

入门：手把手教你制作各种简易机器人！

Robot:
making on your time

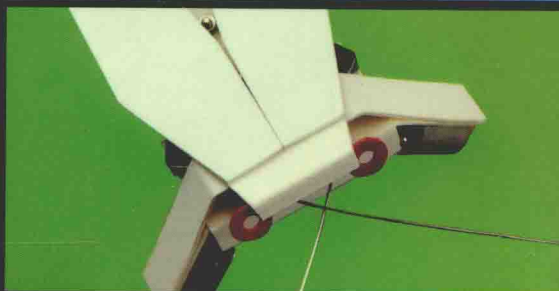
PVCBOT

超简单机器人设计与制作

第2版

■ 梁玮 伍杰 李衡延 李震 编著

- 干电池、太阳能电池、法拉电容，使用不同电源，让机器人动起来。新增背景故事。
- 风力驱动、摩擦传动、皮带传动、齿轮传动，三轮、四轮，机器小车制作方案大集结！
- 从巡边小车开始，为机器人添加简单智能！
- 在动手中学知识，发挥想象创造千变万化造型，这就是我自己的机器人——PVCBOT！



2



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

完全
图解

爱上机器人

Robot:
making on your time

入门：手把手教你

机器人！

PVCBOT

超简单机器人设计与制作 2

第2版



■ 梁玮 伍杰 李衡延 李震 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

PVCBOT超简单机器人设计与制作 / 梁玮等编著. —
2版. — 北京: 人民邮电出版社, 2016. 8
(爱上机器人)
ISBN 978-7-115-42913-1

I. ①P… II. ①梁… III. ①机器人—制作 IV.
①TP242

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第156867号

内 容 提 要

“PVCBOT”是“PVC-Robot”的缩写,既是指以PVC为主要材料来制作的机器人,也是指定位于“低成本、易实现”的一项机器人DIY活动。“PVCBOT”系列机器人教程,将从零开始介绍如何制作PVC机器人,希望通过分享一些心得体会,对那些想要入门或者刚入门的朋友有所帮助。当然,这里所分享的内容都是基于作者作为机器人业余爱好者的经历,所面向的对象可能也只是非专业出身的业余爱好者,有很多内容可能因为知识所限,仅点到为止,只能起到抛砖引玉的作用,不足的地方还请大家多提意见和建议。

区别于很多其他机器人制作书籍的泛泛而谈,本系列的机器人教程除了着重介绍制作过程之外,还强调对原理解释、分析,不仅是知其然,还要知其所以然;并且为使细节过程更翔实、完整,本教程主要以图文并茂甚至是图片为主的“看图说话”的方式进行展现,力求更清晰明了和通俗易懂。也正因为如此,项目教程的篇幅比较大,且整体教程进度推进得有点慢。正所谓“鱼和熊掌不可兼得”,希望大家能够理解和支持。

这本书是“PVCBOT”系列的第2册,将依据机器人的几个基本组成部分(即:能源系统、动力系统、控制系统等)来进行分类,集中介绍多个不同种类的PVCBOT简易机器人的设计与制作,最后还分享了一些组织PVCBOT机器人竞赛的相关经验。本书第2版追加了背景设定章节,以科幻故事的形式为PVCBOT机器人增添了新的乐趣。

◆ 编 著 梁 玮 伍 杰 李 衡 延 李 震

责任编辑 周 明

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>

北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

◆ 开本: 720×960 1/16

印张: 18.75

2016年8月第2版

字数: 631千字

2016年8月北京第1次印刷

定价: 69.00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

特别感谢



在第1册书正式出版的一年之后，当前的第2册书终于面世了。

在这里，首先我要一如既往地感谢我的团队，在大家的通力合作下，本书最终得以顺利完成。然后，我要感谢我的父母和我的太太，是他们的理解和支持免去了我的后顾之忧，让我能够安心、专注地完成本书的编写。同时，我还要感谢《无线电》杂志社的房桦主编以及本书的责任编辑周明先生，还有人民邮电出版社所有参与本书出版的工作人员，为了保证本书的出版质量，他们都付出了很多的心血。另外，我还要感谢一直以来关注我们的朋友们，在大家的鼓励和帮助下，我们才得以不断进步。

为了让更多的人能够了解PVCBOT、喜欢PVCBOT，本书在正式出版之前，我们在网上发起了针对本书的预售活动，得到了广大网友们的大力支持，当前已经有超过90位支持者不同程度地支持了我们的项目，这里我代表整个团队对他们表示衷心的感谢，他们分别是（排名不分先后）：

