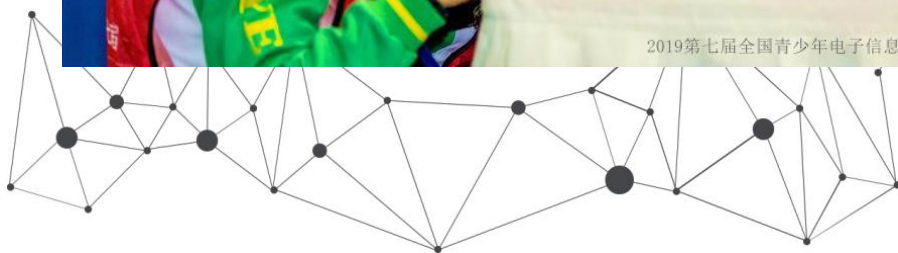


# 2019 中小学机器人教育调研报告

（中国电子学会 - 科普中国共建基地）



2019第七届全国青少年电子信息智能创新大赛



中国电子学会普及工作委员会



全国青少年电子信息科普创新联盟

[www.kpcb.org.cn](http://www.kpcb.org.cn)

2019 年 12 月

**编写组：**

总策划：杨晋

主 编：傅胤荣 、李梦军

副主编：向金、于晓雅、王同聚、夏立、高凯、潘晓斌、张岩、高山

统 稿：陈小桥

## 2019 中小学机器人教育调研报告目录

第一篇 国外中小学机器人教育现状 .....	4
1.1. 机器人教育发展趋势.....	5
1.2. 机器人教育国家地域分布.....	6
1.3 美国机器人教育现状.....	7
1.4 欧盟机器人教育的现状.....	8
1.5 日本机器人教育的现状.....	8
1.6 韩国机器人教育的现状.....	9
第二篇国内中小学机器人教育现状 .....	10
2.1 国内中小学机器人教育发展概况.....	11
2.2 国内中小学机器人教育现状分析.....	12
2.2.1 中小学机器人师资培养.....	14
2.2.2 中小学机器人课程资源.....	17
2.2.3.赛事活动.....	17
2.2.4 国内机器人教育评测.....	19
第三篇机器人教育与人工智能 .....	20
3.1 中小学机器人教育的内涵与意义.....	21
3.2 中小学人工智能教育发展现状.....	21
3.3 机器人教育与人工智能教育.....	27
第四篇教育教学创新与实践 .....	30
4.1 中小学校教育创新与实践.....	31
4.2 校外机构教育的实践模式典型剖析.....	37
4.2.1 基于产品的机器人教育校外培训机构与厂家.....	37
4.2.2 基于竞赛的机器人教育校外培训机构与厂家.....	39
4.2.3 基于资金运作模式下的校外机器人培训机构.....	41
第五篇总结分析与相关建议 .....	43
5.1 机器人教育总结分析.....	44
（一）全球机器人教育的趋势特征.....	45
（二）国内中小学机器人普及教育已呈常态化发展.....	45
（三）人工智能教育蓬勃发展.....	45
（四）国内机器人教育创新与实践探索出新模式.....	45
5.2 相关建议与对策.....	46
（一）建立中小学各学段机器人教育连贯性.....	46
（二）加强中小学机器人与人工智能教育教师队伍建设.....	46
（三）积极开展中小学机器人相关等级评定工作.....	46
（四）积极开展中小学机器人相关赛事活动.....	46
（五）整合多方资源构建机器人教育与人工智能教育生态.....	46

# 第一篇

## 国外中小学机器人教育 现状

## 1.1. 机器人教育发展趋势

随着人工智能的普及，各国在中小学的编程教育、机器人教育的力度不断在加大，在谷歌网站上查阅“STEM education、Robot education、Scratch”三个关键词在 2018 年 11 月到 2019 年 11 月一年期间，具体的搜索量趋势以及排名如图 1-1：

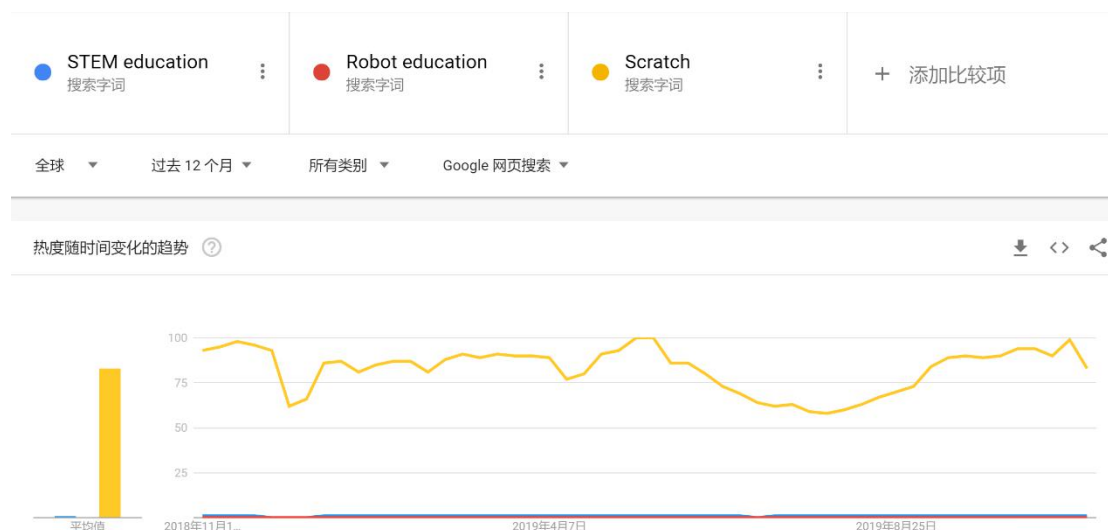


图 1-1 机器人教育关键词搜索量

从图 1-1 可以看出来，Scratch 搜索量远远高于 STEM education 和 Robot education；但是将 education 去掉，同时增加和 AI 关键词的对比，如图 1-2：

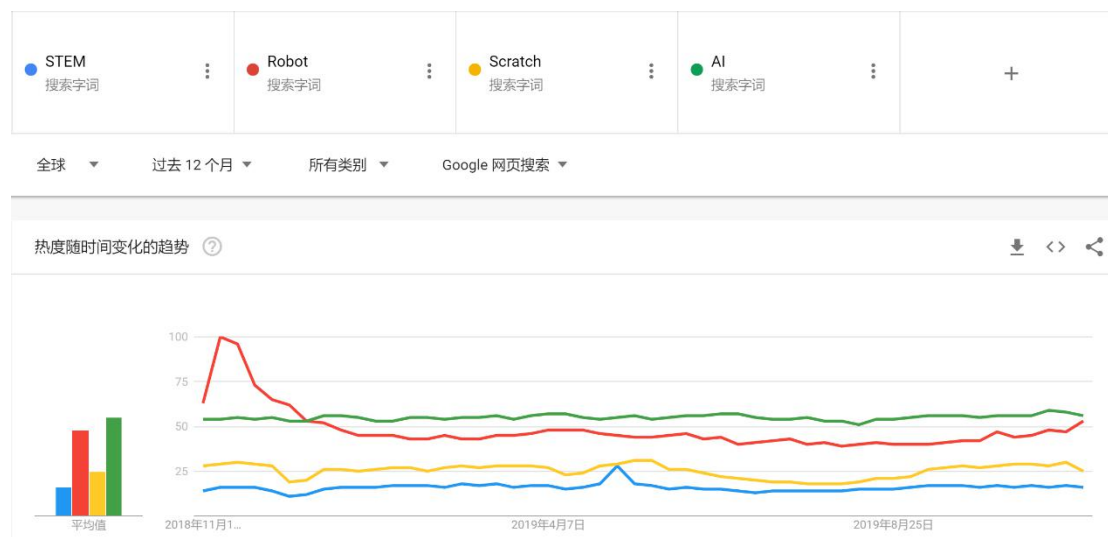


图 1-2 机器人 AI 教育关键词搜索量对比

从这两个图的对比可以看出来，AI 还是社会的主流，但是机器人正在随着大众的认知，被逐步的成为主流。在教育领域，Scratch 还是主流，而且远远的高于其他的 STEM 类的课程。

另外，我们通过观察曲线，惊奇地发现：Scratch 的关注度是和 AI 的关注度趋势几乎是同步的。也就是说 AI 的发展影响到了少儿编程教育的发展。

将 STEM education 和 Robot education 进行对比，如图 1-3：

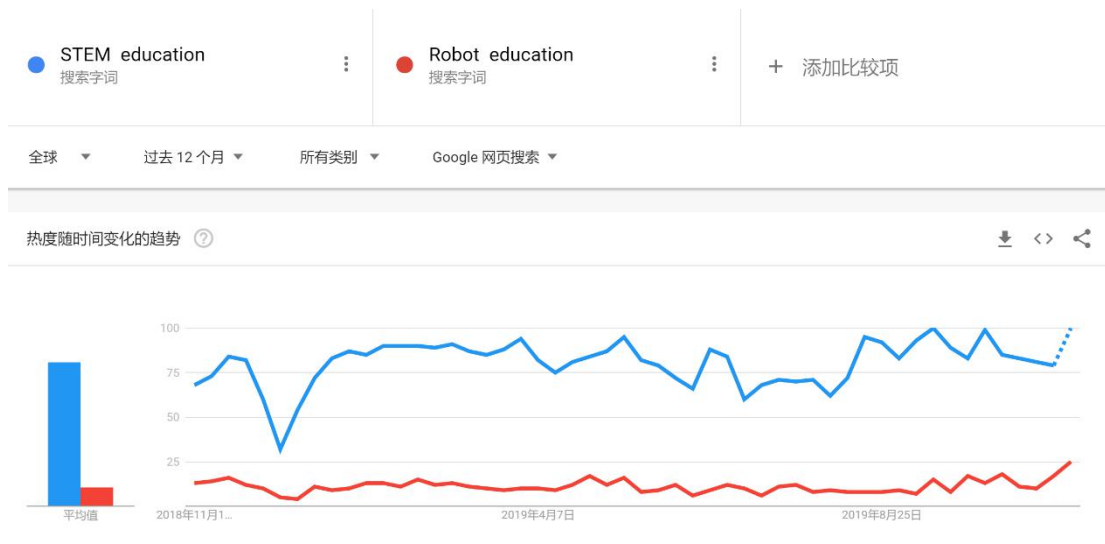


图 1-3 STEM 与机器人教育搜索对比分析图

从上图可以看出，STEM 在教育中的占比还是要远远大于 Robot，当然这与大部分的国家是将 Robot 教育归类在 STEM 教育中有一定的关系。

## 1.2. 机器人教育国家地域分布

利用谷歌搜索，可以看到各个关键词在各个国家的关注度有所不同，特别是 STEM 关注度最高的国家是荷兰，其次是菲律宾，美国排在第四位，如图 1-4：



图 1-4 按区域比较 STEM 关注度细分数据

另外，再看看 STEM education，区域关注度第一位是津巴布韦，中国香港位列第二。

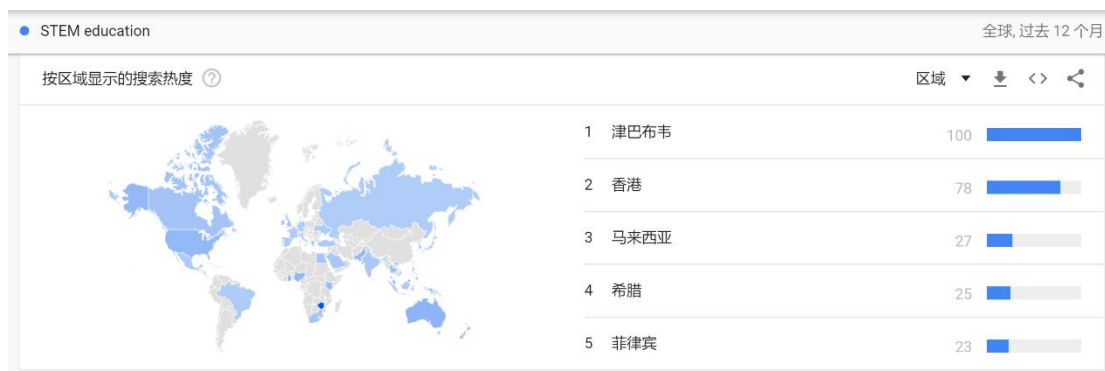


图 1-5 按区域搜索 STEM 热度

接下来对比 Robot education 以及 Scratch 的区域搜索热度分布，从图中可知主要集中在欧美较为发达的国家。



图 1-6 按区域显示搜索机器人教育热度

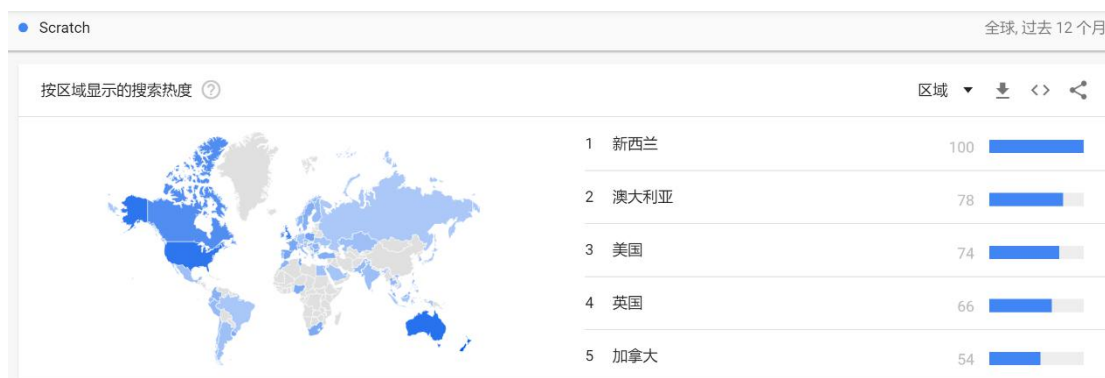


图 1-7 按区域显示的 Scratch 搜索热度

通过上述的图表，可以得出这样的结论：

- 1) 中小学机器人教育是和 STEM 教育、Scratch 编程息息相关；与社会对于人工智能 AI 的关注度是相关的；
- 2) 机器人教育发展还很不均衡，机器人教育主要分布在欧美国家，发展中国家主要还是以成本较低的 STEM 教育来弥补青少年科技创新素质教育。
- 3) 中小学机器人教育发展还落后于编程教育、STEM 教育，还需要全世界的努力。

## 1.3 美国机器人教育现状

在美国没有专门的机器人教育这样一种说法，而是整合到 STEM 教育中，当作 STEM 教育的一个载体。在美国面向中小学的机器人竞赛和活动非常多，但是却和国内有着截然不同的方式和特点：

### 1) 美国中小学大部分没有机器人课程

在美国的中小学里，很少有机器人实验室或者机器人课程。通过问卷调查可知：不到 17% 的学校开设了机器人课程，这些课程都是包含在 STEM 中，是 STEM 课程的一部分，课时也是没有统一的标准，由各个学校的老师自己决定。

### 2) 美国中小学生基本上接受过机器人教育

美国的中小学没有专门的机器人课程，但是机器人教育在美国的渗透率相当得高，大约有 75.4% 的美国中小学生接受过机器人或者编程类的教育培训，他们往往是通过网络、社区、大学、公益组织、一些公司获得相应的课程资源。

### 3) 在中小学机器人教育中美国大学扮演了非常重要的角色。

在美国，每一个大学都有面向中小学开设各种夏令营学校的惯例，这些夏校都是由政府或者公益组织支持，机器人课程是这些夏校的重要组成部分。同时在美国高校的实验室一般

也是面向中小學生开放的，比如著名的 Scratch 之父米切尔教授，他在麻省理工学院的工作室几乎每周末都是向青少年开放的；还有和乐高教育合作了 20 多年的塔夫茨（Tufts）大学的乐高工程实验室都是定期向青少年开放。不完全统计，全美夏令营学校近三千余个，其中课程内容涉及到 STEM 的占到 64%，这其中包含有机器人课程的约为 71.6%。这些有机器人课程的夏令营学校几乎都是在大学或者研究所等机构。

#### 4) 美国孩子学习机器人的形式多数以社区的形式学习

社区模式的机器人学习是主流，孩子们放学后根据自己的喜好，学生通过社区的相关组织以及网络进行机器人学习。当然也有专门的机器人学习机构，但这种机构和国内不一样，基本上都是以社区为单位进行的自组织，公益性质多一些。

#### 5) 在美国机器人竞赛非常普遍，几乎每周都有各种不同的比赛

美国机器人竞赛非常普遍，最有名的比赛比如 FIRST 的系列比赛、EVX 比赛、RoboRAVE 等比赛，当然还有很多各个大学组织的各种小型比赛，这些比赛不同于国内，组织方都是一些大学以及非盈利机构，没有政府部门组织的比赛。另外比赛的规模有大有小，甚至于你自己都可以在一些比赛的官网上申请小型的比赛。

