



# 课程 设计 任 务 书

专 业 \_\_\_\_\_ 姓 名 \_\_\_\_\_ 学 号 \_\_\_\_\_

开题日期： 年 3 月 23 日      完成日期： 年 6 月 28 日

题 目 加热反应炉 PLC 控制系统的设计

## 一、设计的目的

加热炉温度控制在许多领域中得到广泛的应用。这方面的应用大多是基于单片机进行PID控制,然而单片机控制的DDC 系统软硬件设计较为复杂,特别是涉及到逻辑控制方面更不是其长处,然而PLC在这方面却是公认的最佳选择。采用 PLC来对反应炉进行全自动控制,提高生产效率,并且降低劳动力成本。

## 二、设计的内容及要求

对反应炉的控制主要分为3个阶段。第一阶段,送料控制,检测下液面、炉内温度和炉内压力是否小于给定值,若是则开启排气阀和进料阀。当液位上升到上液位设定值时,关闭排气阀和进料阀。延时20S,开启氮气阀,氮气进入反应炉,炉内压力上升。当压力上升到给定值时,关闭氮气阀。第二阶段,加热反应控制,接通反应炉电源,开始对反应炉加温。当温度上升到给定值时,切断加热电源。延时10min,加热过程结束。第三阶段,泄放控制,打开排气阀使炉内压力降到给定值以下,打开泄放阀,当炉内溶液下降到下液面以下,关闭泄放阀和排气阀。系统恢复到原始状态准备进入下一循环。

## 三、指导教师评语

四、成 绩 \_\_\_\_\_

指导教师 \_\_\_\_\_ (签章)

年 月 日

## 摘要

从上世纪80年代至90年代中期，PLC得到了快速的发展，在这时期，PLC在处理模拟量能力、数字运算能力、人机接口能力和网络能力得到大幅度提高，PLC逐渐进入过程控制领域，在某些应用上取代了在过程控制领域处于统治地位的DCS系统。PLC具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特点。PLC在工业自动化控制特别是顺序控制中的地位，在可预见的将来，是无法取代的。

温度控制系统广泛应用于工业控制领域，如钢铁厂、化工厂、火电厂等锅炉的温度控制系统，电焊机的温度控制系统等。加热炉温度控制在许多领域中得到广泛的应用。这方面的应用大多是基于单片机进行PID控制，然而单片机控制的DDC系统硬件设计较为复杂，特别是涉及到逻辑控制方面更不是其长处，然而PLC在这方面却是公认的最佳选择。加热炉温度是一个大惯性系统，一般采用双闭环调节进行控制。本设计是利用西门子S7-300PLC控制加热炉温度的控制系统。首先介绍了温度控制系统的工作原理和系统的组成，然后介绍了西门子S7-300PLC和系统硬件及软件的具体设计过程。

关键词：西门子S7-300 PLC 温度控制系统

# 第 1 章 引言

## 1.1 研究的目的是和意义

加热反应炉是工业生产中常用的重要设备，过去仅依靠人工经验进行操作，往往存在送料、温度、压力等条件变化时不能实施有效控制的问题，产品质量不稳定甚至出现次品，造成原料浪费，给企业带来经济损失。可编程序控制器 PLC 以其可靠性高、功能强、控制灵活等特点，已成为目前工业现场环境的首选控制装置。它不仅能够实现复杂的逻辑顺序控制，还能完成少量模拟量的过程控制，且编程简单，使用方便。使用自动控制系统能有效的提高生产的安全性，大大降低了事故的发生率，并能提高生产效率，使原材料的使用率达到最大。

