CHINESE
NATIONAL
GEOGRAPHY

2022
总第737期
03

RMB30元/HK$40元
国内统一刊号:CN11-4542/P
邮发代号:2-806
www.dili360.com

中国国家地理

|封面|

测绘总工李志良
我们把长江源第一次画在地图上

|主打|

中国摄影师新的兴奋点:彗星

真菌里的“臭豆腐”:鬼笔
专家都无法命名的吉拉沟:大且美
针叶林中最擅长摆擂台的鸟:黑琴鸡
一种变八种,喜忧参半:中国大鲵
被时刻监视的活火山:长白山
生活在环礁上的人:西沙居民

ISSN 1009-6337
03
9 771009 633223

六六阅读PDF杂志唯一购买咨询微信二维码

其他渠道购买的用户均无售后保证

全新一代福特F-150猛禽

RAPTOR

敬请期待

第二季度|官方售价公布
第三季度末|交 付 开 启

持续关注唯一官方预订平台

微信小程序“福特皮卡野奢营”获取更多资讯

扫码关注

最终销售车型以实车为准，图片仅供参考

广告

BUILT Ford TOUGH

中国国家地理
CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

《中国国家地理》杂志·月刊·1950年1月创刊·每月7日出版
国际标准刊号 / ISSN 1009-6337　**国内统一刊号** / CN11-4542/P　**广告证** / 京朝工商广字第0036号
编辑出版 /《中国国家地理》杂志社有限公司
社址 / 北京市朝阳区安外大屯路甲11号地理科学馆　**邮政编码** / 100101
E-mail / cng@cng.com.cn　**网址** / www.dili360.com
会员热线 / 4006521360
主管 / 中国科学院　**主办** / 中国科学院地理科学与资源研究所·中国地理学会

CONSULTANT 顾问

王文澜 冯骥才 孙鸿烈 李乐诗 茹遂初 唐登银 秦大河 黄效文 谭兆璋 薛凤旋 张子扬 刘纪远

科学总指导 / 葛全胜
社长·总编 / 李栓科
执行总编 / 单之蔷
副社长 / 才华烨 孙樱

EDITORIAL DEPARTMENT 编辑部

主编 / 单之蔷（兼）
副主编 / 张璇
内容总监 / 刘晶　**设计总监** / 介彬　**图片总监** / 王彤
资深编辑 / 李志华
编辑 / 高新宇　陈惊鸿　骆凡　李欧　康静　雷东军
金畅南　付薇　任远方　祁滢　线朝华　张琪
特聘编辑 / 刘乾坤　左凌仁
校对 / 陆凤山　李成林
印务主管 / 李晟
美术编辑 / 李晟（兼）　崔晓琳
图片编辑 / 吴敬　马宏杰　王宁
地图编辑 / 陈云　王岩
E-mail / bjb@cng.com.cn
电话 /（010）64865566·376
传真 /（010）64842217

ADMINISTRATIVE DEPARTMENT 行政部

江郁（主任）孙媛媛　吕鑫　刘景欣　鲁娜　关佳琪　李蕙鹏
电话（010）64841917

NEW MEDIA DEPARTMENT 新媒体部

总经理 / 才华烨（兼）
副总经理 / 闫瑞杰
市场总监 / 杨颖
网站主管 / 卢建爽　**微信主管** / 杨静　**技术主管** / 马西圣
电话（010）64889218 / 64869398
（010）64865566·220

ADVERTISING AGENCY 广告代理

北京全景国家地理广告有限公司
总经理 / 高颖
副总经理 / 黄志鹏　陈辉
客户部 / 邢蕾　史楠　张雨潇　伏亚丽　赵雅靓　刘梦迪
策划部 / 乔涵　洪玥　刘秀阳　王婷婷
广告热线（010）64848933 / 2007 / 1815
（010）64865566·290·289·256
传真（010）64842066

CIRCULATION AGENCY 发行服务

北京全景地理书刊发行有限公司
总经理 / 李宁
发行部 / 吴超　盛文武　宋丽娟　袁荣荣
国内发行 / 北京报刊发行局
订购处 / 全国各地邮局·**邮发代号** / 2-806
国外发行 / 中国国际图书贸易总公司·**代号** / M80
发行热线（010）64849250
传真（010）64841987
会员热线（010）64879277
E-mail hyb@cng.com.cn
IP合作（010）64865566·237

SCIENCE & EXPEDITION 科学考察

陈辉（主任）邢悦　陈锐　刘洋　巩琦敏　戚明宇　周梓溢
活动报名热线（010）64852136 / 64851539

中国国家地理畅读 | 微信小程序
随时随地畅读《中国国家地理》《博物》《中华遗产》精彩内容
微信扫描二维码即可使用

中国国家地理 | 微信订阅号
扫描二维码或搜索微信号“dili360”
关注中国国家地理微信订阅号

中国国家地理 | 官方微博
扫描二维码或搜索“中国国家地理”
关注中国国家地理官方微博

本刊发行量经BPA国际媒体认证公司认证

广告

KFC 早餐 × 中国国家地理 CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

图片素材由中国国家地理方提供



早安，新年的第一道光

新年伊始，万象更新。当新年的曙光升起时，也带来了新的希望。

肯德基联合中国国家地理在微博上发起了"晒晒你身边的新年第一道光"图片征集活动，许多读者朋友参与其中，且听鸟鸣啁啾，但闻飒飒东风，伴着新年的第一道光洒下，许下美好的愿望。

家家同举盏，共迎一道光，让我们一起欣赏一下读者的优秀作品吧！



新年的第一道光，是雨过天晴后的灿烂心



新年的第一道光，是春花灿烂的好风光



新年的第一道光，是朝气蓬勃的每一天

中国国家地理
CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

BRAND EXTENSION 品牌发展

王杰（主任） 郭晓冬 冯亚楠 陈婷婷
电话 / 传真（010）64842136

MEDIA & TV CENTER 影视中心

北京全景国家地理影视有限公司
总经理 / 孙钢
电话（010）64983156 / 64982153 / 64982142
传真（010）64985211

BOOK PUBLISH DEPARTMENT 图书部

北京全景地理书业有限公司
总经理 / 陈沂欢
电话（010）82842695 / 82845677
传真（010）82841175

FUSION MEDIA CENTER 融媒体中心

张辰亮（主任）
邮箱 rmt@cng.com.cn

广告目录
ADVERTISEMENT CONTENTS

第一跨页 …… 全新一代福特 F-150 猛禽
版权对页 …… 肯德基早餐
版权对页 …… 腾讯公益
封　　底 …… 广汽三菱阿图柯

版权声明
COPYRIGHT ANNOUNCEMENT

本刊发表的文字、图片、地图、光盘等的版权归《中国国家地理》杂志社所有，未经本社书面许可，不得为任何目的、以任何形式或手段复制、翻印及传播，本刊保留一切法律追究的权利 。

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted for any purpose, in any forms or by any means, unauthorized copying, reproduction , hiring public performance and broadcasting without the prior written permission of the publishers are prohibited.

中国国家地理 | 荣誉

中国出版政府奖期刊奖
国家新闻出版广电总局

全国百强报刊
国家新闻出版广电总局

新闻出版“走出去”先进单位
国家新闻出版广电总局

数字出版转型示范单位
国家新闻出版广电总局

数字期刊影响力百强
中国（武汉）期刊交易博览会

中国邮政发行报刊百强排行榜
中国邮政集团公司报刊发行局

最受广告主青睐的杂志
国新出版物数据调查中心

全国优秀少儿报刊
国家新闻出版广电总局

国家百种重点期刊
国家新闻出版广电总局

中国标杆品牌
哥伦比亚新闻评论

“中国最美期刊”
中国（武汉）期刊交易博览会

新中国60年最具影响力的期刊
中国期刊协会

中国邮政发行畅销报刊
中国邮政集团公司

中文报刊海外发行最受海外读者欢迎TOP50
中国国际图书贸易集团

最具品牌传播价值期刊
中国品牌与传播大会



中华印制大奖
中国印刷及设备器材工业协会

制版 / 北京美光制版有限公司　**印刷** / 北京华联印刷有限公司
分印点 / 上海中华商务联合印刷有限公司　湖南天闻新华印务有限公司　中华商务联合印刷（广东）有限公司

特别承诺

本刊凡出现印装差错，一律由北京华联调换 。
地址 / 北京市经济技术开发区东环北路3号北京华联印刷有限公司
邮编 / 100176　电话 / 67876655

广告

腾讯AI技术用于雪豹保护

祁连山4天两次拍到雪豹

“念念不忘，必有回响！
邀你见证更多公益现场故事”

腾讯公益平台

腾讯公益视频号

主打 FEATURE

40

守望彗星 神秘天象 成为摄影新宠

Beyond the Circle of Astronomy Fans: Mysterious Comets Becoming Popular Objects of Photographers

撰文 / 张超　摄影 / 张超 等

近几年出现的新智彗星和伦纳德彗星，成为众多摄影师守望和拍摄的新题材。关于彗星自古有很多传说。随着天文观测以及摄影技术的发展，这类特殊天体的神秘面纱已逐渐褪去。如今关注彗星的人已然不局限于天文爱好者，彗星俨然已有“出圈”的趋势，它正在被越来越多的人了解和喜爱。





54

中国究竟有几种大鲵，野外种群今何在?

Chinese Giant Salamander: How Many Species? Where are they in the Wild?

撰文 / 王剀　摄影 / 吴立新 等

在我国的濒危两栖动物中，俗称“娃娃鱼”的中国大鲵可能是最为人耳熟能详的一种。近些年来，随着大鲵养殖业的迅速发展以及各地增殖放流活动的增多，发现“野生”大鲵的报道时常见诸报端，然而科研人员却告诉我们，想见到真正的野生大鲵越来越难。产生这种矛盾的缘由是什么？中国大鲵真实的现状是怎样的？中国又是否真的只有一种大鲵呢?

54





66

发现吉拉沟

非“沟”非“谷”
有“彩”有“沙”

Gila Valley: Neither “Valley” nor “Gorge”, with “Colorful” and “Sandy” Dunes

撰文 / 刘新海
摄影 / 沈久泉 等

位于新疆准噶尔盆地北部的吉拉沟，长200多公里，最深超200米，最宽近20公里，因藏在荒漠深处，人迹罕至，外界对它所知甚少。本文作者为《阿勒泰日报》记者、阿勒泰地区摄影家协会主席，他经多次实地走访，在深入研究后，逐渐有了新发现：从地貌上看，吉拉沟既不是“沟”，也不是“谷”，更不是“大峡谷”，而是一个被彩丘与沙丘夹峙的“槽形洼地”。这里的景观，不仅鲜为人知，也颇为独特……



鬼笔

怪异的臭菌中也有
美味珍馐

Stink Horns: Smelly and Bizarre-looking Fungi that Giving us Delicacies

撰文 / 傅力
摄影 / Stephen Axford 等

88

很少有大型真菌像鬼笔菌那样奇特：它们的造型怪异——章鱼状、毛笔状、海葵状、珊瑚状……甚至仿佛不可名状的外星生物；而且它们的气味也很特别，有着浓浓的鸡粪味，因此也被称作臭角菌。鬼笔的家族中有大家熟悉的食用菌竹荪，但更多有趣独特的种类却鲜为人知。

104

PDF微信： bfwz888888

火山爆发，离我们有多远？

Volcano Eruption: How Far from us?

撰文 / 赵春江 盘晓东　摄影 / 卓永生 等

今年1月15日，汤加海底火山发生剧烈喷发，造成了巨大的灾难，引起了人们对火山的关注，也引发了国人的疑问：众所周知，我国是地质灾害高发的国家，那我国有没有可能喷发的火山？火山爆发会不会也发生在我们身边？一旦真的发生火山爆发，有可能提前预报以实现避险吗？为了解答这些问题，本刊老作者赵春江在中国地震局火山研究所所长盘晓东的带领下，亲赴吉林长白山火山监测站，带我们一起了解中国火山监测的秘密。





以海为生，与岛为伴 124

西沙群岛上的渔民故事

Living on the Sea:
Stories of Fishermen on Xisha Islands

撰文 / 卢传福　摄影 / 宋国强 等

西沙群岛位于中国南海，是海南省三沙市西沙区管辖的岛礁。在很多人想象中，西沙群岛可能都是无人居住的岛礁，但实际情况却并非如此。在记录海南渔民祖祖辈辈去往南海捕鱼路线的《更路簿》中，就留下了许多渔民在西沙岛礁上活动的记录。如今，西沙群岛中有淡水的岛礁上更是都有渔民定居，这些渔民以海为生，与岛为伴。但长期以来，他们并未进入大众视野。

140 黑琴鸡

为交配权而战的森林“角斗士”

Black Grouse: “Gladiators” Fighting for Mating Rights

撰文 / 田予　摄影 / 刘璐 等

黑琴鸡是一种广布欧亚大陆北部的鸟类，在我国东北的大兴安岭、内蒙古东北部、新疆阿勒泰以及河北北部的林区都有分布。每年初春，冰雪尚未消融之际，黑琴鸡的雄鸟会在延续基因的本能驱使下，来到一片长年不变的开阔地，以此为“竞技场”，在其中以极富仪式感的行为展示、炫耀自己，甚至互相打斗以争夺交配权，在这一时期，它们将成为森林中最活跃、最有表现欲的生命。





石冰川 154

既是独特的景观，又是重要的“储备水源”

Rock Glaciers:
Both Unique Landscape and Water Storage

撰文 / 秦昭　摄影 / 韩寒 等

人们对冰川比较熟悉，对“石冰川”却可能很陌生。石冰川虽然含冰，但在它的表面却几乎看不到冰的存在，人们在近距离看到的只是滚滚乱石或细小岩屑。因此对于专业知识不多的普通人来说，很难做到去观赏它们，甚至走在上面都会对它视而不见。其实，它不但是很好的审美对象，而且在全球气候变暖的当下具有重要的现实意义。



印度的“北上广深” 168

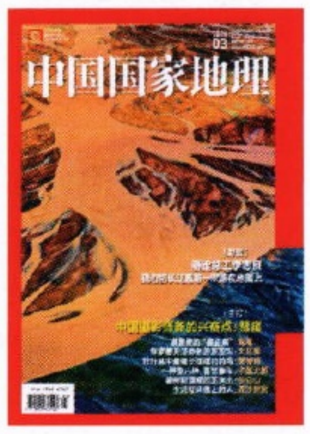
一位中国学者的亲历与观察

The Four “First-tier Cities” in India:
Experience from a Chinese Scholar

撰文 / 戴永红　摄影 / 老鱼 等

对于印度这个人口接近中国的南亚邻国，我们了解的信息还极为有限。正如一位印度汉学家所说，虽然中印有两千年交流史，但对彼此的认识这么少，是无法想象的。本文作者是深圳大学外国语学院院长、中国海外利益研究中心主任，他走访了印度最富活力、堪称印度版“北上广深”的四大城市——新德里、孟买、加尔各答和班加罗尔，为我们带来了诸多有深度的见闻和思考。

本期封面
青海省玉树藏族自治州曲麻莱县通天河
辫状水系
摄影
王宁



审图号
GS（2022）916号

更多资讯请登录中国国家地理网
www.dili360.com

这期杂志的内容很丰富，每张封面的“候选人”都有其独特之处，经过编辑部成员和网友的投票筛选，从三十多张备选封面中选出了这4张进入最后的角逐。



1

第一张备选封面是一只雄性黑琴鸡，在我国东北和内蒙古，黑琴鸡又被称为“乌鸡”或“黑野鸡”。这是一种分布于欧亚大陆北部的林栖雉类，在我国东北的大兴安岭、新疆阿勒泰以及河北北部的林区都有它们的身影。黑琴鸡的求偶行为堪称经典，每年到了春末的繁殖季，雄鸟们会挑选一处林中开阔地进行竞技，上演一场求偶大戏。获胜的雄性黑琴鸡会大声鸣叫，宣告胜利。由于栖息地气温较低，黑琴鸡鸣叫或呼吸的气息在空气中凝结成哈气，有网友戏称这是一只正在“抽烟”的黑琴鸡。虽然这只呆萌的雄鸟收获了众多“粉丝”，但用黑琴鸡的头像作为封面过于可爱且主题单薄。



2

第二张备选封面是拍摄于内蒙古自治区兴安盟和呼伦贝尔市交界处的阿尔山火山。今年1月15日，汤加海底火山发生剧烈喷发，造成了巨大的灾难，引起了人们对火山的关注。国人也在热议，我国有没有可能喷发的火山？国内目前已探明的活火山区有14处，其中就有阿尔山火山。画面中这座火山有着典型的火山锥，距它上一次喷发已经过去了两千年，火山口被茂盛的绿草所覆盖。虽然这张画面的质感很好，火山的话题也足够吸引人，但阿尔山火山曾多次登上杂志的封面，让人有审美疲劳之感。



3

第三张备选封面来自主打报道《彗星》。摄影师为了拍摄这张画面，驱车2000公里从四川成都出发，赶往甘肃敦煌寻找最佳拍摄点。国人对彗星并不陌生，中国自古就有很多关于彗星的传说，古人将其称作“扫帚星”。随着天文观测以及摄影技术的发展，这类特殊天体的神秘面纱逐渐褪去，成为众多摄影师们的“新宠”。画面中的彗星是2020年7月出现的新智彗星，它出人意料的大而明亮，离子尾和尘埃尾等结构清晰可辨。虽然这张画面极为难得，但在中国文化中，彗星并不仅仅是简单的天体，它的寓意并不美好，我们只得遗憾地放弃了这位“候选人”。

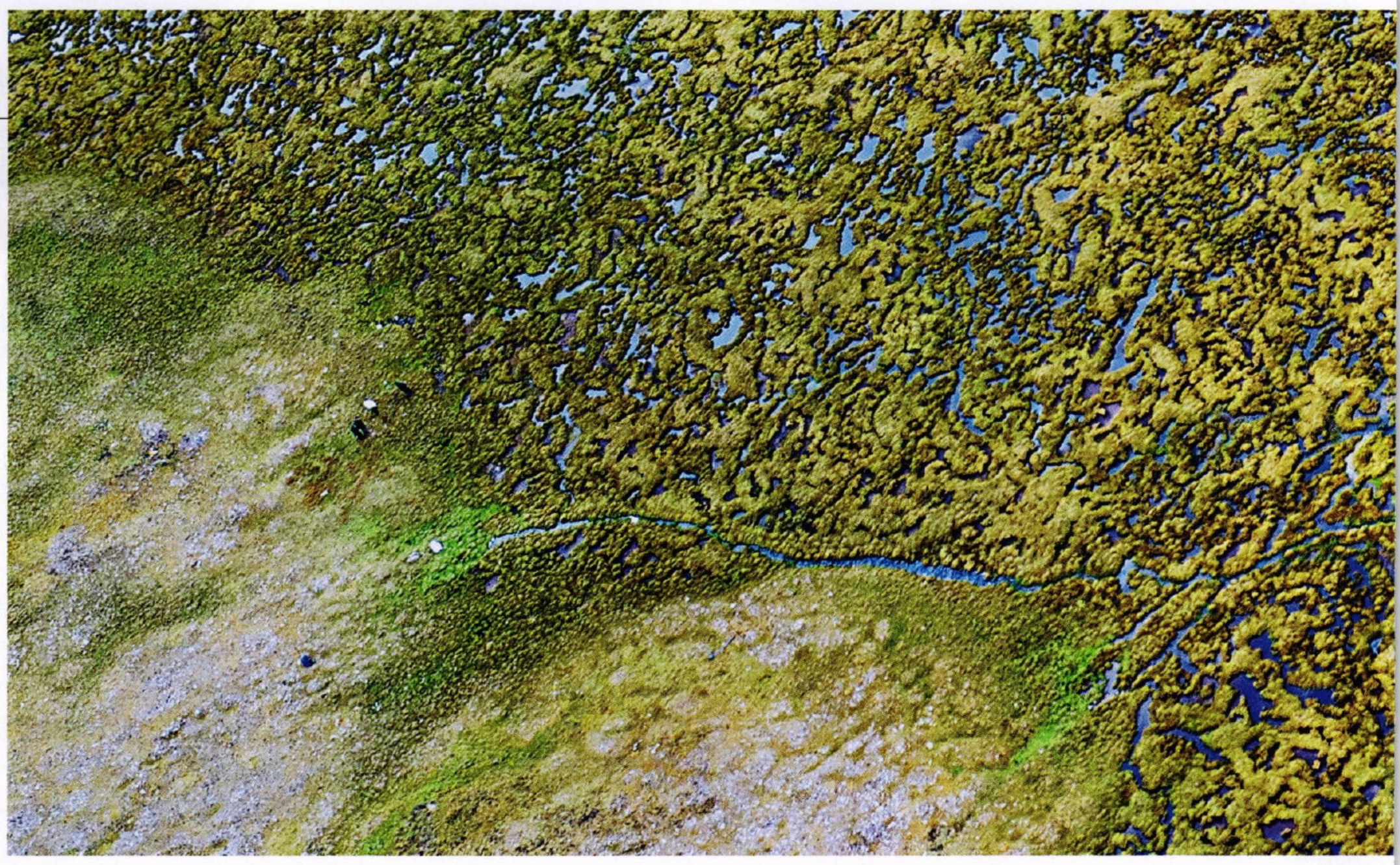


4

第四张备选封面是拍摄于青海省玉树藏族自治州曲麻莱县的通天河辫状水系。我们从地理教科书上了解到，长江发源于青海省唐古拉山脉的主峰各拉丹冬峰，沱沱河为其正源，通天河为其干流。而学术界对于长江源头究竟在哪里一直存在争议。随着“探源”队伍不断深入长江源区考察和拍摄，当曲作为河源的庐山真面目也被揭开。作为长江源头的干流河段，通天河全程都流淌在平均海拔4000多米的高原上。画面中的通天河水分散成众多汊流，如姑娘的发辫般时分时散，优美而有力量，呈现出长江野性奔放的一面。这张备选封面最终胜出。



撰文
单之蔷



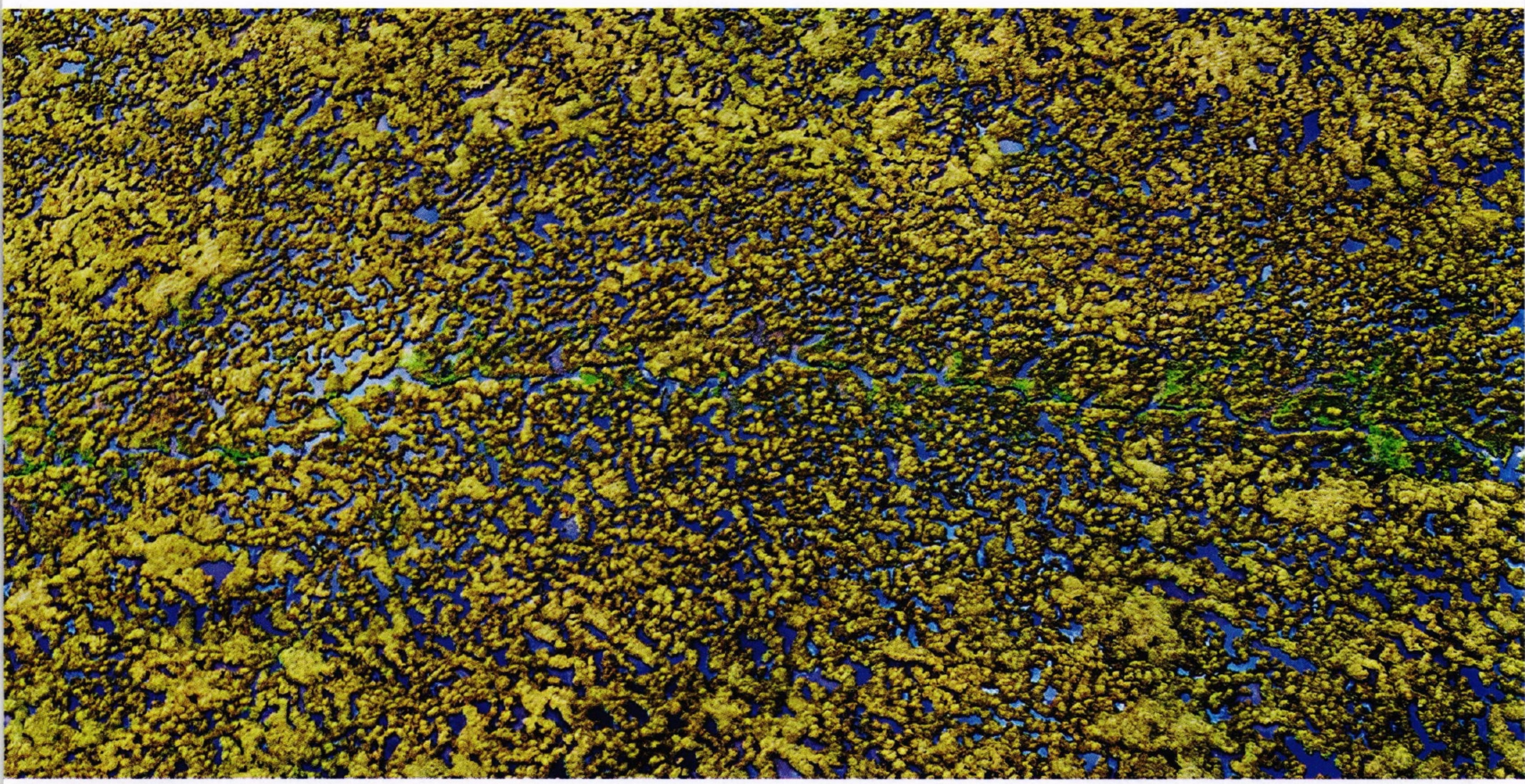
测绘总工李志良
我们把长江源第一次画在地图上

总是第一个来到没有人居住的地方，当建筑物建起来的时候他们又离去了

今天我这篇文章的主角是一位地形测绘的总工程师——李志良。他现在年纪有些大了，年轻时他曾是中国人民解放军兰州军区测绘大队（现已撤销）的总工程师。上世纪70年代，他率队在青藏高原的“无人区”测绘，给这片土地制作1：10万的地形图。为什么要写他呢？坦率地说，当时画地图的地形测绘工程师是我最崇拜的人。这可能与我父亲就是一位测绘工程师有关，父亲的单位是林业建设工程总公司。长白山林区中有许多道路是我父亲亲自设计和测量的，他有一张照片，在长白山的密林里，他站在一台架在三脚架上的经纬仪前，低头看着目镜，那张照片给我留下了终生难忘的印象。记得小时候我经常拿出他的对数尺、量角器、罗盘、圆规等测量用的工具玩儿……地形测绘工程师是这样一些人：他们总是第一个来到没有人居住的地方，当建筑物建起来的时候他们又离去了……但今天我要说的这位测绘总工程师李志良，虽然他总是第一个来到没有人居住的地方，但是当他离去的时候，并没有建筑物建起来，因为他是军事地形测绘师，他和他的同事们的主要业绩是给青藏高原的“无人无图”地区绘制了一整套的1：10万地形图。

1：10万地形图就是我们的救命图，没有它我们几乎无法前进

有一段时间，我热衷于去荒野，去雪山冰川地区，去无人区。但是我发现经常会出现这样的事



长江源头当曲，在一片金色的草地中自由流淌

万里长江起源于哪里，判断江源的标准是什么，一直是学术界争论的话题。历史上，无数的地理学家、测绘人员和民间人士为寻找江源前仆后继，付出了巨大的努力。随着测绘、遥感技术的进步，江源之谜逐渐揭开，当曲被越来越多的人证实为长江真正的源头。2019年，为了寻访长江源，编辑部组织了一支探源队伍来到长江最远的源头——当曲源头。让大家颇感意外的是，当曲源头竟然流淌在一片金黄的草地之中，热融湖塘星罗棋布。在这无数的小湖塘中，一处泉眼有水汩汩流出，形成当曲最初的源流。从这里开始，长江最长。摄影 / 王宁

情，当我们以为来到了从未有人来过的地方，或者说，我们得意于把脚印留在了从未有过脚印的地方（这是一位探险家的话）。这时往往会发现有一种高度在5到30米不等的三角形金属架子立在大地某个地方，在可可西里的新青峰下，在阿尔金山的鲸鱼湖……一次，在可可西里的勒斜武担湖，我们迷路了，车停下来，李炳元老师拿出了1：10万的地形图在上面寻找能走的路。在可可西里，每当我们迷路时，这一幕就会出现。这1：10万的地形图真是我们的救命图，没有它我们几乎无法行进。

那天，我一眼瞥到了不远处的山顶上，有一座并不显眼的铁架子立在那里……在高高的山顶上，在白茫茫的冰雪中，它立在那里，像复活节岛上的石人一样神秘，但又让人感到些许安慰，这毕竟是人造物。十几天过去了，这是我第一次看到除了我们这支队伍以外的人造物，心想：这里一定有人来过。这样一想似乎心里的孤独感减轻了许多。“谁来过呢？”我问李炳元先生，他是中国科学院地理科学与资源研究所（以下简称“地理所”）的研究员。上世纪80年代，他曾带队考察过这个地区。几个月的考察任务结束时，全队每位成员的体重平均减少了15斤。此时，他手里正拿着一张1：10万的地形图寻找我们行走的路径。“测绘部队当年来过，我手中这张图就是他们在这里测绘出来的。那个铁架子是觇标，大的30多米高，小的只有几米高。这种觇标在全国布成了一个网，是测量地形时的控制点，以它们为基点测量新的地形。”这时我才知道，1：10万的地形图是测绘部队画出来的。这些图是出发前我向地理所图书馆借的，一共30多张，装在一个黑色的圆筒里。一路上我们小心地照



顾这些图，不仅因为它们重要，还因为这些图属于机密。我签过字，丢失了要承担很大的责任。

在可可西里，我们遇到了许多湖，这些湖的名字很有意思。湖的名字一般可以分为四类，一类一看就是藏族同胞起的，如雀莫错、赤布张错、多格错仁强错……一类是蒙古族人起的，如西金乌兰湖、乌拉乌兰湖、海丁诺尔、库赛淖尔……元朝的时候，蒙古族曾经推进到这里。还有一类是新疆地区的民族如维吾尔族、哈萨克族、罗布人起的，如阿牙克库木湖、依协克帕提湖……还有一类湖的名字一看就和上面说到的三种湖名都不一样，如向阳湖、明镜湖、节约湖、豌豆湖、葫芦湖……这些湖名和这一带的一些地名是由上世纪70年代进入这一地区的测绘部队命名的。

中国第一颗原子弹爆炸时，罗布泊的试验场地就是他测量的

在野外考察的经历，让我对测绘部队在“无人区”里测绘地形图这件事十分钦佩，我一直想结识一位在青藏高原无人区测绘1：10万地形图的测绘人员，但一直未能如愿。可是事情往往很神奇。当我从可可西里回来后，有一天，我收到一个包裹，打开一看，里面是一本书：书名《一代测绘人》，作者李志良。书中夹着一封信说：他是兰州军区测绘大队的总工程师，现已退休，他很喜欢《中国国家地理》杂志，在那上面看了我写的一些文字，特别想结识我，就把他写的这本书送给了我。这本书记述的正是他们当年在青藏高原长江、黄河、澜沧江江源地区测绘1：10万地形图的那些事情。收到这本书，我很高兴，书中有一些关于测量方面的知识。为了读懂这些，我在网上买到另外一本书《我想做个地形测量者》。这本书的作者是苏联有25年实际工作经验的地形测量工程师高力申，译者是陆淑芬。

通过学习这本书让我对地形测量有了一定的认识，也对地形测量和绘制地图的意义有所了解。其实地形测量无处不在，不论是大的城市建设，还是制作地形图，都要用到地形测量技术，就是建造一个足球场，或者修建一条水渠，甚至想计算水渠中水流的速度，都是要依靠地形测量和绘制的地形图。在李志良的书中，我看到了他参与过的一些让人意想不到的测量。比如：他记述了中国第一颗原子弹爆炸，罗布泊的试验场地就是他测量的。

测绘画图者：他们算不算长江源头的发现者？

在《一代测绘人》的书中，我了解到直到1969年，青藏高原绝大部分地区都还没有地形图。



从1970年起，原中国人民解放军兰州军区测绘大队开始在青藏公路以西的“无图区”实施航测野外作业，绘制出1：10万地形图392幅，测绘的青藏高原总面积近66.4万平方公里，出色地完成了此次测绘任务。画面中左上方单人大图为时任测绘大队总工程师的李志良，在测绘过程中，李志良有了一个重大发现：沱沱河的真正源头并不是旧图上标注的波陇曲，而是向南延伸100多公里、发源于尕恰迪如冰川的纳钦曲西支源流。测绘大队又通过冬季作业，于1974年全部完成了对整个长江源地区的地形测图。右页主要人物为时任测绘大队参谋的王兴才，1976年，由长江流域规划办公室组织的长江源首次考察，就是邀请他作为勘察组副组长兼向导才得以顺利完成。供图 / 原中国人民解放军兰州军区测绘大队

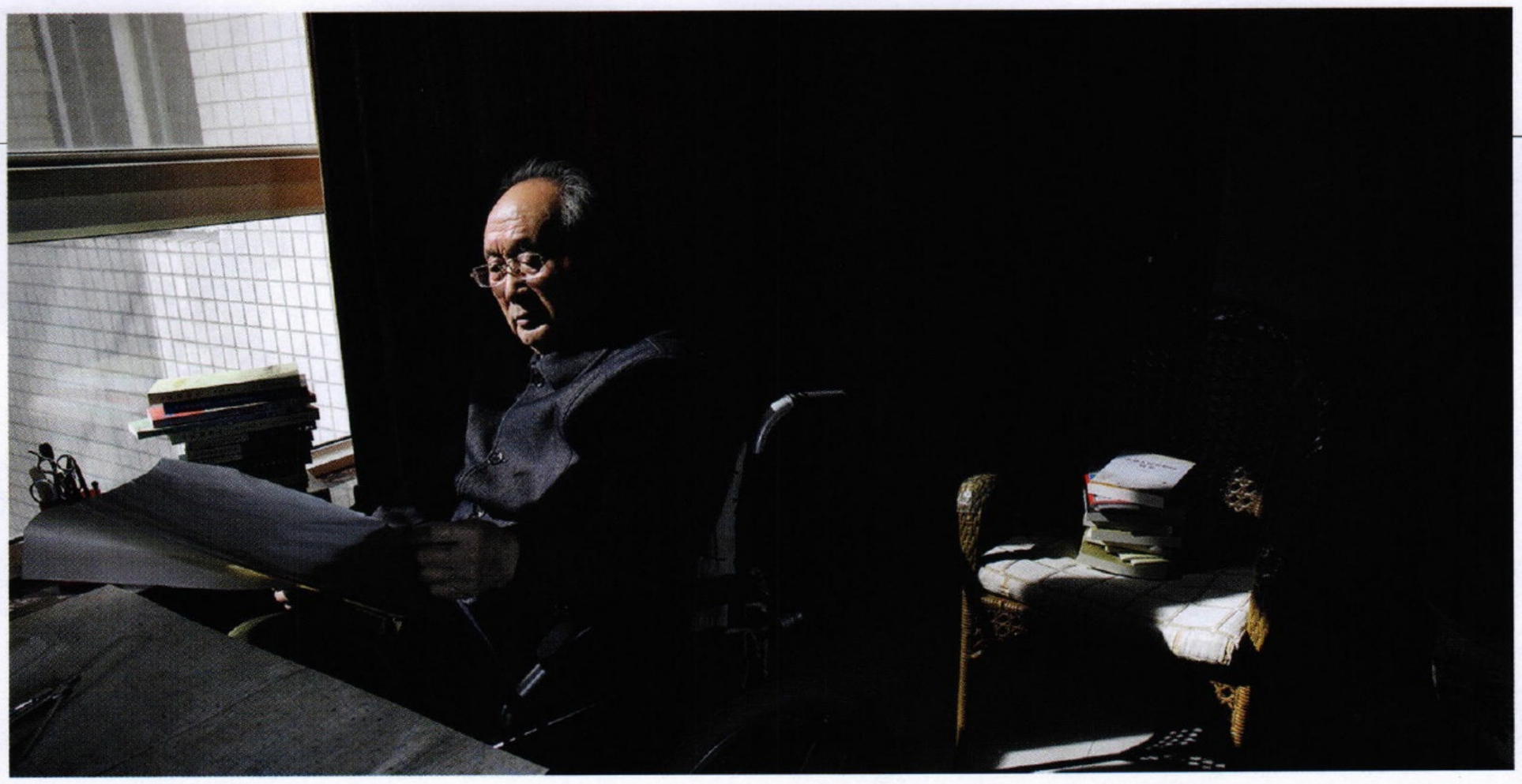
一代测绘人，揭开长江源的神秘面纱

尤其是长江、黄河、澜沧江等大河的源头地区没有大比例尺的地图，比如没有1：10万的地形图。这种地形图是特别实用的一种大比例尺地图，比如在一些荒野中探险等场合可以派上用场。这种地图的比例尺意味着，地表上的物体和景观被缩小10万倍画在地图上，即地表上实际长度100米的物体在地图上有了1毫米的表达，而1毫米的长度，眼睛是可以看到的。这样一来，一些村庄、丘陵、小河、乡村级土路就都可以看到了，而且只要设置一些具体的表达内容，如山峰、桥梁、森林、湖泊等，在这样的地图上都可以体现出来。比如一条小河如果只有1000米长，在地图上就得用1厘米的线段来表达，10公里的一段河流在图上就会用10厘米的线段来表达。因此1：10万的地形图用来查看河流水系，可以找到那些100米长的溪流，所以用1：10万的地形图来找河流的源头已经足够了。

李志良与战友经过6年的奋战，以牺牲7个战友生命的代价，完成了青藏高原这个“无人无图”地区1：10万地形图的绘制。其中，最重要的是他们完成了从四川甘孜德格以上的长江金沙江段至江源地区的地图。这个地区是我国境内几条世界级的大河——长江、黄河、澜沧江、怒江的源头所在区域。按照前面所述的1：10万地形图的完成，意味着这个区域的几条大江的源头已经确定并被画在地图上了。

但是有一个问题出现了。这个问题就是测绘地形并画出地图的人，也就是像李志良和他所在的测绘部队——兰州军区测绘大队的2000多名官兵与长江源的发现有何关系？他们算不算长江及其他几条大河源头的发现者？

原本我并没有关注这个问题，但是这个问题找到了我。在我的书架上除了上面提到的那本李志良



的书《一代测绘人》外，还有一本书《难忘的长江源考察》，作者是石铭鼎。在这本书的勒口上有一段作者介绍：长江水利委员会（以下简称“长委”）的教授级高级工程师……作者在1976年和1978年两次参加长江源头考察，撰写完成《江源首次调查报告》，研究论证了沱沱河为长江正源，将长江的世界排名更正为第三名。

