

# STEAM 理念下 EVEAT 教学模式在“数据可视化技术”课程中构建与探索

夏英

海口经济学院, 海南 海口 570203

DOI:10.61369/ASDS.2025060010

**摘 要 :** 本研究以“数据可视化技术”课程为载体, 基于 STEAM 教育理念构建 EVEAT 教学模式(启蒙-探究-深化-拓展-评估)。通过重构教学内容、实施“双导师制”及引入 AI 技术, 实现科学、技术、工程、艺术和数学的跨学科融合。研究建立了配套教学资源库, 实践表明该模式有效提升学生的数据可视化能力和创新思维, 培养复合型专业人才, 为新兴工科教育改革提供有益借鉴。

**关 键 词 :** STEAM 理念; EVEAT 教学模式; “数据可视化技术”课程

## Construction and Exploration of the EVEAT Teaching Model in the “Data Visualization Technology” Course under the STEAM Concept

Xia Ying

Haikou University of Economics, Haikou, Hainan 570203

**Abstract :** This study takes the “Data Visualization Technology” course as a platform and constructs the EVEAT teaching model (Enlightenment-Inquiry-Deepening-Expansion-Assessment) based on the STEAM education concept. By restructuring the teaching content, implementing a “dual-mentor system,” and incorporating AI technology, the study achieves interdisciplinary integration of science, technology, engineering, arts, and mathematics. A supporting teaching resource library was established, and practice has demonstrated that this model effectively enhances students' data visualization skills and innovative thinking, cultivating interdisciplinary professionals and providing valuable insights for the reform of emerging engineering education.

**Keywords :** STEAM concept; EVEAT teaching model; “Data Visualization Technology” course

## 引言

2023年2月, 教育部联合其他四个相关部门共同发布了《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案》, 该方案指导高校遵循“探索新兴工科专业、更新工科专业标准、促进学科交叉融合创新”的发展路径, 深入推进新工科建设。在这一过程中, 专业结构的优化升级、课程质量的提升以及教学模式的创新被视为推动新工科建设的三大核心策略<sup>[1-4]</sup>。其中, 课程质量的提升尤为关键, 它聚焦于课堂教学模式的革新与课程设计的优化, 强调将跨学科的知识融合纳入教学内容, 激发学生的主动思考与探索精神, 力求实现从传统的“教为中心”向“学习为主导”的教学模式的根本转变<sup>[5-6]</sup>。

数据科学与大数据技术专业, 作为信息技术领域的新兴工科专业, 以新工科建设的推进为动力, 加速工程教育与大数据技术的深度融合与创新, 这是响应新时代对大数据专业人才培养的迫切需求, 同时也是落实国家大数据发展战略的必然路径。在大数据领域新技术层出不穷、新业态蓬勃发展、新模式不断涌现的背景下, 数据科学与大数据技术专业更加迫切需要大力推进课程体系的优化升级, 不仅要在理论深度上挖掘大数据技术的精髓, 还要在实践广度上拓展其应用场景与创新能力。

# 一、STEAM 理念创新与 EVEAT 教学模式改革实践

## （一）细化 STEAM 理念，赋能学科交叉融合

### 1. 重构教学模块

原课程内容章节为：Python 程序基础、数据处理基础、数据可视化基础、类别比较型图表、数据关系型图表、数据分布型图表、时间序列型图表、局部整体型图表、高维数据型图表、地理空间型图表、数据可视化案例，共 11 章内容。

根据 STEAM 理念，将重构后的课程模块设计如下：数据预处理基础；数据可视化工具与软件；可视化色彩运用基本理论；六类图表的数据可视化绘制；数据可视化图表的数据分析与特征挖掘；数据可视化分析报告的撰写。通过对不同模块内容的解构，充分提炼数据可视化技术知识体系蕴含的 STEAM 元素，重构基于 STEAM 理念的《数据可视化技术》课程知识体系。