## 1.2 国内外研究现状

国际上对加热炉的优化控制开始于 70 年代，我国从 80 年代才开始对这方面进行研究。我国现有工业锅炉中，很多设备自动化程度不高，热效率在 40% 左右，随着企业的经济增长模式向依靠技术进步转变，对生产自动化的要求越来越迫切，改变锅炉运行中传统手动、半自动操作方式，实现自动化控制和管理，提高热效率，保障安全运行已经势在必行。在钢铁领域，以前人们对加热炉优化控制研究主要集中在钢坯的升温过程的数学模型、炉温优化设定以及燃烧控制，近年来智能控制技术正逐步被应用到加热炉炉温控制中。我国的加热炉相当一部分还处于基地式仪表控制，表盘显示的水平，软件操作不宜为普通工人所掌握。为改变这种落后状况，有效途径之一就是进行加热炉监测和控制系统的技术改造。加热炉的工作目标是在最短的时间内采取最经济的方式把炉内的钢坯加热到所要求的状态。可编程序控制器的加速了热处理自动化，并有与其它工序组成自动热处理线的趋势 [1]。

## 第2章 控制系统设备简介

### 2.1 PLC 的定义

PLC 即可编程控制器 (Programmable logic Controller, 是指以计算机技术为基础的的新型工业控制装置。在 1987 年国际电工委员会 (International Electrical Committee) 颁布的 PLC 标准草案中对 PLC 做了如下定义:

PLC 英文全称 Programmable Logic Controller, 中文全称为可编程逻辑控制器, 定义是:一种数字运算操作的电子系统, 专为在工业环境应用而设计的。它采用一类可编程的存储器, 用于其内部存储程序, 执行逻辑运算, 顺序控制, 定时, 计数与算术操作等面向用户的指令, 并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。PLC 是可编程逻辑电路, 也是一种和硬件结合很紧密的语言, 在半导体方面有很重要的应用, 可以说有半导体的地方就有 PLC。

PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器, 用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令, 并能通过数字式或模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关的外围设备都应该按易于与工业控制系统形成一个整体, 易于扩展其功能的原则而设计。

### 2.2 PLC 的特点

#### 1. 可靠性高, 抗干扰能力强

高可靠性是电气控制设备的关键性能。PLC 由于采用现代大规模集成电路技术, 采用严格的生产工艺制造, 内部电路采取了先进的抗干扰技术, 具有很高的可靠性。一些使用冗余 CPU 的 PLC 的平均无故障工作时间则更长。从 PLC 的机外电路来说, 使用 PLC 构成控制系统, 和同等规模的继电器接触器系统相比, 电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一, 故障也就大大降低。此外, PLC 带有硬件故障自我检测功能, 出现故障时可及时发出警报信息。在应用软件中, 应用者还可以编入外围器件的故障自诊断程序, 使系统中除 PLC 以外的电路及设备也获得故障自诊断保护。这样, 整个系统具有极高的可靠性也就不奇怪了。

#### 2. 配套齐全, 功能完善, 适用性强

PLC 发展到今天，已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品。可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外，现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力，可用于各种数字控制领域。近年来 PLC 的功能单元大量涌现，使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加上 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展，使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

### 3. 易学易用，深受工程技术人员欢迎

PLC 作为通用工业控制计算机，是面向工矿企业的工控设备。它接口容易，编程语言易于为工程技术人员接受。梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近，只用 PLC 的少量开关量逻辑控制指令就可以方便地实现继电器电路的功能。为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人使用计算机从事工业控制打开了方便之门。

### 4. 系统的设计、建造工作量小，维护方便，容易改造

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑，大大减少了控制设备外部的接线，使控制系统设计及建造的周期大为缩短，同时维护也变得容易起来。更重要的是使同一设备经过改变程序改变生产过程成为可能。这很适合多品种、小批量的生产场合。

### 5. 体积小，重量轻，能耗低

以超小型 PLC 为例，新近出产的品种底部尺寸小于 100mm，重量小于 150g，功耗仅数瓦。由于体积小很容易装入机械内部，是实现机电一体化的理想控制设备 [2]。

