

## 以情境驱动课堂，用线索导向推理 ——以X射线教学实践为例

邢曦雯<sup>1</sup>，郭慕怡<sup>1</sup>，胡卓然<sup>2</sup>，姚顺春<sup>3,\*</sup>，孙耀<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>暨南大学生命科学技术学院，广州 510632

<sup>2</sup>华中师范大学化学学院，绿色农药全国重点实验室，武汉 430079

<sup>3</sup>华南理工大学电力学院，广州 510641

**摘要：**以学生为主体的“实践教学”是新时代新形势下深入贯彻落实“立德树人”根本任务的创新举措，逐渐成为课堂教学改革的重点方向。针对仪器分析课程知识点细碎、理论庞杂，课程难度高、不易系统记忆的特点，以X射线相关仪器这一章节为例，仅和X射线有关的诺贝尔奖就有20多个，学生在学习相关内容时，不但学习效果不佳，还会产生仪器分析怎么这么难的畏难心理和主动性下降的学习大忌。因此，本教学团队尝试以“情境驱动课堂，线索导向推理”的教学设计和教学实践，打破樊笼，与时俱进的结合大学生喜爱的“剧本杀”模式，引导学生置身100年前，通过最初设置的线索“发现X射线”，并将上一情境场景的结果作为下一情境场景的线索，逐步引导并启发学生探索并解决X射线的特征，X射线的潜在应用点、X射线仪器的原理等课程难点与重点问题，从而拉近学生和诺贝尔奖等顶级科研成果的距离，降低学生的畏难心理，增加学生主动探索、自主学习、发散思考的能力，有效培养学生由浅入深的创新思维和逻辑推理能力，为建立完备有效的高水平科学仪器创新人才培养体系提供课堂支撑。

**关键词：**情景驱动；拔尖创新；实践教学；线索推理

**中图分类号：**G64；O6

## Context-Driven Teaching with Cue-Guided Reasoning: Taking X-Ray Teaching Practice as an Example

Xiwen Xing<sup>1</sup>, MUYI Guo<sup>1</sup>, Zhuoran Hu<sup>2</sup>, Shunchun Yao<sup>3,\*</sup>, Yao Sun<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> College of Life Science and Technology, Jinan University, Guangzhou 510632, China.

<sup>2</sup> Nature Key Lab of Green Pesticide, College of Chemistry, Central China Normal University, Wuhan 430079, China.

<sup>3</sup> School of Electric Power Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China.

**Abstract:** Student-centered “practical teaching” has emerged as an innovative approach to implement the fundamental mission of “cultivating virtue and nurturing talents” in the new era, gradually becoming a key direction for classroom teaching reform. Addressing the challenges of the Instrumental Analysis course—characterized by fragmented knowledge points, complex theories, and difficulties in systematic memorization—this study focuses on the X-ray instrumentation chapter as a case study. Given that X-ray research alone has yielded over 20 Nobel Prize-winning discoveries, students often struggle with learning effectiveness and develop apprehension toward the subject, leading to reduced motivation. To address this, our teaching team developed a “context-driven classroom with clue-guided reasoning” approach. Breaking conventional boundaries, we incorporated elements from the popular “murder

收稿：2024-09-24；录用：2024-11-24；网络发表：2025-04-21

\*通讯作者，Emails: epscyao@scut.edu.cn (姚顺春); sunyaogbasp@ccnu.edu.cn (孙耀)

基金资助：国家自然科学基金面上项目(22377034)；广东省自然科学基金杰出青年项目(2022B1515020047)；暨南大学青年教师编写教材资助项目：现代仪器分析(55640256)

mystery game" format to engage students. By situating learners in historical contexts from a century ago, we provided initial clues about "X-ray discovery," using outcomes from each scenario as leads for subsequent investigations. This method progressively guides students through key challenges: understanding X-ray characteristics, exploring potential applications, and comprehending instrumental principles. The approach not only bridges the gap between students and Nobel Prize-level research but also reduces learning anxiety while enhancing active exploration, self-directed learning, and divergent thinking. Ultimately, it effectively cultivates students' innovative thinking and logical reasoning skills through progressive learning, providing classroom-based support for developing a comprehensive training system for high-level scientific instrumentation talent.

