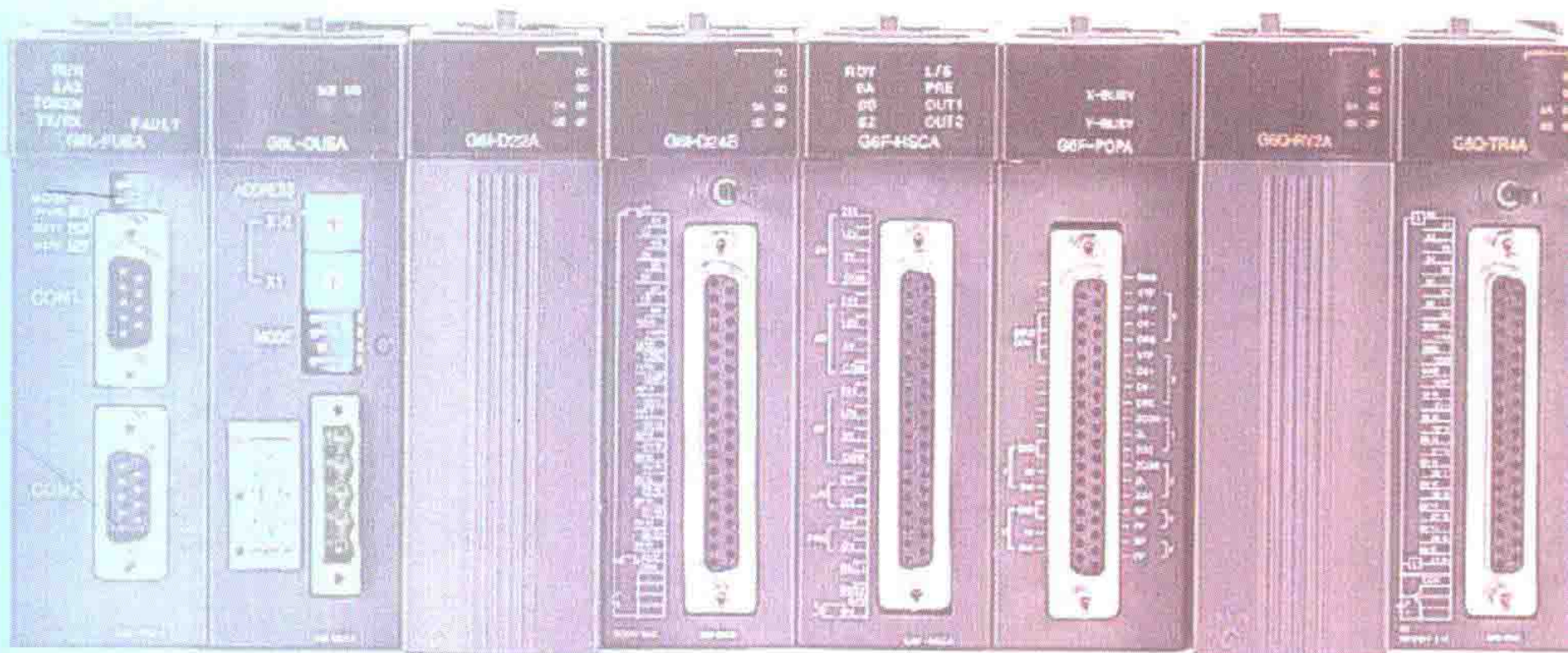


刘 刚 □ 主编

PLC 应用技术

P L C Y I N G Y O N G J I S H U



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 应用技术/刘刚主编. —北京: 知识产权出版社, 2016. 4

ISBN 978-7-5130-4132-4

I. ①P… II. ①刘… III. ①PLC 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 069342 号

内容简介

随着电气自动化技术的不断发展, 电气设备的应用日益广泛, 各行各业中都有大量的电气设备用 PLC 控制, 为使学生对传统电气控制元器件的功能、使用和基本控制概念的理解有进一步提高, 从而提高学生对现代智能化控制概念的认识, “PLC 应用技术”课程的学习和掌握在电气控制类专业中必不可少。本书在编写时尽量体现“做中教, 做中学”的特点, 并以职业学校学生的认知规律为核心组织内容, 力求突破学科体系, 以实际工作任务来组织教学活动。本书参照相应职业资格标准, 遵循国家相应标准规范, 使学生适应将来的工作岗位; 紧扣国家职业技能大赛内容, 并以大赛装备 YL-163A 电动机装配与运行检测实训考核装置为载体, 采取完成具体工作任务的方式组织教学, 有利于学生循序渐进, 逐步掌握该项专业技能。

本书可作为中职中专电气控制及相关专业的教材, 也可作为高职高专电气控制类及相关专业的学习实训教程, 亦可供相关技术人员参考。

责任编辑: 张雪梅

装帧设计: 睿思视界

责任校对: 董志英

责任出版: 刘译文

PLC 应用技术

刘刚 主编

出版发行: 知识产权出版社有限责任公司

社 址: 北京市海淀区西外太平庄 55 号

责编电话: 010-82000860 转 8171

发行电话: 010-82000860 转 8101/8102

印 刷: 北京富生印刷厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16

版 次: 2016 年 4 月第 1 版

字 数: 165 千字

ISBN 978-7-5130-4132-4

网 址: <http://www.ipph.cn>

邮 编: 100081

责编邮箱: 410746564@qq.com

发行传真: 010-82000893/82005070/82000270

经 销: 各大网上书店、新华书店及相关专业书店

印 张: 6.25 插页 8

印 次: 2016 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 25.00 元

出版版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

前 言

随着职业教育的不断发展,教学方式的改进也在如火如荼地进行着。目前职业教育中比较流行的就是以行动为导向的项目教学。它的核心是以学生为中心来组织教学,也就是学生是教学的中心,教师是学习过程的组织者与协调人,遵循“资讯、计划、决策、实施、检查、评估”这一完整的“行动”过程序列,在教学中师生互动,让学生在自已“动手”的实践中掌握职业技能、学得专业知识,从而构建属于自己的经验和知识体系。

在项目教学过程中,老师做的工作是:

- (1) 提出项目理念。
- (2) 将计划进行的项目纳入课程。
- (3) 组织好项目进行所必需的空间上的、技术上的和时间上的前提要件。
- (4) 将培训学员引入到项目中去。
- (5) 主持掌控学生的项目完成情况。
- (6) 对结果和工作方式进行评定,作为对培训学员自我评定的补充。

