

自动控制原理实验报告

一、实验概述

1. 实验目的

(1) 本实验旨在深入理解自动控制原理的基本概念和基本理论，通过实际操作和数据分析，使学生掌握自动控制系统设计、分析和调试的基本方法。通过对经典控制理论中比例、积分、微分控制器的应用，使学生了解不同控制策略对系统性能的影响，提高学生在实际工程中解决控制问题的能力。

(2) 实验的具体目标包括：掌握自动控制系统的基本组成和功能，学习如何通过实验来验证控制理论；熟悉模拟实验设备和仪器的使用方法，能够正确进行实验操作和数据采集；通过实验数据分析，学会运用系统稳定性、快速性和准确性等指标来评估控制系统的性能；培养实验设计、实验操作、数据分析以及实验报告撰写等方面的综合能力。

(3) 通过本实验，学生应能够掌握以下技能：独立设计简单的自动控制系统，并能够根据控制要求选择合适的控制器参数；对控制系统进行仿真分析，预测系统的动态响应；对实验结果进行误差分析，评估实验的准确性和可靠性；运用所学的控制理论知识和实验技能，解决实际工程中的控制问题，为将来的专业学习和工作打下坚实的基础。

2. 实验原理

(1) 自动控制原理实验主要基于经典控制理论，包括比例控制器（P）、积分控制器（I）和微分控制器（D）的应用。比例控制器通过调整控制量与偏差的比例来减小系统的误差，积分控制器通过累积误差信号来消除稳态误差，微分控制器则通过预测误差的变化趋势来增强系统的响应速度。这三种控制器可以单独使用，也可以组合成PID控制器，以实现更复杂的控制策略。

(2) 在实验中，控制系统通常由被控对象、控制器和执行机构组成。被控对象是实验中需要控制的物理量或系统，如电机转速、温度等。控制器根据被控对象的反馈信号与设定值的偏差，计算出控制量，并驱动执行机构动作，从而调整被控对象的状态。执行机构如电机、液压阀等，负责执行控制器的指令，实现对被控对象的调节。

(3) 实验过程中，控制系统性能的评估主要通过系统稳定性、快速性和准确性等指标来进行。系统稳定性要求系统在受到扰动后能够回到稳定状态，快速性要求系统在扰动发生时能够迅速响应并减小误差，准确性要求系统在稳态时误差接近零。这些性能指标通过实验中的动态响应曲线、稳态误差和过渡过程时间等参数来体现。实验原理的研究和验证有助于学生深入理解自动控制理论，为实际工程应用提供理论依据。

3. 实验设备与仪器

(1) 实验设备与仪器主要包括自动控制实验台、计算机控制系统、信号发生器、数据采集卡、示波器、信号调理器等。自动控制实验台是实验的核心设备，它通常包括被控对象、控制器和执行机构，能够模拟实际工业控制系统中的各种参数和工况。计算机控制系统通过软件实现对实验过程的监控、控制和数据处理。

(2) 信号发生器用于产生各种类型的输入信号，如正弦波、方波、三角波等，以模拟实际控制系统中的扰动信号。数据采集卡连接到计算机，用于实时采集被控对象的输出信号，并通过软件进行数据记录和分析。示波器可以直观地显示信号的波形，帮助分析信号的特性。信号调理器则用于对信号进行放大、滤波等处理，以提高信号质量。

(3) 实验中还可能用到一些辅助设备，如电源、继电器、电阻、电容、电感等，它们用于搭建实验电路，实现对被控对象的控制和信号传递。此外，实验过程中还需要使用一些测量工具，如温度计、压力计、转速表等，以测量被控对象的状态参数，确保实验数据的准确性和可靠性。这些设备与仪器的合理配置和使用，对于实验的成功进行至关重要。

二、实验内容

1. 实验步骤

(1)

实验开始前，首先检查实验设备的完好性，确保所有仪器和设备连接正确。接着，根据实验要求设置实验参数，包括控制器的比例、积分、微分参数，以及被控对象的初始状态。然后，启动计算机控制系统，确保其运行稳定，并与实验台连接正常。

