



国家职业资格培训教程 用于国家职业技能鉴定

可编程序控制系统 设计师

(国家职业资格四级)

中国就业培训技术指导中心组织编写

欧姆龙分册



中国劳动社会保障出版社



用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

YONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING

GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

可编程序控制系统 设计师

(国家职业资格四级)

欧姆龙分册

编 审 委 员 会

主 任	刘 康					
副主任	张亚男					
委 员	裴相精	奚大华	李全利	曹 辉	霍 昱	
	雷云涛	高 巍	崔玉兰	范 骏	王志华	
	闫 卓	陈 蕾	张 伟			

本书编审人员

主 编	霍 昱	
编 者	霍 昱	强
审 稿	李志	



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制系统设计师：国家职业资格四级. 欧姆龙分册/中国就业培训技术指导中心组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2013

国家职业资格培训教程

ISBN 978-7-5167-0128-7

I. ①可… II. ①中… III. ①可编程序控制器-控制系统设计-技术培训-教材
IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 022720 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

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.5 印张 305 千字

2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

定价：35.00 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

如有印装差错，请与本社联系调换：(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合，大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动，敬请广大读者协助举报，经查实将给予举报者重奖。

举报电话：(010) 64954652

前 言

为推动可编程序控制系统设计师职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在可编程序控制系统设计师从业人员中推行国家职业资格证书制度，中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准·可编程序控制系统设计师》（试行）（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了可编程序控制系统设计师国家职业资格培训系列教程。

可编程序控制系统设计师国家职业资格培训系列教程紧贴《标准》要求，内容上体现“以职业活动为导向、以职业能力为核心”的指导思想，突出职业资格培训特色；结构上针对可编程序控制系统设计师职业活动领域，按照职业功能模块分级别编写。

可编程序控制系统设计师国家职业资格培训系列教程共包括《可编程序控制系统设计师（基础知识）》《可编程序控制系统设计师（国家职业资格四级）欧姆龙分册》《可编程序控制系统设计师（国家职业资格四级）西门子分册》《可编程序控制系统设计师（国家职业资格四级）三菱分册》《可编程序控制系统设计师（国家职业资格三级）欧姆龙分册》《可编程序控制系统设计师（国家职业资格三级）西门子分册》《可编程序控制系统设计师（国家职业资格三级）三菱分册》《可编程序控制系统设计师（国家职业资格二级 一级）欧姆龙分册》《可编程序控制系统设计师（国家职业资格二级 一级）西门子分册》《可编程序控制系统设计师（国家职业资格二级 一级）三菱分册》10本。《可编程序控制系统设计师（基础知识）》内容涵盖《标准》的“基本要求”，是各级别可编程序控制系统设计师均需掌握的基础知识；其他各级别教程的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“能力要求”和“相关知识”。

本书是可编程序控制系统设计师国家职业资格培训系列教程中的一本，适用于四级可编程序控制系统设计师（欧姆龙）的职业资格培训，是国家职业技能鉴定推荐辅导用书，也是四级可编程序控制系统设计师（欧姆龙）职业技能鉴定国家题库命题的直接依据。

本书在编写过程中得到中国电工技术学会、北京联合大学和欧姆龙自动化（中国）有限公司等单位的大力支持与协助，在此一并表示衷心的感谢。

目 录

CONTENTS

国家职业资格培训教程

第 1 章 系统设计	(1)
1.1 项目分析	(1)
1.2 控制方案设计	(7)
第 2 章 硬件配置	(25)
2.1 设备选型	(25)
2.2 CP1H PLC 硬件系统综述	(37)
2.3 硬件图的识读	(73)
2.4 CP1H 系列 PLC 安装布线规范	(80)
第 3 章 程序设计	(96)
3.1 I/O 地址与内存分配	(96)
3.2 参数设置	(115)
3.3 编程	(136)
第 4 章 系统调试	(237)
4.1 校验信号	(237)
4.2 联机调试	(250)
第 5 章 运行管理	(262)
5.1 日常维护	(262)
5.2 故障诊断与处理	(266)

