

新工科背景下的“算法设计与分析”教学改革研究与探索

——以“数据科学与大数据技术”专业为例

王晓璇¹, 谈盼^{1*}, 高嵩²

¹云南师范大学信息学院, 云南 昆明

²云南大学软件学院, 云南 昆明

收稿日期: 2025年3月1日; 录用日期: 2025年4月2日; 发布日期: 2025年4月10日

摘 要

“算法设计与分析”是计算机相关专业的重要学位课程。如何让“算法设计与分析”课程在数据科学与大数据技术专业人才培养中发挥更大的教育和引导作用, 是目前该课程教学过程中面临的重要问题。本文针对数据科学与大数据技术专业的算法课程教学现状, 从教材内容、教学方法、教学模式以及课程评价体系四个方面探讨了该专业“算法设计与分析”课程的改革方案。在传统“算法设计与分析”教学的基础上, 结合项目式教学实践和大数据前沿应用案例, 旨在提高教学质量、提升学生专业能力和综合素质, 为大数据相关专业的“算法设计与分析”教学改革等方面提供参考。

关键词

新工科, 算法设计与分析, 数据科学与大数据技术, 教学改革

Research and Exploration on the Teaching Reform of “Algorithm Design and Analysis” under the Background of Emerging Engineering Education

—Taking the “Data Science and Big Data Technology” Major as an Example

Xiaoxuan Wang¹, Pan Tan^{1*}, Song Gao²

*通讯作者。

文章引用: 王晓璇, 谈盼, 高嵩. 新工科背景下的“算法设计与分析”教学改革研究与探索[J]. 教育进展, 2025, 15(4): 299-307. DOI: 10.12677/ae.2025.154549

Abstract

“Algorithm Design and Analysis” is an important degree course for computer-related majors. How to enable the “Algorithm Design and Analysis” course to play a greater educational and guide role in the cultivation of talents majoring in Data Science and Big Data Technology is an important issue faced in the current teaching process of this course. This paper, in view of the current teaching situation of the algorithm course in the Data Science and Big Data Technology major, explores the reform plan of the “Algorithm Design and Analysis” course in this major from four aspects: teaching material content, teaching methods, teaching models, and the curriculum evaluation system. Based on the traditional teaching of “Algorithm Design and Analysis”, it combines project-based teaching practices and cutting - edge application cases of big data, aiming to improve teaching quality, enhance students’ professional abilities and comprehensive qualities, and provide reference for the teaching reform of “Algorithm Design and Analysis” in big-data-related majors.

Keywords

Emerging Engineering Disciplines, Algorithm Design and Analysis, Data Science and Big Data Technology, Teaching Reform

Copyright © 2025 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

1.1. 新工科建设的时代背景与内涵

近年来，全球范围内新一轮科技革命、产业变革以及全球新经济的蓬勃发展引起了社会广泛关注。这股科技浪潮对工程教育提出了新的挑战，新工科建设的提出正是对这一挑战做出的积极回应[1]。新工科建设[2][3]是我国高等工程教育主动应对新一轮科技革命和产业变革的行动，计算机专业作为新兴产业的支撑专业，应积极主动地寻求变革，探索专业发展的新范式。

算法设计与分析是计算机类专业最重要的核心课程之一，是学好计算机学科其他后继课程的重要基础。目前，新工科强调学科交叉融合、实践创新能力培养、产业需求导向。对于“算法设计与分析”课程而言，意味着不仅要传授算法知识，还需引导学生将算法应用于多学科领域解决复杂问题。例如在生物信息学领域，利用算法分析基因序列数据，这要求学生具备跨学科知识整合能力。同时，新工科注重培养学生在快速变化的技术环境中自主学习和持续创新的能力，课程教学应紧跟技术发展，培养学生应对新算法和新技术的适应能力。

