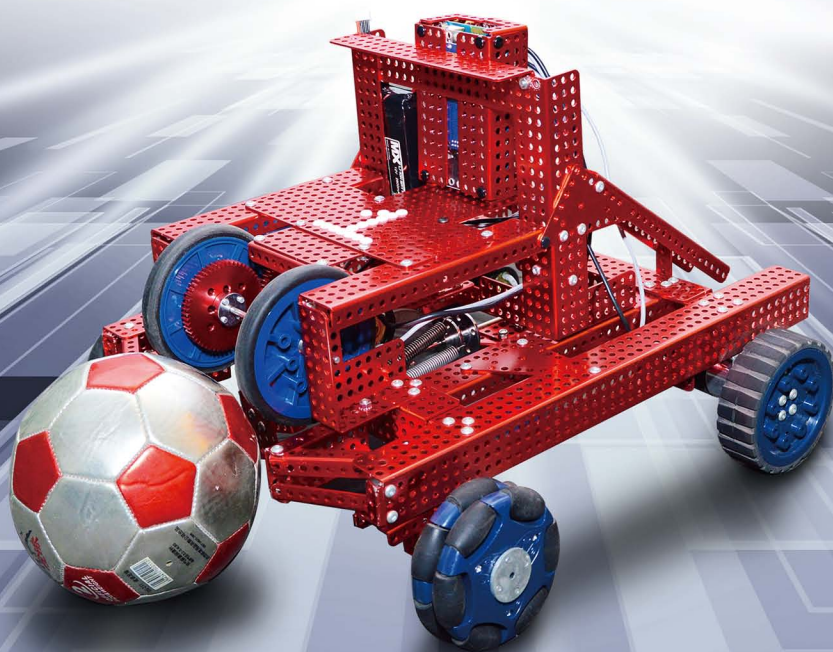


中学机器人学系列教材

Land Robot

陆地机器人

张力 韩力群 何晨光 编写



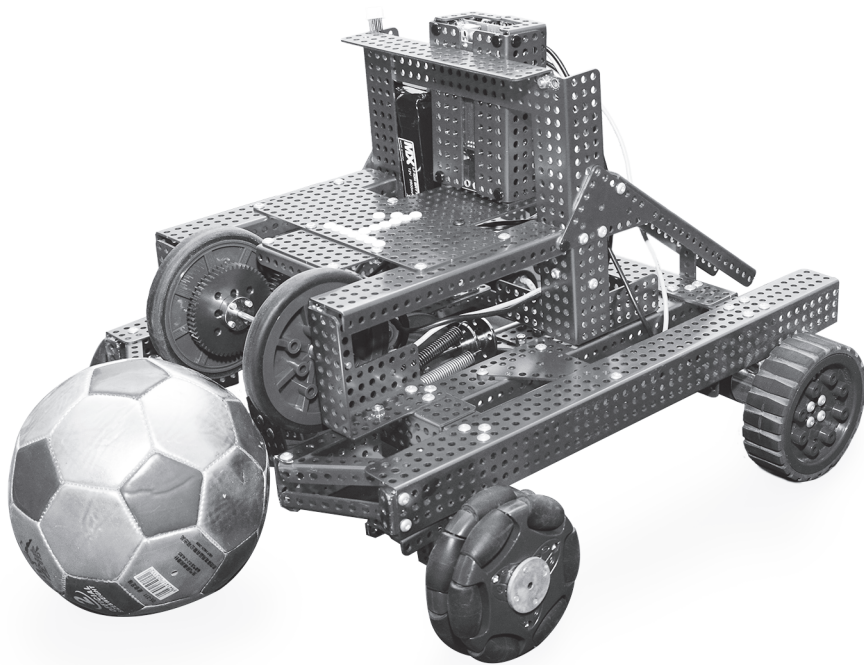
中国民主法制出版社
全国百佳图书出版单位

中学机器人学系列教材

Land Robot

陆地机器人

张力 韩力群 何晨光 编写



中国民主法制出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

陆地机器人 / 张力, 韩力群, 何晨光编写. —北京:
中国民主法制出版社, 2017. 3

中学机器人学系列教材

ISBN 978 - 7 - 5162 - 1475 - 6

I. ①陆… II. ①张…②韩…③何… III. ①机器人
技术—中学—教材 IV. ①G634. 931

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 047611 号

图书出品人: 刘海涛

责任编辑: 邵 力

书 名 / 陆地机器人

作 者 / 张 力 韩力群 何晨光 编写

出版·发行 / 中国民主法制出版社

地 址 / 北京市丰台区玉林里 7 号 (100069)

电 话 / 63055259 (总编室) 63057714 (发行部)

传 真 / 63055259

<http://www.npcpub.com>

E-mail: mzfz@npcpub.com

开 本 / 16 开 880 毫米 × 1230 毫米

印 张 / 10.5 字 数 / 156 千字

版 本 / 2017 年 3 月第 1 版 2017 年 3 月第 1 次印刷

印 刷 / 北京中科印刷有限公司

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5162 - 1475 - 6

定 价 / 45.00 元

出版声明 / 版权所有, 侵权必究。

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)



序

