

全国高级技工学校

电气自动化设备安装与维修专业教材



PLC 应用技术

PLC YINGYONG JISHU
(三菱 下册)



配套课件 网络下载



中国劳动社会保障出版社

全国高级技工学校

电气自动化设备安装 与维修专业教材

电工基础
模拟电子电路
数字电子电路
电工仪表与电气测量
安全用电
工程识图与AutoCAD
电工EDA
机械常识
维修电工基本技能训练
电机变压器原理与维修
电气基本控制线路安装与维修
常用机床电气线路维修
数控机床电气线路维修
PLC应用技术(三菱 上册)
PLC应用技术(三菱 下册)
PLC应用技术(西门子 上册)
PLC应用技术(西门子 下册)
PLC应用技术(欧姆龙)
单片机应用技术(汇编语言)
单片机应用技术(C语言)
工厂变配电技术
电力电子变流技术
直流调速技术
变频技术
传感器应用技术

策划编辑:张毅
责任编辑:吴蓬蓬
责任校对:朱岩
书籍设计:丁海涛

ISBN 978-7-5045-9655-0



9 787504 596550 >

定价: 28.00元

全国高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材

PLC 应用技术

(三菱 下册)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

内容简介

本书为全国高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材。主要包括功能指令应用、PLC 综合应用技术两大部分,分为彩灯控制系统、密码锁控制系统、简易定时报时器、自动售货机控制系统、PLC 控制变频器实现电动机的正反转、PLC 控制变频器实现电动机多段速调速控制、PLC/触摸屏控制电动机 Y— Δ 降压启动、触摸屏/PLC/变频器综合实现电动机调速控制等 8 个专题任务。此外,还列出 4 个有关 FX 系列的指令和特殊软元件的附录。

本书由杨杰忠、邹火军主编,谭顺学、钟坚副主编,冯志坚、李爱丽、勾东海、甘梓坚、覃泽涛、冯平、刘卫东、付婕参加编写;恽琦审稿。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 应用技术:三菱.下册/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京:中国劳动社会保障出版社,2012

全国高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材

ISBN 978-7-5045-9655-0

I. ①P… II. ①人… III. ①plc 技术—技工学校—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 088201 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码:100029)

出 版 人:张梦欣

*

中国铁道出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.75 印张 338 千字
2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

定价:28.00 元

读者服务部电话:010-64929211/64921644/84643933

发行部电话:010-64961894

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

如有印装差错,请与本社联系调换:010-80497374

前 言

为了更好地适应高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业的教学要求，全面提升教学质量，人力资源和社会保障部教材办公室组织有关学校的一线教师 and 行业、企业专家，在充分调研企业生产和学校教学情况的基础上，吸收和借鉴各地高级技工学校教学改革的成功经验，在原有同类教材的基础上，重新组织编写了高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材。

本次教材编写工作的目标主要体现在以下几个方面：

第一，完善教材体系，定位科学合理。

针对初中生源和高中生源培养高级工的教学要求，调整和完善了教材体系，使之更符合学校教学需求。同时，根据电气自动化设备安装与维修专业高级工从事相关岗位的实际需要，合理确定学生应具备的能力和知识结构，对教材内容的深度、难度做了适当调整，加强了实践性教学内容，以满足技能型人才培养的要求。

第二，反映技术发展，涵盖职业标准。

根据相关工种及专业领域的最新发展，更新教材内容，在教材中充实新知识、新技术、新材料、新工艺等方面的内容，体现教材的先进性。教材编写以国家职业标准为依据，涵盖《国家职业技能标准·维修电工》中维修电工中、高级的知识和技能要求，并在与教材配套的习题册中增加了相关职业技能鉴定考题。

第三，融入先进理念，引导教学改革。

专业课教材根据一体化教学模式需要编写，将工艺知识与实践操作有机融为一体，构建“做中学”“学中做”的学习过程；通用专业知识教材根据所授知识的特点，注意设计各类课堂实验和实践活动，将抽象的理论知识形象化、生动化，引导教师不断创新教学方法，实现教学改革。