1.1 项目分析



学习目标

- 理解单机控制系统的工艺要求
- 掌握开关量与模拟量的输入/输出点的统计方法

1.1.1 开关量基本知识

开关量是指不随时间连续变化的物理量，如同开关一样仅存在两种相反的工作状态，例如高电平和低电平、继电器线圈的通电和断电、触点的接通和断开等，通常用“0”代表低电平或断开状态；用“1”代表高电平或接通状态。开关量也可以称作数字量或逻辑量。

可编程序控制系统（以下简称 PLC 系统）处理的开关量通常分为输入型与输出型两类，分别连接到开关量输入单元与开关量输出单元的端子上。开关量分有源和无源两种，有源开关量在闭合状态时，还会提供一个电压驱动。

现场设备输入给 PLC 的各种控制信号，例如，按钮、开关（行程开关、接近开关、光电开关等）、时间继电器、过电流继电器、霍尔传感器等主令器件输入的信号等，均为开关量输入信号。从输入信号的连接形式上又可以将开关量输入分为

汇点输入（负端共用输入或漏型输入）、源输入和汇点/源通用输入三种。汇点输入是由 PLC 内部提供输入信号的电源，通常用于小型 PLC；源输入是指全部输入信号为有源信号的开关量输入方式。

由 PLC 运算处理后输出并驱动现场设备运行的控制信号，如驱动接触器、继电器触点动作或电磁阀工作的信号等，均为开关量输出信号。从输出驱动形式上又可以将开关量输出分为继电器触点输出、直流晶体管输出和晶闸管输出三种。

有效地提高开关量输入/输出信号传输可靠性的措施包括光电隔离、低通滤波、提高传输电压和减小传输距离等。

1.1.2 模拟量基本知识

模拟量也称作连续量，是指在时间上和数值上连续变化的物理量。在坐标平面上，模拟量表现为一条连续的曲线。常见的模拟量有温度、湿度、压力、流量、转速等。PLC 系统处理的模拟量也可以分为输入型与输出型两类。常用的模拟量信号形式包括 DC 0 ~ 20 mA、DC 4 ~ 20 mA、DC -10 ~ 10 V、DC 0 ~ 10 V、DC 0 ~ 5 V 和 DC 1 ~ 5 V 等。

PLC 不能直接处理模拟量，需要使用模拟量输入单元中的模/数（A/D）转换器将模拟量转换为与输入信号成正比的数字量，需用 1 个或 2 个字存储。当然，A/D 转换器的位数越多，其转换数字量的分辨率就越高。

PLC 中的数字量，如比例积分微分（PID）控制器的输出（数字量）需要用模拟量输出单元中的数/模（D/A）转换器将其按比例转换为对应的电压或电流值，供外部执行机构，如电动调节阀或变频器等使用。

1.1.3 控制对象类型

控制对象大致分为离散型、连续型和混合型三大类，如冶金、机械制造、汽车制造、纺织及轻工企业等大多涉及离散型的控制对象；石油和化工企业则大多涉及连续型的控制对象；而大量的中小型企业中则涉及了混合型的控制对象。

1. 离散型控制对象

在离散型制造业中存在逻辑控制、顺序控制和运动控制（位置、速度及加速度等控制），以运动控制为主。

开关量的逻辑控制是 PLC 最基本的功能，早期的 PLC 就已经实现了这种功能。它是用 PLC 的与、或、非等逻辑指令取代继电器触点的串联、并联及各种连接，实现最终的逻辑判断与控制的。

顺序控制就是在生产过程中,各执行机构按照生产工艺规定的顺序,在各输入信号的作用下,根据内部状态和时间顺序,自动地有次序地操作。在工业控制系统中,顺序控制是 PLC 应用最广泛的领域,它在开关量逻辑控制的基础上增加了延时、计数等指令,从而取代了传统的时间继电器实现时序、计数控制。控制形式可以采用单机控制、多机群控制、生产自动流水线控制等,例如,注塑机、印刷机械、订书机械、切纸机械、组合机床、磨床、装配生产线、包装生产线、电镀流水线、灯光照明、食品加工、自动化仓库及电梯控制等。

