

邵阳职业技术学院

毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目： 变频器的PID闭环控制系统设计

学生姓名： 黄盛强

学 号： 201810300202

系 部： 电梯工程学院

专 业： 电梯工程技术

班 级： 电梯1181班

指导老师： 何晨曦

二 〇 二 一 年 六 月 一 日

目 录

一、绪论.....	2
(一) 课题研究的背景.....	2
(二) PID 控制的发展和趋势.....	3
二、硬件设计.....	4
(一) 硬件配置简介.....	4
(二) PID 单闭环控制设计图.....	6
(三) PID 单闭环控制设计图.....	8
四、 软件设计.....	8
(一) 按键子程序设计.....	8
(二) S7-300PID 控制系统程序.....	10
五、系统调试.....	13
(一) 硬件部分调试	13
(二) 软件部分调试	13
六、总结.....	15
参考文献.....	16
致谢.....	17

变频器的PID闭环控制系统设计

[摘要]

在现代工业控制过程中，PID 控制技术应用非常广泛。经常需要用到闭环控制的办法来实现温度、压力、流量等连续工作的模拟量控制。无论使用模拟控制器的模拟控制系统，还是使用计算机(包括 PLC)的数字控制系统，都可以采取 P, PI, PD 和 PID 方式，它们都具有较强的灵动性和使用性。使 PID 单闭环控制系统会获取到一个不错的反映效果图。

设计中会提出在 PLC 控制的中小型系统中,用软件的方法去实现 PID 闭环控制的方法以及用数字形式呈现惯性滤波的动态滤波方法，最后将会给出了程序图。

随着工业大力发展，然尔复杂程度在不断加深，尤其对于大滞后、时变的、非线性的复杂的系统，然而人们对控制品质的要求不断地提高，常规的 PID 控制的缺点和不适用性逐渐暴露出来。对于时变对象和非线性系统，一般的 PID 控制更是显得无能为力。这就迫切需要更好的 PID 控制器来实现控制目的。

[关键词] PLC PID 控制器

一、绪论

(一) 课题研究的背景

作为一门学科，控制理论可以追溯到 18 世纪中叶英国的第一项工业技术。当今，通信技术和信息自动化处理技术的飞速发展进一步促进了控制技术的不断发展。控制理论的技术发展过程可以大致分为三个过程。；

第 1 阶段时间 20 世纪 40--60 年代，被称为“古典控制理论时期”；

第 2 阶段时间 20 世纪 60-70 年代，被称为“现代控制理论时期”；

第 3 阶段时间 20 世纪 70 年代到如今。七十年代末，控制理论向着“大系统理论”发展；

PID 控制器是比例—积分—微分控制的简称，具有

(1) 不需要非常精确的控制系统数学模型；

(2) 强大的灵活性和适应性；

(3) 具有典型的结构，简单的程序设计，易于工程实现，方便的参数调整等优点。整体控制可以消除系统的静态误差，而差分控制可以提高系统的动态响应速度。比例，积分和微分的有效组合可以满足不同的控制要求。在工业生产中，对于一些连续变化的模拟量通常采用。

PID 控制技术至今也有近七十年的时间了，它的结构简单、稳定性能好、工作可靠、更改数据方便，而成为工业控制的重要的技术之一。当被控物体的结构和数据不能完美控制，或者使用者没有非常精准的图纸时，控制理论或其它技术很难采用时，系统控制器的结构和参数必须依靠工作人员过硬的经验和现场调试员来确定，这个时候 PID 控制技术是最方便，最快捷的方法。即使我们不了解系统和受控对象，或者无法通过其他测量方法获得系统参数，最合适的方法还是 PID 控制技术。PID 控制，实际上有 PI 和 PD 控制。PID 控制器基于系统的误差，使用比例，积分和微分来计算控制量以进行控制。模拟 PID 控制系统的原理框图(如图 1-1 所示)。该系统由一个模拟 PID 控制器及其受控对象组成。

