



澳門科技大學
MACAU UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

申报国家级教学成果奖

教学成果总结报告

成果名称： 计算机类研究生“四链融合·五阶贯通·六维赋能”国际化培养模式创新与实践

成果完成人： 蔡占川、兰霆、王文敏、周勇

成果完成单位： 澳门科技大学

一、成果背景

（一）新时代高层次计算机创新人才培养面临新的战略机遇与时代要求

高层次创新人才是国家战略科技力量的重要组成部分，是实现高水平科技自立自强和建设教育强国、科技强国、人才强国的重要支撑。以人工智能为代表的新一代信息技术快速发展并与实体经济深度融合，推动科技创新范式、产业发展模式和人才培养体系发生深刻变革，对高层次创新人才培养提出了新的时代要求。与此同时，计算机领域呈现知识更新加速、技术迭代频繁、学科交叉融合深化、创新组织模式开放协同以及国际科技竞争日益激烈等显著特征，科技创新正由单点技术突破逐步向基础理论创新、关键核心技术攻关、复杂系统构建和产业场景应用贯通发展的全链条协同创新转变。面对新形势、新任务和新要求，亟需培养具有原创创新能力、复杂工程能力、成果转化能力和国际协同创新能力的高层次计算机创新人才。

国家《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》、《国家中长期科学和技术发展规划(2021-2035年)》、《粤港澳大湾区发展规划纲要》等重大战略文件明确提出，要加快培养拔尖创新人才，深化科教融汇、产教融合和协同育人机制改革，全面提升高层次人才自主培养能力。特别是在人工智能、大数据分析、网络空间安全、软件工程和智能计算等战略领域，国家对兼具**原创创新能力、复杂工程能力、成果转化能力和国际协同创新能力**的高层次计算机人才需求日益迫切。

与此同时，人工智能技术快速演进推动计算机人才培养目标发生深刻变化。新时代计算机类研究生不仅需要具备扎实的理论基础和科研创新能力，还需要具备解决复杂工程问题、开展跨学科协同创新、推动科技成果转化以及参与国际科技竞争与合作的综合能力。如何培养能够服务国家战略需求、支撑关键核心技术攻关、引领未来产业发展的高层次计算机创新人才，已成为新时代研究生教育改革的重要命题。

（二）澳门区位优势与国际化办学为研究生教育改革提供重要机遇

澳门是国家对外开放的重要窗口，也是连接国内国际双循环的重要节点。依托澳门“一国两制”制度优势、多元文化交融环境以及“中国与葡语国家科技合作平台”功能定位，澳门在促进国际科技合作、汇聚全球创新资源和培养国际化高层次人才方面具有独特优势。

澳门科技大学充分发挥国际化办学优势，积极服务粤港澳大湾区国际科技创新中心建设，持续推进高水平学科建设与研究生教育改革，形成了开放融通、协同创新的发展生态。依托澳门科技大学，成果团队积极构建开放协同的人才培养生态，近年来，团队成员先后受邀在粤港澳高校联盟研究生教育论坛、CCF香山论坛、大湾区工程师论坛等重要平台分享研究生创新人

人才培养经验，为湾区高层次创新人才培养提供了有益探索。与此同时，成果团队坚持以高水平科研成果反哺课程建设与研究生培养，持续推动科研创新、教材建设与人才培养深度融合。围绕人工智能、机器学习、科学计算与数学建模等前沿方向，团队出版了《人工智能原理》（高等教育出版社）、《Principles of Machine Learning: The Three Perspectives》（Springer）、《Fractional Diffusion and Wave Equations: Well-posedness and Inverse Problems》（Springer）和《Basic Theory of Fractional Differential Equations》（World Scientific）研究生教材，系统凝练团队在人工智能、机器学习、科学计算和复杂系统建模等领域的研究成果。其中，《人工智能原理》列入教育部“国家精品在线开放课程”教材；美国 *Mathematical Reviews* 和德国 *Zentralblatt MATH* 对《Fractional Diffusion and Wave Equations: Well-posedness and Inverse Problems》和《Basic Theory of Fractional Differential Equations》给予了很高的评价。成果团队出版的四本教材已有机融入澳门科技大学计算机类研究生课程教学、科研训练和创新实践全过程，形成“科研创新、教材建设、课程改革、人才培养”协同推进机制，实现科研优势向教学优势、学术资源向育人资源转化，为培养具有扎实理论基础、原创创新能力和国际竞争力的高层次计算机创新人才提供了重要支撑。

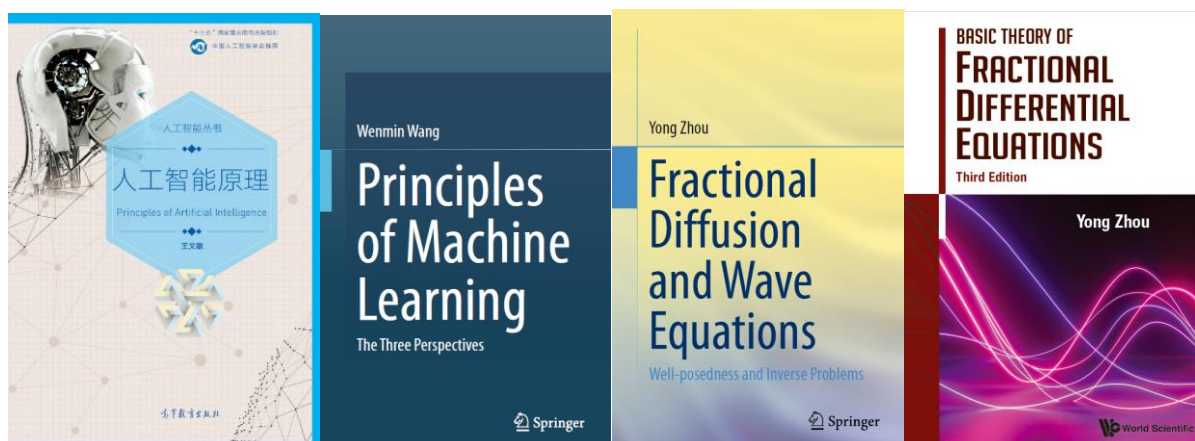


图 1：团队出版的研究生教材

（三）传统计算机类研究生培养模式面临新的挑战

尽管我国计算机类研究生教育在人才培养、科技创新和学科建设等方面取得了显著成效，但随着人工智能等新一代信息技术快速发展，科技创新范式、产业组织模式和人才需求结构正在发生深刻变革。高层次计算机创新人才培养已由传统以知识传授和学术训练为主，逐步转向创新能力塑造、关键核心技术攻关、复杂工程实践、成果转化应用和国际协同创新并重的新阶段。

