

电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

机器人走向人类

第一章 机器人从幻想中走来

很早很早以前，人们就幻想“人造人”，有很多神话、传说和科学幻想，描绘带有神奇色彩的“人造人”为人类服务的情景。不过，这只是美丽的愿望而已。

16 世纪出现了装有发条的钟，给“人造人”带来了希望。十七八世纪，很多杰出的机械师制造出很多精巧的、栩栩如生的玩偶“安德罗丁”和机械人。

真正的、实用的、能为人类出大力气的现代机器人，它的孕育可以说有三步。第一步，18 世纪的工业革命，使“自动动力源”和“控制器”发展起来了；第二步，19 世纪出现各种机床，使机械制造业大大发展起来了；第三步，19 世纪初期出现的“穿孔卡控制器”，可以说是现代电子数字计算机的前驱。

20 世纪中期出现和发展起来的电子数字计算机是机器人的“催生婆”。1954 年发明家乔治·德沃尔发明了第一个“可编程序机械手”，并且获得了专利。1960 年，他与智慧超群的工程师乔·英格伯格共同研究制造出第一台工业机器人，使现代机器人呱呱坠地了。他们还建立了第一个生产工业机器人的公司，成为工业机器人大家族发展、壮大的“摇篮”。

一、机器人之母“安德罗丁”

公元前，古希腊有一位发明家叫希罗，他用蒸汽、平衡锤给神殿制造出一种自动偶人。这种在欧洲盛行的自动偶人就是安德罗丁。当人们点燃殿前的蜡烛时，女神就在神殿上转动一圈，在它的周围的一些年轻美女也就随着翩翩起舞，他还制造了神坛的自动门。

18 世纪，欧洲钟表技术十分发达。利用这种技术制造了各式各样的安德罗丁。

那时，著名的有法国的机械技师鲍堪松。他是法国人人皆知的人物，巴黎技术博物馆门口有鲍堪松全身塑像。

他生于 1709 年，幼年时就擅长创造发明，曾幻想用机械制出与真的完全一样的“动物”。1738 年，他制造出带有齿轮的铁鸭子。它能惟妙惟肖地模仿真鸭子的各种动作，可以凫水，扎猛子，扑打水。传说还会喝水和啄谷粒吃，能嘎嘎地叫，还能消化食物，排泄粪便。

鲍堪松还制造过会吹笛子的牧童。这个牧童坐在基座上，高 170 厘米。它会吹 12 首不同的曲子。牧童用嘴向长笛的圆孔吹气，使笛子发出响声，它的手指在笛子上的其他圆孔上来回按动着，使长笛的音调发生变化。牧童吹笛子的时候，鲍堪松就亲自用铃鼓伴奏。

他所制做的自动偶人，曾在巴黎开展览过，使他名闻遐迩，并被选进法兰西科学院。

十八世纪，瑞士有名的钟表匠皮埃尔·德罗和他的儿子亨利·德罗，花了四年时间，制造出机械抄写员。1774 年春，向本国同胞展示了他们所制造的安德罗丁。

这个机械抄写员是个小男孩，叫雅凯。它一本正经地坐在桌子旁，用鹅

毛笔蘸上桌子上墨水瓶中的墨水，然后，用优美整齐的笔体写下一个长句子。该有空格的地方，它会空上一格。写字的时候，脑袋和眼睛随书写的姿势而转动，好像在欣赏自己所写出的字句。写完以后，还按照当时的习惯，往纸上撒些细沙子，然后再抖落掉。

德罗父子制造的另一个机械画家，是一个小男孩，取名亨利。它会画四幅画：第一幅画是一个小男孩，一边拉着车一边追赶蝴蝶。第二幅画是法国国王路易十五的肖像。第三幅画是乔治三世和他妻子的肖像。第四幅画是“我的小狗”。

德罗父子制造的另一个安德罗丁是一个女音乐家。它会演奏五首曲子。演奏过程中它的眼睛会随手指变化而转动。胸脯还一起一伏地进行“呼吸”呢，并且不时把头转向观众，好似感谢观众的热情的掌声。

德罗父子制造的安德罗丁很有名。一般人以为安德罗丁这个词是亨利 德罗的姓和名的原文头几个字母拼起来的。这完全是一种巧合。安德罗丁一词来源于希腊文，意思是“像人的”。

德罗父子制造的三个机械人，运到欧洲各国去表演、展览共有十年之久。表演中还有一个小插曲呢。

有一次，机械画师为法国国王路易十六和他的王后表演。当宣布为前国王路易十五画像时，不知是哪里出了故障，机械画师竟画了“我的小狗”，好在路易十六并没有怪罪。但是这有趣的轶事说明了当时的机械人很受人喜欢。

这三个机械人后来被卖给了一家法国的公司，以后几经转手，于是在100多年里，它们一直漂泊在异国他乡。

直到1990年，人们在德国找到了这三个瑞士国宝。瑞士纳沙特爾市市民自动捐资750万瑞士法郎，将这三个国宝买了回来。现在，工程技术人员给机械抄写员安上了新的机构，它能写出：“我们永不再离开我们的祖国了！”

这样的偶人，虽说都是靠机械传动的，然而它们的设计和制作，确已达到了相当精致的高水平。

二、机器人之父英格伯格

工业革命时期，自动动力源的出现，机器零件加工方法广泛的应用，研究出控制器这三个发展阶段，可以说是工业机器人诞生前的三步曲。进入20年代，电动假肢的出现，遥控机械手的应用，对工业机器人问世都有直接影响。电动假肢是靠残留肢体发出的电信号，放大后驱动电机令假肢动作，遥控机械手是由一侧发出控制信号，送到另外一侧控制机械的手臂，用来完成人的手臂的动作。这两种自动机械可以说是工业机器人的嫡亲“父母”。

电子计算机的出现是工业机器人问世的催生婆。不，这么说恐怕还不够，应当说电子计算机、自动化技术、机械技术、控制论和电子技术是共同孕育工业机器人的几位“母亲”。

电子计算机是1946年问世的，它不但能进行计算，而且还有记忆能力，它和人脑有很多相似之处，所以称为电脑。灵活的机械，加上电脑，再加上能控制机械手臂运动的装置，机器人诞生所应具备的几个条件都已具备了。

