

1

中國冰川

不應消逝的固體水庫

第一幕	冰凍星球	18
第二幕	冰川“三傑”	24
第三幕	雕刻大地	38
第四幕	大退卻	56
第五幕	尾聲	68

2

中國沙漠

被誤解的沙石世界

第一幕	起源	77
第二幕	風的創造	84
第三幕	水的力量	94
第四幕	遇見生命	99
第五幕	人類登臨	104
第六幕	與沙漠化的“抗爭”	108
第七幕	尾聲	118

3

南方喀斯特

億萬年的大地溶蝕

第一幕	流水傑作	126
第二幕	岩石森林	130
第三幕	地下寶庫	139
第四幕	多彩世界	148
第五幕	超級工程	152
第六幕	尾聲	162

4

中國丹霞

萬山紅遍的國度

第一幕	丹霞的起源	168
第二幕	丹霞的一生	170
第三幕	與山水共舞	182
第四幕	文明見證者	188
第五幕	最美中國“紅”	198
第六幕	尾聲	200

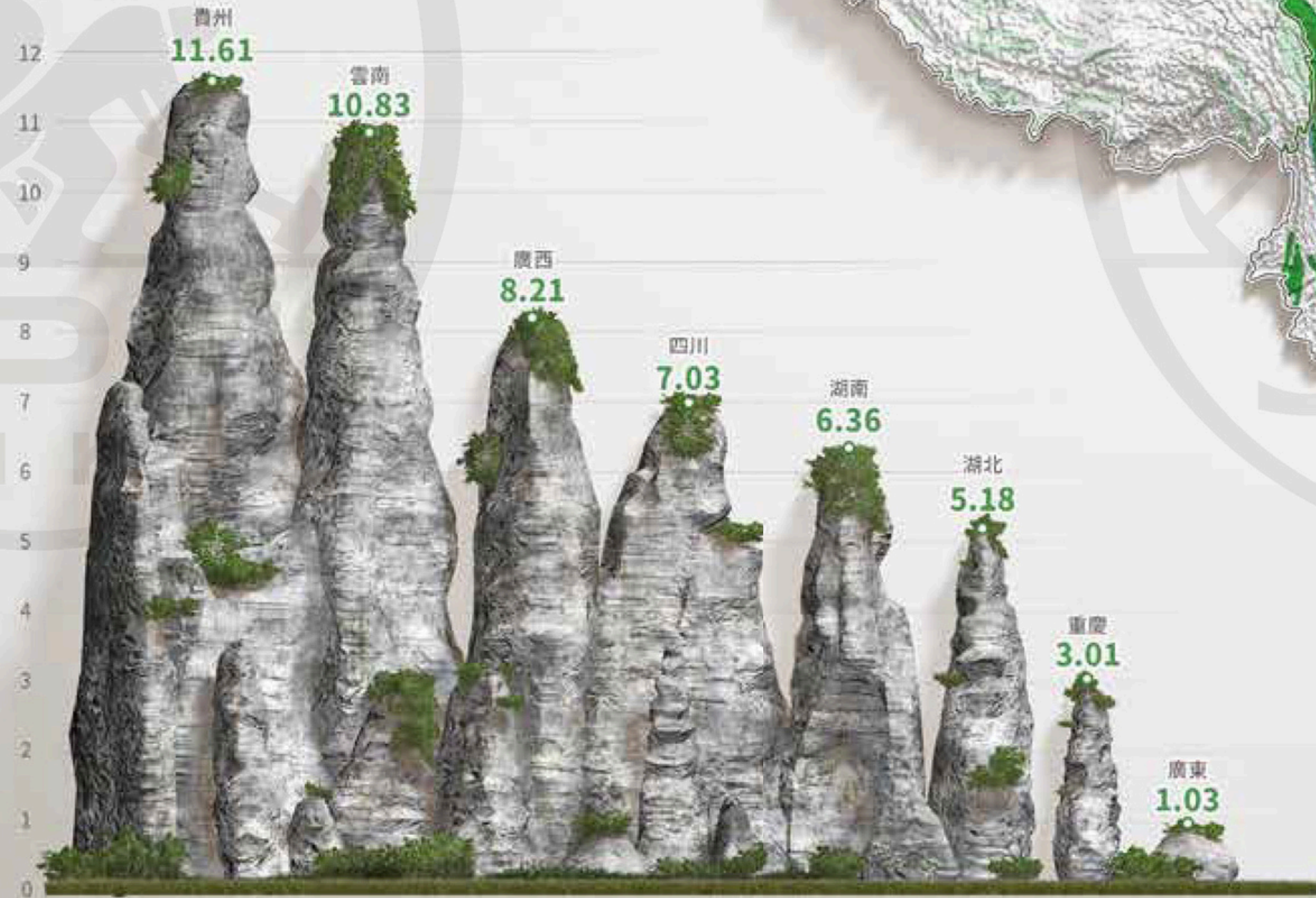
參考文獻	202
------	-----

► 南方喀斯特地貌分佈及南方各省（區、市）碳酸鹽岩出露面積示意

喀斯特地貌在中國分佈廣泛，幾乎遍及全國各省區。其中，中國南方喀斯特地區是世界規模最大、最壯觀的喀斯特地貌分佈區，出露面積達 53.26 萬平方千米，約佔全國的一半，包括貴州、廣西、雲南、四川、重慶、湖北、湖南和廣東等八個省（市、自治區）。



南方各省（區、市）碳酸鹽岩出露面積
單位：萬平方千米



數據源自：賈建華等《受地質條件制約的中國西南岩溶生態系統》



圖例
南方喀斯特地貌分佈區範圍
喀斯特地貌

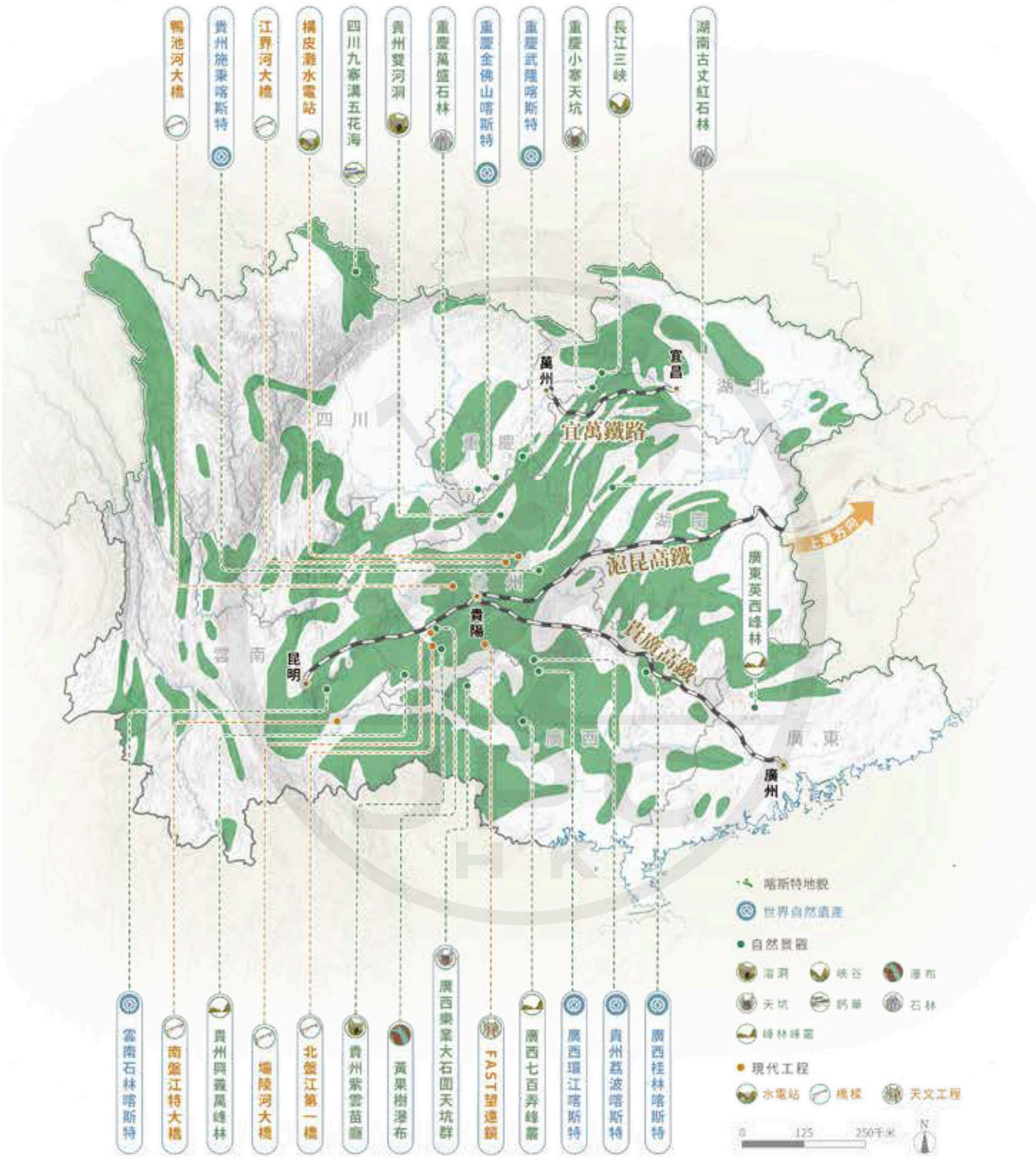
在中國南方，有“山水甲天下”的桂林山水，有“天下奇觀”的雲南石林，有萬物生長的貴州荔波水上森林，有宏大壯闊的重慶武隆天坑，還有九寨溝和黃龍五彩斑斕的鈣華景觀……

