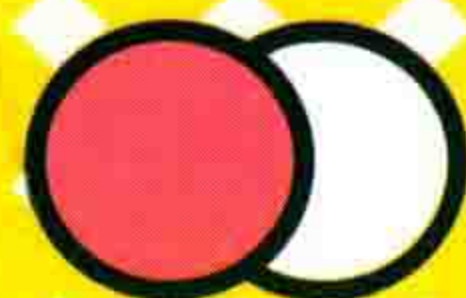
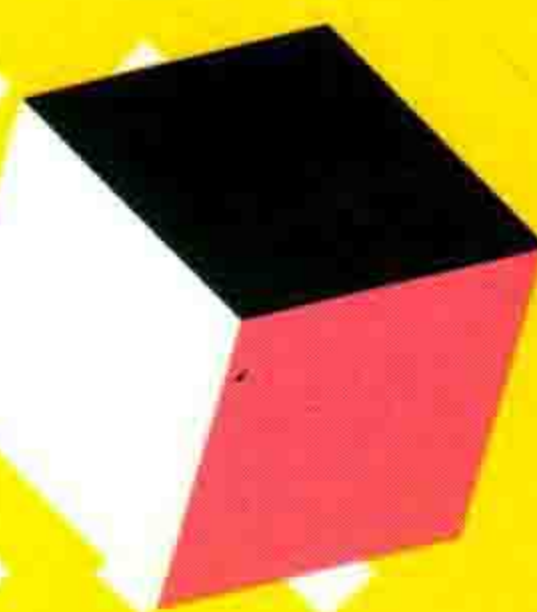
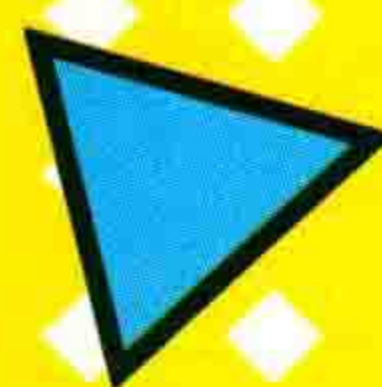
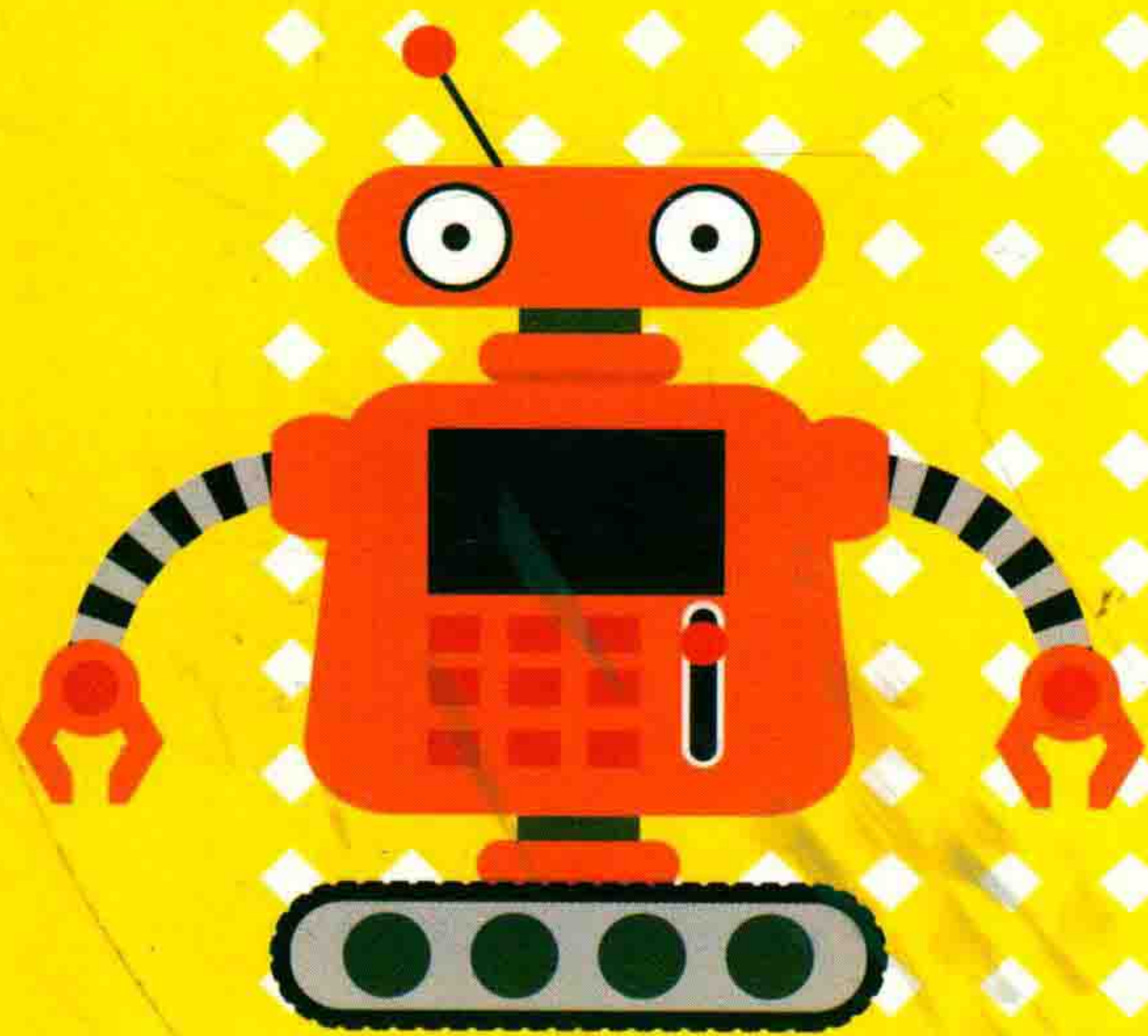


“机器人革命”有望成为“智能制造”的一个切入点和重要增长点，将影响全球制造业格局。

“玩转机器人设计”

基于UG NX的设计实例

刘波 韩涛 编著



本书特色及涵盖主要内容如下：

- 取材广泛、内容新颖、实用性强，全面介绍了使用UG NX进行机器人建模和运动仿真的方法。
- 第一部分为第1、2章，主要讲解机器人和三维建模的基础知识。
- 第二部分为第3章，主要讲解浪漫之塔、可爱娃娃和枪械三个实体的建模过程。
- 第三部分为第4~8章，主要讲解机器人的建模与运动仿真，包含6自由度窄足式双足机器人、6自由度交叉足式双足机器人、蜘蛛型机器人、多自由度人形机器人和车载人形机器人。



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>

玩转机器人设计

基于 UG NX 的设计实例

刘 波 韩 涛 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍使用 UG NX 进行机器人建模和运动仿真的方法,内容涉及机器人领域的发展情况、三维建模的基础知识和 UG NX 的使用方法。书中完整介绍了 5 个利用 UG NX 进行建模和运动仿真的机器人实例,包括 6 自由度窄足式双足机器人、6 自由度交叉足式双足机器人、蜘蛛型机器人、多自由度人形机器人和车载人形机器人。读者可以在熟悉 UG NX 操作的同时体会机器人的设计思路,为 DIY 机器人打下基础。

本书适合对机器人设计感兴趣或参加机器人比赛的人员阅读,也可作为高等院校相关专业和职业培训的实验用书。

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

玩转机器人设计:基于 UG NX 的设计实例 / 刘波,韩涛编著. —北京:电子工业出版社,2018.4
ISBN 978-7-121-34006-2

I. ①玩… II. ①刘… ②韩… III. ①机器人—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TP242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 070379 号

策划编辑:李 洁

责任编辑:刘真平

印 刷:湖北画中画印刷有限公司

装 订:湖北画中画印刷有限公司

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:787×1 092 1/16 印张:14 字数:376.5 千字

版 次:2018 年 4 月第 1 版

印 次:2018 年 4 月第 1 次印刷

定 价:49.80 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 zlts@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:lijie@phei.com.cn。

前言

<<<<< PREFACE

21 世纪以来,国内外对机器人技术的发展越来越重视。机器人技术被认为是对未来新兴产业发展具有重要意义的高技术之一。2019 年将迎来机器人革命,“机器人革命”有望成为“第三次工业革命”的一个切入点和重要增长点,将影响全球制造业格局。与机器人相关的技术势必成为技术工程师和科研工作者关注的焦点。

三维建模技术作为机器人关键技术之一,也得到了相应的发展。UG NX 作为当今最优秀的建模软件之一,具有以下功能: NX 钣金、外观造型设计、制图、高级仿真、运动仿真、加工、基本环境、装配、产品和加工信息 (PMI)、建模。本书主要以机器人实例的形式讲解建模和运动仿真功能。

本书主要分为三大部分,共 8 章。

第一部分为第 1、2 章,主要讲解机器人的基础知识和三维建模的基础知识。第 1 章介绍当前机器人的发展趋势及相关机器人比赛,使读者对机器人有个整体的认知。第 2 章介绍 UG NX 入门操作和相关知识点,并通过两个简单实例加强练习,使读者对 UG NX 入门操作及相关的机械知识点有一定的了解。

