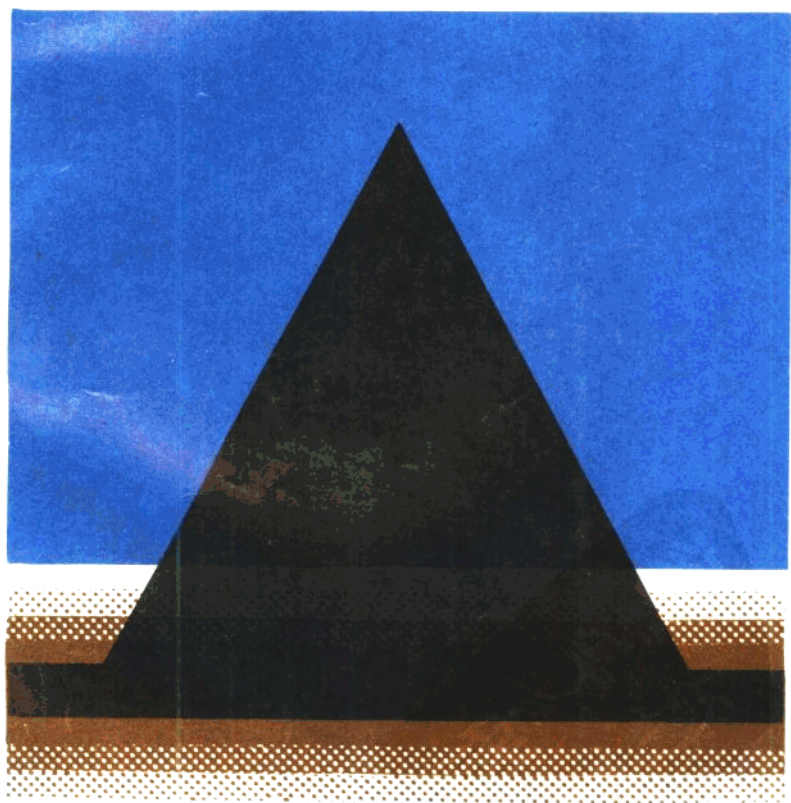


机器人发展的 历史·现状·趋势

郭宇光 主编



哈尔滨工业大学出版社

国、法国和英国等六个国家机器人发展的历史、现状和趋势，其中着重探讨了有关机器人发展的经济和社会问题。限于作者水平，书中缺点错误在所难免，欢迎读者批评指正。

本书第一、四、五章由郭宇光，第二章由王立国，第三、七章由王月辉，第六章由赵乃林分别写出初稿，最后由郭宇光统编定稿。

本书编写中得到了哈工大外语部吕红、高若飞、张术、徐红和社科部孔昭君等同志的帮助，自始至终得到了我国高技术自动化领域专家哈工大机器人研究所所长吴林教授的支持和指导，编者在此表示诚挚的谢意。

