

▶ 西门子PLC

与变频器控制

电路识图

自学通



◆ 郑凤翼 编著

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

西门子 PLC 与变频器控制 电路识图自学通

郑凤翼 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在介绍 S7-200 系列 PLC 原理的基础上, 结合具体应用实例, 详细讲述了识读 PLC 的控制电路、变频器 MM440、变频器应用控制电路、PLC 与变频器联机控制电路的方法和技巧, 实用性强, 覆盖面广, 通过识图示例的引导, 读者可举一反三、触类旁通, 达到读懂更多控制电路图的目的。

本书适合广大初、中级电工人员阅读。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 PLC 与变频器控制电路识图自学通/郑凤翼编著. —北京: 电子工业出版社, 2013. 1
ISBN 978 - 7 - 121 - 19135 - 0

I. ① 西… II. ① 郑… III. ① plc 技术 - 电路图 - 识图 ② 变频器 - 控制电路 - 电路图 - 识图
IV. ① TM571.6 ② TN773

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 286376 号

策划编辑: 富 军

责任编辑: 侯丽平

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 11.25 字数: 288 千字

印 次: 2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

在生产实践中,广大电工人员都要接触到各种各样的电气图,这些电气图有的比较简单,有的很复杂,这给电工人员在识图方面增添了难度。本书从识图的角度出发,以常用的电气图为实例,介绍识读电气图的方法和技巧,以帮助广大电工人员提高识读电气图的能力。

本书主要内容有: S7-200 系列 PLC、PLC 的控制电路、变频器 MM440、变频器应用控制电路、PLC 与变频器联机控制电路。

可编程序控制器通常简称为 PLC,是近几年发展迅速的工业控制装置。PLC 是以微处理器为基础,综合了现代计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型的通用工业自动控制装置,其具有功能强大、可靠性高、编程简单、使用灵活方便,以及适合在工业环境下应用等一系列优点,在工业自动化、机电一体化、传统产业技术改造等方面应用得越来越广泛。

变频器是随着电力电子技术、微电子技术和现代控制理论的发展而发展起来的一种先进的智能型调速装置,其优良的性能,可靠的质量,深受各行各业的青睐。变频器不仅可以调速,而且对于水泵风机类设备还可以通过调速实现节能,目前已成为最有发展前途的一种调速设备。

本书详细地介绍了识读电气图的方法和技巧,其实用性强,覆盖面广。通过识图示例的引导,读者可举一反三、触类旁通,达到读懂更多控制电路图的目的。

本书所有电气图均采用新的国家标准绘制。本书文字精炼、通俗易懂、内容丰富,电气图分析详细且清晰。在编写过程中,内容上力求简明实用,并采用深入浅出、图文并茂的表达方式,通俗易懂。适合广大初、中级电工人员阅读。

本书采用电气元件与动作顺序来描述电路的工作过程。每个电气元件与编程元件都有线圈、动合触点、动断触点,它们均用同一文字符号表示,在控制电路图与梯形图中可由图形符号来区别,在指令语句表中可由指令助记符来区别,但在文字叙述中,就不易区别,为此在文字符号前加前缀“◎”、“#”来区别,不加前缀表示线圈,加“◎”前缀表示动合触点,加“#”前缀表示动断触点。另外,在电气元件和编程元件的线圈、触点的后面加方括号 [□],方括号内的阿拉伯数字表示电气元件所在的图区、编程元件所在的梯形图梯级,也表示指令语句表中的段。例如,◎KM(5-7)[8]表示动合触点在图区 8、X0[1]表示输入继电器线圈在梯级 1、◎X0[3]表示输入继电器 X0 的动合触点在梯级 3、#X0[5]表示输入继电器 X0 的动断触点在梯级 5。

本书由郑凤翼编著,参加编写的有徐占国、郑丹丹、孟庆涛、苏明政、郑晞晖、韩松、耿立文、温永库、王晓琳、苏阿莹、冯建辉、杨洪升、张萍、李红霞等。

在本书写作过程中,编者参考了一些书刊杂志,并引用了其中的一些资料,难以一一列举,在此一并向有关书刊杂志的作者表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 S7-200 系列 PLC	1
1.1 PLC 的基本工作原理	1
1.1.1 可编程序控制器的基本组成	1
1.1.2 编程语言	2
1.1.3 可编程序控制器的等效电路	3
1.1.4 可编程序控制器的工作原理——PLC 的循环扫描工作方式	4
1.2 S7-200 系列 PLC 内部编程元件	5
1.2.1 S7-200 系列 PLC 内部编程元件的分类、编号	7
1.2.2 对几个编程元件（软元件）的说明	8
1.3 S7-200 系列 PLC 的指令系统	10
1.3.1 S7-200 系列 PLC 的基本指令	10
1.3.2 程序控制指令	20
1.3.3 顺序控制指令	23
1.3.4 功能指令	28
第 2 章 PLC 的控制电路	36
2.1 梯形图的编程规则及识读梯形图的方法	36
2.1.1 梯形图的编程规则	36
2.1.2 识读梯形图的方法与技巧	36
2.2 电动机的 PLC 控制	38
2.2.1 用基本指令编程的三相感应电动机启动、保持、停止的控制电路	38
2.2.2 用基本指令编程的三相感应电动机正反转运行直接启动控制电路	39
2.2.3 用基本指令编程的自动循环行程控制电路	42
2.2.4 用基本指令编程的三相感应电动机的 Y- Δ 减压启动控制电路（一）	44
2.2.5 用基本指令编程的三相感应电动机 Y- Δ 减压启动控制电路（二）	46
2.2.6 三相感应电动机的串自耦变压器减压启动控制	47
2.2.7 用基本指令编程的串电阻减压启动和反接制动控制电路	49
2.2.8 用基本指令编程的三台电动机的顺序启动、逆序停止的控制电路	51
2.3 一般机械设备的 PLC 控制	55
2.3.1 用基本指令编程的两处卸料的选料小车的控制电路	55
2.3.2 用功能指令编程的送料车的 PLC 控制	59
2.3.3 十字路口交通信号指挥灯的 PLC 控制	65
2.3.4 用计数器指令与比较指令编程的密码锁的 PLC 控制	69
2.3.5 简单的 3 组抢答器的控制电路	71
2.3.6 多种液体混合装置的 PLC 控制电路	74
2.3.7 水塔供水系统的 PLC 控制	78
第 3 章 MM440 变频器	84
3.1 变频调速基本原理、控制方式及基本组成	84

