

湖南省高等教育自学考试
课程考试大纲

电力拖动自动控制系统
(课程代码: 02297)

湖南省教育考试院组编
2016 年 12 月

高等教育自学考试课程考试大纲

课程名称：电力拖动自动控制系统

课程代码：02297

第一部分 课程性质与目标

一、课程性质与特点

电力拖动自动控制系统是高等教育自学考试工业自动化（本科）专业、机电一体化工程（本科）专业的专业核心课程。是一门讲授交、直流电动机控制理论和控制规律，以提高电能利用效率及运动控制品质的一门专业主干课程。

本课程秉承理论与实际相结合的理念，应用自动控制理论解决电力拖动自动控制系统的分析和设计问题，以转矩和磁链（或磁通）控制规律为主线，由简入繁、由低及高地循序深入，论述直流与交流调速系统的静、动态性能。通过对本课程的学习，考生应了解并掌握电力拖动自动控制系统的基本结构、工作原理和性能指标，着重培养对电力拖动自动控制系统的综合分析能力和工程设计能力，从而掌握现代交、直流电动机的控制理论和系统设计方法，为今后从事专业工作打下扎实的基础。

二、课程目标与基本要求

（一）课程目标

通过本课程的学习，考生应该能应用计算机和电力电子变流技术作为控制手段，用自动控制理论和信息处理理论作为理论基础，通过电力电子装置的弱电控制强电纽带，对控制对象各类电动机的输入电压、电流和频率进行控制，以改变被控对象工作机械的转矩、速度、位移，使其按期望的运动方式和精准度要求稳定运行。同时能够根据工业生产和科学技术发展，对电力拖动自动控制系统提出的更为复杂的要求，有能力去研究和设计新型电力拖动自动控制系统--运动控制系统。

（二）基本要求

本大纲的课程基本要求是依据高等教育自学考试的专业考试计划和专业培养目标而确定。课程基本要求从课程考核能力层次、课程考核知识点出发，明确了课程的基本内容以及对基本内容掌握的程度。

1. 考生应了解的课程知识：电力拖动自动控制系统的发展、应用以及在本专业学科领域的地位和作用；电力拖动自动控制系统的主要结构特点以及基本性能指标；直流脉宽调速系统的基本控制模式；微机数字控制系统的主要特点；微机数字控制双闭环直流调速系统硬件和软件。

2. 考生应熟悉的课程知识：建立闭环调速系统各典型环节静态、动态数学模型的一般方法；数字测速与数字 PI 调节器的实现方法；系统工程设计中的近似处理原则和方法；转速、电流双闭环直流调速系统的工程设计思路、方法；SVPWM 逆变器的控制模式和实现方案；变频调速的基本控制方式；转子变频调速系统的

工作原理与实现。

3. 考生应掌握的课程知识：利用稳态结构框图分析系统静特性的方法；利用动态结构图分析系统稳定性和动态性能的方法；带电流截止负反馈单闭环直流调速系统的稳态分析、参数设计；转速、电流双闭环直流调速系统的起动过程分析、调节器的工程设计；微机数字控制系统中的数字测速；异步电动机变压变频调速系统中的脉宽调制技术。

三、与本专业其他课程的关系

本课程是所有专业基础课程的综合应用，特别是对电机学、电力电子技术、自动控制理论、微机控制技术、检测与转换技术以及电路、模拟电子技术、数字电子技术的基础理论知识应用较多，考生必须在这些专业基础课程学习过后，才能自学本课程。

电力拖动自动控制系统是通过对交、直流电动机转矩和转速的有效控制，来达到对被控对象的各种运动控制。电机学讲授了各种电机的结构与工作原理，给出了其动、静态数学模型以及输入输出特性，它需要通过电力电子技术所讲授的对电机电压、电流和频率控制的变流技术及装置，在自动控制理论的指导下，运用检测与转换技术、微机控制技术对电力拖动系统的运动实现自动控制。当然考生要学习并掌握这些专业基础知识必须首先要有电路、模拟电子技术和数字电子技术等基础理论知识的支撑。

