

中国机器人竞赛20年：技术、教育与未来工程师

北京科技大学 王旭

2020年3月，深圳市大疆创新科技有限公司（简称“大疆”）发布了RoboMaster EP机器人教育套装。尽管因疫情影响，发布会安排在线上进行，但正如发布会主题“拓展教育新边界”所言，此举是继2019年6月推出首款教育机器人RoboMaster S1热销之后，再一次给科技教育界带来一波冲击。

青年工程师：科技公司的教育情怀

早在2013年，大疆就已开始进入科技教育领域，那一年大疆举办了首届RoboMaster大学生机器人夏令营，活动的内容是进行一场机器人对抗射击

比赛，也就是后来的RoboMaster机甲大师赛。

举办机器人竞赛，是源于大疆创始人汪滔的机器人情结。2006年大疆创立之前，还在香港科技大学读书的汪滔在2004和2005年连续两年参加了亚太大学生机器人大赛ROBOCON，获得了中国香港地区冠军、亚太地区季军。充满挑战与激情的比赛经历对汪滔影响深远，他体会到一个优秀的技术团队需要“激极尽志、求真品诚”的做事态度，以及“坚持梦想、实干纯粹”的务实风格。举办一个更具观赏性和更大影响力的机器人比赛，不仅可以培养出大量的优秀工程师，还



图 | RoboMaster机器人竞赛现场

（图片来源于大疆）

可以在社会上塑造崇尚技术的青年工程师文化。

2014年,大疆成立了RoboMaster部门,作为大疆内部的一级部门,RoboMaster没有盈利目标,专注于赛事及相关教育事务的设计、运营及组织工作。2015年,RoboMaster机甲大师赛首次亮相,赛事得到了共青团中央的支持,进入了全国大学生机器人大赛(CURC)赛事系列。2016年,大疆又顺势举办了首届RoboMaster高中生机器人假期营。截至2019年,RoboMaster系列赛事已举办了5届,累计投入3.5亿元,吸引了全球逾3万名青年工程师、500所高校的积极参与。

而RoboMaster S1和EP的机器人原型,正是来自RoboMaster全国大学生机器人大赛的比赛机器人。此次大疆发布EP教育机器人的同时,还推出了相关课程、教材以及面向中小学生举办的RoboMaster青少年机器人挑战赛,实现了以机器人竞赛为核心,配套教育产品、课程、品牌活动的商业闭环,在大中小学各年龄段建立了机器人教育的长链条。

技术革命:行业兴起催生人才需求

1920年,捷克作家恰佩克在科幻剧《罗萨姆的万能机器人》中最早使用了robot一词,至今整整一百年。回顾人类技术发展,三次技术革命显著提高了人类对物质、能量和信息的制造、存储、传输和使用的能力,并由此极大地改变了人类的生产生活、组织形式和行为认知。

20世纪60年代,美国研制出第一台工业机器人,但因担心发展机器人技术会造成更多人失业,没有把工业机器人列入重点发展项目。反观德国和日本,为解决二战后劳动力不足问题,结合国内已有较好的国民技术基础,利用汽车行业崛起机会,大力推动工业机器人的应用,形成了工业机器人、汽车制造业比翼双飞的局面。时至今日,工业机器人厂商德国KUKA、瑞士ABB、日本的发那科和安川电机四大家族的全球营收占比仍然保持在40%以上。

2001年,中国加入WTO,以“世界工厂”角色嵌入全球化分工产业链。凭借低廉的人力成本

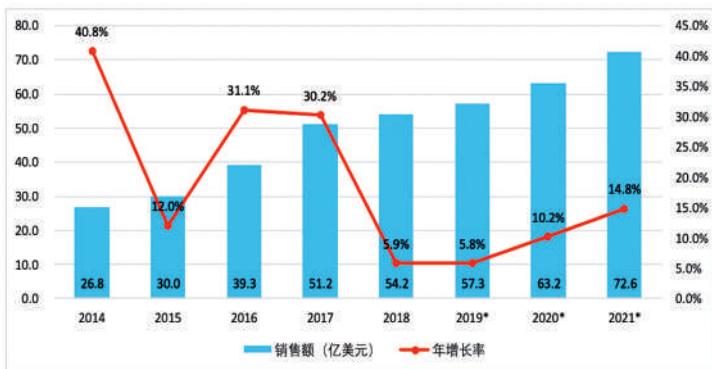


图2 2014—2021*年我国工业机器人销售额及增长率
(资料来源于国际机器人联合会)

