

本书第一版获2016年
全国优秀科普作品奖



机器人简史

A BRIEF HISTORY OF ROBOT (2nd Edition)

(第二版)

中国电子学会◎编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

本书第一版获2016年
全国优秀科普作品奖

机器人简史

A BRIEF HISTORY OF ROBOT (2nd Edition)



中国电子学会◎编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

《机器人简史(第二版)》将向读者展现一个绚烂的机器人世界。本书描绘了机器人的发展历史、现状与趋势,介绍了世界各主要国家及国际知名科技公司发展机器人的策略,简要讲解了机器人的各种相关技术,畅谈了人类与机器人复杂的情感纠葛。希望读者通过本书能轻松愉悦地了解机器人世界的奥秘。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机器人简史 / 中国电子学会编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2017.8
ISBN 978-7-121-32389-8

I. ①机… II. ①中… III. ①机器人-技术史-世界 IV. ①TP242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 183548 号

策划编辑: 徐蔷薇

责任编辑: 徐蔷薇

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 中国电影出版社印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 7 字数: 133 千字 彩插: 3

版 次: 2017 年 8 月第 1 版

印 次: 2017 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 2500 册 定价: 49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: xuqw@phei.com.cn。

指导委员会

主 任： 蔡鹤皋

副主任： 张 钹 郑南宁

委 员： (以姓氏拼音为序)

陈卫东 陈 剑 黄 强 韩建达

侯增广 贾培发 刘成良 李贻斌

任福君 宋 军 熊 蓉 王飞跃

王田苗 王树新 赵 杰 张建伟

编著人员名单

主 编： 徐晓兰

副主编： 王 桓

成 员： 周岷峰 张晓雅

第二版修订说明

《机器人简史》(第二版)将向读者展现一个绚丽多姿的机器人世界。在这本书里,你不但可以看到指南车、记里鼓车、自动玩偶等古代机器人,还可以领略当今阿特拉斯(Atlas)、阿西莫(Asimo)、达·芬奇等机器人的风采。在全面系统地了解现代机器人家族之后,你还可以看到一些将在未来陪伴我们的高度智能化的机器人。尽管这些与我们高度相像、能与我们交流互动的机器人将不可避免地走入日常生活中,但我们是否能从心底里真正接受他们?机器人到底是我们的朋友还是敌人?他们将如何改变我们的世界?世界各主要国家是如何看待机器人的?相信大家在这本书中会找到上述问题的答案。

本次修订是对第一版的全面完善,不仅是信息的更新,更是内容的调整与增补,添加了机器人技术、伦理等方面的内容,并以更活泼的形式呈现给读者。希望读者通过本书能轻松愉悦地了解机器人世界的奥秘。

第一版序言

把握发展机遇 构筑制造强国梦

人类对科技的执着向往矢志不渝。创造一种自动装置进行劳作和服务，提升生产效率，改善生活质量，是各国科技工作者的夙愿。从简单的工具到复杂的机器，再到全面交互和智能感知于一体，机器人的发展凝聚着全人类的匠心智慧和无限想象。巴比伦的计时漏壶、古希腊的自动机、中国的记里鼓车等都是古代自动装置中的精妙之作。三次工业革命让机器生产从无到有，从蒸汽驱动到电力驱动，从人工控制到自动控制，使人类社会发生了翻天覆地的变化。机器人已经成为制造业皇冠顶端的明珠。

当前新一轮科技革命和产业变革蓄势待发，特别是新一代信息技术、新材料技术、新能源技术的快速发展，正在培育全球经济发展新动能。机器人是各种先进技术的深度融合，是提高生产效率和产品质量、提升生活水平的重要工具，也将是智能社会、智慧地球发展中不可或缺的重要支撑。人工智能将赋予机器人自主决策、自我控制能力，甚至使其像人一样思考和想象，进而成为人类未来生产和生活中的重要伙伴。总之，机器人的快速发展将极大解放劳动力，不断创造、聚合生产要素，将成为人类文明进步的又一重要标志。