這些出現在地表和地下的超級景觀，都可以歸為一種地貌，即喀斯特地貌。在中國南方，喀斯特地貌十分集中，它們統稱為南方喀斯特（又被稱為岩溶地貌），其面積達 53.26 萬平方千米，是世界上規模最大、最壯觀的喀斯特地貌分佈區。

然而，這獨特別致的美景背後，也曾是廣闊的貧困地帶。山地崎嶇不平、地表水土流失，貧瘠的土地不利於糧食的種植，高山峽谷也阻隔了對外聯絡。長期以來，這裏是偏遠的苦難之地。但是，改變正在發生。一個個超級工程在這片大地上逐漸建造起來。例如橋樑隧道佔到總里程 74% 的宜萬鐵路、從谷底到橋面高達 565 米的北盤江第一橋、世界最大單口徑的射電望遠鏡——天眼（FAST）等。

南方喀斯特是怎麼形成的？它為什麼會擁有如此眾多的美景？人們又在它身上建造了哪些超級工程呢？

► 南方喀斯特地區景觀及工程分佈圖



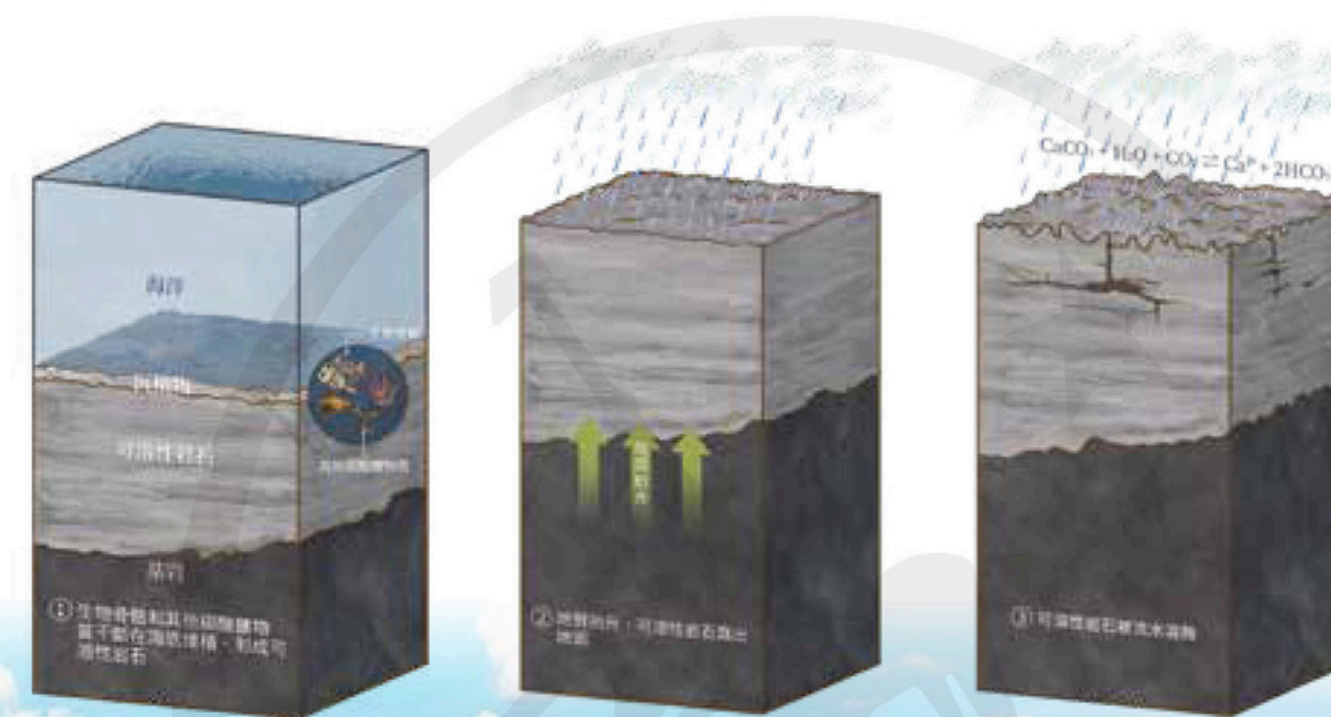
喀斯特地貌的形成需要幾個條件。第一個條件就是要有可溶性岩石，即岩石中含有可溶解的成分。碳酸鹽岩就是可溶性岩石之一，主要包括石灰岩、白雲岩等。那這麼多碳酸鹽岩是從哪裏來的呢？

