

双轴探究式学习在网络课程教学中的创新实践与效果评估

胡俊 胡亚慧 肖蕾 唐盛 林秀珍

空军预警学院，武汉 430012

摘要 随着网络课程教学改革的深入推进，探究式学习在提升学生实践能力与创新思维方面的作用日益凸显，但其在实际应用中仍面临探究效率低下、认知负荷失衡与评价反馈滞后等核心挑战，本文融合认知发展理论与5E教学模式，构建“问题驱动-任务分层-能力递进”的教学路径，并设计四阶递进式VLAN配置实践项目，涵盖从基础配置到综合创新的全过程，通过实验效果对比，该模式显著提升了教学质效，可为计算机网络课程改革提供了可复用的教学范式与实践支撑。

关键字 探究式学习，计算机网络，教学改革，能力培养

Innovative Practice and Effect Evaluation of Dual axis Exploratory Learning in Online Course Teaching

Hu Jun Hu Yahui Lei Xiao Tang Sheng Lin Xiuzhen

Air Force Early Warning Academy, Wuhan 430012, China

Abstract—With the advancement of online course teaching reforms, exploratory learning plays an increasingly vital role in enhancing students' practical and innovative abilities. However, challenges such as low inquiry efficiency, cognitive load imbalance, and delayed feedback persist. Integrating cognitive development theory with the 5E instructional model, this study develops a "problem-driven, task-layered, ability-progressive" teaching path and designs a four-stage VLAN configuration project spanning from basic to comprehensive application. Experimental comparisons demonstrate that this model significantly improves teaching effectiveness, offering a reusable paradigm for computer network course reform.

Keywords—Exploratory learning, computer networking, teaching reform, ability development

1 引言

随着SDN、零信任网络等计算机网络新技术的发展，传统“教师讲授-学生操作”的计算机网络教学模式已难以满足创新型工程人才培养需求。教育部《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》明确指出，需强化学生解决复杂工程问题的能力培养，如何通过有效的教学方法实现应用型创新人才的培养是当前高等教育院校的一项重要任务。

探究式学习是一种以学生为中心的教学方法，强调通过主动探索、提问、分析和解决问题来构建知识，而非被动接受教师传授的信息，其核心理念是让学生从求解问题角度进行思考，经历“发现问题—提出假设—搜集证据—验证结论—反思改进”的过程，如图1所示。

2 传统探究式学习存在的问题

* * 通讯作者：胡俊 249479274@qq.com 。



图 1 探究式学习理念

2.1 传统探究式学习核心痛点分析

探究式学习是推进教育教学改革、探索创新教学模式的过程一次卓有成效的探索，通过强化学生的主动参与和能力培养，推动学习方式的根本性转变，进而提升教学效果，然而，在实际应用中，尽管探究式学习理论框架强调学生的主体地位与核心素养发展，其具体实践却面临一系列核心挑战，导致预期效果未能充分显现，突出表现具有以下核心痛点：

(1) 探究效率低下

自主探索与教学进度的矛盾。学情差异容易造成学生在课堂缺乏系统性引导，陷入无序与忙乱，尤其是在开放性问题中陷入盲目试错，耗费大量时间在基础配置调试上，导致课程进度滞后，教师为追赶进度，被迫缩短反思环节，造成教学进度拖延。

(2) 认知负荷失衡

高阶任务与基础能力的断层。在探究式学习中，若直接抛出复杂问题解决、跨学科创新等高阶任务，学生可能因缺乏知识储备、思维能力而产生挫败感，工作记忆过载，导致“学习焦虑”或“逃避行为”，低阶任务虽降低认知负荷，但若缺乏挑战性，可能削弱学生的深度思考与迁移能力，导致“假性学习”。

(3) 评价反馈滞后

过程性评估与动态调整的缺失。探究式学习强调学生在探究过程中收获知识，培养能力，实现过程性成长，如何将学生的过程性考核过程成长进行量化，实时捕捉学生的思维发展，动态调整教学内容，实施

