

人工智能与机器人丛书

郝加波 主编

智能 机器人



科学出版社

人工智能与机器人丛书

智能机器人

主 编 郝加波

副主编 朱兴华 刘贵权

陈光平 何国田

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了机器人技术的基础知识和综合实践应用。书中内容包括机器人的定义、历史、发展现状及机器人的控制器(大脑)、传感器(感官)、机身(骨骼)、电源(心脏)等方面的相关基础知识,以及智能机器人综述、仿人机器人、网络机器人、3D 打印机器人等实践应用。学生通过对机器人的综合设计及算法编程,学习机器人原理及相关知识,掌握机器人的软硬件原理、设计方法、基本算法和基本技能,结合实际理解机器人科学技术与应用的重要性,形成健康应用机器人的习惯,应用机器人解决实际问题。

本书可作为中小學生及机器人爱好者的教材,也可作为中小学课外活动和青少年科普活动的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

智能机器人/郝加波主编. —北京:科学出版社, 2019.6

(人工智能与机器人丛书)

ISBN 978-7-03-060423-1

I. ①智… II. ①郝… III. ①智能机器人—基本知识 IV. ①TP242.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 012818 号

责任编辑:邓 静 张丽花 王晓丽 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:张 伟 / 封面设计:迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

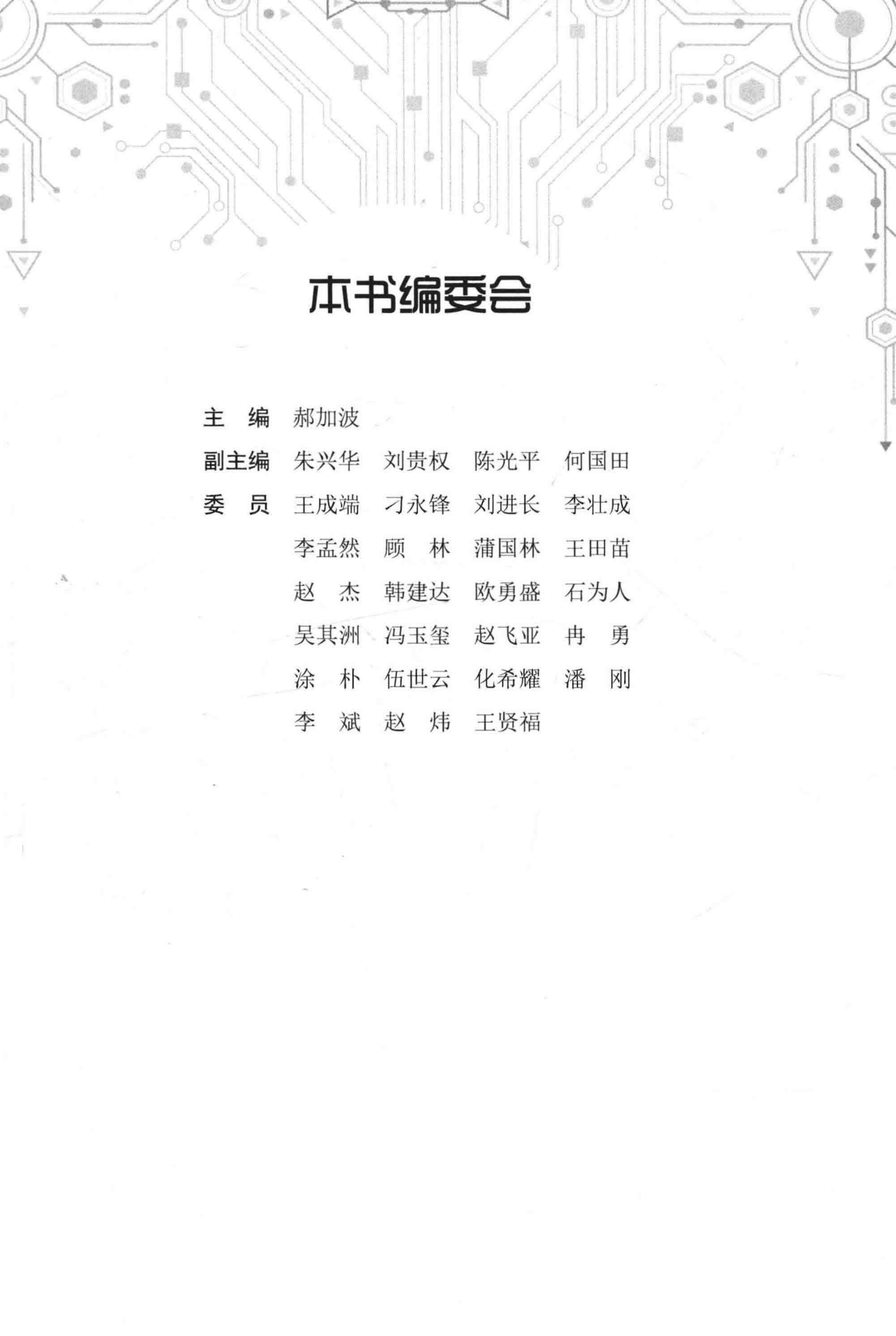
2019 年 6 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2019 年 6 月第一次印刷 印张:15 1/2

