



● 三菱电机自动化技术丛书

三菱电机中大型 可编程序控制器 应用指南

MITSUBISHI ELECTRIC
MEDIUM-LARGE SCALE PLC
APPLICATION GUIDE

戎昱 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

三菱电机自动化技术丛书

三菱电机中大型可编程序 控制器应用指南

戎 昱 主编



机械工业出版社

三菱电机公司的中大型可编程序控制器(PLC)功能丰富,应用广泛。本书以当前市场上主打机型 Q 系列为例,针对从硬件构成、系统选型、组态,到编程、调试、故障排查等各个工程环节所涉及的知识点,逐一进行了深入浅出的讲解。同时还对三菱电机公司的过程控制系统、冗余控制系统以及安全系统等进行了讲解。

本书每章按照学习 Q 系列 PLC 所需的过程循序渐进相对独立地讲解了一个完整的知识点,因此读者可以按照章顺序阅读,也可以按实际需要,针对性地阅读某章。本书以理论讲解辅以实例展示,便于读者学习。

本书适用于自动化控制领域的工程技术人员以及相关专业大专院校师生的日常学习和工作参考。

图书在版编目(CIP)数据

三菱电机中大型可编程序控制器应用指南/戎罡

主编. —北京:机械工业出版社,2011.6

(三菱电机自动化技术丛书)

ISBN 978-7-111-34215-1

I. ①三… II. ①戎… III. ①可编程序控制
器—指南 IV. ①TM571.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 070996 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:林春泉 责任编辑:顾 谦 责任校对:张晓蓉

封面设计:鞠 杨 责任印制:乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·30.5 印张·755 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-34215-1

定价:88.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

序

亲爱的读者：

作为全球自动化行业的综合产品生产厂商三菱电机公司，在工业企业全球化的发展过程中，在全球网络技术高速发展的推动下，对现代化企业的产品设计系统化、产品生产的实时控制化、全企业管理数据化等方面接受了一个又一个的挑战，并做出了巨大的贡献。

三菱电机公司的产品在中国市场，对“世界工厂”中国市场的自动化领域发展起到了非常大的推动作用。在 20 世纪 90 年代中期，三菱电机公司完成了从单纯的产品销售到集产品销售与技术推广为一体的重大改变，并成立了以企业为主导的中国第一家自动化行业技术培训中心，并对社会进行公开招生，对当时的电气工程人员，机电一体化等专业的高等、高职院校学生以及工业自动化相关技术人员，从基础理论、操作实践、功能理解等方面详细地介绍了当时自动化产品的先进技术。

随着三菱电机公司在中国市场的业务发展，整体自动化行业的需求增加，依据自动化 OEM (Original Equipment Manufacturer, 原始设备制造商) 企业、最终用户企业、项目合作企业的需求，三菱电机公司的合作院校的建议，三菱电机自动化(中国)有限公司汇集了三菱电机公司的培训部、销售部、技术部的优秀讲师、资深工程师的集体智慧和实践经验，在三菱电机株式会社产品设计与运用工程师的指导下，编写了这套着眼于应用、自动化解决方案的《三菱电机自动化技术丛书》。

本丛书以三菱电机公司 TCOE (Total Cost Ownership Engineering, 客户综合成本) 为理念，对用户的复杂系统从单一产品的简单使用，到各产品间的网络无间隙通信，将整个系统的结构变得简单明了，对系统从设计、采购、调试、维护等各个环节的成本可以进行分别或者综合控制，使得自动化设备的性价比得到不断提高，这也是三菱电机公司的产品得到发展的重要原因。

本丛书是三菱电机公司工程师和广大用户成功经验的积累，也是成功经验的推广，希望能给您平时的工作带来便利，也希望您能够喜欢。

蔡建国

三菱电机自动化(中国)有限公司
技术支援部高级经理

编委会名单

主 编：戎 罡

编委成员：艾学文 陈 立 陈一鸣 董富松 韩 峰

陆成海 王 昊 王 辉 杨 芳

(按照名字字母顺序, 排名不分先后)

前 言

无论是初次接触三菱电机公司中大型可编程序控制器(PLC),还是在开发使用中遇到了某个问题而百思不得其解时,您是否一直都在寻寻觅觅,希望从浩瀚的书籍中找到一本宝典,能快速入门,随时解答面临的困惑,能让自己顿悟?

三菱电机公司目前提供的相关技术资料包括产品样本、随产品附带的使用说明、详实的产品使用手册、公开培训课程的教材等。但是,读者往往觉得不是太简单,就是太复杂,或者不够系统和全面。

本书就是针对读者上述问题而编写的。编者们希望通过本书,能够让读者对三菱电机公司的中大型 PLC 有一个全面的了解,并能够快速入门,掌握工作中常见的功能应用。本书的讲解旨在从基础概念开始,由浅入深,尽可能地包罗万象。各章的内容也以常用功能为主,辅以实际应用举例说明。读者在今后更专业和深入地应用时,希望本书可以提供一把开启宝藏的钥匙。

