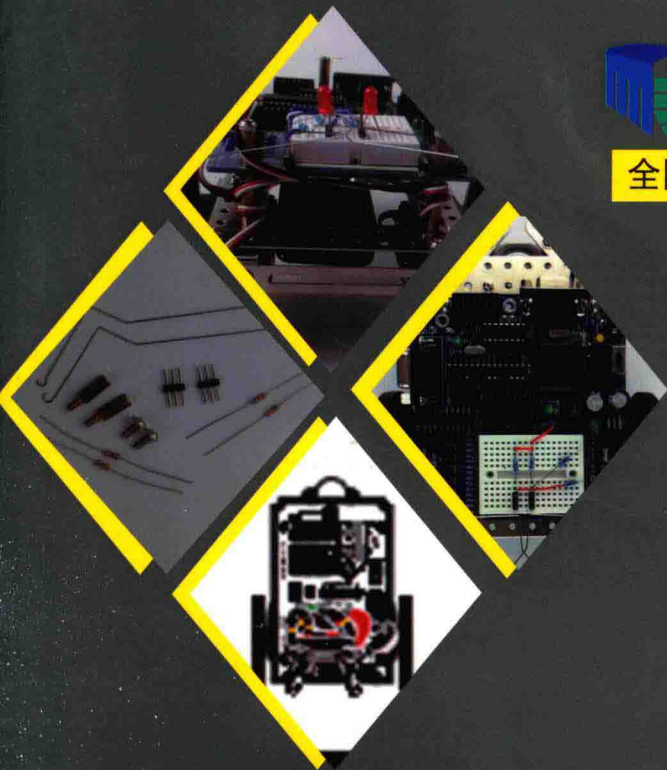




“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

全国高等职业教育应用型人才培养规划教材



- 贯彻 **实践、归纳、推理** 和 **再实践** 的 **工作导向哲学理念**
- 完备的 **课程体系** 全面支撑 **工程师速成** 培养
- 在线支持平台请访问 <http://www.szopen.cn/>

第2版

AVR单片机与小型机器人制作

◎彭建盛 谭立新 秦志强 编 著

- 工程教育改革的先锋之作
- 中国教育机器人大赛指导手册
- 最低的硬件成本、最具趣味性的机器人案例



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

更多内容请扫描二维码



“十二五”职业教育国家规划教材

经全国职业教育教材审定委员会审定

全国高等职业教育应用型人才培养规划教材

AVR 单片机与小型 机器人制作 (第2版)

彭建盛 谭立新 秦志强 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以两轮小型教育机器人为典型制作项目,采用 AVR 系列单片机作为其控制器,按照工作过程展开教学与实践,通过循序渐进地构建智能机器人控制器和控制软件,将 AVR 单片机的外围引脚接口特性、外围扩展电路、内部结构原理和 C 语言程序设计等知识通过“学中做,做中学”的方式传授给学生,彻底打破了传统的教学方法和教学体系结构,解决了单片机原理与应用、C 语言程序设计等核心专业基础课程抽象与难学的问题。

本书可作为高职院校“单片机技术与应用”、“嵌入式 C 语言程序设计”等课程的学习教材和教学参考书,也可以作为本科院校工程训练、电子制作的实践教材和相应专业的实验配套教材,同时还可供广大希望从事嵌入式系统开发和 C 语言程序设计的工程技术人员、高等院校相关专业师生和个人自学使用。

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

AVR 单片机与小型机器人制作 / 彭建盛, 谭立新, 秦志强编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2015.1
全国高等职业教育应用型人才培养规划教材

ISBN 978-7-121-24676-0

I. ①A… II. ①彭… ②谭… ③秦… III. ①单片微型计算机—应用—小型机器人—制作—高等职业教育—教材 IV. ①TP242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 254673 号

策划编辑: 王昭松 (wangzs@phei.com.cn)

责任编辑: 王昭松

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订: 北京京师印务有限公司

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: 787×980 1/16 印张: 13.75 字数: 299.2 千字

版 次: 2009 年 6 月第 1 版

2015 年 1 月第 2 版

印 次: 2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 32.00 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 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

第2版前言

本书的第1版自2009年6月出版以来,由于教学理念新颖、寓教于乐、内容可操作性强、硬件成本低的特点,被众多高等院校和职业技术学院选为教材,在使用过程中,读者提出了很多宝贵的意见和建议,在此表示深深的感谢。经过进一步的修订和完善,本书的第2版有幸成为“十二五”职业教育国家规划教材,这是对编者的肯定,更是一种鞭策,我们需要更加努力地做好这本书,来答谢每一位读者。