第四，精心设计形式，激发学习兴趣。

在教材内容的呈现形式上，较多地利用图片、实物照片和表格等形式将知识点生动地展示出来，力求让学生更直观地理解和掌握所学内容。针对不同的知识点，设计了许多贴近实际的互动栏目，在激发学生学习兴趣和自主学习积极性的同时，使教材“易教易学，易懂易用”。

第五，开发辅助产品，提供教学服务。

根据大多数学校的教学实际，部分教材还配有习题册和教学参考书，以便于教师教学和

学生练习使用。此外，教材基本都配有方便教师上课使用的电子教案，并可通过中国劳动社会保障出版社网站（<http://www.class.com.cn>）免费下载，其中部分教案在教学参考书中还以光盘形式附赠。

本次教材编写工作得到了河北、黑龙江、江苏、山东、河南、广东、广西等省、自治区人力资源和社会保障厅及有关学校的大力支持，在此我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2011 年 3 月

目 录

课题四 功能指令应用	1
任务 1 彩灯控制系统	1
任务 2 密码锁控制系统	24
任务 3 简易定时报时器	41
任务 4 自动售货机控制系统	60
课题五 PLC 综合应用技术	79
任务 1 PLC 控制变频器实现电动机的正反转	79
任务 2 PLC 控制变频器实现电动机多段速调速控制	106
任务 3 PLC/触摸屏控制电动机 Y— Δ 降压启动	125
任务 4 触摸屏/PLC/变频器综合实现电动机调速控制	185
附录	214
附录 1 FX2N/ FX2NC 基本指令一览表	214
附录 2 FX 系列 PLC 功能指令一览表	216
附录 3 FX 系列 PLC 触点式比较指令一览表	224
附录 4 FX2N 系列 PLC 的特殊软元件	226

课题四

功能指令应用

考工要求

行为领域	鉴定范围	鉴定点	重要程度
理论知识	可编程控制系统读图分析与程序编制及调试	1. 功能指令的应用 2. 可编程序控制器编程技巧 3. 用编程软件对程序进行监控与调试的方法 4. 程序错误的纠正步骤与方法	★★
操作技能	可编程控制系统读图分析与程序编制及调试	1. 能使用功能指令编写程序 2. 能用可编程序控制器控制程序改造原来由继电器组成的控制电路 3. 能使用编程软件来模拟现场信号进行功能指令为主的程序调试	★★★

任务1 彩灯控制系统



学习目标

知识目标：

1. 掌握数据寄存器的分类、功能。
2. 掌握数据传送、循环及移位等功能指令的功能及使用原则。

能力目标：

1. 能根据控制要求，灵活地应用数据传送、循环及移位等功能指令，完成彩灯控制系统的程序设计。
2. 掌握彩灯的 PLC 控制系统的线路安装与调试方法。



工作任务

生活中常见的各种装饰彩灯、广告彩灯，以日光灯、白炽灯作为光源，在控制设备的控制下能变幻出各种效果。其中，中小型彩灯的控制设备多为数字电路。而大型楼宇的轮廓装饰或大型晚会的灯光布景等，由于其变化多、功率大，数字电路难以胜任，更多的是应用 PLC 进行控制。图 4—1—1 所示为几款常见的彩灯画面，这些彩灯的亮灭、闪烁时间及流动方向的控制均是通过 PLC 来完成的。