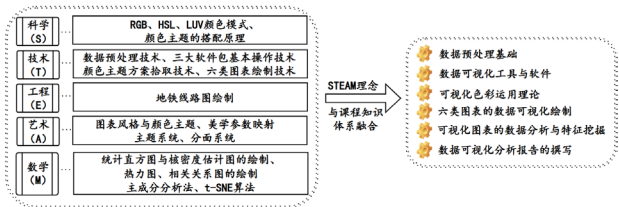


图1 基于 STEAM 理念的课程知识体系重构图

### 2. 重构教学知识点

依据 STEAM 理念，重新梳理并构建“数据可视化技术”的教学内容体系。设计教学方案时，紧密结合具体的数据可视化图点实例，将理论知识与实践操作深度融合，确保每个教学环节都能体现 STEAM 理念。具体融入“数据可视化技术”教学内容设计，如表1所示：

表1 融入 STEAM 理念的《数据可视化技术》教学内容设计

| 学科    | 实验项目内容                        | STEAM 理念切入点                                                 |
|-------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 科学（S） | S <sub>1</sub> ：在线调色板实验       | 如何实现绘图颜色自由？（RGB、HSL、LUV 颜色模式的自由切换）                          |
|       | S <sub>2</sub> ：颜色主题搭配原理的认知实验 | 如何用排列组合方式实现单色、双色渐变和多色系颜色主题方案搭配？                             |
|       | S <sub>3</sub> ：图的认知          | 图的对象与图的组成元素                                                 |
| 技术（T） | T <sub>1</sub> ：数据预处理         | 数字运算（数组的创建、索引与变换、组合、统计函数）<br>表格处理（表格的变换、排序、拼接、融合、分组，缺失值的处理） |
|       | T <sub>2</sub> ：三大软件包基本绘图操作   | Matplotlib、Seaborn、Plotnine                                 |
|       | T <sub>3</sub> ：颜色主题方案抽取      | 离散型与连续型变量在选择颜色主题方案的区别                                       |
|       | T <sub>4</sub> ：颜色拾取方式        | 颜色拾取的常见方式有哪些？                                               |
|       | T <sub>5</sub> ：六大类图表绘制       | 54 款不同图形的绘制代码                                               |
| 工程（E） | E <sub>1</sub> ：地铁线路绘制        | 示意地铁线路图如何绘制？                                                |
| 艺术（A） | A <sub>1</sub> ：图表风格与颜色主题设计   | Seaborn 可供选择的图表风格与主题颜色设计                                    |
|       | A <sub>2</sub> ：美学参数映射测试      | Plotnine 中美学参数的调试与运用                                        |
|       | A <sub>3</sub> ：主题系统设计        | Plotnine 中不同主题风格的设计与运用                                      |
| 数学（M） | M <sub>1</sub> ：直方图与核密度估计图的绘制 | 频数分布、高斯分布、核密度估计                                             |

|       |                            |                |
|-------|----------------------------|----------------|
| 数学（M） | M <sub>2</sub> ：热力图的绘制     | 聚类分析           |
|       | M <sub>3</sub> ：相关关系图的绘制   | 相关系数矩阵         |
|       | M <sub>4</sub> ：主成分分析图的绘制  | 主成分分析法         |
|       | M <sub>5</sub> ：t-SNE 图的绘制 | t-SNE 算法（机器学习） |

## （二）“双导师制”引领教学路径革新

### 1. 引入可视化行业优秀师资，构建“双导师”教师队伍

2022 年，聚星数字经济学院引入《Python 数据可视化之美——专业图表绘制指南》作者张杰作为可视化专家，并邀请数据运营总监吴迪（其拥有从零到一组建 40 人团队、管理超 40 位主播数据运营、打造数据生态体系的丰富经验），加入大数据教研室，共同构建特色“双导师”教学团队。

