

经全国中小学教材审定委员会 2005 年初审通过
普通高中课程标准实验教科书


JIANYIJIQIRENZHIZUO



通用技术(选修3)

简易机器人制作

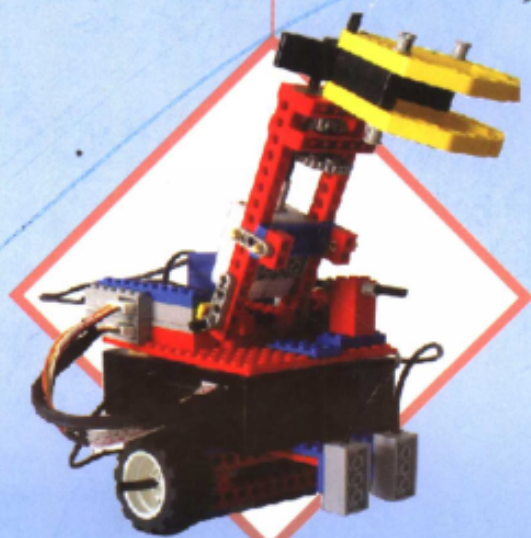
河南省基础教育教学研究室 组编
河南科学技术出版社



河南科学技术出版社

简易机器人制作

普通高中课程标准实验教科书·通用技术(选修3)



河南科学技术出版社

ISBN 7-5349-3125-8



9 787534 931253 >

ISBN 7-5349-3125-8/G · 906

定价: 11.50 元

批准文号: 豫计费[2001]1684号 举报电话: 12358

经全国中小学教材审定委员会 2005 年初审通过

普通高中课程标准实验教科书·通用技术(选修3)

简易机器人制作

河南省基础教育教学研究室 组编
河南科学技术出版社



河南科学技术出版社

总主编：傅水根

本册主编：刘 荣

编写人员：刘 荣 李大寨 毕树生

周 强 王 巍 于靖军

责任编辑：王茂森

美术编辑：黎隆安

责任校对：柯 姣

普通高中课程标准实验教科书·通用技术(选修3)

简易机器人制作

河南省基础教育教学研究室 组编
河南科学技术出版社

★

河南科学技术出版社出版发行

(郑州市经五路66号)

邮政编码：450002 电话：(0371) 65737028

河南第一新华印刷厂印刷

全国新华书店经销

★

开本：890mm × 1240mm 1/16 印张：9.5 字数：225千字

2005年5月第1版 2006年1月第2次印刷

ISBN 7-5349-3125-8/G·906

定价：11.50元

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与出版社联系调换

致同学们

作为高中通用技术的选修模块，这本《简易机器人制作》与同学们见面了。

“机器人是本世纪自动控制最有说服力的成就，是当代最高意义的自动化”，这是著名科学家宋健院士对于机器人在20世纪所取得的成就的精辟概括。今天，机器人广泛地活跃在人类生产、生活的方方面面，已成为我们的忠实助手和朋友。

机器人集中了机械、电子、控制、计算机、人工智能等多学科的知识，已成为高科技的代名词。很多青少年也都憧憬着能亲手设计、制作自己的机器人。我们这个选修模块，将帮同学们圆了自己这个梦。本课程将向大家介绍有关机器人机械结构、控制系统和程序编写等方面的知识，并指导大家运用这些知识设计制作简易的机器人。通过这门课程的学习，同学们不仅可以温习并实践《技术与设计》中的思想和方法，还可以培养和训练自己在机电制作方面的动手能力和面向应用的编程能力。

本模块的主体内容由走近机器人、简易机器人的大脑——单片机、简易机器人的控制系统、简易机器人的机械系统、简易机器人的制作与编程五部分组成。在“走近机器人”中，我们将了解现实中机器人的应用与结构，初步接触我们要学习的简易机器人，并明确将完成的简易机器人制作任务；“简易机器人的大脑——单片机”将为我们展示简易机器人控制器的奥秘，以及为控制器编写程序的方法；“简易机器人的控制系统”将帮助我们为机器人配备传感器和输出设备，从而使机器人具有智能；“简易机器人的机械系统”将介绍机器人上常用的机械结构，以及简易机器人的拼装技巧；最后，在“简易机器人的制作与编程”中，我们将最终完成第一章中所提出的两个简易机器人的制作和编程任务；后面的第六章和附录一是提高部分，供那些希望继续深入了解机器人知识的学生选用。

