

毕 业 设 计 论 文

题目： 基于 PLC 的温度控制系统设计

摘 要

从上个世纪 80 年代到 90 年代中期,PLC 已快速发展,在此期间,PLC 功能在处理模拟、数字运算能力、人机界面和网络容量的能力已大大提高,公司逐步进入过程控制领域,取代了 DCS 系统在过程控制领域的主导地位。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。

本文介绍了锅炉为对象,主要被控参数的锅炉出口水温度,炉温度作为二级控制参数,加热电阻丝电压作为控制参数,使用 PLC 作为控制器,构成一系列的锅炉控制系统;利用 PID 算法,使用 PLC 梯形图编程语言,实现自动控制锅炉的温度。

电锅炉广泛的应用程序,在一个相当数量的字段,电热锅炉的性能决定了产品的质量。电热锅炉控制系统目前使用的微处理器为核心的计算机控制技术,提高自动化设备都提高了控制精度设备。

电热锅炉控制系统的工作原理,选择的几个方面的温度传感器,PLC 配置,配置软件设计详细描述。通过电热锅炉控制系统改造的优势迅速反应,稳定性好,可靠性高,控制精度和良好的特性,对工业控制有实际意义。

关键词：电热锅炉的控制系统;温度控制;PLC;PID

目 录

摘要	I
绪论	1
(1) 课题背景及设计目的和意义	1
(2) 国内外研究现状	1
(3) 项目涉及内容	2
第一章 PLC 软件和组态软件基础	3
1.1 PLC 基础	3
1.1.1 PLC 的产生和应用	3
1.1.2 PLC 的组成和工作原理	3
1.1.3 可编程控制器的分类及特点	4
1.2 组态软件的基础	5
1.2.1 组态的定义	5
1.2.2 组态王软件的特点	5
1.2.3 组态王软件仿真的基本方法	5
第二章 PLC 控制系统的硬件设计	7
2.1 PLC 控制系统设计的基本原则和步骤	7
2.1.1 PLC 控制系统设计的基本原则	7
2.1.2 PLC 控制系统设计的一般步骤	7
2.1.3 PLC 程序设计的一般步骤	7
2.2 PLC 的选型和硬件配置	8
2.2.1 PLC 型号的选择	8
2.2.2 S7-200 CPU 的选择	8
2.2.3 EM235 模拟量输入/输出模块	9
2.2.4 热电式传感器	9
2.2.5 可控硅加热装置简介	9
2.3 系统整体设计方案和电气连接图	9
2.4 PLC 控制器的设计	10
2.4.1 控制系统数学模型的建立	10
第三章 PLC 控制系统的软件设计	13
3.1 PLC 程序设计的方法	13
3.2 程序设计	13
3.2.1 程序设计思路	13

第四章系统测试.....20

4.1 启动组态王.....	20
4.2 实时曲线观察.....	20
4.3 分析历史趋势曲线.....	21
4.4 查看数据报表.....	23
4.5 系统稳定性测试.....	24
结束语.....	26
参考文献.....	27
谢辞.....	28

绪论

(1) 课题背景及设计目的和意义

电锅炉广泛应用,电热锅炉的性能决定了产品的质量。电热锅炉控制系统目前使用的微处理器为核心的计算机控制技术,提高了自动化设备的控制精度。PLC 的快速发展发生在上个世纪 80 年到 90 年代中期的,在此期间,PLC 已得到在处理模拟、数字运算能力、人机界面功能和网络功能的改进和发展的能力。PLC 逐渐进入过程控制领域,取代了 DCS 系统在一些应用程序过程控制领域的主导地位。PLC 具有较强的通用性,使用方便,适应性广,可靠性高,抵抗干扰的能力强,还有简单的编程功能等等。