**Key Words:** Context-driven; Top-notch innovation; Practical teaching; Clue-based reasoning

## 1 引言

青年强则国家强，青年兴则国家兴；科技立则民族立，科技强则国家强。推动高等教育高质量发展是新时代科技自立自强的必然要求，也是我国建设世界科技强国的坚实根基。百年未有之大变局也对高等教育的质量提出了更高、更纵深要求<sup>[1]</sup>。仪器分析内容涉及化学、化工、生命、医药等多个学科，并已渗透到科学研究、工业生产、航空航天等的多个环节和领域，为解决能源科学、材料科学、生命科学和环境科学中科学问题提供关键手段。这些交叉学科内容导致仪器分析教学内容具有知识点细碎、理论庞杂，课程难度高、不易系统记忆的特点，致使传统授课过程中师生间缺乏互动性、学生学习积极性低、主动性差、对知识掌握不深入等<sup>[2]</sup>。习近平总书记近年来提出“坚持自主创新打造高端仪器装备民族品牌，加快推动科学仪器产业自立自强”。因此如何通过教学方法革新，提升学生主动探索、自主学习、发散思考的能力对建立完备有效的高水平科学仪器创新人才培养体系至关重要<sup>[3]</sup>。

目前，国内情境式教学模式主要应用在小学、中学等基础教育课程教学中，在大学课程教学中本就应用较少，且主要应用在外语、戏剧、文学、历史等人文社科课程中，如何在理工科课程教学过程中实现情境驱动课堂一直是提高课程趣味性、深入性、互动性的难点<sup>[4]</sup>。情境的设立和线索的选择是情境推理式教学法的关键环节，好比断案推理的电影，需要向观众或者读者展示必要却不繁复的线索，最终可以找准线头抽丝剥茧。恰当的情境和线索应该不但给学生留下深刻的课堂印象，同时也能帮助学生产生牢固的课程记忆，还能增加教学互动，从而引导学生自主探索课程内容，挖掘更多的知识点。

本文尝试在与X射线相关的仪器分析课堂(X射线荧光、X射线能谱、X射线检查仪、X射线测厚仪、小角X射线散射、X射线晶体衍射等)引入情境式教学，结合学生们喜爱的“剧本杀”式推理开展主题教学实践(图1所示)，以期让学生对仪器的原理和应用产生清晰的理性认识，并实现一定程度上的感性升华。

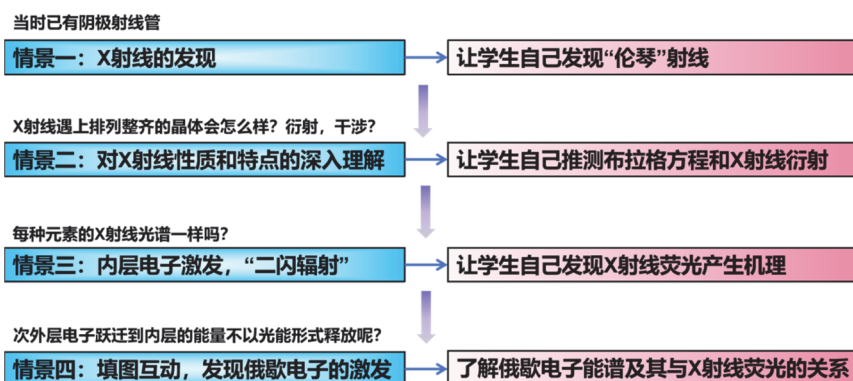


图1 课程中拟设立四个主要场景及线索设置和教学目的



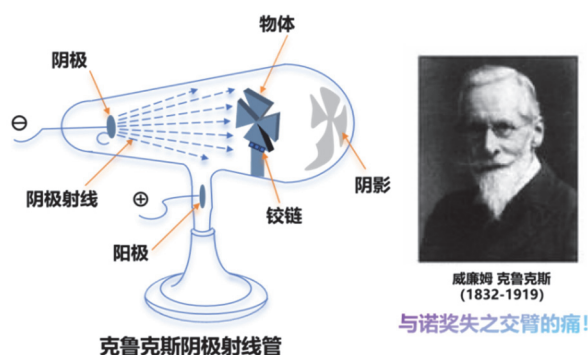


图3 导致阴极射线、X射线和原子、电子发现的克鲁克斯管；与诺奖失之交臂的克鲁克斯爵士

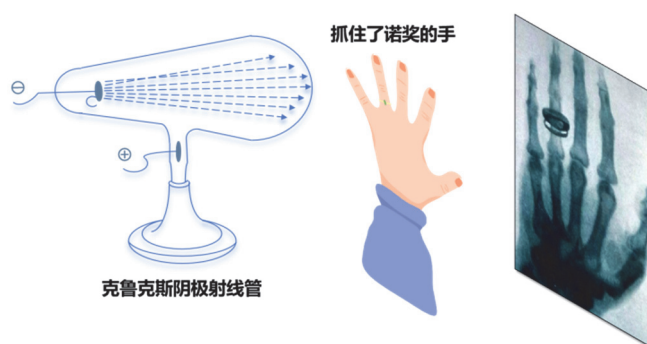


图4 伦琴利用克鲁克斯管发现了X射线，并为其夫人拍下了科学史上“最有名的手”

