

教改科研保障对学科竞赛的促进关系研究

THE IMPACT OF EDUCATIONAL REFORM AND RESEARCH SUPPORT ON PROMOTING ACADEMIC COMPETITIONS

马惠铖^{1*}, 陈亦兰², 巫铭昌³

Huicheng Ma^{1*}, Yih-Lan Chen², Mingchang Wu³

^{1,2}泰国商会大学泰—中国际管理学院, ³台湾国立云林科技大学技术及职业教育研究所

^{1,2}Thai-Chinese International School of Management,

University of the Thai Chamber of Commerce, Thailand

³Graduate School of Technological and Vocational Education,

National Yunlin University of Science and Technology, Taiwan

Received: September 2, 2024 / Revised: January 14, 2025 / Accepted: January 17, 2025

摘要

随着中国高校对学科竞赛与教改科研保障的重视, 高校在学科竞赛以及教改科研保障方面取得了较多的成果, 但是在教改科研保障对学科竞赛的促进关系方面研究较少。本文主要研究教改科研保障对学科竞赛的促进机制, 使用半结构性访谈法基于扎根理论并利用质性分析软件分析出了学科竞赛的主要影响因素——教改科研保障。研究结果显示: 本文提出的三个策略即启发式教学、考核方式改革、本科生导师制可以有效提升学科竞赛的成绩, 利用连续两年的学科竞赛成绩及课程成绩进行横向对比分析以验证以上策略确实可行。利用层次分析法建立了教改科研保障与三个策略之间的数学模型, 通过数学模型的各权重系数, 高等院校可以结合实际情况采取相应的改革措施, 以确保教改科研的水平以及学科竞赛的成绩逐步提高。

关键词: 学科竞赛 教改科研保障 启发式教学 考核方式改革 本科生导师制

Abstract

As Chinese universities increasingly prioritize academic competitions and research support as part of educational reform efforts, notable successes have been achieved. However, research on how educational reform and research support enhance academic competitions remains limited. This paper investigates the mechanisms by which educational reform and scientific research support promote academic competitions. It employs semi-structured interviews, grounded theory, and qualitative analysis software to identify the key influencing factors, including education reform initiatives and research support structures. The findings indicate that three strategies proposed in this study—*heuristic teaching*, *assessment reform*, and *undergraduate tutoring*—can significantly improve performance in subject competitions. A horizontal comparative analysis of competition outcomes and course results over two consecutive years confirms the feasibility of these strategies. In addition, a mathematical model was developed using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to link educational reform and research support to the three strategies. By applying the model's weight coefficients, higher education institutions can adopt tailored reform measures suited to their own contexts. These strategies aim to raise the standards of educational research and practice while progressively enhancing outcomes in academic competitions.

Keywords: Subject Competitions, Education Reform and Scientific Research Guarantee, Heuristic Teaching, Reform of Assessment Methods, Tutorial System

引言

大学生学科竞赛是提升学生动手能力、激发创新思维的重要平台。自 2017 年起，高等教育学会发布的竞赛排行榜有效推动了高校对学科竞赛的重视，全面提升了学生的综合能力 (Ma et al., 2024)。近年来，各类学科竞赛数量增长迅速 (Xing & Ouyang, 2024)，学科竞赛已成为高校教育工作的关键环节。教学改革与科研工作是高校提升人才培养质量的两大支柱。教学改革提升了学科竞赛的基础教学和专项教学的教学效果，科研工作的成果产出可以作为学科竞赛的重要支撑。尽管教学改革与科研工作均受重视，但将两者与学科竞赛紧密结合，探索两者对学科竞赛促进关系的研究很少。因此，探索教改科研保障对学科竞赛的促进机制，提出匹配路径与具体内容，对于提升高校教学与人才培养质量具有重要意义。本文主要研究教改科研保障对学科竞赛的促进机制，采用基于访谈法的质性分析提出影响学科竞赛的核心指标即教改科研保障，利用本文提出的三个策略即启发式教学、考核方式改革、本科生导师制可以有效提升学科竞赛的成绩，结合教改科研保障与三个提升方法之间数学模型的各权重系数，高等院校可以结合实际情况采取相应的改革措施，以确保教改科研的水平以及学科竞赛的成绩逐步提高。提升策略应用于 Y 大学取得了良好效果，在中国机器人及人工智能大赛中，2022 年取得国奖 9 项，2023 年取得国奖 17 项；在中国国际大学生创新大赛中，2022 年无奖励，2023 年取得省级铜奖 4 项。

研究目的

国内对于将教学改革和科研工作相结合来提升学科竞赛成绩的研究极少，缺乏行之有效的成绩提升策略。本研究主要研究教改科研保障对学科竞赛的促进机制，为了达到这一目的，本研究采用半结构化的访谈法结合层次分析法力图回答以下问题：

1. 影响学科竞赛成绩的主要因素有哪些？
2. 教学科研保障的提升策略有哪些？具体该如何执行？
3. 教学科研保障对学科竞赛促进的效果如何？
4. 每个提升策略对学科竞赛的影响力大小应如何界定？

文献综述

教学改革与学科竞赛

中国学科竞赛始于上世纪 80 年代，Cao (1985) 最早论述了学科竞赛对学生培养质量的影响。教学改革作为教学效果提升的主要方式手段与学科竞赛也是密不可分的，两者在教育目标、内容和方法上是相互补充的，对学生能力培养、教学质量提升以及教育创新推动等方面起到共同作用。Liu et al. (2024) 指出要将学科竞赛成果纳入教学改革过程中，推动教学改革效果的提升。Pan et al. (2023) 的研究讨论了构建以学科竞赛为驱动，强化人才培养特色、深化课程融合、优化实践教学模式与方法、加强师资队伍建设的培养模式。Yang (2023) 指出以学生学科竞赛为突破口，深化教育教学改革，以赛促教、以赛促改、以赛促学，形成鲜明特色。Zhou et al. (2024) 指出材料类的学生通过学科竞赛的擂台还可强化教学与竞赛之间的联系，达到以赛促学和以赛促教的目标。Zhang et al. (2024) 指出园林类的学生要依托学科竞赛培植艺术素养，以赛促学提升美育质量。Cao et al. (2023) 指出要在软件工程专业构建以学科竞赛为导向的课程体系，探索以赛促教的教学模式。Qiao 和 Chen (2023) 以概念构思为启发，开拓学生创新思维能力；以学科竞赛为目标，提升学生专业表现能力三条举措。Zhao (2012) 分析了高职院校学生在学科竞赛中存在的如轻视学生基础技能训练的问题，提出了要加强学生分析问题和解决问题的能力；提高学生的英语水平；构建学生的团队协作能力。Zhu et al. (2023) 针对机械 CAD/CAE 技术课程施行以学科竞赛为驱动、辅助校企课程组、基于竞赛内容的项目式教学内容和方法。Gao et al. (2022), 提出以竞赛中心为学科竞赛培育平台，实现拓宽竞赛信息、整合实验室资源、有效地将竞赛成果转化成为创新课程和创新实验，为高校通过学科竞赛进行教学改革提供参考。

