



# 中小学阶段的人工智能课程

对政府认可人工智能课程的调研

## UNESCO——全球教育领导机构

教育是联合国教科文组织工作的重中之重，它既是一项基本人权，也是建设和平和推动可持续发展的基础。教科文组织是主管教育的联合国专门机构，在全球和地区的教育领域发挥领导作用，以推动各国教育系统的发展，增强其韧性和能力，从而服务所有学习者。教科文组织通过变革性学习引领应对当今全球挑战的行动，并在所有业务领域重视性别平等和非洲。

## 2030年全球教育议程

教科文组织作为主管教育的联合国专门机构，负责领导并协调2030年教育议程——旨在通过17项可持续发展目标在2030年前消除贫穷的全球运动的一部分。教育既是实现各项可持续发展目标的关键，同时自身也是单独一项目标（可持续发展目标4），即“确保包容和公平的优质教育，让全民终身享有学习机会”。《2030年教育行动框架》为落实这一宏伟目标及各项承诺提供了指导方针。



联合国教育、  
科学及文化组织



联合国教育、科学及文化组织，丰特努瓦广场7号，75352巴黎 07 SP，法国

© UNESCO 2022



本出版物为开放获取出版物，授权协议为 Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)。用户使用本出版物内容，即表明同意接受教科文组织开放获取资源库使用条件的约束([www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-chi](http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-chi))。

原版书籍或期刊名称: *K-12 AI curricula: a mapping of government-endorsed AI curricula*  
联合国教育、科学及文化组织2021

本出版物所用名称及其材料的编制方式并不意味着教科文组织对于任何国家、领土、城市、地区或其当局的法律地位，或对于其边界或界线的划分，表示任何意见。

本出版物表达的是作者的看法和意见，而不一定是教科文组织的看法和意见，因此本组织对此不承担责任。

封面设计: Marie Moncet

封面来源: Ryzhi/Ryzhi/Shutterstock.com

内页图标 (pp. 51-53): Marie Moncet

协调: 苗逢春

联合国教科文组织出版

巴黎印刷



unesco

# 中小学阶段的人工智能课程

对政府认可人工智能课程的调研

# 致 谢

本报告由联合国教科文组织教育信息化和教育人工智能部门制作，该部门隶属于未来学习和创新团队。

该部门负责人苗逢春负责数据收集方法的构思和执行，调查的设计和管理，并领导报告的撰写。**JET 教育服务**的 **Kelly Shiohira** 协助实施数据收集，分析调查数据，进行课程调研，并起草本了本报告。

特别感谢该部门的成员 **Juan David Plaza Osse** 和 **Iaroslava Kharkova**，他们负责组织对会员国提名的重点专家进行调查和访谈的管理工作，同时也在此感谢 **Glen Hertelendy** 和 **Samuel Grimonprez** 协调了本报告的编写。

联合国教科文组织在此感谢各位国家的代表，他们在访谈期间努力提供有关其各自国家人工智能课程的详细信息，他们是：卡塔尔教育和高等教育部，课程和学习资源司信息与通信技术教育专家 **Noha Alomari**，奥地利 HTBLA Leonding 信息学和媒体技术系主任 **Peter Bauer**，比利时瓦隆布鲁塞尔联合会教育总局中等教育督导 **Marie-Thérèse Delhoune**，葡萄牙教育部教育理事会课程发展司司长 **Helder Pais**、北京航空航天大学计算机学院教授熊璋。

以下重点人员的采访中收集到的资料也为本报告提供了宝贵信息：IBM 的 **Shalini Kapoor**, **Bettina Culter**, **Anne Forbes Joyeeta Das** 和 **Lucy Qu**, 英特尔的 **Anshul Sonak** 和 **Shweta Khurana**, 韩国国立教育大学的 **Ki-Sang Song**, 微软的 **Alexa Joyce** 和 **Simran Jha**, 麻省理工学院的 **Irene Lee** 和 **Cynthia Breazeal**, 来自科威特的 **Muna Al Ansari**, 来自约旦的 **Laila Mohammad Al Atawy**, 来自沙特阿拉伯的 **Mohammed Jumah F. Al-enazi**, 来自塞尔维亚的 **Stefan Badza**, 来自韩国的 **Kyungsuk Chang**, 来自印度的 **Saffin Mathew**, **Marília**, 来自葡萄牙的 **Neres**, 来自印度的 **Ashutosh Raina**, 来自保加利亚的 **Ralitsa Voynova**, 来自德国的 **Isabelle Sieh**, 来自加拿大的 **Paula Thompson**, 来自亚美尼亚的 **Artashes Torosyan**, 来自保加利亚共和国的 **Ralitsa Voynova** 和来自奥地利的 **Stephan Waba**。

感谢 **JET 教育服务**的 **Patrick Molokwane** 提供的桌面研究支持。

感谢 **Jenny Webster** 为本报告提供的文本编辑和校对，以及 **Marie Moncet** 提供的版面设计。

最后，联合国教科文组织在此感谢好未来教育集团为启动“人工智能和未来学习”项目提供的资金支持，正是通过这个项目，本报告才得以落地实现。

# 目 录

<b>致谢</b>	<b>2</b>
<b>调研的目的和范围</b>	<b>6</b>
调研的范围	6
<b>引言</b>	<b>7</b>
人工智能技术术语和技术简介	8
人工智能	9
人工智能底层技术	9
人工智能技术	10
合乎伦理的人工智能	10
人工智能素养	11
教学法的概念和术语	11
现有人工智能课程参考框架	12
人工智能素养：能力和设计的主要考虑因素	13
AI4K12：五个基本概念与中小学阶段人工智能课程指南	14
机器学习教育框架	16
<b>研究方法</b>	<b>18</b>
数据收集	18
政府认可的人工智能课程选择标准	18
政府认可的人工智能课程列表	19
本调查分析的局限性	20
<b>政府认可的人工智能课程分析：主要结果</b>	<b>21</b>
课程开发和认可	21
人工智能课程的开发和认可机制	21
人工智能课程开发的愿景和动机	22
人工智能课程的试用和评估	22
示例：卡塔尔课程开发的基础和原则	23
课程整合与管理	25
人工智能课程的课时分配	26
支持人工智能课程的必要条件	27
示例：印度中央中等教育委员会引入人工智能课程	28
人工智能课程内容	30
人工智能课程内容的主要类别	30
人工智能课程分领域的课时分配	30
人工智能课程分领域的覆盖范围	31
示例：奥地利的人工智能课程内容	36

人工智能课程学习结果 .....	38
学习结果：分析方法 .....	38
学习结果：分类框架 .....	38
学习结果：调研情况（按人工智能课程领域分类） .....	39
示例：韩国的人工智能学习结果 .....	45
课程实施 .....	46
教师培训和支持 .....	46
学习工具和环境 .....	46
教学法建议 .....	48
示例：中国高中信息科技课程的实施 .....	49
<b>■ 主要结果和建议 .....</b>	<b>51</b>
课程开发与认可 .....	51
课程整合与管理 .....	51
课程内容与学习结果 .....	52
课程实施 .....	53
<b>■ 结论意见 .....</b>	<b>54</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>55</b>
<b>附录 .....</b>	<b>58</b>
发送给会员国代表的调查 .....	58
联合国教科文组织对政府认可人工智能课程的调研 .....	58
基本信息 .....	58
人工智能课程1 .....	58

## 图目录

图 1. 按整合类型划分的人工智能课程数量( $n = 27$ , 可能有多个回答) .....	25
图 2. 人工智能课程每年的课时分配情况, $n = 22$ .....	26
图 3. 各学段的人工智能课程占比( $n = 27$ ) .....	27
图 4. 为课程实施提供的支持 .....	28
图 5. 人工智能课程跨学科整合的专题方法 .....	29
图 6. 人工智能课程实施的参与者和过程 .....	29
图 7. 主要课程领域课时占比箱线图 21 ( $n=21$ ) .....	31
图 8. 课时分配-按专题领域划分 ( $n = 23$ ) .....	32
图 9. 人工智能基础课程领域的课时分配 ( $n = 21$ ) .....	33
图 10. 伦理和社交影响课程领域的课时分配 ( $n = 21$ ) .....	34
图 11. 理解、应用和开发人工智能课程领域的课时分配 ( $n = 21$ ) .....	35
图 12. 按专题领域划分的课时分配 .....	37
图 13. 韩国人工智能课程标准 .....	45
图 14. 教学法的平均使用情况 ( $n = 27$ ) .....	49

---

**表目录**

表 1. 人工智能素养能力框架 .....	13
表 2. “基本概念 1：知觉”的学习概念、概念构成要素和学习结果 .....	15
表 3. 机器学习教育框架-学习结果和定义.....	17
表 4. 政府认可并实施的中小学阶段人工智能课程 .....	19
表 5. 政府组织开发中的中小学阶段人工智能课程 .....	20
表 6. 本研究中作为基准的非政府人工智能课程 .....	20
表 7. 支持人工智能课程的必要条件 .....	27
表 8. 人工智能课程领域 .....	30
表 9. 课程参与度-按专题领域划分 .....	31
表 10. 人工智能基础课程领域的参与度-按专题领域划分 .....	33
表 11. 伦理和社交影响课程领域的参与度-按专题领域划分 .....	34
表 12. 理解、应用和开发人工智能课程领域的参与度-按专题领域划分 .....	36
表 13. 对知识结果的调研 .....	39
表 14. 对技能结果的调研 .....	42
表 15. 对价值观和态度结果的调研.....	44
表 16. 教学法建议及说明 .....	48

## 调研的目的和范围

人工智能技术已经成为了全球中小学的新学科领域，然而政府、学校和教师在定义人工智能能力和设计人工智能课程时依旧缺乏背景知识。本调研工作对现有的人工智能课程进行了分析，重点考察了人工智能课程的内容和学习结果，并探讨了其开发和验证机制、课程衔接，学习工具及所需环境的准备，教学法建议和教师培训。该研究分析得出了人工智能课程的重点考虑因素，以期能指导未来人工智能课程扶持性政策的规划、国家课程或机构研究项目的设计以及人工智能能力发展的实施战略。

### 调研的范围

教科文组织从全球视角出发，调查当前中小学教育中开发和实施人工智能课程的实践。本研究中的“人工智能课程”指的是人工智能相关主题的结构化学习项目：1)由国家或地区政府批准；2)对象为接受常规学校教育的幼儿园至 12 年级的学生。本研究不涵盖为职业技术教育与培训(TVET)机构、高等教育机构或非正式学习机会而设计的人工智能课程。

# 引言

目前，多种多样的人工智能技术正在全球范围内使用，人们愈发认识到人工智能在劳动市场中的重要性及其对日常生活的影响。人工智能将“影响各个收入水平和教育水平的职业”(Royal Society UK, 2018, cited in the Microsoft Computer Science Framework, 2021)。麦肯锡公司2018年的一项分析指出，到2030年，预计70%的全球企业将至少使用一种人工智能技术。然而，人工智能的使用会导致各国之间的现有差距逐步拉大(Bughin et al., 2018a)。目前在美国，机器承担了多达30%的劳动力任务(Kelly, 2020)。此外，不断发展的自动化水平和人工智能集成水平也会导致学校、职业技术教育与培训机构中所教授的技能与就业市场所需技能愈发不匹配(Bughin et al., 2018b)。新冠疫情加快了自动化的步伐，预计到2020年，会有多达1 / 16的工人需要接受再培训<sup>1</sup>，中、低技能工作所需的劳动力数量会进一步下降(Lund et al., 2021)。

人工智能技术带来的影响并不局限于劳动力。它对文化、多样性、教育、科学知识、交流和信息都具有深远意义，特别是在涉及和平、可持续性、性别平等和非洲的具体挑战方面也影响颇深(COMEET, 2019)。这些都是注重发展和政策的全球以及国家机构非常关注的领域。无论是有意为之还是潜移默化，人们与人工智能的互动在不断增加。人工智能目前已被应用于汽车驾驶、自动化客户服务、军事炸弹目标识别、国家入境口岸申请人员筛查、警务工作指导、分数评定、大学入学和奖学金选拔，以及个人财务决策(Engler, 2021; Frantzman and Atherton, 2019; Shiohira, 2021)。

国际政策指南建议，应通过不同的情景化方法来寻求共同领域的发展，例如促进教育中人工智能

的开放和公平使用；利用人工智能加强教育和学习；采用人工智能促进就业和生活技能开发；保护教育数据，使其运用合乎伦理、透明且可审计(UNESCO, 2019a)。然而，目前关注中小学人工智能课程的项目相对较少，这也促使政策制定者最近颁发了一项建议，即应该“为探索人工智能提供有利的政策环境和课程空间”(Miao et al., 2021, p.34)。

教科文组织作为国际社会和教育信息化对话的主导力量，在教育领域的人工智能应用取得了一系列重要进展。

2015年，《青岛宣言》(UNESCO, 2015)提出了要探索大数据的潜力，提高网上学习效果，增强对学生行为和学习的理解，完善网络课程的设计和组织。该宣言敦促“各国政府必须制定政策并建立体系，确保包括学生个人身份信息等隐私和秘密的数据的使用安全、恰当、符合道德规范。”

- 《北京共识—人工智能与教育》(UNESCO, 2019b)提出了一系列关于在教育领域应用人工智能的建议和考量。共识高度关注教育领域人工智能应用的公平和包容问题，提到要确保人工智能促进全民优质教育和学习机会，无论性别、残疾状况、社会和经济条件、民族或文化背景以及地理位置如何。
- 作为《教科文组织教育领域技术创新战略(2022-2025)》的一部分，除了观察站和能力建设外，该组织还致力于制定准则性文书和开发规范性工具，包括制定框架和指导方针，以加强教师和学习者的数字化能力(认识、技能和价值观)，并确保从终身学习的角度出发，以基于人权、安全、合乎伦理和

<sup>1</sup> 分析包含八个国家，即中国、法国、德国、印度、日本、西班牙、英国和美国，几乎占据全球一半的人口以及62%的GDP。

有意义的方式使用技术。”(UNESCO, 2021a)。横向行动领域的职能在于扩大受教育机会，尤其是针对边缘群体和个体提高教学和学习的质量。

- 教科文组织于2021年4月发布了《人工智能与教育：政策制定者指南》，旨在培养对人工智能做好准备的政策制定者 (Miao et al., 2021)。指南为目标读者阐释了人工智能的方向，包括机遇、风险、关键定义、人工智能的趋势、对教学的意义，以及教育如何使得学生做好准备迎接智能时代。指南在最后对地方的政策规划提出了建议。
- 2021年10月，教科文组织启动了人工智能与未来学习项目<sup>2</sup>，该项目包含三个各自独立但互为补充的部分：(1) 人工智能驱动的学习的未来相关建议报告；(2) 教育领域人工智能应用的伦理原则指南；(3) 在校学生人工智能能力指导框架。

当前人工智能的普遍应用及其对职场的影响激发了一种紧迫感，促使人们就人工智能应用的多方面达成了国际共识，包括：人工智能在社会中的可接受程度、人工智能在开发和部署中预期的人文因素考量，以及如何培养孩子们具备所需的能力，以使他们成功地驾驭现有的——而非未来的世界。《北京共识—人工智能与教育》(UNESCO, 2019b) 呼吁所有会员国都要“认识到进行有效的人机协作需要具备一系列人工智能素养，同时不能忽视对识字和算术等基本技能的需求”。该共识支持以一种“人文主义的方法”，“确保所有人具备在生活、学习和工作中进行有效人机合作以及可持续发展所需的相应价值观和技能。”。为支持《北京共识》的落实，教科文组织于 2020 年 12 月 7 日和 8 日举办了“国际人工智能与教育会议：培养新能力，迎接智能时代”。与会者认为：

“世界公民需了解人工智能可能产生的影响，人工智能的功能和局限，人工智能何时有用，何时应该质疑其应用，以及如何引导人工智能为公众利益服务 (Miao and Holmes, 2021, p. 6)。

会议强调了以人为本能力的中心地位，如，对人工智能伦理及其社会影响的理解，以及技术导向的能力，（比如使用、解释和开发人工智能的技能和知识）。会议建议采用特定主题和跨学科的方法将人工智能应用于教育，包括在现有信息通信技术课程的基础上，将人工智能所带来的机遇和影响纳入人文、科学和艺术课程 (Miao and Holmes, 2021)。

本报告通过对政府认可的中小学人工智能课程及其设计、内容和实施的全球情况进行分析，进一步加深人们对人工智能在中小学教育领域应用的理解，帮助学生为在智能时代生活和工作做好准备。本报告旨在为支持性工具和框架的创建提供信息，以期能够制定人工智能能力的指导框架。本报告也是《教科文组织教育领域技术创新战略 (2022-2025)》(UNESCO, 2021a) 中所列工作的一部分。

## 人工智能技术术语和技术简介

本报告涉及来自人工智能专家和教育专业领域的一系列概念和术语。尽管人工智能在市场营销、金融乃至教育等领域无处不在，但部分决策者和从业者可能不熟悉本分析报告中使用的一些术语，也无法保证所有的人工智能从业者和决策者都了解人工智能课程教学法的应用趋势。因此，本节将简要介绍报告中讨论的一些技术、术语和教学方法，从而帮助读者建立对主要概念的总体理解。首先，本节将依次解释人工智能领域的五个术语，而后将在“教学法的概念和术语”章节介绍“基于能力的评价”、“建构主义 (constructivism)”、“建构主义 (constructionism)”和“设计思维”等几个概念。

<sup>2</sup> 详见 <https://events.unesco.org/event?id=2883602288>

几乎所有的概念和术语都引发了一定程度的学术辩论，辩论双方既有支持者也有反对者。但本报告的目的并非深入探讨这些冲突的观点，也不应将本报告视为对这些观点的详尽探索。

## 人工智能

“人工智能”一词始创于 1956 年， Marvin Minsky 和 John McCarthy 共同主持了当年的达特茅斯人工智能夏季研究项目 (COMEST, 2019 ; Haenlein and Kaplan, 2019)。此后，随着大数据的兴起和计算能力的指数级增长，人工智能开始逐步普及 (Haenlein and Kaplan, 2019)，其定义也随着时间的推移不断扩展和演变 (Miao et al., 2021)。目前，人工智能特指模仿人类智慧（如感知、学习、推理、问题解决、语言互动和创造性工作）某些特征的机器 (COMEST, 2019)。

本报告将人工智能分为两类，即“人工智能底层技术”和“人工智能技术”。前者包括构建不同类型人工智能的方法，后者指的是研究领域和由这些技术创造出的产品。

## 人工智能底层技术

本报告分析的课程中所包含的人工智能底层技术可简要描述为<sup>3</sup>：

- **传统人工智能**是基于规则的，使用条件判断命令若-则 (if-then) 生成输出。基于规则的推理可以用于聊天机器人等技术(例如，“若输入包含‘什么’、‘价格’和‘?’的关键词，则能够返回产品价格列表” )。
- **机器学习(ML)**是指可以通过访问和处理大量数据来“学习”，而无需依赖具体编程的计算机程序。这里的“学习”是指，与传统人工智能相比，程序无需被明确“告知”应该输出什么，即可生成新的输出。接下来介绍的技术属于机器学习的子类别。
- **有监督学习**属于机器学习的一种，它经过已知、标记的数据训练而生成输出。例如，**分类器**是一种算

法，它使用已标记的数据将事物分类(例如“垃圾邮件”或“非垃圾邮件” )。**决策树**是一种分类算法，其中一系列的“节点”(决策点，即问题)指向“分支”，不同的回答选项会导向不同的分支。例如，在麻省理工学院的 DAIly 课程中，学生们通过创建决策树来对不同类型的意大利面进行分类。其中一个节点可能会问，‘是否超过 4 英寸?’，在此节点中，意大利面、意大利扁面条和其他长意大利面会被分配到同一分支上，从而指向下一节点，而通心粉、蝴蝶结面和其他短意大利面则会被分配到另一分支上。

- 在**无监督学习**中，机器学习是基于未知和未标记数据组中的相似度进行聚类而生成输出。
- **强化学习**是一种持续的机器学习，训练强化学习的目的是实现奖励最大化（例如，在投资上获得最大的货币回报）。
- **神经网络**是以动物大脑为模型的机器学习算法。它们由输入层、隐藏层和输出层组成。在隐藏层中，数据根据其值和分配的权重在节点中被处理，只有超过既定阈值的数据才得以通过。经过过滤的数据通过一个或多个隐藏层到达输出层。神经网络中的“学习”通过“反向传播”而实现，反向传播算法基于每个节点输入的正确性和影响，通过调整不同节点隐藏层中的权重来最小化误差。
- **深度学习(DL)**是指具有多个隐藏层的神经网络。机器学习通常依赖于结构化的数据（例如选择、标记和表格化数据），而深度学习可以处理非结构化的数据，例如文本和图像。神经网络和/或深度学习常被应用于图像识别和语音识别。
- **生成式对抗网络(GANs)**属于机器学习的一种，旨在生成新的内容，例如图像<sup>4</sup>。一个生成式对抗网络包含两个深度神经网络。其中一个生成内容，另一个评估内容。生成式对抗网络目前还无法很好地处理文本。

<sup>3</sup> 此处的解释来自于 Miao et al. (2021)，且有本报告中包含的课程范例和定义做补充，尤其是麻省理工学院的 DAIly 课程、AI4K12 课程框架和 IBM 的青年挑战课程。

<sup>4</sup> 例如，生成式对抗网络技术可以用来生成虚拟人物图像 (详见 <https://www.thispersondoesnotexist.com>)。

## 人工智能技术

本调研分析的课程中所包含的人工智能技术可概述为：

- **聊天机器人**指的是用来模拟口头和/或书面对话的计算机程序。<sup>5</sup>
- **计算机视觉**属于人工智能领域，涉及从图像和视觉输入中获取和使用信息。计算机视觉驱动某些产品的制造，如自动化高光卷轴、自动驾驶汽车和质量控制工具（用于识别缺陷）。<sup>6</sup>
- **自然语言处理(NLP)** 基于计算机科学与计算语言学（研究人类语言的一个跨学科领域）的结合，旨在创建可被计算机使用，且基于规则的人类语音或文本模型，从而使计算机能够对人类语言加以处理并作出适当的反应。该技术驱动计算机完成不同语言间的翻译，以及卫星导航或数字助理等技术对口头命令的反应能力。
- **传感器**是用于测量某些物理特性（如温度或压力），并将数据传输到其他电子设备(如计算机处理器)的设施或系统。传感器是人工智能中收集数据的一种方法，是物联网 (IoT) 的基本组成部分。在物联网系统中，根据不同传感器的输入，无需人工干预即可采取行动 (Mahdavinejad et al., 2018)。比如物联网灌溉系统，该系统从嵌入在土壤中的传感器中收集信息，并以此来激活浇水设备。<sup>7</sup>

## 合乎伦理的人工智能

如前所述，人工智能应用广泛，好处良多。例如，人工智能在新冠疫情早期为人们提供了重要见解并发布预警。然而，人工智能的使用也引发了一系列伦理方面的考虑。使用的数据集和开发者的选择都可能导致人工智能引发偏见，引起歧视。由于某些类型的人工智能存在隐藏层等元素，人类无法直接看到、检查或纠正人工智能决策的过程以及其

中的各类因素，因而会引发可解释性和透明度方面的问题。人工智能带来的其他挑战还包括在个人数据使用与个人隐私权之间的平衡；数据安全和潜在的网络犯罪风险；以及基于用户兴趣的人工智能算法对先入观念的强化可能会限制人们对某些观点和信息的接收，一些人认为，这会侵犯个体的言论自由权 (UNDESA et al., 2021)。

《人工智能伦理问题建议书》(UNESCO, 2020)初稿强调了人工智能面临的一些关键伦理挑战，指出了人工智能对决策、就业和劳动、社会互动、医疗保健、教育、媒体、言论自由、信息获取、隐私、民主、歧视、武器开发等方面的影响。该建议书还提出，人工智能应由第三方监测，以确保其可信任性，使其能够服务于人类、个体、社会、自然环境及其生态系统。该建议书为人工智能伦理制定了 10 条原则：