② 第二个情境是基于第一个情境完成之后顺势引出的，此时X射线的发现令整个物理学界为之震惊和着迷，大家发现X射线是一种动量很大波长很小的电磁波，其波长和晶体中原子核的距离近似，那么此时在实验室冥思X射线也是一种电磁波的同学，又会由此想到什么呢？进而引导学生回答“X射线碰到原子核其光路会不会也具有光波的干涉、衍射、散射的现象？”，“如果X射线前进的方向上遇到排列规整的晶体，会发生什么现象？”，从而引导学生思考X射线经过晶体时是否会发生衍射现象(1914年诺贝尔物理学奖)，并学习如何利用X射线衍射探测晶体结构和布拉格方程(图5，1915年诺贝尔物理学奖)。

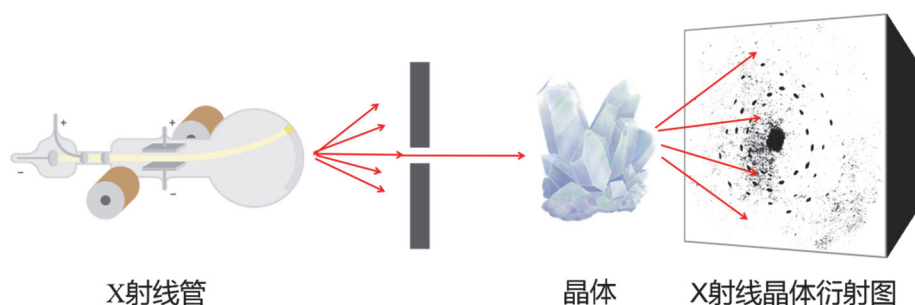


图5 X射线分析晶体结构

③ 接下来第三个情境是1903年的“你”无意间看到一篇法国物理学家塞格纳克不久前发表的论文，文中称X射线照射很多物质会发生散射及二次辐射。这时候“你”会想到什么？，引导学生思考“如果塞格纳克的理论成立，那用X射线照射不同元素构成的单质，是否可以根据它发出的散射及二次辐射的射线强度就可以判定是何种元素呢？”，从而让学生自己发现X射线还可以用于元素分析

(1917年诺贝尔物理学奖);进而在已有的原子发射光谱和原子吸收光谱的知识基础上,探索这个“二闪辐射”发生的原理,向学生假设,如果X射线不是碰到原子核,而是碰到外层高速运动的电子会怎么样呢?引出内层电子的激发现象,从而尝试让学生建立X射线光谱学(1924年诺贝尔物理学奖),探究光电子产生的机理和X射线荧光产生的机理(如图6所示)<sup>[7]</sup>。

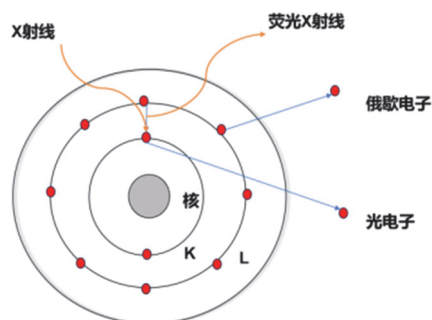


图6 荧光X射线及俄歇电子产生过程示意图

④ 第四个情境是基于X射线荧光的发现后,“你”在想能量可以分为势能、动能、光能,那么如果次外层电子跃迁到内层电子释放的能量不以光能的形式释放,会不会以其他形式的能量释放呢?此处可以通过在黑板上画图和与学生进行填图互动,让学生试着大胆推测X射线激发俄歇电子的可能性。进而引导学生发现X射线应用下发展出的第三种仪器分析方法——光电子能谱(1927年诺贝尔物理学奖)。

在上述引导结束后,进一步通过PPT讲解并辅以视频讲解,向大家系统梳理整节课出现的知识点,并按照其构造、功能和优缺点等介绍相关仪器,让学生根据原理来推导仪器的特点。

