

轮机专业

海船船员适任考试自学教材

轮机自动化

李世臣 主编

张均东 主审



大连海事大学出版社
Dalian Maritime University Press

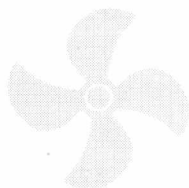


人民交通出版社
China Communications Press

海船船员适任考试自学教材

轮机自动化

李世臣 主编
张均东 主审



大连海事大学出版社

人民交通出版社

© 李世臣 2008

图书在版编目(CIP)数据

轮机自动化 / 李世臣主编. —大连: 大连海事大学出版社; 北京: 人民交通出版社, 2008. 8

海船船员适任考试自学教材

ISBN 978-7-5632-2222-3

I. 轮… II. 李… III. 轮机—自动化—教材 IV. U664.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 135363 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路 1 号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com>

E-mail: cbs@dmupress.com

大连天正华延彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2008 年 10 月第 1 版

2008 年 10 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 26.25

字数: 670 千

附件: 光盘 1 张

责任编辑: 史洪源

版式设计: 海 韵

封面设计: 王 艳

责任校对: 枫 叶

ISBN 978-7-5632-2222-3

定价: 71.00 元(含光盘)

编者的话

《轮机自动化》自学教材是高级船员适任证书考试用的轮机工程专业培训系列自学丛书之一,本书是根据中华人民共和国海事局 2006 年 2 月 1 日起实施的新《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》(以下简称“新大纲”)编写的。全书共分七章,分别为自动控制基础知识、微型计算机的基本原理、船用气动仪表、船舶机舱自动控制系统实例、主机遥控系统、集中监视与报警系统、电站自动化,共收集和编写了试题 4 400 余道,采用各节连续编号。

本书由李世臣主编,张均东主审,林叶锦、徐善林、王冬捷等同志参加了编写工作。

在本书编写过程中,得到中华人民共和国海事局、中国远洋运输(集团)总公司、中国海运(集团)总公司、轮船公司、大连海事大学及兄弟院校有关单位的领导和众多专家的支持和指导,特别中远散货运输有限公司李国全高级工程师给予了大力的协作,同时也得到了大连海事大学轮机工程学院任光、聂延生、陈健、韩学胜、杜玉恒、贾宝柱、何治斌、曾鸿、甘辉兵等同仁的帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限、时间仓促,书中错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者
2008 年 7 月

目 录

第一章 自动控制基础知识	(1)
第一节 自动控制基础知识	(2)
第二节 控制对象的特性	(16)
第三节 调节规律	(27)
第二章 微型计算机的基本原理	(52)
第一节 数制与数码	(52)
第二节 微型计算机的组成及其工作过程	(56)
第三节 存储器	(65)
第四节 微型计算机的输入/输出接口	(67)
第五节 模拟量输入/输出接口	(75)
第六节 可编程序控制器的基本知识	(77)
第三章 船用气动仪表	(89)
第一节 自动化仪表的基本知识	(89)
第二节 气动变送器	(107)
第三节 气动显示仪表	(119)
第四节 气动调节器	(122)
第五节 气动执行机构	(137)
第四章 船舶机舱自动控制系统实例	(140)
第一节 主机冷却水温度控制系统	(141)
第二节 燃油黏度控制系统	(168)
第三节 辅锅炉的自动控制	(187)
第四节 分油机自动控制系统	(203)
第五节 自清洗滤器的自动控制	(209)
第五章 主机遥控系统	(213)
第一节 主机遥控系统的组成及功能,遥控系统的分类	(214)
第二节 常用遥控阀件与遥控气源	(219)
第三节 遥控车钟及操纵部位的转换	(227)
第四节 换向逻辑控制	(230)
第五节 起动逻辑控制	(233)
第六节 制动逻辑控制	(246)
第七节 转速控制与负荷限制	(249)
第八节 电/气转换装置及执行机构	(263)
第九节 主机气动操纵系统	(267)
第十节 集成电子电路控制的主机遥控系统(以 AUTOCHIEF - III 型主机遥控系统 为例)	(276)

第十一节	微机控制型主机遥控系统(以 AUTOCHIEF - IV 型遥控系统为例)	(299)
第六章	集中监视与报警系统	(320)
第一节	集中监视与报警系统的基本概念、功能与分类	(321)
第二节	船舶机舱常用传感器	(325)
第三节	单元组合式集中监视与报警系统的组成及原理	(343)
第四节	微机控制的集中监视与报警系统的组成及原理	(351)
第五节	网络型监视与报警系统的组成及原理	(363)
第六节	曲柄箱油雾浓度监视器的组成及原理(以 GRAVINER Mark - 5 型曲柄箱油雾 浓度监视报警器为例)	(371)
第七章	电站自动化	(386)
第一节	船舶电站自动化所包括的内容及其基本功能	(387)
第二节	船舶发电机的自动起动与停机	(388)
第三节	交流发电机的自动并车	(392)
第四节	频率与有功功率的自动调节	(398)
第五节	电压与无功功率的自动调节	(402)
第六节	船舶电力系统的综合保护	(406)
第七节	计算机控制的船舶电站系统	(409)



