

基于 PLC 的位组合元件和功能指令 方法实现 LED 的数码管显示

蒲翠萍¹, 任 杰¹, 朱宗志²

(1. 昆明学院 自动控制与机械工程系, 云南 昆明 650118; 2. 浙江中控技术股份有限公司, 浙江 杭州 310035)

摘要:传统数显逻辑译码关系复杂, 而用 PLC 的位组合元件和 7 段译码功能指令方法来实现 LED 数显. 前一种方法将表示十进制数的 4 位 BCD 码的位元件成组使用, 形成位组合元件数显; 后一种方法用 7 段译码指令把指定元件的低 4 位对应的十六进制数译码后, 驱动数显. 这两种方法逻辑简单, 易于理解, 便于实现.

关键词:PLC; 位组合元件; 译码指令; 数显

中图分类号:TP202 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5639(2010)03-0093-04

PLC-Based Bit Combination of Components and Function Instruction Methods Achieve LED Digital Tube Display

PU Cui-ping¹, REN Jie¹, ZHU Zong-zhi²

(1. Auto Control and Mechanical Engineering Department, Kunming University, Yunnan Kunming 650118, China;

2. Zhejiang Supcon Technology Limited Company, Zhejiang Hangzhou 310035, China)

Abstract: As the complexity of the traditional digital logic decoding relationship, a PLC-bit combination components method and a seven-segment decoding function instruction method are proposed to display digital LED. The first method is used to display digital bit-combination components by group using four decimal BCD code. The second method is used to drive digital display via coding hexadecimal number of corresponding four low bit of certain component using seven-segment decoding instruction. The two methods are logically simple, understandable and achievable.

Key words: programmable logic controller; bit combination of components; decoding instruction; digital

用 PLC 控制 LED 直接进行数据显示, 可以降低成本, 使得数据显示直观^[1]. 传统数显有两种方法: 1) 由 PLC 编制程序进行译码, 来控制显示 a~g 段; 2) 利用译码组合电路产生 a~g 各段译码信号实现 LED 数码管显示. 前一种方法逻辑译码关系复杂, 后一种方法译码电路冗长, 都不利于显示的实现. 现提出利用 PLC 的位组合元件和功能指令两种方法来实现 LED 的数显, 思路简单, 容易理解, 编程便于实现.

1 LED 数码管结构与工作原理

LED 数码管由按照一定笔段的发光二极管组成, 它利用不同发光段组合方式显示不同的数码. LED 有共阴极和共阳极两种显示接线方式, 常见的 7 段数码管的结构图和共阴接法如图 1 所示.

在图 1 中, 当 a 端为正, COM 端为负时, 则 a 段为亮. 若要显示“1”, 那么 b, c 端为高电平, 其余 a, d, e, f, g 都为低电平即可. 共阴极和共阳极的 LED 数码管各笔段名和安排位置是相同的, 原理也相同, 即当发光二极管导通时, 相应的笔段发亮, 由发亮的

笔段组合成数字来显示数据.

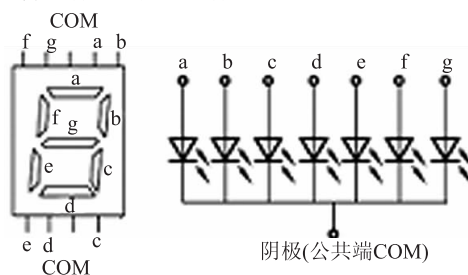


图1 7段LED数码管共阴接法

2 传统方法实现数显

2.1 PLC 编程译码数显

此方法是利用组合逻辑电路的设计思路, 根据逻辑功能列出真值表, 由真值表写出输出的逻辑表达式, 简化和变换逻辑表达式, 最后用 PLC 编程实现 a~g 段译码, 来控制显示 0~9. 7 段 LED 显示译码真值表如下表 1 所示.

收稿日期: 2010-03-04

基金项目: 昆明学院科学研究资助项目(2009C008)

作者简介: 蒲翠萍(1981—), 女, 新疆乌苏人, 讲师, 在读研究生, 主要从事自动控制研究.

表 1 7 段 LED 显示译码真值表

| M4 | M3 | M2 | M1 | M0 | 显示 | Y0(a) | Y1(b) | Y2(c) | Y3(d) | Y4(e) | Y5(f) | Y6(g) |
|----|----|----|----|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

注:M0~M4 为输入;Y0~Y6 为输出;分别代表 a~g 段笔画.

