

科學：關乎全家人的事

父母專屬指南

提供者：

techbridge
鼓勵一個女孩改變世界



感謝雪佛龍集團 (Chevron) 資助本指南與其他家庭計畫的修訂與印刷。我們也要感謝 Gordon and Betty Moore Foundation 在協助我們發展這項家庭資源的過程中，初期所做出的貢獻與所扮演的角色。

作者：Martha Pena、Linda Kekelis、Maria Anaya 與 Jennifer Joyce

設計與排版：KARAS / LAWRENCE

印刷製造：Solstice Press

本指南是由雪佛龍集團 (Chevron) 協助促成。

如需更多份本指南，或需要西班牙文或中文版，請洽：

Techbridge
7700 Edgewater Drive, Suite 519
Oakland, CA 94621
510-777-9170
www.techbridgegirls.org
info@techbridgegirls.org

2013 年 10 月

前言

孩子天生充滿好奇心，且急於了解週遭的世界。在公園裡探索或是玩玩具時，兒童會發現新事物、進行觀察，並向您提出問題。



和我的孩子一起探索工程職業的最佳方式是什麼？

家庭能夠運用哪些科學與工程活動？

如何支持孩子在科學方面的興趣？

本指南旨在協助保持孩子的求知慾、鼓勵您全家一起探索科學問題，並播下未來對科學或工程等興趣（甚至可能是志向）的種子。

- 您不需要是專家，也能夠給予孩子了解與享受這些主題的信心。
- 現在開始協助孩子思考並規畫未來，絕對不算太早。
- 撥出時間支持孩子的興趣並提供機會來探索不同職業，能夠讓孩子逐漸發現對科學或工程的終生熱情。

在本指南中，我們將分享您可以在家嘗試的專案想法，和孩子一起探索科學與工程。您可以在以下的 Techbridge 網站找到其他資源：techbridgegirls.org。



父母舉足輕重！

您不需擁有科學或工程的學位，也能夠在引導孩子的學習過程中扮演關鍵的角色。當您帶著好奇心與探索的意願接觸外在的世界時，無論是要幫助孩子解決問題，或是慢慢堆砌成塔，都可以點燃對科學、技術、工程與數學的興趣。



查看這些透過科學
與工程鼓勵學習與
家庭樂趣的秘訣

鼓勵孩子在學校發問。

每天早上，請孩子在學校提出一個問題做為挑戰，一天結束後再看看他或她是否做到了。單純的發問已經證明能夠讓兒童對學校的學習內容更有興趣。

分享孩子的發現。

請孩子分享在學校學到的某個想法或課題。以下是展開對話的問題：

- ▶ 你可以告訴我今天學到的新事物嗎？
- ▶ 你今天在科學課提出了什麼問題？
- ▶ 你今天想到了什麼新的想法？

以好奇心探索世界，您就會協助點燃對科學的興趣火花。



選擇闔家觀賞的電視節目時，請尋找強調正面角色典範的節目。電視節目上的多數科學家與工程師都被描繪成書呆子或老土。研究顯示，電視上演出的女性科學家或工程師寥寥無幾。向全家展現男女都會投入科學領域，而且他們都是生活充滿樂趣的人。

觀賞電視時，詢問孩子：

- ✔ 你看到哪些科學與工程職業？
- ✔ 科學家與工程師處理的是哪種問題或議題？
- ✔ 科學家是獨立作業還是團隊合作？
- ✔ 你認為工程師與科學家在工作之餘，有哪些嗜好或興趣？

花點時間解釋周遭物品與活動背後的科學原理。

以下是能夠展開對話並支持學習的問題：

- ▶ 腳踏車的齒輪如何運作？
- ▶ 是什麼讓爆米花爆出來？
- ▶ 快速旋轉時，為什麼會覺得頭暈？
- 如果您不知道答案，不用擔心；全家一起找出答案是很有趣的。網際網路、智慧型手機或當地的圖書館等，都是絕佳的資源。

像真正的科學家一樣收集資訊。

協助從電腦分析深海影片，或是使用智慧型手機收集光汙染的資料。公民科學專案有賴於您和孩子等親子檔進行實地探索。您可以在以下網站尋找您附近的專案：www.scienceforcitizens.net。或者，您也可以檢視住家周遭環境，發展您自己的簡單實驗。例如：