工作导向的概念,不只是一个简单的概念游戏,而是包含了深刻的哲理。学习的目的,特别是对于未来想从事工程师职业的学生而言,不仅是学习某一个知识体系,如单片机或者C语言的知识体系,而是应该更进一步获得如何利用这些知识去解决生产实际问题的能力,也就是动手能力。传统的单片机和C语言教材,基本上都是为学生建立知识体系,教学的结果却是不仅知识体系建立不起来,动手能力就更不用提了。工程是为了解决问题,这种解决问题的能力只有从实践中才能获得。当然,单纯的实践也无法获得真正的能力,关键是如何从实践的经验和体会中,归纳出共性的知识,建立起知识体系,然后再将这些知识重新应用到新的实践当中去。这也是我们在未来实际工作中所必须采取的学习和工作方法。因此,如何在大学三年或者四年中,掌握这种自我学习和提高的方法,是工程教育改革的根本目的。而相应教材的编写,就应该按照这种学习和工作的方法来进行。做到了这一点,才真正实践了工作导向的哲学理念:实践、归纳、推理和再实践。

任何核心知识和技能的获得,单靠一两本好的教材是无法实现的。单片机和C语言是目前工程教育中两门最为基本,也是最为核心的课程。要学会利用单片机和C语言去解决实际问题,单凭这一本教材的实践和学习也远远不够。

对于初次接触单片机和C语言的学生或者个人而言,也许这本教材仍然会让你感觉比较困难。这时建议你先学习和实践本系列教材的《基础机器人制作与编程》。通过基础机器人的制作与编程,你可以先掌握编程的基本思路和方法,并了解单片机的输入和输出接口特性,然后再利用本教材重复同样的学习过程。通过类比和分析,就可以归纳出单片机和计算机编程的核心知识和技能。同时,由于对于同样的项目和课题采用了不同的单片机和编程语言去实现,也让你能够从中掌握和理解分析问题和解决问题的根本方法。与本教材一起出版的还有《C51单片机应用与C语言程序设计(第2版)》,该教材完成的实践项目与本教材几乎相同,目的是让学生根据自己的需要选择硬件平台。

只有学习完单片机和C语言,我们才有可能进一步学习ARM、VC和Linux等高级嵌入式课程。无论是本科还是高职学生,这个规律都很难打破。为此,我们在后续的工作导向创新实践教材中,还将推出ARM和DSP等高端嵌入式教材,以便形成从基础入门,到8

位单片机 AVR 或者 C51 等基础嵌入式系统，再到 ARM 和 DSP 等高端嵌入式系统的系列化教材，让学生可以从没有任何编程基础循序渐进地成长为可以进行复杂嵌入式系统设计和开发的工程师，具体教材列表如表 1 所示。

表 1 工作导向创新实践规划教材列表

教材类型	教材名称	基本教学课时	拓展空间	配套平台
基础入门	基础机器人制作与编程（第 2 版）	60 学时	传感器应用项目 20 个	BASIC 教学机器人套件
	C 语言原来可以这样学	80 学时	教育机器人竞赛项目	C 语言教学机器人套件
专业基础	C51 单片机应用与 C 语言程序设计（第 2 版）	70 学时	传感器应用项目 30 个	C51+AVR 教学机器人套件，C 语言编程
	AVR 单片机与小型机器人制作（第 2 版）			
专业课	现代传感器技术及应用	60 学时	测试信号的分析 and 处理	通用传感器应用技术实践平台
	智能传感器应用项目教程——基于教育机器人的设计与实现	60 学时	机器人定位传感器和电子标签的应用	各种中国教育机器人大赛竞赛平台
	单片机技术及应用——基于机器人制作项目的学习与实践	80 学时	单片机最小系统和应用项目的 PCB 设计与制作	单片机教学机器人套件
	基于 ARM Cortex M3 的 STM32 系列嵌入式微控制器应用实践	80 学时	传感器应用项目 30 个	Stm32 教学机器人套件
	智能移动机器人的设计、制作与应用	80 学时	RoboCup 足球机器人竞赛	中型组智能移动机器人

因为是工作导向，所以每套教材都必须配套相应的硬件设备方能达到最佳的教学效果。前 5 本教材都使用同一类鸥鹏机器人对象，不同的只是教学板单片机和编程语言平台，这样做的原因除了前面提到的便于读者进行类比和分析以外，也是为了节约读者的成本支出，虽然这个支出在目前的商业社会中显得微不足道。对于一些拓展项目所需要用到的传感器等扩展器材，读者除了可以到鸥鹏科技的网站 www.szopen.cn 上去搜寻外，还可以发挥自己的创造力去其他站点搜寻。

