

21 世纪

自学·复习·考研系列丛书

自动控制原理 试题精选与答题技巧

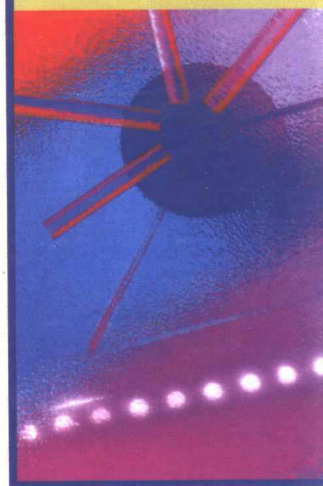
突出重点
明确思路
提高能力

ZIDONGKONGZHI YUANLI SHITIJINGXUAN YU DATIJIQIAO

主编 王 彤

主审 宋申民

哈尔滨工业大学出版社



21 世纪自学·复习·考研系列丛书

自动控制原理试题精选与答题技巧

主 编 王 彤
副主编 高玉琦 梅晓榕
刘志远 裴 润
主 审 宋申民

哈尔滨工业大学出版社
哈 尔 滨

内 容 简 介

本书是针对自动控制原理课程,为学生复习和考研编写的指导书。本书共九章,包括:自动控制系统概论;控制系统的数学模型;线性系统的时域分析;根轨迹法;线性定常系统的频域分析;用频率特性法对系统综合校正;非线性控制系统;线性离散系统;状态空间分析与综合。附录中给出了习题答案、部分研究生考试试题、研究生入学考试模拟试题。

本书内容全面、重点突出、分析透彻,可帮助学生理清思路、掌握重点、突破难点,从而提高应试能力,不失为一本有效的自动控制原理课程复习指导书。

图书在版编目(CIP)数据

自动控制原理试题精选与答题技巧/王彤主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2000.7

ISBN 7-5603-1452-Z

I. 自... II. 王... III. 自动控制理论-研究生-入学考试-解题 IV. TP13-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 30591 号

15488/1-8

出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区教化街 21 号 邮编 150006
传 真 0451—6414749
印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 17.25 插页 1 字数 435 千字
版 次 2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-5603-1452-Z/TP·135
印 数 1~4 000
定 价 19.80 元

前 言

随着科学技术和生产的发展,自动控制技术广泛地应用于国民经济的各个领域,并成为探索各种新技术的工具。自动控制原理课已经成为各工科类专业的技术基础课。然而自动控制课程内容相对抽象,学生学起来比较困难,为了帮助学生理清思路、总结归纳和有效地提高应试能力,我们结合多年来的教学经验,并吸取了国内外教材及有关资料的精华,编写了这本《自动控制原理试题精选与答题技巧》。

本书力图通过对教学基本内容提要性的归纳和典型例题的讨论,帮助读者正确理解和应用自动控制原理的基本理论和基本方法。本书既可作为本专科学生及自学者学习《自动控制原理》课程的参考书,也可满足报考研究生者进行系统复习的需要。本书并不局限于哈尔滨工业大学自动控制原理课教材和考研参考书的内容,还参考了国内其它院校教材的内容,因而适用面较宽。

本书重点突出,每章前面都有基本要求,有助于读者把握课程的基本内容和考试重点。本书例题和习题的内容丰富,注意理论与实际相结合,注重知识综合应用能力的训练,有助于培养学生分析问题、解决问题的能力 and 创新能力。本书附有哈尔滨工业大学 1998 年、1999 年、2000 年和华中理工大学 1998 年、1999 年研究生入学考试试题及两套模拟试题,可供读者参考。

本书由哈尔滨工业大学自动控制理论教研室王彤主编,高玉琦、梅晓榕、刘志远、裴润任副主编,宋申民主审。其中第一、七、八、九章由王彤编写,第二、三章由梅晓榕编写,第四章由刘志远编写,第五、六章由高玉琦编写,模拟试题由裴润和王彤编写,王述一、宁永臣、刘金琪、邵纪群、赵业权、魏绍义也参加了本书的编写工作。哈尔滨工业大学基础课教学带头人付佩琛教授对本书的编写给予了热情的帮助和指导,在此表示深深的谢意。在本书的编写过程中还得到哈尔滨工业大学及其它兄弟院校和单位的陈兴林、王子华、刘丽君、郝小威、翁正新、崔平、倪健敏、王真、王晓东、李琪、王景云等同志的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2000 年 5 月

目 录

第一章 自动控制系统概论

- 1.1 必备知识和考试要点 (1)
- 1.2 典型范例和答题技巧 (3)
- 1.3 精选习题和实战演练 (8)

第二章 控制系统的数学模型

- 2.1 必备知识和考试要点 (13)
- 2.2 典型范例和答题技巧 (14)
- 2.3 精选习题和实战演练 (28)

第三章 线性系统的时域分析

- 3.1 必备知识和考试要点 (33)
- 3.2 典型范例和答题技巧 (35)
- 3.3 精选习题和实战演练 (49)

第四章 根轨迹法

- 4.1 必备知识和考试要点 (56)
- 4.2 典型范例和答题技巧 (57)
- 4.3 精选习题和实战演练 (69)

第五章 线性定常系统的频域分析

- 5.1 必备知识和考试要点 (72)
- 5.2 典型范例和答题技巧 (79)
- 5.3 精选习题和实战演练 (92)

第六章 用频率特性法对系统综合校正

- 6.1 必备知识和考试要点 (97)

6.2	典型范例和答题技巧	(111)
6.3	精选习题和实战演练	(143)
第七章 非线性控制系统		
7.1	必备知识和考试要点	(146)
7.2	典型范例和答题技巧	(153)
7.3	精选习题和实战演练	(172)
第八章 线性离散系统		
8.1	必备知识和考试要点	(177)
8.2	典型范例和答题技巧	(182)
8.3	精选习题和实战演练	(200)
第九章 状态空间分析与综合		
9.1	必备知识和考试要点	(205)
9.2	典型范例和答题技巧	(208)
9.3	精选习题和实战演练	(227)
附录		
附录 I	习题答案	(229)
附录 II	部分研究生入学考试试题	(241)
附录 III	研究生入学考试模拟试题	(255)
主要参考文献		(267)