數億年前，中國南方地區曾經是一片汪洋大海，各類海洋生物在此繁衍生息。它們死亡後的骨骼和其他碳酸鹽物質不斷在海底堆積。經過億萬年的積累和地質演變，逐漸形成了深厚的碳酸鹽地層，最厚處可達 10 千米，這是喀斯特地貌形成的“原料”。之後，地殼抬升，海水退去，原來的大海變成了陸地。這些巨厚的碳酸鹽岩地層也從海底露出地面，成為中國南方陸地的一部分。

大量溶解二氧化碳的水是喀斯特地貌形成的第二個重要條件。失去海水保護的碳酸鹽岩地層，開始接受日曬雨淋。地表流水溶解空氣中的二氧化碳，形成碳酸，碳酸則可以和碳酸鈣（碳酸鹽岩的主要成分）發生化學反應，產生可溶解於水的碳酸氫鈣，並隨著流水慢慢流去。就這樣，流水展開了對大地的“攻勢”，岩層一點點地被水溶蝕。喀斯特地貌在中國南方

地區較為常見，主要由於南方天氣濕熱，降水較多，水流量大、流速快，這些因素加速了喀斯特地貌的形成。

就在水和岩石的碰撞中，碳酸鹽岩中的易溶成分被水所溶解，並隨著流水而去。這些溶解於水中的物質並不穩定，外界環境變化後，它們又會重新沉澱下來。正是這一過程，重塑了地表和地下的地貌形態，創造出四種超級風景，向人們呈現出一個精彩紛呈的“喀斯特世界”。