澳门科技大学作为澳门规模最大的综合性大学之一，始终坚持国际化办学特色，依托“一

国两制”制度优势，积极探索高层次创新人才培养新路径。成果团队在长期培养实践过程中，通过持续跟踪国际计算机学科发展趋势，深入调研粤港澳大湾区科技创新企业、高校科研机构 and 行业人才需求，系统分析人工智能时代高层次计算机创新人才培养面临的新形势、新任务和新要求，发现传统计算机类研究生培养体系主要存在以下三个方面的突出问题。

1. 人才培养与科技创新生态协同不足

随着新一轮科技革命和产业变革深入发展，计算机技术创新正由单点技术突破向基础理论创新、关键核心技术攻关、复杂系统构建和产业场景应用协同创新转变。国家科技自立自强战略、新质生产力发展以及粤港澳大湾区国际科技创新中心建设，对高层次计算机创新人才提出了更高要求，亟需培养兼具原创创新能力、复杂工程能力、成果转化能力和国际协同创新能力的复合型人才。

在培养内容方面，传统研究生培养模式仍主要建立在以课程学习和学术研究为主导的发展逻辑之上，在培养目标定位、培养资源配置和培养机制设计等方面，与国家战略需求、科技创新需求以及产业发展需求之间衔接不够紧密。课程体系更新速度难以适应知识快速迭代和学科深度交叉的发展趋势，人工智能、大模型、开源生态、国际技术标准以及产业关键核心技术问题融入培养体系不够充分；科研选题与国家重大科技任务、区域创新发展需求以及关键核心技术攻关结合不够紧密；教育资源、科研资源、产业资源和国际创新资源之间缺乏系统整合，尚未形成教育链、创新链、产业链和人才链协同联动的育人机制。特别是在澳门建设国际科技创新平台和粤港澳大湾区协同创新背景下，如何充分发挥澳门国际化办学优势和连接国内外创新资源的平台作用，实现人才培养与科技创新、产业发展和国际合作协同推进，已成为新时代计算机类研究生教育改革亟待解决的重要问题。

2. 创新能力培养链条不完整

创新能力是高层次计算机创新人才的核心竞争力，其形成需要知识学习、科学研究、技术创新、工程实践和成果转化等多个环节协同支撑。然而，现有培养体系中课程学习、科研训练、技术研发、学科竞赛、创新创业和成果转化等培养环节相对独立，各培养要素之间缺乏统一设计和系统衔接，创新能力培养呈现出阶段化、碎片化特征。

在培养过程中，研究生往往能够完成课程学习、论文研究或项目开发等某一阶段的专项训练，但缺乏覆盖研究生成长全过程的能力培养体系，难以形成从知识学习、科学探索到技术突破、成果创造和产业应用的持续成长路径。特别是在原创性问题发现、科学问题凝练、关键核心技术攻关、复杂系统构建、跨学科协同创新以及科技成果转化应用等方面训练不足，尚未形成贯通知识创新、技术创新和产业创新的全过程培养机制。与此同时，人工智能时代创新活动

越来越呈现项目化、团队化和生态化特征，需要研究生在真实科研场景、真实工程场景和真实产业场景中开展创新实践。然而，研究生参与国家重大科研任务、企业关键技术攻关项目以及真实产业场景验证的机会仍然有限，创新活动与国家战略需求、产业需求和社会需求结合不够紧密，导致原创创新能力、复杂工程能力和成果转化能力培养存在明显短板。

3. 国际化创新人才能力结构不完善

在全球科技创新加速开放融合背景下，科技创新活动日益呈现国际化、协同化和网络化发展趋势。随着新一轮科技革命和产业变革深入发展，创新资源全球配置不断深化，国际科研合作持续拓展，高水平科技创新越来越依赖跨区域协同、跨学科融合和跨文化交流。国际视野、国际竞争意识、跨文化沟通能力以及国际协同创新能力，已成为高层次计算机创新人才的重要核心素养。

澳门作为国家对外开放的重要窗口和连接国内外创新资源的重要桥梁，具有国际化办学环境、多元文化交融特色以及广泛国际合作网络，为培养具有全球胜任力的高层次人才提供了独特优势。然而，在传统研究生培养体系中，国际化培养更多停留在学术交流层面，尚未形成贯穿培养全过程的国际化能力培养机制。研究生参与国际联合培养、国际科研合作、国际课程学习、跨国科研团队协同创新以及全球开源创新社区实践的深度和广度不足，在国际前沿技术跟踪、国际学术规范理解、全球创新资源整合和跨文化协同创新等方面缺乏系统训练。特别是在人工智能、大模型、网络空间安全和软件工程等国际竞争最为激烈的领域，研究生国际合作研究经历不足，对全球科技发展趋势、国际创新生态和国际科技合作规则理解不够深入，国际协同创新能力、国际竞争能力和全球胜任力培养仍存在明显短板，难以满足建设世界重要人才中心和创新高地以及粤港澳大湾区国际科技创新中心建设对高层次国际化创新人才的迫切需求。

