



“十三五” 职业教育规划教材

交直流调速系统知识巩固 与识图训练项目教程

庄丽 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”职业教育规划教材

交直流调速系统知识巩固 与识图训练项目教程

主编 庄 丽

编写 田素娟 吕 达

主审 赵军富

常州大学图书馆
藏书章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”职业教育规划教材。

本书由知识巩固训练项目和识图训练项目两部分组成,其中知识巩固训练项目25个,识图训练项目15个。本书结合高职高专学生的学习特点,本着实用、适用、与“交直流调速系统”系列教材配套的原则,采用方便学生学习的形式(选择、判断、填空、简答)来组织和编写内容,强调面向现场应用,弱化定量计算、强化定性分析。

本书可作为高职高专院校的电气技术、电气自动化、机电一体化等专业教材,也可作为相关专业的在职人员培训教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

交直流调速系统知识巩固与识图训练项目教程/庄丽主编. —北京:中国电力出版社,2017.2

“十三五”职业教育规划教材

ISBN 978-7-5198-0180-9

I. ①交… II. ①庄… III. ①交流调速—控制系统—识图—职业教育—教材 ②直流调速—控制系统—识图—职业教育—教材 IV. ①TM921.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第320634号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 http://jc.cepp.com.cn)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2017年2月第一版 2017年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 11.25印张 270千字

定价 25.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

随着现代科学技术的发展与应用,企业的自动化生产程度越来越高,新设备、新技术、新材料、新工艺被普遍采用。为了更好地服务企业,为企业培养更多技术技能型人才,根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》精神,遵循“教育部高职高专电气控制类专业规划教材研讨会”审定的教学大纲内容编写了本训练项目教程。

本项目教程有如下特点:

(1) 根据高职高专电气控制类专业人才培养目标,本着实用、够用的原则精炼训练内容,使学生能够掌握“交直流调速系统”课程的基本知识和技能。

(2) 交直流调速系统知识巩固与识图训练项目教程结合高职高专学生的特点,以方便学生作答的形式呈现在学生面前,能保证学生课上学习的质量,提高学生学习的积极性与兴趣。

(3) 通过训练项目的学习,可以达到以下目的:

1) 掌握“交直流调速系统”课程的基本知识,如系统的组成、工作原理、性能好坏、适用范围等;

2) 提高与“交直流调速系统”课程相对应的职业岗位能力,为学生能尽快进入生产岗位打下基础;

3) 提高识图能力;

4) 提高分析问题、解决问题的能力;

5) 提高学生获取职业资格证书的比例。

本训练项目共有 40 个项目。应在修完电子技术基础、电机与拖动基础、自动检测技术、电力电子技术、微机原理及其应用、PLC 等课程后学习。

本训练项目由包头职业技术学院庄丽担任主编,田素娟、吕达担任编写,其中知识巩固训练项目中,项目 1~项目 8 及项目 22、项目 23 由庄丽编写,项目 9~项目 21 及项目 24、项目 25 由田素娟编写;而识图训练项目中,项目 26~项目 36 由庄丽编写,项目 37~项目 40 及附录内容由吕达编写。

本训练项目书由内蒙古科技大学赵军富担任主审。在本书的编写过程中,还得到了内蒙古一机集团精密设备有限公司高级工程师王正文和张爱国的指导,也引用、借鉴了相关专家的教材、著作,在此一并致谢。