但是我接下来就收到了李志良先生寄来的书和信。他认为长江的源头是当曲。他后来还给我寄过五次信，其中有三次寄来的是学术论文《由地形图再说长江正源》、《由长江勘测谈江源的认定》、《让江源之说回归真实》，希望我们发表。这样我已无法置身其外，于是就开始研究长江源头的问题。好在长江的几个源头：姜古迪如冰川下的纳钦曲、当曲的源头且曲、楚玛尔河的源头，我都去过。而且为此，我还去了美国密西西比河的源头，看看外国人是怎样处理这个问题的。对长江源头进行探险考察，并参与争论的几个人：刘少创、黄效文、杨勇、李志良等我都很熟悉……刘少创和我们在一个院里工作，我还和他一起去过当曲源头且曲；杨勇与我们多次一起去野外考察过，也一起去过长江源当曲；黄效文是美籍华人，香港中国探险学会会长，美国《国家地理》杂志记者，我们在北京多次见面晤谈过长江源的问题；此外，我还去郑州拜访过李志良，并且两次通过电话与兰州军区测绘大队的参谋——王兴才访谈，我认为他是关于长江源头争论最关键的人物。他早已转业到了老家陕西汉中，我们的谈话一次进行了90分钟，还有一次进行了180分钟。他还给我寄来了一些照片和书信。关于他的话题我们先打住，后面再说。

重大地理发现：
祖尔肯乌拉山原来并非一个整体，
而是被沱沱河切开了

李志良先生的书《一代测绘人》中，有两篇附录，都是讲1976年和1978年长江流域规划办公室（以下简称“长办”）组织的两次长江源考察，他要求长江水利委员会（“长办”转制为“长委”，属部级单位）把长江正源——沱沱河的纳钦曲改为当曲。下面是总工李志良书中的附录第二篇，我引述如下，其间有我的解释和议论，引述的部分是用双引号标示出来的。

“20世纪70年代以前，由于青藏公路以西没有精确的实测地形图，人们以发源于唐古拉山主峰——各拉丹冬雪山的尕日曲（亦称为尕尔曲）为长江正源。1970年，兰州军区测绘部队根据中央军委部署，采用航空摄影测量方法，自四川省德格地区的金沙江段起，溯江而上，对江源地区实施1∶10万地形图的测绘工作。每年投入2000余名官兵和藏族民工、翻译，分别于1971、1973和1974年先后完成了对当曲、楚玛尔河和沱沱河流域的实地测

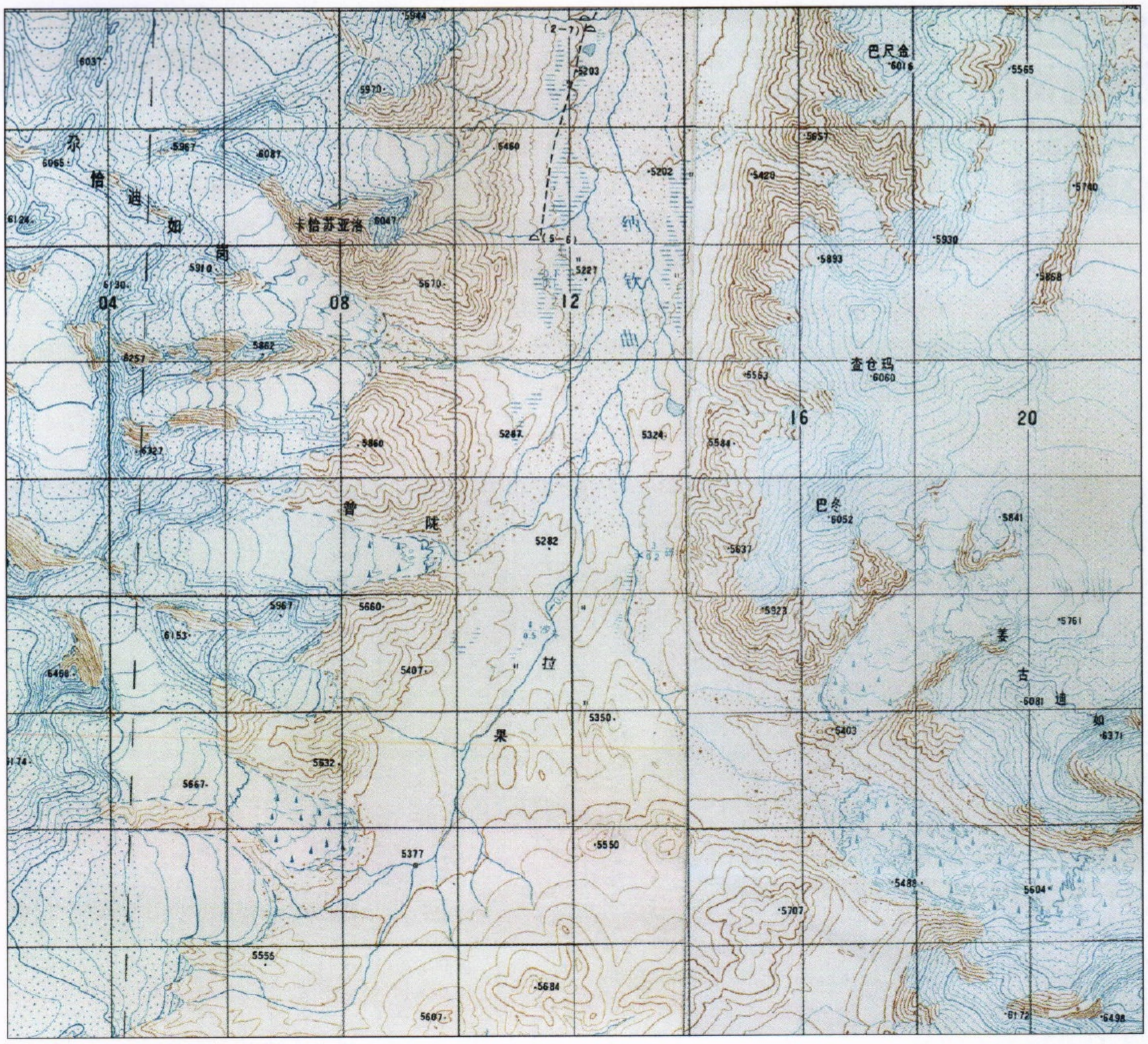
如何在大比例尺地图上量河长？“透明纸切线法”可以轻松搞定

作为上世纪兰州军区测绘大队的总工程师，李志良测绘过长江源区诸多河流。在大比例尺地图上，他采用一种十分有效准确的方法测量河长——即“透明纸切线法”，具体做法是这样的：先准备一张透明纸条，再在透明纸条上绘制一条线段，将线段起点与河流源头重合，并用两脚规扎住，而后旋转透明纸条，使其上的直线与图上河流邻近起点的河段重合，然后用两脚规扎住重合段的端点；再以此点为中心旋转透明纸条，使其上的直线接续与下一段河流重合，再用两脚规扎住第二个重合端点；再以它为旋转中心……如此继续下去，直至量至河流终点。这样就把弯曲的河流长度，转变为透明纸上的直线长度。最后用直尺量取透明纸条上直线的长度并乘以地图比例尺分母，即得河流的长度。在李志良老师家中，他翻出尘封已久的地图，拿出两脚规和透明纸，为我们演示如何在图上量取河长。摄影 / 延婧



绘任务，在测绘沱沱河流域的过程中，发现祖尔肯乌拉山脉并非为一完整的山体，而分为东、西两大部分。其间为一宽阔的南北向谷地，沱沱河之水自南向北流来……”文中这段很重要。其实这是一个重大的地理发现。因为祖尔肯乌拉山在地学界或者外界一直被认为是一条完整的东西向展开的山脉，因此过去一直认为沱沱河发源于这座山的北麓。这样沱沱河与长江源区的其他河流，如楚玛尔河、尕日曲、布曲、当曲等比起来就短多了，因此不可能是长江的源头。但通过李志良所在的测绘部队的测绘，发现这条山脉中间被沱沱河“拦腰”切开了，沱沱河不是发源于这座山，而是更远的地方。沱沱河的长度一下子增加了100多公里，这样它就进入了竞争长江源头候选河流的队列。而沱沱河的源头指向了一片被称为尕恰迪如岗和姜古迪如的雪峰群，这里是更大的一片雪山——各拉丹冬雪山的西南角。

“穿过祖尔肯乌拉山脉，与自西向东而来的波陇曲汇合后折向东流。为便于描述，笔者当时于实地将邻近一面积约40平方公里的湖泊，依形命名为‘葫芦湖’。实地测绘发现，沱沱河的源流是纳



1：10 万纳钦曲源头地形图

1：10万大比例尺地形图的绘制，为江源的认定奠定了坚实的基础

1974年，兰州军区测绘大队完成对沱沱河源区的航测调绘，将沱沱河源区的山脉、水系特征准确地呈现了出来。从这幅地形图上，可以清楚地看出沱沱河源头纳钦曲东、西两条源流的分布状况。西边的雪山群即尕恰迪如岗，向东伸展着大小11条冰川，其中，东南端两条冰川的融水汇流形成纳钦曲的最初水流。东面的雪山群，名为姜古迪如，向西伸展着两条呈钳形分布的较大冰川，冰舌末端的融水，流经10公里后与西支（拉果）汇合形成纳钦曲，继续向北流，与波陇曲汇合后，始称沱沱河。地图来源 / 原中国人民解放军兰州军区测绘大队

钦曲。发源于尕恰迪如岗和姜古迪如两个雪山群，河水由冰川冰舌末端潺潺流出，它远在尕日曲以西，按‘河源唯远’的原则，当时认定应取代尕日曲成为长江正源。”李志良这样写，一是表明测绘部队早就知道了纳钦曲比尕日曲长，应当是长江正源。二是认识长江源头有个过程，这个时候，即使是测绘部队也不知当曲比沱沱河还长，所以李志良主张当曲是长江源头，是接下来的事。这时发生了一件重大的事情，就是“长办”的一个团队来到长江源区。

王兴才的故事让我想起了斯文·赫定和奥尔德克

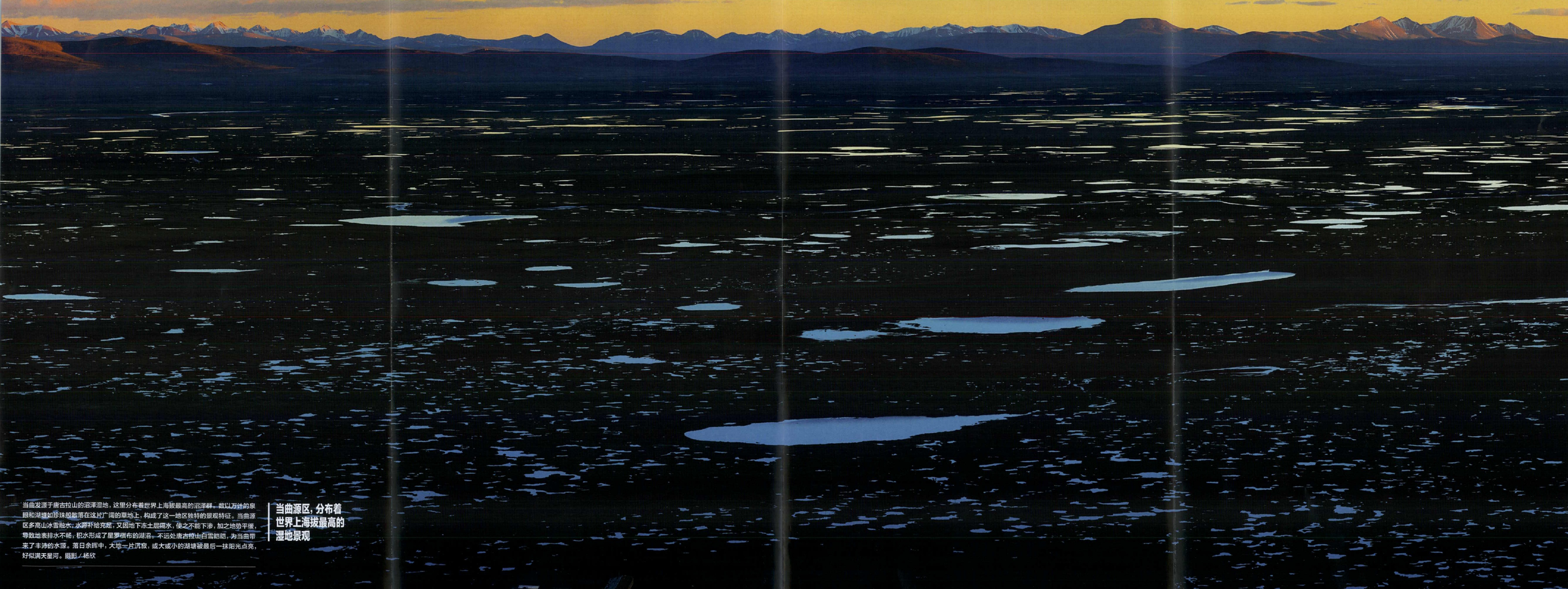
李志良写道：“1976年国家为宣传报导长江，由长江流域规划办公室牵头，会同中央新闻纪录电影制片厂、《人民画报》社、《人民中国》杂志社、葛洲坝工程局、《青海日报》社、青海省水利局等单位，组成‘江源拍摄调查组’履行此项任务。全部成员中，除一名普通水文干部外，其他为摄影、文创人员与记者。‘长办’派出三人：宣传科长成





姜古迪如南、北两支冰川，呈马蹄状环绕在雪峰周围

姜古迪如冰川位于各拉丹冬雪山的西南侧，分为南北两支，呈马蹄状紧紧环绕在雪峰周围。从远处俯瞰，两条半弧形大冰川如白色巨龙从雪山上直冲而下，冰舌末端的冰雪融水汇成汩汩溪流延伸至远方。冰舌上一条条黑白相间的纹路清晰可见，如树木年轮一般，记录着气候的变化和岁月的更迭。夏季冰舌表层消融，冰雪上夹带的泥沙和碎屑物沉积下来，冬季覆盖上新雪，再到夏季，表层融化沉积……如此年复一年，便层层交叠。然而，随着全球气候变暖，汇源地区大面积的冰川逐年退缩。数百年以前，姜古迪如南北两支冰川末端还连接在一起，如今早已分离。绿色江河组织通过长期的观测和研究表明，近40年来，姜古迪如冰川的最大退缩距离超过1200米。摄影／杨欣



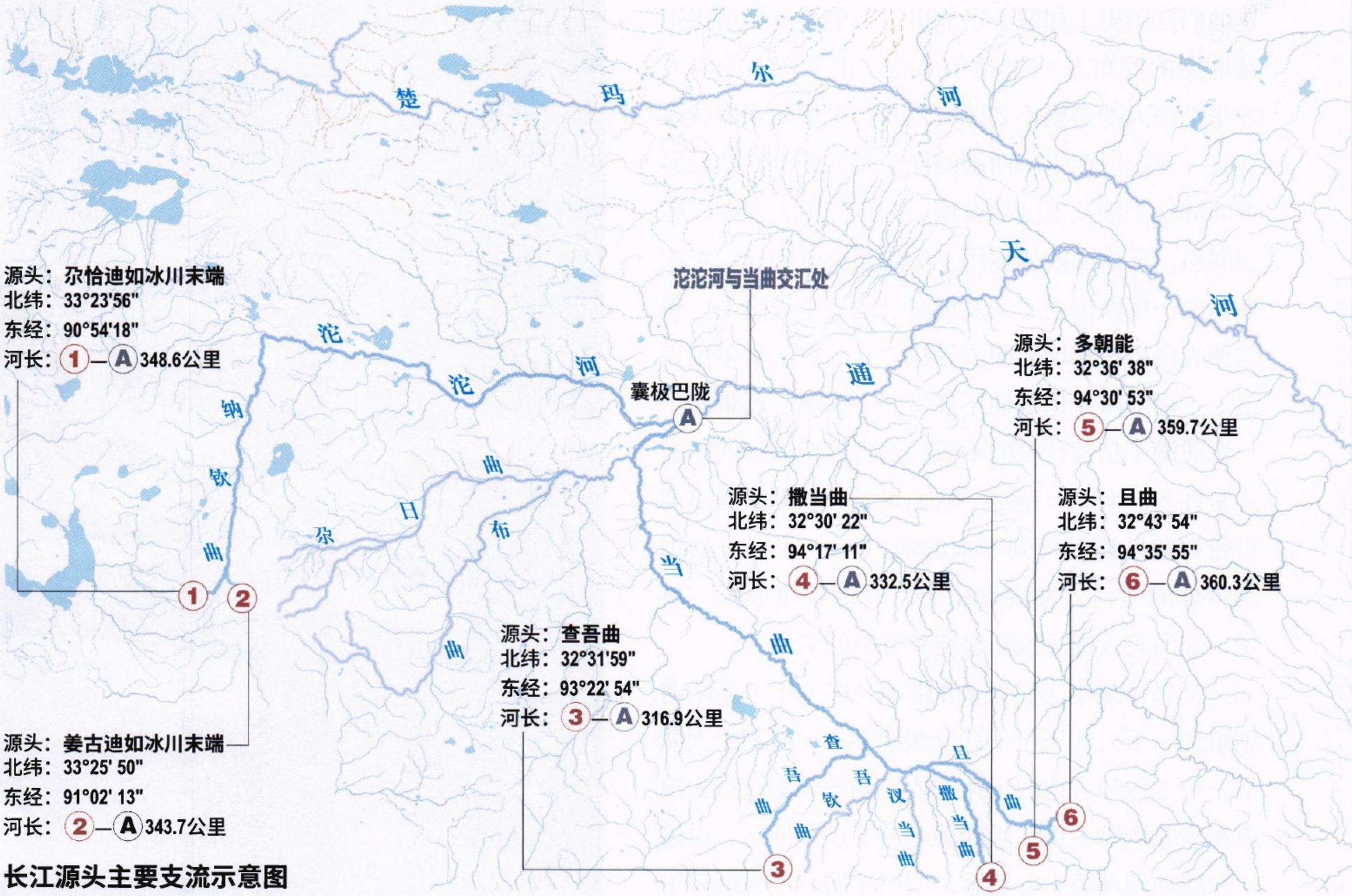
当曲源区，分布着世界上海拔最高的湿地景观

当曲发源于唐古拉山的沼泽湿地，这里分布着世界上海拔最高的沼泽群。数以万计的泉眼和湖塘如珍珠般散落在这片广阔的草地上，构成了这一地区独特的景观特征。当曲源区多高山冰雪融水，水源补给充足，又因地下冻土层阻水，使之不能下渗，加之地势平缓，导致地表排水不畅，积水形成了星罗棋布的湖沼。不远处唐古拉山白雪皑皑，为当曲带来了丰沛的水源。落日余晖中，大地一片沉寂，或大或小的湖塘被最后一抹阳光点亮，好似满天星河。摄影／杨欣



通天河，各种色彩在这里融汇成一幅自然天成的绚丽油画

9月是通天河最美的时节。正值夏末秋初，此时的通天河谷呈现出色彩斑斓的惊人之美。河谷中的草地已经变成金黄，如一张巨大的地毯铺满整条山谷，为这片高寒之地增添了些许暖意。在楚玛尔河与通天河交汇处下游的曲麻莱县叶格乡附近，通天河河床变宽，水流变缓，河水分散成众多汊流，如姑娘的发辫般时分时合。时聚时散，红色砂岩的碎屑被河水从上游带到这里后逐渐沉积下来，形成一座座大大小小的沙洲，展露出明媚耀眼的红色。汇入通天河的溪流，由于发源自两岸雪山冰川，而呈现出醉人的蓝色。此外，河岸低洼处的一簇新绿，河水的土黄，还有未出现在画面中的雪山的清白……各种颜色交织融合在一起，仿佛自然天成的一幅绚丽油画。摄影／王宁



长江源头主要支流示意图

长江正源的认定经历了一个漫长的过程。古时由于江源地区环境恶劣，曾是大片的“无人区”，同时受道路、交通所限，人们未能对江源有一个正确的认识。上世纪70年代，兰州军区测绘大队对长江干流金沙江至长江江源地区实施1：10万大比例尺地形图的绘制，将江源地区的地形、水系等特征清晰地呈现了出来，逐渐拨开了江源的迷雾。2008年，青海三江源头科学考察队利用遥感等技术手段，重新测量了长江源地区当曲和沱沱河不同支流的长度、水量等数据，进一步证实了当曲才是长江的真正源头。根据长江源头主要支流示意图可以看出，当曲与沱沱河从源头至囊极巴陇交汇处，长度分别为360.3公里和348.6公里，当曲比沱沱河长出近12公里。此外，当曲水量是沱沱河的4倍，流域面积是沱沱河的近2倍。按照“河源唯远”的原则，同时兼顾流量、流域面积、历史与习惯等，当曲理应成为长江正源。数据来源 / 青海省人民政府三江源头科学考察队

随着测绘、遥感技术的发展，人们对江源的认识也在不断更新

绥台、宣传干事原更生、水文干部石铭鼎。成绥台任组长，后来加入的兰州军区测绘大队参谋王兴才任副组长。”这段文字蕴含着很多信息。“江源拍摄调查组”这个名称是李志良给他们起的。李志良认为1976年“长办”组织的这支队伍主要目标不是去考察长江源，而是去拍摄纪录片和照片，因为带队的队长是宣传科长，而且其中的主要成员也都来自新闻和媒体行业。在其他人的回忆中也提到最初的目的主要是为了编辑一本长江的画册，给建国30周年献礼。有一次，参与当年这次活动的《人民画报》社的摄影师茹遂初先生和我说，编辑这样一本画册的动机最早是由他提出来的，然后由宣传部门出面找到“长办”商量完成此事。这些我们先不予评论。

我只想说说副组长王兴才这个人。在说这个人之前，我先说一下人类探险史上的几个小人物，但

是他们在历史上却留下了故事。一个是新疆塔里木盆地里的罗布人——奥尔德克，这个猎人的惊人才华是在大沙漠里不会迷失方向。大探险家瑞典人斯文·赫定以在中国西部的探险闻名于世，他最显著的成就是楼兰王国的发现。但这一重大发现，纯属偶然。那次探险他雇用了奥尔德克做向导。一次他们的一把铁锹丢了，发现时已经是当天晚上，奥尔德克自告奋勇地要回去寻找。几天以后奥尔德克追上了探险队，但是他不仅带回了铁锹，还带回了一块雕满了精美花纹的木板，而且他说这样的木板还有许多。斯文·赫定一看惊呆了，立刻让奥尔德克带探险队到他捡到木板的地方……于是一项惊动世界的考古大发现诞生了。发现者是斯文·赫定，却没有人提及或知道奥尔德克的名字。

王兴才是李志良派去的担任1976年考察队的副组长。王兴才毕业于武汉测绘学院，是测绘大队的一位工程师，他的工作主要是到各个测绘点去检查和验收测绘工作。因此他跑遍了江源地区，对这一带的地理环境十分熟悉，所以作为测绘大队总工程师和副大队长的李志良派他带队去长江源。王兴才和我说：队伍出发不久，还未离开公路，成绶台组长高山反应强烈，胃出血，当时队伍开会讨论怎么办？大家都不发言不做决策，这一点我有所了解。因为去那样的地方，人员装备都是经过严格计算配置的，如果有人生病，要送回的话，就要有车辆返回，还要有人陪伴，这样人和车都不能继续参加考察。这会严重影响考察的进行，甚至考察就此中断。况且高山反应是有一个适应期，大部分人开始反应强烈，过几天就好了。所以大家不愿做出送人返回的决定。但是王兴才却做出了派两人护送成绶台去低海拔的格尔木的决定。事实证明王兴才的决定是十分正确的。因为他就经历过测绘的战友高山反应强烈，没有送回，最后死去的事情。

成绶台因高山反应严重被送回后，“测绘大队参谋王兴才挑起大任，带领他们直奔姜古迪如雪山群北侧预选驻地，随后转骑按时赶到的马匹，前往纳钦曲东支源流头的姜古迪如南侧冰川，观察了地



形并拍摄了电影和照片。由于他们的任务是为宣传报导长江而非长江正源考察，又鉴于此处已可一览沱沱河源流地区两大雪山群的全貌，故拍摄调查组再未到西支源头，也未到其他江源源头，即原路返回结束工作。”

送走成绶台后，这支队伍完全靠王兴才带领了。他把这支队伍一直带到了姜古迪如冰川下，出色地完成了任务。因此当1978年“长办”第二次



当曲，汇集千“湖”之水，从涓涓细流终成万里长河

与沱沱河等其他源头相比，当曲作为长江正源具有天然的优势。首先当曲长度最长、水量最大、流域面积最广；其次，纳入当曲的河流数量最多，且自尕日曲汇入处起的向下河段直奔通天河而去，上下河床衔接相对顺直协调，势如通天河向上的自然延伸；此外，它还纳入了历史上曾被认定为长江正源的尕日曲、布曲，体现了历史沿革。图中如丝带般蜿蜒流淌的小河即为当曲。与沱沱河发源于洁白晶莹的冰川不同，当曲发源于一片水草丰美的湿地。这里处于多年冻土区，每逢夏季，冻土表层融溶塌陷，一汪汪浅浅的湖塘冒了出来，水面平静且多呈圆形，仿佛一面面镜子倒映着天空中的蓝天白云。摄影 / 王宁



沱沱河一直被认为是长江正源，横跨沱沱河的大桥被称为“万里长江第一桥”

沱沱河，蒙古语意为“平静的河”，全长348.6公里，流域面积近1.7万平方公里。源头纳钦曲是由冰雪融水汇成的一股涓涓细流，水面宽3米，水深仅0.2米左右，由南向北在谷地中自由流淌。沱沱河出唐古拉山区后一路向北，切穿祖尔肯乌拉山低处的山岗，形成长数公里的峡谷，至葫芦湖以南继而向东。当流经青藏公路附近的唐古拉山镇时，它已成为宽20—60米，平均水深达3米的滔滔大河。夕阳下，被称为“万里长江第一桥”的沱沱河大桥飞架于宽阔的河滩上，一列火车从桥上疾驰而过，摄影师拍下了这一美妙的瞬间。摄影 / 杨欣

组织一支庞大的队伍去考察长江源时，非要王兴才参加不可，以至于误传他已经转业回到地方，部队首长竟下令24小时内无论他在哪儿都要找到，并送到兰州来。

“1976年之后，一些图片、文学作品见诸于画报、期刊。‘长办’则发表文章称：‘经我们考察认定沱沱河是长江正源’，‘这次考察是科学工作者首次到达各拉丹冬雪山群的姜古迪如南侧冰川’。”

我们可以想象当时的媒体一片报道的热浪，仿佛登上了今日微博的热搜。李志良这些测绘官兵在无人区里舍家撇业地干了6年，画出了这片土地的每一处溪流、山峰、草原、湿地、聚落……来了一些人，在李志良等人的无私帮助下，干出了“发现和确定了长江源”这样的大事。但是这些报道中很少提到李志良等人，只是说部队给予了支持。石铭鼎的第一本书、1990年第一版的《江源首次考察记》，正文中没有提到测绘总工程师李志良和副组长王兴才的名字。全书结束后，附录一张考察日程，还有一份考察人员名单。作为副组长（副领队）的王兴才的名字被列在最后一名，而且王兴才的名字被写成王新才。2010年此书改版，增加了第二次考察的人员名单和日程。王兴才的名字还是被列在这次考察人员名单的最后，名字还是错的王新才。不过这次在正文中出现了一次李志良的名字



和王新才的名字，作为测绘总工程师和兰州军区测绘大队副大队长的李志良被写成了：兰州军区第六测绘大队李志良股长。

让我们再回到斯文·赫定和奥尔德克的故事，这个故事跟长江源的发现和确定有一定可比性。相同之处是一个重大发现的归属或者荣誉怎样分配的问题。仅仅看石铭鼎的书，好像类似于斯文·赫定和奥尔德克的故事的重演。但问题是李志良是解放军测绘学院毕业，有过重大测绘成就的测绘总工程师，王兴才也是一个工程师，他们并不是原住民。

要结束这篇文章时，我给王兴才打了一个电话

事情仅仅如此可能也就算了。王兴才就不说了。因为王兴才说了，虽然他带领那个调查组去了长江源，但是那时他真没有想过探索长江源头的事，他要是有这样的想法的话，那长江源的发现和确定肯定是他了。

但是李志良先生不同，他对长江源头有着强烈的概念。他不仅知晓沱沱河的源头比原来的长江源头尕日曲长很多，而且他还登上航测飞机，把这一带的一条条航测线都仔细地飞了一遍。尤其是飞机飞越各拉丹冬雪山时，他在飞机上特意察看了沱沱河的源头——纳钦曲。他在书中描写了他在纳钦曲、各拉丹冬雪山上空飞翔时，姜古迪如雪峰和它脚下的冰川，还有西边的尕恰迪如岗雪峰和它下面的冰川，这一切都尽收眼底。他发现纳钦曲有两条源流，正是从这两处雪峰下的冰川末端流出的。它们分为东西两支，重要的是西边那条支流比东边这支明显长出很多。因此即使沱沱河纳钦曲是正源，也不应该是东支从姜古迪如冰川冰舌下流出的这条，而应该是西边这条从尕恰迪如岗流出的支流。

这一点我有亲身体验，我当年去了姜古迪如冰川，当我爬上姜古迪如冰川边上的高坡，向西边望去时，我发现那边有一条河显然比这边的长。

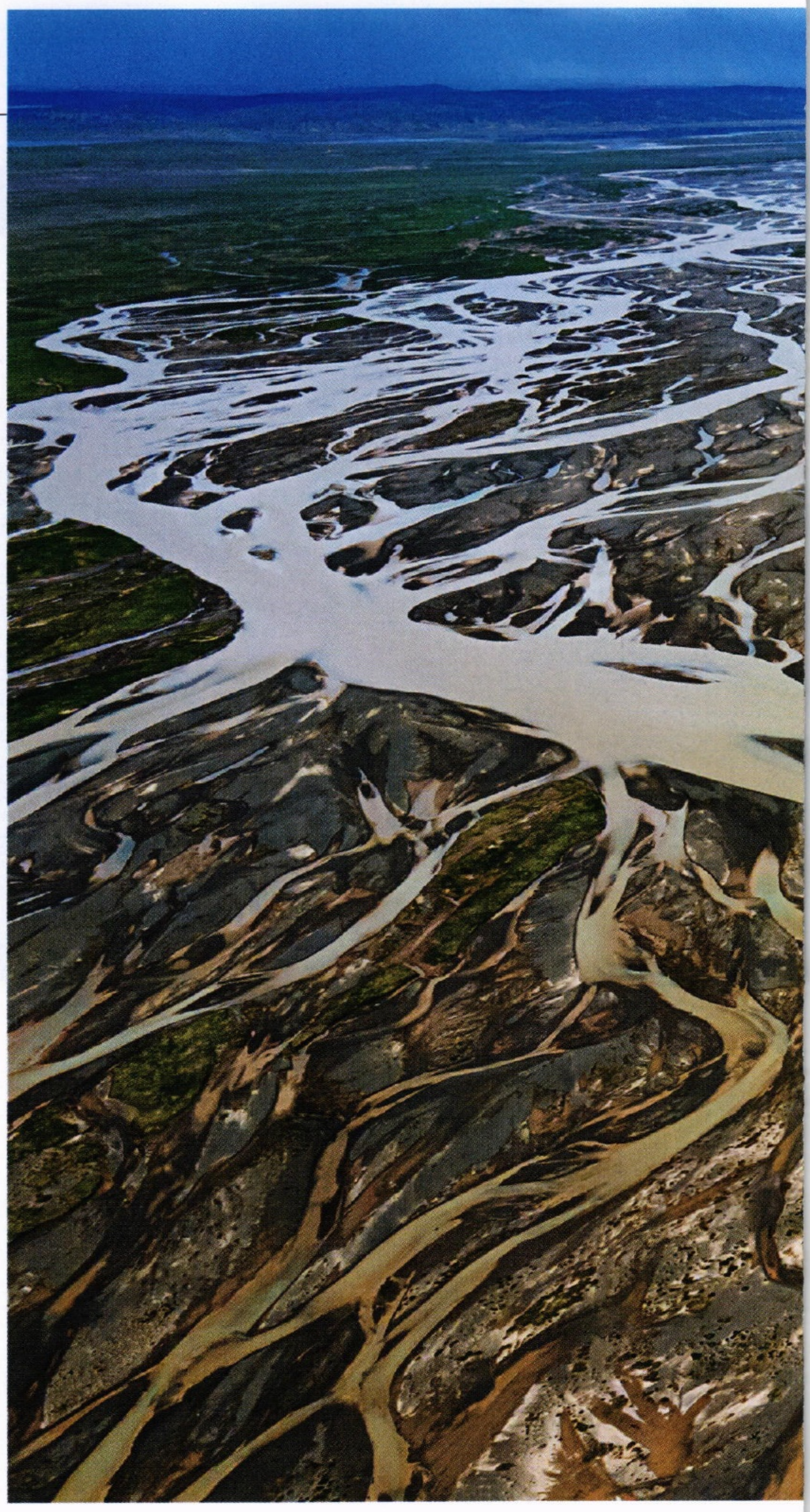
这些李志良还没来得及通知参与“长办”长江

源拍摄调查的这支队伍，他们就已经出发，回去后关于长江源头是姜古迪如冰川发源的那条小河的信息就宣布了。李志良虽然对长江源区的这些情况十分清楚，但他没有想到亲自去那里宣布这是长江的源头，他也没有去写和发表论文。他发表了一系列论文是后面的事了。当“长办”组织的这支队伍来到这里，他把他知道的通知了来者，并且给予他们全面有力的帮助。当这支队伍邀请他做总顾问，一起去实地考察长江源头时，他没有去，而是给他们派遣了一个最得力的助手前往。这让我想起发现太平洋的西班牙人——巴尔沃亚。当他带领67名欧洲士兵攀上巴拿马地峡的高山之巅，去发现太平洋，在即将登上顶峰时，他的做法是，命令所有士兵停止前进，他一个人向顶峰攀去，因为他知道，如果他和士兵同时登顶，那么是谁第一眼看见太平洋的必将会发生争执。李志良不是巴尔沃亚。因为部队不具有这种探险文化的背景，而强调的是保密和统一。这也是中国地理文化不够发达的一种表现，中国人历史强地理弱，对地理发现不敏感，对地理发现的社会效应和荣誉也不敏感。

但是1976年长江源被“长办”宣布是沱沱河这件事引起了李志良思想的转变，他开始关注长江源的问题。在江源地区1：10万地形图内业制图完成后，他开始在地图上度量长江源区每一条支流的长度。李志良度量河流长度的方法让我大开眼界，这种方法叫做“透明纸切线法”。经过这样一番测量，他发现当曲的长度最长，而且当曲的水量和流域面积也最大，从而对沱沱河是长江正源的说法提出质疑。他最大的愿望是把长江的源头更正。

后面发生的事情就很技术性了。无非就是比较源区各个支流的长度，到各个支流去实地考察。后来就出现了很多有关长江源头的新说法和观点，但这些新说法基本上都集中到了当曲的支流上。

当我要结束这篇文章时，我给在陕西汉中的王兴才打了一个电话，问他几个重要的信息。跟他对话后，我对王兴才有了敬意：他说他早就买了那本书《江源首次考察记》，但是我们聊了近3个小时，



他自始至终都没提起那本书把他名字写错和放在最后的事。他说他评职称时，去过两次武汉，找到那几位和他一起考察长江源的人，想让他们说服有关部门给他出个证明，证明他在长江源考察时做出重大贡献，但是未能如愿。转业时想去武汉，去找人帮忙，也未能如愿。最后回到汉中，那时汉中只是一个县，他去了唯一能用上他的测量技术的县公路站。最后我要和他加微信，他说他现在一个人，从来不用微信，给我打电话吧……



囊极巴陇，当曲与沱沱河在此交汇

沱沱河与当曲各自从源头流出后，一路汇聚了大大小小的支流，水量不断加大，在囊极巴陇汇合后，始称通天河。作为长江最初的干流河段，通天河全程都流淌在平均海拔4000多米的高原上。两岸雪山冰川的融水源源不断地为通天河提供水源，同时也为万里长江奔流入海积蓄着最原始的力量。画面中左侧的河流为当曲，右侧的河流为沱沱河。两条河流在形态和水色上呈现出了显著的差别。当曲河床更加宽阔，水流恣意洒脱，多散流、漫流、汊流，河心滩广布，呈现出明显的辫状河形态；而沱沱河的水流似乎受到约束，河道顺直，河床相对狭窄。在水色上，当曲因水中含有大量泥沙，水色浑黄；而沱沱河因流经红色砂岩区，而呈现出明显的红色。两河在此交汇，泾渭分明。摄影 / 铁丐

责任编辑 / 雷东军 张琪　图片编辑 / 蔡东兴
版式设计 / 介彬　地图编辑 / 王岩

守望彗星

神秘天象成为摄影新宠

撰文　张超　　摄影　张超 等

近几年出现的新智彗星和伦纳德彗星，成为众多摄影师守望和拍摄的新题材。关于彗星自古有很多传说。随着天文观测以及摄影技术的发展，这类特殊天体的神秘面纱逐渐褪去。如今关注彗星的人已然不局限于天文爱好者，彗星俨然已有“出圈”的趋势，它正在被越来越多的人了解和喜爱。



2020年7月，新智彗星的出现，给了天文爱好者大大的惊喜。这颗彗星出乎预期的大而明亮，在1997年海尔—波普彗星之后，它成为在北半球肉眼可见最亮的彗星。为了更清晰地拍摄新智彗星，星空摄影师吴忠和妻子从成都出发，驱车2000公里来到甘肃敦煌附近的茫茫戈壁。夫妻二人和彗星拍下合影，照片中新智彗星的离子尾和尘埃尾等结构清晰可辨。40年后，他们期盼能够携手一起看哈雷彗星。摄影 / 吴忠

英国伦敦的波特贝罗路跳蚤市场，曾是电影《诺丁山》的取景地。这里比北京潘家园市场捡漏机会要多，走在不同摊位间，我多次见到有价格昂贵的中国银币或者稀有年份、版本的银币被当作普通货币制成了镶嵌首饰。至于珠宝类的旧首饰，那就更是鱼龙混杂了，在有些摊位上，各大洲不同时代、不同档次的珠宝被混在一起出售，保不齐会淘到什么惊喜。

我曾发现一个19世纪英国制作的花形纯银胸针，它躺在一堆廉价的镀银珠宝之中。粗一看，这花形胸针造型非常奇葩：一头大，一头小，大的一端由许多放射状的纤细银丝构成，乍一看像个在空中自由飞翔的墩布。如此稀奇古怪的设计，谁会把它当成宝贝呢？

这枚胸针被我用几英镑买回。它并不是个简单粗劣的银胸花，设计图案所呈现的，是著名的哈雷彗星。

哈雷彗星胸针和西汉《天文气象杂占》

不是我眼力多好，这件收获得益于一份和天象相关的首饰资料。那份资料由国外彗星爱好者整理而成，里面收录了几十种根据彗星形态制作的胸针，我恰巧读过。如若单独看这些首饰，很难能看出它们和彗星有什么联系，造型已抽象成几个线条，或者又重新具象成花、水滴等造型。



