

机器人制作

入门篇

Robot Building for Beginners

[美] David Cook 著

崔维娜 王巍 高玉苹 郑静 译

宗光华 审校

让思维沸腾起来，让智慧行动起来！

开拓创造力，激发想像力，锻炼实际动手能力！



北京航空航天大学出版社

Apress®

机器人制作入门篇

Robot Building for Beginners

[美] David Cook 著

崔维娜 王 巍 高玉苹 郑 静 译

宗光华 审校

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书从一个业余机器人制作者的角度细致、浅显地讲述了自制机器人的制作过程。全书以制作一个巡线机器人为主线展开,包括工具的使用、元器件的选购、控制电路的制作、机器人壳体的制作、运行调试等内容。

本书简单、易懂,描述细致入微,对读者制作过程中可能遇到的问题做了详细的考虑,并提供了调试电路和解决问题的办法。

本书除可作为机器人制作的读物外,也适合作为中学生课外科技活动的辅导教材。

图书在版编目(CIP)数据

机器人制作入门篇/(美)库克著;崔维娜等译.

北京:北京航空航天大学出版社,2005.7.

书名原文:Robot Building for Beginners

ISBN 7-81077-560-X

I. 机… II. ①库…②崔… III. 机器人—制造
IV. TP242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 020534 号

本书英文版原名:Robot Building for Beginners.

Original English language edition published by Apress L. P., 2560 Ninth Street, Suite 219, Berkeley, CA

94710 USA. Copyright © 2003 by Apress L. P. Simplified Chinese-language edition Copyright © 2005 by

Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press. All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Apress 出版社授权北京航空航天大学出版社在中华人民共和国境内独家出版发行。版权所有。

北京市版权局著作权登记号:图字:01-2004-3288

机器人制作入门篇

Robot Building for Beginners

[美] David Cook 著

崔维娜 王 巍 高玉苹 郑 静 译

宗光华 审校

责任编辑 王 鸿

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:30.25 字数:678 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-560-X 定价:49.00 元

译者序

对绝大多数人来说,机器人是一个神秘的、浑身充满各种高科技器件的家伙,而制作机器人只能是大学或研究所里专业科研人员的工作。如果有人告诉您,可以把制作机器人当作一种业余爱好,就像航模制作、高级组合玩具拼装、折纸游戏等一样在自己家里进行,您会有什么想法?

不要觉得这是天方夜谭,甚至一个只有初中物理知识的人也能够自己制作机器人。如果您不信,本书会给您证明。

读完本书之后,您就会发现,原来制作机器人可以和其他业余爱好一样,完全为了自我娱乐。举个例子,对于大多数乒乓球爱好者来说,他们打球只是为了锻炼身体和休闲娱乐,而不是为了要去奥运会拿奖牌,因为那是专业运动员的任务。制作具备高度智能、能为生产和生活服务的机器人只是科研人员的工作。所以在阅读本书之前,请您先放下思想负担,不要想着自己要制作一个能跑、能跳、能说话、会跳舞的机器人精灵。您所需要做的只是一个能根据环境变化自动做出一定运动反应的简单机械装置。而这一特点正是机器人技术的精髓所在。

本书的作者 David Cook 并不是机器人技术专家,而是一个普通的机器人制作爱好者。因此,他从一个业余机器人制作者的角度细致、浅显地讲述了自制机器人的制作过程。全书以制作一个巡线机器人为主线展开,包括工具的使用、元器件的选购、控制电路的制作、机器人壳体的制作、运行调试等内容。按照书中介绍的步骤一步步进行,就能制作出一个能按预定线路运行的机器人!

