

信息化工具在探究协作混合模式下的应用

——以人教版九年级物理下册《测量小灯泡的电功率》为例

发表在《中学物理》2019(11)24

吴荣华，周萍

福建省华渔教育研究院，福建福州 350200

[摘要]：结合信息化技术进行科学探究、交流合作是新课标对实验教学提出的新要求，本研究根据 2D 实拍视频和 3D 虚拟实验室的特征，将信息化工具融合在探究学习和协作学习形成的探究协作混合模式中，并通过具体的案例对信息化工具在混合模式下的应用进行了验证，同时对教学效果进行了分析，以求找到一种融合信息化工具的新模式，能够让物理实验课堂更具有趣味性、开放性，提升学生的自主性，更好的体现信息工具的价值。

[关键词]：虚拟实验室 实拍视频 探究学习 合作学习 教学应用

引言

2011 年及 2017 年分别颁布的《义务教育物理课程标准》《普通高中物理课程标准》中，科学探究、合作学习、探究能力、探究方法等成为关键词，对教育工作者提出了新的要求：创新教学模式、教学方法，以实现学生“主动参与、乐于探究、交流合作”。在信息化时代，新技术层出不穷，在教学中应用新兴技术，一是对学生信息技术观念、素养的培养，二是主动将信息技术请进课堂，让技术服务于教学，服务于师生。

本研究将做两个方面的尝试：首先，尝试将探究学习、协作学习这两个教学模式引入实验课堂，探索其与实验教学结合的效果；其次，在教学模式创新的基础上融合虚拟实验室（3D 技术）和物理实拍视频，试图让物理课堂更具有交互性、趣味性。

一、信息化工具介绍

1、101LAB—3D 虚拟实验室

101LAB—3D 虚拟实验室是一款利用计算机，通过 3D 仿真实验器材和虚拟实验环境组成的交互式数字实验平台，是为 K12 教师和学生打造的实验教学、开放设计、自主探究的 3D 虚拟实验平台。虚拟实验室主要是用于辅助实验教学，解决实物实验及实拍视频实验的痛点，呈现实验现象、解析实验本质，简化实验备课工作，方便课堂实验演示和讲解，提升教学效率和教学质量的信息化工具。国内外学者认为虚拟实验室能快速帮助学习者迁移知识技能，促进学生的操作技能^[1]，在提升学生的科学探究能力（实验操作能力）、学科成绩、学习兴趣上有积极作用^[2]。与传统实物实验相比，虚拟实验室的具有安全性、经济性、互动性、自主性、效率性等优点，同时也存在非真实性、科学非严谨性等缺点^[3]。

2、实拍实验视频

实拍实验视频指的是实拍的实物实验视频。在快手和抖音等短视频受到热烈欢迎的当今时代，实拍实验视频将实验教学与多媒体相结合，能够起到良好的提升学生

学习兴趣的作用。它既可以帮助学生增加知识的储备，又能够在实验教学中帮助学生把握正确的实验步骤，完成实验操作。另一方面，实拍实验视频作为一种教学资源，既可以在课前作为学生的预习材料，同时也可以课中帮助学生完成知识的内化。需要指出的是，针对实拍实验视频，其评价方案应该与视频本身的操作内容紧密结合。即，要判断实拍实验视频是否发挥了其在实验操作方面的引导作用，应该着重看实验操作的过程情况及与实验相关的测验成绩^[4]。

二、基础教学模式

1、协作学习

关于协作学习的定义学界从教学角度和学习角度分别得出了不同的定义。本文从教学策略和学习环境塑造的角度认为，协作学习应当是能够建构“合作”氛围的教学策略。其根本目的在于，让学生在彼此的合作之中达成共同目标，并能够以小组成员的共同成绩作为小组奖励的依据；同时，基于合作学习过程中会出现的学生之间的社会交往，认可合作学习同时也是一种提供给学生的，信任、平等、公正的学习氛围和环境。

