

大人的科学

Otomo no Kagaku

日本学研教育出版 / 编著
杨林蔚 / 译

风力双脚机器人

DIY MOOK



从迷你怪兽到风力双脚机器人
探索“进化”的秘密 P10

双脚步行机器人的发展史 P18

详解步行的机制 P52

最新研究报告
走路姿势的科学 P66

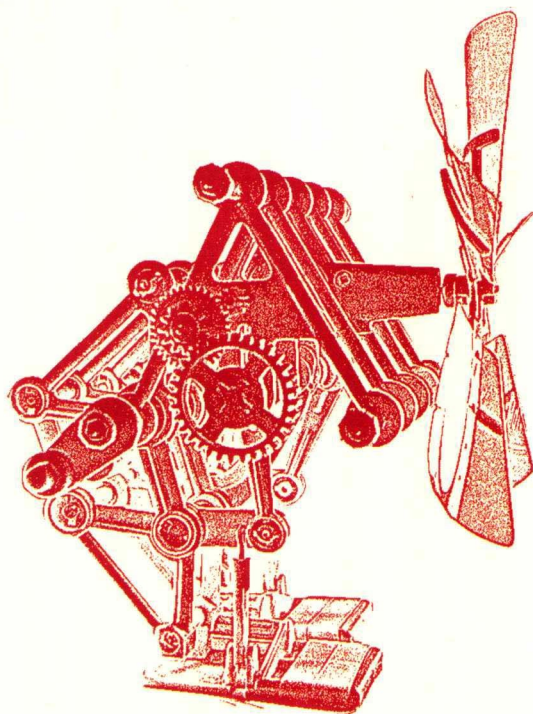


大人的科学

Otona no Kagaku

日本学研教育出版 / 编著
杨林蔚 / 译

风力双脚机器人



图书在版编目(CIP)数据

风力双脚机器人 / 日本学研教育出版编著; 杨林蔚
译. — 北京: 北京联合出版公司, 2014.12
(大人的科学)
ISBN 978-7-5502-2999-0

I. ①风… II. ①日… ②杨… III. ①机器人 - 普及读物 IV. ①TP242-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第092985号

北京市版权局著作合同登记号 图字: 01-2013-7968

大人の科学マガジン テオ・ヤンセン式二足歩行ロボット

Otona no kagaku magazine[Jansen style Biped Robot]

©Gakken Education Publishing 2012

First published in Japan by Gakken Education Publishing Co., Ltd, Tokyo

Simplified Chinese translation rights arranged with Gakken Education
Publishing Co., Ltd.

大人的科学

风力双脚机器人

作者: 日本学研教育出版

译者: 杨林蔚

责任编辑: 李征

选题策划: 磨铁图书

策划、监制: 赵菁

特约编辑: 李鑫

内文排版: 陆云

特约美术: tofudesign

日方编辑人员

策划、编辑: 西村俊之(总编辑) 新屋敷信美(副总编辑)

吉野敏弘 藤川沙也贺

编辑: 上浪春海 小沼里菜 草薨洋平

佐保圭 中川悠纪子

船田巧 松本净 森山和道

装帧设计: 辻中浩一

内文设计: 辻中浩一 内藤万起子 永田由纪 大坪奏惠

修水 四叶加工 加藤贤策

封面插图: 田川秀树

照片摄影: 彩虹舍/小林幹彦

附件开发: 小美浓芳喜 吉田知史 永冈昌光

附件制作: TRON LINK

北京联合出版公司出版

(北京市西城区德外大街83号楼9层 100088)

北京卡乐富印刷有限公司印刷 新华书店经销

字数115千字 889毫米×1194毫米 1/16 6印章

2014年12月第1版 2014年12月第1次印刷

ISBN 978-7-5502-2999-0

定价: 199.00元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书及附件模型部分或全部内容
版权所有, 侵权必究

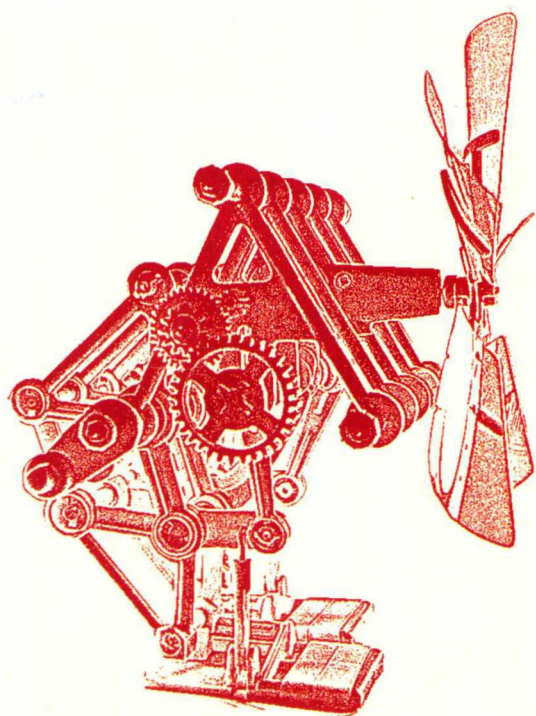
本书及附件模型如有质量问题, 请与本公司图书销售中心联系调换。电话: 010-82069336
如有任何疑问或建议, 请发送电子邮件至 drdkx2013@163.com

