

边学边用边实践



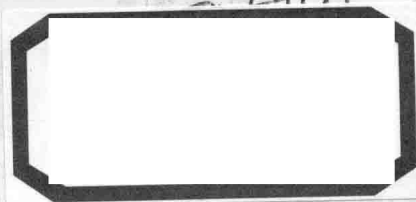
欧姆龙CJ系列 PLC 变频器 触摸屏 综合应用

陶飞 / 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

边学边用边实践



欧姆龙CJ系列 PLC 变频器 触摸屏 综合应用

陶 飞 / 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书从实际工程应用的角度出发, PLC 主要以欧姆龙 CJ 系列 PLC 为载体, 变频器以 3G3MX2 系列为目标, 触摸屏以 NB 系列 HMI 为对象, 按照基础、实践和工程应用的结构体系, 精选了 PLC、触摸屏和变频器的 36 个应用案例, 使用目前流行的 PLC 编程软件 CX-Programmer 和 HMI 的画面组态软件 NB-Designer, 对工业控制系统中的四类典型应用, 即模拟量输入 (AI)、模拟量输出 (AO)、数字量输入 (DI) 和数字量输出 (DO) 的程序设计方法进行了详细的讲解, 由浅入深、循序渐进地介绍了 PLC、触摸屏和变频器在不同应用案例中的材料选型、电路原理图设计、梯形图设计、变频器参数设置和调试方法。按照本书的应用范例, 读者可以快速掌握 PLC 在实际工作中的程序编制、触摸屏的项目创建和应用、驱动电动机带动不同负载运行的变频器的参数设置, 这些案例还可以稍作修改直接移植到工程中使用。

本书深入浅出、图文并茂, 具有实用性强、理论与实践相结合等特点。每个案例提供具体的设计任务、详细的操作步骤, 注重解决工程实际问题。本书可供计算机控制系统研发的工程技术人员参考使用, 也可供各类自动化、计算机应用、机电一体化等专业的师生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

欧姆龙 CJ 系列 PLC、变频器、触摸屏综合应用 / 陶飞编著. —北京: 中国电力出版社, 2017. 4
(边学边用边实践)

ISBN 978-7-5198-0397-1

I. ①欧… II. ①陶… III. ①PLC 技术②变频器③触摸屏 IV. ①TM571.61 ②TN773 ③TP334.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 028632 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 崔素媛 (cuisuyuan@gmail.com)

责任校对: 常燕昆

装帧设计: 王红柳 左 铭

责任印制: 蔺义舟

印 刷: 汇鑫印务有限公司

版 次: 2017 年 4 月第一版

印 次: 2017 年 4 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 16 开本

印 张: 23.5

字 数: 576 千字

印 数: 0001—2000 册

定 价: 68.00 元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

可程序控制器 (PLC)、触摸屏和变频器是电气自动化工程系统中的主要控制设备。本书 PLC 主要以欧姆龙 CJ 系列 PLC 为载体, 触摸屏以欧姆龙 NB 系列 HMI 为对象, 变频器以欧姆龙 3G3MX2 系列变频器为目标, 编写了应用入门、应用初级、应用中级和应用高级四个等级的 36 个工程应用案例, 每个案例都有案例说明、相关知识点和创作步骤的详细说明, 具有深入浅出、图文并茂、实用性强、理论与实践相结合等特点。

可程序控制器 PLC 部分以欧姆龙 PLC 编程软件 CX-Programmer 为核心, 演示了欧姆龙 CJ 系列 PLC 的项目创建、硬件组态、符号表制作、数字量和模拟量模块的接线以及模块的参数设置。在相关知识点中对 PLC 中的数据类型和 I/O 寻址给予了充分的说明和介绍, 对 CX-Programmer 中比较重要的定时器和计数器指令单独进行了应用举例。本书应用中级篇和应用高级篇, 笔者对实际工程项目中常常用到的 PLC 控制电动机的正反转运行、自动送料装车系统的 CJ 系列 PLC 的控制、CJ 系列 PLC 的直线插补案例, 从电气设计、项目组态和程序编制等角度入手, 尽可能使用不同的指令来完成案例中的工艺要求。将在实际的工程中真实要用到的设备, 包括按钮、开关、指示灯、接触器、继电器、空气开关、保险、热继电器、光敏开关、编码器、限位开关、电磁阀、报警器、变频器、位移传感器等常用的电气设备结合到案例当中, 使读者能够迅速掌握 PLC 的项目创建和程序编制。