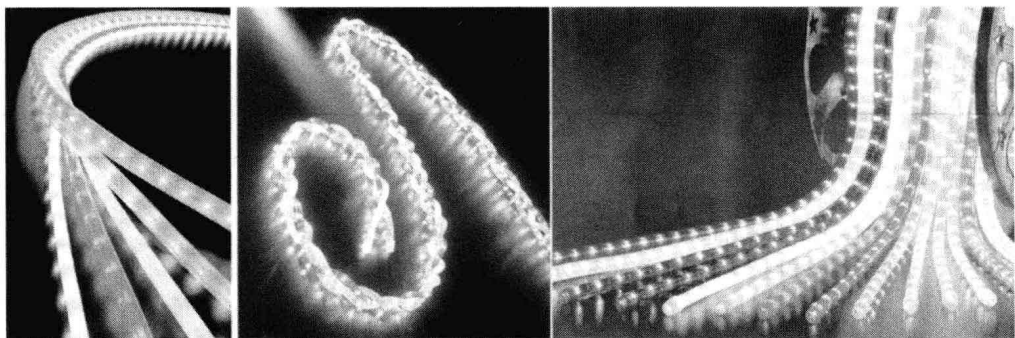


图 4—1—1 常见的几款彩灯画面

在实际生活中，应用彩灯进行装饰时，有些场合要求彩灯有多种运行方式可供选择。由于在 PLC 指令系统中设置了一些功能指令，因而用 PLC 进行彩灯控制显得尤为方便。本次任务的主要内容是通过移位、数据传送等简单的功能指令实现彩灯追灯的控制。

任务内容及要求：现有 HL1 ~ HL8 共 8 盏霓虹灯，当按下启动按钮后，系统开始工作，工作方式如下：

- (1) 按下启动按钮后，霓虹灯 HL1 ~ HL8 以正序（从左到右）每隔 1 s 依次点亮。
- (2) 当第八盏霓虹灯 HL8 点亮后，再反向逆序（从右到左）每隔 1 s 依次点亮。
- (3) 当第一盏霓虹灯 HL1 再次点亮后，重复循环上述过程。
- (4) 当按下停止按钮后，霓虹灯控制系统停止工作。



任务准备

实施本任务所需要的实训设备及工具材料见表 4—1—1。

表 4—1—1

实训设备及工具材料

序号	分类	名称	型号规格	数量	单位	备注
1	工具	电工常用工具		1	套	
2	仪表	万用表	MF47 型	1	块	

续表

序号	分类	名称	型号规格	数量	单位	备注
3	设备 器材	编程计算机		1	台	
4		接口单元		1	套	
5		通信电缆		1	条	
6		可编程序控制器	FX2N-48MR	1	台	
7		安装配电盘	600 mm×900 mm	1	块	
8		导轨	C45	0.3	m	
9		空气断路器	Multi9 C65N D20	1	只	
10		熔断器	RT28-32	6	只	
11		按钮	LA10-2H	1	只	
12		指示灯		8	只	
13		端子	D-20	20	只	
14	消耗 材料	铜塑线	BV1/1.37 mm ²	10	m	主电路
15		铜塑线	BV1/1.13 mm ²	15	m	控制电路
16		软线	BVR7/0.75 mm ²	10	m	
17		紧固件	M4×20 螺杆	若干	只	
18			M4×12 螺杆	若干	只	
19			φ4 mm 平垫圈	若干	只	
20			φ4 mm 弹簧垫圈及 M4 螺母	若干	只	
21		号码管		若干	m	
22		号码笔		1	支	



任务分析

通过对上述控制要求的分析可知,八盏霓虹灯依次点亮的控制可用基本指令编写,但是由于程序步数较长,编写过于烦琐。本任务主要介绍一种通过移位及传送功能指令控制的步数简短的8盏霓虹灯控制系统。



相关知识

一、位元件、字元件和位组合元件

在前面任务中所介绍的输入继电器 X、输出继电器 Y、辅助继电器 M 以及状态继电器 S 等编程元件在 PLC 内部反映的是“位”的变化,主要用于开关量信息的传递、变换及逻辑

处理,称为位元件。而在 PLC 内部,由于功能指令的引入,需要进行大量的数据处理,因而需要设置大量用于存储数值的软元件,这些元件大多以存储器字节或者字为存储单位,所以将这些能处理数值数据的元件统称为字元件。