本教材在内容安排上采取了“以项目引导学习过程”的结构形式，用特定的简易机器人制作项目为主线贯穿全书内容，同学们将在完成项目过程中学到机器人的相关知识。另外，同学们会发现这些项目的形式其实就是现在方兴未艾的机器人比赛，我们希望通过这种形式给大家的课堂学习注入愉悦的气氛，也让有志于参加各类机器人比赛的同学练练兵。在课程学习方法上，我们提倡同学们自己多动手实践，在制作中进行探

究。为此，我们在教材中留出了足够的教学互动空间，设计了“学习导航”、“现象与问题”、“新视窗”、“小资料”、“探究尝试”、“实践活动”、“活动延伸”、“阅读材料”等栏目。

简易机器人教学是高中教育改革的一次全新尝试，尽管我们也力求用同学们熟悉的语言和形式，深入浅出地讲述机器人中包含的种种问题，但由于自身水平所限，书中一定存在不少错漏或不妥之处。希望同学们将学习中发现的问题向你们的老师或直接向我们指出，我们一定会虚心听取同学和老师们的意见，让这本教材在不断修订过程中日臻完善。愿我们通过《简易机器人制作》成为好朋友！

编写者

2004年11月

目录

第一章 走近机器人 (1)



第一节 机器人世界	(2)
第二节 机器人的结构特征与简易机器人平台	(6)
一、机器人的结构特征	(6)
二、简易机器人制作的理念及方法	(8)
第三节 简易机器人设计	(12)
一、设计与制作的流程	(12)
二、设计任务的提出	(13)
三、设计方案的制定	(15)

第二章 简易机器人的大脑——单片机 (18)



第一节 什么是单片机	(19)
一、单片机的概念	(19)
二、单片机的特点	(21)
第二节 单片机的基本原理	(23)
一、单片机的基本结构及工作原理	(23)
二、单片机的引脚	(26)
第三节 单片机的开发环境	(31)
一、单片机的开发流程	(31)
二、ROYA 开发环境	(32)
第四节 图形化语言编程	(34)
一、图形化控制模块	(34)
二、图形化语言编程实例	(35)
第五节 C 语言编程	(43)
一、ROYA C 开发环境	(43)
二、C 语言的基本语法	(45)
三、C 语言的程序结构	(51)

第三章 简易机器人的控制系统 (58)



第一节 简易机器人控制系统的组成	(59)
一、简易机器人的控制系统	(59)
二、控制器 RoCon 接口电路	(60)
第二节 简易机器人常用传感器	(64)
一、接触传感器	(66)
二、光敏传感器	(68)
三、光电判读器	(70)
四、红外测障传感器	(72)
第三节 简易机器人常用输出元件	(75)

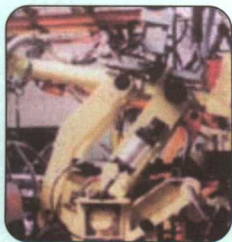
一、发光二极管	(75)
二、蜂鸣器	(76)
三、电磁继电器	(77)
四、电机	(78)

第四章 简易机器人的机械系统 (82)



第一节 机械系统的组成	(83)
一、驱动装置	(83)
二、传动装置	(84)
三、执行机构	(84)
四、机体	(84)
第二节 齿轮传动机构	(86)
一、齿轮传动的概念、特点和类型	(86)
二、轮系	(88)
第三节 平面连杆传动机构	(91)
第四节 简易机器人机械系统的设计与制作	(95)
一、灭火升降台	(95)
二、抓球机械手	(99)

第五章 简易机器人的制作与编程 (106)



第一节 高台灭火机器人的制作与编程	(107)
一、高台灭火机器人的制作	(107)
二、高台灭火机器人的编程	(110)
第二节 巡线运球机器人的制作与编程	(121)
一、巡线运球机器人的制作	(121)
二、巡线运球机器人的编程	(124)
三、简易机器人的调试	(131)

第六章 机器人的反馈控制(选学) (134)

一、编码器的原理	(135)
二、简易旋转编码器的制作	(136)
三、机器人行程控制	(137)

附录一 机器人比赛集锦 (140)