电锅炉是机电一体化产品,可以直接转化为热能,效率高,体积小,无污染,操作安全可靠,热稳定性,优势自动化程度高,是理想的节能加热设备。加上环保的电流提高人们的意识,在工业生产和生活用水的民用电热锅炉越来越多的关注正变得越来越流行。电锅炉主要用于家用热水和优惠。主要是控制水的温度,以确保稳定的水供应。

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。

(2) 国内外研究现状

由于的需要,70 年代以来,特别是促进微电子和计算机技术,自动控制理论和设计方法,温度控制系统的国内外发展迅速,智能化,自适应成就的迅速发展,参数设置等方面,在这方面,日本,美国,德国,瑞典等国家的先进技术,生产的温度控制器和仪器的性能,一批商业化,并且被广泛应用于各行各业。它们具有以下特点:

- (1) 适应大惯性,大滞后的复杂的温度控制系统的控制;
- (2) 可根据控制系统要建立的数学模型适应的温度控制系统;
- (3) 可以是适合于被控系统的过程是复杂的,随时间变化的温度控制系统的参数;
- (4) 温度控制系统广泛应用于自适应控制,自适应控制,模糊控制,人工智能理论和计算机技术,采用先进的算法,适应范围广;
- (5) 温度控制器具有普遍的参数整定功能。随着计算机软件技术的帮助下,温度控制器具有控制参数和自调谐功能的特性。有的还具有自学习功能。

随着科学技术的进步，人们的要求越来越高，因此，高精度温度控制系统，在家庭智能化，人性化的发展和国外的发展就成为必然趋势。

(3) 项目涉及内容

以锅炉为对象，对锅炉出口水温为主要被控参数的，炉内温度为仲控制的参数时，加热电阻丝的电压作为控制参数，采用 PLC 作为控制器，构成了一系列锅炉控制系统；采用 PID 算法，利用 PLC 梯形图编程语言编程，实现了锅炉温度自动控制。

PLC 是集计算机技术、通信技术，以及自动控制技术为一体的新型自动控制装置。因为性能强大，所以工业控制的各大领域已经广泛应用，而且已经是工业自动化的三大支柱（PLC、工业机器人、CAD/CAM）之一。

PLC 技术在从整体分析和控制系统，电路设计，程序设计，选择和参数的硬件配置的研究的温度监测系统中的应用建立，控制对象的设置，设计的数学模型的控制算法人机界面等基于 S7-200 系列 PLC 控制器，德国西门子公司，实际温度的温度传感器将检测到的电压信号，通过模拟量输入模块转换成数字信号。发送到 PID 调节器的 PLC 时，PID 控制器和输出成 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来调节输出功率的大小。显示器屏幕，使用组态软件“组态王”。

级联系统是由一个调节器被串联连接，其中，作为另一个调节器的设定点调节器的输出。整个系统包括两个控制电路，主电路和辅助电路。副循环变量测量和传输，调节阀和主环路检测端；主变速传动，主调节器，副调节器，调节阀，副过程和主要工艺。一个干扰：在初级控制过程中的作用，并且不包括的范围内的副回路的扰动。这两个障碍，在二次控制的过程中，它包括的范围内的副回路的扰动。串级控制系统中，由于引入了一个小圈，不仅可以克服早期的干扰进入副回路，同时也可以提高程序的性能。随着“粗”副省长的作用，主调节器有一个“精”，从而进一步提高他所控制的质量。

第一章 PLC 软件和组态软件基础

1.1 PLC 基础

1.1.1 PLC 的产生和应用

1969 年美国数字设备公司已经成功开发出世界上第一台可编程控制器 PDP-14, 和通用汽车公司的汽车生产线用于第一次成功的运用。美国在 1971 年从日本引进了这项技术, 很快发达出 DSC 第一可编程控制器。1973 年, 西欧国家也开发了他们的第一个可编程控制器。中国从 1974 年开始研制, 1977 年工业应用。进入二十世纪的 70 年代, 随着电子技术的发展, 特别是在 PLC 微处理器控制器的通讯手段, 功能进一步加强。进入二十世纪的 80 年代, 大型和超大型规模的迅速发展, 集成电路和微电子技术, 基于微机 PLC 的 16 位和 32 位微处理器, 提高 PLC 的功能, 工作速度快, 体积小, 可靠性好, 降低成本, 编程和故障检测更灵活、方便。目前, PLC 已广泛用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、纺织、交通、环境保护、文化娱乐产业。

