

# 基于能力评价联动的课程持续改进机制研究

陈萌, 鲍淑娣, 李青合

宁波工程学院网络空间安全学院, 浙江 宁波

收稿日期: 2024年9月20日; 录用日期: 2024年10月17日; 发布日期: 2024年10月23日

---

## 摘要

近年来, 在工程教育专业认证和审核评估的推动下, 我国高等教育教学质量稳步提升, 特别是计算机类相关专业在课程建设和质量提升方面取得了显著成果。本文提出了一种基于多课程相关性计算和能力评价趋势分析的能力评价联动的课程持续改进机制, 旨在将传统的课程内循环方式改进为多课程联动的外循环方式。本文通过皮尔逊公式计算课程间的能力评价相关系数, 验证了课程间能力支撑关系的客观性。并通过绘制相关课程能力评价趋势线, 观察学生在相关课程中能力评价的变化趋势, 并结合实际教学情况进行因果分析, 提出了基于多课程能力评价趋势分析的课程持续改进方法。本文的研究为课程持续改进提供了一种新思路, 强调了多课程间的联动改进和数据共享的重要性, 以期为工程教育专业的课程建设和教学质量提升提供一定支持。

---

## 关键词

课程改革, 持续改进, 皮尔逊公式, 教学研究

---

# Research on Continuous Improvement Mechanism of Courses Based on the Linkage of Competency Evaluation

Meng Chen, Shudi Bao, Qinghe Li

School of Cyber Science and Engineering, Ningbo University of Technology, Ningbo Zhejiang

Received: Sep. 20<sup>th</sup>, 2024; accepted: Oct. 17<sup>th</sup>, 2024; published: Oct. 23<sup>rd</sup>, 2024

---

## Abstract

In recent years, driven by the accreditation of engineering education and review evaluations, the quality of higher education teaching in China has steadily improved, particularly in computer-related disciplines, where significant achievements have been made in course development and quality

enhancement. This paper proposes a continuous course improvement mechanism based on multi-course correlation calculation and competency evaluation trend analysis. The aim is to shift from the traditional intra-course cyclic approach to an inter-course external cycle approach. Using the Pearson formula to calculate the competency evaluation correlation coefficients between courses, the objectivity of the competency support relationships among courses is verified. Additionally, by plotting competency evaluation trend lines for related courses, the changes in students' competency evaluations across different courses are observed. A causal analysis is then conducted based on actual teaching situations, leading to the proposal of a continuous course improvement method based on multi-course competency evaluation trend analysis. This research provides a new approach to continuous course improvement, emphasizing the importance of inter-course linkages and data sharing, with the aim of supporting course development and improving teaching quality in engineering education programs.

## Keywords

Curriculum Reform, Continuous Improvement, Pearson's Formula, Research on Teaching and Learning

Copyright © 2024 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

近年来，在工程教育专业认证和审核评估的共同推动下，我国高等教育教学质量稳步提升，特别是计算机类相关专业借助信息化优势，在专业建设和课程质量建设等方面取得了显著成果[1][2]。随着教学改革研究的不断深入，教师们对如何开展富有成效的课程持续改进问题愈发关注。目前，大多数课程采取的是课内持续改进机制[3]，即课程独立分析教学中存在的问题，并提出相应改进措施。然而，课程教学目标的达成往往受到多种因素的共同影响[4]，特别是前序与后续相关课程之间往往存在一定程度的相互影响[5]。当课程教学目标未能达成或达成不理想时，除了本课程的教学原因外，前序相关课程培养能力的不足可能未能有效支撑本课程教学，后续相关课程的教学目标达成也会受到本课程能力评价情况的影响。

本文提出了一种基于多课程相关性计算和能力评价趋势分析的课程持续改进机制，旨在将课程独立实施的内循环改进机制，转变为基于能力评价联动的课程间改进机制，为课程的持续改进提供了更加全面和科学的依据。

## 2. 相关课程能力评价联动的关键问题

实施多门相关课程基于能力评价趋势分析的课程间持续改进，需要首先确定相关课程知识点与实际达成能力是否具有相关性。专业开设课程的实际达成能力之间往往存在或强或弱的支撑关系。当课程培养目标未达成或达成情况不理想时，这不仅可能是由于该课程自身教学、考核等环节的问题，也可能是由于相关前序课程实际达成能力未能对本课教学提供有效支撑所导致。以《数据结构》课程为例，本课程需要学生具备基本编程能力和简单算法开发能力。当个别学生在本课的能力评价不理想时，可能是个体问题。但当一定比例学生目标能力未达成时，就需要考虑是否是本课的教学问题，或者是学生在修习本课前应由《程序设计 I》培养的基本编程能力和简单算法开发能力未达成。

