

学习行为数据驱动的工程测量课程教学预警与干预机制研究

杨程¹ 梁靓²

1. 北方民族大学水利水电与智慧城市学院, 宁夏, 银川 750021

2. 北方民族大学水利机电工程学院, 宁夏, 银川 750021

[摘要]新工科建设推动了水利专业人才培养的数字化转型,依托校内线上教学平台开展教学改革是低成本提升教学质量的可行路径。本篇文章以水利专业基础课《工程测量》为对象,采集了学生在线学习平台的行为数据,分析了行为指标与期末成绩的关联关系,构建了分级教学预警体系,并设计了差异化干预方案。研究结果显示:章节测试平均分、视频观看完成度与期末成绩呈显著正相关,预警模型能够提前识别潜在学业困难学生,分级干预措施能有效提升预警学生的学业成绩。本研究为新工科背景下工程测量课程的精准化教学管理提供了实证参考。

[关键词]工程测量; 教学预警; 数据驱动; 学习行为数据

DOI: 10.33142/fme.v7i9.20595

中图分类号: G642.3

文献标识码: A

Research on the Teaching Warning and Intervention Mechanism of Engineering Surveying Course Driven by Learning Behavior Data

YANG Cheng¹, LIANG Liang²

1. School of Hydraulic Engineering and Smart Cities, North Minzu University, Yinchuan, Ningxia, 750021, China

2. School of Hydraulic and Mechanical Engineering, North Minzu University, Yinchuan, Ningxia, 750021, China

Abstract: The construction of new engineering disciplines has promoted the digital transformation of talent cultivation in the field of water conservancy. Relying on online teaching platforms on campus to carry out teaching reforms is a feasible path to improve teaching quality at low cost. This article focuses on the basic course of water conservancy, "Engineering Surveying," and collects behavioral data from students' online learning platforms. It analyzes the correlation between behavioral indicators and final grades, constructs a graded teaching warning system, and designs a differentiated intervention plan. The research results show that the average score of chapter tests, completion of video viewing, and final grades are significantly positively correlated. The warning model can identify potential students with academic difficulties in advance, and graded intervention measures can effectively improve the academic performance of warning students. This study provides empirical reference for the precise teaching management of engineering surveying courses under the background of new engineering disciplines.

Keywords: engineering surveying; teaching warning; data driven; learning behavior data

引言

“新工科”建设是基于国家战略发展新需求而提出的我国高等工程教育改革的新方向^[1]。教育部新工科建设系列文件明确提出,从“以教为中心”向“以学为中心”的转变,要打破高校“学科化、院系制”的传统工科人才培养模式,推动人工智能赋能工程教育,利用大数据和智能技术实现个性化学习和全过程能力培育,重点强化学生复杂工程问题解决能力的全过程培育工作。随着数字中国战略的不断推进,智慧水利已成为新时代的战略选择,水利部明确提出要加快物联网、大数据、人工智能、数字孪生等新技术在水利领域的应用^[2]。当前,无人机低空航测、

图像视觉识别、大坝变形时序数据智能预测等 AI 测量技术,也已应用于水库勘察、水利枢纽施工、灌区运维等工程,这使得行业岗位用人标准同步更新,要求水利专业毕业生不仅能掌握传统全站仪、水准仪进行基础测量操作,还需具备线上数字化资源自主学习、测量数据智能处理、工程监测风险识别等综合素养。

为适配行业人才能力新标准,本校《工程测量》课程已全面推行 MOOC+线下实操的混合式教学模式。混合式教学对传统学习环境进行了重塑和再造,整合了学习终端、学习资源和学习服务的混合式学习环境^[3]。尽管线上数字化教学资源拓展了学生自主学习空间,但也带来学情管控

新难题,如:教师仅依靠课后作业、期末试卷,对学生知识掌握情况的判断是滞后的,学生线上学习视频快进、任务敷衍、长期不参与线上研讨等隐性消极学习行为难以被及时捕捉,待到期中、期末集中暴露知识断层时,最佳教学干预窗口期已经错过。