第一章 自动控制系统概论

基 本 要 求

1. 了解自动控制系统的工作原理、分类和特点。
2. 掌握负反馈在自动控制系统中的作用。
3. 掌握自动控制系统的组成和各部分的作用。
4. 根据工作原理图,确定控制系统的被控对象、控制量和被控制量,正确画出系统的方框图。
5. 了解对控制系统的要求。

1.1 必备知识和考试要点

1.1.1 一些重要的概念与名词

自动控制 在没有人直接参与的情况下,通过控制器使被控对象或过程按照预定的规律运行。

自动控制系统 由控制器和被控对象组成,能够实现自动控制任务的系统。

被控制量 在控制系统中,按规定的任务需要加以控制的物理量。

控制量 作为被控制量的控制指令而加给系统的输入量,也称控制输入。

扰动量 干扰或破坏系统按预定规律运行的输入量,也称扰动输入或干扰输入。

反馈 通过测量变换装置将系统或元件的输出量反送到输入端,与输入信号相比较。这个反送到输入端的信号称为反馈信号。

负反馈 反馈信号与输入信号相减,其差为偏差信号。

负反馈控制原理 检测偏差用以消除偏差。将系统的输出信号引回输入端,与输入信号相减,形成偏差信号。然后根据偏差信号产生相应的控制作用,力图消除或减少偏差的过程。

开环控制系统 系统的输入和输出之间不存在反馈回路,输出量对系统的控制作用没有影响,这样的系统称为开环控制系统。开环控制又分为无扰动补偿和有扰动补偿两种。

(1)无扰动补偿开环控制原理方框图如图 1.1(a)所示。信号由控制信号到被控制信号单向传递,对扰动引起的误差无补偿作用。这种方式结构简单,适用于结构参数稳定、扰动信号较弱的场合。(2)有扰动补偿开环控制如图 1.1(b)所示。利用对扰动信号的测量,补偿扰动对被控制量的影响。由于扰动信号经测量装置、控制器至被控对象是单向传递的,所以属于开环控制。对于不可测扰动及各元件内部参数变化给被控制量造成的影响,系统无抑制作用。

闭环控制系统 凡是系统输出端与输入端存在反馈回路,即输出量对控制作用有直接影响

的系统,叫作闭环控制系统。

自动控制原理课程中所讨论的主要是闭环负反馈控制系统。

复合控制系统 复合控制系统是一种将开环控制和闭环控制结合在一起的控制系统。它在闭环控制的基础上,用开环方式提供一个控制输入信号或扰动输入信号的顺馈通道,用以提高系统的精度。

1.1.2 自动控制系统的组成

闭环负反馈控制系统的典型结构如图 1.2 所示。组成一个自动控制系统通常包括以下基本元件:

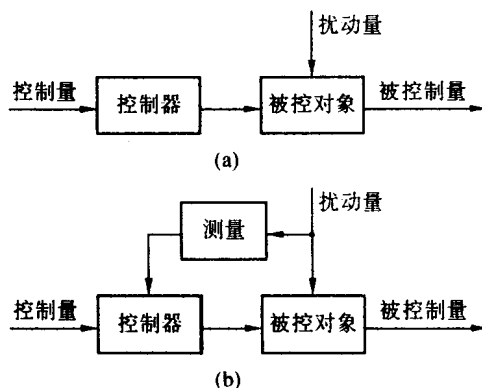


图 1.1 无扰动补偿和有扰动补偿的开环控制

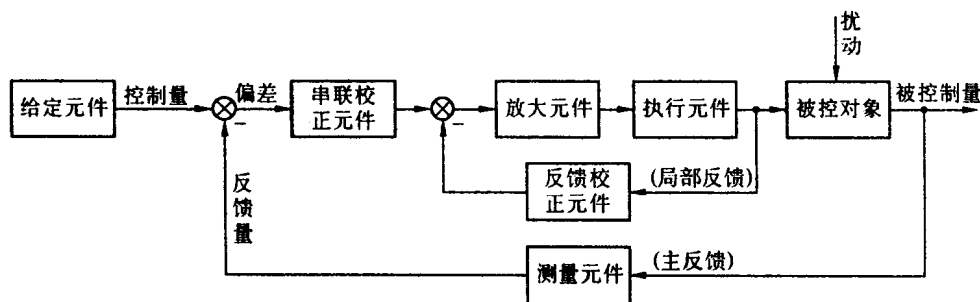


图 1.2 典型负反馈控制系统结构

1. 给定元件

给出与被控制量希望值相对应的控制输入信号(给定信号),这个控制输入信号的量纲要与主反馈信号的量纲相同。给定元件通常不在闭环回路中。

2. 测量元件

测量元件也叫传感器,用于测量被控制量,产生与被控制量有一定函数关系的信号,例如与被控制量成比例或与其导数成比例的信号。测量元件的精度直接影响控制系统的精度,设计时应使测量元件的精度高于系统的精度,还要有足够宽的频带。