- ▶ 哪種清潔劑產生的泡泡最大？
- ▶ 所有圓形物體反彈方式都一樣嗎？
- ▶ 陰天的時候，你是否睡得比較晚？

撥一天的時間玩桌上遊戲。

拼圖、西洋棋、象棋與七巧板等遊戲，可以激發解決問題與空間感的技能。以下是遊戲時的開場白：

- ▶ 你相當投入這個遊戲。你的策略是什麼？
- ▶ 我們要如何改變遊戲，讓它變得更有意思或更具挑戰性？
- ▶ 遊戲設計者要如何測試他們的想法？
- ▶ 你想要發明什麼遊戲？

讓子女認識可提供刺激的環境。

造訪海灘、濕地、公園和其他自然生態區。在這些環境中，不僅可以學到許多有關科學與工程的知識，還可以啟發新的職業興趣。當您到這些地方時，請停下來閱讀告知遊客相關景點的標誌。提出問題，讓孩子思考環境問題。例如：

- ▶ 為什麼照顧我們的公園如此重要？
- ▶ 蜜蜂對我們的環境有何幫助？
- ▶ 如果沒有昆蟲，會發生什麼情況？

在家體驗科學。

利用手邊的簡單材料，許多活動和探索都可以在廚房完成。如果想不出好點子，Science Buddies網站 (www.sciencebuddies.org) 列出 1,000 多種科學專案，從物理與地球科學到工程與數學，應有盡有。大部分專案所需的材料都是居家垂手可得。

支持孩子的興趣。

以下是幾個強化這種心態的秘訣：

- ✔ 透過分享您自身的經驗，來強調從錯誤中學習的重要性。
- ✔ 您的孩子在學習新技能，像是彈奏新樂器或解決進階的數學題時，請認同孩子的努力練習與堅持不懈。
- ✔ 當孩子跨出自己熟悉的領域，勇於接受挑戰而非小心行事時，請給予正面支持。
- ✔ 若看到孩子處理事情時遇到困難，可提醒他或她過去加倍努力而成功的經驗。
- ✔ 用「哇，這麼努力很好玩吧？」等表達方式強調挑戰所帶來的樂趣。



孩子的興趣可能會發展成才華。注意孩子討論哪些題材，以及他或她選擇從事的活動。您可以協助孩子尋找資源 (例如書籍或營隊)，以更深入了解。



成長 心態

研究顯示，智力能夠透過努力來培養。身為父母，您可以讓孩子了解，大腦就像肌肉一樣，鍛鍊越多就會越強大，也能更完善地運作。透過支持這種成長心態，您就會促進孩子學習全新且充滿挑戰事物的意願。面對挑戰時，有成長心態的孩子較有可能堅持不懈且獲得成功。

資料來源：Carol S. Dweck，《心態致勝》(Mindset: The New Psychology of Success)。



女孩一樣行！

現今的挑戰要求創新的解決方案與多元觀點，然而在科學與工程事業方面，女性的比例卻很低。小學時期，女孩與男孩在這些領域的表現相當；但到了中學，許多女孩就開始失去信心和興趣。

身為父母，您可以對女兒的未來做出貢獻。透過早期提供正面的科學與工程體驗，能夠讓女兒保持信心並提升興趣。

這裡有一些想法

花時間修補補。

有些女孩可能不像男孩一樣有機會可以玩激發空間技能的遊戲和玩具。GoldieBlox、Roominate 和 K' NEX 都是適合女孩的絕佳玩具。

向女兒說明您的下一個住家或車輛整修計畫。

研究顯示，在科學活動期間，父母比較傾向對男孩講解事物運作的方式，而不是女孩。

請記得將科技產品連結到人類使用產品的方式，或是連結到這些產品如何幫助人類。

女孩通常感興趣的是科技的運用方式，以及科技如何能讓世界更加美好。

讓女孩接觸媒體中的榜樣。

SciGirls 是美國公共電視 (PBS TV) 的影集，是由 11-14 歲的女孩來演出科學家和工程師。請到 www.pbskids.org/scigirls 了解更多內容。

閱讀勵志女性的故事。《女性科學冒險故事》

(Women's Adventures in Science) 系列描述科學與工程學領域中的著名女性。您可以在線上購買這些書，也可以請地方圖書館將這一系列加入館藏。