(2) 进行实验时，首先输入一个设定值，通过控制器调整执行机构，使被控对象输出响应。记录初始时刻的输入信号和输出信号，观察并记录系统的动态响应过程。在实验过程中，逐步调整控制器的参数，观察系统响应的变化，分析不同参数对系统性能的影响。

(3) 实验结束后，关闭计算机控制系统，断开实验台与所有仪器的连接。对实验数据进行整理和分析，绘制动态响应曲线，计算系统性能指标，如上升时间、调整时间、超调量等。根据实验结果，评估控制策略的有效性，并提出改进意见。最后，撰写实验报告，详细记录实验过程、结果和分析。

2. 实验数据采集

(1) 实验数据采集是自动控制原理实验的重要组成部分。在实验过程中，需使用数据采集卡将实验台上的被控对象输出信号实时传输至计算机。数据采集卡通过模拟量输入接口接收信号，将其转换为数字信号，并存储在计算机的内存中。采集频率根据实验需求设定，一般应高于系统最高频率的两倍，以确保数据的完整性和准确性。

(2)

在采集数据时，需确保采集卡与计算机连接稳定，避免因连接问题导致数据丢失。同时，要设置合适的采样时间间隔，以保证在实验过程中能够捕捉到系统动态变化的关键信息。采集过程中，需密切关注系统响应，记录实验过程中的关键时刻，如系统开始响应、达到稳态、出现超调等。

(3) 数据采集完成后，需对采集到的数据进行处理和分析。首先，对数据进行滤波处理，去除噪声和干扰，提高数据质量。然后，根据实验目的和需求，对数据进行可视化展示，如绘制动态响应曲线、系统稳定性曲线等。最后，结合实验原理和理论分析，对采集到的数据进行分析，评估实验结果，为后续的实验讨论和结论提供依据。

3. 实验现象描述

(1) 实验过程中，当控制器开始工作后，被控对象输出信号呈现出明显的动态响应特征。在输入信号作用下，被控对象的输出信号迅速上升，随后逐渐趋于稳定。在初始阶段，输出信号可能存在较大的超调，随后逐渐减小，最终稳定在设定值附近。这一过程中，控制器的参数设置对输出信号的响应速度、超调量和稳定性有显著影响。

(2) 在实验过程中，可以通过示波器观察输出信号的波形。当控制器参数调整合适时，输出信号波形平滑，过渡过程较短，稳态误差小。然而，若控制器参数设置不当，输出信号波形可能出现振荡、波动大等现象，甚至导致系统不稳定。这种现象表明，控制器参数的优化对于保证系统性能至

关重要。

(3)

实验中还观察到，当系统受到外界干扰时，输出信号会出现波动。通过对比不同控制器参数下的响应，可以发现PID控制器在抗干扰能力方面具有明显优势。在实验中，适当调整PID控制器的参数，可以有效减小干扰对系统的影响，提高系统的鲁棒性和抗干扰性能。此外，实验还验证了控制器参数对系统动态响应和稳态性能的显著影响。

三、实验结果与分析

1. 结果展示

(1) 实验结果以动态响应曲线的形式展示，曲线反映了被控对象在控制器作用下的输出信号随时间的变化情况。曲线的上升段显示了系统从初始状态到稳态的过程，下降段展示了系统在受到扰动后的恢复过程。通过分析曲线，可以观察到系统响应的快速性、超调量和稳定性等性能指标。

(2) 结果中还包含了系统稳态误差的分析，通过设定值与实际输出值的比较，可以直观地看出在稳态时系统误差的大小。实验结果表明，通过调整控制器参数，可以有效减小稳态误差，提高系统的控制精度。

(3) 实验数据还通过表格形式展示，表格中包含了不同控制器参数下的系统性能指标，如上升时间、调整时间、超调量、稳态误差等。这些数据为后续的误差分析和控制器参数优化提供了依据。同时，通过对比不同控制策略下的实验结果，可以直观地看出不同控制策略对系统性能的影响。

2. 数据分析

(1)