3. 比较元件

用于比较控制量和反馈量并产生偏差信号。电桥、运算放大器可作为电信号的比较元件。有些比较元件与测量元件是结合在一起的,如测角位移的旋转变压器和自整角机等。

4. 放大元件

对信号进行幅值或功率的放大,以及信号形式的变换,如交流变直流的相敏整流或直流变交流的相敏调制。

5. 执行元件

用于操纵被控对象,如机械位移系统中的电动机、液压伺服马达、温度控制系统中的加热装置。执行元件的选择应具有足够大的功率和足够宽的频带。

6. 校正元件

用于改善系统的动态和稳态性能。根据被控对象特点和性能指标的要求而设计。校正元件串联在由偏差信号到被控制信号间的前向通道中的称为串联校正;校正元件在反馈回路中的称

为反馈校正。

7. 被控对象

控制系统所要控制的对象,例如水箱水位控制系统中的水箱、房间温度控制系统中的房间、火炮随动系统中的火炮、电动机转速控制系统中电机所带的负载等。设计控制系统时,认为被控对象是不可改变的,它的输出即为控制系统的被控制量。

8. 能源元件

为控制系统提供能源的元件,在方框图中通常不画出。

1.1.3 对控制系统的基本要求

1. 稳定性

稳定性是系统正常工作的必要条件。

2. 准确性

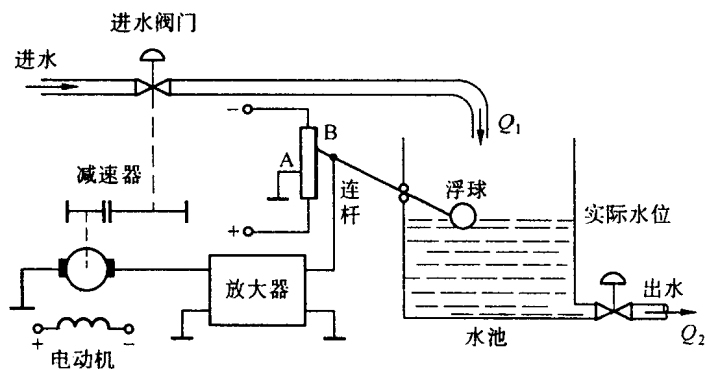
要求过渡过程结束后,系统的稳态精度比较高,稳态误差比较小,或者对某种典型输入信号的稳态误差为零。

3. 快速性

系统的响应速度快、过渡过程时间短、超调量小。系统的稳定性足够好、频带足够宽,才可能实现快速性的要求。

1.2 典型范例和答题技巧

【例 1.1】 一个水池水位自动控制系统如例图 1.1 所示。试简述系统工作原理,指出主要变量和各环节的构成,画出系统的方框图。



例图 1.1 水池水位控制系统原理图

【解】 在这个水位控制系统中,水池的进水量 Q_1 来自由电动机控制开度的进水阀门,出水量 Q_2 由用户阀门确定。该系统能在用户用水量 Q_2 随意变化的情况下,保持水箱水位在希望的高度上不变。

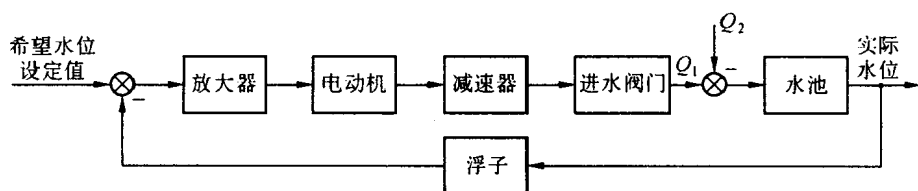
希望水位高度由电位器触头 A 设定,浮子测出实际水位高度。由浮子带动的电位计触头 B 的位置反映实际水位高度。A、B 两点的电位差 U_{AB} 反映希望水位与实际水位的偏差。当实际水位低于希望水位时, $U_{AB} > 0$ 。通过放大器驱使电动机转动,开大进水阀门,使进水量 Q_1 增加,从而使水位上升。当实际水位上升到希望值时, A、B 两个触头在同一位置, $U_{AB} = 0$, 电动机停转,进水阀门开度不变,这时进水量 Q_1 和出水量 Q_2 达到了新的平衡。若实际水位高于希望水位,

$U_{AB} < 0$, 则电动机使进水阀门关小, 使进水量减少, 实际水位下降。

这个系统是个典型的镇定系统, 在该系统中:

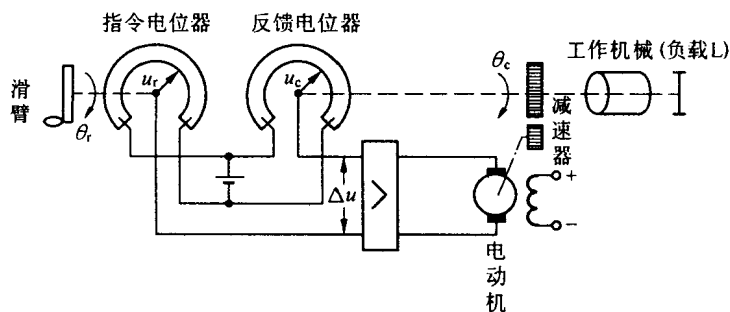
控制量	希望水位的设定值
被控制量	实际水位
扰动量	出水量 Q_2
被控对象	水池
测量元件	浮子
比较元件	电位器
放大元件	放大器
执行元件	电动机、减速器、进水阀门

系统的方框图如例图 1.2 所示。控制系统中各元件的分类和方框图的绘制不是惟一的, 只要能正确反映其功能和运动规律即可。



例图 1.2 水池水位控制系统方框图

【例 1.2】 一个位置自动控制系统如例图 1.3 所示, 试分析系统的工作原理, 画出系统的方框图。

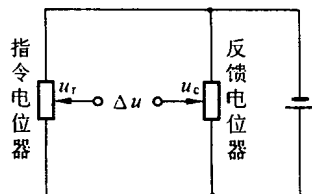


例图 1.3 位置控制系统原理图

【解】 该系统的作用是使负载 L (工作机械) 的角位移 θ_c 随给定角度 θ_r 的变化而变化, 即要求被控制量 θ_c 复现控制量 θ_r 。

指令电位器和反馈电位器组成的桥式电路是测量比较环节。其作用就是测量控制量——输入角度 θ_r 和被控制量——输出角度 θ_c , 变成电压信号 u_r 和 u_c 并相减, 产生偏差电压 $\Delta u = u_r - u_c$ 。由两个电位器构成的桥式电路的原理图如例图 1.4 所示。