位组合元件是一种字元件。在 PLC 中,人们常希望能直接使用十进制数据。为此,FX 系列 PLC 中使用 4 位 BCD 码表示一位十进制数据,由此产生了位组合元件,它将 4 位位元件成组使用。位组合元件在输入继电器、输出继电器及辅助继电器中都有使用。位组合元件的表达方式为 K_nX 、 K_nY 、 K_nM 、 K_nS 等形式,式中 K_n 指有 n 组这样的数据。如 K_nX000 表示位组合元件是由从 $X000$ 开始的 n 组位元件组合。若 n 为 1,则 $K1X000$ 是指 $X003$ 、 $X002$ 、 $X001$ 、 $X000$ 四位输入继电器组合;若 n 为 2,则 $K2X000$ 是指 $X007 \sim X000$ 八位输入继电器组合;若 n 为 4,则 $K4X000$ 是指 $X017 \sim X010$ 、 $X007 \sim X000$ 十六位输入继电器组合。

二、数据寄存器 (D)

数据寄存器 (D) 是用来存储数值数据的字元件,其数值可以通过功能指令、数据存取单元 (显示器) 及编程装置读出与写入。FX 系列 PLC 的数据寄存器容量为双字节 (16 位),而且最高位为符号位,也可以把两个寄存器合并起来存放一个四字节 (32 位) 的数据,最高位仍为符号位。最高位为 0,表示正数;最高位为 1,表示负数。

FX 系列 PLC 的数据寄存器分为以下四类:

1. 通用型数据寄存器 (D0 ~ D199, 共 200 点)

存放在该类数据寄存器中的数据,只要不写入其他数据,其内容保持不变。它具有易失性,当 PLC 由运行状态 (RUN) 转为停止状态 (STOP) 时,该类数据寄存器的数据均为 0。当特殊辅助继电器 $M8033$ 置 1 时,PLC 由运行状态 (RUN) 转为停止状态 (STOP),数据可以保持。

2. 失电保持型 (掉电保持型) 数据寄存器 (D200 ~ D511, 共 312 点)

失电保持型数据寄存器与通用型数据寄存器一样,除非改写,否则原有数据不会变化。它与通用型数据寄存器不同的是,无论电源是否掉电,PLC 运行与否,其内容不会变化,除非向其中写入新的数据。需要注意的是当两台 PLC 做点对点的通信时, $D490 \sim D509$ 用做通信。

3. 特殊型数据寄存器 (D8000 ~ D8255, 共 256 点)

这些数据寄存器供监控 PLC 中各种元件的运行方式之用。其内容在电源接通时写入初始值 (先全部清 0,然后由系统 ROM 安排写入初始值)。例如, $D8000$ 所存警戒监视时钟的时间由系统 ROM 设定。若要改变时,用传送指令将目的时间送入 $D8000$ 。该值在 PLC 由运行状态 (RUN) 转为停止状态 (STOP) 时保持不变。没有定义的数据寄存器请用户不要使用。

4. 文件数据寄存器 (D1000 ~ D2999, 共 2000 点)

文件数据寄存器实际上是一类专用数据寄存器,用于存储大量的数据,例如采集数据、统计计算数据、多组控制参数等。其数值由 CPU 的监视软件决定,但可通过扩充存储器的方法加以扩充。

文件数据寄存器占用用户程序存储器 (EPROM、E²PROM) 的一个存储区,以 500 点为

一个单位，最多可在参数设置时设置 2000 点，用编程器可进行写入操作。

三、功能指令简介

PLC 的功能指令或称应用指令，是指在完成基本逻辑控制、定时控制、顺序控制的基础上，PLC 制造商为满足用户不断提出的一些特殊控制要求而开发的指令，如程序控制类指令、数据处理类指令、特种功能类指令、外部设备类指令等。

