**《电力系统继电保护》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 电力系统继电保护 | | | |
| **英文** | | Power System Protective Relaying | | | |
| **课程代码** | A313153 | | **开课学院/系** | 电气信息工程学院 /电气工程系 | **制定/修订**  **时间** | 2023.09 |
| **课程类别** | 必修/专业课 | | **学分** | 2.5 | **学时** | 40 |
| **适用专业** | 电气工程及其自动化 | | | | | |
| **先修课程** | 电路原理、电机学、工程电磁场、电力与电子技术、电力系统分析 | | | | | |
| **选用教材** | 张保会等.电力系统继电保护（第2版）.北京：中国电力出版社，2010. | | | | | |
| **课时分配** | 理论教学32学时，实验8学时 | | | | | |
| **撰写人** | 陈立兴 | **审定人** | | 王琪 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《电力系统继电保护》是电气工程及其自动化专业的一门重要专业必修考查课程，也是一门直接与电力工程技术相关的课程。要求学生具有电路原理、电机学、工程电磁场、电力与电子技术、电力系统分析的基础。本课程主要是介绍电网的电流保护、电网的距离保护、输电线纵联保护、自动重合闸、电力变压器保护、发电机保护和母线保护，并结合实际工程应用，使学生掌握电力系统继电保护的基础理论和基本知识，为学生今后从事电气工程及其自动化领域的工程设计、系统运行与分析、技术开发等工作打下一定的理论和实践基础。

**二、课程目标**

课程目标1：掌握电网的电流保护和电网的距离保护基本原理与构成、以及整定计算方法；掌握输电线路纵联保护原理和基本逻辑。

课程目标2：掌握自动重合闸、变压器保护、发电机保护和母线保护基本原理。

课程目标3：了解继电保护发展历程，增强民族自信心和民族自豪感，以及奋发图强、自强自立的社会责任感和新发展理念。了解先进人物、安全事故、工程规范、中国电力，培养学生爱国情怀、团队精神、伦理知识和责任担当。具有工程思维、辩证思维等科学思维能力，以及恪守行业职业道德规范，遵守职业行为准则等职业素养。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求观测点** | **课程目标** |
| 毕业要求2：问题分析 | 2.1 能够应用数学、物理和工程基础原理和分析方法，识别专业工程问题，并表述为数学模型进行分析； | 1 |
| 2 |
| 2.3 能够借助文献研究分析电气工程及其自动化复杂工程问题已有的多种解决方案，寻找替代解决方案，并分析其合理性，获得有效结论。 | 1 |
| 2 |

**四、课程教学内容**

**（一）理论教学部分**

内容1：绪论

1.基本内容：电力系统运行状态，继电保护原理与组成，继电保护基本要求。

2.重点：继电保护基本要求。

3.难点：继电保护基本要求。

4.知识目标：了解电力系统运行状态，了解继电保护原理与组成，理解继电保护基本要求。

5.能力目标：能够理解继电保护四个基本要求。

6.素质目标：了解继电保护发展历程，激发学生爱国情怀。

内容2: 电网的电流保护

1.基本内容：继电器，单侧电源三段保护，双侧电源方向保护，中性点直接接地零序电流保护。

2.重点：三段式电流保护的作用、原理、整定计算。

3.难点：零序电流保护的作用、原理。

4.知识目标：了解电流、电压继电器的构造与原理，掌握三段式电流保护的原理和整定计算，了解功率方向继电器的工作原理，理解大电流接地系统单相接地短路时零序分量的特点，了解三段式零序电流保护的作用、工作原理和接线图。

