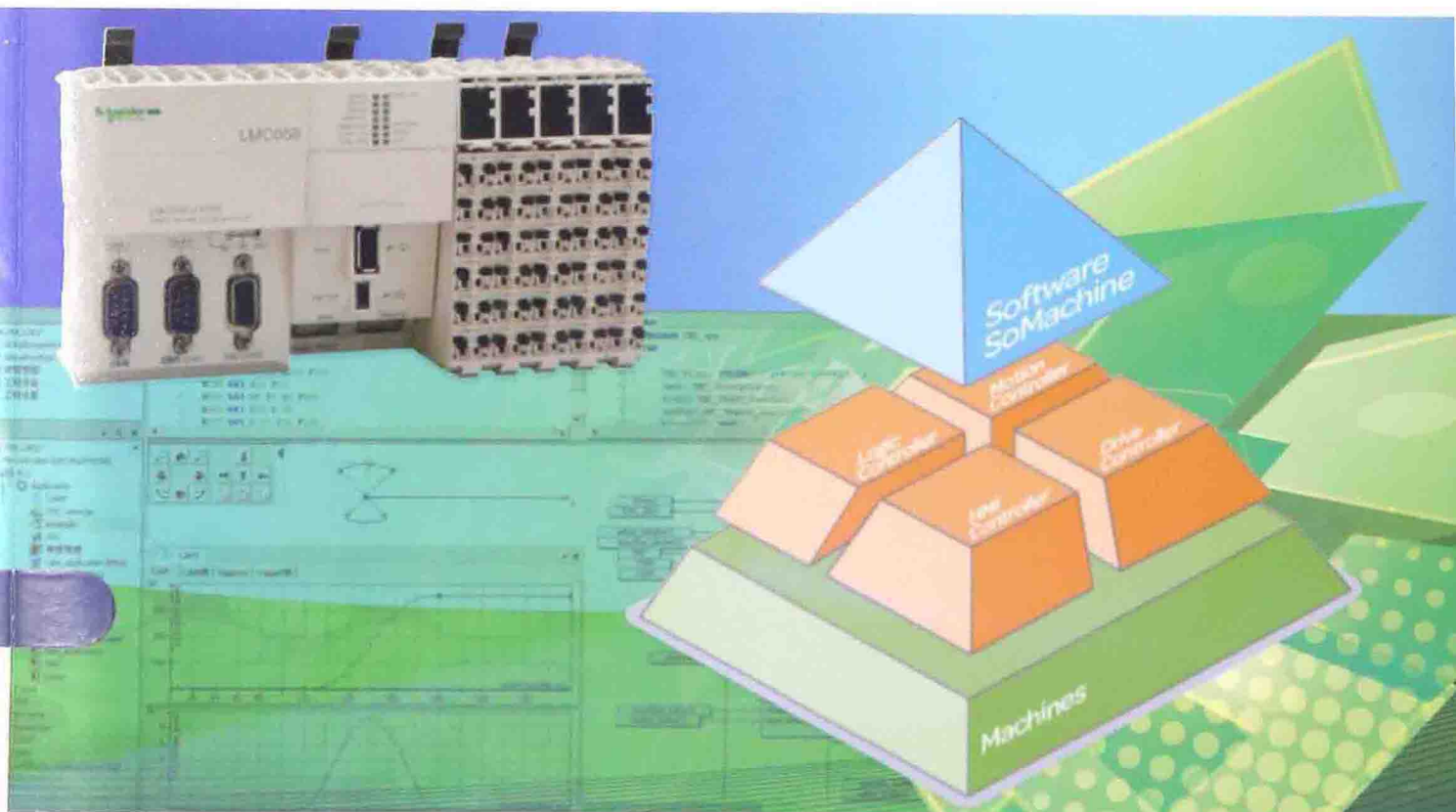


施耐德 SoMachine 控制器 应用及编程指南

李幼涵 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



施耐德 SoMachine 控制器 应用及编程指南

李幼涵 编著



机械工业出版社

本书围绕施耐德 SoMachine 控制平台的运动控制器、逻辑控制器、变频控制器和人机界面控制器的硬件应用环境,讲解了基于 IEC61131 标准的 SoMachine 软件的编程规则。使设计人员对机器控制的设计和编程不局限在一种编程格式,也不拘泥于只对逻辑状态进行编程。他们可以根据工艺要求而采用顺序流程图(SFC)方式规划结构,采用结构文本(ST)方式进行复杂工艺运算和调节计算,采用梯形图(LD)方式处理各种逻辑和工艺过程,采用功能图(FBD)方式进行同一功能的反复使用和对通信功能的搭建。同时书中对组成机器控制的常用功能,例如编码器高速计数、总线通信、数据交换及运动控制功能的编辑做了阐述。对在程序调试过程中用到的虚拟人机操作界面,变量的曲线记录等应用也做了描述。

本书适合自动控制、机器制造设计工程师阅读,也适合用作相关专业学生和研究生在教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

施耐德 SoMachine 控制器应用及编程指南/李幼涵编著. —北京:机械工业出版社, 2014. 4
ISBN 978-7-111-46531-7

I. ①施… II. ①李… III. ①可编程序控制器-指南
IV. ①TP332.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 082827 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:赵 任

责任印制:刘 岚 责任校对:刘秀丽 程俊巧

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·24.5 印张·599 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-46531-7

ISBN 978-7-89405-375-6(光盘)

定价:69.00 元(含 1CD)

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

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版



目 录

序	
前言	
第1章 绪言	1
1.1 概论	1
1.2 当前的机器控制设计	1
1.3 学习目标	1
1.4 本书的使用	2
第2章 控制器硬件平台	3
2.1 硬件概览	3
2.2 经济型 M218 逻辑控制器的结构	3
2.3 优化型 M238 逻辑控制器的结构	4
2.4 高性能 M258 逻辑控制器的结构	6
2.5 优化型 LMC058 运动控制器的结构	9
2.6 优化型 IMC 传动控制器的结构	12
2.7 XBTGC 人机界面控制器	14
2.8 优化型 TM2 扩展模块	14
2.9 高性能 TM5 扩展模块	15
第3章 控制器软件编程平台	
SoMachine	17
3.1 软件概览	17
3.2 SoMachine 编程软件简介	17
3.3 计算机系统要求	19
3.4 SoMachine 编程软件界面	19
3.5 SoMachine 编程软件首页	20
3.6 一般功能菜单	23
3.7 项目操作流程	23
3.8 属性页面	26
第4章 项目的管理和建立	29
4.1 概览	29
4.2 使用空项目启动	29
4.3 以现有项目启动	35
4.4 以模板项目启动	38
4.5 扩展模板的添加	41
第5章 编辑控制器程序	45
5.1 概览	45
5.2 POU 程序创建	51
5.3 任务配置	57
5.4 PLC 的程序仿真	59
5.5 CoDeSys 编程语言	61
5.5.1 POU ST 结构文本编程方式	62
5.5.2 POU IL 指令表编程方式	70
5.5.3 POU LD 梯形图编程方式	75
5.5.4 POU FBD 功能块图编程方式	80
5.5.5 POU CFC 连续功能图编程方式	85
5.5.6 POU SFC 顺序功能图编程方式	90
5.6 功能块的建立	103
第6章 数据类型	106
6.1 支持的数据类型, 命名规则	106
6.1.1 支持的数据类型概览	106
6.1.2 变量命名规则	106
6.2 局域变量 (Local) 和全局变量 (Global)	111
6.3 数据单元类型 (Data Unit Type)	115
6.3.1 数组变量 (Array)	115
6.3.2 结构变量	116
6.3.3 枚举变量 (Enumeration)	127
6.4 带有物理地址的变量	131
第7章 在线配置和组态任务	133
7.1 网关组态	133
7.2 应用操作	134
7.3 PLC 设置和管理	141
7.4 内置 I/O 的组态	144
7.5 任务组态和运行	147
第8章 程序的调试和诊断	155
8.1 状态栏	155
8.2 信息窗	156
8.3 日志	158
8.4 调试工具	159
8.4.1 仿真	159
8.4.2 变量监测和强制	160
8.4.3 设置断点 (Breakpoint)	161

