

天降青蛙雨的異象
究竟怎麼產生？

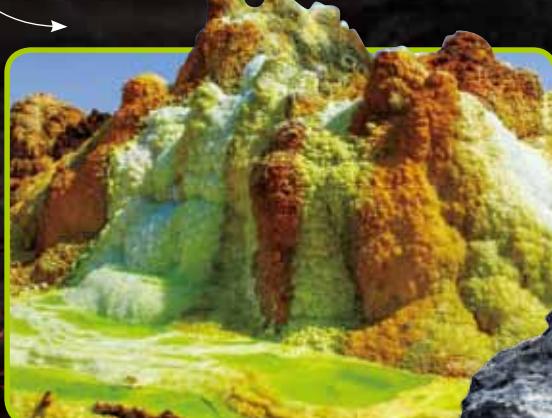
奇妙大自然 大圖解

展開一場深度的野性之旅、探索地球上的
奇異美景和生物百態，揭開其中深藏的奧祕！

間歇泉和一般溫泉
到底差別何在？

加拉巴哥群島的獨特
物種竟與達爾文的
演化論有關？

造訪非洲的酸湖，
踏上有如外星的奇異地表





奇異 世界絕景

WEIRD WORLD WONDERS

這些異乎尋常又美麗的構造一展地球的地質風貌

打造堤道

火山活動如何造就 4 萬根巨型岩柱？

據說，巨人芬·麥庫爾 (Finn McCool) 打造了巨人堤道 (Giant's Causeway) 作為踏腳石，以便從北愛爾蘭越過愛爾蘭海，至對岸的蘇格蘭與勁敵貝南多納 (Benandonner) 一決高下。事實上，那些踏腳石是由約 6000 萬年前的火山活動所形成。當時，歐洲和北美洲這兩塊大陸仍相連，但不久就開始緩緩地分開；地殼內部因此形成巨大裂縫，導致熔岩從底下往上湧。熔岩冷卻後，便在北愛爾蘭北岸形成一層層的玄武岩。經過歲月的洗禮，雨水在岩石上侵

蝕出一片凹地，讓更多熔岩流了進來。最上方的熔岩迅速冷卻，形成一層硬殼，進而封住下方的液態熔岩，導致底層熔岩冷卻得較慢，進而收縮、裂開成六邊形岩柱。在最近一次的冰河時期（約於 1 萬 1500 萬年前結束）中，冰河侵蝕最上層的岩石，暴露出下方的岩柱。接著，因氣候暖化而上升的海平面開始侵蝕它們，造就了今日所見高低不一的岩柱。

下層玄武岩 Lower basalt

由火山初期的噴發所形成，外觀看似峭壁上的五條深色岩石帶。

多邊形岩柱 Multi-sided

岩柱大多為六邊形，不過也有些呈四邊、五邊、七邊或八邊形。

巨人堤道

數百萬年來的地質活動造就了幾何圖形般的地貌

中層玄武岩 Middle basalt

第二階段的火山活動將熔岩澆灌在岩石表面，冷卻後便形成了堤道的岩柱。

上層玄武岩 Upper basalt

後續的火山活動形成了第三層玄武岩。此部分雖自一開始就持續從堤道被侵蝕掉，但往內陸走仍能看到。

「據說，巨人芬·麥庫爾
打造了巨人堤道」

巨人之眼

A watchful eye

有些角狀岩柱已完全被侵蝕成圓形，因而博得「巨人之眼」的暱稱。

大小不一 Big and small

岩柱的大小取決於其冷卻速率；熔岩冷卻得越慢，形成的岩柱也就越大。

六邊形的黑色玄武岩柱彼此緊密連接，形成了巨人堤道



奇岩怪石

澳洲內陸有許多奇特的地標

烏魯魯和 卡塔丘塔

澳洲內陸的平直地平線上，昂然矗立著巨大的砂岩和岩石構造各一，分別是烏魯魯（Uluru）和卡塔丘塔（Kata Tjuta）。它們雖看似有些突兀，但在當地已存在數百萬年，為地質作用的產物。

