

玩机器人 学单片机



刘晋峰 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

玩机器人 学单片机

刘晋峰 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书通过讲解幻彩机器人、霹雳游侠、循迹机器人、跳舞机器人、灌篮高手、消防英雄等多个机器人的制作,使读者既学习了机器人的制作,又学习了用汇编语言编写控制程序,还能掌握单片机的外围电路设计。

本书内容浅显易懂,是机器人技术和单片机技术的入门读物,适合初中、高中学生及机器人制作爱好者阅读,也可作为中学课外活动,科技馆、少年宫科普活动的辅导资料。

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

玩机器人 学单片机 / 刘晋峰编著. —北京: 电子工业出版社, 2013.5

ISBN 978-7-121-20296-4

I. ①玩… II. ①刘… III. ①机器人—制作 ②单片微型计算机—程序设计
IV. ①TP242 ②TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 091379 号

责任编辑: 万子芬

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 720×1 000 1/16 印张: 16.75 字数: 295 千字

印 次: 2013 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 3 500 册 定价: 36.00 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。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

目前，机器人制作已成为一种时尚有趣的科普活动，玩具中类似变形金刚的汽车、机器人更是不胜枚举，它们令很多孩子爱不释手。

儿子自小就喜欢拆玩具，喜欢动手操作，至今依旧，很自然，制作机器人也就成为一个梦想。在陪同儿子玩机器人的过程中，我发现市场上的机器人套件少则近千、多则上万，不是一般家庭可以承受的，而且这些机器人多为积木式，孩子们只是进行机器人的形式搭建，核心控制电路则由厂家完成并封装起来，其中奥妙就不得而知了，这对于孩子们了解、控制机器及开发创新是一种限制。另外，图形编程虽然简单，但对孩子们的逻辑思维和编程思想帮助甚少，不利于培养孩子的求知欲。

一直以来，我就想有一种价格便宜、设计灵活、能培养孩子动手能力和思维训练的机器人制作方法，以普及机器人制作活动。

在多年的单片机教学和科普活动辅导中，我发现这其实不难。很多孩子手中废弃的电动玩具就是非常好的机器人制作材料，价格便宜的单片机又为机器人提供了一颗跃动的“芯”。计算机编程和电路设计还能促进孩子的学习，充分利用其宝贵的时间。机器人制作完全可以成为一种普及性很高的课外活动，如何引导这项活动成为我编写本书的初衷。

有人担心，让孩子自己动手，又锯又焊，是否有危险，这是低估了孩子的动手能力。航模制作与比赛，在我国已经开展了数十年，期间人才辈出，并无什么危险和不当，而且孩子终生受益，所以我们也应当在机器人制作活动中继续其能力的培养。

有人认为，汇编语言太难，不好学；图形语言编程简单，容易入门；C语言功能强大，是发展方向。其实，现在的孩子求知欲、学习和模仿能力都很强的，对他们来说，图形语言编程太简单，大部分编程都由厂家代劳了，玩起来没劲；C语言的优势在于复杂的运算处理，对于简单的控制来说稍显麻烦；而汇编语言简单的语句和编程思想，对孩子初学计算机控制更适合。

本书通过幻彩机器人、霹雳游侠、循迹机器人、神探柯南、跳舞机器人、灌篮高手等多个机器人的制作，使读者既学习了机器人的制作，又学习了用汇编语言编写控制程序，还能掌握单片机的外围电路设计。