和女兒一起研究科學與工程職業。

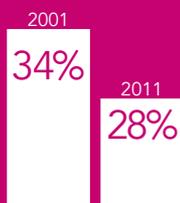
我們喜愛的網站有 engineergirl.org、engineeryourlife.org 和 FabFems.org。

這些經驗可以培養興趣，並讓女孩擁有未來從事工程方面之事業的信心。

您知道嗎？

只有 18% 的
的工程領域畢業生是
女性

畢業於電腦科學
領域的女性人數
已經下滑



只有 25%
的專業天文學家是
女性

低於 50%
的高中女孩認識在科學、
科技、工程及數學 (STEM)
領域就業的女性

探索 周遭的科學

在科學博物館待一個下午能夠讓探索充滿樂趣，還可以培養終生對科學的愛好。這是和家人享受相聚時間的絕佳方法，而且不會受到電腦和電視的干擾。向您最喜愛的博物館申辦家庭會籍。到博物館參觀幾次之後，會籍就值回票價了。



這裡有一些讓家庭博物館之旅從頭到尾都充滿樂趣的秘訣

設計量身訂做的參觀行程。

查看博物館網站，並在家人感興趣的展覽期間規劃參觀行程。

一起研究。

花時間閱讀您最喜愛的展覽相關資訊。詢問孩子：「如何學到更多？」提出問題並尋找答案，是塑造新發現的有效方法。

與學校做連結。

讓孩子扮演專家，向您說明他或她在參觀博物館期間學到的最棒概念。問問孩子：「你會如何向班上同學說明今天學到的內容？」透過提出反省思考性問題，您可以幫助孩子更了解並記住新資訊。

貫徹興趣。

在博物館度過愉快的一天後，繼續探究讓孩子感興趣的主題。上網或到公立博物館尋找能擴充展覽時所學知識的書籍、活動或文章。尋找與博物館體驗相關的電視節目。查看公共電視台 (PBS)、探索頻道 (Discovery Channel) 和動物星球頻道 (Animal Planet) 是否有適合闔家觀賞的科學節目。

鼓勵暑期繼續學習。

讓孩子全年都有學習機會，是非常重要的。許多博物館提供夏令營和各種資源來探索科學與工程。

科學和科技中心提供親自動手做，工作人員也都很專業，因此是適合全家同樂的好去處。

夏季 科學樂

暑假是歡樂和學習的好時光！研究顯示，兒童可能會在暑假期間喪失多達兩個月的數學技能。這裡有一些避免在暑假期間喪失學習技能的對策：

- ✓ **書籍：**閱讀是培養孩子投入、讓孩子為秋季學校課業做好準備的絕佳工具。
- ✓ **協助家務：**簡單的家事也可以變成有趣的課程。例如，邀孩子照食譜做菜或幫忙計算生活用品帳單。

- ✓ **夏令營：**科學、技術與工程營是幫助孩子持續學習和豐富暑期經驗的好方法。
- ✓ **動手做科學活動：**善加運用博物館以及社區內的兒童專屬科學和工程計畫。

探索科學、技術、 工程及數學 (STEM) 的職業生涯

誰會用 3D 印表機製作人類心臟模型？誰會設計一種筆記型電腦，讓世界各地鄉村的兒童都能使用？您的孩子若是生物醫學工程師或是電腦科學家，就能從事這些創新的計畫。

科學家與工程師為人類和社會面臨的問題構思創意的解決方案。透過提問來深入了解問題以及尋找答案，科學家與工程師讓世界更加美好了。您的兒子或女兒若是科學家或工程師，就可以研發拯救生命、減少貧困和預防疾病的產品和系統。

以下是一些讓孩子大量接觸科學和工程等其妙世界的小秘訣。

為孩子報名參加社區的暑期科學與工程計畫。

工作見習和企業參訪能讓較年長的孩子有機會「試水溫」，並且發掘新的職業。

介紹模範。

尋找可以和孩子討論的對象，以更深入了解在大專院校學習科學/工程或是在該領域從業的事宜。如果需要尋找這樣的人，請洽詢老師或學校的輔導員。

將大專院校納入旅遊行程中。

大專院校參訪能幫助您的孩子開始思考未來。許多大專院校都有社區開放日，屆時會提供適合家庭的導覽和研討會。

協助孩子探索其夢想的工作。請至 Try Science (www.tryscience.org/parents/se_6.html) 瞭解更多有關科學、技術與工程等職涯發展的資訊。