布滿岩屑的表面

Flaky surface

近看可發現，烏魯魯的表面為灰色，上面覆有一層紅色岩屑。這些岩屑之所以呈紅色，是因岩石中所含的鐵質生鏽。

雨水和地面水在岩層切削出深陷的峽谷，從而形成卡塔丘塔的一個個拱丘



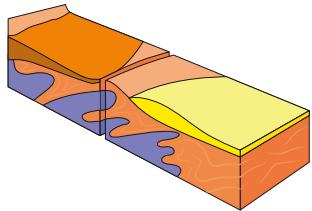
烏魯魯高達海拔 863 公尺，不過大部分的結構位於地下



「它們在當地已存在數百萬年，為地質作用的產物」

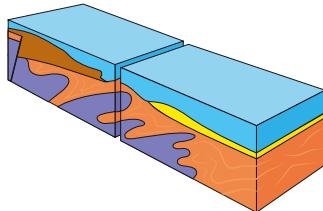
岩石的歷史

宏偉的烏魯魯和卡塔丘塔到底如何形成？



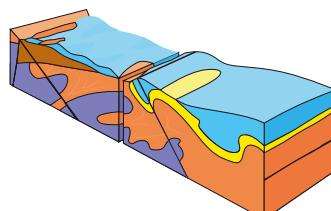
5 億 5000 萬年前

雨水侵蝕彼得曼山脈，在周遭的平原形成兩片沉積扇（一片是沙質，一片則為岩質）。



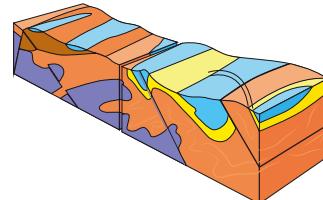
5 億年前

該區域被淺海淹沒，海床上的泥沙對兩片沉積扇加壓，導致岩石變成礫岩，沙子則變為長石砂岩。