差异化的学习，进行精确化的内容推送，但现有的教学方法和手段无法满足，教学调整滞后于学生实际需求。

2.2 探究式学习核心痛点与传统学习方式痛点的区别

探究式学习的核心痛点与传统式学习方式的痛点有核心区别，如表1所示，主要源于两种模式关于教育目标进化与教学系统惯性之间的冲突：传统教学痛点源于系统过度优化，授课过程中为知识传递而牺牲创新，而探究教学痛点来自系统未充分进化，往往追求技术的创新，但缺乏支持自主探究的基础设施。

表1 探究式学习痛点与传统教学痛点对比表

维度	传统教学痛点	探究式教学痛点	本质差异
知识获取	被动接受导致碎片化	自主探索引发效率低下	教师控制vs学生主导的平衡
能力培养	实验内容脱离企业需求	任务复杂度超越学生当前能力	内容适配vs方法论适配
评价体系	结果导向的静态评分	过程性能力评估缺乏技术支持	评判学习vs支持学习

3 双轴探究式学习创新实践框架

为了提升探究式学习效果，本文借鉴了认知发展阶段理论与5E教学模式，构建“双螺旋-阶梯式”探究式学习创新实践模型，将认知发展的阶段性规律与探究式教学的螺旋上升结构相结合，形成“认知阶梯”与“探究螺旋”的双重驱动机制，如图2所示。

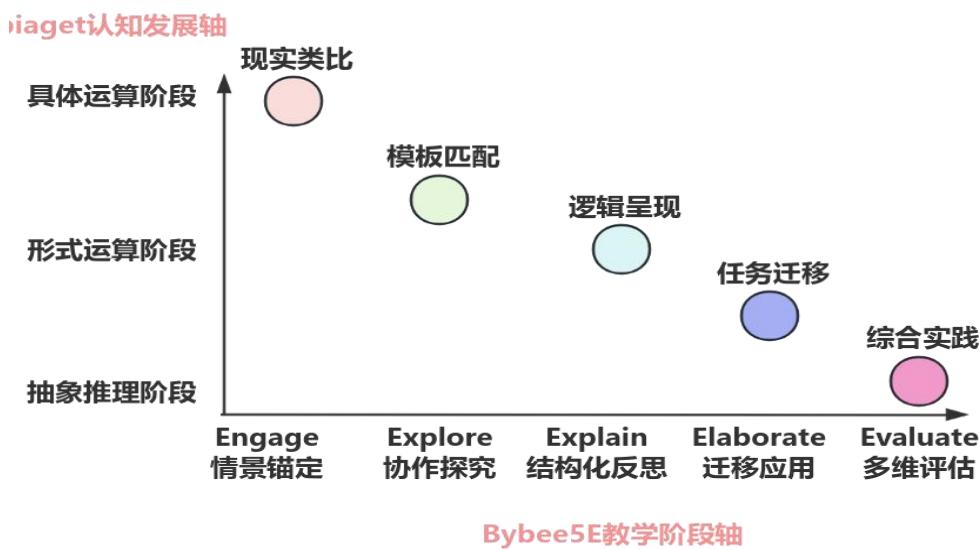


图2 双轴探究式学习教学模型

双轴探究式教学模式将认知发展理论与5E探究教学法相结合，旨在通过教学与认知发展的精准匹配，促进学生的深度理解和创新能力，该模式的核心在于理解不同认知发展阶段的学生需要不同的教学策略支持，以实现有效学习和创新迁移。

