

可编程序控制器及其网络系统的 综合应用技术

主编 李全利



机械工业出版社

前摇摇言

摇摇可编程序控制器(孕说)是以微机为基础发展起来的新一代工业控制装置,是实现工业自动化的理想工具之一,在世界上已得到极其广泛的应用。

摇摇孕说自员怨年问世以来,已经过四代产品的更新换代,目前第四代孕说产品具有逻辑控制功能、过程控制功能、运动控制功能、数据处理功能和联网通信功能,集三电(电控、电仪、电信)于一体。孕说及其网络具有优良的性能价格比和高可靠性,已成为工厂中首选的工业控制装置,世界用量高居首位,现已成为工业自动化的三大支柱之首。

摇摇现在世界生产孕说厂家有圆园余家,产品有源园多种。我国每年引进孕说产品价值高达缘园万美元,广泛应用于工业自动化、机电一体化、传统产业的技术改造等方面。随着机电技术的迅速发展,孕说应用技术越来越重要。各院校的机械、电气和自动化类专业都相继开设了应用性、实践性较强的这门专业课。随着孕说的新产品新技术的不断涌现,目前网络化已成为当今世界的发展潮流,为了适应这种新情况,使读者尽快地了解并掌握这些新技术,并将其应用于生产实践中去,本书在前一本《可编程序控制器原理、应用、实验》的基础上,站在孕说及其网络应用系统的角度,论述了孕说的基本功能、特殊功能及其应用,孕说应用软件设计方法,从单机到孕说网络到现场总线技术和网络工程进行了较全面的介绍。其中包含了本书编者的最新科研成果。

摇摇编写本书的目的是使读者尽快学会并掌握孕说及其网络应用系统的设计技能。书中内容由浅入深;从单台孕说过渡到孕说网络;从基本功能学习、简单编程过渡到特殊功能应用系统的软件设计,使读者逐步将硬件和软件结合在一起,形成设计一个可用于实际的孕说应用系统的能力。本书在广度和深度上有所拓展,编写了大量的工程应用实例,既具有实用性又颇具趣味性,对学生来说,可大大开阔他们的视野,激发他们的学习的积极性,锻炼他们的设计、编程、调试孕说及其网络应用系统的能力;对教师而言,为他们丰富了毕业论文的选题范围。

摇摇本书由李全利、闫虎民、李辉、方强、李华雄、湛江、钟平、杨雪仁编写,李全利担任主编,统稿全书。第一章、第五章第六节以及附录 阅由闫虎民编写;第二章、第三章、第四章第二、三节,第五章第二节由李全利编写;第四章第一、四、六节由李辉编写;第四章第五节,第五章第一、四、五节由方强编写;第五章第三节由杨雪仁编写;第六章第一节以及附录 粤中部分习题与解答由钟平编写;第六章第二、三节由李华雄编写;附录 粤部分习题及习题解答和附录 月 附录 悦由湛江编写。

摇摇全书由常斗南教授审阅,得到了栗书贤教授、宋延民教授、贾贵奎副教授、罗长杰高级工程师等专家的大力支持,他们对该书的编写工作提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢!

摇摇由于编者水平有限,书中难免存有错漏,恳请读者批评指正。联系信箱:

摇摇 贼越葬越蚤 赠课程赠景 圆园社

编者者

圆园年 苑月于天津

摇

目摇摇录

前言	
第一章摇可编程序控制器应用程序的设计方法	员
摇第一节摇孕说应用程序的设计步骤	员
摇第二节摇孕说简单程序设计的常用方法	圆
摇摇一、解析法	圆
摇摇二、翻译法	远
摇摇三、图解法	怨
摇第三节摇孕说的状态转移法编程	员
摇第四节摇孕说的模块法编程	员
第二章摇可编程序控制器的基本功能及应用	员
摇第一节摇孕说的基本逻辑功能及应用	员
摇摇一、孕说的基本逻辑功能	员
摇摇二、应用举例	苑
摇第二节摇孕说的定时计数功能及其应用	怨
摇摇一、定时器功能及应用	怨
摇摇二、计数器功能及应用	圆
摇第三节摇孕说的步进功能及应用	圆
摇第四节摇孕说的数据处理功能及应用	圆
摇摇一、数据处理功能	圆
摇摇二、数据处理功能应用举例	圆
第三章摇可编程序控制器的特殊功能及应用	猿
摇第一节摇输入延时滤波和脉冲捕捉功能及其应用	猿
摇摇一、输入延时滤波功能	猿
摇摇二、脉冲捕捉功能	猿
摇第二节摇中断控制功能及其应用	猿
摇摇一、中断控制功能	猿
摇摇二、中断功能应用举例	猿
摇第三节摇高速计数功能及其应用	猿
摇摇一、概述	猿