1.2. 数据科学与大数据技术专业的发展及对算法能力的要求

数据科学与大数据技术专业作为新工科背景下的新兴专业，近年来发展迅速。大数据已成为推动各

行业发展的关键驱动力，从金融领域的风险预测到医疗行业的疾病诊断，从电商行业的精准营销到交通领域的智能调度，大数据的应用无处不在。这就要求该专业的学生不仅要掌握扎实的数学、统计学和计算机科学基础知识，更要具备强大的算法设计与分析能力。算法作为大数据处理的核心，是实现数据挖掘、数据分析和数据可视化的关键技术。例如，在电商推荐系统中，需要运用协同过滤算法、深度学习算法等，根据用户的历史行为和偏好，精准推荐商品，提高用户的购买转化率。因此，“算法设计与分析”课程在数据科学与大数据技术专业的课程体系中占据着举足轻重的地位[4]。该课程培养学生的逻辑思维能力和解决问题的能力，这些能力对于学生在大数据领域的学习和研究至关重要。然而，传统的“算法设计与分析”课程教学模式在新工科背景下逐渐暴露出诸多问题，难以满足专业发展和人才培养的需求，因此，对该课程进行教学改革势在必行。

在国内研究中，文献[5]针对应用型本科院校算法类课程教学存在的问题，在充分剖析应用型本科算法类课程的内部组成和联系的基础上，构建算法类课程的教学体系，同时探讨在这种课程体系下进行深度教学改革的方向，提出一种结合理论、实验、实践和在线平台、案例教学等为一体的教学模式，实现对课程教学的深度改革。与上述研究相比，本研究创新点在于紧密围绕新工科人才培养需求，构建了涵盖教学内容、方法、实践和评价的全面改革方案。在教学内容上注重跨学科融合和知识及时更新；教学方法上多种方法协同，强调学生自主学习和创新能力培养，有助于推动大数据相关专业人才培养质量的提升。

2. “算法设计与分析”课程教学现状分析

2.1. 教学内容

理论与实际脱节。目前，“算法设计与分析”课程的教学内容主要围绕经典算法展开，如排序算法、搜索算法、图算法等。这些算法的理论讲解较为深入，但与大数据实际应用场景的结合不够紧密。例如，在讲解排序算法时，通常只是介绍各种排序算法的原理和实现代码，而很少提及在大数据量下，如何选择合适的排序算法以提高效率。在实际大数据应用中，数据量往往非常庞大，传统的简单排序算法可能无法满足时间和空间复杂度的要求，需要采用更高效的并行排序算法或分布式排序算法。学生虽然掌握了算法的基本原理，但在面对实际大数据问题时，往往不知道如何将所学算法进行灵活运用和优化，导致理论与实践严重脱节。

知识更新滞后。大数据领域技术发展日新月异，新的算法和应用不断涌现。然而，课程教学内容未能及时跟上技术发展的步伐。例如，深度学习中的 Transformer 架构在自然语言处理、计算机视觉等领域取得了巨大成功，基于 Transformer 的 BERT、GPT 等模型被广泛应用。但在一些高校的“算法设计与分析”课程中，可能尚未涉及这些最新的算法成果。此外，大数据分布式处理框架如 Apache Spark、Flink 等也在不断更新迭代，课程内容却未能及时反映这些新技术的发展，使得学生所学知识与行业实际需求存在较大差距，毕业后难以快速适应工作岗位的要求。

2.2. 教学方法

以教师为中心。传统的教学方法主要以教师讲授为主，教师在课堂上占据主导地位，学生被动接受知识。这种教学方式缺乏互动性，学生的参与度较低，难以激发学生的学习兴趣 and 主动性。在课堂上，教师往往按照既定的教学计划和教材内容进行讲解，很少关注学生的个体差异和学习需求。学生在学习过程中遇到问题时，缺乏及时有效的沟通和反馈渠道，导致问题积累，影响学习效果。此外，以教师为中心的教学方式不利于培养学生的创新思维和自主学习能力，学生习惯于依赖教师的讲解，缺乏独立思考和探索问题的能力。

