

边学边用边实践



三菱Q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

三菱Q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

本书从工程应用的角度出发, PLC 主要以三菱 Q 系列为载体, 触摸屏以 GT2310-VTBA 为对象, 变频器以三菱 FR-740 系列为目标, 按照基础、实践和工程应用的结构体系, 精选了 PLC、HMI 和变频器的 36 个应用案例, 使用目前流行的 PLC 编程软件 GX Works2, 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, 在不同应用实例中由浅入深、循序渐进地介绍了 PLC、HMI 和变频器的材料选型、电路原理图的设计、梯形图的设计、变频器的参数设置和调试方法。通过本书的应用案例, 读者可以快速掌握 PLC 在实际工作中的程序编制、HMI 项目的创建和应用、驱动电动机带动不同负载运行的变频器参数设置, 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。每个案例提供了具体的设计任务、详细的操作步骤, 注重解决工程实际问题。本书可供计算机系统研发的工程技术人员参考, 也可供各类自动化、计算机应用、机电一体化等专业的师生学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

边学边用边实践: 三菱 Q 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. 1

ISBN 978-7-5123-9796-5

I. ①边… II. ①陶… III. ①plc 技术②变频器③触摸屏
IV. ①TM571. 6②TN773③TP334

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 226865 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2017 年 1 月第一版 2017 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.75 印张 535 千字

印数 0001—2000 册 定价 59.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

可编程序控制器 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。本书中 PLC 主要以三菱 Q 系列为载体, 触摸屏以 GT2310-VTBA 为对象, 变频器以三菱 FR-740 系列为目标, 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 个工程案例, 每个案例都有案例说明、相关知识点和创作步骤三个部分的详细说明。该书具有深入浅出、图文并茂、实用性强、理论与实践相结合等特点。

可编程序控制器 PLC 以三菱 Q 系列为核心, 演示了 GX Works2 支持的 Q 系列 PLC 组建系统的项目创建、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”部分对 PLC 中的数据类型和 I/O 寻址给予了充分的说明和介绍, 对 SoMachine 控制平台中比较重要的定时器和计数器指令单独进行了应用举例。本书的应用中级和应用高级部分, 笔者对实际工程项目中经常用到的 PLC 控制电动机的正反转运行、PLC 控制直流调速器的运行、冶金设备中位置测量的控制, 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、光电传感器、编码器、限位开关、电磁阀、报警器、变频器、位移传感器、液位计、张力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方法。

触摸屏 HMI 部分以 GT Designer3 的画面组态软件为核心, 演示了三菱 GOT 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”部分对 HMI 项目产品 HMI 的硬件和 GT Designer3 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。在应用中级和应用高级部分, 笔者对实际工程项目中经常用到的报警系统和趋势图都以案例的形式加强了说明, 使读者能够迅速掌握 GT Designer3 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 FR-740 系列是三菱通用变频器。本书对工程项目中使用广泛的风机水泵用 FR-740 系列变频器在不用应用领域里的参数设置进行了详细介绍, 包括 FR-740 系列变频器的停车方式和直流制动, FR-740 变频器的面板操作、调试、正反转运行控制、频率给定、点动和正反转控制。针对三菱 FR-F740 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, 以及变频器 FR-F740 变频转工频的应用和恒压供水系统中变频器 FR-F740 的调速。读者在了解了相关知识点中变频器的各种基本功能之后, 还需要与笔者一起在创作步骤中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

方式控制功能、PID 功能、通信功能和保护及显示等功能。这样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了具体的设计任务、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作相应的简单修改后便可以直接应用于工程，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、龙爱梅提供了大量资料，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。