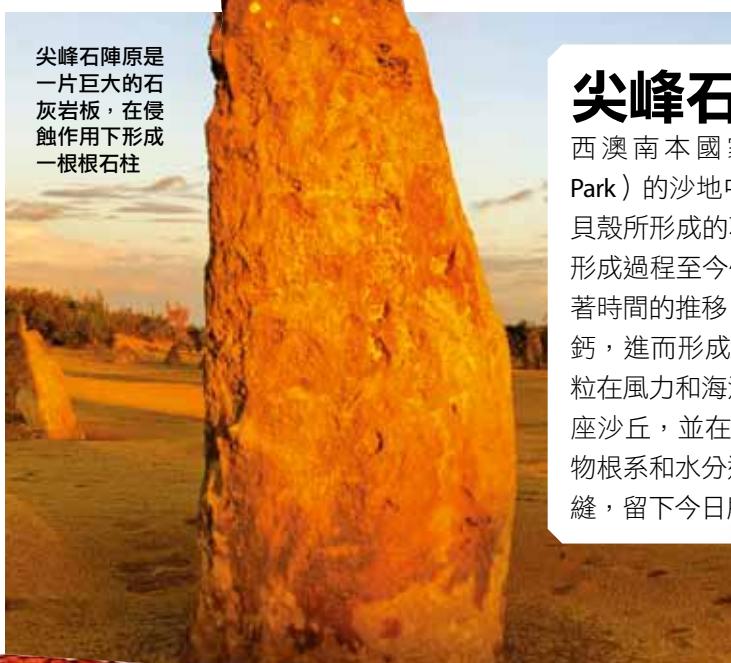
4 億年前

海水再度退去，岩石因承受了地球板塊移動時所產生的巨大力量，而開始褶起和傾斜。



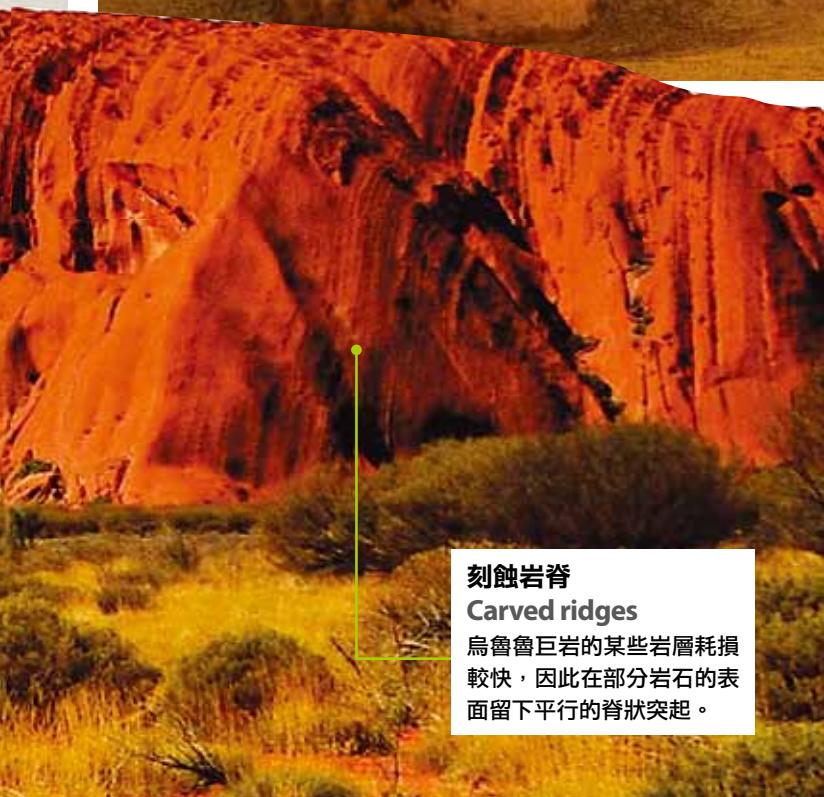
4 億年前（續）

岩質沉積扇傾斜約 20 度，形成了卡塔丘塔；砂岩沉積扇則傾斜近 90 度，構成了烏魯魯。

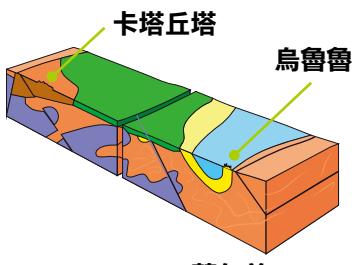


尖峰石陣

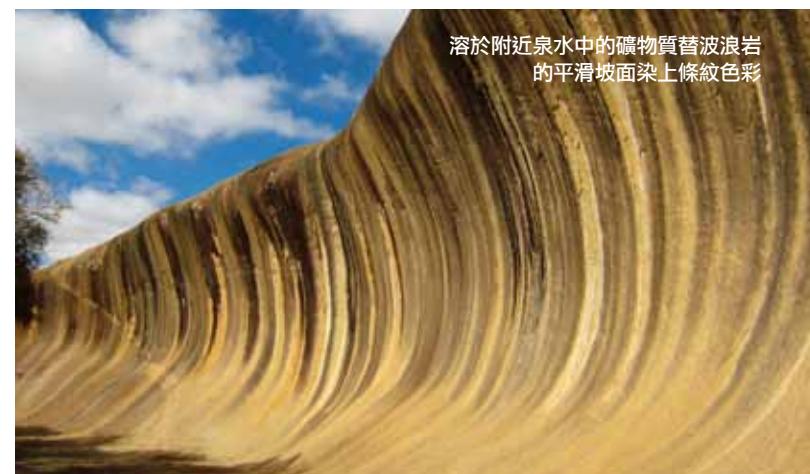
西澳南本國家公園 (Nambung National Park) 的沙地中，矗立著約五公尺高、由貝殼所形成的石灰岩柱。這些岩柱的確切形成過程至今仍有爭議，但一般認為，隨著時間的推移，雨水溶解了貝殼中的碳酸鈣，進而形成富含石灰的沙粒。這些沙粒在風力和海浪的搬運下，構成了一座座沙丘，並在乾燥後成為石灰岩。植物根系和水分逐漸在石灰岩中造成裂縫，留下今日所見的一根根岩柱。