教学手段单一。在教学过程中,主要采用板书和多媒体演示的方式进行教学。虽然多媒体演示能够将一些抽象的算法概念以图像、动画等形式展示出来,在一定程度上有助于学生的理解,但总体来说,教学手段仍然较为单一。对于一些复杂的算法实现过程,仅仅通过板书和多媒体演示难以让学生真正掌握。例如,在讲解动态规划算法时,算法的递归思想和状态转移方程较为抽象,学生理解起来有一定难度。如果能够采用算法可视化工具,让学生直观地看到算法的执行过程和状态变化,将有助于学生更好地理解 and 掌握算法。此外,缺乏多样化的教学手段也限制了学生的学习体验和学习效果,无法满足学生多样化的学习需求。

2.3. 实践教学

实践环节薄弱。实践教学在“算法设计与分析”课程中所占比重较低,一般仅占总学时的 30%左右。而且实践内容多为验证性实验,即学生按照实验指导书的步骤,验证已学算法的正确性。这种实验方式缺乏综合性和创新性,学生在实践过程中往往只是机械地操作,难以真正锻炼解决实际问题的能力。例如,在进行排序算法实验时,学生只需按照给定的代码实现几种常见的排序算法,并对其性能进行简单测试,而很少涉及如何根据实际数据特点选择合适的排序算法,以及如何对算法进行优化以提高效率等问题。此外,实践教学中缺乏对学生创新能力的培养,学生很少有机会自主设计实验方案,探索新的算法应用场景。

实践平台不完善。目前,很多高校缺乏专门针对大数据算法实践的教学平台。学生在进行大数据算法实验时,面临数据获取困难、计算资源不足等问题。一方面,获取真实的大数据集需要耗费大量的时间和精力,而且数据的质量和安全性也难以保证。另一方面,大数据算法的计算量通常较大,对计算机的硬件性能要求较高。普通的实验室计算机难以满足大数据算法实验的需求,导致实验效率低下,甚至无法完成实验任务。

2.4. 考核方式

重理论轻实践。考核方式主要以期末考试成绩为主,平时成绩所占比重较小,一般不超过 30%。期末考试又侧重于理论知识的考核,主要考查学生对算法原理、算法复杂度分析等基础知识的掌握程度。对学生的实践能力和创新能力考核不足,例如,在期末考试中,很少出现需要学生运用所学算法解决实际问题的题目,或者即使有相关题目,所占分值也较低。这种考核方式导致学生在学习过程中过于注重理论知识的记忆,而忽视了实践能力的培养,不利于学生综合素质的提升。

考核形式单一。考核形式主要为闭卷考试,缺乏多样化的考核形式。闭卷考试虽然能够在一定程度上考查学生对知识的掌握程度,但无法全面、客观地评价学生的学习效果和综合素质。例如,对于学生的实践能力、团队协作能力、创新能力等方面的考核,闭卷考试难以发挥作用。此外,单一的考核形式容易导致学生为了应付考试而死记硬背,不利于学生创新思维和批判性思维的培养。

3. “算法设计与分析”教学改革方法

3.1. 优化教学内容

融入大数据应用案例:在教学过程中,引入丰富的大数据应用案例,将算法原理与实际应用紧密结合。例如,在讲解聚类算法时,以电商用户行为分析为例,通过对用户的购买记录、浏览记录等数据进行聚类分析,将用户分为不同的群体,以便企业进行精准营销。在讲解关联规则挖掘算法时,以超市购物篮分析为例,通过挖掘顾客购买商品之间的关联关系,帮助超市优化商品布局和促销策略。通过这些实际案例,让学生了解算法在大数据领域的具体应用场景和解决实际问题的思路,提高学生的学习兴趣

