



高等院校核心课程辅导丛书

自动控制原理

答疑解惑与典型题解

ZIDONGKONGZHIZHUYUANLI
DAYIJIEHUO YU DIANXINGTIJIE

杨万扣 郭丽红 朱国春 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

自动控制原理答疑解惑与典型题解

杨万扣 郭丽红 朱国春 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书深入浅出、系统全面地介绍了最新的各大高校自动控制原理练习题与考研题。全书共分 10 章,内容包括自动控制的一般概念、控制系统的数学模型、线性系统的时域分析法、线性系统的根轨迹法、线性系统的频域分析法、线性系统的校正方法、线性离散系统的分析与校正、非线性控制系统分析、线性系统的状态空间分析与综合、课程测试及考研真题等。

本书以常见答疑解惑—实践解题编程—考研真题讲解为主线组织编写,每一章的题型归纳都进行了详细分析评注,以便于帮助读者掌握本章的重点及迅速回忆本章的内容。本书结构清晰、易教易学、实例丰富、学以致用、注重能力,对易混淆和历年考题中较为关注的内容进行了重点提示和讲解。

本书既可以作为复习考研的练习册,也可以作为自动控制原理学习的参考书,更可以用作各类培训班的培训教程参考书。此外,本书也非常适于教师的自动控制原理教学以及自学人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

自动控制原理答疑解惑与典型题解 / 杨万扣, 郭丽红, 朱国春编著. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2014.8

ISBN 978-7-5635-4006-8

I. ①自… II. ①杨… ②郭… ③朱… III. ①自动控制理论—高等学校—题解 IV. ①TP13-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 124899 号

书 名: 自动控制原理答疑解惑与典型题解

著作责任者: 杨万扣 郭丽红 朱国春 编著

责任编辑: 满志文

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号 (邮编: 100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫丰华彩印有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 15.75

字 数: 393 千字

版 次: 2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4006-8

定 价: 38.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

为适应高等院校人才的考研需求,本书本着厚基础、重能力、求创新的总体思想,着眼于国家发展和培养造就综合能力人才的需要,着力提高大学生的学习能力、实践能力和创新能力。

1. 关于自动控制原理

自动控制原理是在自动控制、电气工程、信息工程以及计算机技术学科发展基础上建立起来的一门理论与实践相结合的课程,是一门实践性很强的课程。

2. 本书阅读指南

本书针对自动控制原理知识点的常见的问题进行了讲解,同时分析了近几年的考研题目,并给出了翔实的参考答案,读者可以充分的了解各个学校考研题目的难度,查缺补漏,有针对性地提高自己的水平。本书共分 10 章。

第 1 章是“自动控制的一般概念”,主要讲解自动控制、自动控制系统的基本概念,自动控制系统的自动控制方式、分类等。

第 2 章是“控制系统的数学模型”,主要讲解控制系统的数学模型,结构图及其等效变换,信号流图及梅森增益公式,系统开环传递函数、闭环传递函数和误差传递函数等。

第 3 章是“线性系统的时域分析法”,主要讲解一阶系统、二阶系统的时域分析法,控制系统的稳定性分析和稳态误差分析等。

第 4 章是“线性系统的根轨迹法”,主要讲解根轨迹的基本概念和绘制根轨迹的基本方法等。

第 5 章是“线性系统的频域分析法”,主要讲解频率特性的概念,典型环节及系统开环频率特性的绘制,频率域线性系统的稳定性分析和相对稳定性分析等。

第 6 章是“线性系统的校正方法”,主要讲解系统校正的基本概念、校正方式,串联超前、串联滞后、串联滞后—超前校正的方法等。

第 7 章是“线性离散系统的分析与校正”,主要讲解离散系统的概念,Z 变换,线性常系数差分方程、脉冲传递函数,离散系统的稳定性、动态性分析等。

第 8 章是“非线性控制系统分析”,主要讲解非线性系统的基本概念、描述函数分析法和相平面分析法等。

第 9 章是“线性系统的状态空间分析与综合”,主要讲解线性系统的状态空间描述、线性系统的可控性与可观性、线性定常系统的线性变换、线性定常系统的反馈结构及状态观测器、李雅普诺夫稳定性等。