第二部分为第 3 章,主要讲解浪漫之塔、可爱娃娃和军中枪魂三个实体的建模过程。浪漫之塔以现实中的埃菲尔铁塔为原模型,军中枪魂以现实中的 AK-47 军用步枪为原模型,通过这两个模型的绘制,读者可以基本掌握绘制实体的相关命令。

第三部分为第 4~8 章,主要讲解机器人的建模与运动仿真,包含 6 自由度窄足式双足机器人、6 自由度交叉足式双足机器人、蜘蛛型机器人、多自由度人形机器人和车载人形机器人。5 套机器人模型由简单到复杂,循序渐进。同时,每一套模型又完整地包含部件建模、装配、创建连杆和运动副、加载驱动和创建解算方案等详细过程,从而保证每一套机器人模型的完整性和独立性。本部分所绘制的机器人相关部件均可通用。学习完本部分后,读者可自行 DIY 8 足机器人或更多自由度的人形机器人。

本书取材广泛、内容新颖、实用性强,全面介绍了使用 UG NX 进行机器人建模和运动仿真的方法。本书适合对机器人设计感兴趣或参加机器人比赛的人员阅读,也可作为高等院校相关专业和职业培训的实验用书。

本书顺利完稿离不开广大朋友的支持与帮助。特别感谢天津科技大学戴凤智老师的谆谆教诲及对本书的指导和审阅。田建雄、欧阳育星、宋滨鹄、康奇家、满海芳、金希 (SUPINFO International University)、李尚谦 (University of Leicester)、魏宝昌、常胜彪、韩文龙、岳远里等对本书提出了许多宝贵意见并给予扶持,在此一并表示感谢!

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中难免有错误和不足之处,敬请读者批评指正!如若发现问题及错误,请与作者联系 (刘波: 1422407797@qq.com)。

编著者

2017 年 10 月

目录

CONTENTS

一、入门篇·绘制前准备

第1章 绪 论

1.1 机器人的概念	3	1.2.2 工业机器人	9
1.1.1 机器人是什么	3	1.3 机器人比赛	10
1.1.2 机器人的组成	4	1.3.1 国际机器人比赛简介	10
1.1.3 机器人的分类	5	1.3.2 国内机器人比赛简介	11
1.2 机器人的发展趋势	8	1.3.3 机器人比赛的发展特点	14
1.2.1 智能机器人	8		

第2章 三维建模基础

2.1 UG NX 软件入门	15	2.2.2 装配约束	27
2.1.1 UG NX 功能介绍	16	2.2.3 运动副	27
2.1.2 建模常用命令和基本操作 介绍	17	2.3 UG NX 基本操作	28
2.2 基础知识	23	2.3.1 利用草图曲线绘制几何体	28
2.2.1 尺寸链	23	2.3.2 利用空间曲线绘制空间 模型	31

二、进阶篇·实体实例

第3章 实体建模

3.1 浪漫之塔	37	3.2.3 渲染实体娃娃	51
3.1.1 绘制塔基	37	3.2.4 文件导出	51
3.1.2 绘制塔身	42	3.3 军中枪魂	52
3.1.3 绘制塔顶	45	3.3.1 绘制枪柄	52
3.1.4 渲染实体浪漫之塔	46	3.3.2 绘制枪身	54
3.1.5 文件导出	46	3.3.3 绘制枪膛	63
3.2 可爱娃娃	48	3.3.4 渲染实体军中枪魂	67
3.2.1 绘制身躯	48	3.3.5 文件导出	68
3.2.2 绘制头部	49		

三、精通篇·综合实例

第4章 6 自由度窄足式双足机器人

4.1 零部件绘制	71	4.1.1 舵机	71
-----------------	----	----------------	----

4.1.2	轴承	76
4.1.3	舵盘	76
4.1.4	多功能支架	77
4.1.5	一字形部件	80
4.1.6	长U形部件	81
4.1.7	短U形部件	82
4.1.8	L形部件	83
4.1.9	U形支架	83
4.1.10	窄足脚板	85
4.1.11	螺栓和螺母	86

4.2	各部位装配	87
4.2.1	髋关节装配	87
4.2.2	膝关节装配	97
4.2.3	踝关节装配	104
4.3	运动仿真	108
4.3.1	创建连杆	108
4.3.2	创建运动副	110
4.3.3	加载驱动	112
4.3.4	创建解算方案	113
4.3.5	导出动画	113

第5章 6自由度交叉足式双足机器人

5.1	零部件绘制	115
5.1.1	交叉足左脚板	115
5.1.2	交叉足右脚板	116
5.1.3	腰部零件	117
5.2	各部位装配	119
5.2.1	髋关节装配	119
5.2.2	膝关节装配	127

5.2.3	踝关节装配	134
5.3	运动仿真	137
5.3.1	创建连杆	137
5.3.2	创建运动副	140
5.3.3	加载驱动	141
5.3.4	创建解算方案	142
5.3.5	导出动画	142

第6章 蜘蛛型机器人

6.1	零部件绘制	144
6.1.1	固定底盘	144
6.1.2	斜U形部件	145
6.2	各部位装配	147
6.2.1	腿部装配	147
6.2.2	整体装配	160

6.3	运动仿真	162
6.3.1	创建连杆	162
6.3.2	创建运动副	164
6.3.3	加载驱动	166
6.3.4	创建解算方案	167
6.3.5	导出动画	167

第7章 多自由度人形机器人

7.1	零部件绘制	169
7.1.1	手部部件	169
7.1.2	头部部件	171
7.2	各部位装配	173
7.2.1	下肢装配	173
7.2.2	腰部装配	175
7.2.3	上肢装配	181

7.3	运动仿真	185
7.3.1	创建连杆	185
7.3.2	创建运动副	188
7.3.3	加载驱动	190
7.3.4	创建解算方案	190
7.3.5	导出动画	190