第二部分 考核内容与考核目标

第一章 绪论

一、学习目的与要求

通过本章的学习，考生应该对电力拖动自动控制系统——运动控制系统的基本概念、组成以及转矩控制规律的认知，了解运动控制系统的历史及发展状况，熟悉并理解不同类型生产机械的负载转矩特性在自动控制规律中的作用。为进入以后各章具体内容的学习提供必要的基础导向。

二、考核知识点与考核目标

（一）运动控制系统及其组成（次重点）

识记：运动控制系统的基本组成

理解：系统各组成部分功能及特性

应用：各组成部分在系统中的作用

（二）运动控制系统的历史与发展（一般）

识记：交、直流电动机特性对比及控制特点

理解：电力电子器件发展对运动控制的影响

应用：自动控制理论发展对运动控制系统的影响

（三）运动控制系统的转矩控制规律（重点）

识记：运动控制系统的任务

理解：运动控制系统的基本方程式

应用：转矩控制与磁链控制相互关系

(四) 生产机械的负载转矩特性 (次重点)

识记：负载转矩特性在运动控制系统中的作用

理解：几种典型生产机械负载转矩特性

应用：运动控制系统的设计与调试应用

第二章 转速开环控制的直流调速系统

一、学习目的与要求

变压调速是直流调速系统的主要调速方法。由可控电压的直流电源给直流电动机供电，改变直流电枢电压来调节电动机的转速，就构成转速开环的直流调速系统。通过本章学习，考生需要了解由电力电子技术所构成的可控直流电源作用；熟悉并掌握晶闸管整流器-直流电动机 (V-M) 系统、直流 PWM 变换器-电动机系统的工作原理与特点；理解直流调速系统的机械特性，以及稳态调速性能指标和开环系统存在的问题。

二、考核知识点与考核目标

(一) 晶闸管整流器-直流电动机 (V-M) 系统的工作原理及调速特性 (次重点)

识记：1. 可控直流电源概念；2. V-M 系统机械特性

理解：1. V-M 系统相位控制原理；2. 电流脉动及波形断续问题

应用：1. V-M 系统传递函数及失控时间；2. V-M 系统的可逆运行

(二) PWM 变换器-电动机系统的工作原理及调速特性 (重点)

识记：1. PWM 变换器的作用；2. PWM 调速系统的特点

理解：1. 不可逆 PWM 变换器-电动机系统控制原理；2. 可逆 PWM 变换器-电动机系统控制原理；3. 直流 PWM 调速系统的电能回馈和泵升电压

应用：1. PWM 控制器与变换器的动态数学模型；2. 直流 PWM 调速系统机械特性

(三) 稳态调速性能指标和开环系统存在的问题 (次重点)

识记：1. 调速、稳速和加减速概念；2. 速降、静差率和调速范围定义

理解：1. 调速范围、静差率和额定速降之间的关系；2. 开环直流调速系统的性能及存在问题

应用：用稳态调速性能指标分析系统特性

(四) 直流调速系统基本概念 (一般)

识记：电力拖动自动控制系统类型

理解：直流调速系统及稳态转速

应用：直流电动机三种调速方式

第三章 转速闭环控制的直流调速系统

一、学习目的与要求

通过本章学习，考生需要熟悉了解闭环直流调速系统是如何改善开环直流调速系统性能指标不足的问题；掌握有静差和无静差闭环直流调速系统的组成、工作原理、稳态结构框图、静特性分析和参数计算、动态数学模型及动态分析；掌握比例、积分、比例积分反馈控制规律；熟悉只有转速闭环控制的调速系统须加限流保护的重要原因及方法；了解调速系统的仿真过程。

