Advances in Education 教育进展, 2025, 15(8), 1492-1500
Published Online August 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ae
https://doi.org/10.12677/ae.2025.1581604

Hans汉斯

基于科学史与应用导向双驱动的光电效应教学改革探索

李仕琪，殷红飞*

江苏大学物理与电子工程学院，江苏 镇江

收稿日期：2025年7月17日；录用日期：2025年8月15日；发布日期：2025年8月27日

摘　要

光电效应是大学物理教学中连接经典力学与量子力学的重要节点，其在物理学史上具有划时代意义，在当代科技中也广泛应用于能源、通信、天文等领域。然而，在现有教学中，光电效应往往以实验结论和公式推导为核心，忽视其科学发展过程与现实价值，导致学生理解片面、兴趣不足。本文从教学目标出发，提出以“科学史线索 + 现实科技案例”双重驱动的教学策略，通过历史演绎、现象重构与现实技术引入，提升学生的科学思维能力与物理认知深度。改革实践表明，该策略能有效增强教学吸引力、促进跨章节知识融合，提升学生物理素养和创新意识。

关键词

光电效应，教学改革，科学史，量子物理，科技导向，课程融合

Exploration of the Teaching Reform of Photoelectric Effect Based on the Dual Drive of History of Science and Application Orientation

Shiqi Li, Hongfei Yin*

School of Physics and Electronic Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Jul. 17th, 2025; accepted: Aug. 15th, 2025; published: Aug. 27th, 2025

Abstract

The photoelectric effect is an important node connecting classical mechanics and quantum mechanics

*通讯作者。

文章引用: 李仕琪, 殷红飞. 基于科学史与应用导向双驱动的光电效应教学改革探索[J]. 教育进展, 2025, 15(8): 1492-1500. DOI: 10.12677/ae.2025.1581604

in university physics teaching. It has epoch-making significance in the history of physics and is also widely used in energy, communication, astronomy and other fields in contemporary science and technology. However, in the existing teaching, the photoelectric effect is often centered on experimental conclusions and formula derivation, ignoring its scientific development process and practical value, resulting in students' one-sided understanding and lack of interest. Starting from the teaching objectives, this paper proposes a teaching strategy driven by "historical clues + real science and technology cases", which improves students' scientific thinking ability and physical cognition depth through historical deduction, phenomenon reconstruction and real technology introduction. Reform practice shows that this strategy can effectively enhance the attractiveness of teaching, promote cross-chapter knowledge integration, and improve students' physical literacy and innovation awareness.

Keywords

Photoelectric Effect, Teaching Reform, History of Science, Quantum Physics, Science and Technology Orientation, Curriculum Integration

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

光电效应指的是当一定频率的光照射到金属表面上时，金属表面的电子能够吸收光并逸出的过程。光电效应是现代物理的开端之一，是爱因斯坦提出光量子假说、建立量子力学基础的重要实验依据。它不仅是经典物理范式向量子物理范式转变的关键节点，也奠定了现代光电子技术的发展基础。它催生了包括光电探测器、太阳能电池、光电倍增管等在内的一系列关键器件，广泛应用于能源转换、量子通信、宇宙探测、生物成像、军事夜视等前沿领域(图 1)。尤其是近年来随着我国“墨子号”量子卫星、“天帆一号”太阳帆等高科技成果的出现，光电效应再次站上了科技创新的“聚光灯”下，成为基础科学支持国家战略的重要典范。