1. 功能指令与基本指令的比较

与基本指令不同，功能指令不是表达梯形图符号间的相互关系，而是直接表达指令的功能。FX 系列 PLC 在梯形图中使用功能框（中括号）表示功能指令。图 4—1—2a 所示是功能指令梯形图示例。图中 M8002 的常开触点是功能指令的执行条件（工作条件），其后的方框（中括号）即为功能框。功能框中分栏表示指令的名称、相关数据或数据的存储地址。这种表达方式的优点是直观、易懂。图 4—1—2a 中指令的功能是：当 M8002 接通时，十进制常数 10 被送到输出继电器 Y000 ~ Y003 中去（传送时 K10 自动作二进制变换），相当于如图 4—1—2b 所示的用基本指令实现的程序。可见，完成同样任务，用功能指令编写的程序要简练得多。

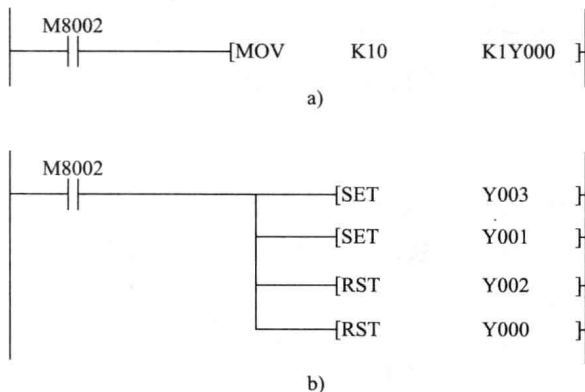


图 4—1—2 用功能指令与基本指令实现同一任务的比较

a) 功能指令 b) 基本指令

2. 功能指令的组成要素和格式

(1) 编号

功能指令用编号 FNC00 ~ FNC294 表示，并给出对应的助记符。例如 FNC12 的助记符是 MOV（传送），FNC45 的助记符是 MEAN（求平均数）。使用简易编程器时应键入编号，如 FNC12、FNC45 等；使用编程软件时应键入助记符，如 MOV、MEAN 等。

(2) 助记符

指令名称用助记符表示，功能指令的助记符为该指令的英文缩写词。如传送指令“MOVE”简写为 MOV，加法指令“ADDITION”简写为 ADD，采用这种方式便于用户了解指令功能。如图 4—1—3 所示梯形图中的助记符 MOV、DMOVP，其中 DMOVP 中的“D”表示数据长度，“P”表示执行形式。

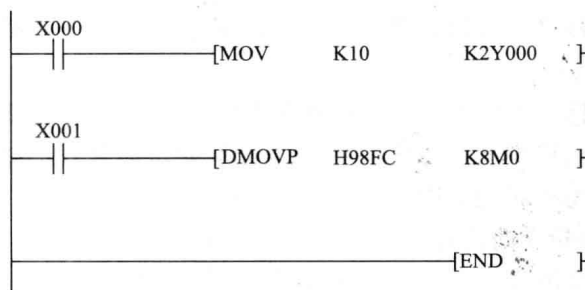


图 4—1—3 说明功能指令助记符的梯形图

(3) 数据长度

功能指令按处理数据的长度分为 16 位指令和 32 位指令。其中, 32 位指令在助记符前加“D”, 若助记符前无“D”则为 16 位指令。例如, MOV 是 16 位指令, DMOV 是 32 位指令。

(4) 执行形式

功能指令有脉冲执行型和连续执行型两种形式。在指令助记符后标有“P”的为脉冲执行型, 无“P”的为连续执行型。例如: MOV 是连续执行型 16 位指令, MOVP 为脉冲执行型 16 位指令, 而 DMOVP 为脉冲执行型 32 位指令。脉冲执行型指令在执行条件满足时仅执行一个扫描周期, 这点对数据处理有很重要的意义。例如: 一条加法指令在脉冲执行时, 只将加数和被加数做一次加法运算。而连续执行型加法运算指令在执行条件满足时, 每一个扫描周期都要相加一次。

(5) 操作数

操作数是指功能指令涉及或产生的数据。有的功能指令没有操作数, 大多数功能指令有 1~4 个操作数。操作数分为源操作数、目标操作数及其他操作数。

1) 源操作数。源操作数是指令执行后不改变其内容的操作数, 用 S 表示。

2) 目标操作数。目标操作数是指令执行后改变其内容的操作数, 用 D 表示。

3) 其他操作数。m 与 n 表示其他操作数。其他操作数常用来表示常数或者对源操作数和目标操作数作出补充说明。表示常数时, K 为十进制常数, H 为十六进制常数。某种操作数为多个时, 可用数码区别, 如 S1、S2。