运动控制是指在复杂条件下,使控制目标按期望的方式做机械运动。运动控制系统主要用于实现位置控制、轨迹控制、速度控制、加速度控制和转矩控制等。

利用 PLC 能接收和输出高速脉冲的功能,并配备相应的传感器(如旋转编码器)或脉冲伺服装置(如环形分配器、功率放大器和步进电动机)就能实现位置控制,如简单的定位控制、直线运动或圆周运动的控制等。为此,PLC 厂家也越来越重视运动控制单元的开发和生产,如欧姆龙公司推出了驱动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位控单元(NC 单元)和运控单元(MC 单元),即把描述目标位置的数据送给单元,单元移动一轴或多轴到目标位置。当每个轴运动时,位置控制单元保持适当的速度和加速度,确保运动平滑。运动的编程可用 PLC 的编程语言完成,程序代码通过编程器输入。操作员用手动方式把轴移动到某个目标位置,单元就得知了位置和运动参数,之后可编辑程序来改变速度和加速度等运动参数,使运动平滑。相对来说,位置控制单元比计算机数值控制装置(CNC)体积更小、价格更低、速度更快、操作更方便。因此,运动控制类单元广泛应用于机械行业的机床控制,机器人、电动机调速及生产流水线的定位控制等领域。

2. 连续型控制对象

连续型流程工业则以过程控制(如温度、压力、流量、物位、成分及浓度等的控制)为主。

在工业测控系统中,模拟量经 A/D 转换为数字量后才能供计算机的 CPU 进行运算处理。生产过程中主要涉及温度、压力、物位、流量等参数的自动控制简称为过程控制。过程控制技术涵盖了石油、化工、水泥、电力、制药及环保等诸多过程控制领域,过程控制系统与其他自动控制系统相比,有以下三个特点。

(1) 生产过程的连续性

在过程控制系统中,大多数被控过程都是以长期的或间歇的形式运行。在密闭的设备中被控变量不断地受到各种扰动的影响。过程控制的主要目的是消除或减小扰动对被控变量的影响,使被控变量稳定在工艺要求的数值上,从而实现生产过程

的优质、高产和低耗。

（2）被控过程的复杂性

过程控制涉及的被控对象范围广，既有石化过程的精馏塔、反应器，热工过程的换热器、锅炉，冶金过程的转炉、平炉，又有机械行业的加热炉等。被控对象体积相对较大，结构比较复杂。其动态特性多为大惯性、大滞后形式，且具有非线性、分布参数和时变特性，甚至有些过程特性至今尚未被人们所认识。

（3）控制方案的多样性

由于被控过程对象特性各异，工艺条件及要求也各不相同，因此，过程控制系统的控制方案非常丰富，既有常规 PID 控制、改进 PID 控制、串级控制、前馈 - 反馈控制、解耦控制，又有为满足特定要求而开发的比值控制、均匀控制、选择性控制、推断控制，还有许多新型控制方式，如模糊控制、预测控制、最优控制等。

在过程控制中，由于 PLC 具有 A/D、D/A 转换及复杂运算等功能，因此可以实现模拟量控制。各种模拟量信号都可以通过过程控制单元加以处理，最为常见的是将电压模拟量、电流模拟量或者混合了输入与输出的模拟量信号处理电路分别制成各种模拟量单元，便于用户选取。

先进的 PLC 除配备了针对过程控制的 PID 等算法指令外，还具有温度控制、PID 控制和模糊控制单元，使 PLC 具有闭环控制功能，即一个具有 PID 控制能力的 PLC 可用于过程控制。当控制过程中某个变量出现偏差时，PID 控制算法会计算出正确的输出，把变量保持在设定值上，实现对温度、压力等模拟量进行检测和控制的目的。

