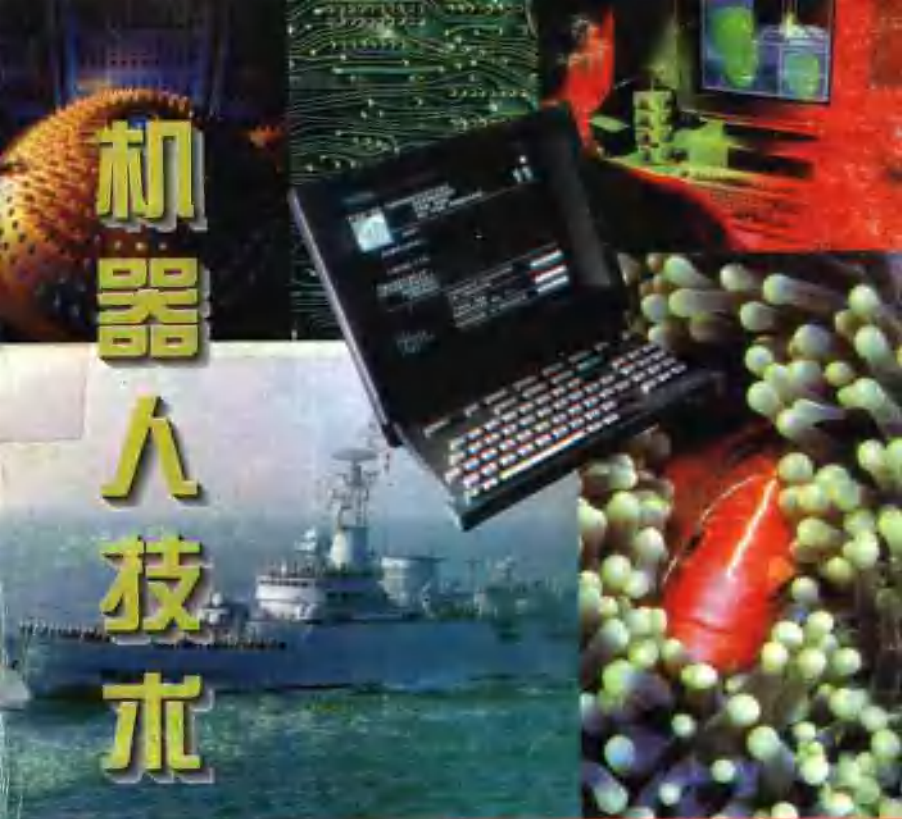




机器人技术

21世纪科技大趋势

主编 张金方 张三同



京 华 出 版 社

21世纪科技大趋势 ⑨

划时代的超越

——机器人技术

潘 进 编写
周 易

京华出版社

《21 世纪科技大趋势》丛书编委会

主 编 张金方 张三同

副主编 欧阳青 张哲生 李自然 白 洁

编 委	张金方	张三同	张哲生
	于笑然	白 洁	李自然
	何云峰	陈少发	安全贵
	吕卫东	霍书梅	宋 全

策 划 宋 全 高洪凡

编 前 语

伴随着时光的流逝，人类历史上一个重要的世纪——20 世纪，在高科技文明的掩映下，正悄然地离我们而去，一个希望与挑战并存的 21 世纪则满怀着强烈的激情向我们走来。

适逢世纪更迭的关键时刻，我们除了重温以往的舒适与优越之外，更应理智地立足现实，总结过去，展望未来。21 世纪将是科技时代的预言已成为人们共知的真理，到那时，现今的中小学生无疑将是驾驭科技的主体。而遍观我国目前的中小学教育，相关的科技内容却十分匮乏，很不利于学生科技意识和能力的培养。基于此，由国家教委普教处和北京市科协组织部分专家学者，从现实出发，选取与我们的关系密切的内容为写作对象，策划编写了《21 世纪科技大趋势》丛书。全书分 14 册，包括气象科学、医疗技术、计算机技术、海洋工程、机器人技术、生物工程、交通科学、军事科技、信息技术、环境科学、航空航天工程、材料科学、能源科学等方面的内容。希望通过这套丛书使同学们从中了解当今科技热点发展的动态及趋势，提高和培养同学们发明创造的素质与能力。