- 1. 相称性和不损害**建议人工智能应该有合理的目标和目的，这些目标和目的应切合具体情况，并应建立在严格的科学基础之上。
- 2. 安全和安保**建议人工智能不应造成任何损害，且必须在其整个生命周期内防范人工智能的安全风险。
- 3. 公平和非歧视**建议人工智能系统应摒除偏见，并应在国家、地方和国际层面共享人工智能及其惠益，平等分配，不论“生理性别、社会性别、语言、宗教、政治或其他见解、国家、民族、土著或社会出身、性取向、性别认同、财产、出生、残障情况、年龄或其他状况”如何。
- 4. 可持续性**建议在目标不断变化的背景下，应持续评估人工智能技术的社会、文化、经济和环境影响。
- 5. 隐私**建议以保护数据主体个人能动性的方式，进行人工智能的数据收集、使用、共享、存档和删除，并落实处理个人数据的“合法的目的”和“有效的法律基础”。

5 请见范例 <https://towardsdatascience.com/building-a-chatbot-with-rasa-3f03ecc5b324>

6 点击 <https://www.ibm.com/topics/computer-vision>，了解更多信息

7 请见范例 <https://www.digiteum.com/iot-solutions-agricultural-irrigation-system>

- 6. 人类的监督和决定**建议自然人或法人实体在伦理和法律上对人工智能负责。
- 7. 透明度和可解释性**建议，在根据人工智能算法作出决定时，人们有权知道。个人和社会实体可以要求获得并收到有关这些决策的解释，包括对细节因素和决策趋势的洞察。**可解释性**进一步要求：“结果和导致结果的子过程应以可理解和可追溯为目标，并且应切合使用环境。”
- 8. 责任和问责**强化了人类监督与决策的原则，并建议应建立影响评估、监测和尽职调查机制，以确保对人工智能系统实施问责。同时必须保证人工智能的可审计性<sup>8</sup>。
- 9. 认识和素养**指的是政府、公共部门、学术界和民间社会有责任促进开放和可获取的教育以及其他以人工智能与人权交点为重点的举措，以确保“所有社会成员都能够就使用人工智能系统作出知情决定，避免受到不当影响”。
- 10. 多利益攸关方以及适应性治理和协作**建议各国应管理在其境内生成或经过其国境的数据；广泛的民间组织、公共和私营部门的利益攸关方应参与人工智能的整个运作周期；应采取措施，便于边缘化群体、社区和个人进行有效干预。

## 人工智能素养

在教科文组织人工智能与教育的未来国际论坛中发表的《人工智能时代的能力培养综合报告》(Miao and Holmes, 2020) 指出，世界公民需了解人工智能的潜在影响，人工智能的功能和局限，人工智能何时有用，何时应该质疑其应用，以及如何引导人工智能为公众利益服务。这需要每个人都具备一定程度的人工智能能力，包括知识、理解、技能和价值取向。综合而言，这些都可被统称为“人工智能素养”。人工智能素养包括数据素养，即了解人工智能如何对数据进行收集、

清理、操作和分析的能力；以及算法素养，即理解人工智能算法如何在数据中找到可应用于人机交互的模式和联系的能力。针对该术语的解释是建构人工智能素养这一新兴领域范围、结构和主要类别的一次尝试，其使用已贯穿本报告中的研究。

## 教学法的概念和术语

“能力本位教育”(CBE)是高等教育和职业技术教育与培训(TVET)经常追求的一种模式，但该模式正被越来越多地以各种形式应用于中小学教育。能力本位教育旨在将教育从原本的固定时间和灵活学习的模式转变为灵活时间和固定学习的模式。能力本位教育模式会通过评价来展现学生的应用知识、技能和价值观，并根据需求为学生提供尽可能多的额外支持，直到他们达到要求的基准(NCLSorg, 2017)。

能力本位教育的核心概念是“能力”，该术语经过不断演变，现在主要用以描述对知识、技能、态度和价值观的动员，以满足日趋复杂的需求(OECD, 2019, p. 5)。课程的预期能力通常通过学生的学习结果或学生被期望在课程后了解、掌握的知识以及能够做到的事情来表现(Biggs and Collis, 1982; Cedefop, 2017; Kinta, 2013)。“学习结果”是针对早期术语“学习目标”的修正，以确保强调的重点是学生——而非教师的行为或成就，并使用可测量的应用进行进一步定义(Lopez et al., 2015; Sinha, 2020)。课程、学习结果和能力之间的关系在实践中比较复杂，但在理论上相当直接：课程描述了一系列预期的学习结果，评价则通过评估学生在特定研究领域或学科（最好是在新的领域）运用所学的知识、技能和态度/价值观来证明学生实现了这些结果——Biggs和Collis(1982)的SOLO<sup>9</sup>分类法将其称之为“拓展抽象”的能力。

<sup>8</sup> 虽然建议中没有明确定义可审核性，但该术语指的是第三方访问、审查、监控和批评算法的能力(Jobin et al., 2019)。

<sup>9</sup> SOLO代表“可观察的学习结果的结构(structure of observed learning outcome)”。

本报告的框架和审查的课程也参考了建构主义（constructivism）、建构主义（constructionism）、计算思维和设计思维。

“建构主义（constructivism）”是学术界的系列广泛概念，它适用于描述个体通过与他人，以及与自己的生理、文化和制度或系统环境的互动来创造或构建（有时是共同构建）知识的方式（Taber, 2016）。教育中应用的建构主义类别在很大程度上建立在 Piaget (1972) 的成果之上，他提出的理论概述了不同发展阶段的儿童能够获得和不能获得的学习类型及形式；例如，具体的应用会先于抽象。

与之相关的概念是“建构主义（constructionism）”，该理论认为，学生在将知识应用于个人感兴趣的项目中时获得的学习效果最好（Papert and Harel, 1991）。建构主义尤其适用于数字课程，原因在于，它一方面起源于信息通信技术和数学领域，另一方面，它专注于意义产生的方式，即，意义通过参与、操纵和改变数字人工产品的过程产生（Kynigos, 2015）。尽管建构主义（constructivism）者和建构主义（constructionism）者的基础相同，但是后者挑战的是 Piaget (1972) 列出的知识层次结构，认为学生可以通过使用数字媒体和基于块的编程等方法，在早年有效地处理更为复杂的概念（Papert, 1996）。

计算思维，即为一个问题构建数字解决方案而引发的一系列心理和生理过程（确定一个问题，将其分解为多个部分，构建和吸收解决方案，而后测试并提炼它们）。计算思维在理论上适用于计算机科学之外的系列领域（Lodi and Martini, 2021）。计算思维的四个“部分”可被称为分解、抽象、分析和算法（Kush, 2019）。Lee et al. (2011) 研究了中小学阶段学生的一系列计算思维活动，并确定其过程确实可以被不同人口统计学背景的学生所运用。他们进一步提出了一种“使用-修改-创造”的学习进程模型用于参与计算思维，并指出熟练的教师、发展考虑和适当的技术是计算思维的关键支持机制。

在本报告中包含的部分课程背景介绍中，最后一个要提的工具是“设计思维”。它被定义为“一个使个体有机会进行实验、创建和制作原型模型，收集反馈，并进行再设计的分析和创造过程”（Razzouk and Shute, 2012）。设计思维最初出现于考古学、市场营销和经济学等领域（Buchanan, 1992），20世纪90年代初开始在工业中应用，并发展为一种以消费者为导向来设计创新产品或商业模式的方法，特别是与技术相关的产品或模式（Hobcraft, 2017）。设计思维的过程包括共情（如与消费者共情），定义问题，产生解决方案，然后在迭代设计循环中进行原型化和测试，直至实现理想化的创新（Hasso Plattner Institute of design, 2010）。在学校，设计思维可以为学生提供一个清晰的程序，以应对数字化以及跨学科活动和相关能力对他们提出的要求。

## 现有人工智能课程参考框架

最近出现了几项旨在规划或建立中小学阶段人工智能课程框架的举措。本节将详细介绍其中的三个框架：“人工智能素养：能力和设计的主要考虑因素”，“AI4K12：中小学阶段人工智能指南”<sup>10</sup> 和“机器学习教育框架”。这并非一份详尽的清单，因为许多非政府组织、行业、学术组织和/或个人已经开发了用以支持自身项目和事业的人工智能课程框架。政府也在使用其中的一些框架，如微软的计算机科学框架，这些都将在稍后的学习结果调研情况中呈现。本节讲述的三个框架是为系列合作伙伴的人工智能课程开发提供信息，与特定的产品或课程无关。

<sup>10</sup> 详见 <https://ai4k12.org>

## 人工智能素养：能力和设计的主要考虑因素

Long and Magerko (2020) 基于对现有研究进行的范围研究 (Scoping Study) 提出了一系列有关人工智能素养的能力和设计考虑因素，旨在确定以下新兴主题：1)人工智能专家认为非技术受众应当了解的知识，2)学习者的普遍认知和误解。

他们的范围研究提出了17项能力和13项设计考虑因素。描述显示，“能力”普遍处于知识分类的较低层次，主要局限在理解、描述和识别。由Long和Magerko提出的“能力”相关描述见表1。

**表 1. 人工智能素养能力框架**

能力	描述/ 学习结果
1. 人工智能识别	区分使用和未使用人工智能的技术产品。
2. 对智能的理解	对一个实体“人工智能”的特征进行批判性地分析和讨论。探讨人类智慧、动物智慧与机器智能之间的区别。
3. 跨学科性	认识到思考和开发“智能”机器的方式有很多。认识应用人工智能的各种技术，包括跨认知系统、机器人和机器学习技术。
4. 广义人工智能vs狭义人工智能	区分广义的人工智能和狭义的人工智能。
5. 人工智能的优缺点	确定人工智能擅长/不擅长的问题类型。明确何时适合使用人工智能，何时适合利用人类技能。
6. 未来人工智能畅想	畅想人工智能未来的潜在应用方式，并考虑这些应用方式对世界的影响。
7. 表征	理解什么是知识表征，并能描述一些知识表征的例子。
8. 决策	识别并举例描述计算机是如何进行推理和决策的。
9. 机器学习步骤	理解机器学习所涉及的步骤，以及每一步所需的实践和遇到的挑战。
10. 人类在人工智能中扮演的角色	认识到人类在编程、选择模型和调试人工智能系统中发挥的重要作用。
11. 数据素养	理解基本的数据素养概念。
12. 数据学习	认识到计算机经常从数据（包括自身的数据）中学习。
13. 批判性数据解读	理解数据需要被解读。描述在初始数据集中提供的训练示例是如何影响算法结果的。
14. 行动与反应	理解有些人工智能系统能够在现实世界中做出行动。这种行动可能会由更高层次的推理（如沿着计划好的路径行走）或反应性冲动（如向后跳以避开感觉到的障碍物）指导。
15. 传感器	理解什么是传感器，以及计算机通过使用传感器感知世界。识别各类设备上的传感器。理解有关世界不同类别的表征和推理由不同的传感器支持。
16. 伦理	识别并描述围绕人工智能关键伦理问题的不同视角：隐私、就业、错误信息、“奇点”、 <sup>11</sup> 决策、多样性、偏见、透明度和问责制。
17. 可编程性	了解代理是可编程的。

来源: Long and Magerko, 2020

Long and Magerko (2020) 提出的设计考虑因素重点关注教学法和学习方法，同时也考虑了社会和人际关系因素。总体而言，他们强调体验式学习和材料的相关性，赞成认知需求和儿童发展理论，以及人工智能在学习者学习环境中的定位。两位研究者提出了15项具体的主要考虑因素：

1. **可解释性：**包括图形可视化、模拟、对代理决策过程的解释，或交互式演示，以帮助学习者理解人工智能。

<sup>11</sup> 描述了人工智能变得比人类更聪明时的情景，与此同时也引发了人工智能可能会有意伤害人类的担忧。

- 2. 具身交互:** 设计个体可以充当或跟随代理的干预措施, 从而理解代理的推理过程。这可能涉及算法的具体模拟和/或使用人工智能技术进行实际实验。
- 3. 情景化数据:** 鼓励学习者调查谁创建了数据集, 如何收集数据, 以及数据集的局限性。这可能涉及到选择与学习者生活相关、低维且“混乱”的数据集(如未清洗或分类不整齐的数据集)。
- 4. 提高透明度:** 提高人工智能设计各方面的透明度(例如, 消除黑箱功能, 共享创建者意图、资金/数据来源等)。
- 5. 分层教学:** 为防止认知超负荷, 用户可选择查看和了解不同的系统组件; 一次只针对几个部分进行解释; 或者进行支架式教学, 随着用户对系统操作的了解增加, 再逐渐移除支架。
- 6. 提供编程机会:** 为个人提供编程和/或教授人工智能代理的方法。通过专注于视觉/听觉元素与/或结合类似于 Parsons problems 编程工具和代码填空等策略, 将编码先决条件降至最低。
- 7. 考虑发展关键期:** 考虑发展的关键期(如心理发展理论)、年龄和先前技术经验对人工智能认知的影响。
- 8. 批判性思维:** 通过质疑人工智能应用的智能性和可信度, 鼓励学习者做人工智能技术的批判性消费者。
- 9. 考虑身份、价值观和背景的影响:** 考虑学习者的身份、价值观和背景如何影响他们对人工智能的兴趣和先入之见。结合个人身份或文化价值观的学习干预可以对他们的兴趣和动机起到激励作用。
- 10. 为家长提供支持:** 当面向家庭进行设计人工智能时, 考虑帮助家长构建孩子的人工智能学习体验。
- 11. 社会交互:** 设计有助于社会交互和协作的人工智能学习体验。
- 12. 激发学习者的兴趣:** 在设计人工智能素养的干预

措施时, 可利用当前的问题、日常体验或游戏、音乐等常见的消遣方式。

- 13. 确认先入观念:** 承认学习者可能会从流行媒体中建立对人工智能的政治化或情绪化的先入观念, 并考虑如何在学习干预中尊重、处理和引申这些观念。
- 14. 新视角:** 引入在流行媒体中被忽略的视角(如宣传较少的人工智能子领域, 针对人工智能产生的危险和益处展开的公平讨论)。

- 15. 低入门门槛:** 考虑如何向缺乏数学或计算机科学背景的学习者传达人工智能概念(例如, 减少先决知识/技能的传授, 将人工智能与先验知识联系起来, 并解决学习者对自身能力不自信的问题)。

## AI4K12 : 五个基本概念与中小学阶段人工智能课程指南

AI4K12 计划由美国人工智能协会 (AAAI)、计算机科学教师协会 (CSTA) 和 AI4AI 于 2018 年联合发起, 旨在为中小学阶段的学生教授人工智能课程制定国家级指导方针 (AAAI, 2018)。

该团队汇集学者、研究人员和教师, 致力于开发以五个基本概念为基础的综合人工智能框架, 五个基本概念为: 1) 计算机通过传感器感知世界; 2) 代理维护世界表征, 并利用它们进行推理; 3) 计算机可以从数据中学习; 4) 智能代理需要多种知识才能与人类自然地互动; 5) 最核心的是, 人工智能既可以以积极的方式作用于社会, 也可以对社会产生消极影响。如今, “人工智能的五个基本概念”的相关海报已被译作 15 种语言<sup>12</sup>, 并在一定程度上为人工智能课程在多元环境下的开发奠定了基础, 包括本研究涵盖的多门课程。

工作组召开会议将这些概念逐个分解, 最终形成一个课程框架, 该框架面向 2 年级、3 到 5 年级、6 到 8 年级以及 9 年级到高中 3 年级划分为四个部分。到目前为止, 前三个概念的课程纲要已经起草完成, 正在面向公众征询意见。<sup>13</sup>

12 详见 <https://ai4k12.org/resources/big-ideas-poster>

13 详见 <https://ai4k12.org/gradeband-progression-charts>

在课程纲要中，每个“基本概念”被划分为不同的学习概念，这些学习概念又被进一步细分为不同的

概念构成要素。例如，表2总结了“基本概念1：知觉”的学习概念、概念构成要素和相关学习结果。

**表 2. “基本概念 1：知觉”的学习概念、概念构成要素和学习结果**

学习概念	概念构成要素	学习结果进程
感觉	生物	2年级：识别别人的感觉和感觉器官。 3-5年级：比较人类和动物的感知能力。 6-8年级：举例说明人类如何组合多形式来源的信息。 9年级-高中3年级：N/A
	计算机传感器	2年级：找到并识别计算机（摄像头、麦克风）、手机、机器人和其他设备上的传感器。 3-5年级：说明计算机传感与人类传感的区别。 6-8年级：举例说明智能代理如何组合来自多个传感器的信息。 9年级-高中3年级：描述各类计算机传感器的局限和优点。
	数字编码	2年级：N/A 3-5年级：解释图像是如何在计算机中以数字形式呈现的。 6-8年级：解释声音是如何在计算机中以数字形式呈现的。 9年级-高中3年级：解释雷达、激光雷达、GPS和加速计的数据是如何呈现的。
处理	感觉vs知觉	2年级：举出智能机器和非智能机器的例子，讨论是什么让机器变得智能。 3-5年级：通过使用软件工具，如语音转录或物体视觉识别的示例来展示机器知觉，并解释为什么这是知觉而不仅仅是感觉。 6-8年级：举例说明可以从传感信号中提取意义的不同类型的计算机感知。 9年级-高中3年级：解释感知算法及其在现实世界中的应用。
	特征提取	2年级：举例说明，如果想在一幅图像中识别某一类物体或实体（如猫），应该寻找哪些特征。 3-5年级：通过提取面部特征来演示人脸检测的工作原理。 6-8年级：通过模拟边缘检测器来阐述从图像中进行特征提取的概念。 9年级-高中3年级：解释从波形和图像中提取特征的工作原理。
	抽象管道：语言	2年级：描述组成口语的不同声音，针对每个元音，列举出一个包含该音节的单词。 3-5年级：举例说明在部分声音并不清晰的情况下，是如何将一系列声音识别为单词的。 6-8年级：说明在部分单词并不清楚的情况下，单词序列是如何被识别为短语的。 9年级-高中3年级：从波形到句子，说明语音理解的抽象层次。
	抽象管道：视觉	2年级：通过识别图像中的前景和背景来演示前景/背景分割。 3-5年级：说明图像中部分被遮蔽（挡住）物体的轮廓与其完整形状的区别。 6-8年级：描述如何将边缘检测器组合成更复杂的特征检测器，例如字母或形状。 9年级-高中3年级：展示较高抽象层次的知觉推理是如何借鉴早期、更低抽象层次的推理的。
领域知识	领域知识种类	2年级：描述智能代理必须“知道”才能理解某个问题的例子。 3-5年级：展示文语转换系统是如何利用上下文来解决歧义的，以及错误率是如何随着不符合语法的输入而增加的。 6-8年级：将给定的图像分类，并描述计算机需要什么样的知识才能理解该类型的场景。 9年级-高中3年级：对一个或多个在线图像数据集进行分析。描述数据集所提供的信息以及如何利用这些信息提取计算机视觉系统的领域知识。
	包容性	2年级：探讨为什么智能代理需要理解其他语言。 3-5年级：探讨如何确保领域知识的广泛性以适用于应用服务的所有群体。 6-8年级：描述当视觉系统对某些客体缺乏了解，而这些客体又不存在于已创建的文化当中，视觉系统会表现出怎样的文化偏见。 9年级-高中3年级：描述阻碍计算机感知系统针对不同群体正常运作的技术困难。

来源: AI4K12 (2020)

每个基本概念都被以类似的方式进行分解，从小学早期到高中，都有一个具体的学习结果路径。除了以上学习结果之外，课程纲要还列出了学生期

望保留的“持久知识”的例子，例如：“声音通过对离散点波形采样（通常以每秒几千个样本的速度）的方式进行数字编码，从而产生一系列的数字”，或“口

语的层次结构为：波形→发音姿势→声音→语素→单词→短语→句子”。有时，学习结果和持久知识会被进一步分解，正如第二个例子所示：“从嘈杂、模糊的信号到有意义的信号，需要在多个抽象层次上识别结构并应用领域知识。”举一个经典的例子：“如何识别语音”和“如何破坏一个美丽的海滩”两句话在波形水平上几乎完全相同。

在学习中，建议可偶尔进行一些活动。例如，若要为3-5年级的学生解释决策树，“猜动物”游戏("guess the animal" game)，故障解决(troubleshooting problems)和Pasta Land活动值得推荐。

几大基本概念之间是相辅相成的。例如，“基本概念3”利用传感部件的知识，深化了针对人与计算机学习方式差异的讨论。同样，它以部件处理的知识为基础，使得学习者具备标记机器学习数据集，训练分类器，以及使用包括决策树、神经网络、有监督学习、无监督学习和强化学习等在内的人工智能概念的能力。

## 机器学习教育框架

尽管机器学习教育框架 (Lao, 2020) 从未提及能力本位教育 (CBE)，但它遵循了著名的CBE知识、技能和态度框架（在其他背景中该框架还包含能力和/或价值观等要素)(Brewer and Comyn, 2015; CANTA, 2014; European Parliament and Council of the European Union, 2006)。由于缺乏对学生任务意义的关注以及对能力持简化主义观点，能力本位教育在过去曾一度受到批评。尽管这种观点广泛根植于绩效的背景之下，但其过于忽视个体因素，比如先前的经验和利用外部资源的灵活性一如团队成员的知识 (Rutayuga, 2014)。然而，建构主义 (constructivism) 和经验学习等理论的逐渐整合 (Brunner, 1990; Kolb, 2015; Piaget,

1972; Williams, 2017) 促成了能力本位框架的形成，该框架注重“头、心和手”的融合发展，其中“头”代表认知领域（你所了解的有关它的知识），“心”代表情感领域（它为什么重要）以及“手”代表精神运动领域（你可以用它做什么）(Gazibara, 2013; Williams, 2015; SiposWilliams, 2008)。理论的整合同时扩展了能力的概念，增加了社交和情感两种技能 (European Parliament and Council of the European Union, 2006; Mulder, 2007)。

除此之外, Lao (2020) 借鉴了：

- 建构主义 (constructionism)，即通过建构对学生有个人意义的项目可以促进学习的理念；
- 计算思维，对熟悉的能力概念进行重构，具体应用于编程世界：技术概念、编程实践以及个人与技术关系的观点；
- 理解计算思维课程学习结果的模型，它分为抽象概念，也就是将概念应用到新用例的能力；自动化，即利用计算机提高重复工作的效率；以及分析，即对学生提出的假设及实施方法的反思 (Lee et al., 2011)。
- 使用-修改-创造 (UMC)，一种经常在计算思维课程中使用的分层递进方法。在课程中，学生先了解现有的软件，然后根据新需求修改软件，最后开发新的软件 (Lee et al., 2011)。

机器学习教育框架（如表3所示）包含六门“机器学习公民必修课程”，课程主要受众为“进修者/消费者” (Lao, 2020, p.61)。在该框架中，Lao认为理解人工智能的偏见和社会影响是针对所有技能获取的基本要求。

**表 3. 机器学习教育框架-学习结果和定义**

知识	
1. 关于机器学习的通用知识*	了解什么是机器学习（以及什么不是机器学习）。理解创造机器学习系统的整个流程。
2. 关于机器学习方法的知识	明确何时在全领域应用机器学习的系列方法（例如，k近邻算法、CARTs或决策树、神经网络、集成方法）。了解不同方法的工作原理。
3. 机器学习的系统偏见*	了解系统可能存在偏见，且偏见产生的层次和方式可能不尽相同。
4. 人工智能的社会影响*	了解机器学习系统可以产生广泛的积极和消极影响，考虑其带来的的伦理、文化和社会影响。
技能	
1. 机器学习问题范畴界定	明确哪些问题可以且应该采用机器学习来解决。
2. 机器学习项目规划	规划一个对技术和具体情景兼具敏感性的解决方案。
3. 机器学习产品开发	使用工具开发合适的产品。
4. 机器学习设计交互和结果分析*	描述机器学习系统的显式和隐式设计意图。批判性地分析系统能够及应该如何服务于该意图。
5. 机器学习评价*	批判性地讨论机器学习政策、产品和教育。
6. 独立的课外学习	学生们在课堂外寻求学习经验。
态度	
1. 兴趣	学生愿意参与并有兴趣研究该主题。
2. 身份认同和社群合作	学生在机器学习社群和/或更广泛的在线社区中做出贡献并从中学习。
3. 自我效能感	学生们有权创造新的、有意义的东西。
4. 持续学习	学生保持并扩大对机器学习的参与度。