▲ 碳酸鹽岩的沉積、抬升與溶蝕過程示意圖

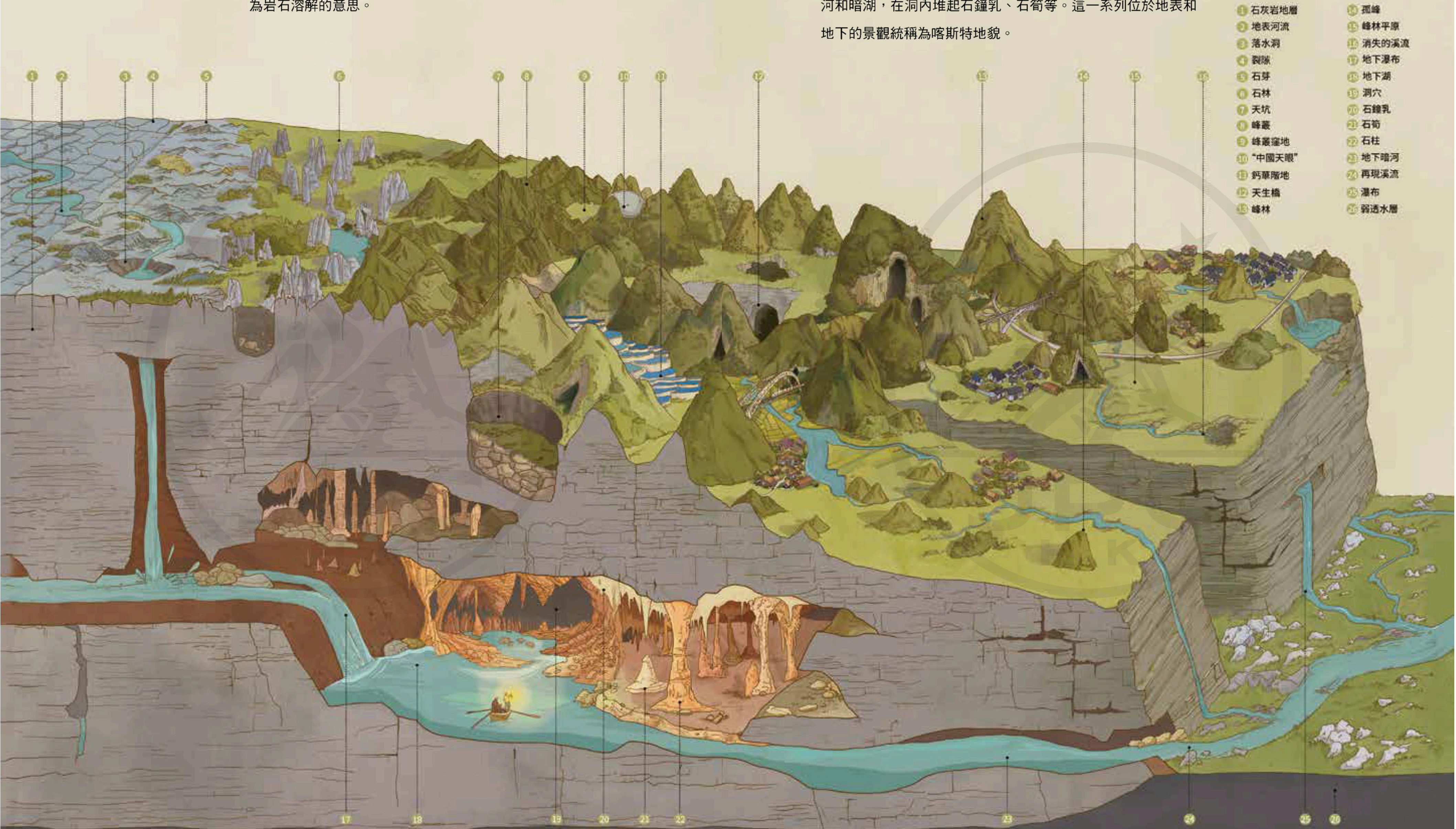
▼ 桂林喀斯特地貌景觀 / 攝影 李翀



喀斯特地貌

“喀斯特地貌”是因西方地理學家最早在南歐的喀斯特高原對各類石灰岩地貌進行研究而得名的，又稱“岩溶地貌”，為岩石溶解的意思。

可溶性岩石經歷溶蝕、沖刷、沉積等作用後，在地表形成石林、峰叢、峰林、孤峰和五彩鈣華；在地下形成溶洞、地下河和暗湖，在洞內堆起石鐘乳、石筍等。這一系列位於地表和地下的景觀統稱為喀斯特地貌。