3.1.1	变频调速的基本原理及控制方式	84
3.1.2	变频器的基本组成	85
3.2	MM440 系列通用变频器	87
3.2.1	MM440 变频器的特点、性能特征和保护特性	87
3.2.2	MM440 变频器的电路结构	88
3.2.3	MM440 变频器的技术规格及可选件	91
3.3	变频器的主要参数	93
3.3.1	变频器参数	93
3.3.2	对几个主要参数的说明	95
3.4	MM440 变频器的基本操作	98
3.4.1	用状态显示板 (SDP) 进行调试	99
3.4.2	用基本操作板 (BOP) 进行调试	100
3.4.3	用高级操作板 (AOP) 进行调试	103
3.4.4	BOP/AOP 的快速调试	103
第 4 章	变频器应用控制电路	107
4.1	电动机的正、反转控制电路	107
4.1.1	操作面板控制电动机运行的控制电路	107
4.1.2	电动机点动运行控制电路	109
4.1.3	MM440 变频器控制端口开关操作运行	110
4.1.4	用电位器控制变频器输出频率的模拟信号的控制电路	113
4.1.5	继电器控制的电动机正、反转控制电路图的识读	114
4.2	多段速频率控制电路	116
4.2.1	3 段固定频率控制	116
4.2.2	7 段固定频率控制	118
第 5 章	PLC 与变频器联机控制电路	122
5.1	PLC 与变频器联机的正、反转控制电路	122
5.1.1	PLC 与变频器联机的电动机正、反转运行控制电路	122
5.1.2	PLC 与变频器联机的电动机正、反转连续与点动运行控制电路	125
5.1.3	电动机正、反转延时启动运行控制电路	128
5.1.4	PLC 与变频器联机实现模拟信号操作的控制电路	131
5.2	PLC 与变频器联机的工频 - 变频切换电路和多段固定频率控制电路	133
5.2.1	PLC 与变频器联机实现工频 - 变频切换电路	133
5.2.2	PLC 和变频器联机实现三段固定频率控制电路	138
5.2.3	PLC 和变频器联机实现 6 段固定频率控制电路	142
5.2.4	PLC 与变频器控制电动机实现 15 段速运行	148
5.3	PLC 与变频器联机的工程应用控制电路	153
5.3.1	PLC 与变频器联机的锅炉鼓风机控制电路	153
5.3.2	PLC 与变频器联机的离心机控制电路	158
5.3.3	PLC 与变频器联机的料车卷扬机调速控制电路	162
参考文献		172

第 1 章 S7-200 系列 PLC

1.1 PLC 的基本工作原理

1.1.1 可编程序控制器的基本组成

图 1-1-1 所示为可编程序控制器的组成框图，图中各部分的作用如下。

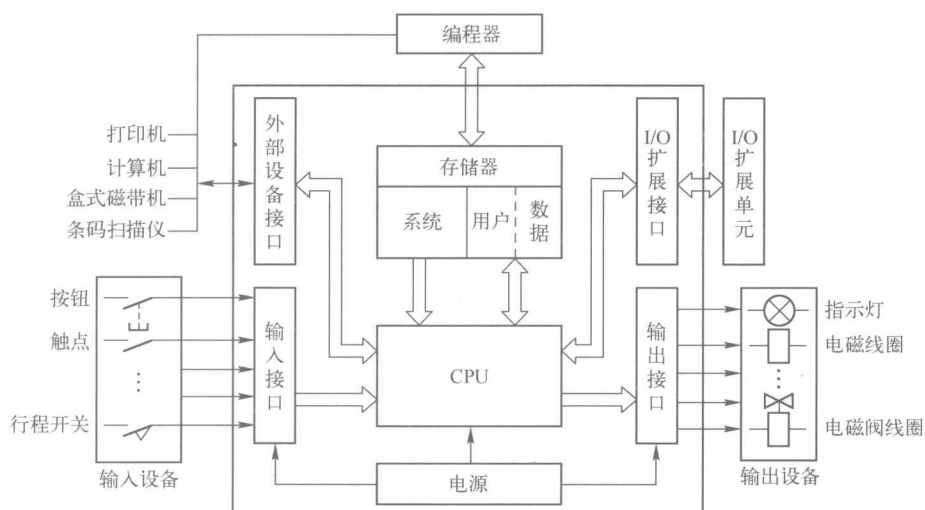


图 1-1-1 可编程序控制器的组成框图

(1) CPU。它是 PLC 的核心组成部分，可接收、处理信息，组织整个控制系统工作，因此也称为“电脑”。

(2) 系统存储器。系统存储器用来存放 PLC 生产厂家编写的系统程序并固化在 ROM 或 EPROM 中，用户不能访问和修改。其内容主要包括：系统管理程序；用户指令解释程序；标准程序模块与系统调用，包括许多功能不同的子程序及其调用管理程序。