\*星号代表框架中列出的六门必修课程。

来源: Lao, 2020

针对这一框架, Lao(2020) 还提出了根据该框架评估机器学习项目的规则, 建立了出口级的标准基础, 并可以此为标准进一步建立规则。例如, “知识”项下的四种学习结果中, 得分最高的是:

**1. 关于机器学习的通用知识:** 完成本课程学习的学生能够给出机器学习的精确定义、机器学习管道步骤的详细说明, 并能充分考虑每个步骤的技术和社会伦理因素。

**2. 关于机器学习方法的知识:** 完成本课程学习的学生能够准确地辨别何时使用全领域的机器学习方法。他们能够描述这些方法的核心技术概念, 并在适当的应用中熟练使用/实现它们。(Lao 随后阐述了相关观点, 涉及不同教育阶段应采用的适当方法:

- **高中及以上:** k 近邻算法、CART/DT、回归分析、卷积神经网络; 无监督方法, 如 k-均值聚类、主成分分析、生成式对抗网络和嵌入(Embedding); RNNs / LSTMs; 强化学习; 迁移学习

以及集成学习算法。

• **中小学:** 启用相关应用, 使学生利用机器学习完成特定任务, 例如利用神经网络和生成式对抗网络的相关应用创造艺术或音乐作品, 或者将强化学习应用到游戏中等等。)

**3. 偏见:** 完成本课程学习的学生能够描述机器学习系统如何在其管道的每个步骤中对特定群体产生不可预测的偏见。他们可以在自身工作中批判性地融入伦理思维和设计的实践。

**4. 社会影响:** 完成本课程的学生能够意识到, 对于机器学习技术的创造者来说, 考虑其工作带来的社会影响是相当有必要的。他们能够从伦理和文化的视角、概念出发, 全面、关联且敏感地分析机器学习的产品 (即考虑隐私、安全、滥用的可能性, 以及利益和损害的平衡; 并使用利益相关者分析、伦理矩阵和模型卡等工具评估民族志的接受程度和不同影响)。

# 研究方法

## 数据收集

本研究包含两次调查，第一次调查主要针对193个教科文组织会员国代表开展，第二次调查覆盖了10,000多个私营部门和第三方机构人员<sup>14</sup>。调查要求调查对象报告常规中小学教育阶段中学生的人工智能课程。附录A是分发给各会员国代表的调查问卷。分发给私营部门和第三方机构人员的问卷在此基础上做了细微调整。

问卷收集后，对于那些回答了本国在某一发展阶段设置了人工智能课程的调查对象，研究团队通过电子邮件向他们进一步询问了有关学习结果、课程实施和准备情况的问题。

此外，团队还与会员国代表、非营利领导人、开发商、学者和行业专业人士开展了半结构化的知情人访谈，以进一步了解这些课程及其在学校的设置情况。访谈讨论了各方人工智能课程的开发动机，以及他们围绕实施方法和教学法做出决定时的考虑因素。

最后，研究人员对那些已起草或出版且可供审查的课程开展了调研。调研工作主要关注每个课程中列出的学习结果。同时也尽可能地审查了相关教科书或材料，以进一步了解课程所涵盖的内容。

## 政府认可的人工智能课程选择标准

本研究主要关注政府认可的常规中小学课程。研究结果仅涵盖已经或正在被国家、地方政府批准的人工智能课程。如前所述，本研究中的“人工智能课程”是指涵盖人工智能领域的主题并结合人工智能相关学习结果的结构化学习项目。

通过教科文组织官方通信渠道联系的193个会员国中，共有51个会员国回应表示对这一项目感兴趣。其中29个国家和一个地区完成了全面的调查。

- 来自10个国家的代表报告称自己的国家没有开展人工智能课程。这些国家是：巴林、加拿大、哥伦比亚、哥斯达黎加、爱沙尼亚、几内亚、马其顿、马尔代夫、新加坡和乌克兰。
- 来自20个国家和一个地区的代表回应称，据他们了解，本国至少有一门已经政府开发、认可，或正在开发的人工智能课程。这些国家是：**阿尔及利亚、亚美尼亚、奥地利、比利时、加拿大（育空地区）、法国、德国、约旦、韩国、科威特、老挝、秘鲁、葡萄牙、卡塔尔、保加利亚、沙特阿拉伯、塞尔维亚、斯洛文尼亚、叙利亚和阿拉伯联合酋长国。**

此外，共有31家非政府组织、学界和行业合作伙伴对此次非政府调查做出了回应，称自身开设了人工智能课程。

对于那些报告开展了人工智能课程的会员国，研究人员已通过邮件与他们取得联系，以沟通后续问题，并要求他们提供可用的课程文件。

在邮件跟进和课程调研的过程中，我们发现一些报告的课程不符合本研究的严格标准。如果一项课程中不包含针对人工智能的学习结果，没有涵盖常规中小学教育（例如，侧重于职业技术教育与培训），没有得到国家或地方政府的认可，和/或没有提供足够的可供分析的信息，那么该课程将被排除在进一步的分析之外。

<sup>14</sup> 这些人员来自教科文组织在2011年至2020年组织的9次移动学习周期间累积的教育信息化领域的重要组织名单。

## 政府认可的人工智能课程列表

在调查的课程中，由政府机构或在政府机构的指示下开发的课程属于“政府”课程。只有那些在调查和访谈中提供了明确、一致且有意义资料的课程才能被纳入后续的分析当中。

将选择标准应用于所有的政府和非政府调查数据后发现：

- 共有11个会员国开发、认可和实施了人工智能课程。
- 加拿大育空地区开发并实施了一门名为“应用设计、技能与科技”的课程，该课程获得了区域，而非国家的认可。

**表 4. 政府认可并实施的中小学阶段人工智能课程**

国家/ 地区	课程名称	课程开发者 <sup>15</sup>	受教育水平		
			小学	初中	高中
亚美尼亚	信息通信技术课程	政府		X	X
奥地利	数据科学和人工智能	联邦教育、科学和研究部			X
比利时	信息技术数据库	瓦隆-布鲁塞尔联合会（比利时法语区）			X
中国	信息科技课程中的人工智能课程	中华人民共和国教育部	X	X	X
印度	Atal Tinker 实验室人工智能模块	Atal Tinker 实验室, Atal 创新计划, 印度国家转型研究所 (NITIAayoag)		X	X
韩国	高中数学学科群下设的“人工智能数学”课程	韩国科学与创意振兴基金会			X
	高中技术家庭经济学科群下设的“人工智能基础”课程	韩国科学与创意振兴基金会			X
科威特	标准课程	课程的技术指导专家和教师	X	X	
葡萄牙	信息和通信技术	州立学校的信息通信技术老师与数学教师	X	X	X
卡塔尔	计算和信息技术	Binary Logic, 教育与高等教育部	X	X	X
	计算和信息技术（高科技方向）	Binary Logic, 教育与高等教育部			X
塞尔维亚	信息学和编程- 8年级	教育部工作组		X	
	艺体课程中的现代技术-3-4年级	教育部工作组			X
阿拉伯联合酋长国	纳入技术学科框架的人工智能课程	教育部	X	X	X

来源: UNESCO (2021b)

除了正在实施的课程之外，本研究还分析了那些处于开发过程中，且可能得到政府机构认可的课程。如表5所示，这些课程包括来自塞尔维亚的三门人工智能课程，以及来自德国、约旦、保加利亚共和国和沙特阿拉伯的各一门课程。

15 本列显示了在已完成调查中调查对象给出的回答。

**表 5. 政府组织开发中的中小学阶段人工智能课程**

国家/ 地区	课程名称	课程开发者	受教育水平		
			小学	初中	高中
德国	1. 识别和表述算法	联邦州教育部和文化事务部常务会议	X	X	X
约旦	2. 数字技能	国家课程发展中心		X	X
保加利亚	3. 计算建模、信息技术和信息学	专家组(由学术界、教师、教育专家构成)	X	X	X
沙特阿拉伯	4. 数字技能	Binary Logic 和 Tatweer Co.公司	X	X	X
	5. 底层技术与应用科技	教育局工作组		X	
塞尔维亚	6. 艺体课程中的人工智能	教育局工作组			X
	7. 面向所有高中的人工智能课程	教育局工作组			X

来源: UNESCO (2021b)

如果“非政府”课程包括了人工智能的学习结果，并至少与一个地方政府在任一实施阶段进行合作，则可将这些课程纳入研究。然而，这些课程尚未得到政府机构的正式认可，而只是满足了非政府课程的选择基准。

部分开发人员参与了与所列课程有关的其他工作，

这些工作也纳入了课程调研的审查。其中包括“IBM-CBSE 面向11和12年级的人工智能”的课程修订工作，以及微软开发的“人工智能、数据分析和机器学习”系列教材，二者都是为印度学习者设计；此外还有“微软计算机科学课程工具包”。

**表 6. 本研究中作为基准的非政府人工智能课程**

国家/ 地区	课程名称	课程开发者	受教育水平		
			小学	初中	高中
国际	1. IBM教育技术青年挑战	IBM		X	X
	2.人工智能青年技能	微软		X	X
	3.全球人工智能预备课程(高科技方向)	英特尔		X	X
	4.全球人工智能预备课程(普通方向)	英特尔		X	X
美国	5. DAILy 课程	麻省理工学院		X	X

来源: UNESCO (2021b)

## 本调查分析的局限性

如前所述，本调查分析并未涵盖与发展学龄儿童人工智能能力相关的所有内容，甚至也没有涵盖与政府人工智能课程相关的所有可用信息。仍有大量课程不在本报告的研究范围之内。例如，奥地利提交了三门课程，但有两门是在职业技术教育与培训部门开设的，因此不纳入本研究。一些营利性机构提供了有关专有技术的培训，许多人工智能培训项目由非政府组织通过非正式的学习渠道提供，如独立学习，以上这些都未被列入本研究的分析范围。

其他局限性包括：

- **缺失部分政府认可的人工智能课程。**调查已发送给193个会员国，但部分开设人工智能课程的国家可能没有作出答复。
- **数据有漏洞。**许多课程中没有找到调查所需的数据，特别是有关学校和学习者数量的数据，这些课程要么没有追踪这些数据，要么没有得到数据的授权，因此无法公布。
- **未来的相关性有待考证。**受时间限制，此次调研涉及到的许多课程仍在开发中，可能还会被进一步修订。此数据集仅反映非政府和私营部门活动的大致情形，其未来用途可能有较大局限。

# 政府认可的人工智能课程分析： 主要结果

分析结果由以下五个部分组成：

- 1. 课程开发和认可机制**讨论了人工智能课程的授权、动机和认可方法。
- 2. 课程整合与管理**涵盖了将人工智能课程纳入教育系统的方法，如何按百分比和总学时进行时间分配，以及为支持人工智能课程而准备的必要条件。
- 3. 课程内容**概述了三个主要课程领域的内容中，不同专题领域的时间分配。三个课程领域分别是：人工智能基础；伦理和社交影响；理解、应用和开发人工智能工具。
- 4.**该部分介绍了经过调研的人工智能课程**学习结果**，该部分的学习结果从知识、技能和价值观三个能力领域定义。
- 5. 课程实施**总结了以下三方面的主要策略，包括：教师培训与支持、必要学习工具和学习环境的准备，教学法建议。

## 课程开发和认可

如上文所列，11个国家的政府机构认可并授权学校开展14门人工智能课程，与此同时，还有5个国家的7门人工智能课程尚在开发中。其中仅塞尔维亚既有已获认证的课程，也有仍在开发的课程。此外，另有两门课程受到了地方政府的认可，分别是：加拿大育空地区的应用设计、技能与科技课程，以及美国麻省理工学院的DAILy课程。在部分分析当中，四个私营部门和非政府部门的人工智能课程也被列为基准。

## 人工智能课程的开发和认可机制

### ● 政府集中指导的方法

这些课程大多是由国家公共机构开发的，并通过政府集中指导的办法授予权。有时，主要利益攸关方也会参与课程的开发或者与国家公共机构合作开发。例如，韩国的人工智能课程开发工作就是由业界专家在政府的指导下开展的；在中国、科威特和保加利亚共和国，教师，学者和专家也会参与人工智能课程的开发工作。

### ● 政府委托私营部门提供课程服务

第二种方法是由政府委托私营部门提供课程服务。在沙特阿拉伯和卡塔尔，政府会委托企业开发国家课程。来自沙特阿拉伯的代表称：

“由于技术日新月异，应用的功能频繁更新，我们选择与一家高质量的私营公司合作，这家公司已在信息通信技术课程开发、最新技术与 IT 应用融合方面声名显著。”

### ● 政府指导，权力下放的方法

第三种方法是在政府的指导下，将权力下放。在比利时，议会授权制定标准，然后由学校采用并确定要使用的技术和教学方法等。德国也采取了类似的做法，地方政府在国家授权和相关标准的基础上做进一步开发，再将其纳入学校实施的课程。

### ● 非政府性的私营部门开发的人工智能课程

最后，部分人工智能课程是由非政府性的私营部门推动开发的。当私营部门为政府机构开发课程时，学校可以直接采用，或者交由当地专家进行修订。这些课程需具备一定的灵活性，从而适用于各类政府框架及要求，或者课程会根据具体国情进行进一步的定制。课程开发和认可的一个重要步骤是在国内和国际条件下进行验证。英特尔的代表评论道：

**“我们的课程得到了各国的广泛认可……我们在国际上创建了一个可以为课程提供评估验证的专家库，我们向专家提供需要修改和建议的内容。专家库在 2019 年和 2020 年开始实施，期间做了大量的评估工作。**

但没有证据表明，私营部门推动的人工智能课程获得了政府的认可。采用该方法开发课程的私营部门，包括IBM、英特尔、微软和麻省理工学院在内的行业或学术利益攸关方在咨询专家和教师后，都开发了自己的课程和资源。

## 人工智能课程开发的愿景和动机

调查对象指出了开发人工智能课程的两个重要原因：提高能力以应对劳动力市场的技能需求，以及确保学生毕业时能够掌握社会和政治生活中进行日常互动所需的技能。然而，这些考虑因素的受重视程度完全不同。例如，有些国家表示它们根本不关心劳动力市场的技能需求，而另一些国家则将其视为主要的考虑因素。

首先，为劳动力市场培养技能的目标反映了技术部门和更广泛工作领域不断变化的需求。对大多数（但不是所有）国家来说，这与培养具有国际竞争力的劳动力愿景息息相关。企业开发人员提到，这是他们将人工智能培训课程的开发纳入企业社会责任活动当中的强大动机。

第二个原因与对人工智能作为社会和经济转型驱动力的理解有关，同时也与为学生培养有关人工智能及其在社会中的功能和用途的通用知识的愿望有关。几位调查对象指出，人工智能已经扎根于一系列日常人际互动中，他们认为公民有能力在所处的环境中识别人工智能，了解其益处和潜在的挑战，并有权倡导安全、有益和透明的人工智能技术。来自葡萄牙、奥地利和约旦的代表的评论证明了这一点：

**“对于技术对未来的影响，我们有一个清晰的认识，我们需要能够在日常生活中以健康的方式使用技术的劳动力和民众。这就需要通过概念、意识和技能等来改善这些方面，实现人机合作，同时将机器人视为社会服务的补充。这是我们的总体愿景。**

人工智能被视为一个广泛的议题，它具有颠覆性的潜力来改变生活中的关键领域和概念。因此，当我们考虑到人工智能在教育中的应用时，除了专家和开发者，使所有人具备对人工智能基本知识的了解同样非常重要，因为这些基础知识可以帮助他们在智能的世界中安全、自主地生活。

我们的计划是开发一套数字技能课程，它既能够适应全球的发展和预期的数字化转型，同时也能够帮助我们获得适宜的全球性数字能力。

## 人工智能课程的试用和评估

以下提到的政府人工智能课程已经过实施和评估，包括：保加利亚共和国的计算建模、信息技术和信息学课程；中国的信息科技课程；麻省理工学院的DAILy课程；塞尔维亚的信息学和编程课程、现代技术课程和底层技术与应用科技课程；以及阿联酋实施的技术学科框架。

此外，以下非政府人工智能课程的实施也通过了评估，包括：IBM的教育技术青年挑战；英特尔两个版本的青年人工智能：全球人工智能预备项目，以及微软的人工智能青年技能。

部分课程根据评估结果进行了修改，包括中国、阿联酋、IBM、英特尔（两个版本）、微软和麻省理工的人工智能课程。还有一些课程仍处于试用阶段，可能会接受进一步修订，比如保加利亚的一项课程、麻省理工学院的DAILy课程和塞尔维亚的底层技术与应用科技课程。

常见的评估方法包括：

- **专家评审课程。**例如，在阿联酋，会将人工智能课程与不同的社会利益攸关者共享，包括学者和人工智能专家。心理学和教育学专家也会进行跨学科审查。
- **开发者实施的课程研究。**研究方法包括对学习者开展测试，对教师、地区和/或国家行政部门的代表进行采访和调查；此外，还会收集有关学习结果、课程实用性和实施的挑战等信息。
- **外部评估。**一些政府委托外部机构对课程和/或学习结果进行评估。例如，保加利亚共和国委托外部机构开展了一项全国性评估，致力于衡量学习者的数字能力。

这些审查或评估很少对外公布。采访中发现的一个关键点在于：人工智能课程应该与数学课程和课堂要求相协调。例如，中国的一项课程审查发现，信息科技课程的科目要求水平高于数学和科学科目的要求水平，因此需要对课程预期作相应调整。此外，课程还必须适应广泛的背景，考虑到城市和农村环境的独特机遇和挑战。

在有关麻省理工学院 DAILy 课程的一项试点研究中，老师们发现学生们似乎比平时上课时更加投入。而学生理解课程的关键问题是：“什么是人工智能，什么不是人工智能”。部分老师认为，与伦理相关的课程模块莫名其妙且令人困惑，但有些老师却欣然接受。硬件的使用被视为是课程试用过程中最难管理的部分，尽管使用硬件能够帮助学生培养重要的技能，如弹性能力，但当设备无法正常工作时，往往需要教师施以大量的投入和关注 (Williams et al, 2021)。

## 示例：卡塔尔课程开发的基础和原则<sup>16</sup>

卡塔尔2030国家愿景<sup>17</sup>认为科技是现代知识型经济社会的一个重要元素，卡塔尔国家课程框架 (QNCF) 将信息技术列为1-12年级的主要学习科目，旨在“为孩子们的学习提供有益的机会，包括在逻辑和数学思维、语言和交流、读写萌发和创造力培养方面”。

为支持这些国家政策，行业专家、卡塔尔教育和高等教育部的信息通信技术专家团队，以及小学、预科和中学的信息通信技术主管通力合作，制定了国家计算机和信息技术课程基础标准。卡塔尔三所高等教育机构的计算机科学专家与课程开发专家一起对该标准进行了审查。依据该标准开发的课程包括所有年级的必修课程和高中阶段的选修课程（“高科技方向”）。这两种方向的课程均涵盖与算法和编程、伦理和社交影响相关的人工智能学习结果，以及对人工智能工具和技术的理解与应用。选修高科技方向课程的学生也将学习人工智能的产品开发。

卡塔尔旨在定期审查这些标准，以确保它们符合计算机科学和信息技术领域最新的技术成果和发展趋势。同时，为保证标准的可持续性，需确保课程不依赖于特定的技术、平台或应用程序。此外，为提高标准的有效性，课程框架还建议将教师反馈和关于国际最佳实践的审查结合起来另做调整。

卡塔尔的计算和信息技术课程标准的开发遵循以下五项主要原则：

1. 与国家课程框架保持一致。包括“能力、价值观、目标、原则和跨领域问题”，确保能力的培养与国家标准挂钩。课程涵盖知识、技能和态度三个维度，重点关注：

<sup>16</sup> 本节中的信息来自卡塔尔教育和高等教育部编制的《2018年卡塔尔计算和信息技术课程》。可通过电子邮件询问获取。

<sup>17</sup> 详见 <https://www.gco.gov.qa/en/about-qatar/national-vision2030>

- 计算机科学原理和实践，即编程、机器人和人工智能；
  - 数字素养，在课程中的定义为“以创造性和高效的方式来使用和应用计算机系统”，包括伦理、知识产权和电子安全等方面；
  - 软技能的提升，根据美国学校图书馆管员协会的定义，软技能包括：协作、沟通、团队合作、批判性思维、解决问题和决策。
- 2.** 螺旋式的发展。螺旋式的发展使得各种概念知识在不同年级多次出现，并随着每一次的迭代不断提高其难度和深度。与此同时，技能的发展必须连贯且有效，以避免不必要的重复和学术差距。
- 3.** 以学生为中心的学习和基于实践项目的方法。计算思维是其中的核心要素，旨在使学生能够利用抽象、自动化和分析的过程作为解决问题的新方法，从而帮助他们在一年级阶段理解计算思维的基本原理。
  - 4.** **计算语言、硬件和平台的独立性。这意味着课程不需要依赖特定的供应商、品牌或编程语言，而可以涵盖学生在现实生活中遇到的广泛工具和技术。**

## 课程整合与管理

人工智能课程可以通过多种方式被整合至现有的教育系统：

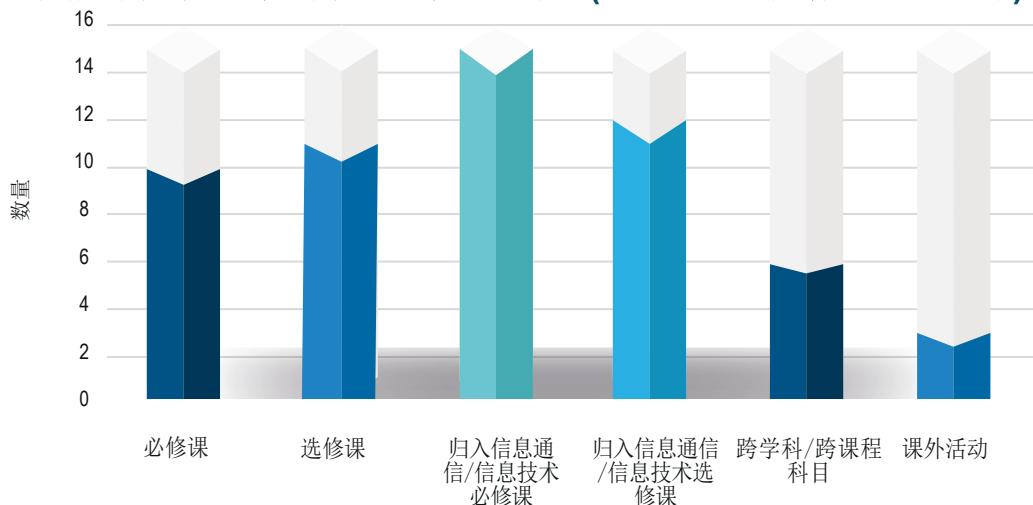
- **独立人工智能课程。**该类型课程是在国家或地方课程框架内开发的独立学科类别。这些课程有自己的时间分配、教材和资源，如，中国面向高中1-2年级设置的信息科技课程下设的人工智能基础课程。
- **归入式的人工智能课程。**该类课程在国家或地方课程框架下的其他学科类别中开发，并被纳入其中。人工智能不仅是信息通信技术或计算机科学中最常见的主题，也是语言、数学、科学或工程学科的一部分（见图1）。韩国已经开发了两门人工智能选修课程，其中一门隶属于数学学科群，另一门被纳入技术家庭经济学科群。人工智能课程也可以根据教师的能力和兴趣，灵活地归入任何学科。麻省理工学院的DAILy课程就属于此种情况。
- **跨学科人工智能课程。**此类课程往往在对跨学科工作和时间有特殊要求的系统中实施。这些课程旨在通过涵盖多学科领域的基于项目的学习，实现人工智能的学习结果。以葡萄牙的人工智能课程框架为例，其特点是“自主课程领域”，或项目必须涉及两到三个学科的跨学科方法。在阿联酋，人工智能被整合到包括信息通信技术、科