在项目教学法过程中学生改变了原来被动接受的态度,他们必须积极参与进来,获得不同的能力,同时也要将这些能力投入到实践运用当中,他们要完成:

- (1) 项目工作的计划。
- (2) 工作流程的划分。
- (3) 信息和材料的获取。
- (4) 工作和任务分工的组织。
- (5) 工作进展和质量的自我检查。
- (6) 对结果、工作方式和经验的自我评定。

本书所介绍的几个 PLC 应用技术的实训项目都是以项目教学法的方式进行组织的,如有不当,敬请指正。

本书适用于中职中专电气、机电、数控、电子及相关专业,也可用于高职电气及相关专业的 PLC 实训指导,还可作为职业技能大赛的参考用书,亦可供相关技术人员参考。

本书编写分工如下:刘刚负责全书编写工作的协调,资料的收集、汇总,同时完成项目 1、2、4~7 的编写;许红艳编写项目 3;张洪涛编写项目 8。另外,还有多名老师参与了资料的收集,教材的审读、勘误等工作,在此表示感谢!

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

目 录

项目 1 简单数码管显示控制	1
1.1 认识 PLC	2
1.2 常用基本指令	5
1.3 简单语句表指令介绍	7
1.4 ST40 的接线	8
1.5 数码管	8
1.6 项目实施过程	9
项目 2 抢答器控制	15
2.1 基本指令	16
2.2 项目实施过程	18
项目 3 用计数器的数码管显示控制	22
3.1 基本指令	23
3.2 项目实施过程	26
项目 4 电动机正反转控制	31
4.1 输入信号与 PLC 的连接	32
4.2 S7200 SMART 的类型及特点	35
4.3 项目实施过程	36
项目 5 交通信号灯的安裝控制	40
5.1 西门子 PLC 定时器指令	41
5.2 SM (特殊存储器)	44
5.3 时序法编程	44
5.4 项目实施过程	45
项目 6 彩灯控制	51
6.1 功能指令	52
6.2 停止按钮、限位开关和保护开关的接入	54
6.3 项目实施过程	56
项目 7 电动机变频调速控制	63
7.1 安川变频器介绍	64
7.2 项目实施过程	68

项目 8	无刷直流电动机驱动控制	73
8.1	无刷直流电动机简介	74
8.2	无刷直流电动机驱动器	75
8.3	项目实施过程	78
附录 1	××省职业技能大赛试题选编——通用机电设备安装	82
附录 2	全国职业技能大赛试题选编——电动机装配与运行检测	84



项目描述

本项目参照公司模式以承接项目的形式给定任务，学生按照任务要求设计电气原理图，在 YL-163A 设备上完成数码管显示的控制。



项目目标

知识目标

1. 了解 PLC 控制系统的概念，PLC 的定义、发展、分类。
2. 理解 PLC 的初始加载和与、或等基本指令。

能力目标

1. 会输入 PLC 的基本指令。
2. 会连接按钮开关与 PLC。
3. 会连接 PLC 与数码管。
4. 具有一定的计划能力、自我组织能力和社交能力。

教学空间

电教室 1 间；实训室 1 间，亚龙 YL-163A 型电动机装配与运行检测实训考核装置 10 套。



控制要求

控制板通电时，数码管无显示，按不同的按钮可以让其显示不同的数字，如按按钮 3，则七段数码管显示数字 3；放开按钮 3，数字消失；再按按钮 5，则七段数码管显示数字 5，如此显示数字 0~9。

工作任务

教师工作任务

1. 创设学习情境，概述本项目，有条件的可播放七段数码管多种显示效果的视频。
2. 与学生互动，交流有关七段数码管的信息。
3. 设计相关表格要求学生填写。
4. 监测、掌控小组进度。
5. 评价小组成果及小组成员能力。

小组工作任务

1. 了解七段数码管控制的应用场合和控制情况。
2. 列出七段数码管显示不同数字时各数码管的状态（至少 3 种）。
3. 与教师讨论小组的决定。在小组中准备一个简短的展示（幻灯片），包括下列主题：七段数码管控制要求；硬件电路图。
4. 阐述硬件连接方案及编程思路并阐释理由（口头）。
5. 写出 I/O 分配表。
6. 画出硬件连接线路图并安装连接。
7. 软件编程。
8. 仿真调试。
9. 系统调试。
10. 执行所计划的任务并记录完成情况。
11. 小组自评及互评。

依照完整的行动模式、以行动为导向的课堂设计来完成咨询、计划、决策、实施、检查/展示、评估的教学过程。

1.1 认识 PLC

1. PLC 简述

(1) PLC 的产生

为适应工业控制的需要，克服早期继电器控制系统体积大、可靠性差、查找故障困难、耗电多以及造成大量人力、物力的浪费等缺点，1969 年美国 DEC 公司生产出第一台 PLC。虽然它源于继电控制装置，但它不像继电装置那样，通过电路的物理过程

实现控制，而主要靠运行存储于 PLC 内存中的程序，进行入出信息变换，实现控制。

PLC 的定义：PLC 是可编程控制器的简称，是一种进行数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计，它采用可编程序的存储器，用来在其内部存储指令，以执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数以及算术运算等操作，并通过数字的或模拟的输入和输出，控制各类机械或生产过程。

(2) PLC 的优点

PLC 具有以下优点：可靠性高，灵活性强，编程简单，功能完善，通用性强，触点数量不受限制，体积小、重量轻。

(3) PLC 的应用和发展

1) PLC 的应用。最初，PLC 主要用于开关量的逻辑控制，随着 PLC 技术的进步，它的应用领域不断扩大。如今，PLC 不仅用于开关量控制，还用于模拟量及数字量的控制，可采集与存储数据，可对控制系统进行监控，还可联网、通信，实现大范围、跨地域的控制与管理。PLC 已日益成为工业控制装置家族中一个重要的角色。

①开关量控制。PLC 控制开关量的能力是很强的，所控制的 I/O 点数，从十几点到几千点，甚至几万点。由于它能通信联网，理论上点数几乎不受限制，不管多少点都能控制。用 PLC 进行开关量控制的行业也非常之多，冶金、机械、轻工、化工、纺织等，几乎所有工业行业都需要用到它。

②模拟量控制。如电流、电压、温度、压力等，它们的大小是连续变化的，工业生产中常常需要对这些物理量进行控制。PLC 如何去控制它们呢？很简单，用 A/D 变换器把模拟量转换成数字量（开关量）作为 PLC 的输入量，PLC 的输出用 D/A 变换器把数字量（开关量）转换成模拟量。