## 2.3 PLC 的组成

PLC 种类繁多，但其组成结构和基本原理基本相同。用 PLC 实施控制，其实质是按控制功能要求，通过程序按一定算法进行输入/输出变换，并将这个变换给以物理实现，并应用于工业现场。PLC 专为工业现场应用而设计，采用了典型的计算机结构，它主要是由 CPU、电源、存储器和专门设计的输入/输出接口电路等组成。PLC 的结构框图如图 2.1 所示 [3]。

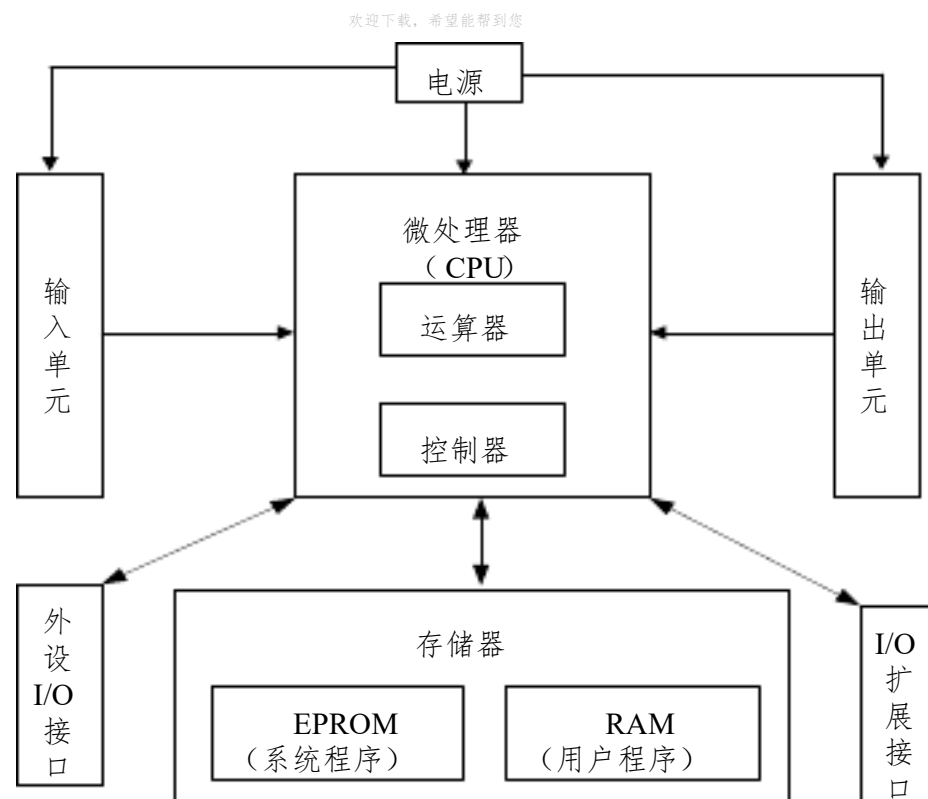


图 2.1 PLC 结构框图

### 1. 中央处理器（CPU）

中央处理单元一般由控制器、运算器和寄存器组成，这些电路都集成在一个芯片内。CPU 通过数据总线、地址总线和控制总线与存储单元、输入/输出接口电路相连接。

与一般计算机一样，CPU 是 PLC 的核心，它按 PLC 中系统程序赋予的功能控制 PLC 有条不紊地进行工作。用户程序和数据事先存入存储器中，当 PLC 处于运行方式时，CPU 按循环扫描方式执行用户程序。

CPU 的主要任务是控制用户程序和数据的接受与存储；用扫描的方式通过 I/O 接口接收现场信号的状态或数据，并存入输入映像寄存器或数据存储器中；诊断 PLC 内部的工作故障和编程中的语法错误等；PLC 进入运行状态后，从存储器逐条读取用户指令，经过命令解释后，按指令规定的任务进行数据传输、逻辑或算数运算等；根据运算结果，更新有关标志位的状态和输出映像寄存器中的内容、在经输出部分实现输出控制、指标打印和数据通信等功能。

