

Science Book

科普知识博览·地球百科

天坑

TIAN KENG

王经胜 编著

内容生动有趣 图片精美准确
激发学习兴趣 拓展探索视野

★ ★ ★
中国青少年
最需要的
科普书
★ ★ ★



北京联合出版公司
Beijing United Publishing Co., Ltd.

科普知识博览·地球百科

天坑

TIAN KENG

王经胜 / 编著



Science Book



北京联合出版公司
Beijing United Publishing Co., Ltd.

图书在版编目 (CIP) 数据

天坑 / 王经胜编著 .-- 北京 : 北京联合出版公司 ,
2013.9

(科普知识博览 · 地球百科)

ISBN 978-7-5502-1905-2

I . ①天… II . ①王… III . ①岩溶地貌—普及读物
IV . ① P931.5-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 215546 号

天 坑

编 著 : 王经胜

选题策划 : 天昊书苑

责任编辑 : 喻 静

封面设计 : 尚世视觉

版式设计 : 程 杰

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)

三河市宏凯彩印包装有限公司 新华书店经销

字数 100 千字 710 毫米 × 1092 毫米 1/16 12 印张

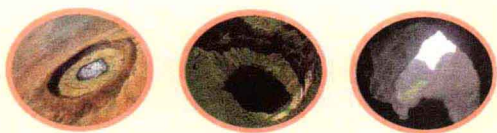
2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5502-1905-2

定价 : 29.80 元

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

本书若有质量问题, 请与本公司图书销售中心联系调换。

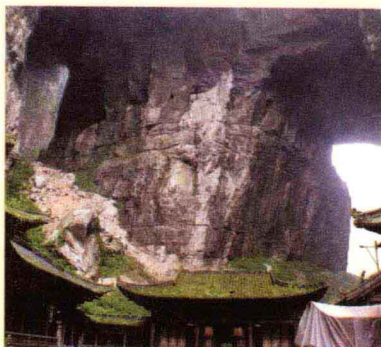


P 前言 Preface

青少年是我们国家的未来，是实现中华民族伟大复兴的主力军。对于青少年来说，他们正处于博学求知的黄金时期。除了认真学习课本上的知识外，他们还应该广泛吸收课外的知识。青少年所具备的科学素质和他们对待科学的态度，对他们未来的成长会有深远的影响。因此，对青少年的科普教育和普及是极为必要的，这不仅可以丰富他们的学习、增加他们的想象力和思维能力，而且可以开阔他们的眼界、提高他们的知识面和创新精神。

本套《科普知识博览》丛书属于趣味型科普丛书，这是一套专为青少年量身打造的科普读物，它向读者展示了一个生动有趣的科普世界。翻开本套丛书，你会发现：科普知识不再如课本里讲述的那样乏味枯燥，而是变得鲜活、生动起来：科普知识不再是抽象的定理和公式，而早已渗透到我们生活的方方面面。通过这些富有神秘性、趣味性的知识话题，来满足读者的求知欲与好奇心。

本套系列书为了迎合广大青少年读者的阅读兴趣，配有相应的图文解说和介绍，多元素图文并茂的编排方式，再加上简约、大方的版式设计让人赏心悦目，使本书的知识内容变得更加的鲜活亮丽。在提高青少年感观效果的阅读时，享受这科普世界无穷无尽的乐趣。