3.1 认知发展轴

认知发展轴根据皮亚杰（Jean Piaget）的理论，将学生的认知发展分为三个主要阶段：

具体运算阶段：学生具有守恒能力和初步的逻辑思维能力，但还需要具体事物支持。

形式运算阶段：学生的抽象逻辑思维和假设-演绎推理能力发展成熟。

抽象推理阶段：学生不仅能进行抽象思维，还能处理复杂的多维信息，具备高级推理和问题解决能力。如果是一般的叙述，后面可以用句号“。”，后面接着写具体内容。

3.2 教学阶段轴

教学阶段轴基于拜比（Rodger Bybee）的5E探究教学法，将教学过程分为五个主要阶段：

吸引（Engage）：创设情境，激发学生兴趣，关联学生先验知识。

探究（Explore）：提供结构化任务，引导学生通过观察和实验获取数据。

解释（Explain）：帮助学生对探究结果进行解释，形成科学概念。

迁移（Elaborate）：引导将所学知识应用于新的情境，促进深度理解。

评价（Evaluate）：通过多种方式评估学生的学习效果，监测学习目标的达成度。

3.3 认知匹配策略

双轴探究式教学模式的关键在于教学与认知发展的精准匹配，每个教学阶段根据学生的认知发展阶段，采取相应的支持策略，双轴探究式学习中认知发展轴与教学阶段各个阶段的认知匹配策略：