限于编者水平,加之时间仓促,书中难免有疏漏和欠妥之处,恳请广大读者指正。

编者

2016 年 10 月



目 录

前言

第一部分 知识巩固训练项目教程	1
项目 1 直流调速系统的概述	1
项目 2 转速负反馈单闭环有静差直流调速系统	5
项目 3 转速负反馈单闭环无静差直流调速系统	9
项目 4 其他负反馈环节在单闭环直流调速系统中的应用	13
项目 5 KZD-II 型小功率直流调速系统实例分析	18
项目 6 转速、电流双闭环直流调速系统	22
项目 7 可逆直流调速系统	28
项目 8 转速、电流双闭环数字式直流调速系统	33
项目 9 直流脉宽调制调速系统基础	36
项目 10 直流脉宽调制调速系统的组成	39
项目 11 SG3525 控制的单闭环直流脉宽调制调速系统	42
项目 12 SG1731 控制的双闭环直流脉宽调制调速系统	45
项目 13 位置随动系统概述	48
项目 14 位置随动系统的主要部件	51
项目 15 交流调速系统的概述	54
项目 16 变频调速系统的基础知识	57
项目 17 晶闸管交—直—交变频器在 U/f 控制方式下的变频调速系统	61
项目 18 脉宽调制变频器在 U/f 控制方式下的变频调速系统	64
项目 19 矢量控制系统	67
项目 20 直接转矩控制的交流变频调速系统	70
项目 21 数字式通用变频器及其应用	73
项目 22 交直流调速系统运行、维护	77
项目 23 交直流调速系统常见故障与检修	82
项目 24 直流调速系统特性测试	89
项目 25 三菱 FR-D720 变频器性能调试	91
第二部分 识图训练项目教程	95
项目 26 KCJ1 型小功率有静差直流调速系统实例分析	95
项目 27 小功率注塑机直流调速系统实例分析	99
项目 28 KZD-II 型小功率有静差直流调速系统实例分析	103

项目 29	中小功率双闭环不可逆直流调速系统实例分析	107
项目 30	双极式 PWM-M 小功率直流调速系统实例分析	111
项目 31	小功率交流位置随动系统实例分析	115
项目 32	小功率直流位置随动系统实例分析	118
项目 33	KSD-1 型小功率位置随动系统实例分析	121
项目 34	简易位置随动系统线路图实例分析	124
项目 35	直流斩波器线路图实例分析	126
项目 36	IR2233 驱动的三相 IGBT 逆变器电路实例分析	129
项目 37	L290/1/2 三芯片控制的直流电动机位置随动系统实例分析	132
项目 38	集成控制器 SG1731 控制的双闭环 PWM-M 系统实例分析	135
项目 39	锯齿波脉宽调制器控制的 PWM-M 直流调速系统实例分析	138
项目 40	L292 构成的双闭环转速控制电路实例分析	140
附录	.....	142
附录 A 试卷	.....	142
试卷一	.....	142
试卷二	.....	146
试卷三	.....	150
试卷四	.....	154
附录 B 知识巩固训练项目答案	.....	156
附录 C 识图训练项目考核标准	.....	160
附录 D 自动控制系统线路图的分析方法	.....	161
附录 E 自动控制系统实例分析	.....	164
参考文献	.....	172



第一部分 知识巩固训练项目教程

项目1 直流调速系统的概述



训练目标

1. 掌握调速的含义。
2. 掌握直流电动机的三种调速方法和直流电动机调压调速的三种供电方式。
3. 掌握直流调速系统的主要性能指标。
4. 掌握 V-M 开环直流调速系统的组成、特点及适用范围。



知识摘要

1. 调速，应包括两方面的含义：一，在一定范围内“变速”；二，保持“稳速”。
2. 直流电动机调速方法有：调节电枢供电电压 U_d 的方法，减弱励磁磁通 Φ 的方法，改变电枢回路电阻 R_a 的方法。工程上主要采用前两种调速方法，并以调压调速为主。
3. 直流电动机调压调速的三种供电方式有旋转变流机组、晶闸管可控整流电路、直流斩波电路。
4. 直流调速系统主要性能指标包括稳态性能指标和动态性能指标两部分。稳态性能指标是指系统稳定运行时的性能指标，主要有调速范围 D 和静差率 s 。动态性能指标是指在给定控制信号和扰动信号作用下，系统的输出在动态响应中体现出的各项指标，动态性能指标分成跟随性能指标（上升时间 t_r 、调节时间 t_s 、超调量 σ ）和抗扰性能指标（动态降落 $\Delta C_{\max} \%$ 、恢复时间 t_f 、振荡次数 N ）两类。
5. 开环调速系统由给定、触发、晶闸管整流、直流电动机等环节组成。
6. 开环调速系统在一定范围内实现了无级调速，但其抗扰动能力差、稳态运行能力差。当有扰动存在时，电动机的转速就会改变。如果生产机械对系统的静差率要求不高，开环系统还是能够在一定调速范围内满足要求。



