



普通高中教科书

通用技术

选择性必修2

机器人设计与制作



普通高中教科书

通用技术

选择性必修2

机器人设计与制作

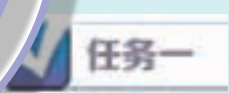
主编 顾建军 张志胜



随着科学技术突飞猛进的发展，技术日益成为我们生活中几乎无时不在、无处不在、无所不在的客观存在，成为引起社会变化、塑造社会变化和应对社会变化的重要因素，也成为实现中华民族伟大复兴的重要支柱。因此，技术素养是当代青少年的基本素养。通用技术课程是普通高中学生人人必须修学的课程。

通用技术是指当代技术体系中较为基础、在日常生活中应用较为广泛、育人价值较为丰富并与专业技术相区别的技术，是学生适应社会生活、高等教育和职业发展所必需的技术。普通高中通用技术课程，以提高学生的学科核心素养为主旨，以设计学习、操作学习为主要特征，是一门立足实践、注重创造、体现科技与人文相统一的课程。它的学习过程是同学们主动建构知识、不断拓展关键能力、铸造积极价值观和关键品格的过程，是一个富有生机、充满探究、方式多元的活动过程。

相信通用技术的学习一定会成为同学们高中时光中夯实基础、练就素养、挑战自我、享受创造与发展乐趣的美好生活的一部分。



章

第二章
让机器人动起来

二、探析机器人组成 与工作过程

节

了解本书章节和任务的构成，能使我们总揽全貌，形成关于课程学习的宏观架构。



学习目标

学习目标会使我们明确学习的方向，为进入学习过程做好心理准备。



基于学生生活经验和技术学科基本特点的情境，带领我们走进真实的技术世界，发现复杂而真实的技术问题，进入富有意义建构的学习过程。

同学们，
欢迎你们进入
技术世界。

每节有2~4个相互联系的任务。我们将在完成一个个任务的过程中，建构积极价值观、必备品格和关键能力，形成核心素养。



亲临其境、亲自动手、亲身体验是本栏目的宗旨。这里的一系列精彩项目将使我们经历激动人心的操作实践，使我们感受到技术实践的特有乐趣，感悟到技术世界的丰富多彩。



学习评价

对学习过程和学习结果作一回顾总结和反思，有助于学习目标的真正实现，有助于核心素养的有效形成。



综合实践

将本章所学内容与本学科其他内容、与其他学科知识、与自己已有知识和经验综合起来，可以提高综合能力，领略学习的最高境界。



本章小结

在学完一章后，以思维导图形式，对学习内容进行概括和归纳，有助于我们学会学习和自我建构。



练习

生动活泼、形式多样的作业，使我们所学的内容得以巩固，同时也打通了与课外活动结合的通道。



拓展阅读 选用

这些是我们技术学习中拓宽视野、深化认识、铸造精神、品味技术信息的“美味佳肴”，不要错过哟。



案例分析 选用

本栏目富有典型意义的范例、素材、话题是学习对话的平台，使我们享受到由丰富的技术感性走向深刻的技术理性的快乐。



小辞典



思维碰撞

基于关键的技术问题，立体化地加以呈现，这是我们思维互联、智慧众筹、头脑风暴的广阔天地。



学习反思



马上行动

穿插在课文之中、形式多样的活动使我们所学的知识与技能得到及时的巩固、应用和内化，也是我们学会技术学习的有力工具。



技术提示



技术试验

技术试验是在技术活动中为了某种目的所进行的尝试、检验、优化等探索性的实践活动，使我们的实践才能和创新才能得到展示。



技术探究

学习，

是一个

螺旋上升的过程，

它永无止境……



目录

机器人设计与制作



第一章 走进机器人的世界

一 初探机器人的世界

- 任务一 感知机器人与人的关系/002
- 任务二 探析机器人的应用/006
- 任务三 畅想机器人的未来/008

二 探析机器人组成与工作过程

- 任务一 感知机器人的基本组成/011
- 任务二 探析简易机器人/013



第二章 让机器人动起来

一 探析机械传动（一）

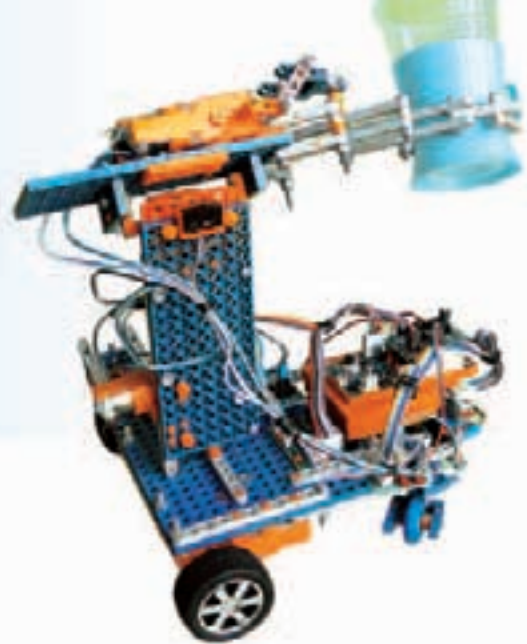
- 任务一 认识齿轮传动/018
- 任务二 研究齿轮传动的速度变化/020
- 任务三 探究特殊齿轮传动/022

二 探析机械传动（二）

- 任务一 探究带传动与链传动/025
- 任务二 探究平面连杆传动/027
- 任务三 设计与制作机械手/031

三 探究电子控制系统

- 任务一 探究电子控制系统/036
- 任务二 认识控制大脑——单片机/039
- 任务三 设计调试电子控制系统，让机械手动起来/042



3

第三章 让机器人聪明起来

一 初探生活中的传感器

任务一 认识生活中的传感器/048

任务二 领略传感器的本领/050

二 探索常见传感器分辨环境的奥秘

任务一 探究触碰传感器的原理/052

任务二 探究光电传感器的原理/054

任务三 探究其他常见传感器的原理/055

三 设计与制作自动识别环境机器人

任务一 设计程序流程/059

任务二 设计循线走机器人/060

4

第四章 设计制作服务机器人

一 设计制作分拣搬运机器人

任务一 明确设计要求并分析设计任务/066

任务二 设计分拣搬运机器人软硬件方案/067

任务三 调试分拣搬运机器人整机运行状态/073

二 设计制作倒水机器人

任务一 明确设计要求并分析设计任务/075

任务二 设计倒水机器人机械结构和软硬件方案/078

任务三 调试倒水机器人整机运行状态/084

主 编 顾建军 张志胜

编写人员 (按姓氏音序排列)

戴 敏 顾建军 雍春林 张志胜



第一章 走进机器人的世界

- 一 初探机器人的世界
- 二 探析机器人组成与工作过程

早在古代，埃及人就制造出用水驱动的有关节活动手指，古希腊人则制成了能够表演的自动木偶，而我国三国时期的诸葛亮也设计出了令人赞叹的“木牛流马”。这些创造反映了人们渴望用一些装置来模拟人的某些功能，从而代替人从事繁重活动的愿望。

现代社会，科学技术飞速发展，科技人员用他们的聪明才智和不懈努力，制造出了充分体现人类智慧的产品——机器人。机器人的出现与飞速发展不仅解放了人，保护了人，还延伸了人的活动空间。让我们走进机器人世界，领略这一高科技成果的风采。

一、初探机器人的世界

学习目标

- 任务一 感知机器人与人的关系
- 任务二 探析机器人的应用
- 任务三 畅想机器人的未来

1. 探索机器人的产生原因和过程、发展历史与应用现状。
2. 结合机器人应用实例，辨析机器人与人类的关系。
3. 分析机器人对个人生活，对经济、社会和伦理道德方面的影响。

走进情境

罗博的爷爷奶奶年纪大了，腿脚有些不便，每到周末或节假日，罗博都会去爷爷奶奶家帮着做家务，帮他们端茶倒水。罗博想到平时自己不在家的时候，能不能用机器人来为爷爷奶奶服务呢？机器人又能给人带来哪些便利呢？

任务一 感知机器人与人的关系

在认识自然并与自然和谐相处的历程中，人们一直渴望创造出可以模仿人的各种功能的机器来帮助或代替人工作。在不断地尝试与努力下，人类终于在20世纪中叶开始不断接近这一愿望。目前，一个丰富多彩、充满神奇的机器人世界正逐步形成。

案例分析

从人工采摘到机器采摘再到机器人采摘



图1-1 人工采摘



图1-2 机器采摘

秋收时节，柑橘挂满枝头，给人们带来无尽的丰收喜悦。每逢这个时候，果农都要忙着采摘、包装、搬运，将柑橘运往各地市场。

最初的采摘工作都是由人工完成的。果农们借助梯子等工具将树干高处的柑橘摘下。这样的工作耗费体力多，工作效率也很低。

后来，人们发明了一种采摘柑橘的机器，它能够在人的操作下利用管道快速地将柑橘采摘下来。这种机器的使用解决了人工采摘的诸多不便，降低了人的体力消耗，但它不能即时分辨所采摘的果实，往往品质不一的柑橘都混在一起。

现在，人们设想并制作了一种采摘柑橘的机器人，它不仅能自动调节位置，迅速地采摘不同高度的柑橘，

而且能辨认水果的成熟度，从而有选择地采摘。此外，它还能在采摘的过程中感知出柑橘的大小和质量，从而对柑橘进行初步的分级、包装。

讨论：人工采摘柑橘、机器采摘柑橘与机器人采摘柑橘这三种方式的工作效果有什么不同？该案例对你有什么启示？



图1-3 机器人采摘

机器人在人的需求和相应技术的支持下产生并得以发展。机器人具有一些类似于人的某些器官的功能，能代替人完成一定的工作；它不同于一般的自动化机器，能更灵活、更自主地适应环境，完成复杂、多样化的工作。

机器人最初用于代替人从事单一的、繁重的体力劳动。随着人类需求的不断提高，机器人技术不断发展，它的功能更全面、性能更高，能从事更多、更复杂的工作。机器人不仅解放了人，保护了人，还延伸了人们的活动空间，提高了人们的工作及生活能力，并为人们提供了挑战自我、发展自我的机会。

■ 机器人解放了人

机器人的出现进一步解放了人。在生产、生活中，有很多单调、重复、劳动强度大的工作。机器人能代替人完成这些工作，将人从体力劳动中解放出来，并且能提高劳动效率和产品质量。



移栽机器人

花卉种子播种到插盘以后，长出籽苗，待到籽苗生长到一定时期后，往往需要移栽到盆中。移栽过程虽然很简单，但是需要大量的劳动力，而且很费时间。人工移栽的平均速度是800~1 000 棵/小时，且连续工作会使人疲劳，很难长时间保持高效率。移栽机器人可以代替人进行移栽，移栽速度可达6 000棵/小时。

讨论：你还知道哪些有关机器人解放人的体力劳动，并且提高劳动效率和工作质量的事例？

■ 机器人保护了人

机器人的出现更好地保护了人。机器人能在有毒（污染）、易燃易爆、灾害等危险与恶劣的环境中代替人或辅助人完成作业、任务，极大地改善了人的劳动条件，降低了伤亡事故发生的概率。例如，在充满太阳辐射、温差大、超真空的宇宙空间，机器人能代替宇航员完成舱外的工作；在核电站，机器人能代替人进入核辐

射区域完成维修和检测工作；在军事对抗、高压线路检修、水下作业、消防灭火等危险环境中，机器人也发挥了极大的作用。



案例分析

星球探测机器人

人们对于其他星球是否适合居住、是否具有可利用的资源、是否存在生命等问题充满了想象。要真正了解其他星球的情况，必须登上这些星球进行探测。宇宙空间环境充满辐射，会对人体造成伤害，而且有的星球离地球十分遥远，为此，需要设计和制造对这些星球进行各种探测的机器人，去揭开这些星球的秘密。

2013年12月15日4时35分，我国首辆月球车“玉兔号”顺利抵达月球表面，随后进行了旋转拍照，并传回照片。“玉兔号”月球车设计质量140 kg，能源为太阳能，能够耐受月球表面真空、强辐射、 $-180\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 极限温度等极端环境。月球车配备了全景相机、红外成像光谱仪、测月雷达、粒子激发X射线谱仪等科学探测仪器，具备 20° 爬坡、20 cm越障能力。“玉兔号”月球车是中国第一辆成功抵达月球表面的月球车，具有深远的意义。



图1-4 “玉兔号”月球车

地雷探测机器人

地雷探测作业是一项非常危险的工作。日本的科研人员研制出一种蜘蛛形状的机器人，可以用于地雷探测。它可远程操纵，用六条坚固的金属腿行走，用装有探测仪的两个操纵器进行搜索，一旦发现地雷，就在该处画上记号，便于排雷时识别。这种地雷探测机器人一天的探测面积能达 450 m^2 。

讨论：你还知道哪些利用机器人保护人的事例？



图1-5 地雷探测机器人

机器人延伸了人的活动空间

机器人还延伸了人工作和活动的空间。有了机器人，人的工作空间可以上到浩瀚太空，下至数千米深的海底；可以从人能到达的空间，延伸到人无法到达的空间，如狭小的管道、人的血管内部等。有了机器人，人们能够完成高精度、高难度、超清洁度的作业。此外，机器人还能对一些残疾或失去自理能力的人提供帮助。

案例分析

手术机器人

脑部神经手术对手术精确度的要求非常高，有的手术人工根本无法进行。用机器人进行这样的手术时，可以精确控制手术操作的位置和方向，通过末端执行器对病灶点进行放射或切除等操作。这不仅提高了手术的精确度，而且手术效果好，病人康复快。



图1-6 手术机器人

水下机器人

海底世界有着丰富的矿产资源和形形色色的海洋生物，但是几千米深的海底世界也充满了危险，人们根本无法到达。

“蛟龙号”载人深潜器是我国首台自主设计、自主集成研制的作业型深海载人潜水器。2012年6月，“蛟龙号”在马里亚纳海沟下潜 7 062 m，创造了世界同类作业型潜水器最大下潜深度纪录。



图1-7 “蛟龙号”载人深潜器

讨论：还有哪些领域可能会出现机器人的身影？

机器人技术涉及机械、电子、信息、控制、仿生学等众多领域，为人类提供了很大的研究空间和发展机遇，同时也对人类的发展能力提出了挑战。

思维碰撞

机器人能代替人完成一些工作，它解放了人，保护了人，延伸了人的工作和活动空间。那么，人类的所有工作都能由机器人完成吗？

任务二 探析机器人的应用

近几十年中，机器人的发展异常迅速，它不仅在工农业生产中发挥着重要作用，而且广泛应用于军事、医疗和生活等多个领域。机器人的世界就像人类的世界一样，它们都有着自己独特的职业和具体的工作，服务于人类世界的各个领域。

■ 服务于工业的机器人

工业机器人被广泛应用于各种自动化生产线，代替或辅助人们完成焊接、搬运、装配、喷漆、零件加工和包装等工作。机器人在工业方面的应用大大加快了工业的自动化进程。



图1-8 工业机器人



案例分析

采用机器人的生产线

1958年，意大利菲亚特公司耗费巨资对原来的生产线进行改造，经过几年的努力，逐步建立了采用机器人的汽车生产线。

采用机器人后发生了一系列变化：每隔 20 s 就能生产出一台新的发动机；装配线的工人从 1 000 人降至 250 人；汽车的产量、质量、销量迅速上升；生产的发动机型号更多。

讨论：在工厂里有大量的生产流水线，人与机器人在流水线上工作，在工作效率等许多方面存在很大的差别。请结合上面的案例，填写下表。



图1-9 采用机器人的汽车生产线

人在流水线上工作的缺陷	机器人用于流水线上的好处	机器人用于流水线上的不足
易受伤，医疗费昂贵		
会疲劳，易出错	能不知疲倦、不厌其烦地工作，不会产生心理问题	
不适合在阴暗、寒冷或炎热、空气不流通、噪音较大的地方工作		
操作工达到熟练程度需要较长时间		
不易长时间保持准确的工作	正常工作状态下，能始终如一地保持精确度	
……		

■ 服务于农业的机器人

机器人在农林业生产中也有着广泛的应用。它能完成耕耘、施肥、除草、喷药、收割、采摘蔬菜水果、修剪林木和分拣果实等工作，大大降低了人力成本，提高了作业效率，使农业乘上了通往现代化的快车。



图1-10 农业机器人

思维碰撞

你见过哪些农业机器人？在你身边还有哪些农业方面的工作可以由机器人完成？

■ 服务于军事的机器人

随着现代军事武器越来越先进，军事活动的危险性也越来越高，而军用机器人的出现则大大减少了军事活动中的人员伤亡。机器人世界的“军人”可以完成地面侦察、排雷和攻击等工作，还可以完成水下探雷、扫雷，空中雷达探查、导弹攻击等任务。军用机器人在军事方面的应用推动了其他军事技术的变革和发展，对现代战争产生了极大的影响。



图1-11 战斗机器人

思维碰撞

战争中，将机器人应用于攻击性武器，可以增大武器的杀伤力。那么，到底该不该在军事战争中使用机器人？

■ 服务于科学的机器人

探索机器人是机器人世界的“侦察兵”。它们负责探索世界的未知领域，执行特种任务。它们可以潜入海底探测物质成分，执行海上打捞、水下侦查等任务，还可以飞入太空探索宇宙空间、维修航天器和卫星、建立空间站。探索机器人不断拓展机器人应用领域，加快了科学探索的进程。

■ 服务于医疗的机器人

近年来，机器人在医疗领域的应用发展很快。机器人用于医疗，可以完成一些高精度、高难度的外科手术，如脑神经外科手术、器官移植手术、内窥镜外科手术等，还可以用于无损诊断和精确定位、康复与护理等。医疗机器人给医学带来了一系列的革新，运用机器人进行手术、康复等工作将成为医疗领域的发展方向之一。



图 1-12 康复机器人

思维碰撞

手术机器人可以完全取代医生吗？

■ 服务于生活的机器人

随着人们的需求不断发展，机器人应用领域在不断拓宽，服务行业成为机器人应用的又一重大领域。机器人开始走进人们的生活，走进家庭。对于助老助残、清洁打扫、来宾接待和文件打印等工作，服务机器人都可以大显身手。



图1-13 机器人陪伴老人



图1-14 机器人打扫卫生

思维碰撞

机器人可以照看小孩吗？它有可能成为一个称职的保姆吗？

任务三 畅想机器人的未来

随着人们需求的不断发展和科学技术的不断进步，机器人技术的发展势头越来越迅猛。机器人的种类将更加丰富，功能将更加全面，性能将更加稳定，智能化水平将不断提高，应用领域将不断拓展，对人类、社会的影响也会越来越大。

 案例分析

“太空农民”

宇航员每次进入太空只能携带有限的食物，要靠货运飞船往返运输食物和水。

科学家们正在考虑如何让宇航员的食物能自给自足，计划将来在太空飞船或月球、火星基地上种植一些庄稼和蔬菜。但宇航员在太空中任务繁忙，没有时间照看这些作物，这就需要一种特殊的设备代为操劳。

现在，人们已经研制出很多农业机器人。将这些机器人带上太空，帮助宇航员管理农作物，这已成为人们正在努力的又一目标。

讨论：未来的机器人还可以有哪些独特的功能？可以应用于哪些独特的领域？未来的机器人能不能自己制造机器人？

作为人创造的产物、人的模仿者，无论未来机器人的“智慧”发展到何等程度，它们的“能力”如何强于人类，活跃的领域如何广阔，归根结底，它们是人类制造的机器。机器人始终只会是人类的帮手，是人类的工具。

随着机器人技术的迅速发展，人们开始担心机器人与人之间的关系是否将带来争端与危险。

 拓展阅读

阿西莫夫机器人三定律

艾萨克·阿西莫夫，是当代美国最著名的科幻大师、世界顶尖级科幻小说作家，他于1941年第一次明确提出了著名的“阿西莫夫机器人三定律”。

第一定律：机器人不得伤害人类个体，或者目睹人类个体将遭受危险而袖手不管。

第二定律：机器人必须服从人给予它的命令，当该命令与第一定律冲突时例外。

第三定律：机器人在不违反第一、第二定律的情况下要尽可能保护自己的生存。

后来又出现了补充的“机器人第零定律”：机器人必须保护人类的整体利益不受伤害，其他三条定律都是在这一前提下才能成立。

讨论：

1. 为什么要提出“机器人三定律”？
2. 为什么后来要补充“机器人第零定律”？

 学习反思

随着科学技术的发展，未来的家庭中可能会出现怎样的机器人为人们提供服务？它们分别怎样工作？



1. 现在市场上出现了很多“机器猫”“机器狗”，收集有关资料，分析它们是不是机器人，为什么？
2. 机器人形态万千，有蛇形的救援机器人，有蜘蛛形的排雷机器人，也有仿人形的服务机器人。收集资料，调查各种机器人，分析它们的外形是根据什么设计的。
3. 全班组织一次讨论活动，讨论机器人对社会的发展和进步有什么作用。
4. 收集相关资料，分析家用机器人未来的发展将给我们的生活带来怎样的影响。

二、探析机器人组成 与工作过程

- 任务一 感知机器人的基本组成
- 任务二 探析简易机器人

学习目标

1. 探究机器人的基本组成。
2. 对比人类的活动，分析机器人的工作过程。
3. 认识简易机器人各组成部分。

走进情境

周末，罗博一家人来到餐馆吃饭，伴随着一声清脆的“欢迎光临”，罗博被大厅里可爱的机器人吸引住了。原来，餐馆已经引进了智能上菜机器人，可以替代服务员将菜肴送到客人餐桌前。罗博对此很感兴趣，特别想一探究竟，这个聪明的机器人到底是怎么工作的呢？能否通过对它们的研究，自己制作一个机器人来给爷爷奶奶端茶倒水呢？

任务一 感知机器人的基本组成

案例分析

餐馆里的“上菜机器人”

随着机器人技术的发展，能够自动上菜的机器人已经开始在各大餐馆流行起来，它们手持托盘，有秩序地将各种菜肴快速、准确、平稳地送到每一桌。上菜机器人不仅在外形上和人类极为相似，而且还十分聪明，能够与顾客进行对话等互动。上菜机器人接收到传菜指令后，会沿着地面上的黑色胶带前进，遇到障碍物时能够主动停下，并用语音提醒避让。当顾客取完菜肴后，只需轻轻摸一下机器人，它就会自动返回候菜区。

机器人的头部、身上安装了各种各样的传感器，这些传感器用于检测机器人与周围环境之间的一些状态变量，如距离、接近程度和接触情况等，用于引导机器人，为机器人的行走和避障提供保障。这是机器人的感知系统。

机器人的身体里有一个控制器，它根据机器人的作业指令程序及从传感器反馈回来的信号控制机器人的执行机构，使其完成规定的运动和功能。这是机器人的控制系统。



图1-15 上菜机器人在候餐区等待

机器人身体内置的电池提供能量，驱动电机转动。这是它的驱动系统。

机器人的肢体可以托举升降，头会转动，嘴巴能够语音对话。这是它的执行系统。

人们在计算机上根据机器人需要完成的任务编好程序，存储到机器人的控制系统中；控制系统执行程序，输出控制信号，通过控制电机驱动执行系统运动，实现机器人的移动和各关节的活动，从而完成了上菜动作。

讨论：上菜机器人和普通服务员相比，各有哪些优点和缺点？适用于什么样的餐馆？

机器人各式各样，形态迥异，但它们都像上菜机器人一样由控制系统、感知系统、驱动系统和执行系统四个主要部分组成。

控制系统：

控制系统的作用相当于人以大脑为核心的神经系统，控制着机器人的各种行为。当机器人接收到指令后，首先通过控制系统解析指令，然后下达命令。控制系统包括以微型计算机为核心的控制器、存放在控制器中的程序等。

感知系统：

感知系统的作用相当于人的五官和皮肤。感知系统由内部传感器和外部传感器组成，其作用是获取机器人内部和外部环境信息，并把这些信息反馈给控制系统。传感器可使机器人以灵活的方式对它所处的环境做出判断，赋予机器人一定的智能。

驱动系统：

驱动系统的作用相当于人的肌肉，主要是指驱动执行系统动作的驱动装置。根据驱动源的不同，驱动系统可分为电气、液压和气压三种以及把它们结合起来应用的综合系统。

执行系统：

执行系统一般指机器人的机械装置，作用相当于人的身体（如脊椎、手、臂和腿等），按指派的任务直接对工作对象或环境作用，完成相关动作。

机器人的工作过程与人类似，可用如图1-17所示的框图表示：

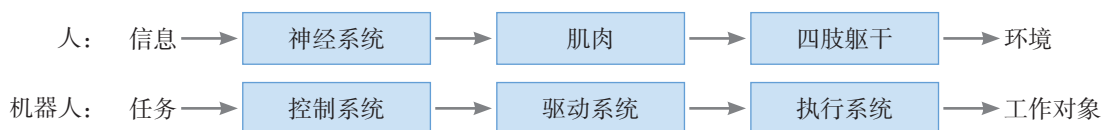


图1-17 人和机器人的工作流程框图

人在工作时，大脑根据五官和皮肤接收到的信息，通过神经网络控制肌肉带动四肢和躯干完成相关动作。机器人在工作时，控制系统根据存储器预先存储的相应任务程序和感知系统接收到的环境信息，发出控制信号，控制驱动系统工作，再由驱动系统带动执行系统完成预定任务。这四者相互配合，形成一个完整的机器人系统。

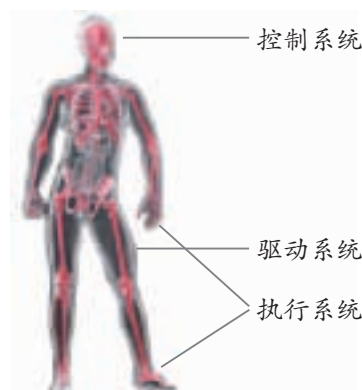


图1-16 人体系统



任务二 探析简易机器人

移动机器人要能良好地运动，首先需要有一个具有优异运动性能的移动平台。典型的移动平台有轮式结构、履带式结构、单足或多足式结构。



技术体验

制作简易机器人移动平台

体验目的：

制作简易机器人移动平台，体验机器人结构制作。

情境展示：

罗博打算模仿上菜机器人的执行系统，制作一个简易的机器人移动平台，为以后自己制作机器人做准备。

问题分析：

移动平台的种类很多，其中轮式移动平台结构简单，易于设计和制作。

活动准备：

轮式移动平台、螺丝、螺帽、工具箱、水、水杯。

主要过程：

1. 两人一组，拆卸移动平台的万向轮并观察万向轮与移动平台另外两轮的区别。



图1-18 移动平台材料

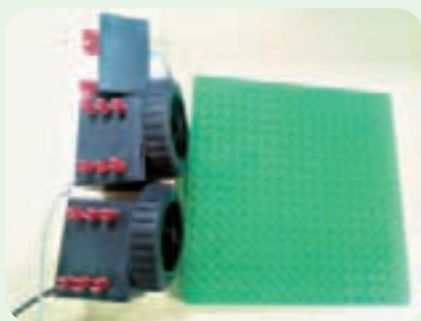


图1-19 组装车轮

2. 再组装好被拆卸的万向轮，一人推动移动平台，一人观察平台的移动情况。



图1-20 组装万向轮后移动平台的侧面

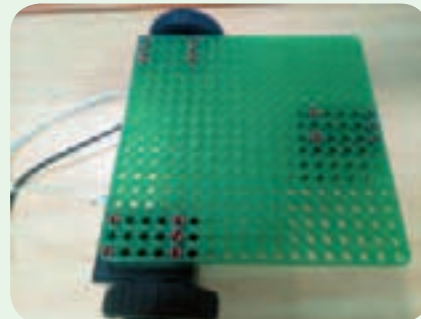


图1-21 移动平台的台面



图1-22 将水杯放在平台上测试

3. 将盛有水的水杯放置在平台上，继续推动平台，观察水杯中水的晃动情况。

讨论：

1. 移动平台如何实现向各个方向的移动？
2. 当移动平台上放置盛有水的水杯后，平台的移动是否受到影响？可以怎样改进此移动平台？

机器人有简单的，也有复杂的。通过上面的体验，相信同学们对机器人世界有了更深刻的了解，也一定很想制作一个属于自己的简易机器人。本书中所举例或者制作的机器人一般结构比较简单，制作比较容易，可以完成一定的任务。

