

电气与控制工程学院

# 课程教学大纲

课程名 (COURSE TITLE) :	供用电系统
课程代码 (COURSE CODE) :	7035801
学 分 (CREDIT VALUE) :	2
开课单位 (DEPARTMENT/UNIT) :	电气工程系
版 本 (VERSION) :	DG7035801-202108
课程负责人	
(COURSE COORDINATOR) :	孟庆海

北方工业大学 电气与控制工程学院

2021 年 8 月

# 目 录

1 课程基本信息.....	1
2 毕业要求与课程目标.....	2
2.1 本课程支撑的毕业要求观测点.....	2
2.2 课程目标.....	2
2.3 毕业要求与课程目标的关系.....	3
3 课程内容及安排.....	4
3.1 课程学时总体安排.....	4
3.2 各知识单元内容和预期学习目标.....	4
4 课堂教学设计和实施载体.....	7
5 课程实验教学.....	8
5.1 实验名称和安排.....	9
5.2 实验要求和教学组织.....	9
5.3 实验预习和实验报告要求.....	10
5.4 实验教学在能力培养方面的具体措施.....	11
6 课程考核方案和依据.....	12
6.1 课程考核方案.....	12
6.2 课程各考核项评价依据和标准.....	13
7 本次修订说明.....	14
8 其他需要说明的问题.....	14

# 1 课程基本信息

课程名称（中文）	供用电系统					
课程名称（英文）	Power Supply System					
课程计划学时	32		课外学时建议		32	
计划学时构成	理论学时	26	实验学时	6	上机学时	0
课外学时要求	线上学习要求：16		自主学习建议学时：16			
先修课名称	(7021241) 电路分析 III、(7069201) 模拟电子技术、 (7020811) 电机及拖动基础、(7099801) 现代电力电子技术 I					
适用专业年级	电气工程及其自动化					
开课单位	电气工程系					
课程简介	<p>《供用电系统》是电气工程及其自动化专业的专业选修课。通过本课程学习使学生掌握供用电基本理论知识，掌握供配电系统的设计方法、管理和运行技能，使学生具备一定的复杂供配电工程设计能力。利用本课程内容实践性较强的特点，培养学生供用电基本理论与实际工程问题相结合的基本素质和能力，为《供用电系统综合设计》打下理论和技术基础，为学生今后从事供配电技术相关工作奠定基础。</p> <p>考核方式为平时成绩+期末考试成绩，期末考试为闭卷考试。</p>					
教材和学习资源	<p><b>基础资料：</b></p> <p>(1) 《供配电技术》（第4版），唐志平主编，电子工业出版社，2013年，ISBN号：978-7-121-36457-0</p> <p><b>参考资料：</b></p> <p>(1) 《工厂供电》（第6版），刘介才编著，机械工业出版社，2004年，ISBN号：978-7-111-50134-3</p> <p>(2) 《现代建筑电气供配电设计技术》，李英姿 洪元颐主编，中国电力出版社，2008年，ISBN号：978-7-508-36411-7</p> <p>(3) 教师推荐的 MOOC 资源</p>					
大纲版本号	DG7035801-202108		前一版本号		DG7035801-201912	
大纲修订人	孟庆海		修订时间		2021.08.15	
课程团队负责人	景柳铭		实验教学审核人		曹靖	
专业负责人	周京华		审核时间		2021.08.27	
学院批准人	徐继宁		批准时间		2021.09.01	

## 2 毕业要求与课程目标

### 2.1 本课程支撑的毕业要求观测点

电气工程及其自动化专业 2019 版培养方案为本课程设置了 3 个观测点，具体如下：

(1) 毕业要求观测点 1-5: 面向电力电子与电力传动和电力系统及其自动化专业方向，掌握专业基础理论知识，具备将电气工程、控制工程、计算机科学与技术等多学科基础知识应用于分析和解决复杂电气工程问题的能力。

(2) 毕业要求观测点 5-1: 能开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具。

(3) 毕业要求观测点 11-1: 理解并掌握多学科工程项目所涉及的工程管理原理与经济决策方法。

### 2.2 课程目标

根据电气专业毕业要求观测点，本课程设置了 6 个知识目标，1 个能力目标（简称：**GYDXT-X**），另根据教育部和学校要求，课程设置了 1 个思政目标，不做输出目标考核。