机器人技术及产业将深刻影响全球制造业的形态与格局。以机器人带动社会要素创新，增加就业岗位、拉动经济增长，是世界各国的共同战略与目标。纵观当今科技、产业发展态势和主要国家的战略走向，机

器人技术及应用已成为必争领域和未来竞争的制高点。美国先进制造伙伴计划、德国“工业 4.0”战略、日本《机器人新战略》以及《中国制造 2025》，都将机器人产业作为发展的重要方向，折射出各国在新的机遇中争夺竞争新优势的决心。

经过近 40 年的发展，我国已基本形成了通盖整个机器人产业链的技术研究和产品开发能力，成为全球最大的机器人需求国。机器人已广泛应用于工业生产各个方面，在医疗、娱乐、教育、救援等民生领域，机器人也正在成为服务民生的新兴载体。但也要看到，同发达国家相比，我们还有很大的差距，产业链主要环节技术成熟度较低、产业化能力偏弱，自主品牌机器人本体和关键零部件技术质量水平不高，品牌认知度低，市场培育还有待时日。

我国正处于全面建成小康社会的决胜阶段。集中力量发展机器人产业，对国民经济调结构、转方式、提质增效升级，对推动我国由制造大国向制造强国转变，具有十分重要的意义。习近平总书记明确指出，机器人的研发、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；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；要审时度势，全量考虑，抓紧谋划，扎实推进。我们要深入贯彻落实习总书记重要指示精神，以创新驱动为引领，抓住工业化与信息化深度融合的发展机遇，进一步加强基础理论和共性技术研究，提升自主品牌机器人和关键零部件产业化能力，推进共性技术攻关，加强应用示范，建立完善试验验证和标准体系建设，实现我国机器人技术与产业的跨越发展，努力成为全球机器人技术与产业发展新高地，为全面建成小康社会、实现中华民族伟大复兴的中国梦增添新动力。

在 2015 世界机器人大会即将召开之际，中国电子学会精心编著了这本《机器人简史》，为产业界人士和社会各界读者全面了解机器人发展情况打开了一扇窗口。

尚 明

工业和信息化部部长、党组书记

2015 年 11 月 9 日

Contents

Preface

前言

人类在地球这颗蔚蓝色星球上已经生存了 300 万年。在创造出辉煌灿烂文明的同时，我们不免仰望星空感叹，作为世间万物的灵长，人类是否太过孤独？我们一直不曾割舍对地外文明的想象，科学家们也尽其所能苦苦搜寻，但至今仍未找到与我们类似的智慧生物。

既然苦寻无果，那为何不自己动手创造？机器人，就是人类创造的智能体。

对 20 世纪 80 年代之后出生的人来说，机器人并不陌生。《变形金刚》《铁臂阿童木》《哆啦 A 梦》等伴随他们成长的许多动画片中都有机器人的身影。这些动画片中的机器人，或拯救人类于水火，或解救主人于困境，为小观众们树立了一个个善良、正义、坚韧、勇敢的形象。对于小观众们来说，谁不想拥有一个属于自己的“大黄蜂”或“哆啦 A 梦”呢？谁不想成为“擎天柱”“阿童木”那样的英雄呢？也正因为如此，这些动画片连同机器人形象已植根于那一代人的内心深处，成为他们最值得回味的集体记忆之一。

进入 21 世纪以来，在新一轮科技革命与产业变革的聚合推动下，机器人与物联网、大数据、人工智能等技术融合发展，不仅在制造业领域发挥着关键作用，在医疗、康复、娱乐、教育、家政、国防、安保、救援等领域也扮演重要角色。人类正在迈入机器人时代。