第一章 自动控制基础知识

【考试大纲】

适用范围

861:3 000 kW 及以上船舶轮机长/大管轮

862:750 ~3 000 kW 船舶轮机长/大管轮

考 试 大 纲	适用对象	
	861	862
1 自动控制基础知识		
1.1 反馈控制系统的概念		
1.1.1 反馈控制系统的组成	√	√
1.1.2 反馈控制系统的分类	√	√
1.1.3 反馈控制系统的品质指标	√	√
1.2 控制对象的特性		
1.2.1 单容控制对象的特性,各种特性参数的概念、意义及对控制系统动态过程的影响	√	√
1.2.2 双容控制对象的特性		
1.2.2.1 多容控制对象阶跃响应飞升曲线特点,双容控制对象与单容控制对象的区别	√	
1.2.2.2 自平衡能力与自平衡率及反应速度的概念,以及 K 、 T 与 T_s 、 ε 之间的关系	√	
1.3 调节规律		
1.3.1 双位式调节规律		
1.3.1.1 浮子式水位控制系统的工作原理,上、下限水位调整方法	√	√
1.3.1.2 压力开关工作原理、下限值及幅差值的调整方法	√	√
1.3.2 比例调节规律		
1.3.2.1 比例作用的定义、表达式,比例调节的特点,比例带 PB 的物理意义等	√	√
1.3.2.2 比例带 PB 对控制系统动态过程的影响,比例作用规律的优缺点	√	√
1.3.3 比例积分作用		
1.3.3.1 比例积分作用的定义、表达式,积分作用的优缺点,积分时间 T_i 的物理意义	√	√
1.3.3.2 T_i 的大小对控制系统动态过程的影响	√	√
1.3.4 比例微分调节规律		
1.3.4.1 比例微分作用的定义、表达式,微分时间 T_d 的物理意义	√	√
1.3.4.2 T_d 的大小对控制系统动态过程的影响	√	√
1.3.5 比例积分微分调节规律		
1.3.5.1 比例积分微分作用定义、表达式	√	√
1.3.5.2 PB 、 T_i 、 T_d 大小对控制系统动态过程的影响	√	√



第一节 自动控制基础知识

考点 1: 反馈控制系统的组成(大纲 1.1.1)

反馈控制系统的作用是把各种运行设备的参数如温度、压力、液位、黏度等控制在所希望的最佳值上。尽管机舱中众多设备参数的种类不同,其控制系统的结构形式也不相同,但是组成这些控制系统的基本单元及其工作过程大致是相同的。

1. 系统的组成及基本概念

(1) 控制对象

控制对象是指所要控制的机器、设备或装置。把所要控制的运行参数叫做被控制量。

(2) 测量单元

测量单元的作用是,检测被控量的实际值,并把它转换成标准的统一信号,该信号叫被控量的测量值。在气动控制系统中,对应被控量的满量程,其统一的标准气压信号是 $0.02 \sim 0.1 \text{ MPa}$;在电动控制系统中,对应被控量的满量程。其统一的标准电流信号是 $0 \sim 10 \text{ mA}$ 或 $4 \sim 20 \text{ mA}$,现用 $4 \sim 20 \text{ mA}$ 居多。

(3) 调节单元

调节单元是指具有各种调节作用规律的调节器把运行参数所希望控制的最佳值叫给定值,用 r 表示;被控量的测量值用 z 表示。把被控量的测量值离开给定值的数量叫偏差值,用 e 表示。显然 $e = r - z$ 。

$e > 0$,说明测量值低于给定值,叫正偏差;

$e < 0$,说明测量值大于给定值,叫负偏差;

$e = 0$,说明测量值等于给定值,为无偏差。

调节器首先接收测量单元送来的被控量的测量信号,并与被控量的给定值相比较得到偏差信号,再根据偏差信号的大小和方向(正偏差还是负偏差)。依据某种调节作用规律输出一个控制信号。对被控量施加控制作用,直到偏差等于零或接近零为止。

(4) 执行机构

执行机构的输入量是调节单元输出的控制信号,执行机构的输出量是调节阀的开度。调节单元输出的控制信号经执行机构直接改变调节阀的开度,从而可改变流入控制对象物质或能量流量,使之能符合控制对象负荷的要求,被控量会逐渐回到给定值或给定值附近,系统将会达到一个新的平衡。在气动控制系统中,执行机构一般是气动薄膜调节阀或气动活塞式调节阀;在电动控制系统中,一般采用可逆转伺服电机或三相交流伺服电机。

由此可见,对一个完整的控制系统来说,以上四个单元在组成中是缺一不可的。通常一般都还设有显示单元,用来指示被控量的给定值和测量值。同时,对气动控制系统来说,应设有气源装置和定值器;对电动控制系统尚需设稳压电源等辅助装置。

2. 反馈控制系统传递方框图

为了分析反馈控制系统工作过程方便起见,可把组成反馈控制系统的四个基本单元分别用一个小方框来表示,并用带箭头的信号线来表示各单位之间的信号传递关系。这样就构成了如图 1-1-1 所示的反馈控制系统传递方框图。通过传递方框图,要明确以下几个概念。