您知道嗎？

對科學家和工程師的需求可望在

10 年內
— 成長 —
44%



科學、技術與工程領域的工程師收入經常是數一數二。

擁有電腦科學學士學位的人，起薪是

60,000 美元

資訊科技業將是未來十年成長最快且收入最優渥的職業之一。

43%

的孩子表示，模範會提升他們學習科學、技術和工程的興趣。

超級手環

您的孩子是否看過超級英雄的電影或漫畫？超級英雄擁有超能力，而且致力於保護人類。但是，即使擁有超能力，超級英雄仍然需要保護。



在這個活動中，您的孩子將扮演結構工程師的角色。結構工程師利用塑形來提升建築、道路和各種產品的強度和穩定性。您的孩子的任務是要利用重複的圖形創造一個超級手環。手環的強度必須足以承受一疊書的重量。

材料

- ✓ 吸管
- ✓ 湯罐頭
- ✓ 剪刀
- ✓ 4 本厚重的書籍
- ✓ 膠帶、熱熔膠或其他接著材料

挑戰

製作的手環 (只用吸管和膠帶) 必須符合下列條件：

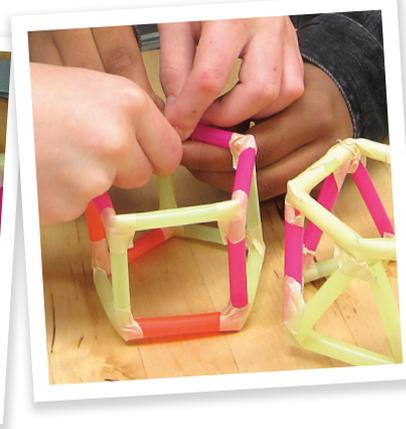
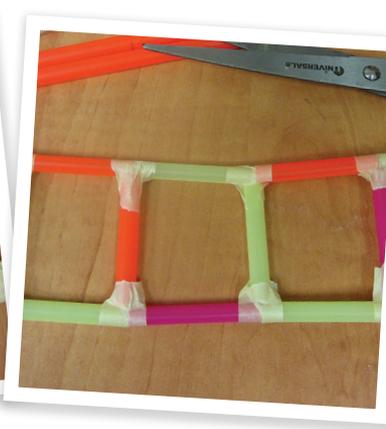
- ✓ 能承受四本厚重書籍的重量
- ✓ 能夠戴上您的手腕

說明指示

1 查看材料並詢問孩子：

- ✓ 你看到哪些是能夠承受大量重量的形狀？
- ✓ 你認為哪些形狀 (例如正方形或三角形) 最堅固？為什麼？

2 將吸管剪成 2 英寸的小段。



3 用吸管排出上圖所示的形狀，製作兩個手環；一個由正方形組成，另一個由三角形組成。用一個湯罐頭作為手環形狀的樣板，製作手環時，將手環圍繞在湯罐上。

4 測試手環的強度：直接在手環上各放一本書，每隔一段時間再加一本。每加上一本書後就檢查手環。

5 評估各個手環的強度：

- ✓ 每個手環承受了多少重量？
- ✓ 你的手環是否有弱點？
- ✓ 哪種形狀比較堅固？
- ✓ 如何才能讓下一組手環更堅固？
- ✓ 為什麼超級英雄一定要有堅固的手環？
- ✓ 你還看到哪些「堅固的」的形狀呢？