例如，夹取机器人能够完成指派的夹取任务；循迹机器人能够自动适应环境，沿着固定的轨迹行驶；倒水机器人能完成复杂的取水或倒水任务。

这些简易机器人都有着相同的基本组成部分。

控制系统：控制电路主板、传感器和控制软件等。

驱动系统：电动机、电源等。

执行系统：由传动机械构成的机械手等装置。

简易机器人的各个组成部分构成了一个有机整体。有了最基本的控制系统、驱动系统及执行系统，简易机器人就能“动”起来。结合感知系统，简易机器人就能开始自动适应环境。扩展为更复杂的四大系统，简易机器人就能完成指派任务。



图1-23 夹取机器人



图1-24 循迹机器人



图1-25 倒水机器人



夹取机器人、循迹机器人和倒水机器人各有哪些组成部分？它们是如何完成任务的？

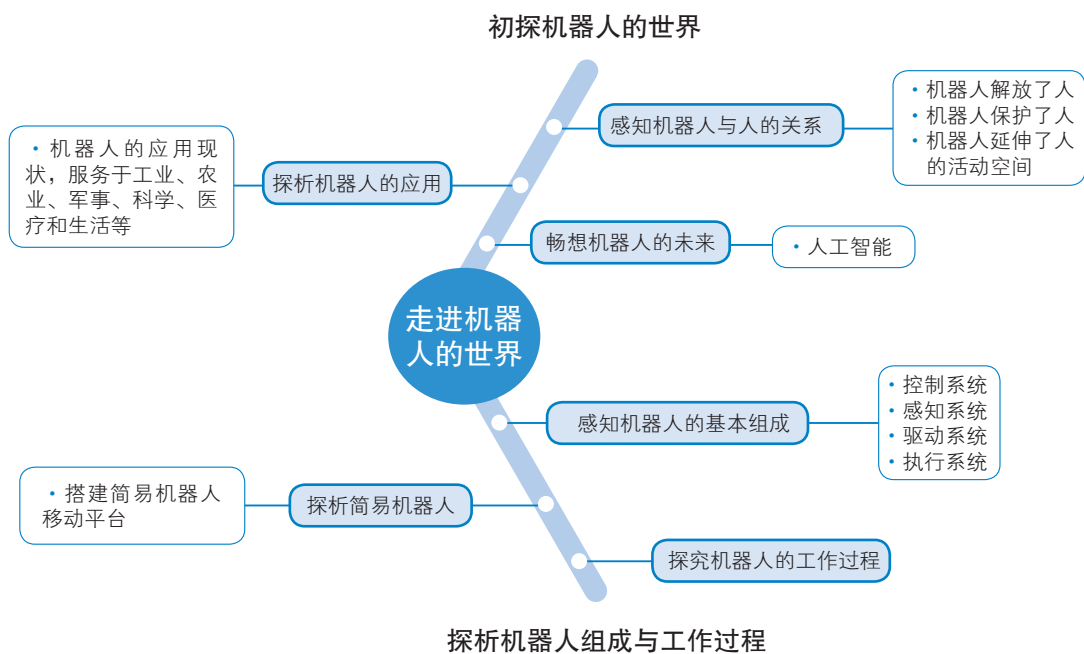
练习

1. 机器人已经问世半个多世纪了，对它的定义有多种解释，请查阅资料并给出自己的定义和描述。
2. 收集有关机器人的资料，根据所学知识指出某个机器人的各基本组成部分包含哪些部件。
3. 针对所提供的简易爬行机器人图片，说出其基本组成及各部分具体有哪些部件。



简易爬行机器人

本章小结



综合实践

1. 以“走进机器人的世界”为题，以小组为单位，分工合作，合办一期小报，并进行交流。
2. 通过参观自动化生产线或观看录像，了解机器人给工厂带来的变化，评价机器人给工业生产带来的影响。

第一章

学习评价

评价内容	达成情况		
	优良	合格	不合格
知道机器人的发展历史与应用现状（TA）			
能辨析机器人与人类的关系（TA）			
能说明机器人对个人生活、经济、社会和伦理道德方面的影响（TA）			
能阐述机器人的基本组成（TA、ET）			
知道简易机器人的工作原理（TA、ET）			
说明 TA——技术意识，ET——工程思维，ID——创新设计，TD——图样表达，CM——物化能力			

在平台中完成自我测试	
测试成绩	
存在的主要问题	



第二章 让机器人动起来

- 一 探析机械传动（一）
- 二 探析机械传动（二）
- 三 探究电子控制系统

“动”是机器人完成任务、实现功能的基础。让机器人动起来，能完成一些简单而又容易实现的基本动作。传动机械是机器人执行机构的重要组成部分，电子控制系统指挥机器人各个部分协调工作。“机”与“电”的结合是让机器人动起来的基础。

记里鼓车是中国古代用于计算道路里程的车。有关记道车的文字记载最早见于汉代刘歆的《西京杂记》：“汉朝舆驾祠甘泉汾阳……记道车，驾四，中道。”可见在西汉时期，就已有了一种可以计算道路里程的车。到后来，因为加上了行一里路打一下鼓的装置，故名“记里鼓车”。记里鼓车，这种会自动记载行程的车辆，是中国古代科学家、发明家研制出的自动机械物体，被认为是一种中国古代机器人。

一、探析机械传动（一）

- 任务一 认识齿轮传动
- 任务二 研究齿轮传动的速度变化
- 任务三 探究特殊齿轮传动

学习目标

1. 通过案例分析和技术探究活动认识齿轮传动，并能计算简单的齿轮传动比。
2. 通过技术试验按照装配图样安装和调试简单的齿轮组装置。

走进情境

罗博希望自己设计的机器人能够更好地照顾好爷爷奶奶，需要机器人能够实现各种动作，这就需要机器人拥有可以灵活运动的关节。

任务一 认识齿轮传动

人的手臂是一个“万能工具”，是一个非常复杂的结构。一只手由许多骨头、关节、肌肉组成，再配合发达的神经系统，各个部分的组织相互配合，就可以产生很多动作。设计出像人手一样灵活的机械结构是人类的梦想。



图2-1 机械手

马上行动

人们模仿自己手的结构和功能，设计和制造了各种各样的机械手，应用于工农业生产、军事和服务等各个领域。请说出生活中还有哪些机械手，这些机械手是怎么工作的？



电焊机械手



挖土机的机械手



汽车装配线上的机械手

图2-2 各领域中的机械手

机械手臂要能完成抓取动作，必须设计一个机械结构，将动力传递到手臂的执行机构。



齿轮是一种常见的传动机械结构，它是具有齿形的滚轮，齿轮传动是依靠齿轮间的啮合进行的。

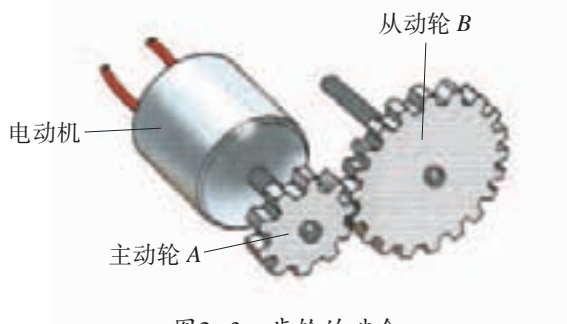


图2-3 齿轮的啮合

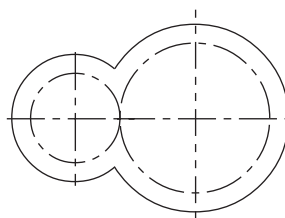


图2-4 啮合齿轮的简易画法



技术探究

探究齿轮手臂中齿轮的转动

探究目的：

通过制作两个齿轮相互啮合的手臂，研究齿轮转动方向。

情境展示：

人手用拇指和食指抓取物体时，拇指和食指同时相向运动。用齿轮来代替关节，用曲形杆来代替手指，模拟人手的抓取运动。

问题分析：

齿轮并排啮合，实现齿轮传动的方向改变，从而实现人手指的相向运动。

活动准备：

40齿齿轮2个、固定杆1个、固定销若干。

主要过程：

1. 将两个齿轮 A、B 相互啮合，齿轮的中心分别固定在杆孔中。
2. 如图2-6所示，转动其中的一个齿轮，观察并分析齿轮 A、B 的转动。
3. 观察齿轮手臂的运动，并尝试用手臂夹取纸杯。

结论：两个齿轮转动时，转动的齿数_____，方向_____，两个手臂施的力_____。

讨论：相互啮合的齿轮转动的速度与什么有关？若要使主动轮、从动轮的转动方向相同，有什么办法？



图2-5 材料

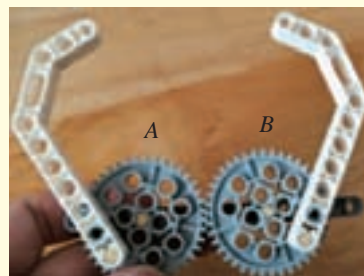


图2-6 齿轮手臂



任务二 研究齿轮传动的速度变化



案例分析

机械表中的齿轮

机械表的时针、分针与秒针输出轴的转速大小要求非常精准。1 min的时间，分针轴转动 6° ，时针轴转动 0.5° ，秒针转动 360° ，秒针输出的转速必须是1 r/min。机械表的这种高精度的传动必须用变速齿轮传动机构来实现。

讨论：齿轮在传动过程中，齿轮转动的角速度与线速度有什么关系？



图2-7 机械手表中的齿轮

相互啮合的齿轮转动时，相同时间内转过的齿数（即线速度）一定相同。若两个齿轮的直径不同，则两个齿轮转速（即角速度）不一样。

齿轮传动中主动轮的角速度（转速）与从动轮的角速度之比叫作传动比。输出轴的角速度取决于主动轮的角速度以及齿轮传动装置的传动比。

可用下面的公式计算一对相互啮合的齿轮的传动比 i ：

$$\text{传动比 } i = \frac{\text{主动轮的角速度}}{\text{从动轮的角速度}} = \frac{\text{从动轮的齿数 } (Z_B)}{\text{主动轮的齿数 } (Z_A)}$$

例如，图 2-3 中齿轮组的传动比 i 为

$$i = \frac{Z_B}{Z_A} = \frac{20}{10} = \frac{2}{1}$$



马上行动

在下面两个齿轮组中，在每组中间都各有一个齿数不同的惰轮。若主动轮的转速都为 120 r/min，请计算从动轮输出的转速分别是多少，并分析图中惰轮的作用。

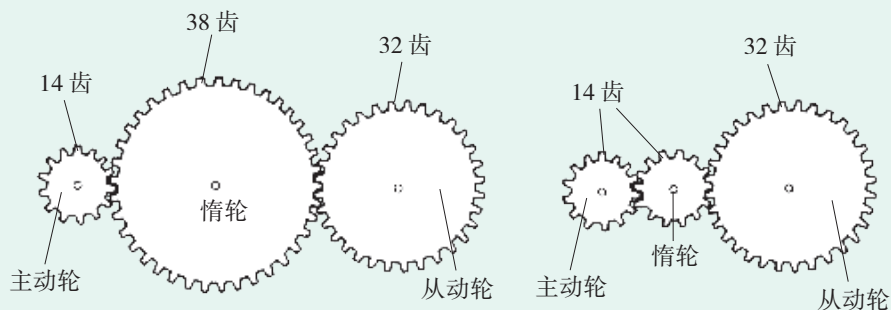


图2-8 惰轮齿数不同的齿轮组



小辞典

惰 轮

惰轮是指在两个不互相接触的传动齿轮中间起传递作用的齿轮，它同时跟这两个齿轮啮合，用来改变从动轮的转动方向，使之与主动轮转动方向相同。它的作用只是改变转向，并不能改变传动比。

齿轮的传动可以改变转动的方向，也可以改变转动的速度。

技术探究

探究齿轮箱中齿轮的转动

探究目的：

通过简单齿轮箱的安装调试，了解齿轮箱的结构，探究转速和转动力矩的关系。

情境展示：

正如人手施力的大小可以通过肌肉来调节，机械手施力的大小也可以调节。

问题分析：

电动机通过齿轮箱变速，可以实现机械手握力大小的改变。

活动准备：

材料：模型齿轮箱散件一套、模型电动机一只、6 V 电池一组。

工具：小型十字形螺丝刀一把。

主要过程：

1. 按照图纸清点和检查器材。
2. 给模型电动机装上电源，观察电动机转动的快慢，并用手触捏电动机主轴，感觉主轴转动的力矩。
3. 根据下列图示要求组装一个由两对齿轮啮合的齿轮箱。



图2-9 齿轮箱的安装分解图



图2-10 两对齿轮组成的齿轮箱

4. 启动电动机，调试运转正常后，观察齿轮箱输出轴转速，并用手触捏齿轮箱的输出轴，感觉输出轴转动力矩的大小与步骤2中的电动机输出轴转速和力矩相比有什么变化。

5. 改变输入电动机的电源正、负极接线，观察齿轮箱输出轴转动方向发生的变化。

讨论：

1. 电动机经过齿轮箱的变速，齿轮箱输出轴的转速和输出轴的转动力矩有什么变化？
2. 可以采用什么方法使电动机反转？



任务三 探究特殊齿轮传动



案例分析

活动扳手中的蜗轮蜗杆

活动扳手可以在一定范围内松紧不同规格的螺母和螺栓。转动中间的蜗轮可以调节扳手张口大小以适应螺母和螺栓的大小。蜗轮不转动时，扳手开口大小可固定，在松紧螺母和螺栓的过程中所施加的力也不会让开口大小变化。

活动扳手的主要结构是蜗轮蜗杆。蜗杆传动装置具有两个主要特点：一是能自锁，即不论蜗轮受到多大的转动力矩，都无法推动蜗杆回转，可以用来防止倒转；二是传动比大，即蜗杆转一圈，蜗轮只转过一个齿。所以，蜗杆传动装置广泛应用于牵引、起重等机械设备中。



图2-11 活动扳手

讨论：

请举出生活中蜗轮蜗杆的例子，并说出例子中蜗轮蜗杆的作用。

常见的齿轮传动形式

为了改变传动的方向和力矩，齿轮传动的形式非常多，常见的有圆柱齿轮传动、圆锥齿轮传动、齿轮齿条传动、蜗杆传动。

常见形式	圆柱齿轮传动	圆锥齿轮传动	齿轮齿条传动	蜗杆传动
示意图				
特点	改变转速与转动方向	改变转轴朝向	将旋转运动转换成直线运动	传动比大，传动平稳，能自锁



马上行动

请你说出各种齿轮传动形式的应用实例，并与同学进行交流。



技术探究

探究蜗轮蜗杆传动的特点

探究目的：

通过安装蜗轮蜗杆的机械爪，感受蜗轮蜗杆传动的特点。

情境展示：

机器人要为人服务，首先得模仿人手的功能，人手最主要的功能是握紧和放松。

问题分析：

通过蜗轮蜗杆，可以实现让机械手握紧和放松的功能。

活动准备：

蜗轮蜗杆一组、零部件一套。

主要过程：

1. 如图2-12所示，根据机械爪的安装步骤，装配机械爪。

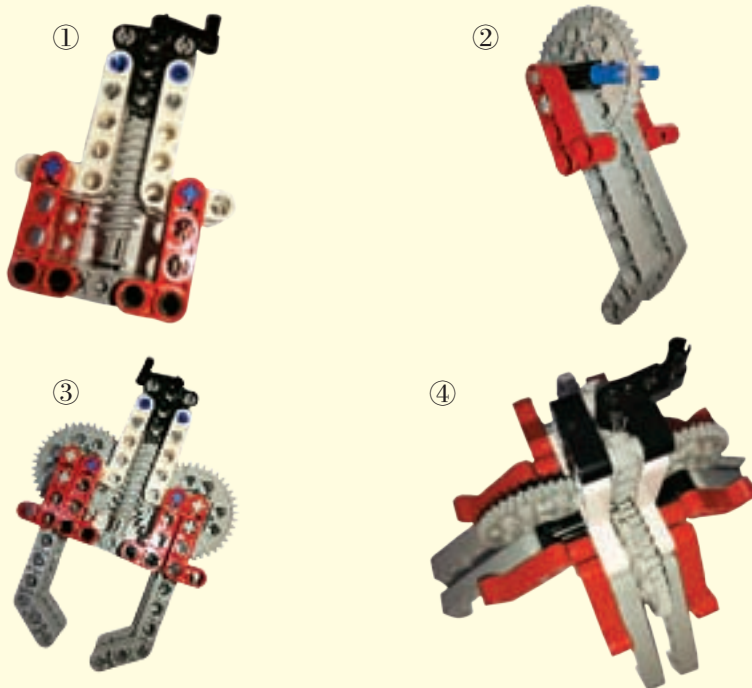


图2-12 机械爪的安装步骤

2. 转动中间的蜗杆，观察机械爪的开合。

3. 停止转动机械爪，尝试用手扳动机械爪看是否能够使其开合。

讨论：蜗轮蜗杆机械爪与第19页“技术探究”中用两个齿轮搭建的机械手臂比较，有什么优点？

学习反思

在机械手的设计过程中，如何灵活使用不同的齿轮实现不同的设计要求？

练习

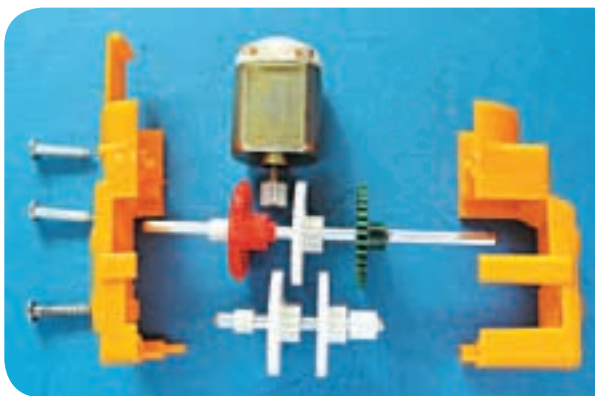
在安装两对齿轮啮合变速箱的基础上，安装由多对齿轮啮合的齿轮变速箱模型，并装上电动机进行调试。



齿轮箱散件图



圆柱齿轮和冠状齿轮



齿轮箱安装分解图



完成安装的电动机齿轮箱

测试与评价：

- (1) 观察齿轮的转动方向。
- (2) 观察电动机输出轴的转动速度和齿轮箱输出轴的转动速度，说出齿轮箱的作用。
- (3) 计算电动机输出轴与齿轮箱输出轴的传动比。

二、探析机械传动（二）



学习目标

- 任务一 探究带传动与链传动
- 任务二 探究平面连杆传动
- 任务三 设计与制作机械手

1. 通过技术体验、案例分析等，熟悉带传动、链传动和常见连杆传动的特点，并能选择设计传动机械，设计制作简单的连杆装置。
2. 能归纳出常见机械传动的优缺点，了解自由度的概念。
3. 通过对机械传动的学习，学会机器人机械结构的初步设计方法。



走进情境

罗博希望自己设计的服务机器人能够为爷爷奶奶端茶送水，这就需要灵活有力的机械手臂来实现抓取和释放的功能。

在机械传动中，除了齿轮传动，还有许多传动的方式。把动力从一个转轴传送到离它距离较远的另一个轴，可以采用带传动与链传动。一些特殊的运动还可以用连杆传动。



任务一 探究带传动与链传动



案例分析

钻床中的带传动

立式钻床常用于机械制造和修配工厂加工中、小型工件的孔。如图2-13所示是一个小型立式钻床。动力由一个电动机提供，电动机的转轴与工作主轴相隔较远，通过皮带传动。两个转动轴上各有一组塔式带轮。带轮边缘有槽沟，带轮用张紧在带轮上的皮带连接。在使用带传动机构前，必须调整皮带的松紧。如果皮带太紧，可能使转轴因径向压力过大而弯曲变形；如果皮带太松，皮带会打滑，甚至脱落。

讨论：塔式带轮的作用是什么？

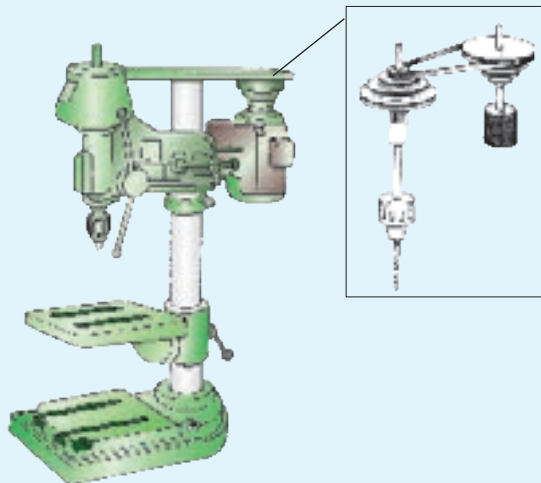


图2-13 立式钻床中的带传动装置



技术体验

体验带传动

体验目的：

体验带传动的特点。

情境展示：

如果有两个距离较远的转轴，如何实现传动？

问题分析：

使用带传动可以把动力传递到距离较远的轴。

活动准备：

滑轮两个、橡皮筋一根、固定杆一个、销两个。

主要过程：

1. 将两个滑轮中心固定，并能围绕中心自由转动。
2. 如图2-14甲所示，将橡皮筋平行绕在两个滑轮上，转动左边的滑轮，观察右边滑轮的转动情况。
3. 如图2-14乙所示，将橡皮筋交叉绕在两个滑轮上，转动左边的滑轮，观察右边滑轮的转动情况。

讨论：

1. 要设计一个可以开合的手臂，能用滑轮设计吗？
2. 为了不让皮带打滑，可以尽量让皮带紧一点，但皮带过紧对滑轮和轴有什么影响？



甲



乙

图2-14 带传动

带传动机构的设备成本较低，而且运动时噪音较小，不需要润滑。

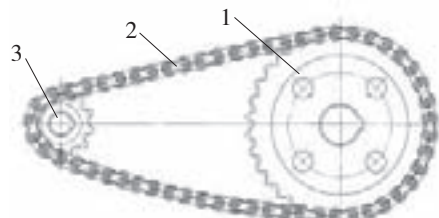
带传动的主要缺点是容易打滑，但在一些特殊的情况下（如当从动轮超负荷工作时），皮带的打滑可以避免驱动电动机或者传动装置因过载而损坏。



马上行动

请举例说明还有哪些带传动的例子。

当在传动中不允许出现打滑时，可以采用链传动。链传动机构由主动链轮、从动链轮和绕在链轮上的链条组成。自行车和摩托车中常采用链传动方式。



1. 主动链轮 2. 链条 3. 从动链轮

图2-15 自行车及其链传动装置



链传动具有齿轮传动的精准，同时兼有带传动可长距离传输和低成本的特点。

与带传动相比，链传动没有弹性滑动和打滑现象，能保持准确的平均传动比，需要的张紧力小，作用于轴的压力也小，可减少轴承的摩擦损失；其结构紧凑，能在温度较高、有油污等恶劣环境条件下工作。与齿轮传动相比，链传动的制造和安装精度要求较低，中心距较大时其传动结构较为简单。



马上行动

生活中还有哪些地方用到带传动和链传动？它们是怎样工作的？



拓展阅读

同步齿形带的作用

同步齿形带、同步带轮配合使用，同样可用于传动。如图2-16所示，由于同步齿形带内侧带有均匀分布的齿，同步带轮表面有同样齿槽，可以与同步齿形带很好地啮合。

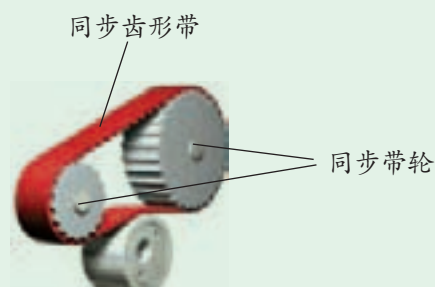


图2-16 同步带轮结构



思维碰撞

为什么需要同步带轮？同步带轮与齿轮、带、链条相比有哪些优势？

任务二 探究平面连杆传动

古籍《玉屑》上记载：“云氏劈竹为条，蒙以兽皮，收拢如棍，张开如盖。”这里说的是鲁班的妻子云氏为了不让在外劳作的丈夫遭受雨淋，设计发明了世界上第一把伸缩自如的雨伞。雨伞的传动结构就是一个平面连杆结构。