科研工作与学科竞赛

科研工作是研究型高校的主要工作，科研成果往往是学科竞赛的重要参考。科研工作为学科竞赛提供理论支持和实践经验，学科竞赛促进科研工作的深入和发展，在培养学生综合素质方面两者的目标是一致的。Chang (2024) 指出学科竞赛是高等院校科研育人的重要组成部分。科研

工作强调建立学术交流平台、推动科研成果向竞赛转移。Wu (2024) 指出学生创新创业团队项目与产业项目课题攻关相融合, 学科竞赛项目与教师的科研成果转化相融合, 为学生提供优质资源平台。Jiang et al. (2024) 提出推动国防科研项目成果和前沿科研成果进课堂, 鼓励学生参与科研项目和学科竞赛。Tao et al. (2022) 提出工科大学生持续参与工程学科竞赛、教师科研项目等实践活动, 往往会形成相应的工程技术性群体。Yang et al. (2024) 指出组建学科竞赛集群、创新创业集群、科研发展集群, 形成课程学习共同体。Li 和 Wang (2023) 从科研角度出发, 通过学科竞赛实践解决企业实际问题, 也可以获取相应的一手实践数据, 提高科学研究的严谨性和可转化性。

文献述评

通过对中国知网内 1985 年至 2024 年相关文献的检索, 发现教学改革方面的文献大多数都局限在某个竞赛或者与之有关联的某门课程上, 提出的相关建议与对策较为单一, 缺乏系统性的研究; 科研方面的文献主要论述了建立科研平台、鼓励学生参与科研以促进学科竞赛的成绩。学科竞赛的成绩提升需要把教学改革和科研工作紧密结合并发挥最大功效, 但由于教学改革与科研工作分属两个大类工作且彼此交集较少, 相关教师在此开展的研究无法有效结合, 教学改革与科研工作也就无法形成合力。将教学改革、科研工作和学科竞赛结合起来形成新的人才培养体系是非常必要和迫切的。新的培养体系可以集中发挥前述三者的优点, 使得三者可以互相促进形成合力。但在探索的过程中也会遇到问题, 例如数据库内对于把教学改革与科研工作相结合, 论述其对于学科竞赛的促进方面的论文极少即缺乏系统理论支撑。可以尝试在各类交流会中进行经验分享也可以在学科竞赛宣讲中对其进行阐述。本文力图把教学改革和科研工作结合起来以提升学科竞赛的成绩达到人才培养的目的是很有实际意义的。

研究方法

研究方法概述

本研究采用基于扎根理论的半结构性访谈法与实证法搜集相关观点与数据。在质性材料研究过程中, 半结构性访谈是较为常用的数据收集方法 (Yi et al., 2015)。本研究选择 11 位经常参与学科竞赛指导工作又来自不同学科的教师进行访谈, 学科分布合理, 教师经验丰富, 取得的访谈资料信度有保障。实证法是一种通过观察和实验来收集数据, 并利用数据和资料来分析、解释和预测现象的方法。本研究选取 Y 大学计算机科学与技术专业《电路分析》、《物联网技术》2022 年与 2023 年的成绩与同期中国机器人及人工智能大赛、中国国际大学生创新大赛的成绩进行实证对比分析。利用层次分析法对教改科研保障进行数学建模, 明确了启发式教学、改革考核方式、本科生导师制在教改科研保障中的影响力大小。

访谈设计

初始访谈的问题由三个大类问题展开, 具体见表 1 访谈问题设计。问题的设计采用递进

式模式，即初步情景带入、核心问题访谈、深度细节描述三个步骤。初步情景带入以本部门学科竞赛的开展情况展开，目的在于让被访谈者能够尽快进入访谈状态；核心问题访谈将直面研究问题，作者希望能够获得被访谈者的真实想法与建议；深度细节描述则在核心问题访谈基础上对具体问题的细节进行补充性说明。由以上三类问题形成访谈大纲，访谈开始前也会向被访谈者说明本次访谈的目的和意义，也会让其签署访谈知情同意书。

表 1 访谈问题设计

序号	访谈问题描述	具体问题（部分）
1	学科竞赛的开展情况简介。提问主要内容为：学科竞赛的种类、获奖情况、举办心得体会、举办过程中有何创新或可借鉴之处。	<p>请问您带队参加过哪些学科竞赛？</p> <p>请问您在学科竞赛中获得过哪些级别的奖励？</p> <p>在您培训过的竞赛中，您有哪些感受颇深的地方？</p>
2	对教改科研保障方式的深度探讨。提问主要内容为：教改科研保障与学科竞赛的关联，教改科研保障的可取方式，每种方式的优缺点。	<p>学科竞赛强调的是专业知识能力，您认为基础课程是否还重要？您对基础课程的意见是？</p> <p>现在的教学过程提倡以学生为中心，您对以学生为中心的教学方式有何理解？</p> <p>最新的培养方案要求，实践教学比例超过 30%。说明了实践教学的重要性，您对实践教学有何建议？</p>
3	对所提出的教改科研保障进行细节描述。提问主要内容为：某种教改科研保障的操作流程、注意事项、使用效果等。	<p>混合式教学目前是提倡的主流教学方式，您对线上线下的混合式教学有何建议？</p> <p>目前有一类教学是以实际案例为素材，推动知识点的讲解，您对这种案例式教学有何建议？</p> <p>本校师生在校外的发明创造需要转化为成果，您对这种成果转化有何建议？</p>

