

科研反哺教学在网络工程专业实验实践教学中的探索

项顺伯, 应 焱, 黄民权, 王 曦

广东石油化工学院计算机学院, 广东 茂名

收稿日期: 2026年9月7日; 录用日期: 2026年10月8日; 发布日期: 2026年10月15日

摘 要

高校科研与实验实践教学相结合的需要以及网络工程专业实验实践教学方式的改革, 提出科研反哺教学在网络工程专业实验实践教学中的教学模式。介绍了科研与网络工程专业实验实践教学互相关联的五个方面, 说明科研反哺教学在网络工程专业实验实践教学中的重要作用, 最后列出科研反哺教学在网络工程专业实验实践教学探索的三种具体方式。结论表明, 科研反哺教学在网络工程专业实验实践教学中的探索有必要且能顺利开展。

关键词

科研反哺教学, 实验实践教学, 网络工程专业

Exploring the Research Feeding Back into Teaching in Experimental and Practical Teaching of Network Engineering Major

Shunbo Xiang, Yao Ying, Minquan Huang, Xi Wang

Computer School, Guangdong University of Petrochemical Technology, Maoming Guangdong

Received: September 7, 2026; accepted: October 8, 2026; published: October 15, 2026

Abstract

Because of the need to integrate scientific research with experimental and practical teaching in universities and the reform of experimental and practical teaching methods in network engineering major, a teaching model called the research feeding back into teaching in experimental and practical

teaching of network engineering major is proposed. Five aspects of the interrelationship between scientific research and experimental and practical teaching in network engineering major are introduced; the importance of the research feeding back into teaching in experimental and practical teaching of network engineering major is explained; three specific ways of exploring the research feeding back into teaching in experimental and practical teaching of network engineering major are listed. The conclusion shows that the exploration the research feeding back into teaching in experimental and practical teaching of network engineering major is necessary and can be smoothly carried out.

Keywords

The Research Feeding Back into Teaching, Experimental and Practical Teaching, Network Engineering Major

Copyright © 2026 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

高校教师的基本职能在于教学与科研，如何处理好两者的关系是高校教师亟待解决的重要问题。教学与科研之间是相互影响、相互依存及相互促进的，应该将教学与科研统一地结合起来[1]。高校理工类专业教学的一个重要环节是实验实践教学，这是培养学生动手能力、创新能力、理论结合实际能力的关键所在。高校理工类教师的科研大多也是实验工作，很多时候需要学生参与教师科研的实验研究中，才能更好地完成科研的相关工作。如何将教师的科研与实验实践教学相结合，是一个很有意义而且重要的研究问题。中华人民共和国教育部在《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》¹中明确指出，高等教育须“支持学生参与科学研究，强化实践教学环节”。因此，科研与实验实践教学的结合显得非常重要，相结合的重要方式是科研反哺实验实践教学。

网络工程专业是融合计算机科学、通信技术与工程实践的专业，是应用性和实践性都较强的专业，专业课程的教学上要求理论与实验实践教学相结合。随着信息技术各个领域的不断发展，网络工程专业实验实践教学的内容也在不断更新，实验实践教学的环境也在不断变化。网络工程专业教师的科研具有前沿性，基本都需要通过实验方式进行分析研究，而这种实验的过程与方法对本科教学有巨大的促进作用，因此网络工程专业开展科研反哺实验实践教学是一个有效的教学模式，也能为网络工程专业培养出手能力强且适应技术发展的合格人才。

2. 科研与网络工程专业实验实践教学的关系

2.1. 科研与网络工程专业实验实践教学的相关性

网络工程专业教师科研的前沿性和创新性能很好地弥补实验实践教学的不足。将教师科研与网络工程专业实验实践教学相关的研究内容引入到教学中，提倡科学研究与实验实践教学紧密结合，建立教学促进科研、科研反哺教学的良性互动关系，以求调动学生的学习主动性和积极性，同时提高学生的动手能力，从而提高实验实践教学的质量，也能提升教师们的科研水平[2]。因此，科研与网络工程专业实验实践教学紧密相关，二者在网络工程专业的具体发展中缺一不可。

¹http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s6052/moe_838/201008/t20100802_93704.html