- 修订教材的结构和内容基本上保留了原版的风格和特点，即：
- ① 寓教于乐，兴趣为先，采用机器人作为整本教材的项目实践对象，易于引起学生的兴趣和学习热情；
 - ② 机器人对象采用伺服舵机作为控制与驱动电机，非常容易控制，便于师生入门，能够将重点放在时序和逻辑的控制上，而不是电机的复杂控制原理上；
 - ③ 基础传感器等耗材采用价格便宜和易于获得的触觉、红外和光敏传感器，便于降低学习成本，普及项目教学；

④ 每章章末都有工程素质和技能归纳，便于启发学生进行知识的总结和归纳。

本教材修订之后，无论是高职院校还是大学本科院校，都可以采用，具体的教学安排可以延续学校原有的教学计划，只是上课的方式要进行调整，不必再单独开设理论和实验课程，可以根据每个学校的情况灵活设置项目拓展课程，无须统一安排。

本教材的修订得到了深圳中科鸥鹏智能科技有限公司的大力协助，在此表示衷心的感谢。限于时间与水平，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编著者

2014年11月

目 录

第1章 机器人组装与编程环境建立	(1)
单片机与小型机器人	(1)
任务1 组装机器人	(4)
任务2 获得软件开发环境	(8)
任务3 安装 WinAVR 软件并将教学板与计算机连接	(10)
任务4 一个简单的单片机程序	(13)
任务5 实验结束切断电源	(20)
工程素质和技能归纳	(20)
科学精神的培养	(20)
第2章 用 I/O 接口控制伺服电机	(22)
AVR 单片机 ATmega8 的输入/输出接口	(22)
任务1 如何控制时间和重复执行某个动作指令	(23)
任务2 时间跟踪和重复执行电路动作指令	(26)
任务3 伺服电机的连接	(35)
任务4 伺服电机调零	(35)
任务5 控制循环次数	(38)
任务6 测试电机	(40)
工程素质和技能归纳	(48)
科学精神的培养	(48)
第3章 机器人的运动测试	(49)
任务1 重新测试伺服电机	(49)
任务2 开始/复位指示电路和编程	(52)
任务3 测试带有调试终端的速度控制	(54)
工程素质和技能归纳	(60)
科学精神的培养	(60)
第4章 机器人的巡航控制与函数实现	(61)
任务1 基本的机器人运动	(61)
任务2 调整基本运动	(67)
任务3 计算运动距离	(69)

任务 4 匀变速运动	(72)
任务 5 用函数调用简化运动程序	(75)
任务 6 高级主题——复杂运动的编程	(81)
工程素质和技能归纳	(90)
科学精神的培养	(90)
第 5 章 机器人触觉导航	(91)
任务 1 安装并测试机器人的胡须	(92)
任务 2 实地测试胡须	(97)
任务 3 基于胡须的触觉导航	(100)
任务 4 当小车卡住时的人工智能和判断	(106)
工程素质和技能归纳	(110)
科学精神的培养	(110)
第 6 章 用光敏电阻进行导航	(111)
任务 1 搭建和测试光敏电阻电路	(111)
任务 2 行走和躲避阴影	(115)
任务 3 更易于响应阴影的机器人	(117)
任务 4 从光敏电阻得到更多的信息	(121)
任务 5 用手电筒光束引导机器人	(124)
任务 6 向光源移动	(132)
工程素质和技能归纳	(140)
科学精神的培养	(140)
第 7 章 机器人红外线导航	(141)
使用红外线前灯探测道路	(141)
任务 1 搭建并测试 IR 发射和探测器对	(142)
任务 2 物体检测和红外干涉的实地测试	(146)
任务 3 红外检测范围调整	(151)
任务 4 探测和避开障碍物	(153)
任务 5 高性能的 IR 导航	(156)
任务 6 俯视的探测器	(160)
工程素质和技能归纳	(165)
科学精神的培养	(166)
第 8 章 机器人的距离检测	(167)
任务 1 红外探测电路检测距离的原理与编程	(167)
任务 2 尾随小车	(173)

任务3 跟踪条纹带	(180)
工程素质和技能归纳	(186)
科学精神的培养	(186)
第9章 机器人LCD集成与应用编程	(187)
LCD显示器的介绍	(187)
任务1 认识LCD显示器	(188)
任务2 编写LCD模块驱动程序	(191)
任务3 用LCD显示机器人运动状态	(199)
工程素质和技能归纳	(208)
科学精神的培养	(208)
附录A 本书所使用机器人的零配件清单	(209)

第 1 章 机器人组装与编程环境建立

单片机与小型机器人

单片机的概念和用途

一台计算机通常由 CPU (Central Processing Unit, 中央处理单元: 运算、控制)、RAM (Random Access Memory, 随机存储器: 数据存储)、ROM (Read Only Memory, 只读存储器: 程序存储)、输入/输出设备 (串行口、并行口等) 等部分组成。在个人计算机中, 这些部分被分成若干块芯片或者插卡, 安装在一个被称为主板的印制电路板上; 而在单片机中, 这些部分被做在一块集成电路芯片上, 故称为单片机。