工业机器人孕育成熟了，但是谁把它领到这个世界上来呢？他就是机器人之父英格伯格。

英格伯格 1925 年 7 月生于美国的布鲁克林，是在康涅狄格州长大的。

他的幼年正赶上经济处于萧条时期。他小的时候，母亲对他讲：“头脑中要具有宝贵的知识，生活才会美好。”英格伯格牢牢记住了母亲的教导，所以，在学校中学习成绩一直很好。

他后来到哥伦比亚大学读书，1946 年获得物理学学士。毕业后到海军服役。二次世界大战后，他又回到哥伦比亚大学，攻读“伺服理论”。（这是研究运动机构如何才能更好跟踪控制信号的理论）。

在读书期间，他经常读科幻作家阿西莫夫的作品，听阿西莫夫讲课，并且十分喜欢阿西莫夫写的关于机器人的故事，以及阿西莫夫提出的“机器人三原则”，他成了“科幻迷”。

1956 年某一天晚上，在康涅狄格州韦斯特波特的一次鸡尾酒会上，英格伯格遇到了一位叫德沃尔的人。他们谈到工业机器人，谈得非常投机。他们都是想研究机器人的人，认为自动机器可以代替人干许多工作，并且效率很高，但是它们灵活性不高。如果能够制造出一种机械，能像人一样，能学习别人干什么活时的动作，记住它们，之后自己能自动地不断地进行这些动作和操作。那该多好，肯定会受到欢迎的。英格伯格与德沃尔真可以说是志同道合。

德沃尔是一位白手起家的工程师，当时在麻省理工学院工作，是非常受人尊重的。他已经有了许多发明和专利。

德沃尔 1932 年先建立了动画片录音装置公司，后又到斯佩里陀螺研究公司工作了几年，再后来组织了新的公司，制造经营各式各样工业电子和无线电实验装置。1946 年，德沃尔发明了一种系统，可以“重演”所记录的机械的运动。但是，德沃尔这种想法没有得到别人的支持，无法实现。但他并不灰心，一直在努力找机会，完成自己的理想。

1954 年德沃尔又获得一项很重要的专利，这项专利是他后来建立生产机器人公司的基础。他提出设想，使机器人成为生产过程的一部分，并且人可以很容易地让它干各种不同的“活儿”。他的申请专利是：可编程序机械手。这是一种像人手臂的机械手臂，但是它干活是按程序进行的，也就是按一定顺序进行工作。但是，这种机械手的工作程序是可重新编制的，也就是它的工作顺序不是固定不变的，是根据干活不同，编制不同程序。这样，机械手本身就有了通用性和灵活性了。

介绍完德沃尔，我们还是回到英格伯格与德沃尔在鸡尾酒会上相遇这件事上来吧。德沃尔大力宣传他的关于工业机器人的想法。他自己没有大量资金来制造这种复杂的机器，所以他努力寻找合作投资者。

德沃尔说：“我们应当知道，有 50% 的工人在工厂中是干那些‘拿’和‘放’的工作，这些工作都可以由机器人来完成。”

德沃尔的宣传引起了英格伯格的注意，英格伯格当时还只是一家公司的经理。英格伯格对德沃尔的印象很好，说德沃尔是“有创造才能的人”。

英格伯格说：“我在朦胧中觉得，他的想法好象要比介绍的更好些。”

这次相遇，使他们俩人树立了共同制造工业机器人的决心。

他们参观了一些工厂，得出结论：汽车工业最适于用机器人干活、因为制造汽车是一种用重型机器进行工作的，并且生产过程是较为固定的，所以用工业机器人就能完成这些工作。更重要的是，工人劳动是轮班更换的。凡是过“三班倒”的人都知道，黑天白日轮流上班是非常辛苦，而工业机器人

则不用休息，一直“顶班”工作。他们看准了机器人大有发展前途。正如英格伯格所说：“我们试图按照经济原则更换劳动。”也就是说，按经济规律，发展机器人，使人从繁重劳动中解放出来。

他们筹集了足够资金，1959年制造了第一台工业机器人。由英格伯格负责设计机器人的“手”、“脚”、“身体”，由德沃尔设计机器人的“头脑”、“神经系统”、“肌肉系统”。英格伯格所负责设计的是机器人的机械部分和完成操作部分，而德沃尔设计的是机器人的控制装置和驱动装置。这些装置完美配合起来，才会成为世界上第一台真正的实用的工业机器。他们俩人密切合作是他们成功的一个重要因素。

这种人机器人外形有点像坦克炮塔。基座上面有一个大机械臂，大臂可绕轴在基座上转动。大臂上又伸出一个小机械臂，它相对大臂可以伸出或缩回来。小臂顶有一个腕子，可绕小臂转动，进行俯仰和侧摇。腕子前头是手，即操作器。这个机械人功能和人手臂功能相似。

他们兴办了世界上第一家机器人制造工厂，叫做“尤尼梅逊”公司英格伯格是这个公司的总经理。他们将生产的第一台工业机器人叫做“尤尼梅特”，意思是“万能自动”。曾经有一个时期，一提到工业机器人就是指“尤尼梅特”机器人。1962年美国机械与铸造公司也制造出工业机器人，称为“沃尔萨特兰”，意思是“万能搬运”。

1961年“尤尼梅特”送到新泽西州通用汽车制造厂。但是，由于成本太高，安装又困难，拖延了很久，直到1975年才开始获利。

订购工业机器人的用户踌躇而来，往往是出乎意料的订户，英格伯格称为“不合理的买主”，他们多是有了好奇心，想买一台机器人试一下。

1962年，普尔门火车车厢公司的董事长，受到机器人前景的吸引，向新成立的“尤尼梅逊”公司投资了300万美元，购买这一公司51%的股份。1966年，通用汽车公司在俄亥俄州新成立杨斯敦工厂，购买了66台机器人。这是“尤尼梅逊”公司第一次重大胜利。