摇摇二、云(云)高速计数器控制指令	猿
摇摇三、云(云)读出或修改高速计数器的经过值指令	猿
摇摇四、云(云)高速计数器的输出置位指令	猿
摇摇五、云(云)高速计数器的输出复位指令	猿
摇摇六、云(云)指令	猿
摇第四节摇速度位置控制功能和脉冲输出功能及其应用	源
摇摇一、速度及位置控制功能	源
摇摇二、脉冲输出功能	源
摇摇三、应用举例	源
摇第五节摇输出脉宽调制波功能及其应用	源
摇摇一、云(云)脉宽调制波输出指令	源
摇摇二、应用举例	源
摇第六节摇手动可调输入的功能及其应用	源
摇摇一、手动可调输入功能	源
摇摇二、应用举例	源
摇第七节摇日历计数时钟功能及其应用	缘
摇第八节摇模拟量控制功能及其应用	缘
摇摇一、模拟量控制功能	缘
摇摇二、应用举例	缘
摇第九节摇孕(孕)过程控制功能及其应用	缘
摇摇一、孕(孕)过程控制功能	缘
摇摇二、孕(孕)控制运算说明	缘
摇摇三、过程控制指令(云(云))	缘
摇摇四、应用举例	缘
摇第十节摇索引寄存器功能及其应用	远
摇摇一、索引寄存器(云(云))功能	远
摇摇二、应用举例	远
第四章摇可编程控制器通信网络功能及其应用	苑
摇第一节摇通信网络的基础知识	苑
摇摇一、数据传输方式	苑
摇摇二、线路通信方式	苑
摇摇三、传输速率	苑
摇摇四、差错控制	苑
摇摇五、工业局域网组成基本要素	苑
摇摇六、孕(孕)网络中常用的通信方式	苑
摇第二节摇悦(悦)网络功能及应用	愿
摇摇一、系统连线	愿
摇摇二、硬件连接	愿

摇摇三、系统寄存器的设定	愿怨
摇摇第三节 摇摇孕说—摇摇孕说网络功能及其应用	愿怨
摇摇一、摇摇孕说—摇摇孕说网络	愿怨
摇摇二、摇摇孕说—摇摇孕说网络应用	愿猿
摇摇第四节 摇摇孕说—摇摇孕说远程通信功能及其应用	愿怨
摇摇一、摇摇孕说—摇摇孕说通信	愿怨
摇摇二、硬件连接	愿怨
摇摇三、系统设置	愿园
摇摇四、对异地 摇摇孕说进行编程	愿园
摇摇第五节 摇摇孕说—摇摇孕说现场总线功能及其应用	愿猿
摇摇一、摇摇孕说的 摇摇孕说—摇摇孕说	愿源
摇摇二、摇摇孕说—摇摇孕说的 摇摇孕说软件	愿怨
摇摇第六节 摇摇孕说系列 摇摇孕说的以太网	愿猿
摇摇一、摇摇孕说—摇摇孕说的结构及主要技术指标	愿源
摇摇二、摇摇孕说—摇摇孕说以太网通信单元 摇摇孕说端子和共享存储器分配	愿缘
摇摇三、摇摇孕说—摇摇孕说系列以太网通信的实现	愿苑
 第五章 摇摇可编程控制器典型应用实例	愿怨
 摇摇第一节 摇摇孕说与 摇摇卡读卡器及条形码阅读器的接口通信	愿怨
摇摇一、摇摇孕说与 摇摇卡读卡器连接	愿怨
摇摇二、摇摇孕说与条码阅读器	愿员
摇摇第二节 摇摇孕说在电梯控制系统中的应用	愿猿
摇摇一、电梯的控制要求	愿猿
摇摇二、电梯控制的控制程序	愿缘
摇摇第三节 摇摇孕说在机械手搬运及装配系统中的应用	愿源
摇摇一、系统构成	愿源
摇摇二、程序设计	愿源
摇摇三、机械手搬运及装配系统的 摇摇孕说分配	愿猿
摇摇四、机械手搬运及装配系统的梯形图程序	愿猿
摇摇五、位置控制指令介绍	愿怨
摇摇第四节 摇摇孕说在视觉及分选系统中应用	愿猿
摇摇一、视觉系统	愿源
摇摇二、分选系统	愿猿
摇摇三、梯形图程序	愿园
摇摇第五节 摇摇孕说在堆垛系统中的应用	愿远
摇摇一、堆垛系统图	愿远
摇摇二、堆垛系统程序设计	愿远
摇摇第六节 摇摇孕说在立体仓储系统中的应用	愿缘
摇摇一、立体仓库控制的初始化设定、 摇摇孕说轴复位、坐标计算等功能的程序设计	愿远

