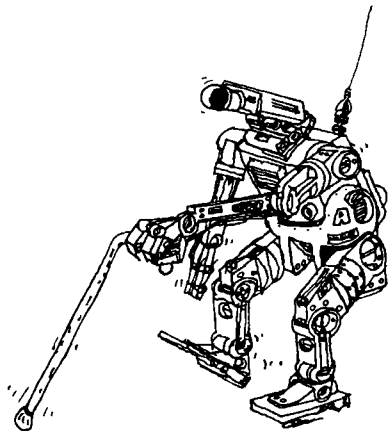


机器人与经济

ROBOT AND ECONOMY



理查德·维德

七十年代,机器人开始进入工厂,对美国的劳动生产率、劳动力市场、生产条件和生活素质都产生了深刻的潜在影响。纵观这十年,具有如此巨大影响的技术发展几乎绝无仅有。尽管机器人的使用数量目前尚无足轻重,但技术的不断进步,加上日益诱人的投资条件和研究与发展形势——如1981年里根政府的减税法案所表明的那样,可能会导致一场“机器人革命”。这场革命将在许多方面对美国今后的经济产生重大的影响,而以对美国工人的影响为最大。

诚然,对于机器人问题多少还是有些争议的。在美国存在着一种令人遗憾的趋势,即有关机器人的问题正演化为公开辩论;人们有时似乎把机器人与工人对立起来,把两者置于胜者囊括一切的斗争中,而机器人的效率是高于有生命的工人的创造力的。在这样一场此得彼失的竞争中,一方以己之长克对方之短。照这种可悲的情况发展下去,如果要想防止大批机器人接替全部的工作,到时候工人要么被迫接受较低的工资,要么就得提高其产量。

我们认为,这种悲观的看法纯属杞人忧天。我们是根据四方面的情况得出这一结论的:第一,到1990

年,估计美国机器人可能从事的工作,数量上肯定不会超过全部工作的10%,甚至有可能不到百分之五;第二,由于对工人进行再培训,有时也由于正常退休而减员,因此几乎没有工人会面临被迫失业的局面;第三,就业总人数乃是经济实际增长的函数,由于机器人对经济的实际增长可以产生积极作用,因而也就对就业总人数会有积极作用;第四,各种再培训计划可以在十年之内把被替换下来的工人适当地安置到新的工作岗位上去。多用机器人对决策者提出的主要挑战实际上并不是失业,而是需要进行再培训。

对机器人革命的影响持悲观论者认为,使用机器人将意味着大批失业,而首先是在美国工业的心脏地带,因为那里是不少的汽车制造业、资本货物^①和机床工业的所在地,何况那里正遭受经济停滞之苦。例如,有一位观察家提出,仅汽车一个行业即可裁员十万人。卡内基—梅隆大学的一份研究报告估计,到1990年,美国工厂中将有4~10%的工作可能由机器人来进行。最悲观的看法认为,由于机器人会从经济上损害一些美国人,因此美国政府必须制订有关政策,使机器人的使用有条不紊地发展,并且克服其

不利影响。这种悲观论者可能赞成对那些打算安装机器人的公司强行规定提交“经济影响报告书”(多少有些类似环境影响报告书),由政府机构来审查,然后决定是否许可其安装机器人。同样,也可以通过一些法律,规定任何工人只要能证明他或她的失业是与使用机器人有关,即可要求得到巨额解雇金。

新“卢德分子”

上述悲观的看法在某种程度上使人联想起卢德分子的态度。卢德分子是一批英国工人,他们在工业革命中期曾组织起来捣毁机器,因为他们认为,机器砸破了他们的饭碗。历史表明,节省劳力的技术曾使生活水平提高,实际工资增加,就业机会增多。机器人革命很大程度上是几百年来大量增加物质财富的长期趋势的继续。

使用机器人将提高劳动生产率,从而给雇主和雇工都带来物质上的好处,这是显而易见的。人们能够创造新的就业形式来抵消由于使用机器人而直接造成的失业。再培训计划就可以防止失业。机器人接替了危险而又令人不适的工种之后,工人的劳动条件和作业安全将会得到改善。大力采用机器人,美