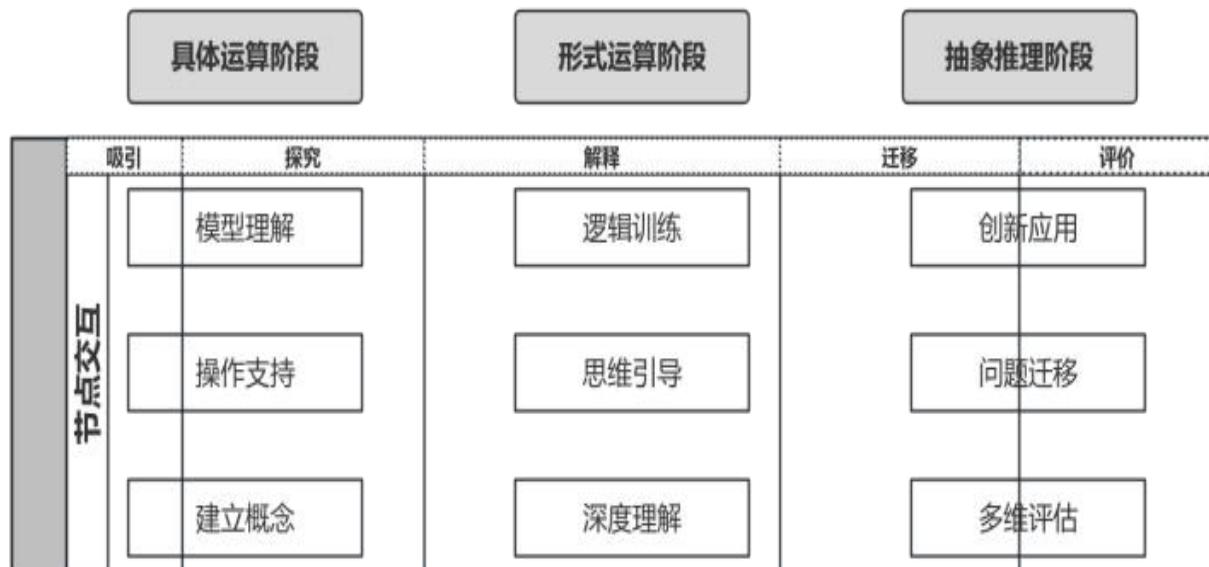


图3 双轴探究式学习认知匹配策略

具体运算阶段：具象化基础构建，强调从单一变量操作到确定性结果验证，在吸引和探究阶段，提供具体模型和操作支持，帮助学生建立基础概念。

形式运算阶段：逻辑化系统思维，强调从多变量关联到假设驱动验证，主要在解释阶段的逻辑训练和抽象思维引导，促进学生深度理解。

抽象推理阶段：创新性问题解决，强调从开放性问题到多解方案评估鼓励学生进行创新应用和复杂问题解决，提供多维评估，拓展高阶思维。

4 双轴探究式学习教学实施方案

以“交换机虚拟局域网（以下简称 VLAN）设置”项目为例，讲解双轴探究式学习，整体教学过程采取“三阶段六环节”教学流程，分别设置为：

课前：案例导学→问题构建

课中：递进任务→分析研讨

课后：成果固化→迭代升级

4.1 课前：从课程导学到问题构建

(1) 案例引入

某涉密单位进行 IP 地址规划，该单位按照组织架构分为 A、B、C、D 四个单位，为保障跨单位数据传输安全，需要在满足业务需求的同时，为四个子单位进行划分子网络，确保通信安全，附件：IP 分配表。

(2) 岗位背景

在未来的岗位任职中，各个部门对需要严格界定网络连通区域，减少网络边界，减少网络广播域，降低数据跨网传输的安全性风险。

(3) 问题构建

如何在物理连通的网络上通过合适的技术协议实现逻辑隔离？

4.2 课中：从递进任务到结果分析

在教学设计中，递进设计了“单局域网单交换机→单局域网多交换机→跨局域网多交换机→综合实践验证”的递进式实验，如图 4 所示，教师通过设置任务关卡，为学生探究式学习铺好任务骨架，构建了从基础配置到综合创新的完整能力培养链条。

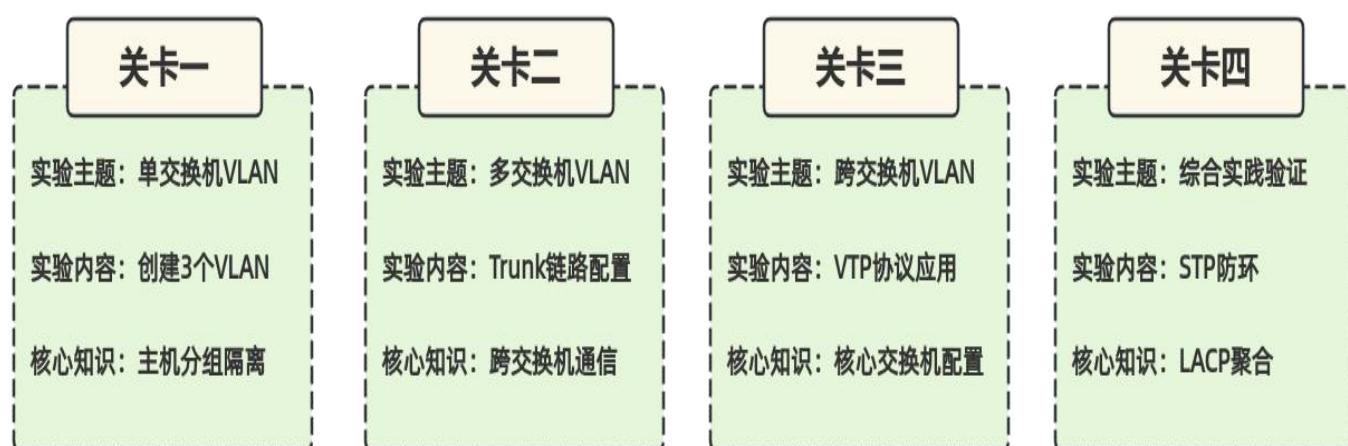
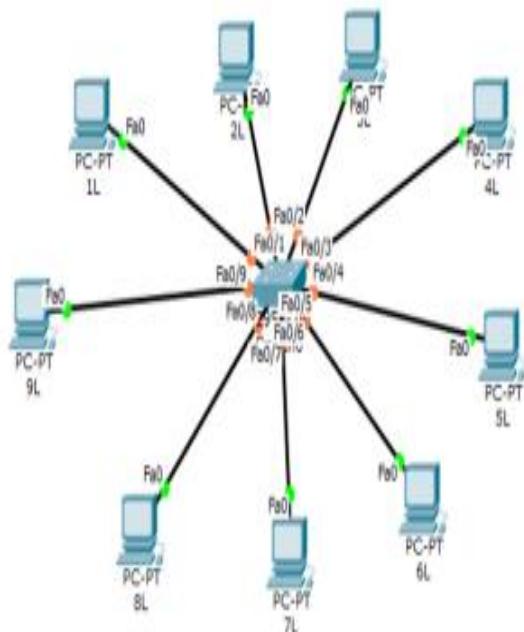


