

机械电气控制与 三菱PLC应用详解→

黄志坚 编著

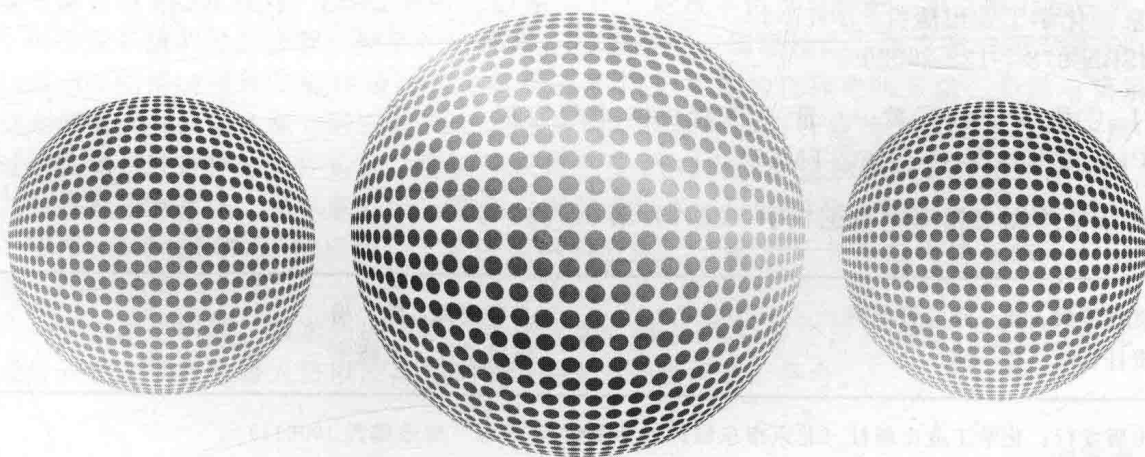
JIXIE DIANQI KONGZHI YU
SANLING PLC YINGYONG XIANGJIE



化学工业出版社

机械电 控制与 三菱PLC应用详解→

黄志坚 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书结合大量实例,深入细致地介绍三菱 PLC 机电控制系统设计开发方法。其中第 1 章重点介绍 FX2N 系列、FX3U 系列及 Q 系列 PLC 的技术特点与参数。第 2 章介绍三菱 PLC 机电控制系统的设计步骤,硬件设计要点,指令系统,编程技能。第 3 章介绍三菱 PLC 电机运动控制系统硬件与软件设计,主要是三菱 PLC 控制的伺服电机系统、步进电机系统、变频调速系统。第 4 章介绍三菱 PLC 液压与气动控制系统设计应用。第 5 章介绍三菱 PLC 过程控制系统硬件与软件设计,主要是采用三菱 PLC 的温度控制系统、液位控制系统、压力与流量控制系统。第 6 章介绍三菱 PLC 网络通信系统设计应用,主要是 CC-Link 现场总线及应用、MELSECNET 的应用、工业以太网的应用、三菱 PLC 与多层网络在机电控制的应用、CAN 总线的应用。

本书取材新颖、技术先进实用、案例丰富,涉及 PLC 多个应用领域,适合机电与 PLC 设计开发、使用维修人员及高等院校相关专业师生阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械电气控制与三菱 PLC 应用详解/黄志坚编著.
北京:化学工业出版社,2017.4
ISBN 978-7-122-29029-8

I. ①机… II. ①黄… III. ①工程机械-电气控制
②PLC 技术 IV. ①TU6②TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 027044 号

责任编辑:曾 越 张兴辉
责任校对:边 涛

文字编辑:陈 喆
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 409 千字 2017 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:79.00 元

版权所有 违者必究

可编程逻辑控制器 (programmable logic controller) 简称为 PLC, 是以微控制器为基础的通用工业控制装置, 广泛应用于各种机械设备和生产过程的自动控制系统中。三菱的 PLC 是较早进入国内市场的产品, 在国内 PLC 市场占有很大的份额, 特别是 FX 系列小型 PLC, 有比较大的市场占有率。三菱 PLC 产品系列主要包括 FX 系列、A 系列、Q 系列、L 系列等。

三菱 PLC 的优点是明显的: 系统配置既固定又灵活、编程简单、具备高速运算能力、通信简单化、性价比高、备有可自由选择的品种、适用于多种特殊用途、共同的外部设备。

现代机电控制技术是精密机械、微电子、电力电子、计算机、信息处理、网络传输、传感检测、过程控制、流体转动、伺服传动及自动控制等多种技术相互交叉、渗透、融合而成的综合性技术。机电控制的共性相关技术一般归纳为检测传感技术、信息处理技术、自动控制技术、伺服传动技术及系统总体技术。三菱 PLC 在各行业机电控制中得到了十分广泛的应用, 主要是: 运动与位置控制、过程控制、开关量的逻辑控制、工业生产过程中的模拟量控制、数据处理、通信及联网等。

三菱 PLC 机电控制系统设计开发, 一般包括下列步骤: 熟悉被控制对象, 明确控制要求, 确定控制方案, 选择 PLC, 硬件设计, 软件设计, 现场联机运行总调试等。PLC 控制系统是以程序形式来体现其控制功能的, 系统设计开发大量的工作时间用在程序设计之上。

本书结合大量实例, 深入细致地介绍三菱 PLC 机电控制系统设计开发方法。其中第 1 章重点介绍 FX2N 系列、FX3U 系列及 Q 系列 PLC 的技术特点与参数。第 2 章介绍三菱 PLC 机电控制系统的设计步骤, 硬件设计要点, 指令系统, 编程技能。第 3 章介绍三菱 PLC 电机运动控制系统硬件与软件设计, 主要是三菱 PLC 控制的伺服电机系统、步进电机系统、变频调速系统。第 4 章介绍三菱 PLC 液压与气动控制系统设计应用。第 5 章介绍三菱 PLC 过程控制系统硬件与软件设计, 主要是采用三菱 PLC 的温度控制系统、液位控制系统、压力与流量控制系统。第 6 章介绍三菱 PLC 网络通信系统设计应用, 主要是 CC-Link 现场总线的应用、MELSECNET 的应用、工业以太网的应用、三菱 PLC 与多层网络在机电控制的应用、CAN 总线的应用。