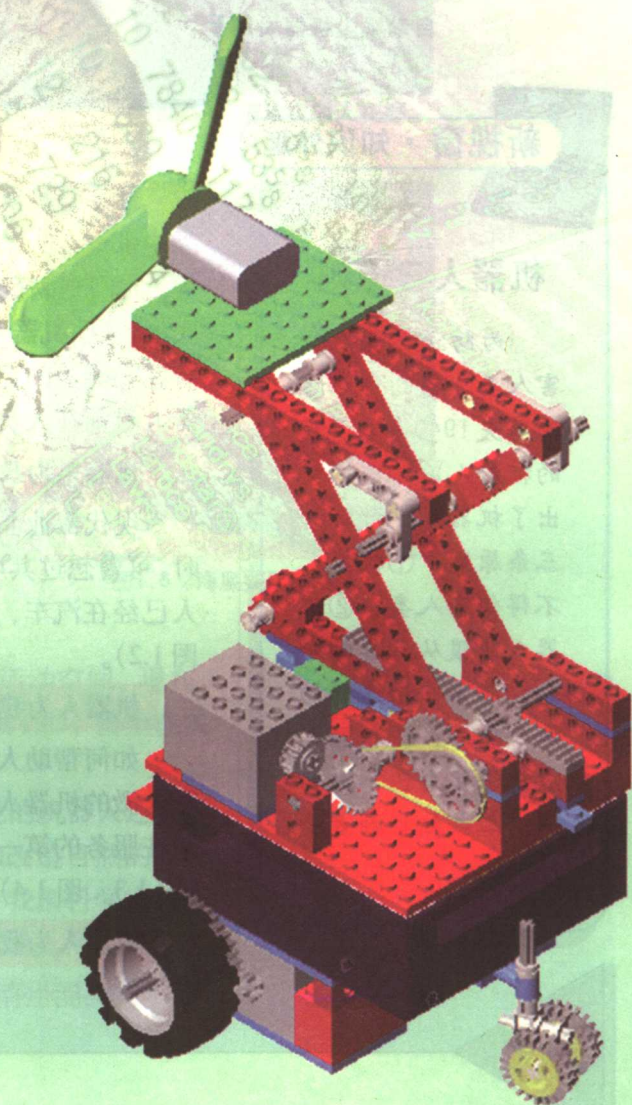
一、机器人踢罐赛	(140)
二、机器人探险赛	(140)
三、机器人室内灭火赛	(141)
四、机器人高尔夫球赛	(142)

附录二 部分中英文词汇对照表 (143)

第一章 走近机器人

提起机器人，大家并不陌生。它不仅在电影电视、书籍报刊中频频出现，而且已经深入到人类生活的很多方面，在工业、农业、服务业、军事、航天等领域得到广泛的应用。机器人在人类改造自然、促进社会发展的过程中发挥着极其重要的作用。

走近机器人，认识机器人，甚至亲手制作机器人，已成为很多青少年的憧憬。从本章开始，我们将进入机器人的世界，了解机器人的应用与发展，认识机器人的基本结构。通过一步步的学习，我们将为自己选择、设计、制作出一个机器人来。



第一节 机器人世界



学习导航

1. 机器人能为我们做什么？
2. 如何理解机器人的定义？



自动吸尘机器人

现象与问题



现在，自动吸尘机器人已经面世了，不用人管，它就能自动吸走沿途的垃圾，还能躲避遇到的障碍物，十几分钟就可以打扫干净一间房屋。

讨论：

1. 我们身边还有哪些事情可以交给机器人去做呢？
2. 机器人的广泛应用会使人类变得懒惰吗？

新视窗·知识外延

机器人三原则

为防止机器人伤害人类，科幻作家阿西莫夫1940年在《我的机器人》一书中提出了机器人设计时的三条原则：①机器人不得伤害人类；②机器人应服从人类的命令，与第一条违背的命令除外；③机器人应能保护自己，与第一、二条相抵触者除外。



什么是机器人？面对这个问题，多数人脑海里浮现的可能是影视作品中那些令人难忘的机器人角色，如铁臂阿童木、终结者、机器战警等。它们充满智慧，能力超群，能完成很多人类所不能从事的工作。事实上，这些机器人只是艺术家对现实生活中正在为人类服务的机器人的智慧和能力的艺术夸张，两者之间还有很远的距离。那么，现实中的机器人目前在人类社会活动中扮演着什么样的角色呢？

