-0XB0	16/16（RLY）	DC 24V/2A
		6ES7 223-1QH32-0XB0	8/8（RLY）	AC 120V/2A

注：RLY 表示继电器输出。

表 1-4　模拟量模块的技术规范

型号	类型	相关说明
SM1231	模拟量输入模块	包括 4 路、8 路的 13 位模块和 4 路的 16 位模块，可选±10 V、±5V、0～20mA 和 4～20mA 等多种量程

续表

型号	类型	相关说明
SM1231	热电偶和热电阻模块	包括 4 路、8 路的热电偶模块和 4 路、8 路的热电阻模块，可选多种量程的传感器
SM1232	模拟量输出模块	包括 2 路和 4 路的模拟量输出模块，±10 V 电压输出为 14 位，0～20mA 和 4～20mA 电流输出为 13 位
SM1234	模拟量输入/输出模块	包括 4 路模拟量输入和 2 路模拟量输出，输入为 13 位，输出为 14 位

4. 通信模块

S7-1200 PLC 集成了 PROFINET 接口，CPU 可以通过这个接口与计算机、PROFINET I/O 设备及使用标准为 TCP 协议的设备进行通信。

另外，在 CPU 的左边，最多可以安装 3 个通信模块。这些模块可以是点对点模块、PROFIBUS 模块、工业远程通信模块、AS-i 接口模块和 IO-Link 模块。通过这些模块，可以实现 PLC 与计算机、PLC 或 PLC 之间的通信，也可以和其他控制部件或智能模块通信或组成局部网络。因此，可以说通信模块的能力代表了 PLC 的组网能力。

二、西门子 S7-1200 PLC 的工作原理和工作模式

1. S7-1200 PLC 的工作原理

S7-1200 PLC 采用循环扫描的工作方式，即“顺序扫描，循环工作”。当 PLC 正常运行时，它是用户按控制要求编制的程序，按照指令序号循环扫描。

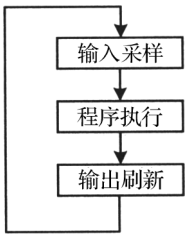


图 1-7　S7-1200 PLC 工作原理

如果忽略远程 I/O 特殊模块和其他通信服务，扫描过程可分为“输入采样”“程序执行”“输出刷新”3 个阶段，如图 1-7 所示。整个过程扫描并执行一次所需要的时间称为扫描周期。

（1）输入采样阶段。CPU 先扫描所有输入端子，并将各输入状态存入对应的输入映像寄存器中。此时，输入映像寄存器被刷新，接着进入程序执行阶段。

提　示

在程序执行阶段和输出刷新阶段，输入映像寄存器与外界隔离，无论输入信号如何变化，其内容保持不变，直到下一个扫描周期的输入采样阶段，才重新在输入端写入内容。

（2）程序执行阶段。根据 PLC 梯形图程序扫描原则，CPU 按先左后右、先上后下的顺序逐点扫描。若遇到程序跳转指令，则根据是否满足跳转条件来决定程序的跳转地址。当指令中涉及输入、输出状态时，CPU 就从输入映像寄存器中“读入”上一阶段采入的对应输入端的状态，从数据块中“读入”对应元件（软继电器）的当前状态，然后进行相应的运算，再

将运算结果存入输出映像寄存器中。对输出映像寄存器来说，每一个元件（软继电器）的状态都会随着程序执行过程而变化。

（3）输出刷新阶段。在所有指令执行完毕后，输出映像寄存器中所有输出继电器的状态（接通/断开）在输出刷新阶段转存到输出锁存器中，通过一定方式驱动外部负载。

综上可知，PLC 在一个扫描周期内，对输入状态的扫描只是在输入采样阶段进行，输出值也只有在输出刷新阶段才能被发送出去，而在程序执行阶段，输入端和输出端均被封锁。这就是集中采样、集中输出方式。

2. S7-1200 PLC 的工作模式

S7-1200 PLC 有 3 种工作模式，即 STOP 模式、STARTUP 模式和 RUN 模式。在 STOP 模式下，CPU 不执行任何程序，此时用户可以编辑、修改、下载和上传程序；在 STARTUP 模式下，CPU 将执行一次“启动 OB”程序（如果存在）；在 RUN 模式下，CPU 重复执行 PLC 程序。

提　示

当 PLC 处在 RUN 模式时，用户可以监视和修改输入接口的状态和数据，但无法修改和下载程序。

三、S7-1200 PLC 的开发环境

TIA 博途（TIA Portal）软件将所有的自动化软件工具都统一到一个开发环境中，是自动化行业内首个采用统一工程组态和软件项目环境的自动化软件。

自 2009 年发布 SIMATIC STEP 7 V10.5（STEP 7 Basic）以来，TIA 博途软件经历了 V11、V12、V13、V14、V15 和 V16 等版本，它支持西门子最新的硬件S7-1200/1500 PLC，并向下兼容 S7-300/400 等 PLC 和软件控制器（WinAC）。

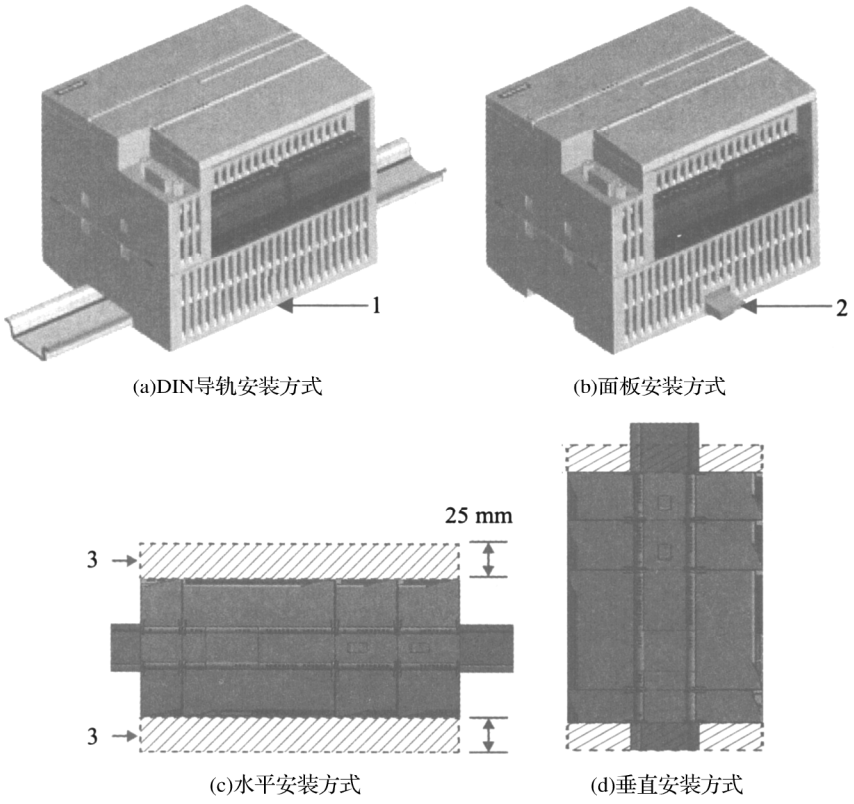
TIA 博途软件包含 TIA 博途 STEP 7、TIA 博途 WineCC、TIA 博途 Startdrive 和 TIA 博途 SCOUT 等，用户可以根据实际应用情况，购买一种或几种软件产品的组合。

任务三　安装西门子 S7-1200 PLC

安装西门子 S7-1200 PLC 前，需先将 DIN 导轨固定到安装板上。

一、CPU 的安装

S7-1200 PLC 可以方便地安装在标准导轨或面板上，并且可以采用水平或垂直两种安装方式，如图 1-8 所示。



(a)DIN导轨安装方式　(b)面板安装方式

(c)水平安装方式　(d)垂直安装方式

注：1 指卡夹处于锁紧位置；2 指卡夹处于伸出位置；3 指模块前端与机柜内壁间的深度

图 1-8　S7-1200 PLC 的安装方式

由于 S7-1200 PLC 需要通过自然对流冷却，在设备上方和下方必须留出至少 25 mm 的空隙。此外，模块前端与机柜内壁间至少应留出 25 mm 的宽度。

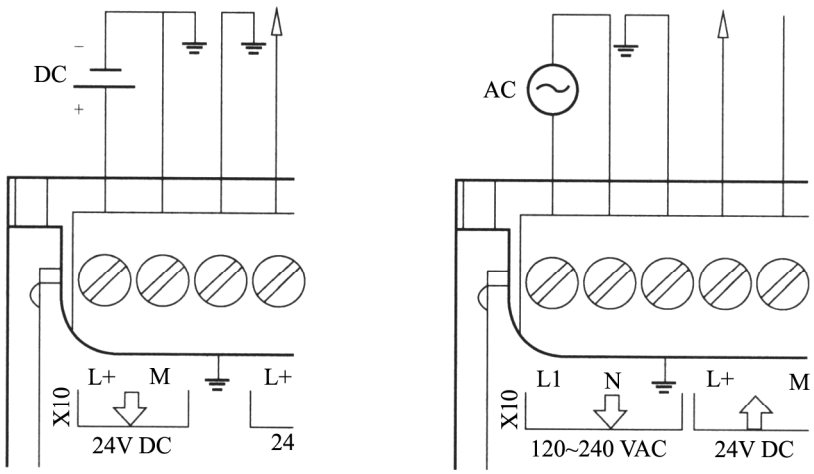
如果有通信模块，应先将通信模块连接到 CPU 模块上，然后将整个组件作为一个单元安装到标准导轨或面板上，再安装信号模块。如果没有通信模块，可直接安装 CPU 模块，再安装信号模块。