(3) 用户存储器。用户存储器包括用户程序存储器（程序区）、功能存储器（数据区）和参数区。用户程序存储器用来存放用户针对具体控制任务编写的各种用户程序。功能存储器用来存放（记忆）用户程序中使用的 ON/OFF 状态、数值数据等。参数区主要存放 CPU 组态数据。

(4) 输入/输出接口。输入/输出接口起着在 PLC 与外部设备之间传送信息的作用。

(5) 编程器。编程器是 PLC 输入或调试程序的专门装置，它也可以用来监视 PLC 程序执行情况。



(6) 电源。PLC 一般使用 220V 的交流电源，通过开关稳压电源将 220V 的交流电源转换成 CPU、存储器等电路所需的直流电源。

1.1.2 编程语言

可程序控制器是以程序的形式进行工作的，因此需要将控制任务的要求变换成程序。程序编制就是用一定的语言把一个控制任务描述出来。PLC 与计算机的显著区别之一就是 PLC 的编程语言使用方便、易于掌握。各种类型 PLC 的编程语言不尽相同，但程序的常用表达方式均为梯形图、指令语句表、逻辑功能图和高级语言。在此仅介绍梯形图、指令语句表。

1. 梯形图

梯形图在形式上类似于继电器控制电路，用梯形图语言编写的梯形图程序具有形象、直观、实用的特点。

图 1-1-2 (a) 所示为继电器控制电路。当 SB_1 闭合时，继电器 KM 线圈得电，其自锁动合触点 KM 闭合，使 KM 线圈保持得电；当 SB_2 断开时，继电器 KM 线圈失电，其自锁动合触点 KM 断开，解除自锁。

图 1-1-2 (b) 所示为梯形图程序。当动合触点 I0.0 闭合（其闭合受输入继电器线圈控制）时，输出继电器线圈 Q0.0 得电，其自锁动合触点 Q0.0 闭合，使 Q0.0 线圈保持得电；当动断触点 I0.1 断开时，继电器 Q0.0 线圈失电，其自锁动合触点 Q0.0 断开，解除自锁。

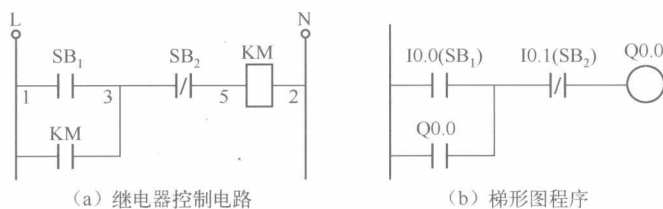


图 1-1-2 继电器控制电路与梯形图程序比较

由图 1-1-2 不难看出，梯形图与继电器控制电路在电路形式、元器件符号以及逻辑控制功能等方面是相同的。但它们又有如下许多不同之处：

(1) 梯形图使用的继电器是由软件来实现的，使用和修改方便；而继电器控制电路为硬接线，修改比较麻烦。

(2) 梯形图中的继电器不是继电器控制电路中的物理继电器，实际上它是存储器中的每一位的触发器，因此称为软继电器。相应位的触发器为“1”，表示继电器线圈接通、动合触点闭合、动断触点断开。

(3) 梯形图是 PLC 形象化的编程手段，梯形图两端的母线是没有任何电源可接的。梯形图中并没有真实的物理电流流动，而仅是“概念”电流，它是用户程序在运行中满足执行条件的形象表示方式。“概念”电流只能从左向右流动，层次的改变只能先上后下。



(4) 输入继电器供 PLC 接收外部输入信号, 而不能由内部其他继电器的触点驱动。因此, 梯形图中只出现输入继电器的触点, 而不出现输入继电器的线圈。输入继电器的触点表示相应的输入信号。

(5) 输出继电器供 PLC 作输出控制用。它通过开关量输出模块对应的输出开关(晶体管、晶闸管或继电器触点)去驱动外部负载。因此, 当梯形图中输出继电器线圈满足接通条件时, 就表示在对应的输出点有输出信号。

2. 指令语句表

指令就是用指令功能缩写符号(即助记符)来表示 PLC 的各种功能。通常每一条指令由指令助记符和作用器件编号两部分组成。

1.1.3 可编程序控制器的等效电路

为了便于说明 PLC 的工作原理, 对于开关量顺序控制(逻辑运算)的 PLC, 可以利用图 1-1-3 所示的等效工作电路进行描述。

在等效工作电路图中, PLC 可以分为输入电路、内部控制电路与输出电路三部分。其中输入电路代表实际 PLC 的输入接口电路、输入采样、输入缓冲等部分; 内部控制电路代表实际 PLC 的控制程序执行过程; 输出电路代表实际 PLC 的输出接口电路、输出刷新、输出缓冲等部分。