当负载的实际位置 θ_c 与给定位置 θ_r 相符时, 则 $\Delta u = 0$, 电动机不转动。当负载的实际位置 θ_c 与给定位置 θ_r 不相符时, u_r 和 u_c 也不相等, 偏差电压 $\Delta u = u_r - u_c \neq 0$ 。偏差电压 Δu 经放

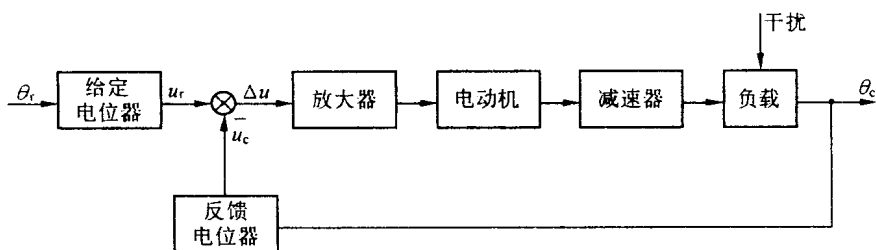


例图 1.4 电位器组成的桥式电路

放大器放大, 使电动机转动, 通过减速器移动负载 L , 使负载 L 和反馈电位器向减小偏差的方向转

动。

在该系统中,负载 L 是被控对象,放大器是放大元件,电动机和减速器是执行元件。这是一个位置随动系统。系统的方框图如例图 1.5 所示。

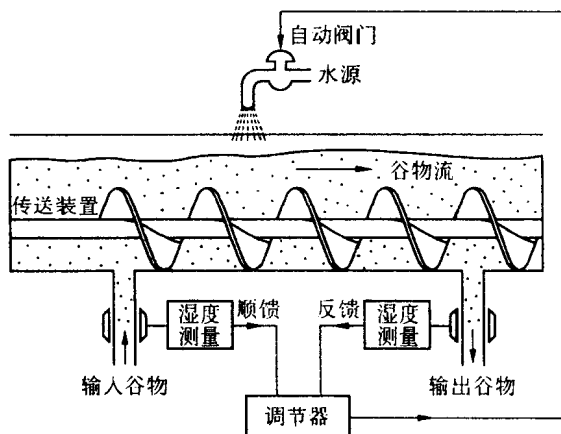


例图 1.5 位置随动系统方框图

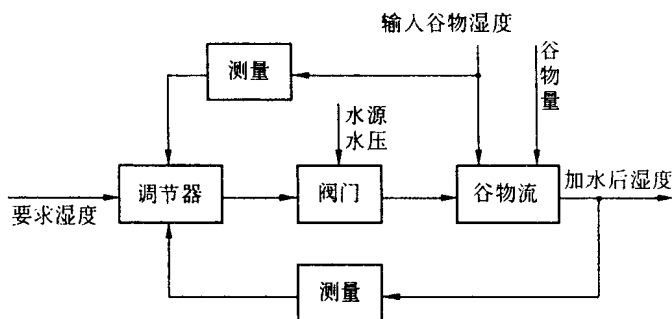
【例 1.3】 谷物湿度控制系统如例图 1.6 所示。在谷物的磨粉生产过程中,有一个出粉率最高的湿度,因此在磨粉之前要给谷物加水,以得到要求的湿度。图中,谷物按一定流量通过加水点,加水量由调节器驱动的阀门控制。加水过程中,谷物流量的变化、加水前谷物湿度以及水源水压的变化都是对谷物湿度控制的扰动作用。为了提高控制精度,系统中采用了谷物湿度的顺馈控制。试分析系统工作原理,画出该系统的方框图。

【解】 该系统的被控对象是谷物流,被控制量是输出谷物的湿度,控制量是输出谷物的希望湿度。扰动量包括输入谷物的湿度、谷物流量和水源水压。

系统的方框图如例图 1.7 所示。



例图 1.6 谷物湿度控制系统



例图 1.7 谷物湿度控制系统方框图

反馈通道的湿度测量装置测量的是加水后出口处输出谷物的湿度,将这个信号反馈到调节器。若输出谷物的湿度与设在调节器中的希望谷物湿度不一致,则产生偏差信号,通过调节器控制开大或关小阀门的开度,改变加水量的大小,使谷物湿度向减小偏差的方向变化。这是通过闭环负反馈减少偏差的过程,不论由什么原因引起的偏差都可由闭环负反馈得到抑制。

入口处的湿度测量装置测量的是加水前谷物的湿度。这个信号由顺馈通道输入到调节器,若入口处谷物较干,可适当加大加水量;若谷物较湿可减少加水量。这是通过开环控制的方式进

行补偿。通过顺馈通道,可以减少或消除某些干扰的影响,提高了系统的精度,减轻了闭环控制回路的负担。用顺馈方式对干扰进行补偿时,这个干扰必须是能够测量的。

在阀门开度相同的情况下,水源水压的高低影响进水量的多少。该系统对水源水压这个干扰量未加测量,水源水压变化引起的误差只能由闭环负反馈进行抑制。

在加水量相同的情况下,谷物流量的大小也影响输出谷物的湿度。系统对谷物流量变化这个干扰未加测量,由其引起的误差靠闭环负反馈进行抑制。

【例 1.4】 例图 1.8 是烤面包机的原理图。面包的烘烤质量由烘箱内的温度及烘烤时间的长短所决定。待烘烤的面包用传送带以某一速度通过烘箱,传送带由控制电动机及变速器带动。根据安装在烘箱内的温度检测器测量的烘箱实际温度,通过控制器可以调整传送带的速度。若烘箱温度过高,传送带速度应加快;反之则应减慢,以保证面包的烘烤质量。