8.4.4 曲线记录	174	13.2 DTM 的组态	298
8.5 系统变量和功能	186	第 14 章 简单运动控制功能的实现	312
第 9 章 可视界面的创建及应用	191	14.1 采用脉冲控制的设计方法	312
9.1 SoMachine 编程软件集成的可视 界面	191	14.2 采用 CANopen 总线控制的设计 方法	322
9.2 视图的建立及编辑	192	14.3 采用 CANmotion 总线控制的设计 方法	330
9.3 复用可视界面	233	第 15 章 运动控制器中编码器的 应用	335
第 10 章 应用库文件	236	15.1 编码器的硬件接线	335
10.1 应用库文件概述	236	15.2 LMC058 中编码器的应用	337
10.2 库文件管理	238	第 16 章 基于以太网的数据交换	346
10.3 库文件的建立	241	16.1 以太网组态	346
第 11 章 Modbus 通信	250	16.2 以太网服务 FTP 文本传输协议	348
11.1 Modbus 通信介绍	250	16.3 SoMachine 协议	353
11.2 通信的组态	251	16.4 客户/服务器模式	358
11.3 总线扫描模式 IOScanner 组态	253	16.5 连接无处不在	360
11.4 直接请求模式	262	第 17 章 高速计数器	364
第 12 章 CANopen 通信	271	17.1 高速计数器简介	364
12.1 CANopen 总线基础	271	17.2 计数模式	368
12.2 过程数据对象和服务数据对象 通信模式	278	17.3 组态	372
12.3 CANopen 总线的组态	279	17.4 简单和复杂计数的功能块	374
12.4 直接请求的数据交换 SDO	292	17.5 PTO-脉冲串输出	377
第 13 章 总线设备工具及设备类型 管理器应用	296	17.6 案例	378
13.1 FDT 及 DTM 概述	297		

第1章 绪 言

1.1 概论

本书是一本详细论述和指导有关机器控制方案设计的工具书，它论述了符合 IEC61131-3 编程标准的 SoMachine 控制开发系统的使用。它涉及了 PLCOPEN, SOFTMOTION 这些通用的编程功能块，使得读者在设计机器的逻辑控制、通信控制、运动控制和 CNC 功能时更加通用开放，易于掌握。本书中，同时介绍了施耐德机器控制的硬件平台，这个平台包括了以逻辑控制为核心的 PLC，以运动控制为核心的运动控制器，以传动为核心的传动控制器 IMC 和以人机界面为核心的人机界面控制器。这些控制器的编程均采用名为 SoMachine 的控制开发软件，这就使得这种软件的使用不是曲高和寡，而是脚踏实地针对机器制造商提出的各种要求，实实在在地完成了各种工艺过程，执行各种动作并记录了动作的轨迹。在软、硬件的搭配下，你可以体验、练习这些灵活便捷的编程环境和指令，以及易于修改和诊断的程序模式。读者可以把它当作一本教科书，用于教学和练习；也可以把它当成工具书，随时查阅有关指令和案例，对设计者有很好的参考作用。

1.2 当前的机器控制设计

当前的机器控制设计，加入的控制元素越来越多，从传感器、开关按钮到变频器、伺服电动机、人机界面、PLC。要把这些控制元素组合起来，并且使得机器的控制变得高效、稳定和安全，则要求控制器不仅有良好的逻辑编辑能力，还要有运动控制、传动、人机界面的编程能力；不仅有适合逻辑编程的梯形图（LD）模式，还要有适合复杂运算的结构文本（ST）模式；不仅有结构清晰，功能显见的控制功能图编程（CFC）模式，还要有步序清晰、功能规划合理、调试方便的顺序功能图（SFC）模式；不仅有单机的控制能力，还要有良好的扩展和与周边设备的通信能力。这种由简洁的控制结构组合的开发平台，使得机器控制的设计更加柔性，更加适应机器的各种工作要求，更加快速响应市场的需求。

1.3 学习目标

学完本书，你应该达到的目标是：

- 应用 SoMachine 建立一个控制器程序。
- 使用 SoMachine 的各种编程语言，建立程序组织块 POU 及应用程序。
- 组态程序组织单元以不同的任务模式来执行。
- 编辑简单运动控制程序来控制伺服驱动器 Lexium 05 或 Lexium 32A。
- 建立和使用用户程序库。

- 建立和使用用户数据类型。
- 使用和建立调试、检测工具。
- 使用 Modbus 与远程 I/O 模块 OTB 通信。
- 采用 CANopen 与远程设备通信。
- 理解和使用高速输入的各种计数模式。
- 组态和使用内置高速输出。
- 建立人机界面 XBTGT 和 M238/M258 PLC 的通信。

1.4 本书的使用

本书针对的读者是应用 CoDeSys 开发环境的新用户，以 SoMachine 为基础的机器控制设计工程师和施耐德电气公司的应用工程师。本书分为很多章节，读者可以通过模仿、练习书中练习题和案例，逐步搭建自己的系统，熟悉各种指令和变量的应用。书中的章节特意将软件、硬件分出单独的章节，读者可以单独学习软件，练习各种编程。要想实施一个机器的设计时，可以查相关硬件的章节，做出可实施的系统。

第2章 控制器硬件平台

2.1 硬件概览

在不同的机器工艺要求下，有些控制偏重简单的逻辑控制，有些机器偏重传动的调速控制，有些机器的工艺要求多个传动设备同步或精确定位，有些设备想简化到只通过一台人机界面就可控制机器的运转。对于各种各样的要求，催生了适应各种要求的柔性控制系统 SoMachine，如图 2-1 所示。在这个系统中包含了 4 种硬件控制器。它们是以逻辑控制为核心的逻辑控制器，以变频传动为核心的传动控制器，以运动控制为核心的运动控制器和以人机界面为核心的人机界面控制器。这些控制器都采用同一个软件 SoMachine 来编程，在一个平台下，就实现了对不同机器的控制。这种柔性的组合，使得机器的设计周期大大缩短，快速响应了市场的需求。