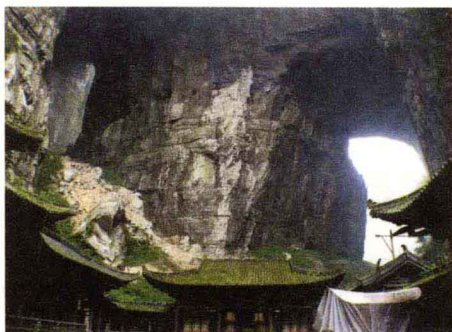
Contents 目录

科普知识博览·地球百科

第一章 >>>

揭开天坑内幕

天坑简介	003
天坑的类型	010
著名天坑的形成	019



第三章 >>>

天坑地缝大探险

乐业天坑大探险	091
天坑地缝之探险	106
神秘“天坑”塌陷而成洞中洞	115
神秘的地下原始森林探险	118

第二章 >>>

著名天坑大博览

世界十大天坑	031
世界著名的天坑	043
中国著名天坑	049





Contents 目录

科普知识博览·地球百科

灵山发现神秘“巨坑”130

陨石坑的判断标志150

陨石坑的研究意义156

世界陨石坑大观157

第四章>>>

陨石坑里藏秘密

何为陨石坑139

陨石坑的研究历史140

陨石坑的结构特征142

陨石坑的一般特征146





第一章 揭开天坑内幕



目前，“天坑”这个词在我们的视野里出现的频率比较高，也正是这些天坑新闻的不断出现，使其越来越受到人们的关注，并成为人们谈论的焦点。中国南方广西、湖南、四川、浙江、福建等省（区），频繁出现“天坑”，被误传为是地震前兆，因此造成一定程度的社会恐慌。经过调查发现，这些所谓的“天坑”，实际上是地面塌陷造成的，是一种地质灾害现象，主要发生在岩溶区，因长期干旱、强降雨等气候因素和工程建设、地下水抽采、矿产开发等人为活动引发形成。事实上，在世界上存在的天坑数量是非常多的，并不是在近几年才开始出现的。并且，真正意义上的天坑的形成是与塌陷天坑有着一定的区别的，本章将详细介绍一下天坑的形成原因。





天坑简介

2001 年之前，天坑只是对重庆奉节小寨天坑这种景观的特称，类似的地貌在各地有不同的名称，如“龙缸”“石院”“石围”“岩湾”等。2001 年，天坑作为一个专门的喀斯特术语被专家提出。2005 年，国际

这是继“峰林”和“峰丛”之后，第三个由中国人定义并用汉语拼音命名的喀斯特地貌术语。

天坑实际上是指具有巨大的容积、陡峭而圈闭的岩壁、深陷的井状或者桶状轮廓等非凡的空间与形态特征，发育在厚度特别大、地下水位特别深的可溶性岩层中，从地下通往地面，平均宽度与深度均大于 100 米，底部与地下河相连接



喀斯特天坑考察组

在重庆、广西一带大规模考察后，“天坑”这个术语在国际喀斯特学术界获得了一致的认可，并开始用汉语拼音“tiankeng”通行国际。





(或者有证据证明地下河道已迁移)的特大型喀斯特负地形。

天坑的成因一般分为两种类型,通常见到的是塌陷型(广西乐业天坑群等),比较罕见的是冲蚀型(重庆武隆后坪冲蚀天坑群等)。

天坑的形成至少要同时具备六个条件:

