

河南省职业教育教学成果奖 附件材料

成果名称 绿电赋能、产教融合、数智驱动：电力专业
群服务“双碳”战略创新与实践

第一完成单位 郑州电力职业技术学院

主要完成人 李杰虎、华红艳、马银安、郝艳艳、冯华琛、
王文豪、魏继红、张之枫、任万英、范 莉、
周永闯、梁卫玲、刘建萍、校香云

推荐序号 0504

附件目录：

八、教材成果

1. 《变配电设备运行与维护技术》河南省职业教育和继续教育精品在线开放课程配套教材



河南省职业教育和继续教育精品在线开放课程配套教材

变配电设备运行 与维护技术

主审 吴 靛

主编 张红丽 刘小彩 许昭一



 上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书根据教育部职业教育教学改革有关要求和高等职业院校的教学特色编写。全书共有 11 个项目，分别为变压器、断路器、隔离开关、互感器、电容器、高压开关柜、GIS 组合电器、母线、避雷器、接地、倒闸操作。

本书结构完整、内容实用，注重培养学生的综合技能，可作为高等职业院校能源动力与材料类相关专业学生的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

变配电设备运行与维护技术 / 张红丽, 刘小彩, 许昭一主编. — 上海: 上海交通大学出版社, 2025. 9.