提　示

安装时，要注意几点：①垂直安装时，允许的最大环境温度要比水平安装时低 10 ℃；②在安装或拆卸任何模块（含引线）之前，要确保电源处于断开状态；③S7-1200 PLC 必须安装在外壳、控制柜或电控室内；④S7-1200 PLC 必须与热辐射、高压和电噪声隔离开。

二、S7-1200 PLC 的接线

（1）供电电源接线。S7-1200 PLC 有两种供电方式，即 DC 24 V 和 AC 120～240 V，供电端子的接线方法如图 1-9 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，接线时还必须确认 CPU 的类型及其供电方式。

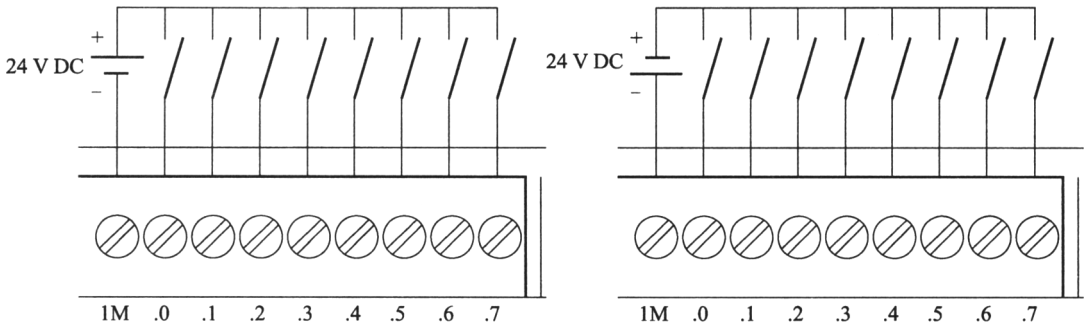


(a)直流电源接线方法　　(b)交流电源接线方法

图 1-9　供电电源接线

（2）数字量模块接线。其包括数字量输入模块接线和数字量输出模块接线。

S7-1200 PLC 的数字量输入方式有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 1-10（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 1-10（b）所示。



(a)漏型输入　　(b)源型输入

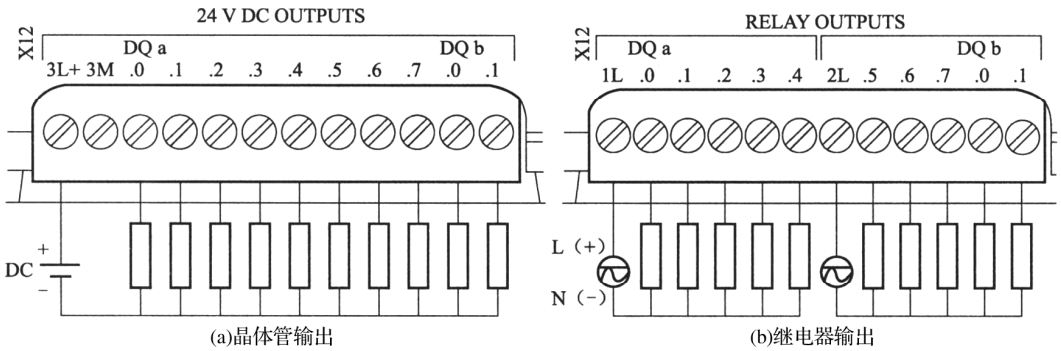
图 1-10　数字量输入模块接线

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 1-11（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 1-11（b）所示。

（3）模拟量模块接线。其包括模拟量输入模块接线和模拟量输出模块接线。

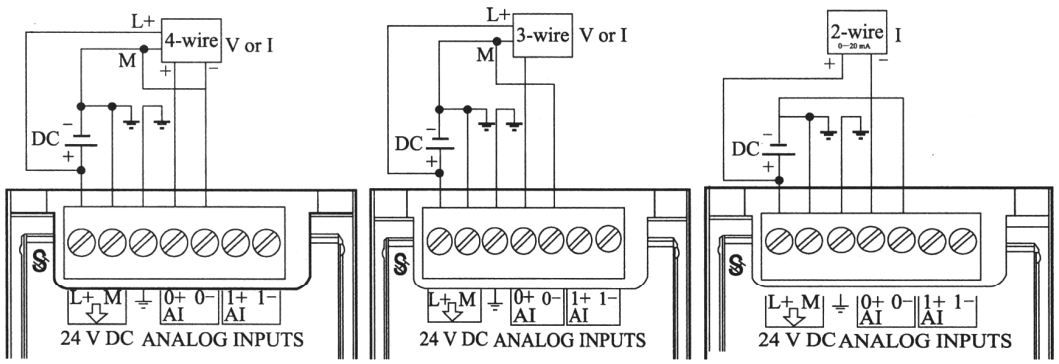
模拟量输入模块可以输入标准电流和电压信号，其接线方式根据模拟量仪表或设备线缆个数分为四线制、三线制和二线制 3 种类型，如图 1-12 所示。

模拟量输出模块可以输出标准电流和电压信号，其接线方式（以 SM1232 模块为例）如图 1-13 所示。



(a)晶体管输出　　(b)继电器输出

图 1-11　数字量输出模块接线



(a)四线制　　(b)二线制　　(c)二线制

图 1-12　模拟量输入模块接线

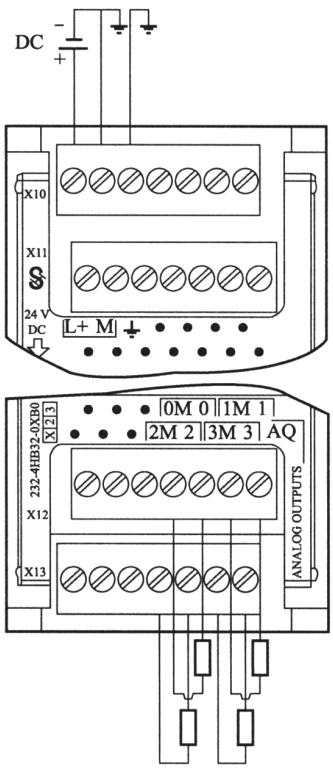


图 1-13　模拟量输出模块接线

提　示

在对任何电气设备进行接地或接线前，须确保已切断该设备的电源。同时，还要确保已切断所有相关设备的电源。

另外，在使用感性负载时，要加入抑制电路。抑制电路可以限制输出通断时电压的高压瞬变，保护输出，并可以降低感性负载开关时产生的电子噪声。

任务四　安装 TIA 博途软件

TIA 博途 STEP 7 有两种版本，一种为基础版（STEP 7 Basic），用于组态 S7-1200 PLC；另一种是专业版（STEP 7 Proflessional），用于组态目前西门子品牌中除 S7-1200 PLC 之外所有的 PLC 及 WinAC。

一、安装要求

本教材所使用的软件版本为 TIA 博途 STEP 7 V15.1 专业版。运行该软件推荐的计算机配置如表 1-5 所示。

表 1-5　推荐的计算机配置

配置	要求
操作系统	Microsoft Windows 7 或更高版本的
处理器	Intel Core™ i5-6440EQ 2.7 GHz 或更高配置的
内存	16GB 或更大的（大型项目为 32GB 以上）
硬盘	50 GB 的固态硬盘或更大的
显示器	15.6"全高清显示器（1920×1080 像素或更高的）

二、安装步骤

在安装软件前先要检查计算机的配置是否满足系统要求，并确保具有管理员权限。满足这两点要求后，关闭所有正在运行的程序，准备安装软件。

（1）右击“TIA _ Portal _ STEP _ 7 _ Pro _ WINCC _ Adv _ V15 _ 1.exe”文件，在弹出的快捷菜单中选择“以管理员身份运行”选项，如图 1-14 所示。

