

閩南師範大學

教育碩士專業學位論文

兩岸四版高中物理教材的比較與
實踐研究——以“電磁學”為例

林鑫

閩南師範大學

二〇二一年六月

学校代码：10402

学 号：2019091005

分 类 号：

密 级：

閩南師範大學

教育硕士专业学位论文

两岸四版高中物理教材的比较与 实践研究——以“电磁学”为例

学位申请人：林 鑫

指导教师：姚 珩教授

学位类别：教育硕士专业学位

学科专业：学科教学（物理）

授予单位：闽南师范大学

答辩日期：二〇二一年六月

CODE: 10402

NO.: 2019091005

U.D.C.:

Classified Index:

**A Dissertation for the Degree of M.
Education**

**Comparison and practical research of
the four editions of physics textbooks for
high school across the Taiwan Straits —
taking electromagnetism as an example**

Candidate : Lin Xin

Supervisor : Prof. Yao Heng

Specialty : Physical Education Subject
Teaching

Academic Degree Applied : Master of Education

for

University : Minnan Normal University

Date of Oral Examination : June, 2021

摘 要

教材是物理教学的重要载体，它可丰富学科知识和方法，並合理衔接课程与教学；海峡两岸族源同一，在文化上有深厚渊源，通过两地四版教材的比较研究，能够取长补短，推进物理教学发展的进程。

本文选取大陆人教版、司南版以及台湾翰林版和龙腾版的高中物理教材为研究对象。以物理学科核心素养为理论基础，运用文献研究法、比较研究法、问卷调查法、访谈法，结合两岸课程标准（纲要），对电磁学中四个核心知识点的知识结构、编写思路、物理概念和规律的描述、物理实验设计、科学推理逻辑等方面进行比较研究。

研究发现，大陆《课程标准》学科针对性较强、物理课程选择性高、强调因材施教、与时俱进；台湾物理课程难度较高、注重课程的衔接与跨科目融合、注重科学史的教育价值。根据每个核心知识的比较分析结果，提出相应的教学建议。

最后选取库仑定律教学案例进行教学实践，运用问卷调查与学生访谈的方式对教学效果进行定性检验。教学实践表明，整合教材的新教学在一定程度上对学生的物理学科核心素养的培养起到正面影响。

关键词：物理学科核心素养；教材；电磁学；比较研究

Abstract

Textbooks are essential carriers for physics teaching to enrich subject knowledge and methods, and to solidate the course teaching properly. The two sides of the Taiwan Straits have the same ethnic and profound cultural origins. Through the comparative studies of the four editions of physics textbooks on both sides, we can benefit each other and promote the development of physics teaching.

This paper selects physics textbooks for the senior high schools from the Chinese mainland, Sinan, Taiwan Hanlin and Longteng editions as the research objects. Based on the theory of physical science core literacy, we apply literature method, comparison method, questionnaire survey method, and interview method, as well as combine the curriculum standard to investigate the core knowledge structure about the principles of electromagnetism taught in the high schools. The contents are also related to the individual writing mentality, the description of the concepts and laws, experiment design, and scientific reasonings.

It is found that the curriculum standards in mainland China are more targeted in subjects, more selective in physics courses, and emphasize teaching students in accordance with their aptitude and advancing contemporarily. Taiwan physics curriculum is more difficult, attaching great importance to course cohesion and cross-subject integration, and connecting great importance to the educational value of the history of science. According to the comparative analysis results of each core knowledge point, the corresponding teaching suggestions are provided.

Finally, the contents of Coulomb's law are selected for teaching practice. The teaching effect is qualitatively tested by using questionnaire survey and student interview. The practice shows that the new teaching method with the integration of materials has a positive influence on the cultivation of students' core quality of physics to some extent.

Keywords: Physics core accomplishment; Textbooks; Electromagnetics; Comparative study

目录

摘 要.....	I
Abstract.....	III
目录.....	V
第 1 章 绪论	1
1.1 研究缘起.....	1
1.1.1 源于物理学科核心素养落实的现实需求.....	1
1.1.2 基于两岸四版教材的互鉴价值.....	1
1.2 研究现状.....	2
1.2.1 不同国家地区各版本物理教材的比较研究.....	3
1.2.2 以电磁学为主题的教材比较研究.....	5
1.2.3 研究现状评述.....	5
1.3 研究意义.....	6
第 2 章 比较研究设计	7
2.1 理论基础.....	7
2.1.1 物理学科核心素养理论.....	7
2.1.2 建构主义学习理论.....	8
2.2 研究方法.....	8
2.3 研究思路.....	9
第 3 章 两岸课程标准（纲要）的比较分析	11
3.1 整体结构的比较.....	11
3.1.1 课程标准（纲要）框架比较.....	11
3.1.2 物理课程结构比较.....	12
3.2 教育理念的比较.....	13
3.2.1 基本理念比较.....	13
3.2.2 课程目标比较.....	14
3.3 实施建议的比较.....	15
3.3.1 教材编写建议比较.....	15

3.3.2 教学实施建议比较.....	16
3.4 小结.....	17
第4章 两岸四版教材电磁学核心知识点比较.....	20
4.1 库仑定律.....	20
4.1.1 宏观呈现比较.....	20
4.1.2 微观呈现比较.....	22
4.1.3 基于物理学科核心素养的比较分析.....	25
4.1.4 教学建议.....	26
4.2 电势能.....	28
4.2.1 宏观呈现的比较.....	28
4.2.2 微观呈现的比较.....	29
4.2.3 基于物理学科核心素养的比较分析.....	31
4.2.4 教学建议.....	32
4.3 闭合电路欧姆定律.....	33
4.3.1 宏观呈现的比较.....	33
4.3.2 微观呈现的比较.....	36
4.3.3 基于物理学科核心素养的比较分析.....	38
4.3.4 教学建议.....	39
4.4 电磁感应定律.....	40
4.4.1 宏观呈现的比较.....	40
4.4.3 微观呈现的比较.....	42
4.4.2 基于物理学科核心素养的比较分析.....	45
4.4.3 教学建议.....	47
第5章 基于教材分析的物理教学案例研究.....	50
5.1 片断教学案例一：《库仑定律》.....	50
5.1.1 教学分析.....	50
5.1.2 教学过程.....	51
5.2 片断教学案例二：《电势能》.....	54

5.2.1 教学分析.....	54
5.2.2 教学过程.....	55
5.3 片断教学案例三：《闭合电路欧姆定律》	57
5.3.1 教学分析.....	57
5.3.2 教学过程.....	58
5.4 片断教学案例四：《电磁感应定律》	63
5.4.1 教学分析.....	63
5.4.2 教学过程.....	64
第6章 基于教材分析的物理教学实践研究.....	68
6.1 教学效果研究	68
6.1.1 实验目的.....	68
6.1.2 实施对象与内容.....	68
6.2 教学实践效果分析	69
6.2.1 教学反馈问卷调查.....	69
6.2.2 学生访谈.....	72
6.3 实践研究结论	76
第7章 总结与展望.....	78
7.1 总结与不足	78
7.1.1 总结.....	78
7.1.2 不足.....	80
7.2 展望	81
参考文献.....	82
附录1：教学效果评估问卷	86
附录2：教学效果访谈提纲	88
附录3：《库仑定律》教学设计	90
附录4：《电势能》教学设计	96
附录5：《闭合电路欧姆定律》教学设计	102
附录6：《电磁感应定律》教学设计	108

第1章 绪论

1.1 研究缘起

1.1.1 源于物理学科核心素养落实的现实需求

2014年我国教育部在《关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》中首次提出了“核心素养”概念^[1]。这一概念的提出是基础教育课程改革的突破点，是未来基础教育改革的灵魂、教育改革的代名词。

《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》（以下简称课程标准）明确指出：高中物理课程要以“立德树人”为根本任务，进一步提升学生的物理学科核心素养。学科核心素养是学科育人价值的集中体现，是学生通过学科学习而逐步形成的正确价值观念、必备品格和关键能力^{[2]P4}。但无论课程标准怎样强调核心素养的重要性，要想在教学实践中真正落实，还需要通过优质的教材来搭建桥梁^[3]。因此课程标准在教材的编写原则中强调：要站在素质教育的高度，落实物理课程在“物理观念”、“科学思维”、“科学探究”、“科学态度与责任”等方面的要求^{[2]P67}。高中物理教材是物理教学的重要载体，是指导教师带领学生建立物理观念、培养科学思维、提高科学探究能力以及养成科学态度与责任的指南针，因此教材编写的内容和风格会直接影响到学生物理学科核心素养的发展。

1.1.2 基于两岸四版教材的互鉴价值

本研究选取中国大陆人民教育出版社出版的2019年最新修订普通高中物理教材（以下简称“人教版”）、山东教育出版社出版的2019年最新修订普通高中物理教材（以下简称“司南版”）以及中国台湾省翰林出版事业股份有限公司出版的2020年最新修订普通高中物理教材（以下简称“翰林版”）、龙腾出版事业股份有限公司出版的普通高中物理教材（以下简称“龙腾版”）为研究对象，主要是由于这四版教材存在以下几个方面的互鉴价值：

第一，台湾省教育部对教材的编写与使用主要扮演监督员的角色，支持鼓励各个民间组织以《十二年国民基本教育课程纲要》为指标开展教材编写的研究，教育部审查通过后由各大出版商出版，并且各个学校拥有教材使用的自主选择权，能够实现百花齐放

的思维碰撞。其中龙腾版和翰林版是台湾省受众与使用范围最广的两版教材，近几年在台湾的发行量稳居前2名，能够在众多教材中脱颖而出，说明教材的编写具有一定特色，有许多值得借鉴的地方，有较强的研究价值。

第二，我国在坚持一个中国的重要前提下，实行“一国两制”管理制度。在教育上，台湾省虽然曾受到一定西方文化的影响，但是与大陆同根同源，尤其是与福建省隔海相望，自古以来关系密切。因此两岸教材在各有特点的基础上，也有许多相似点，与其他国家和地区相比，二者有更多的借鉴意义与研究价值。

第三，从新中国成立到改革开放之前，大陆地区一直实施“一纲一本”的教材政策，随着审定制度的开放化，教材的版本也逐渐多元化，变为“一标多本”制度，质量有了显著的提升与发展。在我国现行的高中物理教材中，人教版为大陆地区使用范围最广的物理教材，与台湾省隔海相望的福建省一直使用的是司南版教材。对新修订的两版教材进行对比研究，可以更加直观的看到相同教育目标下不同形式的教学手段、方法，取长补短，能为新教材的使用提供有益的帮助。

1.2 研究现状

为了解物理教材比较的研究现状，笔者以“物理教材比较”为主题在知网中检索，一共检索到450篇文献。对2001-2020年间的文献数量进行统计，统计结果如下：

表 1.1 物理教材比较研究的文献数量

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
数量	4	11	4	5	4	7	7	10	16	19
年份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
数量	15	16	25	28	41	46	44	47	47	54

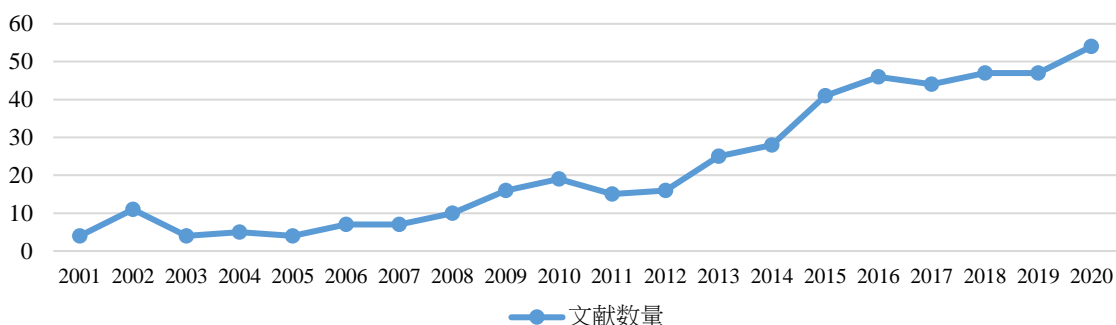


图 1.1 物理教材比较研究的文献数量折线图

由知网的检索情况可以看出，国内对物理教材比较的研究整体呈上升趋势，可见物理教材的比较研究已受到学界的关注，笔者将从三个方面对相关文献进行概述。

1.2.1 不同国家地区各版本物理教材的比较研究

1. 中国大陆各个不同版本物理教材的比较研究

目前对大陆地区各个版本教材的比较研究主要有以下四个方面：

第一，教材结构的比较研究。如马翠娜以大陆五个版本高中物理教材的必修内容为研究对象，分别对教材的结构、栏目、实验、拓展这几个方面展开比较，再根据不同教材的特色和风格，给出建议^[4]；作者陈伟以高中物理人教版和粤教版教材为研究对象，从教材的结构出发对教材内部各要素各个成分之间的组织形式进行比较研究^[5]。

第二，教材习题的比较研究。如作者李鹏飞以高中物理人教版和司南版为研究对象，运用五维难度模型对教材习题的各个要素进行比较，对教材编写及教材使用提出建议^[6]；杨孝波以新旧人教版必修第一册为研究对象，对习题结构、题型分布及题量、形同题、情景设置、图像表征、问题设置等方面进行比较，为教材编写和使用提供借鉴参考^[7]。

第三，以某个主题为比较研究对象。如李洋以人教版和沪科版为研究对象，对“机械能守恒定律”这章的结构、插图、习题、语言等进行比较。研究发现人教版更有利于学生建构扎实的物理基础；沪科版更注重科学探究能力的培养^[8]。作者耿碧玉以五个版本的高中物理教材为研究对象，对“曲线运动”这章中知识、插图、拓展栏目、实验及习题等方面进行比较^[9]。

第四，针对新旧教材的比较。如李丽燕与周少娜，从五个维度对新旧人教版高中物理教科书的学生实验进行了研究，并提出教学建议^[10]。作者俞翔以人教版 2004、

2019 两版本教材为研究对象，对“机械能守恒定律”一章的栏目、章节、编写逻辑、核心定理定律构建、实验编排等进行比较^[11]。作者胡嘉莹和张军朋对新旧人教版中力学实验进行比较，比较发现从整体上来看，新教材更重视培养学生的科学思维及科学探究能力^[12]。

2. 中国大陆与中国台湾物理教材的比较研究

有关中国大陆与中国台湾物理教材的比较研究可概述如下：

第一，对教材整体呈现的比较研究。如耿书娟以人教版和龙腾版为研究对象，对教材内容、结构、习题等方面进行研究^[13]；李万荣对沪科版和台湾南一版高中教材中力学部分的内容框架与呈现方式进行比较研究^[14]；作者王璐、王较过对台湾物理龙腾版教材《基础物理（全）》的呈现方式进行分析，研究发现台湾教材具有充分利用数学工具的特点，给我国教材编写提出建议^[15]。

第二，对教材中某一模块进行比较研究。如韩唯伟对教材中各类型实验的设置、校园环境、学习兴趣等方面进行了比较^[16]；公丽云以人教材和南一版高中物理教材为研究对象，对比统计习题数量、类型、形式、难度、开放度等方面^[17]。

3. 中外物理教材的比较研究

有关中外物理教材的比较研究可概述如下：

第一，对某知识点进行比较研究。如卞望来在科学探究的视角下以美国高中教材《Physics : Principles and Problems》和我国人教版为研究对象，选取“万有引力与航天”知识点进行比较研究，提出教材编排与教学建议：重视学习方法的传授；重视实验与实践；重视融合和综合^[18]。刘媛媛和卞望来采用同样的两本中美教材，选取“机械能守恒定律”这一知识点为研究对象，对内容、栏目、应用和插图等进行比较，探讨两国教材在培养学生物理观念方面的差异性^[19]。作者董博清与彭前程以初中物理教材“浮力”为例，分析中美主流初中物理教材的编写逻辑，探索两个国家教材知识形成过程中体现的逻辑线索，为教材编写更好地促进学生思维的培养和发展提供参考^[20]。

第二，对教材呈现方式的比较研究。如学者刘健智、卢宇梦等选取美国高中物理教材《物理学：原理和问题》和我国人教版高中《物理》（必修 1）中的角速度为研究对象，分析章节、文本、栏目等方面具体分析两国教材的特点，并提出教学建议

^[21]。作者王祥委，段娟娟等选取目前我国使用较为广泛的5套新课标高中物理教材和美国高中物理教材“物理：原理与问题”为研究对象，从物理学史的呈现方式和内容选择两个方面进行比较研究，为我国下一轮教材修订、编写提出了合理建议^[22]。

第三，对教材难度的比较研究。如学者李晓梅，李春密运用自创的初中物理教材比较分析模型，选取中国和美国教材中的压强和浮力部分就难度问题进行静态的文本分析，包括广度和深度两个维度。研究发现：中国教材的广度和难度都低于美国教材，但知识点的平均深度高于美国教材^[23]。

1.2.2 以电磁学为主题的教材比较研究

第一，教材整体的比较研究：如孟菲菲以我国人教版和德国KPK高中物理教材为研究对象，对体例设置、结构、内容、语言、插图、阅读材料、实验和习题等方面进行比较研究，并提出几点建议^[24]；王较过、陈鲜艳对人教版选修3-1和美国教材中电学部分的章节、文本编写、栏目、插图及习题等方面对比分析^[25]。

第二，对教材某一知识点进行研究：如任标对人教版和美国《物理：原理与问题》“电磁学”部分内容为研究对象，对这部分内容所用的定则进行比较，开拓教师的视野、加深对教学的理解^[26]。

第三，对教材难度、深度进行研究：如宁夏大学郑宇晴的学位论文中，以我国人教版和英国A level Physics版中电磁学部分的目录、知识点的广度、深度进行比较，发现英国深度更深，我国广度更广^[27]。蒋忠星与呼力雅格其对中俄初中物理教材“电学”内容难度进行比较^[28]；董欢欢对大陆人教版和德国KPK高中物理教材中电磁学部分进行量化研究，得出人教版比KPK教材知识更广、更深，难度更大^[29]。

1.2.3 研究现状评述

综上所述，近年来研究者对各个国家地区教材比较研究的文献丰富，学者们从难度、广度、深度等各个不同的角度对教材章节结构、习题、栏目、目录、插图等等都进行了比较研究，为本研究提供了丰富的研究基础。

但经研究发现，首先目前有较多学者研究新版人教版，较少有人研究新版司南版教材。其次较少有学者从物理概念、规律的起源出发，探讨各个版本教材对概念、规律描述的科学性与准确性，使得比较分析缺乏依据。最后学者们大多没有将提出的教学建议融入教学并付诸实践。

1.3 研究意义

教材在教学中占据十分重要的地位，为教师的教与学生的学搭建桥梁，是学科教学的核心载体。通过教材比较，能够从不同的角度去探索、寻找有效促进学生物理学科核心素养达成的素材。目前国内对于两岸的物理教材对比研究比较少，而两岸族源同一，在文化上存有深厚渊源，与其他国家和地区相比，二者有更多的借鉴意义。因此本研究基于物理学科核心素养，选取两岸四版不同的物理教材中“电磁学”部分核心内容为研究对象进行比较研究，以拓宽教学思路。并以司南版为蓝本优化整合教学资源，设计相关教学案例，为物理教育者提供一些创造性的建议，为教材编写提供一些启示。

第2章 比较研究设计

2.1 理论基础

2.1.1 物理学科核心素养理论

1. 基本观点

《普通高中物理课程标准（2017年版 2020年修订）》中指出物理学科核心素养包括四个方面^{[2]P4}：

（1）“物理观念”是从物理学视角形成的关于物质、运动与相互作用、能量等的基本认识。包括物质观念、运动与相互作用观念、能量观念等要素^{[2]P4}。

（2）“科学思维”是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律、相互关系的认识方式。包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素^{[2]P4}。

（3）“科学探究”是基于观察和实验提出物理问题、形成猜想和假设、设计实验与制订方案、处理信息、得出结论并作出解释，对过程和结果进行交流、评估、反思的能力。包括问题、证据、解释、交流与合作等要素^{[2]P5}。

（4）“科学态度与责任”是在认识科学本质，理解科学·技术·社会·环境关系的基础上，形成的对科学和技术应有的正确态度和责任感。包括科学本质、科学态度、社会责任等要素^{[2]P5}。

2. 对本研究的启示

为更好培养学生物理学科核心素养，以便其在遇到不同问题时可运用相应的素养去解决，因此在比较研究中需重视以下几个方面：

第一，物理观念的呈现，要能让学生掌握清晰、系统的物理观念，运用物理知识说明生活现象产生的原因、处理实际问题。

第二，科学思维方式的建立，要能让学生学会将生活实际情境建成物理模型、提升辩证分析与处理问题、质疑创新能力。

第三，教学活动要具有情境性，让学生学会根据真实情境提出可探究的问题、设计方案、收集并解释、撰写报告、交流与反思。

第四，素材实例要具有时效性，社会性、真实性，让学生认识到科学、社会和环境

的密切关系，在物理研究过程中，提高物理学习兴趣，养成实事求是的态度。

2.1.2 建构主义学习理论

1. 基本观点

建构主义理论是 21 世纪教育改革的重要指导理论，认为事物是客观的，而知识是对事物的表征，即知识不是独立客观存在的，而是由个体建构而成的。不同知识背景的学生，对于同一个事物的理解是不同的，所建构起的知识便是不同的。不可以将知识填鸭式的塞给学生，而是要重视学生已有的知识经验，将其作为新知识的土壤，主动发展新的知识经验^[30]。

2. 对本研究的启示

学生是建构者，教师是引导者，教材内容的呈现要符合学生认知发展，能够帮助教师引导学生建构知识，并和教师共同组成学生攀登知识的梯子，以通向更高层级的理解。因此教材具有对象和工具的双重身份，在进行教材比较研究时要注重从学生的建构认识方向去思考物理概念与规律的呈现等等是否有利于学生物理学科核心素质的培养。

2.2 研究方法

2.2.1 文献研究法

通过对相关文献的阅读、梳理和分析，了解目前有关高中物理教材的比较研究现状，总结已有研究的成果与不足，确定本论文的相关研究。

2.2.2 比较研究法

本研究通过查阅、梳理文献后，确定在物理学科核心素养的视野下以四版物理教材为对象，对电磁学部分四个重要知识点进行比较分析，并为物理教育工作者的教学提出一些建议。

2.2.3 问卷调查法

通过对实验班与对照班学生进行问卷调查，了解在物理教学中整合“基于教材分析的教学建议”的做法对学生的影响，以此定性评估教学实践的效果。

2.2.4 访谈法

在教学实践后，对学生进行通过分层抽样访谈并进行教学效果分析。

2.3 研究思路

首先对两岸课程标准（纲要）的整体结构、教育理念、实施建议等方面进行比较分析，为两岸教材的比较打下基础。

再分别从宏观和微观的角度分析两岸四版教材中“电磁学”部分核心知识点的物理概念和规律的描述、物理实验设计、科学推理逻辑等方面的呈现形式，适当进行追源溯流，厘清四版教材比较时产生的迷思点，并以此为基础比较四版教材中核心知识点概念与规律的建立对于学生物理观念的建立、科学思维的培养、科学探究能力的提升以科学态度与责任的区别，明确四版教材优缺点，提出教学建议。

然后以司南版为蓝本优化整合教学资源，设计出四个具体案例。最后选取其中一个案例进行教学实践，并运用问卷调查与学生访谈的方式对教学效果进行检验。研究流程如图 2.1 所示。

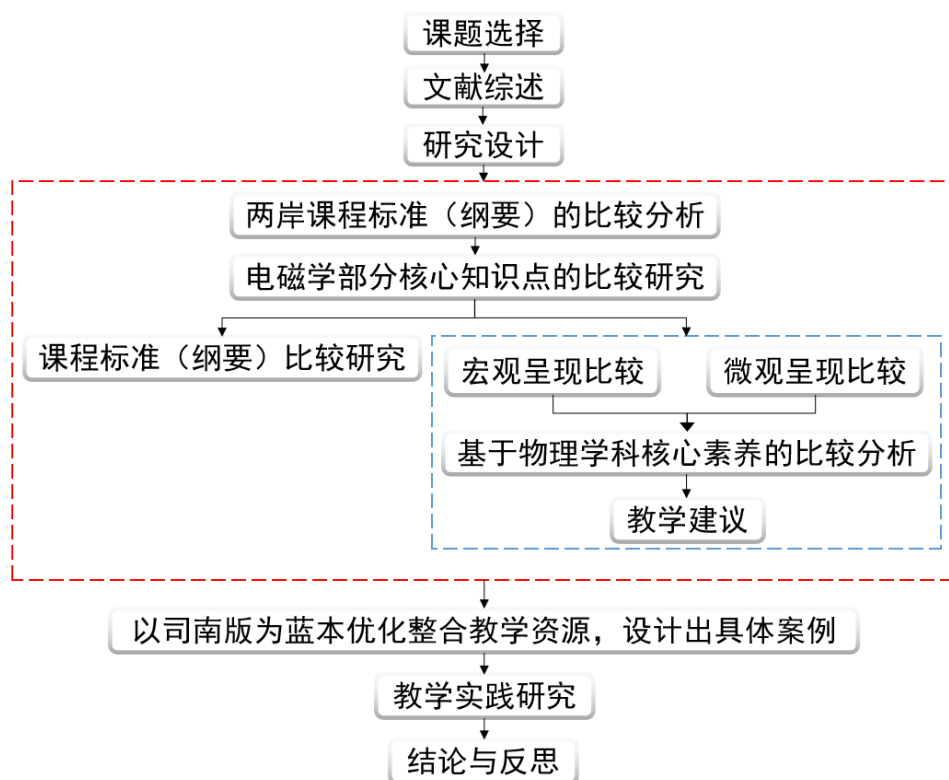


图 2.1 研究流程图

第3章 两岸课程标准（纲要）的比较分析

3.1 整体结构的比较

3.1.1 课程标准（纲要）框架比较

大陆地区《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》（以下简称“课程标准”）一共分为七个部分，分别是：课程性质与基本理念、学科核心素养与课程目标、课程结构、课程内容、学业质量、实施建议、附录；台湾地区《十二年国民基本教育课程纲要（自然科学领域）》（以下简称“课程纲要”）一共分为七个部分，分别是：基本理念、课程目标、时间分配与科目组合、核心素养、学习重点、实施要点、附录。基本框架如图 3.1 所示。

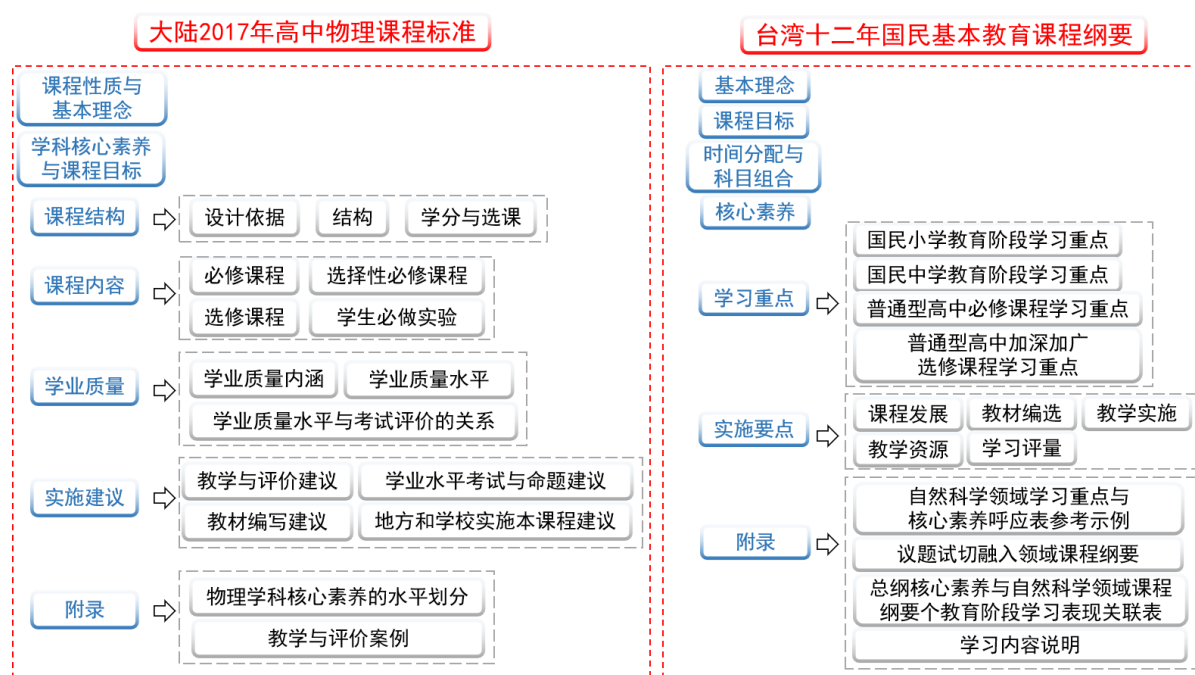


图 3.1 课程标准（纲要）框架对比

从整体框架来看，两地课程标准（纲要）囊括的元素基本一致。最大区别在大陆的《课程标准》相较台湾《课程纲要》更具有学科性。

大陆地区根据不同年龄段学生的身心发展特点、不同学科的特性制定各学科、各学段独自的核心素养、课程目标、教材编写、教学建议等要素，并独立成册，因此具有较强的学科性；而台湾地区由于实行十二年国民教育课程结构，所以将高中物理编入自然

科学领域（包括化学、生物、物理、地理）。以总的课程理念与目标统领小学至高中的自然科学领域的课程学习，导致高中物理没有课程总目标、理念，一定程度上削弱了学科性。

3.1.2 物理课程结构比较

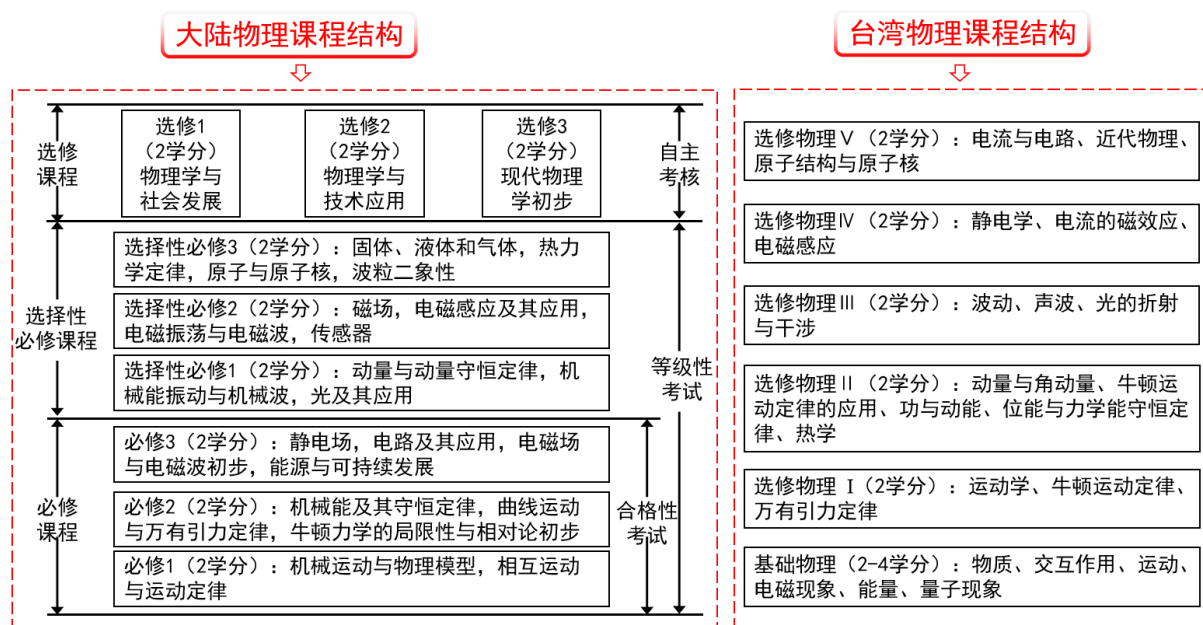


图 3.2 物理课程结构对照图

经整理，两岸物理课程结构如图 3.2 所示。从图中可以看出，大陆地区物理课程一共分为 3 种类别、9 个模块、18 个学分。所有高中生要在高一完成第一类必修课程，一共 6 个学分，属于高中毕业合格性考试内容。高二实行 3+2+1 的分科制度后进行第二类课程的学习，主要面向高考选考物理学科的学生，他们必须学习选择性必修课程。第三类课程即选修课程主要提供给那些对物理有兴趣、未来有职业倾向的学生自主选择学习，学习内容会更加的深入。

