

三菱 PLC 编程实例的教学设计

庄汉清

(福建化工学校, 福建 厦门 361022)

摘要: 本文通过用三菱 PLC 编程的方法实现对一台三相异步电动机的星三角降压起动控制的实例, 叙述如何从传统的低压电器接触控制系统的控制方式转换成由三菱 PLC 程序的控制方式, 并通过程序的分解与组合的教学设计, 融入了三菱 PLC 编程的思路, 巧妙地综合应用了三菱 PLC 的基本指令, 在完成基本控制的前提下扩展了控制功能。

关键词: 三菱 PLC; 编程; 教学设计; 星三角降压起动; 功能模块; 扩展功能

电机的自动控制系统是《电工技术》课程中很重要的教学内容之一, 其自动控制系统采用的是低压电器的控制方式, 而在《电机与控制》课程中用较大的篇幅叙述了用三菱 PLC 编程软件来控制电动机的各种运行。

1 PLC 的概述

可编程逻辑控制器简称为 PLC (Programmable Logical Controller), 它是微机技术与继电器接触器常规控制概念相结合的产物, 即采用了微型计算机的基本结构和工作原理, 融合继电器接触控制的概念构成的一种新型电控器。

在可编程控制器问世以前, 工业控制领域中是由继电器控制占主导地位的。继电器控制对生产工艺多变的系统的适应性差, 一旦生产任务或工艺发生变化时, 就必须重新设计, 并改变硬件结构。

PLC 是实现电机一体化的重要手段, 它既能将传统的机械产品改造成为机电一体化新一代的产品, 又适应于生产过程控制。PLC 不仅充分发挥了计算机的优点, 可以满足各种工业生产过程自动控制的要求, 同时又兼顾了一般电气操作人员的技术水平和习惯, 采用梯形图或流态流程图等编程方式, 使 PLC 的使用始终保持大众化的优点。其功能有条件控制、定时控制、计数控制、步进控制、数据处理、通信和联网、对控制系统的监控等等。

下面就以一台三相异步电动机星三角自动降压起动控制为例, 说明 PLC 编程方法的教学过程。

2 范例

试用三菱 PLC 控制一台三相异步电动机的

Y— Δ 降压起动, 电路原理图已知如下, 动作要求:

2.1 起动

按下起动按钮 **SB2**, 电动机接通电源起动后延时 10s 进入全压运行状态, 与此同时全压指示灯 HL2 点亮;

2.2 快速停止

在任何情况下只要按下快速停止按钮 **SB1**, 电动机就能惯性停车;

2.3 一键模式

一个按钮开关 **SB4** 实现两个慢速停止模式, 不按时默认为第一种模式 (模式指示灯 HL4 不亮)、按下时自动切换到第二种模式 (此时模式指示灯 HL4 点亮); 若再次按下时又回到第一种模式, 以此类推; 电动机起动之前, 一键模式有效, 电动机起动后一键模式无效;

2.4 慢速停止

选择第一种慢速停止模式时, 按下慢速停止按钮 **SB3**, 其慢速停止指示灯 HL3 点亮, 同时电动机在 10s 后自动停车, 指示灯 HL3 并熄灭; 当选择第二种慢速停止模式时, 按下慢速停止按钮 **SB3**, 电动机在慢速停止指示灯 HL3 闪灭 4 次后自动停车, 指示灯 HL3 闪灭也同时停止。指示灯 HL3 的闪灭规律是, 亮 2s, 灭 2s。

试根据上述要求编写 PLC 的梯形图程序, 并画接线图。

3 教学过程设计

在《电机与控制》课程里讲述了用 PLC 程序控制图一电路的方法。为此, 我们将通过以上实例来

阐述 PLC 的编程方法，并对照传统的低压电器接触控制系统。

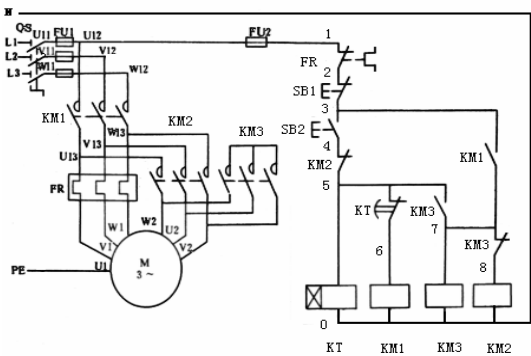
把范例中提出的要求分解为基本功能，即起停控制和延时控制、计数控制、模式切换控制（或称一键控制）等扩展功能。其教学过程设计如下：