触摸屏 HMI 部分以 NB-Designer 这个模块化的画面组态软件为核心, 演示了欧姆龙 NB 系列 HMI 的项目创建、组态、画面制作、网络通信和通信参数设置, 在相关知识点中对人机界面产品 HMI 的硬件和 NB-Designer 画面组态软件给予了充分的说明和介绍, 对 HMI 项目中比较重要的画面创建、按钮、指示灯和趋势图都单独进行了应用举例。在应用中级篇和应用高级篇, 笔者对实际工程项目中常常用到的报警系统、HMI 上 I/O 域和 NB 触摸屏的直接窗口和间接窗口的制作以案例的形式加强了说明, 使读者能够迅速掌握 NB-Designer 画面组态软件的操作与应用, 同时, 能够非常容易与标准的用户程序进行结合, 利用 HMI 的显示屏显示, 通过输入单元 (如触摸屏、键盘、鼠标等) 写入工作参数或输入操作命令, 实现人与机器的信息交互, 从而使用户建立的人机界面能够精确地满足生产的实际要求。

变频器 3G3MX2 系列是欧姆龙通用型变频器, 本书对工程项目中使用广泛的 3G3MX2 变频器在不同应用领域里的参数设置进行了详细介绍。包括欧姆龙变频器 3G3MX2 的点动、正反转控制的加减速时间的设置, 3G3MX2 变频器的面板操作、调试、正反转运行控制。针对欧姆龙 3G3MX2 系列变频器, 同样以案例的方式给出了多种同速控制的电气设计电路, 并说明了变频器的检修方法和日常维护细则, 以及 3G3MX2 在恒压供水的 PID 系统中的参数设置。读者在了解相关知识点中变频器的各种基本功能之后, 还需要结合功能参数的设置要点、端口电路的配接和不同功能在生产实践中的应用, 来掌握变频器的频率设定功能、运行控制功能、电动机控制功能、PID 功能、通信功能及保护和显示功能等。这样, 就能够使读

者尽快熟练地掌握变频器的使用方法和技巧，从而避免大部分故障的出现，让变频器应用系统运行得更加稳定。

本书中的每个案例提供具体的设计任务、详细的操作步骤，注重解决工程实际问题。按照本书的应用案例，读者可以快速掌握 PLC 在实际工作中的程序编制、HMI 的项目创建和应用、驱动电动机带动不同负载运行的变频器的参数设置，这些案例在用户今后的项目中只需做相应的简单修改后便可直接应用于工程，这样可以减少项目设计和开发的工作量。

本书在编写过程中，王峰峰、戚业兰、陈友、王伟、张振英、于桂芝、王根生、马威、张越、葛晓海、袁静、董玲玲、何俊龙、张晓琳、樊占锁、龙爱梅等提供了许多资料，张振英和于桂芝参加了本书文稿的整理和校对工作，在此一并表示感谢。

限于作者水平，书中难免有疏漏之处，希望广大读者多提宝贵意见。

前言

第一篇 应用入门	1
案例 1 CJ 系列 PLC 项目创建与保存	3
案例 2 PLC 项目中的符号表	20
案例 3 CJ 系列 PLC 的 I/O 分配	27
案例 4 变频器的主电路回路设计	31
案例 5 变频器 3G3MX2 的面板操作	42
案例 6 变频器 3G3MX2 的工作模式切换和初始化	47
案例 7 NB 触摸屏的项目创建和窗口制作	52
案例 8 NB 触摸屏上的按钮制作	62
案例 9 NB 触摸屏上指示灯的制作	70
第二篇 应用初级	75
案例 10 PLC 项目的多重编程操作	77
案例 11 欧姆龙 CJ 系列 PLC 的计数器应用	92
案例 12 欧姆龙 CJ 系列 PLC 的定时器应用	111
案例 13 变频器 3G3MX2 的试运行和输出频率的设定	123
案例 14 变频器 3G3MX2 的点动、正反转控制的加减速时间的设置	134
案例 15 变频器 3G3MX2 的变频转工频	139
案例 16 NB 触摸屏上数值输入元件与静态文本的制作	143
案例 17 NB 触摸屏的棒图和系统时间的制作	150
案例 18 上传密码、地址标签的设置和多语言切换	154
第三篇 应用中级	159
案例 19 欧姆龙 CJ 系列 PLC 控制自动烘焙设备	161
案例 20 自动送料装车系统的 CJ 系列 PLC 的控制	184
案例 21 CJ 系列 PLC 的直线插补	205
案例 22 变频器 3G3MX2 的位置控制	210
案例 23 变频器 3G3MX2 的 PID 控制	221
案例 24 变频器 3G3MX2 的同速控制和检修	228
案例 25 触摸屏 NB 的动画制作	234
案例 26 触摸屏 NB 的报警信息和报警元件的应用	243

案例 27	NB 系列触摸屏 XY 图和计时器的制作	248
-------	----------------------------	-----

第四篇	应用高级	255
------------	-------------------	-----

案例 28	CJ 系列 PLC 在冶金冷轧板加工中的位置测量	257
-------	--------------------------------	-----

案例 29	欧姆龙 CJ 系列 PLC 在苹果包装传送线上的应用	270
-------	----------------------------------	-----