与日常使用的个人计算机、笔记本电脑相比, 单片机的功能很少。但这种功能很少的单片机对于诸如空调温度控制、冰箱温度控制等应用来说却是绰绰有余的。应用的关键在于是否够用, 是否有很好的性价比。

单片机凭借体积小、质量轻、价格便宜等优势, 已经渗透到人们生活的各个领域: 导弹的导航装置、飞机上各种仪表的控制、工业自动化过程的实时控制和数据处理、广泛使用的各种智能 IC 卡、民用豪华轿车的安全保障系统、录像机、摄像机、全自动洗衣机、程控玩具、电子宠物, 等等。因此, 单片机的学习、开发与应用将成为现代工程教育的一门必修核心课程, 成为嵌入式系统工程师必须掌握的基本技能。

AVR 单片机及其特点

AVR 系列单片机是在 C51 系列单片机的基础上发展而来的。1997 年, 由 ATMEL 公司挪威设计中心的 A 先生与 V 先生, 利用 ATMEL 公司的 Flash 新技术, 共同研发出 RISC (Reduced Instruction Set CPU) 精简指令集高速 8 位单片机, 简称 AVR。AVR 单片机具有以下特点。

1. 可反复擦写且无报废产品

AVR 单片机的程序存储器 (存放编写的软件) 由 Flash 存储器 (闪烁存储器——可像闪电一样快地擦写, 或称快速擦写) 构成, 可擦写 1000 次以上。对于新工艺 AVR 器件, 程序存储器擦写可达 10000 次以上, 不再有报废品产生。而某些其他品种的单片机, 只能烧录一次, 不能更改, 若烧录错了, 则产品就报废了。



2. 有多种编程方式

AVR 程序可以并行写入（用万用编程器），也可以用串行 ISP（通过 PC RS232 口或打印口）在线编程擦写。也就是说，可以不必将 IC 芯片拆下拿到万用编程器上擦写，而是直接在电路板上进行程序修改、烧录等操作，这样更便于产品升级。ISP 在线编程是今后单片机编程的发展方向。

某些 AVR 单片机具有独立加密位的 Boot 区，在 Boot 区内可以建立自己的管理监控，对自己进行编程管理，这些芯片包括 Atmega 8/16/32/64/128 和 Atmega 8515/8535 等。写入新软件时无须外部器件，通过任意接口都可以进行编程（并行编程器、ISP、JTAG、UART 和自编程等）。

3. 高度保密（LOCK）

可多次烧写的 Flash 具有多重密码保护锁死（LOCK）功能，并且 Flash 单元深藏于芯片内部，不像 Mask ROM 那样可通过电子显微镜破解，因此目前国内还无法破解 AVR 单片机，这有利于保护设计成果，并且 AVR 可以通过 Self Programming 方式远程下载加密的更新代码，因此可快速完成产品的商品化，并可多次更改程序（产品升级）而不必浪费 IC 芯片或电路板，可大大提高产品质量及竞争力。

在实际工程应用中，功能强大的 AVR 单片机已成为许多高性价比嵌入式控制系统的解决方案。



什么是单片机的位数

微软新推出的系统 VISTA 是 64 位操作系统；而大家常用的系统，如 Windows XP、Windows 2003 等，则是 32 位操作系统；这里将用到的单片机 Atmega 8 是 8 位的，而有些厂家生产的单片机则是 16 位的。那么，这些位数：64、32、16、8 代表什么意义呢？

简单地说，这些位数指的是 CPU 能一次处理的数据的最大长度。当然，这里的位是指二进制的位，而非十进制的位。Atmega 8 是 8 位的单片机，意味着它如果要处理 16 位数据就应该分两次处理。



In-system Programmable（ISP，系统在线编程）

In-system Programmable 是指用户可将已编译好的程序代码通过一条“下载线”直接写入到器件的编程（烧录）方法，已经编程的器件也可以用 ISP 方式擦除或再编程。ISP 所用的“下载线”并非不需要成本，但相对于传统的“编程器”来说其成本已经大大降低了。通常 Flash 型芯片会具备 ISP 下载能力。

机器人的概念和小型移动机器人

经过长期的争论，国际上对机器人的概念已经逐渐趋近一致。一般来说，人们普遍接受



的概念为：机器人是靠自身动力和控制能力来实现各种功能的一种机器。联合国标准化组织采纳了美国机器人协会给机器人下的定义：“一种可编程和多功能的操作机；或是为了执行不同的任务而具有可用计算机改变和可编程动作的专门系统。”它能给人类带来许多方便之处！机器人一般由机械和执行机构、驱动装置、检测装置和控制系统等组成。