而在建设合作小组的过程中最为重要的是能够促使其五个最关键要素的生成^[5]。包括：（1）积极的互赖，每个人承担不同的角色，并认识到“荣辱与共”的概念。（2）面对面的，有效的互动，学生可以在组内分享个人观点、情感体验，培养自信心、归属感。（3）个人职责，每个人在小组中都承担相应的角色。（4）社交技巧，学生需要掌握领导力、决策制定、信任建立、交流和冲突管理的技巧。（5）小组加工（group processing），详细阐明和提高成员间合作的有效性，从而做到组员能够努力为合作学习做出贡献。

2、探究学习

探究学习最早提出是教育家为了让学生通过体验真实的科学家的实际工作来培养学生对科学本质的理解，并掌握科学研究方法和理念的一种教学模式，该定义来源于 NSTA，强调对学生科学研究方法的培养。目前大部分教学案例也都集中在科学类教育上。但也需要注意的是，有文献显示，当前也存在部分教师将其应用于英文学习、语文古诗词探究、历史学习等文科学科上。可见，开放式探究教学模式并非仅仅适用于科学教育。从理念上来说，只要需要学生发挥科学的探究精神，就可鼓励和尝试使用该方法进行学科教学。

国内外对于探究学习究竟应该包含哪些要素分别做过阐释。例如美国国家科学协会的科学教育指导性文件《Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning》及 Margus Pedaste 等人的《Phases of inquiry-based learning-Definitions and the inquiry cycle》中均提到科学探究的主要要素^[6]。本文为了分析方便，借用《义务教育物理课程标准（2011 版）》中对科学探究的要素的概括，包括以下 7 要素：提出问题；猜想与假设；制定计划与设计实验；进行实验与收集证据；分析与论证；评估；交流与合作^[7]。

三、融合信息化的探究协作混合模式

基于对虚拟实验室进入教学的认可，有学者提出虚拟实验室的教学模式。总结来说主要是“虚实结合”和“只做虚拟”两种。着重介绍所谓“虚实结合”细分有先

实后虚和先虚后实。前者主要帮助学生巩固实验训练，后者则是为了降低真实实验中的错误可能引发的危险^[8]。

在此根据协作学习及探究学习模式的教学流程和特点，结合虚拟实验室和实拍实验视频的特征，将虚拟实验室与探究学习相融合，以实拍实验视频作为学生合作实验的材料，去探索在实验课堂中的新技术、新模式间的融合情况。观察在一个相对开放、学生自主性更高、合作性质更强的课堂环境下，学生的课堂表现、实验操作技能等会有怎样的变化。形成结合虚拟实验室和实拍实验视频的探究协作混合模式，其基本思路是虚实结合、探究合作相融合。具体的流程如图 1 所示：