**知识目标：**

#### **GYDXT-1: 供用电系统的基本概念**

掌握各类工厂供电系统、发电厂、电力系统的基本概念、掌握电力系统的额定电压和中性点运行方式、熟悉工业企业的负荷分级及其对供电的要求。

#### **GYDXT-2: 用需要系数法进行负荷计算的方法**

了解工业企业用电设备的主要特征、掌握负荷计算相关的基本知识和概念、了解负荷计算的各种方法及其应用范围，掌握用需要系数法进行负荷计算的方法、掌握供电系统功率损耗和电能损耗的计算和提高功率因数的方法。

#### **GYDXT-3: 无限大电源供电系统三相短路电流计算**

了解三相交流电网短路的过渡过程、掌握无限大电源供电系统三相短路电流计算、了解短路电流的热效应和力效应产生的原因。

#### **GYDXT-4: 工厂变电所主接线、电气设备选择、电力线路截面选择**

了解工厂供电系统方案比较的主要内容和方法、了解电压选择的方法、掌握

变电所位置和变压器容量、台数的选择、熟悉工厂变电所主接线的基本要求及各主要电气设备的作用，掌握变电所主接线的设计和导线、电缆截面的选择。掌握电气设备选择原则及方法，掌握电力线路截面选择原则及方法。

#### **GYDXT-5: 继电保护、防雷与接地、安全用电**

掌握电力线路和电力变压器的继电保护整定、供电系统的防雷与接地以及安全用电知识。

#### **GYDXT-6: 变压器经济运行**

掌握供配电系统节约能源的一般措施，掌握单台变压器经济运行的经济负荷以及两台变压器经济运行的临界负荷计算。

**备注：**本课程目标与毕业要求观测点 11-1 相对应。

**能力目标：**

#### **GYDXT-7: 使用现代工具能力**

能选择使用 ETAP 软件进行供配电系统模型搭建及潮流分析仿真实验、供配电系统保护设备配合实验。

**思政目标：**

#### **GYDXT-8: 课程思政**

结合“供用电系统”课程的特点，立足中国制造，以我国电力装备业的发展成就激励学生热爱专业、投身工业，实干兴邦；通过变配电所变压器经济运行要求，要求学生树立电力资源节约意识。

### **2.3 毕业要求与课程目标的关系**

毕业要求	观测点	支撑权重	课程目标	贡献度
1 工程知识	1-5	0.05	GYDXT-1: 供用电系统的基本概念	10%
			GYDXT-2: 用需要系数法进行负荷计算的方法	20%
			GYDXT-3: 无限大电源供电系统三相短路电流计算	20%
			GYDXT-4: 工厂变电所主接线、电气设备选择、电力线路截面选择	30%
			GYDXT-5: 继电保护、防雷与接地、安全用电	20%

5 使用现代工具	5-1	0.05	GYDXT-7: 使用现代工具能力	100%
11 项目管理	11-1	0.2	GYDXT-6: 变压器经济运行	100%

### 3 课程内容及安排

#### 3.1 课程学时总体安排

课程性质：专业教育课程必修课

课内/实验/上机/课外学时:26/6/0/32

理论课 (学时)		习题课 (学时)		实验 (学时)		研讨 (学时)		社会实践 (学时)		项目任务 (学时)		在线学习 (学时)		其他 (学时)	
课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外
26	26	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	16	0	16