编 者

1989年3月

目 录

序言

前言

第一章 概论

第一节 高技术是技术、经济和社会相结合的 综合性范畴·····	(1)
------------------------------------	-------

第二节 不同国家机器人发展的不同模式和结果 ·····	(4)
--------------------------------	-------

第三节 核心是一个市场观念问题·····	(7)
----------------------	-------

第二章 美国机器人发展的曲折道路

第一节 机器人技术大国·····	(16)
------------------	--------

第二节 “三起三落”的曲折历程·····	(24)
----------------------	--------

第三节 智能化, 多样化·····	(41)
-------------------	--------

参考文献·····	(50)
-----------	--------

第三章 日本机器人发展的“实用型”模式

第一节 世界上的“机器人王国”·····	(53)
----------------------	--------

第二节 技术开发和社会需求紧密结合·····	(76)
------------------------	--------

第三节 高功能特种机器人显著增长·····	(95)
-----------------------	--------

参考文献·····	(104)
-----------	---------

第四章 苏联有组织有计划地发展机器人

第一节 值得瞩目的发展·····	(107)
------------------	---------

第二节 有组织有计划的发展·····	(115)
--------------------	---------

第三节 全面的自动化·····	(129)
-----------------	---------

参考文献·····	(137)
-----------	---------

第五章 联邦德国常胜不衰的道路

第一节 欧洲第一, 稳步发展·····	(141)
---------------------	---------

第二节 坚持以技术促经济发展的政策·····	(145)
第三节 依靠提高技术水平拓宽应用领域·····	(150)
参考文献·····	(158)
第六章 法国的联合之路	
第一节 欧洲机器人强国·····	(160)
第二节 政府统帅下的联合之路·····	(164)
第三节 中小企业用户增长·····	(170)
参考文献·····	(176)
第七章 英国机器人发展的艰难历程	
第一节 理论与实践的巨大反差·····	(177)
第二节 政策发挥了调节作用·····	(182)
第三节 在技术和应用范围上寻求新的突破·····	(195)
参考文献·····	(204)

第一章 概 论

机器人技术的发展总是与社会经济情况相协调的。

当代的高技术除了在技术层次上比较高以外，其显著的特点是在经济上能够带来较大的效益。机器人技术是高技术的重要内容之一，纵观世界各国机器人的历史可以看出，能否与各国社会经济、社会需求相协调是机器人技术发展中生死攸关的大问题。这种协调的核心是市场观念问题，要为成熟的技术安排市场；又要不断提高技术水平，目的在于开拓新的市场。

第一节 高技术是技术、经济和社会相结合的综合性范畴

世界公认，1942年12月2日世界上第一座核反应堆在美国芝加哥大学投入运行是当代高技术发展的起点。时至今日，高技术在世界上的发展只不过40多个年头，但是，它给人类社会带来的影响却是十分巨大的。正因如此，继40年代美国的《曼哈顿计划》之后，70年代美国又完成了《阿波罗计划》。80年代以来世界上一切先进国家都先后推出了本国的发展高技术的计划，其中有美国的《星球大战计划》，法国等西欧国家的《尤里卡计划》，苏联的《2000年科技发展纲要》和日本的《多角化战略》等等。

高技术最近20年又成为思想理论研究讨论的大热门。1971年美国国家科学院在《技术和国际贸易》一书中正式给出高技术的定义，1981年美国出版了以《High Technology》（高技术）命名的专业杂志，1983年美国《韦氏第3版新国际辞典补充

9000词》中收入了高技术词条。

到目前为止，有关高技术的定义并不完全统一，但是在其基本含义的理解上，以下三个侧面又是比较一致的。

一、高技术首先是一个技术概念

它标志着技术发展的高层次和技术中的科学知识、智力密集的程度是“很高的”、“先进的”、“前沿的”和“新兴的”。美国韦氏词典所列高技术是“一名词，使用或包含尖端方法或仪器的用途的技术”。在日语中，高技术和尖端技术是一致的。高技术总是以最新科学成就为基础的。美国众议院一个小组提供的《科学技术政策工作词汇汇编》认为，高技术是“指一些比其它技术具有高科学输入的某些技术创新”。

从技术的层次和技术与科学的相互关系上定义高技术无疑抓住了高技术知识密集、科学与技术的相互作用的某些特征，但是，也有不足。至少关于技术发展的层次是相当模糊的。什么算高？中国古代四大发明算不算高？再则，技术依赖于科学仅说明科学和技术相互关系的一个方面，却没有说明科学也依赖于技术这一侧面。再次，这种定义很容易忽视高技术在社会经济方面的作用。

二、高技术是一个经济范畴

在西方，高技术概念获得普遍使用最先还是在经济、贸易领域开始的。美国的 B.W.Mar 认为高技术是一种能使产品周期缩短，减少有限资源的压力、改变人才资源匮乏、适应动荡不定环境的种种活动。日本的津曲一郎认为，高技术是提高现有产品功能、赋予产品以新功能、构成下一代产品的中心技术、主导技术的总称。美国学者纳尔逊则认为高技术是投入研究开发的资金很高，技术进步迅速的产业。美国科学基金会认为高技术是一种产品，生产该产品的人才技术构成很高，每千名职工中科学家和