当然，由于时间等多方面原因所致，不足之处在所难免，还望同行与读者批评指正。

编者

1996 年 12 月 28 日于北京

目 录

编前语	
1. 机器人漫话	(1)
1.1 什么是机器人	(1)
1.2 机器人的“种族”	(3)
1.3 我们离不开机器人	(6)
2. 机器人从哪里来	(10)
2.1 人类的梦想	(10)
2.2 机器人的近代演变	(16)
3. 机器人的划界	(22)
3.1 工业机器人	(22)
3.2 感觉机器人	(34)
3.3 智能机器人	(50)
4. 机器人在今天	(66)
4.1 购置机器人合算吗	(66)
4.2 机器人对社会的影响	(73)
4.3 机器人抢了谁的饭碗	(77)
5. 21 世纪的机器人	(80)

5.1	走向标准化	(80)
5.2	高智能趋势	(81)
5.3	无人工厂	(82)
5.4	人类的奴隶和朋友	(82)
5.5	越来越像人了	(86)
5.6	险处谋生	(87)
5.7	耐心的护士	(88)
5.8	勤劳的农民	(89)
5.9	忠实的士兵	(90)

机器人漫话

1.1 什么是机器人

如果你走进一个有机器人的卡车工厂，希望能看见像电视里“变形金刚”那样神采奕奕的机器人在装配零件，你一定会大失所望。因为现代工业机器人更像普通的机器而远不像人。那我们为什么叫它“机器人”，而不称之为“自动工作机”呢？因为机器人是一种特殊的自动机器，它不仅能做特定的工作，而且可以重新调整和编程以完成很多不同的工作。这种可编程性和多功能适应性正好说明为什么所有的机器人都可视为自动化机器，而并非所有的自动化机器都是机器人了。

被国际上普遍接受的工业机器人的定义只有一个，是由美国机器人工业协会的一批工业科学家于1979年提出的。他们把工业机器人定义为：“一种可改编程序的多功能操作机构，用以按照预先编制的能完成多种作业的动作程序运送材料、零件、工具或专用设备。”让我们来仔细研究

这个定义，并理解其确切含义。

第一个关键词组是“可编程序”。其含意为：机器人是这样一种机器，其程序不仅可以编制一次，且可视需要编制任意次。我们日常所用的很多电子装置都带有可编程的计算机芯片。例如，在电子数字闹钟的芯片内部编一个程序，指令它演奏一曲“友谊地久天长”作为闹铃声，然而这些程序不能随意改变，也不允许主人自己输入新的程序。例如，即使你对“友谊地久天长”已经厌烦，也不能在钟内存储另一首自己喜爱的歌曲，因为其程序是固定在内部的。而机器人的程序是可以置入的，即根据使用者的意愿，对之可以改变、增加或删除。一个机器人可具有按任意顺序做不同事情的多种程序。当然，为了可以重新编程，一个机器人必须具有一个可输入新的指令和信息的计算机。计算机可以是“随身”的，即计算机的控制板就装在机器人身上；或是“体外”的，即控制机器人的计算机，在保证与机器人互通信息的情况下，可置于机器人体外的任何位置。

定义中的第二个关键词是“多功能”。其含义是：机器人是多用途的，即可完成多种工作，如用于激光切割的机器人，对其终端工具稍加改变，即可用于焊接、喷漆或装置操作等工作。

第三个关键词是“操作机构”。其含义为：机器人工作时，需要一个移动工作对象的机构。正如机器人与其他自动化机器的区别在于它的程序可重编性和万能性，机器人与计算机的区别在于它有一个操作机构。

最后，让我们研究“多种预编动作程序”的意义。其

含义为：机器人工作处于动态过程中，即以连续生产活动为其主要特征。

虽然这个定义看来相当抽象，而且有些模棱两可，但它确实把工业机器人与固定程序自动化机器区别开来，与类似食品处理机那种只需要更换配件便可完成调料至绞馅的多功能机器区别开来。同时，它也使机器人远远脱离了科学幻想类小说的范畴，因为机器人能否具备任何人类特征，归根到底是依赖于人类的创造才能。