和应用能力。同时,鼓励学生自主收集和分析实际大数据案例,培养学生的数据挖掘和分析能力。

及时更新知识内容:密切关注大数据领域的最新技术发展动态,及时将新的算法和应用成果融入教学内容。例如,在课程中增加深度学习中的 Transformer 架构、生成对抗网络(GAN)等前沿算法的讲解;介绍大数据分布式处理框架如 Apache Flink 的最新特性和应用场景;引入量子计算中的量子算法等新兴领域的知识。通过不断更新教学内容,使学生所学知识与行业实际需求保持同步,拓宽学生的知识和视野。此外,定期邀请行业专家到学校举办讲座,介绍大数据领域的最新研究成果和应用案例,让学生了解行业发展的最新趋势。

3.2. 创新教学方法

采用项目驱动教学法:将课程内容分解为若干个项目,以项目为载体,引导学生在完成项目的过程中学习和掌握算法知识。每个项目都包含明确的目标、任务和要求,学生通过自主学习、小组协作等方式完成项目。例如,设计一个基于大数据的舆情分析系统项目,学生需要运用文本分类算法、情感分析算法等对社交媒体上的文本数据进行分析 and 处理,实现舆情的实时监测和预警。在项目实施过程中,学生不仅能够掌握相关算法的原理和实现方法,还能培养团队协作能力、沟通能力和解决实际问题的能力。同时,教师在项目实施过程中扮演指导者的角色,为学生提供必要的技术支持和指导,帮助学生解决遇到的问题。

运用多样化教学手段:充分利用现代教育技术,采用多种教学手段辅助教学。例如,利用算法可视化工具,如 VisuAlgo、Algorithm Visualizer 等,将抽象的算法概念和复杂的算法实现过程直观地展示给学生,帮助学生理解和掌握。利用虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术,创建沉浸式的学习环境,让学生在虚拟场景中体验算法的应用。同时,利用在线教学平台,如 MOOC、SPOC 等,拓展教学资源,为学生提供丰富的学习资源和在线交流平台。此外,鼓励学生利用开源算法库和工具,如 Python 的 NumPy、SciPy、Scikit-learn 等,进行算法实践和创新,提高学生的动手能力和实践能力。

3.3. 加强实践教学

增加实践教学比重:提高实践教学在课程教学中的比重,将实践教学与理论教学有机结合。实践教学比重可提高到总学时的 50%以上,设置丰富多样的实践教学环节,包括实验教学、课程设计、实习实训等。在实验教学中,增加综合性和创新性实验的比例,让学生在实践中综合运用所学算法知识,解决实际问题。例如,设计一个大数据分析 with 挖掘综合实验,要求学生从数据采集、数据预处理、算法选择与实现到结果分析与可视化,全程自主完成。在课程设计中,安排学生完成一个较大规模的算法应用项目,如基于深度学习的图像识别系统、基于大数据的智能推荐系统等,培养学生的系统设计能力和工程实践能力。在实习实训环节,与企业合作,建立校外实习实训基地,让学生在真实的企业环境中参与实际项目的开发和应用,提高学生的实践能力和职业素养。

构建实践教学平台:建立专门的大数据算法实践教学平台,提供丰富的实验数据和强大的计算资源。平台应具备数据存储、处理、分析和可视化等功能,满足学生进行大数据算法实验的需求。例如,采用 Hadoop、Spark 等大数据处理框架搭建分布式计算平台,提供海量的数据存储和高效的计算能力;利用数据挖掘工具,如 Weka、RapidMiner 等,方便学生进行数据挖掘和分析实验;配备专业的数据可视化工具,如 Tableau、PowerBI 等,让学生能够将分析结果以直观的图表形式展示出来。

开展实践创新活动:鼓励学生参加各类实践创新活动,如大学生创新创业训练计划项目、数学建模竞赛、大数据竞赛等。通过实践创新活动,激发学生的创新意识和创新能力,培养学生的团队协作精神和竞争意识。例如,组织学生参加全国大学生数学建模竞赛,让学生运用所学算法知识,解决实际的数据