#### 6) 器材多样，开源类电子模块多数来自中国

在美国中小學生使用的机器人器材，特别是高中以下基本上都是乐高居多，高年级器材是开源的机器人产品占比越来越大，这些开源电子产品的厂家相当多的都是来自中国。

## 1.4 欧盟机器人教育的现状

在欧盟机器人课程的情况和美国的情况基本差不多，但是也有所有不同：

英国有专门的课程计划，而且政府有所支持，最著名的就是 micro:bit 进校园的计划，在英国，每个孩子都有一块 micro:bit 板子，主要用来学习编程。

欧洲各个国家各不相同，在德国孩子们学习机器人的主要途径一方面来自于一些大公司的赞助和工作坊；而在西班牙的孩子学习机器人的主要形式是社区学校或者学校的活动课堂等；在欧洲，整体上来说，孩子们学习机器人更多的是偏重于个人爱好，而不一定是因为大学的 AP 课程（大学先修课程）需要。

在芬兰机器人教育受到的重视程度是随着 STEAM 教育的重视而逐步被大家认可，要想进入到芬兰的机器人教育领域，是需要经过芬兰的认证。芬兰是全国在学校推进编程教育和机器人教育的国家，机器人的普及程度很高，但是从世界各种的机器人比赛成绩来看，并不是十分突出。

从年龄对比上来看，欧洲的孩子接触机器人的年龄大约为 9.2 岁，而在美国，这个年龄大约在 7.9 岁

## 1.5 日本机器人教育的现状

日本的机器人教育十分发达，从大学到中小学都有一套比较完整的体系。在日本孩子们学习机器人的机构也非常多，一方面是学校的社团，还有社区的工作坊、大学以及相关的一些非盈利机构。在日本机器人编程的普及率达到 70% 以上，同时每年日本政府也会资助一些比赛。民众对机器人教育的认同度也非常高。



## 1.6 韩国机器人教育的现状

在韩国机器人教育是一个优势项目，而且非常成熟，从幼儿园到大学都有相应的课程和器材，推进的方式主要是以校外教育为主，学校教育为辅。韩国机器人教育最大的特点就是有着自己非常完善的产业集群，特别是器材方面，除了乐高之外，韩国几乎很少使用其他国家的器材，绝大多数都是使用本土的品牌。尤其是在机器人控制器、机器人电机等领域，韩国一直处在领先地位。

总体来看，2019 年国外机器人教育的趋势主要有以下几个显著的特征：

1) 各国均加强编程教育、机器人教育在基础教育的推广力度，特别是发展中国家，机器人教育走入课堂逐步成为趋势；但是各国的做法都有所不同，欧美国家更多的倾向于和 STEM 进行结合；亚洲国家更多的是和技术课程进行结合。

2) 人工智能作为机器人教育的一部分，逐步渗透到机器人编程教育中来，以色列、日本、俄罗斯等传统科技强国纷纷将机器人教育和人工智能教育结合，将编程教育和机器人教育结合。这种趋势将是今后很长一段时间的常态。

3) 以跨学科学习为主的 STEM 教育将机器人作为很重要的一个载体，是欧美教育的一种通用做法，这也是跨学科学习的一种新模式和新方法。

## 第二篇

# 国内中小学机器人教育 现状

## 2.1 国内中小学机器人教育发展概况

教育机器人可分为“机器人教育”与“教育服务机器人”两种产品类型。机器人教育（Educational Robotics）是由学习者自行组装小机器人和编程计算机程序的学习；教育服务机器人（Educational Service Robots）是具有教与学智能的服务机器人。我国的机器人教育主要包括机器人竞赛和机器人教学。

中国科学技术协会自 2001 年开始举办第一届全国青少年机器人竞赛，教育部、中央电化教育馆自 2004 年也把电脑机器人竞赛项目列入到全国中小学电脑作品制作活动中。

2003 年 4 月教育部颁布《普通高中技术课程标准（实验）》，首次在高中“信息技术”、“通用技术”课程中分别设立了“人工智能初步”、“简易机器人制作”选修模块，《普通高中物理课程标准(实验)》提出“收集资料，了解机器人在生产、生活中的应用”的要求；

2015 年 9 月 2 日，教育部《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作指导意见（征）》提出了“有效利用信息技术推进“众创空间”建设，探索 STEAM 教育、创客教育等新教育模式”。

2016 年 6 月 13 日，教育部印发《教育信息化“十三五”规划》通知，将信息化教学能力纳入学校办学水平考评体系。有条件的地方要积极探索信息技术在众创空间、跨学科学习（STEAM 教育）、创客教育等新的教育模式的应用。

2017 年 1 月 19 日，《国务院关于印发国家教育事业发展规划“十三五”规划的通知》中提出“新一轮科技革命和产业变革蓄势待发，互联网、云计算、大数据、智能机器人、三维（3D）打印等现代技术深刻改变着人类的思维、生产、生活和学习方式，国际竞争日趋激烈，人才培养与争夺成为焦点。”

2017 年 7 月 8 日，国务院颁布《新一代人工智能发展规划》提出：“实施全民智能教育项目，在中小学设置人工智能相关课程，逐步推广编程教育，鼓励社会力量参与寓教于乐的编程教学软件、游戏的开发和推广。支持开展人工智能竞赛，鼓励进行形式多样的人工智能科普创作。”

2018 年 2 月 11 日，教育部印发《2018 年教育信息化和网络安全工作要点》，文件指出推进信息技术在教学中的深入普遍应用，开展利用现代信息技术构建新型教学组织模式的研究，探索信息技术在众创空间、跨学科学习（STEAM 教育）、创客教育等教育教学新模式中的应用，逐步形成创新课程体系。

2018 年 3 月 12 日，教育部发布《教育部教育装备研究与发展中心 2018 年工作要点》，表明积极探索新理念新方式，持续关注 STEAM 教育和创客教育等对中小学教育、课程发展的影响，开展移动学习、虚拟现实、3D 打印等技术在教育中的实践应用研究。

2018 年 4 月 13 日，教育部颁布的《教育信息化 2.0 行动计划》中明确指出，要加强智能教学助手、教育机器人、智能学伴等关键技术研究与应用。完善课程方案和课程标准，充实适应信息时代、智能时代发展需要的人工智能和编程课程内容。推动落实各级各类学校的信息技术课程，并将信息技术纳入初、高中学业水平考试。机器人教育作为机器人技术在教育领域的典型应用模式迅速火热起来。

2018 年教育部颁布的《普通高中技术课程标准（2017 年版）》分别将“人工智能初步”和“机器人设计与制作”作为选择性必修 4 和选择性必修 6 模块，机器人教育在普通高中技术课程标准中得到了很好地体现，为普通高中开展机器人教育提供了纲领性指导意见。普通高中课程在学习方式上也强调了对大数据、人工智能、“互联网+”等信息技术的利用。同时部分省市也把人工智能和机器人教学内容纳入到初中和小学的信息技术、综合实践和科学课程中。如 2017 年 9 月，教育部研制印发了《中小学综合实践活动课程指导纲要》，为 3

至 9 年级人工智能学习系统设计了 25 个主题活动，推荐学生学习，如 “智能大脑——走进单片机的世界” “‘创客’空间” “趣味编程入门” “程序世界中的多彩花园” “走进程序世界” 等。

2019 年 3 月教育部办公厅关于印发《2019 年教育信息化和网络安全工作要点》的通知中指出：将启动中小学生信息素养测评，并推动在中小学阶段设置人工智能相关课程，编制《中国智能教育发展方案》；同时推动大数据、虚拟现实、人工智能等新技术在教育教学中深入应用。

在中小学开展机器人教育活动有助于培养学生的动手实践能力、科学探究能力、空间想象能力、创新思维能力、综合应用能力和团结协作能力，能够提升学生的信息科技素养。因此，中小学机器人教育对推进创客教育、STEM 教育和人工智能教育，培养创新型人才、提高中小学生的科技素质具有重要的现实意义。

## 2.2 国内中小学机器人教育现状分析

通过百度搜索及全网搜索指数及线下问卷调查数据，对国内中小学机器人教育现状进行分析。



图 2-1 2016-2019 年机器人教育百度指数趋势图

根据图 2-1 分析可知，从 2016 年起机器人教育的关注度持续上升，2018 年 7 月机器人教育关注度达到高点，然后从 2019 年 1 月开始关注度持续走低。

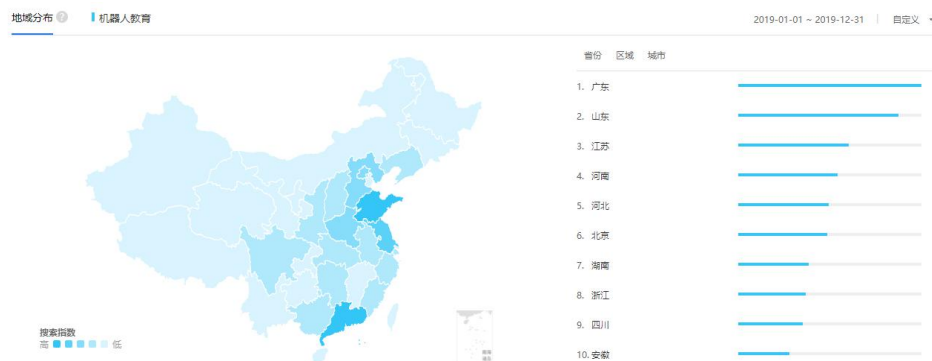


图 2-2 2019 年机器人教育百度搜索指数地域分布

根据图 2-2 分析可知，2019 年广东地区是最为关注机器人教育的省份，其次是山东、江苏、河南等地。



图 2-3 机器人教育百度搜索年龄分布

图 2-4 机器人教育百度搜索性别分布

根据图 2-3、图 2-4 可知，根据 2019 年机器人教育百度搜索、全网分布指数可知最为关注机器人教育是 20-29 岁年龄段，其次是 30-39 岁年龄段，男性对通过百度搜索关注机器人教育比例为 59.63%，女性为 40.37%，TGI 目标群体指数男性为 121.45 远高于女性的 76.56。



图 2-5 机器人教育百度指数需求图谱

百度需求图谱是综合计算关键词“机器人教育”与相关词的相关程度，以及相关词自身的搜索需求大小得出。相关词距“机器人教育”的距离表示相关词与机器人教育的相关性强度；相关词自身大小表示相关词自身搜索指数大小，红色代表搜索指数上升，绿色代表搜索

指数下降。根据图 2-5 可知，信息技术教师持续关注机器人教育，创客教育对机器人教育关注度开始弱化，360 智能家居通过推出儿童机器人产品强化了与机器人教育关联度。机器人教育与对高考改革关注度比较高。需求图谱说明大众对机器人教育关注度主要在 K12 义务教育阶段为主，对机器人在产业的培训教育关注度还是比较低。

## 2.2.1 中小学机器人师资培养

2018 年 4 月 2 日教育部印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知中提出高等院校将进行“人工智能学科建设、人才培养、理论创新、技术突破和应用示范全方位发展”。机器人教育，作为人工智能前沿技术集中应用的相关学科，在其专业建设和人才培养方面离不开高等院校在其中提供理论指导和师资队伍培养。相较于机器人教育在我国刚普及的时候，以高等院校作为机器人教育人才培养基地的模式正在进行逐步地推广，并结合教育主管部门的相关政策引导，形成可持续与可复制的人工智能人才包括机器人师资人才的培养模式。该培养模式的核心是以区域内的师范院校作为核心，联动作为政策保障的教育主管部门及当地中小学，为师范生提供职前培养至职后发展的一贯式培养方式，促进人工智能、少儿编程及机器人教育等紧缺学科教育师资培养的长效发展。

从区域性质的政策保障来说，以广东省为例作为约占全国人工智能核心产业 1/3 的人工智能发展大省，广东具备培育人工智能与机器人产业的良好条件，然而与产业发展所相匹配的是区域内中小学人工智能与机器人教育教育人才的培养措施。有鉴于此广东省教育厅 2018 年 4 月印发的《广东“新师范”建设实施方案》通知规定，以“切实保障教育事业优先发展，坚持教育强省，师范先行”方针，在未来的几年广东省内的师范院校将逐渐深化人才培养模式的改革，形成具有广东特色的“新师范”建设实施方案。以粤东三市在进行广东省“新师范”实践基地建设为例，联动本地教育主管部门（汕头市教育局、揭阳市教育局、潮州市教育局），以“政府—高校—中小学（含幼儿园）”三位一体的教师教育协同育人机制为运行主线，以解决区域教育工作中的难点问题和热点问题为目标，开展“新师范”环境下的本地区域性师范生培养计划。在工作开展的过程中，各地教育主管部门及业务负责人连同高校教师、中小学教育专家在保障经费与制度的前提下，为师范生提供学科专业相关支撑、实践教学机会与基地、基础教育一线专家专项指导、师范生定向培养计划、专项支教机会、以及教师资格考核要求等一系列系统的培养方案。这样一套师范生培养方案“体系开放、渠道互通、优势互补”，可以为粤东地区师范生质量的提升起到参考示范的作用。以韩山师范学院所服务的粤东三市教育系统来说，该校在体感机器人、机器鱼、创客课程、图形化编程等领域有较强的产品研发能力、课程研发能力，可以为当地粤东区域中小学开展教育创新及素质教育提供指导。这样的优势结合当地基础教育的实际需求可以为以韩山师范学院为粤东基础教育中心的粤东培养适合的基础教育阶段的人工智能与机器人教育类人才。



图 2-6 粤东新师范模式

中小学机器人教育因为涉及与机器人相关技术、产品、平台与操作环境等条件的基础要求，在国内中小学开展相关的普及与推广工作存在一定的条件限制。前沿的技术、产品、平台与操作环境分散在与人工智能和机器人相关的企业中。为了鼓励企业参与到高等院校的相关课程建设和师资人才梯队培养工作中，教育部高教司鼓励企业同高等院校进行“产学研协同育人项目”，针对以中小学人才培养为己任的师范院校，自 2017 年开始，已有行业内诸多相关头部企业深度参与各级师范院校内的人工智能、机器人教育、少儿编程教育等师范生人才师资培养和师范生相关课程建设的过程中。2018 年 12 月韩山师范学院成立 STEAM 教育产业学院，该产业学院打造集产、学、研、转、创、用“六位一体”的实体性教育平台，探索师资培养新途径，培养具有整合思维和能力的教师，重在培养教师的想象力、创造力以及动手解决问题的能力，弥补了传统教育忽略兴趣和创新能力的缺陷。该教育产业学院将开展 STEAM 教育相关研究，编写相关教材，开展职前职后培训，集学校和行业（企业）资源，构建国内青少年 STEAM 教育服务基地，服务基础教育创新型人才培养。该类型合作为高等师范院校带来了企业的前沿技术与产品，同时企业导师深度参与师范院校的师资培养和课程建设，为该校师范生的职前教育与职后发展都提供了长效的支持工作。

表 2-1 STEAM 教育产业院校企合作模式

序号	合作内容	高校	企业
1	STEAM 教育产业经验和专业师范教育融合	依据 STEAM 教育行业发展规划，调整相关师范生教育专业的教学计划，围绕着 STEAM 教育产业设立课程，提高课程的实用型。	参与课程的开发工作，并提供必要的内部培训。
2	产业需求与教学实践融合	以 STEAM 行业发展需求为核心，组织大学生社会实践和教学实习。	提供适合的见习、实习、助教、主讲等实习岗位及教学交流、指导。
3	产业发展与教改科研融合	结合企业业务发展在相关领域进行专项研究，研究成果为双方共享，可向相关主管部门申报纵向课题及与企业开展横向课题合作。	为专题研究提供信息、数据、政策、岗位以及调研方面的支持，也可以依托高校的专家资源进行研究和交流。
4	人力资源与人才培养融合	为 STEAM 教育行业的学校、机构、企业提供订单式人才，同时根据行业需求不断修正人才培养的标准。	提供就业岗位，并对高校人才培养标准提供建议。



5	整体战略与区域资源融合	凭借自身在当地的丰富教育资源举办各类讲座、论坛，提高 STEAM 教育在区域的普及。	配合高校进行相关活动，获得区域资源的合作以及业务发展。
6	品牌战略与社会形象融合	引进产业资源合作，提升高校发展优势。	提高品牌知名度和社会形象，同时获得优质人力资源，并打造社群发展的良好基础。

为培养复合型应用型人才，满足社会对 STEAM 教育行业的人才需求，韩山师范学院 2017 年启动了“创客教育微专业”跨学科课程建设项目。“微专业”是指为提炼某一岗位的核心技能，以快速、集中培养的方式，通过五门~十门左右的核心课程的学习，能够快速达到某一领域的工作技能要求，使学习者快速就业，弥补大学专业设置与行业用人需求之间匹配问题，微专业是从就业岗位和市场需求的角度出发，以学生职业为导向的专业课程。

韩山师范学院“创客教育微专业”课程分为四个模块：机械结构、传感器原理、软件编程、3D 建模，每个模块课 72 学时 3 学分，其中线下课程 36 课时、线上课程 18 课时、教学实践 18 课时，四个课程模块共计 288 个课时学习。通过课程系统学习，学生基本上可以掌握 STEAM 创客教育工作项目的基础知识、操作知识并能完整地开展一个实际教学项目。选修学生不但可以获得公选课学分，完成全部课程并考核合格的学生，还将获得教务处颁发的“微专业”结业证书如图 2-3，证明学生在主修专业知识之外，掌握了一门其他学科专业的知识，具备从事 STEAM 创客教育开展教学项目的能力。