全书内容共有 27 章。

第 1 章对自制机器人所需的知识进行了描述,概括介绍了全书内容,帮助读者掌握后续的内容,增强信心。第 2 章和第 3 章介绍了获得工具和零件的途径以及制作机器人过程中需要注意的安全问题。第 4 章详细介绍了数字式万用表的使用,即使一个完全没有电学基础知识的读者也能够根据书中的介绍学会使用万用表。第 5 章介绍了书中将要用到的一些单位和数值的表达方法。第 6 章对将要制作的巡线机器人的构成和功能进行了简单介绍。第 7 章详细介绍了机器人用的 9 V 电池的选择和使用方法,即使不制作机器人,本章的内容对日常生活也

是有帮助的。第8章详细介绍了电气测试中常用的鳄鱼夹和测试线的用法。第9章对电阻的特性、选择和采购进行了详细的论述。第10章介绍了发光二极管(LED)的特性和使用方法。第11章综合前面讲述的内容,指导读者制作一个电源指示电路,该电路是机器人控制电路中的第1个模块。第12章和第13章介绍了无焊接面包板的使用方法,以及在面包板上搭建电路的方法。第14章介绍了微调电位计和光敏电阻的特性和使用方法,并指导读者搭建了亮度平衡检测电路——巡线机器人感知外界环境的关键电路。第15章详细介绍了比较器及其附属电路。这是本书中巡线机器人的“大脑”,在它的指示下,机器人就能够识别地面上的路线,并完成相应的动作。第16章介绍了晶体管开关的特性及其使用方法,并将前面介绍的电路改造成具备强拖动能力的电路,使机器人能够带动电机运转。第17章和第18章详细介绍了机器人用的直流(DC)电机和带减速器的DC电机的特性和使用方法。电机相当于机器人的“肌肉”,有了它,机器人就能够运动了。第19章和第20章介绍了机器人的运动部件——车轮和联轴器的制作和安装方法,手把手地教给读者怎样使用各种加工工具。第21章和第22章介绍了焊接工具和焊接方法,并指导读者完成必要的焊接工作。第23章和第24章分别指导读者完成机器人的电路板和车体的制作。至此,机器人制作基本完成。第25章为调试和运行机器人提出了一些建议,以便读者更好地完善自己的巡线机器人。第26章为希望更进一步了解机器人制作的读者提供了一些必要的信息,包括高级元器件的种类和原理,各种新奇的自制机器人想法和世界范围内的机器人竞赛。第27章对书中要用到的一些概念和公式进行了更深入的说明,并把作者的失败经验介绍给读者。

本书的最大特点就是简单、易懂,描述细致入微,任何一个具备初中物理知识的读者都能够很容易地读懂。第2个特点是循序渐进,每章都给读者带来一定的收获,将制作的艰辛转换成一步步成功的喜悦。第3个特点是对读者制作过程中可能遇到的问题做了详细的考虑,并提供了调试电路、解决问题的办法;同时将作者自己失败的经验及时告诉读者,这对初次进行电气和机械制作的爱好者来说是非常有用的。

本书除了能作为机器人制作这种业余爱好的入门读物以外,也适合作为中学生课外科技活动的辅导教材或辅导教师的参考书。

本书还提供了若干有用的信息,如机器人公司的网址,电机、元器件、硬件、材料供应商的地址,各种小型机器人比赛的主页等。

本书由崔维娜、王巍、高玉苹和郑静翻译,宗光华教授审校了全书。由于译者水平有限,书中难免会有缺点和错误,恳请读者批评指正。

让思维沸腾起来,让智慧行动起来!

开拓创造力,激发想像力,锻炼实际动手能力!

译 者

2005年5月

于北京航空航天大学

前言



作者

我写这本书是因为我喜欢制作机器人。希望你也喜欢制作机器人。

我花了一些时间来了解与业余机器人制作技术相关的工具和零件。通过介绍我的经验，或许能给你一个高的起点。

令人惊异的是，现在很多卓越的思想与其说是在现实世界里起作用，不如说在虚拟世界里更有用武之地。你将有希望加入能够创造出真实存在的事物的优秀发明家之列，即使用手工制作。

适合的读者

本书针对那些对自然科学有着浓厚兴趣，并梦想成为家庭制作开拓者的青少年和成人。他们无须接受正规的工程教育。

在本书中所描述和制作的机器人由电池驱动，有饭盒大小。它是自主式的，即非遥控

式的。

你将从购买工具开始,然后兢兢业业地进行样机开发、本体制作,最后焊接电路板。看完这本书之后,你将牢固地掌握有关业余制作机器人的基础知识,并能开始创造自己的机器人。

“关于杀手锯的材料在哪里?”