字数:280 000

定价:69.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

A decorative background pattern resembling a circuit board or microchip, with various lines, dots, and geometric shapes in a light gray color.

本书编委会

主 编 郝加波

副主编 朱兴华 刘贵权 陈光平 何国田

委 员 王成端 刁永锋 刘进长 李壮成

李孟然 顾 林 蒲国林 王田苗

赵 杰 韩建达 欧勇盛 石为人

吴其洲 冯玉玺 赵飞亚 冉 勇

涂 朴 伍世云 化希耀 潘 刚

李 斌 赵 炜 王贤福

丛书序

制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基。随着《中国制造 2025》制造强国战略的提出，机器人技术作为其中非常重要的一个版块，使得机器人人才的培养受到了广泛关注。近年来，国内高等院校相继开设机器人专业，多所著名高等院校也在自主招生简章中加入了机器人比赛获奖经历的条件。

目前，教育机器人品牌繁多，大部分采用模块化的积木进行搭建，少部分采用金属机器人形式。企业基本都通过校外兴趣培训的方式进行产品推广，同时，通过赞助机器人比赛增加自身品牌的影响力。我国中小学机器人教育主要存在的问题包括：教材缺乏统一的技术层次结构；教具昂贵，缺少规范；学校师资力量不足。

在这样的背景下，重庆机器人学会、达州智能制造产业技术研究院等单位，深入学校和机器人教育相关企业展开调研和技术研讨，精心编写了“人工智能与机器人丛书”。该丛书目前包括《机器人探索》、《仿生机器人》和《智能机器人》，后续出版计划将陆续开展。该丛书面向在校中小學生，根据其年龄特点、认知规律和教育规律，选择青少年易于接受的内容，组织通俗易懂的语言，向读者传播机器人知识，旨在推动机器人科普教育，让机器人教育走进中小學校、进入基础教育的课堂。

该丛书注重科学系统性、内容正确性。机器人学综合性较强，涉及数学、机械制造、自动控制、传感器技术、人工智能、信息技术、计算机科学、电子工程等多门学科和技术。中小学机器人教育的重点是科普而不是研究，但必须坚持科学性，为中小學生提供的知识必须是正确的。为此，我们需要用科学的、通俗的、大众化的语言描述机器人学成熟的技术，并传授给学生，以培养学生的实践能力和创新能力。当然，需要了解机器人技术的非专业人员也可以从中获益。

该丛书内容循序渐进，实用性强。对小学、初中、高中各阶段应该讲授哪些机器人技术知识、如何讲授都做了科学合理的规划，以契合当前中小学教育模式和授课方式的变革。《机器人探索》先介绍机器人的发展历史、机器人的分类和构成等知识，再通过与人类的比较，介绍机器人的大脑、感官、手、脚、语言、



能量以及机器人未来的发展方向,该书适于小学高年级阶段的学生阅读学习。《仿生机器人》主要针对初中阶段学生的认知特点,重点介绍仿生机器人,围绕仿生大脑、仿生感官、仿生运动、仿生机器人的能量等知识编写,同时还介绍了水下、地面和空中的仿生机器人,根据初中生所具备的动手能力,编写了仿生机器人的制作内容,提升读者对仿生机器人的学习兴趣。《智能机器人》是为高中学生编写的机器人书籍,包括机器人的语言和编程教学、机器人的大脑、骨骼和心脏等内容,对读者的培养要求有了较大提高,通过该书的学习,可以掌握一定的机器人控制编程能力。

该丛书中的实验内容丰富,对应实验器材易于从市场购得,所包含的机器人实践动手实验适于中小学生学习操作。

参与该丛书编写的人员包括行业企业带头人、一线教师和科研人员,他们有着丰富的机器人教学和实践经验。该丛书的编写经过了反复研讨、修订和论证,在这里也希望同行专家和读者对该丛书不吝赐教,给予批评指正。我们坚信,在众多有识之士的努力下,该丛书一定会彰显功效,为机器人教育走进课堂打下坚实的基础。

