

**2025** 寒假前沿学科  
科研实践项目

# 剑桥大学

## 智慧通信：脑机接口与万物互联

SMART COMMUNICATION: INNOVATIVE BRAIN-COMPUTER INTERFACES AND NEXT-GENERATION INTERNET  
OF EVERYTHING

“剑桥现象”这一词语用于描述依托于剑桥大学的迅速发展的技术集群，该集群迄今孵化了多家全球知名的科技企业。截至2024年，剑桥已然成为欧洲最大且无可争议的科研创新聚集地，拥有**5000**多家高科技公司，雇佣逾**60000**名员工，年营业额超**500**亿英镑。



剑桥郡的经济增长速度超过了全英平均水平，增长的主要驱动力来自剑桥地区**创新经济**的发展。在近半个世纪，剑桥大学在**科学发现**、**技术迭代**方面做出了重要的贡献和作用，剑桥**创新生态**系统聚集了各类创新要素，创造了“剑桥现象”新的成功。

## 科学发现

**剑桥大学培养了130余位诺贝尔奖得主，在近半个世纪，剑桥大学的重要科学发现推动人类社会的发展进步**

DNA双螺旋结构、遗传学中的“阶梯模型”、碳纳米管、计算机编程语言、量子计算、机器学习算法、癌症基因组学、光子学和光学通信等。这些发现不仅展示了剑桥大学在基础科学研究中的领导地位，也表明了其在推动科学技术进步中的重要作用。

## 技术迭代

**近50年里，剑桥大学在众多领域，进行了重要的技术迭代，推动了工程学的进步**

包括剑桥大学在DNA测序技术、纳米材料技术、低功耗处理器设计技术、量子计算机技术、引力波探测技术、基因编辑技术、高速通信技术、人工智能应用、生物材料和组织工程、计算生物学等。推动了工程学的进步。

## 创新生态

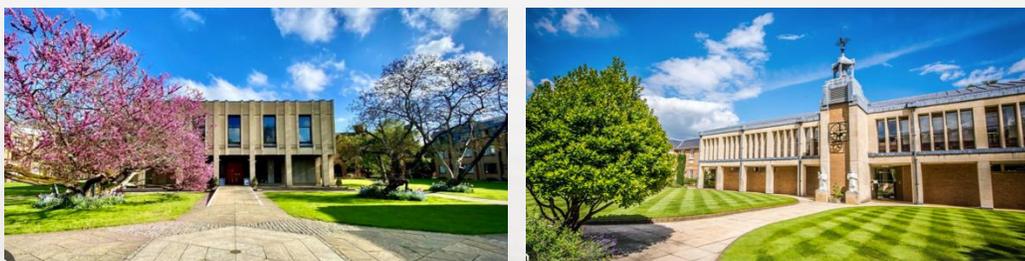
**剑桥大学的创新生态系统，被广泛认为是全球最具活力和成功的创新生态系统之一**

这一生态系统融合了学术研究、产业合作、企业孵化和风险投资，形成了一个高度协作和支持的环境。这里鼓励跨学科合作、重视科研成果转化为商业应用，提供资金、资源和服务网络支持，帮助初创企业快速成长，提供科研创新不断促进剑桥地区的经济发展质量和规模。

项目将在剑桥大学沃尔森学院 (Wolfson College)、剑桥大学麦格达伦学院 (Magdalene College) 举办。

### 沃尔森学院 (Wolfson College)

诞生于1965年，是剑桥大学比较年轻的综合型学院之一。学院具有浓厚的现代、创新的氛围，每年有800余位本科生、研究生在学院学习。沃尔森学院以其对包容性的承诺而著称，多元化而自豪，是来自70多个国家的代表使其成为最国际化的学术团体之一。



剑桥大学沃尔森学院

### 麦格达伦学院 (Magdalene College)

是一所相对传统的学院，其“传统性”除了是如今唯一一个拥有烛光晚宴的学院外，还是牛津剑桥所有学院中最后一个开放面向女性招生的学院。每年招收 100 多名本科生，约有 350 名本科生和 200 名研究生。是全剑桥最小的学院之一。即便是一个小学院但是学术表现在剑桥所有学院中也名列前茅。它也是剑桥最美丽的学院之一，地理位置优越，校园坐落在卡姆河畔，拥有漂亮的花园。同时也拥有剑桥所有学院中最长的河岸。以传统的砖式建筑风格著称。校内既有历史悠久的建筑，也有一流的现代化设施。



