



**NATIONAL  
GEOGRAPHIC**

國家地理

臺東土坂部落  
百年不斷的  
人神之約

2020年9月 NO.226

北美五大湖區  
即將迎接  
不再冰凍的冬天

# NATIONAL GEOGRAPHIC

國家地理雜誌 中文版

## 見見 新朋友！

它們已經是社會中的  
新勞動力、社交幫手、運動教練  
智慧機器人將與我們  
展開全新生活！



臺灣：定價 NT\$280  
特價 NT\$249  
香港：定價 HK\$70  
特價 HK\$63



ISSN 16082623



國家地理-中文版



## 目錄

### 封面圖片

這隻柔軟的機械手是由德國柏林工業大學的機器人學與生物學實驗室所開發，由柔韌的材料所製成的這隻手，能更靈巧敏捷地抓握物品。

SPENCER LOWELL

### 影像故事



# 8

### 不尋常的光

為了探索人造光線呈現在自然環境中的效果，這位攝影師將攜帶光源的空拍機飛行於地球上一些最壯觀的地景之上。

攝影／吳鴻淋

### 新型冠狀病毒

# 15

大計畫

### 傷害自然的高昂代價

這篇文章說明了為什麼一顆受傷的星球，無法好好保護我們不受疾病侵襲。

撰文／安立克·薩拉

數據表

### 1918年流感如何壓平曲線？

這場歷史上致命的大流行疫情，對當今受新冠病毒所擾的世界仍有所啟發。

製圖／萊利·D·尚洋·迪安娜·馬克斯



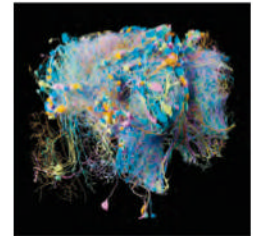
工具箱

### 檢測病毒

處理這些檢體需要使用特殊工具。

撰文／小塔瑪斯·維特雷

### 上下四方



# 26

捕獲新知

### 解開大腦電路之謎

透過這張精細的圖像，我們得以看見果蠅腦部中上千萬個神經連結。

撰文／泰瑞莎·馬凱莫

解碼自然

### 放電的行為

許多魚類都會使用電流溝通和導航——但這些鰻魚會利用電流狩獵以及保護自己。

製圖、撰文／迪安娜·馬克斯

更多內容

- 在火山的陰影中回到過去
- 活生生的樹橋
- 動物園裡的人氣王
- 用「屁股呼吸」的烏龜



## 專題報導

### 機器人就在你身邊

這種新形態的機器人不像《星際大戰》的C-3PO有名。它們完全不像人類——但仍然很聰明、技術熟練，而且移動自如。它們是為了和人類一起「生活」與工作所設計，而且正持續移入我們的日常生活，逐漸能處理從上架貨物到插花等工作。

撰文／大衛·貝瑞比  
攝影／史賓賽·羅威爾

.....P. 38

### 百年不斷的人神之約

五年祭是排灣族最隆重的祭典，而自有紀錄以來不曾中斷舉行的只有臺東縣達仁鄉的土坂部落。是什麼原因讓土坂部落將這項祭儀傳統延續至今？五年祭在現代社會中的價值為何？隨著時代變遷，這項傳統文化的維繫又面臨了哪些挑戰？

撰文／居芮筠  
攝影／何經泰

.....P. 72

### 不再凍人的未來

冰的消失正改變五大湖地區的經濟與文化，日益強烈的失落感也隨之而來。

撰文／阿拉漢卓拉·伯倫達  
攝影／艾米·薩卡

.....P. 88

### 牠一點都不傻

忘掉那種呆傻的刻板印象吧：在掠食者的世界裡，駝鳥可是機靈的生存者。

撰文／理查·康尼夫  
攝影／克勞斯·尼格

.....P. 110

**理事會** 主席 熊曉鴿 (Hugo Shong)  
理事 李永適 鄭冰

**顧問委員會** 黃翔 王明春 董丁

**發行人** 熊曉鴿 (Hugo Shong)

**總編輯** 李永適

**編輯部** 副總編輯 胡宗香 鄭靜琪

主編 居芮筠

文字編輯 黃靖軒

數位編輯 林彥甫

印務經理 蔡佩欣

美術編輯 余璋 吳立新

**學術諮詢** 江安世 (腦科學)

**顧問** 李匡憐 (考古學)

馬國鳳 (地震學)

陳丕榮 (宇宙學)

陳明德 (海洋地質學)

張鈞翔 (古生物學)

黃文山 (生物學)

戴昌鳳 (海洋生態學)

鍾國芳 (生物地理學)

(依姓氏筆畫順序排列)

**專題報導翻譯** 龐中培 機器人就在你身邊

鍾慧元 不再凍人的未來

王心瑩 牠一點都不傻

**專欄翻譯** 方韻茵 張薰文 朱寶慧

**國家地理** 江秀真 徐仁修 黃美秀

**華人探險家** 林添福 林義傑 齊柏林

高銘和 鄭明修 劉安婷

李筱瑜 張平宜 陳英凝

奚志農 曾晴賢 謝家駒

柯金源 徐 星 何靜聲

NATIONAL GEOGRAPHIC MAGAZINE

**EDITOR IN CHIEF** Susan Goldberg

EXECUTIVE EDITOR: Debra Adams Simmons  
MANAGING EDITOR, MAGAZINES: David Brindley  
SENIOR DIRECTOR, SHORT FORM: Patty Edmonds  
DIRECTOR OF VISUAL AND IMMERSIVE EXPERIENCES: Whitney Johnson  
SENIOR EXECUTIVE EDITOR: Indra Lakshmanan  
EXECUTIVE EDITOR, LONG FORM: David Lindsey  
CREATIVE DIRECTOR: Emmet Smith  
MANAGING EDITOR, DIGITAL: Alisha Swango  
MANAGING EDITOR, INTEGRATED STORYTELLING: Michael Tribble

**INTERNATIONAL EDITIONS**

EDITORIAL DIRECTOR: Amy Kolczak  
DEPUTY EDITORIAL DIRECTOR: Darren Smith  
TRANSLATION MANAGER: Beata Kovacs Nas  
EDITORIAL SPECIALIST: Leigh Mitnick  
EDITORS: ARABIC: Alsaad Omar Almenhaly. BULGARIA: Krassimir Drumev. CHINA: Tianrang Mai. CROATIA: Hrvoje Pročić. CZECHIA: Tomáš Tureček. ESTONIA: Erkkä Peetsalu.  
FRANCE: Gabriel Joseph-Dezaze. GEORGIA: Natia Khuluzauri. GERMANY: Werner Siefert. HUNGARY: Tamás Vitray. INDIA: Lakshmi Sankaran. INDONESIA: Didi Kaspi Kasim. ISRAEL: Idit Einatun. ITALY: Marco Cattaneo. JAPAN: Shigeo Otsuka. KAZAKHSTAN: Yerkin Zhakipov. KOREA: Junemo Kim. LATIN AMERICA: Claudia Muzzi Turullols. LITHUANIA: Frederikas Jansonas. NETHERLANDS/BELGIUM: Arno Kantelberg. NORDIC COUNTRIES: Hanne-Luise Danielsen. POLAND: Agnieszka Franus. PORTUGAL: Gonçalo Pereira.  
ROMANIA: Catalin Gruiu. RUSSIA: Andrei Palamarchuk. SERBIA: Igor Piliš. SLOVENIA: Marija Javornik. SPAIN: Ismael Nafria. TAIWAN: Yungshih Lee. THAILAND: Kowit Phadungruangkit. TURKEY: Nesibe Bat.

**執行長** 李永適

**營運長** 蔡耀明

**顧問** 林純如

**法務長暨行政總監** 鄭允娟

**業務副總** 劉念祖

**行政部** 大陸事務協理 張婷婷

總務 洪千惠

客服專員 陳姝仔

**圖書部** 主編 黃正綱

資深編輯 魏靖儀

行政版權編輯 吳怡慧

**品牌行銷部** 副總監 江怡蘋

資深行銷企畫 黃亭境

**新事業發展部** 產品經理 林臻宜

**市場推廣部** 經理 曾雪琪

雜誌行銷主任 黃素菁

圖書行銷企畫 陳俞初

**客戶維運部** 資深專員 蘇嫻宇 陳靜惠

**整合傳播部** 副總監 柯虹玉

業務經理 蕭好合 林子硯

業務副理 陳仰威

**數位部** 技術副總監 宋翰承

數位媒體設計副理 潘玉芹

行銷企畫 柯雲展

**財務部** 主辦會計 江淑蓉

會計 劉欣玫

**香港辦公室** 業務發展總監 蔡耀明 (兼)

業務經理 李振威

項目經理 袁詠思

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY

**CHIEF EXECUTIVE OFFICER** Dr. Jill Tiefenthaler

**SENIOR MANAGEMENT**

PRESIDENT AND CHIEF OPERATING OFFICER: Michael L. Ulica

CHIEF BUSINESS OPERATIONS OFFICER: Tara Bunch

INTERIM CHIEF SCIENCE AND INNOVATION OFFICER: Valerie Craig

CHIEF HUMAN RESOURCES OFFICER: Mara Dell

CHIEF COMMUNICATIONS OFFICER: Kales Kreidler

CHIEF EXPLORER ENGAGEMENT OFFICER: Alexander Moen

CHIEF EDUCATION OFFICER: Vicki Phillips

CHIEF STORYTELLING OFFICER: Kaitlin Yarnall

**BOARD OF TRUSTEES**

CHAIRMAN: Jean N. Case

VICE CHAIRMAN: Katherine Bradley

Brendan P. Bechtel, Afsaneh Beschloss, Ángel Cabrera,

Elizabeth (Beth) Comstock, Jack Dangemond, Joseph M.

DeSimons, Alexandra Grosvenor Eller, Jane Lubchenco,

Kevin J. Maroni, Strive Masiyiwa, Mark C. Moore, George

Muñoz, Nancy E. Pfund, Lyndon Rive, Edward P. Roski, Jr.,

Frederick J. Ryan, Jr., Rajiv Shah, Ellen R. Stofan, Anthony

A. Williams, Tracy R. Wolstencroft

**EXPLORERS-IN-RESIDENCE**

Sylvia Earle, Enric Sala

**EXPLORERS-AT-LARGE**

Robert Ballard, Lee R. Berger, James Cameron,

J. Michael Fay, Beverly Joubert, Dereck

Joubert, Louise Leakey, Meave Leakey

**NATIONAL GEOGRAPHIC PARTNERS**

**CHAIRMAN** Gary E. Knell

**SENIOR MANAGEMENT**

EDITORIAL DIRECTOR: Susan Goldberg

GENERAL MANAGER NG MEDIA: David E. Miller

DEPUTY CHIEF COUNSEL: Evelyn Miller

GLOBAL NETWORKS CEO: Courtney Monroe

HEAD OF TRAVEL AND TOUR OPERATIONS: Nancy Schumacher

CHIEF FINANCIAL OFFICER: Akilesh Sridharan

**BOARD OF DIRECTORS**

Ravi Ahuja, Jean M. Case, Bob Chapek, Nancy Lee, Kevin

J. Maroni, Peter Rice, Frederick J. Ryan, Jr., Jill

Tiefenthaler, Michael L. Ulica

**INTERNATIONAL PUBLISHING**

SENIOR VICE PRESIDENT: Yulia Petrossian Boyle

Allison Bradshaw, Ariel Deiacio-Lohr, Kelly Hoover, Diana

Jaksic, Jennifer Jones, Leanna Lakeram, Jennifer Liu,

Rossana Stella

由National Geographic Society授權出版  
221 新北市汐止區新台五路一段97號14樓之10  
代表電話: (02) 2697-1600 傳真: (02) 8797-1736  
讀者服務專線: (02) 2697-1658

**香港辦公室**  
香港九龍觀塘鴻圖道60號鴻福工業大廈12樓A5室  
電話: +852-2778-1908  
WhatsApp: +852-6819-3898 Email: hkcs@natgeomedia.com

**印刷/裝訂**  
中華彩色印刷股份有限公司 新北市新店區寶橋路229號

**臺灣零售總經銷**  
創新書報股份有限公司 電話: (02) 2917-8022

**港澳業務代理**  
Cloud Publication Email: cloud.publication@gmail.com

**港澳長期訂閱代理商**  
Magazines International (Asia) Limited 電話: +852-3628-6000

**臺灣: 定價NT\$280 / 特價NT\$249**  
**香港: 定價HK\$70 / 特價HK\$63**  
中華郵政臺北雜字第1994號  
執照登記為雜誌交寄

■ 本刊所刊載之全部編輯內容為大石國際文化有限公司版權所有，非經書面同意，不得作任何形式之轉載或複製。  
■ 本刊並獲得使用NATIONAL GEOGRAPHIC之商標及全部內容中文圖書版權，非經本刊書面同意，不得刊載(中文)或轉載(英文)NATIONAL GEOGRAPHIC之內容。  
■ 本刊所有圖文及設計均受國際著作權公約保護，任何部分之複製及任何型態之抄襲，均屬侵權行為。



機器人學

# 與機器人共創未來

撰文：李永適 攝影：史賓賽·羅威爾 SPENCER LOWELL



人類與機器人的關係相當複雜，一方面我們期待機器人可以代替人類執行危險與重複性的工作，有些行業找不到年輕人願意從事辛勞的工作時，機器人可以填補勞動力的缺口，它們不需要休假也不需要醫療保險；另一方面，我們卻因為機器人可能取代人類而感到威脅與不安。

皮尤研究中心在 2017 年進行的調查結果發現，80% 的美國人認為到了 2050 年機器人會取代多數人的工作，而有 75% 的人相信這會造成更嚴重的經濟不平等。然而今年春天開始大流行的新冠肺炎又讓我們體會到運用機器人來保持社交距離是個明智的選擇。

近年來，技術上的突破正在加速創造各種型態的機器人，機械零件變得更輕、更便宜、更堅固，電子組件變得更小、計算能力更強，數位通訊技術讓工程師能把機器人的「腦」放在不同的地方，科學家夢想中的機器人是讓人類生活得更好，多數製造者也正努力研發顧及人類觀感的機器人，

於是我們有了掃地機器人、工業生產線上有了自動化機械手臂、農場上有了自動採收系統，機器人可以扮演客服人員或是醫療照護者，更可以化身性愛娃娃甚至觀音菩薩來滿足我們身心靈的需求，這一期封面故事〈機器人就在你身邊〉的作者走訪了世界各地的社會後發現，人們愈來愈倚賴這些智能設備。

卡內基美隆大學的人工智慧機器人學家曼維拉·維羅索說：「這些人工生物將成為我們日常生活的一部分，這是必然的事實。當你開始接受身邊有機器人，像人類和寵物之外的第三類物種，你就會想要和它們建立關係。」當我們已經開始和機器人產生情感連結，或是投射更多的喜愛與信賴，就會以為機器人的能力比實際上所具備的更強大，不過，沒有一種機器人可以比擬人體複雜又精密的設計，也無法以人類一樣的心智完成多種任務，特別是應付預料之外的狀況，以及需要高度智能的工作，就像你現在正在閱讀著這本雜誌。□

這支像人手一樣的機器人手臂是由柏林工業大學設計，它有「聰明的」氣動式手指，可以膨脹到精準的大小，以穩定又輕巧的方式抓握物體，未來，具有這種手臂的機器人將能在倉庫中取貨，或是在遊樂園擔任接待員。



影像故事



NATIONAL GEOGRAPHIC

# 不尋常的光

攝影：吳鴻淋

吳鴻淋使用裝在空拍機上的燈，戲劇性地照亮祕魯布蘭卡山脈的帕斯托魯尼冰河，創作出這幅影像。

從  
每一種  
可能的  
角度  
觀看地球









吳鴻淋讓打光的空拍機在猶他州延特高原的砂岩地層上方盤旋，然後將數張長曝光的照片結合成這張影像。











要照亮北威爾斯的莫爾特凡採石場，需要透過空拍機的光線有技巧地「描繪」，以突顯出岩壁的輪廓。



# 故事背後

把人造光放進自然環境  
點亮了觀者心中的敬畏感。

**地球上壯麗的風景**能夠讓人屏息。但對同時身為攝影師、視覺藝術家和音樂製作人的吳鴻淋來說，這還不夠。他認為地球上雄偉的山脈、冰河與海灘，缺少了某樣東西。

確切來說，就是反常的光。

這個想法其實是來自一次失誤。一天晚上在加州死亡谷附近，吳鴻淋架好了相機要在黑暗中拍攝一系列縮時攝影。此時一輛皮卡車駛過，刺眼的前照燈讓這個場景過度曝光。

吳鴻淋說，一開始「我真的很生氣。但是當我看到那些影像，我著迷了。那就是加入了人造光的自然風景。」

這樣的並置激發他想要嘗試在其他場景中加入不屬於那裡的光：在湖面上、峽谷中、沙漠裡高大的

岩柱上。他讓攜帶光源的空拍機在相機前方飛行，並進行長時間曝光——長達30秒。接著他把影像疊加為合成照，並在部分影像的最終版本中將空拍機修掉，只留下空拍機投射的光線。

最後呈現出的是不協調的超凡景象，每張都像是視覺謎題，激發觀者琢磨這樣的場景是如何形成的。

吳鴻淋主要在他居住的美國拍攝。但秉持著探索的精神，他說，地球上的任何風景都可以拍出這類作品——不論是任何場景、任何地方，都可以拍攝出它平常所不會展現的樣貌。

吳鴻淋希望這個系列讓人感到困惑：這是自然？還是藝術？他說，迷失方向能夠讓人敞開心胸，接受另一種觀看方式。— DANIEL STONE



在玻利維亞南利佩斯省的愛德瓦多·阿瓦羅安地斯動物國家保護區的石頭樹附近，吳鴻淋在岩石結構上投射另一種類型的光。



# 傷害自然 的高昂代價

疫情證明了一件事：破壞地球的同時，  
我們也削弱了大自然保護我們對抗疾病的力量。

撰文：安立克·薩拉

即使我們對大部分  
野生動物的作用  
不甚了解，  
但牠們全都肩負  
讓我們的生物圈  
持續運作的重要任務。

**從小時候**住在地中海畔開始，我就醉心於地球豐富多樣的生命。我的職業生涯大部分時間都在研究海洋食物網，自然事件的規律就是體型微小的生物會被體型愈來愈大的掠食者所吃，最後常常結束在人類。不過科學家知道背後發生的事更複雜，而看到我們人類的生活因微小的病毒而停滯，令我感到自身的渺小。

新型冠狀病毒可能是在 2019 年末在武漢的傳統市場（販售現宰肉類和供作食材與藥材的活體野生動物），透過野生動物傳播給人類。在幾個月內，病毒就擊垮了數十萬名智人——地球最頂端的掠食者。

為新書寫到這個主題時我深感難過：這個病毒侵襲了我在歐洲和世界各地認識的人。但這場疫情強而有力地證實了我深信不疑的觀點，那就





## 保育 不是 一種 奢侈

在古代，人類群體較小且行動能力有限，或許因此讓疾病限於一地。但在歷史發展過程中，人類讓病毒很容易就能成功演化。我們大量聚集在都市地區並在全球各地移動，沒有其他物種辦得到。我們將野生棲地變成城市、農田和購物中心，塞滿的人口排擠了與我們共享這個星球的物種。我們為現代瘟疫創造了完美條件。

新型冠狀病毒再次提醒我們，保育不是富裕國家的消遣或是浪漫理想。生物圈是人類更大的家園，成為生物圈中更負責任的一員才能確保人類的生存。-ES





海浪沖過京曼礁的礁脊，京曼礁是美國太平洋偏遠島嶼海洋國家保護區的一部分。



是：生物多樣性對於人類健康乃至人類生存是絕對必要的。

**數千年來**，人們不斷因為和野生動物接觸而沾染有害的病毒和細菌。隨著人類持續侵入野生動物的棲地、與牠們爭奪水、食物和地盤，更多的身體接觸也隨之出現，產生了更多衝突——以及更多傳染。

2020年有一項研究，探討帶有這類人畜共通病毒的物種豐富度與病毒傳染給人類的可能性之間的關聯。研究人員爬梳科學文獻，取得142種人畜共通病毒的資料，發現齧齒動物、靈長類動物和蝙蝠比其他物種帶有更多這種病毒。研究人員也發現，數量愈豐富的動物愈有可能將病毒傳播給人類，因為這些動物已經適應了人類主導的環境。