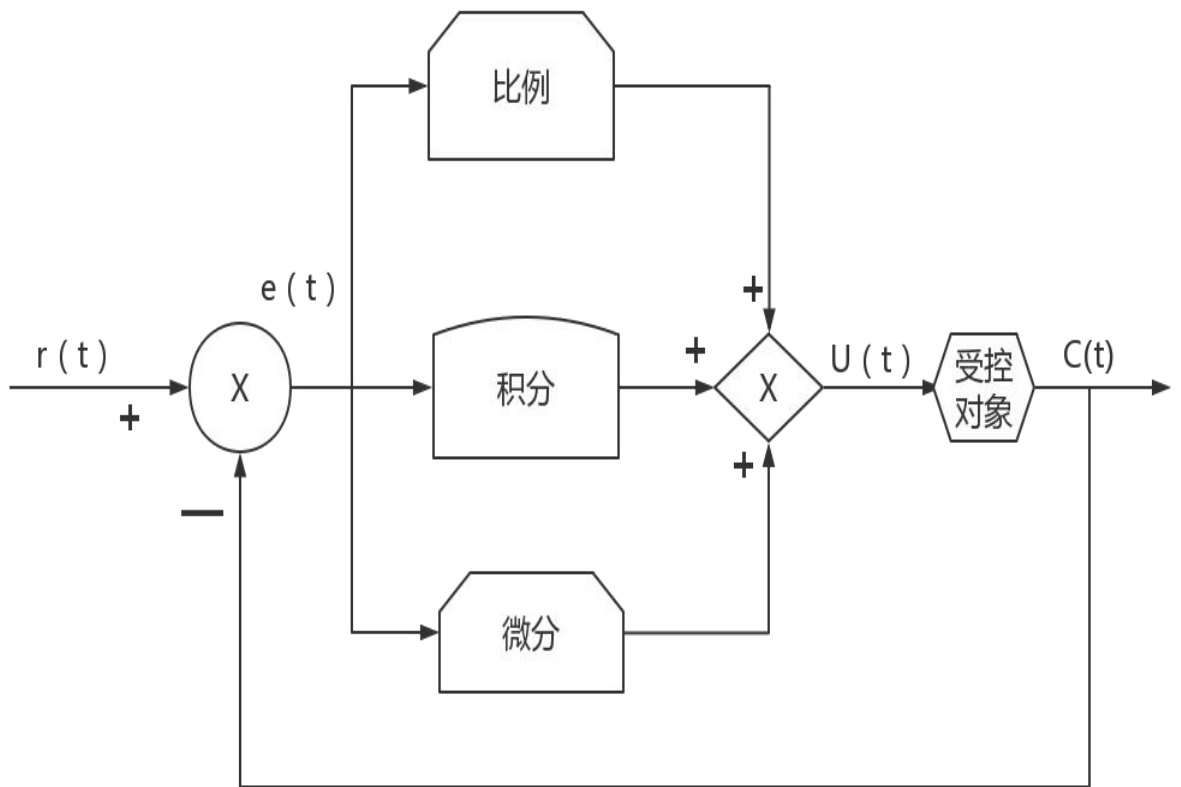


图 1-1 模拟 PID 控制系统原理框图

(二) PID 控制的发展和趋势

PID 的控制技术的成长可划分为两个重要的阶段。在 20 世纪 1930 年代后期增加了微分控制，这标志着 PID 控制已成为标准化结构，这也是 PID 控制的两个重要阶段的分水岭。第一个重要发展阶段的发明时间是（1900 年至 1940 年）。PID 控制的创新方向很明确，发明了气动反馈放大器，并出现了，并且仪表行业的重点放在了实际 PID 控制器的工作原理和设计上。

第二个重要阶段时间为 1940 年——革新阶段。在改革创新阶段，PID 控制器已发展成为一种简单，可靠，易于使用的控制仪表。仪器行业的重点是使 PID 控制技术与工业技术的最新发展保持同步。从开始的气动控制到后来的电气控制，再到缓慢的电子控制，再到数字控制，PID 控制器的尺寸逐渐减小。已经达到了可靠的地步，它的性能随之也不断的提升。一些世界顶级的自动化仪器公司为 PID 控制器的早期开发做出了不可磨灭的贡献。甚至可以说，PID 控制器是每个人在实际工业应用中发明并逐步改进的。

1974 年，英国伦敦大学的 Mandani 教授率先取得了申请结果。他首先将模

糊控制语句组的模糊控制器用于汽轮机和锅炉的半自动运行和控制。

中国的模糊控制理论和研究始于 1979 年，对模糊控制系统的结构，模糊推理的过程，自学习和自组织模糊控制器以及模糊控制器的稳定运行进行了探索和发展。控制器；

技术和微电子技术的飞速发展；

随着电子技术和微电子技术的高速发展，微型的计算机发展速度很快，它是在一块芯片上集成了多种功能部件构成一台完整的、具有一定功能的单片微型计算机。单片机由于其可靠性高、集成度好、价格便宜和容易操作化这些特点，因此在智能仪器仪表、工业实时控制、智能终端、通信设备、医疗器械、汽车电器和家用电器等领域都有着广泛的应用。

二、硬件设计

（一）硬件配置简介

国内国内最大的市场份额是德国西门子 PLC，这是具有良好稳定性的国内主流品牌。相对较好的西门子 PLC 系列产品包括 S5，S7，C7，M7 等系列。其中，S7 系列 PLC 于 1994 年问世，分为 SIMATICS7-200，SIMATICS7-1200，SIMS7-300ATIC 和 SIMATICS7-400 几个子系列，它们是国内 PLC 市场的主流产品。

在本设计中，选择了 S7-300PLC 中型 PLC，还可以根据实际情况选择适当的 CPU 型号，例如具有 4 个模拟输入和 2 个模拟输入的 CPU314IFM。输出。可以添加模拟量模块以扩展模拟量 I/O 接口。S7-300 系统图如图 2-1 所示。