为全面落实党的十八届三中全会关于“强化体育课和课外锻炼”的要求，扎实推进学校体育的改革创新，教育部体育卫生与艺术教育司依托相关高校成立了足球、篮球、排球、体操、游泳、田径和中华武术等七个项目联盟，以及体育教育、体育教学和机器人教育等三个综合性教学改革联盟。联盟的组织形式是以专业院校为龙头，组织专家进行教学研究，提出教学改革方案、制定教学指南，并团结带动若干所高中、初中和小学进行教学、训练和比赛的综合试点工作，取得经验后逐步在所有学校进行推广。

新世纪以来，全球进入空前的创新密集和产业振兴时代。世界各国纷纷将发展教育、开发人力资源作为重大国家战略，人才竞争空前激烈。机器人素质教育是体育与教育的有机结合，以全面提高学生的基本素质为根本目的，主张充分开发智慧潜能与个性的全面发展，重视心理素质、创新和创造能力的培养。全国学校体育机器人联盟（以下简称联盟）依据《中华人民共和国教育法》和《全国学校体育机器人联盟章程》的有关规定，对联盟成员单位进行管理和促进机器人教育教学的规范、广泛、深入开展，整合、优化全国机器人教育资源，创建各级各类学校机器人教育教学统筹联动的运行机制，形成推动普及机器人教育和人才培养的强大合力，实现基于机器人运动的素质教育资源共享、优势互补、互惠互利、相互促进、整体提升。遵循教育规律和机器人运动项目特点，围绕青少年体育教学、课外活动、成果展示及师资培养、培训等方面进行系统研究，并积极组织实施，大力提高学校体育工作科学化水平，旨在提高全民族素质。

由全国学校体育联盟机器人工作委员会教材编审部编写的小学、中学机器人学系列教材，重视人的思想道德素质、能力培养、个性发展、身体健康和心理健康教育，融合了素质教育的基本特点。小学、中学机器人学系列教材以全面提高人的基本素质为根本目的，尊重人的主体性和主动精神，以人的性格为基础，注重开发人的智慧潜能，注重形成以人的健全个性为根本特征的教育，把握了广大学生的兴趣爱好、动手动脑能力和理论联系实践、实践创造理论的能力。

小学、中学机器人学系列教材的出版发行，实现了《全国学校体育机器人联盟章程》



中规定的组织联盟成员单位对机器人教学、实践和竞赛进行顶层设计，开发课程资源，开展各类机器人竞赛活动，进行学习成果认证和学分互认，共建基于机器人运动的素质教育课程学分银行，为全国大、中、小学生提供丰富多彩的机器人学习资源和学习服务，建立良好的学习氛围。同时，实现了积极推进机器人运动专兼职教师队伍发展和业务培训，打造专业骨干队伍；建立各省市机器人教育专家资源库，为各地机器人运动教学与培训工作提供专业服务。