一是石灰岩层要厚。只有足够厚的岩层才能给天坑的形成提供足够的空间。

二是地下河的水位要很深。

三是包气带(含气体的岩层)的厚度要大。

四是降雨量要大,这样地下河的流量和动力才足够大,足以将塌落下来的石头冲走。

五是地壳要突起。地壳的运动就会给岩层的垮塌提供动力。

六是岩层要平。从天坑四周的绝壁看就会发现,岩层与地面是平行的,就像一层层石板堆在四周一样,只有这样的岩层才能垮塌。

直至2010年,全世界已经被确认的天坑达78个,其中2/3分布在中国,当然关于天坑的考察、认定和争论尚未停止。





知识百花园

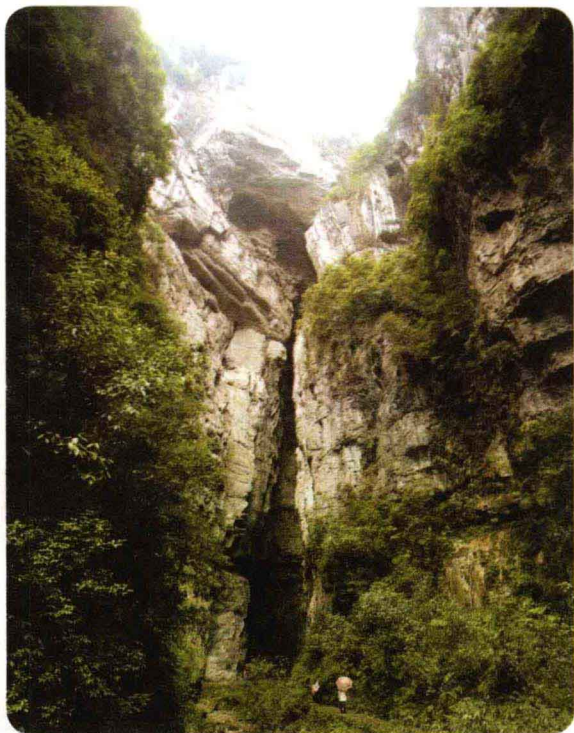
喀斯特地貌简介

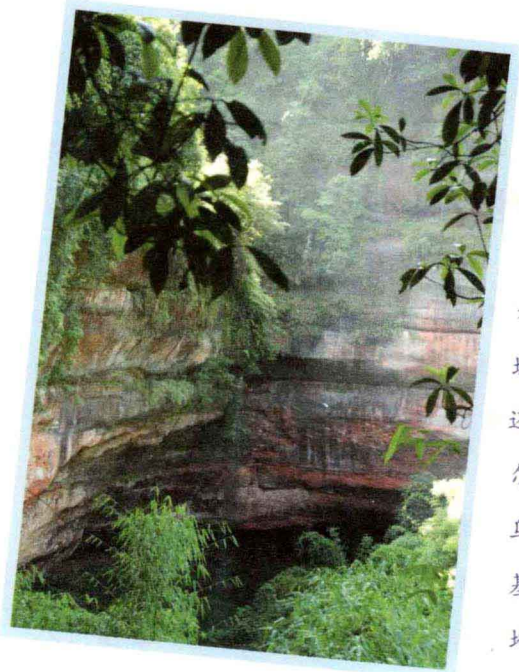
喀斯特地貌。喀斯特地貌在世界分布很广，约占地球总面积的 10%，中国喀斯特约占全国总面积的 13.5%，主要分布于南方的贵州、广西、重庆、四川、云南、湖北等省区，是世界上最大、最集中连片的喀斯特区，但喀斯特这个术语诞生于斯洛文尼亚。

喀斯特地貌又称岩溶地貌，是指具有溶蚀力的水对可溶性岩石进行溶蚀等作用所形成的地表和地下形态的总称。水对可溶性岩石所进行的作用，统称为大喀斯特作用。它以溶蚀作用为主，还包括流水的冲蚀、潜蚀，以及坍塌等机械侵蚀过程。这种作用及其产生的现象统称为喀斯特。喀斯特是南斯拉夫西北部伊斯特拉半岛碳酸盐岩高原的地名，当地称为 Kras，意为“岩石裸露的地方”。近代喀斯特研究发轫于该地，这种地貌类型而得名。

喀斯特地貌分布在世界各地的可溶性岩石地区。可溶性岩石有 3 类：

① 碳酸盐类岩石（石灰岩、白云岩、泥灰岩等）。





②硫酸盐类岩石(石膏、硬石膏和芒硝)。

③卤盐类岩石(钾、钠、镁盐岩石等)。

从热带到寒带、由大陆到海岛都有喀斯特地貌发育。较著名的区域有中国广西、云南和贵州等省(区),还有越南北部、南斯拉夫狄那里克阿尔卑斯山区、法国中央高原、俄罗斯乌拉尔山、澳大利亚南部、美国肯塔基州和印第安纳州、古巴及牙买加等地。中国喀斯特地貌分布广、面积大。主要分布在碳酸盐岩出露地区。其中

