核心素养导向下初中物理作业设计优化研究

——以“欧姆定律”为例

曾　灿

开州区云枫初级中学 重庆 405499

【摘　要】：新课改背景下，培养学生学科核心素养已成为课程教学的出发点和落脚点。“双减”政策则从作业总量、时长和质量三个方面对物理作业进行结构性重构要求。以“欧姆定律”为例，当前作业仍存在概念辨析弱化、情境迁移不足、探究证据链断层和评价维度单一等状况。本文以核心素养为分析框架，从物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任四个方面出发，提出作业设计要突出素养目标、关注真实情境、尊重个体差异、注重过程评价，进而从基础巩固、情境应用、实验探究、综合实践四个方面构建优化方案，以期为初中物理作业的减量提质提供理论参考和实践样本。

【关键词】：核心素养；初中物理；作业设计；欧姆定律

DOI:10.12417/2705-1358.26.16.005

引言

中共中央、国务院于 2021 年 7 月印发了《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》（以下简称《意见》）。《意见》对基础教育教学实践提出了全新要求，并从健全作业管理机制、分类明确作业总量、提高作业设计质量、加强作业完成指导、科学利用课余时间等方面对初中生作业提出了“全面压减作业总量和时长，减轻学生过重作业负担”的要求。欧姆定律是初中电学知识体系的枢纽，既是电流、电压、电阻关系概念的构建者，又是图像分析、实验探究、故障诊断和动态电路分析等综合能力的导向者，因而具有典型研究价值。但是传统的作业大多是以公式套用、重复计算为主，忽略了学生迷思概念的转变、真实问题的迁移以及证据推理能力的发展。本文在核心素养引领下，对欧姆定律作业设计的基本要求和优化途径进行系统探讨，从而形成具有理论性、可操作性的设计框架。

1 核心素养导向下初中物理作业设计的基本要求

1.1 突出素养目标，促进知识学习与能力发展的统一

核心素养的整体性、生成性决定了作业目标不能局限于知识点再现和程序性运算，而应该指向物理观念建构、科学思维发展、科学探究实践、科学态度责任养成的协同实现[1]。以欧姆定律为例，作业不能仅仅考查 $I=\frac{U}{R}$的运算能力，还要让学生理解电阻是导体自身属性的观念本质，形成关系性的理解而不是工具性的理解。目标设计要以课程标准的学业质量水平为基础，把知识目标、能力目标和素养目标整合成可观察、可评价的表现性任务，避免目标狭窄化和评价碎片化，实现知识学习和能力发展的内在统一。

1.2 关注真实情境，强化物理知识的迁移与应用

情境认知理论认为，知识的意义产生和迁移依赖于其被嵌入的社会文化实践和问题情境。作业设计不能只是符号操练，而应该把欧姆定律置于家庭电路、传感器、安全用电等真实或者拟真情境，让学生在信息筛选、模型建构、变量分析和方案决策的过程中实现从生活走向物理、从物理走向社会。情境不是简单的装饰，它是产生认知冲突、调动已有的经验、进行深层次加工的结构化载体；以 STSE 议题为依托的作业还可以联系科学、技术、社会和环境，实现知识迁移和价值认同。

1.3 尊重个体差异，构建循序渐进的学习任务

按照最近发展区和学习进阶理论，作业设计要承认学生的认知起点、认知负荷和元认知水平，并以“巩固−应用−迁移”梯度序列提供恰当挑战。基础层重视概念辨析、规范运算，应用层指向图像解读、动态电路与故障诊断，拓展层则进入开放设计、跨学科整合与真实问题解决。分层不是简单的难度增减，而是认知任务类型和思维复杂度的结构化调整；通过可选择的作业菜单和弹性要求，使不同学生都能在自己的最近发展区内获得明显的进步，避免一刀切造成的挫败或者低效重复。

1.4 注重过程评价，发挥作业诊断与育人功能

形成性评价理论同“教−学−评”一致性要求的作业评价，由结果判断转向过程关注，由对错评判转向证据解释[2]。教师要通过评价量表、表现性评价、学习档案、小组贡献评价等方式，观察学生在概念理解、推理途径、实验设计、合作沟通以及反思改进等各方面的情况，从而捕捉学生的认知障碍和思维盲点，并据此调整教学决策。作业评价还要考虑诊断、激励和发展功能，通过自评、互评和师评的多向交流，促进学生元认知监控和自我调节学习，使作业成为素养生成与育人价值实现