彗星结构示意图

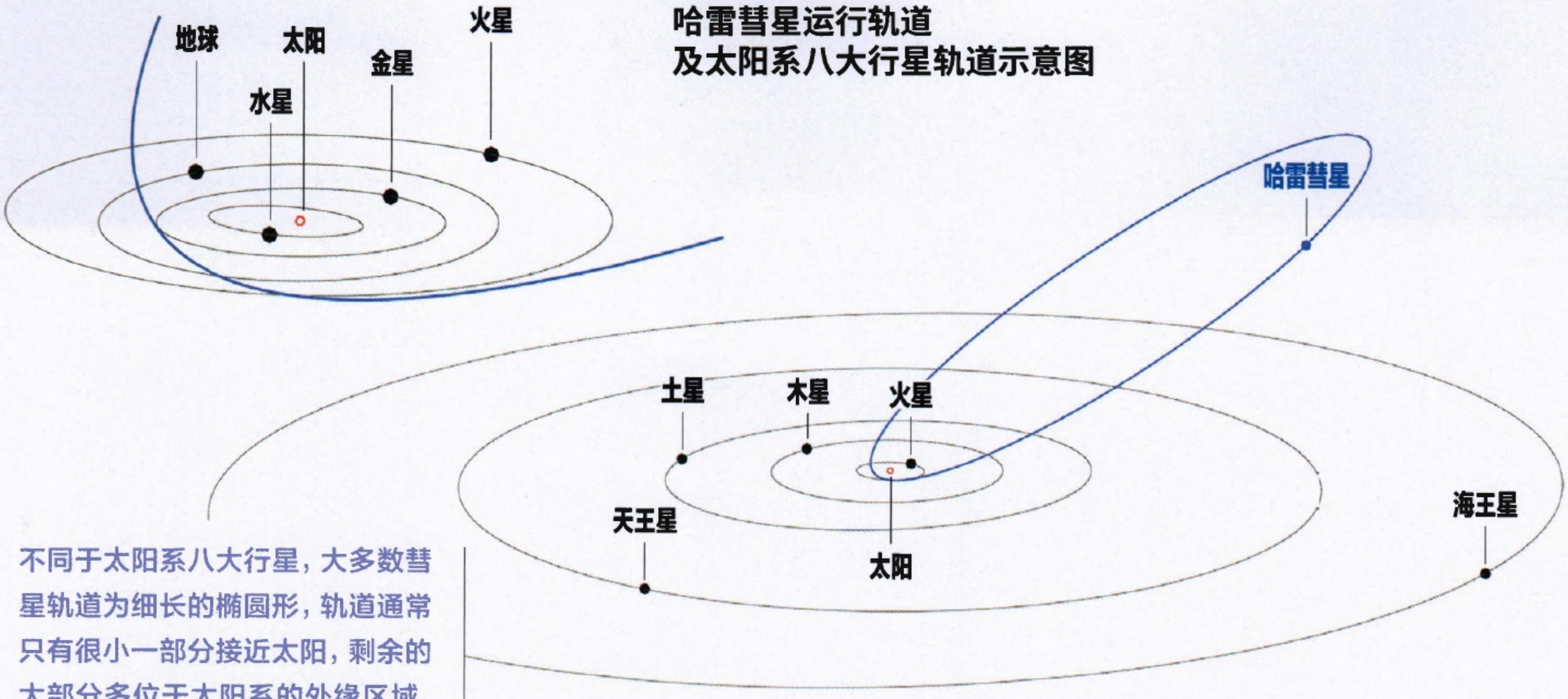
彗星由彗核、彗发、离子尾和尘埃尾等主要结构组成。彗核的主要成分通常是由冰、冻结的气体（如二氧化碳、甲烷等）以及尘埃、小石块等物质融合在一起组成的，当其接近太阳时，彗星上的一些物质也会变为气态。气体以及尘埃相当于包裹彗核的大气层，这层结构就是彗发。受到太阳风和太阳辐射压的影响，彗发会在背向太阳方向甩出巨大的尾巴，也就是彗尾。彗尾中的电离气体和尘埃流会形成指向不同方向的尾巴，电离气体形成的尾巴叫做离子尾；尘埃流和另一些气体形成的彗尾则被称作尘埃尾。制图 / 章佳杰

在中国古代也是如此。古人对彗星的描述非常抽象，和我们如今认知的彗星截然不同。1973年，在长沙马王堆的汉代墓葬中出土了一批帛书，这批帛书记录着珍贵的信息，经考古工作者拼接整理，其中有几十片碎片被还原成长1.5米、宽0.5米的天文星占著作，这部著作后被定名为《天文气象杂占》。在此图中，古代人多用动植物的形态来描述彗星：比如有团团簇簇形如蒲棒的“蒲彗”、有分枝繁多形如竹林的“竹彗”，还有俊洒飘逸形如雉鸡尾羽的“翟星”……洋洋洒洒约近三十种。

倒不是古人脑洞大开，彗星可以说是千姿百态，再加之本身亮度较低，肉眼观看通常模糊不清，这就给人留下了丰富的想象空间。直到19世纪后期，从事天文记录的人大多还是依靠肉眼观察，然后将彗星形态描绘出来。之前提到的胸针首饰，就是

彗星在夜晚的长城上空熠熠生辉

2014年初，一颗名为洛夫乔伊（Lovejoy）的彗星横空出现，它吸引了几乎全世界天文爱好者关注的目光。天文摄影师章佳杰希望拍摄下彗星和长城的合影，但这并不容易。他在地图软件中查看长城走向，同时用天文软件计算彗星轨道，然后用不同时间段彗星的方位结合地形反复推敲，缜密计算可能存在的画面构图。最后确定的拍摄时机出现在某日凌晨的20至30分钟内，章佳杰拍到的画面和预期完全一致，呈现的效果甚至比预期还要好。长城和彗星的经典同框瞬间，就这样完美地呈现出来。摄影 / 章佳杰



不同于太阳系八大行星，大多数彗星轨道为细长的椭圆形，轨道通常只有很小一部分接近太阳，剩余的大部分多位于太阳系的外缘区域。彗星围绕太阳运动的周期差异很大，一般运转周期短于200年的被称作短周期彗星；周期从200年至数千年乃至数百万年的彗星被称作长周期彗星。除此之外，还有一些彗星不具备周期性。哈雷彗星是最为著名的短周期彗星，示意图中，太阳系各行星的运行轨道是按照真实比例绘制的。从中我们可以看出，和大多数彗星相仿，哈雷彗星的运转轨道同样是狭长的斜椭圆形，与行星公转轨道差异巨大。

制图 / 章佳杰

近 40 年间出现的主要彗星及与彗星相关的天文事件

- **1985年—1986年** **哈雷彗星回归** 彗星编号：1P
- **1994年** **苏梅克—列维 9 号彗星撞击木星** 彗星编号：D/1993 F2（临时编号）
- **1996年** **百武彗星** 彗星编号：C/1996 B2
- **1997年** **海尔—波普彗星** 彗星编号：C/1995 O1
- **2001年** **尼特彗星** 彗星编号：C/2001 Q4
- **2004年** **布拉德菲尔德彗星** 彗星编号：C/2004 F4
- **2004年** **麦克霍尔兹彗星** 彗星编号：C/2004 Q2
- **2006年** **麦克诺特彗星** 彗星编号：C/2006 P1
  南半球可见大彗星，北半球难以见到
- **2007年** **霍尔姆斯彗星回归** 彗星编号：17P
- **2011年** **洛夫乔伊彗星** 彗星编号：C/2011 W3
  南半球可见大彗星，北半球难以见到
- **2013年** **泛星彗星** 彗星编号：C/2011 L4
- **2014年** **洛夫乔伊彗星** 彗星编号：C/2014 Q2
- **2014年** **人造探测器在丘留莫夫—格拉西缅科彗星的彗核表面着陆成功** 彗星编号：67P
- **2019年** **鲍里索夫彗星** 彗星编号：2I/Borisov
  起初被称作C/2019 Q4，后证实为闯入太阳系的星际天体，命名为2I/Borisov
- **2020年** **新智彗星** 彗星编号：C/2020 F3
- **2021年** **伦纳德彗星** 彗星编号：C/2021 A1

根据1835年哈雷彗星形态演绎出来的产品。19世纪中后期至20世纪初，各种彗星题材的饰品进入市场，成为人们争相购买的宝贝。

刘秀、凯撒大帝、拿破仑，他们都曾与彗星同框

纵观各国，历史上用神奇天象来问判吉凶的事件举不胜举。

唐代大诗人李白曾用诗讲述了一个典故：“身将客星隐，心与浮云闲。长揖万乘君，还归富春山。”诗中所述人物是隐士严子陵，而诗中提到的万乘君指的是东汉开国皇帝刘秀。

严子陵在刘秀青年时便和他加了好友，二人相互欣赏。刘秀事成之后想请严子陵出山，但严子陵颇为孤傲，他到了皇宫，但称只是探访故友，并不想做官。刘秀为表诚意，请严子陵夜晚共眠，严子陵也不拒绝，还把大腿伸到刘秀身上。结果第二天太史官员就上奏：昨夜客星进入紫微垣的帝座星，怕是有人要刺王杀

彗星造型一度成为珠宝首饰的热门款式

从19世纪至20世纪初，英国、法国、意大利、美国等国家根据不同彗星的不同形态，设计制作了各式各样的珠宝首饰。部分首饰的造型看似抽象，实际展现着彗星不同的彗发和彗尾形态。在中国古代，除了被比作扫帚，彗星也因为彗尾多样的形态而被比作香蒲、竹子、蒿草、禾苗、蒲公英、桑葚甚至环颈雉等动植物。制图 / 张睿



彗尾大而分散，
有些像挂在房檐下的晴
天娃娃



尘埃尾分成两股
分别位于彗核两侧，
如小姑娘的两条辫子







像是环颈雉的尾羽





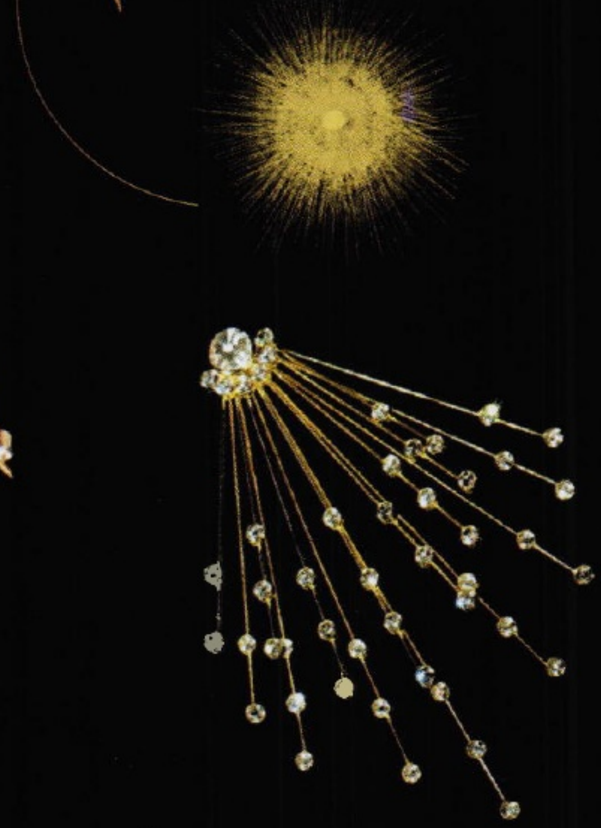




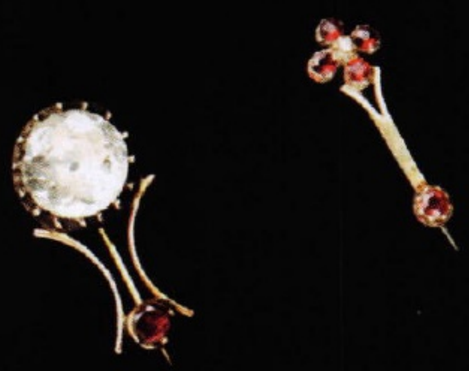


彗星的彗发明显而清
晰。当年有人觉得说这
款像是蒲公英或向日葵





和竖直向上生长的
蒜苗有些相似











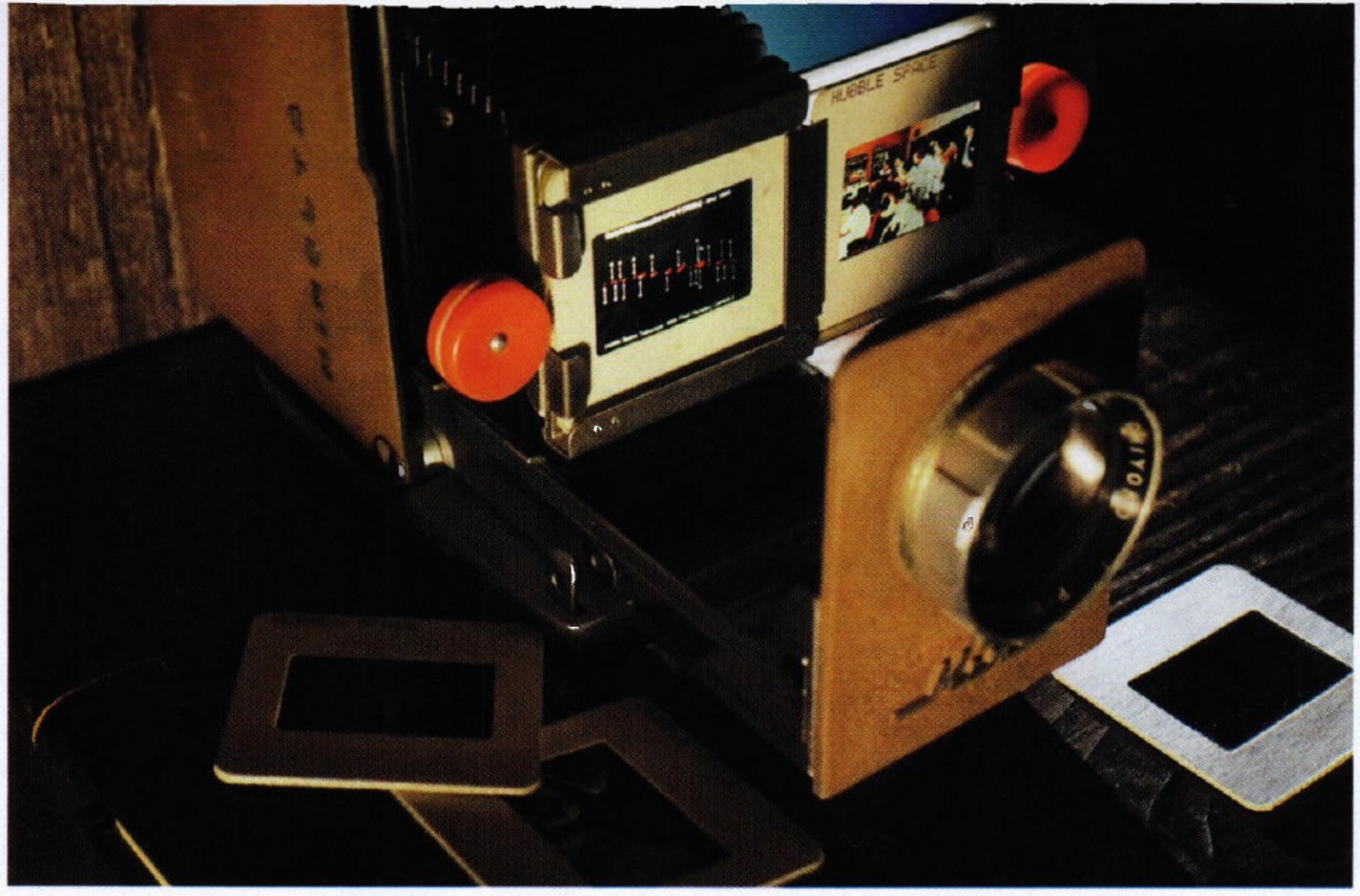


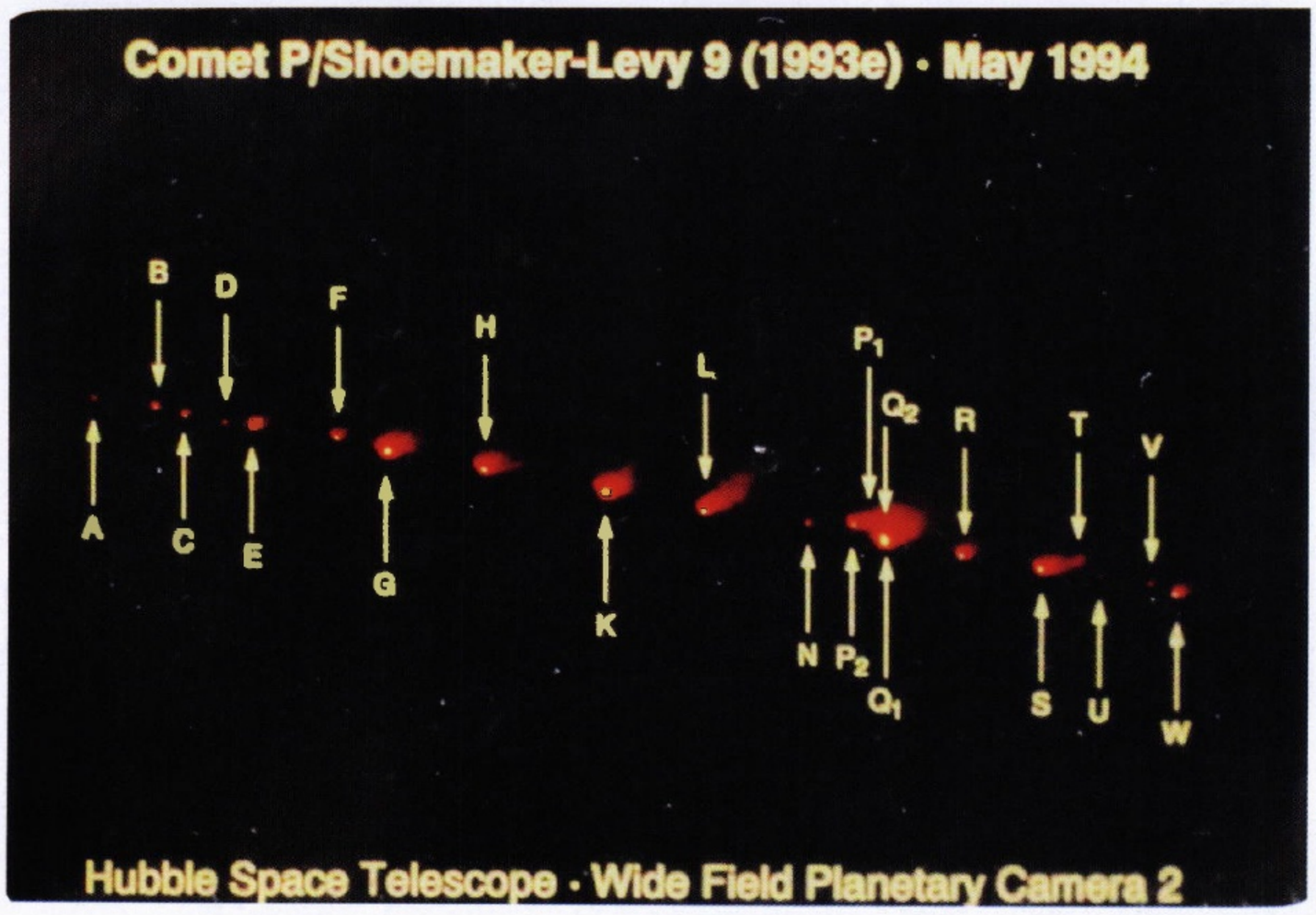
驾。这里的客星指的便是彗星。刘秀说，客星出现是因为好友严子陵来访，不必惊慌。后来宋代诗人于石在诗中议论此事：“先生无处可伸足，太史何烦奏客星？”意思是说，彗星不过一个稀有天象，你何必大惊小怪。

古往今来，喜欢将天象与世间之事关联在一起的，不仅仅是中国古人。剧作家莎士比亚的《凯撒大帝》中也讲了这样一个梗：妻子曾对凯撒说，穷人死后不会出现彗星，而君王离世，彗星会照亮天空。不料妻子的话一语成谶，凯撒大帝不幸遇刺身亡，夜空中则出现一颗明亮的彗星。这颗公元前44年出现的大彗星后来被编号为C/-43 K1，不过人

们更喜欢叫它“凯撒彗星”。

类似的一个故事则落在拿破仑身上。1812 年，拿破仑发动对俄国的战争，一颗大彗星恰好出现在夜空中。拿破仑见此天象大喜，认为天助我也，但最终他并没有占到什么便宜，不久后兵败如山倒。这颗彗星被冠以“拿破仑彗星”的名号，当然也有人提出过不同意见，将其称作“沙皇彗星”。对于当时的俄国沙皇亚历山大一世而言，这颗星确实是吉祥之兆。





哈雷彗星有毒?

“哈雷彗星”的发现，让彗星逐渐摘去了巫魅的面纱。这颗彗星之所以用“哈雷”命名，不是因为哈雷发现了它，而是英国一位名为爱德蒙·哈雷的物理学家在牛顿的协助下，确认了这颗彗星的周期运行规律。1705 年，哈雷发表《彗星天文学论说》，预测哈雷彗星每 76 年光临一次地球。人们上次记录到哈雷彗星是在 1682 年，那么下次见到它的时间将会是 1758 年。

1758 年，哈雷彗星如期而至。搞明白这个规律，彗星便不再变得恐怖，相当一部分人将哈雷彗星回归当作节日，争睹其风采。

时间来到 1910 年，哈雷彗星又回归了，然而此次回归有所不同，因为根据计算，这次彗星的彗尾会扫过地球。历经科学的发展，天体拍摄技术已然有了大幅度的提高，天文学家不仅能拍摄出天体较为精细的画面，还可以用分光设备来拍摄天体光谱，从而推测其化学组成。彗星尾巴里有什么？光谱分析给出答案：绿色和蓝色来自于双原子碳；黄色来自于钠元素；而蓝紫色光谱的部分特征显示，它们可能来自于含有剧毒的氰化物。

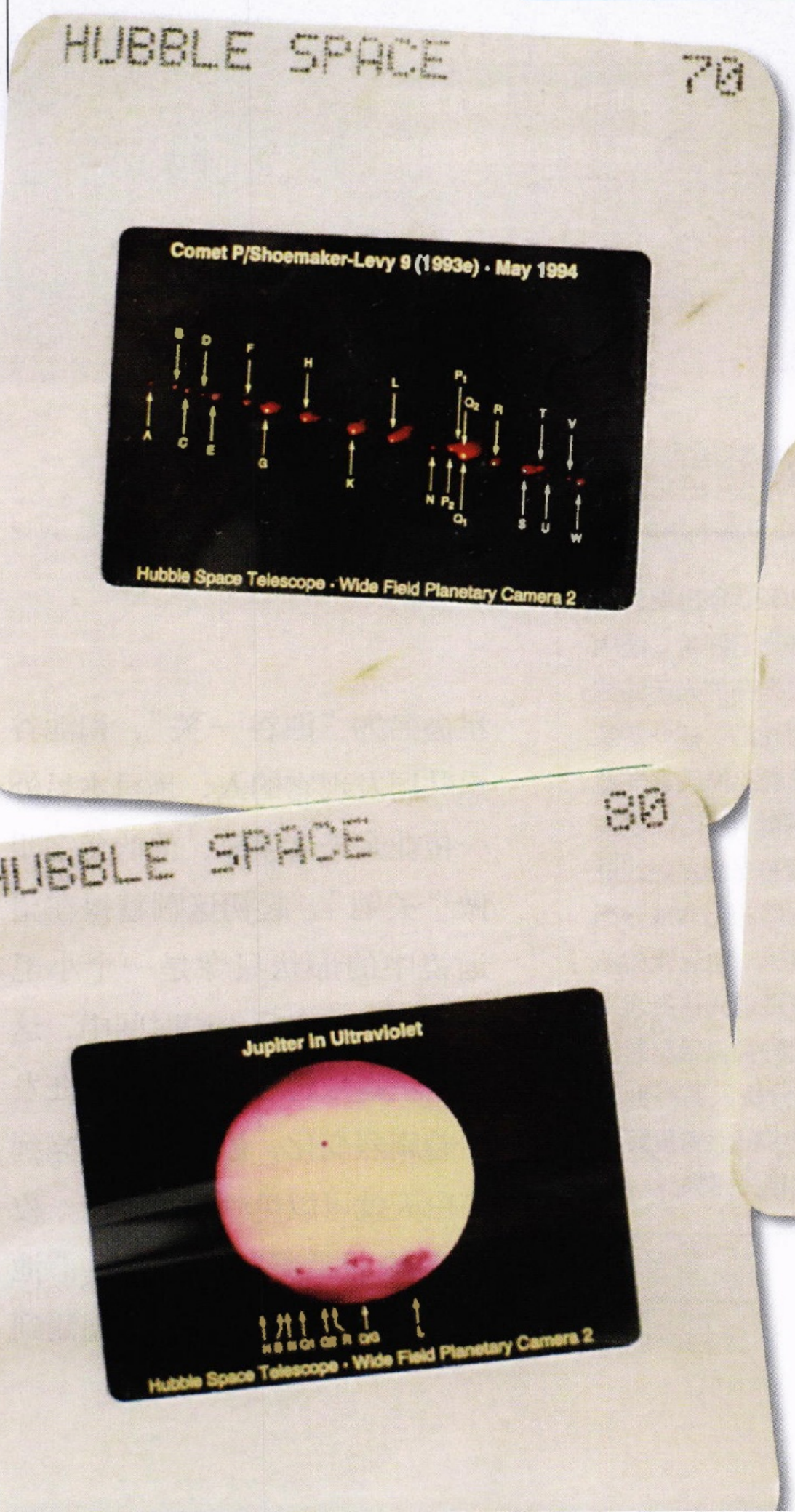
人们慌了。一时间各种流言四起，其中之一就是哈雷彗星尾巴扫过地球，里面的氰化物会杀死地球上所有的生物。1910 年成了历史上最混乱的一次哈雷彗星回归，天文爱好者纷纷购买天文望远镜，试图一睹彗星芳容，望远镜制造商也因此赚得盆满钵满；情侣开启了狗粮模式，纷纷想办法让摄影师拍摄人物与彗星的合影，这在当时并不好实现，实在拍不出来那就画出来；悲观者紧闭门窗，他们囤满了粮食、水还有啤酒和烈性酒，甚至穿上防护服躲进地下室；投机者开始展示营销头脑，他们推出了彗星解毒片、彗星口罩、彗星肥皂，甚至还有彗星威士忌……最后的结局是：哈雷彗星彗尾确实扫过了地球，然而地球啥事没有。

1985—1986 年哈雷彗星再度归回，各国展开空前的观测热潮。很遗憾，当时民用摄影器材远不如今天发达，爱好者很难拍摄下哈雷彗星的高清照片。

我认识的一位姓何的先生，

1994年人类首次记录到彗星撞击行星

1993年3月，彗星猎手苏梅克夫妇及列维共同发现了一颗彗星。当月月底，美国夏威夷莫纳克亚天文台拍到这颗彗星的彗核碎裂成至少21块。据天文学家估计，原先彗核的直径可能在2到10公里之间，最大的碎块直径则为1到3公里。令人难以置信的是，经过计算，这些碎块将于1994年7月陆续撞击木星。撞击位点大约位于木星背着地球一面的南纬44度。7月17日至7月22日，撞击如期而至。1990年发射升空的哈勃空间望远镜在1993年完成了维修，那几天它状态良好，清楚地拍摄下彗星撞击木星的过程。当时用哈勃空间望远镜拍摄回的照片曾被制作成一系列彩色反转片，本文作者张超关注并收集到其中一些珍贵的底片。通过幻灯投影，我们可以清楚地看到彗核碎块在撞击木星之前曾排成整齐的一列，甚至每个碎块还带有单独的彗尾。这是人类第一次观测到彗星撞击行星。撞击造成的伤痕在木星上连续几个月都可以清晰看到，木星内部的气体及其他物质在撞击中被释放出来，这为天文学家研究和观测木星提供了千载难逢的机会。通过这次事件，各国的天文研究机构也更加关注彗星等小天体的观测，与此同时，业余天文爱好者想率先发现新彗星的难度也就更大了。



在1986年他和妻子结婚，他们曾许下承诺，期盼在有生之年，能够再一起看一次哈雷彗星。哈雷彗星再次回归之日，将会是2061年。

彗星猎手：幸运青睐持之以恒的观测者

发现新彗星曾经是可以换钱的。18世纪中后期，欧洲的天文爱好者只要买得起望远镜，都会投入到彗星淘金热之中，一旦有所发现，不单能获得金钱奖励，还会青史留名。

从20世纪初开始，专业天文从业者和业余天文爱好者开始“分道扬镳”，专业工作更偏重测量并结合理论，业余爱好者则着重拍摄和目视观察，搜寻彗星这个项目便成为业余天文爱好者最为喜爱的项目。



用光谱给新智彗星做体检

本文作者张超给2020年出现的新智彗星拍摄下这张光谱照片。图中彗星左侧是由一系列亮的光谱线或光谱带组成的发射光谱。在一定条件下，接受外界能量的物质都发射某些特定波长的辐射，从而产生发射光谱。每种物质的光谱发射线或发射带都由该种物质的化学成分而定。就新智彗星而言，钠元素和不同波段的双原子碳发射光谱看起来较为明显。以往这种类似给彗星做“体检”的拍摄和分析只有专业研究者才会关注，如今已然有爱好者和摄影师开始尝试相关研究。

时过境迁，随着观测设备的发展和普及，20世纪之后发现的新彗星逐渐多了起来，虽说得不到像以往那么丰厚的回报，但依然可以获得命名的奖励。

一个传奇故事发生在上世纪60年代的日本。池谷家以开鱼店为生，家中长子池谷熏对星空有着浓厚的兴趣。他通过从钢琴工厂里获得的工资购买镜片，组装完成了一台20厘米口径的反射式望远镜。1963年新年刚过，池谷熏发现了一颗彗星，这颗彗星命名为“池谷—关”，和池谷熏共同发现它的人，是日本另外一位业余天文学家，他的名字叫做“关勉”。起初这颗彗星在望远镜中的形状只像是一个小毛球，不料在之后一段时间中，这颗彗星越来越明亮，形状也在发生着剧烈变化，最后居然明亮到在白天就可以见到，它如同一枚巨大的羽毛舒展于天空，“池谷—关”成为20世纪可观测到

给彗星拍摄高清晰度的标准照



拍摄超级清晰的彗星，也是天文爱好者孜孜以求的梦想。图为摄影师孙思拍到的新智彗星。他的本职工作是一名外科医生。摄影 / 孙思

的最为明亮的彗星。

从开始寻找彗星到发现“池谷—关”，池谷熏一共花费了22美元和16个月。这对于彗星猎手来说足够幸运。在当时，并非只有他一名彗星猎手发现了这颗彗星，其他的竞争者比他晚了一些，或者已经看到但没有引起足够重视。

之后的几十年中，业余天文界中新彗星发现的竞争愈加激烈。在上世纪80年代后，中国业余天文学界已经有了十余名彗星猎手，这其中最为坚持的猎手之一就是张大庆。张大庆采用了和池谷熏几乎一样的方式，首先自己磨制镜片制作望远镜，然后靠时间积累和敏锐的感觉来寻找彗星。这个过程却比池谷熏漫长了许多——他从1987年开始磨镜，1991年开始成为彗星猎手，虽然先后发现了两颗新彗星，但都较国外发现者晚了一步。

直到2002年2月1日，张大庆于鲸鱼星座所在区域捕获了一枚朦胧的、亮度为8.5等的星云状天体。他请著名小天体研究者、北京天文馆馆长朱进研究员帮助联系上报给国际天文学联合会。很快朱进那边就有了回复：“兄弟，命名了！这颗彗星被命名为“池谷—张”彗星，编号C/2002 C1。这是中国业余天文界发现命名的第一颗彗星。和张大庆共同发现和命名彗星的人，恰巧还是池谷熏——当年发现明亮彗星的那位日本少年，在2002年时已然年近六旬。

彗星成为越来越受关注的摄影题材

1993年的一天夜晚阴云密布，按说这应该是天文工作者休息的日子。但美国的彗星猎手列维怂恿着合作伙伴再拍一些明亮的目标，比如木星。之前列维已然发现过了两颗彗星，其中第二颗的发现还是以爽约了女朋友的约会为代价而获得的。



2021年伦纳德彗星在南半球上演精彩的谢幕演出

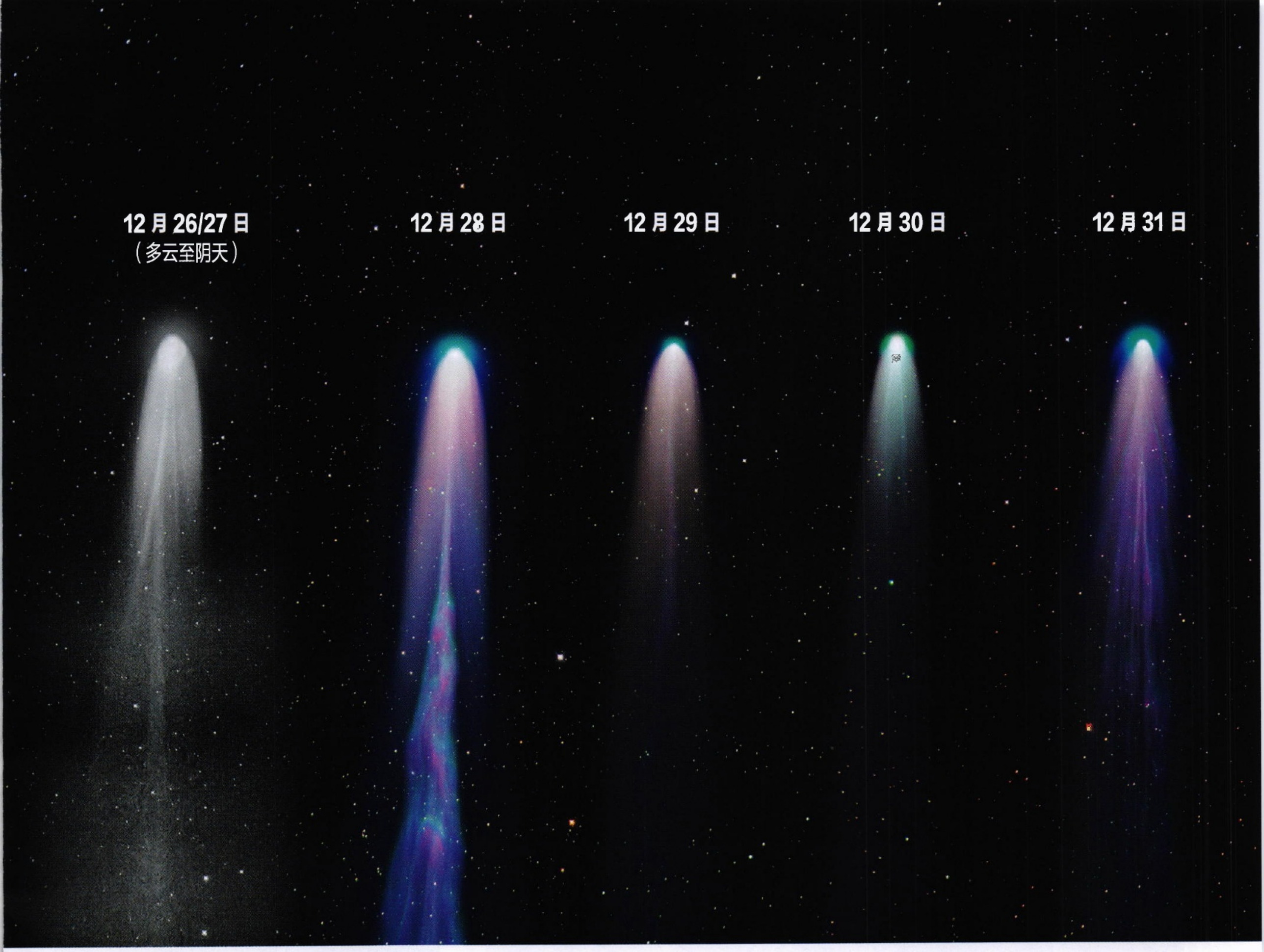
从被人们发现到逐渐远去，编号为C/2021A1的伦纳德彗星几乎陪伴天文爱好者共同走过了整个2021年。在年底，伦纳德彗星开始了它告别地球的谢幕演出。天文摄影师叶华辰租用了位于南半球智利阿塔卡马沙漠的远程天文台，跟踪记录了这枚彗星从12月21日到31日形态变化的全过程。在12月21日、25日和31日，彗星发生三次大规模喷发。巨大的彗尾带着抛射出的物质弥散开来，使得正在离开近地点，日渐远去的彗星亮度多次反常升高，为天文爱好者们带来了惊喜。摄影 / 叶华辰

那晚上天又一次眷顾了他。列维发现了一颗被木星引力拉碎的彗星，转年到了1994年，这枚彗星的碎块陆续撞到了木星之上。那次彗木相撞事件是人类历史上第一次观测到彗星撞击星球。偏巧哈勃空间望远镜刚升空不久，也刚刚经过维修完成了光学矫正。这一幕恰好被年轻的哈勃空间望远镜拍得一清二楚。

也许是因为这件事的刺激，专业天文观测领域对小天体的监测开始加强，包括彗星在内的大量小天体被专业望远镜接连发现。在望远镜的比拼上，彗星猎手很是吃亏。他们通过拍摄获取的数据质量也远不如专业设备。到如今，彗星猎手采用传统方法已经极难有新的斩获。

既然寻找新彗星拼不过专业领域了，那就把彗星当作摄影的题材吧。

随着摄影技术的发展，越来越多的人开始关注和挑战彗星摄影。2007年，一张广阔原野上



的星空照获得了国际天文摄影比赛的头奖，照片中是当时在南半球出现的巨大彗星，彗星的名字叫做洛夫乔伊（Lovejoy），图中同时可以看到观测者的身影。拍摄者贾昊是第一位获此奖项的国内摄影师。拍摄带人物或者地面景物的彗星照片是很多摄影师的梦想，但这并不容易。它需要具备两个前提条件：首先彗星要足够大并且明亮；其次相机和镜头要足够好。

1997 年前后，百武彗星和海尔—波普两颗彗星曾先后出现。但那时摄影师用的设备还是胶片相机，胶片较低的感光度很难拍出星空和彗星。若是加装自动赤道仪跟踪彗星进行长时间曝光，拍摄出的地景又会模糊一片。受到器材所限，在 1997 年时摄影师还难以拍出令人满意的、带地景的彗星照。

到了 2007 年，数码相机迅速崛起，成像设备的感光度较之前高出十多倍。尽管那时高端的数字单反相机还是少数天文摄影师的选择，但已经能够拍出优良的星空地景结合的画面。万事俱备，只等彗星来。然而那段时间中，北半球始终等不来彗星光顾，倒是在南半球接连可以看到两颗彗星。为了完成梦想中的拍摄，摄影师贾昊飞向位于南半球的澳大利亚，终于达成所愿。

守望彗星乐趣何在?