理查德·维德(Richard K. Vedder) 美国俄亥俄大学经济学教授。

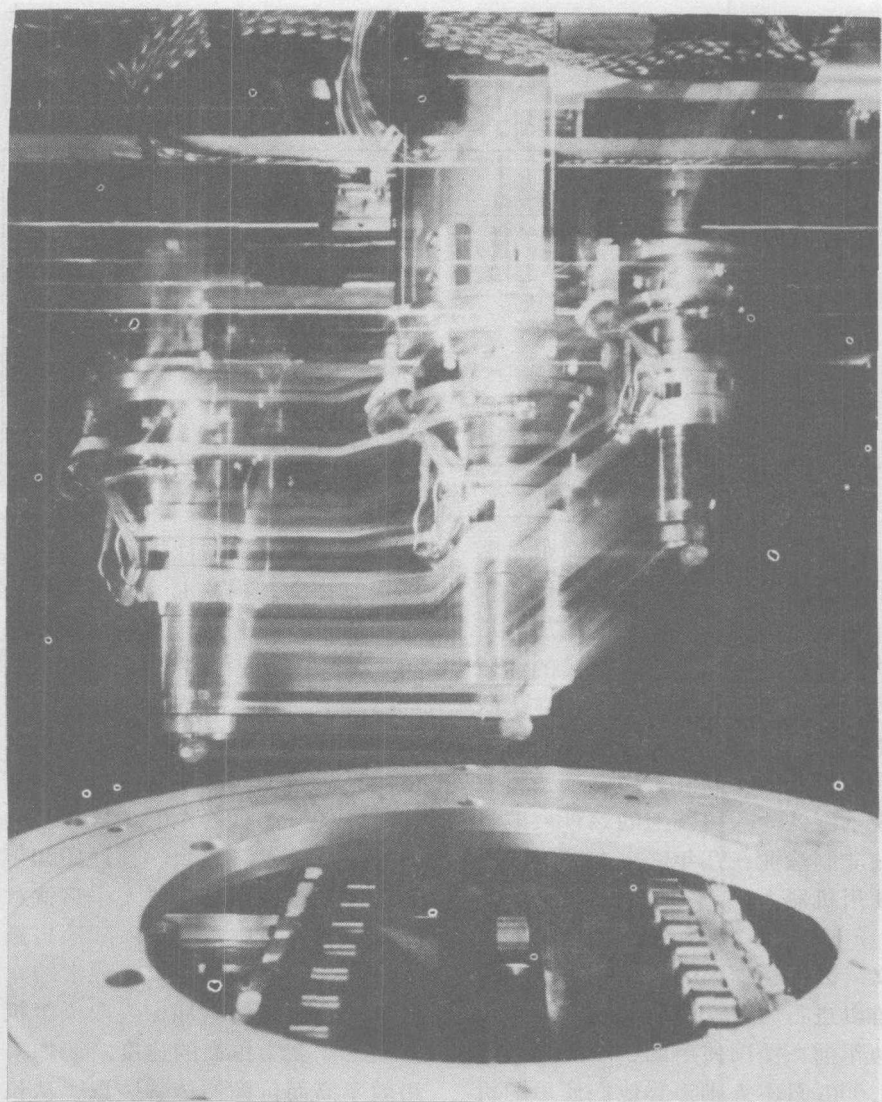
①原文为Capital Goods, 指生产工业品所需的生产资料。——译注

国将能保持并扩大其重要的出口市场，这是因为机器人生产出来的商品和劳务，无论在质量和数量方面都会有所提高；不使用机器人，最终就会丧失这些市场。何况机器人需求的增长，还可使美国那些具有生产机床和其他资本货物设备优良传统的州直接受益，因为机器人也是由人的劳动（也许还辅以机器人）和资本制造出来的。

何谓工业机器人，机器人与其他节省劳动力的资本形式又有何区别？美国机器人公会——由机器人制造商和用户组织的同业公会——通常使用的定义是，机器人是“可重编程序、具有多种功能的操作者，其用途是搬运材料、零部件、工具或某些专用装置……通过可变程序控制的动作来完成多种任务。”