值得注意的是, 图 1-1-3 所示的电路仅是为了说明 PLC 工作原理而“虚拟”的等效工作电路, 实际 PLC 的内部组成电路、输入/输出连接方式、输入/输出接口等硬件均与此不同, 如实际 PLC 中并不存在图中的 I0.0 ~ I0.7 等“输入继电器”。

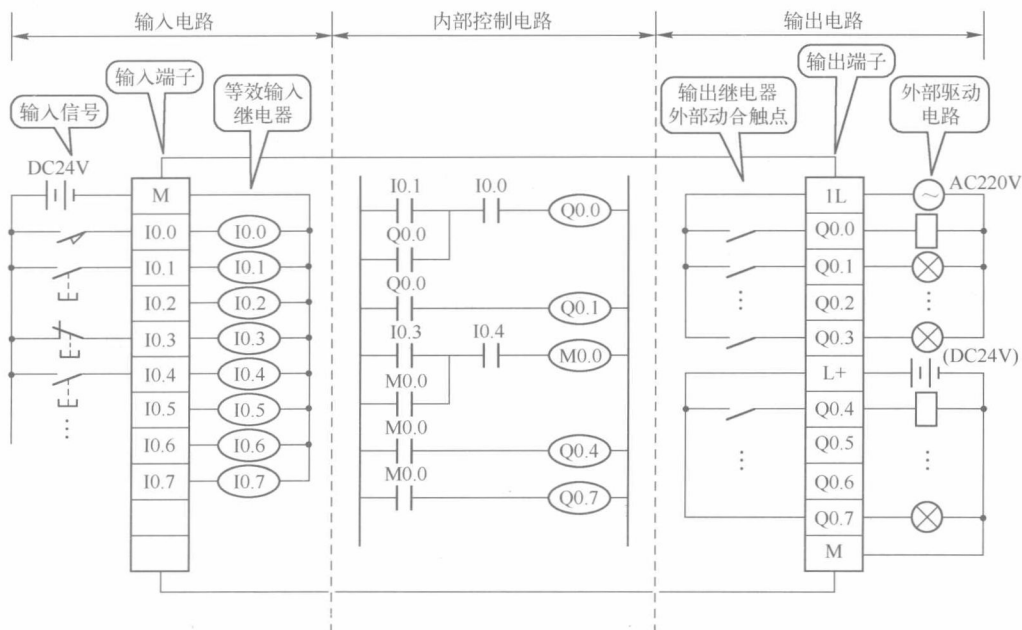


图 1-1-3 PLC 顺序控制等效工作电路



1. 输入电路

输入电路由外部输入信号、PLC 输入接线端子、等效输入继电器三部分组成。外部输入信号包括各类按钮、转换开关、行程开关、接近开关、光电开关等。外部输入信号经 PLC 的输入接线端子与输入继电器线圈连接，与各输入点对应线圈的触点在内部控制电路中。每个输入继电器与输入信号一一对应，当外部输入为“1”时，输入继电器“线圈”得电，内部控制电路中对应的输入触点“动作”。

任何一个等效线圈所对应的触点有无数多个可供使用。此外，等效电路中的输入继电器只能受外部输入信号的控制，在内部控制电路中只能使用它们的“触点”。

2. 输出电路

输出电路由内部输出触点、PLC 输出接线端子、输出执行元件三部分组成。输出执行元件包括各种电磁阀线圈、接触器、信号指示灯等。内部输出触点经 PLC 的输出接线端子与输出执行元件连接，每个输出触点与内部控制电路中的输出线圈一一对应，当输出线圈为“1”时，输出触点接通（即相当于继电器控制线路中的“常开”触点闭合），且每一输出线圈只能有一个用于驱动外部执行元件的触点。

在实际 PLC 中，输出触点的输出形式与连接方式取决于 PLC 输出的类型，它们可以是继电器的触点，也可以是晶体管、双向晶闸管等。同时，输出继电器不仅可以作为输出线圈驱动实际输出，而且在程序中可以作为“触点”无限次使用。因此，应假设等效输出电路中的输出触点，对于外部只能连接一个执行元件，但在内部控制电路中却可无限次使用。

3. 内部控制电路

内部控制电路并不是硬件连接，也就是说并没有实际的导线、触点与线圈连接，而是由用户根据控制的要求编写的程序所组成，在这些程序的控制下，PLC 对输入端输入的信息进行运算处理，判断哪些信息需要输出，将其经过输出端输送给负载。

1.1.4 可编程控制器的工作原理——PLC 的循环扫描工作方式

PLC 既有继电器的工作特点，又具有微机的工作特点，同时又拥有自己的特点，与继电器和微机不尽相同。

PLC 采用循环扫描工作方式。PLC 从存储地址的开始部分的第一条用户程序开始执行，在没有中断或跳转指令时，PLC 顺序执行，直到程序结束后又返回到第一条指令，这样不断地重复执行程序，如图 1-1-4 所示。这就是 PLC 的循环扫描工作方式，与微机的程序运行方式有很大不同。