除以上两种控制对象外，混合型控制通常是既有顺序控制又有过程控制，大量的中小型企业就属于混合型控制制造业。

1.1.4 配料车控制对象分析实例

配料车控制对象的示意图如图 1—1 所示。配料车可以左行到三地取原料，右行到一地卸料并混合。

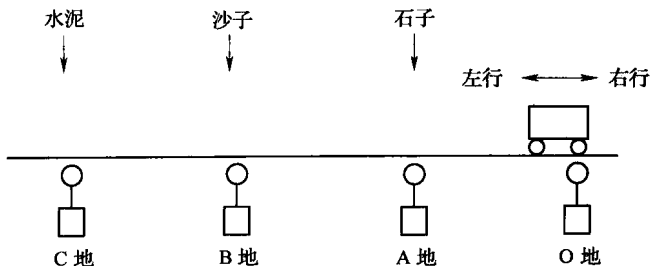


图 1—1 配料车控制对象示意图

1. 工艺过程与控制要求

(1) 工艺过程

1) 配料车的初始位置在 O 地, 向左行至 A 地取石子, 石子下料需停留 10 s; 到时有右行至 O 地卸料, 需停留 5 s。

2) 5 s 后配料车由 O 地左行至 B 地取沙子, 沙子下料需停留 10 s; 到时有右行至 O 地卸料, 需停留 5 s。

3) 5 s 后配料车由 O 地左行至 C 地取水泥, 水泥下料需停留 10 s; 到时有右行至 O 地卸料, 完成一个周期的配料工序。

(2) 控制要求

1) 控制分手动与自动两部分。自动部分将周而复始地执行正常的配料工序; 手动部分用于人为控制配料的进程。

2) 在自动模式下, 按下自动启动按钮, 配料车按照工序完成一个配料周期后, 自动开始新的配料周期。直到按下自动停止按钮, 配料车将完成当前的配料周期, 并停止在初始位置 O 地。

3) 在自动模式下, 按下急停按钮, 无论配料车处于何处, 立即停止运行, 同时中止下料或卸料。此时切换为手动模式, 手动控制配料车运行、下料及卸料。

2. 项目分析

配料车的工艺过程属于典型的顺序控制, 仅涉及开关量的控制。分析其工艺过程与控制要求可知, 在控制方式上需要 9 个按钮, 分别是自动模式下的启动按钮与停止按钮各一个, 手动卸料开关一个, 石子、沙子和水泥的手动下料按钮各一个, 手动左行与手动右行按钮各一个, 以及急停按钮一个。自动与手动模式的切换需要一个选择开关 (两个输入点)。配料车运行到 O 地、A 地、B 地或 C 地时, 各需配一个行程开关来反映配料车到位状态。此外, 还有一个配料车电动机的热继电器动合触点, 总共 16 个开关量输入信号。其中按钮与行程开关等为常用的现场输入装置, 一般接入 DC 24 V 以下低电平信号。

系统的开关量输出信号有 6 个, 分别是配料车左行驱动信号、右行驱动信号、卸料驱动信号, 以及石子、沙子和水泥的下料启动信号。由于配料车的左/右运行由电动机的正/反转决定, 因此将左/右行驱动信号接入到控制电动机正/反转的继电器 - 接触器线圈。

1.1.5 物料混合过程控制对象分析实例

物料混合是化工生产中的典型单元操作, 混合流程的控制是严格的顺序控制问

题，混合釜控制对象的示意图如图 1—2 所示。

图中 LT 为差压变送器，测量混合釜内的液位；

X1, X2, X3 为电磁阀，M 为搅拌电动机。

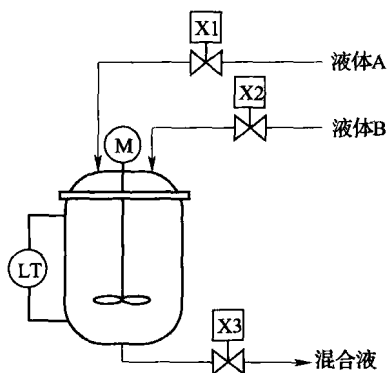


图 1—2 混合釜控制对象示意图

1. 工艺过程和控制要求

(1) 工艺过程

1) 初始状态时混合釜是空的，各阀门及搅拌电动机处于关闭状态。

2) 混合过程的步骤是电磁阀 X1 开启，液体 A 流入混合釜内，当液面到达中限（高、中、低限值均可在控制程序中设定）时，关闭

电磁阀 X1，同时开启电磁阀 X2，即停止注入液体 A，开始注入液体 B。当液面到达上限时，关闭电磁阀 X2，停止注入液体 B，同时开启电动机 M 搅拌，进行物料混合。

