基于学习进阶的初高中物理教学衔接

——以“电路和电能”教学为例

徐瑞璟 （北京师范大学物理系 北京 100875）

摘 要 随着《义务教育物理课程标准(2022年版)》颁布，提出加强初高中学段衔接问题。针对学生进入高中物理学习困难的问题，基于学习进阶理论，以“电路和电能”教学为例，从把握教学起点、设计认知冲突、指导思维方法三方面提出初高中物理教学的衔接策略，帮助教师把握课标、教材和学生水平，让物理教学实现有效衔接。

关键词 学习进阶 物理教学 教学衔接 电路 电能

文章编号 1002-0748(2024)3-0017 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

2022年颁布的《义务教育物理课程标准(2022年版)》中明确提出了加强学段衔接：“了解高中阶段学生特点和学科特点，为学生进一步学习做好准备。”并在坚持问题导向中提出：“遵循学生身心发展规律，加强一体化设置，促进学段衔接，提升课程科学性和系统性。”[1]在新课程背景下，如何加强初高中学段的衔接是一项重要研究工作。物理学科从初中到高中，知识容量显著增加，教学难度明显上升，对学生提出了更高要求，致使很多学生进入高中之后无法适应高中物理的学习，出现学习困难的情况。加之部分高中教师对初中的教学内容以及学生的能力水平缺乏了解，导致初高中学习出现台阶现象而衔接脱节。因此需要对初高中的课程标准和教材内容进行分析，基于学习进阶理论提出初高中物理教学的衔接策略，帮助教师进一步了解课标、教材及学生，让物理教学实现有效衔接。

1 初高中物理“电路和电能”内容的衔接分析

为落实立德树人根本任务、发展素质教育，教育部于2018年颁布了《普通高中物理课程标准(2017年版)》(以下简称“高中课标”)并于2020年修订，接着于2022年颁布了《义务教育物理课程标准(2022年版)》(以下简称“义教课标”)。义教课标延续了高中课标的一体化设计[2]，聚焦核心素养，实现了育人方式的变革[3]。通过分析比较课程标准的衔接，可以明确初高中衔接的教学要求，充分发挥课程价值。其中“电路和电能”部分初高中联系紧密，且在物理学习中占据重要地位，因此以“电路和电能”部分为例，高中课标“3.2 电路及其应用”和义教课标“3.4 电磁能”部分的衔接比较如表1所示。

表1 义教课标和高中课标电路和电能部分衔接比较[4]

《义务教育物理课程标准(2022年版)》	《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》
3.4 电磁能	3.2 电路及其应用
3.4.1 从能量转化的角度认识电源和用电器的作用。 3.4.3 会使用电流表和电压表	3.2.1 观察并能识别常见的电路元器件，了解它们在电路中的作用。会使用多用电表
3.4.2 知道电压、电流和电阻。探究电流与电压、电阻的关系，理解欧姆定律	3.2.2 通过实验，探究并了解金属导体的电阻与材料、长度和横截面积的定量关系。会测量金属丝的电阻率。 3.2.4 理解闭合电路欧姆定律。会测量电源的电动势和内阻
3.4.4 会看、会画简单的电路图。会连接简单的串联电路和并联电路。能说出生产生活中采用简单串联电路或并联电路的实例。探究并了解串联电路和并联电路中电流、电压的特点	3.2.3 了解串、并联电路电阻的特点
3.4.5 结合实例，了解电功和电功率。知道用电器的额定功率和实际功率。 3.4.6 通过实验，了解焦耳定律。能用焦耳定律说明生产生活中的有关现象	3.2.5 理解电功、电功率及焦耳定律，能用焦耳定律解释生产生活中的电热现象
3.4.7 了解家庭电路的组成。有安全用电和节约用电的意识	3.2.6 能分析和解决家庭电路中的简单问题，能将安全用电和节约用电的知识应用于生活实际

对“电路和电能”部分的核心概念进行梳理，可以看出高中阶段是在初中基础上进一步整合和拓展概念。“电路和电能”核心概念的初高中教材内容对比如图1所示。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