上述定义中的关键字眼是“可重编程序”，意思是使用机器人时不用人来控制机器人的行动，而且还能适应各种新的用途。例如，一旦改变型类，所用的材料和零部件也要随之改变。上述定义中“操作者”一词是指机器人的底部和手臂，它是用来搬运机器人处置的零部件和其他材料的。操作者的动作是受所有机器人都有的第二个组成部分——控制器支配的。控制器可以很简单，只是一些定时器、停止器或可调开关，但它已愈来愈多地使用电脑和微处理机。因此，机器人的发展是与电脑技术的革命，特别是与微处理机的革命密不可分的。典型机器人的第三个组成部分是抓爪，这是用来抓握零部件的——相当于人的手（抓爪有时候称为操纵装置，直截了当的说法就是手）。抓爪可以是机械的、磁力的，也可以是真空的装置。

机器人至少可以由三种不同的方式来开动或提供动力。气动式以压缩空气来带动机械手，这一种比较便宜（整个机器人的售价很少超过二万美元），但这种机器人的力量较小，相比之下，用电机驱动的机器人能量利用效率高，力量较强，但售价昂贵（单价常在十万美元以上）。力量和成本介于两者之间的，是液压驱动的机器人，用液压来驱



这是一个先进的实验性机器人，可自动变换“手”和工具，以选出零部件，并将它们正确地装配到产品上去。

动手臂。

机器人有各种各样的形状和大小，不过并不象科学幻想小说描绘的象真人一样。机器人可以从事多种工作，随着不断地设计出新的用途以利用其新的能力，机器人的工作范围在今后可能会有显著的增加。最近的研究特别集中在给机器人以视觉。这种视觉是很有用的，例如，机器人有视觉就能从贮存有许多零部件的箱中准确地取出它完成任务所需的零部件。同样，触觉的优点在于赋予机器人以多种技能，使他们能够执行多层工序中一项项略有不同的任务。电脑和微处理机技术的发展使机器人越来越趋于尖端化，使机器人具有某种“思考”的能力，增加了机器人的潜在用途。

机器人的使用

机器人主要用于制造业。美国

最早的用户是通用汽车公司，它把机器人用于俄亥俄州洛兹敦汽车制造厂的焊接工序。机器人使生产率提高了20%，而所需的工人人数反比不用机器人时略少一些。汽车工业至今仍然是机器人的一大用户，不仅用于象喷漆和焊接这类“繁重”或者说是危险的工种，甚至也用于在仪表板上装灯泡一类作业中。金属工业也是主要的用户，例如在各个加工过程中搬运炽热的钢件。总之，机器人的三分之一到一半用于汽车制造业、粗金属和金属加工业。

当然，机器人在其他制造业中也很有用。通用电气公司正在进行美国最雄心勃勃的改用机器人技术计划，最终希望机器人能取代其电器装配线上37,000名工人的一半，并希望到1990年机器人可达1,000名之多。

表1 美国工业机器人投资估计
(1979—1985)

(百万美元)

工业部门	1979	1985
电力机械	16.0	164.0
汽车	15.0	54.0
金属加工	16.0	67.0
电子	1.6	70.0
重型机械	12.0	13.0
其它	19.0	71.0
总计	79.6	439.0

资料来源:《铁时代》杂志1980年7月21日,第49页

展望前景,机器人革命很可能对服务行业产生最大影响,近几十年来该行业的就业人数增加得最快。在诸如办公室工作之类的领域内,使用机器人的关键主要在于研制“智能”机器人,使它能在一段时间内做各种不同的工作。某些工业观察家认为,科技上的这种突破将使非制造业在几年之内有可能广泛使用机器人。

由于对机器人没有统一的定义,因此机器人的“人口普查”工作难以进行。据美国机器人公会估计,两年前在美国使用的机器人已超过3,000;日本人则声称他们使用的机器人有47,000个,但他们对机器人下的定义却较美国广得多。尽管如此,即使按照美国的定义,日本可能也有14,000个机器人,超过世界其他地方的总和,按人口平均计算,约为美国机器人使用率的十倍。新近的估计表明,美国单个机器人的数字已近5,000。这比两年前的总数有很大的增长。某些小国使用的机器人也比较多。例如,瑞典在1979年有600个机器人,即每100万人中大约有75个,而美国每100万人中或许只有约十五个。