1.1.2 PLC 的组成和工作原理

PLC 包括: CPU 模块、I/O 模块、内存、电源模块、底板或机架。

以下对主要模块进行介绍:

(1) CPU

CPU 是 PLC 的核心, 根据系统的 PLC 程序功能委托给接收和存储用户程序和数据, 使用扫描方法收集状态或输入设备发送的数据, 并存储在指定的寄存器, 同时, 工作状况和编程过程的诊断能力和 PLC 内部电路在一个语法错误等。CPU 主要由操作员、控制器、注册并实现它们之间的数据链路, 控制和状态的巴士, CPU 单元还包括一个外围芯片、总线接口电路。内存主要是用来存储程序和数据, 是不可或缺的组合单元 PLC。CPU 速度和内存容量是 PLC 的重要参数, 它决定了 PLC 的速度工作, IO 数量和软件能力, 限制大小的控制。

(2) I/O 模块

PLC 的接口和电气回路, 输入和输出部分 (I/O) 完成。在 I/O 模块集成了 I/O 的 PLC 电路, 输入寄存器反映了输入信号的状态下, 输出反映输出锁存状态。输入模块将信号变换成数字信号进入 PLC 系统, 相反到输出模块。I/O 开关量输入 (DI), 开关量输出 (DO), 模拟输入 (AI), 模拟输出量 (AO) 模块。

(3) PLC 的工作原理:

PLC 的工作原理是一个连续的循环顺序扫描模式。每次通过扫描周期或循环扫描调用。CPU 从所述第一指令的开始, 以便执行用户程序逐个直到用户程序的结束, 然后返回到新一轮扫描的开始的第一条指令。

PLC 工作的全过程可用图 1-1 所示的运行框图来表示:

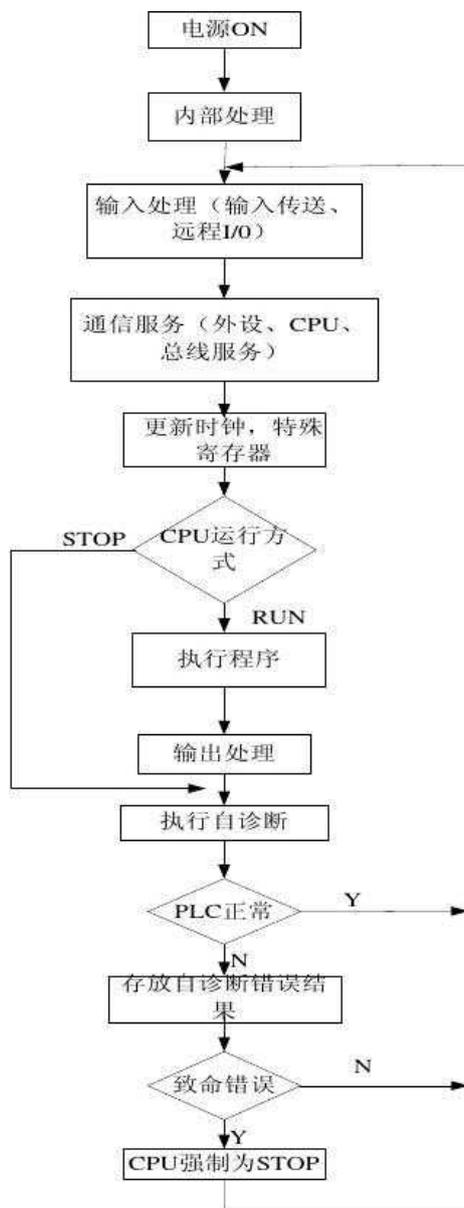


图 1-1 可编程控制器运行框图

1.1.3 可编程控制器的分类及特点

(1) 小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点，体积小，结构紧凑，整个硬件融为一体的特点，除了开关 I/O，也可以连接到模拟 I/O 以及其他各种特殊功能模块。它可以执行逻辑运算，包括计时，计数，算术运算，数据处理和通信网络和各种应用。