第8章 车载人形机器人

8.1	零部件绘制	192
8.1.1	车架	192
8.1.2	电动机支架	194

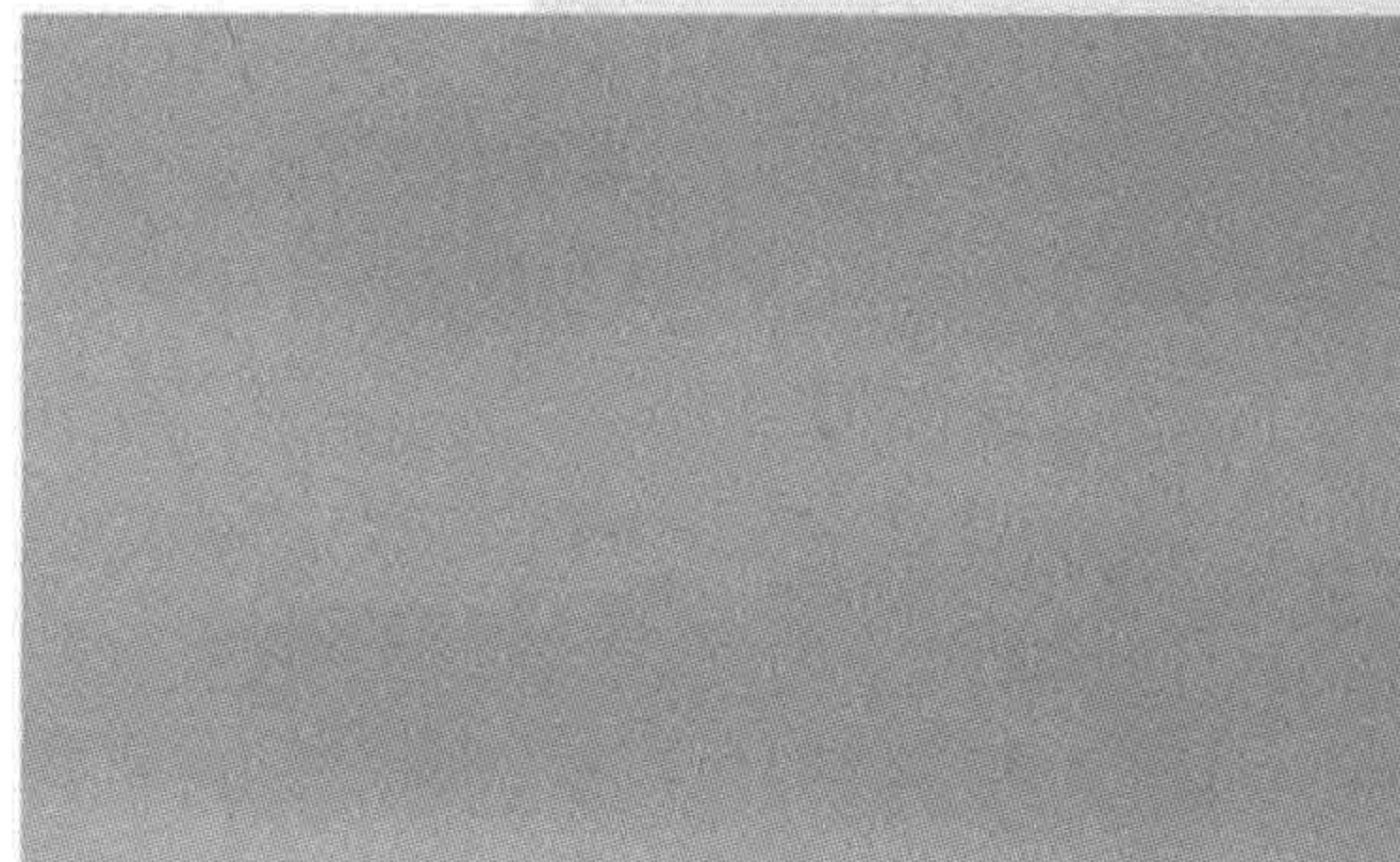
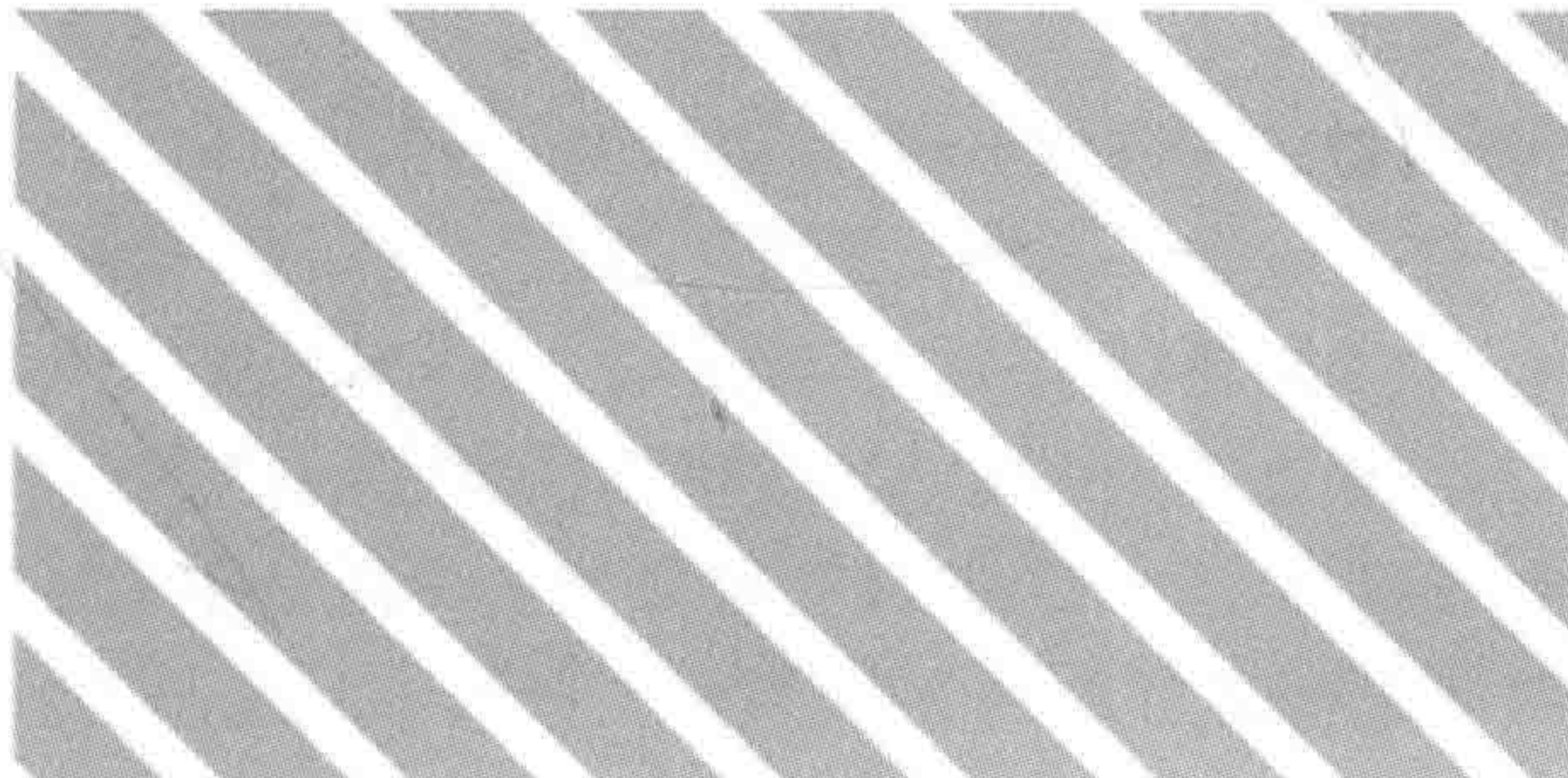
8.1.3	驱动电动机	195
8.1.4	车轮	197
8.2	各部位装配	200

8.2.1 车装配	200	8.3.2 创建运动副	210
8.2.2 机器人装配	205	8.3.3 加载驱动	210
8.2.3 整体装配	206	8.3.4 创建解算方案	211
8.3 运动仿真	208	8.3.5 导出动画	211
8.3.1 创建连杆	208		
参考文献	213		

一、入门篇



绘制前准备



第 1 章 绪 论

1.1 机器人的概念

1.1.1 机器人是什么

机器人 (Robot) 是自动执行工作的装置。它可以接收人类的命令, 也可以运行提前编好的程序, 还可以根据人工智能技术制定的原则纲领行动。它的任务是帮助或代替人去工作, 如工业生产、建筑行业、装卸、电焊及危险工作等。

21 世纪以来, 国内外对机器人技术的发展越来越重视。机器人技术被认为是对未来新兴产业发展具有重要意义的高技术之一。英国皇家工程学院 2009 年在《自主系统》科学报告中预测, 2019 年将迎来机器人革命; 习近平总书记 2014 年在中国科学院第十七次院士大会、中国工程院第十二次院士大会上的讲话强调, 机器人的研发、制造与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, 不仅要提高中国机器人水平, 还要尽可能多地占领市场。“机器人革命”有望成为“第三次工业革命”的一个切入点和重要增长点, 将影响全球制造业格局, 并且中国将成为全球最大的机器人市场。

作为衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志, 机器人产业发展越来越受到世界各国的高度关注, 主要经济体纷纷将发展机器人产业上升为国家战略, 并以此作为保持和重获制造业竞争优势的重要手段。国外的机器人研究起步较早, 发展较为成熟。其中以美国、日本和欧洲为代表, 它们根据各自生产力发展的需要, 研制了各种各样的机器人。中国机器人的研究制造始于 20 世纪 70 年代, 以工业机器人的研究与制造为主, 虽然中国机器人技术的研发起步较晚, 但发展较为迅速。发展大体可以分为 3 个阶段。从 20 世纪 80 年代开始起步, 以工业机器人的研究与制造为主, 在国家攻关和 863 等计划支持下, 20 世纪 90 年代初期起, 具有自主知识产权的点焊、弧焊、装配、喷漆、切割、搬运、包装、码垛等产品相继问世, 中国工业机器人在实践中迈出了重要一步, 其间, 中国政府陆续出台了不同方面的机器人发展规划。经过 20 世纪 90 年代的原型和示范阶段, 在 2000 年开始进入产业化阶段。2006 年中国将智能服务机器人列入《国家中长期科技发展纲要》, 2012 年发布服务机器人科技发展“十二五”专项规划, 2013 年发布《工信部关于推进工业机器人产业发展的指导意见》。2010 年以后, 中国机器人装机容量逐年递增, 开始面向机器人全产业链发展。近年来, 中国机器人技术的研究取得了大量成果, 机器人产品的市场前景广阔, 国内众多科研院所 (如哈尔滨工业大学、上海交通大学、北京航空航天大学、中国科学院沈阳自动化研究所、清华大学、合肥工业大学、哈尔滨工程大学、华南理工大学、浙江大学、东南大学、北京工业大学等) 均开展了智能机器人的相关科研与教学。全球机器人四大巨头瑞典 ABB、德国库卡 (KUKA)、日本发那科 (FANUC)、日本安川 (YASKAWA) 及其他一些国际上知名的机器人厂商由于看好中国市场的发展前景, 纷纷在中国设立分支机构, 从事工业机器人产品的销售、生产制造和系统集成。而国内的机器人品牌中

起步较早且已初具规模的厂商包括沈阳新松、安徽埃夫特、东莞启帆、广州数控等。截至 2014 年 10 月，国内已有超过 430 家机器人相关企业，平均每周还在增加两家新企业。与机器人比较密切的直接、间接企业有 4000 多家，而且每年新增 300 多家企业，有 30~50 家上市公司，通过并购、引进技术等方式开始涉足这些行业。长城证券最新研报认为，工业机器人产业会率先爆发，预计 2020 年中国市场达到千亿元，未来 6 年总安装量需求在 63.8 万~176 万台套，保守估计 85 万台套；服务机器人产业会在 5~10 年开始爆发，其规模和发展速度可能是工业机器人不可比拟的。保守预测，工业机器人本体总市场在 1275 亿元，系统集成市场 3825 亿元；军用地面机器人 340 亿元，无人机 460 亿元，助老机器人 390 亿元，助残机器人 243 亿元，公共服务机器人 10 亿元，服务机器人市场规模共计 1443 亿元。由中国机械工业联合会牵头的“中国

