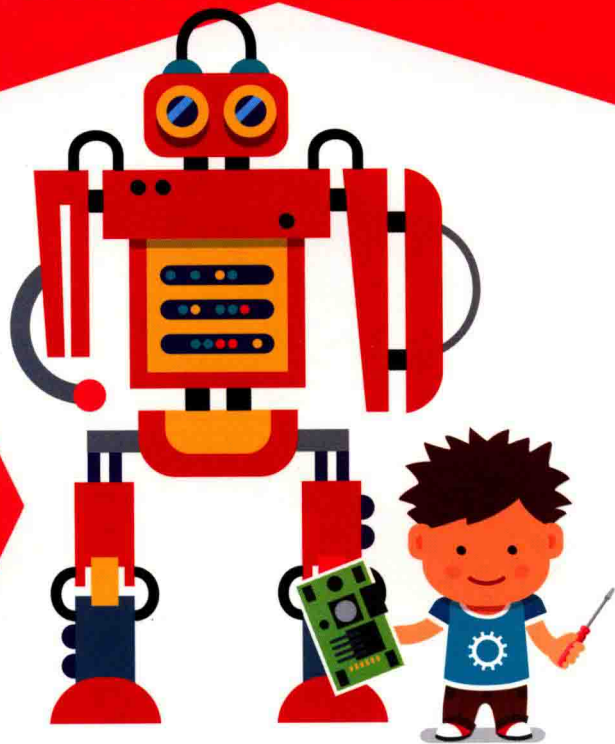


简易机器人 制作入门

■ 张海涛 兰海越 编
韩继彤 苗秀杰 审

Make friends with Robots



本课程可以学到

- ✓ BEAM 机器人的基本结构
- ✓ 非编程机器人的电子控制方式
- ✓ 简易机器人的制作材料与工具
- ✓ 10 个超有趣的制作案例

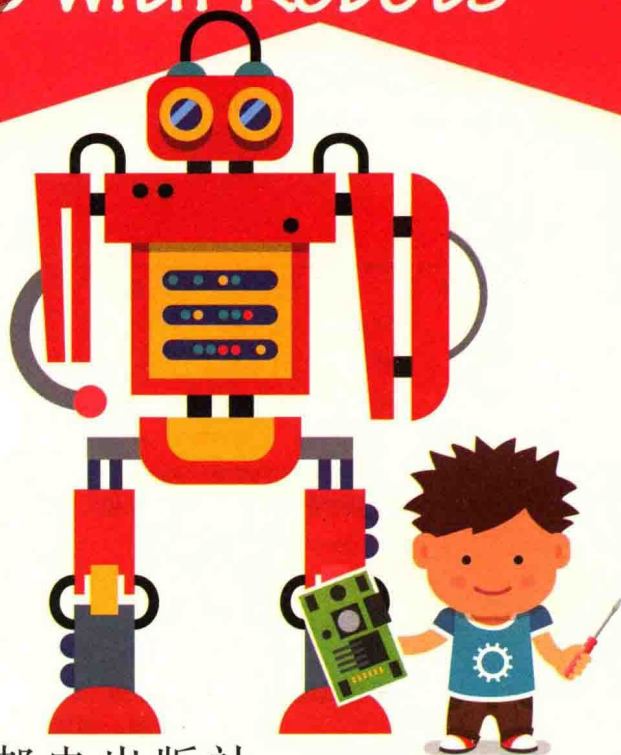
中国电子学会创客教育专家委员会 中国创客教育联盟 推荐

简易机器人 制作入门

■ 张海涛 兰海越 编
韩继彤 苗秀杰 审



Make friends with Robots



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

简易机器人制作入门 / 张海涛, 兰海越编. — 北京:
人民邮电出版社, 2017.2

(创客教育)

ISBN 978-7-115-43442-5

I. ①简… II. ①张… ②兰… III. ①机器人—制作
IV. ①TP242

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第217319号

内 容 提 要

普及类机器人课程是创客教育课程体系中重要的一个环节。普及类机器人课程又分非编程简易机器人制作课程和编程智能机器人搭建课程。

本书以课程的形式为大家提供了10种有趣易做的非编程类简易机器人的制作项目,详细介绍了以PVC为主要材料制作机器人的基本过程,以及各类机器人独特的原理解释与分析。本教程采用图文并茂甚至是以图片为主的“看图说话”方式,使小创客们能够更加直观、清晰地了解整个制作过程,并能自己动手顺利完成机器人的制作。