在线学习平台记录了学生丰富的学习行为数据^[4],如何充分挖掘这些数据背后所蕴含的规律,进行有效的学习分析以帮助学生更好地学习,已成为教育技术研究的重要课题^[5-9]。学习分析技术为教学过程监测提供了新的工具,学习分析技术借助线上教学平台后台原始日志,将学生碎片化、隐蔽化的课下学习行为转化为可量化的数值指标,以此搭建自动化学情风险识别机制,形成标准化帮扶流程,可为混合式课堂全过程精准管控提供技术支撑。学者们已开始探索基于学习行为数据的学业预警研究,庄俊玺^[10]等构建了基于三元深度融合的行为驱动成绩预警模型,通过对学日常行为数据的全面分析实现成绩预测预警。李亚楠^[11]等根据大学物理混合式教学数据建立结构方程模型,将教学数据分为行为投入和认知投入两类,探讨了不同预警模型的性能。然而,当前多数工程测量课程的教学改革研究仍集中在教学模式设计^[12,13]、教学内容重构^[14,15]、课程思政^[16-18]等方面,对学习行为数据的系统分析及基于数据的教学预警与干预机制的研究仍较为薄弱。

基于上述分析,本文以水利类专业工程测量课程为研究对象,基于课程教学特征与当前线上教学管理短板,尝试构建一套适配水利测量课程的学习行为预警与分层干预体系,开展以下研究:筛选适配水利类《工程测量》课程、具备成绩预测价值的线上学习量化指标;分析学生的在线学习行为指标与学业成绩之间的关联性;如何构建有效的教学预警指标体系;分级干预策略能否切实提升预警学生的学业表现。通过对 2026 年春季学期两个教学班的实证研究,旨在为新工科背景下工程测量课程的精准化教学管理提供可复制的实践路径。

1 研究设计与数据采集

1.1 研究对象与课程概况

本研究以北方民族大学水利类专业 2026 年春季学期开设的工程测量课程为对象,共 2 个教学班,学生 89 人。其中 A 班 45 人, B 班 44 人。两个班由同一位教师授课,采用相同的教学大纲、教学进度和考核标准。

《工程测量》课程包含理论课、实验课两门独立课程,其中理论课 32 学时、实验课 12 学时,线上依托学校 MOOC 平台,配套教学资源包含测量基础理论、传统仪器操作、变形监测等应用教学视频与分章节自测题库,包括教学视频 38 个(总时长约 326 分钟)、章节测试 5 次、

论坛讨论区 1 个;线下包括课堂讲授、案例研讨、实验操作和课程实习。理论课程考核方式为:过程性考核(线上学习和讨论 15%+作业 15%+测试 20%)占 50%,终结性考核(期末考试)占 50%。

1.2 学习行为数据采集

学习行为数据来源于学校在线学习平台的后台日志系统,覆盖 2026 年春季学期教学时段。采集的数据维度包括:

- (1) 视频观看数据:每个学生观看每个教学视频的完成度(%)、观看总时长(分钟)、观看次数;
- (2) 章节测试数据:每次章节测试的成绩(百分制);
- (3) 作业提交数据:作业提交及时性(提前/按时/延迟)。

数据采集前已对学生进行告知,所有数据仅用于教学研究分析,个人身份信息已做脱敏处理。

1.3 学生成绩数据

学生期末成绩包括过程性考核成绩和终结性考核成绩,两个班期末成绩的描述性统计如表 1 所示。

表 1 两个教学班期末成绩描述性统计

班级	人数	平均分	标准差	最高分	最低分	及格率
A 班	45	72.36	10.03	94	53	86.67%
B 班	44	73.55	10.11	97	53	86.36%

从表 1 可以看出,两个班的平均分仅相差 1.19 分,及格率相差 0.31 个百分点,班级间的成绩差异并不显著。然而,每个班内部的标准差均较大(两个班均超过了 10),最高分与最低分的差距均在 40 分以上,说明学生个体间的差异远大于班级间的差异。这一特征提示我们:教学管理的重点不应是“班级之间的比较”,而应是“班级内部个体差异的识别与干预”。

2 线上学习行为与学业成绩的关联分析

2.1 学习行为数据的描述性统计

对全体 89 名学生的在线学习行为数据进行描述性统计,结果如表 2 所示。

表 2 全体学生学习行为数据描述性统计

行为指标	均值	标准差	变异系数	最小值	最大值
视频观看完成度(%)	90.53	34.71	38.3	0	136.58
视频观看总时长(分钟)	278.22	103.28	37.1	0	406.5
章节测试平均分	86.06	20.44	23.7	0	99
作业延迟提交率(%)	6.18	19.69	318.6	0	100