第 10 章是“课程测试及考研真题”,提供了两套模拟题,为读者提供一个自我分析解决问题的过程。

3. 本书特色与优点

(1) 结构清晰,知识完整。内容翔实、系统性强,依据高校教学大纲组织内容,同时覆盖



最新版本的所有知识点,并将实际经验融入基本理论之中。

(2) 内容翔实,解答完整。本书涵盖近几年各大高校的大量题目,示例众多,步骤明确,讲解细致,读者不但可以利用题海战术完善自己的弱项,更可以有针对性地了解某些重点院校的近年考研题目及解题思路。

(3) 学以致用,注重能力。一些例题后面有与其相联系的知识点详解,使读者在解答问题的同时,对基础理论得到更深刻的理解。

(4) 重点突出,实用性强。

4. 本书读者定位

本书既可以作为复习考研的练习册,也可以作为自动控制原理学习的参考书,更可以作为各类培训班的培训教程。此外,本书也非常适于教师的自动控制原理教学以及自学人员参考阅读。

本书由杨万扣、郭丽红、朱国春编著,全书框架结构由何光明、吴婷拟定。另外,感谢王珊珊、陈智、陈海燕、吴涛涛、李海、张凌云、陈芳、李勇智、许娟、史春联等同志的关心和帮助。

限于作者水平,书中难免存在不当之处,恳请广大读者批评指正。任何批评和建议请发至:bjbaba@263.net。

编 者

目 录

第 1 章 自动控制的一般概念

1.1 答疑解惑	1
1.1.1 什么是自动控制?	1
1.1.2 什么是自动控制系统?	1
1.1.3 自动控制系统的基本控制方式有哪些?	2
1.1.4 自动控制系统的分类有哪些?	3
1.2 典型题解	4
题型 1 自动控制与自动控制系统	4
题型 2 自动控制系统的基本控制方式与分类	6

第 2 章 控制系统的数学模型

2.1 答疑解惑	10
2.1.1 如何描述控制系统的数学模型?	10
2.1.2 什么是控制系统的时域数学模型?	10
2.1.3 什么是控制系统的复数域数学模型?	11
2.1.4 什么是结构图?	12
2.1.5 什么是信号流图?	14
2.1.6 什么是系统开环传递函数?	15
2.1.7 给定信号 $r(t)$ 作用下的系统闭环传递函数如何表示?	15
2.1.8 扰动信号 $n(t)$ 作用下的系统闭环传递函数如何表示?	15
2.1.9 如何描述系统的总输出?	15
2.1.10 如何求解闭环系统的误差传递函数?	15
2.2 典型题解	16
题型 1 控制系统的数学模型	16
题型 2 控制系统的结构图与信号流图	21
题型 3 控制系统的典型传递函数	30

第 3 章 线性系统的时域分析法

3.1 答疑解惑	33
3.1.1 什么是典型输入信号?	33
3.1.2 什么是动态过程与稳态过程?	34
3.1.3 动态性能与稳态性能有哪些?	34



3.1.4	什么是一阶系统的数学模型?	35
3.1.5	典型响应有哪些?	35
3.1.6	线性定常系统的重要性质有哪些?	36
3.1.7	如何描述二阶系统的数学模型?	37
3.1.8	二阶系统的单位阶跃响应有哪些?	37
3.1.9	二阶系统性能的改善体现在哪些方面?	39
3.1.10	高阶系统的时域分析有哪些?	40
3.1.11	什么是稳定性?	41
3.1.12	线性系统稳定的充分必要条件有哪些?	41
3.1.13	稳定判据有哪些?	41
3.1.14	什么是误差与稳态误差?	43
3.1.15	计算稳态误差的方法有哪些?	43
3.1.16	减小或消除稳态误差的措施有哪些?	45
3.2	典型题解	46
题型1	系统时间响应的性能指标	46
题型2	一阶系统的数学模型和典型响应	46
题型3	二阶系统的数学模型和典型响应	48
题型4	线性系统的稳定性分析	53
题型5	线性系统的稳态误差	59