（2）进入安装程序引导界面（解压缩），单击“下一步”按钮，如图 1-15 所示。



图 1-14　运行安装文件

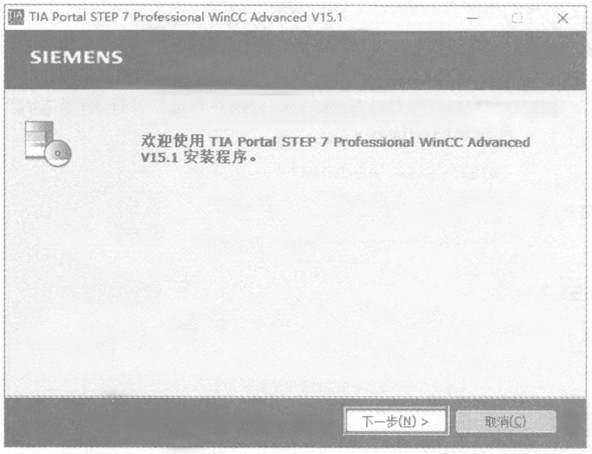


图 1-15　安装程序引导界面

（3）进入选择安装语言界面，选中“下一步”按钮，如图 1-16 所示。

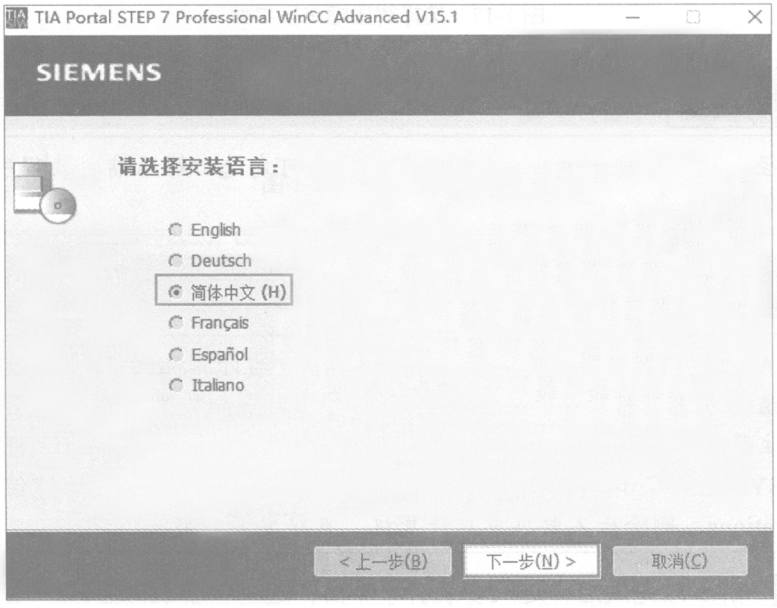


图 1-16　选择安装语言界面

（4）进入解压缩路径设置界面，选择路径后，勾选“退出时删除提取的文件”复选框，单击“下一步”按钮进行解压缩，如图 1-17 所示。

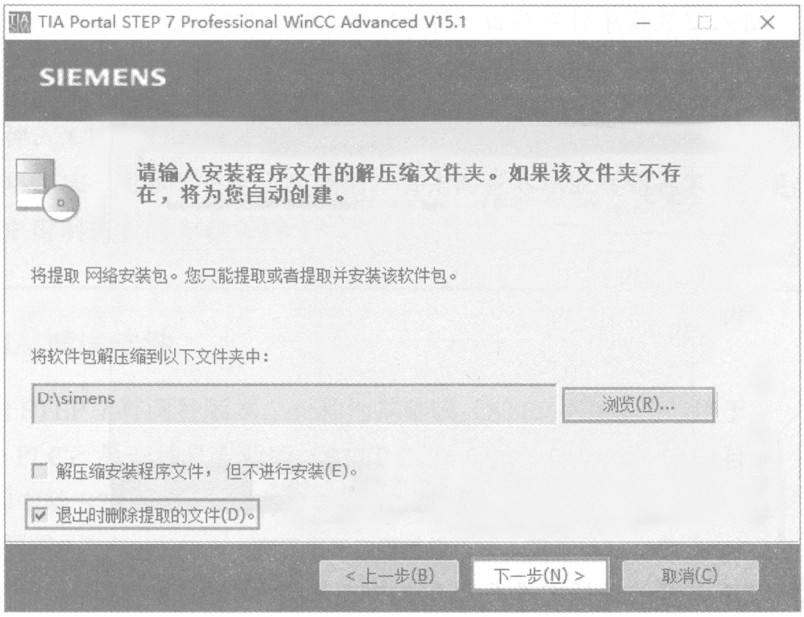


图 1-17　解压缩路径设置界面

提　示

安装路径不能包含中文字符。如果只解压文件，可勾选“解压缩安装程序文件，但不进行安装”复选框。

（5）解压缩完成后，进入安装引导界面，选中“安装语言：中文”单选钮，单击“下一步”按钮，如图 1-18 所示。

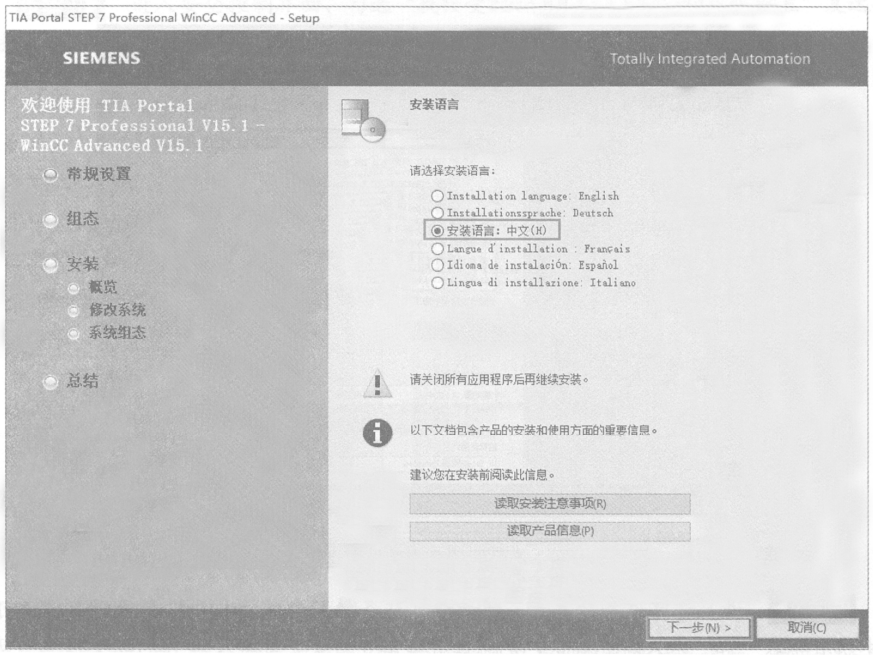


图 1-18　安装引导界面

（6）进入产品语言界面，勾选“中文”复选框，单击“下一步”按钮，如图 1-19 所示。

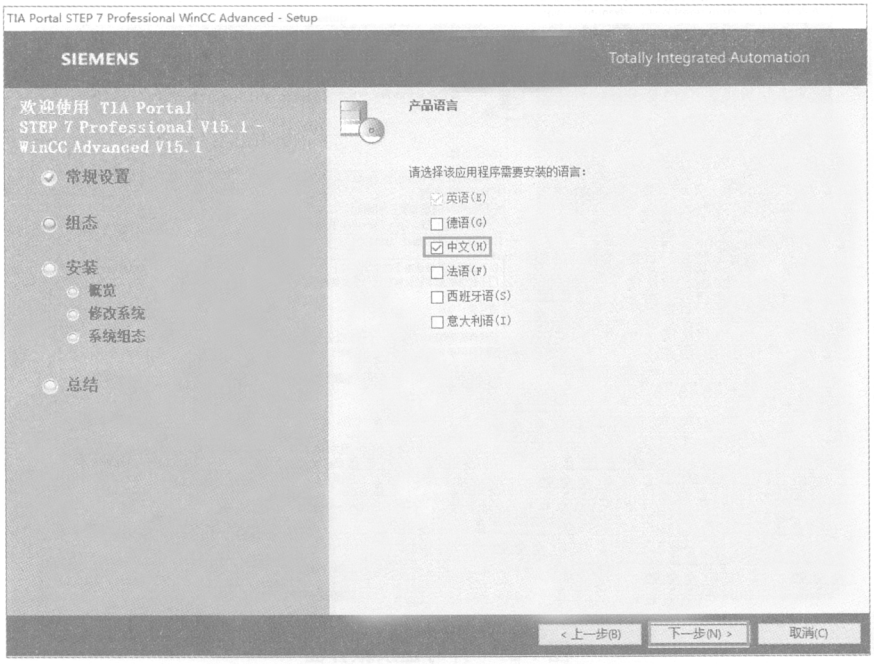


图 1-19　产品语言界面

（7）进入产品配置及安装位置选择界面，选择要安装的产品，并勾选需要安装的文件，再单击“浏览”按钮，设置安装路径，然后勾选“创建桌面快捷方式”复选框，单击“下一步”按钮，如图 1-20 所示。