刘凯	郝凡静	刘文蓉	唐岸水	朱彤	刘作桂	周正
吴敏	吴雪奇	黄平	陈松华	奚小平	余启明	倪凡
王新海	陈丹	余伟	张勐	何磊	倪颖杰	关键妍
范进勇	郝艳广	刘军	粘颢	高攀	许浩然	郑昭毅
徐振锋	杨佩尧	楼元廷	孙培璟	黄峰	吴怡斐	尹劲松
卫兴	葛成	卢绪玲	王英豪	姜腾	李文良	王晓欣
李志超	陈波	刘旺才	金梦	向金	李玉华	叶奇颖
华浩金	杨凯	曾祥潘	邵春阳	欧阳国栋	李俊厚	李唯一
张永豪	张骑奔	梁振华	陈庆点	李鹏	朱赵君	陈欣
刘君玲	高峰	周晓娇	王旭阳	张永吉	戴文婷	陈武
窦国慧	王啸虎	武迪生	阮蔚	汪大成	刘绍镇	常新朝
李俊	于江玲	吴宇	孙炜	林活	谢锡忠	欧贻位
林翠琴	欧善清	黎贵福	高泽海	陈秋岸		

由于出版进度的原因，对于在定稿后给予我们支持的人，我们无法在此一一感谢，还望大家谅解。最后，我们要对所有已经支持我们以及即将支持我们的朋友们说声：感谢你们！

前 言



“DIY”为“Do It Yourself”的英文缩写，直译就是“自己动手制作”，而“BOT”则为机器人英文“Robot”的简写，所以这里的“DIY-BOT”也就是“自己动手制作机器人”的意思。

DIY 机器人是一项非常有意义的活动，国内外都有着众多的爱好者。但是由于 DIY 机器人对个人能力的要求是比较综合的，这其中涉及机械、电子、计算机软硬件等多个不同的学科领域，要想同时掌握那么多的知识，往往精力有限；而且 DIY 机器人需要投入高昂的资金，又要求一定的机械加工能力，还需要有专业的工具、设备，多数人不具备这样的条件。这些原因导致了国内 DIY 机器人活动“看热闹的人多，真正参与的人少”。

“独乐乐不如众乐乐”，与其自己一个人玩，我们更希望有更多的朋友一起加入 DIY 机器人这项活动。基于这个原因，我们策划了 DIY-BOT.NET 这个 DIY 机器人网络交流社区，让更多的机器人爱好者能够加入进来，大家一起交流心得与体会、分享资源与经验，互相学习，共同进步。

在此，为了方便广大机器人爱好者，我们将从 DIY-BOT.NET 网络社区中精选出不同系列的 DIY 机器人教程，编辑整理成为自己动手制作机器人系列教程。

当前的“PVCBOT 系列机器人”介绍的是一种以 PVC 线槽作为基本结构材料的机器人 DIY 活动，其重点在于以项目式教学的方式，对各种机器人 DIY 项目实例从设计原理、器材准备、制作过程、调试完善等多个方面进行完整而翔实的介绍。同时，为了与时俱进、不断发展，该系列将以多期连载的方式不定期推出新册，每册有不同的主题都可以独立成书，而各册之间则遵循由浅入深的原则最终构成一个连续的教程体系。

欢迎访问 PVCBOT 专题网站：<http://www.diy-bot.net/pvcbot>



请关注我们的微博和微信：



目 录



1. 基础篇 1

※ 理论基础：动手前要了解的一些知识

1.1 PVCBOT 的基本构成	2
1.2 PVCBOT 的能源类型	3
1.2.1 常规系列	3
1.2.2 光能系列	3
1.2.3 蓄能系列	3
1.2.4 微能系列	4
1.3 PVCBOT 的动力分类	5
1.3.1 振动引擎	5
1.3.2 流体引擎	5
1.3.3 转轴引擎	6
1.4 PVCBOT 的传动方式	7
1.4.1 摩擦传动	9
1.4.2 皮带传动	10
1.4.3 齿轮传动	10
1.4.4 链条传动	10
1.4.5 连杆传动	10
1.5 PVCBOT 的驱动形式	11
1.5.1 振动驱动	11
1.5.2 轮式驱动	11
1.5.3 履带驱动	13
1.5.4 关节驱动	14