图 4 递进式关卡设置

以上四个关卡既相互联系又层次递进，每个任务卡设置“基础指标+挑战指标”的双层目标，使得任务既轻松入手，也具有足够的高阶性和挑战性。

(1) 关卡一：单局域网内使用同一交换机实现 VLAN。

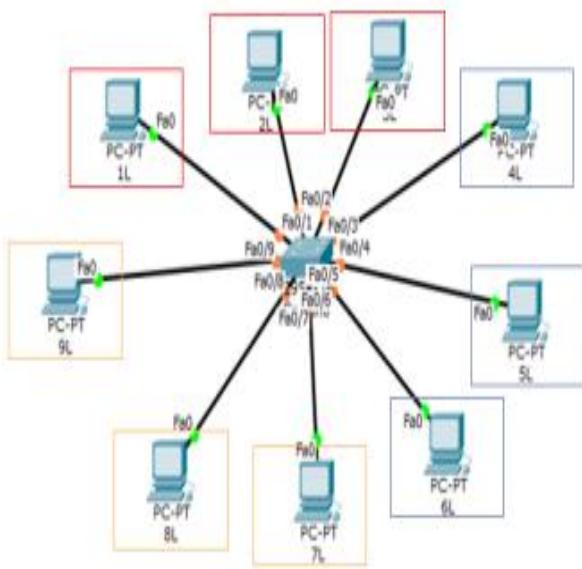


	IPv4地址	子网掩码
PC1	192.168.1.1	255.255.255.0
PC2	192.168.1.2	255.255.255.0
PC3	192.168.1.3	255.255.255.0
PC4	192.168.1.4	255.255.255.0
PC5	192.168.1.5	255.255.255.0
PC6	192.168.1.6	255.255.255.0
PC7	192.168.1.7	255.255.255.0
PC8	192.168.1.8	255.255.255.0
PC9	192.168.1.9	255.255.255.0

图 5 单局域网单交换机

① 基础指标

VLAN 划分：在单交换机上创建至少 3 个 VLAN，每



个 VLAN 分配 10 台主机，将交换机端口按 VLAN 分配，确保同 VLAN 主机互通，跨 VLAN 不通。

	IPv4地址	子网掩码
VLAN2		
PC1	192.168.1.1	255.255.255.0
PC2	192.168.1.2	255.255.255.0
PC3	192.168.1.3	255.255.255.0
VLAN3		
PC4	192.168.1.4	255.255.255.0
PC5	192.168.1.5	255.255.255.0
PC6	192.168.1.6	255.255.255.0
VLAN4		
PC7	192.168.1.7	255.255.255.0
PC8	192.168.1.8	255.255.255.0
PC9	192.168.1.9	255.255.255.0