韩山师范学院开展“创客教育微专业”，课程主要面向全校学生大三年级的学生开设，学时 1 年。“创客教育微专业”选择从事创客教育需要具备基本技能的课程项目作为核心内容，课程汇聚多个学院优秀教师和企业导师进行打造，确保课程的质量和时效性；在实践环节与中小学、培训机构、企业联合开展，提供实际教学实践项目供学生训练。2017 年 9 月，首批“创客教育微专业”报名，课程首批 30 个招生名额，成为学生欢迎的公选课模块。创客微专业的学生毕业后受到中小学用人单位好评，有力推动区域科技创新教育的发展。



图 2-7 创客教育微专业结业证书

粤东地区经过三年实践探索，总结出粤东中小学机器人师资教育模式：构建 STEAM 教育产业学院为平台，粤东青少年创客教育联盟为纽带，创客微专业为载体，STEAM 机器人课程体系开发为核心，借助举办粤东青少年创客文化节及相关粤东赛事为推手，有效促进新师范背景下 STEAM 机器人教育人才培养，粤东的 STEAM 教育人才培养模式可以对当前国



内中小学 STEAM 教育将会提供有益的借鉴

## 2.2.2 中小学机器人课程资源

中小学机器人教育的实践场景以课堂教学为主，在中小学阶段课程实践形式主要是同综合实践课程相结合，而在高中阶段则是同信息技术课程和通用课程相结合。

课程资源的建设方面则可以分为中小学教师团队建设、企业导师合作共建目前机器人课程的设计主要有几种模式：

第一种模式是由企业依据本企业的产品进行设计，再引入学校，这些企业一般都会在企业内设置教研、教学设计、课程开发等岗位，同时承担课堂教案的开发以及相关教材的编写。企业研发的课程多注重课程的趣味性以及动手能力，应用场景主要是在中小学的综合实践类课程，或者是正常课时之外的“三点半课堂”、“四点半课堂”等，进行课程授课的师资也以企业导师为主，学校提供教学场所，同时对学生进行考勤。该类课程的课程特点为具有普遍性，一个企业的课程特色在各个学校中的应用基本类似。

第二种模式是由学校组织教师自主进行机器人课程的开发。学校通过采购相关机器人组建，组织有相关经验的信息技术教师、创客教师，依托机器人相关教具，设计可以应用于教学的课程案例。此类课程为本校的特色课程，结合本校学生的学习特点与本校教师的教学经验，具有特色性。

第三种模式是企业 and 学校，依托企业的产品，进行课程的合作开发，企业提供相关产品，组织教研人员进行普遍性的课程开发，各个学校依托各自的学校特色，负责课例制作和课程的设计优化，目前该模式仍在探索过程中。单个机器人产品在实际应用中强调手脑并用，做中学，在机器人产业发展比较发达的地区，例如珠三角地区企业产品进入学校之后，可以安排企业导师和学校教师在同一时间段共同研发，然而在欠发达地区，局限于本地区人工智能与机器人教育产业的滞后，企业导师投入到中小学中进行共同课程开发的成本过高，会对当地顺利开展机器人教育造成延后。

中小学机器人课程资源建设的新趋势是进行行业内专业标准的研制。为深入贯彻《新一代人工智能发展规划》、《中国教育现代化 2035》中关于青少年人工智能教育的相关要求，推动青少年编程教育的普及发展，支持鼓励青少年树立远大志向，放飞科学梦想，投身创新实践，开始组建以高等院校专业教师、师范院校教师、一线教师以及企业成为为团队的标准起草组，推动相关标准的落地。行业的发展离不开权威标准的制定，相信在不久的将来，依托《青少年编程能力等级》的《机器人编程标准》将整合人工智能、少儿编程和机器人编程教育的各方力量，形成权威标准，为行业的良性发展提供助力。

## 2.2.3. 赛事活动

机器人教育在国内兴起已有 20 余年时间了，从最初的乐高机器人到如今的各大机器人厂家百花争鸣。这 20 年是我国机器人教育快速发展的 20 年。许多学校将机器人教育内容作为学校科技教育的特色内容，开设了丰富的机器人校本课程。随之而来的就是学校、教师对机器人竞赛的需求。不难发现，近年来我国青少年机器人竞赛在快速、蓬勃发展，从某种角度上而言，机器人竞赛已经成为了评价一个学校机器人教育开展的好与坏的评价标准之一。由此可见，机器人竞赛在我国机器人教育的发展历程中，占有着举足轻重的地位，下面从几个方面对 2019 年度我国机器人竞赛活动做个调研分析。

### 1) 机器人竞赛活动正在从高端走向普及

在机器人竞赛刚刚开展的前几年，由于主办方对机器人竞赛的组织方式以及竞赛规则制定没有经验，大多依靠厂家进行规则制定，容易造成规则制定倾向于厂家设备的问题。而机器人竞赛设备往往设计精度较高，针对性强，从而造成产品价格昂贵，在一段时间内很多教师把机器人教育称作“贵族”教育。

而从近年来对机器人竞赛的调研和观察发现，竞赛正在从高端教育走向普及。自第十六届（2016年）北京市青少年机器人竞赛开始，已经开始尝试在竞赛中加入以 Arduino 为载体的开源硬件，如此一来便大大降低了参赛门槛，也增大了机器人教育的普及面。原来动辄上万元的参赛设备一下子被降到几百元，让更多的孩子可以参与机器人竞赛。让更多学生参与，对学生正确进行职业生涯规划有着非常重要的意义。从小能够接触、感受、了解机器人的魅力，让很多学生在高中填报高考志愿的时候能够正确选择相关专业。形成从兴趣到志趣到职业生涯的规划路径。除此之外机器人教育能够培养学生的动手能力和实践能力，有了普及教育作为基础，学生的这两方面能力能够得到更好的提升。

## 2) 机器人竞赛从竞技走向课程

多年来机器人竞赛基本都是以竞技赛为主，学生在赛场上经过激烈地比拼都要角逐出一二三等奖或者是相应的名次。这种形式固然能够很好地培养学生拼搏向上、永争第一的精神，但也会导致学生、教师将竞赛的意义只定位在奖项上。而参加竞赛的学生数量往往是少之又少，一般来讲每个学校只有 5 到 10 名学生有机会参与竞赛，这与机器人教育普及化的要求还相距甚远。

随着机器人竞赛的不断成熟和积累，从今年的调研过程中发现，很多学校都将机器人竞赛的内容进行深挖，逐渐形成以竞赛内容为导向的机器人课程载体。这样一来，将机器人教育的普及面不断扩大，让更多的学生能够感受体验机器人教育的魅力。

以全国青少年机器人竞赛为例，其中包含的 FLL 项目和综合技能项目能够很好地实现从竞赛到课程的转变。学校老师将近年来全国及世界机器人竞赛任务分解，通过简单的道具让机器人完成任务。许多竞赛中的项目非常适合机器人日常教学活动，但由于种种因素限制，没有被深刻地挖掘出来。通过课程内容的设置，可以充分发挥和调动学生参与的积极性，激发学生学习的热情，同时将要讲授的知识点融入项目教学中。例如：机器人搬运任务。在任务中学生要学习机械手臂的制作和手臂与车体的协调控制，考虑如何能够最高效地完成任务。完成了课堂教学内容后，教师可以安排更加丰富的教学内容评价，可以通过模拟竞赛的方式来进行课程内容的检测。学期结束时，可以安排一次年级内的竞赛活动，通过竞技或主观评选的方式评出优秀学生及作品并优先推荐参与各级竞赛。此项目将作为机器人社团选优的方式之一。

## 3) 机器人竞赛从参与国际项目到自主研发

机器人竞赛在我国发展迅速，最初机器人竞赛中只有国外项目，从 FLL 到 VEX，都是按照国外竞赛规则完全复制过来后让学生参与竞赛。近年来的机器人竞赛却展现出从跟跑到并跑，甚至领跑世界的局面。近十年来在中国举办的中国青少年机器人竞赛中也加入了像“机器人综合技能”、“机器人足球”等具有我国机器人教育领域特色的机器人项目。在这些自主研发的项目中，也渗透了对青少年正确价值观的教育，弘扬了我国的优秀传统文化。例如，在 2018 年的竞赛中，就有“夸父逐日”、“大禹治水”等任务，让学生在完成任务的过程中对我国古代悠久的历史文化有了更加深刻的理解。

在北京市青少年机器人竞赛中，北京市科协在竞赛中加入了“工程挑战”这个项目。学生可以使用开源硬件、3D 打印、激光切割等工具完成机器人的制作，项目内容开放程度更加广泛，更有利于发挥学生的创造力和想象力，整个制作过程学生参与度高，充分能够发挥学生的主动性，使学生能够真正成为机器人竞赛的主体。

## 2.2.4 国内机器人教育评测

机器人技术与产业应用已经成为中国迈向未来工业和服务业创新发展的关键技术领域；机器人技术是融合机械、电子、计算机、智能控制、互联网、通信、人工智能等诸多技术的生态综合体，对未来学科启蒙意义重大。国家教育体制改革，中小学通用技术课程及综合实践课程比重日益加大，中小学开设以机器人为载体的新一代信息技术课程的愿景更加丰富和明确。目前在高考过程中，高校与考生双方存在对现代电子信息专业认知的误区，在双向选择中，缺乏公正权威的第三方科技评价体系来辅助供需双方合理评估考生的专业水平、兴趣爱好、技术特长，间接影响青少年的学业和发展；在高考功利化趋势下，社会培训以补课为主，科技活动欠缺，培养体系不系统，急待完善。

目前各类机器人竞赛活动成为机器人教育的主要评测手段，但弊端在很多方面已经显露。机器人教育需构建评价体系，既能评测学生对机器人基本概念、构造、功能、设计等专业知识的掌握情况，又能评价学生逻辑思维能力、分析问题和解决问题能力、综合实践能力、创新能力、团队合作能力和求真务实的精神等。需要基于系统性、常态性、发展性、普及性的评价体系，以检验机器人教育理念及课程教学过程。

全国青少年机器人技术等级考试是由中国电子学会于 2015 年启动的面向青少年机器人技术能力水平的社会化评价项目，面向青少年群体的年龄为 8-18 周岁，学级为小学 1 年级至高中 3 年级，等级设置为 1-8 级，其中一二级对应工业革命之后的机械时代，三四级对应电子时代，五六级对应信息时代，七八级对应智能时代。八级及以上与中国电子学会全国电子信息专业技术人员水平评价（QCEIT）体系衔接，进入电子信息专业人才序列。认证形式为以考代评，实行考试与培训分离的模式；科目设置为每个级别两科：一科理论、一科实操；报名方式上，机构统一报名与线上个人报名相结合；考试模式上，理论部分实行全国统考，实操部分实行全国统考与机构独立组织相结合；考试方式上，理论部分通过在线网络考试形式，实操部分通过现场制作+现场考评形式；晋级方式上，逐级递进与跨级选考相结合形式，跨级选考考题须涵盖低级别考核重点内容。

## 第三篇

# 机器人教育与人工智能

### 3.1 中小学机器人教育的内涵与意义

中小学机器人教育是指通过设计、组装、编程、运行机器人，激发学生学习兴趣、培养学生综合能力的科技类综合学科教育。机器人技术融合了机械原理、电子传感器、计算机软硬件及人工智能等众多先进技术，机器人技术综合了多学科的发展成果，代表了高技术的发展前沿，机器人涉及到信息技术的多个领域。教育机器人的教学给中小学的信息技术课程增添新的活力，成为培养中小学生综合能力、信息素养的平台，承载着培养青少年实践能力、创新能力和综合素质的新使命。

融合智能化、现代化、高科技等元素的机器人教育，是适应信息化时代发展的新式教育，日益成为当前时期推动中小学基础教育新课程改革和促进科技教育、素质教育创新发展的新载体、新手段，这是顺应经济社会发展、科学技术进步的必然要求，更是增强中小学生动手实践能力、提升青少年科学素质的重要举措。从国际方面来看，美、英、日等发达国家都高度重视机器人教育，已在学校开设了有关课程内容，在我国推进机器人教育正是实现与国际接轨的现实需要。2014年6月习近平总书记在两院院士大会上如此评价机器人：“机器人是制造业皇冠顶端的明珠”。机器人产业始终保持高速的发展，在工业、军事以及生活方面发挥着巨大的作用。2018年4月中国教育部发布的《教育信息化 2.0 行动计划》强调“智慧教育创新发展行动”要加强智能教学助手、教育机器人、智能学伴、语言文字信息化等关键技术研究与应用。教育机器人作为机器人应用于教育领域的代表，将成为智慧学习环境的重要组成部分。从国家方面来说，历届中央政府都高度重视科技的重要性，机器人教育作为新兴的科技教育方式，在推进科技强国建设、培养后备高科技人才等方面均具有积极影响。从中小学校方面来看，融合互联网、人工智能等高新技术的机器人教育日益成为当前时期中小学信息技术教育新的有效载体，对丰富学校教学资源、带来全新教育理念和推动基础教育新课程改革均具有重要的促进作用。从中小学生学习方面来说，机器人教育的趣味性、灵活性和先进性深深吸引了广大中小学生学习，通过进行机器人程序编写、造型设计的培训学习和动手组装、运行调试的实践操作，有助于中小学生学习兴趣和增强动手实践能力。

### 3.2 中小学人工智能教育发展现状

人工智能（Artificial Intelligence，简称 AI）最早于 1956 年夏天在美国达特茅斯学院举行的研讨会上，麦卡锡、明基等科学家首次提出了“人工智能”这个概念。人工智能是研究和开发用于模拟、延伸和扩展人类智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学，研究领域包括智能机器人、语音和图像识别、人机对弈、机器学习、自然语言处理等。近年来，人工智能在教育中应用的主要技术是语音识别、视觉计算、可穿戴技术、情感计算技术、机器学习技术、智能挖掘技术等，研究成果包括智慧教育、大数据、机器学习、自适应学习、情感计算、深度学习、学习分析、个性化学习等。

人工智能作为新一轮科技与产业革命的核心驱动力，正在对世界经济，社会进步和人类生活产生巨大的影响。人工智能和新一代信息技术正在重塑机器人产业，例如波士顿动力开发的人形机器人，京东开发的自动快递机器人，餐厅中的送餐机器人，未来的机器人不再是单独的个体，它是人工智能技术和机械学的多元融合，是智能互联机械载体。2017 年 7 月国务院发布了《新一代人工智能发展规划》，提出加快人工智能高端人才培养，建设人工智能学科，发展智能教育。中小学机器人教育正在将机器人与人工智能有效的结合起来，机器人教育既要在机械结构上创新，同时也要在软件编程方面创新，利用人工智能技术使机器人教育更加“智能”。智能时代正在快速到来，我们要充分落实“人工智能+教育”的教育理念，

培养更多可以“创造未来”的科技人才。

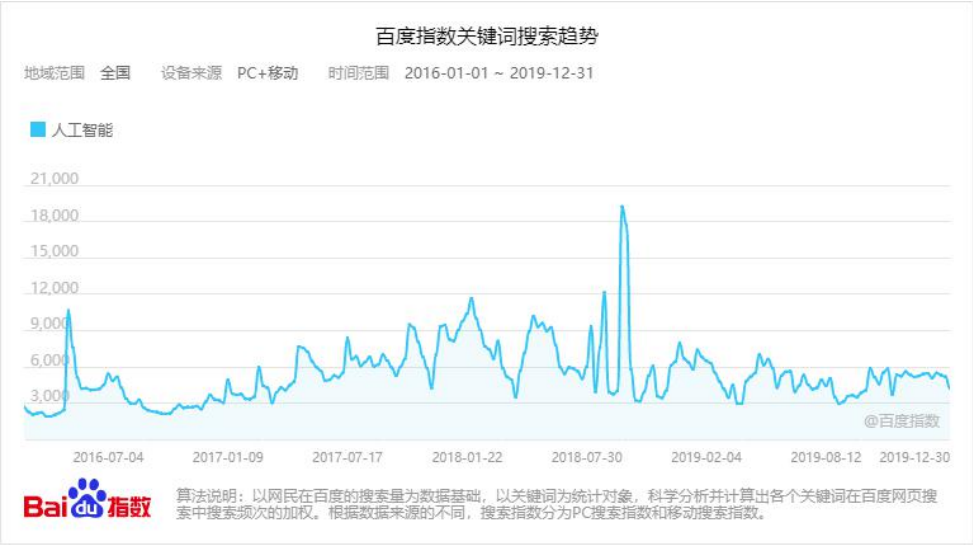


图 3-1 2016 年-2019 年人工智能百度指数关键词搜索趋势

从图 3-1 可知 2016 年 3 月份是人工智能搜索第一个小高峰，分析可知 2016 年 3 月世界冠军李世石与谷歌围棋人工智能程序 AlphaGo（阿尔法围棋）的人机大战吸引了全世界的目光。AlphaGo 最终以 4：1 击败李世石，此次 AlphaGo 的胜利被业界认为是人工智能发展史上的一个重要的里程碑。围棋是中国人熟悉的益智棋类，人工智能程序阿尔法战胜人类围棋冠军极大激发民众对人工智能的关注度。2018 年 8 月人工智能百度指数达到最高值，该时段在深圳举办 2018 年中国人工智能大会。2019 年百度指数搜索趋势有所下降回落。