#### 3.2 各知识单元内容和预期学习目标

本课程内容分为 7 章，配有 2 个课内实验。下表介绍课程的章节划分，学时安排，以及学习完成后的预期目标结果。

知识单元 章、节、点	学习内容和预期结果	课程目标	学时	
			课内	课外
第 1 章 电力系统概论  1.1 电力系统和供配电系统概述 1.2 电力系统的额定电压 1.3 电力系统的运行状态和中性点运行方式 1.4 电能质量指标 1.5 电力负荷	<b>学习内容：</b> 电力系统基本概念。  <b>思政内容：</b> 我国电力装备业的发展成就  <b>预期结果：</b> (1) <b>识记和复述：</b> 能阐述电力系统的基本概念。 (2) <b>解释和举例：</b> 能阐述电力系统的组成及运行方式。 (3) <b>概念关联分辨：</b> 能分辨中性点的三种运行方式优缺点及适用范围。	<b>GYDXT-1</b> <b>GYDXT-8</b>	2	2
第 2 章 负荷计算  2.1 负荷曲线 2.2 用电设备的设备容量 2.3 负荷计算的方法	<b>学习内容：</b> 负荷曲线，用需用系数法确定负荷，功率因数和无功补偿。  <b>预期结果：</b> (1) <b>识记和复述：</b> 能阐述负荷分类与需用系数法。	<b>GYDXT-2</b>	4	4

2.4 功率损耗和年电能损耗 2.5 用户负荷计算 2.6 尖峰电流的计算 2.7 功率因数和无功功率补偿	(2) <b>解释和举例</b> : 需用系数法的基本步骤。 (3) <b>概念关联分辨</b> : 能表述无功功率补偿的方法。 (4) <b>数学计算</b> : 能进行需用系数法的负荷计算。			
第3章 短路电流计算 3.1 短路概述 3.2 无限大功率电源供电系统三相短路分析 3.3 无限大功率电源供电系统三相短路电流计算 3.4 短路电流的效应 安排一次课内实验	<b>学习内容</b> : 3 短路分类, 无限大功率电源供电系统三相短路分析, 无限大功率电源供电系统三相短路电流计算, 短路电流的效应。 <b>预期结果</b> : (1) <b>识记和复述</b> : 短路类型及危害性区别。 (2) <b>解释和举例</b> : 三相短路电流暂态过程。 (3) <b>概念关联分辨</b> : 能阐述三相短路电流的计算方法。 (4) <b>原理分析</b> : 能分析影响短路电流大小的因素。 (5) <b>数学计算</b> : 采用标么制法计算短路电流。 (6) <b>仿真和验证</b> : 能利用现代化仿真工具针对三相短路电流进行仿真与原理验证。	<b>GYDXT-3</b> <b>GYDXT-7</b>	6	6
第4章 变配电所及其一次系统 4.1 电压的选择 4.2 变电所的配置 4.3 变压器的选择 4.4 变电所主要电气设备 4.5 变配电所主接线 4.6 变电所的布置和结构	<b>学习内容</b> : 变电所主接线。 <b>预期结果</b> : (1) <b>识记和复述</b> : 能阐述变配电所的组成。 (2) <b>解释和举例</b> : 能阐述变电所主要电气设备。 (3) <b>概念关联分辨</b> : 能区分一次与二次。 (4) <b>原理分析</b> : 主接线类型及优缺点。	<b>GYDXT-4</b>	4	4
第5章 电气设备的选择 5.1 电气设备选择的一般原则 5.2 高压开关电器的选择 5.3 互感器的选择	<b>学习内容</b> : 电气设备的选择原则, 掌握高压开关设备的灭弧特性区别。 <b>预期结果</b> : (1) <b>识记和复述</b> : 能阐述变配电所主要电气设备。 (2) <b>解释和举例</b> : 高压开关电器的电弧放电。 (3) <b>概念关联分辨</b> : 能明确电气设备使用注意事	<b>GYDXT-4</b>	2	2