操作数从根本上来说, 是参加运算数据的地址。地址是依元件的类型分布在存储区中的。由于不同指令对参与操作的元件类型有一定限制, 因此, 操作数的取值就有一定的范围。正确地选取操作数类型, 对正确使用指令有很重要的意义。

功能指令的格式如图 4—1—4 所示。

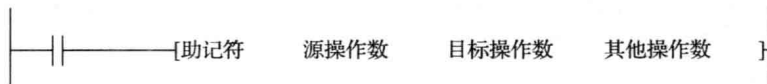


图 4—1—4 功能指令的格式

四、传送指令 (MOV)

1. 指令的助记符及功能

数据传送指令的助记符及功能见表 4—1—2。

表 4—1—2 数据传送指令的助记符及功能

助记符	功能	操作数		程序步数
		(S.)	(D.)	
MOV (FNC12)	将一个存储单元的数据存到另一个存储单元	K、H、KnX、KnY、KnM、KnS、T、C、D、V、Z	KnY、KnM、KnS、T、C、D、V、Z	MOV (P), 5 步 DMOV (P), 9 步

2. 指令的使用方法

传送指令的使用方法如图 4—1—5 所示。

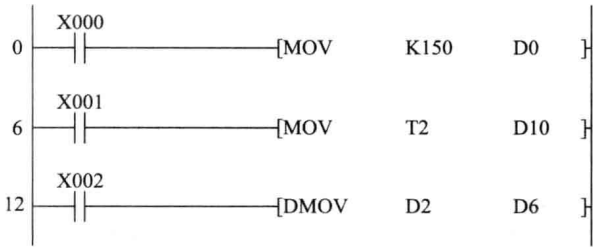


图 4—1—5 MOV 指令的用法

指令使用说明如下：

(1) 在图 4—1—5 中，当 X000 闭合时，将源 K150 传送到目标 D0；当 X001 闭合时，将 T2 的当前值传送到 D10。传送时，K150 自动作二进制变换。

(2) 当 32 位传送时，用 DMOV 指令，源为 (D3) D2，目标为 (D7) D6。D3、D7 自动被占用。

3. 编程实例

(1) 编程实例一

如图 4—1—6 所示，当 X000 = OFF 时，MOV 指令不执行，D1 中的内容保持不变；当 X000 = ON 时，MOV 指令将 K50 传送到 D1 中去。