以广西、贵州、云南和四川、青海(即云贵高原)东部所占的面积最大,此外西藏和北方一些地区也有分布。

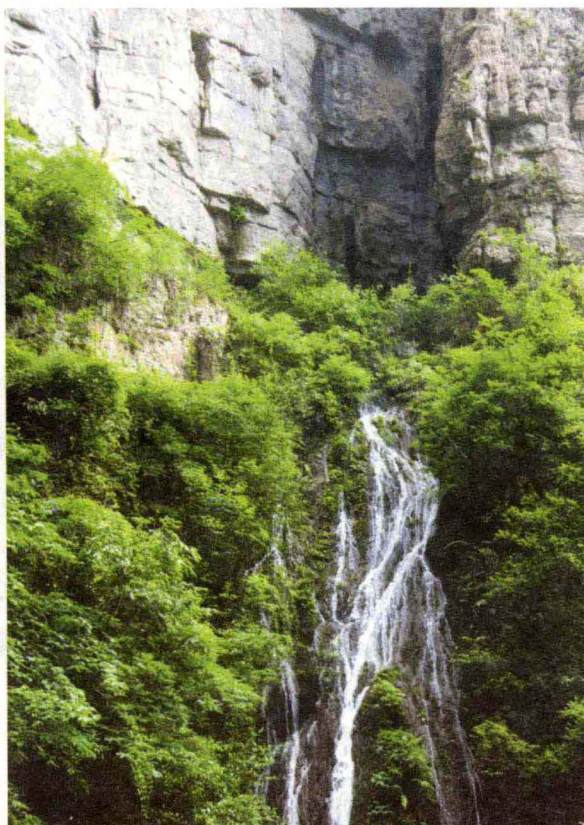
喀斯特可划分为许多不同的类型:

按出露条件分为:裸露型喀斯特、覆盖型喀斯特、埋藏型喀斯特。

按气候带分为:热带喀斯特、亚热带喀斯特、温带喀斯特、寒带喀斯特、干旱区喀斯特。

按岩性分为:石灰岩喀斯特、白云岩喀斯特、石膏喀斯特、盐喀斯特。

此外,还有按海拔高度、发育程





度、水文特征、形成时期等不同的划分等。

由其他不同成因而产生形态上类似喀斯特的现象，统称为假喀斯特。包括碎屑喀斯特、黄土和粘土喀斯特、热融喀斯特和火山岩区的熔岩喀斯特等。它们不是由可溶性岩石所构成，在本质上不同于喀斯特。



喀斯特地貌在碳酸盐岩地层分布区最为典型。该区岩石突露、奇峰林立，常见的地表喀斯特地貌有石芽、石林、峰林、喀斯特丘陵等喀斯特正地形，也有溶沟、落水洞、盲谷、干谷、喀斯特洼地等喀斯特负地形；地下喀斯特地貌有溶洞、地下河、地下湖等；以及与地表和地下密切相关联的竖井、芽洞、天生桥等喀斯特地貌。

喀斯特研究在理论和生产实践上都有重要意义。喀斯特地区有许多不利于生产的因素，需要克服和预防，也有大量有利于生产的因素可以开发和利用。喀斯特矿泉、温泉富含有益元素和气体，具有医疗价值。喀斯特洞穴和古喀斯特的各种沉积矿产较为丰富，古喀斯特潜山是良好的储油气构造。喀斯特地区的奇峰异洞、明暗相间的河流、清澈的喀斯特泉等，是很好的旅游资源。

喀斯特地貌在地表常见有石芽、溶沟、石林、漏斗、落水洞、溶蚀洼地、坡立谷、盲谷、峰林等地貌形态，而地下则发育溶洞、地下河等各种洞穴系统以及洞中石钟乳、石笋、石柱、石瀑布等。地下的喀斯特溶洞、喀斯特堆积物形态，如湖南张家界桑植县的九天洞已被列入洞穴学会会员洞，堪称亚洲第一洞；黄龙洞被列为世界自然遗产、世界地质公园，是首批国家5A级旅游区张家界武陵源的组成部分，是张家界地下喀斯特地形的代表。