图2-17 雨伞

平面连杆机构能够传递运动，改变力的大小和方向，还可以将转动转变为摆动或直线往复运动等其他运动形式，它在机械装置中有着广泛的应用。



案例分析

发动机中的连杆传动

汽车的发动机将燃料燃烧产生的内能转化为推动活塞运动的机械能。如图2-18甲所示是内燃机汽缸的示意图。汽油在汽缸中燃烧，体积膨胀，推动活塞，活塞带动曲柄转动。

这样的传动机构叫曲柄滑块机构，可以将直线运动变成圆周运动，反之亦然，如图2-18乙所示。

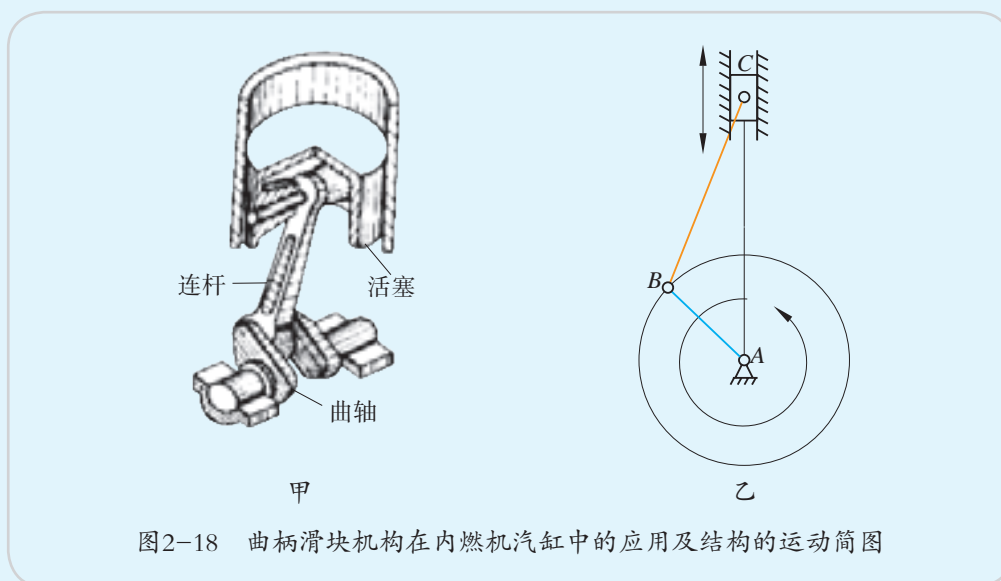


图2-18 曲柄滑块机构在内燃机汽缸中的应用及结构的运动简图

讨论：曲轴匀速转动与活塞滑块直线运动的速度和时间的关系如何？

连杆的长度、固定旋转点、滑道等因素的变化可以产生多种多样的机械传递方式。

类型	运动简图	结构	功能
曲柄摇杆		AD 是固定的机架； AB 杆绕 A 点做圆周运动，称为曲柄； CD 杆绕 D 点做往复摆动，称为摇杆； BC 杆称为连杆，它连接 AB 杆与 CD 杆	把曲柄的圆周运动转变为摇杆的往复摆动
平行连杆		AD 是固定的机架，两曲柄 AB 杆与 CD 杆平行且长度相等； 机构工作时，两曲柄 AB 杆与 CD 杆旋转方向相同，且角速度相等，BC 杆则做平行于 AD 的平移运动	使一个曲柄带动另一个曲柄做角速度相同的圆周运动



(续表)

类型	运动简图	结构	功能
曲柄滑块		<p>AB 称为曲柄, BC 杆称为连杆, C 称为滑块;</p> <p>当曲柄 AB 作为主动件时, 它绕着 A 点连续转动, 连杆 BC 带动滑块 C 做往复直线运动</p>	<p>把曲柄的转动转变为滑块的直线往复运动</p>

小辞典

自由度

根据机械原理, 机构具有确定运动时所必须给定的独立运动参数的数目, 称为机构自由度。

连杆机构在生活与生产中有着丰富的应用。



图2-19 曲柄摇杆机构在缝纫机中的应用及其机构的运动简图

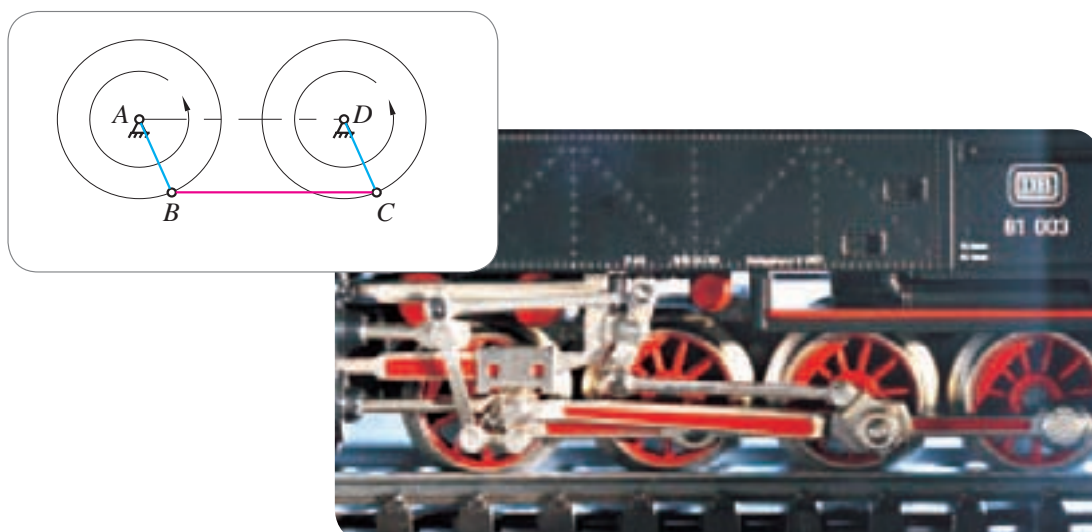


图2-20 平行连杆机构在蒸汽机车中的应用及其机构的运动简图



技术体验

制作曲柄摇杆装置

体验目的:

制作曲柄摇杆装置。

情境展示:

电动机可以轻易地实现圆周运动，而在实际的机械设计中，往往需要一个往复摆动的运动。

问题分析:

曲柄摇杆装置可以将转动转变成任意角度的往复摆动，可以实现上述要求。

活动准备:

多孔塑料杆若干，紧固螺钉、螺帽若干（可用硬质厚纸、图钉、孔径为4 mm的空心铆钉等代替）。

主要过程:

1. 如图2-21所示，使用多孔塑料杆、螺钉、螺帽搭建成曲柄摇杆（不含底座）。

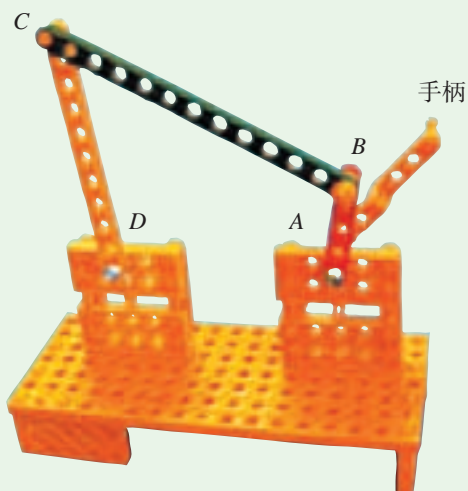


图2-21 曲柄摇杆装置

2. 调节连接螺钉的松紧程度，保证B、C连接处可以自由转动，AB杆与手柄是固定连接。

3. 搭建底座。

4. 用螺帽在A处和D处分别将AB、CD连杆连接到底座上，调节螺帽松紧程度，使曲柄AB和摇杆CD能自由活动。

5. 摇动手柄使曲柄AB做圆周运动，观察摇杆CD的运动情况。

观察记录:

曲柄AB做_____运动，摇杆CD做_____运动。

试验总结:

此连杆装置的功能是_____。

讨论：如果把CD作为主动件，做来回摇动，则AB为从动件，AB能否绕A点转动？



任务三 设计与制作机械手

罗博设计的机器人要能够抓取装饮料的瓶子，就需要为机器人设计一个机械手。机械手最基本的功能是实现抓取与释放，这就需要有相应的机械结构完成开闭的动作。

机械结构的设计方法

机械结构应用在各种设备中，其形状、结构和材料是千变万化的，但机械结构的设计往往按照下面的设计方法。

1. 理清主次，统筹兼顾。明确待设计结构件的主要任务和限制，通常先从实现功能的结构表面开始，考虑与其他相关零件的相互位置、连接关系，逐渐同其他表面一起连接成一个零件，再将这个零件与其他零件连接成部件，最终组合成实现主要功能的机器。

2. 绘制草图。在分析确定结构的同时，粗略估算结构件的主要尺寸并按一定的比例，通过绘制草图，初定零部件的结构。图中表示出零部件的基本形状、主要尺寸、运动构件的极限位置、空间限制。

3. 对初定的结构进行综合分析，确定最后的结构方案。综合过程是指找出实现功能目的各种可供选择的结构的所有工作。分析过程则是评价、比较并最终确定结构的工作。可通过改变工作面的大小、方位、数量及构件材料、表面特性、连接方式，系统地产生新方案。

4. 结构设计的计算与改进。对承载零部件的结构进行载荷分析，必要时计算其承载强度、刚度、耐磨性等内容。同时考虑零部件装拆、材料、加工工艺的要求，对结构进行改进。

5. 结构设计的完善。按技术、经济和社会指标不断完善，寻找所选方案中的缺陷和薄弱环节，对照各种要求和限制，反复改进。

连杆机械手的设计与制作

用平行连杆装置设计并制作一个简易的机械手。在交叉处用活动销连接，方便转动。

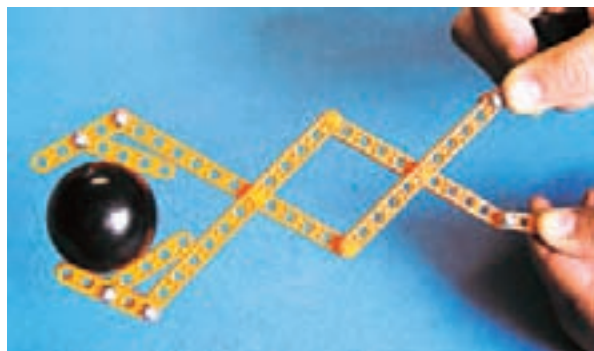


图2-22 机械手夹取乒乓球



图2-23 机械手释放乒乓球

此处的伸缩结构是一个连杆机构，连杆的前伸与后缩带动前端“手指”的闭与开，从而完成机械手的抓取与释放功能，如图2-22、图2-23所示。

用手捏着机械手后端的两根连杆，向内侧压，连杆逐渐前伸，前端也向手指压的方向靠拢，从而实现抓取动作；将连杆向外侧拉开，机械手逐渐缩回，前端也向手指方向张开，可以产生释放动作。

**技术提示**

两个连接杆要能够转动自如，中间需要用活动销连接。

**马上行动**

为了方便地操纵机械手夹取、释放乒乓球，对其结构进行改进。

将机械手末端固定在一块平板上，并在其X形连接位置加装一根连杆A。

驱动连杆A前后来回运动，可以方便地实现机械手完成夹取、释放乒乓球的任务，如图2-24、图2-25所示。

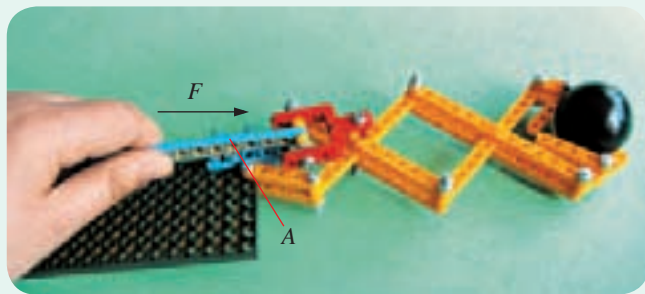


图2-24 推动连杆A

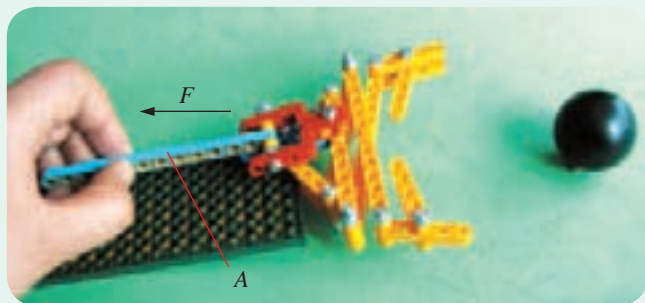


图2-25 拉回连杆A

让机械手自动地动起来

在已制作好的机械手上安装电动机、齿轮箱、电源等其他必要部件，可以实现机械手的自动运行。

**马上行动****制作、调试电动机械手**

制作要求：

在前面制作好的机械手的基础上，装上电动机和齿轮箱，使它成为一个电动的机械手。



制作步骤：

1. 固定机械手。

取一块塑料板作为平台，用螺钉和螺帽将平行连杆的末端固定在平台上，如图 2-26 所示。

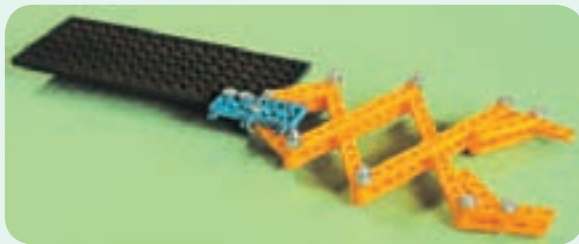


图2-26 固定机械手

2. 制作曲柄滑块。

用塑料散件搭建一个滑块，然后将曲柄用螺钉和螺帽连接在连杆的适当位置，连杆的另一端与滑块连接，如图 2-27 所示。

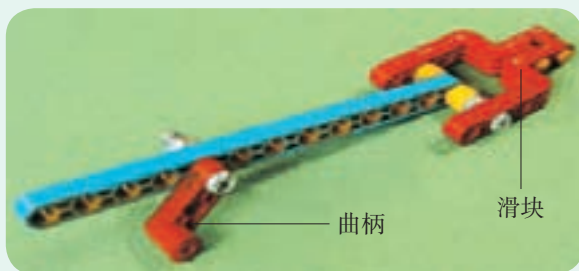


图2-27 制作曲柄滑块

3. 安装电动机齿轮箱和曲柄滑块机构。

调整位置，将曲柄与电动机齿轮箱的输出轴连接，再在滑块与平行连杆末端一节的中间相交位置处用螺钉和螺帽连接起来，如图 2-28 所示。



图2-28 安装电动机齿轮箱和曲柄滑块机构

4. 调试。

(1) 安装电池盒，如图 2-29 所示。



图2-29 机械手的运行调试

(2) 将电动机接通电源, 观察平行连杆伸展(或收缩)动作, 并进行调试。

(3) 将连接电动机的电源线调换位置, 使电动机反向转动, 观察平行连杆收缩(或伸展)动作, 并进行调试。

讨论: 电池盒安装后, 观察手臂的伸缩运动, 要想手臂在松开或握紧的状态停止, 应如何设计?

传动部分是机械中的一个重要组成部分, 它的作用是把动力部分产生的动力传递到执行部分。例如, 在机械钟表中, 发条产生的动力依靠齿轮传动装置, 推动秒针、分针和时针转动; 在台式钻床中, 电动机产生的动力通过皮带传动装置传递给钻头。

日常生活中使用的剪刀、门锁、缝纫机、汽车都是机械产品。一个机械系统主要由动力部分、传动部分、执行部分和机体部分组成。

自行车是大家熟悉的一种机械装置。人的蹬踏动作为自行车提供动力, 链条和链轮等组成了自行车的传动部分, 车轮是它的执行部分, 车身是它的机体。



马上行动

我国古代劳动人民很早就巧妙地将机械应用于手工业、农业生产等方面。如图 2-30 所示是一架 17 世纪初已经在我国得到广泛应用的水车, 其中一些设计思想至今还被后人借鉴。

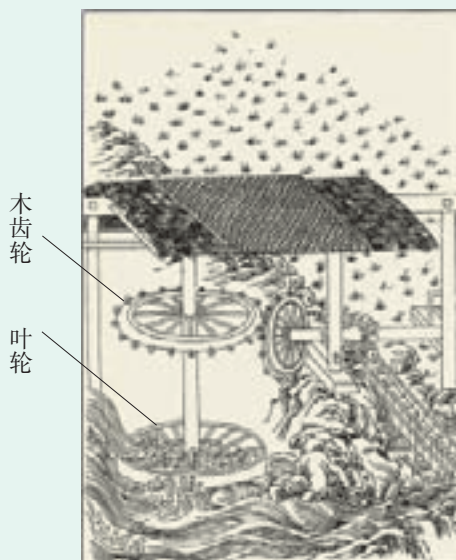


图2-30 水车

请对照水车的结构, 指出它的组成部分。

水车的动力部分是_____;

水车的传动部分是_____;

水车的执行部分是_____。



学习反思

带传动和链传动这两种传动方式可以互换吗？为什么？



练习

1. 如图所示，用竹条、木条或塑料杆等材料，设计并制作可伸缩的毛巾架。



(第1题图)

2. 如图所示，用塑料杆等材料搭建一个简易手摇曲柄滑块装置模型。

(1) 摇动曲柄时，观察滑块的运动。

(2) 把滑块当作主动件，使它左右移动，观察曲柄能否做圆周运动。有什么措施可以使曲柄实现圆周运动？



(第2题图)

三、探究电子控制系统



- 任务一 探究电子控制系统
- 任务二 认识控制大脑——单片机
- 任务三 设计调试电子控制系统，让机械手动起来

1. 通过技术体验活动理解电子控制系统的基本组成。
2. 通过案例分析知道并能描述单片机的作用和工作原理。
3. 知道并能描述继电器的结构和工作原理，并能掌握简单的使用方法。
4. 通过案例分析概述机器人控制系统的基本组成。



机器人要能够自动地为爷爷奶奶服务，必须具有自行工作的能力。老师提醒罗博，机器人自动控制的实现依赖于机器人的电子控制系统。

任务一 探究电子控制系统

机械手臂搭建好后，为了控制机械手的动作，还需要电子控制系统和程序来协调各部分工作。



利用Arduino电路板体验光敏电阻

体验目的：

通过Arduino电路板体验光敏电阻的功能。

情境展示：

机器人需要控制系统发出控制信号，控制驱动系统工作。同学们想在实验室内利用光敏电阻体验自动控制。

问题分析：

可以利用Arduino电路板研究电子控制系统的组成和控制原理。

活动准备：

Arduino电路板一块、LED灯一个、光敏电阻一个。

主要过程：

1. 如图2-31所示，将LED灯接在Arduino电路板的数字接口9，将光敏电阻接在数字接口3。（程序已经编写并下载。）
2. 用手将光敏电阻遮住，观察LED灯的亮灭情况；移开手，观察LED灯的亮灭情况。

讨论：路灯自动控制系统的原理是什么？还有哪些地方可以采取这样的控制方式？

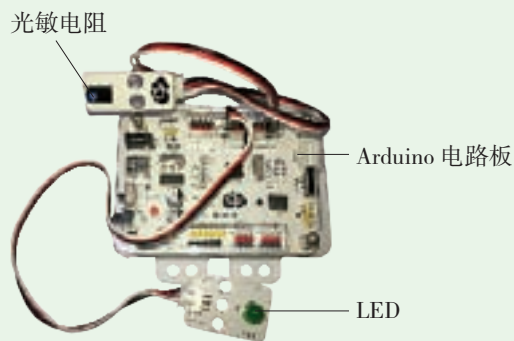


图2-31 Arduino电路板连接图



在技术体验中搭建的装置可以模拟马路上的路灯，天黑自动打开路灯，天亮自动关闭路灯。过去的路灯需要人工控制，而现在的路灯利用电子控制技术实现了自动控制。人工控制与电子控制可以通过图2-32进行对比。

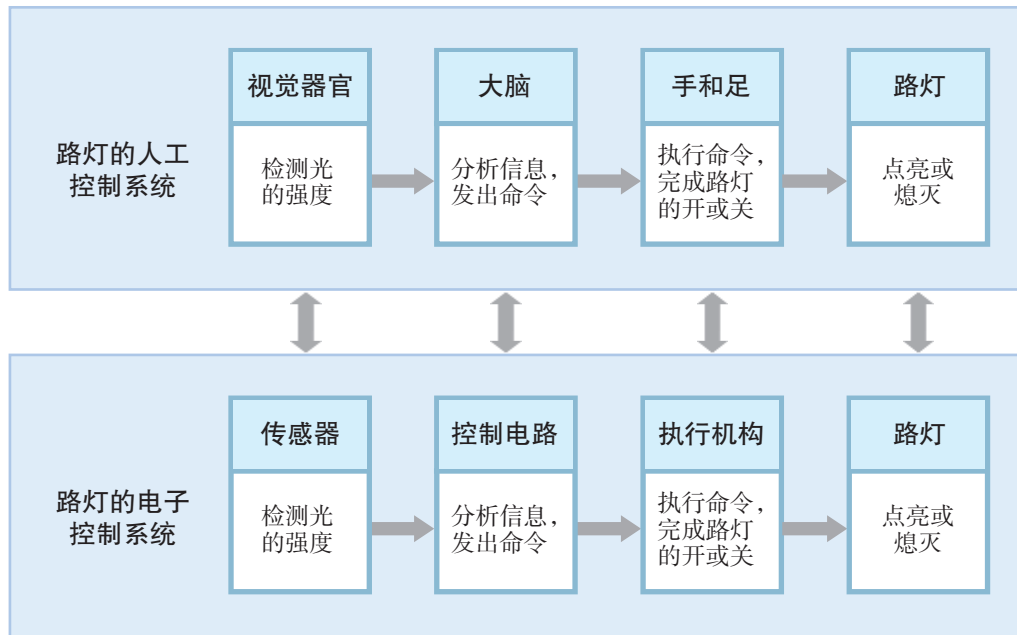


图2-32 两种路灯控制系统的方框图对照

从上图的对应关系中可以知道：

两个系统都是先进行信息的收集，然后经过对信息的分析、判断，发出命令，再执行命令，闭合或者断开电路从而达到控制的目的。两个系统虽然组成各不相同，但是各部分实现的功能十分相似。

电子控制系统一般由输入、控制（处理）和输出三个基本部分组成，其方框图如图2-33所示（其中箭头表示信息传递方向）。

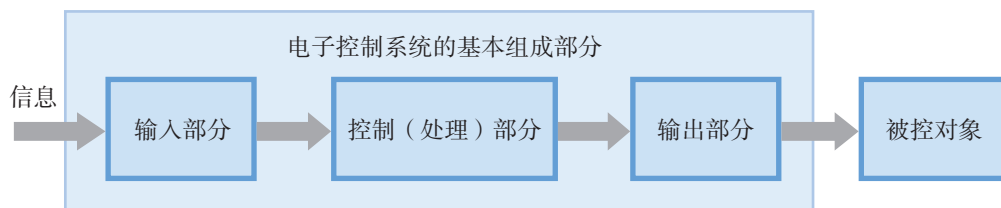


图2-33 电子控制系统的组成方框图

【输入部分】

输入部分通常由各种传感器组成，输入信息可以有各种形式，可以是作用力，也可以是温度、湿度、磁场、光照等环境参数的变化。

输入部分相当于人的五官和皮肤，能将采集的非电量变化转变为电量的变化。例如，手按动按钮开关，输入部分就把机械开关的通或断的非电量变化转变为电信号（电压或电流）的有或无的电量的变化。

【控制（处理）部分】

控制（处理）部分一般由具有各种控制功能的电子电路或微处理器组成。它的作用相当于人的大脑，能对输入的电信号进行比较、分析和处理，并发出指令。

【输出部分】

输出部分由电磁继电器、扬声器等多种执行器件组成。输出信号可以是位移，如电磁继电器中衔铁的运动，也可以是声音、光等，如扬声器中发出的音乐声。

输出部分的作用是执行控制（处理）部分的指令，进行某种操作，实现某种功能。

通过以上分析，我们可以将电子控制系统的工作过程用图2-34来表示。

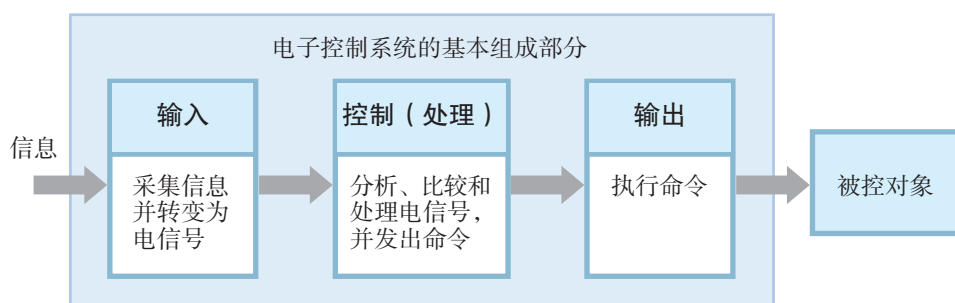


图2-34 电子控制系统的工作过程



分析下列电子控制系统的基本组成部分，并简要说明它们的工作过程。

电子控制系统名称	输入部分	控制（处理）部分	输出部分
红绿灯电子控制系统			
冰箱的温度控制系统			

机器人的控制系统由输入部分、控制（处理）部分、输出部分组成，三个部分相互配合形成机器人的有机整体。

输入部分：主要是传感器，包括触动传感器、声音传感器、超声波传感器等。传感器是机器人的感觉器官，可以帮助机器人感觉到外界环境中的变化量，从而转化成电路中的电信号。

控制（处理）部分：微处理器，如MCS-51芯片、Arduino电路板、ARM嵌入式处理器等，这是机器人的“大脑”。

输出部分：马达、灯、扬声器等。这是机器人的动作、表情“器官”。



案例分析

机器小猫的自动控制

这是一只可爱的机器小猫，它的眼睛是一个超声波传感器，肩膀上有两个红外传感器，超声波传感器和红外传感器可以帮助机器小猫“看”清前方是否有障碍。机器小猫的背上背着一个Arduino电路板，可以处理传感器传来的信息，并发出指令。机器小猫的脚是两个连接马达的轮子。

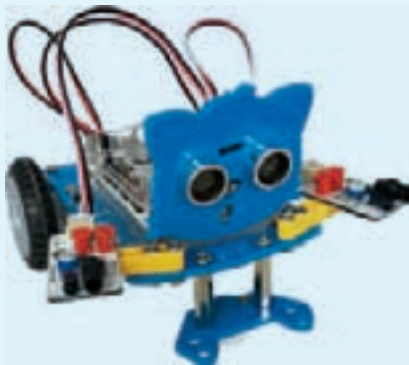


图2-35 机器小猫

讨论：这只机器小猫的输入部分、控制（处理）部分与输出部分分别是什么器件？



任务二 认识控制大脑——单片机

单片机在机器人的电子控制系统中充当着“大脑”。它的全称为“单片微型计算机”，在它的内部有一块只有人的指甲大小的超大规模集成电路芯片，是一台不带外部设备的微型控制器。单片机具有体积小、功耗低、成本低、结构简单、控制处理功能强等特点，广泛应用于工业控制、机器人、智能化仪器仪表、计算机网络及通信、智能武器等方面。日常生活中的数字电视机、自动洗衣机、空调、冰箱、高级智能玩具中也有各种各样的单片机。



图2-36 AT89C2051单片机外形



案例分析

洗衣机中的单片机

用洗衣机洗衣物，操作者只需要按一下按键，洗衣机就会自动执行程序，获得最佳的洗涤效果。启动洗衣机后，来自外部的信号被采集送到一个单片机中进行处理，单片机的存储器内写入了控制程序，所有信息在其中经数据处理后，单片机控制其他设备以决定当时最适合的水位、水流、洗涤强度、洗涤时间、漂洗次数和时间以及脱水时间等。