学、数学、语言、社会研究和品德教育等在内的系列学科当中。

- **多课程方式相结合的人工智能课程。**该类课程的核心要求在于：不仅需要在开学期间实施，且需要传统教学资源的支持（如教师指导和教材），同时也需利用校外资源网络和国家或国际竞赛等非正式的学习机会。此类课程的代表是“IBM-CBSE 面向11和12年级的人工智能课程”，该课程结合竞赛和行业指导，帮助学生实现从引导式学习到独立学习的逐步过渡。
- **弹性人工智能课程。**此类课程可根据地区、学校网络或个别学校的实际情况，通过一个或多个整合机制实施课程。例如，印度的ATL人工智能模块课程，可通过归入其他课程、跨学科合作或与课外活动结合等校外模式实施；沙特阿拉伯的数字技能课程，可作为独立或归入式的课程实施。还有部分课程的归入机制取决于地区、学校或网络。这类课程包括比利时法语区的信息技术数据库（二、三级技术过渡），以及德国的识别和表述算法课程。

课程可以采用必修课模式，即所有学生均须参加；或者采用选修课模式，由学生自主选择是否参与。在一些课程中，比如中国的信息科技课程，有些模块属于必修课，有些则是选修课。

**图 1. 人工智能课程数量-按课程整合类型划分 ( $n = 27$ , 可能存在多项选择)**



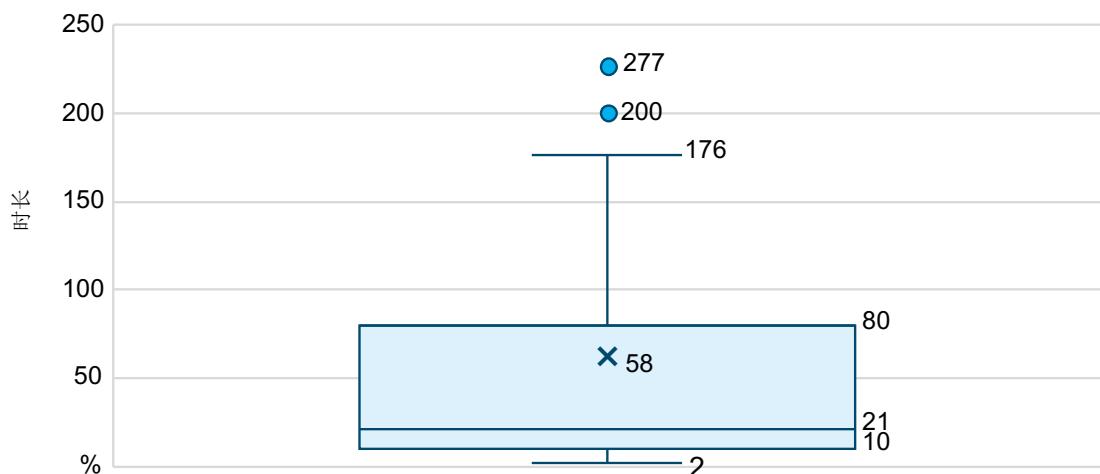
一个重要观点在于，人工智能课程以及更广泛的信息通信技术课程不应严重依赖于某一种特定的技术，因为在不同平台和供应商中开发多样化的技能是非常重要的。奥地利和中国等一些国家强调对技术采取“不可知法”，这意味着课程不与任何特定品牌、设备或编程语言挂钩。因此，这些课程旨在确保(i)教师培训牢固扎根于理论的基础之上，教师理解可应用于一系列技术的基本原则；(ii)如果使用特定的硬件或软件，教师和学习者将被引入多种选择，并与不同的人工智能工具供应商接触。

## 人工智能课程的课时分配

要求调查对象提供四个学段中每个年级的学习时长，包括：小学早期（覆盖1-2年级）；小学后期（涵盖3年级至小学毕业）；初中（覆盖大多数国家的7-9年级）；以及高中（涵盖大多数国家的10-12年级）。

从1年级到12年级，课程分配的总时长从2小时到924小时不等，各年级时间投入的箱线图<sup>18</sup>(见图2)表明，课时分配存在较大差异。

**图 2.人工智能课程每年的课时分配情况，n = 22**



来源:UNESCO (2021b)

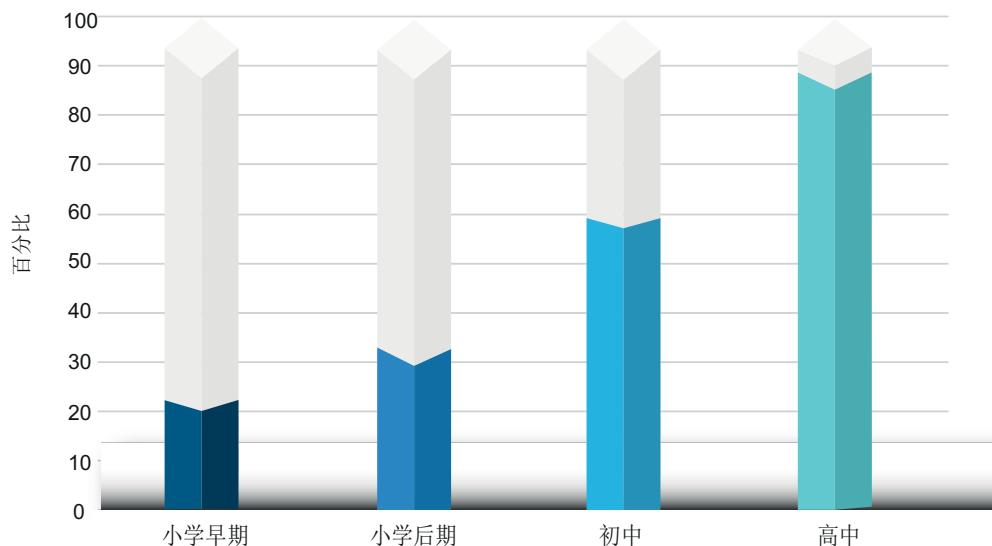
由图可见，存在两个异常值—卡塔尔的计算和信息技术（高科技方向）课程和比利时的信息技术数据库课程，这两门课程每年的平均课时分配超过200小时。图中均值为58小时，是中位数21小时的两倍多。这表明，部分课程在人工智能领域设置的课时较少。事实上，在提供了课时分配的22门课程中，有5门要求其每年人工智能课程学习时长少于5小时，另外有5门课程要求其人工智能课程学习时长超过150小时。要求150

小时以上课时分配的课程要么是行业发展课程（5门课程中的2门），要么是高科技选修课（5门课程中的2门）。而分配课时较少的人工智能课程都被归入了其他科目。

课程最倾向于面向高中生开设。从小学早期到高年级，人工智能课程所占比重随着教育水平的提高而稳步增加（见图3）。

18 箱线图显示了数据的分布情况，包括最小值、第一四分位数、中位数、第三四分位数和最大值。平均值显示为“X”，箱线图上方的点为异常值。

**图 3.各学段的人工智能课程占比( $n = 27$ )**



来源: UNESCO (2021b)

各学段人工智能课程的总课时分配在1到680小时不等。在1-2年级，人工智能最有可能被合并到其他科目中，且没有规定特定的课时分配。只有卡塔尔的计算和信息技术课程专门为1-2年级分配了100小时的人工智能课时。据报告，3-6年级学生的人工智能课程平均课时为156个小时。总体而言，初中（7-9年级）的人工智能课程平均课时为109小时，高中（高中1-3年级）的人工智能课程平均课时为153.5小时。1-9年级

的人工智能课程平均课时相对稳定：1-2年级为33.3小时；3-6年级为39小时；7-9年级为36.3小时。在高中，各年级人工智能课程的平均课时增加到了51.2小时。

### 支持人工智能课程的必要条件

调查对象被问及，为确保人工智能课程的设计和实施获得支持，做了何种规划和准备。**表7**列出了调查中的七个应答选项，可多项选择，也可开放回答。

**表 7.支持人工智能课程的必要条件**

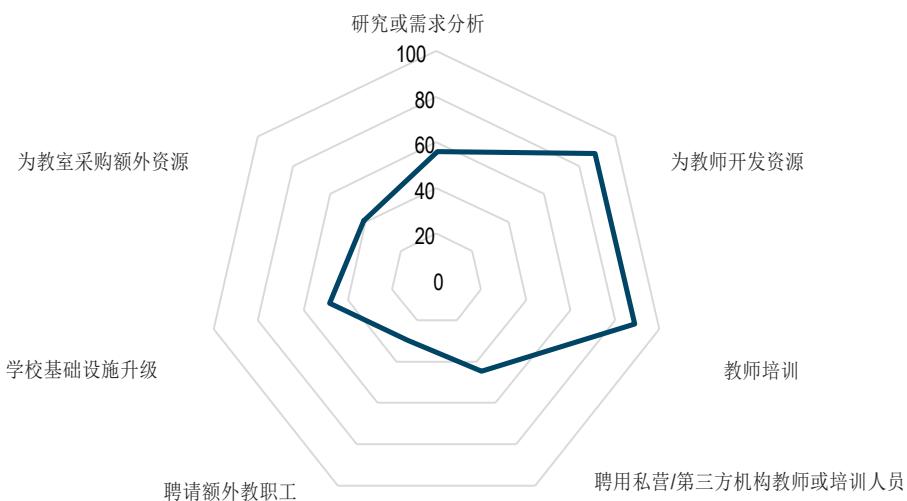
应答选项	注释
研究或需求分析	仅指与课程实施相关的研究或需求分析。
为教师开发资源	如，教科书和教案。
教师培训	调查对象被问及人工智能课程相关的具体培训和培训资源。
新增工作人员/职位的聘用	指有偿聘用更多教师授课。
私营或第三方机构参与	一些国家聘请私营或第三方机构组织成员，而非额外的学校工作人员（或者除额外的学校工作人员之外）作为学校的兼职培训人员，。
学校基础设施升级	指为学校提供与人工智能课程有关的硬件和/或网络连接。包括计算机室和服务器等。
为学校或教室采购额外资源	购买课堂工具包、编码资源、人工智能工具等。

来源: UNESCO (2021b)

调查统计显示，实施人工智能课程需要对教育系统的资源和人员能力进行一系列的统筹和调整（见图4）。大多数人工智能课程(89%)选择通过为教师开发资源和培训的方式获得支持；15门课程(56%)选择通过初步研究或需求分析获得支持；13门课程(48%)选择改善学校基础设施；12门课程(44%)报告通过私营

或第三方机构参与的方式支持课程的实施；11门课程(41%)选择为教室采购额外资源。聘用额外的工作人员授课是几种方式中最不受重视的部分，仅有8门课程(30%)报告采用了此种方式支持课程的实施，但其存在仍然不容忽视。

**图 4. 为课程实施提供的支持**



来源: UNESCO (2021b)

## 示例：印度中等教育中央委员会引入人工智能课程<sup>19</sup>

2019年，印度中等教育中央委员会(CBSE)宣布在其管辖的2.2万多所学校内开设人工智能课程，作为一门选修课，目的是确保印度未来的公民能够了解人工智能，并能够应用人工智能解决本地和全球性的问题。该课程侧重于“在做中学”，使学生有机会使用人工智能解决社区挑战，从中学习人工智能(CBSE, 2020)。

为了支持课程的实施，印度中等教育中央委员会与IBM、英特尔和微软等行业供应商合作，共同开发培训、支持性材料和内容。非政府组织也为课程的实施提供了支持。<sup>20</sup> 与此同时，他们安排了教师和导师培训，并编制了一系列材料，包括针对8年级到高中3年级的辅导员指南、多学科教案和教材。印度中等

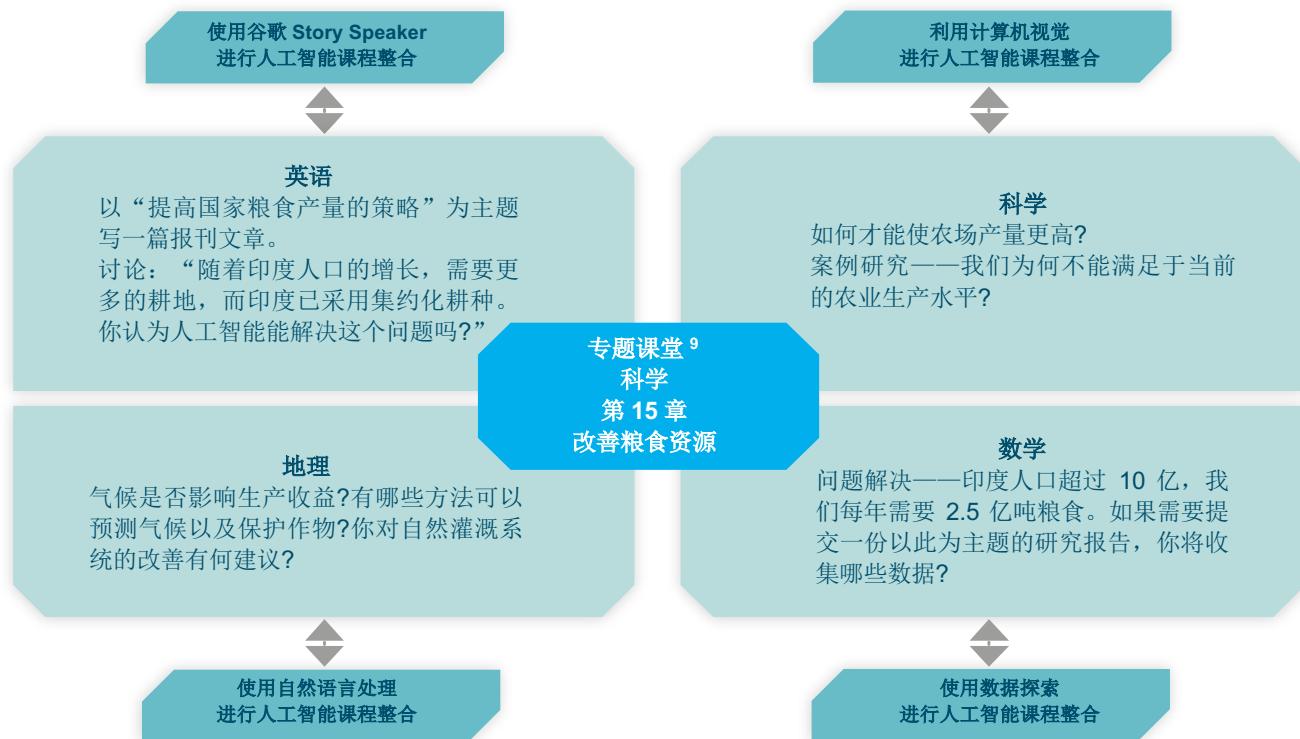
教育中央委员会还开展了一系列活动，旨在“使人工智能顺利地融入学校”。这些活动包括竞赛、虚拟研讨会，致力于为年轻人探索人工智能技术提供更多机会。系列活动还还包括为期三天的“AI-thon”夏令营，学生们可利用人工智能执行项目设计和原型循环，以应对特定的社区挑战。种种类似的合作活动已经吸引了超过1万名教师和12万名学生接受人工智能方面的培训。

自主安排人工智能课程设置的学校将课程作为选修课或跨学科课程进行整合。印度中等教育中央委员会邀请所有学校参加这一课程，学校管理人员也应向印度中等教育中央委员会提交申请，以响应这一号召。在此之后，学校选择教师进行培训，并计划将人工智能课程纳入学校课表，根据常见专题（如图5中的示例“改善粮食资源”）围绕人工智能的跨学科整合制定战略(CBSE and Intel, 2019)。

<sup>19</sup> 资料来源:印度中等教育中央委员会人工智能(Ministry of Education, India, 2020); 人工智能课程, 9年级辅导员手册(CBSE 和 Intel, 2019); 以及对 IBM、英特尔、1M1B 基金会和微软代表的采访及介绍。请注意，此信息可能不代表印度政府的官方观点。

<sup>20</sup> 例如，1M1B 基金会与印度中等教育中央委员会及 IBM 合作，以支持人工智能青年技能课程的实施。详见 <https://www.youtube.com/watch?v=wKl5pghClFY>

**图 5. 人工智能课程跨学科整合的专题方法**

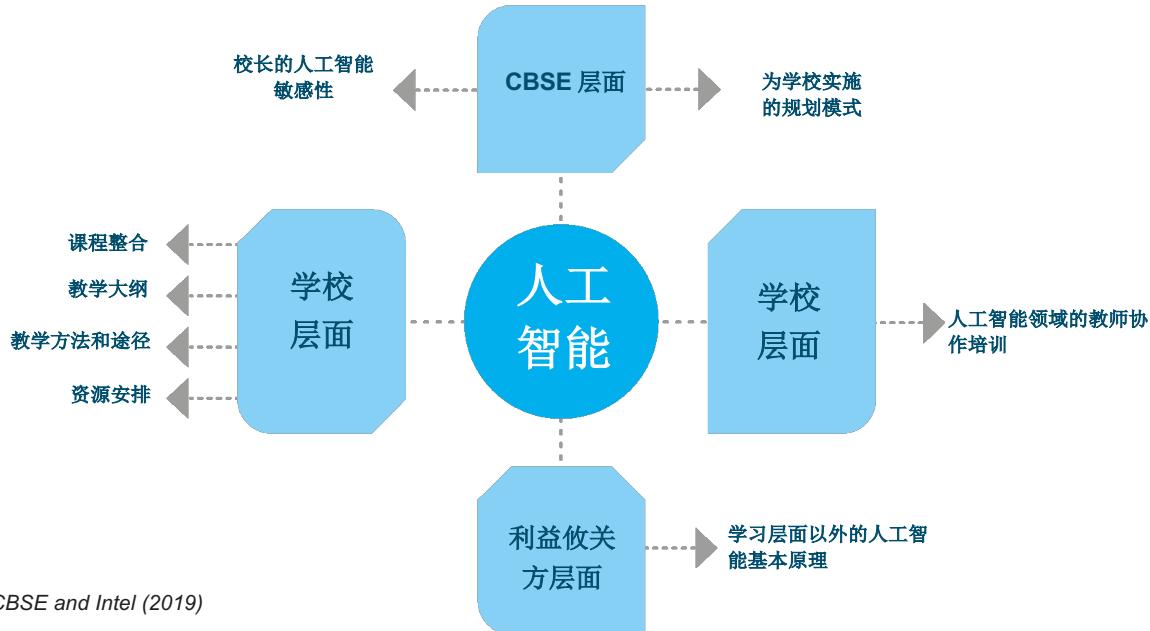


来源: CBSE and Intel (2019)

在学校层面, 行业和/或执行伙伴使用定制的课程和资料推动教师培训的开展。各类供应商, 如IBM和微软, 已经编写了符合印度中等教育中央委员会课程目标的教科书。课程整合、教学大纲、教学方法、教学途径和必要资源的采购也会在院校层面进行管理。

此外, 学校还希望使利益攸关方, 尤其是学生和家长参与进来, 以确保他们理解将人工智能课程整合的原因和目标。图6概述了印度中等教育中央委员会、学校和利益攸关方之间的关系。

**图 6. 人工智能课程实施的参与者和过程**



来源: CBSE and Intel (2019)

## 人工智能课程内容

### 人工智能课程内容的主要类别

本分析涵盖了人工智能课程的九个专题领域：算法与编程；数据素养；情景化问题解决；人工智能伦理；人工智能的社会影响；人工智能在其他领域的应用；理解和应用人工智能底层技术；理解和应用人工智能技术；以及开发人工智能应用程序。

如表8所示，这九个专题领域被归为三个课程领域：人工智能基础；伦理和社交影响；理解、应用和开发人工智能。研究人员要求调查对象提供了关于以上专题领域的课时和课程占比相关信息，如表9所示。

**表 8. 人工智能课程领域**

课程领域	专题领域	能力和课程考虑因素
人工智能基础	算法与编程	算法和编程，以及数据素养，被视为应用人工智能技术的基础。
	数据素养	大多数人工智能应用均在“大数据”的基础上运行。从数据收集到清理、标记、分析和报告，针对整个数据周期的管理组成了使用和/或开发人工智能的技术基础之一。对数据及其功能的理解也有助于学生了解为什么人工智能会带来伦理和战略上的挑战，以及它在社会中发挥了什么样的作用。
	情景化问题解决	人工智能通常被视为商业或社会挑战的潜在解决方案。在此层面上，需要一个合乎具体情境的问题解决框架，包括设计思维和基于项目的学习等。
伦理和社交影响	人工智能伦理	撇开专业技术不谈，未来社会的学生将在个人和职业生活中与人工智能打交道——许多人从很小的时候就开始了。对于每个公民而言，理解人工智能所带来的伦理挑战非常重要，其中包括：什么是“合乎伦理的人工智能”；有关人工智能的透明、可审计和合理使用等概念；以及在不正当或非法情况下使用人工智能（例如包含有害偏见或侵犯隐私权的情况）的补救途径。
	人工智能的社交或社会影响	从要求调整法律责任框架到激励劳动力转型，人工智能的社会影响范围甚广。调查对象被问及其课程在多大程度上针对这些问题。其中以劳动力转移、法律框架变更和新治理机制的建立等为例。
	除信息通信技术外，人工智能在其他领域的应用	人工智能在计算机科学之外的领域也有广泛的应用。调查对象被问及是否考虑了人工智能在其他领域的应用，以及考虑的程度。其中以艺术、音乐、社会研究、科学和健康为例。
理解、应用和开发人工智能	理解和应用人工智能底层技术	该领域包括：(1)针对人工智能过程理论理解的发展程度（例如，定义或演示不同模式，或标记机器学习模型的不同部分）；(2)学生使用现有的人工智能算法生成输出的程度（例如训练分类器）。以机器学习、有监督学习和无监督学习、强化学习、深度学习和神经网络等人工智能底层技术为例。
	理解和应用人工智能技术	人工智能技术通常是面向人类的应用程序，可看作是一种“提供的服务”。以自然语言处理和计算机视觉为例，调查对象会被问及学习者在多大程度上使用现有的人工智能技术完成任务或项目，以及/或对这些技术的开发过程进行研究。
	开发人工智能应用程序	开发人工智能应用程序涉及开发新的人工智能应用程序，这些应用程序可解决社会挑战或提供新型服务。这是一个需要系列复杂技术知识以及编码、数学（尤其是统计学）、数据科学技能的专业领域。

来源: UNESCO (2021b)

### 人工智能课程分领域的课时分配

必须指出的是，关于人工智能课程范围的定义存在一定程度的模糊性。特别是在将人工智能归入信息通信技术课程的国家，调查对象可能不会将数据素养或算法和编程纳入人工智能课程内容的一部分，

因为他们认为这是信息通信技术课程的一部分，由于有些人工智能课程并不能涵盖与人工智能相关的所有方面，这也影响了调查对象有关课时分配的回答。因此，对于调查对象而言，对本节的回答应被解释为课程或课程组成部分中的人工智能相关内容。