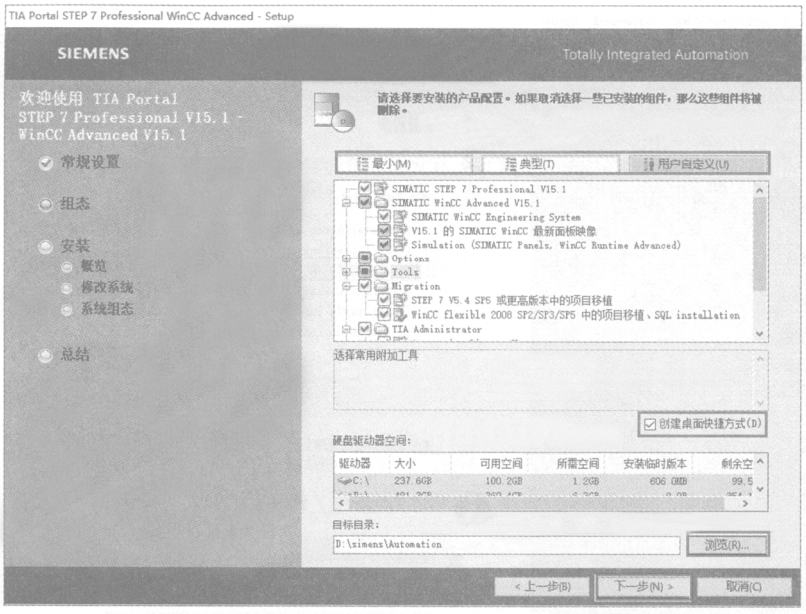


图 1-20　产品配置及安装位置选择界面

（8）进入许可证条款界面，阅读许可证条款并勾选“本人接受所列出的许可协议中所有条款”和“本人特此确认，已阅读并理解了有关产品安全操作的安全信息”两个复选框，单

击“下一步”按钮，如图 1-21 所示。

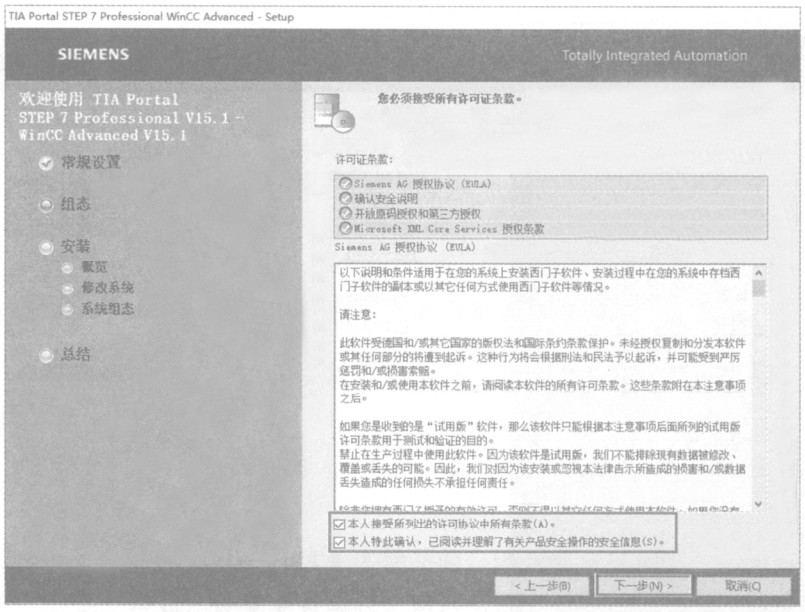


图 1-21　许可证条款界面

（9）进入安全控制界面，勾选“我接受此计算机上的安全和权限设置”复选框，单击“下一步”按钮，如图 1-22 所示。

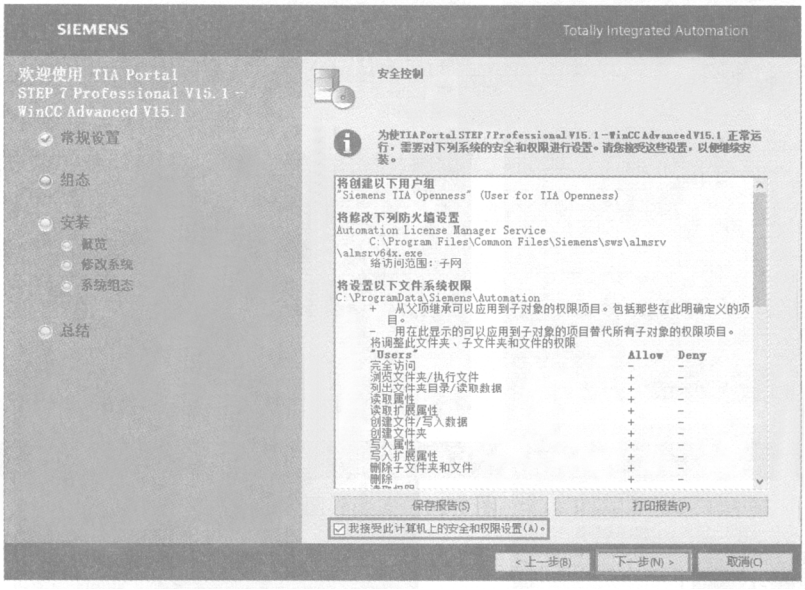


图 1-22　安全控制界面

（10）进入安装设置概览界面，检查产品配置及安装路径无误后，单击“安装”按钮，进入安装界面，如图 1-23、图 1-24 所示。

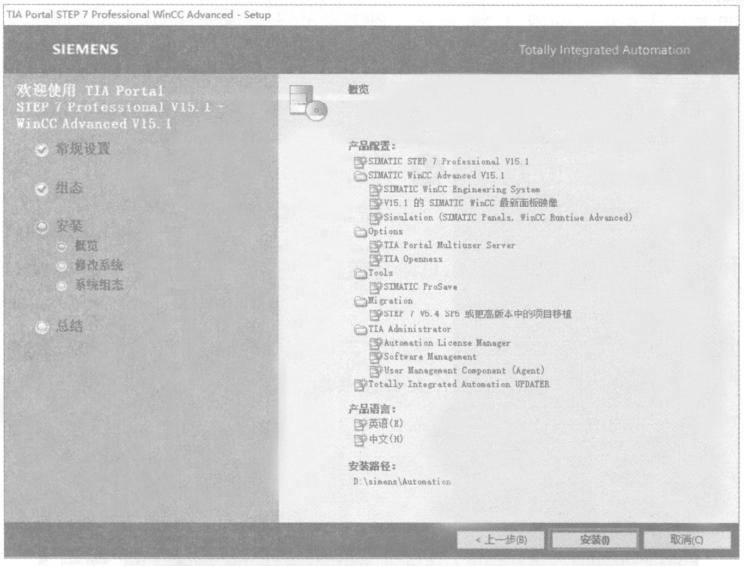


图 1-23　安装设置概览界面

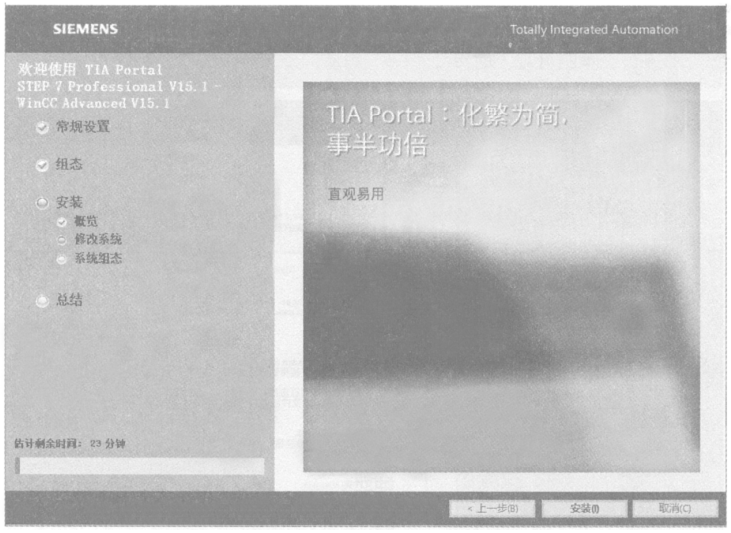


图 1-24　安装界面

提　示

如果安装过程中未在计算机中找到许可证密钥，则可以通过从外部导入的方式将其传送到计算机中；如果跳过许可证密钥传送，安装完成后可通过自动化授权管理器进行传送。

（11）安装完成后，选中“是，立即重启计算机”单选钮，然后单击“重新启动”按钮，即可重启计算机，如图 1-25 所示。计算机重启后桌面上就会出现TIA图标，至此软件已安装完成。

