

机器人制作

提高篇

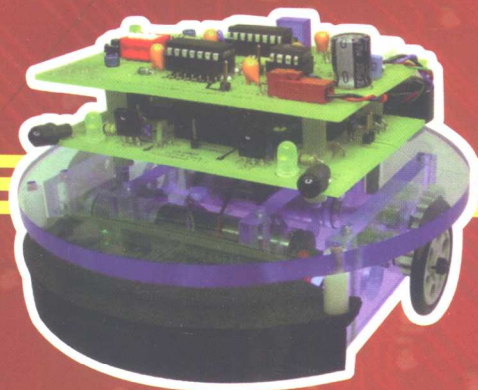
Intermediate Robot Building

[美] David Cook 著

毕树生 李大寨 高志慧 译

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！



机器人制作提高篇

Intermediate Robot Building

[美] David Cook 著

毕树生 李大寨 高志慧 译

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书细致、深入浅出地讲述了 Roundabout 机器人的制作过程,涉及到机械、电子、传感器、计算机和信息处理等多学科领域,集成了机器人技术必要的基本知识。对读者制作过程中可能遇到的问题做了详细的考虑,并提供了调试电路及解决问题的办法,同时将作者自己失败的经验告诉读者。

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,还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。

图书在版编目(CIP)数据

机器人制作. 提高篇/(美)库克(Cook, D.)著;
毕树生等译. —北京:北京航空航天大学出版社, 2005. 7

书名原文: Intermediate Robot Building

ISBN 7-81077-561-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 089814 号

本书英文版原名: Intermediate Robot Building.

Original English language edition published by Apress L. P., 2560 Ninth Street, Suite 219, Berkeley, CA 94710 USA. Copyright © 2004 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: 01-2004-3289

机器人制作提高篇

Intermediate Robot Building

[美] David Cook 著

毕树生 李大寨 高志慧 译

责任编辑 孔祥燮

*

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: bhp@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: 24.25 字数: 543 千字

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

ISBN 7-81077-561-8 定价: 39.00 元

译者序

自己动手组装一台属于你的机器人吧！

头都大了吧?! 放松些,我们不做给病人做开颅手术的高难度机器人,也不做日本本田能上下楼梯、会跳日本舞的 ASIMO,我们做一个简单的 Roundabout!

Roundabout 是一个模块机器人,麻雀虽小,五脏俱全,涉及到机械、电子、传感器、计算机和信息处理等多学科领域,集成了机器人技术必要的基本知识。不过,即使你是一个只有初中物理知识的人,也能够自己制作出 Roundabout 机器人。你完全可以把它当作一种业余爱好,就像制作航模、拼装高级组合玩具和折纸游戏等一样自我娱乐。通过组装 Roundabout 机器人,你可以获得如下感受:

- 做出的机器人能够按照要求完成设计动作时的喜悦;
- 从创意、设计到组装、测试等一系列开发过程均亲力而为的成就感;
- 对具有无限开发潜力的机器人领域产生极大的热情和强烈的求知欲。

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。他有着 20 多年软件开发的经验,研制过从竞赛类电脑游戏到警用移动背景检查装置的各种产品。由于 David Cook 电子学和基础机械学知识都是自学的,他能够用浅显易懂的语言来描述多年制作机器人的经验,而不会让人觉得学术味道太浓而产生畏难情绪。因此 David Cook 从一个业余机器人爱好者的角度,编写了《机器人制作入门篇》和本书。《机器人制作入门篇》以制作一个循线机器人为主线展开,介绍了工具的使用、元器件的选购、控制电路的制作、机器人壳体的制作和运行调试等内容。本书在此基础上,细致、深入浅出地讲述了 Roundabout 机器人的制作过程。因此在阅读本书之前,建议购买一本《机器人制作入门篇》。