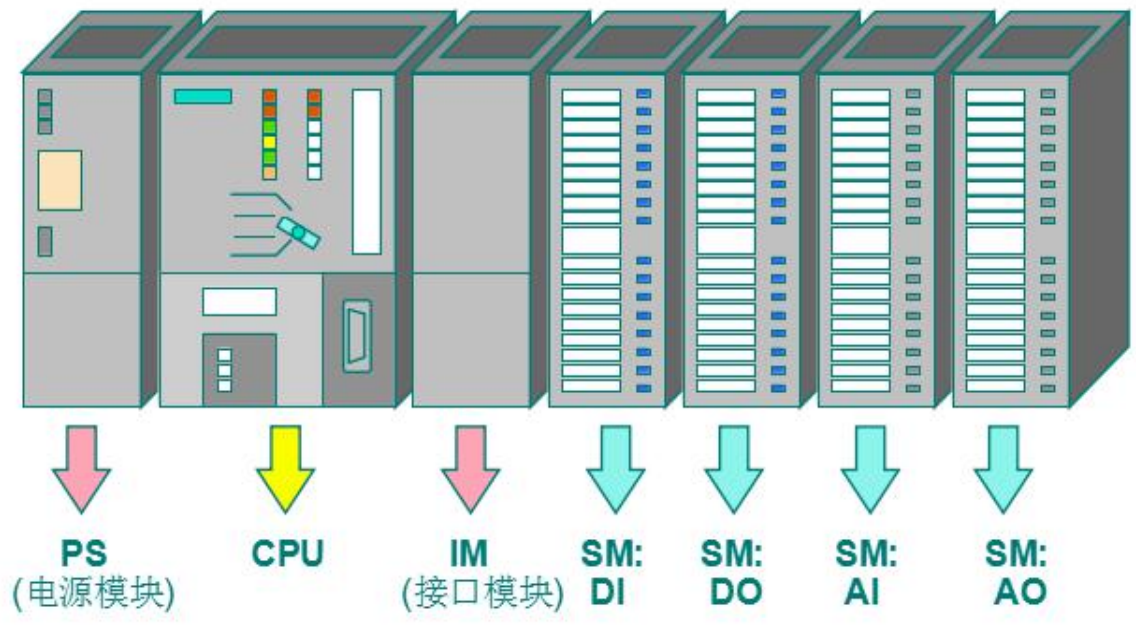


图 2-1 西门子 S7-300PLC

(二) PID 单闭环控制设计图

本次设计的电源电路使用的是 7805 稳压电

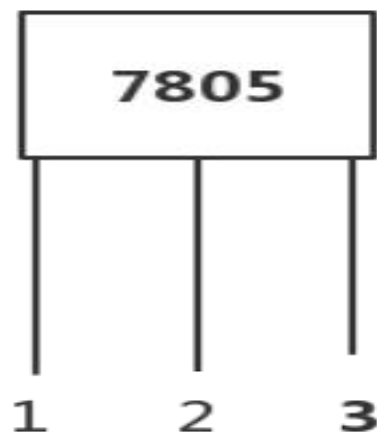


图 2-2-1 7805 的引脚图

7805 稳定电源是我们最常用的稳定芯片。它很容易使用。可以使用非常简单的电路来输入直流稳定电源。它的输出电压为+5V，仅为微控制器提供所需的电压。它的三个引脚：其中，第 1 号连接到整流器输出的正电压，第 2 号是公共接地，也称为负极，第 3 号是+5v 电压。

