

目 录

摘 要	1
1.1 课题背景	1
1.2 项目内容	2
第二章 PLC 和组态软件	3
2.1 可编程控制器基础	3
2.1.1 可编程控制器的产生和应用	3
2.1.2 可编程控制器的组成和工作原理	3
2.1.3 可编程控制器的分类及特点	5
2.2 组态软件的基础	6
2.2.1 组态的定义	6
2.2.2 组态王软件的特点和仿真的的基本方法	6
第三章 PLC 控制系统的硬件设计	7
3.1 PLC 控制系统设计的基本原则和步骤	7
3.1.1 PLC 控制系统设计的基本原则	7
3.1.2 PLC 控制系统设计的一般步骤	7
3.1.3 PLC 程序设计的一般步骤	8
3.2 PLC 的选型和硬件配置	9
3.2.1 PLC 型号的选择	9
3.2.2 S7-200CPU 的选择	9
3.2.3 EM235 模拟量输入/输出模块	10
3.2.4 热电式传感器	10
3.2.5 可控硅加热装置简介	10
3.3 系统整体设计方案和电气连接图	11
3.4 PLC 控制器的设计	11

3.4.1 控制系统数学模型的建立	11
3.4.2 PID 控制及参数整定	12
第四章 PLC 控制系统的软件设计	14
4.1 PLC 程序设计的方法	15
4.2 编程软件 STEP7--Micro/WIN 概述	15
4.2.1 STEP7--Micro/WIN 简单介绍	15
4.2.2 计算机与 PLC 的通信	16
4.3 程序设计	16
4.3.1 程序设计思路	16
4.3.2 PID 指令向导	16
4.3.3 控制程序及分析	17
第五章 组态画面的设计	21
5.1 组态变量的建立及设备连接	21
5.1.1 新建项目	21
5.2 创建组态画面和主画面	22
5.2.2 新建 PID 参数设定窗口	23
5.2.3 新建实时曲线	23
5.2.5 新建报警窗口	24
第六章 系统测试	25
6.1 启动组态王	26
6.2 实时曲线观察	26
6.3 查看数据报表	27
6.4 系统稳定性测试	28
结束语	29
参考文献	30

基于 PLC 的锅炉温度控制系统

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。

本文介绍了以锅炉为被控对象，以锅炉出口水温为主被控参数，以炉膛内水温为副被控参数，以加热炉电阻丝电压为控制参数，以PLC为控制器，构成锅炉温度串级控制系统；采用PID算法，运用PLC梯形图编程语言进行编程，实现锅炉温度的自动控制。

电热锅炉的应用领域相当广泛，在相当多的领域里，电热锅炉的性能优劣决定了产品的质量好坏。目前电热锅炉的控制系统大都采用以微处理器为核心的计算机控制技术，既提高设备的自动化程度又提高设备的控制精度。

本文分别就电热锅炉的控制系统工作原理，温度变送器的选型、PLC配置、组态软件程序设计等几方面进行阐述。通过改造电热锅炉的控制系统具有响应快、稳定性好、可靠性高，控制精度好等特点，对工业控制有现实意义。

关键词：电热锅炉的控制系统 温度控制 串级控制 PLC PID

1.1 课题背景

电热锅炉的应用领域相当广泛，电热锅炉的性能优劣决定了产品的质量好坏。目前电热锅炉的控制系统大都采用以微处理器为核心的计算机控制技术，既提高设备的自动化程度又提高设备的控制精度。

PLC的快速发展发生在上世纪80年代至90年代中期。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了很大的提高和发展。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。^[4]

电热锅炉是机电一体化的产品，可将电能直接转化成热能，具有效率高，体积小，

无污染，运行安全可靠，供热稳定，自动化程度高的优点，是理想的节能环保的供暖设备。加上目前人们的环保意识的提高，电热锅炉越来越受人们的重视，在工业生产和民用生活用水中应用越来越普及。电热锅炉目前主要用于供暖和提供生活用水。主要是控制水的温度，保证恒温供水。

PID控制是迄今为止最通用的控制方法之一。因为其可靠性高、算法简单、鲁棒性好，所以被广泛应用于过程控制中，尤其适用于可建立精确数学模型的确定性系统。PID控制的效果完全取决于其四个参数，即采样周期 t_s 、比例系数 K_p 、积分系数 K_i 、微分系数 K_d 。因而，PID参数的整定与优化一直是自动控制领域研究的重要课题。PID在工业过程控制中的应用已有近百年的历史，在此期间虽然有许多控制算法问世，但由于PID算法以它自身的特点，再加上人们在长期使用中积累了丰富经验，使之在工业控制中得到广泛应用。在PID算法中，针对P、I、D三个参数的整定和优化的问题成为关键问题。[5]

1.2 项目内容

以锅炉为被控对象，以锅炉出口水温为主被控参数，以炉膛内水温为副被控参数，以加热炉电阻丝电压为控制参数，以PLC为控制器，构成锅炉温度串级控制系统；采用PID算法，运用PLC梯形图编程语言进行编程，实现锅炉温度的自动控制。