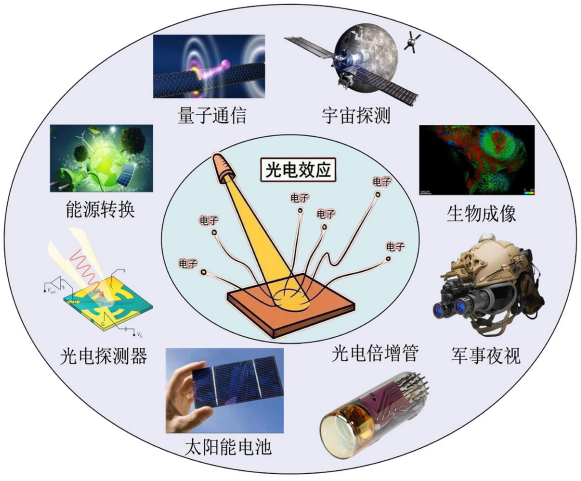

Figure 1. Photoelectric effect and its applications
图 1. 光电效应及其应用

光电效应作为大学物理课程中承上启下的核心内容，常被安排在“近代物理”或“波粒二象性”的教学单元中[1]。同时，它也是大学物理实验课程中的重要组成部分，常作为“验证性实验”或“探索性实验”被广泛设计于多种教学方案中[2] [3]。然而，当前高校中对该内容的教学普遍存在形式单一、层次浅显等问题。传统教学多以实验现象和光电方程为切入点，侧重对规律的记忆和对公式的代入计算，忽视了其背后丰富的历史背景与深刻的思想内涵。这种“以结果代过程”的教学逻辑，使得学生难以真正理解光电效应的物理本质，更无法体会它在物理学范式转变中的重大意义。

在教学内容组织上，光电效应常被割裂为几条独立实验规律与公式推导，教学过程缺乏逻辑连贯性，未能呈现出从经典理论困境到量子假说突破的完整科学发展路径。学生往往被动接受“饱和电流与光强成正比”“遏止电压与频率成线性关系”“存在红限频率”等实验现象，却缺乏对这些规律如何提出、为何合理的内在认识，知识停留在表层理解甚至机械记忆的层面。

与此同时，光电效应的教学也常常脱离现实应用情境。尽管它是现代光电子器件的物理基础，与太阳能电池、单光子探测器、量子通信等国家重点科技密切相关，但教学中却鲜有将这些技术背景引入课堂。这不仅削弱了学生对知识实用性的感知，也限制了其将基础物理知识迁移到工程问题、现实问题中的能力。部分学生因此产生“学用脱节”的心理距离，对物理学习的热情与兴趣显著下降。

更值得注意的是，在当前“课程思政”“产教融合”和“新工科”建设背景下，光电效应本应成为一个极具育人价值的教学内容。它既是科学家勇于挑战权威、突破旧范式的典型案例，又是科学理论指导现实技术发展的典范，但传统教学却鲜少从价值引领和科学精神的角度对其进行充分挖掘。这种教学模式既难以触动学生的思想深处，也无法承担起新时代大学物理课程所肩负的综合育人功能。

综上所述，当前光电效应教学在内容呈现、方法设计和价值引导等方面均存在明显短板，亟需通过教学逻辑重构与内容深度拓展，建立以科学史为主线、以现代科技为导向的综合教学体系，以更好地实现知识、能力与素养的协同育人目标。本文基于多年教学实践与内容重构经验，提出以“科学史线索 + 现实科技导向”为主线的双核驱动教学模式，尝试突破传统“讲规律－记公式”的单一模式，构建集知识体系建构、思维方式培养、应用能力提升与科学价值引导于一体的教学路径，旨在深化学生对光电效应的全面理解，促进科学思维训练与科技素养提升，为构建兼顾科学精神与时代需求的大学物理课程提供实践样本与理论支撑。

值得强调的是，“科学史线索 + 应用导向”的双驱动教学模式不仅是一种教学策略的创新尝试，更深刻体现了当代教育学理论的核心理念。该模式契合建构主义学习观[4]的基本精神，即知识应在具体问题情境中由学生主动建构而非被动接受。通过重建光电效应的发展历程、还原科学范式演进的真实场景，学生能够在“问题－冲突－突破”的认知过程中形成对物理规律的深层理解，充分激活其科学思维能力。这一过程也符合维果斯基所提出的“最近发展区”理论[5]，有助于教学难度与学生发展之间的精准匹配。同时，该模式亦可视为情境学习理论的典型实践，即通过将教学内容置于国家科技战略、工程实际等真实社会语境中，引导学生在面向真实问题的探究中完成知识内化与能力发展。在光伏技术、量子通信等案例教学中，学生不仅增强了学习的“真实感”和“迁移力”，也逐步建立起“物理知识－现实情境－认知提升”的闭环体系。

2. 教学设计：以“科学史主线 + 应用导向”为核心

针对光电效应教学中“重结论、轻过程”“重理论、轻应用”的传统问题，我们构建了一种以科学史演绎与现实科技导向并重的教学设计路径。这一策略的核心，在于将物理知识的构建过程还原到真实的历史情境之中，使学生在“问题－困惑－突破”的认知过程中自然过渡到现代物理的核心思想。同时，将光电效应的技术原理与当前国家战略科技工程相结合，通过前沿应用场景的导入，增强学生的物理理