PLC 对用户程序进行循环扫描可分为三个阶段进行。

(1) 输入采样阶段。将按钮、开关触点、传感器等输入信号读入到存储器内，读入的信号一直保持到下一次该信号再次被读入时为止，即经过一个扫描周期。

(2) 程序执行阶段。根据读入的输入信号状态，解读用户程序逻辑，按用户逻辑得到正确的输出。

(3) 输出刷新阶段。按逻辑解读的结果，通过输出部件输出给现场的受控元件，如电磁阀、电动机等执行机构和信号装置。

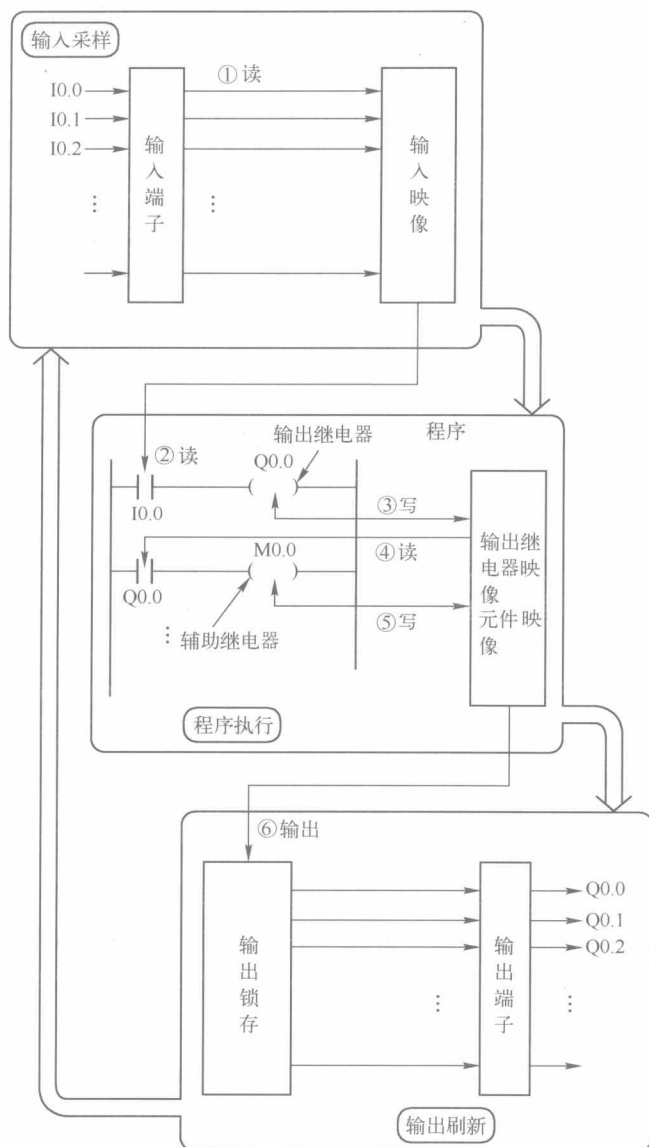


图 1-1-4 PLC 的工作过程

1.2 S7-200 系列 PLC 内部编程元件

PLC 用于工业控制，其实质是用程序表达控制过程中事物间的逻辑或控制关系。而就程序来讲，这种关系必须借助机内的器件来表达，这就要求在 PLC 内部设置各种各样的能代表控制过程中各种事物的元器件，即编程元件。

PLC 的编程元件从物理实质上来讲就是电子电路及存储器。考虑工程技术人员的习惯，常用继电器电路中类似器件的名称来命名，称为输入继电器、输出继电器、辅助继电器、定时器、计数器等。为了明确它们的物理属性并与硬器件相区别，通常称它们为“软继电器”或“软元件”，是等效概念抽象的模拟器件，并非实际的物理器件。



从编程的角度出发，可以不管这些“软继电器”的物理实现，只注重它们的功能，在编程中可以像在继电器电路中一样使用它们。

在可编程控制器中这种编程元件的数量往往是巨大的。为了区分它们的功能，通常给编程元件编上号码。这些号码就是计算机存储单元的地址。

S7-200 系列 PLC 编程元件的名称由两部分组成，第一部分用一个字母代表功能，如输入继电器用“**I**”表示，输出继电器用“**Q**”表示，第二部分用数字表示该编程元件的序号，输入、输出继电器的序号为八进制，遵循“逢 8 进 1”的运算规则，其余编程元件序号为十进制。从编程元件的最大序号可以了解可编程序控制器中可能具有的某类编程元件的最大数量。

软元件的使用主要体现在程序中，一般认为软元件和继电器类似，具有线圈、动合触点和动断触点。触点的状态随线圈的状态而变化，当线圈得电时，动合触点闭合而动断触点断开，当线圈失电时，动合触点断开而动断触点闭合。软元件与接触器继电器不同之处有两点。

(1) 软元件作为计算机的存储单元，从本质上讲，某个位元件被选中，只是这个元件的存储单元置 1，未选中的存储单元置 0，且可以无限次地访问，PLC 的位元件可以有无数个动合触点和动断触点。

(2) 作为计算机的存储单元，每个单元是一位，称为位元件。位元件地址由字节地址和位地址组成，例如 I3.2，其含义为：**I** 为区域标识符，表示输入，字节地址为 3，位地址为 2。8 位二进制数组成 1 个字节 B，B 是 Byte 的缩写，其中第 0 位为最低位 (LSB)，第 7 位为最高位 (MSB)。如图 1-2-1 所示，输入字节 IB3，由 I3.0 ~ I3.7 组成。