3) 出料过程的步骤是电动机搅拌 5 min 后停止，此时开启电磁阀 X3，开始排放混合液。当液面到达下限时开始定时，经过 10 s 后，混合釜放空，此时关闭电磁阀 X3，完成混合过程，准备重新开始下一个周期。

(2) 控制要求

1) 控制方式分手动与自动两部分。在自动模式下按下自动启动按钮，判断混合釜是否处于初始状态，随后启动混合过程完成一个正常的混合周期。

按下急停按钮，关闭所有电磁阀及搅拌电动机。此时切换为手动模式，手动控制各电磁阀和搅拌电动机，人为决定物料混合的过程。

2) 差压变送器反映混合釜的液位信息，高、中、低限的数值在控制程序中设定。在混合过程中需实时显示液位值。

3) 分别用指示灯全程指示入料混合与出料过程。

2. 项目分析

物料混合是严格的顺序控制过程，其中涉及开关量控制和模拟量的检测与显示。分析工艺过程与控制要求可知，开关量输入信号有 9 个，即自动与手动模式的切换开关一个（两个输入点），自动启动按钮一个，急停按钮一个，搅拌电动机手动启动与停止按钮各一个，电磁阀 X1 ~ X3 的手动开关各一个。

开关量输出信号共 6 个，包括电磁阀 X1 ~ X3 开启信号、搅拌电动机开启信号、入料指示与出料指示信号。其中按钮、继电器、指示灯等为常用的现场输入/输出装置，一般接入 DC 24 V 低电平信号，而搅拌电动机驱动信号接入到继电 - 接

触器线圈。

此外，系统需要有一路实时采集液位值的模拟量输入信号，接入差压变送器的4~20 mA 电流信号；还需要有一路4~20 mA 的模拟量输出信号，接出显示液位的仪表。

1.2 控制方案设计



学习目标

- 掌握控制系统的方框图画法
- 掌握控制系统的流程图画法

1.2.1 PLC 系统设计的基本原则与要求

1. PLC 系统设计的基本原则

PLC 作为工业自动化三大支柱之一，随着功能的不断提高与完善，已几乎可以完成工业控制领域的所有任务。它最适于工业环境较差，对安全性、可靠性要求较高，系统工艺复杂的应用场合。在设计 PLC 系统时应遵循以下原则。

(1) 满足控制要求

最大限度地满足被控对象的工艺要求是设计控制系统的首要前提。这就要求设计人员在设计前深入现场进行调查研究，收集现场的资料和有效的控制经验，进行系统设计。

(2) 安全可靠

控制系统长期运行中能安全、可靠、稳定是设计控制系统的重要原则。这就要求在系统设计、元器件选取、软件编程上要全面考虑。例如，在硬件和软件的设计上，应保证 PLC 程序不仅在正常条件下能正确运行，而且在一些非正常的情况下（如突然掉电再上电、人为操作失误）也能正常运行。程序能够接受并且只能接受合法操作，对非法操作能够予以拒绝等。

(3) 经济实用

在满足控制要求的条件下，一方面要注意不断地扩大工程效益，另一方面也要注意降低成本。设计要合理、经济，要能发挥 PLC 的控制优势，这就要求控制系

统简单、经济，使用与维护既方便又价廉。

（4）适应发展

在设计控制系统时，需考虑到今后的功能扩充。这就要求在选择 PLC 机型和 I/O 单元时，要适当留有冗余量。

2. PLC 系统设计的基本内容与要求

按照规范的设计步骤进行 PLC 系统设计，可以提高工作效率。设计 PLC 系统的方法较多，与设计人员习惯遵守的设计规范及实践经验有关。但是，所有设计方法都要解决以下基本问题。