虽然每个进行估计的人都认为,八十年代及以后,机器人的数字可望有较大的增加,但预计数字却出入很大。据非常保守的估计预测,到1984年,机器人的年销售量将在2,500个以上(几乎是两年前机器人累计的总和)。国家标准局和美国机器人公会则十分乐观,他们预测1985年的年销售量将达4,800个,而到1990年将达17,100个。

与此同时,预计机器人的美元销售值将会大幅度上升。根据某公司估计,按1979年美元计算,到1985年总产值将达43,800万美元(按1981年美元计算或许为54,000万美元)。尽管1985年以后的销售额尚难准测,但假定如某些人所估计的那样,按1981年机器人的销售额约为15,000万美元,那么,预计1990年的销售额将可达21亿美元。这就意味着今后九年中每年的实际销售额都会增长34%,这是很不寻常的。机器人销售量的增加主要取决于机器人工作能力提高的速度,诸如采用效率高而价廉的传感装置。从长远看,更为重要的是,必须使机器人能从事较为复杂的装配工作,或从事服务行业的工作。

如表1所示,凡采用机器人的工业部门,可能除重型机械工业外,预料其生产都会有大幅度的增长。值得注意的是,预料出售给电子工业和电力机械工业的机器人将增长得尤为显著。当然,这在很大程度上还要看技术发展的速度如何。人们除了努力使机器人具有视力和视觉外,还要作一些其他改进。例如目前正在研究使机器人能听懂简单的口头命令;协调手与手的动作,这样就能制成多臂机器人。随着技术上的不断改进,机器人就会找到连机器人专家也预料不到的新用途。例如来自澳大利亚的报告说,人们曾尝试用机器人剪羊毛。

由于技术进步的速度难以预料,因此上面援引的一些预测数字也十分成问题。不过,这些数字很可能低估了增长的速度。单是通用

汽车公司一家就谈到在1990年要花费10亿美元来安装约14,000个机器人,约三倍于目前美国经济中机器人的总数。

机器人革命的经济问题

机器人数目增加的三个重要条件均受制于经济分析。第一是决定机器人工业增长规模的各种因素。第二是机器人对失业的影响。第三是机器人对工资、利润和价格的影响。虽然没有哪种分析能对机器人的长期影响提出准确的预测,但还是能找出造成这些影响的关键性因素,使我们能深入了解可以合理预期的某些前景。

有两方面的理由可说明机器人的使用范围将会扩大:一方面主要与供应有关,另一方面主要与需求有关。就需求方面而言,与有生命的工人相比,机器人完成的工作质量往往较高,例如在焊接和喷漆作业中能保持质量稳定。机器人质量的改善会提高其可靠性方面的声誉,并且不问价格如何都可以增加需求的数量,这样就会获得较高的平衡(即市场价格)与较大的销售总额。从供应方面来看,由于减少了产品检验费用,减少了因工艺低劣而出废品的数量,因此这会降低使产品达到一定质量所需的成本。

当机器人生产的产品的单位成本低于传统生产技术的成本时,机器人在供应方面就占了很大的优势。计算生产成本时,不仅要计算包括机器人在内明显而直接的单位资本费用,也应该把维修费、间接劳动力辅助费用、折旧费、应缴附加财产税等等计算在内。传统的生产成本不仅包括工资和薪金,而且也包括附加福利、管理人员开支、估计的缺勤费、停工费等等。

从长远看,机器人的使用会越来越多,因为就总的价格趋势而言,劳力密集的传统技术的成本会不断上升,而资本密集的机器人技术的成本则在下降。成本下降是因为机器人技术取得的进展,降低了单位产品中机器人的资本费用。从图1可以看出这一点。1975年的劳动力