剑桥大学麦格达伦学院

# 学科背景

剑桥大学拥有工程学、材料科学、物理学和计算机科学等多个领域顶尖的学术资源，在神经科学和生物医学工程领域拥有强大的研究团队，专注于研究大脑功能与神经信号处理。这样的学科优势使剑桥大学在**脑机接口**的研究和应用方面处于**全球前沿**。

## 世界一流的科研设施

- **剑桥石墨烯中心**: 剑桥大学拥有全球领先的石墨烯研究中心，这为开发基于2D纳米材料的新型设备和传感器提供了先进的研究平台。石墨烯及其他2D材料在脑机接口和下一代 IoX 设备中的应用具有巨大潜力。
- **剑桥纳米科学中心**: 该中心提供了前沿的纳米技术研究设施，支持在分子和原子尺度上探索新材料。这些研究对于开发用于 IoX 和 BCI 系统的高性能传感器、纳米级通信设备至关重要。

## 顶尖的研究团队

- **知名教授与研究人员**: 剑桥大学聚集了多位在 IoX 技术、创新材料、以及脑机接口领域具有国际声誉的学者，如 Prof. O. Akan 和 Prof. T. Monserrat，他们的研究涵盖了从纳米通信到生物信号处理的广泛领域。
- **跨学科合作**: 剑桥大学鼓励不同学科的研究人员之间的合作，形成了强大的跨学科研究团队。这种合作模式促进了下一代 IoX 技术与 BCI 的创新。

## 广泛的国际合作网络

- 剑桥大学积极参与欧盟的“未来和新兴技术 (FET)”项目以及其他国际科研联盟，在 IoX 和 BCI 领域的技术标准制定中发挥重要作用。

## 前沿研究领域

- **生物纳米物联网 (IoBNT)**: 剑桥大学正在引领生物纳米物联网的研究，开发能够在生物系统内外进行通信的纳米设备。这些研究将推动 IoX 技术在医疗健康、环境监测等领域的应用。
- **2D 纳米材料与神经接口**: 剑桥的研究者们正在探索2D材料（如石墨烯）在脑机接口中的应用，以提高设备的敏感度、稳定性和生物相容性，为下一代 BCI 系统奠定基础。

该项目由剑桥大学教员牵头，全面探索用于制造先进设备半导体的现有和新型材料及其在智能通信系统中的应用。来自工程系电气工程部门和物理与材料科学系的教员丰富了课程方法。教学方法包括提供最新的研究和材料，鼓励学生讨论，并通过辅导促进实践理解。

### 冬季项目专为通信和电子工程专业的本科生量身定制

旨在培养多学科方法。该项目强调结合理论、实验和实践课程，利用模拟实验。研究主题涵盖 IoE 前沿主题中的新材料、先进设备和传感器、信号处理和半导体理解。学生在辅导期间探索前沿项目，并有望在不同的材料、工程和通信领域取得切实成果。

### 全球范围内，尤其是在中国，对下一代智能设备和物联网技术的需求正在迅速增长

中国在 5G 和未来 6G 技术方面的先进地位以及对新材料和半导体技术的强劲投资，为剑桥大学的研究提供了重要的市场机会和合作空间。

### 剑桥大学在通信、半导体技术和脑机接口领域拥有世界顶尖的研究水平

研究人员在新材料的发现、半导体物理、以及神经工程学等领域发表了大量具有影响力的学术论文。其先进的科研设施，如石墨烯研究中心和纳米科学中心，为学生和研究人员提供了开发新型半导体材料和脑机接口设备的技术支持。通过与全球顶尖科技公司和研究机构的合作，剑桥的产业链推动了先进材料和新型设备的商业化应用。特别是在生物医学、通信技术和电子工程领域，剑桥的研究成果已经开始转化为实际产品和应用。

### 剑桥大学在脑机接口领域具有绝对学科和产业的优势

凭借丰富的神经科学和计算机科学资源，以及在先进材料领域的突破（如石墨烯和2D材料），剑桥研究人员深入探索先进设备、神经通信、信号处理和脑电图（EEG）数据分析，在开发高效的BCI设备方面建立了全球领先的优势。