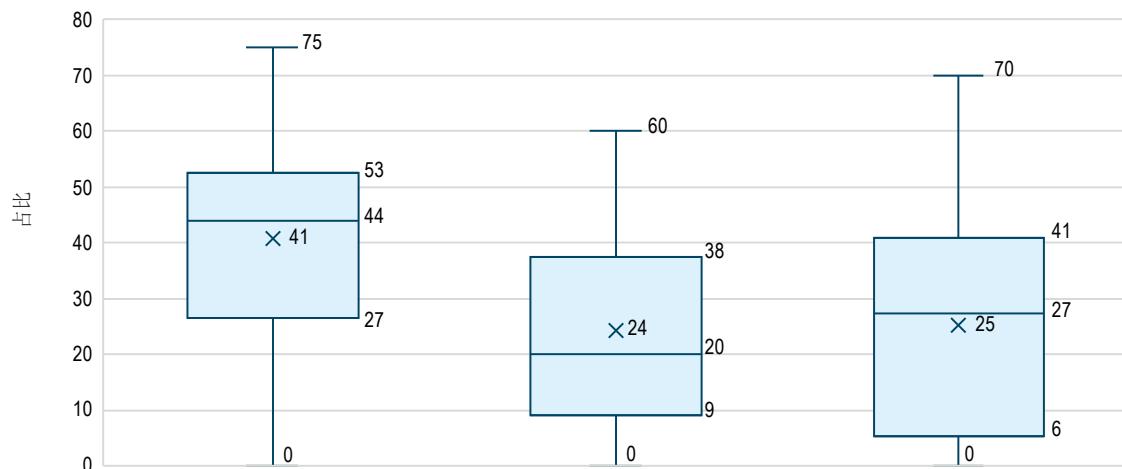
对于政府主导的课程，官方代表根据他们对课程和教育制度的了解，对课时分配占比进行了估算。而由于课时分配或科目整合方面的决策权下放，部分调查对象无法估计课程占比。此外，对于IBM、英特尔、微软和麻省理工学院等的部分课程，课时占比由研究人员根据课程内容计算得出，而非由调查对象估算得出。

最后，并非所有课程占比相加就能达到100%，也并非所有国家都给出了针对课程的解释说明，或在后续调查中提交了回应上述挑战的补充信息。

## 人工智能课程分领域的覆盖范围

“人工智能基础”课程领域包括算法与编程、数据素养和情景化问题解决，它构成了大多数人工智能课程的基础，平均占据41%的课程时间。其余课时几乎由“伦理和社交影响”（平均占比24%），以及“理解、应用和开发人工智能”（平均占比25%）课程领域均分。图7对三个课程领域进行了比较。

图 7. 主要课程领域课时占比箱线图<sup>21</sup> (n=21)



来源: UNESCO (2021b)

如果以小时数而非百分比计算总投入课时，可以清楚地看到，目前“人工智能基础”占据了最大的课时份额。在“伦理和社交影响”领域的课时投入增加

了三倍多，在“理解、应用和开发人工智能”领域的课时投入也增加了两倍多（见表9）。

表 9. 课程参与度-按专题领域划分

	人工智能基础	伦理和社交影响	理解、应用和开发人工智能
涵盖专题领域的课程数量 (n = 21)	20	20	18
课时范围	0–432	0–185	0–465
平均课时投入（总计）	99.8	29.7	39.0
平均课时投入（有课时安排的课程）	104.8	31.2	45.5
课时投入中位数（有课时安排的课程）	31.3	13.7	11.9

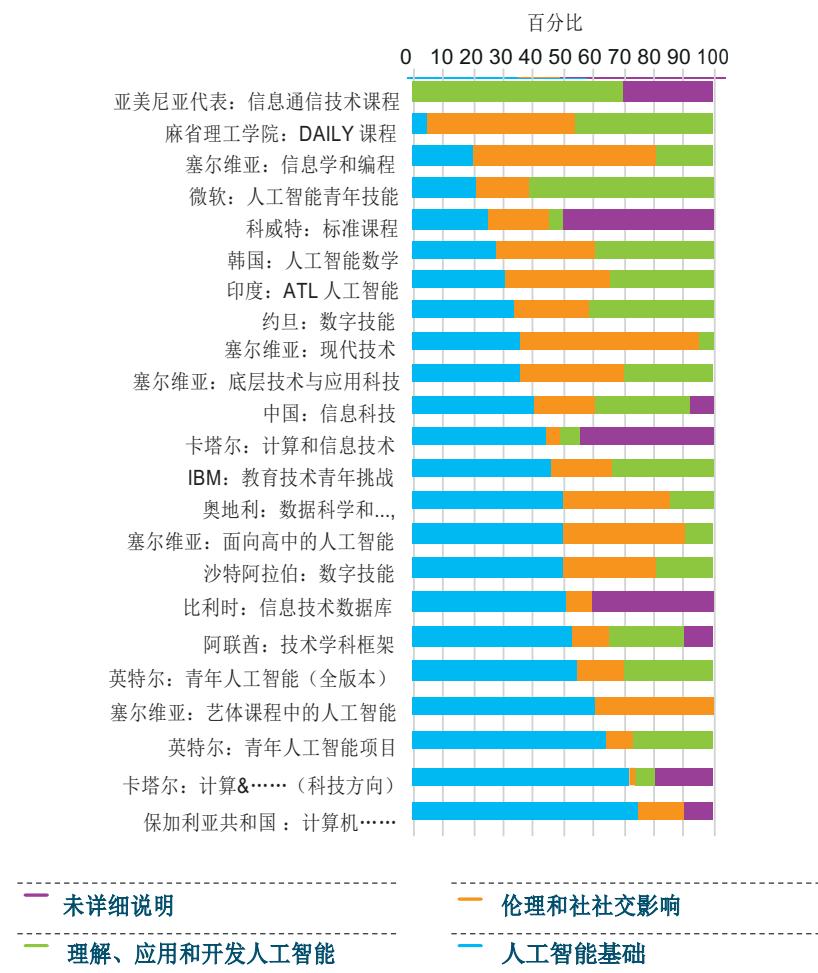
来源: UNESCO (2021b)

21 来自韩国的一门人工智能课程，以及来自加拿大育空地区课程的课时占比未被报告。

根据图8中的课程分布和表8中的课程范围可以看出，人工智能课程的重点各不相同。“人工智能基础”领域的课时分配占比从0到75%不等；“伦理

和社交影响”领域占比从0到60%不等；“理解、应用和开发人工智能”占比从0到70%不等。

**图 8. 课时分配-按专题领域划分 (n = 23)**



来源: UNESCO (2021b)

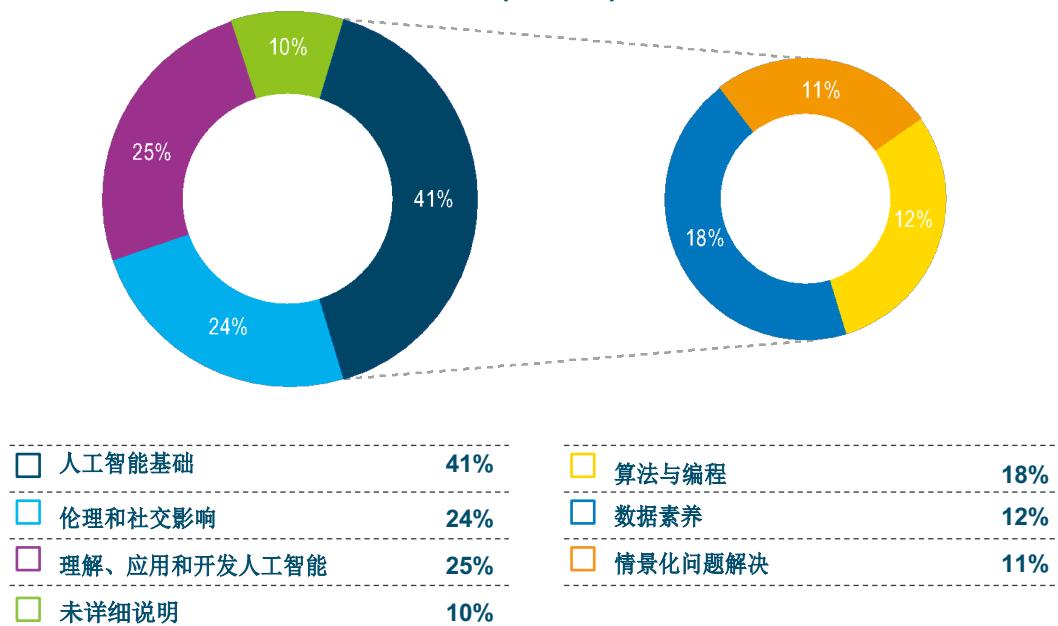
考虑到课程的时长与分配比例，我们可以得出以下结论：侧重于“伦理和社交影响”的课程通常侧重“人工智能基础”或“理解、应用和开发人工智能”课程的课时投入更短。以下是针对各课程分领域的详细分析。

### 人工智能基础

人工智能基础领域包含数据素养、算法与编程，以及情景化问题解决。总体而言，人工智能基础课程领域占总课时分配的41%，其中算法与编程占据了该

领域最大的课时比例，其次是数据素养和情景化问题解决，二者所占的课时比例几乎相同。

仅一门课程在人工智能基础领域没有分配课时，即亚美尼亚的信息通信技术课程。该课程将人工智能课程作为初中和高中必修的信息通信技术课程的一部分，总计投入7个小时的课时。图9为人工智能基础分领域及其课时分配占比的详细视图。

**图 9. 人工智能基础课程领域的课时分配 (n = 21)**

来源: UNESCO (2021b)

23门课程中有21门涉及算法与编程领域，亚美尼亚的信息通信技术课程和IBM的教育技术青年挑战课程除外。另有6门课程将10%甚至更少的课时分配给这一领域。相对而言，保加利亚的计算机建模、信息技术和信息学课程将65%的课时投入这一领域。总的而言，涉及情景化问题解决的人工智能课程最少。然而，包

含该内容的人工智能课程平均在此领域投入了42.5小时的课时。这些课程和普通的人工智能课程不同，它们在情景化问题解决的教学上投入了大量时间，并将其作为基于项目的学习周期的一部分。

**表10**显示了涵盖各专题领域的课程数量，以及它们的课时范围和平均投入时间。

**表 10. 人工智能基础课程领域的参与度-按专题领域划分**

	算法与编程	情景化问题解决	数据素养
涵盖专题领域的课程数量 (n = 21)	19	14	17
课时范围	0 – 269	0 – 198	0 – 78
平均课时投入 (总计)	50.0	28.3	21.5
平均课时投入 (有课时安排的课程)	55.3	42.5	26.5
课时投入中位数 (有课时安排的课程)	10.8	18.6	25.5

来源: UNESCO (2021b)

### 伦理和社交影响

伦理和社交影响的专题领域包含人工智能伦理、人工智能的社会影响，以及人工智能在其他领域的应用，后者与儿童及成人日常使用人工智能尤其相关。

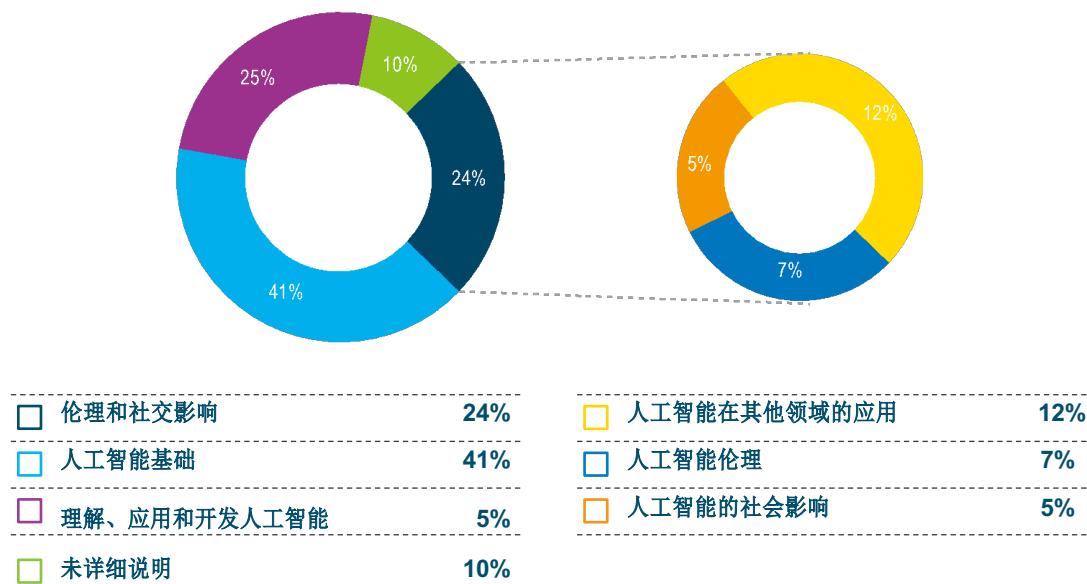
总体而言，这类课程平均占据总课时的24%，但不同课程投入的课时大不相同，具体投入时间从亚美尼亚信息通信技术课程的0小时到科威特标准课程的

185小时不等。从所占比例来看，卡塔尔的计算和信息技术（高科技方向）在该领域投入的课时不到5%。另一个极端是塞尔维亚的信息学和编程课程以及约旦的数字技能课程，后者将60%的课时投入于该专题领域。然而，从具体课时数来看，卡塔尔的人工智能课程在此投入了12小时，而塞尔维亚和约旦只投入了2小时。

当考虑这一课程领域下细分的专题领域时，很明显，有一半的课时被分配给人工智能在其他领域的应用，总体而言，平均有5%的课时用于人工智能的社会影响，7%用于人工智能伦理（见图10）。需要说

明的是，卡塔尔的两门课程将人工智能在其他领域的应用作为数学、语言和科学课程的一部分，但并未对这一专题领域的课时投入做具体说明。

**图 10. 伦理和社会影响课程领域的课时分配 (n = 21)**



来源: UNESCO (2021b)

伦理和社交影响的课时投入少于人工智能基础的课时投入。同时，在其他领域应用人工智能的课时分配占比远远高于伦理和社会影响的课时占比。

然而更详细的分析表明，这一差异产生的原因在于涉及后两个专题的课程较少，同时，涉及该专题总

课时较多的课程占比很低。因此，仅考虑针对各专题领域的课程时，三者的平均课时投入几乎相同，而人工智能在其他领域的应用的课时中位数最低（见表11）。

**表 11. 伦理和社会影响课程领域的参与度-按专题领域划分**

	人工智能在其他领域的应用	人工智能伦理	人工智能的社会影响
涵盖专题领域的课程数量 (n = 21)	18	17	12
课时范围	0–92	0–54	0–78
平均课时投入（总计）	11.9	10.8	8.1
平均课时投入（有课时安排的课程）	14.1	13.3	14.2
课时投入中位数（有课时安排的课程）	5.2	6	7.3

来源: UNESCO (2021b)

这些数据对政府认可的课程如何覆盖此类专题领域提供了若干重要见解。

- 首先，并非所有课程均涉及这一类别的专题领域，只有12门课程包含人工智能的社会影响领域。
- 第二，课程开发者似乎认为，可以通过较少的课时完成对三个专题的概念学习并实现学习结果。
- 第三，此类别的课程往往只是长课时课程中的一

小部分，对于奥地利的数据科学和人工智能课程（144小时）、卡塔尔的两门计算和信息技术课程（两门均包含600小时的总课时），以及比利时法语区的信息技术数据库课程（680小时）而言，该类课程占比不超过其总课时的10%。

- 最后，此类别的课时投入往往在课时最少的课程中占据高百分比。在四门总课时分配最少的课程

中，投入在伦理和社交影响这一领域的课时平均占比为45%，人工智能在其他领域的应用课程占比为33%，人工智能伦理占比10%，社会影响占比1.5%。

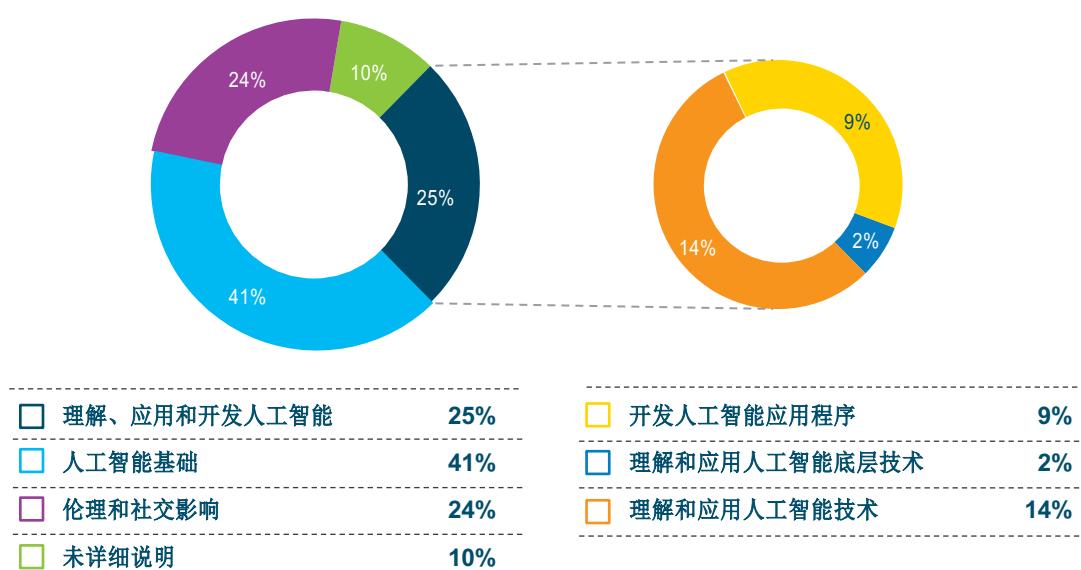
### 理解、应用和开发人工智能

这一专题领域包括理解和应用人工智能技术（如

机器学习、深度学习、决策树和神经网络）；理解和应用现有的人工智能工具（如计算机视觉、分类器、自然语言处理和GAN生成器）；以及开发人工智能应用程序，这涉及到人工智能编程和新工具/技术的开发。

理解、应用和开发人工智能占据课程课时的25%。理解和应用人工智能底层技术占该类别的一半以上，开发人工智能应用程序平均占比最少，其课时分配只占2%（见图11）。

**图 11. 理解、应用和开发人工智能课程领域的课时分配 (n = 21)**



来源: UNESCO (2021b)

与情景化问题解决以及人工智能社会影响的研究结果类似，开发人工智能应用程序的课时投入较少，主要原因在于很少有课程涉及这方面。其中只有6个国家的人工智能课程涵盖这一类别，课时投入从2%至14%不等。在这6个国家中，只有4个国家的人工智能课程在这一领域的课时投入超过10小时，即：中国的信息科技课程，英特尔的青年人工智能全球发展技能（全版本），微软的人工智能青年技能，卡塔尔的计算和信息技术（高科技方向）。这四门课程中有三门要求学生每年至少在该领域学习150小时。在访谈中，来自这些国家的调查对象表示，他们认为小学教育的作用是让学生接触到人工智能及其在工作和日常生活中的应用，但人工智能应用程序的开发更适用于专门的本科课程。

调查对象强调，有关人工智能开发的课程必须充分建立在具有相关学科专业知识的基础上。最常见的例子是数学，学习者需要在数学原理、运用编码和算法的预期之间建立一致性。针对这一需求的回应各不相同。葡萄牙将大部分人工智能学习结果融入数学学科的“计算思维”当中，而中国则根据每年的数学学科要求来设计信息通信技术课程。麻省理工学院在为高中设计高参与度的人工智能开发课程时，最初以科学科目为目标，但课程开发人员发现，相对于人工智能的应用，科学老师对人工智能的开发更感兴趣。麻省理工学院认为，数学老师可能有更强的计算理论基础，而计算理论可以说是人工智能开发的基石。

表12显示了投入于理解、应用和开发人工智能专题领域的课时平均值、中位值和课时范围。

**表 12. 理解、应用和开发人工智能课程领域的参与度-按专题领域划分**

	开发人工智能应用程序	理解/应用人工智能底层技术	理解/应用现有人工智能技术
涵盖专题领域的课程数量(n = 21)	6	18	12
课时范围	0–30	0–128	0– 2075
平均课时投入（总计）	3.3	14.6	21.1
平均课时投入（有课时安排的课程）	11.7	17.0	36.9
课时投入中位数（有课时安排的课程）	11.3	5.5	11.1

来源: UNESCO (2021b)

有趣的是，人们更倾向于学习人工智能底层技术而非人工智能技术。这主要与应用环境有关，即有些人工智能工具专门用于帮助学习者通过主动或体验式的学习来解读和理解人工智能底层技术，如 Teachable Machine MachineLearning4Kids。类似的人工智能工具如奥地利的数据科学和人工智能课程、亚美尼亚的信息通信课程、保加利亚的计算建模、信息技术和信息学课程、IBM 的教育技术青年挑战课程、两个版本的英特尔青年人工智能课程、印度的ATL人工智能模块、麻省理工学院的DAILy课程、微软的人工智能青年技能课程，卡塔尔的两门计算和信息技术课程，阿联酋的技术学科框架，以及加拿大育空地区的应用设计、技能和技术课程。

### 示例：奥地利的人工智能课程内容

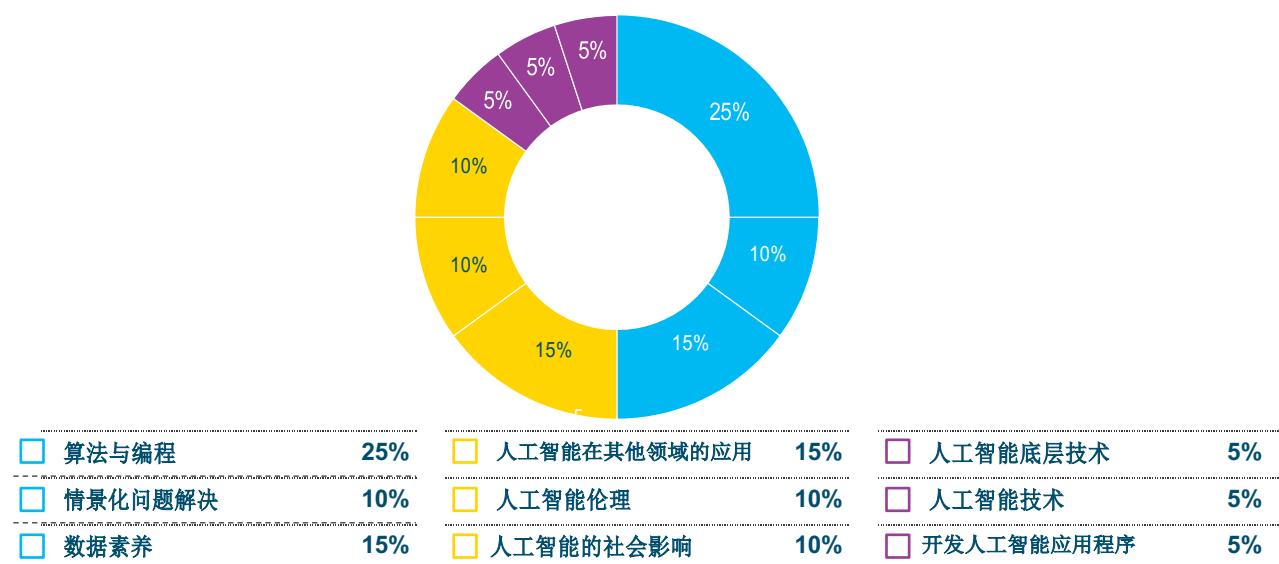
“如果不采用数字技术，几乎无法想象现代教育和我们的工作要如何展开，也无法想象我们会如何参与到社会当中。”

-奥地利数字教育课程 (Federal Ministry for Digital and Economic Affairs, Austria, 2018)

奥地利的数据科学和人工智能课程包括数字基础知识，如使用操作系统存储和打印文件、设计演示文稿、以及使用电子表格和文字处理软件。该课程还涵盖针对数字媒体的类型和引发社会问题展开设计和反思，以及如何安全地使用数字媒体。

高中生主要接触以编程语言、算法和模拟为主的课程。他们学习数据素养的基本原理，包括收集数据、构建电子表格、进行分析和可视化。他们应用标准来评估数据源以及数字内容的可信度和可靠性。学生应该了解信息通信技术领域的职业（包括人工智能），以及新兴技术在社会中的应用。他们创建数字媒体，学习有关“云”以及如何与之建立连接的知识和网络计算机相关的理论。他们还将学习理解使用此类技术会产生的伦理困境，并将积极参与有关这些问题的社会讨论。最后，学生的任务是利用技术公开发表言论，并理解这一做法是如何反映民主进程的。