解力与现实联系感。本研究提出的教学模式以“时间为经，应用为纬”，贯穿理论、实验、历史与现代科技，力求让学生“看懂现象，理解理论，感知应用，领会精神”。

2.1. 科学史线索的教学重构

教学内容首先从赫兹的偶然发现入手，串联莱纳德的系统实验、爱因斯坦提出的光量子假说、密立根的实验证实(图 2)，构建出一条从实验发现、理论冲突到思想突破的逻辑主线。这种叙事方式打破了原本割裂的章节结构，使学生能够理解科学规律的建立是一个不断质疑、反复验证的历史过程。通过重建科学家间的思想对话与分歧过程，教学自然引导学生意识到经典物理的局限性以及量子思想的诞生背景，从而激发对科学本质的探究兴趣和思维提升。

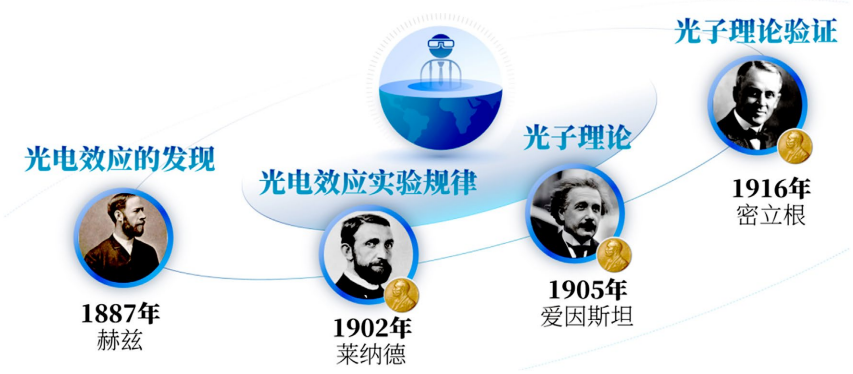

Figure 2. Teaching reconstruction of the scientific history clues of the photoelectric effect
图 2. 光电效应科学史线索的教学重构

2.1.1. 光电效应的发展历程

光电效应自 19 世纪末首次被发现以来，已历经百余年的发展，其理论演进与应用拓展贯穿了整个现代物理的发展历程。其发展大致可划分为以下几个阶段：

(1) 光电效应的首次发现

1887 年，德国物理学家海因里希·赫兹(Heinrich Hertz)在进行验证麦克斯韦电磁波理论的实验过程中，偶然观察到一种奇特现象：当紫外光照射在电火花接收器附近时，接收端火花的亮度显著增强。虽然赫兹并未深入探究其物理机制，但这项观察成为人类首次意识到光辐射能够影响带电粒子运动的标志性事件。为系统研究该现象，赫兹随后撰写了题为《论紫外线对放电的影响》的研究论文[6]，并进行了大量实验。他分别使用铜、黄铜、铝、铁、锡等不同金属材料作为电极，并尝试以火光、阳光、电弧光等多种光源照射实验装置；此外，他还在光源与火花间隙之间置入不同的气体、液体或固体材料，以分析光辐射对放电的具体影响。通过这些实验，赫兹推测：能够增强火花放电的有效辐射位于接近可见光谱短波端的区域。为进一步验证，他使用石英棱镜对不同光源进行色散，最终确认了紫外光是导致火花增强的主要原因。这项研究不仅揭示了紫外光对电子行为的直接影响，也被认为是光电效应实验研究的起点。

(2) 光电效应实验规律的系统研究

继赫兹的现象发现后，电子的发现以及真空技术的进步，为从微观层面深入理解光电效应创造了条件。在此背景下，莱纳德设计实验装置(图 3)，首次开展了对光电效应实验规律的系统研究。他将金属电极密封在真空光电管中，当频率为 ν 的光照射到阴极板 K 上时，其表面会有光电子逸出；在光电管两端电压作用下，光电子运动至阳极板 A，回路中形成光电流。改变光电管两端电压，绘制伏安特性曲线。