2.2. 提升学生的实验实践技能和科学探索能力

网络工程专业学生实验实践能力的提升,在于多做实验,在于多多实践,在实验实践中形成学生自己的实验能力。学生在实验实践情形中,由于缺乏分析问题和解决问题的能力,需要教师的指导与提醒。学生提升实验实践能力的有效方式之一是参与教师的科研项目。因为科研项目的开展,通过具体的科研实验或实践来推进科学问题的解决。网络工程专业学生参与教师的科研项目,可以锻炼自身的实验实践技能,提升对科学问题探索的能力。对于拥有一定研究能力和实验动手能力的学生,教师可以将具体的科研问题分解成一个个小的实验性的科学问题分配给学生独立研究。学生通过自身探究小的科学问题的方式,锻炼自己在查阅文献、设计实验方案、规划实验内容与步骤、推进问题验证、总结科研成效等方面的能力[3]。因此,网络工程专业教师的科研可以有效提升学生的实验实践技能和科学探索能力。

2.3. 有利于学生价值观的正确形成

网络工程专业教师科研项目与研究工作的开展,让学生参与其中的实验实践环节,学生可以感受科学研究的艰辛与快乐。通过科研的实验实践过程,可帮助学生回归事物本质,追求科学的客观性和未知性,秉持实事求是的科学精神与勇于探索的实践认知,通过科研工作的实验实践,感知科学的严谨和创新的动力,培养学生形成优良的世界观、人生观及价值观[4]。学生参与科研,通过实验、操作过程展示、数据分析和代码实现等方式探索未知领域,学生可以理解网络工程专业理论知识与实际应用的关联性,建立跨学科的知识体系,也能帮助学生建立对科学的正确认知,激发好奇心和求知欲,形成独立思考和解决问题的能力。学生参与科研过程中,教师鼓励学生提出原创性想法并转化为实际成果,这种过程能培养学生的创新思维和批判性思维。总之,学生参与科研的实验实践过程,有利于学生价值观的正确形成,形成学生的科研精神。

2.4. 基于科研问题开展综合设计型实验教学

网络工程专业很多专业理论课程都带有综合设计型实验课程,该类课程旨在考察学生对理论的掌握和动手实践的能力,但综合设计型实验课程题目的来源是一个问题,基于科研问题开展综合实验是一个有效的出路。网络工程专业教师结合科研工作过程,可开展研究式教学,以实现综合设计型实验的教学目的。所谓研究式教学是在实验教学中演绎科研过程,即师生互动、双向交流,鼓励学生针对某一实验设计发表自己的独立见解或者进行质疑,进而培养学生的创新思维和能力[5]。例如,在讲解一般软件工程实验的实验过程中,授课教师可以结合自己平时科研实验工作的经历现身说法,进行研究式教学,通过对科研中软件开发具体案例的讲述,让学生了解一般软件工程实验设计的基本流程,即先根据研究和需求提出初步的设计过程,然后进行功能的详细设计、数据库的设计等,最后进行编程实现。学生通过该教学过程的体验,锻炼了多方面的实验实践能力,然后教师基于科研问题给学生布置一个综合设计型实验题目,让学生独立去解决,在学生处理该综合设计性实验的过程中,教师还需要不时监督和指点学生,避免学生走弯路或不作为。在网络工程的实验实践教学中,教师可基于科研问题给学生一个综合设计型实验题目以考察学生的动手实践能力。

2.5. 引导网络工程专业学生早进实验室

网络工程专业的任课教师以及其他信息类专业教师一般都有科研实验室,学校有一些其他的科研实验室或实验平台,如计算机中心、网络中心、AI实验室、非信息学科的数据处理实验室等,这些实验室都招收品学兼优的本科生,因此,这些实验室或实验平台要常年对外开放,吸引或引导网络工程专业学生加入,使得学生尽早接触科研,从而尽快融入实验实践方面的科研工作。在引导学生加入实验室方面,

在专业任课教师在授课过程及学工教师对网络工程专业介绍时,向学生们推荐学校与网络工程专业相关的各类科研实验室或平台,鼓励学生先参观实验室,然后根据自身情况申请加入自己感兴趣的实验室。在学生找到感兴趣的科研方向后,网络工程专业教师开放科研实验室或平台,让所带研究生与本科生直接交流,鼓励本科生参与研究生课题中,让本科生自己动手完成科研的各项工作,如实验环境搭建、算法设计、方案设计、代码编写、软件测试等。本科生在协助研究生科研工作的过程中,有机会接触先进仪器设备,了解目前网络工程专业学科前沿知识,从而能应用于其专业理论课程的学习中[6]。综上,在科研促进网络工程专业实验实践教学中,引导学生尽早进入实验室是一个很好的教学方式。