由真值表写出逻辑表达式并化简可得出 a~g 各段逻辑译码关系为:

$Y0(a) = \overline{M4}\overline{M0} + \overline{M3}M1 + M4M0 + M4\overline{M1}$

$Y1(b) = \overline{M4} + \overline{M1}$

$Y2(c) = M2 + \overline{M1}$

$Y3(d) = \overline{M4}\overline{M0} + \overline{M3}M1 + M4M1 + M3\overline{M2}$

$Y4(e) = \overline{M4}\overline{M0} + \overline{M2}M1 + M1\overline{M0} + M3\overline{M2}$

$Y5(f) = \overline{M4}\overline{M0} + M3M1 + M4\overline{M2}$

$Y6(g) = M1 + M4\overline{M2}$

由 PLC 编程实现(如图 2 所示).其中 M8013 是三菱 PLC 内部的秒脉冲,为数显提供秒脉冲;SFTL 是 PLC 的左移指令,来实现 M0~M4 的状态;Y0~Y6 的驱动是通过 PLC 编程的串并联来实现 a~g 各段的逻辑译码关系.

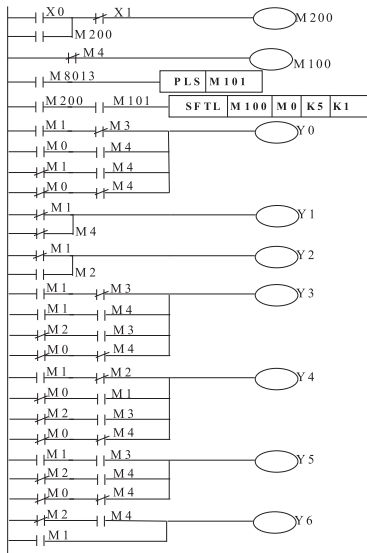


图2 PLC编程译码数显梯形图

图 2 所示程序中,将 M4 送至 M100,M100 再送至 M0,然后每隔 1 s 向左移 1 次,秒脉冲由 M8013 提供,且经微分指令 PLS 作用后,由 M101 去控制左移移位寄存器移位,来实现真值表中 M0~M4 的状态,从而控制数码管每隔 1 s 从 0~9 循环显示.

2.2 译码组合数显

此法的思路很简单,由于 LED 数码管的发光二极管导通时,相应的笔段发亮,根据此原理用 PLC 进行译码组合驱动 a~g 段笔划,以达到数显的目的.译码组合数显的真值表如表 2 所示.

表 2 7 段 LED 显示译码组合真值表

| 辅助继电器 | 显示 | Y0(a) | Y1(b) | Y2(c) | Y3(d) | Y4(e) | Y5(f) | Y6(g) |
|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| M0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| M1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| M3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| M4 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| M5 | 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| M6 | 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| M7 | 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M8 | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| M9 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |

译码组合编程如图 3 所示.

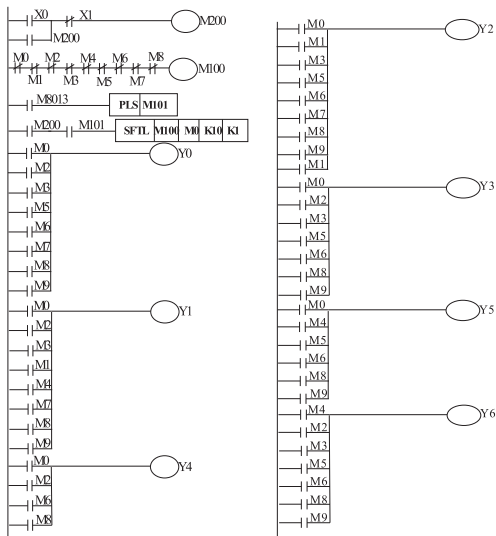


图3 译码组合数显程序

3 位组合元件和功能指令实现法

3.1 位组合元件数显

PLC 中的位元件用来表示开关量的状态,在可

编程控制器中,希望能直接使用十进制数据,FX_{2N}系列的PLC中使用4位BCD码表示1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^[2].位组合元件实际上是一种字元件,在输入继电器X,输出继电器Y及辅助继电器M中都有使用.位组合元件表达为KnX,KnY,KnM等形式,式中Kn指有n组这样的数据.如KnY0表示位组合元件是由从Y0开始的n组位元件组合,若n为1,则K1Y0指由Y3,Y2,Y1,Y0 4位输出继电器的组合;若n为2,则K2Y0是指Y7~Y0这8位输出继电器的组合.