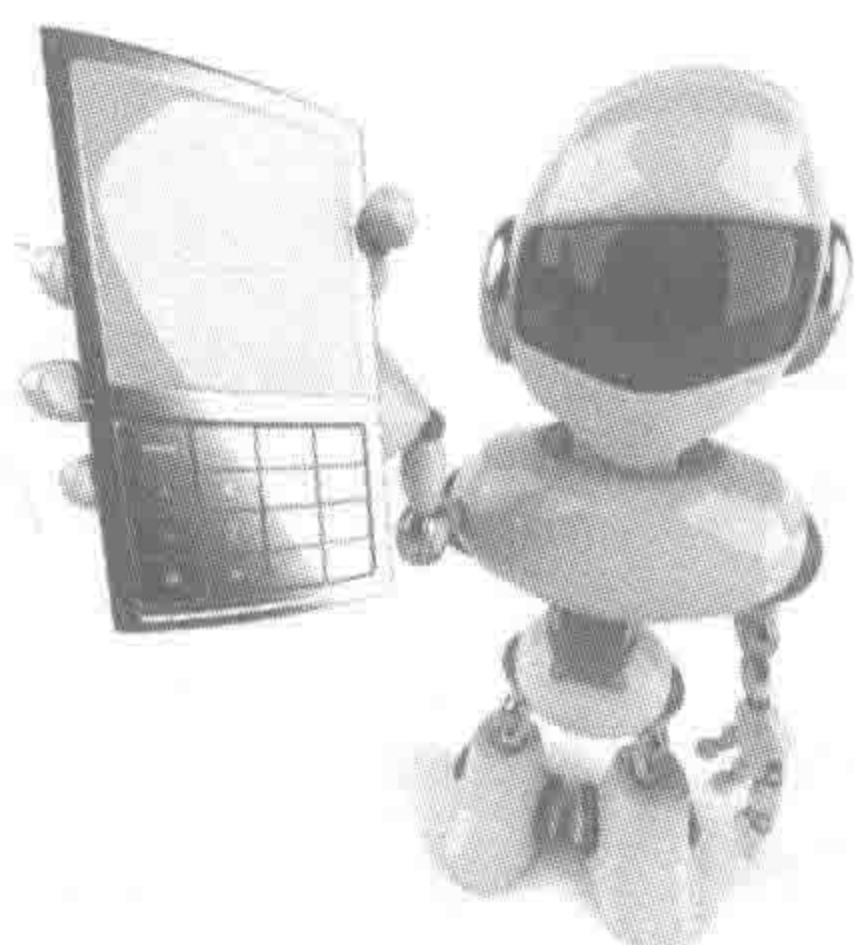


图 1.1.1 机器人

机器人产业联盟” 2013 年 4 月 21 日在北京成立。该联盟将大力推动中国机器人的产、学、研、用，加速机器人技术与产品在各行业中的普及应用。联盟包括了国内机器人科技和产业的百余家成员单位，以产业链为依托，创新资源整合、优势互补、协同共进、互利共赢的合作模式，构建促进产业实现健康有序发展的服务平台。目前，国产移动机器人开始批量出口，国内服务机器人、特种机器人开始形成较强的竞争力，2013 年国产工业机器人销售总量超过 9500 台。在此基础上，国家积极支持机器人产业化基地的建设，现已形成新松机器人公司、博实机器人公司等为代表的多个机器人产业化公司，为中国发展机器人产业奠定了基础。图 1.1.1 所示为机器人。

1.1.2 机器人的组成

机器人一般由执行器、驱动器、传感器、控制器、机械部分等组成。

(1) 执行器：执行控制命令的装置，即机器人本体，其臂部一般采用空间开链连杆机构，其中的运动副常称为关节，关节个数通常即为机器人的自由度数。根据关节配置形式和运动坐标形式的不同，机器人执行机构可分为直角坐标式、圆柱坐标式、极坐标式和关节坐标式等类型。出于拟人化的考虑，常将机器人本体的有关部位分别称为基座、腰部、臂部、腕部、手部和行走部。

(2) 驱动器：驱使执行机构运动的机构，按照控制系统发出的指令信号，借助于动力元件使机器人进行动作。它输入的是电信号，输出的是线、角位移量。机器人使用的驱动装置主要是电力驱动装置，如步进电动机、伺服电动机等，此外，也有采用液压、气动等驱动装置的。

(3) 传感器：实时检测机器人的运动及工作情况，根据需要反馈给控制系统，与设定信息进行比较后，对执行机构进行调整，以保证机器人的动作符合预定的要求。作为检测装置的传感器大致可以分为两类：一类是内部信息传感器，用于检测机器人各部分的内部状况，如各关节的位置、速度、加速度等，并将所测得的信息作为反馈信号送至控制器，形成闭环控制；另一类是外部信息传感器，用于获取有关机器人的作业对象及外界环境等方面的信息，以使机器人的动作能适应外界情况的变化，使之达到更高层次的自动化，甚至使机器人具有某种“感觉”，向智能化方向发展，如视觉、听觉等外部传感器给出工作对象、工作环境的有关信息，利用这些信息构成一个大的反馈回路，从而将大大提高机器人的工作精度。

(4) 控制器：机器人的控制中心，功能如人的大脑，发出控制指令及处理反馈信号，进行协调和控制。控制器的任务是根据机器人的作业指令及从传感器反馈回来的信号，支配机器人

的执行机构去完成规定的运动和功能。控制器分为两种，一种是集中式控制，即机器人的全部控制由一台微型计算机完成；另一种是分散式控制，即采用多台微机来分担机器人的控制。图 1.1.2 所示为机器人的组成结构。

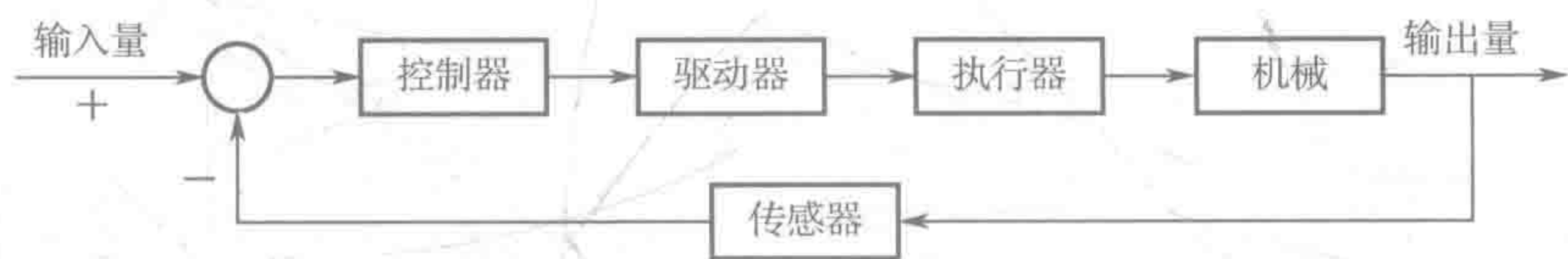


图 1.1.2 机器人的组成结构

1.1.3 机器人的分类

机器人按用途划分为工业机器人、农业机器人、医疗机器人、海洋机器人、军用机器人、娱乐机器人、服务机器人、微型机器人等。

机器人按功能划分为普通程序控制的机器人和智能机器人。普通程序控制的机器人按照规定的程序顺序地去动作，很多工业机器人都属于这种类型；智能机器人是具有感知、思维和行动功能的机器，是多种学科和高新技术综合集成的产物。智能机器人技术水平的高低往往反映了一个国家综合技术实力的高低。

1. 工业机器人

工业机器人是面向工业领域的多关节机械手或多自由度的机器装置，它能自动执行工作，是靠自身动力和控制能力来实现各种功能的一种机器。它可以接受人类指挥，也可以按照预先编排的程序运行，现代的工业机器人还可以根据人工智能技术制定的原则纲领行动。工业机器人能够在工业生产线中自动完成点焊、弧焊、喷漆、切割、装配、搬运、包装、码垛等作业，广泛应用于机械加工、汽车制造、家用电器生产、钢铁产业、化工产业、生物产业等。工业机器人如图 1.1.3 所示。