（四）改革命题的提出

在长期教学改革实践中，成果团队以高水平科研平台为依托、以国际教材与学术专著建设为抓手、以重大科研项目 and 产业项目为载体，逐步形成了科研育人、教材育人、项目育人和国际合作育人协同推进的人才培养特色。针对新时代高层次计算机创新人才培养面临的新挑战成果团队坚持立德树人根本任务，充分发挥澳门国际化办学优势和粤港澳大湾区创新资源集聚优势，围绕“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”这一根本问题，**经过近二十年的持续探索与实践，逐步构建形成了计算机类研究生“四链融合·五阶贯通·六维赋能”国际化培养模式。**该模式以教育链、创新链、产业链和人才链深度融合为基础，以课程学习、科研训练、技术攻关、成果转化和产业引领的“五阶贯通”为培养主线，以原创创新能力、复杂工程能力、成果转化能力、国际协同能力、国际竞争能力和终身学习能力的“六维赋能”为核心目标，构建贯

通教育培养、科技创新、产业实践与国际合作全过程的人才培养体系，着力培养具有全球视野、创新精神、工程能力和社会责任感的高层次计算机创新人才。

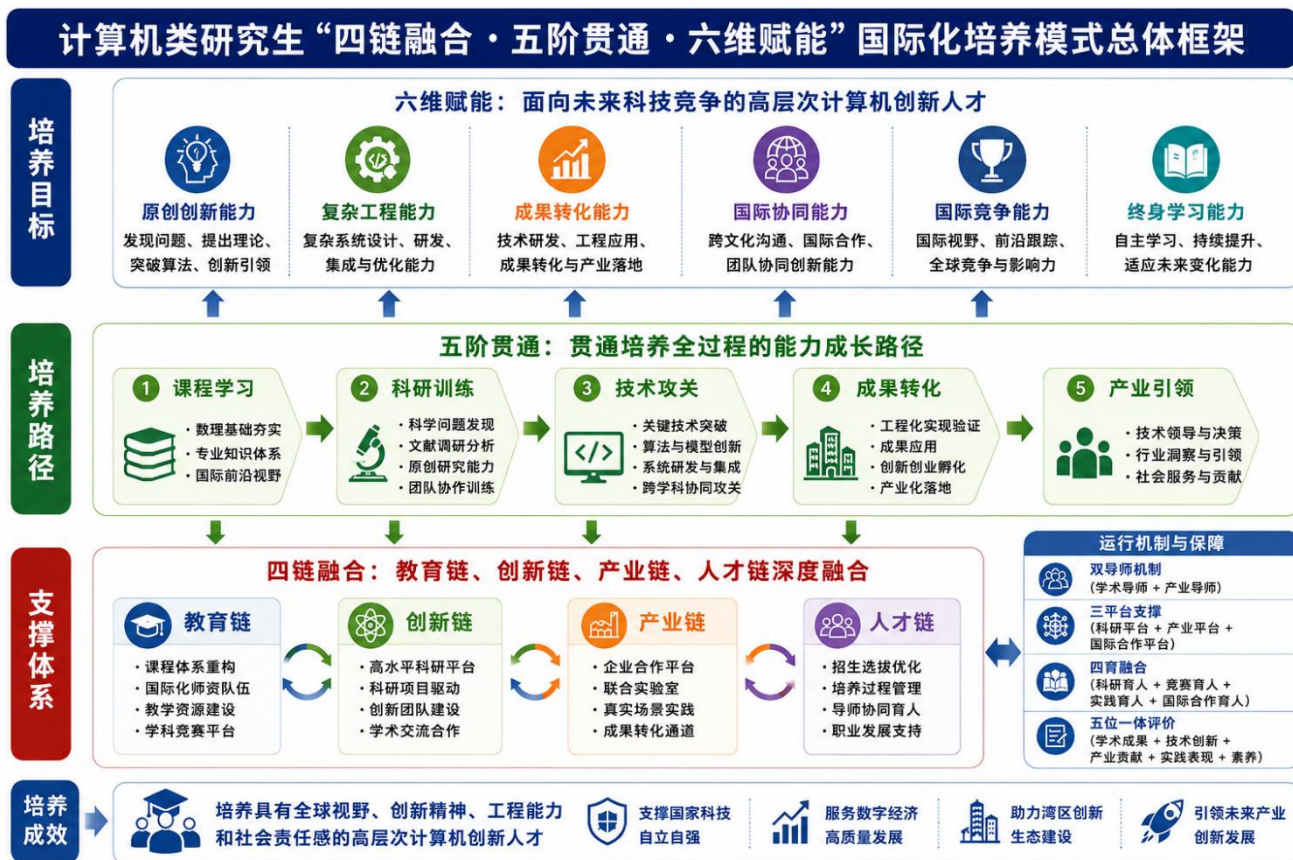


图 2：“四链融合·五阶贯通·六维赋能”培养模式总体框架

二、主要解决的教学问题及解决方案

以人工智能、大模型和智能计算为代表的新一代信息技术加速创新突破，持续推动科技创新与产业变革深度融合，现代社会对高层次计算机创新人才培养提出了新的时代要求。成果团队立足澳门国际化办学特色和粤港澳大湾区创新资源优势，围绕国家战略需求、科技创新需求和产业发展需求，经过近二十年持续探索与实践，针对传统计算机类研究生培养中存在的人才培养与科技创新生态协同不足、创新能力培养链条不完整以及国际化创新人才能力结构不完善等突出问题，系统构建了计算机类研究生“四链融合·五阶贯通·六维赋能”国际化培养模式，形成了一套具有系统性、创新性和示范性的研究生培养整体解决方案。

(一) 通过“四链融合”解决人才培养与科技创新生态协同不足的问题

人工智能时代下，计算机技术创新正由单点技术突破向基础理论创新、关键核心技术攻关、复杂系统构建和产业场景应用协同创新转变，对高层次计算机创新人才的知识结构、能力体系和创新素养提出了更高要求。然而，传统计算机类研究生培养模式仍主要以课程学习和学术研

究为中心，在培养目标定位、培养内容设计和培养资源配置等方面与国家战略需求、科技创新需求以及产业发展需求衔接不够紧密。与此同时，课程教学、科研训练、工程实践与产业应用之间缺乏有效协同，教育体系、科技创新体系与产业创新体系尚未形成深度融合的协同育人机制，难以满足新时代高层次计算机创新人才培养需求。