由于作者水平和时间有限，书中难免有疏漏之处，希望广大读者批评指正。

前言

第一篇	应用入门	1
案例 1	三菱 Q 系列 PLC 项目的创建与保存	3
案例 2	三菱 Q 系列 PLC 项目中的硬件组态和标签制作	15
案例 3	GX Works2 定时器在液体混合器系统中的应用	28
案例 4	变频器 FR-F740 的主电路回路设计	42
案例 5	FR-F700 系列变频器的停车和制动方式	53
案例 6	变频器 FR-F740 的 PU 面板的操作	60
案例 7	触摸屏 GT2310-VTBA 的项目创建	64
案例 8	触摸屏 GT2310-VTBA 与 PLC 的网络连接	71
案例 9	触摸屏 GT2310-VTBA 的画面制作	80
第二篇	应用初级	89
案例 10	GX Works2 中的计数器在传送带控制中的应用	91
案例 11	三菱 PLC 在消防自动灭火系统中的应用	102
案例 12	三菱 PLC 在酱油生产中的 PID 温度控制	114
案例 13	变频器 FR-F740 的参数清除和加减速的设置	130
案例 14	变频器 FR-F740 的点动操作	136
案例 15	变频器 FR-F740 正反转运行控制	146
案例 16	触摸屏 GT2310-VTBA 上控制按钮和文本的制作	150
案例 17	触摸屏 GT2310-VTBA 上指示灯的制作	160
案例 18	GT Designer3 的注释操作和图形绘制	164
第三篇	应用中	171
案例 19	三菱 Q 系列 PLC 控制电动机的星三角运行	173
案例 20	三菱 Q 系列 PLC 在自动送料装车系统中的应用	186
案例 21	三菱 Q 系列 PLC 控制龙门刨床工作台移动	204
案例 22	变频器 FR-F740 的同速控制与检修方法	218
案例 23	变频器 FR-F740 的电动机过热保护设置	224
案例 24	变频器 FR-F740 在自动喷漆设备上的应用	229
案例 25	触摸屏 GT2310-VTBA 上数值输入的创建	238
案例 26	触摸屏 GT2310-VTBA 上趋势图和统计饼图的制作	242

案例 27	GT2310-VTBA 的动画制作	248
-------	-------------------------	-----

第四篇	应用高级	251
------------	-------------------	------------

案例 28	三菱 Q 系列 PLC 在冶金冷轧板加工系统中的位置测量	253
-------	------------------------------------	-----

案例 29	三菱 Q 系列 PLC 的以太网通信	264
-------	--------------------------	-----

案例 30	三菱 PLC 的变量强制与监控	285
-------	-----------------------	-----

案例 31	变频器 FR-F740 变频转工频的应用	291
-------	----------------------------	-----

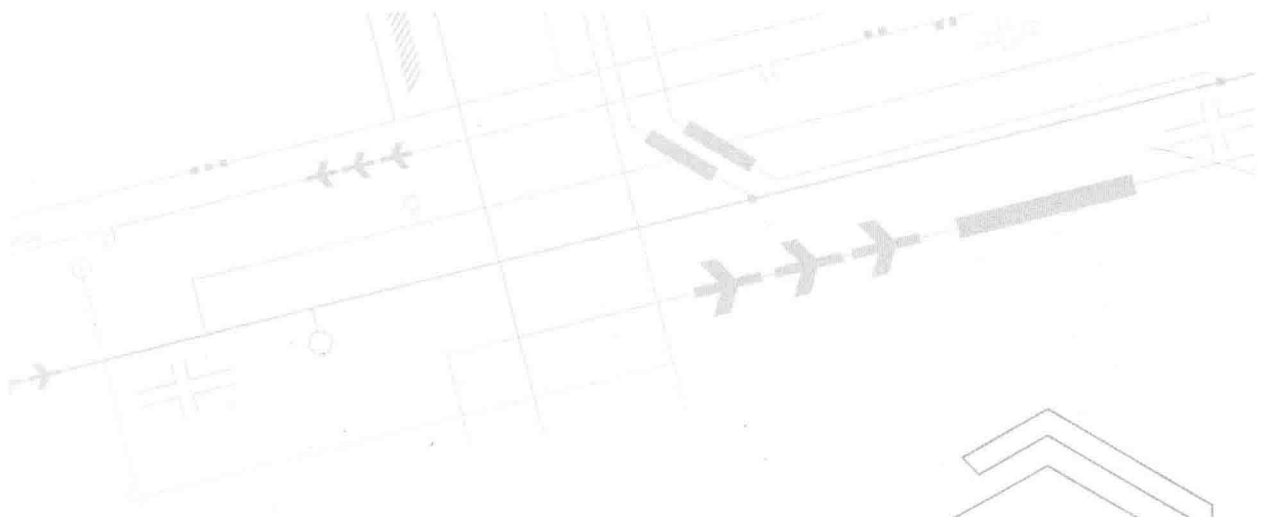
案例 32	恒压供水系统中变频器 FR-F740 的调速应用	296
-------	--------------------------------	-----

案例 33	变频器 FR-F740 与 PLC 的 Profibus-DP 通信	305
-------	--	-----

案例 34	触摸屏安全密码的设置	320
-------	------------------	-----

案例 35	触摸屏 GT2310-VTBA 的报警系统的制作	325
-------	--------------------------------	-----

案例 36	触摸屏 GT2310-VTBA 控制变频器正反转	334
-------	--------------------------------	-----



第一篇

应用入门



三菱 Q 系列 PLC 项目的创建与保存

一、案例说明

三菱 Q 系列 PLC 使用的编程软件是 GX Works2。本实例通过创建一个三菱 Q 系列 PLC 的新项目来说明如何选择主基板和各种模块的接线，以及端子排的安装，并使用 GX Works2 软件来创建新项目，并对项目进行保存和另存的操作。在实际创建项目前，在“相关知识”中还详细介绍了 GX Works2 软件的编程环境、编程界面和项目的工程类型。