本书内容共 18 章。

第 1 章对组装模块式机器人所需的知识进行了描述,概括介绍了全书内容,为读者学习后续的内容增强了信心。第 2 章介绍了两种自制电机联轴器的比较及如何避免常见误差,还介绍了制作联轴器时需要注意的问题。第 3、4 章详细介绍了在加工联轴器中如何制作定位器、在实心杆上打孔、加工螺纹孔和如何选择紧定螺钉。第 5 章介绍一种把电机安装到车轮内部的技术,不仅可以避免外露齿轮和电机偏离,而且不需考虑机器人的宽度和车轮的宽度。这对



于制作类似“火星漫游者”机器人或竞赛所用的微型机器人来说是非常好的。第6章介绍了本书中原理图的标准及应用于无焊面包板的元器件布局,内容包括读原理图、使用 Wall Wart 电源、将 LED 表面磨成毛面、理解按钮消抖技术和表面贴装技术。第7章详细介绍了如何搭建和评价线性稳压电源,并且重点介绍了需要考虑的重要因素。第8章介绍了改进机器人电源的常用方法,内容包括增大输入/输出电容的容量、增加魔术电容、使用旁路/去耦合电容、过电流保护和过电压保护等。第9章介绍了简易电机驱动器,内容包括所有电机工作模式、单晶体管电机驱动器、二极管保护、双极性 H 桥、微控制器和逻辑器件接口电路。第10章介绍了高效大功率电机驱动器,内容包括功率 MOSFET 场效应管电机驱动器、上拉和下拉电阻、击穿、并联场效应管驱动电机和电机驱动芯片(如 4427 系列、754410 系列和功能强大的 MC33887 系列)。第11章介绍了制作一个用来检测对手及墙壁的红外测障传感器及制作技巧。第12章介绍了如何微调反射式探测器,包括手动调节探测器、防止红外线泄漏、用带有频率检测功能的万用表调节探测器、用示波器调节探测器、红外线的局限性和探测器对各种材料的探测距离等内容。第13章介绍了如何利用第2~12章中介绍的模块和技术来组装 Roundabout 机器人的最简单模型。第14章介绍了如何测试 Roundabout 机器人。第15章主要介绍了微控制器,介绍了怎样对控制器进行编程、调试,点出了大多数微控制器的共性,并给出了选择微控制器的标准。第16章介绍了如何构建 Roundabout 机器人的子板,内容包括两并行电路板的连接、电路板安装插槽的使用、螺钉的选择、焊接头的重新加热、改变控制输入的拦截、软件触发、DIP 开关的使用、扩展连接器的实现。第17章介绍了一个简单的场地反射传感器电路。第18章详细介绍了如何制作一个完美的 Roundabout 机器人。

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。第二个特点是循序渐进,每章都给读者带来一定的收获,将制作的艰苦转换成一步步成功的喜悦。第三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,并提供了调试电路及解决问题的办法,同时将作者自己失败的经验告诉读者。这对许多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,还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、材料供应商的地址和各种小型机器人比赛的主页等。

本书由毕树生、李大寨和高志慧翻译。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

关于作者

David Cook 主持着一个颇受欢迎的机器人学网站：RobotRoom.com。他自学了电子学和机械学方面的知识，能够以轻松有效的方式向具有普通知识背景的科技工作者介绍机器人学方面的知识和经验。

David 现在是 Motorola 公司的软件工程管理人员。他负责管理 20 位程序开发员，这些人员为世界各地的流动式公共安全部门（如警察局、消防队和医疗急救部门）编写软件。在美国，David 的软件被安装在超过 10 000 台警车中。因此，当你把汽车停在路边并被检查驾驶执照时，可能便会有数据流经由 David 小组开发的一段程序。

早期的 Macintosh 爱好者可能会记得 David 曾经获奖的计算机游戏——TaskMaker 和 MacSki，还有 Tomb of the TaskMaker、Asterbamm 和 Technical Snapshot。是的，那里还有一些有趣的站点。

David 在不写书或者不组建机器人时，喜欢与家人在一起，种植大量的向日葵，与猫玩耍，品尝自家种植的蔬菜。

关于技术评论员

Don Kerste 在两岁时便开始了有关电的试验,当时他把一个发夹塞进了电源插座中。虽然经历了各种令人畏惧的艰难险阻,但他并没有退缩,并且最终于 1959 年在西北大学(Northwestern University)获得了电子工程的学士学位。随后的 4 年里,他在 Illinois 大学里学习了很多生物学课程,同时还担任芝加哥市 VA Research Hospital 的物理医学部门的顾问。