2018年10月

前言

随着科学技术的发展，特别是人工智能与机器人的结合，机器人不再局限于工业应用和研究所内，它已经进入教育领域。国内外教育专家指出利用机器人来开展实践学习，不仅有利于学生理解科学、工程学和技术等领域的抽象概念，更有利于培养学生的创新能力、综合设计能力和动手实践能力。机器人基础教育越来越受到人们的关注。

我国自 2001 年举办首届中国青少年机器人竞赛以来，在竞赛的带动与促进下，全国各地展开了校本课程、课外科技小组、选修课等丰富多彩的机器人教育活动。近年来，由于对机器人教育认识上的不足，机器人竞赛活动目标不明确等，我国机器人教育的发展受到一定程度的制约。

在课程改革的背景下，从全国基础教育发展现状出发，构建科学、合理、切实可行的中小学机器人课程体系，规范机器人教育，对我国今后机器人教育的蓬勃发展起着非常重要的作用，并且势在必行。

机器人课程是以培养学生的科学素养和技术素养为宗旨，以综合规划、设计制作、调试应用为主要学习特征的实践性课程，在拓宽学生的知识面、促进学生全面而又富有个性的发展上起着不可替代的作用。

1. 科学性

机器人是一门交叉性很强的综合性学科，涉及许多基础学科，包括数学、运动学、动力学、仿生学、计算机、控制理论、人工智能等，并以多种学科理论为基础。

2. 实践性

机器人又是一门实践性很强的学科，涉及多方面的技术，如机器人结构与制作、操作与执行、驱动与控制、检测与感知、智能与程序设计等，均需要通过实践来实现。

3. 综合性

机器人课程具有高度的综合性，强调学生广泛地接触和收集各方面的资料，包括自然、人文、艺术等，综合多学科知识，通过动脑、动手设计作品或产品，



拓宽知识面，提高综合设计能力。

4. 创造性

机器人课程基于学科理论，通过规划、设计、制作和评价，通过技术思想和方法的应用及实际问题的解决，为学生发挥创造力提供了广阔舞台，是培养学生创新精神和实践能力的有效途径。

机器人课程注重学生对机器人知识体系的搭建，通过循序渐进的学习，学生将具备比较系统的机器人知识功底；注重理论与实践的结合，通过寓教于乐的教学方式，学生可以在轻松愉快的动手过程中掌握机器人设计的理论知识；注重学生综合能力的培养，通过丰富的研讨与实践环节，学生可以在潜移默化中提高观察能力、动手能力、探索精神和团队协作精神。

作 者

2018 年 10 月

目录

第 1 章 机器人概述	1
1.1 机器人的历史	1
1.1.1 早期机器人的出现	1
1.1.2 两次机器革命	3
1.1.3 现代机器人的产生	5
1.1.4 机器人在我国的发展	7
1.1.5 重庆打造机器人之都	9
1.2 机器人的定义	11
1.2.1 我们身边的机器人	12
1.2.2 什么是机器人	13
1.3 机器人的种类	16
1.4 发展机器人的意义	19
1.4.1 机器人三原则	19
1.4.2 机器人的意义	23
1.4.3 机器人与人	24
第 2 章 机器人语言与编程	27
2.1 机器人语言——Arduino	27
2.1.1 什么是 Arduino	27
2.1.2 Arduino 语言基础	29
2.2 Arduino 的安装与编译环境	34
2.2.1 安装 Arduino 驱动	34
2.2.2 下载一个程序	40
2.3 Arduino 编程入门实验	42
第 3 章 机器人的大脑	44
3.1 探索机器人的大脑	44