那麼海洋生物的傳播風險呢？海洋占地球面積70%以上，我們對海洋生物的利用是否也威脅到人類健康？在探索太平洋中部一些偏遠島嶼時，我發現了答案。

2005年，我規畫了前往京曼礁和鄰近島嶼的第一次研究考察。京曼礁位在萊恩群島最北端，萊恩群島由11組珊瑚島和環礁組成，跨越赤道綿延2350公里，位在檀香山西南方1720公里。赤道以北的其中四座島嶼提供了完美的自然實驗環境，可以比較人類對珊瑚礁不同程度的影響。

京曼礁無人居住。往南的下一座島嶼是帕邁拉環礁，上面有20個人駐守一座研究站和野生動物保護區。再往南邊是吉里巴斯共和國的泰拉伊納島（當時有900人）、塔布阿埃蘭環礁（2500人）和聖誕島（5100人）。這四個島嶼距離夠近，擁有相同的海洋和氣候條件及動植物群。隨著島嶼不同而改變的只有島上的人類數量。

我們的科學家團隊著手評估所有生物的多樣性和豐富度——病毒、細菌、藻類、無脊椎動物和魚類——並測量珊瑚礁生態系如何依人類干擾的梯度而有所變化。在五週的潛水考察中，我們盡可能計算及推估了所有物種的豐富度和生物量。我們明顯發現：當人類開始捕魚，即使只有幾百人，就會從頂端消耗食物網。隨著人類的數量從零上升到僅僅數千，珊瑚礁生態系就會從有很多鯊魚和珊瑚，變成沒有鯊魚但有很多小型魚類和海藻。

不過，我們還有了另一個我沒料想到的發現，那是關於珊瑚礁上最小的生物。

**我實在慶幸**邀請了我的好友佛瑞斯特·羅沃爾參加這次考察。佛瑞斯特是傑出的病毒生態學家，也是最早使用基因體技術研究海洋病毒和細菌的人之一。那年在萊恩群島，佛瑞斯特和他的小組收集了海水樣本，測量微生物豐富度與人類存在的關係。他們發現聖誕島水中的細菌是京曼礁的十倍。

不只微生物數量隨著人類數量而增加；細菌的作用也產生劇烈變化。在京曼礁我們看到清澈的海水，其中半數的微生物是非常小的細菌，例如只要進行光合作用就能維持生命的原綠球藻。相較之下，在聖誕島我們看到混濁的海水，其中大約三分之一的細菌是病原體，包括數種葡萄球菌、弧菌和大腸桿菌。

特別令人擔憂的是弧菌，它會造成珊瑚的疾病，導致原以珊瑚為主的礁體變成以海藻為主，進而促使微生物繁生。弧菌也會引發對人體致命的疾病，例如霍亂、腸胃炎、傷口感染和敗血症。佛瑞斯特將這種生態系的改變——從成熟穩定且充滿大型動物，轉變為不成熟且由小型生物主導——稱為珊瑚礁的「微生物化」。

2009年4月和5月，我們進行了首次國家地理原始海洋考察計畫，前往萊恩群島在赤道以南的其中五個島嶼，這些島均無人居住。我們在那裡所見正如同京曼礁：乾淨的海水和極高的魚類生物量，包括許多鯊魚，還有以活珊瑚為主的礁石。在千禧島環礁的潟湖中，我們為碑礫的數量之多而讚歎——同樣的景象我們也曾在京曼礁的潟湖中看到。

碑礫會透過身體過濾海水並從中捕捉微生物當成食物，我們好奇牠們對維持水質乾淨有多少貢獻。佛瑞斯特收集潟湖的水，裝到我們船上的實驗水族箱：某些水族箱中放了活體碑礫，某些放了空殼，某些只有水。接著他測量在不同時間中細菌和病毒的豐富度。碑礫在12小時內去除了海水中大部分的細菌和病毒，而其他水族箱的水則變得混濁且充滿微生物。佛瑞斯特接著從他帶

如果我們破壞棲地，  
動物將承受壓力並散布出更多病毒。  
相反地，擁有多樣物種的棲地  
較不會有疾病存在。

來考察行程的菌種中取出弧菌，加到每個水族箱中。正如預期，實驗組水族箱中的碑礫大幅減少了弧菌，而對照組水族箱中的弧菌則大量繁殖。

這是大自然控制病毒的另一種方式——將病毒過濾出生態系——而我們現在才開始了解。太平洋中多數礁石上的碑礫長期因為其肉和殼而遭到捕撈，在很多地方幾乎都消失了。人類在不知不覺中除掉了保護人類對抗疾病的天然過濾器。

**我們和地球上的所有物種**正共同經歷難關。所以我們能做些什麼？全世界為新冠病毒爆發期間有需要的人提供幫助之際，我們或許也可以開始思考如何預防未來的人畜共通疾病大流行。

我們一次又一次看到，即使我們對大部分野生動物的作用不甚了解，但牠們全都肩負讓我們的生物圈持續運作的重要任務。如果要說對自然生態系的研究讓我們學到什麼，能夠應用到近年這些疫病上，那就是與其消滅野生動物以防止疾病傳播給人類，不如倒過來：我們應該保護自然生態系，也就是野生動物的家園，並在需要時透過野化幫助生態系回歸完善。

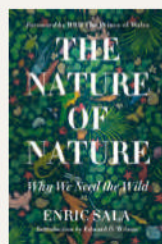
若我們破壞棲地，動物將承受壓力並散布更多病毒，而擁有多樣微生物和動植物物種的棲地則較不會有疾病存在。生物多樣性可稀釋任何出現的病毒，並提供阻止病原體傳播的天然防護。

嚴格管制野生動物非法貿易、終止森林濫伐、保護原始生態系、讓人了解食用野生動物的風險、改變人類生產食物的方式、逐步淘汰化石燃料並轉變為循環經濟：這些都是我們可以做而且必須做的事。

健康的自然環境就是我們最好的病毒防護。□

## 荒野之必要

著名的生態學家和海洋學家安立克·薩拉是國家地理學會駐會探險家。本文取自他的著作《自然的本質：為什麼我們需要荒野》（暫譯），這本書由威爾斯親王查爾斯撰寫前言，生物學家愛德華·威爾森撰寫緒論。





# 用「屁股呼吸」的烏龜

攝影：喬·沙托瑞

這些孵化後被稱為「便士龜」（編按：用來描述牠剛出生時如硬幣般大小的背甲）或「寵物店龜」的烏龜，於1960和1970年代在澳洲的商店販售。澳洲爬行類專家約翰·坎恩好幾年都無法釐清這種烏龜的種類或來源，直到在牠們唯一的原生棲地——昆士蘭州的瑪麗河——看見一隻。這只是關於隱龜（又稱瑪麗河龜）的許多有趣發現中的第一個，這種烏龜被國際自然保護聯盟和其他保育團體列為瀕危物種。

牠是澳洲最大的淡水龜之一，最大可達8公斤、龜殼長44公分。一般認為牠是在大約4000萬年前從其他物種分化而來，而且是這個屬的唯一物種。牠大概能活到100歲，而且直到20歲才開始繁殖。而當隱龜繁殖時，雄性會將牠多功能的尾巴的一部分展開；這條尾巴可用來排泄——以及呼吸，它像鰓一樣的構造，使隱龜能夠待在水面下長達兩天半而不需要浮上水面。

「這種用屁股呼吸的特性引來很多關注。」保育人士瑪莉蓮·康乃爾說。身為昆士蘭州泰羅區的瑪麗河龜保育計畫主持人，康乃爾專注在保育這個物種，牠們的族群成員現在都偏高齡，因為掠食者吃光了龜蛋和剛孵化的幼龜。在繁殖季（10月到12月），計畫成員會在河岸巡邏查看，以保護瑪麗河龜的巢穴，康乃爾說，這是為了讓牠們「可以維持經億萬年演化而來的生活方式。」—PATRICIA EDMONDS



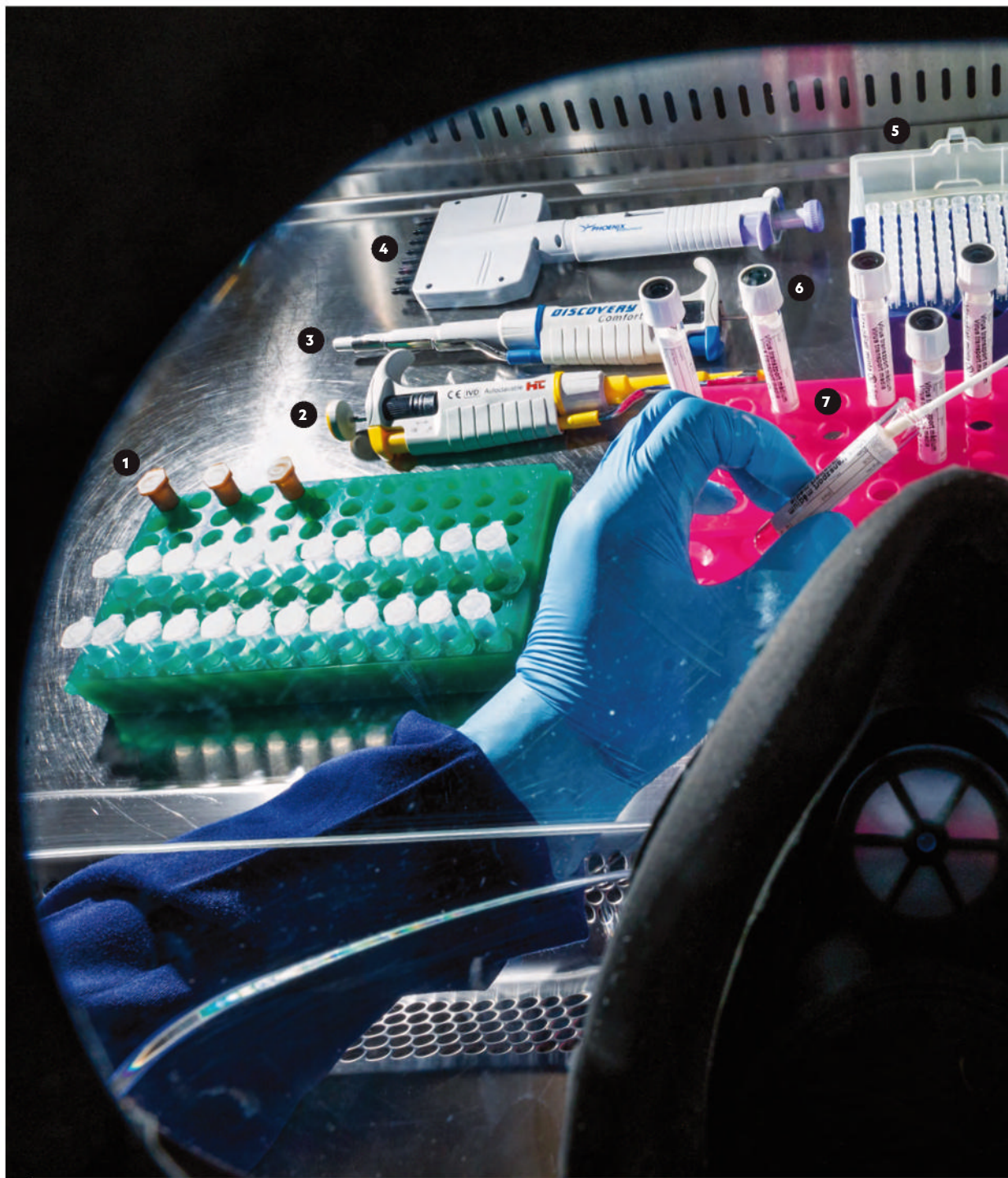
## 渾然天成的 龐克頭造型

克里斯·范維克反對昆士蘭州政府於2006年提出在瑪麗河上建築水壩的計畫，擔心它會破壞野生動物棲地和原始的浮潛地點。為了提高人們的意識，這位業餘攝影師拍攝瀕危動物的照片，其中包含瑪麗河龜，這種爬行動物由於長時間待在水下，因此長出一頭蓬鬆濃密的髮狀藻類。「龐克頭烏龜」的照片（如上圖）至今仍在網路上瘋傳，它們也激起了對水壩計畫的反對，政府最終在2009年終止該計畫。范維克說，這證明了「照片能改變世界。」—PE

NATIONAL GEOGRAPHIC

PHOTOARK  
JOEL SARTORE





# 檢測病毒





攝影：拉斯洛·維克

像這類「高防護」實驗室是用來安全地處理致病原。無論是檢測病原體、診斷疾病或分析微生物的分子結構，科學家都會極為謹慎地使用專業工具。這間位於匈牙利佩奇大學贊特古特研究中心的實驗室，被評定為高生物安全等級，代表在這裡處理的微生物若是傳播出去，可能會引發嚴重或致命的疾病。攝影師是戴著技術人員的防護面罩和帶有呼吸閥的口罩在拍攝這個工作空間。—TAMAS VITRAY, JR.

#### 1. 微量離心管

可透過這些管子分離微生物和懸浮液。

#### 2. 20至50微升的移液管

3. 100至1000微升的移液管  
在整個實驗或處理過程中，這些不同尺寸的設備被用來精準轉移體積一致的材料。

#### 4. 自動多道移液器

搭配微量盤（第10項），自動多道移液器只需按一次，就能透過八個管道注入精準的液體量。

#### 5. 內濾式移液管尖盒

盒內的過濾器是為了防止在轉移傳染性氣溶膠時污染移液管的管柱。

#### 6. 無菌採檢拭子

用它採集檢體，再移轉至裝著培養液的試管（第9項）中。

#### 7. 試管架

各種尺寸的試管都放置在這個架子上。

#### 8. 液體培養基

科學家使用它來維持細胞的生命與生長。

#### 9. 檢體採集管

這些試管被設計來保護檢體的完整性並消除外洩的風險。

#### 10. 96孔微量盤

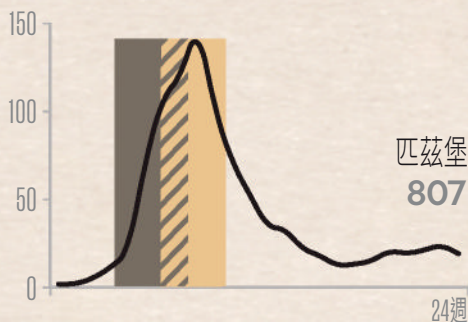
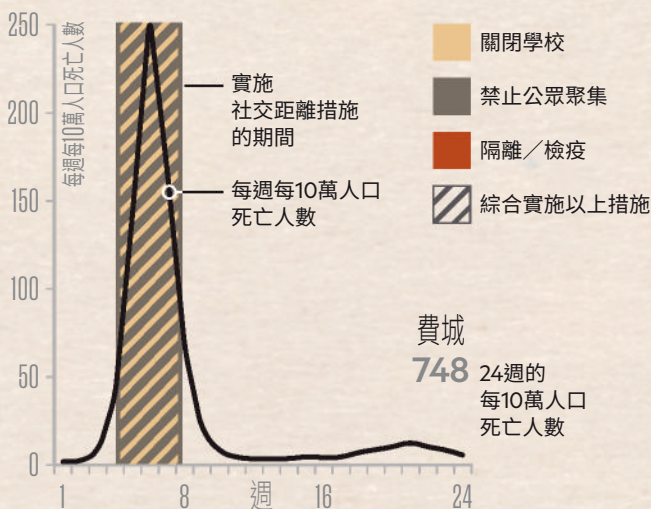
這些孔的功能就像用來滴定的小試管——也就是用來測量檢體中病毒或抗體的濃度。



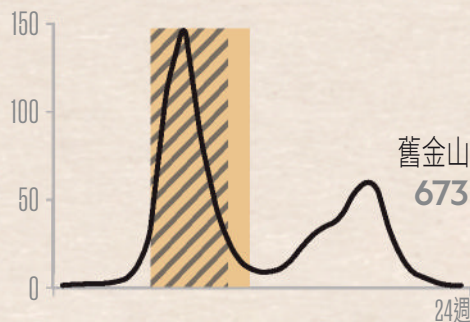
# 1918年流感如何壓平

美國各城市採取了廣泛的防疫措施——從關閉學校與禁止公眾聚集，到強制隔離與檢疫——試圖控制1918年流感大流行。這裡顯示的每座城市都實施了至少一項措施。

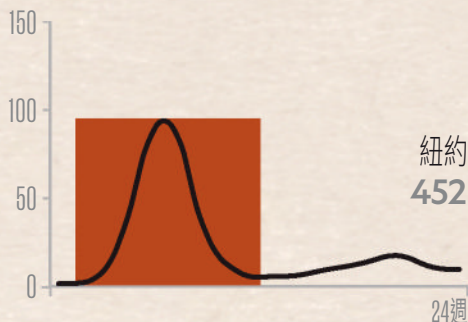
費城在該城市的死亡率開始攀升後八天才禁止集會並關閉學校，它也是單週死亡率最高的城市。



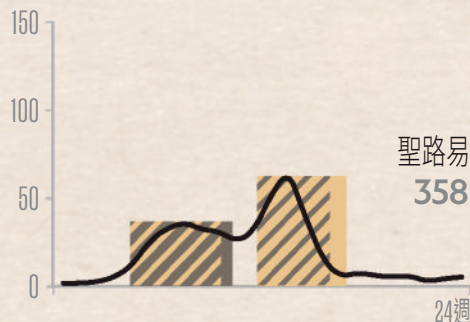
匹茲堡在24週的期間內死亡率最高，不僅是因為該城市的防疫措施晚了七天，並且它還是分開而非同時實行這些措施。



舊金山在放寬一開始控制住疫情的社交距離措施後，經歷了第二波死亡潮。



紐約市早在死亡率攀升的11天前就開始採取隔離措施。這座大都會的整體死亡率是美國東部沿海地區最低的。



聖路易有嚴格的社交距離措施且總死亡率低。這座城市成功推遲了死亡人數的高峰，但在放寬限制後卻面臨了死亡人數急遽增加。

# 曲線？

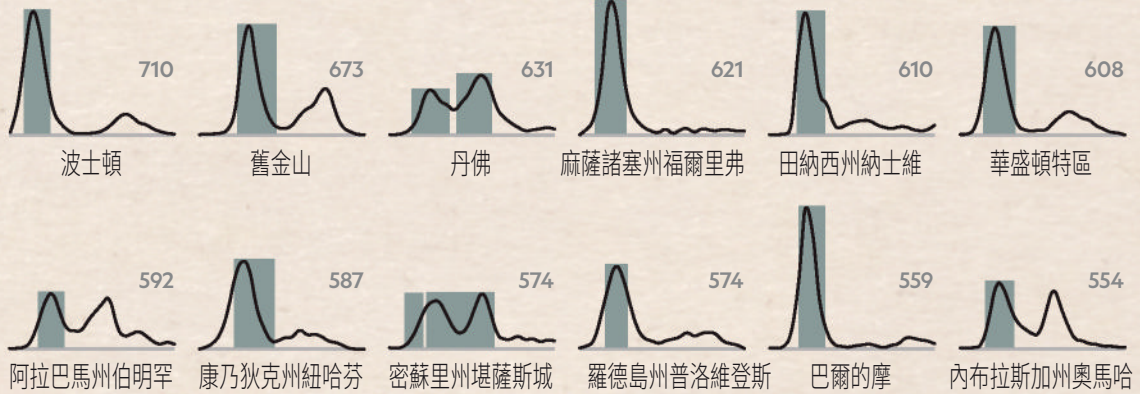
1918年流感大流行（又稱為西班牙流感）造成的浩劫一直持續到1920年，並且被冠上史上最致命大流行的惡名。2020年，隨著世界上許多地方因為新型冠狀病毒而逐漸停擺，專家們轉而從這場百年前爆發的疫情中尋找線索。當時針對遏止疫情在全美各城市擴散所做的努力，以及得到的結果——有些令人沮喪，有些則振奮人心——至今仍帶給我們啟發。