不同型号的 PLC 其 CPU 芯片是不同的，又采用通用 CPU 芯片的，有使用厂家自行设计的专用 CPU 芯片的。CPU 芯片的性能关系到 PLC 处理控制信号的能力与速度，CPU 位数越高，系统处理的信息量越大，运算速度也越快。PLC 的功能 CPU 芯片技术的发展而提高和增强。现在大多数 PLC 都采用 32 位 CPU，所以，即使是小型的 PLC，其性能也不一定比过去大中型的 PLC 差。

### 2. 存储器

PLC 的存储器包括系统存储器和用户存储器两部分。系统存储器用来存放由 PLC 生产厂家编写的系统程序，并固化在 ROM 内，用户不能更改。它使 PLC 具有基本的功能，能够完成 PLC 设计者规定的各项工作。

用户存储器包括用户程序存储器和用户数据存储器两部分。用户程序存储器用来存放用户针对具体控制任务用规定的 PLC 编程语言编写的应用程序。用户程序存储器根据所选用的存储器单元类型的不同，可以是 RAM、EPROM 或 EEPROM 存储器，其内容可由用户任意更改。用户数据存储器可以用来存放用户程序中所使用器件的 ON/OFF 状态和数值、数据等，用户存储器的大小关系到用户程序容量的大小，是反映 PLC 性能的重要指标之一。而 PLC 使用的存储器类型有三种：ROM（只读存储器）、RAM（随机存取存储器）和 EEPROM（可电擦出可编程的只读存储器）。

### 3. 输入/输出单元

PLC 的输入和输出信号类型可以是开关量、模拟量。输入/输出接口单元包含两部分：一部分是与被控设备相连接的接口电路，另一部分是输入和输出的映像寄存器。

输入单元接受来自用户设备的各种控制信号，如限位开关、操作按钮、选择开关、行程开关以及其他一些传感器的信号。外部接口电路将这些信号转换成 CPU 能够识别和处理的信号，并存到输入映像寄存器。运行时 CPU 从输入映像寄存器读取输入信息并结合其他元器件最新的信息，按照用户程序进行计算，将有关输出的最新计算结果放到输出映像寄存器。输出映像寄存器由输出点相对应的触发器组成，输出接口电路将由弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出，以驱动电磁阀、接触器、指示灯等被控设备的执行元件。

### 4. 电源部分

PLC 一般使用 220V 的交流电源或 24V 直流电源，内部的开关电源为 PLC 的中央处理器、存储器等电路提供 5V、-12V/+12V、24V 等直流电源，整体式的小型 PLC 还提供一定容量的直流 24V 电源，供外部有源传感器使用。PLC 所采用的看管电源输入电压范围宽、体积小、效率高、抗干扰能力强。

电源不见的位置形式可有多种，对于整体式结构的 PLC，通常电源封装到机壳内部；对于模块式 PLC，则多采用单独的电源模块。

### 5. 编程设备

过去的编程设备一般是编程器，其功能仅限于用户程序读写和调试。读写程序智能使用最不直观的语句表语言，屏幕显示也只有2~3行，各种信息用一些特定的代码表示，操作繁琐不便。现在PLC生产厂家不再提供编程器，取而代之的是给用户配置在PC上运行的基于Windows的编程软件。使用编程软件可以在屏幕上直接生成和编辑梯形图、语句表、功能快图和顺序功能图程序，并可以实现不同编程语言的相互转换，程序被编译后下载到PLC，也可以将PLC中的程序上传到计算机。程序可以保存和打印，通过网络，还可以实现远程编程和传送。更方便的是编程软件的实时调试功能非常强大，不仅能监视PLC运行过程中的各种参数和程序执行情况，还能惊醒智能化的故障诊断。

## 2.4 PLC的工作原理

可编程控制器的工作原理:PLC的工作方式是一个不断循环的顺序扫描工作方式。每一次扫描所用的时间称为扫描周期或工作周期。CPU从第一条指令开始，按顺序逐条地执行用户程序直到用户程序结束，然后返回第一条指令开始新一轮扫描。PLC就是这样周而复始地重复上述循环扫描的。PLC工作的全过程可用图2.2所示的运行框图来表示。