由于篇幅的限制,针对一些特殊应用,可能无法一一详实讲解,本书则提供了进一步学习的相关书籍和获取支持的方式。

在现今高节奏、海量信息的社会中,作为想要学习三菱电机公司中大型 PLC 的读者来说,怎样才能快速成为技术专家呢?除了拥有一本好书以外,学习方法更重要。运用一个产品,只有了解掌握了它的本质和精髓,才能轻松地应对,万变而不离其宗。例如,学习三菱电机公司的模-数(A-D)转换模块,除了学会使用它,还需要掌握该模块的知识要点:如 I/O(输入/输出)分配、缓存内容和访问方式。知其然并知其所以然,继而举一反三,读者就可以容易地自学其他的特殊功能模块了。本书的编者希望传达给读者们的,不仅仅是学习三菱电机公司中大型 PLC 的招数,还有心法。

本书主要介绍了三菱电机公司的中大型 PLC,以当前市场上主打机型 Q 系列为例,针对从硬件构成、系统选型、组态,到编程、调试、故障排查等各个工程环节所涉及的知识,逐一进行了深入浅出的讲解。其中第 1 章介绍了三菱电机公司中大型 PLC 的发展历史、各主要系列 PLC 的产品特性以及相应的编程软件。帮助读者快速地建立对三菱电机中大型可编程序控制器的整体概念。第 2 章针对采用 Q 系列 PLC 构成的基本系统所需的硬件进行了介绍,并就硬件选型及使用注意事项进行了说明。第 3 章通过第 2 章,从硬件上配置了基本控制系统后,进入程序的编写阶段。最先要掌握的就是 I/O(输入/输出)的地址分配,或者称为组态,该章对此进行了详细阐述。第 4 章介绍了在编写程序前,所要掌握的第 1 关键点是 I/O 地址分配,第 2 关键点是软元件的识别及使用,该章就常用的软元件进行了讲解和示例。第 5 章介绍了在编写程序前,所要掌握的 3 大要点(I/O 地址分配、软元件、编程指令)之一,即编程指令,介绍了 Q 系列 PLC 指令的通用阅读方法,并结合简单程序示例介绍了一些常用指令。第 6 章讲述了程序的编写与调试方法,介绍了最常见的梯形图多程序编写。第 7 章介绍了除梯形图的经典程序编写方式

外，Q 系列 PLC 还支持多种其他的程序编写方式，还介绍了如何使用 GX-Developer 软件实现 SFC、FB 和 ST 的编程。第 8 章介绍了 Q 系列 PLC 一些特殊的应用功能，便于客户实际现场功能的实现。这些功能有引导运行、密码设定、数据备份、时钟功能等，第 8 章对此分别进行了叙述。第 9 章介绍了除一般的开关量控制外，Q 系列 PLC 还提供了一系列的智能功能模块，以实现模拟量等控制，阐述了常用的电压、电流、温度、计数等智能功能模块的使用。第 10 章介绍了 Q 系列 PLC 的一大特点，即多 CPU 的控制系统，它针对不同的应用特点，可以采用不同类型的 CPU 进行控制，另外还阐述了如何构建和实现多 CPU 的控制系统。第 11 章介绍了三菱电机公司过程控制系统的构成、特点和编程基础，并且结合具体的加热箱控制实例来说明 GX-Developer 的编程和调试方法。第 12 章介绍了对可靠性要求非常高的控制现场，需要提供冗余系统，以保证控制的不间断性，介绍了如何构建和使用三菱电机公司的冗余系统。随着制造现场对工作安全性的日趋重视，构建安全控制系统已被越来越多地提及，第 13 章介绍了三菱电机公司最新安全控制系统的构成，以及在 GX-Developer 软件中对应的相关编程方法。第 14 章简要地介绍了三菱电机公司 Q 系列 PLC 在汽车、轮胎、地铁等领域的应用及特点。随着 A 系列 PLC 的逐步停产，越来越多的用户面临着设备改造的问题，第 15 章介绍了将 A 系列 PLC 转换成 Q 系列 PLC 的几种不同方式，以及在转换过程中需要了解的硬件和软件方面的注意事项。第 16 章中针对使用中常见的几种 Q 系列 PLC 故障，列举了诊断和排查的流程，并介绍了日常维护的重点注意事项。第 17 章简要地介绍了可与 Q 系列 PLC 配合使用的三菱电机公司人机界面，即 GOT。在附录中介绍了三菱电机公司新推出的 GX Works2 全新风格的编程软件，对该软件的使用进行了说明；针对用户遇到问题时该如何得到技术支持，列出了三菱电机自动化(中国)有限公司提供技术支持的多种途径；以及用户常遇到的与 Q 系列 PLC 有关的 31 个常见的技术问题。

参加本书编写的有戎罡、艾学文、陈立、陈一鸣、董富松、韩峰、陆成海、王昊、王辉、杨芳等，他们都是三菱电机公司技术部门的资深技术人员，他们具备丰富的技术支持和培训经验，本书也尽量融入了编者的实践经验和心得。由于 Q 系列 PLC 涉及的功能众多，本书无法面面俱到，百密终有一疏，也恳请读者们给予指正。

