

2017 中小学机器人教育调研报告

中国电子学会普及工作委员会

2017 年 8 月

2017 中小学机器人教育调研报告

一、机器人与教育

机器人既是先进制造业的关键支撑装备，也是改善人类生活方式的重要载体。无论是在制造环境下应用的工业机器人，还是在非制造环境下应用的服务机器人，其研发及产业化应用是衡量一个国家科技创新、高端制造发展水平的重要标志。世界各国高度重视本国机器人教育，为迎接制造业变革，储备人才。然而，我国机器人相关行业人才缺口极大，严重制约中国制造“2025”重点领域“高档数控机床和机器人”的发展，加大中小学中机器人教育投入，做好人才储备，完善从基础教育至高等教育的机器人人才梯队建设势在必行。

（一） 机器人成为各国国家战略

1. 美国机器人发展战略

2010 年，美国总统科技顾问委员会提出“确保先进制造业的领导地位”的报告，阐述了美国制造业面临的不利形势，指出美国要促进经济增长、拉动就业和提供竞争力，就必须大力发展先进制造业。随即，时任美国总统奥巴马发布《先进制造业伙伴计划》¹(Advanced

¹

<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2011/06/24/president-obama-launches-advanced-manufacturing-partnership>

Manufacturing Partnership)明确提出要通过发展工业机器人重振制造业，凭借信息网络技术的优势，开发新一代智能机器人。

2016 年 10 月，美国 150 多名研究专家共同完成《2016 美国机器人发展路线图—从互联网到机器人》（From Internet to Robotics 2016）²。该路线图由国家科学基金会，加州大学圣地亚哥分校，俄勒冈州立大学和佐治亚理工学院部分赞助，共包括十个部分，分别介绍了制造业和供应链转型，新一代消费者和专业服务，医疗保健，提高公共安全，地球及地球之外，劳动力开发，基础设施共享，法律、伦理和经济问题等等。以确保美国将在机器人领域继续领先，无论是在研究创新，技术和政策方面，确保研究工作能真正解决现实生活的问题并能投入实践。

2. 英国机器人发展战略

2012 年，英国政府将机器人和自主系统（RAS）确定为八项关键技术之一，以支持英国产业战略重塑经济、就业和增长之间平衡的努力。

2013 年，英国建立了机器人和自主系统特指导小组（RAS-SIG）。该小组的使命是了解英国 RAS 的现状和机会，将分散的研究员、实业家和公务员团体连接起来，制定国家战略以协调各方努力，指导政府未来的资源和机构配置。

² <http://www.roboticstoday.com/publications/a-roadmap-for-us-robotics-3120>

2014 年 7 月，英国政府发布首个官方机器人战略 RAS2020（RAS 2020 UK Strategy）³，并提供财政支持，确保其机器人产业能够和全球领先的国家竞争。

3. 德国机器人发展战略

2011 年 1 月，德国工业科学研究联盟正式发起动议，将“工业 4.0”作为德国政府 2020 年高科技战略行动计划中 10 大未来项目之一。⁴

2013 年，德国信息技术、电信和新媒体协会，德国机械设备制造业联合会和德国电子行业协会联合成立了德国“工业 4.0 平台”，推进德国“工业 4.0”项目。机器人产业是智能制造装备产业的重要组成部分，是德国“工业 4.0”的重要一环。

4. 法国机器人发展战略

2001 年，法国国家科学研究院启动“ROBEA 计划”，先后投资 320 万欧元进行机器人研发；2003 年，法国实验室与日本 AIST 研究机构合作建立了“机器人研究联合实验室”（JRL），共同开发了 HRP2 研究平台；2006 年，又有 25 个项目获得法国政府提供的总数在 1500 万欧元左右的资助；2011 年，法国启动“投资未来”项目，计划在未来几年内投资 200 万欧元，资助 15 个实验室的机器人研究开发工作。

³ <https://www.industryforum.co.uk/resources/articles/uk-strategy-for-robotics-and-autonomous-systems/>

⁴ <http://www.chinanews.com/it/2016/06-21/7912127.shtml>

2013 年，法国政府推出了《法国机器人发展计划》，旨在创造有利条件，推动机器人产业持续发展，并实现“到 2020 年成为世界机器人领域前五强”的目标。

5. 日本机器人发展战略

2004 年 5 月，日本政府在“新产业发展战略”中指出的 7 大产业领域，机器人既是其中之一。同时，在进一步实施“新产业发展战略”的“新经济成长战略”报告中也把机器人放在使日本成为“世界技术创新中心”的支柱地位上。

2015 年 1 月 23 日，日本政府公布了《机器人新战略》。提出三大核心目标，即：“世界机器人创新基地”、“世界第一的机器人应用国家”、“迈向世界领先的机器人新时代”为实现这三大核心目标，该战略制定了五年计划，旨在确保日本机器人领域的世界领先地位。

（二）我国制定机器人国家战略

2015 年，国务院印发《中国制造 2025》⁵的通知，指出将“高档数控机床和机器人”作为大力推动的重点领域之一，提出机器人产业的发展要“围绕汽车、机械、电子、危险品制造、国防军工、化工、轻工等工业机器人应用以及医疗健康、家庭服务、教育娱乐等服务机器人应用的需求，积极研发新产品，促进机器人标准化、模块化发展，扩大市场应用。突破机器人本体，减速器、伺服电机、控制器、传感器与驱动器等关键零部件及系统集成设

⁵ http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm

计制造技术等技术瓶颈。”并在重点领域技术创新路线图中明确了我国未来十年机器人产业的发展重点主要为两个方向：一是开发工业机器人本体和关键零部件系列化产品，推动工业机器人产业化及应用，满足我国制造业转型升级迫切需求；二是突破智能机器人关键技术，开发一批智能机器人，积极应对新一轮科技革命和产业变革的挑战。

2016 年 3 月，工业和信息化部、发展改革委、财政部印发《机器人产业发展规划（2016—2020 年）》的通知⁶，指出 2020 年实现产业规模持续增长、技术水平显著提升、关键零部件取得重大突破、集成应用取得显著成效。

大力发展机器人产业，对于打造中国制造新优势，推动工业转型升级，加快制造强国建设，改善人民生活水平具有重要意义。

（三） 人才缺口成为制约我国机器人发展的重要因素

2016 年 12 月，教育部、人力资源和社会保障部、工业和信息化部印发《制造业人才发展规划指南》⁷指出，到 2020 年，制造业从业人员平均受教育年限达到 11 年以上，制造业从业人员中受过高等教育的比例达到 22%，高技能人才占技能劳动者的比例达到 28%左右，研发人员占从业人员比例达到 6%以上。

⁶ <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757018/c4746362/content.html>

⁷

http://www.moe.edu.cn/jyb_xwfb/xw_fbh/moe_2069/xwfbh_2017n/xwfb_170214/170214_sfcl/201702/t20170214_296156.html

制造业需要高素质人才的同时，更面临人才的大量缺口。《制造业十大重点领域人才需求预测》⁸显示，2015 年，高档数控机床和机器人人才总量 450 万人（图 1）；2020 年人才总量预测 750 万人、人才缺口预测 300 万人；2025 年人才总量预测 900、人才缺口预测 450 万人。仅以工业机器人应用人才为例，目前我国缺口 10 万人，而根据工信部发展规划，到 2020 年，全国工业机器人装机量将达到 100 万台，相应工业机器人操作维护、系统安装调试、系统集成等工业机器人应用人才需求量将达到 20 万左右。