在很多年的时间里,Don 主要在为自己工作,他一度经营一家小型的电子器件设计与成型公司。1958 年,他所学的第一门计算机编程课就是在—台 IBM650 计算机上进行的。他还一直拥有一台能够正常工作的、著名的 Altair 8800 计算机。Don 对机器人学产生兴趣源自于 20 世纪 80 年代末的一个科研项目。该项目的任务是设计和制造一套由计算机协调的、带有自动镜头倾斜焦距补偿系统的遥控摄像机。他对机器人学的最初尝试由于缺少微控制器和缺乏合适的功率半导体器件而困难重重。早期的机器人使用笨重的电机驱动器电路板和原始的传感器,并且通过一大堆逻辑芯片或台式计算机的端口进行控制。后来,随着 6502 处理器 CMOS 版本的出现,计算机便可以与机器人一同移动了。

由于 Don 已经从全职工作中退休了,所以他希望利用充足的时间继续从事自己主要的业余兴趣工作:机器人学。虽然还在担任 Catalyst Integrations 公司首席信息官的工作,并且每周需要有两天的时间为一些老客户提供帮助,但他仍然抽出时间担任“ChiBots Computer Club”节目的主席,而且正在撰写一些关于机器人的文章,在今年的晚些时候这些文章将在 ChiBots 网站上刊出。

致 谢

撰写一本书需要大量来自各方面的帮助与支持。本书编写过程中得到的帮助和支持是建立一个 Web 网站或发表一篇期刊文章所需要帮助和支持的一百倍。

感谢我的技术编辑

很少有作者如此幸运,能够有一个可以真正信赖的技术编辑为他仔细阅读草稿,挑拣错误并提出改进建议。Don Kerste 为本书承担了这一角色,并以极大的精力与热情投身其中。

我在 Chicago Area Robotics Club (ChiBots)(<http://www.chibots.org/>)上与 Don 相遇并相识。由于当时我们住在同一个城镇里,所以在一次合伙搭车去开会的路上建立起了友谊。Don 对本书进行了非常深入的审核,他访问了生产厂商的网站,重做了一些非常重要的实验,然后详细指出所有矛盾的数据。Don 具有多年的电子学方面的经验,这些经验对于本书是非常有益的。

为了测试本书提供知识的难度与广度,Don 亲自徜徉其中去体验使用者的感受,以此检查是否存在知识漏洞。这种合作非常完美。感谢 Don 为本书花费了大量的时间和精力,感谢 Don 的友情。

与机器人俱乐部成员交流想法

我在 ChiBots 相识的另一个人是 Terry Surma,他为本书的机械制作部分进行了审校。Terry 总会为机器人俱乐部大会带去各种非常有趣的零件以及发人深思的实验,并与其他成员共同分享。

从 Terry 的身上体现了深植于每个机器人俱乐部成员内心中的那种科学友善与同事情谊的美好情操。这种情操也同样在 Scott Williamson、Tom Gralewicz、Joe、Dustin Martin、John Orlando、John Patrick、Jim Fiocca、Eddy Wright、Paul Jurczak、Nabeel Rasheed 和 Mike Davey 等人身上得到了体现。谢谢你们,我的伙伴!



从拍摄照片中接受教训

在撰写本书的过程中碰到了一个大麻烦——我的数码相机的存储装置坏了。当时我想：“没什么大不了的，我要买一个更新、更好的相机。”然而，最新一批的数码相机的近距镜头质量很差，拍出的特写照片既缺乏景深又模糊，而且照相机的镜头筒有些变形。我猜想，可能没有太多的人使用相机来拍摄非常高质量的照片。

在购买并退回了多部高档相机后，我决定重新使用自己的旧相机（在这个少见的例子里，我真后悔拒绝了延长保修期）。这时，Stacey Kacek 女士非常好心，把自己的相机借给了我，她的相机与我的旧相机完全一样。本书中大量的照片都直接归功于她的好意。