工程师占25%以上；研究、试制费用很高、占净销售额的35%以上。

人们将高技术理解成经济范畴是有道理的。

首先，各发达国家发展高技术是从政治军事上入手的。这是因为，发展高技术能够有效地提高本国的国防实力，是激烈的国际冲突中做出的政治选择。美国的《曼哈顿计划》是为了赶在德国法西斯之前造出原子弹而实施的。美国为了赶上 1961 年 4 月 12 日苏联把尤·加加林送入太空这个“空间距离”，由肯尼迪在当年 5 月 25 日提出《阿波罗登月计划》。最近，1983 年的《星球大战计划》则是美国面对苏联拥有足够摧毁地球的打击力量而由“确保摧毁”转为“确保生存”的战略计划。

第二，高技术得以广泛发展的原因在于它是提高经济实力、增强外贸竞争能力的强有力手段。在高技术应用于军事的同时，高技术在国民经济中成为举足轻重的部门。高技术产业生产总值占整个国民生产总值 10%，高技术产品外贸总额占同期世界工业制成品出口总额的 9.03%（近10%）；高技术能源主要指核能占世界总发电量13%。高技术产业成为整个产业中发展最快的产业部门。70—79 年美国、英国、法国的电子工业每年平均增长 13.8%；83—93 年预测高技术产业比制造业和服务业快一倍以上。从美国、日本等国来看，高技术产业增长速度快、创造的产值多，增大了就业人数。预计到 1995 年美国将增加 1500 万个就业机会。

高技术产品原材料、能源消耗低，技术附加价值高，它所带来的利润是十分惊人的。美国在 1970 年时的 22 个高技术厂家拥有资金仅 2 亿元，9 年后即 1979 年营业额达 60 亿，出口收入 9 亿，政府税收得 4.5 亿，估计到 1989 年它们的营业额将达到 5400 亿，每个职工平均年销售额 6—20 万美元。这 22 个厂家与此同时创造出 13 万人就业机会。高技术产品极大地提高了出口贸易的竞争力。美国 IBM 公司高技术电子产品占世界同类产品销售额的60%，营业利润中占 70%，西欧各国仅占 10%。

世界微机市场每年 27.5 亿美元销售额中，美国占 43%，日本占 34%，西欧占 18%。据统计，1984 年整个世界的国民生产总值为 12.6 万亿美元，美国、日本、西德、加拿大、意大利和法国等 7 国约占 60%。全世界贸易总额 1984 年为 2 万亿美元，美国占 11%，日本占 8.6%，西德占 8.6%，上述 7 国加在一起占 46%，外汇储备中，这 7 国占 43%。将高技术视为经济范畴很重要，它可以克服单纯技术的局限性，改变技术与经济相脱节的现象，推动技术和经济相结合，促进经济的发展。

三、高技术又是一个社会范畴

因为高技术是技术、经济、贸易等多方面的社会活动，同时又对社会政治产生强烈影响。高技术成为社会发展的重要动力，高技术是合理利用资源、提高工具水平和劳动者水平的决定性因素；高技术促使劳动结构、产业结构向新的形式变化；高技术促使政治观念、思维方式、生活方式发生变化；高技术对社会的影响是极其深刻和长远的，它也是社会形态变革的标志之一。目前已有“高技术文化”、“高技术社会”、“高技术时代”等说法。总之，对高技术从技术、经济和社会三者的结合上去理解才能深入认识其本质。

第二节 不同国家机器人发展的 不同模式和结果

回顾近二十多年比较发达国家发展机器人的历史大体为四种模式。

第一种，美国的曲折道路。世界上第一台工业机器人是美国最先制造出来的。Unimate 和 Versatran 型机器人是 60 年代初作为商品在美国市场上出售的，但是由于美国没有重视机器人技

术与本国的社会经济发展相结合,比较强调“基础研究”,到1973年美国反而从日本进口机器人。最近,由于国内外竞争的压力所迫,美国又重新重视机器人技术的发展。

第二种,日本的技术和经济相结合的实用型模式。日本的Unimate和Versatran等类型机器人是1967年从美国引进的。由于日本始终注意机器人技术和本国的社会经济发展实际相结合,到80年代初,就机器人的拥有量、机器人制造厂家等指标分析,日本均占前列,自称为“机器人王国”,与此同时,日本的国民经济、劳动就业都得到良好的发展。