首先，我們來到的是“大地重塑之旅”的第一站——地表。

流淌在岩石表面的流水開始了對岩石的塑造，它漸漸地在岩石表面溶蝕出一條條寬窄不一的凹槽，這些凹槽叫作溶溝。在溶溝間有一個個“小苗”破“石”而出，這凸出來的部分便是石芽。當溶溝被溶蝕得更寬更深時，石芽隨之越長越高，變得更加尖峭，最終形成一座座高 30–40 米的微型山峰，喀斯特地貌的第一道超級風景——“峰”誕生了。

一座座獨立的“峰”簇擁成群，組成了一片崢嶸向上的岩石森林，這就是石林。

▼ 石林形成過程示意圖

1

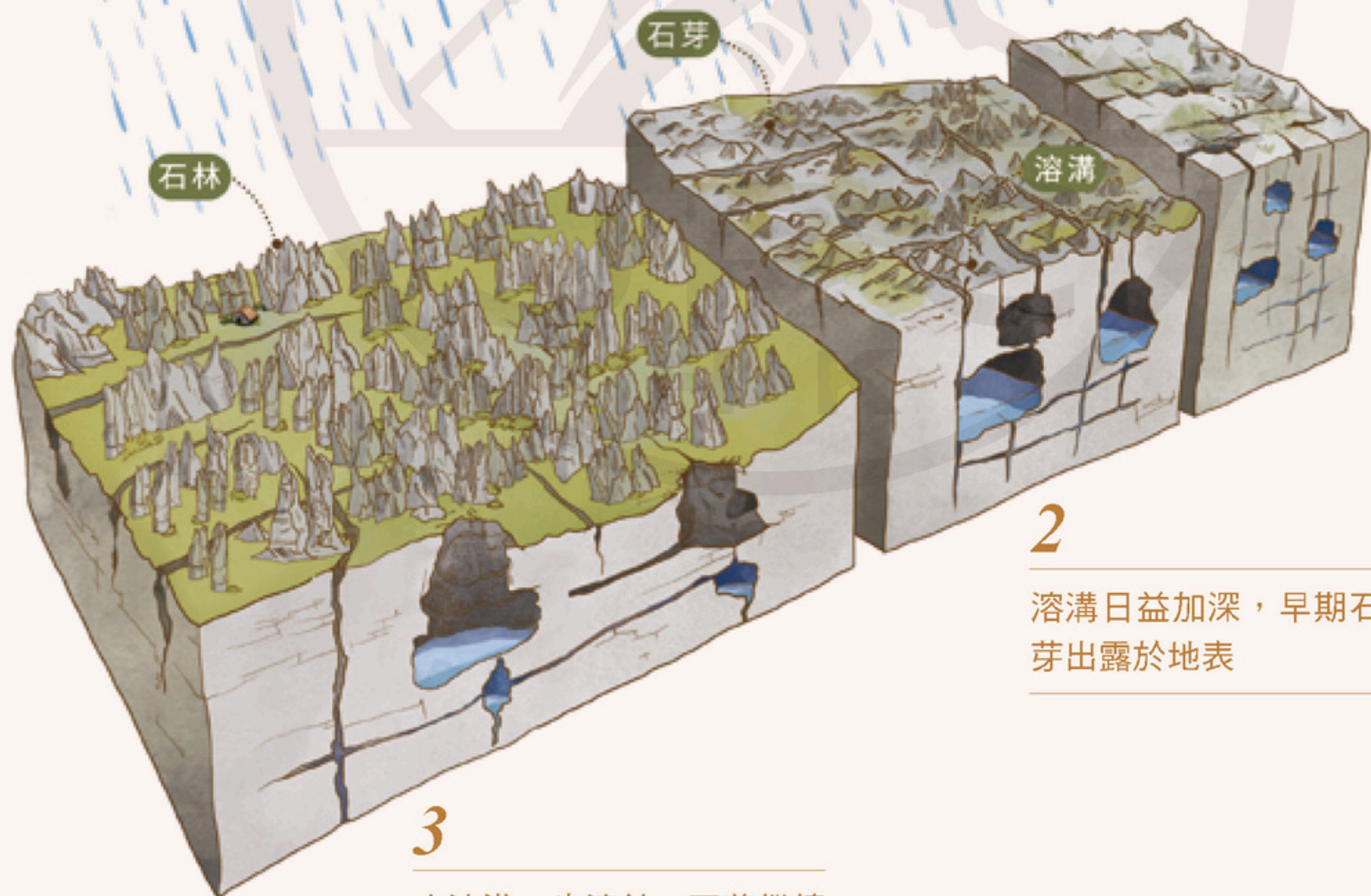
構造運動使岩層破碎，
地表水流溶蝕出溶溝

2

溶溝日益加深，早期石
芽出露於地表

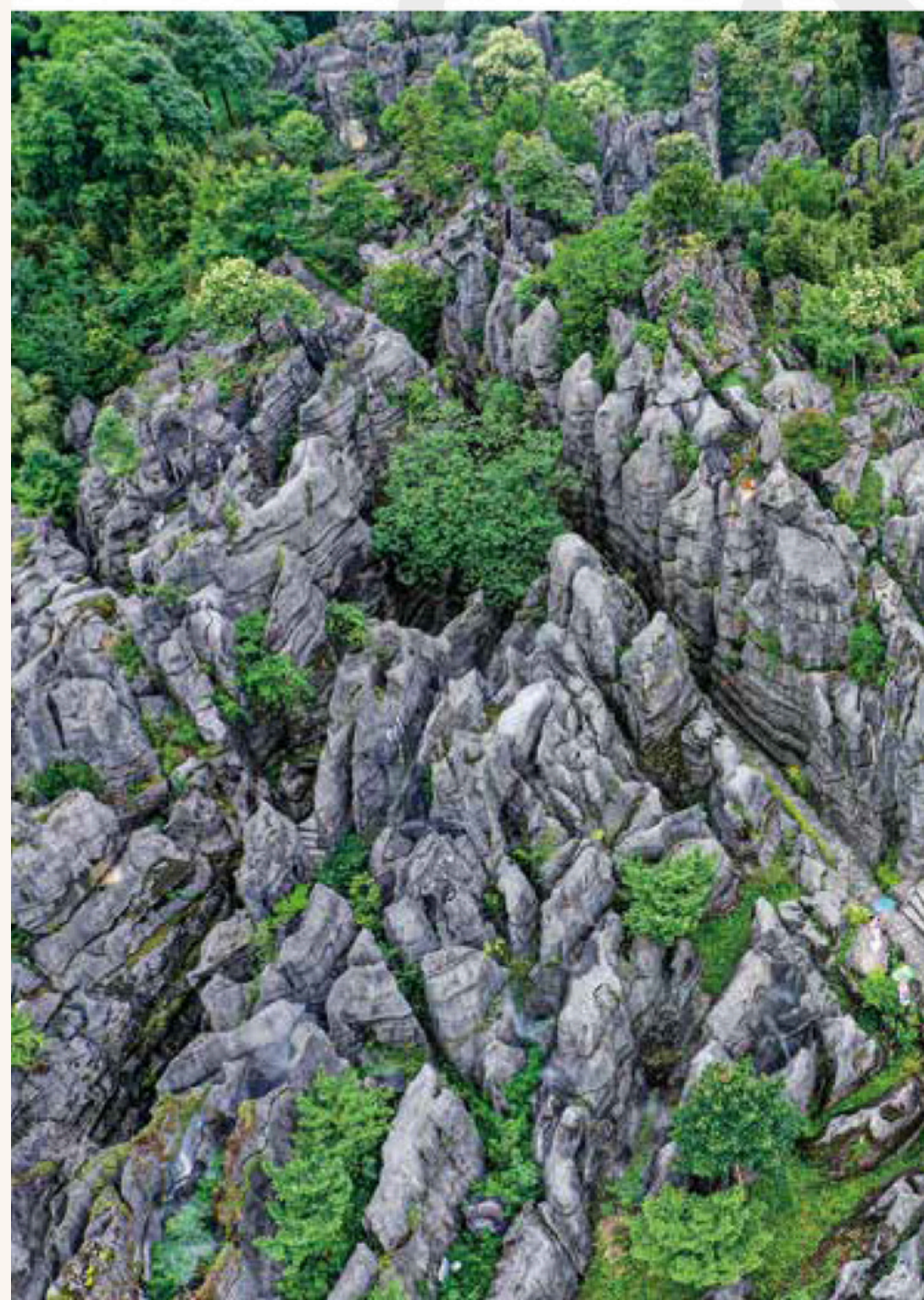
3

水流進一步溶蝕，石芽繼續
“長高”，形成石林



▲ 湖南古丈紅石林 / 攝影 高興建

◀ 重慶萬盛石林 / 攝影 劉琳



這些微型山峰又在雨水的沖刷、風化等作用下，被細緻雕琢出千奇百怪的形狀。