#### 4 情境线索推理式教学的成效

① 以学生为主体,拉近师生距离,降低学生的畏难心理。

一个好的教学过程,应有效激发学生的学习主动性,让学生成为教学的主体<sup>[8]</sup>,在课堂上启迪和引发学生思考、讨论、交流、练习。要在教学目标上体现以学生为主体的思想,就必须在教学方案设计中增加师生互动环节,及时感知学生对知识的掌握和对课堂的感性和理性变化。

在课堂教学阶段,要在短时间内迅速激起学生的课堂兴趣,激发他们的求知欲,传统方法有故事导入、情境导入、质疑导入、复习衔接导入、任务驱动导入、游戏导入、实验导入等。本文所提出的“情境-线索推理式”教学实践,不但让课堂不再局限在讲台的时空分布和零散几页PPT的展示中,而且让学生身临其境地感受科学探索与科技发明的过程,更能改变过去教师讲授为主的“一言堂”教学模式,让老师和学生以一种更加平等的身份对话,变学生为课堂进程的推动者,既能拉近师生之间的关系,也能够激发学生的积极性和代入感,调动学生主动思考问题,找到并推理出科学的真相。在这种轻松的课堂氛围中,学习变成了一件简单的事情。作为老师的直观感受是:课堂上学生与老师眼神交流增多,回答问题更加积极甚至出现了抢答现象,课后还有同学主动探查课堂上没讲到的八卦内容,比如伦琴去领诺奖时没有坚持到演讲环节。

② 层层递进,增强学生自信心,引导学生主动思考探索。

本“情境-线索推理式”教学实践还会让学生更深入地认可学习的必要性和重要性。知识大楼的搭建需要坚实的基础才能一层层向上累加。如果没有初步的知识积累,很难在朦胧的意识下让学生真正理解新的知识。因此,在学生进行思考之前,给予一定的原理知识是很有必要的。以X射线和俄歇电子能谱为例,学生在此前已经学习了原子吸收、发射能谱的原理,老师引导稍加回忆,这样学生就能在已知的知识基础上开启“头脑风暴”以探究俄歇电子能谱的原理。这一步就好比电视剧中

线索提供者(老师)为各位观众(学生)提供故事背景和一些已知推理线索(初步知识), 并且最终给定目标(推导出正确的原理)。同时, 当学生推理错误的时候, 不使用“一锤定音”式的粗暴判定, 而是通过层层设问引发进一步的推理, 让学生自己发现并且纠正之前的错误, 通过这种方式加深学生的印象、增长学生的自信, 对于知识点的理解会更加深刻(图7)。

事后有学生反馈: “这并不是我过去理解的自主学习, 以前就算是课上没太听懂下课也是去网上找资料网课直接去学, 期间并没有什么自己的思考。本节课上的自主学习是基于自主思考探索得来的, 让我之后面对问题时不是立刻像外界寻求帮助, 而是尝试自己一点点解决, 即便在某个步骤中卡住没办法继续, 再去查查资料(相当于课上老师的引导), 这个学习过程会让我变得有成就感”。

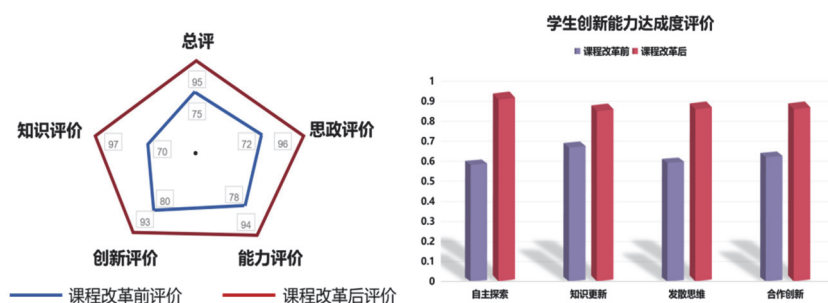


图7 本次教学实践的成效。本次共发放27份问卷, 收回24份。

③ 知识迁移, 打开思路, 提高学生逻辑推理能力和思考能力。

知识迁移是对新知识的延伸、拓展环节。其主要目的是促进学生将已有知识用于新的问题场景中, 以达到概念转化、知识拓展的逻辑思考目的<sup>[9]</sup>。在教师的引导下继续发展学生对新知识的理解和应用技巧, 并与已有知识建立联系, 构建更大的知识网络。本“情境-线索推理式”教学实践, 通过架设情境, 给予线索, 层层设问的方式, 更能让学生多元化考虑问题, 触类旁通, 从而引发头脑风暴, 牢固掌握知识。