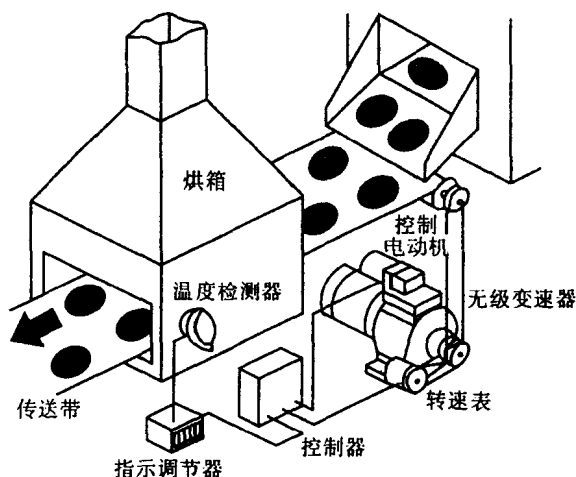
(1) 试说明传送带速度自动控制的工作原理,并绘制相应的系统方框图。

(2) 绘制烤面包机的方框图。

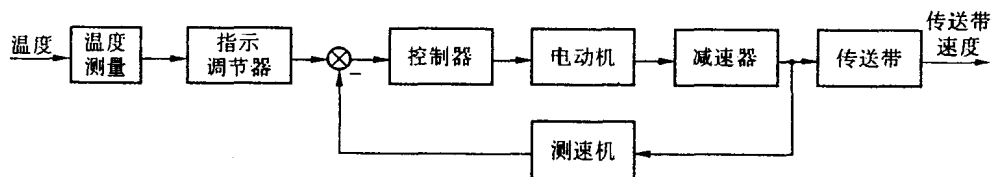
【解】 (1) 传送带由电动机及减速器驱动,传送带的线速度与电动机及减速器的角速度是固定的比例关系,所以控制了电动机及减速器的角速度,就控制了传送带的线速度。传送带的希望速度与温度有关,温度高,要求速度快,温度低,要求速度慢。

烘箱内的温度检测器测出烘箱内的温度,传给指示调节器。指示调节器根据预先规定的函数关系求出希望的速度,并变成相应的电信号作为调速系统的控制输入加到控制器上。控制器带动电动机、减速器驱动传送带运动。转速表测出减速器的实际转速,反馈到控制器,若与要求转速不等,则产生偏差信号,通过控制器控制电动机加速或减速,使速度趋于希望的速度。

该调速系统的方框图如例图 1.9 所示。该系统的给定量虽然不是恒定的,但变化较缓慢,所以说该系统是个镇定系统。

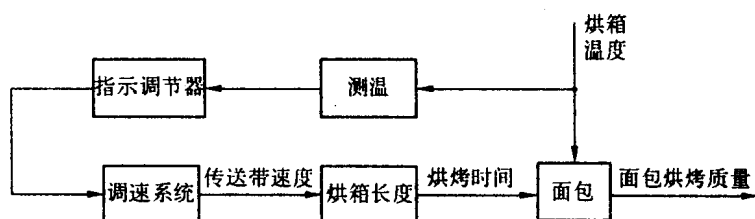


例图 1.8 烤面包机



例图 1.9 调速系统方框图

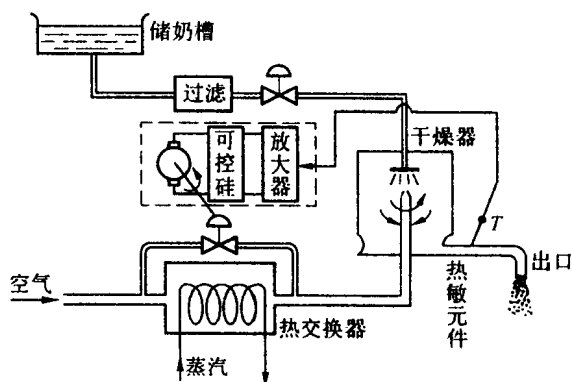
(2) 面包的烘烤质量与烘箱温度及面包在烘箱内烘烤的时间有关,而烘烤时间又与传送带的速度有关。在该烤面包机中,只控制烘烤时间而未控制烘烤温度。但希望的烘烤时间又与温度有关。温度高时要求烘烤时间短些,反之时间长些。该系统可以看作一个按扰动补偿的开环控制系统,温度是扰动量,系统方框图如例图 1.10 所示。



例图 1.10 烤面包机方框图

【例 1.5】奶粉干燥控制系统如例图 1.11 所示,试分析其工作原理,画出方框图。

【解】奶品生产要求把浓缩奶液干燥成奶粉。加工时奶液从高位储奶槽流下,经过滤去掉凝块后进入干燥器。冷空气经热交换器中的蒸汽加热成热空气也进入干燥器。在干燥器中奶液被热空气加热,使水分蒸发,最后随湿空气一起喷出,在重力作用下,空气、奶粉自然分离。因为要控制的是奶粉湿度,所以奶粉湿度应该是被控制量,那么奶粉就应该是被控制对象。但是干燥器出口飘飘而下的奶粉湿度不容易实现在线实时检测。如果离线检测,则时间太长,不能及时控制产品质量。研究表明,干燥器出口的气体温度与奶粉质量密切相关,工艺要求出口温度保持恒定,出口温度的在线实时测量也较易实现。因此把干燥器出口温度 T 作为被控制量,这样,干燥器就作为被控制对象。