图 1 高档数控机床和机器人人才需求预测

我国制造业人才队伍建设虽然取得了显著成绩，制造业人才培养规模位居世界前列，但面对“中国制造 2025”所需的机器人人才仍然缺口巨大。

据统计，2015 年，我国高等学校本科工科类专业点数约 1.6 万个，工科类专业本科在校生 525 万人、研究生在校生 69 万人；高等

⁸ http://www.sohu.com/a/127694791_372475

职业学校制造类专业点数约 6000 个，在校生 136 万人；中等职业学校加工制造类专业点数约 1.1 万个，在校生 186 万人。（图 2）⁹

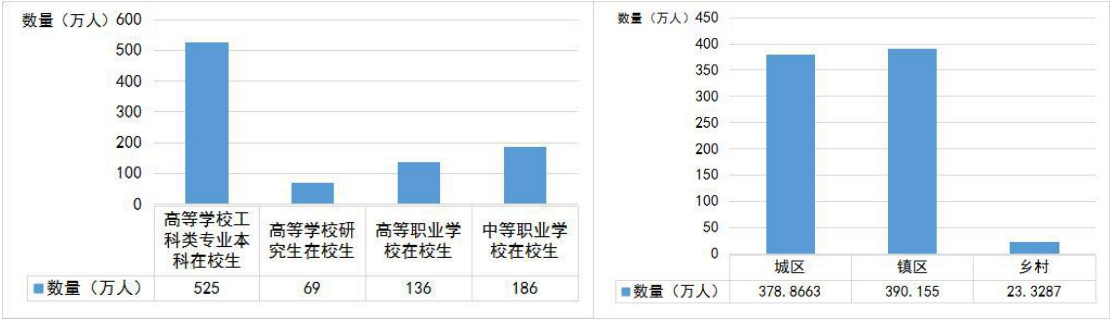


图 2 我国高等学校在校生分布

图 3 我国普通高中毕业生城乡分布

据统计，2016 年，我国普通高中毕业生总人数 792.35 万人，城区 378.8663 万人；镇区 390.155 万人；乡村 23.3287 万人。十二年一贯制学校毕业生 23.5057 万人；完全中学毕业生 244.0700 人。（图 3）¹⁰

“中国制造 2025”巨大的人才需求，影响着我国教育发展战略，发展中小学机器人教育，为我国制造业发展培养未来合格人才，成为我国基础教育界的重大课题。

⁹ <http://www.miit.gov.cn/n1146290/n4388791/c5500114/content.html>

¹⁰ http://www.moe.edu.cn/s78/A03/moe_560/jytjsj_2015/

二、国外中小学机器人教育情况

（一）中小学机器人教育研究数量递增，研究角度多样化

在 ACM Digital Library 中以“Robot education”为关键词进行检索（图 4），时间从 2011 年 1 月到 2017 年 1 月，共得到 19056 条相关记录，研究数量从 2011 年 2600 篇，逐年增加，直到 2016 年的 3680 篇。

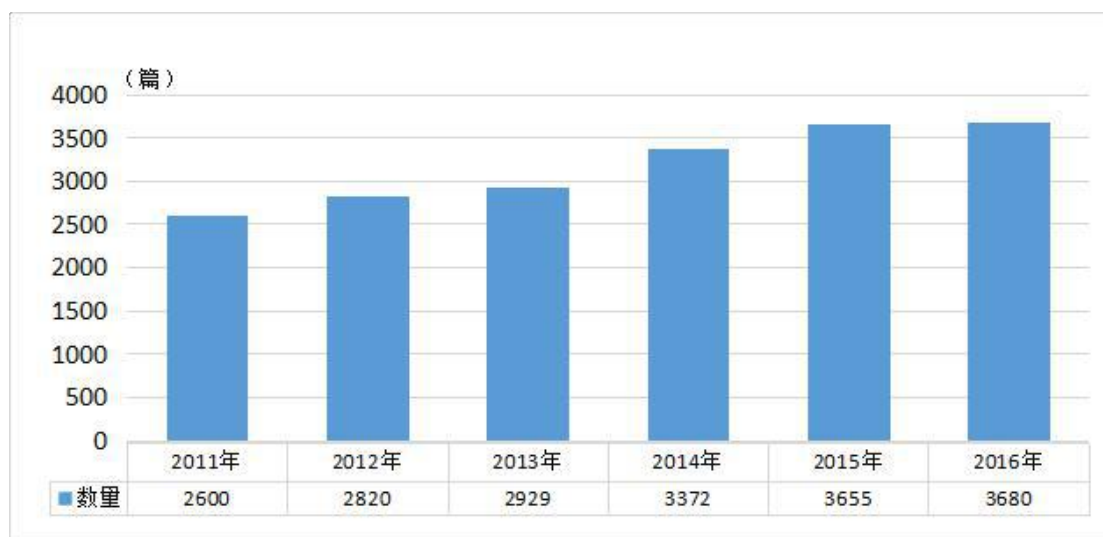


图 4 ACM Digital Library 中“Robot education”研究数量变化

在 ProQuest Research Library、ACM Digital Library 中，中小学机器人教育研究论文涉及心理学、工程教育、技术教育、教育评价、艺术、设计、编程等内容，研究角度呈现多样化。例如，Cardeira，JSD Costa 在《A low cost mobile robot for engineering education》中提出了一种低成本的移动机器人开展工程教育，机器人通过使用普通笔记本电脑来引导自己穿过轨道。A Sullivan，MU Bers 《Robotics in the early childhood

classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade 》通过使用 KIWI 机器人工具包和图形化编程语言，在幼儿园到二年级完成了为期 8 周的机器人课程。并在完成课程后，对基础机器人和程序设计概念的了解进行了评估。结果表明，在幼儿园阶段孩子们能够掌握基本的机器人和编程技能，而小学生能够在相同的时间内，使用相同的机器人掌握越来越复杂的概念。

（二）高等院校是中小学机器人教育重要推动力量。

卡内基梅隆大学、麻省理工学院、大阪大学、东京大学、南洋理工大学、慕尼黑大学、巴黎第六大学等国外知名高等院校均开展面向中小学的机器人教育研究。

早在 1994 年，麻省理工学院设立了“设计和建造乐高机器人”课程，目的是提高工程设计专业学生的设计和创新能力，尝试机器人教育与理科实验的整合。麻省理工学院媒体实验室“终身幼儿园”项目小组与机器人公司合作，针对儿童学习群体研制出各种教学工具，开发出 Mindstorms 可编程机器人套件，让儿童在学习过程中灵活设计活动。麻省理工学院个人机器人小组研发的 DragonBot 机器人，具有语音合成能力的同时，还能协助儿童学习计算思维。

卡耐基梅隆大学机器人学院（Robotics Academy）以 ROBOTC 平台为基础，已发布近 20 门教育机器人相关课程，构成了一个覆盖 K12 到大学阶段的机器人课程体系。

（三）中小学机器人教育多元化，课程设计更系统

中小学机器人教育多元化，不仅包括机器人技术学科课程、机器人主题活动，还涉及机器人辅助教学。作为机器人学科课程，其设计上更为系统。

1. 机器人技术学科课程。以美国为例，该类型课程从国家层面到各州均有明确的机器人课程要求。例如，美国 STEM 教育国家项目“项目引路”计划（PLTW），机器人教育是其重要组成部分，其初中阶段的专业化课程中开设自动化与机器人课程，高中阶段开设计算机集成制造（CIM）、人工智能（AI）等课程。各州依据各自不同的情况制定具体的机器人教育内容，例如，美国犹他州 K-12 核心课程分成两部分：常规课程以及职业技术教育，其中的职业技术教育中技术及工程课程标准（6-8 年级）要求对机器人技术有所了解¹¹。南卡罗莱纳州在技术教育中，要求学生了解自动化技术与机器人技术。同时，机器人课程设计呈现系统化，例如，美国加利福尼亚州高中工程与技术联盟在为高中生开设的工程与技术选修课程中，提供了 ROBOTICS 课程，主要介绍机器人技术历史，基础，术语，微控制，传感器，程序控制等方面的知识。再如，卡耐基梅隆大学设计的中小学机器人课程（表 1）涵盖 K12 各个学段，课程难度随着学段的变化，逐步加深。