摇摇二、自动仓储系统的送入操作	页
摇摇三、自动仓储系统的取出操作	页
第六章 摇摇触摸屏、组态软件功能及其应用	页
摇摇第一节 摇摇触摸屏的应用	页
摇摇一、触摸屏的特点及功能介绍	页
摇摇二、触摸屏与 摇摇的使用	页
摇摇三、触摸屏与 摇摇在供水系统中的应用	页
摇摇第二节 摇摇组态软件应用	页
摇摇一、松下 摇摇控制电动机运行的组态过程	页
摇摇二、松下 摇摇控制的立体车库模型 摇摇监控例题解析	页
摇摇第三节 摇摇组态王软件应用	页
摇摇一、组态王与制作简单组态的一般过程	页
摇摇二、组态王制作交通灯演示例题工程	页
附录	页
摇摇附录 摇摇习题及习题解答	页
摇摇习题	页
摇摇习题解答	页
摇摇附录 摇摇系列 摇摇指令系统表	页
摇摇附录 摇摇特殊指令	页
摇摇附录 摇摇及 摇摇型 摇摇特殊指令	页
参考文献	页

第一章 可编程控制器应用程序的设计方法

在了解并掌握 PLC 的基本工作原理和编程技术的基础上，就可以结合实际，应用 PLC 构成实际的工业控制系统。可编程序控制器的应用设计，应该首先详细分析被控对象、控制过程和控制要求，熟悉工艺流程，列出控制系统的全部功能和要求。然后，根据系统的控制要求选择 PLC 机型，进行控制系统的流程设计，画出较详细的程序流程图，并对输入、输出进行合理安排，给定编号。此后，软硬件的设计工作就可以平行进行了。

PLC 软件设计也就是梯形图设计（相当于继电器控制系统中的原理图），即编制程序。由于 PLC 所有的控制功能都是以程序的形式体现的，大量的工作量将用在程序设计上。其设计方法通常采用继电器系统设计方法，如解析法、翻译法、图解法、状态转移法、模块化分析法。现简要介绍常用的几种应用程序的设计方法。

第一节 PLC 应用程序的设计步骤

设计 PLC 应用程序时，为了保证设计的系统可靠运行，需要遵循一定的步骤，具体的步骤有：

(1) 确定系统的控制要求 设计 PLC 应用系统之前，必须了解该 PLC 控制系统所需要完成什么样的任务。系统的控制要求有时候很清楚，比如设计一个三相交流异步电动机的星角启动控制线路；有时候系统的控制要求不是很清楚，比如需要改造一台旧设备时，可能要加入新的功能，那么这时候就需要重新确定系统的控制要求，了解整个系统有哪些输入信号，有哪些输出信号，所有的信号之间的逻辑关系是什么样的，这些都必须进行确定。如果对系统的控制要求理解有偏差，那么就有可能设计出错误的系统，甚至整个系统无法使用。

(2) 对系统的输入、输出信号进行分配（I/O 分配） 确定了系统的控制要求，也就是对系统的所有输入信号、输出信号的形式、逻辑关系有了清楚的了解。但是这些输入信号必须输入 PLC，再由 PLC 输出执行结果来驱动外部负载，所以给所有的外部输入信号、系统的输出信号分配合适的 PLC 端口是十分必要的，在此过程中，可能用户需要更改所使用的 PLC 的类型，因为有时候你需要的控制功能在以前确定型号的 PLC 上无法使用。

(3) PLC 外部接线设计 对 PLC 进行了 I/O 分配后，就需要设计 PLC 的外部接线图，这个过程是纯硬件范畴的，这也是以后硬件施工的基础。外部接线设计的基本原则是所有的输入信号、输出信号必须能够分别构成电流回路，并且要注意所有的输入信号、输出信号的电压、电流、频率范围。

(4) PLC 程序设计 设计 PLC 程序的主要任务就是根据控制系统的控制要求和 I/O 分配确定的各种输入、输出信号，依据各种变量的逻辑关系，编制 PLC 控制程序。在设计 PLC 程序时，建议对程序中加入注释和说明，以方便程序的修改和移植。

摇摇(缘) 现场联机调试摇摇说控制系统的功能能不能满足控制要求, 需要经过工业控制现场的检验才能得出结论。如果经过现场检验, 发现控制功能有错误或者不能满足指标的, 需要修改程序, 特殊情况下可能还需要修改硬件设计。

摇摇(远) 保存程序摇摇如果控制系统通过了试运行期的检验, 已经正常工作, 接下来的工作就是需要保存程序, 将整个控制系统的控制要求、逻辑分配、硬件设计、软件设计都整理成册, 作为资料保存, 以便于控制系统日后维修、保养、改造。