本书取材新颖、技术先进实用、案例丰富, 涉及 PLC 多个应用领域, 适合机电与 PLC 设计开发、使用维修人员以及高等院校相关专业师生阅读、参考。

编著者

第1章 三菱 PLC 及应用基础 / 001

- 1.1 三菱 PLC 概述 / 001
 - 1.1.1 三菱 PLC 产品系列 / 001
 - 1.1.2 三菱 PLC 的特点 / 002
 - 1.1.3 三菱 PLC 的相关技术要求 / 003
 - 1.1.4 三菱 PLC 在机电控制中的应用 / 004
- 1.2 FX2N 系列 PLC / 006
 - 1.2.1 FX2N 系列 PLC 模块 / 006
 - 1.2.2 FX2N 系列 PLC 内部继电器和继电器编号 / 008
 - 1.2.3 FX2N 系列 PLC 模块的接线 / 014
- 1.3 FX3U 系列 PLC / 017
 - 1.3.1 FX3U 系列 PLC 模块 / 017
 - 1.3.2 FX3U 系列 PLC 模块的接线 / 020
- 1.4 Q 系列 PLC / 023
 - 1.4.1 Q 系列 PLC 的结构与特点 / 023
 - 1.4.2 Q 系列 PLC 机架与接口模块 / 024
 - 1.4.3 Q 系列 PLC 的 CPU 模块与电源模块 / 030

第2章 三菱 PLC 控制系统设计开发 / 033

- 2.1 PLC 控制系统设计开发概述 / 033
 - 2.1.1 PLC 控制系统的应用设计步骤 / 033
 - 2.1.2 PLC 选型 / 034
 - 2.1.3 PLC 控制系统硬件设计 / 035
 - 2.1.4 PLC 控制系统软件设计 / 038
 - 2.1.5 PLC 应用程序的常用设计方法 / 039
- 2.2 三菱 FX 系列 PLC 指令系统及应用 / 041
 - 2.2.1 PLC 编程语言 / 041
 - 2.2.2 基本指令 / 042
 - 2.2.3 编程基本规则与技巧 / 044
 - 2.2.4 基本电路编程 / 046
- 2.3 三菱 PLC 步进功能及应用 / 055
 - 2.3.1 步进指令 / 055
 - 2.3.2 状态转移图的编程方法 / 056
 - 2.3.3 单流程状态转移图的编程 / 057
 - 2.3.4 多分支状态转移图的编程 / 060
- 2.4 三菱 PLC 编程软件与仿真软件及应用 / 063
 - 2.4.1 GX Developer 编程软件 / 063
 - 2.4.2 GX Simulator 仿真软件 / 064

- 2.4.3 编程与仿真软件应用 / 065
- 2.5 电梯 PLC 控制系统设计开发实例 / 066
 - 2.5.1 电梯控制系统的总体方案设计 / 066
 - 2.5.2 电梯运行具体技术要求 / 067
 - 2.5.3 电梯系统主要电气设备分析 / 068
 - 2.5.4 交流双速电梯驱动系统设计 / 069
 - 2.5.5 门机电路及安全运行回路设计 / 069
 - 2.5.6 三菱 PLC 输入输出 (I/O) 设计及机型选择 / 070
 - 2.5.7 软件设计思路及主程序流程图 / 073
 - 2.5.8 电梯各环节梯形图软件设计 / 074
 - 2.5.9 电梯运行过程梯形图仿真 / 084

第 3 章 三菱 PLC 用于电机运动控制 / 086

- 3.1 运动控制技术概述 / 086
 - 3.1.1 PLC 运动控制的概念与控制目标 / 086
 - 3.1.2 PLC 运动控制系统的组成 / 086
- 3.2 三菱 PLC 用于伺服电机运动控制 / 088
 - 3.2.1 伺服电动机及其驱动 / 088
 - 3.2.2 基于 Q 系列 PLC 的三维伺服控制系统 / 094
 - 3.2.3 三菱 PLC 在切边机的应用 / 101
 - 3.2.4 三菱 PLC 及伺服定位系统在筷子烙印机中的应用 / 106
- 3.3 三菱 PLC 用于步进电机运动控制 / 110
 - 3.3.1 步进电动机 / 110
 - 3.3.2 基于 PLC 的步进电机定位控制系统 / 113
 - 3.3.3 基于 FX2N-20GM 的加速度测试控制系统 / 116
- 3.4 三菱 PLC 与变频器用于机电控制 / 121
 - 3.4.1 基于 FX3U-48M 和变频器的多段速度控制系统 / 121
 - 3.4.2 基于三菱 PLC 和变频器的螺纹磨床控制系统 / 123
 - 3.4.3 基于三菱 PLC 的铝箔纸复合机控制系统 / 127

第 4 章 三菱 PLC 用于液压与气动控制 / 131

- 4.1 液压与气动 PLC 控制概述 / 131
 - 4.1.1 液压传动系统 / 131
 - 4.1.2 气压传动系统 / 132
 - 4.1.3 PLC 用于液压与气动控制的优点 / 133
- 4.2 三菱 PLC 用于液压控制 / 133
 - 4.2.1 三菱 PLC 在双泵液压站的应用 / 133
 - 4.2.2 XS-ZY-125 注塑机 PLC 控制系统 / 136
 - 4.2.3 行星式自动切管机控制系统 / 139
 - 4.2.4 汽车起重机大高度高空作业平台调平电液系统 / 143
- 4.3 三菱 PLC 用于气动控制 / 146
 - 4.3.1 基于 PLC 和气动技术的自动输送系统 / 147
 - 4.3.2 冲床自动取送料装置控制系统 / 150
 - 4.3.3 自动化半圆塑料管切断机控制系统 / 152