该课程作为计算学分的必修课在学校开设，包含144小时的课时。课时分配如下：50%（72小时）的课时用于教授人工智能基础：25%的课时用于教授算法与编程，10%的课时用于教授情景化问题解决，15%的课时用于教授数据素养。伦理和社交影响占据了35%的课时，即50小时：15%的课时用于教授人工智能在其他领域的应用，10%的课时用于教授人工智能伦理和人工智能的社会影响。剩余15%的课时用于教授理解、应用和开发人工智能，在这15%中，每个专题领域（理解和应用人工智能底层技术、理解和使用人工智能技术、开发人工智能应用程序）的平均课时为7小时。**图12**是按专题领域划分的奥地利人工智能课程分配占比。

**图 12.按专题领域划分的课时分配**

来源: Federal Ministry for Digital and Economic Affairs, Austria, 2018

## 人工智能课程学习结果

### 学习结果：分析方法

本节通过对学习框架和项目的分析，提取出课程的学习结果。根据本研究的目的，我们未对课程进行比较分析，而是展开了综合审查，以制定各年级的具体规定。审查结果展示了被引用为课程目标的参与类型。值得注意的是，本节并没有对中小学阶段人工智能课程中应当或不应当涵盖的内容提出要求，而只是代表了当前的实践情况。

除本节介绍的学习结果外，部分课程还涉及到后期高级技术研究工作所需的一些能力，但这些能力与人工智能无直接关系。这类能力包括：熟悉计算机及其操作系统；建立对互联网作为信息交流工具的认识；使用软件处理文字、声音、照片和图画；通过信息和通信技术创建及分享媒体；练习打字技能；使用协作软件；以及了解计算机网络。

### 学习结果：分类框架

本节的介绍与能力本位教育的主要方面相呼应。OCED(2016)将“能力”定义为知识、技能、价值观和态度的组合，在特定环境下应对复杂的需求。另外，重视认知、心理运动和情感领域之间的交互关系也非常重要。但为了方便参考，本报告仅将侧重于描述课程学习的三个结果，即：(i) 知识，(ii) 技能，(iii) 价值观和态度。

知识涉及一般领域和特定领域的认知需求，它是获得能力的必要条件，通常使用“知道”、“理解”、“反映”和“比较”等动词描述。技能一般指心理运动方面，与技能相关的结果通常包括：“使用”、“创建”、“建立”、“修改”和“撰写”。在这一类别中，“技能”还包括对技术制品和产品的分析和修正。

价值观则包含以下指导原则：它决定了一个人在做决策或者采取行动时，对于轻重缓急的判断。价值观与信念一起构成了态度、属性，及其对行为影响的基础 (IBE, 2013)。价值观和属性可能是隐性的或不明确的，可能在课程中明确陈述，也可能通过形容词嵌入到学习结果中，如“创造性的”或“独立的”，或形容词-名词复合词，如“批判性思维”。

在国际论坛和文献中，价值观的发展越来越受到重视。本文的目的不是质疑将价值观融入教育的可行性或合理性，而是引出隐含或明确融入人工智能课程的价值观和态度。然而，在此需注意的是，价值观是可变的，它们可以根据环境或情景而改变 (Haste, 2004, 2018)。因此，本节提出的价值观应在本研究中特定(尽管多样)的国家背景下加以理解。

本报告介绍了被分析课程的隐性和显性价值观，OECD(2019)将价值观概括为以下四类：个体价值观，指个体如何定义和追求个人目标；社交价值观，指人际关系的处理方面；社会价值观，指涉及文化或社会方面的共同优先事项，并可能会被载入法律；以及人文主义价值观，这种价值观反映了超越国家和文化界限的共同优先事项。

知识和技能结果已在之前的章节(标题为“人工智能课程内容”)中提到，是按照课程领域和专题领域介绍的。这些课程领域为：人工智能基础，包括算法与编程、情景化问题解决和数据素养三个专题领域；理解、应用和开发人工智能，包括理解和应用人工智能底层技术、现有人工智能技术，和开发新的人工智能应用程序；以及伦理和社交影响，包括人工智能在其他领域的应用、人工智能伦理和人工智能的社会影响三个专题领域。

## 学习结果：调研情况（按人工智能课程领域分类）

### 知识

**表 13.对知识结果的调研**

专题领域	子领域	学习结果	受教育水平		
			小学	初中	高中
<b>人工智能基础</b>					
算法	计算思维	理解抽象概念	X		
		理解分解的概念	X		
		解释分解、抽象、模式识别和算法在计算中的作用		X	
		发现指令中的共性和规则（模式）			X
	算法定义和应用	理解算法的概念及其应用	X	X	X
		理解学习算法是一组由人类创建的指令，用于修改输入，从而创建输出		X	
		识别算法类型的示例（分类器、生成器、回归算法）		X	
		了解并描述算法的日常应用			X
		认识算法在自动化数字流程中的重要性			X
	算法组件和过程	理解算法的各个部分（输入，改变输入的步骤，输出）	X	X	
		理解训练、测试和运用算法的过程		X	
		比较和对比算法的搜索及分类能力			X
		分析递归算法的执行流程			X
		理解回归算法			X
		就算法使用高级数据结构的方法进行比较			X
编程	编程语言	积累基于块和其他编程工具的知识	X		
		理解各种编程语言及其产生过程	X	X	
	表征与模拟	理解基于规则的推理		X	
		培养对人工制品开发过程中迭代过程的认识			X
		积累与真实世界物理系统的模拟/模型/计算抽象有关的知识		X	
		反思模拟的局限性和可能性			X
数据素养	情景化问题解决		讨论和评估各种人工智能方法解决实际问题的能力和适用性		
			X		
			理解数据的趋势		X
			理解数据收集和简单分析的原理和流程		X
			理解如何收集、处理、分析、报告和使用数据	X	X
			理解信息来源的类型	X	X
			描述电子数据表中表格的基本结构	X	X
			描述数据和信息的特征		X
			评估大数据的管理能力（如仓储流程）		X
			讨论大数据云存储的优缺点		X
			比较结构化和非结构化的数据		X
			探索能有效表征数据的编码技术		X
			理解如何通过可视化/建模完成对大型数据集的转换和表征，使其服务于决策		X

专题领域	子领域	学习结果	受教育水平		
			小学	初中	高中
<b>理解、应用和开发人工智能</b>					
人工智能底层技术	人工智能的定义及构成	理解“弱”人工智能和“强”人工智能	X		
		描述与人工智能相关的基本术语		X	
		理解什么是人工智能（什么不是人工智能）		X	X
		理解人工智能的组成部分(数据集、学习算法和预测)		X	X
		理解并使用与人工智能和机器学习相关的基本及通用术语		X	
		描述人工智能的基本特征		X	
		理解人工智能的潜在算法		X	
		理解人工智能的融合		X	
人工智能技术	人工智能的数据使用	阐释如何使用数据进行预测		X	X
		描述数据流通过深度学习网络以解决分类问题的过程		X	X
	人工智能的历史	了解人工智能的历史及其发展过程		X	X
		理解人工智能应用程序开发的不同方法		X	
	理解人工智能的工作原理	阐释人工智能技术的种类及其工作原理（有监督学习、无监督学习、强化学习、机器学习/深度学习）		X	X
		理解神经网络的工作原理及其组成部分（前馈、评估预测的准确性和反向传播）		X	X
		理解通用人工智能的概念及其面临的挑战		X	X
		了解生成式对抗网络的工作原理并识别其组成部分		X	
		阐释启发式搜索及其工作原理		X	
人工智能产品开发	计算机与人类知觉	比较计算机和人类知觉		X	
		理解计算机识别的过程		X	
		理解传感器的探测方法		X	
		理解传感器在数据收集中的作用		X	
		理解人工智能和人类智慧之间的区别		X	
	理解人工智能技术	探索人工智能技术和工具（如分类器）		X	
		理解自然语言处理的创建和使用过程		X	X
		探索自然语言处理的数据原理		X	
		理解自主系统		X	
		理解推荐系统及其背后的技术		X	
人工智能产品开发	设计思维	理解计算机视觉的创建和使用过程		X	
		理解先进的技术（物联网、云计算）		X	
	比较和对比物联网设备操作系统与典型的桌面操作系统			X	
人工智能在其他领域的应用	设计思维	理解设计思维		X	X
		理解产品开发周期			X
	<b>伦理和社会影响</b>				
	识别/阐释人工智能在日常生活中的案例和应用			X	X
	描述人工智能如何驱动多种软件和物理系统			X	
了解人工智能的最新进展和应用				X	
了解人工智能和信息技术专业的重要应用领域				X	

专题领域	子领域	学习结果	受教育水平		
			小学	初中	高中
人工智能伦理	伦理术语、定义和示例	理解“偏见”、“公平”和“表征”等伦理术语在人工智能领域的含义		X	X
		就技术/人工智能使用中的人权和伦理问题进行反思		X	X
		描述人工智能的局限性			X
		理解人工智能可能引起的伦理考虑因素和困境			X
	获取	理解技术的获取过程可能引发的问题			X
	偏见	阐释编程人员的偏见如何影响人工智能规则的公平性			X
		理解信息质量对决策的影响			X
		理解算法偏见和偏见的类型/来源		X	X
		了解人工智能算法中减轻/减少偏见的方法		X	
		理解各种类型的偏见（表现形式、选择等）			X
	知识产权	分析人工智能相关的明显公平或不公平的案例			X
		理解知识产权的概念		X	
		捍卫由人工智能创造或改良的艺术作品的所有权		X	
人工智能的社会影响	隐私和安全	理解/尊重基本的知识产权法律		X	
		培养网络安全意识		X	
		深入了解数字身份的概念			X
	透明性/可解释性	理解数字服务提供商如何告知用户有关个人信息的使用情况			X
		理解个人身份信息可以用何种方式被使用和共享			X
		了解图像和数据操作的机制			X
	人工代理	了解可解释的人工智能的原理及其原则			X
		理解人工智能和机器学习由人类控制		X	X
		理解计算机系统的可用性、安全性和可访问性是其设计的关键特征			X
	人工智能的优点缺点	理解如何合乎伦理地开发和/或使用人工智能			X
		理解人工智能如何造福人类	X	X	X
		反思新技术的优缺点	X	X	X
	日常生活和工作中的人工智能	概述人工智能在各种社会、教育和专业背景下的优势和劣势			X
		考虑新兴技术对社会（生活、工作和教育）的作用、重要性和/或影响	X	X	X
		探索可能颠覆人们生活、学习和工作方式的新兴技术		X	X
		培养数字公民的意识	X		
		理解人工智能对工作的改变(甚至在STEM学科之外)		X	
	对环境的影响	理解STEM工作的好处和需求		X	
		了解自然、技术和社会之间的交互作用			X
		理解技术对环境的正面和负面影响	X	X	X
		理解开发人工智能产品带来的计算和环境成本		X	
		理解如何减少计算和环境成本（采用更高效的模型，对成本和收益进行评估）		X	
	虚假和错误的信息	理解计算和环境成本如何导致人工智能产品开发中的不公平性			X
		反思深伪技术的积极/消极影响及其带来的社会后果		X	
		反思生成式对抗网络技术的社会影响（如，作业造假）		X	
		了解错误信息的六个主要特征 <sup>22</sup>		X	
	对性别平等的影响	了解错误信息的传播方式			X
		培养在技术中产生的性别后果/机会相关意识			X

来源: UNESCO (2021b)

22 麻省理工学院 DAILy 课程中的引用：“煽动情感；两极分化；传播阴谋论；转移指责；冒充或伪造账户；以及“在网上引战”。

## 技能

**表 14.对技能结果的调研**

专题领域	技能描述	受教育水平		
		小学	初中	高中
<b>人工智能基础</b>				
算法	模式识别	X		
	遵循明确的操作（算法）指令并执行它们		X	X
	通过口头和书面的方式为操作（算法）制定清晰的指令		X	X
	通过迭代的方式创建算法及相关的流程图		X	X
	创建预测模型			X
	应用复杂的数据结构和基本算法（例如分类和搜索）			X
	从时间和空间两方面评估算法的效率			X
	优化计算过程（要求更少的步骤）			X
编程	利用编程控制机器人	X		
	使用基于块的编程构建简单的代码脚本	X		
	使用基于块的编程语言创建移动应用程序		X	
	使用基于文本的编程工具将算法转换为代码		X	
	使用一种或多种编程语言进行编码		X	X
	掌握基本的编程结构（如分支、循环、流程）		X	X
	评估用户界面（可用性、直观性）及其背后的技术流程			X
	使用、创建编码，并对编码过程进行反思（如密码，二维码）			X
	创建代码以操作本地数据文件			X
	开发软件以控制机器人或其他计算设备			X
	在多种编程语言中使用模块化的编程方法			X
	使用“面向对象的编程”开发应用程序			X
情景化问题解决	开发安全且用户友好的应用程序，并考虑其可访问性			X
	使用合适的工具创建简单的程序或网络应用程序，以解决特定的问题或执行特定的任务		X	X
	通过分解和模式识别，设计、开发和使用相应的策略来解决现实生活中的问题			X
	评估潜在的技术解决方案，并选择合适的方案，同时考虑私有软件和免费软件的使用			X
数据素养	保存、更改简单的数据库，并对其进行分类	X		
	创建可视化的数字和文本数据	X		
	使用适当的搜索策略从一系列来源搜索、筛选和收集数据		X	X
	组织收集到的信息（例如使用数据标记和分类）	X	X	X
	使用电子表格处理数据，进行计算并创建简单的图表	X	X	X
	使用信息通信工具管理和维护关系型数据库		X	X
	使用关系型数据库生成报告		X	X
	评估数据的质量、真实性和准确性		X	X
	使用标准来评估数据源的可信度和可靠性			X
	实施自动化的数据收集过程，并在各种物理媒体和云平台上管理数据的存储			X
	分析物联网数据流，并为异常情况（如极端大风）创建警报机制			X
	将非结构化数据转换为结构化数据			X
	使用软件工具或平台，组织、计算、呈现和保护数据			X
	创建SQL脚本来管理规范化数据库			X
	使用信息通信技术工具将数据转换为信息，以支持决策的准确性			X
	使用一系列模型和图表的方法来分析、预测和交流数据故事			X

专题领域	技能描述	受教育水平		
		小学	初中	高中
理解、应用和开发人工智能				
人工智能底层技术	根据特征将对象进行分类	X		
	构建决策树（纸面原型）		X	
	设计一套工作流程，从而训练和测试人工智能算法		X	X
	清理并准备用于分析和机器学习的文本数据			X
	为分类问题设计有监督学习解决方案并进行测试			X
	使用开源人工智能应用框架构建简单的智能系统			X
	阐释机器学习模型的性能（如使用混淆矩阵）			X
	识别各种媒体产品是否为生成式对抗网络			X
	在各学科领域（音乐、艺术、生物）中创建生成式对抗网络			X
	使用生成式对抗网络创建故事和插图			X
人工智能技术	使用具备学习能力的机器或类似的人工智能工具创建并测试分类器	X		
	创建具备支持功能的聊天机器人		X	
	构建并控制一个可使用人工智能的简单机器人		X	
	为自主机器人编程		X	
	为现有的人工智能算法设定一个新的目标		X	
	利用现有的人工智能技术开发新产品			X
	为进行自然语言处理构建和准备数据库			X
	创建具有适人机界面的聊天机器人			X
人工智能的产品开发	作为团队的一部分工作	X		
	在团队中使用设计思维的方法实施项目		X	X
	通过人工智能工具开发创新性方案			X
	管理一项技术开发项目			X
	验证所采用技术方案的正确性			X
伦理和社会影响				
人工智能伦理	人工智能应用 使用算法创造美术、音乐作品等。	X	X	X
	保护个人数据及自己/他人的隐私	X	X	X
	识别人工智能算法中偏见的实例		X	
	识别人工智能算法的利益相关者/受益者		X	
	为算法建立伦理矩阵（利益相关者及其价值观）		X	
	研究在互联网上暴露的私人数据		X	X
	管理数字身份和声誉，并展示自己对数字足迹的理解			X
	查询表中混乱的数据，并在其中找到偏差			X
	进行自我辩护和补救（如，权利受到侵犯）			X
	设计端到端的机器学习过程，最大限度地提高透明度并确保公平性			X
人工智能的社会影响	为人工智能开发人员撰写指南，以确保人工智能合乎伦理			X
	妥善处置技术	X		
	识别深伪（独立识别和人工智能辅助识别）		X	
	识别对平等使用信息技术造成威胁的发展，并确定行动方案		X	X
	批判性地比较、分析和评估信息和数字化内容（例如对操控的识别）		X	X
	避免与信息技术相关的身心健康风险和威胁			X
	参与公共讨论，帮助促进社会发展			X

来源: UNESCO (2021b)

## 价值观

**表 15. 对价值观和态度结果的调研**

预期培养的价值观/态度	相关知识和技能结果示例	受教育水平		
		小学	初中	高中
<b>个体</b>				
对信息通信技术的兴趣	探索现有的人工智能工具 通过人工智能工具开发创新性方案	X	X	X
		X	X	X
持久性/抗压力	使用编程的方法解决问题 测试、重新设计人工制品和产品	X	X	X
个体赋能	利用设计思维创建项目 研究在互联网上暴露的私人数据 确定当个人权利受到侵犯时可采取的补救途径		X	X
反思	反思人工智能会给我未来的工作带来的影响 阐释人工智能及其应用的作用和重要性 探索可能颠覆人们生活、学习和工作方式的新兴技术		X	X
批判性思维和方式	通过利用计算思维来设计、开发、使用策略，以解决现实生活中的问题 阐释编程人员的偏见是如何影响人工智能规则公平性的 比较、分析及批判性地评估信息和数字化内容(例如，对操控的识别)			X
创业	应用设计思维的方法制作原型 培养与创业原理/过程有关的意识，以实施创新性想法			X
<b>社交</b>				
协作/团队合作	作为团队的一部分进行工作 作为团队的一部分执行项目 作为团队成员在线协作	X	X	X
交流	使用生成式对抗网络创建故事和插图 为人工智能开发人员撰写指南，确保人工智能符合伦理			X
<b>社会</b>				
尊重他人	尊重他人 保护个人数据及自己/他人隐私	X	X	X
个体责任	妥善处置技术 理解人工智能和机器学习由人类控制	X	X	X
正直	理解在人工智能算法中缓解/减少偏见的方法 设计端到端的机器学习过程，最大限度地提高透明度和确保公平性	X	X	
宽容	对不同的观点/立场保持宽容	X	X	
<b>人文主义价值观</b>				
尊重环境/可持续发展的理念	理解技术对环境的影响 认识自然、技术和社会之间的交互作用 了解如何降低计算和环境成本	X	X	X
致力于公平	反思人工智能的获取过程 理解计算和环境成本如何导致人工智能开发过程中的不公平性		X	

来源: UNESCO (2021b)

## 示例：韩国的人工智能学习结果<sup>23</sup>

2020年，韩国公布了中小学人工智能课程标准，该国目前也在开发本土的人工智能课程。地方政府和学校可以根据规定的课时和标准框架灵活地修改课程。2020年，韩国在高中实施了人工智能学校课程。由于该课程由校长自行决定是否开设，因此课程极有可能被推广到2367所高中使用。韩国目前有500所“人工智能教育领军学校”，专门致力于培养技术领域的人才。

该课程以小学、初中和高中的必修编程模块为基础，学生无需事先具备人工智能相关知识。

韩国人工智能课程的内容标准涵盖三个领域：

- 理解人工智能，包括其分领域“人工智能与社会”和“智能代理”。
- 人工智能原理及其应用，包括“数据”、“识别”、“分类、探索和推理”、“机器学习和深度学习”等分领域。
- 人工智能的社会影响，包括“人工智能的影响”和“人工智能伦理”分领域。

图13概述了四个关键领域中针对部分学习目标的课程进展，包括：理解人工智能；数据；机器学习（包含分类）；以及社会影响。

**图 13. 韩国人工智能课程标准**



来源: Ki-Sang Song 教授的访谈和书面资料

<sup>23</sup> 本节信息源自调查对象对采访问题的口头和书面回答。

## 课程实施

### 教师培训和支持

#### 现有教职工的技能提升

大多数政府认可的课程所提供的培训都致力于提升现有教职工的技能。一些国家(如中国和葡萄牙)表示，他们通常会利用国家的培训项目或计划，对涉及到人工智能科目的教师进行培训。此外，在比利时等其他地区，由于教师培训通过教育网络进行，其培训计划往往比较分散，培训方式可能会因区域、语言和学校类型（例如公立或私立）的差异而不同。

非政府人员倾向于通过其他方式培训教师。对于麻省理工学院的DAILY课程，来自美国三个地区的教师参加了培训，其中包括通用会议，以及非政府组织合作伙伴主办的30小时的夏令营活动。行业合作伙伴通过远程或混合的方法为教师提供培训课程。例如，IBM与麦考瑞大学教育学院合作，在Coursera上开设了16小时的人工智能教师学习课程。该课程涵盖人工智能历史、人工智能与人类智慧的比较、开发和应用人工智能的伦理考虑因素等专题。一些供应商可以为客户提供培训资格认证。如，英特可尔为培训师和首席培训师提供认证，后者通常被定位为培训师的老师。

#### 将人工智能整合到教师的职前培训中

在奥地利，教师培训的主要方法是将人工智能相关专题纳入到高等教育机构的教师职前培训中，该培训不止涵盖通用的人工智能专题，同时还包含指导教师如何使用人工智能支持教学法的使用以及教与学的过程。

#### 为在职教师提供支持

除了建立标准以外，国家和地方政府还通过资源开发的方式支持人工智能课程的实施。例如，在塞尔维亚，人工智能课程的实施获得了在线工具的支持，包括视频、演示以及各种人工智能课程开发的交互式任务。国家或地方政府也会在人工智能课程实施前提供教材和评估指南等资源。

麻省理工学院的DAILY课程会为教师提供资料，包括幻灯片、课程要点和完整的教案，从而供教师使用或改编。IBM、英特尔和微软等行业合作伙伴通过面向全球开放的在线资源为教师提供各种学习途径和学习内容。这些合作伙伴还为人工智能课程的实施创建了针对具体情景使用的教师资源，包括手册、辅导员指南和人工智能教材。

### 学习工具和环境

除了利用现有的、与基础设施相关的举措来配置硬件和网络连接，人工智能课程还利用一系列的资源来支持其在校园内的实施。比利时和中国等国家由于并未集中决策人工智能工具和环境的配置问题，无法提供具体的资源支持情况。而在另一边，塞尔维亚等国家正在开发包含互动任务功能的在线工具，致力于通过该工具来优化课程。其他课程则利用现有的环境和工具，开发了一系列免费产品。来自奥地利和阿联酋的代表称：

**“** 我们使用 Jupyter Notebook/Lab、Python、PyCharm 和 Python 库 (Scikit-learn、Keras、Tensorflow) 来实施人工智能课程。

我们注重自然语言处理、图像分析和大数据分析。我们依据学生的年级水平，使用不同的资源和平台。我们使用的在线工具包括 Code.org 、 Microsoft and AI 、 MachineLearning4Kids 等，以及 IBM 和 AI Robotic Kits，如 MagkinderLabeeb、Fateen、Maker、Maker with Robotics Car 和 Raspberry-Pi 等均被用于各种人工智能项目。这些工具被用于训练不同的模型，理解机器学习的算法，并完成与人工智能相关的在线任务。更高年级的学生将学习 Python，以便运用不同的机器学习算法。

并非所有的人工智能课程均涉及编码或编程，但大多课程都包含这些元素，它们通常采用入门级的编程语言和工具，如 PictoBlocks 或 Scratch。通过 Python 编程语言入门是常见的方法，尤其是面向高中开设的人工智能课程。尽管如此，部分课程也会使用到 HTML 和 Java。

人工智能课程中涵盖广泛的人工智能技术产品，如 Alexa、GAN 生成器、谷歌助手、Pix2Pix、PoseNet、机器人套件和仿真软件，以便学生可以探索人工智能在各学科领域的多种应用方式。学习人工智能开发的学生最倾向于通过免费软件（如 MachineLearning4Kids 和 Teachable Machine）开发人工智能程序。这些工具允许儿童探索和构建机器学习模型，从而执行对象分类等任务。随着学生步入高年级，一些人工智能课程会进一步引入 ML 库和包括 Scikit-learn 在内的工具。