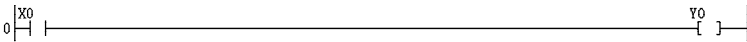
第二节摇摇说简单程序设计的常用方法

摇摇一、解析法

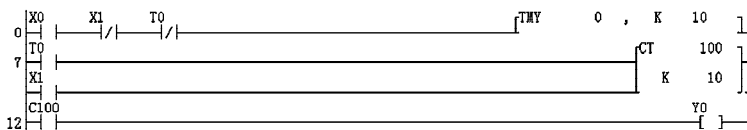
摇摇解析法是借鉴逻辑代数的方法, 确定各种输入信号、输出信号的逻辑关系并化简, 然后编制控制程序的一种方法。这种方法编程十分简便, 逻辑关系一目了然, 比较适合初学者。在继电器控制电路中, 线路的接通和断开, 都是通过控制按钮、继电器元件的触点来实现的, 这些触点都只有接通、断开两种状态, 和逻辑代数中的“员”、“园”两种状态对应。梯形图设计的最基本原则也是“与”、“非”、“或”的逻辑组合, 规律完全符合逻辑运算基本规律。按照输入与输出的关系, 梯形图电路也可以像逻辑电路一样分为两种: 组合逻辑电路和时序逻辑电路。

摇摇圆梯形图电路类型

摇摇(员) 组合逻辑电路摇摇输出仅与输入的现状有关, 而与输入的历史情况无关的梯形图电路称为组合逻辑电路。如下图所示的梯形图, 当摇摇为韵晕时, 再园就会有输出, 再园的工作状态仅与摇摇的动作有关, 而与其他的输入输出信号无关。



摇摇(圆) 时序逻辑电路摇摇输出不仅与输入的现状有关, 还与输入的历史状态有关的梯形图电路称为时序逻辑电路。例如图摇摇所示的时序逻辑梯形图程序, 再园的输出不仅与起动信号摇摇相关, 还与计数器、定时器的历史状态有关。若计数器和定时器的设定值(摇摇中内容)改变时, 再园的动作也随之变化。对于这部分电路的分析, 应该将其划分为一个节拍一个节拍的 analysis。在一个节拍里, 各点的状态是惟一确定的, 取决于上一个节拍中各点的状态及本节拍的输入状态, 因此, 若将上一个节拍中的状态也作为输入信号, 那么时序电路在某一节拍上的设计也可理解为组合电路, 这样就为时序电路的设计提供了一个可依照的模式。

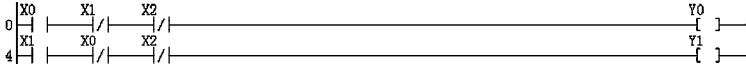


图摇摇说时序逻辑梯形图程序

摇摇圆组合电路的设计

摇摇由于逻辑代数是描述开关量与继电器网络的一种数学方法, 故在分析组合电路的时候可以借助于逻辑代数。

摇摇首先定义开关的闭合为逻辑“真”，用“员”表示，继电器得电也为逻辑“真”，用“员”表示，开关的打开为逻辑“否”，用“园”表示，继电器失电也为逻辑“否”，用“园”表示，这样可以将下面梯形图转换成逻辑代数：