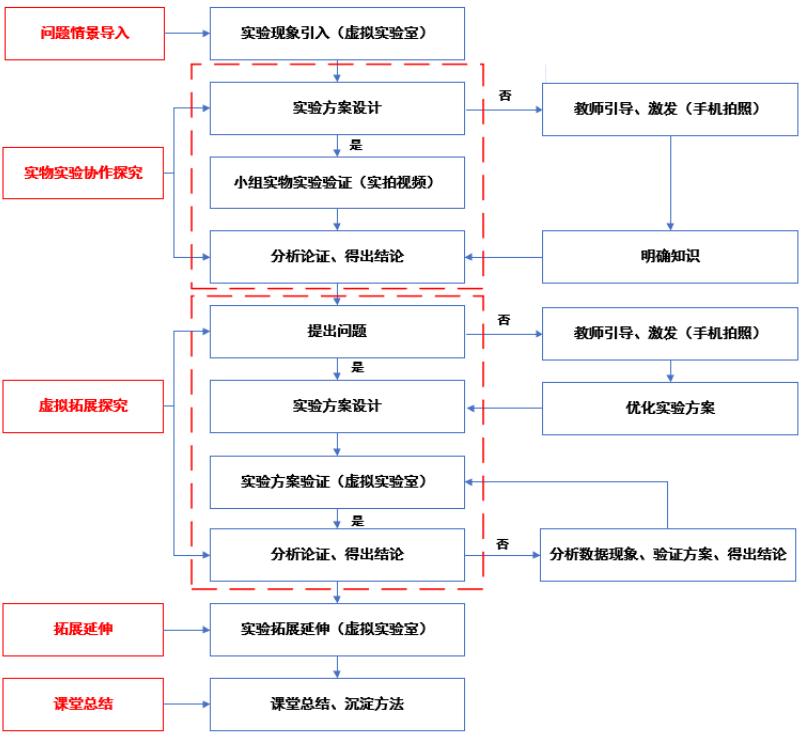


图 1 结合虚拟实验室和实拍实验视频的探究协作混合模式

该模式的主要特点主要有两个。首先，虚实结合，主要强调的是实物实验为主，因为这是实验的基础。而虚拟实验则可以作为拓展部分，加入更多可能性和验证空间，为学生建立一个良好的探究实验平台。其次，是将实验与探究合作模式结合。多数探究活动也是以小组为单位开展。因为探究活动本身的难度和特性决定了个人可能难以完成任务。因此将探究合作结合主要是为了强调一是合作交流，二是探究精神。

四. 案例应用

本案根据探究协作混合模式的流程，以人教版初中物理九年级下册《测量小灯泡的电功率》为例，把虚拟实验室、实拍实验及 101 教育 PPT 的互动工具融入设计中，

打造教育和技术相融合的互动课堂，对结合虚拟实验室和实拍实验视频的探究协作混合模式的应用进行探究。通过本节实验探究既可以巩固有关电功率的知识，熟练仪器的使用；又能让学生从操作中更清楚地了解电压对电功率的制约关系，学会区分额定电功率和实际电功率。

（一）课程简介

《测量小灯泡的电功率》是在学生学习了《电功率》之后的教学，学生对公式 $P=UI$ 已有初步的认识，此节课是一节实验探究课。本节实验课同时使用电流表、电压表、滑动变阻器进行定量测量，是对电学知识的综合运用。通过虚拟实验室颗粒比较两盏额定功率不同的灯泡亮暗，引出亮暗与额定功率无关的情景，设计实验方案来测量小灯泡的实际功率与亮暗的关系，并通过实物实验对设计的方案进行验证，观察实验现象、收集实验数据并分析，得出灯泡的亮暗取决于实际电功率，实际电功率越大灯泡越亮的规律，再通过虚拟实验室颗粒进行实验探究，得出最适合的滑动变阻器为待测电阻的 2-5 倍，最后使用虚拟实验室颗粒模拟家庭电路（电吹风）电功率的测定，对物理知识进行生活化的拓展延伸。通过本节实验探究既可以巩固有关电功率的知识，熟练相关仪器的使用；又能让学生从操作中更清楚地了解电压对电功率的制约关系，学会区分额定电功率和实际电功率，得出灯泡的亮暗与实际电功率有关的物理规律。创新性的开展了虚拟实验室和实拍实验视频与实物实验相融合的探究协作的讲授模式，通过虚拟实验室延伸了实物实验现象的呈现及验证功能，利用虚拟实验室的开放性，为学生提供了更多的实验探究机会，培养了学生的创造性思维和创新能力，拓展了课堂的探究空间，是一节融合了虚拟实验室和实拍实验的探究协作的混合实验教学模式。

（二）教学目标及重难点

教学目标：①会用电流表和电压表测量小灯泡的（额定）电功率，练习使用滑动变阻器。②通过实验情景发现小灯泡的电功率随它两端电压的改变而改变，并探究掌握其变化规律，体验小灯泡（用电器）在不同功率下的工作状态，加深理解额定功率和实际功率。③通过设计“测量小灯泡电功率”的实验方案进行探究，体验寻找、归纳、提炼课程相关要素的整合点的学习方法。④通过学习过程中的讨论与交流，培养学生合作学习意识和态度。重点：①用伏安法测量小灯泡的额定（实际）功率；②科学探究的能力。难点：①对额定功率、实际功率的理解；②设计实验及实验数据的分析从中得出物理规律的能力。