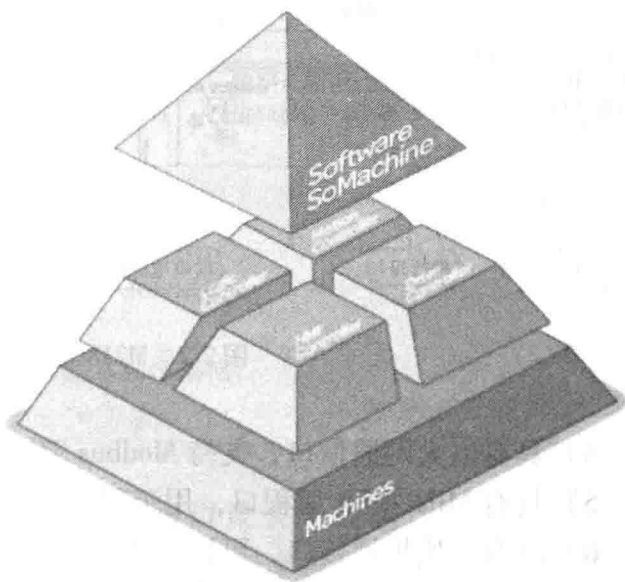


图 2-1 一台机器的 4 种硬件平台

2.2 经济型 M218 逻辑控制器的结构

在一些简单型机器上，机器的工艺动作较多地使用逻辑控制，附加一些对高速计数输入和高速脉冲输出的要求以及对通信的一般需求。对这种控制器的要求就是控制结构简捷、经济实惠。在 SoMachine 平台，M218 逻辑控制器就基本满足了经济实惠、功能齐全的要求。基本硬件结构如图 2-2 所示。

M218 逻辑控制器具有的基本结构是：

1) 具有数字量的输入和输出，其中数字量的输入可以设置为高速计数器 (HSC)，接收 2 路 A/B 相的脉冲输入或是 4 路单相的脉冲输入，输入频率可以达到 100kHz。数字量的输出也可以设置为 2 路脉冲串 (PTO) 输出，最大输出频率可达 100kHz。可以控制两台步进电动机或伺服电动机。用于对步进电动机或伺服电动机的速度控制和位置控制。

2) 具有模拟量的输入和输出。

3) 具有两个串行口，可以设置为 Modbus 的主站控制从站设备，也可以设置为从站接受主站设备的控制。串口 1 还可以设置为 SoMachine 网络连接在 SoMachine 网络内，像网络邻居那样实现各个设备的网络互连。

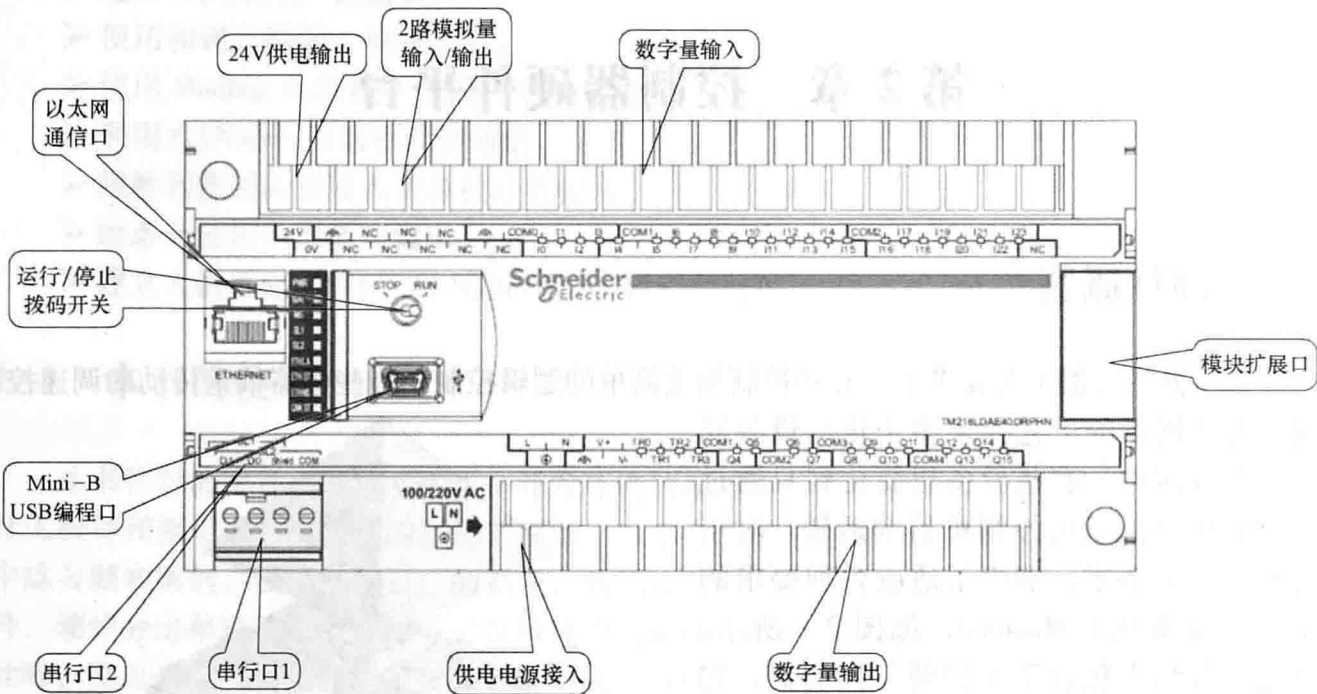


图 2-2 M218 逻辑控制器基本硬件结构

- 4) 具有以太网通信口，支持 Modbus TCP SERVER；Modbus TCP CLIENT。
- 5) 具有 MINI USB 编程口，用于程序的编制和调试。
- 6) 具有模块扩展接口，可以扩展到 264 点。

在配置时，打开 SoMachine 软件，把合适的 M218 逻辑控制器拖入配置框内，就可以开始一台机器的控制设计了。M218 逻辑控制器的配置如图 2-3 所示。