案例 30	CJ 系列 PLC 的变量强制与监控	283
-------	--------------------------	-----

实例 31	变频器 3G3MX2 与 PLC NJ501-1500 的 DeviceNet 通信	296
-------	--	-----

案例 32	变频器 3G3MX2 与 NB 触摸屏的通信	304
-------	------------------------------	-----

案例 33	变频器 3G3MX2 与 PLC 的 Modbus-RTU 通信	310
-------	--	-----

案例 34	NB 触摸屏的以太网通信的设置和打印功能的实现	329
-------	-------------------------------	-----

案例 35	NB 触摸屏的直接窗口和间接窗口的制作	341
-------	---------------------------	-----

案例 36	NB-Designer 的模拟操作和项目下载、运行	359
-------	---------------------------------	-----

第一篇

应用入门

应用入门

应用入门

案例 1

CJ 系列 PLC 项目创建与保存

一、案例说明

欧姆龙 PLC 编程软件 CX-Programmer 是一个基于 CPS (Component and Network Profile Sheet) 的集成开发环境, 支持欧姆龙全系列的 PLC, 同时也支持离线仿真。

传统的继电器控制是根据固定的生产工艺, 针对特定的生产设备进行设计的控制系统, 系统中的逻辑、定时和计数等功能是采用硬接线的方式来实现的。这种控制方式在改变生产工艺后需要重新进行系统设计, 硬接线也需要重新配线和安装, 而现代的 PLC 控制实现这些功能是通过 PLC 编程软件在程序中完成的, 当改变生产工艺后, 用户只要改变 PLC 的程序即可, 不再需要改动或只需少量改动硬接线就能适应生产工艺的改变了, 非常的可靠、方便, 这就是 PLC 最显著的优势。笔者在本案例的相关知识点中首先介绍了 CX-Programmer 编程软件的开发环境, 然后介绍了两种创建 PLC 新项目的方法, 最后在案例操作步骤中介绍了如何在 CX-Programmer 软件中创建新项目, 设置单元配置和组态, 并对新项目保存和另存的操作进行了说明。也介绍了欧姆龙 CJ2H 系列 PLC 组建的系统中用户能够使用的编程语言。

二、相关知识点

1. CX-Programmer 编程软件主窗口的界面介绍

CX-Programmer 编程软件主窗口的界面包括标题栏、菜单栏、工具栏、状态栏、梯形图窗口、符号栏、工程区几个部分, 用于项目文件的管理、对象的编辑和插入、程序的下载监控诊断、视图和窗口排列、在线帮助等, 另外, 还有个信息窗口在主窗口的上方。CX-Programmer 的编程界面如图 1-1 所示。

标题栏显示 CX-Programmer 中创建保存的文件名, 还包含窗口标题和控制窗口的按钮。

符号栏显示当前光标所指的符号的名称、地址或数值、注释。

状态栏显示的是 PLC 名称、在线/离线、激活单元的位置等信息。

梯形图窗口是创建和编辑梯形图程序的屏幕。

菜单栏包含当前窗口的所有菜单。

工具栏包含最常用的任务图标, 这些图标带有浮动标注。启动结合模拟图标  的浮动标注如图 1-2 所示。

信息窗口显示即时帮助、PLC 在线状态、PLC 模式、连接的 PLC 和 PLC 类型、PLC 循环时间、在线编辑缓冲区大小和由当前显示的视图而定的当前光标位置。