当施加一个足够高的正向电压时，光电流达到饱和值，此时的光电流称之为饱和电流。饱和电流代表了单位时间内逸出的光电子数。莱纳德还发现，增大入射光强度，饱和电流也随之增大，饱和电流与入射光的强度成正比。将电源正负极进行调换，电场从加速电场变成了减速电场。当光电管两端施加的反向电压足够高时，光电流为零，此时的电压被称为遏止电压，遏止电压代表了光电子逸出时的最大初动能；实验发现，增大入射光的频率，遏止电压也随之增大。遏止电压的大小与入射光强度无关，却与入射光频率成线性关系。莱纳德还通过实验发现，当入射光频率减小到一定值时，电流计的指针不会发生偏转。此时的频率称之为红限频率。对每一种金属，都存在红限频率，仅当入射光频率大于红限频率时，才发生光电效应。他还发现，当入射光频率大于红限频率时，产生光电流的时间不会超过 10^{-9} 秒。1902 年他发表论文介绍了他的研究成果[7]。

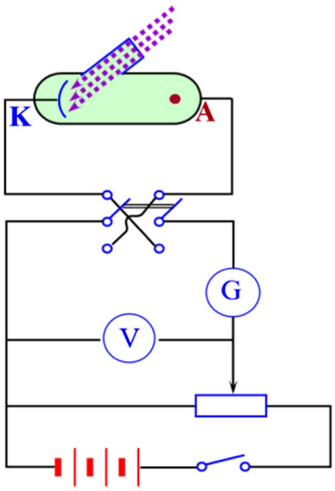

Figure 3. Schematic diagram of Leonard's experimental setup
图 3. 莱纳德实验装置简图

(3) 光电效应实验规律与经典理论的矛盾

光电效应的实验事实和光的经典电磁理论有着深刻的矛盾。按照光的经典波动理论，光是以电磁波的形式传播的，金属中的电子在光照作用下吸收电磁波能量后获得动能，最终克服金属表面的束缚逸出，从而形成光电效应。根据这一理论，入射光强度越大，即波的振幅越大，电子吸收的能量也应越多，因此逸出的电子数应增多，饱和电流与光强成正比。这一点与实验规律一致。然而，光电效应的其他关键实验事实却无法用经典理论加以合理解释。首先，实验表明光电子的最大初动能与入射光的频率呈线性关系，而与光强无关，这一结果与波动理论预期的“能量应与振幅(即光的强度)有关”相矛盾。其次，实验发现每种金属对应一个临界频率(红限频率)，只有当入射光频率高于此值时，光电效应才会发生；而根据经典理论，若光强足够大，即便入射光频率较低，电子也应能积累足够能量逸出金属表面形成光电流，这显然与实验结果不符。再次，实验还表明光电流几乎在光照瞬间就发生，几乎不需要时间积累，这同样违背了波动理论中关于能量“逐步积累”的设想。综上所述，除了对“饱和电流与光强成正比”这一实验现象尚可做出解释外，经典电磁波理论在解释光电效应的实验规律方面整体上是失败的。光电效应的这些实验事实不仅挑战了经典物理的根基，也直接推动了光的量子理论的诞生。

(4) 爱因斯坦光子理论的提出

面对经典理论在解释光电效应实验规律上的困境，1905 年，爱因斯坦在普朗克能量量子化思想的启发下，提出了光量子假说。他认为，一束光波(电磁波)同时也是一束以光速运动的粒子流，这样的粒子称

为“光量子”，简称“光子”。光量子是一份一份的，能量为：

$$E = h\nu , \tag{1}$$

其中 h 是普朗克常量，ν 为光的频率，并总结出了光电效应方程：

$$h\nu = \frac{1}{2}mv_m^2 + A = eU_a + A , \tag{2}$$

其中 $\frac{1}{2}mv_m^2$ 为光电子的最大初动能，U_a 为遏止电压，A 为金属的逸出功。爱因斯坦的光量子假说，完美地解释了光电效应实验现象。

对于实验规律一，入射光强度越大，表明光子数密度越大，因而形成的光电子数越多，光电流越大；对于实验规律二，将光电效应方程进行变形，可得遏止电压和频率呈线性关系($U_a = h/e \cdot \nu - A/e$)，而与光强无关；再从光电效应方程可知，要使电子获得动能，光子的能量必须大于金属表面的逸出功($h\nu - A > 0 \Rightarrow \nu > A/h$)，即入射光频率必须大于 A/h，低于这一频率的光，无法产生光电效应，所以必然存在红限频率；当入射光频率高于红限频率时，电子吸收一份光子能量立即从金属表面逸出，几乎不需要时间的积累。从这里可以看出，爱因斯坦的光量子假说很好地解释了光电效应的实验规律。反过来看，光电效应现象，同时也验证了爱因斯坦光量子假说的正确性。