第 5 章 三菱 PLC 用于机电设备过程控制 / 159

- 5.1 过程控制有关模块 / 159

- 5.1.1 过程控制模块分类 / 159
- 5.1.2 模拟量模块工作原理 / 161
- 5.1.3 模块扩展连接的原则 / 162
- 5.2 PLC 过程控制编程指令 / 162
 - 5.2.1 BFM 读/写指令 / 162
 - 5.2.2 模拟量模块读/写指令 / 164
 - 5.2.3 变量指令 / 164
 - 5.2.4 PID 控制指令 / 165
- 5.3 三菱 PLC 温度控制应用 / 168
 - 5.3.1 PLC 对辊道式电窑温度的控制 / 168
 - 5.3.2 三菱 PLC 特殊模块在感应电炉温度控制的应用 / 172
- 5.4 三菱 PLC 液位控制应用 / 174
 - 5.4.1 三菱 PLC 用于双容水箱液位串级控制 / 174
 - 5.4.2 三菱 PLC 用于自动灌装线监控系统 / 177
- 5.5 三菱 PLC 压力与流量控制应用 / 183
 - 5.5.1 基于 PID 的液体恒定控制系统 / 183
 - 5.5.2 基于三菱 PLC 的煤层注水控制系统 / 187
 - 5.5.3 钹铁硼氢碎炉计算机控制系统 / 190

第 6 章 三菱 PLC 网络用于机电控制 / 195

- 6.1 CC-Link 现场总线在机电控制的应用 / 195
 - 6.1.1 CC-Link 现场总线 / 195
 - 6.1.2 CC-Link 总线技术在管桩生产中的应用 / 196
 - 6.1.3 基于 CC-Link 现场总线网络的机器人工作站远程监控系统 / 200
 - 6.1.4 CC-Link 在盾构推进液压系统的应用 / 203
 - 6.1.5 Q 系列 PLC 及 CC-Link 现场总线在涂装工场的应用 / 207
- 6.2 MELSECNET 网络在机电控制的应用 / 209
 - 6.2.1 MELSECNET 网络 / 209
 - 6.2.2 MELSECNET/H 远程 I/O 网络在环缝焊接设备的应用 / 210
- 6.3 工业以太网在机电控制的应用 / 214
 - 6.3.1 以太网及应用 / 214
 - 6.3.2 三菱 PLC 的工业以太网通信 / 214
 - 6.3.3 工业以太网在喷涂自动生产线的应用 / 216
- 6.4 三菱 PLC 多层网络系统在机电控制的应用 / 218
 - 6.4.1 三菱 Q 系列 PLC 多层网络控制系统 / 218
 - 6.4.2 基于 Q 系列 PLC 与多层网络的炉窖控制系统 / 221
 - 6.4.3 基于多层网络的 Q 系列 PLC 工业通信系统 / 222
- 6.5 CAN 总线在机电控制的应用 / 226
 - 6.5.1 CAN 总线 / 226
 - 6.5.2 基于 CAN 总线的污水处理控制系统 / 227
 - 6.5.3 基于 CAN 总线的破碎机控制系统 / 229
 - 6.5.4 煤矿传送带集中控制系统 / 232

参考文献 / 238



三菱PLC及应用基础

1.1 三菱 PLC 概述

三菱的可编程控制器 (PLC) 是较早进入国内市场的产品, 三菱 PLC 有较高的性价比, 而且易学易用, 在国内 PLC 市场有很大的份额, 特别是 FX 系列小型 PLC, 有比较高的市场占有率。

1.1.1 三菱 PLC 产品系列

(1) FX 系列 PLC

三菱小型 PLC 系列简称 F 系列, 1981 年面世 (1984 年进入中国), 为整体结构, 有 F-12、F-20、F-40 三个型号。FX 系列 PLC 是从 F 系列、F1 系列、F2 系列发展起来的小型 PLC 产品。1990 年, FX2 系列 PLC 面世。它是 16 位机, 无论在外形、功能、软元件及特殊功能模块上都比 F、F1、F2 PLC 上了一个新台阶。FX2 系列 PLC 的主机有 FX2-16、24、32、48、64、80 和 128 七个型号, 可扩展到 256 点。除主机功能、程序容量及内部软元件大量提升外, 更丰富了特殊功能模块的种类。1991 年面世的 FX0 是微型不可扩展的 PLC, 其点数为 10、14、20 和 30 点。1994 年面世的 FX0N 是作为已停产的 F1 系列的取代品, 比 F1 系列 PLC 体积小 60%, 而在运算速度、功能和程序容量上大大提升。FX0N 系列 PLC 主机为 24、40 和 60 点, 可扩展至 128 点, 并有多种功能模块可供选用。1996 年面世的 FX0S 是取代 FX0 的产品, 体积上比 FX0 小 60%, 而在运算速度、功能和程序容量上与 FX0N 一样。FX0S 的主机型号为 FX0S-10、14、20、30 共 4 种, 点数不能扩展, 也不能加接特殊功能模块。

目前, FX 系列 PLC 包括 FX1S/FX1N/FX2N/FX3U/FX3G 五种基本类型产品。

FX1S 系列是一种集成型小型单元式 PLC。且具有完整的性能和通信功能等扩展性。

如果考虑安装空间和成本是一种理想的选择。它是 FX 系列中的低端 PLC, 除了可以扩展通信模块外, 不能扩展其他模块, 最大 I/O 点为 40 点。

FX1N 系列是三菱电机推出的功能强大的普及型 PLC。具有扩展输入输出, 模拟量控制和通信、链接功能等扩展性。是一款广泛应用于一般的顺序控制三菱 PLC。

FX2N 系列是三菱 PLCFX 家族中较先进的系列, 是第二代产品。具有高速处理及可扩展大量满足单个需要的特殊功能模块等特点, 为工厂自动化应用提供很大的灵活性和控制能力。

FX3U 系列是三菱电机公司推出的新型第三代 PLC，可能称得上是小型至尊产品。基本性能大幅提升，晶体管输出型的基本单元内置了 3 轴独立最高 100kHz 的定位功能，并且增加了新的定位指令，从而使得定位控制功能更加强大，使用更为方便。