③数字控制技术。数控机床中加工部件的位移可由相应的传感器（如旋转编码器）或脉冲伺服装置（如环形分配器、功放、步进电动机）转换成脉冲，而 PLC 可接收计数脉冲，频率可高达几千到几十千赫兹。PLC 可用多种方式接收这种脉冲，还可多路接收。接收到这些脉冲信号后，经过换算，即可得到它的位移量。

④数据采集。随着 PLC 技术的发展，其数据存储区越来越大。这些庞大的数据存储区可以存储大量数据。而且 PLC 还可与计算机通信，由计算机把存储区的数据读出，并由计算机再对这些数据作处理。如学生公寓的用电管理就可采用这种形式，用以实时记录用户用电情况，达到合理用电与节约用电的目的。

⑤进行监控。利用 PLC 自检信号及内部器件的功能对 PLC 进行自身工作的监控，或对控制对象进行监控。

⑥联网、通信。PLC 联网、通信能力很强。可用一台计算机控制与管理多台 PLC，也可一台 PLC 与两台或更多的计算机通信，交换信息，以实现 PLC 控制系统的监控。PLC 与 PLC 之间也可通信，可一对一 PLC 通信，也可几个 PLC 通信。

事实上，PLC 早已广泛应用于工业生产的各个领域。从行业看，冶金、机械、化工、轻工、食品、建材等，几乎没有不用到它的。不仅工业生产用 PLC，一些非工业过程，如楼宇自动化、电梯控制也用到它。农业方面，大棚环境参数调控、水利灌溉也用到了 PLC。当然，PLC 能在上述范围有广泛的应用，是其自身特点决定的，也是

PLC 技术不断完善的结果。

2) PLC 的发展。随着技术的不断进步, PLC 的发展呈现规模点数越来越大, 通信功能增加, 不断出现新模块, 编程工具、语言不断提高且趋于简单化, 力图实现软、硬件的标准化等特点。

2. PLC 的结构及类型

(1) 结构组成

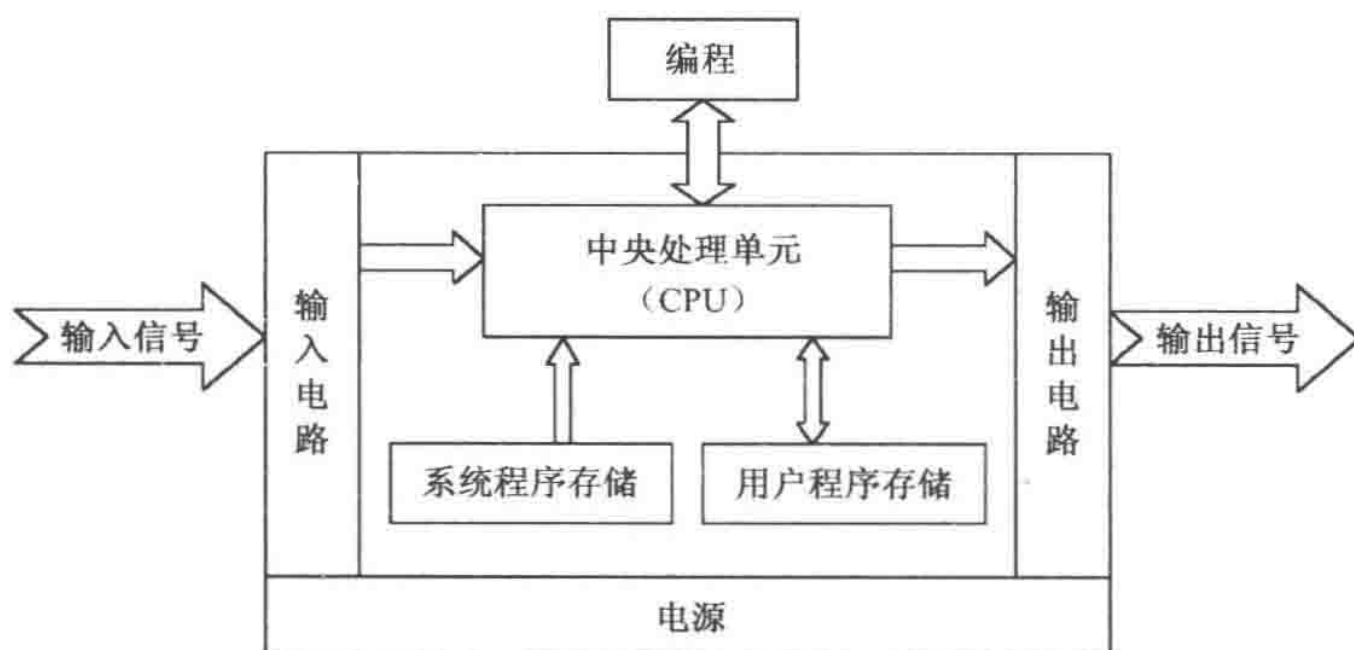
1) CPU。PLC 的硬件核心, PLC 的主要性能, 如速度、规模都由它的性能来体现。

2) 存储器。存储用户程序, 有的还为系统提供附加的工作内存。在结构上内存模块都是附加于 CPU 模块之中。

3) 电源部件。为 PLC 运行提供内部工作电源, 有的还可为输入信号提供电源。

4) 输入、输出部件。

5) 编程及接口。



(2) 类型 (控制规模)

1) 微型机, 其 I/O 仅几十点。如松下公司的 FP1 系列 PLC, 西门子的 Logo 仅 10 点。

2) 小型机, 其 I/O 可达 100 多点。如 OMRON 公司的 C60P 可达 148 点, CQM1 达 256 点。德国西门子公司的 S7-200 机可达 64 点。

3) 中型机, 其 I/O 可达近 500 点, 部分可达 1000 多点。如 OMRON 公司 C200H 机普通配置最多可达 700 多点, C200Ha 机则可达 1000 多点。德国西门子公司的 S7300 机最多可达 512 点。

4) 大型机, 其 I/O 一般在 1000 点以上。如 OMRON 公司的 C1000H、CV1000, 当地配置可达 1024 点, C2000H、CV2000 当地配置可达 2048 点。

5) 超大型机, 其 I/O 可达万点, 甚至几万点。如美国 GE 公司的 90-70 机, 其点数可达 24000 点, 另外还可有 8000 路的模拟量。再如美国莫迪康公司的 PC-E984-785 机, 其开关量总数为 32k (32768), 模拟量有 2048 路。