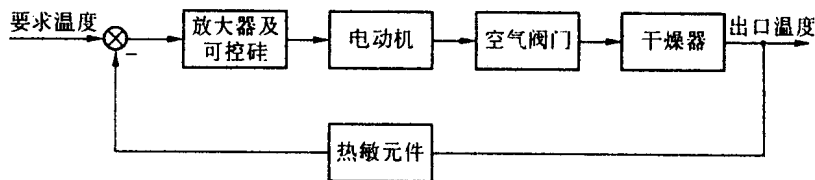


例图 1.11 奶粉干燥控制系统原理图

进入干燥器的空气温度和奶液流量都对干燥器出口的温度有影响。调节奶液流量将使产量波动,所以不宜采用这个方法。调节进入热交换器的蒸汽流量或温度也可以调节进入干燥器内空气的温度。但调节蒸汽,则控制器包括热交换器的时间常数比较大,信号传递滞后比干燥器大得多,系统不易控制。

图中采取的方案是进入干燥器的空气由两部分组成,一部分是经过热交换器中蒸汽加热的,另一部分是未加热的。通过空气阀门改变这两部分空气的比例就可以改变进入干燥器内空气的温度。采用这种方法,控制器的时间常数比较小,响应迅速,操作较灵活。热敏元件测量出干燥器的出口温度反馈到放大器,与设定的希望温度相比较,产生偏差信号。然后经可控硅控制的电动机操纵空气阀门,改变冷热空气的比例,即决定进入干燥器中热空气的温度。

奶粉干燥控制系统方框图如例图 1.12 所示。

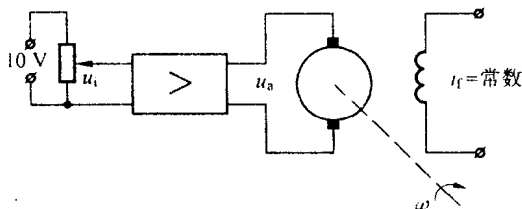


例图 1.12 奶粉干燥控制系统方框图

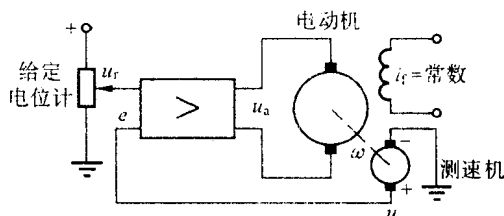
1.3 精选习题和实战演练

【题 1.1】电动机转速控制系统如题图 1.1 所示, u_a 是电枢电压, i_f 是励磁电流。试分析系统的工作原理, 指出控制量和被控制量, 画出系统的方框图, 说明是闭环控制还是开环控制。

【题 1.2】电动机转速控制系统如题图 1.2 所示。试分析系统的工作原理, 说明测速机的作用, 找出控制量、被控制量、反馈量。画出系统的方框图, 并与题 1.1 中的控制系统相比较。



题图 1.1 电动机调速系统

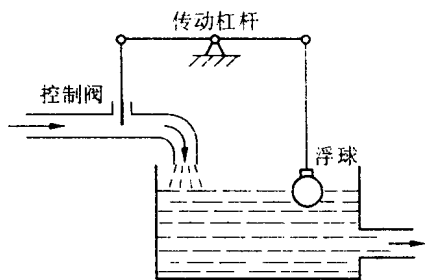


题图 1.2 电动机调速系统

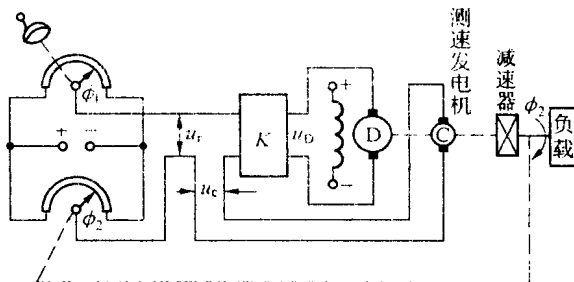
【题 1.3】水箱水位控制系统如题图 1.3 所示, 试分析系统的工作原理, 画出系统的方框图。如果在某一段时间内, 出水量为某一常量, 系统是否存在误差(希望水位与实际水位之差)?

当例 1.1 中水位控制系统的出水量为某一常值时, 系统是否存在误差? 出水量的大小与误差有无关系?

【题 1.4】这是一个带有测速负反馈的随动系统, 试分析工作原理, 并画出系统方框图(见题图 1.4)。



题图 1.3 水位控制系统



题图 1.4 带测速负反馈的随动系统

【题 1.5】题图 1.5 为一恒温箱的自动控制系统, 试分析系统的工作原理, 画出系统的方框图。这个系统因为有执行电动机, 减速器所以造价较高, 能否采用其它比较简单廉价的方案?

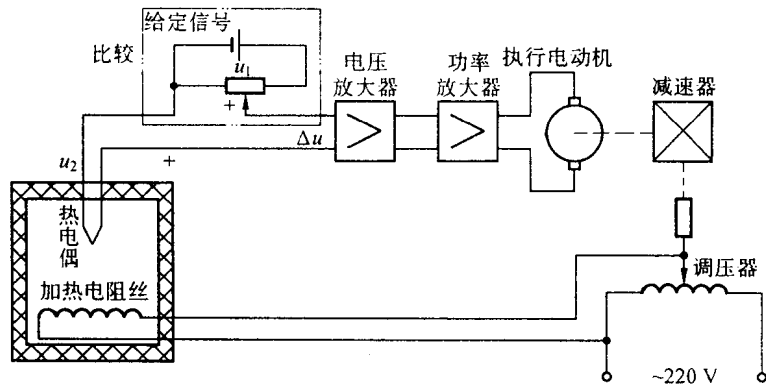
【题 1.6】题图 1.6 是房屋利用太阳能取暖的原理图。试分析温度控制系统的工作原理, 画出温度控制系统的方框图。太阳、太阳能电池板和蓄热器在系统中起什么作用?