注：作者自绘

研究对象

本次访谈邀请的 11 位教师来自西安翻译学院、西安明德理工学院、西安学前师范学院、陕西服装工程学院、西安科技大学、北京理工大学出版社、陕西育之本教育科技有限公司、西安粤嵌信息科技有限公司、西安尚学科技有限公司、陕西京品云创有限公司、陕西重构教育科技有限公司。11 位教师中有 5 位来自高校，6 位来自企业单位的培训部门，他们都是多年从事一线竞赛培训和组织的教师，学科涵盖了工学、理学、商学、艺术等学科，得到的访谈内容具有可信度和效度，由此开展研究的结论也具有一定普适性。

数据分析

扎根理论是通过系统的收集与分析研究资料,通过对资料的研究归纳出核心概念,在核心概念的基础上抽象出完整的理论框架。本研究使用 Nvivo 12 Plus 质性分析软件对访谈资料进行分类编码。扎根理论的研究过程分为三个阶段,即开放性编码、主轴编码、选择性编码,以下是三类编码的具体实现过程。

1. 开放性编码

访谈大纲确定后随即开始对专家进行访谈。访谈过程全程录音,使用手机自带录音软件进行文字转录并形成转录稿。将文字转录稿输入 Nvivo 12 Plus 软件进行开放性编码。通过开放性编码对原始文字资料形成了 18 个主范畴三级代码如表 2 所示。在表 2 中,序号 1-5 属于课程与能力的范畴,6-12 属于教学方法改革范畴,13-18 属于科研工作范畴,每部分的三级代码都有相似的大类属性,如 1-3 和 5 属于课程设置,4 创新思维培养也需要一门对应课程来提升。

表 2 开放性编码明细表

序号	三级代码	部分语句摘录
1	基础课程强化	基础课程,C 语言嘛,就是咱们的那种基础课很重要啊。
2	竞赛选修课	选修课,可以在选修设置。
3	创新思维培养	课堂讨论就是有些问题,可以抛出给学生。
4	跨学科课程	有些知识咱没有办法在咱们专业课里讲到,就只能开个别的其他课程了。
5	科技前沿课	有些竞赛需要的前沿成果必须在课程里体现出来,这就需要老师在课堂教学中稍微讲一点。
6	以学生为中心	学生为中心,主要是要提高学生的能动性,就是让学生自己愿意学,学生愿意多涉猎知识。
7	混合式教学	我觉得很多东西你要线上线、下也罢,光纯线下也罢,线上也罢,最终教学都要以任务为目标。
8	案例教学	这个案例讲多深讲深呢,他们听不明白,讲浅了,我看学生底下反响也一般。
9	项目式教学	项目教学一定要每个人的工作要落实到位,否则有些学生就打酱油,那个他就提提高不了。
10	反转课堂	反转课堂因人而异吧,就是好学生啊,你搞搞反转课堂还行。
11	实践教学	实践教学应该把一些新的当然,这不是前沿技术,新技术。或者说,现在工业场景下,或者在日常工作中常用的技术加进去。
12	评价方式改革	考试的形式其实可以考虑改变一下,特别是针对实践性强的课程。
13	实践基地	可以考虑在校外联系一些厂家,做一些实践基地,利用实践基地去为教学做补充。
14	共享资源与技术	资源共享就解决了一个算力的问题啊,主要是硬件方面的共享,确实有些东西咱没有啊。
15	联合培养人才	应该把老师一块培养,就是在课堂上的老师在实验基地也培养一下。
16	师资锻炼	挂职锻炼还是比较好的吧,这叫开眼界。
17	成果转化	还是要跟这个知识产权的保护结合,就是这个应该是就咱这个不管学校校内校外的成果转化。
18	建立学术交流平台	我觉得这个可能例会制吧,例会制还是挺重要的。

注:作者自绘

2. 主轴编码

主轴编码是在开放性编码基础上对开放性编码进行内容的凝练，将相关代码进行聚类形成新的范畴。利用 Nvivo 12 Plus 软件词频分析功能将词频最高的 100 个 2 字词进行统计显示，再点击页面右下角的聚类分析按钮形成聚类分析结果，该结果结合 18 个三级代码可以帮助作者对 18 个三级代码进行聚类，如基础课程强化、竞赛选修课、创新思维培养、跨学科课程、科技前沿课 5 个三级代码都是有关课程教学与课程类别的名词，因此对其进行聚类抽象为课程体系建构。同理将其余 13 个三级代码抽象为教学方法改革与产学研协作，这三个二级代码构成了主轴编码如表 3 所示。

表 3 主轴编码表

序号	三级代码	二级代码
1	基础课程强化	课程体系建构
2	竞赛选修课	
3	创新思维培养	
4	跨学科课程	
5	科技前沿课	
6	以学生为中心	教学方法改革
7	混合式教学	
8	案例教学	
9	项目式教学	
10	反转课堂	
11	实践教学	
12	评价方式改革	
13	实践基地	产学研协作
14	共享资源与技术	
15	联合培养人才	
16	师资锻炼	
17	成果转化	
18	建立学术交流平台	

注：作者自绘

3. 选择性编码

选择性编码是在主轴编码的基础上对主轴编码进行聚类，将相近概念的主轴编码进行合并归类。课程体系建构、教学方法改革、产学研协作三个主轴编码中明确出现了“教”、“改”、“研”字样，课程体系建构属于教学范畴，产学研明显偏重科研范畴，对其进行概念升级与抽象从而提出了一个一级代码即教改科研保障，选择性编码明细如表 4 所示。

表 4 选择性编码明细表

序号	二级代码	一级代码
1	课程体系建构	教改科研保障
2	教学方法改革	
3	产学研协作	

注：作者自绘

信度检验

作者邀请一位具有相关研究经验的资深同事对其中 4 份转录稿进行编码，利用 Nvivo 12 Plus 的 Kapa 分析功能对 4 份编码进行 Kapa 分析如表 5 所示，除 S 文档 K 值为 0.69 为良好处于可接受范围，其余 K 值都在 0.8 以上属于优秀，证明本次编码通过了一致性检测，具有可靠的信度。

表 5 Kappa 分析数值表

代码	文件	Kappa	一致 (%)
教改科研	Q	0.9951	99.81
教改科研	R	0.8245	93.57
教改科研	S	0.6976	89.01
教改科研	T	0.8838	95.69