知识巩固

一、单选题

1. 直流调速系统主要采用的调速方式是（ ）。
A. 弱磁升速 B. 电枢回路串电阻调速
C. 调电枢电压调速 D. 串级调速
2. 调节直流电动机电枢电压的调速方式属（ ）。
A. 恒功率调速 B. 恒转矩调速
C. 弱磁通调速 D. 强磁通调速

3. 晶闸管—电动机直流调速系统的主回路在电流断续时, 其开环机械特性 ()。
 - A. 变软
 - B. 变硬
 - C. 不变
 - D. 电动机停止
4. 调速范围 D 的表达式是 ()。
 - A. $D = n_{\max} - n_{\min}$
 - B. $D = \frac{n_{\min}}{n_{\max}}$
 - C. $D = n_{\min} - n_{\max}$
 - D. $D = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}$
5. 调速系统处于宽调速范围时, D 的大小为 ()。
 - A. $D < 3$
 - B. $3 \leq D < 50$
 - C. $D \geq 50$
 - D. $D \geq 10\ 000$
6. 直流调速系统的稳态性能指标是 ()。
 - A. (D, s)
 - B. (t_s, D, N)
 - C. (t_f, N, σ)
 - D. (s, N, σ)
7. 自动控制系统的动态指标中 () 反应了系统的稳定性能。
 - A. 调整时间 (t_s) 和振荡次数 (N)
 - B. 调整时间 (t_s)
 - C. 最大超调量 (σ)
 - D. 最大超调量 (σ) 和振荡次数 (N)
8. 系统对扰动 (干扰) 信号的响应能力也称作抗扰动 (干扰) 性能指标, 如 ()。
 - A. 最大超调量 (σ)、动态速降 ($\Delta C_{\max} \%$)
 - B. 振荡次数 (N)、动态速降 ($\Delta C_{\max} \%$)
 - C. 最大超调量 (σ)、恢复时间 (t_f)
 - D. 动态速降 ($\Delta C_{\max} \%$)、调节时间 (t_s)
9. 当直流调速系统的机械特性硬度一定时, 如果要求的静差率 s 越小, 则调速范围 D ()。
 - A. 越大
 - B. 越小
 - C. 可大可小
 - D. 不变
10. 开环调速系统的静特性指标是 ()。
 - A. $D > 20, s < 10 \%$
 - B. $20 \geq D > 15, 10 \% \leq s < 15 \%$
 - C. $15 \geq D > 10, 15 \% \leq s < 20 \%$
 - D. $D < 10, s \geq 20 \% \sim 30 \%$
11. 开环 V-M 调速系统中, 输入触发电路的控制电压 U_{ct} 的数量级 () 给定电压的数量级。
 - A. 大于
 - B. 小于
 - C. 等于
 - D. 不等于
12. 开环调速系统在启动时相当于全压启动, 启动转矩 T_{st} () 负载转矩 T_L 。
 - A. 小于
 - B. 等于
 - C. 大于
 - D. 远远大于
13. V-M 调速系统中, 稳压电源输出电压的极性应该由 ()。
 - A. 调节器输入端的极性和电动机要求的转速方向来定
 - B. 调节器输出端的极性和电动机要求的转速方向来定
 - C. 调节器输入端的极性和电动机要求的转矩方向来定
 - D. 调节器输出端的极性和电动机要求的转矩方向来定
14. 晶闸管可控整流器接线形式的选择应根据负载电动机容量的大小和对电流波形脉动情况的要求来定, () 的负载, 对电流波形脉动性要求不高的, 一般选单相可控整流电路。
 - A. 10kW 以上
 - B. 8~6kW
 - C. 6~4kW
 - D. 4kW 以下

15. V-M 直流调速系统中在重载情况下为了保证负载电流连续需加入 () 器件。

- A. 电阻 B. 电感 C. 电容 D. 平波电抗器

16. V-M 直流系统中加入平波电抗器后晶闸管导通可靠性会受影响, 可在平波电抗器两端并接 () 器件。

- A. 电阻 B. 电感 C. 电容 D. 平波电抗器

17. V-M 直流调速系统中, 串入平波电抗器会使晶闸管导通的可靠性 ()。

- A. 减小 B. 增大 C. 不变 D. 不确定

18. 晶闸管的导通角减小会造成 V-M 直流调速系统的功率因数 ()。

- A. 减小 B. 增大 C. 不变 D. 不确定

二、多选题

19. 直流稳压电源分成 () 两类。

- A. 硅稳压电源 B. 集成稳压电源
C. 不确定 D. 交流电源

20. 直流电动机有哪几种调速方法? ()