2. 光能篇 15

※ 光能系列：绿色环保的太阳能机器人

2.1 关于光能系列机器人	16
---------------------	----

2.1.1	太阳能电池	16
2.1.2	光能机器人	18
2.2	项目：晒太阳的甲虫——光能振动机器人	19
2.2.1	基本原理	19
2.2.2	器材准备	21
2.2.3	制作过程	22
2.2.4	调试完善	26
2.2.5	成品展示	27
2.2.6	项目总结	27

3. 蓄能篇 29

※ 蓄能系列：可快速充电的电子发条机器人

3.1	关于蓄能系列机器人	30
3.1.1	超级电容	30
3.1.2	充电转接线	31
3.1.3	蓄能机器人	32
3.2	工具DIY：蓄能充电转接线	33
3.2.1	基本原理	33
3.2.2	器材准备	34
3.2.3	制作过程	35
3.2.4	调试完善	38
3.2.5	成品展示	38
3.2.6	项目总结	38
3.3	项目：法拉蜘蛛——蓄能振动机器人	39
3.3.1	基本原理	39
3.3.2	器材准备	42
3.3.3	制作过程	43
3.3.4	调试完善	46
3.3.5	成品展示	47
3.3.6	项目总结	48
3.4	项目：觅食的蚂蚁——蓄能振动机器人	49
3.4.1	基本原理	49
3.4.2	器材准备	53
3.4.3	制作过程	53
3.4.4	调试完善	62
3.4.5	成品展示	63

3.4.6	项目总结	63
4.	风能篇	65
※ 风力驱动：借助风力驱动的轮式机器人		
4.1	项目：风行者——风力机器小车	66
4.1.1	基本原理	66
4.1.2	器材准备	70
4.1.3	制作过程	70
4.1.4	调试完善	82
4.1.5	成品展示	83
4.1.6	项目总结	83
5.	摩擦篇	85
※ 摩擦传动：采用摩擦传动的轮式机器人		
5.1	关于摩擦传动方式	86
5.2	项目：疾行者1号——摩擦传动三轮小车	88
5.2.1	基本原理	88
5.2.2	器材准备	90
5.2.3	制作过程	91
5.2.4	调试完善	95
5.2.5	成品展示	96
5.2.6	项目总结	96
6.	皮带篇	97
※ 皮带传动：采用皮带传动的轮式机器人		
6.1	关于皮带传动方式	98
6.2	项目：疾行者2号——皮带传动三轮小车	100
6.2.1	基本原理	100
6.2.2	器材准备	102
6.2.3	制作过程	102
6.2.4	调试完善	107
6.2.5	成品展示	107
6.2.6	项目总结	108
6.3	项目：速行者——四驱机器小车	109
6.3.1	基本原理	109
6.3.2	器材准备	114

6.3.3	制作过程	115
6.3.4	调试完善	127
6.3.5	成品展示	128
6.3.6	项目总结	128

7. 齿轮篇 129

※ 齿轮传动：采用齿轮传动的轮式机器人

7.1	关于齿轮传动方式	130
7.2	项目：疾行者3号——齿轮传动三轮小车	134
7.2.1	基本原理	134
7.2.2	器材准备	136
7.2.3	制作过程	136
7.2.4	调试完善	140
7.2.5	成品展示	141
7.2.6	项目总结	142
7.3	项目：光行者——太阳能摩托	143
7.3.1	基本原理	143
7.3.2	器材准备	146
7.3.3	制作过程	147
7.3.4	调试完善	160
7.3.5	成品展示	161
7.3.6	项目总结	161
7.4	项目：耀行者——光电混合动力小车	162
7.4.1	基本原理	162
7.4.2	器材准备	165
7.4.3	制作过程	166
7.4.4	调试完善	168
7.4.5	成品展示	168
7.4.6	项目总结	169

8. 智能篇 171

※ 自主控制：简单的自律型机器人

8.1	项目：守卫者——悬崖巡边机器小车	172
8.1.1	基本原理	172
8.1.2	器材准备	176
8.1.3	制作过程	177
8.1.4	调试完善	198

8.1.5	成品展示	201
8.1.6	项目总结	202
8.2	项目：疯狂的小强——避障机器小车	203
8.2.1	基本原理	203
8.2.2	器材准备	214
8.2.3	制作过程	215
8.2.4	调试完善	230
8.2.5	成品展示	232
8.2.6	项目总结	233