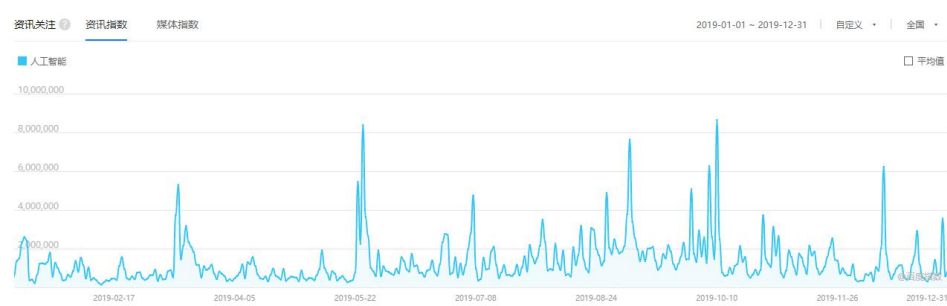
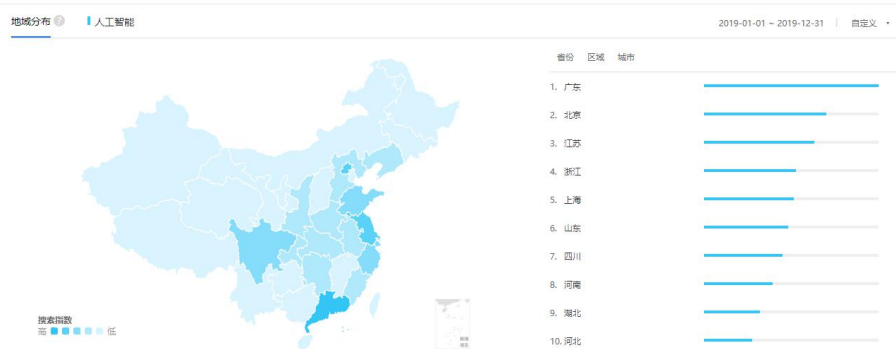
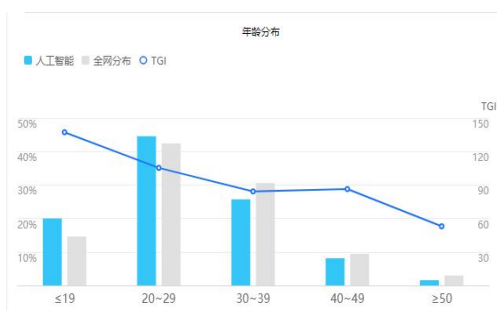


图 3-2 2019 年人工智能百度资讯指数趋势

分析图 3-2 可知，2019 年百度资讯指数可知网民在 10 月对人工智能的推荐内容的被动关注程度最高，其次是 5 月份。



根据图 3-3 可知, 2019 年最为关注人工智能发展的是广东, 然后依次是北京、江苏、浙江、上海, 其中广东地区对人工智能方面关注度远高于江苏、浙江省份。



根据图 3-4、图 3-5 可知，根据 2019 年人工智能百度搜索、全网分布指数可知最为关注人工智能是 20-29 岁年龄段，其次是 30-39 岁年龄段，男性对通过百度搜索关注人工智能比例为 59.63%，女性为 40.37%，TGI 目标群体指数男性为 114.2 高于女性的 84.48。

百度需求图谱是综合计算关键词“人工智能”与相关词的相关程度，以及相关词自身的搜索需求大小得出。相关词距“人工智能”的距离表示相关词人工智能的相关性强度；相关词自身大小表示相关词自身搜索指数大小，红色代表搜索指数上升，绿色代表搜索指数下降。根据图 3-6 可知，大众对人工智能比较关注人工智能影视作品、人工智能的利弊、人工智能概念等一些基础常识，说明大众对人工智能的认知度还是比较低，全年人工智能教育搜索量

有下降趋势。

针对人工智能在教育方面的发展情况，再展开相关数据分析。

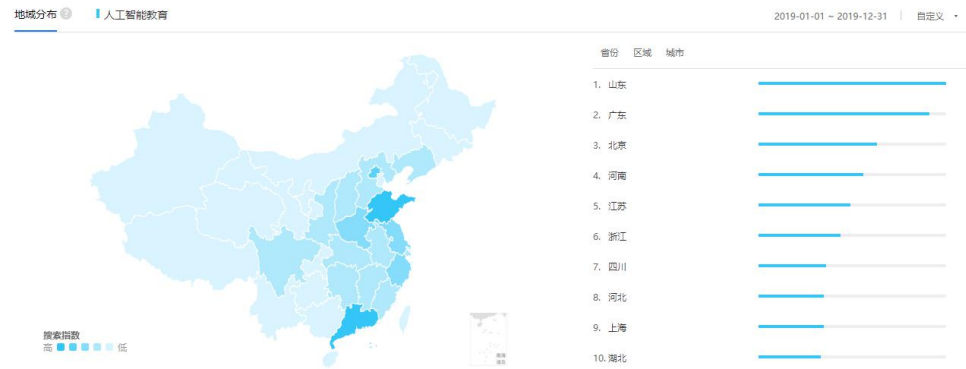


图 3-7 2019 年人工智能教育百度搜索指数地域分布

从图 3-7 可知，山东最为关注人工智能在教育方面应用。分析原因可知 2019 年 1 月 24 日山东省教育厅下发《关于成立山东省人工智能教育领导小组的通知》。其中，山东省委教育工委常务副书记、省教育厅厅长邓云锋担任组长。根据通知要求，山东省人工智能教育领导小组负责全面统筹山东省教育系统的人工智能工作，加强对人工智能教育工作的组织领导，结合山东教育资源的特点与实际，开展人工智能基础知识的普及工程，推动“人工智能+教育”应用场景的建设，为人工智能产业发展提供人才保障和智力支持。山东省教育厅高度重视人工智能在教育方面的应用，推动了山东省的人工智能教育关注度和发展进程。

2018 年中国青少年科技辅导协会人工智能普及教育专业委员会与艾瑞咨询共同开人工智能普及教育现状调研，2019 年北京教育学院创客教育研究中心开展《2019 中小学机器人教育与人工智能教育调查问卷》活动。两次调研抽取全国各地区 800 位师生进行了问卷调查，对人工智能科研人员、教育管理部门、企业和社会组织人员进行访谈，研究分析了目前中小学人工智能普及教育中学生、教师的现状、问题。

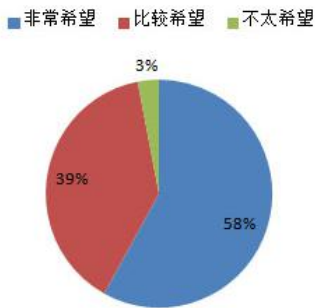


图 3-8 调研中小学生对学习人工智能的比例

从图 3-8 结果显示，中小学生学习人工智能的意愿普遍比较强烈，97%的学生表示希望学习人工智能的知识。



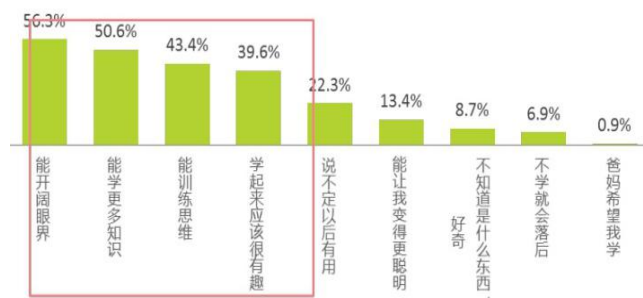


图 3-9 中小学生对学习人工智能的原因

根据图 3-9 可知，中小学生对学习人工智能主要驱动力是兴趣，是基于对新科技的好奇心。

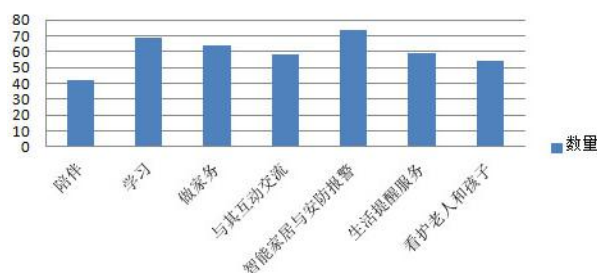


图 3-10 中小学生对人工智能的应用方向

从图 3-10 调研结果可知，学生认可最高的人工智能机器人的应用是“智能家居与安防报警”和“学习”，这两项也是在生活和学习中离学生最近的和最迫切的需求。

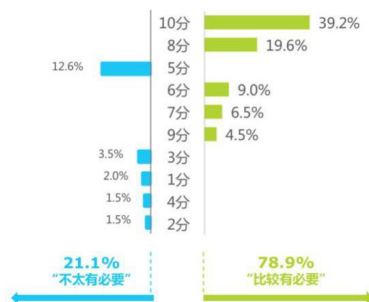


图 3-11 教师对“中小学生学习人工智能”的必要性的分析

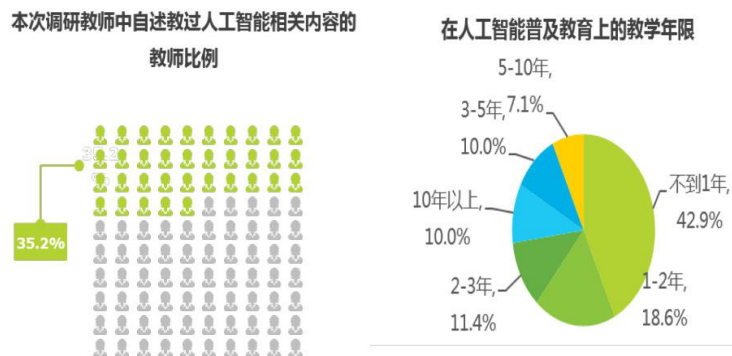


图 3-12 教师对人工智能相关课程的教学经验

自述教过人工智能相关内容的教师在人工智能普及教育经历中的胜任感

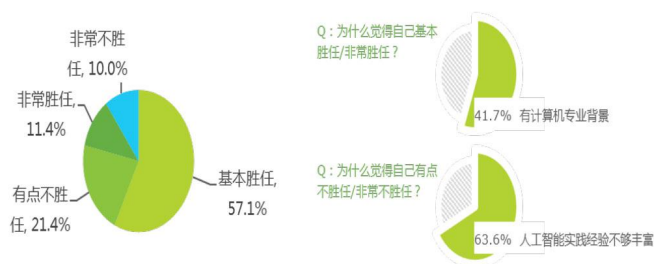


图 3-13 教师对人工智能相关课程的教学胜任感



图 3-14 教师对人工智能相关课程的价值认可度

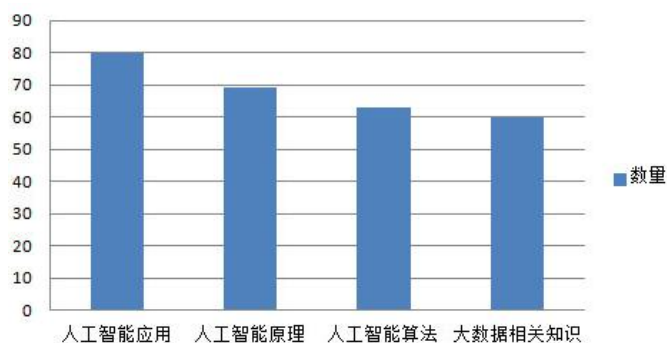


图 3-15 教师最想参加的人工智能相关培训课程

从教师调研结果显示从教师问卷调查情况可知：肯定人工智能的教育价值，但教学经验缺乏，教学信心不足。教师在人工智能课程培训方面，更加关注人工智能应用和原理。从上面的调查情况我们可以看出，现阶段教师对于人工智能课程的认识还停留在较为初级的层次。经过 1-2 年的队伍成长，更多的教师会对更深层次的知识产生学习需求。78.9%教师肯定人工智能普及教育的价值，59.8%的教师认为人工智能有助于培养学生的思维，49.2%的教师认为有助于学生未来研发和应用先进技术。教师对中小学人工智能教育的理解相对宽泛，认为编程、信息技术、通用技术，创客教育、STEAM 教育都属于其范畴。教师对人工智能普及教育思路设想比较统一，认为小学应以培养兴趣为主，中学阶段再开始加深认知和思维的培养，小学和初中以了解应用场景和基本概念为主，高中以后考虑比较深入的开发设计与算法学习。调查结果显示教学经验普遍缺乏，胜任力自评一般，仅 35.2%的教师表示在学校教过

人工智能相关内容，其中自评非常胜任的教师仅占 11.4%，教学年限普遍较短，42.9%不到 1 年，18.6%不到 2 年。影响教师自评教学胜任力的主要因素是教师个人专业背景和实践经验。

### 3.3 机器人教育与人工智能教育

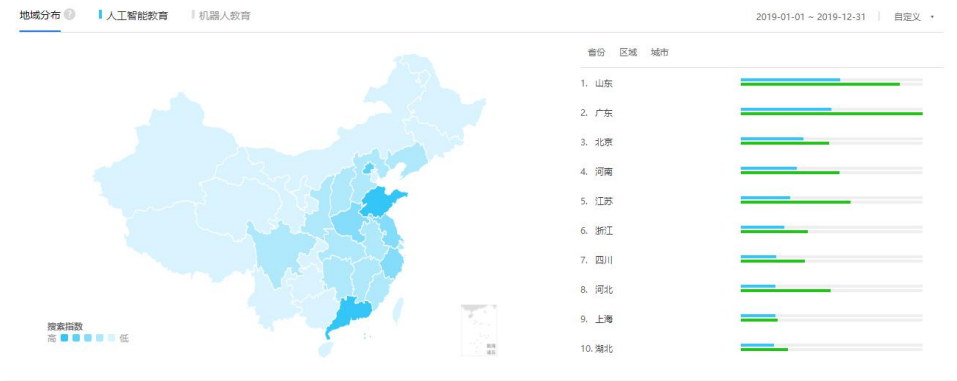


图 3-16 人工智能教育与机器人教育百度搜索指数地域分布

从图 3-16 可知，人工智能教育与机器人教育关联度很大，广东在机器人教育方面结合实体经济的需求在全国排列第一，由于山东省教育厅大力驱动人工智能教育，所以山东在人工智能教育方面关注度最高，河南是人口大省对人工智能教育的关注度大于沿海江浙地区。

智能时代将会是一个人机协同、跨界融合、共创分享的时代，社会中的生产、分配、交换、消费等经济环节深刻变化，传统的社会结构、职业分工产生重大调整，机器人教育要适应时代发展的要求，将人工智能与机器人有效的结合起来，与传统机器人教育相比有以下变化：

- 1) 教学案例更加贴近生活
- 2) 人工智能技术先进，适应时代发展
- 3) 激发学生学习机器人和人工智能的学习兴趣
- 4) 培养人工智能方面的科技人才

中小学机器人教育将人工智能和机器人相结合进行教育教学是国家战略和时代发展的要求，它将培养学生的创新与实践的能力，从而实现学生的全面发展和个性化发展，提升学生的科学素养，推动拔尖创新型人才的培养，为国家培养出更多的优秀科技人才！

传统机器人教学是通过十几年的课程建设，有一个比较成熟的教学内容和教学体系，而人工智能是一个全新的科学领域，在学校更是全新的学科建设。人工智能课程学习的复杂性、综合性和创新性之高，决定了人工智能课程与传统机器人课程建设与实施的特点不同。从课程教材，到课程配套资源，再到真正课程实施的主体——教师，人工智能的教和学过程都有对自身的特殊要求，也因此很多学校现有条件与之目标相比，都存在较大的不足和差距，总结起来需要重点解决以下几个方面的问题：

- 1) 人工智能的课程教材匮乏

2017 年普通高中信息技术课程标准制定《人工智能初步》作为高中信息技术课程选择性必修 4 模块，人工智能初步模块包括“人工智能基础”“简单人工智能应用模块开发”“人工智能技术的发展与应用”三部分内容。围绕着课程内容，教师如何上课？怎么上课？教育部办公厅印发 2019 年中小学教学用书目录中可以看到《普通高中国家课程教学用书目录（根据 2017 年版课程标准修订）》中全国列出了 5 套《人工智能初步》教材，但 2020 年才能选用，目前还没有适合一线教师上课比较好的教材，还是以公司开发的课程教材为主。同时，

义务教育阶段课程标准尚未出台，课程教材更是五花八门，有些教材只是说明书，不适合中小学的人工智能教育。

人工智能的教学目标是提升全体学生的信息素养，课程建设便应以核心素养为基础，培养学生的信息意识、计算思维、数字化学习与创新和信息社会责任。所以，人工智能课程教材如何进一步细化和调整、中小学课程教材如何系统化设定，以达到课标中所提到的学生培养教学目标，是首要亟待解决的问题。