2014年6月9日，习近平总书记在中国科学院第十七次院士大会、中国工程院第十二次院士大会上指出：“‘机器人革命’有望成为第三次工业革命的一个切入点和重要增长点，将影响全球制造业格局，而且我国将成为全球最大的机器人市场。国际机器人联合会预测，‘机器人革命’将创造数万亿美元的市场。由于大数据、云计算、移动互联网等新一代信息技术同机器人技术相互融合步伐加快，3D打印、人工智能迅猛发展，制造机器人的软硬件技术日趋成熟，成本不断降低，性能不断提升，军用无人机、自动驾驶汽车、家政服务机器人已经成为现实，有的人工智能机器人已具有相当程度的自主思维和学习能力。国际上有舆论认为，机器人是‘制造业皇冠顶端的明珠’，其研发、制造、应用是衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志。机器人主要制造商和国家纷纷加紧布局，抢占技术和市场制高点。看到这里，我就在想，我国将成为机器人的最大市场，但我们的技术和制造能力能不能应对这场竞争？我们不仅要把我国机器人水平提高上去，而且要尽可能多地占领市场。这样的新技术新领域还很多，我们要审时度势、全盘考虑、抓紧谋划、扎实推进。”

习近平总书记的话语重心长，发人深思。审时度势需要人才，全盘考虑需要人才，抓紧谋划需要人才，扎实推进更需要人才。教育的目的是培养人才，只有培养德智体美全面发展的人才，打造大批一流的人才，才能加快实现发展方式的转变，提升发展的质量，为国家发展和民族振兴奠定坚实的人才基础。小学、中学机器人学系列教材的出版，以及由此在中小学开展的机器人实践活动，将是最基础性的工作，值得鼓励和大力支持。

教育部体育卫生与艺术教育司司长 王登峰

2015年10月



目 录

第一单元 机器人概述	1
一、机器人到底是什么	1
(一) 机器人的定义	2
(二) 早期机器人	4
(三) 现代机器人	7
(四) 未来机器人	15
(五) 机器人的行为准则	16
(六) 机器人的种类	17
二、机器人的特点、基本构成与分类	19
(一) 轮式移动机器人	20
(二) 平衡车	27
思考与练习	29
第二单元 机器人的感知系统	30
一、机器人常用传感器	30
(一) 温度传感器	32
(二) 压力传感器	34
(三) 测距传感器	36
(四) 位置传感器	39
(五) 速度传感器	41
(六) 视觉传感器	42
(七) 光电编码器	43



二、掌握平衡的陀螺仪传感器	44
(一) 陀螺仪的基本组成	46
(二) 陀螺仪的分类	47
(三) 陀螺仪的原理与特性	49
(四) 陀螺仪传感器在机器人中的应用	50
三、掌握快慢的加速度传感器	51
(一) 加速度传感器的定义	51
(二) 加速度传感器的基本原理	52
(三) 加速度传感器在机器人中的应用	55
思考与练习	58
第三单元 机器人的控制机构	60
一、如何控制机器人	61
(一) 自动控制基本概念	62
(二) 反馈控制基本概念	64
(三) 机器人的控制	65
二、开关量控制与模拟量控制	67
(一) 开关量控制基本方法	67
(二) 模拟量控制基本方法	68
三、全地形轮式移动机器人和平衡车的控制模块	69
(一) CAN 总线简介	69
(二) 全地形轮式移动机器人的“大脑”	69
(三) 平衡车的运作原理	71
(四) 平衡车的“大脑”	72
思考与练习	73
第四单元 机器人的执行机构和驱动装置	75
一、机器人的执行机构	75
(一) 机器人的执行机构功能	75