在教学实践中，判断《程序设计 I》实际达成能力是否无法有效支撑《数据结构》教学目标达成，存在两个主要难点。其一，《程序设计 I》知识点实际达成能力与《数据结构》知识点实际达成能力之间是

否存在相关性。其二,如何证明《数据结构》能力评价情况不理想确实受到《程序设计 I》能力培养效果的影响。这两个难点能否解决,不仅关系到相关课程如何制定教学改进方案,而且对专业负责人改进课程体系,完善课程教学内容修订等工作都具有非常重要的意义。

研究基于能力评价联动的课程持续改进机制需要解决以下三个核心问题:

1) 如何判断两门课程的教学内容是否存在相关性。

确定课程内容的相关性是开展能力评价联动分析的基础。具体方法可以包括对课程大纲和教学目标的分析,通过统计学方法测量课程之间的相关性,以及教师和专家的经验判断等。

2) 存在相关关系的课程实际达成能力能否起到有效的支撑作用。

在具有相关性的课程间,前序课程的能力评价结果是否能够有效支撑后续课程的教学目标达成是本课题研究的核心问题之一。这需要通过教学实践数据的分析,如学生成绩、考核通过率、能力测评等数据,来验证支撑作用的有效性。

3) 多课程能力评价趋势分析结果如何用于课程持续改进。

如何根据能力评价联动分析结果,直接用于课程改进策略的制定也是本课题要解决的核心问题。例如,若发现前序课程的某些能力评价不足,需加强其教学力度或调整其教学内容。还可以通过调整后续课程的教学方法和评价方式,弥补前序课程能力不足带来的影响。

本文针对上述问题进行了研究,并取得了初步成果。通过多课程相关性分析和能力评价趋势分析的评价联动机制,为课程持续改进提供了科学依据。这些研究成果不仅为个别课程的改进提供了方向,也为整体专业课程体系的优化提供了参考,进而有助于提升学生的综合能力和专业素养。

### 3. 基于皮尔逊公式的相关系数计算

在设计课程体系时,确定课程前序、后续的重要依据是课程之间知识和能力的支撑关系。然而,在实际教学中,一门或多门前序课程形成的实际能力能否对后续课程的教学目标提供支撑,支撑力度有多大,由于缺少相关工具进行客观度量,往往只能进行主观判断。皮尔逊相关系数是一种用来度量服从正态分布的两个变量之间线性相关关系的指标,本文采用皮尔逊相关系数计算公式,计算课程间能力评价的相关系数,为客观观察课程间能力支撑关系提供了一种可行的方法。

#### 3.1. 样本选择

本文样本数据选取宁波工程学院计算机科学与技术专业 20 级 1 班全体学生的《程序设计 I》《数据结构》和《JavaWeb 应用开发》三门课程过程考核成绩作为分析样本。为了排除个别学生因学习能力和态度造成样本数据不准确的问题,实验样本数据排除了重修、补考和缓考的数据,仅选择首次选修课程,并参加正式考试的学生成绩作为分析样本。

课程通过讲授知识和训练来帮助学生形成相关能力。为了方便评价能力支撑关系,本研究选择了三门课程:《程序设计 I》作为《数据结构》的前序课程,用于观察应该具有较强支撑关系的课程间其能力点达成的皮尔逊相关系数值是否能够反映较强支撑。而《JavaWeb 应用开发》课程的教学内容与《程序设计 I》和《数据结构》并无明显的直接支撑关系,将该课程作为分析对象是希望能够观察非直接支撑关系课程的能力培养情况是否也会受到专业基础课程形成能力的实际影响。

#### 3.2. 皮尔逊相关性公式

课题组根据课程数据特征,选择皮尔逊(Pearson)相关系数作为课程间能力评价相关性分析工具,公式如下:

$$Pearsonr = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

公式(1)中,  $\bar{x}$  和  $\bar{y}$  分别表示变量  $x$  和变量  $y$  的平均值, 相关系数的取值范围在  $[-1, 1]$  之间[6]。当  $r = 1$ , 为完全正线性相关;  $r = -1$ , 为完全负线性相关。本实验设定, 当  $r \geq 0.3$ , 表示两个变量存在较强正相关; 若  $0 \leq r < 0.3$ , 表示两个变量存在弱正相关; 若  $r \leq 0$ , 表示两个变量存在负相关关系。