## 跨学科知识体系+学科研究前沿

- 跨学科知识体系

学生将学习新材料、IoX、智能通信与脑机接口的核心理论，为解决实际问题提供坚实的基础。

- 学科研究前沿

项目内容涵盖最新的智能通信与脑机接口技术和工具，如先进的入侵检测系统、漏洞扫描器和渗透测试方法，使学生能够掌握行业前沿技能。

## 提升新工科跨学科人才全球胜任力

- 研究机会

剑桥大学项目通常包括研究导向的学习，学生有机会参与前沿的网络安全研究项目，深入探索特定的安全问题或技术。

- 跨学科视角

项目将结合计算机科学、通信技术、医学、伦理学等多个学科的知识，帮助学生全面理解BCI技术的多维度挑战。

- 问题解决能力

培养学生出色的分析和解决复杂安全问题的能力，学会如何设计、实施和评估安全策略。

## 项目亮点

## 专题课程与毕业设计

**通过课程与合作研究，学生将在目标领域实践解决技术课题，提升实战能力和解决问题的技巧。**

通过学习先进材料科学与半导体技术，学生将掌握新材料的性质及其在设备中的应用潜力。学生将应用机器学习和信号处理技术进行数据分析和仿真，以优化设备性能。在跨学科团队中，学生将设计和开发新型设备，将所学知识整合到实际项目中，特别是在脑机接口和物联网技术的应用中。

## 产业实践能力

- 行业联系

通过与行业专家的互动、研讨会、讲座和实习机会建立宝贵的行业联系，增强职业发展机会。

## 学术前沿

该项目的目标是探索和开发用于在脑机接口 (BCI) 下一代设备的创新材料、设备及其在通信与物联网 (IoX) 技术中的应用

- 学生将通过了解先进材料科学与半导体技术，掌握新材料的性质及其在设备中的应用潜力。将机器学习和信号处理技术应用于数据分析和仿真，以优化设备性能。在跨学科团队中，学生将设计和开发新型设备，将所学知识整合到实际项目中，特别是在脑机接口和物联网技术的应用中。



## 专题实践

在跨学科团队中，学生将联合来自不同领域的专家共同设计和开发新型设备

- 团队成员将首先进行需求分析并制定设计目标，随后进行概念设计和原型开发。在此过程中，学生将应用先进的技术，如机器学习和信号处理，优化设备性能。通过构建和测试原型，团队将对设备进行不断迭代和改进。最终，团队将展示成果并接受专家评审，获取反馈以进一步完善设备。



## 模块 1

### 新兴 IoX 和 BCI 技术融合

#### 课程 1：IoX 的通信技术基础及新兴领域

通信技术基础和发展、物联网和万物互联的比较自然互联网的管理规则/动态回顾：宇宙作为万物互联。万物互联的关键组成部分：人、事物、数据、流程。万物互联的关键支持技术和主要挑战。基于气味的通信、植物互联网、真菌互联网、细菌互联网、感官互联网、类器官互联网。

#### 课程 2：IoX与BCI在生物与通信方向的技术融合

生物纳米物联网 (IoBNT)、我们体内的万物互联：体内纳米网络。分子通信、基于 FRET 的分子互联网。太赫兹电磁、光学、声学、磁感应纳米级通信、太赫兹波段等离子体纳米收发器。生物网络和神经接口，以及用于脑机接口的具有 2D 纳米材料的新型收发器。

## 模块 2

### 用于BCI新型设备的材料与半导体

#### 课程 1：用于新型设备的材料特性

- 材料科学概述，重点介绍半导体技术中使用的材料结构。
- 介绍具有半导体应用潜力的新型材料，并详细研究其光吸收特性，特别是用作透明导体。

#### 课程 2：当前半导体及其应用

本讲座涵盖半导体的设计原理，并探讨其广泛的应用，包括喷气发动机、太阳能电池以及半导体技术与 BCI 技术等新兴领域的集成。

#### 课程 3：生物电子学和新兴先进材料

- 生物电子学及其在 BCI 和脑芯片设备中的作用概述
- 详细了解先进材料：二维材料，如石墨烯和有机材料，如 PEDOT:PSS
- 光遗传学和光子接口简介及其在工程和设备设计中的应用