机器人为我们制造产品

现代工业品极大地丰富了人们的物质生活。当我们享用这些产品时，可曾想过其中不少产品都是出自于机器人之手吗？现在，工业机器人已经在汽车、摩托车、家用电器等行业的生产线中广泛使用（图1.1、图1.2）。

机器人为我们提供服务

如何帮助人类摆脱繁重的劳动，并提供更好的服务？不知疲倦、体贴入微的机器人当然是理想的选择。现在，已经有多种类型的机器人活跃在服务的第一线，从事医疗、监护、家务、清洁、运输、救援等工作（图1.3、图1.4）。

机器人为我们探知未知世界

人类能生存的空间是有限的，而广袤的宇宙却是无限的，只有借助



图1.1 机器人在为汽车喷漆

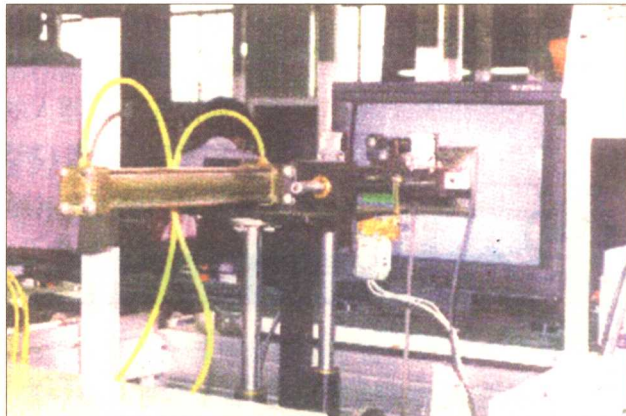


图1.2 电视机生产线上的机器人



图1.3 机器人辅助医生做外科手术



图1.4 清洁机器人在擦洗玻璃

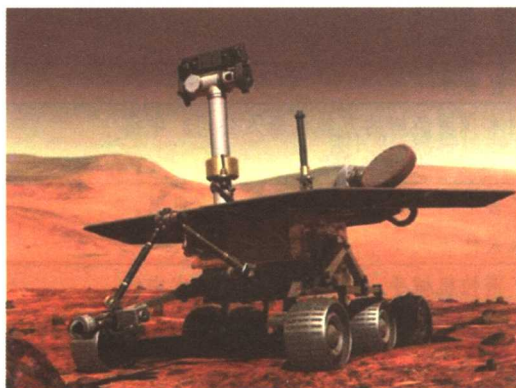


图1.5 火星探测机器人



图1.6 海底探险机器人

机器人才能把我们的探索能力延伸出去，拓展人类的活动空间。现在，机器人既能上九天揽月（图1.5），又能下五洋捉鳖（图1.6），甚至在炙热的火山口或者严寒的极地，都留下了它们的足迹。

以上只是列举了机器人的几种典型应用，形形色色的机器人还有很多。从这些例子可以看出，机器人是人类认识自然和改造自然的一种工具，它们并不一定需要具有人的外形和所有功能。我国科学家曾经对机器人下过这样的定义：机器人是一种自动化的机器，所不同的是这种机器具备一些与人或生物相似的智能能力，如感知能力、规划能

力、动作能力和协同能力，是一种具有高度灵活性的自动化机器。

需要指出的是，迄今关于机器人的定义仍然是仁者见仁，智者见智。原因在于机器人的应用领域还在不断地拓展，其内涵和外延也随之深化和充实。显然，机器人定义的多样性非但无害，反倒为人们提供了想象和创造的空间。



探究尝试

与地球表面上应用的机器人相比，开发在外太空作业的空间机器人和在深海中潜游的水下机器人更具有挑战性。试从作业环境、通讯、能源等方面探讨开发这两类机器人会遇到哪些技术难点，并提出你的解决办法。

类别	技术难点	解决办法
空间机器人		
水下机器人		

阅读材料

机器人的历史

人类对机器人的幻想和追求已有几千年的历史，如我国东汉时期的指南车和三国时期的木牛流马，欧洲18世纪的各种自动玩偶等。但真正意义上的机器人诞生于20世纪。表1.1是现代机器人发展的大事年表。