(3) 主要生产厂家

1) 德国西门子公司。它有 S5 系列的产品, 有 S5-95U、100U、115U、135U 及

155U, 其中 135U、155U 为大型机, 控制点数可达 6000 多点, 模拟量可达 300 多路。最近推出的 S7 系列机, 有 S7-200 (小型)、S7-300 (中型) 及 S7-400 (大型), 性能比 S5 大有提高。

2) 日本 OMRON 公司。

3) 美国 GE 公司、日本 FANAC 合资的 GE-FANAC 的 90-70 机。

4) 美国莫迪康公司 (施耐德) 的 984 机。

5) 美国 ROCKWELL-罗克韦尔公司生产的 A-B 系列 PLC。

6) 日本三菱公司的 PLC 是较早推广到我国来的, 其小型机 FI 前期在国内用得很多, 后又推出 FX 系列机, 性能有很大提高。

7) 日本日立公司生产的 PLC。

8) 日本松下公司生产的 PLC。FP1 系列为小型机, 结构是箱体式的, 尺寸紧凑; FP3 为模块式的, 控制规模较大, 工作速度也很快, 执行基本指令仅 $0.1\mu\text{s}$ 。此外还有 FP0、FP3、FPM 等。

9) 国内 PLC 厂家。其规模多数不大, 最有影响的是华光, 它生产多种型号与规格的 PLC, 如 SU、SG 等, 发展很快, 在价格上很有优势, 相信在世界 PLC 之林中一定有其位置。

(4) 可编程控制器的主要性能指标

其主要性能指标有运行速度、存储容量、I/O 点数、可支持的指令条数。

此外, PLC 还有很多具体的指标, 此处不一一详述。

1.2 常用基本指令

1. 初始加载、初始加载非和输出

```
LD    初始加载
LDN   初始加载非
=     输出
```

(1) 简述

LD: 以常开触点开始, 即读出该触点的状态作为当前的运算结果。

LDN: 以常闭触点开始, 即读出该触点的状态取反后作为当前的运算结果。

=: 将当前运算结果输出到指定触点。

(2) 程序示例

梯形图程序如图 1-1 所示。

语句表程序如下:

```
LD    I0.0
=     Q0.0
LDN   I0.1
```

= Q0.1

(3) 示例说明

当输入 I0.0 为 ON，输出 Q0.0 为 ON；I0.0 为 OFF，Q0.0 为 OFF。
当输入 I0.1 为 ON，输出 Q0.1 为 OFF；I0.1 为 OFF，Q0.1 为 ON。

2. 与、与非

A 与
AN 与非

(1) 简述

A：串联常开触点，即把当前状态与该触点的状态相与。

AN：串联常闭触点，即把当前状态与该触点的状态取反后相与。

(2) 程序示例

梯形图程序如图 1-2 所示。

语句表程序如下：

```
LD    I0.0
A     I0.1
=     Q0.0
LD    I0.0
AN   I0.1
=     Q0.1
```