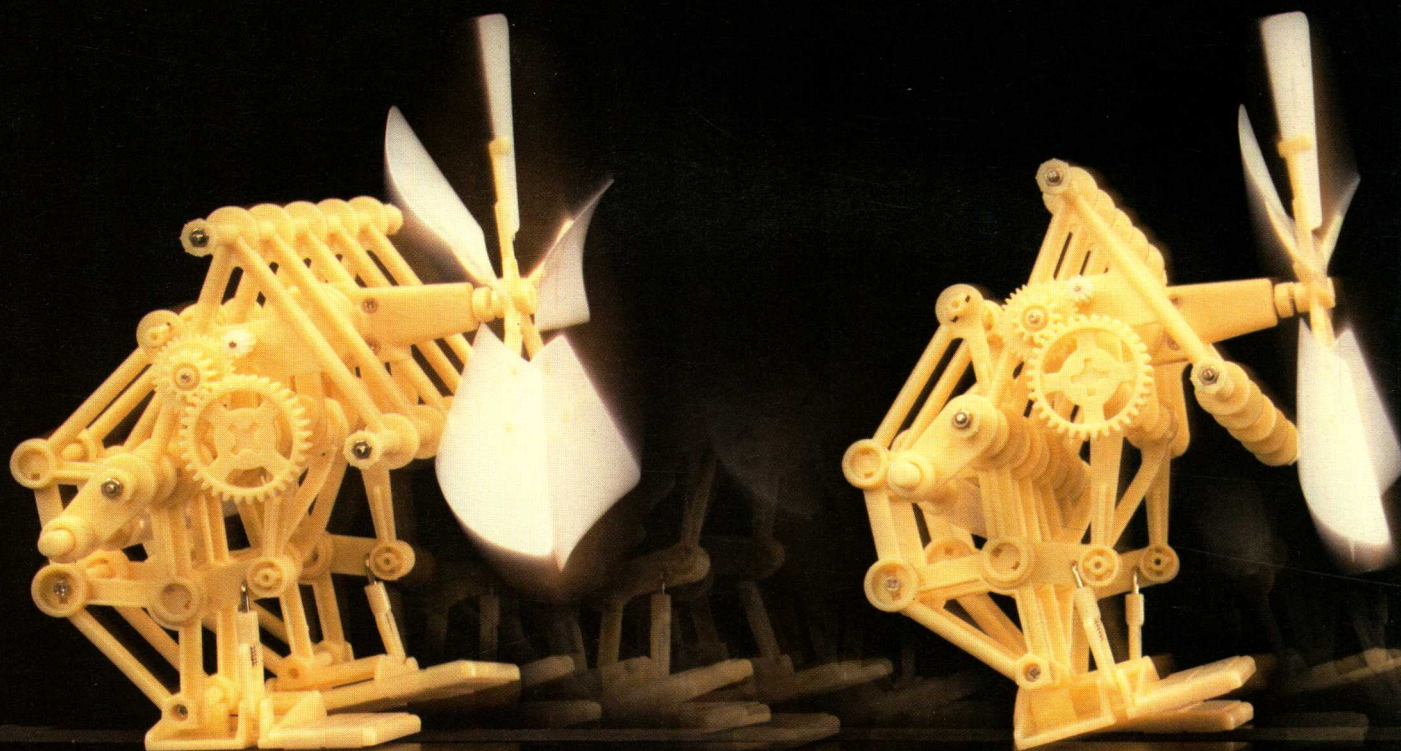
大人的科学

Otona no Kagaku

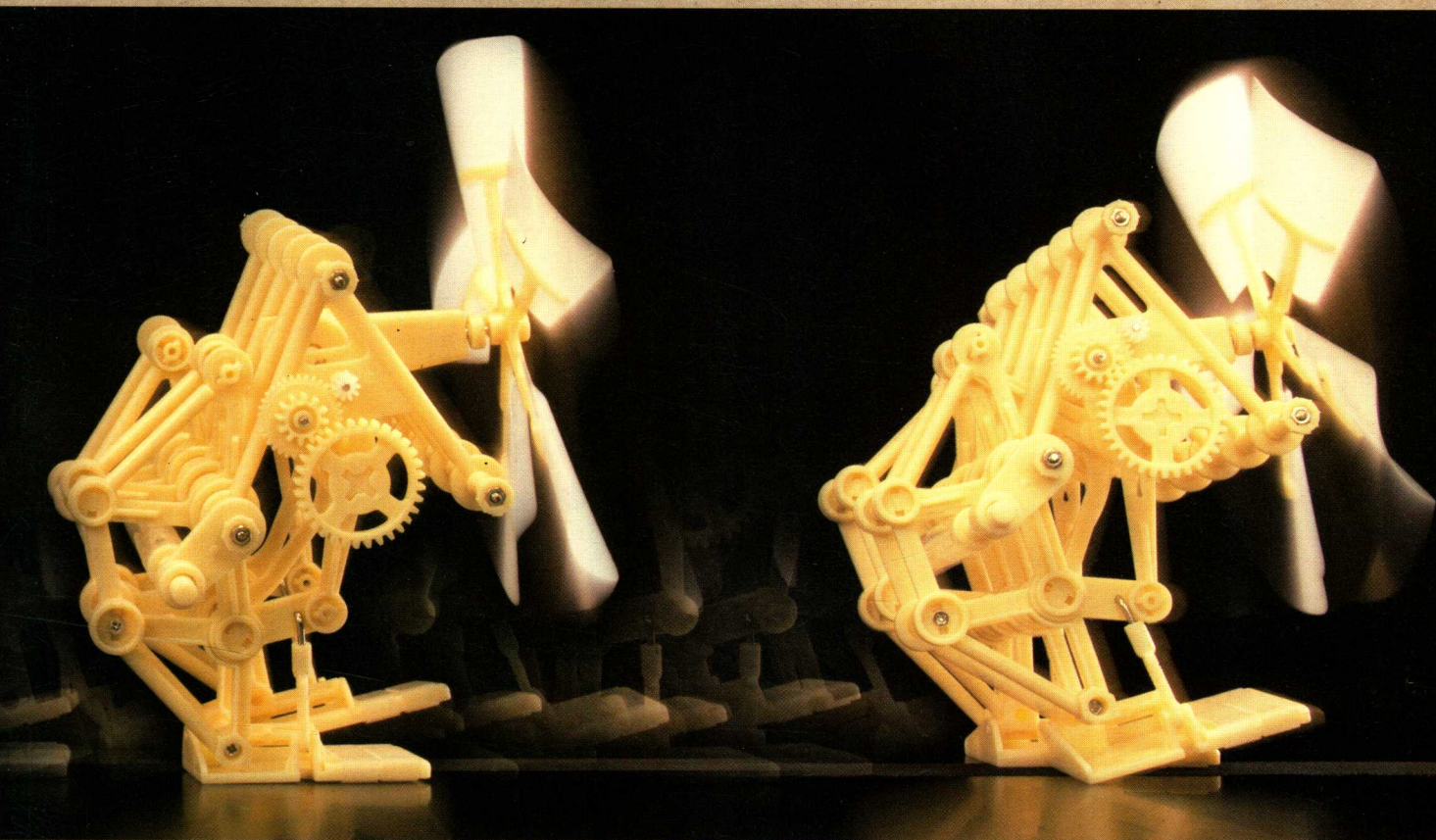
日本学研教育出版 / 编著
杨林蔚 / 译

风力双脚机器人



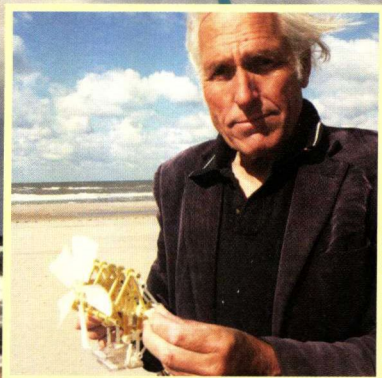


- 4 泰奥·扬森的最新报告
新速度风力兽Animaris Adulari诞生!
- 10 从迷你怪兽到风力双脚机器人
探索“进化”的秘密
- 18 双脚步行机器人的发展史
- 32 玩转风力双脚机器人
自带轨道球的变速风车
顽强的Kondala一号
- 38 只要一点点改造
让你的机器人变得更酷炫
- 42 庆应大学“龟之队”奋斗记
把探测器送到地面上的目标位置!
- 44 大人的御宅族制作室
- 52 详解步行的机制
双脚步行到底是个什么样的走法呢?
- 66 最新研究报告
走路姿势的科学
- 77 风力双脚机器人的组装方法
- 91 起步，走!
风力双脚机器人的使用方法



大人的科学

诞生—— Animaris 新速度风力兽 Adulari



泰奥·扬森

荷兰艺术家。1948 年生于斯海弗宁恩(属于海牙市),曾在代尔夫特理工大学研究物理,立志当画家。1990 年,他设计出了由塑料瓶组成身体、能借助风能如动物一般行走的机械怪兽“Strandbeest”。从那以后他对 Strandbeest 进行了数次改良,发明出了包含储藏风能的胃、牵动脚移动的肌肉,甚至具备神经和脑部的新型机器人。《大人的科学》编辑部很早以前就关注了这位艺术家,并把含有风力怪兽“基因”的“风力双脚机器人”作为本书的附件。双脚步行机器人可以说是它进化后的形态。扬森先生把这只小怪兽命名为“Animaris imperio”。Imperio 在拉丁语中是“企鹅”的意思。

IN NETHERLANDS

泰奥·扬森的最新报告

继2011年“Animaris Gubernare”机械怪兽登场之后,最新款的风力怪兽出现在了荷兰的斯海弗宁恩海滩。这款怪兽到底是什么模样?它都有什么样的新技能呢?