第4章 线性系统的根轨迹法

4.1	答疑解惑	65
4.1.1	什么是根轨迹概念?	65
4.1.2	什么是根轨迹增益?	65
4.1.3	闭环零、极点与开环零极点之间的关系有哪些?	66
4.1.4	什么是根轨迹方程?	66
4.1.5	根轨迹的分类有哪些?	67
4.1.6	常规根轨迹有哪些?	67
4.1.7	参数根轨迹有哪些?	68
4.1.8	零度根轨迹有哪些?	69
4.1.9	什么是主导极点和偶极子?	69
4.1.10	开环零点对根轨迹的影响有哪些?	69
4.1.11	系统性能的定性分析有哪些?	70
4.2	典型题解	70
题型1	根轨迹的基本概念	70
题型2	根轨迹绘制的基本法则	71
题型3	系统性能的分析	87

第5章 线性系统的频域分析法

5.1 答疑解惑	90
5.1.1 什么是频率特性?	90
5.1.2 频率特性的几何表示法有哪些?	91
5.1.3 典型环节频率特性有哪些?	91
5.1.4 如何绘制开环对数频率特性曲线?	93
5.1.5 如何绘制开环幅相曲线?	94
5.1.6 什么是奈奎斯特稳定判据?	95
5.1.7 什么是对数频率稳定判据?	95
5.1.8 什么是相角裕度?	95
5.1.9 什么是幅值裕度?	95
5.1.10 闭环频域性能指标有哪些?	96
5.1.11 开环频域指标与时域指标的关系有哪些?	96
5.2 典型题解	97
题型1 频率特性	97
题型2 开环频率特性曲线的绘制	99
题型3 频率域稳定判据	107
题型4 稳定裕度	116

第6章 线性系统的校正方法

6.1 答疑解惑	120
6.1.1 什么是系统校正?	120
6.1.2 性能指标有哪些?	120
6.1.3 校正方式有哪些?	121
6.1.4 基本控制规律有哪些?	121
6.1.5 什么是串联超前校正?	121
6.1.6 什么是串联滞后校正?	122
6.1.7 什么是串联滞后-超前校正?	123
6.2 典型题解	124
题型1 系统的设计与校正问题	124
题型2 常用校正及特性	125

第7章 线性离散系统的分析与校正

7.1 答疑解惑	139
7.1.1 什么是离散系统?	139
7.1.2 什么是信号的采样与保持?	139
7.1.3 什么是Z变换?	140
7.1.4 什么是差分方程?	142

7.1.5	什么是脉冲传递函数?	143
7.1.6	开环系统的脉冲传递函数有哪些?	143
7.1.7	闭环系统的脉冲传递函数有哪些?	143
7.1.8	离散系统稳定的充分必要条件有哪些?	144
7.1.9	稳定判据有哪些?	145
7.1.10	离散系统的稳态误差有哪些?	146
7.1.11	离散系统的动态性能分析有哪些?	146
7.1.12	什么是最少拍系统设计?	147
7.1.13	什么是无纹波最少拍系统设计?	147
7.2	典型题解	147
题型 1	离散系统的数学模型	147
题型 2	离散系统的性能分析	155
题型 3	离散系统的数字校正	160

第 8 章 非线性控制系统分析

8.1	答疑解惑	164
8.1.1	什么是非线性控制?	164
8.1.2	非线性系统的特征有哪些?	164
8.1.3	非线性特性及其对系统运动的影响有哪些?	165
8.1.4	非线性系统的分析方法有哪些?	165
8.1.5	什么是相平面、相平面图?	166
8.1.6	相轨迹绘制方法有哪些?	168
8.1.7	什么是描述函数法?	168
8.1.8	如何计算描述函数?	169
8.1.9	描述函数法分析的应用条件有哪些?	169
8.1.10	典型非线性特性的描述函数有哪些?	169
8.1.11	非线性系统如何简化?	170
8.1.12	如何用描述函数法判稳?	171
8.2	典型题解	171
题型 1	非线性控制系统概述	171
题型 2	相平面法	172
题型 3	描述函数法	179

第 9 章 线性系统的状态空间分析与综合

9.1	答疑解惑	187
9.1.1	什么是状态、状态空间?	187
9.1.2	什么是状态空间表达式?	188
9.1.3	什么是传递函数矩阵?	188
9.1.4	如何求解状态方程?	188