(1) 环节

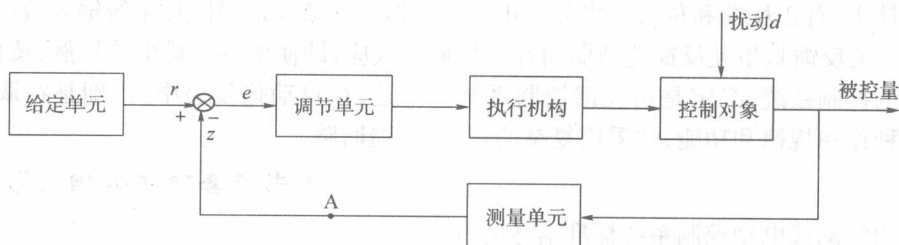


图 1-1-1 反馈控制系统传递方框图

在传递方框图中,代表实际单元的每个小方框称为一个环节。作为一个环节必须满足两个条件:其一是,必定有输入量和输出量,并用带箭头的信号线来表示。其中箭头指向该环节的信号线为输入量,箭头离开该环节的信号线为输出量,在信号线上可标明输入和输出量的名称,也可以不写。其二是,任何环节输出量的变化均取决于输入量的变化及该环节的特性;而输出量的变化不会直接影响输入量,这就是信号传递的单向性。

(2) 扰动

要把控制对象看做一个环节,它的输出量是被控量。引起被控量变化的一切因素统称为扰动或扰动量。显然,扰动量是控制对象的输入量。扰动量可分为两类:一类是轮机人员无法控制的扰动,称为外部扰动;另一类是轮机人员可以控制的扰动,称为基本扰动。在图 1-1-1 中,有两个信号线的箭头指向控制对象,它们分别是基本扰动(执行机构的输出,即调节阀的开度)和外部扰动(用 d 表示的信号线,即控制对象负荷的变化)。

从控制对象这一环节可以看出,输入信号(包括基本扰动和外部扰动)的改变,会引起输出量(水位、水温等)的改变,而输出量的变化,不会直接影响调节阀的开度和控制对象负荷的改变,这就是信号传递的单向性。

对于基本扰动来说,改变调节阀的开度,会改变流入控制对象物质或能量流量,所谓物质流量是指,调节阀开度改变后,流入控制对象的物质(水、空气等)流量直接影响被控量的变化。

(3) 闭环系统

在反馈控制系统传递方框图中,前一环节的输出就是后一环节的输入。这样,控制系统就形成一个封闭控制回路,称为闭环系统,反馈控制系统必定是闭环系统。如果在某处把网路断并,比如在图 1-1-1 中的 A 处断开,这时系统就由闭环系统变为开环系统。开环系统不再是反馈控制系统,也就不能对被控量进行自动控制。运行参数自动控制系统,必定是闭环系统。

(4) 反馈

在控制系统传递方框图中,符号“ $\otimes$ ”是比较环节(它不是一个独立环节,而是调节器中的一个组成部分,为清楚起见,单独画出)。它随时对被控量的给定值 r (旁标“+”号)与被控量的测量值 z (旁标“-”号)相比较,得到偏差值 e 。 e 就是调节器的输入量,调节器的输出量经执行机构改变调节阀的开度,即改变流入控制对象的物质或能量流量,目的是控制备控量,而被控量的变化经测量单元又反送到调节器的输入端,这个过程叫反馈。只有反馈才能随时对被控量的给定值和测量值进行比较,只要存在偏差,调节器就会指挥调节阀改变开度,直到测量值回到给定值使偏差 $e=0$ 为止。这时调节器输出不再改变,调节阀的开度正好适应负荷的要求,控制系统达到一个新的平衡状态。可见对运行参数的自动控制必须要有反馈过程,这就是把运行参数的自动控制系统称为反馈控制系统的原因。



在反馈中,有正反馈和负反馈之分。正反馈是指经反馈能加强闭环系统输入效应,即使偏差 e 增大。负反馈是指经反馈能减弱闭环系统输入效应,即使偏差 e 减小。显然,按偏差控制运行参数的控制系统,必定是负反馈控制系统。但是,在自动化仪表中,特别是在调节器中。为实现某种作用规律和功能,常采用复杂的正、负反馈回路。