- A. 调节励磁磁通 B. 改变电枢电压
C. 变频调速 D. 改变电枢回路的总电阻

21. 直流电动机电气制动停车方案有 ()。

- A. 自由停车 B. 能耗制动
C. 再生发电制动 D. 反接制动

22. 直流调速系统常用的制动方法是 ()。

- A. 反接制动 B. 能耗制动
C. 自由停车 D. 再生发电制动

23. 直流电动机调压调速的供电方式有几种? ()

- A. 直流斩波器 B. 晶闸管可控整流电路
C. 变频器 D. 发电机带直流电动机

24. 由可控整流电路供电的直流调速系统有哪些过电流保护措施? ()

- A. 硒堆保护 B. 熔断器保护
C. 电流截止负反馈保护 D. 灵敏过电流继电器

25. 由可控整流电路供电的直流调速系统有哪些过电压保护措施? ()

- A. 短路保护 B. 阻容吸收器
C. 硒堆 D. 压敏电阻

26. 在调速系统中“调速”的含义有 () 两个方面。

- A. 减小 B. 增大 C. 调速 D. 稳速

27. 工程上可控整流电路的接线形式有 ()。

- A. 单相半控桥整流电路 B. 单相全控桥整流电路
C. 三相半波整流电路 D. 三相全控桥整流电路

28. 晶闸管的触发电路的接线形式有 ()。

- A. 阻容移相桥触发电路 B. 单结晶体管同步触发电路
C. 正弦波同步触发电路 D. 锯齿波同步触发电路

29. 平波电抗器的作用是 ()。

- A. 保证负载电流连续
- B. 增加系统中的电感性
- C. 减少负载电流的脉动
- D. 使负载电动机工作在机械特性的连续区, 来提高系统的稳态性能

30. 开环直流调速系统的主要组成环节有 ()。

- A. 给定环节
- B. 触发环节
- C. 整流环节
- D. 直流电动机环节

三、判断题

31. () 静差率是用来表示负载转矩变化时电动机转速变化程度的性能指标, 它与机械特性硬度 (即转速降落 Δn_N) 及理想空载转速 n_0 无关。

32. () n_0 相同时, 机械特性越硬, 静差率 s 越小, 转速的变化程度越小, 转速稳定度越高。

33. () 同样硬度的机械特性, 理想空载转速越低, 静差率 s 越大, 转速的相对稳定度也越好。

34. () 离开静差率 s , 谈扩大调速范围是无意义的。

35. () 上升时间 t_r 越小, 系统响应快速性越好。

36. () 调速系统的动态性能指标是指系统在给定信号和扰动信号作用下系统的动态过程品质。系统对扰动信号的响应能力也称作跟随指标。

37. () 开环调速系统在启动时相当于全压启动, 产生最大的启动转矩 T_{st} , 远远大于负载转矩 T_L 。

38. () 开环系统遇到扰动时, 电动机的转速不变。

39. () 开环系统的机械特性方程是 $n = \frac{K_s U_{gr}}{C_e} - \frac{I_d R_s}{C_e} = n_{0k} - \Delta n_k$ 。

40. () 要改善系统的稳态性能必须减小转速降落。

41. () 如果想让负载直流电动机工作在电流连续段, 需在整流主电路串入足够大电感量。

42. () 开环调速系统对扰动量的调节, 除了在电动机内部进行之外, 还在电动机外部进行调节。

43. () 生产机械对性能指标有一定要求时, 一般采用开环调速系统。

训练效果

对 () 错 () 成绩 ()

项目2 转速负反馈单闭环有静差直流调速系统



训练目标

1. 掌握转速负反馈单闭环有静差直流调速系统的组成、静特性。
2. 掌握转速负反馈单闭环有静差直流调速系统的工作原理。
3. 掌握比例调节器的工作原理及特点。
4. 掌握反馈控制系统的基本特征。