(5) 光量子假说的实验验证

然而，爱因斯坦提出假说后，很多科学家对其理论持质疑态度，其中也包括美国实验物理学家密立根。密立根用了整整十年时间对光电效应进行探究，但最终却上演了戏剧性的反转。1916 年，他通过精密设计的实验验证了爱因斯坦光电效应方程的正确性，并首次精确测定了普朗克常量的数值。密立根最初的实验动机正是试图推翻光量子理论，然而实验结果表明：光电子初动能与入射光频率之间确实呈线性关系，其斜率恰好等于普朗克提出的常量 h。尽管他在学术态度上依然保持谨慎，认为“对爱因斯坦方程的全面而严格的正确性做出绝对有把握的判断还为时过早”，但他也承认：“现在的实验比过去的所有实验都更有说服力地支持这一理论。如果该方程在所有情形下都成立，那么它应被视为最基本、最有前景的物理定律之一，因为它揭示了短波电磁辐射转化为热能的普遍规律”[8]。至此，我们对光电效应的理论研究已经非常成熟。

2.1.2. “科学史主线”教学设计

(1) 从赫兹发现到密立根验证，建立知识链条

本课程设计将光电效应的教学内容嵌入物理学发展的历史脉络中，按照科学发现的先后顺序展开，引导学生“穿越”回光电效应诞生的时代，主动参与其探索与认知的全过程。从赫兹在电火花实验中偶然观察到紫外光对放电的影响，到莱纳德系统设计实验，揭示光强与光电流、频率与遏止电压之间的定量关系；从爱因斯坦提出光量子假说、建立光电效应方程，到密立根历时十年实验证实方程正确性并测定普朗克常量，课程通过再现关键科学节点与核心实验，引导学生在与历史人物的“对话”中构建物理认知。这种基于“科学史演绎”的线索式教学模式，不仅有助于学生深入理解“理论源于实验、规律源于问题”的科学发展逻辑，也有效提升了学习过程中的代入感与思维深度。

(2) 聚焦“经典－量子”冲突，启发认知跃迁

本课程重点在于爱因斯坦光子理论及其对光电效应的成功解释[9]。在教学过程中，课程特别聚焦光电效应实验规律与经典电磁理论之间的矛盾，引导学生理解经典物理在微观世界的适用局限，并通过光量子假说的引入，推动认知从“连续吸收”向“量子跃迁”的本质飞跃。围绕“为何高强度但低频率的光不能激发光电子”这一典型问题，教师借助情境设问与数字人交互式提问设计，引导学生深入探讨光电子是否取决于光子数密度或能量大小，从而逐步澄清“光子能量由频率决定”的核心概念。通过设问与

引导，学生认识到：在光电效应中，电子只能吸收单个光子的能量，只有当光子的频率高于金属逸出功所对应的红限频率时，才可能触发光电子的逸出现象；而光强仅影响光子数量，并不改变单个光子的能量。这一突破性认知使学生从“能量积累”视角转向“量子单元”的物理图像，深入理解光子概念与光量子假说的革命性意义。同时，通过对比经典波动理论无法解释红限频率、瞬时逸出等现象与爱因斯坦理论的高度契合，强化学生对科学理论演进路径及科学范式转变机制的认识，进一步培养其科学思维能力和理论批判意识。

2.2. 链接前沿科技应用场景，增强学习的现实意义

在知识建构的同时，教学内容不断穿插光电效应在现实科技中的重要应用，如单光子探测器在量子通信中的关键作用、光电转换在光伏电池中的广泛应用、光电倍增原理在高能粒子探测和天文观测中的支撑作用等。这些技术案例不仅使抽象原理落地为可感知的工程现象，更促使学生主动将课堂知识向实际问题迁移，形成从“物理概念”到“工程理解”的认知闭环。