5.4 母线、支柱绝缘子和穿墙套管的选择 5.5 高压开关柜的选择 5.6 低压熔断器的选择 5.7 低压断路器的选择	项。 (4) <b>原理分析</b> : 能分析电弧放电特性。			
第 6 章 电力线路  6.1 电力线路的接线方式 6.2 导体和电缆选择的一般原则 6.3 按允许载流量选择导体和电缆截面 6.4 按允许电压损失选择导体和电缆截面 6.5 按经济电流密度选择导体和电缆的截面 6.6 电力电缆的结构和敷设	<b>学习内容</b> : 电力线路类型、截面计算及校验。 <b>预期结果</b> : (1) <b>识记和复述</b> : 电力线路的类型。 (2) <b>解释和举例</b> : 能阐述导体和电缆选择的一般原则。 (3) <b>概念关联分辨</b> : 能明确导体截面选择及验证的区别和适用范围。 (4) <b>数学计算</b> : 能进行允许电压损失计算, 选择电路线路截面。	<b>GYDXT-4</b>	2	2
第 7 章 继电保护、防雷与接地、安全用电 7.1 继电保护的基本知识 7.2 常用的保护继电器 7.3 电力线路的继电保护 7.4 电力变压器的继电保护 7.5 高压电动机的继电保护 7.6 6~10kV 电力电容器的继电保护 7.7 微机保护 7.8 防雷与接地 7.9 安全用电常识 7.10 变压器经济运行 安排 1 次课内实验	<b>学习内容</b> : 继电保护原理及三段式过流保护。 <b>预期结果</b> : (1) <b>识记和复述</b> : 继电保护的“四性”要求。 (2) <b>解释和举例</b> : 能阐述继电保护的基本知识。 (3) <b>概念关联分辨</b> : 能明确线路保护的基本方法 (4) <b>数学计算</b> : 能进行三段式继电保护的计算。 (5) <b>仿真和验证</b> : 能利用现代化仿真工具针对继电保护进行仿真与原理验证。	<b>GYDXT-5</b> <b>GYDXT-6</b> <b>GYDXT-7</b>	6	6



## 4 课堂教学设计和实施载体

本课程教学采用 PowerPoint、Flash 制作的动画、教学影视片及课堂板书相结合的教学手段，同时采用启发式、讨论式、案例式等教学方式，突出对学生工程应用能力和创新意识的培养。

课下学习采用布置书面作业、完成思维导图和学习线上 MOOC 资源相结合的方式。

课程目标	知识单元		学习场景/教学模式	实施载体
	章	节/目		
GYDXT-1 GYDXT-8	<b>第 1 章 电力系统概论</b>		课堂讲授	讲义教案、短视频导学
	1.1 电力系统和供配电系统概述			
	1.2 电力系统的额定电压			
	1.3 电力系统的运行状态和中性点运行方式			
	1.4 电能质量指标			
GYDXT-2	<b>第 2 章 负荷计算</b>		课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	2.1 负荷曲线			
	2.2 用电设备的设备容量			
	2.3 负荷计算的方法			
	2.4 功率损耗和年电能损耗			
	2.5 用户负荷计算			
	2.6 尖峰电流的计算			
GYDXT-3 GYDXT-7	<b>第 3 章 短路电流计算</b>		案例引导	讲义教案、多媒体教学
	3.1 短路概述			
	3.2 无限大功率电源供电系统三相短路分析			
	3.3 无限大功率电源供电系统三相短路电流计算			
GYDXT-4	<b>第 4 章 变配电所及其一次系统</b>		课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	4.1 电压的选择			
	4.2 变电所的配置			
	4.3 变压器的选择			
	4.4 变电所主要电气设备		课堂讲授	讲义教案、多媒体教学

	4.5 变配电所主接线	课堂讲授、讨论	讲义教案、多媒体教学
	4.6 变电所的布置和结构	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
GYDXT-4	<b>第 5 章 电气设备的选择</b>		
	5.1 电气设备选择的一般原则	课堂讲授	讲义教案、短视频
	5.2 高压开关电器的选择	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	5.3 互感器的选择	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	5.4 母线、支柱绝缘子和穿墙套管的选择	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	5.5 高压开关柜的选择	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	5.6 低压熔断器的选择	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	5.7 低压断路器的选择	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
GYDXT-4	<b>第 6 章 电力线路</b>		
	6.1 电力线路的接线方式	案例引导	讲义教案、短视频
	6.2 导体和电缆选择的一般原则	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	6.3 按允许载流量选择导体和电缆截面	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	6.4 按允许电压损失选择导体和电缆截面	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	6.5 按经济电流密度选择导体和电缆的截面	课堂讲授、讨论	讲义教案、多媒体教学
	6.6 电力电缆的结构和敷设	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
GYDXT-5 GYDXT-6 GYDXT-7	<b>第 7 章 继电保护、防雷与接地、安全用电</b>	案例引导	讲义教案、多媒体教学
	7.1 继电保护的基本知识		
	7.2 常用的保护继电器	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	7.3 电力线路的继电保护	课堂讲授、讨论	讲义教案、布置作业
	7.4 电力变压器的继电保护	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	7.5 高压电动机的继电保护	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	7.6 6~10kV 电力电容器的继电保护	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	7.7 微机保护	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	7.8 防雷与接地	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	7.9 安全用电	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学
	7.10 变压器经济运行	课堂讲授	讲义教案、多媒体教学