【题 1.7】水温控制系统如题图 1.7 所示。冷水在热交换器中由通入的蒸汽加热, 从而得到一定温度的热水。冷水流量变化用流量计测量, 试分析系统的工作原理, 画出系统的方框图。

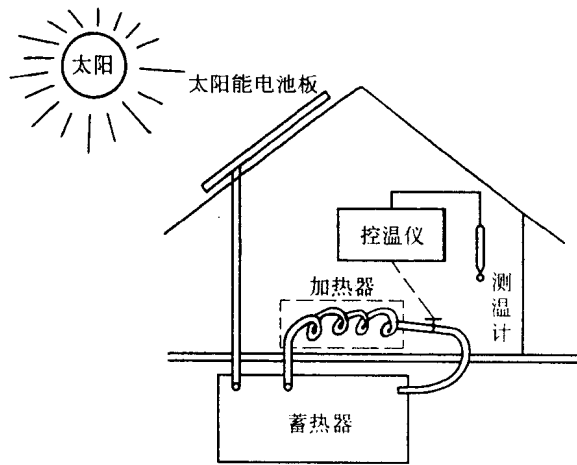
【题 1.8】电加热炉温度自动控制系统如题图 1.8 所示。电阻丝电源的通断由可控交流开关控制, 温度的测量用热电偶。试分析系统工作原理, 画出系统方框图。

【题 1.9】晶体管稳压电源线路图如题图 1.9 所示, 分析稳压电源的工作原理, 画出该系统的方框图。

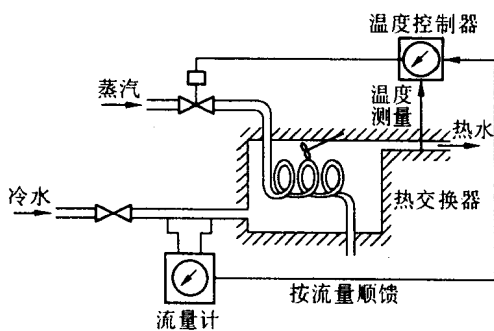
【题 1.10】全自动热水器原理如题图 1.10 所示, 可用于淋浴、餐具洗涤等。为了保持水箱中水的期望温度, 由温控开关接通或断开电加热器的电源。在使用热水时, 水箱中流出热水并补



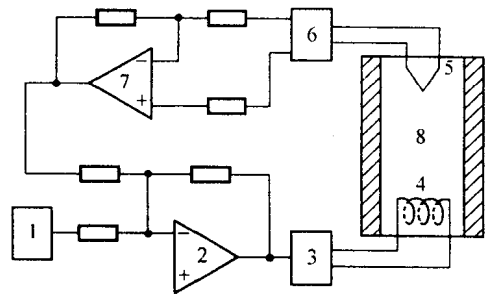
题图 1.5 恒温箱温度控制系统原理图



题图 1.6 太阳能采暖系统



题图 1.7 水温控制系统

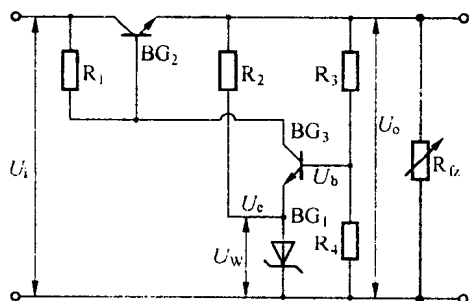


题图 1.8 电加热炉温控系统

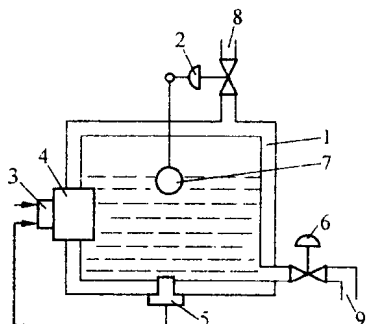
- 1—温度给定装置； 2—比较放大器； 3—可控交流开关； 4—加热电炉丝； 5—测温热电偶； 6—测温电路； 7—反馈放大器； 8—电加热炉

充冷水以保持一定水位。试分析该热水器的工作原理。该热水器中有几个自动控制系统，各自的控制量、被控制量和扰动量是什么，画出方框图。

【题 1.11】 压力控制系统如题图 1.11 所示。炉内的压力由挡板的位置控制，并由压力测量元件进行测量。测出的压力信号传递到控制器中，与希望值进行比较。比较后若有差值即存在



题图 1.9 稳压电源线路图



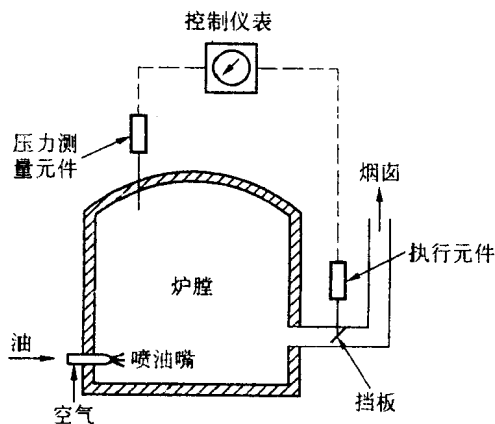
题图 1.10 全自动热水器原理图

1—水箱；2—冷水阀门；3—温控开关；
4—电加热器；5—测温元件；6—热水龙头；7—浮子；8—冷水进口；9—热水出口

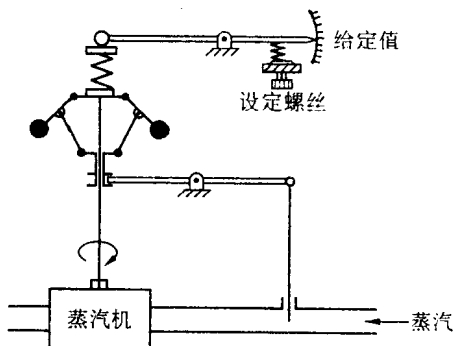
误差,控制器控制执行机构转动挡板,以减少误差。试指出被控对象,控制量和被控制量,画出系统的方框图。