3.1 起停控制（基本功能）线路原理分析

如图一，当按下起动按钮 SB2 时，时间继电器线圈得电，开始计时，与此同时由于时间继电器常闭延时断开触点处于闭合状态，所以交流接触器 KM2 线圈得电，三相绕组作星形连接，为起动做准

备。接触器 KM2 的辅助常开触点紧接着闭合，交流接触器 KM1 的线圈得电，并且由接触器 KM1 的辅助常开触点起自动保持（也称自锁），实现了电动机的星形连接的降压起动阶段。

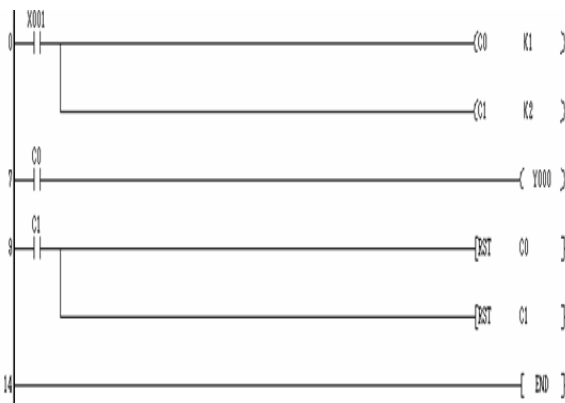
当时间继电器设定的时间（比如 10s）一到，时间继电器延时断开触点 KT 断开，交流接触器 KM2 线圈失电，其辅助常闭触点恢复闭合，交流接触器 KM3 线圈得电，实现了从星形联接的降压起动到三角形联接的全压运行的控制过程。



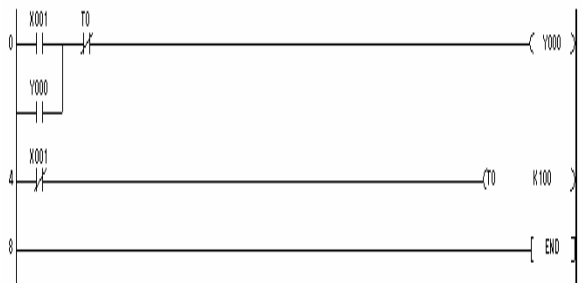
图一 电动机星三角降压起动控制电路原理图



图二 电动机星三角降压起动控制 PLC 梯形图程序



图三 电动机起停一键控制 PLC 梯形图程序



图四 路灯延时触摸开关控制 PLC 梯形图程序



图五 报警器电路 PLC 梯形图程序

当按下停止按钮 SB1 时，电动机立即停止转动。

在低压电器接触控制系统中，使用了时间继电器 KT，起延时控制作用；使用了常闭触点的互锁功能 S，防止两个交流接触器同时得电而造成电源的相间短路。

3.2 基本功能的 PLC 梯形图程序

根据图一电路原理图可以编写 PLC 梯形图程序（图二）。在程序中使用了时间继电器 T0，与接触器控制电路对照：

（1）时间继电器 T0 的延时时间可根据需要进行设定，操作方便；

（2）三个继电器 Y000、Y001、Y002 通电顺序不同，但若调整也非常方便；

（3）程序图中仍然保持线圈的互锁关系，以防三相电源相间短路。

3.3 一键切换模式功能

所谓一键切换模式，是指只需一个按钮开关就可以改变电动机的多种控制方式，包括电动机的正转、反转、停止或延时控制等。显然，这种控制方式在传统的低压电器接触控制系统是根本无法实现的，而采用 PLC 控制，情况就大不相同了。我们以一个按钮同时控制一台电动机的运行与停止为例说明。