图 4—1—6 MOV 指令编程实例一

(2) 编程实例二

定时器、计数器设定值也可以由 MOV 间接指定，如图 4—1—7 所示，T0 的设定值为 50。

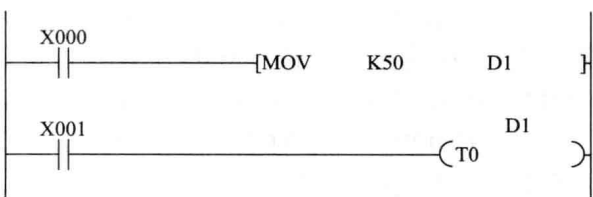


图 4—1—7 MOV 指令编程实例二

(3) 编程实例三

如图 4—1—8 所示, 梯形图读出了定时器、计数器的当前值。当 $X000 = ON$ 时, $T0$ 的当前值被读到了 $D1$ 中。



图 4—1—8 MOV 指令编程实例三

(4) 编程实例四

如图 4—1—9a 所示的基本指令编程程序可用如图 4—1—9b 所示的 MOV 指令编程来完成。

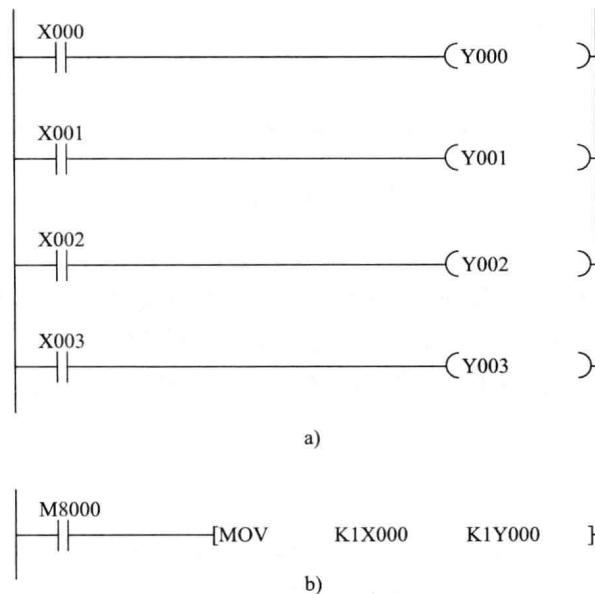


图 4—1—9 MOV 指令编程实例四

a) 用基本指令实现编程 b) 用 MOV 指令实现编程

(5) 编程实例五

使用传送指令编写本教材上册课题二任务 3 的三相异步电动机 Y— Δ 降压启动控制程序。

图 4—1—10 所示为用 MOV 指令编写的课题二任务 3 的三相异步电动机 Y— Δ 降压启动控制的梯形图。图中的 $X001$ 为启动按钮, $X000$ 为停止按钮。当 $X001$ 闭合时, 将 $K5$ 送到 $K1Y000$, 则 $Y000$ 、 $Y002$ 得电, 三相异步电动机为 Y 启动。延时 5 s 后, 将 $Y002$ 复位, 同时将 $K3$ 送到 $K1Y000$, 于是 $Y000$ 、 $Y001$ 得电, 三相异步电动机为 Δ 运行。需要停止时, 只要按下 $X000$, 将 $K0$ 送到 $K1Y000$, 则 $Y000$ 、 $Y001$ 失电, 三相异步电动机停止运行。

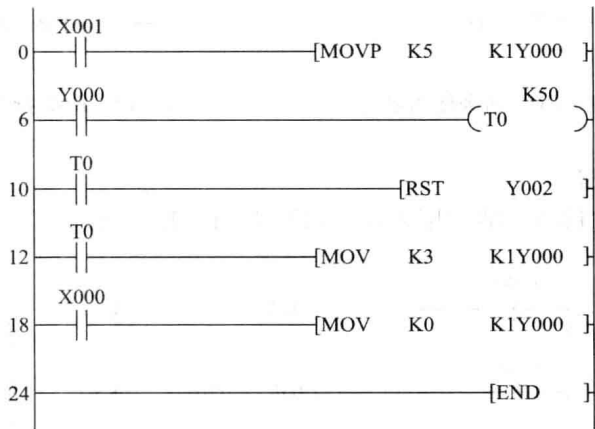


图 4—1—10 用 MOV 指令实现的 Y—△降压启动程序



提示

采用功能指令编程要比采用基本指令进行编程优越得多，具体表现为采用功能指令进行编程除了具有表达方式直观、易懂的优点外，完成同样的任务，用功能指令编写的程序要简练得多。

五、循环及移位指令

循环及移位指令包括循环右移，循环左移，带进位右移、左移，位右移，位左移，字右移，字左移等指令。在此只介绍与本任务有关的循环右移（ROR）和循环左移（ROL）两种指令。

1. 指令的助记符及功能

循环右移和循环左移指令的助记符及功能见表 4—1—3。

表 4—1—3 循环移位指令的助记符及功能

助记符	功能	操作数		程序步数
		(D.)	n	
ROR (FNC30)	将目标元件的位循环右移 n 次	K_nX 、 K_nY 、 K_nM 、 K_nS 、 T 、 C 、 D 、 V 、 Z	K、H 16 位 $n \leq 16$ 32 位 $n \leq 32$	ROR (P)：5 步 DROR (P)：9 步
ROL (FNC31)	将目标元件的位循环左移 n 次	K_nX 、 K_nY 、 K_nM 、 K_nS 、 T 、 C 、 D 、 V 、 Z		ROL (P)：5 步 DROL (P)：9 步