本书内容浅显易懂，是机器人技术和单片机技术的入门读物，适合初中、高中学生及机器人制作爱好者阅读，也可作为学校课外活动和科技馆、少年宫科普活动的辅导资料。

如果读者在学习中有疑问，欢迎与编著者沟通，联系邮箱：yuandongliok@126.com。

编著者

目 录

Contents

第 0 章 了解机器人	1
0.1 机器人的发展过程	2
0.2 青少年机器人活动	4
0.3 机器人的构造	5
0.4 单片机与机器人的关系	6
第 1 章 机器人的下载线	9
1.1 制作下载线	9
1.1.1 下载线的制作材料	9
1.1.2 下载线的焊接	10
1.1.3 下载线的调试	12
延伸阅读 1 下载线的工作原理	13
1.2 下载软件和编程软件	14
1.2.1 下载软件	14
延伸阅读 2 下载与烧录	16
延伸阅读 3 下载软件 ISPlay 的设置	16
1.2.2 Keil 项目的建立	18
延伸阅读 4 集成开发环境	20
1.2.3 加入项目	20
延伸阅读 5 Keil C51 软件简介	22
1.2.4 项目的设置	25
1.2.5 程序的编译、连接	27
延伸阅读 6 编译	28
1.2.6 程序的调试和仿真	28
延伸阅读 7 仿真和 ISP	30
1.3 拓展与思考	31

第2章 最简单的机器人——幻彩机器人	32
2.1 幻彩机器人制作	32
2.1.1 幻彩机器人制作材料准备	32
2.1.2 幻彩机器人电路板的焊接	33
2.1.3 幻彩机器人整机组装	35
2.1.4 幻彩机器人硬件调试	35
延伸阅读1 单片机最小系统	36
2.2 幻彩机器人的控制编程	38
2.2.1 让车灯亮起来	38
延伸阅读2 发光二极管	40
延伸阅读3 单片机端口的输出控制方法	40
延伸阅读4 只读存储器的作用	43
延伸阅读5 单片机的指令格式	44
延伸阅读6 单片机存储器	45
延伸阅读7 单片机的寻址方式	50
2.2.2 任意点亮多盏车灯	50
2.2.3 让车灯能亮能灭	51
2.2.4 让车灯闪烁起来	52
延伸阅读8 单片机程序的调用与转移	54
2.2.5 让车灯依次闪烁	58
延伸阅读9 汇编语言的移位指令	62
2.3 创新提高	63
2.3.1 流水灯的编程	63
2.3.2 复杂的彩灯变化	64
2.4 思考	65
第3章 能跑的机器人——霹雳游侠	67
3.1 霹雳游侠的制作	67
3.1.1 霹雳游侠制作材料准备	67
3.1.2 霹雳游侠的焊接组装	69
3.1.3 霹雳游侠的硬件调试	71
3.2 霹雳游侠的控制编程	71
3.2.1 让霹雳游侠跑起来	72

延伸阅读 1 单片机输出驱动电路	73
延伸阅读 2 玩具直流电动机	75
3.2.2 让霹雳游侠产生警笛声	77
延伸阅读 3 音乐集成电路 KD9561	79
延伸阅读 4 三极管的作用	80
3.2.3 让霹雳游侠能前进、后退	81
延伸阅读 5 H 型全桥式驱动电路	83
3.2.4 让霹雳游侠转弯自如	84
3.3 拓展与总结	86
第 4 章 循迹机器人——神探柯南	88
4.1 神探柯南的硬件制作	88
4.1.1 神探柯南的制作材料	88
4.1.2 神探柯南的电路板焊接	90
4.1.3 神探柯南的组装与调试	92
延伸阅读 1 传感器电路	93
延伸阅读 2 光电接近开关	95
延伸阅读 3 集成运算放大器的作用	96
延伸阅读 4 电压比较器	99
4.2 神探柯南的编程	101
4.2.1 让神探柯南可以走直线	101
延伸阅读 5 伪指令 ORG	102
4.2.2 让神探柯南循迹前进	103
延伸阅读 6 单片机中断的概念	105
延伸阅读 7 单片机中断系统的结构	107
延伸阅读 8 单片机中断服务程序的响应	110
延伸阅读 9 堆栈	111
4.3 拓展与思考	112
第 5 章 跳舞机器人——后街男孩	114
5.1 后街男孩的硬件制作	115
5.1.1 后街男孩的制作材料	115
5.1.2 后街男孩的组装	116
5.1.3 后街男孩的硬件调试	117