图 3：“四链融合”架构图

针对上述问题，成果团队坚持服务国家战略需求和粤港澳大湾区创新发展需要，充分发挥澳门“一国两制”制度优势、国际化办学特色以及连接国家与全球创新资源的重要平台作用，创新构建“四链融合”总体培养架构，推动教育链、创新链、产业链和人才链深度融合，实现教育资源、科研资源、产业资源和国际创新资源协同配置。其中：

- 教育链面向科技前沿与产业需求，重构课程体系和培养内容；
- 创新链面向国家战略科技任务和国际科技前沿，强化原创创新能力培养；
- 产业链面向数字经济发展和关键核心技术攻关，强化工程实践与成果转化训练；
- 人才链面向国家战略人才需求和未来产业发展方向，完善人才成长与质量保障体系。

四链相互支撑、协同联动，共同构建教育培养、科技创新、产业实践和国际合作深度融合的协同育人机制。通过构建“学术前沿+产业需求+国际视野”三位一体培养体系，将人工智能、

大模型、智能计算等前沿方向全面融入培养全过程，实现人才培养与科技创新、产业发展和国际合作协同推进，有效解决了人才培养与科技创新生态协同不足的问题。

（二）通过“五阶贯通”解决创新能力培养链条不完整的问题

创新能力是高层次计算机创新人才的核心竞争力，其形成需要知识学习、科学研究、技术创新、工程实践和成果转化等多个环节协同支撑。然而，传统研究生培养过程中，课程学习、科研训练、技术研发与成果转化等培养环节相对分离，创新能力培养呈现阶段化、碎片化特征。研究生虽然能够完成某一阶段的专项训练，但难以形成从知识学习、科学探索到技术突破、成果创造和产业应用的持续能力成长路径，原创创新能力、复杂工程能力和成果转化能力培养存在明显断层。



图 4：“五阶贯通”架构图

针对上述问题，成果团队遵循高层次计算机创新人才成长规律，创新构建“课程学习、科研训练、技术攻关、成果转化、产业引领”五阶贯通培养路径，将知识学习、科研创新、工程实践和成果转化有机融入研究生成长全过程，构建覆盖培养全过程、贯穿创新全链条的能力成长体系。其中，

➤ **第一阶段：课程学习。**围绕数学基础、计算机理论基础和专业核心知识体系建设，夯

实研究生学术基础与专业素养，培养科学思维和问题意识，构建支撑创新发展的知识体系。

- **第二阶段：科研训练。**依托国家自然科学基金项目、澳门科学技术发展基金项目以及高水平科研平台，引导研究生参与科研项目实践，培养科学问题发现能力、学术研究能力和原创创新能力。
- **第三阶段：技术攻关。**围绕人工智能、大模型、网络空间安全、智慧城市等领域关键核心技术问题，组织跨学科团队协同攻关，强化关键技术突破能力和复杂工程问题解决能力。
- **第四阶段：成果转化。**推动研究生将科研成果应用于工程实践和产业场景，开展系统开发、应用验证和成果孵化训练，提升技术创新成果向现实生产力转化能力。
- **第五阶段：产业引领。**面向国家战略需求和产业发展前沿，培养研究生技术领导力、产业洞察力和社会服务能力，引导其成长为能够推动行业创新发展的高层次人才。

通过“五阶贯通”培养路径，成果团队实现课程教学、科研训练、技术研发、成果转化和产业应用有机贯通，推动研究生完成从知识积累到创新突破、从科研探索到价值创造、从专业成长到产业引领的系统跃升，有效解决了创新能力培养链条不完整的问题。

（三） 通过“六维赋能”解决国际化创新人才能力结构不完善的问题

随着全球科技创新加速开放融合，科技创新活动日益呈现国际化、协同化和网络化发展趋势。国际视野、国际竞争意识和国际协同创新能力已成为高层次计算机创新人才的重要核心素养。然而，传统研究生培养体系对国际化培养的整体设计和系统支撑仍显不足，国际联合培养、国际科研合作以及跨文化协同创新训练相对薄弱，研究生在国际前沿技术跟踪、全球创新资源整合、跨文化沟通协作以及国际科研组织协同等方面缺乏系统培养。

针对上述问题，成果团队充分发挥澳门“一国两制”制度优势、中国与葡语国家科技合作平台作用以及连接国家与全球创新资源的重要桥梁优势，创新构建“六维赋能”能力培养体系，将原创创新能力、复杂工程能力、成果转化能力、国际协同能力、国际竞争能力和终身学习能力作为高层次计算机创新人才培养的核心目标，实现知识、能力、素质和国际胜任力协同提升。依托国际化办学环境和广泛国际合作网络，成果团队构建国际联合培养、国际科研合作、国际学术交流、国际竞赛参与以及跨文化协同创新训练机制，引导研究生深度参与国际合作项目、高水平国际学术会议、跨国科研团队合作以及全球开源创新社区实践。同时，将国际前沿技术、国际学术规范、国际工程标准以及全球创新资源融入培养全过程，推动人才培养由区域导向向全球导向拓展。

通过“六维赋能”能力培养体系，成果团队构建形成“原创创新、复杂工程、国际协同”三位一体的高层次计算机创新人才培养新范式，显著提升研究生全球胜任力和国际协同创新能力，为培养具有

国际竞争力的高层次计算机创新人才提供了系统解决方案。



图 5：“六维赋能” 架构图

(四) 构建“四链融合·五阶贯通·六维赋能”协同育人整体解决方案

围绕新时代高层次计算机创新人才培养需求，成果团队坚持立德树人根本任务，充分发挥澳门“一国两制”制度优势、国际化办学特色以及连接国家与全球创新资源的重要平台作用，系统构建形成计算机类研究生“四链融合·五阶贯通·六维赋能”国际化培养模式，形成覆盖培养目标、培养体系、培养机制、培养路径和培养评价全过程的协同育人整体解决方案。