### 2. “双导师制”驱动推进 EVEAT 教学模式改革

#### （1）EVEAT 教学模式改革

STEAM 理念下的 EVEAT 教学模式分为启蒙引导（Enlighten）、变量探究（Vary）、深化理解（Elucidate）、应用拓展（Apply）、技术评估（Tech-Assess）五个环节。EVEAT 教学模式（详见图 2）自激发兴趣始，引导学生探索变量，结合自我消化与教师解析深化理解，进而鼓励在新实战情境中拓展应用，拓宽技能视野。最终，通过师生共同的技术评估，实现能力提升。

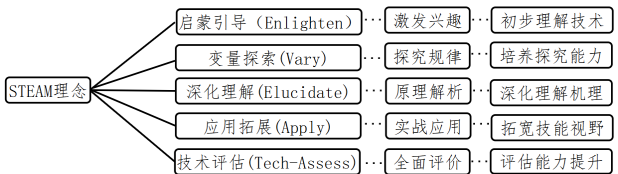


图2 基于 STEAM 理念的 EVEAT 教学模式图

#### ① 启蒙引导

以 STEAM 理念为基础，通过多学科交叉融合的方式，结合实际生活案例或问题，激发学生对数据可视化技术的兴趣，提升其学习动力，并注重培养其创新实践能力。

设计意图：通过联系生活实际，展示数据可视化技术在生活中的应用案例，以及引导学生思考和分析这些案例，旨在激发学生的学习兴趣 and 好奇心。同时，通过提出问题和鼓励学生尝试设计自己的数据可视化作品，进一步提升学生的学习动力和创新实践能力。

#### ② 变量探索

秉承 STEAM 理念下，推行独立进行代码中的参数调试与分组变量探索的双重学习方式。独立调试代码锻炼学生独立思考与问题解决能力；分组探索促进学生交流，激发创新思维。小组合作模式助力学生互助学习，提升团队协作与沟通能力。

#### 探究 1：参数调试与视觉效果

教学内容：在数据可视化技术中，参数调试是优化视觉效果的关键步骤。不同图形的绘制代码中包含不同参数，包括颜色、字体、线条粗细、透明度、背景效果等参数的调整，这些参数的设置直接影响可视化图表的外观、信息的传达以及用户的理解。

设计意图：通过学生独立进行实际操作，加深对参数调试重

要性的认识，掌握不同参数对视觉效果的影响及其调试方法。这将为创建高质量的可视化作品提供有力支持，并提升他们在数据可视化领域的专业素养。

探索2：变量类型与特性

教学内容：在数据可视化技术中，变量是数据表达的核心。变量根据性质可以分为数值型变量、分类变量和文本型变量等。了解这些变量的类型和特性，对于后续的数据处理和可视化至关重要。

设计意图：通过学生小组讨论交流，加深对变量类型和特性的理解，为后续的数据处理和可视化奠定坚实基础。

探究3：变量探索与可视化代码适配

教学内容：在数据可视化实践中，现有代码适配是将现有可视化代码应用于新数据集的关键过程。这一过程不仅涉及变量的替换，还涵盖对数据特性、自变量与因变量关系的重新理解，以及代码中关键参数的相应调整。掌握代码适配技巧，能够显著提升数据可视化的灵活性和适应性。

设计意图：通过学生小组讨论、实际操作与反思总结，深入理解代码适配的核心要素，掌握数据适应性调整的方法，增强学生不同数据场景下灵活应用可视化代码的能力，为高效、准确地完成多样化数据可视化任务奠定坚实基础。

③深化理解

在STEAM理念下，教师主导串讲原理解析成为深化代码适配理解的核心环节。该环节不仅总结学生实践所得，更引导学生洞察代码适配的逻辑精髓与多样应用。随后的小组讨论与总结，强化学生间的交流与创新，促使学生将所学知识转化为解决复杂问题的能力，实现技能与团队协作的双重提升。

设计意图：教师串讲点睛，构建代码适配知识体系，开启技术视野。此环节培养深度思考、问题解决与创新能力，强化团队协作与沟通，为学生未来技术挑战，如数据可视化适配，奠定坚实基础，促进综合素质提升与职业发展。