本书将带你走入机器人的世界，发掘它们的历史，摸清它们的现状，探索它们的未来。那么，从现在开始，让我们进入书中慢慢品味吧！

1. 机器人的生产历史 / 15

2. 工厂里的智能制造 / 18

3. 网络上的智能制造 / 19

4. 智能制造的工厂 / 20

5. 智能制造的机器人 / 21

6. 人与机器人的生产 / 22

Contents

目 录

第 1 章 源远流长的机器人发展史 / 1

1.1 古代的机器人 / 1

1. 神奇的指南车 / 1
2. 水与壶的传奇 / 2
3. 有趣的自动玩偶 / 5
4. 澎湃的机器时代 / 7

1.2 现代的机器人 / 9

1. 需求推动下的重生 / 9
2. 机器人王国的繁荣 / 11
3. 中国机器人的崛起 / 12

第 2 章 多姿多彩的现代机器人 / 15

2.1 工业机器人 / 15

1. 火花中的生产者 / 15
2. 工厂里的整容高手 / 18
3. 可怜的巴克特先生 / 19
4. 勤勤恳恳的装卸工 / 20
5. 工业产品的喷涂师 / 21
6. 人与机器协作生产 / 22

- 7. 微型制造的能手 / 24

2.2 服务机器人 / 25

- 1. 家务活儿的好帮手 / 25
- 2. 贴心的护理机器人 / 26
- 3. 表演娱乐界的新星 / 28
- 4. 寓教于乐的机器人 / 29
- 5. 城市的公共服务者 / 31
- 6. 无人驾驶带君出行 / 32
- 7. 展翅翱翔的无人机 / 33
- 8. 现实世界的钢铁侠 / 35
- 9. 逼真的仿人机器人 / 37

2.3 特种机器人 / 41

- 1. 机器人医生 / 41
- 2. 勤劳的农夫 / 44
- 3. 太空漫步者 / 45
- 4. 海中精灵 / 47
- 5. 机甲勇士 / 48
- 6. 安全卫士 / 51
- 7. 机器动物 / 53

第3章 机器人技术面面观 / 59

3.1 工业机器人 / 59

- 1. 系统构成 / 59
- 2. 驱动系统 / 61
- 3. 感知系统 / 62
- 4. 关键基础部件 / 63
- 5. 操作系统 / 65

6. 性能评判指标 / 65

3.2 人工智能 / 66

1. 什么是人工智能 / 66
2. 曲折的发展历程 / 67
3. 计算机视觉 / 68
4. 机器学习 / 69
5. 自然语言处理 / 69
6. 语音识别 / 70

3.3 其他技术 / 70

1. 仿生技术 / 71
2. 仿真技术 / 71
3. 新材料技术 / 72

第 4 章 机器人世界的角逐 / 75

4.1 国家逐鹿机器人 / 76

1. 先知先觉的美国 / 76
2. 专注制造的德国 / 77
3. 创新驱动的日本 / 78
4. 奋起直追的法国 / 79
5. 雄心勃勃的韩国 / 79
6. 开拓进取的中国 / 80

4.2 科技巨头的较量 / 81

1. Alphabet / 81
2. 亚马逊 / 83
3. Facebook / 85
4. 优步 / 86
5. 微软 / 86

第 5 章 人与机器的情感纠葛 / 89

5.1 屏幕中的人机情仇 / 89

- 1. “Robot” 一词的由来 / 89
- 2. 早期荧屏中的怪物 / 90
- 3. 三定律之后的机器人 / 91

5.2 四个机器人伦理问题 / 93

- 1. 半机械人还是不是人 / 93
- 2. 机器人是否应有道德规范 / 94
- 3. 机器人能否成为人类伴侣 / 94
- 4. 人工智能是否将取代人类 / 95

结 语 / 97

第1章

源远流长的机器人发展史

人们对美好生活的向往亘古不变。创造一种装置，从事劳作或服务生活，是世界各国人民共同的愿望。巴比伦的计时漏壶、古希腊的自动机、中国的记里鼓车等都是古代自动装置中的精妙之作。及至近代，三次工业革命让机器生产从无到有，从蒸汽驱动到电力驱动，从人工控制到自动控制，使人类社会发生了翻天覆地的变化。从某种程度上说，没有自动化的机器、智能化的终端，就没有我们现在的美好生活。