ISBN 978-7-313-33282-0

I. ① TM63; TM642

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 20257DT232 号

变配电设备运行与维护技术

BIANPIEDIAN SHEBEI YUNXING YU WEIHU JISHU

主 编: 张红丽 刘小彩 许昭一

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

印 制: 三河市龙大印装有限公司

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

字 数: 373 千字

版 次: 2025 年 9 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-33282-0

定 价: 49.80 元

地 址: 上海市普育路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 15.75

印 次: 2025 年 9 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与发行部联系

联系电话: 0316-5165436

本书编委会

主 审 吴 靓

主 编 张红丽 刘小彩 许昭一

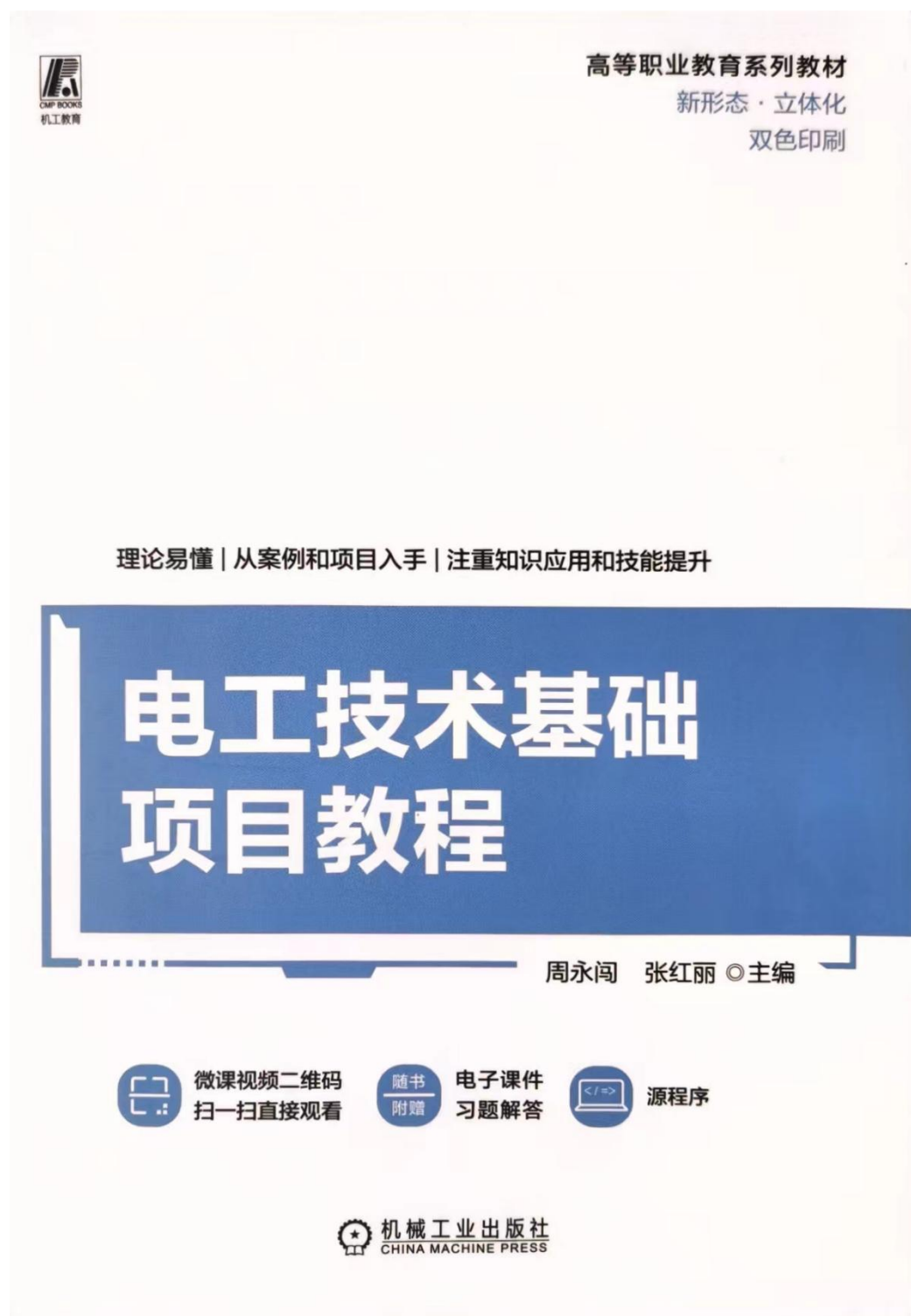
副主编 梁卫玲 车 鹏 马银安

秦福祥 郭漫玉

参 编 陈 鹏 杨 森 陈 浩

王 金 李 芳

2. 《电工技术基础项目教程》立体化教材



高等职业教育系列教材

电工技术基础项目教程

主 编 周永闯 张红丽
副主编 班 晴 何玉婷 周晓利 魏继红
参 编 周俊玲 闪晨曦 李 超 杜 一
主 审 苏海滨



机械工业出版社

www.cmpbook.com

010-68993948

本书内容充分考虑高职高专学生目前的知识层次、学习能力和应用能力的实际情况，以基础知识掌握为前提，附加知识的延伸与拓展，方便学有余力的学生对知识有较全面的理解和掌握。本书采用项目式教学形式，全面、系统、深入地讲述了电工技术的基本知识和基本技能。具体内容包括：直流电路的测试分析、正弦交流电路的测试分析、一阶动态电路的测试分析、磁路测试和分析及安全用电技术。

本书具有内容新、理论深度适当、实用性及实践性强等特点，注重基本概念、基本原理和基本分析方法的阐述，注重联系工程实际，突出理论知识的实用性和适度性，可作为高职高专院校电气与电子类各专业电路分析课程的教材，同时也可以作为电学爱好者和相关专业工程技术人员的参考书。

本书配套电子资源包括二维码形式的微课视频、电子课件、习题解答、源程序和参考资料等，需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册，审核通过后下载，或联系编辑索取（微信：13261377872；电话：010-88379739）。

图书在版编目（CIP）数据

电工技术基础项目教程 / 周永闯，张红丽主编. —北京：机械工业出版社，2023.6

高等职业教育系列教材

ISBN 978-7-111-73105-4

I. ①电… II. ①周… ②张… III. ①电工技术-高等职业教育-教材 IV. ①TM

中国国家版本馆 CIP 数据核字（2023）第 076137 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：李文轶

责任编辑：李文轶 周海越

责任校对：郑 婕 赵小花

责任印制：刘 媛

北京中科印刷有限公司印刷

2023 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·12.5 印张·325 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-73105-4