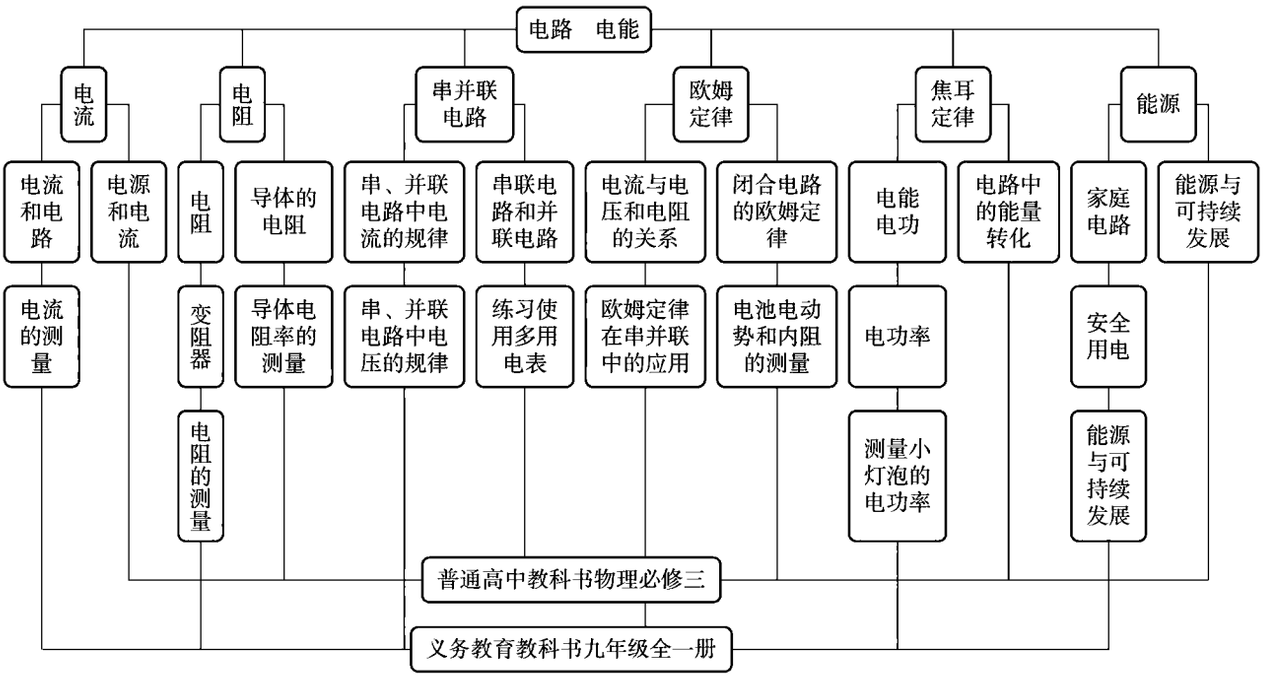


图1　“电路和电能”核心概念的初高中衔接比较

2　初高中物理的学习进阶认识发展

学习进阶强调学生的认知和思维发展，由课标对比和概念比较可以看出，高中阶段是在初中基础上的进一步拓展，根据科学概念理解发展层级模型划分进阶水平如表2所示[5]。

表2　初高中“电路和电能”概念理解的学习进阶发展层级模型

学段	发展层级	学习进阶层级描述
初中	经验	学生具有电路和电能相关的日常经验，知道电阻的作用，对电流和电压有初步感性认识，对安全用电有零散了解。
	映射	学生能建构电路的基本组成和特征，能够理解电压、电流、电阻、电能、电功等物理量的映射关系
	关联	学生能建构欧姆定律、焦耳定律等物理学定律中各物理量间的关系
高中	系统	学生能从系统层面掌握闭合电路的欧姆定律、焦耳定律等物理学定律，可以协调多物理量结构中自变及共变关系
	整合	学生能从电路和电能核心概念发展能量观并建构物理模型，发展物理学科核心素养

初中到高中物理的认识方式进阶主要体现在以下四个方面：

（1）从部分到全面

高中认识事物的方式相比初中更加全面具体。例如在电学部分里，初中学习部分电路，在欧姆定律和焦耳定律的应用中仅考虑外电路部分，而高中引入电源电动势的概念，开始了解全电路，学习闭合电路的欧姆定律，并且能够用焦耳定律解释生活中用电器的能量转化情况。

（2）从宏观到微观

高中对物理量的理解更加深刻，除了从宏观层面的理解还需要掌握微观的机制。初中学习电流的简单描述，而高中则对电流产生的原因进行阐述，在微观上从电荷的运动、电场的分布、电势差的关系进行分析，从物质观念、运动观念以及场的角度去认识电流。

（3）从现象到本质

初中着重于对物理现象的观察和分析，高中则聚焦到剖析现象产生的本质原因。初中通过观察发现电源能够给用电器两端提供电压，高中进一步对电源搬运电子的本质进行了解，并且引入电动势的概念，从能量转化的角度定义电源，不再局限于表象而致力于解释机理。

（4）从定性到定量

初中对事物的探究往往是定性分析，通过实验判断物理量之间是否相关，而高中强调定量计算，能够通过测量得出物理量间具体的关系。初中学习电阻时，通过接入不同金属丝观察小灯泡的亮度，发现导体对电流有阻碍作用，进一步定性做实验发现导体的电阻大小与导体的材料、长度和横截面积有关，