6 重新設計新的、更堅固的手環：運用你從先前兩種設計中學到的經驗。

更多有關
結構工程的
資訊

起薪：

55,000 美元

結構工程師為建築、橋梁和道路設計能承重的結構。他們負責確保建築物是否堅固，以及是否能夠承受地震或其他天然災害。

科學

背景知識

力量是指推或拉動某個物體。舉例來說，當你推一扇門將它關上，就表示你正再對它施加力量。

結構的形狀將決定其強度。例如：



正方形：

當力量施放在矩形的其中一側時，這股力量會改變正方形的角落(角度)。這樣會改變正方形的形狀，讓它變得不穩固。



三角形：

當力量施放在三角形頂端時，這股力量會平均分配到兩側(壓縮)，並推擠到底端(張力)。這樣的力量分配，就是三角形得以堅固的原因。

戶外活動

來場尋寶遊戲吧！

外出到社區活動時，看看是否能夠發現大型的結構的形狀，像是房子、橋梁和遊樂場。你看到哪些形狀？這些形狀在結構中扮演了什麼角色？

針對較年幼的兒童

- » 針對各個結構提供樣板，讓您的孩子學習。



針對較年長的兒童

- » 使用不同形狀做實驗，例如長方形、六角形或八角形。
- » 嘗試製作多層次的手環。

其他資源

- » 查看公共電視台 (PBS) 的 Building Big: Shapes lab，了解更多運用形狀來強化結構的方法 pbs.org/wgbh/buildingbig/lab/shapes.html
- » 想試試其他測試不同形狀強度的活動嗎？前往 Zoom！
pbskids.org/zoom/activities/sci/strongestshape.html
- » 在這個 Strong Shapes (堅固形狀) 活動中測試正方形和三角形 thinkingfountain.org/s/strongshapes/strongshapes.html

撞擊測試皮納塔 (Piñata)

皮納塔原是中國的發明，於 16 世紀傳到墨西哥。今天，塞滿糖果的皮納塔已成為生日派對和特別活動的傳統。它們必須承受想獲得糖果的孩子們的猛烈攻擊。



在這個活動中，您的孩子將運用一個空的穀片盒和其他材料設計一個皮納塔。就像安全工程師設計車輛來承受撞擊一樣，您的孩子將運用工程技巧，設計出能夠承受 10 次撞擊，且能安全保有一整杯糖果的皮納塔。

材料

- ✓ 穀片盒 (或其他食物包裝盒)
- ✓ 一些小片硬紙版
- ✓ 報紙
- ✓ 包裝用泡沫塑料
- ✓ 2 英尺長的膠帶
- ✓ 2 英尺長的細繩
- ✓ 剪刀
- ✓ 一杯糖果
- ✓ 裝飾材料
- ✓ 繩子
- ✓ 木製掃帚柄

挑戰

利用上述這些材料，製作符合以下條件的皮納塔：

- ✓ 能夠承受 10 次撞擊
- ✓ 有足夠的空間存放一杯糖果
- ✓ 有一個能塞入糖果的洞
- ✓ 使用的膠帶和細繩不超過 2 英尺
- ✓ 可以繫在繩子上

說明指示

1 查看材料並詢問孩子：

- ✓ 麥片盒有多堅固？
- ✓ 麥片盒有哪些弱點？
- ✓ 如何改造盒子，讓它變得更堅固？
- ✓ 你是否可以在設計中加入撞擊緩衝區和安全結構呢？

■ 備註：撞擊緩衝區與安全結構用於車輛，能夠在撞擊時保護乘客。撞擊緩衝區的作用類似緩衝墊，可在衝撞期間吸收部分力道；而安全結構則是一種強化區，能夠保護內部的物體。

- ✓ 你可以在設計中加入三角形嗎？

■ 備註：三角形極為穩定，不會因為壓力而改變；這表示它在安全結構的設計中相當有幫助。



2 設計並製作皮納塔。鼓勵孩子發揮創意，嘗試各種不同形狀與設計的皮納塔。設計期間，請詢問孩子：

- ✓ 如何為糖果提供更好的保護？
- ✓ 我們是否可以使用其他材料，讓皮納塔更加堅固？

3 對皮納塔進行測試。將皮納塔懸掛在樹枝上，讓孩子用掃帚敲擊皮納塔。請小心避免擊中其他物體或旁人。一開始先敲擊一下，然後檢查受損情況。繼續此程序，直到敲擊滿 10 下，或皮納塔破裂為止。請孩子評估受損情況：