费用大大低于今天,因而,比如说,雇用—个焊接工人也许要比花费10万美元买一个机器人便宜得多。假定工资继续上涨,而机器人的成本持续下跌(相对于总的物价而言),则焊接机器人就比焊接工人便宜。当然,这种情况已屡见不鲜。可能成为大量使用机器人的用户正在计算劳动成本的变化对安装机器人的决策的影响。例如,通用汽车公司董事长罗杰·史密斯(Roger B. Smith)最近说,“每当劳动成本每小时上涨1美元,多使用1,000个机器人就是经济合算的。”何时跨过使用机器人的“门槛”,这要看机器人和有生命的劳动力的相对价格的变化有多大。如果政府订出的政策会提高单位机器人的成本(例如强迫公司向政府机构申明使用机器人的正确理由,或强迫公司对被取代的工人支付很高的解雇费),则表示机器人成本的那条线将向上移(见虚线),这会把使用机器人有利可图的日期向后推迟。同样,若各种税收或折旧规定降低了资本的边际收益率,也会阻碍新技术的采用。

另一方面,某些政府政策可能会加速机器人的推广。例如,在环境保护条例会降低工人的劳动生产率,或提高传统技术的资本费用的情况下,代表传统技术费用那条线将向上移,这样就会使采用机器人有利可图的日子提前到来。实际跨越这道门槛的日子将随有关工种的情况而可迟可早,这取决于工人的工资水平、机器人的资本费用、机器人取代的工人数、机器人对产品质量的影响、工会合同的性质以及上面已提到的其他因素。

对就业的影响

如前所述,反对采用机器人的主要论点是它破坏了就业。然而我们的分析表明,这种担心是过分了,或者说未能区别自动化(机器人只是其中的一种)对就业问题的最初影响和后续的影响。何况,它还事先假定不存在行之有效的工人再培训计划。

虽然有一种看法似乎颇合逻辑,

即认为使用机器人的最初影响会减少就业,有时还会造成失业,但无论怎么说实际情况并非如此。使用机器人是要提高生产率,从而加强公司的竞争能力,并由此而增加有关人员的福利。对于是否存在对就业的最初影响以及影响究竟有多大,人们往往估计偏高,这是因为,使用机器人而裁减的劳动力,部分地由于雇用维修人员、制造机器人的工人,以及发指令的电脑程序编制人员而得以抵消。

应该看到,就业构成将朝着如多数人所说的积极方向变化。机器人通常将取代从事单调作业的工人,这种作业常常要求付出很大的体力,而对智力的提高却没有什么裨益。有时机器人取代的是对人有危险的工种。在这种情况下,被取代的工人最终是会欢迎机器人的,因为这使他们可以从事报酬较丰的工作。

由于使用机器人而新出现的工作一般说来是熟练技术的工作,需要用更多的脑力,而不消耗体力,也更安全。此外,采用自动化设备对就业还有重要的后续影响。使用机器人所引起的供应方面的变化也会促使需求方面发生变化,这就会促进就业。而且,这些变化通过它

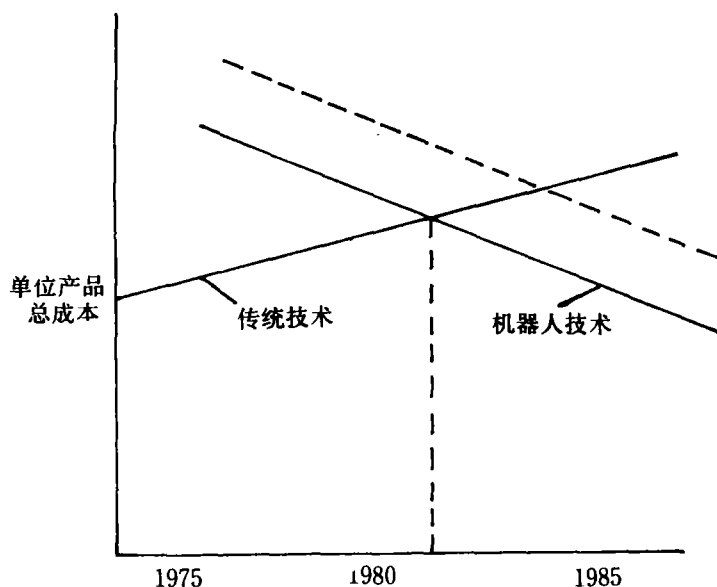


图1 在使用机器人和劳力密集的传统技术两种情况下,单位产品成本的变化

们对工资、利润和价格的影响,又会提高全体就业人员的物质生活水平。这种情况是怎样发生的呢?