2. 欧姆龙 CJ 系列 PLC 系统的组成

欧姆龙 CJ 系列 PLC 系统易于操作、编程、维护和服务, CJ 系列 PLC 系统是由 CPU 单

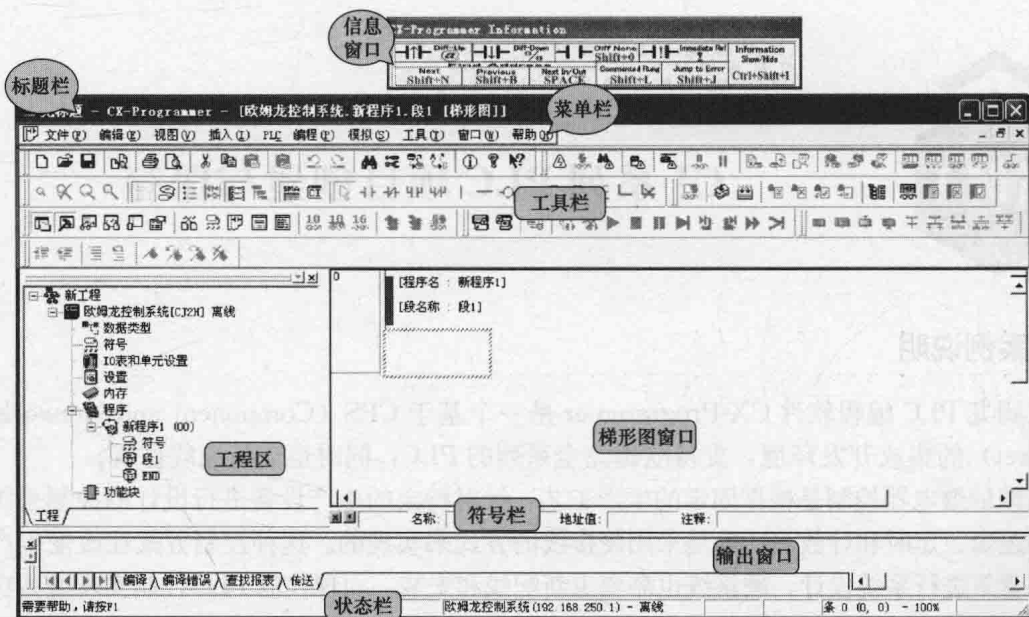


图 1-1 CX-Programmer 编程软件的界面

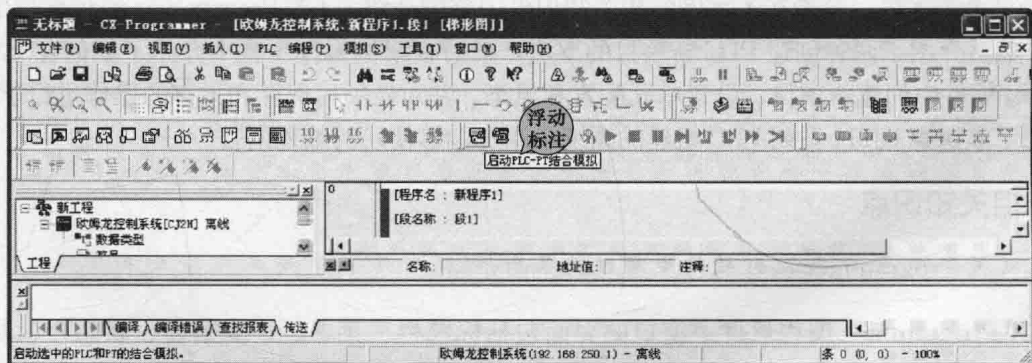


图 1-2 启动结合模拟图标 的浮动标注

元、供电单元、基本 I/O 单元、特殊 I/O 单元、CPU 总线单元和一个终端板组成的，而存储卡是可选件。

CJ1 系列 PLC 组成的系统如图 1-3 所示。

使用 CX-Programmer 编程软件对其进行程序的编制。

CJ1 和 CJ2 CPU 单元使用相同的 CJ 系列电源单元和 CJ 系列配置单元，并且连接 CJ 系列扩展机架都需要使用 I/O 控制单元。CJ2 CPU 单元的 CPU 机架或扩展机架上最多可连接 10 个单元。

欧姆龙 CJ PLC 系统的组件包括导轨、电源、中央处理单元（CPU）、接口模块、基本 I/O 单元、特殊 I/O 单元和总线单元。CJ 系列 PLC 典型的系统结构如图 1-4 所示。

3. CJ 系列 PLC 的导轨

导轨是 CJ 系列 PLC 的机架，各种 I/O 接口模块和信号模块是安装在机架上的，但 CJ 系列 PLC 组建的系统的电源模块和 CPU 模块是不用安装在机架上的。