协助/ Theo Jansen Media Force Ltd. 采访·撰文/ 工藤夏未

Animaris



▼►Animaris Adulari
规格为4.8米×3.8米×1.5米，
右边的照片是从前方拍
摄的。



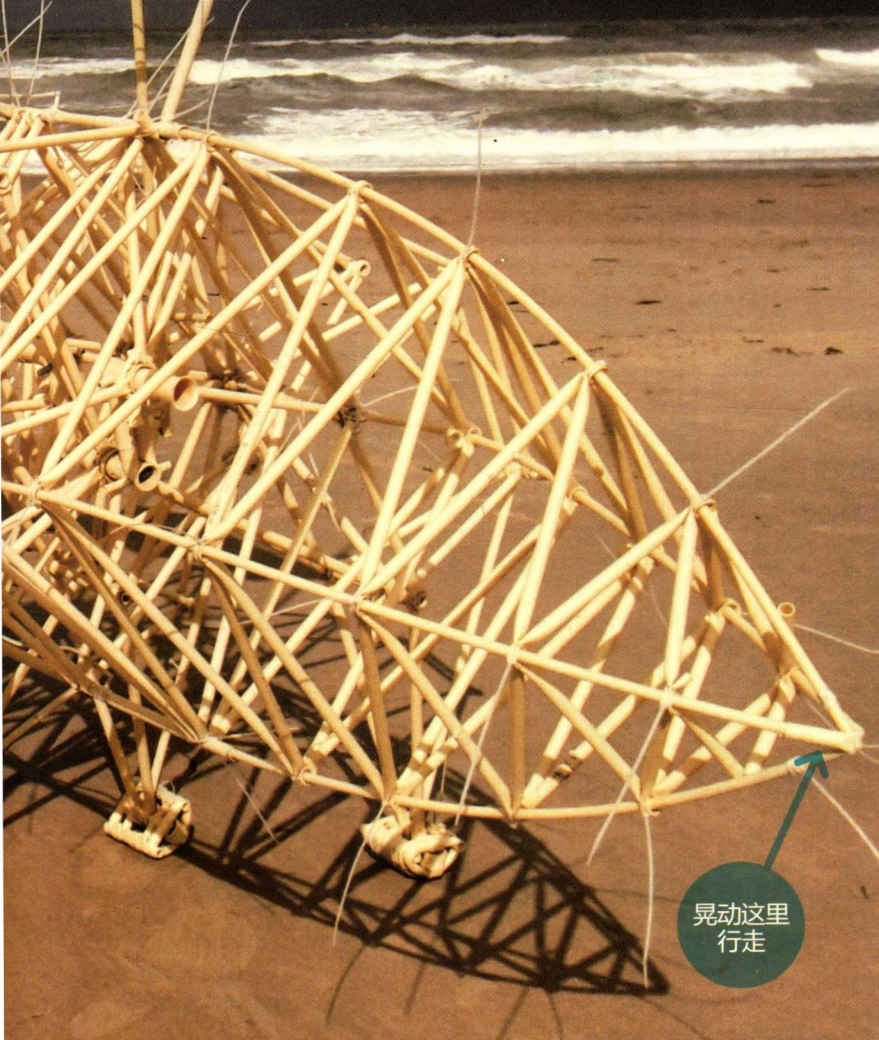
晃着脑袋走出的新速度

泰奥·扬森最新研制出来的这款风力怪兽叫作“Animaris Adulari”，在拉丁语中Adulari的意思是“摇尾巴”。它是靠着上下左右摇晃脑袋和尾巴前进的。当然了，它也从前几代那里继承了“脚”，保留了它们宛如活物的美妙步法。

新掌握的这种晃脑袋的技能，其实并不是现阶段想要达到的目的。换句话说，在进化过程中，它拥有了这项技能，但它到底能派上什么用场还不清楚。

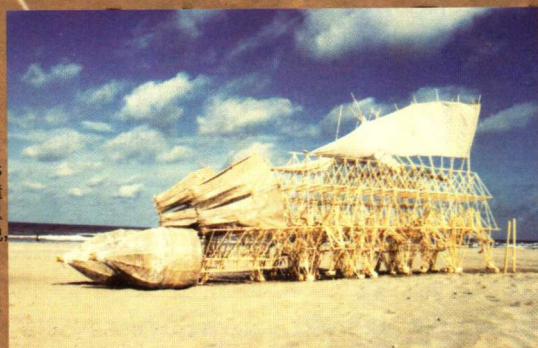
如果拿生物类比的话，因为突然变异而获得了技能，可是从一开始还不知道它到底有什么用，但当环境发生改变时，这个本事没准就能帮助你生存下去。现在，就处在这个中间的阶段。

2012年12月，泰奥·扬森已经造出了5台这样的机械兽。发明者仍在实验研究下一代怪兽能够获得怎样的能力和机能。



晃动这里
行走

Animaris Gubernare
— 2011年完成，是在Animaris
Siamesis(参考P8)的基础上制造
出来的，头部的羽毛状部件可以
控制自身的前进方向。也就是说，
可以不完全受风向影响。
规格：7.5米×3.5米×4米。