表1.1 现代机器人发展大事年表

年代	主要事件
1920	捷克作家查别克在科幻剧本《罗萨姆的万能机器人公司》中将机器人正式命名为 Robot，意为“奴隶机器”
1940	科幻作家阿西莫夫提出了著名的“机器人三原则”作为机器人设计的准则，以防止机器人伤害人类
1947	美国阿尔贡研究所开发了遥控机械手，用于原子能实验室中的操作
1954	美国人戴沃尔提出了工业机器人的概念，并申请了专利
1962	实用化工业机器人在美国问世
1980	工业机器人在日本开始广泛应用，被称为“机器人元年”
1997	IBM 的计算机“深蓝”以微弱优势战胜了国际象棋特级大师卡斯帕罗夫
2000	日本索尼公司推出“爱宝”机器狗，本田公司推出第一台商业化人形机器人“阿西莫”
2050	科学家们希望推出一支能够战胜人类足球世界杯冠军的机器人足球队

小资料

机器人的分类

机器人如何分类,国际上并没有统一的标准,有的按负载重量分,有的按控制方式分,有的按应用领域分。我国的机器人专家从应用环境出发,将机器人分为两大类,即工业机器人和特种机器人。所谓工业机器人就是面向工业领域的多关节机械手或多自由度机器人;而特种机器人则是除工业机器人之外的、用于非制造业并服务于人类的各种先进机器人,包括:服务机器人、水下机器人、娱乐机器人、军用机器人、农业机器人等(图1.7)。经过几十年的发展,工业机器人可以说已经进入成熟期,20世纪80年代开始广泛用于汽车行业,90年代又在家用电器、电子行业中得到普及。进入21世纪后,特种机器人异军突起,它们将成为这个世纪机器人家族中的主力。



(a)军用防爆机器人在处理爆炸物



(b)“爱宝”机器狗玩具

图1.7 特种机器人的应用

活动延伸

1. 上网或查找有关书籍,找出人类给机器人下的各种定义,总结一下这些定义的异同。我们自己能给机器人一个定义吗?
2. 军用机器人是目前各国都在大力发展的一类特种机器人,请查找有关资料,了解现有军用机器人有哪些类别,它们都有哪种代表性的机器人。根据现代战争的特点,你能提出今后需要开发哪些军用机器人吗?

第二节 机器人的结构特征与简易机器人平台



学习导航

1. 机器人是由哪些部分组成的?
2. 与实用机器人相比, 简易机器人有何不同?
3. 开展简易机器人制作活动有哪些途径?



自动售货机

现象与问题



在很多街头和宾馆门口, 我们都能看见自动售货机的身影, 它们不分昼夜地为大众提供便利。只要我们选择好某件商品, 投入相应的钱币, 它就能将我们需要的东西送出。

讨论:

1. 根据自动售货机的工作过程, 你能描述一下它的内部组成吗?
2. 自动售货机是机器人吗?

一、机器人的结构特征

机器人由于功能不同, 因而形态各异。但各类机器人在组成上也存在共性, 图 1.8 所示为一个典型机器人系统的结构组成。



图 1.8 机器人系统组成

根据不同的功能，机器人系统可分为五个部分：

- (1) 机械结构：组成机器人的机械本体，如操作臂、末端执行器、行走机构等。
- (2) 驱动装置：驱动机器人关节运动的部件，如电机、汽缸、液压缸等。驱动装置及机械结构组成机器人的机械系统。
- (3) 传感器：感知机器人内部状态及外界信息的元器件，如关节旋转编码器、力传感器、摄像头等。
- (4) 控制器：负责接收传感器信息并指挥机器人运动的装置。
- (5) 动力源：为机器人各部分的正常工作提供能量的部件，如电源、气压源和液压源。

机器人是由上述几个部分构成的一个有机整体。由传感器采集到的信息输入控制器，后者对输入信号进行计算、判断和决策，然后将命令输出到驱动装置以便驱动机械结构。控制器中的控制程序是机器人控制的核心，它告诉机器人要做什么事情。通过编制不同的控制程序，机器人就可以执行不同的任务。



探究尝试

虽然大多数机器人在外形上与人类相差很大，但其结构组成与人还是具有可比性，例如眼睛就是人体上属于传感器的器官之一。试根据机器人各组成部分的特征描述，在人体上分别找出与之功能近似的部位或器官。