（三）教学实施

1、问题情境导入

利用虚拟实验室随机选择不同功率（如：3V、0.9W，3V、10W）的 2 个灯泡，通过并联和串联的方式连接在同一电源两端，分别观察灯泡的亮暗，引出灯光的亮暗与额定功率无关的实验情景。具体方案如图 2 所示。通过虚拟实验室可以灵活的实现对不同随机实验方案的对比，并通过实验现象，引发学生认知上的冲突，让学生带着疑问来进行实验探究，帮助学生复习相关旧知，引发学生的学习兴趣。引出新的课题，怎样测量小灯泡的实际功率与亮暗的关系。



图 2 不同功率灯泡并串联连接

2、实物实验协作探究

2.1 实验方案设计

学生已经具有电功率公式 $P=UI$ 的知识基础，知道通过测量电压和电流来计算电功率，为了测量小灯泡的实际功率与亮暗的关系，让学生分小组进行交流讨论，提出假设测量一次灯泡的电压及电流大小，各小组设计出对应的实验设计方案，如图 3 所示，电路图不带滑动变阻器，教师对学生的实验方案进行拍照上传到白板，进行分析讨论优化设计方案，引导学生收集相关信息，得出结论，为了保护电路、使实验的结论更具有普遍代表性，需要测量多次实验数据，并且增加滑动变阻器改进电路图，如图 4 所示。通过设计实验方案并对方案进行优化，让学生明确实验方案探究流程，培养学生科学探究思维及习惯，通过学生运用旧知来解决新问题，从而降低了本实验方案的难度，使学生体验到成就感觉的同时，保证了课堂的正常进行。

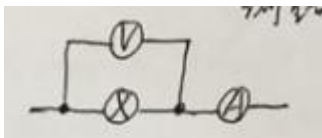


图 3 不带滑动变阻器的电路图

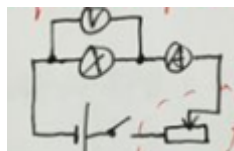


图 4 带滑动变阻器的电路图

2.2 实物实验验证

分小组进行实物实验操作前，安排每小组先通过电脑观看《测量小灯泡的电功率》的实验实拍视频，如图 5 所示，再按实验设计方案进行实物实验操作，观察实验现象、收集并记录实验数据，老师利用手机拍摄典型学生实物操作视频，进行全班共享，并对视频进行针对性的讲解，让学生在发现问题的同时解决问题并深化认知。通过观看实验实拍视频，不仅让学生熟悉了实验操作步骤、明确实验注意事项，同时实拍视频届为学生的实验操作提供支架指导，避免学生在无教师巡场的情况下得不到及时反馈。通过小组合作的方式，提高了学生学习能力和效率，增进同学间的感情交流，改善他们的人际关系，促进学生间在学习上的互相帮助、共同提高，体现学生主体观的新理念。

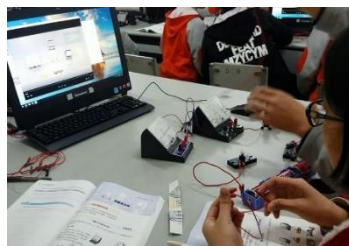


图 5 观看视频进行实物操作

2.3 分析论证、得出结论

呈现不同小组的实验数据，师生一起针对数据进行讨论，并让学生进行数据分析总结，得出① $U_{\text{实}} < U_{\text{额}}$ 时 $P_{\text{实}} < P_{\text{额}}$ ，灯泡较暗不能正常工作；② $U_{\text{实}} = U_{\text{额}}$ 时 $P_{\text{实}} = P_{\text{额}}$ ，灯泡发光正常工作；③ $U_{\text{实}} > U_{\text{额}}$ 时 $P_{\text{实}} > P_{\text{额}}$ ，灯泡较亮容易烧毁。得出结论：灯泡的亮暗取决于实际电功率，实际电功率越大，灯泡越亮。通过实验验证并进行实验数据分析，让学生形成基于证据推理的学科实验素养。