Adulari



下一代怪兽的新技能正在开发中

从最开始的风力怪兽诞生到现在已经过去了20余年，逐步“进化”出了30余个品种。迄今为止的风力怪兽都具有以下的特征：

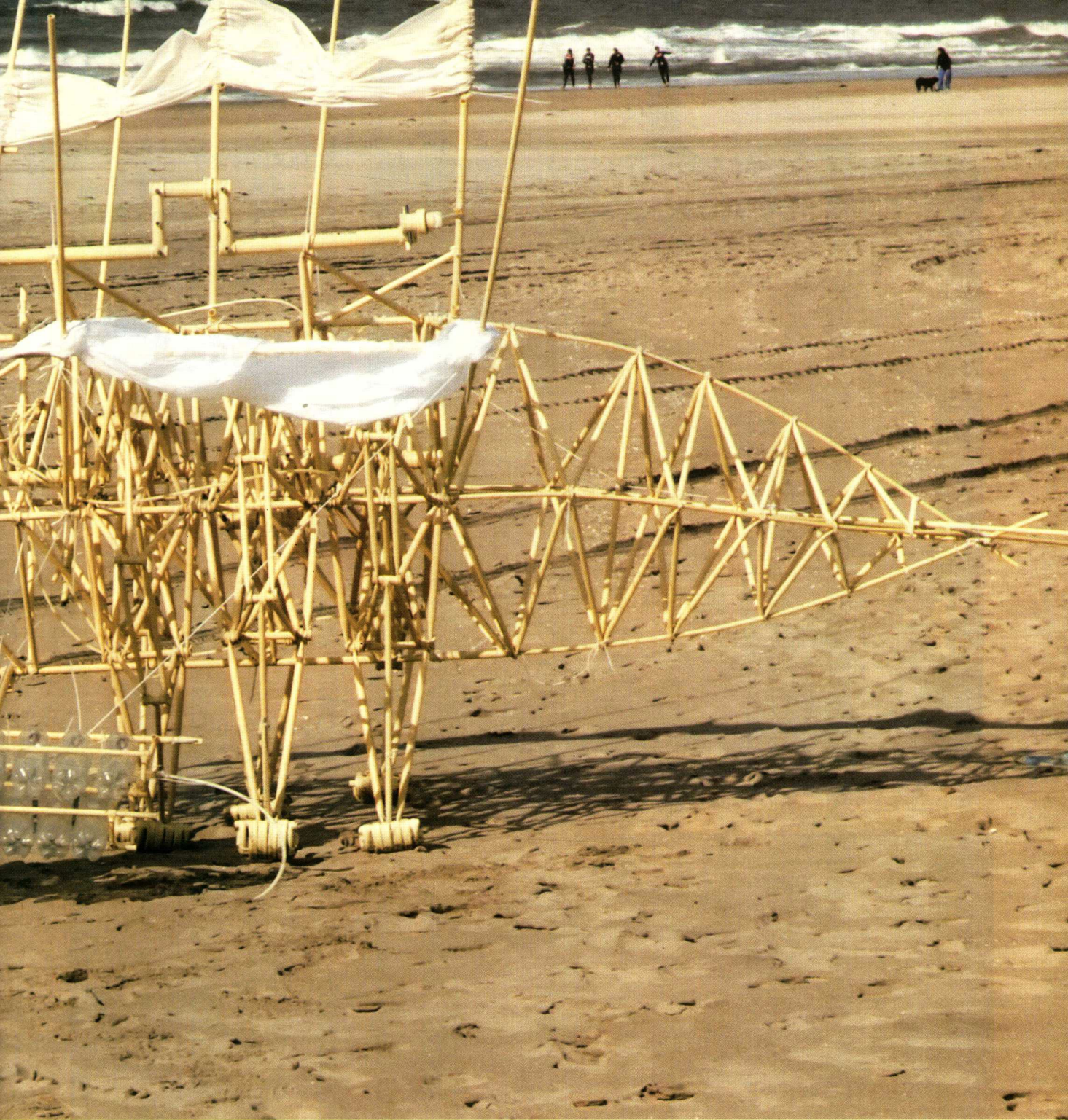
1. 容易被风吹走；
2. 走在沙滩上时，脚容易陷入沙子中；
3. 轴和脚部进了沙子后，就不能顺利行走。

现在扬森先生正在为解决这三个难题而开发新技术。以下逐条说明：

小型化、把塑料瓶挂在尾部以降低重心

关于第一个难题，怪兽的骨架越大，就越容易被风吹跑。最近的作品Animaris Siamesis（见上图）长4.4米、宽9米、高5米，体重200千克，就不易被风吹走。但是，它巨大的身体失于灵巧，改变方向时就很吃力。

Animaris Adulari则比Animaris Siamesis小巧得多，恢复了轻盈的体态。而且，因为身高降低了1.1米，多少也降低了风的阻力。但

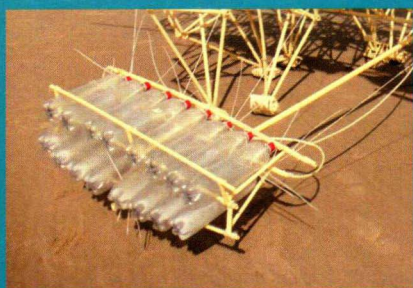


是体重减少，就易受风的影响。琢磨出来的解决方案就是把能储存风的塑料瓶拴在怪兽的尾部上，以此降低重心。之前的怪兽们都是把瓶子安置在体内比较高的地方。

沙子埋不住脚

因为之前的Animaris Siamesis身体巨大结构复杂，一旦有地方卡住或者无法启动，就会呆立原地。此时如果强行移动它的话，反倒会折断脚。

为了解决陷入沙子中无法移动的问题，之前都是在怪兽的足端套上面积大的“鞋子”。但这还不尽如人意，于是就设计出了与地面平行的、30厘米长的棒状足，不仅不会陷入沙子中，走得还稳当。因为并不是5台Animaris Adulari都装备了这种脚，所以上面的照片中没有显示。



1 把塑料瓶拴在尾部保持低重心

2 不会陷入沙子的新脚



a 穿的可脱卸型鞋子
b 与地面平行的棒状足



3 自己冲干净轴里的沙子

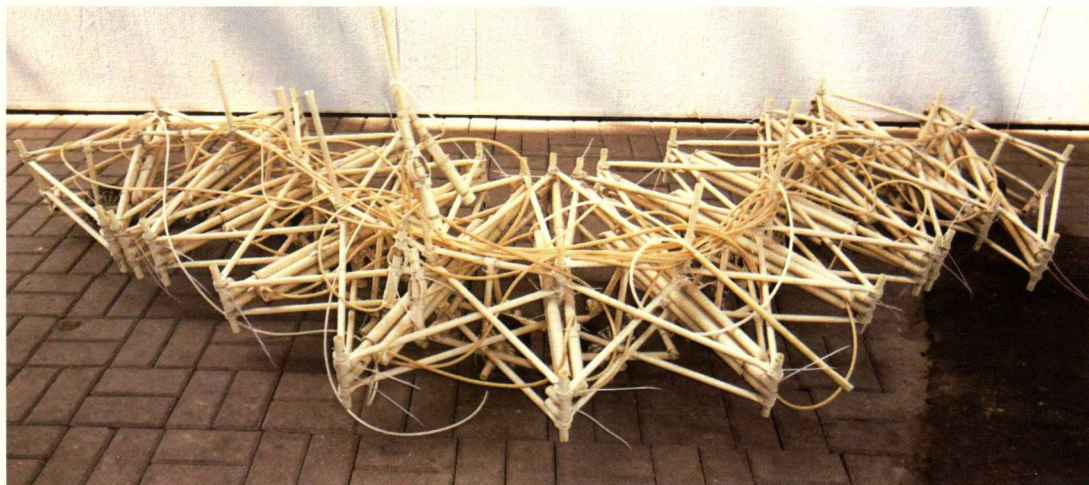
自己洗掉轴中的沙子

为了解决第三个问题，sweat function正在试验开发“擦汗”的技能。就是把掺有洗涤剂的水加入专用的塑料瓶中，通过空气压力把这种水挤到曲轴上，然后轴中夹带的沙子就会跟着泡泡排出去。要是采用这种方法的话，那风力怪兽就会像螃蟹一样边走边吐泡泡了。