图2-37 洗衣机中的单片机

讨论：你觉得哪些生活用品中会有单片机？

■ 单片机基本组成与工作过程

单片机将中央处理器、存储器、输入/输出接口电路等集成在一块超大规模集成电路芯片上，具有完整的处理控制功能。

如图2-38所示是单片机的内部主要结构图。

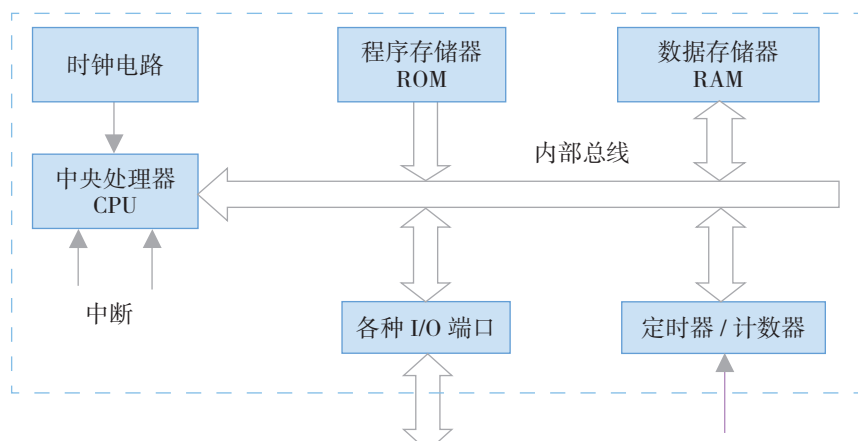


图2-38 单片机内部主要结构图

- 中央处理器CPU是单片机的核心部分，负责处理指令。
- 存储器相当于人的大脑的记忆细胞，它可分为两种：一种是随机存取存储器RAM（数据存储器），用于存放输入的数据与运算的结果，数据可读可写，掉电后将丢失；另一种是只读存储器ROM（程序存储器），用于存放单片机的应用程序指令，其内容一般是不可更改的，掉电后数据不丢失。
- 时钟电路主要产生单片机运行所需的时钟信号。
- I/O端口是单片机的输入/输出接口，其中I（input）表示输入，O（output）表示输出，它们负责信号的传送。
- 定时器/计数器为单片机进行精确的定时或外部事件的计数，就好像人做事时大脑要决定何时开始、何时结束、确定状态和知道事情做了多少等。
- 内部总线负责在芯片内传送各种数据与信号。

单片机的工作过程是CPU首先从ROM中提取指令，接着分析指令，然后执行指令，并送出处理结果。

思维碰撞

单片机的最大特点是体积小，在它只有人指甲大小的芯片上集成了大量电子元器件。而最早发明的计算机质量达 30 余吨，占地 150 多平方米。据报道，20 世纪 90 年代，全世界平均每人就有一片单片机。你认为单片机取得巨大发展的重要因素是什么？

马上行动

如图 2-39 所示，对照简易机器人控制电路主板的图示中标注的零部件及其名称，在主板实物上找到下列相应的零部件实物：

- (1) 控制电路主板上的电源输入插座、总电源开关、1号电动机插座；
- (2) 单片机、下载按钮、运行按钮。

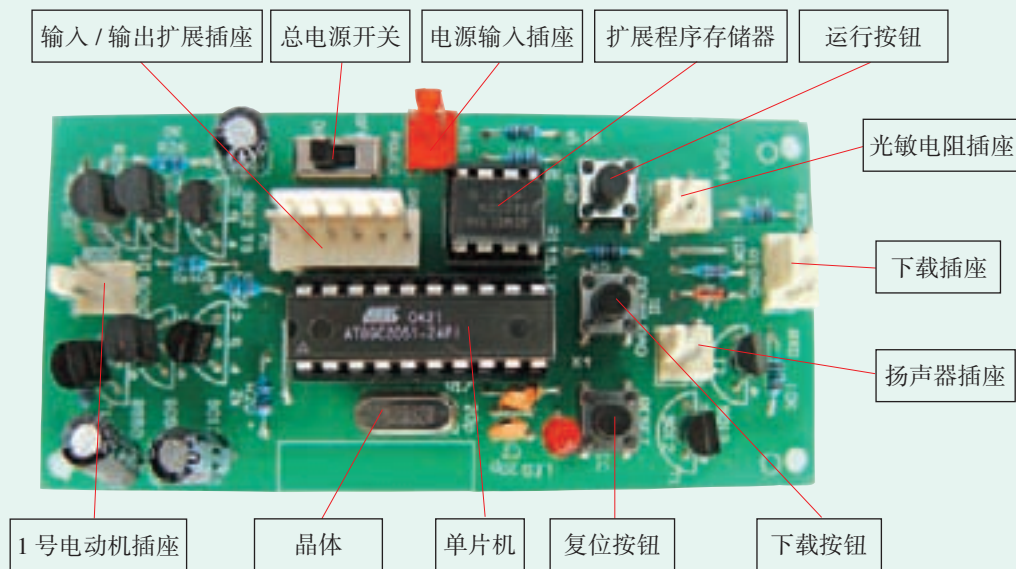


图 2-39 简易机器人控制电路主板

继电器是一种常见的执行器件。作为开关器件，它能实现用弱电（低电压、小电流）信号去控制强电（高电压、大电流）电路的接通与断开，起到以“小”控“大”的作用。

技术试验

用直流电磁继电器驱动电动机

试验目的：

了解直流电磁继电器驱动电动机的动作过程。

情境展示：

在当代社会生活的各领域，机器人发挥着巨大的作用，机器人在工作中往往需要较大的功率。

问题分析：

可以利用电子控制系统执行器件实现“以小控大”的功能，如电磁继电器等。

试验过程：

1. 通过直流电磁继电器结构图和实物之间的对照，认识继电器的结构和各部件名称，分清常闭触点和常开触点，辨别继电器的输入端和输出端。
2. 按图2-40所示完成电路搭接。

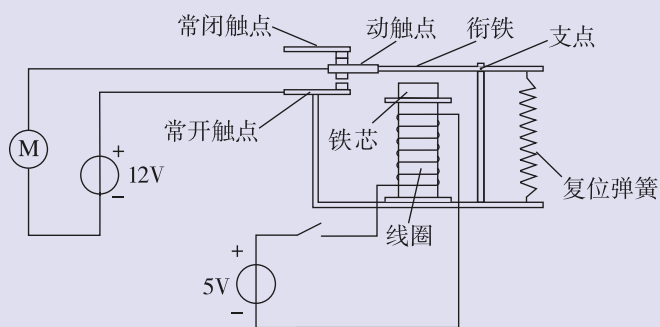


图2-40 直流电磁继电器结构图

3. 接通输入端电路，观察继电器中衔铁的动作和电动机的转动情况。

试验记录：

1. 当直流电磁继电器的输入电路开关接通时，衔铁_____，电动机_____。
2. 当直流电磁继电器的输入电路开关断开时，衔铁_____，电动机_____。

讨论：

1. 直流电磁继电器的工作过程和工作原理是什么？
2. 若输入电路的开关闭合时电动机不转动、开关断开时电动机转动，其原因是什么？



任务三 设计调试电子控制系统，让机械手动起来

下面以抓取机器人自动控制为例，介绍简单的自动控制系统的的设计、制作及调试的过程与方法。

1. 固定控制电路主板。

将控制电路主板（其中已储存使电动机正转和反转的程序）固定在机械手的平台上，如图2-41所示。

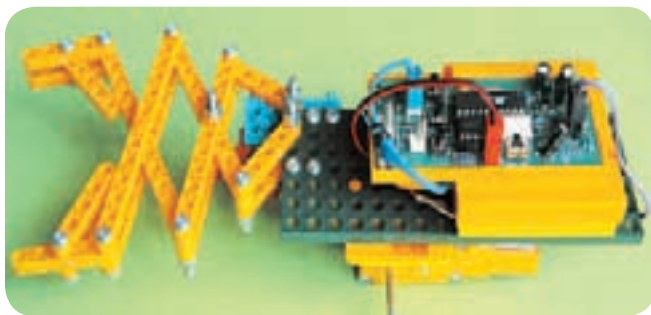


图2-41 固定控制电路主板

2. 连接电路。

将电池组的连接插头插在控制电路主板的电池插座上，将电动机的连接插头插入1号电动机插座上，如图2-42所示。

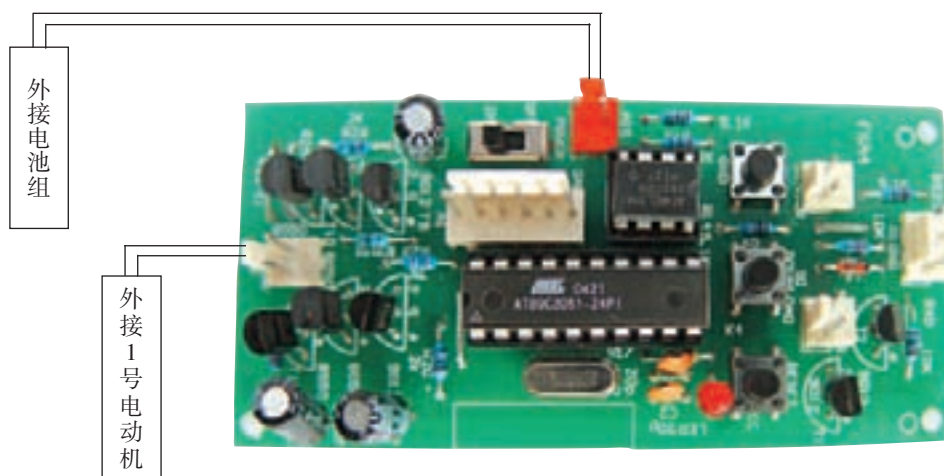


图2-42 控制电路主板实物图

3. 整机调试。

(1) 闭合电源开关，按下运行按钮，调试传动装置，使曲柄的转动与平行连杆的收缩和伸展动作相协调。

(2) 试验机械手能否实现自动夹取、释放一只乒乓球，如图2-43所示。



图2-43 整机调试



学习反思

要使电子控制系统流畅地工作，需要做好哪些工作？

练习

1. 将已装有相关程序的控制电路主板、光敏电阻、扬声器及电池组组成一个电子控制系统。按右图所示连接电路。

观察现象，并完成以下填空：

(1) 当手电筒照射光敏电阻时，扬声器_____。

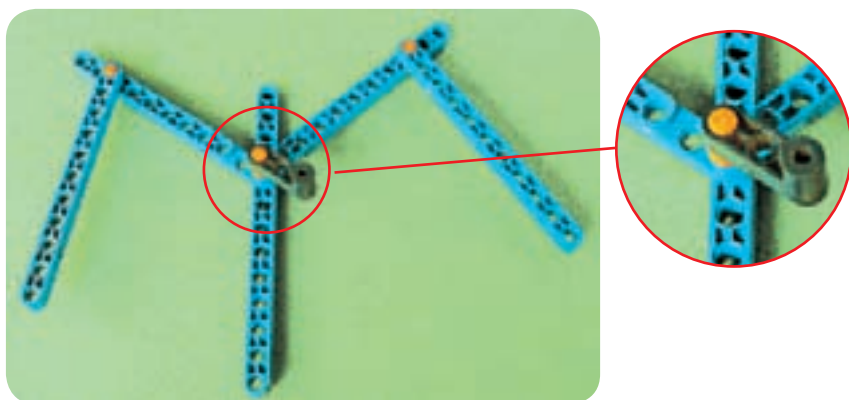
(2) 若手电筒关闭，扬声器_____。

(3) 在上述电子控制系统中，输入部分是_____；控制（处理）部分是_____；输出部分是_____。

2. 利用电动机、齿轮箱、塑料散件和电池等，按照下列图示，完成爬行机器人机械结构部分的制作。接通电源，让它爬起来。



(第1题图)



腿部的连接



腿与机身的连接

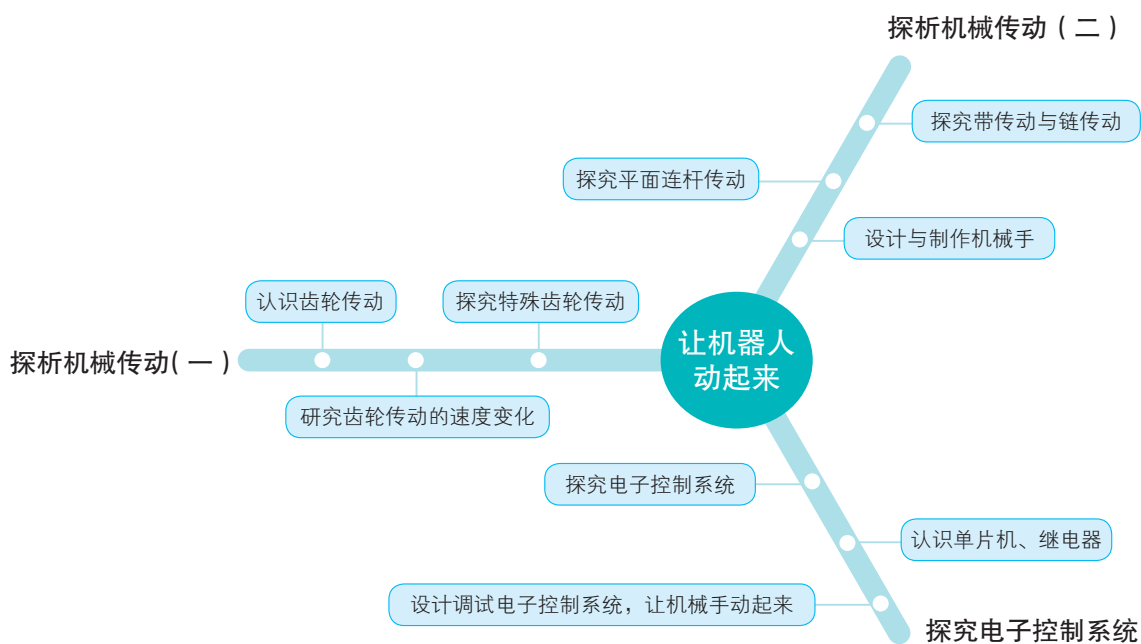


电动机齿轮箱与机身的安装

(第2题图)



本章小结

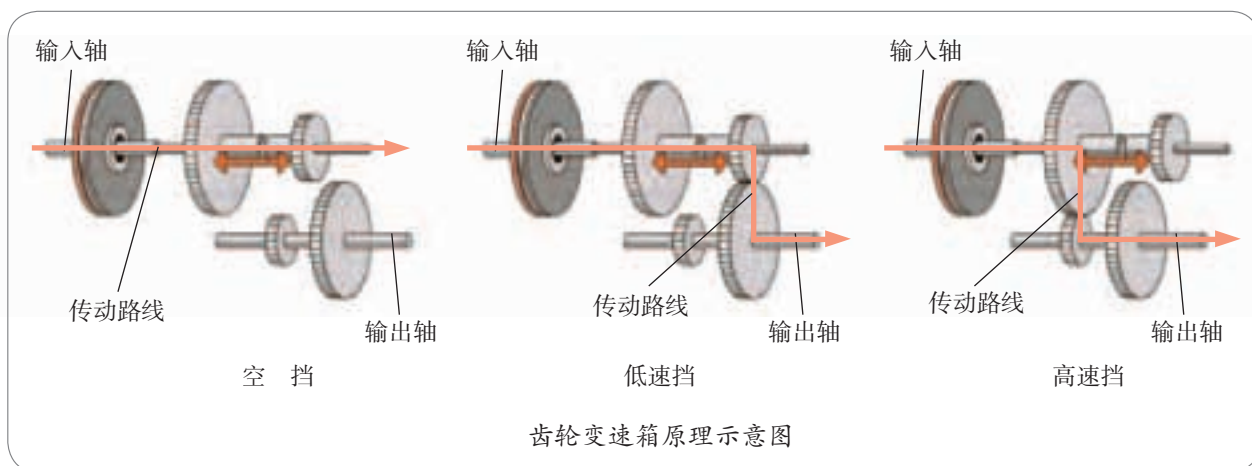


综合实践

1. 除了机械传动装置外，常见的还有气压传动装置和液压传动装置，它们的应用也很广泛。注意观察你生活中看到的各种机械，识别其中哪些机械中使用了气压（或液压）传动装置。

2. 齿轮变速箱广泛地应用在汽车等交通工具中，它可以方便地改变汽车的行驶速度。

下图是一组齿轮变速箱原理示意图，根据图示说明空挡、高速挡、低速挡的变速原理。



第二章

学习评价

评价内容	达成情况		
	优良	合格	不合格
认识齿轮传动，能计算简单齿轮传动比（TA、ET）			
能按照装配图样安装和调试简单的齿轮组装置（ET、TD、CM）			
了解带、链传动和常见连杆传动的特点，能选择设计传动机械，设计制作简单的连杆装置（ET、ID、CM）			
能归纳出常见机械传动的优缺点，了解自由度的概念（ET）			
掌握机器人机械结构的初步设计方法（ID、TD、CM）			
知道电子控制系统的基本组成（TA、ET）			
能描述单片机的作用和工作原理（ET）			
能描述继电器的结构和工作原理，并能掌握简单的使用方法（ET）			
能说出机器人控制系统的基本组成（TA、ET）			
说明 TA——技术意识，ET——工程思维，ID——创新设计，TD——图样表达，CM——物化能力			

在平台中完成自我测试	
测试成绩	
存在的主要问题	



第三章 让机器人聪明起来

- 一 初探生活中的传感器
- 二 探索常见传感器分辨环境的奥秘
- 三 设计与制作自动识别环境机器人

对环境的适应性是人的重要特征，让机器人自动适应环境是机器人设计与制作的追求。适应环境的首要问题就是对环境有“感知”能力，传感器能帮助机器人获取外部信息，使机器人像人一样具有“感觉”。

东汉张衡发明的地动仪是世界上第一台观测和报告地震的仪器。据《后汉书》记载，地动仪是用青铜制成的，仪体外铸有“山龟鸟兽”，内有根铜“都柱”，都柱旁边有滑道，连接龙头，龙头含有铜球。地震时龙头打开，铜球落入下面蟾蜍口中，根据落球方位，便可知地震发生的方向。史书记载“验之以事，合契若神”，可测千里之外的地震。

一、初探生活中的传感器

- 任务一 认识生活中的传感器
- 任务二 领略传感器的本领

学习目标

1. 辨别出生活中的传感器，并能列举出一些常见的传感器。
2. 理解感应水龙头的工作原理。
3. 理解传感器在闭环控制系统中的作用。

走进情境

罗博想，自己设计的机器人应该能将物品准确地送到爷爷奶奶需要的地方。在家庭环境中，前面设计制作的移动平台可以帮助机器人行走，要能准确地走到预定位置，机器人还需要能够“感知”环境。

任务一 认识生活中的传感器

随着技术的发展，人们生活越来越方便，很多原来必须要人去判断的事情，现在已经不需要人了。例如，人一走近银行的玻璃门，玻璃门就自动开启，还会说“欢迎光临”；驾驶员坐在驾驶位上不系安全带，汽车自己就能判断并且发出报警提示音；汽车进停车场时不需要取卡了，车刚驶入，停车场的道闸杆就自动抬起……



图3-1 银行的自动门



图3-2 停车场的自动检测门

技术体验

楼道声控灯的控制过程

体验目的：
体验传感器在生活中的应用。

情境展示：
罗博家所在的小区夜晚楼道比较黑，晚自习回家时很难找到楼道灯的开关，罗博感到很不方便。

问题分析：

罗博想到，如果可以通过感应人发出的声音来使楼道灯发光，就可以解决这个问题了，声音传感器可以做到这一点。

活动准备：

面包板一块，连接线若干，电池盒一个，三极管S9013两个，LED灯一个，1 μ F电容一个，拾音头一个，阻值为22 k Ω 电阻两个，阻值为10 k Ω 电阻、1 M Ω 电阻各一个。

主要过程：

1. 将电子元器件按照如图3-3所示的电路图插好，搭接完成声控灯模型，如图3-4所示。
2. 在声音传感器前拍手，观察LED灯的变化。

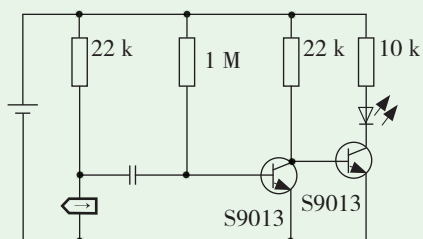


图3-3 声控灯电路图

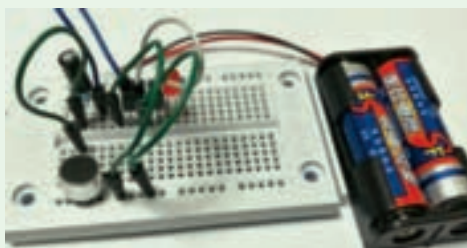


图3-4 声控灯模型

讨论：你见过楼道中的灯还有哪些控制方式？它们当中主要的元器件是什么？

传感器是能够采集和检测外界环境中非电量变化的信号，并把它转换成为电信号的元器件。随着技术的发展以及物联网的建设，传感器越来越多地运用到我们的生活中。

案例分析

自动感应水龙头中的传感器

有些水龙头不需要用手拧开关，手一靠近水龙头，就有水自动流出。这种感应水龙头采用红外感应，当手伸进感应区，水龙头就自动出水，手离开感应区即关闭水龙头。水龙头的开关由感应器控制自动完成，人无须接触水龙头。这在公共场所（如商场、医院等地）应用就可以有效避免细菌交叉感染。同时水龙头由微电脑控制，可以设置1 min超时停水功能，这样可以有效节水。



图3-5 感应水龙头



图3-6 自动感应控制水龙头控制示意图

讨论：在你的生活环境中，还有哪些场合使用传感器？它们是怎么工作的？



任务二 领略传感器的本领

在工业革命之前的生产中，人的感觉器官基本可以满足生产对周围环境的感知与识别。在现代生产中，人们需要面对各种恶劣环境，比如有毒环境、高温高压环境、低温低压环境等。各种对应人的感觉功能的传感器在现代工业中正大显身手，甚至有的传感器已经远远超出人的感知能力，向更高精度方向发展。如利用传感器对声音、震动等的细微观测，可以使人们及时获取信息、发现问题并及时解决问题。



案例分析

数控机床怎样检测刀具的磨损程度

数控机床加工工件时，对工件尺寸的精度和表面的粗糙程度有严格要求。刀具是决定加工精度的一个重要的设备。刀具在使用中会有磨损，磨损到一定的程度就会影响精度。当刀具磨损时，机床主轴电动机的负荷增大，电动机的电流和电压就会变化，功率就会随之改变。霍尔传感器可以检测到这种功率的变化。当这种变化达到一定程度时，系统发出报警信号，提示更换刀具。这样可以保证加工的精度。





图3-7 数控机床

讨论：霍尔传感器可以检测磁场及其变化，生活中还有哪些地方可以利用霍尔传感器？

传感器种类非常多，以下是一些常见的传感器。

传感器名称	实物图	功能
光敏传感器		检测光照度强弱变化
声敏传感器		检测声音强度的变化
气敏传感器		检测有无某种气体
湿敏传感器		检测环境的干湿度
热敏传感器		检测温度的变化

(续表)

传感器名称	实物图	功能
磁敏传感器		检测有无磁场的存在
接触传感器		检测物体之间是否有接触

拓展阅读

机器人的“电子鼻”

用现代技术制造的“电子鼻”，其嗅觉灵敏度已经超过人的嗅觉。

人能够嗅出物质的气味，分辨出周围物质的化学成分，这是由人上鼻道的黏膜部分实现的。在这个只有5 cm²面积的区域内，分布了500万个嗅觉细胞。嗅觉细胞受到物质的刺激，产生神经脉冲输送到大脑，就产生了嗅觉。人的鼻子相当于一部十分精密的气体分析仪。

现在已经研制成功了一种由气敏传感器等组成的电子气体分析系统。它不仅能“嗅”出丙酮、氯仿等40多种气体，还能“嗅”出人闻不出来的但可以导致人死亡的一氧化碳气体。它有一个由二氧化锡、氯化钨等物质烧结而成的气敏传感器（相当于鼻黏膜）。当它遇到某些种类的气体时，其电阻发生变化，这样就可以通过电子线路作出相应的显示，用光或声音报警。同时，用这种电子气体分析系统还可以查出地下管道的漏气位置、检测毒气、分析宇宙飞船座舱里的气体成分和监察环境等。

由于电子气体分析系统的原理和显示都与传感器等电子技术有关，所以人们把它叫作“电子鼻”。把“电子鼻”和计算机组合起来，就可以构成机器人精密的嗅觉系统。

学习反思

还有哪些人或动物的感觉可以由传感器来模拟？

练习

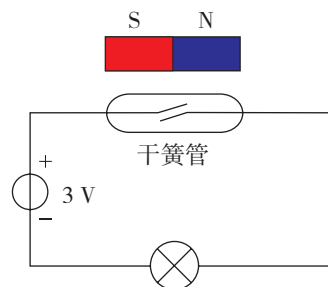
1. 用干簧管、小灯泡和电池等元器件搭建右图所示电路。

(1) 当磁铁靠近干簧管时，小灯泡发生什么变化？

(2) 当磁铁远离干簧管时，小灯泡又发生什么变化？

仔细观察磁铁与干簧管间的距离变化对干簧管中两根簧片的作用，说明环境的信息对干簧管的影响。

2. 寻找一个生活中利用传感器控制的装置，说出它给我们带来哪些方便，试着用文字阐述它的原理。



(第1题图)

二、探索常见传感器 分辨环境的奥秘

- 任务一 探究触碰传感器的原理
- 任务二 探究光电传感器的原理
- 任务三 探究其他常见传感器的原理

学习目标

1. 通过技术体验活动，阐述常见传感器工作原理。
2. 理解传感器在机器人控制系统中的作用。

走进情境

罗博希望自己设计的服务机器人能绕开障碍物，能分辨颜色。对于如何实现这些功能，他感到有些困惑。为此，他请教老师，老师让他去研究一些常用的传感器，看看能否利用这些传感器来解决问题。

任务一 探究触碰传感器的原理

触碰传感器可以简单地看作一个触碰开关，如图3-8所示。当按钮按下，电路导通；当按钮抬起，电路断开。触碰传感器在程序中只有两个返回值：0 和 1。

触碰传感器的内部结构如图3-9所示。

- (1) 当压杆与外界物体不接触时，簧片接通1脚与3脚，这对触点称为常闭触点。
- (2) 当压杆受外界物体触压时，压下簧片，接通2脚与3脚，这对触点称为常开触点。



图3-8 触碰传感器外观

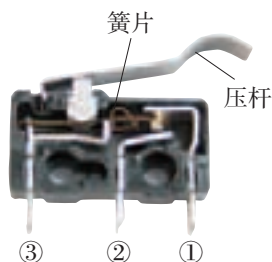


图3-9 触碰传感器内部结构

马上行动

请用小灯泡、电池组 and 触碰传感器设计一个电路，如图3-10所示，完成下列任务：

- (1) 压杆未受压力时，小灯泡点亮。
- (2) 压杆受到压力时，小灯泡熄灭。

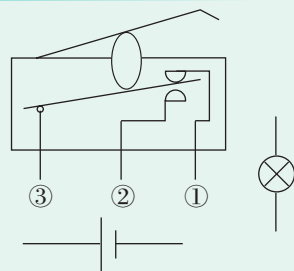


图3-10 触碰传感器电路图

案例分析

遥控器中的触碰传感器

电视遥控器的每一个按键都可以看成一个触碰传感器。拆开遥控器后，看到按键橡胶键盘结构与电路板是分离的，每个按键在电路板对应的位置上是不闭合的线圈。按键后有一黑色的柱状物接触点，这个是导电硅橡胶。当按下按键，导电硅橡胶将键盘线圈闭合，电路导通，给出一个电信号。