通过“四链融合”总体架构，实现教育链、创新链、产业链与人才链深度融合，推动教育资源、科研资源、产业资源和国际创新资源协同配置，解决人才培养与科技创新需求衔接不够紧密的问题；通过“创新链贯通与产业链融通”双轮驱动机制，推动科研创新与工程实践深度融合，构建教育场景、科研场景和产业场景协同联动的新型育人机制，解决科教融汇与产教融合协同机制不完善的问题；通过“五阶贯通”培养路径，构建覆盖研究生成长全过程的能力培养链条，解决创新能力培养体系碎片化的问题；通过“六维赋能”能力培养体系，塑造面向未来科技竞争的人才能力结构，解决国际协同创新能力培养不足的问题。

上述改革举措相互支撑、协同联动，共同构建形成教育培养、科技创新、产业实践和国际

合作深度融合的协同育人体系，实现培养目标、培养体系、培养机制、培养路径和培养评价有机统一。经过近二十年持续探索与实践，该模式有效破解了新时代计算机类研究生培养中的关键难题，形成了具有澳门特色和国际视野的高层次计算机创新人才培养新范式，为研究生教育改革、高层次人才自主培养以及教育、科技、人才一体化发展提供了可复制、可推广的实践样板。



图 6：“四链融合·五阶贯通·六维赋能”整体解决方案

三、创新点

本成果立足澳门“一国两制”制度优势、国际化办学环境以及连接国家与全球创新资源的重要平台作用，面向国家科技自立自强战略和粤港澳大湾区国际科技创新中心建设需求，聚焦人工智能、大数据分析、网络空间安全、软件工程、智能计算等战略领域高层次计算机创新人才培养。成果团队依托澳门科技大学计算机科学与工程学院，经过近二十年持续探索与实践，创新构建计算机类研究生“四链融合·五阶贯通·六维赋能”国际化培养模式，在培养理念、培养体系和培养范式三个层面实现了系统性创新。

- **创新点一：理念创新——创新构建教育科技产业协同育人的计算机类研究生培养新理念**
面向人工智能时代知识更新加速、技术迭代加快、产业融合深化以及国际协同创新日益增

强的新形势，针对传统研究生培养中教育培养、科研创新、工程实践与人才发展相互割裂的问题，成果团队立足澳门国际化办学特色和连接国内外创新资源的平台优势，创新提出教育培养、科技创新、产业实践与人才成长协同推进的研究生培养新理念。该理念突破传统以课程教学和论文产出为中心的人才培养逻辑，将教育链、创新链、产业链和人才链有机融入计算机类研究生培养全过程，推动教育资源、科研资源、产业资源和国际创新资源协同配置，实现人才培养与科技创新、产业发展和国际合作深度融合，形成“教育筑基、创新驱动、产业赋能、人才引领”的协同育人机制。

与传统“课程学习、科研训练、论文发表”的培养模式相比，该理念实现了人才培养与科技创新、产业发展和国际合作的系统联动，推动研究生培养由知识传授向能力塑造转变、由学术导向向创新导向转变、由封闭培养向开放协同转变、由区域培养向国际化培养转变，为新时代高层次计算机创新人才培养提供了新的理论支撑和实践路径。

- **创新点二：体系创新——创新构建“五阶贯通”全过程能力成长体系**

针对传统研究生培养中课程学习、科研训练、工程实践和成果转化相互分离的问题，遵循高层次计算机创新人才成长规律，创新构建“课程学习、科研训练、技术攻关、成果转化、产业引领”五阶贯通全过程能力成长体系，形成贯通知识学习、科学研究、技术创新、工程实践和价值创造的完整培养链条。该体系充分凝练成果团队长期开展科研项目育人、学科竞赛育人、工程实践育人和国际合作育人的经验成果，将人才培养过程与创新活动全过程深度融合，建立“前沿选题、团队攻关、项目驱动、成果产出、产业应用”的创新训练机制，构建“学术导师+产业导师+国际合作导师”协同指导模式以及“科研平台+产业平台+国际合作平台”协同支撑体系。

“五阶贯通”体系突破了传统培养过程中阶段分割、环节脱节的局限，实现知识学习、科学研究、技术创新、工程实践和成果转化有机贯通，系统解决了创新能力培养碎片化、培养环节衔接不畅以及成果转化能力不足等问题，推动研究生由知识学习者成长为技术创新者、成果创造者和未来行业引领者。

- **创新点三：范式创新——创新形成“六维赋能”国际化计算机创新人才培养新范式**

面向全球科技竞争和人工智能时代高层次人才能力结构重塑的新要求，突破传统研究生培养中过度强调学术研究能力、忽视复杂工程能力、成果转化能力和国际协同创新能力培养的局限，创新构建原创创新能力、复杂工程能力、成果转化能力、国际协同能力、国际竞争能力和终身学习能力“六维赋能”培养目标体系。成果团队充分发挥澳门国际化办学环境、“中国与葡语国家科技合作平台”以及广泛国际合作网络优势，构建国际联合培养、国际科研合作、国

际学术交流和跨文化协同创新机制，将科研项目育人、学科竞赛育人、工程实践育人和国际合作育人深度融合，引导研究生广泛参与国际合作研究项目、高水平国际学术会议、跨境科研团队以及全球创新网络，实现能力培养由区域导向向全球导向拓展。

“六维赋能”培养范式实现了由知识培养向能力培养、由学术训练向创新训练、由区域培养向国际化培养的系统转变，构建形成“原创创新、复杂工程、国际协同”三位一体的高层次计算机创新人才培养新范式，为新时代高层次计算机创新人才培养提供了可复制、可推广的实践路径。

• 总体创新贡献

成果团队创新构建计算机类研究生“四链融合·五阶贯通·六维赋能”国际化培养模式，实现了培养理念创新、培养体系创新和培养范式创新的有机统一。其中，“四链融合”构建教育培养、科技创新、产业实践与人才发展的协同育人机制，“五阶贯通”构建贯穿培养全过程的能力成长路径，“六维赋能”构建面向未来科技竞争的人才能力结构，三者相互支撑、协同联动，形成完整的高层次计算机创新人才培养解决方案。