诸多参编者在日常的繁忙工作中抽出时间参与本书的编写，花费了大量的心血，在此谨表示谢意。

作者
2011 年夏

目 录

| | |
|------------------------------|----|
| 序 | |
| 前言 | |
| 第 1 章 三菱电机公司中大型 PLC 的发展简述 | 1 |
| 1.1 MELSEC-K 系列 PLC 介绍 | 1 |
| 1.2 MELSEC-A 和 QnA 系列 PLC 介绍 | 2 |
| 1.3 Q 系列 PLC 介绍 | 3 |
| 1.4 L 系列 PLC 介绍 | 4 |
| 1.5 编程软件综述 | 4 |
| 第 2 章 Q 系列 PLC 的系统构成 | 8 |
| 2.1 基板 | 8 |
| 2.1.1 主基板 | 9 |
| 2.1.2 扩展基板及连接电缆 | 10 |
| 2.2 电源 | 11 |
| 2.3 CPU 与存储器 | 13 |
| 2.3.1 CPU | 13 |
| 2.3.2 存储器及电池 | 16 |
| 2.4 I/O 模块 | 18 |
| 2.5 智能功能模块 | 21 |
| 2.6 系统选型和配置 | 24 |
| 第 3 章 I/O 地址分配 | 29 |
| 3.1 系统自动分配 I/O 地址 | 29 |
| 3.1.1 I/O 地址自动分配的概念 | 29 |
| 3.1.2 各模块所占用的 I/O 点数 | 29 |
| 3.1.3 I/O 地址的计算 | 29 |
| 3.1.4 具体分配举例 | 30 |
| 3.2 手动 I/O 地址分配 | 30 |
| 3.2.1 手动 I/O 地址分配的概念 | 30 |
| 3.2.2 适用于手动 I/O 分配的场所 | 31 |
| 3.2.3 进入手动 I/O 分配画面 | 31 |
| 3.2.4 I/O 地址分配画面说明 | 31 |
| 3.2.5 手动分配时的注意事项 | 34 |
| 3.2.6 手动分配实例 | 34 |
| 第 4 章 软元件 | 36 |
| 4.1 软元件一览 | 36 |
| 4.2 内部用户软元件 | 37 |
| 4.2.1 输入软元件(X) | 37 |
| 4.2.2 输出软元件(Y) | 37 |
| 4.2.3 内部继电器(M) | 37 |
| 4.2.4 锁存继电器(L) | 38 |
| 4.2.5 报警继电器(F) | 38 |
| 4.2.6 边沿继电器(V) | 41 |
| 4.2.7 链接继电器(LB) | 42 |
| 4.2.8 链接特殊继电器(SB) | 42 |
| 4.2.9 步进继电器(S) | 42 |
| 4.2.10 定时器(T) | 43 |
| 4.2.11 累计定时器(ST) | 45 |
| 4.2.12 计数器(C) | 45 |
| 4.2.13 数据寄存器(D) | 48 |
| 4.2.14 链接寄存器(W) | 49 |
| 4.2.15 链接特殊寄存器(SW) | 50 |
| 4.3 内部系统软元件 | 50 |
| 4.3.1 功能软元件(FX、FY、FD) | 50 |
| 4.3.2 特殊继电器(SM) | 51 |
| 4.3.3 特殊寄存器(SD) | 51 |
| 4.4 链接直接软元件(J\) | 52 |
| 4.5 模块访问软元件 | 53 |
| 4.5.1 智能功能模块软元件(U\G) | 53 |
| 4.5.2 多 CPU 共享软元件(U3En\G) | 54 |
| 4.6 变址寄存器或通用运算寄存器(Z) | 55 |
| 4.6.1 变址寄存器(Z) | 55 |
| 4.6.2 通用运算寄存器(Z) | 55 |
| 4.7 文件寄存器(R) | 56 |
| 4.8 嵌套(N) | 58 |
| 4.9 指针(P)和中断指针(I) | 59 |
| 4.9.1 指针(P) | 59 |