9. 竞赛篇 235

※ 比赛切磋：通过组织竞赛来促进机器人 DIY 活动的推广

9.1	PVCBOT 的赛场设计	236
9.1.1	直线赛道	236
9.1.2	弧形赛道	237
9.1.3	环形赛道	238
9.1.4	坡度赛道	239
9.1.5	障碍赛道	239
9.1.6	围墙场地	239
9.1.7	高台场地	240
9.1.8	综合场地	240
9.2	PVCBOT 的竞技改装	242
9.2.1	对“速行者”的改装	242
9.2.2	对“疾行者”的改装	244
9.3	PVCBOT 的比赛形式	247
9.3.1	竞速比赛	247
9.3.2	竞距比赛	248
9.3.3	对抗比赛	249
9.3.4	闯关比赛	249
9.3.5	任务比赛	249
9.3.6	外观比赛	250
9.3.7	现场制作	250
9.3.8	创意设计	251

10. 背景故事 253

※ 奇异世界：PVCBOT 背后的那些故事

10.1	速度与激情	254
------	-------	-----

10.2 机体介绍 256

11. 制作图纸 267

※ 精益求精：参照平面图纸制作可以保证尺寸精确

11.1 PVCBOT 【0号 L1型】 晒太阳的甲虫（光能振动机器人） 269

11.2 PVCBOT 【0号 L2型】 晒太阳的甲虫（光能振动机器人） 269

11.3 PVCBOT 【0号 S5型】 法拉蜘蛛（蓄能振动机器人） 271

11.4 PVCBOT 【0号 S6型】 觅食的蚂蚁（蓄能振动机器人） 271

11.5 PVCBOT 【28号 B型】 风行者（风力机器小车） 273

11.6 PVCBOT 【29号 A型】 疾行者1号（摩擦传动三轮小车） 275

11.7 PVCBOT 【29号 B型】 疾行者2号（皮带传动三轮小车） 277

11.8 PVCBOT 【29号 C型】 疾行者3号（齿轮传动三轮小车） 279

11.9 PVCBOT 【30号 B型】 速行者（四驱机器小车） 281

11.10 PVCBOT 【31号】 光行者（太阳能摩托） 283

11.11 PVCBOT 【33号】 耀行者（光电混合动力小车） 285

11.12 PVCBOT 【34号】 守卫者（悬崖巡边机器小车） 287

11.13 PVCBOT 【1号 C型】 疯狂的小强（避障机器小车） 289



全书项目视频集锦

1

基础篇

从能源的不同，到动力系统的差异，再到传动方式的区别，最终到驱动形式的多样，PVCBOT 系列尽可能涵盖各种不同类型的机器人。

- 1.1 PVCBOT 的基本构成
- 1.2 PVCBOT 的能源类型
- 1.3 PVCBOT 的动力分类
- 1.4 PVCBOT 的传动方式
- 1.5 PVCBOT 的驱动形式



1.1 PVCBOT 的基本构成

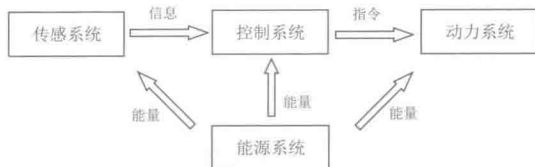
机器人的基本组成部分主要包括：

(1) **能源系统**：为机器人提供能量来源的部分，就像人体的消化以及循环系统；

(2) **动力系统**：提供动力的部分，能够让机器人运动起来，就像人体的运动系统；

(3) **控制系统**：主要由电子电路组成，能够为机器人的行为提供决策，就像人体的神经系统，也可以通俗地理解成大脑；

(4) **传感系统**：各种传感器，也就是能够从外界获取各类环境信息的元器件，可以让机器人感知外界的环境变化，就像人类的眼睛、耳朵、鼻子等感觉器官一样。



简单的无意识、随机运动的机器人，只要包含前面的能源系统以及动力系统就足够了；而具备一定智能、能够自主控制的机器人，则还需要具备控制系统以及传感系统。

PVCBOT 要能够运动起来，最简单的构成要包括：能源、动力引擎、传动机构、驱动机构。

能源：比较容易理解，就是能量的来源。PVCBOT 所使用的能量主要是电能，而电能的来源就是电源。

动力引擎：就是能够产生动力的装置。PVCBOT 的动力引擎就是能够利用电能产生动力的装置，通常为电机。

机构：字面意思就是机械结构，指的是为传输、转换运动或实现特定的运动而由若干零件组成的机械装置。

传动机构：就是传输动力的机械结构。动力引擎产生的动力，一般不直接驱动机器人，而是需要先通过传动机构进行一定的传输和转换（如形式、速度、方向等）。

驱动机构：就是驱动整体进行运动的机械结构。动力被传动机构进行一定的转换之后，被传输到驱动机构（如车轮），由驱动机构带动整个机器人运动起来。



以上的能源其实就是机器人的能源系统，而动力引擎、传动机构、驱动机构都属于机器人的动力系统。

在本册书里，我们将主要从 PVCBOT 的能源系统和动力系统的不同角度介绍多种简单机器人的设计与制作，而最后作为提高，再引入几个具备了控制系统以及传感系统的简单智能型机器人项目。