¹¹ 美国犹他州 K-12 教育网站[EB/OL]. <http://www.uen.org/core/>, 2017-7-6

表 1 Robotics Academy 机器人课程¹²

课程名	课程目标及内容概要	软/硬	学习者
机器人科学	围绕速度、热量、声音等主题，对基本科学原理进行教学，主要使用图形化编程环境	NXT-G NXT	小学 初中
ROBOTC 中级课程	通过项目挑战，引导学习者掌握机器人运动、传感、编程技术领域的知识和技能，以团队形式解决真实世界中若干机器人技术问题	ROBOTC EV3/VEX IQ	初中 高中
VEX 机器人 课程	以解决工程设计问题为主线，解决机器人工程实践问题。知识内容涉及机械、电子、信息系统、程序设计等多学科领域	ROBOTC VEX	高中 大学
STEM CAD 建模课程	使用 SnapCAD 或 MLCAD 软件对 VEX IQ 或 LEGO 机器人中的各种机械结构件进行建模，通过 3D 打印技术应用于工程实践	SnapCAD MLCAD	高中 大学
电子学课程	指导学习者将 Arduino UNO 与 BOE Shield-Bot、VEX 或 LEGO MINDSTORMS 结合使用，内容涉及电路电子及控制领域知识	ROBOTC Arduino	高中 大学

2. 机器人主题活动。以机器人为主题的活动，多为课外活动、夏令营等。例如，英国技术夏令营(Tech Summer Camps)¹³，面向 9-17 岁的学生，并在英国顶尖高校聘请专业导师指导学生。英国技术夏令营设计多个机器项目，如机械臂课程，指导学生通过学习开源硬件、机械制造、C 语言等知识，创建机械臂。高等院校是机器人主题活动的主要提供者，例如，斯坦福大学的 Digital Media Academy^[14] 的机器人课程按年龄分为三个段：6- 12 岁，12-18 岁，以及 14 岁+，在过去两年中，他们开始把积累的课程体系线上化，录制成视频，无时间和地域地限制提供机器人教育培训。Carnegie Mellon 大学提供的 ROBOCAMP 暑期机器人计划，

¹² Nugent G, Barker B, Toland M, et.al. Measuring the impact of robotics and geospatial technologies on youth science, technology, engineering, and mathematics attitudes[OL]. <http://www.editlib.org/p/31957/>

¹³ <http://www.techcamp.org.uk/>

[14]

<https://www.digitalmediaacademy.org/kid-adventure-camps/camp-courses-for-kids/electronics-engineering-with-arduino/>

通过 8 星期的课程，使学生懂得一些基本的与机器人有关的电子，机械和计算机科学知识。该课程主要针对高中生，但是需要一定的入门技能。由于参与人数有限，报名者通常需经过筛选才能参加；印地安那州的 Purdue 大学与 LAFAYETTE 学校合作，在 5 至 8 年级学生课外活动中开展的 ROBOTICS 项目¹⁵。

3. 机器人辅助教学。机器人辅助教学主要利用机器人技术作为辅助性工具来辅助其他学科教学，或者作为研究性学习的工具。激发学生学习积极性，培养学生探究问题、解决问题的能力。例如，麻省理工学院个人机器人小组研发的 Tega 是具有脸部表情的机器人，主要应用在第二外语的语言学习。宫城大学小岛研究室研发的毛绒玩偶造型的 Keepon，协助自闭症儿童“让孩子愿意自发性与人沟通”。

（四）机器人教育装备多样化，实体与虚拟兼顾

国外机器人教育教学装备通常有两种，一种是实体器材（表 2），例如，MOSS 是模块化机器人，Hummingbird Robotics Kit 教学生如何运用基础工程原理制作他们自己的机器人。Fischertechnik 是技术含量很高的工程技术类拼装套件、NAO 人型机器人、VEX 机器人套件用于专业比赛。另一种是虚拟（仿真）机器人平台，虚拟机器人是指一种特定的虚拟软件，又称软件机器人，能让学生在计算机上搭建机器人，并根据实际任务编制程

¹⁵ 美国印地安那州 LAFAYETTE 学校网站[EB/OL].<http://www.lsc.k12.in.us/>, 2007-1-6

序产生的机器人源文件，最后将机器人的活动过程在仿真环境下运行形成虚拟仿真功能。虚拟（仿真）机器人平台通常包含二维和三维两种，二维虚拟机器人选择一个物体作为机器人的形体，典型的有 AI-TANK、TeamBots 等；三维虚拟机器人用户可以通过提供的各种机器人配件来完成机器人从零部件到整机的搭建，典型的有纳英特机器人 Simbad、Microsoft Robotics Studio、USARSim 等。¹⁶

表 2 国外常用机器人套件举例

编号	产品名称	公司名称	简要介绍	国家
1	Lego Minds torms EV3	LEGO	现实系列如城市、街景、交通工具、建筑等，非现实系列，如加勒比海盗电影、星球大战系列等。通过自主创作，乐高积木可以有无限多成品形式，可以极大的促进儿童想象力的开发。	丹麦
2	Origin Kit ROBOTERRA	ROBOTERRA	起源™套件（Origin Kit）是精致轻量的模块化机器人智能硬件套件，由 5 个不同的配件盒子组成，它们是智能核心组件 THINK、智能感应器组件 SENSE、驱动器组件 ACT、机械结构件组件 BUILD、机械零配件组件 CONNECT。	美国
3	Fischertec hnik	Fischertech nik	是技术含量很高的工程技术类教育模型，是展示科学原理和技术过程的理想教具，也是体现世界最先进机械工程、机器人教育理念的学具，为创新教育和创新实验提供了最佳的载体。	德国
4	Hummingbir d Robotics Kit	BirdBrain Technologie s	教学生如何运用基础工程原理制作他们自己的机器人。利用这套组件，孩子们可以轻而易举地做出各式各样的简易机器人。	美国
5	Finch Robot	BirdBrain Technologie s	Finch 面向中小学生已经支持超过十几种编程语言，培养学生的编程能力。	美国
6	Kamigami Robots	Dash Robotics	兼容于开源硬件 Arduino，自己动手将零件拆分组装，将配套的感应器、微型处理器和直流电机等安装上，通过蓝牙与手机、ipad 等终端设备相连接，在终端下载安装好相应程序（支持 ios 和 Android 系统）进行控制。	美国
7	VEX	VEX	VEX 机器人的核心教育理念是透过机器人为平台，利用机器人竞赛为依托，使学生学到科学理念（S）、科技应用（T）、工程结构（E）和数学算法（M）。	美国

¹⁶ 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.

8	K`NEX	K`NEX	采用独特的半圆形塑料辐条和连接杆，可以完成从桥梁到摩天轮再到机器人的各种各样的模型制作。套件中包含电动机，可以创造出移动式机器人。	美国
9	Quirkbot	Quirkbot	Quirkbot”机器人是一系列十岁以上儿童能够控制的玩具。经过 Kids Hack Day 的网站进行编程之后，这些机器人由塑料吸管、LED 等以及 Hobby 电机组成	美国
10	Linkbot	Barobo	linkbot 是一个模块化机器人，可通过智能手机驱动。	美国
11	Meccanoid	Spin Master	Meccanoid 具有耐用的塑料件。可使用图形化编程，载有超过 3000 个预编程的短语。	美国
12	MOSS	Modular Robotics	MOSS 是一种模块化机器人，通过非常有趣的游戏体验，让学生直观地了解复杂的系统和设计思维。	美国
13	NAO	Aldebaran	NAO 机器人拥有 25 个自由度，动作灵活。拥有开放式编程架构，使分布式软件模块可以在一起协调运行，并可以从声音识别、图像处理、动作规划、步态控制等方面进行实验研究，可以让学生从控制运动的各个方面进行更为深入的理解和学习。	法国
14	Ozobot	EVOLLVE	Ozobot 是一个只有 25 毫米高的机器人，底部带有感应器，通过识别不同的线点组合，做出闪光、前进、后退、停顿等等移动的动作。	美国
15	KOOV™	索尼	通过模块的拼搭把玩（Play）来使儿童循序渐进的提高综合能力，在通过编程使机器人发动的过程中培养探索精神（Code）和创意能力（Create）。适合 8 岁以上儿童使用。	日本

（五）赛事促进中小学机器人教育发展

开展各种机器人展示和竞赛活动是普及机器人教育的一个重要途径，机器人竞赛项目的内容、规则及评分办法等的创意设计都极富创造性和挑战性，可以激发广大青少年对机器人学习的兴趣。例如：由国际机器人足球联盟 FIRA 举办，全球每年举行一次机器人世界杯比赛(FIRA Cup)，同时举办公学术会议(FIRA Congress)，供参赛者交流他们在机器人足球研究方面的经验和技能。VEX 机器人大赛又称 VEX 机器人世界锦标赛（VEX Robotics Competition），是一项旨在通过推广教育型机器人，拓展中学生和大学生对科学、技术、工程和数学领域兴趣，提高并促进青少年的团队合作精神和领导才能和解决