北半球的大彗星何时能来？到了 2020 年，一颗原本名不见经传的、名为新智的彗星突然发力，成为北半球肉眼可见的大彗星。相比于 2007 年，数字摄影设备又有了巨大的飞跃。芯片的感光能力提高了十倍不止，一些厂家还专为天文摄影研发了大光圈镜头，这些设备对弱光的感知能力超过人眼。拍摄彗星，几乎不再是难题。

当新智彗星远去，2021 年时伦纳德彗星又来了。相比于新智彗星，伦纳德彗星起初算不上大而明亮，使用双筒望远镜，勉

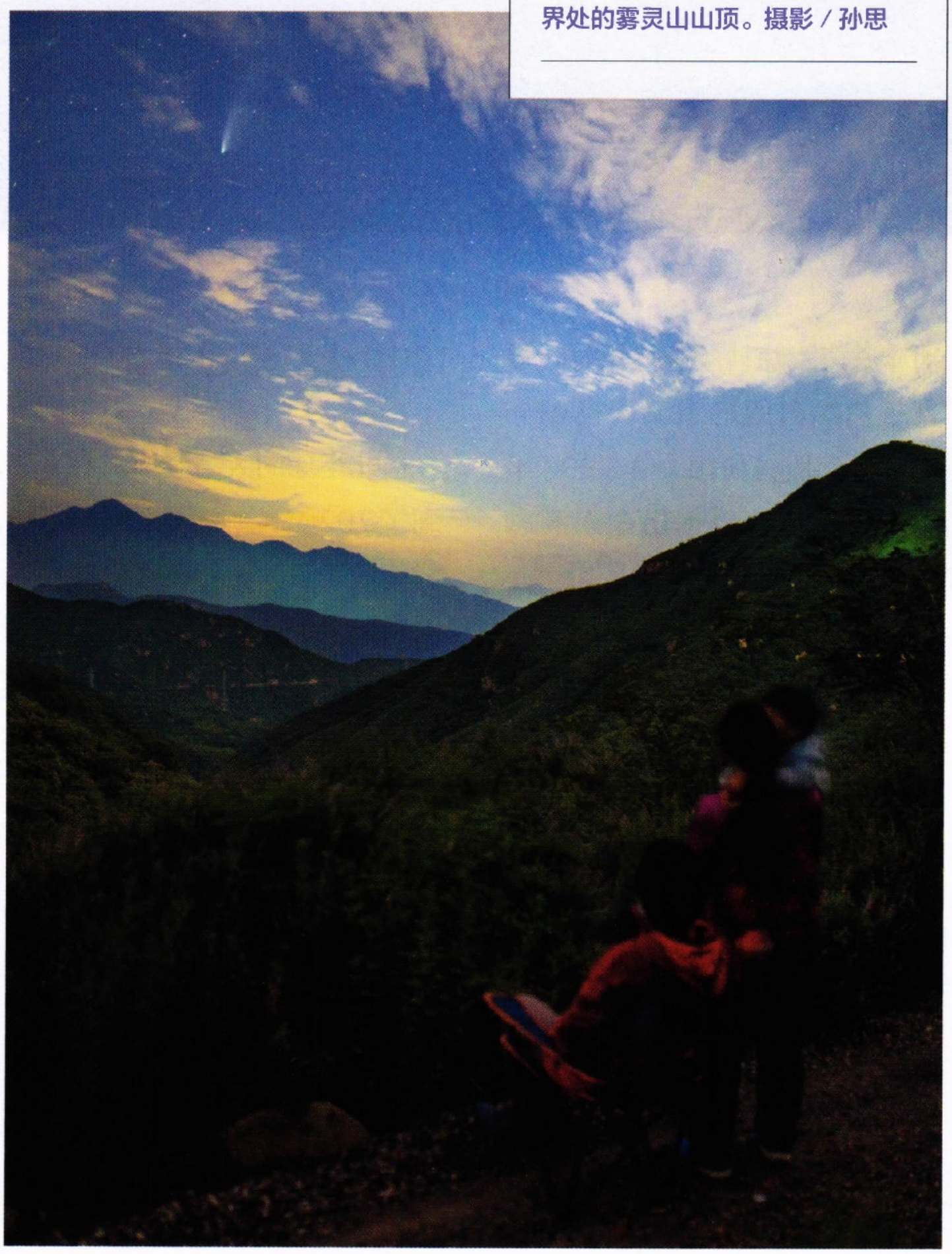
强可见。然而不久之后，伦纳德彗星也突然变亮，不巧的是，它大而明亮的样子又是只有在南半球才能看到。

近两年，一个新的玩法在摄影师中慢慢普及——建立远程天文台，或者远程拍摄装置。江浙多阴雨，生活在那边的几位天文摄影师把望远镜架设在云南丽江，通过远程遥控，他们可以随时享受滇西北的星空。同样的道理，拍摄者也可以租用南半球比如智利等地的远程天文台，从而拍摄自己难以亲眼目睹的夜空。伦纳德彗星在南半球夜空中的爆发，就被远程望远镜记录了下来：彗星的尾巴几乎一天一个模样，颜色也有很多变化，图像非常精彩。

并不是所有的彗星都会像哈雷彗星那样按照特定年份回归。2020年的新智彗星、2021年的伦纳德彗星，在这次接近地球之后，它们再次归来之日遥遥无

和家人共赏彗星，是难得的幸福体验

2020年的新智彗星虽然比较容易观测，但它再次归来之日遥遥无期；2021年的伦纳德彗星在北半球看起来更加暗淡，它可能会在几万年后回归，也可能在某日碎裂，再不会在地球上空出现。就知名度和观赏性而言，新智彗星和伦纳德彗星或许难以和每76.1年准时回归的哈雷彗星相提并论。但它们赶上了好时机，随着摄影技术的发展，彗星作为一种新的摄影题材受到越来越多人的关注。即便在黄昏和黎明，我们也有机会用照相机甚至手机拍摄到彗星。能和家人一起寻找和凝视彗星，更是难得的幸福体验。右图拍摄于黎明时分，北京与河北交界处的雾灵山山顶。摄影 / 孙思







期，在某一时刻，它们也可能突然碎裂，神形俱灭。尽管观测机会难得，可我还是没有租用远程天文台。和妻子相约一起看2061年哈雷彗星的何先生曾和我说过：看彗星的乐趣，在于亲眼观看。在屏幕或者杂志上看，没意思。

春节期间，我给何先生打电话拜年。接电话的是他夫人。阿姨告诉我，何先生刚做完心脏搭桥手术，正在医院治疗恢复。她感叹说：“我老伴生于1960年，他爱星空也爱足球，和已逝的阿根廷球王马拉多纳同一天生日。哈雷彗星76年一轮回，有几个人一生能目睹两回哈雷彗星呢？哈雷没做到，池谷熏估计也够呛。有限的生命，不辜负热爱也就不遗憾了。”

我心中怅然若失。找出从伦敦买回的哈雷彗星胸针，并把它仔细包装好。电话中问阿姨：“您在哪里？方便时我去看望您。”

责任编辑 / 高新宇　图片编辑 / 高新宇
版式设计 / 崔晓琳　地图编辑 / 陈云

中国究竟有几种大鲵，野外种群今何在？

撰文　王剀　摄影　吴立新 等

在我国的濒危两栖动物中，俗称“娃娃鱼”的中国大鲵可能是最为人耳熟能详的一种。近些年来，随着大鲵养殖业的迅速发展以及各地增殖放流活动的增多，发现“野生”大鲵的报道时常见诸报端，然而科研人员却告诉我们，想见到真正的野生大鲵越来越难。产生这种矛盾的缘由是什么？中国大鲵真实的现状是怎样的？中国又是否真的只有一种大鲵呢？

在贵州省梵净山国家级自然保护区的盘溪河内，一只大鲵在水底爬行。中国大鲵是目前世界上已知体型最大的两栖类动物，主要生活在我国中部和南部高山地区的湍急河流中。它们演化历史悠久，在水生生态系统中扮演着重要的角色，也具有极为重要的科研与生态价值。与此同时，中国自古有食用和药用大鲵的传统，20世纪末期的疯狂捕捞和猎杀，导致目前野生大鲵处于极度濒危的现状，在野外很难发现它们活动的踪影。

身怀演化奥秘的孑遗巨物，却因人类口舌之欲变得岌岌可危



2021年10月中旬，连日的阴雨让贵州梵净山国家级自然保护区的天气而变得湿冷刺骨。位于盘溪河畔的保护区救助中心内，救护到这里的两条娃娃鱼藏在水中的石头堆里始终不露头。工作人员杨生计说这两条娃娃鱼是老百姓从野外救护回来的，摸起来比人工养殖的紧实些。不过光凭这个看不出来是不是野生的。的确，仅仅依靠一条大鲵的外观和捕捉地来判断它是否“野生”是绝对不靠谱的。

中国大鲵是世界现存两栖类动物中体型最大的物种，在分类学上，中国大鲵隶属于隐鳃鲵亚目隐鳃鲵科。该科物种的祖先在侏罗纪时代就已经出现在地球上，但如今仅孑遗有两属四种，一属为大鲵属，分布在亚洲，包括中国大鲵、华南大鲵和日本大鲵三种；另外一属美洲大鲵属只有一种，分布在美洲。虽然经过亿万年的演化，但是中国大鲵在形态上和祖先保持了高度一致，具有极高的进化独特性，所以是全球都极为关注的重要保护物种之一。

大鲵曾广泛分布于我国长江、黄河及珠江流域的18个省份，不过人们更熟悉的是它的俗名——“娃娃鱼”。但事实上，娃娃鱼并没有发声器官。大鲵的形象也很早就出现在华夏民族的诸多艺术创作之中。我国食用大鲵的历史也很悠久，在《山海经》、《本草纲目》等古籍中都有对大鲵可食用及药用的记载。按照我国现行法律法规，野生大鲵虽是国家二级保护动物，但人工养殖大鲵子二代及后代在取得许可的情况下可加以利用。因此，中国大鲵的身上就有了保护和利用的双重属性。

上世纪50—70年代，大鲵

经济价值一路看涨，各地开始疯狂捕捉，重创了我国大鲵的野生种群。野生资源匮乏了，那就用人工繁殖来满足需求。没有繁殖种源，就从野外捕捉。据相关调查问卷显示，1990—2010年是全国大鲵贸易最火爆的年代，具备繁殖能力的种鲵一度被炒作到6500元一斤，商品鲵近2000元一斤，幼鲵400元一条，曾有“一窝幼鲵就是一辆宝马车”的说法。高昂的价格导致各地纷纷开办“大鲵养殖合作社”，部分地区甚至出现了全民养殖的热潮。更多的野生大鲵被捕捉，然后在养殖场内“洗白”成为养殖大鲵，这让野生中国大鲵的种群雪上加霜，也导致各地大鲵种质资源被纷纷引种到外地。

事实上，从1982年开始，全国陆续成立了约53个涉及大鲵的自然保护区，并积极开展了大鲵的物种保护行动。但绝大多数保护区范围内种群数量、分布及迁移范围、遗传谱系等科学数据都不具备，因而也难以做到真正的有效保护。而对于渔政等执法部门来说，由于缺乏快捷且经济的技术手段来辨别野生和养殖大鲵，所以在具体执法时，执法人员根本无法区分人工养殖与野生盗猎的个体。没有确凿的证据，自然也无法通过有效执法来打击非法捕捞。



华南大鲵 ◀

Andrias sligoi

中国大鲵 ▼

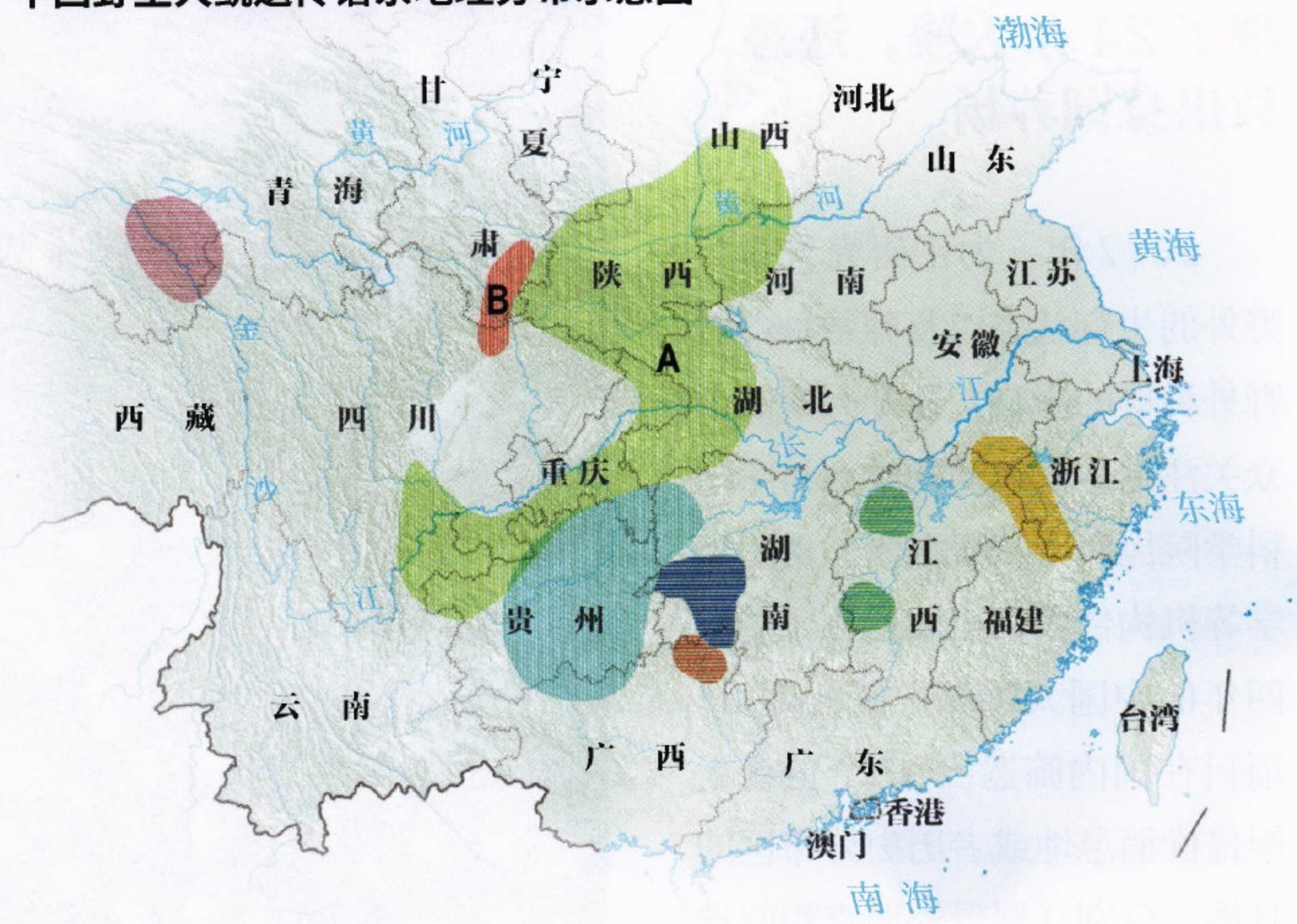
Andrias davidianus



科研人员经调查发现，中国生活着不止一种大鲵，可能存在的大鲵属的隐存物种有8种之多。

大鲵曾广泛分布于我国长江、黄河及珠江流域的18个省份或地区。2012年，迄今为止中国规模最大的大鲵调查项目正式启动。调查人员通过对97个大鲵最适宜栖息地进行野外考察（左下图 摄影 / 陈姝），最终在野外发现了24条大鲵（左上图 摄影 / 陈姝）。这表明中国的野生大鲵已经处于岌岌可危的状态。中国科学院昆明动物研究所对十多年来积累的中国大鲵种群遗传结构进行研究后发现，中国分布的野生大鲵之中可能存在高达8个隐存物种（下图 供图 / 中国科学院昆明动物研究所），其中位于武陵山脉的种群已经正式命名为华南大鲵（上图 绘图 / 丁弋），打破了中国大鲵只有一个物种的传统认知。与中国大鲵相比，华南大鲵头部的疣粒相对不明显，排列也不如中国大鲵规则。

中国野生大鲵遗传谱系地理分布示意图



图例

中国大鲵疑似种 A B

华南大鲵

中国野生大鲵可能的隐存种



1、卵、受精卵▲

呈圆球形，卵径5—8毫米。卵刚从母体产出时为乳白色，吸水后呈透明状。受精卵一般经过38—40天孵化。

3、幼鲵▶

大约一个月后，幼体能够长到大约40毫米左右，前肢已分化出4个指，后肢开始分叉。在体长170—220毫米时，幼鲵的外鳃基本消失，四肢基本成形。大鲵在幼体时体长比体重增长得快。



2、孵化出膜的幼体◀

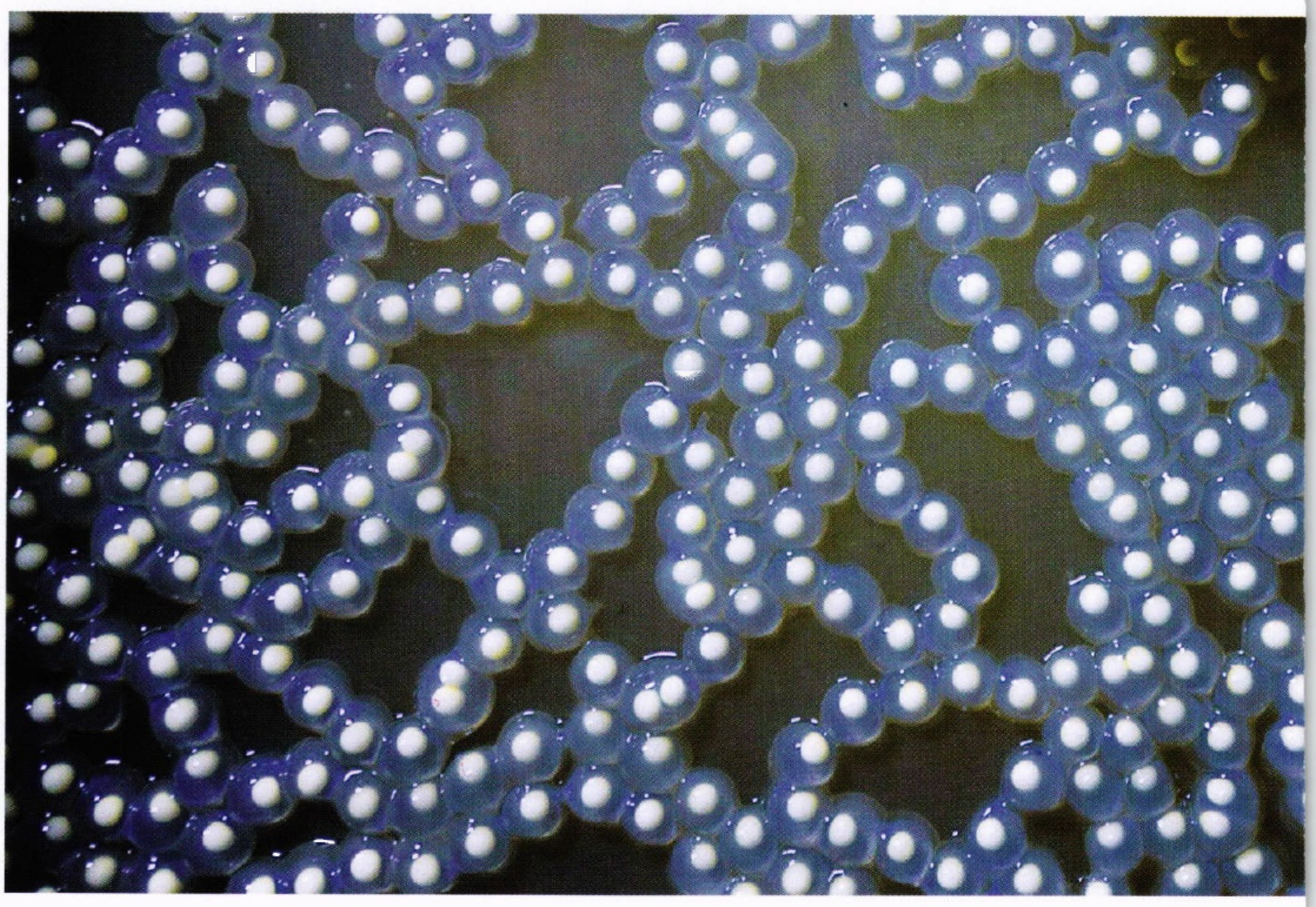
刚孵化出膜的幼体没有完成变态，体长25—31.5毫米，有三对呈桃红色的外鳃，体背部及尾部褐色，体侧有黑色小斑点；前肢芽棒状，开始有指的分化，后肢短棒状，尖端圆球形。



大鲵的生长周期很漫长，在自然条件下需要约15年才能性成熟。

湖北恩施一处大鲵繁育场内，尚未孵化的大鲵的卵如同珍珠一样晶莹剔透（下图 摄影／宋文）。很多人都将大鲵看作一种鱼类，其实它是两栖动物，而且与绝大多数蝾螈采用体内受精不同的是，大鲵是体外受精。中国大鲵是现存体型最大的两栖动物，能长到一米多长。我国大鲵的人工养殖有着较长时间的历史。1958年，贵州省最先开展我国大鲵的驯养实验；1978年，湖南省桑植县娃娃鱼（大鲵）研究所与湖南省水产科学研究所合作取得了大鲵首次人工繁殖成功。目前，大鲵人工繁殖技术已较为成熟，许多地区都能实现苗种的自繁自产。本跨页绘图／丁弋

沉重的现实：四年仅发现了24条大鲵，还悉数出身饲养场



2012年，为了研究大鲵在野外的生存状态以及养殖种群对野外种群的影响，提升大鲵的公众关注度，伦敦动物学会与中国科学院昆明动物研究所、贵阳大学等机构合作，正式启动了持续四年的中国大鲵保护研究项目。项目在国内筛选出97个包含大鲵最优栖息地或者历史分布区的县地，分别开展野外调查和问卷

调查。这个迄今为止我国最大规模的大鲵野外专项调查，最终收获了一个令人担忧的结果：97个调查点中只有5处发现野生大鲵，共发现大鲵24条。而问卷调查也表明，各调查点的居民上一次见到野生大鲵的平均时间是约19年前。这表明，曾经广泛分布在黄河、长江、珠江流域的野生大鲵已经变得岌岌可危。

中国大鲵保护项目的野外工作结束之后，项目将获取的24条野生大鲵及上千份养殖场大鲵的基因样本，悉数交给了合作方中国科学院昆明动物研究所，由车静研究员率领团队对样本进行遗传学分析，这个团队长期专注于在实验室通过分子手段来研究大鲵的遗传谱系情况。

但始料未及的是，4年调查只找到24条野生大鲵，居然还不是最糟糕的结果——更糟糕的是，基因样本的分析结果显示：在贵州、广东和广西等地发现的24条大鲵都不是“原住民”，而是国内广泛养殖的“陕西种”。这说明这24条“野生”大鲵很可能来自附近的养殖场，趁着雨季养殖池涨水或人为疏忽等机会逃逸到野外，或是因某次人工增殖放流到野外存活下来。

2015年前后，国内大鲵贸易的市场泡沫开始破裂。到了2019年，陕西的商品鲵单价跌到30元/斤，幼鲵低至1元/条也无人问津。许多养殖户破产，一些养殖户在低价抛售无望时选择了弃养。价格急剧下跌，也造成了增殖放流量的激增，仅2016年的全国放流量就超过6万条。如果说市场价格回落和人工养殖技术成熟，让残存的野生大鲵躲过被捕猎的厄运的话，那么它们又面临着来自逃逸和增殖放流的人工繁殖个体基因污染的威胁。

人工增殖放流是国内大鲵保护的另一个重要手段。相关统计资料显示，2002—2019年间，我国的98个县市共记录放流大鲵近29万条。但绝大多数项目的放流个体并未进行遗传鉴定，



4、成体◀

大鲵成体的标志性变化是不再用鳃呼吸，转而用发育完成的肺呼吸，能够离开水面活动。

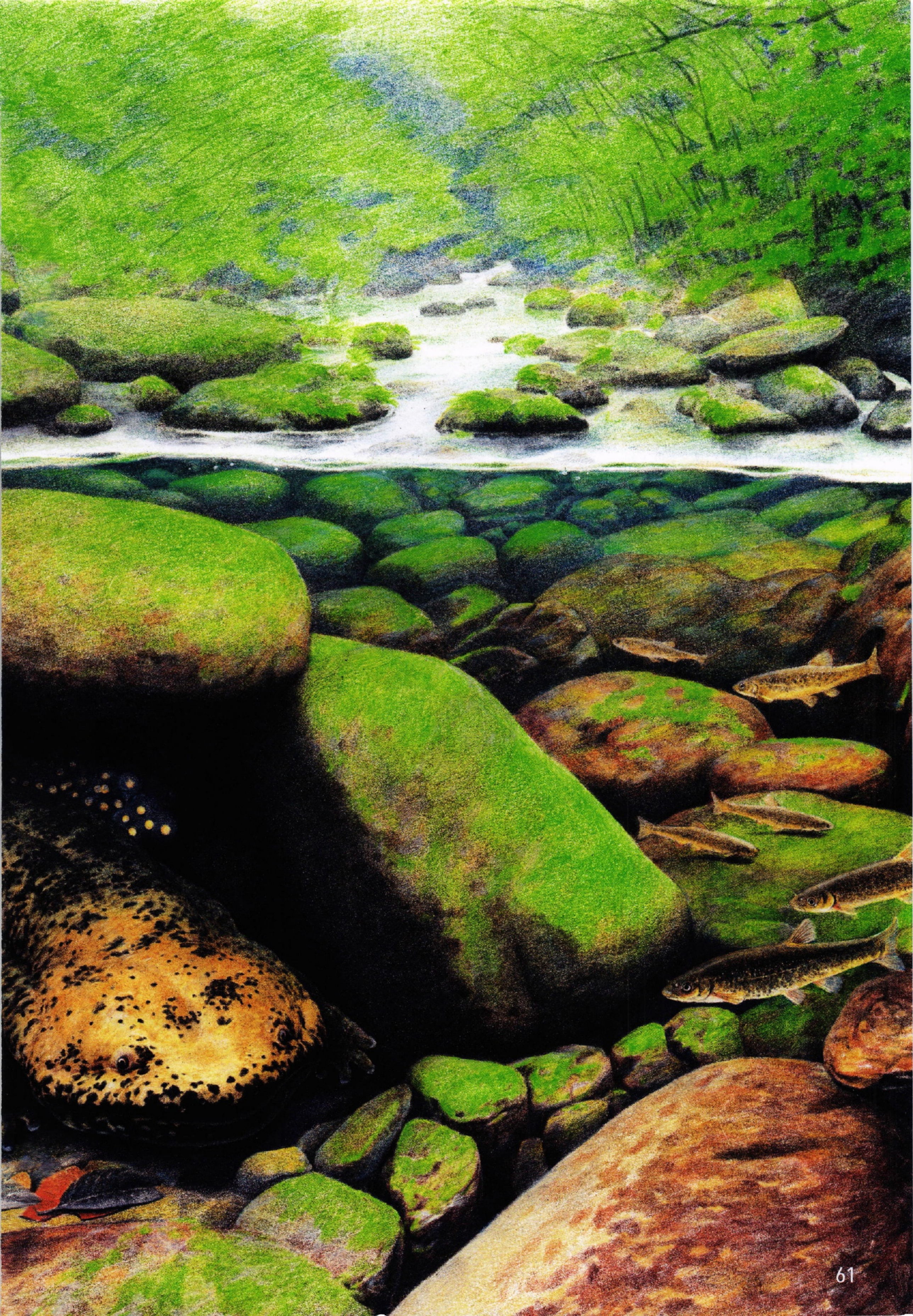


5、性成熟的成体▼

在自然条件下，大鲵在流水的环境中性腺发育成熟，生长至性成熟需要约15年。

大鲵是古老而神秘的物种，在自然环境中的生活通常不为人所知。

中国大鲵隶属于两栖类中古老的隐鳃鲵科。现存最古老的隐鳃鲵科化石，可追溯到1.6亿年前。但现在这一科只残存了2属4种，目前已知的物种除了中国大鲵、华南大鲵和日本大鲵之外，还有一种为分布于美国中东部、属于美洲大鲵属的美洲大鲵。大鲵终身生活在水中，而且喜阴畏热，栖息于洞穴中，喜欢夜晚外出，不爱上岸。这也使得它们很不容易被发现，长期以来，人类对它们缺乏足够的了解。它们的性腺只有在黑暗环境下才能发育成熟。强烈的光照不仅会影响它们的生长发育，甚至可能会造成死亡。大鲵对食物并不挑剔，鱼、虾、蟹、蛙、昆虫都在其食谱之列。它们比较“慵懒”，通常在水底的洞口和石堆中守株待兔，只等食物送上门。但当猎物从它嘴边经过时，大鲵能以迅雷不及掩耳之势将其一口咬住、囫囵吞下后在胃中慢慢消化。在繁殖期，雌雄大鲵将成熟的卵和精子同时排到水中，在体外完成受精过程。然后长期守护在卵附近，确保卵孵化成功。绘图／丁弋



如此大量的个体是否属于放归地的原生种也无从得知，而且在放流之后也很少开展跟踪评价与研究。事实上，多个研究结果显示，大鲵的贸易和放流，已经造成了大鲵的人为迁移，使得本该地理隔离的种群之间开始了无序杂交。

不同种的大鲵杂交所造成的生态灾难，曾在20世纪70年代的日本发生过。在日本分布着大鲵属的另一物种——日本大鲵。日本曾将中国大鲵引入当地，结果中国大鲵与日本大鲵的杂交种进入野外生境后竞争力极强，在杂交种出没的溪流中，几乎找不到日本大鲵的踪影，对日本大鲵的野生种群造成了严重威胁。人工养殖的中国大鲵大量散逸到野外，与野生大鲵进行杂交，很可能会使不同大鲵种群丧失其演化了上千万年的遗传多样性，大大降低其适应环境变化和抵御疾病的适应能力。

1种？5种？还是8种？中国究竟有多少种野生大鲵？

想要保护野生大鲵免受人工种群的基因污染，避免出现杂交物种等问题，搞清楚中国野生大鲵的基因谱系就变得格外重要。

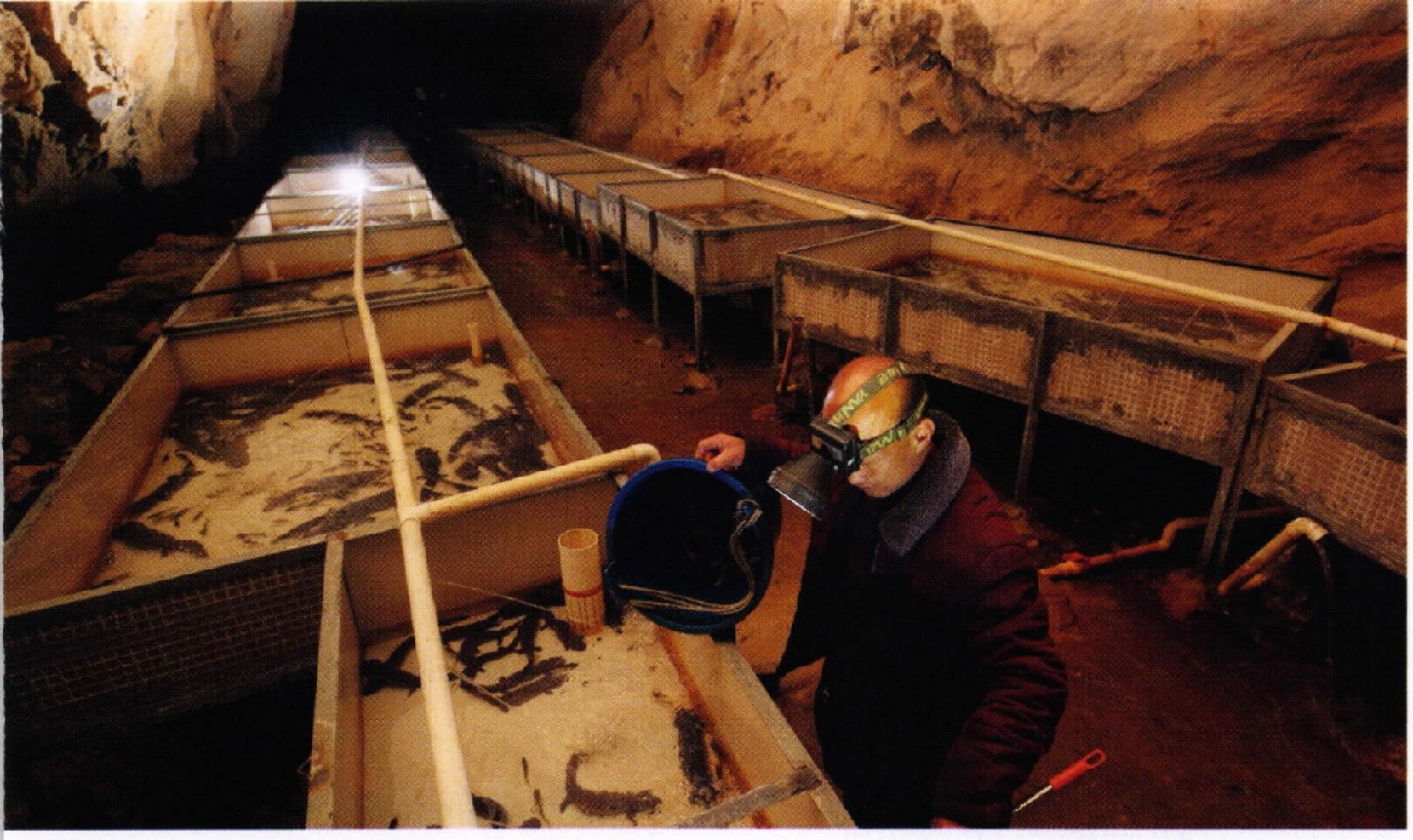
在漫长的演化过程中，大鲵身体结构并未发生太大改变，因此长期以来学者们都认为中国只有一种大鲵，即中国大鲵。然而中国大鲵的分布范围从西部的青藏高原一直延伸至东南沿海，如此大的范围内有众多山脉和河流阻隔。而两栖动物由于高度依赖水环境，迁移能力又有限，常常出现一江之隔便分化为两个近缘种的现象。中国大鲵真的能在如此复杂的地理阻隔下保持不同区域、水系种群之间的基因交流、而不分化成不同物种吗？



近些年来，两栖动物分类学研究发现，很多广布的两栖类物种实际都包括了多个易混淆的独立物种，分类学上称为“隐存物种”。它们彼此之间有着形态鉴别特征，只是相对较为隐匿，需要大量细致的标本比对才能发现。那么中国境内的大鲵是否也有隐存物种？换句话说就是，中国真的只有一种大鲵吗？

为了解决这个疑惑，自2008年起，车静带领团队历经近10年的调查走访，分析了上千份中国大鲵的基因样本。结果发现，中国大鲵确非单一物种，研究数据支持至少五个物种的划分：陕西种、四川种、广西种、贵州种和安徽种，它们的分布地与水系紧密相关，大致对应黄河、长江、珠江和钱塘江等流域。各物种间的遗传分化明显，而且有着很长的分化历史。在漫长的演化历史中，大鲵在地理屏障的影响下已经演化成为彼此互不相同的多个物种。“中国大鲵”应该改称“中国的大鲵”。

此外，研究团队还在养殖场种群中意外地发现了另外两个独特的支系，加上一个来自青藏高原、缺乏DNA遗传数据的个体



人工繁育是恢复野生大鲵种群的手段之一，但不可一味依赖。

贵州梵净山附近的一处喀斯特洞穴内，一位大鲵养殖场的工人正在给大鲵喂食（上图 摄影 / 李婧）。近些年来，广东清远的保护区工作人员在野外不断发现人工繁育的大鲵（下图 摄影 / 罗彦军）。通过人工繁育进行异地保护（左图 摄影 / 薛俊）的确是国际上常用的一种濒危野生动物保护手段，而大鲵成熟的繁殖技术和养殖经验对异地保护而言，无疑提供了经验和技术支持。但是，只是一味地关注异地保护、放弃野外就地保护的做法是绝对不可取的，二者必须同时进行。





分布记录，他们推测“中国大鲵”这一名称很可能包含了8个物种之多。

虽然包含8个物种的假设尚待验证，但在大鲵这种备受关注、且已有诸多研究的大型两栖类动物中发现如此多的隐存物种是非常令人振奋的，对于中国大鲵的保护也有非常重要的意义。要知道，物种分类是制定保护措施的前提和基础，直接决定了在保护区划分、人工增殖放流等一系列保护措施中的工作方式。保护生物多样性的基本原则就是最大程度地保护遗传进化的独特单元。中国的大鲵长期被当作一个物种对待，并没有区分不同地理种群，这其实隐藏着巨大的风险。那些小种群的物种很容易受到其他物种的基因侵蚀或被取代，最终会造成遗传资源损失，甚至物种灭绝。

一个未解的谜团：谁才是真正的中国大鲵？

既然中国的大鲵不止一种，那么中国大鲵最早的模式标本究竟对应的是哪一种？

20世纪初，来自欧洲的传教士和商人通过贸易将大鲵的活体和标本运往了世界各地。欧洲的博物学家根据贸易所得的标本命名了中国大鲵这个物种。依据

历史记录，中国大鲵的模式标本来自四川绵阳江油市，但是这个标本是从当地人手中购买，先前几经辗转，因此产地可靠性存疑。同时，包括四川省在内的我国西南区域地形复杂，很可能存在多个大鲵的近缘物种同域分布的现象，因此江油市是否只有中国大鲵一种分布还有待考证。

2019年，伦敦动物学会的研究人员通过提取欧洲早期馆藏大鲵标本的DNA数据进行分析，在默认中国大鲵模式标本产地就是四川省江油市、且当地只有中国大鲵一种的前提下，英国的研究人员发现另一号进口自香港、可能源自内地的大鲵标本与中国大鲵在遗传水平上差异明显，代表了一个独立的物种。虽然这一标本的具体产地不明，然而它与德国动物博物馆收藏的另一号标本的DNA演化关系极为接近，而据资料记载显示，它收购于广东或广西。因此英国学者推测这种大鲵应该来自毗邻香港的两广地区，所以建议其中文名改为“华南大鲵”。与江油的中国大鲵模式标本相比，华南大鲵头部的疣粒不明显，排列也不规则，体型也相对较大。

这是否就可以得出这样的结论，真正的中国大鲵就来自四川江油，华南地区的大鲵就属于另一个独立物种华南大鲵？实际上，情况远比这个要复杂得多。通过进一步的野外调查和养殖场走访，更新后的基因组数据分析表明，四川江油市实际同时存在着两个独立的大鲵物种，而在缺乏中国大鲵模式标本DNA数据的情况下，目前依旧无法确定真正的中国大鲵应该对应江油市的两种大鲵中的哪一种。此外，经过与野生大鲵个体的DNA进行对比，车静团队发现华南大鲵的模式标本实际上应该是来自贵州，而非华南。而且华南大鲵的实际分布区包括了贵州、湖北、湖南和重庆四省市，沿着武陵山脉分布。

虽然长久以来“中国仅有一种大鲵”的认识已被打破，但围绕着这一古老的类群依然有很多未解之谜。正因如此，保护好我国现有的野生大鲵种群就更为重要。2021年的一些野外调查结果显示，在四川、安徽、浙江等地发现的野外大鲵个体都不是本地原生种，甚至一个地方出现了多个大鲵物种。虽然目前在国内极少数相对封闭的自然保护区内，仍然保留着相对健康、稳定的大鲵野生种群，但这样的保护区属于凤毛麟角，依旧稳定的大鲵种群极为分散且孤立，国内野生大鲵种群岌岌可危的状态依然没有改变。

要保护中国的大鲵，需要反思过去以异地保护为主、人工增殖放流的措施，回归到依托保护区的就地保护上来。未来的科学调查和保护工作，应根据厘定后的大鲵分类体系在全国开展细致的野外普查，并根据结果对已有保护区进行重新规划和调整就非常重要。同时对养殖场里的大鲵进行基因排查，针对目前发现的隐存物种建立标准严格的国家级繁育中心，统一进行增殖放流，禁止未经遗传核查的无序放流活动，以避免大鲵不同种间的相互影响。