图3-11 按键橡胶键盘结构



图3-12 遥控器电路板

讨论：你还在哪些地方见过按键式的触碰感应器？

拓展阅读

手机触摸屏

手机触摸屏为手机的人机交互带来了极大的方便，触摸屏也是触摸传感器。触摸屏感应人手指触摸位置的技术方法有很多种，有一种触摸屏是电容屏。

电容屏是一块四层复合玻璃屏，玻璃屏的内表面和夹层各涂一层氧化铟锡（俗称ITO），最外层是只有0.001 5 mm厚的砂土玻璃保护层，ITO涂层作工作面，四个角引出四个电极，内层ITO涂层为屏层以保证工作环境。

当用户触摸电容屏时，人体电场、用户手指和工作面形成一个耦合电容，因为工作面上接有高频信号，于是手指吸收走一个很小的电流，这个电流分别从屏的四个角上的电极中流出，且理论上流经四个电极的电流与手指到四角的距离成比例，控制器通过对四个电流比例的精密计算，得出触摸位置。



图3-13 手机触摸屏

任务二 探究光电传感器的原理

光敏电阻是可以感应光的强弱的元器件，是用硫化镉或硒化镉等半导体材料制成的特殊电阻器。



技术体验

测量光敏电阻的阻值

试验目的：

测量不同条件下光敏电阻的阻值。

情境展示：

罗博在物理课上学过光敏电阻的知识，光敏电阻就是一个电阻值受光照强度影响的元器件，那么该如何研究某光敏电阻的特性呢？

问题分析：

不同光照条件下，光敏电阻的阻值不同。用多用电表测量不同光照条件下光敏电阻的阻值，可以了解光敏电阻的特性。

试验准备：

光敏电阻1个、多用电表1个、黑色纸片1张。

试验过程：

1. 将多用电表调到电阻“ $\times 10\text{ k}\Omega$ ”挡。
2. 用一黑纸片将光敏电阻的透光窗口遮住，用多用电表的两个表笔搭接光敏电阻的两端，观察并记录光敏电阻的阻值。
3. 拿掉黑纸片，将一光源对准光敏电阻的透光窗口，用多用电表的两个表笔搭接光敏电阻的两端，观察并记录光敏电阻的阻值。

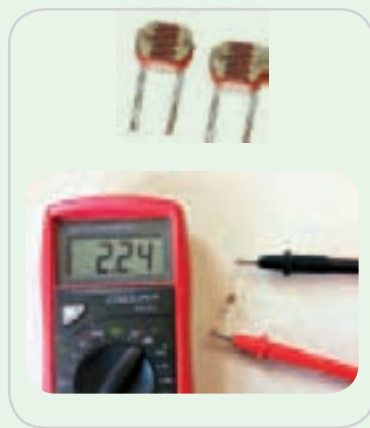


图3-14 光敏电阻的阻值测量

	无光照	有光照
光敏电阻阻值		

讨论：从实验的结果可以得出什么结论？

光电传感器是一种可以识别外界光照强度变化的设备。它是一个将红外发光管和红外接收管组合在一起的传感器。发光管发出红外线，接收管接收物体表面反射回来的光。由于物体表面不同颜色反射光的能力不一样，接收到的反射光就不一样，经过光反射传感器的驱动板转化成不同的电信号，最后让机器人做出不同的反应。这样的光电传感器一般能够区分黑白灰度。



图3-15 光电传感器板

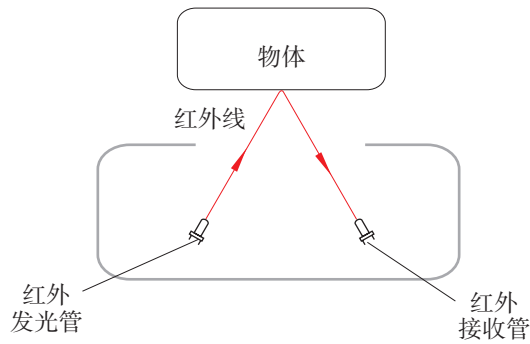


图3-16 光电传感器工作示意图

拓展阅读

R（红）、G（绿）、B（蓝）三种颜色称为三基色，这三种颜色以不同比例混合得到自然界的绝大部分颜色。

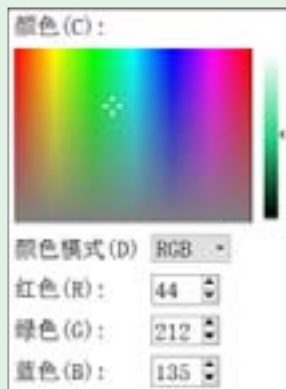
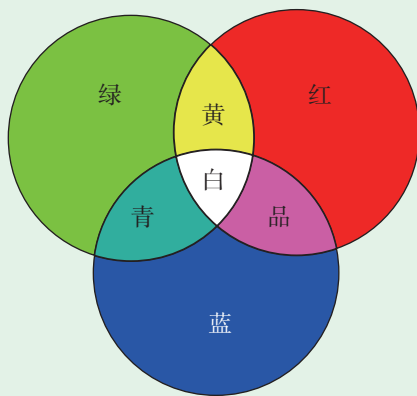


图3-17 电脑中的调色板

光从物体表面反射后，通过三基色的滤光片，分析出光中的红、绿、蓝三种颜色的值，从而得出是哪一种颜色。根据这样的原理可以设计出颜色传感器。

任务三 探究其他常见传感器的原理

超声波传感器

蝙蝠、海豚等生物能发出超声波并靠回声定位来判断目标的远近、方向、位置、形状甚至物体的性质。

超声波是一种频率高于20 kHz的声波，它在15℃的空气中的传播速度是340 m/s。超声波

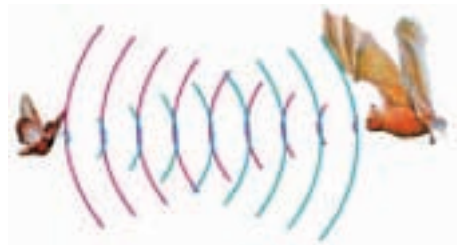


图3-18 蝙蝠的回声定位

测距传感器一般包括超声波发射器、接收器与控制电路。超声波发射器发射超声波后不断检测超声波发射后遇到障碍物所反射的回波，从而测出发射和接收回波的时间差，然后求出距离。



图3-19 超声波传感器



在 15 ℃ 的常温空气中，机器人身上装有超声波传感器，检测前方障碍物。超声波传感器发射与接收超声波的时间差为 0.6 ms，由此可以得出障碍物离机器人的距离是多少？

温度传感器

人们可以感受到环境中的温度是高还是低。温度传感器能够感受到温度变化，并且能够输出不同电信号。



电水壶中的温度传感器

家用水壶在水烧开后会自动断开电源开关，是因为它的内部有一个温度传感器。这种温度传感器是一种用双金属片制作的热敏器件。这两片金属片具有不同的膨胀系数，随着温度的变化，两片金属片膨胀的程度产生差异，引起双金属片弯曲。温度较低时，它朝一个方向弯曲；加热后，水温上升，当温度达到规定值时，它就朝另一个方向弯曲，将电路断开，停止加热。



图3-20 电水壶

讨论：温度传感器在很多方面都有应用，如果利用它来关爱和帮助老人，你可以怎么设计？

给机器人安装上传感器，构成一个由输入、控制、输出和检测等部分组成的闭环控制系统。在执行任务过程中，传感器不断检测周围环境的非电量信息，并将其转变为电信号，再反馈给单片机进行加工处理，然后由单片机发出指令给执行机构，使机器人能够采取各种措施来适应环境，从而更好地完成任务。

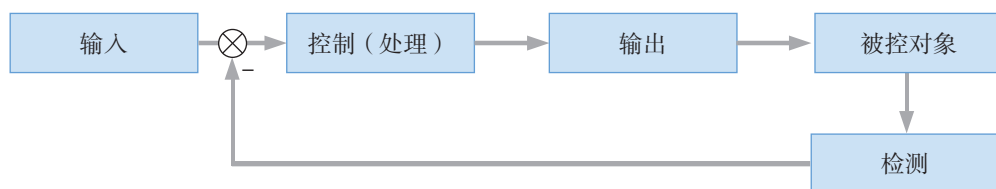


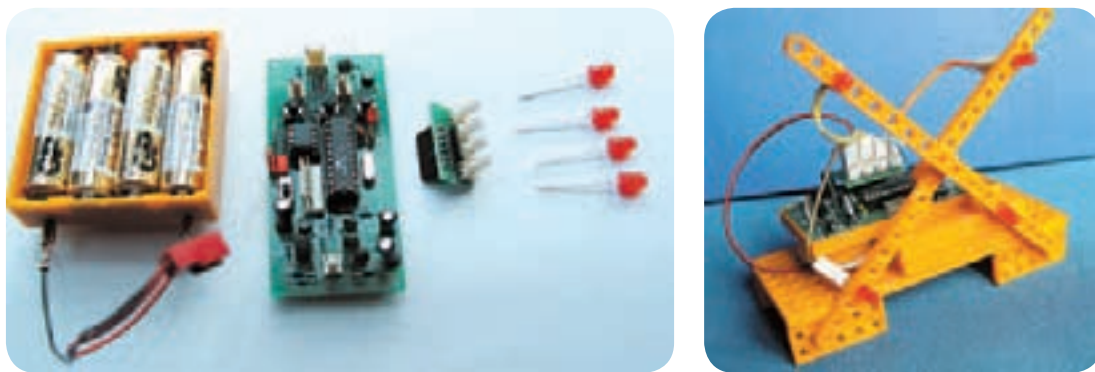
图3-21 自动适应环境机器人的闭环控制系统

学习反思

除了上述传感器外，你还知道哪些传感器？它们有什么作用？分别应用在什么地方？

练习

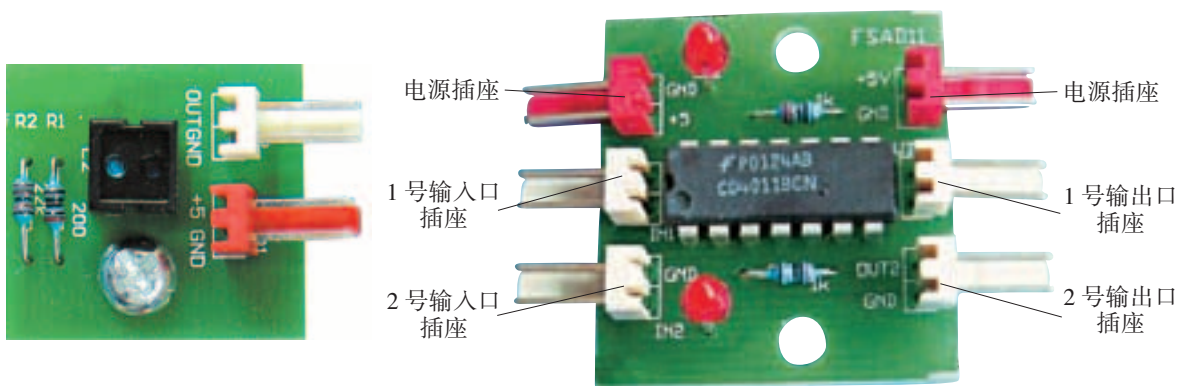
1. 利用下列器材：已储存发光二极管轮流发光控制程序的单片机控制电路板1块、发光二极管板1块、6V电源1组、发光二极管4个等，搭接1个发光二极管轮流闪光的电路。



(第1题图)

2. 将下面的光电传感器安装在驱动板上，驱动板安装到第1题的控制电路板的输入输出扩展槽上，接好蜂鸣器，利用遮光板遮挡光反射传感器，得到如下的实验结果。（程序已经预下载好。）

- (1) 在“夜幕”降临时，蜂鸣器发出声音。
- (2) 当“黎明”到来时，蜂鸣器停止发声。



(第2题图)

三、设计与制作自动识别环境机器人

- 任务一 设计程序流程
- 任务二 设计循线走机器人

学习目标

1. 能理解并描述出机器语言在机器人设计中的作用。
2. 区分理解程序语言的三个结构。
3. 设计制作识别环境的机器人。

走进情境

罗博在老师的指导下研究了各种传感器的功能，对制作服务机器人有了一定的心得。不过，机器人只有躯干，还无法完成为爷爷奶奶服务的工作，还需要能够让机器人变聪明的“大脑”。

传感器可以帮助机器人识别环境中的变化量，但是只有传感器还不行，机器人还需要有智慧。这个智慧从哪里来？需要人们去教它。人与机器人之间交流需要语言。

自古以来，人们通过语言来传递信息、发布指示。在现代社会中，语言越来越丰富。针对机器人，人们创造了各式各样的“语言”，这些“语言”是程序员与机器人交流的工具。要让机器人“知道”将完成什么任务，需要用编程语言“告诉”它。控制器、传感器、执行器组成了机器人的硬件，有了用语言编写的程序，机器人硬件才能协调工作，才能变聪明。

计算机语言经历了三个发展阶段，分别是机器语言、汇编语言与高级语言。目前比较流行的机器人编程语言有图形化语言和C语言等。



图3-22 口头语言与程序语言

小辞典

机器语言、汇编语言与高级语言

任何信息在计算机内部都是采用由0、1组合起来的二进制代码表示的。

机器语言是用二进制代码表示的计算机可以直接识别和执行的一种机器指令的集合。机器语言执行速度最快，但是可读性差，不利于推广。

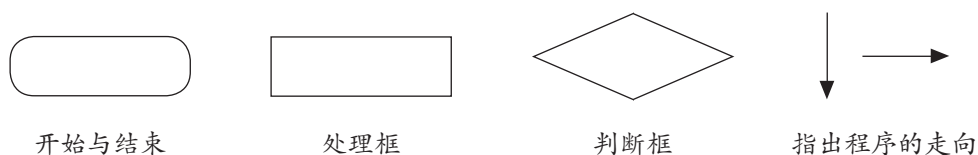
汇编语言是一种将二进制的机器语言通过助记符的方式让人可以更方便地编写并检查的指令的集合，是一种低级语言。汇编语言改善了机器语言的可读性和记忆性，但是仍不够方便。

高级语言是在低级语言的基础上发展而来的，它采用接近人类自然语言的单词和符号来表示一组低级语言程序，具有易学易用，通用性强等优点。

任务一 设计程序流程

机器人程序设计包括流程设计、程序设计语言编写、程序电写入（烧结）与运行调试四个主要阶段。

在流程设计阶段，可以用程序流程图反映任务方案中各部分的逻辑关系与程序结构。这便于具体程序的编写、分析与错误检查。其常用符号及代表的含义如下：



顺序流程

最基本的流程是顺序流程，它按从上到下的次序执行。“A操作”执行完后执行“B操作”，再执行“C操作”，如图3-23所示。

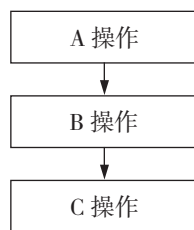


图3-23 顺序流程



使控制电路主板上的指示灯实现如下任务：灯亮，延时 1 s，灯灭。画出流程图。

分支结构

分支也叫条件判断，程序先执行条件判断，根据判断的结果是否满足预定条件，再选择要执行的程序，如图3-24所示。

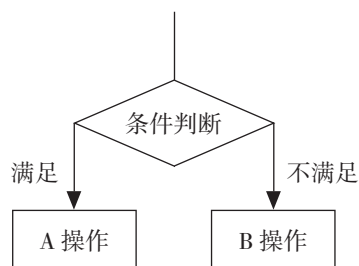


图3-24 分支结构



使控制电路主板上的指示灯实现如下任务：如果环境光小于设定值，路灯打开；如果环境光大于设定值，路灯关闭。画出流程图。

分支程序经常结合循环程序编写。

循环结构

程序的循环包括永远循环、计次循环、条件循环。循环流程是一种重复执行某

些动作过程的结构，如图3-25所示。

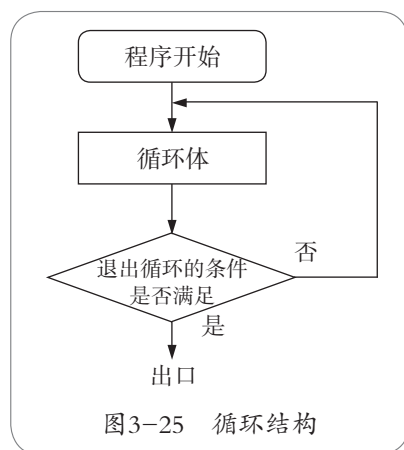


图3-25 循环结构



技术提示

让机器人完成比较复杂的任务时，程序设计就会遇到条件判断、重复动作等情况，这一般要使用循环流程。

机器人在一组动作过程完成后要进行判断，当未完成指定循环次数或不满足其他判断条件时，程序应重新回到动作执行程序的开始处。只有达到循环次数或满足判断条件时才能跳出循环。



马上行动

设计程序，要求：电机正转1s；停机1s；电机反转1s。此过程循环3次。画出流程图。



任务二 设计循线走机器人

为了照顾老人，为老人完成某项确定的任务，移动平台机器人不能漫无目的地走动，要能够沿着规定的路线行驶。

如图3-26所示，设计与制作一个能沿着黑色环形跑道线行进的小车，要经历结构设计分析和算法分析与研究。

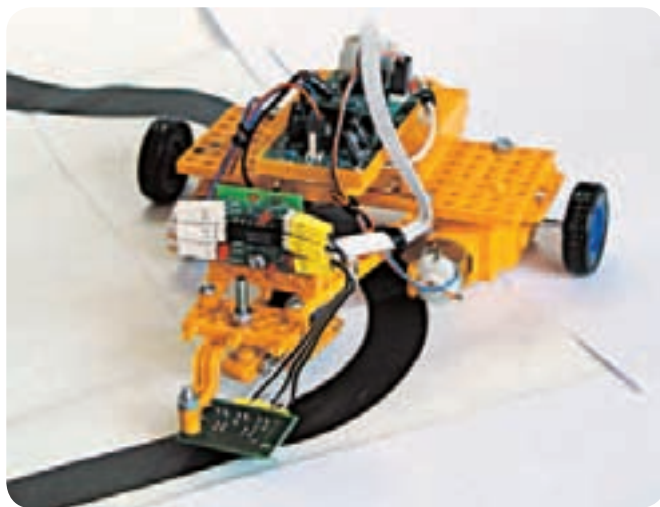


图3-26 三轮小车沿黑线行进

结构设计分析

1. 利用塑料件搭建一个三轮小车，前轮安装一个万向轮，后轮采用双电动机驱动，如图3-27所示。

2. 小车前方安装两个光电传感器采集小车的位置信息。

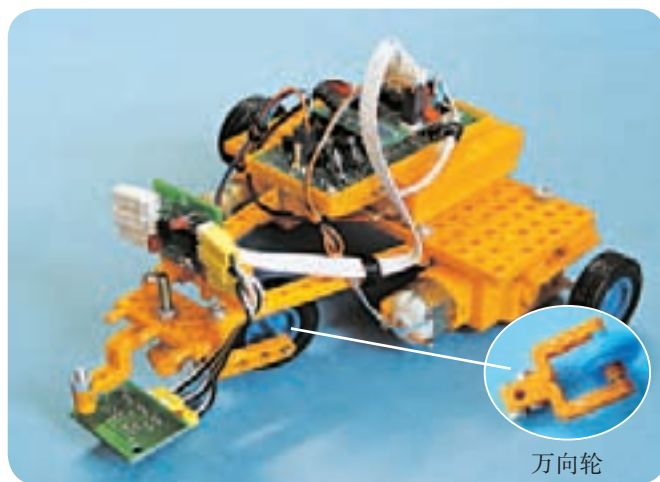


图3-27 三轮小车前轮采用万向轮



将光电传感器固定在机器人的一定高度，检测黑色和白色的值，并记录下来。

黑值	白值	中间值

讨论：机器人怎么区分黑色与白色？

在测试时发现，黑、白值由于受到环境光的影响，并不是一个固定值，会有波动。可以计算出黑、白中间值 m ，大于中间值认为是白色，小于中间值认为是黑色。

算法分析与研究

机器人边走边“观察”地面的情况，“看”着黑线前进。由于线不是直的，小车一定会偏离黑线，“看”到白色，小车想再拐回到黑线，但是由于机器人并不知道现在它“看”到的白色在黑线的左边还是右边，就不知道应该向左拐回黑线，还是向右拐回黑线。

为了确定机器人在偏离黑线时知道是向哪边偏，可以采取以下方案：当“看”到黑线时，就故意让车子向一边拐弯（如右拐），“看”到白色就可以拐回黑色（如左拐）。

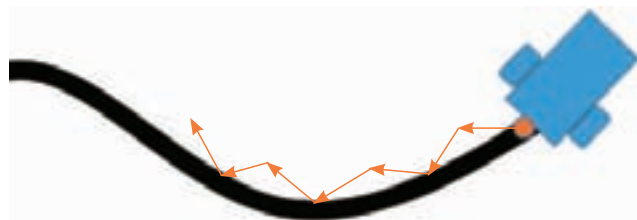


图3-28 循线走算法分析

1. 设计小车的工作流程图如图3-29所示。

2. 根据流程图编写图形化语言程序，并写入控制电路主板。

3. 试运行后，对设计方案进行调整和优化。

上面的方案中，机器人小车车头摆动较大，小车走的是S形路线。

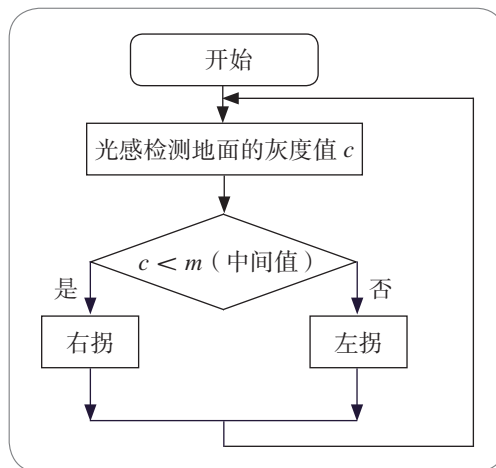


图3-29 小车的工作流程图

方案优化

光感可以将物体表面的灰度用不同的值反映出来，如果测量黑色的值是 a ，白色的值是 b ，黑、白中间值 m 就是光感一半在黑色部分，一半在白色部分，即黑色与白色的分界线的检测值。光感检测值 c 与中间值 m 的差值与光感偏离分界线的距离有关。 c 越大，说明光感越偏向黑白分界线白色部分； c 越小，说明光感越偏向黑白分界线黑色部分。将光感检测值 c 与黑、白中间值 m 之间的差值跟机器人左、右电动机速度差进行关联，机器人将会几乎沿黑白分界线走。



学习反思

触动传感器、超声波传感器都可以感受到前方障碍物，可以怎样利用这两个传感器以提高机器人移动的智能性？



练习

1. 对第44页中的爬行机器人进行改进设计与制作，使之成为能完成下列任务的机器人：

当爬行机器人“碰壁”时，能自动退回来，且改变运动方向继续爬行。

设计时，要尽可能地考虑多种方案。



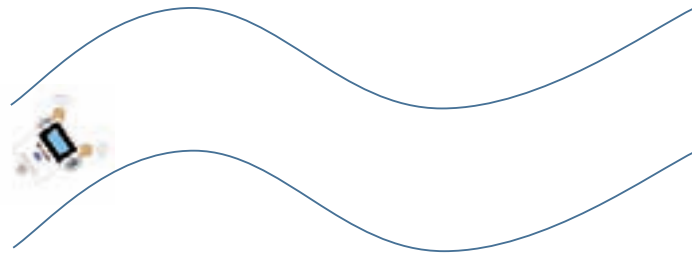
爬行机器人



爬行机器人中的接触传感器

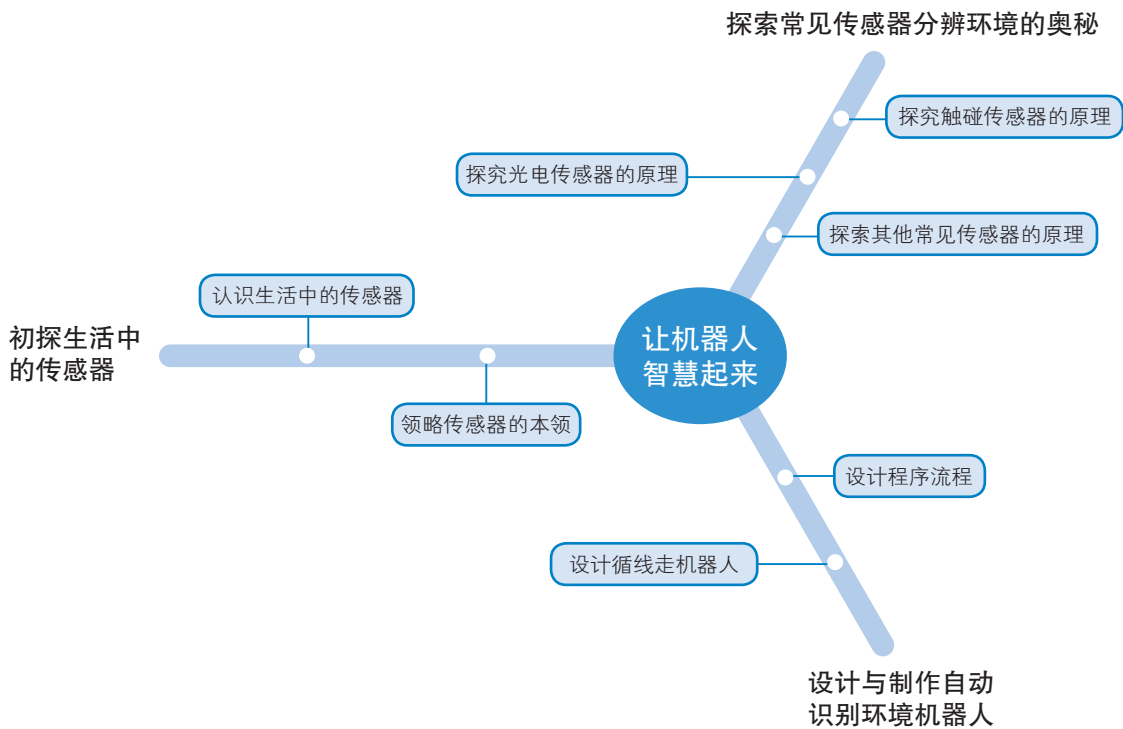
(第1题图)

2. 超声波传感器可以检测机器人离障碍物的距离，设计一个装有两个超声波传感器的机器人，完成机器人走过一段弯曲隧道的任务。



(第2题图)

本章小结



综合实践

现实生活环境比较复杂，在机器人行走过程中，单一传感器的能力有限，可能会出现“观察”死角。光感、触动传感器、超声波传感器等都可以为机器人识别环境提供帮助。设计一个机器人结构，给机器人安装尽量多的传感器，并编写程序以提高机器人的辨别能力。