二、相关知识点

1. GX Works2 编程软件的编程环境

启动 GX Works2 编程软件后，编程界面将显示出 GX Works2 的初始编程界面，编程人员可以通过这个初始的编程界面来进行项目的硬件配置、编程、试运行等操作。

GX Works2 管理器的界面包括标题栏、菜单栏、工具栏、状态栏、工作窗口和折叠窗口几大常用区域，其他特殊功能的窗口在不活动状态时是处于隐藏和关闭状态的。常用界面如图 1-1 所示。

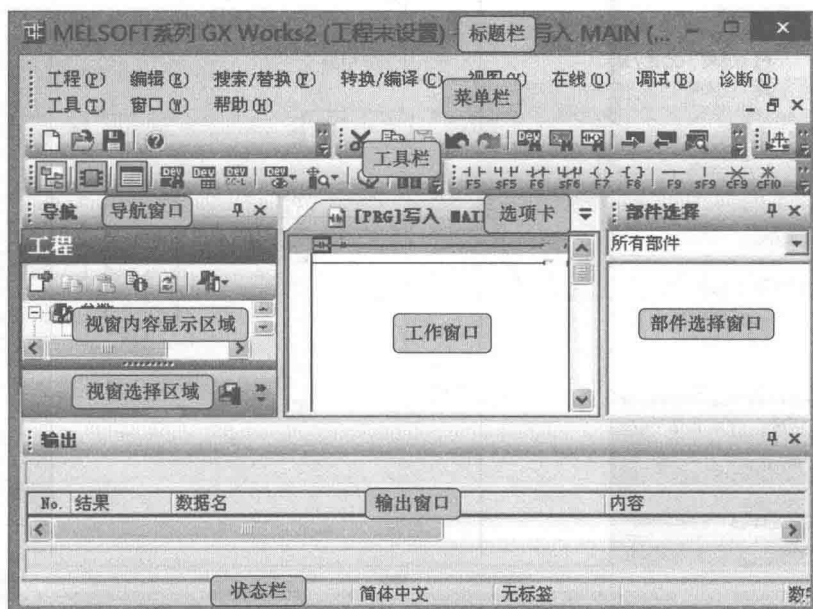


图 1-1 GX Works2 界面窗口显示



2. GX Works2 管理器的菜单栏

三菱 GX Works2 编程软件的菜单栏包括【工程】【编辑】【搜索/替换】【转换/编译】【视图】【在线】【调试】【诊断】【工具】【窗口】和【帮助】这些主菜单，每个菜单都有相应的子菜单。

当打开下拉子菜单时，有些子菜单呈现灰色，代表子菜单处于不可用状态。需要使用这些灰色菜单时，要在项目窗口中进行相应的操作，然后打开下拉菜单后，相对应的子菜单才由灰色转变成用户可使用的菜单。主菜单如图 1-2 所示。



图 1-2 菜单栏

3. GX Works2 的导航界面

【导航】界面中的【工程】视图中，显示的是工程数据列表，读者可以通过工程数据列表直接打开梯形图和对话框等界面。

GX Works2 的编程软件能的工程内容以树的形式显示在【导航】窗口当中，读者通过【导航】界面可以进行新建数据及编辑画面的显示等操作，还能够进行打开用户库等操作，【导航】界面如图 1-3 所示。