英格伯格除了设计制作出工业机器人外，他更出名的是，主持机器人表演。

1967年，“尤尼梅逊”的几个机器人在约翰尼·卡森展览会上，作了精彩的表演：把一个高尔夫球放到杯子里；指挥一个管弦乐队；一个机器人还出现在啤酒广告的电视节目中。

英格伯格说：“当时要想得到足够的注意是很困难的，所以就得表演些插科打诨的笑料。”

英格伯格又说：“在迪安·马丁展览会上，有人问我：‘什么时候机器人告诉人们实际上做了什么事情’。机器人回答说：‘哦，在展览会上，我们不能有任何自我吹捧。’机器人就是这样耍了一个花招。”

英格伯格可以说一直在研究机器人。1984年，英格伯格离开了“尤尼梅逊”公司。他声称，买一条帆船，航行2个月。

他说：“我要使机器人擦地板，做饭，走到门外去洗刷我的汽车和检查安全等等。”

第二章 “钢领工人”异军崛起

1959年，由英格伯格和德沃尔设计的，由美国尤尼梅逊公司生产的世界

上第一台工业机器人，叫做“尤尼梅特”，意思是“万能自动”。1962年，机械与铸造公司又制造出另一种工业机器人，叫“沃尔萨特兰”，意思是“万能搬运”。这两种工业机器人把机器人引上了实用的道路。在以后十多年时间，各国所引进、仿制的机器人，都是以它们做为“模特儿”的。

工业机器人身披钢盔铁甲，一般都是“从事”重体力劳动，国际劳工组织称它是“钢领工人”。

一、机器人在日本登陆

1967年，首先由日本的丰田织机公司，还有川崎重工业公司等，用重金买进了“沃尔萨特兰”机器人，还有“尤尼梅特”机器人。日本各大公司对这些机器人进行仿制，改进，创新，很快就使日本的机器人发展起来了。

1967年，美国专门制造机器人的“尤尼梅逊”公司派英格伯格飞到日本，宣传介绍机器人。

英格伯格在日本出色地介绍了机器人。一天下午，他给600多名工程师、高级经理讲演，从下午1点半讲到晚上6点半。听众对他的讲演非常感兴趣。因为听众对机器变成了机器人很感兴趣，再加上日本刚刚买进了17台“沃尔萨特兰”机器人，十分想模仿制造这种机器。

在英格伯格这次访问快结束时，他允许川崎重工业公司使用“尤尼梅逊”公司的技术。后来不少人反对这一作法。而英格伯格争辩说：“这也许可能是一个很好的主意。”

后来证明，日本经过几年的发展，机器人技术很快赶上了美国，并超过了美国的机器人产量，应用也非常广泛，变成为机器人王国。

1970年7月，日本在首都东京晴海国际贸易中心，举办了世界上第一个机器人展览会。会上有30多家公司将自己所使用的机器人拿来表演，进行现场操作。还有100多家公司推出了自己制造的机器人样机。参观的人赞叹不已，因为机器人的表演实在太精彩了，而且，日本仅仅只用了三年时间，就把机器人发展到这样地步，真是了不起！

二、“大明星”与“电焊工”

日本的日产汽车公事，是在汽车工业中最先引进机器人的。到1981年，汽车电焊工作已有93%是由工业机器人和自动化装置所完成的。

这个公司为汽车进行焊接工作的都是些“大明星”，有的叫“山口百惠”，有的叫“三浦友和”，有的叫“樱井淳子”、“松田圣子”……，它们不是真正的电影大明星，它们是机器人，只不过给它们起了个好听的名字罢了。不过，它们个个都是“优秀的电焊工”，一个机器人顶好几名工人的工作呢。

日本的最大汽车制造公司——本田汽车公司，引进和制造了许多机器人。80年代初，这个公司的田原第二工厂汽车装配线上有几十台电焊机器人，97%的电焊作业是由机器人和自动装置自动完成的。

日本是应用工业机器人最多的国家，而工业机器人中95%是用于制造业，在80年代以前，汽车工业中应用机器人为最多，80年代以后，电气机械制造业成了应用机器人最多的部门。

三、超洁净机器人

工人在进行焊接时，只见不断冒出片片白光，并且老是“吱、吱、吱”地发出刺耳的响声。干这种活，除很劳累外，还会受到闪光和噪音的侵害，健康会受到伤害。用机器人代替人，就不怕闪光和噪音了。机器人在恶劣条件下，在劳动强度大的作业中，最能显示其优点了。

不过，在十分洁净的地方，同样需要机器人，而且有些工作缺了机器人还是不行的呢。

制造电脑需要一种“大规模集成电路芯片”，生产这种芯片要求有非常洁净的环境，否则会出废品。有人统计过，大规模集成电路芯片三分之二废品是由于落有尘埃造成短路所引起的。

为生产1兆位的芯片，需要有1级的超级洁净室，也就是在这种室内，每0.0283立方米（每立方英尺）内含有直径大于0.5微米的尘埃不能多于1个。

这样的洁净室内，人根本不能进去，只能由机器人去完成操作。

一个人穿普通衣服做一般的步行，可以产生750万个尘埃。工业城市的空气中，每0.0283立方米（1立方英尺）内含有1400万个尘埃。人即使穿着防尘服，但是通过呼吸和皮肤脱落，还有衣服带入室内的尘埃等等每分钟可出现有上万个尘埃。工作人员先经过气流清洗，然后穿上特制的无尘衣服、无尘鞋、无尘手套、无尘面罩和无尘头罩等，并且要求工作人员进入洁净室前5小时就不能吸烟和使用化妆品，才能保证在100级洁净室内工作，这种级别的洁净室内每0.0283立方米（每立方英尺）还含100个尘埃。