17年，29万条的放流数字，换来的只不过是野生大鲵零零星星的记录。中国的大鲵，未来令人担忧。对于大鲵这一分布相对广泛又生性隐蔽的两栖类而言，仅靠科研人员跋山涉水地调查研究还远远不够。基于综合科学考察与评估指导保护，及时调整保护管理措施，并加强监管。同时，通过宣传教育提升公众的保护意识，让政府、学界与公众都真正参与其中，才有希望挽救中国的大鲵岌岌可危乃至走向灭绝的命运。

大鲵的经济价值和生态价值，孰轻孰重？

湖南省的一处溪流中，一只野生大鲵在溪水中自由地上下游动。目前，湖南省仍然生存着一定数量的野生大鲵。但是在国内，这种能够定期观测到大鲵活动的地点已经变得屈指可数。大鲵是我国极其重要的动物种质资源，其性状独特，进化历史悠久，而且在生态系统中具有重要的地位。目前，国内的大鲵养殖和消费已经形成一定的规模，人类对于大鲵经济价值的开发利用，已经获利颇丰。而与此相对应的是大鲵野外生存状况的每况愈下。我们必须重视它们的生态价值，才能真正挽救大鲵这一珍稀生物岌岌可危的命运。

责任编辑 / 左凌仁 金畅南　图片编辑 / 王宁
版式设计 / 介彬　地图编辑 / 王岩



从吉拉沟的南侧往北看，近景是呈波浪状起伏的沙丘，这些沙丘是吉拉沟南侧广阔的古尔班通古特沙漠的一部分。沙丘之所以呈现红色，是因为来自吉拉沟北侧广泛出露的红色泥岩风化物质，被风输送到沙丘上沉积下来所致。中间是宽阔平坦的洼地，没有常年流水，缺乏经常性的流水侵蚀作用，既没有发现河流阶地，也没有河流搬运泥沙形成的卵砾石层，或河流形成的冲积层等证据。由此可推断，吉拉沟并非是由河流侵蚀形成的谷地。洼地北侧有红白相间的崖壁，最上是一层较薄的新近系覆盖层，其下出露的岩层从上至下分别是：古近系红色泥岩、上白垩统黄色砂岩夹泥岩、下白垩统红色砂岩。

位于新疆准噶尔盆地北部的吉拉沟，长200多公里，最深超200米，最宽近20公里，因藏在荒漠深处，人迹罕至，外界对它所知甚少。本文作者为《阿勒泰日报》记者、阿勒泰地区摄影家协会主席，他经多次实地走访，在深入研究后，逐渐有了新发现：从地貌上看，吉拉沟既不是“沟”，也不是“谷”，更不是“大峡谷”，而是一个被彩丘与沙丘夹峙的“槽形洼地”。这里的景观，不仅鲜为人知，也颇为独特……

撰文

刘新海

摄影

沈久泉 等

发现吉拉沟
非“沟”非“谷”
有“彩”有“沙”

气势恢宏的彩色“深沟”：这是吉拉沟最初给我的强烈印象

我第一次看到吉拉沟，是在从新疆首府乌鲁木齐到阿勒泰的飞机上。当飞至古尔班通古特沙漠北缘的上空时，从舷窗往外看，地面上有一条硕大的“彩带”，由东向西绵延，宛若一条巨龙，横亘在荒漠中。

虽然只是飞机上的匆匆一瞥，吉拉沟这条“荒漠巨龙”，却给我留下了深刻印象。它究竟是一种什么地貌景观？

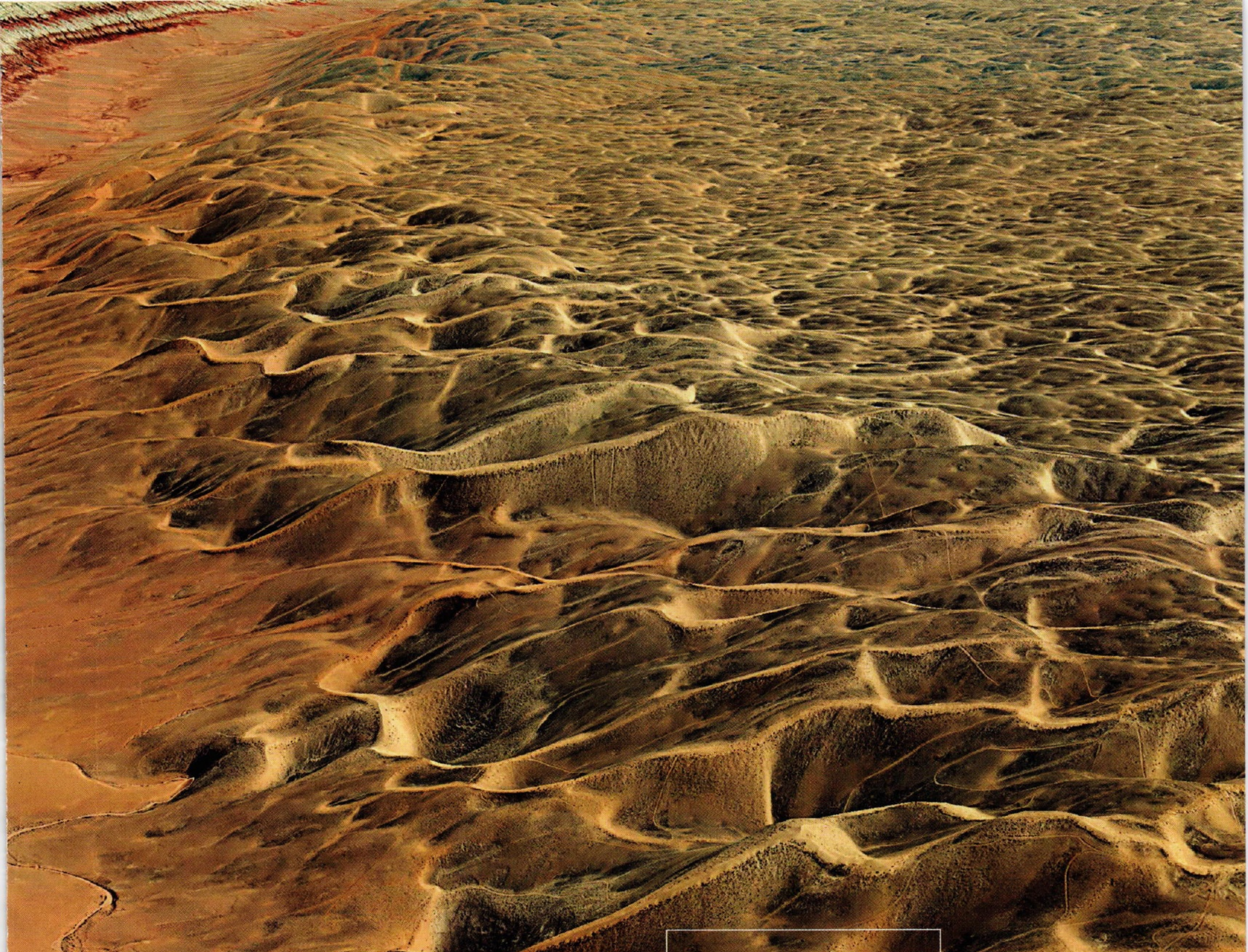
我决定去实地一探究竟。那是11月底的一天，我和几位朋友驾驶一辆越野车，从乌鲁木齐出发，到达昌吉回族自治州阜康市后，北行折向彩南油田方向。一路穿农田，过荒滩，沿着沙漠引水渠，渐渐驶入古尔班通古特沙漠。

路的两旁已无人烟，到处可见固定或半固定沙丘，上面生长着一些梭梭、红柳、苦艾蒿、白蒿、蛇麻黄等沙生植物。此刻，气温已下降至零下27℃，那些沙生植物宛如待嫁的新娘，披上了一

层圣洁的“婚纱”——雾凇，晶莹剔透，如梦如幻，煞是好看。

一路向北，是4个多小时的颠簸，有雾凇美景欣赏，倒不让人觉得特别煎熬。不过，快到沙漠尽头时，意外发生了：前方出现一个急弯，越野车在松软的路面拐弯时突然翻车，连续翻滚了两周，侧翻在路边，才停下来。幸好车速不快，同行四人都没有受伤。

我们有些狼狈地爬出车外，在严寒中苦等了两个多小时，终于等到一辆修渠拉土方的货车经过。



吉拉沟是一个被彩丘和沙丘夹峙的巨型洼地

这是一张吉拉沟上方的卫星影像图，画面左侧是北，右侧是南。从该图上可看出，吉拉沟是一个极为开阔的洼地，底部较为平坦干燥。卫星图上的这段吉拉沟，位于吉拉沟东段，属于吉拉沟窄而深的一段，沟底到沟顶的深度超过200米，洼地南北两侧相距约4公里。洼地北面是绚丽的彩丘地貌，南面是浩瀚的古尔班通古特沙漠。可以说，吉拉沟是一个被彩丘和沙丘夹峙的巨型彩色洼地。从画面中可看到，如波涛般翻滚的沙丘已将吉拉沟的南坡覆盖，并且沿着南坡往沟里挺进。那么，未来南面的沙丘是否会将这条彩色的吉拉沟彻底填满？中国科学院新疆生态与地理研究所原所长雷加强研究员认为：吉拉沟南面的沙漠不会整体向北扩展，沙丘将吉拉沟整个填满的可能性不大。



准噶尔盆地卫星影像图



准噶尔盆地北部次级构造单元划分与吉拉沟位置
（资料来源／吴晓智等 2012）

背斜成谷、向斜成山：吉拉沟位于背斜核部，反而形成了洼槽地貌

准噶尔盆地位于新疆北部，南部是高大的天山，北部为阿尔泰山，东部毗邻卡拉麦里断块低山和丘陵，西部是准噶尔西部山地。吉拉沟位于准噶尔盆地北部和古尔班通古特沙漠北缘，在地质构造上该地段属于陆梁隆起，夹在准噶尔中央坳陷（南）和乌伦古坳陷（北）之间。陆梁隆起的中部是一个被称为三个泉凸起的小构造单元，呈近东西方向延伸，正好为吉拉沟所叠置。吉拉沟所在位置属于一个背斜的核部，由于组成背斜核部的岩石都是弱胶结的细碎屑岩，而且背斜核部容易发育一系列张节理，造成背斜易被流水、风沙侵蚀，形成洼槽地貌，这也就是通常所说的背斜成谷、向斜成山的道理（见右页绘图）。

吉拉沟是沙漠和戈壁的分界线吗？不能一概而论！

穆桂金

中国科学院新疆生态与地理研究所
研究员



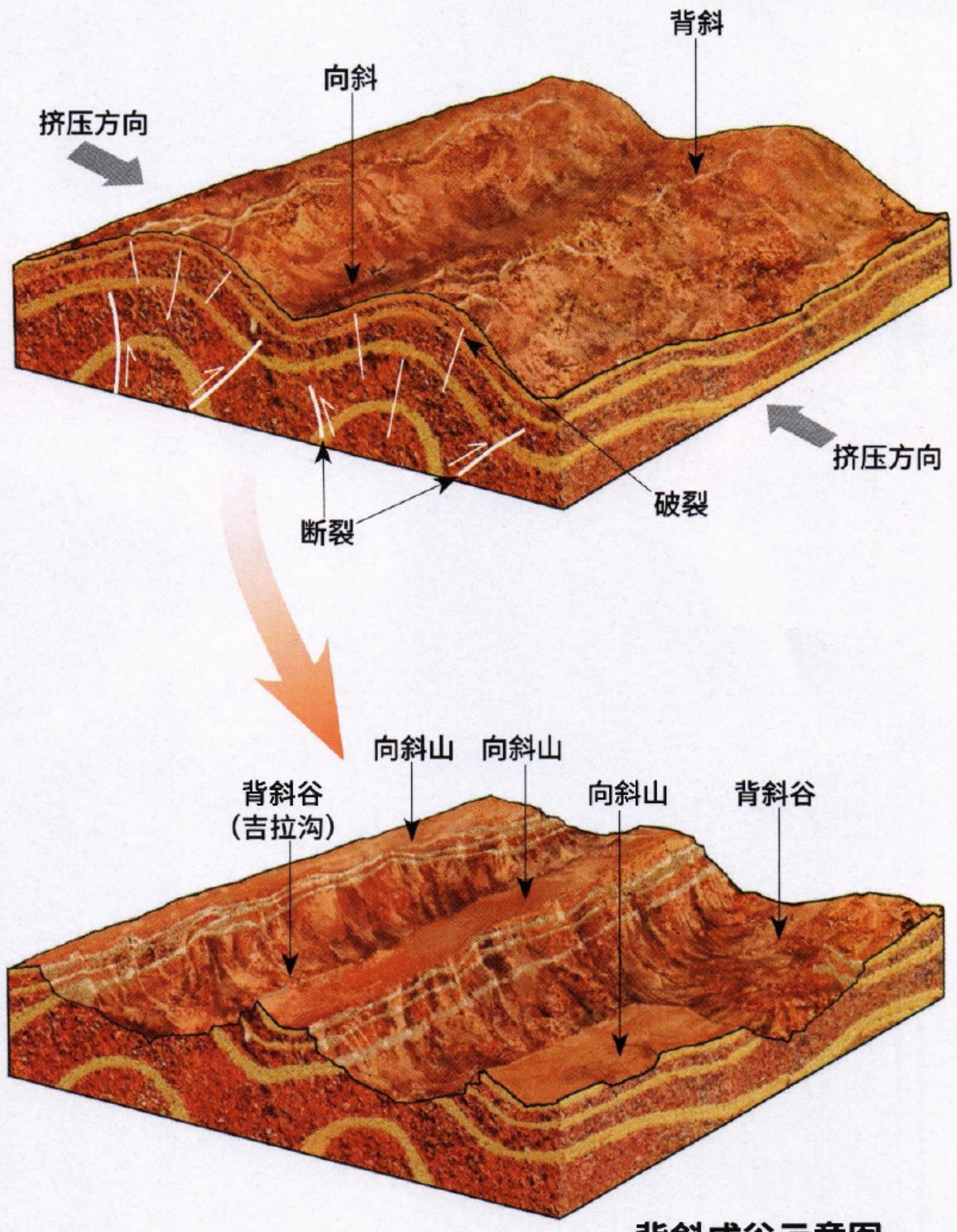
吉拉沟，也称为三个泉谷地，是一个向西偏北开口的大型洼地，只是在最东段有较短的临时性流水沟，中部地段主要由固定沙丘充填，最西段则是以风蚀为主要特征的开阔洼地。

有研究认为，吉拉沟的成因是地质构造，而不是河流侵蚀。该洼地正好沿着一个构造隆起分布，所在位置属于一个背斜的核部，是地层拱起变形时的拉张部位，岩层容易在拉张过程中破碎并陷落成为洼地。因此吉拉沟是断裂构造的产物，一系列规模大小不等的断裂，形成了这个洼地。

吉拉沟没有常年性径流，是一个峡谷型构造洼地，东段相比西段，地形落差更大。干旱区的瞬时降水，常常会造成突发性的坡面径流切割侵蚀，在洼地北岸形成泥石流或碎屑流，将大量碎屑物质输送进洼地。由于地表植被匮乏，洼地里的碎屑堆积物被风蚀后，就成为风沙的源头。

吉拉沟南侧的半固定沙丘，其沙物质主要来源于吉拉沟北侧的广阔风蚀区，该风蚀区由古近纪末期的砖红色碎屑沉积，和新近纪的灰白色等浅色碎屑沉积地层构成。沙丘显示出红色，是因为吉拉沟北侧广泛出露的这些红色砂质泥岩风化物质，被风吹到吉拉沟南侧的沙丘上，将沙丘染上了一层红色。

吉拉沟是沙漠和戈壁的一条分界线吗？这个问题不能一概而论。在吉拉沟的西段，吉拉沟确实算是沙漠和戈壁的分界线。在吉拉沟西段的北部区域，有从额尔齐斯河谷风口过来的大风，产生了强烈风蚀作用，形成许多低洼封闭的巨型风蚀坑，如黄花沟洼地、顶山盐池洼地、萨尔多依洼地等，这些都属于风蚀形成的洼地、戈壁地貌。在吉拉沟西段的南部，则是风积地貌区，有绵延起伏的沙漠。可以说，在吉拉沟西段，一条吉拉沟分开了南北两侧的沙漠与戈壁。



背斜成谷示意图
绘图／宋翰笛

在东段，吉拉沟则并非是沙漠和戈壁的分界线。因为东段北面的阿克库姆沙漠已经“越过”吉拉沟，实现了与南面沙漠的“握手”。

吉拉沟东段，北部有隶属于古尔班通古特沙漠的一片小沙漠，被称为阿克库姆沙漠。在准噶尔盆地的北部，沙漠的风沙流，是由乌伦古河向南进入古尔班通古特沙漠的。在风沙流的作用下，从阿克库姆沙漠向南输送的沙源物质，填充了吉拉沟的东段，并越过洼地，进入了古尔班通古特沙漠的中部主体。

吉拉沟坡面径流侵蚀切割形成的冲沟，很像袖珍版的曲流峡谷

在吉拉沟的北侧坡面上，由于岩层里有较为松软的泥岩，当地短暂的瞬时降水形成的径流，可以在坡面上侵蚀切割出一条条蜿蜒曲折的冲沟，看起来很像是袖珍、精致的曲流峡谷，蕴含着令人赏心悦目的韵律感和曲线美。在一些冲沟里，也会有一些化石现身。比如说，在古近纪末期等出露的岩层中，地质学家和古生物学家发现了红山犀、豕齿兽等一些哺乳类动物的化石，同时也在下伏的白垩纪地层中发现了恐龙化石。吉拉沟有一条支沟，当地就叫“化石沟”，因为在这条沟发现了很多化石。吉拉沟所在的准噶尔盆地，堪称我国古生物研究与发现的一个经典区域，数代古生物学者都曾先后在此进行了卓有成效的研究工作。

吉拉沟是典型“单褶构造”，在我国属罕见出露



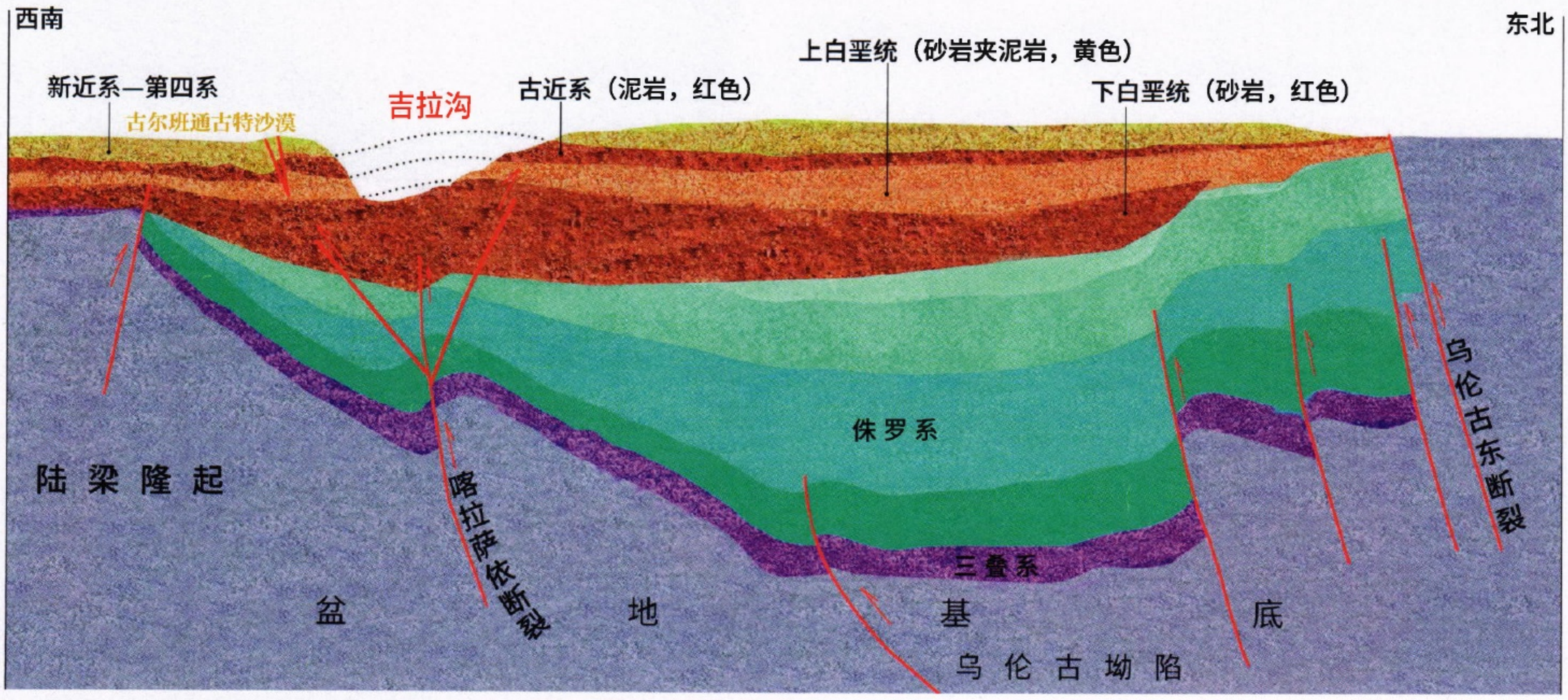
张进　中国地质科学院地质研究所　研究员

吉拉沟所在的准噶尔盆地，是一个具有长期演化、内部结构复杂的盆地，其内部包含东部隆起、西部隆起、乌伦古坳陷、陆梁隆起、中央坳陷、北天山山前冲断带等6个次级单元。而组成这些隆起的次级构造，多数是受到基底逆冲断裂控制的基岩隆起（凸起），地质学上属于典型的厚皮构造。与厚皮构造对应的是薄皮构造，它们都是地球表面造山带逆冲推覆构造的主要表现形式，其中薄皮构造指的是逆冲推覆仅仅涉及沉积地层的范围，深部的变质岩以及岩浆岩并没有直接参与变形；而厚皮构造恰恰相反，深部的变质岩和岩浆岩也同时与浅部的沉积岩一起变形，通常表现为切穿基底岩石的断层向上影响，导致沉积层的褶皱变形。

吉拉沟及其背斜的发育是受深部因素控制的，通过地球物理资料，我们可以了解这个背斜的深部结构。已有的资料显示，吉拉沟位于准噶尔盆地北部西北走向的乌伦古坳陷与陆梁隆起之间的边界附近。该边界是一个重要的构造带，其活动不仅强烈和频繁，而且还涉及深部基底。这也是在准噶尔盆地北部形成吉拉沟及其背斜的前提条件。

在地震剖面上，控制陆梁隆起和乌伦古坳陷边界的，就是一条涉及基底的大断层——喀拉萨依断层。该断层在中生代活动频繁，以近南北向缩短为主，性质主要是逆冲推覆。这条涉及基底的逆冲断层，倾向东北，倾角高陡，不仅切割了前三叠纪的基底，而且还向上依次切过三叠系、侏罗系以及白垩系，导致断层上盘上覆沉积地层发生变形，形成断层传播褶皱，在近地表形成背斜构造，形成了地质学上称为Monocline（单褶）的构造，这也是我国比较典型、但出露不多且完好的厚皮构造之一，而吉拉沟就位于该构造（背斜）的核部，它的成因与美国西部的科罗拉多大峡谷类似。

厚皮构造的基底断层一般倾角很陡，而且会有很多次级断层发育。这些次级断层往往是主断层派生的，或者是由于变形的沉积盖层应变积累所导致。它们的形成进一步导致了背斜核部的破碎，加快了背斜核部的侵蚀，更易导致背斜谷的形成。



准噶尔盆地经过吉拉沟的近南北向地震剖面解释示意图　资料来源 / 张进　绘图 / 王航



好心的司机用他的货车作牵引，将我们的车从侧翻的状态拉正。幸运的是，车子除了车体变形，车窗玻璃碎裂外，其他并无大碍。用画报和胶带，将破碎的车窗糊上后，我们又继续出发了。

我们很快来到沙漠北缘的尽头，广阔的平地戛然而止，眼前豁然开朗，一条大“深沟”——吉拉沟展现在眼前：据我目测，从沟顶到沟底的深度超过100米。沟的近处，是丛生的荒漠植被；远处，是沟的北侧崖壁，很像一堵五彩的城墙，又像少女的百褶裙，颜色层次分明，自上而下是赭红、黄色等，相间分布。沟北侧的彩色崖壁，与覆盖沟南侧崖壁的浩瀚沙丘，形成了鲜明对比。沟底，则是平坦的红色戈壁。整条深沟向远方蜿蜒而去，气势恢宏。

那是我第一次走近吉拉沟，心情只能用“震惊”来形容：以前我去过新疆不少地方，峡谷、雅丹或丹霞地貌，也见过不少。但像吉拉沟这样大尺度的彩色“深沟”，却是头一回见到。在色彩上，吉拉沟有点像阿勒泰地区布尔津县的五彩滩，或富蕴县的五彩城，但五彩滩、五彩城都没有这么大的“深沟”。

一条气势恢宏的彩色“深沟”，这就是吉拉沟最初带给我的强烈印象。

吉拉沟与美国科罗拉多大峡谷成因一致，都是典型的基底卷入型Monocline（单褶）构造

吉拉沟代表了一种非常典型的基底卷入型的Monocline（单褶）构造（见左页绘图），这不仅反映了准噶尔盆地内部变形的重要特点，也是我国目前为止少有的、出露良好、有深部地球物理约束的Monocline构造，它对于我们理解厚皮构造的形成、准噶尔盆地的变形以及伴随的油气系统的形成和改造，都有重要的理论和现实意义。中国地质科学院地质研究所张进研究员还认为，吉拉沟的成因与美国的科罗拉多大峡谷一致。位于北美西部拉拉米造山带的科罗拉多大峡谷，也是一个受控于基底逆冲断裂的巨大Monocline构造。造成该峡谷深邃和壮观的重要因素，可能与沿着背斜枢纽发育的科罗拉多河有关，该河有强大的侵蚀能力，造成河流快速下切。而吉拉沟地处我国西北干旱地区，缺少常年地表径流，因而保留了相对完好的构造。上图为吉拉沟的一条支沟，从高空看，很像一片脉络清晰的树叶。摄影 / 王春芳

被当地人误解的吉拉沟：它并非是一种典型的大峡谷

说吉拉沟是一条“深沟”，只是我临时借用的一个词，也是当地人对它的称呼。但“深沟”，显然不是地貌学上的一个严谨概念。

说到新疆地貌，我们听得最多的描述，恐怕是“三山夹两盆”了。其中最北边的那个“盆”，就是准噶尔盆地。该盆地的中央，是面积近5万平方公里的古尔班通古特沙漠。对于这个中国面积最大的固定、半固定沙漠，大家可能比较陌生。但是，说到盆地东部的卡拉麦里山自然保护区，一些人可能听说过，这个保护区以保护有蹄类野生动物而闻名，被誉为“观兽天堂”。特别是普氏野马在这里的成功野放，受到了人们关注。该保护区的西侧，就连着吉拉沟。

吉拉沟大体呈东西走向，最西端有一个近似90度的北向拐弯，可分为东西和南北两部分。因此吉拉沟整体看起来，很像一只摆尾的蝎子。说它像一条飞舞的龙，似乎也能说得过去。

在哈萨克语里，“吉拉”是深沟、峡谷的意思，我认识的一些当地人，也是把吉拉沟看作大峡谷。不过，以我在吉拉沟现场的直观感受，以及目测的宽度与深度的对比，吉拉沟不能称为“峡”谷，因为它的宽度远远超过了深度。

我去查询吉拉沟的资料。搜寻结果显示，有关吉拉沟地理、地质方面的资料很少。找到一篇《试论吉拉沟的构造成因》，作者是新疆防御自然灾害研究所原所长赵瑞斌等人。该文提到了吉拉沟的规模：“……东西长达100公里以上。在沟中部三个泉一带其宽约10公里左右，沟最深处可达160米以上。”

由于该文的数据只是一个大概的约数，而且发表于1995年，距今已17年，为慎重起见，我用谷歌地球软件的测量工具，对吉拉沟做了进一步测量：长度，总计约230公里（其中东西段长约170公里，南北段长约60公里）；深度，总体是东部深，西部浅，最大值为230米，最小值不到100米；宽度，是东部窄，西部宽，最窄约4公里，最宽约20公里。

我的测量数据（只作本文论述之用，并非最终科学结论），之所以与赵瑞斌等人的数据有出入，我认为，可能是因为赵瑞斌等人测算的长度，没有把吉拉沟向北拐弯的那一部分（南北段）包括进来。

在雾霭中若隐若现的北坡彩色崖壁，衬托出吉拉沟的壮阔之美

吉拉沟宽阔平坦的沟底，是遭受暂时性流水侵蚀作用的戈壁。平整的沟底像一幅巨大的画布，而地表径流就像一支大笔，在画布上描绘出一幅幅令人叫绝的抽象画。远处，吉拉沟北坡的彩色崖壁，在雾霭中若隐若现，衬托出吉拉沟的壮阔之美。不同于新疆其他以“狭窄”著称的谷地，如温宿大峡谷、库车大峡谷等，吉拉沟是以“宽阔”和“彩色”兼备而见长。同时，吉拉沟总长超过200公里，这么长的大型洼地并不多见。也就是说，同时在“宽、彩、长”上兼具的洼地，放眼新疆乃至全国，都是比较罕见的。

综合赵瑞斌等人和我自己的测量数据看，吉拉沟整体的宽度远超深度，在外形上不符合峡谷的定义——从地貌学看，峡谷一般是指一定规模、线状延伸、狭窄而深的河流谷地。通俗来讲，峡谷是指深度超过宽度的河谷。

既不是“沟”也不是“谷”：我们该用哪种地貌学概念来描述吉拉沟？

作为当地人的一种称呼，吉拉沟叫深沟或峡谷，似乎无可厚非。但如果从地貌学的角度看，吉拉沟究竟是沟谷、谷地还是河谷？这就值得讨论一下了。至少，我们给吉拉沟一个地貌学上的称呼，还是需要依据的。这就需要首先了解一些基本的地貌概念，如沟谷、谷地、河谷等，以及它们之间的关系。

比如说“沟谷”，我们日常可能会经常使用这个词，但究竟什么叫“沟谷”，很多人不一定能说出清晰的概念。一些地貌专家，如中国科学院地理科学与资源研究所的李炳元研究员等，他们认为，沟谷是指地球表面由两侧正地形夹峙的狭长负地形，是一种线状延伸、狭长的槽形凹地，沟谷形成的地貌营力主要是线状流水侵蚀。

“沟谷”可分“沟”和“谷”两个基本类型，两者最主要的区别在于形成沟谷的营力，是否有稳定的水源补给：“沟”由季节性（暂时性）线状流水侵蚀而成，“谷”由经常性水流的河流侵蚀而成。从沟谷的规模——大小、长短、宽窄、深度看，一般“沟”要较“谷”小。从沟谷的演化看，“谷”是从“沟”发育而来的。

水草相对丰茂的吉拉沟，成了东西两侧野生动物迁徙的通道

下图是一幅颇为有趣的航拍画面：太阳将一队普氏野马的影子投射在吉拉沟的地面上，从高空垂直的视角看，地面的影子更像是真正的野马，而野马仿佛是被影子牵动的提线木偶，在机械地跟随影子移动。目前，已有两个普氏野马群共21匹野马在吉拉沟安家。由于水草相对丰茂，吉拉沟成了东西两侧野生动物迁徙往来的一条通道。右页地图和剖面图，是地质专家在吉拉沟的5个不同地段，近南北向横穿吉拉沟所做的地形剖面。从这5个剖面图可以看出，从东到西，吉拉沟大致呈现出宽度越来越大、深度越来越小的趋势。而不同地段的地层分布规律，则基本保持一致。
摄影 / 王春芳

“谷”一般也叫谷地。谷地类型众多，依成因可划分为河谷（现代河流流水沿软弱带侵蚀发育的河流谷地，依形态又可分为隘谷、峡谷、宽谷、复式河谷等）、构造谷（走向与构造线吻合或受地质构造控制的河谷，可分为断层谷、背斜谷）、干谷（喀斯特或荒漠地区干涸的河谷）、冰川槽谷（冰川作用形成的谷地，往往发育在冰前时期的河谷中）等几种类型。

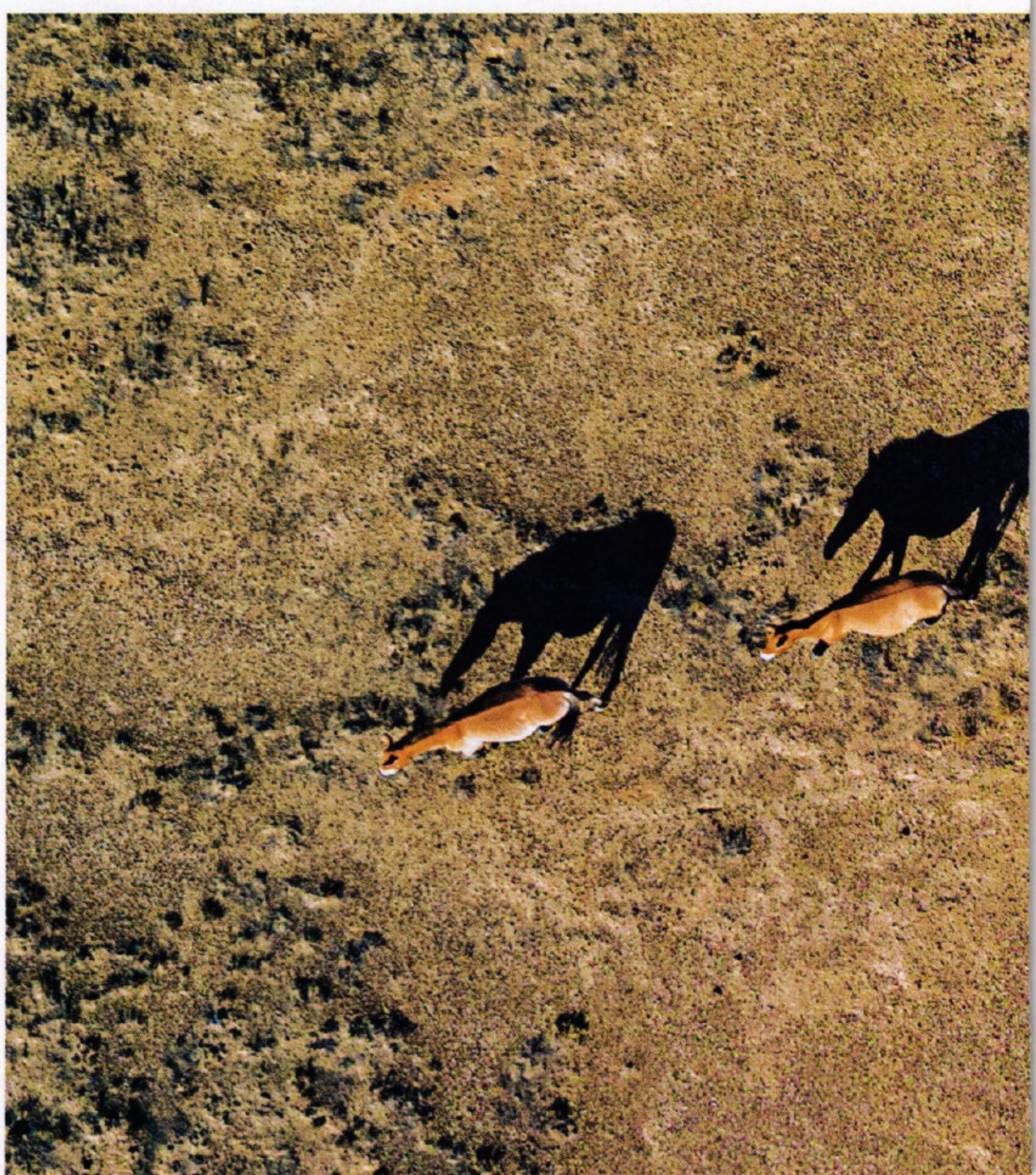
说了这么多沟谷、谷地和河谷的概念，看起来有些复杂。在这三者中，沟谷范围最广，包含了谷地和河谷，而谷地又包含了河谷，河谷范围最窄。这其中，河谷又是最为重要的一个概念，因为除了“沟”，其他类型的“谷”都跟河谷有关。

那么，吉拉沟究竟是“沟”还是“谷”？从整体看，吉拉沟东窄西宽，呈喇叭状，很像“谷”。但在吉拉沟内，并没有稳定水流形成的河流，只在夏季才有短暂的季节性水流，因此不符合“谷”的定义，更不能称之为“河谷”。而峡谷，也属于河谷的一种。既然吉拉沟不是河谷，也就不算真正地貌学意义上的峡谷了。但吉拉沟的规模尺度，又超出了一般意义上的“沟”，因为“沟”的规模一般都较小，称吉拉沟为“沟”，似乎有些勉强。

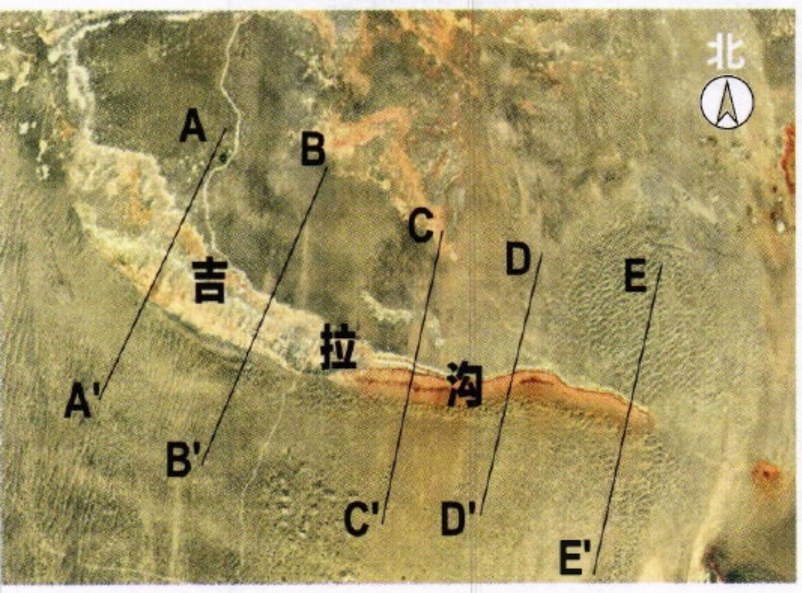
我曾看到有一种观点认为：吉拉沟是北边乌伦古河曾经的古河道。那么，事实果真如此吗？不论是古河道还是现代河道，在河流下切形成谷地的过程中，都会有侵蚀阶地、河流冲积物或冲积物堆积层等明显的河流作用痕迹，但是在吉拉沟里，我并没有看到上述痕迹。由此，可以判断，吉拉沟不是河谷，也不可能是一条古河道。这个结论，也得到了一些专家如李炳元、中国科学院新疆生态与地理研究所穆桂金研究员的认同。