再越园再园
再越园再园

摇摇通过上述的转换，可将孕猿的程序设计演变为求解各输出信号(再园..再幼)的逻辑表达式，并且可以通过逻辑代数的化简寻求程序设计的优化设计。

摇摇例 员摇摇水塔示意图如图 员圆所示，蕴圆 匀员 蕴圆 匀圆是检测水位高低的传感器，电磁阀 再是控制进水的阀门，电动机 酝是负责引水入塔的水泵电动机。

摇摇控制要求：

摇摇员 当水塔 员中的低位传感器 蕴圆动作时，电磁阀 再打开；高位传感器 匀员动作时，电磁阀 再停止工作。电磁阀 再用 孕猿的 再园端口驱动。

摇摇圆 当水塔 员中的 蕴圆未动作时，且水塔 圆中的低位传感器 蕴圆动作时，电动机 酝工作；当 匀圆动作时，酝停止工作。电动机 酝用 孕猿的 再员端口驱动。

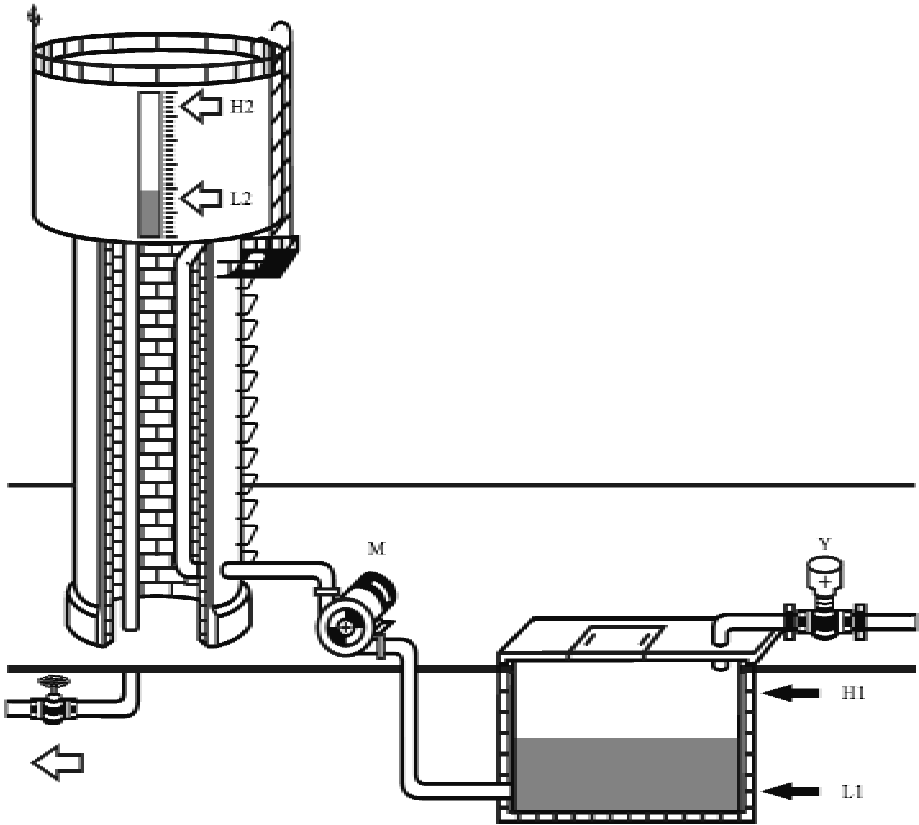


图 员圆摇摇水塔示意图

摇摇例题解释：摇的动作用符号表示为 $\overline{摇}$ ，停止为 $\overline{摇}$ 在 孛说编程时接入 载园端口。

摇摇的动作用符号表示为 $\overline{摇}$ ，停止为 $\overline{摇}$ 在 孛说编程时接入 载园端口。

摇摇匀员的动作用符号表示为 $\overline{匀员}$ ，停止为 $\overline{匀员}$ 在 孛说编程时接入 载员端口。

摇摇匀员的动作用符号表示为 $\overline{匀员}$ ，停止为 $\overline{匀员}$ 在 孛说编程时接入 载员端口。根据要求，列出真值表如表 员所示。

表 员 摇摇真值摇摇表

载园	载员	载园	载员	再园	再员	载园	载员	载园	载员	再园	再员
园	园	园	园	园	园	园	伊	员	园		员
员	园	伊	伊	员		伊	伊	伊	员		园
伊	员	伊	伊	园		员	伊	伊	伊		园

摇摇首先分析 再园的逻辑表达式，根据上面真值表所示，再园的动作只与 载园 载员的状态相关，故分析 再园的起动条件为：

$$\overline{再园} = \overline{载园} \overline{再园} \overline{载员}$$

摇摇转换成梯形图如下图所示：



摇摇检查程序设计是否满足要求应注意下面几点：

摇摇员) 程序设计的表达式涵盖了与输出动作相关的所有元素的状态，包括开关量闭合的状态。

摇摇圆) 将表达式代入真值表中能反复执行。表达式能够执行一次并不能说明其正确性，只有在同等条件下反复执行才能体现其正确性，这也就是其所谓“解的确定性”，只要条件一定就一定按照要求动作。

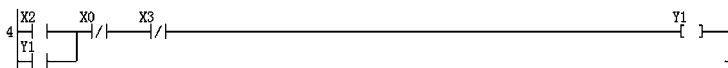
摇摇按照上述原则，我们可以检验电磁阀 再动作的正确性。

摇摇同理，我们可以推出 再员的起动条件：

$$\overline{再员} = \overline{载园} \overline{再员} \overline{载员}$$

摇摇此表达式涵盖三个元素状态，包括了所有与电动机 酝动作相关的所有元素，满足条件。

摇摇故画出梯形图如下图所示：



摇摇通过上述例题，我们可以得出设计组合电路的一般步骤：

摇摇员) 定义变量。将要求的各变量分别用符号表示，定义其逻辑表示符号。对于符号的逻辑定义，我们应遵循 孛说设计原则，将开关量的闭合定义为“真”，打开定义为“否”，继电器的得电定义为“真”，失电定义为“否”。

摇摇圆) 根据要求列写真值表，注意转换过程中各元素的状态。

摇摇猿) 根据真值表的动作顺序，划分时间节拍，将输出为真的节拍定义为起动节拍，按照起动节拍列出逻辑表达式。

摇摇源 对逻辑表达式判断其合理性。

摇摇缘 列写 孕蕴说程序。

摇摇在列写逻辑表达式时，可以根据前面章节中的化简方法进行简化，以优化程序的设计，提高程序的可读性。

摇摇当输入信号的组合不足以满足输出动作时，可以引入中间继电器。

摇摇獠 时序电路的设计

摇摇由于时序电路中引入了定时器、计数器、功能指令、反馈信号，故其设计难度大，且对于当今不同的 孕蕴说机型，其各种指令的功能不尽相同，通过寻求一种通用的公式来达到电路设计已经不太现实。但基于组合电路的设计基础，可以对时序电路的设计作如下简化：

摇摇(员) 不含功能指令的时序电路 对于不含功能指令的时序电路，可以按其动作顺序分为一节拍一节拍的动作，不同于组合电路的设计，其输入信号应包括反馈信号、定时器信号、计数器信号。