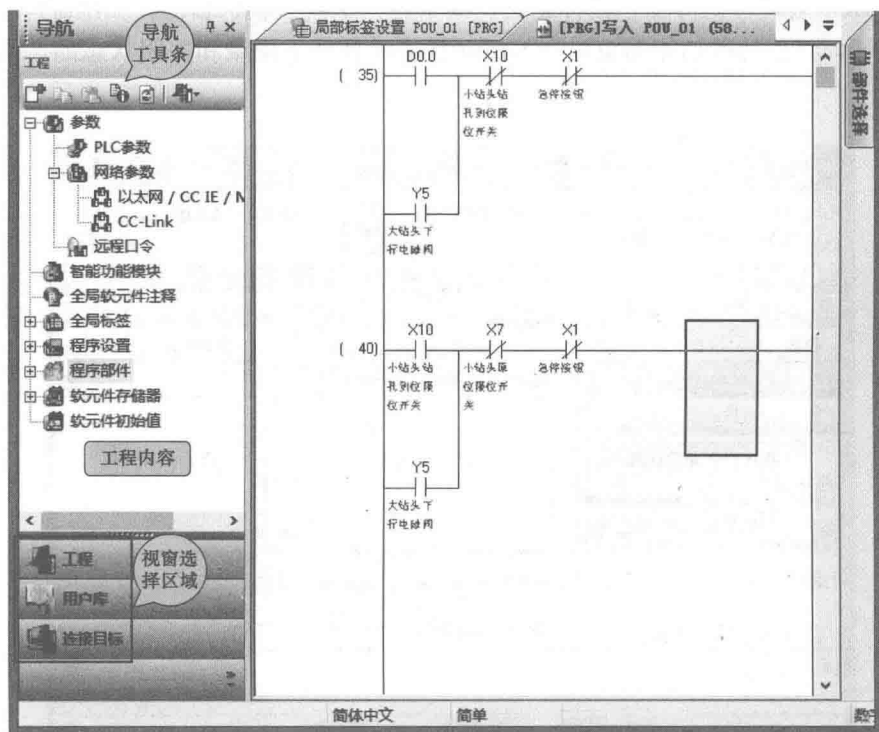


图 1-3 【导航】界面

4. 简单工程和结构化工程

(1) 简单工程。在创建的简单工程中，读者可以使用三菱可编程控制器 CPU 的指令来创建顺控程序。此外，在简单工程中，GX works2 与 GX Developer 创建程序的操作相同。

在简单工程中，读者还可以对传统的在 GX Developer 编程软件中创建的工程进行引用。通过利用已有资源，提高了程序的设计效率，简单工程如图 1-4 所示。

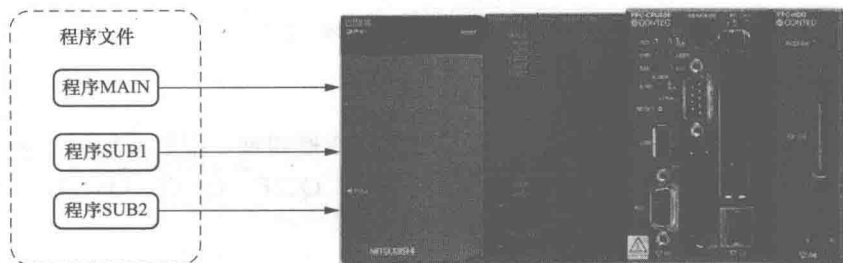


图 1-4 简单工程

在简单工程中，可以使用三种程序语言进行创建，即梯形图语言、SFC 和 ST 文本语言。

(2) 结构化工程。结构化设计是指将通过可编程控制器 CPU 进行控制的内容分为较小的处理单位，以构成分级结构后进行编程的方法。在结构化程序中，用户可以对顺控程序进行结构化设计。

使用结构化的编程方法创建的程序，通过将控制细分化，如编制功能块等手段，实现将程序的公共部分部件化，来提高程序的可读性并保证程序更容易维护。另外，在结构化工程中，可以将频繁使用的程序及全局标签、结构体登录到库中，编程时通过库的调用来减少编程的工作量。结构化工程如图 1-5 所示。

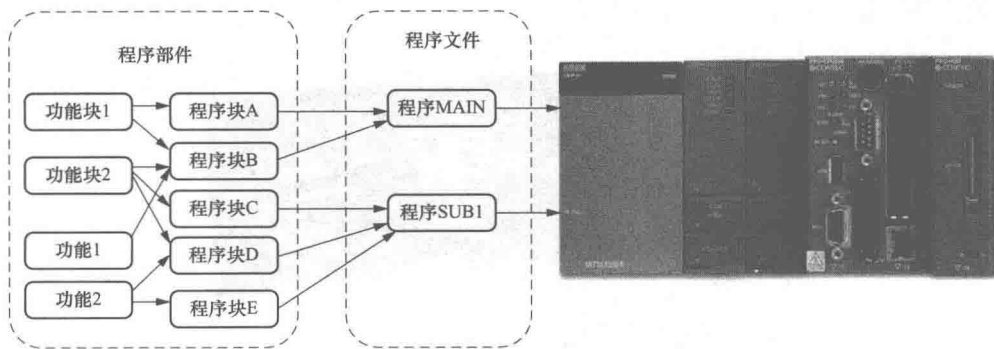


图 1-5 结构化工程图示

三、创作步骤

● 第一步 主基板的选择

三菱 Q 系列 PLC 的基板主要用于连接电源模块、CPU 模块和 I/O 模块，从电源模块向 CPU 模块和 I/O 模块提供 DC 5V 电源，向各模块传输控制信号。基板面板如图 1-6 所示。