本书并非论及具有破坏性的机器人。然而,如果你想那么做,这儿所介绍的基本技术在你着手那些魔鬼工程之前可以提供很好的基础。

“哈森,我们有个问题”

如果你是一位经验丰富的工程师并且愿意学习多维视觉系统、FPGA(现场可编程门阵列)或七自由度机械手的有关知识,那么这本书可能太简单了。

翻阅一下这本书,看其中的内容是否能给你一些启发。

不打算学焊接?

如果你比较年轻,财务预算有限,空闲时间很少,或者不准备干钻孔和焊接之类的活,那么我极力推荐你从乐高智力风暴(LEGO MINDSTORMS)开始起步。虽然乐高(LEGO)机器人套件的电路开发潜力有限,但套件非常容易操作,使你能很快制作出有趣的机器人。

如果你决定使用乐高(LEGO)套件,那么购买一套乐高智力风暴(LEGO MINDSTORMS)机器人开发系统、几节电池和《乐高智力风暴(LEGO MINDSTORMS)权威指南》(Apress ISBN:1-893115-09-7)就可以了。

超越乐高(LEGO)但还是不打算焊接?

如果你想要一个结构简单且比LEGO更高级的套件,那么可以考虑Parallax的Boe-Bot机器人。Boe-Bot带有BASIC处理器、电路板、电机、轮子、机体、说明书、CD-ROM和自学材料。Boe-Bot也不需要焊接。

在你白手起家制作自己的机器人之前,我推荐乐高智力风暴(LEGO MINDSTORMS)和Parallax Boe-Bot机器人,这是因为我也是这样开始的。

关于零件表的注意事项

只要有可能,本书所介绍的工具和零件附有零售商、零件号和近似价格一览表。这并不意味着我偏爱某个厂商或零件。

价格以美元为单位列出,请记住:价格是变化的,而且在这本书出版之后,零件号有可能不再使用了。

不断更新并查看新信息

我的网址是 <http://www.robotroom.com>。欢迎访问并浏览更新的内容、勘误表以及修订过的零件列表。同时,你将发现我制作的其他机器人及与机器人相关的俱乐部和其网址的链接。

致 谢

非常感谢我的技术编辑 Tom Gavin,他帮我校对,给我提出改进建议并时刻鼓舞着我。Tom 受人尊敬,语言温和,而且聪明。如果你需要为你的团队选拔人才去参加未知领域的技术挑战竞赛,那么 Tom 应为第一人选。因此,我自然对他的审阅心怀畏惧。看完前 12 章后, Tom 过来串门时谈了他的感想。当他面带微笑地对我说“我喜欢你的书”的时候,我第一次感觉到自己是一位合格的作者。Tom,谢谢!

感谢 Apress 的好心人: Gary Cornell、Dan Appleman、Grace Wong 和 Stephanie Rodriguez。Dave Baum 为我联系 Apress,并帮我议定本书草案。特别感谢我的项目经理和编辑——Sofia Machant,她编辑了所有的图片但要旨未变。据我所知,她在编辑时从未懈怠过,这值得赞扬。

除了请 Jim Munro 借了一些轮子和电动机以外,本书描述的所有机器人资料都来自于我的个人收藏。最后向 Motorola 的所有伙伴们致以问候,他们是 Stacey、Trung、Dan、Tom、Rim、Aaron、Jon、John、Aspi、Craig、Chuck、Mike 和 Tom(另外一个 Tom)。



第 1 章 欢迎机器人发明家

1.1 4 门学科	1
1.2 自制机器人剖析	2
1.2.1 大 脑	3
1.2.2 电力单元	4
1.2.3 传感器	6
1.2.4 动作及反馈	7
1.2.5 其他元件	9
1.2.6 机 身	10
1.3 制 作	10
1.3.1 循序渐进	11
1.3.2 模块制作	11
1.3.3 轻松快乐	12
1.3.4 寻求友爱和帮助	13
1.4 后续内容	13

第 2 章 获得工具和零件的途径

2.1 订阅免费信息	15
2.2 发现潜在信息	17
2.2.1 解读栏目的内容	17
2.2.2 清点商品目录的页数	17
2.2.3 价格比较	17
2.3 省 钱	18