PLC的输出点Y0~Y6分别接7段数码管的a~g,要显示数字只需要Y0~Y6有输出信号,即Y0~Y7字元件中Y0~Y6输出为1时才可.若显示1,则Y1,Y2为1,其它Y0,Y3,Y4,Y5,Y6都要为0,即 $1\times2^1+1\times2^2=6$,K6转换为二进制数正好满足要求;显示2,则Y6,Y4,Y3,Y1,Y0为1,Y2,Y5要为0,即 $1\times2^0+1\times2^1+1\times2^3+1\times2^4+1\times2^6=91$.以此类推得常数值表如表3所示.

表3 显示数字0~9的常数值表

| 常数值 | 显示 | Y0(a) | Y1(b) | Y2(c) | Y3(d) | Y4(e) | Y5(f) | Y6(g) |
|------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| K63 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| K6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K91 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| K79 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| K102 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| K109 | 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| K125 | 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| K7 | 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K127 | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| K111 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |

程序如图4所示,左移指令SFTL每秒移动1次,第1s使M0得电,把常数63用传送指令MOV送到指定的位组合元件中,点亮Y0~Y5,从而显示0;第2s使M1得电,把常数6送到位组合元件中,点亮Y1,Y2,从而显示1,依次类推,M0~M9循环得电,LED循环显示0~9.

3.2 PLC功能指令数显

PLC的一条基本逻辑指令只能完成一个特定的要求,而一条功能指令却能完成一系列的操作,相当于执行了一个子程序,所以功能指令的功能更强大,编程也更加精练.

三菱PLC中的SEGD指令为7段码译码指令,将源操作数指定的元件的低4位的十六进制数被译成可驱动7段码显示的译码信号,则十六进制数将被显示出来^[3].译码后的数据存储在目标软元件的低8位,其高8位不变,7段码点亮的位对应于目标元件低8位中被设置的位.十进制数字与7段显示电平 and 显示代码的逻辑关系如表4所示.

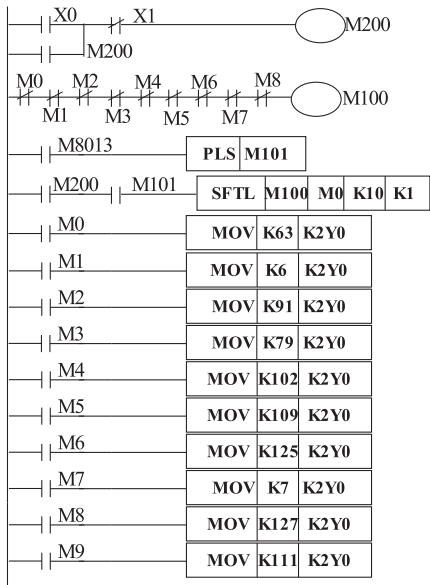


图4 位组合元件数显

表4 十进制数字与7段显示电平和显示代码逻辑关系

| 十进制数 | Y6(a) | Y5(b) | Y4(c) | Y3(d) | Y2(e) | Y1(f) | Y0(g) | 十六进制显示代码 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | H3F |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | H06 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | H5B |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | H4F |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | H66 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | H6D |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | H7D |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | H27 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | H7F |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | H6F |

功能指令实现数显如图5所示.程序中,INCP为二进制上升沿加一指令.加法指令是指驱动的上升沿时把目标元件的当前值加1.CMP为比较指令,将两个源操作数进行比较,结果送到目标操作数中,再将比较结果写入指定的相邻3个标志软组件中^[4].M8000为触点利用型特殊辅助继电器,当PLC上电后,M8000就一直得电,其常开触点一直接通.M8013为秒脉冲.