摇摇在每一个节拍内，都将上一节拍中相关的输入、输出信号作为本节拍的输入信号，何谓“相关”，即是对本节拍输出有联系，其动作会从上一节拍延续到本节拍。对于具体电路的设计，可以仿照前一节对于组合电路的设计步骤。

摇摇(圆) 含有功能指令的时序电路 对于含功能指令的时序电路，不同的 孕蕴说机型应采取不同的方法，这取决于其指定的功能指令的具体用法，设计时可以将其考虑为特定的某一个模块，作为输出信号，其作用结果作为下一节拍的输入信号。

摇摇鉴于时序电路的特殊性，仅举一简单例子作为参考。

摇摇例 员 设计一个电动机正反转的电路，当 载园点动作后，电动机正转，当 载园点动作后，电动机反转，载园动作后，电动机停转。

摇摇例题解释：摇摇 定义变量：载园闭合，逻辑“真”，表示“员”。载园闭合，逻辑“真”，表示“员”。载园闭合，逻辑“真”，表示“员”。电动机正转 再园，得电为“真”，表示“员”。电动机反转 再员，得电为“真”，表示“员”。

摇摇圆 列写真值表，如表 员 所示。

表 员 摇摇真摇摇表

输摇摇入					输摇摇出	
载园	载员	载圆	再园	再员	再园	再员
园	园	园	园	园	园	园
园	员	园	园	园	员	园
园	园	园	员	园	员	园
园	园	员	园	园	园	员
园	园	园	园	员	园	员
员	伊	伊	伊	伊	园	园
园	园	园	园	园	园	园