④应用拓展

在深化理解的基础上，教师进一步构建迁移应用场景，引领学生踏入数据可视化代码适配的实践之旅。这一环节，教师精心设计一系列基于新数据场景的挑战任务，让学生在模拟的真实环境中，将所学的代码适配知识灵活应用于数据可视化的实践中。

设计意图：应用拓展与实践环节融合理论与实操，让学生在复杂环境中亲历代码适配与数据可视化。此环节旨在让学生掌握核心技能，提升技术应用与创新能力，为未来职业生涯奠基。同时，强化团队协作与沟通，助力学生成长为全面发展的技术人才。

⑤技术评估

在技术探索与实践的基础上，技术评估环节成为衡量学生可视化能力的重要标尺。此环节，学生小组将进行可视化作品展示，呈现他们在数据可视化中的创意、技术与图片效果。

设计意图：技术评估环节通过展示、点评、互评与反思，形成多维度评估。此环节助学生明优劣，促技术提升，为未来挑战奠基，推动个人与团队成长。

(2) EVEAT 教学模式流程解析

鉴于“数据可视化技术”课程的跨学科特性及其对实践应用的高度要求，结合STEAM理念，构建“数据可视化技术”课程在EVEAT教学模式下的教学流程。此教学模式下的教学流程如图3所示，详尽阐述STEAM跨学科教学设计、案例教学流程以及教师与学生在各个环节中的具体任务与角色分配。

在该模式下，STEAM理论被深度融入“数据可视化技术”的案例教学中，意味着科学、技术、工程、艺术、数学等多领域知识被巧妙地整合至案例采编、案例视频启蒙、变量探索与讨论、深入分析案例、应用拓展及技术评估等教学流程的每一个阶段。

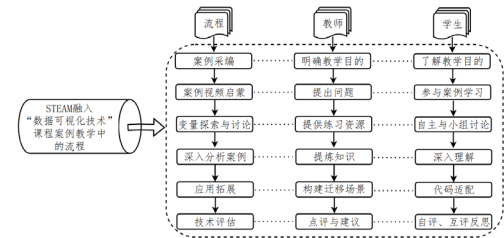


图3 基于STEAM理念的“数据可视化技术”课程教学设计思路图

(3) 素材库与“数据可视化技术”课程系统的匹配

数据可视技术跨越多学科，交融性强，其与素质培养要求的对应关系较复杂。通过对融入跨学科整合（如融合Python编程技术、美学原理、数据分析技能与撰写分析报告技能）理念的数据可视化技术知识体系进行重构，针对各模块所需的综合能力，遵循“核心突出、多元交融”的理念，构建素材库架构。

素材库架建的重点内容涵盖：

①视频素材

在六大类图表Python绘制方面，围绕类别比较、数据关系、数据分布、时间序列、局部整体、地理空间等重点内容，结合绘图基本绘制技能和毕业论文对图表规格要求的相关规定，共编辑视频素材73个，统计信息如表2所示，具体信息见附录2。

表2 融入STEAM理念的《数据可视化技术》视频素材表

| 学科     | 视频数 | 时长       | 项目内容                                               |
|--------|-----|----------|----------------------------------------------------|
| 科学 (S) | 2   | 0:35:28  | 图的知识、颜色主题搭配原理与认知                                   |
| 技术 (T) | 55  | 33:01:38 | 三大软件包基本使用操作、颜色主题方案拾取、六大类图表绘制                       |
| 工程 (E) | 1   | 1:24:00  | 地铁线路绘制（讲座）                                         |
| 艺术 (A) | 5   | 1:24:33  | 图表风格与颜色主题设计、美学参数映射测试、主题系统设计                        |
| 数学 (M) | 10  | 5:00:06  | 直方图与核密度估计图的绘制、相关关系图的绘制、主成分分析、图的绘制、热力图的绘制、t-SNE图的绘制 |

②拓展文本素材

拓展文本素材围绕代码适配过程中容易出现的问题，进行针对性的设计与拓展，以方便学生新的应用数据场景下，有效解决代码适配问题。共编辑拓展文本素材32个，具体信息如表3