(二) 机器人的“手”和“手臂”	76
(三) 机器人的“脚”和“腿”	77
(四) 机器人的自由度	79
二、机器人的驱动装置	80
(一) 机器人的驱动装置功能	80
(二) 机器人的能量	80
(三) 动力电池	82
(四) 电机	86
三、全地形轮式移动机器人和平衡车的驱动装置	93
(一) 全地形轮式移动机器人的驱动装置	93
(二) 平衡车的驱动装置	93
思考与练习	95
第五单元 机器人的传动机构	96
一、传动机构的基本概念	96
(一) 机器与机构	96
(二) 零件与构件	97
(三) 常见的传动方式	98
(四) 机器人常用的传动机构	101
二、全地形轮式移动机器人和平衡车的传动机构	107
(一) 全地形轮式移动机器人的传动机构	107
(二) 平衡车的传动机构	108
思考与练习	108
第六单元 机器人的程序	110
一、程 序	110
(一) 程序的定义	110
(二) 机器人的程序	111
(三) 编程语言	111



二、体验编程	113
(一) 图形化编程的基本概念	114
(二) 体验图形化编程	115
三、编程综合实践	116
(一) 传感器信息处理编程	116
(二) 全地形轮式移动机器人动作控制编程	116
(三) 平衡车编队表演编程	117
思考与练习	117
第七单元 机器人综合实践	119
一、机器人设计与制作	119
(一) 机器人设计	119
(二) 机器人制作	119
二、体验机器人	121
(一) 体验平衡车	121
(二) 理解物理概念	127
三、平衡车马球赛	134
(一) 体验平衡车马球赛	134
(二) 平衡车马球赛实践	144
四、平衡车舞蹈赛	147
(一) 体验平衡车舞蹈赛	147
(二) 平衡车舞蹈赛实践	153
五、全地形轮式移动机器人障碍赛	155
(一) 体验全地形轮式移动机器人障碍赛	155
(二) 全地形轮式移动机器人障碍赛实践	155
思考与练习	158



第一单元 机器人概述

一、机器人到底是什么

机器人所涵盖的学科有机械学、电子学、计算机科学、自动控制工程、人工智能、仿生学等。机器人是多个学科的综合性科学，也是当今世界科学技术发展最活跃的领导领域之一。

机器人发展至今已经有 3000 多年的历史，它的出现体现了人类从古至今对创新、对梦想、对改变生活的向往与不懈追求。从古至今，人类从未停止过对机器人的创造与发明。追溯古代，我们从不同时期、不同国家的机器人看到了机器人的发展，体现了古代人的智慧，标志着人类在机器人从梦想到现实这一漫长道路上取得了长足的进步与发展；还看今朝，以机器人为代表的智能制造，正成为全球新一轮生产技术革命浪潮中最澎湃的浪花，推动着各国经济发展的进程；展望未来，随着云计算、大数据、物联网等新一代信息技术的快速发展，社会智能化发展趋势日益显现，具有感知、思维和行动功能的智能机器人将成为智能社会不可或缺的人类助手。