2.6. 实验实践教学课程思政的开展

课程思政是网络工程专业人才培养的重要组成部分,也在实验实践课程教学中得以体现。网络工程专业实验实践课程思政教学可以借助科研反哺教学得以实现。网络工程专业实验实践教学中,学生通过动手操作、团队协作等环节,将严谨的科学态度、社会责任意识等思政元素融入专业技能培养中,培养学生科技报国情怀、国家安全观、网络道德意识及工匠精神。网络工程专业教研室制订网络工程人才培养课程思政的总体目标,以课程群为单位制订具体的课程思政目标,在网络工程专业课程群中有部署、有侧重地开展课程思政,以期建成网络工程专业教师齐参与、课程共谋划、案例不重复、思政全覆盖、目标可考核的大思政课堂[7]。在实现课程思政的具体过程中,教师以科研中的奉献精神、家国情怀等进行阐述,以引起学生共鸣,达到课程思政的效果。

3. 科研反哺教学在网络工程专业实验实践教学中的探索

3.1. 科研成果作为实验实践课程教学案例

网络工程专业教师将科研成果转化为实验实践课程教学案例,不仅能够解决教材内容滞后于技术发展的突出问题,更能为学生提供真实、复杂的工程问题情境,培养其解决实际问题的能力。例如,研究网络安全的教师将最新的网络安全科研成果如后量子密码的代码实现,转化成教学案例,及时补充到公钥密码的实验实践教学中,并与公钥密码的理论知识有机结合,制作图文并茂的多媒体课件。在软件定义网络(SDN)实验实践课程中,选取 SDN 中有待解决的研究问题作为学习专题,进行教学案例的设计,制作成教学课件或者微课程。授课时将科研成果以图片和视频资料向学生展示,从而加强了科研活动与理论教学间的联系,使得理论教学内容的得以更新,在激发学生学习热情的同时,一定程度上弥补了教材内容陈旧的不足,也使得课堂教学更加有趣,从而实现科研更好的丰富实验实践教学,助力实验实践教学的改革与创新,提高实验实践课程的教学质量,也更好地提升了教师的教学策略水平,进而培养教师开放性的教学思维[8]。将科研成果转化为实验实践教学案例的教学过程中,鼓励学生基于所讲解的案例进行实验设计,提出总体实验方案、制定详细实验步骤,最后进行代码实现。在引导学生完成实验的过程中,帮助学生巩固理论知识,拓展学习或设计思路。在解决实际问题的过程中,指导学生掌握相关实验操作的要求和技能,提高学生对算法的处理和分析能力,提升学生的科研精神与创新意识,这也是课程思政的所在。以下是一个具体的 SDN 实验实践教学案例。

案例名称:软件定义网络(SDN)如何接入现有网络的实验实践教学案例

一、研究背景:现有网络存在大量的不支持 OpenFlow 协议的交换机或路由器,而直接部署 SDN,存在改造成本极高、业务中断风险大,无法在生产环境落地的问题,同时,SDN 控制器与传统路由器之间,需要实现路由信息互通、策略一致性、流量无缝转发,一旦处理不当,可能导致路由环路、流量黑洞、策略冲突等严重问题。因此 SDN 如何接入到现有网络是一个有待解决的问题。

二、技术难点

1. 业务不能中断：现有网络承载的核心业务不能出现中断或干扰，SDN 接入或迁移到现有网络过程中必须保证现有网络路由收敛无感知，不能出现流量黑洞，确保现有网络业务不中断。

2. 路由协议兼容性差：传统路由器运行 OSPF、BGP、STP 等路由协议，SDN 设备运行支持 OpenFlow 协议的流表，两者转发逻辑完全不同，SDN 接入现有网络后，SDN 设备无法与传统路由器交换路由信息，需要边界网关实现协议转换。