## 2) 人工智能如何与机器人相结合

人工智能课程的学习一般有三个层面，一是感知层面，人工智能基本知识的了解看似简单，实则传统讲授方式很难学会和掌握，需要让学生在实践中体验和获得，把抽象的数字计算和思维模拟转化成看得见摸得着的东西，才可更好地激发学生的非常规思维和持续学习的动力；二是认知层面，人工智能的学习涉及到跨学科的知识应用，比如与艺术课程的融合、与 STEAM 课程的融合等，也就是说人工智能的认知是从实践应用中来，从复杂问题解决中来；三是创新层面，这体现在更为多元的领域交叉和开放合作，涉及把学校的拓展、特长类课程与产业界、学术界全部连接起来。

因此，人工智能与机器人相结合的课程难度也可想而知，不仅课程本身要可教可学，更需要综合配套资源做支撑形成真实的演练场，其中就包括要匹配相应的机器人课程教学工具（含硬件和软件）、可协同的教学平台以及可供学生学习的人工智能软、硬件设备。当前学校主要是以传统的积木式机器人开设机器人课程，配套资源建设远远不够，导致学生对机器人和人工智能知识的学习、思维培育和项目成就感的获得等都相对受限，这是又一个需要攻克的重要而棘手问题。

## 3) 缺少体系化的人工智能课程培训

2017 年 7 月国务院印发了《新一代人工智能发展规划》指出到 2030 年人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平，成为世界主要人工智能创新中心，智能经济、智能社会取得明显成效，为跻身创新型国家前列和经济强国奠定重要基础。人工智能的发展离不开人工智能的教育，人工智能需要良好的人工智能专业背景，对专业能力和素质要求很高。有对学生的调查也提到，涉及人工智能的知识看着不太难，想学好却不容易，里面涉及了一些大学才学的知识，作为一门全新课程的教授者，机器人课程老师也首先需要接受一定的培训，然后再带学生一起学才行。

目前，学校机器人授课教师基本是信息技术和通用技术学科教师，教师的专业背景大多是工科专业或教育学专业。整个中小学教育领域，专业的人工智能专业毕业的教师非常稀缺，对现有机器人教师的专业化提升培训也严重不足且质量有待升级。在学校推进机器人课程实施过程中，师资的缺口将是未来更为掣肘的问题。

选择合适的机器人教学设备，在机器人教学中，机器人教学设备的选择非常重要，我们需要注意以下三个方面：

### 1) 机器人教学设备的普惠性。

需要控制成本，实现普惠推广，尽可能采用开源硬件。

### 2) 机器人教学设备的可扩展性

机器人教学设备可连接硬件设备的数量是多少？教学设备是否可连接扩展系统？这些问题如果没有考虑清楚，它将会限制机器人的教学内容和教学效果。

### 3) 机器人教学设备应与人工智能相结合

机器人教学设备应与人工智能相结合，人工智能的学习需要有一定运算和处理能力的控制系统，它可以运行人工智能的相关程序，执行人工智能的相关任务，让学生制作机器人去完成各种各样的人工智能的任务。

智能时代将会是一个人机协同、跨界融合、共创分享的时代，社会中的生产、分配、交

换、消费等经济环节深刻变化，传统的社会结构、职业分工产生重大调整，教育不能固步自封，应主动适应新的时代要求。以人工智能为代表的新一代信息技术的快速发展，将会对传统的教育模式、教育体系和教育观念产生革命性影响，从而进一步释放教育在推动人类社会发 展过程中的巨大潜力。中小学机器人教育将人工智能和机器人相结合进行教育教学是国家战略和时代发展的要求，它将培养学生的创新与实践的能力，从而实现学生的全面发展和个性化发展，提升学生的科学素养，推动拔尖创新型人才的培养，为国家培养出更多的优秀科技人才！

总之在新形势下伴随着社会经济的迅速发展和科学技术的日新月异，特别是云计算、大数据、人工智能的广泛应用和数字化、信息化时代的迅速到来，中小学科技教育、素质教育面临着新的机遇和挑战。传统的机器人教学难以满足广大中小学生对日益增长的学习需求，而生动、有趣、智能化的学习方式日益成为孩子们的迫切需要。机器人教学和人工智能技术结合起来，使硬件制作与软件编程结合起来，重点培养学生创新与实践能力和计算思维能力。这种新型的机器人教育方式已经在部分学校开始尝试，并取得了一定的研究成果。机器人教育在中小学科技教育中也发挥着举足轻重的作用，每年有几十万的学生参与到中小学机器人教学和竞赛活动当中。机器人技术综合了多学科的发展成果，代表了高技术的发展前沿，机器人涉及到信息技术的多个领域，它将融合更多的先进技术，例如人工智能，没有一种技术平台会比机器人具有更为强大的综合性。在机器人教育中引入人工智能技术必将给中学科技教育增添新的活力，成为培养学生综合能力、信息素养的优秀平台。机器人与人工智能的结合，可以培养学生“创新与实践”和“科学精神”，培养学生计算思维的能力，符合国家的发展战略，符合科技时代的发展要求，符合机器人课程发展的需要。学校也将通过机器人和人工智能课程的开设，培养更多的科技创新人才。

## 第四篇

# 教育教学创新与实践

## 4.1 中小学校教育创新与实践

随着创客、STEM 教育在国内快速普及发展，国内中小学越来越重视机器人教育对学生的创新能力及跨学科学习能力的培养。

北京景山学校于 2016 年将机器人教育正式纳入学校必修课程，在全七年级开设课程。景山学校的机器人课程除本校信息技术教师外，还专门外聘了专业教师为学生授课，并且采取每周两课时连排、小班化教学的形式开展，以保证学生们在课上的学习效果。

北京市第二中学的机器人教育兼具普及和提高的内容。在课程实施过程中，将机器人课程内容排入课表形成通用技术课的有效载体，做到机器人课程的精准化培养。

西安交通大学附属小学机器人教育是三个梯度：第一个梯度，大班教学普及课，全校 2-4 年级每班每周一节课，主要学习的是乐高机器人的结构到程序设计；第二个梯度是社团活动，面相 3-5 年级一共招收 80 名学生，每周两课时，主要学习机器人和人工智能的结合课程；第三梯度是竞赛项目小组，每年根据比赛题目，在机器人社团的基础上设立十余个竞赛项目研究小组，主要学习时间为业务集训模式，学习的内容围绕竞赛展开。

广西柳州市第二中学从 2013 年开始在高二全年级开设了机器人校本课程，以常态化大班教学的形式开展机器人校本课程教学实践活动，并获得了教育部教育信息化试点项目的课题立项，进行了低门槛、易普及、低成本的大班教学活动研究，在机器人与创客的结合和触屏编程教学方面进行了积极的创新探索。

中国人民大学附属中学自九十年代开始开展机器人类选修课和竞赛活动，已有二十几年的历史。目前开设机器人创新设计、FLL、FTC、FRC、机器人工程挑战赛、VEX 机器人等机器人选修课程，同时开设了机器人、机器人与人工智能、工业机器人等研究性学习课程。同时开展了相应的机器人比赛，表 4-1。

表 4-1 中国人民大学附属中学机器人课程表

名称	性质	年级
机器人	必修	初二
简易机器人制作	必修	高二
FLL	选修	初中
FTC	选修	初高中
FRC	选修	初高中
VEX	选修	初高中
工程挑战赛	选修	初中
机器人创新设计	选修	高中
机器人	研究性学习	高二
机器人与人工智能	研究性学习	高二
工业机器人	研究性学习	高二

中国人民大学附属中学课程建设注重“聚焦育人目标+学生发展需求”双轮驱动，学校人工智能课程基于已有机器人课程建设的丰厚基础，进行了积极探索，并形成了新的亮点。人工智能课程的开发与建设，最重要的支撑是教师。学校重视教师队伍建设，鼓励教研组进行相关课程的开发与建设，现在信息技术教研组、通用技术教研组、研究性学习教研组、数学教研组等共开设人工智能相关课程 20 余门。



表 4-2 中国人民大学附属中学人工智能相关课程

序号	领域	课程模块
1	建模算法	高级数学建模与算法; 建模与仿真
2	计算技术	计算概论; 信息技术; 计算机科学
3	大数据	数据挖掘; 信息与通信工程
4	人工智能+跨学科	机器人; 虚拟现实; 人机交互; 智能家居; 计算成像与未来媒体; 无人驾驶; 人工智能; 无人机科学与工程; 计算机视觉与深度学习; 数字图像处理与模式识别

广州市是我国中小学机器人竞赛的发源地，2001 年由中国科协青少部、霍英东基金会、全国妇联儿童中心共同在广东省广州市南沙科技馆发起组织了“首届全国青少年电脑机器人竞赛”，从此拉开了科协系列全国中小学机器人竞赛的序幕。2015 年创建广州市信息中心“智创空间”以智能机器人为载体开展创客教育、STEM 教育和人工智能教育的实验研究和推广普及；团队经多年研究形成的教学研究成果“智能机器人‘学·做·创’教学模式的创新实践”（图 4-1）分别获得 2017 年广东省教育教学成果奖（基础教育）特等奖和 2018 年基础教育国家级教学成果奖二等奖；出版了适用于中小学的智能机器人和人工智能教程 8 部，作为教师培训和部分学校校本课程的教学用书；基于智能机器人提出了“六个面向”创客教育推进策略；开设面向广州市中小学教师继续教育的“智能机器人编程”和“人工智能编程”系列面授课程 15 期，共培训中小学教师 1150 人次，为部分学校解决了智能机器人和人工智能教师短缺的问题。

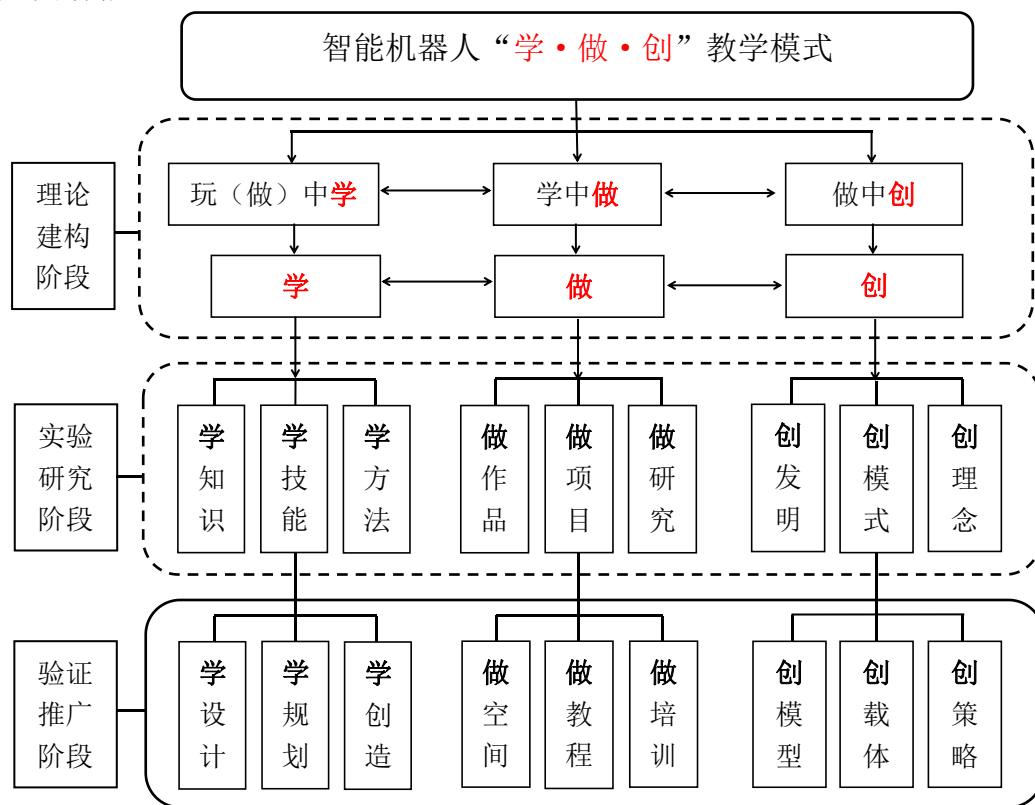


图 4-1 智能机器人“学·做·创”教学模式



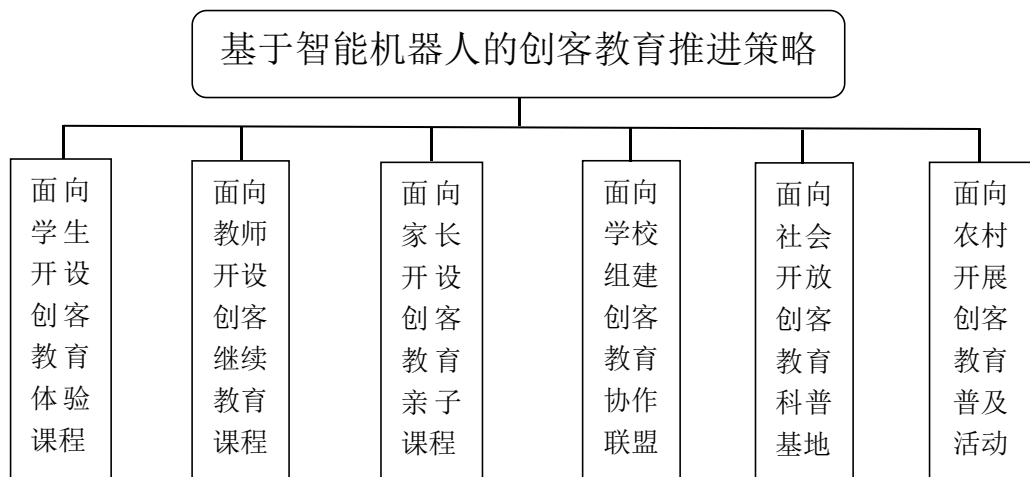


图 4-2 基于智能机器人的创客教育推进策略

表 4-3 广州市教育信息中心（电教馆）参与编写出版的智能机器人和人工智能教程

书名	出版社	出版日期
智能机器人制作与程序设计	教育科学出版社	2015 年 6 月
Scratch 与机器人创新设计（高级篇）	上海交通大学出版社	2017 年 3 月
Scratch 与机器人创新设计（中级篇）	上海交通大学出版社	2017 年 3 月
Scratch 与机器人创新设计（初级篇）	上海交通大学出版社	2017 年 3 月
App Inventor 与智能机器人创意编程	广东教育出版社	2019 年 11 月
App Inventor 与开源硬件创意编程	广东教育出版社	2019 年 11 月
人工智能（高中版）	广东教育出版社	2019 年 3 月
人工智能初步（粤教版高中信息技术选择性必修模块 4）	广东教育出版社	2019 年 12 月

大学师范学院与中小学积极探索适合于当地情况的中小学机器人课程，例如韩山师范学院与潮州市湘桥区意溪中学为了在三四线城市推广普及机器人教育，让更多的家长和孩子认识到机器人教育的重要性，开发出结合潮汕传统文化机器狮特色课程。



图 4-3 潮州市意溪中学机器狮亮相香港      图 4-4 南澳县后宅镇中心小学海洋创客课程

韩山师范学院与汕头市南澳县后宅镇中心小学结合学校地处海岛南澳县的特点，开发出小而精的主题式课程设置，包括水中机器人搜救、仿生机器鱼角力赛和机器人机器人抢球博弈伴等孩子们感兴趣的课题，内容涵盖简单机械原理和初步编程概念。

下面以上海民办彭浦实验小学为例，介绍该校机器人教育的教学创新与实践：该校从 2006 年起面向全体学生开展系列化的机器人基础知识普及教育，收到了很好的效果。目前，系列化的校本机器人基础知识普及教育已成为学校的特色课程，并作为区级“星火项目”输出兄弟学校，先后带动了区域内 12 所中小学机器人制作活动的开展。

✧ 学校二年级开设“机器人 WeDo”课程。

乐高公司于 2010 年与教育部基础教育二司、师范教育司签署了合作开展“技术教育创新人才培养计划”，学校有幸被选中成为上海地区的首批 3 所实验小学之一。根据乐高机器人创新人才培养示范基地的合作协议，学校在机器人课余兴趣活动的部分学生中进行了乐高机器人 WeDo 课程的试用。在该课程的开发过程中，在充分理解、把握乐高 WeDo 课程的主旨、特色和器材特点的基础上，进行了一些二次开发工作，以适应学校机器人基础知识普及教育课程化实施的实际情况。首先调整了课程学习方向。机器人 WeDo 课程原本是乐高机器人系列教学中面向 7+ 年龄段学生的一门实践课程，课程的重点是学习通过电脑编程来控制传感器和马达的运动。因此，在这门课程中，结构搭建内容是为学习、体验和理解传感器与马达的信息交互作用而服务的，是课程活动的基础目标而不是最终目标。这在国外或许是可行的，因为乐高积木在国外已经流行了几十年，许多家长都把它作为儿童的玩具。而对国内学校的极大部分学生来说，这还是个新鲜玩意儿，从来没有见过，或者虽然见过，但还没有真正玩过。因此，对 WeDo 课程作了学习方向的调整，将原先作为基础的结构搭建内容作为课程学习的基本目标，将控制程序编制调整为拓展目标。这样，在保证极大部分学生能在课堂上完成基本任务的基础上，再进行拓展任务的学习和实践，这样较好地保证了课程学习目标的达成率。其次删减部分学习内容。乐高 WeDo 的官方课程内容很多，共有 4 个单元 12 个项目，每一课都包括机械和编程两个方面的新内容。这些内容对于这个年龄段的中国孩子来说，是有点深度的，加上学校安排的实验周期是一个学期，因此，在做实验方案时删减了一些内容，只学习前面两个单元的内容，即疯狂机械和野生动物。同时适当增加铺垫课程，经过这样处理，以每 2 课时 1 个项目安排进度，2 个单元 6 个项目一共需要 12 课时，按每学期 17 个标准课时计算，预留 2 课时作为机动，剩余的 3 课时正好用来作为铺垫课程的教学时间。增加铺垫课程是因为学生极大部分还是第一次玩乐高积木，他们一下子根本分不清楚乐高 9580 套材里 158 个元件的种类、名称和用处，通过 3 课时左右的铺垫学习，学生在搭建时拿取元件不再无从下手，也大概能够看懂图纸和老师的示教演示了。一些学生还会兴奋地告诉老师，某个零件还可以用哪个零件来替换的，教师则适时加以引导，让学生理解结构搭建中哪些是关键零件，哪些属于装饰零件，这样学生也可以比较灵活的借助套盒内的其他零件材料来完