## 模块 3

### BCI 新型设备的设计与信号处理

#### 课程 1：BCI 和脑芯片基础

- 脑机接口 (BCI) 和脑芯片技术概述
- BCI 和脑芯片的应用和当前进展
- 大脑结构、电生理学和神经通信的基础知识
- 信号采集方法和初始处理技术

#### 课程 2：BCI 和脑芯片设备架构

- BCI 系统和脑芯片设备的详细架构
- 设计和开发流程，重点是微加工和纳米加工
- 现有设备的案例研究和示例

#### 课程 3：神经信号处理和应用中的计算模块

- 神经信号采集和预处理：收集神经数据与过滤
- 信号处理的神经网络架构：用于分析神经信号的网络类型（例如 CNN、RNN）概述
- 神经数据的高级分析：应用智能算法来解释神经信号并提取有意义的模式。

#### 课程 4：BCI 和 IoX 交互案例研究

- 介绍各种案例研究，展示 BCI 在万物互联技术中的应用。
- 小组讨论：学生将分成小组讨论和分析所呈现的案例研究，重点关注BCI在不同IoX场景中的应用及其潜在影响

## Tutorial 1

### 材料发现 - 机器学习和计算工具

介绍如何使用机器学习算法和计算工具来加速材料发现。



## Tutorial 2

### 研究简介和研究示例

介绍科学研究方法，提供有关制定研究问题、设计实验和解释结果的实用指导。

## Tutorial 3

### 使用 MATLAB/Python 进行生物特征信号处理

- 动手处理 EEG 信号
- 过滤、特征提取和可视化的实践练习

## Tutorial 4

### 使用 Arduino/Raspberry Pi 进行电路设计和信号处理

- Arduino 和 Raspberry Pi 简介
- 设计和实现由传感器和执行器构建的基本电路

## Tutorial 5

### 使用可编程逻辑控制器 (PLC) 进行传感器设计

- PLC 基础知识及其在传感器设计中的应用
- 使用 PLC 开发和编程简单电路

## 项目实践课题示例

- 学生将被组织成小组来完成跨学科毕业设计项目，这些项目将作为在讲座和辅导课中获得的概念和技能的总结。
- 项目将整合先进的理论和实践技术，重点关注模拟在数据准备和项目开发中的应用。
- 项目将采用跨学科方法，结合材料科学、工程和通信领域的工作流。

### 重点领域包括

- **通信工程**：探索这些设备在通信技术中的应用，包括它们在脑机接口和万物互联 (IoT) 系统中的作用。
- **电子工程**：设计和制造这些新型设备，并采用尖端技术。
- **材料科学**：研究新型材料的合成，以及用于开发下一代设备的先进表征和建模技术。

### 毕业设计项目主题示例

1. 新型设备架构的开发
2. 计算第一性原理建模以预测和理解材料特性、功能接口和缺陷
3. 设计、合成和发现具有新光电功能的新型无机半导体
4. 下一代假肢中的信号处理
5. 数字高分辨率扭矩传感器和信号处理。
6. 细胞形态动力学模型：细胞建模的信号处理。

### 工具和方法

学生将利用机器学习 (通过 Matlab、Python、Arduino 和 Raspberry Pi 等工具) 进行模拟、数据收集和分析。此外，他们还将整合信号处理技术来提取、处理和增强信息，从而优化智能机器人和微电子设备的性能和功能。

#### 1. 数据收集和信号采集

通过各种信号采集方法收集和准备原始数据，并使用适当的算法转换信号特征以供进一步分析。

#### 2. 信号处理

应用模拟和算法来处理所获取的信号，提取有意义的信息以识别与项目相关的模式或特征。

#### 3. 建模和优化

根据处理后的数据和模拟开发模型。优化设备性能、效率和功能，以增强准确执行设备命令的能力。

## Prof. Dr.-Ing. T. Monserrat | 剑桥大学生物医学工程教授

- Professor T. Monserrat 是生物医学工程领域的专家，主要研究方向包括脑机接口 (BCI)、生物信号处理以及新型医疗设备的设计。
- Monserrat教授的研究致力于通过开发先进的脑机接口技术，改善神经康复和辅助医疗设备的性能。他特别专注于从大脑中获取和处理神经信号，推动医疗设备的创新设计。这些研究工作不仅提高了脑机接口的准确性和实用性，还在神经工程领域带来了重要突破。
- Monserrat教授的研究对提升神经系统疾病患者的生活质量具有深远影响，并为生物医学工程的发展提供了重要支持。