## 5 课程实验教学

本课程提供 2 个课程实验，其中必做 6 学时。实验指导书上的其他实验项目和自主实验项目预约进行，不计入课程成绩。

## 5.1 实验名称和安排

序号	实验名称	实验类型	学时	教学安排	课程目标
1	供配电系统模型搭建及潮流分析仿真实验	验证型	4	必做、仿真实验	GYDXT-7
2	供配电系统保护设备配合实验	验证型	2	必做、仿真实验	GYDXT-7

## 5.2 实验要求和教学组织

实验 1: 供配电系统模型搭建及潮流分析仿真实验 (验证型实验)	时间安排: 4 学时
<p><b>实验目的:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能简述供配电系统的主要电气设备;</li> <li>2. 能搭建简单的供配电系统仿真模型, 并设置相关参数;</li> <li>3. 通过不同负荷下供配电系统的潮流观察与分析, 掌握供配电系统结构和特性。</li> </ol>	
<p><b>实践能力目标:</b></p> <p>仿真软件使用能力、对电网结构的调试和分析能力、实验分析能力、团队合作与沟通、表述能力</p>	
<p><b>实验组织:</b></p> <p>每组 2-3 人, 共用一个实验台进行实验操作。 提前阅读实验指导书进行预习, 独立完成实验过程, 观察现象, 记录数据文件, 撰写实验报告。</p>	
实验 2: 供配电系统保护设备配合实验 (验证型实验)	时间安排: 2 学时
<p><b>实验目的:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能准确表述继电保护的基本原理及四性要求;</li> <li>2. 能搭建简单的线路电流保护仿真模型;</li> <li>3. 能准确仿真出继电保护设备相互配合的时序原理;</li> <li>4. 能准确表述保护配合定值的作用。</li> </ol>	
<p><b>实践能力目标:</b></p> <p>软件工具使用能力、对继电保护配合的调试和分析能力、实验分析能力、团队合作与沟通、表述能力</p>	
<p><b>实验组织:</b></p> <p>每组 2-3 人, 共用一个实验台进行实验操作。 提前阅读实验指导书进行预习, 独立完成实验过程, 观察现象, 记录数据文件, 撰写实验报告。</p>	

### 5.3 实验预习和实验报告要求

学生需在到实验室进行实验之前进行预习，预习内容应包括与本次实验有关的概念、原理、定理、设计方法等知识点，并写出预习报告。

完成实验后需提交实验报告，验证性实验报告需包含实验目的、要求、实验获得的数据、分析和结论；设计性实验报告需包含实验目的、要求、实验方案设计（及计算过程）、实验测试数据、结果分析和结论。