在重慶，萬盛石林如同一簇簇石質火炬，指向蒼穹。在雲南，聲名赫赫的路南石林將大自然的鬼斧神工展露無遺，石林形態豐富，劍狀的、塔狀的、蘑菇狀的、柱狀的……在湖南，石林更是被“染”了一層鮮豔的色彩。這是由於碳酸鹽沉積的過程中，夾雜了氧化鐵等物質，使得岩層呈現出紅色。岩層在流水溶蝕與風化之後，發育出了獨特的古丈紅石林。



▲ 廣西河池市東蘭縣的龍捲地 / 攝影 盧金瑞
窪地被開墾成一圈圈梯田，形似龍捲風，因而得名龍捲地。

石林這個天下奇觀是喀斯特地貌中較小巧的作品。當水遇到一個更大更廣闊的舞台，切出來的就不僅僅是“石頭樹”，而成了“石頭山”。

在極厚的可溶性岩石區域，水流溶蝕出連綿不絕、峰頂呈尖錐狀的群峰，峰與峰之間基座相連，形成鋸齒狀的峰叢。廣西大化縣的七百弄鄉擁有世界上密度最大、數量最多的喀斯特峰叢。在 486 平方千米的範圍內，就分佈有 9000 多座海拔 800 米以上的山峰，平均每平方千米 19 座。從高處俯瞰，千峰萬仞，密集成簇，氣勢恢宏，極具衝擊力。

在峰叢中有著深淺不一的峰叢窪地。七百弄除了擁有世界上密度最大、數量最多的峰叢以外，同時擁有世界上分佈最密集的峰叢窪地。在 486 平方千米的範圍內，就坐落著上千個峰叢窪地。同時，世界最深的峰叢窪地，號稱“天下第一弄”的甘房弄窪地也坐落於此，這個窪地深 530 米，足以容納一座上海東方明珠塔。