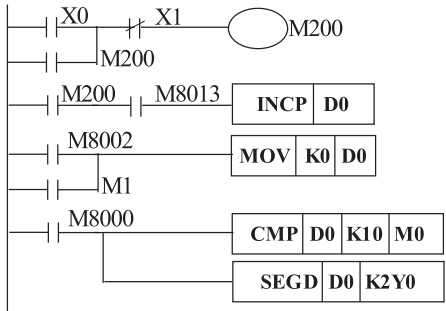


图5 功能指令实现数显

PLC 上电后,初始化脉冲 M8002^[5]设定 D0 的初始值为 0,7 段码译码指令 SEGD 将 D0 中的 0 译码为 H3F 驱动 K2Y0,即 Y1 ~ Y6 为 1,Y0 和 Y7 为 0,Y6 ~ Y0 对应着数码管的 a ~ g 笔画,数码管显示 0.当按下启动按钮 X0,每隔 1 s 则 D0 里的数据加 1,并由 SEGD 指令译码显示,CMP 比较 D0 里的数和 10 的大小,若 D0 的数据小于 10,D0 里的数继续加 1,并由 SEGD 指令译码显示;若 D0 中的数据等于 10,M1 为 ON,就把 0 传送给 D0,由 SEGD 指令译码显示为 0,如此循环往复显示 0 ~ 9.

4 结论

显示是人机界面的一个重要环节,LED 显示器因其价格低廉,配置容易可靠,发光强,可见度高,在 PLC 控制系统中得到了广泛应用. PLC 位组合元件

和 7 段译码功能指令实现 LED 数显,思路简单,易于理解,便于实现. 经过调试,稳定实现数显,既节约了 PLC 的资源,又提高了可靠性.

[参考文献]

- [1] 韩明武,刘吉吉,于志,等. 可编程控制器(PLC)控制系统的 LED 数码管显示[J]. 佳木斯大学学报:自然科学版,2002(2):136.
- [2] 瞿彩萍. PLC 应用技术[M]. 北京:中国劳动社会保障出版社,2006.
- [3] 巫莉. 电气控制与 PLC 应用[M]. 北京:中国电力出版社,2008.
- [4] 廖常初. 可编程序控制器应用技术[M]. 重庆:重庆大学出版社,2007.
- [5] 蒲翠萍. 基于三菱 FX 系列 PLC 的电镀生产线的振动控制方案的设计[J]. 昆明学院学报,2009,31(3):90-92.

(上接第 92 页)

续表

| 峰号 | 化合物名称 | GC 保留时间/min | 分子式 | 相对分子质量 | 质量分数/% | 相似度/% |
|----|---|-------------|---|--------|--------|-------|
| 34 | (Z,Z,Z)-9,12,15-十八碳三烯-1-醇 | 32.02 | C ₁₈ H ₃₂ O | 264 | 9.63 | 94 |
| 35 | 硬脂酸 | 32.30 | C ₁₈ H ₃₆ O ₂ | 284 | 2.94 | 90 |
| 36 | (E)-5-二十烯 | 32.75 | C ₂₀ H ₄₀ | 280 | 1.05 | 97 |
| 37 | 二十二烷 | 32.87 | C ₂₂ H ₄₆ | 310 | 0.76 | 83 |
| 38 | 1,8-二氮杂-环十四烷-2,9-二酮 | 34.08 | C ₁₂ H ₂₂ N ₂ O ₂ | 226 | 0.56 | 83 |
| 39 | 二十烷 | 34.58 | C ₂₀ H ₄₂ | 282 | 1.55 | 98 |
| 40 | 4,8,12,16-四甲基十七烷-4-交酯 | 35.51 | C ₂₁ H ₄₀ O ₂ | 324 | 0.19 | 87 |
| 41 | 二十四烷 | 36.21 | C ₂₄ H ₅₀ | 338 | 0.11 | 96 |
| 42 | 3-乙酰基-7,8-二甲氧基-2-甲基-1H-萘并[2,1-b]吡喃-1-酮 | 36.70 | C ₁₈ H ₁₆ O ₅ | 312 | 0.35 | 83 |
| 43 | 苯二酸单(2-乙基己基)酯 | 38.76 | C ₁₆ H ₂₂ O ₄ | 278 | 0.35 | 91 |
| 44 | 芥酸酰胺 | 41.96 | C ₂₂ H ₄₃ NO | 337 | 0.70 | 95 |
| 45 | 角鲨烯 | 42.68 | C ₃₀ H ₅₀ | 410 | 0.22 | 90 |
| 46 | 3,4-二氢-2,8-二甲基-2-(4,8,12-三甲基十三烷基)-2H-1-苯并吡喃-6-醇 | 44.65 | C ₂₇ H ₄₆ O ₂ | 402 | 1.10 | 99 |