| | | | |
|----------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 4.9.2 中断指针(I) | 59 | 6.5 读写程序、监控程序、调试程序 | 116 |
| 4.10 扩展数据寄存器(D)和扩展链接寄存器(W) | 59 | 6.5.1 启动 CPU 的准备工作 | 116 |
| 4.11 全局软元件与局部软元件 | 61 | 6.5.2 向 CPU 写入程序 | 120 |
| 4.11.1 全局软元件 | 61 | 6.5.3 监控程序 | 121 |
| 4.11.2 局部软元件 | 61 | 6.5.4 监控中写入程序 | 122 |
| 4.11.3 局部软元件的设置方法 | 63 | 6.6 GX Simulator 仿真梯形图 | 125 |
| 第5章 编程指令 | 64 | 6.6.1 GX Simulator 软件介绍 | 125 |
| 5.1 指令的阅读方法 | 64 | 6.6.2 使用 GX Simulator 仿真程序 | 125 |
| 5.2 Q 系列 PLC 指令一览 | 66 | 第7章 其他编程方式简介 | 127 |
| 5.3 常用应用指令 | 80 | 7.1 SFC | 127 |
| 5.3.1 数据传送指令 | 81 | 7.1.1 SFC 程序配置 | 128 |
| 5.3.2 算数运算指令 | 83 | 7.1.2 SFC 编程的特点 | 130 |
| 5.3.3 数据转换指令 | 85 | 7.1.3 SFC 编程画面的构成及说明 | 135 |
| 5.3.4 程序分支指令 | 86 | 7.1.4 SFC 程序建立的步骤和内容 | 138 |
| 5.3.5 程序执行控制指令 | 88 | 7.1.5 SFC 程序的监控 | 150 |
| 5.3.6 移位和循环指令 | 89 | 7.2 FB | 152 |
| 5.4 特殊指令 | 91 | 7.2.1 FB 编程的特点 | 153 |
| 第6章 程序的编写与调试 | 92 | 7.2.2 梯形图程序与 FB 程序的显示区别 | 154 |
| 6.1 简单程序的编写 | 92 | 7.2.3 FB 编程画面的构成及说明 | 154 |
| 6.1.1 新建工程和 PLC 类型设定 | 92 | 7.2.4 FB 程序建立的步骤和内容 | 157 |
| 6.1.2 创建梯形图程序 | 94 | 7.2.5 FB 程序的监控 | 164 |
| 6.1.3 创建列表程序 | 99 | 7.3 ST | 166 |
| 6.2 多程序的运行原理 | 101 | 7.3.1 ST 编程的特点 | 166 |
| 6.2.1 初始执行型程序 | 101 | 7.3.2 ST 编程画面的构成及说明 | 167 |
| 6.2.2 扫描执行型程序 | 102 | 7.3.3 ST 程序建立的步骤和内容 | 168 |
| 6.2.3 低速执行型程序 | 102 | 7.3.4 ST 程序的监控 | 172 |
| 6.2.4 待机型程序 | 103 | 第8章 Q 系列 PLC 特殊功能使用 | 174 |
| 6.2.5 固定周期执行型程序 | 104 | 8.1 引导运行 | 174 |
| 6.3 多程序的编写 | 105 | 8.2 口令登录 | 178 |
| 6.3.1 多个程序的编写 | 105 | 8.3 时钟功能 | 179 |
| 6.3.2 设定多程序参数 | 108 | 8.4 数据备份与恢复 | 180 |
| 6.4 注释、声明、注解的编写 | 112 | 8.5 软元件初始值 | 183 |
| 6.4.1 注释 | 112 | 8.6 其他特殊功能简述 | 185 |
| 6.4.2 声明 | 112 | 第9章 智能功能模块的使用 | 189 |
| 6.4.3 注解 | 114 | 9.1 智能功能模块的运行原理 | 189 |
| 6.4.4 注释、声明、注解写入 CPU | 114 | 9.1.1 智能功能模块的种类 | 189 |
| 6.4.5 软元件初始值的注释 | 114 | | |
| 6.4.6 打印梯形图 | 114 | | |

| | | | |
|---|------------|--|------------|
| 9.1.2 智能功能模块的控制原理 | 190 | 11.2.3 PX Developer 编程工具说明 ... | 241 |
| 9.2 智能功能模块的编程方法 | 190 | 11.2.4 FBD 结构化编程基础 | 241 |
| 9.3 模拟量模块的使用和范例 | 195 | 11.3 过程控制编程示例 | 256 |
| 9.4 高速计数模块的使用和范例 ... | 200 | 11.3.1 系统构成说明 | 256 |
| 9.5 测温模块的使用和范例 | 203 | 11.3.2 编程工具操作步骤 | 258 |
| 9.6 数据记录模块简介 | 207 | 11.3.3 监控工具操作步骤 | 271 |
| 9.6.1 QD81DL96 模块简介 | 207 | 第 12 章 冗余系统的构建和使用 | 280 |
| 9.6.2 QD81DL96 模块的功能和 特点 | 208 | 12.1 冗余系统的构建 | 280 |
| 9.7 MES 模块简介 | 211 | 12.1.1 冗余系统的概述 | 280 |
| 9.7.1 MES 模块简介 | 212 | 12.1.2 冗余系统的构成 | 281 |
| 9.7.2 MES 接口模块特点简介 | 213 | 12.1.3 冗余系统的特点 | 282 |
| 第 10 章 多 CPU 系统 | 218 | 12.1.4 冗余系统的配置 | 283 |
| 10.1 多 CPU 系统的构成 | 218 | 12.2 冗余系统的启动 | 301 |
| 10.1.1 多 CPU 系统 | 218 | 12.2.1 冗余系统的启动步骤 | 301 |
| 10.1.2 多 CPU 系统的构成注意事项 和步骤 | 218 | 12.2.2 冗余系统的启动模式 | 304 |
| 10.2 多 CPU 系统的工作原理 | 220 | 12.3 冗余系统的切换 | 305 |
| 10.3 多 CPU 系统的 I/O 地址 分配 | 223 | 12.3.1 系统切换 | 306 |
| 10.3.1 I/O 地址分配的概念 | 223 | 12.3.2 用户切换 | 307 |
| 10.3.2 I/O 模块和智能功能模块 的 I/O 地址 | 223 | 12.4 运行模式的变更 | 310 |
| 10.3.3 PLC 顺序控制 CPU 和其他 CPU 的 I/O 地址 | 223 | 12.4.1 由备份模式变更为分割 模式 | 310 |
| 10.4 多 CPU 系统程序编写示例 ... | 223 | 12.4.2 由分割模式变更为备份 模式 | 311 |
| 10.5 iQ Platform 平台介绍 | 229 | 12.5 数据跟踪传送(热备)功能 | 314 |
| 第 11 章 过程控制系统的构建和 使用 | 231 | 12.5.1 数据跟踪传送(热备)功能 概述 | 314 |
| 11.1 三菱电机公司过程控制系统的 特点和构成 | 231 | 12.5.2 数据跟踪设置 | 315 |
| 11.1.1 过程控制系统的特点 | 231 | 12.5.3 跟踪传送(热备)数据的 执行 | 319 |
| 11.1.2 过程控制系统的构成 | 232 | 12.6 控制系统和待机系统的在线 写入功能 | 320 |
| 11.1.3 过程控制 CPU 说明 | 233 | 12.6.1 CPU 停止时的在线写入 | 320 |
| 11.1.4 过程控制系统适合的领域 | 234 | 12.6.2 CPU 在运行时的在线写入 (程序变更) | 320 |
| 11.1.5 与 SCADA 软件的联合 | 237 | 12.7 从控制系统到待机系统的内存 复制功能 | 320 |
| 11.2 过程控制系统编程基础 | 239 | 12.7.1 通过 GX Developer 执行的内存 复制 | 321 |
| 11.2.1 PX Developer 的特点 | 239 | 12.7.2 通过特殊继电器及寄存器执行 | |
| 11.2.2 PX Developer 的构成 | 240 | | |