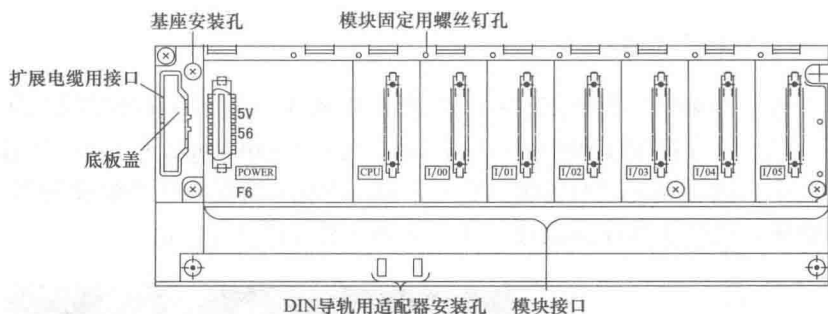


图 1-6 基板面板

三菱 Q 系列 PLC 的基板有 3 槽、5 槽、8 槽和 12 槽四种，配置系统时读者可以将各种 Q 系列模块安装在基板上，可以进行灵活的系统配置，Q33B、Q35B、Q312B、Q38B 基板的示意图如图 1-7 所示。

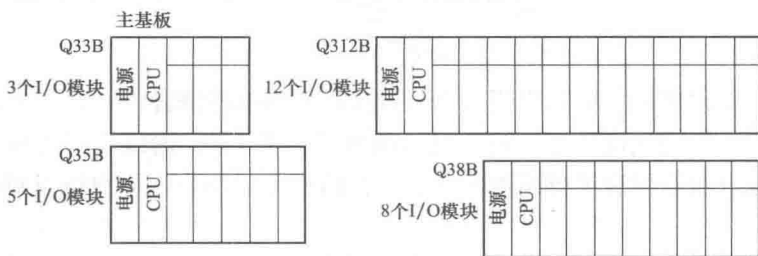


图 1-7 不同基板的示意图

其中 Q3 * B-E 中的 “*” 代表 3、5、8 或 12 的 I/O 槽。

三菱 Q 系列 PLC 的 CPU 和电源模块不占槽号，电源安装在最左侧，然后安装 CPU 模块，左侧扩展口连接扩展单元，主基板如图 1-8 所示。

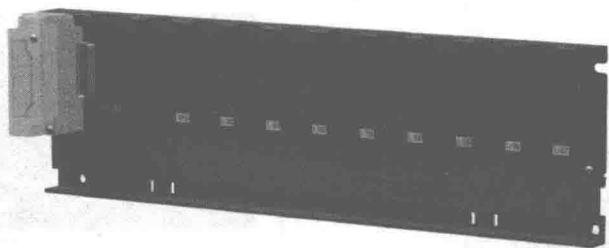


图 1-8 主基板

第二步 模块的安装

在三菱 Q 系列 PLC 的基板上安装模块时，首先要将模块固定用的突起插入到基板的模块固定孔中，将模块沿箭头方向压入到安装基板上，确认模块牢靠地插入到基板上，如图 1-9 所示。

首次使用 CPU 模块时，必须安装电池连接器。

安装 CPU 模块中的电池时，首先应该打开 CPU 模块底部的盖子，将电池连接器插入 CPU 模块连接器，然后关闭盖子即可，如图 1-10 所示。

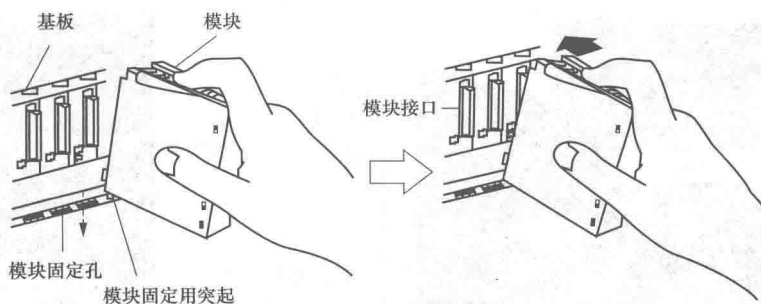


图 1-9 安装模块示意图

第三步 电源模块的接线

本示例中以 Q62P 为例说明电源模块的接线。将电源输入端子与 AC 100V 电源进行连接，然后将 LG、FG 端子接地，如图 1-11 所示。

第四步 输入/输出模块的接线

三菱 Q 系列 PLC 为输入模块 QX40 进行配线时，应该将电源模块上 Q62P 上的电源 +24V 端子连接到 QX40 的 17 号端子上，电气元件的开关 1 的信号一端连接到 QX40 的 1 号端子上，另一端连接到 Q62P 的 0V 端子上，接线如图 1-12 所示。

三菱 Q 系列 PLC 为输出模块 QY40P 进行配线时，应该将电源模块上 Q62P 上的电源 +24V 端子连接到 QY40P 的 17 号端子上，输出模块驱动的电气元件，如将指示灯 1 的一端连接到 QY40P 的 1 号端子上，另一端连接到电源模块 QY62P 的 +24V 电源上，如图 1-13 所示。