二、考核知识点与考核目标

（一）有静差的转速闭环直流调速系统（重点）

识记：1. 转速闭环直流调速系统概念；2. 闭环直流调速系统的反馈控制规律

理解：1. 比例控制转速闭环直流调速系统结构与静特性；2. 转速反馈控制直流调速系统的动态数学模型与结构图；3. 比例控制闭环直流调速系统的动态稳定性

应用：1. 比例放大系数计算；2. 系统稳定性判别；3. 系统调速范围确定

（二）无静差的转速闭环直流调速系统（次重点）

识记：转速闭环控制的调速系统静差产生原因与消除方法

理解：1. 无静差控制的 I 调节器及控制规律；2. 无静差控制的 PI 调节器及控制规律

应用：无静差调速系统稳态参数计算

（三）转速闭环直流调速系统的限流保护（次重点）

识记：1. 直流调速系统过流问题；2. 电流截止负反馈概念与作用

理解：1. 电流截止负反馈电路原理；2. 带电流截止负反馈直流调速系统静特性

应用：带电流截止负反馈的无静差直流调速系统

（四）转速反馈控制直流调速系统的仿真（一般）

识记：学会 MATLAB 下的 Simulink 软件

理解：1. 以图形化方法将直流调速系统直接转换成仿真系统模型；2. 运行仿真模型

应用：调整调节器参数获取最佳调速特性

第四章 转速、电流双闭环控制的直流调速系统

一、学习目的与要求

转速、电流双闭环控制的直流调速系统是静、动态性能优良、应用最广的直流调速系统。学习本章内容，考生首先要掌握转速、电流双闭环控制的直流调速系统组成原理及其静特性；然后根据系统的动态数学模型，理解从起动和抗扰两个方面对系统性能和转速、电流两个调节器控制作用的分析，并熟悉调节器的工程设计方法，能熟练地应用工程设计方法设计符合性能指标要求的转速、电流双闭环控制的直流调速系统；最后能有效地应用仿真软件对转速、电流双闭环控制

的直流调速系统进行仿真。

二、考核知识点与考核目标

（一）转速、电流双闭环控制直流调速系统的组成及其静特性（重点）

识记：1. 时间最优的理想过渡过程；2. 双闭环直流调速系统组成原理

理解：1. 双闭环直流调速系统稳态结构图与特性分析；2. 双闭环直流调速系统的静特性；

应用：双闭环直流调速系统稳态参数计算

（二）转速、电流双闭环控制直流调速系统的数学模型与动态过程分析（次重点）

识记：双闭环控制直流调速系统的动态结构图

理解：1. 双闭环控制直流调速系统起动过程分析及三个特点；2. 双闭环控制直流调速系统制动过程分析；3. 双闭环控制直流调速系统动态抗扰性能分析

应用：转速、电流调节器在双闭环直流调速系统中的作用

（三）转速、电流双闭环控制直流调速系统的设计（次重点）

识记：1. 控制系统的跟随性能指标；2. 控制系统的抗扰性能指标；3. 频域性能指标和伯德图；4. 调节器工程设计方法的基本思路

理解：1. 典型Ⅰ型系统参数与系统动态性能指标之间的关系；2. 典型Ⅱ型系统参数与系统动态性能指标之间的关系；3. 控制对象的工程近似处理方法

应用：1. 按工程设计法设计电流调节器；2. 按工程设计法设计转速调节器

（四）双闭环直流调速系统的弱磁控制（一般）

识记：直流电动机的弱磁控制概念

理解：1. 弱磁与调压配合控制及特性；2. 直流电动机励磁电流的闭环控制

应用：带有励磁电流闭环的弱磁与调压配合控制直流调速系统

（五）转速、电流双闭环控制直流调速系统的仿真（一般）

识记：1. 电流环的仿真；2. 转速环的系统仿真

第五章 直流调速系统的数字控制

一、学习目的与要求

转速给定波动和测速反馈误差使模拟调速系统无法实现高精度的转速控制，应用数字控制可以提高直流调速系统的控制精度。通过本章学习，要求考生能合理选择数字控制直流调速系统的采样频率；掌握几种数字测速方法；了解数字PI调节器推导原理，学会直流调速系统的数字控制器设计方法。