### 3.3. 课程间能力评价相关性分析

本次实验将课程不同知识点能力考核成绩进行了相关系数计算, 结果如表 1 所示。

**Table 1.** Matrix of correlation coefficients for course competency points

**表 1.** 课程能力点相关系数矩阵

| 课程名    | 能力点   | 数据结构   |       |       |        |        |        |        | JAVAWEB 应用开发 |        |        |        |         |
|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|---------|
|        |       | 线性表    | 树     | 图     | 查找排序   | 验证码    | 登录页面   | 首页     | 检索页面         | 详情页面   | 行程页面   | Cookie | Session |
| 程序设计 I | C++基础 | 0.300  | 0.305 | 0.282 | 0.122  | 0.043  | 0.053  | 0.087  | 0.043        | 0.197  | -0.015 | 0.062  | 0.064   |
|        | 顺序结构  | 0.125  | 0.309 | 0.135 | 0.146  | -0.081 | -0.156 | -0.033 | -0.081       | 0.034  | -0.198 | -0.103 | -0.064  |
|        | 选择结构  | -0.018 | 0.141 | 0.050 | -0.068 | -0.232 | -0.286 | -0.160 | -0.147       | -0.049 | -0.071 | -0.222 | -0.221  |
|        | 循环结构  | 0.150  | 0.239 | 0.113 | 0.038  | -0.143 | -0.196 | -0.091 | -0.129       | -0.005 | -0.239 | -0.146 | -0.129  |
| 数据结构   | 线性表   | -      | -     | -     | -      | 0.148  | 0.043  | 0.281  | 0.129        | 0.104  | 0.091  | 0.009  | 0.011   |
|        | 树     | -      | -     | -     | -      | -0.240 | -0.043 | 0.092  | -0.118       | -0.181 | -0.152 | -0.130 | -0.215  |
|        | 图     | -      | -     | -     | -      | -0.041 | -0.031 | 0.145  | -0.038       | 0.117  | 0.067  | -0.082 | -0.111  |
|        | 查找排序  | -      | -     | -     | -      | 0.480  | 0.337  | 0.571  | 0.339        | 0.499  | 0.312  | 0.402  | 0.437   |

根据相关系数可以看出, 《程序设计 I》与《数据结构》课程间知识点形成的能力确实呈现出较强的相关性。而《程序设计 I》与《JavaWeb 应用开发》课程间 75% 达成能力呈现出负相关, 课程呈正相关的知识点主要集中在“C++基础”部分, 这说明《程序设计 I》课程的“C++基础”能力评价效果对《JavaWeb 应用开发》课程的学习能够起到一定帮助。学生在《数据结构》课程的“线性表”知识所获得的能力对《JavaWeb 应用开发》课程具有弱相关, 但“查找排序”形成的能力都具有较强相关性, 这反映出《JavaWeb 应用开发》课程教学内容和能力评价中需要用到较多《数据结构》课程的“查找排序”能力和部分“线性表”能力, 这与该课程不少练习需频繁操作数据库的实际情况相符合。

通过计算三门课程实际达成能力评价值的相关系数, 并结合课程间实际情况进行因果分析, 可以看出皮尔逊相关系数确实能够在一定程度上反映课程能力评价的支撑关系, 为进一步分析学生能力评价趋势提供了必要基础。

但是, 样本数据仅来自一个班级, 可能无法代表整个专业。并且, 皮尔逊相关系数只能分析线性关系, 无法捕捉非线性关系。项目组拟进一步扩大样本范围, 加入更多不同专业和不同课程的数据, 验证这种分析方法的普适性, 并结合其他统计方法和分析工具, 进一步细化和完善基于能力评价趋势分析的课程持续改进机制。

### 4. 多课程能力评价趋势分析

在确定课程间能力评价评价值存在相关关系后, 就能够对学生在不同课程中获得的能力趋势进行观察与评价。这种趋势分析不仅有助于理解学生在学习过程中的表现变化, 还为课程持续改进提供了科学依据。

#### 4.1. 课程能力评价趋势

趋势是指数据随着时间或其他变量的变化而呈现的一种模式或倾向，可用线段斜率来描述。如果一组数据随着时间推移呈现明显上升趋势，则斜率为正；如果呈明显下降趋势，则斜率为负。趋势与斜率有着密切的关系，通过斜率可以从数学上量化数据的趋势。