离线环境也在麻省理工学院的 DAILY 课程中得到了利用。除了鼓励学生持续探索在线工具和资源外，DAILY 课程还包含离线游戏。例如，在一场小组活动中，学生们可以在生成式对抗网络中演示信息流的生成。而在另一场小组活动中，他们可能会在纸上为不同类型的意大利面构建一个决策树分类系统。以中国的信息科技课程为例，该课程需要服务广泛的地区和学校，而这些学校信息技术的获取和融合水平参差不齐，因此该课程提供了一系列的学习结果，但并未推荐适用于在线和离线方式的具体人工智能技术产品或工具。

根据人工智能课程侧重的课程领域，推荐以下工具和设备：

### ● 硬件和机器人

人工智能课程所需的硬件包括计算机、平板电脑、笔记本电脑和互联网/网络接入。并非所有的人工智能

课程均包含机器人或机器人技术。当有必要学习机器人的相关知识时，就需要使用以下套件，如 Lego Mindstorms EV3,<sup>24</sup> Magkinder Labeeb,<sup>25</sup> 和 / 或 Maker Robotics。<sup>26</sup>

部分课程会要求学生开发应用程序，并使用价格低廉的设备进行测试，这时就需要使用 Raspberry Pi<sup>27</sup> 等设备。

### ● 软件

部分课程使用 Ubuntu<sup>28</sup> 开源操作系统，以替代其他更加昂贵的系统。

### ● 编程语言

人工智能课程经常使用免费的编程语言，如：

- HTML<sup>29</sup>
- Javascript<sup>30</sup>
- Python<sup>31</sup>
- Micropython<sup>32</sup>
- NumPy<sup>33</sup>
- R<sup>34</sup>
- Scratch<sup>35</sup>

### ● 学习人工智能底层技术的工具

为了理解和探索复杂的人工智能相关概念和人工智能底层技术，目前已经开发出了一些工具，包括在本调研中人工智能课程特别提及的：

- MachineLearningForKids<sup>36</sup>
- Teachable Machine<sup>37</sup>
- TensorFlow<sup>38</sup>
- Keras<sup>39</sup>
- OpenVINO<sup>40</sup>
- Scikit-learn<sup>41</sup>

<sup>24</sup> 详见 <https://www.lego.com/en-us/product/lego-mindstorms-ev3-31313>  
<sup>25</sup> 详见 <https://shop.ibtikar.io/en/magkinder-labeeb-151-pcs-set>  
<sup>26</sup> 详见 <http://site.makerrobotics.com.br>  
<sup>27</sup> 详见 <https://www.raspberrypi.org>  
<sup>28</sup> 详见 <https://ubuntu.com/download>  
<sup>29</sup> 详见 <https://www.w3schools.com/html>  
<sup>30</sup> 详见 <https://www.w3schools.com/js>  
<sup>31</sup> 详见 <https://www.python.org/psf>  
<sup>32</sup> 详见 <https://micropython.org>  
<sup>33</sup> 详见 <https://numpy.org>  
<sup>34</sup> 详见 <https://www.r-project.org/about.html>  
<sup>35</sup> 详见 <https://scratch.mit.edu>  
<sup>36</sup> 详见 <https://machinelearningforkids.co.uk>  
<sup>37</sup> 详见 <https://teachablemachine.withgoogle.com>  
<sup>38</sup> 详见 <https://www.tensorflow.org>  
<sup>39</sup> 详见 <https://keras.io>  
<sup>40</sup> 详见 <https://docs.openvino.ai/>  
<sup>41</sup> 详见 <https://scikit-learn.org/stable>

## ● 数据库

例如，当课程要求学生开发基于数据的人工智能工具时，就需要用到数据库，便于学生测试程序和优化算法，例如：

- Coco，一个大规模的对象检测、分割和字幕生成数据库<sup>42</sup>
- ImageNet，一个拥有超过 1400 万张图片的图像数据库<sup>43</sup>

## ● 学习人工智能技术的工具和资源

当课程要求学生将学到的方法应用于遵循“使用-修改-创造”模式的技术时，需要以不同类型的人工智能工具案例作为参考。重要的是，要强调人工智能技术的“不可知法”，并向学生解释人工智能技术不应局限于特定的品牌或工具。

— GAN 图片生成器，如 GANpaint<sup>44</sup>

- 自然语言处理工具，如 Google Assistant<sup>45</sup> 和 IBM Watson<sup>46</sup>

不管是学术机构还是商业公司，都在面向社会提供在线的编程课程或人工智能学习空间。报告建议，为了防止人工智能课程与特定品牌或人工智能工具挂钩，国家或地方课程主管部门应当对公开许可或非商业性的学习工具进行管理和审核，并创建公共在线学习平台或学习空间，以支持人工智能教学工作的开展。

## 教学法建议

调查对象被问及人工智能课程或授课方式中应用的教学法建议。问答选项如表16所示，调查对象可以多项选择，也可以开放回答。

**表 16. 教学法建议及说明**

教学法	定义
讲授与教学	指由教师主导的说教式课堂。信息由教师、辅导员或专家通过口头、印刷制品或多种媒体组合的形式传递。
小组活动	教学要求学生协作完成一项或多项任务。小组活动旨在使学生着手处理更复杂的任务，并练习团队合作等技能。
基于项目的学习	由教师引导，学生利用自身技能和能力识别和/或应对现实世界的挑战（在一段较长的时间内）。基于项目的学习的特点包括：学生自主、目标设定、协作，和对现实环境的调查（Kokotsaki et al., 2016）。
基于活动的学习	在教师的引导下，学生可按照自己的节奏学习。基于活动的学习通常在教室内进行，它旨在培养学生独立、探索和实验的能力，通常与某项工作的演示相关。基于活动的学习的主要特点在于：学生可以积极参与学习和课堂合作（Anwar, 2019）。

来源: UNESCO (2021b)

结果显示，几乎所有课程(89%)都依赖于教师的讲授与教学。同时，课程也强烈依赖于小组活动和基于项目的学习。基于项目的学习是许多国家和行业人工智能课程的突出特点。例如，来自葡萄牙的代表指出，葡萄牙的人工智能课程通过跨学科的方法，采用基于项目的学习：

**“我们的人工智能课程规定我们必须使用以学生为中心的方法开展基于项目的学习。这是教师可以使用的主要教学法。我们还需要开发跨学科的方法，一个学科的知识必须与其他学科紧密联系。”**

然而，不同课程之间涉及的项目类型及投入的课时也不尽相同。项目可以被定义为有时间限制的活动，如使用人工智能软件执行翻译任务，使用人工智能工具创造艺术作品，或通过机器人套件开发或操控机器人。对于诸如IBM教育技术青年挑战课程、英特尔青年人工智能、卡塔尔的两门计算和信息技术课程、以及微软人工智能青年技能等课程，这类教学方法构成了

42 详见 <http://cocodataset.org/#explore>

43 详见 <https://image-net.org>

44 详见 <http://gandissect.res.ibm.com/ganpaint.html>

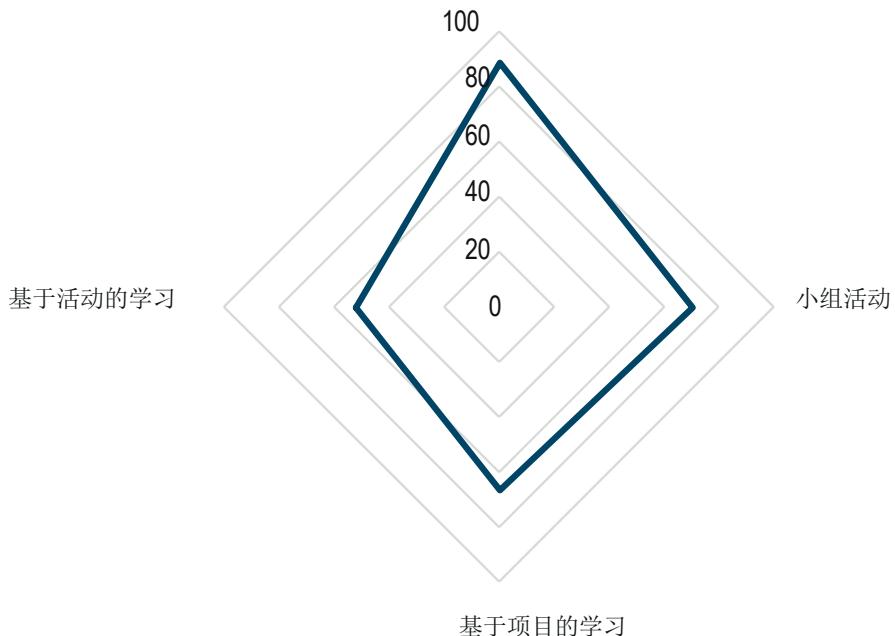
45 详见 <https://assistant.google.com>

46 详见 <https://www.ibm.com/academic/home>

人工智能课程参与的核心元素，学生们通过设计思维的引导性循环来创建人工智能项目。相比较而言，仅有14门人工智能课程推荐了基于活动的学习方式

(52%)，因此可以看出，这一方式并不太受重视(见图14)。

**图 14. 教学法的平均使用情况 (n = 27)**



来源: UNESCO (2021b)

此外，除三门课程外，所有课程都推荐了混合和/或远程学习模式(89%)，这表明课程的实施严重依赖于远程专业知识。学习评价、能力本位教育、建构主义(constructivism)、建构主义(constructionism)、体验式学习和以学生为中心的教学法也受到了认可或推荐。

有趣的是，允许采用远程方式学习的大多数课程均是由公共部门开发或在政府的监管下开发的。仅两门采用远程学习的课程由私营部门开发，即：IBM教育技术青年挑战课程和沙特阿拉伯的数字技能课程。

最后，调查反馈中包含的课程涵盖人工智能应用、伦理问题、工具和技术等内容，这些课程对数学或编程知识的依赖并不大，有时甚至完全不依赖技术。

### 示例：中国高中信息科技课程的实施

2017年，中国教育部发布了高中信息技术课程。全国22.5万所学校已将该课程设为必修课，覆盖超过1.8亿学生。该课程分为10个模块，包括2个必修模块，6个选修模块，2个学分选修模块，2个无学分选修模块。总体而言，该课程必修模块的课时要求为54小时，选修模块的课时要求为72小时，总计126小时。人工智能方面的教学被纳入必修模块中，即“数据与计算”和“信息系统与社会”；必修性质的选修模块意味着全体学生都必须选择其中一个模块进行学习，包括“人工智能基础知识”和“数据管理和分析”；以及选修模块“算法初阶”。

该课程旨在引导学生理解人工智能是什么、人工智能的工作原理，以及围绕其应用引发的社会问题。虽然该课程在全国授权实施，但各省可根据其人口、现有资源和教育需求，针对这一课程的实施方案进行修改。来自中国的代表解释如下：

**“我们无法在中国各地实施一样的课程。各区域的需求也有所不同。例如，在发达城市，当地人熟悉各种设备、智能手机和许多其他产品。我们面临的挑战是如何引导他们合乎伦理地应用人工智能，尊重他人，为社会做正确的事情。在其他地区，学生对应用程序不太熟悉，所以挑战在于引导他们熟悉设备和应用程序。”**

该课程体系在发布之前已通过了专家组的审核，并在各年级学生中开展了试点教学，以摸准学生对课程内容的态度。课程体系在公布之前还将根据审核进行修订。

中国已经开展了一系列准备工作，包括开展研究、分析需求、开发资源、培训教师、安装基础设施、为学校提供必要的设备和材料，通过聘任更多教职工，以及聘请第三方机构和私营公司在学校担任兼职培训师的方式，提高课程教学能力。课程采用了广泛的教学方法，包括直接授课、混合和远程教学、小组活动、基于项目的学习和基于活动的学习。

为支持该课程的实施，政府将通过国家级的教师培训计划对所有学科的教师进行培训。培训项目的一部分内容主要关注信息科技以及人工智能相关领域。中国教育部每年都会在假期期间举行两次培训会，要求全体教师每三年参加一次。为确保学生熟悉各种设备和应用程序，学校和教师同心协力，共同把控课堂上使用的各种技术种类。

在培训过程中，**教师会接触多种品牌的设备、各种类型的平台和技术**，而所使用的技术类型未在课程体系中明确说明。

# 主要结果和建议

本节列出的 9 个主要结果和 13 个建议涉及人工智能课程的四个主要阶段——课程的开发和认可、整合和管理、课程内容和学习结果，以及课程实施。

## 课程开发与认可



### 主要结果 1 - 仅开发和实施了政府认可的有限人工智能课程

迄今为止，11个政府已开发和实施了14门人工智能课程。尽管各国正通过制定政策文件，授权将人工智能纳入课程，但目前人工智能尚未被广泛地整合进中小学阶段课程。

**建议1.1：**还需开展进一步的研究，以确定在国家人工智能政策或战略文件中，可在多大程度上授权进行中小学阶段的课程改革，可在多大程度上执行这些授权，以促使人们更深刻地理解人工智能政策的政治机制，以及人工智能课程开发和实施过程中的促进因素和阻碍因素。



### 主要结果 2 - 强有力的政府承诺和验证机制对管理课程开发中的利益冲突非常必要

人工智能领域涉及广泛的利益攸关者，其中很多利益攸关者在课程开发或交付方面非常活跃。人工智能课程的开发团队包括政府官员、行业专家、专业学者，有时甚至还包括教师。如果不具备较强的工作协调能力且投入不平衡的话，不同课程的目标可能会发生冲突。相反，较强的工作协调能力和验证机制可以帮助合作伙伴协调公共部门和第三方机构的工作，从而实现人工智能教育的国家目标。

**建议2.1：**在政府公开管理的情况下，需要以平衡、多学科和协作的方式进行人工智能课程编制。不论各国的发展状况如何，都能够获取来自国内外的行业、学科专家和教育从业者的专业建议，课程编制必须以学生的利益为主，同时需考虑如何以最优的方式对这些建议进行挑选、检验和去商业化。

**建议2.2：**使教师参与开发，以确保课程在实践中的可操作性。随着学生步入不同年级，教师可依据他们的知识、能力，针对在不同环境中应用技术的运筹挑战和动员学生的最佳教学方法，提供实用性建议。教师同时也是为学生解释复杂概念的专家，他们不仅可以为课程提供有价值的输入，还可以提供支持和培训材料。



### 主要结果 3 - 需建立基于人工智能课程质量及有效性的证据基础

目前已发表的，关于人工智能课程评估的研究仍然较少，且尚未发现此类课程对学生人工智能能力发展和人工智能领域人力资源能力建设的影响。尽管人工智能课程的部分评估或试点教学的确会收集来自教师和学生的外部反馈，但除此之外的其他部分则仅依赖于专家对课程的审查。

**建议3.1:** 应进行试点教学研究，同时须向教师、学生及学术和/或业界专家寻求反馈。应严格评估人工智能课程的实施及其对学生的影响，以提供证据基础。

## 课程整合与管理



### 主要结果 4 - 资源开发和教师培训是课程整合的关键

近90%的课程在资源开发和(或)教师培训方面得到了支持。然而，仅略多于一半的课程涉及到通过需求分析为资源或培训方案提供信息。

**建议4.1:** 开展循证式资源开发和教师培训。首先收集有关项目的信息，如部门内现有的人力资源能力，以及整合和实施人工智能课程所需的培训和支持。使教师参与资源开发，在为教师和学生分发资源之前，对其进行试用。为在职教师提供适宜的人工智能概念导论和教学方法介绍，并将其纳入高等教育机构的教师职前培训。将人工智能活动作为教师培训的契机。



### 主要结果 5 - 政府认可的人工智能课程往往是选修课，或被整合归入学校的现有课程

大多数国家选择在现有的一个或多个学科中实施人工智能课程，或将其设为选修课，亦或通过跨学科的方式实施。在这些情况下，需确定现有课程中将会被删除或缩减哪些内容，从而为学生能够实质性地参与人工智能活动创造空间。课程开发者还必须考虑课程是被设置为包含几小时课时的子专题，还是在课外时间学习的“特殊专题”（例如，基于个人兴趣）。

**建议5.1:** 为各年级的系列现有学科或专题开发课程整合指南，从而在不同专题领域实现人工智能的学习结果，而无需占用任何一门学科的大量教学时间。

**建议5.2:** 考虑开设多课程方式相结合的人工智能课程，包括校外课程内容，如课外辅导和参与竞赛。

## 课程内容与学习结果



### 主要结果 6 - 人工智能课程的目标和学习结果应聚焦于人在工智能时代工作和生活所需的主要价值观和技能

目前已达成共识的是：人工智能课程对于确保学生在智能时代拥有工作和生活的必备技能非常重要。然而，课程的开发目标非常多样且广泛，涉及的重点领域从接触人工智能到构建人工智能的相关专业知识。迄今为止，所开发的人工智课程显示了人们对任务递进的复杂性，以及能够或应该为不同年级学生考虑的各类学习结果的种种理解。人工智能课程设定的目标会影响其课时投入、课程内容和嵌入机制。用以学习人工智能底层技术、特定领域的人工智能技术和人工智能开发的课时非常有限，不足以满足开发创新型人工智能工具所需的创造力和技能要求。此外，如果不具备足够的有关人工智能技术和工具的知识，独立的伦理讨论不足以引导学生深入理解人工智能，也无法使他们具备在整个人工智能的生命周期中应用这些原则的能力。

**建议6.1:** 人工智能课程应明确符合国际和国家的发展目标及战略。我们应着重考虑开发适应智能时代工作和生活的技能（可在特定环境中被进一步定义），并为开发创新型人工智能工具创造更多机会，同时将伦理纳入应用人工智能解决实际问题的情景中。

**建议6.2:** 与课程专家、计算机科学家和教育从业人员协商，考虑课程的最终目标、开发动机和国家政策的授权情况，从而开发、采纳或调整一系列与年龄相适应的学习活动和结果。同时也应考虑各专题领域之间相互依赖的关系。



### 主要结果 7 - 可通过离线和在线活动实现人工智能的学习结果

本调研中所包含的课程表明，尽管人工智能课程往往被要求覆盖实际应用、数据素养和人工智能开发的相关内容，但技术的获取不是理解人工智能及其社会影响的先决条件，教师和学生都可以免费获取一系列的资源、人工智能学习工具和技术。

**建议7.1:** 在资源匮乏的情景下，人工智能课程可以侧重于理解人工智能、识别人工智能在日常生活中的应用、反思其社会影响，以及通过纸面原型或产品再设计练习，引入设计思维。

## 课程实施



### 主要结果 8 - 基于项目的学习通常被用作人工智能课程的适宜教学法

在本研究中，三分之一的课程将基于项目的学习作为一种教学策略。此种学习方式带来的好处与实践技能的发展和解决问题的机会有关。

**建议8.1:** 人工智能课程开发者应考虑采用创新的教学方法，创造跨学科的机会，以解决学生及其所在社区面临的现实生活挑战，同时，该方法也是培养批判性思维、创业精神、沟通和团队合作技能的一种方式。



### 主要结果 9 - 人工智能课程不应与特定的技术或品牌挂钩

尽管开发适当的学习环境对人工智能课程的实施非常重要，但人工智能教育不应局限于特定的品牌或产品。学生需要掌握人工智能在各种领域和环境中应用的基本知识、可迁移技能和价值取向。由于新技术、新品牌的不断发展和变更，依赖于产品的课程可能会很快失去其有效性。当学生面对新环境或现实生活中的问题时，限定于特定品牌的知识可能将无法实现迁移。

**建议9.1:** 课程的开发应注重学习结果以及人工智能原理和过程的应用，而非使用特定平台、设备或产品的能力。如果可能，人工智能课程应该涉及各种不同的技术产品。

**建议9.2:** 为了能够使用一系列的人工智能技术和学习工具，如有需要的话，应对基本的基础设施进行投资，确保教师培训和其他学校支持机制有适当的架构（例如质量保证或绩效评估）来保障该基础设施可用于指定的学习结果。

## 总结性建议

在发达国家和发展中国家，随着人工智能进入工作和生活，人们在社会中的互动方式已经发生了彻底的变化。这也引发了重要的问题，例如关于人权的表达和保护、人工智能造成伤害的法律责任，以及人工智能开发和应用的哲学取向。人工智能将持续改变我们生活和工作的本质。因此，无论是否成为人工智能专家，对人工智能的基本理解构成了“受过教育的公民”这一概念的关键部分。

考虑到人工智能能力的重要性，以及人工智能领域的发展轨迹及其与其他领域的融合，令人惊讶的是，居然很少有国家追求将这一领域的培训正式纳入中小学教育。各国政府之所以在人工智能教育领域进行投资，是因为他们充分认识到人工智能技能不仅影响本国当前和未来的经济，同时也对公民能否充分参与社会

生活至关重要。理解人工智能是什么、人工智能的工作原理和人工智能的能力，可以让学生更好地了解他们所处的世界，维护自己和他人的权利，并利用技术和数据为公共利益服务。

我们呼吁各国政府通过开发具有有序学习结果的、符合国家政策目标及国际人权和伦理标准的人工智能课程，确保所有公民都能享有这些机会。我们鼓励政府通过深入参与人工智能工具背后的算法和数据，对培养学生在人工智能方面的创造力给予充分重视，加强学生对伦理的理解。各国政府还应在人工智能课程的开发和实施过程中采用人道主义的方法，以保护包括数据隐私在内的人民基本权利，并促进包容、公平和性别平等。确保提供充足的非专有资源和基于需求的教师培训也同样至关重要。