本书适合开设与创客教育有关的课程及开设校园创客空间的中小学使用,也适合校外创客教育机构开设简易非编程机器人课程使用。

◆ 编 张海涛 兰海越

责任编辑 房 桦

责任印制 周昇亮

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京画中画印刷有限公司印刷

◆ 开本: 690×970 1/16

印张: 7.75

2017年2月第1版

字数: 269千字

2017年2月北京第1次印刷

定价: 45.00元

读者服务热线: (010)81055339 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广字第8052号

丛书编委会

丛书顾问：杨 晋 李大维

丛书主编：梁森山

丛书副主编：谢作如 毛澄洁 傅 蹇 管雪泓 肖文鹏 吴俊杰

丛书编委：(以下以姓氏笔画排序)

王建军 王镇山 毛 勇 叶 雨 叶 琛 向 金 刘党生 刘恩涛
刘斌立 李梦军 余 翀 张 路 陈小桥 陈振总 周茂华 郑剑春
梁志成 梁 玮 袁明宏 程 晨

国务院总理李克强2015年1月28日主持召开国务院常务会议，确定支持发展“众创空间”的政策措施，为创业创新搭建新的平台。随后国务院将“万众创新”“人人创新”当作鲜明主题来推动实施，力争让全社会形成创新驱动的强大力量。如今，这股创造风潮正在席卷中国，“创客空间、众创空间、创业咖啡、创新工厂，甚至科技媒体等，都是众创空间的具体表现形式。”

2015年，创客火了，创客教育也跟着火了。

从北京、深圳、温州等地开始的这场“教育和创客的碰撞”已经风行全国。

毫无疑问，没有李克强总理推动“大众创业，万众创新”的“双创”政策，不可能有今天的创客教育。

目前创客空间正在全国各地蓬勃开展，但随之也出现了一些不同声音，比如担忧发展过快，基础不牢等问题。回望中国改革开放的发展历程，每一次成功的改革都有一个共同的特点——发端于边缘，立足于民间，只要这次创客教育的热潮，能够扎根教师的教育教学实际，普及到学生的家庭当中，那么创客教育就一定是安全的。换言之，那么多的专家学者、一线教师、学生和学生家长以及产业界人士投身到创客教育当中来的同时，只要将创客教育落实到学生的家庭中，让每个家庭成为创客教育的最终落脚点，让创客的生活方式渗透到那些发自内心想成为创客的孩子身上，那么普及创客教育就一定是一件天大的善事，一件值得所有人为之付出的事业。

著名哲学家雅斯贝尔斯在他的《什么是教育》中写道：“教育的本质意味着：一棵树摇动一棵树，一朵云推动一朵云，一个灵魂唤醒一个灵魂。”

北京景山学校沙有威老师在谈到创客教育时说：“我认为创客教育是‘唤醒孩子创新意识的教育’。这里我没有用‘培养’而用‘唤醒’，其意义在于对孩子以往被禁锢的创新意识的唤醒，‘唤醒’也体现创客教育中教师的作用。”

向所有关注和支持创客教育的专家领导，

向无私为创客教育奉献的一线教师，

向伴着创客教育成长的教育从业者，

致敬！

推荐及致谢

大家好！我叫梁玮，是一名软件工程师，同时也是一名机器人爱好者，作为 DIY-BOT 工作室的创始人，我在此很荣幸向大家推荐当前的《简易机器人制作入门》一书。

本书所介绍的非编程简易机器人，是源于一种名为 PVCBOT 的机器人，其本意就是用 PVC 材料搭建基本结构来制作的机器人。

PVC 是一种塑料，这里所说的 PVC 材料其实就是平常在网络或者电路布线时所用到的白色方形管状的 PVC 线槽，比较容易找到，而且价格便宜，在普通的五金商店几块钱就可以买到很多。

虽然 PVC 线槽材料的硬度并不是很高，但是小型甚至微型的机器人制作对材料的机械强度要求不高，所以它算是一种很适合的材料选择。而且 PVC 线槽加工起来简单、方便，相对于对金属材料进行加工时所需要的机床等专业设备，加工 PVC 线槽只需要“大剪刀 + 美工刀 + 小锥子”的组合，用比较容易掌握的类似“手工剪纸”的方式就可以很好地完成。另外，PVC 线槽制作的机器人体型相对都较小，所以开展活动时所需要的场地不大，对各种器件的性能要求不高，整体成本也相对较低。