第三种,西德的“以技术促经济”的发展模式。到1986年底,联邦德国已经是世界上屈指可数的机器人大国之一,使用机器人台数超过10000台大关,达到12400台名列世界第3位,仅次于美国和日本,使用机器人密度达到每万名工人使用14.4台,仅次于日本(78.1台/万名工人)和瑞典(38.7台/万名工人),超过法国(14.2台/万名工人)、美国(12.4台/万名工人)和意大利(10.2台/万名工人)。然而,联邦德国机器人工业发展的初始条件并不是很好的,起步较晚,又遇到困难。1971年不足50台,1972年找不到一个制造机器人的工厂。1970年联邦德国开始应用机器人时遇到了经济环境不景气的压力,研究开发费用不足,设备投资下降。但是,联邦德国认识到,他们在技术上有优势(据统计,在60年代后期,联邦德国在技术上处于领先地位,美国为100,西德为40,法国为24,英国为25,日本为22),可以实行以技术促进经济发展的政策。联邦德国的一位技术研究部长指出:“西德的研究开发费用在国民经济总产值中已占2.7%,超过美国和日本居世界第一位”。但是,他认为,“世界一切发达国家都在利用技术手段改进经济状况。国家之间的差距,关键在于是否开展被工业利用的技术革新。通过研究开发活动增强国际竞争能力就能很好地改善西德的整个经济状况。”后来,德国的实践证实了他的预言。联邦德国政府将机器

人技术列为 80 年代第一项，制订了专门的研究计划，同时政府又制订了一项改善劳动条件的计划，其中心内容就是用机器人代替危险有害作业，先后在玻璃、显像管生产中使用机器人，改善了劳动条件，提高了经济效益，结果机器人行业迅速发展。1978 年在联邦德国出现了 42 家制造机器人的公司，到 1983 年每万人中机器人拥有量达到 4.6 台，跃居世界第 3 位，仅次于瑞典（29.9 台）和日本（13 台）。

第四种，苏联的“统一计划”模式。苏联的机器人起步也很晚，但是发展速度相当快。1972 年正式将机器人列入国家发展计划。到 1975 年即第 9 个 5 年计划结束时，生产出 120 台机器人，占世界总数 3%。1980 年即第 10 个 5 年计划结束时，生产出 100 种 1579 台机器人，占世界总数 21.4%，1985 年即第 11 个 5 年计划结束时达到 40000 台，按万名工人平均数约 10 台/万人，居世界前列，预计到 1990 年即第 12 个 5 年计划结束时达到 10 万台，经互会成员国达到 20 万台。苏联不仅数量增长快，而且升级也快。据已掌握资料看，带一定感觉功能的机器人无论在冷加工和热加工工序过程中已经在相当范围内使用。此外，农业用摘黄瓜的机器人、水下 6000 米作业的机器人、采矿用与联合挖掘机配套用的机器人和登月用的《金星—13》航天机器人都给人耳目一新的感觉，说明其应用范围和性能都达到较高的程度，原因在于机器人技术同整个社会经济发展紧密结合，将机器人作为提高社会生产率的手段安排和使用的。

苏联的统一计划，首先是统一机器人的研制和批量生产，其次是统一确定机器人的推广应用范围，第三是统一机器人的技术人才的培养教育。到目前为止，从机器人的研究、设计人才到机器人的操纵使用人才全有统一的安排。他们认为，没有使用维修机器人的人才，机器人不过是一堆废物。目前，正在有计划地向建筑、冶金、食品加工、医疗等行业推广机器人。结果，使用机器人行业的劳动生产率提高 1.5~2 倍，节省 10 万多劳动力，收

到5亿多卢布的经济效益。

苏联使用机器人十分注意机器人同其他生产设备的配套，提出机器人综合体、机器人化生产线、机器人化工段、车间等概念。目标是提高劳动生产率，宜用机器人则用机器人，如果其它设备或机器人的一个部件能发挥更大效益，则就用它，以便达到全面自动化生产。

综上所述可见，机器人技术能否与各国社会经济情况相互协调，是机器人技术也是各国社会经济健康发展的关键。日本、联邦德国和苏联属于协调发展比较好的国家。美国的曲折道路从两个方面说明机器人技术必须与本国社会经济相协调：一方面，忽视技术与经济相协调，尽管技术上很先进，但是技术发展受阻；另一方面，重视技术和社会经济相协调，技术得到发展，社会经济也相应得到发展。