定价：55.00 元

电话服务

网络服务

客服电话：010-88361066

机工官网：www.cmpbook.com

010-88379833

机工官博：weibo.com/cmp1952

010-68326294


金书网：www.golden-book.com

封底无防伪标均为盗版

机工教育服务网：www.cmpedu.com

目 录 Contents

前言

	直流电路的测试分析	1
任务 1 双电源供电电路基本物理量 测量分析		1
1.1 电路及其基本物理量		4
1.1.1 电路和电路模型		4
1.1.2 电路的基本物理量		6
1.1.3 电路的工作状态		11
1.1.4 电气设备的额定值		12
[知识拓展] 用电能表测量家电功耗的 简易方法		12
[练习与思考]		13
任务 2 惠斯通电桥电路测量分析		14
1.2 电路基本元件及连接方式		17
1.2.1 欧姆定律		17
1.2.2 电路基本元件		17
1.2.3 元件串并联与混联电路		25
[知识拓展] 常见的电阻、电容与电感		30
[练习与思考]		31
任务 3 双电源供电电路基尔霍夫 定律的测试分析		32
1.3 基尔霍夫定律及支路电流法		34
1.3.1 基尔霍夫定律		34
1.3.2 支路电流法		37
[知识拓展] 电阻的主要参数与电阻值的 表示方法		38
[练习与思考]		40
任务 4 双电源供电电路等效电路分析		41
1.4 戴维南、诺顿定理及电源等效 变换		43
1.4.1 戴维南定理		43
1.4.2 诺顿定理		45
1.4.3 电压源与电流源的等效变换		45
[知识拓展] 最大功率输出问题		49
[练习与思考]		50
任务 5 双电源供电电路综合应用 分析		52
1.5 网孔电流法、节点电压法及叠加 定理		54
1.5.1 网孔电流法		54
1.5.2 节点电压法		55
1.5.3 叠加定理		57
[知识拓展] 非线性电阻电路的分析 方法		58
[练习与思考]		59

6.1 正弦交流电路的测试分析 62

任务1 白炽灯电路元件参数的测试分析 62	[练习与思考] 96
2.1 交流电基本概念与交流电的运算 64	任务3 荧光灯电路功率因数提高测试分析 97
2.1.1 正弦交流电路基本概念 64	2.3 正弦交流电路功率及功率因数的提高 98
2.1.2 正弦量相量表示法 68	2.3.1 正弦交流电路功率 99
2.1.3 单一参数的交流电路 71	2.3.2 正弦交流电路功率因数的提高 101
[知识拓展] 中国电力“一特四大”战略和“三华”特高压同步电网 78	[知识拓展] 荧光灯的工作原理及维修方法 103
[练习与思考] 78	[练习与思考] 105
任务2 三相异步电动机单相空载运行电路分析 81	任务4 三相交流电路的测量分析 106
2.2 交流电串联、并联及混联电路分析 84	2.4 三相交流电路 109
2.2.1 RLC 串联交流电路 84	2.4.1 三相电源 110
2.2.2 GLC 并联交流电路 88	2.4.2 三相负载 113
2.2.3 正弦交流混联电路分析 90	2.4.3 三相功率 115
2.2.4 电路中的谐振 92	[知识拓展] 家庭用电线路安装与设计简介 117
[知识拓展] 全球能源态势 95	[练习与思考] 119

6.2 一阶动态电路的测试分析 122

任务1 闪光灯电路分析 122	任务2 汽车电子点火电路分析 135
3.1 动态电路的描述与一阶 RC 电路的分析 124	3.2 一阶 RL 电路的分析与三要素法 137
3.1.1 动态电路的描述 124	3.2.1 一阶 RL 电路的分析 138
3.1.2 一阶 RC 电路的分析 128	3.2.2 一阶电路的三要素法 142
[知识拓展] 储能技术发展方向 133	[知识拓展] 电源技术发展方向 143
[练习与思考] 134	[练习与思考] 144

4.3 磁路测试和分析145

任务1 磁性材料与磁路应用.....	145	[练习与思考].....	162
4.1 磁路.....	147	任务2 单相变压器磁路分析.....	165
4.1.1 磁场的几个基本物理量.....	148	4.2 变压器.....	167
4.1.2 常用铁磁材料及其特性.....	151	4.2.1 变压器基本概念.....	168
4.1.3 磁路基本定律.....	155	4.2.2 特殊用途变压器.....	172
4.1.4 电磁感应定律.....	159	[知识拓展] 霍尔元件简介.....	173
[知识拓展] 电磁储能与干簧式继电器简介.....	161	[练习与思考].....	174