台湾地区物理课程一共分为 2 种类别、6 个模块、12-14 学分。十二年国民教育延续了以“物理学家思想过程的故事为主、基础物理通用知识为辅”的设计精神，因此第一类基础物理课程主要是针对高一年学生所设计的课程，为了让学生更容易理解、吸收、获得系统连贯的科学知识，因此涉及的知识内容比较全面、难度比较低。希望全体学生接受的是“物理发展的精神与传承”，而不是比较片段、不连贯的科学知识。第二类选修物理课程则是为了理科生所设计的课程，会更加的深入。

相同点：两岸物理课程结构的设计思路相似，都有必修和选修两个模块，并且在必修部分都有比较完整连贯的科学知识体系。

不同点：大陆要比台湾更加细致，学生可选择的种类更多。台湾的课程设计难度整体高于大陆，例如：在选修物理Ⅱ中便涉及到动量与角动量。

3.2 教育理念的比较

3.2.1 基本理念比较

课程标准（纲要）的基本理念是制定课程目标、编制课程以及教学评量方式的核心指导思想，它是一个国家或地区教育理念的体现，因此，两地基本教育理念的异同能够从根本上体现出两地教育的差异。

由于台湾地区没有单独列出高中物理课程的具体理念，因此采用台湾课程纲要的总理念与大陆课程标准的基本理念进行比较。经过整理得到对照表，如图 3.3 所示。

大陆	台湾
注重体现物理学学科本质，培养学生物理学科核心素养	重视贯彻“探究与实作”，提供学生统整的学习经验，强调跨领域/科目间的整合
注重课程的基础性和选择性，满足学生终身发展的需要	科学学习的内容必须考量当今科学知识快速成长，以及科学、科技与其他领域相互渗透融合等事实
注重课程的时代性，关注科技进步和社会发展需求	“自发”：培养学生对自然科学的兴趣，成为自发的学习者
引导学生自主学习，提倡教学方式多样化	“互动”：在探究与实作的过程中，积极与他人及环境互动，并能广泛的运用各种工具达到有效的沟通
注重过程评价，促进学生核心素养的发展	“共好”：通过对科学本质的了解，学习欣赏大自然之美，善用并珍惜自然资源

图 3.3 两岸课程标准（纲要）基本理念对照表

从图 3.3 可以看出，大陆《课程标准》的理念包括五方面，这五个方面中第一条是核心，其他四个方面为第一条服务^[32]。台湾《课程纲要》的基本理念是以“自发”、“互动”、“共好”为主轴。通过对照后发现主要存在的异同点如下：

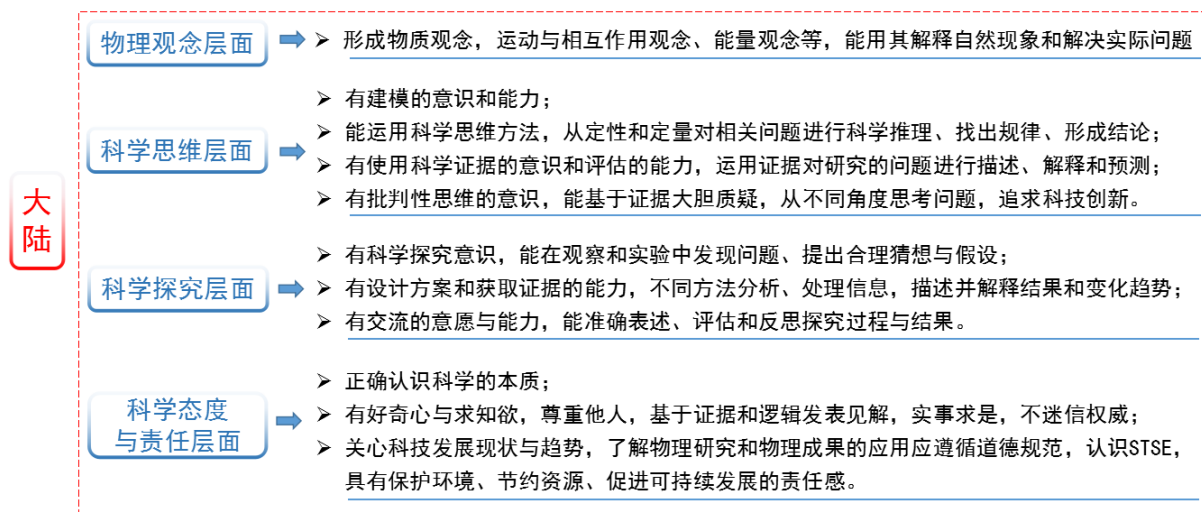
相同点：两岸都十分重视课程的时代性，要求学习内容要能反映当代科学技术发展的重要成果和科学思想；重视学生的自主学习能力，要求通过创设学习情境，激发学生好

奇心与学习主动探索的兴趣；重视探究与动手能力的培养。

不同点：在优化课程结构方面，大陆提出为学生的发展提供共同基础和多元化的选择，比如必修课程、选择性必修课程和选修课程的设置考虑了不同学生的需求。台湾则是鼓励跨学科、领域的整合，比如在初中要求每学期至少包含一个跨科单元，在高中要求部分必修学分应包含三分之一跨科目的主题式探究与实作课程内容。此外，大陆指出要注重过程评价的诊断与激励功能，帮助学生正确认识自我，建立自信，改进学习方式，发展核心素养。

3.2.2 课程目标比较

大陆《课程标准》对课程目标的阐述用了四个自然段，分别是物理学科核心素养的四个二级指标“物理观念”、“科学思维”、“科学探究”、“科学态度与责任”出发提出具体的学习目标；台湾《课程纲要》从五个方面阐述课程目标，分别为：启发科学探究的热忱与潜能、建构科学素养、奠定持续学习科学与运用科技的基础、培养社会关怀和守护自然之价值观与行动力、为生涯发展做准备。具体内容整理如图 3.4 所示，



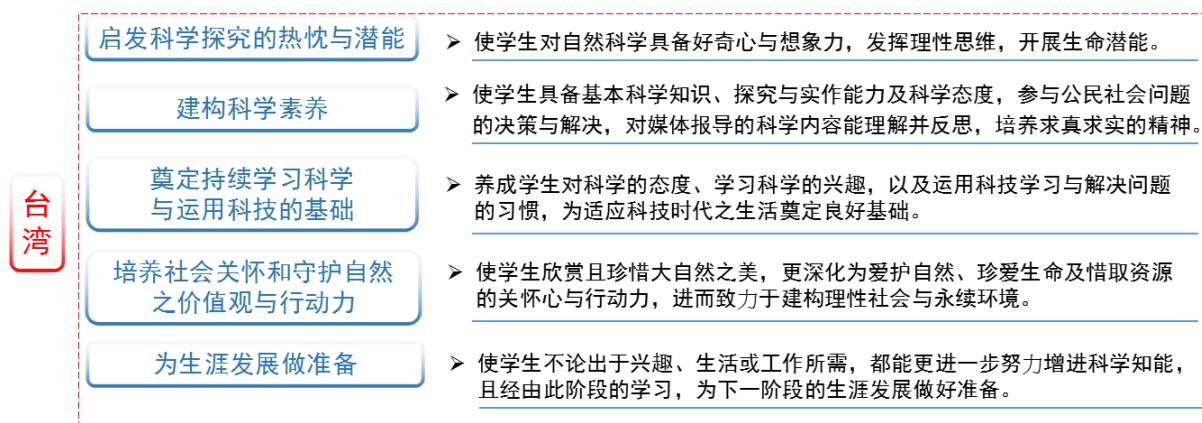


图 3.4 课程目标对照图

主要存在的异同点如下：

相同点：二者都十分重视学生的科学探究的意识与能力的培养；重视将知识运用于解决实际问题、解释自然现象的能力；重视对社会媒体报导的科学相关内容能理解并反思的探索、质疑、求真求实的精神；重视引导培养学生欣赏、珍惜自然之美，深化爱护自然、珍爱生命、节约资源的关怀心和行动力，促进可持续发展的责任感。

不同点：台湾《课程纲要》侧重宏观课程目标的制定，因为是基于十二年国民教育的自然科学领域提出的课程目标，需要统领小学自高中的学习要求，因此特别注重各个学习阶段的的衔接关系，于是落实到具体的学习阶段与科目时，就缺乏一些可操作性的目标。大陆《课程标准》由于是聚焦高中物理阶段，因此提出的课程目标更加具体、可操作性更强，便于教师理解与实施。

3.3 实施建议的比较

3.3.1 教材编写建议比较

课程标准（纲要）是两岸教材各自编写的依据，因此对于教材编写的建议以及对教材呈现出的结构体系与知识内容就显得非常重要。

大陆《课程标准》从编写原则、内容选择、内容呈现、辅助资源这四个方面提出了18条教材编写建议。台湾《课程纲要》提出9条教材编选建议，如图3.5所示，图中将两地类似的教材编写建议用相同的颜色标注出来。

从总体来看，大陆给出的建议总量多于台湾，范围更加广泛、更为细致，主要存在

的异同点如下：

相同点：强调教材内容的科学严谨性，要能够准确反映物理概念和规律、对专有名词以及实验操作器材要有详细无误的说明；强调教材内容的人文关怀与民族平等性，保持民族自信心，注重对不同文化的理解、尊重与平等，秉持取其精华去其糟粕的精神；强调科学探究活动的重要性，注重学生动手操作能力的培养和研究方法的学习。

不同点：大陆地区强调教材的编写应该要关注到不同地区、层次、水平的学生，因此设立必修课程、选择性必修课程、选修课程以实现学生的多元发展，实施“一标多本”的政策，以便各地结合自身，编写出适合且具有特色的教材；强调教材的编写应该与时俱进，融入 STSE 的相关内容；强调教材内容呈现应美观、精炼、真实，善用特色栏目、附录、注释等发挥教材支架作用。

台湾地区强调科学史的重要性，希望能够通过科学发现过程增强对科学知识的理解，对科学本质的认识；强调课程的衔接与跨科目融合。

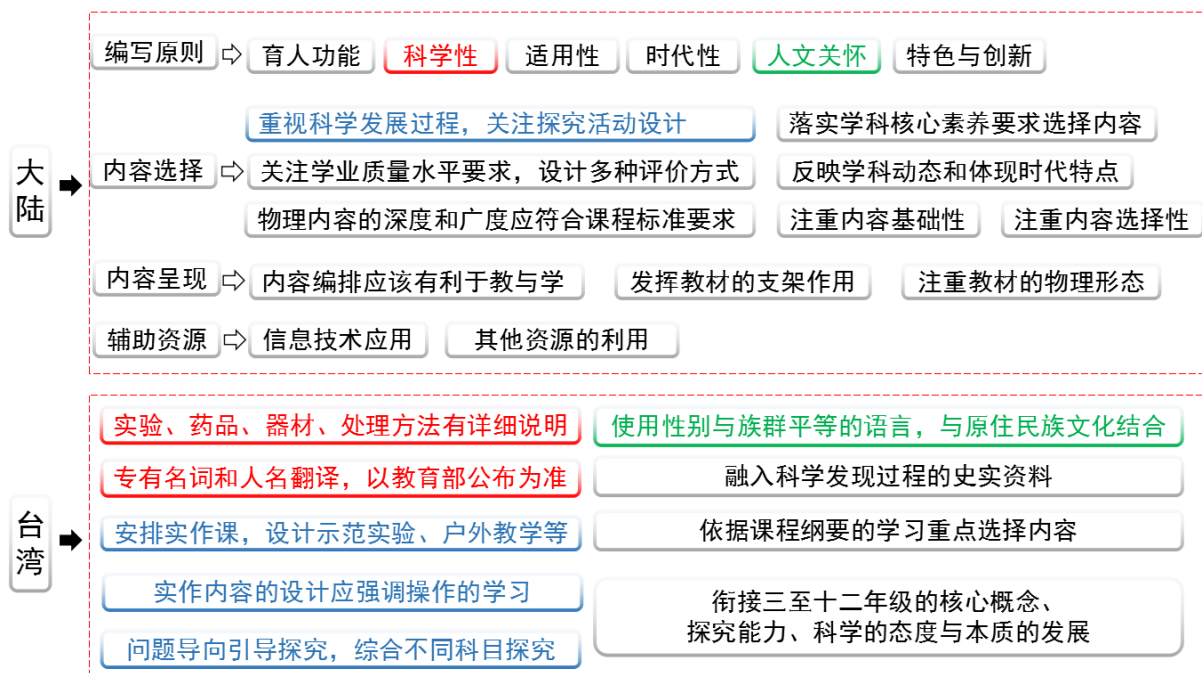


图 3.5 教材编写建议归纳对照表

3.3.2 教学实施建议比较

大陆《课程标准》对于物理教师的教学提出了四点建议，并对每条建议都做了十分详细的说明。台湾《课程纲要》对自然科学领域的教学一共提出了十二条建议。经过概括、整理得到如图 3.6 所示对照图，图中将两地类似的教学建议用相同颜色标出。

相同点：两地都要求教师要以核心素养为基础开展教学；以学生已有知识经验和生活情境激发求知欲，帮助学生更好的理解与掌握知识；重视科学探究能力、解决问题能力的培养。

不同点：台湾提出的教学实施建议考虑的层面更多，能够关注到特殊人群的需要，强调性格平等、人格平等、包容尊重等人文因素，要求教师在传授知识技能的基础上，注重学生良好人格品质的培养，切实做到“师者，传道授业解惑也”；并强调跨学科之间的融合。

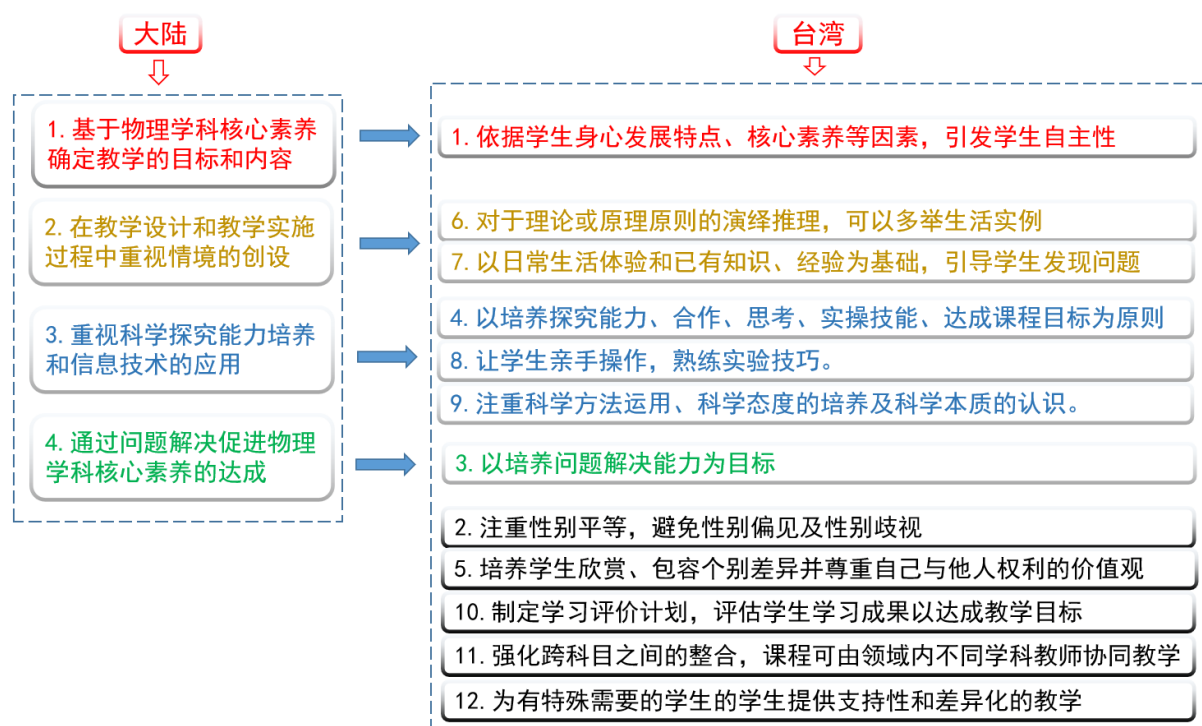


图 3.6 教学实施建议归纳对照表

3.4 小结

综上所述，两岸的课程标准（纲要）的制定都十分的细致，从教师的教到学生的学等各个方面都有涉及到，以上分析可以总结为以下 6 个方面：

第一，大陆《课程标准》比台湾《课程纲要》的学科性更强。

第二，大陆物理课程选择性更高，台湾物理课程难度更高。

第三，台湾鼓励教师跨学科、领域进行整合，设计探究活动。

第四，对于课程目标的阐述，大陆主要是聚焦于高中物理阶段，提出可操作性的目

标。台湾特别注重各个学习阶段的的衔接关系，多是从宏观的角度进行讨论。

第五，对于教材编写建议的阐述，大陆强调要关注到不同地区、层次、水平的学生；鼓励编写适合各地的具有特色的教材；强调应该与时俱进以及发挥教材支架作用。台湾强调科学史的重要性以及强调课程的衔接与跨科目融合。

第六，对于教学实施建议的阐述，台湾考虑的层面更多，兼顾学科教学因素和人文社会因素。强调性格平等、人格平等、包容尊重等人文因素，要求教师切实做到“师者，传道授业解惑也”。

第4章 两岸四版教材电磁学核心知识点比较

4.1 库仑定律

4.1.1 宏观呈现的比较

4.1.1.1 知识结构的比较

表 4.1 各版本库仑定律的知识结构安排比较

教材版本	所在章节	前知识	后知识
人教版	必修第 3 册第 9 章第 2 节	电荷	电场、电场强度
司南版	必修第 3 册第 1 章第 2 节	静电的产生极其微观解释	电场与电场强度
翰林版	选修物理 4 的第 1 章第 1 节	无	电场与电力线
龙腾版	选修上册第 6 章第 2 节	电的发现极其特性	电力线与电场



图 4.1 库仑定律的知识结构安排比较

如表 4.1，图 4.1 所示，库仑定律是电磁学中十分基础且重要的定律，四版教材都将其安排在电磁学部分的初始位置。人教版、司南版与龙腾版在库仑定律之前都用了专门一节来详细介绍与电有关的基础知识，而翰林版则是将这些知识以小栏目的形式融入到库仑定律一节中。前者相较后者而言，知识结构更为清晰，更加符合学生的认知发展。在学习完库仑定律之后，学生对于静电力的性质有了基本的了解，于是四版教材都不约而同的安排了与电场有关的知识。

4.1.1.2 教学逻辑的比较

1. 人教版

通过实验定性感受并提出问题, 类比思考静电力特性, 结合前人观点建立库仑定律。分析扭秤实验得出公式, 例题比较微观粒子万有引力和静电力的大小, 并说明叠加原理。

2. 司南版

通过金属筒实验提出问题, 建立点电荷理想模型。引导学生进行定性探究实验, 类比万有引力建立库仑定律。介绍静电力叠加原理, 最后通过科学书屋介绍库仑扭秤实验。

3. 翰林版

举例生活中静电现象, 说明历史上电的由来。回顾正负电荷相互作用的特性, 类比万有引力研究静电力性质。通过分析库仑扭秤实验建立库仑定律。例题比较微观粒子万有引力和静电力的大小, 并说明叠加原理。

4. 龙腾版

复习正负电荷相互作用的特性, 提问“电荷间作用力与距离的关系是如何”, 结合前人的观点指出静电力与重力的区别和联系。分析库仑扭秤实验, 建立库仑定律。例题计算比较微观粒子万有引力和静电力的大小, 说明静电力叠加原理。

两岸四版教材对库仑定律的教学逻辑对比如图 4.2 所示,

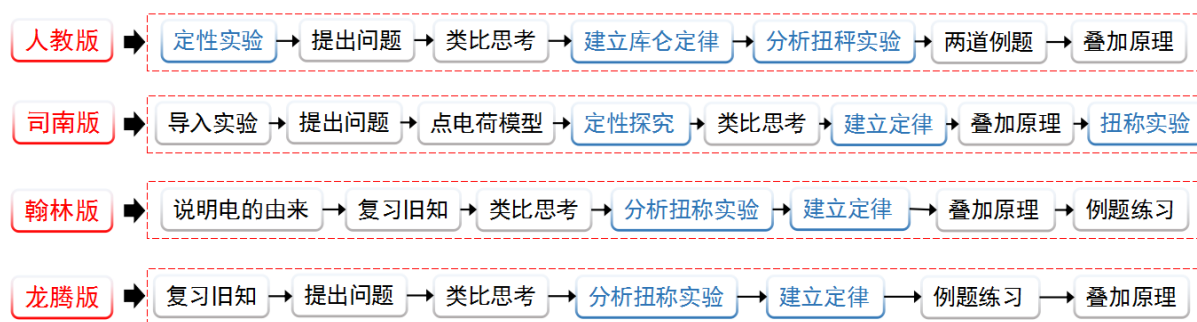


图 4.2 两岸四版教材库仑定律教学逻辑

综上所述, 两岸四版教材对于库仑定律的编写思路存在一定差异, 如大陆两版教材是按照“定性实验→建立定律→库仑扭秤实验”的编写思路, 将库仑扭秤实验作为辅助教学补充材料; 台湾两版教材则是按照“库仑扭秤实验→建立定律”的编写思路, 其库仑扭秤实验作为得出定律的重要手段。并且四版教材在实验的安排、定律描述、栏目的

设置等方面也都略有不同，下文将对此进行比较更加细致的分析。

4.1.2 微观呈现的比较

4.1.2.1 物理定律描述比较

人教版	<p>真空中两个静止点电荷之间的相互作用力，与它们的电荷量的乘积成正比，与它们的距离的二次方成反比，作用力的方向在它们的连线上。两个点电荷同号时，作用力为斥力；为异号时，作用力为引力。</p>
司南版	<p>真空中两个静止点电荷之间的相互作用力F的大小，与它们的电荷量Q_1、Q_2的乘积成正比，与它们的距离r的二次方成反比，作用力的方向在它们的连线，同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。</p>
翰林版	<p>无论是排斥力还是吸引力，两点电荷静电力的值都与它们电量q_1与q_2的乘积成正比，与距离的平方成反比。若q_1、q_2同号，F为正值，代表吸引力；若q_1、q_2异号，F为负值，代表吸引力。静电力方向在电荷连线方向。</p>
龙腾版	<p>两点电荷间的静电力与电荷乘积成正比，与距离平方成反比。若q_1、q_2同号，F为正值，代表吸引力；若q_1、q_2异号，F为负值，代表吸引力。静电力方向在电荷连线方向。</p>

图 4.3 各个版本关于库仑定律的描述^{[33][34][35]} 错误！找不到参照来源。

将四个版教材关于库仑定律的描述进行梳理，如图 4.3 所示。四版教材的描述都详细阐明了静电力 F 的大小与电荷量 q 和距离 r 的定量关系、方向等，但是仍然存在一些细微差距。

大陆的两版教材描述更为严谨，进一步强调了“真空”这一条件。虽然空气对静电力的影响不大，但对定律的描述需要十分的严谨且具有科学性，否则容易导致学生在后续更进一步学习物理时产生迷思，所以这个条件还是不可忽略的。并且梳理过程中，笔者发现台湾两版教材对于库仑定律的描述是随着库仑扭称实验的进行一点一点说明，整体较为分散，缺乏总结性的结论，较不利于学生构成系统的知识结构。

4.1.2.2 物理实验部分比较

物理学是一门以实验为基础的学科，物理实验是物理学习的重要成分与基础，提高学生科学探究能力和严谨的逻辑思维能力，因此教材中关于物理实验的安排尤为重要。物理实验主要分为演示实验和学生实验两大类，当实验具有一定危险性或者操作有一定难度等因素时，就由教师操作进行演示实验，学生则负责观察现象。当实验比较好操作时，可在教师的指导下进行的分组或自主的学生实验。

1. 物理实验部分比较

笔者将四版教材中关于库仑定律的实验部分进行梳理，得到结果如图 4.4 所示。

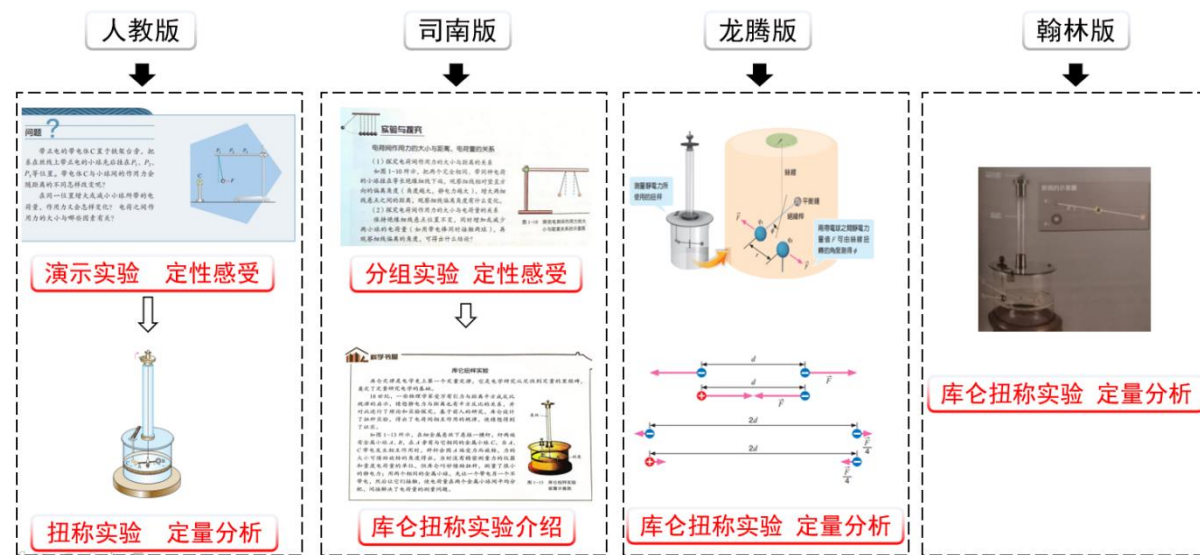


图 4.4 各个版本关于库仑定律的实验部分

库仑定律是由定性研究和定量实验结合的成果，因此定性实验与定量实验都十分重要。大陆在《课程标准》中明确指出“体会探究库仑定律过程中的科学思想和方法。体会库仑扭秤实验设计的巧妙指出。”，因此要特别注重库仑扭秤实验及其蕴含的科学思想方法。

对于定性实验研究，只有大陆的两版教材有涉及，并且分别运用不同的方式展开。其中人教版采用演示实验的方式，司南版采用分组实验探究的方式，后者相较前者而言学生的思维参与度更高很值得提倡，但考虑到这个实验在实际课堂教学中较难操作，因此在想到更优的实验改进方法前，运用演示实验也不失为一个好办法。

对于定量实验研究，四版教材均有涉及，但是扮演的角色有所不同。大陆两版教材都将定量实验作为定律得出的补充说明，其中司南版还将其安排在科学书屋栏目，教师和学生都容易将其忽略。台湾两版教材都库仑扭秤实验作为定律得出的重要依据，更为重视该实验原理及思想方法的渗透。

经比较发现四版教材对于库仑定律的得出过程，缺乏一些重要的环节，使得科学性和逻辑性不够强，并且对其蕴含的科学思想和方法挖掘的不够深入。因此笔者通过查阅资料，对库仑定律的探索历程进行了大致梳理，以期弥补教材不足，深入挖掘科学思维。

2. 追源溯流，深挖思维

自 1755 年富兰克林通过空罐实验，认识到电荷只分布在导体的表面开始，许多科学家通过各种理论或实验猜测电力遵循平方反比关系。直到 1785-1789 年库仑通过扭秤实验测定出两异号电荷间的静电力大小的关系，实验装置如图 4.5，数据如表 4.2 所示：

表 4.2 库仑扭秤实验数据

	距离（刻度）	扭转角度（刻度）	扭转力（达因）
第一次	36	36	0.0153
第二次	18	114	0.0612
第三次	8.5	575.5	0.245

当两电荷距离为 4:2:1 时，扭转角度与扭转力之比都约为 1: 4: 16。可见电荷间排斥力的大小与距离的平方成反比。但带异号电荷的小球会相互碰撞，导致电荷抵消中和，所以很难测定电吸引力与距离的关系。后来库仑受到万有引力启发，利用测定周期来确定力与距离的关系，设计电摆实验测定电荷间吸引力也遵从平方反比关系^[37]，如图 4.6。

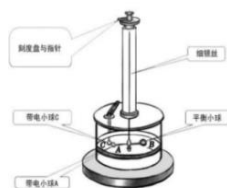


图 4.5 库仑扭秤实验图

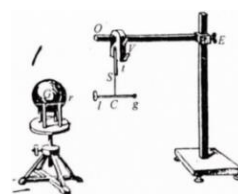


图 4.6 电摆实验图

可见，还需要电摆实验的辅助加持，才能够完整地推理出库仑定律。库仑扭秤实验中主要蕴含的科学思维与方法有以下两个方面：

第一，转换思维。由于静电力十分微弱，无法使用平动加速度来测量，于是库仑将研究视角由质点平动的加速度转向刚体转动的角加速度，设计扭秤装置。当两球受到的排斥力使横杆旋转，带动银丝发生扭转形变产生扭转力矩，平衡时，扭转力矩和静电力矩相抵消。利用扭转力矩 M 与悬丝的扭转角度 θ 之间的关系，求出扭转力矩即：

$$M = \frac{G\pi d^4}{32L} \theta$$

其中 d 为悬丝直径， L 为悬丝长度， G 为比例常数。根据力矩公式求出静电力大小，即：

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

其中 r 为力臂， F 为扭转力^{[38]P110}。

由此可见，其中蕴含了转换的思维方法，将难以观察和测量的电荷间排斥力大小，运用扭秤装置和物理量之间的定量关系，转换为容易观察、测量的现象或物理量。即通

过力矩平衡，将静电力矩转换为悬丝的扭转力矩，再通过扭转公式将扭转力矩转换为容易测量的悬丝扭转角度，进而间接测量静电力的大小，如图 4.7。

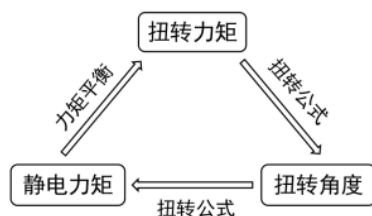


图 4.7 库仑扭秤实验转换思路

(2) 类比思维:

在库仑定律建立中“类比思想”发挥了重要的作用，科学家们将静电力与万有引力类比，绝非偶然与运气，而是基于物理现象“空罐实验”的特征分析发现类比的可能性，进而大胆设想静电力遵循平方反比定律。但类比不是严格地推理，它的正确性还需实践的检验，因此就有卡文迪许、库仑等物理学家历时近 30 年通过千百遍实验来证明“静电力遵循平方反比”的正确性。类比时不仅要看到相似处，也要注意不同点。对于任意两个物体，万有引力永远存在，而静电力只在物体带电时才存在；且由于物体质量没有负值，而电荷有正负之分，所以万有引力没有排斥力，而静电力既有吸引力又有排斥力。

4.1.3 基于物理学科核心素养的比较分析

1. 物理观念层面

库仑定律的建立继承与扬弃了牛顿的万有引力定律，形成了不同于天体万物间引力作用的电荷间的相互作用观念。四版教材因为知识点呈现方式不同，造成学生在自主形成电荷间相互作用观念上存在差异。大陆教材基于定性实验，类比得到定律后，再通过其他方式补充定量实验证明；而台湾教材是经历类比、库仑扭秤定量实验充分推理论证后建立库仑定律。相较之下后者更加符合学生认知发展，循序渐进的建立物理观念。

2. 科学思维层面

在科学思维的呈现上，四版教材均渗透了类比推理和转换思维，体现科学推理与质疑创新等要素，促进理解电荷间相互作用的本质及其与万有引力的联系与区别，不同之处在于对思维渗透的方式与程度的不同。

其一，对类比推理思维的渗透，人教版、司南版、翰林版对于二者类比均是一笔带

过；而龙腾版列出二者异同点，将类比建立在一定的基础之上，更加顺理成章，更有利于学生形成一种具体的思维推理方式。

其二，对于转化思维的渗透，人教版、翰林版、龙腾版通过库仑扭秤实验引导思考如何将静电力的测量转换为扭转角度的测量；司南版通过定性实验引导思考如何将静电力的测量转换为小球摆动角度的测量。二者都有利于培养学生的创新思维，前者更有助于学生理解科学的本质，思维锻炼强度更大；后者现象及原理更加直观明显，简单易懂。

3. 科学探究层面

在科学探究的呈现上，人教版侧重体现“问题”与“解释”这两个探究要素，以实验现象激发求知欲望提出可探究问题，通过分析库仑扭秤实验用以解释库仑定律。司南版四个探究要素均有涉及，通过“实验与探究”栏目，提升学生实验操作、证据获取、解释论证的能力，但缺乏一定深度。翰林版、龙腾版侧重“解释”这一探究要素，着重引导学生理解库仑扭秤实验的原理操作等，提升学生基于现象得出合理解释的能力。

4. 科学态度与责任的呈现

在科学态度与责任的呈现上，台湾教材较为显著，利用库仑扭秤实验，引导学生体会科学研究中的一些共性和创新；渗透物理学史展示几代科学家探索“电荷相互作用规律”逐步成功的过程，帮助学生认识科学本质，激发对物理研究的兴趣。人教版与前者基本一致，但在科学本质这一要素上稍微逊色。

4.1.4 教学建议

基于以上的比较分析以及追溯库仑定律建立过程中蕴含的丰富思想方法，笔者以司南版为蓝本提出以下几点教学建议：

1. 设置情境，搭建类比桥梁

从史实中发现，库仑定律的建立很大程度得益于类比推理思想，而司南版仅用一句话阐述：库仑在前人工作的基础上，通过与牛顿万有引力定律的类比和自己大量的实验研究，总结出库仑定律^{[34]P8}。这样并不能够有效的帮助学生理解类比推理思想以及运用。因此在教学中，可以通过设计问题情境，让学生找到新旧知识的共同属性，达成思维的过渡，使得后续类比顺理成章。

2. 调整知识呈现顺序，将定性与定量相结合

库仑定律是定性研究和定量实验结合的成果，而司南版仅通过定性实验和类比就得出定量结论，容易导致学生产生这样的错误认知：一个量随另一个量的增大而增大就是正比关系，反之就是反比关系。虽然教材在科学书屋栏目中补充了定量探究的库仑扭秤实验，但前文调查表明：教师与学生都容易忽略教材中设置的栏目。因此容易导致知识建立缺乏逻辑性与科学性，学生较难把握库仑定律蕴含的科学思维内涵。且课程标准中指出要重视库仑扭秤实验设计的思想与方法，所以可以适当改变教学顺序，将库仑扭秤作为定律得出的重要手段和过程，如：定性探究→类比→库仑扭秤定量实验→得出定律。

3. 补充电摆实验，增强物理研究的科学性

四版教材均是介绍库仑通过扭秤实验得出库仑定律，但对照史实发现这不够完整，扭秤实验只能证明同种电荷之间的静电力遵循平方反比关系，而异号电荷的证明则是通过电摆实验完成，可见电摆实验也是非常重要的环节。因此教学中可以引导学生对库仑扭秤实验进行思考与交流、大胆质疑，再简单介绍电摆实验，对其实验原理不做深入分析。如此处理既不增加教师教学压力和学生负担，又能遵从史实发展、增强物理研究的科学性，培养学生质疑与批判的意识。

4. 补充实验数据，搭建逻辑支撑点

四版教材中对库仑扭秤实验的介绍，均聚焦于实验原理与结论，忽略了得出结论最重要的一个部分——实验数据。高二学生的抽象逻辑思维还未成熟，若没有具体的数据就得出结论，对他们而言较为抽象，缺乏逻辑支撑点。因此可以补充库仑扭秤的实验数据，以便支撑实验结论得出并且更加直观。

4.2 电势能

4.2.1 宏观呈现的比较

4.2.1.1 知识结构的比较

表 4.3 各版本电势能的知识结构安排比较

教材版本	所在章节	前知识	后知识
人教版	必修第3册第10章第1节	电场强度、静电的应用等	电势、电势差、电容器等
司南版	必修第3册第2章第1节	电场强度、静电的应用等	电势、电势差、电容器等
翰林版	选修物理4的1章第3节	电场与电力线	电势、电势差
龙腾版	选修物理上册第6章第4节	电力线与电场	电势



图 4.8 电势能的知识结构安排比较

如表 4.3，图 4.8 所示，四版教材都电势能编排在电场强度之后，电势与电势差之前，起到承上启下的作用，其中台湾的两版教材将电场强度融入电场与电场线一节中。人教版和龙腾版将电势能与电势放在同一节中，司南版与龙腾版则是为电势能单独安排一个章节，并将电势与电势差两个联系更为紧密的知识点编排在一起。电场强度一节是从力的研究电场的性质，电势能是从能量的角度研究电场的性质，因此大陆两版教材将两个知识点编排在独立的两个章节中，台湾两版教材则将二者统一归类为静电学。

4.2.1.2 教学逻辑比较

1. 人教版

创设问题情境，思考电荷在电场中运动的能量变化。类比重力思考“静电力做功的特点”，推理总结静电力做功的特点。类比重力做功与重力势能的关系建立电势能概念，分析电势能与静电力做功的关系。

2. 司南版

复习重力做功特点，推理总结静电力做功特点。类比重力建立电势能的概念，分析推理静电力做功与电势能的关系，以及点电荷电场中电势能的变化情况。

3. 翰林版

类比重力分析静电场中静电力与电势能的变化关系，建立电势能的概念。推理分析得出两点电荷间电势能公式，讨论静电力做功与电势能的关系。分析讨论多点电荷系统之间的电势能，拓展电势能的研究范围。

4. 龙腾版

首先复习重力势能，通过公式类比，指出静电力与重力均为保守力，建立电势能概念以及表达式。分析讨论正负电荷的电势能，以及多点电荷系统之间的电势能。

两岸四版教材对电势能的教学逻辑对比如图 4.9 所示。

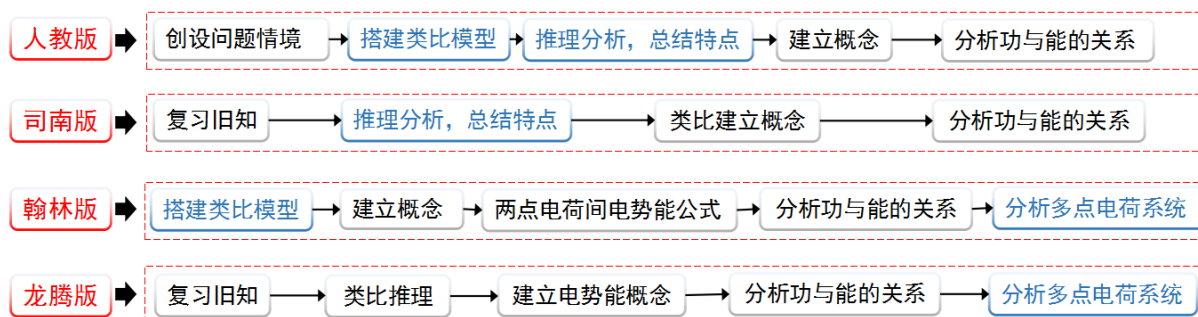


图 4.9 两地四版电势能教学逻辑对比

综上所述，两岸四版教材对于电势能概念建立的思路存在一定差异。人教版、翰林版、龙腾版均有搭建类比模型，而司南版缺乏类比的铺垫；大陆两版教材有引领学生推理分析静电力做功的特点，形成思维的过渡；台湾两版教材有分析多点电荷系统的电势能，拓宽研究范围。并且四版教材在物理概念的描述、推理的过程等方面也都略有不同，下文将对此进行比较更加细致的分析。

4.2.2 微观呈现的比较

4.2.2.1 物理概念描述比较

将四个版教材关于电势能的描述进行梳理，如图 4.10 所示。四版教材的描述基本一致，但是在概念描述的因果上仍然存在一些细微差距。

大陆的两版教材概念描述的逻辑为“因为静电力做功多少与路径无关，所以电荷在电场中具有的能量与重力势能类似，同为势能”；台湾两版教材的逻辑为“因为静电力与重力类似，因此都属于保守力，所以静电力做功与路径无关”。但是与重力相似并不能够说明静电力就是保守力，就具有势能。一个力是否为保守力，主要是取决于所做的功是否只与物体的始末位置有关。因此笔者认为大陆两版教材对概念描述的逻辑更加符合逻辑关系。

- 人教版 ○ 静电力做功的多少与路径无关，只与电荷在电场中的始、末位置有关。电荷在电场中也具有势能，我们称这种形式的能为电势能。电荷在某点的电势能为 $W_{AB}=E_{PA}-E_{PB}$ 。
- 司南版 ○ 由于静电力做功与移动路径无关，电荷在电场中也具有势能，这种势能称为电势能。电荷在某点的电势能为 $W_{AB}=E_{PA}-E_{PB}$ 。
- 翰林版 ○ 重力为保守力可以定义为重力势能，同样地，静电力也是保守力并可定义为电势能。静电力对物体做的功，等于物体初电势能与末电势能之差，即 $W_e=U_1-U_2$
- 龙腾版 ○ 静电力与重力很类似，都属于保守力，所以静电力做功只与路径有关，因此可以定义电势能 U ，将外力做的功与电势能变化联系起来就可以表示为 $W=U_1-U_2$

图 4.10 各个版本关于电势能概念的描述^{[33][34][35]} 錯誤！找不到參照來源。

4.2.2.2 科学推理部分比较

笔者将四版教材中关于库仑定律的实验部分进行梳理，得到结果如图 4.11 所示。

电势能概念主要是靠科学推理与分析得到，是物理教学中运用物理思维方法比较多的一节，特别是类比思维起到了十分重要的作用。其中进行推理分析的关键点在于找到重力与静电力二者的相似之处，进而利用类比研究重力的方法来研究静电力。

人教版、翰林版、龙腾版均有在讨论静电力功与能关系之前，搭建与重力的类比模型，能够有效帮助学生理解抽象概念，提高学生对知识迁移、灵活运用能力。

大陆两版教材科学推理的过程更为细致。在教材中对静电力做功的特点都有细致的推理过程，为概念的得出提供强有力的证明，但在推理过程中弱化了“分割-求和”微元科学思维的渗透。高中生还没有微分、偏分、全微分等概念，因此在研究试探电荷沿着非直线路径运动静电力做功特点时就需要用到“分割-求和”微元法，简化思维的难度，将复杂、陌生的问题转化为简单、熟悉的问题。

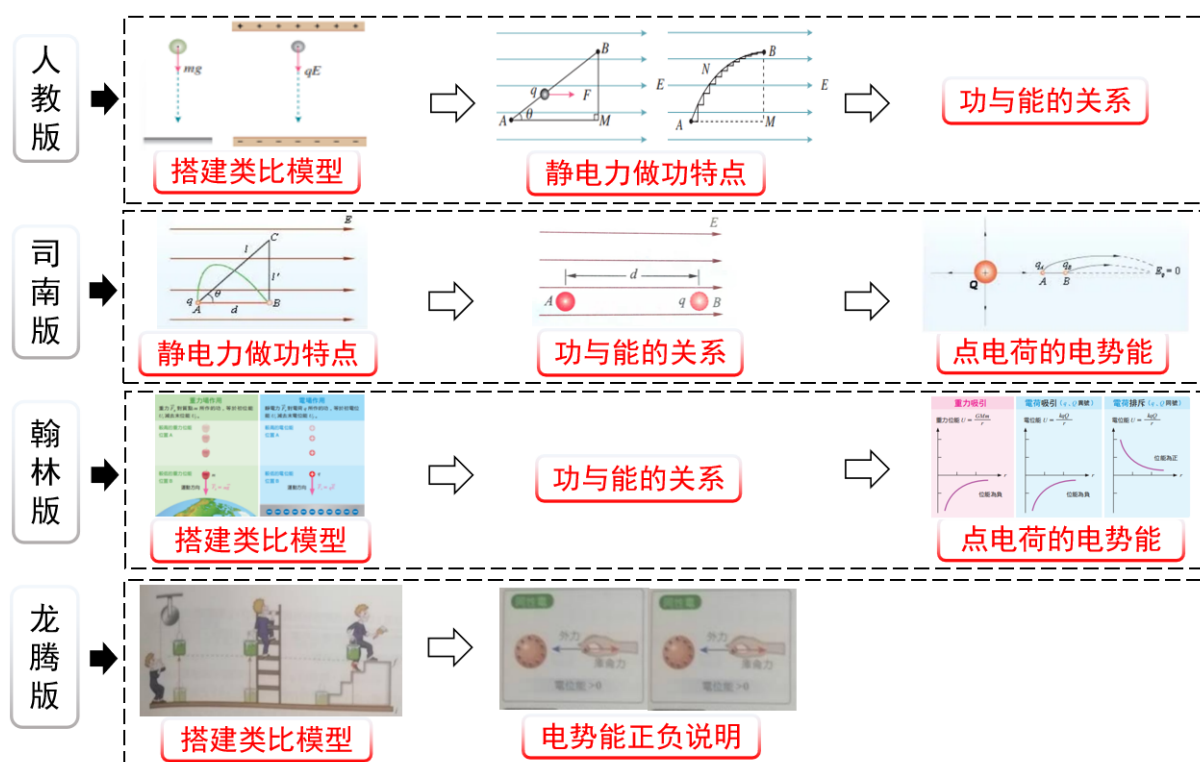


图 4.11 各个版本关于电势能的科学推理部分

4.2.3 基于物理学科核心素养的比较分析

1. 物理观念层面

在物理观念的呈现上，四版教材侧重点的不同，使得学生形成相应能量观念的过程有所差异。大陆教材侧重基础概念的建立，从功能关系转换的角度建立与理解电势能概念，用熟悉的比值定义法建立电势概念，更注重学生的认知基础，有利于完善能量观念，搭建更加坚实的基础。台湾教材则侧重拓宽概念的深度与广度，从讨论表达式的角度诠释概念，并将研究范围拓宽至多点电荷系统的电势能以及不同情形下电势的分布情况，有利于学生知识观念深度与广度的建构，综合性更强。

2. 科学思维层面

在科学思维的呈现上，四版教材均涉及到类比推理、比值定义等思维方式，体现了科学推理这一要素，但呈现方式不尽相同。

第一，翰林版通过建构重力场与静电场的横向类比模型，连接新旧知识，深化理解类比推理，提升模型建构的思维能力；龙腾版运用公式类比推理的方法，思维逻辑清晰，

简明易懂；司南版通过对静电力做功特点分析推理建立概念，提升学生科学推理能力，优化知识结构；人教版则是结合司南版与翰林版，先建构类比模型，再对静电力做功特点分析推理，进一步夯实基础建立概念。

第二，司南版、翰林版、龙腾版都是直接采取比值定义的方式建立电势概念，与之不同的是人教版是先顺应学生认知发展分析推理、发现问题，再利用比值定义建立概念。后者较前者而言，能够更加有效培养学生分析推理、质疑创新等能力。

3. 科学探究层面

在科学探究的呈现上，四版教材主要是以思维探究为主，运用类比、分析推理、解释交流等方式。其中人教版突出表现“问题”这一探究要素，在电势能概念建立中，创设情境引导学生从能量转换的角度提出问题；在电势概念建立中，先顺应认知，再引导学生质疑提问，提高学生的探究意识，培养学生发现问题提出合理猜测和假设的能力。

4. 科学态度与责任层面

在科学态度与责任的呈现上，四版教材引导学生体会类比与创新在物理学研究中的重要性。其中司南版中突出表现物理学科与生活的紧密联系，例如在课后习题运用了“静电矿料分选器”、“静电喷涂”等现代科技情境，有利于让学生了解科学知识的应用性，增强对科学知识的学习兴趣。

4.2.4 教学建议

基于以上的比较分析以及追溯“电势能与电势”建立过程中蕴含的丰富思想方法，笔者以司南版为蓝本提出以下几点教学建议：

1. 避免引入外力讨论电势能

司南版在讨论静电力做功与电势能关系的过程中，引入了外力这一名词“如果外力克服静电力做功，把正电荷 q 从 B 点移到 A 点，外力对电荷做的功使其他形式能转化成电势能储存起来”^{[34]P33}。但科学家们并没有引入抵抗静电力的推力对电荷所做的功，来讨论电势能。教材如此处理是考虑到高中生的认知程度，为了使能够更好的理解电势能与静电力做功之间的转化关系。但凡事均有利弊，这样处理容易使学生模糊对电

势能的理解，因此希望教学中尽量避免实验外力来讨论电势能。

2. 加强“分割-求和”微元思想的培养

由上文可知，电势能发展的历程中蕴含了微元思想，但司南版教材对其并没有明确表达，以至于大部分教师忽视了微元法的训练。其实早在高一学习“匀变速直线运动的位移—时间关系”时，就已经初步涉及到微元思想。高二年学生抽象逻辑思维还在迅速发展的阶段应乘胜追击，进一步加强。一方面螺旋式上升的发展学生的思维推理方式，启发心智；另一方面，帮助引导学生在未来学习中面对复杂问题时，能够创造性的解决。

3. 对电势能概念进行公式量化

司南版教材中只对电势能概念作出文字描述，过于注重理论分析，没有给出具体的数学表达式，对于学生而言有点抽象。因此教学中可以借鉴台湾教材的做法，对电势能进行公式量化，将抽象的概念具象化，便于学生理解电场力做功与电势能的关系。

4. 搭建桥梁，建立与理解电势概念

首先由上文分析可知，司南版在建立电势概念时，急于类比运用比值定义法，导致学生对它的本质缺乏深刻的认识；再者“电势”概念对于高二年学生而言较为抽象难理解。因此在教学中，教师可以尝试采用人教版的方式：先顺应学生认知发展进行分析推理、发现问题，再利用比值定义建立概念，解决电势概念建立突兀的问题；然后借鉴翰林版，在概念建立后运用更为熟悉的“重力势”来帮助学生加深对电势概念的理解。

4.3 闭合电路欧姆定律

4.3.1 宏观呈现的比较

4.3.1.1 知识结构的比较

表 4.4 各版本闭合电路欧姆定律的知识结构安排比较

教材版本	所在章节	前知识	后知识
人教版	必修第3册第12章第2节	电路中能量转化	实验：电池电动势和内阻的测量
司南版	必修第3册第4章第1节	电流、电阻、电	科学测量：电源的电动势和内

		功	阻
翰林版	选修5第1章第1节与第2节	电流	电阻、电路中能量关系
龙腾版	选修下册第7章第1节、第2节	电流、电阻	电路中能量关系

人教版	司南版	翰林版	龙腾版
<p>第十二章 电能 能量守恒定律</p> <p>1. 电路中的能量转化</p> <p>2. 闭合电路的欧姆定律</p> <p>3. 实验：电池电动势和内阻的测量</p> <p>4. 能源与可持续发展</p>	<p>第4章 闭合电路欧姆定律与科学用电</p> <p>导入 从用电问题说起</p> <p>第1节 闭合电路欧姆定律</p> <p>第2节 科学测量：电源的电动势和内阻</p> <p>第3节 科学测量：用多用电表测量电学量</p> <p>第4节 科学用电</p>	<p>電流與電路</p> <p>1-1 電動勢與電流 7</p> <p>1-2 歐姆定律與電阻 11</p> <p>1-3 電阻的串聯與並聯 17</p> <p>1-4 電路中之電量守恆與能量守恆 21</p> <p>1-5 電功率與電流的熱效應 26</p> <p>實驗 10 歐姆定律與電路 38</p>	<p>7 電流</p> <p>第1節 電動勢與電流</p> <p>第2節 電阻與歐姆定律</p> <p>第3節 電路分析</p> <p>第4節 電路裡的守恆律</p> <p>第5節 電功率與電流的熱效應</p> <p>習題</p>

图 4.12 各版本闭合电路欧姆定律的知识结构安排对比图

从闭合电路欧姆定律这一知识点来看，主要有电动势和闭合电路欧姆定律两个主要知识点。由表 4.4 与图 4.12 可知，大陆两版教材将电流、电阻、电路中的能量关系等知识安排在闭合电路欧姆定律之前学习，并且把电动势和闭合电路欧姆定律这两个知识点安排在同一节，几乎一整章的内容来对该知识进行理解、探究、应用，使学生从部分电路的认识上升到全电路规律的掌握，从静态电路的计算提高到对动态电路的分析；而台湾两版教材则将这些知识统合在同一章里面学习，没有很好的突出闭合电路欧姆定律的重要性。

4.3.1.4 教学逻辑的比较

1. 人教版

通过实验引发认知冲突，讨论电路中正电荷运动情况。提出问题：为何电源内部正电荷能不断地从负极搬运至正极，从力和能量的角度进行解释，引入电动势概念。回顾旧知引入内电阻概念，分析内外电路能量转化问题，得到闭合电路欧姆定律。利用代数法、函数图像法分析路端电压与负载的关系，在拓展学习栏目补充欧姆表的设计原理。

2. 司南版

通过实验比较干电池和蓄电池电压，说明电源是把化学能转化为电能的装置，电压反映该本领大小引入电动势。类比人工瀑布说明内外电路能量转化关系。回顾旧知，实验探究闭合电路电流大小与哪些因素有关。分析内外电路电势变化情况，数学推导得到

闭合电路欧姆定律。利用代数推理和实验探究，得到路端电压与外电路的关系。

3. 翰林版

追溯电池的起源——由伽伐尼动物电到伏打电堆，引入电动势概念。追溯欧姆发现定律的历程以及欧姆当时进行的实验，得出欧姆定律。

4. 龙腾版

分析说明锌铜电池工作原理，引入电动势概念。类比人运球的模型建立电路内部电荷运动模型，说明电源内外电路能量转化关系，并介绍电池的起源。说明电源存在内电阻，推理建立闭合电路欧姆定律，最后分析内外电路电势的变化。

两岸四版教材对闭合电路欧姆定律的教学逻辑对比如**錯誤！找不到參照來源。**

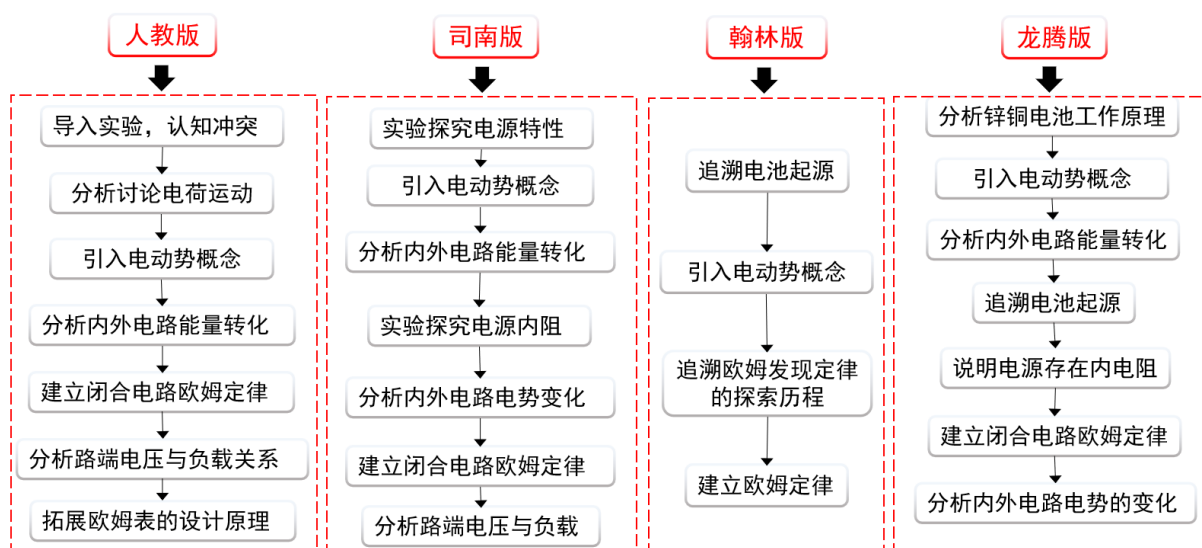


图 4.13 两地四版闭合电路欧姆定律的教学逻辑对比

综上所述，两岸四版教材对于闭合电路欧姆定律的编写思路存在一些差异。人教版、司南版与龙腾版教材都按照“引入电动势概念→分析内外电路能量转化→建立闭合电路欧姆定律→分析拓展”这样的编写思路；而翰林版则是将“分析内外电路能量转化”这一环节用“追溯欧姆定律的探索历程”来代替，更加强调物理学史的教育价值。四版教材在实验的安排、定律描述等方面也都略有不同，下文将对此进行比较更加细致的分析。

4.3.2 微观呈现的比较

4.3.2.1 物理概念与定律描述比较

1. 物理概念定律的描述

两岸四版教材对于本节两个主要的物理概念与定律：“电动势”与“闭合电路欧姆定律”的描述，通过梳理得到如图 4.14 所示。可见，四版教材对于概念与定律的描述存在较大的差异。

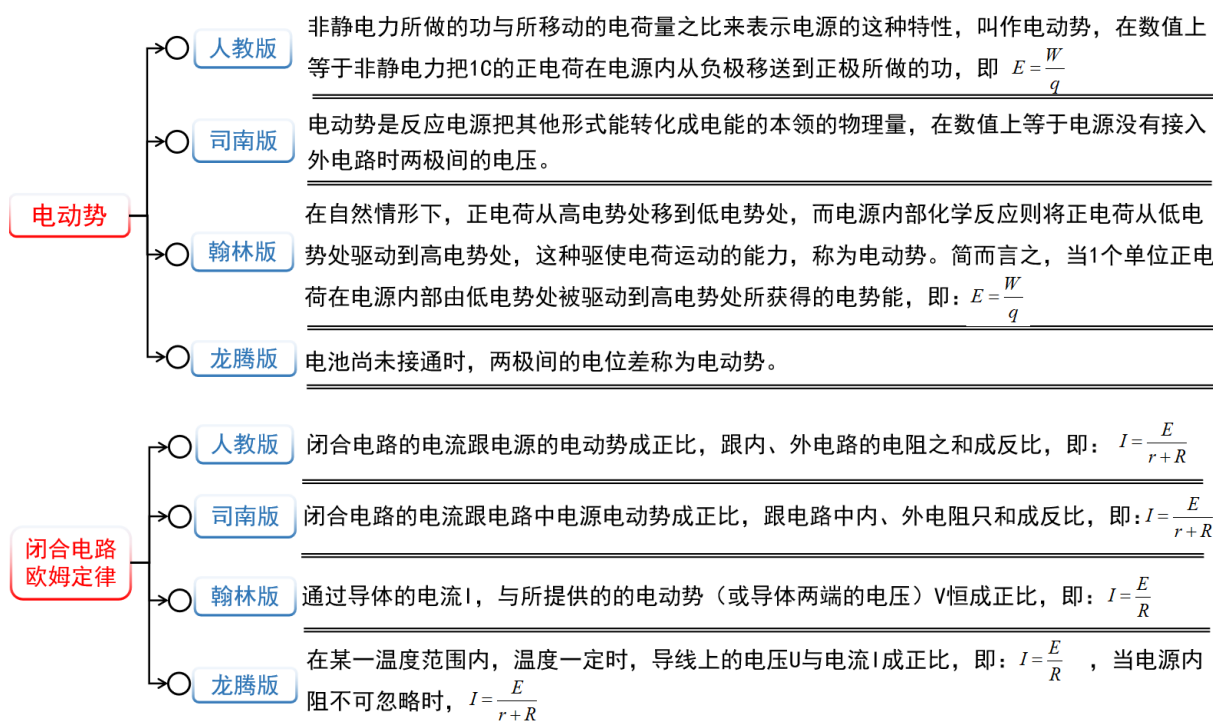


图 4.14 物理概念和定律的描述比较^{[33][34]} 错误！找不到参照来源。 错误！找不到参照来源。

对于电动势的理解是掌握闭合电路欧姆定律的关键和基础，因此电动势的概念描述与处理对教学十分重要。人教版与翰林版完整清晰的阐述了概念的本质内涵、物理意义和数学表达式；而司南版与龙腾版相对而言，对此概念进行清晰的界定，并试图使用电压来辅助定义，模糊电压与电动势之间的区别，容易导致学生混淆电动势与电压的概念。龙腾版甚至连概念的本质内涵都没有阐述清楚，直接用电势差来辅助定义电动势，几乎是将电动势等同于电源两端电压。

对于闭合电路欧姆定律，两岸的理解与分类存在一定差异。台湾教材将欧姆定律其分为理想状态（内阻可忽略）与现实状态（内阻不可忽略）分别对应大陆教材部分电路

与闭合电路。并且在台湾高中物理教材中将较多的笔墨放在理解理想状态下的欧姆定律，尤其是翰林版教材。

4.3.2.2 物理实验部分比较

1. 物理实验部分比较

闭合电路欧姆定律既是电学基本概念的综合，又是理论和实验的体现，因此教材中的实验编排就尤为重要。将四版教材中关于闭合电路欧姆定律的实验部分进行梳理，如图 4.15 所示。可见，四版教材在这一知识点中编排的实验设计有比较大的差异。