製圖：萊利·D·尚洋、迪安娜·馬克斯

結果證明，實行社交距離措施的時機和持續時間，是關乎一座城市死亡率的重要因素。

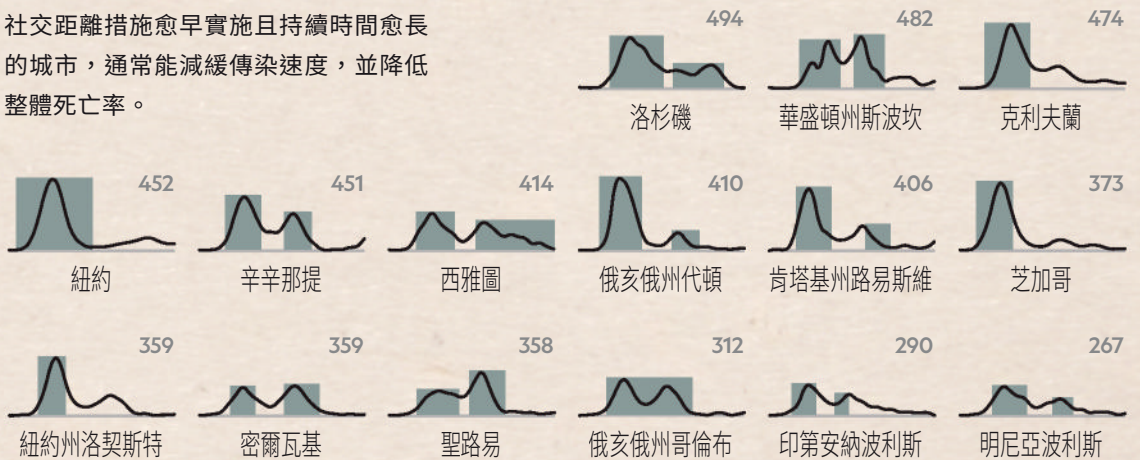
## 愈晚實施，疫情曲線愈陡峭

社交距離措施愈晚實施且持續時間愈短的城市，死亡人數往往會急速上升，整體死亡率也較高。



## 愈早實施，疫情曲線愈平緩

社交距離措施愈早實施且持續時間愈長的城市，通常能減緩傳染速度，並降低整體死亡率。





# 上下四方

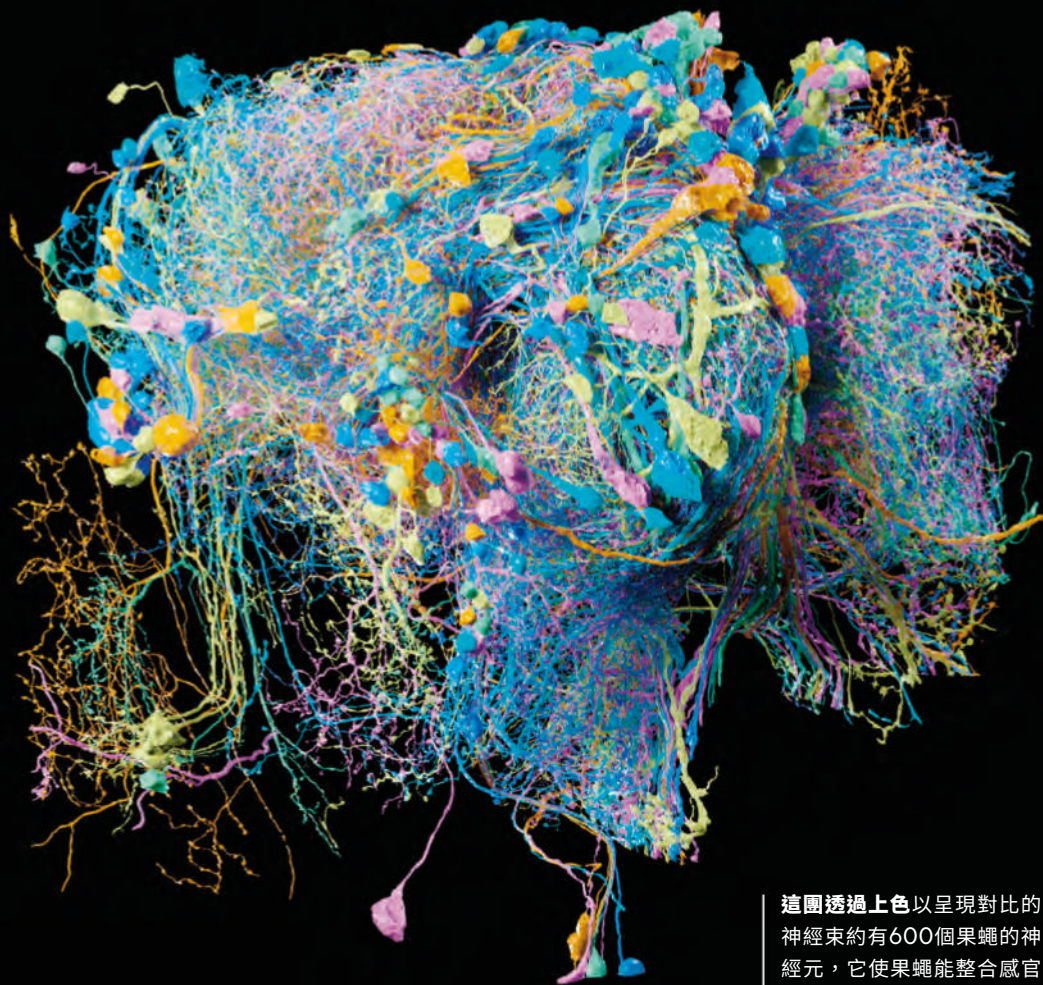
## 此單元包含

- 在火山的陰影中回到過去
- 放電的行為
- 活生生的樹橋
- 動物園裡的人氣王
- 用「屁股呼吸」的烏龜



照亮我們日常生活中的難解之謎和神奇事物

NATIONAL GEOGRAPHIC



捕獲新知

## 解開大腦電路之謎

這團透過上色以呈現對比的神經束約有600個果蠅的神經元，它使果蠅能整合感官所蒐集到的資訊並採取行動。來自珍利亞農場研究園區和Google的科學家目前繪製了大約三分之一的果蠅大腦，當中的2萬5000個神經細胞之間存在大約2000萬個神經連結。終極目標是：繪製整個大腦和關鍵的神經，進一步研究腦部區域之間是如何連結的。—THE-RESA MACHEMER

來自  
科學與創新的  
第一線報導



### 搭行軍蟻便車的甲蟲

當數十萬的行軍蟻軍團行進時，依賴這隻軍隊的資源與成員維生的共生體也一路相伴。一種在哥斯大黎加發現的共生體躲在一個明顯的地方：這種甲蟲會用牠的上顎鉗住螞蟻身體的中央部位，並騎在牠身上，看起來就像螞蟻有兩個尾部。—PATRICIA EDMONDS



古人類學

## 在火山的陰影中 回到過去

一位坦尚尼亞的村民，發現了先人足跡這個珍貴的寶藏。

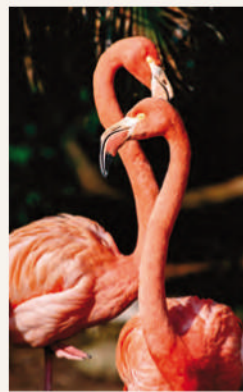
在倫蓋火山（Ol Doinyo Lengai，意為「神之山」）以北14.5公里處，國家地理學會贊助的研究人員記錄到一項罕見的發現：人類在1萬9000到1萬年前蹣跚走過淤泥灘所留下的超過400個化石足跡（上）。當地村民康戈·薩凱在坦尚尼亞納特龍湖沿岸所發現的因格爾·瑟羅遺址，讓科學家「真正開始在我們智人的祖先身上看見社會行為模式。」阿帕拉契州立大學的地質學家兼研究團隊領導者辛迪亞·魯特克斯—皮爾斯說。一組足跡透露了有17個人往西南方走去，其中14位可能是成年女性，這意味著這是一個由女性領導的糧食搜尋小隊，是某些現代狩獵採集者所採取的一種分工形式。為了保護因格爾·瑟羅遺址的足跡不被湖水侵蝕，研究人員對它們進行3D掃描，並與地方政府合作建造防護圍欄和工作站。與此同時，薩凱每天日出時就會從他的村莊走到因格爾·瑟羅遺址，密切關注他所發現的足跡。—MICHAEL GRESHKO

動物行為

## 紅鶴交朋友

科學家最近發現，鳥類世界中這種帶有標誌性粉紅色羽毛的成員，會建立長期、忠誠的友誼。紅鶴建立關係的方式有很多種，從每年一起築巢並養育雛鳥的繁殖伴侶，到同性朋友或是一群群三到六隻的親近夥伴。這種關係可能會維持數十年，平时的特徵是牠們會緊靠著站在一起。紅鶴跟人類一樣，會和牠們處得來的夥伴交朋友，避開那些會發生爭執的同伴。

—VIRGINIA MORELL





# 放電的行為

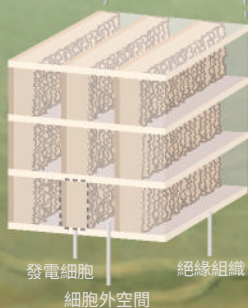
電鰻是所有動物中最強的生物電產生者，這種罕見的魚類不僅利用牠們的電場溝通和導航，同時也用來狩獵和防禦。牠們發出一連串高壓電荷可以持續達三秒，將獵物癱瘓。

製圖、撰文：迪安娜·馬克斯



## 細胞電路

電鰻的發電器官是由數千個稱為發電細胞的可興奮性細胞所組成。當發電細胞被激活，細胞膜上的鈉離子通道會打開。一股往內的離子流會使電鰻的皮膚極化，並在周圍的水中創造出一個靜電場。一隻電鰻可以產生的電壓，是所有發電細胞所產生的小電荷的總和。



電流會從電鰻的頭部流到尾部。科學家仍不確定為什麼電鰻在釋放高電壓時會呈波浪形。

## 最強突擊隊

伏打電鰻曾被認為是獨居動物，但最近發現牠們會組成多達100隻的群體，共同生活和狩獵。牠們的集體狩獵策略與高電壓使牠們能征服一群活躍的小型獵物。

## 1 成群休息

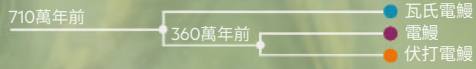
電鰻大部分時間都棲息在湖底。牠們透過部分發電器官所發出的低電壓來溝通。

發電器官中的石赫氏器官和尾部的亨德氏器官啟動中。





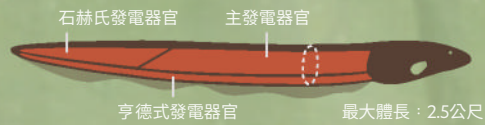
這三種電鰻全都生活於南美洲熱帶地區。瓦氏電鰻在水質混濁、流速緩慢且富含礦物質的低地水域演化而成。電鰻和伏打電鰻則適應於水質清澈且礦物質稀少的高地河流。有些專家相信，電鰻和伏打電鰻是在亞馬遜河轉變成今日的流向時分化成兩個物種。



說到發電，這裡描繪的伏打電鰻占有絕對優勢。牠們的電力可達美國家用插座的七倍。



三種發電器官占了身體的80%。



所有重要器官都集中在頭部後方的這個小區域內。



頭和身體的細孔具有可以偵測靜電場的感受器。

呼吸器官  
鰻魚藉由每五到十分鐘游到水面獲取所需氧氣的80%；其餘的部分由水提供。



**2 在黎明和黃昏時移動**  
電鰻會在光照強度較低時游向水面，一天兩次。牠們會移動到淺水的狩獵區。

所有的發電器官都啟動中。——



**3 電擊大餐**  
電鰻會將數千隻小魚趕成球狀，並輪流電擊牠們。被電量的魚會飛起來、掉回水中，然後被活活吞掉。



「我想要它看起來就像是電影  
《魔戒》中會出現的那種橋，  
然後說『不，它們不是虛構  
的，它們真的存在。』」  
— 普拉森吉特·亞達夫

**印度美加拉雅邦**是世界上最潮溼的地方之一，在這裡，村民將活生生的橡膠樹根編織成堅固的人行橋。在一項記錄這種傳統的任務中，普拉森吉特·亞達夫在一年內拍攝了大約30座樹根橋。

#### 行前數月 如何拍到照片

在進行這項計畫前，亞達夫從沒造訪過一座活生生的樹根橋，但他知道諾威特村附近有這麼一座橋。許多遊客在這裡拍攝過照片，亞達夫希望他的影像能與眾不同。「要把一棵植物拍出魅力很困難。」他說。為了做好準備，他諮詢了其他攝影師並研究了風景畫。他決定在天黑後拍攝。這很冒險：突如其來的暴雨會引發暴洪，在夜間尤其危險。

#### 行前兩星期 行李清單

由於這是亞達夫第四次去這個地區，他知道該帶什麼。他將補給品刪減到只剩基本幾樣，只為自己準備少量的防水裝備，並優先保持相機乾燥。

- 遮蓋攝影器材的雨傘
- 燕麥棒
- 閃光燈和一個LED平板燈
- 一盞強力頭燈
- 保護相機的橡膠殼
- 一支三腳架
- 一張用來遮鏡頭的消光黑鋁箔紙
- 柔光設備

#### 出發 用光「作畫」

亞達夫從他居住的邦加羅爾出發，飛往古瓦哈提後搭計程車前往諾威特，再從那裡徒步30分後到達這座橋。在停留的三個星期中，亞達夫實驗在長時間曝光下用光「畫出」一部分的橋和周遭環境。在讓這張影像曝光的438秒裡，亞達夫在不同位置間移動以對準他的光源。隱藏在黑暗中的亞達夫，並沒有出現在這張照片裡。

# 活生生的

在印度東北部，豪雨侵蝕了公共建設。





數字會說話

200年

這座橋的估算年齡

11500毫米

美加拉雅邦的年均降雨量

6460

美加拉雅邦裡大約的村莊數量



美加拉雅邦

印度

美加拉雅邦被稱為「雲居處」。

# 樹橋

因此村民自己蓋了橋——用的是活生生的樹。

撰文：妮娜·斯托克利克 攝影：普拉森吉特·亞達夫





# 動物園裡的人氣王



幾乎人人都愛貓熊。  
一位攝影師在拍攝貓熊寶寶一年後，  
想起自己也曾熱愛貓熊。

撰文、攝影：瑞貝卡·黑爾

在我們全家1986年到華盛頓特區旅遊的幾乎每一張照片裡，我都在驕傲地展示我從史密森尼國家動物園禮品店買的紀念品——特大號長袖白棉T，正面有發泡顏料彩繪的跳舞貓熊。當時我九歲，覺得貓熊很酷。即使盛夏酷暑都無法阻擋我在整趟旅行中穿著那件長T。

對於那次旅行我沒什麼印象，只記得在動物園看到大貓熊玲玲和興興時的興奮——牠們是遊客最愛的吸睛焦點。隔年玲玲生下雙胞胎，小貓熊沒有活下來，但我不記得小時候知道這件事。

將近30年後，我發現自己身在一群攝影記者和錄影人員之中，擠在貓熊圍欄裡。貓熊寶寶貝貝即將首度公開亮相，而我正為《國家地理》雜誌進行報導。在我拍攝過的對象中，另一個引發這等狂熱的，是有次到國家地理學會總部參加活動的安潔莉娜·裘莉。

我承認童年時我對貓熊的喜愛並沒有持續下去。後來我就住在華盛頓特區。貓熊只是我必遊清單上的一個項目，而拍攝剛出生的貓熊寶寶則是我工作的一部分。不過我也有孩子，而就像華盛頓地區的多數父母一樣，我時常帶他們去國家動物園。

我會加入大批居民及遊客的行列，沿著園內永無止盡的那座山坡推著嬰兒車上行。等我們到達貓熊區時，孩子難免又熱又渴，有時還會大哭。我會努力跟我四歲大的女兒指說要看哪裡，目光越過同樣渴望一窺知名黑白貓熊的人群。動物園的行程總讓我精疲力盡。雖然我現居城市裡的這座動物園讓人引以為豪，我卻告訴孩子，我們可以等到爺爺奶奶來拜訪時再去。

不過在2015年美香生了貝貝後，貓熊狂熱橫掃華盛頓。編輯派我去報導貝貝的首次亮相。身為《國家地理》雜誌的棚內攝影師，華盛頓特區就像我們的後院，在這裡拍攝題材對我來說稀鬆平常，但我絕稱不上野生動物攝影師。有時我會開玩笑說我是像瑞士刀一樣的多功能攝影師——拍攝主題從人物到器物都有。但貓熊從未出現在拍攝清單上。

在貝貝的照片發表後，編輯提議問問動物園能否讓我定期回去記錄貝貝第一年的生活。他們說可以。

偶爾有人問我，拍攝某些主題時會不會很興奮。老實說，我經常太專注在拍攝細節，不是每次都能退一步從題材本身感受到驚



「你需要助手嗎？」  
他們會非常認真地問，  
渴望把他們的律師、  
老師和父母職務  
暫時放下一天。

奇。我的心思反而都在思考技術問題：我需要哪些器材？如何在圍欄中打光？貓熊寶寶的動作有多快？不過，走進一個地方，裡面有我即將首次拍攝或會面的對象時，總是讓人興奮，如果那是一個多數人無緣進入的地方更是如此。

因此，在拍攝貝貝的第一天，當動物園員工帶我沿一條安靜的小路抵達貓熊區的後門時，我有點興奮。貓熊飼養員在那裡等待。他們自我介紹後，遞給我鞋套和口罩，帶我穿越一道道閘門，最後終於看到貝貝。花了一、兩秒反應一隻真實的貓熊就在我觸手可及之處以後，我展開工作。

很快地我開始定期前往動物園記錄小貓熊的轉變。我穿著防護用的鞋套和口罩進入還沒開放大眾參觀的貓熊圍欄，看著貝貝從一個順從的寶寶，成長為充滿好奇心與活力的少年。如果我太靠近，牠會向我的裝備撲來，提醒了我牠其實是隻熊。牠會和飼養員玩，撲過去想要人幫他搔背，或者從一個房間的牆緣探看飼養員是否在旁邊的房間裡，玩著自己的捉迷藏。在圍欄內探索時，貝貝會搖搖晃晃地伸長身體從一塊岩石跨到

另一塊上，就像在上一頁的照片中一樣，一位女同事的小女兒稱這個動作為貓熊瑜珈。跟拍牠的作息時，有天我在動物園的廚房待了一個早上，看著飼養員調製貓熊冰棒，那是一大塊冰凍的綜合水果，看起來好吃到我的孩子也會認可。

我的孩子從沒像我在做貝貝專題時對我的工作這麼感興趣，一直哀求要一起來。我不經意地和朋友與鄰居提到這個計畫時，他們的臉都亮起來了，是我從沒看過的樣子。「你需要助手嗎？」他們會非常認真地問，渴望把他們的律師、老師和父母職務暫時放下一天。原來，大家都愛貓熊。我自己也開始萌生喜愛。

貝貝幾個月大的時候，動物園舉辦了正式的開幕日讓大眾來看他。那天早上我很早就到了，路過了正在測試燈光的本地電視臺工作人員；路過了已經在圍欄入口排隊的隊伍；路過了戴著貓熊帽子、來自聖路易的一對姊妹，排在她們後面的三個女孩子手勾著手跳起踢腿舞，唱著獻給貝貝的歌。我和一位從1982年開始每年都到動物園報到看貓熊的女士聊天，她耳朵上的貓熊耳環熱烈地搖動著。對，我告訴她，我住在這裡。不，我不是來觀光或造訪，我是華盛頓居民。沒錯，在自家城市後院就有動物園真是太棒了。九歲時的我肯定也會覺得這很酷。□

瑞貝卡·黑爾是《國家地理》雜誌專職攝影師。



貝貝從門口窺看華盛頓特區國家動物園大貓熊助理研究員羅莉·湯普森。

創新者

# 艾希卡·奎雅·索圖

撰文：安妮·羅斯 攝影：馬克·希森

## 她幫助原住民 保護他們 土地的神奇之美

1977年，當玻利維亞的保育生物學家艾莉卡·奎雅·索多第一次看到太陽在大查科地區升起時，她就知道她所在的地方很特別。「大查科地區很神奇，」她說：「我起床走出帳篷時，外面到處都是足跡。」大查科地區是橫跨玻利維亞、巴拉圭、阿根廷和巴西邊界的低地森林，野生動物遍布。這片人煙稀少的半乾燥區域長久以來都是美洲豹、猢猻、大食蟻獸和原駝（駱馬的土色近親）的藏身處。然而在過去數十年來，為了開闢農田、牧場、天然氣井而摧毀了大片林地，使得原生物種在牠們的立足點上掙扎求生。

為了保育大查科地區，奎雅招募了原住民成為「類生物學家」。奎雅說，他們就像醫務輔助人員，不過救助的是生態系。奎雅的訓練計畫，幫助大查科地區的居民發展作為專業保育生物學家所需的技能。「對我來說，沒有其他可以達到長期保育的方法。」她說。這些類生物學家在維持生計的同時，也透過控管野火與策略燒除、監測生物多樣性、創造原駝保護區，以及傳授他們所知來讓社區受益。