5.能力目标：能够进行单侧电源三段式电流保护的整定计算。

6.素质目标：了解三段式保护配合，培养学生的团队精神，学会人与人之间合理分工和配合的重要性，培养学生严谨、协作和有逻辑思维能力等的职业素养。

内容3：电网的距离保护

1.基本内容：距离保护基本原理与构成，阻抗继电器动作特性，阻抗继电器实现方法，距离保护整定计算与评价。

2.重点：距离保护整定计算，阻抗继电器动作特性。

3.难点：阻抗继电器的动作特性。

4.知识目标：了解距离保护基本原理与构成，理解阻抗继电器动作特性，理解阻抗继电器实现方法，掌握距离保护整定计算。

5.能力目标：能够进行距离保护的整定计算。

6.素质目标：了解阻抗继电器动作特性，培养学生总结自身优势能力，在擅长岗位上多做贡献。

内容4：输电线路纵联保护

1.基本内容：数字基带信号及其频谱特性，基带传输常用线路码，基带信号传输与码间干扰，无码间干扰的基带传输特性，基带传输系统抗噪声性能，眼图，匹配滤波器。

2.重点：电流差动保护，高频距离保护

3.难点：高频距离保护逻辑。

4.知识目标：了解纵联保护分类，理解电流差动保护原理、特征、两侧电流同步测量法和影响电流差动保护的因素，了解电力线载波通道基本构成和载波信号应用，掌握测量阻抗特征、高频距离保护原理。

5.能力目标：能够运用电流差动保护和高频距离保护原理进行分析。

6.素质目标：了解名人事迹，培养学生独立思考、创新思维。

内容5：自动重合闸

1.基本内容：

自动重合闸作用及要求，线路三相一次自动重合闸，高压线路单相自动重合闸，高压线路综合重合闸。

2.重点：重合闸工作原理及继电保护与重合闸配合。

3.难点：继电保护与重合闸配合。

4.知识目标：理解自动重合闸作用，掌握单电源三相一次自动重合闸原理及继电保护与重合闸配合，理解双电源线路采用重合闸特殊要求和类型，了解单相重合闸的原理及输电线路使用综合重合闸意义。

5.能力目标：能够理解重合闸工作原理及继电保护与重合闸配合。

6.素质目标：了解典型大停电事故，让学生意识到电力安全是保障国计民生的重要支撑，增强其职业使命感和责任感。

内容6：电力变压器保护

1.基本内容：变压器故障类型与不正常运行，变压器纵联差动保护，变压器励磁涌流及鉴别法，变压器相间短路保护，变压器接地保护，变压器瓦斯保护。

2.重点：变压器纵联差动保护。

3.难点：变压器纵联差动保护。

4.知识目标：了解变压器故障类型与不正常运行，掌握变压器纵联差动保护原理，了解变压器励磁涌流及鉴别法、变压器相间短路保护和变压器接地保护，理解变压器瓦斯保护原理。