(3) 示例说明

当 I0.0 为 ON、I0.1 为 ON 时，Q0.0 为 ON。I0.0、I0.1 任意一个为 OFF 时，Q0.0 都为 OFF。

当 I0.0 为 ON、I0.1 为 OFF 时，Q0.1 为 ON。I0.0 为 OFF 或 I0.1 为 ON 时，Q0.1 都为 OFF。

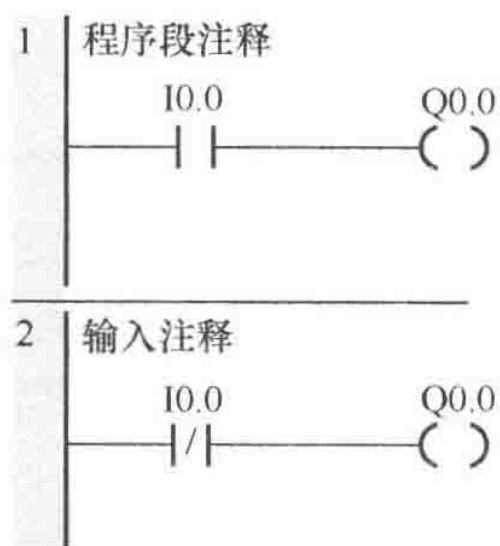


图 1-1 初始加载程序

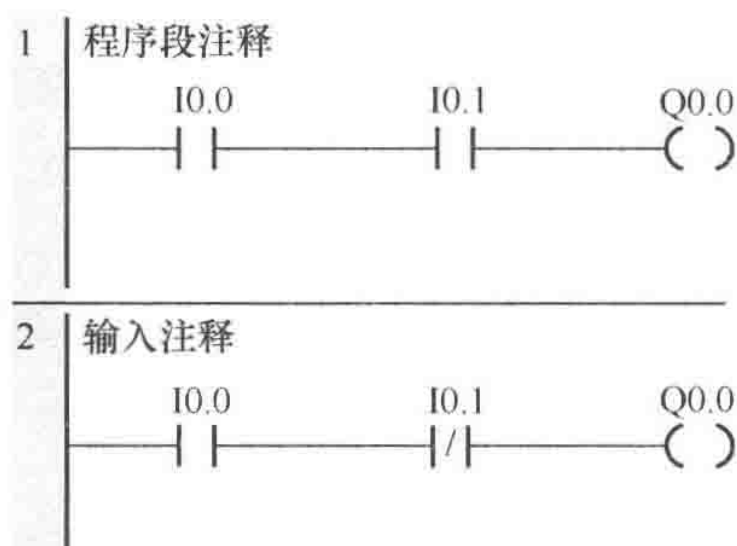


图 1-2 相与程序

3. 或、或非

O 或
ON 或非

(1) 简述

O: 并联常开触点, 即把当前状态与该触点的状态相或。

ON: 并联常闭触点, 即把当前状态与该触点的状态取反后相或。

(2) 程序示例

梯形图程序如图 1-3 所示。

语句表程序如下:

```

LD    I0.0
O     I0.1
=     Q0.0
LD    I0.0
ON    I0.1
=     Q0.1

```

(3) 示例说明

当 I0.0 为 OFF、I0.1 为 OFF 时, Q0.0 为 OFF。

I0.0、I0.1 任意一个为 ON 时, Q0.0 都为 ON。

当 I0.0 为 OFF、I0.1 为 ON 时, Q0.1 为 OFF。I0.0 为 ON 或 I0.1 为 OFF 时, Q0.1 都为 ON。

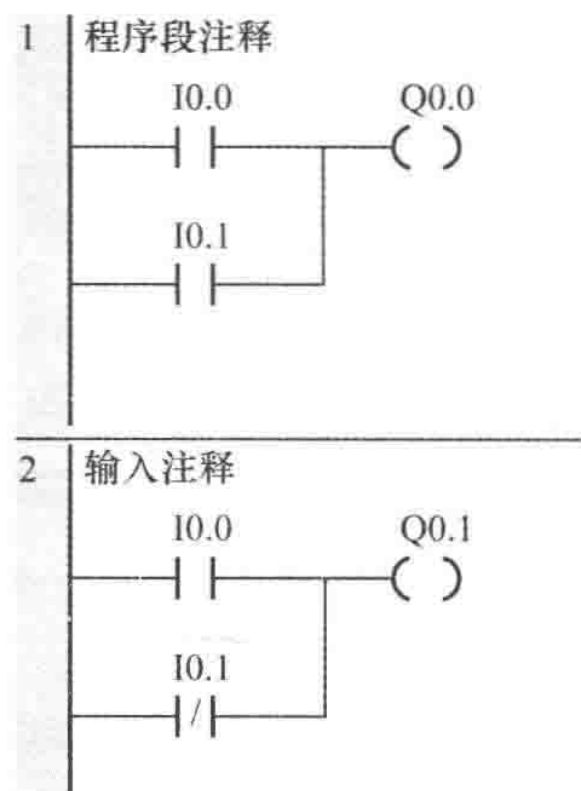


图 1-3 相或程序

1.3 简单语句表指令介绍

ALD: 与装载指令 (ALD), 对堆栈第一层和第二层中的值进行逻辑与运算, 结果装载到栈顶。执行 ALD 后, 栈深度减一。

OLD: 或装载指令 (OLD), 对堆栈第一层和第二层中的值进行逻辑或运算, 结果装载到栈顶。执行 OLD 后, 栈深度减一。

LPS: 逻辑进栈指令 (LPS), 复制堆栈顶值并将该值推入堆栈, 栈底值被推出并丢失。

LRD: 逻辑读栈指令 (LRD), 将堆栈第二层中的值复制到栈顶。此时不执行进栈或出栈, 但原来的栈顶值被复制值替代。

LPP: 逻辑出栈指令 (LPP), 将栈顶值弹出, 堆栈第二层中的值成为新的栈顶值。

LDSN: 装载堆栈指令 (LDS), 复制堆栈中的栈位 (N) 值, 并将该值置于栈顶, 栈底值被推出并丢失。

AENO: AENO 在 LAD/FBD 功能框 ENO 位的 STL 表示中使用。AENO 对 ENO 位和栈顶值执行逻辑与运算, 产生的效果与 LAD/FBD 功能框的 ENO 位相同。与操作的结果值成为新的栈顶值。

1.4 ST40 的接线

ST40 是晶体管输出，输入信号的连接和输出的连接需参考图 1-4。

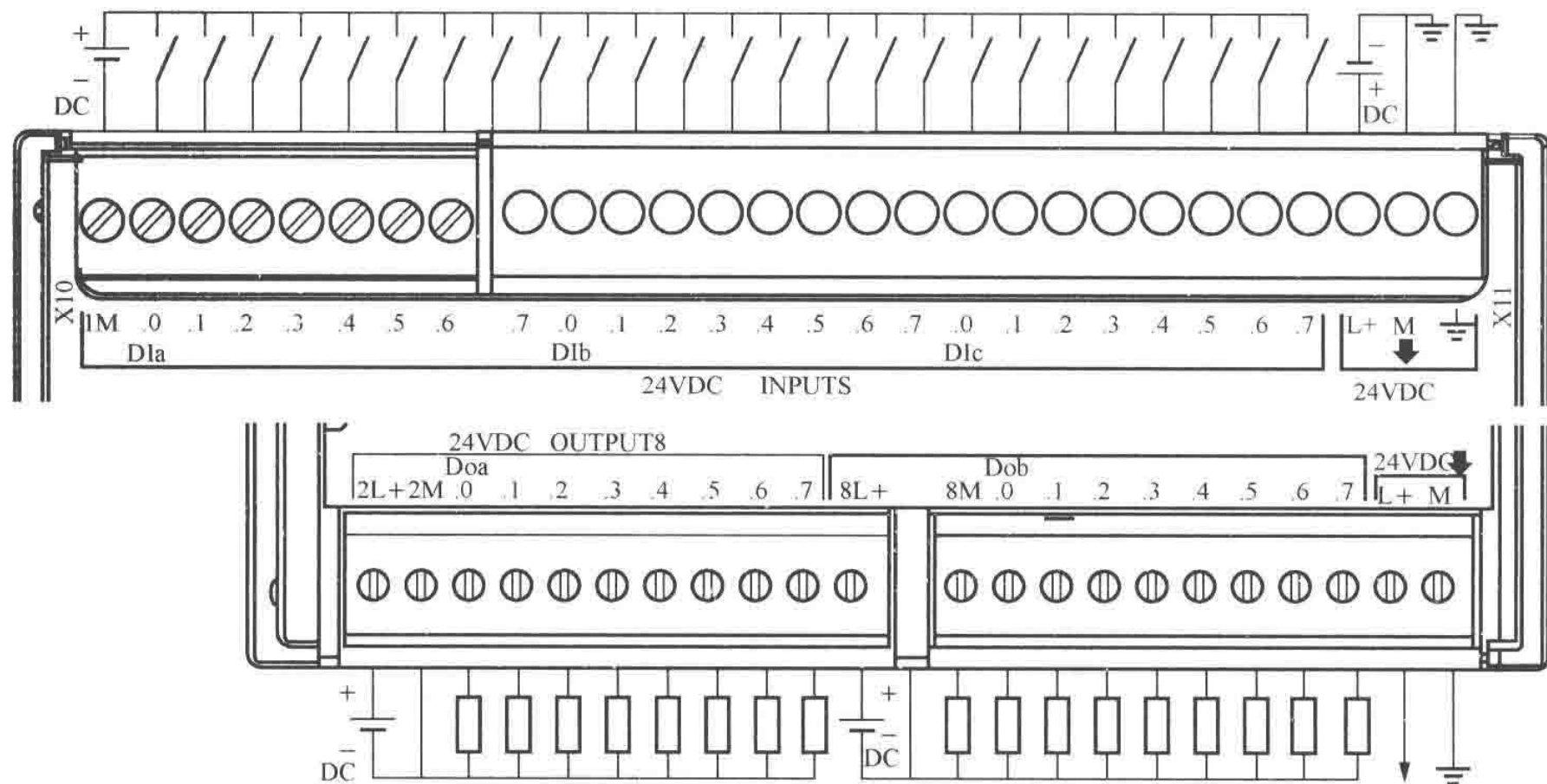


图 1-4 CPU ST40 的模块和信号板接线示意图

1.5 数码管

数码管实际上是由七个发光管组成的 8 字形构成的，加上小数点就是 8 个段。这些段分别由字母 A, B, C, D, E, F, G, DP 来表示，如图 1-5 所示。当数码管特定的段加上电压后，这些特定的段就会发亮，形成我们眼睛看到的数码管字样。