变异系数反映了数据的离散程度,由表 2 可看出,作业延迟提交率的差异最大,呈“极少数极端值”分布,即存在极少数学生几乎每次都迟交(接近 100%),这种差异不是“梯度差异”,而是“是否守规矩”的极端分化;视频观看完成度的差异大,存在“超额学习”与“完全不看”两极情况;视频观看总时长的差异较大,学生对视频资源的“总投入量”随个人意愿呈阶梯式分布;章节测试平均分的内部差异相对最小,均值 86 分较高,标准差 20.44 意味着约 68% 的学生分数落在 65 分至 99 分区间,说明大部分学生能够达到 80 分以上,但是仍存在少数学生分值低于 60 分。这进一步说明了学生间的个体差异是教学中需要关注的核心问题。

2.2 学习行为指标与期末成绩的相关性分析

本研究采用 Pearson 方法对全体 89 名学生的学习行为指标与期末成绩进行相关性分析,结果如表 3 所示。

表 3 学习行为指标与期末成绩的相关系数

学习行为指标	相关系数 (r)	显著性 (p)
视频观看完成度	0.72	显著 ($p<0.001$)
视频观看总时长	0.65	显著 ($p<0.001$)
章节测试平均分	0.78	显著 ($p<0.001$)
作业延迟提交率	-0.18	不显著 ($p>0.001$)

由表 3 可看出,章节测试平均分与期末成绩为极强显著正相关,说明学习过程中的知识检测能有效反映学生对课程内容的阶段性掌握程度;视频观看完成度与期末成绩也是极强显著正相关,表明线上理论视频的学习情况也是影响学业成绩的关键因素;作业延迟提交率与期末成绩呈弱负相关,未达到显著水平。

因此,选择章节测试平均分和视频观看完成度两个指标作为本研究的关键预测指标。

2.3 高分组学生的学习行为差异

为进一步确定预警阈值的参考依据,本研究将 89 名学生按期末成绩从高到低排序,取前 25% (22 人) 为高分组,后 25% (22 人) 为低分组,对比两组在关键行为指标上的差异,结果如表 4 所示。

表 4 高分组与低分组关键行为指标对比

行为指标	高分组均值	低分组均值	差值
章节测试平均分	91.41	71.21	20.20
视频观看完成度 (%)	82.92	78.19	4.73

由表 4 可看出,高分组与低分组的差距较为显著,在章节测试平均分上两组相差 20.20 分,视频观看完成度上相差 4.73%,这也说明低分组学生在视频学习中的有效性不高。

结合实验课教学实际情况,低分学生存在着相似特征:课程前期(如前 3~4 周)没有进行线上学习,基础知识掌握不牢,使得在随后学习控制测量、施工测量等数据处理内容时很难跟不上教学节奏,导致章节测试多次不及格,并在实验中频繁出现原理性错误。这表明,课程前半学期是开展预警和实施帮扶的关键时期。

3 构建学情预警指标体系与干预机制

3.1 建立预警指标体系

基于第 3 节的分析,选取章节测试平均分和视频观看完成度作为预警指标,结合教学过程实际情况,本研究构建了工程测量课程的三级教学预警指标体系:

(1) 黄色预警(轻度风险):章节测试平均分在 75~80 分区间,单章节视频完整观看比例在 70%~80%。两项指标同时低于对应区间时触发黄色预警,需要教师日常关注。

(2) 橙色预警(中度风险):章节测试平均分在 65~75 分区间,单章节视频完整观看比例在 55%~70%。两项指标中满足任意一项时触发橙色预警,应加强学习督促。

(3) 红色预警(重度风险):章节测试平均分低于 65 分,单章节视频完整观看比例低于 55%。两项指标中满足任意一项时触发红色预警,学生存在明显厌学倾向,需要教师立即开展一对一约谈干预。

预警数据采集和判定周期设定为 3 周或 4 周,这样能够提前识别出潜在学业困难的学生,为学业帮扶留出充足的时间。

3.2 设计分级干预方案

针对预警指标体系中的三类风险学生,设计了分级干预方案:

(1) 黄色预警:利用线上平台自动向学生推送私信提醒,结合线下课堂中针对掌握薄弱的知识点定向提问;同时由学习委员课下适当督促。

(2) 橙色预警:根据实验分组情况,以 4~5 人建立学习互助小组。同时,任课教师在课后设置固定答疑时段,帮助学生集中梳理知识框架、补齐短板。

(3) 红色预警:任课教师与学生进行一对一谈话,了解学生学习困难的根本原因(如基础薄弱、时间管理失衡、学习动力不足等);与学生共同制定个性化的学习改进计划,明确每周的学习目标和任务,制定周度个性化学习计划;增加阶段性核查频次、跟踪学习改进情况;必要时联系辅导员,形成协同帮扶机制。