学问题；鼓励学生参加大数据竞赛，如 Kaggle 竞赛、天池大数据竞赛等，让学生在与其他高校学生的竞争中，提高自己的算法应用能力和创新能力。同时，学校为学生提供实践创新活动的指导教师和经费支持，帮助学生更好地开展实践创新活动。此外，建立实践创新成果展示平台，定期展示学生的实践创新成果，激发学生的学习积极性和创新热情。

3.4. 改革考核方式

建立多元化考核体系：构建多元化的考核体系，综合考虑学生的学习过程和学习成果。考核内容包括平时成绩、实验成绩、课程设计成绩、期末考试成绩等，其中平时成绩占 30%，主要考核学生的学习态度、课堂表现、作业完成情况、在线学习参与度等；实验成绩占 30%，主要考核学生的实验操作能力、实验报告撰写能力、创新能力等；课程设计成绩占 20%，主要考核学生的系统设计能力、团队协作能力、项目完成情况等；期末考试成绩占 20%，主要考核学生对课程知识的掌握程度和应用能力。通过多元化的考核体系，全面、客观地评价学生的学习效果和综合素质。

采用多样化考核形式：除了传统的闭卷考试外，增加开卷考试、课程论文、项目报告、小组答辩等考核形式。例如，对于一些理论性较强的知识点，采用闭卷考试的方式进行考核；对于一些需要学生综合运用知识解决实际问题的内容，采用开卷考试或课程论文。

4. 项目式教学模式的研究设计

项目式教学模式是一种以学生为中心的教学方法，强调学生通过完成实际项目来学习知识和技能。在新工科背景下，这种教学模式对于培养“数据科学与大数据技术”专业学生的实践能力、创新思维和团队协作精神具有重要意义。它打破了传统教学中理论与实践相分离的局面，让学生在解决实际问题的过程中，深入理解和应用“算法设计与分析”的知识。

4.1. 项目设计原则

真实性：项目选题紧密结合大数据领域的实际应用场景，如电商用户行为分析、医疗数据预测等，确保学生接触到真实的行业问题，提高学生解决实际问题的能力。

综合性：项目涵盖“算法设计与分析”课程的多个知识点，包括算法设计策略(分治法、动态规划等)、算法复杂度分析等，使学生在项目实践中综合运用所学知识，形成完整的知识体系。

开放性：项目不设定固定的解决方案，鼓励学生自主探索和创新，培养学生的创新思维和独立思考能力。

4.2. 项目实施步骤

项目分组：根据学生的学习能力、兴趣和特长进行分组，每组 4~5 人，确保小组内成员优势互补，能够有效协作完成项目。

项目启动：教师在课堂上介绍项目背景、目标和要求，引导学生进行需求分析和项目规划，制定项目进度计划。

项目执行：学生在课后按照项目进度计划，分工协作完成项目。在项目执行过程中，学生遇到问题先进行小组讨论，尝试自行解决；若无法解决，再向教师寻求指导。教师定期检查学生的项目进展情况，提供必要的技术支持和指导。

项目展示与评价：项目完成后，每个小组进行项目展示，汇报项目的完成情况、技术难点及解决方案。评价采用多元化的方式，包括教师评价、学生自评和互评，从项目完成质量、团队协作、创新点等多个维度进行评价。

4.3. 项目式教学案例

一、项目要求

问题描述:

请对聚类算法进行深度扩展, 针对所给的 BEIJINGPOI 数据(如图 1~3 所示), 选择你所感兴趣的聚类算法, 对该数据进行聚类, 并对挖掘结果进行合理的分析。

1	I	10201.92	11724.29
1	E	11829.99	13906.1
2	E	12036.82	12265.09
1	A	12025.47	12256.33
1	F	9531.11	11917.72
2	I	9534.18	11900.04
3	I	10196.31	11873.8
2	F	12200.36	11861.7
3	E	9568.99	11858.57
1	K	17033.16	11821.91
1	D	8905.6	11782.12
2	D	17238.54	11779.84
4	I	17262.05	11739.41
3	D	12435.21	11537.52