本文选取具有较强相关关系的《程序设计 I》和《数据结构》两门课程知识点，绘制了选修这两门课程所有学生的能力评价达成趋势线。限于篇幅，表 2 展示了前 8 个样本课程能力评价趋势变化情况。通过表 2 可以清楚地观察到前 8 个样本在《程序设计 I》课程各知识点获得的能力评价与《数据结构》课程各知识点获得的能力评价均呈现出明显下降趋势。

**Table 2.** Trend analysis of competency point attainment between courses (partial)

**表 2.** 课程间能力点达成趋势分析表(局部)

| 姓名   | 程序设计 I |      |      |      | 数据结构 |    |    |      | 趋势图 |
|------|--------|------|------|------|------|----|----|------|-----|
|      | C++ 基础 | 顺序结构 | 选择结构 | 循环结构 | 线性表  | 树  | 图  | 查找排序 |     |
| 样本 1 | 100    | 100  | 100  | 100  | 40   | 68 | 65 | 26   |     |
| 样本 2 | 100    | 100  | 100  | 100  | 90   | 90 | 90 | 70   |     |
| 样本 3 | 100    | 100  | 100  | 100  | 75   | 95 | 80 | 78   |     |
| 样本 4 | 100    | 100  | 100  | 100  | 30   | 80 | 65 | 62   |     |
| 样本 5 | 100    | 100  | 100  | 100  | 10   | 93 | 55 | 0    |     |
| 样本 6 | 100    | 100  | 100  | 100  | 55   | 78 | 35 | 80   |     |
| 样本 7 | 100    | 100  | 100  | 100  | 10   | 49 | 0  | 0    |     |
| 样本 8 | 50     | 100  | 50   | 50   | 15   | 80 | 55 | 80   |     |

从表 2 中可以看出，学生在《程序设计 I》课程中的能力评价较高，但在《数据结构》课程中的能力评价普遍下降。这种趋势可能有多种原因：前序课程的评价要求较低导致学生能力评价结果较好，后续课程的评价要求较高导致学生能力评价结果较差，或者是学生自身原因导致。具体产生评价趋势上升或下降的原因需要相关任课教师结合实际授课情况进行分析研究后确定。这种趋势分析不仅能够揭示课程教学效果，还能帮助教师识别教学过程中存在的问题，并采取针对性的改进措施。

#### 4.2. 多课程关联持续改进

通过皮尔逊相关性分析和趋势分析，将原来独立的课程能力评价进行了关联，结合多门相关课程知识点能力评价情况的共同分析，能够更有效地为课程教学改进提供数据分析依据。图 1 表示了基于多课程能力评价趋势分析的课程持续改进流程图。

基于多课程能力评价趋势分析的课程持续改进方案的核心是确定不同课程达成的能力之间是否存在较强相关性。如果不存在相关性或相关性较弱，则需要判断是否课程教学内容或能力评价方法出现了问题。当不同课程所达成的能力之间存在相关性，则需要进一步分析其能力评价趋势是否合理。如果前序后续课程达成能力趋势呈下降，就需要进一步分析不同课程该如何进行改进。

通过这种系统化的分析和改进流程,可以实现课程之间的有机联动,提高课程整体教学质量,确保学生在不同课程中所获得的能力能够相互支撑和提升,最终培养出符合社会需求的高素质人才。