同样，图 1-2-2 给出了对同一地址进行字节、字和双字操作示意图。相邻的两个字节组成一个字，用 W 表示字 (Word)，相邻的两个字组成一个双字，用 D 表示 (Double Word)。VW100 表示由 VB100 和 VB101 组成一个字，其中 V 为区域标识符，100 为起始字节的地址。VD100 表示由 VB100 ~ VB103 组成一个双字，其中 V 为区域标识符，100 为起始字节的地址。

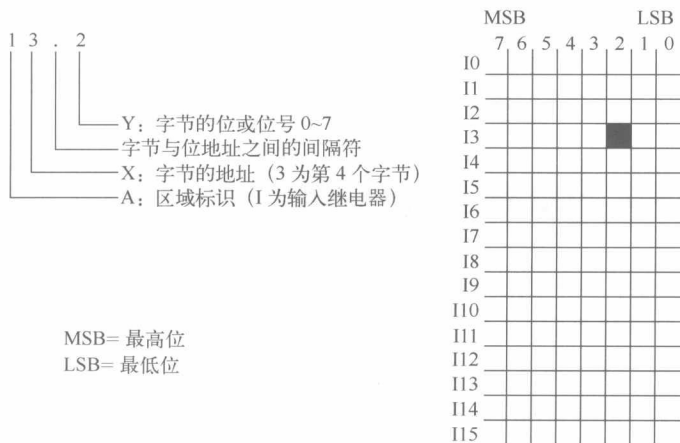


图 1-2-1 位元件地址操作示意图

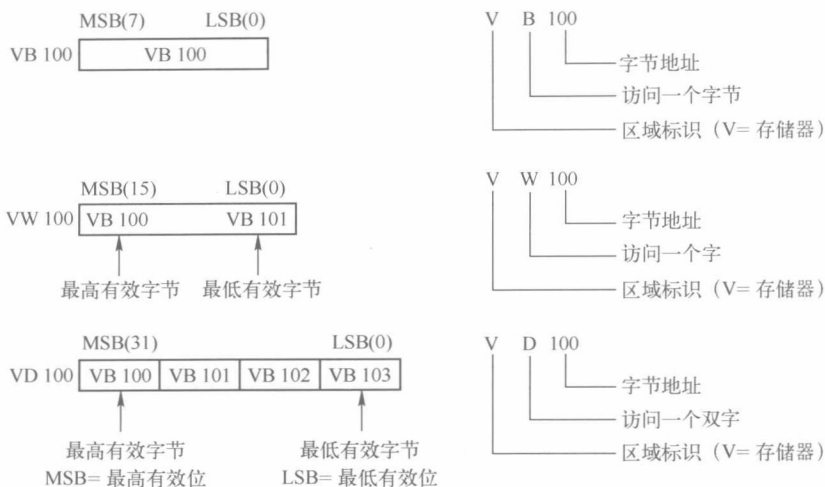


图 1-2-2 同一地址进行字节、字和双字操作示意图

1.2.1 S7-200 系列 PLC 内部编程元件的分类、编号

S7-200 系列 PLC 的内部编程元件见表 1-2-1。

表 1-2-1 S7-200 系列 PLC 的内部编程元件

描 述	CPU221	CPU222	CPU224	CPU226	CPU226XM
输入映像寄存器	I0.0~I15.7	I0.0~I15.7	I0.0~I15.7	I0.0~I15.7	I0.0~I15.7
输出映像寄存器	Q0.0~Q15.7	Q0.0~Q15.7	Q0.0~Q15.7	Q0.0~Q15.7	Q0.0~Q15.7
模拟量输入 (只读)	—	AIW0~AIW30	AIW0~AIW62	AIW0~AIW62	AIW0~AIW62
模拟量输出 (只写)	—	AQW0~AQW30	AQW0~AQW62	AQW0~AQW62	AQW0~AQW62
变量存储器 (V)	VB0~VB2047	VB0~VB2047	VB0~VB5119	VB0~VB5119	VB0~VB10239
局部存储器 (L)	LB0~LB63	LB0~LB63	LB0~LB63	LB0~LB63	LB0~LB63
位存储器 (M)	M0.0~M31.7	M0.0~M31.7	M0.0~M31.7	M0.0~M31.7	M0.0~M31.7
特殊存储器 (SM) 只读	SM0.0~SM179.7 SM0.0~SM29.7	SM0.0~SM299.7 SM0.0~SM29.7	SM0.0~SM549.7 SM0.0~SM29.7	SM0.0~SM549.7 SM0.0~SM29.7	SM0.0~SM549.7 SM0.0~SM29.7
定时器	256 (T0~T255)	256 (T0~T255)	256 (T0~T255)	256 (T0~T255)	256 (T0~T255)
有记忆接通延迟 1ms	T0、T64	T0、T64	T0、T64	T0、T64	T0、T64
有记忆接通延迟 10ms	T1~T4, T65~T68	T1~T4, T65~T68	T1~T4, T65~T68	T1~T4, T65~T68	T1~T4, T65~T68
有记忆接通延迟 100ms	T5~T31 T69~T95	T5~T31 T69~T95	T5~T31 T69~T95	T5~T31 T69~T95	T5~T31 T69~T95
接通/关断延迟 1ms	T32、T96	T32、T96	T32、T96	T32、T96	T32、T96
接通/关断延迟 10ms	T33~T36 T97~T100	T33~T36 T97~T100	T33~T36 T97~T100	T33~T36 T97~T100	T33~T36 T97~T100
接通/关断延迟 100ms	T37~T63 T101~T225	T37~T63 T101~T225	T37~T63 T101~T225	T37~T63 T101~T225	T37~T63 T101~T225
计数器	C0~C255	C0~C255	C0~C255	C0~C255	C0~C255
高速计数器	HC0、HC3、 HC4、HC5	HC0、HC3、 HC4、HC5	HC0~HC5	HC0~HC5	HC0~HC5
顺序控制继电器 (S)	S0.0~S31.7	S0.0~S31.7	S0.0~S31.7	S0.0~S31.7	S0.0~S31.7