第一，进行 PLC 系统的功能设计。根据被控对象的工艺要求和特点，明确 PLC 系统必须完成的工作和因此必须具备的功能。

第二，进行 PLC 系统的分析。通过分析系统功能实现的可能性及实现的基本方法和条件，提出 PLC 系统的基本规模和布局。

第三，根据系统功能设计和系统分析的结果，确定 PLC 的机型和系统的具体配置。

因此，可以提出适用于任何项目的一般性 PLC 系统设计与调试的主要步骤及相关内容，如图 1—3 所示。

（1）了解和分析被控对象的工艺过程和控制要求

控制要求主要包括控制的基本方式、应完成的动作和自动工作循环的组成，以及必要的保护和连锁等。PLC 系统的控制要求并不仅仅局限于设备或生产过程本身的控制功能，还应具有操作人员对生产过程的高水平监控与干预功能、信息处理功能和管理功能等。

PLC 对设备或生产过程的控制功能是 PLC 系统的主体部分，其他功能是附属部分。PLC 系统设计应围绕主体展开，兼顾附属部分。对于一个较复杂的生产工艺过程，通常可将控制任务分成几个独立部分，而每个部分往往又可分解为若干个具体步骤。

（2）确定 I/O 设备

根据被控对象对 PLC 控制系统的功能要求，确定系统所需的用户 I/O 设备。常用的输入设备有按钮、选择开关、行程开关和传感器等；常用的输出设备有继电器、接触器、指示灯和电磁阀等。

如果有运动控制，如交流调速或直流调速系统，则可选用 D/A 单元，确定输出模拟量的点数。选用 D/A 单元时，应了解该单元是否有自己的 CPU，是否能独立工作，因为这关系到调速器的采样周期，采样周期一般为毫秒级。

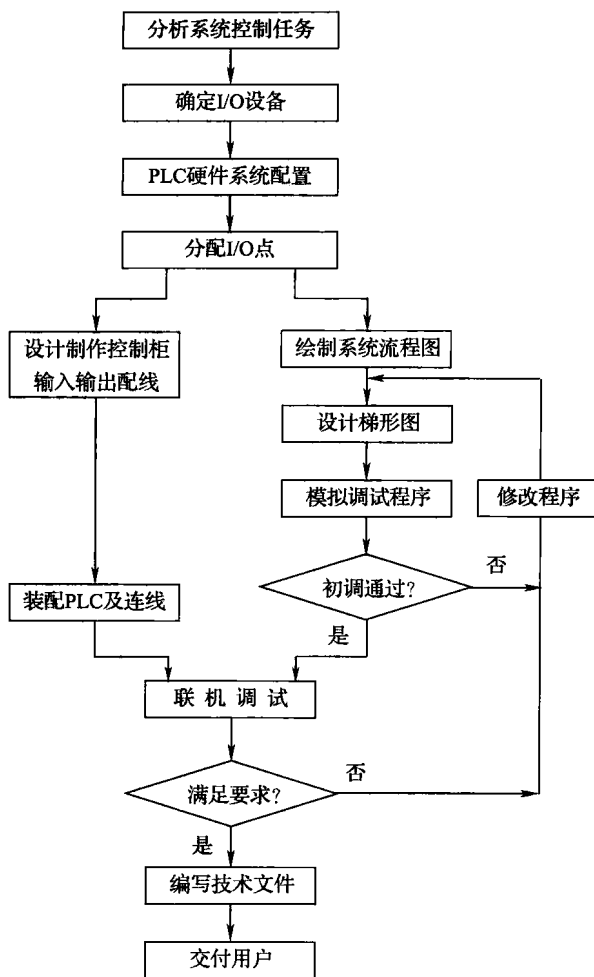


图 1—3 PLC 系统设计与调试步骤

如果还有位置控制，可以选取位置控制单元，确定控制轴数。应了解该单元的输出是脉冲输出还是模拟量输出或两者兼备，以便与驱动器配套。还要了解交流伺服驱动器与交流伺服电动机的性能。