通过这一番讨论，我们可以把机器人看作自动化机械发展道路上一个合理的重大进步。我们已经把由人控制的单一功能的生产机械发展为无人控制的多功能机械。工业革命被认为是创造机器人的新纪元；我们正在研究给机器人装上“眼睛”，使它具有人工智能，会“学习”和适应环境的变化。

1.2 机器人的“种族”

机器人是科学技术发展到一定历史阶段的产物。按机器人和人工智能专家波斯佩洛夫的说法“科学始于分类”，那么，机器人又有那些类别呢？

目前，对机器人还没有统一的分类。各派专家都按自己的标准提出了各自的分类法。从事研制和使用机器人的动力机和机械手的一些单位代表建议，应根据机器人的运动学、几何学和动力学等方面的特点来分类。如按机器人的运动参数来分类的话，要依据它的移动速度；如按几何参数来分类的话，要依据它的职能器官，首先是它的机械

手的尺寸，按这些器官的移动范围来归类；如按动力学来划分的话，可依据重量把它分三类：小于五公斤（人用一只手能移动的重量）的算一类；5~40 公斤（人用双手能移动的重量）算一类；40 公斤以上（必须在几个人的共同努力之下才能移动的重量）算一类。

研究机器人控制系统的专家却提出了另一种建议：应该根据控制过程中人的参与程度来分类。即把机器人分为以下几种：第一类是生物工程机器人，包括由根据模仿原理控制的机器人，这就是那些像虾、蟹一样露于体表的外骨骼，即直接罩在机器人身上的机械动力架。属于这一类的还有不用人靠近，而由操作员从控制台控制的机器人，以及半自动机器人；即操作员从控制台视情况仅仅改变其动作程序的机器人。这些机器人不属于完全意义上的机器人之列，因为它们的智能完全或部分地由操作人员的智能所代替。第二类才是所谓的真正的机器人。这是自主操纵的机器人，即它工作时，不需要人去参与，它是装有人工电脑的自动机。我们从这里可以看出，这种分类法是根据机器人的智力程度作出的，即是由计算机的能力以及构成控制装置基础的软件的灵活性来确定的。

不过，从事机器人应用的专家们却有自己的考虑：根据机器人的应用范围或生存环境来分类。他们认为，自然界里的动物形形色色，有的生活在地上，有的生活在地下，有的生活在空中，有的生活在海洋里；机器人也一样，它们为人类服务，有的在地上生活，有的在宇宙空中奔忙，有的忙碌于碧波荡漾的汪洋大海里，有的服役于极地冰原，有的置身在荒漠孤岛。

现在的机器人大致有：工业机器人、农业机器人、运输机器人、建筑机器人、日常生活机器人。在控制论的推动下，人们认为这一大群机器人由电脑、遥测传感器、机械控制器支撑着，它们可以分为三大类，即生产用的机器人、供研究用的机器人和供生活用的机器人。

1970年，有人就智能机器人的研究问题曾说过：机器人的进化是在动物进化达到极限，即人类出现之后开始的，在目前看来，它至少在某些领域内可以超过人类；动物的进化过程实际上是一个尝试与失误交替的过程，但机器人的进化目前则是经过人的深思熟虑的结果。

正因为这样，机器人学专家们才紧紧把握着机器人进化的时代脉搏，不同意那些狭隘的专业分类法；他们提出了按代分类法：第一代机器人是工业机器人，它们是一些具有最简单智能的操作器，它们可以训练并完成预先指定的循环作业图表；第二代机器人是所谓的感觉机器人，它们的特点是具有各种感觉器官即传感器，如机器人的手位传感器、应力传感器好像是机器人的触觉器官，光电传感器是它独特的视觉器官，微音器则是它的听觉器官，如此等等；第三代机器人是智能机器人，这种机器人的使命不仅是模仿人的机械动作，而且是解决一些复杂的智力问题：识别零件的形状和位置，组装随意摆放的部件，识图，检查产品质量……