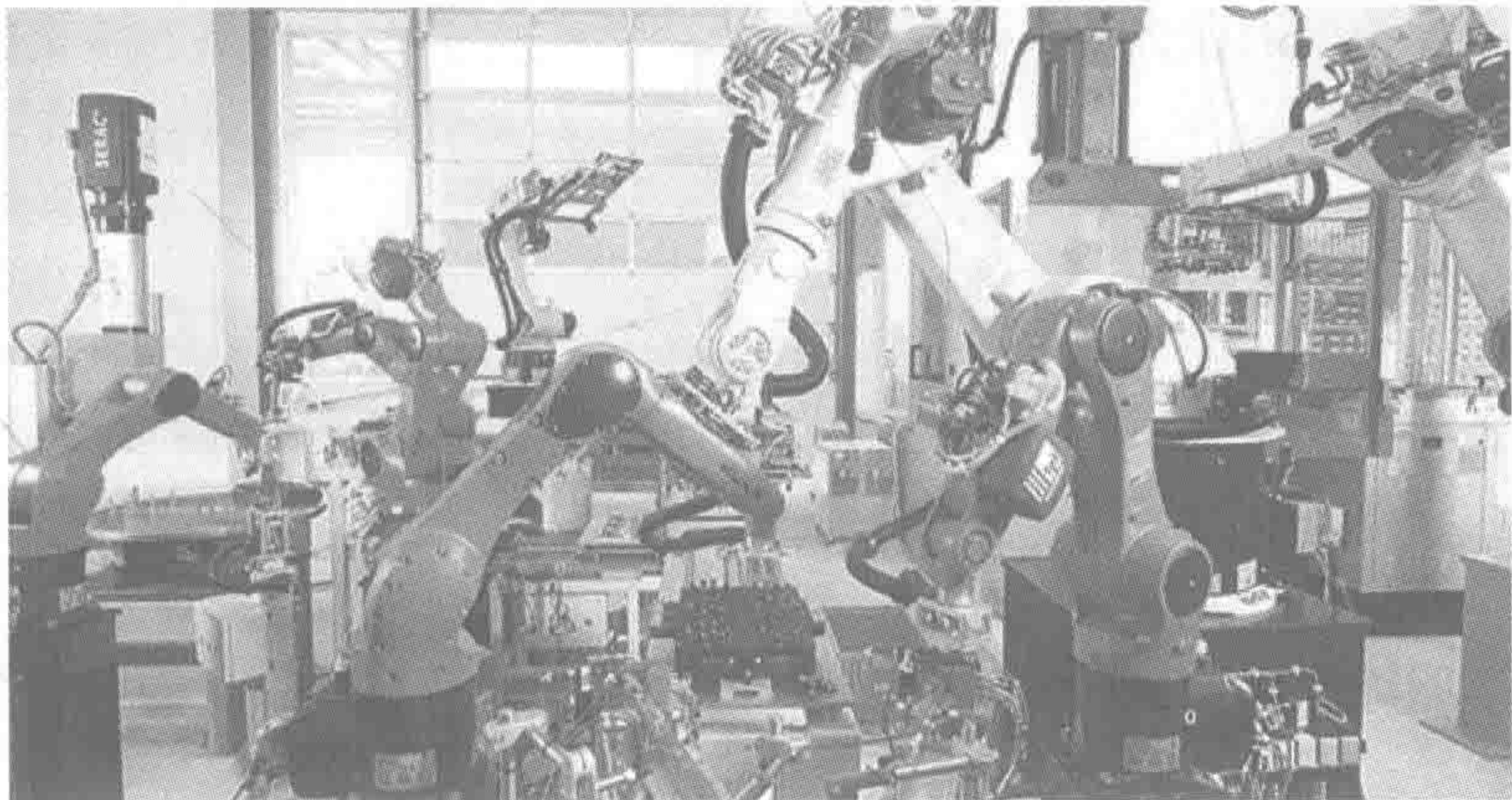


图 1.1.3 工业机器人

工业机器人有以下特点：

- (1) 工业机器人能高强度地、持久地在各种生产和工作环境中从事单调重复的劳动。
- (2) 适应性强，能在危险环境中工作。
- (3) 稳定性好，动作准确性高。

- (4) 通用性较好，用途广泛。
- (5) 提高生产率和降低产品成本，使利润最大。

2. 农业机器人

农业机器人是机器人在农业生产中的运用，是一种可由不同程序软件控制，以适应各种工作，能感觉并适应作物种类或环境变化，有检测和演算等人工智能的新一代无人自动操作机械。农业机器人的广泛应用改变了传统的农业劳动方式，降低了农民的劳动强度，促进了现代农业的发展。农业机器人在国外已投入实际生产中，如法国的葡萄园机器人、英国的采蘑菇机器人、澳大利亚的放牧机器人；机器人还可以除草、杀虫、喷药、施肥，用途非常广泛，将大大降低农民的劳动强度、减轻负担，成为人类的得力助手。机器人可以做一些普通简单工作，也可以做一些复杂的重复性工作，特别是强度高的作业，未来将实现全自动化无人农场，全部由机器人来执行从播种到收割的全部生产流程，所以农业机器人将会颠覆传统农业，农业生产将迎来全新变革。农业机器人如图 1.1.4 所示。根据用途，可以将农业机器人分为土壤采样机器人、施肥机器人、施药机器人、除草机器人、采摘果实机器人、分拣果实机器人、分选机器人等。

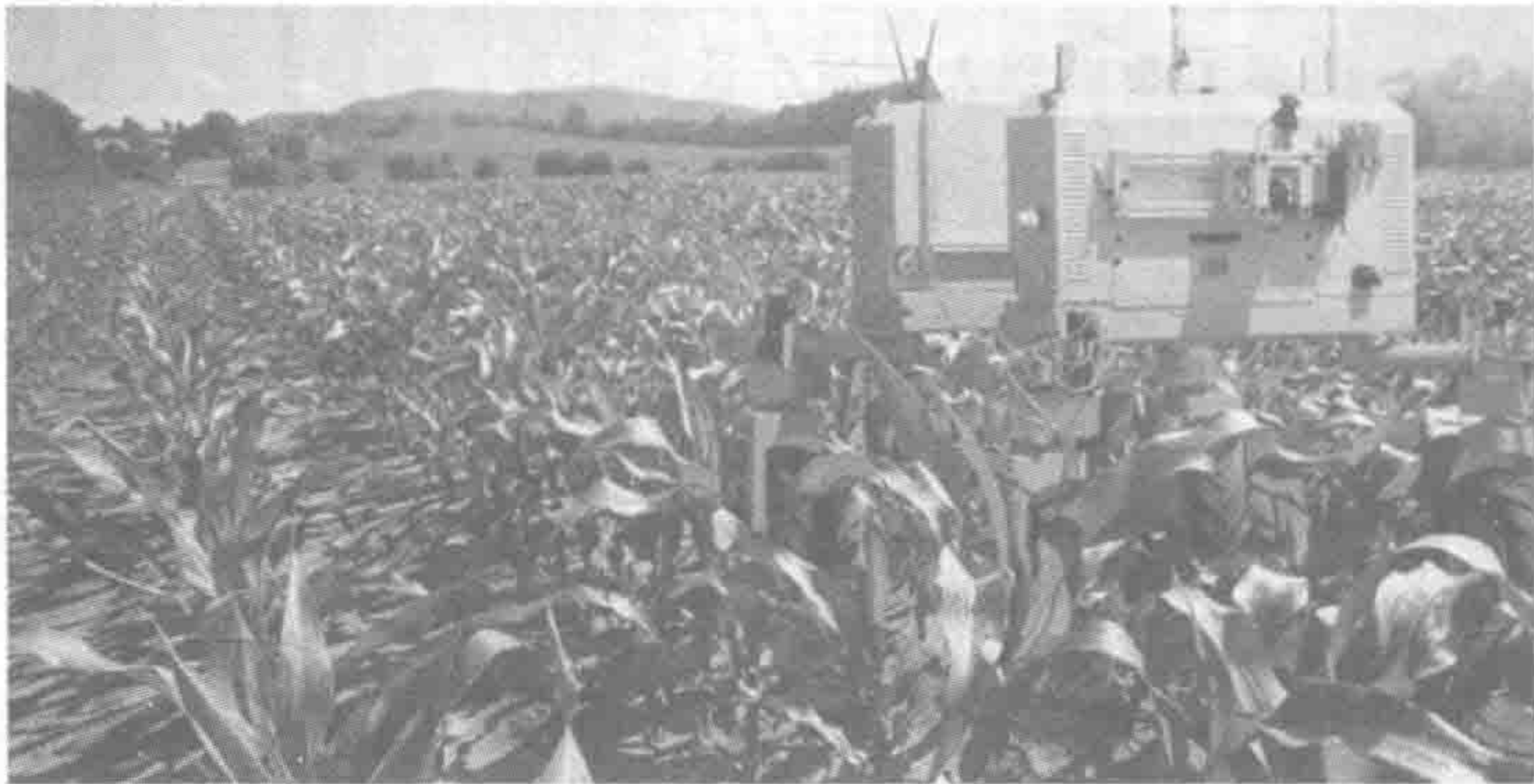


图 1.1.4 农业机器人

农业机器人有以下特点：

- (1) 工作对象复杂。农业机器人一般在移动中工作，而且工作时具有特定的位置和范围，作业对象形状复杂且相互之间生长发育差异很大，要求农业机器人必须能灵活处理。
- (2) 工作环境多变。农业机器人一般工作在室外农田，工作环境较为复杂多变。
- (3) 使用对象和价格较特殊。使用者是农民，需要农业机器人必须具有高可靠性和操作简单等特点。同时，由于农业的弱质性和农民的弱势性，因此农业机器人的制造成本一定要尽可能的低，否则很难普及。

3. 医疗机器人

医疗机器人也叫医用机器人，是一种智能型服务机器人，它能独自编制操作计划，依据实际情况确定动作程序，然后把动作程序变为操作机构的动作。医疗机器人是多学科发展的成果，是医学领域应用于诊断、治疗、手术、康复、护理、功能辅助恢复等多学科领域的机器人。根据功能，医疗机器人可分为救援机器人、转运机器人、手术机器人、康复机器人、护理机器人等。医疗机器人如图 1.1.5 所示。