续表

描 述	CPU221	CPU222	CPU224	CPU226	CPU226XM
累加寄存器	AC0~AC3	AC0~AC3	AC0~AC3	AC0~AC3	AC0~AC3
跳转/标号	0~255	0~255	0~255	0~255	0~255
调用子程序	0~63	0~63	0~63	0~63	0~63
中断程序	0~127	0~127	0~127	0~127	0~127
正/负跳转	256	256	256	256	256
PID 回路	0~7	0~7	0~7	0~7	0~7
端口	端口 0	端口 0	端口 0	端口 0	端口 0

1.2.2 对几个编程元件（软元件）的说明

1. 输入继电器 (I)

输入继电器是 PLC 存储系统中的输入映像寄存器。其作用是接收来自现场的控制按钮、行程开关及各种传感器等的输入信号。通过输入继电器，将 PLC 的存储系统与外部输入端子（输入点）建立起明确对应的连接关系，它的每一位对应一个数字量输入点。输入继电器的状态是在每个扫描周期的输入采样阶段接收到的由现场送来的输入信号的状态（“1”或“0”）。S7-200 系列 PLC 的输入映像寄存器是以字节为单位的寄存器，CPU 一般按“字节.位”的编址方式来读取一个继电器的状态，也可按字节（8 位）或按字（2B，16 位）来读取相邻一组继电器的状态。不能通过编程的方式改变输入继电器的状态，但可以在编程时，无限制地使用输入继电器的触点。

2. 输出继电器 (Q)

输出继电器是 PLC 存储系统中的输出映像寄存器。通过输出继电器，将 PLC 的存储系统与外部输出端子（输出点）建立起明确对应的连接关系。S7-200 系列 PLC 的输出继电器也是以字节为单位的寄存器，一般采用“字节.位”的编址方式。输出继电器的状态可以由输入继电器的触点、其他内部继电器的触点，以及其他的触点来驱动。也可以像使用输入继电器触点一样，通过使用输出继电器触点，无限制地使用输入继电器的状态。输出继电器与其他内部编程元件的一个显著不同是它只有一个，且仅有一个实在的物理动合触点，用来驱动负载。该动合触点可以是有触点的（继电器输出型）或无触点的（晶体管输出型或双向晶闸管输出型）。

输出继电器的线圈不能直接与梯形图的左母线连接，如果某个线圈确实不需要经过任何编程元件触点的控制，可借助于特殊辅助继电器 SM0.0 的动合触点，再与梯形图的左母线连接。

3. 辅助继电器 (M)

在逻辑运算中，经常需要一些辅助继电器，其功能与传统的继电器控制电路中的中间继电器相同。辅助继电器与外部没有任何联系，不能直接驱动任何负载。每个辅助继电器对应着数据存储区的一个基本单元，辅助继电器可由所有的编程元件来驱动。其状态同样可以无限制使用。辅助继电器一般以位为单位使用，采用“字节.位”的编址方式，也可采用字



节、字、双字为单位，作存储数据用。

4. 特殊辅助继电器 (SM)

特殊辅助继电器用于 CPU 与用户程序之间交换信息，其特殊辅助继电器能提供大量的状态和控制功能。特殊辅助继电器 SM 见表 1-2-2。

表 1-2-2 特殊辅助继电器 SM

SM 位	功 能
SM0.0	该位始终为 1。当 PLC 运行时，可利用其触点控制输出继电器
SM0.1	该位在首次扫描时为 1，可用于调初始化子程序
SM0.2	若保持数据丢失，则该位在一个扫描周期中为 1。该位可用做错误存储器位，或用来调用特殊启动顺序功能
SM0.3	开机后进入 RUN 方式，该位将 ON 一个扫描周期。该位可用做在启动操作之前给设备提供一个预热时间
SM0.4	该位提供了一个高低电平各为 30s、周期为 1min 的时钟脉冲
SM0.5	该位提供了一个高低电平各为 0.5s、周期为 1s 的时钟脉冲
SM0.6	该位为扫描时钟，本次扫描时置 1，下次扫描置 0。可用做扫描计数器的输入
SM0.7	该位指示 CPU 工作方式开关的位置（0 为 TERM 位置，1 为 RUN 位置）。当开关在 RUN 位置时，用该位可使自由端口通信方式有效，当切换至 TERM 位置时，CPU 可以与编程设备正常通信
SM1.0	零标志，当执行某些指令的结果为 0 时，将该位置 1
SM1.1	错误标志，当执行某些指令的结果溢出或检测到非法数据时，将该位置 1
SM1.2	负数标志，当执行数学运算，其结果为负数时，将该位置 1
SM1.3	试图除以零时，将该位置 1
SM1.4	当执行 AIT (Add to Table) 指令时，试图超出表范围时，将该位置 1
SM1.5	当执行 LIFO 或 FIFO 指令时，试图从空表中读数时，将该位置 1
SM1.6	当试图把一个非 BCD 数转换为二进制数时，将该位置 1
SM1.7	当 ASCII 码不能转换为有效的十六进制数时，将该位置 1