思考

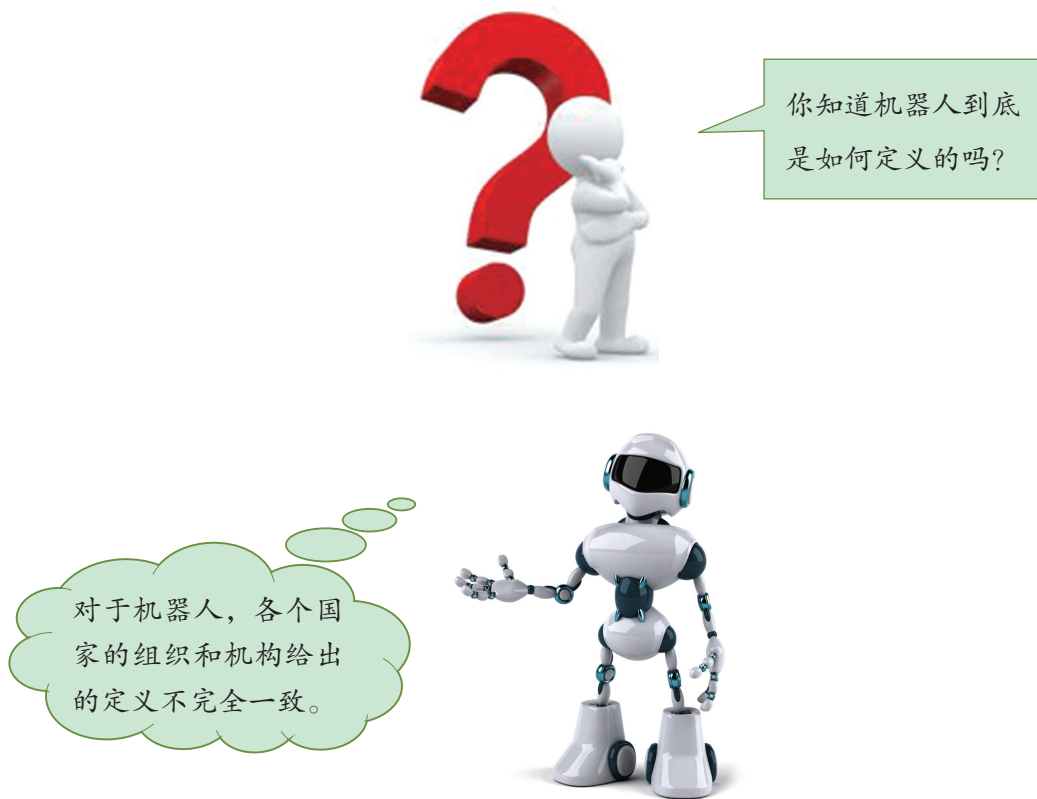
◆ 从古代的神话传说，到现代的科学幻想小说、电影、电视和戏剧，都有很多对机器人的精彩描绘。你认为现实中的机器人能像神话和文艺作品所描写的那样智勇双全和多才多艺吗？还是认为现在的机器人的本领是非常有限的？

◆ 你了解机器人的发展历程吗？你知道机器人有多少种类吗？机器人的现状和未来发展趋势会怎样？



（一）机器人的定义

机器人问世已有很长的历史，而对于机器人到底是什么仍然仁者见仁，智者见智，没有统一的意见。尤其是随着科学技术的发展进步，机器人也在不断发展更新，新的机器人不断面世。



要给机器人下个合适的和为人们普遍同意的定义是困难的。目前，世界上主要国家和国际组织关于“机器人”的定义各有不同。

《英国简明牛津字典》的定义：“机器人是貌似人的自动机，具有智力的和顺从于人的但不具人格的机器。”

美国机器人协会（RIA）的定义：“机器人是一种用于移动各种材料、零件、工具或专用装置的，通过可编程序动作来执行种种任务，并具有编程能力的多功能机械手（manipulator）。”

日本工业机器人协会（JIRA）的定义：“工业机器人是一种装备有记忆装置和末



端执行器（end effector）的，能够转动并通过自动完成各种移动来代替人类劳动的通用机器。”

美国国家标准局（NBS）的定义：“机器人是一种能够进行编程并在自动控制下执行某些操作和移动作业任务的机械装置。”

国际标准化组织（ISO）的定义：“机器人是一种自动的、位置可控的、具有编程能力的多功能机械手，这种机械手具有几个轴，能够借助于可编程序操作来处理各种材料、零件、工具和专用装置，以执行种种任务。”

联合国标准化组织采纳了美国机器人协会给“机器人”下的定义：“一种可编程和多功能的，用来搬运材料、零件、工具的操作机；或是为了执行不同的任务而具有可改变和可编程动作的专门系统。”



我们国家如何对
机器人定义呢？

我国对“机器人”的定义：“机器人是一种自动化的机器，所不同的是这种机器具备一些与人或生物相似的智能能力，如感知能力、规划能力、动作能力和协同能力，是一种具有高度灵活性的自动化机器。”