知识要点

1. 根据反馈控制理论：要保持某物理量基本稳定，可以引入该物理量的负反馈环节。因此可以在开环系统的基础上引入转速负反馈环节，构成转速闭环控制系统，达到稳定转速的目的。

2. 转速负反馈有静差直流调速系统由给定、比例调节器、触发、整流电路、直流电动机及转速负反馈检测环节组成。

3. 在对待扰动引起转速变化的问题上，开环系统只能通过电动机内部的调节，使电动机转速发生很大的改变。而闭环系统除了通过电动机内部的调节，更主要是通过电动机外部反馈环的调节，使电动机转速保持基本不变或变化很小。

4. 相同负载下，开环系统的转速降落是闭环系统的 $(1+K)$ 倍；相同空载转速下，开环系统的静差率是闭环系统的 $(1+K)$ 倍；当要求的静差率一定时，闭环系统的调速范围是开环系统的 $(1+K)$ 倍。

5. 反馈控制系统的基本特征是：被调量转速 n 有静差；被调量转速 n 紧紧跟随给定量的变化；对包围在闭环中前向通路上的各种扰动有较强的抑制作用；反馈控制系统对给定信号和检测装置所产生的扰动无法抑制。



知识巩固

一、单选题

1. 自动控制系统正常工作的首要条件是（ ）。
A. 系统闭环负反馈控制 B. 系统恒定
C. 系统可控 D. 系统稳定
2. 同开环控制系统相比，闭环控制的优点之一是（ ）。
A. 它具有抑制干扰的能力 B. 系统稳定性提高
C. 减小了系统的复杂性 D. 对元件特性变化更敏感
3. 转速负反馈有静差直流调速系统稳态时，比例调节器的输出电压（ ）。
A. 一定为零
B. 保持在输入信号为零前的对偏差的积分值

- C. 等于输入电压的 K_P 倍
D. 不确定
4. () 是直流调速系统的主要调速方案。
A. 改变电源频率 B. 调节电枢电压
C. 改变电枢回路电阻 D. 改变转差率
5. 转速负反馈有静差直流调速系统中转速反馈系数过大会引起 ()。
A. 系统稳态指标下降 B. 系统最高转速下降
C. 系统最高转速过高 D. 电动机停转
6. 调节器输出限幅电路的作用是: 保证运放的 () 并保护调速系统各部件正常工作。
A. 线性特性 B. 非线性特性
C. 输出电压适当衰减 D. 输出电流适当衰减
7. 由比例调节器组成的单闭环直流调速系统是 ()。
A. 无静差系统 B. 有静差系统
C. 离散控制系统 D. 顺序控制系统
8. 转速负反馈有静差系统中的静态转速降减为开环系统静态转速降的 () 倍。
A. $1+K$ B. $1/(1+K)$ C. $2+2K$ D. $1/K$
9. 转速负反馈有静差直流调速系统的静差率是开环系统的静差率的 () 倍。
A. $1+K$ B. $1/(1+K)$ C. $2+2K$ D. $1/K$
10. 转速负反馈有静差直流调速系统的调速范围是开环系统调速范围的 () 倍。
A. $1+K$ B. $1/(1+K)$ C. $2+2K$ D. $1/K$
11. 单只晶体管组成的共射极放大电路, 其放大倍数不能调节, 由 () 决定。
A. 输入电阻的大小 B. 输入电阻与反馈电阻的大小
C. 反馈电阻的大小 D. 三极管的放大倍数
12. 转速负反馈直流调速系统的反馈极性接错, 纠正的方法有 ()。
A. 直流测速发电机的两端接线对调 B. 电动机电枢的两端接线对调
C. 电动机励磁的两端接线对调 D. 加负给定电压
13. 闭环控制系统具有反馈环节, 它能依靠 () 进行自动调节, 来抑制扰动对系统产生的影响。
A. 正反馈环节 B. 负反馈环节
C. 校正装置 D. 补偿环节
14. 自动调速系统中比例调节器的输出只取决于 ()。
A. 反馈量的现状 B. 输入偏差量的全部历史
C. 给定量的现状 D. 输入偏差量的现状
15. 测速发电机产生误差的原因很多, 主要有 ()、电刷和换向器的接触电阻和接触电压、换向纹波、火花和电磁干扰等。
A. 电枢反应、电枢电阻 B. 电枢电阻
C. 电枢反应、延迟换向 D. 换向波纹、机械联轴器松动
16. 转速负反馈检测环节的作用是将系统输出量转速 n 变成与给定电压信号 U_{gn} ()。