图 6 单局域网多交换机

② 挑战指标

动态 VLAN：扩展基于 MAC 地址实现动态 VLAN 分配，减少手动配置工作量。

(2) 关卡二：单局域网内使用多个交换机实现 VLAN。

① 基础指标

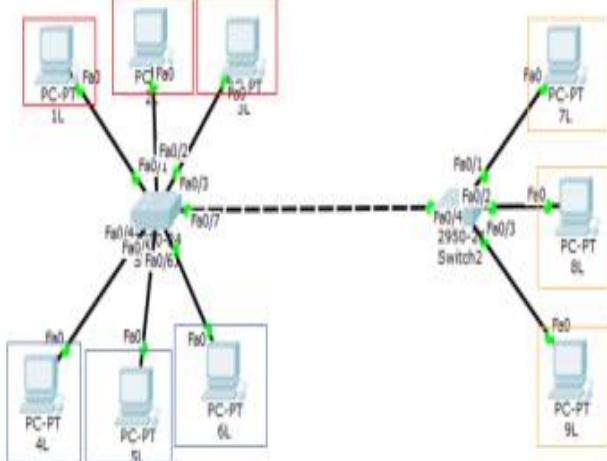
Trunk 链路：多交换机配置一个 Trunk 端口，在

每个交换机上创建相同的 VLAN，并分配主机到不同交换机端口，进行跨交换机数据交换。

② 挑战指标

级联配置：使用 2 台交换机级联，通过 Trunk 链路传递 VLAN 信息，确保所有 VLAN 在全网范围内可见。

(3) 关卡三：跨局域网外使用多个交换机实现 VLAN。



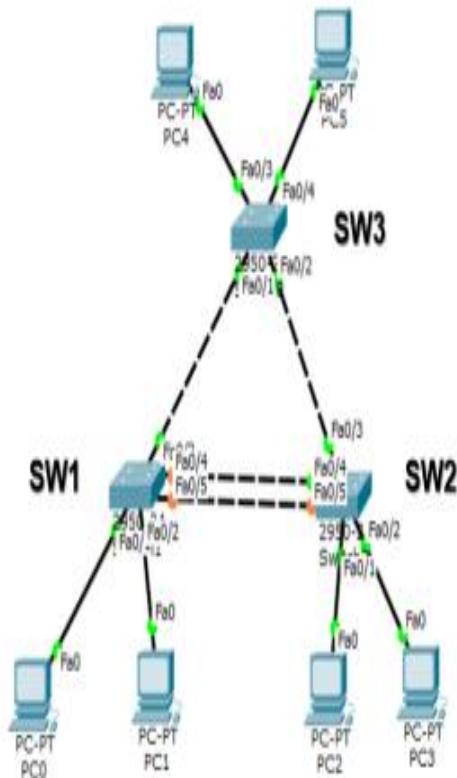
	IPv4地址	子网掩码
VLAN2		
PC1	192.168.1.1	255.255.255.0
PC2	192.168.1.2	255.255.255.0
PC3	192.168.1.3	255.255.255.0
VLAN3		
PC4	192.168.1.4	255.255.255.0
PC5	192.168.1.5	255.255.255.0
PC6	192.168.1.6	255.255.255.0
VLAN4		
PC7	192.168.1.7	255.255.255.0
PC8	192.168.1.8	255.255.255.0
PC9	192.168.1.9	255.255.255.0

图 7 跨局域网多交换机

① 基础指标

跨交换机 VLAN 透传: 通过核心交换机连接多个子网, 使用 Trunk 链路传递 VLAN 信息至不同物理位置。

② 挑战指标



VTP 协议: 使用 VTP 协议实现交换机 VLAN 信息共享, 提升操作便利性。

(4) 关卡四: 现实任务背景下使用交换机实现 VLAN。

	IPv4 地址	子网掩码
雷达中心站1		
PC1	192.168.1.1	255.255.255.0
PC3	192.168.1.3	255.255.255.0
PC5	192.168.1.5	255.255.255.0
雷达中心站2		
PC2	192.168.1.2	255.255.255.0
PC4	192.168.1.4	255.255.255.0
PC5	192.168.1.6	255.255.255.0

图 8 现实背景任务设计

① 基础指标

使用 3 台交换机进行多级互联, 综合运用 VTP 协议进行 VLAN 配置、实现跨交换机多 VLAN 动态组网。

② 挑战指标

链路聚合: 在级联链路间配置 LACP 链路聚合, 提升带宽和冗余性;

STP 配置: 启用生成树协议 (STP), 防止级联链路形成环路。

(5) 分析研讨

教师在课前设置与实验内容关联相关联的关卡问题, 引导学生在四个关卡完成后以小组为单位对实验过程进行总结, 实验结果进行分析。

关卡一: VLAN 如何为什么能在物理联通网络中实现逻辑隔离?