事后有学生反馈(图8), “老师通过一系列具有启发性、层次性的问题链进行引导, 使我能够从浅入深、由表及里地思考, 逻辑思维和批判性思维能力都有提高, 今后面对问题也不会因为思维混乱而无从下手, 会先考虑如何建立思路, 而不是毫无章法闷头去做。此外还提高了我的自信, 不会遇到困难就退缩, 尽可能贴合课上的思路引导来尝试解决问题”。

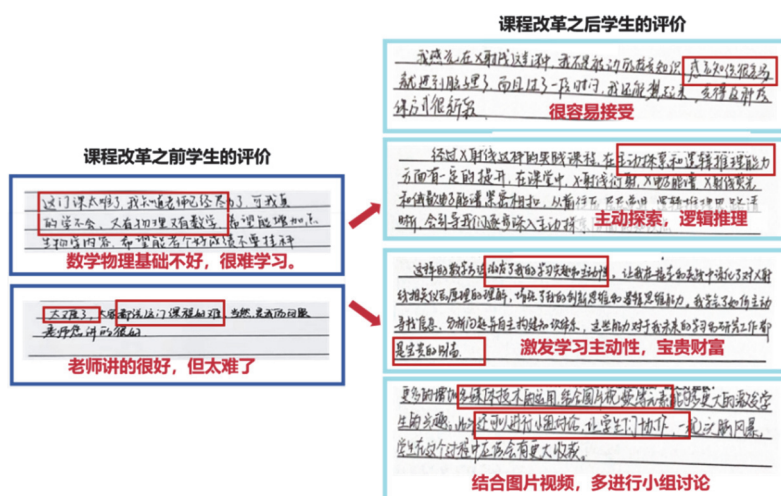


图8 本次教学实践前后学生对课程的问卷反馈

## 5 结语

积极探索教学手段的创新在培养优质人才的教育体系中具有重要作用, 本文就X射线相关分析仪器的章节内容从教学理念、教学内容、教学活动、教学组织等方面进行了全方位优化, 本文尝试将线索式教学引入仪器分析, 结合现年轻人喜欢的“剧本杀”模式, 使教师与学生在多个情境设问下, 巧妙地将十多个诺贝尔奖成果作为课程推进的层层线索, 将枯燥的仪器设备介绍转换为意趣盎然的情境“剧本”, 引发学生主动探索, 提高学习的趣味性和掌握度, 拉近学生和顶级科研成果的距离, 提高学生在主动学习探索过程中的自信心和克服困难的毅力, 打开学生思路, 使学生在未来学习过程中也可以主动探索、自主学习, 从而有效培养学生由浅入深、由点带面地对科学问题进行逻辑推导。鉴于这一次教学实践取得的良好效果, 在听取学生的建议下, 希望后续能进一步增加多媒体技术的运用, 结合图片或背景音乐、视频等元素, 更好地营造情境氛围, 并在更大程度上激发学生的兴趣。同时本教学团队尝试进一步打造核磁共振相关内容, 使这一课程“硬骨头”也成为学生牢记于心、历历在目的知识。

## 参 考 文 献

- [1] 张天龙, 张容玲, 汤宏胜, 李延, 李华. 大学化学, **2024**, *39* (8), 365.
- [2] 梅林, 史永刚. 激光杂志, **2010**, *31* (5), 55.
- [3] 周晓菲, 曹雨晴, 朱峰, 戚丽, 刘林海, 晏妮, 朱志强. 大学化学, **2024**, *39* (6), 174.
- [4] 李子根. 物理版·理科考试研究, **2024**, *31* (3), 35.
- [5] X射线相关的诺贝尔奖成果概况. [2024-09-18]. <https://wenku.baidu.com/view/d25aa52fe75c3b3567ec102de2bd960590c6d9cb.html>
- [6] 邱孟通, 来定国, 张鹏飞. 中国科学: 物理学 力学 天文学, **2023**, *53* (7), 84.
- [7] Warwick, A. *Isis* **2005**, *96* (1), 1.
- [8] 刘冬成, 李晓坤, 胡焕成, 高存继, 胡琼, 李舒婷, 梁宇宁. 大学化学, **2024**, *39* (8), 3.
- [9] 刘刚, 孙一鸣, 李思琦, 于少芬, 宋其圣, 苑世领, 王芬, 马莹. 大学化学, **2020**, *35* (6), 63.