图 4.15 闭合电路欧姆定律实验部分比较

人教版在导入部分设计演示实验，以引导学生的认知冲突，对于定律的建立主要是以后续的理论推导为主。司南版对于定量的建立主要是通过实验，教材通过几个操作难度不高的实验，引导学生观察实验现象，拥有更加直观的感受，减低思维难度，并提高学生的动手探究能力。

翰林版设计的实验主要是以重现闭合电路的欧姆定律的发展历程为主线，加深对科学本质的理解。龙腾版主要通过理论推导结合物理学史得出定律，教材中没有编排有关闭合电路欧姆定律的实验。可见台湾两版教材中穿插了较多关于物理学家欧姆的研究过程，说明其具有一定的教育意义。

4.3.3 基于物理学科核心素养的比较分析

1. 物理观念层面

在物理观念的呈现上，人教版与翰林版逻辑性更强，概念阐述更清晰，促进对概念规律的理解；司南版与龙腾版侧重通过实验与模型建构，引导学生通过实验现象大胆阐述自己的观点，这样形成的物理观念更加发散具有多样性。

例如：对于“电动势”概念的呈现，人教版与翰林版都给出完整清晰的概念及表达式。司南版与龙腾版相对而言，对电动势概念较为模糊，导致学生容易混淆电动势与电压的概念。

2. 科学思维层面

在科学思维的呈现上，人教版和翰林版侧重通过逻辑上的推理、分析和综合去锻炼学生的思维方式。司南版和龙腾版侧重通过引导学生建构物理模型，利用物理图像，创设物理情境培养学生的思维。

例如：人教版通过对内、外电路中能量转换关系的分析，让学生经历从整体到部分，再从部分到整体的推理历程，提高学生的综合分析能力。司南版与龙腾版分别通过类比人工瀑布与搬运小球的情境建构电源内部能量转化模型以及建构内外电路电势升降示意图详述描述这一特征，此外司南版还通过创设不同电源给小灯泡供电的情境，引导学生经历“比较—概括—抽象”的思维历程。

3. 科学探究层面

在科学探究的呈现上，人教版侧重培养学生从多维角度，运用不同的科学方法分析与处理问题的能力，如通过问题串的方式，分别从力和能量的角度解释电动势，从电势与能量的角度得出闭合电路欧姆定律；司南版侧重培养学生实验操作与观察能力，如设置了三个实验，学生自主组装、观察、分析实验，有利于激发学生对科学产生强烈的研究兴趣。而台湾两版教材在本知识点中对科学探究素养的体现较为薄弱。

4. 科学态度与责任

在科学态度与责任的呈现上，人教版与司南版较侧重通过习题创设情境体现物理学科与生活、物理学与近代科技发展的紧密联系。翰林版与龙腾版侧重通过物理学史加深

学生对于科学本质的理解。

例如：人教版与司南版习题中设置了以“充电宝”、“汽车蓄电池”、“测风速仪器”等物理情境，让学生认知到学习物理学是为了解决生活实际问题，改善科技，提高效率。翰林版与龙腾版详细描述了电池的起源，引导学生认识过去，明白没有绝对的真理，要保持着终身学习的态度以及勇于质疑和探究的精神。

4.3.4 教学建议

基于以上的比较分析以及追溯“闭合电路欧姆定律”建立过程中蕴含的丰富思想方法，笔者以司南版为蓝本提出以下几点教学建议：

1. 明确“电动势”概念，厘清“电压”与“电动势”的区别。

电压与电动势是本质上有截然不同的两个概念，电动势是描述电源将其他形式的能转化为电能本领的物理量，电压是描述电能转化成其他形式能本领的物理量，它们都反映了能量的转化，但转化的过程是不一样的。

司南版教材通过比较电池电压的大小引入电动势。这样编排的优势在于更贴近学生的认知、易于理解，劣势在于没有给电动势一个十分明确清晰的定义，没有明确指出将电压与电动势本质上的区别，容易让学生造成电压等同于电动势的错误认知，将两个概念混淆。故在实际教学中，教师需明确电动势概念，强调电压与电动势之间的区别与联系，促进学生形成清晰的能量观念。

2. 采用历史探究的方法，充分展示欧姆发现定律思维历程

通过前文探索，笔者发现闭合电路的欧姆定律的发展历程了蕴含丰富的科学思想及科学本质，它是基于实验的科学发现过程，不完全是演绎推理。可能考虑到欧姆实验装置的复杂性和思维逻辑学生较难接受，大陆两版教材中对此并无体现，均以理论推导、数学分析为主。受到台湾教材的启发，笔者认为教学中可以将这笔宝贵财富利用起来，尝试遵循欧姆发现定律的实验和思维历程建立定律^{錯誤！找不到參照來源。}。考虑到欧姆实验装置的复杂性，笔者认为可以将其蕴含的科学思维和方法融入教学中，不要求学生完全理解这个装置的操作与原理，具体设想将在本研究第七章的教学片断案例中体现。

4.4 电磁感应定律

4.4.1 宏观呈现的比较

4.4.1.1 知识结构的比较

表 4.5 各版本电磁感应定律的知识结构安排比较

教材版本	所在章节
人教版	必修第 3 册第 13 章第 3 节、选择性必修第 2 册第 2 章第 1 节与第 2 节
司南版	必修 3 第 5 章第 2 节、选择性必修第 2 册第 2 章第 1 节和第 2 节
翰林版	选修物理第 4 册第 3 章第 1 节、第 2 节、第 3 节
龙腾版	选修物理下册第 9 章第 1 节、第 2 节



图 4.16 个版本电磁感应定律的知识结构安排

电磁感应定律这一知识点主要由三个部分组成，分别是：电磁感应现象→楞次定律→法拉第电磁感应定律，如表 4.5，图 4.16 所示。

大陆两版教材把三个部分编排在两本书中，将电磁感应现象编排在必修 3 中，要求全体高中生都必须学习；将楞次定律与法拉第电磁感应定律编排在选择性必修 2 中，要求高中选学物理的学生进一步深入理解。这样编排能够满足不同水平学生的知识需求，

形成了从基础电磁学到深入理解电磁学的“双循环”，使学生的学习进阶过程更加具有科学性^{錯誤！找不到參照來源。}。台湾两版教材则将这部分内容全部集中在一个章节中，一方面突出强调这部分知识的重要性，另一方面增强知识学习的连贯性，知识衔接更加紧密。

4.4.1.4 教学逻辑的比较

1. 人教版

回顾历史并探究产生感应电流的条件，介绍有关应用以及法拉第的生平。探究感应电流的方向与哪些因素有关，观察现象总结归纳楞次定律，并从能量的角度理解；引导学生解释“磁铁靠近或远离铝环”的现象，分析归纳得到右手定则。定性探究感应电流的大小跟那些因素有关，建立法拉第电磁感应定律，分析推理动生电动势公式。设置栏目引导思考导体棒在匀强磁场中运动的能量转换关系以及自由电荷受力情况等。

2. 司南版

引入磁通量概念，通过三个实验探究感应电流产生的条件，介绍有关电磁感应的应用。探究感应电流方向与哪些因素有关，观察现象归纳总结楞次定律，并从能量角度理解。引导学生解释“强磁体分别通过铝管与塑料管”的现象，通过例题分析归纳得到右手定则。定性探究感应电流的大小跟那些因素有关，直接给出法拉第电磁感应定律。说明感应电动势的方向由楞次定律判断，分析推理动生电动势公式。拓展一步栏目说明感生电动势与动生电动势的产生原理。

3. 翰林版

跟随法拉第脚步探索电磁感应现象，总结得出产生感应电流的关键在于“变化”，提出磁力线模型解释电磁感应现象。由实验总结归纳出楞次定律，并能量的角度解释。通过实验归纳推理得到右手定则，引导学生解释“磁铁靠近或远离铝环”的现象。探讨：磁力线通过线圈面的数量与哪些因素有关，得出磁通量的概念，说明麦克斯韦以磁通量的方式描述电磁感应，总结判断感应电流方向的方法。在迷思概念辨析栏目，说明感应电动势与感应电流的区别和联系。

4. 龙腾版

以历史上几个主要科学家的实验和思想为主轴，追溯电磁感应现象的发展历程，并

用现代探究装置引导学生认识电磁感应现象。引入磁通量概念及其表达式，直接给出法拉第电磁感应定律，说明感生电动势与动生电动势的产生原理，推导动生电动势公式。通过实验总结归纳出楞次定律，再将楞次定律纳入法拉第电磁感应定律，并从能量角度解释楞次定律。

综上所述，两岸四版教材对于电磁感应定律的教学逻辑对比图 4.17 所示。

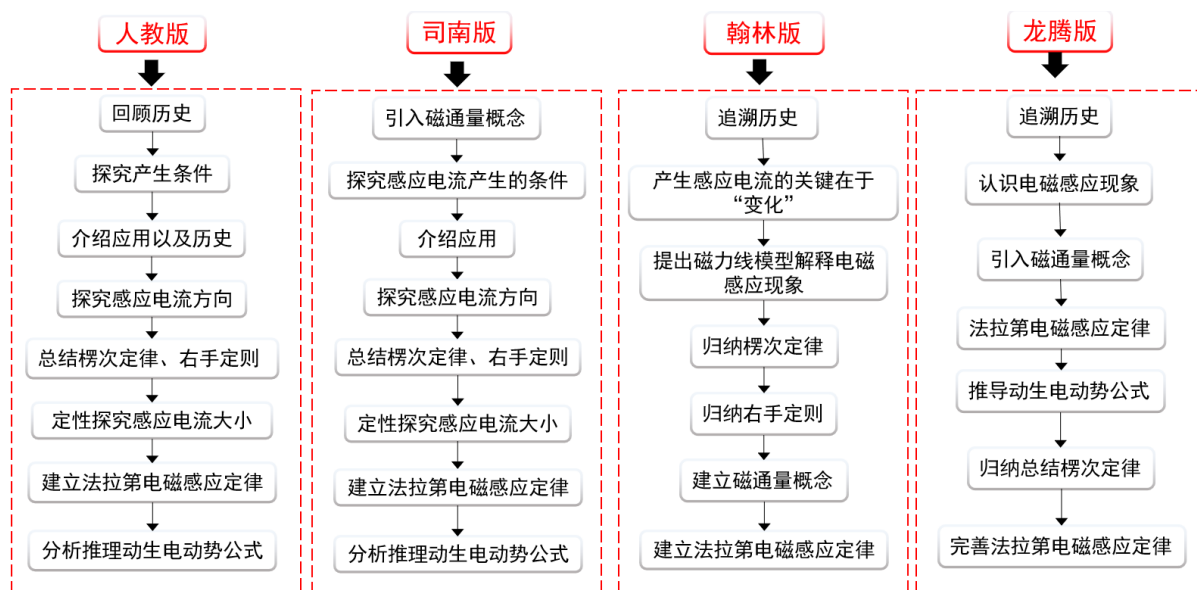


图 4.17 两地四版电磁感应定律教学逻辑对比

大陆两版教材是按照“磁通量→电磁感应现象→楞次定律→法拉第电磁感应定律”的编写思路，并以实验探究为主线建立概念；翰林版将磁通量编排在楞次定律学习之后，龙腾版将磁通量编排在初步认识电磁感应现象之后。

可见四版教材对磁通量这一概念的编排各不相同。大陆两版教材是从便于学生理解与应用的角度考量，用磁通量概念为定性描述磁场和定量描述磁场之间搭建一座桥梁，有利于后续学生对定律的学习。台湾两版教材则是从学生认知发展的角度考量，当学生对电磁感应现象有一定了解后，便会产生“磁感线的变化该如何定量描述”的认知需要，此时在建立磁通量概念，更加顺应学生认知发展。人教版、翰林版、龙腾版都十分注重这部分物理学史的教育价值，用了较多的笔墨阐述其发展历程。四版教材在实验的安排、定律描述等方面也都略有不同，下文将对此进行比较更加细致的分析。

4.4.3 微观呈现的比较

4.4.1.2 物理定律描述比较

1. 物理定律的描述

将四个版教材关于电磁感应定律的描述进行梳理,如图 4.18 所示,可见,两岸对于电磁感应定律的描述存在较大差异。

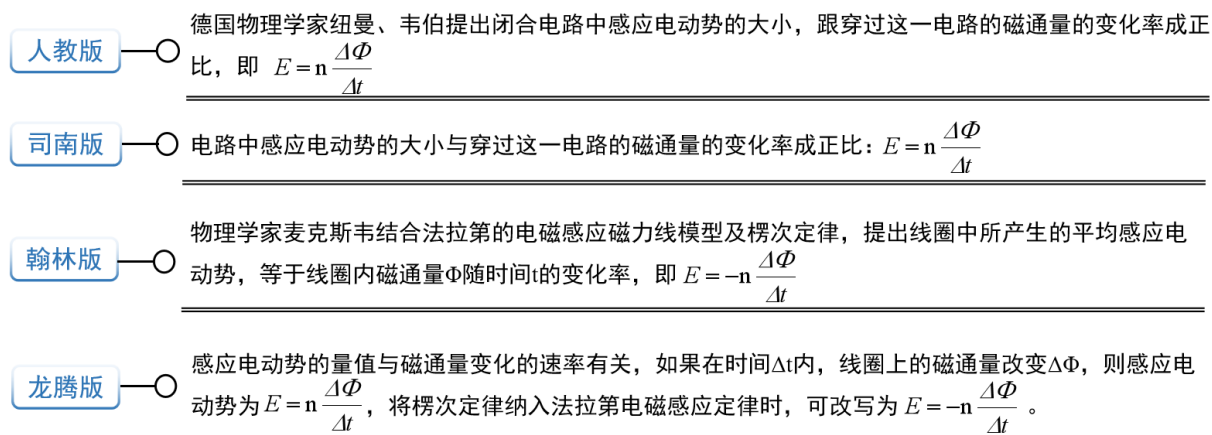


图 4.18 电磁感应定律描述比较 錯誤! 找不到參照來源。錯誤! 找不到參照來源。錯誤! 找不到參照來源。錯誤! 找不到參照來源。

第一,对于电磁感应定律的数学表达式有所不同。大陆两版教材在数学表达式中只表示出了感应电动势的大小,没有将方向纳入其中,而台湾两版教材都有将负号列入表达式中,列出完整的法拉第电磁感应定律。

第二,关于数学表达式创始者的认同有所不同。人教版教材认为是纽曼和韦伯通过对理论和实验资料严格分析之后提出的数学表达式,而台湾两版教材均认为是麦克斯韦结合法拉第与楞次的思想之后提出的。

经比较发现四版教材对于法拉第电磁感应定律数学表达式的创始者及其描述存在一定分歧。因此笔者通过查阅资料,对法拉第电磁感应定律的探索历程进行了大致梳理,为物理教育者提供一定参考。

2. 追源溯流

1820 年,法拉第设想磁也可以生电;1821 年,发现电磁旋转现象;1825 年,设计实验试图获得稳恒的感应电流,但都失败了;1831 年,受到声学振动图像的瞬时性的启发,认为或许通过强化、转变粒子的特定状态来传递电的波动,产生电流的感应效应,也失败了;同年 8 月,通过“圆环实验”发现电磁感应现象,如图 4.19。

随着法拉第对电磁感应现象的认识不断加深，开始尝试解释其原理。他提出“磁曲线”概念，并通过实验发现只要磁曲线被切割，就会产生感应电流，因此又提出“磁力线”概念。通过实验总结：感应电流的产生是因为导体对磁力线的切割。后来在地磁电感应实验中，描述了感应电流、磁力线和运动导线三者之间的方向关系。1832年精确的描述了这三者之间的两两垂直关系，如图 4.20，但较为复杂不容易理解^[45]。

1833年，楞次（Lenz，1804-1865）把法拉第的成果与安培的电动力理论结合起来，提出了楞次定律：“如果导体原来是静止的，它会使导体产生一运动，正好与该导体现在的运动方向相反，如果该导体在静止时有向该方向或其反向运动的可能的的话。”

1845年，根据法拉第的研究成果，物理学家诺依曼（F.E. Neumann，1798-1895）引入的电流的位置函数 A，即矢量位，韦伯提出磁通量概念。继承了超距作用观，自成“大陆电动力学派”，但未能建立起统一的理论体系。

1847年，亥姆霍兹（Hermann von Helmholtz，1821-1894）也说明了楞次定律是能量守恒的必然结果，产生的电能其实源自磁棒减速所减少的动能。

1856年，物理学家麦克斯韦他在电磁理论的一篇论文中，指出诺依曼的矢势 A 是建立在超距作用上的数学函数，没有实际意义。法拉第的“电紧张状态”是依据大量实验现象以及分析做出的精确推论，于是麦克斯韦结合法拉第的力线思想和楞次定律判断电流流向的方法，提供电磁感应定律清晰的数学形式^{[46]P117}：

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

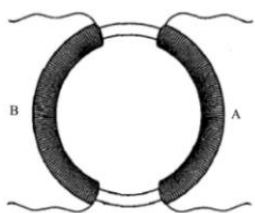


图 4.19 圆环实验

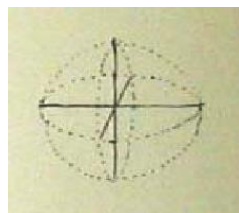


图 4.20 电流、磁和运动三者方向关系

由此可见，电磁感应定律的方向最初是由法拉第发现的，不过由于法拉第的结论比较复杂，并且需要在特殊条件下才能够成立，因此如今广泛应用的方法是楞次定律。法拉第电磁感应定律清晰的数学表达式是由麦克斯韦提出的，当然诺依曼与韦伯的工作也十分重要，他们提出了磁通量的概念，为麦克斯韦打下了坚实的基础。

4.4.1.3 物理实验部分比较

电磁感应定律是通过大量的实验研究和精密的数学推导得到的结果，但是由于在高中阶段电磁感应定律的定量实验很难完成，因此四版教材均是以定性实验为主。将四版教材中关于电磁感应定律的实验部分进行梳理，如图 4.21 所示。

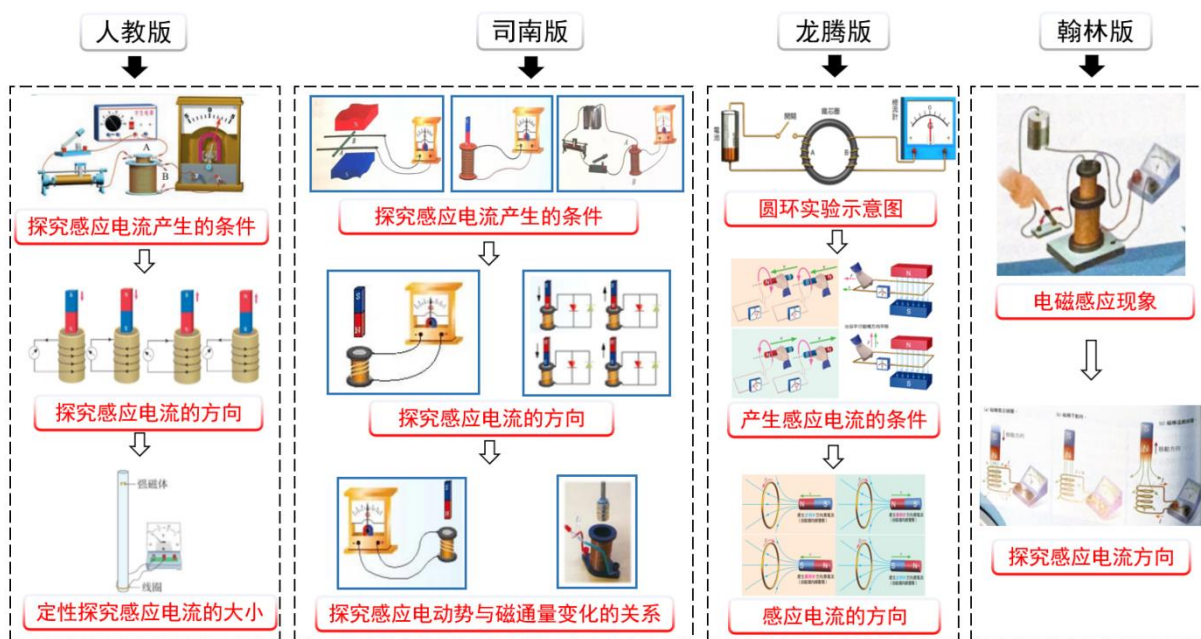


图 4.21 电磁感应定律实验部分比较

大陆两版教材实验设计的方向基本一致，但还是略有区别。当探究同一个问题时，司南版相较人教版会为教师和学生提供更多的实验思路，如探究产生感应电流的条件时，从三个不同的角度设计了三组实验；在学生分组实验的基础上，会增添一个迷你实验室栏目。人教版相较司南版更注重引导调动学生思维参与实验设计与修正，如在探究感应电流方向的实验中，引导学生思考“感应电流磁场的磁通量与磁体磁场的磁通量之间的关系”。

台湾两版教材比较注重实验现象的分析以及结论的得出，对于实验的操作与设计这一部分较少有涉及到。

4.4.2 基于物理学科核心素养的比较分析

1. 物理观念层面

在物理观念的呈现上，四版教材呈现出比较清晰的相互作用观念和能量观念，主要

区别在于以下两点：

第一点在于“磁通量”概念的编排。大陆教材是将磁通量安排在学生接触电磁感应之前学习，台湾教材安排在学生电磁感应现象有一定了解后学习，即：

大陆教材：磁通量→电磁感应现象→楞次定律→法拉第电磁感应定律

翰林版：电磁感应现象→楞次定律→磁通量→法拉第电磁感应定律

龙腾版：电磁感应现象→磁通量→法拉第电磁感应定律→楞次定律

大陆教材编排的优势在于帮助学生更好理解楞次定律，利于知识的应用；台湾教材编排的优势在于更加符合认知逻辑，有利于形成系统的知识结构和科学认知。

第二点在于法拉第电磁感应定律的数学表达式呈现的不同。大陆教材用 $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ；台

湾教材用 $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。大陆教材如此编排的优势在于易于学生理解、应用，劣势在于不够

严谨，不利于学生后续的学习与发展。

2. 科学思维层面

在科学思维的呈现上，四版教材通过观察实验现象，归纳推理出感应电流方向的规律，体现了科学推理这一要素，有利于培养学生透过现象寻找本质规律的能力，正确理解科学规律的前因后果、精髓要义，能够运用归纳与演绎的推理方法完成对实验结果的推理论证。

3. 科学探究层面

在科学探究的呈现上，四版教材通过引导学生完成一系列物理实验，培养学生的科学探究能力。其中人教版更侧重培养根据现象提出质疑并能提出合理假设的能力。例如：探究影响感应电流方向的实验操作和记录难度不大，难度在于如何将感应电流的方向与磁通量变化联系起来，人教版通过进一步引导学生思考“感应电流磁场的磁通量与磁体磁场的磁通量之间的关系”，较好的突破了难点。

司南版更侧重培养学生实验操作、设计实验的能力，且对实验探究的方法更加多样。例如：在探究感应电流方向的实验中详细说明了实验目的、器材、原理与设计、步骤、分析、结论、讨论等，呈现了十分完整的实验设计方案以及操作细节和处理，并且还通过迷你实验室增加另外一种实验方案，引导学生熟悉各种实验仪器的使用，有效锻炼创新

思维。

台湾教材更侧重培养学生对问题作出解释的能力，提高准确说明问题与事实的本领。例如：在电磁感应现象的认识的实验中、探究感应电流的方向实验中，基于实验现象能够引导学生准确抓住“变化”、“抵制”这些关键来进行解释。

4. 科学态度与责任层面

在科学态度与责任的呈现上，人教版、翰林版与龙腾版都十分注重通过物理学史的渗透。例如：人教版对电磁感应现象的发展历程做了较为详实的介绍，并设立了 STSE 栏目带领学生进入电气化时代认识法拉第。台湾教材按照电磁感应定律的思维发展历程编排教材，站在历史的角度能够更加准确的描述出清晰的物理规律与概念，引领学生深刻认识科学的本质。

司南版更加注重物理学科与生活、物理学与近代科技发展的紧密联系，列举了很多电磁感应现象的现代应用科技，如：计算机磁盘与磁记录、无线充电等等，有利于学生体会电磁技术的应用对生活和社会进步带来的影响。

4.4.3 教学建议

基于以上的比较分析以及追溯“电磁感应定律”建立过程中蕴含的丰富思想方法，笔者以司南版为蓝本提出以下几点教学建议：

1. 调整知识呈现顺序，重组磁通量概念的建立

司南版教材中磁通量的学习是这样开启的：“为了研究磁生电现象，电磁学中引入了一个物理量——磁通量”^{錯誤！找不到參照來源。}。此处引发几点思考：若没有磁通量这个概念是否能够发现磁生电现象？若能发现，又为何一定要引入磁通量？磁通量对电磁感应定律的建立有何重要作用？由此可见，在还未接触到电磁感应现象时便提出磁通量概念，没有引起学生的认知需要，使得这个概念的建立较为突兀，认知结构中没有与之对应的图式，较难达到成功同化顺应的效果。

结合前文对两地四版教材的分析，笔者建议磁通量概念的建立编排在学生对电磁感

应现象有一定认识，产生认知需要后建立，即：电磁感应现象→磁通量→楞次定律→法拉第电磁感应定律。这样逻辑比较符合科学探究精神，在知识点重构的基础上更好的使学生形成物理观念。

2. 法拉第电磁感应定律的数学表达式的呈现

纵观两地四版教材发现，大陆教材在高中阶段对电磁感应定律的描述是用 $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ；

台湾教材用 $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。大陆如此编排的优势在于易于学生理解、应用，劣势在于不够严谨，偏向应试的教育目的，科学思维的锻炼效果被削弱。因此笔者建议可以借鉴龙腾版

教材先以 $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的形式建立电磁感应定律，后面再结合楞次定律呈现出完整准确的法

拉第电磁感应定律的数学表达式，不能因为知识的生涩难懂，就降低对学生的要求，放弃知识的完整性、准确性。

第5章 基于教材分析的物理教学案例研究

本研究选取高中物理电磁学中较为重要的四个知识点《库仑定律》、《与电势》、《闭合电路的欧姆定律》、《法拉第电磁感应定律》为研究对象。基于前文两岸四版教材对这四部分内容的对比探讨，以司南版为蓝本优化整合教学资源，设计出四个具体案例，以期达到提高学生物理学科核心素养的目标。每个案例设计都包含教学内容分析、教学处理、教学思路和教学过程四个部分内容，通过呈现具体案例来说明在物理教学中整合“基于教材分析的教学建议”的做法。

5.1 片断教学案例一：《库仑定律》

5.1.1 教学分析

1. 教学内容分析

“库仑定律”是司南版物理必修3第1章第2节《库仑定律》的主要内容，阐述了带电体之间相互作用的规律，是牛顿引力理论的发展。通过前文对两地四版教材的对比，笔者认为司南版教材对本节内容的处理方式存在以下几点改进空间：①没有提供类比依据，略显突兀。②以“定性实验→类比→建立定律→库仑扭秤定量实验”的教学方式，使得知识建立缺乏逻辑性。③库仑定律得出的定量实验不只有库仑扭秤，还有电摆实验。④对于库仑扭秤实验，聚焦于实验原理与结论，忽略了实验数据这一重要证据。

2. 教学处理

结合以上分析，以培养学生物理学科核心素养为目标进行如下教学处理：

(1) 利用电子绕核运动和地球绕太阳运动的动图进行对比分析，找到它们的共同属性，提供类比的思维桥梁。

(2) 调整教学顺序，以“定性实验→类比猜想→库仑扭秤定量实验→建立定律”的顺序进行教学。

(3) 引导学生对库仑扭秤实验进行思考交流、大胆质疑，再简单介绍电摆实验。

(4) 适当补充库仑扭秤实验的实验数据，以支撑实验结论的得出。

3. 基于物理科学核心素养培养的教学思路

基于以上分析，片段教学思路如图 5.1 所示。

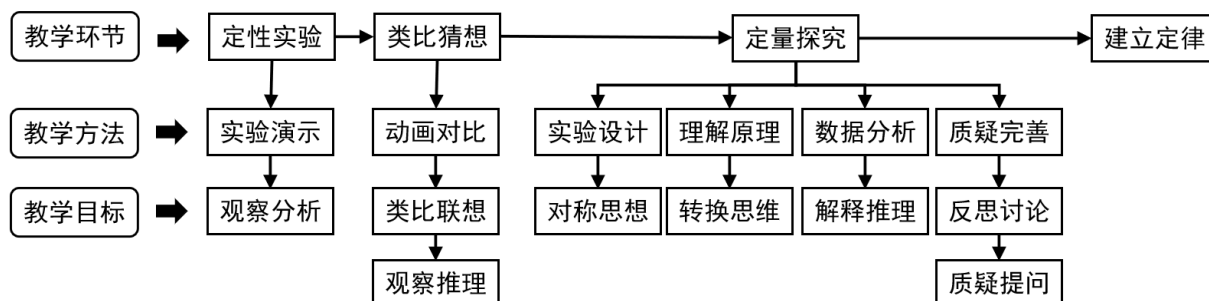


图 5.1 “库仑定律”片断教学思路

5.1.2 教学过程

环节一：定性实验，探究影响因素

教学活动：通过演示实验，引导学生思考静电力 F 的大小与距离 r 、电荷量 Q 的定性关系，如图 5.2 所示。

师：增大两个带电球的距离，细线偏离角度有何变化？保持距离不变，减小带电金属球 B 的带电量，细绳偏离角度有何变化？

生（众）：角度都变小

师生共同总结：当两电荷电量不变时，随着距离 r 增大，作用力 F 减小；当两电荷距离 r 不变时，随着电量 Q 减小，作用力 F 减小。

提出问题：静电力 F 、电量 Q 、距离 r 之间又有怎样的定量关系？

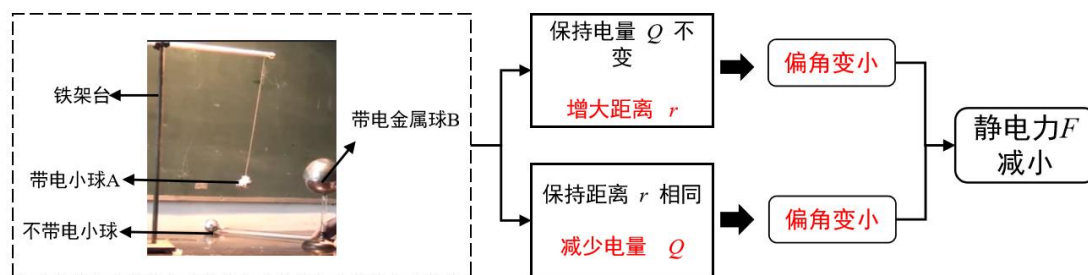


图 5.2 定性实验分析流程图

设计意图：实践发现教材中的实验现象较不明显，操作难度较大，因此将装置进行改进。通过实验引导学生熟悉控制变量法、认识改变电量的方法，提高对实验方法运用的熟练度，以及实验观察能力。