第三章

学习评价

评价内容	达成情况		
	优良	合格	不合格
能辨别出生活中的传感器，理解传感器在闭环控制系统中的作用（TA、ET）			
能说明常见传感器的工作原理（TA、ET）			
知道传感器在机器人控制系统中的作用（TA）			
能说出机器语言在机器人设计中的作用，区分程序语言的三个结构（TA、ET）			
能设计并制作识别环境的机器人（ET、ID、CM）			
说明 TA——技术意识，ET——工程思维，ID——创新设计，TD——图样表达，CM——物化能力			

在平台中完成自我测试	
测试成绩	
存在的主要问题	



第四章

设计制作服务机器人

- 一 设计制作分拣搬运机器人
- 二 设计制作倒水机器人

人工智能的概念自1956年在达特茅斯会议上被提出以来，经历了几十年的发展。近年来，云计算、大数据、脑科学、认知科学技术等的综合发展，给人工智能创造了极好的发展环境和条件。人机大战、人脸识别、语音识别、智能搜索、机器人等领域纷纷出现了具有划时代意义里程碑式的人工智能成果。

在多个社会行业领域中，人工智能也取得了非常成功的应用。阿尔法围棋（AlphaGo）与中日韩数十位围棋高手进行快棋对决，连续60局无一败绩；人们通过脸部识别取代了传统密码支付认证，开启了“刷脸支付”时代的大门。新一轮人工智能科技创新发展的高潮已然到来，人工智能的挑战问题摆在面前。让我们在迎接挑战的同时，领略简易机器人制作带给我们的惊喜。

一、设计制作分拣搬运机器人



学习目标

- 任务一 明确设计要求并分析设计任务
- 任务二 设计分拣搬运机器人软硬件方案
- 任务三 调试分拣搬运机器人整机运行状态

1. 经历设计和制作简易机器人的过程，更加深入了解控制器的开发过程。
2. 通过让分拣搬运机器人完成复杂任务的实践，体验机械、电子等硬件和软件之间的联系，并能完成程序调试和程序下载。
3. 能根据不同的功能要求，选择、安装与调试传感器。



走进情境

通过学习，罗博对机器人的设计与制作有了一定了解，当他开始着手设计服务机器人时，却感到不知从何入手。老师告诉他，想要设计一个机器人，首先要明确设计要求，即先明确让机器人完成哪些工作；再针对需要达到的目的，设计、安装、调试机器人的软、硬件；最后进行整机调试、运行。这样才能制作出想要的机器人。罗博听后，随即开始了设计过程。



任务一 明确设计要求并分析设计任务

罗博想让机器人可以分辨颜色，他尝试使用两种不同颜色的乒乓球来代替生活中需要识别的不同颜色的物体，要机器人能根据不同颜色做出不同判断。

设计要求

明确分拣搬运机器人的功能，使它能够完成下列任务：

1. 分别夹取黑、橙两种颜色的乒乓球，放置到两个不同的容器中。
2. 每一次完成分拣工作之后，返回起始位置并继续进行分拣工作。

设计分析

根据设计要求，对需要进一步解决的问题进行研究，并提出可能的解决方案。下面逐一分析尚未解决的问题。

需要解决的问题	可能的解决方案
1. 如何让机械手准确回到初始位置？ 由于电压变化、运动阻力等原因，机械手转动平台如果只依靠延时来控制复位，容易产生累积误差而不能准确回到夹取乒乓球的初始位置。	这是一个限制运动位置的问题，可以在合适的位置安装一个传感器。当机械手转动平台返回对准夹取乒乓球位置时，传感器发出信号，令机械手转动平台停止转动。
2. 如何提高机械手夹紧物件的可靠性？ 与上面的问题相似，依靠延时不能保证每次夹紧动作的一致性。	同样，可以在合适的位置安装一个传感器，当机械手平行连杆延伸夹紧乒乓球时，传感器动作并发出信号令机械手停止运动，保持夹紧状态。



1. 针对上面提出的需要解决的问题，提出你的方案，并进行比较、分析和权衡，选择一个你认为比较好的设计方案。
2. 若要使分拣搬运机器人完成上述设计要求，你觉得还有哪些尚未解决的新问题？请设计分析，并提出设计方案。



任务二 设计分拣搬运机器人软硬件方案

■ 硬件部分设计方案

1. 传感器的选择与调试

选用光反射传感器，实现对平行连杆（机械手）回复到初始位置的控制；选用接触传感器，实现对平行连杆（机械手）伸展程度的限位控制。

按下列图示和说明进行安装和调试。

（1）延伸行程的接触传感器的安装与调试。

① 安装。

在连接 1 号电动机曲柄的连杆后端位置上，通过短杆安装一个接触传感器，作为延伸行程限位传感器，如图 4-1 所示。

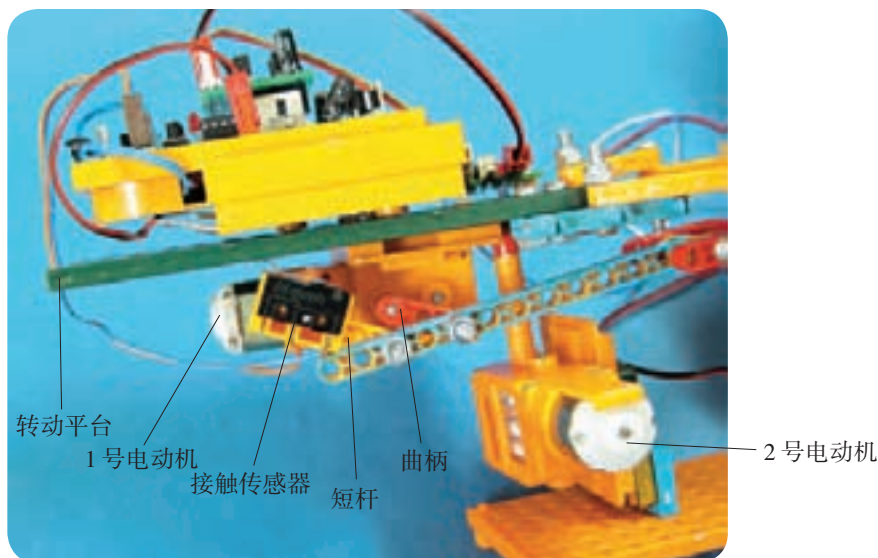


图 4-1 延伸行程限位传感器的安装

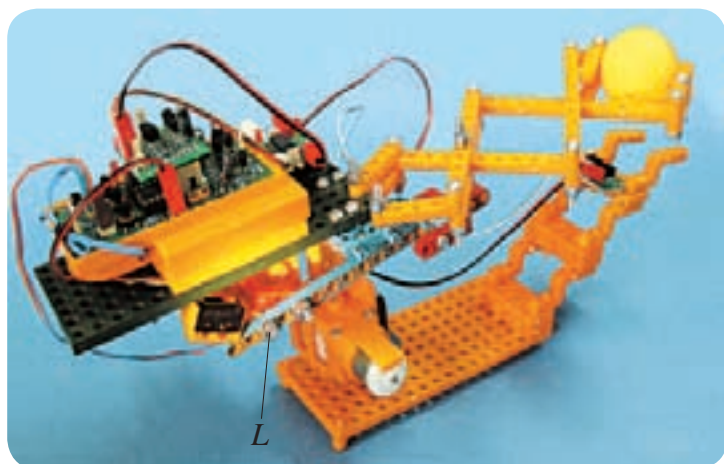


图4-2 分拣搬运机器人的调试

②调试。

● 将电源直接与1号电动机连接，使其正转，平行连杆向前伸展。当机械手恰好抓住乒乓球时，立即切断电动机电源，如图4-2所示。

旋松短杆上的固定螺帽 L ，调整接触传感器与转动平台的距离，使转动平台刚好压住接触传感器的簧片压杆，使接触传感器的常开触点闭合。此时，旋紧固定螺帽 L ，固定住接触传感器。

● 将电源直接与1号电动机连接，使其反转，平行连杆向后收缩。当机械手释放乒乓球时，接触传感器的压杆脱离与转动平台的接触，重新恢复到断开状态。

(2) 水平转动的限位传感器的安装与调试。

①安装。

在底座的2号电动机支架上安装光反射传感器，作为水平转动限位传感器，用于控制转动平台恢复至初始位置；再在光反射传感器上方安装一个能与转动平台同步转动的反光片，如图4-3所示。

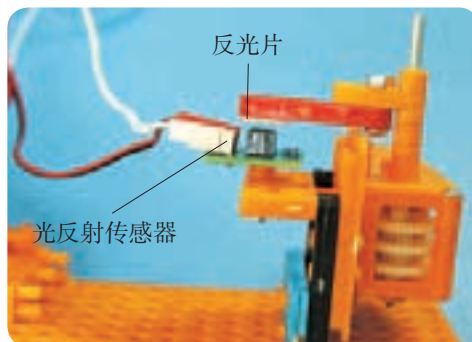


图4-3 水平转动限位传感器的安装

②调试。

● 将电源直接与2号电动机连接，转动机械手的平台，使机械手转到初始位置，并对准乒乓球放置处，如图4-4所示。

● 松开粘贴反光片的短杆的固定螺帽，调整反光片的安装位置，使它恰好处于光反射传感器的正上方。

● 重新旋紧固定螺帽。

(3) 识别乒乓球颜色的光反射传感器的安装与调试。

将光反射传感器板固定在乒乓球放置处，并调整高度，当橙色乒乓球放到放置处时恰好让光反射传感器采集到反射光信号。



图4-4 改进设计后的分拣搬运机器人



2. 控制电路设计

(1) 传感器的分配。

用于判别乒乓球颜色的1号光反射传感器，对应1号输入口；
用于限制转动平台转动位置的2号光反射传感器，对应2号输入口；
用于限制机械手夹紧位置的接触传感器，对应0号输入口。

(2) 电动机的分配。

机械手夹取乒乓球的驱动电动机——1号电动机；
转动平台的驱动电动机——2号电动机。

(3) 控制电路的连接。

按图4-5、图4-6所示连接控制电路。

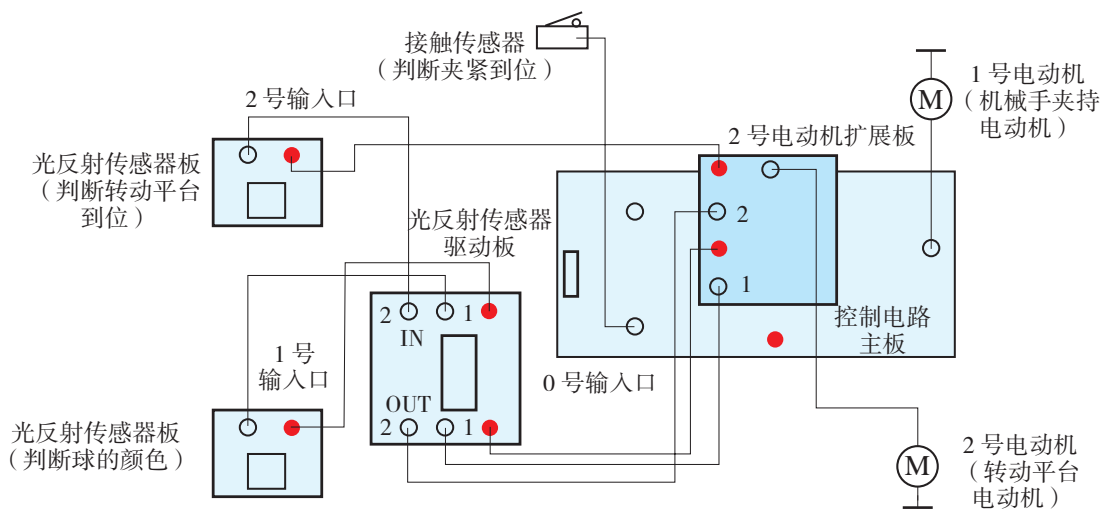


图4-5 改进后分拣搬运机器人控制电路连接示意图

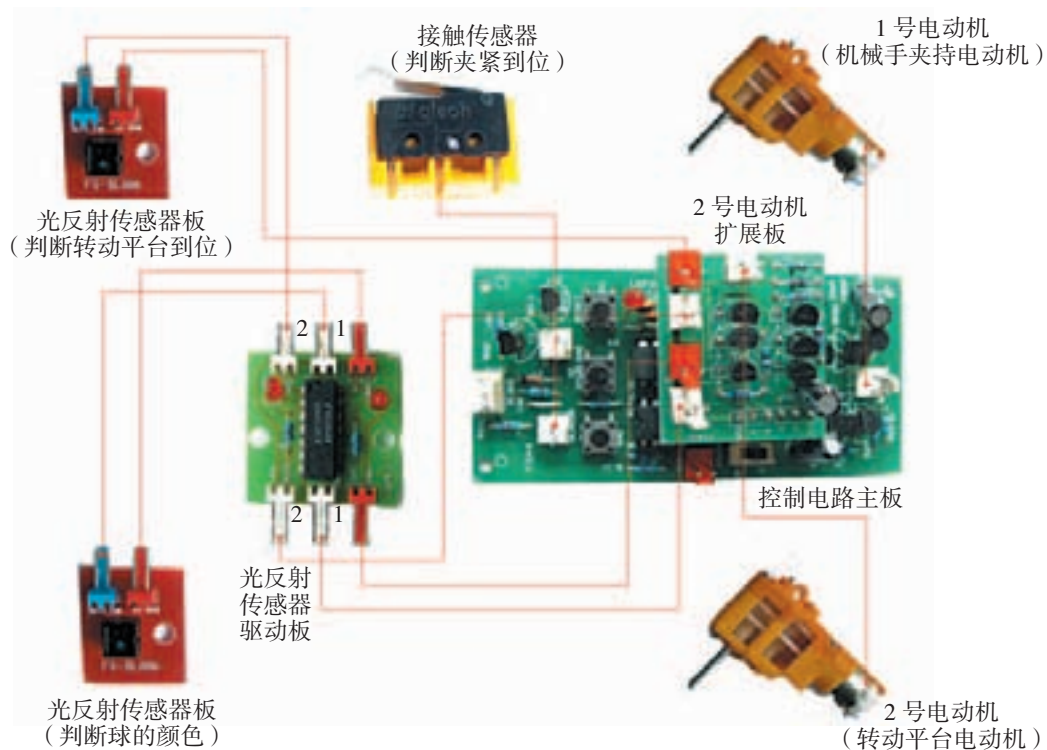
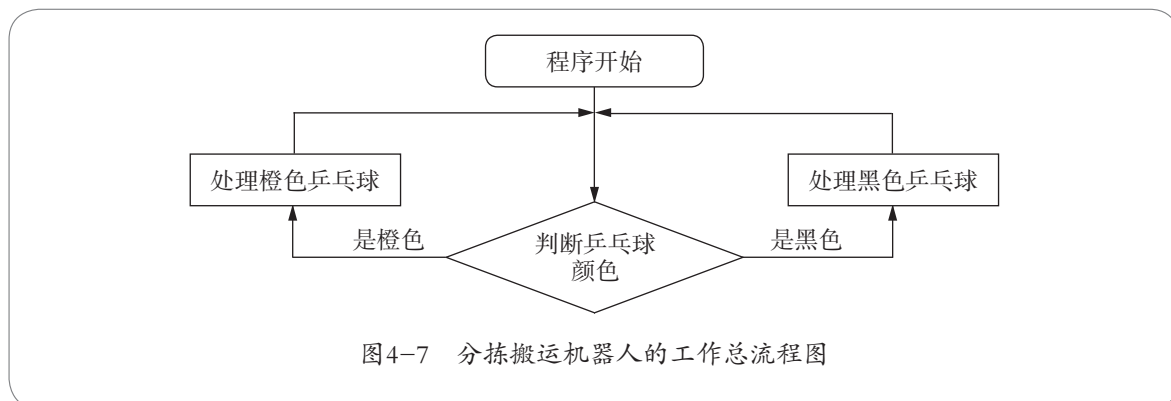


图4-6 改进后分拣搬运机器人电路连接图

■ 软件部分设计方案

让分拣搬运机器人能够自动完成抓和举的动作，并完成指派任务，还必须有软件的支持。按照软件设计“自顶向下”的方法，首先设计总的流程，然后再逐步细化，最后通过调试，完成全部软件的设计。

1. 总流程图设计



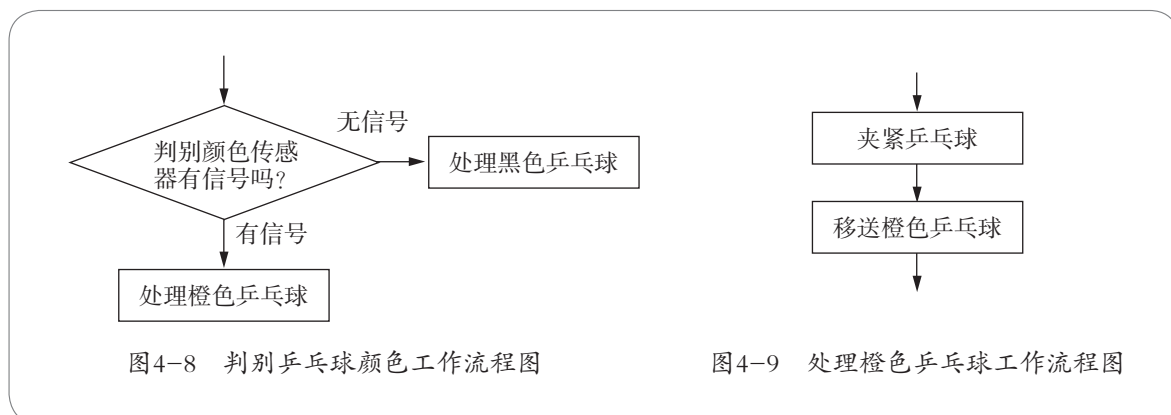
在这个工作总流程图中，分为“判断乒乓球颜色”“处理橙色乒乓球”和“处理黑色乒乓球”等几个部分。处理完成后，再返回放置处继续下一次分拣。

2. 控制流程设计

(1) 判断乒乓球颜色的流程设计。

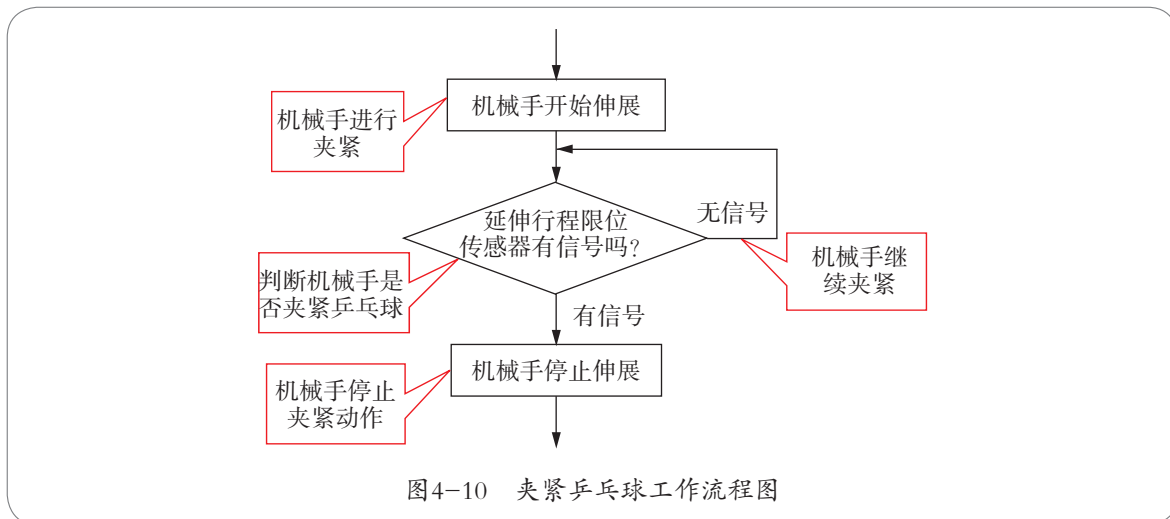
这部分流程是对位于放置处的乒乓球进行颜色的判断，用1号光反射传感器判断乒乓球的颜色，并分别转到相应的程序进行处理，如图4-8所示。

(2) 处理橙色或黑色乒乓球可以再细化为夹紧乒乓球和移送乒乓球两个功能块，如图4-9所示。



① 夹紧乒乓球的流程设计。

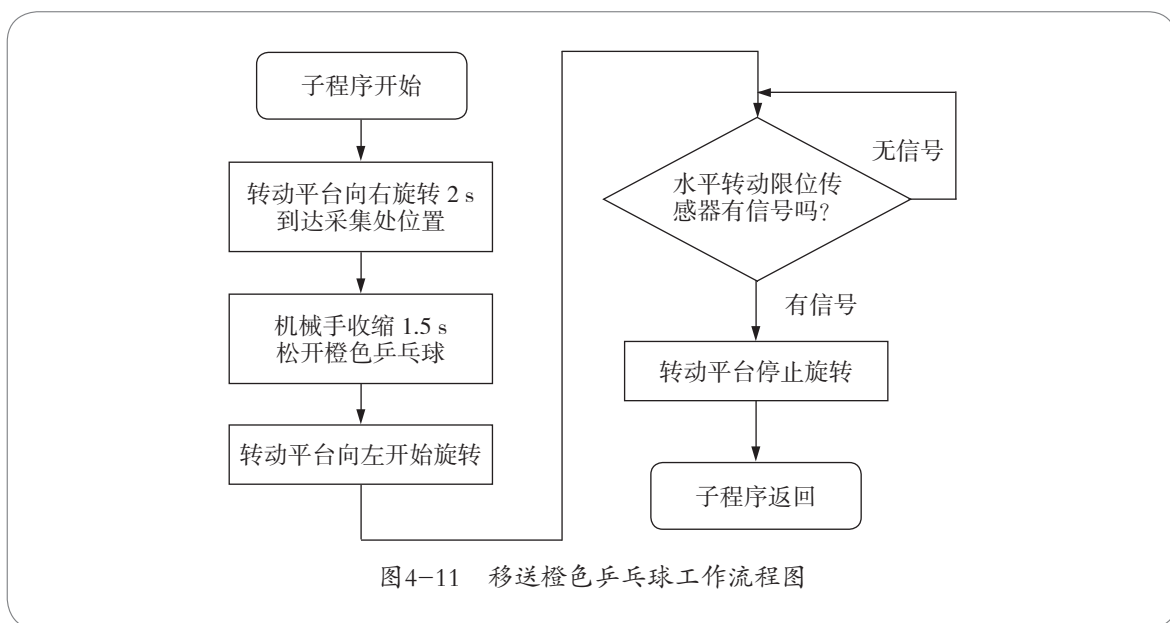
启动1号电动机，也就是让机械手的平行连杆向前伸展，完成夹取乒乓球的动作。此时，控制电路主板不断地判断接触传感器的压杆是否被压下。



当接触传感器压杆没被压下时，1号电动机继续转动，直到压杆被压下时，有信号送到控制电路主板，控制电路主板控制1号电动机停止转动，如图4-10所示。

②移送橙色或黑色乒乓球的流程设计。

假设处理的是橙色乒乓球，设计的流程图如图4-11所示。



上述流程中，电动机转动的延时时间是可以预设的数据。正确的延时时间通过试验运行、观察和不断修正后，必须达到以下要求：

- 2号电动机（转动平台电动机）正向转动的延时时间结束时，恰好使机械手停止在放置乒乓球的采集位置。

- 1号电动机（机械手夹持电动机）反转的延时时间最少应保证机械手能释放乒乓球，但也不能过长，否则机械手缩回至极限位置后容易造成传动机械的损伤与电动机的过载。一般延时时间调整为机械手释放乒乓球以后，缩回但还未到达极限位置。

3. 控制程序编写

根据流程图，使用相关图形化语言写出相应的控制程序。

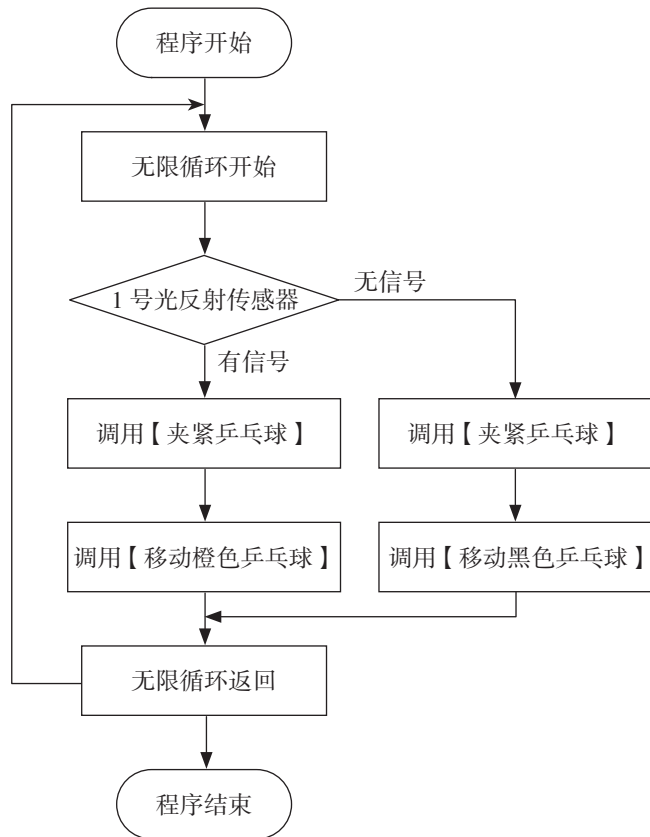


图4-12 主程序

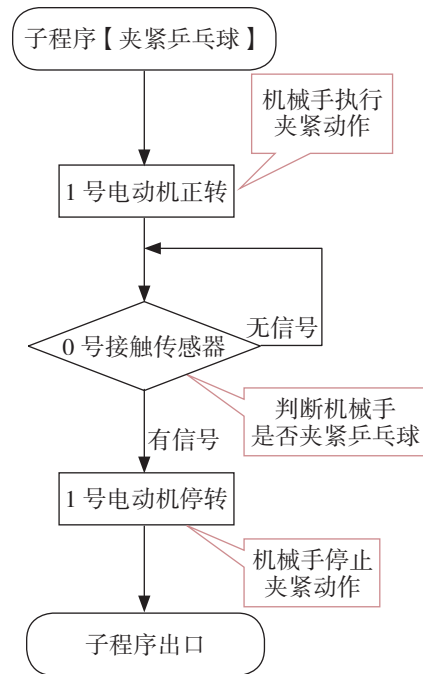


图4-13 “夹紧乒乓球”子程序

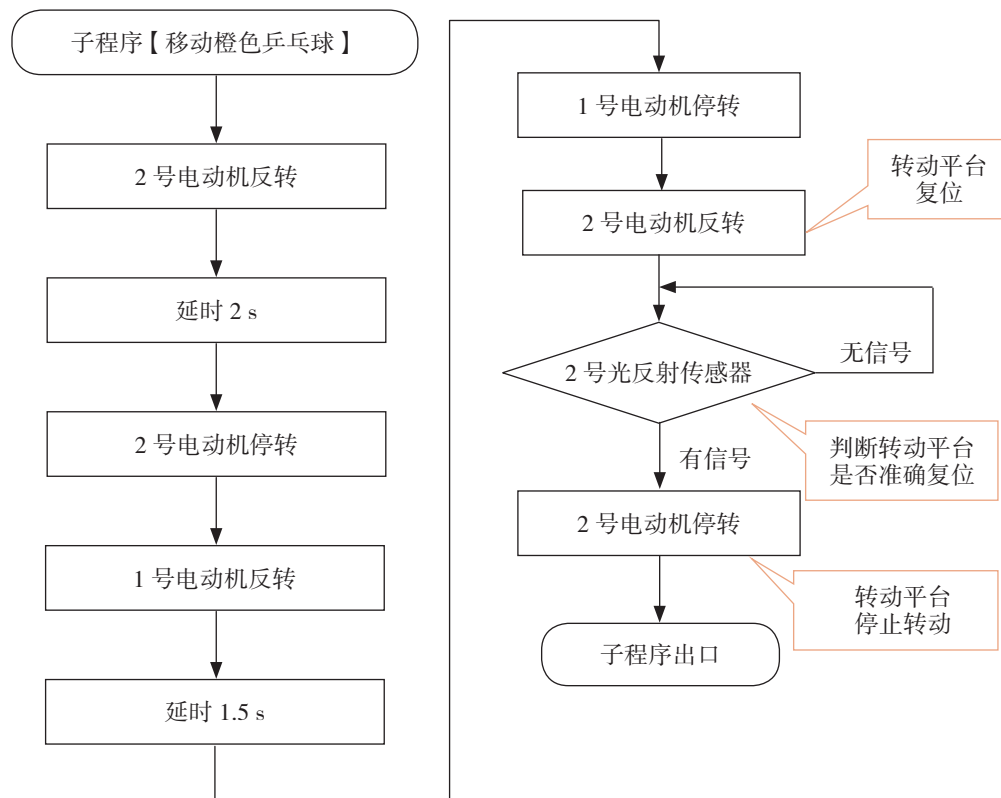


图4-14 “移动橙色乒乓球”子程序



4. 控制程序的写入

将编写好的程序写入控制电路主板的程序存储器中。



1. 为了简化设计, 在分拣搬运机器人设计中, 假定在乒乓球放置处已经预先放置了一个橙色或黑色的乒乓球。如果在乒乓球放置处没有预先放置乒乓球, 那么在判断乒乓球颜色(1号光反射传感器)之前, 应该首先判断是否有乒乓球。想一想: 判断是否有球的传感器应该安装在什么位置? 程序中需要添加怎样的语句?