的关键环节。

2 核心素养导向下“欧姆定律”作业设计优化路径

2.1 基础巩固作业：深化电流、电压与电阻关系认识

基础巩固类作业的功能定位不能仅仅停留在公式记忆和数值运算上，而应该指向物理观念的深层次建构，也就是在学生认知结构里确立“电阻是导体自身属性”的核心命题，并且使它同欧姆定律的数学表达形成正确的逻辑联系[3]。例如，在九年级第十七章第二节课后习题中：“由 $I=\frac{U}{R}$变形可得 $R=\frac{U}{I}$，导体的电阻 R 跟它两端的电压成正比，跟电流成反比。这种说法对吗？为什么？”该题直接针对学生最容易产生的迷思概念，把电阻的比值定义式误读成因果决定关系。作业设计可在此基础上进一步深化，要求学生不仅作出判断，还要从导体电阻的决定因素（材料、长度、横截面积和温度）出发，用完整的因果链解释“电压为零时，电流为零，但电阻不为零”的逻辑必然性。同时，可以嵌入安全情境以强化物理观念的实践指向，例如实验室电流表量程为 0～0.6A，电阻约为 0.3Ω，如果将它直接接到一节新的干电池上（电压大约为 1.5V），根据欧姆定律估算出通过电流表的电流约为 5A，远远大于量程上限，从而引导学生理解不允许把电流表直接连接到电源两极的原因在于电流表电阻很小，直接接入会导致电路近似短路，产生过大电流。该类作业以概念辨析为认知起点，以估算推理为思维中介，以安全规则为价值归宿，在运算之外让学生获得对欧姆定律适用条件和物理意义的深刻认识。教师可以继续追问：同一个导体在不同的电压下，$\frac{U}{I}$比值是否恒定？不同导体在相同的电压下，$\frac{U}{I}$比值的差异说明了什么？使学生由算术操作上升到对电阻作为物质属性关系性的认识上，避免把 $R=\frac{U}{I}$简化为代数变形而失去其物理内涵。

2.2 情境应用作业：提升欧姆定律迁移运用能力

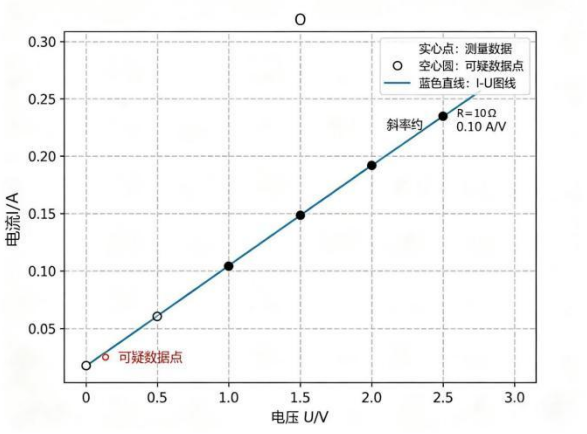
情境应用类作业的认识论价值就是把欧姆定律从课本符号系统中解放出来，嵌入具有真实认知负荷的问题情境中，使学生在信息筛选、模型建构、变量推理的过程中经历完整的物理建模过程[4]。以“欧姆定律在串、并联电路中的应用”一节为例，编排了串联分压和并联分流的定量分析，利用电压表、电流表的接入方式作为认知支架，为学生理解动态电路提供了一个基本图式。情境应用作业应该在此基础上向真实问题延伸，例如，以习题中“自动测定油箱内油面高度的装置”为原型进行改造，油箱中的浮子通过杠杆带动滑动变阻器滑片，油面升高时浮子上浮，滑片下移使接入电路的电阻减小，串联在电路中的电流表示数增大；若将电压表并联在定值电阻两端，则电压表示数随油面升高而增大。该任务要求学生同时完成三个认知操作，即把机械运动转化为电阻的变化、根据欧姆定律来判断电流的变化、根据串联分压的规律来分析电压表的读数变化，在变量链中建立起物理量、电阻、电流、电压之间的因果推理路径。再如，酒精测试仪情境中气敏电阻 R 的阻值随着酒精气体浓度的升高而减小，R_0为定值电阻，电源电压恒定，如果用电压表测量R_0两端电压，则浓度增加时 R 减小、电路总电阻减小、电流增大、R_0两端电压增大；如果用电压表测量 R 两端电压，则示数减小。此类作业要求学生在“变量方向”与“比值关系”之间反复切换推理视角，避免形成“浓度升高则示数一定升高”的线性直觉。

2.3 实验探究作业：发展科学探究与证据推理能力

实验探究类作业的认识论内核就是引导学生经历从验证已知到发现异常再到修正方案的完整探究过程，把实验操作从程序执行转变为证据推理的认知实践。该探究过程以认知冲突为动力，以异常数据作为线索，以方案的调整作为出口，使学生在变量控制、故障诊断、图像解读、误差评估的过程中，把操作技能提升到证据意识和推理能力上；教师可通过追问和评价量表，引导学生对证据和结论之间的逻辑链条进行审视，实现科学探究素养的深层次建构。例如，在“探究电流与电压的关系”实验中，电源电压恒为 4.5V，滑动变阻器规格为“20Ω 1A”，定值电阻 $R=10\Omega$。某小组调节滑动变阻器，记录定值电阻两端电压 U 和通过它的电流 I，数据如表 1 所示。请根据表 1 数据在图 1 中描点并画出 $I-U$ 图像，并结合器材规格判断哪一组数据不可能是本实验的真实测量值。