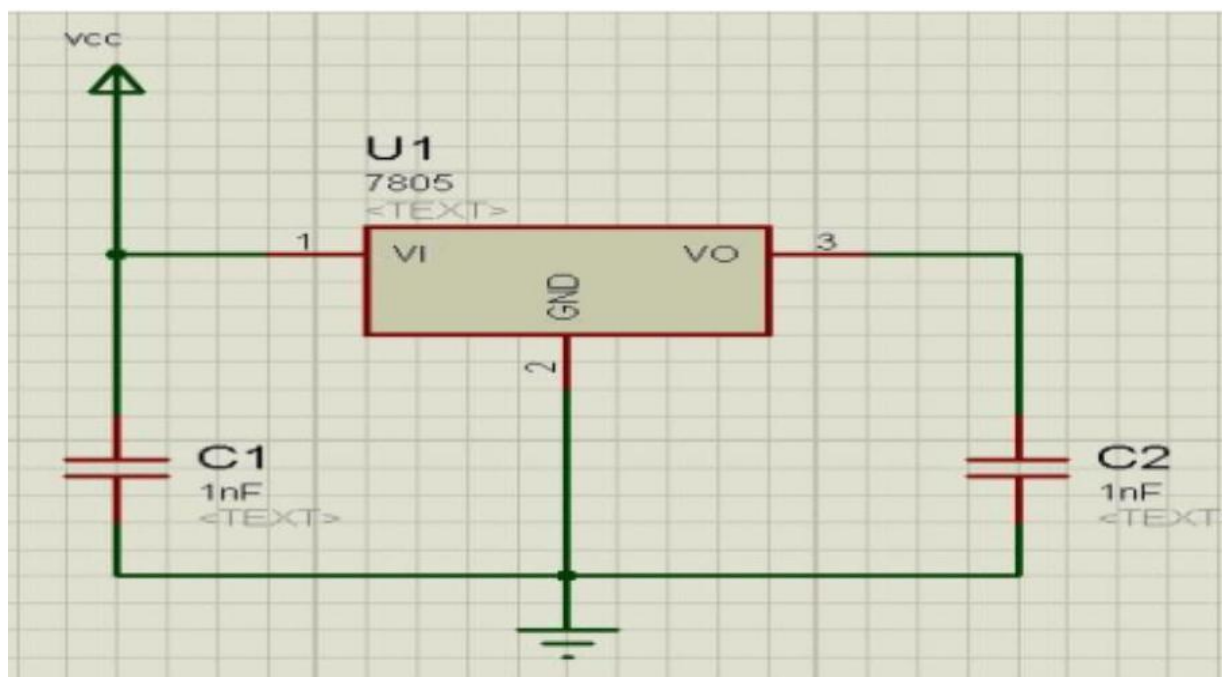


图 2-2-2 7805 稳压电源电路图

使用 7805 实现了全桥整流电路

如果输入端的电压为 220V 的话，那么 $N_1 : N_2 = 1 : 0.04$ 。

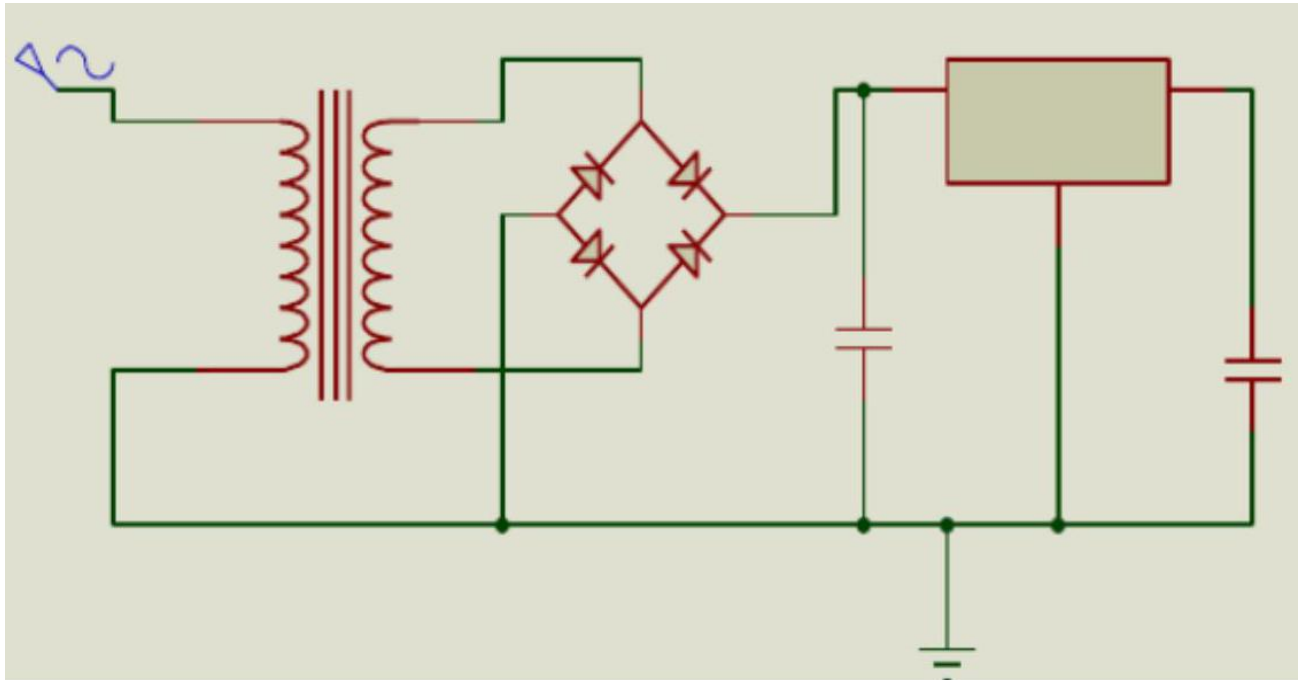


图 2-2-3 7805 的整流电路图

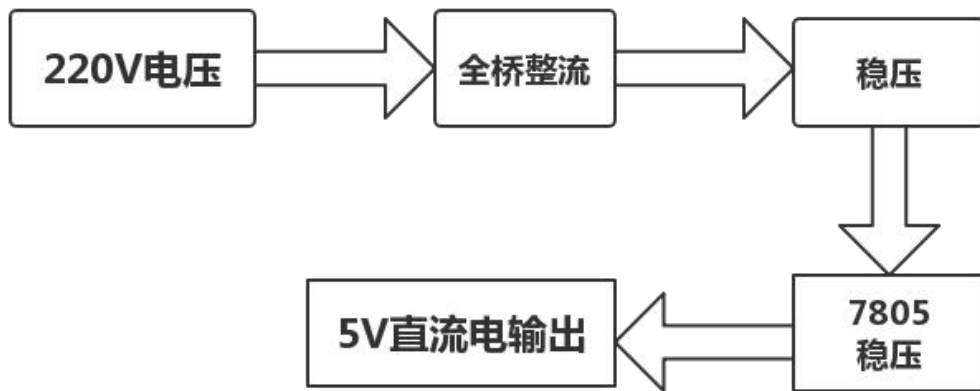


图 2-2-4 整流电路原理图

该变压器的后面是一个由四个二极管组成的桥式整流电路。该电路的输入是 220V 的交流电压，由全桥整流器调节，然后输出稳定的+5V 直流电压。该特性方便实用。输出电压稳定后，其最大输出电流为 1A，电路可驱动一定的负载。

(三) PID 单闭环控制设计图

典型的闭环控制结构由控制量，执行器和控制器组成。但是，使用实际的闭环控制系统来学习和调整 PID 参数具有一定的风险。为了避免不必要的风险，我们可以使用一系列 STEP7 软件进行仿真。如图 2-3 所示，使用 S7-300 中的功能块“FB41”来模拟 PID 控制器，用功能块“FB100”模拟执行机构和被控对象。其中“FB41”功能块可以在软件自带的“库”中找到，功能块“FB100”需要我们用户自己编写。