可编程逻辑控制器（PLC）是集计算机技术、自动控制技术和通信技术为一体的新型自动控制装置。其性能优越，已被广泛的应用于工业控制的各个领域，并已经成为工业自动化的三大支柱（PLC、工业机器人、CAD/CAM之一）。

PLC技术在温度监控系统上的应用从整体上分析和研究了控制系统的硬件配置、电路图的设计、程序设计，控制对象数学模型的建立、控制算法的选择和参数的整定、人机界面的设计等。论文通过对德国西门子公司的S7-200系列PLC控制器，温度传感器将检测到的实际炉温转化为电压信号，经过模拟量输入模块转换成数字信号送到PLC中进行PID调节，PID控制器输出转化为0-10mA的电流信号输入控制可控硅电压调整器或触发板改变可控硅管导通角的大小来调节输出功率。对于监控画面，利用亚控公司的组态软件“组态王”

串级系统是由调节器串联起来工作，其中一个调节器的输出作为另一个调节器的给定值的系统。整个系统包括两个控制回路，主回路和副回路。副回路由副变量检测变送、副调节器、调节阀和副过程构成；主回路由主变量检测变

送、主调节器、副调节器、调节阀、副过程和主过程构成。一次扰动：作用在主被控过程上的，而不包括在副回路范围内的扰动。二次扰动：作用在副被控过程上的，即包括在副回路范围内的扰动。在串级控制系统中，由于引入了一个副回路，不仅能及早克服进入副回路的扰动，而且又能改善过程特性。副调节器具有“粗调”的作用，主调节器具有“细调”的作用，从而使其控制品质得到进一步提高。 [7]

二 PLC 和组态软件

可编程控制器是一种工业控制计算机，简称 PLC (Programmable logic Controller)，它使用可编程序的记忆以存储指令，用来执行逻辑、顺序、计时、计数、和演算等功能，并通过数字或模拟的输入输出，以控制各种机械或生产过程。

2.1.1 可编程控制器的产生和应用

1969年美国数字设备公司成功研制世界第一台可编程序控制器 PDP-14，并在 GM公司的汽车自动装配线上首次使用并获得成功。1971年日本从美国引进这项技术，很快研制出第一台可编程序控制器 DSC-18。1973年西欧国家也研制出他们的第一台可编程控制器。我国从1974年开始研制，1977年开始工业推广应用。进入20世纪70年代，随着电子技术的发展，尤其是 PLC采用通讯微处理器之后，这种控制器功能得到更进一步增强。进入20世纪80年代，随着大规模和超大规模集成电路等微电子技术的迅猛发展，以16位和少数32位微处理器构成的微机化 PLC，使 PLC的功能增强，工作速度快，体积减小，可靠性提高，成本下降，编程和故障检测更为灵活，方便。目前，PLC在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业。

2.1.2 可编程控制器的组成和工作原理

可编程控制器的组成：

PLC包括 CPU模块、I/O 模块、内存、电源模块、底板或机架。

1. CPU

CPU是 PLC的核心，它按 PLC的系统程序赋予的功能接收并存贮用户程序和

数据，用扫描的方式采集由现场输入装置送来的状态或数据，并存入规定的寄存器中，同时，诊断电源和 PLC 内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误等。CPU 主要由运算器、控制器、寄存器及实现它们之间联系的数据、控制及状态总线构成，CPU 单元还包括外围芯片、总线接口及有关电路。内存主要用于存储程序及数据，是 PLC 不可缺少的组成单元。CPU 速度和内存容量是 PLC 的重要参数，它们决定着 PLC 的工作速度，IO 数量及软件容量等，因此限制着控制规模。

2.I/O 模块

PLC 与电气回路的接口，是通过输入输出部分（I/O）完成的。I/O 模块集成了 PLC 的 I/O 电路，其输入暂存器反映输入信号状态，输出点反映输出锁存器状态。输入模块将电信号变换成数字信号进入 PLC 系统，输出模块相反。I/O 分为开关量输入（DI），开关量输出（DO），模拟量输入（AI），模拟量输出（AO）等模块。

3. 编程器

编程器的作用是用来供用户进行程序的输入、编辑、调试和监视的。

4. 电源

PLC 电源用于为 PLC 各模块的集成电路提供工作电源。同时，有的还为输入电路提供 24V 的工作电源。电源输入类型有：交流电源（220VAC 或 110VAC），直流电源（常用的为 24VDC）。^[6]