环节二：类比猜想，搭建桥梁

教师活动：引导观察比较行星绕太阳运动和电子绕核运动，如图 5.3 所示。

师：行星绕太阳转和电子绕核转都是在做什么运动？

生（众）：圆周运动。

师：两个模型做圆周运动分别是什么力提供向心力？

生（众）：万有引力和静电力。

师：万有引力与静电力的大小分别与哪些因素有关？

生：万有引力大小与 m_1 、 m_2 、 r 有关，静电力大小与 q_1 、 q_2 、 r 有关。

提出问题：类比万有引力的表达式，你认为静电力的表达式可能是怎样的？

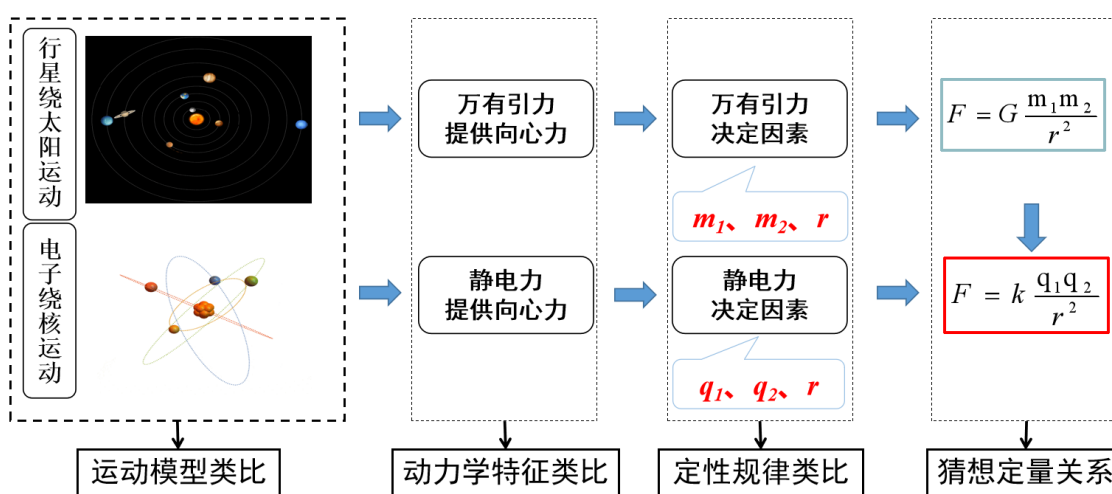


图 5.3 静电力类比万有引力流程图

设计意图：由史实可知库仑定律的发展与万有引力类比息息相关，为学生提供两种运动模型动画的类比，可以更加直观的从运动情况的相似联想到受力特点的相似，进一步对比定性关系的相似性，最终猜想静电力的大小与电荷和距离的关系，在强化类比思维的过程中提高观察与推理能力，促科学思维的发展。

环节三：定量探究，推理分析

任务 1：实验设计，解决各物理量测量问题。

师：英国物理学家卡文迪许和普里斯特利和同学们一样认为静电力遵循平方反比关系，但事实是否如猜想一致还得由实验验证。

教师活动：引导学生明确需要测量的物理量，思考测量方法，如图 5.4。

师：若电荷无法直接测量，那么能否得到具有倍数关系的电荷？如何获得？

生：完全相同的两个金属球，带电的触碰不带电的，电量就平分分了。

师：对于微小的力该如何测量？在学习万有引力时是否有装置可以实现？

生：微小放大法；扭称实验装置。

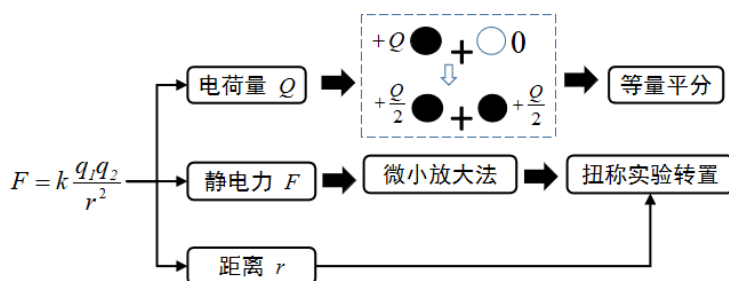


图 5.4 实验设计思路图

任务 2：认识装置，理解原理，进行实验。

教学活动：结合信息技术展示库仑扭称实验装置，介绍装置结构与实验设计的背景，引导学生讨论分析实验装置，理解测量原理，如图 5.5。

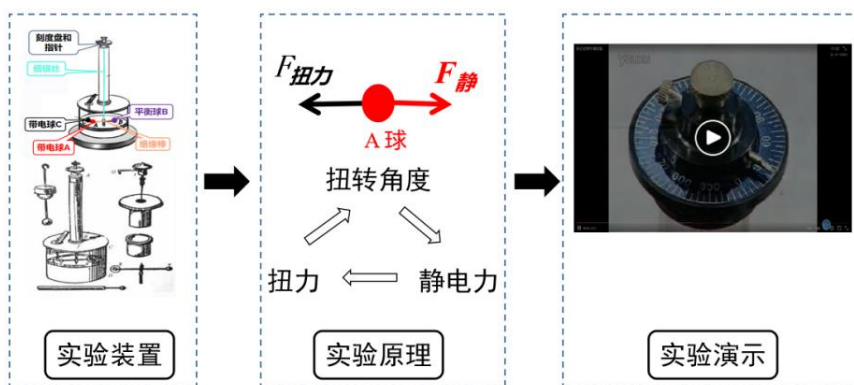


图 5.5 实验装置、原理图

设计意图：通过再现库仑定律探究实验，引领学生体会探究库仑定律过程中的对称、微小放大和类比等思想方法，感受科学思想方法在物理研究中的关键性。

任务 3：数据分析，总结规律。

教学活动：向学生展示库仑得到的实验数据，利用 Excel 功能引导学生结合实验测量原理分析数据，归纳总结得出物理规律，如图 5.6。

师：另外库仑通过电荷等量平分的方法进一步测量了 F 与 Q 之间的关系，实验得出 $F \propto q_1q_2$ 。

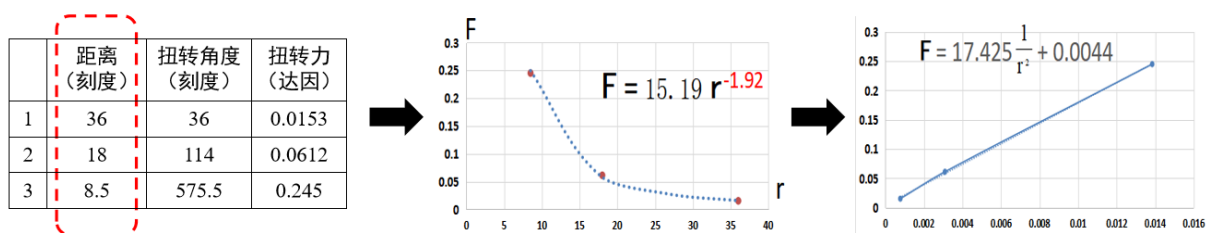


图 5.6 实验数据图表

任务 4：质疑完善，误差分析

提出问题：实验结果没有完全满足平方反比关系，误差产生的原因可能是？

生 1：两个金属球并不是严格的点电荷。

生 2：实验过程中，电荷所带电量会有一些流失。

提出问题：通过库仑扭称实验，就能得到结论吗？是否严谨？

提示：万有引力与静电力除了有许多相似之处，还有什么区别？

生：电荷间作用力既有吸引力也有排斥力。

师：库仑扭称实验证明了电荷间的排斥力满足 $F \propto \frac{kq_1q_2}{r^2}$ ，是否能够证明电荷间的

吸引力也满足 $F \propto \frac{kq_1q_2}{r^2}$ ？

生：不能，小球相互吸引后相撞，电荷会抵消最终中和。

师：没错，因此库仑有设计了“电摆实验”，通过测定周期来确定力与距离的关系。

设计意图：引导学生质疑思考，强调库仑是通过两个实验最终才证明静电力遵从平方反比定律。有利于让学生认识到看待问题要全面、客观，要善于发现问题，敢于提出观点，进而培养学生的质疑创新能力和交流讨论能力。

5.2 片断教学案例二：《电势能》

5.2.1 教学分析

1. 教学内容分析

“电势能与电势”是司南版物理必修第 3 册第 2 章前两节的主要内容，是描述电场能性质十分重要的概念并且非常抽象，对学生而言要将其较好的理解消化比较困难。通过前文对两地四版教材的对比，笔者认为司南版教材对本节内容的处理方式存

在以下几点改进空间：①建立电势能概念时，引入静电力之外的“外力”容易使学生模糊对电势能的理解。②忽视“分割-求和”微元思想在电势能概念建立中的重要作用。③过于注重理论分析，对电势能概念没有给出具体数学表达式。

2. 教学处理

- (1) 在教学中避免引入“外力”等来建立、讨论电势能。
- (2) 在教学中渗透“分割-求和”微元思想。
- (3) 对电势能进行公式量化，将抽象的概念具象化。

3. 基于物理科学核心素养培养的教学思路

基于以上分析，片段教学思路如图 5.7 所示。

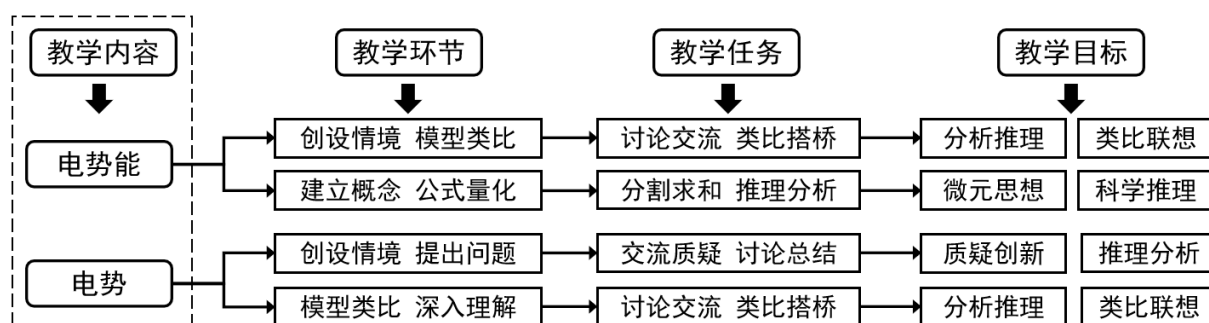


图 5.7 “电势能”片断教学思路

5.2.2 教学过程

片断 1：电势能概念的建立

环节一：创设情境，模型类比

教学活动：通过问题串的方式，引导学生对比重力场与电场，如图 5.8。

提出问题：重力场与电场有哪些类似的地方？

生 1：它们都看不见、摸不着，并且重力场和负电荷的场线很相似。

生 2：对场中物体有力的作用，一个对物体有引力作用，一个对电荷有静电力作用。

生 3：它们分别可以用力和质量或力和电荷量的比值来描述场的强弱，并且方向分别指向地心和负电荷。

师：如果我们只取重力场和静电场中一个很小区域，那场线会是怎么样？

学生思考讨论画出图像。

师：由此可见静电场和重力场有很多相似的地方。因此我们就可以用研究重力场的物理思维和数学方法来研究静电场。

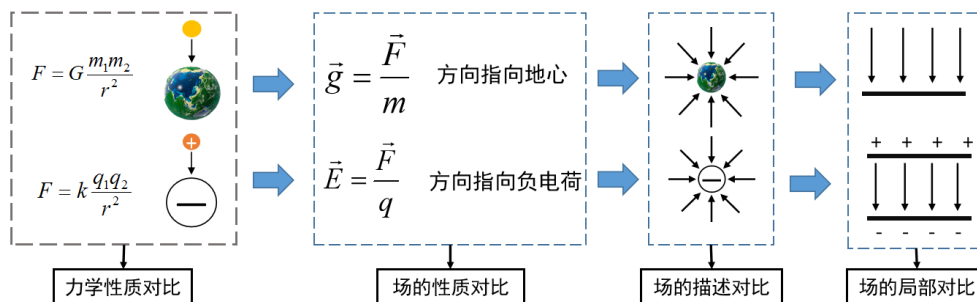


图 5.8 重力场与静电场类比流程图

设计意图：通过对静电场和重力场各方面进行对比，充分体现它们本质的一致性，有利于建构模型的能力、类比思维的培养。

环节二：建立概念，公式量化

教学活动：回顾小球分别沿直线和曲线从 A 到 B 的两个过程中重力做功的特点。结合微元法以及重力势能的研究方法来建立电势能概念，如图 5.9。

师：请同学们用类似的方法，分析带电小球在电场中分别沿直线和曲线从 A 到 B 的两个过程中静电力分别做功为多少，有何特点。

生 1：沿直线从 A 到 B， $W = Eq\overline{AB} \cdot \cos \theta = Eqh$ 。

生 2：沿曲线从 A 到 B，可以把曲线分割成很多段，这样每段都可以近似成一小段直线，就可以得到： $W = Eq\Delta h_1 + Eq\Delta h_2 + \dots + Eq\Delta h_n = Eqh$ 。

学生分析讨论，得出结论：静电力做功与路径无关，只与初末位置有关。

师：重力做功的过程伴随什么能量变化？

生：重力势能。

师：静电力做功也与路径无关，那电荷在电场中的能量会有什么特性？

生：和重力势能一样，与位置有关。

师：不错，在物理学中我们称伴随静电力做功变化的能量为“电势能”。

提出问题：静电力做功和电势能之间又有什么关系？

生：根据能量守恒定律，静电力做正功，动能增加，电势能减小；静电力做负

功，动能减小，电势能增加。

师：在匀强电场中 $W_{AB} = EqL_1 - EqL_2$ ，由此得出电势能的表达式 $E_p = EqL$ 。

师：静电力做功能否决定电荷在电场某点电势能的数值？

生：不能，和重力势能一样，静电力做的功只能决定电势能的变化量。

师：没错，因此讨论电势能时，同样要规定零势能点，一般选取无穷远处或地面为零势能点。

提出问题：那么对于两个点电荷之间的电势能可以如何表示？

生： $E_p = k \frac{q_1 q_2}{r}$ 。

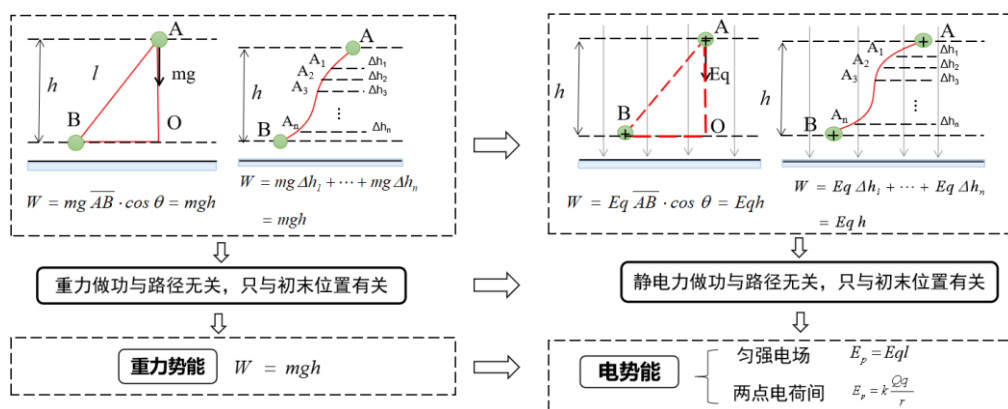


图 5.9 类比建立电势能概念的流程

设计意图：运用分割-求和的方式，进一步加强学生对微元法的理解与运用。在匀强电场中量化电势能在引导学生自主推理量化两点电荷间电势能，弥补教材忽视电势能量化的缺陷，将抽象的概念具象化。

5.3 片断教学案例三：《闭合电路欧姆定律》

5.3.1 教学分析

1. 教学内容分析

司南版物理必修 3 第 4 章第 1 节的“闭合电路欧姆定律”包含电动势、闭合电路欧姆定律两部分内容，既是电学的基础，又是理论和实验的综合体现。笔者认为司南版教材对本节内容的处理方式存在以下几点改进空间：①对电动势没有准确的定义，通过比

较电池电压大小引入电动势，容易混淆“电压”和“电动势”的概念。② 闭合电路欧姆定律的得出以理论推导为主，使得推导过程局限在对数学形式的表征，容易造成学生理解上的困难。

2. 教学处理

结合以上分析，以培养学生物理学科核心素养为目标进行如下教学处理：

(1) 明确电动势概念，强调电压与电动势之间的区别与联系，促进学生形成清晰的能量观念。

(2) 尝试遵循欧姆发现定律的实验和思维过程建立定律，有利于学生科学研究方法的学习，创新能力的培养。

3. 基于物理科学核心素养培养的教学思路

基于以上分析，片段教学思路如图 5.12 所示。

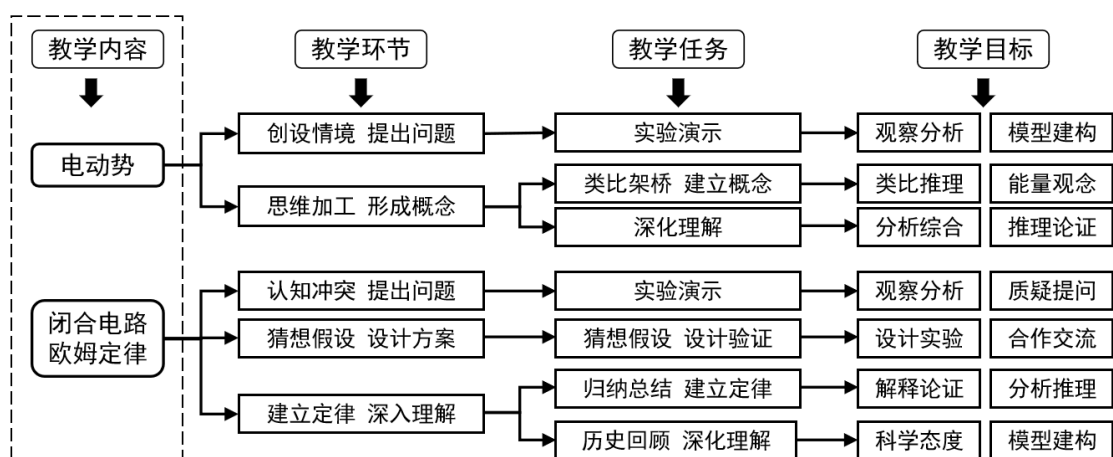


图 5.12 闭合电路欧姆定律的教学思路

5.3.2 教学过程

片断 1：电动势概念建立

环节一：创设情境，提出问题

教学活动：利用实验装置，演示电容器和电源分别给小灯泡供电的情况，引导学生观察现象；分析讨论内外电路中电荷的运动情况，如图 5.13。

提出问题：为何电源能够将负极的正电荷经过电源内部不断地搬运至正极？

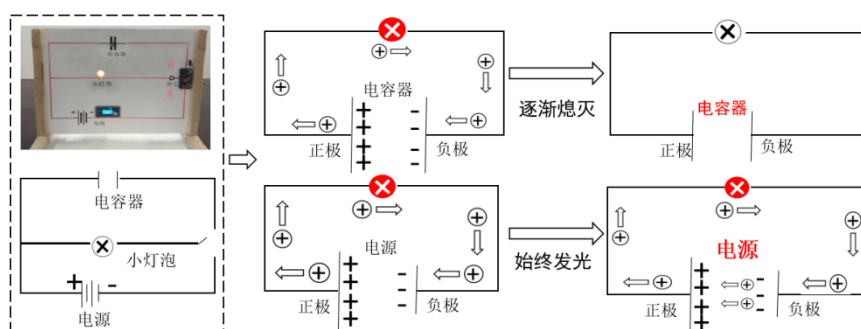


图 5.13 创设问题情境流程图

设计意图：通过实验现象的对比，激发学生思考问题的主动性，提高问题意识。通过模型建构引导学生分析电荷移动情况，体会到物理研究中建构模型的重要性，为电动势概念的建立，打下良好的思维基础。

环节二：思维加工，形成概念

任务 1：类比架桥

教学活动：引导学生将电路和喷泉类比，理解电源能够将正电荷从负极移动到正极是因为非静电力做功，如图 5.14 所示。

师：在喷泉外部，水由于重力作用从高处往低处流，重力做正功，重力势能转化成其他能量。喷泉内部，水受到非重力作用从低处往高处流，重力做负功，其他能量转化成重力势能。类比喷泉请同学们分析一下电源内外，电荷运动及能量变化。

生 1：电源外部，电荷由于静电力作用从高电势往低电势运动，静电力做正功，电势能转化成其他能量。

生 2：喷泉内部，水受到非静电力作用从低电势往高电势运动，非静电力做功，其他能量转化成电势能。

提出问题：不同电源把其他形式的能转化成电势能的本领相同吗？怎样描述非静电力做功的本领呢？

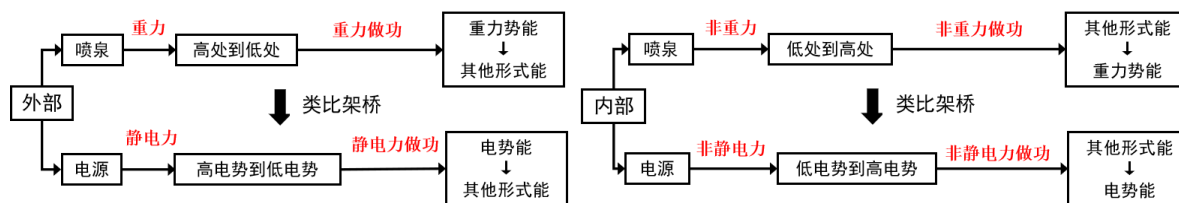


图 5.14 类比喷泉理解电源内外能量转化的流程图

任务 2：概念建立

教学活动:比较表 5.1 中三种电池哪个非静电力做功的本领最强,得出电动势定义。

师:电动势是用来描述电源特性的物理量,因此对于同一个电源而言,它的电动势大小应该是固定的。

表 5.1 三种电池非静电力做功本领比较

	非静电力做功转化的电 W	搬运的电荷量 q	非静电力做功的本领	电动势 $E = \frac{W}{q}$
1	4.5J	3C	最强	1.5V
2	4.5J	1C	最强	4.5V
3	6J	3C	中等	2V

任务 3: 深理解

教学活动:引导学生观察闭合开关后调节滑动变阻器滑片,电压表读数的变化,实验电路如图 5.15。

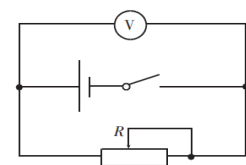


图 5.15 实验电路图

师:电源两端的“电压”就是电源的“电动势”吗?

生:不是。

师:为什么?

生:实验中电源两端的电压会变化,数值与电动势不一样。

师:它们本质是否有区别?结合内外电路功能转换关系思考。

生:电动势是描述将其他形式的能量转化为电能本领的物理量,电压是反映电能转化成其他形式能的本领。

师:将滑动变阻器阻值调至最小,电源两端电压是否就等于电源电动势?

生:还存在一些偏差。

师:不错,这个偏差正是因为电源内部存在电阻。

设计意图:理解“非静电力”是建立电动势概念的重点,运用类比降低理解的复杂度。将非静电力做功的本领与电源能量转化联系,建立电动势概念。通过自主实验以及问题串的形式进行思维加工,深化对电动势的理解,厘清电动势与电压的区别与联系,有利于提高学生科学推理与分析的能力。

片断 2: 闭合电路欧姆定律的建立

环节一: 认知冲突, 提出问题

教学活动:回顾旧知,演示实验,引导学生猜想实验结果,分析对比发现实验数据与原认知不符,引起认知冲突,如图 5.16。

师：闭合开关，改变电阻箱接入的阻值，电流 I 的大小如何变化？根据什么？

生：电阻 R 变大，电流 I 变小；欧姆定律。

教师演示实验并采集数据。

师：实验结果确实是电阻 R 变大，电流 I 变小，那 R 和 I 有怎样的定量关系？

生：根据 $U=IR$ ，电阻 R 和电流 I 的乘积应该为定值。

师：用 Excel 计算各组数据 I 和 R 的乘积。

提出问题： I 和 R 的乘积是否为定值？

生（众）：不是定值。

师：那么是什么原因造成了这个现象？电流 I 和 R 之间的定量关系又是如何？请同学们讨论一下。

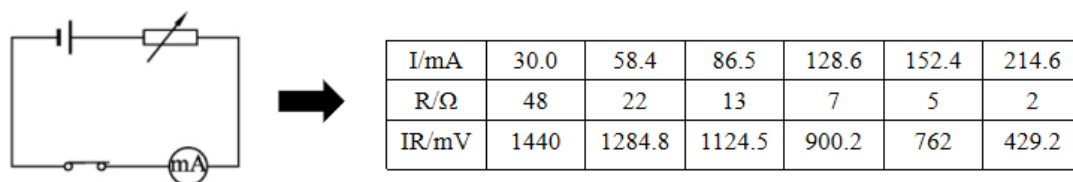


图 5.16 演示实验分析流程图

设计意图：利用实验数据产生认知冲突和认知需要，引导学生认识到已有知识已不够解决更为复杂的问题，产生质疑激发学习主动性。

环节二：猜想假设，设计方案

教学活动：学生积极思考讨论，教师引导学生根据猜想制定解决问题的方案。

生 1：我发现电阻箱阻值越小，误差就越大。

生 2：可能是电源的内阻造成影响，电流和总电阻的乘积可能是定值。

师：我们不妨沿着这个思路研究，可要如何获得电源的内阻？能否根据我们已经测量到的数据获得？

生 1：若电流和总电阻的乘积可能是定值，可以先设电阻为 r ，则每组数据的 $I_n(R_n + r)$ 应该都差不多。

生 2（补充）：再用两组数据代入算出内阻，再把内阻代入其他组数据验证。

师：同学们想出来的方案很不错，现在拿出手中的计算机试试吧。

教学活动：计算得出 $R' \approx 5.5 \Omega$ ，Excel 计算其他组数据，结果如表 5.2 所示。

表 5.2 实验数据表

次数	1	2	3	4	5	6
I/mA	30.0	58.4	86.5	128.6	152.4	214.6
R/Ω	48	22	12	7	5	2
IR/mV	1440	1284.8	1124.5	900.2	762	429.2
r	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
R+r	53.5	27.5	18.5	12.5	10.5	9
I(R+r)	1605	1606	1608.9	1607.5	1600.2	1609.5

设计意图：通过引导学生自主猜想假设、讨论方案、处理数据，充分体现学生主体地位，有利于培养学生归纳推理、协作沟通的能力。

环节三：建立定律，深入理解

提出问题： $I(R+r)$ 表示了什么？是否能够得到 I 与 R 的定量关系？

生：表示电路的总电压； $I(R+r)=U$ 。

师：电路总电压的大小等于电源电动势的大小，因此得到 $I(R+r)=E$ 。

教学活动：播放欧姆定律发现的视频，了解历史、梳理探究过程，理解闭合电路内、外电路的电势升降，如图 5.17。

师：欧姆受到当时科技的限制，用温差电偶电池充当电池、用磁偏角测量电流强度，通过大量的工作最终得出 $X = \frac{a}{b+x}$ ，其中 X 即为电流， a 即为电动势， b 即为内电阻， x 即为外电阻，正如刚才我们通过实验总结出来的 $I = \frac{E}{R+r}$ ，这个结论成为闭合电路的欧姆定律。

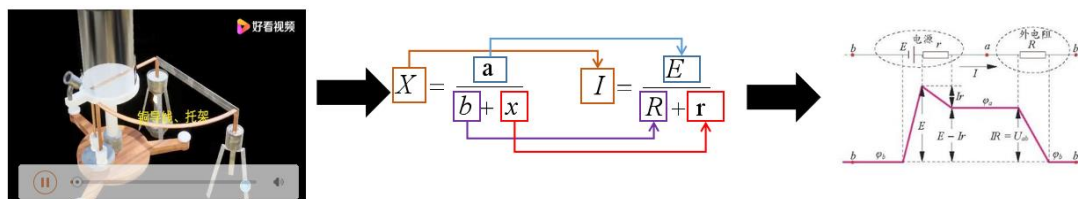


图 5.17 欧姆定律发现历程及理解内外电路电势升降

设计意图：通过简单的实验装置仿造历史的探究过程，并包含完整的探究要素。一

方面提高学生参与探究活动的积极性，提出许多创造性的想法和思路，达到深层次的思维锻炼；另一方面在理解欧姆定律实验时会更加轻松、深刻。有利于学生科学探究能力提升，了解科学知识是长期积累的结果等科学本质。

5.4 片断教学案例四：《电磁感应定律》

5.4.1 教学分析

1. 教学内容分析

“电磁感应定律”的建立经历三个过程，司南版将其分布在必修3第5章第2节以及选择性必修第2册第2章前两节。电磁感应定律展现了电和磁相互转化的规律，加深对电磁现象本质的认识。通过前文对两地四版教材的对比，笔者认为司南版教材对本节内容的处理方式存在以下几点改进空间：①磁通量概念建立的时机略显突兀。②法拉第电磁感应定律的数学表达式不够准确。