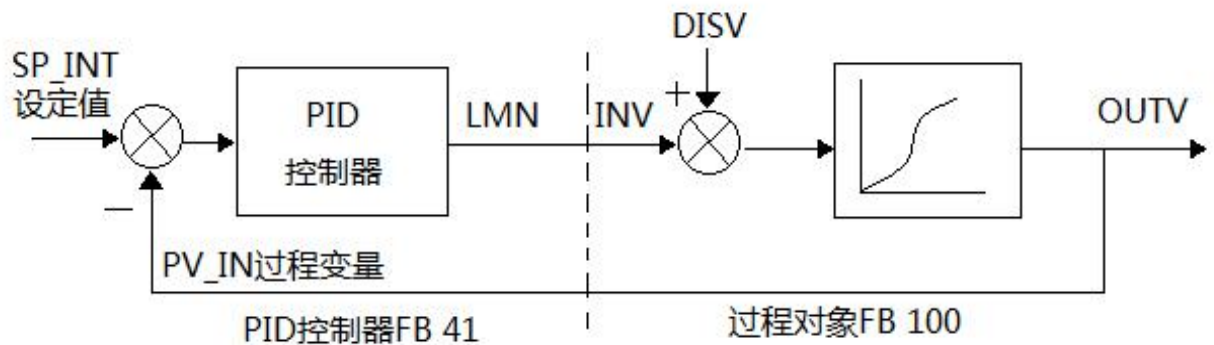


图 2-3 单闭环仿真系统结构

四、软件设计

(一) 按键子程序设计

如图 4-1 图所示，当按键被按下时，那么 I/O 口电平为低；当按键被松开时，I/O 口电平为高。

按键扫描程序可以通过读取 I/O 端口的电平来了解相应按键的状态。按钮的抖动时间长短取决于按钮的机械特性，通常为 5~10ms，这是一个非常重要的参数。抖动过程会引起电平信号的波动，这可能会使 CPU 认为执行了多个键操作，这可能会导致错误处理。为了确保 CPU 仅对一次击键确认一次击键，并提高击键处理的可靠性，应在程序中进行击键反跳处理。通常有软件和硬件两种方法可以清除按钮抖动的故障。这套设计程序使用软件消除抖动。当微控制器第一次检测到按键被按下时，它检测到连接到按键的 I/O 端口为低电平。等待 10 毫秒，然后再确认 I/O 端口。0 口是否仍为低电平，如果仍为低电平，就一般的机械键而言，已经超出稳定期，并消除了键的抖动。如果 10 毫秒后 I/O 端口不为低电平，

则表示是干扰信号，不是按下按钮即可获得真实性。

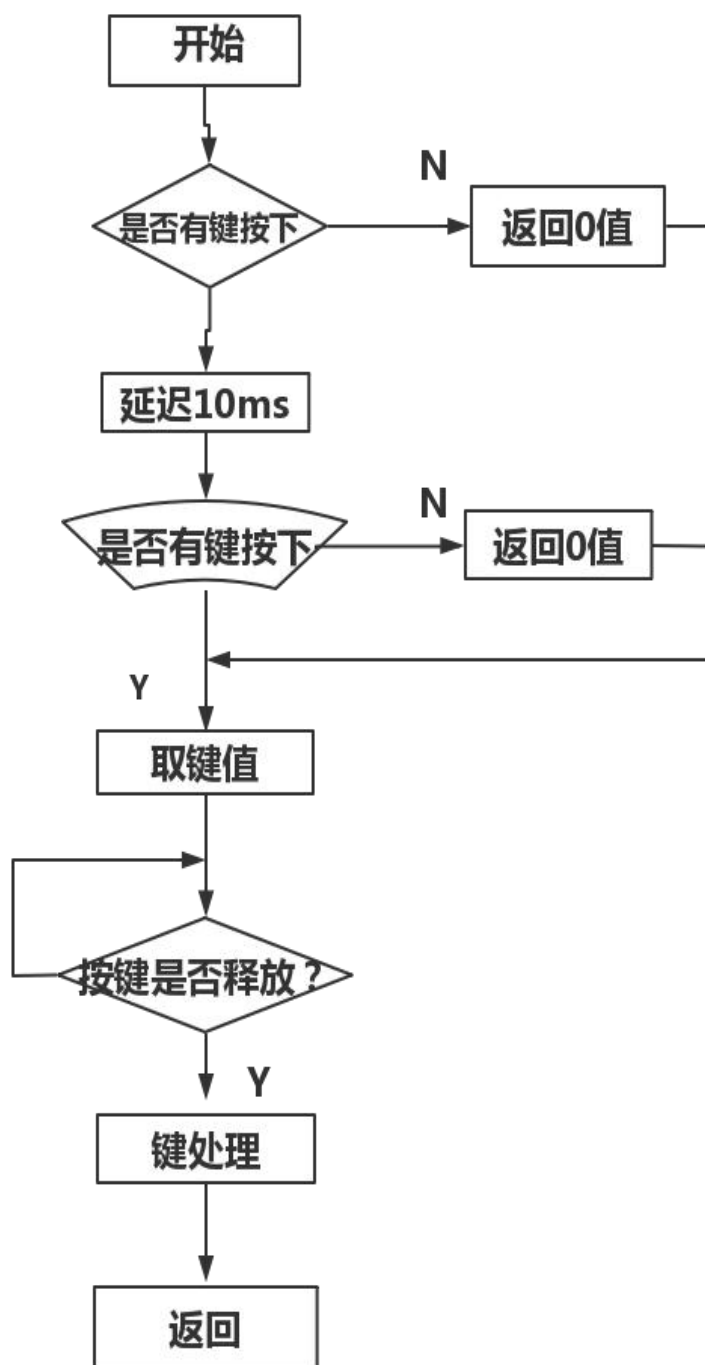


图 4-1 按键程序流程图

（二）S7-300PID 控制系统程序

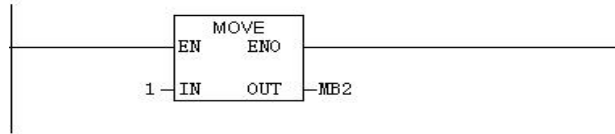
启动 OB100 程序，将 PLC 程序时间间隔设置为 200ms。保存和编译组态信息。

双击 OB100 打开程序编辑器，编辑初始化程序，如图 3-1 所示。在程序断 2 中插入 FB41；在程序段 3 中插入功能块 FB100。只设置少量的参数。在 FB41 中输入背景数据块 DB41 并确定生成，在 FB100 中输入背景数据块 DB100 并确定生成。