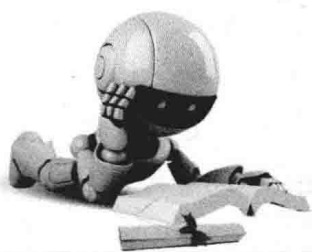
3.1.1	“更深的蓝”战胜了什么	44
3.1.2	机器人的控制器	46
3.1.3	机器人脑与人脑的差异	47
3.2	机器人的脑细胞——电子元器件	50
3.2.1	电阻	50
3.2.2	电容	51
3.2.3	半导体	53
3.3	机器人的脑神经——集成电路	55
3.3.1	什么是集成电路	56
3.3.2	集成电路的分类	58
3.3.3	集成电路的表示	60
3.4	实验	61
3.4.1	LED 控制闪烁实验	61
3.4.2	交通灯设计实验	63
3.4.3	Arduino 教学机器人硬件组装	64
第 4 章	机器人的感官	68
4.1	作为人工感官的传感器	68
4.1.1	认识传感器	68
4.1.1	常见的传感器	70
4.2	机器人的感觉器官	71
4.2.1	机器人的“眼睛”	71
4.2.2	机器人的“耳朵”和“嘴巴”	74
4.2.3	机器人的“鼻子”	75
4.2.4	机器人的“触觉”	77
4.3	实验	78
4.3.1	LM35 温度传感器实验	78
4.3.2	红外遥控实验	80
第 5 章	机器人的骨骼	87
5.1	机器人末端执行器	88
5.1.1	夹钳式取料手	90
5.1.2	吸附式取料手	93
5.1.3	专用操作器及转换器	95

5.1.4 仿生多指灵巧手	98
5.2 机器人手腕和臂部	100
5.2.1 手腕的分类	101
5.2.2 柔顺手腕结构	103
5.2.3 机器人手臂	104
5.3 移动式机器人	106
5.3.1 轮车机器人	106
5.3.2 两足步行式机器人	109
5.3.3 履带行走机器人	111
5.4 实验	111
5.4.1 循迹小车的组装	111
5.4.2 计算机无线遥控履带小车组装	119
第6章 机器人的心脏	123
6.1 机器人的动力来源	123
6.1.1 机器人的电池	123
6.1.2 干电池	126
6.1.3 铅酸蓄电池	128
6.1.4 镍镉/镍氢电池	131
6.2 机器人的驱动器	133
6.2.1 直流电机	133
6.2.2 伺服电机	135
6.3 实验	137
6.3.1 伺服电机控制实验	137
6.3.2 机器人运动控制实验	142
第7章 智能机器人综述	147
7.1 认识智能机器人	147
7.1.1 从工业机器人到智能机器人	147
7.1.2 智能机器人的系统构成	150
7.1.3 智能机器人的分类	152
7.2 智能机器人现状及应用	156
7.2.1 智能机器人的发展现状	156
7.2.2 智能机器人的广泛应用	158



第 8 章 仿人机器人	161
8.1 认识仿人机器人	161
8.1.1 从两足机器人到仿人机器人	161
8.1.2 什么是仿人机器人	163
8.2 仿人机器人的发展及其技术探索	165
8.2.1 仿人机器人的发展现状	165
8.2.2 仿人机器人的研究重点	169
8.2.3 仿人机器人的主要技术	171
8.3 仿人机器人的应用领域	176
8.3.1 服务领域	176
8.3.2 医疗和教育领域	178
8.3.3 娱乐领域	180
8.4 最像人的机器人 ASIMO	182
8.4.1 ASIMO 是怎么来的	182
8.4.2 ASIMO 的规格特性	184
8.4.3 ASIMO 的主要功能	185
8.4.4 ASIMO 的相关技术	189
第 9 章 网络机器人	194
9.1 认识网络机器人	194
9.1.1 什么是网络机器人	194
9.1.2 网络机器人的作用	196
9.1.3 网络机器人技术的应用	197
9.2 搜索引擎	198
9.2.1 什么是搜索引擎	198
9.2.2 搜索引擎工作原理	201
9.2.3 网络机器人在搜索引擎中的位置	201
9.3 网络机器人的基本原理	202
9.3.1 网络机器人的工作原理	202
9.3.2 网络机器人的搜索策略	203
9.3.3 网络机器人的架构	204
9.4 互联网智能机器人	205
9.4.1 移动互联网催生智能机器人发展	205

9.4.2 互联网智能机器人战略布局要素	206
第 10 章 3D 打印机器人	209
10.1 3D 打印技术	209
10.1.1 什么是 3D 打印	209
10.1.2 3D 打印的分类和特点	211
10.1.3 3D 打印的材料	214
10.2 3D 打印的应用领域	219
10.2.1 工业制造	219
10.2.2 航空航天	220
10.2.3 未来建筑	221
10.2.4 医疗健康	223
10.2.5 文物保护	225
10.3 3D 打印与机器人结合	226
第 11 章 畅想机器人的未来	229
11.1 未来机器人技术研究	229
11.2 决定机器人未来发展的因素	230
11.3 机器人的未来发展趋势	232
参考文献	234