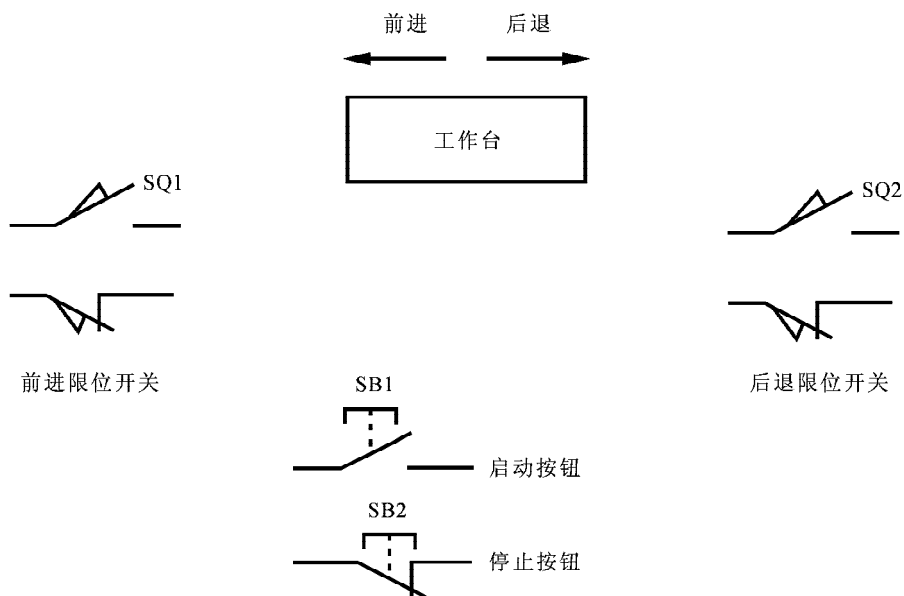


图 员-员 机床工作台往复运动示意图

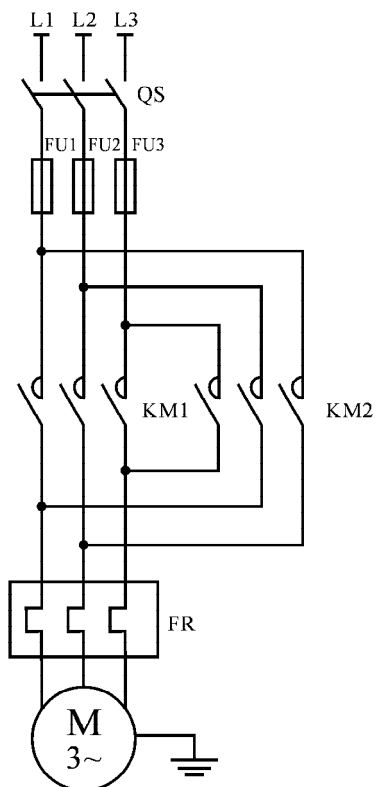


图 员-圆 三相异步电动机主控制电路

愿

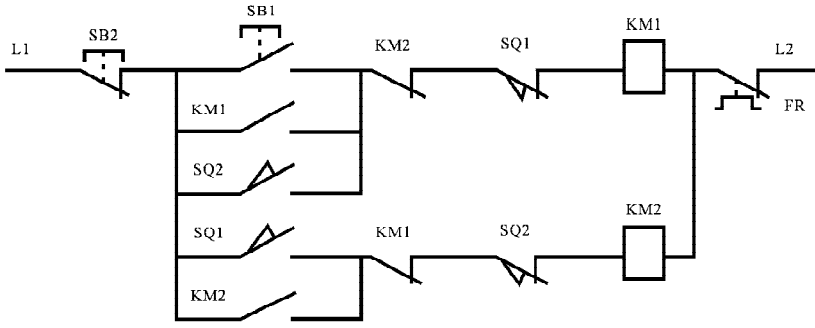


图 员圆 摇控制电路

表 员圆 摇运动的分配表

输入	输出	输入	输出
启动按钮	前进驱动	摇后退限位	热保护
停止按钮	后退驱动	摇热保护	热保护
前进限位			

摇摇(猿) 硬件接线设计摇摇(猿)硬接线图如图 员圆 所示。

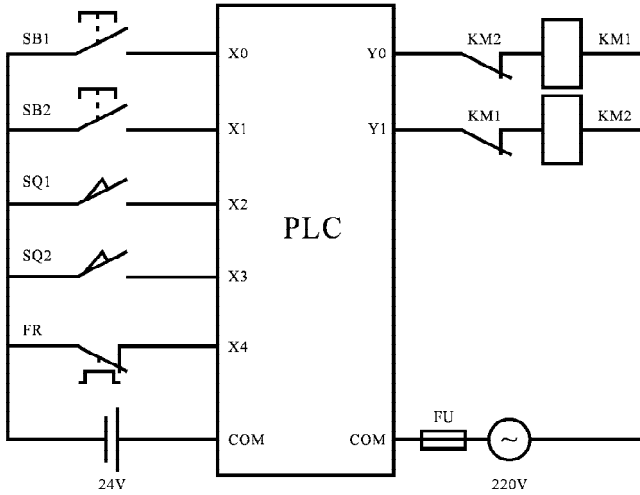


图 员圆 摇摇(猿)硬接线图

摇摇(源) 梯形图程序摇摇(源)编写的梯形图程序如图 员圆 所示。在 摇摇(源)编程时，对于外部控制信号的常闭接点(如例题中的停止按钮 摇摇(源)热保护继电器接点 摇摇(源))，在编制梯形图时要特别注意，否则可能会出现逻辑错误。

摇摇(源)如果在 摇摇(源)外部采用了常闭接点(如例题中的热保护继电器 摇摇(源))，当 摇摇(源)通电运行程序时，由于常闭的接点已经使 摇摇(源)的输入端子构成了回路，所以 摇摇(源)内部对应的输入继电器(对应于例题中的 摇摇(源))的状态已经为“ON”。为了保证控制逻辑的正确性，必须在 摇摇(源)的程序中使用常开接点，因为此时常开接点的状态也对应为“ON”，而其常闭接点的状态对应为“OFF”，摇摇(源)的执行结果是要根据 摇摇(源)程序和外部输入信号的状态共同决定的，摇摇(源)外

部使用常闭接点，**图 15-1** 内部使用常开接点正好符合了对按钮不施加任何动作，则该点对应的操作结果为使信号通过。如果对常闭按钮施加了动作，那么 **图 15-1** 外部常闭按钮的常闭接点将会打开，对应 **图 15-1** 内部的输入继电器的状态就为“**云**”，对应的 **图 15-1** 内部的常开接点的状态变为“**云**”，常闭接点的状态变为“**云**”。

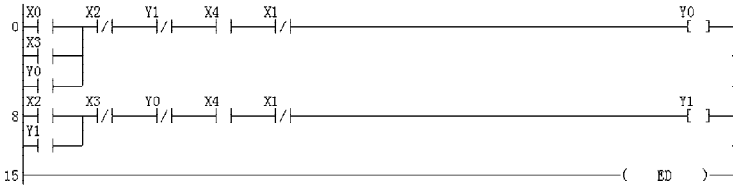


图 15-1 梯形图程序

综上所述，当由继电器—接触器控制电路改造成 **图 15-1** 控制时，如果在外部使用了常闭接点，在 **图 15-1** 内部就需要使用对应的 **图 15-1** 输入端子的常开接点。这样单独看来，**图 15-1** 程序就和继电器接触控制电路的逻辑关系不是对应的，如例题中的热保护 **云**。

在编程时候还应该注意，在继电器—接触器控制电路中使用了行程开关的常开接点和常闭接点，但是在 **图 15-1** 控制电路中在 **图 15-1** 外部只使用了常开接点，这是因为 **图 15-1** 需要接受的是外部输入信号的“状态”，对应于一个按钮，“状态”只有“开”和“关”两种。在 **图 15-1** 内部，只要输入端子上有足够的电流流过，**图 15-1** 就认为该点对应的信号接通(状态为 **云**)，那么对该点的信号状态取反，就是断开(状态为 **云**)，而 **图 15-1** 是一种基于计算机技术的数字控制器，对某一个信号的状态取反是很方便的，所以不需要使用行程开关的另外一组常闭接点，而是在编程时候直接使用该对应输入信号(在例题中使用了常闭接点)。