二、考核知识点与考核目标

（一）采样频率选择（次重点）

识记：数字采样原理与采样定理

理解：1. 采样频率与最高信号频率的关系；2. 低通滤波器在采样过程中

的作用

应用：双闭环直流调速系统的采样周期确定原则

(二) 转速检测的数字化 (重点)

识记：1. 旋转编码器的结构原理；2. 数字测速方法的精度指标

理解：1. 数字编码方法；2. M 法测速；3. T 法测速；4. M/T 法测速

应用：三种测速方法的精度分析与应用范围

(三) 数字 PI 调节器 (次重点)

识记：数字 PI 调节器产生方法

理解：1. 位置式数字 PI 调节器算式；2. 增量式数字 PI 调节器算式

应用：数字 PI 调节器输出限幅处理原则

(四) 数字控制器的设计 (一般)

识记：数字控制直流调速系统组成特点

理解：数字控制算法的间接设计方法

应用：数字控制器与数字滤波器

(五) 数字控制的 PWM 可逆直流调速系统 (一般)

识记：系统组成原理及结构

理解：系统各模块功能及作用

应用：系统保护功能实现方法

第六章 基于稳态模型的异步电动机调速系统

一、学习目的与要求

基于稳态模型的异步电动机调速系统，通过稳态等效电路分析了异步电动机在不同电压和频率供电条件下的转矩与磁通的稳态关系和机械特性，并依此采用调压调速或变压变频调速等方法设计出异步电动机的调速系统。通过本章学习，要求考生熟悉异步电动机的稳态数学模型和异步电动机的调速方法；了解异步电动机的调压调速机械特性，转速闭环控制的交流调压调速系统组成和静特性；掌握变压变频调速系统中的脉宽调速系统的工作原理基本思想、基本方法和系统的基本原理结构；了解转速开环变压变频调速系统结构及实现；掌握转差频率控制的概念及特点，了解转差频率控制系统结构及性能分析。

二、考核知识点与考核目标

(一) 异步电动机的稳态数学模型 (次重点)

识记：1. 异步电动机的调速方法；2. 异步电动机的气隙磁通；3. 临界转矩

理解：1. 异步电动机的稳态等效电路；2. 异步电动机的机械特性方程

(二) 异步电动机的调压调速 (一般)

识记：1. 调压调速的基本特征；2. 系统主电路

理解：1. 调压调速的机械特性；2. 闭环控制的调压调速系统

应用：降压控制在软起动和轻载压节能运行中的应用

(三) 异步电动机的变压变频调速 (重点)

识记: 1. 恒转矩调速概念; 2. 恒功率调速概念; 3. 恒磁通控制特点

理解: 1. 变压变频调速的基本原理; 2. 变压变频调速时的机械特性

应用: 基频以下的电压补偿控制

(四) 电力电子变压变频器 (次重点)

识记: 1. 脉宽调速系统的工作原理基本思想; 2. 变频器的结构分类; 3. 交-直-交 PWM 变频器主电路

理解: 1. SPWM 技术与自然采样法; 2. 电流跟踪 PWM 控制技术与滞环宽控制特性; 3. 电压空间矢量 PWM 控制技术与期望输出电压矢量合成原理

应用: SVPWM 的实现方法

(五) 转速开环变压变频调速系统 (一般)

识记: 1. 通用变频器概念; 2. 开环调速应用范围

理解: 转速开环变压变频调速系统结构和控制原理

应用: 数字控制通用变频器-异步电动机调速系统实现

(六) 转速闭环转差频率控制的变压变频调速系统 (次重点)