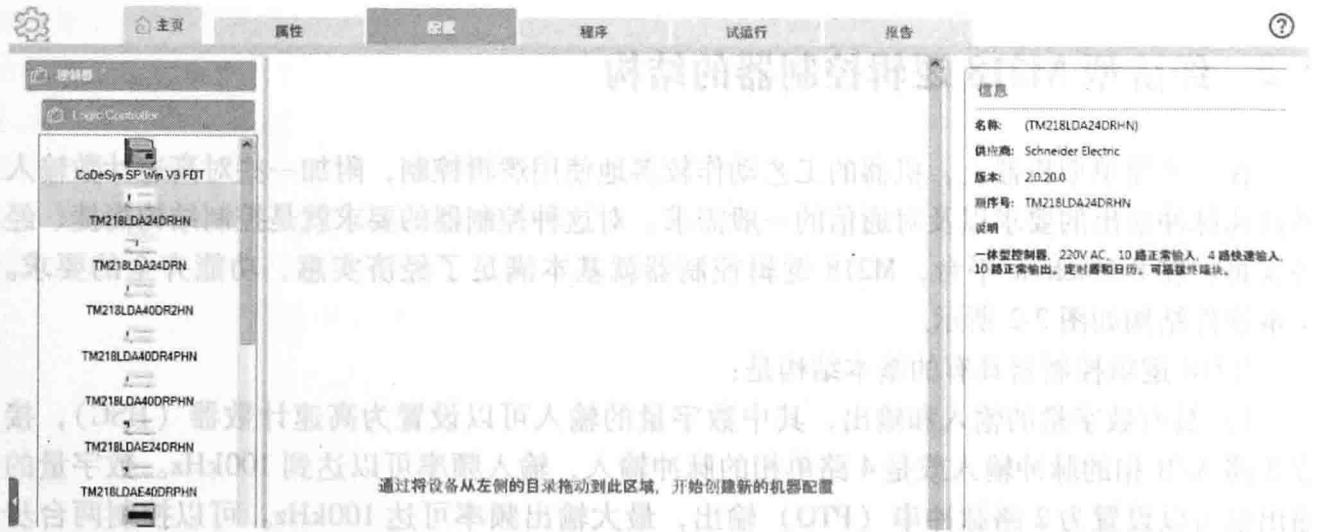


图 2-3 M218 逻辑控制器的配置

2.3 优化型 M238 逻辑控制器的结构

在有些机器的控制中，需要通信更快，接入的高速输入口更多，和专用的功能块支持更

多,由此产生了对优化型逻辑控制器的需求,M238 逻辑控制器就是满足上述需求的一种控制器。其基本硬件结构如图 2-4 所示。

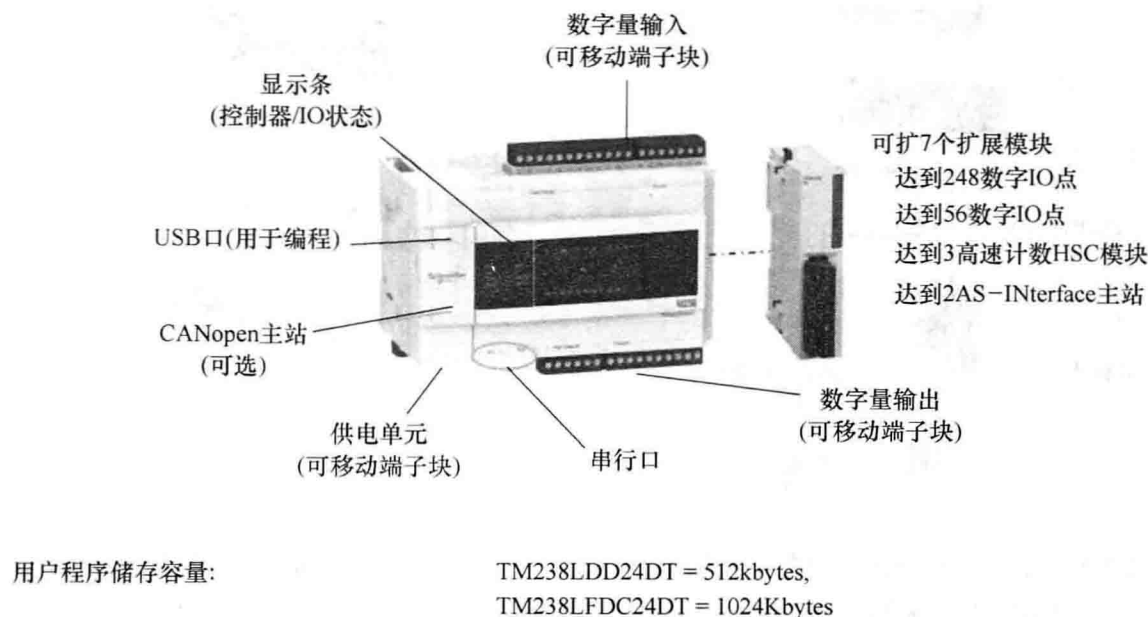


图 2-4 M238 逻辑控制器基本硬件结构

M238 逻辑控制器具有的基本结构是:

1) 具有数字量的输入和输出,其中数字量的输入可以设置为高速计数器(HSC),接收 2 路 A/B 相的脉冲输入或是 8 路单相的脉冲输入,输入频率可以达到 100kHz。数字量的输出也可以设置为 2 路脉冲串(PTO)输出或脉宽调制(PWM),最大输出频率可达 100kHz。可以控制两台步进电动机或伺服电动机。用于对步进电动机或伺服电动机的速度控制和位置控制。高速计数(HSC)和脉冲输出(PTO)/脉宽调制(PWM)如图 2-5 所示。

2) 具有两个串行口,可以设置为 Modbus 的主站控制从站设备,也可以设置为从站接受主站设备的控制。还可以设置为 Modbus IO SCANNER,这样配置好从站设备的参数或控制地址,就可以方便地在输入、输出字上填写参数和控制命令来控制从站设备或修改从站设备的参数。串口还可以设置为 SoMachine 网络连接在 SoMachine 网络内,像网络邻居那样实现各个设备的网络互连。串口 1 也可以设置为 RS-232 通信。

3) 具有 CANopen 总线主站通信口,连接 16 台从站设备,通信速度达到 1M。M238 逻辑控制器的 CANopen 总线结构如图 2-6 所示。

4) 具有 MINI USB 编程口,用于程序的编制和调试。

5) 具有模块扩展接口,可以扩展到 248 点。

在配置时,打开 SoMachine 软件,把合适的 M238 逻辑控制器拖入配置框内,就可以开始一台机器的控制设计了。M238 逻辑控制器的配置如图 2-7 所示。

要注意的是 M238 逻辑控制器型号中有些是带有 S0 的,在带有 S0 的控制器中,提供了针对包装、起重和输送行业中典型的控制功能块,供用户调用。如包装行业的堆垛、张力、温度控制,起重行业的防摇、纠偏和同步控制等。



图 2-5 高速计数（HSC）和脉冲输出（PTO）/脉宽调制（PWM）



图 2-6 M238 逻辑控制器的 CANopen 总线结构



图 2-7 M238 逻辑控制器的配置

2.4 高性能 M258 逻辑控制器的结构

在有些机器的控制中，不仅需要通信更快，还需要接入的高速输入口更多，专用的功能块支持更多，程序的运行更快，挂接在总线上的设备更多，和控制点数更多。由此产生了对高性能逻辑控制器的需求，M258 逻辑控制器就是满足上述需求的一种控制器。高性能逻辑控制器 M258 结构如图 2-8 所示。

- M258 逻辑控制器具有的基本结构是：
- 1) 具有数字量的输入和输出，其中数字量的输入可以设置为高速计数器（HSC），接收 2 路 A/B 相的脉冲输入或是 8 路单相的脉冲输入，输入频率可以达到 200kHz。数字量的输出也可以设置为 2 路脉宽调制（PWM）输出，最大输出频率可达 100kHz。可以控制两台