在数据分析阶段，首先对实验过程中采集到的动态响应曲线进行了详细分析。通过比较不同控制器参数下的响应曲线，发现随着比例增益的增加，系统的响应速度加快，但超调量也随之增大；而增加积分时间，可以降低超调量，但可能会导致响应速度变慢。微分时间的影响相对较小，主要表现在对系统稳定性的微小调整。

(2) 对于稳态误差，通过对实验数据的计算和比较，得出了以下结论：当比例控制器单独使用时，稳态误差较大；增加积分控制器后，稳态误差显著减小，接近于零；而在PID控制器中，通过调整参数，可以进一步优化稳态误差。此外，对实验数据的统计分析显示，稳态误差与比例增益和积分时间之间存在一定的相关性。

(3) 在误差分析中，对系统响应的快速性、超调量和稳定性进行了评估。快速性通过上升时间和调整时间来衡量，超调量反映了系统对设定值的逼近程度，稳定性则通过系统在扰动后的恢复能力来体现。分析结果表明，通过合理调整控制器参数，可以在保证系统稳定性的同时，提高快速性和减小超调量，从而优化系统的整体性能。

3. 误差分析

(1) 误差分析是评估自动控制系统性能的关键环节。在本实验中，我们主要关注了稳态误差、动态误差和实际输出与设定值之间的偏差。通过对比实验结果与理论模型，我们发现稳态误差主要由积分控制器参数决定。当积分时间过长

时，系统可能无法完全消除稳态误差；而当积分时间过短时，可能会引起系统的不稳定。

(2) 动态误差方面，主要表现为超调量和上升时间。超调量反映了系统对设定值的过度响应，过大的超调量可能导致系统不稳定。在本实验中，通过调整比例增益和微分时间，可以有效控制超调量。上升时间则反映了系统从初始状态到达到设定值所需的时间，适当的比例增益可以缩短上升时间。

(3) 实际输出与设定值之间的偏差是评价系统性能的重要指标。通过对比实验结果与设定值，我们发现系统在初始阶段可能存在较大的偏差，但随着时间的推移，系统逐渐趋于稳定，偏差逐渐减小。通过优化控制器参数，可以进一步减小偏差，提高系统的控制精度。同时，对实验数据的统计分析有助于揭示误差产生的原因，为后续的参数优化提供依据。

四、实验讨论

1. 实验现象解释

(1) 实验中观察到的系统超调现象可以通过控制理论的原理来解释。当系统对输入信号响应过快，导致输出信号超过设定值时，就会产生超调。这种现象通常是由于控制器参数设置不当导致的，如比例增益过大，使得系统响应过于敏感。此外，系统的惯性也可能导致超调，因为系统需要一定的时间来达到新的稳态。

(2)

在实验中，当控制器参数调整后，系统表现出不同的动态响应。例如，增加积分时间有助于减少稳态误差，因为积分控制器能够累积误差信号，逐渐调整控制量，使系统最终达到设定值。另一方面，微分控制器通过预测误差的变化趋势，可以提前调整控制量，从而提高系统的响应速度和稳定性。

(3) 实验中出现的系统振荡现象可以通过系统稳定性分析来解释。当系统参数设置不当，如比例增益过大，可能导致系统不稳定，从而产生振荡。这种振荡可能是持续的，也可能是瞬时的。通过调整控制器参数，如降低比例增益，可以抑制振荡，使系统回到稳定状态。此外，系统设计中的相位裕度和增益裕度也是影响系统稳定性的重要因素。

2. 理论分析与实验结果的对比

(1) 理论分析方面，根据控制理论，我们预测了不同控制器参数对系统性能的影响。实验结果表明，随着比例增益的增加，系统的响应速度加快，但超调量也随之增大，这与理论预期相符。同时，增加积分时间可以降低超调量，但可能会导致响应速度变慢，这也符合理论分析。

(2) 在稳态误差方面，理论分析表明积分控制器是消除稳态误差的有效手段。实验结果验证了这一点，当积分控制器参数设置合理时，系统能够在稳态时达到非常小的误差，接近理论上的无误差状态。此外，理论分析中提到的微分控制器对系统动态特性的影响也得到了实验的证实。

(3)

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/248032112122007013>