5.能力目标：能够理解变压器纵联差动保护原理。

6.素质目标：了解我国在变压器领域取得的成就，弘扬爱国主义精神和树立科技强国的历史责任感。

内容7：发电机保护

1.基本内容：发电机故障类型与不正常运行，发电机定子绕组短路故障保护，发电机定子绕组单相接地保护，发电机负序电流保护，发电机失磁保护。

2.重点：发电机纵差保护、横差保护和纵向零序电压保护反映的故障类型。

3.难点：发电机失磁保护。

4.知识目标：了解发电机故障类型与不正常运行，理解发电机定子绕组短路故障保护，了解发电机定子绕组单相接地保护和发电机负序电流保护，理解发电机失磁保护。

5.能力目标：能够理解发电机的纵差保护、横差保护和纵向零序电压保护反映的故障类型。

6.素质目标：了解我国三峡工程具有防洪、发电、航运等经济效益和社会效益，培养学生的自立精神。

内容8：母线保护

1.基本内容：

母线故障与保护装设，母线差动保护，母线保护问题与对策，断路器失灵保护。

2.重点：母线差动保护。

3.难点：母线差动保护。

4.知识目标：了解母线故障与保护装设，理解母线差动保护，了解母线保护问题与对策，了解断路器失灵保护。

5.能力目标：能够理解母线差动保护原理。

6.素质目标：培养学生的全局意识。

**（二）实验教学部分**

实验1：典型电流继电器特性实验

1.实验内容：熟悉DL型电流继电器实际结构、工作原理、基本特性。

2.实验目标：掌握动作电流的整定方法，理解返回系数的含义。

实验2：典型电压继电器特性实验

1.实验内容：熟悉DY型电压继电器实际结构、工作原理、基本特性。

2.实验目标：掌握动作电压的整定方法。

实验3：供电线路的定时限过电流保护实验

1.实验内容：掌握过电流保护电路的原理、深入认识继电保护二次原理接线图和展开接线图。进行实际接线操作，掌握过电流保护整定调时和动作试验方法。

2.实验目标：学会识别本实验中继电保护实际设备与原理接线图和展开接线图的对应关系，为以后各项实验打下良好的基础。

实验4：供电线路的低电压启动过电流保护

1.实验内容：掌握低电压启动过电流保护的电路原理以及整定计算方法。进行实际接线操作，掌握低电压启动过电流保护的整定调试和动作试验方法。

2.实验目标：理解过电流保护中引入低电压闭锁的意义。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | |
| **线下教学** | **混合教学** | **线上教学** |
| 课程目标1 | 内容1：电网的电流保护  内容2：电网的电流保护  内容3：电网的距离保护  内容4：输电线路纵联保护  实验1：典型电流继电器特性实验  实验2：典型电压继电器特性实验  实验3：供电线路的定时限过电流保护实验  实验4：供电线路的低电压启动过电流保护 | √ |  |  |
| 课程目标2 | 内容5：自动重合闸  内容6：电力变压器保护  内容7：发电机保护  内容8：母线保护 | √ |  |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

(1) 兴趣培养：引导、激励学生的学习积极性和自主性，让学生对课程有一个总体把握，多举一些生产生活中继电保护的实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。

(2) 合理安排和组织教学进程：从基本知识的基础出发，以使学生乐学为前提，深入浅出，循序渐进，使学生容易接受，容易理解。

(3) 良好的师生互动：让学生参与教学过程，成为真正意义上的主体。

(4) 多媒体技术广泛应用：运用动画和声音，使课程内容更直观、丰富、形象、多样、新颖，将抽象、不易理解的理论基础内容以动态图像演示出来，将抽象的理论用仿真的方法展示给学生。让枯燥抽象的课程内容生动化、形象化，从而易于被学生接受和理解。

(5) 有效的提问和作业：作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效的手段。为了达到能让学生不仅吸收所学知识，并且将知识融会贯通、学以致用，教师就要引导性的提问，布置作业时，要从基础知识出发，引发学生思考，扩展学生思维。让学生在自己完成作业的过程中，培养学生的思维能力和创新能力。

(6) 学会总结：要进行教师总结+学生总结。

(7) 做好课程实验：利用学校资源，以知识作为基础，根据课程的特点，设计验证性的基础实验，使学生通过实验亲自动手，掌握理论知识的基础；通过亲身实践，掌握课程基本知识内容。从而培养学生解决问题的思路和方法，提高学生的创造能力和适应变化的能力。

1. 学时分配

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **线上讲授** | **实验** | **上机** | **合计** |
| 内容1：绪论 | 2 |  |  |  | 2 |
| 内容2：电网的电流保护 | 6 |  |  |  | 6 |
| 内容3：电网的距离保护 | 6 |  |  |  | 6 |
| 内容4：输电线路纵联保护 | 4 |  |  |  | 4 |
| 内容5：自动重合闸 | 4 |  |  |  | 4 |
| 内容6：电力变压器保护 | 4 |  |  |  | 4 |
| 内容7：发电机保护 | 4 |  |  |  | 4 |
| 内容8：母线保护 | 2 |  |  |  | 2 |
| 实验1：典型电流继电器特性实验 |  |  | 2 |  | 2 |
| 实验2：典型电压继电器特性实验 |  |  | 2 |  | 2 |
| 实验3：供电线路的定时限过电流保护实验 |  |  | 2 |  | 2 |
| 实验4：供电线路的低电压启动过电流保护 |  |  | 2 |  | 2 |
| 合计 | 32 |  | 8 |  | 40 |