成学习任务，作品搭建得也比较牢固，散架现象大为减少。学校先后于 2014 学年度和 2015 学年度的第二学期在当时的二年级各进行了一轮教学试验。在这两轮教学试验中，分别尝试了两种课时编排方式，即隔周两课时连上方式和每周都上，但只上一课时方式。试验的结论是两者各有优缺点，以 35 分钟一课时，两课时连上的方式排课，使搭建完成之后还有时间进行编程内容的教学，可以提高时间利用率，但因为两周才上一次课，遇上国定假日、春游、学校大型活动则有可能要隔三个星期才轮到上，很容易出现上一课学习的内容很多学生已经忘记了的问题。而每周一课时的话，凡是程序方面的教学都需要重新进行搭建，时间比较紧。

#### ✧ 三年级“机器人结构搭建”课程

三年级机器人结构搭建课程作为校本探究课程，在三年级开设每周一课时，开设一学期，学生两人或三人一组使用一套乐高结构套件 LEGO9632、LEGO9686 和 SIMEA—ST2201 合作学习。机器人结构搭建课程根据教学内容的区别，分别在总校科学楼机器人专用教室或劳技实验室开展教学活动。

机器人结构搭建课程的学习和活动内容分为三个模块：以圆周运动和齿轮传动为基础的入门搭建模块、以简单结构和运动方式转换为中心的进阶搭建模块，以及以小车制作和动能利用为核心的综合活动模块。每个模块各包含 5 课时的教学活动内容，例如下表：

表 4-4 机器人结构搭建课程的学习和活动内容

活动名称	活动简述	技能、知识要点
器材的认识	认识套装中的各种零件	1、零件的分类和特征 2、零件的常规安装与拆卸方式
陀螺转起来	研究陀螺重心高低及自身质量轻重对稳定性的影响	1、练习零件组装与手指协调 2、体验重心、速度与稳定性关系
陀螺发射器	制作用齿轮传动，同时发射至少两个陀螺的发射器	1、体验齿轮的齿齿传动 2、体验齿齿传动中的加速现象
齿轮加减速	制作不同变速组合的齿轮组	1、了解齿齿传动的加减速规律 2、初步搭配不同变速比的齿轮组
齿轮与抓斗	利用齿轮传动制作可以开合的抓斗	1、分析相邻齿轮传动的方向 2、了解齿轮的一些非传动用途
四边形本领	制作任意四边形	1、合理分解多层次作品的步骤 2、了解四边形的变形性
四边形伸缩	制作多个菱形相接的伸缩杆	1、理解由菱形组成的伸缩门的原理 2、能合理进行制作的流程优化
奇妙雨刮器	制作雨刮器模型	1、体验圆周运动和直线运动的转变 2、按要求设计不同运动幅度的摇杆
简易不倒翁	制作简易的负重心不倒翁	1、知道不同形式的不倒翁 2、会讲不倒翁重心降到支撑点下
杠杆的奥秘	改装简单的跷跷板用来发射泡沫块	1、体验力臂长短对抛射的影响 2、体验支点高低对抛射的影响

无动力小车	制作无动力小车	1、明确先做车身后装附件的流程 2、确定活动系列常用车型
小车滑滑梯	利用斜坡测试自制小车	1、熟练搭建无动力小车 2、按测试结果调整小车结构
橡皮筋小车	利用橡皮筋弹性势能测试小车	1、为小车安装橡皮筋调整结构 2、合理释放橡皮筋势能，越远越好
风力能小车	改装合理结构，利用风能测试驱动小车	1、为小车改装受风结构 2、合理利用风能驱动小车
小车接力跑	改装两辆小车接触面结构，测试动能传递	1、改装两辆小车头尾结构 2、合作测试小车动能传递效率

#### ✧ 四年级“机器人编程控制”课程

四年级机器人编程控制课程作为校本探究课程开设，时间一学年，使用劳动技术课时，与上海市地方课程“探究”课一起轮流以每两周上一次，每次两课时的方式排课实施。机器人编程控制课程以项目制作为主要的学习模式，在科学楼机器人专用教室采用 2 至 3 人一组，每组一台计算机、一台教育机器人的合作学习的方式开展教学活动。

机器人编程控制课程的学习分成两个阶段，每学期一个阶段。第一阶段主要在计算机房的计算机上用仿真版软件集中学习程序编制软件的操作方法、基本的机器人控制程序编制和简单的程序调试技术，第二阶段再借助实体机器人在机器人专用教室学习现实环境下的实体机器人操作控制与调试技术。整个课程不以技术内容结构课程学习顺序，而是以项目为纲，技术为目的方式组织学习内容和制作项目，通过面向实际生活的场景或物件的模拟制作开展教学活动。

为了检验学习效果，激发学生的创新精神，机器人编程控制课程一般每学期都安排期末的学习评价和考核活动。考核成绩全部采用等第制表示，方式主要是学生制作并演示，教师或师生共同评价打分。使用仿真版教学时，因为学生家中计算机也能运行仿真版软件，第一学期末的考核还允许学生回家继续课堂未竟的作业和考核，凭编制的程序文件、程序和仿真运行的屏幕硬拷贝图片评分（因为有些学生对自己编制的程序运行效果不满意，课堂时间无法满足他反复调试获得高分的愿望）。

#### ✧ 机器人课余兴趣活动

学生机器人课余兴趣活动是本校的特色项目，自 2001 年开展以来，一直是最受学生欢迎的课余兴趣活动。学校也在机器人活动器材、场地和竞赛上投入了大量的经费，十六年中光是机器人活动专用教室就先后三次得到更新改造，用在器材、设备上的经费已超过六十万元（包括普及课程）。

在众多的学生机器人竞赛活动中，学校近历年主要参加 WER 世界教育机器人大赛和乐高 FLL 工程挑战赛。这是因为这两项赛事不仅仅关注机器人制作本身，还需要参赛学生更广泛了解一些科技知识背景，进行主题研究和小论文撰写，如 WER 竞赛历来结合古代和近、现代科技发展史知识设计赛事，FLL 竞赛往往融入现代科技理念如节能减排、自然探险、减灾、食品安全等主题，这种竞赛背景设计和比赛要求对学生的培养就不仅仅是机器人的制作实践，更是渗透了技术与社会、技术与工程、技术与人文关系的教育，需要学生做大量资料信息搜集、辨析、整理、重组和呈现方面的功课，这与现代科学教育的理念，也与本校的学生科学素养教育理念比较吻合。而且，这两项赛事所使用的器材、软件平台等资源与本校机器人普及教育使用的具有很大的 consistency，对于学生的基础学习和自主发展都比较有利。

通过对北京、上海、广东、江苏的中小学机器人教育创新与实践调研可知：机器人编程教育由于机器人供应商的资质、供应链、服务以及产品的更迭造成机器人教育在中小学开展过程中造成标准不统一、平台封闭以及服务人员无法远程及时处理突发问题的情况，中小学创新实践是以开源硬件平台作为基础，以业内领军的软硬件公司作为产品提供方，辅以各自在业内的影响力和覆盖能力，以平台覆盖的模式进行中小学的机器人教学实践，具有高灵活性、低投入、快速落地的特色，是现今值得推荐的中小学机器人教育的落地方式。

中小学教师通过专业培训，掌握具有代表性的人工智能与编程教育的免费开源硬件平台的在进行机器人教育教学环节中的基础操作，然后由各地教育主管部门、学校、一线老师进行自主选择相适应的机器或硬件产品进行教学，既在平台层面上达到了统一性，平台出现的任何问题都由平台提供的公司进行解决，又可以针对本学校的财政预算、设备情况、学生的接受程度等多种变量进行灵活调整。通过开源软件平台结合硬件（机器人）进行中小学编程教学实践的案例还有包括利用开源硬件平台进行 Arduino 机器人制作与编程的实践教学，利用开源编程平台进行 Arduino 和 micro:bit 等硬件接口的编程，利用开源编程平台进行图形化软件编程和仿生人形机器人等硬件接口的编程等。

如何加强机器人指导教师的培养将成为今后一段时期亟需解决的重点问题。一方面，有条件的中小学校应择优选拔部分年轻教师组建一支机器人指导教师队伍，并对其加强机器人教育理论、专业知识、操作技能，人工智能等方面的专题培训，使其能够尽快熟悉掌握机器人教育的基本理论和教学方法，为机器人教育能够真正走进中小学课堂提供坚实的专业化师资队伍。另一方面，加强机器人教师的区域性培训和学习，可以举行集团校之间的统一备课，手拉手学校的集中学习等，将区域内的机器人教师水平提高，再逐渐扩大区域，逐步提高机器人教师的专业化水平。

## 4.2 校外机构教育的实践模式典型剖析

纵观国内中小学机器人教育的校外培训机构，根据家长学生的需求有满足兴趣爱好、培优竞赛获奖等不同，机构主办方有直接收费盈利自养、推广相关产品文化、资本运作获利等多种利益驱动，但目前基本有以下几类典型代表，其中部分类型相互转化或相互渗透。

### 4.2.1 基于产品的机器人教育校外培训机构与厂家

基于产品推广类的培训机构典型的代表就是“乐高活动中心”系列。目前市场上所谓的机器人培训机构，50%以上主要使用的是乐高系列的产品，或者是仿制的乐高，同样有至少50%的机器人培训机构的经营模式与“乐高活动中心”有渊源。

网络上国内首家正版“乐高活动中心”是2006年建立的，这已经是国内第二代经营模式的“乐高培训机构”，目前所知的国内最早的“乐高培训机构”是于2004年的六一儿童节在上海市科学会堂配楼设立的“乐高创意活动中心卢湾店”，同年圣诞节前在中国福利会少年宫设立了“乐高创意活动中心静安店”，成为国内推广授权“乐高培训中心”的样板店，这两家店都位于上海市中心的超白金地段，但是依靠和相关事业机构的良好合作关系，得以顺利开展业务。第一代正版“乐高活动中心”全称是“乐高创意活动中心”简称“LEC”。

“LEC”隶属于西觅亚科教公司，西觅亚科教公司是2012年乐高教育中国公司尚未设立之前唯一的国内乐高教育代理公司。西觅亚公司在上海设立总部，在深圳、广州、北京、香港等地设立分公司，最早与丹麦乐高总部开展关于乐高教育的合作，曾派出多位员工常驻欧洲研发相关的教育课程。西觅亚公司从2004年至2006年在国内设立了近十家连锁经营的

“LEC”，这种中心有独立的法人代表，一般是西觅亚公司的驻地员工担任，有正式获得的工商营业执照，但是受于当时形势的发展，几乎都没有获得“民办学校办学许可”，一般是“教育咨询”与“教具销售”的服务许可，实质上“LEC”都是乐高教育中国唯一合作伙伴西觅亚科教的直营店。

为了拓展市场，在当初机器人校外竞赛还没有蓬勃发展的时代，“LEC”除了开展常规的开班授课的业务外，还承担了大量的社会公益师资培训与竞赛活动的承办。在华东区域范围内，“LEC”组织每季一次的学校教师教学研讨沙龙，开展机器人教学方面的技术指导与经验交流，在一定程度上提高了校内专兼职教师的整体水平。“LEC”于2005年至2008年期间，在上海科技馆内承办的中国青少年机器人竞赛上海选拔赛家庭机器人联赛，在华东范围内承办了“WRO选拔赛”等一系列赛事。

当时的校外机器人培训市场还不发达，“LEC”的生源数远远高于能接受的理想人数。“LEC”的收费主要是采用会员制消费扣费，家长一次缴费一两万甚至更多，然后每次选班进行扣除相关费用，由于当时的优质生源和精品化培训机构的打造，因此几乎没有收费方面的市场纠纷。“LEC”的生源主要来之于4个方面：

1) 各大外资百货商店乐高专柜的单页宣传，当时乐高总公司还未在中国国内成立教育分公司，实际是由西觅亚科教配合部分销售行为，因此在各大外资百货乐高玩具专柜派发单页，招揽生源。

2) 各国际学校的校内招生讲座，由于受学校体制的束缚，作为民办性质的非体制内的国际学校成为首批被发展的潜在培训客户，“LEC”进校开展各种活动，顺带开展招生，由于学生家庭文化背景与经济实力的优势，报名参加乐高培训的学生也不在少数。

3) “LEC”相邻培训机构的生源共享分享，早期的“LEC”都是在培训班集中之地，无论是科学会堂还是中国福利会少年宫，每逢周末都有大批的参与各类特长培训的学生与陪读家长，通过门面外的平面展示和半透明教室的教学实时展示，也感染了不少学生与家长报班。

4) 在读学生与家长的口传身授，拉拢不少好友邻居一起参加。

在2008年前机器人培训市场还是处于一个供方市场，特别作为知名品牌的“LEC”，没有扩张之前，生源是近乎饱和的。从2006年起，西觅亚科教在取得乐高教育授权的同时，自主开发系列课程，从此逐步形成了国内“乐高活动中心”的第二代形式“乐高高手俱乐部”，简称“SRC”，是西觅亚科教集团为培养10-18岁青少年创新能力，以机器人为载体的技能学习及提升项目。

从“SRC”机器人高手俱乐部开始，在经营方面采取了加盟制，每一个“SRC”都是一个自主经营的独立实体，缴纳加盟费，接受定期指导和督导，自负盈亏，向各自地域提供青少年交流、聚会、学习、参赛竞赛等相关服务。

不论是第一代的“LEC”还是第二代的“SRC”，他们的课程体系基本是一致的，在校外收费培训这一系列，主要是有3大系列课程：

1) 乐高教育配套器材进行研发的课程与西觅亚科教研发的课程。此系列课程按照学季（单元）形式进行编排，例如有全部配套使用同一套乐高教育的套装产品“娱乐公园（适配RCX9685套装）”、“纳米医生（适配NXT9797套装）”等编程课程，或者是“结构与力”、“能源动力”等结构搭建课程，也有使用各种器材备件混合的“降龙十八掌”、“十八般武艺”综合性课程等，每一期的培训有12-18次活动，每次活动分1小时、1.5小时、2小时3种，但是每一期之间没有必然的前后联系，原则上接受从4周岁到16周岁的学员，而实际上一一般最多到12周岁，年龄再大的学生一般不愿意呆在常规班活动。这种课程每班的学生虽有年龄差别，但是在技能基础和活动能力上基本差异不大，非常类似学校的进度化教学。

2) 竞赛集训班系列课程，主要是FLL和WRO赛季培训班。虽然2009年前，机器人在学校招生等方面的权重极小，社会氛围尚未形成追求竞赛的盲目热情，但是作为乐高教



育的中国唯一合作伙伴，其推广 FLL 与 WRO 赛车的任务还是日常工作之一。这种竞赛集训班一般都为半年期的班，配合从赛题公布到区域赛事开始，活动次数一般在 20-24 次，每次 2 小时左右，每班一般只招收 2 队，最多 6—8 人，开展的不是纯机器人技术培训活动，而是按国际规则开展 PBL 项目式培训，每位基础不同的学生都能找到自己的发挥点，这种情况在近来的各种低龄机器人校外培训班中越来越少见，反而一味的强调技术。

3) 寒暑假周班，主要以各种测试性课程为主。由于早期学员的家庭环境特殊性，每到寒暑假，都会有不在少数的学员外出度假或者回家探亲，造成常规教学活动秩序的紊乱，而还有部分学生放假在家无人照看，需要有一定的场所照料，因此以周为单位的寒暑假班应运而生，恰好弥补了常规班开班不足的损失。每期按年龄分班，每班一般 6-8 人，配 2 位教师。学生一周连续参加 5-6 天，每天 8:30 左右到店，17:00 以后接回，前 4 天一般每天上下午各安排 2 小时的机器人课程培训，一般使用混龄的测试性课程，剩下时间辅导作业、游戏娱乐、午餐茶点，最后一两天则组织一次市内考察游玩。这种形式在小学中低年龄段广受欢迎，不过后来由于供餐安全等原因，这项业务逐渐萎缩。