成果有效破解了新时代计算机类研究生培养中人才培养与科技创新需求衔接不够紧密、科研创新与工程实践融合不足、创新能力培养体系碎片化以及国际协同创新能力培养不强等关键问题，探索形成了具有原创性、系统性、引领性和示范性的高层次计算机创新人才培养新范式，为新时代研究生教育改革、高层次创新人才自主培养以及教育科技人才一体化发展提供了具有推广价值的“澳门方案”。

四、成果应用与实践成效

经过近二十年持续探索、系统改革与实践检验，本成果依托澳门科技大学国际化办学平台和粤港澳大湾区创新资源优势，全面覆盖计算机科学与工程学院硕士、博士计算机类研究生培养全过程，构建形成贯通课程学习、科研训练、技术攻关、成果转化、产业实践与国际合作的全过程培养体系。成果坚持以立德树人为根本、以创新能力培养为核心、以服务国家战略需求为导向、以国际协同创新为特色，推动教育链、创新链、产业链与人才链深度融合，实现人才培养、科技创新、学科建设和社会服务协同发展，形成了具有澳门特色和国际视野的高层次计算机创新人才培养新生态。

• 人才培养质量显著提升，高层次创新人才持续涌现

依托“四链融合·五阶贯通·六维赋能”培养体系，累计培养硕士、博士研究生近 200 名，其中硕士研究生约 140 名、博士研究生约 60 名。研究生在人工智能、大数据分析、网络空间

安全、软件工程、计算机视觉、智能计算等领域的原创创新能力、复杂工程实践能力、科技成果转化能力和国际协同创新能力得到系统提升，形成了一批具有国际竞争力的高层次创新人才。

特别地，成果团队将科研训练、学科竞赛与创新实践深度融合，形成“以赛促学、以赛促研、以赛促创、以赛育人”的特色培养机制。自 2011 年以来，研究生参加中国研究生数学建模竞赛累计获奖 189 人次，其中一等奖 23 人次、二等奖 31 人次、三等奖 43 人次、成功参赛奖 92 人次。获奖总人次位居港澳台高校第一，是港澳台地区获奖人次最多的高校。同时，亦有研究生荣获中国研究生数学建模竞赛“数模英才”称号、澳门特别行政区研究生科技研发奖等，并在美国大学生数学建模竞赛（MCM/ICM）等国际赛事中取得优异成绩。此外，成果负责人蔡占川教授长期组织并指导研究生数学建模竞赛，荣获中国研究生数学建模竞赛“先进个人”称号。

经过近二十年持续建设与实践，本成果培养的一批优秀毕业生已成长为清华大学、南开大学、暨南大学等知名高校的学术骨干和重要技术人才，在科学研究、技术创新、成果转化和社会服务等方面取得突出成绩，充分体现了本成果在高层次计算机创新人才培养中的显著成效和长效影响，发挥了良好的示范引领与辐射带动作用。

中国研究生数模竞赛组织委员会

成果实践成效证明

澳门科技大学计算机科学与工程学院（原资讯科技学院）创建于 2000 年，是大学最早的四个学院之一，拥有从学士、硕士到博士的完整人才培养体系。自 2008 年 9 月，蔡占川教授团队不断探索研究生教育改革路径，系统总结科研实践、竞赛训练和创新人才培养经验，创建了计算机类研究生“四链融合·五阶贯通·六维赋能”国际化培养模式创新与实践，并已在澳门科技大学研究生培养过程中得到了应用实践。该培养模式促进了研究生创新能力培养与科研训练、工程实践的有机融合，进一步深化了竞赛育人成果，对提升研究生培养质量发挥了积极作用。

中国研究生数学建模竞赛是培养研究生创新思维、实践能力和团队协作能力的重要平台，也是提升研究生培养质量的重要实践载体。澳门科技大学作

为港澳台地区最早参加中国研究生数学建模竞赛的高校，高度重视竞赛在研究生培养中的育人功能，将数学建模竞赛作为培养研究生科学思维、创新意识、团队协作能力和工程实践能力的重要载体，持续推动竞赛训练与课程教学、科研训练和创新实践深度融合，逐步形成了具有澳门科技大学特色的“竞赛育人”模式。

自 2011 年参赛以来，澳门科技大学计算机科学与工程学院研究生参加中国研究生数学建模竞赛累计获奖 189 人次，其中一等奖 23 人次、二等奖 31 人次、三等奖 43 人次、成功参赛奖 92 人次。获奖总人次位居港澳台高校第一，是港澳台地区获奖人次最多的高校。

中国研究生数学建模竞赛组织委员会

2026 年 8 月 12 日



图 7：中国研究生数学建模竞赛成效证明



图 8：澳门特别行政区研究生科技研发奖奖状（左、中）、数模英才证书（右）

- 科研创新能力持续增强，形成人才培养与科技创新双向赋能机制

成果坚持“科研育人、项目育人、创新育人”，依托澳门科技大学人工智能与机器学习实验室、图形图像与视频处理实验室、澳门智慧城市研究院等高水平科研平台，成果团队将国家自然科学基金项目、澳门科学技术发展基金项目、企业联合攻关项目和国际合作项目深度融入计算机类研究生培养全过程，构建形成“项目牵引培养、科研驱动创新、成果反哺教学”的协同发展机制。

依托该机制，研究生深度参与前沿科学研究、关键核心技术攻关和产业场景创新实践，在科研创新能力、工程实践能力和成果转化能力等方面得到系统提升，取得了一系列高水平创新成果。研究生累计发表高水平 SCI/EI 检索论文 300 余篇，其中大量成果发表于《IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence》、《IEEE Transactions on Image Processing》、《IEEE Transactions on Signal Processing》、《IEEE Transactions on Industrial Informatics》、《IEEE Transactions on Multimedia》、《IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing》等国际权威期刊；获授权国际发明专利 60 余项，多项成果实现工程化应用和产业转化，形成了“科研项目育人、创新成果育人、产业实践育人”协同育人机制，实现人才培养与科技创新双向促进、协同发展。