由此，可以认为 PVCBOT 是定位在“低成本、易实现”的一项机器人 DIY 活动。

PVCBOT 最初起源于 DIY-BOT.net 机器人社区，发展并推广开来则得益于《无线电》杂志社及其背后的人民邮电出版社的支持。将 PVCBOT 的制作项目结合当前创客教育的理念，精选结集成这本用于创客教育的简易机器人教程，使得 PVCBOT 机器人不再局限于业余爱好者的圈子，而是一跃进入了广阔的创客教育领域。

非常感谢张海涛和兰海越两位老师，他们把原来 PVCBOT 的制作项目重新精选整理成为本书，结合他们多年的教学经验，使得原来语言生硬的技术说明书变成了生动活泼的科普教育读物。

同时，要感谢深圳 Labplus 盛思公司，他们是专注于创客教育和校园创客空间建设的专业公司，作为本书配套课程的服务商，相信通过他们的专业服务将会使得更多的孩子能够成为小创客，能够学会自制简易机器人，能够体验到 DIY 的乐趣。

特别声明

创客运动席卷全球，为了响应国家的号召，为了推动创客教育的发展，作为 PVCBOT 系列原创图书的作者，当前我把 PVCBOT 机器人制作项目的图文教程内容，正式授权到本书范围内使用。

梁 玮

2016 年 9 月

导 读

制作机器人是一项非常有意义的活动，其中涉及机械、电子、计算机软硬件等多个不同的学科领域。目前，市面上常见的制作机器人的器材基本以拼装类或搭建类为主，把加工好的现成零部件直接拼装或者搭建起来就能完成机器人的制作。这其中常见的主要有两类，一类是套件拼装类机器人，另一类是积木搭建类机器人。

套件拼装类机器人，是由厂商提供设计好的某一特定造型和功能的机器人的整套零部件，爱好者根据图纸就能把整个机器人组装起来。这就和拼装模型类似，只不过拼装对象由车、船换成了机器人。

积木搭建类机器人，是由厂商提供各种不同的通用机器人零部件，爱好者可以按照自己的创意搭建出各种不同造型和功能的机器人。

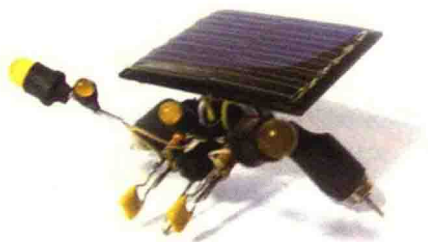
从制作的角度来说，积木搭建类机器人的优点非常明显，一方面可以降低制作机器人的难度，另一方面也有利于个人的创造发挥。

不过，由于积木搭建类机器人的零部件都是要重复使用的，为了制作新的机器人，要么只能把原来辛苦组装好的机器人拆掉，要么只能忍痛再花钱买新的零部件。无法保留当时的作品，对很多机器人爱好者和学习者总是一种遗憾。

在本课程中，我们引入一种称为 BEAM 的机器人，介绍如何用 PVC 线槽来制作 BEAM 机器人。那么，到底什么是 BEAM 机器人呢？

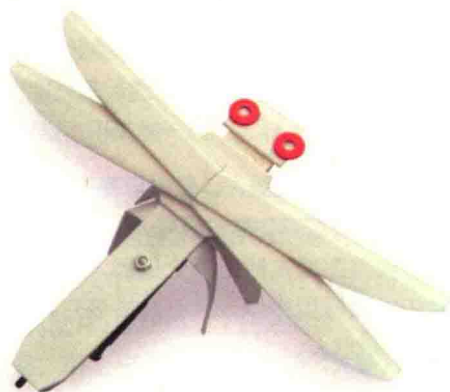
在国外机器人网站，我们经常可以看到“BEAM Robotic”这样一个名词，翻译过来就是 BEAM 机器人。所谓 BEAM 机器人，主要是指由最简单电路驱动的，模仿自然界某种生物的某一项基本行为的机器人。大多数 BEAM 机器人都比较简单，使用尽可能精简的电路，制作成本较低，一个普通的制作者能在几个小时内就完成一个新机器人的制作，因此 BEAM 机器人很适合作为一种学习电子知识和机器人技术的入门项目。