步进电动机或伺服电动机的速度。也可以改变脉宽来控制加热。高速脉冲的输入和输出如图 2-9 所示。

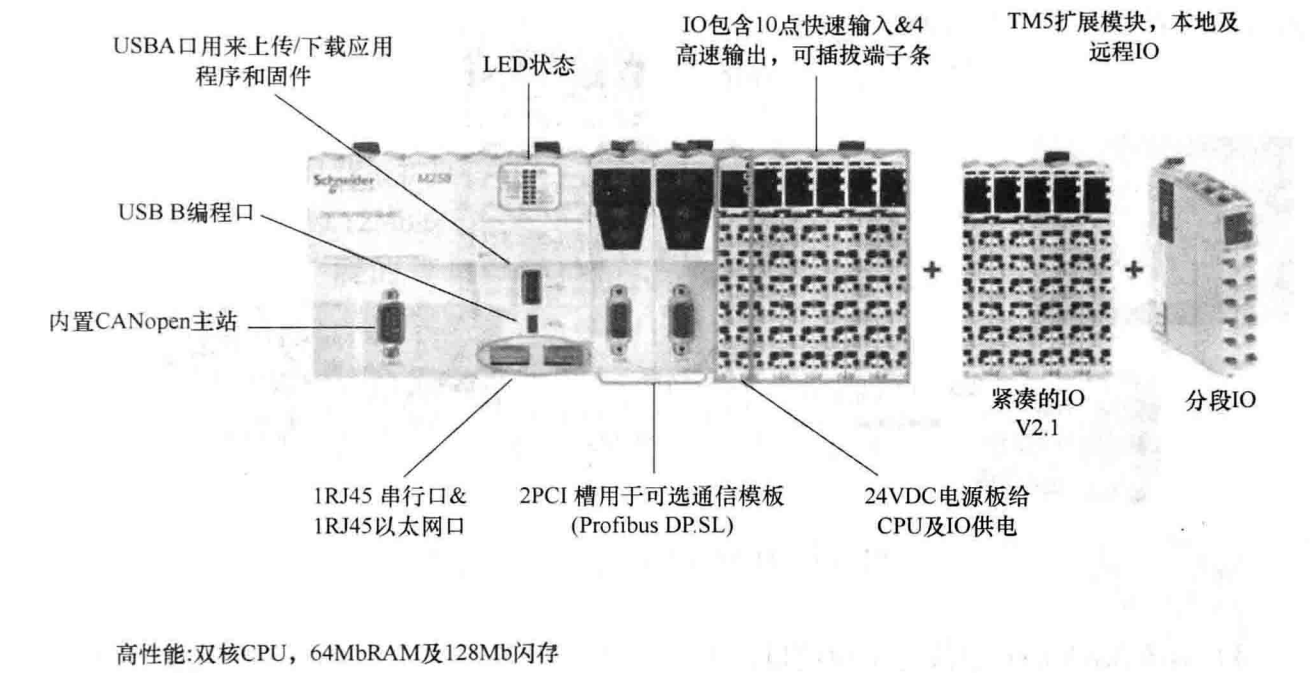


图 2-8 高性能 M258 逻辑控制器结构

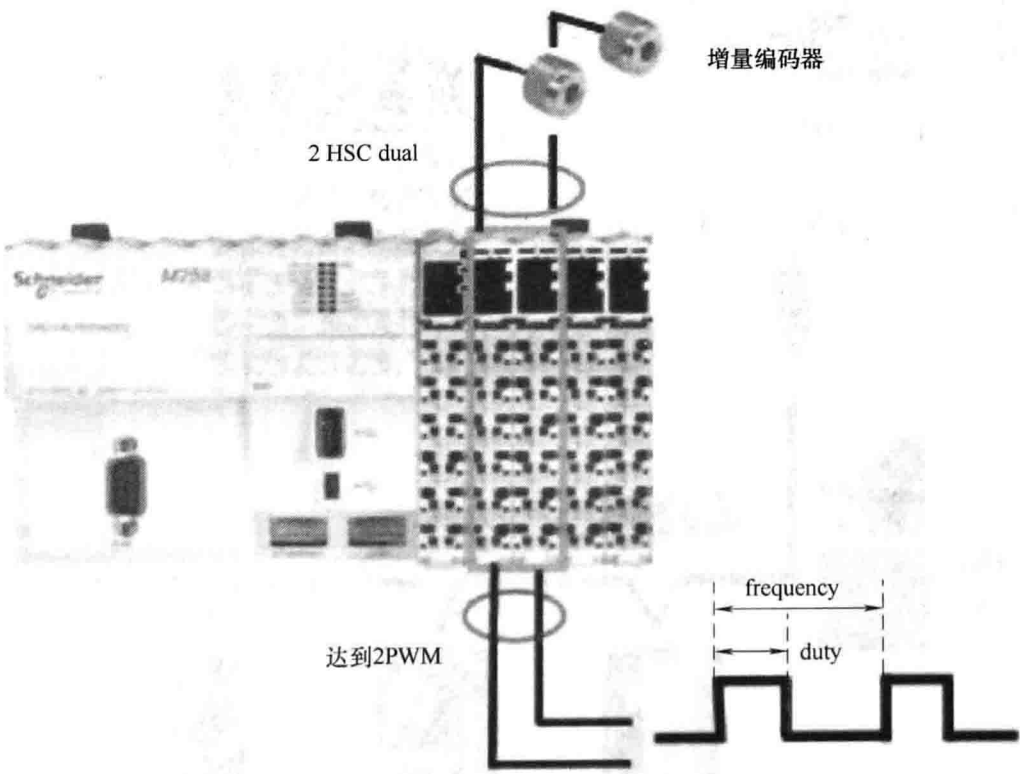


图 2-9 高速脉冲的输入和输出

2) 具有 1 个串行口，可以设置为 Modbus 的主站控制从站设备，也可以设置为从站接受主站设备的控制。还可以设置为 Modbus IO SCANNER，这样配置好从站设备的参数或控制地址，就可以方便地在输入、输出字上填写参数和控制命令来控制从站设备或修改从站设备的参数。串口还可以设置为 SoMachine 网络连接在 SoMachine 网络内，像网络邻居那样实

现各个设备的网络互连，如和人机界面连接交换数据。也可以加上 MODEM。串口的连接如图 2-10 所示。

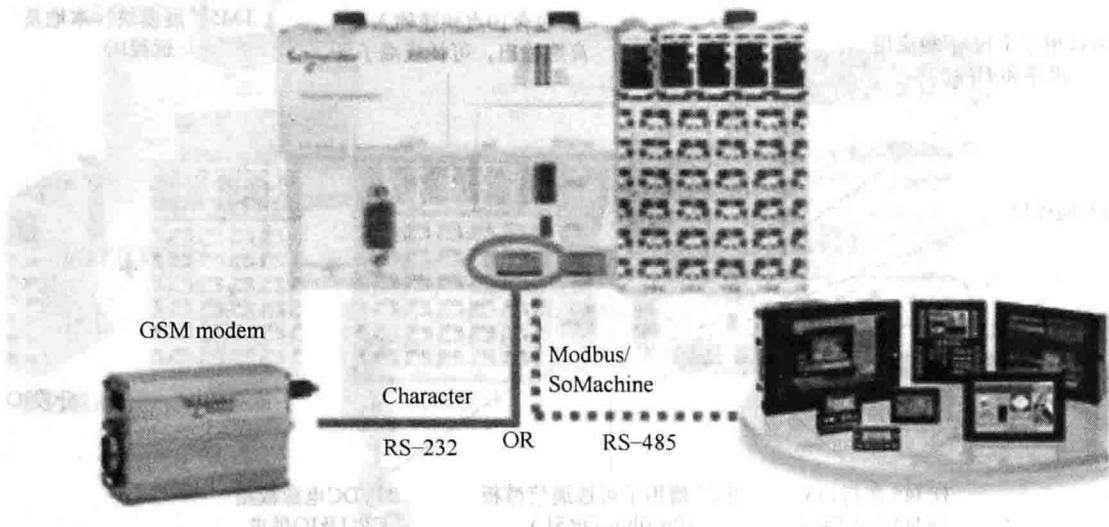


图 2-10 M258 逻辑控制器串口的连接

3) 具有 CANopen 总线主站通信口，可以连接 32 台从站设备，通信速度达到 1Mbit/s。M258 逻辑控制器 CANopen 总线的连接如图 2-11 所示。