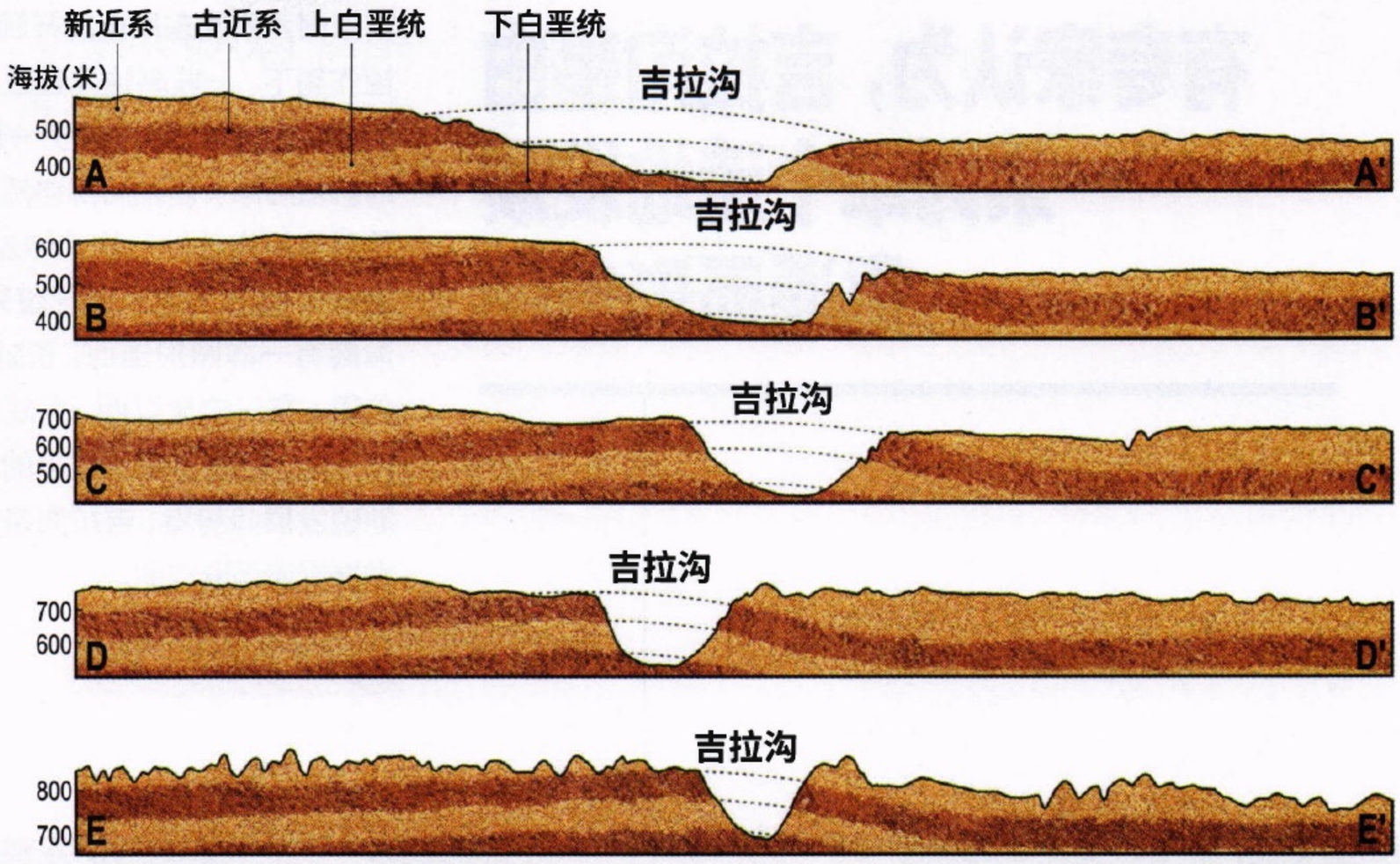
吉拉沟既不是“沟”，也不是“谷”，那么我们该用哪种地貌学概念来描述它呢？用“盆地”（周围山岭环绕、中间低平的盆状地形），也不合适，因为吉拉沟并不是“盆状”。这个问题困扰了我很长一段时间。

后来我发现，还是有一个概念可以用来描述吉拉沟，它就是“槽形洼地”。



吉拉沟卫星影像图





近南北向横穿吉拉沟的 5 个地形剖面绘图

资料来源 / 张进　绘图 / 宋翰笛

有彩壁和沙丘“镶边”，这个“槽形洼地”不一般

洼地是指地表局部低洼地区或低于海平面以下平展的内陆低地，成因大致有侵蚀（剥蚀）、沉积和构造这三种作用。

而槽形洼地，则是洼地的一种特殊类型，这种洼地的特点，大体可概括为：两侧有大致平行的山脉（或高地），中间是带状平坦地，类似峡谷，但是比峡谷更为宽阔。

按照槽形洼地的定义，吉拉沟符合吗？

我们沿着沟底（这里的“沟”不等同于前文所说地貌学概念里的“沟”，而是吉拉沟的简称，下同），从吉拉沟的东端往西走。东端是沟的最窄部分，宽度约4公里，深度200多米。沟的北壁高且陡峭，红、白相间的岩层组合有七八组。

极目向西眺望，北壁像一眼望不到边际的彩色长城，又像是色彩浓郁的城堡。南壁已被古尔班通古特沙漠的沙丘覆盖，呈波浪状起伏的沙丘，沿着崖壁斜坡往沟里“入侵”，眼看就要冲入沟里了（吉拉沟的东段有一部分已被沙漠覆盖）。

只有站在沟里，抬头仰望四周，我才切身感受



有专家认为，吉拉沟是由一系列单个洼地发展贯通而形成的

吉拉沟西段比东段更加开阔。在多年的风蚀与地表径流侵蚀作用下，一些剥蚀残丘三三两两地矗立在沟里。在残丘的周边，洼地已经连成了一片（右页图）。下图为剥蚀残丘的航拍局部。新疆防御自然灾害研究所原所长赵瑞斌等人，曾对吉拉沟的地质构造做过研究，他们认为，吉拉沟整体是一个槽形洼地。若分段来看，在吉拉沟的三个泉以东，沟底有一椭圆形洼地，长轴长25—30公里，短轴长约5公里；在三个泉以西，沟底有一范围更大的近东西向椭圆形洼地，还有一规模更小的近东西向椭圆形洼地。从沟底地貌发展趋势看，吉拉沟是由一系列东西走向的单个洼地发展贯通而形成的。



到吉拉沟那摄人心魄的不凡气势：这是一条由彩色崖壁（北侧）与波浪式沙丘（南侧）夹峙的长条形“深槽”，北侧崖壁与南侧沙丘，看起来就像是给吉拉沟镶上去的两道“花边”。



在现场的观察与感受，让我的脑海中，有关吉拉沟的地貌描述，变得清晰起来——称之为槽形洼地，应该更为贴切。那么，我的判断是否正确呢？我去寻找更多的证据。首先，赵瑞斌等人的《试论吉拉沟的构造成因》一文里，明确写道：吉拉沟是地貌上呈西宽东窄的“槽形洼地”。其次，在与李炳元、穆桂金研究员以及中国地质科学院地质研究所张进研究员的沟通中，他们也都认为吉拉沟是“槽形洼地”。

至此，能用一个地貌概念来描述吉拉沟，我心里顿有如释重负之感。不过，一般洼地的规模都较小，而吉拉沟达到这样的规模，实属罕见。

吉拉沟能叫“彩丘谷”吗？我的景观构建碰到了难题

正如前文所说，吉拉沟这个“槽形洼地”，南侧是被沙丘覆盖，北侧是一道彩色的陡崖。那么，这道彩色陡崖属于哪种地貌？是雅丹、丹霞还是彩丘？搞清岩层特点，就成了关键。因为判定一种地貌属于丹霞、雅丹还是彩丘，岩石是一个重要指标。

张进研究员认为，看吉拉沟的北壁岩层剖面，不同年代的岩石，形成了不同的色彩。最上一层是古近系（约4000万年前），以红色泥岩为主；中间层为上白垩统（约6000万年前）的砂岩夹泥岩，呈现的是黄色；最下层是下白垩统（约1亿年前），主要是红色砂岩。

虽然吉拉沟南壁被沙丘覆盖，看不到下面的岩层，但根据地质资料显示，南壁与北壁的地层是一致的。因为吉拉沟本身是一个背斜构造，谷地中央是背斜的核部（即顶部），南北两翼地层以谷地中央为轴线，呈对称分布。

搞清了吉拉沟的岩层构成，就可以大致判断吉拉沟的地貌类型：首先，可以排除丹霞地貌，因为构成丹霞地貌的岩石，是以相对较硬的砾岩或砂岩为主。并且在地貌景观上，丹霞地貌是以崩塌形成的崖壁为主；其次，吉拉沟也不是雅丹地貌。雅丹是指大小不等的风蚀残丘，虽然对成岩程度和岩性等没有专门限定，但吉拉沟的残丘，主要是由冲沟切割和重力侵蚀等作用形成，没有明显的风蚀痕迹；第三，吉拉沟符合彩丘地貌的两个特点，即岩石以岩性偏软的泥岩为主，岩层呈现出丰富的色彩。

已故的中山大学彭华教授，是研究丹霞、红层地貌的权威专家。他认为，彩丘是彩色丘陵的简称，这种地貌除了具有上述两个特点之外，还有一层含义，就是具有丘陵状起伏的形态，其代表性的分布点是甘肃张掖彩丘。现在业内一般认为，彩丘是一种不同于丹霞的地貌景观。

彭华教授的得意门生、西南大学地理科学学院的闫罗彬博士，他对国内的彩丘地貌颇有研究



心得。在查看了吉拉沟的地质构造和卫星影像图，并比对了摄影师拍摄的图片后，他认为，吉拉沟的北侧崖壁特征符合彩丘定义，不过这是一种比较罕见的彩丘，不像张掖彩丘那样整体呈明显的丘陵状起伏。吉拉沟北侧崖壁属于彩丘，也得到了中国科学院新疆生态与地理研究所阎顺研究员等专家的认同。

那么，我们是否可以称吉拉沟是一条“彩丘谷”呢？闫罗彬博士认为是可以的。虽然彩丘是一种正地形，而“谷”是负地形，将它们放在一起，看起来似乎不“和谐”，但我们称之为“彩丘谷”，只是一个景观名称，并不是严格意义的地貌概念。有一些景观的命名，如果以地貌学来衡量，也有不严谨的地方，比如说不少“丹霞山”的海拔，都没有达到“山地”的海拔要求。

穆桂金研究员也赞成将吉拉沟称为“彩丘谷”，认为“彩丘谷”将吉拉沟景观的精髓——多彩、深谷，都形象地表达了出来。

从传播的角度看，相比“槽形洼地”，如果吉拉沟被称为“彩丘谷”，可能会有更大的知名度，对当地的景观宣传也会有更大的价值。但要是从地貌学的角度看，“彩丘谷”显然是不够严谨的。有时候，在科学与传播之间，要找到一个巧妙的平衡点，确实不是一件容易的事情。

隐秘的迁徙通道：吉拉沟有中国野化最成功的普氏野马群体

吉拉沟的北侧，是一望无际的戈壁。在靠近东段的北侧，还分布有沙漠（阿克库姆沙漠）。这里地势平坦，零星点缀着矮小的荒漠植被，属于卡拉麦里山自然保护区的西部边缘，也是野生动物的天堂。

眼下是初冬时节，正赶上野生动物集群南迁。远远看到一群鹅喉羚（俗称黄羊）在悠闲地觅食，我们驱车慢慢靠近，警觉的鹅喉羚转眼就跑得不见了踪影。

“快看，那红色的是什么？”同行的一位朋友，指着远处梭梭树后一个红色的物体喊道。细看才发现，那是一只正在捕猎的赤狐。赤狐似乎不害怕我们，一直在盯着我们看，然后不紧不慢地向吉拉沟方向跑去。

卡拉麦里山自然保护区栖息着数以万计的有蹄类野生动物，如蒙古野驴、鹅喉羚、普氏野马等。据统计，保护区内蒙古野驴有6000多头，鹅喉羚2万多只。

这里还是中国唯一的普氏野马人工饲养繁育基地。普氏野马是地球上唯一存活至今的野马种群，全球仅2000多匹。2007年，新疆普氏野马繁育中心将1匹雄性野马与5匹雌性野马，放归至卡拉麦里山自然保护区卡玛斯特区域。有意思的是，一个月后，这个家族自然迁徙到距野放点100多公里的吉拉沟三个泉。

三个泉在吉拉沟的中部，蒙古语叫乌奇布拉格，是因为吉拉沟的三条小支沟，分别有三个细小的泉眼而得名。有了这三个泉眼，沟里生长出了茂密的芦苇、红柳、沙棘等植物，成为吉拉沟里的一

吉拉沟宝贵的水源，成为滋养当地生灵的“诺亚方舟”

相比北面的戈壁和南面的沙漠，吉拉沟因为有一些地下水出露，所以水草条件相对更好。在吉拉沟，还有一个名叫三个泉的地方，因为有三个自流泉眼而得名，除个别干旱年份外，基本上常年都有泉水溢出。这些宝贵的水资源，吸引了周围许多野生动物前来饮水，让吉拉沟成为普氏野马、蒙古野驴、鹅喉羚等野生动物的重要水源地和休憩场所，还滋养了许多沙生植物，也是当地哈萨克族牧民赖以生存的重要淡水来源（下图）。一些牧民在水边，还圈养了不少骆驼（左页图）。此外，如果就降水条件而言，吉拉沟所在的准噶尔盆地，相比新疆的另一个大盆地——塔里木盆地来说，降水量要更大，因此显得更为湿润一些。



三大原因吸引着阿勒泰地区的牧民前来吉拉沟过冬

从每年11月中旬开始，阿勒泰地区富蕴和福海两县的一些牧民，会赶着牲畜，往南迁徙到吉拉沟过冬。在吉拉沟，他们要待上4个多月，一直到第二年的3月，才又赶着牲畜往北迁徙。牧民之所有选择吉拉沟作为冬窝子，是有以下几个方面原因：一是吉拉沟是个洼地，可以躲避冬季的寒潮，比较温暖；二是吉拉沟的沙生植被相比周边地区，要更为茂盛，牲畜在冬天也能吃到食物；三是这里的冬季有稳定的冻土层和地面积雪，积雪厚度可达25厘米左右，为人畜提供了稳定的水源。不过近些年来，随着更多牧民开始定居，前来吉拉沟游牧的牧民正在逐渐减少。摄影 / 刘新海

片绿洲。三个泉，也成了周围野生动物饮水的地方。前几年，保护区工作人员在这里放置红外相机，还拍摄到了狼、猞猁等动物。

在吉拉沟，我们遇到了通过无线电卫星项圈跟踪、监测野马群的野生动物专家曹青博士。曹博士说，目前吉拉沟已有两个普氏野马群，21匹野马。这些野马已经连续14年，在不依赖人工补饲的情况下，度过了严酷的冬天，成为目前野化最成功的群体。

吉拉沟的东部为卡拉麦里山自然保护区，西部是准噶尔西部山地。作为一条东西绵延上百公里的大型洼地，吉拉沟为荒漠中的野生动物，提供了一条“有吃有喝”、水草相对丰茂的隐秘迁徙通道——之所以说它“隐秘”，是因为这条通道不仅普通人不知道，就算当地的野生动物专家，也没人专门去研究，吉拉沟对动物的迁徙，到底起了什么作用。

在未来，吉拉沟牧人的“冬窝子”有可能会成为历史

位于准噶尔盆地的吉拉沟因为低洼，可以躲避寒潮，就成了当地哈萨克族牧民度过漫长冬季的冬窝子。每年牧民们赶着牛羊，往返于阿尔泰山和准噶尔盆地之间，进行迁徙放牧。尤其是阿勒泰地区富蕴和福海两县的部分牧民，每年都要在上述两地之间往返迁徙。

阿勒泰地区的北部是阿尔泰山，南部是准噶尔盆地，北高南低的地势，形成了天然的四季牧场。夏牧场在阿尔泰山，冬牧场在盆地的荒漠里，牧民往返距离达1000公里。因为距离长，草情差，所以需要经常迁徙换地方，让牛羊吃饱，也可以让草地得到休养生息。这都是牧民上千年游牧总结出的经验。

在乌伦古河畔的福海县解特阿热勒镇的一个牧业村，我们见到了25岁的木拉力。眼下，木拉力和他的哥哥正准备过冬物资，计划在第一场雪后，赶着牛羊转场到吉拉沟。那里雪小，气候相对温暖。每年11月中旬到来年3月，他们要在吉拉沟待4个多月。

木拉力的爷爷叫秋海，老人今年80多岁了，其家族到吉拉沟放牧已有五代。秋海告诉我，在吉拉沟，有一条支沟，叫梭梭沟，曾经生长着一片茂密的梭梭，树龄有几百年。早些年，因为没有煤，当地人都到梭梭沟砍梭梭，做过冬用的薪柴。直到上世纪90年代后，才禁止砍伐梭梭，更多保护生态的措施，也开始陆续实施。

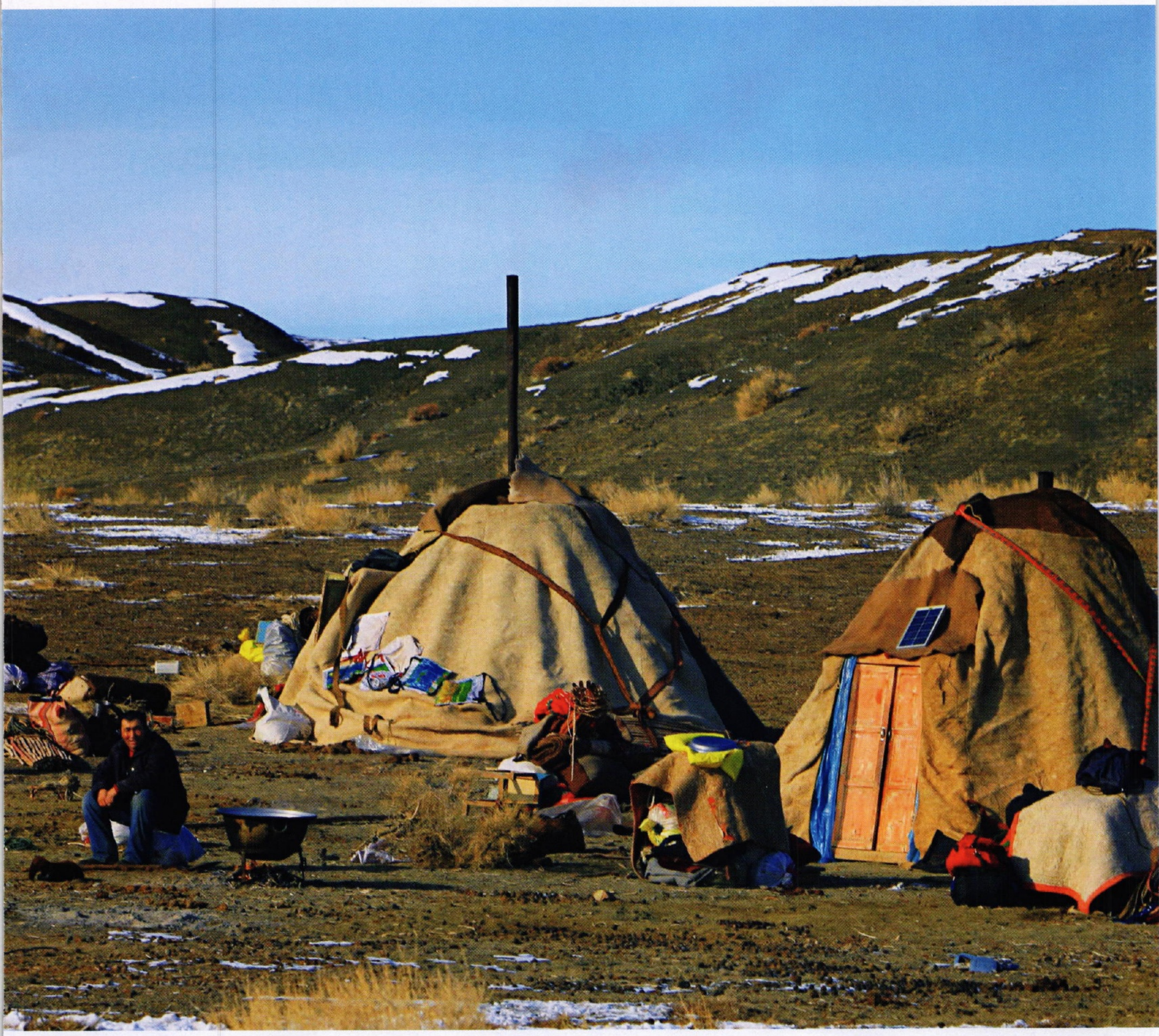
随着生态环境持续转好，吉拉沟周边的野生动物逐年增多，野生动物与家畜争夺草场的现象也变得严重起来。秋海说，以前在冬牧场放牧，在一个地方待着就可以了。现在由于野生动物增多，一个冬天要换七八个地方，才能让羊群吃饱。

食草野生动物的增多，给狼等食肉类动物的繁衍创造了条件。有一年，我在乌鲁木齐的一家医院住院时，同病房有一位病友叫包拉提，是富蕴县杜热镇的牧民。他就是在吉拉沟放牧时，遭遇狼群袭

击，而受伤住院的。他说，一天夜晚，几只狼跳进羊圈，疯狂撕咬羊群。听到动静后，他拿着铁锹到羊圈驱赶狼群。结果急红眼的头狼不仅不退缩，反而冲向他，咬伤了他的耳朵和鼻子。

从上世纪80年代开始，阿勒泰地区开启了牧民定居工程。这些年，冬天到吉拉沟放牧的牧民正逐年减少。我不禁畅想，或许在未来的某一天，当所有的牧民都撤出后，吉拉沟就真正成了野生动植物的“避风港”……





在地表径流的侵蚀下，纵横的沟壑将彩丘地貌的特征展现了出来

在吉拉沟的最西段，洼地最为开阔。画面前景是吉拉沟的北坡，从出露的岩层看，上面黄色的部分，是上白垩统的砂岩夹泥岩，下面是下白垩统红色砂岩。其中上白垩统的砂岩夹泥岩岩性较软，在地表径流的侵蚀下，变得沟壑纵横，将彩丘地貌的特征展现了出来。画面远处，一望无际的古尔班通古特沙漠犹如浩瀚的海洋，将吉拉沟紧紧地揽在怀中。吉拉沟是人迹罕至的秘境，外界对其所知甚少，一大原因是这里交通不便。去年底，随着一条从南至北穿越吉拉沟的高速公路——S21的开通，未来将会有更多人认识到吉拉沟的景观之美。不过，当人们进入吉拉沟时，也要避免惊扰到当地的“原住民”——那些野生动物的静谧生活。

审稿专家
李炳元
中国科学院地理科学与资源研究所　研究员
阎顺　穆桂金
中国科学院新疆生态与地理研究所　研究员
张进
中国地质科学院地质研究所　研究员
闫罗彬
西南大学地理科学学院　博士

责任编辑 / 雷东军　版式设计 / 李晟
地图编辑 / 王岩　插图编辑 / 王航

鬼笔

怪异的臭菌中也有美味珍馐

撰文　　摄影

傅力　Stephen Axford 等

很少有大型真菌像鬼笔菌那样奇特：它们的造型怪异——章鱼状、毛笔状、海葵状、珊瑚状……甚至仿佛不可名状的外星生物；而且它们的气味也很特别，有着浓浓的鸡粪味，因此也被称作臭角菌。鬼笔的家族中有大家熟悉的食用菌竹荪，但更多有趣独特的种类却鲜为人知。



图中嫩黄的两株蘑菇是黄裙竹荪，它们和市场上售卖的竹荪外形相似，只不过黄裙竹荪的菌裙是黄色的。它的菌盖有着类似牛胃的网格状结构，里面覆盖着墨汁状的黏液，这两株黄裙竹荪上的黏液可能被雨水冲刷掉了。黄裙竹荪有毒，不可以食用，但可以药用。黄裙竹荪已经实现人工种植，野生的黄裙竹荪在我国很多地区都有分布，比如四川、湖北、湖南、广东、广西、海南。这张黄裙竹荪的照片拍摄于澳大利亚新南威尔士州。

黄裙竹荪（杂色竹荪）

Phallus multicolor

科：鬼笔科

分布：澳大利亚、新西兰、中国、夏威夷群岛

生境：林地

食用性：有毒（可入药）

子实体高度：160毫米



“放心！

你一定不会错过它，这就像是你走在路上，用余光瞥到了一只独角兽。鬼笔就是真菌里的非主流，一个个都穿着奇装异服，只需一眼，你就无法忽视它的存在。”这是江苏省中国科学院植物研究所的郑玉红老师带我在南京植物园里寻找鬼笔时说的话。

鬼笔是大型真菌（子实体肉眼可见的真菌）中的一类，听名字就知道它们不是籍籍无名的角色。古人觉得它们的菌盖形似毛笔，其上往往还包裹着深色的黏液，如同蘸了墨汁一般，故以鬼笔命名。在我国最早关于鬼笔的记载出现于唐代，在中药学家陈藏器写的药物学名著《本草拾遗》中，就有对它的描述：“鬼笔生粪秽处。头如笔，紫色。朝生暮死，名朝生暮落花。”

在真菌分类学上，鬼笔一般指的是鬼笔目下的物种，包含鬼笔科、笼头菌科、散尾鬼笔科、腹孢菌科、闭托鬼笔科、特拉普科和原鬼笔科7个科，大约300种真菌。它们通常生活在空气湿润、腐殖质

长裙竹荪

Phallus indusiatus

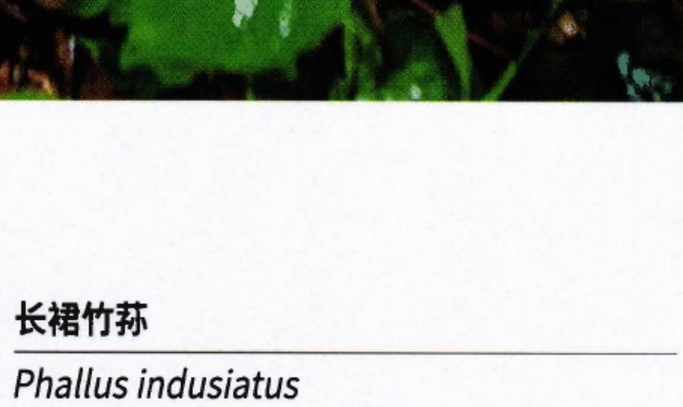
科：鬼笔科

分布：非洲、中美洲、南美洲、亚洲（中国和日本）、澳大利亚

生境：林地、花园、竹林

食用性：可食

子实体高度：200毫米





丰富的林下，是一类典型的腐生菌，枯朽木头中的木质素和纤维素是它们赖以生存的营养来源。这类真菌在全世界分布广泛，温带、亚热带和热带的林区都能看到它们的身影。

鬼笔的子实体大多长相奇特，比如那天郑老师带我找到的是一丛刚刚冒头的细皱鬼笔（*Phallus rugulosus*）。它们高约10厘米，通体红色，越往顶端颜色越深，菌盖上沾着黏糊糊的黑色液体，凑近闻有一股子鸡屎般的臭味，因此也有地方把它叫做鸡屎菌。这种鬼笔在日语中的名字更为形象，叫做“狐松明”，意思是狐狸的火把。在东亚，古代志怪文艺作品及民间传说中，狐妖作祟时常以纵火为手段。这一形象被日本人用于一系列鬼笔物种的命名，比如狗蛇头菌（*Mutinus caninus*）被称为“狐蜡烛”，竹林蛇头菌（*Mutinus bambusinus*）被称为“狐绘笔”。

竹荪：鬼笔中的美食担当

“鬼笔里有一个家伙你肯定见过，就是现在火锅店里常吃到的竹荪，要知道以前它可是稀罕货，是用来进贡的。”郑老师说着拿出了手机，打开淘宝，搜索竹荪，大致扫了一眼，我发现每家店都有几千单的销量，竹荪俨然已是一味大众食材。

泡椒竹荪蛋、三鲜竹荪汤、竹荪酿虾、金汤竹荪、竹荪伞煎鸡蛋……在四川省宜宾市长宁县的蜀南竹海风景名胜区周围，吃全竹宴的馆子比比皆是，而竹荪正是其中重要的角色。“竹荪是蘑菇，竹



人工栽培的成功使得竹荪的价格逐渐平民化

现在竹荪是我们生活中经常食用的一种真菌，但在未实现人工栽培前，野生竹荪的价格高昂。上世纪80年代，竹荪实现了人工种植，价格逐渐平民化。市场上常见的可食用竹荪一般有三种，分别是长裙竹荪、红托竹荪和棘托竹荪，以前还有一种短裙竹荪，根据现代分子系统学研究发现，短裙竹荪和长裙竹荪是同一种。竹荪的菌柄顶端有一围白色的网状裙从菌盖向下铺开，形态犹如一个穿白纱裙的姑娘。摄影 / 冉玉杰



子是树，两个东西不一样，但竹子底下种出来的竹荪特别好吃。”饭店王老板跟我们介绍时对菜谱上的竹荪菜信心满满。虽然王老板话中的植物学和真菌学知识不严谨，但竹荪和竹子确实有着紧密的关系，如今竹荪的重要产区都是中国重要的竹乡。长宁县位于四川省南部，到处是葱郁的竹子。根据民国时期的《长宁县志》记载，长宁的竹荪在清朝时就已是贡品。如今，长宁的竹荪产业已发展成中国三大竹荪生产基地之一。

对于竹荪的食用记录可以追溯到唐朝孟诜撰写的《食疗本草》，书中写道：“慈竹林夏月逢雨，滴汁着地生蕈，似鹿角，白色，可食。”当时的竹荪还用着古名，叫做竹蕈。同朝的博物学家段成式也在《酉阳杂俎》中写道：“江淮有竹肉，大如弹丸，味如白树鸡。”这里的竹肉指的是竹荪还未完全发育的子实体，呈卵形，大家常称其为竹荪蛋。在西方，这种竹荪蛋在一些地区也会被当作食材，被称为恶魔蛋。人们可以用刀切出菌蛋的内层，然后生吃，它清脆爽口，有一种类似萝卜和荸荠的味道，与其说像蘑菇，不如说更像是一种蔬菜。

六六阅读PDF杂志唯一购买咨询微信二维码

其他渠道购买的用户均无售后保证



泡椒竹荪蛋、红烧竹荪蛋，“蛋”也很美味

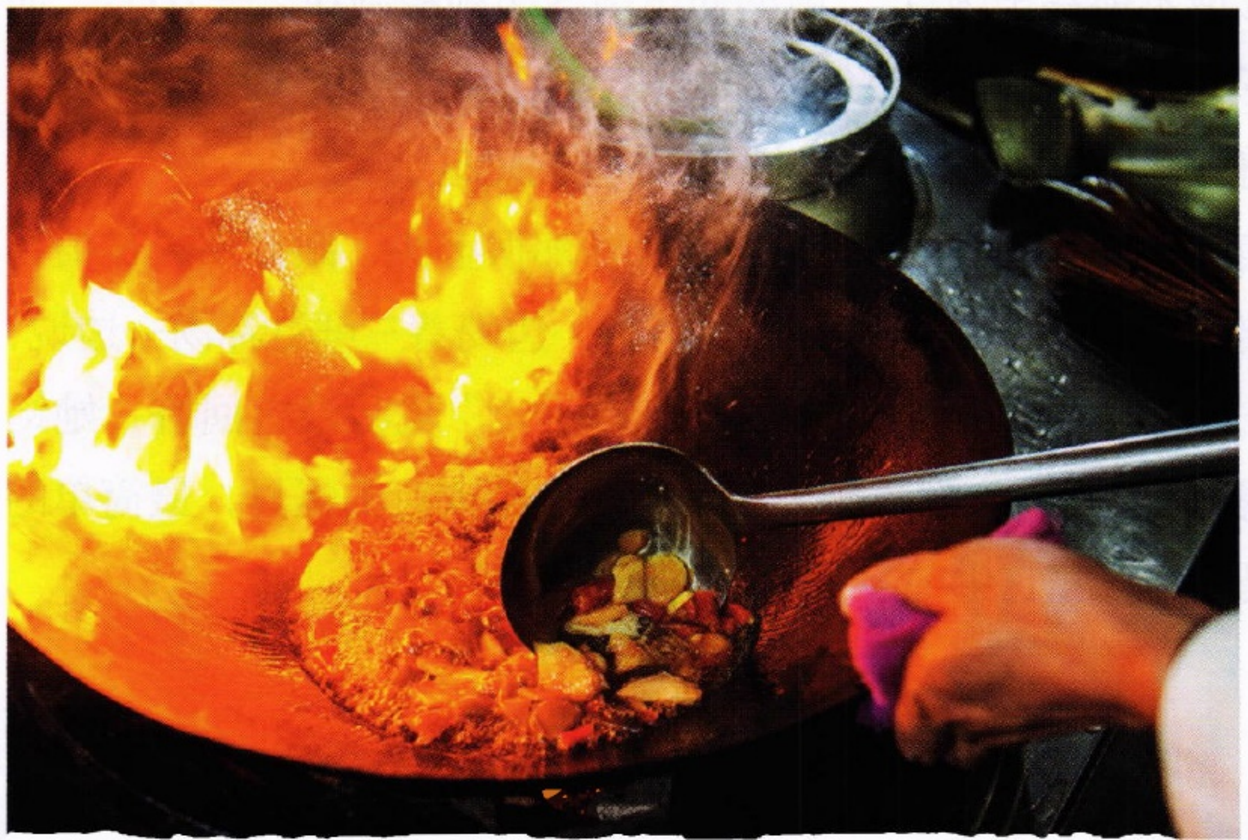
竹荪蛋是竹荪还未完全发育的子实体，呈卵形，也称菌蕾。当竹荪准备“生宝宝”时，它们会先形成一个菌蛋。在西方，它也被称为恶魔蛋。在中国，一些地区会将其当作食材，比如竹荪的三大生产基地之一的四川省宜宾市长宁县，竹荪蛋是当地的一道菜肴。野生的竹荪蛋有股泥腥味，当地人喜欢把竹荪蛋切片，加海泡椒、生姜爆炒后，口感爽滑清脆。摄影 / 冉玉杰

如果你去长宁县游玩，一定会被各种做法的竹荪蛋所吸引。王老板说：“野生的竹荪蛋有股泥腥味，我们当地人喜欢把竹荪蛋切片，加海泡椒、生姜爆炒后，口感爽滑清脆，吃一顿巴适得很。”

竹荪鲜美是因为它们含有丰富的氨基酸，其中谷氨酸和天门冬氨酸是主要的鲜味成分。由于对鲜美的追求使得我国不仅是最早食用竹荪的国家，还最先实现了竹荪的人工驯化栽培。在人工栽培还没有成功的上世纪70年代，采菇人需要在夏秋季节上午的9—10点就开始进山林寻找，这时候竹荪开始破壳抽柄，并逐渐长出雪白网状的菌褶，到了下午1点，子实体就开始倾倒，溶成浆液（菌体在自身水解酶作用下发生自我降解的过程）。所以，采菇人经常空手而归。那时候香港市场上每公斤竹荪干品的售价要高达5000港元，相当于50克黄金的价值。

科研院所、大学和菇农开始对竹荪进行人工驯化，1983年，竹荪在福建省宁德市古田县迎来了历史性的转折点。菇农周永通在试验中发现高温型棘托竹荪菌株的抗逆力强，而且菌丝生长旺盛，可以实行野外栽培，收成时每平方米干品产量可达300克以上。在随后的一年，竹荪的产量迎来了大爆发，古田县的菇农种植了15万平方米，当年夏秋收成竹荪干品25吨，一年的产量达到了全世界产量的12





长裙竹荪

Phallus indusiatus

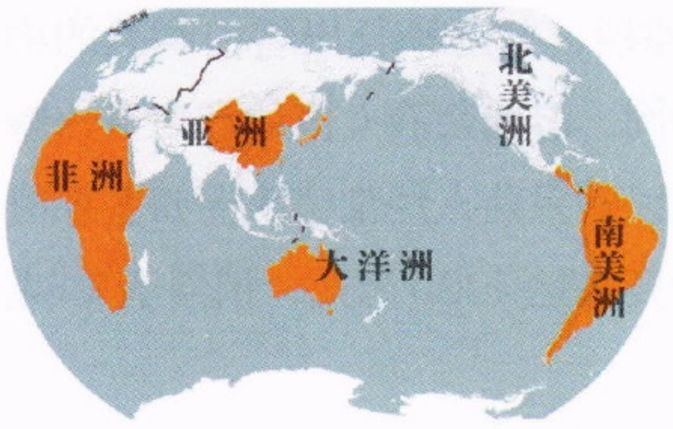
科：鬼笔科

分布：非洲、中美洲、南美洲、亚洲（中国和日本）、澳大利亚

生境：林地、花园、竹林

食用性：可食

子实体高度：200毫米



鬼笔繁衍的秘密就藏在菌盖臭臭的黏液中

所有鬼笔菌的子实体上都会有黏液，这些黏液就是鬼笔菌繁殖策略的核心。这些胶黏状的物质叫做产孢体，里面含有它们的宝宝——孢子。黏液会散发出一股类似鸡粪的臭味，而这样的气味正是苍蝇、果蝇等昆虫所喜欢的。鬼笔菌的孢子宝宝也随着苍蝇被散播到了远处，并且孢子经过消化之后萌发率会显著提高。

倍。人工栽培的成功使得竹荪的价格逐渐平民化，它的身姿也从原本高档的宴席中走入了街边的餐馆。

人工驯化栽培的鬼笔，除了竹荪外，还有冬荪（*Phallus dongsun*）。冬荪的命名过程有点曲折，以前它一直被认作鬼笔属的模式物种白鬼笔（*Phallus impudicus*），由于鬼笔二字听起来让人很难有食欲，因此在售卖时它需要沾一下竹荪的光，常被称为冬荪或者无裙荪（外形酷似没有“裙子”的竹荪）。后来，广东省科学院微生物研究所李挺博士根据现代分子生物学的研究发现，我国分布的白鬼笔与欧洲的白鬼笔有很大差异，因此将其命名为冬荪。现在即便是在学术界，仍有人会将白鬼笔和冬荪混用。

冬荪算是后起之秀，它的种植故事要从上世纪80年代的贵州省毕节市大方县讲起。那时候大方县就有人进行冬荪的栽培，但由于价格并不理想，很长时间内整个产业没有太大起色。一直到2011年，由于到大方县收购中药材的山货商反馈外省有人收购冬荪，且价格是竹荪的2倍，这个情况激发了农户的种植兴趣，当地冬荪的种植面积开始逐年增加。由于冬荪的生长习性对环境条件要求严格，子实体正常生长形成不能高于20℃，菌柄伸出温度必须控制在2—10℃，而且需要下蒙蒙细雨，等湿度够了方才出菇。大方县的地理环境得天独厚，目前是全国唯一大面积成功种植冬荪的地区。

“竹荪也好，冬荪也好，它们的气味都很上头，跟你那天在植物园里找到的细皱鬼笔有的一拼。”郑老师一边喝着三鲜竹荪汤一边说，“你知道为什么这些鬼笔长得奇葩还难闻么？”见我没有回答，她给了一个提示，“但凡你觉得某个生物长得奇葩或行为怪异，最简单的思路就是想想这和它生宝宝有没有关系。”

柱菌属
Colus

网球菌属
Ileodictyon

灯笼菌属
Laternea

花状菌属
Abrachium

星头菌属
Aseroë

三叉鬼笔属
Pseudocolus

笼头菌属
Clathrus

鬼笔属
Phallus
(=Dictyophora)