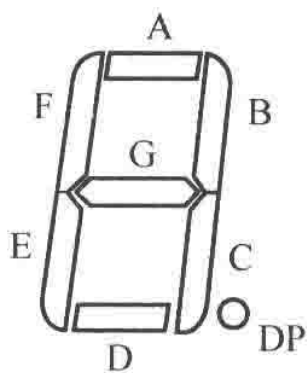


图 1-5 数码管

LED 数码管根据 LED 的接法不同分为共阴和共阳两类。共阴数码管的公共端接负极，其他端接高电平就可点亮，如接低电平则不亮。共阳数码管的公共端接正极，其他端接低电平就可点亮，如接高电平则不亮。表 1-1 所示为共阴数码管编码。

表 1-1 共阴数码管编码

显示	A	B	C	D	E	F	G
0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1	1	0
2	1	1	0	1	1	0	1
3	1	1	1	1	0	0	1

续表

显示	A	B	C	D	E	F	G
4	0	1	1	0	0	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1
6	1	0	1	1	1	1	1
7	1	1	1	0	0	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	0	1	1

1.6 项目实施过程

1. 列出 I/O 分配表

根据控制要求列出 I/O 分配表，见表 1-2。

表 1-2 I/O 分配表

输入	按钮名称	输出	控制功能
I0.0	按钮 0	Q0.0	数码管 A
I0.1	按钮 1	Q0.1	数码管 B
I0.2	按钮 2	Q0.2	数码管 C
I0.3	按钮 3	Q0.3	数码管 D
I0.4	按钮 4	Q0.4	数码管 E
I0.5	按钮 5	Q0.5	数码管 F
I0.6	按钮 6	Q0.6	数码管 G
I0.7	按钮 7		
I1.0	按钮 8		
I1.1	按钮 9		

2. 画电气原理图

根据控制要求设计并画出电气原理图。数码管控制电气原理图如图 1-6 所示。

注意：数码管控制板已接了限流电阻，图中未画出。

3. 准备工具、耗材和元器件

工具、耗材准备：剥线钳、压线钳、斜口钳、螺钉旋具、内六角、万用表、线槽、

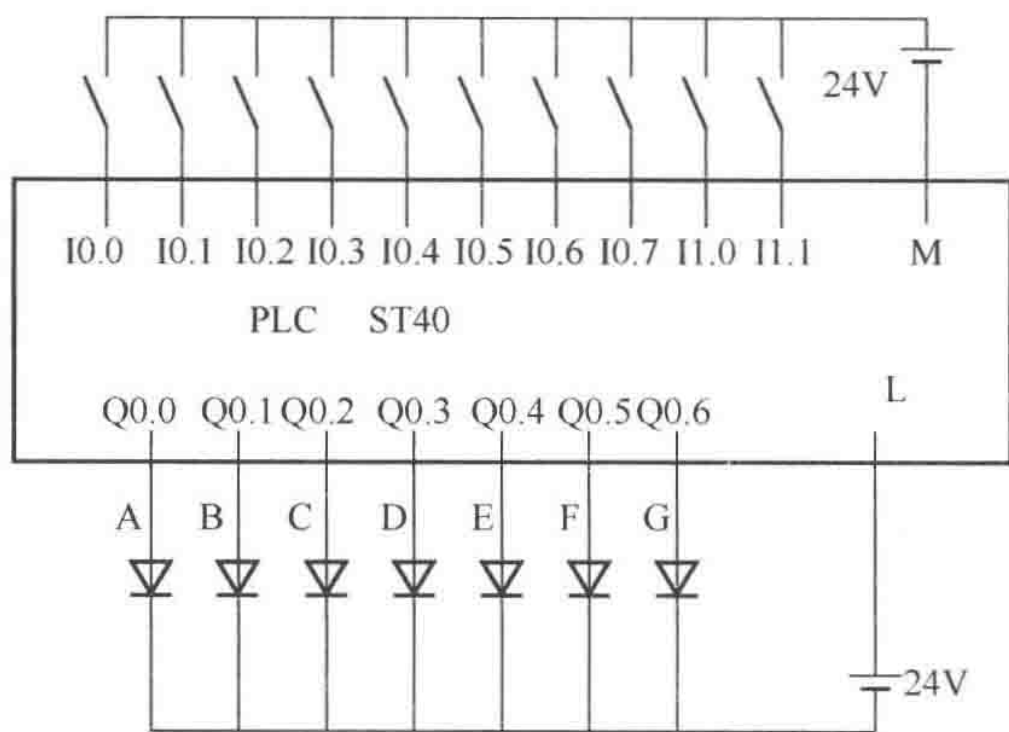


图 1-6 数码管控制电气原理图

5. 安装元器件

将各电气元器件摆放、安装在合适的位置。

6. 硬件连线

根据电气原理图完成硬件连线，并注意标准与规范。

1) 所连接的导线必须合理压接插针或 U 形插。

2) 所压接的插针、U 形插不得有漏铜现象。

3) 所连接的导线必须套有号码管，长度不少于 10mm；信号线可用标签纸作为线号书写平台。

4) 所连接导线必须进线槽（信号电缆可不进线槽）。

7. 编写程序

1) 由表 1-1 可知 Q0.0 即 A 在按下按钮 0、2、3、5、6、7、8、9 时输出高电平，对 Q0.0 编写梯形图程序，如图 1-7 所示。

语句表程序如下：

```

LD    I0.0
O     I0.2
O     I0.3
O     I0.5
O     I0.6
O     I0.7
O     I1.0
O     I1.1
=     Q0.0
    
```