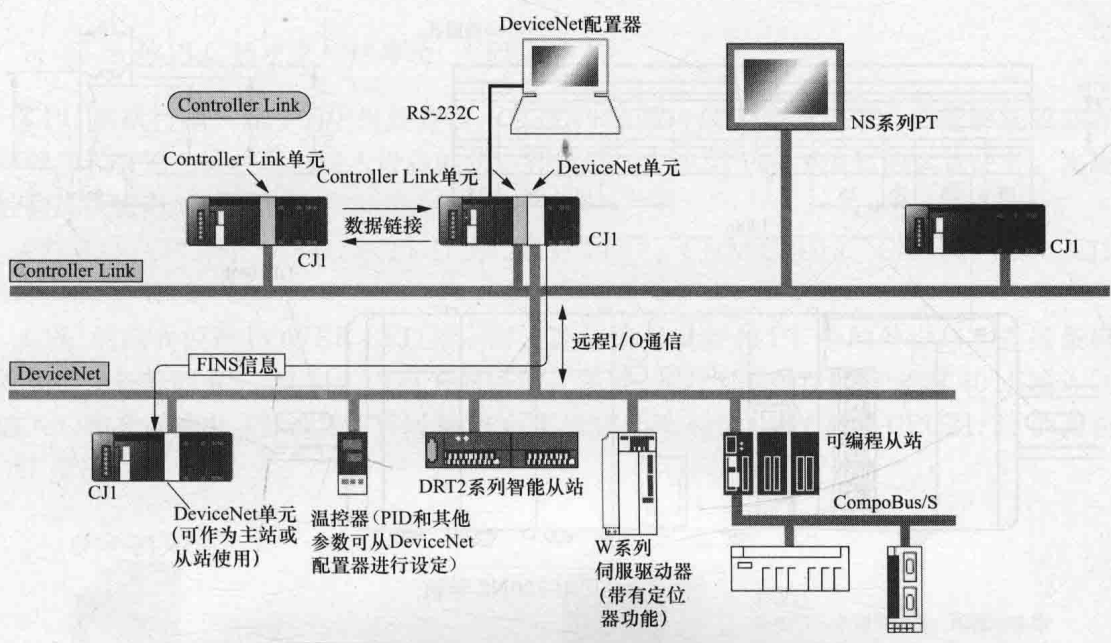


图 1-3 CJ1 系列 PLC 组成的系统

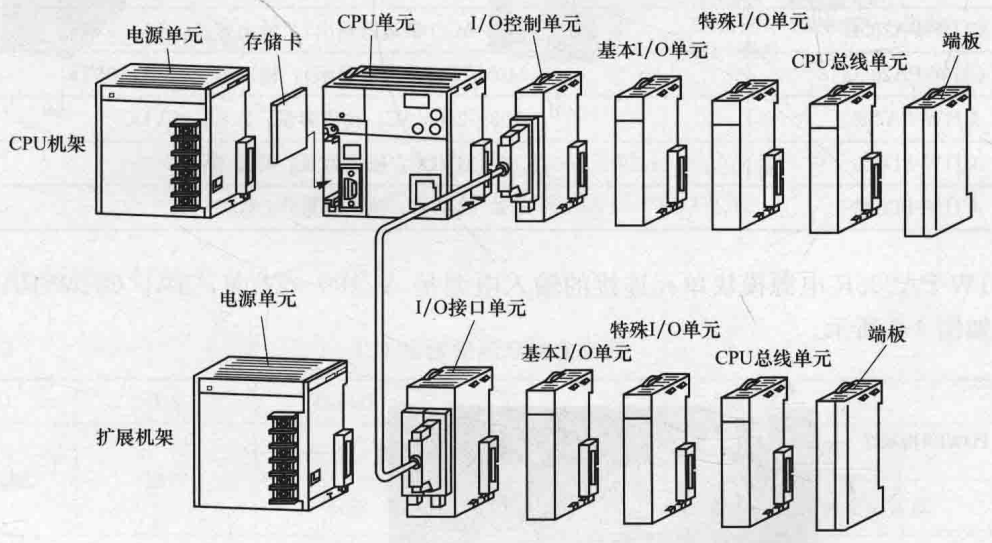


图 1-4 CJ 系列 PLC 典型的系统结构

安装 CJ 系列 PLC 的 DIN 导轨型号有三种，第一种是 PFP-100N2，长度是 16mm；第二种是 PFP-100N，长度是 7.3mm；第三种是 FFP-50N，长度是 7.3mm。导轨如图 1-5 所示。

4. 电源模块单元 CJ1W

电源模块是将电网电压变换为 CJ1W 所需的 5VDC 工作电压，电源模块 PA 输出电压是直流 5V，有 2A、5A 和 2.8A 三种型号，电源模块上的 POWER LED 灯用来指示电源是否正常。