刻蝕岩脊
Carved ridges
烏魯魯巨岩的某些岩層耗損較快，因此在部分岩石的表面留下平行的脊狀突起。



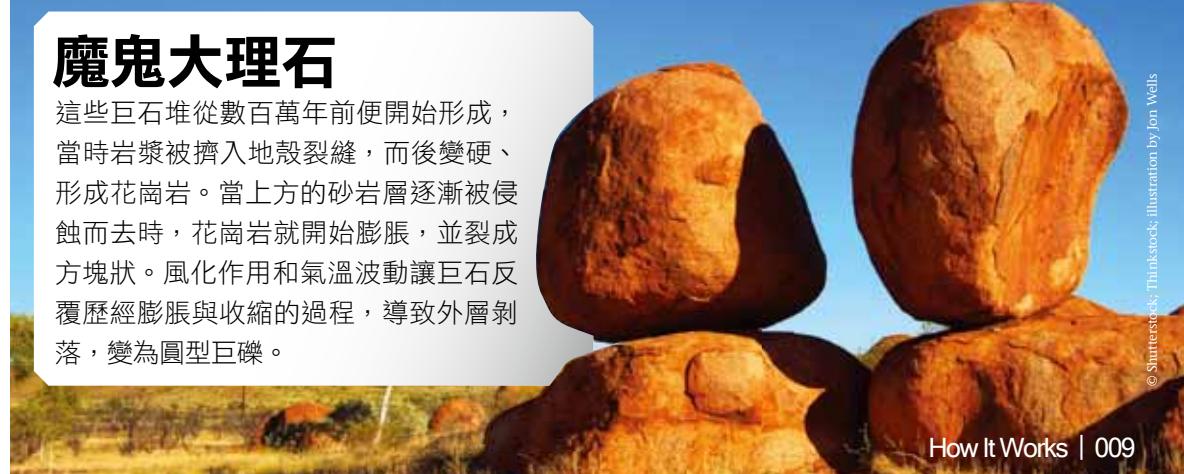
氣候變得更為乾燥，被風吹起的沙粒填滿了兩塊岩板之間的部分谷地，留下如今突出於地表的巨岩。



波浪岩

這座花崗岩原本埋在土中，僅露出頂部；由於花崗岩不易風化，因此頂部保持完好。然而，雨水在滲入下方土壤後，轉為

酸性並開始溶解這座岩石的基部。而周遭的土壤從一開始就逐漸流失，進而露出這道 15 公尺高的頂上巨浪。



魔鬼大理石

這些巨石堆從數百萬年前便開始形成，當時岩漿被擠入地殼裂縫，而後變硬、形成花崗岩。當上方的砂岩層逐漸被侵蝕而去時，花崗岩就開始膨脹，並裂成方塊狀。風化作用和氣溫波動讓巨石反覆歷經膨脹與收縮的過程，導致外層剝落，變為圓型巨礫。



奇形岩

這些巨大又古老的石堆為何屹立不搖？

奇形岩（hoodoo）常出現在乾燥的流域盆地或惡地；高聳的尖塔外型是岩石經數百萬年刻蝕的結果。其高度介於 1.5 至 45 公尺，隨著組成岩層的不同，奇形岩表面常有各色條紋。正是這些岩層讓看似不可能維持平衡的奇形岩不致倒塌——頂部的堅硬岩石發揮保護作用，讓下方較柔軟的岩層不受侵蝕。雖奇形岩多半由峽谷壁演變而來，但有些的形成過程仍略有不同。土耳其卡帕多西亞地區著名的「童話煙囪」是火山噴發後，火山灰硬化而成的軟質多孔岩石。其上覆有一層玄武岩；玄武岩被侵蝕成蘑菇狀岩帽，以保護奇形岩免受氣候摧殘。