| | | | |
|--------------------------------|-----|------------------------------|-----|
| 内存复制 | 322 | 用 GX Developer 编程软件) ... | 362 |
| 12.8 冗余系统的远程操作 | 324 | 第 14 章 PLC 在各行业中的典型 | |
| 12.9 在线模块更换 | 325 | 应用 | 374 |
| 12.9.1 安装在 MELSECNET/H 远程 | | 14.1 汽车行业的应用 | 374 |
| I/O 站上的模块 | 326 | 14.2 轮胎行业的应用 | 377 |
| 12.9.2 电源冗余系统中的电源 | | 14.2.1 钢丝帘布裁断机(斜裁) | 377 |
| 模块 | 326 | 14.2.2 硫化机 | 380 |
| 12.9.3 安装在主基板上的 I/O | | 14.3 轨道交通行业的应用 | 382 |
| 模块 | 326 | 14.3.1 轨道交通 BAS 概述 | 382 |
| 12.9.4 在线模块更换示例 | 326 | 14.3.2 三菱电机公司的解决方案 | 383 |
| 12.10 冗余系统的网络 | 329 | 第 15 章 A 系列 PLC 如何转化成 | |
| 12.10.1 MELSECNET/H 网 PLC | | Q 系列 PLC | 385 |
| 间网络 | 329 | 15.1 硬件改造 | 385 |
| 12.10.2 MELSECNET/H 远程 I/O | | 15.2 程序转换的注意事项 | 389 |
| 网络 | 329 | 15.3 A 系列转 Q 系列的专用转换 | |
| 12.10.3 以太网 | 329 | 软件简介 | 393 |
| 12.10.4 CC-Link | 330 | 15.4 A 系列和 Q 系列 PLC 软元件的 | |
| 12.11 冗余扩展基板 Q65WRB | | 不同点 | 396 |
| 简介 | 331 | 15.4.1 软元件点数区别一览 | 396 |
| 12.11.1 冗余扩展基板 Q65WRB 的 | | 15.4.2 A 系列与 Q 系列 PLC 的软元件 | |
| 特点 | 331 | 区别比较 | 397 |
| 12.11.2 冗余扩展基板 Q65WRB 的 | | 15.5 相关手册一览 | 399 |
| 规格 | 331 | 第 16 章 PLC 的故障诊断、 | |
| 12.11.3 Q65WRB 的使用配置 | 332 | 排除与维护 | 400 |
| 第 13 章 安全系统简介 | 333 | 16.1 故障诊断及排除的 | |
| 13.1 安全系统的构成 | 333 | 基本方法 | 400 |
| 13.1.1 安全等级 | 334 | 16.2 故障诊断及排除 | 400 |
| 13.1.2 安全 PLC 和 CC-Link Safety | | 16.2.1 故障诊断和排除流程 | 401 |
| 总线 | 336 | 16.2.2 “MODE” LED 熄灭时的排障 | |
| 13.1.3 安全控制器 | 344 | 流程 | 401 |
| 13.1.4 安全继电器单元 | 346 | 16.2.3 “MODE” LED 闪烁时的排障 | |
| 13.2 安全 PLC 和 CC-Link Safety 系 | | 流程 | 401 |
| 统的应用简介 | 353 | 16.2.4 “POWER” LED 熄灭时的排障 | |
| 13.2.1 安全系统应用设计时的 | | 流程 | 403 |
| 注意事项 | 353 | 16.2.5 “RUN” LED 熄灭时的排障 | |
| 13.2.2 编程时的注意事项 | 355 | 流程 | 403 |
| 13.2.3 安全 PLC 示例系统的构成 | 359 | 16.2.6 “RUN” LED 闪烁时的排障 | |
| 13.2.4 安全 PLC 示例系统的配线 | | 流程 | 403 |
| 说明 | 362 | 16.2.7 “ERROR” LED 点亮/闪烁时的 | |
| 13.2.5 安全 PLC 示例系统的编程操作(采 | | 排障流程 | 406 |