第 3 章 安 全

3.1 从年龄和阅历中受益	20
3.2 遵循使用说明	20

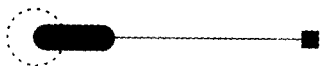
3.3 戴上安全护目镜	21
3.4 穿戴其他安全服装	22
3.5 确保足够的通风	23
3.6 正确存放	23
3.7 饭前洗手	23
3.8 避开危险的化学元素	24
3.8.1 铅	24
3.8.2 汞	24
3.8.3 镉	26
3.9 触 电	26
3.9.1 AC 与 DC	26
3.9.2 使用可充电电池和专业变压器	26
3.9.3 通过断路开关和 GFCI 插座	27
连接	27
3.9.4 保留接地引脚	29
3.9.5 断开电源	29
3.10 避开危险机器人	30
3.11 估计电机大小	30
3.12 照 明	30
3.13 好好休息并且保持头脑冷静	31

第 4 章 数字万用表

4.1 必备特性	33
4.1.1 数字式	33
4.1.2 位 数	34



4.1.3	DC 电压	34	4.3.17	机架或橡胶罩	44
4.1.4	DC 电流	34	4.4	AC 特性	45
4.1.5	电 阻	35	4.4.1	AC 电压	45
4.1.6	探针或引线	35	4.4.2	真值 RMS	46
4.1.7	过载/保险丝保护	35	4.4.3	AC 电流	46
4.2	最好具备的特性	36	4.5	获得弯钩探针适配器	46
4.2.1	电 容	36	4.6	基本的万用表广告对比	47
4.2.2	二极管	36	4.6.1	了解特惠型数字万用表的 特性	47
4.2.3	导 通	36	4.6.2	了解具备计算机接口的万用表 的特性	48
4.2.4	频 率	37	4.6.3	熟悉多功能高精度万用表的 特性	50
4.2.5	占空度	37	4.6.4	不同特性商品的价格	52
4.2.6	自动改变量程	37	4.7	没有万用表寸步难行	52
4.2.7	自动断电	39	第 5 章 数值和单位		
4.2.8	晶体管	39	5.1	选择公制	53
4.2.9	双显示	39	5.2	简化 1 000 的乘幂	53
4.2.10	最大值	40	5.2.1	M 和 m	55
4.2.11	最小值	40	5.2.2	希腊字母的替换	56
4.2.12	支 架	40	5.3	单位缩写	56
4.3	可选特性	41	5.4	太小了	57
4.3.1	电 感	41	5.4.1	猜测遗漏的单位	57
4.3.2	RS-232/数据接口	41	5.4.2	从三位数字扩展开	58
4.3.3	示波器	42	5.4.3	把颜色转换为数字	58
4.3.4	背景灯	42	5.4.4	利用万用表确定元件值	60
4.3.5	秒表/单脉冲宽度	42	5.5	所涉及的基础内容	60
4.3.6	温 度	42	第 6 章 巡线机器人		
4.3.7	声 音	42	6.1	定义路径状态	63
4.3.8	计 数	42	6.1.1	表面材料	63
4.3.9	条形图	43	6.1.2	路径照明	63
4.3.10	数据保持	43	6.1.3	确定线路	63
4.3.11	数据自动保持	43	6.1.4	选择线路标志材料	64
4.3.12	高/低逻辑电路	43	6.1.5	弯曲和交叉线路	65
4.3.13	存储器	44	6.1.6	总结路径状态	67
4.3.14	相对模式	44			
4.3.15	偏移量	44			
4.3.16	极值测试/比较	44			