小型移动机器人采用电池作为电源，连续旋转伺服舵机作为动力驱动装置，轮子作为执行机构，单片机作为控制平台，简单的触须或者红外传感器等作为检测装置，通过编写不同的功能程序可以完成各种功能任务。显然，它是一种可编程的多功能操作机，虽然它的功能比较简单。正因为其功能简单，所以初学者可以结合单片机和 C 语言的学习来制作这类机器人，或者通过制作机器人来学习单片机的 C 程序编程。为此，我们也将这类机器人称做教育机器人。

本书将引导大家运用 Atmega 8 单片机作为机器人的大脑制作一款两轮教育机器人，并采用 C 语言对 Atmega 8 进行编程，使机器人实现以下 4 项基本智能任务。

- (1) 安装传感器以探测周边环境。
- (2) 基于传感器信息做出决策。
- (3) 控制机器人运动（通过操作带动轮子旋转的电机）。
- (4) 与用户交换信息。

通过这些任务的完成，使大家在无限的乐趣中，不知不觉地掌握 AVR 单片机原理与应用开发技术，以及 C 语言程序设计方法，轻松走上系统开发之路。

为了便于进行单片机编程和开发，需要将单片机做成教学板，使其能方便地与电源、ISP 下载器、串口线及各种传感器和电机进行连接，如图 1-1 所示为本书所使用的 C51+AVR 单片机教学板，本书使用该板上的 AVR 单片机进行机器人功能编程。

图 1-2 所示是本书所用到的两轮教育机器人，机器人顶部安装的是 C51+AVR 单片机教学板，小车对象采用金属积木搭建而成，这样便于后续扩展各种传感器。本章的第一个任务就是利用金属积木组装出图 1-2 所示的小型移动机器人。

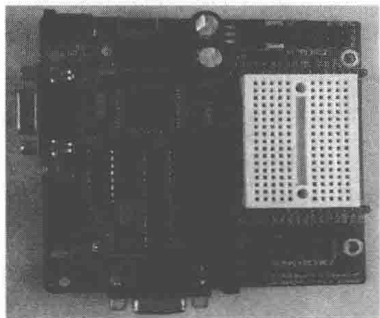


图 1-1 C51+AVR 单片机教学板

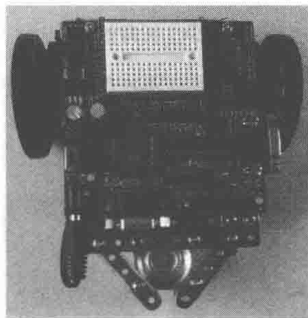


图 1-2 两轮教育机器人



任务1 组装机器人

本任务指导你组装一个小型移动机器人。组装时需要严格按照操作步骤进行，并结合配图认真阅读每一步的组装说明。

认真阅读说明文档和严格按照步骤操作是成为一名优秀工程师的第一步。

组装工具

图 1-3 所示是组装机器人所要用到的工具。这些都是非常通用的工具，一般家庭或学校都有，在五金商店也可以轻松买到。本书配套的机器人套件中配有此套工具。上图的工具称为尖嘴钳，下图的工具称为两用螺丝刀。所谓两用，是指螺丝刀一头是“十”字，另一头是“一”字。图示是“一”字头在外面。如果要用“十”字头，只需将它拔出，掉个头安装上去即可。

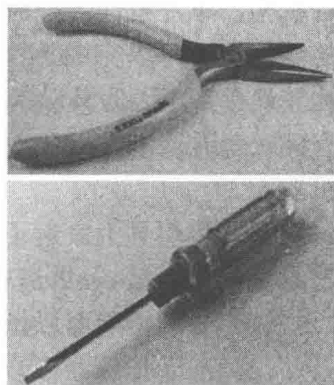


图 1-3 机器人组装工具

组装机器人底盘所需零件

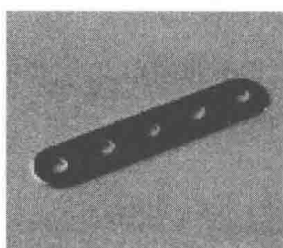
组装机器人底盘所需零件分为 4 类：金属模块，螺钉与铜螺柱，驱动轮和小尾轮，连续旋转伺服电机与电池盒等。各类零件清单、数量和外形图如图 1-4～图 1-7 所示。