Figure 1. BEIJING POI Data set
图 1. BEIJING POI 数据

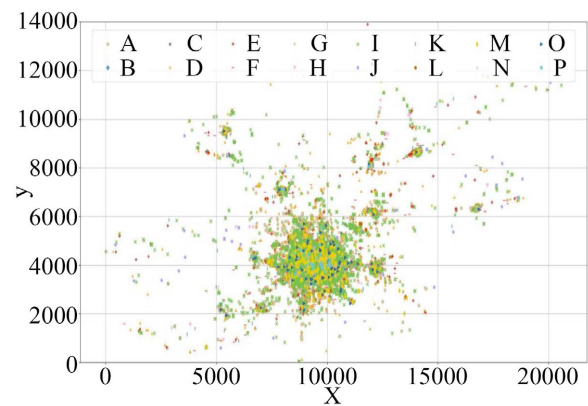


Figure 2. The distribution of spatial instances
图 2. 实例分布图

特征编号	特征代号	对应含义	实例数量	特征编号	对应含义	实例数量
1	A	中餐厅	4685	I	停车场	8343
2	B	西餐厅	28	J	公交站	61
3	C	咖啡屋	11	K	火车站	73
4	D	宾馆	12	L	机场	10
5	E	招待所	13	M	服饰店	1994
6	F	花园	14	N	宠物商店	953
7	G	国家景点	15	O	家电超市	81
8	H	省级景点	16	P	体育超市	47

Figure 3. The type of spatial features and the number of instances
图 3. 特征含义及实例数量表

二、项目展示

课程设计报告 1 份/组;

汇报 PPT 1 份/组；
小组分工表 1 份/组。

三、评分标准

Table 1. Grading standards
表 1. 评分标准

标准	要求	分值
问题分析(20 分)	针对所给问题描述，进行适当分析说明，核心就是考察同学对问题的理解程度；	10
算法设计(30 分)	选择合适的算法进行实验设计，在能力范围内进行一定的改进；	40
结果分析(20 分)	对问题结果进行有效性分析，并根据实验结果对实际问题的解决程度进行探索；	30
总结(10)	总结、存在的问题等；	10
代码(10 分)	附上源代码	10

以“基于大数据的城市功能区聚类分析”项目为例。项目分组时，依据学生的编程能力、数据分析能力和沟通能力进行搭配，每组 5 人。项目启动阶段，教师介绍城市功能区分析的背景和项目目标，引导学生分析所需数据，如城市 POI 数据，并制定数据采集和处理计划。项目执行过程中，学生可以通过网络爬虫技术获取交通数据，运用数据清洗和预处理技术对数据进行整理。在算法选择上，小组讨论尝试使用不同的聚类算法进行城市 POI 数据进行分析。在实现过程中，遇到数据量过大导致计算效率低的问题，学生通过优化算法参数、采用分布式计算框架(如 Spark)进行并行计算，解决了该问题。