注：作者自绘

效度检验

本次访谈的对象均是高校从事学科竞赛管理工作的教师，他们常年工作在竞赛管理一线，对学科竞赛非常了解且具有丰富的管理经验，身为高校教师具有最基本的道德与学术底线，以上能够证明他们在访谈中的论述所形成的数据对本次研究有效。作者常年从事一线竞赛教学与管理的工作，通过本研究前期大量的文献阅读与积累，对于访谈内容以及编码结果与文献研究结论对照得出访谈编码有效。

饱和度检验

在使用 Nvivo 12 Plus 软件进行编码过程中进行开放性编码主要对访谈文本的内容进行抽象，并将文本拖拽到相应的节点中，依次对各个访谈文本进行编码，如果遇到未出现的编码则对文本内容进行再次抽象得到新的编码。本次访谈共得到 11 份访谈录音转录稿，在对第 5 位访谈者录音转录稿进行编码时就未再产生新的概念范畴达到资料饱和程度，在访谈对象认知度相差不大的情况下，访谈文本的内容也很难再出现新的内容，因此可以认为本访谈所产生的概念范畴已经达到了资料饱和与理论饱和。

研究结果

教改科研保障提升策略

通过扎根理论对 11 位访谈对象的录音转录稿进行多层次编码。开放性编码是在对访谈内容仔细阅读后对发散的文档内容进行整理缩编,将原始的访谈内容抽象为概念范畴的步骤;主轴编码是在开放性编码的基础上对所有开放编码进行聚类统筹并按照逻辑相关性将大类下的开放性编码本研究选取 Y 大学计算机科学与技术专业《电路分析》、抽象为更高层次的新概念;选择性编码是对主轴编码进行逻辑分析,将类别相近的编码进行合并形成更高维度的概念。本研究通过三级编码体系最终得到了影响学科竞赛的核心要素——教改科研保障。教改科研保障是影响学科竞赛的核心要素,要提出切实可行的方法提升学科竞赛的成绩就要深入分析教改科研保障这一核心要素。教学改革的方式很多,如表 2 开放性编码表中所列竞赛选修课、案例教学等,在众多改革措施中对启发式教学极少提及,学科竞赛更多依靠学生的主动性,因此启发式教学就显得非常重要;学科竞赛是实践性极强的活动,传统的考核方式以纸质考试为主,在日常的学习过程中对学生实践能力的提升帮助有限,因此将考核方式进行改革,突出实践环节的考查并增加实践环节的分数的占比,可以在有限的教学时间内通过大量课程的考核方式改革提升学生的实践动手能力同时也不会过多增加学生的额外负担;由于本科生的科研能力有限,让其直接从事科研工作是不现实的,同时学生也需要有人带领使其逐步适应科研工作体系,从了解科研工作到参与科研工作最终到独立从事科研工作,因此本科生导师制就显得尤为重要,通过导师的引领作用使学生具备一定的科研能力并将科研成果运用到学科竞赛中。作者通过前期对大量文献的阅读结合自身的工作经验,从学科竞赛的发展角度出发,提出了以上三个提升教改科研保障的策略,具体论述如下。

1. 启发式教学

启发式教学是教师在教学工作中依据学习过程的客观规律,引导学生主动、积极、自觉的掌握知识的教学方法 (Hu & Liu, 2017)。它强调教师是主导,教学过程要由教师来组织,学生是学习的主体,启发学生积极思维,旨在调动学生学习的积极性,正确的理解、系统的掌握所学的知识。启发式教学可以采用多种教学方法,如问题导向、探究学习、项目实践等,以激发学生的学习兴趣 and 主动性,培养他们的思维能力和解决问题的能力。启发式教学与学科竞赛之间有着天然的联系。学科竞赛中有很多延展性问题都需要学生利用创造性思维进行科学合理的设计,设计的灵感基于对相应学科知识的深刻理解,这样的灵感以及延展性问题不经过课堂的反复启发式教学是很难产生的。传统教学是书本到人的过程,而启发式教学则是从人到书本再到人的过程,学生只有在启发式教学的环境下经常接受启发式思维训练才会在学科竞赛过程中找到突破点。

在中国机器人及人工智能大赛中, 我校计算机科学与技术专业的学生参加了智能车与四足仿生机器人的竞赛。在智能车竞赛中, 竞赛规则要求车辆完成一个任务点后要转移到另一个任务点继续完成任务, 在三个任务都完成的情况下, 总用时少的队伍胜出, 学生在程序编制过程中精准考虑到了避障、坐标等问题, 完成了规定的任务, 但是在竞赛总用时方面始终不占据优势。学生们利用问题导向式的思维方式, 终于在比赛前解决了时间长的问题, 学生们利用程序将两个任务过渡阶段的车速调整成冲刺模式后, 比赛用时减少四分之一。

2. 考核方式改革

学科竞赛强调在实践中运用知识的能力, 这就要求考核环节要做出改变, 突出实操环节的占比, 弱化卷面成绩占比, 甚至完全以实操成绩代替某门课程的最终成绩。考核方式改革需要引入学科竞赛的评判流程和考核标准, 构建更全面的考核机制 (Gao, 2024)。只有以最接近竞赛的形式进行考核方可促进竞赛成绩的提升, 也可以避免传统纸质考核的弊端, 真正做到学科竞赛与考核的互相促进。

考核方式的改变不是一朝一夕就能完成的, 要充分论证可行性, 一定要做到利大于弊。与学科竞赛相适应的考核方式就是实践考核, 完全用实践或者至少是占比总分 60% 以上的实践部分代替传统的期末纸质卷面考试。首先要从制度上进行保障。教务处是制定考核制度的机构, 对于期末考试的方式各校的情况也不尽相同。Y 高校的做法是教务处制定总体考核方案, 方案里有关考核方式也是相对灵活, 一般是由教研室提出某门课程的考核方式, 由二级学院汇总后提交教务处备案。第一次执行后一般要写出较为详细的课程考试分析报告, 充分论证本次考试的相关数据, 经过对比以前的考试数据, 得出是否应该继续该考核方式的结论。

以《电路分析》课程为例, 这门课程是 22 级计算机科学与技术专业的必修课程, 也是机器人竞赛、计算机设计大赛的重要支撑课程。这门课程的考核方式一直是沿用传统的期末试卷的形式, 而课程的特点是利用 Multisim 平台进行硬件设计, 只有实操才能考查出学生真正的能力。原先的考核方式是考勤成绩占比 10%, 平时成绩占比 40%, 卷面成绩占比 50%, 平时成绩中作业成绩占比 40%, 实践占比 40%, 课堂表现占比 20%。方式改革后, 考勤成绩占比 10%, 平时成绩占比 50%, 卷面成绩占比 40%。平时成绩中作业占比 30%, 实操成绩占据 60%, 课堂表现占 10%。以上改革措施的成效如表 6 所示。