从工作中得到支持

我为 Motorola 公司的 Stacey 女士工作。她激励自己的职员尽力发挥自己的工作角色，本书就是一个例子。同样，她吸引并聘用了一批有才能的、知识全面的员工。

谢谢你和我的朋友及同事：Dan Schwimmer、Tom Zehner、Trung Le、Rim Yoo、Tom O'Toole、Kanda Arunachalam、Aaron Thomason、Jon Kishkunas、Gupta Narayanam、Mark Prukalski、Darren Rberts、Craig Detter、Aspi Havewala、Mike Klein、Tom Moore、Tim Marlow、Chuck Olson、Richard Smith、Roy Qian、Nasser Amer、Dave Layer 和 Chuck Bland。

我工作中的另一位朋友：Tom Gavin，是我第一本书的技术编辑。尽管这一年中他一直在世界的另一端忙碌，但是仍然抽出时间来为本书的很多章节提供帮助。谢谢你，Tom！

在机器人领域中获得支持

这里还有一些在业余机器人领域中值得特别注意的人。首先提起的两位应该是：Cheryl 和 Dave Hrynkiw。我认为，他们为机器人爱好者所作的工作要比其他学者和作者合起来还要多。

他们为大众带来了成本低廉的、有趣的机器人组装项目。通过他们的公司：Solarbotics，引进了许多来源可靠的、独特的零部件（如：齿轮电机、太阳能电池等），使得机器人爱好者不再受到质量参差不齐的废品的困扰。Dave 经常在北美地区游历，参观机器人竞赛，讲授机器人课程。我真想知道，到底他的工作触动了多少初露头角的机器人制作者。

在业余机器人领域中值得注目的其他贡献者还有：Jake Mendelssohn、Pete Miles、Dale Heatherington、Jim Frye、Roger Arrick、Dave Lavery、Gordon McComb、Mark Tilden 和 Bill Harrison。我曾经有机会与其中的很多人进行了交谈。我谨对他们的工作表示敬意，并从中获益匪浅。





来自家庭的支持

机器人是一项昂贵的业余爱好。正如许多机器人制作者所知道的那样,你需要对你的工作持赞成态度,并且对投入数千(或数万)美元去购买机器人零部件及工具不在意的重要人士来支持你。

我对家庭成员所作的贡献表示感谢,尤其是我的妻子: Rachel。她周末带着孩子到公园、图书馆以及郊区朋友的家里去玩,为我写书提供了安静的工作场所。每当我向她深入解释每个“神奇”的新发现的细节时,她总是做出专心聆听的姿态微笑着点头。她同意在地下室里放置铣床以及多达可装满一货车的塑料件和金属件。我爱你,亲爱的。



前言

预备知识、读者对象、安全规则 and 知识更新

各位喜欢组装机器人的朋友,大家好!

很多年前,我自己制作了许多机器人(其中的一些机器人只有组装者才会喜欢)。不过在随后制作每一代机器人的过程中,我一直尝试各种新技术、新性能和新零件来扩展自己在电子、机械、加工、软件和艺术方面的知识(请记住,这始终是一项充满乐趣的业余活动(见图 P-1))。