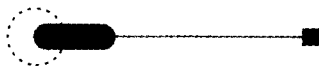




6.2 选择机器人尺寸.....	67	9.5 电阻和欧姆	104
6.3 观察“三明治”.....	68	9.6 电阻的测试	104
6.3.1 检测“三明治”.....	68	9.6.1 解释万用表上显示的电阻值	105
6.3.2 “三明治”的机身.....	75	9.6.2 体验电阻量程	105
6.4 制 作.....	77	9.7 分类和存储	107
第7章 9 V 电池		9.8 不要受后续内容的诱惑	109
7.1 测试电池电压.....	78	第10章 发光二极管	
7.1.1 设置万用表用于电压测试	79	10.1 LED 的特性	110
7.1.2 分析测试结果.....	80	10.1.1 LED 的尺寸	110
7.2 9 V 电池的特性	81	10.1.2 LED 的形状	112
7.3 推荐可选用的 9 V 电池	83	10.1.3 LED 镜头分类	113
7.3.1 镍氢电池.....	83	10.1.4 LED 的观测角度	114
7.3.2 碱性电池.....	83	10.1.5 LED 的颜色	115
7.3.3 专用电池.....	84	10.1.6 LED 的亮度	116
7.3.4 不推荐使用的电池.....	84	10.1.7 LED 的效率	116
7.4 电池品牌名称.....	85	10.2 LED 的截止	117
7.5 给机器人使用 9 V 电池	86	10.3 识别多色 LED	118
7.6 再接再厉.....	89	10.3.1 双 色.....	118
第8章 鳄鱼夹和测试线		10.3.2 三色或三态.....	118
8.1 今晚鳄鱼饿了.....	90	10.3.3 全 色.....	119
8.2 获得弯钩线夹.....	91	10.4 测试 LED	120
8.3 测试跳线.....	92	10.4.1 设置万用表用于测试二极管	120
8.3.1 设置万用表用于导通测试	93	10.4.2 解读 LED 的测试结果	121
8.3.2 断开连接测试.....	94	10.5 多品种采购.....	123
8.3.3 短接测试.....	95	10.6 照亮你的路.....	123
8.3.4 鳄鱼夹连接(短接)测试.....	96	第11章 制作和测试一个电源指示电路	
8.4 查找意外的电气连接.....	97	11.1 元件明细列表.....	125
8.5 用跳线进行探测.....	98	11.2 电路原理图.....	126
第9章 电 阻		11.3 搭建电源指示电路.....	127
9.1 用电阻限制能量.....	99	11.3.1 你看到光了吗?	128
9.2 获得一个电阻分类盒	100	11.3.2 用电源指示电路做试验	128
9.3 理解尺寸大小和允许误差	101	11.4 理解每一个元件的作用.....	128
9.4 裁剪电阻	102		



11.5 测量电源指示电路.....	129	13.3.1 万用表和跳线的配合.....	165
11.5.1 测量电路里的电压.....	129	13.3.2 连接下总线.....	167
11.5.2 测试“某一点”的电压.....	131	13.3.3 中间断开.....	168
11.5.3 测试元件的电压“降”或 元件“两端”的电压.....	132	13.4 安装电源指示 LED	168
11.5.4 汇总电路电压.....	133	13.4.1 测试某点的电压.....	170
11.6 测量电流.....	134	13.4.2 修剪导线.....	171
11.6.1 计算电池寿命.....	136	13.5 揭开机器人电源开关的秘密	171
11.6.2 不要采用探针插入电流 端口测量电压.....	139	13.6 更多准备.....	172
11.7 电路总结.....	139	第 14 章 可变电阻	
第 12 章 无焊接样机开发		14.1 电位计.....	173
12.1 需要一个更好的方法.....	141	14.1.1 微调电位计.....	174
12.2 无焊接面包板.....	141	14.1.2 拧表盘.....	175
12.2.1 用孔连接.....	142	14.1.3 准备多种微调电位计.....	176
12.2.2 接线柱.....	146	14.1.4 测试电位计.....	176
12.2.3 选择面包板.....	147	14.2 可调亮度的 LED 电路	178
12.3 无焊接面包板的导线.....	148	14.3 亮度平衡电路.....	179
12.4 自制跳线.....	152	14.4 硫化镉光敏电阻.....	181
12.4.1 剥落导线末端的绝缘层	153	14.4.1 准备多种光敏电阻.....	182
12.4.2 按给定尺寸截取导线长度	154	14.4.2 体验光敏电阻的阻值变化	183
12.4.3 绕弯导线末端.....	155	14.5 光控电路.....	183
12.5 连 接.....	158	14.6 平衡亮度传感电路.....	184
第 13 章 搭建无焊接面包板		14.6.1 成对的亮度传感器.....	185
13.1 考虑电源.....	159	14.6.2 匹配光敏电阻.....	185
13.1.1 准备 9 V 电池快速连接器	160	14.6.3 用于电阻平衡的微调电位计	186
13.1.2 把电源连到接线柱.....	161	14.6.4 限流电阻.....	187
13.2 选择一个电源开关.....	162	14.6.5 测试点.....	187
13.2.1 SPDT	163	14.6.6 用分压把电阻值变成电压值	190
13.2.2 把电源开关安装在面包板上	163	14.6.7 建立平衡亮度传感电路	190
13.3 连接电源总线.....	164	14.6.8 无法调平亮度传感电路	191