2. 教学处理

结合以上分析，以培养学生物理学科核心素养为目标进行如下教学处理：

(1) 在学生对电磁感应现象有一定认识，产生认知需要后编排磁通量概念的建立，即电磁感应现象→磁通量→楞次定律→法拉第电磁感应定律。

(2) 呈现完整准确的法拉第电磁感应定律数学表达式，使学生形成清晰物理观念。

3. 基于物理学科核心素养培养的教学思路

基于以上分析，片段教学思路如图 5.18 所示。

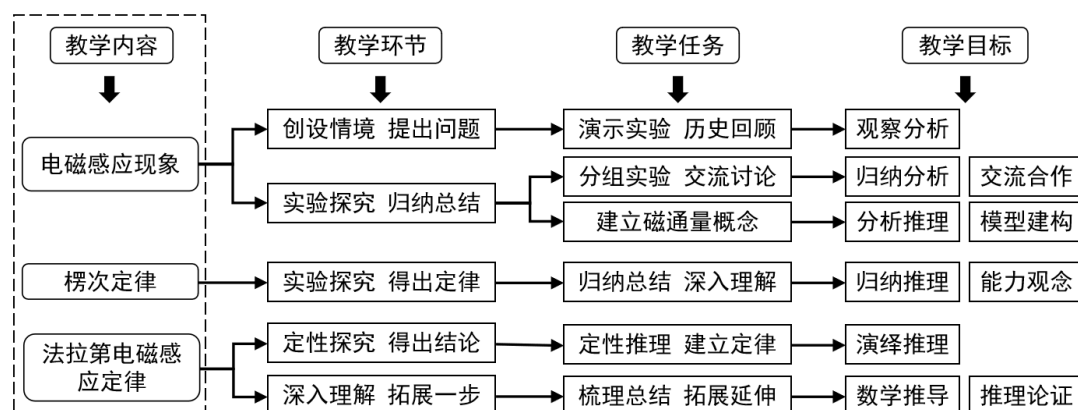


图 5.18 电磁感应定律教学思路

5.4.2 教学过程

片断一：电磁感应现象

环节一：创设情境，提出问题

教学活动：回顾并演示法拉第线圈实验，引导学生初步认识电磁感应现象。并提出问题：什么情况下磁生电？如图 5.19。

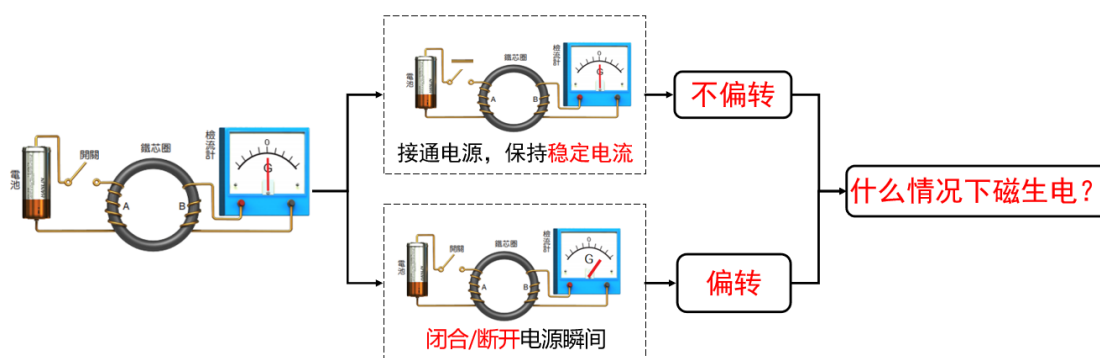


图 5.19 创设问题情境流程图

环节二：实验探究，归纳总结

任务 1：分组实验，探究感应电流产生的条件

教学活动：引导学生分组进行实验 1 和实验 2，探究在什么条件下产生电流，根据实验现象总结感应电流产生的条件，如图 5.20。

提出问题：是否有方法可以将磁场强弱的变化进行量化？

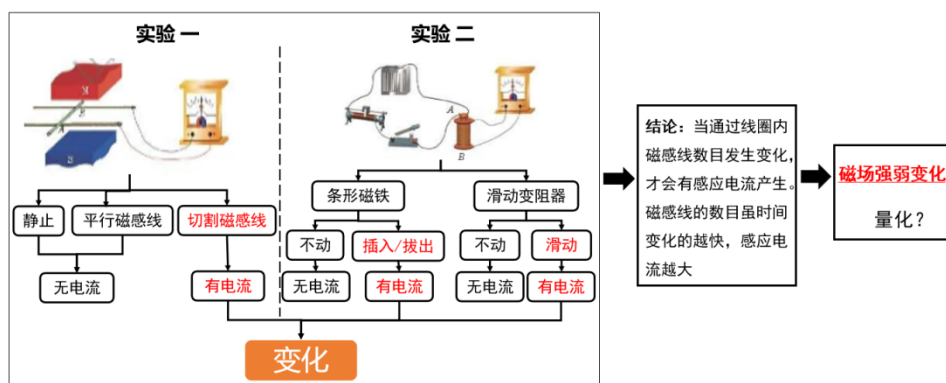


图 5.20 实验探究流程图

任务 2：建立磁通量概念

教学活动：通过建构模型探讨影响磁感线穿过线圈的数量，引导学生建立磁通量概

念，并理解磁通量的物理意义，如图 5.21。

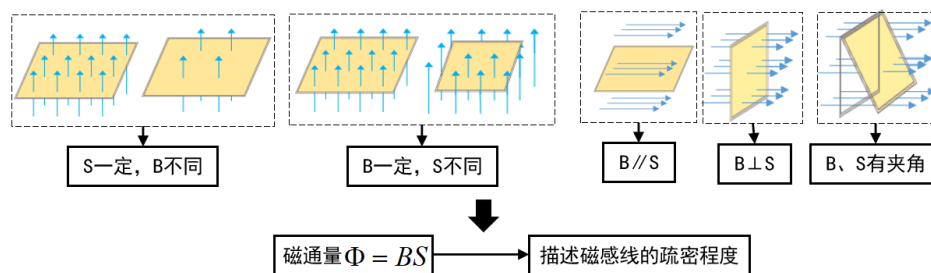


图 5.21 磁通量概念建立流程图

设计意图：调整磁通量概念建立的时机，更加逻辑符合科学探究的精神，在知识点重构的基础上使学生更好地形成物理观念。

片断二：楞次定律

环节一：实验探究，深入理解

提出问题：感应电流的方向与哪些因素有关？

生：可能和磁通量的变化有关。

教学活动：引导学生完成实验、记录实验结果，如图 5.22。

生：当磁通量都增大或都减小时，磁体磁场方向不同感应电流方向也不同。

师：看来不能单纯从磁通量的增减判断感应电流的方向，那么该如何判断？

生：感应电流周围也会存在磁场，或许可以从这里突破。

教学活动：通过进一步的交流讨论得到楞次定律。并从能量守恒的角度解释。

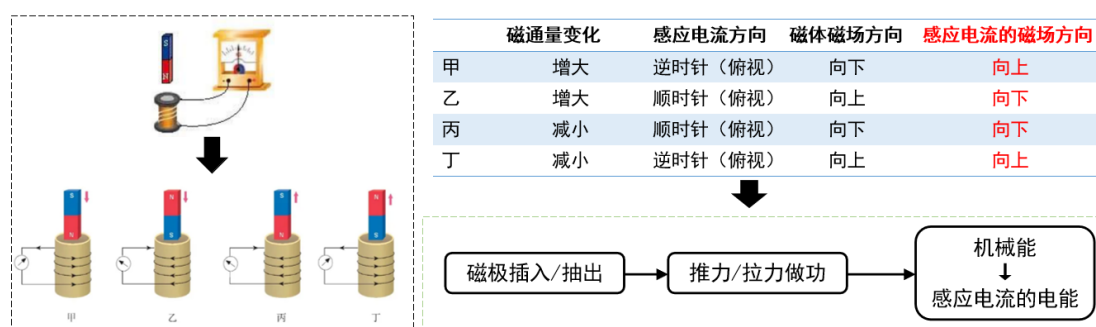


图 5.22 实验装置及结果记录

设计意图：通过引导学生思考进一步思考“感应电流磁场的磁通量与磁体磁场的磁通量之间的关系”，顺应认知发展特点，较好的突破了难点，

片断三：法拉第电磁感应定律

环节一：定性探究，得出结论

提出问题：感应电流的大小和哪些因素有关？

教学活动：回顾导线切割磁感线产生感应电流实验，引导学生猜想感应电流的大小

和哪些因素有关，然后通过定性实验得到 $E = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，如图 5.23。

师：感应电动势是标量，但是有方向，其方向规定为电源内部从负极指向正极。运用楞次定律判断出感应电流方向，就能得到感应电动势方向，将二者结合就得到式子

$$E = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}。$$

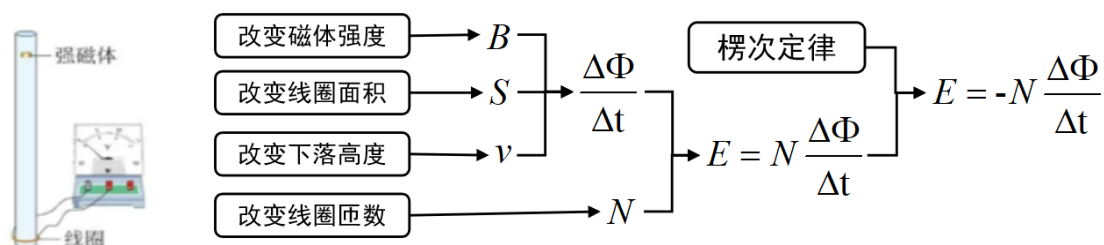


图 5.23 定性实验分析流程图

环节二：深入理解，拓展一步

教学活动：引导学生分析感生电动势和动生电动势产生的内在原理，如图 5.24。

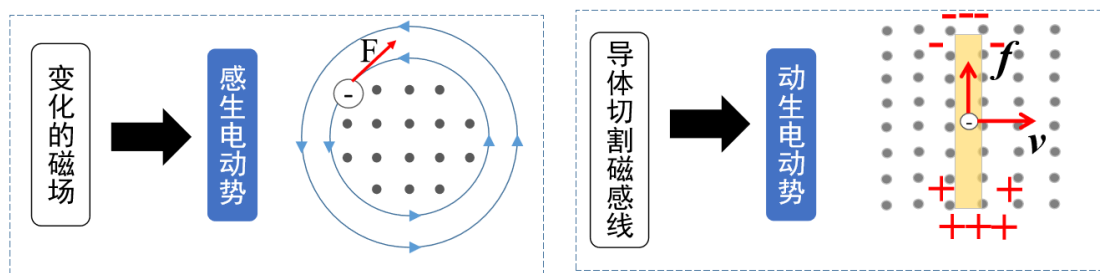


图 5.24 感生电动势与动生电动势原理图

设计意图：在教材原有基础上，进一步结合楞次定律建立更为完整准确的法拉第电磁感应定律的表达式，有利于学生建立更为清晰的物理观念，为后续学习打下基础。通过将两种电动势的微观物理过程和图象展现给学生，帮助学生完成对电磁感应现象本质成因的思考，渗透宏观与微观两种不同视角的思考方式，有利于学生科学思维的发展

第6章 基于教材分析的物理教学实践研究

6.1 教学效果研究

6.1.1 实验目的

为了更好的检测基于教材分析调整的教学模式，是否能够促进学生对科学知识的理解、对科学思想和方法的掌握、对物理学科核心素养的培养。

6.1.2 实施对象与内容

1. 实验对象

本研究选取漳州市某所普通高中选修物理的两个同年级班级作为实验对象，实验班人数有 52 人，对照班人数有 53 人，两个班级原来的物理科任教师授课相同。实验对象情况如表 6.1 所示：

表 6.1 实验对象情况表

	人数	男	女	总人数
实验班	52	32	20	105
对照班	53	27	25	

利用 SPSS26.0.0.0 对实验班和对照班的单元测试成绩进行统计分析，考查两个班级学生水平程度是否基本相同，尽量保证实验前变量一致。统计结果如表 8.2 所示：

表 6.2 实验班与对照班单元测试成绩对照表

班级	成绩分布					平均分	标准差	T 检验	P 检验
	0-40	40-60	60-70	70-85	85-100				
实验班	13	23	10	4	2	49.17	18.22	0.394	0.694
对照班	16	22	11	3	1	47.85	16.14		

由表 6.2 可知，两个班级的单元测试成绩差异不显著（ $T=0.394$ ， $P=0.694>0.05$ ），因此两个班级学生的测试成绩、思维水平等基本一致，符合成为实验班和对照班的条件。

2. 实验内容

根据学生测试成绩，选取合适的两个班级作为本研究实验班与对照班。以《库仑定律》为实验内容，分别在两个班级开展基于教材分析调整的教学与完全遵照课本的教学，

授课后以访谈和问卷的形式了解不同班级学生对教学效果的反馈。再对访谈和问卷结果进行分析。

6.2 教学实践效果分析

6.2.1 教学反馈问卷调查

1. 问卷内容

根据“课程标准”对学生物理学科核心素养的要求结合教学内容的分析，制订了教学反馈问卷调查（见附录2），表6.3为本问卷的构成和纬度。

表 6.3 教学反馈问卷构成和纬度

第一纬度	第二纬度	对应题号
物理观念	运动与相互作用观念	1
科学思维	科学推理	2、3、4、5
	科学论证	
科学探究	质疑创新	6、7
	问题	
科学态度与责任	解释	8、9
	科学本质	
	科学态度	

在授课结束当天，在实验班和对照班发放纸质问卷调查，一共发放105份问卷，回收105份，有效问卷105份，有效率100%。

2. 问卷分析

(1) 问卷的赋值方式

采用5级量表对调查问卷进行赋分，分别将“非常符合”、“比较符合”、“一般”、“不太符合”、“不符合”计为5、4、3、2、1分，分别对应“优秀”、“良好”、“一般”、“合格”、“不合格”5个不同的水平（如表6.4所示）。

表 6.4 教学效果评估问卷赋分表

量表选项	赋分	水平
非常符合	5	优秀

比较符合	4	良好
一般	3	一般
不太符合	2	合格
不符合	1	不合格

(2) 问卷的统计分析

①物理观念

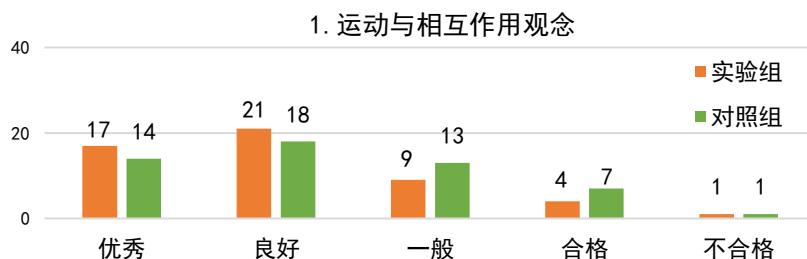


图 6.1 运动与相互作用观念

由图 6.1 可知，对于运动与相互作用观念，两个班级达到合格线以上的学生均高达 98%，基本持平；实验班达到优秀水平及良好水平的学生约占 73%，对照班约占 60%。可见，两个班级学生的物理观念都得到了较好的培养，且实验班学生的水平高于对照班。

②科学思维

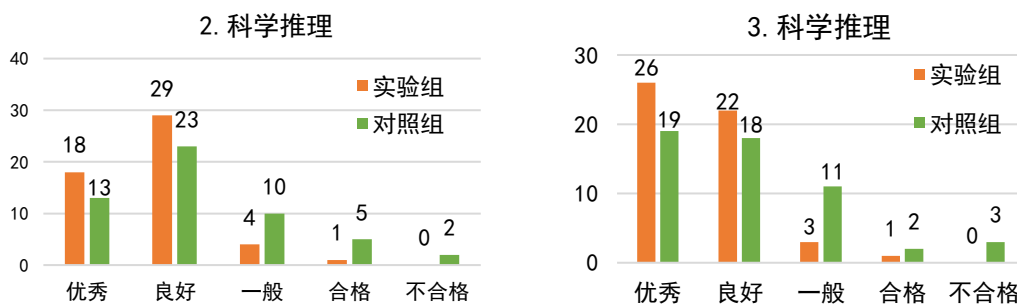


图 6.2 科学推理

由图 6.2 可知，对于科学推理能力的培养，实验班达到良好水平的学生占比均高于对照班，实验班对微小放大推理思想及类比推理思想的认识甚至达到了 100%的合格率的。由此可见，实验班对科学推理能力培养的效果优于对照班。

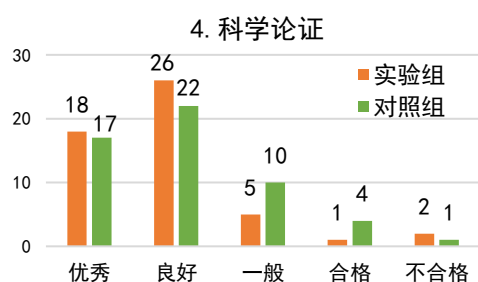


图 6.3 科学论证

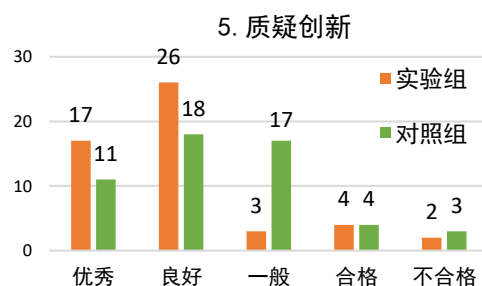


图 6.4 质疑创新

由图 6.3 可知，对于科学论证能力的培养，实验班与对照班的合格率分别约为 96% 和 98%，基本持平；良好及以上的水平分别约为 84%、73%；中等水平分别约为 11%、26%。由此可见，两个班级学生科学论证能力都得到了较好的培养效果，大部分学生水平都达到了良好以上，总体来看实验班学生还是略高于对照班。

由图 6.4 可知，对于质疑创新能力的培养，实验班与对照班合格率依旧基本持平；良好及以上水平分别为 82%、54%；中等水平分别约为 13%、58%。由此可见，实验班学生质疑创新能力明显得到提高，大部分学生都逐渐由意识的审视教材与实验。

③科学探究

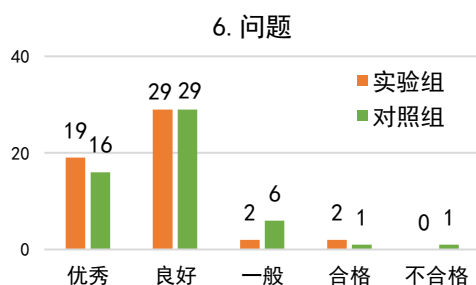


图 6.5 问题

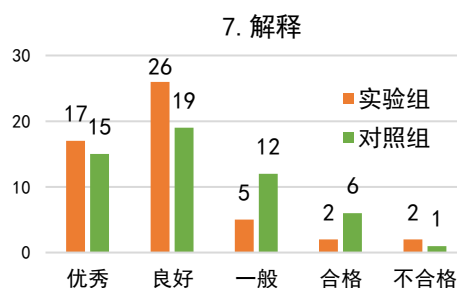


图 6.6 解释

结合图 6.5 与图 6.6 可知，对于科学探究中提出问题的能力，两个班级的水平基本持平；对于解释能力，实验班与对照班处于良好水平之上的学生分别约占 82%、64%；中等水平的约占 13%、33%。由此可见，两个班级学生的科学探究能力的总体水平较为良好，其中实验班的学生在整合教材的新教学下，对于利用各种手段分析、处理信息，形成合理结论的能力明显优于对照班。

④科学态度与责任

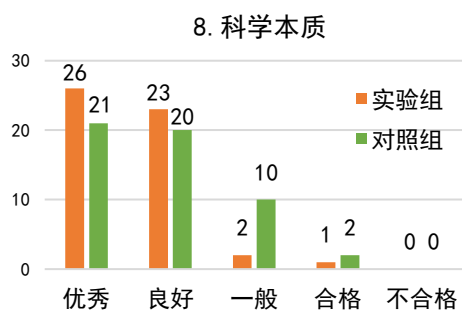


图 6.7 科学本质

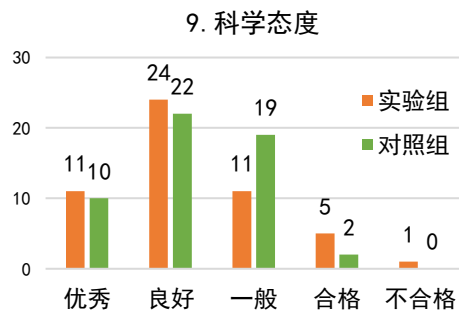


图 6.8 科学态度

由图 6.7 可知，对于科学本质的认识，实验班学生处于良好及以上水平的明显优于对照组，说明实验班学生在整合教材的新教学下，对自然规律的多样性和相似性有更深刻的认识。

由图 6.8 可知，两个班级的数据基本相同，且大部分学生都能够尊重他人的情感 and 态度，愿意倾听他人想法。

(3) 物理学科核心素养差异性分析

表 6.5 实验班与对照班物理学科核心素养差异性检验

班级	样本容量 (n)	平均分	标准差	T 检验	P 检验
实验班	52	3.7	3.34	3.275	0.001
对照班	53	3.44	4.08		

通过对问卷选项赋分，并对两个班级的测试结果进行独立样本 T 检验，得出结果如表 6.5 所示，其实 $T=3.275$ ， $P=0.001<0.05$ ，说明两个班级的物理学科核心素养具有显著性差异，实验班整体优于对照班。

结合前文对问卷的统计分析，可得实验班在整合教材的新教学下，对学生物理学科核心素养的培养取得了一定程度正面的影响效果。

6.2.2 学生访谈

1. 访谈目的

为了进一步了解教学的实践效果，笔者进行了课后访谈。目的是进一步了解学生对两种教学方式的态度，知识吸收程度以及对物理学科核心素养的提高是否有正面影响。

2. 访谈对象

结合前文对学生成绩的分析,发现实验班与对照班中学生的基础、学习程度等都存在一定差异,为了可以了解不同程度学生。笔者以单元测试的成绩为标准,将学生划分为三个层次,两个班级每个层次都随机抽取2人,共计12人,实验班学生以A₁-F₁进行标记,对照班学生以A₂-F₂进行标记,具体分层标记情况如表6.6所示。

表6.6 学生访谈分层情况

层次	分数段	学生
第一层次	70-90分	实验班学生 A ₁ 、B ₁ ; 对照班学生 A ₂ 、B ₂
第二层次	40-70分	实验班学生 C ₁ 、D ₁ ; 对照班学生 C ₂ 、D ₂
第三层次	0-40分	实验班学生 E ₁ 、F ₁ ; 对照班学生 E ₂ 、F ₂

3. 访谈实录

本次访谈采用单独面对面的形式进行,并对访谈过程进行全程录音。以下为访谈全程实录:

(1) 笔者: 上完课后,你对“静电力类比万有引力”这个环节有什么感受,还能说出它们之间为何能够进行类比吗?

实验班:

学生 A₁: 就是感觉印象比较深刻,然后宇宙很奇妙,从那么大的行星运动,到那么小的电子运动,居然运动的形式那么像,感觉非常对称。然后类比的话,我知道是因为行星在万有引力作用下绕太阳运动和电子在静电力绕核运动两个运动非常相似,并且影响因素也很像。

学生 B₁: 感觉很清楚,然后科学家们很厉害,世界非常神奇,居然两个运动有那么多相似的地方。然后我在课上通过动画可以非常明显的看出行星绕太阳运动和电子绕核运动都是做圆周运动,而且向心力一个是万有引力一个是静电力。

学生 C₁: 我感觉很好,老师讲的很清楚。然后行星绕太阳运动和电子绕核运动两个运动很像,影响因素很相似所以可以类比。

学生 D₁: 我上课的时候,一下子被这个地方吸引住了,所以印象非常深刻,感觉很神奇,这个世界好多巧合,科学家也很厉害,能够发现这些巧合,并且还得到一个定律。相似的地方我记得很清楚,可以从动画里面很明显看出来两个运动相似,然后影响因素很像。

学生 E₁: 我觉得老师说的很好理解。然后从两个动画看出来, 它们是属于一个类型的。

学生 F₁: 感觉很不错。我知道运动方式很像, 然后影响因素也很像。

对照班:

学生 A₂: 我知道是库仑通过和万有引力进行类比, 然后通过实验得到的库仑定律。至于他们为什么可以类比, 应该是因为万有引力是受到物体质量还有距离的影响, 然后静电力是受到电荷量还有距离的影响, 然后两个挺像的。

学生 B₂: 在这个环节, 我知道库仑是结合了定性实验还有和类比万有引力得到的库仑定律。嗯, 它们都是物体之间的作用力, 然后都和距离有关系。

学生 C₂: 感觉库仑很厉害, 能够想到类比万有引力来得到库仑定律。大概是它们都和距离有关系, 还有万有引力和质量有关系, 静电力和电荷量有关系。

学生 D₂: 就是知道库仑通过类比万有引力还有实验得到静电力公式, 然后静电力的公式和万有引力的公式非常像。

学生 E₂: 没啥感觉, 就是库仑很聪明, 能想到类比。为什么可以类比, 那应该是那个定性实验吧, 感觉和万有引力挺像的, 距离越近力就越大, 电荷量越多力就越大。

学生 F₂: 感受的话, 就是科学家很聪明, 能够通过定性实验想到类比万有引力。然后应该是影响因素比较像吧。

(2) 笔者: 上完课后, 你学到了哪些科学思想方法? 最大的收获是什么?

实验班:

学生 A₁: 学到了很多, 比如类比的方法, 如果有两个比较像的东西, 可以试试看找两个之间有没有联系。然后知道库仑在测量静电力的时候, 用扭称进行转化和放大。还有不能测量电荷量, 可以用等量平分的方法。还有老师最后让我们思考只用库仑扭秤得出库仑定律够不够严谨, 这个印象非常深刻, 老师没有提醒, 我都没有这个想到思考这个问题, 以后会尽量多方面思考。

学生 B₁: 我记得有类比万有引力, 然后库仑用了微小放大法还有等量平分, 并且不仅用了扭称实验还有用一个电摆实验进行了补充, 更加的严谨。最大的收获应该就是, 没有条件就创造条件吧, 遇到问题不要轻易放弃。比如静电力太弱还有电荷量测量不了, 这这些本来感觉无解的问题, 最后库仑还是想到办法解决了, 感觉有点震撼和佩服。

学生 C₁: 第一个是类比, 第二个是微小放大法, 第三个是等量平分。感觉收获最大的是, 那个类比的还有微小放大, 之前也有学过类比, 但是总是模模糊糊不晓得为啥这样类比, 上完这节课好像摸到了一点点类比的门道。还有后面老师让我们思考扭秤实验够不够严谨, 我才意识到电荷之间不仅会排斥还会吸引, 感觉在类比的时候不仅要看到两个物体的相似处还要看到不同的地方。还有那个微小放大, 觉得库仑太厉害了, 可以想到用扭秤来放大。

学生 D₁: 就是学到了类比、微小放大还有等量平分。最大的收获就是知道原来还可以用扭秤来测量静电力, 还有学到了库仑定律。

学生 E₁: 一个是静电力类比万有引力、一个是静电力用扭秤放大了、一个是用几个球相碰, 平分电荷, 最后用一个电摆实验。最大的收获就是类比万有引力还有平分电荷吧, 这两个听得非常清楚明白, 然后库仑那个扭秤还有电摆感觉很厉害但是不太理解。

学生 F₁: 有挺多的, 比如说类比、放大还有电荷平分这些。收获比较大的应该是类比万有引力吧, 这样类比下来, 我感觉库仑定律就很好理解, 记得比较牢。

对照班:

学生 A₂: 有库仑类比万有引力, 还有库仑利用扭秤测量静电力的方法, 还有把两个金属小球电量相碰平均分配的方法。收获最大的就是知道了库仑定律还有知道怎么用库仑定律来计算静电力, 还有就是通过万有引力和静电力的学习, 感觉世界上有很多相似的东西, 思考问题的时候可以多想想类比, 可能是事半功倍。

学生 B₂: 学到挺多东西的, 比如库仑类比万有引力还有老师带我们看了科学书屋里面的库仑扭秤感觉科学家真的太厉害了, 居然可以用扭秤来测静电力。最大的收获就是了解到了电荷之间的力具体是什么样的, 更加深刻了。

学生 C₂: 我记得有类比还有一个扭秤实验, 还有定性实验里面的控制变量法。收获比较大的地方是学到了库仑定律, 然后类比在科学发展里面挺重要的, 可以少走很多弯路。

学生 D₂: 科学思想应该有平分电荷、类比、还有扭秤实验。比较大的收获就是在做定性探究实验, 我自己做的时候感觉效果不是很明显, 后来问了老师, 搞了一段时间后发现, 要保持比较干燥, 然后要快速, 感觉做实验就是在不断发现问题和解决问题, 这个探索的感觉我挺喜欢的。

学生 E₂: 那就是控制变量法还有类比吧, 还有一个库仑实验。印象最深刻的就是定性实验, 还有库仑定律和万有引力定律很像, 还有就是学到了库仑定律。

学生 F₂: 做定性实验时候用的控制变量法, 还有库仑用的类比万有引力, 还有一个库仑用扭称测量静电力。我知道了库仑定律和万有引力有很多相似之处, 然后知道库仑定律。

4. 访谈分析

(1) 从第一题的回答情况可以看出, 两个班级学生虽然都知道库仑定律的建立过程有类比思想的参与, 但对比之下发现实验班学生的理解更加清晰, 明白二者类比的依据, 更加明白事物之间不仅有万有引力的相互作用, 还存在静电力的相互作用, 并且对自然规律的相似性有更深刻的认识。由此可见, 补充类比的依据对于学生运动与相互作用观念的建立、类比思维的培养起到良性驱动作用。

(2) 从第二题的回答情况可以看出, 两个班级学生基本上都有体会到库仑定律发展中蕴含的科学思想方法。

但不同的在于, 实验班的学生主要收获在于以下几个方面: 首先对于库仑扭秤实验的认知与反思, 体会到了科学发展的不易, 以及形成面对困难要迎难而上的态度; 其次是对于教师在课堂中提出电摆实验的思考最为深刻, 认识到了在形成科学结论时要更加严谨, 多从各个角度思考质疑, 但是也存在一部分学生不理解电摆实验。对照班的学生主要收获在于以下几个方面: 首先是类比思想, 认识到类比是一个比较好的思考途径; 其次是对于定性实验的操作与认识, 在过程中培养了进行科学实验的兴趣以及严谨认真、持之以恒的科学态度。

由此可见, 若只是单纯通过科学书屋介绍库仑扭称实验, 学生对其中蕴含的各个科学思想方法的认识并不是特别深刻。并且对于电摆实验的补充, 大部分学生并不会排斥, 反而更加感兴趣, 这对于培养学生实事求是、对科学探究过程和结果的反思、评估的能力、质疑创新的能力有所帮助和提升。

6.3 实践研究结论

结合教学反馈调查问卷结果以及对学生访谈结果, 整合教材的新教学在一定程度上对学生的物理学科核心素养的培养起到正面影响, 能够帮助学生更好的理解物理知识,

建立物理观念，提高科学思维能力、科学探究能力以及培养科学态度与价值观。

第7章 总结与展望

7.1 总结与不足

7.1.1 总结

7.1.1.1 两岸课程标准（课程纲要）对比研究结果

第一，由于教育背景不同，大陆《课程标准》的学科性要强于台湾《课程纲要》。

第二，大陆物理课程选择性更高，台湾物理课程难度更高。

第三，台湾鼓励教师跨学科、领域进行整合，设计探究活动，十分注重各个学习阶段的衔接关系。

第四，对于课程目标，大陆比台湾更加具有针对性，提出的目标更具有可操作性。

第五，对于教材编写建议，大陆强调要根据不同地区、层次、水平的学生编写教材、与时俱进并发挥教材支架作用。台湾强调重视科学史的教育价值、课程的衔接与融合。

第六，对于教学实施建议，台湾比大陆考虑的更加细致，强调性格、人格平等、包容尊重等人文因素，要求教师切实做到“师者，传道授业解惑也”。

7.1.1.2 两岸教材电磁学部分核心知识点对比研究结果

1. 库仑定律

(1) 台湾教材“定性类比→定量实验→定律建立”的教学顺序比大陆教材“定性实验→类比→定律建立→定量实验”的教学顺序逻辑性更强，更符合学生认知发展。

(2) 相较其他教材，龙腾版在定律建立过程中有为学生搭建桥梁，帮助学生形成具体的思维推理方式。

(3) 大陆教材编排了有关电荷间作用力的定性实验，相较台湾教材更加注重培养学生的实验观察与探究能力。

(4) 台湾教材更善于运用物理学史，渗透科学思想、培养学生对科学本质的认识。

2. 电势能与电势

(1) 大陆教材注重基础概念的建立，基础性更强；台湾两版教材注重拓宽概念的广度与深度，难度更高，综合性更强。

(2) 人教版具有司南版与翰林版的优点,运用模型建构搭建桥梁、分析推理,并且有顺应学生的认知发展来建立概念,最有利于科学思维的培养。

(3) 司南版在课后习题运用现代科技情境,突出表现物理学科与生活的紧密联系。

3. 闭合电路的欧姆定律

(1) 人教版与翰林版对“电动势”概念呈现更加完整清晰。

(2) 大陆教材实验设置较多,更注重学生实验操作的培养;台湾教材更注重逻辑推理方面的培养。

(3) 大陆教材注重运用现代科技情境,感受物理解决实际问题,改善科技提高效率的作用。台湾教材注重融合物理学史,渗透科学本质的教学。

4. 电磁感应定律

(1) 大陆教材将磁通量安排在电磁感应现象之前,台湾教材是将磁通量安排在电磁感应现象之后;且两岸对法拉第电磁感应定律的数学表达式的呈现的不同,大陆教材

用 $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; 台湾教材用 $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。