5.1 安全用电技术177

任务1 预防触电的安全措施训练.....	177	任务2 触电急救与电气火灾处理.....	186
5.1 电工安全基础知识.....	178	5.2 触电急救与电气火灾.....	187
5.1.1 预防触电的基本知识.....	178	5.2.1 触电急救.....	187
5.1.2 触电事故断电操作方法.....	183	5.2.2 电气火灾.....	188
[知识拓展] 国家电网组织总体架构与 各层功能定位.....	185	[知识拓展] 两个替代与全球能源观.....	190
[练习与思考].....	185	[练习与思考].....	193

5.2194

项目 2 正弦交流电路的测试分析

教学导航

本项目介绍正弦交流电路的稳态分析。正弦信号是一种基本信号，广泛应用于工农业生产和日常生活中，故对正弦稳态电路的分析在电路分析中占有十分重要的地位。另外，从信号分析的角度看，任何复杂的信号都可以分解为按正弦规律变化的分量，因此在掌握了正弦稳态电路的分析方法后，就可以研究复杂信号作用下的电路响应，利用叠加定理分别研究每一个正弦分量信号作用下的电路响应，再叠加得到总的响应。

所有电压、电流为同一频率的正弦函数的电路称为正弦交流电路。本项目先介绍正弦交流电路的三要素、正弦量的相量表示，再介绍正弦交流电路的分析方法和功率，最后介绍三相交流电路电源和负载的特点、连接方式和分析方法，包含三相交流电路的功率测量及计算方法。

任务 1 白炽灯电路元件参数的测试分析

【任务导入】

蜘蛛依靠什么来判断网的振动是由昆虫引起的而不是由风引起的？人能听到蜜蜂扇动翅膀的“嗡嗡”声，为什么蝴蝶扇动翅膀的声音人们听不到？家庭电路中的白炽灯使用交流电，交流电大小、方向时刻在变化，为什么白炽灯看起来不会忽明忽暗？衡量交流电好坏的主要指标有哪些？交流电大小和方向是按照什么样的规律进行变化的？这些时刻变化的电流和电压如何用一个恒定不变的值去描述它们？更进一步地讲，这些时刻变化的量之间该如何进行运算呢？完成任务 1 的学习后这些问题将得到很好的解答。

【学习目标】

- 1) 理解正弦交流电的概念。
- 2) 掌握使用交流电压表、交流电流表、功率表测量交流电路及分析交流电路。
- 3) 能够分析电阻、电容、电感等元件在交流电路中的阻抗性质。
- 4) 学会分析、计算元件参数。

【工作任务】

图 2-1-1 为白炽灯实验电路，使用示波器分析工频交流电频率、周期、最大值，使用示波器测量分析 3 个并联支路中各元件电

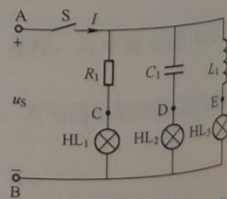


图 2-1-1 白炽灯实验电路

[任务仿真]

教师使用 Multisim 软件按照图 2-1-1 连接白炽灯实验电路，用直流电和交流电分别进行仿真实验。对图 2-1-1 中元件选用不同参数，使用示波器进行电路基本物理量测量，让学生分析电阻、电容、电感支路特点。



[任务实施]

1. 交流白炽灯直流电源电路测试分析

1) 按照图 2-1-1 连接电路， u_S 为直流 220V 电源、 R_1 为 220V/2k Ω 电阻、 C_1 为 450V/20 μ F 电容、 L_1 为 3A/2H 线绕电感、HL₁、HL₂、HL₃ 为 220V/25W 白炽灯，闭合开关 S 后观察 3 个灯的情况，并测量各元件两端电压。

2) 将观察的情况及测量数据填入表 2-1-1 中。

表 2-1-1 交流白炽灯直流电源电路测试数据

HL ₁	HL ₂	HL ₃	U_{AB}/V	U_{AC}/V	U_{CB}/V	U_{AD}/V	U_{DB}/V	U_{AE}/V	U_{EB}/V

2. 交流白炽灯交流电源电路测试分析

1) 按照图 2-1-1 连接电路， u_S 为工频 220V 交流电源，其他元件不变，闭合开关 S 后观察 3 个灯的情况，并测量各元件两端电压。

2) 将观察的情况及测量数据填入表 2-1-2 中。

表 2-1-2 交流白炽灯交流电源电路测试数据

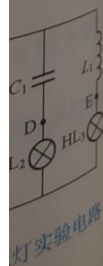
HL ₁	HL ₂	HL ₃	U_{AB}/V	U_{AC}/V	U_{CB}/V	U_{AD}/V	U_{DB}/V	U_{AE}/V	U_{EB}/V