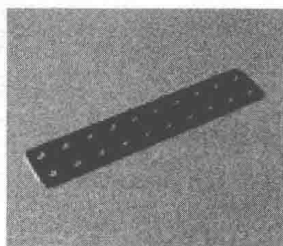
(a) 2×2 折弯件 4 个



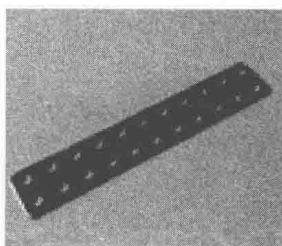
(b) 1×1 折弯件 2 个



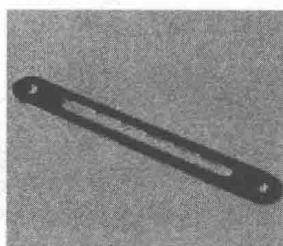
(c) 1×5 杆件 2 个



(d) 2×10 板件 2 个

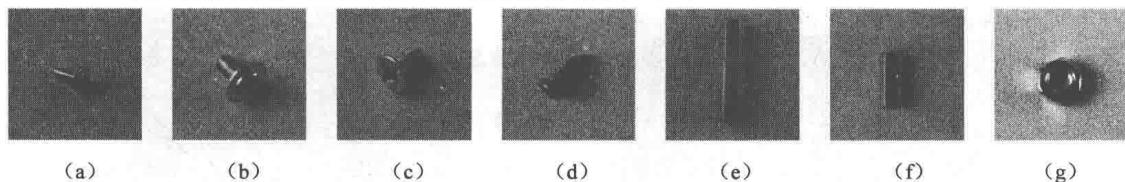


(e) 2×11 板件 2 个



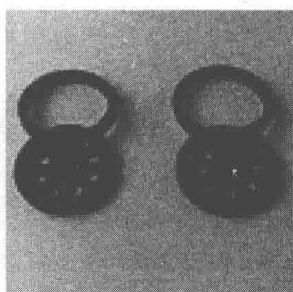
(f) 开槽杆件 2 个

图 1-4 金属模块清单、数量和外形图

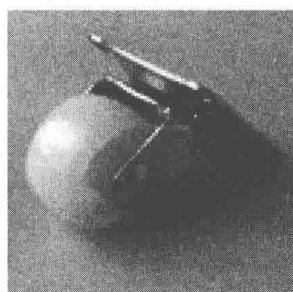


(a) M3×8 圆头螺钉 8 个; (b) M3×6 圆头螺钉 30 个; (c) M3×6 平头螺钉 2 个;
(d) M2.5×6 电屏蔽螺钉 2 个; (e) 20mm 铜螺柱 4 个; (f) 12mm 铜螺柱 4 个; (g) M3 螺母 40 个

图 1-5 螺钉与铜螺柱清单、数量和外形图

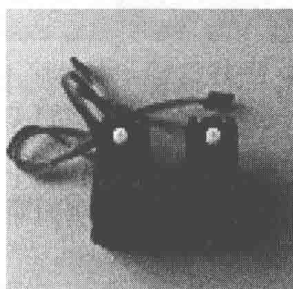


(a) 驱动轮和防滑带 2 套

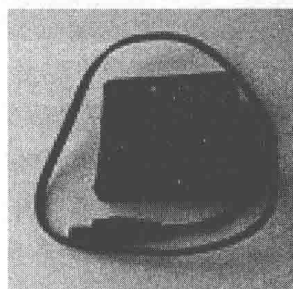


(b) 小尾轮 1 个

图 1-6 驱动轮和小尾轮清单、数量和外形图



(a) 连续旋转伺服电机 2 个

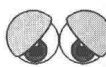


(b) 电池盒 1 个

图 1-7 连续旋转伺服电机和电池盒

机器人组装

步骤 1: 用 M3×6 圆头螺钉 8 个, M3 螺母 4 个, 2×10 金属板件 2 个, 2×11 金属板件 2 个, 20mm 铜螺柱 4 个, 1×5 金属杆件 2 个, 开槽金属杆件 1 个组装出图 1-8 和图 1-9 所示的小车底盘。

 **注意:** 底盘框架前后方向使用 2×11 金属板件, 左右宽度方向使用 2×10 金属板件。8 个紧固螺钉中, 将 1×5 金属杆件连接到 2×10 金属板件的两个螺钉和螺母不要拧紧, 其他 2 个螺钉和螺母、4 个螺钉和铜螺柱之间一定要拧紧。

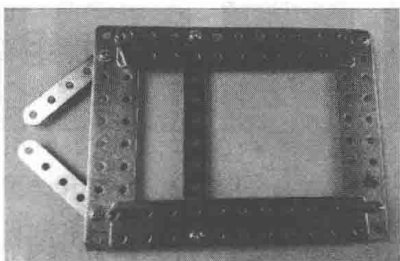


图 1-8 组装好的小车底盘全局效果图

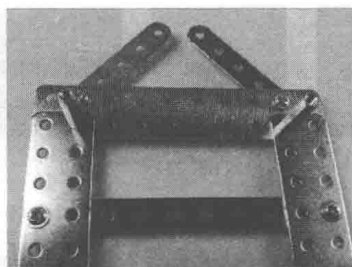


图 1-9 组装好的小车底盘局部效果图

步骤 2: 将 2 个 1×1 金属折弯件、4 个 2×2 金属折弯件、1 个开槽金属杆件及 10 个 M3×6 圆头螺钉和螺母按照图 1-10 和图 1-11 所示组装好。