【题 1.12】 题图 1.12 是蒸汽机上瓦特调速器的基本原理。进入蒸汽机汽缸中的蒸汽量,可根据蒸汽机的希望转速与实际转速的差值自动地进行调整。

其工作原理为:根据希望的转速由设定螺丝和弹簧设定给定值。如果实际转速超过希望转速,在离心力作用下,重锤水平位置上升,通过杠杆使阀门关小,进入蒸汽机的蒸汽量减少,转速下降。反之,开大阀门使转速上升。试画出系统的方框图。



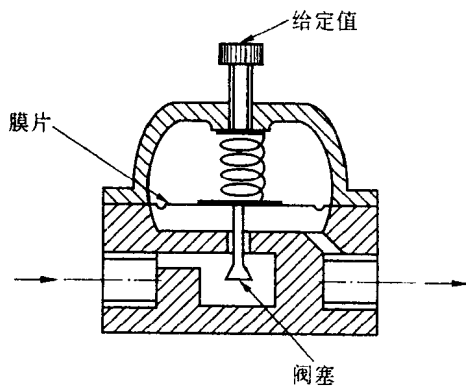
题图 1.11 压力控制系统



题图 1.12 离心调速器

【题 1.13】 题图 1.13 所示的是自操作控制器的例子,给定值是由调节弹簧力来确定的。控制的压力由膜片来测定,误差信号是作用在膜片上的净力。膜片的位置便决定了阀的开度。

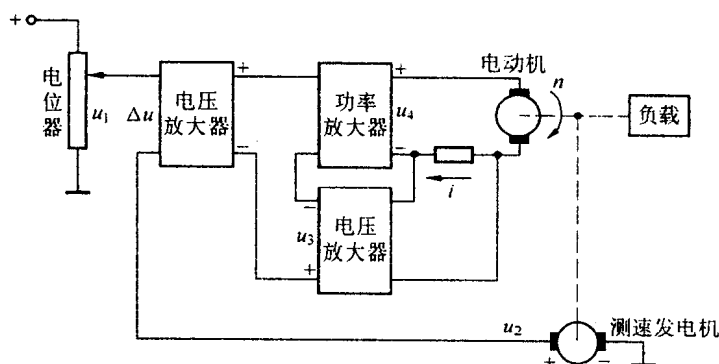
自操作控制器的工作原理为:假定输出压力低于由给定值所确定的参考压力,那么,向下的弹簧力就大于向上的压力,结果使膜片向下移动,使流速增加,且增加输出压力。当向上的压力与向下的弹簧力相等时,阀处于平衡位置,而流速是常数。反之,如果输



题图 1.13 自操作控制器

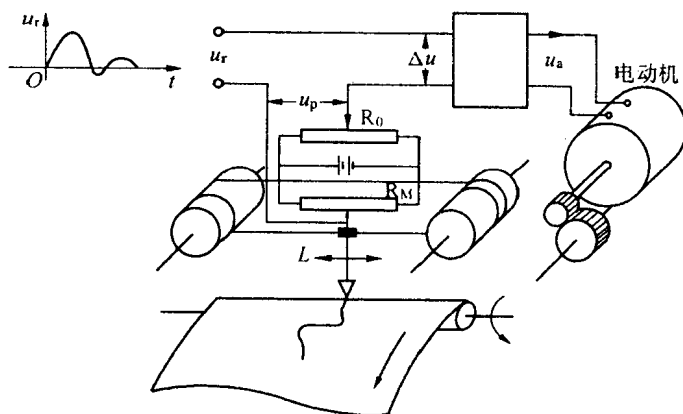
出压力高于参考压力, 阀的开度变小, 从而降低了通过阀的开口的流速。上述自操作控制器广泛地应用于水和煤气的压力控制中。在这种控制器中, 通过阀的开口的流速近似地与误差信号成比例。试画出自操作控制器的方框图。

【题 1.14】 题图 1.14 是按扰动补偿的复合控制调速系统。在调速系统中, 负载力矩的变化将引起转速的改变。如果我们能测量变化的负载力矩, 并根据它的大小产生附加的控制作用, 以补偿它引起的转速改变, 这样就可以克服或减小力矩变化对转速的影响, 这里电枢电流 i 反映负载力矩的大小, 即 u_3 作为附加的控制电压, 它将引起 u_4 的变化。复合控制把闭环控制和开环控制结合起来, 可得到较理想的控制效果。试画出该复合控制系统的方框图, 指出控制量、被控制量和扰动量。该系统是按输入补偿还是按扰动补偿?



题图 1.14 复合控制调速系统

【题 1.15】 函数记录仪是一种自动记录电压信号的设备, 其原理如题图 1.15 所示。其中记录笔与电位器 R_M 的电刷机构连接。因此, 由电位器 R_0 和 R_M 组成桥式线路的输出电压 u_p 与记录笔位移成正比。当有输入信号 u_r 时, 在放大器输入端得到偏差电压 $\Delta u = u_r - u_p$, 经放大后驱动伺服电动机, 并通过齿轮系及绳轮带动记录笔移动, 同时使偏差电压减少, 直至 $u_p = u_r$ 时, 电动机停止转动。这时记录笔的位移 L 就代表了输入信号的大小。若输入信号随时间连续变化, 则记录笔便跟随并描绘出信号随时间变化的曲线。试说明系统的输入量、输出量和被控对象, 并画出该系统的方框图。



题图 1.15 函数记录仪原理图

【题 1.16】 题图 1.16 为一工作台位置的液压控制系统(即位置随动系统)。当控制电位器的滑臂转角 ϕ_1 与反馈电位器的滑臂转角 ϕ_2 不同时, 则有 u_3 送入放大器, 其输出电压加到电液