9.1.5	如何对线性定常系统进行线性变换?	189
9.1.6	什么是线性定常连续系统的可控性?	191
9.1.7	什么是线性定常连续系统的可观测性?	192
9.1.8	如何判断线性定常离散系统是可控(可观测)的?	193
9.1.9	什么是状态反馈与极点配置?	193
9.1.10	如何设计状态观测器?	193
9.1.11	什么是分离定理?	194
9.1.12	李雅普诺夫稳定性有哪些?	194
9.1.13	如何用李雅普诺夫第二法判断系统稳定?	194
9.1.14	什么是平衡状态?	194
9.1.15	什么是渐进稳定性?	194
9.1.16	什么是一致渐近稳定?	194
9.1.17	什么是大范围稳定性?	195
9.1.18	什么是 BIBO 稳定?	195
9.1.19	BIBO 稳定性与平衡状态稳定性有何关系?	195
9.2	典型题解	195
题型 1	线性系统的状态空间描述	195
题型 2	线性系统的可控性与可观测性	202
题型 3	线性定常系统的反馈结构及状态观测器	208
题型 4	李雅普洛夫稳定性分析	214

第 10 章 课程测试及考研真题

10.1	课程测试	221
10.2	课程测试参考答案	224
10.3	考研真题	229
10.4	考研真题参考答案	232

第1章

自动控制的一般概念

【基本知识点】自动控制的基本概念;控制系统框图;自动控制系统的基本控制方式及特点;自动控制系统的分类;对自动控制系统的基本要求等。

【重点】控制系统原理图;控制系统框图;自动控制的基本控制方式及特点。

【难点】控制系统框图。

答疑解惑

自动控制的一般概念

1.1 答疑解惑

1.1.1 什么是自动控制?

所谓自动控制,是指在没有人直接参与的情况下,使其被控量按照预定的规律(即给定量)运行。

自动控制的基本概念:

- (1) 被控对象:要求实现自动控制的机器、设备或生产过程。
- (2) 控制装置:对被控对象起控制作用的设备总体。
- (3) 输出量:位于控制系统输出端,并要求实现自动控制的物理量。也称为被控量。
- (4) 输入量:作用于控制系统输入端,并使系统具有预定功能或预定输出的物理量。也称给定量或控制量。
- (5) 扰动:破坏系统输入量和输出量之间预定规律的信号。

1.1.2 什么是自动控制系统?

1. 控制系统的任务

减小或消除扰动量的影响,使被控对象的被控量始终按给定量规定的运行规律去变化。

2. 自动控制系统

能够实现自动控制任务的系统,由控制装置与被控对象组成。

控制装置包括:

- (1) 给定元件(提供控制量);
- (2) 测量元件(测量被控量);
- (3) 比较元件(比较控制量与反馈量,给出偏差信号);
- (4) 放大元件(放大偏差信号);
- (5) 执行机构(对被控对象施加控制);
- (6) 校正元件(也叫补偿元件,用以改善系统性能)。

一个典型的自动控制系统的基本组成可用图 1.1 来表示。

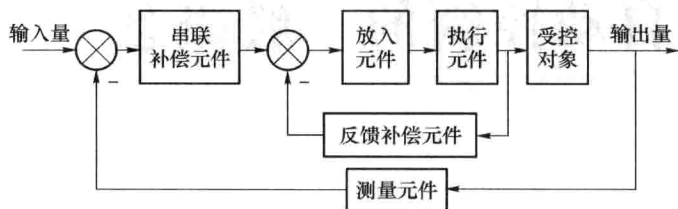


图 1.1 自动控制系统的基本组成

3. 对自动控制系统的性能要求

- (1) 稳 指动态过程的平稳性。
- (2) 快 指动态过程的快速性。
- (3) 准 指动态过程的最终精度。

注意:同一控制系统,稳、快、准相互制约。受控对象不同,对稳、快、准的技术要求也有所侧重。

1.1.3 自动控制系统的基本控制方式有哪些?