2. 如图4-15所示, 在光反射传感器的上方安装的反光片上贴有一块黑白相间的反光纸, 这样可以提高机械手恢复至初始位置的精确度。你能分析其原因吗?

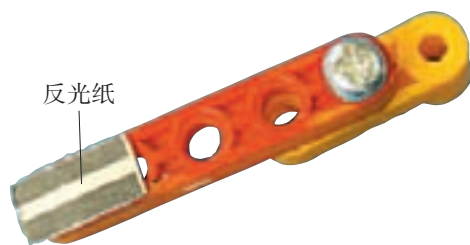


图4-15 黑白相间的反光纸



任务三 调试分拣搬运机器人整机运行状态

分拣搬运机器人是一个由硬件和软件组成的系统, 整机调试时需要从软件和硬件两个方面多角度地分析问题。经过反复调试和方案修正, 使软件和硬件互相协调和配合, 使分拣搬运机器人达到规定的设计要求。

程序运行前的调试

将机械手调试到初始位置, 达到下列要求:

1. 转动夹取乒乓球的1号电动机, 让机械手处于释放状态。
2. 用手动方式调整转动平台, 让机械手处于对准被夹取的乒乓球的位置。

程序运行中进行的调试

1. 调试机械手夹持乒乓球的松紧程度。
2. 调试机械手释放乒乓球。

调整程序中1号电动机(机械手夹持电动机)的延时时间, 以控制机械手能释放乒乓球, 并能缩回(不可超过极限位置)。

3. 调试机械手对准乒乓球采集处的位置。

调整2号电动机(转动平台电动机)的延时时间, 使机械手夹取的乒乓球对准采集容器位置。

4. 调试机械手判别乒乓球颜色准确性。

经反复调试后, 使机械手能在乒乓球放置处准确地夹取乒乓球, 并根据是黑色还是橙色乒乓球将它们放到不同的采集容器中。



图4-16 机械手将黑色乒乓球放到采集处



学习反思

当分拣搬运机器人的转动平台返回放置处时，通过传感器发出信号，单片机准确地通知2号电动机（转动平台电动机）停止转动，但是由于惯性，很可能仍然会发生偏离放置处的问题。从机械、电路和软件等方面进行综合分析，如何克服惯性造成的误差，使分拣搬运机器人能准确地停在所需的位置？



练习

1. 每次启动分拣搬运机器人之前，机械手应调整到处于准备夹取乒乓球的位置。假设某次操作结束时，机械手没有停在规定的起始位置，请你通过方案修改和调试，让分拣搬运机器人能自动地在启动时先进行“复位”，再继续工作。
2. 如何把要分拣的黑色和橙色乒乓球自动送到分拣搬运机器人的乒乓球放置处？请提出相关的设计方案。

二、设计制作倒水机器人



学习目标

- 任务一 明确设计要求并分析设计任务
- 任务二 设计倒水机器人机械结构和软硬件方案
- 任务三 调试倒水机器人整机运行状态

1. 熟悉机器人设计和制作的一般过程与方法。
2. 理解机器人路径规划和运动控制的概念和功能，掌握机器人常用路径规划和运动控制的设计方法。
3. 熟悉一种用于机器人运动控制的计算机编程语言及其调试环境。

走进情境

爷爷奶奶看到罗博设计制作的分拣搬运机器人非常满意，对他的动手制作能力给予了高度评价。虽然这只是个简易机器人，还不能真正服务于生活，但是罗博能将复杂问题简单化，运用科学技术解决实际生活问题实属不易。罗博的爸爸为了进一步提升罗博的设计制作能力，给他出了个难题：如果爷爷奶奶想喝水，该怎么设计机器人为爷爷奶奶提供倒水服务呢？

任务一 明确设计要求并分析设计任务

罗博想，要机器人帮爷爷奶奶倒水，首先要求机器人能拿起水杯准确走到固定位置，这些功能在前面已经实现了，还得让机器人能够倒水，这才是问题的所在。

设计要求

设计一个能够实现倒水服务的机器人，它应能完成以下任务：

1. 机器人运动到①号位置，顺利夹取装有茶水的杯子。
2. 经过控制器计算，通过路径规划，循迹到②号目标位置停下。
3. 在②号目标位置，控制机械手翻转杯子完成倒水。
4. 机器人运动到③号位置放下空杯，为下一次倒水服务做好准备。

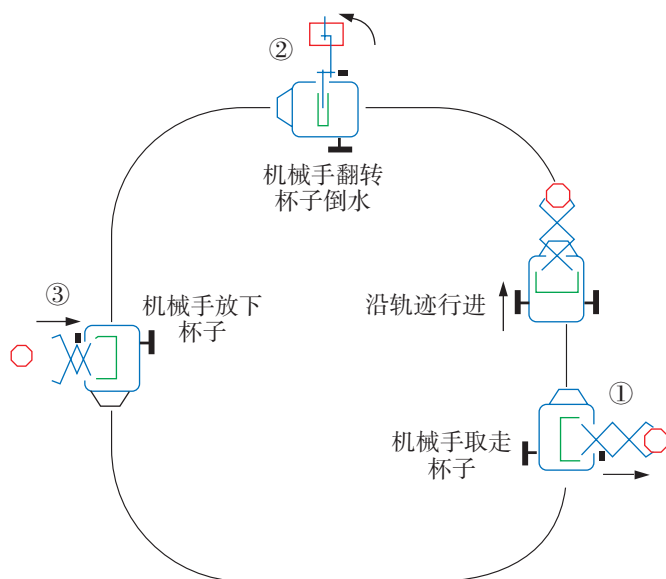


图4-17 倒水机器人任务示意图

■ 步骤分解示意图

任务一：取杯子

倒水机器人在①号位置停下，手臂水平转过90°，伸向装有茶水的杯子，并夹取杯子，接着手臂水平回转90°，如图4-18所示。



图4-18 倒水机器人取杯子

任务二：循迹

倒水机器人夹取茶杯后，通过路径规划，沿着地面上的黑线，一会儿直行，一会儿拐弯，慢慢地向②号位置前进，如图4-19所示。



图4-19 倒水机器人循迹

任务三：倒水

倒水机器人走到②号位置时停下，手臂水平转过90°后，再将杯子翻转，将茶水全部倒入另一只杯中。然后，它的手臂又回复到原来的位置，如图4-20所示。

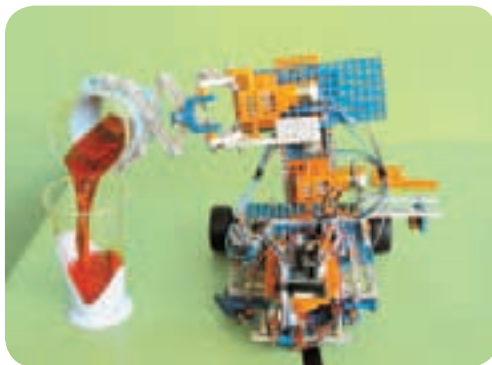


图4-20 倒水机器人倒水

任务四：放杯

倒水机器人手持空杯继续沿着黑线前进。走到③号位置时停下，手臂水平转过90°，将空杯放到指定的位置，手臂再回复到原状，如图4-21所示。



图4-21 倒水机器人放杯子



■ 倒水机器人的运动形式

为了完成倒水服务任务，倒水机器人应该具备以下运动形式，如图4-22所示：

- (1) 机械手能前后伸缩，夹取、放下杯子。
- (2) 机械手能水平转动，完成移动杯子。
- (3) 机械手的手臂能轴向转动，翻转杯子倒水。
- (4) 倒水机器人能沿着黑线运动，实现按指定路径行走。

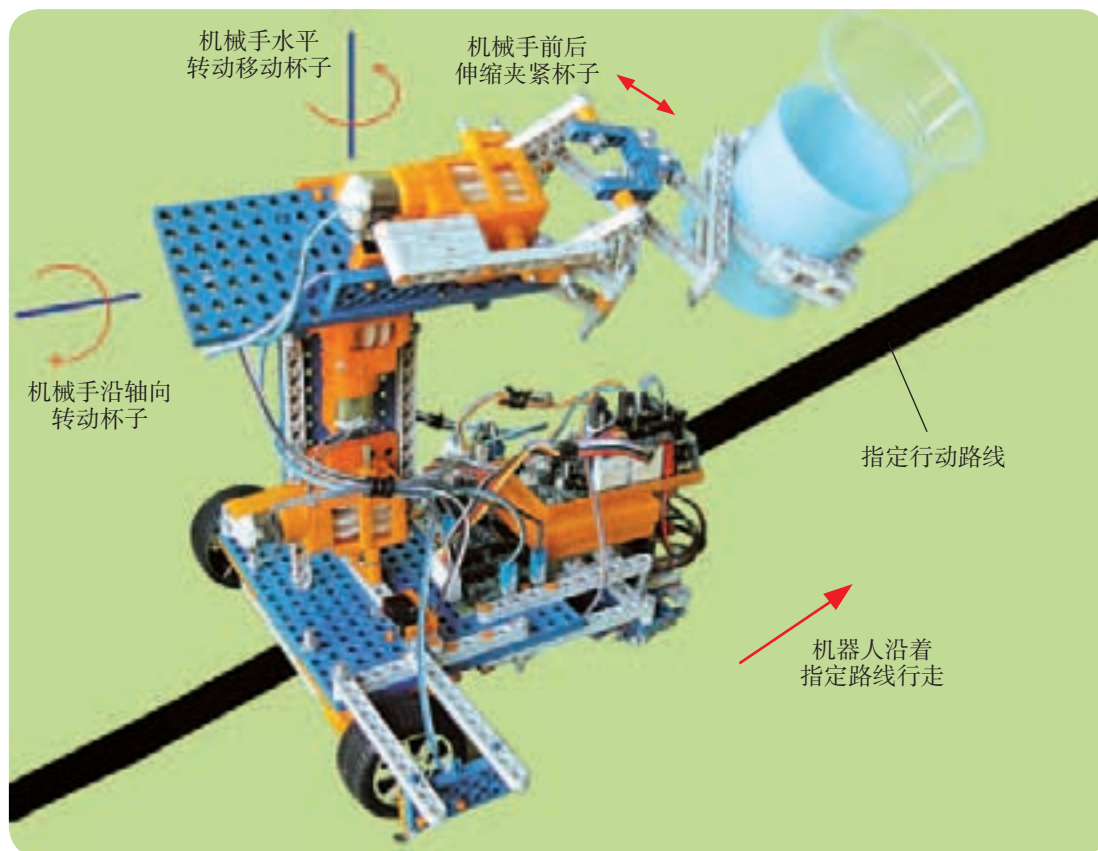


图4-22 倒水机器人的运动形式

■ 设计分析

倒水机器人是对本章第一节分拣搬运机器人功能的拓展，因此，下面着重对需要改进和拓展的部分进行设计分析。

需要解决的问题	可能的解决方案
1. 如何完成倒水的动作？	让机械手的手臂能轴向转动，完成倒水动作。
2. 如何让倒水机器人沿着指定的路线行进？	可以沿着指定路线画一条黑线，将倒水机器人安装在一个能自动跟踪黑线的轮式小车运动机构上，让它能沿着黑线行进。
3. 如何让倒水机器人准确地到达取杯、倒水、放杯的位置？	可以在倒水机器人的行进路途中需要停留的指定位置设置标志，用传感器来感知这些位置标志。

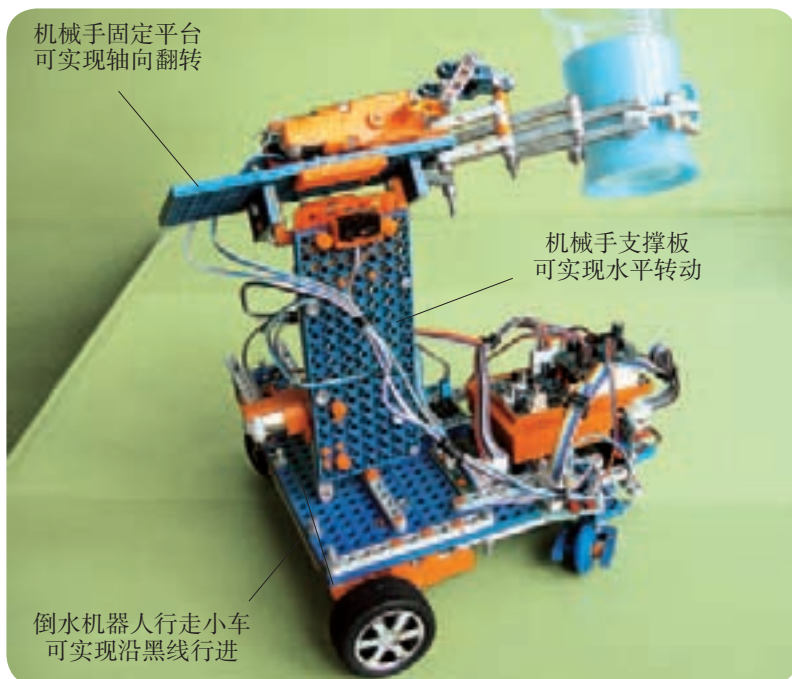
任务二 设计倒水机器人机械结构和软硬件方案

机械部分设计方案

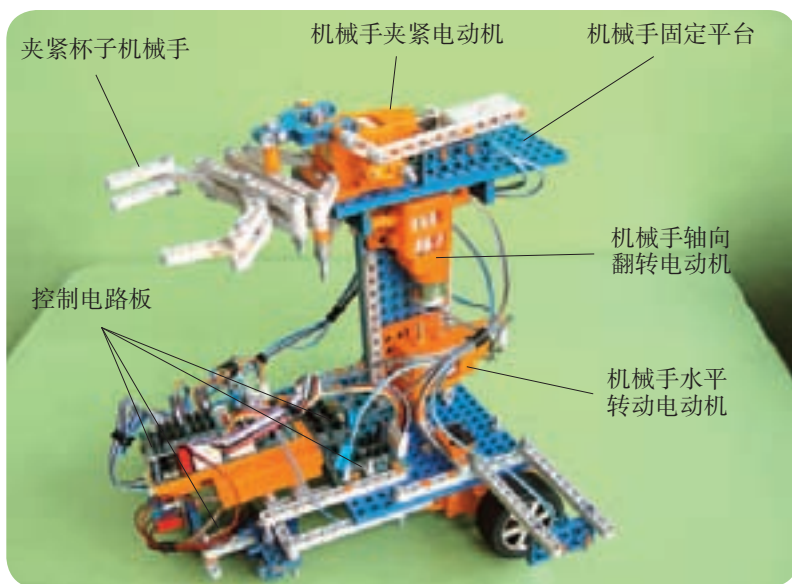
整个系统的设计遵循了模块化设计的思想，将各项任务划分成具体的功能实现，设计合理的机械结构。

1. 增加机械手翻转倒水动作

仿照第一节分拣搬运机器人方案，将机械手的固定平台固定在支撑板上的电动机齿轮箱输出轴上，实现机械手臂轴向转动；在支撑板的下方再安装一个电动机，将该电动机齿轮箱输出轴固定在小车上，使支撑板能水平转动。



甲



乙

图4-23 倒水机器人的机械结构



2. 让倒水机器人能“行走”

给倒水机器人装上车轮，使它能通过“行走”到达取杯、倒水、放杯的位置。由于倒水机器人沿着一个环形黑色路线行进，这就要求机器人始终沿着黑线行进。下面是小车行走机构的两个方案，如图4-24所示。

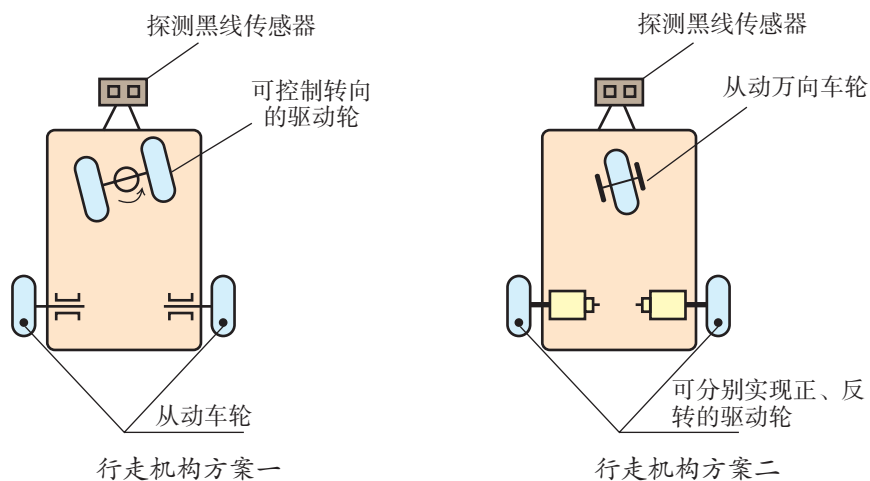


图4-24 小车行走机构方案

方案	前进动力	转向原理	需用电动机数	从动轮作用
方案一	前方车轮靠电动机驱动前进	前方车轮可水平转动，令其转向	1个电动机让车轮旋转；1个电动机让车轮水平转动	支撑车体
方案二	后方车轮靠电动机驱动前进	后方车轮分别受控，利用左、右轮不同旋转方向实现转弯	左、右车轮各需要一个电动机	1. 支撑车体 2. 辅助转弯



思维碰撞

当倒水机器人的转动平台返回放置处时，通过传感器发出信号，单片机准确地通知2号电动机（转动平台电动机）停止转动，但是由于惯性，很可能水会溅出水杯。从机械、电路和软件等方面进行综合分析，如何克服惯性造成的水的溅洒，使倒水机器人能准确地停止在所需的位置且使水不溅出水杯？

3. 倒水机器人对电动机的需求

根据上面的结构设计，倒水机器人需要：

- (1) 驱动机械手伸缩的电动机（1个）。
- (2) 驱动支撑板水平旋转的电动机（1个）。
- (3) 驱动机械手轴向翻转的电动机（1个）。
- (4) 驱动小车的电动机（2个）。

按照上面统计，倒水机器人共需要5个电动机。

■ 硬件部分设计方案

1. 传感器的选用

凡是运动部件需要确定运动位置的地方通常都要设置传感器，但传感器越多，带来不可靠的因素就越多，成本也随之增加。为此，我们要对需要确定位置的地方进行统计、分析，并选取传感器。

序号	需要确定运动位置的地方	传感器需求分析	传感器的选用
1	机械手伸出夹紧杯子位置	为了精确控制夹紧杯子的力度，需要一个传感器来限制机械手的伸出位置	用1个接触传感器
2	机械手缩回放开杯子位置	对机械手缩回的停止位置要求不高，可不设传感器	不设传感器，用延时限位
3	机械手水平旋转至行进方向的右侧位置	因为取杯、倒水、放杯对位置要求都比较高，需设置传感器	用1个接触传感器
4	机械手水平旋转，返回至行进方向位置（复位）	该位置准确与否，不影响倒水机器人执行任务，可不设传感器	不设传感器，用延时限位
5	机械手沿轴向翻转至倒水位置	机械手翻转位置的准确与否不太影响倒水效果，可不设传感器	不设传感器，用延时限位
6	机械手轴向复位	取杯、放杯对机械手初始位置要求较高，需设置传感器使轴向准确复位	用1个接触传感器
7	行进机构判别偏离黑线位置	需用2个传感器来判断行进小车是否偏离黑线	用2个光反射传感器
8	倒水机器人到达取杯、倒水、放杯位置	需用1个传感器来检测是否到达给定位置（地面需设置凸台）	用1个接触传感器

根据上面分析，倒水机器人共需要4个接触传感器、2个光反射传感器。



思维碰撞

1. 为什么需要2个光反射传感器来保证倒水机器人沿黑线运动？用3个或1个光反射传感器是否可行？这几种方案各有什么优、缺点？
2. 序号8检测是否到达给定位置的传感器是否也可以采用光反射传感器？如何实现？将其与采用接触传感器的方案进行比较。
3. 如果有多个目标位置且存在多个路口，机器人如何实现路径规划到达本次倒水的指定位置？



2. 控制电路主板的选用

为满足设计的需要，本方案采用一块具有更多输入口、输出口的控制电路主板，这块控制电路主板采用 AT89C52 单片机，它提供了8个输入口和12个输出口（可控制6个双向电动机），能满足设计倒水机器人的需要。

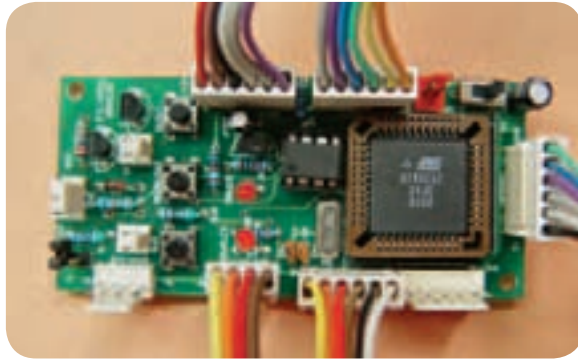


图4-25 控制电路主板实物图

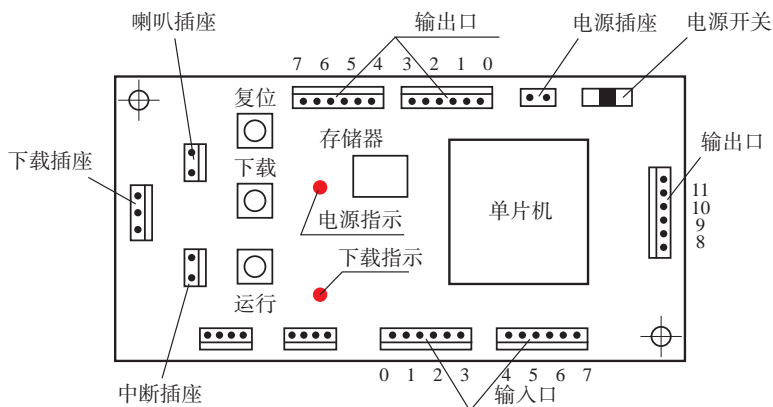


图4-26 控制电路主板示意图

3. 倒水机器人电路的设计

控制电路连接示意图如图4-27所示。

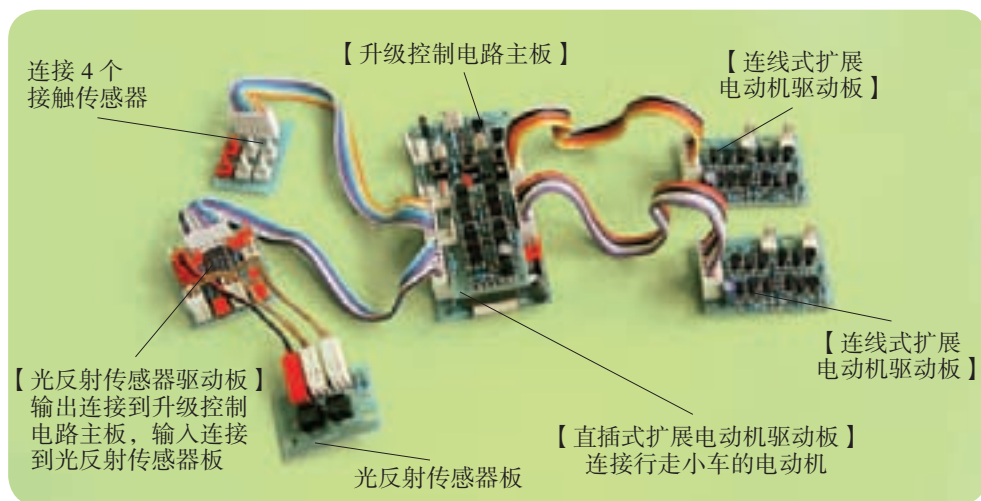
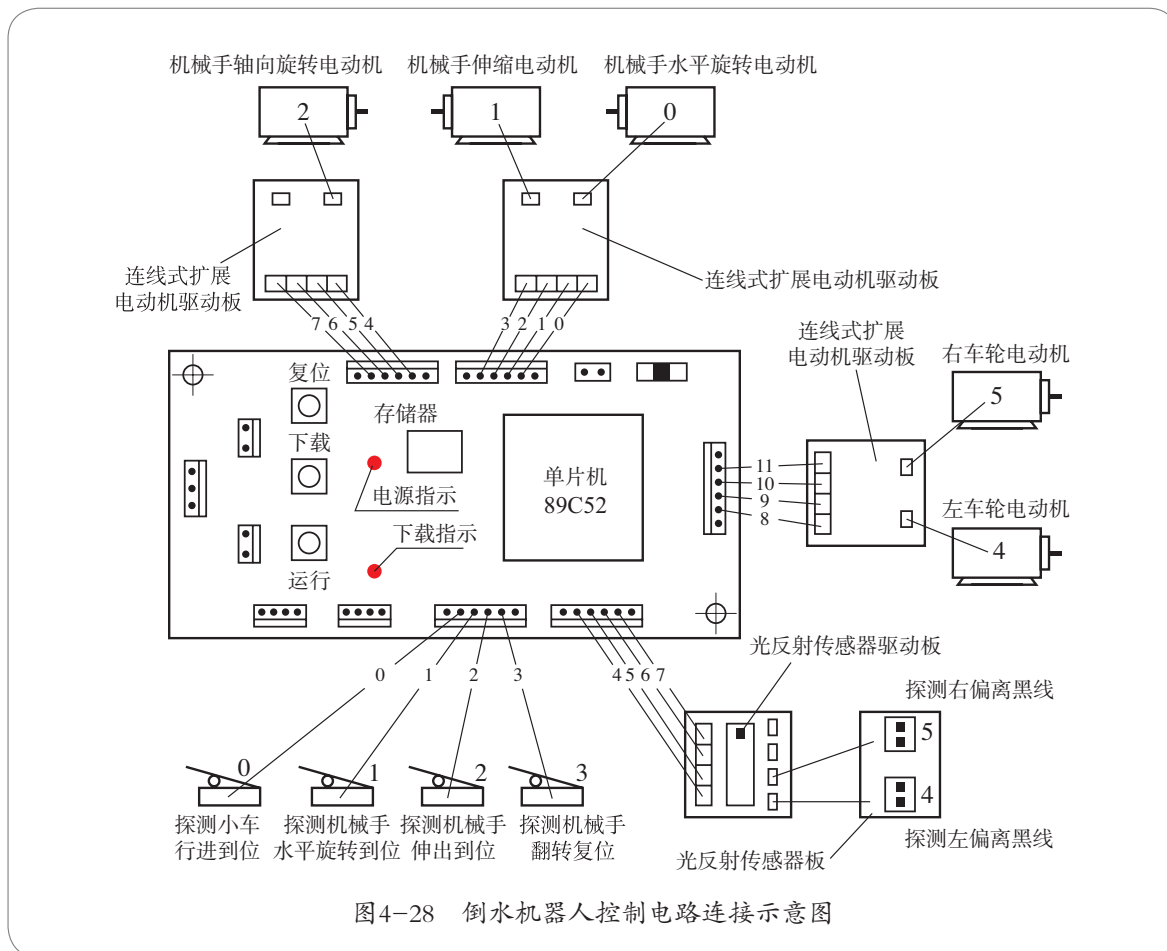