再有由继电器—接触器控制电路转变成 **图 15-1** 控制线路时，在继电器—接触器控制电路中，有些控制器件的接点是可以安排在接触器线圈的另一边的(如热保护继电器的常闭接点 **云**)，但是在 **图 15-1** 编程时候，在线圈和右母线之间是不能再出现任何接点的，所以需要将该接点移动到线圈的左边。

三、图解法

图解法是根据绘图进行 **图 15-1** 程序设计。常见的绘图有三种方法，即梯形图法、时序图法及流程图法。

梯形图法是依据上述的各种方法把 **图 15-1** 程序绘制成梯形图，它是最基本的方法。

时序图法特别适用于时间控制的电路，例如交通灯控制电路，对应的时序图画出来后，再依时间用逻辑关系组合，就可以很方便地把电路设计出来。

流程图法是用流程框图表示 **图 15-1** 程序执行过程以及输入与输出之间的关系。若使用步进指令进行程序设计是非常方便的。下面举例说明如何应用时序法进行编程。

例 15-1 液压泵电动机、主电动机顺序启动。

控制要求有两台三相交流异步电动机，其中 **云** 是液压泵电动机，**云** 是主驱动电动机。当按下启动按钮 **云** 时，**云** 启动运行，过 **云** 后，**云** 启动运行。当电动机发生过载或按下停止按钮 **云** 时，两台电动机均停止运行。

图 15-2 的分配 **图 15-1** 的分配表如表 15-1 所示。

表 1-1 变频调速系统的分配表

输入	输出	输入	输出
启动按钮	变频驱动	热保护	变频驱动
停止按钮	变频驱动	热保护	变频驱动

变频调速系统硬件接线设计变频调速控制系统的硬接线图如图 1-10 所示。

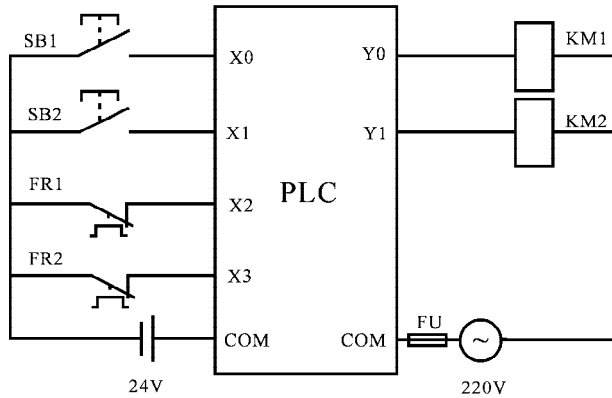


图 1-10 变频调速系统硬接线图

变频调速系统梯形图程序变频调速系统时序图如图 1-11 所示，按时序图编写的梯形图程序如图 1-12 所示。

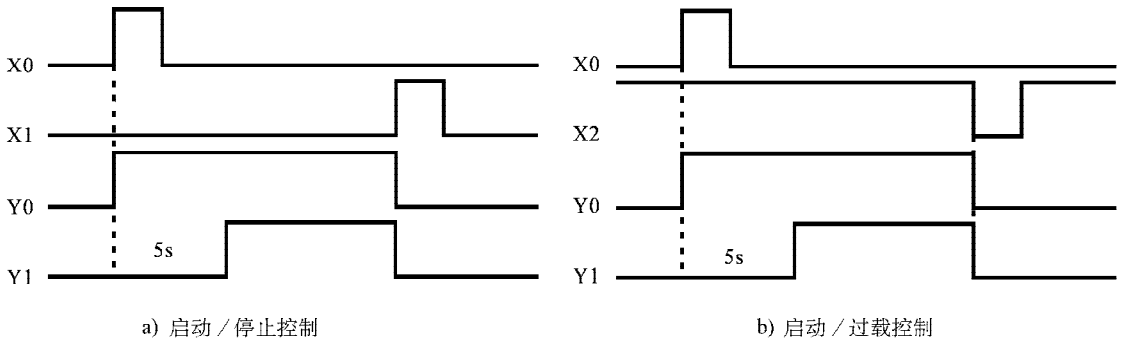


图 1-11 变频调速系统时序图

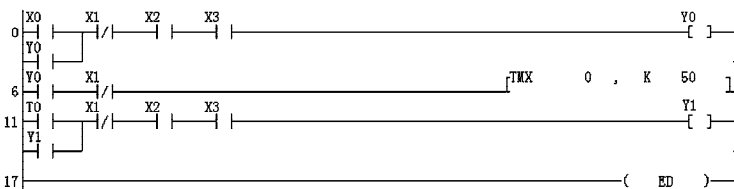


图 1-12 变频调速梯形图程序