问题的能力的世界级大赛。机器人足球世界杯赛 RoboCup 。目前 RobotCup 包括小型机器人、中型机器人、四腿机器人、人形机器人等比赛项目，在比赛的同时还开展其它相关活动。FLL 机器人世界锦标赛，是一个针对 9-16 岁孩子的国际比赛项目，每年 9 月份， FIRST LEGO League 向全球参赛队伍公布年度挑战项目，这个项目鼓励孩子们用科学的方式去调查研究以及自己动手设计机器人。

三、中国中小学机器人教育情况

（一）中小学机器人教育研究逐渐深入

1. 机器人教育研究总量呈增长趋势

在中国知网中以“机器人教育”为主题进行检索,时间从 2001 年 1 月到 2017 年 7 月, 共得到 1399 条“机器人教育”相关期刊论文记录;时间从 2003 年 1 月到 2017 年 1 月, 共得到 336 条博硕士学位论文相关记录。机器人教育相关研究数量在中国呈逐年增长趋势。(图 5)

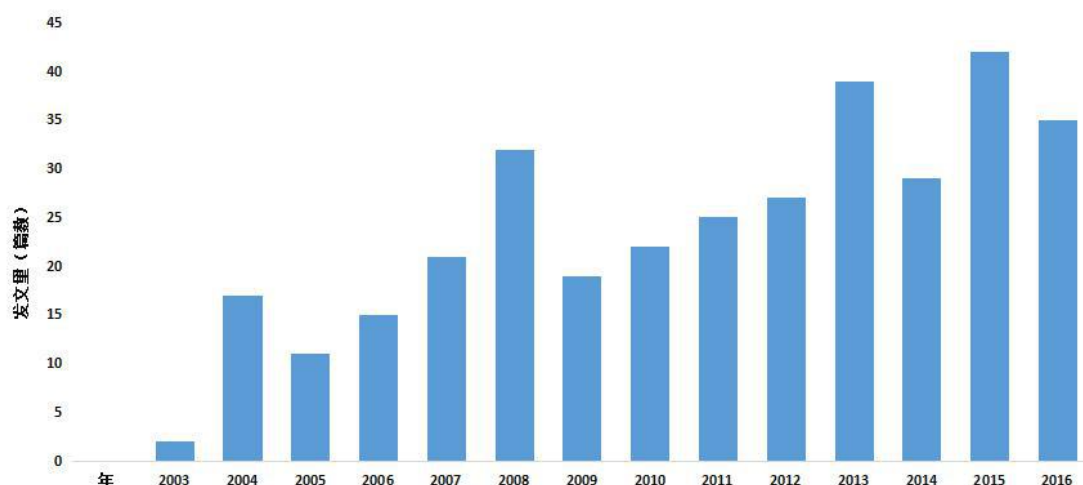


图 5 中国机器人教育博士、硕士学位论文数量变化图

2. 中小学机器人教育研究角度呈现多样化

在中国知网中以“中小学、机器人”为主题进行检索,时间从 2002 年 1 月至 2017 年 8 月, 共得到 1399 条“机器人教育”相关文献总数 221 条。关键词分布涉及机器人教育、机器人、机器人教学、中小学、智能机器人、创客、信息技术、人工智能、机器人竞赛、创新能力等。(图 6)

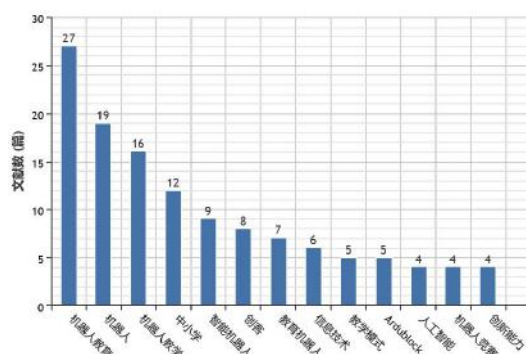


图6 中小学机器人教育涉及的关键词分布图

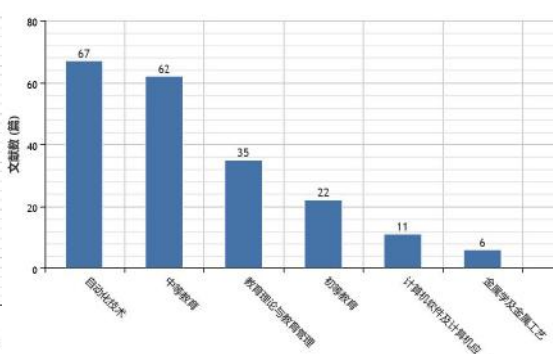


图7 中小学机器人教育涉及的学科分布图

在相关的研究文献中,涉及的学科有自动化技术、中等教育、教育理论与教育管理、初等教育、计算机软件及计算机应用、金属学及金属工艺、机械工业等。(图7)经分析文献,理论探讨、教学设计、课程与教材开发、技术工具、赛事活动几方面是研究重点。

(1) 理论探讨层面,彭绍东教授在《论机器人教育》中认为“机器人教育是指学习、利用机器人,优化教育效果及师生劳动方式的理论与实践。”¹⁷等。并指出教学机器人具有教学性、人机友好性、高智能性、自主性、知识丰富性、多功能性、多形态性、专业性和安全性。相关理论指导下的机器人教育的研究主要集中在 STS 教育理念、多元智能理论、模块化思想以及合作学习在机器人教育中的应用。王益《融入 STS 教育理念的机器人教学探索》中从教学目标、教学内容、教学策略、教学评价方面对如何在机器人教学中融入 STS 教育理念进行了探索与设计。胡卫俊《谈多元智能理论指导下的机器人教育》中结合自身实际经历论述了多元智能理论对机器人教育的指导作用。王海芳等根

¹⁷ 彭绍东. 论机器人教育(上)[J]. 电化教育研究, 2002, (6): 3- 7.

据小学机器人教学特点,从教学目标、教学实施、教学评价三个方面进行了具体分析,指出模块化思想在小学机器人教学中的应用方式。

(2) 教学设计层面,钟柏昌、张禄通过《我国中小学机器人教育的现状调查与分析》分析出开设机器人课程的适宜起点建议为四五年级和七年级,并针对调查结果提出建议如下:做好顶层设计,建立课程体系;开展课程研究,探索有效教学等。李鸣华《机器人教育的教学设计》对教学设计中的学习需要分析、教学目标、教学内容、教学策略、教学评价等具体要素展开了论述。

(3) 课程与教材开发层面,国内机器人教育从《普通高中技术课程(实验)标准》中“通用技术”科目设立的“简易机器人制作”模块才正式开始,起步相对较晚,目前还没有形成自己的课程体系,没有统一的教材和课程标准,大多学校以机器人竞赛为背景或前提,以机器人产品说明书和编程软件为蓝本自编教材。¹⁸对此,一些学者进行了有针对性的研究,内容主要集中在校本课程建设、立体教材的设计开发、教学活动设计等方面。如马云、房爱莲《中小学机器人课程目标的初步研究》从中小学机器人课程在中小学课程体系的地位出发,指出中小学机器人课程是信息技术课程的拓展模块,对培养创新能力和综合运用能力有特殊的功效;并运用目标分类理论对中小学机器人课程的各级目标进行了深入的研究和探讨。

¹⁸ 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.