FX3G 系列是三菱电机公司 2008 年推出的第三代 PLC，基本单元自带两路高速通信接口 (RS422&USB)；内置高达 32K 大容量存储器；标准模式时基本指令处理速度可达 0.21Ps；控制规模为 14~256 点（包括 CC-Link 网络 I/O）；定位功能设置简便（最多三轴）；基本单元左侧最多可连接 4 台 FX3U 特殊适配器；可实现浮点数运算；可设置两级密码，每级 16 字符，增强密码保护功能。增加了新的定位指令，从而使得定位控制功能更加强大，使用更为方便。

FX1NC/FX2NC/FX3UC 系列在保持了原有强大功能的基础上，连接方式采用插接方式，其体积更小。此外，其供电电源只能采用 DC24V 电源。其价格较 FX1N/FX2N/FX3U 低。

(2) A 系列 PLC

三菱 A 系列 PLC 使用了三菱专用顺控芯片 (MSP)，速度/指令可媲美大型三菱 PLC。A2AS CPU 支持 32 个 PID 回路。而 QnAS CPU 的回路数目无限制，可随内存容量的大小而改变：程序容量由 8K 步至 124K 步，如使用存储器卡，QnAS CPU 的内存量可扩充到 2M 字节；有多种特殊模块可供选择，包括网络、定位控制、高速计数、温度控制等模块。三菱 A 系列 PLC 是模块式的 PLC，其功能比 FX 系列 PLC 要强大得多。

(3) Q 系列 PLC

三菱 Q 系列 PLC 是三菱电机公司推出的大型 PLC，CPU 类型有基本型 CPU、高性能型 CPU、过程控制 CPU、运动控制 CPU、冗余 CPU 等。可以满足各种复杂的控制需求。为了更好地满足国内用户对三菱 PLC Q 系列产品高性能、低成本的要求，三菱电机自动化特推出经济型 QUTESET 型三菱 PLC，即一款以自带 64 点高密度混合单元的 5 槽 Q00JCOUSET；另一款自带 2 块 16 点开关量输入及 2 块 16 点开关量输出的 8 槽 Q00JCPU-S8SET，其性能指标与 Q00J 完全兼容，也完全支持 GX Developer 等软件，故具有极佳的性价比。

(4) L 系列 PLC

L 系列可编程控制器机身小巧，但集高性能、多功能及大容量等特点于一身。CPU 具备 9.5ns 的基本运算处理速度和 260K 步的程序容量，最大 I/O 可扩展 8129 点。还具备内置定位、高速计数器、脉冲捕捉、中断输入、通用 I/O 等功能，集众多功能于一体。硬件方面，内置以太网及 USB 接口，便于编程及通信，配置了 SD 存储卡，可存放最大 4G 的数据。无需基板，可任意增加不同功能的模块。L 系列 PLC 与 Q 系列 PLC 相比，性能更加强大。

1.1.2 三菱 PLC 的特点

三菱可编程控制器的特点如下。

(1) 系统配置既固定又灵活

用户可以选用多种基本单元、扩展单元和扩展模块，组成不同的 I/O 点和不同功能的控制系统。为了使 PLC 更具开放性和执行多任务，可在一个 PLC 系统中同时装几个 CPU 模块，每个 CPU 模块都执行某一种任务。例如三菱 Q 系列 PLC 可以在一个机架上插多个 CPU 模块，这些 CPU 模块可以进行专门的逻辑控制、顺序控制、运动控制和过程控制。这些都是在 Window 环境下执行 PC 机任务的模块，组成混合式的控制系统。专用 I/O、可靠的硬件、扫描处理和逻辑梯形图，使它成为工业控制的首要选择。

(2) 编程简单

三菱可编程控制器通常利用梯形图编程方式，从而操作人员比较容易接受。元件注释可以存储在程序存储器中，便于程序的理解和修改，可以用调制解调器和电话线实现远程监控和编程。

(3) 具备高速运算能力

PLC 具有高速计数、斜坡、交替输出及 16 位四则运算等能力，还具有可调电位器时间设定功能。PLC 具有越来越强的模拟量处理能力，如浮点数运算、PID 调节、温度控制、精确定位、步进驱动、报表统计等。PLC 系统与 DCS（集散控制系统）的差别已越来越小。

(4) 通信简单化

PLC 与其他安装在现场的智能化设备，比如智能化仪表、传感器、智能型电磁阀、智能型驱动执行机构等，通过一根传输介质（比如双绞线、同轴电缆、光缆）连接起来，并按照同一通信规约互相传输信息，由此构成一个现场工业控制网络。这种网络配置灵活，扩容方便，造价低，性能价格比好，也具开放意义。

(5) 性价比高

三菱 PLC 具有令人放心的高性能，各种配置都可以得到很高的性价比。三菱 PLC 技术具有较强的可靠性，较强的抗干扰能力，相对于传统控制系统来讲，其控制工作更加准确，更具稳定性。同时三菱 PLC 操作系统的构成相对简单，工作人员更容易操作。

(6) 其他

备有可自由选择、丰富的品种；适用于多种特殊用途；共同的外部设备。

1.1.3 三菱 PLC 的相关技术要求

在此以 FX 系列 PLC 为例，介绍三菱可编程控制器的相关技术要求。

FX 系列 PLC 的环境指标要求如表 1-1 所示。

表 1-1 FX 系列 PLC 的环境指标要求

环境因素	环境指标要求
环境温度	使用温度 0~55℃，存储温度 -20~70℃
环境湿度	使用时 35%~85%RH(无凝露)
防震性能	JIS C0911 标准,10~55Hz,0.5mm(最大 2G),3 轴方向各 2 次(但用 DIN 导轨变装时为 0.5G)
抗冲击性能	JIS C0912 标准,10G,3 轴方向各 3 次
抗噪声能力	用噪声模拟器产生电压为 1000V(峰—峰值)、脉宽 1μs、30~100Hz 的噪声
绝缘耐压	AC1 500V,1min(接地端与其他端子间)
绝缘电阻	5MΩ 以上(DC500V 兆欧表测量,接地端与其他端子间)
接地电阻	第三种接地,如接地有困难,可以不接
使用环境	无腐蚀性气体,无尘埃