1.1 古代的机器人

尽管世界上各大文明的发源地不同，但基本上都出现过关于自动机械装置或机器人的记载。

1. 神奇的指南车

当我们在野外探险时，先进的导航技术可以让我们方便地获得定位、方向指示、路线指引等服务。然而在科技发展水平相对较低的古代，在复杂环境下辨别方向并不是那么容易的事情。因此，发明家们做出了诸多努力，图 1-1 中展示的指南车就是其中的成果。

指南车是一种指示方向的装置，由齿轮系统构成。不管指南车向何方行驶，车上所立木人的手指永远指向南方。据西晋崔豹撰写的《古今注》记载，黄帝与蚩尤在逐鹿之野大战时，蚩尤施法布下百里大雾，三日三夜不散。为了突出重围，黄帝命令大臣风后造指南车，为大军领路，最终大破蚩尤，统一了中原。《古今注》里还记载，西周成王时，南方的越裳氏到镐京进贡，路上迷失方向。周公便派指南车接其入镐京。需要说明的是，

根据现代科学家的考证，我国的齿轮出现于战国到西汉之间，因此《古今注》中关于指南车的两则记载并不可信。



图1-1 指南车

到了三国时期，魏国的马钧对传说中的指南车很感兴趣，立志要造出一辆。这样的想法在当时的大臣们看来简直是异想天开。马钧与这些反对者在魏明帝面前展开了激烈的辩论。面对别人的质疑，马钧在没有资料和模具的情况下，刻苦钻研，反复实践，终于利用差动齿轮的原理制成了指南车，“全国服其巧也”。指南车让马钧成为了中国古代科技史上最负盛名的机械发明家之一。

南北朝时期，南齐高帝萧道成命令大名鼎鼎的数学家和天文学家祖冲之仿制一台缴获自前朝的指南车。祖冲之潜心钻研，在充分吸收之前指南车工艺的基础上，对其构造进行了改良，内部机件全部改成铜制。南齐高帝派人去试验这台指南车，发现它运转灵活、指向准确，比之前的那辆更加坚固耐用。北朝有一个名叫索驭颺的，自称也会制造指南车。南齐高帝有意让他们比试一下，便命令索驭颺也制作一辆指南车，和祖冲之的那辆进行比赛。结果祖冲之所制的指南车运转自如，索驭颺所制的却不那么灵光。因此索驭颺甘拜下风，并亲手毁掉了自己制作的指南车。

后来，指南车被更为精巧的指南针取代，逐渐退出了历史舞台。尽管如此，指南车仍然是古代中国乃至世界文明史上重要的发明之一。

2. 水与壶的传奇

说到水和壶，我们可能会联想到一杯清茶或咖啡。但是，你知道水和壶相结合，曾经能为人类报时吗？

人类最早的计时工具是漏壶。它的出现不是偶然的，而是古人们长期观察大

自然的产物。古人在用陶器取水和储水的时候，因陶器质地疏松会出现漏水现象，而水面下降的速度则与时间有一定的对应关系。经过反复总结实践，大约在夏商时期，古人们创造出了“沉箭壶”。“沉箭壶”是一只盛水的铜壶，在壶的底部有一个小洞。一根有刻度的标杆竖立在壶中，刻度部分浮于水面上。当水从小洞慢慢流出时，人们就可以根据标杆上对应的水位刻度来判断时间。由于漏壶中的水量对水滴的速度有一定的影响，所以计时的准确性较差。图 1-2 左侧展示的是一把汉代的铜制漏壶。