4.4. 预期效果

通过项目式教学模式的实施，预期学生在以下几个方面得到显著提升：

实践能力：学生能够熟练运用所学算法知识解决实际大数据问题，提高编程实现能力和算法优化能力。

团队协作能力：在项目实践中，学生学会与团队成员沟通协作，共同完成项目任务，提高团队协作能力和沟通能力。

创新能力：开放性的项目设计激发学生的创新思维，学生能够提出创新性的解决方案，培养创新能力和科研素养。

职业素养：真实的项目场景让学生提前了解行业需求和工作流程，培养学生的职业素养和责任感。

5. 教学效果评估与分析

学生学习成绩与能力提升：通过教学改革，学生在“算法设计与分析”课程的学习成绩有了显著提高。根据统计数据，改革后学生的期末考试平均成绩比改革前提高了 6 分，优秀率(90 分及以上)从原来的 10%提升到了 20%。在实践能力方面，学生在课程设计和实验中的表现更加出色，能够运用所学算法解决复杂的实际问题。例如，在大数据分析与挖掘综合实验中，改革前只有 20%的学生能够独立完成从数据采集到结果分析的全过程，而改革后这一比例提高到了 50%。学生在各类竞赛中的获奖数量也明显增加，在近一年的数学建模竞赛和大数据竞赛中，共获得国家级奖项 1 项，省级奖项 1 项，充分展示了学生创新能力和实践能力的提升。

学生满意度调查：为了解学生对教学改革的满意度，我们开展了问卷调查。调查结果显示(如图 4 所示)，学生对教学改革的满意度达到了 90%以上。学生普遍认为，改革后的教学内容更加贴近实际应用，学习兴趣得到了极大激发；项目驱动教学法和翻转课堂教学模式让他们在学习过程中更加主动，自主学

习能力和团队协作能力得到了锻炼；多样化的教学手段和丰富的实践教学环节，使他们对算法知识的理解更加深入，动手能力和解决实际问题的能力得到了显著提高。同时，学生对考核方式的改革也给予了高度评价，认为多元化的考核体系和多样化的考核形式更加公平、客观地评价了他们的学习成果。

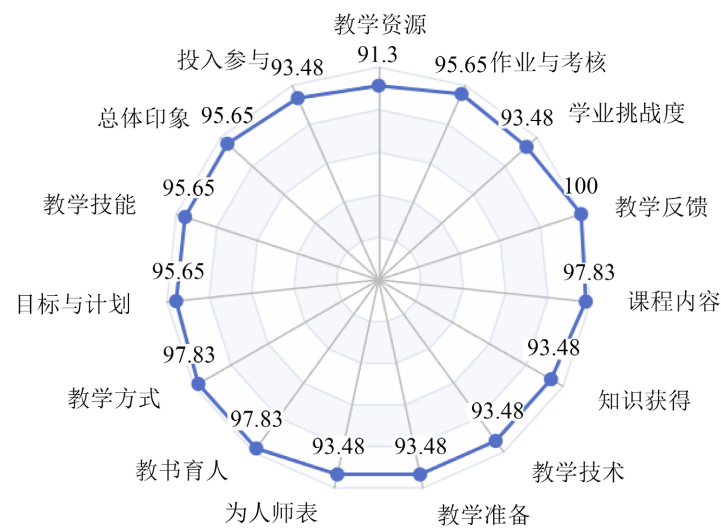


Figure 4. Student satisfaction evaluation
图 4. 学生评价满意度

6. 总结

本研究通过对新工科背景下“算法设计与分析”课程的教学改革研究与探索，提出了一系列切实可行的教学改革策略，有效解决了课程教学中存在的问题，提高了教学质量和学生的培养质量。未来将进一步深化教学改革，加强与企业的合作，不断更新教学内容和教学方法，探索更加有效的人才培养模式，为大数据行业培养更多优秀的专业人才。

参考文献

[1] 汪小林. “101 计划”中算法设计与分析课程及教材建设的思考与实践[J]. 计算机教育, 2024(5): 9-11.
[2] 刘金江, 李贺, 马晓普, 张新刚. 面向新工科的计算机科学与技术专业课程体系及实践教学改革[J]. 教学园地, 2021(14): 100-102.
[3] 何震宇, 朱国庆, 赵凯, 周彬. 面向新工科建设的算法设计与分析课程改革和实践[J]. 大学教育, 2024(5): 51-55.
[4] 徐琳琳. 算法设计与分析课程教学改革探索[J]. 计算机教育, 2022(5): 161-165.
[5] 邱泽敏, 董美霞. 新工科背景下应用型本科算法类课程的深化改革[J]. 计算机教育, 2021(7): 23-27.