「我們正失去那些與大自然真正連結的人的知識，」奎雅說：「你沒辦法從大學裡獲得這些知識。」□







INSTAGRAM

## PAOLO WOODS

來自我們攝影師的作品

### 人物

保羅·伍茲是住在義大利的荷蘭裔加拿大紀實攝影師

### 地點

位於海地西南方的萊凱市

### 器材

哈蘇中片幅底片相機搭配50mm鏡頭

伍茲在海地住過幾年，那裡有許多人沒有看過或使用過電視或網路，但廣播無所不在。在萊凱市，伍茲花了數月時間拍攝廣播節目主持人。最受歡迎的主持人之一是梅拉妮絲·蓋布魯斯修女，她每天在 FM 95.5 羅馬天主教教區頻道播送一檔給予生活忠告的節目。伍茲說一開始她很害羞，但當「我告訴她，她的許多忠實聽眾會非常高興看到她的樣子」時，她便擺好姿勢拍下這張 2013 年的照片。

此頁刊出了國家地理Instagram帳號上的影像。我們是Instagram上最受歡迎的品牌之一，歡迎追蹤我們：[instagram.com/natgeo.media](https://www.instagram.com/natgeo.media)。

機器人就在你身邊..... P. 38  
百年不斷的人神之約..... P. 72  
不再凍人的未來..... P. 88  
牠一點都不傻..... P. 110

## 專題報導



# 72

在排灣族的祭祀中經常使用小米和豬骨作為主要祭物。五年祭傳統已在土坂部落傳承百年之久，歷代頭目的堅持、祭儀文化與巫師制度的完整都是主要因素。



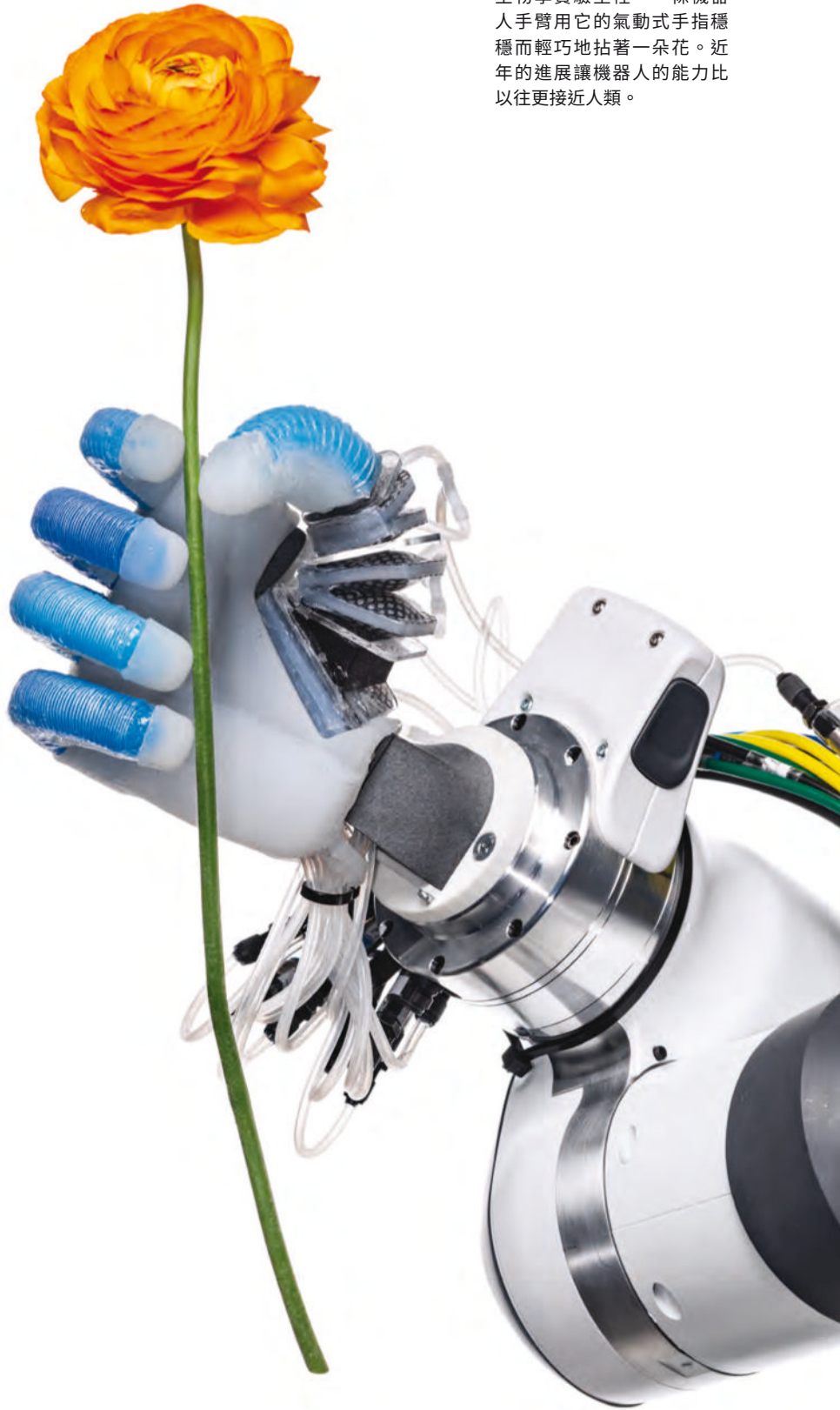
隨著機器接手愈來愈多原本  
由人類完成的工作，機器人革命已經不遠。  
這場革命將改變我們的生活方式。

## 機器人 — 就在 — 你 — 身邊

撰文：大衛·貝瑞比 DAVID BERREBY

攝影：史賓賽·羅威爾 SPENCER LOWELL

柏林工業大學的機器人學與生物學實驗室裡，一條機器人手臂用它的氣動式手指穩穩而輕巧地拈著一朵花。近年的進展讓機器人的能力比以往更接近人類。







有些機器人學家打造出的機器人會細緻地模仿人類，例如「和諧」（右）就是具有表達力、會說話的一顆頭，身體則是由鋼鐵和矽氧樹脂製成的性愛娃娃，由美國加州聖馬可斯的深淵創造公司所生產。有些人則認為像Curi這樣的機器人（左）讓人比較自在，它來自喬治亞理工學院的社會智能機械實驗室。



他們說如果機器人太像人類，人類的接受度會因為「恐怖谷」效應而大幅降低。這個詞由森政弘發明，指的是當機器人不像一個高效能機器，反而更像似人非人（或屍體）的模樣時，我們所產生的不安感。







新科技讓機器人能夠處理人類在工作中會碰到的持續改變與不規則形體。RT公司開發的協作機器人Foodly靠著先進的視覺技術、演算法，加上能抓握物品的機器手，將雞肉放到便當盒裡。



# 如果你和 大多數人一樣， 或許你 從未見過機器人。 但是你即將見到。

今年1月某個多風明亮的日子，我在科羅拉多州和堪薩斯州邊界附近的短草草原上見到一個機器人，當時和我在一起的是諾亞·瑞迪一坎波。往南看去，風力發電機一路延伸到地平線。在我面前的一個大洞，則即將成為另一座風力發電機的地基。

一臺336液壓挖土機正在挖掘這個直徑19公尺的大洞，洞壁的斜度是34度，深約3公尺的洞穴底部則幾乎是水平的。挖土機把挖出來的土堆在不會擋到它的地方。這臺37公噸重的機器每次降下挖土臂、挖土、舉起機器手臂、迴轉、放土，都需要紮實的控制和精準判斷。在北美洲，老練的挖土機司機一年最多可以賺10萬美元。

不過這臺挖土機的駕駛座是空的。真正的操縱者在駕駛室的屋頂上。它沒有手，三條彎彎曲曲的黑色電纜線直接連接到挖土機的控制系統。它也沒有眼睛或耳朵，而是靠著雷射、GPS、攝影機，以及類似陀螺儀的感應器，估算物體在空間中的方位以監控機器運作。瑞

有些工人使用穿戴式機器人。結合感應器、電腦和馬達的外骨骼，能幫助人類進行耗力的工作。薩爾科斯機器人公司的工程師弗萊徹·賈里森示範，帶勾子的機器手臂可舉起高達90公斤的重量，或許能幫上機場的行李搬運工。



**Key Result**  
The AC Robot Shell is easy and quick to use, allowing the general researcher to do operator's tasks, feel gears and...

SARCOS

TUFF TREAD





和人類一起工作的機器人必備的技巧是能抓握與操控物體。人類的手比任何機器手都要敏感而靈巧，不過機器人也在持續進步。在柏林工業大學，這個機器人以充入了壓縮空氣以模擬人手輕柔觸感的手指拿起蘋果。







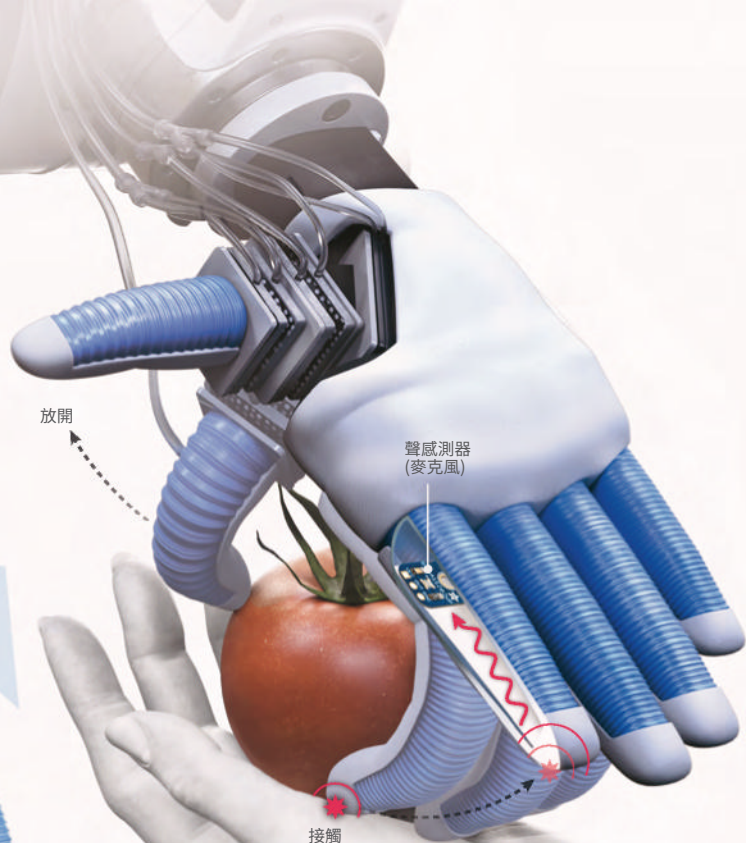


### 3. 操控

柔軟具順應性的手和可相對拇指，讓機器人能移動物體的位置以完成不同任務，例如更牢地抓握物體或將物體傳遞出去。



感應器由充滿液態金屬的矽氧樹脂管組成，會改變電阻以傳達手指位置的信號給電腦。



手指氣囊中的麥克風能夠讓機器人「聽到」手指與周遭環境接觸的狀況。

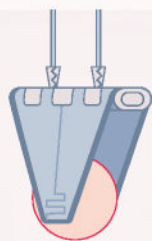


將拇指置於中央

如同人類一樣的可相對拇指，能夠朝不同方向施力以實現靈活的操作。

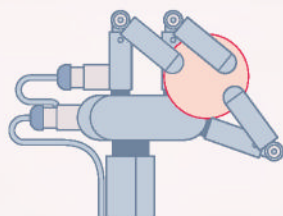
### 4. 互動

比起堅硬的金屬機器人，柔軟的機器人可以更安全地和人類一起工作。柔軟的材料能減少可能傷害人類的任何衝擊或力道。



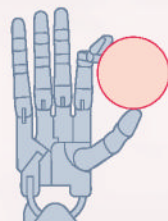
#### 可彎曲的垂片

柔軟可彎曲又極輕的垂片利用靜電力拾起脆弱的物體。



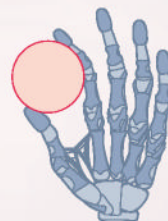
#### 高速爪子

這個機器手能夠在500分之1秒內抓住一個物體，為全地球最快。



#### 類人形手

這種機器手具備極端敏銳的觸覺感應器，活動方式很像人手。



#### 生物模擬手

這種機械手以人造的關節囊、橡膠韌帶與肌腱模仿人手。



迪一坎波是舊金山人造機器人（Built Robotics）公司的共同創辦人，他爬上挖土機，掀開駕駛室頂上一個行李箱的蓋子，裡面是該公司的產品——一具90公斤的裝置，能完成之前只有人類才能完成的工作。

「這裡就是人工智慧運作的地方。」他指著機器說；那是由一堆電路板、電線和金屬盒子組成的儀器，包括讓它知道身在何處的感應器、讓它能看見的攝影機、讓它將指令傳達給挖土機的控制器、讓人類能夠監控它的通訊設備，以及一具處理器，裡面的人工智慧負責做出人類駕駛員會做的決定。「這些控制訊號會傳送到駕駛室裡通常以搖桿和踏板控制的電腦。」

如今有數百萬臺工業機器人在生產線上進行上螺栓、焊接、噴漆等重複性工作。為了保護僅存的人類工人安全，通常會有柵欄將機器人隔開。

瑞迪一坎波的機器不是這樣，而是一種新型態的機器人，雖然一點都不像人類，但是聰明、技術熟練，而且移動自如。這些裝置是為了和從未見過機器人的人類一起「生活」與工作所設計，本來很罕見，但如今正持續移入我們的日常生活。

在2020年的現在，沃爾瑪超市已經在利用機器人盤點庫存和掃地。在倉庫中，機器人能夠把貨物上架，也能取出要郵寄出去的貨物。機器人幫助自閉兒童學習社交，幫助中風患者重新運用肢體。機器人會巡邏邊境，以色列使用的無人飛機「哈洛普」能夠攻擊認定為敵方的目標。

這些都還是新型冠狀病毒大流行之前的事了。突然之間，雖然民調顯示世上多數人並不喜歡由機器人取代人類，但是這成了醫療上明智的做法，甚至是必要的。

如今機器人會在英格蘭村莊米爾頓凱恩斯遞送食物；在達拉斯的醫院中搬運裝備；在中國和歐洲為病人的房間消毒。在新加坡，機器人會在公園中巡邏，提醒行人保持社交距離。

## 機器人 會清點庫存， 打掃大型商店，巡邏邊境， 進行宗教儀式， 還能夠 幫助 自閉症兒童。

疾病大流行讓更多人了解到「自動化將會成為工作的一部分，」瑞迪一坎波5月時告訴我：「以前驅動自動化的因素是效率和產能，但現在又多了一層對健康與安全的考量。」

即使在新冠病毒的危機推波助瀾以前，技術趨勢就已經在加速創造機器人。機械零件變得更輕、更便宜、更堅固。電子組件變得更小且計算能力更強。各種突破讓工程師能夠把強大的數據運算工具放到機器人的身體中。更好的數位通訊技術讓工程師能夠把機器人的「腦」放在其他地方的電腦中。

不遠未來的工作環境「會是人類與機器人共同合作以將工作效率提升到最高的生態系。」阿提·海因拉說；他是「星艦科技」

共同創辦人兼技術長，該公司的六輪自動駕駛送貨機器人現在正在米爾頓凱恩斯以及歐洲與美國的其他城市到處移動。

「我們已經習慣擁有能帶著走的機器智慧了。」卡內基美隆大學人工智慧機器人學家曼維拉·維羅索說，一邊拿起自己的智慧型手機。「現在我們必須開始習慣擁有身體而且不用我們就能四處移動的機器智慧。」

在她辦公室外面，她的團隊研發出來的協作型機器人（cobot）在大廳中移動，引導來客和遞送文件。它們看起來像放在附輪展示架上的iPad。不過它們能夠自行移動，有必要時甚至會搭電梯（這時它會在螢幕上禮貌地請附近的人類幫忙按電梯按鈕）。

「這些機器，這些人工生物，將成為我們日常生活的一部分，這是必然的事實。」維羅索說。

「大家得理解，這不是科幻故事中的情節，這不是20年後才會發生的事情，」維羅索說：「而是現在已經開始發生了。」

**維** 達爾·裴瑞茲喜歡他的新工作夥伴。

今年34歲的他在加州薩立納斯的泰勒農場工作。之前有七年時間他都一把長18公分的刀子收割萵苣。他一次又一次彎下腰，每次割下一顆蘿蔓或是結球萵苣，切掉有瑕疵的葉子，再拋到桶子裡。

不過自2016年起，收割萵苣的工作就交給一臺機器人了。這臺長約8.5公尺的採收機器人看起來就像曳引機，伴著水霧在成排的蔬菜中穩穩移動，因為每當它的感應器偵測到萵苣，便會用高壓水刀把它切下。切下來的萵苣落在一條傾斜的輸送帶上，往上傳到採收機的平臺上，由大約20名工人把萵苣分揀到桶子中。

2019年6月某日清早，我在裴瑞茲休息時和他見面。他正在一片9公頃的蘿蔓田裡工作，產出的蘿蔓要供給泰勒農場的速食店和

生鮮超市客人。幾百公尺外，另一群萵苣採收工人則在用沒有機器人時的老方法採收。

裴瑞茲說：「我這樣比較好，因為用刀切萵苣比用這臺機器切累多了。」他待在機器上，負責輪換輸送帶上的桶子。「有些人喜歡保持原樣。有些人覺得站在機器上很無聊，因為他們已經習慣在田裡持續移動。」

泰勒農場是加州最早投入農業機器人的大型農業公司之一。「我們正在經歷……農業的世代變化。」加州泰勒農場公司總裁馬克·波爾曼說。老的工人離開後，年輕人不願意從事這類辛勞工作。世界各國對跨國移民的限制又因新冠病毒造成的恐懼而加劇，對人手欠缺的情況無異雪上加霜。世界各地的農業正逐步轉由機器人進行，波爾曼說：「我們的生意在成長，勞動力卻在縮減，因此機器人對我們雙方來說都代表新契機。」

去年我從農業、建築業、製造業和醫療照護業者口中經常聽到類似的話：我們把工作交給機器人，是因為找不到人來做。

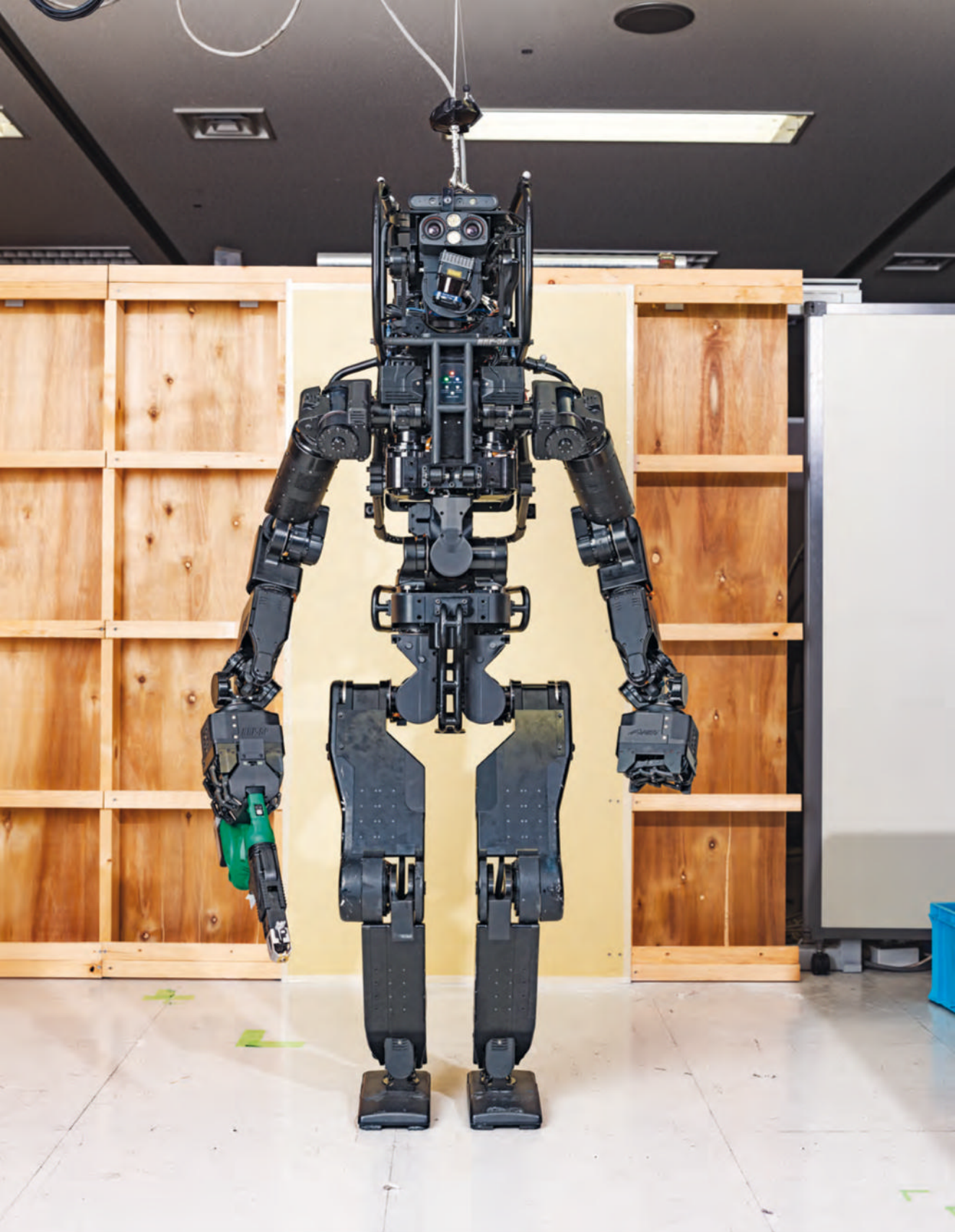
在科羅拉多州的那座風力發電廠，我和摩頓森公司的主管談話。這家公司的總部位於明尼亞波利斯，自2018年起就租用人造機器人公司的機器人。他們告訴我，風電產業的技術工人嚴重短缺。這個風力發電廠有21座地基是人造機器人公司的機器人挖的。