5.2	后街男孩的编程控制	119
5.2.1	让小车发声	119
	延伸阅读 1 达林顿电路	119
	延伸阅读 2 声音的实现	121
5.2.2	会唱“多、来、米”	122
	延伸阅读 3 音乐的演奏	124
5.2.3	演奏乐曲《新年好》	125
	延伸阅读 4 定时器/计数器的概念	127
	延伸阅读 5 定时器/计数器的控制方法	129
	延伸阅读 6 定时器/计数器的四种工作方式	131
5.2.4	献歌献舞	132
	延伸阅读 7 软件定时器/计数器	134
5.3	创新提高	135
5.3.1	带和弦演奏的机器人	135
5.3.2	节电和掉电工作方式	135
5.4	总结与思考	136
第 6 章	伴舞机器人——浪漫佳人	137
6.1	浪漫佳人的制作	137
6.1.1	浪漫佳人的制作材料	137
6.1.2	浪漫佳人的电路板焊接	138
6.1.3	浪漫佳人整机组装	140
6.1.4	浪漫佳人的硬件调试	140
6.1.5	硬件说明	141
	延伸阅读 1 通信技术的演变	142
6.2	拓展延伸	144
6.2.1	后街男孩教浪漫佳人跳舞	144
	延伸阅读 2 单片机串口通信	147
6.2.2	共舞	149
6.3	创新提高	153
6.3.1	机器人的集体舞	153
6.3.2	多机通信	153
	延伸阅读 3 总线结构	154
6.4	总结与思考	161

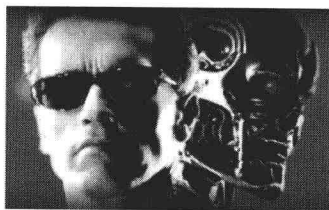
第 7 章 变速机器人——机器战警	162
7.1 机器战警的硬件制作	162
7.1.1 机器战警的制作材料	162
7.1.2 机器战警的焊接组装	163
7.1.3 机器战警的调试	166
延伸阅读 1 直流电动机的调速控制	167
延伸阅读 2 数/模转换电路	168
延伸阅读 3 数/模转换集成电路 DAC0832 的应用	169
7.2 机器战警的控制编程	171
7.2.1 任务描述	171
7.2.2 程序下载	171
7.2.3 程序说明	172
延伸阅读 4 单片机存储器的扩展	172
延伸阅读 5 D/A 转换器的编程	174
延伸阅读 6 可编程增益放大器	175
延伸阅读 7 DAC0832 的工作模式	176
7.3 思考	179
第 8 章 搬运机器人——灌篮高手	180
8.1 灌篮高手的硬件制作	180
8.1.1 灌篮高手的制作材料	180
8.1.2 灌篮高手的焊接组装	181
8.1.3 灌篮高手的调试方法	184
8.1.4 硬件说明	184
延伸阅读 1 步进电机的原理	184
延伸阅读 2 步进电机的驱动控制	186
延伸阅读 3 单片机功率接口	188
8.2 灌篮高手的控制编程	190
8.2.1 让步进电机转起来	190
8.2.2 让灌篮高手动起来	192
延伸阅读 4 步进电机的运行控制	193
延伸阅读 5 步进电机的速度控制	194
8.2.3 让灌篮高手前进一个准确的距离	195

延伸阅读 6 步进电机的位置控制·····	196
8.2.4 让灌篮高手抓取东西·····	196
延伸阅读 7 步进电机的变速控制·····	198
第 9 章 灭火机器人——消防英雄 ·····	199
9.1 消防英雄的硬件制作·····	200
9.1.1 消防英雄的制作材料·····	200
9.1.2 消防英雄的焊接组装·····	201
9.1.3 消防英雄的调试·····	203
9.1.4 硬件说明·····	204
延伸阅读 1 机器人的感觉器官·····	204
延伸阅读 2 温度传感器·····	205
延伸阅读 3 模/数转换·····	208
延伸阅读 4 模/数转换电路·····	209
延伸阅读 5 LED 数码管·····	213
9.2 消防英雄的控制编程·····	215
9.2.1 显示一组数字·····	215
延伸阅读 6 单片机的数码显示·····	216
9.2.2 检测并显示温度·····	218
延伸阅读 7 ADC0832 的驱动控制·····	220
9.2.3 吹灭蜡烛·····	221
延伸阅读 8 设计程序流程图·····	221
第 10 章 能交流的机器人——超级巨星 ·····	224
10.1 超级巨星的硬件制作·····	225
10.1.1 超级巨星的制作材料·····	225
10.1.2 超级巨星的焊接组装·····	226
10.1.3 电路说明及调试·····	227
延伸阅读 1 液晶显示屏·····	228
延伸阅读 2 LCD12864 液晶显示控制器 ST7920·····	233
延伸阅读 3 按键开关·····	234
10.2 超级巨星的编程实现·····	235
10.2.1 显示一行问候语·····	235
延伸阅读 4 ST7920 的指令·····	239