机器人定义的共同之处

机器人像人或人的上肢，并能模仿人的动作

机器人具有智力或感觉与识别能力

机器人是人造的机器或机械电子装置



思考

- ◆ 为什么说“机器人”是一个广义的词语？在每个人的心中对机器人的认知相同吗？
- ◆ 目前机器人没有一个统一的定义，今后更难为机器人下一个确切和公认的定义了，对吗？

（二）早期机器人

机器人的起源要追溯到3000多年前。“机器人”是存在于多种语言和文字的新造词，它体现了人类长期以来的一种愿望，即创造出一种像人一样的机器，以便能够代替人去进行各种工作。

1. 中国古代机器人

春秋后期，被称为木匠祖师爷的鲁班利用竹子和木材制造出一个木鸟，它能在空中飞行，“三日不下”。这件事在《墨经》中有所记载，这个木鸟称得上世界上第一个空中机器人。

东汉时期，我国大科学家张衡不仅发明了震惊世界的“候风地动仪”，还发明了测量路程用的记里鼓车。记里鼓车的车上装有木人、鼓和钟，每走1里击鼓1次，每走10里击钟1次，奇妙无比。



“候风地动仪”是世界上第一架测验地震的中国古代机器人。



中国古代用于计算道路里程的（车）机器人。

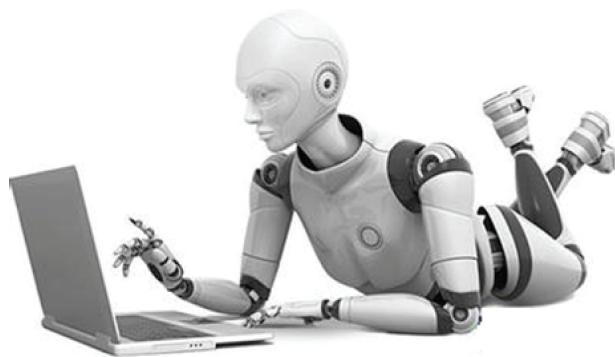


三国时期，蜀汉丞相诸葛亮既是一位军事家，又是一位发明家。他成功地创造出“木牛流马”，它可以运送军用物资，成为最早的陆地军用机器人。



“木牛流马”是中国古代运送军用物资的陆地机器人。

2. 国外早期机器人



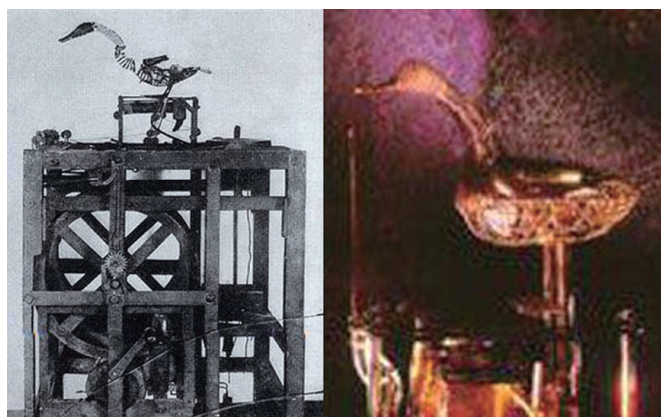
了解一下国外什么时间开始进行机器人的研制。

公元前3世纪，古希腊发明家戴达罗斯用青铜为克里特岛国王迈诺斯塑造了一个守卫宝岛的青铜卫士塔罗斯。

公元前2世纪，古希腊人发明了一个机器人，它以水、空气和蒸汽压力作为动力，能够动作，会自己开门，可以借助蒸汽唱歌。

1738年，法国的天才技师杰克·戴·瓦克逊发明了一只机器鸭，它会游泳、喝水、吃东西和排泄，还会“嘎嘎”叫。

1770年，美国科学家发明了一种报时鸟，一到整点，这种鸟的翅膀、头和喙便开始运动，同时发出叫声，它的主弹簧驱动齿轮转动，使活塞压缩空气而发出响声，同时齿轮转动时带动凸轮转动，从而驱动翅膀、头运动。