3. 策略一致性：接入 SDN 后，全网 ACL、QoS、安全策略等需要在 SDN 和传统网络统一部署和执行，避免策略冲突或不一致而导致的安全漏洞。

三、解决方案

核心思路：在 SDN 与传统网络的接入点处部署边界网关，实现各种协议的相互转换与路由互通。采用渐进式迁移策略，先通过 Overlay 模式将 SDN 快速接入现有网络，再逐步将主干路由器替换为 SDN 交换机，最终实现全网 SDN 化。

1. 边界网关设计：边界网关同时运行 OSPF、BGP 和 OpenFlow，一端与传统网络交换路由信息，另一端通过 OpenFlow 与 SDN 控制器通信，实现协议转换。

2. 路由互通机制：传统网络的路由信息通过边界网关转换为 OpenFlow 流表下发至 SDN 交换机；SDN 的路由信息通过边界网关转换为 OSPF、BGP 等路由发送给传统网络。

3. Overlay 过渡方案：在现有网络之上，通过 VXLAN/GRE 隧道构建 Overlay SDN 网络，现有网络仅负责 IP 转发，SDN 控制器管理 Overlay 层的策略和路由。

4. 策略一致性引擎：在控制器上部署策略引擎，将全网安全策略、QoS 策略统一转换为 OpenFlow 流表和传统设备 ACL 规则，分别下发至 SDN 和传统网络。

四、实验目标

1. 掌握传统网络与 SDN 的架构差异，理解传统网络设备与 SDN 控制器的工作原理，理解 SDN 接入现有网络后存在的问题；

2. 能独立搭建“传统网络 + SDN 子网”的混合仿真拓扑，完成传统路由协议与 SDN 流表的同步配置；

3. 能验证现有网络接入 SDN 方案的有效性，实现 SDN 与传统网络全业务互通，全程无流量中断。

五、实验步骤

1. 环境搭建

安装 Mininet、SDN 控制器、Open vSwitch，搭建混合拓扑(含传统路由器或交换机、SDN 交换机、主机)；在现有网络配置传统路由，验证现有网络的互通性；在 SDN 部署控制器，配置流表，验证 SDN 内的主机互通性。

2. 边界网关配置与协议转换

在边界网关上同时启用传统路由协议和 OpenFlow 协议，配置协议转换规则；编写 Python 脚本，将传统路由信息转换为 OpenFlow 流表；将 SDN 路由信息通过边界网关发送给现有网络；验证传统网络主机与 SDN 主机之间的互通性。

3. Overlay 过渡方案实现

在现有网络上配置 VXLAN 隧道，构建 Overlay SDN 网络；SDN 控制器通过 OpenFlow 协议管理 Overlay vSwitch，下发流表；测试 Overlay 网络的连通性与性能。

4. 策略一致性验证

SDN 接入现有网络后，部署策略一致性引擎，统一下发 ACL、QoS 以及安全策略等；验证策略在 SDN 和传统网络的一致性。

六、考核标准

1. 基础达标项(60 分): 成功搭建网络拓扑, 完成边界网关接入后的配置, 实现 SDN 与传统网络的互通;
2. 能力提升项(30 分): 完成 SDN 边界网关接入后, 构建 Overlay SDN 网络及配置策略一致性, 验证传统网络与 SDN 的互通性, 无路由环路与丢包现象;
3. 拓展创新项(10 分): 自主编写路由脚本, 实现边界网关接入过程零丢包, 提交完整的网络连通性测试报告。

七、思政融入点

1. 国家安全观: SDN 作为新型网络基础设施, 其平滑迁移或接入到现有网络关系到关键信息基础设施的安全稳定运行, 科研过程中要有国家安全观;
2. 工程伦理: 现有网络接入 SDN 必须确保现有网络业务的连续性, 任何操作失误都可能造成重大经济或人员损失, 科研过程中要具有工程伦理精神;
3. 科学精神: SDN 接入或迁移到现有网络的科研过程, 经历问题分析、方案设计、实验验证、迭代优化等环节, 该过程中存在失败的可能, 但要具有严谨真实的科学精神。