FX 系列 PLC 对输入信号的技术要求如表 1-2 所示。

表 1-2 FX 系列 PLC 对输入信号的技术要求

输入因素	输入技术指标				
输入端项目	X0~X3 (FX0S)	X4~X17 (FX0S) (FX0N、1S、1N、2N)	X10~X13 (FX0N、1S、1N、2N)	X0~X3 (FX0S)	X4~X17 (FX0S)
输入电压	DC 24V±10%			DC 12V±10%	
输入电流	8.5mA	7mA	5mA	9mA	10mA
输入阻抗	2.7kΩ	3.3kΩ	4.3kΩ	1kΩ	1.2kΩ
输入 ON 电流	4.5mA 以上	4.5mA 以上	3.5mA 以上	4.5mA 以上	4.5mA 以上
输入 OFF 电流	1.5mA 以下	1.5mA 以下	1.5mA 以下	1.5mA 以下	1.5mA 以下
输入响应时间	约 10ms,其中: FX0S、FX1N 的 X0~X17 和 FX0N 的 X0~X7 为 0~15ms 可变,FX2N 的 X0~X17 为 0~60ms 可变				
输入信号形式	无电压触点;或 NPN 集电极开路晶体管				
电路隔离	光电耦合器隔离				
输入状态显示	输入 ON 时 LED 灯亮				

FX 系列 PLC 对输出信号的技术要求如表 1-3 所示。

表 1-3 FX 系列 PLC 的输出技术指标

项目	继电器输入	晶闸管输出	晶体管输出
外部电源	AC 250V 或 DC 30V 以下	AC 85~240V	DC 5~30V
最大电阻负载	2A/1 点、8A/4 点、8A/8 点	0.3A/点、0.8A/4 点 (1A/1 点 2A/4 点)	0.5A/点、0.8A/4 点 (0.1A/1 点、0.4A/4 点) (1A/1 点、2A/4 点) (0.3A/1 点、1.6A/16 点)
最大感性负载	80V·A	15V·A/AC 100V、 30V·A/AC 200V	12W/DC 24V
最大灯负载	100W	30W	1.5W/DC 24V
开路漏电流	—	1mA/AC 100V 2mA/AC 200V	0.1mA 以下
响应时间	约 10ms	ON:1ms,OFF:10ms	ON:<0.2ms、OFF:<0.2ms 大电流 OFF 为 0.4ms 以下
电路隔离	继电器隔离	光电晶闸管隔离	光电耦合器隔离
输出动作显示	输出 ON 时 LED 亮		

1.1.4 三菱 PLC 在机电控制中的应用

(1) 机电控制

机电控制技术，顾名思义就是把机械和电子结合为一体的综合技术，其中机电技术和控制技术是机电控制技术两大重要的内容。

现代机电控制技术是精密机械、微电子、电力电子、计算机、信息处理、网络传输、传

感检测、过程控制、流体转动、伺服传动及自动控制等多种技术相互交叉、渗透、融合而成的综合性技术。机电控制的共性相关技术一般归纳为检测传感技术、信息处理技术、自动控制技术、伺服传动技术及系统总体技术。

控制性是机电系统的突出特征。自动控制技术通过控制器使被控对象或过程自动按预定的规律运行。因被控对象种类繁多,控制技术的内容非常丰富,有高精度定位控制、速度控制、自适应控制、自诊断、校正、补偿、示教再现、检索等技术。自动控制技术可协调机械、电器各部分来有效完成动作过程,在机电系统中起重要作用。

机电控制技术在不断地深入各个领域,承担重要角色并迅速向前推进。性能上,它向高精度、高效率、高性能、智能化的方向发展;结构与功能上,它向小型化、轻型化、多功能方向发展;层次上,它向系统化、复合集成化方向发展。

(2) 三菱 PLC 在机电控制中的主要应用

PLC 以其灵活性、使用方便、适应面广、可靠性高、运行速度快、抗干扰能力强、编程简单等特点,始终在工业自动化控制特别是顺序控制中占有重要的地位。三菱 PLC 控制性能优异,在各行业机电控制中得到了十分广泛的应用。

① 运动与位置控制 PLC 既可用于直线运动控制,也可用于圆周运动控制。从控制机构配置来说,早期直接用于开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构,现在一般使用专用的运动控制模块。如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。三菱 PLC 具有丰富的运动控制功能,广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。位置控制是工业自动控制过程中的重要方面和重要内容,三菱 PLC 通过控制步进电机,使步进电机绕组发出脉冲,从而对步进电机进行定位和控制。

② PLC 过程控制 过程控制是指对模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机,PLC 能编制各种各样的控制算法程序,完成闭环控制。三菱 PLC 在工业生产中的应用十分广泛,用户可以编制出诸多的控制算法程序,完成对工业过程的闭环控制。PLC 是在工业控制过程中使用较多的一种调节方法。一般的 PLC 中大都使用了 PID 调节模块,三菱 PLC 也是如此。目前,三菱 PLC 被广泛地应用到冶金、采矿、化工以及锅炉控制的过程中,应用十分广泛。

③ 开关量的逻辑控制 开关量的逻辑控制构成了三菱 PLC 使用最广泛以及最基本的领域。PLC 的出现和广泛应用使其快速地取代传统的电气电路,并发挥出了更重要的作用,最终实现了对开关量的逻辑控制以及顺序控制。三菱 PLC 在使用的过程中满足了客户的多样化的需求,三菱 PLC 既可以对单台设备进行有效控制,也可以对集群控制。由于三菱 PLC 的广泛适用性,使得三菱 PLC 的应用十分广泛,例如印刷机、电镀流水线、包装生产线。PLC 在工业开关量的控制过程中具有很大的可靠性,还可以提高数字计算系统的质量,这样就可以节省大量的人力和时间。

④ 工业生产过程中的模拟量控制 在工业生产过程当中,有许多连续变化的量,如温度、流量、液位、压力等,称之为模拟量。模拟量过程控制一般是指对连续变化的模拟量的闭环控制。控制的目的是根据有关模拟量的当前与历史的输入状况,产生所要求的模拟量或开关量的输出,使系统能够按照一定的要求进行工作。PLC 厂家一般都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块,使其 PLC 可用于模拟量控制。三菱 PLC 在进行数据模拟量控制时,一方面给工业自动化过程控制和维护带来巨大的便利,另一方面保证工业的处理过程达到控制标准。此外,三菱 PLC 在工业控制过程中的应用也大幅度提高了工业控制过程中数据的精准度。