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 2-1 所示的运行框图来表示。

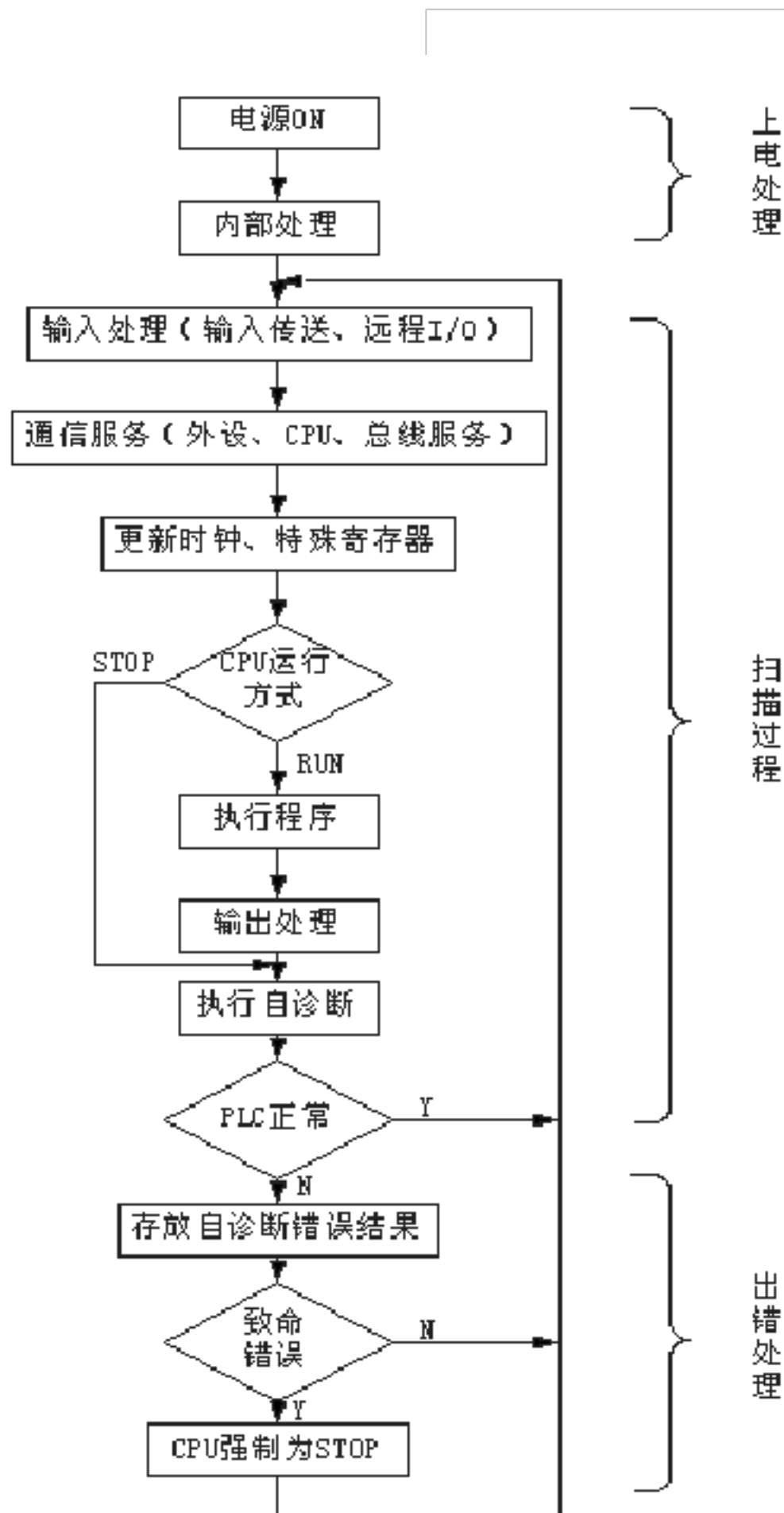


图 2-1 可编程控制器运行框图

2.1.3 可编程控制器的分类及特点

(一) 小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下，其特点是体积小、结构紧凑，整个硬件融为一体，除了开关量 I/O 以外，还可以连接模拟量 I/O 以及其他各种特殊功能模块。它能执行包括逻辑运算、计时、计数、算术、运算数据处理和传送通讯联网以及各种应用指令。

(二) 中型 PLC

中型 PLC 采用模块化结构，其 I/O 点数一般在 256~1024 点之间，I/O 的处理

方式除了采用一般 PLC 通用的扫描处理方式外,还能采用直接处理方式即在扫描用户程序的过程中直接读输入刷新输出,它能联接各种特殊功能模块,通讯联网功能更强,指令系统更丰富,内存容量更大,扫描速度更快。

(三)大型 PLC

一般 I/O 点数在1024 点以上的称为大型 PLC 大型 PLC 的软硬件功能极强,具有极强的自诊断功能、通讯联网功能强,有各种通讯联网的模块可以构成三级通讯网实现工厂生产管理自动化,大型 PLC 还可以采用冗余或三 CPU 构成表决式系统使机器的可靠性更高