3. 实行本科生导师制

大学一年级新生的可塑性是高于其他年级的, 正确的引导在学生的求学生涯里非常重要, 要让学生建立起强烈的学科竞赛意识就要有人去引导, 本科生导师制可以完美解决上述问题。本科生导师制是全面提高创新人才培养质量的重要制度 (Zhu & Liu, 2023)。本科生导师制的实行不仅能为本科生提供更好的平台, 而且也能促进教学相长 (Cao, 2023)。各个高校的本科生导师制有所区别, 但大多数高校规定每位导师平均可以带 6-10 名学生并形成科研小组, 在导师

的带领下逐步走上科研之路。导师制下规定导师要让学生定期阅读相关领域的文献，在学习专业课知识前就已经接触过相关领域的最新成果，可以让学生产生浓厚的学习兴趣。导师也可以经常鼓励学生参与学科竞赛，甚至是直接指导学生参加竞赛。由于长期在一起进行学术探讨，彼此之间容易形成默契，对于参与学科竞赛也是非常有益的。各高校都要求对本科生导师进行考核，考核方式和标准方式灵活，主要是依据各高校的类型以及学生的基础。

作者也是多个学科竞赛的指导教师，例如物联网设计大赛会安排学生在大学一年级的時候有限范围参赛，先期参与学科竞赛主要是给高年级学生做服务性工作，主要目的是了解比赛并感受比赛的氛围为日后的比赛做准备。在学生进入大学二年级后就会安排学生正式参加竞赛，作为竞赛参与者负责相应的模块设计。这些模块包含电源设计、传感器设计、通讯模块设计、软件程序设计、设计报告撰写、PPT制作、音视频拍摄、音视频制作、PPT演讲等。

基于层次分析法的学科竞赛——教改科研保障数学模型

前段论述已经提出了教改科研的三个提升策略，但是每个措施对竞赛的影响力是不同的，只有找到三个措施对竞赛的量化影响才能更加有效的开展并实施三种措施。本文采用层次分析法建立数学模型。层次分析法是由美国科学家萨蒂提出的一种权重分析方法，融合了定性、定量、多阶层、全面性等特性的研究方法，多用于复杂逻辑问题的解决 (Zhang, 2023)。模型指标的选择是基于问题的分解和专家判断，确保与决策目标相关。权重则是通过构建判断矩阵、进行一致性检验后得出。

学科竞赛与教改科研保障之间的关系较为简单，只需要建立两层指标结构即可。第一层指标为学科竞赛-教改科研保障综合评价层 (A); 第二层是影响学科竞赛-教改科研保障综合评价层的一级指标 (B)。一级指标分为启发式教学 (B1)、改革考试方式 (B2)、本科生导师制 (B3) 三个。模型层次结构图如图 1 所示。

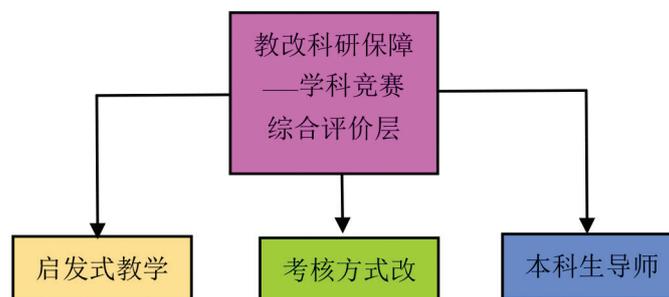


图 1 模型层次结构图

注：作者自绘

根据图 1 可知, 本文模型的层次结构只需构造 1 个判断矩阵即一级指标的判断矩阵 R_A 。在三个一级指标中, 考核方式改革比启发式教学略微重要; 本科生导师制比启发式教学明显重要; 本科生导师制比考核方式改革略微重要。以上结论综合了作者和所有访谈教师的意见。按照表 6 所示标度方法可得, $R_A(1,2) = 1/2$, $R_A(1,3) = 1/5$, $R_A(2,3) = 1/3$ 。判断矩阵

$$R_A = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/5 \\ 2 & 1 & 1/3 \\ 5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

表 6 标度方法表

标度	含义
1	表示 2 个因素相比, 具有同样的重要性
3	表示 2 个因素相比, 一个因素比另一个因素略微重要
5	表示 2 个因素相比, 一个因素比另一个因素明显重要
7	表示 2 个因素相比, 一个因素比另一个因素强烈重要
9	表示 2 个因素相比, 一个因素比另一个因素极端重要
2,4,6,8	上述相邻判断的中值

注: 作者自绘

对判断矩阵 R_A 的列向量进行归一化并用 R_{AN} 表示, $R_{AN} = \begin{bmatrix} 0.125 & 0.111 & 0.131 \\ 0.250 & 0.222 & 0.216 \\ 0.625 & 0.667 & 0.653 \end{bmatrix}$, 对 R_{AN} 按行求和得到一个列向量 r_A , $r_A = \begin{bmatrix} 0.367 \\ 0.688 \\ 1.945 \end{bmatrix}$, 对 r_A 进行归一化后记为 r_{AN} , $r_{AN} = \begin{bmatrix} 0.122 \\ 0.229 \\ 0.649 \end{bmatrix}$ 。 r_{AN} 为 R_A 近似特征向量, 由公式 $\lambda_A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(R_A r_{AN})_i}{(r_{AN})_i}$ 计算判断矩阵 R_A 的最大特征根 $\lambda_{max} = 3.004$ 。

利用公式对最大特征根 λ_A 进行一致性检验。当 $CR < 0.1$ 时, 矩阵的特征向量可作权向量。其中: CI 为一致性指标, RI 为随机一致性指标 (Yang, 2008), RI 的数值见表 7, 其中 n 为比较判断矩阵的阶数, $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ 。

表 7 随机一致性指标值

n	1	2	3	4	5	6	7
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32

注: 作者自绘

计算可得, $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3.004 - 3}{3 - 1} = 0.002$ 带入 $CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.002}{0.58} = 0.003 < 0.1$, 一致性检验通过, 特征向量可作为权向量。综上所述, 学科竞赛-教改科研保障数学模型为 $A = 0.122B_1 + 0.229B_2 + 0.649B_3$ 。