2010 年起，西觅亚科教的授权活动中心进入了第三版，统称为“乐高活动中心”。此阶段的授权活动中心虽然逐步发展，但大多是俗称的“加盟店”，许多西觅亚科教的离职老员工与一些早期借用“乐高教育”名义成立的零散培训中心成为近水楼台先得利者。鼎峰时期，西觅亚科教在全国拥有乐高活动中心 155 家，覆盖全国 52 个城市。教学课程虽然基本沿用早期的基础课程，但是经营与招生方式已经被社会上各类其他培训机构一起同化，大量采用街面派单招生与销售课时的方式，其中也延伸了一些新的服务方式。

除了“乐高活动中心”系列以外，还有专注于青少年科技创新教育，引入 STEAM 教育理念，将科学、技术、工程、人文艺术和数学有机结合，自主研发与引进相结合的企业，比如宁波奇思妙玩教育科技有限公司研发出系列适合 3-16 周岁儿童的 STEAM 教育课程，课程包括幼儿积木、少儿编程、机器人、绘本戏剧、科学实验、创客等课程，运用 PBL 教学方式的教学，致力于培养孩子的创造力、问题解决能力，帮助他们更好地应对不确定的未来。奇思妙玩根据不同年龄段儿童的发展特点，围绕“真、美、情、思”四大关键元素，以创造力为导向精心设计每期主题与产品系统，让孩子在玩中学、在学中玩，更好地激发想象力，培养创造力。

## 4.2.2 基于竞赛的机器人教育校外培训机构与厂家

由于国内的机器人竞赛基本是从 2004 年左右推广起步获得升学政策支持，相关公司依托国内外赛事快速成长发展，以乐博士（ROBOTC）为例，该公司是 VEX 机器人中国战略合作伙伴，负责培训认证、产品销售及 VEX 公开赛和其晋级赛的组织和管理工作。进入 AI 教育时代，乐博士将以英特尔机器人创新生态与教育的合作伙伴身份，为中小学及大学提供英特尔 AI 机器人实验室解决方案，同时也提供“普高人工智能新课标”的相关课程。

北京冻喜教育科技有限公司通过以各种不同的主题比赛，提供最新的产品和教学支持，为学生走出校园，与现实世界的研学融合，提供了良好的舞台，该公司专注于人工智能+教育方向，是一家集课程研发、大赛开展、等级考试、中小学实验室建设、产品研发于一体的全生态链青少年人工智能教育企业，为学校、机构、个人提供完整落地的教育信息化应用产品和服务。

全国青少年电子信息智能创新大赛是由中国电子学会于 2011 年设立的面向全国青少年电子信息科普竞赛项目。大赛自 2017 年开始，连续获得第 29 届、第 30 届联合国国际科学与活动周中国区“优秀活动奖”和“特别贡献奖”。2019 年 4 月，经《教育部办公厅关于公布 2019 年度面向中小学生的全国性竞赛活动的通知》，大赛成功入围《2019 年度面向中小

学生的全国性竞赛活动名单》，成为首批教育部认定的合规竞赛活动。大赛涵盖电子科技、智能机器人、软件编程三大类共 10 余个竞赛项目。2019 年大赛在 19 个省、自治区、直辖市设立了地区选拔赛，超过 10 万名中小学生直接参与各级赛事。2019 年大赛决赛设在浙江省宁波市。大赛的目标在于培养青少年钻研探究、创新创造的科学精神，提升青少年在电子信息 and 智能应用方面的技术素养，培养学生实践创新意识与基本能力、团队协作的人文精神和理论联系实际的学风。

自身爱好和技能特长优势的大学生开始“车库创业”模式，一批区域性小型机器人教育校外培训机构成长起来。与此同时，在辅导学生参加机器人各项竞赛中获利部分师资的和其他相关赛事的参与人员，纷纷利用自身资源开设了区域性培训机构，开挖自己的第一桶金。此类培训机构有较强的地域本土特色，虽然规模小，但是生存根基比较深，一般在生源和经营上没有太多困难，除非进入急速扩张阶段才容易导致关门歇业。这类机器人教育校外培训机构一般可以分成下属几种：

### 1) 获奖特长学生创业型

参加机器人大赛的学生，有一部分原来是有从事电子、模型的课外特长活动的基础的，个人有较强的技术能力，在校园的时候就开始创业，几个志同道合的同学一合作，有钱出钱、有力出力，小型的培训机构就形成雏形。

这类社团机构一般创业初期没有办理任何核准手续，以学生社团的形式存在，开始的盈利生存活动一般是先为周边具有机器人教具或比赛设备但又缺乏师资的中小学做代课教师或技术指导起步。同时保持自己原有的参赛渠道和特色，为所服务的学校争取荣誉，一旦站稳脚跟，就适当往周边学校发展，以获取劳务费的方式赚取第一桶金，继续创业发展。

等到有适当资金，或自己毕业后取得家庭支持等，就开始租用场所，办理相关的证照（往往先办理技术或销售服务的营业证照，便于设备订制销售盈利），将校内生源适当引导到校外，正式迈出机器人教育校外培训的第一步。

这类的机器人培训机构一般采用的教材是各教具厂商配套主推器材而编写的相应教材，他们是根据区域特色活动采购教学器材，然后使用配套教程。早期一般学员是参加两三期基础教材培训后，少数参加按年度开设的竞赛课程，其余的就不再参加。随着 STEM 教育和创客教育的盛起，相应的后续课程也百花齐放。

这一类培训机构虽然规模有限，每个品牌最多两三家合伙店或教学点，但是由于具有很强的本土回报性，经常也为社区科普活动充当义工，为学校免费开展一些扶持性活动，因此目前的生存状态还算良好，部分机构目前已经成功通过申报审批转型为国家许可的区域性民办教育学校。

### 2) 资深指导教师下海型

2010 年开始，随着各类机器人竞赛在教育部新的特长生招生政策中地位逐渐上升，经过前期几年积累的一部分经常获奖的资深指导教师也逐渐开始在校外开班招生，谋求自身在荣誉与利益方面的需求。

这类培训班在初期都没有相关营业证照和场所，往往直接使用供职单位的实验室或者自己宽敞的住家。因为竞赛的锦标性，招生规模十分有限，一般每个项目最多三五名学员，训练同一个项目，没有固定的课程教材，仅凭经验授课，而且还要兼顾学段错开，尽量避免自己班里的学员最后形成淘汰厮杀的局面。到 2013 年前后，各种国内品牌的中低价位器材和相应配套课程教材的推广，加上各项民间赛事与各地基层选拔赛事的不断增多，这部分教师开始在校外与人合资合伙，借用他人名义办理证照，租用教学场地，开始以加盟或独立方式经营机器人校外培训班。

由于这一类型的培训班在创立初期并没有挤占普通的机器人校外教育市场的份额，采用的是自有优势项目的竞赛精英培训方式，而且主办者本人一般在当地都是较有影响力的名师，



因此暂时没有利益纠纷。而随着对在职教师校外兼职的清理及培训机构规模与课程的日益扩张,为避免遭到举报或清理,这些机构往往采用无关人员出面担任负责人,自己只做不定时的训练指导,雇佣以往学生或其他可信任人员担任常规课程教师。

这一类培训机构虽然是单打独闹,不太会有扩张的企图和压力,但是受制于指导教师本人体制内的身份,多数最后形成了赚个三五年就转让的情况,自己善始善终一直经营的不多,除非已经正式离职的才有部分坚持自己经营与授课,但一般也不会获得正式的办学许可。

### 3) 机器人竞赛其他参与者创业型

在机器人竞赛中除了参赛师生和器材厂商,还有一批获利者,他们就是比赛的承办方工作人员。作为比赛的承办方工作人员,在比赛举办的过程中,结交厂商和参赛师生,协调当地的各级政府事业机关,自己结下良好的人脉。因此,以这种人为典型代表的一批机器人校外培训机构的创业人群便又涌现出来。

有些曾经多次承办一些半官方赛事的工作人员,集中手中了解聚集的一些零散型培训机构,提供统一的赛事报名渠道与技术指导建议,授予统一的赛事定点培训的牌额,形成早期的松散型的培训机构联盟,然后自己再调整开设新门面,形成以竞赛资源为无形资本投入的创业模式。

这一类的培训机构,如果创业经营者自身除了赛事组办流程熟悉,还略通晓机器人技术、机器人培训课程的话,适当控制规模,其经营情况还是不错的,几乎每个赛事都会萌发出一批新的创业者。但是如果只是利用赛事资源,盲目借用没有形成系列规范的课程体系进行教学的话,其崩塌的连锁反应极其惨烈。特别是实际从2018年秋季到2020年春季,部分传统机器人赛事在国内大幅压缩比赛规模的情况来看,涉及的资金和生源断裂的区域性品牌连锁的机器人校外培训机构分店数以百计。据称截止2019年,全国有各类机器人校外培训机构近万所,其中大约占75%的是此类原机器人竞赛相关获益人员开展的“小、散、无”的培训机构,即“规模小、结构散、无证照”。

## 4.2.3 基于资金运作模式下的校外机器人培训机构

近年来,由于创业风投风潮的来袭,大量传统的教学用机器人生产厂商、机器人校外培训机构纷纷挂牌招揽合作伙伴,然后采用风投注资、被收购等方式迅速扩展自己的培训品牌。首家正式挂牌的培训机构创始于2011年暑假,使用的是韩国器材生产商兼培训集团ROBOROBO的教具器材及培训课程。主营业务是为儿童、青少年提供机器人教育课程培训,经营模式分为两种,一种是线下直营,另一种是第三方加盟。由于的管理者出身并曾任多家英语教育集团的管理之职,所以非常熟悉校外培训市场的经营模式,在少儿培训领域积累了丰富经验。公司高管多来自知名教育培训机构,正是优秀的管理团队以及素质教育广阔的未来前景。在经过2014、2015年的快速发展之后,目前公司拥有近百家直营店,百余家加盟店,主要覆盖一、二线城市,京津冀地区占全国布点的一半左右,江浙沪地区占全国布点的四分之一左右,目前暂居是行业里直营+加盟网点数量最多的企业。由于有在国内外实践养成的较为完整的课程体系,所以目前续班率水平较高,公司目前主要针对少儿开展培训业务,这个年龄段的儿童由于升学压力较小,课余时间较为充裕,所以很多学生的培训周期长达3年以上。高续班率反应出企业较高的市场认可度,将有助于降低公司的获客成本。但是由于市场的激烈,也开始逐渐开设非ROBOROBO系列课程,除了通过市场收购的系列课程外,一些公开赛事的竞赛辅导班先在其加盟店开始慢慢渗透,以此增加和延长学员的可续课程。虽然公司总部有课程督导措施,不过毕竟在不侵权的情况下,存活是首要问题。

近年,其他一些品牌连锁的机器人培训机构也在地域范围借壳引资,开始成长之路,由教育管理咨询有限公司运营,早期也是脱胎于西觅亚科教合作的“乐高高手俱乐部”,后逐

渐自主经营，不断扩展，目前主营服务 3-16 岁中国儿童和青少年的科技创新教育。不仅利用乐高教具教授相关的科技知识，也积极参与目前的创客教育大潮，不断选用测试一些新款小品牌的新器材开展参与创新思维及创新能力的培养。其教育理念源于 STEM 教育项目，除了让学生掌握基本的知识外，提倡源自乐高教育的注重与创新关联的 4C 能力，即批判性思维、创新性解决问题、交际表达、团队协作。

此外在不同区域，由原学科类培训机构衍生、由机器人生产企业拓展、由民间闲散资本投资的一些机器人培训机构也占据了一定市场。不过，无论哪种形式的机器人培训机构，都是以在校中小學生为招生对象的，因此一种新的推广或生存方式就自然而然地产生了，这就是：“政府买单，推动机器人课外实践普及”。

目前不少地区政府都在积极推广课外实践进校园活动，丰富中小学生的课余生活。以北京为例，2014 年北京市教委发布《关于在义务教育阶段推行中小学生课外活动计划的通知》，从 2014 年 9 月开始北京市小学和初中生每周至少有一天下午 3 点至 5 点期间，开展体育、文艺和科技类课外活动，所有活动支出均由政府买单，初期补贴金额为 5 亿元/年。目前北京初中生每学期需要完成 5 分的课外选修课程，实践中学生选修机器人课程的比例很高，而这一块课外活动经费全部由政府买单，每学期的生均补贴费用为 1000 元/人。目前已有不少参与学校课外活动投标的企业基本都能中标开课。未来将会有更多的地区通过政府买单的方式推广中小学课外实践活动，这将大大推动机器人教育的普及。

# **第五篇**

## **总结分析与相关建议**

## 5.1 机器人教育总结分析

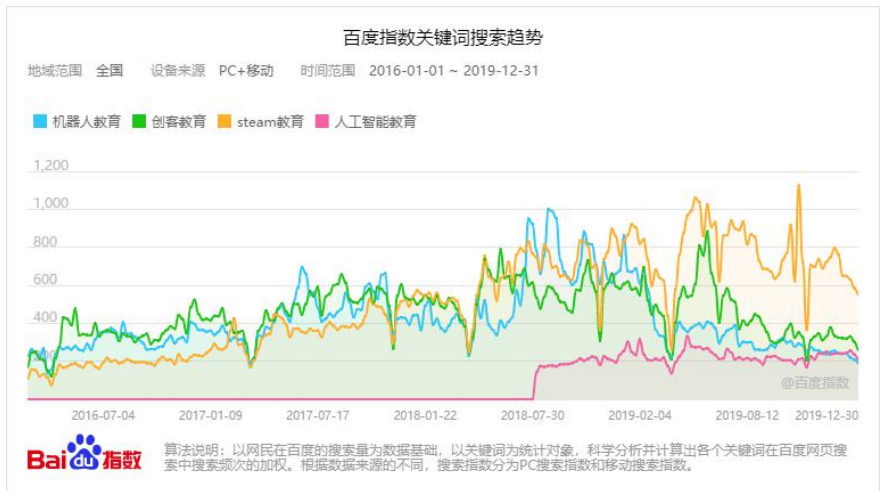


图 5-1 机器人教育、创客教育、STEAM 教育、人工智能教育百度指数

根据图 5-1 可知 2016 年-2019 年四年机器人教育、创客教育、STEAM 教育、人工智能教育的百度指数变化趋势,随着近年来人工智能浪潮涌起,人工智能教育从 2018 年 7 月起受到大众的关注,关注指数逐步走高,总体一直比较稳定。机器人教育关注指数从 2016 年起一直持续走高,2018 年 7 月达到关注高峰,2019 年开始有所回落。创客教育关注度从 2016 年关注度一直稳步增长,2019 年初达到高峰然后逐步回落。STEAM 教育关注度从 2016 年起持续走高,2019 年底达到高峰,整体发展趋势看好。

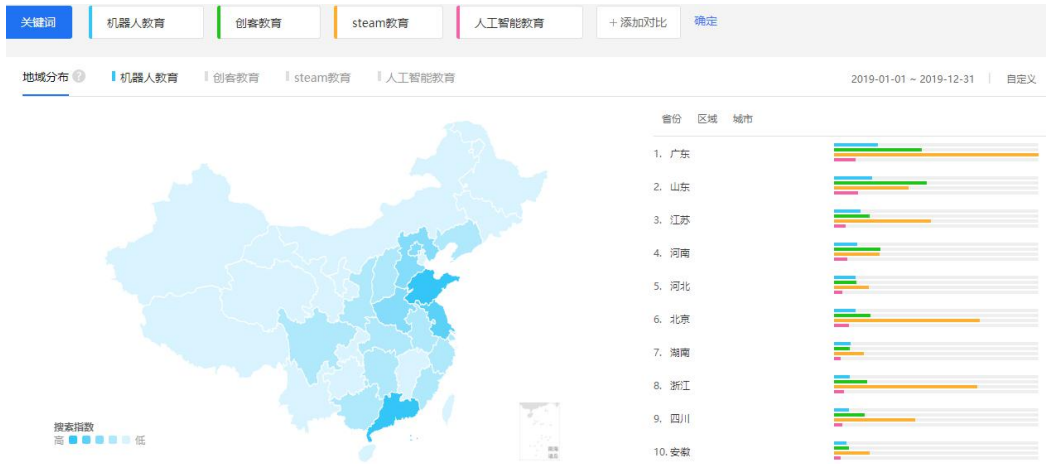


图 5-2 机器人教育、创客教育、STEAM 教育、人工智能教育搜索指数区域分布

根据图 5-2 分析 2016 年-2019 年四年机器人教育、创客教育、STEAM 教育、人工智能教育的百度指数区域分布可知全国各地相关教育发展情况。广东地区对机器人教育和 STEAM 教育关注度位居全国第一,尤其是 STEAM 教育关注度远大于其他地区。STEAM 教育是集科学、技术、工程、艺术、数学多学科融合的综合教育,美团点评数据显示截止到 2019 年 4 月,广东 STEAM 教育流量同比增长了 988%,近一年来新开 STEAM 教育相关门店月复合增长率为 9.09%,相关课程销量月复合增长率,达到了 56.11%。山东地区对机器人教育、创客教育关注度在全国位居第二,然后依次是江苏、河南、河北地区。