识记: 1. 转差频率控制的基本概念; 2. 转差频率控制系统的特点

理解: 1. 系统结构及性能分析; 2. 最大转差频率的计算

第七章 基于动态模型的异步电动机调速系统

一、学习目的与要求

针对异步电动机所具有的非线性、强耦合、多变量的性质, 要想获得高动态调速性能, 就需要从动态模型出发, 分析异步电动机的转矩和磁链控制规律, 研究高性能异步电动机的调速方案。学习本章内容, 考生首先要了解异步电动机动态数学模型的性质、坐标变换; 然后进一步理解异步电动机在正交坐标系上的动态数学模型和异步电动机在正交坐标系上的状态方程; 以便能深入地了解并熟悉异步电动机按转子磁链定向的矢量控制系统和异步电动机按定子磁链控制的直接转矩控制系统。

二、考核知识点与考核目标

(一) 异步电动机动态数学模型的性质 (一般)

识记: 机电能量转换必要条件

理解: 单变量线性系统与线性控制理论和工程设计

应用: 多变量系统描述

(二) 异步电动机的三相数学模型 (一般)

识记: 三相异步电动机的物理模型

理解: 1. 异步电动机三相动态模型的数学表达式; 2. 异步电动机的二相模型原理

应用: 异步电动机的三相数学模型的约束条件

(三) 坐标变换 (次重点)

识记: 1. 坐标变换的基本思路; 2. 变换阵

理解: 1. 三相-两相变换; 2. 静止两相-旋转两相变换

(四) 异步电动机在正交坐标系上的动态数学模型 (重点)

识记: 1. 3/2 变换的目的; 2. 旋转变换的优点; 3. 坐标系的同步旋转意义

理解: 1. 定子绕组和转子绕组的 3/2 变换; 2. 静止两相正交坐标系中的矩阵方程

应用: 静止的两相定子和旋转的两相转子坐标系到两相旋转正交坐标系的变换

(五) 异步电动机在正交坐标系上的状态方程 (一般)

识记: 1. 状态变量数; 2. 状态变量选取原则; 3. 动态结构图

理解: 1. 以 $\omega - i_s - \psi_r$ 为状态变量的状态方程; 2. 以 $\omega - i_s - \psi_s$ 为状态变量的状态方程

(六) 异步电动机按转子磁链定向的矢量控制系统 (次重点)

识记: 1. 矢量控制的基本思想; 2. 矢量控制系统的特点; 3. 矢量控制系统存在的问题

理解: 1. 按转子磁链定向的同步旋转正交坐标系模型; 2. 异步电动机矢量变换后的等效直流电动机模型及简化后的等效直流调速系统; 3. 计算转子磁链的电流模型和电压模型

应用: 1. 按转子磁链定向矢量控制系统的转矩控制; 2. 间接定向矢量控制

(七) 异步电动机按定子磁链控制的直接转矩控制系统 (次重点)

识记: 1. 直接转矩控制系统的基本思想; 2. 直接转矩控制系统的特点; 3. 直接转矩控制系统存在的问题

理解: 1. 按定子磁链控制的磁链和转矩的模型; 2. 定子电压矢量的控制作用; 3. 定子磁链计算模型; 4. 转矩计算模型

应用: 基于定子磁链控制的直接转矩控制系统

(八) 直接转矩控制系统与矢量控制系统的比较 (一般)

识记: 两种控制系统的特点和差异

(九) 异步电动机无速度传感器调速系统 (不做考试要求)

(十) 异步电动机和交流调速系统仿真 (一般)

识记: 学会 MATLAB 下的 Simulink 仿真软件

理解: 1. 电动机仿真模型建立与参数设置; 2. 控制系统仿真模型建立与参数设置

应用: 1. 三相电动机仿真; 2. 矢量控制系统仿真; 3. 直接转矩控制系统仿真

第八章 绕线转子异步电机转子变频控制系统

一、学习目的与要求

绕线转子异步电机以转子变频方法实现了电动机的串级调速和双馈控制。通过本章学习，考生需要掌握在绕线转子异步电机的转子侧引入可控附加电动势以调节转差功率和电动机转速的变频控制原理；理解次同步、超同步、电动、发电组合的四种基本工况下的转子变频控制；了解并熟悉转子变频控制的串级调速系统和双馈控制系统结构原理和控制特性。