机器人提高了未被裁减的工人的劳动生产率。这可用一个假设的例子来说明。假设某工厂由于增加一名工人每天就能增加两件产品。如果产品的售价为30美元,那么在生产线上增加一名工人,公司就能增加60美元的收入。假定采用了机器人,另外还雇用一名工人,即一名机器人修理工,而这个工人可以承担两个或三个每日能增产5件产品的机器人的维修工作,那么,该工人的边际劳动生产率(增产量)便从每日增产2件提高到5件;一件产品的售价为30美元,工人的边际产值就从60美元增加到150美元。因此,无论按哪一级工资雇用工人,都不会亏本。从前,公司付给任何工人的工资都不会超过60美元,因为超过了就得不偿失。而现在,公司付给机器人维修工的工资虽可高达150美元,但其利润还照样增加。

那些由于采用机器人而失去工作的人又如何呢?首先,应该说采用机器人一般不会直接造成失业,因为机器人是逐步引进的,而且被替代的实际上是些退休或辞职的工人。对机器人用户和制造商进行的

调查表明,从现在起到1990年间,机器人所取代的工种大约95%不会造成失业问题,因为涉及的工人或者是接受再培训,或者是因年老而退休。

毋庸否认,如果不在事先进行再培训,那么在某些情况下,猛然大量采用机器人就会引起失业。然而,未被裁减的工人工资增加,由于物价下降而使消费者的实际收入提高,以及生产者的利润上升,都会增加对商品的需求,因为消费与投资支出皆直接与收入有关。投资增加,生产能力扩大,最终也就有助于经济发展。

需要进行再培训

尽管我们认为,机器人时代的到来并不意味着工人大批失业,但对工人进行培训却具有重大意义。密切注意机器人工业的伊莱·勒斯加顿(Eli S. Lustgarten)说过:“迅速实现机器人化所产生的重大社会问题,是进行再培训,而不是失业。由于广泛使用机器人和无人操纵生产而出现的新职业——程序编制人员、技师、工程师——大都要求有高水平的技术训练。大规模的培训计划是必要的,这一方面可防止工人因技术过时而过剩,另一方面又可防止工程师和技师不足。”

必要的再培训大多要通过劳资集体谈判的协议来提供。有迹象表明,某些工会已在争取制定这样的再培训计划。若在劳工合同中普遍规定再培训条款,就可减少政府对再培训进行资助的必要性。必须指出,过去的自动化曾使工作要求发生变化,影响了劳动力市场,从而使工人也发生相应的变化。

在调整过程中,政府可以通过发布劳动力市场信息以及修改或扩大现行公共职业教育计划的方式提供援助,以此来满足工业中正在变化的要求。从公共经费中向教育计划拨款肯定是会受到欢迎的,这将有助于培养出与机器人时代劳动力市场相适应的技术人员。

对职业再培训进行资助可采取

多种形式。那种对再培训教育进行的直接资助可以落实到受失业威胁的工人身上。人们提到的另一种可能方式是,给工人发“保证书”,承担在公立或私立学校的再培训的费用。也许必须增加对公立职业学校的直接援助。由于采用机器人技术而产生的许多新工种将要求有高级而严格的训练,因此人们期望各大学发挥重要的作用。高等院校不但在传播与机器人技术有关的知识方面,而且在创造新技术,使机器人进一步推广到工作现场方面都占有重要地位。

使用机器人可以降低成本,使那些用机器人的工业完全有可能提高产量,从而抵消机器人对就业的影响。机器人的使用将会促使那些用机器人的工业全面就业,这的确是很可能的。但对就业究竟有何影响,这取决于那些对工人供求弹性敏感度和最终产品的需求弹性有直接影响的因素。