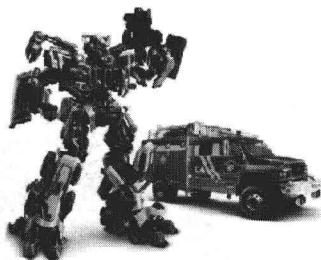
延伸阅读 5 人机交互	242
10.2.2 对按键指令作出回应	243
延伸阅读 6 键盘输入	245
延伸阅读 7 输入方法	246
10.2.3 输入数据完成算术考试	248
延伸阅读 8 语音识别	249
延伸阅读 9 图像识别	250
10.3 创新提高	252
10.3.1 和机器人交流	252
10.3.2 图形的显示	252
延伸阅读 10 触摸屏	253

了解机器人

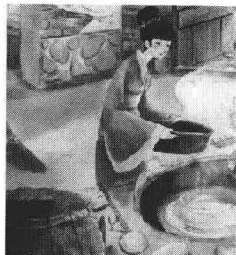
提起机器人，就像图 0.1 (a) 中的终结者和 (b) 中的变形金刚一样，大多数人的第一反应是电影或漫画中铜头铁臂的家伙。它们往往被描绘成披着机器外衣，却谋划统治人类的野心家。但是好莱坞 2004 年夏季推出的电影《机器公敌》描述了一个未来世界：早晨起来，有人为你端上热牛奶；吃完饭，有人为你刷锅洗碗；上班路上，有人开车带你走最畅通的道路；工作时，有人能帮你做到轻松高效；下班回到家，有人为你推拿按摩、消解一天的疲劳；打扫卫生时，有人可以抹桌扫地；寂寞时，有人陪你下棋打球；年迈的父母有人照顾；孩子的学习有人辅导……而帮助你实现这些的，不是你的家人，不是你的助手，也不是家政服务员，而是各种各样的机器人。



(a) 机器人——终结者



(b) 机器人——变形金刚



(c) 田螺姑娘

图 0.1 各种机器人

这些机器人就像神话里的田螺姑娘（图 0.1 (c)），需要她时，她来服务，不吃不喝不吵不闹，从不疲倦，永无怨言，还总是笑眯眯的那么好看。这并非遥不可及的梦想，可以说在不久的将来，机器人将像现在的计算机一样，随处可见，代替人们做着各种复杂繁琐的工作，帮助人们改变生活习惯和生活方式，成为人们生活中必不可少的部分，使电影中的美好世界成为现实。



♂ 0.1 机器人的发展过程

其实人类很早就开始设计制造机器人了。

在长期的生产劳动和生活中，古代的人们很早就发明了一些简单的机械工具，如车轮、风车和水车等。但从这时起，人们就有了一种了解自身、重塑自身的强烈愿望，有不少科学家和杰出工匠制造出了机器人的雏形，它们具有简单的人类特点或动物特征。《列子》中记载，西周时期的能工巧匠偃师就制作出了能歌善舞的伶人，这是我国最早记载的有机器人概念的文字资料。据《墨经》记载，我国著名的木匠鲁班曾制造过一只飞得木鸟。《三国演义》中诸葛亮制造的木牛流马更是家喻户晓，木牛流马就明显具有机器人的功能和结构。