第 1 章

机器人概述

1.1 机器人的历史

机器人，英语为 Robot，是自动执行工作的机器装置。它体现了人类长期以来的一种愿望，即创造一种像人一样的智能机器，以便能够代替人去进行各种各样的工作。机器人虽然是一个新造词，但关于机器人这一思想的渊源，却可以追溯到遥远的古代。

1.1.1 早期机器人的出现

直到四十多年前，“机器人”才作为专业术语加以引用，然而机器人的概念在人类的想象中却已存在三千多年了。据《列子·汤问》记载，早在我国西周时期，就有能工巧匠偃师制作了一个能歌善舞的木偶艺人，献给周穆王，如图 1-1 所示。

春秋时期，被称为木匠祖师爷的鲁班，利用竹子和木料制造出一个木鸢（图 1-2），它能在空中飞行“三日不下”，这件事在古书《墨经》中有所记载，这可称得上世界第一个空中机器人。



图 1-1 西周时期的木偶艺人



图 1-2 鲁班制造的木鸢

东汉时期，我国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”（图 1-3），车上装有木人、鼓和钟，每走 1 里，击鼓 1 次，每走 10 里击钟一次，奇妙无比。

三国时期的蜀汉，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”，可以运送军用物资，成为最早的陆地军用机器人。如图 1-4 所示为诸葛亮发明的木牛流马。

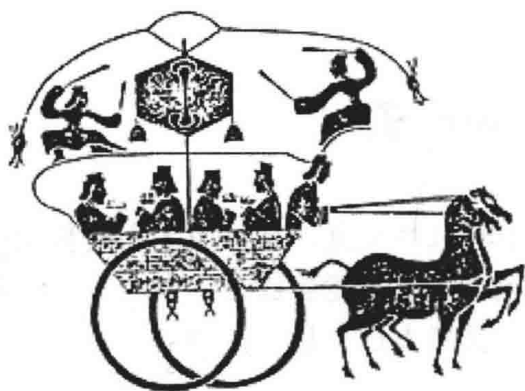


图 1-3 张衡发明的记里鼓车

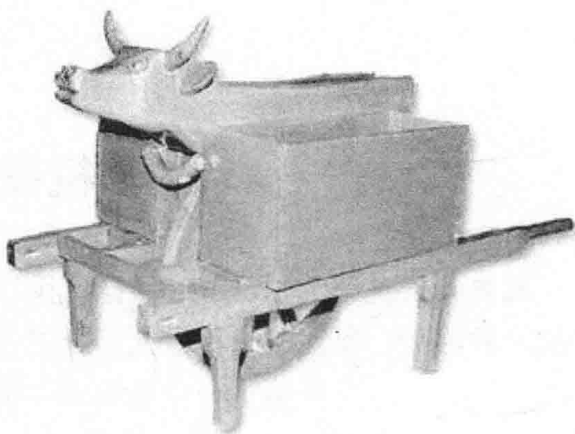


图 1-4 木牛流马

在国外，也有一些国家较早进行机器人的研制。

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

17 世纪，日本人田中久重，发明了能自己取箭、射箭的自动机器——弓曳童子，如图 1-5 所示。到了 18 世纪，日本人若井源大卫门和源信，对该玩偶进行了改进，制造出了端茶玩偶，该玩偶双手端着茶盘，当将茶杯放到茶盘上后，它就会走向客人将茶送上，客人取茶杯时，它会自动停止走动，待客人喝完茶将茶杯放回茶盘之后，它就会转回原来的地方，煞是可爱。

法国的杰克·戴·瓦克逊于 1738 年发明了一只机器鸭，它会游泳、喝水、吃东西和排泄，还会嘎嘎叫。

瑞士钟表名匠德罗斯父子三人于 1768—1774 年，设计制造出三个像真人一样大小的机器人——写字偶人、绘图偶人和弹风琴偶人。它们是由凸轮控制和弹簧驱动的自动机器，至今还作为国宝保存在瑞士纳切特尔市艺术和历史博物馆内。图 1-6 为瑞士钟表匠打造机器人玩偶的过程图。