2.2.1组态的定义

组态就是用应用软件中提供的工具、方法,完成工程中某一具体任务的过程。组态软件是有专业性的,一种组态软件只能适合某种领域的应用。组态的概念最早出现在工业计算机控制中,如 DCS(集散控制系统)组态,PLC 梯形图组态。人机界面生成软件就叫工控组态软件。工业控制中形成的组态结果是用在实时监控的。从表面上看,组态工具的运行程序就是执行自己特定的任务。工控组态软件也提供了编程手段,一般都是内置编译系统,提供类 BASIC 语言,有的支持 VB 现在有的组态软件甚至支持 C#高级语言。

在当今工控领域,一些常用的大型组态软件主要有: ABB-OptiMax WinCC iFix , Intouch , 组态王, 力控, 易控, MCGS等。本设计采用亚控的组态王软件进行组态的设计。

2.2.2组态王软件的特点

组态王软件具有适应性强、开放性好、易于扩展、经济、开发周期短等优点。通常可以把这样的系统划分为控制层、监控层、管理层三个层次结构。其中监控层对下连接控制层,对上连接管理层,它不但实现对现场的实时监测与控制,且在自动控制系统中完成上传下达、组态开发的重要作用。尤其考虑三方面问题:画面、数据、动画。通过对监控系统要求及实现功能的分析,采用组态王对监控系统进行设计。组态软件也为试验者提供了可视化监控画面,有利于试验者实时现场监控。而且,它能充分利用 Windows 的图形编辑功能,方便地构成监控画面,并以动画方式显示控制设备的状态,具有报警窗口、实时趋势曲线等,可便利的生成各种报表。它还具有丰富的设备驱动程序和灵活的

组态方式、数据链接功能^[8]。

2.2.3 组态王软件仿真的基本方法

(1) 图形界面的设计

图形,是用抽象的图形画面来模拟实际的工业现场和相应的工控设备。

(2) 构造数据库

数据,就是创建一个具体的数据库,并用此数据库中的变量描述工控对象的各种属性,比如水位、流量等。

(3) 建立动画连接

连接,就是画面上的图素以怎样的动画来模拟现场设备的运行,以及怎样让操作者输入控制设备的指令。

(4) 运行和调试

三 PLC 控制系统的硬件设计

3.1 PLC 控制系统设计的基本原则和步骤

3.1.1 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,应留有适当的余量,以利于系统的调整和扩充。