布卢氏鬼笔属
Blumenavia

伊塔鬼笔属
Itajahya

蛇头菌属
Mutinus (=Jansia)

木鬼笔属
Xylophallus

特拉普科 Trappeaceae

笼头菌科 Clathraceae

鬼笔科 Phallaceae

鬼笔目
Phallales

◀ 在真菌分类学上，鬼笔一般指的是鬼笔目下的物种，包含鬼笔科、笼头菌科、散尾鬼笔科、腹孢菌科、闭托鬼笔科、特拉普科和原鬼笔科7个科，大约300种真菌。我们用一棵演化树的形式呈现出鬼笔目下7个科的真菌，其中笼头菌科的真菌外形最为丰富和特别，我们画出了全世界主要的几种笼头菌科真菌。腹孢菌科、闭托鬼笔科、特拉普科和原鬼笔科未找到参考图。

鬼笔释放出的臭味到底是什么成分呢？

▼ 为了得到答案，中国科学院昆明植物研究所分类室副主任陈高研究员用气相色谱仪检测了五棱散尾鬼笔释放气体的成分，分析表明这个气味的成分包括了丁酸、对甲酚、苯酚、戊酸和吲哚等。为了统计取食者对五棱散尾鬼笔孢子的传播能力，研究者抓了16只蠼螋，先在蒸馏水中放养3天排光体内粪便，再投喂2天的五棱散尾鬼笔的产孢组织，其间收集蠼螋排出的粪便，并统计粪便中的孢子数量。蠼螋的粪便和子实体产孢组织经过灭菌处理后，被置于培养基上培养。4天后，统计孢子的萌发率，以检测孢子通过昆虫消化后萌发率的变化。结果显示，经过蠼螋肠道消化过的孢子萌发率为70%以上，而产孢组织上的孢子萌发率却不到10%。这个研究证实了，孢子经过昆虫的消化之后萌发率会显著提高。

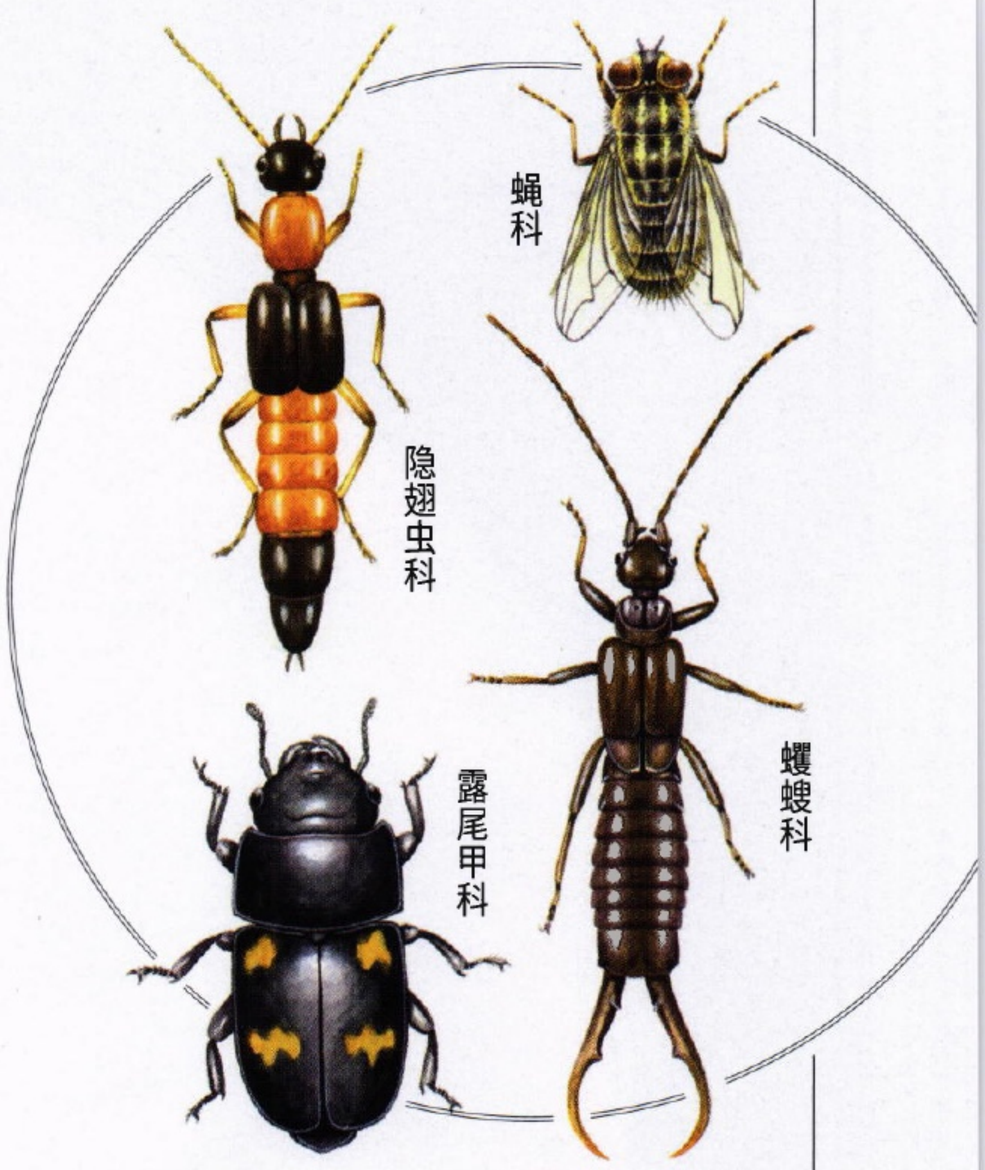
本页绘图 / 出离



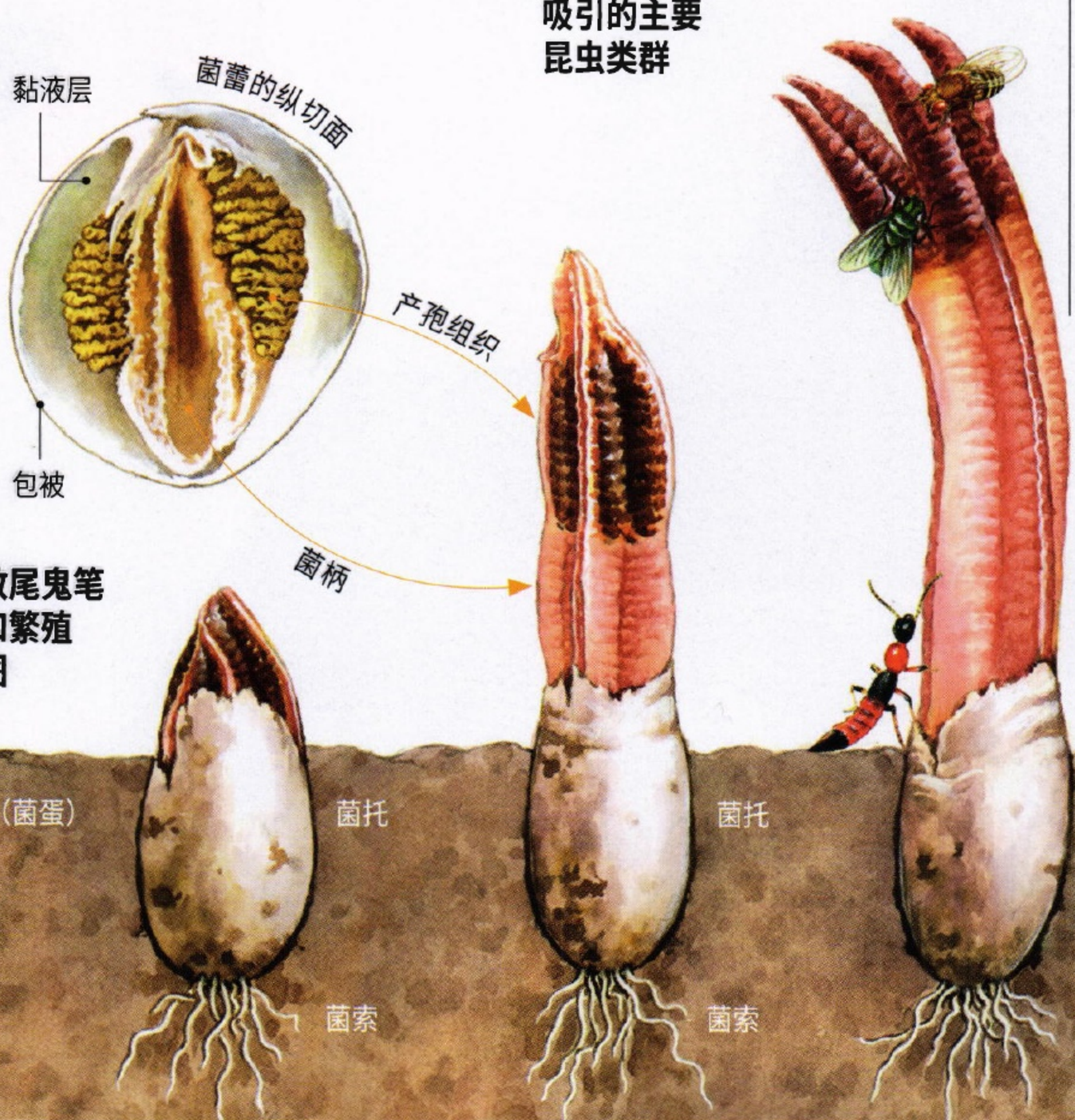
鬼笔目真菌分类树



散尾鬼笔属
Lysurus



被鬼笔气味吸引的主要昆虫类群



五棱散尾鬼笔生长和繁殖示意图

五棱散尾鬼笔 ▶

Lysurus mokusin

科：散尾鬼笔科

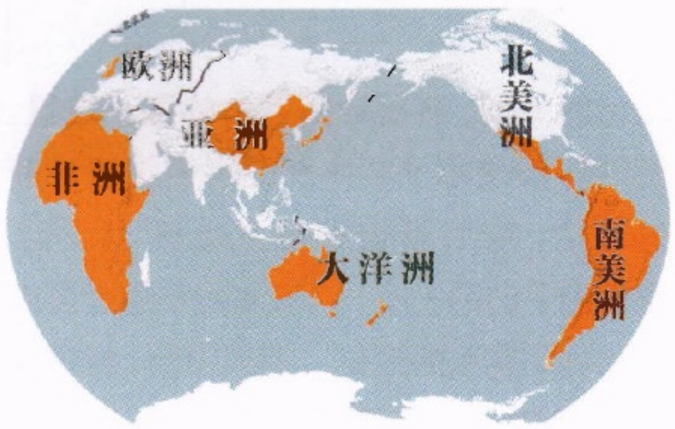
分布：亚洲、北美洲、欧洲南部、澳大利亚

生境：林地、花园

食用性：可食（蛋形期）

子实体高度：150毫米

朝生暮落花，鬼笔的“一生”



图为不同生长期的红星头鬼笔，它是鬼笔目笼头菌科星头鬼笔属的一种真菌，因形似海葵也被称为海葵蘑菇，也有人将其误认作一朵花。鬼笔目真菌的一生比较短暂，当它们准备好繁衍时，会先形成一个菌蛋。当蛋成熟时，子实体的所有部位也都形成了，只不过它们都紧紧地挤在蛋中，这个过程大约需要一两天。而鬼笔破壳而出到衰败的过程非常短暂，等到时机成熟，鬼笔开始通过根状的菌索往菌蛋中输入大量水分，吸水后的细胞开始迅速膨胀，在每分钟5毫米的速度下迅速生长。菌柄从菌蛋中“破壳”而出到衰败，只有大约一天的时间，因此古籍中描述它为“朝生暮落花”。

红星头鬼笔

Aseroë rubra

科：笼头菌科

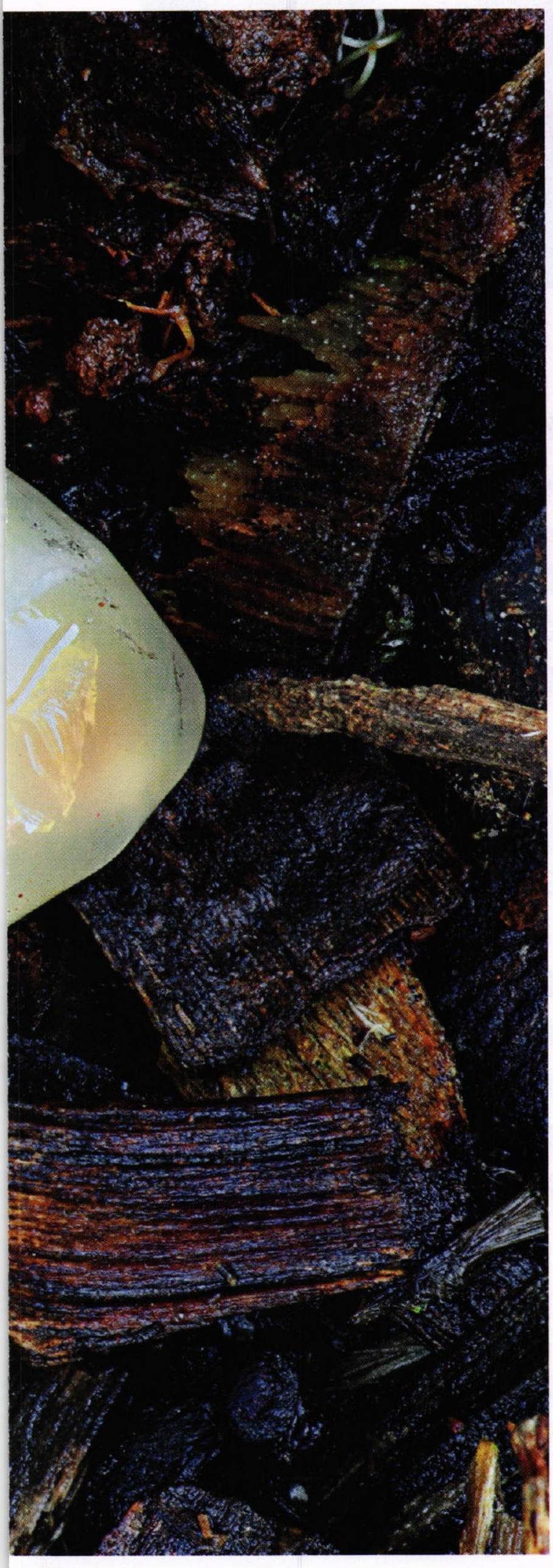
分布：北美洲南部、非洲、中美洲、南美洲、亚洲（中国、日本）、澳大利亚、新西兰、欧洲（英国）

生境：林地、花园

食用性：可食（蛋形期）

子实体高度：100 毫米







臭味：鬼笔生儿育女的小伎俩

我们常说的蘑菇是大型真菌的子实体，它们的终极目的是把孢子散播到世界上完成传宗接代的使命。常见的伞菌往往在菌盖的下表面产生孢子，等成熟后这些孢子会随着气流飘散到周围的空气中。另外一些腹菌（幼时的子实体呈块状）的策略却不同，它们的特点是在体内产生孢子。比如我们常见的马勃，也称马粪包，挤一下它们的子实体，就能喷射出藏在里面的孢子。

鬼笔也发展出了属于自己的花式传孢手段。当鬼笔准备“生宝宝”时，它们会先形成一个菌蛋。当蛋成熟时，子实体的所有部位也都形成了，不过这个时候它们都紧紧地挤在一起，像是被折叠了无数次的纸张一般，在菌蛋中蓄势待发。

等到时机成熟，鬼笔开始通过根状的菌索往菌蛋中输入大量水分，吸水后的细胞开始迅速膨胀，在每分钟 5 毫米的速度下迅速生长，撑起了鬼笔标志性的菌柄。鬼笔的菌柄往往有着像蜂巢般特殊的





细小笼头菌 ❶

Laternea pusilla Berk. & M.A. Curtis

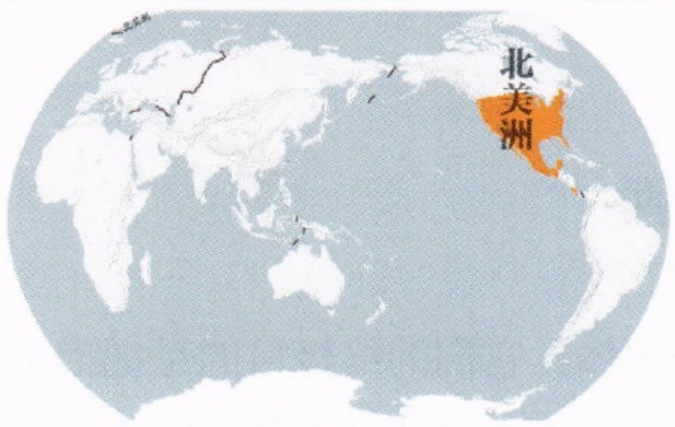
科：笼头菌科

分布：北美洲（美国、墨西哥）、中美洲（哥斯达黎加）

生境：林地

食用性：未知

子实体高度：400毫米



纺锤状三叉鬼笔 ❷

Pseudoculus fusiformis (E. Fisch.) Lloyd

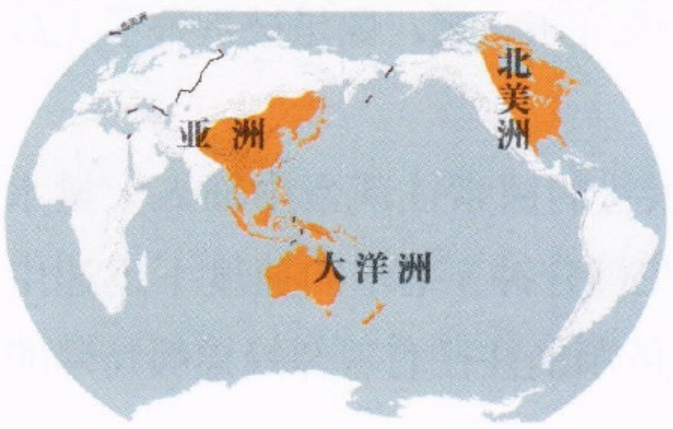
科：笼头菌科

分布：北美洲东部、亚洲东部、澳大利亚、新西兰

生境：林地、花园

食用性：不可食

子实体高度：75毫米



结构，虽然捏起来很柔软，但它有着非常强的力量，有时候甚至能够顶开沥青破土而出。鬼笔生长的过程很迅速，菌柄从菌蛋中“破壳”而出到衰败，只有大约一天的时间。随着生长，鬼笔的脑袋（菌盖）上开始渗出黏液。这些黏液就是鬼笔繁殖策略的核心。这些胶黏状的物质叫做产孢体，里面含有它们的宝宝——孢子。

鬼笔就像花儿一样，打算寻求昆虫的帮助。不过这里的画风可能跟我们想象中的传花授粉有所差异，鬼笔吸引的不是蝴蝶和蜜蜂这类被我们喜爱的虫媒，而是肮脏的使者——苍蝇。相比于姹紫嫣红的花色，或者沁人心脾的花香，苍蝇等喜臭昆虫更热衷于呕吐物和腐臭的气味，而这正是产孢体所发出的气味。

苍蝇被产孢体的气味吸引而来，围在上面大快朵颐。当它们狼吞虎咽把产孢体吃下去时，身上也沾到了孢子。吃饱后，苍蝇们四散而去，鬼笔菌的孢子宝宝也随着苍蝇被散播到了远处，甚至有些孢子在苍蝇的肚子里走了一趟被排泄出来后更容易萌发。整个过程非常迅速，少则一日多则两日，鬼笔就完成了任务，开始逐渐萎蔫。因此鬼笔在古籍中的别名，叫做“朝生暮落花”。

要不要穿“裙子”呢？

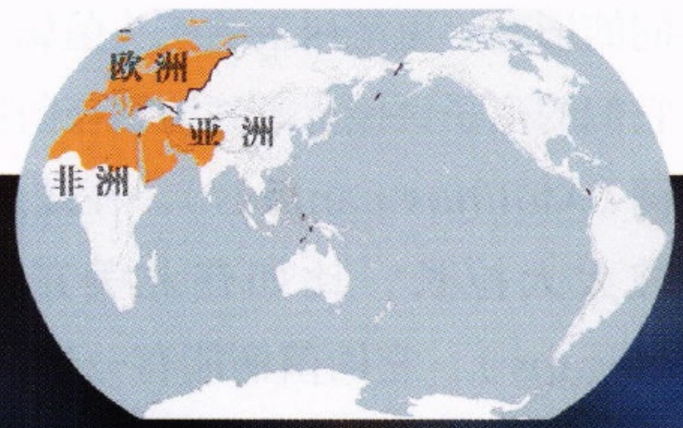
在鬼笔目所有的真菌中，白鬼笔最有代表性，它也是鬼笔属的模式种。它具有醒目的男性生殖器般的外形，*Phallus* 在拉丁语中正是阴茎的意思。由于以形补形的观念，在世界上的一些地方，它曾被认为是一种春药。

笼子状、球状、分枝状笼头菌科的成员大多造型奇特

鬼笔目真菌的子实体有着丰富的形态，尤其是笼头菌科的成员，奇特的造型令人惊叹。下图是红笼头菌，它的子实体像由格子一样的分枝围成的中空球体，也因此常被人称为红笼子（摄影 / Daniel Winkle）。以腐烂的木质植物为食，常单个或成群生长在花园的落叶里、草地上或林地里。左页图 ❶ 是拍摄于哥斯达黎加的细小笼头菌（摄影 / Daniel Jimenez）。左页图 ❷ 为纺锤状三叉鬼笔，刚从菌蛋中长出时，四个托臂是向顶端收拢在一起的，成熟后打开（摄影 / 李挺）。

我们常见的竹荪和白鬼笔的外形相似，只是多穿了一件漂亮的菌裙。市场上常见的可食用竹荪一般有三种，分别是长裙竹荪（*Phallus indusiatus*）、红托竹荪（*Phallus rubrovolvatus*）和棘托竹荪（*Phallus echinovolvatus*），以前还有一种短裙竹荪，根据现代分子系统学研究发现，短裙竹荪和长裙竹荪是同一种。竹荪的菌柄顶端有一围白色的网状裙从菌盖向下铺开，形态犹如一个穿白纱裙的姑娘。不过竹荪中还有一些尚未明确可食用性的品种，它们的菌裙颜色更加鲜艳，有黄色、粉红色、红色等等。

这些具有长短不一、颜色各异菌裙的竹荪过去常被归属于竹荪属*Dictyophora*。属名*Dictyophora*，来源自希腊语，是“有网的”的意思，描述的就是竹荪子实体上独特的网状结构。而像白鬼笔这样没有菌裙的则被归入鬼笔属*Phallus*。而根据现代分子系统学研究，菌裙的有无不能作为属这一级别的分类依据，因此竹荪属已经被合并到了鬼笔属。虽然它们的拉丁学名进行了变更，但中文中我们还是习惯



红笼头菌（红色的笼子）

Clathrus ruber

科：笼头菌科

分布：欧洲、北非、亚洲西南部

生境：林地、花园

食用性：可食（蛋形期）

子实体高度：120毫米

称呼鬼笔属中有菌裙的为竹荪，没有菌裙的叫某某鬼笔。

既然拉丁学名都是鬼笔，为什么有的穿裙子有的不穿呢？科学家发现那些有裙子的竹荪，特别是“裙子”鲜艳的竹荪大多分布在亚洲的热带地区，于是猜测这些菌裙是为了给传孢者一种视觉冲击，更好地实现繁衍的目的。在热带森林中，由于植被密度很高，地面上的空气流通非常缓慢，这会带来一个问题，产孢体发出的气味分子没法被缓慢流动的空气传播得很远，也就没法很快吸引足够多的小昆虫前来帮忙。为此，竹荪们同时提供了气味和视觉的双重信号，仿佛一家香味四溢并且门口竖着一块大屏幕循环播放着广告的蛋糕店，可以吸引到远处饥肠辘辘的行人。

“笔头”的艺术

就像我们的毛笔有着不同的型号，鬼笔的笔头（菌盖）也有着不同的形态。鬼笔科下的蛇头菌属（*Mutinus*）就没有一个单独的菌盖，它们的孢子直接湿漉漉地粘在菌柄的顶端，比如最有代表性的狗蛇头菌（*Mutinus caninus*）。在蛇头菌属的一些物种中，顶端的产孢区被大大拉长，比如在北美东部常见的雅致蛇头菌（*Mutinus elegans*），它的菌柄能有一半以上都被孢子覆盖，而且它也不是很臭，更多是一种带着金属和化学品的气味。也有一些物种，它们的孢子在顶端被嵌入到了菌柄中，比如雷氏蛇头菌（*Mutinus ravenelii*），原本蜂窝状的结构被填得满满的，像一粒树莓的表面。

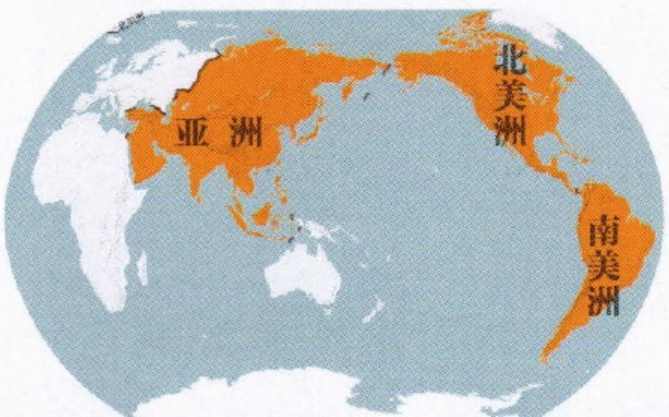
书法初学者的控笔能力往往不足，有时候一不小心用力过猛就能把笔头按得分叉，鬼笔真菌中的散尾鬼笔属（*Lysurus*）和星头鬼笔属（*Aseroë*）就有着这种类似分叉的笔头。比如十字散尾鬼笔（*Lysurus cruciatus*），它的笔头会在菌柄的顶端分叉成4—7束，每一束都有白色的外槽和褶皱，内部为橙红色到棕色，上面粘着产孢体。散尾鬼笔属的模式种在我们国家也有分布，那就是棱柱散尾鬼笔（*Lysurus mokusin*）。它的菌柄连着顶部都有棱，通常为4—5棱，多为5棱，偶尔会有6棱，这些棱最终在顶端融合，形成一个非常尖的尖顶。星头鬼笔属下的成员风格则更加豪放一些，它们顶部的笔毛更为纤细，完全舒展后像极了来自外星的神秘生物。

要说把笔头艺术发挥到极致，笼头菌属（*Clathrus*）是当仁不让的大咖。笼头菌中名气最大的是红笼头菌（*Clathrus ruber*），它也是笼头菌属的模式种。红笼头菌早在1560年已由瑞士博物学家康拉德·格斯纳在他的《动物史》中给出描绘，但格斯纳把这种蘑菇误认为是一种海洋生物，可见它长得一点儿都不像真菌。红笼头菌的属名*Clathrus*来自古希腊语，意思是格子，种名*ruber*是拉丁语，意思是红色，这很贴切地描绘出了它的模样。



以腐木为“食”，鬼笔是一类典型的腐生菌

鬼笔菌通常生活在空气湿润、腐殖质丰富的林下，是一类典型的腐生菌，枯朽木头中的木质素和纤维素是它们赖以生存的营养来源。这类真菌在全世界分布广泛，温带、亚热带和热带的林区都能看到它们的身影。图为拍摄于华南植物园的细皱鬼笔，可以从图片中看到它的子实体的生长过程。摄影 / 李挺



细皱鬼笔 ▲

Phallus rugulosus (E. Fisch.) Lloyd

科：鬼笔科

分布：亚洲、美洲

生境：林地、花园

食用性：有毒

子实体高度：190 毫米

当红笼头菌还是菌蛋的时候，呈现为奶油色到浅黄褐色，包被表面光滑但有网状的痕迹，总的来说画风很正常，只不过菌蛋的尺寸略大，直径能达到 6 厘米。但是，当菌蛋成熟裂开后，画风瞬间突变。它没有菌柄，直接从“破壳”长出了一个由血管一般的网格组成的红色空心球体。这种鲜艳诡异的外形使得红笼头菌在南欧的某些地方被认为是具有神秘力量的“魔女的心脏”。笼头菌属下的另一个著名成员则是被称为“恶魔手指”的阿切氏笼头菌（*Clathrus archeri*）。它也有着海洋生物一般奇特的外形，当它刚从菌托中长出来时，顶部还连在一起，像是一副手套，随着子实体慢慢成熟，这些手指彼此分离并向后舒展，如同一只章鱼的触手。鬼笔为什么这么费尽心思地长出各种形状的子实体呢？追寻最终的原因，都是为了繁衍后代。

审稿专家 / 广东省科学院微生物研究所
助理研究员 李挺
责任编辑 / 康静　图片编辑 / 王彤
版式设计 / 介彬　地图编辑 / 陈云

火山爆发离我们有多远？

今年1月15日，汤加海底火山发生剧烈喷发，造成了巨大的灾难，引起了人们对火山的关注，也引发了国人的疑问：众所周知，我国是地质灾害高发的国家，那我国有没有可能喷发的火山？火山爆发会不会也发生在我们身边？一旦真的发生火山爆发，有可能提前预报以实现避险吗？为了解答这些问题，本刊老作者赵春江在中国地震局火山研究所所长盘晓东的带领下，亲赴吉林长白山火山监测站，带我们一起了解中国火山监测的秘密。

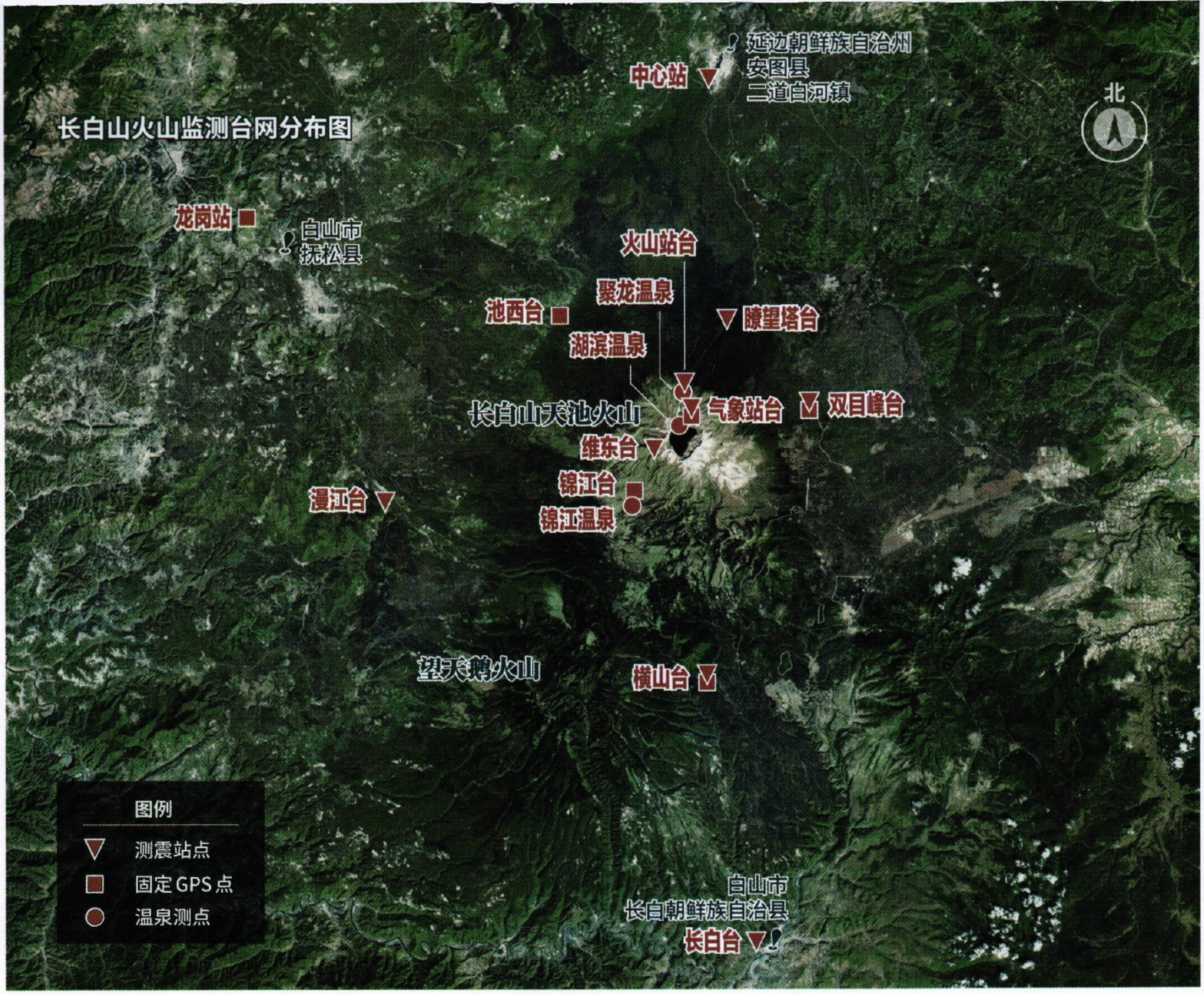
撰文

赵春江　盘晓东

摄影

卓永生 等

我国虽近百年来无大规模火山喷发与灾害，但依然是世界上多火山的国家之一。根据现有的资料统计，我国共有新生代火山群120多个，火山1000余座，其中有14座在全新世以来的一万年内有过喷发活动，也就是可以被称为“活火山”。在这14座活火山中，长白山天池火山的活跃度最高。摄影师捕捉到了这幅天池火山的奇妙画面：天池水面映射着火红的朝霞，仿佛炽烈的岩浆喷涌而出，与空中火山灰般的云层共同构成了“火山爆发”的幻境。

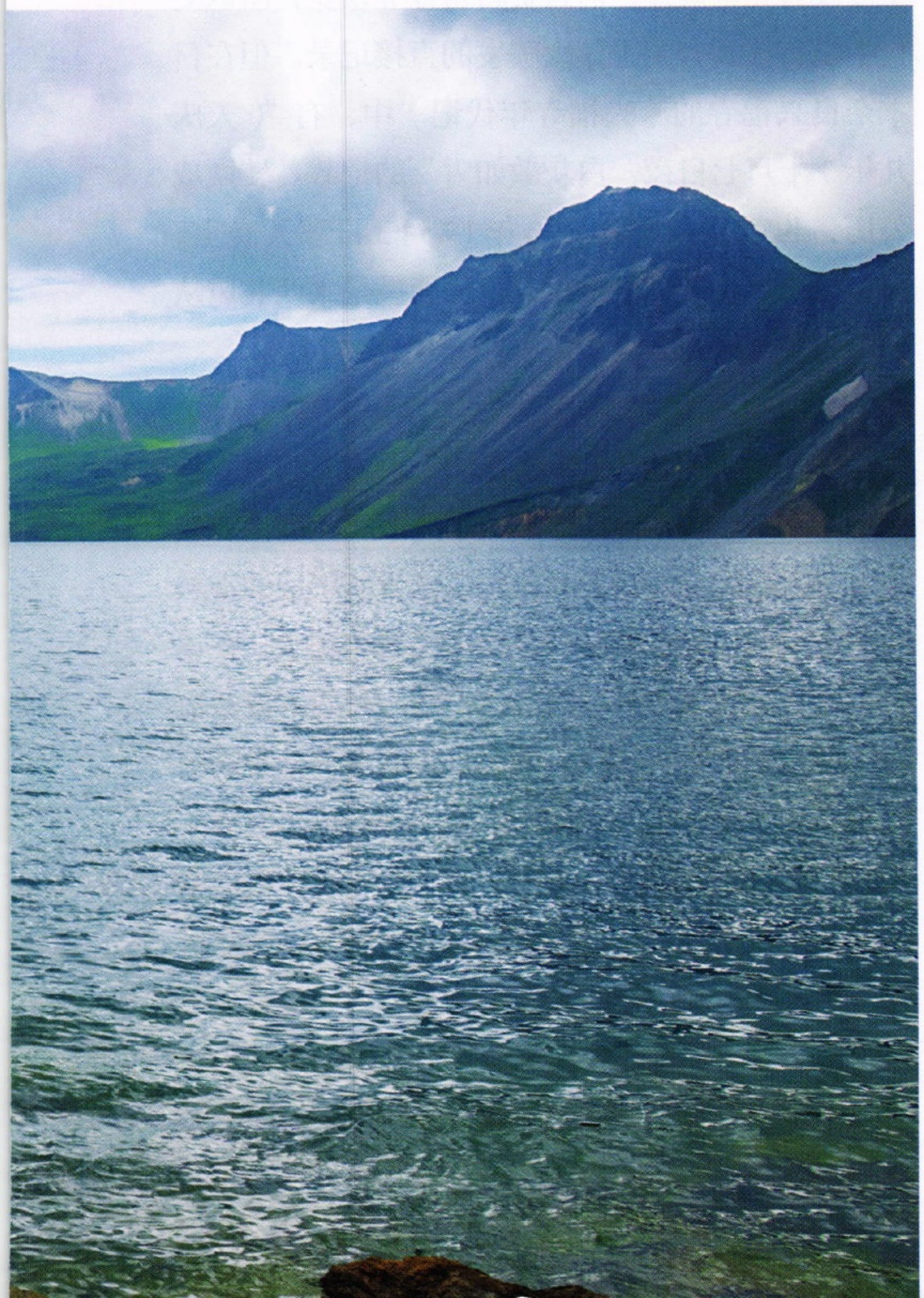

长白山火山监测台网分布图
中心站
延边朝鲜族自治州
安图县
二道白河镇
北
龙岗站
白山市
抚松县
火山站台
聚龙温泉
池西台
瞭望塔台
湖滨温泉
长白山天池火山
气象站台
双目峰台
维东台
锦江台
漫江台
锦江温泉
望天鹅火山
横山台
白山市
长白朝鲜族自治县
长白台
图例
测震站点
固定 GPS 点
温泉测点





2022年1月15日，南太平洋岛国汤加王国境内洪阿哈阿帕伊岛海底火山发生猛烈喷发，引起了全世界的震惊和关注。一时间流言甚嚣——环太平洋火山带处于活跃期、日本富士山喷发“进入倒计时”、美国黄石公园火山可能发生超级爆发……在我国，人们也把目光集中在了国内的火山上。我国有没有可能喷发的火山？火山爆发会不会发生在我们身边？火山爆发能提前预报吗？

我国最著名的一座火山为吉林省长白山。在一些旅游宣传材料中，长白山被称作“中国唯一休眠性活火山”。而在长白山地区，从上个世纪八九十年代起，民间就有“长白山每隔300年左右喷发一次，21世纪初就又要喷发了”的传言。此次汤加的火山喷发，更让长白山成了人们关注的热点。于是，在2022年2月，我们来到了长白山脚下安图县二道白河镇。



春节的气息还在小镇上弥漫，鞭炮声不时在耳边炸响。路边的一座院落中，红灯笼、对联一样不缺，气氛却是一派安宁，甚至还有一些肃静，多少与外边的氛围不太相符，这里是长白山火山监测站。

有“案底”且不安分：长白山下次喷发不是马上，但是迟早

为什么在长白山下会有这样一座监测站？“长白山300年喷发一次”的说法有根据吗？让我们先从长白山的“案底”说起。

长白山并非一座单独的火山，而是由数座大型火山和一系列小火山渣锥组成，也可称之为长白山火山群，喷发活动贯穿了整个新生代。从距今约500万年前，火山活动开始了大型火山锥体的构筑，先后形成了胞胎山火山（可分为北胞胎山和南胞胎山，在朝鲜境内）、望天鹅火山、天池火山这三处体量最大、特征最突出的山体。