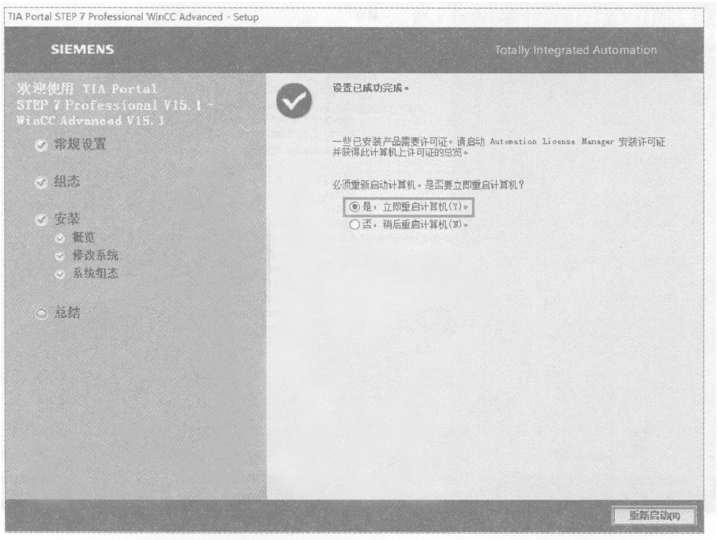


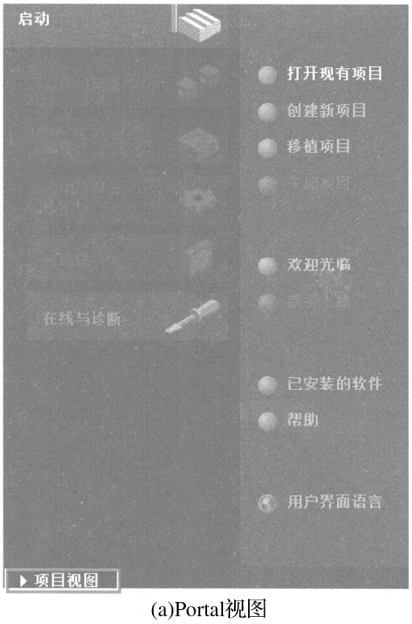
图 1-25　安装完成界面

三、初步使用 TIA 博途软件

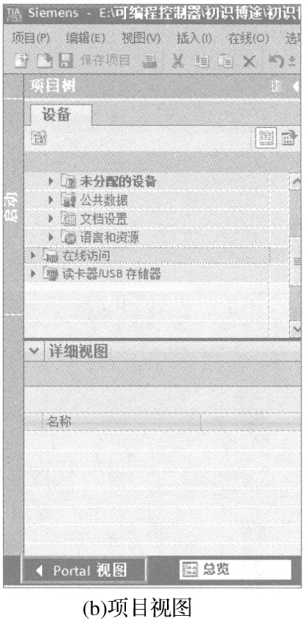
双击桌面图标，进入 TIA 博途软件开发界面。

1. TIA 博途软件的视图

TIA 博途软件的视图有两种，即 Portal 视图和项目视图，可以单击左下角的图标按钮进行切换，如图 1-26 所示。



(a)Portal视图



(b)项目视图

图 1-26　TIA 博途软件的视图

Portal 视图是面向任务的工作模式视图，使用简单，可以让用户很快地进行项目设计，适合初学者使用。项目视图能显示项目的全部组件，如编辑器、参数和数据等，并可以让用

户方便地访问设备和各模块。

2. 创建新项目

在 Portal 视图和项目视图中都可以创建新项目，下面以在 Portal 视图中操作为例介绍创建新项目的步骤。

（1）在 Ponal 视图中，选择界面左侧“启动”→“创建新项目”选项，然后在“项目名称”编辑框中输入项目名称并选择文件存放的路径，再单击“创建”按钮，如图 1-27 所示。

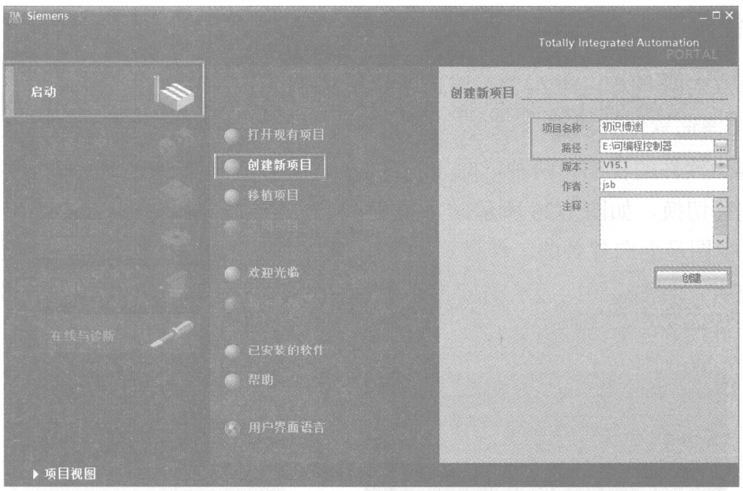


图 1-27　创建新项目

（2）进入新手上路界面，如图 1-28 所示。

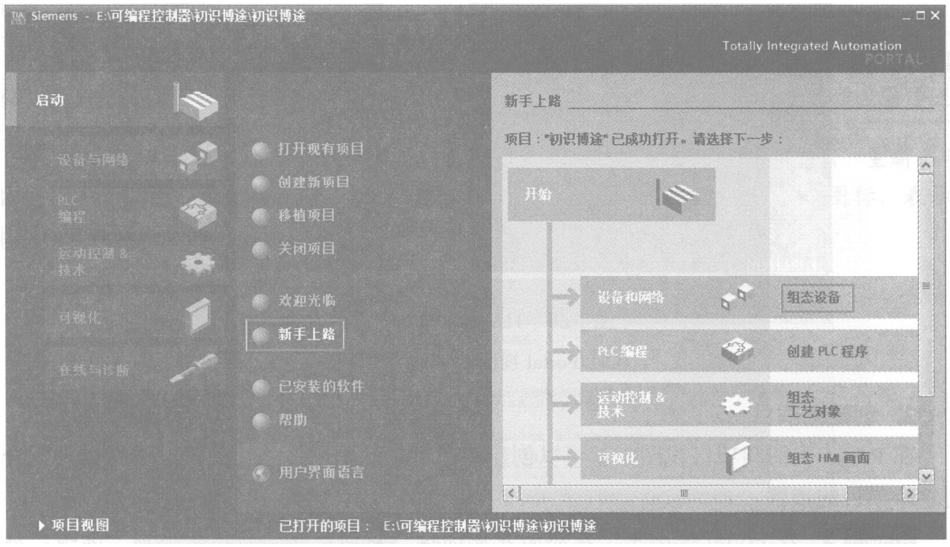


图 1-28　新手上路界面

3. 硬件组态

创建新项目后，需要对各硬件进行组态、参数配置和通信互连。项目中的组态要与实际系统一致。系统启动时，CPU 会自动检测软件的预设组态与系统的实际组态是否一致，不一致则会报错。下面介绍在 Portal 视图中进行项目硬件组态的步骤。

（1）选择新手上路界面右侧“组态设备”选项，进入添加新设备的界面，如图 1-28 所示。接着，选择“添加新设备”选项，然后单击“控制器”图标，在“控制器”列表框中选择“SIMATIC S7-1200”→“CPU”→“CPU 1214C DC/DC/DC”→“6ES7 214→1AG40→0XB0（设备订货号）”选项，并勾选“打开设备视图”复选框，单击“添加”按钮，如图1-29所示。