现在能看到的是 1800 年前东汉时代的著名科学家张衡发明的计里鼓车、指南车的复制品，这些发明都是具有机器人构想的装置。计里鼓车每行进 500m，车上的木人击鼓一下，每行进 5000m，击钟一下；而具有复杂轮系装置的指南车，若车上木人运动开始指向南方，则该车无论左转右转、上坡下坡，指向始终不变，可谓精巧绝伦。

图 0.2 是现在保留下来的最早的机器人，是瑞士纳切尔市艺术和历史博物馆里的写字玩偶，它制作于 200 多年前，是靠弹簧驱动、由凸轮控制的自动机器，现在还定期表演，供参观者欣赏，展示了古代人的智慧。



图 0.2 18 世纪瑞士的写字玩偶

但是，最早使用机器人一词的却是捷克作家卡雷尔·查培克，1920 年在他的剧本《罗萨姆的万能机器人》中，使用了机器人（Robot）这个词。

这个词的本义是苦力，即剧作家笔下的一个具有人的外表、特征和功能的机器，是一种人造的劳动力。他是根据 Robota（捷克文，原意为“劳役、苦工”）和 Robotnik（波兰文，原意为“工人”），创造出“Robot”这个词。

继查培克之后，机器人成为很多科幻电影、科幻小说的主人公。纽约世界交易会上放映了德国电影《大都市》，其中的 Eleitro 步行机器人和机器狗 Spardo，首次映入人们的眼帘。电影《星球大战》中的 C3P 机器人，使人们进一步加深了机器人具有人类一样的外形、情感的这种看法。人们对机器人寄予很高的期望，而这些在当时的科学技术条件下是无法实现的。即使是现在，要造出具有类似人的智慧、感情的机器人，仍是科学家的梦想和追求。

进入 20 世纪后，机器人的研究与开发得到了更多人的关心与支持，一些实用化的机器人相继问世，1927 年美国西屋公司工程师温兹利制造了第一个机器人“电报箱”，并在 1939 年纽约举行的世界博览会上展出。它是一个电动机器人，由电缆控制，装有无线电发报机，会说 77 个字，可以回答一些问题，甚至可以抽烟，不过离真正干活还差得远。但它让人们对机器人的憧憬变得更加具体。

20 世纪 50 年代以后，美国橡树岭国家实验室开始研究能搬运核原料的遥控操纵机械手，如图 0.3 所示。

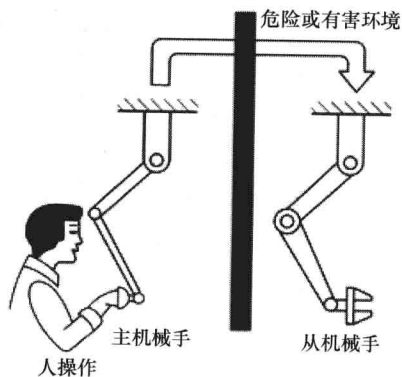


图 0.3 遥控操纵机械手

在此期间，一些实用化的机器人相继问世，1959 年第一台工业机器人样机“圆坐标”在美国诞生，开创了机器人发展的新纪元。

当今机器人技术正逐渐向着具有行走能力、多种感觉能力，以及对作业环境的较强自适应能力的方面发展。美国贝尔科尔公司已成功地将神经



网络装配在芯片上，其分析速度比普通计算机快千万倍，可更快、更好地完成语言识别、图像处理等工作。

目前，对全球机器人技术发展最有影响的国家应该是美国和日本。美国在机器人技术的综合研究水平上仍处于领先地位，而日本生产的机器人在数量、种类方面则居世界首位。机器人技术的发展推动了机器人学的建立，许多国家成立了机器人协会，美国、日本、英国、瑞典等国家设立了机器人学学位。

我国的机器人技术起步较晚，约于 20 世纪 70 年代末、80 年代初开始。90 年代中期，6000m 以下深水作业机器人试验成功，以后的近 10 年中，在步行机器人、精密装配机器人、多自由度关节机器人等国际前沿领域的研制，逐步缩小了与世界先进水平的差距。