捆扎带、各类导线若干。

1) 工具箱放于工作台上便于拿到的位置。

2) 将准备好的耗材摆放于工作台的合适位置。

3) 将 PLC、按钮开关、线槽、数码管控制板取出，放于工作台上。

4. 检测元器件

用万用表检测各按钮开关、数码管等器件。

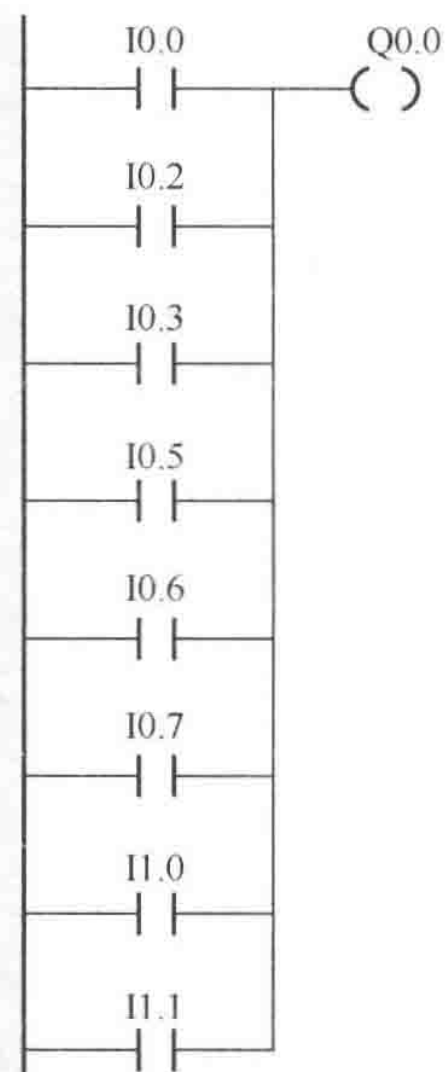


图 1-7 Q0.0 的逻辑

2) 由表 1-1 可知 Q0.1 即 B 在按下按钮 0、2、3、4、7、8、9 时输出高电平, 对 Q0.1 编写程序, 如图 1-8 所示。

语句表程序如下:

```
LD    I0.0
O     I0.2
O     I0.3
O     I0.4
O     I0.7
O     I1.0
O     I1.1
=     Q0.1
```

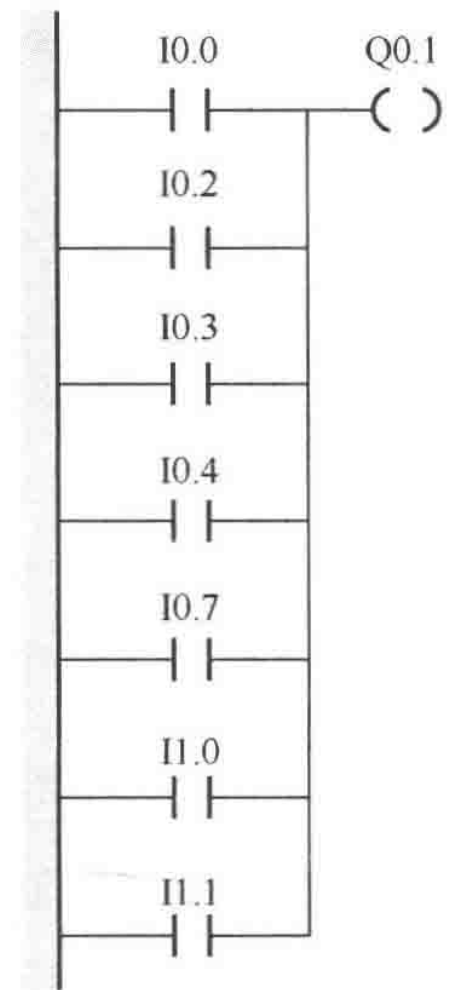


图 1-8 Q0.1 的逻辑

3) 由表 1-1 可知 Q0.2 即 C 在按下按钮 0、3、4、5、6、7、8、9 时输出高电平, 对 Q0.2 编写程序, 如图 1-9 所示。

语句表程序如下:

```
LD    I0.0
O     I0.3
O     I0.4
O     I0.5
O     I0.6
O     I0.7
O     I1.0
O     I1.1
=     Q0.2
```

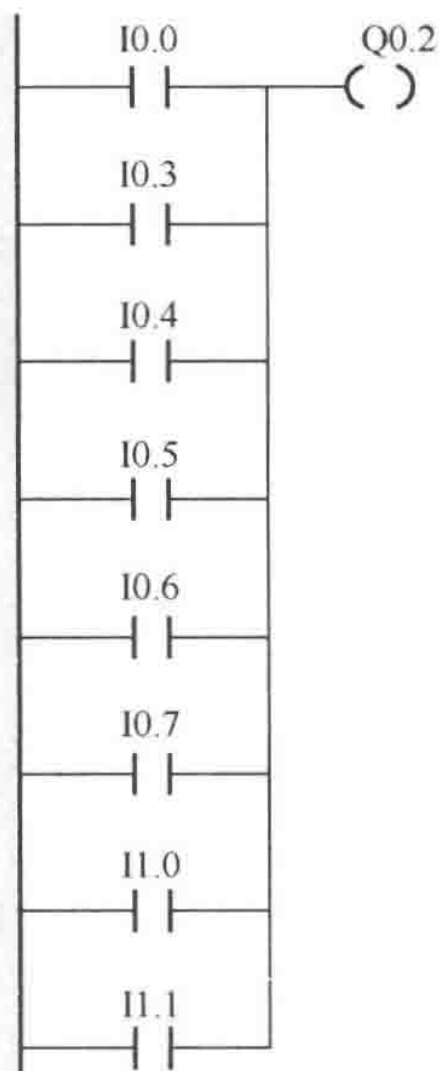


图 1-9 Q0.2 的逻辑

8、9 时输出高电平, 对 Q0.3 编写程序, 如图 1-10 所示。

语句表程序如下:

```
LD    I0.0
O     I0.2
O     I0.3
O     I0.5
O     I0.6
O     I1.0
O     I1.1
=     Q0.3
```