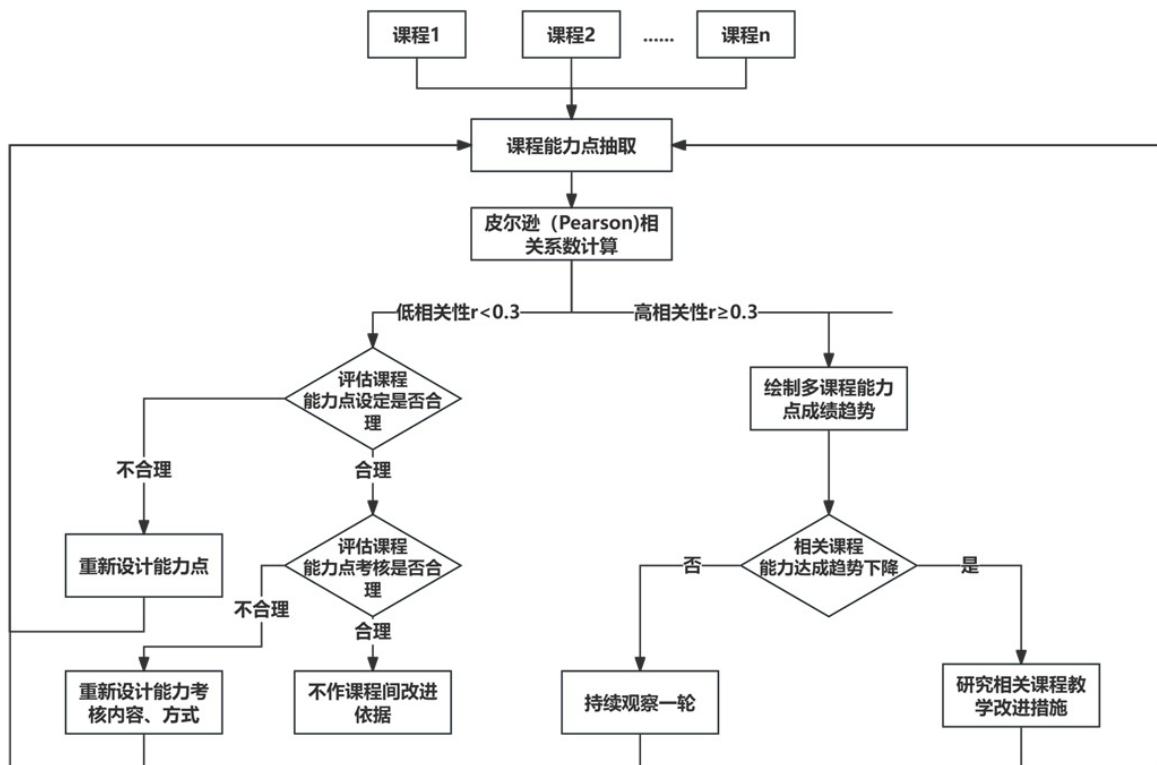


Figure 1. Flowchart for continuous improvement based on trend analysis of competency evaluation in multiple courses  
图 1. 基于多课程能力评价趋势分析的持续改进流程图

## 5. 结语

基于能力评价联动的课程持续改进方法,以多门相关课程的实际达成能力趋势作为分析依据,使课程持续改进工作从传统的单门课程内循环扩展到多门课程间循环。这种方法强调课程间的联动,使相关课程在制定教学内容、评价方式和持续改进措施时,能够主动关注彼此的达成情况,从而使课程的持续改进工作能够获得更显著的成效。通过皮尔逊相关性分析,能够确定不同课程之间的能力支撑关系;通过趋势分析,能够观察学生在不同课程中的能力评价情况。这些数据为教师提供了客观的参考,使他们能够有针对性地进行教学调整,从而提高教学效果。

但是,我们也必须认识到,学生能力评价的影响因素众多。在教学实践中,单凭公式计算和趋势分析,难以全面判断学生能力未达成的真实原因。例如,个体差异、学习态度、教学方法、评估标准等,都会对学生的学效果产生影响。因此,虽然本文提供了一种客观、可评估的方法推进课程间的信息共享与协调,但在实际应用中仍需结合教师的专业判断和实际教学情况。

基于能力评价联动的课程持续改进机制为高等教育教学质量提升提供了一种新的思路和方法。然而,该研究仍处于探索阶段,尚有许多问题亟待解决。例如,如何进一步细化课程间能力评价的具体指标?如何在更大范围内验证相关性分析的有效性?这些问题都需要在今后的研究中深入探讨。我们期待未来有更多的研究者和教育工作者参与到这一领域,共同探讨和完善这种方法,以期更好地服务于教学实践和学生发展。

## 基金项目

浙江省普通本科高校“十四五”教学改革项目(编号: jg20220600); 浙江省教育科学规划课题: 创新型工程教育组织模式变革研究——以欧林范式本土化的实践探索为例(2021SB056)。

## 参考文献

- [1] 王超, 刘蓬, 王广琨. 数字化赋能新一轮本科教育教学审核评估: 意义、现状与展望[J]. 高教论坛, 2023(11): 59-65.
- [2] 刘士亮, 毛德强, 于翠松, 刘建华. 工程教育认证驱动下课程目标达成度评价方法研究[J]. 教育教学论坛, 2023(4): 20-25.
- [3] 董薇, 张淑丽. 持续改进中的数据结构实验教学探讨[J]. 中国现代教育装备, 2023(19): 137-139.
- [4] 刘亚荣, 谢晓兰, 杨晓斐. 地方高校通信工程专业实践课程体系及其质量监控机制探析[J]. 高教论坛, 2023(10): 44-47.
- [5] 刘宿城, 刘晓东. 电机学课程目标达成评价分析及持续改进路径[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2023, 40(4): 67-69.
- [6] 魏钰. 基于二维象限的大学生在线学习投入评估研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 西北师范大学, 2023.