为了提高计时精度，后来人们又发明了“浮箭壶”，如图 1-2 右侧所示。其结构原理为：三个漏壶被放在不同高度的平面上，最下面放一个接水壶，有刻度的箭杆便放在这个接水壶中。使用时，水从最上面的壶依次流到中间和下面的漏壶中，最后流入下面的接水壶，标杆上浮显示对应的刻度。这样的设计避免了“沉箭壶”由于水量减小对水滴速度的影响，计时更加准确。这样的多级漏壶出现于东汉初年，张衡使用“二堵”，即一只漏壶和一只补给壶（不算最下面的接水壶）进行计时。晋代出现了三只一套的出水壶，而唐初的吕才设计了四只一套的漏壶。现在，故宫博物院也保存着一套清代的大型漏壶。

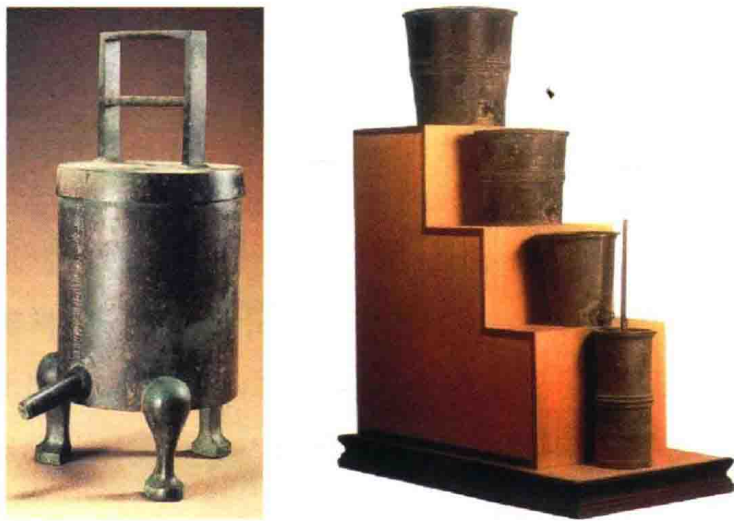


图1-2 汉代漏壶（左）和“浮箭壶”（右）

在世界其他文明的史料文献中，也记载着关于漏壶制作和使用的相关内容。公元前 1400 年左右，古巴比伦人使用泄水型漏壶进行时间计量，其原理类似于我国古代的“沉箭壶”。在古埃及，同时使用泄水型和受水型漏壶，其中受水型漏壶类似于我国古代的“浮箭壶”。公元前 270 年，古希腊发明家特西比乌斯改进了漏壶，并采用人物造型的指针指示时间，如图 1-3 所示。

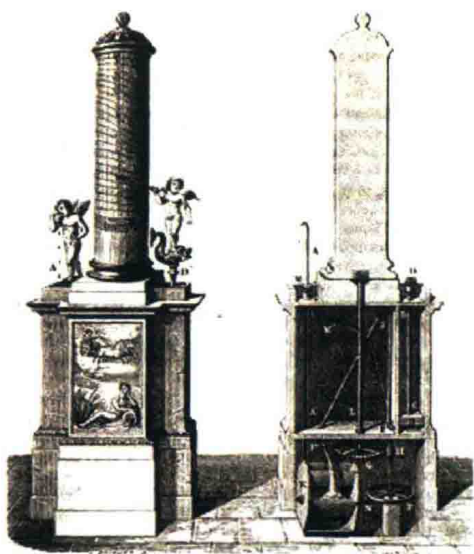


图1-3 古希腊发明家特西比乌斯制作的漏壶

漏壶利用了水的重力作用，是一种简便精巧的计时仪器。当然，古代文明中的计时仪器不只有漏壶一种。由北宋天文学家苏颂等人研制的“水运仪象台”，如图 1-4 所示，便是集观测和演示天象、测时和报时于一体的综合性观测仪器。“水运仪象台”实际上是一座小型的天文台，利用水力驱动和机械传动。另外，民间也流传着一些简单的计时工具。如唐朝和尚发明的孟漏，就是其中的一种。将一个底部钻有小孔的铜孟放置在水面上，水即从洞中涌入孟里。当水满到一定的程度，容器就会沉下去。取出铜孟倒掉水，便可以重复利用。铜孟的大小和重量是有规定的，一般一个时辰沉浮一次。由于孟漏的制作工艺简单，成本低廉，因此成为古代人们最常用的计时器。