由模型可见本科生导师制的权重大于考核方式改革，考核方式改革大于启发式教学。高校在关注学科竞赛成绩提高方面可以较多关注本科生导师制并制定措施予以实施，从而更快更好地提升学科竞赛的成绩；在现阶段的教育现场中考核方式改革虽然没有本科生导师制的权重大，但是就根本面与长远发展的角色观之，考核方式改革具全面性价值且操作简便，起效也比较快可以作为本科生导师制的有利补充；启发式教学的权重相对最低，但是从长远发展的角度看最为重要，还是要坚持启发式教学，其作为本科生导师制和考核方式改革的重要补充，在顶级学科竞赛中具有重要作用。

讨论

本研究通过访谈法得到了学科竞赛的主要影响因素——教学科研保障并提出了三条提升策略，利用层次分析法得到了教改科研保障的数学模型，从而明确了三条措施的权重系数，各高校可以根据自身的实际情况选择相应的具体措施来提升学科竞赛的成绩。如文献综述一章所示，目前绝大部分的研究特点是分散的即只针对教学改革与学科竞赛的关系或科研工作与学科竞赛的关系进行论述，所发现的问题也大多是现有常规问题，解决问题的方法也大都较为常规。鲜有将教学改革、科研工作和学科竞赛共筑培养体系且同时发挥教学改革与科研工作的特点和优势的研究，而本研究通过大量的文献研究结合访谈法的质性分析发现了影响学科竞赛的关键因素即教学科研保障，提出了要把教学改革和科研工作结合起来共同促进学科竞赛的结论，所提出的三条策略是基于大量文献研究和作者本人多年来的教学、科研和学科竞赛经验。作者本人的教学、科研和竞赛经历均来自于 Y 大学，客观分析以上结论是具有一定的局限性，但本次研究的目的是首先提出影响学科竞赛成绩的因素及提升策略如研究目的一章所示，在后续的研究过程中可以将以上措施引入其他高校用以检测其方法的有效性同时也可以打破局限性限制。

本研究提出的三条提升策略应用于实际的教学与学科竞赛中，通过课程成绩的横向对比和学科竞赛的成绩对比来说明其有效性是可行的。提升策略集中在 2023 年施用于 Y 高校计算机科学与技术专业，引用 Y 高校在中国机器人及人工智能大赛 2022 年与 2023 年的成绩以及中国国际大学生创新大赛 2022 年与 2023 年的成绩进行对比分析；引用 Y 高校 2022 年与 2023 年计算机科学与技术班的《电路分析》课程成绩以及 2022 年与 2023 年计算机科学与技术班的《物联网技术》课程成绩进行对比分析。2022 年的课程与竞赛成绩并没有进行教改科研保障而 2023 年的竞赛与课程成绩均是教改科研保障后所取得。

以中国机器人及人工智能大赛为例，该赛事是一项历史悠久、影响广泛的全国性学科竞赛。作为中国人工智能学会最早主办的竞赛之一，大赛已为我国培养了大量“能动手”、“敢创新”、“可协同”的复合型人才 (Liu, 2023)。Y 高校连续参加了 2022 年以及 2023 年的竞赛，2022 年的竞赛由于是疫情期间采取了线上比赛的方式，比赛整体难度适中；2023 年的竞赛由于疫情放开

采取了线上线下相结合的方式，比赛整体难度比 2022 年有所加大。2022 年与 2023 年竞赛成绩对比如图 2 所示，在获得国家级奖励的数量上，2023 年的竞赛成绩明显强于 2022 年，教改科研保障的成效初显。



图 2 中国机器人及人工智能大赛获奖数量对比图

注：作者自绘

中国国际大学生创新大赛是教育部竞赛排行榜内名列第一的竞赛，也是各高校最为重视的学科竞赛，Y 高校连续多年参加此项竞赛。2022 年的竞赛由于疫情的原因为线上竞赛，整体难度有所降低，2023 年的竞赛由于疫情解除而恢复为线下竞赛难度有所提升。Y 高校计算机科学与技术专业学生虽连续多年参赛，但成绩一直不理想，直到 2023 年施行了教改科研保障的三条措施后成绩有所提升。如图 3 所示为 2022 年与 2023 年计算机科学与技术专业学生获奖数量对比，2022 年没有获得省级奖励，2023 年获得 4 项省级铜奖，可见施行了三条措施后成绩确实有所提高，教改科研保障成效显著。



图 3 中国国际大学生创新大赛获奖数量对比图

注：作者自绘

《电路分析》是学校电子信息工程、自动化、通信工程等专业的专业基础课。《电路分析》以分析电路的基本规律和电路的分析方法为主要内容 (Xu, 2023)，机器人竞赛对于电路分析的要求很高，要求学生能够使用电路分析的方法进行相关电路的设计。2022 年的电路分析考试由于疫情原因采用了线上教学与线上考试的形式，线上教学的教学效果远不如线下教学，因此

线上考试的题目也相对 2023 年更加简单，学生线上考试缺乏有效的监控方法，因此学生的成绩普遍较高。在统计分析成绩时为了更加客观公正将 2022 年的平均分减 10 分处理，最高分与最低分不变。2022 年与 2023 年的成绩对比如图 3 所示。图中的蓝色为最高分、橘色为最低分、灰色为平均分分别为 2022 级与 2023 级全年级学生的相应分数，由图 4 可见，2023 年的平均分明显高于 2022 年。



图 4 电路分析课程成绩对比图

注：作者自绘

《物联网技术》是计算机专业的一门专业课程，其内容主要涵盖计算机网络、传感器、工业局域网、视频识别等技术，其对学生参加竞赛起到了关键作用。2022 年由于疫情所限教学效果一般，考试题目较为简单，学生成绩也不够理想。2023 年疫情解除后恢复了课堂教学，加之施用了教学科研保障措施，虽期末试题难度较 2022 年有所增大，但学生的成绩普遍较为理想。如图 5 所示为物联网技术课程的成绩对比图，蓝色为最高分，橘色为最低分，灰色为平均分，由图可见，2023 年的成绩普遍高于 2022 年。