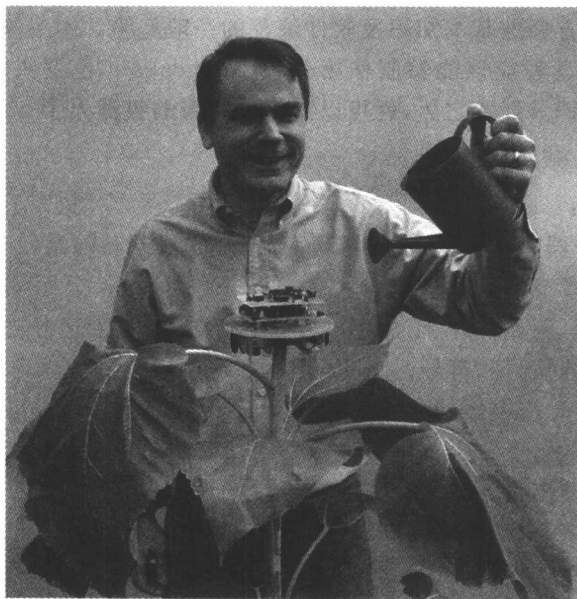


图 P-1 作者正在“培育”机器人



我最新制作的机器人不可能涉及到所有的新技术。相反,通过对机器人中一些经过检验而证明可靠的模块进行部分改动,使得每一代机器人在前一代机器人的基础上逐渐向前发展进化。本书以章节独立的方式介绍了机器人从下意识的“粗糙原型”到“可爱精灵”逐渐“成长”的各个阶段。

我采取的方法是对某个特定的部分或题材进行深入研究,而不是只停留在整体设计的表面。通过把注意力集中在某些模块和部件上,可以使你利用所需要的零件创造出具有个性化的机器人,而不是仅仅把我制作的机器人再一成不变地复制一次。

现在邀请你到我的实验室来(直接穿过客厅,在厨房处向左转),让我们一起探讨机器人的奥秘和设计。

读者对象

本书适合于大学生、成年人和高年级的中学生。鼓励家庭成员参与机器人的制作。因为有些工作只有成年人才能安全地完成,在组建机器人的过程中,未成年人往往需要监护人的参与帮助。

预备知识

你需要具备电子学方面的基本知识及软件编程的一般经验。本书涉及到了很多不同模块和版本的机器人。所有读者应该能够制作第一代 Roundabout 机器人(在第 13 章中介绍)。当掌握了更多的应用知识及经验之后,就可以制作更高级的机器人了。

需要电子学知识及机械加工经验

应该熟悉以下内容:

- 从哪里购买电子器件和材料,例如零售商店、邮购目录和网站;
- 安全规则(后面章节中做了总结);
- 公制单位的前缀,例如百万、千、千分之一、百万分之一、十亿分之一和兆分之一的特殊含义,以及它们的缩写和符号;
- 使用万用表测量直流电压、直流电流、电阻、二极管和晶体管;
- 电压和电流的区别;
- 手动工具,例如剥皮钳、剪钳、针头钳、螺丝起子、卷曲工具和丝锥扳手;
- 电动工具,例如变速旋转工具(Dremel; <http://www.dremel.com/>)、钻头 and 钻床;
- 砂纸、胶水和台钳;
- 跳线、测试头、电线和面包板;
- 普通电池(特别是 9 V 电池);





- 开关、电阻器、电位器和光敏电阻；
- 发光二极管和二极管；
- 基本双极(NPN/PNP)晶体管；
- 普通双线直流齿轮电机(永磁刷)；
- 简单易懂的示意图和接线图；
- 焊接和焊接设备,例如焊条、烙铁、焊剂、纱布、护手支架和除焊球；
- 弯曲接头和热收缩管；
- 螺钉、螺母、垫圈和衬垫。

在我撰写的第一本书《机器人制作入门篇》(2002 年出版)* 中已经对这些内容进行了详细的介绍。推荐您购买我写的第一本书,或者至少应该在图书馆中对该书阅读一遍。在撰写本书时,假定读者已经具备了第一本书的知识。

在本书中,经常与《机器人制作入门篇》中介绍的可以跟踪预定路径的 Sandwich 机器人进行比较。关于 Sandwich 机器人的文字说明、图片和影片可以在网站 <http://www.robot-room.com/Sandwich.htm>(这个地址区分大小写)上得到。

需要软件开发经验

读者必须熟悉 PC 计算机和软件编程。本书介绍的高级机器人大量使用微控制器,但并没有提供详细的编程指导。因此,应该知道如何对自己选用的微控制器进行编程以及如何使用它,或者购买一台具有本书所需功能的预先编好程序的微控制器,或者获得独立于本书的必要微控制器编程指导书。

读者具有软件基础知识是非常重要的。这样可使本书重点介绍机器人。有关计算机和软件开发的资料非常多。至于微控制器,相关的资料与工具可以直接从制造商那里得到。如果本书过多讲述微控制器的内容,那么本书就不是介绍机器人的书了。