图 1-5 弓曳童子



图 1-6 瑞士钟表匠打造机器人玩偶

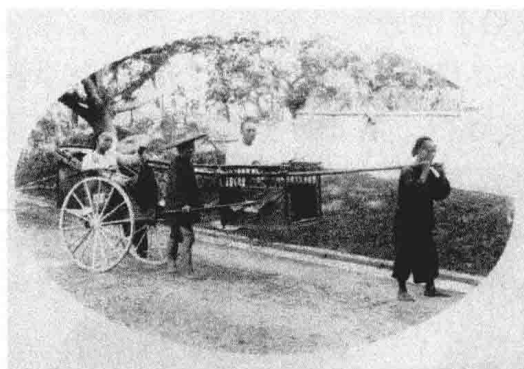
1.1.2 两次机器革命

1. 第一次机器革命

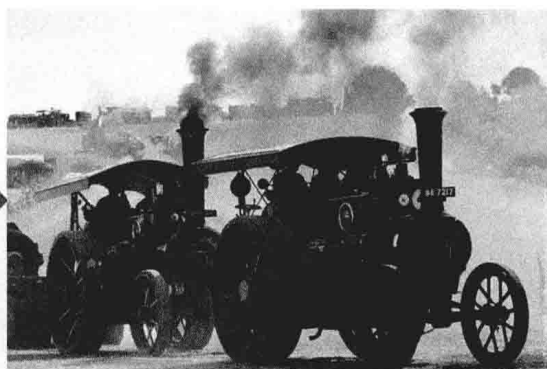
随着科技的发展,18 世纪出现了以蒸汽机发明为标志的第一次工业革命,也是技术发展史上的一次巨大革命,它开创了以机器代替手工工具的时代,让人类拥有了力大无比的帮手,这一时期几乎所有的动力系统都在延展人类的肌肉力量,如图 1-7 所示。在那个时代,创造实际上是由人类控制的,劳动力也因此显得更有价值、更重要。人类劳动力和机器是互补的关系。

第一次机器革命也引起了古代机器人技术的进步。1893 年 More 制造了“蒸汽人”(图 1-8),它的腰由杆件支撑,靠蒸汽驱动双腿沿圆周运动。

随着各种自动机器、动力机和动力系统的问世,机器人开始由幻想时期转入自动机械时期,许多机械式的机器人(主要是各种精巧的机器人玩具和工艺品)应运而生。这些机器人工艺珍品标志着人类在机器人从梦想到现实这一漫长道路上的实质性进步。



人力车



蒸汽车

图 1-7 机器代替手工工具

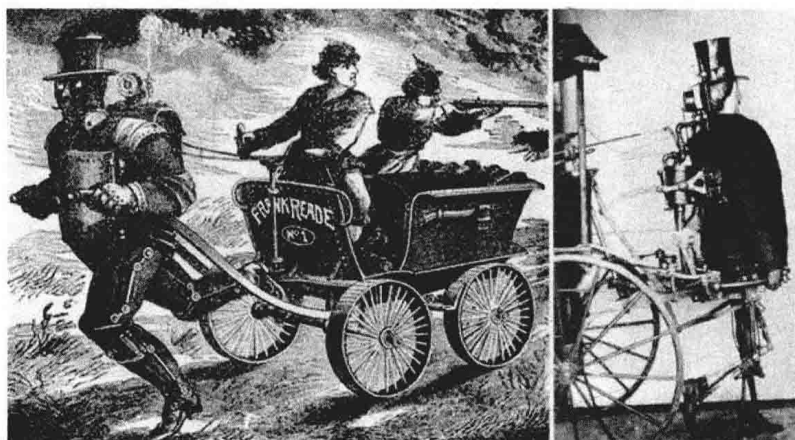


图 1-8 蒸汽人

2. 第二次机器革命

如果说肇始于 18 世纪的以蒸汽机技术为标志的工业革命，开启了突破人类和动物肌肉极限的“第一次机器革命”时代，实现了生产力的极大飞跃。那么，发端于 20 世纪中叶的以数字技术为代表的新一轮科技和产业革命，意味着“第二次机器革命”时代的来临。在这个全新的时代里，人类将不再满足于肌肉力量的突破与超越，而是要进一步致力于大脑智慧的拓展与延伸，以创意和创新的力量，取代以往发展和增长的基本动能，进而实现“指数级增长、数字化进步和组合式创新”，以计算机代替人类大脑进行工作，如图 1-9 所示。

从“第一次机器革命”到“第二次机器革命”，既是两个前后相继的历史阶段的接续，更是人类社会发展史上的一次划时代的超越。进入“第二次机器革命”时代，知识信息的聚合处理，新创意的融汇运用，数字技术与大规模生产的深度结合，正在给传统生产方式带来颠覆性的变化。在一些现代制造业和服务业公司，我们看到，通过整合应用硬件、软件、数据、网络、感应器等技术，可实时采集