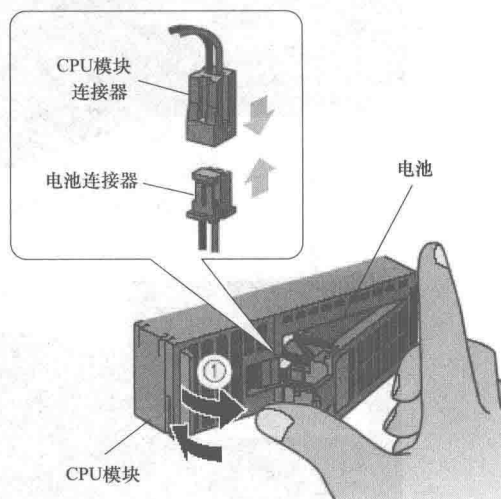


图 1-10 CPU 中的电池安装示意图

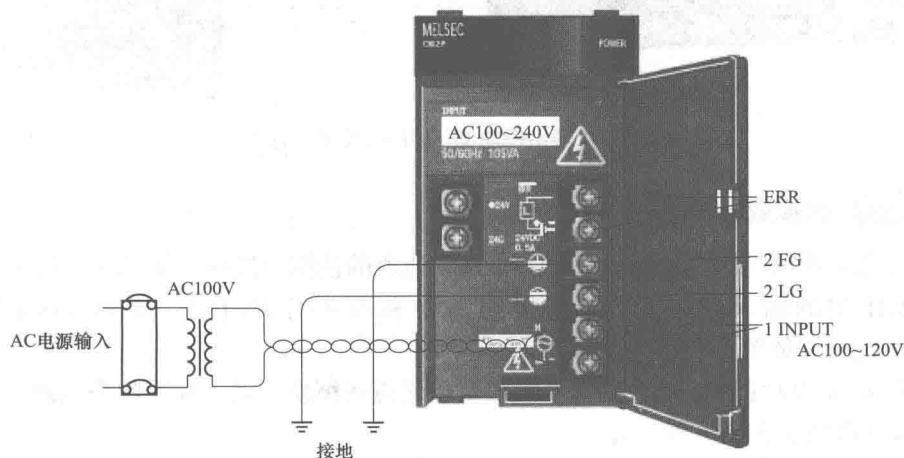


图 1-11 Q62P 电源模块的接线

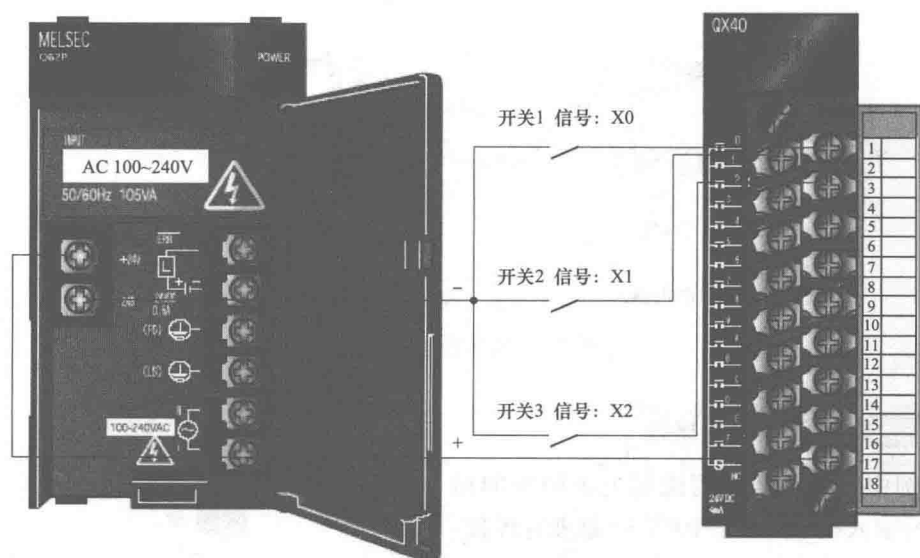


图 1-12 输入模块 QX40 的接线示意图

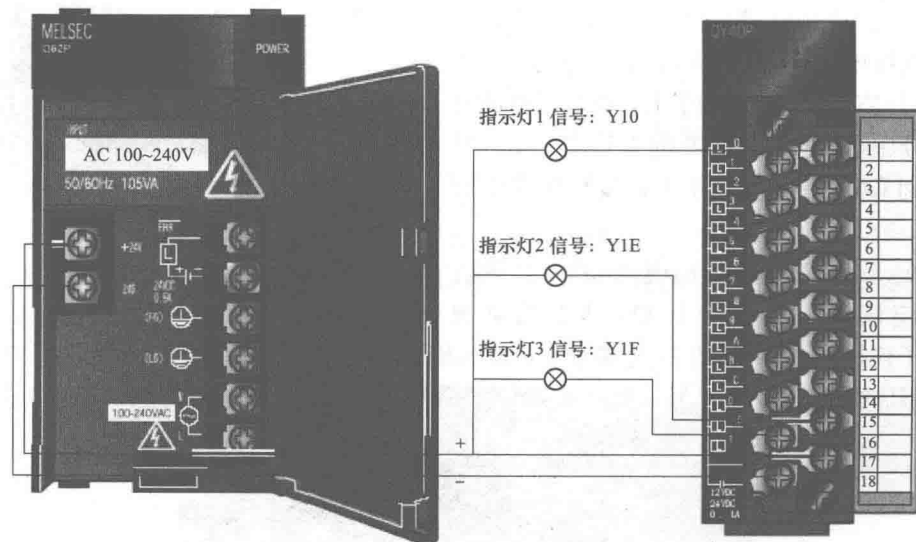


图 1-13 输出模块 QY40P 的接线示意图

第五步 模拟量模块的接线

三菱 Q 系列 PLC 模拟量模块 Q64ADV 是 8 通道的模拟量模块，属于通道间非隔离型模块，连接电压型的输入电气元件，连接到 V+ 和 V- 两个端子上，并将 FG 端子接地，Q68ADV 的接线图如图 1-14 所示。

三菱 Q 系列 PLC 的 Q64AD 模拟量模块是 4 通道的模块，属于通道间非隔离型模块，可以连接电压或电流输入型电气元件。