## Prof. Dr.-Ing. O. Akan | 剑桥大学无线通信与纳米网络教授

- Professor O. Akan 是无线通信与纳米网络研究领域的专家，他的研究重点包括6G技术、生物纳米通信系统、边缘智能和未来网络架构。
- Akan教授致力于开发新型通信协议和技术，尤其是在生物纳米物联网和量子通信领域中进行创新探索。他的研究旨在推动下一代智能网络的发展，并提高物联网设备的通信效率和可靠性。
- Akan教授的工作对6G网络技术的发展、智能边缘设备的部署以及未来通信系统的设计有着重要贡献，为物联网的演进提供了前瞻性的解决方案。



## Dr. W. Tadbier | 剑桥大学信号处理与控制系统高级讲师

- Dr. W. Tadbier 是信号处理与控制系统研究领域的专家，主要研究方向包括生物信号处理、动态系统控制和自适应系统。
- Tadbier博士专注于脑机接口信号的分析 and 处理，致力于开发先进的信号处理算法和工具，提升脑机接口的精准度和实时性。他的研究不仅推动了神经控制系统的进步，还为跨学科的生物医学研究提供了重要技术支持。
- Tadbier博士的工作对生物信号分析技术的优化和动态系统控制理论的发展做出了重要贡献，推动了信号处理在医疗和工程领域的广泛应用。



## NVIDIA Cambridge-1 英伟达

是一座技术强大的超级计算机中心，也是英国最强大的超级计算机之一

它是各个领域开创性研究和进步的催化剂，特别是在加速与药物开发、疾病进展研究和物种保护计划相关的研究方面发挥着关键作用。凭借其强大的性能，赋予了英国顶尖医疗研究人员力量，促使了重大的发现和突破。学生有机会参观 NVIDIA Cambridge-1 并亲身见证这些理论概念的实际应用，与处于技术前沿的专业人士和研究人员互动。



## R&R 罗罗航空发动机中心

罗罗航空发动机中心是位于英国的全球顶尖的发动机制造厂商之一

罗罗航空发动机中心已有100多年的创新历史，致力于推动现代世界。同学们将参访该工厂，了解其在航空领域的领先地位和创新能力。目前，他们正在进行为期多年的转型，以建立高效、有竞争力且不断增长的罗罗航空发动机中心。



## 剑桥科技园

英国剑桥科技园是世界上公认的最重要的技术中心之一

该地区的GDP占全英国比重的15.8%，研发开支占该区GDP比重的3.4%，形成了以大学、新兴公司和大型跨国公司密切合作的产业网络中开展业务的极具创新特色的经济形态，并不断吸引着来自全世界的投资。剑桥科技园区的经济发展创造了“剑桥现象”，如今已成为整个英格兰东部地区的发展中心。



## 剑桥计算机历史中心

剑桥计算机历史中心也是剑桥重要的计算机实践基地

拥有超过 40,000 件关于古董电脑、文件等藏品。核心藏品包括一千多台历史悠久的计算机，以及手机、游戏机、计算器，最重要的是还有对先驱者的采访，并拥有世界上最大的里昂电子办公室文物收藏。





### 🚣 剑河撑船

打卡剑桥最受欢迎的文化活动之一剑河撑船，沿岸欣赏剑桥风光。



### 🏰 伦敦、牛津游览

游览世界级城市，感受传统英伦风情，打卡泰晤士河、牛津大学、大本钟等英国地标性建筑。



### 🚣 剑桥赛艇体验课

在剑桥获得独一无二的赛艇体验，深度感受赛艇运动的魅力。



### 🏰 国王学院

国王学院 (King's College) 是剑桥大学最著名的学院之一，其哥特式教堂和绿草如茵的庭院令人流连忘返。



### 📖 剑桥大学图书馆体验

注册成为剑桥大学图书馆一员，持有实名注册的图书馆卡，沉浸式体验作为剑桥学子的一天。



### 🍷 高桌晚宴

剑桥大学的正式晚宴 (Formal Dinner) 是一项传统且隆重的活动，通常在学院的大厅或宴会厅举行。学员们将打卡哈利波特同款学院晚宴，身着正装体验剑桥 Formal Dinner，感受严肃又神秘的传统英式餐桌文化。

## 项目亮点与预期收获

### 脑机接口领域前沿技术

- 研究主题涵盖 IoE 前沿主题中的新材料、先进设备和传感器、信号处理和半导体理解。学生在辅导期间探索前沿项目，并有望在不同的材料、工程和通信领域取得切实成果。