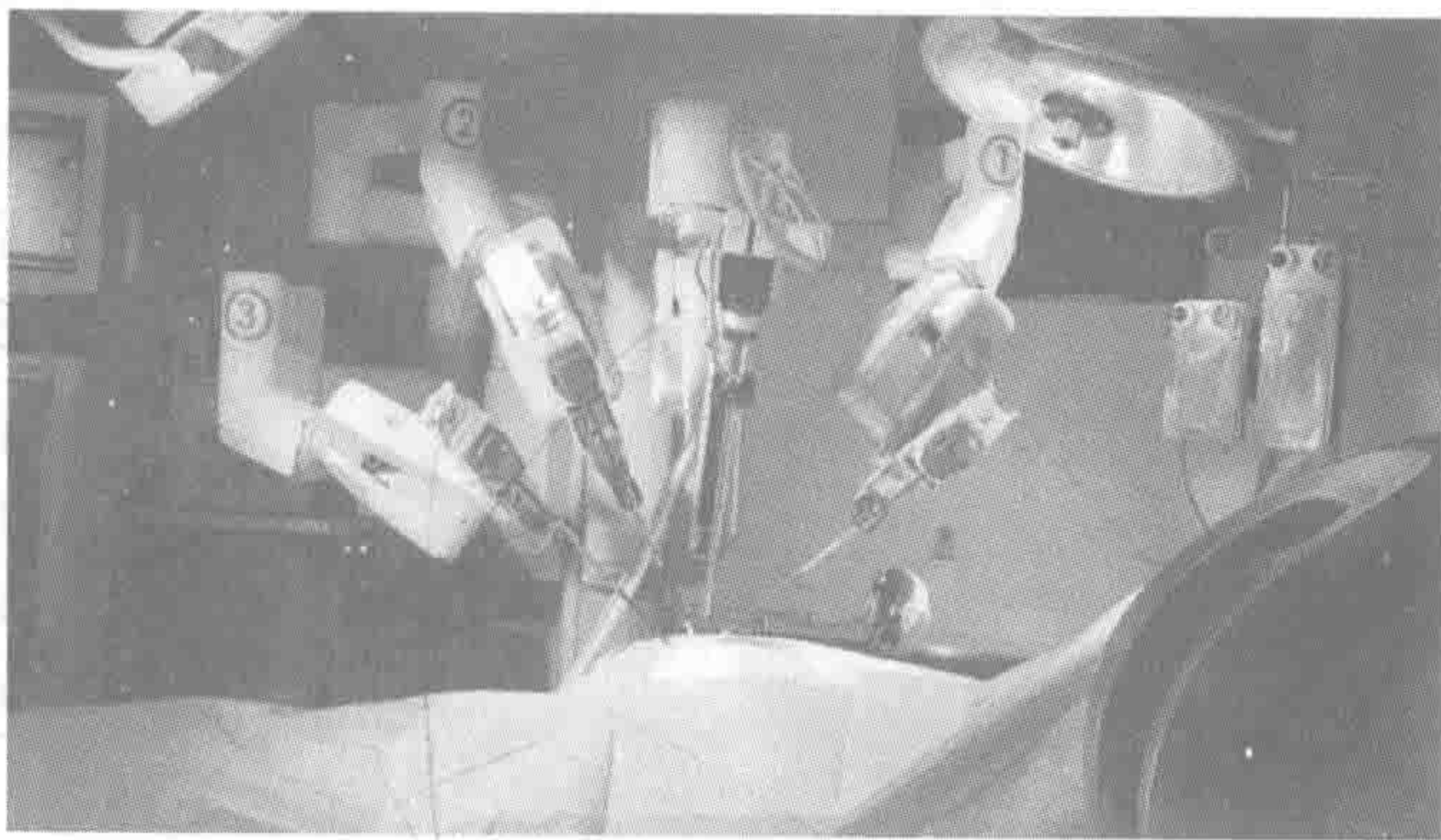


图 1.1.5 医疗机器人

医疗机器人有以下特点：

- (1) 适应性较强，工作环境可以是医院、街道社区、家庭及非特定的多种场合。
- (2) 安全可靠，操作精确，可以避免放射和传染病毒等。
- (3) 稳定性高，医疗机器人不容易被干扰，有较高的稳定性。

4. 海洋机器人

海洋机器人也叫水下机器人、无人遥控潜水器，是一种工作于水下的极限作业机器人。水下环境恶劣危险，人的潜水深度有限，所以水下机器人已成为开发海洋的重要工具。海洋机器人可以分为两种：一种是有缆水下机器人，习惯上把它称作“遥控潜水器 ROV”；另一种是无缆水下机器人，通常被称为“无人潜航器 UUV”，习惯上把它称作自治潜水器，简称 AUV。有缆水下机器人都是遥控式的，按其运动方式分为拖曳式、移动式和浮游式 3 种。海洋机器人如图 1.1.6 所示。

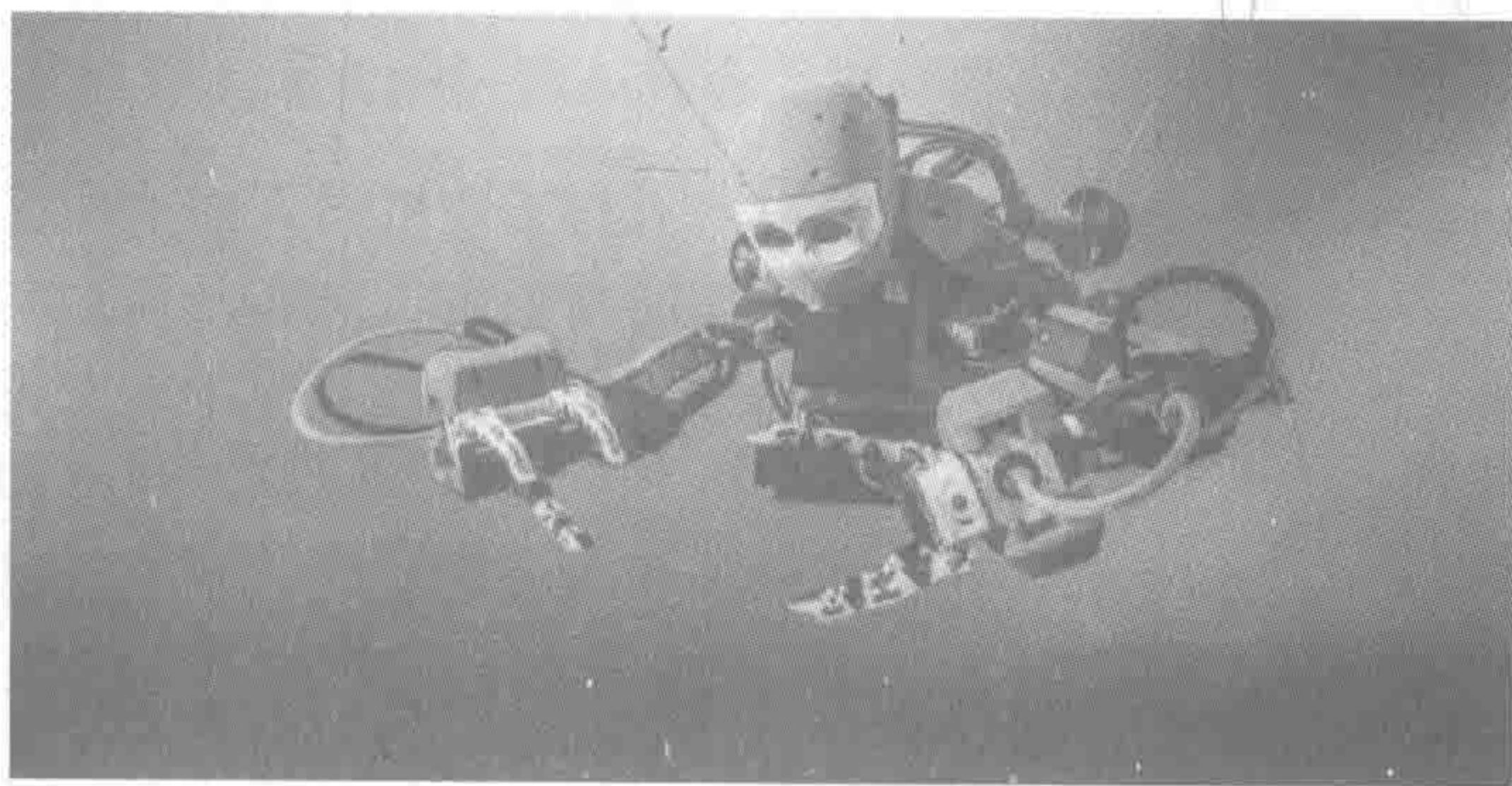


图 1.1.6 海洋机器人

5. 军用机器人

军用机器人是一种用于军事领域的机器人。从物资运输到搜寻勘探以及实战进攻，军用机器人的使用范围广泛。军用机器人可以是一个武器系统，如机器人坦克，也可以是武器系统装备上的一个系统或装置。军用机器人可分为地面军用机器人、空中无人飞行器、太空机器人、水下军用机器人等。军用机器人如图 1.1.7 所示。