(2) 中型 PLC

中型 PLC 模块化结构，I/O 点数一般在 256~1024 的 I/O 的方式除了一般的 PLC

通用的扫描处理方法，而且在扫描用户程序的过程中使用的直接方法之间的直接读取输入刷新输出，也可连接各种特殊功能模块，通信联网功能强大的指令系统，更丰富，内存容量更大，更快的扫描速度。

(3)大型 PLC

上面的 1024 点被称为大型 PLC 的大型 PLC，硬件和软件功能通用 I/O 点是非常强大的，具有很强的自诊断功能，通讯功能，有各种通讯模块可实现工厂生产管理自动化构成三级通信网络，大型 PLC 还可以使用冗余或三 CPU 票型系统，使机器更可靠。

1.2 组态软件的基础

1.2.1 组态的定义

配置工具提供应用软件，方法，完成工程特定任务的过程。组态软件是一个专业，一个组态软件仅适用于某些地区。这个概念最早出现在工业计算机控制的配置，如 DCS（集散控制系统）的配置，PLC 梯形图配置。人机界面生成软件称为控制组态软件。配置的结果，在工业控制的形成中使用的实时监控。从表面上看，配置工具正在运行的程序执行自己特定的任务。工业控制组态软件还提供了编程工具一般都是内置编译系统，提供类 BASIC 语言，并为 VB 的一些支持，现在有些组态软件甚至支持高级语言。

在当今的工业领域，大量常用的组态软件主要有：ABB，特光电，WinCC 中的 iFix，InTouch 中，组态王，力控制，易于控制，MCGS 等。本设计采用分控组态软件组态王设计。

1.2.2 组态王软件的特点

组态软件具有很强的适应性，开放性，易于扩展，经济，开发周期短等特点。这样的系统通常可分为控制层，控制层，三个层次的管理结构。据此，监控层连接控制层，连接管理，不仅具有现场实时监控和控制，并且在自动控制系统中，在发展中配置的重要作用，完成上传发布。特别是考虑到三个方面：图片，数据，动画。通过监控系统的要求，实现功能分析，采用组态监控系统。组态软件为试验提供了可视化监控画面，帮忙测试，实时现场监控。此外，它可以充分利用 Windows 的图形编辑功能，方便地构成监控画面和动画显示控制设备的状态，报警窗口，实时趋势曲线，可以方便的各种报表的生成。它也有一个丰富而灵活的设备驱动程序配置，数据链路功能。

1.2.3 组态王软件仿真的基本方法

(1) 图形界面设计 图形与抽象图形画面来模拟实际的工业现场和相应的工业设备。

(2) 数据库构造 数据，是创建一个特定的数据库，使用该数据库的变量描述的工业对象的各种属性，如水位，流量等。

(3) 建立动画连接,是在什么动画模拟现场设备的操作的屏幕元素的数字,以及如何将允许操作者输入控制设备指令。

(4) 调试和运行

第二章 PLC 控制系统的硬件设计

2.1 PLC 控制系统设计的基本原则和步骤

2.1.1 PLC 控制系统设计的基本原则

- (1) 全 PLC 功能，最大限度地满足被控对象的控制要求；
- (2) 满足控制要求的前提下，力争使控制系统简单，便捷，经济，使用和维护；
- (3) 控制系统，确保安全可靠；
- (4) 应考虑生产工艺的发展和改进，PLC 型号的选择，I/O 点数和内存容量等，应留有适当的余量，以利于系统的调整和扩展。