这种分类法反应了机器人的产生和发展过程，因为它非常简明，故此本书将采用这种分类法，并在以后的部分分别谈谈每一代机器人。

1.3 我们离不开机器人

机器人的万能性和可编程序性，决定了它将取代其他一些自动化机器，特别是在生产中，它与我们人类紧密相连。由于它的万能性，可以提高生产率，改进产品质量，并从多方面降低生产成本。对于一个产品经常变化的市场来说，对机器人重新调整和编程所需费用，远远低于重新调整固定化的自动化机器。如果因为货币贬值和商品竞争而引起人们对产品的需求发生变化，则机器人的万能性对于尽快对产品进行局部调整，显得尤为重要。另外由于机器人承担了很多危险或令人厌烦的工作，许多的职业病、工伤及因此需要付出的高昂代价都可以避免了。因为机器人总是以相同的方式完成其工作，所以产品质量十分稳定，这也会给制造者带来确定的效益：产品的生产率可以预测，库存量也可以得到较好的控制。产品总价值中每一项费用的节省，都将提高产品在各种市场上的竞争能力。机器人的另一优点是可用于小批量生产，而固定化的自动装置一般只对大批量的、标准化的生产才是有利的。

使用机器人的理由还有很多。过去几年劳动力价格显著地提高，而人的工作速度并没有什么提高。由于工人工资太高，使用机器人可否降低成本，就引起了人们的极大关注。诚然，机器人的初始投资较高，可它一旦投入使用，则可以加快节奏、延长生产时间，创造更多的价值。同时，由于机器人承担了一些危险而单调的工作，人的工作条件也得到了改善。而机器人很少会产生像人一样的疲劳和厌

烦，因而就不会生产出次品来，这样就降低了生产费用。机器人还可以在从原材料加工到汽车装配等多种应用中，使产量得到提高。另外，它特别适合在战场或危险环境下工作，例如在外层空间或海底工作。最后，同机器人打交道也很有趣。它为包括业余爱好者在内到高级机器人设计师的每一个人提供了大展宏图的机会。

工业机器人已经在机械制造业得到了广泛的应用。机器人在高温、肮脏而危险的铸造过程中，把熔化的金属浇入铸模；另一个广泛应用是焊接。主要是为了连续进行点焊和缝焊，也是为了使入脱离对人有害、使人厌恶的高温 and 散发臭氧的环境。有害于健康的喷漆是机器人的又一个应用领域。因为机器人可以安全地均匀地喷涂极薄的漆膜，这就明显地节约了油漆的用量。繁重、危险而乏味的机器上下料，也是经常使用机器人的工作领域。在为完成一系列的工序，如机械零件加工和喷漆过程而设置的包括一组机器的自动生产单元中，机器人往往是它的中心环节。汽车、电机、计算机，以至机器人的装配是机器人崭新而有效的应用领域。

在上述应用中，多数机器人是聋、哑、瞎和不动的，所以，使用这些机器人和自动化机器并无多大差别。智能机器人的出现，开辟了机器人全新的应用领域。智能机器人是装备有某些传（递）感（觉）装置，能感知环境变化并作出反应的机器人。机器人学方面的研究表明，赋予机器人以有视觉的“眼睛”和有触觉的“手指”是完全可以办到的。人工智能是机器人特有的能力，它包括对环境的变化作出反应、适应、理解和决定。例如，在现场使用机器

人最重要的问题就是安全，如果一个机器人装备了传感装置就能够探测到人的存在，当它探测到工作区内有人时，将由程序控制自动停止操作。已经成功应用的机器人具有“看”、“听”和“感觉”的能力。传感器的发展以及近年来机器人移动技术的发明，已促使机器人走出工厂，走进桔子园、养牛场或医院等截然不同的环境。

机器人还可以用于家庭娱乐。某些未来派艺术家和某些超前研究者，如美国超等机器人制造公司把机器人看作是移动的消遣品或机器哨兵。另外一些人把它看作可以驱使的奴仆。目前这类应用仍属于初始阶段，但却给未来的机器人制造业以诱人的启迪。由于机器人的创造与应用，我们预计很多新型的工业将会应运而生。这些新型机器人可能应用的范围将主要受到人类想象力和创造力的局限。