用机器人在高洁净室内工作，可以满足高洁净的要求。因为机器人不会把尘埃带入室内，能将室内尘埃吸收掉，而它本身也不产生尘埃。

现在世界上已有很多超洁净机器人。光日本就有10家公司生产洁净机器人。有的公司在3年内就售出了2000台洁净机器人，可想而知，洁净机器人是多么受欢迎，多么有用处。

四、欢迎工业机器人

在机器人问世的初期，人们常常提出这样的问题：采用机器人，会不会使失业工人增加呢？采用机器人有什么好处？

日本发展机器人的经验告诉人们，发展机器人，促进了生产和经济的发展，反而使失业率下降了。

为什么日本能在机器人的数量上，在应用方面超过了美国，并在世界占有领先地位呢？

原因很多，但最主要的是：社会的需要促进了机器人的发展；研究机器人技术的方向和方法比较正确，使机器人走上了兴旺发达的道路；日本社会许多私人公司和政府大力支持机器人技术的研究开发，使其发展速度加快了。

由于日本在发展机器人过程中，十分重视推广其应用，重视满足社会的需要，所以，收到了很好的效益。

还有，日本在广泛应用工业机器人的同时，还大力研究开发高性能的特种机器人和智能机器人，并且取得了可喜的进展，获得了极大的成功，这反

过来又促进了工业机器人的发展。

那么，采用工业机器人到底给人们带来了什么好处呢？

使用机器人，可以节省人力，这对发达国家的人们尤为重要。现代社会，人的时间是最宝贵的，机器人代替人工作，为人赢得了时间，是它的最大功劳。

使用机器人，可以把人从简单单调的工作中解放出来，可以代替人在艰苦的、有害的、恶劣的环境中完成各种工业，这是现代文明社会中十分受欢迎的事。社会发展到今天，人们追求愉快的、舒适的、安全的工作，机器人正是“投人之所好”，这是它的一个重要“优点”。

使用机器人可以完成人难以完成的工作。世界上的物品，特别是人造的物品，有一个向“极端”发展的趋向。如制造加工的机器越来越大、越重，加工制造的元器件越来越小，越精细（比如以微米计），操作作业要求“超高级”的洁净……这些，一般人是难以满足要求的，而机器人则高于人一筹。

使用机器人可以提高生产率，可以提高产量和质量，可以缩短生产周期，可以省能源、提高设备利用率。一句话，机器人可以使人获得较高的经济效益。经济实力雄厚是当今人们追求的最主要目标之一，机器人能帮助你达到这一目标，这是它受人们欢迎的一个重要原因。

机器人给人类带来了无数好处，其结果又怎么样呢？

机器人给社会带来了效益，给生产带来了新气象，结果导致世界各国竞相发展机器人，也就是竞争。

80年代，机器人技术得到迅速发展，可以说有三个原因：各国之间的技术竞争，其中包括机器人技术的竞争；微型芯片的出现，使机器人的“大脑”更便宜，占空间更小；工资的增长及附加津贴的增加，这刺激了国家、公司对机器人的投资。

第三章 智能机器人用双脚腾飞

最初出现和发展的机器人，多数是“聋子”、“哑巴”、“瞎子”、“没脚不会走”的，应用这些机器人，与人类的希望相差还太远。所以，就要广泛地发展更高级的机器人。它们有十分灵活的手，可行走的“脚”，可感知外界环境的感觉装置，有“聪明的”电脑；它们能听、会说、能看、会走、能思考，有“头脑”。这就是第二代、第三代机器人。

第二代机器人有感觉，能在外界条件变化情况下完成运动和操作。第三代机器人即智能机器人，它不但能听、能看、会说，而且会学习，能思考，可以决策，能够自动完成任务。

一、智能机器人

第一代机器人只会“跟着干”，也就是人“教”它干什么，它就跟着干什么。如果不“教”它，它就什么事也干不成。但是，人们期望有更高级的机器人，它们不但在工厂里，而且在社会的各个领域，能够代替人独立地自主地完成各种工作，完成较复杂的任务。这种机器人最首要的一个方面是能听懂人的自然语言，并且也能说人能听懂的语言，这样它才能与人很方便地交换信息。当然，它也应具有理解能力，有思考能力，有自己作决策能力。

一句话它应具有人工智能。

智能机器人能听会说，这是它与一般机器，与一般的机器人的一个大区别。

让机器人理解人语言的含义，这很难。说不同语言的两个人交往是比较困难的，但是，机器人与人交往比这更困难。要求机器人识别人的话是很复杂的问题，因为人说话的声音很复杂，就是每个单音都各有自己的频率、长短、强弱，真是互不相同。

有一个例子，可以说明机器人识别人的声音和语言多么复杂。高加索的一个研究生，曾制造一只由声音控制的机器龟。这只机器龟有能听懂人声音的装置，并且会产生控制信号控制龟完成这一些动作。也就是，它能按照人的声音发出的指令进行动作。很多参观者都来观看它的表演。它对主人发出的命令真是百依百顺。但是客人下同样的命令，它却基本上拒不执行。后来，仔细审查才弄清楚，发指令必须带“高加索口音”，它才会执行。而所谓“高加索口音”，其实只是有几个音发音中喉音重一些而已。

尽管机器人识别人的语音和语言很困难。但是，今天的电脑对人的声音和语言识别已达到了很高的水平了。

现在是怎么识别声音和语言呢？首先用话筒把声音接收进来，变成电信号，再用电脑进行识别。先要把这些电信号的特征找出来，然后根据这些特征进行分类判别，弄清听到的声音到底是什么。分类判别的方法中最常见的方法叫“模板匹配法”，它是这样的：把已知道的声音制成许多“模板”（就是样板的意思），并存贮起来。把要判别的声音各个特征逐个与各个模板进行比较匹配，当找到它们与某一个模板相同时，也就知道了输入的声音是什么了。

知道了声音，还要弄清由许多声音组成的每句话是什么意思，这叫“句法模式识别”。现在常用这样的识别方法：把已知的标准句子（称为样本模式）经过文法推断，制造“模板”，存贮起来。需要弄清的句子输入电脑中，再经过处理，模式表达，句法分析，与“样板”进行比较（也就是匹配），就可知道输入的句子是什么意思了。