2.1.2 PLC 控制系统设计的一般步骤

该系统的第一应用进行的 PLC 功能设计，根据控制对象的功能和过程的要求，系统必须清楚要做的工作，然后 PLC 功能的应用系统的分析，通过在 PLC 控制系统中，控制信号的类型的结构形式呈现的分析系统的功能，系统尺寸的数量，布局。最后，根据系统的分析结果，确定具体的 PLC 模块和系统的具体结构。PLC 控制系统的设计，可以按照下列步骤进行：

- (1) 熟悉被控对象，被控对象的控制程序分析过程和工作特点的发展，明白被控被控对象之间的机械，电气，流体，以确定 plc 控制系统的要求控制的对象；
- (2) 确定根据该系统的控制要求的 I/O 装置，用户需要确定输入（如按钮，限位开关，选择器开关等）和输出设备（如接触器，电磁阀，信号灯等），从而确定 PLC 的 I/O 点；
- (3) 当选择包括选择 PLC 可编程序控制器型号，容量，I/O 模块，选择的权力；
- (4) 根据生产设备现场，以确定控制按钮来选择不同的模式开关，接触器，电磁阀，信号指示灯，规格，数量的输入和输出设备的 PLC 的 I/O 地址的需求分布；PLC 的基于模型的选定行的输入/输出设备和工作台的 PLC 的输入，输出端子上，为了吸引外部 plc 的 i/o 接线图和编程；
- (5) 设计的软件和硬件 PLC 编程，橱柜的设计和现场施工控制（台湾）和其他硬件。由于程序与硬件设计可同时进行，因此，PLC 控制系统可大大缩短设计周期，并为保护系统的设计必须进行整个建筑电气控制电路设计；
- (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。

2.1.3 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 2-1：

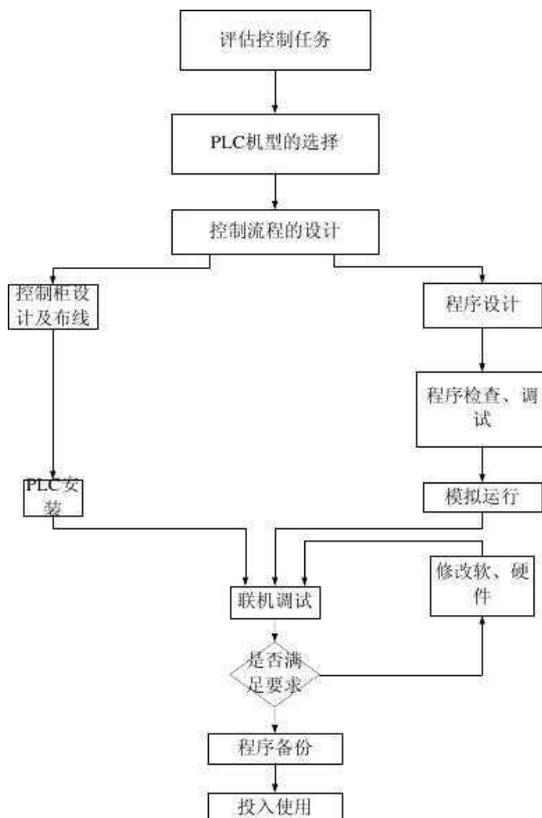


图 2-1 控制系统的设计步骤

2.2 PLC 的选型和硬件配置

2.2.1 PLC 型号的选择

采用西门子 S7-200 PLC 的温度控制系统。S7-200 是一种小型可编程控制器，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，或连接到网络皆能实现复杂控制功能。因此 S7-200 系列的强大功能使其无论在独立，或者链接到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。

2.2.2 S7-200 CPU 的选择

S7-200 系列 PLC cpu221, CPU222, CPU224, CPU226 其他类型。该系统采用 S7-200 CPU226, CPU 226 集成的 24 输入/ 16 输出 40 个数字 I/