#### 1、预习成绩评价方法

通过微信问卷调查考核的方式评价学生的预习成绩

#### 2、实验过程成绩评价方法

##### （1）学生实验过程中的表现

学生在实验过程中的认真程度，从事实验的积极性。

##### （2）操作情况

在实验过程是否有操作失误，比如：接线错误，编程错误

学生使用仪器的规范性，是否存在损坏仪器的情况

##### （3）实验结果验收

根据实验结果的波形和数据正确与否对学生进行验收，若实验结果正确，进行质疑环节。

##### （4）质疑结果

通过一对一地和学生进行交流问答，根据学生的回答正确率，给出分数。

#### 3、实验报告成绩

##### （1）实验报告的规范性

实验报告格式正确，术语准确、图表符合规范。

##### （2）实验数据和实验结果

实验数据、实验结果以及数据处理正确程度。

##### （3）波形说明与分析

波形说明与分析的详细程度与正确程度。

##### （4）思考题

思考题的正确程度。

##### （5）实验总结

根据实验总结反映的学生实验收获、认真程度进行评价。

#### **5.4 实验教学在能力培养方面的具体措施**

本实验隶属电力电子与电气传动实验室，实验室实行全天开放。实验室提供电力系统仿真软件，为学生提供各种场景的实验实践条件。

## 6 课程考核方案和依据

本课程总评成绩由平时成绩和期末考核成绩两部分构成。平时成绩比例 50%。期末考试采用闭卷或者一纸开卷形式，应覆盖 80% 以上课程目标。

### 6.1 课程考核方案

	课程目标	平时作业			实验	出勤	期末考试成绩
		作业 1	作业 2	作业 3			
知识目标	GYDXT-1					20	10
	GYDXT-2	20				20	10
	GYDXT-3		40			20	30
	GYDXT-4					20	20
	GYDXT-5			40		20	20
	GYDXT-6						10
能力目标	GYDXT-7				100		
分数合计		100			100	100	100
总评占比		10%			30%	10%	50%

## 6.2 课程各考核项评价依据和标准

### 考核项目 1：平时作业

考核方式：作业批改

考核权重：10%

预期学习结果	考核依据	优秀 >90 分	良好 80-90 分	达成 60-80 分	未达成 <60 分
达成本课程目标： GYDXT-2、GYDXT-3、 GYDXT-5。  能按时高质量地完成作业。	作业成绩	高质量地完成作业，不存在迟交作业的情况。	较高质量地完成作业，基本不存在迟交作业的情况。	质量一般地完成作业，偶有迟交作业的现象。	质量较差地完成作业，存在多次迟交作业的现象。

### 考核目标 2：考勤

考核方式：出勤情况统计

考核权重：10%

预期学习结果	考核依据	优秀 >90 分	良好 80-90 分	达成 60-80 分	未达成 <60 分
达成本课程目标： GYDXT-1、GYDXT-2、 GYDXT-3、GYDXT-4、 GYDXT-5。  能按时出席理论课、实验课，以保证学习质量。	平时出勤记录	做到按时上课，不存在旷课的现象。	基本做到按时上课，偶有旷课的现象。	不能够完全做到按时上课，存在一些旷课的现象。	不能够做到按时上课，存在多次旷课的现象。

### 考核项目 4：课程实验

考核方式：实验报告

考核权重：30%

预期学习结果	考核依据	优秀 >90 分	良好 80-90 分	达成 60-80 分	未达成 <60 分
达成本课程目标： GYDXT-7。  能使用现代化仿真工具完成供配电系统模型搭建及潮流分析仿真实验、供配电系统保护设备配合实验。	仿真实验报告	能够做到按时提交仿真实验报告；仿真结果正确、波形分析详细无误、报告质量高。	基本能够按时提交仿真实验报告；仿真结果基本正确、波形分析存在较小的问题、报告质量较好。	存在不按时提交仿真实验报告的情况；仿真结果存在若干错误、波形分析存在较大的问题、报告质量一般。	不能够按时提交仿真实验报告；仿真结果存在较明显的错误、波形分析存在很多问题、报告质量差。

## 考核项目 6：期末考试

考核方式：闭卷考试

考核权重：50%

预期学习结果	优秀 >90 分	良好 80-90 分	达成 60-80 分	未达成 <60 分
达成本课程目标： GYDXT-1、GYDXT-2、 GYDXT-3、GYDXT-4、 GYDXT-5、GYDXT-6 通过考试检验学生达到了课程目标与毕业要求。	在试卷中，对各知识单元的掌握程度全面达到预期学习结果，错误率在 10% 以下。	在试卷中，对各知识单元的掌握程度较好达到预期学习结果，错误率在 20% 左右。	在试卷中，对各知识单元的掌握程度基本达到预期学习结果，错误率在 30% 左右。	在讨论和作业中，对各知识单元的掌握程度达不到预期学习结果，错误率在 40% 以上。

## 7 本次修订说明

本大纲在原版本“DG7035801-201912”课程大纲基础上修订。对标最新的工程教育专业认证标准做了以下修改：

- (1) 对大纲条目布局做了修改，教材和学习资源部份并入基本信息；
- (2) 增加了实验教学部分的说明；
- (3) 对课程的考核方式和依据进行了细化。

## 8 其他需要说明的问题

无。