至于机器人说话，它的过程和语言理解正相反，叫做自然语言生成。之后由喇叭传送出来。

毫无疑问，为了让机器人将来在人们的生产和生活中站住脚根，它必须能听懂任何人所说的话，执行人所发出声音的命令，也必须能够说人能听懂的自然语言。

机器人会说话是近 20 年代以来发展起来的，但是，说话的机器的发展史却要追溯到古代。18 世纪末，曾有一人制造一个发音器官模型，用风箱把强大气流送入用皮革制成的喉咙，一些由一组杠杆制的小舌头和共振器颤动起来，机器就“说话”了。

1920 年一个展览会上展出一个会说话的发音器官模型，它能说一些简单的句子，如“噢，利拉，我爱您！”还能说：“喂，伦敦吗？”这使观众大为惊奇。

机器真正会说话，还是电子技术和电脑技术大发展之后的事。起初，人把需要的话用磁带录下来，并在每段之间录上标记信息。用的时候，用控制装置寻找应当放的那段话；把录音带倒带，控制器监视它，当发现所要的标记信息时，控制录音机进行放音，放出的话就是机器所要说的话。这种方法

很麻烦，“反应”也慢，所以已不怎么使用了。现在是用“语音合成处理器”来实现 21 机器说话的，它是用电脑，根据声音的特征，生成声音，再用喇叭放出来。

机器人，能听懂人的语言，会说话，也就是能与人进行交谈了。

二、机器人的“肌肉”

机器人也有“肌肉”吗？有。

人身上有许多肌肉。肌肉在神经冲动的影晌下就会收缩或松弛，就引起了人的器官（如手、脚等）产生运动。

机器人的电脑、控制装置发出的控制信号控制机器人的“肌肉”，使它动作，也就使机器人的手臂、手指、脚等运动和动作。

机器人的“肌肉”也称为驱动装置，或动力装置。

没有“肌肉”，机器人照样不会运动，仍然是“死的东西”。机器人的“肌肉”。是它重要部分之一。

机器人的“肌肉”有滚动的、气动的、电动的三种。机器人刚问世时，用液动的驱动装置较多，后来，电动的越来越多。

电动的驱动装置主要是由电动机，减速器、链条、拉杆等构成的，但电动机是最关键的。

在机器人的传动装置中，采用直流电动机就有着很严重的缺点：它带有容易出故障的“换向器”和“电刷”，结构复杂了；还有，在同样的功率下，它的体积比交流电机要大。所以，不少专家在力求用交流电机构成机器人的驱动装置。

目前，机器人的驱动装置用交流电动机，不如直流电动机多，因为任何事情都有个发展过程。

1985 年，在第 8 届机器人展览会上，美国“能手”机器人公司展出了“能手”1 型机器人，它是世界上第一个直接驱动的机器人产品。直接驱动的机器人有很多优点：结构简单了；小电机可以带动较大的机器人工作，电机是无刷的，寿命长，可靠性好；传动误差小，机器人定位精度高了；另外，响应也相对要快些，美国“能手”1 型机器人，手臂最大伸长为 800 毫米，手端最大运动速度是每秒 9 米，但定位精度却是 ± 0.127 毫米，载荷能力为 6 公斤。可以说，这是当时比较先进的一种工业机器人。

为了使机器人的“肌肉”更像人的肌肉，机器人专家还研究制造了聚合物肌肉组织。聚合物是一种化工产品，是一种“高分子化合物”。

英国赫尔大学于 80 年代中期就发现了制造机器人肌肉的新方法：用聚合物的膨胀和收缩引起机器人手臂运动。

在聚合物中加入水的时候，聚合物就会膨胀，当丙酮一类溶剂加入到聚合物中去，可以把水吸附出来，又使聚合物收缩了。用电脑控制加入化学物质及水的多少，以便控制“肌肉”的运动。

日本科学家也研制出这种聚合物“肌肉”，不过，他们是利用通电和断电使聚合物收缩和松弛的。当通电时，这种聚合物液胶体就像人的肌肉一样收缩，当切断电源后，聚合物胶体就松弛了。这是一种“电子——机械”系统，它只要外界加入少量能量，便可运动。

这样的“肌肉”，不是更像人的肌肉了吗？

不过，目前真正实用的仍然是气动，液动，电动马达构成的驱动装置，而聚合物肌肉达到实用水平，恐怕还要过一个时期。但，不会太远了。

前不久，日本东北大学江刺正喜教授研制出新型的机器人肌肉——“静电促动器”。他把波纹型金属薄膜片表面涂上绝缘漆，然后把很多这样的波纹型金属薄片重叠在一起，就构成了机器人的肌肉。

当给这个“静电促动器”加上电压时，就使金属薄膜产生了静电吸引力，各个金属薄膜之间强烈地相互吸引，使整体收缩，就像人肌肉收缩一样。当去掉电压时，没有吸引力时薄膜之间又离开了。整体又伸张了，像人肌肉松弛一样。这种“肌肉”优点是收缩率大，结构简单，可采用半导体的加工工艺，能实现1毫米以下的微型肌肉（用在微型及小型机器人身上）。

三、双脚走路的机器人之父

有很多机器人具有行走装置，能够移动。

机器人移动的方法很多。水中的机器人，可以用推进器使它前进，在墙壁上，机器人可以用吸附式的“脚”向前移动；机器人在地面上，可以用轮子或者再加上履带，使它向前滚动，也可以用双脚、多只脚向前迈进。

用双脚走路，说是容易做是难。

因为要有三个支点才能使物体保持平衡，如果只用两只“脚”去支撑重物，一般是会摔倒的。如果再要求用两条腿交替地抬起来，向前移动，就会出现“动不平衡”，所以更容易摔倒。

那么，为什么人只有两只脚，而且可以自由行走呢？这是因为，人在走路中，内耳能够测量出人身体不平衡倾向，把这种信号传送给大脑。大脑产生命令，使腿的肌肉收缩或松弛，移动一条腿，或者由其它肌肉移动平衡中心，使人不会摔倒，又使脚向前迈进。这一系列复杂的生物自身调节过程，要将它分解给机器人来自我调节完成，可以想像，这是很困难的。