CJ 系列电源模块单元的详细参数见表 1-1。

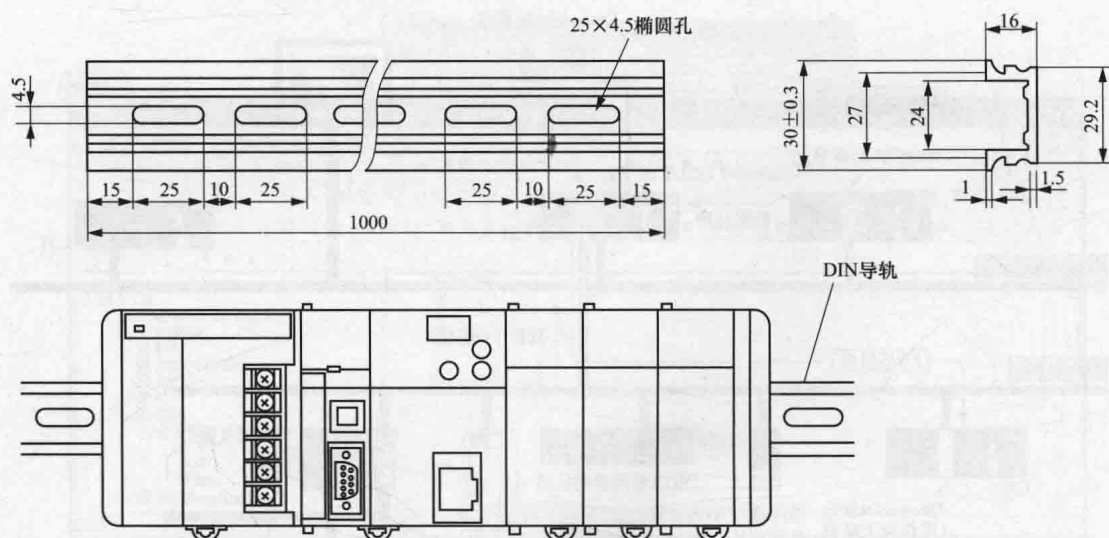


图 1-5 PFP-100N2 导轨

表 1-1

CJ 系列电源模块单位的详细参数表

电源单元名称	规格
CJ1W-PA205R	100~240VAC (带运行输出), 输出容量: 5A, 5VDC
CJ1W-PA205C	100~240VAC (带寿命显示), 输出容量: 5A, 5VDC
CJ1W-PA202	100~240VAC, 输出容量: 2.8A, 5VDC
CJ1W-PD025	24VDC, 输出容量: 5A, 5VDC
CJ1W-PD022	24VDC, 输出容量: 2A, 5VDC

CJ1W-PA205R 电源模块单元连接的输入电源是 AC100~240V, 5A。CJ1W-PA205R 电源单元如图 1-6 所示。

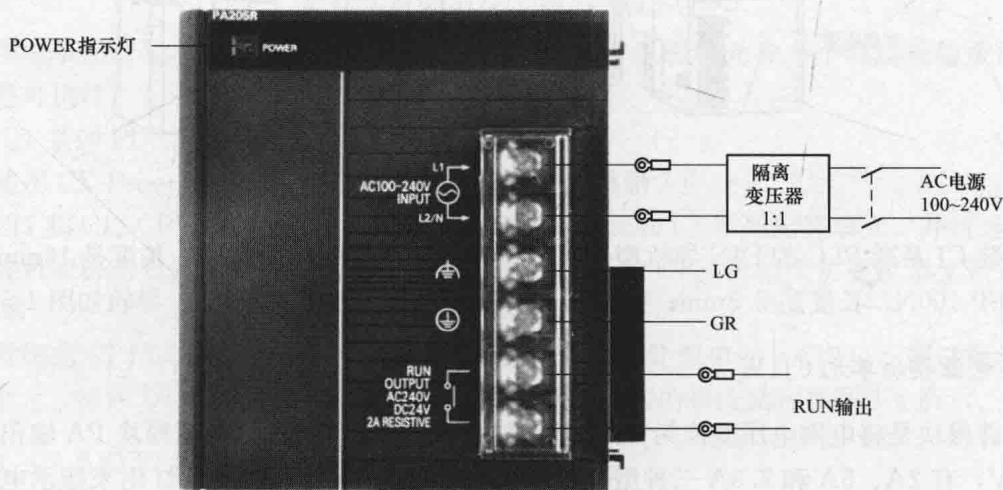


图 1-6 5A 的 CJ1W-PA205R 电源单元

5. CJ 系列 PLC 的中央处理单元（CPU）

CPU 是执行用户程序的中央处理器，也是 PLC 系统的运算控制中心，能够接收并存储用户程序和数据，接收现场输入设备的状态和数据，完成用户程序编制的运算任务，实现输出控制或数据通信等功能。

CJ1M 的 CPU 分为 CJ1M-CPU11、CJ1M-CPU12、CJ1M-CPU13、CJ1M-CPU21、CJ1M-CPU22 和 CJ1M-CPU23。

CPU 的前面板有 POWER LED 指示灯、连接编程设备和 PT 等的外设口、连接条码阅读器和程设备等的 RS-232 口、内存卡的插槽，等等。CJ1M-CPU21/22 还有 10 点输入（脉冲输入）和 6 点输出（脉冲或 PWM 输出）。CJ1M-CPU11/22 和 CJ1M-CPU21/22 的面板如图 1-7 所示。