(4) 技术工具层面，辛颖《慧鱼创意组合模型在机器人技术实验教学中的实践与应用》，阐述总体结构方案与工艺流程，采用 ROBO Pro 软件编程实现对气动机械手的控制。张祺，杨宜民，陈红英《机器人足球比赛决策程序的图形化编程》提出了一种直观的图形化比赛决策程序编程方法，编程者只需要改变图形的属性就可以修改比赛决策程序，降低了机器人比赛决策程序编程的门槛。宋广钢《基于嵌入式 Linux 的移动机器人控制平台研究》提出以 ARM9 处理器作为机器人控制平台的核心处理器，以 I2C 总线作为模块的标准接口，提高机器人的可扩展性，实现标准化，使模块具有可组合性和可互换性。以及张兵《MCS_51 单片机构建机器人的实践研究》，刘姝弘《基于 WEB 的 ROBOLAB 机器人编程虚拟学习系统的研究与实现》等。

(5) 赛事活动层面，方波《IDC ROBOCON 比赛与机器人教育的探讨》结合上海世博会公共参与馆举办的 IDC ROBOCON 2010 国际比赛，分析了机器人比赛在素质教育、创新教育中的作用，指出举办机器人比赛是最后的实践平台，让学生在学好基础理论知识和基本技能的基础上，尽快地参与科学研究、创新活动和社会实践活动。张国民等则从课程的视角出发，详细分析美国 TSA 协会 2006 年推出的基于标准的机器人竞赛课程开发框架，指出国内中小学机器人竞赛辅导课程之后，可采用虚拟机器人开展教学以解决资金不足、实体机器人数量不够的问题。

3. 高等师范院校是中小学机器人教育研究的重要力量

在中国知网中以“中小学、机器人”为主题进行检索,时间从2002年1月至2017年8月,对所检索文献进行可视化分析得出,浙江师范大学、首都师范大学、南京师范大学、西北师范大学、陕西师范大学、华东师范大学等高等师范院校是中小学机器人教育研究的重要力量。(图8)

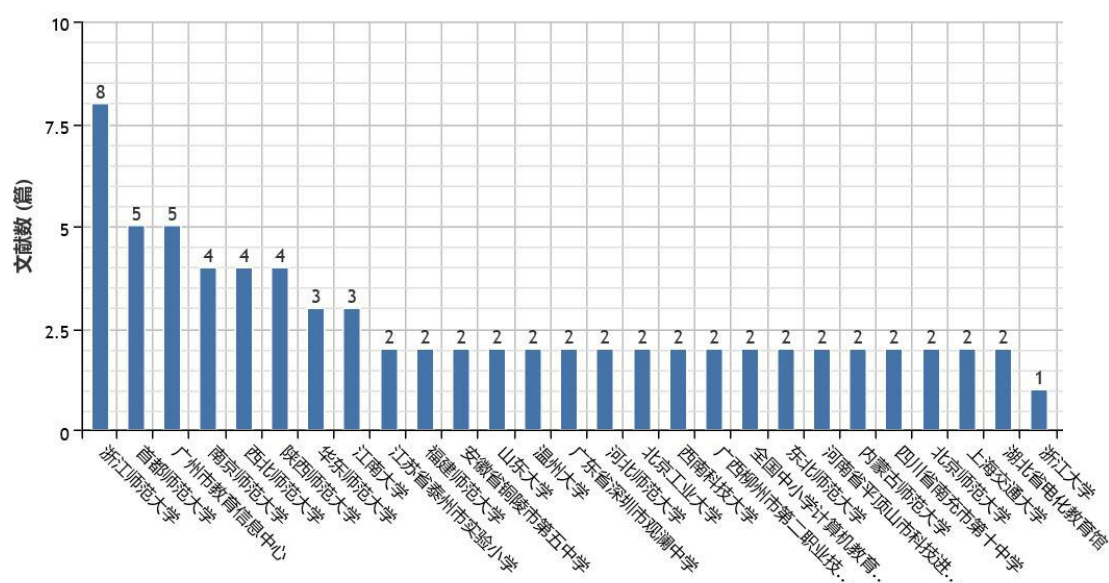


图8 中小学机器人教育研究机构分布图

例如,浙江师范大学教育学院,张剑平、王益《机器人教育:现状、问题与推进策略》。华东师范大学,王海芳、李锋、任友群《关于中小学机器人教育的思考与分析》。陕西师范大学新闻与传播学院,葛文双、傅钢、善史婷《我国中小学机器人教育发展中的问题分析》。

4. 美国机器人教育是重要参考

美国是我国中小学机器人教育研究的重要参考。例如,王益《美国机器人教育的特点及其启示》分别对美国基础教育与高

等教育中的机器人教育现状进行分析，在基础教育领域，从实施类型出发，介绍和分析了若干典型案例及其特色。以及张丽芳《基于 STEM 的 Arduino 机器人教学项目设计研究》，王娟《国外整合 STEM 的教育机器人课程》等。

（二）中小学机器人教师队伍建设有待加强

根据对一线中小学机器人教师进行调研，调研对象为参与 2017 年中国电子学会举办的第一届、第二届“全国青少年机器人创客师资培训”的全国中小学教师、教育机构培训讲师，主要来自河北、北京、天津、湖北、山东、江苏、浙江等地，重点对 60 位中小学教师进行调研。60 位中小学教师中本科占 81.52%、硕士占 16.76%、博士占 1.72%。教师专业背景显示，仅有 15.72% 的中小学机器人教师具有计算机科学、物理学、工程与技术科学、机械工程专业背景，大多数教师没有机器人专业学习经历。以中小学机器人教育重要支持课程信息技术课程为例，根据 2009 年北京市教育科学研究院的调查表明，小学信息技术教师中第一学历为信息技术相关专业的教师仅占 12%，第二学历与信息技术相关的也只占到 33%¹⁹，而初中信息技术教师约为 71%。²⁰中小学机器人师资问题是中小学机器人教育的首要问题。

¹⁹ 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

²⁰ 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八年级教师调查报告[R].北京.北京教育科学研究院基础教育教学研究中心.2009

（三）机器人课程设计类型多元

我国机器人课程设计主要有围绕机器人教育理念；依托特定器材或机器人赛事；借鉴大学机器人教育经验。

1. 围绕机器人教育理念

随着创客、STEM 教育在全世界范围内的发展，机器人教育也越发的重视对学生的创新能力及跨学科学习能力的培养，以及如何使用机器人技术解决所遇到的问题。例如，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（图 9.10.11），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。



图 9 景山学校机器人必修课



图 10 景山学校机器人课堂



图 11 景山学校机器人课堂

北京永泰小学将机器人与创客教育相结合，将机器人课程作为必修课，机器人必修课程涵盖了 2-5 四个年级，每周一节。在科技必修课程的基础上，学校又开设了科技选修课，包括机器人、单片机、程序设计等，涵盖了 3-6 年级的学生。形成机器人课程金字塔，（图 12）即 2、3 年级的乐高机器人必修课程为学生学习物理、机械结构、传动方式打下了基础，4、5 年级的单片机

必修课程为学生学习智能控制打下了基础，3-6 年级的选修课程进一步提升,为后面实施创客教育打下了坚实的基础。(图 13. 14)



图 12 永泰小学课程结构 图 13 永泰小学机器人课堂 图 14 永泰小学学生作品扫地机器人

例如我国台湾宜兰县罗东镇国华国中²¹的机器人课程，（图 15）结合资讯、数学、自然及美学概念，包含心智图、Scratch 教学、S4A 电路板设计、电脑 3D 绘图、平面设计、机器人美学、立体造型制作、电路焊接等教学内容，学生无形中习得不同能力，且激发出创造力。



图 15 我国台湾宜兰县罗东镇国华国中机器人课程设计及课程实施

各地教育部门积极探索适合于当地情况的中小学机器人课程，例如，秦皇岛市青少年科技教育协会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知到机器人教育的重要性，提出“趣味体验式”机器人普及课程体系（图 16）。小而精的主题式课程设置，包括机器人主题日（周末一天）和机器人体验周（每天放学后一小时）两种形式，分别设有太空，航海，学习伙伴等孩子们感兴趣的主体，内容涵盖简单机械原理和初步编程概念。

²¹ <http://www.ghjh.ilc.edu.tw/ghjhnew/>



图 16 “趣味体验式”机器人普及课 图 17 图 18 青岛市中小學生创客实践基地机器人课程

再如，青岛市中小學生创客实践基地，该基地采取线上和线下模式，线上通过构建 1+X 课程体系开设创客网上课程，线下实地开展创客实践体验（图 17. 18）。目前基地设有航天航空、水下、教育、物联、人形智能、体育运动等系列机器人实践工坊，结合青岛基础教育与职业教育体系，和院校\企业\科研等单位密切合作，已经完成各类课程研发并深入学校开展机器人社团和青岛本土特色课程，组织学生参加国际\国内等机器人比赛和交流。