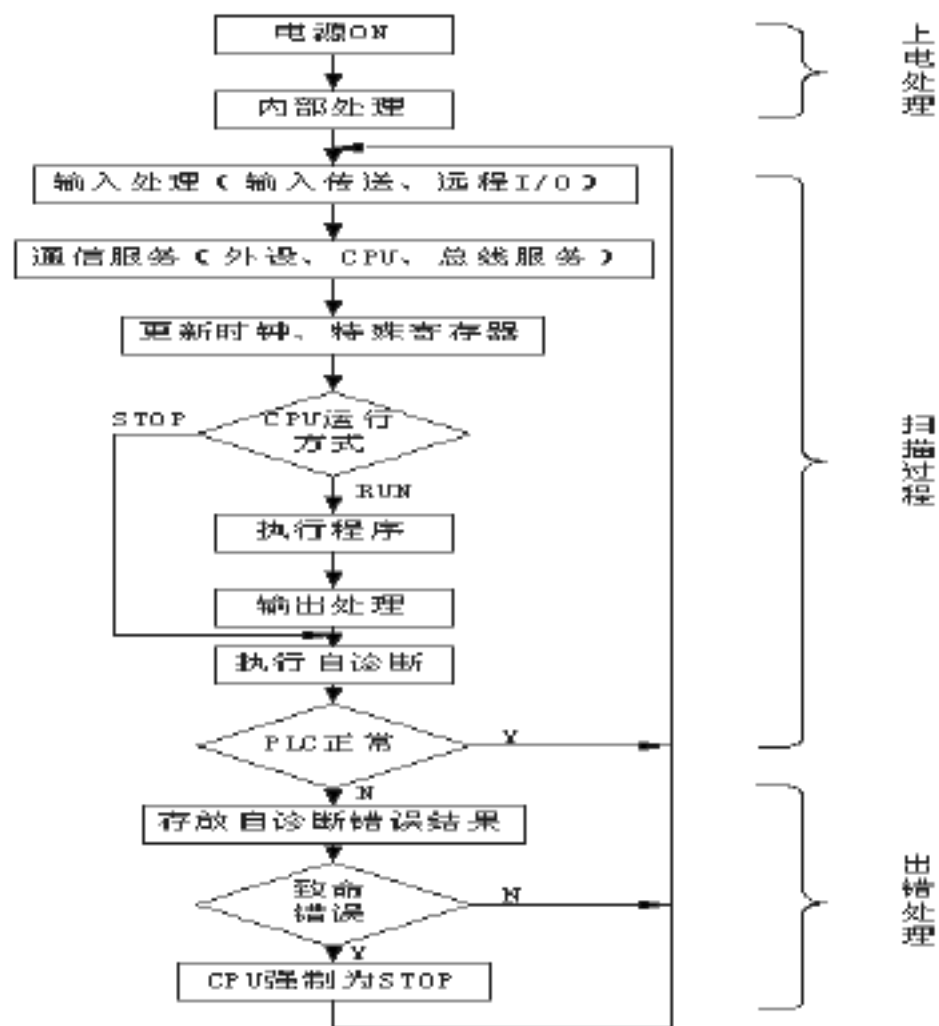


图 2.2 可编程控制器运行框图

加热反应炉作为一种热能动力设备，在国民经济的领域具有广泛应用。以继电器接触器为主的老一代控制系统已不能满足现代锅炉越来越高，越来越复杂的要求，这一领域的计算机化已势在必行，而应用在当前工业过程控制领域中引人注目的PLC又是使其计算机化的简便和可靠途径。在系统中，硬件上采用技术比较的成熟的可编程逻辑控制器，开发了采用PLC的开关量和模拟量输入模块，实现对模拟量采集；方法上运用到的是过程控制中常用的前馈与串级控制方法，保证了系统的稳定性和安全性。温度是工业生产中常见的工艺参数之一，任何物理变化和化学反应过程都与温度密切相关。在科学研究和生产实践的诸多领域中，温度控制占有着极为重要的地位，特别是在冶金、化工、建材、食品、机械、石油等工业中，具有举足轻重的作用。对于不同生产情况和工艺要求下的温度控制，所采用的加热方式，燃料，控制方案也有所不同。例如冶金、机械、食品、化工等各类工业生产中广泛使用的各种加热炉、热处理炉、反应炉等；燃料有煤气、天然气、油、电等。温度控制系统的工艺过程复杂多变，具有不确定性，因此对系统要求更为先进的控制技术和控制理论。故以PLC为基础的生产过程的计算机控制，使的企业总的自动化水平大大提高]