机器鸭

19 世纪中叶，自动玩偶分为两个流派，即科学幻想派和机械制作派，并各自在文学艺术和近代技术中找到自己的位置。1831 年，歌德发表了《浮士德》，塑造了人造人“荷蒙克鲁斯”；1870 年，霍夫曼出版了以自动玩偶为主角的《葛蓓莉娅》；1883 年，科洛迪的《木偶奇遇记》问世；1886 年，利尔·亚当的《未来的夏娃》问世。



自动书写玩偶机器人

1893 年，加拿大人摩尔设计的能行走的机器人“安德罗丁”，是以蒸汽为动力的。摩尔制造的“蒸汽人”靠蒸汽驱动双腿沿圆周走动。

思考

早期的机器人还有哪些？你认为文学作品中的“机器人”对现实机器人技术的发展有哪些影响？



（三）现代机器人

20 世纪 60 年代，世界上第一台工业机器人在美国诞生，从此开创了工业化的新纪元。机器人技术的发展标志着一个国家的高科技水平和工业化自动程度。因此，欧美国家和日本等纷纷耗资实施与机器人相关的战略计划，成立了众多机器人研究机构。半个世纪以来，现代机器人的发展主要经历了三个阶段。

1. 主要发展阶段

（1）第一代示教再现型机器人

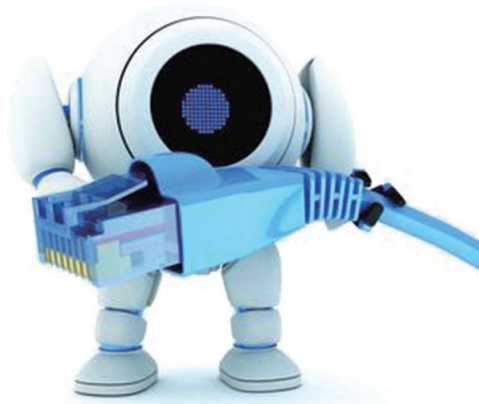
第一代示教再现型机器人，根据人编写的指令执行操作，能够代替人类完成一些危险、复杂、繁重的工作。这一代机器人从 20 世纪 60 年代后半期开始投入使用，目前在工业界得到了广泛应用。



第一代示教再现型机器人

（2）第二代感知型机器人

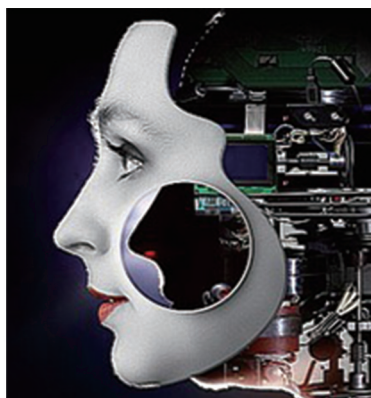
第二代感知型机器人，即自适应机器人，是在第一代示教再现型机器人的基础上发展起来的，具有不同程度的感知能力。这一代机器人类似人，就像一只木偶，拥有力觉、触觉、听觉等感知能力。



第二代感知型机器人

(3) 第三代智能型机器人

第三代智能型机器人，不仅具有感知能力，而且具有独立判断和行动的能力，还具有记忆、推理、规划和学习等智能机制，因此能够完成更加复杂的动作。它拥有“手臂”和行走装置，“手”完成作业，“脚”完成移动，并能用自然语言与人对话。在第一代示教再现型机器人与第二代感知型机器人的基础上，第三代智能型机器人不仅拥有强大的身体，更拥有智慧的“大脑”。



第三代智能型机器人

2. 发展中的主要事件

1920 年

捷克斯洛伐克作家卡雷尔·恰佩克在他的科幻小说《罗萨姆的万能机器人》中，根据 Robot (捷克文，原意为“劳役、苦工”) 和 Robotnik (波兰文，原意为“工人”)，创造出“机器人”这个词。