「作業員會說『看喔，工作殺手來了』之類的話，」摩頓森公司的精實創新經理德瑞克·史密斯說：「但是他們後來看到機器人分擔了許多重複性工作，而自己依然有很多事情可做時，態度很快就轉變了。」

挖土機器人挖好我們眼前的這個地基之後，再由人類操作員駕駛推土機來整地建坡道。「這個廠址有229座地基，規格基本上都相同。」史密斯說：「我們想拿掉重複性高的工作，這樣我們的作業員就能專注在更需要技巧的地方。」

機器人製造商和使用者的告訴我，疫情造成





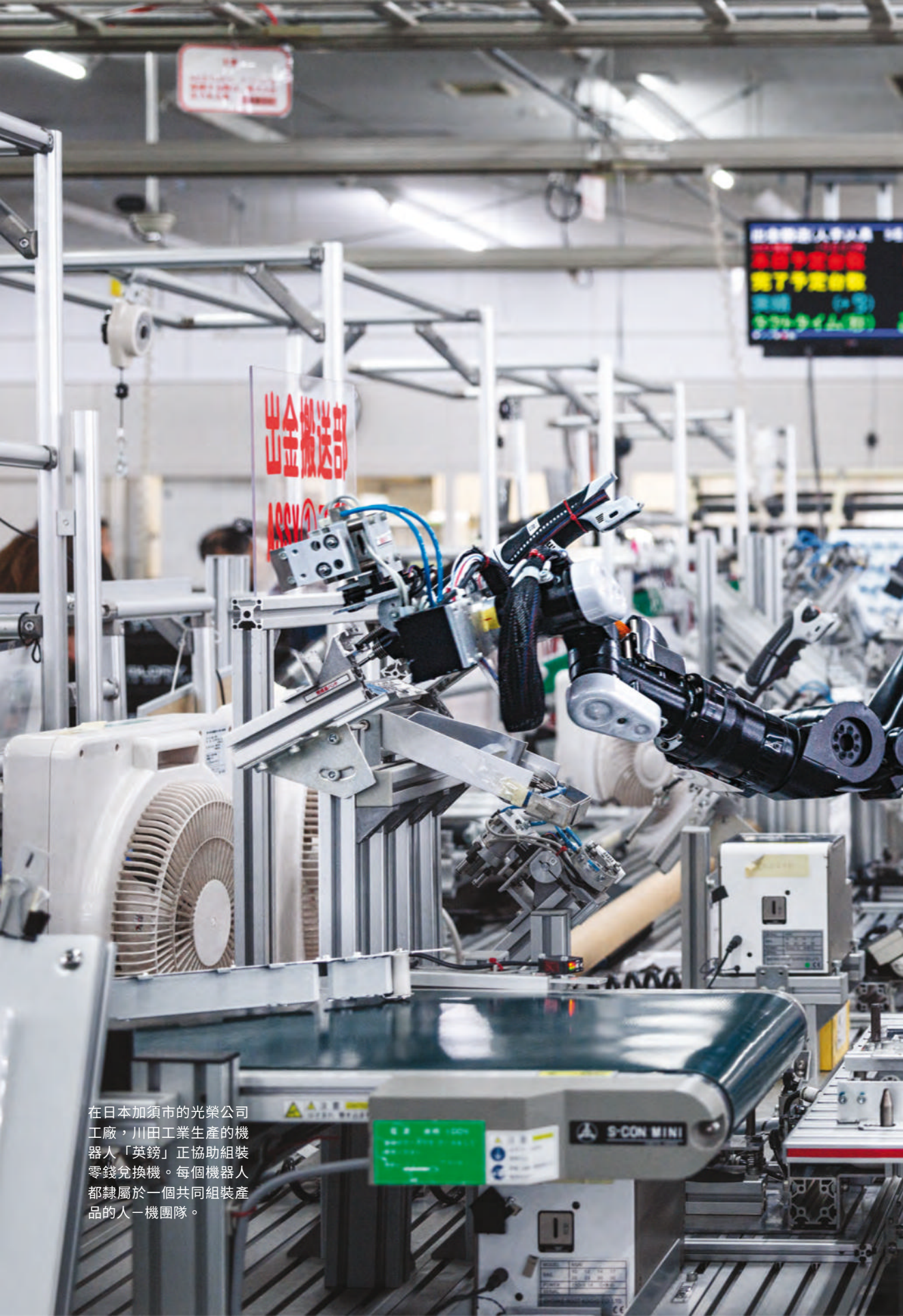
設計師根據机器人的任務打造机器人——但也會考慮到和机器人一起工作的人類需求。高182公分、重101公斤的HRP-5P机器人（左）由日本產業技術綜合研究所開發，具有手臂、雙腿和頭部，負責在建





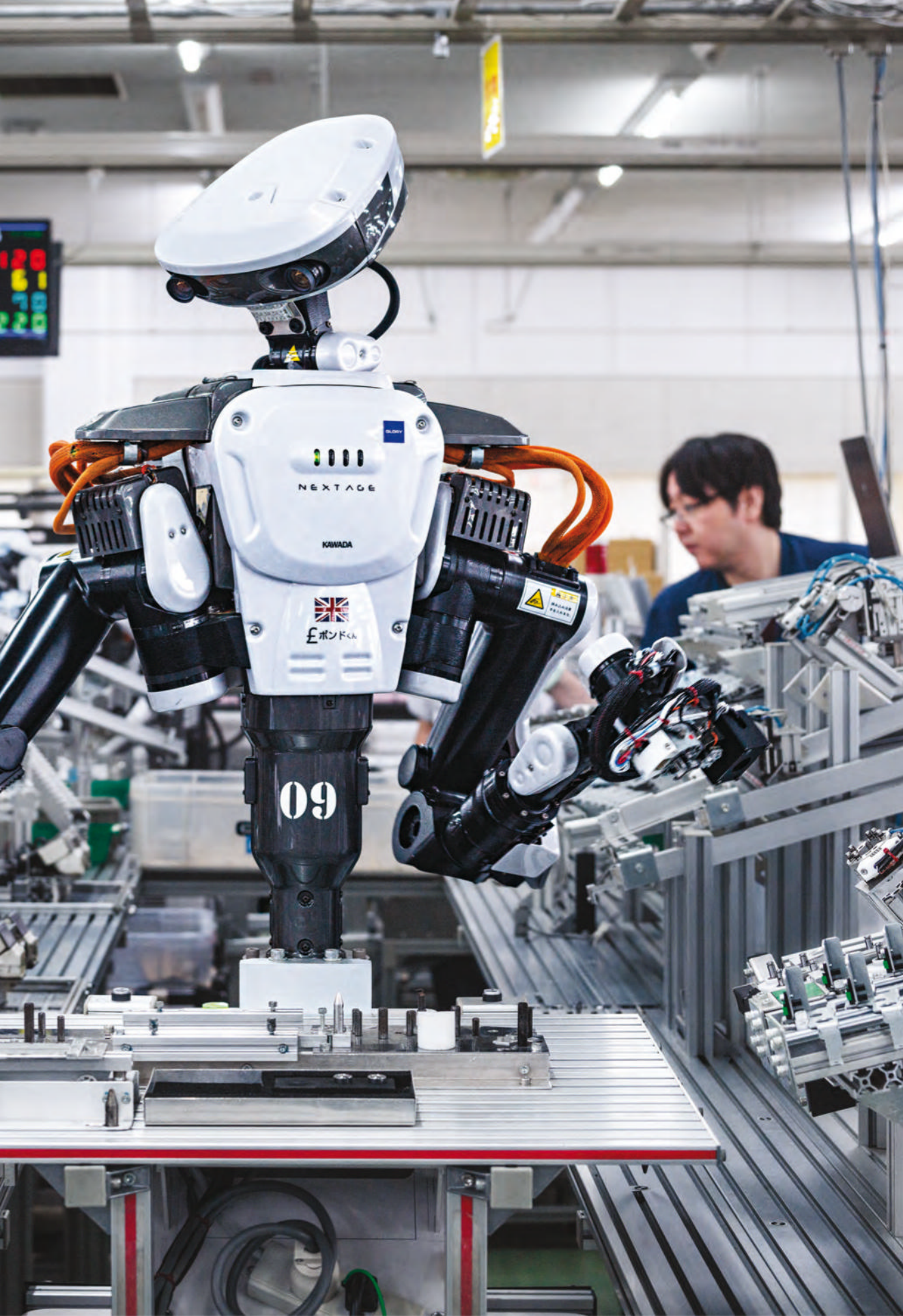
築工地和造船廠這類場所搬運重物。相反地，保全機器人SQ-2（右）沒有四肢，行動安靜而外型低調，高約130公分、重65公斤，裝配了360度攝影機、雷射測繪系統和一臺電腦，能夠自行巡邏。





在日本加須市的光榮公司工廠，川田工業生產的機器人「英鎊」正協助組裝零錢兌換機。每個機器人都隸屬於一個共同組裝產品的人—機團隊。









機器人夥伴有許多樣貌。在荷蘭愛因荷芬的流體儀器公司（Fluidics Instruments），一名員工和七具機器手臂共同組裝燃油與燃氣器（左）。這些協作機器人和傳統的工廠機器人一樣，動作精準又高效率，一個小時便可完成1000個噴嘴。但它們和舊機器人不同之處，在於能夠很快改變作業規格或是從





事新工作。在美國達拉斯的醫學城心臟醫院，護理師和機器人Moxi一起工作（右），它能夠學習並執行會使護理師必須離開病人身邊的工作，例如拿取醫療用品、遞送檢體樣本、運走髒的床單枕頭套等。



的失業潮不會改變這樣的前景。「就算失業率很高，你也無法在彈指間就補上需要高度專門技術的職缺，因為我們缺乏受過這種訓練的人。」薩爾科斯基公司（Sarcos Robotics）的董事長兼執行長班恩·沃爾夫說。

這家位於猶他州的公司生產穿戴式機器人，也稱為「外骨骼」，讓工人的動作多了機器的力量和精確度。新冠病毒疫情重挫航空業時，達美航空才正開始測試給飛機技師使用的薩爾科斯基裝置。

今年春天我連絡上沃爾夫時，他樂觀地說：「現在有短期衰退，但我們預期長期來說生意會增加。」

沃爾夫告訴我，自疫情爆發以來，薩爾科斯基收到的各方詢問變多了，有些來自出乎他意料的企業，比如一家大型電子公司、一間藥廠，還有一家肉品公司。電子公司和藥廠希望以更少人力搬運重裝備。肉品公司想把密集的工人分散開來。

在如今害怕與人接觸的世界中，照顧兒童或長者的人手並不好找。南加州大學的電腦科學家兼機器人學家瑪雅·馬塔瑞克開發了「社交機器人」，這種機器人提供的不是勞動而是社會支持。舉例來說，她實驗室的一項計畫是讓機器人教練帶領長者完成一套運動，然後鼓勵這些人類走到戶外散步。

「機器人會說：『我沒辦法到外面去，你可以出門散個步告訴我外面的狀況嗎？』」馬塔瑞克告訴我。機器人不過是一個白色的塑膠頭、軀幹與手臂，裝在有輪子的金屬架子上，但它的感應器和軟體能讓她做到一些人類教練會做的事，例如在運動時說：「左前臂再朝裡面彎一點。」或是運動完之後說「很好！」

我問馬塔瑞克，會不會有人覺得讓機器人照顧爺爺的想法很詭異。

「我們沒有要取代照護者，」她說：「只是在填補空缺。已成年的孩子無法一直待在

年邁的雙親身邊。而在這個國家，照顧其他人的工作薪資過低，而且不被重視。在這種狀況改善之前，我們只得使用機器人。」

**我** 參觀馬塔瑞克的實驗室過了幾天之後，在南方30公里處，數百名港口工人參與了反對機器人的遊行。那裡是洛杉磯的聖佩德羅區，貨櫃起重機高高聳立在倉庫、船塢之上。這個社區關係緊密，居民代代都在港區當工人。如今這一代工人不歡迎在港口最大貨櫃中心設置貨物裝卸機器人的計畫，即使這種機器如今在世界各地的港口已很常見。

碼頭工人並不指望世界停止改變，洛杉磯市議會的聖佩德羅區代表喬·布斯卡因諾說。聖佩德羅不是沒經歷過經濟巨變，漁業、罐頭製造業和造船業都在興盛後走向沒落。布斯卡因諾告訴我，機器人的問題在於雇主把它們引入工人生活的速度太快。

他說：「多年前我老爸看到漁業即將沒落，所以找了麵包店的工作。他得以轉換跑道，但自動化會讓工作一夜之間就沒了。」

經濟學家對於機器人對未來工作的影響會多大或多快，看法差異甚大。但是許多專家同意：有些工人將比較難以適應機器人。

「證據相當明顯，在採用了機器人的產業中，藍領階級的製造工作和組裝工作大幅減少，」來自麻省理工學院的經濟學家德隆·阿西莫格魯說：「這不是說未來科技不能創造新工作。但如果你說我們將全面採用自動化技術，同時還能創造許多新工作，那就是刻意誤導與錯誤幻想。」

儘管投資者、研究人員和新創企業家樂觀洋溢，包括布斯卡因諾在內的許多人卻對充滿機器人的未來感到憂心。他們擔心機器人接手的不會是繁重乏味的工作內容，而是整份工作，或至少是一份工作具挑戰性、受人尊敬——而且報酬高的部分。（後面這個

過程已經普遍到經濟學家為此發明了一個新詞：「去技能化」。）

貝絲·古特力亞斯是都市計畫專家兼經濟學家，研究倉儲產業，她告訴我有次她拜訪了一家引入機器人的倉庫。機器人能夠快速

受訓維修機器人。另外450名工人會「再技能化」：受訓從事技術相關的新工作。

布斯卡因諾表示，這些再訓練的成效如何——特別是對中年工人而言——還有待觀察。他有一個朋友是技工，由於擁有維修經驗而有優勢，能再添一項維修機器人的技能。但是另一方面，「我的小舅子多明尼克現在是碼頭工人，他對如何維修機器人毫無頭緒。而他已經56歲了。」

# 「這不是 科幻故事中的 情節， 也不是20年後 才會生的事情。 而是已經 開始發生的事。」

—卡內基美隆大學人工智慧機器人學家維羅索

把貨物運來給人類包裝，讓工人省去很多來回走動。但是機器人也讓工人覺得受到催趕，不再有機會彼此交談。

雇主應該考慮到員工的這種壓力「是不健康而且真實存在的，會影響勞工福祉。」唐恩·卡斯提歐表示；她是美國疾病管制中心國家職業安全衛生研究所的流行病學家，主管職業機器人相關研究。

在聖佩德羅，布斯卡因諾於市議會表決中成功擋下自動化計畫後，國際碼頭與倉儲工會與經營貨櫃中心的丹麥快棧集團談判，達成工會當地支部負責人稱為「苦樂參半」的協議。碼頭工人同意停止反對機器人的抗爭，以換取讓450名機械工人「技能升級」：

**機**器人（Robot）一詞在今年正好滿百歲。這個詞首見於捷克作家卡雷爾·恰佩克的劇本，這齣戲也為接下來100年關於機器的夢想與夢魘定了調。那齣劇《羅梭的萬能工人》中的機器人，外貌和舉止都像人類，能完成人類的所有工作，並且在故事落幕前消滅了人類。

從此之後，從《魔鬼終結者》、日本的《原子小金剛》，到《星際大戰》想像出的類人形機器人，都對機器人製造者產生了深遠的影響，也形塑了大眾對於機器人本質與功能的預想。

後藤典生是日本佛教禪宗臨濟宗的僧侶，我和他在京都高臺寺一個房間中見面，該寺於17世紀建成，他是該寺的住持，多年來一直有機器人夢。自從在幾十年前讀到人工智慧的報導後，他便想用矽氧樹脂、塑膠和金屬複製佛陀。他說有了仿生版的聖賢後，佛教徒就能「直接聽到他們的教誨」。

然而和大阪大學的機器人學家合作後，他了解到「就現存的人工智慧科技而言，不可能產生人類智能，遑論那些獲得證悟的人物。」但是他和許多機器人學家一樣，沒有放棄，而是接受現有科技能做到的地步。





在華盛頓州格蘭維的一處果園中，豐盛機器人公司 (Abundant Robotics) 開發的採收機器人正在利用吸力摘取蘋果。隨著機器人的能力增強，如今它們能做到過去只有人類靈巧精準的雙手才能完成的農務。這對於人手日益短缺的農場來說是個福音。









荷蘭普德羅延的瓦爾奇茲苗圃園中，ISO集團（ISO Group）製造的三臺機器人每小時種下1萬8000株剛長出來的花苗，僅由一名人類工人監督（左）。在荷蘭卡特沃德的亨利威利農場（右），一頭母牛走入Lely Astronaut A4機器人中。母牛走進來時，機器人會掃描牠的項圈，如果牠確實到了需要擠





奶的時候，機器就會給牠一些飼料（如果不需要就會讓母牛直接通過，也不會給牠飼料）。這臺機器能夠自動擠奶。農場工人經由觸控板監看產量並對機器人下達指令。



它佇立於寺中一間白色牆壁的房內一端：那是一尊由金屬和矽氧樹脂化身而成，在佛教中代表慈悲的觀音菩薩。數個世紀以來，寺廟或神社常以雕像吸引信徒，讓他們專注於佛陀的教誨。後藤說：「如今，第一次有了會動的雕像。」

這尊機器人名為Mindar，可以用不太像人類的有力女性聲音，發出事先錄好的講經內容，同時輕緩移動雙臂，頭部也能左右轉動掃視觀眾。Mindar沒有配備人工智慧。後藤希望這點會隨時間改變，讓這尊活動雕像能夠和人對話，回答宗教問題。

太平洋另一端，我在聖地牙哥一棟房屋中和一名男子碰面，他想提供與機器人的另一種親密接觸。藝術家邁特·麥克馬倫是深淵創造公司（Abyss Creations）執行長，這間公司生產真人大小的擬真性愛娃娃。麥克馬倫領導一群由程式設計師、機器人專家、特效專家、工程師和藝術家組成的團隊，共同

打造對身心靈都具有吸引力的機器人伴侶。

這間公司生產RealDoll（「真娃娃」）已有十多年了。具有矽氧樹脂皮膚和鋼鐵骨架的RealDoll要價約4000美元。不過，最近如果再加8000美元，顧客還會多收到一個機器人頭部，裡面有電子設備，能夠做出臉部表情、發出聲音，還有可用智慧型手機app編程的人工智慧。