当 Q64AD 连接电流 0~20mA 输入时，要短接端子 V+ 和 I+，FG 端子也要接地，屏蔽线连接到 SLD 端子上，Q64AD 的电流输入接线图如图 1-15 所示。

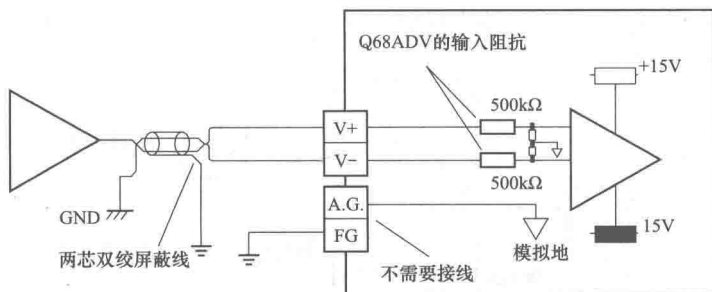


图 1-14 Q68ADV 的正确接线

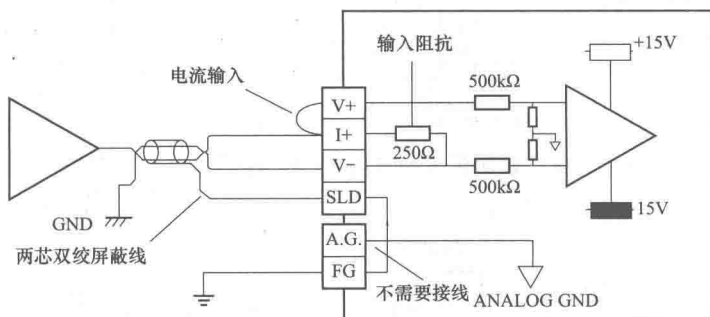


图 1-15 Q64AD 的电流输入接线

当 Q64AD 连接电压 0~10V 输入时，FG 端子也要接地，将屏蔽线连接到 SLD 端子上，Q64AD 的电压输入接线图如图 1-16 所示。

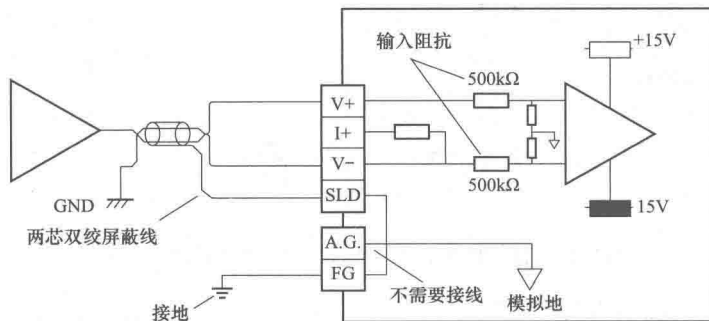


图 1-16 Q64AD 的电压 0~10V 输入图

三菱 Q 系列温度控制模块 Q64TCTT 和 Q64TCRT，其设计用于把从外部温度传感器输入的值转换成 16 位有符号的二进制数据，然后进行 PID 运算，以获得目标温度，并为温度控制提供晶体管输出的模块，接线图如图 1-17 所示。