# 参考文献

- AAAI.2018. AAAllaunches“AIforK-12”initiativein collaborationwiththeComputerScienceTeachers Association(CSTA)andAI4All.PaloAlto,Association fortheAdvancementofArtificialIntelligence(AAAI). Availableat:<https://aaai.org/Pressroom/Releases/release-18-0515.pdf>(Accessed19November2021.)
- AI4K12.2020. *DraftBigIdea-1-ProgressionChart*. Alexandria, AI4K12. Availableat:<https://ai4k12.org/wp-content/uploads/2021/01/AI4K12-Big-Idea-1-Progression-Chart-Working-Draft-of-Big-Idea-1-v.5.28.2020.pdf> (Accessed4February2022.)
- Anwar,F.2019. Activity-basedteaching,studentmotivation andacademicachievement. *JournalofEducation andEducationalDevelopment*, Vol.6., No.1.Karachi, InstituteofBusinessManagement,pp.154-170. Availableat:<http://jmsnew.iobmresearch.com/index.php/joeed/article/view/91/385>(Accessed14 December2021.)
- Biggs,J.andCollis,K.1982. *EvaluatingtheQualityofLearning: TheSOLOTaxonomy*. NewYork, AcademicPress, Inc.
- Brewer,L.andComyn,P.2015. *Integratingcoreworksks intoTVETsystems: Sixcountrycasestudies*. Geneva, InternationalLabourOrganization(ILO). Available at:[https://www.ilo.org/global/docs/WCMS\\_470726](https://www.ilo.org/global/docs/WCMS_470726) (Accessed27July2021.)
- Buchanan,R.1992. *WickedProblemsinDesignThinking. DesignIssues*, Vol.8, No.2.Cambridge, MITPress, pp. 5-21. Availableat:[https://web.mit.edu/jrankin/www/engineering\\_as\\_lib\\_art/Design\\_thinking.pdf](https://web.mit.edu/jrankin/www/engineering_as_lib_art/Design_thinking.pdf)(Accessed14 December2021.)
- Bughin,J.,Seong,J.,Manyika,J.,Chui,M.andJoshi,R.2018a. *NotesfromtheAIfrontier:ModelingtheimpactofAIontheworldconomy*. McKinseyDiscussionPaper. New York, McKinsey&Company. Availableat:<https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/ notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy>(Accessed27October2021.)
- Bughin,J.,Hazan,E.,Lund,S.,Dahlström,P.,Wiesinger,A. andSubramaniam,A.2018b. *SkillShift:Automation andtheFutureoftheWorkforce*. NewYork, McKinsey &Company. Availableat:<https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/skill-shift- automation-and-the-future-of-the-workforce> (Accessed27October2021.)
- Caribbean Association of National Training Agencies (CANTA).2014. *ReportontheCANTAConsultativeReview oftheCARICOMRegionalStrategyforTVET(1990)*. Georgetown,CARICOM. Availableat:[https://www.collegesinstitutes.ca/wp-content/uploads/2014/05/C-EFE\\_Revised-Draft\\_Report\\_TVETStrategy.pdf](https://www.collegesinstitutes.ca/wp-content/uploads/2014/05/C-EFE_Revised-Draft_Report_TVETStrategy.pdf) (Accessed3November2021.)
- CBSE.2020. *ArtificialIntelligenceIntegrationAcrossSubjects*. NewDelhi,CentralBoardofSecondaryEducation (CBSE). Availableat:[http://cbseacademic.nic.in/web\\_material/manuals/aiintegrationmanual.pdf](http://cbseacademic.nic.in/web_material/manuals/aiintegrationmanual.pdf) (Accessed19November2021.)
- CBSEandIntel.2019. *ArtificialIntelligenceCurriculum,Class 9FacilitatorHandbook*. NewDelhi/Bangalore, Central BoardofSecondaryEducation(CBSE)andIntelIndia. Availableat:[http://cbseacademic.nic.in/web\\_material/ Curriculum20/AI\\_Curriculum\\_Handbook.pdf](http://cbseacademic.nic.in/web_material/ Curriculum20/AI_Curriculum_Handbook.pdf) (Accessed19November2021.)
- Cedefop.2017. *Defining,writingandapplyinglearning outcomes:AEuropeanhandbook*. Luxembourg, PublicationsOfficeoftheEuropeanUnion. Available at:<http://doi.org/10.2801/566770>(Accessed14 December2021.)
- COMEST.2019. *PreliminaryStudyontheEthicsofArtificial Intelligence*. Paris,UNESCO. Availableat:<https://ircai.org/wp-content/uploads/2020/07/preliminary-study-on-the-ethics-of-artificial-intelligence.pdf>(Accessed 19November2021.)
- Engler,A.2021. *EnrollmentAlgorithmsareContributingtotheCrisesofHigher Education*. Brookings[Online]. Washington, D.C., TheBrookingsInstitution. Available at:<https://www.brookings.edu/research/enrollment-algorithms-are-contributing-to-the-crises-of-higher-education> (Accessed28October2021.)
- EuropeanParliament andCounciloftheEuropeanUnion. 2006. *Europeanreferenceframeworkforkeycompetences forlifelonglearning*. Brussels,EuropeanParliament and CounciloftheEuropeanUnion. Availableat:[https://pjpi.eu.coe.int/documents/42128013/47261704/I\\_39420061230en00100018\\_17.pdf](https://pjpi.eu.coe.int/documents/42128013/47261704/I_39420061230en00100018_17.pdf)(Accessed3 November 2021.)
- FederalMinistryforDigitalandEconomicAffairs,Austria. 2018. *71stregulation: Changes totheordinanceonthe curriculaofthe new secondaryschoolsandthe ordinanceonthe curriculaofgeneral secondaryschools*. Vienna, FederalMinistryforDigitalandEconomic Affairs.(InGerman.) Availableat:[https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgbIAuth/BGBLA\\_2018\\_II\\_71/BGBLA\\_2018\\_II\\_71.html](https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgbIAuth/BGBLA_2018_II_71/BGBLA_2018_II_71.html)(Accessed5January2022.)
- Frantzman,S.andAtherton,K.2019. *Israel'sRafaelIntegrates ArtificialIntelligenceintoSpiceBombs*. C4ISRNet [Online]. Vienna. Availableat:<https://www.c4isrnet.com/artificial-intelligence/2019/06/17/israels-rafael-integrates-artificial-intelligence-into-spice-bombs> (Accessed28October2021.)
- Gazibara,S.2013. ‘Head,heartandhandslearning’—A challengeforcontemporaryeducation. *Journalof EducationandSociety*, Vol.4, No.1.Wrocław, FoundationProScientiaPublica,pp.71-82. Available at:<https://doi.org/10.15503/jecs20131.71.82> (Accessed14 December2021.)
- Haste,H.2004. Constructingthecitizen. *PoliticalPsychology*, Vol.25, No.3.Columbus,InternationalSociety ofPoliticalPsychology,pp.413-439. Availableat:<https://www.jstor.org/stable/3792550>(Accessed14 December2021.)

- .2018. Attitudes and Values and the OECD Learning Framework 2030: A critical review of definitions, concepts and data. *Education and Skills 2030: Conceptual learning framework*. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), pp.33–62. Available at: [https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/Draft\\_Papers\\_supporting\\_the\\_OECD\\_Learning\\_Framework\\_2030.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/Draft_Papers_supporting_the_OECD_Learning_Framework_2030.pdf) (Accessed 5 November 2021.)
- Haenlein, M. and Kaplan, A. 2019. A brief history of AI: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review*, Vol. 61, No. 4. Thousand Oaks, Sage Publishing, pp.5-14.
- Hasso Plattner Institute of Design. 2010. An Introduction to Design Thinking: Process Guide. Stanford, Hasso Plattner Institute of Design. Available at: <https://web.stanford.edu/~mshanks/MichaelShanks/files/509554.pdf> (Accessed 5 January 2022.)
- Hobcraft, P. 2017. *Improving the Potential for Innovation through Design Thinking*. Bonn, HYPE. Available at: <https://www.hypeinnovation.com/hubfs/content/reports/design-thinking-improving-potential-innovation.pdf> (Accessed 5 January 2022.)
- IBE. 2013. *IBG Glossary of Curriculum Terminology*. Geneva, UNESCO International Bureau of Education (IBE). Available at: [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/Publications/IBE\\_GlossaryCurriculumTerminology2013\\_eng.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/IBE_GlossaryCurriculumTerminology2013_eng.pdf) (Accessed 19 November 2021.)
- Jobin, A., Ienca, M. and Vayena, E. 2019. The global landscape of Alethic guidelines. *Nature Machine Intelligence*, Vol. 1. London, Springer Nature Limited, pp.389-399.
- Kelly, J. 2020. U.S. lost over 60 million jobs—Now robots, tech and artificial intelligence will take millions more. *Forbes* [Online]. Available at: <https://www.forbes.com/sites/jackkelly/2020/10/27/us-lost-over-60-million-jobs-now-robots-tech-and-artificial-intelligence-will-take-millions-more> (Accessed 26 October 2021).
- Kinta, G. 2013. Theoretical background for a learning-outcomes-based approach to vocational education. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCSE)*, Vol. 3, No. 3. London, Infonomics Society, pp. 1533-1541. Available at: <http://dx.doi.org/10.20533/ijcdse.2042.6364.2013.0215> (Accessed 14 December 2021.)
- Kolb, D. 2015. *Experiential Learning: Experience as The Source of Learning and Development* (2nd ed.). Upper Saddle River, Pearson FT Press.
- Kokotsaki, D., Menzies, V. and Wiggins, A. 2016. Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, Vol. 19, No. 3. Thousand Oaks, Sage Publishing, pp. 267-277.
- Kush, J. 2019. Computational thinking as a pedagogical tool for Ukrainian students. *Professionalism of the Teacher: Theoretical and Methodological Aspects*, Vol. 9. Slavyansk, Donbass State Pedagogical University, p. 21-27. Available at: <https://doi.org/10.31865/2414-9292.9.2019.174532> (Accessed 14 December 2021.)
- Kynigos, C. 2015. Constructionism: Theory of learning or theory of design? S. J. Cho (ed), *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress Mathematical Education*. New York, Springer, Cham, pp. 417–438.
- Lao, N. 2020. *Reorienting machine learning education toward stinkers and ML-engaged citizens*. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology.
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erikson, J., Malyn-Smith, J. and Werner, L. 2011. Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, Vol. 2, No. 1. New York, ACM, pp.32-37.
- Lodi, M. and Martini, S. 2021. Computational thinking, between Paper and Wing. *Science & Education*, Vol. 30, No. 4. London, Springer Nature, pp. 883-908. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00202-5> (Accessed 14 December 2021.)
- Long, D. and Magerko, B. 2020. What is Alliteracy? Competencies and design considerations. *CHI '20: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, April 2020. New York, ACM, Inc., pp. 1–16.
- Lopez, B., Whitaker, R., Harris, P. and Wines, L. 2015. Navigating a Digital Textbook or Online Lab. C. J. Sheperis and R. J. Davis (eds), *Online Counselor Education: A Guide for Students*. Los Angeles, Sage Publishing, pp. 107–128.
- Lund, S., Madgavkar, A., Manyika, J., Smit, S., Ellingrud, K. and Robinson, O. 2021. *The Future of Work after COVID-19*. McKinsey Global Institute. New York, McKinsey & Company. Available at: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/the-future-of-work-after-covid-19> (Accessed 28 October 2021.)
- Mahdavinejad, M. S., Rezvan, M., Barekatain, M., Adibi, P., Barnaghi, P. and Sheth, A. 2018. Machine learning for Internet of Things data analysis: A survey. *Digital Communications and Networks*, Vol. 4, No. 3. Chongqing, Chongqing University of Posts and Telecommunications, pp. 161-175. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2017.10.002> (Accessed 14 December 2021.)
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R. and Zhang, H. 2021. *A Land Education Guidance for Policy-makers*. Paris, UNESCO. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709> (Accessed 18 November 2021.)
- Miao, F. and Holmes, W. 2020. *International Forum on A Land the Futures of Education, Developing Competencies for the AI Era: Synthesis report*. Paris, UNESCO. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377251> (Accessed 18 November 2021.)
- Microsoft. 2021. *Microsoft Computer Science Curriculum Toolkit*. Available at: <https://edudownloads.azureedge.net/msdownloads/Microsoft-Computer-Science-Framework.pdf> (Accessed 18 Nov 2021.)
- Ministry of Education, India. 2020. *CBSE Artificial Intelligence*. New Delhi, Ministry of Education, India.

- Mulder,M.2007.Competence:Theessenceanduseof theconceptinICVT.*EuropeanJournalofVocational Training*,Vol.40.Thessaloniki,Cedefop—European CentrefortheDevelopmentofVocationalTraining,pp. 5-21.Availableat:<https://www.cedefop.europa.eu/files/40-en.pdf>(Accessed14December2021.)
- NCLsorg.2017.SusanPatrickandChrisSturgis:Webinar| OverviewofK-12Competency-BasedEducation[Online video].Availableat:[https://youtu.be/46K6OQa\\_DfM](https://youtu.be/46K6OQa_DfM)(Accessed28October2021.)
- OECD.2019.*AttitudesandValuesfor2030*.Paris,Organization forEconomicCo-operationandDevelopment(OECD). Availableat:[https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/attitudes-and-values/Attitudes\\_and\\_Values\\_for\\_2030\\_concept\\_note.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/attitudes-and-values/Attitudes_and_Values_for_2030_concept_note.pdf)(Accessed28October2021.)
- Papert,S.andHarel,I.1991.*Constructionism*.Norwood,Ablex PublishingCorporation.
- Piaget,J.1972.*ThePrinciplesofGeneticEpistemology*.London, Routledge&KeganPaul.
- Razzouk,R.andShute,V.2012.Whatisdesignthinkingand whyisitimportant?Reviewof*EducationalResearch*, Vol.82,No.3.WashingtonDC,AmericanEducationa I ResearchAssociation,pp.330-348.
- Rutayuga,A.B.2014.*TheemergingTanzanianconceptof competence:conditionsforsuccessfulimplementation andfuturedevelopment*(Unpublisheddoctoral dissertation).London,UniversityofLondon.Available at:<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10021640/1/ PhD%20-%20Full%20Thesis%20-%20ABRutayuga%20- %20October%202014.pdf>(Accessed19November 2021.)
- Shiohira,K.2021.*UnderstandingtheImpactofArtificial Intelligence onSkillsDevelopment*.Paris/Bonn,UNESCO/ UNESCO-UNEVOCInternationalCentreforTechnical andVocationalEducationandTraining.Availableat: [https://unevoc.unesco.org/pub/understanding\\_the\\_impact\\_of\\_ai\\_on\\_skills\\_development.pdf](https://unevoc.unesco.org/pub/understanding_the_impact_of_ai_on_skills_development.pdf)(Accessed 28October2021.)
- Singleton,J.2015.Head,heartandhandsModelfor transformativelearning:Placeascontextforchanging sustainabilityvalues.*JournalofSustainabilityEducation*, Vol.9. Prescott,PrescottCollegePhDProgram inSustainabilityEducation.Availableat:<http://www.jsedimensions.org/wordpress/wp-content/uploads/2015/03/PDF-Singleton-JSE-March-2015-Love-Issue.pdf>(Accessed14December2021.)
- Sinha,G.2020.*AssessmentTools forMappingLearning OutcomeswithLearningObjectives*.Hershey,IGIGlobal.
- Sipos,Y.,Battisti,B.,andGrimm,K.2008.Achieving transformativesustainabilitylearning:Engaginghead, handsandheart.*InternationalJournalofSustainability inHigherEducation*,No.1.Bingley,EmeraldGroup PublishingLimited,pp.68-86.Availableat:<https://doi.org/10.1108/14676370810842193>(Accessed 14December2021.)
- Taber,K.2016.Constructivismineducation:Interpretations andcriticismsfromscienceeducation.E.Railean(ed), *Handbookof AppliedLearningTheoryandDesignin ModernEducation*.Hershey,IGIGlobal,pp.116–144. Availableat:<https://science-education-research.com/downloads/publications/2016/Taber-2016-2019-Constructivism-In-Education-AMV.pdf>(Accessed28 October2021.)
- Taber,K.S.2019.ConstructivisminEducation:Interpretations andCriticismsfromScienceEducation.Early ChildhoodDevelopment:Concepts,Methodologies, Tools, andApplications.Hershey,IGIGlobal,pp. 312-342.
- UNDESA,UNESCO,WFOandUNOfficeofSecretary-General's EnvoyonTechnology.2021.*ResourceGuideonArtificialIntelligenceStrategies*.NewYork, UnitedNations.Availableat:[https://sdgs.un.org/sites/default/files/2021-06/Resource%20Guide%20on%20AI%20Strategies\\_June%202021.pdf](https://sdgs.un.org/sites/default/files/2021-06/Resource%20Guide%20on%20AI%20Strategies_June%202021.pdf)(Accessed 23November 2021.)
- UNESCO.2015.*QingdaoDeclaration,2015:SeizeDigital Opportunities,LeadEducationTransformation*.Paris, UNESCO.Availableat:<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233352>(Accessed28October2021.)
- .2019a.*ArtificialIntelligenceinEducation:Challenges andopportunitiesforsustainabledevelopment*.Paris, UNESCO.Availableat:<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>(Accessed19 November2021.)
- .2019b.*BeijingConsensusonArtificialIntelligence andEducation*.Paris,UNESCO.Availableat:<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>(Accessed28October2021.)
- .2020.*FirstDraftoftheRecommendationontheEthics ofArtificialIntelligence*.Paris,UNESCO.Availableat: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373434> (Accessed23November2021.)
- .2021a.*UNESCOStrategyonTechnologicalInnovation inEducation2022–2025*.Paris,UNESCO.Availableat: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378847> (Accessed28October2021.)
- .2021b.*SurveyforMappingofAICurricula*.Unpublished (SubmittedtoUNESCO).
- Williams,M.2017.JohnDeweyinthe21<sup>st</sup>Century.*Journal ofInquiry&ActioninEducation*,Vol.9,No.1.Buffalo, BuffaloState,pp.91-102.Availableat:<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1158258.pdf>(Accessed 14December2021.)
- Williams,R.,Kaputsos,S.andBreazeal,C.2021.Teacher PerspectivesonHow ToTrainYourRobot:AMiddle SchoolAlandEthicsCurriculum.*Proceedingsof theAAAIConferenceonArtificialIntelligence*, Vol.35 No.17.MenloPark,AssociationfortheAdvancement ofArtificialIntelligence,pp.15678-15686.Available at:<https://ojs.aaai.org/index.php/AAAI/article/view/17847>(Accessed16December2021).

# 附录

## 发送给会员国代表的调查

### 联合国教科文组织对政府认可人工智能课程的调研

本次调查旨在收集政府认可的中小学阶段或同等级别人工智能课程的一些高层次信息。该课程可以是一门独立课程（例如，人工智能核心课程或选修课程），也可以是某一门课程的组成部分之一（例如，信息通信技术或其他学科课程中的人工智能单元或概念），也可以是一门课外课程，或分布于多门课程中。这些信息将作为联合国教科文组织调研的一部分，以确定正在开发和实施人工智能课程的国家、这些课程覆盖的年级、定位（独立课程或整合至其他课程），以及涵盖的内容。

您可能会对本次调查做出多个回应。若您的所在地的多门人工智能课程是由不同开发者开发或实施的，或者您希望明确指出各年级水平在人工智能课程的开发、认可、评估等方面存在差异，请针对每种情况分别作答。

非常感谢您的贡献，这将帮助我们丰富在教育领域中的全球人工智能知识基础。

您参与本次调查即被视为同意进行调查，并同意联合国教科文组织使用收集到的信息用于调研研究及后续出版物中。

### 基本信息

1. 在本次调查中，您的回答代表哪个国家、地区或国际政府间组织？（自由回答，简短回答）
2. 您是否了解在您所属国家/所在地中，针对中小学阶段学生的人工智能课程的开发或实施？[注意：该课程可能为独立课程（仅与人工智能相关），或嵌入到一门课程中（如信息通信技术/信息技术课程），或为跨学科课程（整合至多门课程）。课程的实施者可以是国家政府、私人机构或非政府组织。]

不知道

是的，已开发和认可一门或多门人工智能课程

若您所属国家拥有政府认可的人工智能课程，且如果您被推荐为联合国教科文组织人工智能课程调研研究的中心人员，如有其他问题，联合国教科文组织会与您进行后续沟通。

3. 请提供您的姓名
4. 请提供您的邮箱
5. 请提供其他联系方式

### 人工智能课程 1

[如果正在开发和认可多门人工智能课程，请分别提供每一项信息，在本页末尾说明额外附加课程的数量，并移至下一页，或与联合国教科文组织联系以对人工智能课程进行调研。]

6. 人工智能课程的名称是什么？（自由回答）
7. 该课程的开发者是谁？（自由回答，简短回答）
8. 该课程的开发者是否为：

公共部门（如政府）

- 私营机构（如企业/行业）  
 第三方机构（如非政府组织、民间社会组织、公益组织等）  
 其他（填写）
- 9.** 该课程如何获得认可?若以不同方式认可不同年级的课程,请在“其他”项下作出解释(请勾选所有适用的选项)
- 国家政府已授权或认可在学校中实施该课程  
 地方政府(如地区或省)已授权或认可在学校实施该课程  
 一所或多所学校已授权或认可实施该课程  
 该课程提供了行业认证  
 以上都不是  
 其他(自由回答)
- 10.** 该课程在政府的学校课程框架中的定位是什么?(请勾选所有适用的选项)
- 在学校作为带学分的必修课程  
 在学校作为选修课或带学分的选修课  
 在学校作为带学分的信息通信技术/信息技术必修课的一部分  
 在学校作为带学分的信息通信技术/信息技术限选或自选选修课的一部分  
 在学校作为一门跨学科课程  
 作为学校的课外活动  
 作为校外活动(如俱乐部、编程马拉松、家庭活动)  
 其他(自由回答)
- 11.** 目前有多少学校实施了该课程?若课程仍在开发中,请填写0。(回答限为0或以上)
- 12.** 该课程覆盖多少学生?如果您不知道,请略过此题。
- 男生数量  
 女生数量  
 总数量(如果不知道男女生各自的数量)
- 13.** 该课程覆盖哪些年级?(请勾选所有适用的选项)
- 小学前期:小学1—2年级  
 小学后期:3年至小学结束  
 初中  
 高中  
 其他(解释,自由回答)
- 14.** 课程分配的总学时是多少?若有多个选项可用(例如,若存在一个扩展选项),请针对不同学时提供一个简短的标签,以描述其内容。(自由回答)
- 小学前期:小学1—2年级  
 小学后期:3年级至小学结束  
 初中  
 高中
- 15.** 若您考虑开展人工智能课程,请您估计分配给以下各项的教学时间占总教学时间的百分比是多少?(若不投入时间,请略过此题):
- 算法和编程  
 人工智能在信息通信技术以外领域的应用(如艺术、音乐、社会研究、科学、健康等)

- 情景化问题解决
- 数据素养（如统计、数据收集、预处理、数据建模、分析、阐释、可视化）
- 人工智能伦理/伦理人工智能（如偏见、隐私等）
- 人工智能的社会或社交影响（如劳动力的取代、法律框架的变化、治理机制的创建等趋势）
- 理解和应用人工智能底层技术（如一般的机器学习、无监督/有监督/强化/深度学习、神经网络等）
- 理解和应用人工智能技术（如自然语言处理、计算机视觉等）（如果是，请具体说明人工智能技术）
- 开发人工智能应用程序（如自然语言处理、计算机视觉等）（如果是，请具体说明人工智能技术）

**16.** 该课程建议使用哪些学习工具和环境? (自由回答)

**17.** 为有效地实施该课程，教师进行了哪些准备或动员? (请勾选所有适用的选项)

- 与课程实施相关的研究或需求分析
- 为教师开发资源（教科书、教案等）
- 针对课程和资源的教师培训
- 为学校实施课程而雇用额外的教职工/职位
- 私营或第三方机构参与学校的兼职培训
- 升级学校的基础设施
- 为学校/教室采购额外资源
- 其他 (自由回答)

**18.** 课程和/或任何相关的培训和资源中着重强调了哪些推荐的教学方法或教学法? (请勾选所有适用的选项)

- 讲授与教学
- 混合式学习（例如，部分面对面，部分远程的学习）
- 远程学习
- 小组活动
- 基于项目的学习（例如，在较长时间内，学习者利用他们的技能和能力来识别和/或应对现实世界的挑战）
- 基于活动的学习（例如，教师引导，学习者按照自己的节奏通过教师引导的活动取得进步）

**19.** 该人工智能课程是否经过评估?

- 没有
- 已经评估过，请阐释该课程的评估内容

**20.** 该人工智能课程在评估后是否进行了相应的修改?

- 没有
- 已修改，请阐释该课程的修改内容

**21.** 课程文档（包括草稿）是否可供调研小组审阅?

- 可以
- 不可以

**22.** [若有更多的人工智能课程，请选择数量并移至下一页]<sup>47</sup>

---

<sup>47</sup>当需要添加更多人工智能课程时，问卷对多达13门课程重复第6到第21个问题。



# unesco

联合国教育、  
科学及文化组织

## 中小学阶段的人工智能课程

### 对政府认可人工智能课程的调研

法规本身不足以确保人工智能服务于教育和人类的共同利益。

所有民众都需要具备一定程度的人工智能素养，其中包括与人工智能相关的价值观、知识和技能。本报告介绍了联合国教科文组织关于中小学阶段人工智能课程全球调查的主要结果和建议。报告显示，只有11个国家开发了中小学阶段的人工智能课程并予以认可，另外有4个国家的人工智能课程尚在开发当中。我们强烈呼吁会员国为中小学学生开发人工智能课程，并通过建立更加强有力的机制，审查非政府机构提供的人工智能课程，平衡私营部门驱动的途径。该报告还表明，人工智能课程的学习结果应更加注重培养人工智能技术的创造力和情景伦理。教师培训是确保人工智能课程实施的关键，教师需要在设计和促进基于项目的学习方面接受培训，该种方式也是目前人工智能课程中最常用的教学方法。

该报告还建议，在向特定领域引入人工智能技术时，应采取“不可知法”对待人工智能的品牌和产品。

## 联系我们

教育信息化和人工智能部门

未来学习和创新团队

教育部门

联合国教科文组织

法国巴黎，丰特瓦努广场

邮编75007

✉ [aied@unesco.org](mailto:aied@unesco.org)

🐦 [@UNESCOICTs](#)

פייסבוק [@UNESCOICTinEducation](#)

🌐 [en.unesco.org/themes/ict-education](http://en.unesco.org/themes/ict-education)



可持续发展目标