2. 依托特定器材或机器人赛事

依托特定器材或机器人赛事进行课程设计是中小学机器人课程重要类型，机器人教育机构研发的课程多采取此类方式。

例如，北京朝元时代科技的 NAO 机器人课程及教材均依托 NAO 机器人开展相关课程设计，包含 Choregraphe、Python，NAO 机器人编程与控制能。

北京交通大学机构创新与机器人学实验室，依托几何机器人设计了中小学几何机器人系列课程包括，几何机器人基础课程、几何机器人中级课程和几何机器人高级课程。（表 3）

表 3 几何机器人基础课程节选

课程名称	课程内容
几何机器人高级课程	1. 机器人的理论基础知识进一步学习，数学、几何、电子、计算机等课程关联知识的学习和理解；

	2. 较复杂几何机器人的拆装，深化相关知识的理解，提升学生的创新意识和实践动手能力； 3. 进一步学习绘图软件和 Arduino 程序设计，进一步体验机器人的设计的全过程；进一步培养学生的学习和创新能力；
--	---


享渔基于 Arduino 开源硬件设计机器人课程，（表 4）在掌握 Arduino 开源硬件的基础上，引入机器人、自动控制、和算法设计，进一步提高学生们分析、解决复杂问题的能力，对人工智能有一个初步的了解。


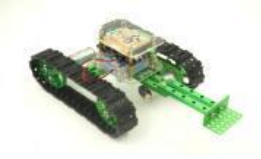
表 4 享渔智能硬件创新课程内容节选

课程名称	课程目标	建议课时
迎宾机器人	1. 了解和实践机器人的三大功能：动、感知、发声 2. 通过项目 1 学习舵机的使用，让机器人动起来 3. 学习使用类库这一强大工具 4. 通过项目 2 学习语音模块的使用，让机器人说话 5. 通过项目 3 学习超声波模块的使用，让机器人感知物体距离	5
自律型自动跟随小车	1. 引入机器人：了解机器人、自律型移动机器人、自动控制系统等概念 2. 使用超声波传感器设计自动跟随小车 3. 通过常见问题及其解决方法，引导学生思考如何改良算法	2

爱创家基于 ITRON 智控板和自主研发的机器人套件，形成爱创家三级课程，（表 5）一级课程主要是编程的入门与初始传感器、电机、舵机等器件，二三级是学习编程控制，掌握多种传感器的综合使用及机械结构的复杂搭建，深入学习机械及电子电路知识。

表 5 爱创家课程体系节选

阶段	教学目标	知识点	示例图
机械结构与电路基础	1、了解中控板的作用，中控板类似人类的大脑 2、学习中控板的使用方法，体验用 1、2 号电机控制车辆 3、激发学习动机，培养探究能力	1、什么是 CPU 2、生活中的 CPU	

机器人	1、认识机器人，了解机器人现状 2、让学生主动发挥创造力，积极动手实践，激发兴趣，发挥联想以机器人结合生活应用，参与讨论表达 3、开拓视野，激发对科技的兴趣，热爱生活	1、认识什么是机器人以及机器人的种类 2、机器人对人类的作用 3、设计和实现一个运输机器人并用编程控制它的运行	
	1、了解相扑运动 2、利用套件搭建相扑机器人的基本结构，让学生自由发挥 3、体验动手创作的乐趣，并能用 STEM 的思维看待各种 STEM 作品	1、相扑机器人的制作方法 2、用程序控制机器人进行相扑比赛	

达内童程童美基于 WeDo、EV3、ARM 研发机器人课程体系，(表 6)覆盖中小学各个学段，并形成机器人正课、特色课及校企合作课程。

表 6 达内童程童美机器人课程节选

课程名称	年龄段	教具	内容
WeDo 编程	一年级	WeDo2.0 机器人	搭建简单的机械结构，例如：齿轮传动、皮带传动、连杆结构，同时学习使用程序控制电机、传感器，掌握常用的编程模块，以生动有趣的情景故事带领孩子探究科学的奥秘。
EV3 进阶	三年级	EV3 核心套装	搭建更加复杂的机械结构，并能在基础结构上进行自我创意搭建，学习复杂的 EV3 编程，包括触碰、颜色、超声波、陀螺仪等传感器的应用，以及对程序流程控制、变量等高级模块应用。
EV3 高阶	五、六年级	EV3 核心套装 + 备件库	搭建复杂的机械结构，学习使用 ROBOTC 语言进行编程，涉及到变量、运算符、数据类型、顺序结构、循环结构、选择结构、自定义方法、字符串操作、蓝牙传输。同时学习 3D 打印建模，将 3D 模型与乐高机器人结合起来，玩转机器人。
ARM 人工智能	初中生	ARM 核智能硬件开发套件	基于 ARM Cortex-M4 核智能硬件开发套件平台，结合乐高、3D 打印技术完成多个项目开发，使用 C 语言编程。
嵌入式开发	高中生	ARM 核智能硬件开发套件	与英国 ARM 公司合作开发的嵌入式课程，学习 Linux 操作系统、Linux 系统编程、QT、C、C++，贯穿项目采用智能家居整体方案。

玛酷机器人根据乐高教育器材研发出一整套从学前到学龄的完整体系，包括工程探索、机械奥秘、智能医院、智能仿生等十大主题。（图 19）

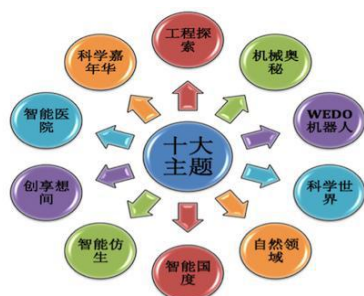


图 19 玛酷机器人十大主题课程



图 20 冻喜机器人课程“尺蠖”

冻喜机器人课程体系则围绕仿生类机器人和工程机械类机器人设计课程体系，（图 20）其课程体系旨在让学生们掌握制作模型的基本顺序和原理，了解并灵活应用各种机械零件，完成具有基本功能的创意模型；搭建过程中将学习发动机工作原理、各种动力传递装置及相关物理知识，培养孩子超常的工程思维与创新思维。

飞航创客以无人机为主要载体设计课程体系，其课程模块分别有组装与飞行、电子电路、机械结构、图形编程。（图 21.22）



图 21 飞航创客无人机




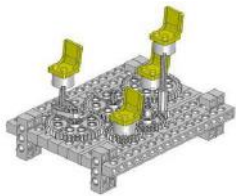

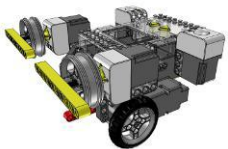
图 22 飞航创客无人机课堂



图 23 XDL 机器人课堂

XDL 机器人课程所用的高级教具采用高度封装的全自动机械电路，XDL 机器人课程从机械、电子、编程三个方面培养学员的动手、科技创新及逻辑编程等能力。（图 23）其中，机械部

表 7 寓乐湾机器人基础课程、编程课程、游戏课程、竞赛课程节选

活动项目	任务	任务作品图示	学习目标
机器人基础课程	机械小马		1、了解马的运动原理 2、研究动物行走的特点和方式 3、掌握足式的基本机械方法
机器人编程课程	晕眩转椅		1、知道什么是偏心轮； 2、学会通过独立思考解决问题。
机器人游戏课程	有趣的陀螺		使用身边的机器人器材打造属于自己的最强陀螺，看看谁的陀螺旋转时间最长！
机器人竞赛课程	避开障碍		通过自己设计的机器人来完成避开障碍的任务。

3. 借鉴大学机器人教育经验

大学机器人教育是中小学机器人课程设计的重要参照，中小学校在机器人课程设计过程中，积极对接开设机器人课程的高等院校，共同研发适用于中小学校的机器人课程。机器人教育机构更将大学机器人研究成果直接进行教育转化。

例如，中国工信出版传媒集团有限责任公司联合北京大学工学院研发的“RoboCom 青少年机器人创客教育课程体系”将北京大学机器人教学成果进行中小学机器人教育转化。该课程体系（图 26）包含知识、能力、通识、工具四个层面，知识层面：