美國猶他州的布萊斯峽谷國家公園（Bryce Canyon National Park）擁有全球最多的奇形岩



侵蝕速率 Erosion rates

奇形岩由不同種類的岩石所組成，因此各岩層受侵蝕的速率也各異；最細瘦的部分是最容易被侵蝕的泥岩。

崩解 Disintegration

最終，奇形岩的頸部會被侵蝕至一定程度，導致岩帽掉落，而剩餘的石柱也會開始崩解。

在羅馬時代，土耳其的童話煙囪有一部分曾被作為住家或教堂



奇形岩的形成過程

被淹沒的峽谷如何變成岩柱？
且看侵蝕作用發揮雕塑功夫



淨空峽谷 Empty canyon

遼闊的湖泊在排乾水分後，留下一座底部覆有一層沉積物的峽谷。



侵蝕岩壁 Receding walls

水分從較低的岩石滲出，帶走石料並侵蝕岩壁。



垂直裂開 Vertical cracks

酸性雨水使得裂縫擴大；雨水體積會隨著結冰和融化的現象而收縮與膨脹，進一步侵蝕岩石。



保護性岩帽 Protective cap

上方較堅硬的岩層可保護下方較柔軟的岩層免受侵蝕，造就高聳的奇形岩。

冰塔

由下方蒸氣冷卻而成的驚人冰雕

冰塔看似一根朝著南極冷空氣吐煙的歪斜煙囪，但在這個奇特的結構中可沒有火，反倒有個洞穴存在。這種洞穴是由附近埃里伯斯火山的熱氣刻鑿冰層而成。從冰穴裡升起的蒸氣一碰到上方低於攝氏零度的空氣，就會立刻結冰，形成中空的冰塔。冰塔的學名為冰結構噴氣孔（噴氣孔為噴出氣體或蒸氣的火山道），全球都能找到這樣的噴氣孔，甚至連火星上都有；不過，只有一些地方能冷到讓噴氣孔排出的蒸氣結冰。

「從冰穴裡升起的蒸氣一碰到上方低於攝氏零度的空氣，就會立刻結冰」

尋找生命 Search for life

科學家對冰塔下方的冰穴極感興趣，這裡可能有許多尚未發現的物種。

埃里伯斯火山 Mount Erebus

南極洲這座 3800 公尺高的火山周圍有數百個冰結構噴氣孔。

冰結構噴氣孔隨著蒸氣的升騰、結冰而逐漸增高，有些高度可達 18 公尺

冰火之地

儘管南極洲位於一塊穩定板塊的中央，但火山活動仍很頻繁；這得歸因於南極西部的裂谷，此處的板塊正緩慢分離。裂谷沿線的地殼變薄，使岩漿能上升至地表，形成巨型火山。雖多數火山已無活動跡象，但有些仍持續噴出熱氣和熔岩，其中最活躍的非埃里伯斯火山莫屬。多數火山的中央火山口覆蓋著熔岩冷卻時所形成的堅固岩板，但埃里伯斯的火山口未被遮蓋，暴露出其中的滾燙岩漿。每日會發生數回低強度的噴發，向周遭射出炙熱的火山彈。

埃里伯斯火山是南極洲第二高的火山，也是地球最南端的活火山



魔鬼塔

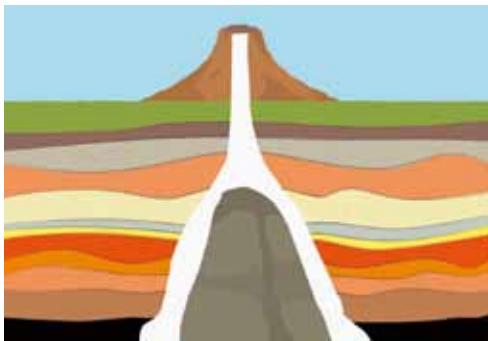
這處壯觀的美國國家紀念區有著神祕的起源

美國懷俄明州克魯克郡 (Crook County) 的松林內，矗立著一座高聳入雲的巨岩。這座被稱為魔鬼塔 (Devils Tower) 的大石塊實在是太令人驚嘆，因而在 1906 年被當時的美國總統西奧多·羅斯福 (Theodore Roosevelt) 設為全美第一座國家紀念區。不過，沒有人確知魔鬼塔的形成過程。我們只知道魔鬼塔的組成成分為響岩斑岩 (phonolite porphyry) —— 一種火成岩，由岩漿冷卻結晶而成。在魔鬼塔的例子中，岩漿在冷卻的同時也開始收縮，使得岩石裂成多角形岩柱群，進而構成魔鬼塔。多數地質學家都同意，魔鬼塔之所以會形成是因為岩漿上升、侵入周遭的沉積岩，至於發生的過程究竟為何？目前有三種可能的理論。