1. 开环控制方式

控制装置与被控对象之间只有顺向作用而没有反向联系的控制。分为按给定值操纵和按扰动补偿两种形式。其典型框图如图 1.2(a)和(b)所示。

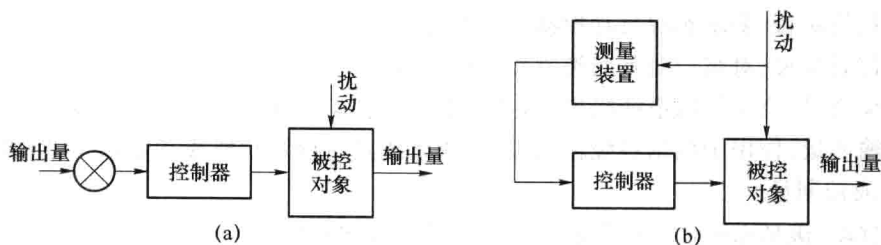


图 1.2 开环控制系统的典型方框图

开环控制系统特点:

- ① 结构简单,所用元器件少。
- ② 系统没有抗扰动功能,因而大大限制了系统的应用范围。

(1) 按给定值操纵

信号由给定值至输出量单向传递。一定的给定值对应一定的输出量。系统的控制精度取决于系统事先的调整精度。对于工作过程中受到的扰动或特性参数的变化无法自动补

偿。结构简单,成本低廉,多用于系统结构参数稳定和扰动信号较弱的场合。

(2) 按扰动补偿

利用对扰动信号的测量产生控制作用,以补偿扰动对输出量的影响。对于不可测扰动以及对象、各功能部件内部参数变化给输出量造成的影响,系统自身无法控制。因此,控制精度有限。

2. 闭环控制

又称反馈控制。是指控制器与控制对象之间既有顺向作用又有反向联系的控制过程。其典型框图如图 1.3 所示。

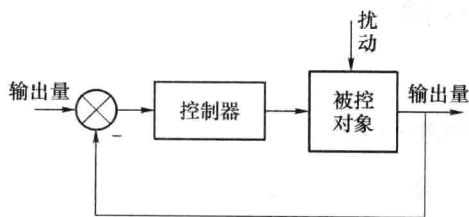


图 1.3 闭环控制系统的典型框图

闭环控制系统特点:

- (1) 闭环负反馈控制,即按偏差调节;
- (2) 抗扰性好,控制精度高;
- (3) 系统参数应适当选择,否则可能不能正常工作。

3. 复合控制

是开环控制和闭环控制相结合的一种控制方式。分为按偏差控制+按给定量补偿和按偏差控制+按扰动补偿两种形式。其典型框图如图 1.4(a)和(b)所示。

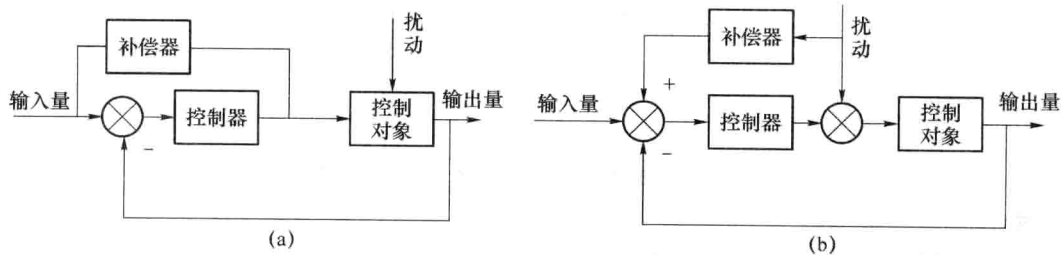


图 1.4 复合控制系统的典型框图

复合控制系统特点:

- (1) 具有很高的控制精度;
- (2) 可以抑制几乎所有的可量测扰动,其中包括低频扰动;
- (3) 补偿器的参数要有较高的稳定性。

1.1.4 自动控制系统的分类有哪些?