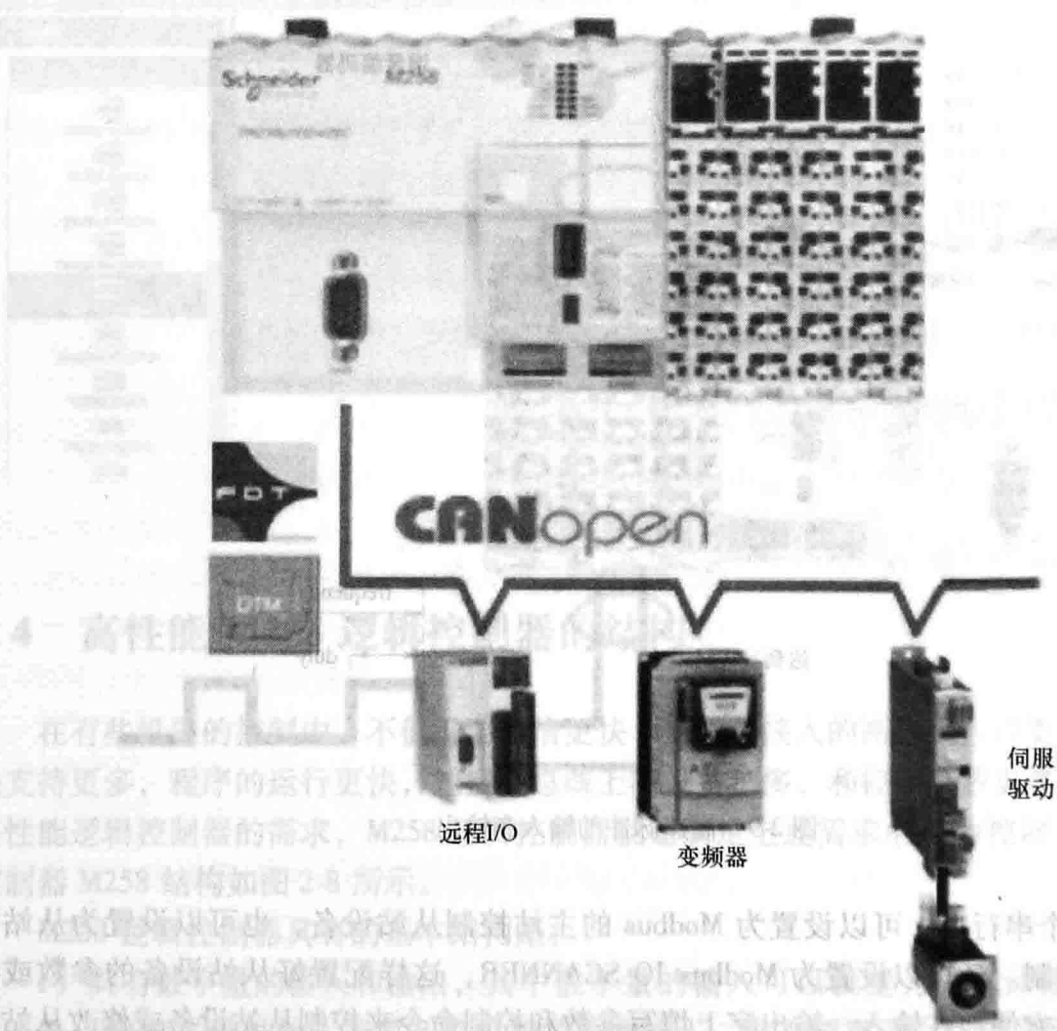


图 2-11 M258 逻辑控制器 CANopen 总线的连接

4) 具有 MINI USB 编程口，用于程序的编制和调试。还有一个 USB 口用于连接 USB 存储卡上传和下载程序、数据及刷新固件。

5) 具有一个以太网口，支持以太网通信，如图 2-12 所示可以通过以太网编程调试，也可以通过以太网连接人机界面和多个 M258 逻辑控制器的互连。

6) 具有模块扩展接口，可以扩展到 2400 点。由于是背板扩展，所以数据的传输速度为 12Mbit/s。这里需要注意的是扩展的模块 TM5 有两种形式：一种模块是紧凑型的模块，如 TM5C24D18T (24 入，18 出)；另一种模块是片式的模块，如 TM5SDI12D。

同样要注意的是 M258 逻辑控制器型号中有些是带有 S0 的，在带有 S0 的控制器中，提供了针对包装、起重和输送行业中典型的控制功能块，供用户调用。如包装行业的堆垛、张力、温度控制，起重行业的防摇、纠偏和同步控制等。

在配置时，打开 SoMachine 软件，把合适的 M258 逻辑控制器拖入配置框内，就可以开始一台机器的控制设计了。M258 逻辑控制器的配置如图 2-13 所示。

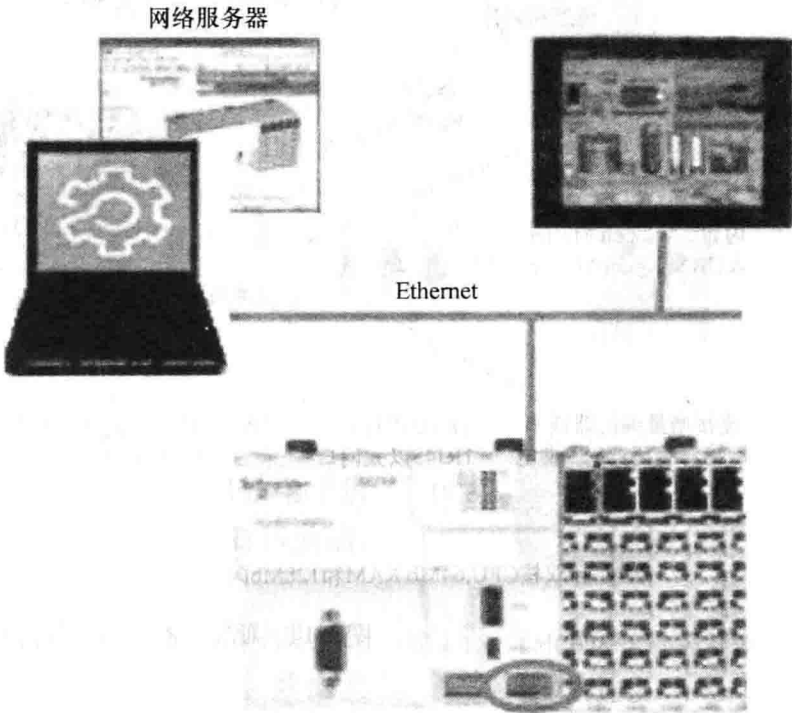


图 2-12 M258 逻辑控制器以太网的连接



图 2-13 M258 逻辑控制器的配置

2.5 优化型 LMC058 运动控制器的结构

在有些机器的控制中，不仅需要逻辑控制，还需要复杂的定位控制和多轴的同步控制。

例如，多轴的电子齿轮同步，主从轴的电子凸轮曲线控制，主从轴的相位同步控制以及运行曲线的插补控制等。这就要求整个控制系统具有以运动控制为核心的控制结构。LMC058 运动控制器就是以运动控制为核心的控制器。LMC058 运动控制器的结构如图 2-14 所示。