3.1.2 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。

3.1.3 PLC 程序设计的一般步骤

1. 绘制系统的功能图。

2. 设计梯形图程序。

3. 根据梯形图编写指令表程序。

4. 对程序进行模拟调试及修改，直到满足控制要求为止。调试过程中，可采用分段调试的方法，并利用编程器的监控功能。

PLC控制系统的设计步骤可参考图 3-1：

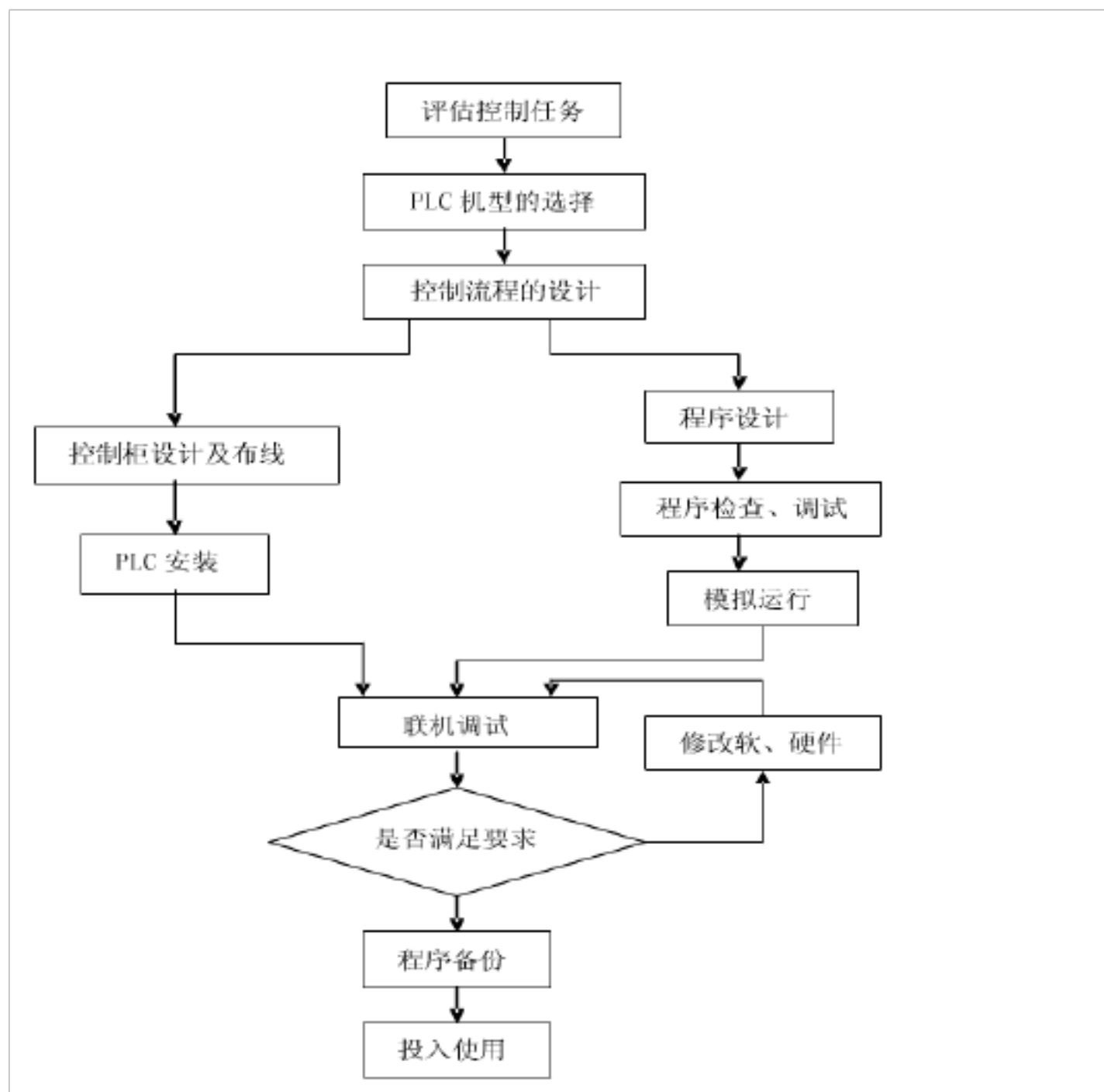


图 3-1 PLC 控制系统的设计步骤

3.2 PLC 的选型和硬件配置

3.2.1 PLC 型号的选择

本温度控制系统采用德国西门子 S7-200 PLC。S7-200 是一种小型的可编程序控制器，适用于各行各业，各种场合中的检测、监测及控制的自动化。S7-200 系列的强大功能使其无论在独立运行中，或相连成网络皆能实现复杂控制功能。因此 S7-200 系列具有极高的性能/价格比。

3.2.2 S7-200 CPU 的选择

S7-200 系列的 PLC 有 CPU221 CPU222 CPU224 CPU226 等类型。此系统选用的 S7-200 CPU226, CPU 226 集成 24 输入/16 输出共 40 个数字量 I/O 点。可连接 7 个扩展模块，最大扩展至 248 路数字量 I/O 点或 35 路模拟量 I/O 点。13K 字节程序和数据存储空间。6 个独立的 30kHz 高速计数器，2 路独立的 20kHz 高速脉冲输出，具有 PID 控制器。2 个 RS485 通讯/编程口，具有 PPI 通讯协议、MPI 通讯协议和自由方式通讯能力。

I/O 端子排可很容易地整体拆卸。

3.2.3 EM235 模拟量输入/输出模块

在温度控制系统中，传感器将检测到的温度转换成4-20mA的电流信号，系统需要配置模拟量的输入模块把电流信号转换成数字信号再送入PLC中进行处理。在这里我们选择西门子的EM235模拟量输入/输出模块。EM235模块具有4路模拟量输入/一路模拟量的输出。它允许S7-200连接微小的模拟量信号，±80mV范围。用户必须用DIP开关来选择热电偶的类型，断线检查，测量单位，冷端补偿和开路故障方向：SW1~SW3用于选择热电偶的类型，SW4没有使用，SW5用于选择断线检测方向，SW6用于选择是否进行断线检测，SW7用于选择测量方向，SW8用于选择是否进行冷端补偿。所有连到模块上的热电偶必须是相同类型。

3.2.4 热电式传感器

热电式传感器是一种将温度变化转化为电量变化的装置。在各种热电式传感器中，以将温度量转换为电势和电阻的方法最为普遍。其中最为常用于测量温度的是热电偶和热电阻，热电偶是将温度转化为电势变化，而热电阻是将温度变化转化为电阻的变化。这两种热电式传感器目前在工业生产中被广泛应用。

该系统需要的传感器是将温度转化为电流，且水温最高是100℃，所以选择Pt100铂热电阻传感器。Pt100铂热电阻，简称为：PT100铂电阻，其阻值会随着温度的变化而改变。PT后的100即表示它在0℃时阻值为100欧姆，在100℃时它的阻值约为138.5欧姆。它的工作原理：当PT100在0摄氏度的时候他的阻值为100欧姆，它的的阻值会随着温度上升它的阻值成匀速增长^[3]。

3.2.5 可控硅加热装置简介

对于要求保持恒温控制而不要温度记录的电阻炉采用带PID调节的数字式温度显示调节仪显示和调节温度，输出0~10mA作为直流信号输入控制可控硅电压调整器或触发板改变可控硅管导通角的大小来调节输出功率，完全可以满足要求，投入成本低，操作方便直观并且容易维护。温度测量与控制是热电偶采集信号通过PID温度调节器测量和输出0~10mA或4~20mA控制触发板控制可控硅导通角的大小，从而控制主回路加热元件电流大小，使电阻炉保持在设定的温度工作状态。可控硅温度控制器由主回路和控制回路组成。主回路是由可控硅，过电流保护快速熔断器、过电压保护RC和电阻炉的加热元件等部分组成。