要让机器人“学会”用双腿走路，必须有适当的控制信号和必要的装置，不断地把它的重心从一条腿上方调整到另一条腿上方，才能保证它不会摔倒并迈步前进。这是很复杂的过程，相对于用轮子移动来说，真是要复杂得多了。

日本早稻田大学加藤一郎教授的研究室，1969年首先研究出世界上第一个用双脚走路的机器人。

1981年初，东京再次传出了震动世界的消息：日本早稻大学加藤一郎教授研制的新型机器人，它两条腿走路，动作很灵活，与人相似，它能不断地移动重心，以保证走路不摔倒。这种机器人可以每9秒钟走出一步，它在当时是十分了不起的。这种步行机器人所以能有这样水平，是因为它具有很灵活的腿，并且具有许多传感器，最主要的是它有先进的电脑。由电脑发出控制指令，一条腿抬起来，同时要控制重心移动，使重心移到站在地面的腿上，并且保证在抬起一条腿向前移动时，重心一直“动态地”处在另一条腿上。这台机器人是采用“动态平衡”控制方法，就是保证在移动中，考虑各种力的因素，考虑运动中动力对平衡的影响，以进行综合控制，实现边运动，边调节重心，边测量各状态和各种信息，边计算，以修正控制信号，实现既不摔倒，又向前迈进。腿迈多远，步子走多快，腿抬多高，还有什么时候着地，什么时候换成另一条腿前进等都是由电脑计算的。

这台机器人轰动了全世界，它是步行机器人最先进的代表。加藤一郎为双腿走路机器人的诞生、发展作出了不可磨灭的贡献，所以世人称他为双腿走路机器人之父。

加藤一郎还被誉为日本机器人之父。

四、六条腿的“马”

自然界中，马都是四条腿，没有六条腿。但是，在机器人王国中，人们制造出四条腿的机器马，也制造出六条腿的“马”。

两条腿走路的机器人，走路中容易摔倒，采用四条腿或六条腿不就容易保证在行走中不会摔倒了吗？

1969年，美国著名的通用电气公司制造一种机器马，它有四条腿。马背的驾驶台上可以坐一个人，进行操纵。当操纵人的手、腿动作时，就传到机器马身上，不过力量大了好多倍，使马的四条腿动作。它的行走速度比人快一倍，它的前足可以拿起200多公斤的重物。

这种四脚马，当然不能说是属于第二代机器人，只能算是一种“主从操作机器人”。操纵者是“主人”，而机器马是奴隶，是听操纵者的操纵而动作，所以是“从动者”。

发展带脚的机器人，有多少只脚最好呢？有的科学家认为应当像多足的蜈蚣，有的则认为应当是像人一样。前苏联科学院、莫斯科罗蒙诺希夫大学和列宁格勒航空仪表学院联合研究的机器人，却采用了像蟑螂一样，用6条腿行走，并取名叫“沙马”。

前苏联科学家为什么要选择“六条腿”的机器人呢？这是因为，两条腿的机器人要找好它的重心，保持各种动作时（两条腿中只要抬起一条腿就只剩下一条腿了）的平衡，相当困难；四条腿当然比两条腿要平稳得多，而六条腿比四条腿的平稳系数又要大些。那么，又为什么不是腿越多越好呢？这是因为，机器人的每一个动作都是由人为它设计并被控制装置所操作的，腿多了，要使它们彼此间保持协调一致的动作，就不是轻而易举的事情了。

这六条腿的机器人，从侧面看过去有点像汽车车身。它的头部装有电脑和“光眼”。“光眼”是一种光学测距仪，用来探测地形。在它的舱室内装有平衡器官，是一种叫做“陀螺水平仪”的仪器，它能测出自己身体与水平线倾斜多少度。它的尾巴是一把铲子。

沙马有六条腿，走路的确很平稳。它走路方式有三种：第一种是“顺序式”，先迈前面的第一对腿（其他四只脚支持本身重量），之后再迈中间的第二对脚，最后迈第三对脚。第二种是“对角式”走路，先迈第一对的左脚和第三对的右脚，再迈第二对的左脚和第二对的右脚，最后迈第三对左脚和第一对的右脚。第三种是采用蟑螂常用的爬行方式，称为“三角式”，先迈第一对的左脚、第二对的右脚和第三对的左脚，再后迈第一对的右脚、第二对的左脚和第三对的右脚。

若是负重物太重，它就用“顺序式”走路；若是负重不大，但是为了行走速度快，它就采用“三角式”行走。

沙马一般的行走速度是每小时5公里，和人的步行速度差不多。

沙马能登楼跨沟，能爬斜坡。它的用途极广，可以当作推土机，挖掘机，吊车和轮渡，也可以进行钻孔、越野，或者担任自动装卸车的角色。

这种沙马机器人真是有点不同凡响。

90年代初期，国外还研制出四条腿走路的机器人，前后腿分别组成对，向前迈进，就像狂奔；若是前后腿对角组成对，向前迈进，就像颠驰；若是同侧前后腿组成对，动作就像溜蹄。这种机器人跑起来有点像矮脚马，行动很自由。

四脚马或六脚马，动作控制是比较复杂的，关键是保证各只脚相互协调动作。足越多，控制越复杂，但是在特殊情况下多足机器人有特殊功能，如在球内壁，罐状内部行走工作，则用蜘蛛式机器人更为合适，它可以代替人自动进行工作。

五、首届机器人奥运会

1990年9月27日和28日，在英国苏格兰的格拉斯哥，由莱德大学主办，举行了别开生面的机器人奥运会。这是第一次国际机器人奥运会。

这次机器人奥运会，比赛项目是五花八门，有的是比赛爬垂直墙壁，有的是躲避障碍物赛跑，还有机器人自行通过走廊，对话，比保持平衡能力，标枪掷远，机械手操作技巧，还有机器人竞走比赛等，凡是参加运动会的机器人，必须能表演一点“自主动作”。