BEAM 取自“Biology、Electronics、Aesthetics、Machines”（生物学、电子学、美学、机械学）这几个英文单词的首字母，言下之意是指 BEAM 机器人需同时包含生物、电子、美学、机械等多个元素，也可以理解为用电子和机械的技术手段，同时兼顾艺术美学的效果，来模仿生物的特定行为。



BEAM 机器人的概念最初是由著名的机器人专家马克·特尔顿（Mark Tilden）博士提出的，马克博士曾为美国宇航局（NASA）工作，后来加入著名的 WowWee 玩具制造公司，并设计了曾经享誉全球的人形玩具机器人——罗本史宾（Robosapien）。BEAM 机器人最基本的想法来自于构建像生物一样具有简单条件反射机能的机器，区别于实验室里追求的高、精、尖的人工智能的机器人技术，马克博士主张从最基本的模仿自然生物某一功能的简单机器人做起，类似自然界生物进化一样，从简单到复杂，逐步实现机器人的“进化”。

国内外很多机器人爱好者制作的 BEAM 机器人一般都没有专门的外壳，其肢体和骨架大都是利用电子元器件的引脚以及金属线互相焊接在一起，直接搭建起来的，有着强烈的机械金属感。不过，这种制作方式对动手能力要求还是比较高的，除了要确保电路的正确连接之外，还要兼顾外形框架的构造，这对于初学者有着较大难度。另外，这种制作方式虽然在具体制作上非常灵活，不拘泥于形式，可以任意发挥，但要作为教程，却不利于形成固定可以遵循的标准化流程。为此，用 PVC 材料来制作 BEAM



机器人在设计上倡导一定的规范：机械结构和电子电路相对独立，机械部件和外形结构基本都用 PVC 材料来制作，控制电路则主要借助标准的电路板来焊接，并尽可能放置在 PVC 材料制成的外壳之下，同时强调鲜明、有趣的造型效果，不仅适合青少年遵循一定的方法完成制作，更可以引导他们发挥想象力并施展创意。

目 录

第1课	晒太阳的甲虫——光能振动机器人	1
第2课	运输者——振动的机械蜻蜓	7
第3课	两眼发光的臭虫——发光振动机器人	17
第4课	机器人制作工具——实验电源	24
第5课	觅食的蚂蚁——蓄能振动机器人	37
第6课	风行者——风动力小车	47
第7课	疾行者——摩擦传动三轮小车	60
第8课	速行者——四驱机器小车	66
第9课	耀行者——光电混合动力小车	81
第10课	疯狂的小强——避障机器小车	97

第1课 晒太阳的甲虫——光能振动机器人

在这个奇异的机器人世界中，“晒太阳的甲虫”是彻彻底底的和平主义者，和平时期有太阳的情况下，它们就有了无限的动力来完成各种露天工作，比如：道路维修、花草维护等。在战争时期，它们依靠并利用庞大的种群优势以及超强的变色能力，经常出没于敌人后方，给敌人以沉重的打击。今天就让我们的“小创客们”动用灵巧的双手来制作出他们心目中的“甲虫”吧！