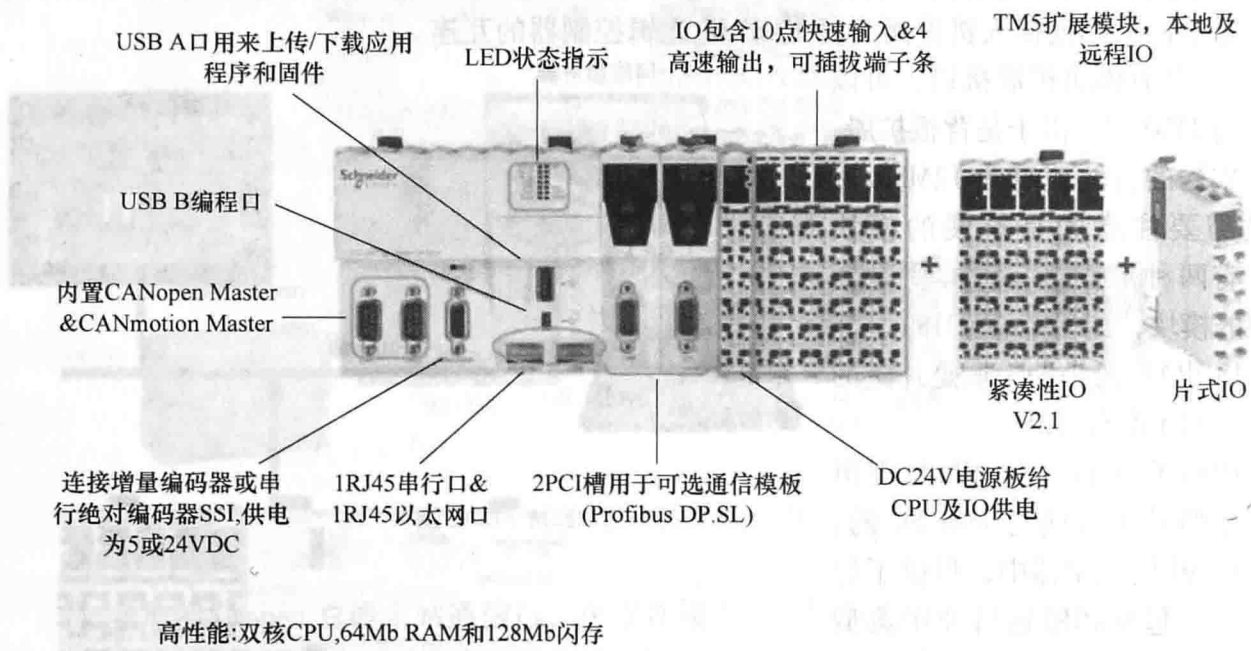


图 2-14 LMC058 运动控制器的结构

LMC058 运动控制器具有的基本结构是：

1) 具有数字量的输入和输出，其中数字量的输入可以设置为高速计数器（HSC），接收 2 路 A/B 相的脉冲输入或是 8 路单相的脉冲输入，输入频率可以达到 200kHz。数字量的输出也可以设置为 2 路脉宽调制（PWM）输出，最大输出频率可达 100kHz。可以控制两台步进电动机或伺服电动机的速度。也可以改变脉宽来控制加热。高速脉冲的输入和输出如图 2-15 所示。

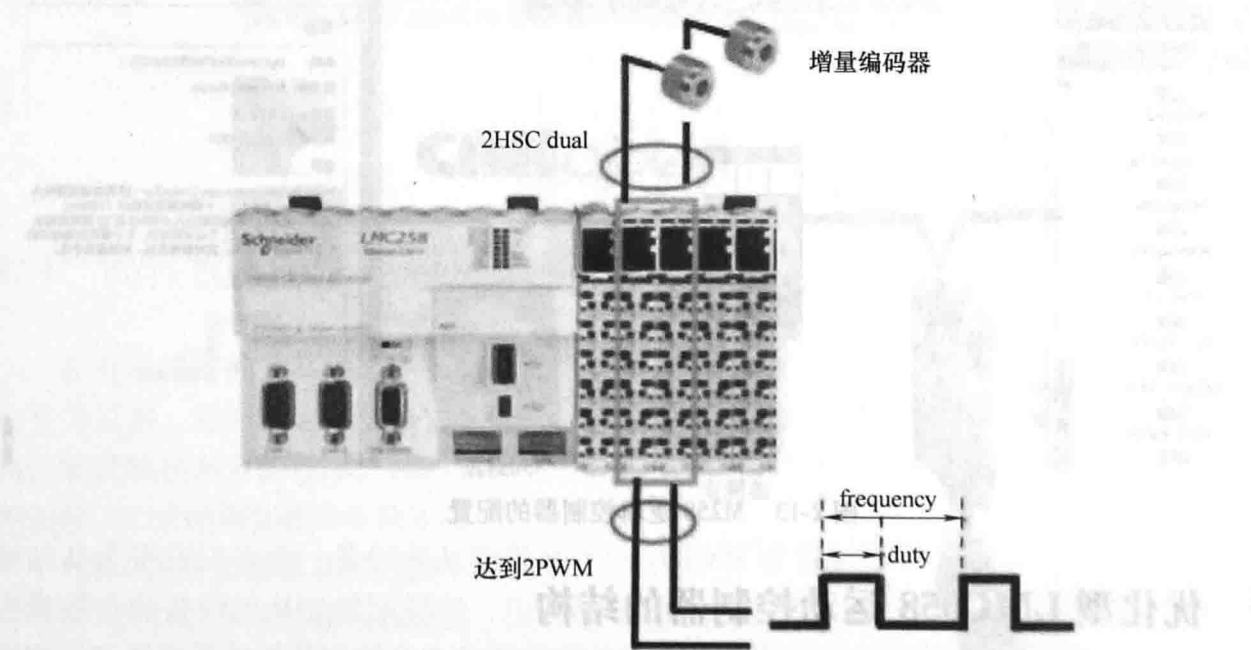


图 2-15 高速脉冲的输入和输出

2) 具有 1 个串行口, 可以设置为 Modbus 的主站控制从站设备, 也可以设置为从站接受主站设备的控制。还可以设置为 Modbus IO SCANNER, 这样配置好从站设备的参数或控制地址, 就可以方便地在输入、输出字上填写参数和控制命令来控制从站设备或修改从站设备的参数。串口还可以设置为 SoMachine 网络连接在 SoMachine 网络内, 像网络邻居那样实现各个设备的网络互连, 如和人机界面连接交换数据。也可以加上 MODEM。LMC058 运动控制器串口的连接如图 2-16 所示, 连接数据终端设备 (DTE)、打印机、条码扫描, 数据通信设备 (DCE)、调制解调器和转换器。

3) 具有 CANopen 总线主站通信口, 可以连接 32 台从站设备, 通信速度达到 1Mbit/s。

LMC058 运动控制器 CANopen 总线的连接如图 2-17 所示。

具有 CANmotion 总线主站通信口, 可以带 8 轴同步, 8 轴同步时间为 4ms。可以做 2 维线性及圆弧插补, 可以做电子齿轮和电子凸轮。还具有主轴编码器输入, 可以做实轴和虚轴, CANmotion 和主轴编码器输入如图 2-18 所示。