通过这种融合科学史纵深与现代科技横向拓展的教学设计，学生不仅系统掌握了光电效应的核心知识与物理图像，更深刻体会到科学发展的非线性路径及其与国家科技命运之间的深刻关联。教学实践证明，这种设计极大增强了课堂吸引力与学生参与度，为大学物理教学的深化改革提供了具有可复制性的样本。

(1) 结合国家重大科技成果案例

在讲授光电效应原理后，介绍其在如下前沿技术中的应用：

单光子探测器：以我国自主研制并于 2016 年成功发射的全球首颗量子科学实验卫星“墨子号”为切入点，教师引导学生思考：“在传统探测器无法响应的条件下，我们是如何‘看见’宇宙中极其微弱的光信号的？”借助这一问题，引出单光子探测器的工作原理，并将其与光电效应建立物理联系。“墨子号”所搭载的单光子探测器正是基于光电效应原理：当光信号微弱到仅含一个光子时，探测器依然可以通过光子激发单个电子，从而产生可被仪器识别的电信号。这一过程中，光子能量只需大于材料的逸出功，便可触发电子逸出，完成单光子到电信号的高灵敏度转化。

为了强化学生对光电效应工程应用的理解，我们在“墨子号”案例教学中设计了如下探究性环节与任务驱动：

问题引导：“当光非常微弱时，普通探测器为何无法工作？光电效应如何帮助我们探测单个光子？”

分组任务：要求学生以小组为单位，查阅“单光子探测器”的原理与参数(如探测灵敏度、暗计数率等)，并尝试使用光电效应公式计算最小可探测光子能量，与现实装置进行对比。

项目模拟：布置“设计一款基于光电效应的单光子探测器原理演示实验”任务，鼓励学生自行绘制简图、列出主要器件、设想可能遇到的实验难点。

光伏技术：阐释光电效应在太阳能电池中的能量转换过程。通过对光伏技术工作机制的分析，帮助学生理解物理原理如何转化为现实中的清洁能源解决方案。太阳能电池的核心正是基于内光电效应：当太阳光照射到半导体材料(如硅)上，入射光子能量大于材料的带隙时，会激发价带电子跃迁至导带，形成电子－空穴对。在内建电场作用下，电子与空穴被分离并形成定向运动，从而在外电路中产生电流，实现光能向电能的直接转化。结合我国近年来在光伏领域的突出成就(如光伏装机容量全球领先、绿色低碳发展战略推动下的广泛应用)，该模块还鼓励学生将个人所学与国家战略发展需求相结合，强化专业认同感与使命意识。

为增强学生对光电效应现实价值的理解，我们以“太阳能电池的能量转换机制”为核心，设计了基于光伏技术的问题驱动教学活动。在这一教学环节中，教师首先通过设问引导学生思考：“一束阳光是

如何转化为一度电的？”借助该问题激发学生的学习兴趣，进而引入太阳能电池中的内光电效应原理，并以硅基半导体为例，解释了“带隙大小与光子频率匹配”这一关键物理机制。随后，学生被分为多个小组，围绕以下任务开展探究性学习与合作讨论：一组查阅不同材料(如硅、GaAs、CdTe)在光伏器件中的带隙数据，分析其与太阳光谱的匹配程度；另一组结合高中物理公式和大学所学内容，估算标准日照条件下，单位面积太阳能电池的理论输出电流与功率；还有小组负责绘制 p-n 结太阳能电池的结构图，标注电子、空穴迁移路径、内建电场方向以及光子吸收区域，厘清器件内部能量转化的物理图像。在此基础上，教师布置微型项目任务，要求学生团队选择一个应用场景(如偏远地区供电、可穿戴电子设备、航天卫星电源等)，设计一款“基于光电效应原理的太阳能电池系统”初步方案，内容包括材料选择、所需功率估算、结构草图及其物理依据。学生需查阅资料、进行简单建模，并最终以小组展示方式呈现设计成果。

光电倍增器与天文观测：说明高灵敏度探测如何服务于宇宙高能粒子研究。在课程延伸模块中，引导学生关注光电效应在现代天文与高能物理实验中的核心作用。以光电倍增器为例，其工作原理正是基于外光电效应：入射光子打出光电子，经倍增电极系统次级激发，最终实现电信号的大幅放大。这种高灵敏度探测器广泛应用于高海拔宇宙线观测、伽马射线天文学、暗物质搜索等前沿领域。通过分析“拉索实验”(我国高海拔宇宙线观测站)中光电倍增器如何实现兆级放大与高时间分辨探测，学生能够认识到物理原理如何转化为探索宇宙奥秘的核心技术支撑，增强他们对基础科学与工程应用之间联系的认知。