表 1 电流与电压实验数据

实验次数	1	2	3	4	5
电压 U/V	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
电流 I/A	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30



根据器材规格进行证据审查：电源电压为 4.5V、定值电阻 $R=10\Omega$、滑动变阻器最大阻值为 20Ω。当滑动变阻器全部接入电路时，电路总电阻最大，电流最小：$I_{min}=\frac{U}{R+R_{滑\,max}}=$

$\frac{4.5V}{10\Omega+20\Omega}=0.15A$。此时定值电阻两端最小电压为：$U_{R\,min}=I_{min}\cdot R=0.15A\times10\Omega=1.5V$。因此，在本实验条件下，定值电阻两端电压不可能低于 1.5V，电流不可能低于 0.15A。若表中出现 $I=0.10A$，则对应$U_R=I\cdot R=0.1A\times10\Omega=1.0V$，滑动变阻器两端电压应为：$U_{滑}=I\cdot R=4.5V-1.0V=3.5V$。所需滑动变阻器接入电阻为：$R_{滑}=\frac{U_{滑}}{I}=\frac{3.5V}{0.10A}=35\Omega$。而滑动变阻器的最大阻值只有 20Ω，所以 $35\Omega>20\Omega$，该数据无法通过现有器材测得。因此，图 1 中（1.0V，0.10A）的数据点虽然在 $I-U$ 图线的延长线上，却不是本实验的真实测量值，可能是外推、伪造或者器材规格误记。该任务要求学生区分图像是否线性、数据是否可测，在证据链中同时考虑欧姆定律和滑动变阻器的量程约束。

2.4 综合实践作业：培养知识整合与实际问题解决能力

综合实践类作业的认知目标指向知识整合与迁移创新，其设计逻辑遵循“情境驱动−方案设计−证据论证−迭代优化”的项目式学习路径，使学生在真实的问题中把欧姆定律和电路分析、传感器特性、安全规范等知识要素组织成功能性认知结构[5]。在教材第十七章第四节“欧姆定律在串、并联电路中的应用”提供了串联分压与并联分流的定量分析框架，而第十七章第三节“电阻的测量”则以伏安法测电阻为载体，展示了电流表、电压表协同工作的实验范式。综合实践作业可以在这两节教材内容的基础上开展跨学科整合。以设计“无欧姆表条件下测量未知电阻R_X”为任务，为学生提供电压表、电流表、开关、电源、已知阻值的定值电阻R_0和导线，要求学生画出电路图并写出实验步骤。学生可以利用串联电路中电流相等、并联电路中电压相等的规律，通过测量R_0和R_X的电压和电流间接求得R_X，在方案比较中理解伏安法变式思想和等效替代原理。此外，还进一步可设计“酒精浓度报警器的研发之旅”跨学科实践任务：学生观察酒精浓度报警器的基本结构，分析气敏电阻阻值随酒精气体浓度变化的特性曲线，设计气敏电阻、定值电阻、电源和报警器（小灯泡或蜂鸣器）电路，要求当酒精浓度超过设定阈值时报警器启动。该任务把欧姆定律的应用由纸上计算推向工程设计，学生需综合考虑电源电压选择、气敏电阻工作点确定、定值电阻阻值匹配等工程约束条件，并在小组合作中完成方案论证、电路搭建、功能测试与迭代优化。此类作业的评价要采取表现性评价和小组贡献评价并行的方式，着重考察学生是否能在真实的约束之下作出恰当的工程决策，是否能依靠证据来修正方案，在合作中表现出沟通协调和责任意识，进而把作业当作素养生成和工程思维发展的一种实践场所。

3 结语

作业是学生巩固所学知识、强化自主复习能力的最主要方式。核心素养导向的欧姆定律作业优化，不是对传统作业的简单删减，而是以素养目标统整内容、情境、结构、评价的一种系统重塑。通过基础巩固、情境应用、实验探究、综合实践四个途径，作业得以在减量提质中促进物理观念建构、科学思维发展、科学探究实践与科学态度责任养成，实现“双减”政策同学科育人价值的同向同行。未来，要继续把学习进阶理论、认知诊断和人工智能技术结合起来，构建素养导向作业的动态设计和循证评价机制，使“欧姆定律”乃至整个初中物理作业体系在持续迭代中实现减负、提质与育人的深度统一。

参考文献：

[1] 傅青云.基于初中物理核心素养的作业设计研究[J].亚太教育,2022,(21):50-53.

[2] 黄刚.基于核心素养理念的初中物理作业设计研究[J].试题与研究,2023,(16):4-6.

[3] 王彧.“双减”背景下初中物理高效作业设计研究——以“欧姆定律”为例[J].数理化解题研究,2024,(35):114-116.

[4] 高巧荣.核心素养导向下的初中物理“欧姆定律”教学实践[J].中学课程辅导,2026,(26):30-32.

[5] 张磊.核心素养导向下初中物理作业的创新设计与实施策略——以“欧姆定律”为例[J].牡丹江教育学院学报,2025,(9):105-108.