如图 3-1，程序段 1 使 M2.0=1。程序段 2 调用 FB41，使 COM_RST 为 1 执行 PID 重启。动功能，将 PID 控制器内部参数设置为默认值。设置采样周期 CYCLE 为 200ms，FB100 和 FB41 中的采样周期应与 OB35 的循环执行周期相同。设置 PID 控制器的参数，比例系数 GAIN 为 2，积分时间 TI 为 2s，微分时间 DI 为 800ms，如果 AO 模块输出为双极性，那么设置控制器输出下极限为-100%。程序段 3，令 COM_RST=1 初始化 FB100 的输出值和内部变量并设置采样周期为 200ms。程序段 4，在退出 OB100 之前，将 FB41 和 FB100 的启动标志位 COM_RST 复位，初始化 FB41 和 FB100 结束，将 PID 控制器的给定值设置为 70%。

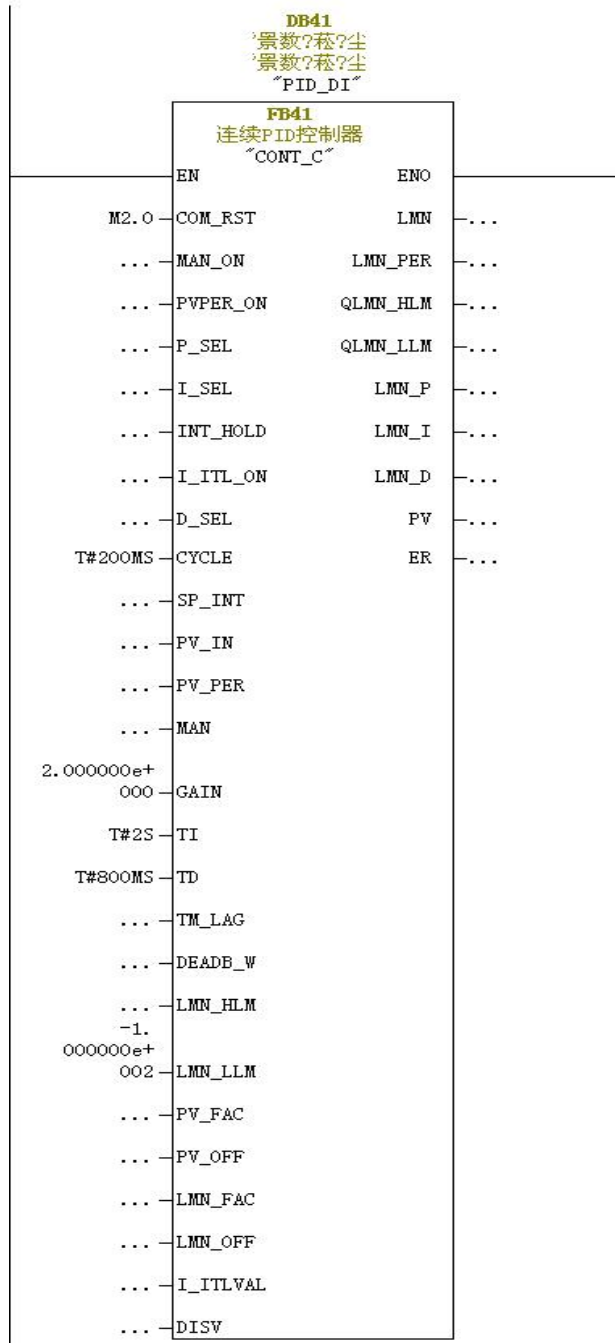
程序段 1: 标题:

注释:



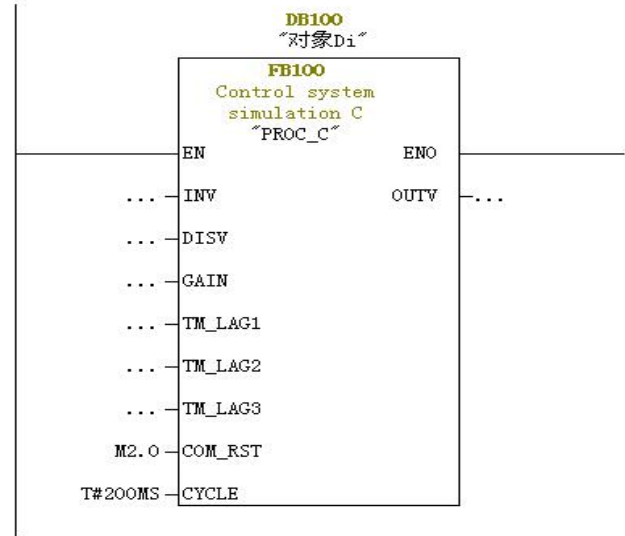
程序段 2: 标题:

注释:



程序段 3: 标题:

注释:



程序段 4: complete restart

注释:

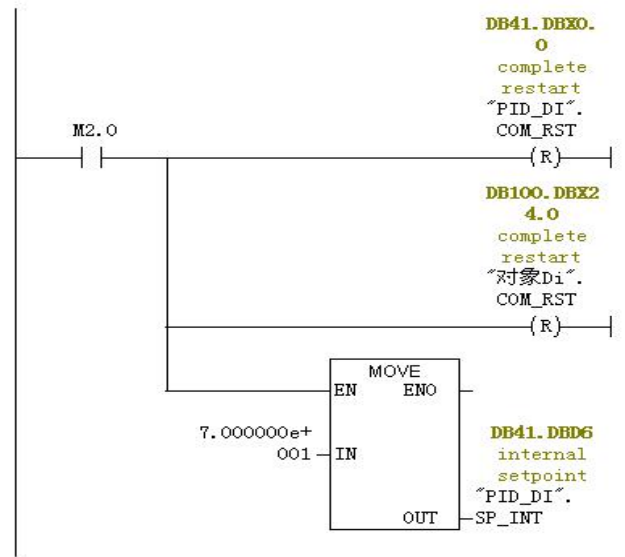
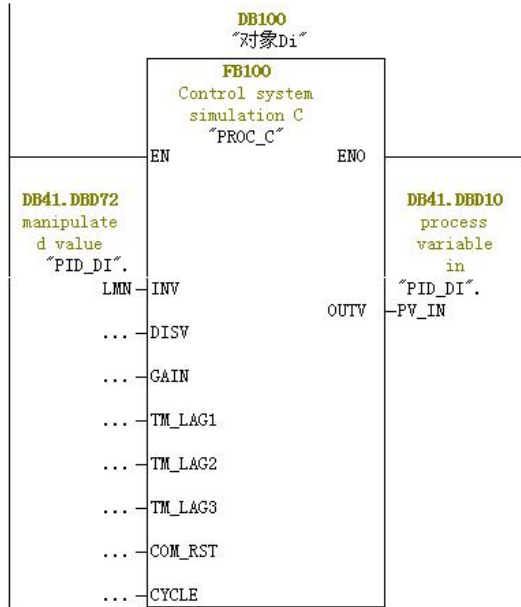