⑤ 数据处理 随着现代计算技术的快速发展,三菱 PLC 的功能也在不断拓展。三菱 PLC 的计算功能主要涵盖了矩阵运算、函数运算以及逻辑运算等许多方面。在三菱 PLC 运

作的过程中,对数据进行处理主要包括:信息数据的检索、数据采集、数据传输、数据储存以及数据变换等几个方面。同时,在 PLC 工作的过程中,也可以将采集到的数据与存储在系统内部的数据进行参考值比较,进而完成数据处理工作。当然,PLC 的数据处理功能也可以通过 PLC 的通信功能将数据传输给其他的职能装置。三菱 PLC 在大型控制系统中的使用十分广泛,在食品工业中,PLC 数据处理也有十分广泛的应用。

⑥ 通信及联网 PLC 通信功能构成 PLC 重要的功能之一,PLC 通信既包括不同 PLC 设备之间的通信功能,同时也包括 PLC 与其他职能设备之间的通信。随着现代计算通信技术的快速发展以及职能技术的不断进步,工业生产过程中,自动化网络发展迅速。各大 PLC 主要生产商都十分注重对 PLC 网络通信系统的研究和发展。三菱 PLC 在研制的过程中推出了自己的网络系统,PLC 都有通信接口,通信十分便利。

1.2 FX2N 系列 PLC

FX2N PLC 是 FX2 系列 PLC 的取代产品。FX2N 比 FX2 小 50%,价格比 FX2 下降 20%。FX2N 系列 PLC 主机为 FX2N-16、32、48、64、80 和 128 六个型号,可扩展 256 点,在运算速度、功能和程序容量上比 FX2 有较大提升。FX2N 有多种功能模块可供选用,有新型的机能扩展板,通信能力大大提高,适合更多用户。

1.2.1 FX2N 系列 PLC 模块

(1) 概况

FX2N 的用户存储器容量可扩展到 16K,FX2N 的 I/O 点数最大可扩展到 256 点。FX2N 有多种模拟量输入输出模块、高速计数器模块、脉冲输出模块、位置控制模块、RS232C/RS422/RS485 串行通信模块或功能扩展板、模拟定时器扩展板等。使用这些特殊功能模块和功能扩展板,可以实现模拟量控制、位置控制和联网通信等功能。

FX2N 有 3000 多点辅助继电器、1000 点状态、200 多点定时器、200 点 16 位加计数器、35 点 32 位加/减计数器、8000 多点 16 位数据寄存器、128 点跳步指针、15 点中断指针。

FX2N 有 128 种功能指令,具有中断输入处理、修改输入滤波器常数、数学运算、浮点数运算、数据检索、数据排序、PID 运算、开平方、三角函数运算、脉冲输出、脉宽调制、ASC II 码输出、串行数据传送、校验码、比较触点等功能指令。FX2N 内装实时钟,有时钟数据的比较、加减、读出/写入指令,可用于时间控制。FX2N 还有矩阵输入、10 键输入、16 键输入、数字开关、方向开关、7 段显示器扫描显示等方便指令。

(2) FX2N 系列 PLC 型号的说明

FX2N 系列 PLC 型号的说明如图 1-1 所示。

其中,系列总称中还有 FX0、FX2、FX0S、FX1S、FX0N、FX1N、FX2NC 等。

单元类型: M—基本单元; E—输入/输出混合扩展单元; EX—扩展输入模块; EY—扩展输出模块。

输出形式: R—继电器输出; S—晶闸管输出; T—晶体管输出。

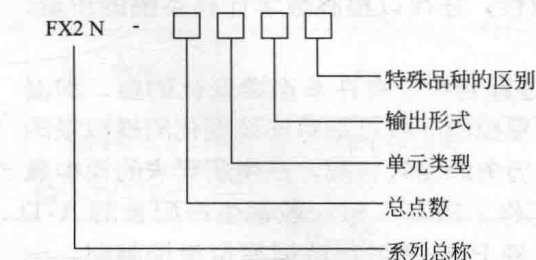


图 1-1 FX2N 系列 PLC 型号的说明

特殊品种: D—DC 电源, DC 输出; A1—AC 电源, AC (AC100~120V) 输入或 AC 输出模块; H—大电流输出扩展模块; V—立式端子排的扩展模块; C—接插口输入/输出方式; F—输入滤波时间常数为 1ms 的扩展模块。

如果特殊品种一项无符号，为 AC 电源、DC 输入、横式端子排、标准输出。例如，FX2N-48MR-D 表示 FX2N 系列，48 个 I/O 点基本单元，继电器输出，使用直流电源，24V 直流输出型。

(3) FX2N 系列 PLC 硬件

FX2N 系列 PLC 的硬件包括基本单元、扩展单元、扩展模块、模拟量输入/输出模块、各种特殊功能模块及外部设备等。

① 基本单元 FX2N 系列是 FX 家族中很常用的 PLC 系列。FX2N 基本单元有 16 点、32 点、48 点、64 点、80 点、128 点，共 6 种，FX2N 基本单元的每个单元都可以通过 I/O 扩展单元扩充到 256 个 I/O 点。FX2N 基本单以通过 I/O 扩展单元扩充到 256 个 I/O 点。FX2N 基本单元又可分为：AC 供电、DC 输入型，DC 供电、DC 输入型，AC 供电、AC 输入型，共三种。其中，AC 供电、DC 输入型基本单元有 17 个规格，见表 1-4。

表 1-4 FX2N 系列的基本单元（AC 供电、DC 输入型）

型 号			输入点数	输出点数	扩展模块可用点数
继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出			
FX2N-16MR	FX2N-16MS	FX2N-16MT	8	8	24~32
FX2N-32MR	FX2N-32MS	FX2N-32MT	16	16	24~32
FX2N-48MR	FX2N-48MS	FX2N-48MT	24	24	48~64
FX2N-64MR	FX2N-64MS	FX2N-64MT	32	32	48~64
FX2N-80MR	FX2N-80MS	FX2N-80MT	40	40	48~64
FX2N-128MR		FX2N-128MT	64	64	48~64