第 15 章 比较器

- 15.1 电压比较器..... 192
 - 15.1.1 检查 LM393 193
 - 15.1.2 准备比较器..... 195
- 15.2 亮度比较电路..... 197
 - 15.2.1 比较原理图和接线表..... 197
 - 15.2.2 标注元件..... 198
 - 15.2.3 绘制连接和断开的导线..... 198
 - 15.2.4 理解亮度比较电路..... 198
 - 15.2.5 亮度比较电路的元件列表..... 198
 - 15.2.6 搭建亮度比较电路..... 199
- 15.3 添加车头灯..... 202
 - 15.3.1 理解车头灯电路的两个 LED..... 203
 - 15.3.2 搭建车头灯电路..... 204
 - 15.3.3 重复串联 LED 的技巧 ... 205
- 15.4 简单整理一下思路..... 206

第 16 章 晶体管开关

- 16.1 定义负电源..... 207
 - 16.1.1 聚焦 2907A 晶体管 208
- 16.2 用万用表测试双极型晶体管..... 210
 - 16.2.1 用带有晶体管插座的万用表测量..... 210
 - 16.2.2 用有二极管模式的万用表测试..... 212
- 16.3 双极型晶体管测试电路..... 214
 - 16.3.1 检查 PNP 晶体管测试电路的原理图..... 214
 - 16.3.2 搭建 PNP 晶体管测试电路..... 215
 - 16.3.3 检查 NPN 型晶体管测试电路的原理图..... 216