三菱 Q 系列 PLC 的 Q64TCTTBW 和 Q64TCRTBW 是以 Q64TCTT 和 Q64TCRT 为基础的模块，这两个模块具有使来自外部电流传感器的输入检测加热器断线的附加功能，接线图如图 1-18 所示。

三菱 Q 系列 PLC 的 Q62DA 和 Q64DA 模块采用电压输出驱动电动机等外部设备时，其外部连接接线图如图 1-19 所示。

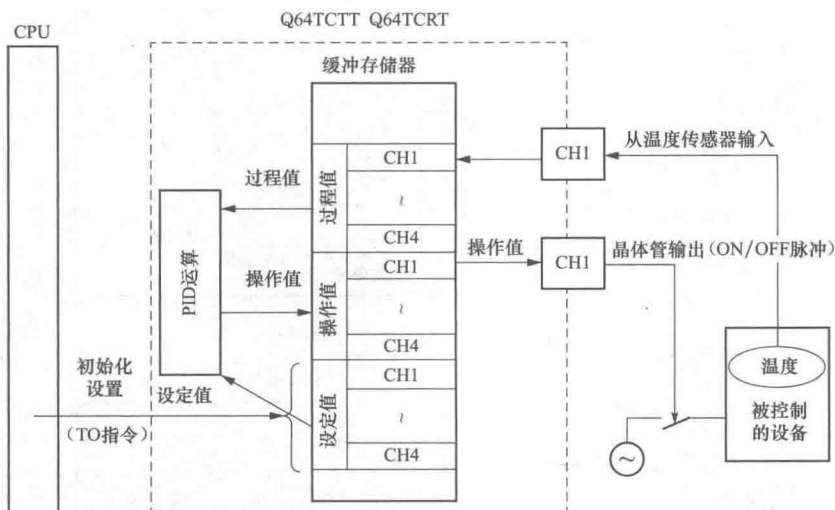


图 1-17 温度控制模块 Q64TCTT 和 Q64TCRT 的接线图

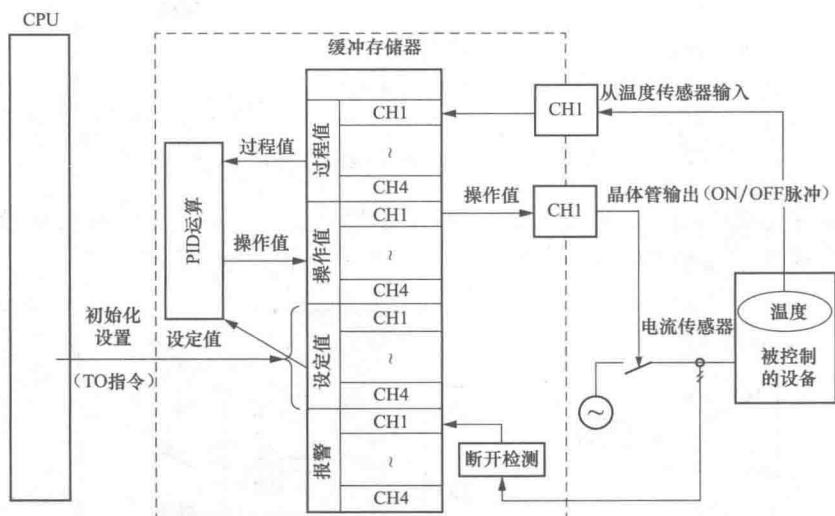


图 1-18 Q64TCTTBW 和 Q64TCRTBW 的接线图

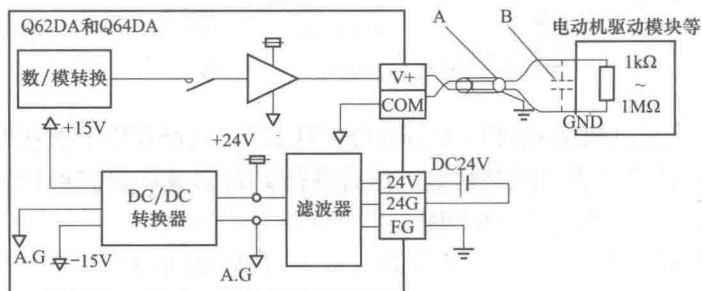


图 1-19 Q62DA 和 Q64DA 模块电压输出的接线图

在图 1-19 中, A 代表电源线, 采用两芯双绞屏蔽线。如果外部接线中有噪声或纹波, 读者在硬件设计时则要在 V+/I+ 端子 和 COM 之间连接 0.1~0.47mF/25V 的电容器。