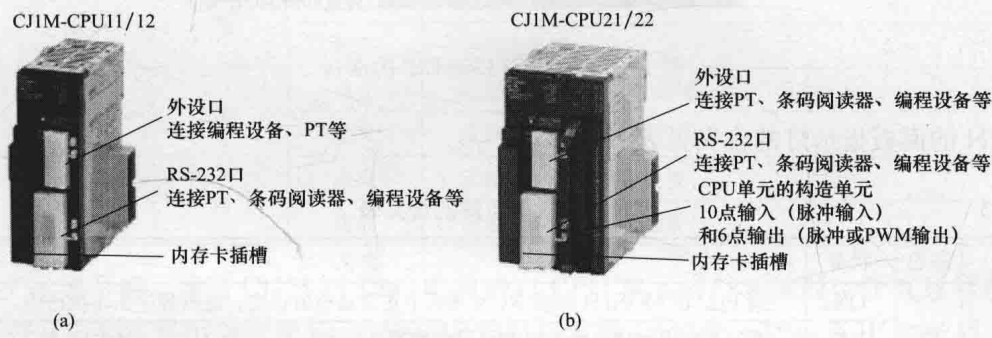


图 1-7 CJ1M-CPU11/22 和 CJ1M-CPU21/22 的面板
(a) 标准 CPU 单元；(b) CPU 单元+脉冲 I/O 单元

CJ1 面板指示灯的含义见表 1-2。

表 1-2 CJ1 面板指示灯的含义表

LED	含义	指示器	操作状态
RUN（绿）	操作	亮	普通模式下的操作
		不亮	单元已经停止与 CPU 单元交换数据
ERC（红）	单元检测出的错误	亮	有警报信号（如断开检测）或初始设置不正确
		不亮	操作正常
ERH（红）	CPU 单元中的错误	亮	与 CPU 单元进行数据交换时发生错误
		不亮	操作正常
ADJ（黄）	调整	闪	偏移/增益调整模式操作
		不亮	不同于上述的其他情况

本书以 CJ2H 系列为基础介绍 CJ 系列 PLC 的电气设计和程序编制。CJ2H-CPU68-EIP 的面板如图 1-8 所示。



图 1-8 CJ2H-CPU68-EIP 的面板

CJ2H 的面板指示灯的含义见表 1-3。

表 1-3 CJ2H 面板指示灯的含义表

指示灯	颜色	状态	含义
RUN	绿	ON	当 PLC 在 MONITOR 或 RUN 模式下正常运行时点亮。此时程序正在执行中
		闪烁	系统下载模式错误或 DIP 开关设定错误
		OFF	PLC 在 PROGRAM 模式下或由于致命错误停止运行，或者正从系统下载数据
ERR/ALM	红	ON	出现致命错误 [包括 FALS (007) 指令执行]，或在自诊断过程中发现硬件错误 (看门狗定时器错误)。此时 CJ2-CPU 单元将停止运行，所有输出单元的输出均置 OFF
		闪烁	在自诊断过程中发现非致命错误 [包括 FAL (006) 指令执行]。此时 CJ2-CPU 单元继续运行
		OFF	CJ2-CPU 单元正常运行
INH	黄	ON	输出 OFF 位 (A500.15) 已置 ON。所有输出单元的输出均置 OFF
		OFF	输出 OFF 位 (A500.15) 已置 OFF
PRPHL	黄	闪烁	CJ2-CPU 单元通过外设 (USB) 端口通信 (发送或接收)
		OFF	CJ2-CPU 单元不通过外设 (USB) 端口通信
COMM	黄	闪烁	CJ2-CPU 单元通过串行端口 (RS-232C) 通信 (发送或接收)
		OFF	CJ2-CPU 单元不通过串行端口 (RS-232C) 通信
BKUP	黄	ON	PLC 电源接通后，用户程序和参数区数据正备份至 CPU 单元闪存中或从闪存中恢复
		OFF	没有对闪存写入数据

(1) CJ2H 的状态指示灯。CJ2H 的状态指示灯包括 MS、NS、COMM、100M 和 10M。

MS 指示灯表示内置 EtherNet/IP 端口本身的状态，NS 指示灯表示网络状态，而 COMM、100M 和 10M 指示灯表示 EtherNet 通信状态。

MS 和 NS 指示灯显示为绿色或红色，COMM、100M 和 10M 指示灯显示为黄色。CJ2H 的状态指示灯具备点亮、闪烁和熄灭三种状态。

CJ2H 的状态指示灯的含义见表 1-4。

表 1-4 CJ2H 的状态指示灯的含义表

指示灯	名称	颜色	状态	含义
MS	模块状态	红	点亮	致命错误
			闪烁	可恢复的错误
		绿	点亮	正常
		—	熄灭	电源未接通
NS	网络状态	红	点亮	致命错误
			闪烁	可恢复的错误
		绿	点亮	已建立标签数据链接和报文链接
			闪烁	未建立标签数据链接和报文链接
		—	熄灭	不在线或未接通电源
COMM	通信	黄	点亮	传送数据中
			熄灭	未传送数据
100M	100Mbit/s	黄	点亮	已建立 100Base-TX 链接
			熄灭	未建立 100Base-TX 链接
10M	10Mbit/s	黄	点亮	已建立 10Base-TX 链接
			熄灭	未建立 10Base-TX 链接

(2) 7 段显示器。接通 CJ2H 的 PLC 电源或对 CPU 单元进行复位时，所有显示段将闪烁两次，并从右到左显示为内置 EtherNet/IP 端口指定的 IP 地址。显示完 IP 地址后，将以十六进制形式显示 IP 地址（节点地址）的低 8 位。

(3) 旋转开关。可使用旋转开关为 CPU 单元的内置 EtherNet/IP 端口指定单元编号和节点地址。单元编号和节点地址的分配方式与 CPU 总线单元相同。根据设定的单元编号，自动分配 CIO 区和 DM 区的字。

使用单元编号旋转开关设定单元编号时，要为 CPU 单元的内置 EtherNet/IP 端口指定唯一的单元编号。这个单元编号不可与其他连接到 CPU 单元的 CPU 总线单元的设定重复。