与此同时，成果团队坚持以高水平科研成果反哺课程建设与研究生培养，出版了《人工智能原理》、《Principles of Machine Learning: The Three Perspectives》、《Fractional Diffusion and Wave Equations: Well-posedness and Inverse Problems》和《Basic Theory of Fractional Differential

Equations》研究生教材，系统总结团队在人工智能、机器学习、科学计算与数学建模等领域的研究成果，并将其有机融入研究生课程教学、科研训练和创新实践全过程，实现前沿科研成果向优质教学资源的有效转化，不断丰富研究生课程体系和教学内容，显著提升研究生理论基础、科学研究能力、数学建模能力、复杂问题分析能力和创新思维水平，为培养具有原创创新能力、复杂工程能力和国际竞争力的高层次计算机创新人才提供了坚实的学术支撑。

- **学科建设水平持续提升，人才培养与学科发展同频共振**

本成果有力推动了澳门科技大学计算机学科高质量发展，形成了“人才培养提升、科技创新突破、学科建设跃升”的良性发展格局。依托成果构建的创新能力培养体系、科研创新体系和国际化育人体系，**澳门科技大学计算机科学学科进入ESI全球前1%**；在2026泰晤士高等教育全球学科排名中，计算机科学学科位列151-175；**人工智能学科位列2026-2027 U.S. News世界大学学科排名第91位**。这些成效充分体现了本成果在支撑澳门科技大学人才培养质量提升和学科内涵建设方面的综合作用。团队通过持续完善人才培养与科技创新协同机制，推动教育链、创新链、产业链和人才链深度融合，促进创新资源、科研平台和优质成果向育人环节集聚，形成了人才培养、科技创新与学科建设相互赋能、协同提升的良性发展生态，为计算机学科高质量发展提供了持续支撑。

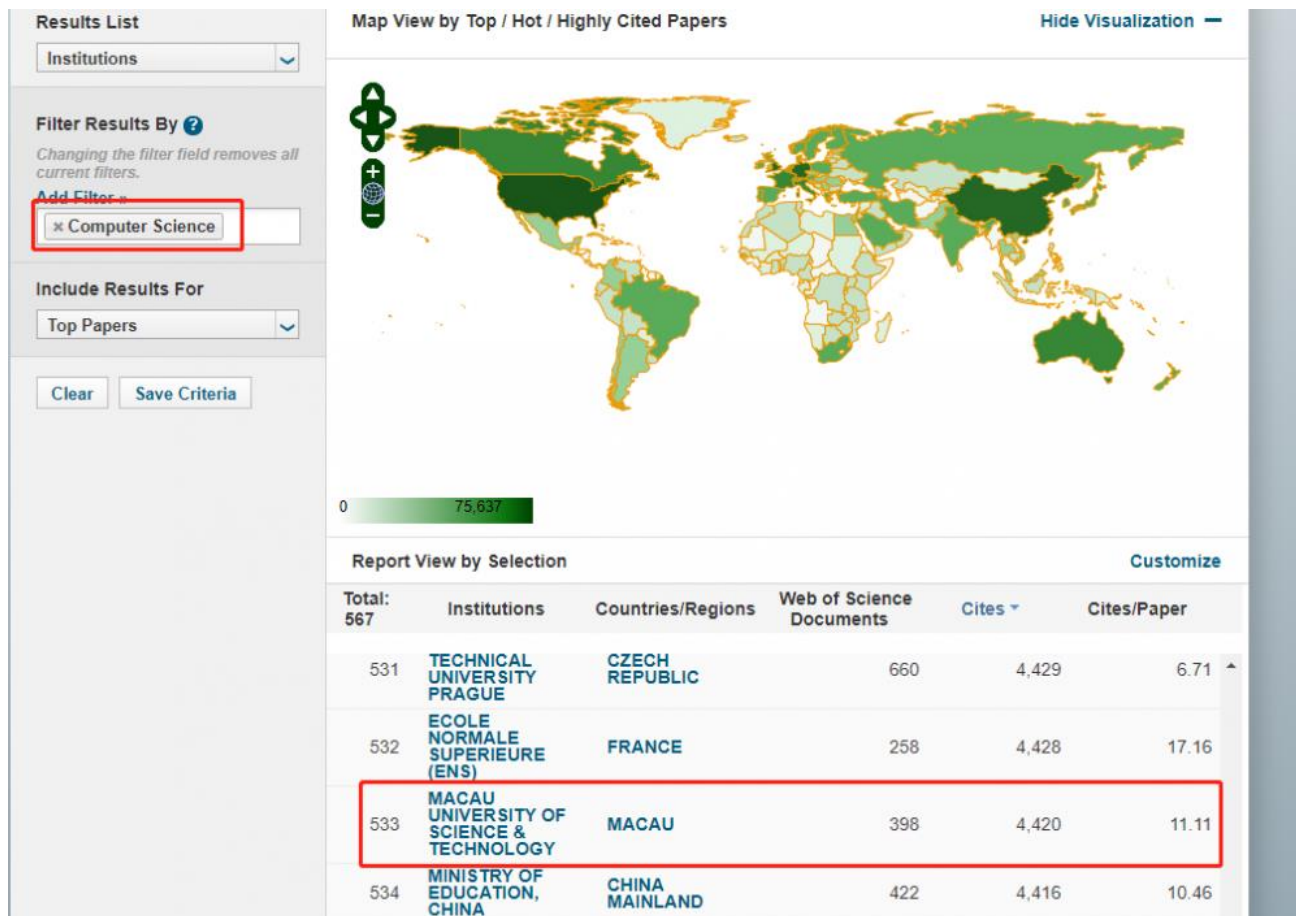


图 9：澳门科技大学计算机科学学科进入 ESI 全球前 1%



Macau University of Science and Technology

Macau University of Science and Technology Subject Rankings

#91 in Artificial Intelligence (tie)