- A. 相同性质、相同数量级、同极性的电压量 U_{fn} , 且 $U_{fn} < U_{gn}$
- B. 相同性质、不同数量级、反极性的电压量 U_{fn} , 且 $U_{fn} < U_{gn}$
- C. 相同性质、相同数量级、反极性的电压量 U_{fn} , 且 $U_{fn} < U_{gn}$
- D. 相同性质、不同数量级、反极性的电压量 U_{fn} , 且 $U_{fn} > U_{gn}$

17. 测速发电机按电流制式分成 () 两类。

- A. 模拟与数字
- B. 直流和交流
- C. 有刷与无刷
- D. 永磁与电磁

二、多选题

18. 直流调速系统常用的制动方式有 ()。

- A. 能耗制动
- B. 再生发电制动
- C. 机械抱闸
- D. 反接制动

19. 转速检测装置有 ()。

- A. 旋转变压器
- B. 光电编码盘
- C. 霍尔元件
- D. 测速发电机

20. 单闭环有静差直流调速系统比开环调速系统增加 () 环节。

- A. 整流
- B. 转速负反馈检测
- C. 比例调节器
- D. 比例积分调节器

21. 转速负反馈单闭环直流调速系统对 () 引起的转速的变化有调节作用。

- A. 给定电压变化
- B. 负载变化
- C. 网压变化
- D. 励磁电流变化

22. 单闭环直流调速系统中常用比例放大器有 () 两种形式。

- A. 半导体集成比例运算放大器
- B. 积分电路
- C. 单只晶体管组成的共射极放大电路
- D. 微分电路

23. 集成运算放大器的优点有 ()。

- A. 体积小、漂移小、线性度好
- B. 可以在放大器的输入、输出端加外限幅措施
- C. 可以配合适当的反馈网络组成的各种类型运算放大器
- D. 电压放大倍数与集成运算放大器本身参数无关, 可调

24. 反馈控制系统的基本特征有 ()。

- A. 被调量转速 n 有静差
- B. 被调量转速 n 紧紧跟随给定量的变化
- C. 对包围在闭环中前向通路上的各种扰动有较强的抑制作用
- D. 对给定信号和检测装置所产生的扰动无法抑制

三、判断题

25. () 闭环系统全压启动时会产生很大的冲击启动电流, 对电动机的换相不利, 对过载能力差的晶闸管也会造成损害。

26. () 自动调速系统中比例调节器既有放大(调节)作用, 有时也有隔离与反相作用。

27. () 转速负反馈调速系统中, 速度调节器的调节作用能使电机转速基本不受负载变化、电源电压变化等所有反馈环外部和反馈环内部扰动的影响。

28. () 调节器是调节与改善系统性能的主要环节。

29. () 负反馈是指反馈到输入端的信号与给定信号比较时极性必须是负的。
30. () 系统中负反馈的作用,就是通过比较系统行为(输出)与期望行为之间的偏差,并消除偏差以获预期的系统性能。
31. () 单闭环有静差调速系统的静特性方程是 $n = \frac{K_p K_s U_{gn}}{C_e(1+K)} - \frac{I_d R_s}{C_e(1+K)}$ 。
32. () 闭环调速系统在启动时必须加入限流措施。比如加入电流截止负反馈环节,来限制大的启动电流对系统的影响。
33. () 有静差调速系统,是靠偏差信号的变化进行自动调节的,因此有静差调速系统始终存在偏差。
34. () 转速负反馈有静差系统的 K 是指它的开环放大倍数。 K 值越大,系统越稳定。
35. () 根据反馈控制理论:要保持某物理量基本稳定,可以引入该物理量的负反馈环节。
36. () 光电编码器的输出量为数字量。
37. () 测速发电机的精度比光电编码盘的精度高。
38. () 磁电传感器和光电传感器输出的功率很小,使用时需要增加放大环节。
39. () 反馈检测装置的精度对闭环系统的稳速精度起着决定性的作用,也就是说,高精度的系统必须要有高精度的检测装置作为保证。
40. () 集成放大电路的电压放大倍数与集成运算放大器本身参数无关,只与外接输入电阻与反馈电阻有关,所以可以方便地调节电压放大倍数以满足系统参数的要求。
41. () 由单只晶体管组成的共射极放大电路,其放大倍数能调节。
42. () 单闭环直流调速系统一定是有静差调速系统。
43. () 在调速系统中, t_i 越小,意味着失稳时间越短。
44. () 可控整流电路中采用的电力电子器件是电力二极管。