如果系统还包括过程控制，如温度控制，则要选用温度控制单元，确定温度控制的点数，了解该单元的控制算法及是否有模糊控制和自整定算法。

(3) PLC 硬件系统配置

根据已确定的用户 I/O 设备，统计所需的输入信号和输出信号的点数，选择合适的 PLC 类型，包括机型的选择、CPU 的选择、容量的选择、I/O 单元的选择及电源单元的选择等。

（4）分配 I/O 点

分配 PLC 的 I/O 点，编制出 I/O 地址分配表或者画出 I/O 端子的接线图。随后可进行 PLC 程序设计，同时也可以进行控制柜或操作台的设计和现场施工。

（5）设计梯形图控制程序

根据 I/O 地址分配表及流程图设计梯形图（即编程）。这一步是整个控制系统最核心的工作。程序设计主要包括系统初始化程序、主程序、子程序、中断程序、故障应急措施和辅助程序的设计等，小型开关量控制系统一般只有主程序。

要设计好梯形图，首先要十分熟悉控制要求，还要有一定的电气设计实践经验。梯形图程序的一般设计方法包括继电器/梯形图转换法，经验设计法，逻辑设计法及顺序功能图设计法等。

较简单系统的梯形图可以用经验法设计，复杂系统一般用顺序功能图法设计，即画出系统的顺序功能图后，根据该图编写梯形图程序。某些编程软件可以直接用顺序功能图语言来编程。

在编程软件中，可以给用户程序中的各个变量命名，变量名称可以在梯形图中显示出来，便于程序的阅读和调试，变量名称的定义要简短、明确。

（6）模拟调试程序

将程序输入 PLC 后，应先进行程序的模拟调试工作。由于在程序设计过程中，难免会有疏漏，在将 PLC 连接到现场设备之前，必须进行软件调试，以排除程序中的错误，调试时应着重注意下列问题。

- 1) 程序能否按设计要求运行。
- 2) 各种必要的功能是否具备。
- 3) 发生意外事故时能否做出正确的响应。
- 4) 对现场干扰等环境因素适应能力如何。

经调试、排错和修改后，如程序基本正确就可以到现场进行联机调试，进一步查看系统的整体效果，使其进一步完善。

（7）联机调试

在 PLC 软硬件设计和控制柜现场安装完成后，就可以进行整个系统的联机调试了。如果控制系统是由几个部分组成的，则应先做局部调试，然后再进行整体调试；如果控制程序的步骤较多，则可先进行分段调试，然后再连接起来总调。调试中发现的问题要逐一排除，直到调试成功。

(8) 编写技术文件

系统技术文件包括功能说明书、电气原理图、接线图、元器件布置图、元器件现场位置图、PLC 梯形图等。功能说明书是在分解自动化过程的基础上对过程的部分进行分析,把各部分必须具备的功能、实现的方法和所要求的输入条件及输出结果以书面形式描述出来。在完成了各部分的功能说明书后,就可以进行归纳统计,整理出系统的总体技术要求。因此,功能说明书是进行 PLC 系统设备选型、硬件配置、程序设计、系统调试的重要技术依据,也是 PLC 系统技术文档的重要组成部分。在编写功能说明书时,还可能发现过程分解中的不合理处并及时予以修正。

在对每个分过程进行功能描述时,主要内容包括:动作功能, I/O 点数及其电气特性, I/O 逻辑状态与物理状态(电气或机械状态)的对应关系,与处理过程或设备的其他部分相互依赖的逻辑关系,与操作站的接口关系。

依据分步功能要求,可以归纳出对 PLC 系统的总体功能要求:数字量 I/O 总点数及分类点数;模拟量 I/O 通道总数及分类通道数;特殊功能总数及类型;系统中各 PLC 的分布与距离;对通信能力的要求及通信距离。