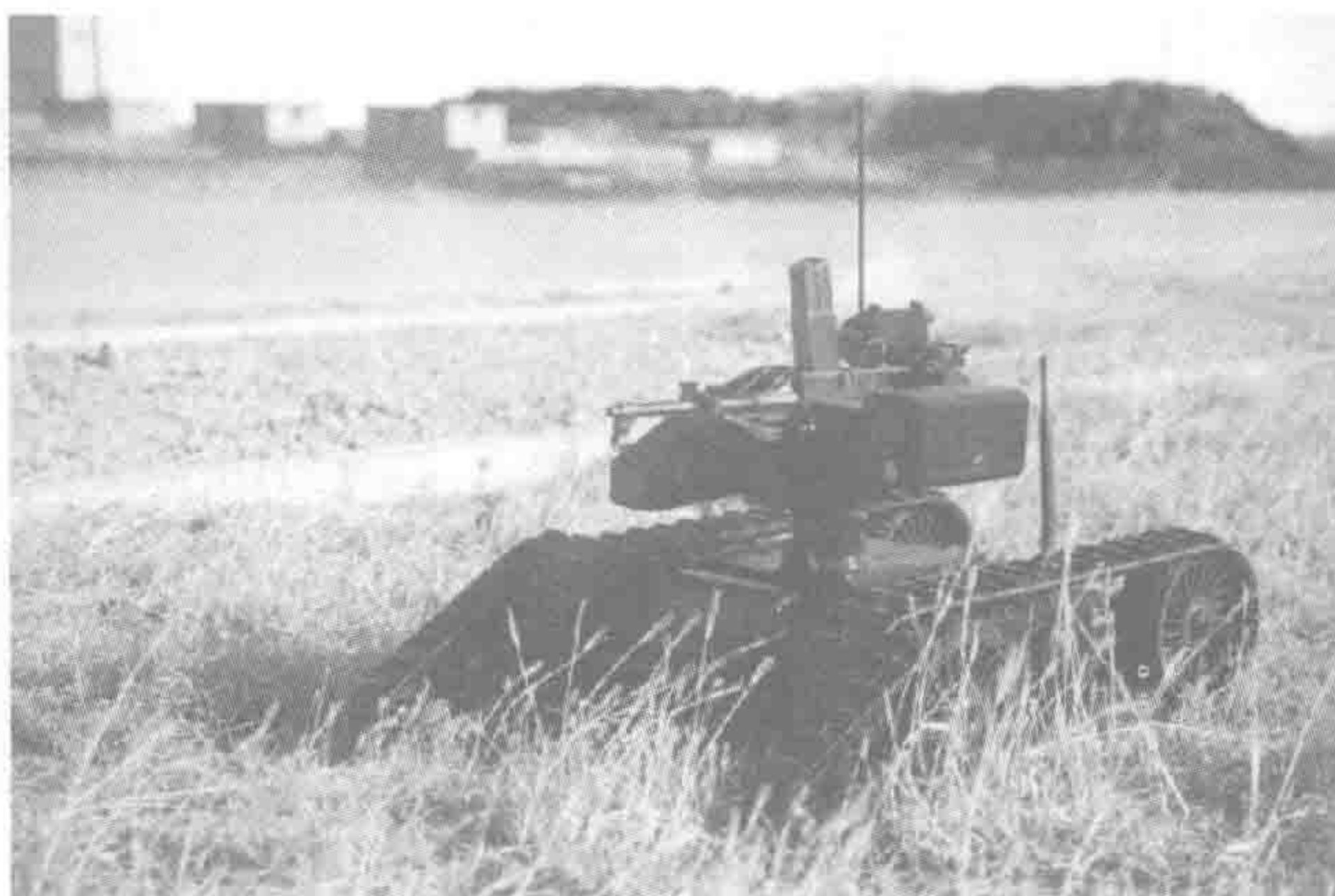


图 1.1.7 军用机器人

军用机器人有以下特点：

- (1) 延伸作战领域空间，降低人员伤亡。
- (2) 提升作战能力，降低作战成本。
- (3) 增强作战部队的灵活性和机动性。
- (4) 推动武器装备的智能化。
- (5) 提高武器的综合力。

1.2 机器人的发展趋势

1.2.1 智能机器人

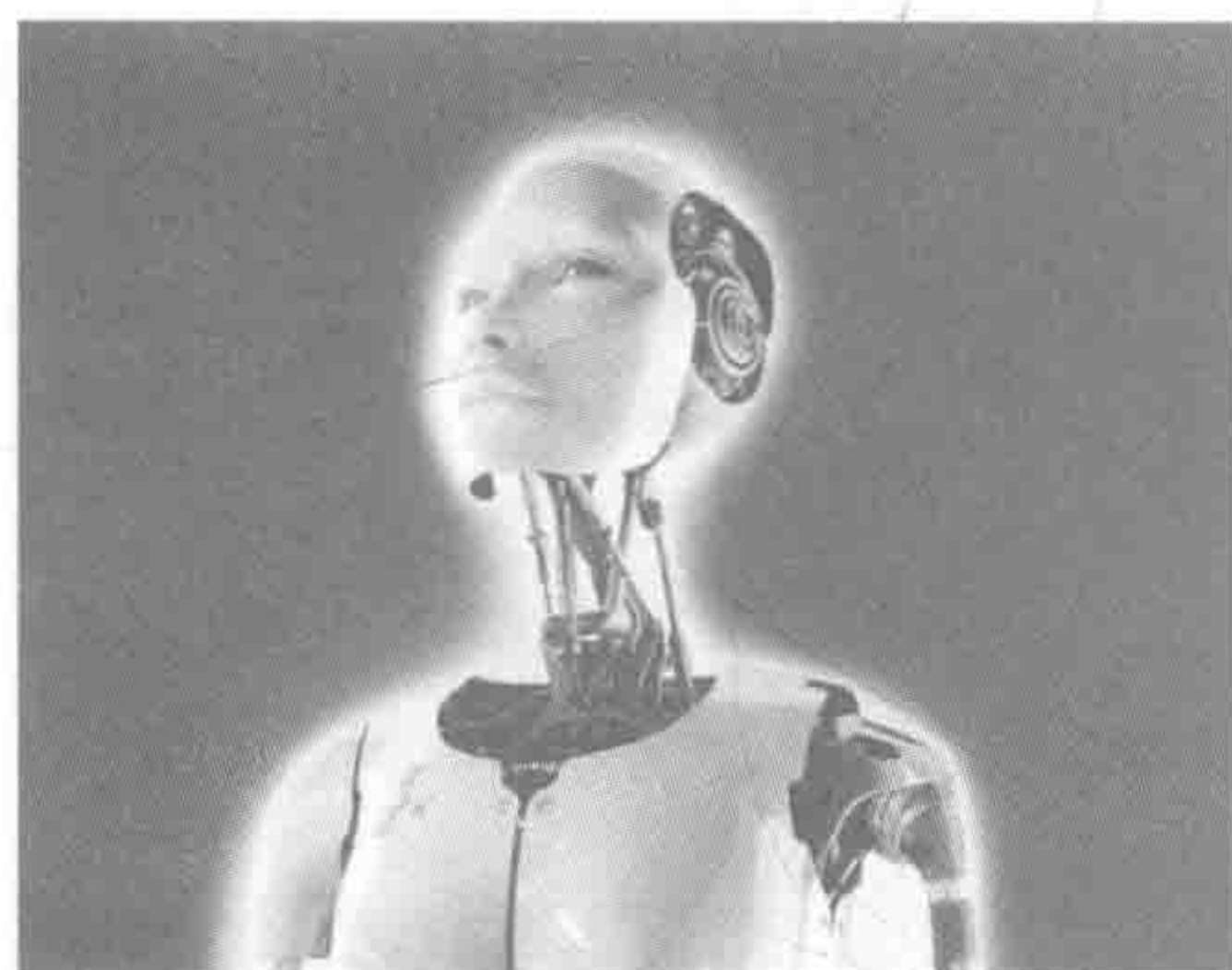


图 1.2.1 智能机器人

智能机器人与工业机器人的根本区别在于，智能机器人具有感知功能与识别、判断及规划功能。而感知本身就是人类和动物所有的低级智能。因此机器的智能分为两个层次：第一，具有感觉、识别、理解和判断功能；第二，具有总结经验和学习的功能。智能机器人之所以叫智能机器人，是因为它有相当发达的“大脑”。在脑中起作用的是中央处理器，这种计算机跟操作它的人有直接的联系。最主要的是，这样的计算机可以进行按目的安排的动作。正因为这样，我们说这种机器人才是真正的机器人，尽管它们的外表可能有所不同。图 1.2.1 所示为智能机器人。

由于现有智能机器人的智能水平还不够高，因此在今后的发展中，努力提高各方面的技术及其综合应用，大力提高智能机器人的智能程度、自主性和适应性，是智能机器人发展的关键。同时，智能机器人涉及多个学科的协同工作，不仅包括技术基础，甚至还包括心理学、伦理学等社会科学，让智能机器人完成有益于人类的工作，使人类从繁重、重复、危险的工作中解脱出来，就像科幻作家阿西莫夫的“机器人学三大法则”一样，让智能机器人真正为人类利益服务，而不能成为反人类的工具。相信在不远的将来，各行各业都会充满形形色色的智能机器人，