本书配套软件有相关习题 95 道

1. 不可作为气动或电动控制系统标准信号的有_____。
A. 0.02 ~ 0.1 MPa B. 0.02 ~ 0.1 Pa C. 0 ~ 10 mA D. 4 ~ 20 mA
2. 在定值控制系统中为确保其精度,常采用_____。
A. 开环控制系统 B. 闭环正反馈控制系统
C. 闭环负反馈控制系统 D. 手动控制系统
3. 反馈控制系统中,若测量单元发生故障而无信号输出,这时被控量将_____。
A. 保持不变 B. 达到最大值 C. 达到最小值 D. 不能自动控制
4. 按偏差控制运行参数的控制系统是一个_____系统。
A. 正反馈 B. 负反馈 C. 逻辑控制 D. 随动控制
5. 在反馈控制系统中,为了达到消除静态偏差的目的,必须选用_____。
A. 正反馈 B. 负反馈
C. 在偏差大时用正反馈 D. 在偏差值小时用负反馈
6. 在反馈控制系统中,执行机构的输入是_____。
A. 被控参数的实际信号 B. 调节器的输出信号
C. 被控参数的偏差信号 D. 被控参数的给定信号
7. 气动控制系统中,仪表之间的统一标准气压信号是_____。
A. 0.02 ~ 0.1 MPa B. 0.2 ~ 1.0 MPa C. 0.02 ~ 0.14 MPa D. 0.2 ~ 1.4 MPa
8. 在燃油黏度控制系统中,其控制对象是_____。
A. 燃油加热器 B. 蒸汽调节阀 C. 燃油泵 D. 柴油机
9. 一个环节的输入量变化取决于_____。
A. 上一环节的输出 B. 反馈量 C. 环节特性 D. A + C
10. 在气动控制系统中,对于正常工作的调节器,其最小和最大输出分别是_____和_____。
A. 0.02 MPa, 0.14 MPa B. 0.2 MPa, 1.0 MPa
C. 0.02 MPa, 0.1 MPa D. 0 MPa, 0.1 MPa
11. 在反馈控制系统中,正、负反馈分别使闭环输入效应_____。
A. 增强、减弱 B. 增强、增强 C. 减弱、增强 D. 减弱、减弱
12. 下述关于自动化基本概念的论述中错误的是_____。
A. 按偏差进行控制的系统必定是负反馈控制系统
B. 各个环节输出量的变化不仅取决于输入量的变化,而且与环节特性有关
C. 控制系统一般由控制对象、测量单元、调节单元、执行机构以及比较单元等组成
D. 引起被控量变化的一切因素统称为扰动,包括基本扰动和外部扰动
13. 在反馈控制系统中, r 是给定值, y 是被控量, z 是测量值, d 是扰动量,则偏差 e 是_____。
A. $e = r - z$ B. $e = r - d$ C. $e = r - y$ D. $e = y - d$
14. 闭环系统的方框图中,若输入量是扰动信号,输出为被控量,则该环节是_____。



- A. 调节单元 B. 测量单元 C. 执行机构 D. 控制对象
15. 船上压力变送器的作用是_____。
- A. 把电信号变为气压信号输出 B. 把压力信号变为标准的气压信号或电流信号输出
C. 将气压信号变为电信号输出 D. 将气信号转变为空气流量输出
16. 下列哪种控制是开环控制系统?
- A. 主机滑油控制系统 B. 发电机可控相复励自动调压系统
C. 柴油机制动控制系统 D. 柴油机调速控制系统
17. 反馈控制系统是属于_____。
- A. 开环系统 B. 闭环系统 C. 逻辑控制系统 D. A + B
18. 在运行参数的自动控制系统中,为能正常地控制运行参数,该系统必须是_____。
- A. 负反馈控制系统 B. 正反馈控制系统 C. 开环控制系统 D. 逻辑控制系统
19. 在运行参数的自动控制系统中,若测量单元发生故障而无信号输出,则该控制系统是_____。
- A. 负反馈控制系统 B. 正反馈控制系统 C. 闭环控制系统 D. 开环控制系统
20. 控制系统传递方框图如图 1-1-2 所示,其中 d 是_____。
- A. 给定值 B. 偏差值 C. 扰动量 D. 被控量
21. 控制系统传递方框图如图 1-1-2 所示,其中 e 是_____。

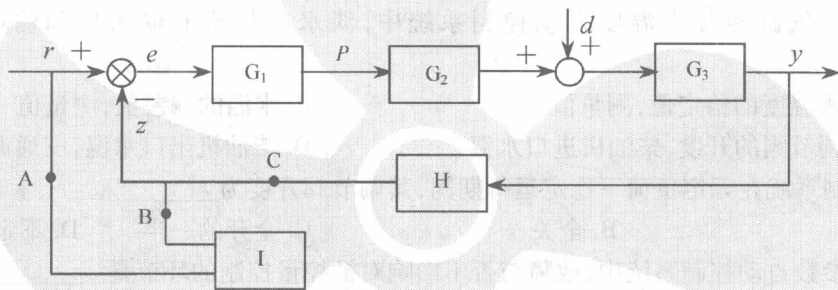


图 1-1-2

- A. 给定值 B. 偏差值 C. 被控量 D. 扰动量
22. 控制系统传递方框图如图 1-1-2 所示,其中 y 是_____。
- A. 给定值 B. 测量值 C. 被控量 D. 扰动量
23. 控制系统传递方框图如图 1-1-2 所示,其中 G_1 是_____。
- A. 测量单元 B. 调节单元 C. 执行机构 D. 控制对象
24. 控制系统传递方框图如图 1-1-2 所示,其中 I 是_____。
- A. 测量单元 B. 显示单元 C. 调节单元 D. 控制对象
25. 控制系统传递方框图如图 1-1-2 所示,若 $e > 0$,则_____。
- A. $z > r$, 为正偏差 B. $z < r$, 为正偏差 C. $z > r$, 为负偏差 D. $z < r$, 为负偏差
26. 控制系统传递方框图如图 1-1-2 所示,其中若信号线从 C 点断开,则该系统是_____。
- A. 正反馈控制系统 B. 负反馈控制系统 C. 开环控制系统 D. 闭环控制系统
27. 控制系统传递方框图如图 1-1-2 所示,其中外部扰动是_____。
- A. r B. z C. e D. d
28. 在运行参数的自动控制系统中,控制对象的输入量包括_____。