(2) 人教版注重培养提出质疑、假设的能力。司南版注重培养实验设计与操作的能力,且有多样的实验探究方法。台湾教材更注重培养解释交流、准确表述结论的能力。

(3) 人教版、翰林版与龙腾版注重物理学史的渗透。司南版注重物理学科与生活、物理学与近代科技发展的紧密联系。

7.1.1.3 对教师教学与教材编写的建议

1. 库仑定律

(1) 设计问题情境,搭建万有引力与静电力之间的类比桥梁。让学生领悟新旧知识的联系,找到共同属性,达成思维的过渡。

(2) 适当改变教学顺序,使得教学逻辑性更强,如:定性探究→类比→库仑扭秤定量实验→得出定律。

(3) 引导学生对库仑扭秤实验进行思考与交流、大胆质疑,简单介绍电摆实验。如此处理既不增加教师教学压力和学生负担,又能遵从史实发展、增强物理研究的科学性,逐渐培养学生质疑与批判的意识。

(4) 补充库仑扭秤实验数据，以便学生更直观的得出实验结论且更具有说服力。

2. 电势能与电势

(1) 由电势能发展的历程能够明确得知，科学家们并没有引入抵抗静电力的推力对电荷所做的功，来讨论电势能。因此在新课教学中，尽量避免引入“外力”讨论电势能，容易模糊学生对电势能的理解。

(2) 在分析静电力做功的特点时，进一步加强“分割-求和”微元思想的培养。

(3) 对于“电势”概念的建立，可以先顺应学生认知发展分析推理、发现问题，通过比值定义建立概念；然后利用“重力势”来帮助学生加深对电势概念的理解。

3. 闭合电路的欧姆定律

(1) 在教学中要明确“电动势”概念，厘清“电压”与“电动势”的区别。

(2) 可以尝试遵循欧姆发现定律的思维历程建立定律，将其蕴含的科学思维和方法融入教学中。

4. 电磁感应定律

(1) 将磁通量概念的建立放在学生对电磁感应现象有一定认识，产生认知需要后建立，即：电磁感应现象→磁通量→楞次定律→法拉第电磁感应定律。

(2) 完整呈现法拉第电磁感应定律的数学表达式。可以先以 $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的形式建立电磁感应定律，后面再结合楞次定律呈现出完整准确的法拉第电磁感应定律的数学表达式，不能因为知识的生涩难懂，就降低对学生的要求，放弃知识的完整性、准确性。

综上所述，大陆教材的编排重视对科学探究的培养，强调物理学科与生活、物理学与近代科技发展的紧密联系。台湾教材的编排重视对基本概念与原理的建立以及更加善于运用物理学史渗透科学思想，提高学生对科学本质的认识。

7.1.2 不足

(1) 由于笔者的教学经验、理论水平和视野有限，对物理学科核心素养的各个要素理解还不够深刻，不了解教材编者的一些深远目的等因素，使得教材的分析不够细致、给出的教学建议等具有一定主观性，还不够成熟，需进一步完善。

(2) 本研究只针对两岸四版教材中“电磁学”部分的几个主要知识点进行比较分析,且由于案例实验对象采用的是司南版教材,因此本研究具有一定局限性。

(3) 受到疫情、环境、时间,等因素的影响,只选取其中一个案例进行实验;并且实验对象只选取某所高中的两个班级,样本数量不够大;只通过问卷和访谈的方式对学生进行评估,使得实验结果具有局限性,学习成果评估不够全面。

7.2 展望

针对以上不足,笔者在今后的学习与工作中从以下几个方面进行努力:

(1) 提升自我能力。努力提升自身教学能力、对物理学科核心素养的理解,丰富教学经验,以期在后续教材研究给出更有参考价值的建议与观点。

(2) 扩大教材比较范围。对国内各个版本、港澳台地区还有不同国家的教材中各个知识点进行对比研究。

(3) 丰富评价方式。在今后的研究中,通过加深对物理学科核心素养的理解,再细分表现水平,制定更为科学的评价体系,采用多种评价方法。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育部关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见[S]. 北京:人民教育出版社, 2015.
- [2] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社, 2020:2-67.
- [3] 石欧, 张文. 学生核心素养培养呼唤基于核心素养的教材[J]. 课程·教材·教法, 2016, 36(9): 14-19.
- [4] 马翠娜. 国内五版高中物理教材必修部分比较[D]. 天津师范大学, 2015.
- [5] 陈伟. 人教版和粤版现行物理教材对比[D]. 华东师范大学, 2009.
- [6] 李鹏飞. 人教版和司南版高中物理教科书(必修本)习题设计的比较研究[D]. 东北师范大学, 2011.
- [7] 杨孝波, 张静. 核心素养视角下高中物理新旧教材习题的比较研究——以“运动和力的关系”章节为例[J]. 物理教师, 2019, 40(11):13-16.
- [8] 李洋, 辛云宏. 以“机械能守恒定律”为例比较人教版与沪科版高中物理教材的知识呈现方式[J]. 教育教学论坛, 2013, (24):136-128.
- [9] 耿碧玉. 高中物理不同版本教材中“曲线运动”内容的比较研究[D]. 西北师范大学, 2015.
- [10] 李丽燕, 周少娜. 高中物理教材“实验”模块的比较分析——以新旧人教版为例[J]. 物理教学探讨, 2020, 38(12): 16-19.
- [11] 俞翔. 人教社2004版、2019版高中物理教材的比较分析——以必修2“机械能守恒定律”一章为例[J]. 物理教师, 2020, 41(11): 19-22.
- [12] 胡嘉莹, 张军朋. 高中物理新旧教材力学实验比较分析——以人教版教材为例[J]. 物理教学, 2020, 42(4):32-35.
- [13] 耿书娟. 人教版与台湾龙腾版高中物理教材的比较研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2015.
- [14] 李万荣. 台湾与上海两个版本高中物理教科书的比较研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2014.
- [15] 王璐, 王较过. 让教材散发智慧的味道——台湾高中物理教科书中物理知识呈现方式浅析[J]. 中学物理教学参考, 2011(4): 23-25.
- [16] 韩唯伟. 上海和台湾初中物理实验教学的比较研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2017.
- [17] 公丽云, 王晶莹. 中国大陆与台湾地区高中物理习题比较[J]. 教育导刊, 2015(11):92-96.

- [18] 卞望来. 科学探究视角下的中美高中主流物理教材比较研究——以“万有引力与航天”单元教学为例[J]. 物理教师, 2019, 40(7):66-68.
- [19] 刘璐璐, 张雄. 中美高中主流物理教材物理观念渗透的比较研究——以“机械能守恒定律”为例[J]. 物理教师, 2020, 41(06):65-68.
- [20] 董博清, 彭前程. 中美初中物理教材编写逻辑的比较——以“浮力”内容为例[J]. 物理教师, 2019, 40(4):69-72.
- [21] 刘健智, 卢宇梦, 颜熠乔. 中美高中物理教材内容呈现方式的比较——以“加速度”的编写为例[J]. 物理教师, 2014, 35(5):59-62.
- [22] 王祥委, 段娟娟, 彭朝阳. 中美高中物理教材物理学史呈现比较研究[J]. 物理教师, 2017, 38(10):74-76.
- [23] 李晓梅, 李春密. 中美初中物理教材难度的静态比较分析[J]. 物理教师, 2016, 37(08):78-81.
- [24] 孟菲菲. 中德高中物理教科书电磁学部分的比较研究——以人教版和KPK为例[D]. 西北师范大学, 2017.
- [25] 王较过, 陈鲜艳. 中美高中物理教科书内容呈现方式的比较——以“电学”内容为例[J]. 物理教学探讨, 2013(2):1-5.
- [26] 任标. 中美高中物理教材关于电磁学部分所用定则的比较[J]. 物理教学探讨, 2017, 35(7):75-76.
- [27] 郑宇晴. 中英高中物理教材的比较研究——以“电磁学”部分为例[D]. 宁夏大学, 2019.
- [28] 蒋忠星, 呼力雅格其. 中俄初中物理教科书“电学”内容难度比较[J]. 内蒙古师范大学学报(教育科学版), 2018(4):82.
- [29] 董欢欢. 中德高中物理教材力学和电磁学难度的量化比较研究——以人教版和KPK教材为例[D]. 西安: 陕西师范大学, 2015.
- [30] 陈琪, 刘儒德. 当代教育心理学[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2007:185.
- [31] 台湾教育主管部门. 十二年国民基本教育课程纲要(自然科学领域)[S]. 台北: 台湾教育主管部门, 2018.
- [32] 彭前程. 《普通高中物理课程标准(2017年版)》的变化[J]. 课程. 教材. 教法, 2018, 39, (09):99-106.
- [33] 物理课程教材研究开发中心. 普通高中教科书物理必修第三册[M]. 北京: 人民教育出版社

社, 2019.

[34] 廖伯琴, 普通高中物理必修第三册[M]. 山东: 山东科学技术出版社, 2019.

[35] 姚珩. 普通高级中学选修物理IV[M]. 台湾: 翰林出版, 2021.

[36] XX. 普通高级中学选修物理上册[M]. 台湾: 龙腾出版, 2012.

[37] 刘筱莉, 仲扣庄. 物理学史[M]. 江苏: 南京师范大学出版社, 2001: 169-175.

[38] 马文蔚, 周雨青. 物理学(上册)[M]. 第六版. 北京: 高等教育出版社, 2014:110-114.

[39] 姚珩. 普通高级中学选修物理V[M]. 台湾: 翰林出版, 2021.

[40] XX. 普通高级中学选修物理下册[M]. 台湾: 龙腾出版, 2012.

[41] 杨凤娟, 郭玉英. 运用物理学史方法建立闭合电路欧姆定律[J]. 物理教师, 2013, 34(03):11-14.

[42] 张孟影, 袁海泉. 高中物理新课标课程结构特征分析[J]. 物理教学, 2019, 41(12): 5-9.

[43] 物理课程教材研究开发中心. 普通高中教科书物理选择性必修第2册[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019.

[44] 廖伯琴, 普通高中物理选择性必修第2册[M]. 山东: 山东科学技术出版社, 2019.

[45] 郭奕玲. 物理学史[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 108.

[46] 王一鸣, 罗亦超. 物理学史与中学物理教学[M]. 湖北: 湖北教育出版社, 1989:104-111.

参考文献

附录 1：教学效果评估问卷

教学效果评估问卷

亲爱的同学，你好！为了了解同学们对“库仑定律”的学习情况，进行本次调查。调查结果仅用于我的课题研究分析使用，填写时不必有任何顾虑，请同学们如实作答。衷心感谢你对本次调查研究的大力支持与合作！

1、我知道电荷之间相互作用力的基本规律。（ ）

A.非常符合 B.比较符合 C.一般 D.不太符合 E.不符合

2、我知道在实验时若遇到不易观察的微小量，可以采用微小放大法。（ ）

A.非常符合 B.比较符合 C.一般 D.不太符合 E.不符合

3、我知道如果未知的对象与某种已知事物有较多的相似之处，可以采用类比推理的方法。（ ）

A.非常符合 B.比较符合 C.一般 D.不太符合 E.不符合

4、我能够根据实验所获得的数据资料进行论证，并提出自己的观念。（ ）

A.非常符合 B.比较符合 C.一般 D.不太符合 E.不符合

5、我会有意识思考教材或实验的正确性、科学性，并大胆提出质疑。（ ）

A.非常符合 B.比较符合 C.一般 D.不太符合 E.不符合

6、我能够通过观察实验现象，提出可探究的物理问题。（ ）

A.非常符合 B.比较符合 C.一般 D.不太符合 E.不符合

7、我能够利用现代信息手段分析、处理信息，形成合理结论。（ ）

A.非常符合 B.比较符合 C.一般 D.不太符合 E.不符合

8、我认识到自然规律的多样性和相似性。（ ）

A.非常符合 B.比较符合 C.一般 D.不太符合 E.不符合

9、当别人对实验现象的解释与我的观点不同时，我会尊重别人的说法。（ ）

A.非常符合 B.比较符合 C.一般 D.不太符合 E.不符合

附录 2：教学效果访谈提纲

学生课后教学效果访谈提纲

一、访谈对象：

实验班与对照班各选取三个层次水平的六名学生，共 12 名学生。

二、访谈内容：

1. 上完课后，你对“静电力类比万有引力”这个环节有什么感受，是否知道它们之间为何能够进行类比？

2. 上完课后，你学到了哪些科学思想方法？最大的收获是什么？

附录 2 : 教学效果访谈提纲

附录 3：《库仑定律》教学设计

《库仑定律》教学设计

一、教学内容分析

1. 普通高中物理课程标准要求（2017 年版 2020 年修订）

知道两个点电荷间相互作用的规律。体会探究库仑定律过程中的科学思想方法。

2. 教材地位和内容

《库仑定律》是电磁学的第一个基本定律，它阐述了带电体之间相互作用的规律，不仅是牛顿引力理论的发展，力学向电磁学过渡的桥梁，也是整个电磁学的基石。本节课主要内容包括：点电荷模型建立、库仑定律两个部分。教材对本节内容的处理是：①实验导入，分析建立点电荷概念。②定性实验探究影响电荷间相互作用的因素。③直接类比万有引力定律给出库仑定律的内容及公式，讨论适用范围。此处没有提供类比依据，略显突兀；并且由定性实验直接获得定律，导致知识建立缺乏逻辑性。④例题巩固、科学书屋栏目介绍库仑扭秤实验。然而库仑定律得出的定量实验不是只有库仑扭秤，还有电摆实验。且对于库仑扭秤实验，聚焦于实验原理与结论，忽略实验数据这一重要证据。

二、学情分析

高二年的学生观察水平以及能够初步独立发现事物的本质及各个主要细节，发现事物的因果关系。已经熟悉了天体的运动和万有引力定律，掌握了原子的结构、电荷和电荷量的概念，知道了电荷之间存在着相互作用力，掌握了电荷守恒定律内容及基本应用。并且已初步掌握了用实验探究物理规律的基本方法，并具有较强的动手能力，具有较好的思考、质疑、交流与合作的学习习惯。

三、教学处理

结合以上分析，以培养学生物理学科核心素养为目标进行如下教学处理：

①利用电子绕核运动和地球绕太阳运动的动图引导学生进行对比分析，找到它们的共同属性，提供类比的思维桥梁，使后续类比顺理成章。

②定性探究后进行库仑扭秤实验的定量探究。

③引导学生对库仑扭秤实验进行思考与交流、大胆质疑，再简单介绍电摆实验。

④适当补充库仑扭秤实验的实验数据，以支撑实验结论的得出。

四、教学目标

1. 物理观念

- ①知道点电荷的概念。
- ②理解库仑定律的含义及公式表达，深化电荷间相互作用的基本认识。

2. 科学思维

- ①通过点电荷模型的建构，发展抽象概括能力。
- ②通过对比电子绕核与行星运转模型猜想库仑定律表达形式，发展逻辑推理能力。
- ③通过库仑扭称实验、电摆实验、分析实验数据，发展科学论证，质疑创新能力。

3. 科学探究

- ①通过定性到定量的探究过程，熟悉科学探究过程。
- ②通过展示库仑扭称的实验原理，感受物理学家库仑科学探究的思想方法。

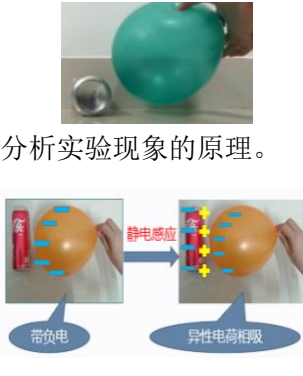
4. 科学态度与责任


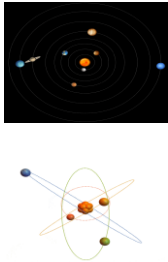
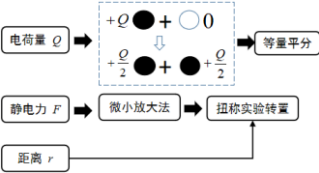
- ①通过将库仑力与万有引力的类比，体会自然规律的多样性与相似性。


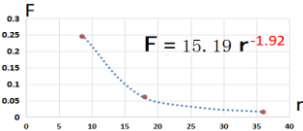
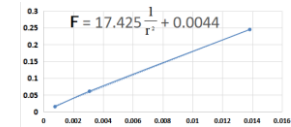
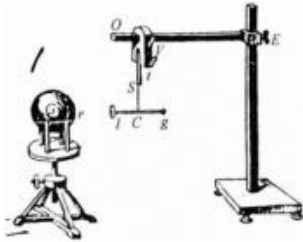
五、教学重难点

1. **教学重点：**库仑定律的内容及其建立过程。
2. **教学难点：**理解库仑扭称实验及其思维内涵。

六、教学过程

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
【创设情境 概念建立】 演示用带电气球使易拉罐滚动，引发认知需要。  分析实验现象的原理。	演示实验： ①气球充气后靠近易拉罐。 ②气球与头发摩擦后靠近筒。 提出问题： ①同学们观察到什么？ ②为什么易拉罐会滚起来？ 师生共同总结： 电荷间这种相互作用力称为静电力。	期望回答： ①筒静止。 ②筒滚动。 期待回答： 气球上的电荷和罐上的电荷之间有力的作用。	通过简单的小实验，让学生在真实感受电荷间作用力的情境中产生学习兴趣，以问题促使学生思考与预测现象。
【推理分析 模型建立】	提出问题：	期待回答：	体会科学研

<p>通过问题串的形式，以力的三要素为逻辑链，引导学生深入思考。 引导学生类比质点建立的思想方法，建立新的物理模型——点电荷。</p>	<p>①静电力的作用点在哪里？ ②为什么难以确定？ ③之前有遇到过类似的问题吗？当时如何解决的？ 师生共同总结： 当带电体的形状、大小及电荷分布等可以忽略，这样的带电体称为点电荷。</p>	<p>①不好确定。 ②物体太大，不知电荷分布 ③质点。 ④忽略次要因素，抓住关键因素，建立理想模型。</p>	<p>究中模型构建的一般思路，即“抓住主要因素，忽略次要因素，理想模型思想”。</p>
<p>【推理分析 模型建立】 演示实验，思考静电力与距离 r、电荷量 Q 的关系。</p> 	<p>演示实验： ①保持 Q 不变，增大 r。 ②保持 r 相同，减少 Q。 师生共同总结： 当 Q 不变时，r 增大，F 减小；当 r 不变时，Q 减小，F 减小。</p>	<p>认真观察 期待回答： 两次夹角都减小。</p>	<p>引导学生熟悉控制变量法、认识改变电量的方法，提高实验方法运用的熟练度。</p>
<p>【搭建桥梁，类比猜想】 引导观察比较行星绕太阳运动和电子绕核运动。</p> 	<p>提出问题： ①行星绕太阳运动和电子绕核运动都做什么运动？ ②分别是力提供向心力？ ③分别与哪些因素有关？ ④你认为静电力的表达式可能是如何？</p>	<p>期待回答： ①圆周运动。 ②万有引力、静电力 ③m_1、m_2、r；q_1、q_2、r。 ④ $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$</p>	<p>通过两种运动模型动画的类比，可以更加直观的从运动情况的相似联想到受力特点的相似。</p>
<p>【定量探究 得出定律】 1. 解决物理量测量问题 引导学生明确需要测量的物理量，思考测量方法。</p>  <p>2. 认识装置，理解原理。 结合信息技术介绍装置结构与实验设计的背景，理解测量原理。</p>	<p>提出问题： ①需要测量哪些物理量？ ②用什么实验方法？ ③该如何测量电荷量？ ④有测量静电力的仪器吗？ ⑤对微小的力该如何测量？在学习万有引力时是否有装置可以实现？ 教师活动： 播放库仑扭称实验视频，并介绍库仑扭称实验装置与原理。展示库仑扭称实验</p>	<p>期待回答： ①电量 Q；电力 F；距离 r。 ②控制变量。 ③完全相同的两个金属球，带电的碰不带电的。 ④没有。 ⑤微小放大法；扭称实验装置。</p>	<p>通过再现库仑定律探究实验，引领学生体会探究库仑定律过程中的科学思想和方法，感受科学思想方法在物理研究中的关键</p>

 <p>扭转角度 扭力 ← 静电力</p> <p>3. 数据分析，总结规律。 展示库仑扭秤实验数据，对实验数据验证猜想。</p> <table border="1" data-bbox="210 678 523 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>距离 (刻度)</th> <th>扭转角度 (刻度)</th> <th>扭转力 (达因)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>36</td> <td>36</td> <td>0.0153</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>18</td> <td>114</td> <td>0.0612</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8.5</td> <td>575.5</td> <td>0.245</td> </tr> </tbody> </table>   <p>4. 误差分析 质疑完善 库仑通过电摆实验证明电荷间的吸引力同样遵循平方反比关系。</p>  <p>5. 总结归纳 建立定律 结合库仑扭秤实验和电摆实验得到库仑定律。</p>		距离 (刻度)	扭转角度 (刻度)	扭转力 (达因)	1	36	36	0.0153	2	18	114	0.0612	3	8.5	575.5	0.245	<p>数据。</p> <p>提出问题： 对比三次实验，两电荷之间的距离之比大约为？扭转力之比大约为？ 利用 Excel 功能画出 F 与 r 的函数图。</p> <p>提出问题： ①由图可以看出 F 与 r 呈现出怎样函数关系？ 提出问题： ①实验没有完全满足平方反比，误差产生原因可能是？ ②万有引力与静电力有什么区别？ ③库仑扭秤实验证明电荷间的排斥力满足，是否能够证明电荷间的吸引力也满足？ ④库仑扭秤实验得出结论，是否严谨？</p> <p>介绍电摆实验</p> <p>师生共同总结： 真空中两个静止点电荷之间的相互作用力 F 的大小，与他们的电荷量 Q₁、Q₂ 的成绩成正比，与他们的距离 r 的二次方成反比，即：</p> $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ <p>其中 $k=9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$</p>	<p>期待回答： ①距离比：4:2:1 ②扭转力：1:4:16</p> <p>期待回答： ①近似平分反比关系</p> <p>期待回答： ①两个金属球并不是严格的点电荷；实验中电荷所带电量会有一些流失。 ②静电力既有吸引力也有排斥力。 ③不能，小球相互吸引后相撞，电荷会抵消最终中和。 ④不严谨。</p>	<p>性。</p> <p>培养学生数据处理能力和实事求是的科学态度。 引导学生质疑思考，强调库仑是通过两个实验最终才证明静电力遵从平方反比定律，有利于让学生认识到看待问题要全面、客观，培养学生的质疑创新的能力。</p>
	距离 (刻度)	扭转角度 (刻度)	扭转力 (达因)																
1	36	36	0.0153																
2	18	114	0.0612																
3	8.5	575.5	0.245																

<p>【应用对比 深化理解】</p> <p>1.氢核质量 $1.67 \times 10^{-27} \text{kg}$, 电子质量 $9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$, 它们之间的最短距离为 $5.3 \times 10^{-11} \text{m}$, 库仑力和万有引力的大小。</p> <p>2.真空中有三个点电荷, 固定在等边三角形的三个顶点, 边长为 $l=50 \text{cm}$。 $q_1=3.0 \times 10^{-6} \text{C}$, $q_2=-3 \times 10^{-6} \text{C}$, $q_3=-5 \times 10^{-6} \text{C}$, 求 q_3 所受的静电力。</p>	<p>提出问题:</p> <p>万有引力与静电力对微观粒子的影响是否一样大?</p> <p>师生共同总结:</p> <p>在研究微观带电粒子的相互作用时, 可以把万有引力忽略。</p> <p>教师引导:</p> <p>对于两个以上的点电荷, 一个点电荷所受的总的静电力, 等于其他点电荷分别单独存在时对该点电荷的作用力的矢量和, 即静电力叠加原理。</p>	<p>认真思考计算。</p> <p>期待回答:</p> <p>不一样, 万有引力远小于库仑力。</p>	
---	---	--	--

七、板书设计

<h3>1.2 库仑定律</h3>
<p>一、点电荷</p> <p>二、静电力大小与哪些因素有关?</p> <p>当 Q 不变时, r 增大, F 减小; 当 r 不变时, Q 减小, F 减小。</p> <p>三、万有引力与静电力</p> $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \longrightarrow F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ <p>四、库仑扭称实验:</p> <p>实验方法: 微小放大法 (转化法); 电荷等量平分法。</p> <p>实验结论: 两电荷间排斥力满足平方反比关系</p> <p>五、电摆实验</p> <p>实验方法: 测量周期</p> <p>实验结论: 两电荷间吸引力满足平方反比关系</p> <p>六、库仑定律:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、定义: 2、表达式: 3、单位: 4、适用条件

附录 4：《电势能》教学设计

《电势能》教学设计

一、教学内容分析

1. 普通高中物理课程标准要求（2017 年版 2020 年修订）

知道静电场中的电荷具有电势能。了解电势能、电势的含义。

2. 教材地位和内容

“电势能与电势”是司南版物理必修第 3 册第 2 章前两节的主要内容，是描述电场能性质十分重要的概念并且非常抽象，对学生而言要将其较好的理解消化比较困难。通过前文对两地四版教材的对比，笔者认为司南版教材对本节内容的处理方式存在以下几点问题：①在建立电势能概念时，引入了除静电力之外的“外力”容易使学生模糊对电势能的理解。②对电势概念建立的处理略显直接，没有为学生搭建良好的桥梁。③忽视“分割-求和”微元思想在电势能概念建立中的重要作用。

二、学情分析

学生已经学习了电场强度的概念，掌握了比值定义法的特点，已经具备基本的科学思维和科学探究能力。电势的概念是学生从没有接触过的，十分抽象，高中学生的抽象思维能力还不是很强，这就给学生的学习增加了一定的困难。

三、教学处理

①在教学中避免引入“外力”等来建立、讨论电势能。

②尝试从力、场线的描述等角度切入对电场和重力场做更加深入、完整的类比；利用学生更熟悉的重力势为电势概念做铺垫，搭建桥梁。

③在教学中渗透“分割-求和”微元思想。

四、教学目标

1. 物理观念

① 理解电势能、电势的概念。

② 理解静电力做功的特点，电势能与静电力做功的关系。

2. 科学思维

① 提升对知识的类比能力、对问题的分析推理能力。

3. 科学探究

①培养理论探究能力，提高运用物理语言分析、思考、描述概念的能力。

4. 科学态度与责任

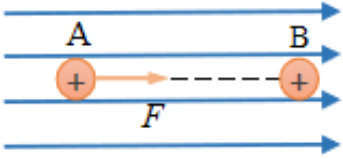
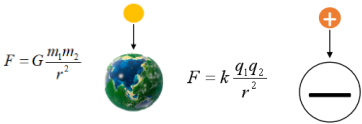
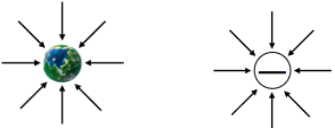
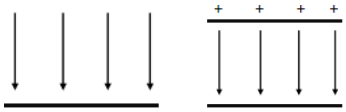
①通过电势能与重力势能的对比，体会类比与创新在物理学研究中的重要性。

五、教学重难点

1. 教学重点：理解电势能、电势概念。

2. 教学难点：理解电势能与静电力做功的关系；理解电势概念。

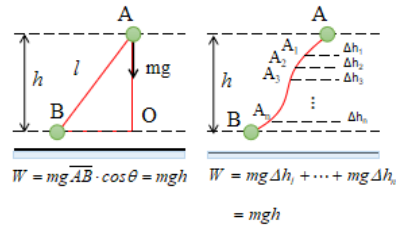
六、教学过程

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
<p>【创设情境】</p> <p>建立正电荷在电场中运动的模型，分析正电荷运动过程中能量的变化</p> 	<p>提出问题：</p> <p>从能量角度思考正电荷在电场中运动的过程，增加的动能从何而来？</p> <p>启发引导：</p> <p>电荷在电场中具有的能量是一种什么形式的能呢？</p>	<p>期待回答：</p> <p>正电荷在电场中也具有能，然后转化成动能。</p>	<p>建构问题情境，调动学生思维，为后续建立电场具有能量的观念铺垫。</p>
<p>【模型类比】</p> <p>通过问题串的方式，引导学生对比重力场与电场。</p> <p>①力学性质对比</p>  <p>②场的性质对比</p> $\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \text{方向指向地心} \quad \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \text{方向指向负电荷}$ <p>③场的描述对比</p>  <p>④场的局部对比</p> 	<p>提出问题：</p> <p>重力场与电场有哪些类似的地方？</p> <p>引导学生交流讨论。</p> <p>提出问题：</p> <p>若取重力场和静电场中一个很小区域，那会是怎么样？</p> <p>可见静电场和重力场有很多相似的地方。那么就可以类似的方法来研究静电场。</p> <p>学生思考讨论出画出图像。</p>	<p>期待回答：</p> <p>①场线很相似。 ②都对有力的作用。 ③分别别可以用力和质量或力和电荷量的比值来描述场的强弱，并且方向分别指向地心和负电荷。</p>	

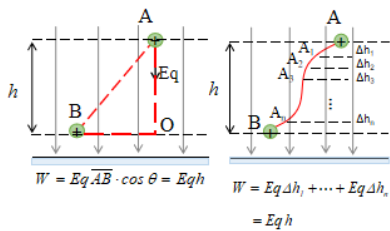
【电势能概念建立】

结合微元法以及重力势能的研究方法来建立电势能概念。

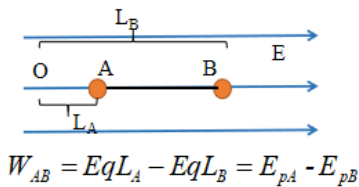
重力做功特点：



静电力做功特点：



引导学生分析静电力做功与电势能之间的关系。



↓

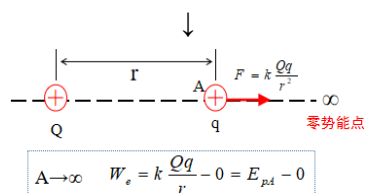
$$W_{AB} > 0 \quad E_{pA} > E_{pB}$$

静电力做正功，电势能减少

↓

$$W_{AB} < 0 \quad E_{pA} < E_{pB}$$

静电力做负功，电势能增加



回顾小球沿直线从 A 到 B，与沿曲线 A 到 B 重力做功特点。

启发引导：

请用类似的方法，分析带电小球在电场中沿直线从 A 到 B，与沿曲线 A 到 B，分别做功为多少，有何特点。

师生共同总结：

静电力做功与路径无关，只与初末位置有关。

提出问题：

- ①重力做功的过程伴随什么能量变化？
- ②静电力做功也与路径无关，那电荷在电场中的能量会有什么特性？

建立概念：

在物理学中我们称伴随静电力做功变化的能量为“电势能”，用 E_p 表示。

启发引导：

匀强电场 $W_{AB} = EqL_A - EqL_B$ ，因此匀强电场中电势能的表达式为： $E_p = EqL$

提出问题：

静电力做功和电势能之间又有什么关系？

启发引导：

讨论电势能时，同样要规定零势能点，一般选取无穷远处。

期待回答：

①沿直线 A 到 B

$$W = Eq \overline{AB} \cdot \cos \theta = Eqh$$

②沿曲线 A 到 B，可以把曲线分割成很多段，这样每段都可以近似成一小段直线，得到：

用分割求和的方式，进一步加强学生对微元法的理解与运用。

$$W = Eq \Delta h_1 + \dots + Eq \Delta h_n = Eqh$$

期待回答：

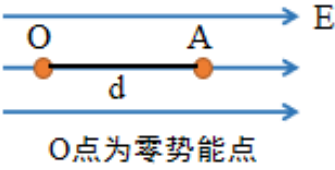
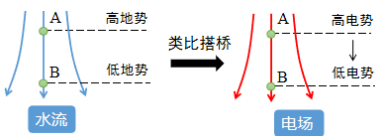
- ①重力势能。
- ②和重力势能一样，与位置有关。