3.3 系统整体设计方案和电气连接图

系统选用了 PLCCPU226为控制器，PT100型热电阻将检测到的实际锅炉水温转化为电流信号，经过 EM235模拟量输入模块转化成数字量信号并送到 PLC中进行 PID 调节，PID 控制器输出转化为0~10mA的电流信号输入控制可控硅电压调整器或触发板改变可控硅管导通角的大小来调节输出功率，从而调节电热丝的加热。PLC和组态王连接，实现了系统的实时监控。

整体设计方案如图3-3:

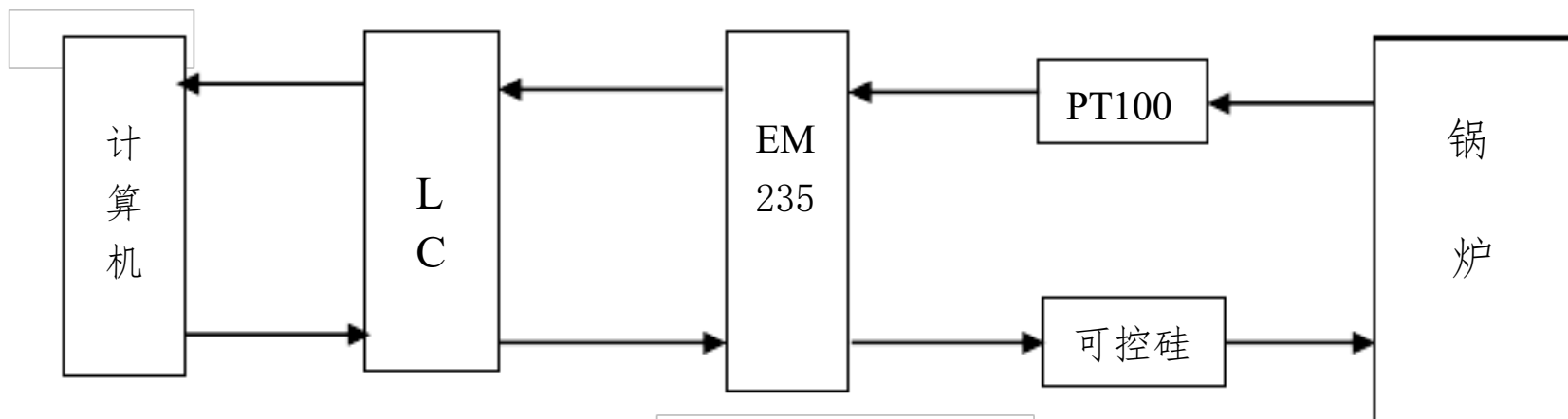
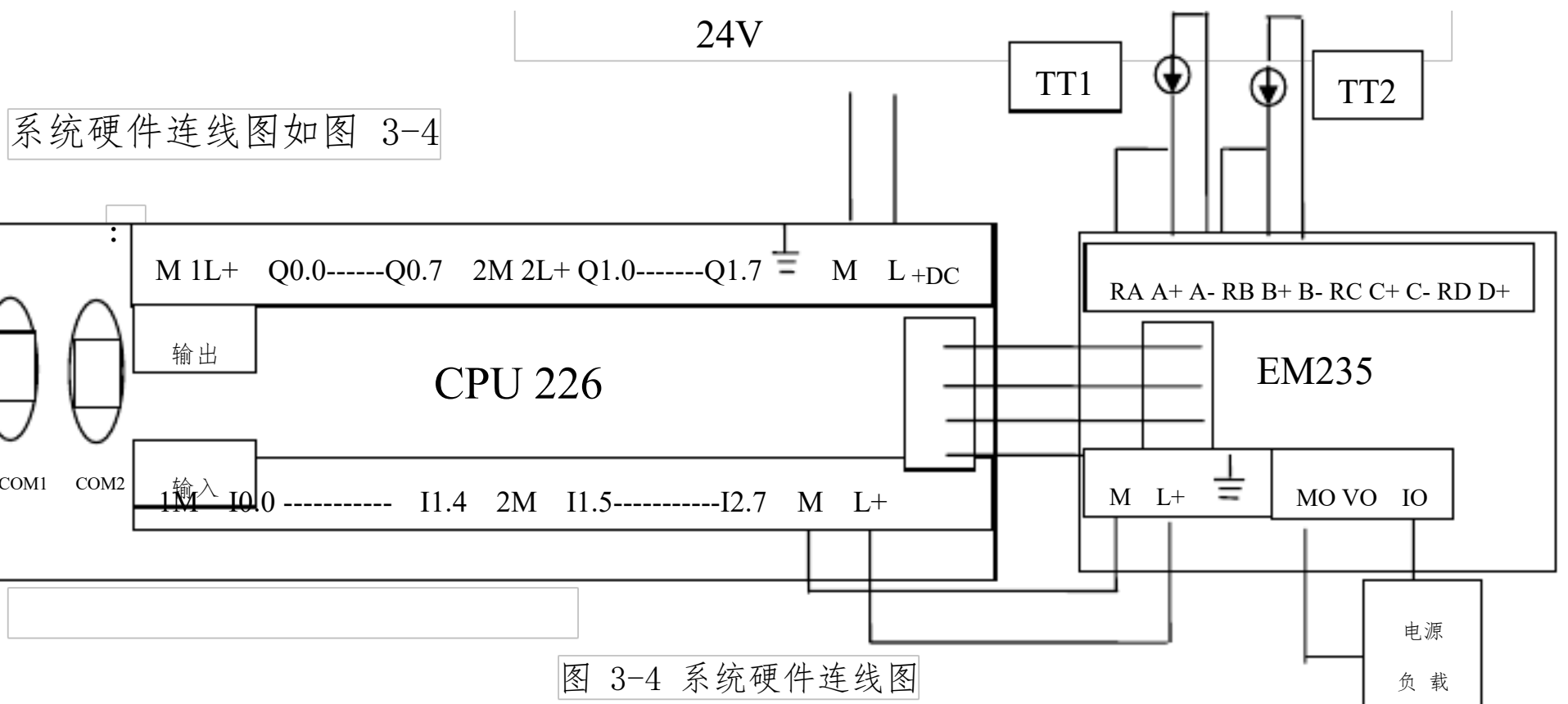