图 5 物联网技术课程成绩对比图

注：作者自绘

由以上学科竞赛成绩和课程成绩的数据可见，在使用了本文提出的提升策略后，竞赛成绩和课程成绩均有效提高，也说明了本文所提策略有效。

总结与建议

总结

从教育效能的提升及国家科技经建发展的视野观之, 学科竞赛与教改科研保障对于高校培养高素质人才与提升自身的综合竞争力方面都有着举足轻重的作用。本研究发现从访谈的结果、课程成绩和竞赛的成绩反映出教改科研保障对学科竞赛具有促进作用。通过层次分析法对三种教改科研保障措施进行量化分析, 得出本科生导师制对学科竞赛的影响最大。高校可以根据自身的情况在三种措施之间合理分配资源。本文的数学模型选择了层次分析法, 该方法广泛应用于较为简单易懂的分析过程, 其定性与定量相结合, 简化了问题决策过程, 将复杂问题简化为一系列成对比较, 降低了问题的复杂度, 使决策者能够更容易地进行决策。该方法依照主观经验构造判断矩阵, 正如同一般的社会及教育领域的研究, 本文似也无法完全排除片面性, 但是本文涉及的三种教改科研保障措施是作者阅读大量文献资料结合对 11 位教师的访谈内容加上自身 3 年的实践并在工作实际中的应用得出的结论, 其可信度很高且结果可以作为重要结论供各高校参考。在下一步研究中可以考虑更为客观的研究方法如熵权——层次分析法, 或者层次分析法和均方差法相乘的组合赋权法。

本文的研究结论证明如果将教改科研保障落到实处就可以极大提升学科竞赛的成绩, 除此以外还可以带来三条应用价值。第一, 教改科研保障通过鼓励和支持学生参与科研项目、实践活动来培养他们的创新思维。在学科竞赛中, 学生需要运用所学知识解决实际问题, 这不仅能够锻炼他们的专业技能, 还能够培养他们的团队协作能力、沟通能力和解决问题的能力。第二, 通过参与学科竞赛, 教师可以了解学生的学习情况和需求, 从而调整教学策略和方法, 提高教学效果。同时, 学科竞赛也是检验科研成果的重要途径之一, 能够推动科研成果的转化和应用。因此, 教改科研保障对学科竞赛参与度的提升有助于推动教学改革和科研创新的深入发展, 促进教育质量的全面提升。第三, 学科竞赛是展示学校办学水平和实力的重要途径之一。通过参与学科竞赛并取得优异成绩, 可以提升学校的知名度和影响力, 吸引更多的优秀学生和教师加入。同时, 学科竞赛也是学校与其他高校、企业和社会各界建立联系和合作的重要桥梁之一。因此, 教改科研保障对施用于学科竞赛有助于提升学校的整体形象和声誉, 为学校的发展创造更好的外部环境和条件。

建议

本研究内容是作者博士论文中的一部分, 作者对本次研究进行了深入分析并得到了相关结论。下一步的研究方向可以在本次研究的基础上对本文所提出的提升策略对国家、社会、高校、教师、学生的提升与促进方面进行。可以扩充研究对象的人数, 研究对象除了选择高校教师外还可以选择来自企业的工程师, 以提高研究的外部效度, 使结论更具普适性。本文研究结论如果能推广至其他高校也必然能够提升学科竞赛的成绩, 从而提升人才培养质量, 因此要积极地

进行推广。推广的方式较多，可以通过交流访问、各类研讨会、各类竞赛宣讲会等形式推广到其他高校去。本文研究结论中的启发式教学、考核方式改革、本科生导师制从理论上讲具有普适性，但是不同类型的高校所能提供的各类资源的数量和质量是不同的，同时本研究过程中的访谈对象来自普通大学和相关竞赛支持单位，从本文证明过程可以看出，研究结果目前适用于Y大学。国内大学分为研究型大学、教学型大学、高职高专学院。研究型大学通常拥有较强的科研实力和师资力量，能够突出本科生导师制，并能够为学生提供更深入的学术指导和更丰富的学术资源，此类大学在推广中可能遇到的问题是师生会重视科研工作而忽略了相应的教学工作，如何在保持科研水平的同时，在考核方式改革以及加强对实践能力培养，是研究型大学在实施这些措施时面临的挑战；教学型大学更注重学生的基础教育并能在启发式教学方面给予学生帮助，能够为学生提供更全面的教育服务，此类大学在推广中可能遇到的问题是师生将重点放在了教学方法和考核方式改革上而忽视了科研工作，如何在保持教学水平的同时落实本科生导师制是教学型大学面临的挑战；高职高专院校更注重学生的实践动手能力培养并能保障考核方式改革，此类院校在推广中可能遇到的问题是容易忽略教学方法改革以及学生科研兴趣的培养，如何在注重实践技能培养的同时，加强学生的科研能力和教学改革力度，是高职高专院校在实施这些措施时面临的挑战。

References

- Cao, C. Y. (1985). Enhance the ability of higher education to adapt to the needs of social development. *Higher Education Front*, 6(5), 6-8. [in Chinese]
- Cao, L. (2023). The perfection & practice of undergraduate tutorial system under the background of new engineering. *Journal of Guizhou Open University*, 31(2), 52-56. <https://link.oversea.cnki.net/doi/10.19505/j.cnki.1008-2573.2023.02.019> [in Chinese]
- Cao, X. F., Guo, W., Geng, H. J., & Guo, F. F. (2023). Practice of cultivating innovative talents in software engineering driven by discipline competitions. *Science and Technology & Innovation*, 10(21), 148-150. [in Chinese]
- Chang, D. X. (2024). Exploring the application of “competition education” model in digital literacy education: A case study of 93 search competitions. *Library and Information Service*, 68(15), 93-103. <https://link.oversea.cnki.net/doi/10.13266/j.issn.0252-3116.2024.15.008> [in Chinese]
- Gao, H., Mou, G. H., Yuan, X. Q., Yang, X. D., & Wei, L. P. (2022). Research on teaching reform based on competition centers in subject competitions. *Modern Business Trade Industry*, 43(14), 175-176. <https://link.oversea.cnki.net/doi/10.19311/j.cnki.1672-3198.2022.14.080> [in Chinese]
- Gao, P. (2024). Research on digital electronic technology curriculum reform based on course competition integration. *Shanxi Youth*, 49(7), 54-56. [in Chinese]