【主题】光能振动机器人

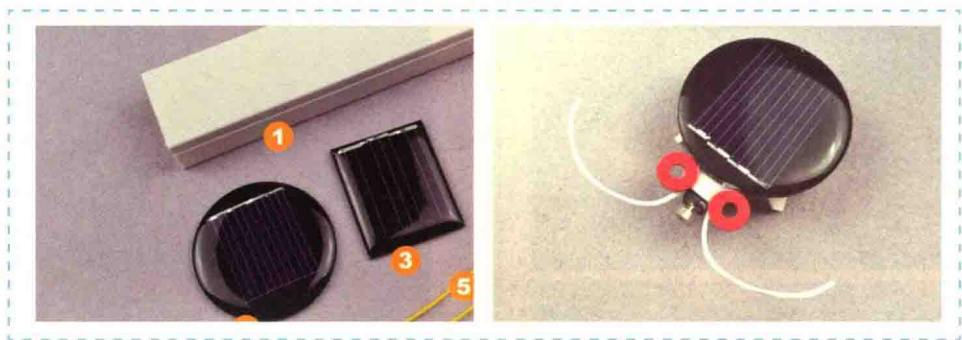
【目标】学习太阳能电池的应用知识，完成光能振动机器人的制作。

【耗时】2~3课时

【材料清单】

序号	名称	规格	数量	备注
①	PVC 线槽	横截面 25mm×15mm，长 100mm	1 单位	肢体结构
②	太阳能电池	2V，40mA，圆形	1 个	电源，L1 型
③		2V，40mA，方形	1 个	电源，L2 型
④	振动电机	微型振动电机	1 个	动力
⑤	导线	电路导线	2 根	电路连接
⑥	垫片	M3 红色垫片	2 个	装饰眼睛

【必备工具】热熔胶枪、直尺、美工刀、尖嘴钳、剪刀、铅笔、502 胶水、电烙铁、焊锡。

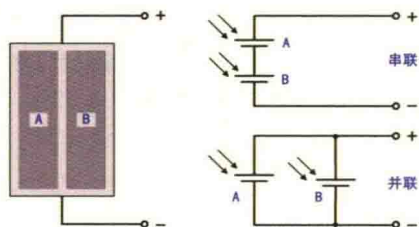


特色知识：什么是太阳能电池

太阳能电池又称为光电池，是一种能够把光能转换为电能的半导体器件。太阳能电池之所以能够把光能转换为电能，主要是通过光电效应的原理。所谓光电效应，即在光照射的情况下，某些物质内部的电子会被光子激发出来形成电流，简而言之就是用光来发电。

假如把电流看成水流，那么太阳能电池相当于一个“可以收集雨水的装置（雨水收集器）”。把晒太阳看成淋雨（这正好相反，哈哈），把“收集太阳能转为电能，形成电流”看成是“收集雨水，形成水流”。

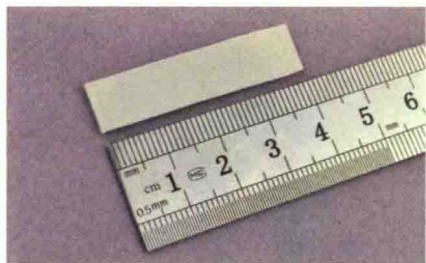
实际上一个完整的太阳能电池板，内部是由多个独立的小块太阳能晶片通过串联、并联甚至混联（既有串联也有并联）的方式组合在一起构成的，多块小太阳能晶片是同时封装在一起的，表面上看起来就像是一整块太阳能电池板（透过表面可以看到分成多个独立的区域）。



制作过程

1. 躯干

- 1 裁切一段长 40mm、宽 10mm 左右的 PVC 长条作为躯干。



- 2 把躯干的一端用剪刀裁成类似弹头的楔形。



- 3 在躯干的另一端表面滴上一滴熔化的热熔胶，然后把振动电机扣上去，等胶冷却后，振动电机就粘贴在躯干上了。

注意：因为振动电机工作时处于强烈振动状态，为了防止脱落，最好再涂一些热熔胶，把振动电机的外壳也包裹起来。当然，也可以用 502 胶水粘贴，不过要特别注意控制用量，防止胶水过多，渗入振动电机内部，导致电机损坏。