图4-27 倒水机器人控制电路实物连接图



经过上述方案的讨论，倒水机器人电动机分配如下表：

	机械手水平旋转	机械手伸缩	机械手轴向旋转	左车轮	右车轮
对应电动机	0	1	2	4	5
对应输出口	0、1	2、3	4、5	8、9	10、11

（注：在控制电路主板对应控制软件中，小车前进、小车后退等命令均默认为4号、5号电动机。为了方便软件设计，倒水机器人的行进车轮电动机连到4号、5号电动机输出口。）

传感器分配如下表：

	探测倒水机器人行进到位	探测机械手水平旋转到位	探测机械手伸出到位	探测机械手倒水复位到位	探测行进小车左偏离黑线	探测行进小车右偏离黑线
传感器类型	接触传感器	接触传感器	接触传感器	接触传感器	光反射传感器	光反射传感器
对应输入口	0	1	2	3	4	5

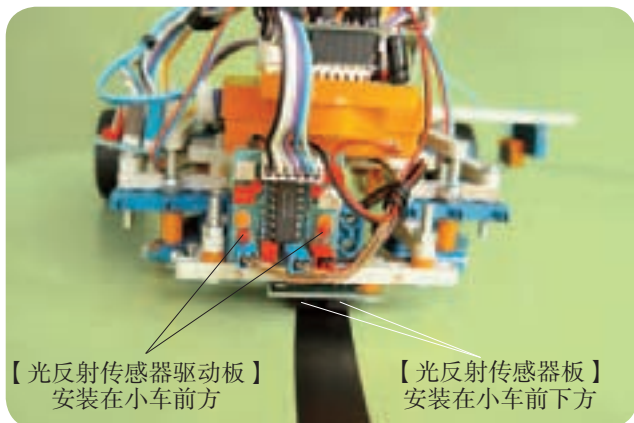


图4-29 判断黑线传感器局部结构图

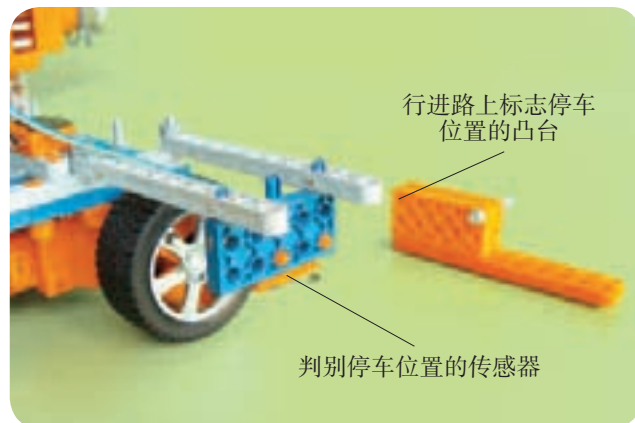


图4-30 判断停车位置传感器局部结构图

根据前面的各部分分析设计，完成倒水机器人的全部组装任务。

■ 软件部分设计方案

由于倒水机器人任务复杂，采取任务分解、分步设计、逐段调试的设计方法，在各个部分动作正确的基础上，再进行总程序综合调试。

任务分解如下：

1. 倒水机器人沿黑线行进，当接收到位置信号时暂停行进，等待一段时间，再行进。
2. 倒水机器人转动平台水平旋转到右侧，机械手伸出夹紧杯子，再水平旋转复位。
3. 倒水机器人转动平台水平旋转到右侧，机械手轴向翻转倒水，机械手轴向复位，然后机械手水平旋转复位。
4. 倒水机器人转动平台水平旋转到右侧，机械手缩回放下杯子，再水平旋转复位。

沿黑线行进的程序流程图如图4-31所示，编程后下载到倒水机器人，看是否能正确地沿黑线行进。

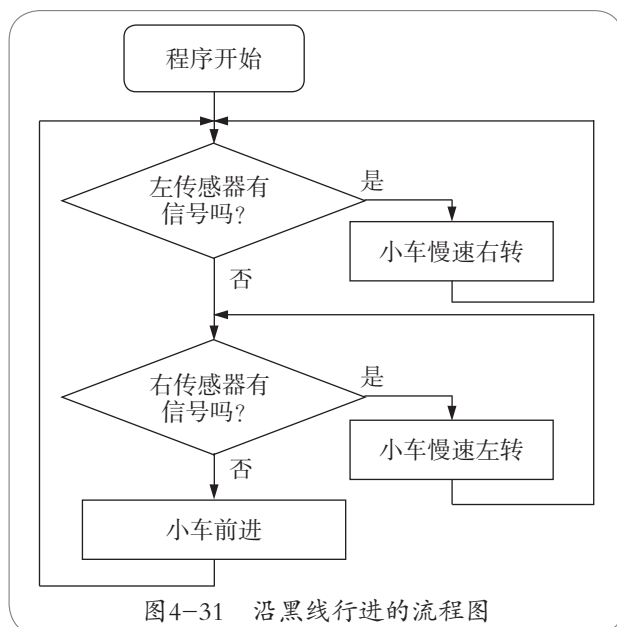


图4-31 沿黑线行进的流程图



思维碰撞

如果存在突发情况，例如小车受撞击冲出轨道，左、右传感器均没有信号，要解决这个问题应当如何设计其流程图？



任务三 调试倒水机器人整机运行状态

调试过程

两个探测黑线的光反射传感器距离地面的高度要进行仔细调整。当某个光反射传感器处于黑线上时，光反射传感器驱动板上的对应指示灯熄灭；当某个光反射传感器偏离黑线处于浅色地面上时，对应指示灯点亮。光反射传感器检测黑线合适的高度约为8~10 mm。

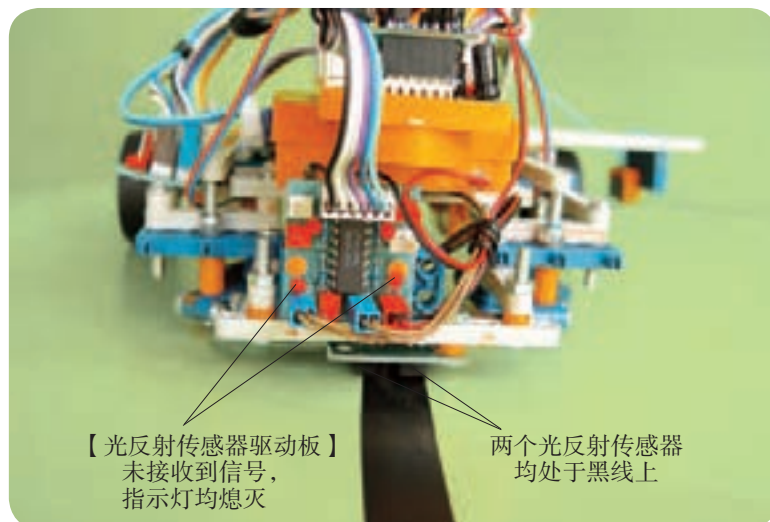


图4-32 光反射传感器处于黑线上

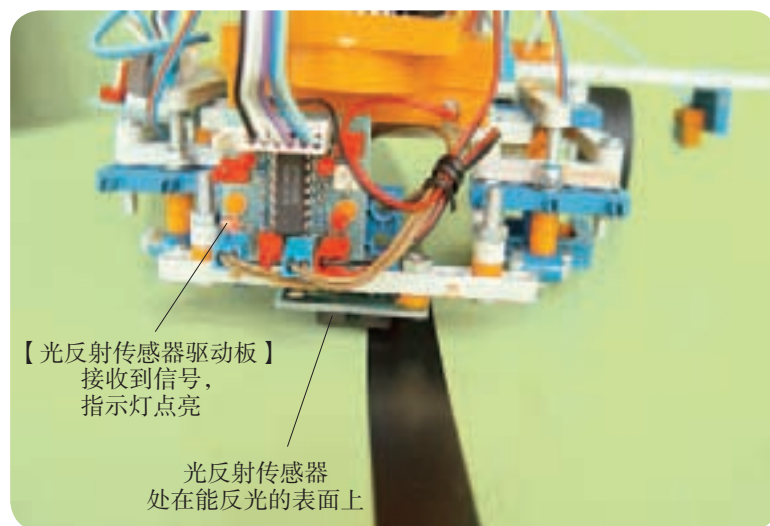


图4-33 光反射传感器处于黑线外

参考程序

倒水机器人完成沿黑线行进、取杯、倒水、放杯全部任务的参考程序如图4-34、图4-35所示。该程序采取主程序调用子程序的结构，以使程序逻辑清晰、设计简单、调试方便。

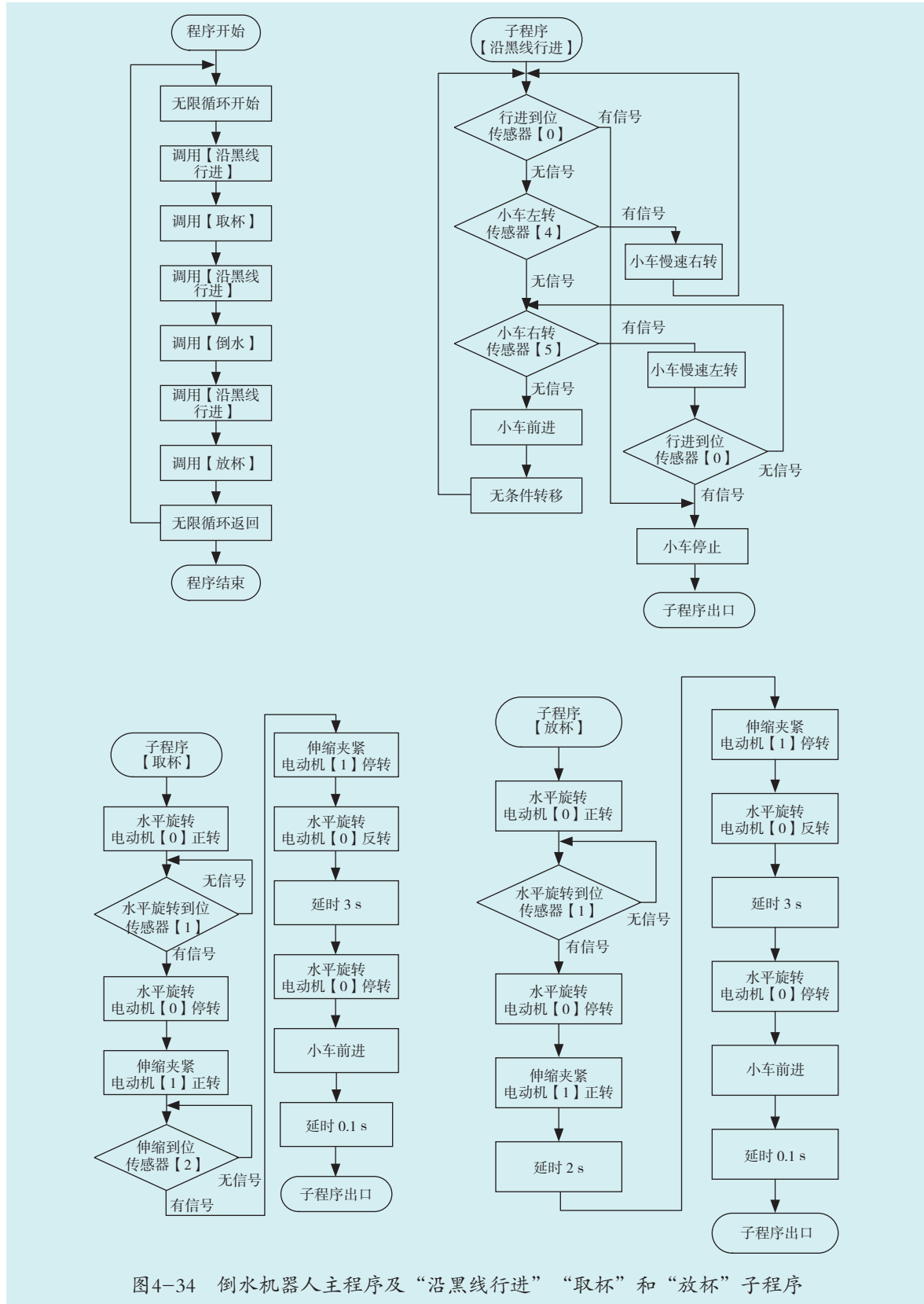


图4-34 倒水机器人主程序及“沿黑线行进”“取杯”和“放杯”子程序

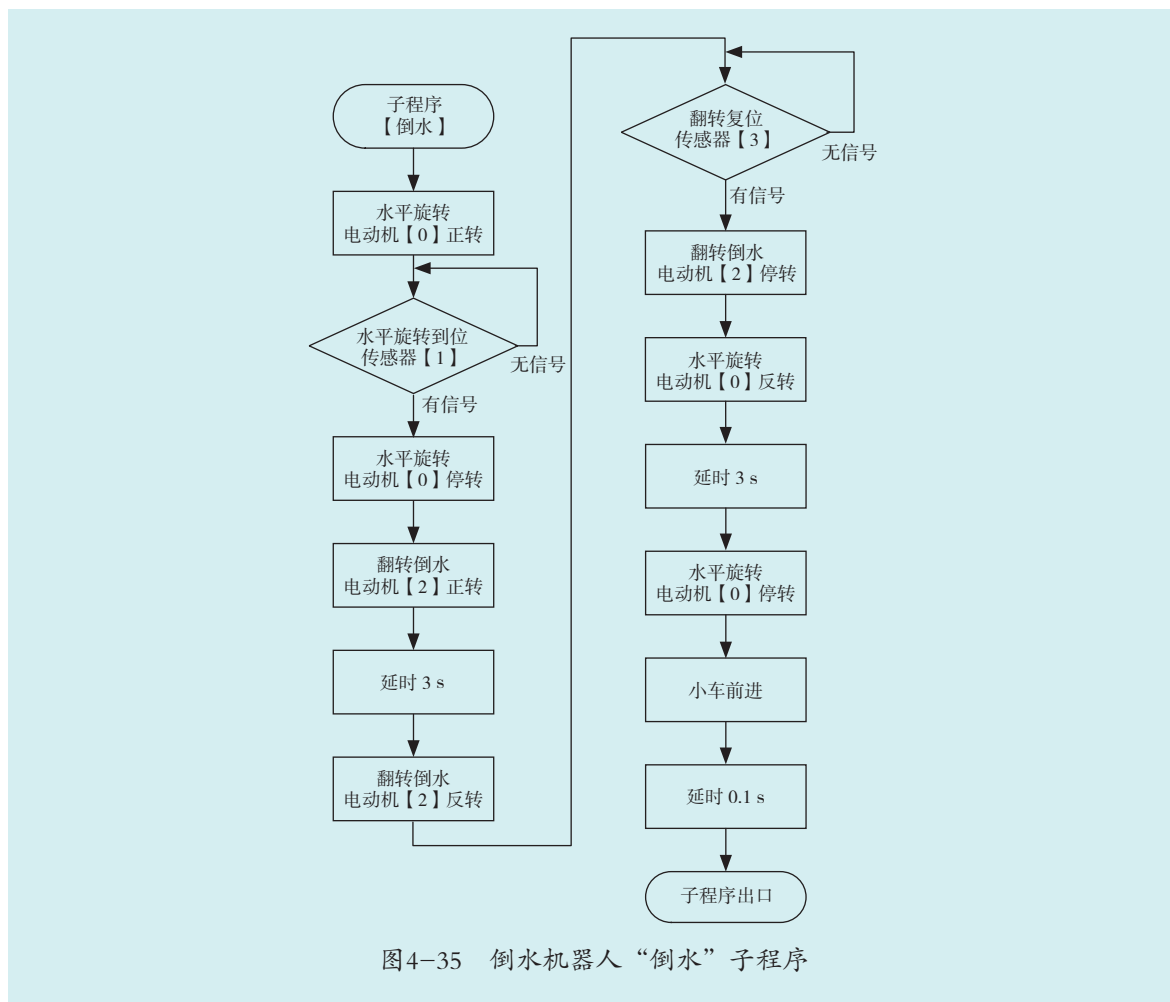


图4-35 倒水机器人“倒水”子程序



学习反思

结合上述内容，分析生活中已有的机器人的机械结构及其硬件电路和软件运行方案。



练习

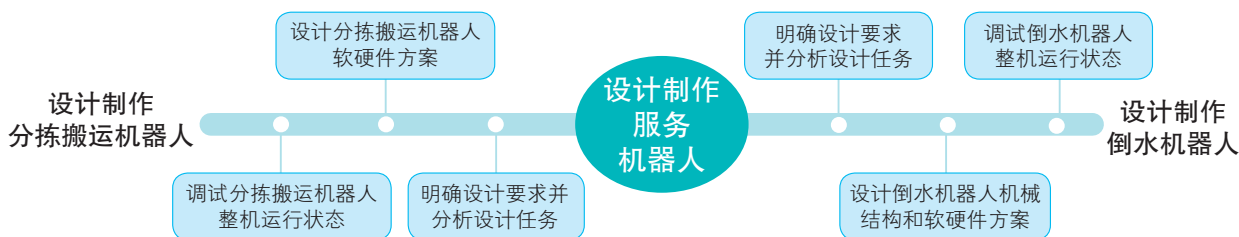
让倒水机器人完成更复杂的任务：

(1) 安装2个发光二极管，当小车在运行时不断闪烁，以此警示他人。提示：利用驱动2号电动机驱动板上剩余的一个输出口。

(2) 设置一个障碍物，小车在运行时能每时每刻检测前方是否有障碍物，若遇到障碍物，选择停止运动直到障碍物被移除。提示：可以采用超声波传感器或接触传感器。



本章小结



综合实践

将全班同学分为几个小组，组织一次简易机器人设计与制作比赛。

比赛要求：

(1) 在取物平台上有一个上料支架，其中按随机顺序放置黑色、橙色乒乓球，每次只能取出一个乒乓球，上料支架的结构可以根据简易机器人取物原理自行设计制作。

(2) 设计一个机器人，能将乒乓球逐个取出，并根据颜色不同，设法分别送到图中B、C收集筐中，收集筐的高度高于取物平台，参看比赛场地示意图。

(3) 简易机器人的结构和运送乒乓球的方式不作限制。

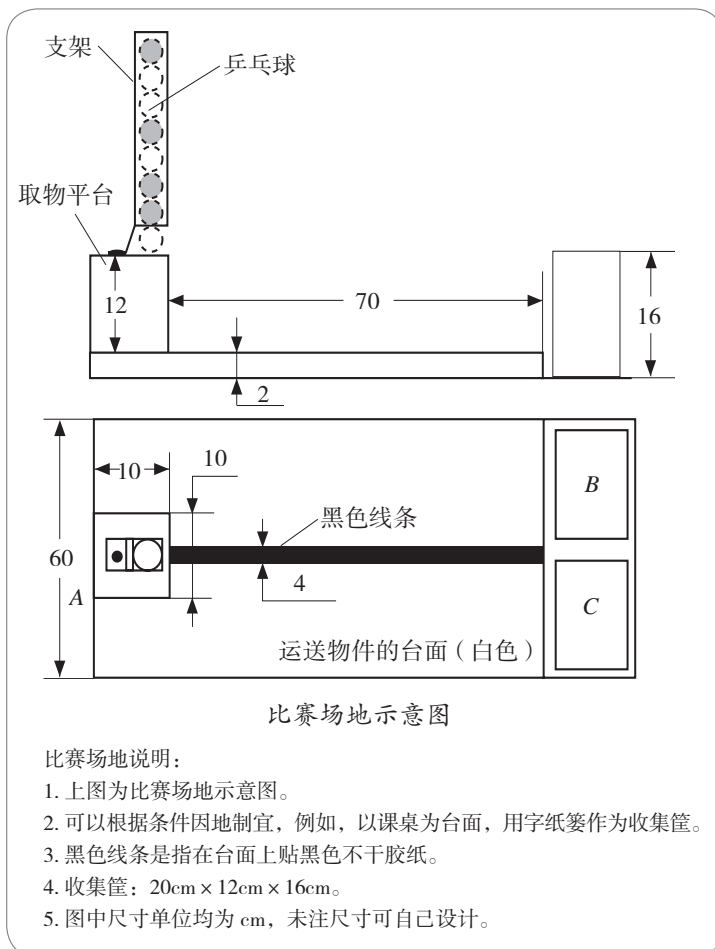
比赛规则：

(1) 以5~6个同学组成一个参赛小组。

(2) 在规定的时间内，能分别将黑色、橙色乒乓球准确无误地送进各自的收集筐中，每正确送进一球得10分，未送进筐中或送错筐的每一球扣5分。

(3) 对有创新设计的机器人，经自报和评议可以加10~50分。

(4) 对比赛中体现合作精神的小组，经自报和评议可以加10~30分。



第四章

学习评价

评价内容	达成情况		
	优良	合格	不合格
知道控制器的开发过程，明确设计要求，会分析设计任务（TA、ET）			
能完成程序调试和程序下载（ET、ID、TD、CM）			
能调试分拣搬运机器人，实现分拣搬运机器人完成复杂任务的要求（ET、TD、CM）			
能根据不同的功能要求，选择、安装与调试传感器（TA、ET、ID、CM）			
理解机器人路径规划和运动控制的概念和功能，掌握机器人常用路径规划和运动控制的设计方法（ID、ET、TD、CM）			
结合机器人设计和制作的一般过程与方法，学习一种用于机器人运动控制的计算机编程语言及其调试环境（TA、ET、TD、CM）			
说明 TA——技术意识，ET——工程思维，ID——创新设计，TD——图样表达，CM——物化能力			

在平台中完成自我测试	
测试成绩	
存在的主要问题	

后 记

2017年教育部颁布了《普通高中通用技术课程标准（2017年版）》，规定高中通用技术课程的结构由必修、选择性必修、选修三大部分组成。其中，必修2册（技术与设计1、技术与设计2），选择性必修包括四大系列11册（“技术与生活”系列3册，包括现代家政技术、服装及其设计、智能家居应用设计；“技术与工程”系列3册，包括工程设计基础、电子控制技术、机器人设计与制作；“技术与职业”系列2册，包括技术与职业探索、职业技术基础；“技术与创造”系列3册，包括创造力开发与技术发明、产品三维设计与制造、科技人文融合创新专题），选修4册（传统工艺及其实践、新技术体验与探究、技术集成应用专题、现代农业技术专题）。本套教科书由长期从事技术教育专业的普通高中通用技术课程标准研制组组长、南京师范大学顾建军教授主编，教育部普通高中通用技术课程标准组核心成员、海南省教育研究培训院段青特级教师和清华大学基础工业训练中心主任李双寿教授为副主编，以高中通用技术课程标准研制组专家、高校学者、教研员、一线优秀通用技术教师为主体进行设计和编写。

本册教科书是根据教育部《普通高中通用技术课程标准（2017年版）》中“机器人设计与制作”模块的内容要求编写的，供高二年级选修之用。

《机器人设计与制作》的编写着眼于提高学生通用技术学科的核心素养，帮助学生形成技术意识、工程思维、创新设计、图样表达、物化能力。教材通过情境导入、任务引领、问题嵌入、活动贯穿等努力整合技术内容所蕴含的原理、思想和方法，并强化学生运用技术原理分析和解决实际问题的能力，发展技术意识和工程思维；通过丰富多彩的设计性、探究性、创造性活动，如技术试验、技术探究、技术操作等活动激发学生的开放性、批判性思考和创造潜能，使学生的创新能力得到进一步发展。注重学生工匠精神的培育，通过作品制作、工艺实践、技术试验、方案物化及优化等，培养学生严谨细致、专心致志、精益求精、追求卓越等良好品质。

本册教科书由顾建军、张志胜任主编，并在《简易机器人制作》第一版（顾建军为主编，王鸣强、史金飞为副主编）的基础上修订而成。参与修订的有顾建军、张志胜、戴敏、雍春林等老师，参与讨论的还有王宇歆、张沿沿、陈乾等，全书由顾建军、张志胜统稿。

本册教科书在浙江、江苏、北京、海南、福建、甘肃、辽宁、新疆等省、直辖市、自治区进行了试教。根据师生反馈，我们对本册教科书先后进行了多次修订。在此感谢参加试教的各位老师，为我们提出了宝贵的建议。江苏凤凰教育出版社邵键、董秀敏等为本书的出版付出了艰辛的劳动，在此一并表示衷心的感谢。

编 者

2020年6月

感谢您使用本书，您在使用本书时有建议或疑问，请及时与我们联系。

联系电话：025-83658728

电子邮箱：jsep_gaojian@126.com



ISBN 978-7-5499-8706-1

9 787549 987061 >

定价:7.53元