关卡二: 多交换机能否在跨局域网范围内实现 VLAN?

关卡三: 如何提升 VLAN 在配置中的安全性和便捷性?

关卡四: VLAN 技术在未来岗位任职如何进行实践应用?

4.3 课后: 从成果固化到迭代升级

课后需对所学知识进行系统梳理与总结, 将核心要点、方法技巧等转化为可复用的经验模板, 形成稳固的知识成果; 同时, 基于实践反馈与新知识的吸收, 不断反思成果的局限性, 针对性地调整优化, 融入创新元素, 推动成果持续进化, 以适应变化的需求与场景, 实现从“学会”到“精进”的跨越。

本次课的拓展思考:

拓展一: VLAN 划分如何体现最小权限原则?

拓展二: Trunk 链路配置有哪些安全隐患?

拓展三: 对比 VTP 与手动配置的优劣?

拓展四: LACP+STP 如何协同保障高可用?

5 双轴探究式学习效果评估

自2023年起,在《计算机网络技术与应用》课程在小期班授课过程中逐步试点应用双轴探究式学习模式,与传统的教学模式和传统的探究式学习模式相比,它以“知识深度”与“能力广度”为两大核心评估轴线,通过构建多维度的评估体系,既关注学生对学科知识的纵向挖掘与理解深度,也重视其在问题解决、批判性思维、创新实践等横向能力维度上的表现,取得了良好的效果,表2展示了平行班和试点班教学效果对比。

横向观察,自课程改革实施后,成绩问题呈现出积极的提升态势,由2023年的均分89.2分提升为

2025年的92.5分,如图9所示,伴随均分成绩进步的还有优秀率的提升和低分率下降。

表2 教学效果对比表

指 标	试点班	平行班	提升幅度
复杂问题解决率	82%	57%	25%
创新方案提出数/组	3	2	50%
实验一次性完成率	76%	58%	28%
任职信心指数(5分制)	4.3	3.7	16.2%

《计算机网络技术与应用》课程成绩趋势分析(2023-2025)