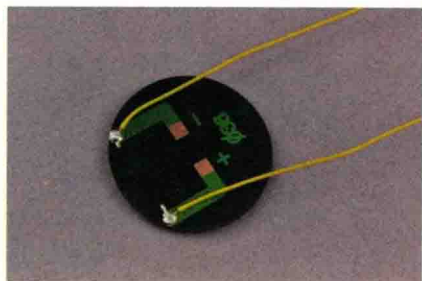
2. 甲壳

- 1 原装的太阳能电池板表面有一层塑料保护膜，使用时最好把保护膜撕掉，使太阳能电池能够充分吸收照射的光线。



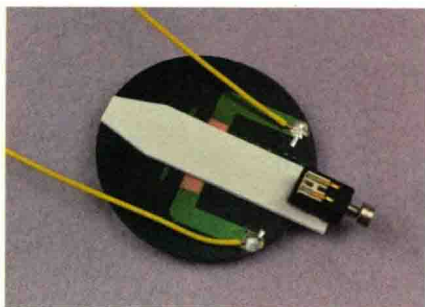
- 2 用电烙铁把两根导线分别焊接在太阳能电池的两个电极焊点上。

注意：焊接时，直接利用太阳能电池两侧原来的焊点来焊接（如图所示），而不要焊接靠中间的电极，因为太阳能电池板底面的中间部分还要安装躯干结构。



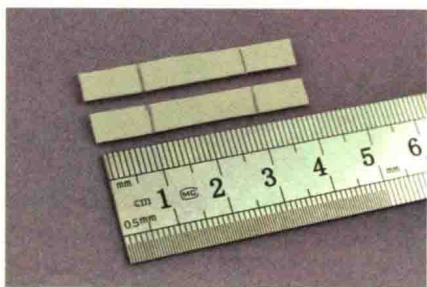
- 3 把安装了振动电机的躯干，借助热熔胶或者502胶水粘贴到太阳能电池板的底面上。

要求躯干角度要与太阳能电池的电极平行，并且躯干有振动电机的一端要突出太阳能电池板的外侧边缘大约5mm。

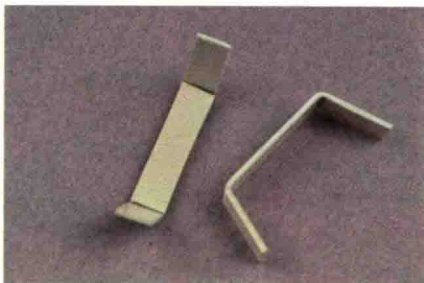


3. 腿部

- 1 裁切两根长40mm、宽5mm的PVC长条，作为腿部结构。用铅笔在这两根PVC长条上画好要弯折的标记线，具体位置正好分别位于距离长条两端边缘10mm的地方。



- 2 借助尖嘴钳，把两根腿部结构沿着标记线弯折成如图所示的形状。



- 3 再把腿部结构两侧前端剪成尖角状。



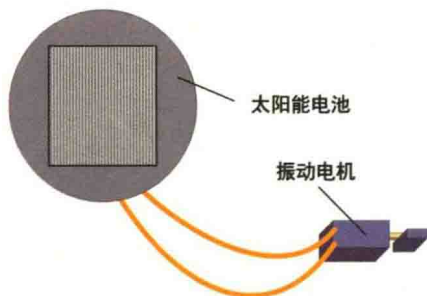
4 把腿部结构借助 502 胶水直接粘贴在躯干上，要求腿部结构与躯干垂直。

腿部安装都是位于距离躯干前、后两端边缘 10mm 左右的地方。



4. 电路

1 参照前面的电路原理图、实物连接图，或者下边的焊接示意图，把电路焊接好。



2 把太阳能电池板上引出的两根导线，直接焊接到振动电机的两根电极上。

注意：太阳能电池板上焊接的两根导线比较长，最好先剪短后再焊接到振动电机的电极上；另外也可以先把导线在腿部结构上绕上两圈，再焊接到振动电机的电极上。

以上两个措施，目的都是防止导线过长，碰到地面，影响整个机器人的运动。



5. 眼睛

1 为了效果逼真，在躯干前端突出太阳能电池板的部分（靠近振动电机），用 502 胶水贴上两片红色垫片作为眼睛。

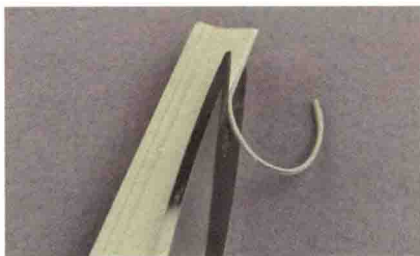


2 502 胶水渗透性强、干得快，粘贴眼睛时最好借助镊子来夹持垫片。



6. 触须

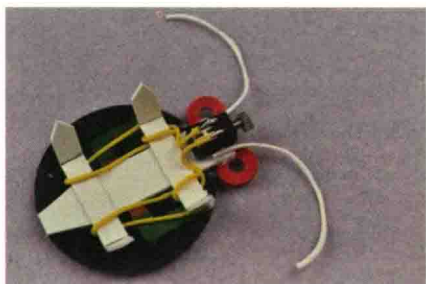
1 用剪刀沿着 PVC 线槽边缘剪两根长约 40mm 的细长条，尽量靠边剪，则剪下来的细长条最后会呈弯曲状，用它作为两根触须。