中国碳酸岩分布面积约 130 万平方千米，喀斯特地貌分布十分广泛，主要分布在广西、贵州、云南、湖南等省区，如广西的桂林山水、云南的路南石林等都驰名中外。

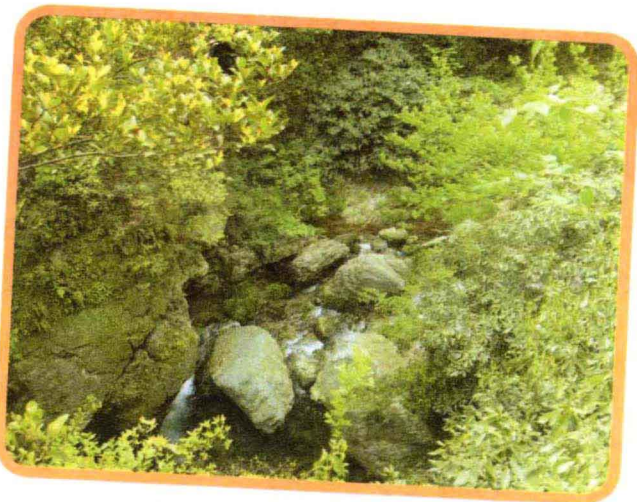
溶洞的形成是石灰岩地区地下水长期溶蚀的结果。石灰岩的主要成分是碳酸钙 (CaCO_3)，在有水和二氧化碳时发生化学反应生成碳酸氢钙 [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$]，后者可溶于水，于是有空洞形成并逐步扩大。这种现象在南欧亚德利亚海岸的喀斯特高原上最为典型，所以常把石灰岩地区的这种地形笼统地称为喀斯特地形。