3、拓展探究

提出问题，实验验证中，若有不同阻值的滑动变阻器（20、50、500 欧），应如何的选取滑动变阻器，引发学生的思考。学生根据滑动变阻器的作用的原有知识进行猜想，并提出实验设计方案，依次替换 3 个滑动变阻器实验，并测定不同变阻器时的电表读数。利用虚拟实验室（测量小灯泡的电功率）分小组对实验方案进行模拟探究，观察实验现象、收集实验数据并记录，小组学生针对实验数据进行分析，师生针对数据进行讨论，得出结论，为了便于调节，不宜使用过大或过小的滑动变阻器，最适合的为待测电阻的 2-5 倍。使用虚拟实验室灵活的替换不同阻值的滑动变阻器（如图 6 所示），节省了实验操作的时间，提升了课堂的效率，通过实验探究，让学生形成实验探究意识，能在学习和日常生活中发现问题、提出合理猜测与假设；提升设计实验探究方案和获取证据的能力，能正确实施实验探究方案，使用各种科技手段和方法收集信息；提升分析论证的能力，会使用各种方法和手段分析、处理信息，描述、解释实验探究结果和变化趋势；提升合作与交流的意愿与能力，能准确表述、评估和反思实验探究过程与结果。

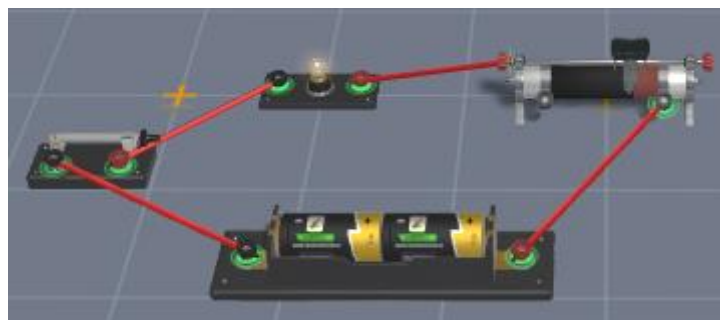


图 6 不同阻值滑动变阻器的电器

4、拓展延伸

学生已经学会了如何测量小灯泡的电功率，但是对于生活中使用的用电器的电功率测定还存在疑惑，同时课堂上不方便直接测定生活用电器的功率，这里使用虚拟实验室颗粒（测量电吹风电功率），测量家用电能测算家用电器的电功率来模拟家庭电路电功率的测定实验（如图 7 所示），通过虚拟实验室进行实验的拓展延伸，扩充了学生的知识量，激发学生的学习兴趣，提高学生的思维能力，培养学生的自学能力。

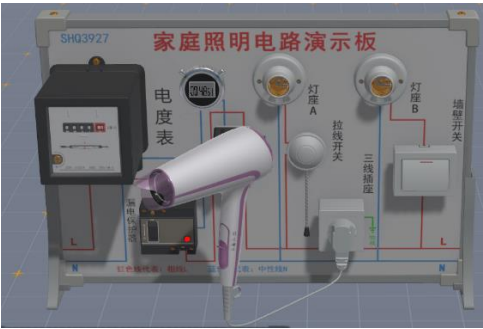


图 7 测量电吹风电功率

5、课堂总结

最后进行课堂小结，总结得出，测量电功率的原理 $P=UI$ 或 $P=W/t$ ，灯泡的亮暗与实际电功率有关的规律，通过总结，帮助学生总结重点，理清脉络、巩固知识、发展兴趣。