科幻小说中的场景将在科学家们的努力下逐步成为现实，很好地提高人类的生活品质和对未知事物的探索能力。中国的智能机器人发展还落后于世界先进水平，而智能机器人又是高科技的集中体现，具有重要的发展价值，因此中国在智能机器人领域要认清形势，明确发展目标，采取符合中国国情的可行发展对策，努力缩小与世界领先水平的差距，早日让智能机器人全面为社会的发展服务。相信经过政府的重视和投入、科技工作者的不懈奋斗，中国的智能机器人发展水平能达到新的高度。中国应将机器人作为优势和战略产业的突破点，在智能机器人方面，如针对家庭服务机器人，未来需要使其具备自主感知，具备类人操作，与人共用工具，实现机器人与机器人、机器人与人的协同进化，可与人进行自然语言交互，包括情感交互。

1.2.2 工业机器人

工业机器人涉及机械、电子、控制、计算机、人工智能、传感器、通信与网络等多个学科和领域，是多种高新技术发展成果的综合集成，因此它的发展与上述学科发展密切相关。工业机器人在制造业的应用范围越来越广阔，其标准化、模块化、网络化和智能化的程度也越来越高，功能越来越强，并向着成套技术和装备的方向发展。工业机器人的发展趋势是向“高速、高精、重载、轻量化和智能化”方向发展。

1959年，德沃尔和英格伯格制成第一台工业机器人，机器人的历史才真正开始。1960年，两人成立产制机器人的Unimation公司，翌年生产出第一台工业机器人Unimate。1962年，美国AMF公司推出了Verstran。这两款机器人的控制方式与数控机床大致相似，但外形类似人类的手臂，与数控机床迥异。这类机器人至今仍为实用性机器人的主流。图1.2.2所示为第一台工业机器人。

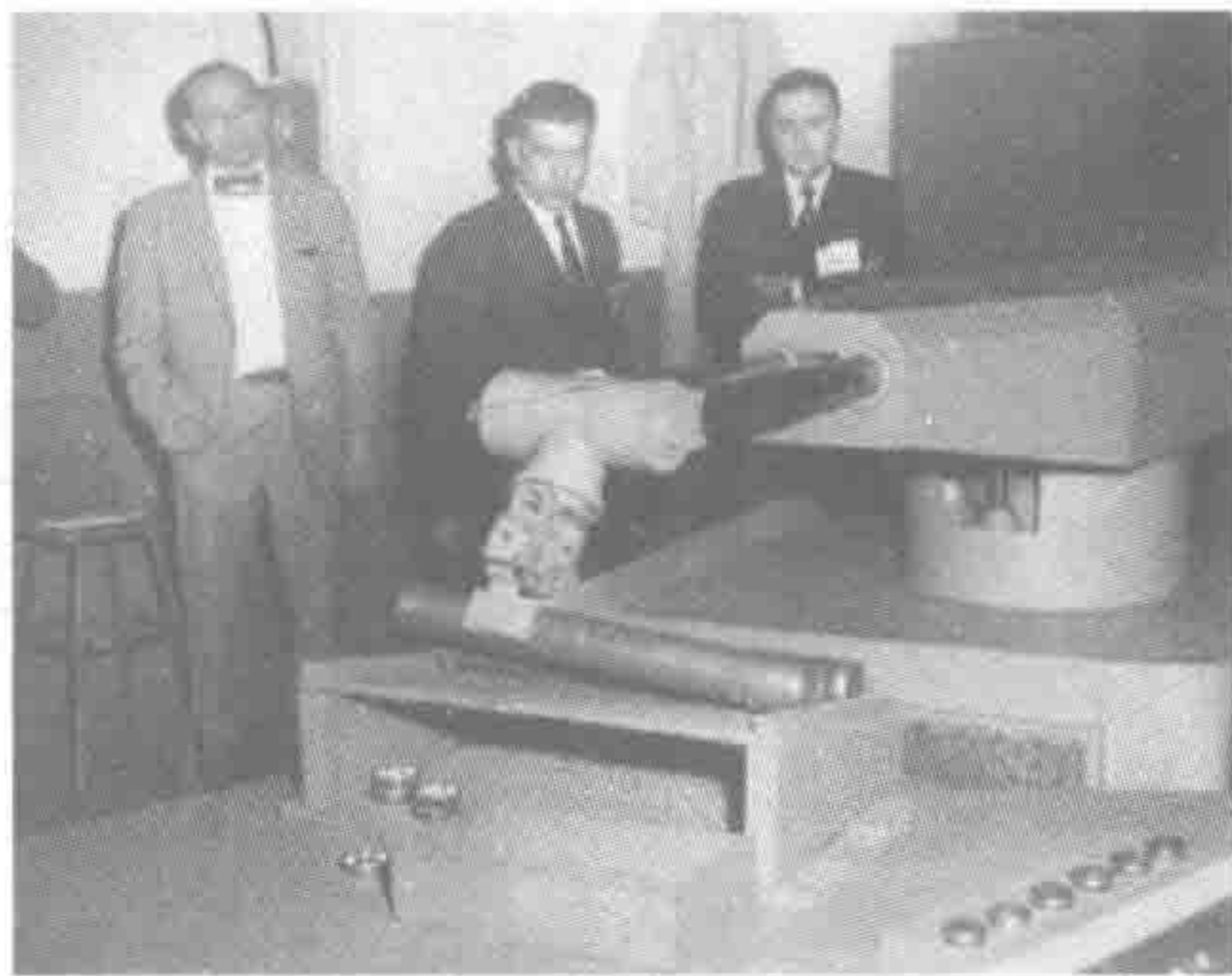


图 1.2.2 第一台工业机器人

瑞典ABB公司是世界上最大的机器人制造公司，早在1974年便成功研发了世界第一台全电控工业机器人IRB6。到目前为止，ABB公司生产的工业机器人已经达到了装机量16万台左右，是全球工业机器人最大的供应商。2009年，ABB成功推出了IRB120型工业机器人，这是ABB公司迄今为止最小的工业机器人，其自重仅25kg。据有关数据统计，日本机器人的数量占全球总量的一半以上。其中，日本比较著名的工业机器人公司安川电机（Yaskawa Electric Co.），已经有近40年的机器人研发历史，其工业机器人包括：焊接机器人、传输机器人、油漆和处理机器人等。另一家日本机器人公司FANUC在2008年成为世界上最大的机器人生产商，年产量可以突破20万台，其工业机器人的种类齐全，负载可以从0.5kg到1350kg，是目前世界上唯一一家提供集成视觉系统的机器人公司。其最新开发的R-2000iB系列工业机器人具有视觉功能，最大负重可以达到250kg，重复定位精度最高可达0.15mm。

我国对工业机器人的研究始于20世纪70年代，但是由于自身科研能力及国内工业发展滞后，一直发展比较缓慢，与国外的差距越来越明显。直到进入21世纪，我国机器人工业开始进入一个新的时期。面对国外先进工业机器人登陆国内工业领域，市场逐渐被占领的不利局面，我国认识到了机器人在后工业时代所扮演的重要角色，开始大力发展工业机器人技术，逐步向规模化发展。尤其在2009年之后，国内机器人研发企业如雨后春笋，各高新企业开始大力投入工业机器人研发制造，目前，我国从事机器人研发的单位达到了200多家。国家对自助工业机器人的关注也达到了空前高度，国家“863”计划将沈阳新松自动化股份有限公司等数家工业机

器人研发公司作为智能机器人主题产业化基地，对我国工业机器人事业的发展起到了重大的推动作用。

1.3 机器人比赛

1.3.1 国际机器人比赛简介

举行国际机器人竞赛是为了推动机器人技术的发展，培养学生的创新能力。随着智能技术突飞猛进的发展、教育理念的不断更新，作为综合了信息技术、电子工程、机械工程等的机器人技术也在为教育改革贡献自己的力量。国际机器人比赛分为机器人足球竞赛、无人驾驶挑战赛、机器人灭火竞赛、机器人综合竞赛等。图 1.3.1 所示为国际机器人比赛。



图 1.3.1 国际机器人比赛

国际上各种类型的机器人竞赛一般是在 20 世纪末兴起的。机器人竞赛的发展是一个从无到有、从单一到综合、从简单到复杂的过程。具体来说，机器人竞赛具有以下特点：

(1) 规模扩大：FIRA 从 1996 年第一届只有来自 10 个国家的 23 支参赛队参加，发展到 2002 年第七届时，已经有 25 个国家的 207 支代表队参赛。无论从参赛的人数，还是从参赛的国家来看，都充分显示了机器人竞赛的勃勃生机及其在全世界范围内的普及程度。

(2) 项目完善：在第一届 FIRA 的时候，只有微型机器人足球赛（MiroSot）一项比赛，现在已经扩展到 6 个比赛系列。项目设置由少到多的变化既可以给更多层次的参赛选手提供比赛机会，又可以从多角度推动各个相关学科技术的发展。

(3) 影响力增强：在机器人竞赛的同期，各个组委会都会举办各种机器人展览、相关论坛，各种论坛旨在为参赛选手及专家提供一个交流经验、互相学习的平台，并对机器人及其相关技术的发展，以及机器人在娱乐、教育、服务等各领域的应用起到推动作用。因此，每届比赛都会吸引各国科学家、科研人员、学生和企业界人士的共同参与，机器人竞赛的影响力也相应得到提高。

由国际水中机器人联盟（ILUR）主办的国际水中机器人大赛是国际知名的机器人大赛，先后在北京、太原、济南、成都、南京、宁波、潮州、兰州等地举办，是由中国人发起创立的国