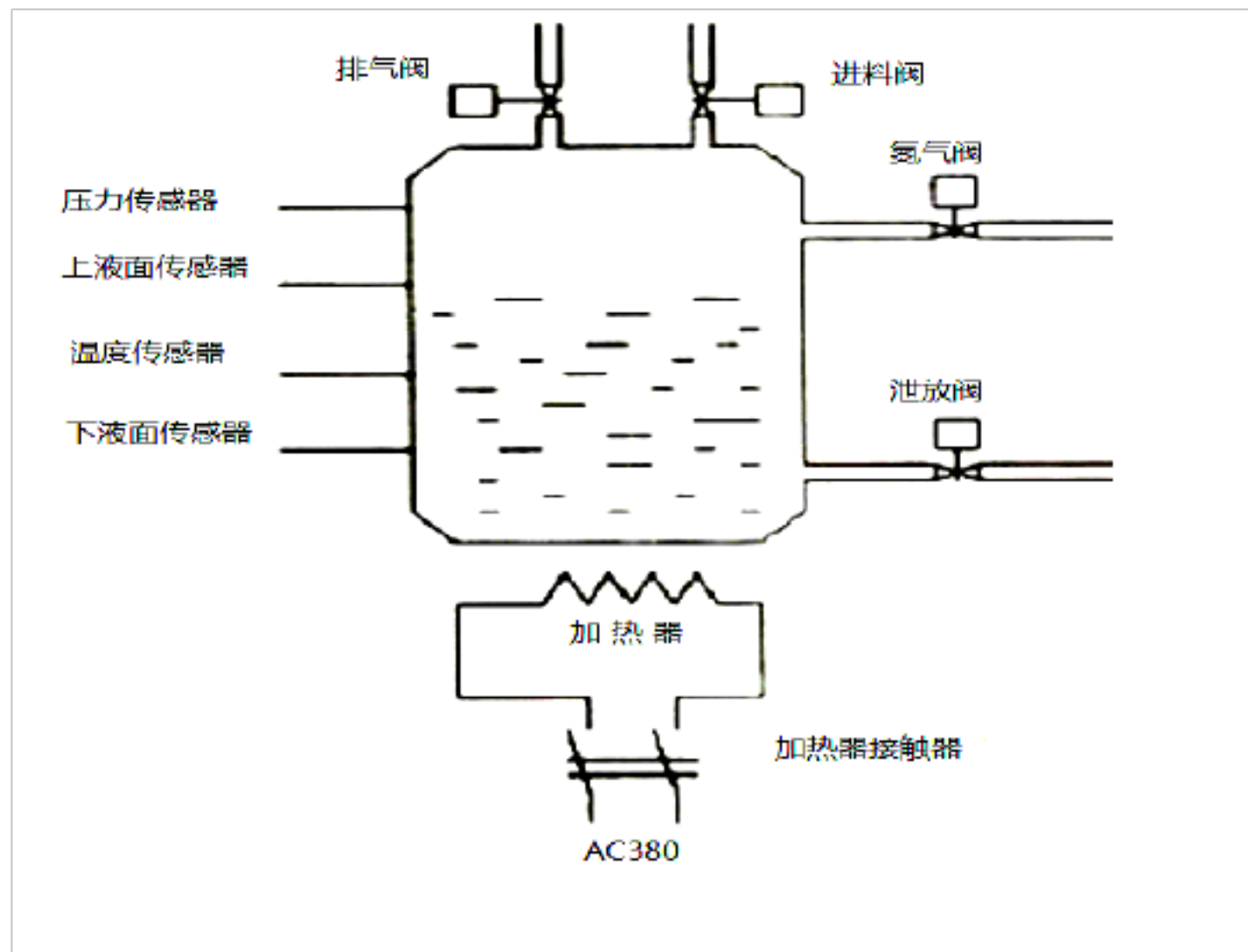
1. 加热反应炉的输入输出设备表：

表 2.1 输入输出设备表

输入设备	输出设备
启动按钮	加热接触器
停止按钮	排气阀
上液面传感器	进料阀
下液面传感器	氮气阀
压力传感器	泄放阀
温度传感器	

2.加热反应炉原理图：

加热反应炉整体由四个阀：排气阀、进料阀、氮气阀、泄放阀，四个传感器：压力传感器、温度传感器、上液面传感器、下液面传感器，锅炉，加热器及加热接触器等组成。



加热反应炉原理图

## 3 章 控制系统的设计

### 3.1 PLC 控制系统设计的基本原则和步骤

PLC 控制系统设计的基本原则：

- (1) 充分发挥 PLC 功能，最大限度地满足被控对象的控制要求。
- (2) 在满足控制要求的前提下，力求使控制系统简单、经济、使用及维修方便。
- (3) 保证控制系统安全可靠。
- (4) 应考虑生产的发展和工艺的改进，在选择 PLC 的型号、I/O 点数和存储器容量等内容时，应留有系统的调整和扩充。

PLC 控制系统设计的一般步骤：设计 PLC 应用系统时，首先是进行 PLC 应用系统的功能设计，即根据被控对象的功能和工艺要求，明确系统必须要做的工作和因此必备的条件。然后是进行 PLC 应用系统的功能分析，即通过分析系统功能，提出 PLC 控制系统的结构形式，控制信号的种类、数量，系统的规模、布局。最后根据系统分析的结果，具体的确定 PLC 的机型和系统的具体配置。PLC 控制系统设计可以按以下步骤进行：