### 皇家工程院院士领衔顶级师资

- 剑桥大学在电子工程、人工智能和通信领域有着享誉世界的学术声誉和科研实力，由剑桥大学工程系资深教授、英国皇家工程院院士领衔的教学团队将结合最新的应用案例为学生教授网络安全的前沿科技应用。

### 实践参与脑机接口技术开发运用

- 学生将通过实践课题，沉浸式体验EEG信号收集与处理过程。在实践场景中，学生将在科研人员的指导下完成多种信号的采集与转换，并自主完成信号处理的代码开发，将采集的信号运用于物联网、遥控装置或机器学习方向。

### 剑桥大学学院项目官方认证

- 学生完成项目考核后将获得由剑桥大学副校长在结业仪式亲自颁发的项目官方证书，项目录取后注册剑桥大学图书馆学生卡，可使用剑桥大学图书馆等资源。

### 直通剑桥大学招生官

- 剑桥大学招生官将为学生讲解剑桥大学最新的申请要求以及案例，同时为学生进一步解答关于剑桥大学的最新动态，提供各类申请机会。

### 跨文化体验

- 沉浸式体验剑桥大学学子的校园生活，锻炼学生跨文化交流的能力，体验当地人文特色，更加全面客观的了解剑桥顶尖学府的学习以及日常生活。

	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
Morning Session 9-12	乘机抵达伦敦, 指定时间内集中安排接机, 伦敦-剑桥, 办理入住	开营仪式	学术课程	学术课程	学术课程	剑桥-伦敦-剑桥 伦敦参访	剑桥-牛津-剑桥 牛津大学参访
Afternoon Session 2-5		剑桥大学学院参访	学术课程	产业参访	项目实践		
Fellow' s Night		小组项目	小组项目	小组项目	文化活动		
	Day 8	Day 9	Day 10	Day 11	Day 12	Day 13	Day 14
Morning Session 9-12	学术课程	学术课程	学术课程	课题报告 信号处理与 分析报告  Formal Hall高桌 晚宴	小组点评	剑桥-伦敦机场 离开剑桥, 指定时 间内集中安排送机	抵达国内
Afternoon Session 2-5	学术课程	产业参访	学术课程		结业仪式		
Fellow' s Night	项目实践	文化活动	小组项目		自由活动		

\*此项目日程为计划安排示例, 实际安排可能会有调整。

项目时间: 2025年 ● 1月13日-1月26日 ● 2月1日-2月14日

线下项目	费用内容
32800 元 / 人	包括项目课程、文化活动、机构探访、住宿、餐饮、当地通勤及接送机、项目服务管理费用、签证服务及保险费用, 明细如下。

## 项目课程费用

- 课程费用;
- Workshops费用;
- 教学课件、书籍、资料费用;
- 教学场地相关费用;
- 项目申请费用;
- 助教费用。

## 签证服务及保险

- 个人境外旅行意外保险;
- 英国签证咨询及协助申请服务。

## 住宿与活动费用

## 01. 食、住、行服务

部分早餐及部分午餐; 住宿费用 (单人间) ; 接送机送机费用; 城市间通勤交通费用。

## 02. 文化实践及参访费用

全程4个机构探访费用; 全程6个文化体验探访费用。

## 03. 生活服务费用

大学区域及房间网络服务; First-Aid 紧急治疗包和支援服务; 英国当地医院医疗保险服务。

## 04. 项目管理费用

项目方管理费用; 外方院校管理费用。

# 项目申请及咨询服务

## 项目申请条件

1. 满足学校国际交流派出要求;
2. 本科生、研究生, 年满18岁;
3. 具备一定的专业课程基础知识, 各项目专业基础课程要求详询Cindy老师;
4. 具备一定的学术英语能力、海外生活能力、开放积极的交流心态, 参与项目期间遵纪守法, 尊重项目组安排;
5. 本项目也欢迎高校创新创业指导老师, 高校创新创业竞赛组织管理人员等报名。

## 申请流程

1. 填写报名提交材料
2. 等待审核结果
3. 收到录取通知后签署项目合约
4. 完成缴费
5. 获得官方邀请函
6. 办理签证
7. 购买往返机票
8. 参加线上/线下行前培训
9. 出境

注: 申请过程中我们将为学生提供全程的指导服务。

项目咨询Cindy老师