♂ 0.2 青少年机器人活动

开展青少年机器人的制作活动，是适应世界科技潮流、突出自主创新理念、增强国家科技竞争实力、培养新世纪科技事业发展后备人才，并与国际接轨的一项青少年科技教育活动。是培养学生的创新精神、创新意识、创新能力和实践能力的最佳实践活动之一。

机器人技术是融合了机械、电子、计算机硬件和软件、传感器、材料、能源、多媒体技术、通信技术、网络技术，以及数学、物理、化学、生物、人工智能等众多领域的科学与技术知识，涉及当今许多前沿领域的先进技术，除此之外没有一种技术平台比智能机器人更综合。学生通过机器人活动可以进行计算机编程、工程设计、动手制作与技术知识构建，同时结合日常观察、积累，去寻求解决问题的方案，发展自己的创造力。机器人项目或比赛是富有挑战性、竞争性、刺激性、实践性的活动，趣味盎然，是学生开展综合知识训练的最佳平台，最能激发学生对技术的兴趣。

20 世纪后期，美国、日本等一些发达国家已把机器人制作比赛，作为创新教育的战略性手段。目前，全球每年有一百多项机器人竞赛，参加人员从小学生、中学生、大学生到研究者。诸如发达国家普遍推崇的国际机器人奥林匹克竞赛、1994 年由美国三一学院开始举办的机器人灭火竞赛、1998 年由美国非盈利组织 FIRST 发起的 FLL 机器人世锦赛、FVC 区域赛以及 FIRA 和 RoboCup 两大世界杯机器人足球赛等。各种类型的机器人制作

比赛中，参加者多为学生，通过比赛活动全面培养学生的学习能力、动手能力、创造能力、合作能力和进取精神，同时也普及智能机器人的知识，对于超前培养发达国家的信息科技人才，发挥了不可低估的作用。现在机器人早已走进学生的课堂，走进孩子的家庭生活。普及性机器人活动的开展，成为学生既喜欢，又能拓展学生的思维能力、发挥学生实践动手操作能力的科技教学用具和理想的玩具。

如图 0.4 所示，为了跟上国际青少年机器人科普活动的潮流，FLL 赛、FVC 赛、FIRA 中国区比赛等国际比赛，相继引入我国并取得试点成功，为我国青少年计算机机器人活动的普及与开展打下了基础。2003 年第 18 届全国青少年科技创新大赛就增设了机器人创意设计的比赛项目。目前，机器人赛事不断，引人注目。中国青少年机器人竞赛、CCTV 杯机器人比赛、全国机器人比赛、中国智能机器人大赛等，还有近几年各省、市组织各种类型机器人比赛，每年大约有 50 余万青少年机器人爱好者参加这项活动。国内外科技、教育界一致认同，机器人制作活动已经成为我国青少年科技活动的新亮点，是一项富有时代性、创新性、参与性和普及性的智力开发活动，并在全国各地产生了广泛的社会影响。

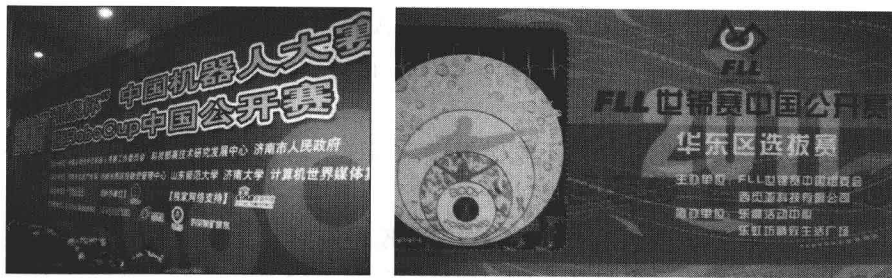


图 0.4 机器人大赛

♂ 0.3 机器人的构造

机器人有别于机器的主要表现是，它要像人一样。所以作为一个机器人一般由四个部分、七个子系统组成，如图 0.5 所示。

看到一个人首先感觉到的是这个人的体型和外表。同样，机器人也有外壳和骨架，它决定了机器人的外形系统，同时还要保护机器人的内部结构免受损坏，这也是很多机器人分类的重要依据之一。