(1)熟悉被控对象，制定控制方案 分析被控对象的工艺过程及工作特点，了解被控对象机、电、液之间的配合，确定被控对象对 PLC 控制系统的控制要求。

(2)确定 I/O 设备 根据系统的控制要求，确定用户所需的输入(如按钮、行程开关、选择开关等)和输出设备(如接触器、电磁阀、信号指示灯等)由此确定 PLC 的 I/O 点数。

(3)选择 PLC 选择时主要包括 PLC 机型、容量、I/O 模块、电源的选择。

(4)分配 PLC 的 I/O 地址 根据生产设备现场需要，确定控制按钮，选择开关、接触器、电磁阀、信号指示灯等各种输入输出设备的型号、规格、数量；根据所选的 PLC 的型号列出输入/输出设备与 PLC 输入输出端子的对照表，以便绘制 PLC 外部 I/O 接线图和编制程序。

(5)设计软件及硬件进行 PLC 程序设计，进行控制柜(台)等硬件的设计及现场施工。由于程序与硬件设计可同时进行，因此，PLC 控制系统的设计周期可大大缩短，而对于继电器系统必须先设计出全部的电气控制线路后才能进行施工设计。

(6)联机调试 联机调试是指将模拟调试通过的程序进行在线统调。

#### 3.1.1 加热反应炉对电控系统的要求

##### 1. 进料控制

加热反应炉开始工作时，首先检测下液面 SK1，炉温 SK2，炉内压力 SK4 是否都小于给定值，即是否都为逻辑 0，若为 0，则开启排气阀 KV1 和进料阀 KV2。液

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/868132030047006075>