2. 指令的使用格式

循环右移和循环左移指令的使用格式分别如图 4—1—11 和图 4—1—12 所示。

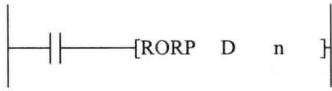


图 4—1—11 ROR 指令使用格式

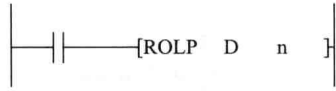


图 4—1—12 ROL 指令使用格式

3. 指令的使用方法

循环右移和循环左移指令的使用方法,如图 4—1—13 所示。

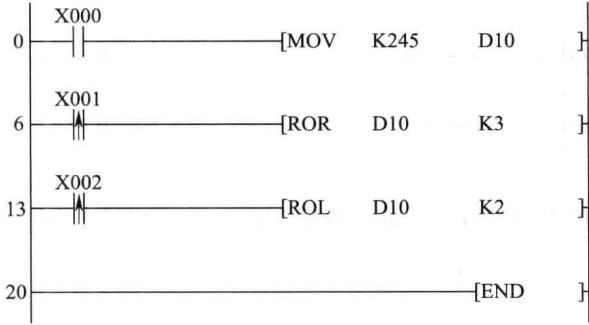


图 4—1—13 循环右移和循环左移指令的使用

指令使用说明如下:

(1) 每执行一次 ROR 指令,目标元件中的位循环右移 n 位,最终从低位被移出的位同时存入进位标志 M8022 中。

(2) 每执行一次 ROL 指令,目标元件中的位循环左移 n 位,最终从低位被移出的位同时存入进位标志 M8022 中。

(3) 执行图 4—1—13 时,若 X000 闭合, D10 的值为 245。图 4—1—14 所示为运行情况,在图 4—1—14a 中,当 X001 闭合 1 次,执行 ROR 指令 1 次, D10 右移 3 位,此时 D10 = 546,同时进位标志 M8022 为“1”。在图 4—1—14b 中,当 X002 闭合 1 次时,执行 ROL 指令 1 次, D10 的各位左移 2 位,此时 D10 = 980,同时进位标志 M8022 为“0”。

(4) 在指定位软元件场合,只有 K4 (16 位) 或 K8 (32 位) 才有效,例如 K4Y10、K8M0 有效,而 K1Y0、K2M0 无效。

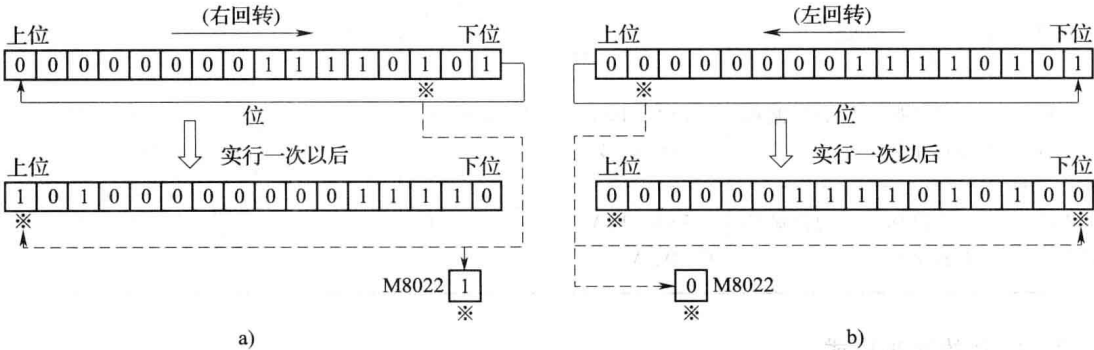


图 4—1—14 梯形图的执行情况