这是否意味着机器人能完成所有的工作，人们就没有工作可做了呢？它可以做所有最困难、最危险和最令人厌烦的工作，作为始终不渝的工人，机器人大大优于人类。它们可以每天工作 24 小时，每周工作七天，年复一年永无休止地做下去。但与人类的智能相比，机器人就相形见绌了。迄今发明的机器人中，还没有一个能完成人类做的每一项工作。人具有惊人的适应能力和创造能力；人在一生中，可以学会上千种工作；人还具有一套神秘的智力综合能力和聪颖的意识系统。所以人类的潜在能力是无限的。

另外，人有感觉、感情和生物反应，唯有人可以帮助他人。例如，与通常的说法相反，机器人很可能当不好一个临时保姆，因为孩子所需要的人类情感关怀是它所不能提供的。只要研究一下人类在如何相互帮助方面，就可以

作出机器人能否承担人类所有工作的最简明的回答。显然，我们永远也不可能做尽人类要做的所有的事情——对机器人来说更是如此。

机器人从哪里来

2.1 人类的梦想

每一种设想和技术都有其孕育发展期，机器人技术也不例外。远在公元前 7~8 千年的新石器时代，人类就开始使用最早的工具在石器上打眼。到公元前 3~4 千年，出现了环形陶器，它是所有现代旋床和立式车床的远祖。公元前二世纪出现了漏壶：水从容器中滴漏出来漂起浮标，浮标在直立的刻盘上指示时辰。它的发明者是亚历山大城的机械师克特西比。在古希腊罗马时期，原始机器人则是以活雕像和各种“神奇”的机器的形态存在：只要往石雕的狮身鹰头张开的大嘴里扔进八枚硬币，“圣水”便会自动从石兽的眼睛里流出来。祭司在庙宇前点燃圣火，庙宇的大门便会按照现代工程师的说法“自动”开启。亚历山大城的赫龙和希腊时代的其他机械师们制作的雕塑，常常成为迷信祭祀的偶像。用现在的说法，模仿或模拟活物的最早的自动机之一，大概是在公元前 400 年左右，由古希腊哲

学家柏拉图的朋友创制的。这个人叫阿尔希塔斯，传说他制作的木头鸽子竟然飞起来了。在中国的春秋战国时期，传说鲁班也制作出会飞的木鸟。

对于现代工业机器人祖先们的故事，常常带有浓厚的神话传奇色彩。这与其说是在记载事实，不如说是人类的一种美妙幻想。关于机器人的“可靠”的记载，最初出现在著名的荷马史诗《伊利亚特》里。荷马在这部史诗中描绘了一个黄金做成的女人帮助炼铁神赫淮斯托斯的故事。我们发现这个女人的“后裔”——机器人正在现代工业的锻压生产中起着积极的作用。人类掌握了“水落”和“风吹”造成的动能以后，才真正感觉到了本身能动的机器“助手”的可爱之处，于是开始生产大量的机械。19世纪创造了人类最忠实的助手，工业生产的伴侣——车床。

其他发明家集中力量研制了模仿人的动作的一种自动机。有些记载流传到我们手里，其可靠性会引起人们的怀疑。例如，有记载说，早在13世纪，雷根斯堡市大主教阿尔斯·马格努斯有一个机械“卫士”在其教堂中的卧室门口站岗。这个“卫士”是由蜂蜡、木头、金属以及皮革制成的。传说在大主教没请客人进屋之前，他会向客人致敬，打听客人来意，跟客人开玩笑。有一天，主教的弟子、青年哲学家托马斯·阿奎那向这个“卫士”提出了一些哲学难题，“卫士”答不出来，恼火万分，竟找了根棍子将阿奎那痛打一顿。

传说归传说，到16世纪时，装有发条的钟出现了。这个发条传动装置是德国钟表匠海因莱因发明的，钟的内部头一次运用了后来广泛应用于各种自动机的原理和某些机