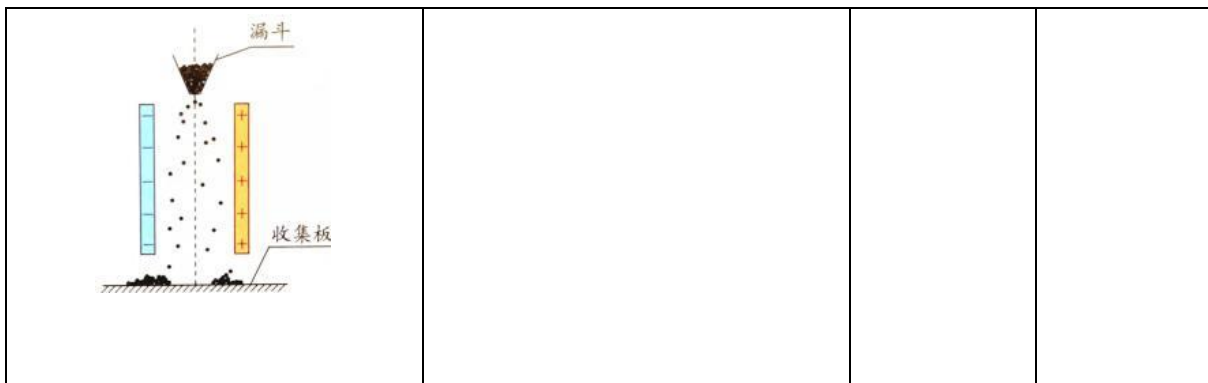
认真听讲

期待回答：

根据能量守恒定律，静电力做正功，动能增加，电势能减小；静电力做负功，动能减小，电势能增加。

在匀强电场中量化电势能在引导学生自主推理量化两点电荷间电势能，弥补教材忽视电势能量化的缺陷，将抽象的概念具象化。

<p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>电势能</p> <ul style="list-style-type: none"> 匀强电场 $E_p = Eqd$ 两点电荷间 $E_p = k\frac{Qq}{r}$ </div>	<p>提出问题： 那么两个点电荷之间的电势能可以如何表示？</p>	<p>期待回答： $E_p = k\frac{Qq}{r}$</p>
<p>【电势概念建立】 设电场强度为 E 的匀强电场，规定电荷在 O 点的电势能为 0。A 为电场中的任意一点。</p>  <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: auto;"> <p>电荷量 q $E_{p1} = Eqd$</p> <p>电荷量 nq $E_{p2} = nEqd$</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: auto;"> $\frac{E_{p2}}{nq} = \frac{nEqd}{nq} = Ed = \frac{E_{p1}}{q} = \frac{Eqd}{q} = Ed$ </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: auto;"> <p style="text-align: center;">电势 $\varphi = \frac{E_p}{q}$</p> </div>	<p>提出问题： 电荷在电场中某点的电势能是否能反映电场中这一点的性质？</p> <p>启发引导： 尝试计算带电量分别为 q 与 nq 的点电荷，在 A 点电势能。</p> <p>启发引导： 可见，电荷在电场中某点的电势能与带电量有关，因为不能用来表示电场性质，那么同学们能否找到反映电场性质的物理量呢？</p> <p>师生共同总结归纳： 电荷在电场中某点的电势能与它的电荷量之比来描述电场在该点的性质，在物理中称为电势。</p>	<p>期待回答： 认真思考。</p> <p>期待回答： $E_{p1} = Eqd$ $E_{p2} = nEqd$</p> <p>期待回答： 在同一点电势能和电荷量的比值是一定的，与带电量无关。</p>
<p>【深入理解 应用分析】 由于重力，水会从高地势流向低地势，这个过程中物体的重力势能发生变化，因此重力场中存在与位置有关的势，即重力势。</p>  <p>分析对静电矿料分选器工作原理，以及正确表述矿粉分离过程。</p>	<p>启发引导： 沿着重力场线方向重力势降低。静电场与重力场有着高度的相似之处，静电场中电势有怎样的特点呢？</p> <p>师生共同总结： 沿着电场线方向电势降低。</p> <p>启发引导： 带电矿粉经过漏斗落入水平匀强电场后，分落在收集板中央的两侧，矿粉分离过程中，带正（负）电矿粉落在哪侧？带正（负）电矿粉电势能如何变化？静电力对矿粉做什么功？</p>	<p>期待回答： 正电荷在静电力作用下会自动的从 A 点运动到 B 点，这个过程中电势由高到低。</p> <p>期待回答： 带正电矿粉落入左侧，静电力做正功电势能减小；带负电矿粉落入右侧，静电力做正功，电势能减小。</p> <p>重力势对学生而言更好理解，所以将电势和重力势类比可以使学生对抽象的电势概念有更加清晰的认知。</p>



七、板书设计

2.1 电势能与电势

一、电势能

1. 定义:
2. 电势能与静电力做功的关系:
静电力做正功, 电势能减少; 静电力做负功, 电势能增加。

二、电势

1. 定义:
2. 公式:

附录 5：《闭合电路欧姆定律》教学设计

《闭合电路欧姆定律》教学设计

一、教学内容分析

1. 普通高中物理课程标准要求（2017 年版 2020 年修订）

理解闭合电路欧姆定律。会测量电源的电动势和内阻。

2. 教材地位和内容

司南版物理必修 3 第 4 章第 1 节的“闭合电路欧姆定律”包含“电动势”和“闭合电路欧姆定律”两部分内容，既是电学的基础，又是理论和实验的综合体现。笔者认为司南版教材对本节内容的处理方式存在以下几点问题：①对电动势没有准确的定义，通过比较电池电压大小引入电动势，容易混淆“电压”和“电动势”的概念。②闭合电路欧姆定律的得出以理论推导为主，使得推导过程局限在对数学形式的表征，容易造成学生理解上的困难。

二、学情分析

学生通过前面的学习，理解了静电力做功与电荷量、电势差的关系、了解了静电力做功与电能转化的知识，认识了如何从非静电力做功的角度描述电动势，并出了了部分电路欧姆定律的相关电路问题，已经具备了通过功能关系分析建立闭合电路欧姆定律，并应用闭合电路欧姆定律分析问题的知识与技能。

三、教学处理

结合以上分析，以培养学生物理学科核心素养为目标进行如下教学处理：

①明确电动势概念，强调电压与电动势区别与联系，促进学生形成清晰的能量观念。

②尝试遵循欧姆发现定律的实验和思维过程建立定律，有利于学生科学研究方法的学习，创新能力的培养。

四、教学目标

1. 物理观念

①能理解闭合电路欧姆定律的内涵，具有与闭合电路欧姆定律相关的能量观念。

2. 科学思维

①能体会物理研究建构模型的重要性，能根据图像对相关问题进行分析推理。

3. 科学探究

①能提出并准确表述自己的观点，在他人指导下制定实验方案。

②能对实验数据进行分析、交流、讨论，最终得出结论。

4. 科学态度与责任

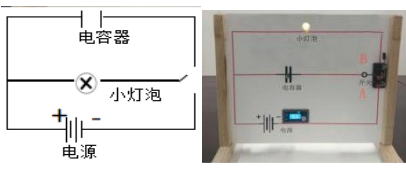
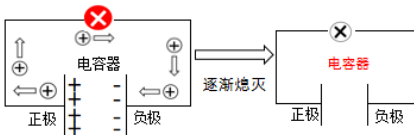
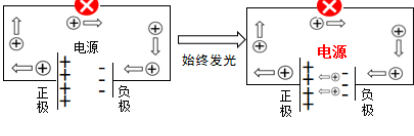
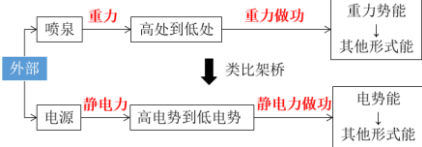
①能体会科技发展对人类生活和社会发展的影响。

五、教学重难点

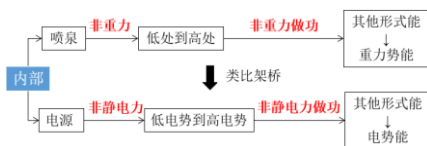
1. 教学重点：理解闭合电路欧姆定律的内涵

2. 教学难点：厘清电压与电动势的区别；理解路端电压与外电阻的关系公式。

六、教学过程

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
<p>【创设情境 提出问题】</p> <p>演示电容器和电源分别给小灯泡供电的情况。</p>  <p>分析内部电荷运动情况。</p> <p>①电容器供电情况</p>  <p>②电源供电情况</p> 	<p>演示实验：</p> <p>①电源给小灯泡供电。</p> <p>②电容器给小灯泡供电。</p> <p>提出问题：</p> <p>为何电容器供电时小灯泡过一会就熄灭，电源供电却可以一直亮着？</p> <p>教师引导学生分析两种情况内部电荷运动情况。</p> <p>提出问题：</p> <p>为何电源能够将负极的正电荷经过电源内部不断地搬运至正极？</p>	<p>认真观察。</p> <p>认真思考</p>	<p>通过实验现象的对比，激发学生思考问题的主动性，提高问题意识。</p> <p>通过模型建构引导学生分析电荷移动情况，让学生体会到物理研究中建构模型的重要性</p>
<p>【类比架桥 思维加工】</p> <p>将电路和喷泉做类比，理解非静电力的作用。</p> <p>①外部对比</p> 	<p>启发引导：</p> <p>类比喷泉内外水流运动以及能量转换，分析电路外部，电荷的运动及能量转换是如何？</p> <p>提出问题：</p> <p>①电路内外，电荷是如何运动？</p> <p>②电路内外，能量如何转换？</p>	<p>期待回答：</p> <p>①外部静电力作用，高电势到低电势，电势能转换其他能</p> <p>②内部非静电力作用，低电势到高</p>	<p>理解“非静电力”是建立电动势概念的关键，通过类比思维加工，降低学生理解的难度。将非静电力做</p>

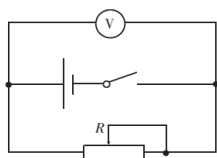
②内部对比



比较三种电池搬运非静电力做功的本领哪个最强。

	非静电力做功转化的电能 W	搬运的电荷量 q	非静电力做功的本领	电动势 $E = \frac{W}{q}$
1	4.5J	3C	最强	1.5
2	4.5J	1C	最强	4.5
3	6J	3C	中等	2

演示进行实验，闭合开关后调节滑动变阻器的滑片，观察到电压表读数的变化。



分析厘清“电压”与“电动势”的区别于联系。

提出问题：

怎样描述非静电力做功的本领呢？

启发引导：

比较不同电源把其他形式的能转化成电势能的本领。

师生共同总结：

电源将其他能转化成电势能的本领，叫做电动势。在数值上等于非静电力把 1C 的正电荷在电源内从负极移到正极所做的功。

提出问题：

①电源两端的“电压”就是电源的“电动势”吗？

②它们本质是否由区别？结合内外电路功能转换关系思考。

师生共同总结：

电动势是描述将其他形式的能量转化为电能本领的物理量，电压是反映电能转化成其他形式能的本领。

提出问题：

将滑动变阻器阻值调至最小，电源电压为何不等于电源电动势。

电势，其他能转换电势能。

期待回答：

2号最强，因为非静电力所做的功与所移动的电荷量之比最大。

认真观察。

期待回答：

不是，因为实验中电源两端的电压会变化，数值与电动势不一样。

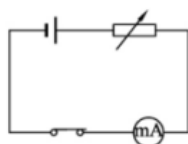
认真思考

功的本领与电源能量转化联系，建立电动势概念。

通过学生自主实验，以及问题串的形式进行思维加工，深化对电动势的理解，厘清电动势与电压的区别于联系，有利于提高学生科学推理与分析的能力。

【认知冲突 提出问题】

演示实验引导学生猜想实验结果，分析对比发现实验数据与原认知不符，引导认知冲突后提出问题。



I/mA	30.0	58.4	86.5
R/Ω	48	22	12
IR/mV	1440	1284.8	1124.5

实验仪器介绍

启发引导：

闭合开关，改变电阻箱的阻值，电流 I 如何变化？根据什么？

教师演示实验并采集数据。

提出问题：

①根据欧姆定律 R 和 I 之间可能怎样的定量关系？

②用 Excel 计算各组数据 I 和 R 的乘积，是否为定值？

期待回答：

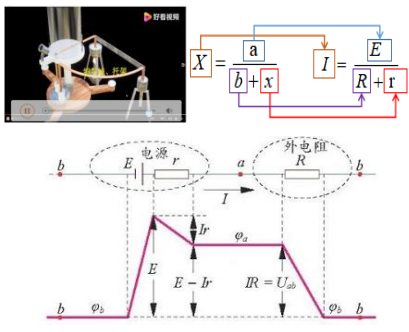
电阻 R 变大，电流 I 变小；欧姆定律。

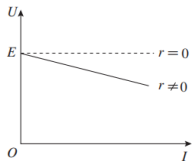
期待回答：

①由 $U=IR$ ，电阻 R 和电流 I 的乘积是定值。
②不是。

期待回答：

用实验数据产生认知冲突和认知需要，引导学生认识到已有知识已不够解决更为复杂的问题，产生质疑激发学习主动性。

<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>I/mA</td><td>128.6</td><td>152.4</td><td>214.6</td></tr> <tr><td>R/Ω</td><td>7</td><td>5</td><td>2</td></tr> <tr><td>IR/mV</td><td>900.2</td><td>762</td><td>429.2</td></tr> </table> <p>学生积极思考讨论，教师引导学生根据猜想制定解决问题的方案。</p> <p>计算得出 $R \approx 5.5\Omega$，Excel 计算其他组数据。</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>I/mA</td><td>30.0</td><td>58.4</td><td>86.5</td></tr> <tr><td>R/Ω</td><td>48</td><td>22</td><td>12</td></tr> <tr><td>IR/mV</td><td>1440</td><td>1284.8</td><td>1124.5</td></tr> <tr><td>r</td><td>5.5</td><td>5.5</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>R+r</td><td>53.5</td><td>27.5</td><td>18.5</td></tr> <tr><td>I(R+r)</td><td>1605</td><td>1606</td><td>1608.9</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>I/mA</td><td>128.6</td><td>152.4</td><td>214.6</td></tr> <tr><td>R/Ω</td><td>7</td><td>5</td><td>2</td></tr> <tr><td>IR/mV</td><td>900.2</td><td>762</td><td>429.2</td></tr> <tr><td>r</td><td>5.5</td><td>5.5</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>R+r</td><td>12.5</td><td>10.5</td><td>9</td></tr> <tr><td>I(R+r)</td><td>1607.5</td><td>1600.2</td><td>1609.5</td></tr> </table>	I/mA	128.6	152.4	214.6	R/Ω	7	5	2	IR/mV	900.2	762	429.2	I/mA	30.0	58.4	86.5	R/Ω	48	22	12	IR/mV	1440	1284.8	1124.5	r	5.5	5.5	5.5	R+r	53.5	27.5	18.5	I(R+r)	1605	1606	1608.9	I/mA	128.6	152.4	214.6	R/Ω	7	5	2	IR/mV	900.2	762	429.2	r	5.5	5.5	5.5	R+r	12.5	10.5	9	I(R+r)	1607.5	1600.2	1609.5	<p>提出问题： 师：那么是什么原因造成了这个现象？电流 I 和 R 之间的定量关系又是如何？请同学们讨论。</p> <p>启发引导： 要如何获得电源的内阻？能否根据我们已测量到数据获得？</p> <p>提出问题： $I(R+r)$ 表示了什么？是否能够得到 I 与 R 的定量关系？</p> <p>师生共同总结： 电路的总电压的大小等于电源电动势的大小，因此得到 $I(R+r) = E$。</p>	<p>①电阻箱阻值越小，误差就越大。 ②可能是电源的内阻造成了影响， ③可能电流和总电阻的乘积为定值</p> <p>期待回答： 设电阻为 r，则每组的 $I_n(R_n+r)$ 应该差不多。</p> <p>期待回答： 表示电路的总电压； $I(R+r) = U$</p>	<p>通过引导学生自主猜想假设、讨论方案、处理数据，充分体现学生主体地位，有利于培养学生归纳推理、合作交流的能力和实事求是的能力。</p>
I/mA	128.6	152.4	214.6																																																												
R/Ω	7	5	2																																																												
IR/mV	900.2	762	429.2																																																												
I/mA	30.0	58.4	86.5																																																												
R/Ω	48	22	12																																																												
IR/mV	1440	1284.8	1124.5																																																												
r	5.5	5.5	5.5																																																												
R+r	53.5	27.5	18.5																																																												
I(R+r)	1605	1606	1608.9																																																												
I/mA	128.6	152.4	214.6																																																												
R/Ω	7	5	2																																																												
IR/mV	900.2	762	429.2																																																												
r	5.5	5.5	5.5																																																												
R+r	12.5	10.5	9																																																												
I(R+r)	1607.5	1600.2	1609.5																																																												
<p>【建立定律 深入理解】</p> <p>播放欧姆定律发现的视频，了解历史，梳理探究过程，理解闭合电路内、外电路的电势升降。</p>  <p>引导学生分析理解路端电压与外电阻的关系。</p> $U = E - \frac{E}{r+R}r$ <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>R 增大</td><td>→</td><td>I 减小</td><td>→</td><td>U 增大</td></tr> <tr><td>R 减小</td><td>→</td><td>I 增大</td><td>→</td><td>U 减小</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>外电路断路:</td><td>I=0, U=E</td></tr> <tr><td>外电路短路:</td><td>R=0, U=0, $I_{\text{短}} = \frac{E}{r}$</td></tr> </table>	R 增大	→	I 减小	→	U 增大	R 减小	→	I 增大	→	U 减小	外电路断路:	I=0, U=E	外电路短路:	R=0, U=0, $I_{\text{短}} = \frac{E}{r}$	<p>启发引导： 欧姆受到当时科技的限制，用温差电偶电池充当电池、用磁偏角测量电流强度，通过大量的工作最终得出 $X = \frac{a}{b+x}$，其中 X 即为电流，a 即为电动势，b 即为内电阻，x 即为外电阻，正如刚才我们通过实验总结出来的 $I = \frac{E}{R+r}$，这个结论成为闭合电路的欧姆定律。</p> <p>提出问题： 路端电压与外电阻又怎样的关系？讨论①当外电路断路时②当外电路短路时。</p>	<p>认真思考。</p> <p>期待回答： ① 内电路 $U_{\text{内}} = Ir$ ② 外电路 $U_{\text{外}} = IR$ ③ $E = U_{\text{内}} + U_{\text{外}}$</p> <p>认真思考讨论。</p>	<p>通过前面探究实验的普遍，在理解欧姆定律实验时会显得更加轻松，更加深刻。有利于学生科学探究能力的提升，了解科学知识是长期积累的结果等科学本质。</p>																																														
R 增大	→	I 减小	→	U 增大																																																											
R 减小	→	I 增大	→	U 减小																																																											
外电路断路:	I=0, U=E																																																														
外电路短路:	R=0, U=0, $I_{\text{短}} = \frac{E}{r}$																																																														

	师生共同总结规律。		
---	-----------	--	--

七、板书设计

<p style="text-align: center;">4.1 闭合电路欧姆定律</p> <p>一、电动势</p> <ol style="list-style-type: none">1. 定义:2. 内、外电路能量转换: <p>二、闭合电路欧姆定律</p> <ol style="list-style-type: none">1. 定义2. 公式3. 路端电压与外电阻的关系
--

附录 6: 《电磁感应定律》教学设计

《电磁感应定律》教学设计

一、教学内容分析

1. 普通高中物理课程标准要求（2017 年版 2020 年修订）

知道磁通量。通过实验了解电磁感应现象，了解产生感应电流的条件。知道电磁感现象应用及其对现代社会的影响。通过实验，理解法拉第电磁感应定律。

2. 教材地位和内容

“电磁感应定律”的建立经历三个过程，司南版将其分布在必修 3 第 5 章第 2 节以及选择性必修第 2 册第 2 章前两节。电磁感应定律展现了电和磁相互转化的规律，加深对电磁现象本质的认识。通过前文对两地四版教材的对比，笔者认为司南版教材对本节内容的处理方式存在以下几点问题：①磁通量概念建立的时机略显突兀。②法拉第电磁感应定律的数学表达式不够准确。

二、学情分析

电磁感应这部分概念多，规律复杂，磁围绕着电、电激发了磁、电与磁相互感应，再加上抽象的概念互相关联，构成了最具综合性的知识网络。然而大部分学生的抽象思维水平还比较低，对物理知识的推理与判断常常出现一定主观性和片面性。除此之外，学生对电磁现象的感性认识也较少。这部分实验较多，学生已经具备了一定的实验动手能力、观察分析及准确记录实验现象和总结物理规律的能力。

三、教学处理

结合以上分析，以培养学生物理学科核心素养为目标进行如下教学处理：

(1) 在学生对电磁感应现象有一定认识，产生认知需要后编排磁通量概念的建立，即电磁感应现象→磁通量→楞次定律→法拉第电磁感应定律。

(2) 呈现完整准确的法拉第电磁感应定律数学表达式，使学生形成清晰物理观念。

四、教学目标

1. 物理观念

①知道磁通量，了解电磁感应现象、产生感应电流的条件。

②能够理解楞次定律和法拉第电磁感应定律的内涵。

2. 科学思维

① 能用磁感线与匀强磁场等模型综合分析电磁感应问题。

② 能从能量的视角分析解释楞次定律。

3. 科学探究

①能完成探究产生感应电流的条件、探究影响感应电流方向的因素等物理实验。

②能分析物理现象、实验信息，归纳总结，形成相关的结论。

4. 科学态度与责任

①通过法拉第电磁感应定律的应用，能体会科学家的不断创造推进了社会的进步。

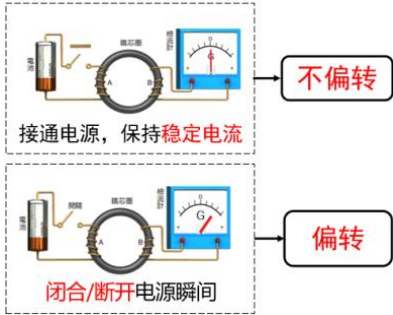
②有较强的动手做实验的兴趣，能体会法拉第电磁感应定律等物理定律之美。

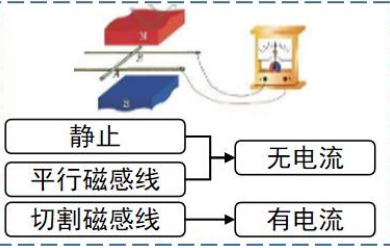
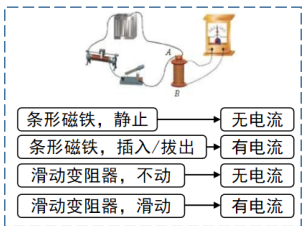
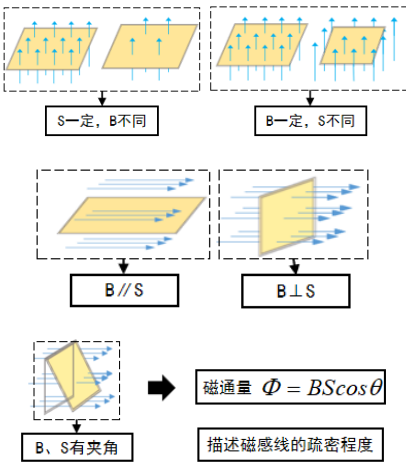
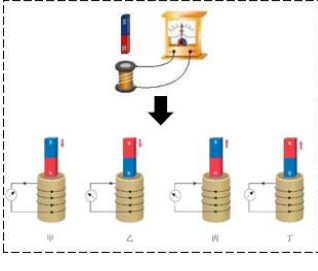
五、教学重难点

1. 教学重点：法拉第电磁感应定律的建立与理解。

2. 教学难点：磁通量概念的建立；法拉第电磁感应定律的建立与理解。

六、教学过程

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
<p>【创设情境 提出问题】</p> <p>回顾并演示法拉第线圈实验，引导学生初步认识电磁感应现象。</p> 	<p>演示实验：</p> <p>①接通电源，保持稳定电流。 ②闭合/断开电源瞬间。</p> <p>启发引导： 这种由磁生电的现象叫做电磁感应，产生的电流叫做感应电流。</p> <p>提出问题： 产生感应电流的条件是什么？</p>	<p>期待回答：</p> <p>①不偏转 ②偏转</p> <p>期待回答： 磁场发生变化的时候。</p>	
<p>【实验探究 归纳总结】</p> <p>学生分组进行实验 1 和实验 2，探究产生感应电流的条件。</p> <p>探究实验 1</p>	<p>实验仪器介绍</p> <p>探究实验 1：</p> <p>①导体棒与磁场保持相对静止。 ②导体棒平行于磁感线运动。 ③导体棒做切割磁感应运动。</p> <p>探究实验 2：</p> <p>①条形磁铁保持不动。 ②条形磁铁插入或拔出。 ③滑动变阻器保持不动。</p>	<p>学生进行实验</p> <p>期待结果：</p> <p>①②无电流 ③有电流</p> <p>期待结果：</p> <p>①③无电流 ②④有电流</p>	

 <p style="text-align: center;">探究实验 2</p>  <p>通过建构模型探讨影响磁感线穿过线圈的数量，建立磁通量概念，</p> 	<p>④滑动变阻器滑动。</p> <p>师生共同总结： 通过线圈内磁感线数目发生变化，就会产生电流。变化的越快，感应电流越大。</p> <p>提出问题： 磁感线数目的变化，如何量化？</p> <p>启发引导： ①当 S 一定时，B 不同。 ②当 B 一定时，S 不同。 ③当 B//S。 ④当 B⊥S。</p> <p>概念建立： 我们把磁感应强度 B 与面积 S 的成绩，成为穿过这个平面的磁通量，用 Φ 表示，$\Phi = BS \cos\theta$</p>	<p>认真思考</p> <p>期待回答： ①通过线圈的磁感线数和 B 成正比 ②和 S 成正比 ③B//S，穿过磁感线数量为 0 ④B⊥S，数量最多。</p>	<p>调整磁通量概念建立的时机，更加逻辑符合科学探究的精神，在知识点重构的基础上使学生更好地形成物理观念，培养学生物理学科核心素养。</p>
<p>【实验探究 楞次定律】 实验探究“感应电流的方向与哪些因素有关”</p> 	<p>提出问题： 感应电流方向与哪些因素有关？</p> <p>启发引导： 不能单纯从磁通量的增减判断感应电流方向，那该如何判断？</p> <p>师生共同总结： 感应电流的磁场总是要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。</p>	<p>期待回答： 可能和磁通量变化有关</p> <p>期待结果： 磁通量增大或减小，磁体磁场方向不同感应电流方向也不同。</p>	<p>通过引导学生思考进一步思考“感应电流磁场的磁通量与磁体磁</p>

磁通量变化	感应电流方向	磁体磁场方向	感应电流的磁场方向
甲 增大	逆时针（俯视）	向下	向上
乙 增大	顺时针（俯视）	向上	向下
丙 减小	顺时针（俯视）	向下	向下
丁 减小	逆时针（俯视）	向上	向上

思考讨论，推理分析得右手定则。

原磁场方向	导体棒CD	磁通量变化	感应电流磁场	感应电流方向
纸面向内	向右运动	增大	纸面向外	逆时针
纸面向内	向左运动	减小	纸面向内	顺时针
纸面向外	向右运动	增大	纸面向内	顺时针
纸面向外	向左运动	减小	纸面向外	逆时针

提出问题：
感应电流在闭合回路中流动将产生热量，这部分热量从何而来？

师生共同总结：
磁极插入/拔出线圈，推力或拉力都做功，做功过程中消耗的机械能转化成感应电流的电能。

提出问题：
①原磁场指向内/外，导体棒向右/左运动，磁通量如何变化？
②感应电流的磁场应该是沿哪个方向？
③感应电流的方向是哪个？

师生共同总结右手定则

期待回答：
感应电流周围也会存在磁场，可以从这突破。

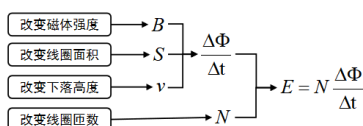
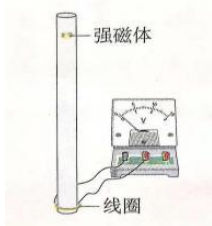
期待回答：
拉力和推力做功。

期待回答：
①增大；减小；增大；减小。
②外；内；内；外
③逆；顺；顺；逆

场的磁通量之间的关系”，顺应认知发展特点，较好的突破了难点。

【定性探究 得出定律】

引导学生猜想感应电流的大小和哪些因素有关，然后通过定性实验得到定律



提出问题：
感应电流的大小和哪些因素有关？

启发引导：
①改变磁体强度，观察电压表。
②改变线圈面积，观察电压表。
③改变下落高度，观察电压表。
④改变线圈匝数，观察电压表。

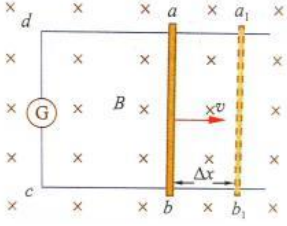
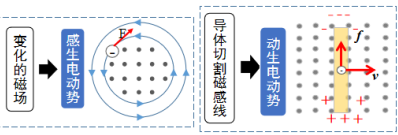
提出问题：
B、S、v 可以用什么来表示？

启发引导：
在电磁感应现象中产生的电动势

期待结果：
切割磁感线速度越快，磁体的磁场越强，线圈面积越大，匝数越多，电压表变化越大。

期待回答：
磁通量的变化率。

在教科书原有基础上，进一步结合楞次定律建立更为完整准确的表达式，有利于学生建立更

<p>楞次定律</p> $E = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ $E = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ <p>计算导线切割磁感线时的感应电动势</p>  $\Delta S = l\Delta x = lv\Delta t$ $\Delta\Phi = B\Delta S$ $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ $E = Blv$	<p>叫做感应电动势。</p> <p>师生共同总结： 感应电动势的大小跟穿过这一电路中的磁通量的变化率成正比，结合楞次定律得到 $E = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$。</p> <p>引导学生计算导线切割磁感线时的感应电动势</p>	<p>认真思考</p> <p>期待回答： $E = Blv$</p>	<p>为清晰的物理观念，为后续学习打下基础。</p>
<p>【拓展一步 深入理解】 理解感生与动生电动势原理。</p> 	<p>启发引导： 感生电动势是由磁通量的变化引起，动生电动势是导体切割磁感线产生。请同学们思考二者的产生原理。</p>	<p>认真思考。</p>	<p>帮助学生完成对电磁感应现象本质成因的思考。</p>

七、板书设计：

<h3>2.2 电磁感应定律</h3> <p>一、感应电流与哪些因素有关：</p> <p>二、磁通量：$\Phi = BS\cos\theta$</p> <p>三、楞次定律：右手定则</p> <p>四、法拉第电磁感应定律</p> <p>1、定义：</p> <p>2、公式：</p>