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

高中则通过定量实验得出正反比关系并要求写出电阻的决定式。

3　基于学习进阶的初高中物理教学衔接策略

初高中物理学习内容围绕核心概念循序渐进，要求学生从形象思维转变到抽象思维。要帮助学生完成知识体量和难度上的进阶，需结合学生的认知发展水平，设计符合学生科学思维和探究能力的教学策略，因此从把握教学起点、设计认知冲突、指导思维方法三方面提出初高中物理教学的衔接策略。

3.1　根据教材内容把握教学起点

熟悉初高中教材内容有助于教师梳理学习进阶发展层级，明确重难点并提高教学效率。初中学习了电荷的定向运动形成电流，高中结合电荷定向运动和电场分布给出恒定电流的概念，用物理量之比定义了电流，同时推导出电流的微观解释。初中阶段用电阻来表示导体对电流阻碍作用的大小，探究得到影响导体电阻大小的因素，高中同样通过实验研究影响因素，得到定量的比例关系，强调电阻的定义式和决定式，并学会测量导体的电阻率。初中直接学习电流表和电压表的使用方法，高中则根据串并联规律分析电表的工作原理，掌握电表内部电路结构学会改装量程，拓展到使用多用电表。初中通过定性分析学习物理定律，高中从电流做功的实质是静电力做功出发，推导出电功和电功率，利用能量守恒定律分析电路中的能量转化，强调焦耳定律的适用条件，补充了非纯电阻电路的能量转化情况，从特殊情况扩展到一般电路。同时从部分电路扩展到全电路，补充了电源内部的电荷运动情况，得出非静电力做功情况下电动势的定义，进一步从能量转化角度推导出闭合电路的欧姆定律。

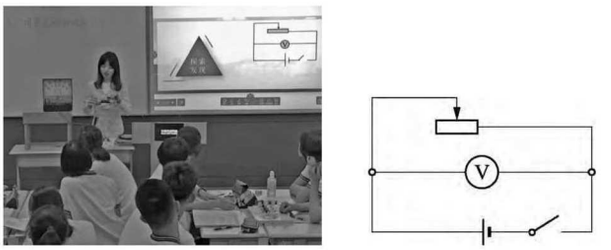
通过对初高中的教材内容衔接分析，初中物理教师在授课时可以适当补充拓展微观层面的解释，引导学生适当关注现象背后的本质原因，进行适度的定量计算练习，帮助学生从关联层级向系统层级过渡，提前熟悉高中的学习方式，对学习高中相应内容有所准备。例如可以在学习电流形成原因时补充电流的定义式，强调部分电路欧姆定律、焦耳定律的适用范围。高中教师可以对初中着重强调的基础知识简单复习带过，重点强调初中没有提及的内容，有的放矢节约课堂时间。

3.2　根据学生前概念设计认知冲突

初中学生由于认知水平的局限，对于部分物理概念的学习不够完整，导致可能存在一些错误的前概念。教师可以通过调查访谈等手段了解学生的前概念，创设对应的问题情境，设置合理的认知冲突，帮助学生重建科学概念，完成新知识的同化与顺应，发展正确的物理观念和科学思维[6]。

在电路和电能部分，学生可能存在的错误前概念有：认为电源、电表没有内阻，电源电动势等于路端电压，电压表可以直接测量电源电动势，路端电压和负载没有关系等等。基于学生的已有认知和错误前概念设计实验，引起学生的认知冲突，激发学生的思考和兴趣，让学生的思想由错误前概念转化为科学概念。

欧姆定律作为电路和电能部分初高中衔接内容中的重要核心概念，需要让学生对电路有从部分到全面的认识。在学生已经掌握串并联电路和部分电路的欧姆定律、知道电源提供电压的情况下，可以设计演示实验，连接如图2所示的电路，闭合开关，引导学生观察并记录电压表示数。改变滑动变阻器的电阻大小并观察电压表示数的变化，此时提出问题：电压表测量的是谁的电压？学生根据已学知识回答“滑动变阻器的电压”。接着提问：减小滑动变阻器阻值，电压表的示数有变化吗？为什么？学生根据观察回答电压表示数变小，但由于在学生的错误前概念中电源提供的电压应该稳定不变，观察到的实验现象与前概念出现冲突，从而产生兴趣并思考原因。



(a)　　(b)

图2　初高中衔接闭合电路欧姆定律演示实验及电路图

教师可以借助演示实验产生的认知冲突，引导学生挖掘电路中物理量之间的关系，让学生体验分析实验现象的思路并做出问题假设，通过对电路的进一步研究解决认知冲突。要理解高中“闭合电路的欧姆定律”首先要区分内外电路，引导学生学习“内外电路的电流和电压”，找出内外电路的关系。其中电流是单位时间内通过横截面的电荷量，所以内外电流相等；电压又称为电势差，所以从电势的变化来分析电路。学生已知在外电路中正电荷从正极向负极电势降低，但对内电路的结构不清楚，故通过放大电池电源的内部结构做进一步分析。整体来看电源内部从负极到正极电势升高，其中电源两端有