DC 供电、DC 输入型基本单元有 10 个规格的产品，见表 1-5。

表 1-5 FX2N 系列的基本单元（DC 供电、DC 输入型）

型 号		输入点数	输出点数	扩展模块可用点数
继电器输出	晶体管输出			
FX2N-32MR-D	FX2N-32MT-D	16	16	24~32
FX2N-48MR-D	FX2N-48MT-D	24	24	48~64
FX2N-64MR-D	FX2N-64MT-D	32	32	48~64
FX2N-80MR-D	FX2N-80MT-D	40	40	48~64

AC 供电、AC 输入型基本单元有 4 个规格的产品，见表 1-6。

表 1-6 FX2N 系列的基本单元（AC 供电、AC 输入型）

型 号	输入点数	输出点数	扩展模块可用点数
FX2N-16MR-UA1/UL	16	16	24~32
FX2N-32MR-UA1/UL	24	24	48~64
FX2N-48MR-UA1/UL	32	32	48~64
FX2N-64MR-UA1/UL	40	40	48~64

FX2N 具有丰富的元件资源，有 3072 点辅助继电器。提供了多种特殊功能模块，可实现过程控制和位置控制。有 RS232C、RS422、RS485 等多种串行通信模块或功能扩展板支持网络通信。FX2N 具有较强的数学指令集，使用 32 位处理浮点数。

② 扩展单元 FX2N 系列的扩展单元见表 1-7。FX2N 系列的扩展模块见表 1-8。

表 1-7 FX2N 系列的扩展单元

型 号	总 I/O 数目	输 入			输 出	
		数目	电压	类型	数目	类型
FX2N-32ER	32	16	24V 直流	漏型	16	继电器
FX2N-32ET	32	16	24V 直流	漏型	16	晶体管
FX2N-32ES	32	16	24V 直流	漏型	16	晶闸管
FX2N-48ER	48	24	24V 直流	漏型	24	继电器
FX2N-48ET	48	24	24V 直流	漏型	24	晶体管
FX2N-48ER-D	48	24	24V 直流	漏型	24	继电器(直流)
FX2N-48ET-D	48	24	24V 直流	漏型	24	晶体管(直流)

注：FX2N-48ER-D 的模块供电电源是 DC 24V，而其他的模块供电电源是 AC 100~240V。

表 1-8 FX2N 系列的扩展模块

型 号	总 I/O 数目	输 入			输 出	
		数目	电压	类型	数目	类型
FX2N-16EX	16	16	24V 直流	漏型		
FX2N-16EYT	16				16	晶体管
FX2N-16EYR	16				16	继电器

FX2N 系列还有其他模块，如模拟量输入模块（如 FX2N-4AD）、模拟量输出模块（如 FX2N-2DA）、PID 过程控制模块（如 FX2N-2LC）、定位控制模块（如定位控制器 FX2N-10GM）、通信模块（如通信扩展板 FX2N-232-BD 和通信扩展板 FX2N-485-BD）和高速计数模块（如 FX2N-1HC）等。

1.2.2 FX2N 系列 PLC 内部继电器和继电器编号

PLC 是以微处理器为核心的电子设备，使用时可将它看成是由继电器、定时器、计数器等器件构成的组合体。而 PLC 与继电器接触控制的根本区别在于 PLC 采用的是软件件，用程序来实现各器件之间的连接。在上述器件中，无论是固体器件，还是“软继电器”（或称内部继电器），都必须用编号予以识别。同时，由于 PLC 采用软件编程逻辑，诸如计数器、定时器、辅助继电器，都可用“软继电器”取代。

(1) 输入继电器 X (X0~X177)

FX2N 系列 PLC 输入继电器采用八进制地址编号，其编号为 X0~X7、X10~X17、X20~X27、…、X170~X177，共 128 点，输入响应时间为 10ms。输入继电器示意图如图 1-2 所示。

输入继电器是 PLC 接收来自外部开关信号的“窗口”。输入继电器与 PLC 的输入端子相连，并带有许多常开和常闭触点供编程时使用。输入继电器只能由外部信号驱动，不能被程序指令驱动。

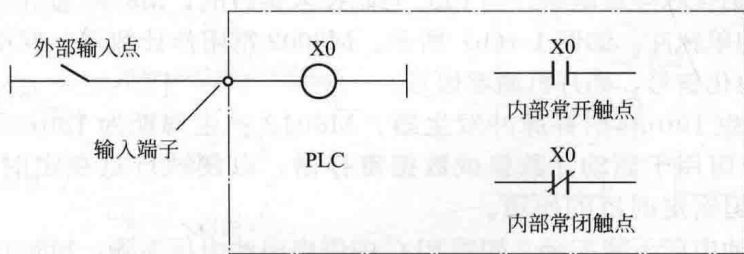


图 1-2 输入继电器示意图

(2) 输出继电器 Y (Y0~Y177)

FX2N 系列 PLC 输出继电器也是采用八进制地址编号，其编号为 Y0~Y7、Y10~Y17、Y20~Y27、…、Y170~Y177，共 128 点。除输入输出继电器外，后续的各种软继电器的编号都是按十进制编号。输出继电器示意图如图 1-3 所示。

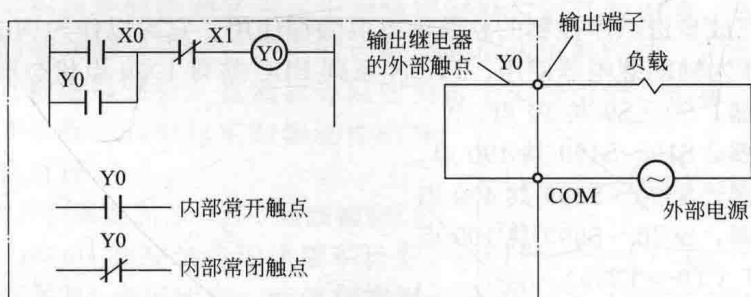


图 1-3 输出继电器示意图

(3) 辅助继电器 M

PLC 内部有很多辅助继电器，它们不能直接驱动外围设备，它可由 PLC 中各种继电器的触点驱动，其作用与继电器接触器控制的中间继电器相似，用于状态暂存、辅助位移运算及特殊功能等。每个辅助继电器带有若干对常开和常闭触点，供编程使用。PLC 内部辅助继电器一般有如下三种类型。