机器人	机械结构	驱动装置	传感器	控制器	动力源
人体					

本课程中，我们所要学习和制作的对象是简易机器人，那么它们与正在各个领域服务的实用机器人有什么不同呢？表1.2给出了一个简单的比较。

表1.2 简易机器人与实用机器人的对比

项目	简易机器人	实用机器人
应用场合	玩具、教具、比赛	各类产业领域
机械结构	简单的拼装件、模块，以塑料、木料、铝材、纸板等材料为主；或改装电动玩具	满足额定载荷对刚度、强度、精度的要求，采用高强度、高刚度的轻质材料
控制器	单片机，简单任务编程，软件开发资源丰富、廉价	专用控制卡或计算机，软件开发环境复杂、昂贵
驱动装置	小功率直流电机、舵机	大功率电机，液压缸、汽缸等
传感器	简易、廉价	高性能、高精度、高价格
动力源	电池	电源、液压源、气源等
质量	数百克到数千克	数十千克
尺度	小	大

与实用机器人相比,简易机器人“麻雀虽小,五脏俱全”,虽然它重量轻、体积小,在功能、结构等方面相对简单,但与实用机器人没有本质的差别。同学们,就让我们从简易机器人入手来学习有关机器人的知识吧,在掌握了简易机器人的基本设计、制作和控制知识后,制作更复杂的机器人就不再是遥不可及的事了。

二、简易机器人制作的理念及方法

为了开展简易机器人制作活动,需要一个开发平台。该平台大致分为两大部分:计算机平台和简易机器人教具平台(图1.9)。通过不同途径搭建教具平台,就衍生出不同的简易机器人制作理念。

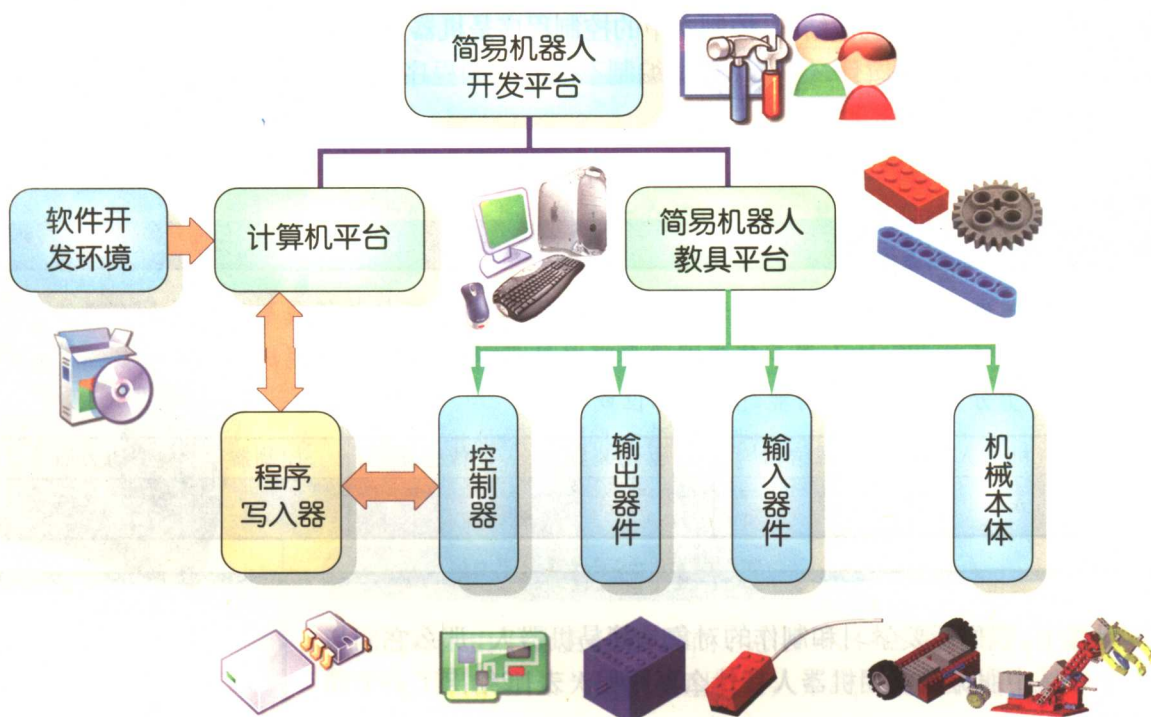


图1.9 简易机器人开发平台

1. 零件拼装法

零件拼装实际上体现了积木化、集成化的思想,连控制器都可以较方便地与机体连接。其优点是机器人拼装零件种类多,开放性强,互换性高,同学们可以根据自己的创意灵活地搭建出各种机器人结构,因此它是发达国家在教具和智能玩具产品里广泛采用的方式。