O 点。7 个扩展模块可以连接，248 通道数字 I/O 点，或 35 个模拟 I/O 点的最大扩张。1 万 3 千字节的程序和数据存储空间。6 个独立的 30kHz 的高速计数器，2 个独立的 20kHz 的高速脉冲输出，PID 控制器。两个 RS485 通信/编程口，与 PPI 协议，MPI 通信协议和沟通能力。I/O 端子块作为一个整体，可以很容易地删除。

2.2.3 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 电流信号，系统需要配置模拟量输入模块将电流信号转换成数字信号，然后送入 PLC 处理。在这里，我们选择了西门子 EM235 模拟输入/输出模块。EM235 模块有 4 个模拟输入/输出模拟方法。它允许 S7-200 连接微小的模拟信号， $\pm 80\text{mV}$ 范围。用户必须使用 DIP 开关选择热电偶，打破检验，计量单位，冷端补偿和开路故障的方向：SW1 ~ SW3 用于选择热电偶的类型，SW4 不使用，SW5 断线检测是用来确定方向，SW6 是用来选择是否断线检测，SW7 是用来选择测量的方向，sw8 用于选择冷端补偿。连接到模块的所有热电偶的类型必须相同。

2.2.4 热电式传感器

热电式传感器是电力变换装置中的温度变化。在不同的热电传感器，转换电位和最常用的方法的耐温性。一个最常用的测量的热电偶和热电阻温度，热电偶温度转化为潜在的变化，而热电阻的电阻变化为温度变化。目前，两个热释电传感器广泛应用于工业生产。该传感器系统需要为当前温度和最高温度为 100°C ，所以我选择 Pt100 铂电阻传感器。P100 铂热电阻，简称：PT100 铂电阻，电阻随温度的变化而变化。100 是在 0°C 100 欧姆的电阻在 100°C ，大约是 138.5 欧姆电阻后 PT。它的工作原理：当 PT100 在摄氏 0 度，当他的 100 欧姆的电阻，其电阻随着温度的升高，其电阻均匀生长。

2.2.5 可控硅加热装置简介

温度控制和不需要保持与数字温度显示的电阻炉温度记录显示，带有一个可调节的调节器 PID 调节温度，输出 $0 \sim 10\text{mA}$ 的直流信号作为输入控制电压调节器的晶闸管触发板改变导通角来调整输出功率的大小，完全满足投资成本低的要求，操作方便、直观和易于维护。热电偶温度测量和控制是通过采集和输出信号调节器 PID 温度测量 $0 \sim 10\text{mA}$ 或 $4 \sim 20\text{mA}$ 控制触发器控制可控硅的导通角板的大小，从而控制加热元件的主电路电流的大小，使电阻炉的温度保持在设定工况。可控硅温度控制器的主电路和控制电路元件。主回路是由可控硅，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。

2.3 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 EM231 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。

2.4 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。

2.4.1 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 2-2:

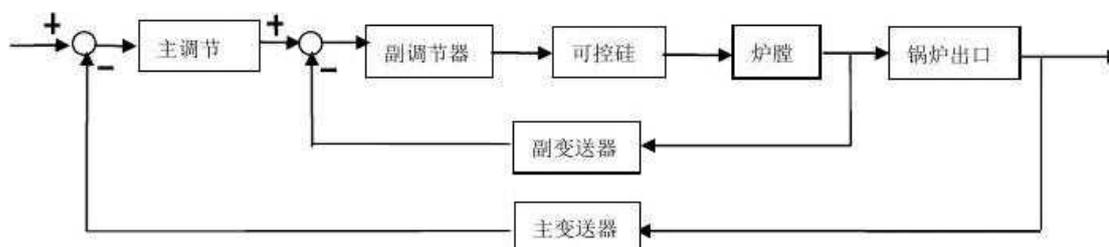


图 2-2 PLC 的串级控制系统框图

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：

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

比例系数 K_C 对系统性能的影响：

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/315110002143011140>