本书尽量不强调使用某种操作系统、程序语言和微控制器。我本人是在一台基于 Microsoft Windows 的计算机上使用 Motorola(<http://www.motorola.com>) HC08 汇编语言进行编程的。然而,由于有多种多样的微控制器类型及大量热衷于嵌入式编程的忠实开发者(我的技术编辑希望我把他们称为“热心支持者骨干”),所以书中的实例均使用了与设备无关的算法。也就是说,可以使用任何你喜欢的计算机、编程语言和电脑配件。

注意:当本书正准备印刷时,Motorola 公司正在把它的半导体部门分离出去。因此,当你阅读本书时,书中提到的 Motorola 零件可能已由 Freescale Semiconductor 公司生产了。

* 《机器人制作入门篇》一书的译本由北京航空航天大学出版社 2005 年出版发行。——译者注





最好有组装机器人的经验

由于本书要对一些有趣的零件、装置或算法进行深入的研究,因此具备组装简易机器人的经历是非常有用的。组装一台在《机器人制作入门篇》书中介绍的可以跟踪预定路径的 Sandwich 机器人,将是一个极好的开端。当然也可以使用各种有趣的机器人组装工具包,如 Parallax Boe - Bot (<http://www.parallax.com/>) 或者 Mark III (<http://www.junun.org/MarkIII/Store.jsp>)。

如果你对自己说:“好的,我已经成功地组装了一个简单的机器人,现在我想组装一个更好的机器人或从头再组装一个机器人。”那么本书正好适合你。

LEGO MINDSTORMS 是否更适合你?

如果你比较年轻,资金并不充裕,空闲时间又很少,或者从没有做过钻孔或焊接的话,那么我强烈建议你从使用 LEGO MINDSTORMS(<http://mindstors.lego.com>)开始。LEGO 机器人组装工具包很好用,可以使你快速地组装成机器人。由于我手工制作的机器人在多次比赛中输给 Steve Hassenplug 公司(<http://www.geocities.com/stevehassenplug>)的 LEGO 机器人产品,所以我对 LEGO 工具包所具备的良好功能深表钦佩。

如果你决定采用 LEGO 工具包,请选择一套 LEGO MINDSTORMS Robotics Invention 系统,一些电池,以及由 Dave Baum 出版的《Definitive Guide To LEGO MINDSTORMS 权威指导》(第 2 版)(2002 年出版)。

或许 BEAM 机器人更适合你?

机器人技术的另一个广受欢迎的分支是根本不需要编程的机器人。BEAM 机器人一般只需使用简单的电路就可以实现复杂的运动。大部分(不是全部)BEAM 机器人使用太阳能驱动,且体积非常小,外观像一只昆虫。你可以在周末组装一个有趣的 BEAM 机器人,这只需花费很少的钱,而且不需要使用微控制器。

用几分钟(或几小时,或几天)的时间访问一下网站 <http://www.solarbotics.com> 和 <http://www.solarbotics.net> 去了解各种 BEAM 机器人。Solarbotics 公司备有大量适合于在家庭组装非 BEAM 机器人时所需使用的各种零件。

如果想要组装一个 BEAM 机器人,强烈向你推荐一本由 Dave Hrynkiw 和 Mark W. Tiden 撰写的书:“Junkbots, Bugbots and Bots on Wheels”(McGraw - Hill/Osborne, 2002)。实际上,即使不想组装 BEAM 机器人,也不妨阅读一下这本书。这本书写得确实不错。

非遥控的 Armageddon

本书不准备介绍具有破坏性的机器人或遥控机器人。相反,本书重点介绍饭盒尺寸大小、具有半智能行为的自主(自我控制)机器人。当然,如果愿意,也可以把本书介绍的一些模块和技巧应用于组装机械动物上。这些机械动物可以把它们同类身上的螺钉摇动下来。