所示。

表3 《数据可视化技术》文本拓展素材表

| 序号 | 素材拓展点                                | 所在章节                |
|----|--------------------------------------|---------------------|
| 1  | 圆环散点图                                | 2.3 Matplotlib 绘图基础 |
| 2  | 带标记折线图                               | 2.3.1 带标记的折线图       |
| 3  | 带颜色的散点图                              | 2.3.2 散点图、统计直方图、箱形图 |
| 4  | 三维图的绘制                               | 2.3.4 三维曲面图         |
| 5  | 三维曲面拟合图的绘制                           | 2.3.4 三维曲面图         |
| 6  | 四线共轴折线图绘制                            | 2.4 Seaborn 绘图基础    |
| 7  | Seaborn 中如何实现整个图像的右侧居中?              | 2.4 Seaborn 绘图基础    |
| 8  | Seaborn 绘制金字塔图                       | 2.4 Seaborn 绘图基础    |
| 9  | Plotnine 中如何实现气泡图绘制的迁移变化             | 2.5.1 度量调整          |
| 10 | 四象限气泡图的绘制 1                          | 2.5.1 度量调整          |
| 11 | 用 Matplotlib 语言实现火花树图中的多线共轴的折线图绘制    | 2.5.1 度量调整          |
| 12 | 如何解决多轴共线中的日期显示问题?                    | 2.5.1 度量调整          |
| 13 | 股票折线图的绘制                             | 2.5.2 坐标系及其度量       |
| 14 | 基础折线图 --- 平滑折线图 --- 点线图 --- 误差折线图的绘制 | 2.5.2 坐标系及其度量       |
| 15 | 三个城市 9 月份温度对比分析箱形图绘制                 | 2.5.5 位置调整          |
| 16 | 四象限气泡图的绘制 2                          | 3.1 可视化色彩的运用原理      |
| 17 | Plotnine 中如何实现气泡图自由                  | 3.2 不同美学参数效果展示      |
| 18 | 单柱形图绘制代码                             | 4.1.1 柱形图系列         |
| 19 | 共轴柱线图的绘制代码                           | 4.1.1 柱形图系列         |
| 20 | 并列柱形图绘制代码                            | 4.1.1 柱形图系列         |
| 21 | 堆叠柱形图绘制代码                            | 4.1.1 柱形图系列         |
| 22 | 百分比堆叠柱形图绘制代码                         | 4.1.1 柱形图系列         |
| 23 | 并列条形图绘制代码                            | 4.1.2 条形图系列         |
| 24 | 堆叠条形图与百分比堆积条形图代码                     | 4.1.2 条形图系列         |
| 25 | 棒棒糖图、克兰点夫图、哑铃图绘制代码                   | 4.1.4 克利夫兰点图        |
| 26 | 坡度图的绘制代码                             | 4.1.5 坡度图           |
| 27 | 南丁格尔玫瑰图的绘制代码                         | 4.1.6 南丁格尔玫瑰图       |
| 28 | 径向图的绘制代码                             | 4.1.7 径向图           |
| 29 | 雷达图的绘制代码                             | 4.1.8 雷达图           |
| 30 | 等高线图                                 | 4.2.3 等高线图          |
| 31 | 箱形图绘制商务数据统计订单金额、预估佣金收入情况             | 4.3.2 数据分布图表系列      |
| 32 | 小提琴图绘制商务数据统计商品佣金比例情况                 | 4.3.2 数据分布图表系列      |

③阅读素材与优秀学生数据可视化分析报告

为辅助学生写出合格的数据可视化分析报告，在超星课程中开辟“一周佳作欣赏”，累计分享一周佳作美文 16 篇，涉及生活的方方面面，美文中含不同图款 100 多款。具体数据如表 4 所示。