1. 按输入信号的特征分类

- ① 恒值控制系统;
- ② 程序控制系统;
- ③ 位置随动控制系统(又称伺服系统)。



2. 按信号传输过程是否连续分类

①连续控制系统;②离散控制系统。

3. 按系统构成元件是否线性分类

①线性控制系统;②非线性控制系统。

4. 按系统参数是否随时间变化分类

①定常控制系统;②时变控制系统。

典型题解

自动控制的一般概念

1.2

典型题解

题型 1 自动控制与自动控制系统

【例 1.1.1】 热处理炉温控系统的工作原理如图 1.5 所示,试简要分析系统的控制原理,并画出系统原理框图。

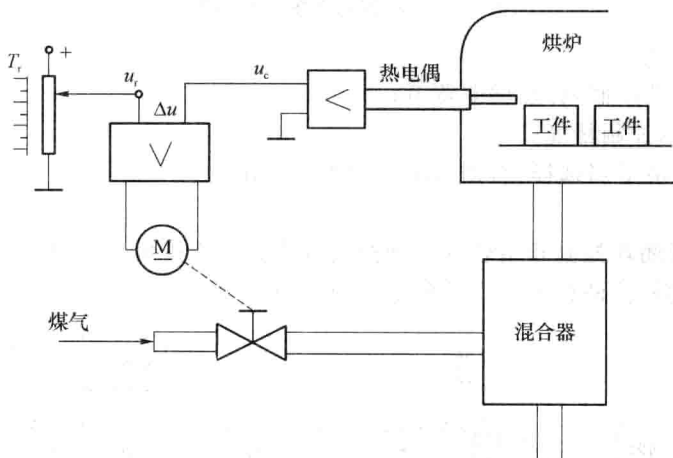


图 1.5 热处理炉温控系统的工作原理框图

答:

(1) 热处理炉温控系统的工作原理分析:

控制任务:控制炉温 T_c 使其等于给定温度 T_r 。

被控对象——热处理炉。

被控量——炉温 T_c 。

给定输入——给定温度 T_r 。

干扰输入——煤气压力和环境干扰。

测量原件——热电偶。

比较元件——有 u_c 、 u_r 两电压的反接来实现,电压 $\Delta u = u_r - u_c$,相当于炉温的偏差。

执行元件——直流电动机及传动装置。

工作原理:假定实际炉温=给定炉温,则经事先整定,使 $u_c = u_r$,即 $\Delta u = 0$,故电动机不动,阀门保持一定开度,供气量一定,热处理炉处于平衡工作状态。

如果管道煤气压力下降,而阀门开度一时没变,则供气量减少,炉温下降。致使热电偶的输出减弱,

$u_c < u_r$ 、 $\Delta u > 0$,电动机正转开大阀门,从而使供气量增加,炉温回升,直至又恢复到给定值, $T_c = T_r$ 、 $u_c = u_r$ 、 $\Delta u = 0$,电动机停转,系统重新进入平衡状态,在煤气压力下降的情况下又能按规定的炉温运行。

如果根据工艺要求,从某时刻开始需要将炉温调整到另一数值,则可将给定电位计的温标联同电刷移到相应的新的位置, T_r 、 u_r 变了,而供气量一时没变、炉温没变,致使 u_c 、 u_r 不等, $\Delta u \neq 0$,电动机转动调整阀门开度,改变供气量、调整炉温,直至 $T_c = T_r$,系统进入平衡运行。

(2) 热处理炉温控系统原理框图

根据以上分析,热处理炉温控系统原理方框图如图 1.6 所示。

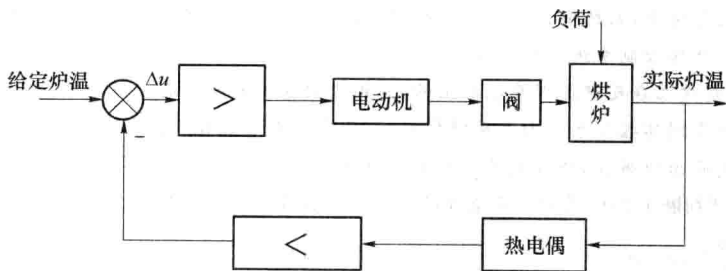


图 1.6 热处理炉温控系统原理框图

※点评:分析系统,首先要明确其控制任务,弄清楚被控对象、被控量、给定输入、干扰输入以及控制装置等。

【例 1.1.2*】(西安交通大学) 一个液位控制系统的原理图如图 1.7 所示。试画出该控制系统的原理方框图,简要说明它的工作原理,并指出该控制系统的输入量,输出量及扰动量。