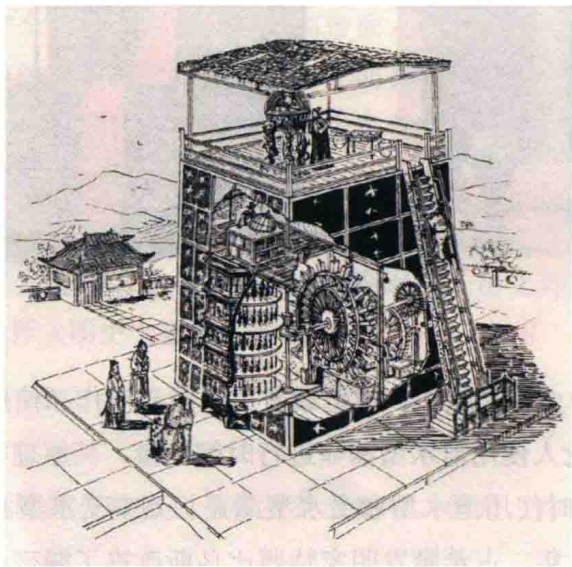


图1-4 水运仪象台

可千万不要小看了水与壶的结合。这些滴水的装置不仅记录了时间，也记录了古人们逐步掌握机械原理的历程。

3. 有趣的自动玩偶

看过了指南车和漏壶，你是不是觉得有点意犹未尽？难道古代没有像人的自动装置么？如果能按照人类的形状，制作一些讨人喜欢的人偶，使它们具备各种各样的功能，取悦和服务于主人，该是一件多么愉快的事情！其实古代是有这样的人形自动玩偶的，它们也是现代仿人服务机器人的雏形。

唐朝是我国古代科技文化发展的繁荣期，出现了很多新奇独特的机器人或机器玩具。它们程序复杂、移动灵活、外观精致，具有一定的实用价值。唐人张鹜撰写了一本笔记体小说《朝野僉载》，其中记载了两个有关人形机器人的趣事。洛州县令殷文亮喜爱饮酒，于是便制作了一个木头机器人，为其套上绫罗绸缎，把它打扮成一个美女侍从，用来招待客人。这个“女招待”机器人总能彬彬有礼地酌酒行觞，让人很是受用。杭州城有一位技艺高超的工匠杨务廉，雕刻了一个木头僧人。这个有模有样的“和尚”手里端着一只木碗，能向人乞讨布施。等到木碗中盛满了铜钱后，机关启动，木僧人就会说声“布施！”大家纷纷争抢着观赏这位木僧机器人，源源不断地往木碗里放钱。一天下来，杨务廉的木制和尚赚得盆满钵满。

唐朝东海郡的马待封同样是一位能工巧匠。他自幼学习木器制造，平时勤奋钻研，熟练地掌握木器雕刻、油漆、绘画和烫画等工艺，并擅长机械、风能、水能、齿轮、平衡等原理在木器上的应用。马待封曾经制造了一台配有木制机器人的梳妆台，专供皇后梳妆打扮。这个自动装置“中立镜台，台下两层，皆有门户”，设计独特，内部设置有隐藏机关。皇后在梳洗时，触发机关，就会有一个木头妇女机器人递出毛巾和梳子，等皇后梳洗完毕，它又手执香脂、妆粉等恭敬递上。最后，化妆品仍由这位机器侍从放回原地，妆台上的门也会自动关闭。

在国外的科技史上，也记载有许多自动玩偶的故事。欧洲文艺复兴时期的杰出代表、意大利著名科学家和艺术家莱昂纳多·达·芬奇就设计了一款机器人。它以木头、金属和皮革作为外壳，以齿轮为驱动装置，可以坐下和站立，同时头部也和胳膊可以进行相应的转动。后来一些意大利科学家根据达·芬奇留下来的草图进行了认真的揣摩，耗时 15