| | | | |
|--|------------|---|------------|
| 16.2.8 “USER” LED 点亮时的排障 流程 | 406 | 17.2.1 Q 系列 PLC 与人机界面连接方式 一览 | 432 |
| 16.2.9 “BAT. ARM” LED 点亮时的 排障流程 | 407 | 17.2.2 Q 系列 PLC 与 GT15 系列的 RS-232 串行通信设置 | 433 |
| 16.2.10 “BOOT” LED 闪烁时的 排障流程 | 407 | 17.3 GOT 的系统监视功能 | 438 |
| 16.2.11 输出模块 LED 不能点亮时的 排障流程 | 408 | 附录 | 440 |
| 16.2.12 输出模块的输出负载不能接 通时的排障流程 | 408 | 附录 A GX Works2 软件简介 | 440 |
| 16.2.13 不能读程序时的排障流程 | 409 | A.1 简单工程 | 440 |
| 16.2.14 不能写程序时的排障流程 | 410 | A.1.1 简单工程支持的编程语言 | 440 |
| 16.2.15 不能从存储卡进行引导操 作时的排障流程 | 410 | A.1.2 简单工程的特点 | 442 |
| 16.2.16 显示 UNIT VERIFY ERR. 时 的排障流程 | 410 | A.2 结构化工程 | 444 |
| 16.2.17 显示 CONTROL BUS ERR. 时 的排障流程 | 413 | A.2.1 结构化工程的结构 | 445 |
| 16.3 出错代码信息 | 415 | A.2.2 结构化工程的程序制作 流程 | 447 |
| 16.3.1 读取出错代码的步骤 | 416 | A.3 GX Works2 编程环境的 特色 | 447 |
| 16.3.2 出错代码列表 | 416 | A.3.1 GX Works2 编程环境的界面 | 447 |
| 16.4 清除错误 | 419 | A.3.2 GX Works2 编程环境中 GX Developer 没有的功能 | 447 |
| 16.5 Q 系列 PLC 的日常维护 要领 | 419 | 附录 B 如何得到技术支持 | 457 |
| 16.5.1 维护对策设计 | 420 | B.1 网站支持 | 457 |
| 16.5.2 预防性维护 | 421 | B.2 三菱电机公司技术支持 热线(呼叫中心) | 458 |
| 16.5.3 改良性维护 | 423 | 附录 C 常见问答 | 458 |
| 第 17 章 Q 系列 PLC 与人机界面的联合 使用 | 426 | 附录 D 如何备份和重新写入 Q 系列 PLC CPU 中的程序和数据 | 464 |
| 17.1 人机界面机型性能一览 | 426 | D.1 备份 Q 系列 PLC CPU 中的程序 和数据 | 464 |
| 17.1.1 人机界面机型介绍 | 426 | D.2 向新的 Q 系列 PLC CPU 写入 备份的程序和数据 | 469 |
| 17.1.2 人机界面性能介绍 | 430 | D.3 QnU 系列 PLC 的程序和数据的 备份和恢复 | 471 |
| 17.2 Q 系列 PLC 与人机界面的硬件 连接 | 432 | 参考文献 | 474 |

第 1 章 三菱电机公司中大型 PLC 的发展简述

三菱电机公司中大型 PLC 的诞生与整个自动化行业 PLC 的诞生有着惊人的类似，它是随着日本汽车制造业的崛起而研发并成长起来的。当时，三菱电机公司的 PLC 研发人员一边在现场听取汽车用户的需求，一边改进产品。而如今，三菱电机公司的 PLC 产品早已被广泛、深入地应用到了自动化控制领域的各个角落。

早在 20 世纪 80 年代初，三菱电机公司的微型 PLC(FX 系列)通过我国香港特别行政区的贸易公司在全国范围开始销售了，并逐渐被广大用户所认可和喜爱，使用广泛。不少大专院校也将 FX 系列 PLC 作为其可编程序控制器(PLC)教学的实验机型之一。而三菱电机公司的中大型 PLC 虽然在日本市场占有绝对的领导地位，但是进入我国市场相对较晚，广大用户也是在近十几年才开始熟悉的。

三菱电机公司的工业自动化产品都有一个属于它自己的品牌名称，如 PLC 叫 MELSEC，软件叫 MELSOFT，而网络则被称为 MELSECNET，以便于用户记忆和区分产品。

图 1-1 将回顾三菱电机公司中大型 PLC 所有系列的变迁历程，以期让读者对三菱电机公司的中大型 PLC 有个整体的了解，并掌握当前的主流产品，以及各自正在使用的产品在整个产品线中所处的地位。