以上梯形图程序中，使用了两个计数功能 C0、C1 及其复位功能。不难看出，当控制按钮（常开型按钮）处于最初状态，即图中 X001="0"时，输出继电器 Y000="0"，这时表明电动机停止转动；当按一次控制按钮，即图中 X001="1"时，计数器 C0 计数到，输出继电器 Y000="1"，这时表明电动机起动。若继续按下控制按钮，即第二次，此时计数器 C1 计数到，C0、C1 立即复位，使输出继电器断电，即 Y000="0"，电动机停止转动。因此，连续按下控制按钮时，电动机将在起动与停止两个状态中来回变化。

根据以上的分析，我们将发现，若使用多个计数器，就可以用一个按钮实现一台电动机的起动、停止、延时或多台电动机的顺序控制功能。

3.4 延时控制功能

延时控制是指当按下控制按钮时，电动机要经过一段时间（由时间继电器设定）才能从一个状态过渡到另一个状态，实现状态的转移。这里的状态转移可以指从起动到停止、从低速到高速或其它，等等。

我们以路灯延时控制、报警器控制为例来说明时间继电器及计数器的功能。在延时控制过程中，用指示灯的亮或闪灭，既直观又有实际使用价值。

3.4.1 路灯延时触摸开关电路

根据图四所示的程序，当手触及到触摸开关，即程序中的 X001="1"时，输出继电器得电，即 Y000="1"，表明路灯亮；与此同时，时间继电器开始计时，当延时时间 10s 到，立即切断使输出继电器 Y000="0"，路灯熄灭。

此程序还有一个特点，就是当手不断触及触摸开关，延时时间以最后一次触摸开始计时，与触摸次数无关。

3.4.2 报警器控制电路

报警器控制是指，当手或物触及到开关时，报警器的蜂鸣器马上响，同时警报指示灯开始闪灭，延时一段时间或指示灯闪烁若干次后，报警停止工作。

在图五的梯形图程序中，使用两个时间继电器 T0、T1 分别控制指示灯的亮与不亮的工作时间，而闪灭次数则由计数器 C0 来控制，当计数次数到，报警工作（蜂鸣器与指示灯）立即停止。

3.5 三相异步电动机星三角降压起动全功能控制 PLC 梯形图程序的构成

我们已经把范例中所要求的问题分解成几个知识点，并用几个典型的例子一一加以说明。在我们理解并掌握了这几个知识点的编程方法和特点后，我们就可以进行程序模块之间的组合。

程序模块的组合，既不是机械式的“相加”，也不是简单的“与”、“或”、“非”逻辑关系。在进行程序模块组合时，在保留各程序的主要功能和特点的同时，要考虑到功能模块之间的顺序关系，也就是时序控制关系。下面分析本文范例中的 PLC 程序的工作原理。

3.5.1 梯形图程序的特点

整个梯形图程序（图六所示）在结构上可分为四个功能模块，即最基本的起停控制（主模块）、一键切换模式控制、延时停止控制一、延时停止控制二（扩展模块）。控制一与控制二的区别只在于延时显示方式不同而已，控制一所对应指示灯一直显“亮”；控制二所对应指示灯显“闪灭”。

3.5.2 程序中各功能模块之间的衔接配合

3.5.2.1 第一功能模块的修改

第一功能模块称为基本的起停控制功能模块，是整个程序中最核心的模块，在完成基本功能的同

时也要考虑到模块之间的配合。电机的起停控制与原电路图一是相同的，但是要考虑到延时停止具有两种不同方式，因此在原程序的基础上添加两个闭合的触点 T1 和 C2，它与原来的触点 X000 是“与逻辑”关系。第一种延时模式中的时间继电器 T1 计时时间到，T1 闭合点断开，电动机实现了延时停止；第二种延时模式中的计数器 C2，计数一到，闭合触点断开，电机也就停止转动了。

另一方面，考虑到范例中要求当电机进入三角形全压运行时要有显示，所以在输出继电器 Y002 中并联输出另一继电器，即输出继电器 Y003。当 Y002=Y003=“1”时，指示灯 HL2 亮。