可以灵活选择零部件

本书尽可能地列出了涉及到的所有工具、零件的代销商、零件编号以及大概价格。但是，没有故意偏袒某个销售商或零件。

价格是以美元为单位列出的。请记住，当本书出版后，这些零部件的价格可能发生变化，而且零件的编号也可能不再使用了。

最好使用公制系统

本书尽可能使用公制单位。然而，如果某个零件是按照英制单位制造的，那么我也就使用英制单位。例如，如果一根杆的直径确实是 1/2 英寸，那么就不把它描述成为“12.7 mm”。不可否认，在本书中有时同时使用了两种计量单位，因此便出现了一些奇怪的句子，如“在距离工件侧面 2.6 cm 的地方钻一个直径为 1/8 英寸的孔”。

安全规则

不要随地乱放垃圾。

在组装机器人时，需要使用电源、电动工具、火源和化学物品。其中的任何一个都可以使人致残，甚至丧命。切记!!! 一定要认真阅读，并按照制造商的说明书及实验室/加工车间的规则进行工作。因为我的指导说明是通用的，所以如果制造商提供的指导说明与我的不一致，请按照制造商的指导说明进行工作。

- 在任何时候，成年人必须指导未成年人。
- 任何工具和零件在不用时，都必须存放并锁好。
- 认真阅读并保留产品标签和材料安全数据表(MSDS)。
- 佩戴防护眼镜。
- 穿长靴、长筒袜和长袖衣服。虽然从技术上讲，舞厅长袍符合“具有长袖子”的要求，但由于长袍太松，非常容易钩到电动机械上或碰到烙铁上。
- 带一个防尘面具，并且保证有良好的通风。
- 不要使用铅丝焊料，应使用锡银焊料或其他无铅焊料。
- 不要使用水银和镉。
- 使用低压电和普通电池，不要使用市电。
- 使用断路开关、保险丝和 GFCI 插头。
- 不要剪断或不使用三相电源插座中的接地线。同样，不要修剪有极性的两相插头。
- 千万不要用双手接触带电电路。
- 在制造具有危险性的机器人或配备武器的机器人时，一定要小心。
- 轴上联接有零件的电机在运动时像武器一样具有危险性。





- 保持工作场地处于光线好、清洁和整洁的状态。
- 工作的过程中,注意停下来休息一会儿,疲劳可以引发严重事故。

人只有一双眼睛和一套完整的手指和脚趾,因此在工作时需要格外注意保护好它们。为了更好地制作机器人,需要很好地阅读有关文章和书籍。我向你保证:在安全条件下制作出来的产品永远比在匆忙或不考虑健康的情况下制造出来的产品好。

知识更新和查看新信息

我的网址是 <http://www.robotroom.com/IRBGoodies.html>(其中的字母需要区分大小写)。欢迎随时访问该网站,查看书籍更新、源代码、PCB 文件以及零件列表。在 Robot Room 网站的根一级网页中,也可以找到一些别的机器人,以便进一步连接到大量与机器人相关的俱乐部和网站。



目 录

第 1 章 组装模块式机器人

1.1 制作模块	1
1.1.1 组装 Roundabout 机器人或其他机器人	2
1.1.2 章节安排	2
1.2 熟悉机械加工	3
1.2.1 配置自己的机械加工间	4
1.2.2 选择一种微型铣床	4
1.3 总体介绍	7
1.3.1 机械零部件的内容编排	7
1.3.2 独立电子模块的分组归类	7
1.3.3 机器人的组装与调试	8
1.4 把这些零件和技术应用到其他机器人上	8

第 2 章 两种自制电机联轴器的比较及如何避免常见误差

2.1 两种自制联轴器技术的比较	11
2.1.1 研究伸缩管式联轴器	11
2.1.2 与实心杆联轴器的比较	12
2.2 确定联轴器钻孔的效果、常见偏差及效果	12
2.2.1 固定螺钉孔和电机轴孔的连接	13
2.2.2 孔的角度与中心位置的校正	14
2.3 准备制作实心杆联轴器	17

第 3 章 制作定位器和在实心杆上钻孔来加工联轴器

3.1 收集工具和零件	18
3.2 确定制作联轴器所需实心杆的长度	19