- A. 负荷的变化量 B. 被控量的变化量 C. 给定值的变化量 D. A + C
29. 在柴油机转速控制系统中,其控制对象是_____。
- A. 电子调速器 B. 磁脉冲传感器 C. 柴油机 D. 电/液伺服器
30. 在燃油黏度自动控制系统中,测黏计是属于_____。
- A. 调节单元 B. 测量单元 C. 控制对象 D. 执行机构
31. 在锅炉燃烧自动控制系统中,其控制对象和被控量分别为_____。
- A. 锅炉,蒸汽压力 B. 给水泵,水位
- C. 燃油加热器,蒸汽压力 D. 热水井,水位
32. 在反馈控制系统中,执行机构的输入信号是_____。
- A. 被控量的实际值 B. 被控量的偏差值 C. 被控量的给定值 D. 调节的输出值
33. 在反馈控制系统中,输入信号是被控量的偏差值,输出信号决定调节阀开度的单元是_____。
- A. 显示单元 B. 调节单元 C. 执行机构 D. 测量单元
34. 在反馈控制系统中,调节阀开度的变化是直接由_____决定的。
- A. 被控量的变化量 B. 给定值的变化量 C. 负荷的变化量 D. 偏差的大小
35. 主机遥控系统的自动回避临界转速的回路是属于_____。
- A. 负反馈控制系统 B. 正反馈控制系统 C. 开环控制系统 D. 闭环控制系统
36. 在柴油机气缸冷却水温度自动控制系统中,淡水冷却器的输入量和输出量分别是_____。
- A. 冷却水温度的给定值,测量值 B. 水温的偏差值,测量值
- C. 三通调节阀的开度,柴油机进口水温 D. 柴油机出口水温,三通调节阀开度
37. 反馈控制系统在额定负荷下稳定运行期间,其调节阀开度为_____。
- A. 全开 B. 全关 C. 全开的一半 D. 不定
38. 在运行参数自动控制系统中,故障与否不影响对被控量控制的环节是_____。
- A. 气源装置 B. 执行机构 C. 显示单元 D. 变送器
39. 控制器只按给定值变化的系统是_____。
- A. 定值控制系统 B. 随动控制系统 C. 开环系统 D. 程序控制系统
40. 在锅炉水位自动控制系统中,色带指示仪是_____。
- A. 显示单元 B. 测量单元 C. 调节单元 D. 执行机构
41. 锅炉水位遥测系统是一个_____。
- A. 程控系统 B. 随动系统 C. 闭环系统 D. 开环系统
42. 在反馈控制系统中,为了达到消除静态偏差的目的,必须选用_____。
- A. 正反馈 B. 负反馈
- C. 在偏差大时用正反馈 D. 在偏差值小时用负反馈
43. 在反馈控制系统中,构成反馈通道的单元是_____。
- A. 调节器 B. 控制对象 C. 测量仪表 D. 执行机构
44. 反馈控制系统的特点是_____。
- ①反馈控制系统具有负反馈;②反馈控制系统是一个控制偏差的系统;③信号在各个单元之间的传递是单向性的;④各单元的输出信号影响输入信号;⑤调节器输出的信号是由偏差信号决定的;⑥信号的传递在系统中形成一个闭合回路。



- A. ①②③⑤ B. ①③⑤⑥ C. ①②④⑤ D. ②④⑤⑥
45. 在柴油机气缸冷却水温度控制系统中,其执行机构是_____。
A. 淡水泵 B. 海水泵 C. 淡水冷却器 D. 三通调节阀
46. 控制器输出只按给定值变化的系统是_____。
A. 定值控制系统 B. 随动控制系统 C. 开环系统 D. 程序控制系统
47. 在大型柴油机油船机舱的常用控制系统中,属于反馈控制系统的有_____。
①辅锅炉的水位;②辅锅炉的点火;③主机转速;④主机的换向与制动;⑤分油机的自动排渣;⑥气缸冷却水温度。
A. ①④⑤ B. ②③⑥ C. ②④⑤ D. ①③⑥
48. 对反馈控制系统动态过程正确的认识是_____。
①动态是暂时的,绝对的;②稳态是普遍的,相对的;③在动态过程中,各个环节的输入和输出都在变化中;④动态过程结束后即回到原态;⑤动态是普遍的,无条件的;⑥稳态是暂时的,相对的。
A. ①③⑤ B. ②④⑥ C. ②④⑤ D. ③⑤⑥

考点 2:反馈控制系统的分类(大纲 1.1.2)

反馈控制系统按其用途、形式和特点有多种分类方法,通常有以下几种分类:

1. 按所用能源分类

反馈控制系统分为气动控制系统和电动控制系统。在气动控制系统中,用压缩空气作为能源,气源压力是 0.14 MPa,各种气动仪表输入和输出信号为标准的气压信号 0.02 ~ 0.1 MPa。在电动控制系统中,用电能作为能源,各种电动仪表的输入和输出信号是标准的电流信号 0 ~ 10 mA 或 4 ~ 20 mA。

2. 按仪表的结构形式分类

按仪表结构形式可分为单元组合仪表和基地式仪表。若组成控制系统的各个单位都分别制成一台独立的仪表,各仪表之间用标准的统一信号联系起来,叫单元组合仪表。若把测量单元、调节单元和显示单元组装成一台仪表。在这台仪表中,虽然仍有测量、显示和调节等功能,但在结构上,它们已是不可分割的整体,因而它们之间也不用标准信号加以联系,这种仪表叫基地式仪表。