這個娃娃的人工智慧就如同Siri或Alexa，透過使用者的指令和問題逐漸熟悉使用者。目前，這個機器人在脖子以下的地方仍只是娃娃，要使用者操作才會移動手臂和腿部。

「我們現在沒有類似人類心智的人工智慧，」麥克馬倫坦言：「但我想將來會有的。我覺得這是必然的。」

**我們已經開始和長得不像人類的機器產生情感連結了。**  
軍事單位會為在任務中被炸毀的除

## 愈來愈聰明

20世紀中葉最早期的一些機器人，有的是主要需由人類在一旁控制的裝置，不然就是只能執行有限工作的簡單工具。

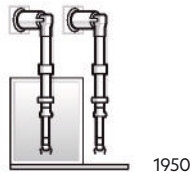
機器人的自主性

- 遠端操作
- ◇ 自動化
- 人工智慧

年代標誌的是商業化或大量使用的時間。圖形未按比例繪製。

### 核能用途

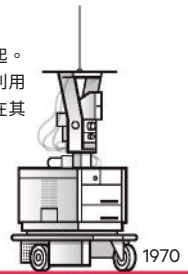
核能工業是機器人發展的重要推手。遠端操作的機械手臂用來處理危險的核材料。



**瓦爾多**  
人類控制的機器手臂，能夠處理核材料

### 行動用途

太空競賽促成人工智慧興起。美國航太總署（NASA）利用移動式機器人（探測車）在其他行星上探索並收集資料。



**Shakey**  
第一臺能夠偵測到物體並且繞開的人工智慧機器人



**Unimate**  
第一架工業機器人

### 火蜂

至今仍是使用最廣泛的軍用無人靶機



### Lightning Bug

搭載成像感測器，在越戰中用於監視



爆機器人舉行葬禮，醫院的護士會跟機器人同事開玩笑。當機器人愈來愈栩栩如生，人類可能也會對它們投射更多喜愛與信賴——或許太多了。在幻想出來的機器人影響下，人類會以為今天真實存在的機器人，能力遠比其實際所具備的強大。

機器人能在經過編程或訓練後，將定義明確的工作——例如挖地基、收割高苜——完成得比人類好，或至少是品質更一致。但沒有機器人擁有等同人類的心智能力，能完成許多不同工作，特別是預期外的工作。也還沒有有一個機器人具備常識。

今天的機器人也比不上人類的雙手，奇可·馬克斯說；他是速霸陸汽車公司在印第安納州拉法葉一座自動工廠的製造工程經理。這間工廠和其他的汽車工廠一樣，在幾十年前便採用了標準的工業機器人。如今這間工廠逐漸增加新型的工業機器人，例如能夠把零件送到工廠各區的自動導航搬運車。

馬克斯讓我看了一束電線，這束電線將會裝入一輛組裝中的汽車後門附近一段彎曲的車體裡。

「在汽車裡安裝線束並不適合自動化，」馬克斯說：「需要人腦和觸覺回饋才能知道電線的位置正確並連接好了。」

機器人的雙腿也沒有比較好。1996年，維羅索加入一項挑戰，要在2050年以前打造出足球踢得比人類好的機器人。她與一群研究者在那年發起機器人世界盃以促進這個領域的進展。現在這項比賽已經成為深受各大洲工程師喜愛的傳統，但沒有人認為在踢足球方面機器人能很快超過人類。

「人類的身體就如同機器一樣複雜到不行，」她說：「我們很擅長應付重力，處理走路時不同的作用力，在身體被推動前行時保持平衡。雙足機器人還要許多年才能像人類一樣走路。」

機器人不會是人造人。我們需要適應機器

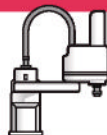
### 工業用途

工業工程師讓生產線自動化，用設定好的機器人快速進行重複性工作，促進大量生產。

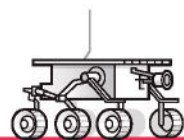
1980

#### SCARA

應用於商業生產線的高速機器手臂



1990



#### 火星探測車

旅居者號是最早的火星探測車，在1997年9月登上火星

2000



#### Roomba

這臺吸塵器是最早商業化的人工智慧機器人

2010



#### 亞馬遜機器人公司

這間公司開始大量製造在倉庫中工作的機器人

2020



#### Predator (掠奪者)

具即時影片直播功能的遙控飛行器，在伊拉克戰爭期間武器化



#### Quadcopters

價格低廉的無人機，可供消費者、公共安全與工業用途使用





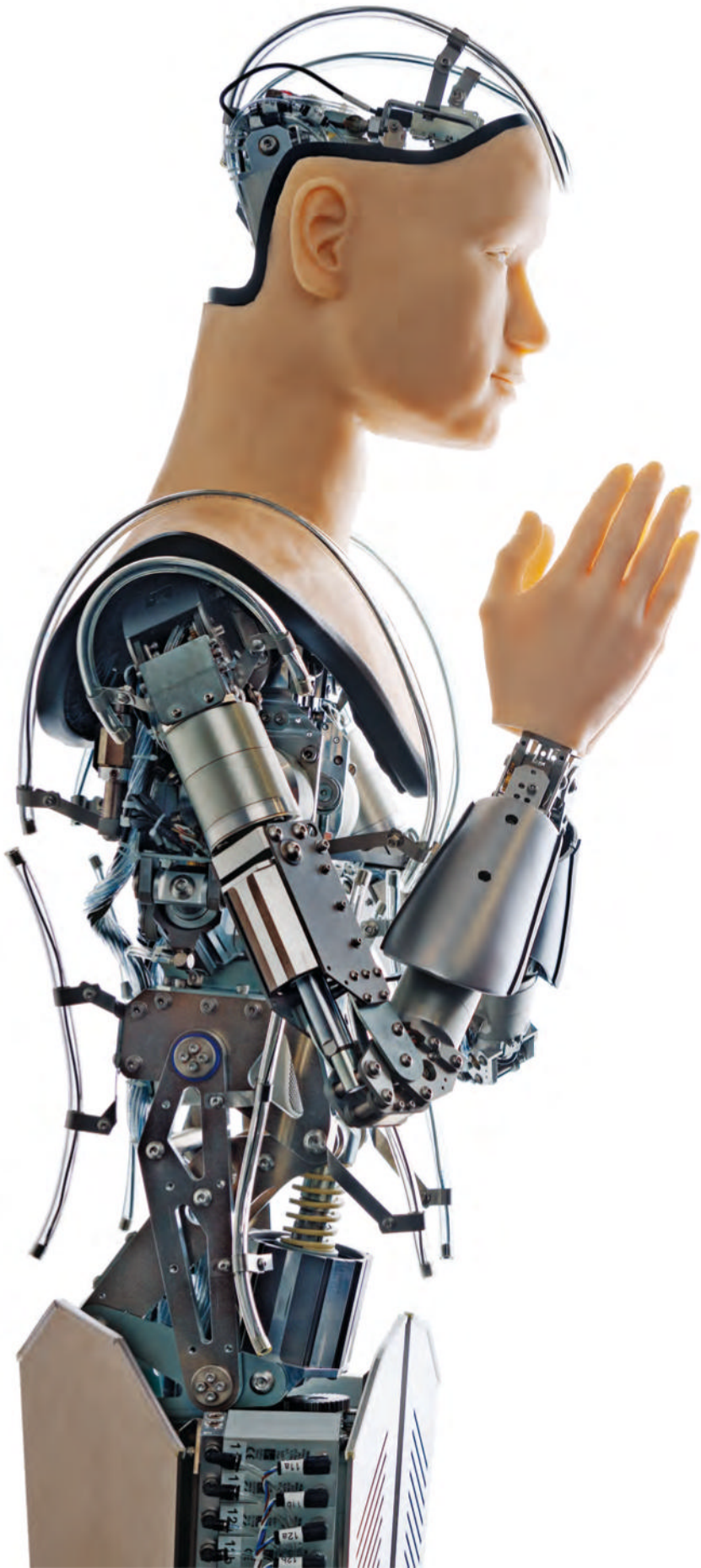
機器人ANYmal能夠爬樓梯、靈巧地跨過地上雜物，或在狹窄的空間爬行。照片中，ANYmal在它的製造商ANYbotics位於瑞士蘇黎士的辦公室附近街道漫步。像ANYmal這樣不使用輪子而是用腳移動的裝置，幾乎能到所有人類能到的地方——還有人類不能去的地方，例如受到放射性或化學廢棄物污染的地區。





ANYmal





Mindar是佛教中代表慈悲的觀音菩薩的機器化身，與它面對面的後藤典生是日本京都高臺寺的僧侶。大阪大學機器人學家石黑浩帶領團隊打造了這個能夠朗讀佛陀教誨的機器人。





人，而多數製造者也正努力研發顧及人類觀感的機器人。

機器人上線工作後，改變的不只是人類。波爾曼告訴我，泰勒農場正在研發燈泡狀的高苜。這種高苜底下的莖比較長，這種形狀只為了方便機器人採收。

巴薩諾瓦機器人公司（Bossa Nova Robotics）生產的一種機器人見於北美數千家商店中，能在貨架間移動並掃描追蹤庫存量。該公司工程師針對機器人的外表應該要多友善親切而進行討論，最後做出的機器人像一臺移動式冷氣機，上面裝了一根2公尺高的潛望鏡，沒有臉也沒有眼睛。

「那就是個工具。」薩甸·史卡夫解釋；他是巴薩諾瓦機器人公司的共同創辦人兼技術長。他和其他工程師希望顧客和工作人員對這臺機器的喜歡程度剛好就好。如果長得太工業風或奇特，客人會避開。如果太友善，大家就會和機器人說話玩耍，妨礙它工作。史卡夫告訴我，長久下來機器人和人類會建立起「一套共同的人類－機器人互動守則，」但目前機器人製造商和一般人都只是在緩慢摸索前進。

光榮公司（Glory）專門製造貨幣處理機，造訪他們在東京市郊的工廠時，我在一個工作檯邊停下，一共九個成員的團隊正在組裝硬幣兌換機。

其中四臺白得發亮的雙臂機器人，每個都以不同的貨幣命名。我看著團隊迅速把零件加裝到硬幣兌換機上，名為「美元」的機器人幾度需要幫忙，這時旁邊的人會馬上離開生產線上自己的位置，過來解決問題。

美元的「手腕」上有攝影機，但它也有一顆頭，眼睛是兩個攝影機。「概念上它是人

形機器人，」工廠經理小林俊文解釋：「所以它有顆頭。」

這種小小的調整並沒有馬上讓真正的人類信服，赤坂翔太說；這位32歲笑臉常開的大男孩是該團隊的領班。「我先前真的沒把握

## 機器人能夠完成定義明確的工作，但是沒有一個機器人能掌握人類的多工能力或是具備常識。

它是否能勝任人類的工作，不確定它是否會上螺絲，」他說：「看到螺絲好好地拴進去時，我了解到新時代來臨了。」

**在**東京東北部的一間會議室中，我體驗到和機器人共事最密切的方式：把它們穿在身上。

這具外骨骼由日本公司賽博達因（Cyberdyne）製造，穿上時兩根相連有弧度的白色管子橫過我的下背，腰部有腰帶，兩條帶子綁在大腿上，感覺像是繫上了降落傘或扣入遊樂設施中。我彎腰拿起一個容器，裡面裝著重18公斤的水，這應該會讓我閃到腰的。但是管子中的電腦藉由位置的改變推算出我

要撞東西，這時馬達就啟動來幫忙了。（更進階的使用者會戴著電極，讓機器偵測大腦下達給肌肉的訊號。）

這臺機器是專門設計來幫助背部肌肉的；當我蹲下以腿部用力時（想當然是這樣），這臺機器就沒幫上什麼忙。儘管如此，當它發揮功能時就好像變魔術一樣——我先是感覺到重量，然後就沒感覺了。

賽博達因公司看好醫療復健領域的龐大商機。他們也生產下肢外骨骼，幫助人重獲雙腿功能。以該公司的許多產品而言，「另一個市場會是針對工人，讓他們可以工作得更久，而且沒有受傷風險。」該公司的發言人片見雄大表示。

另一間生產外骨骼的薩爾科斯基機器人公司也有類似想法。執行長沃爾夫說，他研發這些機器的目標之一是「讓人類的生產力增加，以便跟得上機器實現自動化的腳步。」

我們適應機器的程度，會比機器需要適應我們的程度更多嗎？我們有可能不得不如此。機器人學家夢想中的機器會讓人類的生活更好，但是企業因為各種誘因而採用的機器有時候並不會讓人類的生活更好。畢竟，機器人不需要有薪假期或醫療保險。此外，許多國家從工人身上獲得大筆稅收，卻又同時以減稅和其他獎勵措施鼓勵自動化。這使得企業可透過裁減員工並且增加機器人而節省開支。

「加裝設備能得到許多補助，特別是加裝數位設備和機器人，」阿西莫格魯說：「因此這會鼓勵公司採用機器而非人類，即使用機器不會比較好。」此外，比起人類，機器人就是更讓人興奮期待。

「在許多科技人員與經理人之間，有一種特屬於這個時代的想法：人類好麻煩。」阿西莫格魯說。他們有種感覺是「不需要人類。人類會犯錯。人類有許多要求。不如選擇自動化吧。」

# 諾

亞·瑞迪—坎波決定投身打造建築機器人之後，他的父親史考特·坎波在一次長途車程中，花了三個多小時婉

轉地問他，這真的好嗎？老坎波之前從事建築業，現在是佛蒙特州議會的聖約翰柏立鎮代表。他告訴我他自己很快就轉而肯定兒子投身的工作，但是他的選民對機器人心存憂慮，而且不全然是經濟問題。或許有一天人類所有的工作都可以交給機器人——包括神職甚至是「性工作」。但坎波的選民希望有些事情還是可以留給人類：那些讓人類感到自我價值的工作。

「重要的不是我們從工作中獲得什麼，而是透過工作我們成為了誰，」坎波說：「我覺得真的就是這樣。這才是關於工作最重要的事情。」

機器人首次在舞臺上被幻想出來的一個世紀之後，真實的機器人讓某些人的生活更輕鬆、更安全。它們也讓生活變得更像機器。對許多的公司來說，這正是機器人的吸引力之一。

「現在每個建築工地都不同，每個機器駕駛員都像個藝術家。」人造機器人公司的策略與營運暨財務副總裁格拉夫·奇卡尼說。駕駛員喜歡變化，但雇主不喜歡。一個工作若每次都能以相同方式完成，不需仰賴個人決定，能為雇主省下時間和金錢。雖然建築工地總是有些任務需要人類的應變力和創意才能完成，但是「透過機器人，我們看到了讓流程標準化，同時為適合機器人的工作提升效率的機會。」奇卡尼說。

碰到需要有人決定誰的偏好比較重要時，科技本身並沒有答案。不論機器人有多進步，有個任務它們永遠無法幫我們解決：決定該如何、在何時與在哪裡使用機器人。□

**大衛·貝瑞比**為2018年4月號的種族專題撰寫了〈那些把我們分開的事情〉。**史賓賽·羅威爾**曾為NASA拍攝火星探測車好奇號的建造過程。





# 百年不斷的人神之約

五年祭是排灣族最隆重的祭典，  
而自有紀錄以來不曾中斷舉行的  
只有臺東的土坂部落。  
只是這個古老的文化，還能維繫多久？

撰文：居芮筠

攝影：何經泰

土坂部落最大家族包家的前頭目（mama-zangiljan）包秀美，一向堅持傳

統，帶領包家、古家與陳家三大家族進行各項祭儀。她於去年5月因病過世。







包秀美的女兒包惠玲  
是包家的首席女巫  
(kadraringan)、  
土坂部落的巫師之首(左)。  
她率領巫師群執行部落祭典，  
以及擔任族人與神靈溝通的媒介。  
首席女巫還具有  
傳授巫術的資格。  
在五年祭祭儀開始時，  
女巫會點燃小米梗(singilj)，  
產生的煙被視為上達天界的訊息，  
用來引領祖靈降臨(上)。



# 「七年前， 我第一次去土坂， 第一次看五年祭， 覺得非常特別。」

人文紀實攝影師何經泰取出一疊肖像照，談起他在這個人口約一千出頭的東排灣村落參與最隆重祭典盛事的過程。「土坂村的五年祭典保持得非常完整，而且他們沒有間斷過，所以也將整個〔祭祀〕系統保留下來。」五年後的10月，何經泰開著一輛改裝成暗房的小貨車，再度前往緊鄰大武山的土坂村，為這些維繫部落傳統的族人留下獨特的影像紀錄。

目前所知與五年祭有關的文獻紀錄，最早可追溯至清代的《番社采風圖》與《番社采風圖考》，裡面描繪了1744至1747年臺灣原住民的生活。《圖考》中對於「戲毬」的描述，即十分類似於五年祭重要儀式「刺球」的動作，由此可以推斷，五年祭至少在18世紀時就已存在。

關於五年祭出現年代的另一個佐證，則和排灣族的遷徙有關。根據族人的傳說，祖先過世後，靈魂回到了大武山，之後每五年會以大武山為起點，沿中央山脈西側由北向南、東側由河流上游至下游，依序巡視後代所創建的村落，各村落則先後舉行五年祭迎接祖靈，並向祂們祈福。臺東大學南島文化中心主任蔣斌說：「〔口傳文化中〕祖靈巡視的路線，跟排灣族的遷移路線一致。」

他進一步解釋，排灣族的建社過程是自大武山周圍向外拓殖，而現今排灣族的七十幾個部落，絕大多數在〈荷蘭時代的臺灣番社戶口表〉中都已記載，表示他們的遷移在大約17世紀中已經完成。當時是否有舉行五年祭雖不可考，但至少在時序上符合18世紀出現正式文獻紀錄的脈絡。

在刺球儀式中，族人代表手持十多公尺長的竹竿爭相刺球。每顆祭球代表的意義與福禍運勢不同，各家將視刺中的藤球來決定未來五年的命運。













朱董豐山是包家耆老，有豐富的部落口傳歷史  
及傳統祭儀知識（左）。  
廖正春是包家的祕書／發言人（qeziqezipen），  
負責傳達頭目指令，  
並為頭目提供部落的農事  
與獵物等各項訊息（上）。







陳家女巫師 (pulingaw) 林陳湘瑜現年20歲，為最年輕的巫師，自小便決心成巫，希望傳承自己的文化(左)。祖靈屋是排灣族舉行五年祭等各項祈福儀式的重要場所。祭祀者會在祖靈屋祭告、獻祭與誦經，向祖先請求祭祀權力，並為部落增強神力。右上圖為陳家的祖靈屋。



到了日治時期，關於五年祭儀式才有了系統性的記載。包括五年祭這個名稱，也是從日本時代的文獻中開始使用。它的排灣語maljeveq本身並沒有五或五年的意思，而是「我們在做ljeveq（指祭儀）這件事」，只是當時經調查後計算出這個祭典大約每五年舉行一次，因此稱之為五年祭。

然而，蔣斌說，日治時期記錄祭典的《番族慣習調查報告書》，都是委託在地警察、小學老師或派駐當地的公務員進行調查，因此有些較詳細、有些很簡陋，以至於如今無論是透過文獻或是耆老的口述，能追溯出從未中斷過五年祭的只有臺東縣達仁鄉的土坂部落了。

土坂部落現任首席女巫包惠玲曾撰寫一份探討五年祭持續因素的研究，內容提到在日本政府強制禁止下，各部落紛紛不再舉行五年祭；後又因西方宗教傳入，族人





古家男祭司 (parakaljay) 古明勇，  
負責古家祭儀與召集男子處理事務。  
男祭司一般也負責執行部落的大型祭典與意外死亡事宜。



排灣族在祭祀中會使用豬骨，  
象徵持續與永恆的力量。







古家牲醴師 (mulusu)


謝藍保是頭目的家臣之一，  
負責協助巫師宰殺取用祭典用的牲畜（左）。

陳家男祭司謝慧光，負責陳家祭儀  
與召集男子處理事務（上）。

男祭司一般也負責執行部落的  
大型祭典與意外死亡事宜。







信仰改變，多數部落逐漸廢棄這項傳統。如今僅有屏東古樓村和臺東土坂村辦得較有規模，而土坂村能不間斷地舉行五年祭，除了頭目的堅持、祭儀文化的完整，在1935年接手擔任頭目的包春琴，更是不遺餘力地維護排灣族傳統文化，並且堅持保有頭目、巫師制度與祭儀。

**完整的五年祭祭儀**過程繁複，共分為前祭、主祭和後祭三個階段，需嚴格遵守儀式的程序與禁忌，以防範惡靈入侵。主祭中的刺球儀式是整個祭典的核心，數十個人在事先搭建好的刺球場圍成一圈，手持十幾公尺長自行削製的竹竿。儀式開始時，女巫會唸誦經文，並用燃燒小米梗的煙召請所有祖先，接著依次拋出十顆藤球，每一顆都被賦予不同的意義，有的代表好運、有的代表惡運，而各家將視刺中的藤球來決定未來五年的命運。

由於藤球代表的福禍只有女巫知道，因此也為五年祭增添了神祕性與解釋上的彈性。蔣斌以人類學的角度來解讀，認為這是一個為不幸事件找到歸因的機制。「我們人對於不幸的事情，最難過的就是沒辦法解釋。」他說：「因此所有人類社會對於壞運氣都要有一些解釋的方法。」在他看來，五年祭除了象徵與神靈相會和祈福淨化之外，倘若在過程中觸犯禁忌、未聽從祭司指令、或者刺中惡運的藤球，那麼未來人生中發生意外時就能用來提供解釋。