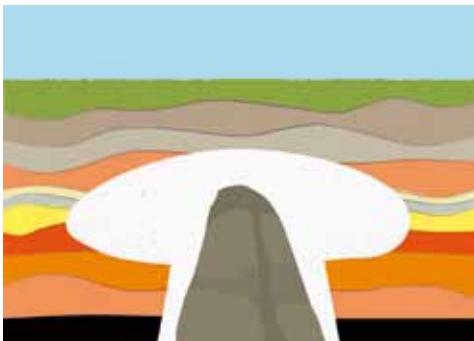
魔鬼塔的形成理論

瞭解描述魔鬼塔如何形成的主流理論



理論一：火山栓

魔鬼塔是一座死火山的火山頸或其下的火山栓。雖然此地區並無火山活動的證據（例如火山灰或熔岩流），但這些物質可能只是被蝕去。



理論二：岩蓋

魔鬼塔是一座岩蓋 (laccolith)，亦即一座大型的蘑菇狀火成岩，其範圍擴及地表下方的數層沉積岩。如今，其頂端的圓形凸起已被蝕去。



理論三：岩株

地表下方的岩漿冷卻並結晶後，形成我們今日所見的這座巨岩。隨著時間過去，侵蝕作用移除了上方的岩石，讓魔鬼塔暴露了出來。



水晶洞

這壯麗的神祕寶藏已在墨西哥地底生長了 50 萬年

2000 年，當數名礦工在墨西哥地底 300 公尺處打穿一座銀礦的岩壁時，他們絕沒料到眼前會出現這般奇景：悶熱的洞窟內交錯縱橫著巨大高聳的半透明水晶柱群。這個洞窟本該淹滿了水，但因為採礦公司的抽水作業，才讓人類得以首度深入其中，一睹迄今發現的最大天然晶體。

此處的晶體之所以能長到這麼大，全拜洞內精確的環境條件所賜。這座晶窟就座落在古老斷層線的岩漿庫之上，洞內的積水富含硬石膏這種礦物質，且水溫穩定維持在攝氏 58 度。在此溫度下，硬石膏會慢慢溶解成石膏（這種軟質礦物質會長成晶體）。上述條件在過去 50 萬年間一直存在，因此讓那些石膏晶體得以長到如此驚人的高度，但同時也使得洞內不宜人類活動。高溫高溼的環境意味著，即便穿著裝滿冰塊的特殊冷卻服，並背負著供應冷空氣的呼吸系統，人類能在裡頭存活的時間仍很短暫。

關於這些晶體的研究仍在進行中，目前有爭議的是，奈卡礦洞（Naica mine）關閉後的下一步該怎麼做。地質學家必須決定的是，究竟要繼續抽水，好讓研究員進入洞內；還是該讓洞穴再度淹水，以便水晶繼續生長。

水晶洞就埋藏在墨西哥奇瓦瓦沙漠（Chihuahuan Desert）的奈卡山（Naica mountain）之下

「人類能在水晶洞中存活的時間很短暫」

古老的細菌

Ancient bacteria

研究員對部分晶體進行採樣，藉以辨識任何能在這般極端環境中生存的細菌。

水晶的生長

Crystal breeding

洞窟下方的岩漿庫為富含礦物質的積水加溫，使水溫穩定維持在攝氏 50 度以上，提供水晶生長的理想條件。

你知道嗎？ 這座墨西哥水晶洞裡最大的水晶要比世上任何已知的水晶大上 20 倍



從數字看水晶洞

致命的洞穴奇景有著不可思議的數據

11 公尺

最高水晶的長度，約等於三輛雙層巴士疊起來的高度



55 噸

最大水晶的重量，等同於 9 隻非洲象的總重

10 分鐘

沒穿任何裝備時，人類可在洞穴裡存活的時間



2 小時

穿著適當裝備時，人類能在洞穴裡存活的時間

9x27 公尺

水晶洞的寬度與長度面積比一座網球場稍大

90-100%
洞內的溼度

20 公斤
進入洞內不可或缺的冷卻服重量



© Getty