裁判们对参赛的机器人，按它的设计质量、表演动作难度、有没有新颖性等方面进行打分，评出优胜者。

来自美国、日本、英国、前苏联、法国等11个国家的代表队50多名选手参加了角逐。不少机器人是由大学、中学和业余小组送来的，遗憾的是，没有来自汽车和军工界的机器人参赛。

原来日程安排，从希腊巴农饭店把奥林匹克火炬带到运动会会场上，选定一台机器人来点燃机器人奥运会圣火。但是，这台机器人的小车的电路出了毛病，只好由汽车伺候它了。

这次运动会开得非常有趣。只见这些选手身披铁甲，双目如炬，双手灵活，或脚奔走，或足踏飞轮。

比赛不仅饶有兴趣，而且开阔了眼界。

日本筑波大学制造的“山彦九号”机器人获得了全能表演奖。因为这台机器人在跑道上遇到障碍物时，不需要停顿去进行判断和思考，而是立即就可以绕过障碍物。而其他选手在遇到障碍物时，一般都是用“眼睛”把障碍物扫视一遍，再用电脑处理这些信息，命令机器人躲过障碍物。而山彦机器人是“技高一筹”。图林研究所的裁判彼得·莫菲思说：“这种机器人的系统中，每个组成部分都是经过精心设计的。”

机器人沿着垂直墙壁攀登，并且不时还要跨越障碍物，这一比赛更是令人叫绝。英国朴茨茅斯多种技术公司研制的“罗布吉—”机器人的“爬行术”水平很高。它像昆虫一样，身上背着大的重物，和自己的体重差不多，用4个爪子沿着直上直下的墙壁爬行，爬得又快又稳。它是智能机器人，所以遇到障碍物时，一下子就过去了。但是，可惜它没有夺得冠军。不过没关系，它仍然回到自己的“岗位”上，去作检查工作。

“罗布吉—型”机器人的“队友”夺得了这个项目的金牌，它叫“齐吉—詹吉”，它的攀登技术和“罗布吉”同样是那样高超，不过，它更显得“精干”，因为它的结构更简单。这位冠军原来是一位检查“工作者”，它

常常在陡峭的轮船船壁上，或者在高矗云霄的石油钻机壳上进行检查工作。

这次机器人运动会的规模不算大，可是却有不少趣闻轶事。

美国麻省理式学院选派的一位“选手”，是一个六条腿的机器人，到比赛开始时，它不知为什么，拒绝起跑。还有一台机器人，被摄像机的闪光灯损坏了传感器，只好退出了比赛。还有一个机器人，一个电子设备失灵了，在当地买不到替换元件，也只能不参加比赛了。

因为先进的机器人不断地增多；另外，这次运动会的主办者认为，应当有机会表演机器人的性能，并且能弄清还存在什么问题，所以才召开了这次机器人的奥运会。

从这次机器人奥运会可以看出来，将现在已经制造出来的机器人与小说中，电影中创作的机器人相比，还显得“太年轻”了，还有待进一步发展。

图林研究所主任彼得·莫菲思博士认为：这次机器人运动会，可以使人得到两点启示：第一，机器人只靠提高计算机能力，并不能解决所有的问题，如果用先进的“软件”与计算机能力配合，可能会好些。第二，应当设计新型的机器人构件，因为现在的机器人的身体构件太坚硬了，而灵活性太差。

的确是这样，机器人的电脑发达，可以使机器人水平提高，但机器人是许多科学技术的综合产物，其中包括控制论，结构学，电子学，信息论和计算机等。要想机器人更发达，要同时发展这次科学技术，并要综合利用。

第四章 特种机器人的英雄美名

海洋是个大宝库，宇宙空间有无数奥秘。

有许多故事叙说，机器人是探测、开发海洋和宇宙空间的英雄、能手。

核电站有很强的原子辐射，人若直接去接触它，会遭受严重的伤害，失火现场是很危险的地点。这样危险的环境，由机器人去完成作业是最为合适的了。

机器人在恶劣和危险条件下作业，作业情况远远超过了人的作业能力，超过了人的生理忍耐极限，这种机器人就称为“极限作业机器人”，也可以称为“特种机器人”。

随着人类生活水平的提高，用机器人代替人在恶劣的环境下进行劳动和作业，这是很理想的、很彻底的出路，如从事抢险、救灾、防暴、救护、警戒、侦察、检测、防卫以及作战等。特种机器人有可能大大拓宽人类生产和活动领域，如在深水下，在高真空的太空，在强辐射下的环境里。特种机器人是一种深受人们欢迎的机器人。

一、大海捞针搜索氢弹

1966年1月7日早晨，在西班牙的帕洛莫尔斯上空，美国的一架B—52型轰炸机与一架KC—135型加油机相撞，飞行员弃机跳伞了，两架飞机都是七零八落地坠落了。

B—52轰炸机上有4枚氢弹，这一下子可轰动了起来，美国的军队立即赶到现场，其中的三枚氢弹在村庄的边上找到了，另一枚已掉入地中海海底。这枚氢弹相当于2000万吨炸药。地中海的沿岸各国，纷纷向美国政府提出抗议，因为这颗氢弹正威胁着他们的安全。

美国海军派出了深水潜艇“阿尔文”号和“阿鲁明诺特”号在茫茫的大海中搜索现场。“阿尔文”号有一个球形舱是载人用的，它有三名舵手。两名舵手在舱内操纵下沉、搜索，一人在海面的母船上记录潜艇的信号，跟踪潜艇，并通过“水听器”向舵手指示方向。在深水中，常规的无线电信号已不实用的了。

“阿尔文”号对每一厘米海底都进行了仔细地搜索。用一根操纵杆控制三只螺旋桨，艇后的主螺旋桨用来推进和导向；两侧的两只升降螺旋桨用来向上、向下运动和转身。“阿尔文”号很好驾驶，很像是一架直升飞机。

在深海海底，是一片漆黑，也是一片泥泞，没有植物。“阿尔文”号用强大的汞蒸汽照亮了6~9米的范围。一天，两位舵手在潜艇的舱内有如下对话录音：“等一等，我看见了一个东西。”“是什么？”“我不能肯定。”“向右，不对！这就对了，正是它。”“那是什么？”“空罐。”