3) 保持开关 S 闭合，使用数字示波器一个通道测量 A 点和 B 点间波形，观察工频电的周期、频率和最大值，使用两个通道同时测量 A、C 和 C、B 两点间波形，比较观察波形变化趋势是否一致，使用两个通道同时测量 A、D 和 D、B 两点间波形，比较观察波形变化趋势是否一致，使用两个通道同时测量 A、E 和 E、B 两点间波形，比较观察波形变化趋势是否一致。让学生尝试使用不同的电路参数继续验证结论的普遍性。

[总结与提升]

周期、频率和振幅是正弦交流电的三要素，在直流电作用下电容的容抗为无穷大，电感的感抗为零，在交流电作用下电容的容抗和频率成反比，电感的感抗和频率成正比。

在交流电路中，纯电感两端的电压相位超前流过电感的电流相位 90°，纯电容两端的电压相位滞后流过电容的电流相位 90°，分析研究交流电路要时刻关注相位变化对交流电路的影响。



白炽灯实验电路

应用于工农的地位。分量，因此位，利用叠立。自先介绍正和功率，最充电路的功

峰扇动翅膀交流电，交的主要指标和电压如何进行运算呢？

2.1 交流电基本概念与交流电的运算

不忘初心，才能有始有终，大学生应该坚定自己的理想信念。

2.1.1 正弦交流电路基本概念

1. 正弦量概念

大小和方向都不随时间变化的电流、电压统称为稳恒直流电(DC)，一般用大写字母表示，例如 I 、 U ；大小和方向均随时间做周期性变化，且在一个周期内平均值为零的电流（电压、电动势）称为交流电，一般用小写字母表示，例如 i 、 u 等。交流电的变化形式是多种多样的，如图 2-1-2 所示。随时间按正弦规律变化的电流、电压、电动势等统称为正弦量，或称为正弦交流电，可简称为交流电(AC)。



2-1-2
正弦交流电基本
概念

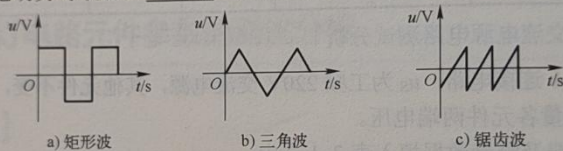


图 2-1-2 常见交流电波形

正弦交流量的大小和方向随时间按正弦规律周而复始变化。在分析正弦交流电路时，首先需要写出正弦交流量的数学表达式，画出它的波形图。为此，必须像直流电路一样，预先设定交流量的参考方向。图 2-1-3a 所示的电路流过的正弦电流 i ，其参考方向如实线箭头所示。当 i 的实际方向与参考方向一致时，是正值，对应波形图的正半周；当 i 的实际方向与参考方向相反时，是负值，对应波形图的负半周。与直流电路相同，分析交流电路时，一般习惯将电压和电流选取为关联参考方向。正弦电流 i 的波形如图 2-1-3b 所示，在交流电的波形图中，横坐标既可以用时间 t （单位 s）表示，也可以用电角度 ωt （单位 rad）来表示。与波形图相应的正弦电流的数学表达式为

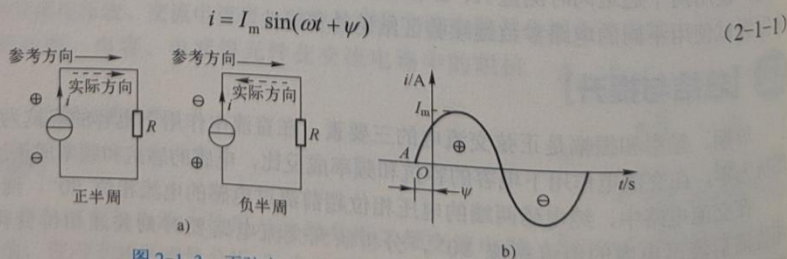


图 2-1-3 正弦交流电流的参考方向和波形

式(2-1-1)称为正弦电流的瞬时值表达式。正弦量在任意瞬间的值称为瞬时值，用小写字母