近年來，文化復振意識紛紛在原住民部落中興起，部分部落也開始嘗試恢復辦理五年祭。不過，包惠玲在她的研究中指出：「語言是文化傳承的首要條件。」族群若失去語言，祭典文化恐將面臨失傳。她認為若沒有專精訓練與過人毅力，很難理解祭儀的意涵。

蔣斌也提醒，女巫的養成必須花好幾年的時間學習古語、經文、祭祀的知識與技術，如今則多半只能用短期培訓的方式，甚至願意接受這種訓練的人也愈來愈少。反倒刺球是比較熱鬧壯觀且容易模仿的活動，但若缺乏相關知識的支撐，也令人擔心會逐漸流於形式。這或許是繼日本政府禁止、西方宗教削弱傳統信仰後，五年祭能否存續的新一項隱憂。□

古家祕書柯秀雄，主要工作是為頭目傳達指令，並提供部落各項事務的訊息給頭目，使頭目了解部落情形。

攝影師何經泰使用溼版攝影這項古典工藝，為恪守五年祭傳統的土坂部落留下紀錄。溼版攝影需在溼潤狀態下完成感光、曝光、顯影、定影及水洗，容易失敗的環節很多，例如在水洗時不小心就留下痕跡。然而這些手作的意外，最終反倒成為攝影師希望獲得的效果。



撰文：阿拉漢卓拉·伯倫達 ALEJANDRA BORUNDA

攝影：艾米·薩卡 AMY SACKA

# 不再凍人的未來

五大湖區的文化與經濟是由冰冷的冬季所塑造。

然而，氣候暖化將傳統化為雪泥之際，

日益強烈的失落感也隨之而來。





**2020年1月8日**  
**伊利湖**

隆冬1月的某一天，伊利湖普雷斯克島州立公園無冰的水面延伸至遠方，正是大湖區冬季日益變暖的證明。



去年冬天，  
五大湖  
僅有19.5%  
的湖面  
有冰覆蓋，  
幾乎是  
創紀錄地低。

2020年2月8日  
休倫湖

在密西根州的奧斯科達，伊蓮娜·麥肯錫從她的一棟出租度假小屋審視著休倫湖。湖邊厚厚的冰層通常能保護湖岸不受風暴侵襲，但去年冬天很暖，湖浪侵蝕了岸邊的房產，造成數千美元的損失。

凍度日

93天  
1973-2019  
平均

64天  
2019-2020  
冬季

湖水溫度必須降到攝氏零度以下才會結冰——氣溫則須更低。空氣會吸收水的熱能，使水冷卻到足以結凍。凍度日（FDD，指溫度低於冰點的天數）要累積好幾天才會結凍。凍度日若太少，湖水就不會結凍，或是無法維持結凍狀態。







如果  
水在冬天  
冷卻得  
不夠，  
到了  
春天和夏天  
就會  
更快變暖。

2020年1月7日  
伊利湖

伊利湖最深處只有64公尺，相對來說比較淺，一旦天氣變冷就會快速冷卻。不過，今年伊利湖幾乎沒有結冰。這對情侶在俄亥俄州日內瓦的一個公園遛狗時，湖上幾乎沒有冰——去年冬天基本上都是如此。

凍度日

58天

1973-2019  
平均

18天

2019-2020  
冬季















五大湖的  
結冰季  
平均一年  
約縮短  
半天。

**2020年1月26日  
安大略湖**

亞力士·惠特洛克躍入安大略湖，準備衝浪。通常到了這個時節，大約13%的湖面會結冰，但今年只有2%結凍。安大略湖岸邊以往固定出現的冰如今正逐漸消失，夏季的水溫也緩緩上升。

凍度日

75天

1973-2019  
平均

61天

2019-2020  
冬季



# 克

莉絲蒂·拉維特停下車，關掉隆隆作響的全地形車引擎，此時天還是黑的，溫度也在冰點以下。有那麼一會兒，萬籟俱寂，只有風掃過冰雪時微弱的颯颯聲。海軍藍的天空開始變亮，冰冷的空氣在她的肺裡燃燒。

這裡是密西根上半島的繆納斯孔湖，拉維特跳下駕駛座，踩在覆蓋著湖面這一隅的半公尺厚湖冰上，腳上的靴子踩在一層薄薄的雪上嘎吱作響，她開始為她最愛的一項活動做例行準備：冰釣。

拉維特是全美將近200萬名冰釣客之一，整年都在引頸期盼寒冷的冬天到來。如同五大湖區的其他許多人一樣，她也仰賴冷冽的天氣維生。她協助管理家族在湖邊的觀光小屋和釣餌店，這些生意也仰賴冰釣與雪上摩托車季節為主要收入。

但那個2月拉維特所做的事，在去年冬天的五大湖一帶卻不常見。長期以來，蘇必略湖、密西根湖、伊利湖、休倫湖和安大略湖這五座湖泊的平均覆冰量是54%；去年冬天卻僅有19.5%的湖面有冰覆蓋，幾乎是創紀錄地低。

這一帶有些湖泊根本沒有結凍，有些則只在湖岸邊有些微的冰，或只是暫時結冰。拉

維特去冰釣前的那個週末，該地區的氣溫衝上了攝氏4.5度，冰釣客是穿著T恤在雪泥中行走。

一次溫暖過頭的冬季，不見得就預示了未來必定是如此。然而科學家也愈來愈能從五大湖各地散亂的變化紀錄中看出模式，而這些模式全都指向一個令人警醒的結論：只有少許湖冰的2019至2020年冬季，可能只是讓人提早體驗未來。

## 由氣候界定的歷史

五大湖總共占了地表淡水的20%。

這些湖的地理足跡難以測量，它們的表面積總和涵蓋超過24萬3000平方公里，差不多有英國那麼大。五座湖的湖岸線總長度，比美國本土的太平洋海岸線或大西洋海岸線都還多出幾千公里。

這一大片水體的出現，是地球氣候長期的自然變化所造成。但現在這幾座湖卻面臨了前所未見的變化——這次則是人類所造成。

從1880年代以來，地球的氣溫已經平均上升了將近攝氏1度。五大湖區的變化也跟全球趨勢一致：和20世紀的前60年相比，這片流域內的氣溫已經平均上升了攝氏0.9度。這些



2019年12月28日

### 蘇必略湖

密西根州上半島部分地區在2019至2020年的凍度日比平時多，然而湖上還是沒有多少冰。有些地區還是會有感覺很正常的冬季，即使周遭地區並非如此。

凍度日

106天

1973-2019  
平均

130天

2019-2020  
冬季



2020年1月6日  
伊利湖

在俄亥俄州的克利夫蘭，13歲的葛瑞絲·伊澤爾沿著伊利湖畔散步——穿著短褲。她說一點都沒有冷到要穿長褲。在她的人生中，溫暖的冬季可能會愈來愈常見。科學家預測，到了2050年，五大湖流域最低溫度高於冰點的日子，每年會多出21至25天。

凍度日

58  
天

1973-2019  
平均

18  
天

2019-2020  
冬季





**蘇必略湖**  
 深度：平均149公尺；最深406公尺  
 上一個冬季最大覆冰量：23%  
 1973-2019年平均最大覆冰量：62%  
 覆冰量最高的一年：1996 (100%)  
 覆冰量最低的一年：2012 (8%)



**密西根湖**  
 85公尺；281公尺  
 2020年最大量：17%  
 平均最大量：40%  
 最高：1977、2014 (93%)  
 最低：2002 (12%)

# WHAT IS AVAXHOME?



# AVAXHOME-

the biggest Internet portal,  
providing you various content:  
brand new books, trending movies,  
fresh magazines, hot games,  
recent software, latest music releases.

Unlimited satisfaction one low price  
Cheap constant access to piping hot media  
Protect your downloadings from Big brother  
Safer, than torrent-trackers

18 years of seamless operation and our users' satisfaction

All languages  
Brand new content  
One site



AvaxHome - Your End Place

We have everything for all of your needs. Just open <https://avxlive.icu>

# 大湖無冰

氣候變遷在五大湖造成結冰季大幅縮短。各種因素的複雜組合——其中之一是聖嬰現象——每年都對天氣造成影響。所以有些冬季還是又冷又結冰，但長期看來，較暖、較短的冬季愈來愈常見。這張幾乎無雲的罕見衛星影像攝於2020年2月23日，影像中的五大湖幾乎都沒有冰。即使是最淺的伊利湖也幾乎看不到冰。

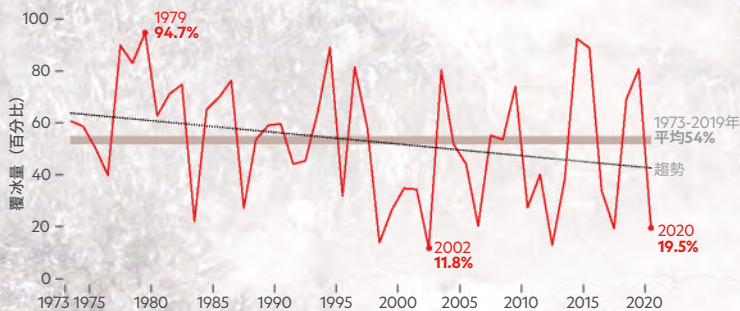
243,609  
平方公里

244,106  
平方公里



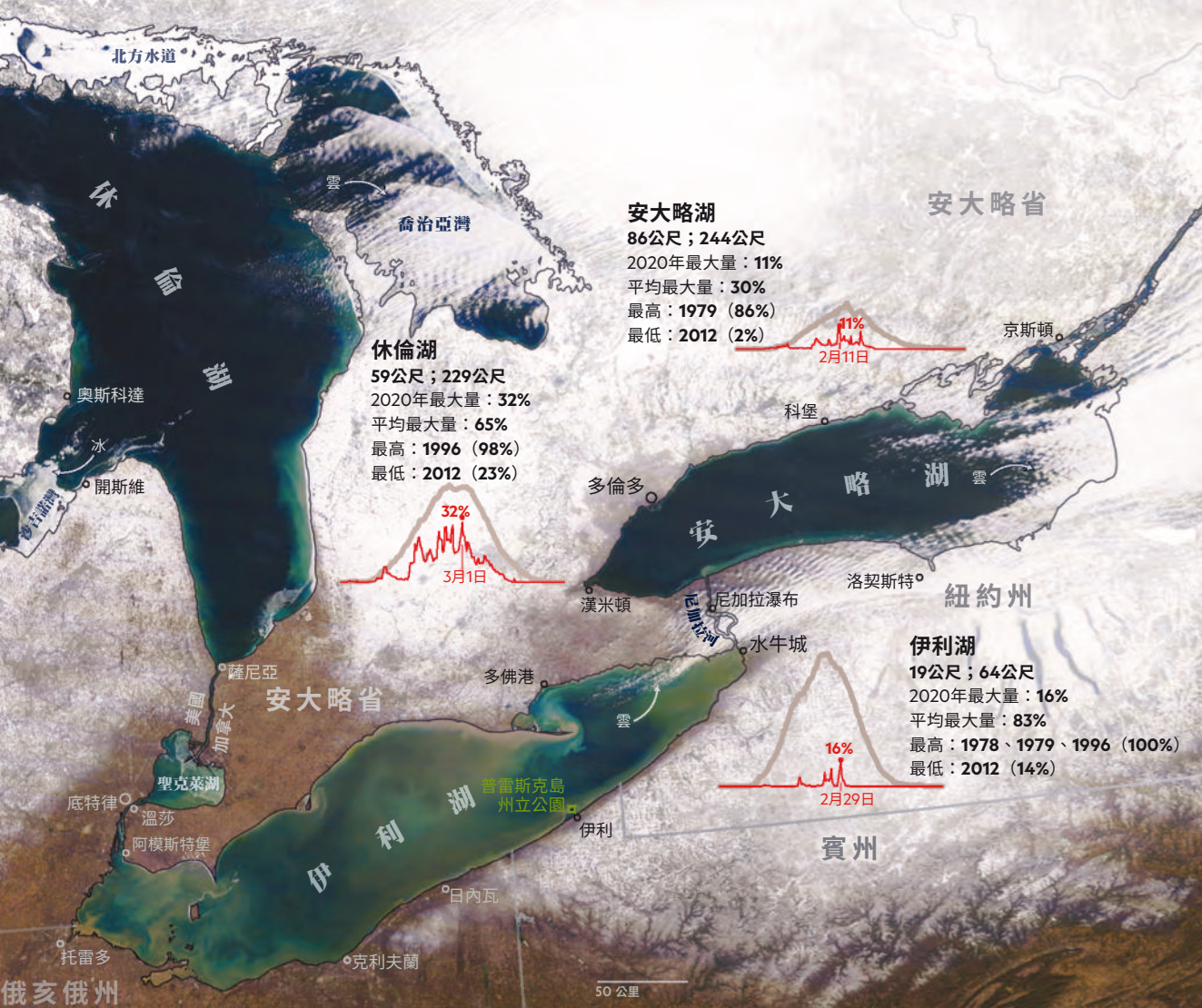
英國 200公里

英國與五大湖的面積比較



## 長期冰況

五大湖長期的最大覆冰量平均是54%。然而去年冬天覆冰量最大的時期，僅19.5%的湖面有冰覆蓋。



50公里









隨著  
降水量  
增加，  
今年  
五大湖的  
水位  
創下  
新高紀錄。

**2020年1月9日  
伊利湖**

來自安大略省多佛港的卡爾文·奈克特，站在伊利湖附近的自家餐廳前。堆好的沙包是為了防止建築物淹水。在拍下這張照片後，該湖的水位便打破了在1987年創下的2月分高水位紀錄。

凍度日

70天

1973-2019  
平均

58天

2019-2020  
冬季



暖化大部分都集中在冬季那幾個月，不斷把湖冰推向不結凍的臨界點。

「湖冰是神奇的氣候指標。」多倫多約克大學的湖泊生態學家莎普納·夏瑪說。它們是「氣候變遷的明確指標——而且人類一直在記錄，某些情況下甚至記錄了好幾個世紀。」

在日本，有座神社的神主針對湖泊完全結凍的時刻，保存了將近600年的紀錄。從這個紀錄就能看出自然的氣候循環——跟最近幾十年來由人類造成並對地球產生嚴重影響的暖化相比，真的是小巫見大巫。利用芬蘭的托爾尼奧河進行貿易的商人，則追蹤了自1693年以來每年河冰破裂的日期。

在蘇必略湖，船運公司保留了自1857年以來冰形成與破裂的紀錄。這些紀錄顯示，天氣冷的年分早早就會結冰並維持很久，溫暖年分的冰則比較少。但整體來說，這些都是工業革命以來人類造成暖化的明確跡象。

「在五大湖區發生的狀況，只是大環境中的一小部分。」明尼蘇達大學艾塔斯加生物研究站的湖泊專家萊絲莉·諾爾說；她研究的是人類與冰凍湖泊之間的文化關係。

## 對恬靜冬季儀式的威脅

對38歲的拉維特來說，冰一直都是能讓生活更聚焦的地方。

當她們一家人從密西根州南部開車去拜訪當時經營湖邊營地的祖父母時，拉維特會穿上層層保暖衣物，從釣餌店收集滿滿一個冷藏箱的鯉科小魚，然後走到外面的冰上，能走多遠就走多遠。她會轉動自己那把手動螺旋鑽，在厚厚的冰層中鑽出一個洞，打開一個進入寧靜水下世界的入口。

彼時，在拉維特還是孩子的時候，這是件單純的事。她會把自己僅有的那一點點裝備帶上冰凍的湖面，然後坐在倒置的20公升水



桶上，一待好幾個小時，同時上下輕點竿尖。她釣不到多少魚，但是那種感覺成為冬天的精髓，深深烙印在她的腦海中。

拉維特並非唯一有這種感受的人。冰為所有來到這裡的人提供了重要的東西。對某些人而言是喘息的機會，對其他人來說則是珍愛的休閒活動，或是食物和更多其他東西。雪和冰也是美國五大湖區地方經濟的重要組成：最近一項估計指出，冬季的滑雪與雪上摩托車活動創造了約35億美元的產值。光是一場冰釣錦標賽，就能為當地社區注入數十萬美元的收入。

然而在蘇必略湖部分地區，過去數十年來的結冰季以平均一年減少近一天的速度持續縮短。也就是說，在拉維特出生那年，冬天時蘇必略湖上有冰覆蓋的日子，比今日長了一個多月。蘇必略湖也是除了瑞典的浮列森湖以外，全世界暖化速度最快的大型湖泊。



左與下

2020年1月10日

伊利湖

左起：柯克·威廉斯、柯爾·威廉斯、李·史比斯基和梅爾·賴爾在安大略省的阿模斯特堡附近獵鴨子。他們原本希望能隨季節從打獵換成騎雪上摩托車，但天氣不夠冷。「以前這裡每個人都會騎雪上摩托車，」柯克·威廉斯說：「過去雪很多，現在只能維持短短一段時間。冬天已經沒了。」

凍度日

68天

1973-2019  
平均

47天

2019-2020  
冬季











在最糟糕的  
暖化  
情境中，  
北半球  
可能會有  
超過20萬座  
湖泊  
面臨更多  
無冰年。

**2020年1月29日  
安大略湖**

冰釣原本是冬季的常態活動，但是在注入安大略湖的尼加拉河上，釣客現在必須搭船才行。水比空氣更快變暖，而自1900年以來，氣溫已經上升了至少攝氏0.9度。







冬季  
休閒活動  
為大湖區的  
地方經濟  
挹注了  
數百萬  
美元。



**2020年2月15日**  
**休倫湖**

在密西根開斯維的第28屆棚屋節上，一名「北極熊跳」活動的參與者勇敢挑戰休倫湖冰冷的湖水。這項盛事原本在冰上舉行，但現在大部分活動都移至岸上，因為湖冰的厚度不夠安全。

凍度日

**93**天

1973-2019  
平均

**64**天

2019-2020  
冬季



## 2020年3月1日 密西根湖

一名女子和她的狗在未結凍的密西根湖泥濘的岸邊散步，在2019至2020年的冬天，湖冰覆蓋量從未超過20%。



其他幾座大湖的結冰季也在縮短，平均一年約縮短半天。這種變化可能聽來不多且無害，但對於結冰與不結冰、下雪或下雨僅一線之隔的地方，這卻掩蓋了更關鍵的變化。

專門研究五大湖區覆冰量的美國海洋暨大氣總署氣候學家王佳說，在某些情況中，要清楚看出這個變化很困難，因為每一年的差異都很大。雖然這片地區距離大海有幾百公里遠，但這些湖泊卻同時受到太平洋與大西洋的氣候影響，並將這些氣候模式融入自己的氣候模式中。

因此，儘管某一年可能比前一年熱，但最近也有幾個冬天冰寒刺骨。在2013至2014年

間，極地渦旋把北極的寒冷空氣帶到了美國本土，這股寒氣綿延至五大湖遙遠的南方。五大湖的總覆冰量超過90%，有些地方的冰厚到連冰釣客用的螺旋鑽都無法鑽到水下。

更棘手的是，每年冬季湖冰的出現與增加，都會造成一連串複雜事件。也許天氣夠冷，初冬就會開始結冰，但若有股寒風持續擾動湖面，就會比較晚才開始結冰。也許之前的夏天特別暖，在湖水中灌注的額外熱能多到讓湖水需要更長時間冷卻與降至可結冰的溫度。也許在冬季初期下了幾場雪，從上面隔絕了冰層，而雖然有違我們的直覺，但這會讓湖冰就算在低溫下也無法迅速增厚。



有些因素則沒有那麼複雜。空氣愈來愈暖；水也是，在許多地方甚至暖化得比空氣還快。在北半球，有將近1萬5000座原本固定結冰的湖泊，現在只會斷斷續續地結冰，有時甚至不結冰。

## 「感覺就是不太對勁」

冬季是五大湖區的文化不可或缺的一部分。2月中的溫暖日子令密西根人感到不安。

在上半島住了一輩子的凱西·史賓賽說：「當天氣冷的時候，我們很哀怨——但我們也是真的很開心，你知道嗎？如果碰到真的

很溫暖的冬天，那種感覺就是不太對勁。」

未來有的東西會變多、有的會變少。空氣裡的熱會更多，因為被人類持續灌入大氣的溫室氣體困住了。氣候專家預測，五大湖流域的氣溫到2045年會再上升半度左右，到2100年則會上升大約3到5.5度。漫長炎熱的夏季也會把更多熱灌進水裡。