四、教学效果分析

通过对课堂进行录相，并运用实验操作技能量表、实验行为观察表、小组互动观察表、调查问卷等方式，对实拍实验视频及虚拟实验室分别对学生实验操作的影响、探究过程中小组合作互动情况等课堂效果进行了相关数据收集分析。

实拍实验视频对实验操作技能有正向作用，但在学生实验习惯方面尚需长期培养；实拍实验视频能促进组内外互动合作，促进了组内成员的参与度。总体来说，实拍实验视频与协作学习模式不论是在教学效果还是课堂表现上都较为出色，但也要关注到，将实拍视频作为引导材料加入小组协作学习中时，教师在学生观看实拍实验视频时不仅是一个提醒者角色，同时也是一个引导者，需要尽量结合视频内容提问、追问学生，使实拍实验视频真正起到引导实验的作用。

虚拟实验给学生提供了开放的验证空间，虚拟实验室与探究学习存在结合的合理性，但教师的“支架”作用会直接影响虚拟实验室其自身价值的发挥。过多或过少的发挥“支架”都会对虚拟探究结果产生负面影响，教师需要关注实验探究过程的引导和知识把握。从功能性上来说，虚拟实验室能够承担探究学习对开放性、自主性的需求。从学生角度来说，学生问卷调查显示他们对虚拟实验室提升学习兴趣、课堂体验和学习效果方面的认同度较高，同时也希望能把这种信息化和教学相结合的模式迁移到其它学科课程中，这些都是对信息化（虚拟实验室、实拍实验视频）在探究协作混合模式的肯定。

五、总结与反思

实拍视频和虚拟实验在探究协作混合模式下的应用从数据层面具有相对良好的表现，尤其是实拍视频对学生的操作技能、和互动质量的提升上。实拍视频为合作小组提供了自主学习的指导材料，提高组内互动质量的同时有效帮助学生清晰实验操作步骤、实验注意事项的同时，引发更多操作上的思考和交流，从而使得生生间的互动提高。而虚拟实验室方面，其成熟的技术为探究活动提供了较好的实验平台，学生可以在虚拟实验室中尝试和验证更多的可能性。但探究活动中教师的主导地位尚需要时间转变。如何长期培养学生的“合作”技巧以及平衡教师的“支架”功能是需要去做更多尝试和实践才能够解答的实际操作问题。

参考文献：

[1]杨雪，于洪涛，王荣芝．论桌面虚拟实验对迁移学生实验技能的作用[J]．高等理科教育，2007，（4）：108-111．

[2]Cengiz Tuysuz. International Online Journal of Educational Sciences (2010) ISSN: 1309-2707.<https://www.researchgate.net/publication/42766753>

[3]张银艳. 虚拟实验室在初中化学教学中的应用研究[D]. 武汉: 华中师范大学硕士学位论文, 2015: 8

[4]郑瑞琴. 微视频在高二生物实验教学中的行动研究[D]. 山西: 山西师范大学硕士学位论文. 2015: 32

[5]丁敏. 小学小组合作学习个案研究[D]. 上海: 华东师范大学硕士学位论文. 2009: 40

[6] Stanislav Avsec* and Slavko Kocijancic(2016) A Path Model of Effective Technology-Intensive Inquiry-Based Learning, Educational Technology & Society, 19 (1), 308 - 320

[7]中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《普通高中课程方案（实验）》和语文等十五个学科课程标准（实验）的通知(2017-04-25) [2019-04-15]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/200303/t20030331_167349.html.

[8]李丽芳. 虚拟实验在初中物理实验教学中的应用研究[D]. 南昌: 南昌大学硕士学位论文, 2017: 23

作者简介: 吴荣华 (1980-), 男, 汉族, 江西, 福建省华渔教育科技有限公司教育研究院, 高级研究员、学士, 研究方向: 教育研究及信息化教学。

作者电话: 18157731089、E-mail: 6100945@qq.com,

收刊人: 福建省福州市长乐市湖南镇动漫城 吴荣华 350200