3.3 形成闭环流程

教学预警与干预方案实施应形成一个闭环流程,包含

“数据采集→预警判定→干预实施→效果跟踪→反馈调整”，具体方案为：（1）每3周在线上平台采集一次学习日志、筛选预警学生；（2）对照预警指标体系划分风险等级；（3）根据分级干预方案落实学业辅导措施；（4）下一轮数据采集后，对比分析学习行为指标的变化，更新风险学生的预警等级。对于没有改善的学生，升级其风险等级，并强化帮扶力度。

4 预警干预机制教学周期实践成效分析

4.1 全周期预警学生识别与帮扶跟踪实例

16周完整教学周期内，累计识别黄色预警56人次、橙色预警35人次、红色预警22人次；预警学生较均匀分布在A、B两班，与两班整体成绩均衡、个体差异突出的特征匹配。选取两名红色预警学生跟踪记录：学生A7前6周视频完成度不足40%，连续三次自测不及格，访谈确认其数学基础薄弱，且课余时间用于学习的时间比较少，难以理解、掌握相关知识点；教师拆分分段学习任务、安排小组帮扶后，第9周视频完成度提升至74%，期末成绩较干预前提升20分。学生B11存在严重拖延习惯，黄色提醒无改善后升级橙、红色干预，线上学习任务完成质量出现明显提升。

4.2 干预前后学生线上指标与期末成绩对比

统计全部接受分层帮扶的预警学生干预前后核心指标均值：干预前视频平均完成度低于30%、自测均分低于60分；完整帮扶后视频平均完成度达到75%左右，自测均分70分左右，两项核心指标改善幅度显著。期末成绩横向对比：全程落实干预流程的预警学生平均得分70分；未及时识别、放任自主学习的滞后学生平均分仅54.59分，分层闭环干预可有效缩小学生个体成绩差距。

结合学生访谈定性反馈，多数帮扶学生表示，传统授课模式下教师很难发现个人线上隐性漏洞，以往到期末才集中暴露知识短板；分层提醒、一对一辅导能够精准定位测量理论、智能数据处理薄弱点，小组互助降低自学畏难情绪，对工程测量案例理解更加透彻，认可这套数据驱动的个体化学情管理模式。

4.3 两平行班均衡成绩下个体分化的教学启示

两班生源基础相近、教学资源完全统一，整体各项成绩指标接近，但学生个体学习成效两极分化，核心诱因是学生自主线上学习习惯差异，不存在班级氛围整体优劣。这说明，传统的“一刀切”教学模式难以应对如此显著的个体差异。学习行为数据的分析却能较精准识别出每个班级内部需要重点关注的学生。教学优化启示：课程前4周必须启动数据筛查预警，尽早规范线上自学习惯；针对

个体分化突出的班级，适度上调线上自测等任务在过程考核中的分值占比，从考核制度上引导学生稳定投入线上学习。

5 讨论与反思

5.1 预警机制的有效性分析

本研究的实证结果表明，基于章节测试平均分和视频观看完成度两个关键指标的预警体系，能够有效识别潜在学业困难学生。预警学生经过分级干预后，学习行为指标和学业成绩均有显著改善。这一发现与已有研究结论一致——学习预警可以帮助学生和教师及时了解学情，调整教学与学习策略。

预警的时效性对干预效果具有重要影响。本研究的实践结果表明：第4周识别筛选出的预警学生，经过6~8周的干预，其学习情况有明显的改善。若延迟至第10周以后再进行识别和干预，则干预的效果将大打折扣。因此，建议将预警筛选设置在课程教学的第4周，尽早筛选出潜在困难学生。

5.2 对工程测量课程教学改革的启示

工程测量课程具有理论与实践并重、知识累积性强的特点，前期知识的缺失会直接影响后续内容的学习，理论知识掌握不足将严重影响实验实践课程的开展。线上学习行为数据能够清晰地展现学生的真实学习状态，这是传统课堂中难以精准掌握的。因此，充分挖掘和利用这些数据，做到早识别和早干预对于工程测量课程尤为重要，也是实现“以学生为中心”的精准化教学管理的关键一环。

5.3 研究局限与优化方向

本研究的样本量有限，仅涉及2个教学班89名学生，研究结论的普适性有待进一步验证；行为数据维度有限，主要采集了平台日志数据，未能纳入课堂表现、实验实操评分等数据；缺少对照组设计，未来研究可考虑可拓展至测量通识公选课、多届专业班级扩大样本。