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

两个化学反应层，之间的电解液可以看作小阻值电阻，正电荷在电解液中从正极到负极电势降低，得出电源内部电势升中有降的结论，从而突破闭合电路欧姆定律衔接问题的一个难点。

能量之间的关系同样是初高中衔接重点，通过师生共同讨论总结加深印象，提升学生的科学思维能力和概括总结能力。在分析电势的升降之后，学生很容易想到电势能大小的改变，顺势分析能量的转换情况，结合所学公式将能量的转化用做功的形式表现出来。另外路端电压与负载的关系这一难点的化解，通过对演示实验的初步分析和理论推导，使学生自然接受因变量和自变量的关系，小组讨论制定方案并实施探究实验。在整个探究分析过程中锻炼学生养成深入思考问题的习惯，不仅巧妙迈过了初高中物理学习的台阶，也激发了学生学习物理的兴趣，树立了严谨认真的科学态度。

3.3　根据学生思维水平指导学法

初高中物理教学在重视知识衔接的同时，也应注重培养学生的思维能力，尤其是解决问题的思维方式。在知识结构方面，初中物理学习知识点相对较少且记忆型知识点偏多，学生通过背诵可以获得掌握知识的成就感。然而进入高中之后，学生面对更为复杂的知识结构，往往难以适应。初中生的思维水平大多停留在表象，缺乏抽象思维能力。而在高中阶段，学生需要通过观察分析实验现象、总结物理规律来培养抽象思维和建构模型的能力。这就要求教师针对学生的思维水平来转变学生的学习方法，引导学生梳理总结认识事物的思路，培养学生解决问题的思维方式并能够迁移解决陌生问题。

在物理学习中，认知事物的过程分为现象、描述、本质、规律、应用等步骤。其中描述事物的手段从文字到符号、公式、图表层层递进，描述方法从外在到内在，如图3所示。学生的认知方式需要从表象到本质逐步深入，最终能够总结规律并实际应用。例如要认识电源的功能和价值，用理论、文字、图像获取信息描述，再通过实验和理论分析得到证据。除了通过物理符号和公式描述问题，初中常用的表征方式是表格，而高中更加强调图象分析。例如在处理电路问题时，通过采取图象分析和描述的方式，



图3　认知事物的过程及描述手段

可以帮助学生更深入地认识物理问题，发展层级走向系统和整合。

同时，教师应当教会学生如何拆解问题，把新知识引入相对已知的知识点进行同化和顺应，将复杂问题分解成较易解决的问题。由于学生对力学更加熟悉，可以结合力学来分析电学问题，以力学内容为支架进行教学的衔接。例如从力学图象到电学 $I-U$ 图象再到非线性图象，分析思路连贯具有一致性，对学生来说更加容易理解。将复杂内容用简单方式表示，诸如此类等价替换的思想对于初高中的衔接非常重要。此外，高中阶段需要重新审视电路结构，帮助学生从多角度认识问题，培养批判思维以及综合运用能力，形成独立思考和解决问题的能力。

4　结　语

新课标背景下，初高中物理教学的有效衔接对于学生的学习发展至关重要。教师可以使用多样化的教学方式，了解并整合初高中物理学习进阶层级，根据教材内容把握教学起点，根据学生前概念设计认知冲突，根据学生思维水平指导学法，引导学生抽丝剥茧从部分到全面、从宏观到微观、从现象到本质、从定性到定量分析认识问题，最终能够学以致用解决实际问题。

此外还需要学生从初中养成良好的学习习惯，打好扎实物理基础；归纳掌握如控制变量法、等效替代法等常用的物理解题方法，不断发展科学思维；课后拓展阅读了解物理前沿，增强阅读能力和数学运算能力的同时培养科学态度与责任。总之，教师需要根据学生情况采用多种教学方法和策略解决台阶现象，让学生保持兴趣并适应高中物理学习，实现初高中物理教学的有效衔接。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
[2] 姜爽，李春密.《义务教育物理课程标准(2022年版)》的变化分析和教学启示[J]. 物理教学，2022，44(8)：7—10，22.
[3] 李春密，张霄.《义务教育物理课程标准(2022年版)》的变化分析[J]. 物理教师，2022，43(6)：35—44.
[4] 中华人民共和国教育部. 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.
[5] 郭玉英，姚建欣，张静. 整合与发展——科学课程中概念体系的建构及其学习进阶[J]. 课程·教材·教法，2013，33(2)：44—49.
[6] 徐瑞璟，李春密. 利用认知冲突有效教学　落实物理学科核心素养——以“自由落体运动”教学为例[J]. 中学物理，2021，39(11)：48—50.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net