优势,劳动密集型的制造业飞速发展,培养出大批技术工人。在西方国家聚焦高科技、金融、高端服务业的去工业化背景下,中国顺势承接了更多的制造业项目,对外引进西方的技术、资金和管理模式,对内建立和形成大规模的基础设施、完备的产业链、强大的物流能力,逐渐成长为世界第二大经济体。

随着技术的进步,机器人的性能和可靠性不断提高,使用和维护费用不断下降,与人工方式相比已经具备了成本优势。同时,中国15~64岁劳动力人口在2013年达到顶峰后逐年下降,劳动力短缺、人工成本提高,推动了中国制造业向“机器换人”转变。另外,汽车、电子、金属加工等机器人应用密集的制造业规模飞速扩张,最终让工业机器人在中国销售量超过了全球销量的三分之一。

20年来,机器人技术在驱动、传动、控制、传感、系统、算法等方面不断取得突破性的进展,更高的速度、精度、柔性等控制能力,更强大的定位、视觉、力觉等感知能力,更智慧的交互、识别、学习等计算能力,将机器人技术推广到更多的应用场景,如无人机、平衡车、潜航器、家用扫地、仓储物流、安防巡检等。机器人超越了工厂环境,向更多非制造业领域延伸。

自2012年以来,全球机器人行业风险投资年复合增长率达到55%,到2019年已达54亿美元,机器人行业成为近十年最热门的行业之一。行业的兴起催生出庞大的人才需求,技术工程师

科学应用·融合

将作为创新驱动发展的核心战略资源,支撑机器人基础技术和理论的研究、机器人核心部件和产品的研发应用。如何培养足够数量且符合产业需要的优秀工程师,成为机器人教育的重要历史使命。

核心存在:竞赛带动机器人教育发展

为持续培养创新型人才,不断保持技术优势,美国在20世纪90年代即提出了STEM综合教育,这也是今天STEAM教育的概念基础。科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、数学(Mathematics)就像是对机器人教育的量身解读。

美国发明家Dean Kamen创立的非营利性组织FIRST(For Inspiration and Recognition of Science and Technology)在1992年举办了第一届FIRST机器人竞赛,2年后,美国麻省理工学院开设了“设计和建造LEGO机器人”课程。

与产业发展同步,有“机器人王国”之称的日本,在机器人教育方面起步比美国更早,1980年,便将机器人产业定位为前沿技术产业;1988年,日本放送协会NHK和全国中专联合会举办了首届ROBOCON(Robot Contest)机器人竞赛;从1991年起开始举办大学的ROBOCON比赛;1996年,日本立命馆大学第一次建立了独立的机器人学科。

时至今日,机器人教育在“课程、竞赛、活动”三种形式下不断发展,同其他学科教育不同,“竞赛”一直是作为最核心形式的存在。分析原因,主要在于机器人技术的三个鲜明特点:一是机器人技术学科交叉性强,所涉及学科课程已自成体系,专业之间的整合缺少机制和动力,传统考核方式难以形成统一标准;二是机器人技术前沿变化快,形成课程教材的内容往往存在滞后,难以适应技术发展的速度;三是机器人技术实践性强、成本高,优秀工程师的技能养成需要大量的实践训练,传统的课堂式教学不适合,在资源上也难以支撑足够“贴近真实”的工程实践。因此,对于机器人教育的教学设计,经常引导学生采用基于项目学

习(Project-based Learning)、基于问题学习(Problem-based Learning)和基于设计学习(Design-based Learning)等方法。

目前,“项目式”的教学模式成为机器人教育界的普遍共识。“项目式”教学目标导向明确、不局限于学科,按需学、做中学,更符合人类的认知规律;基于学科交叉项目,需要组成跨专业团队,个人在团队中需要做到精本职、通全局,在具体问题的分析、解决过程中,实现分工协作;针对项目的考核评价,就是项目团队达成的结果以及个人在团队中的贡献与责任。

可以看出,机器人竞赛正是符合“项目式”教学特点的完美形式:可以紧跟前沿设置问题,具有明确的目标,限定一定的时间和资源,需要形成跨专业团队,通过大量实践操作获得可考核的清晰结果。

进入世纪之交,一批看到机器人竞赛重要价值的科技教育界有识之士开始了积极探索:1999年,中国自动化学会举办首届中国RoboCup机器人足球仿真赛;2000年,中国人工智能学会举办首届“广茂达杯”中国智能机器人大赛;2001年,中国科协举办首届全国青少年电脑机器人竞赛(中国青少年机器人竞赛前身);2002年,中国中央电视台举办首届全国大学生机器人电视大赛ROBOCON(全国大学生机器人大赛前身)。