**七、课程考核方式及成绩评定**

本门课程采用“N+1”过程性考核的方式进行考核。

考核方式：采用作业、实验、调查报告和期末考试（开卷）相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。

成绩评定：课程考核总成绩中，作业成绩占30%、实验成绩占10%、调查报告成绩占10%、期末考试成绩占50%。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程**  **目标** | **考核环节** | | | | **合计** |
| **作业** | **实验** | **调查报告** | **期末考试** |
| 1 | 20% | 10% | 5% | 25% | 60% |
| 2 | 10% |  | 5% | 25% | 40% |
| 合计 | 30% | 10% | 10% | 50% | 100% |

**八、课程参考书目及资源**

1．张保会、银项根主编.电力系统继电保护（第二版）. 北京：中国电力出版社，2010.

2．贺家李、宋从矩合编.电力系统继电保护原理. 北京：中国电力出版社，2010.

3．王广延、吕继绍合编.电力系统继电保护原理与运行分析. 北京：中国电力出版社，1995.

**九、大纲修订说明**

无。

**附件：评分标准**

1. **过程性考核评分标准**

**1.作业评分标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 观测点 | **优（90～100）** | **良（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60**  **～69）** | **不及格（<60）** |
| 书写(权重0.3) | 工整 | 较工整 | 基本工整 | 不工整 | 较不工整 |
| 态度(权重0.3) | 认真 | 较认真 | 基本认真 | 不认真 | 较不认真 |
| 解题(权重0.4) | 内容完整、思路清晰、计算正确 | 内容完整、思路可行、计算个别错误 | 内容基本完整、思路尚可、计算少部分错误 | 内容基本完整、思路尚可、计算部分错误 | 内容不完整或不会做 |

**2.调查报告评分标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 观测点 | **优（90～100）** | **良（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60**  **～69）** | **不及格（<60）** |
| 书写(权重0.3) | 工整 | 较工整 | 基本工整 | 欠工整 | 不工整 |
| 态度(权重0.3) | 认真 | 较认真 | 基本认真 | 欠认真 | 不认真 |
| 内容(权重0.4) | 完整 | 较完整 | 基本完整 | 欠完整 | 不完整 |

**3.实验报告评分标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **观测点** | **优**  **（90～100）** | **良**  **（80～89）** | **中等**  **（70～79）** | **及格**  **（60～69）** | **不及格（<60）** |
| 权重0.3 | 对实验过程叙述详细、概念正确，语言表达准确，结构严谨，条理清楚，逻辑性强。 | 对实验过程叙述较详细、概念正确，语言表达较准确，结构严谨，条理清楚，逻辑性强。 | 对实验过程叙述较详细，有一定的条理和逻辑性。 | 对实验过程叙述简单，有一定的条理。 | 对实验过程叙述简单，没有条理，体现不出逻辑性。 |
| 权重0.5 | 实验过程中数据准确，存在问题分析详细透彻、规范、全面。 | 实验过程中数据准确，存在问题分析较为详细透彻。 | 实验过程中数据不太准确，存在问题有较详细的分析，但不全面。 | 实验过程中数据不准确，存在问题有简单分析和描述。 | 没有数据，未能对实验过程中存在问题进行有效的分析。 |
| 权重0.2 | 格式正确，表达清晰，图表规范。 | 格式正确，表达较清晰，图表较规范。 | 格式基本正确，表达基本清晰，图表基本较规范。 | 格式基本符合要求，表达和图表无原则性错误。 | 未按格式规范要求完成报告。 |

注：未交一律0分。