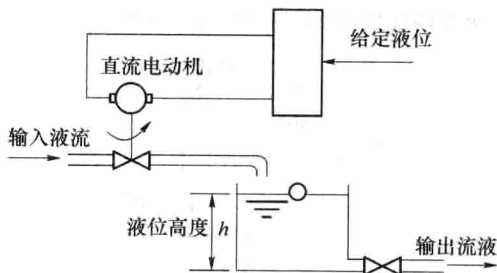


图 1.7 液位控制系统的原理图

答:本题考查液位控制系统。

当系统的工作原理为:浮标位置对应于电位计上一点,该点电压与设定液位对应的电压进行比较,如果没有达到设定的液位,将产生偏差电压,功率放大后驱动直流电动机转动,调节输入液流的阀门,改变进入水池的水流量,当输出液流发生改变,液面发生变化时,重复上述过程,使液面保持在给定高度。

该系统的输入量为给定液位,输出量为实际水位,扰动量为输出液流量,系统原理框图如图 1.8 所示。

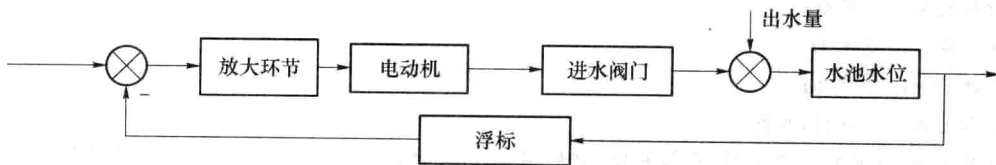


图 1.8 液位控制系统的原理方框图



题型2 自动控制系统的的基本控制方式与分类

【例 1.2.1】 什么是反馈控制原理? 反馈控制系统的主要特点是什么?

答: 反馈控制原理即是系统的输出通过反馈通道引入输入端, 与给定的信号进行比较, 利用所得的偏差信号产生控制作用调节被控对象, 达到减小偏差或消除偏差的目的; 反馈控制的特点是存在偏差, 并且用偏差来消除偏差。

【例 1.2.2】 试比较闭环系统与开环系统的优缺点?

答: 在开环控制系统中, 系统输出只受输入的控制, 控制精度和抑制干扰的特性都相对比较差, 但是由于没有反馈的作用, 开环控制系统反应较快。

闭环控制系统是建立在反馈原理基础之上的, 利用输出量同期望值的偏差对系统进行控制, 可获得比较好的控制性能, 但是闭环控制系统由于反馈作用, 一般有个调节过程, 动态响应相对较慢, 如果参数设计不合理, 可能不稳定而出现振荡, 通常大多数重要的自动控制系统都采用闭环控制的方式。

【例 1.2.3】 试判断下列用微分方程描述的系统是线性系统还是非线性系统?

$$(1) \frac{d^2 y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} + 4y = e(t)$$

$$(2) \frac{du}{dt} + u^2 + u = \sin^2 \omega t$$

$$(3) 3 \frac{d^2 y}{dt^2} + y \frac{dy}{dt} + 2y = 5t^2$$

$$(4) t \frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + t^2 y = e^{-t}$$

答: (1) 线性系统; (2) 非线性系统; (3) 非线性系统; (4) 非线性系统

【例 1.2.4】 水箱液位控制系统如图 1.9 所示。运行中无论用水流量如何变化(由开关 l_2 操纵), 希望水面高度(液位) H 保持不变。

(1) 简述工作原理。

(2) 画出系统的原理框图, 并指明被控对象、被控量、给定值和干扰。

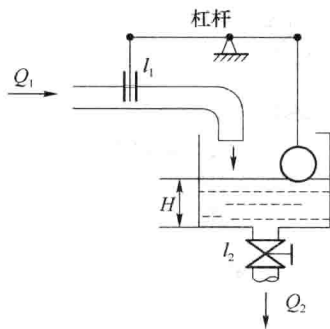


图 1.9 水箱液位控制系统图

答:

控制任务: 保持液位 H 不变。

被控对象——水箱;

被控量——液位 H ;

干扰—— l_2 的变化;

执行元件——杠杆, 开关 l_1 。

工作原理: 当开关 l_2 开大时, 出水量 Q_2 增大, 液位 H 下降, 因此浮子下降, 通过杠杆的作用使开关 l_1 开大, 进水量 Q_1 增大, 从而保持液位 H 不变。对其他的情况可作类似分析。

系统框图如图 1.10 所示。

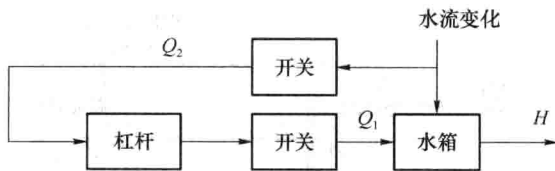


图 1.10 水箱液位控制系统框图

※点评:本题为按扰动补偿的开环控制系统。开关 l_1 是通过杠杆控制的。

【例 1.2.5*】(浙江大学) 电冰箱的制冷系统原理如图 1.11 所示。继电器的输出电压 U_R 为压缩机上的工作电压。绘制控制系统框图,简述工作原理。若出现压缩机频繁起动,请提出相应的改进措施。

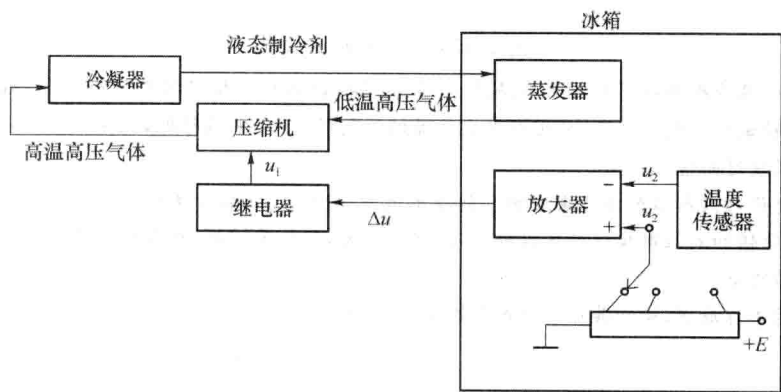


图 1.11 电冰箱的制冷系统原理图

答:系统的控制系统框图如图 1.12 所示。

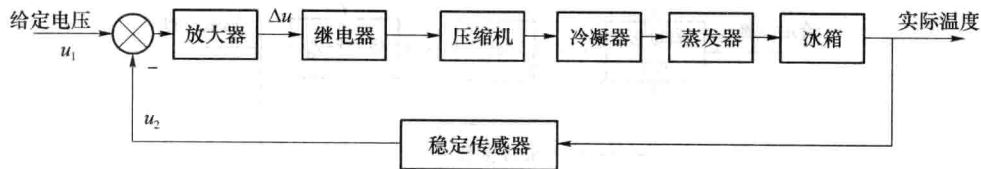


图 1.12 电冰箱的制冷系统控制系统框图

其工作原理为:设定温度 U_1 与温度传感器反馈回的温度 U_2 进行比较,偏差经放大器放大后传送给继电器,若偏差信号放大后能够使继电器闭合,则压缩机启动,驱动冷凝器进行制冷,温度传感器接受到的温度降低,直到压缩机停止工作,从而保证实际温度总在设定温度的小范围内。若出现压缩机频繁起动,说明实际温度与设定温度的很小偏差都会使继电器闭合,因此解决的办法是减小放大器的增益,或者增加继电器的闭环门限值。

【例 1.2.6】 图 1.13 水温控制示意图。冷水在热交换器中由通入的蒸气加热,从而得到一定温度的热水。冷水流量变化用流量计测量。试绘制系统框图,并说明为了保持热水温度为期望值,系统是如何工作的? 系统的被控对象和控制装置是什么?

答:

控制任务:保持热水温度为期望值。

被控对象——热交换器;

被控量——热水温度;

干扰——冷水流量变化;

控制装置——阀门、温度传感器、流量计和温度控制器。