1.2.2 PLC 系统设计流程图的图例及绘制规则

1. 控制系统流程图的绘制方法

程序流程图是一种用规定的图形、指向线及文字说明来准确表示算法的图形,具有直观、形象的特点,能清楚地展现算法的逻辑结构。画程序流程图的规则是使用标准的框图符号,一般用椭圆或圆角表示“开始”与“结束”;用矩形表示处理的内容;用菱形表示问题判断或判定;用平行四边形表示输入或输出;用箭头表示 workflow 方向。流程图一般按从上到下,从左到右的方向画。除判断框外,大多数程序流程图的符号只有一个进入点和一个退出点,而判断框是具有超过一个退出点的唯一符号。流程图的基本结构包括顺序结构、分支结构与循环结构等。示例见图 1—1。

【例 1—1】 在银行办理个人异地汇款(不超过 100 万元)时,银行要收取一定的手续费。若汇款额不超过 100 元,则收取 1 元手续费;超过 100 元且不超过 5 000 元,按汇款额的 1% 收取手续费;超过 5 000 元,一律按 50 元收取手续费。设计算法求汇款额为 x 元时,银行应收取的手续费 y 元,画出流程图。

根据题意,可以建立汇款额与手续费之间的函数关系式,再据此画流程图,结果如图 1—4 所示。

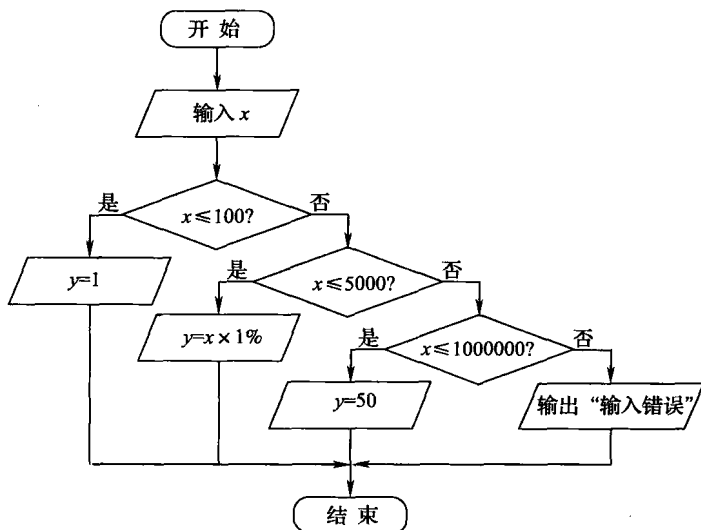


图 1—4 例 1—1 算法流程图

PLC 系统设计流程图也可称为工序流程图，它借鉴了程序流程图的形式，其图框表示一道工序，图框中的文字和符号表示工序的内容；流程线表示两相邻工序的衔接关系，它是一条有向线，其方向由箭头标志，用以指示工序进行方向。工序流程图的画法是将一个工作或工程从头至尾依先后顺序分为若干道工序，每一道工序用矩形表示，两相邻工序之间用流程线相连。在工序流程图上不允许出现几个工序首尾相连的循环回路，而在程序流程图内允许有闭合回路。

正确绘制流程图有助于对程序功能、模块的分析，可以有效地提高编程效率。对于经验丰富的程序设计人员，可以省略此过程。

2. 顺序功能图的绘制方法

与流程图相似，顺序功能图（Sequential Function Chart, SFC，以下简称顺控图）是描述控制系统的控制过程、功能及特性的一种图形，也是编写 PLC 顺序控制程序的得力工具。有的厂家如西门子公司、欧姆龙公司等均提供了带顺控图的编程工具。顺控图主要由步、有向连线、转换与转换条件、动作（命令）组成。顺控图的一般形式如图 1—5 所示。

（1）步

顺控图的作用是将系统的一个工作周期划分为若干个顺序相连的阶段，这些阶段称为步，步是顺控图的最基本组成部分，它是某一特定控制功能的程序段。用矩形框表示步，框内的数字是步的编号，如图 1—5 所示的 $n-1$ 、 n 、 $n+1$ 、 $n+2$ 。