3.2. 科研内容作为实验实践教学计划或作业

网络工程专业课程的实验实践性要求高, 但是很多学生对实验实践类课程重视不够, 不愿动手尝试或不认真对待实验实践课程的现象非常多, 对实验实践类课程的兴趣也不够。

教师可以将科研内容做成实验实践教学计划, 介绍所采用的科研内容对人类社会发展的重要性以及应用情况, 激发学生的学习兴趣, 让学生结合科研内容投入到实验实践课程的学习中。教师科研内容做成实验实践作业, 如随堂作业、综合实验、毕业设计等, 让学生独立完成, 在学生的完成过程中, 教师起到监督和指导作用, 从而提高学生的动手能力。由于实验实践类课程细节多, 尤其是编程类课程, 涉及的知识面非常广, 学生在动手实践的过程中, 如果有问题, 可与教师联系交流, 这样不仅解决了问题, 同时也可以检验学生对理论知识的掌握程度。教师通过实验实践类课程的作业完成情况, 可以发现学生的就业方向, 未来是从事技术支持还是设计开发等工作。学生可以将自己动手完成的作业成果与教师一起申报专利、发表论文、申请计算机软件著作权等, 还可以申请大学生创新创业类的项目, 这一方面科研完成教师的科研成果任务, 另一方面也为学生的后续发展积累资本。

3.3. 以科研实验室新设备更新实验实践教学内容

高校计算机学院的各种科研实验室或平台不应只为科研服务, 更应该服务于本科教学, 充分做到实验室的效益最大化。实验室新设备往往代表最新的研究成果或成熟的研究成果, 因此新设备更能促进实验实践的教学发展。每次在新设备调试安装完成后, 网络工程专业教师结合自身的科研情况及所开设的实验实践课程情况, 完成实验实践题目的更新和实验实践课程讲义的撰写, 从而更新实验实践课程的教学内容。另外, 传统的实验实践教学多采用演示性教学方式, 进行验证性实验, 实验实践教学内容不够新颖。进行实验实践教学改革后, 结合最新的设备, 将多种科研方法应用于实验实践教学, 设计差异性实验内容, 所开设的实验实践题目多为创新型或综合设计型实验, 这对于学生尽早掌握科学研究的一般方法, 并在实验实践教学中培养学生的创新思维都有积极的作用[9]。因此, 开放科研实验室新设备的使用, 更有利于科研反哺实验实践的课程教学, 使得学生接触到最新或最成熟科研成果的应用情况。

4. 结论

科研反哺教学在网络工程专业实验实践课程教学中具有显著的作用。通过科研成果作为实验实践课程教学案例、科研内容作为实验实践教学计划或作业和以科研实验室新设备更新实验实践教学内容等三个方面开展具体的探索方式, 后续将对这三种探索方式进行进一步的测试与完善, 相信更有利于网络工

程专业科研反哺实验实践教学顺利开展,也能培养出优秀合格且适应技术发展的网络工程专业人才。

基金项目

广东石油化工院校级教育教学改革研究项目(JY202213);广东省教育厅项目(2022KTSCX084);广东石油化工学院项目(2019rc075)。

参考文献

- [1] 胡燕娟,罗兰·梵·德·莱斯特,克拉斯·梵·费恩.科研与教学整合:中荷大学教师的比较[J].现代大学教育,2017(5):25-31,113.
- [2] 吴洪富.大学教学与科研关系的历史演化[J].高教探索,2012(5):98-103.
- [3] 王金锋,谢晶,张青,等.科研反哺教学在能源与动力工程专业的探索与实践[J].高等工程教育研究,2019(S1):253-254+296.
- [4] 李娜.基于科研反哺教学导向下应用型人才培养的激励与评价[J].内蒙古财经大学学报,2021,19(5):1-4.
- [5] 孙妩弋,张玲玲,陈镜宇,等.科研反哺教学在药理实验方法学教学中的应用[J].淮南师范学院学报,2018,20(2):97-101.
- [6] 高瑜,陈海军,万东华.科研反哺教学在制药工程专业本科生教学中的探索及实践[J].海峡药学,2020,32(5):65-68.
- [7] 刘鹏,杨海峰,崔志华,等.网络工程专业课程群课程思政教学模式探究[J].计算机教育,2024(12):89-93.
- [8] 陈昌锋,陈磊,江勤,等.科研反哺机能实验教学的实践探索[J].牡丹江医学院学报,2018,39(5):132-134.
- [9] 徐晓娟,丁勇,单晶.科研反哺教学在本科教学的应用初探[J].科技创新导报,2017,14(23):204-205.