按其发育演化，喀斯特地形可分为以下 6 种：

(1) 地表水沿石灰岩内的节理面或裂隙面等发生溶蚀，形成溶沟（或溶槽），原先成层分布的石灰岩被溶沟分开成石柱或石笋。

(2) 地表水沿石灰岩裂缝向下渗流和溶蚀，超过 100 米深后形成落水洞。

(3) 从落水洞下落的地下水到含水层后发生横向流动，形





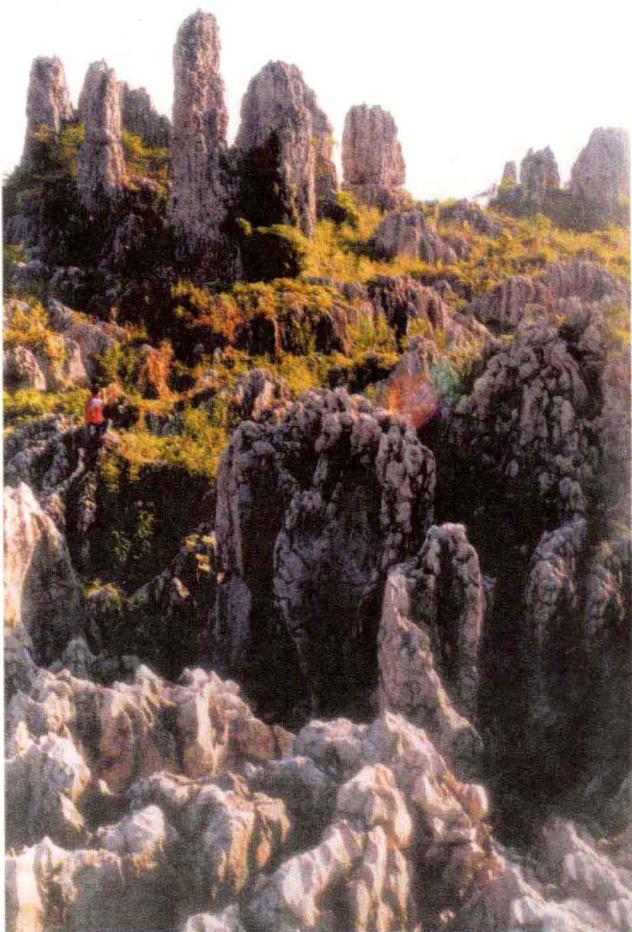
成溶洞。

(4) 随地下洞穴的形成,地表发生塌陷,塌陷的深度大、面积小则称为坍陷漏斗,深度小、面积大则称陷塘。

(5) 地下水的溶蚀与塌陷作用长期相结合地作用,形成坡立谷和天生桥。

(6) 地面上升,原溶洞和地下河等被抬出地表成千谷和石林,地下水的溶蚀作用在旧日的溶洞和地下河之下继续进行。

喀斯特地貌由于其独特的地貌特征,经常容易“产出”类型各异的风景区,比如著名的张家界武陵源风景区就是石英砂岩峰林地貌,属于典型的喀斯特地貌。武陵源景区内的巨大的石英砂岩,产状平缓,使岩层不能沿层面薄弱部位滑塌,覆盖在志留系柔性的页岩之上。在重力作用下,刚性的石英砂岩垂直节理发育,在水流强烈的侵蚀作用下,岩层不断解体、崩塌,流水搬运,残留在原地的岩石块便形成雄、奇、险、秀、幽、旷的千奇百怪的峰林。





天坑的类型

◆ 塌陷型天坑

塌陷型天坑，如四川兴文的小岩湾天坑，其发育过程经历了四个阶段，即地下河阶段、地下大厅发育阶段、天窗阶段和天坑形成出露

地表阶段。

地下河阶段：有一条终年不竭的地下水流是天坑形成的首要条件。因为地下水流既是天坑形成的动力之源，又是天坑容积内物质输出的唯一途径。

地下大厅发育阶段：在地下河道水流的强烈溶蚀、侵蚀与物质输出作用下，在岩层产状平缓、构造裂隙发育、岩石破碎或地下古河道重叠交叉等特别有利的部位，地下水道顶板发生坍塌，其物质由地下水道的水流持续输出，崩塌空间不断扩大，最终形成倒置漏斗状或穹庐状的地下大厅。地下大厅规模的大小，基本上决定着最终进一步发展成为天坑的规模。所以，地下大厅





的形成是天坑发育过程中一个极其重要的阶段。

天窗阶段：在地表水的溶蚀和重力等作用下，地下大厅穹庐式的顶板会慢慢接近地表，并最终在地面出现天窗，如四川兴文天泉洞



和天狮洞等洞穴的顶部的天窗，这是天坑形成前的一个重要阶段。

天坑形成出露地表阶段：这一阶段的主要发展和表现是地下大厅穹庐形顶板逐步崩塌，并使大厅的腔体露出地表。原属于地下顶板的部分崩塌、平行后退，形成周边的悬崖峭壁、或崩塌形成三角面。四川兴文的小岩湾天坑即是天坑的最终形态。

◆冲蚀型天坑

重庆武隆后坪乡天坑群是地表水冲蚀形成的天坑群，是“中国南

方喀斯特”联合申报世界自然遗产提名地。景区总面积 38 平方千米。

天坑位于海拔 1300 米的分水岭地区的喀斯特台面，再加上强烈的构造抬升，该台面上各种规模的喀斯特地貌十分完好，分布有众多的落水洞、竖井、塌陷漏斗（天坑）、峡谷、石柱、石林、溶洞等地质遗迹。其中塌陷漏斗（天坑）规模宏大，群状密集分布，形态典型，保存完好。由箐口、石王洞、天平庙、打锣凼和牛鼻洞五个天坑组成，是目前中国乃至世界上发现的唯一的地表水冲蚀形成的天坑群，是极为罕见的地质遗迹。各天坑四周绝壁环绕，