## （一）全球机器人教育的趋势特征

1. 各国都加强了编程教育、机器人教育在基础教育的力度，特别是发展中国家，机器人教育走入课堂逐步成为趋势；但是各国的做法都有所不同，欧美国家更多倾向于和 STEM 进行结合；亚洲国家更多是和技术课程进行结合。

2. 人工智能作为机器人教育的一部分，逐步渗透到机器人编程教育中来。中美之间的开展人工智能竞赛，以色列、日本、俄罗斯等传统科技强国纷纷将机器人教育和人工智能教育结合，将编程教育和机器人教育结合，这种趋势将是今后很长一段时间的常态。

3. 以跨学科学习为主的 STEM 将机器人作为很重要的一个载体，是欧美教育的一种通用做法，这也是跨学科学习的一种新模式和新方法。

## （二）国内中小学机器人普及教育已呈常态化发展

随着近 20 年的机器人竞赛活动推动，中小学机器人普及教育在各地呈常态化发展，学校、学生、家长和社会各层面对机器人教育有较普及的认知和认可，大量的中小学生参与机器人教育活动。机器人教育要实现面向全体学生的机器人教学活动，计算思维能力，科学精神和科学素养不应是少数学生具备的，而是每一位学生都应该具备的，学校科技教育的目标应该是提高每一名学生的科学精神和科学素养，培养每一名学生创新与实践的能力。

## （三）人工智能教育蓬勃发展

目前人工智能在教育中应用的主要技术是语音识别、视觉计算、可穿戴技术、情感计算技术、机器学习技术、智能挖掘技术等，研究成果包括智慧教育、大数据、机器学习、自适应学习、情感计算、深度学习、学习分析、个性化学习等。人工智能正在加速赋能机器人教育，推动机器人教育向新的阶段发展。中小学学生学习人工智能的意愿普遍比较强烈，希望学习人工智能的知识，对通过人工智能的学习来提升个人能力素质，感受乐趣充满期待。对人工智能概念的认知水平和理解准确度的存在群体地区差异，主要表现为一、二线城市教育资源丰富的示范学校学生的认知水平普遍高于普通学校学生。人工智能教育面临问题师资薄弱、课程缺乏、器材选择性较少、各地发展不均等问题。

## （四）国内机器人教育创新与实践探索出新模式

各地没有局限于国外先行者的思路与做法，而是结合国家与社会需要，汇聚社会各界的力量，探索着适合本土实际的发展路径。我国许多地区、学校和机构，已经开展了一系列机器人教育的研究、实践和探索，初步形成了中国机器人教育发展的新气象。机器人教育已为我国进一步深化课程教学改革，创新人才培养模式和选拔模式、提升学生科学与创新素养，提供了有力且有效的抓手。

## 5.2 相关建议与对策

### （一）建立中小学各学段机器人教育连贯性

机器人教育是系统的、长期的教育工程，需要根据中国制造 2025 发展总体规划，根据各学段学生特点，结合机器人教育规律，搭建从学前教育、小学直至高中，乃至大学的连贯性的机器人课程构架体系。

### （二）加强中小学机器人与人工智能教育教师队伍建设

中小学机器人与人工智能教育对于教师有较高的要求，各地区机器人教师能力亟待提升，特别是人工智能教育师资缺乏。充分结合教育部、人社部、中国科协等政府部门发布的相关教师人才培养的政策通知，发挥各地教育部门、科协部门及中国电子学会等专业技术社团作用，共同推动机器人与人工智能教师队伍建设。

### （三）积极开展中小学机器人相关等级评定工作

中小学机器人教育需基于系统性、常态性、发展性、普及性的评价体系，评测学生对机器人基本概念、构造、功能、设计等专业知识的掌握情况，又能评价学生逻辑思维能力、分析问题和解决问题能力、综合实践能力、创新能力、团队合作能力和求真务实的精神等，以检验机器人教育理念及课程教学过程效果。

### （四）积极开展中小学机器人相关赛事活动

机器人赛事和活动是推动机器人教育的一个重要途径，也是锻炼学生创新能力的重要载体，充分结合各地青少年机器人技术水平和竞赛组织经验，组织开展以全国青少年电子信息智能创新大赛为代表的一系列中小学优秀机器人赛事活动，让赛事真正成为科普提升、技术交流和人才选拔的舞台。

### （五）整合多方资源构建机器人教育与人工智能教育生态

机器人教育要在学校既开花，又要结果，机器人教育应为学生搭建三个平台：学生学习的平台，学生校内展示的平台，向社交媒体展示的平台。中小学机器人教育教学与人工智能教育的深度和广度均远远的超出中小学校自身能力范围，产学研结合才能实现教育生态的可持续发展。充分发挥社会组织的桥梁纽带作用，整合国内外机器人领域的高等院校、研究机构、企业等社会资源，搭建起中小学机器人教育与人工智能教育生态系统。

## 参考文献

- [1] 北京师范大学智慧学习研究院. 2016 全球教育机器人发展白皮书. 2016(9).
- [2] 教育部办公厅关于征求对《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见(征求意见稿)》意见的通知  
[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201509/t20150907\\_206045.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201509/t20150907_206045.html), 2015-09-02.
- [3] 教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知  
[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622\\_269367.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622_269367.html), 2016-06-07.
- [4] 国务院关于印发国家教育事业发展规划“十三五”规划的通知  
[EB/OL]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-01/19/content\\_5161341.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-01/19/content_5161341.htm), 2017-01-19.
- [5] 教育部办公厅印发《2018 年教育信息化和网络安全工作要点》  
[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201803/t20180313\\_329823.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201803/t20180313_329823.html), 2018-02-12.
- [6] 教育部印发《教育部 2018 年工作要点》[EB/OL].  
[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A02/s7049/201802/t20180206\\_326950.html?authkey=rsivv3](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A02/s7049/201802/t20180206_326950.html?authkey=rsivv3), 2018-02-01.
- [7] 教育部印发《教育信息化 2.0 行动计划》[EB/OL].  
[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425\\_334188.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html), 2018-04-18.
- [8] 教育部办公厅印发《2019 年教育信息化和网络安全工作要点》[EB/OL].  
[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201903/t20190312\\_373147.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201903/t20190312_373147.html), 2-190301.
- [9] 王同聚. 中小学机器人教学中“微课”的制作与应用研究[J]. 中国电化教育, 2014(06):107-110+126.
- [10] 王同聚. “微课导学”教学模式构建与实践——以中小学机器人教学为例[J]. 中国电化教育, 2015(02):112-117.
- [11] 王同聚. 走出创客教育误区与破解创客教育难题——以“智创空间”开展中小学创客教育为例[J]. 电化教育研究, 2017, 38(02):44-52.
- [12] 王同聚. 基于“创客空间”的创客教育推进策略与实践——以“智创空间”开展中小学创客教育为例[J]. 中国电化教育, 2016(06):65-70+85.
- [13] 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知  
[EB/OL]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\\_5211996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm), 2017-07-26.
- [14] 教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知  
[EB/OL]. [http://www.moe.edu.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425\\_334188.html](http://www.moe.edu.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html), 2017-04-18.
- [15] 梁迎丽, 刘陈. 人工智能教育应用的现状分析、典型特征与发展趋势[J]. 中国电化教育, 2018, (3):24-30.
- [16] 陈凯泉, 何瑶等. 人工智能视域下的信息素养内涵转型及 AI 教育目标定位——兼论基础教育阶段 AI 课程与教学实施路径[J]. 远程教育杂志, 2018, 36(1):61-71.
- [17] 中华人民共和国教育部. 普通高中技术课程标准:实验[M]. 北京:人民教育出版社, 2003.
- [18] 徐多, 胡卫星等. 困境与破局:我国机器人教育的研究与发展[J]. 现代教育技术, 2017, (10):95-100.
- [19] 解月光, 杨鑫等. 高中学生信息技术学科核心素养的描述与分级[J]. 中国电化教

- 育, 2017, (5):8-14.
- [20] 高燕. 认知发展阶段理论对教育实践的启示[J]. 中小学心理健康教育, 2018(11):15-17.
- [21] 郭守超, 周睿等. 基于 App Inventor 和计算思维的信息技术课堂教学研究[J]. 中国电化教育, 2014, (3):91-96.
- [22] 张潇卓. 工程机械离人工智能有多远[J]. 装备制造, 2014, (6):42-43.
- [23] 费海明. 人工智能启蒙教育让人“怦然心动”[J]. 中国信息技术教育, 2017, (22):72-73.
- [24] 宋灵青, 田罗乐. “互联网+”时代学生核心素养发展的新理路[J]. 中国电化教育, 2017, (1):78-82.
- [25] 谢忠新. 关于计算思维进入中小学信息技术教育的思考[J]. 中小学信息技术教育, 2017, (10):38-42.
- [26] 崔世钢, 王金城, 魏长增, 李丽霞, 郑桐. 机器人与教育改革[J]. 机器人技术与应用, 2000(04):16-17.
- [27] 国务院办公厅关于印发全民科学素质行动计划纲要实施方案(2016—2020年)的通知[EB/OL]. 国办发[2016]10号.
- [28] 教育部办公厅关于印发《2017年教育信息化工作要点》的通知[EB/OL]. 教技厅, [2017]2号.
- [29] 李龙. 面向教育机器人的物理仿真系统的设计与实现[D]. 电子科技大学, 2013.
- [30] 方利伟, 张剑平. 基于实时专家系统的智能机器人的设计与实现[J]. 中国教育信息化, 2007(16):69-70.
- [31] 王新亮. 教育机器人控制系统快速原型实验装置的研究与开发[D]. 东北大学, 2009.
- [32] 赵加兴. Moodle 网络平台支持下的中小学机器人教学模式研究[D]. 西北师范大学, 2010.
- [33] 张凡超. 基于 Internet 的机器人教育软件平台设计与实现[D]. 山东大学, 2008.
- [34] 葛艳红. 基于物联网的教育机器人关键技术研究[D]. 武汉理工大学, 2013.
- [35] 王改霞, 朴姬顺. 国内机器人教育研究发展综述[J]. 中国教育信息化, 2012(12):14-17.
- [36] 雷黎颖, 梁铭. 国内机器人教学研究的可视化分析[J]. 软件导刊(教育技术), 2016(8):75-77.
- [37] 刘涵, 刘京旋. 面向机器人竞赛的文献分析与主题词提取[J]. 情报工程, 2017(3):81-86.
- [38] 马卫民, 张玉芹. 机器人教育文献内容分析[J]. 中国教育信息化, 2018(07):12-17.
- [39] 张振堂. 中学智能机器人教育的校本课程建设研究[D]. 西北师范大学硕士学位论文. 2006.
- [40] 卢晓琦, 秦健. 我国机器人教育研究热点分析——基于词频分析和社会网络分析[J]. 中国教育信息化, 2018(03):27-30+34.
- [41] 新华社. 刘延东:深化国际创新合作让更多人共享机器人发展成果[DB/OL].
- [42] 彭绍东. 论机器人教育(上)[J]. 电化教育研究, 2002, (6):3-7.
- [43] 钟柏昌, 张禄. 我国中小学机器人教育的现状调查与分析[J]. 中国电化教育, 2015(7):101-107.
- [44] 王小根, 张爽. 面向创客教育的中小学机器人教学研究[J]. 现代教育技术, 2016(8):116-121.
- [45] 钟柏昌. 中小学机器人教育的核心理论研究——机器人教学模式的新分类[J]. 电化教育研究, 2016, 37(12):87-92.
- [46] 谢达. 智能机器人在培养学生信息素养中的教学模式研究[J]. 中国教育信息



- 化, 2008(12):16-18.
- [47] 王小根, 张爽. 面向创客教育的中小学机器人教学研究 [J]. 现代教育技术, 2016(8):116-121.
- [48] 张爽, 王小根, 赵康健. 创客教育视域下中小学机器人教学模式构建[J]. 中国教育信息化, 2016(12):19-22.
- [49] 秦健, 刘超, 吴忠旭. 基于师范院校与中学合作的机器人教育模式探究[J]. 广西广播电视大学学报, 2016, 27(02):27-30.
- [50] 钟柏昌, 王艳霞. 配对学习模式在机器人教育中的有效性[J]. 现代远程教育研究, 2018(03):66-74.
- [51] 朱乐. “以赛促教”模式下的机器人教学探索与思考[J]. 中国现代教育装备, 2018(08):59-60.
- [52] 王荣良. 机器人教育与工程思维关系之研究[J]. 中国教育信息化, 2008(24):27-29.
- [53] 王丽娟. 机器人教育对中学生自主学习能力培养的研究[D]. 河北师范大学, 2015.
- [54] 廖伯琴, 张大昌. 《普通高中物理课程标准(实验)》解读[M]. 湖北:湖北教育出版社, 2004: 273.
- [55] 李艺, 谢作如. 机器人教育何以进入中小学课堂[J]. 中国信息技术教育, 2015(10):4-9.
- [56] 张振堂. 中学智能机器人教育的校本课程建设研究[D]. 西北师范大学硕士学位论文, 2006.
- [57] 胡兵华, 何少莎, 王小根. 中小学机器人教育的校本课程开发探讨[J]. 中国教育信息化, 2009(02):15-17.
- [58] 王小根, 胡兵华, 何少莎. 基于“任务驱动”的小学机器人教育校本课程开发[J]. 电化教育研究, 2010(06):100-102+106.
- [59] 潘瑞娟, 秦健. 初中机器人教育校本课程教学内容开发的研究设计——以乐高 EV3 为例[J]. 科学大众(科学教育), 2018(01):26.
- [60] 张元立. 面向师范生的“机器人教育”课程设计与资源开发研究[D]. 重庆师范大学, 2017.
- [61] 戴玉梅, 王健潼, 彭青青, 孟佳, 董焕. 基于核心素养的小学机器人创客课程实践研究[J]. 中国教育信息化, 2018(01):5-11.
- [62] 孙媛媛. 中小学机器人课程的研究与开发[D]. 首都师范大学, 2006.
- [63] 余显志. STEM 教育理念下的慧鱼机器人课程教学设计研究[D]. 广西师范大学, 2017.
- [64] 黄俊军, 葛世荣, 曹为. 多足步行机器人研究状况及展望[J] 机床与液压 2008 (5) 187-191.
- [65] 张国民. 虚拟机器人在中学教育中的应用研究[D]. 浙江: 浙江师范大学, 2009.
- [66] 北京教育科学研究院基础教育教学研究中心. 北京市信息技术学科五年级教师调查报告[R]. 北京. 北京教育科学研究院基础教育教学研究中心. 2009.
- [67] 王国彪, 陈殿生, 陈科位, 张自强. 仿生机器人研究现状与发展趋势[J] 机械工程学报, 2015, 51 (13) :27-44.
- [68] 吉爱红, 戴振东, 周来水. 仿生机器人的研究进展[J] 机器人, 2005, 27 (3) :284-288.
- [69] 李开生, 张慧慧, 费仁元, 宗光华. 国外服务机器人的发展动态和前景[J] 制造业自动化, 2000, 22 (6) :1-4.
- [70] 宋章军. 服务机器人的研究现状与发展趋势[J] 集成技术, 2012, 1 (3) :1-9.
- [71] 肖雄军, 蔡自兴. 服务机器人的发展[J] 自动化博览, 2004, 21 (6) :10-13.
- [72] 许宏岩, 付宜利, 王树国, 刘建国. 仿生机器人的研究[J] 机器人, 2004, 26 (3) :283-288.

- [73] 徐国华, 谭民. 移动机器人的发展现状及其趋势[J]机器人技术与应用, 2001 (3). 7.
- [74] 谭民, 王硕. 机器人技术研究进展[J]自动化学报, 2013, 39 (7): 963-972.
- [75] Matthew Lynch, (2017). FIVE REASONS TO TEACH ROBOTICS IN SCHOOLS[DB/OL].
- [76] Druin, A., & Hendler, J. (2000). Robots for kids: exploring new technologies for learning. [M]. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- [77] Jeff O'Heir. CRAFTY ROBOTS TEACH KIDS DESIGN[J]. Mechanical Engineering, 2016, 138(6).
- [78] Bers, M. U., Seddighin, S., & Sullivan, A. (2013). Ready for robotics: bringing together the t and e of stem in early childhood teacher education. Journal of Technology & Teacher Education, 21, 355-377.
- [79] American Association for the Advancement of Science. (1993). Benchmarks for science literacy. New York, NY: Oxford University Press.
- [80] Shanahan, T. (2015). Common core state standards. Elementary School Journal, 115(4), 464-479.
- [81] Next Generation Science Standards (NGSS). (2015). Next Generation Science Standards. Retrieved from next gen science. Org.
- [82] Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education?. IEEE International Workshop on Advanced Robotics and ITS Social Impacts (pp. 1-8). IEEE.
- [83] Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burralexander, L., Hirsch, L. S., & Kimmel, H. (2010). Advancing the "e" in k-12 stem education. Journal of Technology Studies.

本报告遵循共创共享协议 4.0，可以自由复制、拷贝、分发、传播或改编，在做出以上处理时请标明出处，文献引用为：

杨晋、傅胤荣、李梦军等. 2019 中小学机器人教育调研报告[R].

北京: 中国电子学会普及工作委员会, 2019. 12