隨著地表水的進一步溶蝕，連接在山峰之間的基座消失，形成一個個獨立而分散的山峰，是為峰林。獨立的山峰之間地勢較為平坦，是為峰林平原。

廣西桂林的灕江兩岸，正是典型的喀斯特峰林地貌，萬座山峰疏密有致、挺拔秀立。日出時分，雲海在峰林的奇山異水間翻騰，宛若仙境。這就是喀斯特地貌造就的“桂林山水甲天下”。

▼ 桂林陽朔喀斯特峰林地貌風光 / 攝影 陳永傑



其實，這樣的風景並不是桂林所獨有的，全國喀斯特峰林峰叢分佈面積廣達 14 萬平方千米，相當於一個安徽省大小，類似桂林山水的景致遍佈全國，尤其在南方大地上層出不窮。

在雲南丘北縣的普者黑，喀斯特峰林層層疊疊，峰林間雲霧蒸騰，構成了一幅天然的水墨畫。在雲南羅平縣，每年春天，峰林平原之上的油菜

花恣意怒放，一座座圓潤的喀斯特山峰如同一個個小豆包，散落在金黃大地上，令人歎為觀止。

而要說磅礴大氣，景觀奇特，當數貴州興義市的萬峰林。近兩萬座奇峰翠巒組成了長 200 多千米、寬 30-50 千米的喀斯特峰林分佈區。一座座山峰如同一個個氣宇軒昂的戰士，排山倒海，氣勢恢宏。