经过20年发展,中国的机器人竞赛进入了百

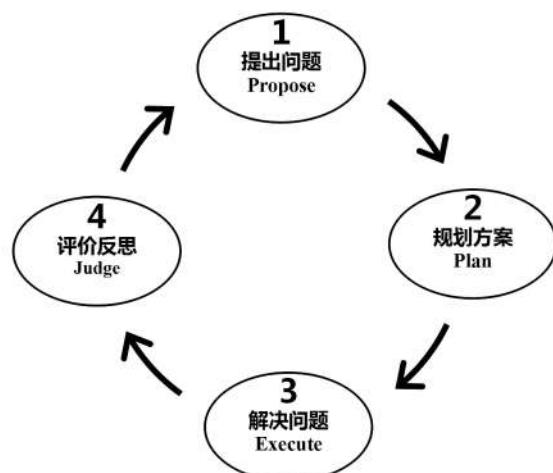


图3 “项目式”的教学模式关键环节

花齐放的时代,形成了覆盖各年龄阶段群体,涵盖空中、水中、地面,包括参与国际赛事与自主原创赛事,基于学术、技术、应用与科普导向全面发展的繁荣景象。

时至今日,机器人竞赛在两个方向上持续发展。一方面是建立赛事平台。例如,中国青少年机器人竞赛、世界机器人大赛、世界青少年机器人奥林匹克竞赛(WRO)、世界教育机器人大赛(WER)等赛事平台,类似奥运会,在一个赛事平台下包含有多个赛项。

另一方面是设计比赛项目。除了创意、创业等评审类项目,机器人竞赛项目类型很大程度上和体育竞技项目类似,体能(速度力量、耐力)、技能(表现难度、技能准确)、对抗(隔网、同场、格斗)三种类型在机器人竞赛中通常表现为竞速、任务和对抗。

比较典型的任务类赛事有 ROBOCON 系列赛事、国际空中机器人大赛(IARC)、国际水下机器人竞赛(RoboSub)等,此类赛事通常以技术为导向,以规则设置的任务完成度、完成速度为标准,任务设计通常具有挑战性,队伍之间比拼的是速度、精度、稳定性为主的综合技术水平。

同场对抗类典型赛事有 RoboCup、FIRST 系列赛事、VEX、MakeX Premier 等,这类赛事的特点在于比赛过程中需要多台机器人相互配合,根据规则选择得分策略,以取得分数优势为比赛目标,机器人之间一般不发生冲突性接触。

格斗对抗类典型赛事在国内有机器人格斗赛(武术擂台赛),国际上有日本 ROBO-ONE 机器人格斗赛,还有以综艺节目形式出现的博茨大战(Battlebots),以及中国版的《铁甲雄心》《这就是铁甲》等,机器人之间产生直接接触,以击打、破坏对方机器人为目的。

但就像机器人属于交叉学科

一样,机器人竞赛也向着类型交叉、技术与娱乐相融的方向发展,具体赛项有时会包含多种类型的元素。基于“有意思才能更有意义”的态度,近年来有国内赛事组织方以多人在线战术竞技(MOBA)游戏为基础开发的新型赛事,例如全国大学生机器人大赛的RoboMaster、ROBOTAC。

竞赛是“项目式”教学的一种特殊形式,和其他教学模式一样,优秀的竞赛需要精心的设计。分析国内外诸多优秀机器人竞赛,我们发现其中含有共同的特点:

有意思。热血的竞速、激烈的对抗、多变的策略,可以点燃学生的激情。具有“游戏性格”的竞赛还会在技术的基础上赋予其有趣的主题:“深海救援”“月球采集”等前沿科技,“鹊桥相会”“投壶射箭”等民族文化、“清洁能源”“网络安全”等时事热点,无不展现出竞赛设计者“问学生志趣变方法”的态度。

有挑战。比赛规则设计还在于对机器人的机械结构、嵌入式系统、传感器、策略算法等方面技术的引导和突破。好的任务有一定难度和挑战,备赛周期长,能够养成学生全情投入、多样创新、改进迭代的作风,塑造追求极致、永不满足、突破



图4 ROBOCON机器人竞赛赛前准备
(图片来源于全国大学生机器人大赛组委会)

科学应用·融合



图5 全国大学生机器人大赛创业企业产品

(图片来源于北京极智嘉科技)