机器人的制造和维修会直接使一些领域的就业人数增长。然而,这种影响不会很大。即使有关销售增长额的最乐观的估计成为现实,在今后十年中无论什么时期,机器人制造业的总就业人数也不会超过5万。

某些历史资料

机器人是一种较新的事物,根据过去不多的经验很难对它们今后的经济影响作出估计。尽管它们显然是机器的“最终”形式,但在经济方面的影响与曾替代或取代人力的其他形式的机器并无实际区别。机器人不过是自动化或机械化的另一种形式。有充分的历史资料可以说明,过去的自动化曾导致更多的人就业,而在那些实行自动化的行业,有时甚至会导致更多人直接就业。

第一个例子,从某种意义上说也是历史上最好的例子,那就是英国工业革命时期的棉纺织业。在卢德分子为保住工作而捣毁机器的那个时代,自动化挤掉就业机会的影响比今天机器人可能产生的影响要大得多。到1821年,“一架纺纱机在

一定时间内的产量,相当于哈格里夫斯纺纱机发明前(1770年获得专利)200个工人的产量。”但棉纺织业的实际就业情况怎样呢?就业大大地增加了;1770年纺织工人可能还不到10万人,1800年就增加到大约35万人。这主要由于机械化大大节省劳动力,使产品的供应增加,加上对产品的弹性需求(在收入和价格两方面),因而产量也必须跟着猛增,这样就增加了就业。如果再加上对就业的第二轮和第三轮影响,其作用就显得更大。在机械化过程中,英国居于领先地位,使它的劳动生产率占尽优势,因而英国在十九世纪的大部分时间里成为最繁荣昌盛的国家。十九世纪是教育普及、卫生条件改善而死亡率下降、新的文化机会增多以及新的物质产品不断出现的时代。

如果把时间和地点移得近些,二十世纪最显著的美国自动化例子,也许要算汽车工业采用了装配线和进行大规模生产。亨利·福特的装配线是在第一次世界大战之前几年发展起来的,他尝试用能够急剧提高劳动生产率和降低单位产品成本的方法来组织工人和安排机器,取得了巨大的成就。机器是否取代了工人呢?情况恰好相反。1920年,工人生产一辆普通汽车的时间比1910年的确缩短了56%,劳动生产率令人惊奇地每年提高了8.5%。生产上的节约使汽车工业可以降低其实际售价平均达62%以上,结果是使销售额增加10倍多,在十年间使技术工人和普通工人的就业人数从37,000增至206,000人。

在这方面,饶有兴趣的是,目前使用机器人最集中的一些行业,在广泛使用机器人的前十年,都出现过大量失业的现象。1967至1977年间,粗金属工业部门的就业人数减少了167,000人以上,运输设备部门则有65,000人以上失去工作。值得注意的是,粗金属工业部门劳动生产率的增长一般说来大大低于制造业,因而失业人数也高于其他任何部门。与这两个部门有关的工业(如汽车业、钢铁业)的市场,丧失给

了外国制造商，因为后者通过更快地提高劳动生产率，使其产品能以比美国对手更低的价格出售。

机械及机械配件同业公会的研究报告表明，从增加就业人数的角度来看，属于所谓“高级技术”工业的那些公司长期以来一直超过其他公司企业。1955至1976年间，五个高级技术工业部门的就业人数增长了20.7%，而其他部门仅为7.1%。与此同时，在任何一个高级技术工

业部门中，每个工人的实际产量（按增值计算）都提高得快于整个制造业。机器人无疑是一种高级技术，目的在于提高劳动生产率，因此历史资料证明了这样一种看法：权衡利弊得失，机器人创造的工作职位将比它所毁掉的要多。

经济学家约翰·肯德里克(John Kendrick)等人整理的材料说明，技术进步和创造发明一向是促进劳动生产率增长的最重要因素。

例如肯德里克估计，1973至1978年间劳动生产率的增长有四分之一以上应完全归功于正视的研究和发展计划。因此，在没有不适当的政府政策阻碍劳动生产率增长的情况下，通过进一步的研究和发展来改进机器人技术，必将在减缓和扭转美国劳动生产率下降的过程中发挥重要的作用。

(本文转载自美国驻华大使馆新闻文化处《交流》1984年第3期)