Animaris Adulari具有的这些技术，都已经用到新一代的Animaris Currens Umerus身上了。扬森先生在2013年5月的时候让它在斯海弗宁恩的海滩上亮相。

(下) Animaris Siamesis
这款怪兽是由两头怪兽并列组合而成的。是以它的“哥哥” Animaris Umerus 为原型造出来的。
规格：4.4米×9.0米×5.0米。
于2009年诞生。



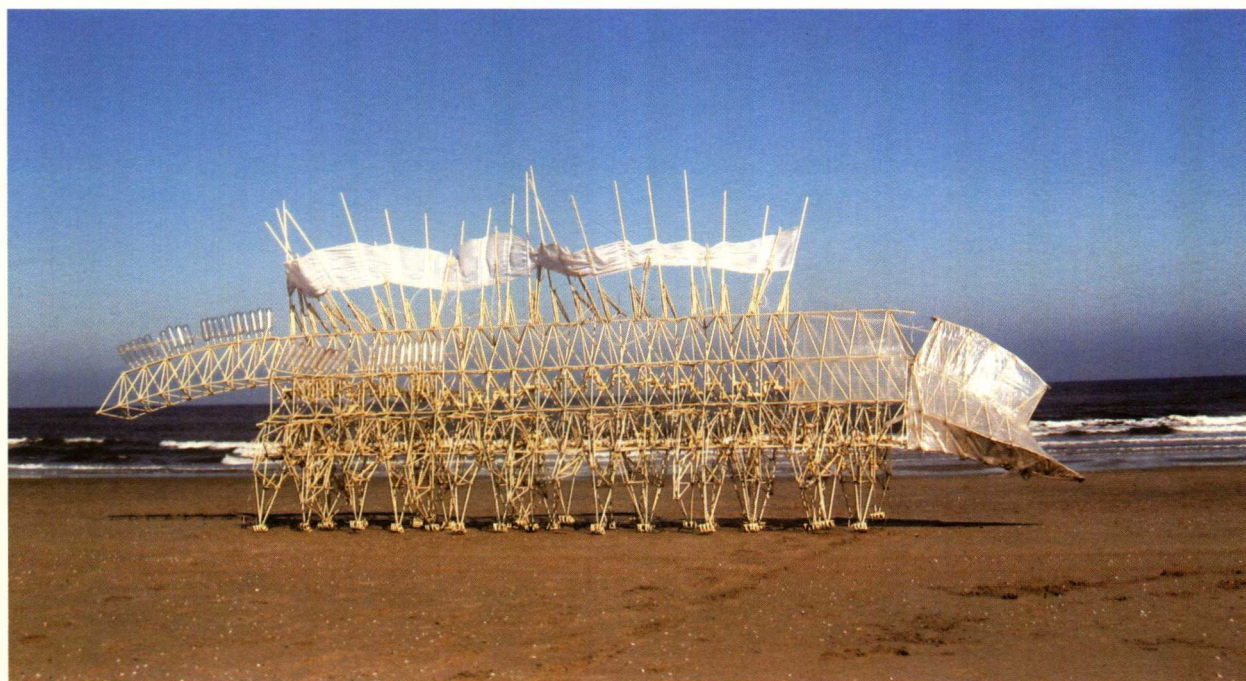


在地面爬行的怪兽Animaris Gubernare也具有新技能，目前正在试验中。



每个风力怪兽都是泰奥·扬森自己用塑料管手工制作的。

Animaris Umerus
Umerus 在拉丁语中是“肩膀”的意思。这款怪兽拥有肌肉——脚的接合部安装有装着压缩空气的塑料管，它可以借助这个行走。规格：3.9 米 × 12 米 × 2 米。于 2010 年诞生。