3. 按给定值的变化规律分类

按给定值变化规律控制系统可分为定值控制系统、程序控制系统和随动控制系统。在定值控制系统中,给定值是不变的。当系统受到扰动后,被控量的测量值会离开给定值出现偏差,控制系统的作用是逐渐消除偏差,使被控量最终回到原来的给定值上或给定值附近。

在程序控制和随动控制系统中,给定值是变化的。控制系统的作用是,使被控量始终跟踪给定值,随给定值而变化。两者的区别在于,程序控制系统给定值的变化是按人们事先安排好的规律进行变化的,一般给定值是一个时间的函数,

本书配套软件有相关习题 38 道

49. 对定值控制系统来说,其主要扰动是_____。
A. 电源或气源的波动 B. 给定值的变动
C. 控制对象的负荷变化 D. 调节器参数整定不合适
50. 在反馈控制系统中,设定值如果是随机变化的,则称为_____。



- A. 定值控制 B. 程序控制 C. 随动控制 D. 函数控制

51. 在船舶柴油主机的转速控制系统中,其高负荷区的慢加速过程属于_____。
- A. 定值控制 B. 程序控制 C. 随动控制 D. 函数控制
52. 在船舶柴油主机的转速控制系统中,其 30% ~ 70% 转速区的快加速过程属于_____。
- A. 定值控制 B. 程序控制 C. 随动控制 D. 函数控制
53. 在定值控制系统中,其控制作用是_____。
- A. 给定值随工况变化,被控量也跟着变化
B. 给定值不变,被控量也始终不变
C. 被控量能尽快地恢复到给定值附近
D. 定值在一定范围变动,被控量在较小范围内变化
54. 柴油机换向、起动自动控制属于_____。
- A. 自动调节 B. 逻辑程序控制 C. 时序程序控制 D. 操作程序控制
55. 对随动控制系统来说,其主要扰动是_____。
- A. 电源或气源的波动 B. 给定值的变动
C. 控制对象负荷的变化 D. 调节器参数整定不合格
56. 温度或压力继电器实现双位作用规律控制的系统属于_____。
- A. 程序控制 B. 跟随控制 C. 定值控制 D. 开环控制
57. 在机舱的常用控制系统中,不属于定值控制系统的是_____控制系统。
- A. 炉水位 B. 自动操舵 C. 柴油机转速 D. 燃油黏度
58. 锅炉点火自动控制属于_____。
- A. 定值控制 B. 程序控制 C. 随动控制 D. 闭环控制
59. 给定值是变化的,且变化规律不是先由人们规定好的控制系统是_____。
- A. 定值控制系统 B. 随动控制系统 C. 开环系统 D. 程序控制系统
60. 采用时序控制的系统有_____控制系统。
- A. 冷却水温度 B. 主机转速 C. 分油机排渣 D. 船舶操舵
61. 在大型油船辅锅炉燃烧自动控制系统中,当锅炉负荷变化时,风门控制系统是属于_____。
- A. 开环控制系统 B. 定值控制系统 C. 程序控制系统 D. 随动控制系统
62. 主机从港内全速向海上加速过程中,其转速控制是属于_____。
- A. 定值控制系统 B. 程序控制系统 C. 随动控制系统 D. 逻辑控制系统
63. 在采用变距桨的主机遥控系统中,其转速控制系统一般属于_____。
- A. 定值控制系统 B. 程序控制系统 C. 随动控制系统 D. 开环控制系统
64. 采用时序控制的系统有_____。
- ①冷却水温度;②主机转速;③分油机排渣;④锅炉点火;⑤主机遥控负荷程序;⑥船舶自动操舵。
- A. ①③⑤ B. ②④⑥ C. ③④⑤ D. ④⑤⑥
65. 在柴油机货船机舱的常用控制系统中,属于定值控制的有_____。
- ①辅锅炉水位;②辅锅炉蒸汽压力;③燃油黏度;④气缸冷却水温度;⑤主机稳定运行的转速;⑥分油机自动排渣。
- A. ①②⑥ B. ①②③ C. ③④⑤ D. ③④⑥



66. 在机舱中,属于程序控制系统的有_____。

①主机的换向与制动;②主机从港内全速向海上全速加速;③大型油船辅锅炉风压;④在燃油黏度控制系统中油温的升高过程;⑤辅锅炉的自动点火;⑥滑油滤器的自动清洗。

A. ②③④

B. ①④⑤

C. ②④⑤

D. ①③⑥

67. 反馈控制系统包括_____。

①遥测系统;②定值控制系统;③程序控制系统;④逻辑控制系统;⑤随动控制系统;⑥自动切换和报警系统。

A. ②④⑥

B. ①③⑤

C. ①④⑤

D. ②③⑤

考点3:反馈控制系统的品质指标(大纲 1.1.3)

反馈控制系统的动态过程:

控制系统之所以会出现动态过程,是因为对系统施加了输入(扰动)信号。其扰动形式是随机的,很难用一个数学表达式来精确地描述它,但可以归纳为四种扰动形式,这就是:阶跃形式、线性形式、脉冲形式、正弦形式。其中阶跃扰动是最严重的扰动,控制系统能把阶跃扰动控制住,对其他扰动形式也就容易控制了。因此,在这里我们只取阶跃的输入形式来研究控制系统的动态过程。所谓阶跃扰动是取扰动的突变形式,即在 $t=0$ 时刻(在施加扰动瞬间),扰动量突变一个值,以后这个值保持不变。如果这个突变值是一个单位,就称为单位阶跃扰动。阶跃扰动是基本符合实际的扰动形式。

为评定控制系统动态过程品质,要在阶跃扰动(输入)下,画出系统输出量(被控量)随时间的变化曲线。为说明问题方便起见,我们总是把控制系统的初始平衡状态定为坐标的零点。

控制系统接受的扰动有两种情况,一种是外部扰动不变,改变给定值。这时在调节器控制作用下,被控量将绕新的给定值振荡,最终稳定在新的给定值或给定值附近;另一种情况是给定值不变,改变外部扰动(定值控制),在调节器控制作用下,被控量将绕原给定值振荡且最终稳定下来。由于调节器控制作用的强弱不同以及仪表调校不当或参数不匹配,会使控制系统的动态过程出现各种形式。图 1-1-3 和图 1-1-4 分别画出了给定值不变而改变外部扰动和外部扰动不变而改变给定值的动态过程曲线。图中曲线 1 是等幅振荡,曲线 2 是发散振荡。控制系统这两种动态过程,被控量是不能稳定在新稳态值上的,称为不稳定系统。一个控制系统绝对不允许是一个不稳定系统。造成不稳定的动态过程的原因,除仪表调校或参数匹配不当之处,主要是调节器控制作用

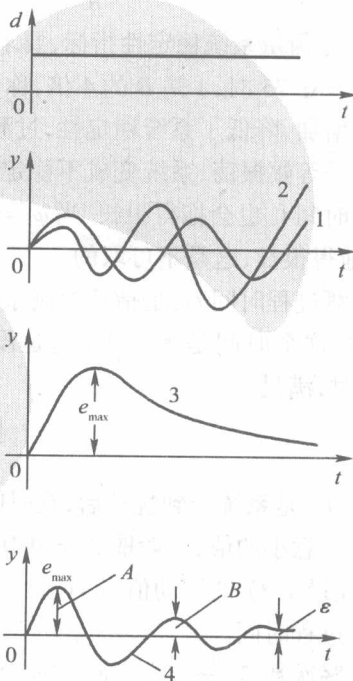


图 1-1-3 改变外部扰动控制系统的动态过程

太强。曲线 3 表示控制系统的动态过程最稳定,被控量没有波动地逐渐达到新稳态值。但是,它的动态精度和稳态精度都很低,且被控量达到新稳态值所需时间很长,这是不可取的,造成这种现象的主要原因是调节器控制作用太弱。符合要求的动态过程是衰减振荡,如曲线 4 所示。



当然不是所有衰减振荡都符合要求,为保证动态过程有一个良好的品质,可用一些指标来衡量它,在改变外部扰动和改变给定值两种情况下,其评定动态过程品质指标有些相同,有些不同。

对于定值控制系统来说,评定动态过程品质指标包括最大动态偏差 $e_{\max}$ 、衰减率 φ 、过渡过程时间 t_s 、振荡次数 N 及静态偏差 ε 等,如图 1-1-3 曲线 4 所示。

最大动态偏差 $e_{\max}$,是指在衰减振荡中第一个波峰的峰值,它是动态精度指标。 $e_{\max}$ 大,说明动态精度低,要求 $e_{\max}$ 小些好。但不是越小越好,因为 $e_{\max}$ 大小与调节器比例作用强弱有关,比例作用越强, $e_{\max}$ 越小。比例作用太强,虽然 $e_{\max}$ 很小,但动态过程的振荡会加剧。

衰减率 φ ,是指在衰减振荡中,第一个波峰值 $A = e_{\max}$,减去第二个同相波峰值 B 除以第一个波峰值 A ,即

$$\varphi = \frac{A - B}{A}$$

式中: φ 是衡量系统稳定性指标,要求 $\varphi = 0.75 \sim 0.9$ 。

当 $\varphi = 0.75$ 时, A 是 B 的 4 倍,称为衰减比 4:1。 φ 不能小于 0.75,否则系统动态过程的振荡倾向增加,降低了系统稳定性,过渡过程时间也因振荡不息而加长。特别是当 $\varphi = 0$ 时,其动态过程是等幅振荡,系统变成不稳定系统,这是不允许的。 φ 也不能太大,否则 $e_{\max}$ 会增大,过渡过程时间 t_s 也会拖得很长,当 $\varphi = 1$ 时,其动态过程没有振荡,成为非周期过程。这时 $e_{\max}$ 很大, t_s 拖得很长,这是不可取的。