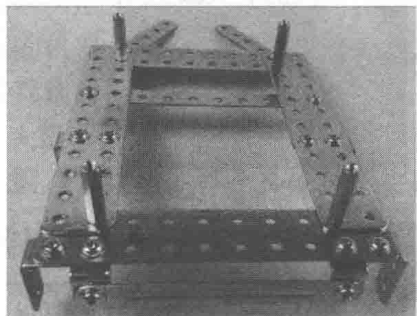


图 1-10 步骤 2 组装效果图 1

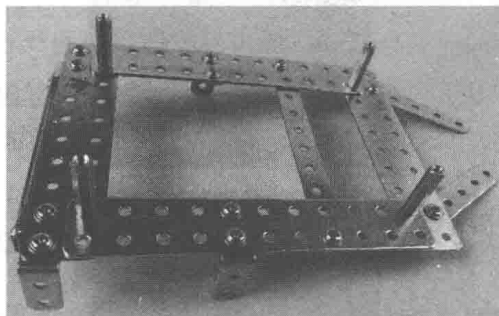


图 1-11 步骤 2 组装效果图 2

 **注意:** 图 1-11 中 2 个 2×2 金属折弯件的安装面，左边的一个安装在 2×10 金属板件的上表面，右边的一个安装在 2×11 金属板件的下表面，两者之间相隔 4 个孔距。连接 4 个 2×2 金属折弯件的 8 对螺钉和螺母先不要拧紧。

步骤 3: 用 8 个 M3×8 圆头螺钉和 8 个 M3 螺母按照图 1-12 和图 1-13 所示安装好连续旋转伺服电机，电机的安装方向参照图 1-13。安装时要保证两个伺服电机的安装面基本平行。在确保两个电机安装面平行的情况下拧紧圆头螺钉和螺母。

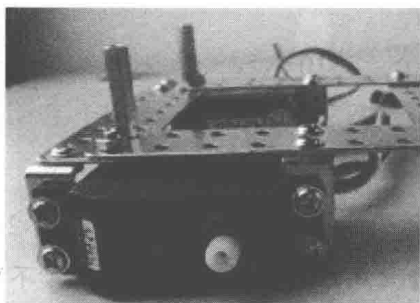


图 1-12 伺服电机安装示意图

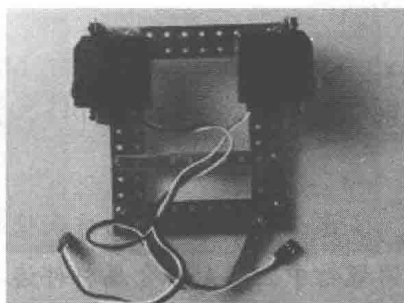
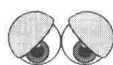


图 1-13 两个伺服电机的安装效果图



注意：图 1-12 所示的伺服电机和 2×2 金属折弯件的安装面。

步骤 4：用两个 M2.5×6 电屏蔽螺钉将两个车轮分别连接到伺服电机上，再将两个橡胶防滑带分别套到车轮上，组装好的效果如图 1-14 所示。



注意：在将防滑带套到车轮上时会需要比较大的力。为了降低安装难度，可以在安装防滑带前用力拉扯几下防滑带，使它变得松弛，这样安装起来就会比较容易。

步骤 5：用 2 个 M3×6 平头螺钉将电池盒安装到底盘上的开槽杆件上面，如图 1-15 所示。

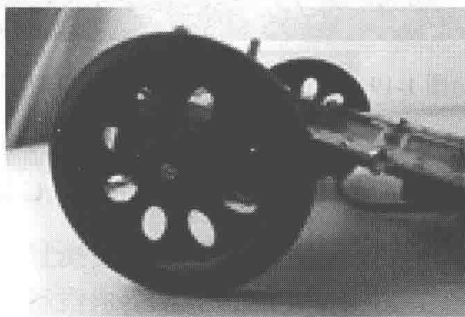


图 1-14 车轮、防滑带安装示意图

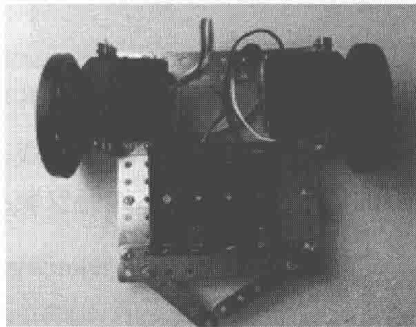


图 1-15 电池盒的安装

步骤 6：先将 4 个 12mm 铜螺柱用 4 个 M3×6 圆头螺钉安装在万向轮上，此时不要拧紧；再用 4 个 M3×6 圆头螺钉将铜螺柱的另一侧安装到小车底盘底部的尾端，其中两个铜螺柱安装在 2×10 的板件上，另外两个铜螺柱分别安装到 1×5 的杆件上，如图 1-16 和图 1-17 所示；最后将 8 个螺钉全部拧紧。