二、考核知识点与考核目标

（一）绕线转子异步电机转子变频控制原理（重点）

识记：绕线转子异步电机转差频率控制概念

理解：1. 转子电动势与转差率关系；2. 转子频率与转差率关系；3. 转子串入附加电动势的调速原理

应用：转子电路变频器

（二）绕线转子异步电机转子变频控制的四种基本工况（次重点）

识记：1. 异步电动机功率关系；2. 转子变频控制下转差率和电磁功率特性

理解：1. 次同步转速电动状态；2. 超同步转速电动状态；3. 超同步转速发电状态；4. 次同步转速发电状态

（三）绕线转子异步电机转子变频串级调速系统（次重点）

识记：串级调速系统定义

理解：1. 转子变频的串级调速原理；2. 转子变频的串级调速机械特性的特征；3. 转子变频的串级调速系统的效率

应用：串级调速系统的双闭环控制原理与动态特性

（四）绕线转子异步电机转子变频双馈控制系统（一般）

识记：转子变频双馈控制系统组成

理解：矢量控制的转子变频双馈控制系统特性

应用：双馈控制风力发电系统组成原理

第九章 同步电动机变压变频调速系统

第十章 伺服系统

（不作考试要求）

第三部分 有关说明与实施要求

一、考核的能力层次表述

本大纲在考核目标中，按照“识记”、“理解”、“应用”三个能力层次规定其应达到的能力层次要求。各能力层次为递进等级关系，后者必须建立在前者的基础上，其含义是：

识记：能知道有关的名词、概念、知识的含义，并能正确认识和表述，是低

层次的要求。

理解：在识记的基础上，能全面把握基本概念、基本原理、基本方法，能掌握有关概念、原理、方法的区别与联系，是较高层次的要求。

应用：在理解的基础上，能运用基本概念、基本原理、基本方法联系学过的多个知识点分析和解决有关的理论问题和实际问题，是最高层次的要求。

二、教材

1. 指定教材：

电力拖动自动控制系统，阮毅、杨影、陈伯时，机械工业出版社，2016 年第 5 版

2. 参考教材：

运动控制系统，阮毅、陈维钧，清华大学出版社，2006 年版

运动控制系统，雷丹，人民邮电出版社，2013 年版

三、自学方法指导

1. 在开始阅读指定教材某一章之前，先翻阅大纲中有关这一章的考核知识点及对知识点的能力层次要求和考核目标，以便在阅读教材时做到心中有数，有的放矢。
2. 阅读教材时，要逐段细读，逐句推敲，集中精力，吃透每一个知识点，对基本概念必须深刻理解，对基本理论必须彻底弄清，对基本方法必须牢固掌握。
3. 在自学过程中，既要思考问题，也要做好阅读笔记，把教材中的基本概念、原理、方法等加以整理，这可从中加深对问题的认知、理解和记忆，以利于突出重点，并涵盖整个内容，可以不断提高自学能力。
4. 完成书后作业和适当的辅导练习是理解、消化和巩固所学知识，培养分析问题、解决问题及提高能力的重要环节，在做练习之前，应认真阅读教材，按考核目标所要求的不同层次，掌握教材内容，在练习过程中对所学知识进行合理的回顾与发挥，注重理论联系实际和具体问题具体分析，解题时应注意培养逻辑性，针对问题围绕相关知识点进行层次（步骤）分明的论述或推导，明确各层次（步骤）间的逻辑关系。

四、对社会助学的要求

1. 应熟知考试大纲对课程提出的总要求和各章的知识点。
2. 应掌握各知识点要求达到的能力层次，并深刻理解对各知识点的考核目标。
3. 辅导时，应以考试大纲为依据，指定的教材为基础，不要随意增删内容，以免与大纲脱节。
4. 辅导时，应对学习方法进行指导，宜提倡“认真阅读教材，刻苦钻研教材，主动争取帮助，依靠自己学通”的方法。
5. 辅导时，要注意突出重点，对考生提出的问题，不要有问即答，要积极启发引导。
6. 注意对考生能力的培养，特别是自学能力的培养，要引导考生逐步学会独