- ✓ 你的皮納塔承受度如何？
- ✓ 是否有任何糖果受損？
- ✓ 你還可以使用哪些方法，讓下一個設計更加堅固？

4 運用您對原始設計的測試所收集的資訊，重新設計皮納塔。

更多有關
安全
工程的資訊

起薪：

51,500 美元

安全工程師負責開發、改良及測試汽車的安全系統，包括安全氣囊、安全帶與撞擊緩衝區。工程師會運用各種工具來測試車輛，確保車輛符合安全標準。

科學

背景知識

牛頓 (Issac Newton) 是一位極具影響力的科學家，他撰寫了三大運動定律，說明物體的運動方式。牛頓的第二運動定律在撞擊緩衝區的設計中扮演了重要的角色。

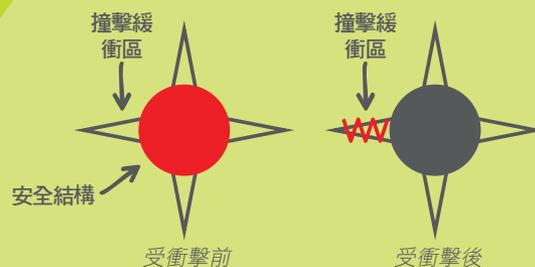
第二運動定律指出，物體的質量越大，就需要越多的力量，才能讓運動的速度快速增加 (加速) 或減少 (減速)。

皮納塔受到棍子敲擊時，其開始移動的速度越快，就會對裡面的糖果施加更多力量。力量過大時，糖果就會受損。撞擊緩衝區能夠在皮納塔受到棍子敲擊後，提高皮納塔加速所需的時間。

撞擊緩衝區的設計可承受撞擊，也可以吸收部分撞擊力道，藉此將力量分散至安全結構。

- ☑ 此外，撞擊緩衝區的設計也能增加車輛遭到撞擊後停止所需的時間 (因此能夠減少力量)。
- ☑ 撞擊緩衝區通常位於車輛前方，也就是多數撞擊意外發生的位置。您會在皮納塔的哪個部位放置撞擊緩衝區？

皮納塔的安全結構



戶外活動

參觀汽車經銷商，
瞭解所有車輛安全功能：

- ☑ 多年來，汽車安全功能有何改變？
- ☑ 如何將所看到的安全功能用於皮納塔的設計？

前往 YouTube 觀看
撞擊測試影片：

- ☑ 觀察撞擊緩衝區的運作方式。
- ☑ 比較佩帶安全帶與未佩戴安全帶的測試假人的受傷情況。

針對較年幼的兒童

- » 提供較堅固的盒子，例如鞋盒或硬紙板盒。

針對較年長的兒童

- » 請孩子用五張報紙來製作一個皮納塔，而不是用硬紙板。

其他資源

» **兒童專屬的工程網站：**

www.sciencekids.co.nz/engineering.html
pbskids.org/designsquad/parentseducators/index.html

» **工程書籍：**

Janice Vanleave, 《兒童的工程學》(Engineering for Kids)。



我們希望您已受到啟發，能夠在家中、社區及學校探索科學的世界。和孩子分享驚奇與探索的刺激感，您將對自己所能帶來的改變感到驚喜無比。

我們希望了解您對於本資源指南的使用經驗，並且歡迎您提供寶貴意見與問題。請透過 info@techbridgegirls.org 與我們聯絡，或造訪 techbridgegirls.org。

關於 Techbridge

Techbridge 在 2000 年創立於美國夏博太空科學中心 (Chabot Space & Science Center)，並獲得美國國家科學基金會 (National Science Foundation) 的支援，致力於協助解決女性及少數族群在科學、技術與工程領域的欠缺問題。Techbridge 總部位於舊金山灣區，為 5-12 年級的女孩提供課後輔導及暑期課程等服務，其中的暑期課程還提供實作專案與志向探索。Techbridge 甚至透過每年與全國女童軍委員會的合作，為數千名女孩提供協助。由於意識到為女孩建立強大成人支援網路的重要性，Techbridge 為教師、父母以及全國各地的楷模人士與組織提供資源與培訓課程，努力使青少年投入科學、技術、工程與數學等領域。

特別感謝雪佛龍集團 (Chevron)

雪佛龍集團 (Chevron) 自 2007 年起即慷慨支持 Techbridge，並成為我們珍貴的合作夥伴，且在推動 STEM 教育方面扮演著領導角色。這項合作關係可確保我們社區內外的學生與家庭，都能擁有所需的機會和資源來追尋夢想並獲得成功。雪佛龍集團 (Chevron) 對於發展 21 世紀專業技能之人力資源方面的教育與投資均不遺餘力，因此將使今日的青少年能夠成為明日的領導者與革新者。





科學：

關乎全家人的事

.....

父母專屬指南

提供者：

techbridge
鼓勵一個女孩改變世界