表4 一周佳作美文内容与所在章节信息表

| 序号 | 一周佳作美文题目                    | 美文来源    | 插入超星章节              |
|----|-----------------------------|---------|---------------------|
| 1  | 中国的人口负增长，可能比想象中来得更迅猛        | 白杨新数据观察 | 2.3 Matplotlib 绘图基础 |
| 2  | 7000 字，利用 Python 分析泰坦尼克号数据！ | 尤而小屋    | 2.3.2 统计直方图         |

|    |                                                  |              |                      |
|----|--------------------------------------------------|--------------|----------------------|
| 3  | 有意思！用 Python 爬取了 2900 多款防脱洗发水数据并进行可视化分析，助你缓解脱发困扰 | AI 有道        | 2.3.3 子图             |
| 4  | 厦门景点数据可视化                                        | 数据智农         | 2.5 plotnine 绘图基础    |
| 5  | 2022 年江苏 GDP 首次突破 12 万亿元，广东直逼 13 万亿元             | 迪赛智慧数        | 4.1.1 柱形图系列          |
| 6  | 食品偏好数据可视化分析                                      | 数据酷客         | 4.1.2 条形图系列          |
| 7  | 手把手教你利用 Python 爬取豆瓣电影评论并可视化分析                    | Yuan 的数据分析   | 4.1.6 南丁格尔玫瑰图        |
| 8  | 网易云音乐歌单                                          | Python 开发者   | 4.1.9 词语图            |
| 9  | 分位数回归、最小二乘回归 OLS 北京市 GDP 影响因素可视化分析               | 拓端数据部落       | 4.2.2 曲面拟合           |
| 10 | 我们对共享单车的需求有多大?                                   | 爱数据 LoveData | 4.2.6 相关关系图          |
| 11 | 地表水环境质量的统计学表征，方法与框架                              | 水务 ICT       | 4.3.3 二维统计直方图和核密度估计图 |
| 12 | 双十一美妆销售数据分析可视化                                   | Python 当打之年  | 4.4.1 折线图、面积图系列      |
| 13 | 堆积图表界的翘楚！河流图如何搞定“巨量”数据                           | 数有范          | 4.4.3 量化波图           |
| 14 | 数说 70 年   跨越：从 679 亿到 90 万亿                      | 中国证券报        | 4.5.1 饼图             |
| 15 | 一图胜千言！Python 数据可视化多维讲解                           | 大数据分析与人智能    | 4.6.1 高维数据的变化展示      |
| 16 | Python 玩转股市数据可视化分析                               | Python 开发者   | 4.6.6 RadVid 图       |

3. AI 赋能代码适配与报告创作

（1）AI 提升学生代码适配能力

在编程学习中，学生们时常面临将现成的图点可视化代码迁移到新数据场景的挑战。这一过程不仅考验着他们的编程基础，更要求他们具备灵活应对复杂问题的能力。学生们在 AI 的引导下，逐步掌握代码迁移的核心技巧。这不仅提高编程效率，更在反复实践中深化对编程逻辑的理解。学生们开始学会独立思考，利用 AI 工具进行自我诊断，从错误中汲取经验，不断精进自己的编程技能。

（2）AI 赋能学生报告撰写

在当今数据驱动的时代，数据可视化报告已成为展示研究成果、传递信息的重要载体。然而，如何高效地撰写一份既具深度又具吸引力的数据可视化报告，一直是学生们面临的难题。为此，在超星上开设课程《ChatGPT 实践与 AI 论文应用实战》，旨在通过 AI 技术的深度应用，全面提升学生的数据可视化报告撰写能力。

① AI 技术深度融入，重塑写作流程

在超星上开设课程《ChatGPT 实践与 AI 论文应用实战》，其核心在于将 AI 技术深度融入学生的写作流程中，全面覆盖研究背景、目的与意义的挖掘、中英文文献综述的整合、论文框架搭建、可视化图表的看图说话，开题报告的撰写、思路导图的绘制、概念界定与算法搭建等关键环节。AI 技术成为学生的智慧伴侣，助力快速分析数据、提炼核心见解，构建清晰深邃报告架构。