图3-3 整体设计方案



系统硬件连线图如图 3-4

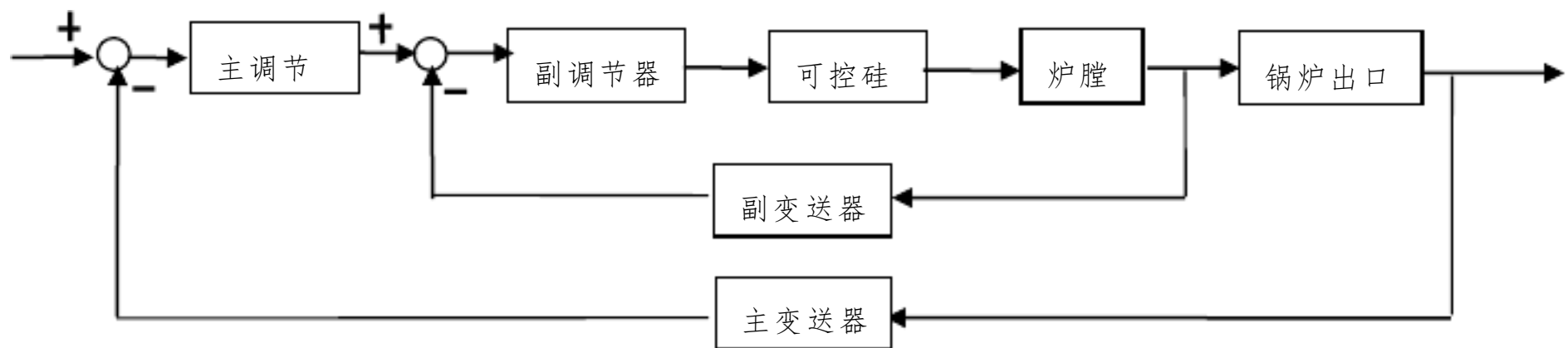
图 3-4 系统硬件连线图

3.4 PLC 控制器的设计

控制器的设计是整个控制系统设计中最重要的一步。首先要根据受控对象的数学模型和它的各特性以及设计要求，确定控制器的结构以及和受控对象的连接方式。最后根据所要求的性能指标确定控制器的参数值。

3.4.1 控制系统数学模型的建立

在本控制系统中，TT1(出口温度传感器)将检测到的出口水温度信号转化为电流信号送入 EM235模块的 A路，TT2(炉膛温度传感器)将检测到的出口水温度信号转化为电流信号送入 EM235模块的 B路。两路模拟信号经过 EM235转化为数字信号送入 PLC PLC再通过 PID 模块进行 PID 调节控制。具体流程在第四章程序编写的时候具体论述。由 PLC的串级控制系统框图如图 3-5：



如图 3-5 串级控制系统框图

3.4.2 PID 控制及参数整定

1.PID 控制器的组成

PID 控制器由比例单元 (P)、积分单元 (I) 和微分单元 (D) 组成。其数学表达式为：

$$u(t) = K_c \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right] \quad \text{公式 (3-1)}$$

[错误!未指定书签。](#) (1) 比例系数 K_c 对系统性能的影响：

比例系数加大，使系统的动作灵敏，速度加快，稳态误差减小。 K_c 偏大，振荡次数加多，调节时间加长。 K_c 太大时，系统会趋于不稳定。 K_c 太小，又会使系统的动作缓慢。 K_c 可以选负数，这主要是由执行机构、传感器以控制对象的特性决定的。如果 K_c 的符号选择不当对象状态 (pv 值) 就会离控制目标的状态 (sv 值) 越来越远，如果出现这样的情况 K_c 的符号就一定要取反。