- 16.3.4 搭建 NPN 晶体管测试电路..... 217

- 16.4 带有晶体管的亮度比较电路..... 218

- 16.4.1 计算晶体管的极限电流..... 218

- 16.4.2 搭建带有晶体管的亮度比较电路..... 220

- 16.5 总结 PNP 和 NPN 晶体管 ... 220

第 17 章 DC 电机

- 17.1 DC 电机的工作原理 223

- 17.1.1 铁芯永磁 DC 电刷电机的内部结构..... 223

- 17.1.2 铁芯永磁 DC 无刷电机的内部结构..... 227

- 17.1.3 无铁芯永磁 DC 有刷电机的内部结构..... 229

- 17.2 简单的 DC 电机电路 230

- 17.2.1 为简单 DC 电机电路选择电机..... 230

- 17.2.2 选择简单 DC 电机电路的电池..... 231

- 17.2.3 搭建简单 DC 电机电路..... 232

- 17.3 DC 电机的基本特性 233

- 17.3.1 DC 电机的转速特性 233

- 17.3.2 DC 电机的转矩特性 237

- 17.3.3 DC 电机的电压特性 239

- 17.3.4 DC 电机的电流特性 241

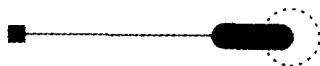
- 17.3.5 DC 电机的效率 244

- 17.3.6 DC 电机的听觉噪声特性..... 245

- 17.3.7 DC 电机的电子噪声 245

- 17.3.8 DC 电机的质量特性 246

- 17.3.9 DC 电机的尺寸特性 246





17.3.10 总结 DC 电机的特性 ...	246	19.3.2 依据速度来决定最大尺寸	275
17.4 DC 齿轮减速电机	247	19.3.3 为“三明治”机器人选择 车轮	275
17.4.1 直齿轮减速电机的内部结构	248	19.3.4 “三明治”车轮的另外一种 选择	276
17.4.2 齿轮齿数比	250	19.4 清洗轮胎	278
17.4.3 速度转换成转矩的缺点	252	19.5 让车轮转起来吧	280
17.4.4 齿轮减速电机的缺点	252	第 20 章 联轴器	
17.4.5 行星和直齿轮减速电机	252	20.1 制作管子	281
17.4.6 选择齿轮减速电机	254	20.1.1 选择铜管还是铝管	281
17.5 继续前进	254	20.1.2 确定金属管的尺寸	282
第 18 章 添加齿轮减速电机		20.2 测量、截取、制管	285
18.1 选择齿轮减速电机	255	20.2.1 确定并标记管子长度	285
18.1.1 准备齿轮减速电机	256	20.2.2 截取、制管	286
18.1.2 检查齿轮减速电机	257	20.2.3 打磨并完成切割	289
18.2 在亮度比较电路上添加电机	259	20.2.4 测试切削结果	289
18.2.1 二极管	259	20.3 乐高十字轮轴	290
18.2.2 在亮度比较电路上安装 电机	261	20.3.1 选择乐高十字轮轴的长度	290
18.3 完成电路	263	20.3.2 准备乐高轮轴	292
第 19 章 车 轮		20.4 粘接联轴器	293
19.1 车轮结构	264	20.4.1 脱 胶	293
19.2 机器人车轮的特点	265	20.4.2 用环氧树脂	293
19.2.1 树脂充气轮胎	265	20.5 在联轴器上钻个螺纹孔	295
19.2.2 轮胎外形	266	20.5.1 钻孔前先做标记	295
19.2.3 轮胎的宽度	267	20.5.2 钻 台	296
19.2.4 轮胎胎面设计	267	20.5.3 钻台用的老虎钳	297
19.2.5 轮胎直径	268	20.5.4 开始钻孔	297
19.2.6 机器人轮胎的选择	271	20.5.5 攻 丝	298
19.3 为“三明治”机器人选择车轮	272	20.5.6 装上紧固螺丝	299
19.3.1 确定最大或者最小尺寸	273	20.6 欣赏一下联轴器	299
		第 21 章 焊接设备	
		21.1 焊锡丝	302
		21.2 助焊剂	303





21.3 烙 铁.....	304	24.2 改造“三明治”的容器.....	357
21.4 焊接架.....	305	24.2.1 钻电机孔.....	357
21.5 焊接用海绵.....	306	24.2.2 装电机.....	361
21.6 “辅助手”工具.....	307	24.2.3 制作电机套管.....	364
21.7 真空吸焊器.....	308	24.2.4 安装电机和套管.....	369
21.8 典型的焊接流程.....	309	24.2.5 做开关和电池固定支架	369
21.9 准备焊接.....	310	24.2.6 安装电路板.....	372
第 22 章 焊接和连线		24.2.7 为微调电位计钻孔.....	377
22.1 连接电机和开关.....	311	24.2.8 在容器盖子上切个窗口	378
22.1.1 连接电机.....	311	24.2.9 完成接触.....	378
22.1.2 把巡线开关连接起来.....	327	24.3 准备动起来.....	379
22.1.3 连接 LED 套管电路	332	第 25 章 试运行巡线机器人	
22.1.4 完成工作.....	334	25.1 校正并拧紧.....	380
22.2 焊接经验.....	334	25.1.1 初步测试.....	380
第 23 章 母 板		25.1.2 试运行——巡一条直线	385
23.1 巡线电路.....	335	25.1.3 校正常见的问题.....	385
23.1.1 点对点焊接与印刷电路板	337	25.1.4 机器人是直线行进的吗?	389
23.1.2 点对点焊接巡线电路.....	338	25.2 处女航.....	391
23.2 测试机器人电路.....	347	25.3 提高潜在性能.....	392
23.2.1 低电阻电路的危险.....	347	25.3.1 电池的反接保护.....	393
23.2.2 检查未焊接的引脚.....	348	25.3.2 用电容消除电涌.....	393
23.2.3 检查所有直连到电源正极的 引脚.....	348	25.3.3 改善巡线能力.....	394
23.2.4 测量整个电路的阻抗.....	348	25.4 最后的谢幕.....	396
23.2.5 测量电压降.....	350	第 26 章 再次登台	
23.2.6 重新加热焊点.....	350	26.1 机器人组件.....	397
23.3 屏住呼吸.....	351	26.1.1 逻辑芯片.....	397
第 24 章 车体制作		26.1.2 微控制器.....	398
24.1 着手做机器人车体.....	352	26.1.3 稳压器.....	400
24.1.1 构 图.....	352	26.1.4 电 容.....	402
24.1.2 构思,然后按照适用元件的 限制再修订.....	353	26.1.5 太阳能.....	403
24.1.3 设计车体.....	353	26.1.6 电阻网络.....	405
24.1.4 采用预制平台.....	355		