第三节 核心是一个市场观念问题

怎样才能促进技术与经济相结合呢？关键在于形成机器人产业。

机器人产业同机器人技术相比是有本质区别的社会经济概念。机器人产业的形成除了具有机器人的科研设计系统之外，主要标志是具有专门生产机器人整机、主机元件以及主要配套设备的生产厂家，即机器人的制造系统，这个系统能够靠它自身的产品的销售收入维持扩大再生产。与此同时，具有一个机器人产品销售服务系统和需求不断增加的商品市场。机器人产业形成的关键在于机器人的研究制造与机器人的使用紧密结合，具体表现为机器人的技术性能和价格比例适宜，即使用机器人生产产品较之其它工艺方式在经济上更合算。目前世界上机器人市场主要在汽车制造业，用机器人从事点焊、弧焊和搬运物料作业，满足社会对机电产品的品种性能频繁变动的需要。

问题是怎样才能尽快形成机器人产业呢？从国外机器人发展的历史来看，核心问题是个市场观念问题。机器人技术制造出的产品有了市场，卖得出去才能收回投资，机器人扩大再生产才能进行，机器人技术的研究设计才有资金。现代化生产并不在于规模较大，而在于它具有与传统生产方式不同的模式，它不是从资源出发去找技术再去找市场，即“资源——技术——市场型”，而是首先从市场出发寻找恰当的技术再去找资源，即“市场——技术——资源型”。

结合机器人发展的历史来看，至少涉及以下几个问题。

一、社会经济需求刺激技术成熟和发展。

机器人技术最先在美国出现并不是偶然的，是美国社会技术经济发展的必须结果，是在社会需求的刺激之下经历了相当长的技术储备时间之后才实现的。美国机器人技术储备时间大约有100多年。工业机器人技术起源于1801年J. Jacquard穿孔操纵的“可编程织布机”和1830年Christopher Spencer的凸轮结构的可编程自动机。1948年数学家N. Wiener出版了《控制论——关于在动物和机器中控制和通信的科学》一书为现代机器人的产生奠定了理论基础。直到60年代美国Unimation和AMF机械与铸造公司生产出第一批工业机器人。为什么到60年代美国才生产出机器人？除了技术准备之外，还有其社会经济原因：①美国社会劳动力不足，迫切需要能部分地代替人力的生产工具，美国人口的高龄化从1920年到1960年由27%上升到34%。②各大厂商为了在竞争中立于不败之地迫切需要提高劳动生产率，影响劳动生产率增长的技术、资本、劳动、规模和资源五个因素中，技术提高占38.1%，在工业中应用自动化生产和机器人生产可提高生产率30%。③使用工业机器人比用人工劳动便宜。④适应生产的多种小批量的需要，人们在解决温饱以后要求产品更新换代，使用机器人进行柔性生产节省更新设备投资，

机器人技术适应了这种要求，才有了发展。

社会需求的刺激，促使技术准备时间愈来愈短。工业机器人经历近100多年的技术储备时间，而智能机器人技术储备时间，从 H.A.Ernst 发表《积木式探索作业》论文提出在机器人手上装上传感器，用计算机控制机械手的想法，至今也不过20多年，可带一定传感机能的机器人已经有了很大的发展。

由此可见，强调技术和经济相适应，但并不否认科学技术要领先一步做好技术上的准备。问题在于技术储备要以社会需求为导向。

二、为成熟的技术安排市场

尽管第一台工业机器人诞生在美国，但是，从1960年到1974年十多年的时间里美国工业机器人的发展处于缓慢时期。到1974年美国工业机器人应用台数仅为1200台，总台数2500台。分析原因：①政府担心发展机器人会造成更严重的失业，因为美国失业率60年代为4.8%，70年代为6.65%，所以，对机器人不予投资，更不组织研制。②美国当时研制的机器人性能结构比较复杂、造价很高，12—18万美元/台。机器人使用厂家根本不敢问津。③美国机器人的研究制造和机器人的使用分属于不同的社会部门，不能及时沟通研究制造和使用单位之间关于不断改善机器人性能和生产需要之间的信息，使机器人不能适应生产的要求。