② AI 助力数据分析竞赛，实战撰写数据分析报告

数据科学与大数据专业大二、大三学生每年暑假小假期任务是参加全国大学生 Spsspro 数据分析实践赛。在数据分析竞赛的洗礼下，通过实战演练，显著提升撰写高质量数据分析报告的能力。这些竞赛不仅是对他们数据处理与分析技巧的严苛考验，更要求他们将纷繁复杂的数据洞察转化为条理清晰、论证有力的报告。在这个过程中，AI 技术犹如一位智慧超群的隐形导师，助力学生们迅速捕捉数据背后的模式、优化分析路径，并精准无误地呈现分析结果。在 AI 的鼎力相助下，学生们得以更加高效地完成竞赛任务，提交出兼具深度与广度的报告，从而在竞赛舞台上屡

创佳绩，实现个人能力的显著飞跃。数据分析竞赛过程中有很多有创意的绘图点。

二、结语

在“新工科”建设背景下，数据科学与大数据技术专业课程“数据可视化技术”

既要夯实学生的理论基础，又要适应数字经济时代对跨领域人才的需求，通过多学科融合激发创新思维，因而呈现出理论深度、实践导向与学科交叉并重的特点。基于 STEAM 理念的 EPEAT 教学模式（启蒙－探究－深化－拓展－评估）重构了数据科学课程体系，实现科学分析、工程技术、艺术设计、数学建模的深度融合。该模式以真实案例为引导，通过参数调试、变量适配等实践训练，培养学生数据思维与跨学科能力；借助 AI 辅助代码优化与报告生成，提升学习效率；结合竞赛项目和技术评估，强化复杂问题解决能力。教学改革成效显著，学生不仅能熟练运用 Python、Seaborn 等工具进行高质量可视化，更形成了“数据洞察＋技术实现＋创新表达”的复合能力，为应对金融分析、智慧医疗等场景挑战奠定基础。实践表明该模式有效提升学生的数据可视化能力和创新思维，培养复合型专业人才，为新工科教育改革提供有益借鉴。

参考文献

[1] 陆海坤, 肖文君, 许可. “STEAM+ 模块化” 教学实践研究——以 Windows Server 2008 课程为例 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2022, 34(23): 247-249.

[2] 唐晓宁, 李建强, 柯贵珍, 等. “新工科” 背景下 STEAM 理念融入 “纺织材料实验技术” 教学改革探索 [J]. 纺织服装教育, 2023, 38(05): 1-5. DOI: 10.13915/j.2095-3860.2022.0321.

[3] 王磊, 轩慧慧, 李亦涵, 等. STEAM 理念下 “交通运输安全” 课程案例教学模式构建 [J]. 航海教育研究, 2024, 41(03): 51-56.

[4] 殷小芳. 基于 STEAM 的《信号与线性系统》课程教学改革探索 [J]. 办公自动化, 2024, 29(17): 49-52.

[5] 姚恬甜. 混合式教学模式下的 STEAM 课程开发研究 [D]. 华东师范大学, 2022. DOI: 10.27149/d.cnki.ghdsu.2022.004958.

[6] 李婧, 王恩军, 秦承敏. 专业群视角下基于 STEAM 理念的模块化教学模式初探 [J]. 职业教育研究, 2022, (11): 32-38.

[7] 李淑梅. 新文科背景下基于 STEAM 教学理念的课程改革——以冷链技术与应用为例 [J]. 物流科技, 2022, 45(06): 168-170. DOI: 10.13714/j.cnki.1002-3100.2022.06.044.

[8] 方淋, 罗柳, 程瑜. “新医科” 背景下 STEAM 教学模式在护理早临床教学中的探索 [J]. 现代医药卫生, 2023, 39(24): 4286-4289.

[9] 田诗楠. 基于项目的 STEAM 教育理念在电商 “视觉营销设计” 课程中的应用研究 [J]. 老字号品牌营销, 2024, (01): 207-209.

[10] 牛巍, 赵国艳. 基于 STEAM 理念高校 “成本管理” 课程创新课堂实践应用与反思 [J]. 林区教学, 2022, (10): 68-71.