训练效果

对 () 错 () 成绩 ()

项目3 转速负反馈单闭环无静差直流调速系统



训练目标

1. 掌握转速负反馈单闭环无静差直流调速系统的组成、静特性。
2. 掌握转速负反馈单闭环无静差直流调速系统的工作原理。
3. 掌握PI、I调节器的工作原理及特点。



知识要点

1. 积分、比例积分调节器的特点：积累作用、记忆作用、延缓作用。在闭环直流调速系统中使用的I、PI调节器一般都设有输入、输出限幅电路。

2. I调节器在系统自动调节过程中的等效放大系数 k_i 从零增大到无穷大；PI调节器在系统自动调节过程中的等效放大系数 k_{pi} 从 R_i/R_o 增大到无穷大。

3. I、PI调节器的等效放大系数在系统调节过程中是变化的特点，使系统在稳态情况下有极大的放大系数，从而使系统静态偏差极小，实现了无差调节。而在动态情况下，又使系统放大系数大为降低，保证系统具有良好的动态稳定特性。

4. 采用PI调节器组成的转速负反馈无静差直流调速系统由给定、比例积分调节器、触发电路、整流电路、直流电动机及转速负反馈检测环节组成。

5. 在用PI调节器组成的单闭环无静差调速系统启动过程中，PI调节器的比例部分（其控制作用由强变弱）起到快速调节的作用；其积分部分（控制作用由弱变强）起到了消除静差的作用，所以PI调节器很好地处理了调速系统的动态快速性及静态无误差这一对矛盾。再者，在启动过程中，PI调节器一旦出现饱和，电动机必然出现超调。

6. 使用P、I、PI调节器的转速负反馈单闭环直流系统的启动（全压启动）过程中会产生很大的冲击启动电流，对电动机的换相不利，对过载能力差的晶闸管也会造成损害，因此，系统在启动时必须加入限流措施，比如加入电流截止负反馈环节。而对于某些要求平稳启动的系统，可在给定环节后加入给定积分器，来保证系统启动过程的平稳过渡。



知识巩固

一、单选题

1. 有静差直流调速系统中必定有（ ）。
A. 比例调节器
B. 比例微分调节器
C. 微分调节器
D. 积分调节器
2. 无静差直流调速系统中必定有（ ）。
A. 比例调节器
B. 比例微分调节器
C. 微分调节器
D. 积分调节器
3. 若要使PI调节器输出量下降，必须输入（ ）的信号。