1.2 PVCBOT 的能量类型

PVCBOT 以电能作为能源，也就是说需要电源。把 PVCBOT 按照电源类型或者提供方式的不同来划分，则主要包括常规系列、光能系列、蓄能系列、微能系列等几大类。

1.2.1 常规系列

常规系列采用常规一次性电池作为电源。

常规一次性电池主要指普通干电池（锌锰电池）和微型的纽扣电池（锂锰电池）。

这些电池的用途很广，价格比较低，且容易买到。但是，它们的电能容量有限，导致机器人持续运动的时间受到限制。另外，由于常规电池属于一次性使用的，假如经常使用，则需要不断购买新的电池来替换旧的，时间长了，总体上的成本还是比较高的。

从通用性以及降低重量的角度考虑，PVCBOT 常规系列机器人主要使用普通的 7 号（AAA）干电池，比如第 1 册书中介绍的项目“0 号 DC 型——振动机器昆虫”，以及本册书后续的项目“29 号——疾行者”“30 号——速行者”“33 号——守卫者”“1 号——疯狂的小强”等；另外对于一些小型机器人，有时候也使用微型的纽扣电池，比如第 1 册书中介绍的项目“0 号 A 型——暴走的臭虫”和“0 号 C 型——两眼发光的臭虫”。

提示：对于使用普通 7 号干电池（电压 1.5V）的常规系列机器人，可以把干电池换成同样尺寸的可充电的镍镉、镍氢等电池（电压 1.2V），甚至换成 7 号磷酸铁锂电池（电压 3.7V）。这种情况下，虽然已经不再使用一次性的电池，但一般还是把机器人看成是常规系列的，毕竟它最初是依据一次性干电池的标准来设计的。



1.2.2 光能系列

光能系列采用太阳能电池作为电源，因而也被称为太阳能系列。“光能”的英文为 Light-Power、Solar-Power，这里简称为 LPower。所谓光能，也就是利用太阳能电池把光能转换为电能。

太阳能电池虽说绿色环保，但功率和效率都较低，一般只适合用在小型或者微型的机器人上，具体实例就如本册书中的项目“0 号 L 型——晒太阳的甲虫”；也有个别运用在对动力要求不是太高的机器人上，比如本册书的项目“31 号——光行者”。而介于光能与常规电能之间的混合动力机器人，一般划归光能系列，毕竟光能系列相对常规系列来说是一个提升，具体实例比如本册书的项目“33 号——耀行者”。

关于光能系列机器人的更详细资料请参见“2 光能篇”。



1.2.3 蓄能系列

蓄能系列采用可充、放电的超级电容作为电源。“蓄能”的英文为 Storage-Power，这里简称为 SPower。所谓蓄能，实际上是指对超级电容进行充电蓄能，然后再利用超级电容放电提供电能。



“超级电容”也叫“法拉电容”或“黄金电容”，由于它具有大容量、可快速充电、大电流放电等特性，我们也可以把它作为 PVCBOT 微型机器人的一种电源。蓄能系列机器人的具体制作实例可以参看本册书中的项目“0号 S5 型——法拉蜘蛛”“0号 S6 型——觅食的蚂蚁”。

蓄能系列包括具体的机器人项目以及配套的充电转接线，详细资料请参见“3 蓄能篇”。

1.2.4 微能系列

微能系列采用微型锂电池作为电源。“微能”的英文为 Micro-Power，这里简称为 MPower。所谓微能，指用微型锂电池作为电源，这里的“微”指体积微小，而不是说电能微弱，实际上它的电能非但不微弱，相反还很“强大”。

这里采用的微型锂电池主要是聚合物锂离子电池，它具有体积小、重量轻、能量密集、安全可靠、可反复充电循环使用等优点，非常适合用在 PVCBOT 这样的小型机器人上。

微能系列包括具体的机器人项目以及配套的锂电池电源模块和充电器，将在后续出版的书中再进行介绍。





1.3 PVCBOT 的动力分类

PVCBOT 的主要动力来源是电机，也就是能够把电能转换为机械能的装置。

电机通上电源之后，它的轴就会高速转动，就是说电机可以产生转动形式的动能（机械能的一种）。然后再通过不同的机械结构把这转动的动能转化成其他形式的动能，最后就可以用不同的方式去驱动机器人运动。