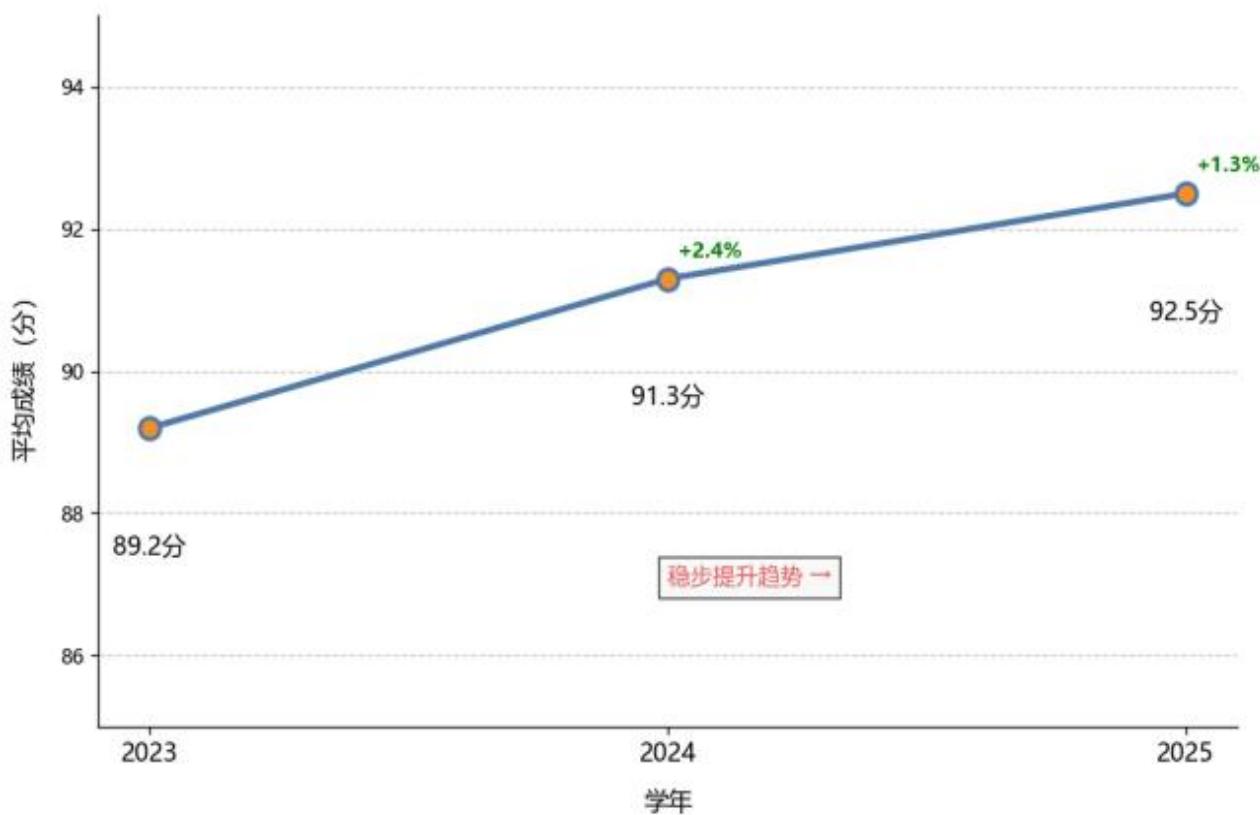


图9 课程成绩趋势分析图

6 下一步展望

未来将进一步推动双轴探究式学习在计算机网络课程中的应用,为工程教育课程改革提供实践参考,促进创新型工程人才的培养。

6.1 持续优化教学模式

进一步研究不同认知发展阶段的学生在教学各阶段的具体需求,优化认知匹配策略,使教学更加精准

地适应学生的发展水平,根据学生的学习反馈和新技术的发展,不断丰富和更新实验关卡设计,增加实验的趣味性和挑战性,提高学生的参与度和学习效果。

6.2 完善评价反馈体系

加大对过程性评估方法的研究和开发力度,探索如何更准确地量化学生在探究过程中的思维发展和能力提升,为教学调整提供更科学的依据,构建基于学

生学习数据的动态调整机制，实时捕捉学生的思维发展，及时调整教学内容和方法，实施差异化的学习推送。

6.3 拓展应用领域

跨学科融合：将双轴探究式学习模式应用到其他相关学科中，如信息安全、物联网等，探索跨学科的教学创新模式，深化产教融合力度，将产业的实际需求和项目案例引入教学中，让学生在学习过程中更好地了解行业标准和要求，提高学习的针对性和实用性。

6.4 持续研究与改进

开展关于双轴探究式学习模式的教学研究，不断总结经验，优化教学方法和策略，提升对双轴探究式

学习的理解和应用能力，确保教学质量。

参 考 文 献

- [1] 黄艺美,陈贞翔, 郭庆北, 隋永平.基于知识构建的计算机网络课程教学研究与实践[J].计算机技术与教育学报,2022,10(04):14-18.
- [2] 赵呈领,赵文君,蒋志辉.面向STEM教育的5E探究式教学模式设计[J].现代教育技术,2018,28(03):106-112.
- [3] 李震宇.基于5C模型的网络安全类课程实践教学改革探索[J].计算机技术与教育学报,2021,11(02):111-114.
- [4] 徐涛.基于多维协同融合的计算机网络课程教学模式改革[J].计算机技术与教育学报,2023,11(04):133-137.
- [5] 胡文龙.基于CDIO的工科探究式教学改革研究[J].高等工程教育研究,2014,(01):163-168..
- [6] 罗玉川, 柳林, 徐明. 基于问题导向和深度学习的计算机网络课堂教学实践研究[J] 计算机技术与教育学报, 2021, 9(1): 70-74.