[错误!未指定书签。](#) (2) 积分控制 T_i 对系统性能的影响：

积分作用使系统的稳定性下降， T_i 小 (积分作用强) 会使系统不稳定，但能消除稳态误差，提高系统的控制精度。

[错误!未指定书签。](#) (3) 微分控制 T_d 对系统性能的影响：

微分作用可以改善动态特性， T_d 偏大时，超调量较大，调节时间较短。 T_d 偏小时，超调量也较大，调节时间也较长。只有 T_d 合适，才能使超调量较小，

减短调节时间。

2. 主、副回路控制规律的选择

采用串级控制，所以有主副调节器之分。主调节器起定值控制作用，副调节器起随动控制作用，这是选择规律的基本出发点。主参数是工艺操作的重要指标，允许波动的范围较小，一般要求无余差，因此，主调节器一般选 PI 或 PID 控制，副参数的设置是为了保证主参数的控制质量，可允许在一定范围内变化，允许有余差，因此副调节器只要选 P 控制规律就可以。在本控制系统中，我们将锅炉出口水温度作为主参数，炉膛温度为副参数。主控制采用 PI 控制，副控制器采用 P 控制。

3. 主、副调节器正、反作用方式的确定

副调节器作用方式的确定：

首先确定调节阀，出于生产工艺安全考虑，可控硅输出电压应选用气开式，这样保证当系统出现故障使调节阀损坏而处于全关状态，防止燃料进入加热炉，确保设备安全，调节阀的 $K_v > 0$ 。然后确定副被控过程的 K_{02} ，当调节阀开度增大，电压增大，炉膛水温度上升，所以 $K_{02} > 0$ 。最后确定副调节器，为保证副回路是负反馈，各环节放大系数(即增益)乘积必须为负，所以副调节器 $K_2 < 0$ ，副调节器作用方式为反作用方式。

主调节器作用方式的确定：

炉膛水温度升高，出口水温度也升高，主被控过程 $K_{01} > 0$ 。为保证主回路为负反馈，各环节放大系数乘积必须为负，所以主调节器的放大系数 $K_1 < 0$ ，主调节器作用方式为反作用方式^[7]。

4. 采样周期的分析

采样周期 T_s 越小，采样值就越能反应温度的变化情况。但是， T_s 太小就会增加 CPU 的运算工作量，相邻的两次采样值几乎没什么变化，将是 PID 控制器输出的微分部分接近于 0，所以不应使采样时间太小。确定采样周期时，应保证被控量迅速变化时，能用足够多的采样点，以保证不会因采样点过稀而丢失被采集的模拟量中的重要信息。

因为本系统是温度控制系统，温度具有延迟特性的惯性环节，所以采样时间不能太短，一般是 15s ~ 20s，本系统采样 17s

经过上述的分析，该温度控制系统就已经基本确定了，在系统投运之前还

要进行控制器的参数整定。常用的整定方法可归纳为两大类，即理论计算整定法和工程整定法。

理论计算整定法是在已知被控对象的数学模型的基础上，根据选取的质量指标，经过理论的计算（微分方程、根轨迹、频率法等），求得最佳的整定参数。这类方法比较复杂，工作量大，而且用于分析法或实验测定法求得的对象数学模型只能近似的反映过程的动态特征，整定的结果精度不是很高，因此未在工程上受到广泛的应用。

对于工程整定法，工程人员无需知道对象的数学模型，无需具备理论计算所学的理论知识，就可以在控制系统中直接进行整定，因而简单、实用，在实际工程中被广泛的应用常用的工程整定法有经验整定法、临界比例度法、衰减曲线法、自整定法等。在这里，我们采用经验整定法整定控制器的参数值。整定步骤为“先比例，再积分，最后微分”。

(1) 整定比例控制

将比例控制作用由小变到大，观察各次响应，直至得到反应快、超调小的响应曲线。

(2) 整定积分环节

若在比例控制下稳态误差不能满足要求，需加入积分控制。先将步骤（1）中选择的比例系数减小为原来的50~80%，再将积分时间置一个较大值，观测响应曲线。然后减小积分时间，加大积分作用，并相应调整比例系数，反复试凑至得到较满意的响应，确定比例和积分的参数。

(3) 整定微分环节

若经过步骤（2），PI 控制只能消除稳态误差，而动态过程不能令人满意，则应加入微分控制，构成 PID 控制。先置微分时间 $T_D=0$ 逐渐加大 T_D 同时相应地改变比例系数和积分时间，反复试凑至获得满意的控制效果和 PID 控制参数。

第四章 PLC 控制系统的软件设计

PLC控制系统的设计主要包括硬件设计和软件设计两部分本在硬件基础上，详细介绍本项目的软件设计，主要包括软件设计的基本步骤、方法、编程软件

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/205101220200011332>