从迷你怪兽到风力 双脚机器人 探索“进化”的

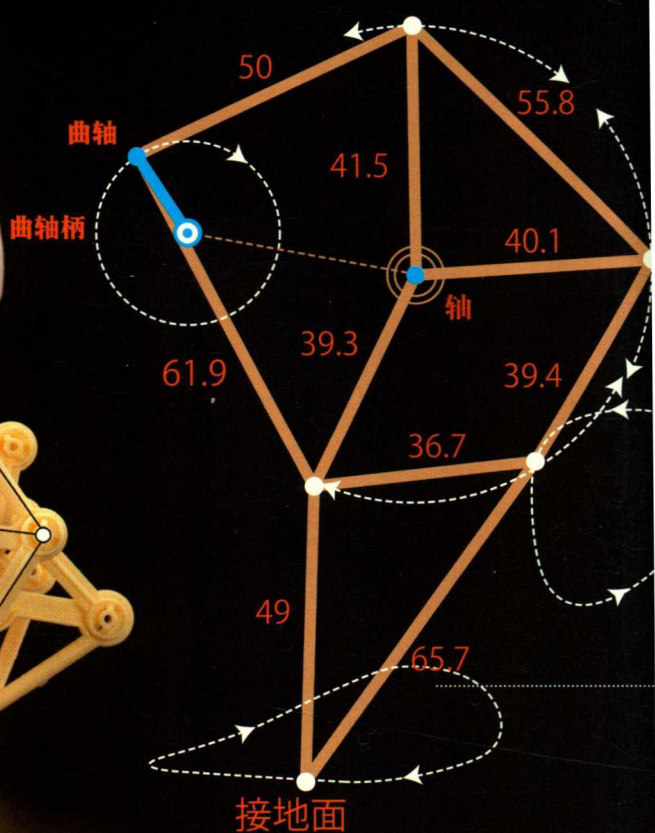
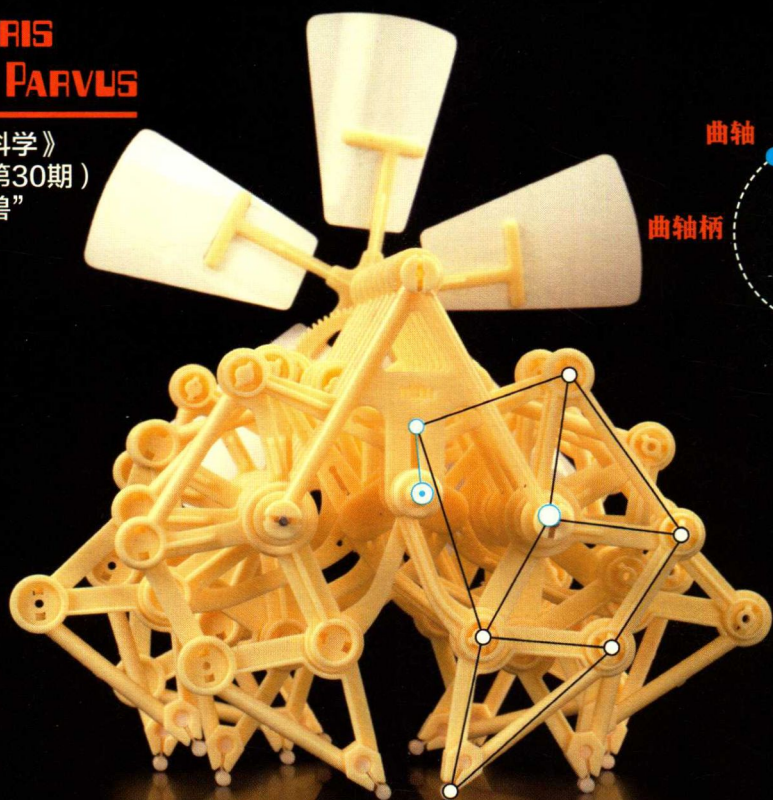
秘密

《大人的科学》的附件“风力双脚机器人”像因风而生的小动物一样，它的走路姿态吸引了很多读者。它优美的步法来源于泰奥·扬森发明的独特的脚部连接装置。
风力双脚机器人就是在此基础上进行了再加工，拥有了属于自己的步行方法。就让我们用这两个做个比较，来揭开“进化”的秘密吧！

协助 / 永冈昌光 采访・撰文 / 工藤夏未 摄影 / 彩虹舍・小林幹彦

ANIMARIS ORDIS PARVUS

《大人的科学》
(日本版第30期)
“迷你怪兽”
脚部连接



步行的秘密在于脚的比例中“神圣的数字”

双脚步行的秘密在于重心移动

让我们比较一下迷你怪兽和风力双脚机器人之间的异同。可以明显看出，它俩的脚长得不一样。迷你怪兽共有6组脚，并排的前后脚算一组。它经常保持着前后各2~4只，总共4~8只脚着地的姿势，走起路来非常稳当。与此相对，风力双脚机器人是把迷你怪兽的两组脚合成了一只，左右晃动身体，双脚交替着前进。虽然看起来摇摇晃晃的，但即便是单脚着地也屹立不倒，具有良好的平衡性。只有倾斜身体才能用两只脚行走。

从行进方向的后面观察迷你怪兽，能看到6只脚，前后共有12只脚。

ANIMARIS
ORDIS PARVUS



ANIMARIS IMPERIO

风力双脚机器人的脚部连接

风力双脚机器人把前后伸展的脚部连接放置到单侧的脚上。风车的位置也从身体侧面挪到了正面。

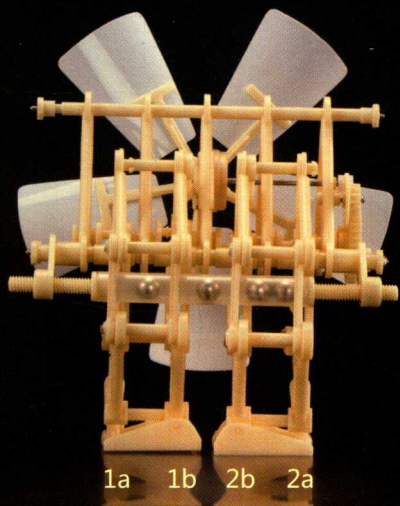


泰奥·扬森于1991年制作出了第一只步行怪兽。那时，他为了让怪兽走起来像哺乳类的大型动物，就用计算机模拟在不同的关节长度条件下，怪兽的脚是如何移动的。然后推导出来走起来最流畅的脚各部分间的比例。他把这些数据称为“神圣的数字”。迷你怪兽的脚就是利用了这些数字，从左右两幅图片就能看出，风力双脚机器人也是这么来的。