- 立学习，在自学过程中善于提出问题，分析问题，做出判断，解决问题。
7. 要使考生了解试题的难易与能力层次高低两者不完全是一回事，在各个能力层次中会存在着不同难度的试题。
8. 助学学时：本课程共 3.5 学分，建议总课时 63 学时，其中助学课时分配如下：

章 次	内 容	学 时
第一章	绪论	3
第二章	转速开环控制的直流调速系统	5
第三章	转速闭环控制的直流调速系统	6
第四章	转速、电流双闭环控制的直流调速系统	10
第五章	直流调速系统的数字控制	4
第六章	基于稳态模型的异步电动机调速系统	15
第七章	基于动态模型的异步电动机调速系统	16
第八章	绕线转子异步电机转子变频控制系统	4
合 计		63

五、关于命题考试的若干规定

1. 本大纲各章所提到的内容和考核目标都是考试内容。试题覆盖到章，适当突出重点。
2. 试卷中对不同能力层次的试题比例大致是：“识记”为 30%、“理解”为 40%、“应用”为 30%。
3. 试题难易程度应合理：易、较易、较难、难比例为 2：3：3：2。
4. 每份试卷中，各类考核点所占比例约为：重点占 60%，次重点占 30%，一般占 10%。
5. 试题类型一般分为：单项选择题、多项选择题、填空题、名词解释、简答题、分析题、应用题。
6. 考试采用闭卷笔试，考试时间 150 分钟，采用百分制评分，60 分合格。

六、题型示例（样题）

一、单项选择题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，请将其选出并将“答题卡”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

1. 异步电动机变压变频调速时，获得一条直线的机械特性，此时采用的控制方式是
 - A. $E_s/f_1 = \text{常值}$
 - B. $E_g/f_1 = \text{常值}$
 - C. $E_r/f_1 = \text{常值}$
 - D. $U_1/f_1 = \text{常值}$
2. 电流跟踪 PWM 控制时，当环宽 $2h$ 选的较大时，
 - A. 开关频率高
 - B. 电流波形失真小
 - C. 电流谐波分量小
 - D. 电流跟踪精度高

二、多项选择题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

在每小题列出的五个备选项中至少有两个是符合题目要求的，请将其选出并将“答题卡”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

1. 根据坐标系中电动机模型等效原则分析能产生旋转动势的绕组有

- A. 单相绕组
- B. 两相绕组
- C. 三相绕组
- D. 四相绕组
- E. 五相绕组

三、填空题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 直流电动机可以通过_____种方法来调节转速。
2. 交流电动机需要输入三相正弦电流的目的是在电动机空间形成_____。

四、名词解释（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 调速范围
2. PWM 调速

五、简答题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 桥式可逆直流脉宽调速系统由于直流源电路是不可控整流电路，试问在电动机制动时主电路会产生什么现象？如何处理？
2. 为什么说矢量控制交流变压变频调速系统在静、动态性能上可以与直流调速系统媲美？

六、分析题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 试画出桥式可逆脉宽调速系统的主电路原理图。并简要分析双极式控制正反转运行原理。

七、应用题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 已知某直流调速系统数据如下：电动机 $P_N=18\text{KW}$ ， $U_N=220\text{V}$ ， $I_N=94\text{A}$ ， $n_N=1000\text{r/min}$ ， $R_a=0.15\Omega$ ，整流装置内阻 $R_{\text{rec}}=0.3\Omega$ ，触发整流环节的放大倍数 $K_s=40$ 。最大给定电压 $U_{\text{nm}}=15\text{V}$ ，当主电路电流达到最大值时，整定电流反馈电压 $U_{\text{im}}=10\text{V}$ 。
设计指标：要求系统满足调速范围 $D=20$ ，静差率 $S\leq 10\%$ ，试计算转速反馈系数 α 和调节器放大系数 K_P 。