过渡过程时间 t_s ,是指从控制系统受到扰动开始到被控量重新稳定下来所需的时间。理论上讲,这个时间是无穷大,这是没有意义的。因此,我们这样来定义过渡过程时间 t_s :当 $t \geq t_s$ 时,满足

$$\frac{|y(t) - y(\infty)|}{y(\infty)} \leq \Delta$$

式中: $y(t)$ 是系统受到扰动后,在时间为 t 时的被控量值; $y(\infty)$ 是被控量的最终稳态值; Δ 是选定的任意小的值,一般取 $\Delta = 0.02$,或 $\Delta = 0.05$ 。上式的物理意义是,当 $t \geq t_s$ 的所有时间内,被控量 $y(t)$ 的波动值 $|y(t) - y(\infty)|$ 均小于或等于最终稳态 $y(\infty)$ 的 2% 或 5%, t_s 就是过渡过程时间。

振荡次数 N ,是指在衰减振荡中,被控量的振荡次数。一般要求被控量振荡 2 ~ 3 次就应稳定下来。

静态偏差 ε ,是指动态过程结束后,被控量新稳态值与给定值之间的差值。 ε 越小说明控制系统的静态精度越高。在实际控制系统中,由于所使用不同作用规律调节器,其存在静态偏差的情况也不相同。有的控制系统受到扰动后,在调节器控制作用下,被控量最终不能稳定在给定值上,只能稳定在给定值附近,存在一个数值较小的静态偏差,这是有差调节。有的控制

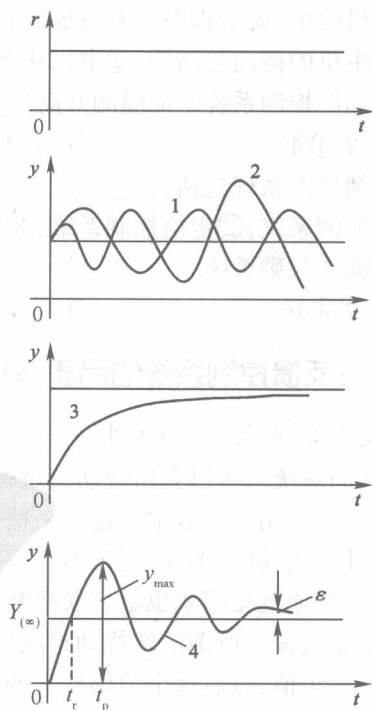


图 1-1-4 改变给定值控制系统的动态过程



系统受到扰动后,在调节器的控制作用下,被控量能最终稳定在给定值上, $\varepsilon = 0$,这是无差调节。

在外部扰动不变而改变给定值的控制系统中,评定动态过程品质的一些指标,如过渡过程时间 t_s 、振荡次数 N 、静态偏差 ε 等与定值控制系统是一样的。只是评定稳定性指标不用衰减率,而是用超调量 σ_p 。同时增加了反映控制系统响应速度的两个指标:上升时间、峰值时间,如图1-1-4曲线4所示。

上升时间 t_r ,是指在衰减振荡中,被控量从初始平衡状态第一次达到新稳态值 $y(\infty)$ 所需时间。

峰值时间 t_p ,是指在衰减振荡中,被控量从初始平衡状态达到第一个波峰峰值所需要的时间 t_p 。 t_r 和 t_p 都是反映动态过程进行快慢的指标。 t_r 、 t_p 越小,说明系统惯性越小,动态过程进行得越快。

超调量 σ_p ,是指在衰减振荡中,第一个波峰值 $y_{\max}$ 减去新稳态值 $y(\infty)$ 与新稳态值之比的百分数,即

$$\sigma_p = \frac{y_{\max} - |y(\infty)|}{|y(\infty)|} \times 100\%$$

超调量是评定控制系统稳定性的指标。超调量越小,控制系统动态过程波动越小,稳定性越好。但若 σ_p 太小,甚至 $\sigma_p = 0$ 时,被控量无波动地逐渐靠近给定值,成为非周期过程,系统稳定性虽然最好,但 t_s 拖得太长,这是不可取的。若 σ_p 太大,控制系统动态过程的振荡明显加剧,使系统稳定性变差。由于振荡不息, t_s 也必定拖得很长。在实际过程中,要求 $\sigma_p < 30\%$ 。

本书配套软件有相关习题 115 道

68. 对于自动控制系统,最不利的扰动形式是_____。
- A. 阶跃输入 B. 速度输入 C. 加速度输入 D. 脉冲输入
69. 一个控制系统比较理想的动态过程应该是_____。
- A. 衰减振荡 B. 等幅振荡 C. 发散振荡 D. 非周期过程
70. 在对自动控制系统进行分析时最常采用的扰动形式是_____。
- A. 阶跃输入 B. 斜坡输入 C. 加速度输入 D. 脉冲输入
71. 在改变给定值的控制系统中,改变给定值后,其动态过程超调量偏大,应采取的措施是_____。
- A. 增大调节器的比例带 B. 减少调节器的比例带
- C. 减少给定值的变化量 D. 减少控制对象的放大系数 K
72. 定值控制系统在动态过程中,若使其衰减率 φ 自1逐渐减小,说明控制过程_____。
- A. 自发散向无波动变化 B. 自无波动向发散变化
- C. 自等幅振荡向无波动变化 D. 自等幅振荡向发散变化
73. 有一控制系统,其阶跃响应曲线如图1-1-5所示,其超调量 σ_p 为_____。

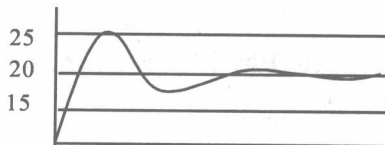


图 1-1-5