包括机械、电子、编程、数学等知识并且融入数学、物理等学科知识，不再是为了机器人而机器人；能力层面：艺术设计、观察能力、图表能力、绘画能力、表达能力等；通识层面：每学期一个主题，通过主题拓展了解各种生活常识；工具层面：融入 3D 打印、激光切割和开源硬件等设备的应用。



图 26 RoboCom 青少年机器人创客教育课程体系

再如，易方科技模块化组装机器人课程（表 8）既借鉴了哈佛大学、麻省理工大学、清华大学、北京航空航天大学等国内外顶级工科大学的多年智能控制教育成果，通过设计简易智能机器人，系统地培养中小學生机器人专业知识、逻辑思维和探究能力。

表 8 易方科技模块化组装机器人课程节选

学习阶段	课程标题	知识内容	课时
认识机器人	机器人简介	机器人定义、发展史、组成、分类；智能移动机器人介绍	2
基本技能学习	LED 控制实验	主要讲解数字输入/输出，模拟输入/输出，面包板的使用方法，按键、电位计的工作原理以及单片机图形化编程的流程步骤	3
	电机驱动实验	主要讲解电机工作原理及运动控制、e-bot 五种运动状态的控制编程方法	3

	超声波避障实验	主要讲解超声传感器的工作原理、控制程序以及避障机器人的原理及开发方法	3
	红外探路实验	主要讲解红外传感器的工作原理、控制程序以及红外探路机器人的原理及开发方法	3
	光源跟踪实验	主要讲解光敏传感器的工作原理、控制程序以及逐光机器人的原理及开发方法	3
	声音控制实验	主要讲解声音传感器的工作原理、控制程序以及简易声控机器人的原理及开发方法	3
项目训练	巡线机器人制作	巡线机器人机械结构搭建、电路连接、编程控制	4
	搬运机器人制作	搬运机器人机械结构搭建、电路连接、编程控制	4
	足球机器人制作	足球机器人机械结构搭建、电路连接、编程控制	4
合 计			32

（四）机器人教育装备资源丰富

1. 机器人教室类型多元

中小学机器人教室主要有两种形态，其一，利用通用技术、劳动技术、信息技术、小学科学教室开展机器人教学。例如，景山学校的机器人空间采用一室多用的形式，该空间既是机器人教室也是科技教室（图27）。其二，根据机器人教学的特点，建设的专用教室（图28），并满足中小学机器人赛事所需的教学环境。



图 27 景山学校机器人教室



图 28 添喜机器人专业实验室规划图（后方视图和前方视图）

例如，易方智能机器人创客实验室（图29.30），将实验室划分为七个区域，分别为授课区（A）、学生操作区(B)、工具区(C)、大型加工制作设备区(D)、激光切割区(E)、场景区(F/G)、展示区(H)。其中学生操作区(B)：该区域放有多个实验操作台，

操作台上配备有电脑。学生以组为单位围坐在实验操作台四周进行机器人制作，当教师进行授课时，大家只需坐在原位，面向老师即可。工具区(C)：该区域主要摆放小型操作工具和教具。大型加工制作设备区(D)：该区有设备操作平台，平台上摆放各种大型加工制作设备。激光切割区(E)：激光切割需要会产生烟雾，所以激光切割需要独立的区域，该区域应该为封闭的隔间形式。场景区(F/G)：F区为较大的智能交通场景，G区包含四个小场景，分别为智能家居场景、迷宫场景、足球场景和探月场景。

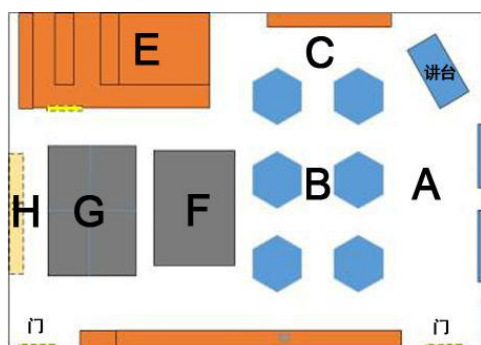


图 29 易方智能机器人创客实验室布局图



图 30 易方智能机器人创客实验室效果图

乐智机器人实验室，（图 31.32）在整体设计上包含作品展示区、设备操作区、授课讨论区、竞赛活动区、器材收纳区、深海技术区、学习阅读区。

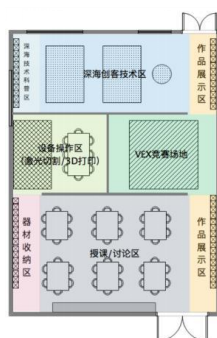


图 31 乐智机器人实验室整体布局图



图 32 乐智机器人实验室效果图

乐智竞赛活动区的设计，（图 33.34）主要设置有比赛的场地，学生可以在此进行参赛产品的调试，比赛的练习。以及水下机器人实验区及深水技术探究区，为水下特种机器人学习，提供教学空间支持。



图 33 乐智创客（机器人）实验室竞赛活动区



图 34 乐智深水技术探究区

慧鱼创客（机器人）实验室，（图 35）针对海量零件管理这一用户使用痛点，设计了国内首创的零件管理信息系统。（图 36）该系统是一个数据库平台，可以单机部署也可以局域网部署。系统将每一次活动的内容录入数据库，并将其与活动所需零件建立关联，老师、学生可以通过扫描二维码的方式在移动端获得本次活动所需零件的清单，并获知零件的存放位置，从而“照方抓药”拿到活动用器材，开展机器人课程教学活动。课后再将零件按照原有的存储规划做归还，用信息技术手段，从机制上解决了散件管理的痛点。

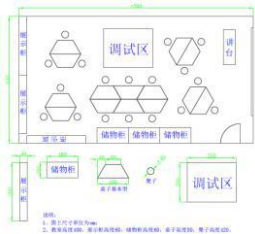


图 35 慧鱼创客（机器人）实验室布局图



图 36 慧鱼零件管理信息系统

TAMI 机器人创客实验室，（图 37）则在学校传统电教室的基础上，配置国内首创的小 V1-E 和小 V3-E 机器人教学和考勤系

统，（图 38）将机器人科技真正融入到日常学习生活中，提升学生积极性。



图 37TAMI 机器人创客实验室



图 38TAMI 机器人教学和考勤系统



2. 机器人教具种类多样

中小学机器人教具主要有如下四种，用于简易机器人制作器材、单片机或开源硬件、机器人套件、及虚拟教学平台。

（1）简易机器人制作器材

简易机器人（图 39）教学器材通常由主体材料、动力、工具和防护四部分组成。（图 40）主体材料具体为，pvc 板、pvc 管（图 41）、abs 管、pvc 环、铁丝、胶圈等；动力包括，TT 电机、8520 空心杯电机 7 号电池、3.7V 锂电池、充电器、电源线等；工具包括，剪刀、刻刀、钩刀、镊子、黑色记号笔、直角三角尺、直尺、电烙铁、热熔胶枪、台钳、大锉刀、手锯、斜口钳、垫板等；防护包括，护目镜、安全手套、3M 口罩等。



图 39 简易机器人



图 40 易方科技的简易机器人器材分类



图 41 pvc 管

（2）单片机或开源硬件

常用的有 MCS-51（图 42）、AT89C—2051、DP-811 等单片机实验器。例如“DP-811 单片机实验器”（图 43），是由北京市单片机协会专为青少年学习单片机而开发，它将编程与执行功能集成在一起，不需要单独配备计算机，因而不需昂贵的开发装置就能编程、运行和调试。并且它的成本低，性能稳定可靠，硬件开元性强，能够在电子市场上买到的各类数字传感器、输出模块都可以直接使用，极大丰富了插接配件，扫除了器材制造难题，又创造了深入了解器件连接的环境。