- Hu, Z. Y., & Liu, X. (2017). Old interpretation and new interpretation: On the essence of heuristic teaching-from the perspective of existential dialectics. *Educational Research and Experiment*, 35(6), 41-46. [in Chinese]
- Jiang, Y. J., Cheng, L. Q., Yang, D. X., Xiao, F. J., & Mao, S. (2024). Teaching reform and practice of optoelectronic practical training courses led by the “chief designer education culture”. *Physics and Engineering*, 34(5), 27-33. [in Chinese]
- Li, K. H., & Wang, L. (2023). Analysis of the school enterprise cooperation model in the operation of new media for publications from the perspective of value co creation. *China Publishing Journal*, 46(22), 56-61. [in Chinese]
- Liu, Q. (2023). Shandong vocational and technical college of commerce won the first prize in the 25th China robot and Artificial Intelligence competition. *Journal of Shandong Institute of Commerce and Technology*, 23(4), 2. <https://link.oversea.cnki.net/doi/10.13396/j.cnki.jsict.2023.04.024> [in Chinese]
- Liu, Y. L., Zhou, W. L., Lian, X. Z., & Liu, H. S. (2024). On construction strategy of engineering micro majors in local universities-example of Wenzhou University of Technology. *Research in Higher Education of Engineering*, 42(4), 88-93. [in Chinese]
- Ma, S. B., Qin, Y., Lu, Z. W., Li, H., & Cheng, Y. Y. (2024). Exploration and practice of research-based teaching for new engineering majors of mechanical and electrical engineering in local applied colleges and universities. *Journal of Nanyang Normal University*, 23(1), 79-82. [in Chinese]
- Pan, L., Zheng, T., Tao, R., & Li, H. X. (2023). Innovative model for talent cultivation in advertising under the background of new liberal arts construction. *Chuan Mei*, 25(18), 78-80. [in Chinese]
- Qiao, Z., & Chen, S. M. (2023). Teaching reform of environmental design practice course under the guidance of subject competition. *Packing Engineering*, 44(S1), 645-650. <https://link.oversea.cnki.net/doi/10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.S1.097> [in Chinese]
- Tao, Y. J., Xu, M. J., Tian, G. H., & Liu, S. S. (2022). On the learning phenomenon of engineering professional societies from the perspective of community of practice-also on the difference of learning with engineering professional classes. *Research in Higher Education of Engineering*, 40(4), 152-175. [in Chinese]
- Wu, J. (2024). The “three-step” model of industry education integration in digital media technology major. *Computer Education*, 22(8), 10-13. <https://link.oversea.cnki.net/doi/10.16512/j.cnki.jsjy.2024.08.004> [in Chinese]
- Xing, Y. H., & Ouyang, Y. M. (2024). Research and practice on the integration of competition and education teaching mode in financial management major. *China Township Enterprises Accounting*, 32(7), 193-195. [in Chinese]
- Xu, L. N. (2023). Practice of student-centered online and offline blended teaching in the course of circuit analysis. *Journal of North China Institute of Aerospace Engineering*, 33(2), 48-50. [in Chinese]

- Yang, B., Ge, R. Y., & Wang, Y. F. (2024). The Value, basic orientation, and implementation path of empowering curriculum reform with digital intelligence technology. *China University Teaching*, 61(6), 55-61. [in Chinese]
- Yang, L. Q. (2008). Analyze and appraise research and design of the model in high vocational academy student's comprehensive qualities level. *Journal of Guangxi University for Nationalities (Natural Science Edition)*, 14(4), 98-102. <https://link.oversea.cnki.net/doi/10.16177/j.cnki.gxmzzk.2008.04.022> [in Chinese]
- Yang, X. Y. (2023). The path choice of applied undergraduate education helping Chinese path to modernization. *China Higher Education*, 59(Z2), 43-46. [in Chinese]
- Yi, Y. L., Dong, Y., & Wang, Y. (2015). Study on impact of trust on risk allocation in construction project: A semi-structured interview based on grounded theory. *China Civil Engineering Journal*, 48(9), 117-128. <https://link.oversea.cnki.net/doi/10.15951/j.tmgcxb.2015.09.014> [in Chinese]
- Zhang, Q. X., Tan, J., Zeng, C. Y., & Cheng, S. Y. (2024). Research on the construction of aesthetic education system for landscape architecture majors in local universities in the new era. *Cities and Towns Construction in Guangxi*, 51(10), 75-80. [in Chinese]
- Zhang, W. J. (2023). Research on the influencing factors of medical equipment bidding and procurement based on analytic hierarchy process. *China Market*, 30(14), 192-196. <https://link.oversea.cnki.net/doi/10.13939/j.cnki.zgsc.2023.14.192> [in Chinese]
- Zhao, J. C. (2012). Teaching reform of network technology major from the perspective of skills competition. *Journal of Chengde Petroleum College*, 14(1), 56-58. <https://link.oversea.cnki.net/doi/10.13377/j.cnki.jcpc.2012.01.025> [in Chinese]
- Zhou, H. W., Bai, F. M., Wang, Y. Q., Li, Y. T., Si, S. H., & Xia, A. L. (2024). Exploration and practice of cultivating the innovative ability of local university students in the material majors. *Journal of Anhui University of Technology (Social Sciences)*, 41(3), 73-75. [in Chinese]
- Zhu, C. W., & Liu, N. (2023). The educational philosophy, practical characteristics, and mechanism guarantee of undergraduate mentorship system. *Journal of Higher Education*, 44(20), 142-145. <https://link.oversea.cnki.net/doi/10.19980/j.CN23-1593/G4.2023.20.034> [in Chinese]
- Zhu, M. Y., Wen, X., Liu, Z. H., Zhu, K. J., & He, Y. Z. (2023). Teaching reform of mechanical CAD/CAE technology based on discipline competition. *Agricultural Technology & Equipment*, 40(3), 116-120. [in Chinese]



Name and Surname: Huicheng Ma

Highest Education: Doctoral Candidate

Affiliation: Thai-Chinese International School of Management, University of the Thai Chamber of Commerce, Thailand

Field of Expertise: Educational Administration



Name and Surname: Yih-Lan Chen

Highest Education: Doctoral Degree

Affiliation: Thai-Chinese International School of Management, University of the Thai Chamber of Commerce, Thailand

Field of Expertise: Educational Measurement



Name and Surname: Mingchang Wu

Highest Education: Doctoral Degree

Affiliation: Graduate School of Technological and Vocational Education, National Yunlin University of Science and Technology, Taiwan

Field of Expertise: Educational Administration and Program Evaluation