科技短波

日本产业机器人的发展

1985年，日本产业部门对机器人的需求有了较大增长。机器人的应用得到进一步推广。

据日本有关方面统计，1984年机器人生产台数比前一年增加了34%，达40,923台，产值达2,474亿日元。估计1985年产值可突破3,000亿日元大关。

1985年，日本机器人的发展具有以下三大特征：

第一个特征是“清洁机器人”商品化。在半导体、生物制品生产部门，为保证产品质量，对生产环境的清洁度有极其严格的要求。随着这些生产部门的发展，能满足这种高清洁度要求的“清洁机器人”应运而生，且大有供不应求之势。日本电气公司研制成功的四自由度机械手已批量生产，其清洁度已达十级，适用于精密仪器设备自动化安装线。新明和工业公司研制的一种机器人，其所有接线、管道均安装在机器人“体内”，受冲击部分包有含氟树脂橡胶，符合最高的清洁度要求，在工业上已达到实用化水平。

第二个特征是直接驱动式机器人正在迅速实用化。这类机器人可进行高速、高精度装配作业，一投入市场，就受到用户好评。当前，日本许多公司都在生产这类机器人，并不断加以改进。可以说直接驱动式机器人一出现在市场上，就开始了激烈的竞争。

第三个特征是多用途移动式机器人已研制成功，并投入批量生产。这是1985年机器人研制工作的一大飞跃。使用移动式机器人，无需为其铺设轨道或埋设控制线路。这种机器人具有很大灵活性，并具备初步的人工智能，不但可用在制造业中，而且可在危险的、对人体有害的工作环境中代替人进行操作，在实现工厂无人化方面具有很大用途。以东芝公司的无人操作自动运输车为例，这种移动式机器人能按预先记忆的路线自动行走。

用于原子能发电站内各系统的机器人的研制工作在1985年有了很大进展。上述移动式机器人大多用于这种场所。这类机器人可在高温、放射线强度较高的环境下进行工作，从而保证原子能发电设备的正常运转。日本原子能研究所还研制成功可在水、气体两种环境条件下工作的机器人，这种机器人是承担原子能反应堆拆卸工作的理想“工作人员”。

1985年，具有感觉功能的人工智能机器人研制工作也取得不少成果。可承担焊接任务的人工智能机器人已达到实用水平。三菱公司的一种自动焊接机器人，可对1~2毫米厚的薄壁管道进行全位置、高精度、高质量自动焊接。安川电机厂使用的一种机器人，可对厚0.8~1毫米的薄金属板进行电焊。

随着机器人性能的提高，机器人的应用范围也在迅速扩大。日本的一些研究机构与大学正在共同研制能进行细胞手术、细胞核移植手术、角膜移植手术等细微外科手术的机器人。

机器人的出现，是人类科学技术进步的一大成就。由机器人代替人去干那些单调、乏味、危险性大的工作，让人去从事更富于创造性的劳动，是人类的理想，也是科学发展的必然趋势。

(唐裕德 编译)

林木、果树和花卉的快速繁殖

植物快速繁殖是一项根据植物细胞的全能性，通过组织培养的方法，在较短的时间内繁殖出大量植物试管苗的技术。

中国科学院植物快速繁殖研究协作组在解决试管苗的诱导频率和移栽等一些关键技术的基础上，培育出了10多种包括林木、果树、花卉和水果的植物试管苗，并在生产上推广应用，部分已成为商品出售，为绿化城市，美化环境，增收创汇做出了贡献。还有50多种植物也已培育出了试管苗，条件具备即可大量生产，投放国内外市场。该技术比传统技术具有速度快，占地少，不受气候条件限制，能够进行工业化生产等优点。传统技术难以繁殖的一些经济植物、名贵花卉以及濒危珍稀植物也可以利用这项技术加以解决。同时，这项技术还可以改善植物品质，解决品种脱毒、退化、越夏等问题。

这项技术的广泛应用，不仅具有显著的经济效益，而且为植物基因工程的深入研究打下了良好的基础。



唐菖蒲利用茎尖培养试管苗的过程

(中国科学院科技合同局供稿)