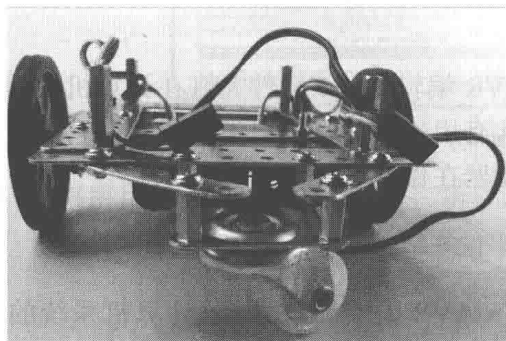


图 1-16 小尾轮安装示意图 1

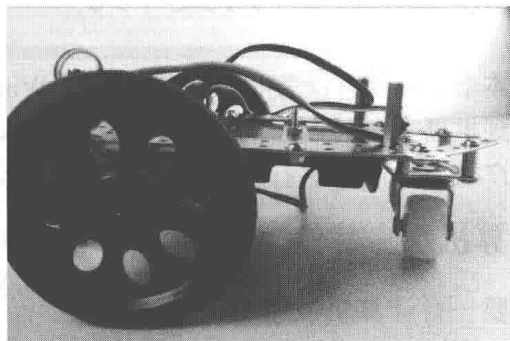


图 1-17 小尾轮安装示意图 2

至此，小型机器人底盘的机械结构组装完毕，检查每个螺钉是否拧紧。一定要确保每个螺钉都处于拧紧状态，以免在运动时松动。

步骤 7：将 C51+AVR 教学板用两个 M3×6 圆头螺钉固定到前面的两个铜螺柱上。因为这



个教学板纵向的安装尺寸与金属模块的安装尺寸不一致，所以只能固定两个螺钉，后面的两个铜螺柱只起支撑作用。具体操作参照图 1-18 和图 1-19 进行。

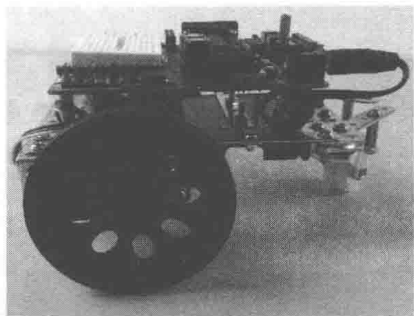


图 1-18 装上教学板的机器人效果图 1

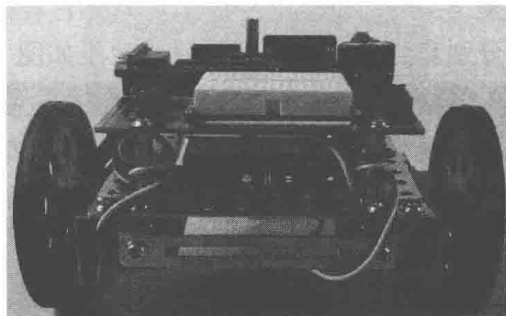


图 1-19 装上教学板的机器人效果图 2

至此，小型机器人的车体组装完成。

本章后面的内容将告诉你如何安装和使用 AVR 单片机的编程环境，并编写 C 语言程序，具体包括以下步骤：

- (1) 安装编程软件。
- (2) 用电池给机器人供电。
- (3) 将教学板 ISP 接口连接到计算机上，以便编程。
- (4) 将教学板串行接口连接到计算机上，以便调试和交互。
- (5) 编写 C 语言程序，然后编译、连接和下载机器人程序。
- (6) 完成后断开电源。

任务 2 获得软件开发环境

在本书中，所有任务和项目都要使用 WinAVR 编辑器。该软件允许在计算机上编写程序并下载到机器人微控制器的内核里。另一个非常有用的软件是串口调试工具，它的主要作用是让用户与微控制器进行交互，使用户知道控制器在做什么。

计算机系统需求

需要一台计算机或者笔记本电脑来运行 WinAVR 编辑器软件，该计算机系统的基本配置为：

- Windows 98 及以上操作系统；
- 两个 USB 口，一个用于下载程序，另一个用于与用户交互；
- 一根 USB 转串口连接线（用来与用户交互）；
- 光驱、互联网接口或两者兼有。