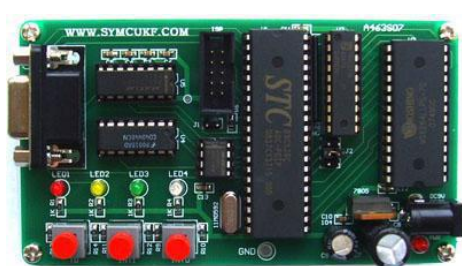


图 42 MCS-51 单片机实验器



图 43DP-811 单片机实验器



图 44 永泰小学单片机教学器材

开源硬件包括 Arduino、mCookie（图 45）等。以 Arduino 为代表的机器人教学器材，通常有 Arduino Uno Rev.3(图 46)，
“i 创学院” Arduino 扩展板，（图 47）USB 线，LED 灯模块，
按键模块，电位器模块，温度传感器模块，蜂鸣器模块，LED 交通灯模块，语音模块（内置常用语音），马达控制模块，光敏电阻模块，循迹传感模块，避障传感模块，超声波传感模块，红外遥控器和接收模块，舵机，小马达，车轮和减速马达等。



图 45 mCookie



图 46 Arduino-uno-rev3

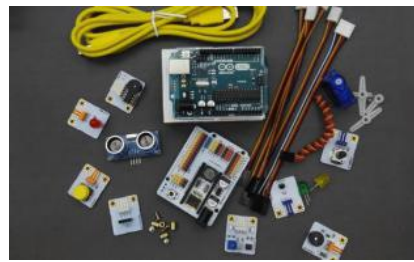


图 47 Arduino 智能硬件

机器人教育企业往往基于 Arduino 等开源硬件进行二次研发,例如中启创客的 XTW-B 套装(图 48),基于开源软件 Scratch、BlocklyDuino、Arduino, 开源微控制器和各类开源传感器, 传感器均为 GROOVE 接口。基础套装包括云教授物联网终端, 内置相关编程软件, 基本传感器及相关线材。



图 48 中启创客的 XTW-B 套装



图 49 美科科技的智能乐高机器人

(3) 机器人教学套件

机器人教学套件通常有两类。一类是, 国外机器人教学套件, 如乐高、Fischertechnik 慧鱼(图 50)、VEX、NAO 机器人(图 51)、希望艾拉套件(Erra™ Kit)、起源套件(Origin™ Kit)等(图 52)。



图 50Fischertechnik 慧鱼



图 51NAO 机器人

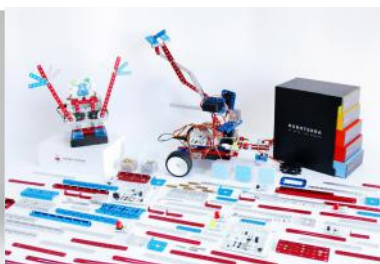


图 52 萝卜太辣机器人智能硬件套件

另一类是，国产机器人教学套件，如 Kenblock 套件（图 53）、e-bot 套装（图 54）、KADAPAPA 奥妙套件（图 55）、瓦力工厂机器人套件（图 56）、IDEA-X 机械零件、ICBrick 套装、能力风暴、格物斯坦、Makeblock、寓乐湾机器人基础套装及竞赛套装等。



图 53Kenblock 套件



图 54e-bot 搬运机器人

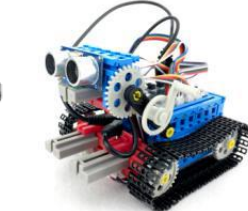


图 55KADAPAPA 奥妙套件



图 56 瓦力工厂机器人套装

此外，高等院校也开发适合中小学机器人教学的器材。例如，北京大学工学院谢广明团队，研发了仿生尾鳍与螺旋桨混合推进水下机器人等系列水下机器人（图 57. 58）。并和北京大学国家软件工程中心共同发起，以水中机器人和多机器人协作成果为基础，贯通中小学、大学、产业的一贯式的竞赛平台“国际水中机器人大赛”（图 59），大赛包含全局视觉组、自主视觉组、2D 仿真组、工程项目组、创新创意组。



图 57 仿生尾鳍与螺旋桨混合推进水下机器人

图 58 仿生机器鱼

图 59 国际水中机器人大赛

北京交通大学机构创新与机器人学实验室以姚燕安教授为带头人的科研团队提出与传统机器人设计思想迥异的新概念“几何机器人”（图 60. 61. 62）：具有多边形、多面体、回转体等几何形状的机构基础上，通过安装动力装置实现了机器人的折叠、缩放变形以及运动等功能。它将学生在数学课上所学到的抽象的几何形体实体化，并赋予了机器人所具有的运动等功能特征。



图 60 步行三角形机器人

图 61 双三角锥机器人

图 62 几何机器人课堂

（4）虚拟教学平台

虚拟教学平台是中小学机器人教学起到了辅助作用，通常有面向对象的学习平台和机器人辅助教学平台。面向对象的学习平台如 Kenrobot 在线学习平台（图 63）以及冻喜 LUBOT 编程软件（图 64）等。此类平台才用一种面向对象的图形化方式，非常适合进行初学者学习。Kenrobot 在线学习平台，提供智能硬件及编程学习的云服务，通过简单拖拽流程图编程就可以完成一个完整的智能硬件开发案例。



图 63 Kenrobot 在线学习平台

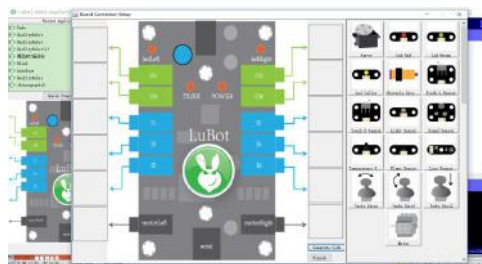


图 64 乐喜 LUBOT 编程软件

机器人辅助教学平台，例如乐喜机器人 3D 数字化教学平台、CastleRock™云学习平台等。

乐喜机器人 3D 数字化教学平台包含（图 65.66）：3D 动态模拟建模、电子教材、教案、微课等多个核心功能。将移动编程、3D 数字建模模拟、难点视频讲解、数字教材全部整合。在老师的讲解过程中，配合 3D 模拟建模，让学生清楚、深入的观察、学习每一个机械装置的制作流程与方法，提高学生的学习效率；视频难点讲解则是老师授课的最佳辅助工具，就如同为每一位学生配备了一名专业的助教，大大降低了老师的教学难度和备课强度。

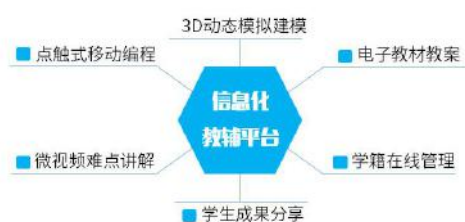


图 65 乐喜数媒教辅平台核心功能



图 66 乐喜 3D 动态模拟建模

CastleRock™云学习平台（图 67.68），与 ROBOTERRA 机器人教育课程相衔接，软件环境包含了代码编程及图形化编程两种选择方式，中英双语切换，包含项目学习模式、关卡挑战任务、3D 搭建辅助、虚拟机器人与事件监视器、学习报告反馈等模块。

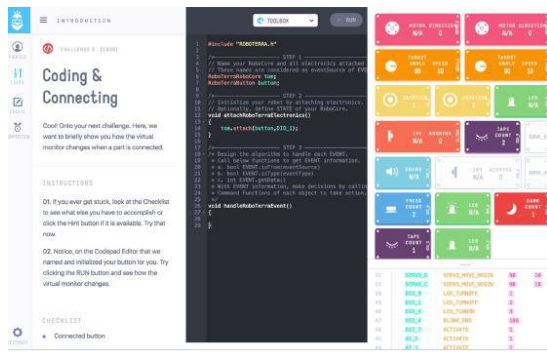


图 67CaslteRock™ 云学习平台操作界面



图 68 CaslteRock™ 云学习平台图形化编程界面

四、中小学机器人教育建议

（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，搭建从小学直至高中，乃至大学的连贯性的机器人课程构架。

（二）加强中小学机器人教师队伍建设

中小学机器人教育对于教师有较高的要求，尤其落后地区机器人教师能力亟待提升。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，共同推动机器人教师队伍建设。

（三）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。

（四）整合多方资源构建机器人教育生态

中小学机器人教育教学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。充分发挥中国电子学会等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生态系统。

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. 乔凤天. 2017 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, 2017. 08