（2）此时项目视图打开，选择“属性”窗口区中的“IO 变量”选项卡，设置 I/O 变量名称，如图 1-30 所示。

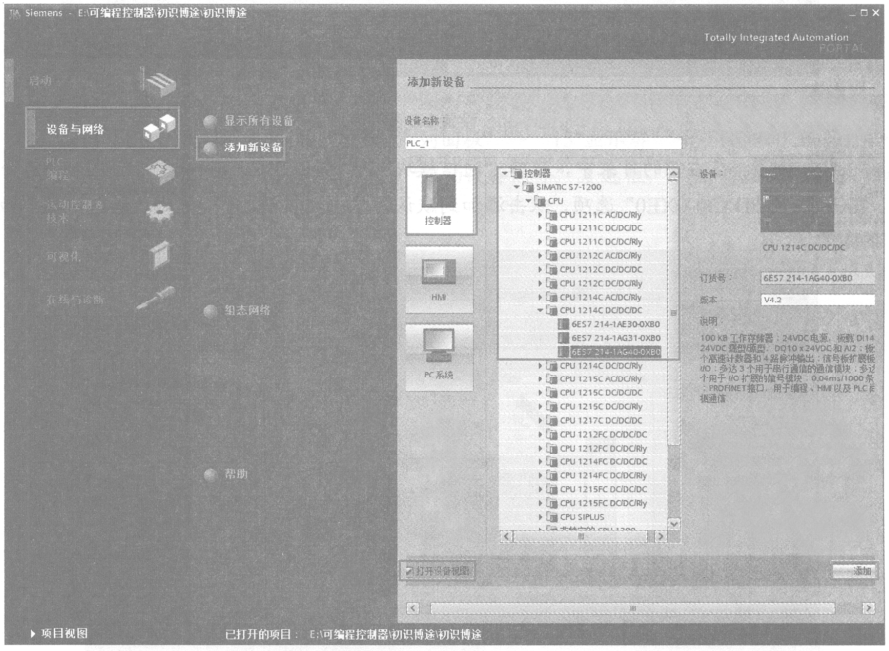


图 1-29　添加新设备



图 1-30　设置 I/O 变量名称

（3）在右侧的目录中，选择“通信模块”→“PROFIBUS”→“CM 1242-5”→“6GK7242→5DX30-0XE0”选项，双击添加到默认位置或拖曳到 CPU 左侧的指定位置，如图 1-31 所示。

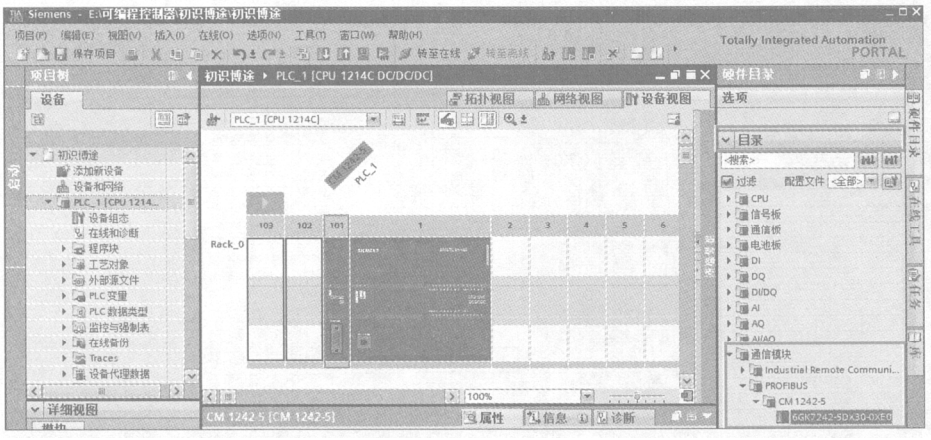


图 1-31　添加通信模块

（4）按照步骤 3 的方法将信号板“6ES7 231-4HA30-0XB0”和 DI/DQ“6ES7223-1PL30-0XB0”添加到合适的位置，如图 1-32 所示。

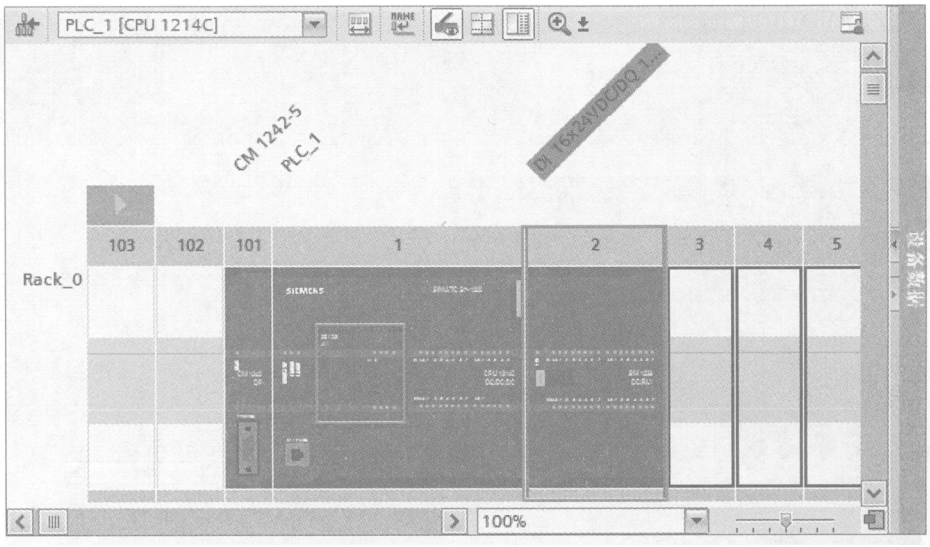


图 1-32　添加信号板和 DI/DQ

（5）在 Portal 视图中，选择“添加新设备”选项，然后单击“HMI”图标，在“HMI”列表框中选择“SIMATIC 精简系列面板”→“15”显示屏”→“TP1500 Basic”→“6AV6 647-0AG11-3AX0”选项，勾选“启动设备向导”复选框，单击“添加”按钮，如图 1-33 所示。

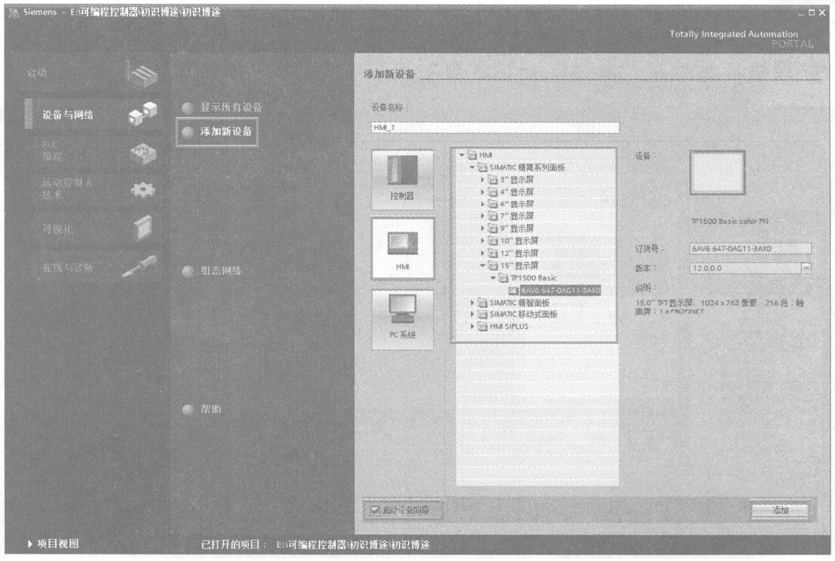


图 1-33　添加 HMI

（6）进入 HMI 设备向导界面，勾选“保存设置”复选框，单击“下一步”按钮，按照提示进行安装。安装完成后，单击“完成”按钮，如图 1-34 所示。

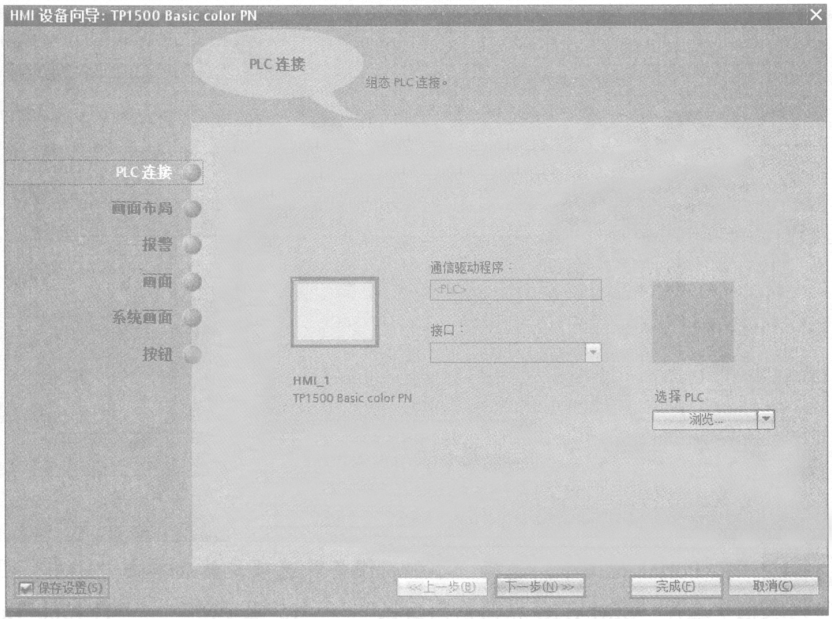


图 1-34　HMI 设备向导界面

（7）此时会进入项目视图，在左侧的项目树窗格中，选择“PLC _ 1（CPU 1214C DC/DC/DC）”→“设备组态”选项。在设备和网络窗格中，选择“网络视图”选项并选中 CPU 模块，然后在“属性”→“常规”选项卡中设置 IP 地址，如图 1-35 所示。