夜视系统与军事科技：展示光电效应如何在红外探测中发挥核心作用。此外，课程还通过介绍夜视系统中的红外探测器件，展示光电效应在军事领域的关键价值。夜视设备通过红外光照射金属或半导体材料，引发光电子逸出，进而放大形成清晰图像，从而实现在无可见光条件下对战场环境的感知与定位。这一过程本质上是对光电效应的工程化利用。我国近年来在夜视与红外探测技术方面取得显著突破，广泛应用于边境监控、夜间作战和无人系统导航等任务场景。通过这一教学模块，学生能够感受到物理学科在国家安全和核心技术攻关中的现实意义，激发其科技报国的使命意识。

这些场景使抽象物理规律“落地有声”，提升学生将理论联系实际的能力。

(2) 引导跨学科联系与科学素养提升

为拓展学生的物理视野与综合应用能力，课程设计积极融入信息技术、材料科学、航空航天等前沿领域内容，通过引导式提问与研究型作业激发学生的跨学科思维。例如，引导学生思考光电效应在半导体器件中的具体体现，探讨如何基于光电原理设计更高效的光电探测装置，甚至延伸至生物物理领域，思考光电效应是否能够为光合作用中的能量转化提供类比性解释。这类问题不仅促进学生在知识体系间建立联系，更有助于提升其科学探究能力与创新意识，为后续深入学习与科研实践打下良好基础。

3. 教学实践与成效分析

在该教学模式实施后，我们针对某工科院校物理专业两个班级共 170 名学生开展了前测与后测、问卷调查及课堂反馈分析。结果显示，学生对光电效应核心概念的掌握准确率提升了约 33.6%；对“光电效应与现实科技关联”的认知占比由原来的 22%提高至 81%；92%的学生表示“通过本课程更加理解科学探索与理论演进的关系”；83%的学生认为“这种讲法更有趣、更有意义”。教学效果表明，该教学策略不仅显著提升了学生的知识掌握程度和科学思维能力，也有效激发了他们的学习兴趣与探索欲望。在思政育人方面，通过科学史与国家重大科技成果的融合呈现，引导学生体悟科学精神与时代使命的统一，增强了责任意识与家国情怀，实现了知识传授与价值引领的有机统一。

4. 总结与展望

光电效应教学不仅是物理知识的传授，更是科学方法、理论演进与技术应用的缩影。本文探索了以

科学史与科技应用为双重支撑的教学重构路径，强调科学探索精神与国家战略科技的有机结合，取得了良好教学反馈。未来可将该模式拓展至原子模型演进、量子测不准原理等更多现代物理内容中，推动大学物理课程体系的深层次改革。

参考文献

[1] 赵凯华, 程佩青. 大学物理(下册) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2020.

[2] 张增明, 王中平, 赵伟, 曲广媛. 大学物理实验(第二册) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2024.

[3] 张映辉. 大学物理实验[M]. 第 3 版. 北京: 机械工业出版社, 2025.

[4] 张阳阳. 基于建构主义学习理论的教学改革探索——以本科生《文献检索与综述》课程为例[J]. 教育进展, 2025, 15(2): 875-881.

[5] 高文. 维果茨基心理发展理论的方法论取向——维果茨基思想研究之一[J]. 外国教育资料, 1999(3): 45-47.

[6] Hertz, H.R. (1887) Ueber einen Einfluss des ultravioletten Lichtes auf die electrische Entladung. *Annalen der Physik*, **267**, 983-1000. https://doi.org/10.1002/andp.18872670827

[7] Lenard, P. (1902) On the Photoelectric Effect. *Annalen der Physik*, **8**, 149-198.

[8] Millikan, R.A. (1916) A Direct Photoelectric Determination of Planck's "h". *Physical Review*, **7**, 355-388. https://doi.org/10.1103/physrev.7.355

[9] 刘文光. 爱因斯坦光量子假说对现代物理学的影响[J]. 大学物理, 2021, 40(5): 25-28.