图 4-2 网络组态图

为了确保 PID 操作的采样周期的准确性，使用循环中断组织块 OB35 调用 FB41 和 FB100。

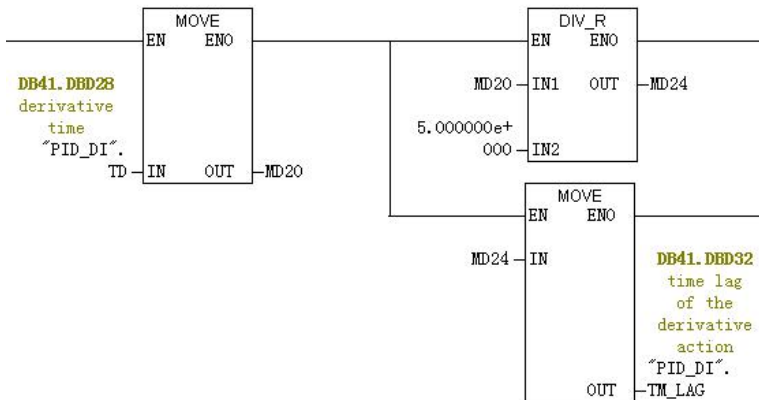
程序段 1：标题：

注释：



程序段 2：标题：

注释：



程序段 3：标题：

注释：

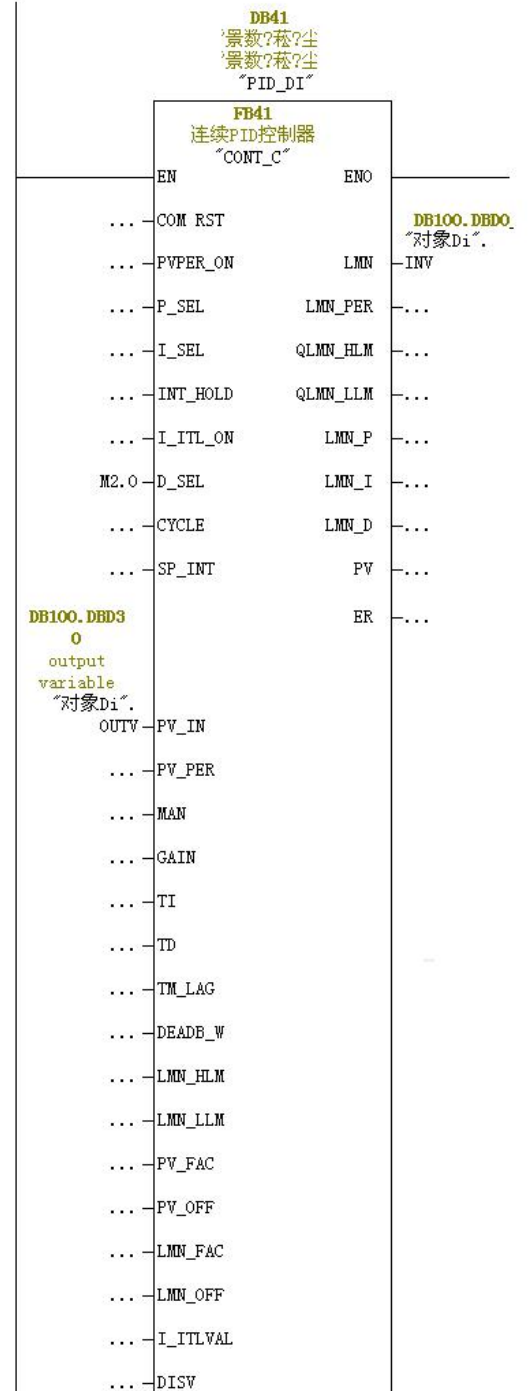


图 4-3 OB35 梯形设计图

五、系统调试

完成了 S7-300PID 硬件设计、软件设计之后，要使系统能够按设计意图正常运行，必须进行调试。系统测试它又包括硬件调试和软件调试两个部分。

（一）硬件部分调试

根据电气接线图安装接线。在对 PLC 进行实际接线时，还应考虑以下几个方面：（1）应该有一条电源输入线，通常是 220V，50HZ，AC 电源，该电源允许电源具有一定的浮动范围。并且必须有保护装置，例如保险丝等。如果存在强烈干扰或要求很高的可靠性，则应在 PLC 的电源输入端安装带屏蔽层和低通滤波器的隔离变压器。