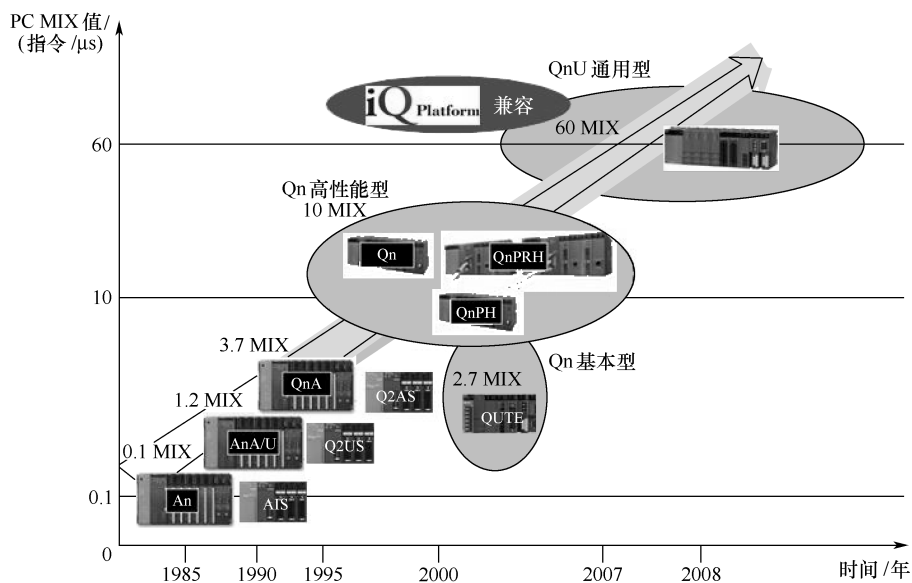


图 1-1 三菱电机公司中大型 PLC 发展简图

1.1 MELSEC-K 系列 PLC 介绍

MELSEC-K 系列 PLC 是三菱电机公司在 20 世纪 80 年代初开发和销售最早的一款中大型

PLC，主要的型号有 K0J、K1/K2 系列等，均以字母 K 为该系列产品的首写字母。

K 系列 PLC 从 1994 年开始陆续停产，当时三菱电机公司向用户推出了一系列 K 转 A 的设备改造方案。截至 2001 年，三菱电机公司已经不再接受针对 K 系列 PLC 的产品维修，因此目前还在使用 K 系列的用户只能进行设备的升级改造了。

1.2 MELSEC-A 和 Q/A 系列 PLC 介绍

MELSEC-A 系列 PLC 是继 K 系列 PLC 退出历史舞台后，取而代之的新一代 PLC 产品。其又被分为了 MELSEC- A_n 和 MELSEC- A_nS (n 表示数字 1~4) 两大系列，俗称大 A PLC 和小 A PLC。

从产品外观而言， A_nS 系列 PLC 比大 A PLC 的体积要小。因其初次开发的时间稍晚于大 A PLC，因此在模拟量模块等特殊模块的性能上要略优于大 A PLC 产品。但是 A_nS 系列 PLC 对应的控制点数最多为 1024 点，而 A_n 系列 PLC 最多可以控制 4096 点输入/输出(I/O)。

在进行系统构建时，小 A PLC 可以通过扩展基板来连接大 A PLC 的模块，但反之则不可以。大 A PLC 与小 A PLC 两者的程序兼容，编程电缆一致，可以通过编程软件中的“更改 PLC 型号”功能来方便地转换大部分程序。

1. MELSEC- A_n 系列(大 A 系列)PLC

大 A PLC 主要有 A_nN 和 A_nU 两大系列。 A_nU 系列的开发略晚于 A_nN 系列，在 CPU 的处理速度上都略优于前者。而我国用户熟悉的 A_nA 系列则是在 A_nU 系列的功能上进行了部分功能简化的产品，主要的区别在于网络功能，例如在构建 MELSECNET/II/B 网络系统时， A_nA 系列只能作为本地站，而不能作为主站。

在大 A PLC 中，比较特殊的型号有 A0J2(H) CPU(见图 1-2)、A2CCPU(见图 1-3)等。

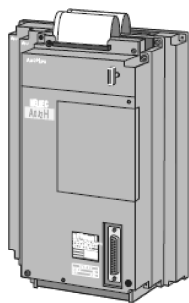


图 1-2 A0J2(H) CPU



图 1-3 A2CCPU

A0J2(H) CPU 是一款集成型的产品。该产品已经集成了电源部分，因此配置系统时，不再需要另行配置电源模块。A0J2(H) CPU 连接的 I/O 模块的型号也必须是以 A0J2 为开头的 I/O 模块型号，且各 I/O 模块层叠安装在 A0J2(H) CPU 上。

如果采用的是 A2CCPU，它同样也集成了电源部分，但 I/O 却采用的是分布式连接方式，通过 MELSECNET/MINI 网络来连接各分散的 I/O 模块，而不是像普通的 I/O 模块一样，与 CPU 模块一起安装在同一主基板上。

极少数的用户可能使用一种叫做 A3V 的 CPU，它是应用于表决系统的 CPU 模块。即 3 块 CPU 同时运行，以 2 比 1 的表决形式来控制系统的运行，以保证系统的运行可靠性。该模块往往应用于早期的对运行可靠性要求较高的系统中。

2. MELSEC-AnS 系列(小 A 系列)PLC

小 A PLC 主要有 AnS(H)/A2US(H)(-S1)/A2AS(H)(-S1) 等类型, 各大类的 CPU 处理速度、控制的 I/O 点数、程序容量各有不同。同样型号的产品, 如带有 H(High speed) 字母的, 则表示处理速度更快; 带有 -S1 的则表示控制点数翻倍。