图 10：澳门科技大学人工智能学科和计算机科学在 2026-2027 U.S. News 世界大学学科排名情况

与此同时，成果形成的工程实践培养体系、创新能力培养体系和全过程质量保障机制不断向本科与研究生教育延伸。2026 年，澳门科技大学理学学士计算机专业软件和软件工程专业成功获得香港工程师学会（HKIE）五年期全面专业认证，成为澳门科技大学首个获得国际工程及资讯科技专业认证的课程，充分验证了本成果在课程体系建设、工程实践培养、质量保障机制和人才培养成效等方面的先进性与有效性。

List of Computer Science Programmes^(#) Accredited by the HKIE as at 27 March 2026 (Seoul Accord)

Macau University of Science and Technology

Degree	JUPAS Programme Code	Accredited until intake year of
Currently Active Programme(s)		
Bachelor of Science (Computer Science) (FT)	--	2029
Note(s): - This programme was accredited by the HKIE starting from Intake year 2019.		
Bachelor of Science (Software Engineering) (FT)	--	2029
Note(s): - This programme was accredited by the HKIE starting from Intake year 2019.		

图 11：香港工程师学会认证课程

- 成果推广应用成效显著，形成具有推广价值的“澳门方案”

成果充分发挥澳门“一国两制”制度优势、国际化办学环境和连接内地与国际创新资源的重要桥梁作用，构建集国际联合培养、国际科研合作、国际学术交流和跨文化协同创新于一体的研究生国际化培养体系，持续提升研究生国际视野、全球胜任力和国际协同创新能力。团队与内地、香港地区及海外高校、科研机构建立长期稳定合作关系，持续开展联合科研、联合培养和学术交流活动，推动教育资源、科研资源和创新资源跨区域共享，形成开放融通、协同创新、互利共赢的国际化育人生态。

经过长期实践与持续完善，本成果已形成涵盖培养理念、课程体系、科研组织、实践平台、国际合作、导师队伍和质量保障机制等环节的系统化培养方案，并在澳门科技大学计算机类研究生培养全过程中全面实施。特别地，团队出版的《人工智能原理》被列入教育部“国家精品在线开放课程”教材；美国 *Mathematical Reviews* 和德国 *Zentralblatt MATH* 对《*Fractional Diffusion and Wave Equations: Well-posedness and Inverse Problems*》和《*Basic Theory of Fractional Differential Equations*》给予了很高的评价，进一步扩大了成果的学术影响力和推广应用范围。

依托本成果形成的人才培养体系，团队积极组织和参与国际服务科学会议（ICSS）、大湾区工程师论坛、紫荆计算机学科发展论坛、粤港澳高校联盟研究生教育论坛、CCF 香山论坛港珠澳合作论坛等

高水平学术活动，多次受邀作专题报告，系统分享研究生培养改革经验。其中，蔡占川教授受邀在第四届紫荆计算机学科发展论坛作“澳科大计算机与人工智能学科发展及人才培养”主旨报告，全面介绍人才培养改革实践。相关培养理念、课程体系、协同育人机制和质量保障模式已在人工智能、软件工程、网络空间安全、数据科学与智能计算等方向研究生培养中得到借鉴与推广，显著提升了澳门科技大学计算机学科的学术影响力、国际声誉和社会服务能力，进一步扩大了成果的示范引领作用和辐射带动效应。

• 总体成效

本成果创新构建计算机类研究生“四链融合·五阶贯通·六维赋能”国际化培养模式，系统破解了传统研究生培养中教育供给与创新需求脱节、科研创新与工程实践割裂以及国际协同育人不足等关键问题，实现了人才培养质量、科技创新能力、学科建设水平和国际化培养能力协同提升，形成了教育培养、科技创新、产业发展与人才成长深度融合的协同育人新机制。成



图 12：成果负责人做专题报告

果培养了一批具有国际竞争力的高层次计算机创新人才，探索形成了具有原创性、系统性、实践性和示范性的研究生培养新范式，为新时代研究生教育改革、高层次创新人才自主培养以及教育科技人才一体化发展提供了可复制、可推广的实践样板。



图 13：成果应用与实践成效

五、成果总结

本成果面向教育强国、科技强国和人才强国建设战略需求，紧扣国家拔尖创新人才培养、新工科建设、教育科技人才一体化发展以及高水平科技人才自主培养等重大任务，立足澳门“一国两制”制度优势、国际化办学特色和连接国家与全球创新资源的重要平台作用，依托澳门科技大学计算机科学与工程学院，团队经过近二十年持续探索与改革实践，创新构建了计算机类研究生“四链融合·五阶贯通·六维赋能”国际化培养模式，有效破解了传统研究生培养中教育供给与科技创新需求脱节、科研创新与工程实践割裂、创新能力培养碎片化以及国际协同育人不足等关键问题，实现了课程体系、科研训练、工程实践、成果转化和国际合作全过程贯通，推动教育资源、科研资源、产业资源和国际创新资源协同配置，形成教育、科技、人才一体化发展的新型育人生态。

通过实施计算机类研究生“四链融合·五阶贯通·六维赋能”国际化培养模式，成果团队

养了一批服务国家战略需求、支撑科技创新发展、引领未来产业变革的高层次计算机创新人才，实现了人才培养质量、科技创新能力、学科建设水平和国际化培养能力的协同提升。成果有力支撑了澳门科技大学计算机学科高质量发展，推动计算机科学学科进入 ESI 全球前 1%且位列 2026 泰晤士高等教育全球学科排名 151-175，人工智能学科位列 2026-2027 U.S. News 世界大学学科排名第 91 位，计算机专业 and 软件工程专业获得香港工程师学会（HKIE）五年期全面专业认证，形成了人才培养与学科建设相互促进、协同发展的良好格局。

本成果探索形成了具有澳门特色，以服务国家战略为需求的计算机类研究生培养新范式，丰富和发展了高层次计算机创新人才培养理论与实践，为新时代研究生教育改革、教育科技人才一体化发展以及高水平科技人才自主培养提供了可复制、可推广的“澳门方案”，对服务国家科技自立自强、提升高层次计算机人才自主培养能力和增强国际科技竞争力具有重要示范引领意义。