6 结论

本文以水利类专业工程测量课程为研究对象，通过对2026年春季学期2个教学班89名学生的线上学习行为数据与期末成绩的系统分析，得出以下主要结论：

（1）章节测试平均分和视频观看完成度与期末成绩呈显著正相关，是预测学生学业表现的关键行为指标。平行班整体平均分、及格率等指标接近，但学生个体在学习方面的投入差异是造成班内成绩两极分化的核心因素。

（2）依托两类核心指标搭建的黄、橙、红三级分层预警体系，可在课程教学的第4~6周提前识别学业可能存在困难学生，且判定规则简单清晰。

（3）匹配三级风险设计的线上提醒、小组互助、一

对个性化辅导闭环干预流程,能够显著改善预警学生的学习状态,有效缩小班级内部学生成绩差距,弥补传统教学学情识别滞后、学业帮扶缺乏针对性的短板。

(4) 本文形成一套低成本、可复制的数据驱动精准教学管理方案,可为新工科背景下水利、土木类工程测量课程全过程动态学情监测、因材施教提供实操参考,也为同类型工科混合式教学分析改革提供完整实证案例。

本文系北方民族大学教育教学改革课题‘新工科视域下工程测量’AI+案例‘教学模式重构研究’(课题编号:2025JY031)的研究成果。

[参考文献]

- [1]李二俊,蔡庆空.“新工科”背景下《工程测量》课程教学改革与实践[J].地理空间信息,2023,21(3):148-151.
- [2]中华人民共和国水利部.关于大力推进智慧水利建设的指导意见[R].北京:水利部,2022:01.
- [3]牟智佳,李雨婷,严大虎.混合学习环境下基于学习行为数据的学习预警系统设计与实现[J].远程教育杂志,2018(3):55-63.
- [4]武芳,王芹,武秀秀,等.混合教学模式下学生学习行为特征分析及提升策略研究[J].医药高职教育与现代护理,2024,7(1):23-27.
- [5]张明焱,杜旭,李浩.结合学生行为模式分析的成绩早期预警研究[J].计算机工程与应用,2022,58(1):99-105.
- [6]田华.SPOC 学习者在线学习行为分析——以“发酵工程”课程教学为例[J].信阳师范学院学报(哲学社会科学版),2022,42(3):71-77.
- [7]王志锋,何佳琪,王勇宏,等.SPOC 论坛交互行为模式挖掘与学习成效分析[J].中国教育信息化,2024(4):118-128.
- [8]王春洁.基于机器学习的学习者画像构建与教学预警研

究[J].电脑知识与技术,2024,20(22):107-109.

[9]万义良,金瑞,苗则朗,等.人工智能赋能的 GIS 空间分析“三维一体”智慧教学模式研究[J].测绘通报,2025(2):319-323.

[10]庄俊玺,王琪,赖英旭,等.基于三元深度融合的行为驱动成绩预警模型[J].计算机工程与应用,2024,60(9):346-356.

[11]李亚楠,张睿.基于学习投入的混合式教学预警模型研究——以大学物理为例[J].物理与工程,2022,32(1):93-102.

[12]刘卫军,张海燕,张献伟.产教融合背景下土木工程测量实践教学探索[J].测绘与空间地理信息,2026,49(2):58-60.

[13]权娟娟,傅少君,孙国宁,等.工程测量课程“四位一体”项目式教学体系探索[J].高教学刊,2026(17):114-119.

[14]陈国平,宋召,李旺,等.新工科背景下工程测量学实验教学资源建设与实践[J].高教学刊,2026(10):109-113.

[15]萧灿强.智能建造背景下土木工程测量实践教学改革创新[J].智能制造研究与应用,2026,2(3):175-177.

[16]刘秉岳,张建新.基于增值评价的“工程测量”课程思政教学评价体系构建[J].重庆建筑,2026,25(7):111-113.

[17]吕加宝,陈志峰.思政元素与《工程测量》课程教学的有机融合路径探索[J].湖北开放职业学院学报,2026,39(10):104-106.

[18]张秀成,黄艳立,翁兴烨.课程思政融合轻混合教学模式的探索与创新——以“工程测量”课程为例[J].武夷学院学报,2025,44(12):104-109.

作者简介:杨程(1983—),男,汉族,河南正阳人,研究生,博士,讲师,从事水利类专业课程的教学工作,就职于北方民族大学水利水电与智慧城市学院。