与美国形成鲜明对照的是日本机器人的发展。首先在机器人的性能和社会需求的结合上日本也是有教训的。1972年日本从美国引进机器人技术后，许多机器人制造厂家便走上了生产多功能机器人的道路。川崎重工生产8自由度、三菱重工生产9自由度多关节机器人，由于结构复杂，灵活性、精度和可靠性不能满足生产的需要，价格又很高，许多机器人使用厂家持观望态度，机器人的发展处于停滞状态。针对上述问题，1973年日本机器人

工业会及时制订出廉价自动化(LCA)方针,改变机器人生产的类型,生产关节、自由度、功能比较简单,价格比较便宜的机器人,使用厂家有可能接受。其次,日本在机器人制造厂和使用厂之间从社会组织上实行了联合。因为,1973年实行LCA方针以后,许多后来的用户事实上仍持观望态度。究其原因,要让机器人在生产中发挥作用尚有一系列技术问题需要解决。诸如,机器人自身的具体性能、机器人与周边装置的配套问题。日本吸取了美国的教训,尽早采取了使用厂家与生产厂家结合的措施。70年代中期,日本的川崎、三菱等大企业首先在本企业系统内部使用机器人。机器人是这些企业制造的,又在这些企业内部使用,就能及时沟通研制单位和使用单位的反馈信息。设计单位根据使用单位要求改进机器人的性能;使用单位及时得到研制单位的指导和支持,尽快掌握新设备性能,制定和实行新工艺,提高生产效率。再次,不断调整使用机器人的目的,调整机器人的性能,以便满足生产实际的需要。日本引进机器人初期目的在于节省劳动力的占第一批引进机器人265个厂家的32.5%。80年代对331个厂家调查,使用机器人的目的主要在于提高劳动生产率降低成本。再次,日本采取4项经济措施促进机器人的发展。①机器人租赁制度,24家机器人制造厂家和国家保险公司接受日本开发银行贷款,从机器人制造厂购买机器人向使用厂家出租,以便减少用户投资,促进设备更新,适合在中小企业推广机器人。②实行使用机器人的优待制度。1980年日本政府在《重要机械设备特别优待制度》中增加使用机器人的优待制度,在三年内除享受原有的普通优待外,还将享受机器人出售价格10%的优待制度。③在工业安全卫生制度中增加了使用机器人的新规定:凡在危险、恶劣作业环境下使用机器人的中小企业,可以获得低息贷款。④在原有的“中小企业设备现代化资金信贷制度”中增加使用机器人的内容,凡购买使用机器人的单位可获得设备现代化资金贷款。

对比美国和日本两国在机器人发展的初期，当机器人技术比较成熟时采取了不同的政策，在机器人市场上出现了不同的结果。日本从几个方面采取措施，使引进的技术在国内找到了市场，社会经济有了很大增长；美国尽管技术相当成熟，只是由于没有采取正确的政策，失去了市场，没能发挥先进技术推进经济发展的作用。

三、不断提高技术水平，开拓新的市场

适应一定技术性能的机器人产品市场总是有一定限度的，当该种产品占领了一定市场之后，就应该考虑提高机器人的技术水平，开辟新的性能，拓宽机器人的市场。美国的机器人市场自1974—1984年出现了连续上升的趋势，1980—1985年达到每年年增长率42%的高速度。然而到了1986—1987年出现了下降的趋势。1984年安装5000台，1985年7000台，但是1986年仅安装5000台，净减少2000台，占1986年的28.5%。这种现象曾经引起许多美国学者的不安，有人乐观，有人悲观。甚至有些机器人公司退出机器人制造行业，转向其他生产领域。例如，GME公司转生产计算机。GE公司1987年关闭了奥兰多的机器人分厂与日本的Fanic公司合股组建GEF公司。那么，这种现象是否说明机器人根本没有发展前途了呢？

为了寻求此问题的答案，对比同期联邦德国和美国、日本的机器人生产情况、销售情况是十分有益的。正当美国的机器人安装台数从1985年的7000台下降到1986年的5000台的时候，联邦德国的机器人台数由1985年2200台增加到1986年的3600台，净增1400台，与此同时日本下降了1000台。为什么时间相同，不同国家有的上升，有的下降，差别完全是由国家地域不同造成的吗？