本教材也将重点介绍用零件拼装方法制作简易机器人。

2. 部分零件自制法

简易机器人的一小部分零件要求同学们自己动手制作。自制零件的材料应该很容易得到,所需要的工具比较简单,符合同学的技能水平,花费的成本和时间都比较合理。教材中的灭火风扇、可伸缩毛巾架、球架、

旋转编码器码盘和一些简单小电路都是自制零件的例子,同学们一定会发现亲手制作这些零件非常有趣。

3. 玩具改装法

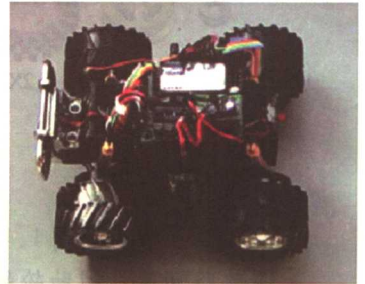
从市场将玩具汽车、挖掘机等电动玩具购来,或者把自己家中的旧电动玩具找出来,摒弃原有的电路板,代之以单片机控制电路板,再对机械部分稍加改装(也可以保留原来的电机和传动装置),并加装几个按钮和传感器,就能制作一个可编程的、单片机控制的简易机器人(图 1.10)。

4. 整机购买法

直接购入简易机器人生产厂家或智能玩具公司的整机产品,基本不改装或少量改装机械部分,主要借助产品配套的软件开发环境,进行编程学习。这种方法在系统的搭建上走了捷径,但同学们创意的空间比较有限。



改装前



改装后

图1.10 玩具改装机器人小车



实践活动

用拼装法搭建简易机器人小车

移动是简易机器人最重要的功能之一,所以我们的制作就先从移动载体入手。同学们要精心完成这个小车,因为后面讲述的所有内容始终离不开它。

从市场购买合适的简易机器人拼装套件,参考如下步骤搭建一个两轮驱动小车。

第一步:按图 1.11 所列的零件(左侧)和结构(右侧)组装小车底盘。

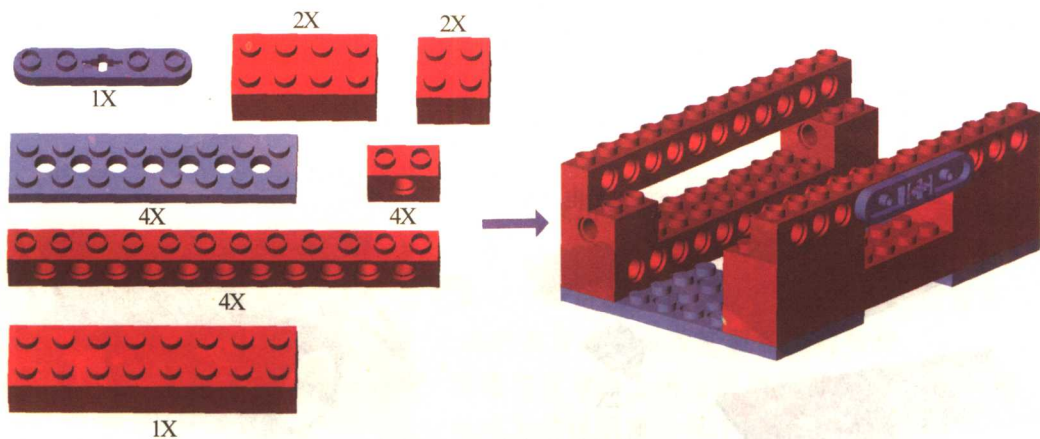


图 1.11 小车底盘组装

(图中 1X、2X、4X 代表组装过程需要 1 个、2 个、4 个零件,下同)

第二步:按图 1.12 所列的零件和结构组装出小车的驱动轮和辅助轮。