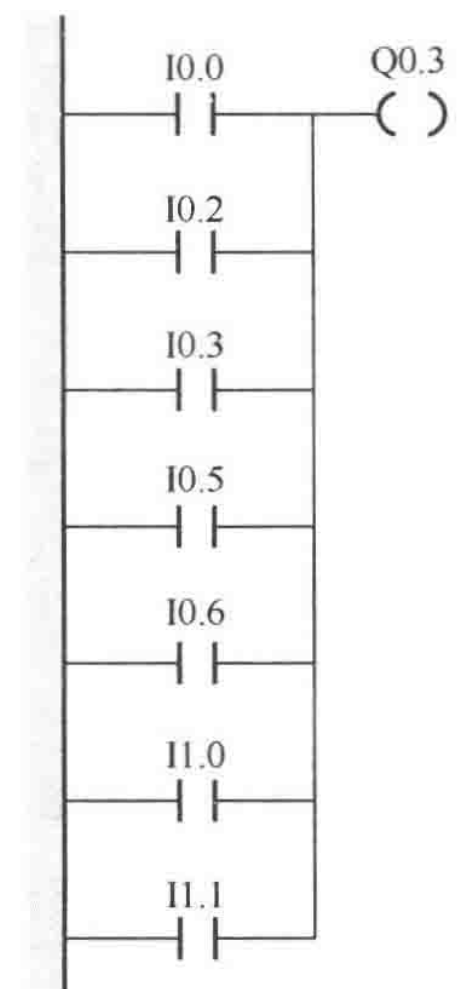


图 1-10 Q0.3 的逻辑

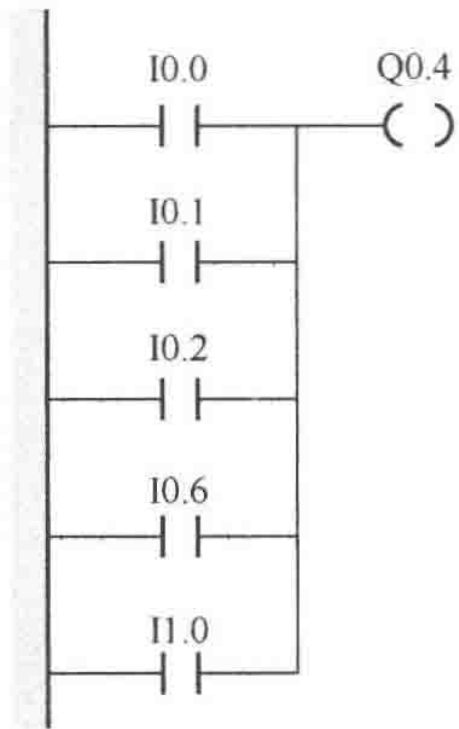


图 1-11 Q0.4 的逻辑

5) 由表 1-1 可知 Q0.4 即 E 在按下按钮 0、1、2、6、8 时输出高电平, 对 Q0.4 编写程序, 如图 1-11 所示。

语句表程序如下:

```
LD    I0.0
O     I0.1
O     I0.2
O     I0.6
O     I1.0
=     Q0.4
```

6) 由表 1-1 可知 Q0.5 即 F 在按下按钮 0、1、4、5、6、

8、9 时输出高电平, 对 Q0.5 编写程序, 如图 1-12 所示。

语句表程序如下:

```
LD    I0.0
O     I0.1
O     I0.4
O     I0.5
O     I0.6
O     I1.0
O     I1.1
=     Q0.5
```

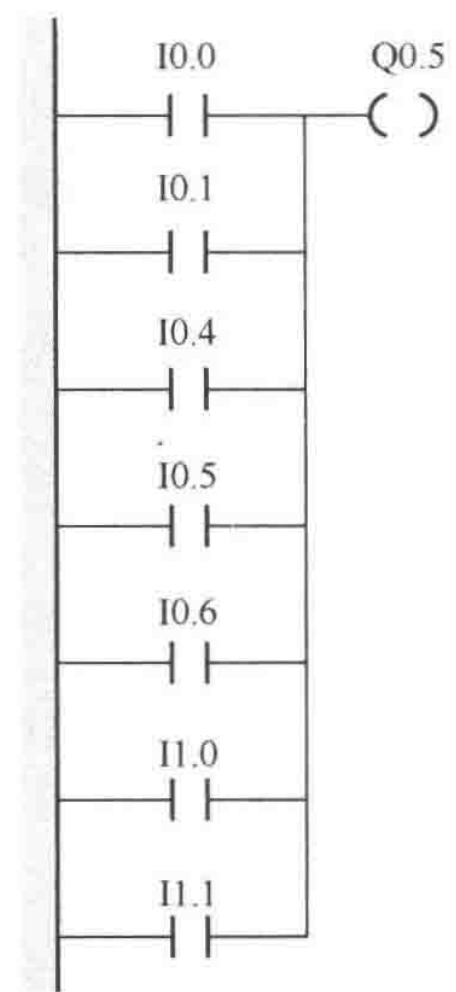


图 1-12 Q0.5 的逻辑

7) 由表 1-1 可知 Q0.6 即 G 在按下按钮 2、3、4、5、6、8、9 时输出高电平, 对 Q0.6 编写程序, 如图 1-13 所示。

语句表程序如下:

```
LD    I0.2
O     I0.3
O     I0.4
O     I0.5
O     I0.6
O     I1.0
O     I1.1
=     Q0.6
```

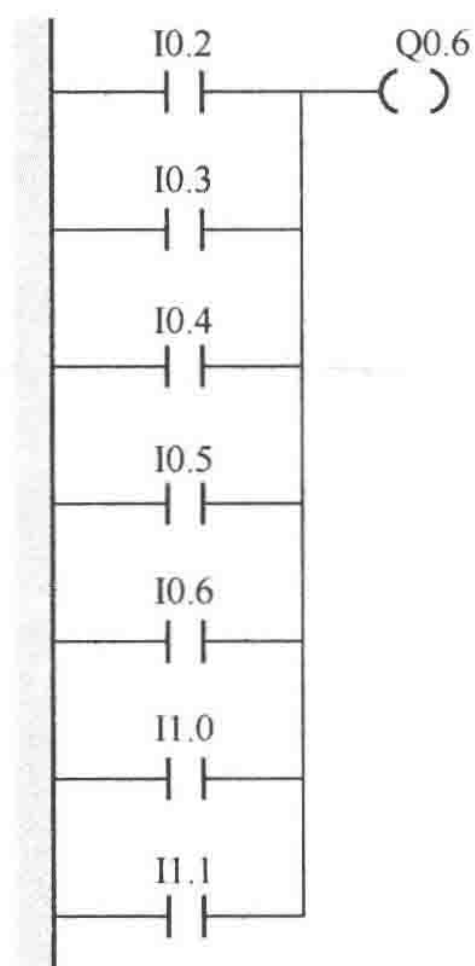


图 1-13 Q0.6 的逻辑