分析联邦德国和美国这两年不同种类的机器人的数量结构，可以明显看出，联邦德国的组装机机器人安装台数增长很快，由

1985年的不到 800 台增至 1986 年的 1650 台，增长一倍多，约占联邦德国 1985—1986 年度机器人增长的总台数 1400 台的 60%，同时，焊接机器人也没减少。由此可见，联邦德国机器人台数上升的原因有二：第一，带有一定感知功能的组装机器人增长速度比美国、日本都快；第二，各汽车制造厂仍然不断地向机器人公司购置焊接用机器人。据了解，联邦德国的焊接机器人中相当一部分安装了视觉传感器，可以从事比较复杂的焊接任务。看来，及时提高机器人的技术水平，尽早实现从第一代示教再现型机器人向第二代，带有一定感知功能的机器人过渡是联邦德国在激烈的国际市场竞争中处于领先地位的决定性因素。

分析美国机器人类型的分布同样可以得出相同的结论。就在美国机器人总产量下降的 1985—1986 年这段时间里，美国的 Adept 公司，CA 公司的机器人生产量连年上升。Adept 公司 1986 年比 1985 年增长 20%，1987 年比 1986 年增长 31%，销售额达到 3400 万美元，原因是这些公司，针对美国的家电、电子行业的需求，发挥自己的专长，生产出带有视觉功能的装配机器人，结果占领了美国 60% 的机器人市场。看来适应示教再现型工业机器人市场已经饱和的变化，不断提高技术水平才能开拓新的市场，推进机器人产业的发展。目前发达国家的机器人正在向两个领域扩展，在机械制造业向非焊接领域扩展，如铸造、锻造、装配、搬运等领域扩展，这方面苏联较突出，用于铸造的浇铸、清理、去飞边机器人和配合锻锤可夹持较重的锻件的机器人很多；在整个社会生产领域，从机械加工行业向其它行业扩展，如能源核电站、建筑、采矿、轻工业、农业等行业。

日本扎扎实实地开拓机器人应用领域。日本发展建筑用机器人已有五年之久，开发了 20 多个型号。其中有清水建筑公司的喷涂耐火材料用机器人、顶棚装饰板定位用机器人、安装钢梁钢柱用机器人、地面磨光用机器人、用于地下结构和修筑隧道用机器人，混凝土切割机器人等。日本的 KAJIMA 公司生产组装

钢筋包括焊接机器人、地面抹平机器人、修筑隧道机器人、修筑墙面机器人等等，其中有许多已经以商品形式出售。

四、发展特种机器人是利用机器人的技术性能开拓广阔市场的重要手段。

所谓特种机器人有的国家称为极限作业机器人，是指能在高温、强辐射、压力很大、水下和火灾、地震灾害等条件下，从事检测、维修、抢险作业的机器人。研制特种机器人具有长远的战略意义。首先，极限条件均处于高温、高压、强辐射等恶劣条件，是正常人体不能承受的条件。这种条件恰好是充分发挥机器人具有的超过常人的物理的、机械的性能作用的条件，可谓“用其所长”。其次，特种条件下的劳动作业常常是社会生产中的关键岗位，常常是生产系统中卡脖子的瓶颈工程，一旦这个部位生产有了进展，对整个社会生产链条起巨大的推动作用，能够推动国民经济成番论倍地增长。这方面，日本的进展很快。由日本通产省支持，日本工业研究院制订的《极限作业机器人——Advanced Robot Technology（高级机器人技术）》大型计划认为，在现代社会中，不能用人直接从事和不能提供完善防护的作业日益增多，而这类作业在整个社会生产系统中的作用日益增强，例如核电站耐强辐射，石油开采水下作业，灾害时用于消防救援的机器人等。极限作业机器人计划就是为了研究制造在这种背景下对原子能、海洋开发、灾害救援工作中从事检测、保护和救援用的机器人安排的大型的投放资金多、消耗时间长、投放人力多的国际性计划中的一种。这项计划时间为83—90年，已经执行了5年，计划投入100亿日元，日本的大公司20家参加。该计划的主要内容：

1. 核电站机器人、包括双目视觉信息处理技术、力觉触觉技术、四足行走技术、远距离光通信技术、爬墙面技术等等，要求能够代替核电站中对机器设备进行检验的运转员、维修员的工