注：其他特殊存储器标志位可参见 S7-200 系统手册。

5. 定时器 (T)

定时器的作用与传统的继电器控制电路中的时间继电器相似。定时器的设定值通过程序预先输入，当满足定时器的工作条件时，定时器开始计时，定时器的当前值从 0 开始按照一定的时间单位（即定时精度）增加。例如对于 100ms 定时器，定时器的当前值每间隔 100ms 加 1。当定时器的当前值达到其设定值时，定时器动作。

定时器号包含两方面的信息，定时器的当前值和定时器的状态位，每个定时器都有一个 16 位的当前值寄存器和一个状态位。

定时器的状态位：当定时器的当前值达到设定值时，定时器状态位为 ON。

定时器的当前值：定时器当前值寄存器中存储当前的累计时间，用 16 位符号整数表示。定时器指令中所存储的是定时器的当前值还是定时器的状态位，取决于所用的指令，带位操作的指令存储定时器状态位，带字操作的指令存储定时器的当前值。

6. 计数器 (C)

计数器用来对输入脉冲的个数进行累计，实现计数操作。计数器的设定值通过程序预先



输入，当满足计数器的触发输入条件时，计数器开始累计输入端的脉冲前沿的次数，当达到其设定值时，计数器动作。

计数器号包含两方面的信息，计数器的当前值和计数器的状态位，每个计数器都有一个 16 位的当前值寄存器和一个状态位。

计数器的状态位：当计数器的当前值达到设定值时，计数器状态位为 ON。

计数器的当前值：计数器当前值寄存器中存储当前累计的脉冲个数，用 16 位符号整数表示。

定时器指令中所存储的是定时器的当前值还是定时器的状态位，取决于所用的指令，带位操作的指令存储定时器状态位，带字操作的指令存储定时器的当前值。

7. 状态继电器 (S, 也称顺序控制继电器)

状态继电器是使用步进顺控指令编程的重要编程元件，状态继电器和相应步进指令可以在小型 PLC 上编制较复杂的控制程序。

1.3 S7-200 系列 PLC 的指令系统

1.3.1 S7-200 系列 PLC 的基本指令

1. 触点与线圈的指令格式与功能 (见表 1-3-1)

表 1-3-1 触点与线圈的指令格式与功能

类 型	梯形图程序	语句表程序	指令功能
动合触点		LD bit	LD: 装载动合触点
		A bit	A: 串联动合触点
		O bit	O: 并联动合触点
动断触点		LDN bit	LD: 装载动断触点
		AN bit	A: 串联动断触点
		ON bit	O: 并联动断触点
线圈		= bit	=: 输出指令

类 型	梯形图程序	语句表程序	指令功能
立即动合触点		LDI bit	LDI: 装载立即动合触点
		AI bit	AI: 串联立即动合触点
		OI bit	OI: 并联立即动合触点
立即动断触点		LDNI bit	LDND: 装载立即动断触点
		ANI bit	ANI: 串联立即动断触点
		ONI bit	ONI: 并联立即动断触点
立即线圈		=I bit	=I: 立即输出指令

在 PLC 程序中, bit 表示存储区域中的某一个位, 必须指定地址才能存取这个位。例如, II. 4 表示的是输入过程映像寄存器 I 的第一个字节的第 5 位。

触点代表 CPU 对存储器某个位的读操作, 动合触点和存储器的位状态相同, 动断触点和存储器的位状态相反。

线圈代表 CPU 对存储器某个位的写操作。若程序中逻辑运算结果为 1, 表示 CPU 将该线圈对应的存储器位置 1; 若程序中逻辑运算结果为 0, 表示 CPU 将该线圈对应的存储器位置 0。

(1) LD/LDI 指令用于与左母线相连的触点, 也用于分支电路的开始。

(2) “=” 指令不能用于输入过程映像寄存器 I, 输出端不带负载时, 控制线圈应使用 M 或其他, 而不能用 Q; “=” 可以并联使用任意次, 但不能串联使用, 并且在编程时同一线圈只能出现一次。

(3) A/AN 指令是单个触点串联连接指令, 可连续使用任意次。

(4) O/ON 指令是单个触点并联连接指令。

(5) LD/LDN、=、A/AN、O/ON 的操作数包括 I、Q、M、SM、T、C、S、L。

(6) 立即触点指令只能用于输入量 I, 立即输出指令只能用于输出量 Q。

2. 置位与复位的指令格式与功能

置位与复位的指令格式与功能见表 1-3-2, 其应用如图 1-3-1 所示。