以上所提到的能够驱动机器人运动的各种动能，主要包括振动的动能、流体（流动）的动能，当然也包括电机直接提供的转动（旋转）的动能。

引擎，即发动机，也就是能够产生动力的装置。对于 PVCBOT 来说，引擎就是电机（含附属的机械结构），对应到此前提到的驱动机器人的不同形式的动能，那么 PVCBOT 常见的动力引擎就可以分为振动引擎、流体引擎、转轴引擎。

提示：更多关于电机的工作原理可以参看第1册书“5.2.1 入门篇—振动机器人昆虫—基本原理—驱动原理—电机的工作原理”。

1.3.1 振动引擎

所谓振动引擎，就是产生振动的动能驱动机器人运动的引擎。

PVCBOT 所用的振动引擎由电机以及安装在电机轴上的偏心锤组成，具体原理就是用电机带动偏心锤转动，产生强烈的振动，再带动整个机器人的肢体振动，从而产生位移，形成运动。

第1册书中所介绍的各种振动机器人项目都采用了振动引擎，而本册书中即将介绍的项目“0号L型——晒太阳的甲虫”“0号S5型——法拉蜘蛛”“0号S6型——觅食的蚂蚁”等也都采用了振动引擎。

提示：更多关于振动的原理请参看第1册书“5.2.1 入门篇—振动机器人昆虫—基本原理—驱动原理—振动器的工作原理”。



1.3.2 流体引擎

所谓流体引擎，主要就是利用流体（气流、水流）流动的动能驱动机器人运动的引擎。

PVCBOT 常用的流体引擎就是电机以及电机所带动的类似螺旋桨的机构，具体原理就是用电机带动螺旋桨高速转动，然后推动流体（气流、水流）向后高速运动（喷射），再利用反作用力驱动整个机器人向前运动。

船、飞机、火箭的发动机都属于流体引擎，它们所依靠的流体分别是水流、气流、高温气流。

关于采用了流体引擎的 PVCBOT 项目，可以参看本册书“28号——风行者”，这是一个利用气流推动机器人小车运动的项目，更多关于流体引擎的工作原理也在该项目中有详细介绍（“4.1.4 风能篇—风行者—基本原理—驱动原理”）。



1.3.3 转轴引擎

所谓转轴引擎,就是利用转轴输出转动(旋转)的动能驱动机器人运动的引擎。

转轴引擎常见于机器人小车,当电机通电后,它的轴开始高速转动,然后通过传动机构把电机轴输出的转动动能做一些改变(如转速、方向、力量等),然后再去带动车轮转动,从而驱动整个机器人小车运动。具体实例包括本册书的项目“29号——疾行者”“30号——速行者”“31号——光行者”“33号——耀行者”等。

或者也可以不需要通过传动机构,而是由电机转轴直接带动车轮转动,然后驱动整个机器人小车运动。具体实例可以参看本册书的项目“1号——疯狂的小强”。

另外,也可以通过其他一些特殊的结构(比如连杆),把转动的运动形式变成摆动的运动形式,最后再去带动各种关节结构进行爬行运动(如双足、四足、六足机器人),这些将在本系列后续的书中进行介绍。

下面我们来比较以上3种动力引擎:

(1)假如从能量利用的效率(也就是电能转换为机器人运动的机械能的效率)来看:振动引擎的效率是最低的,因为它产生的动能是以振动这样比较间接的方式驱动机器人运动的;流体引擎利用的是反作用力原理,相对来说效率又高一些;转轴引擎基本上是直接利用转动的动能驱动机器人,因而是效率最高的。

效率:振动引擎 < 流体引擎 < 转轴引擎

(2)假如从能够产生的最大动力(这决定着引擎能够驱动的机器人的重量和体积)来看:振动引擎所能产生的动力无疑是最小的,毕竟振动方式只适合驱动重量较轻的微型机器人;流体引擎由于其动能的利用率一般,因而能够输出的动力也不是太高,一般适合驱动小型且对速度要求不高的机器人;转轴引擎对电机产生的动能的利用率是最高的,相对来说输出的动力也是最大的,广泛适应于驱动各类机器人。

动力:振动引擎 < 流体引擎 < 转轴引擎