有人告诉搜索人员，在飞机相撞之后，一位西班牙渔民看见了一顶大降落伞挂着一件东西坠入海中。海军人员曾三次要他指出入海的地点，他三次都把人带到同一点。“阿尔文”号就在这地区附近搜索。

3月13日，“阿尔文”号在海下沿着陡坡下滑，舵手看见了悬崖上挂着一件好像是雪球般的东西。可惜拐弯拐错了，潜艇撞上悬崖，崩出一团泥云，什么都看不见了。舵手慢慢地把潜艇倒退出来，没有引起山崩，若是造成山崩，他们就要被活埋了。

又过两天，“阿尔文”号沿着前几天搜索的海底陡坡，作最后的努力。舵手又看见了拖痕。突然潜艇内的舵手和海面上的观察电气技师同时喊叫了起来：“我看见了，在那儿。”

上级让“阿尔文”号别动，等待“阿鲁明诺特”号来会合，以便进一步证实这是不是所要找的氢弹。

因为潜艇是用蓄电池供电的，为节约用电，“阿尔文”关了灯，在黑暗中等待了8个小时。“阿鲁明诺特”号到达后，在氢弹降落处停留了22小时，等待“阿尔文”充电，将机械手臂装好再来。

“阿尔文”号在海下拍摄了照片，证明找到的是氢弹。氢弹落在765米深的海底。

二、捞氢弹科沃显神通

水下潜水器“阿尔文”号，经过将近一个月的搜索，终于找到了掉到海底的氢弹。如果打捞呢？那也是很困难的事。

“阿尔文”号的机械臂“拿”一只夹钳下潜，想把夹钳扣在氢弹的中部。但是试来试去，总是没有办法把夹钳套上氢弹。

后来，费好大劲，才把一个“抓机”同降落伞吊伞绳的顶端连上。有一根25厘米粗的尼龙绳把“抓机”同锚连在一起。想就这样把降落伞连同氢弹吊出水面。但是，吊到离海面还有一百米的时候，绳索断了，氢弹又掉入了海底。

“阿尔文”号在第30次下潜时，终于在离原来位置的下方不到100米处，发现氢弹躺在很陡的斜坡底部的一个裂缝里。这次是请机器人科沃来帮忙了，“阿尔文”号把一超声波发生器安在降落伞上，给科沃指示氢弹位置。

科沃是美国海军军械署试验站1958年研制成功的，是专门用来回收鱼雷

的水下机器人。

它身長 4 米，身上裝有又粗又長的 4 個大浮筒，浮筒上有推進器和控制器。它的前邊裝有一個探照燈和一台攝像機，還有一個機械手臂，它的中間是半圓球的鋼爪，前端還裝有一個小鋼爪。

科沃身上裝有各種先進的儀器。它的身上裝備有一種超聲波探測器，這種儀器可以發出超聲波。超聲波在水中傳播，若是遇到障礙物了，聲波就會反射回來。這種儀器接收反射回來的聲波，經過分析，就可以知道前方多遠地方，有多大的東西了。科沃身上還有一台位置測定儀。它可以測出科沃下潛的深度以及所在的位置，隨時把科沃的位置和下潛深度告訴母船上的操縱指揮人員。海面上母船的指揮人員，發布命令，指揮科沃的行動。

科沃是一種遙控的潛水器，它身上不載人，所以它是無人遙控的水下機器人。

科沃下潛到海底，把一根纜繩系在降落傘上。雖然張開的降落傘死死地纏住了科沃。但是，它開始上浮，艦艇上的大吊車急忙把它拉出水面，這時人們興奮地看到，機器人手內抓住的正是落水的氫彈。

科沃撈氫彈一舉成功，傳遍了世界各地。其實，在過去的 6 年內，科沃已經幫人們回收了 600 個魚雷和物件，但是沒有引起人們的重視，而這次科沃一舉撈氫彈成功，卻引起世界性的轟動，使得世界各國競相發展水下機器人。

三、科沃三撈“不死鳥”

1976 年 9 月 6 日，前蘇聯飛行員別連科駕駛米格 25 戰鬥機，在日本函館機場強行著陸，要求去美國政治避難。這是一架蘇式飛機，飛行速度是聲音傳播速度的 3 倍。

它被稱為“當今世界上製造得最好的截擊機”。日本人把它給了美國人，它被拆開了，一個零件一個零件地仔細研究。這架飛機上竟還裝備有“過時了”的电子管，引起一些人的嘲笑。

正在美國得意之時，在 9 月 14 日這一天，一架美國海軍的 F—14 戰鬥機跌入大海。這種超音速飛機的後掠機翼，可以根據需要而變化，當時是非常先進的。飛機上還帶有先進的“不死鳥”導彈。因飛機供油系統失靈，從“肯尼迪”號航空母艦甲板跌入蘇格蘭的外圍海域。

這一事故正好被在附近巡航的前蘇聯船隻看見了，前蘇聯當局立即增派了兩艘巡洋艦，駛入這個海域，企圖找機會打撈這架飛機。

美軍害怕軍事機密落入俄國人手中，立即派出海軍救援拖船“沙柯里”號駛到現場，又把著名水下機器人“科沃”從阿巴丁港空運到現場，並派出核動力深海船“RN—1”號共同打撈。

這是奧克尼群島以西偏北 130 多公里的海域，海底正是頻臨深海的大陸坡，海溝縱橫，怪石嶙峋。由科沃和“RN—1”號負責深海作業。它們打開強光燈，看到 F—14 飛機斜躺在斜坡上。

科沃用機械手臂把鋼纜穿過 F—14 的底下，與“RN—1”一起，將 F—14 飛機捆好。“沙柯里”號的絞車，吊起這個 20 噸重的傢伙，當接近出海時，鋼纜斷了，F—14 戰鬥機又沉入海底。

10 月 27 日開始第二次打撈，結果鋼纜再次斷掉了。