自我的性格。

有合作。机器人竞赛团队除了有设计、加工、编程、调试等技术分工,还需要有进度、设备、财务等支持性事务,需要组成大团队。一些比赛还要求有宣传、赞助、答辩等对外任务,还有在比赛形式上安排和其他参赛队组成联队进行竞赛。将“计划、组织、决策、沟通、表达、包容”这些团队协作能力,设计在竞赛环节中。

有竞争。竞争形式使参赛者学会应对冲突。赛场博弈是综合较量,比技术、比策略、比心理、比发挥,培养参赛者遇到困难和强手时,能够迎难而上,敢于拼搏,善于竞争。

有遗憾。竞技场上冠军只有一个,大多数队伍都要面对失败。好的比赛崇尚胜利,但更看重精神。比赛中需要不断传递一个价值观:只有在劣势、挫折、遗憾中还能够积极面对、冷静反思,继续乐观前行的人才能成为强者。

有交流。比赛是形式,教育是本质。好的比赛避免功利、倡导成长,设置有培训、展示、共享、互动、技术开源等交流平台。

有态度。赛事组织者的态度和初心在于以人

才培养为导向,具体表现在:是否具有严谨的规则、公正的评判、规范的流程、不被商业裹挟,在规则设计、赛事组织、宣传展示、交流分享等环节水平不断提高。

技术孵化:工程师与创业者的摇篮

机器人竞赛作为连接教育和产业的桥梁,为智能硬件领域培养了大批卓越工程师和优秀企业家。一项针对全国大学生机器人大赛(CURC)参赛者毕业后创业情况的调研显示:参赛队员创立的机器人企业数有160余家,创业人数600余人,安置就业人数约16000人。

作为一项有19年历史的大学生机器人竞赛,人才效应已经开始显现:大疆创新(无人机)、北京极智嘉(物流机器人)、李群自动化(工业机器人)、纳恩博(平衡车)、逸动科技(电动船)、深圳朗驰(巡检机器人)、北京欣奕华(工业机器人)、深圳乐行天下(平衡车)、普渡科技(送餐机器人)、松灵机器人(承载机器人)、因时机器人(直线驱动器)、灵动科技(机器视觉)等一批机器人企业的创始人或CTO,都是出自CURC的参赛

队员,全国大学生机器人大赛也被誉为机器人行业的“黄埔军校”。

大疆创新董事长汪滔的导师——香港科技大学教授李泽湘,最先发现了机器人竞赛的拔尖人才培养价值。完成一个高难度的竞赛和创业过程类似,就是“在资源高度约束、不确定性强情境下针对机会的验证性、试错性、创新性的一系列快速行动”。李泽湘认为,学生团队在一起拼搏、解决问题、深度磨合,可以塑造精神、提高技能、建立信任,训练出设计、工程、系统方面的思维能力,再走上创业道路,具有更高的成功率。

2014年,李泽湘创立了松山湖机器人产业基地,通过吸引具有机器人竞赛背景的年轻人,进行进一步商业训练、市场拓展、整合供应链资源等创业服务,已经成功孵化了90多个智能硬件创新项目或团队,接近80%的孵化成功率,探索出一条独具特色的机器人创新创业孵化之路。

面向未来:人才支撑创新驱动发展

2000年,中国科幻作家刘慈欣的短篇小

说《流浪地球》刊登在全球发行量最大的科幻杂志——《科幻世界》。那一年,腾讯QQ注册用户突破1000万人,阿里巴巴刚刚成立1年,任正非对员工发表了一篇著名的讲话《华为的冬天》。

2020年,中国发射“天问一号”探测器,现已进入地火转移轨道,飞向火星。据最新一期《财富》关于世界500强的统计,中国内地及中国香港地区的公司数量达到124家,历史上第一次超过美国(121家)。其中,10岁的小米再次进入榜单,雷军说,希望小米成为“工程师向往的圣地”。

二十年人间换了一遍,当年看着《变形金刚》长大的孩子,现如今活跃在机器人科研、教育、产业的各个领域。世界上最大规模的工程师群体,已经成为我们国家创新驱动发展的中坚力量。

教育的本质在于激励和唤醒,因为好奇和热爱而被激发出来的潜能和表现,是令人惊叹的!今天的学生能够喊出“一次比赛,一生热爱”,明天的工程师就可以做到“拥抱梦想,创造未来”。

作者简介



王旭,北京科技大学高级工程师。主要研究方向为机器人技术及应用、企业商业模式。教育部全国万名优秀创新创业导师,曾获“中国青少年科技创新奖”“北京优秀青年工程师”称号、国家级教学成果二等奖、全国高等院校工程应用技术教师大赛二等奖;出版教材、专著3部;主持和参与多项省部级、企业科研项目。