3.5.2.2 第二功能模块的修改

第二功能模块称为一键切换模式，除了保留原来最基本功能外，还要根据范例中的具体要求，也就是模式的切换只在电动机工作之前有效，电动机工作后模式切换无效。

需要修改的地方是，在程序中 X003 后再串联一个闭合触点 Y000，只要电动机在工作中，闭合触点 Y000 就断开，此时闭合 X003 触点无效，满

足范例中的要求。

3.5.2.3 第三功能模块的修改

第三功能模块称为延时停止方式一。修改时，在原程序的基础上，添加 Y005 的闭合触点。

3.5.2.4 第四功能模块的修改

第四功能模块称为延时方式二。修改时，一方面要考虑到与模式切换的关系，所以程序中增加了 Y005 断开触点；另一方面也要考虑到两种延时的显示方式不同，即第一种方式时，指示灯 HL3 一直亮；第二种方式时，指示灯 HL3 为闪灭。所以在原程序的基础上增加了输出继电器 Y004。

3.5.3 I/O 地址分配表

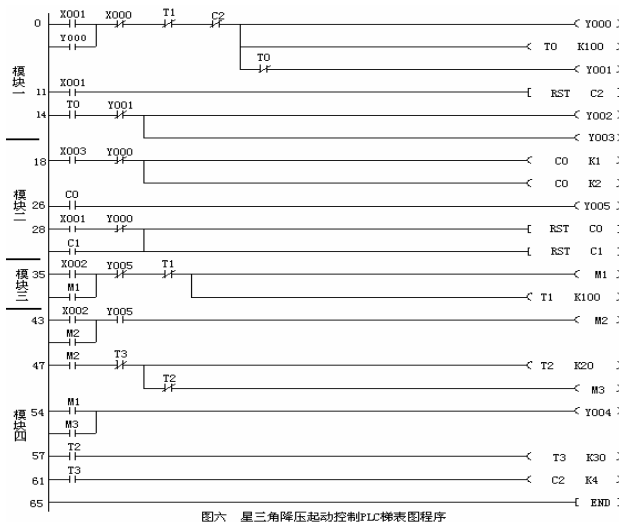
3.5.4 PLC 外部接线图

根据本文范例的要求，接线如图所示。接线时注意：

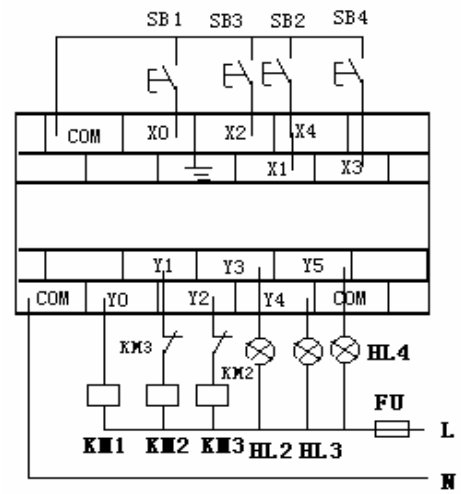
- (1) 输入信号不能接电源或接地；
- (2) 输出信号的公共端必须接相线 L，COM 端必须接零线 N；
- (3) 热继电器 FR 的过热保护。其常闭触点有两种不同的接法（图中未画出）：

I/O 地址分配表

输入信号			输出信号		
名称	代号	输入点编号	名称	代号	输出点编号
停止按钮	SB1	X000	接触器	KM1	Y000
起动按钮	SB2	X001	接触器	KM2	Y001
延时停按钮	SB3	X002	接触器	KM3	Y002
模式按钮	SB4	X003	指示灯	HL2	Y003
			指示灯	HL3	Y004
			指示灯	HL4	Y005



图六 星三角降压启动控制PLC梯形图程序



图七 PLC外部接线图

第一种接法是，在输出端公共部分串接热继电器的常闭触点。当电动机出现过载、断相、欠压、三相不平衡等因素引起电流过大，FR 的常闭触点自动断开，从而使电机断电得到保护；第二种接法是，在输入端接入 FR 的常闭触点，但此时控制程序要作适当修改，即在停止控制的 X000 串联一个常开触点，如 X004 用于表示热继电器的常闭触点 FR。同样电机出现故障时引起电机电流过大，热继电器的常闭点会自动断开，使控制电路停止工作。比较以上两种不同接法，不难看出，第一种接法，FR 出现在输出电路部分，当电机出现故障时，FR 能起到保护作用，但 PLC 程序照样继续运行；第二种接法，FR 出现在输入部分，当电机出现故障时，FR 也能起到保护电机的作用，所不同的是，PLC 此时也跟着停止工作。