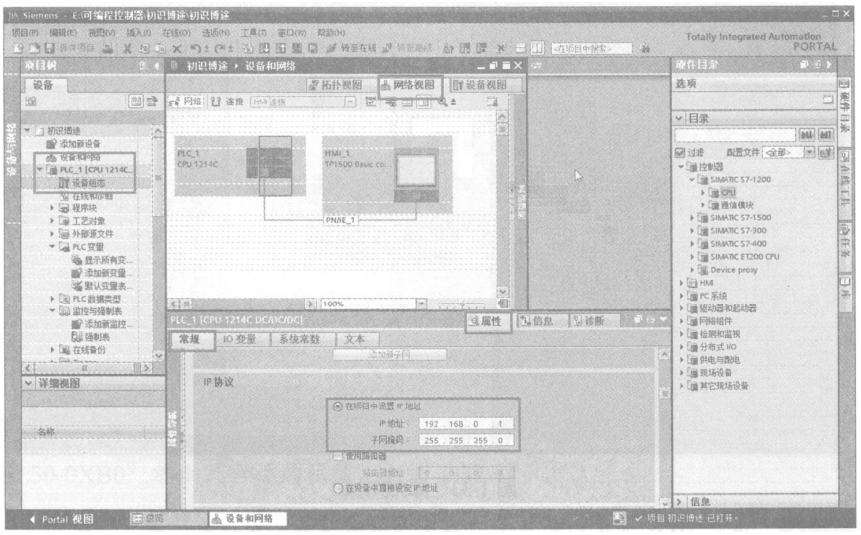


图 1-35　设置 IP 地址

（8）将光标放在 PLC 左下方的 PROFINET 接口处，按鼠标左键时会出现连接线。将此连接线拖动到 HMI 下方的 PROFINET 接口位置，即可完成 PLC 与 HMI 的网络连接，如图 1-36 所示。

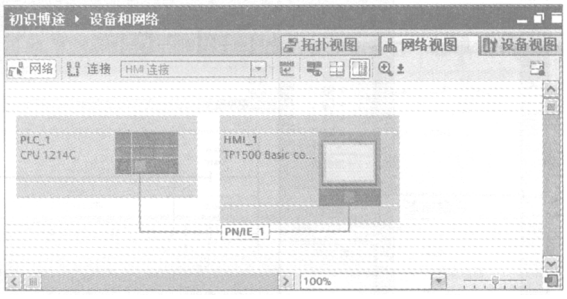


图 1-36　网络连接

4. 程序设计

硬件组态完成后，便可进行 PLC 程序设计了。在 TIA 博途软件中，支持的 PLC 编程语言有 3 种，即梯形图（LAD）、功能块图（FBD）和结构化控制语言（SCL）。下面以梯形图为例介绍 PLC 程序设计的步骤。

（1）在 Portal 视图中，选择界面左侧的“PLC 编程”选项，然后双击缩略图中的 Main 图标，如图 1-37 所示。

（2）进入主程序（main）编辑界面，拖动程序编辑区上方的常开触点、常闭触点、线圈和向上连线到程序段 1 并输入相应的地址，如图 1-38 所示。

（3）单击工具栏中的“编译”按钮，开始编译 PLC 程序。编译完成后，可在信息窗格中查看编译结果，如图 1-39 所示。

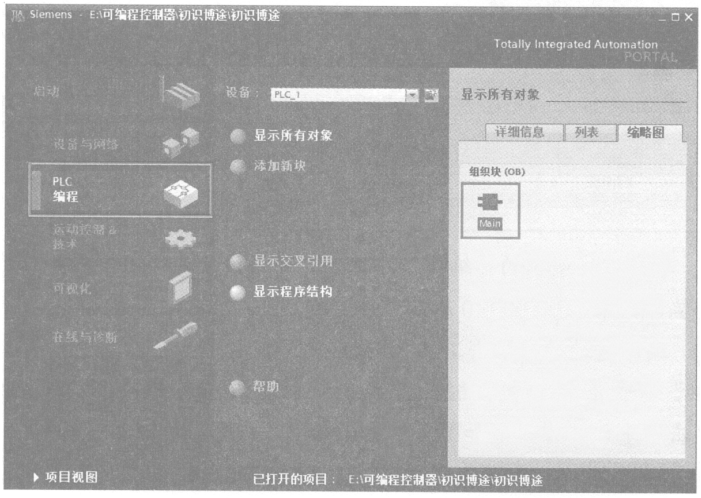


图 1-37　选择“PLC 编程”

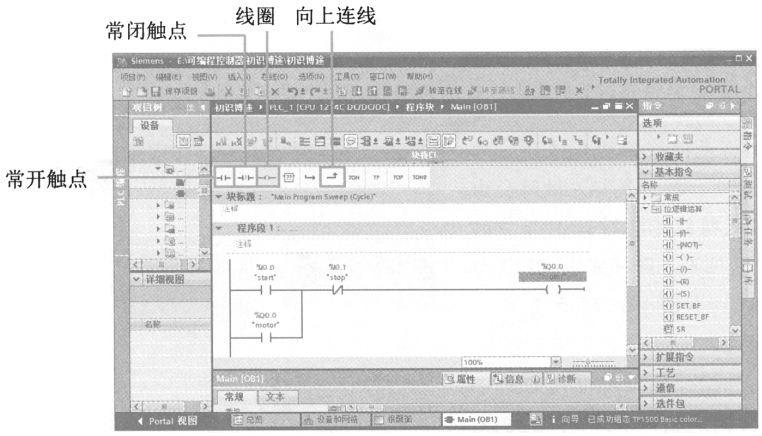


图 1-38　拖动并输入相应地址

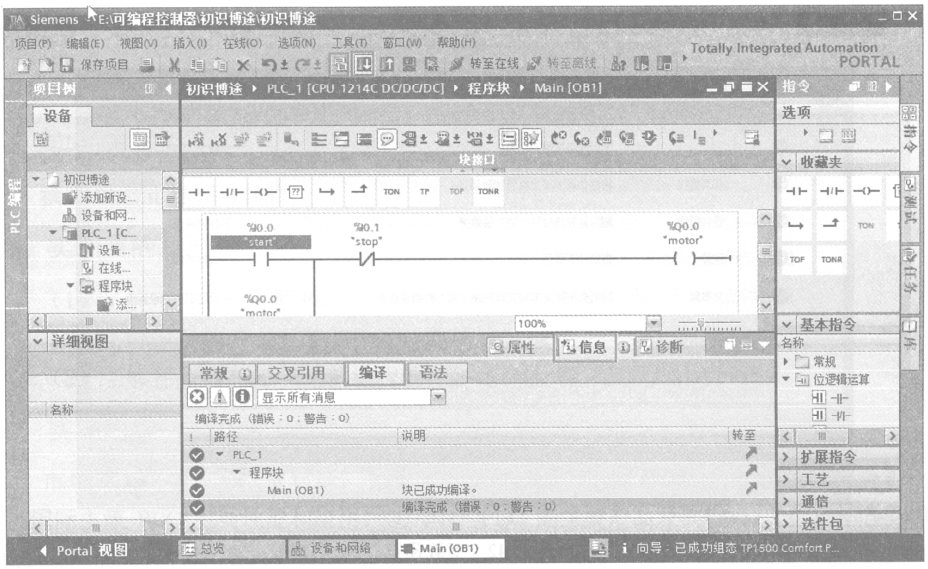


图 1-39　编译和查看

（4）编译通过后，单击工具栏中的“下载”按钮，进入搜索设备界面，在“接口/子网的连接”列表框中选择“插槽‘1X1’处的方向”选项，单击“开始搜索”按钮，搜索完成后单击“下载”按钮，如图 1-40 所示。