（2）CPU 带有四个模拟输入和两个模拟输出。PLC 应单独接地。请勿与其他电气组件共用接地线。接地线的面积应大于 2mm²，并尽可能靠近 PLC。

（3）当 PLC 输出端子与线圈和电磁阀等电感性组件连接时，必须添加保护电路，例如，电阻电容吸收电路（用于交流电源）或续流二极管（用于分支电源）并联。

（二）软件部分调试

使用编程工具将用户程序输入计算机，进行编辑，编译，下载，调试和重复运行，直到正确运行为止。

1. 编辑编译

打开梯形图编辑器，然后将程序输入到计算机中。程序输入完成后，请使用 CPU 下拉菜单或工具栏中的编译快捷方式按钮来编译程序。编译后，编译结果将显示在显示屏下方的输入窗口中，并且可以清楚地指出错误的网段。您可以根据错误提示进行更正。程序将被修改，然后进行编译，直到编译正确为止。

2. 程序下载

程序成功编译后，单击标准工具栏中的下载快捷方式按钮以打开文件菜单，选择下载项目，然后弹出一个对话框。通过选择程序块，数据块，系统块等下载内容后，按 OK 按钮将所选内容下载到变频器的内存中。

3. 程序监视、运行调试

当 PLC 工作模式开关位于 TERM 位置时，可以使用 STEP-MICRO/WIN32 菜单命

令或快捷按钮来设计 CPU 工作模式。在 PLCSIM 仿真软件中检查 RUN 以执行编写的程序。打开模拟面板以观察和调整模拟面板的响应曲线。这种软件仿真方法主要使用计算机软件来仿真单片机的实际操作。因此，与硬件无关的系统的仿真具有一定的优势。用户可以在不构建硬件电路的情况下验证程序，这特别适合强调算法的程序。软件仿真的缺点是与硬件有关的部分不能完全真实，因此最终设计必须通过硬件仿真来完成。在调试完系统的所有方面之后，系统便可以正常运行。说明设计合理。

六、总结

PID 控制是使用最广泛的模拟闭环非静态误差控制。PID 控制的应用无需了解控制系统的数学模型。PID 控制有很多方法。如硬件 PID 电子线路板，软件 PID 控制模块，自编译 PID 控制程序和 PLC，PID 指令调用。其中 PLC 调用 PID 子程序的方式是目前最常用的 PID 控制方法，简单，方便，实用。PLC 具有用于 PID 控制的指令，子例程或功能块。使用它们时，只需要从程序中调用它们即可。

编写 PID 控制程序并不困难。PID 参数的调整是整个 PID 控制的关键和难点。要调整 PID 控制的参数，必须了解 PID 的功能，以便调整良好的 PID 响应曲线。

我介绍的 PID 调整方法非常简单且易于上手，但是如果快速好地调整参数，则需要将理论与实践结合起来并继续学习。知识是经验的积累，我希望有效帮助每个人。

参考文献

- [1]李艳. 基于自适应滑模控制的液压自动调平控制系统设计[D]. 中北大学, 2016: 68-77
- [2]樊新安. 九里山水厂滤池自动化改造研究[D]. 安徽理工大学, 2015: 47-53
- [3]王佳静. 烟草真空回潮 PLC 控制的设计与实现[D]. 华北电力大学(保定), 2019: 13-21
- [4]张二兵. 模糊 PID 温控算法在离心机控制系统中的应用研究[D]. 重庆师范大学, 2018: 58-65
- [5]李柏良. 远程自动化供水系统的设计与实现[D]. 电子科技大学, 2015: 76-82
- [6]齐占庆. 可编程序控制器及触摸屏综合应用技术[M]. 机械工业出版社, 2016: 5-30
- [7]钟林青. 基于工控触摸屏的金枪鱼加工智能温控系统的研究与设计[D]. 浙江海洋大学, 2018:81
- [8]邓浩银. 基于 MCGS 与 S7-200PLC 的锅炉脱硫除尘控制系统设计[D]. 宁夏大学, 2017: 62
- [9]杨帆. 基于 PLC 的注水控制系统设计及其在水辅助（共）注塑中的应用[D]. 华东交通大学, 2017: 28
- [10]刘现, 林营志, 李传辉. 基于 PLC 的自动灌溉控制系统设计[J]. 中国农学通报. 2017:17-26
- [11]沈超. 局部通风机自动化集控在黄陵一号煤矿的应用[J]. 内蒙古科技与经济. 2016: 90-92.

致谢

投桃报李。

但遗憾，我仅以浅薄的=毕业设计向栽培我的老师们匆匆交上三年所学的答卷，向未曾让我尝过生活艰苦的父母潦草作以感谢。

不敢用寒窗苦读来形容过去十六年的学习生涯，只是普通地成长，人生该有的恋家与叛逆，一件也没落下，偏偏却辜负了“想要成为很棒的大人”的童年梦想，也愧对父母日渐花白的鬓角，羞于提起入学当初立下的鸿鹄之志。

行至于此，阅历丰富少许，对家的怀念更甚当年刚入校时的新鲜感，每年忙碌且幸福的迎新，中秋节食堂的月饼，收到来自邵阳的贺岁礼，四季的循环中，阳明先生坐在老树下倾听学子们的朗朗书声，是知识与永恒。我也该穿上学士服，像与我告别的学姐学长们一样，站在图书馆的台阶上微笑，定格的一幕成为告别大学的最后纪念。

所幸，在与人们相遇这件事上，我总是如此幸运。

感谢和我一起生活两年半的室友，是你们让我们的寝室充满快乐与温馨，沐沐的善良、小马的执着、浩浩的理性，值得我学习。“君子和而不同”，我们正是如此！愿我们以后的人生都可以充实、多彩与快乐！

最后感谢何晨曦老师一丝不苟的作风，严谨求实的态度，踏踏实实的精神，不仅授我以文，而且教我做人，虽历时三载，却给以终生受益无穷之道。对何晨曦老师的感激之情是无法用言语表达的。