4 结束语

笔者尝试用这种教学方法进行 PLC 教学，学生受益非浅。在 PLC 编程中要注意几个问题：

(1) PLC 的基本指令和功能要理解并熟练掌握；

(2) 把程序分解成若干程序模块，进行分段

(上接第 103 页)

品使用气相色谱/质谱(GCMS)，配有吹脱捕集装置，装有捕集柱，捕集柱、25mL 吹脱管和进样器。色谱柱：DB-624 石英毛细管色谱柱；载气：高纯氮气；吹脱捕集条件：吹脱时间 8min，捕集温度 35℃，解析温度 150℃，解析时间 6min，烘烤温度 220℃，烘烤时间 25min，吹脱气体为高纯氮气，吹脱流速为 40ml/min。GC 条件：程序升温，40℃ 保持 1min，以每 4℃/min 的速度升到 100℃ 并保持 6min；再以每 10℃/min 的速度升到 200℃ 并保持 5min。进样口温度：100℃，检测器温度：220℃，质谱传输线为 260℃。载气：高纯 N₂。离子源：EI；离子源温度：200℃；接口温度：220℃；离子化能量：70eV。

取适量 VOCs 混合标样，用空白水配制浓度为 1.0、2.0、5.0、10.0 解留 L 的混和标准溶液，分别进样，记录出峰保留时间和峰高，制作校正曲线，要求 RF 的 RSD% < 25%。将浓度为 5.00 μg/L 的 VOCs 混合标准溶液分别进行七次平行测定，由测定结果计算标准偏差、回收率和方法的检测限。

3.3 有机氯农药的分析方法

使用气相色谱-微池电子捕获监测器(GC-μECD)分析样品中的有机氯农药组分。色谱柱：HP-5

编程；

(3) 编程时要尽量考虑实际问题，切合实际，具有工程上的意义；

(4) 在电动机的星三角降起动电路中，交流接触器 KM2、KM3 必须互锁。因为由于计算机在执行程序时，其扫描速度远远超过接触器的切换速度。因此，除了程序中有逻辑互锁外，物理器件也必须有互锁。否则会导致两个交流接触器同时得电，从而造成电源相间短路。

(5) 对所编写的程序要反复推敲，上机调试，使程序更优化。

参考文献

- [1] 徐介武. 电工学. 化学工业出版社,
- [2] 屈义襄. 电工技术基础. 化学工业出版社,
- [3] 陈定明. 电机与控制. 高等教育出版社,
- [4] 张方庆, 肖功明. 可编程控制器技术及应用. 电子工业出版社,

毛细管色谱柱；载气：高纯氮气 GC 条件：程序升温。始温 85℃，保持 2min；然后第一阶升温以 15℃/min 升至 160℃；第二阶升温以 5℃/min 升至 275℃，再保持 5min。进样口温度：250℃。进样口采用恒流模式，流速 2.0mL/min，线速度 50cm/sec，无分流进样 1 μL；对应检测器温度：300℃。

回收率试验以超纯水为介质，有机氯农药混合标样加标配制浓度为 10ng/L 的水样，并加入回收率指示物 TMX 和十氯联苯以控制整个流程的回收率，剧烈振荡然后放置过夜。按照与实际样品相同的处理方法处理后再用 GC-ECD 分析，做四次平行实验。

参考文献

- [1] 许宜平, 张铁山, 黄圣彪, 马梅, 王子健. 某自来水厂水源多环芳烃污染分析[J]. 安全与环境学报, 2004; (06);
- [2] 王桂山, 仲兆庆, 王福涛. PAH(多环芳烃)的危害及产生的途径[J]. 山东环境, 2001; (02) ;
- [3] 白青云. 农产品中环境污染物的控制标准与食物安全体系[J]. 农业环境保护, 2000; (04);