然而，有些科學家預測，到了2030年代末期，五大湖流域最低溫低於冰點的日子會減少15至16天，到了2050年代還會再少個幾天。科學家說，到本世紀末，每年低於冰點的日子可能會減少27至42天，視我們採取氣候行動的強度與積極程度而定。

在2015年簽署《巴黎氣候協定》的195個國家，同意嘗試將地球氣溫升幅控制在與工業化前水準相比攝氏2度以內。夏瑪估計，就算達成那些目標，北半球也可能會有超過3萬5000座湖泊失去固定出現的冬冰。在最糟糕的暖化情境中，可能會有超過20萬座湖泊面臨更多無冰年。

如果水在冬天冷卻得不夠，到了春天和夏天就會更快變暖。長時間下來，尤其隨著氣候無可抵擋地持續變暖，這個系統也可能會愈纏愈緊——這是個自我強化的循環。

「到了某個時間點，這些可能有時有冰、有時無冰的地區，就會變成完全無冰。」諾爾說：「當那些水域再也不結冰時，人們要怎麼跟它們互動？他們該如何調適？他們的生活又會有什麼變化？」

拉維特談起未來時有點猶豫。她眼中看到的還是一個冰封世界，每一年都還有機會享受寒冷。但有些擔憂三不五時也會冒出來。

「有時候我就是不知道，」她在設置工具準備釣魚時說道，熱切的臉龐上沾著幾縷髮絲，「當我70歲時，這一切還會在嗎？」□

本刊撰述阿拉漢卓拉·伯倫達主要報導環境議題。艾米·薩卡是底特律的紀實攝影師，她關注五大湖的人、文化與環境。



撰文：理查·康尼夫 RICHARD CONNIFF

攝影：克勞斯·尼格 KLAUS NIGGE

# 牠一點都不 傻

忘掉那種呆傻的刻板印象吧：  
在掠食者的世界裡，  
鴛鳥是機靈的生存者。





一隻公鸵鳥昂首站在非洲的南端，環顧好望角附近的海岸。這種地球上最大的鳥類可以長到2.75公尺高和135公斤重，多數人對牠們的印象都是瘦長且滑稽——但是這種鳥可不是敵人容易下手的目標。





坦尚尼亞的塔蘭吉雷國家公園裡，三隻母駝鳥（黃褐色羽毛）、三隻公駝鳥（黑色羽毛）和42隻幼鳥密切留意是否有胡狼與其他掠食者出沒。在共同的巢裡孵化的幼鳥會待在一起長達一、兩年。







關於駝鳥，  
多數人都樂於接受  
一種卡通般的概念：  
牠們是大型鳥類，  
遇到危機時  
會把頭埋進沙裡，  
大概認為  
只要看不見危險，  
危險就不會發生。

於是在我們各種各樣的刻板印象中，駝鳥就成了典型的呆傻動物。

頭埋進沙裡已是老掉牙的說法，從2000年前的羅馬自然學家、有時會傳播無稽之談的老普林尼流傳至今。認真想想：駝鳥有骨感的長腿，雙腿之上的身軀像是由肌肉和羽毛構成的大型浮筏，頸部像潛望鏡，頂端有楔形的頭部，眼睛比大象還大，身高可達2.75公尺。這種體格不太可能埋頭吧。

駝鳥確實經常把頭貼近地面（而非伸入地底），為的是攝取植物或照顧鳥巢。但牠們的頸部既輕且有彈性，共有17節頸椎（我們是7節），很容易上下、左右、前後移動。而且巨大的眼睛能夠幫助牠們密切地觀察周遭世界。

駝鳥是世界上跑得最快的兩足動物，曾被記錄到以近70公里時速衝刺，長距離的奔跑也可達時速48公里。牠們跑這麼快有何祕訣？巨大的腿肌、精瘦的長腿、富彈性的肌腱，以及能夠提供良好抓地力的特大號腳爪。





駝鳥要保持警戒是有原因的。首先，牠們基本上是特大號的雞，居住在飢餓的獅子、豹、鬣狗、非洲野狗和獵豹分布的棲地上。儘管成年駝鳥並不是好惹的獵捕對象——牠們可以踢斷骨頭、令敵人開腸破肚——牠們卻比較擅長逃跑而非打鬥，最快的逃跑速度幾乎高達時速70公里。

讓牠們保持警戒的還有子代所面臨的危險。駝鳥在沒有遮蔽的空地上築巢，隨便一隻粗魯的大象就可能把駝鳥蛋踩碎，更別提飢餓的掠食者。孵化成功需要不可思議的好運。

這種地球上最大的鳥，從產下第一批蛋到孵化為止，必須在兩個多月的期間讓巢位不被發現，或隨時準備好捍衛它。失敗是常態，因此催生了巧妙的共同營巢行為。

坦尚尼亞北部的塔蘭吉雷國家公園是觀察駝鳥的好地方，乾燥丘陵和草原在占地2850平方公里的公園裡沿著塔蘭吉雷河分布。此處散布著一批批龐大的象群，還有數以千計的斑馬和牛羚。駝鳥也很普遍，但是當我與三蘭港大學的野生動物生態學家暨駝鳥行為專家芙蘿拉·強安·馬蓋格一起尋找鳥巢時，我們的第一個發現就是一個毀壞的巢。

九顆蛋散落在灌叢裡一片直徑大約25公尺的地面上。馬蓋格像是警探調查凶案現場般檢視著這個區域。她指出原本巢位所在的泥土上有道模糊的刮痕，而旁邊就有土豚剛挖的洞穴。無罪，她這樣推定。四散的蛋比較有可能是某隻飢餓掠食者的傑作，但不是大型動物，因為所有的蛋都還完整無缺。那麼也許是胡狼？無論答案是什麼，公母駝鳥都已棄巢，當巢受到干擾時牠們經常這麼做。牠們有可能再次一起築巢。

駝鳥基本上是特大號的雞，居住在飢餓的獅子、豹、鬣狗和獵豹分布的地區。但牠們可以踢斷骨頭，奔跑速度幾乎可達時速70公里。

公母鳥都與多個對象來往。從演化觀點來看，到處留情是盡可能讓更多巢增加DNA多樣性的一種方式，以彌補大多數的巢孵化失敗的事實。

於是某天早上10點半，我們看到一對駝鳥在公園主要道路外大約500公尺處交配。牠們分開後，公鳥繼續走，牠剛交配完的女伴和另外兩隻母鳥緊隨在後。其中一隻很快就開始誘惑牠，母鳥展開翅膀，像揮舞啦啦隊彩球一樣抖動雙翅。在繁殖季，母鳥每兩天可產下一顆蛋。但公鳥的數量通常沒那麼多，或許是因為牠們為了

獨占交配機會而嚴密捍衛自己的領域，迫使一些公駝鳥移居出去。

公鳥不理母鳥。牠們繼續前行，以迂迴的路徑行經高大蔓延的金合歡樹與矮壯的獼猴麵包樹。到了路邊，母鳥再次嘗試，翅膀抖個不停。公鳥繼續前行。母鳥不屈不撓，藉故走到公鳥前方，壓低翅膀不斷顫動。

「但牠不感興趣。」馬蓋格說。

這番引誘持續了一個多小時。牠們一路往下走到塔蘭吉雷河的沙岸。眼看母鳥準備走開，公鳥跪坐到地上，終於臣服。接著公鳥展開全套的交配前求偶展示，活像個用力甩頭的空氣吉他手：翅膀不斷上下擺動，身體劇烈左右搖晃，頭大力往後甩，碰到肋骨再彈回來，甩到一邊發出「咔—砰」一聲，另一邊又「咔—砰」一聲。

母鳥此時在一旁漫步，顯得無動於衷。但最後牠們在乾河床上在一起了。公鳥在母鳥身上扭動了一、兩分鐘，母鳥則像獅身人面像那樣莊嚴蹲坐著，頭直挺挺地舉在空中。

事後，那幾隻鳥在河邊喝水與覓食一陣子，像是某種駝鳥野餐。當我們停下來回頭



鸵鸟身高  
可達2.75公尺



隨著族群數量減少，科學家很難確定今日鸵鸟的分布範圍。1960年代，鸵鸟有個亞種因為獵捕和棲地流失而滅絕。如今有些專家說，索馬利鸵鸟的分布範圍已經縮小到僅剩非洲之角。

鸵鸟 (*Struthio camelus*)

- 北非鸵鸟 (*S.c. camelus*)
- 東非鸵鸟 (*S.c. massaicus*)
- 南非鸵鸟 (*S.c. australis*)

索馬利鸵鸟 (*Struthio molybdophanes*)

看最後一眼時，三隻母鳥全都走向公鳥，並且伸出翅膀微微抖動。

**我們跟著這群鸵鸟**，期待牠們會帶我們找到巢，但即使你知道鸵鸟巢的確切位置，也很難觀察得到。公鳥通常在夜間坐巢，牠會把頭舉高，小心戒備。白天則由母鳥接手，牠會讓身體緊貼地面，把尾羽往後向下壓、長頸往前伸，看起來就像個年代已久的白蟻丘或樹木殘幹。有時候，要找到鳥巢最簡單的方式是坐等另一隻鸵鸟來訪，意外的是，這還經常發生。

一天下午，我們在一大片開闊的平原上選定位置，並且很快就發現那是塊欣欣向榮的鸵鸟領域。我們前方某處有隻母鳥坐在牠的巢上，築巢的公鳥在左方數百公尺處吃草，

似乎不太關心。然而當另一隻公鳥在大約750公尺遠的地方出現時，牠就開始果決地走向那隻公鳥，接著用跑的。這隻築巢的公鳥企圖獨占牠伴侶的交配機會，這意味著要把競爭的公鳥趕走。

更令人驚訝的是築巢的那對鸵鸟對來訪母鳥的反應。其他物種已經演化出複雜的防禦行為，以遏止「托卵寄生」，意思是某些鳥會悄悄在其他鳥的巢裡產卵，試圖逃避冗長乏味的育雛工作。鸵鸟則不同。若有其他母鳥靠近，築巢的母鳥通常會起身讓開，允許訪客在牠自己的蛋旁邊產卵。根據一些研究顯示，在築巢母鳥成功孵化的19至20顆蛋當中，通常只有大約一半是牠親生的，其餘則是由幾隻地位較低的母鳥所貢獻。這不是托卵寄生，而是共同營巢，而就像雜交一樣，









#### 上排起由左至右

現在是塔蘭吉雷國家公園裡的駝鳥繁殖季。公鳥的頸部和雙腿發紅且腫脹，表示他正在尋覓伴侶。

公鳥表演了一段精采的求偶舞蹈，不斷揮動翅膀並炫耀自己華麗的羽毛，然後就開始與母鳥交配。駝鳥與多數的鳥類不同，公鳥有陰莖，讓母鳥在體內受精。

母鳥將蛋產在地上，其他母鳥會在這些蛋旁邊產下自己的蛋，這種策略稱為共同營巢，但只有築巢的母鳥和牠的伴侶會守護和孵化這些蛋。

蛋的孵育期為42天，但只有大約10%的巢能成功孵化出幼雛。活下來的幼鳥經過一、兩年後就會獨立生活。





這是駝鳥為了在危機四伏的環境中成功繁殖所採取的方法。

倒不是說駝鳥之間全是姊妹情誼與幸福和諧。1979年最早詳細描述共同營巢行為的生物學家布萊恩·貝爾川認為，築巢的母鳥或許沒有太多選擇。牠若是拒絕來訪的母鳥，可能會導致衝突，引來獅子和其他掠食者。牠也可能會把蛋弄破（多半是牠自己的），產生的氣味可能會吸引鬣狗或胡狼。況且，來訪母鳥通常都高聳於常駐母鳥之上。貝爾川觀察到一隻築巢母鳥想要維持坐姿，於是

訪客就站在那兒啄牠的頭，「力道相當輕」卻也持續了20分鐘，直到築巢母鳥終於受不了站起來，讓到一旁。

貝爾川說，共同營巢能為築巢的那對駝鳥提供一些利於牠們的好處。對公鳥來說，牠在鄰近地區處處留情，表示由附近母鳥下在牠巢裡的蛋，大約有三分之一可能是牠的種。而對築巢母鳥來說，巢裡有額外的蛋可以分散風險。沒人知道牠如何分辨差異，但牠通常會把自己的蛋維持在巢中央，而把其他母鳥的蛋撥到貝爾川口中「在劫難逃的外



在肯亞的馬賽馬拉國家保護區，斑點鬣狗大啖駝鳥蛋。世界上最大的鳥產下的蛋也是世上最大——大得像成熟的哈密瓜，分量相當於24顆雞蛋。為了敲開強韌的蛋殼，掠食者要很有創意。胡狼有時候會滾動一顆蛋去撞另一顆；白兀鷲則是朝蛋扔石頭。

CHRISTINE AND MICHEL DENIS-HUOT,  
NATURE PICTURE LIBRARY

圈」。孵化後的幼鳥總數較多，也能讓牠自己的幼鳥比較不會遭掠食者叼走。

**除了體型之外**，駝鳥另一個讓我覺得最特別之處是即使站定不動，也感覺在動。母鳥尤其如此，因為牠的黃褐色羽毛在飄動時格外明顯。公母駝鳥的羽毛都異常豐滿且長，尤其是在翅膀和尾巴的部位。牠們的羽毛也少了多數其他鳥類都有、會將羽毛勾合在一起的羽小枝。這使得牠們的羽毛擁有在微風中起伏飄動的迷人特質，而且這是有功能的：

駝鳥能鬆開羽毛，幫助身體散熱，或者收緊羽毛以保存熱能。也正是這種蓬鬆的特質，讓駝鳥羽毛在人類時尚潮流中幾度興衰。

通往駝鳥交易中心的路，穿越南非西開普省斯瓦特山一道狹窄的紅色岩石隘口。在那道天然裂口下方，拼布般的農田散布在一片半乾旱的高原上，周圍環繞著崎嶇的山脈。小克魯這個地方遺世而獨立，很難想像英國阿斯科特的賽馬觀眾和美國拉斯維加斯秀場女郎那些華麗的羽服飾竟源自這裡。不過，超過150年來，這個以奧次胡恩鎮為中心的地區就是全球駝鳥貿易的中心。

1860年代，羽毛貿易已經造成部分地區的駝鳥走向滅絕，於是這裡的農民率先展開了圈養繁殖。駝鳥具有群體性，這或許讓牠們比較能適應圈養生活；不能飛行或跳躍也是原因之一。由及胸高的鐵絲圍籬圈住的飼養場（或「拘留營」），如今容納了數千隻看似相處融洽的駝鳥。

繁殖季期間，農場工人會每天巡視飼養場並收集駝鳥蛋，再送去商業孵化設備：每個架子上有112顆蛋，每組設備共1008顆，慢慢地在36度的溫度中旋轉。「到第42天，」當地傑出農友薩格·強克說：「雛鳥會刺破蛋裡的氣室，吸氣，然後獲得力氣，破殼而出。」如果是為了取肉或製成皮革，一隻駝鳥會養一年；如果是為了取羽毛則會養到15年，大約每隔九個月採羽一次。

駝鳥貿易向來是一門很難預測的生意，價格隨著國際時尚的喜好而劇烈波動。此時正處於景氣向下循環的時刻，強克與他的妻子海瑟滿懷希望地聊著英國凱特王妃對駝鳥羽毛帽的喜好，以及路易·威登什麼時候會回頭用駝鳥皮製作提包。

用駝鳥羽毛妝點時髦女性帽子的需求，在大約1870年開啟了駝鳥貿易與奧次胡恩鎮的黃金年代。那個時代的「羽毛豪宅」至今仍矗立在奧次胡恩，以其塔樓、山形牆、環繞



駝鳥是唯一有兩個膝蓋骨的動物，這個奇特的構造原因不明，也許有助於牠們跑得比較快。但是這麼巨大又醒目的鳥類能躲避非洲稀樹草原上的危險事物，靠的並不是速度。牠們也具備所有陸生動物中最大的眼睛，而且視力非常銳利，在開闊的平原上可以看到將近3公里外的掠食者。

RICHARD DU TOIT,  
NATURE PICTURE LIBRARY









式門廊以及精美花邊雕飾為街道增色添光。1912年，鐵達尼號上最有價值的貨物不是鑽石或黃金，而是12箱駝鳥羽毛，換算成今日貨幣相當於230萬美元。然而那一切終止於1914年，突然之間，戰爭和敞篷汽車讓大大的羽毛帽退了流行。

一天早晨在鎮上，我巧遇莫里斯·菲許，他是退休的駝鳥飼養場主，也是曾經從奧次胡恩主導全球駝鳥貿易的猶太社群少數僅存的成員。由於在歐洲受到政治和經濟壓迫，猶太移民在19世紀末時開始抵達此地，「而

荷裔南非人敞開雙臂歡迎他們。」菲許說。

早期移民多半成為小販；但隨後的移民往往經營商品和服飾貿易，由於猶太人離散至世界各地，他們因而與倫敦、紐約和其他大城市中經營相同貿易的移民社群能互通有無。奧次胡恩的羽毛產業主要就是透過這些人脈發展起來，這個貿易網絡涵蓋了說著意第緒語、穿梭在各個飼養場的羽毛買家，製造駝鳥羽毛產品的工匠，以及販售這些產品的零售商。貿易鼎盛時期，有數百個猶太家庭住在奧次胡恩。



德國一處駝鳥飼養場上，一隻幼鳥躲在不知道是爸爸還是媽媽的巨大雙腳之間。18世紀時，駝鳥羽毛在歐洲風行一時，大肆獵捕導致駝鳥在多數分布區域的數量都下降了。南非在1860年代開始馴養駝鳥，如今全世界都有人飼養，以獲取牠們的羽毛、肉和柔軟的皮革。

菲許翻開一本講述當地歷史的書，指著他祖父的照片。「他曾是全世界最大的駝鳥飼養場主，」菲許說：「當他在1936年過世時，名下有35座飼養場。」他建造的羽毛豪宅「蒙塔哥宅邸」裡有宴會廳、酒窖以及容量1500公升的浴缸，裡面鋪著義大利卡拉拉大理石。

如今宅邸依然屹立，不過分割成餐廳、商店、住宅和診所各一。駝鳥貿易掌握在沒有宗教色彩的合作社手中，猶太家庭的數量也減少到寥寥無幾。在飼養駝鳥50年後，菲許

也離開了這一行，並說自己樂得輕鬆。菲許說，駝鳥是「蠢鳥，只是有美麗的羽毛。」

我沒問他駝鳥的育雛技巧如何，但不久後我自己有機會弄清楚。一天早上在非洲南端的德胡普自然保護區，我看著一隻公駝鳥和一隻母駝鳥正在覓食。牠們也看著我，但一會兒後便鬆懈下來，而九隻幼雛則像是收到信號一般，從藏身處鑽了出來。一到兩週大的雛鳥胖嘟嘟的，很像度度鳥，頸部是斑駁的黃褐色，身上是短而硬的絨毛。牠們開始覓食，緊隨在後的父母也是。

過沒多久，三隻殺氣騰騰的狒狒越過原野而來。公駝鳥怒目而視，接著向前衝去，把牠們撞開。狒狒一再回來，但每一次公鳥都擋住牠們去路。接著有一大群狒狒晃出來，走到空地上。幼鳥緊張地擠成一團，兩隻成鳥則昂然而立，瞪著那些入侵者。那群狒狒小心翼翼地從旁經過，眼望別處，彷彿牠們壓根兒沒打算吃駝鳥肉。

狒狒才剛離去就開始下雨，是那種海岸常有、雨水被風吹得斜斜的猛烈暴雨。公母鳥立刻蹲坐下來，舉起翅膀，幼鳥趕緊跑進去躲雨。那麼多隻幼鳥埋頭簇擁在爸爸左邊的翅膀底下，使牠們看起來很像疊聚在母豬身上的小豬。接著成鳥將翅膀放下，幼鳥便消失在視線中，完全不受外頭冰冷的雨水侵襲。等到傾盆大雨終於停歇，有隻幼鳥從翅膀羽毛間探出頭來查看四周，真的把父母當成了雨衣。這實在跟「把頭埋進沙裡」的印象完全相反。看到雨停了，牠溜了出來，渾身依然乾爽暖和，再次進入這個世界。

或許你不會稱這樣的行為為智慧，但它代表了駝鳥有某種生存的天賦。我離開時心想，我們都應該成為這麼好的父母。□

作者**理查·康尼夫**所寫的野生動物書籍包括《與正在覓食的食人魚共游》(Swimming with Piranhas at Feeding Time)。**克勞斯·尼格**成為野生動物攝影記者之前，是學有專精的生物學家。