设定时要使用小型螺丝刀进行操作，不要因用力过猛而损坏旋转开关。另外，单元编号的出厂设定为 0。旋转开关如图 1-9 所示。

使用节点地址设定旋转开关来设定内置 EtherNet/IP 端口的 FINS 地址，使用 FINS 通信服务时，对于经由 Ethernet 连接的多个 EtherNet/IP 单元（包括 CJ2H 单元的内置 EtherNet/IP 端口），将通过为其指定的节点地址进行识别。使用节点地址开关可为每台设备设定一个唯一的十六进制节点地址，而连接在同一 Ethernet 网络中的其他 EtherNet/IP 单元或 Ethernet 单元不可占用相同的节点地址。

节点地址的设定范围为 01~FE（1~254 十进制），不能重复设定节点地址。节点地址设定旋转开关如图 1-10 所示。

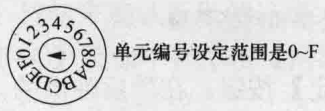


图 1-9 旋转开关

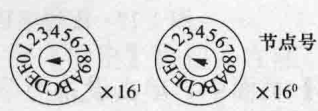


图 1-10 节点地址设定旋转开关



三、创作步骤

1. 创建新项目并进行组态的相关操作案例

第一步 创建 CJ 系列 PLC 的新项目

首先打开 CX-Programmer 编程软件，在主菜单中选择【文件】，在下拉菜单中单击子菜单【新建】来创建新项目，如图 1-11 所示。

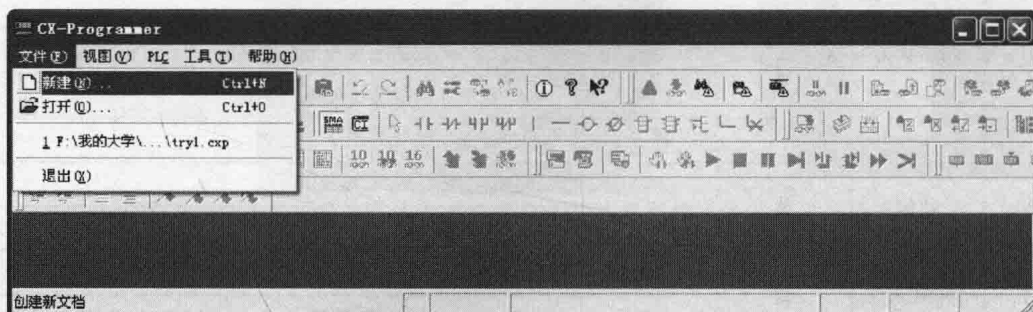


图 1-11 创建新项目

第二步 CPU 单元选配

新项目创建完成后，在弹出的【变更 PLC】中，单击【设备类型】输入框的下拉按钮图标，选择项目中配置的 CPU，这里选择【CJ2H】，然后勾选【显示所有】，来显示出所选的 CJ2H CPU 支持的所有网络。CJ2H 支持多种网络，如 SYSMAC WAY、Toolbus、NV-Thru、USB 等等。

单击【网络类型】输入框中的下拉按钮图标，这里选择【USB】，在【注释】区域输入对项目的注释，如图 1-12 所示。

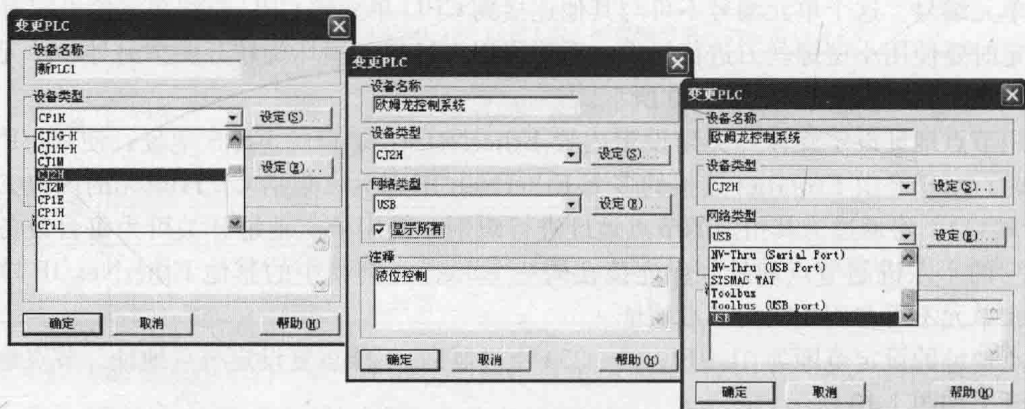


图 1-12 配置项目的设备类型和网络类型

在【变更 PLC】页面中，单击设备类型的【设定】按钮，在随后弹出的【设备类型设置 CJ2H】页面中选择 CPU 的型号，这里选择【CPU68】。设置过程如图 1-13 所示。