2 触须尽可能剪得细一点，这样机器人整体运动起来，触须的抖动效果就会更明显，看起来也更逼真。



- 3 把触须用热熔胶粘贴在底面振动电机的两端，并向头部前方两侧伸展开来，注意保持两根触须安装位置和角度的对称。



注意：这里也可以用502胶水粘贴，不过要特别注意控制用量，防止胶水过多，渗入振动电机内部，导致电机损坏。

- 4 至此，就完成了整个机器人的制作。



调试完善

采用下面的方法测试一下机器人的电路是否正常。

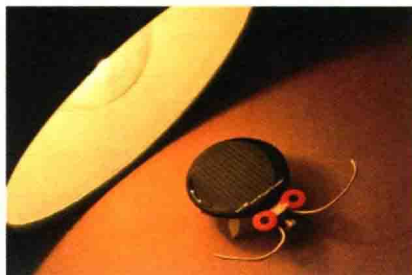
- 1 选择在夏季天气晴朗的中午，把机器人背上的太阳能电池板直接暴露于阳光的照射之下（不要隔着窗户），可以看到振动电机带动机器人全身振动起来。

注意：假如阳光不够强，是无法让太阳能机器人动起来的。



- 2 也可以把机器人放置在30W以上的白炽灯（黄色光线、温度很高的那种老式圆形灯泡）下，让太阳能电池板尽量靠近灯泡，也可以让振动电机振动起来。

注意：一般的白色日光灯（管）、节能灯是无法让太阳能机器人动起来的。



- 3 使用强光手电筒直接照射太阳能电池板，也有可能让振动电机振动起来。

注意：不是所有的强光手电筒都有效，必须是大功率、光线足够强的强光手电筒，有些还要用到最高亮度的挡位才行。

另外，如浴霸、装饰射灯等大功率的灯光也可以让太阳能机器人动起来。





创意想象

甲虫在大自然中有许许多多，它们的样子、颜色都不尽相同。那么，在我们小创客心中的“甲虫机器人”到底具备什么样的色彩呢？现在就让我们的小创客们，用手里的画笔来妆点出它们心目中的“甲虫”吧！



知识拓展 甲虫外壳的颜色

有一些甲虫的外壳颜色是会发生改变的，然而，为什么甲虫会改变其外壳颜色呢，这个问题仍困扰着科学家们。部分研究人员认为甲虫表皮颜色改变与其自我保护功能有关——夜里湿度大，甲虫将其自身外壳颜色变为黑色有利于结合夜晚环境。而另一部分研究人员认为颜色改变与甲虫夜晚热量吸收有关，相关的实验还在探索中，但是比利时科学家的研究解释了这一现象的基本原理——其外壳的颜色改变与环境的湿度和光线有关。

那慕尔大学的研究员玛丽·拉萨特表示，这种甲虫结构特性是一种重要的“智能材料”，它可以广泛应用于人类的实际生活中，例如湿度传感器、食品处理工厂中的湿度等级监控工作中，其前景令人期待。科学家表示将尽快弄清楚外壳变色的原理，早日将这一研究成果为人类造福。

第2课 运输者——振动的机械蜻蜓

在奇异的机器人世界中，“运输者”是一种较大型的昆虫机器人，主要活动在河谷地带，拥有两对类似翅膀的结构，由于体型巨大，只能低空缓慢飞行，有一定的载重量。和平时期，大多数“运输者”都服务于政府的交通厅，负责轻量级物资的空中运输。战争爆发后，“运输者”主要参与后勤辎重的空中运输，后来也参与了物资空投。今天就让我们的创客亲自动手，为他们增加同伴吧！