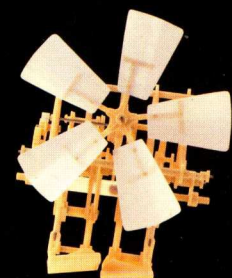
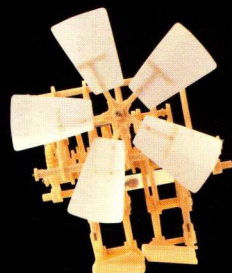
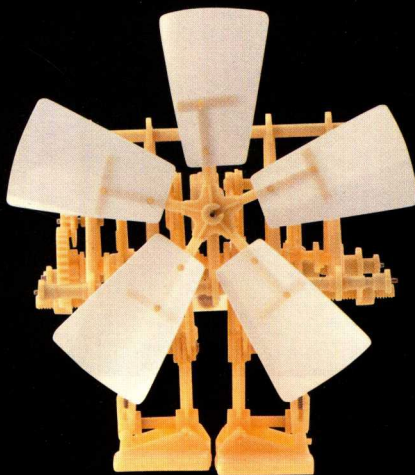
扬森先生发明出来的脚的构造和神圣数字

扬森先生总共公布了13个数字，在这里仅列出迷你怪兽和风力双脚机器人身上所使用的10个数字。

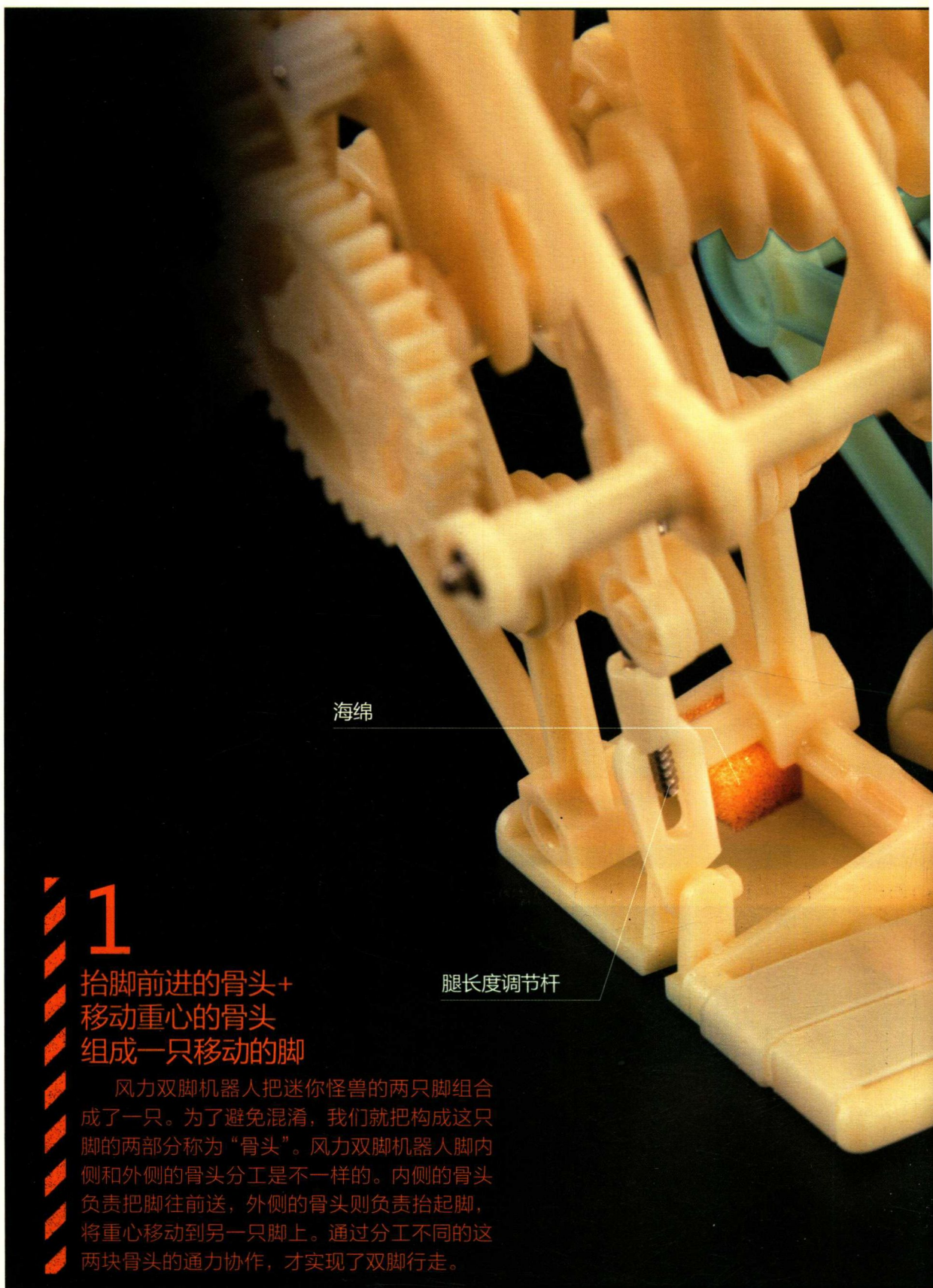
从后面观察风力双脚机器人。把迷你怪兽的1a和1b做成一组，算是一只脚。加上2a和2b共有两只。



从正面观察行走中的风力双脚机器人，身体左右摆动幅度很大，因此能抬脚行走。



ANIMARIS IMPERIO



海绵

腿长度调节杆

1

抬脚前进的骨头+
移动重心的骨头
组成一只移动脚

风力双脚机器人把迷你怪兽的两只脚组合成了一只。为了避免混淆，我们就把构成这只脚的两部分称为“骨头”。风力双脚机器人脚内侧和外侧的骨头分工是不一样的。内侧的骨头负责把脚往前送，外侧的骨头则负责抬起脚，将重心移动到另一只脚上。通过分工不同的这两块骨头的通力协作，才实现了双脚行走。