26.1.7	按钮	405
26.1.8	DIP 开关	406
26.1.9	跳接器和短路块	407
26.1.10	倾斜传感器	408
26.1.11	温度传感器	409
26.1.12	接触传感器	409
26.1.13	物体探测和红外遥控	410
26.1.14	距离和目标传感器	411
26.1.15	振荡器和晶体	412
26.1.16	声音	413
26.1.17	继电器	414
26.1.18	添加齿轮	415
26.1.19	舵机	417
26.1.20	编码器	417
26.1.21	显示屏	418
26.1.22	无线数据传送和控制	419
26.2	挑战每一天	420
26.2.1	给室内植物浇水的机器人	420
26.2.2	自动堆肥车	421
26.2.3	垃圾倾倒器	421
26.2.4	擦窗机器人	421
26.2.5	屋顶老鼠	421
26.2.6	微型扫雪机	422
26.2.7	鼻涕虫碾碎机	422
26.2.8	自动街道邮箱	422
26.3	竞赛	422
26.3.1	全世界的相扑机器人	423
26.3.2	三人组的大学机器人灭火	

	比赛	424
26.3.3	亚特兰大机器人吸尘器比赛	424
26.3.4	西雅图机器人协会的机器人聚会	424
26.3.5	达拉斯个人机器人小组——Roborama	425
26.3.6	伊利诺斯州机器人技术俱乐部	425
26.4	广阔的机器人世界	425

第 27 章 附录

27.1	魔术般的欧姆定律	426
27.1.1	欧姆定律有助于选择限流电阻	427
27.1.2	通过电压来确定电流	427
27.1.3	欧姆定律的关键	428
27.1.4	欧姆定律最根本的含义	428
27.2	在我写书时偶然损坏的元件	428
27.2.1	怎样安装 9 V 电池	428
27.2.2	把开关熔断	429
27.2.3	万用表保险丝爆裂	430
27.2.4	第二次犯错	432
27.3	电压的实际名称	432
27.3.1	地,不是负极电压	432
27.3.2	V 的含义	432

索引



第 1 章

欢迎机器人发明家

你已经选择了一种刺激、有益的业余爱好。它比收集窃听器要昂贵,但是要比用普通汽车改装赛车便宜。

设想一下,有一天经你的双手将创造出新的生命类型,像所有的手工艺品一样,它们最初是基本的、独特的单元。但像伟大艺术家的作品一样,你的作品将越来越复杂,越来越奇妙。

虽然公众对机器人概念着迷已有数十年了,但是有用的个人机器人仍是一个未实现的梦想。除了工业机器人,机器人学领域的绝大多数进步实际上归功于那些有点儿不相关的产品,例如个人计算机、CD 播放器、玩具、遥控装置和家用电器。

令人沮丧吗? 不。潜心于这样一个充满改变世界潜能的领域是件多么令人振奋的事情。这样一个领域为新的发明提供了广阔的空间,你可能因此而与众不同。欢迎进入机器人技术,让我们开始吧!

1.1 4 门学科

机器人技术包括至少 4 门主要的学科分支:

- 电气工程(电路和传感器);
- 机械工程及加工(齿轮、电动机和机身);
- 计算机科学(虚拟智能行为);
- 艺术(外观、风格和情趣)。

为了制作一台像样的机器人,你不必对每一领域都精通。但是,如果你恰好有某一领域的知识背景,你的创作将自然在这一领域有所侧重。在制作机器人的过程中,机器人技术将为学习新技能,发现潜在的天资提供令人兴奋的机会。