【主题】振动的机械蜻蜓

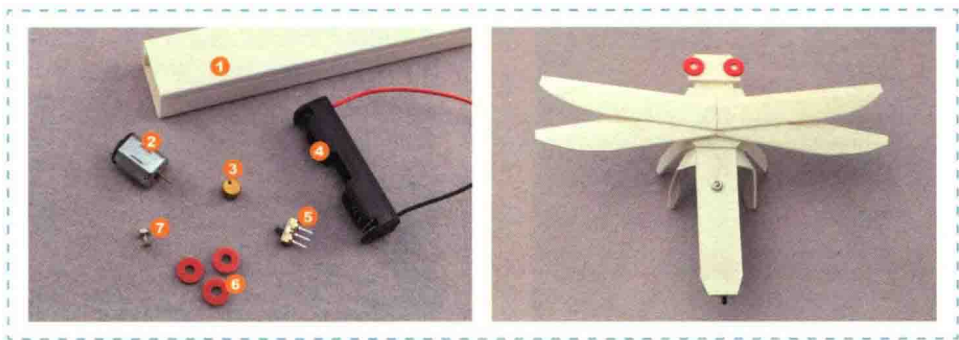
【目标】学习振动器的知识，完成振动的机械蜻蜓的制作。

【耗时】2~3课时

【材料清单】

序号	名称	规格	数量	用途
①	PVC线槽	横截面 25mm×15mm，长 15cm	3 单位	肢体结构
②	电机	N20 小电机，轴径 1mm	1 个	动力
③	偏心锤	轴孔径 1mm	1 个	振动偏心轮
④	电池盒	单节 7 号电池盒	1 个	电池夹
⑤	开关	小型拨动开关	1 个	电源开关
⑥	垫片	M3 红色垫片	3 个	垫电池盒、装饰
⑦	螺丝 / 螺母	M2×6mm 平头螺丝 / 螺母	1 对	固定电池盒

【必备工具】热熔胶枪、直尺、美工刀、无孔锥子、有孔锥子、铅笔、尖嘴钳、电烙铁、焊锡、透明胶带、502 胶水。

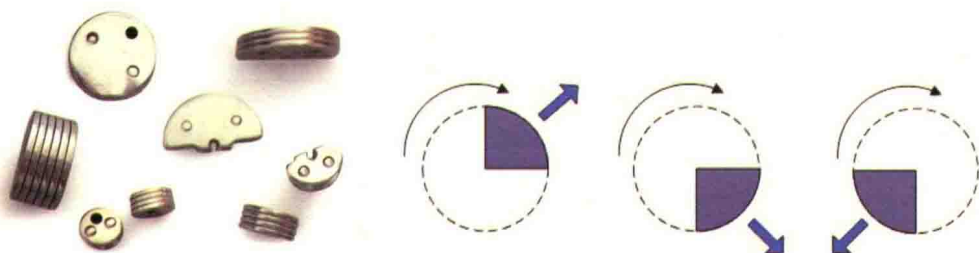


特色知识：如何让机器人振动起来

我们都知道，要让一个物体产生振动，最简单、直接的办法就是去敲打它，也就是对它施加一个外力；如果要让它持续振动，那么就要反复地敲打，不断地给它施加间歇性的外力。

常见的能够持续产生振动的结构是偏心锤，也被称为振动偏心轮、振动摆锤或者振子，这是一种安装在转动的轴上，但重心不是位于轴心，而是远离轴心的金属锤状结构。

当偏心锤高速转动时，由于锤体存在一定的质量，就会不断交替循环地在轴心周围产生一个离心的外力，使得整个结构产生忽上忽下、忽左忽右的摆动，速度越快，摆动越明显，也就产生了强烈的振动。

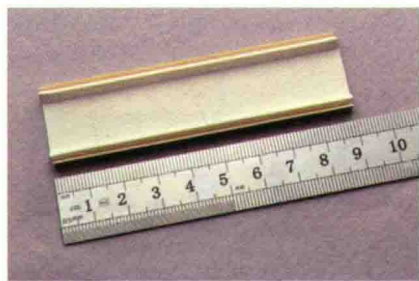


振动器的知识已经学完了，现在就让我们亲自动手来制作振动蜻蜓吧！

制作过程

1. 背板

- ① 选用横截面为 $25\text{mm} \times 15\text{mm}$ 左右的 PVC 线槽的盖子部分，截取 9cm 长的一段。



- ② 把线槽盖子两侧的轨道裁切掉，得到一根长 9cm 、宽 1.5cm 左右的 PVC 方条。用铅笔在 PVC 方条上距离其中一侧边缘 4cm 的地方用铅笔画一根横截线，并且在横截线中央位置做一个钻孔标记。



- ③ 在钻孔标记上钻一个直径 2mm 的小孔，之后用橡皮把铅笔的痕迹擦干净，最后得到一块背板。