其中比较特殊的有 A1SJ(H)CPU, 如图 1-4 所示, 这是一款集成化的 CPU, 集合了电源、CPU 和主基板。

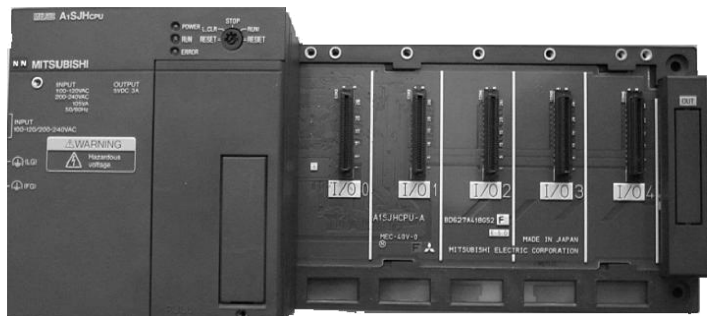


图 1-4 A1SJ(H)CPU

在 A 系列 PLC 中, 除了支持常规的梯形图程序, 还可以通过 PLC 的参数设定, 开辟部分的内存区域, 用于编写微机程序, 如图 1-5 所示。该部分微机程序会被编译成机器语言, 而无法反编译。也就是说用户无法从现有的 PLC CPU 中上传并读懂微机程序。所以对于使用微机程序的用户, 一定要保管好程序的源代码。

3. MELSEC-QnA/QnAS 系列 PLC

QnA 系列 PLC 是介于 A 和 Q 系列开发过程中的过渡产品, CPU 的性能已经基本具备了 Q 系列的特点, 如具有多程序的编写功能、程序的启动引导功能、局部软元件功能等。但

是在电源、主基板、I/O 模块、模拟量模块等常用模块上, 仍然沿用了 A 系列产品的功能(网络和通信模块除外)。因此 QnA 系列 PLC 也分为大 QnA 以及小 QnA 系列(即 QnAS 系列)。

QnA 系列 PLC 中, 比较特殊的一款产品为 Q4AR, 这是一款双机冗余的产品, 它具备双基板、电源、CPU、系统诊断/切换模块等。正常情况下一套系统运行, 一套系统待机, 如出现异常则可以实现平滑的系统切换。



图 1-5 编写微机程序

1.3 Q 系列 PLC 介绍

Q 系列 PLC(见图 1-6)是目前市场上的主打产品, 是 A 系列 PLC 的升级换代产品。大 A PLC 目前已经全面停产, 小 A PLC 也最终将退出历史舞台。因此, 目前正在使用 A 系列产

品的用户，未来需要进行 A 转 Q 的系统改造(在本书第 15 章中,对该问题将进行较为详细的说明)。

Q 系列 PLC 是中大型 PLC，采用模块化的系统构建方式，通过网络可以构建成大规模的控制系統。

Q 系列 PLC 可以支持构建以太网、MELSECNET/10/H、CC-Link、CC-Link/LT、CC-Link IE Control Net/Field Net、DeviceNet、Profibus 等各种经典的控制网络(相关网络的详细说明可以参考《三菱电机自动化技术丛书——三菱电机通信网络应用指南》一书)。

Q 系列 PLC 包括基本型 PLC、高性能型 PLC、通用型 PLC、过程控制 PLC、冗余 PLC、安全 PLC、C 语言控制器(C CPU)等。对于 Q 系列 PLC，在本书的后续内容中将做详细地描述，这里不再赘述了。



图 1-6 Q 系列 PLC

1.4 L 系列 PLC 介绍

2010 年，三菱电机公司又推出了一款 L 系列的产品，如图 1-7 所示，它位于 Q 系列中型 PLC 产品线的下游，同时又略高于微型 FX 系列 PLC。

L 系列 PLC 硬件的连接方式与 FX 系列 PLC 类似，采用通过扩展接口，逐个连接模块的方式，而非 Q 系列是将模块逐个地安装在基板上的方式。

L 系列 PLC 型号的识别非常方便，以其中一款 L26CPU-BT 为例，L 表示 L 系列的 CPU；26 表示程序容量为 260k 步；BT 表示该模块内置了 CC-Link 网络接口功能，可以作为主站或者从站使用(如果没有 BT 后缀,则表示没有内置 CC-Link 网络接口功能)。

在 L CPU 本体中已经集成了 16I/8O、以太网/CC-Link 网络接口、高速计数功能、中断输入功能、脉冲捕捉功能、定位功能(2 轴)、高速数据采样/数据记录功能等，性价比极高。

L 系列 PLC 还提供了一款小型的显示单元，即 L6DSPU，直接安装在 CPU 表面，可以显示 4 行，每行 16 个字符。

L CPU 通过扩展接口可以逐个连接最多 10 个模块。L 系列 PLC 的扩展连接模块不与 Q 系列或者 FX 系列 PLC 的模块通用。CPU 本体标配 USB 接口和以太网接口，但是不带 RS-232 接口，不支持类似于 Q 系列 PLC 的多 CPU 功能。



图 1-7 L 系列 PLC

1.5 编程软件综述

三菱电机公司的编程软件从专用的编程器发展到计算机上的应用软件，从最初的 DOS 版本，后来发展成 Windows 操作平台下的应用软件。

三菱电机公司目前流行的 MELSOFT 软件架构为 GX、MX、GT，其分别如下：

- 1) GX 代表的是与 PLC 相关的编程软件，见表 1-1。
- 2) MX 代表的是与上位机监控相关的软件，是三菱电机公司提供的用于上位机进行监