① 通用型辅助继电器 FX2N 系列 PLC 内部的通用型辅助继电器 M0~M499（按十进制编号）共 500 点。

② 保持辅助继电器 FX2N 系列 PLC 内部保持辅助继电器 M500~M3071（按十进制编号）共 2572 点。当 PLC 电源中断时，由于有后备锂电池保持供电，所以保持辅助继电器能够保持它们原来的状态，即具有掉电保持功能。这就是保持辅助继电器可用于要求保持断电前状态那种场合的原因所在。

③ 特殊辅助继电器 FX2N 系列 PLC 有 M8000~M8255 共 256 点。这 256 个辅助继电器都有特殊功能，有时也称为专用辅助继电器。

a. M8000 运行监视继电器。当 PLC 运行时，M8000 自动处于接通状态，当 PLC 停止运行时，M8000 处于断开状态，如图 1-4(a)所示。因此可利用 M8000 的触点经输出继电器 Y，在外部显示程序是否运行，达到运行监视的目的。

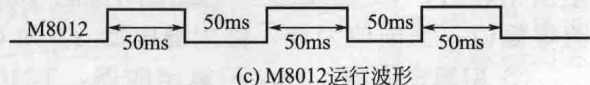
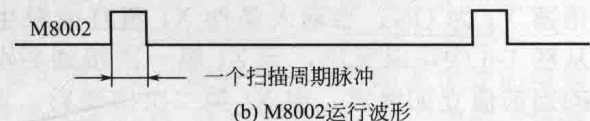


图 1-4 特殊辅助继电器运行波形

b. M8002 初始化脉冲继电器。当 PLC 开始投入运行时, M8002 就接通, 自动发出宽度为一个扫描周期的单脉冲, 如图 1-4(b) 所示。M8002 常用作计数器、保持辅助继电器和数据寄存器等的初始化信号, 即开机清零信号。

c. M8012 产生 100ms 时钟脉冲发生器。M8012 产生周期为 100ms 的时钟脉冲, 如图 1-4(c) 所示。可用于驱动计数器或数据寄存器, 以便执行监视定时器功能。也可以和计数器联用, 起到定时器的作用。

d. M8005 电池电压下降指示。如果 PLC 中供电电池电压下降, M8005 接通, 并可以经输出继电器使外部指示灯亮。

e. M8034 禁止输出继电器。一旦 M8034 继电器接通, 则全部输出继电器 Y 的输出自动断开, 但这不会影响 PLC 内部程序的执行。常用于 PLC 控制系统发生故障时切断输出, 而保持 PLC 内部程序正常执行, 这有利于系统故障的检查和排除。

FX2N 系列 PLC 共有 256 个特殊辅助继电器, 其功能较多, 读者可参看 PLC 产品手册。

(4) 状态器 S

状态器 S 是完成步进顺序控制的软继电器供编程使用。它可以作为构成状态转移图的重要器件, 也可以作为辅助继电器使用。FX2N 系列 PLC 共有 1000 点状态器。

① 初始状态器, S0~S9 共 10 点。

② 一般状态器, S10~S499 共 490 点。

③ 保持状态器, S500~S899 共 400 点。

④ 报警状态器, S900~S999 共 100 点。

(5) 定时器 T (T0~T255)

FX2N 系列 PLC 共有 256 个定时器, 相当于继电接触控制系统中的时间继电器, 都是通电延时型的。它的地址编号为 T0~T255, 其中 T0~T199 (200 点)、T250~T255 (6 点) 计时单位为 100ms, 设定值范围是 0.1~3276.7s; T200~T245 (46 点) 计时单位为 10ms, 设定值范围是 0.01~327.67s; T246~T249 (4 点) 计时单位 1ms, 设定值范围是 0.001~32.767s。按其工作方式的不同, 可分为如下两种定时器。

① 非积算定时器 在 FX2N 系列 PLC 中, 非积算定时器有以下两种计时单位: 计时单位为 100ms (0.1s), 地址号为 T0~T199, 共 200 个, 时间设定值范围是 0.1~3276.7s; 计时单位为 10ms (0.01s), 地址号为 T200~T245, 共 46 个, 时间设定值范围是 0.01~327.67s。

定时器应用时, 都要设置一个十进制常数的时间设定值。在程序中, 凡数字前面加有符号“K”的常数都表示十进制常数。定时器线圈通电被驱动后, 就开始对时钟脉冲数进行累计, 达到设定值时就输出, 其所属的输出触点就动作, 如图 1-5 所示。当定时器断开或断电时, 定时器会立即停止定时计数并清零复位。

现以图 1-6 所示的非积算定时器动作时序图为例说明其动作过程: 当 X1 接通时, 非积算定时器 T1 线圈被驱动, T1 的当前值对 100ms 脉冲进行加法累积计数, 该值与设定值 K20 进行实时比较, 当两值相等 ($100\text{ms} \times 20 = 2\text{s}$) 时, T1 的输出触点接通, 输出继电器 Y1 为 ON; 当输入条件 X1 断开或发生断电时, 定时器立即停止定时并清零复位。从图 1-6 中可以看出, 当 X1 第一次接通后没有达到 T1 的设定值 X1 就断开了, 所以 T1 的当前值立即清零, 当 X1 第二次接通后, 定时器又开始定时计数, 定时器的当前值与设定值相等时, T1 的输出常开触点闭合使 Y1 为 ON, 一旦 X1 为 OFF 时, 定时器 T1 立即清零复位, 当前值为零, 输出继电器 Y1 为 OFF。

② 积算定时器 1ms 积算定时器: T246~T249 共 4 个, 时间设定值范围是 0.001~32.767s。100ms 积算定时器: T250~T255 共 6 个, 时间设定值范围是 0.1~3276.7s。