- A. 与原输入量大小不相同 B. 与原输入量大小相同
- C. 与原输入量极性相反 D. 与原输入量极性相同
4. 积分调节器在调节过程中的等效放大系数理论上是 ()。
 - A. 不变 B. 从 0 到 ∞ C. 从 ∞ 到 0 D. 确定不了
5. 转速负反馈单闭环直流调速系统反馈电压的值为 ()。
 - A. $U_{fn} = \gamma U_d$ B. $U_{fn} = \beta U_d$
 - C. $U_{fn} = \beta I_d$ D. $U_{fn} = \alpha n$
6. 转速负反馈无静差直流调速系统的稳态转速降落在理想状况下是 ()。
 - A. 0 B. ∞ C. 10 D. 100
7. 转速负反馈无静差直流调速系统稳态时, 积分调节器中积分电容两端电压 ()。
 - A. 一定为零
 - B. 不确定
 - C. 等于输入电压
 - D. 保持在输入信号为零前的对偏差的积分值
8. 在调节过程中, 比例积分调节器的放大倍数 ()。
 - A. 不变 B. 从 0 增大到 ∞
 - C. 从 $K_p = R_f / R_0$ 增大到 ∞ D. 不确定
9. 实用的调节器线路, 一般应有抑制零漂、()、输入滤波、功率放大、比例系数可调、寄生振荡消除等附属电路。
 - A. 限幅 B. 输出滤波 C. 温度补偿 D. 整流
10. 实际的 PI 调节器电路中常有锁零电路, 其作用是 ()。
 - A. 停车时使用 PI 调节器输出饱和 B. 停车时发出制动信号
 - C. 停车时发出警报信号 D. 停车时防止电动机爬动
11. 在实用调节器中, 加入输入限幅电路的作用是 ()。
 - A. 防止触发电路其损坏
 - B. 防止给定电路损坏
 - C. 防止晶闸管损坏
 - D. 其作用是为了防止实际输入信号超过允许输入信号的额定值, 造成集成运放输入级损坏
12. 单闭环转速负反馈无静差直流调速系统在启动过程中, 调节器 ()。
 - A. 一定饱和 B. 一定不饱和
 - C. 存在饱和与不饱和两种可能 D. 前期饱和和后期不饱和
13. 在单闭环无静差直流调速系统启动过程中, 转速 ()。
 - A. 一定会出现超调 B. 一定不会出现超调
 - C. 存在超调与不超调两种可能 D. 前期超调后期不超调
14. 在单闭环无静差直流调速系统启动过程中, 启动电流很大, ()。
 - A. 应加入快熔做保护 B. 应加入灵敏过电流继电器做保护
 - C. 应加入电感做保护 D. 应加入电流截止负反馈做保护
15. 对于某些要求平稳启动的调速系统, ()。

- A. 在给定环节后加入给定积分器, 来保证系统启动过程的平稳过渡
- B. 在触发电路上加入输入限幅
- C. 可在调节器上加入输出限幅
- D. 在电动机电枢回路串电阻

16. 由比例积分调节器组成的单闭环直流调速系统是 ()。
- A. 有静差系统 B. 无静差系统 C. 顺序控制系统 D. 离散控制系统
17. 下列故障原因中 () 会造成直流电动机不能启动。
- A. 电源电压过高 B. 电源电压过低
- C. 电刷架位置不对 D. 励磁回路电阻过小
18. 转速负反馈单闭环直流调速系统的静特性指标是 ()。
- A. $D > 20, s < 10\%$ B. $20 \geq D > 15, 10\% \leq s < 15\%$
- C. $15 \geq D > 10, 15\% \leq s < 20\%$ D. $D < 10, s \geq 20\% \sim 30\%$

二、多选题

19. 转速负反馈单闭环无静差直流调速系统中调节器的类型有 ()。
- A. 比例调节器 B. 比例积分调节器
- C. 比例微分调节器 D. 积分调节器
20. 分别采用比例积分调节器或积分调节器的单闭环转速负反馈直流调速系统, 性能比较结果是 ()。
- A. 采用比例积分调节器的静态性能与积分调节器的一样好
- B. 采用比例积分调节器的动态性能比采用积分调节器的好
- C. 采用积分调节器的静、动态性能比采用比例积分调节器的好
- D. 采用积分调节器的静态性能比采用比例积分调节器的好
21. 调节器的输出限幅电路有 ()。
- A. 内限幅电路 B. 反馈 C. 外限幅电路 D. 电流截止负反馈
22. 调节器输出限幅电路的作用是 ()。
- A. 防止集成运放输出电压过高损坏集成运放
- B. 防止集成运放输出电压 (过高) 超出触发电路输入电压范围, 给触发电路和调速系统造成的不良影响
- C. 保证集成运放的线性特性
- D. 防止反馈环节损坏
23. 比例积分调节器的性质有 ()。
- A. 积累作用 B. 延缓作用 C. 记忆作用 D. 反馈
24. 转速负反馈单闭环无静差直流调速系统对 () 有调节作用。
- A. 负载扰动 B. 励磁电流减小
- C. 测速发电机安装不同心 D. 网压变化
25. (转速负反馈) 单闭环无静差直流调速系统抗扰动过程中, 在调节过程的初、中期, () 起主要作用, 保证了系统的快速响应; 在调节过程的后期, () 起主要作用, 最后消除偏差。
- A. 调节器的比例部分 B. 调节器的微分部分