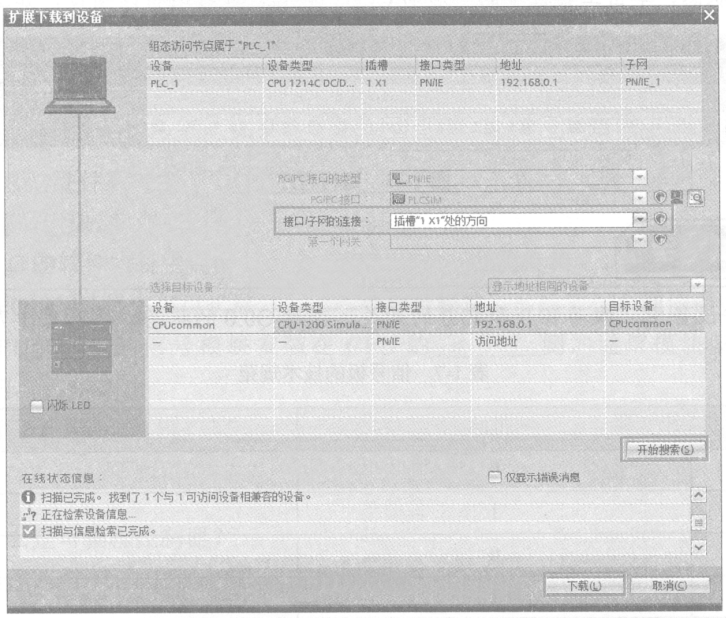


图 1-40　下载

（5）进入下载预览界面，单击“装载”按钮，如图 1-41 所示。

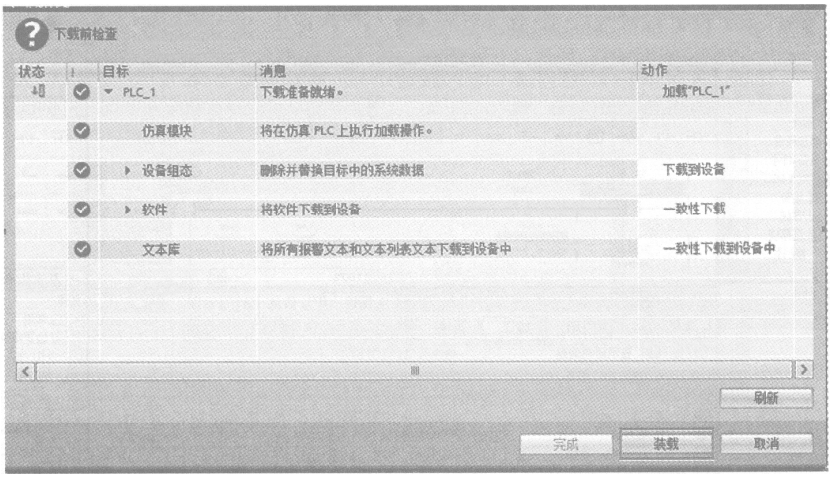


图 1-41　下载预览

（6）下载完成后，单击工具栏中的“转至在线”和“监视”按钮，运行程序并监视变量的状态，再单击工具栏中的“启动 CPU”按钮，即可运行该项目，如图 1-42 所示。



图 1-42　运行程序

项目实训

一、实训题目

撰写 PLC 市场调查报告。

二、实训目的及要求

1. 了解市场中的主流 PLC。
2. 了解国产 PLC 的优势和劣势。
3. 了解各品牌 PLC 常用的编程软件。

三、实训内容

市场调查报告的内容主要包括：①PLC 市场发展现状分析；②PLC 应用状况分析；③国际主流 PLC 的主要性能和应用；④国产 PLC 的主要品牌及其特点；⑤列举各品牌 PLC 常用的编程软件。



项目二　PLC 电动机启停与转向控制系统设计

项目导入

在工业控制中，很多的被控对象是由电动机来驱动的。在日常生活和工业生产中，有些设备经常需要进行上下、左右、前后、正反方向的运行，如垂直电梯轿厢的上行和下行、电梯门的开和关、机床工作台的前进与后退、机床主轴的正转与反转等，这些都可以用 PLC 电动机实现。

思政目标

培养自主学习、深入探究的学习能力。
培养认真严谨、一丝不苟的学习态度。
培养科学思维和技术创新意识。

知识目标

掌握 PLC 工作的原理。
掌握用 PLC 控制电动机运行的基本方法。
掌握系统存储器和时钟存储器的组态方法。
掌握自锁与互锁的编程方法。
掌握 PLC 的编程规则和技巧。

技能目标

具备正确分配 I/O 点和接线的能力。
具备用 I、Q、M 软元件编写点动和连续控制程序的能力。
具备利用控制电路移植法设计梯形图的能力。

任务一　PLC 控制电路分析与接线

一、接触器控制电路

图 2-1 所示为接触器实现电动机启停的控制电路。其主电路由低压断路器、接触器的主触点、热继电器热元件及电动机组成，控制电路由热继电器常闭触点、停止按钮 SB1、启动按钮 SB2、接触器线圈及辅助常开触点组成。

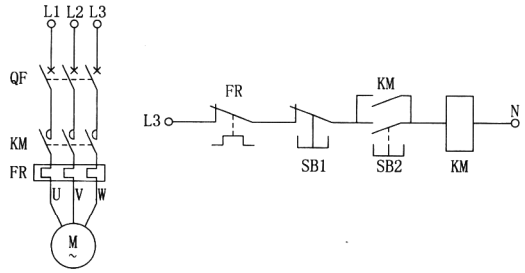


图 2-1　接触器实现电机启停的控制电路

二、PLC 控制 I/O 端口的分配

PLC 最初是用来替代继电器-接触器控制电路的，要求能用 PLC 来构成一个电动机启停控制电路，使其功能与继电器-接触器控制电路完全相同。由于该电气控制要求的控制点数少，图 2-1 中接触器控制回路的线圈电压为交流 220V，可选用 S7-1200PLC 的 CPU 1214CDC/DC/RLY 型，利用 PLC 基本的继电器输出单元即可实现电动机启停控制功能。

在控制电路中，热继电器常闭触点、停止按钮、启动按钮属于输入信号，应作为 PLC 的输入量分配接线端子；而接触器线圈属于被控对象，应作为 PLC 的输出量分配接线端子。其中 PLC 的 I/O 端口（也称 I/O 点）分配情况如表 2-1 所示。

表 2-1　I/O 端口分配

类别	元件	I/O 端口编号	备注
输入	SB1	I 0.5	停止按钮
	SB2	I 0.4	启动按钮
	FR	I 0.2	热继电器触点
输出	KM	Q 0.0	接触器

三、I/O 端口的硬件接线

基于 I/O 端口分配表，PLC 与启停按钮、热继电器和接触器的硬件接线方法如图 2-2 所示。

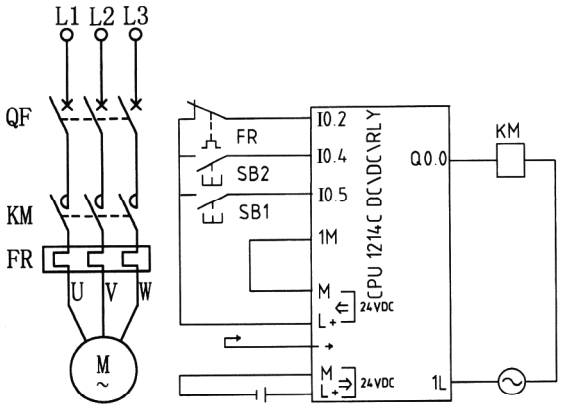


图 2-2　PLC 的 I/O 接线端口

任务二　PLC 控制原理与程序设计

一、PLC 控制系统的工作原理

PLC 如何实现电动机启停控制呢？我们先看看 PLC 是如何工作的。

1. PLC 对继电器控制系统的仿真

PLC 是一种专用于工业的控制计算机，其工作原理与计算机控制系统的工作原理基本相同。PLC 采用周期循环扫描的工作方式，其 CPU 连续执行用户程序和任务的循环序列，即扫描。

最初，PLC 是用于模拟继电器控制的一种编程工具。在一个电气控制电路整体方案中，根据任务与功能的不同可明显划分出主电路（完成主要任务的电路，表象是大电流）和辅助电路（完成控制、保护、信号等任务的电路，表象是小电流）。用 PLC 替代继电器控制系统一般是指替代辅助电路，而主电路基本保持不变。主电路如含有大型继电器仍可继续使用，PLC 可以用其内部的“软继电器”（或称“虚拟继电器”）去控制外部的主电路开关继电器，PLC 的出现不是要“消灭”继电器，而是要替代辅助电路中起控制、保护、信号作用的继电器，从而达到节能降耗这一目标。

1）继电器控制系统的组成。由控制、保护、信号等继电器辅助电路构成的电气控制系统，可以分解为如图 2-3 所示的 3 个组成部分：输入部分、逻辑控制部分和输出部分。