4) 具有 MINI USB 编程口, 用于程序的编制和调试。还有一个 USB 口用于连接 USB 存储卡上传和下载程序、数据及刷新固件。

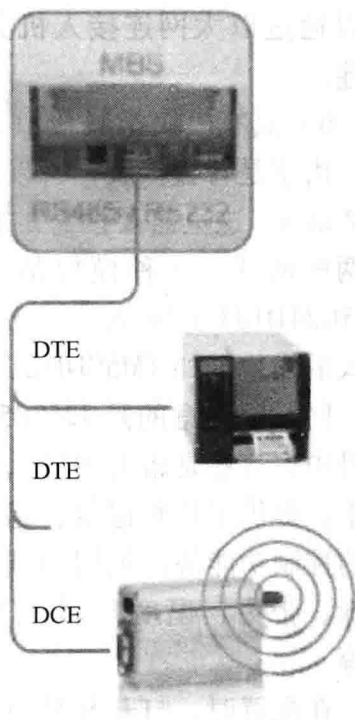


图 2-16 LMC058 运动控制器串口的连接



图 2-17 LMC058 运动控制器 CANopen 总线的连接

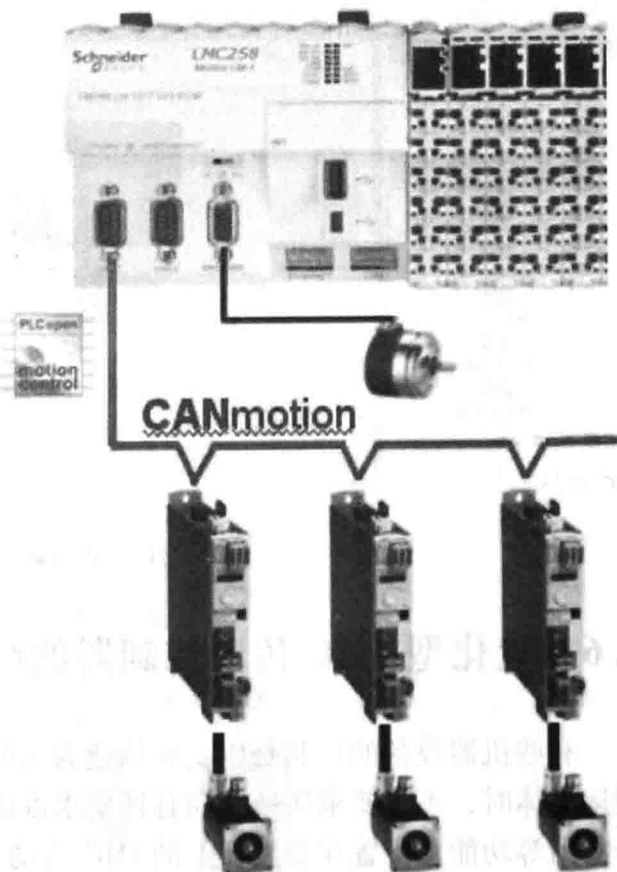


图 2-18 CANmotion 和主轴编码器输入

5) 具有一个以太网口，支持以太网通信，如图 2-19 所示可以通过以太网编程调试，也可以通过以太网连接人机界面和多个 PLC 的互连。

6) 具有模块扩展接口，可以扩展到 2400 点。由于是背板扩展，所以数据的传输速度为 12Mbit/s。这里需要注意的是扩展的模块 TM5 有两种形式：一种模块是紧凑型的模块，如 TM5C24D18T (24 入，18 出)；另一种模块是片式的模块，如 TM5SDI12D。

同样要注意的是 LMC058 逻辑运动控制器型号中也有些是带有 S0 的，这些带 S0 的控制器中，提供了针对包装、起重和输送行业中典型的控制功能块，供用户调用。如包装行业的堆垛、张力、温度控制、飞剪控制和辊剪控制等。

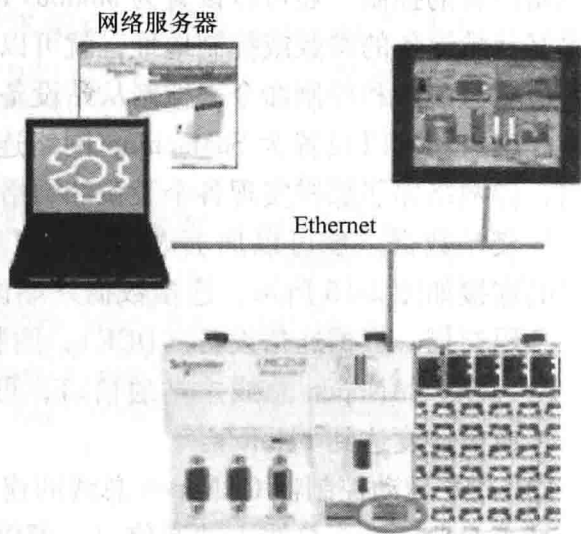


图 2-19 LMC058 逻辑运动控制器以太网的连接

在配置时，打开 SoMachine 软件，在 Motion Controller 栏目，把合适的 LMC058 逻辑运动控制器拖入配置框内，就可以开始一台机器的控制设计了，LMC058 逻辑运动控制器的配置如图 2-20。

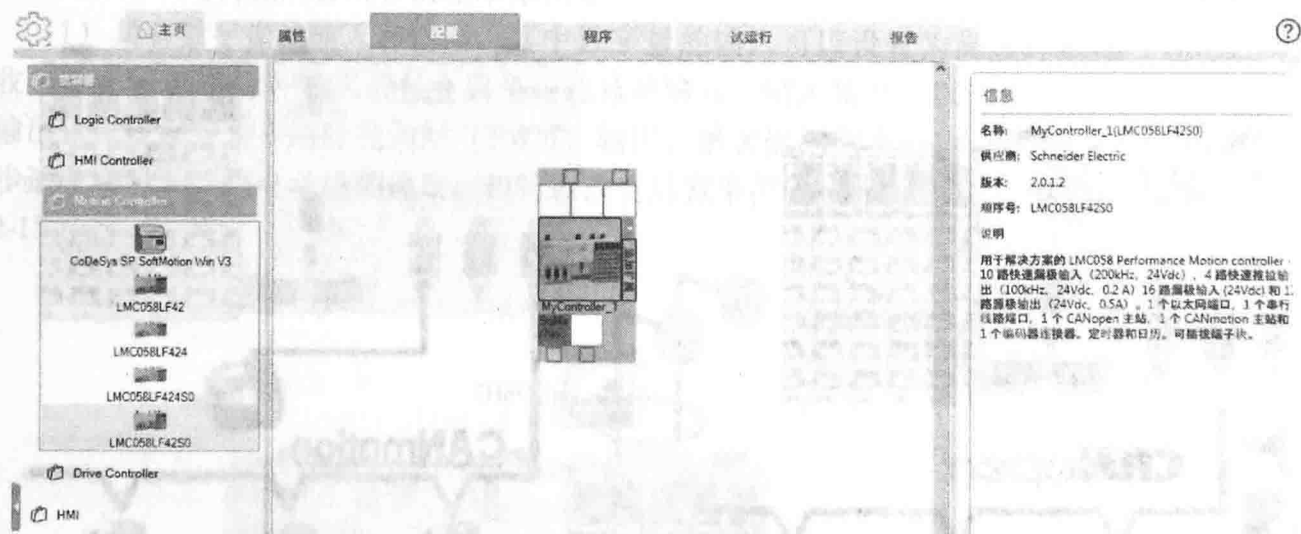


图 2-20 LMC058 逻辑运动控制器的配置

2.6 优化型 IMC 传动控制器的结构

有些机器设备的控制是以变频调速为主的，例如塔机、港口机械等，这些机器在起吊和搬运物体时，不仅要求快速，而且还要求准确、安全。相应的控制就要具有防摇、纠偏、同步起吊等功能。配置在变频器上的 IMC 传动控制器嵌入控制单元使变频器的应用具有了智能化。它不仅具有控制、通信功能，还无缝利用了本体变频的一切资源，延伸了变频的功能。它是由一块智能控制卡嵌在变频器上组成的，如图 2-21 所示。