天池火山是其中最年轻的一座，也是最活跃的一座，1万年以来至少有过6次喷发，最著名的一次莫过于公元946年发生的“千年大喷发”。

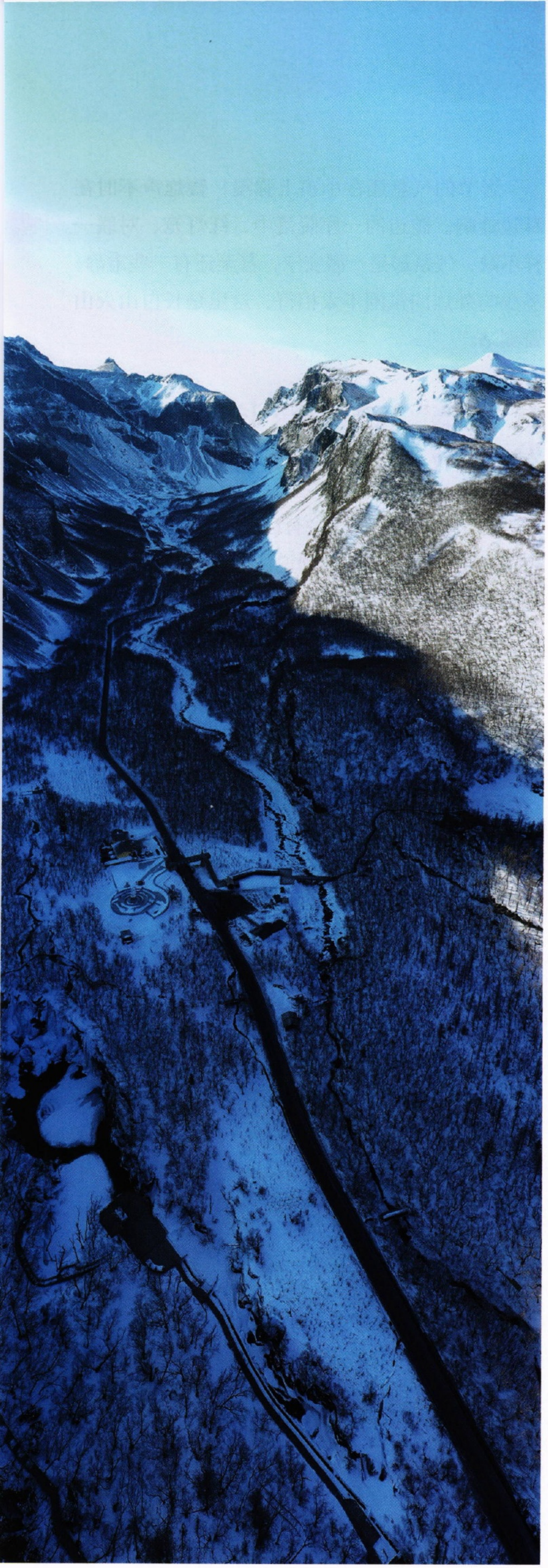
长白山火山群

地点：吉林省东部中朝边境一带

上次喷发时间：可能为1903年

周边有无居民区：有

长白山火山群，在我国境内有望天鹅火山和天池火山两座大型火山锥和若干小渣锥。其中天池火山是我国境内保存最为完整的新生代多成因复合式火山，火山锥体底部半径约20公里，顶部的破火山口在降水和融雪的汇聚下形成天池。为了监测火山活动状况，长白山火山监测站以天池火山为中心，布置了密集的监测台网，包括测震站点、固定GPS点和温泉测点，借助多种手段掌握着长白山火山的动向（见地图）。左图为火山监测人员在天池湖畔的湖滨温泉采集火山气体样本。



火山监测站与监测人员的日常

1999年，长白山天池火山监测站建成，之后发展为现在的长白山火山国家重点野外观测研究站。由于距离天池破火山口仅2公里，它也被简称为“山上站”。左图中，位于画面中狭长山谷里的小院落就是“山上站”，它在皑皑白雪中显得格外隐秘而静谧。大雪纷飞是冬季长白山的常态，也是监测人员在冬季开展野外工作时必须面临的挑战。摄影师拍下了今年2月11日监测人员在锦江温泉采集火山气体样本时的情景：在约零下20℃的气温里，监测人员站在水中持续取样一个半小时，积雪染白了他们的头顶（右页图 摄影 / 曲成军）。之所以要在野外的温泉采集样本，是因为一些与地下岩浆活动密切相关的火山气体往往会从温泉逸出，或者是溶解于温泉水中。这些气体远比上涌的岩浆“跑得快”，所以监测火山气体成分的变化，有助于预测未来火山喷发的危险性。

当时的长白山地区处于契丹人控制下，契丹文至今没有完全破译，而且资料留存非常少，所以史料中没有找到有关千年大喷发的直接记录。但在日本奈良兴福寺的《兴福寺年代记》中，有“（天庆九年）十月七日夜，白灰散如雪”的记载。转换成公历，也就是在公元946年11月3日那天晚上，白色的灰烬从天降于奈良，很可能就是乘西北风从长白山飘过去的火山灰。

这次火山喷发非常剧烈，直接摧毁了周边50—70公里范围内的原始森林，火山泥石流（指伴随着火山喷发，由火山湖泊中的水突然溢出，或火山口附近因火山喷发而融化的冰雪所形成的突然增多的水流，夹杂着岩石、火山碎屑物和水，在重力作用下，沿着河道、沟谷或山坡一起向下快速流动的洪流）甚至蔓延到300公里外的今吉林丰满松花湖一带，堆积物厚度达15米。喷出的火山灰不仅飘到了日本，后来在1000多公里外的库页岛附近，深海钻探人员也打到了厚达2厘米的火山灰沉积；甚至在远隔重洋的格陵兰岛上，人们也在冰芯中找到了这次喷发的火山灰痕迹。长白山天池火山的“千年大喷发”，是地球历史上近两千年以来最

大规模的火山喷发之一，幸而当时长白山地区居住人口不多，并没有引起巨大的人员伤亡。

之后，1668年、1702年、1903年，长白山天池火山都发生过中小规模喷发，而且这几次喷发在史料中都可以找到记录。所以民间关于长白山300年喷发一次的传言并不可靠，更多是反映了居住在火山周边的人们，对火山一直保持着警惕。

2000年，时任国际火山学会主席R.S.J. Sparks教授考察长白山火山后认为，长白山天池火山是中国最危险的火山，潜伏着巨大灾害风险。中国科学院院士刘嘉麒在长白山从事了几十年的火山研究工作，他认为：长白山火山虽然不会马上就喷发，但迟早会喷发。

我国已探明活火山14座，设立监测站6个

刘嘉麒院士在接受采访时，还纠正了长白山是“中国唯一休眠性活火山”的说法。他先解释了活火山、死火山和休眠火山的概念：“一般来说，全新世，也就是最近一万多年里没有喷发过的火山属于死火山，喷发过的属于活火山。而活火山在喷发过后，可能迎来长期的静止，这便是休眠火山。”然后补充道：“东北的长白山、云南的腾冲火山群、台湾的大屯火山群都是活火山，有喷发的可能，其中长白山和大屯火山群都是比较活跃的。”

前人研究成果和专家调查表明，我国目前已探





火山地震、地表形变、火山气体 这三类火山监测手段各有什么优势和劣势？

许建东　中国地震局火山研究中心　主任
吉林长白山火山国家重点野外观测研究站　站长

绘图 / 李亚龙

首先，监测火山地震是最重要的手段。全球所有的火山监测站，都会进行地震监测。因为岩浆活动与地震活动密切相关，火山喷发前岩浆异常活动的整个过程，都可以通过地震活动强度、地震类型、震源位置等地震信息的变化体现出来。所以，火山地震监测是火山监测站的标配。

相对地震来说，火山活动引发的地表形变，表征性就没那么实时和直接了。因为只有当岩浆活动异常到一定程度，岩浆开始向上运移时，才会令地表产生比较大的形变。目前全球的火山监测站中，配备有形变监测仪器的大约有百分之六七十。





火山气体监测，它的局限性就更多一些。因为来自地幔源区的气体在上升到地壳岩浆房的过程中，可能会受到污染，具有一定程度的不确定性。此外，火山气体异常作为火山喷发的前兆指标，并不是那么敏感，可能在岩浆活动早期能为我们提供一些信号，比如说某种指标性气体突然增加，但之后就不再变化了，对于最终的火山喷发预警所能提供的信息有限。目前大约有一半左右的火山监测站会监测火山气体。

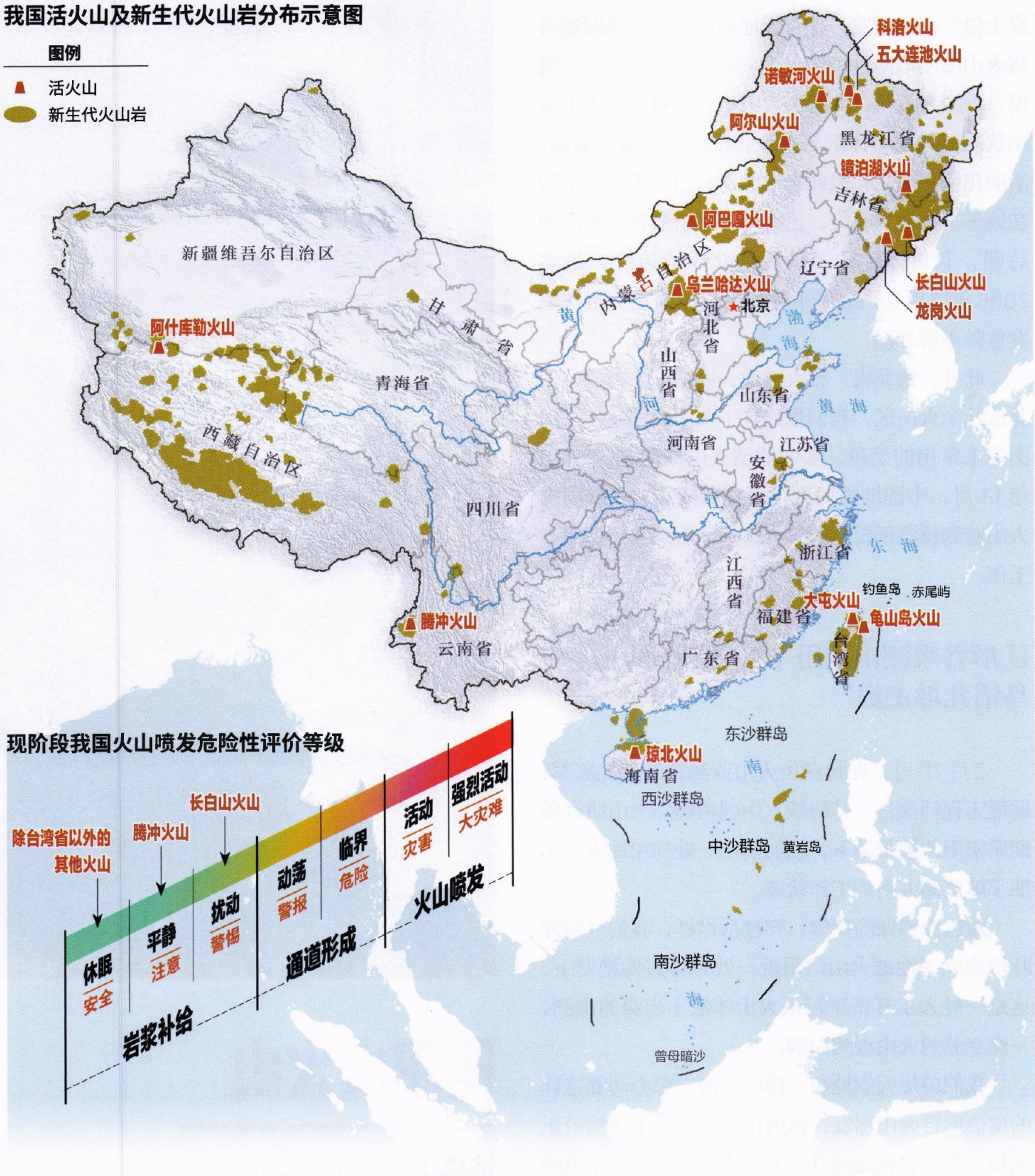
要实现火山监测的理想状态，需要多手段联合监测，而不是单项监测。更重要的是台网密度一定要足够密。此外，监测数据应该以实时数据为主，而不仅仅是流动观测数据（注：流动观测是指季节性的观测，不是实时的、连续的观测）。最后一点是，数据处理分析软件也要跟上，因为当我们有了海量的实时数据时，也需要对这些数据做实时的处理和分析，这样才能实时得出反映岩浆活动状态的结果。

十八般武艺上阵，监测火山一举一动

科学家通常会利用各种仪器，通过捕捉地震信号、观测地表形变、检测火山气体这几类手段来监测火山的状况。在长白山火山监测站，出于各方面因素的考虑，许多仪器被设置在天池火山口附近一座人工开凿的观测山洞内。左上图即为观测山洞的入口，工作人员正在用斧头凿去门口的冰。左下图中，中国地震局火山研究所所长盘晓东和长白山火山监测人员徐丹正在察看地震观测数据。

包括长白山火山在内，我国目前已探明的活火山区有14处。我国通常将火山喷发危险性等级分为7级，其对应的火山活动状态分别为：休眠、平静、扰动、动荡、临界、活动和强烈活动。目前，长白山火山是我国14处火山区中最活跃的一处，处于扰动状态；腾冲火山群处于平静状态；其余火山除台湾的两处因信息不足，暂时无法归类外，均尚处休眠状态（见右页地图）。

我国活火山及新生代火山岩分布示意图



明的活火山区有14处，主要分布在我国东北、西南和东南地区。它们是：吉林长白山火山、龙岗火山，黑龙江镜泊湖火山、五大连池火山、科洛火山、诺敏河火山，内蒙古阿尔山火山、阿巴嘎火山、乌兰哈达火山，云南腾冲火山，海南琼北火山，台湾大屯火山和龟山岛火山以及新疆阿什库勒火山。这些火山往往与长白山类似，不是一座单独的山头，而是由多座火山组成的火山区。其中，最近喷发的是新疆于田阿什库勒火山区的阿什山，上次喷发可能是在1951年。

为预防和减轻火山喷发形成的灾害，1999年，在天池破火山口北2公里处，长白山天池火山监测站建成，即现在长白山火山国家重点野外观测研究站的前身，工作人员亲切地称其为“山上站”。有“山上”就一定有“山下”，“山下站”就是位于二道白河镇上的长白山火山监测站，它建立于2006年。在2002到2005年，监测站监测到，天池火山发生了一系列的岩浆扰动事件——火山下方岩

浆上侵，小震频发，并引起地表形变等。我国通常将火山喷发危险性等级分为7级：安全、注意、警惕、警报、危险、灾害和大灾难，其对应的火山活动状态分别为：休眠、平静、扰动、动荡、临界、活动和强烈活动。以此来对照，长白山天池火山现在处于“扰动”等级，已经进入了岩浆补给阶段的后期，有可能到达了阶段性变化的边缘，虽然2006年以后又恢复了平静，但它的潜在灾害性喷发危险不容忽视。

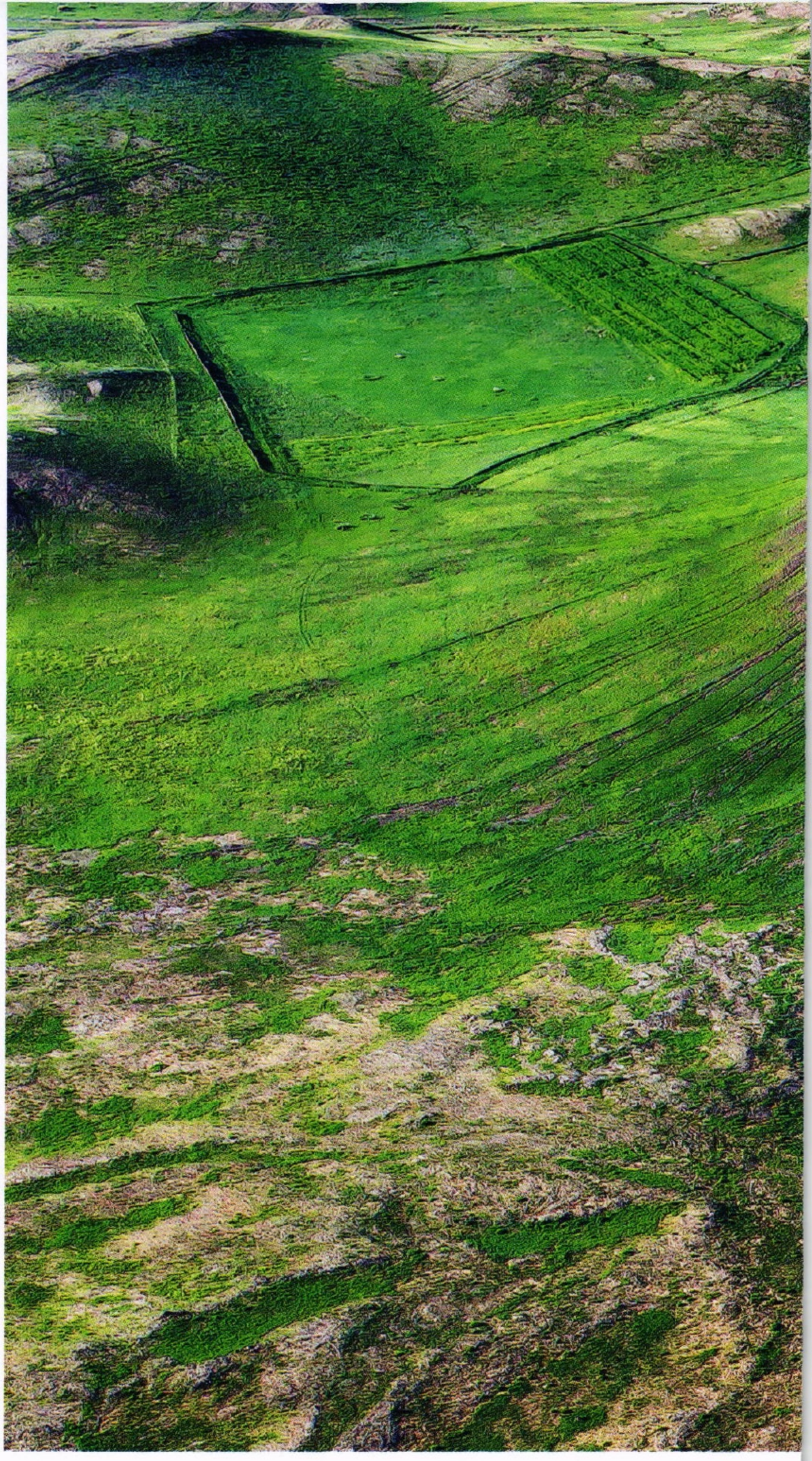
此外，在龙岗、五大连池、镜泊湖、腾冲、琼北这几个火山区，我们也建立了火山监测站，采用国际上常用的手段，实时监测火山的动态。2020年11月，中国地震局火山研究所成立，开展国内火山监测预测预警、国外火山活动跟踪及信息服务工作。

U形谷观测山洞里：“悄悄地进庄，鸟悄儿地走道”

2月10日，在长白山火山监测站站长孔庆军，助理工程师徐丹、苏晓轶，中国地震局火山研究所助研宋雨佳的带领下，我们前往一处神秘地点，实地了解监测人员的工作状态。

蹚过没膝深的积雪，穿过岳桦林，我们气喘吁吁地来到天池破火山口附近一处U形谷的绝壁下。这是一处人工开凿平行嵌入山体数十米深的山洞，一座专业的火山观测山洞。

我们总用天崩地裂、排山倒海、惊心动魄这样的词语形容火山爆发，但火山监测者的工作情景正相反，是“悄悄地进庄，鸟悄儿地走道”。厚重的铁门打开之前，所有人被特别提醒：进山洞之后，行动一定要轻手轻脚。山洞里面有四道密封的特殊大门，将不同的仪器和工作环境隔开；进入每个工作房间时，还会再有一道门。因为任何接触地面或墙壁的摩擦，都会被仪器监测到，而过重的干扰，会产生噪声信号而影响仪器观测结果。除了定期检修设备和排除突发故障，工作人员一般是不进山洞的。仪器运行的数据，每时每刻都通过数据线传输到监测站和省地震局。



阿尔山火山

地点：内蒙古自治区兴安盟和呼伦贝尔市交界处

上次喷发时间：约两千年前

周边有无居民区：有

阿尔山火山总体呈东北—西南向的带状分布，根据野外调查，这里有至少35座第四纪火山，其中全新世火山4座，熔岩流分布面积约400平方公里。众多的火山锥、火山口湖、堰塞湖、火山堆积物以及温泉群坐落在大兴安岭中段连绵起伏的中低山脉中（上图）。右图中，科研人员正在考察火山地貌，采集火山岩标本。
摄影 / 杨孝





乌兰哈达火山

地点：内蒙古自治区乌兰察布市察哈尔右翼后旗

上次喷发时间：一万年内

周边有无居民区：有

乌兰哈达火山由红山、火烧山、那明山等8座火山组成，大多具有多个火口和锥体，共20个火山锥。北炼丹炉、中炼丹炉、南炼丹炉、北尖山这四座火山保存着较为完整的锥体，熔岩流裸露，喷气锥、绳状熔岩、结壳熔岩等熔岩流动过程中形成的独特地质景观也得以保留，说明它们形成时代较晚，推测火山喷发时代在晚更新世—全新世。图为其中一座火山在过去经过采石挖掘后，露出了火山锥体的部分结构。摄影 / 杨孝



这神秘又安静的观测山洞内，都有什么样的仪器呢？答案是：地震计、伸缩仪、水管仪、垂直摆、重力仪等。说起来是不是让人有点晕？没关系，我们可以先从火山喷发的前兆谈起。

岩浆在活动过程中，地下深部物质不断补给着浅部的岩浆房，使得岩浆房内压力增大。当这个压力大到一定程度时，岩浆开始上升，造成周围岩石破裂，此时，就会有大量的小地震发生。所以，火山监测捕捉的第一个信号就是地震信号。

在岩浆上涌到地表喷发之前，上升的岩浆还会造成地壳表面隆起，山体抬升。所以，火山监测的第二个手段，就是地表形变观测，比如通过伸缩仪和GPS来观测水平方向的应力变化，通过水管仪和垂直摆来观测水平方向的倾斜变化，以及通过重力仪来观测垂直方向的变化等。

岩浆上涌时，某些深部来源的火山气体也会大量逸出，能够反映岩浆活动的过程，自然也是被监测者重点捕捉的另一大信号。

长白山火山监测站的观测手段，是我国目前观测手段最多、研究基础最好、关注度最高的火山观测站。为什么要把这么多监测设备都安置在人工山洞里呢？原因有三。第一，山洞中受外界的干扰比较小。第二也是受自然条件限制：长白山冬季大雪纷飞，积雪常常厚达一两米，仪器露天放置困难。第三是统一运维，提高工作效率：在建站的上世纪90年代，为了满足工作的实际需要，把仪器集中设置在一条山洞中，只要一位工作人员就可以一口气完成所有仪器的运行维护。

天池的温泉不仅是景点，火山气体监测离不开它

长白山天池火山周边地热活动明显，分布着多处温泉群，很多游客都有过在长白山泡温泉、吃温泉鸡蛋的经历。其实长白山的温泉不仅是旅游景点，对火山监测来说，它们更是绝佳的野外采样点。

采的是什么样呢？主要是与火山活动有关的火山气体。火山气体是火山活动的重要产物，在岩浆孕育、运移至地表喷发的过程中，气体元素含量和成分都会发生变化，并通过特定通道逸出，比如一些与岩浆房有密切联系的火山温泉或喷气孔。无论在喷发期还是间歇期，火山下方的岩浆房都会释放如水蒸气、二氧化碳、二氧化硫、硫化氢、甲烷等气体。这些与地下岩浆活动密切相关的火山气体，或是从温泉逸出，或是溶解于温泉水中，抑或是渗入土壤之中。由于火山气体从地壳深部向浅部

阿什库勒火山

地点：新疆维吾尔自治区和田地区于田县南部

上次喷发时间：可能为1951年

周边有无居民区：无

阿什库勒火山平均海拔在4600米以上，地处青藏高原西北边缘昆仑山阿什库勒盆地东南部，是中国海拔最高的活火山区之一。这里的构造活动活跃，大部分火山锥保存完好，火山岩剖面清晰。跨页图中为阿什库勒火山区中的阿什山，它是我国最新一次喷发的活火山。为了确认阿什山的喷发证据，科研人员对其进行过反复考察，通过观察火山岩和喷气孔特征等方式确定了它在近期有过喷发活动。摄影/刘志勇



上升的速度远高于岩浆上涌的速度，所以，监测火山气体成分的变化对预测未来火山喷发危险性往往能起到关键作用，火山气体也因此被形象地称为“来自地球深部的电报”。

在长白山天池附近，最主要的温泉采样点有三处：天池水面北侧的湖滨温泉、天池瀑布下方的聚龙温泉、锦江上游的锦江温泉。2月10日、11日两天，我们跟着前文提到的几位工作人员一起，在聚龙温泉和锦江温泉参与了火山气体样品的采集。一般人恐怕很难想象，他们在冬季的工作环境有多恶劣，采样工作有多艰难。11日这天，锦江温泉区大雪纷飞，气温在零下20摄氏度左右。徐丹、苏晓轶脱去又厚又暖的棉服，穿上冰凉的“水衩”，在过膝深的水流中，一工作就是一个半小时，冻得腿麻手红，积雪落满了头顶，却因为手里有取样设备，腾不出手打扫，只能任由黑发变“白帽”。出水以后，两人手脚都已不听使唤。在锦江温泉三处采样点的工作顺利完成后，我们在大雪中就地为大家煮了一壶咖啡，既为暖身，也为聊表敬意。

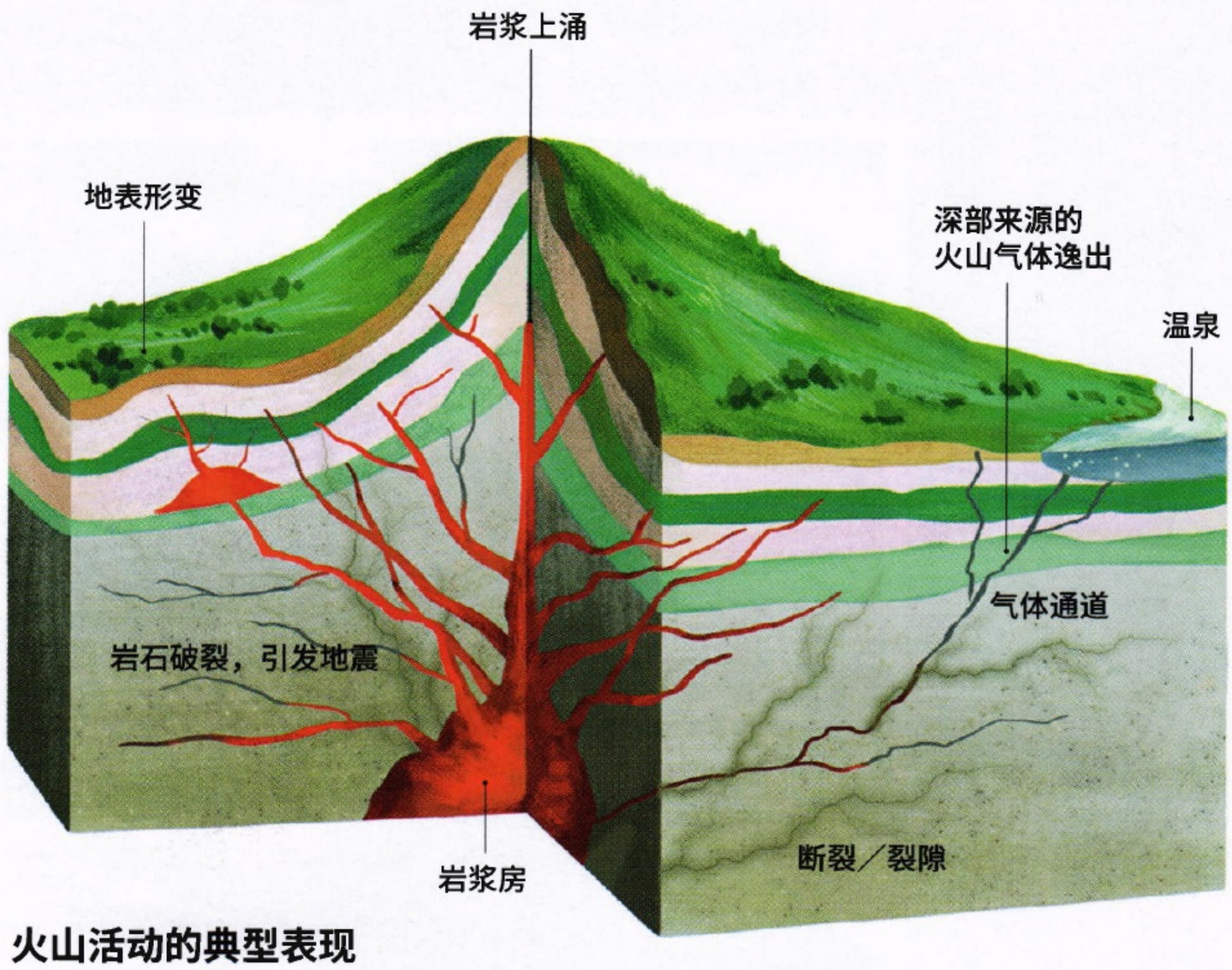
大屯火山

地点：台湾省台北市和新北市之间

上次喷发时间：可能约六千年前

周边有无居民区：有

大屯火山是一座典型的城市火山，距台北市区仅十余公里，距台湾北部的两座核电站仅数十公里。它是台湾最著名也最活跃的活火山区，共有20余个火山口，由火山反复喷发而成。主要火山口包括大屯火山、七星山、小观音山等。右图为从客机俯瞰大屯火山的景色，火山与人类居住区紧密相连，秀丽的风光则令人难以将其与暴烈的火山联系在一起。



火山活动的典型表现

插图描绘了火山喷发前的主要征兆：随着地下深部物质对浅部岩浆房的不断补给，岩浆房内的压力增大，岩浆上升，造成周围岩石破裂，引发大量小地震，同时地表隆起，山体抬升，还伴随着火山气体大量逸出。这些征兆，是火山监测者重点捕捉的信号。

绘图 / 王航



不过，这只是采样工作的第一步。有的样品在运输途中不能倾斜倒置，无法邮寄，只能由专人亲手送达，部分样品甚至要这样送到数千公里之外的兰州做进一步检验，容不得半点马虎。

监测预警，虽非当务之急，却是必不可少

我国境内天池火山周边，75公里半径范围分布了553个居民点，约100万人口。50公里半径范围内现有20个居民点，4个镇级行政单位，受到潜在的火山碎屑流灾害影响；火山泥石流影响范围内的居民点有204个，其中包括14个镇级行政单位，共计至少28万人。长白山周边还有G11、G201、S1、S303、S302等高速公路，以及敦化—长白山高铁。除了长白山外，海口的琼北火山和台北的大屯火山则都坐落在省会城市里。如果有一天，这些火山真的再次喷发，真是让人难以想象将会造成怎样的影响。

在国际上，美国、日本、意大利等多火山国家，都建立了火山预警系统。其实就目前的科学水平看，人们还不能准确无误地预测火山喷发，特别是那些



长期休眠火山的再苏醒。因为尽管火山喷发前兆多且明显，但一次火山喷发可能经历很长的时间。由于岩浆的活动千变万化，火山学家难以准确把握漫长过程中的每一次预测，火山喷发孕育的过程可能在某一阶段被阻止或中断，如果在中断之前发出预报，就可能是虚报。尽管如此，过去的几十年来，火山学家也有过几次对火山喷发的成功预测和预警。



2000年，日本北海道有珠山发生火山喷发。由于周围的一万多位居民在喷发之前已全部完成了避难，所以，虽然数百栋房屋遭受损坏，但是没有一人伤亡。这必须归功于被称为“有珠山的主治医师”的北海道大学冈田弘名誉教授。那时候，冈田教授在当地观测所已经从事了近20年的火山监测研究工作。在有珠山喷发前4天，冈田教授观测到了异样：地震频发，而且次数一天比一天增多，规模一天比一天增大；在喷发前一天的山体上，他观测到了100多米长的新断层和地裂群等明显的喷发前兆。因此，根据“多发性地震发生后平均3天以内将发生火山喷发”的观测经验，冈田教

授非常肯定地预告道：有珠山数日之内即将喷发。他向当地行政部门提出了让周围居民提前避难的劝告，最终在火山喷发之前成功地实现了周边全体居民的避难。

在美国、意大利等活火山大国，许多火山监测站都是“百年老站”，积累了上百年的火山监测数据和研究经验，大量处于活动中的火山也是供他们研究的绝佳样本。而我国近百年来未曾经历火山喷发灾害事件，因此对活火山的认识也较晚。直到上世纪90年代，我们才逐渐开展全国性的火山监测工作。虽然也采用了国际上先进的技术手段，但我国的监测站和研究所毕竟只掌握着20多年的数据，研究经验也较少，就如同一位医生虽然拥有先进的医疗设备，却缺乏病例和行医经验。所以，火山监测，我们还有很长的一段路要走。

腾冲火山

地点：云南省保山市腾冲市

上次喷发时间：1609年

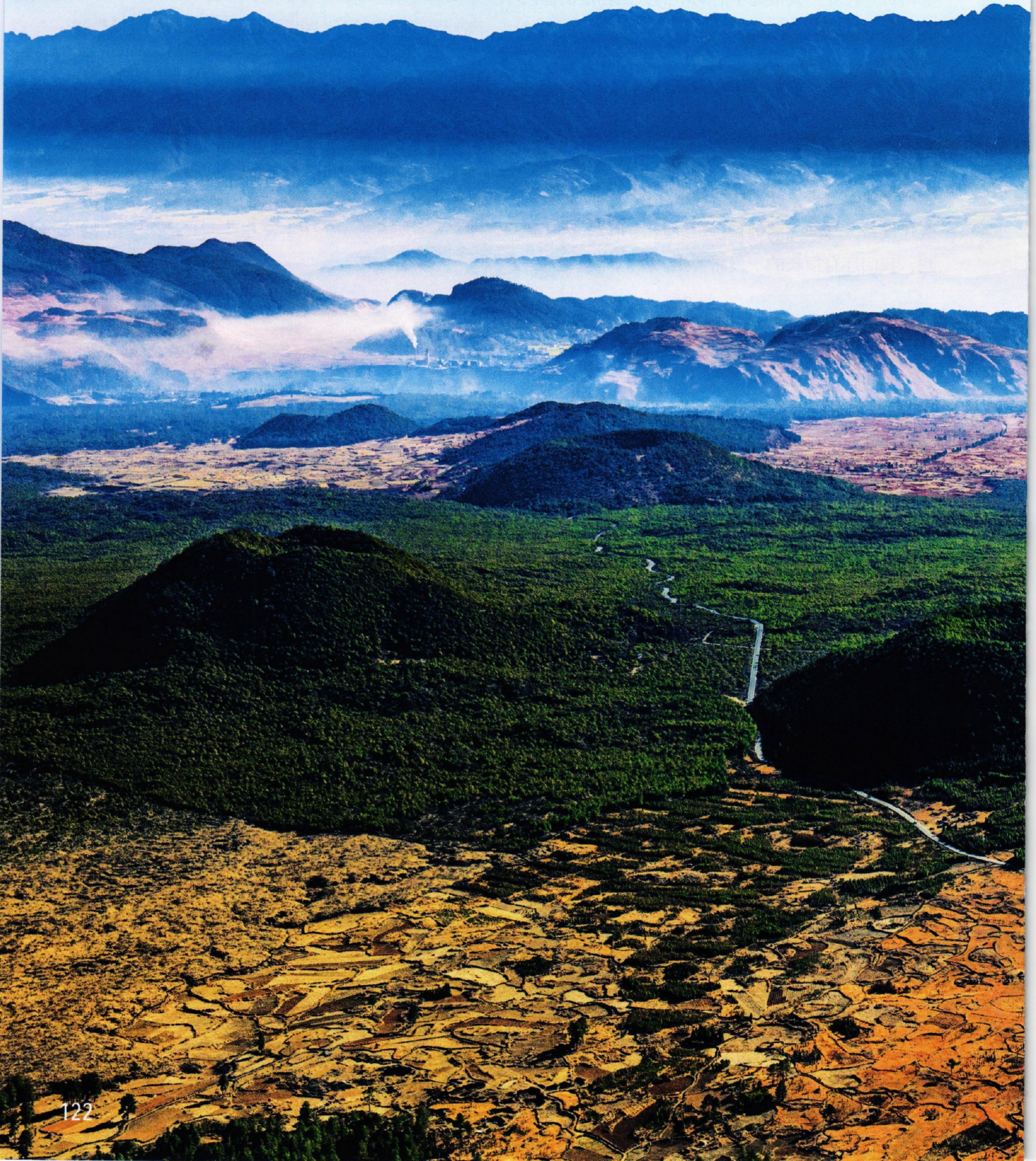
周边有无居民区：有

腾冲火山是我国最年轻的火山区之一，火山多，面积广，喷发类型齐全，有“天然火山地质博物馆”之称。腾冲火山周边地区地震频繁，多次发生7级以上的强烈地震。腾冲火山区也是典型的地热区，目前已发现至少58处水热活动区，其中有3个沸泉群。下图为腾冲火山群南部的一处熔岩流，流水从中穿过，形成独特的火山地貌景观（摄影／杜小红）。腾冲火山是我国14处活火山中相对比较活跃的一处，1970年建立的腾冲地震台肩负着监测当地火山活动的任务，左页图为腾冲监测人员正在采集火山气体样本（供图／腾冲市防震减灾局）。



火山监测的未来：从天上到地下的立体监测体系

腾冲地震台主要采取的是监测火山地震、地表形变、火山气体这三类手段，这也是世界范围内在火山监测中应用最多的传统“地基”监测手段。不过，如果仅依赖“地基”手段，由于监测点位稀疏、范围小、成本高、效率低等问题，无法实现整个火山区的大范围场式监测，难以为火山活动状态及危险性评估提供全面、准确的信息保障。随着现代科技的迅猛发展，各种新型的地质灾害监测手段也不断涌现，比如基于卫星遥感的“天基”监测、基于无人机载设备的“空基”监测，以及各类新型高精度“地基”监测等。建立“天—空—地”多源协同的立体监测体系，将会是未来火山监测的发展方向。摄影 / 杜小红





责任编辑／张璇　任远方　图片编辑／王彤
版式设计／李晟　地图编辑／陈云

西沙群岛位于我国南海中部海域、海南岛东南方，是海南省三沙市位置最北端的群岛，主体部分可分为西部的永乐群岛和东部的宣德群岛，由几十个岛、礁、滩和暗沙组成。我国渔民是最早发现、命名，并持续对西沙群岛的岛礁及其海域开发的一群人。时至今日，西沙的大多数岛礁上都有渔民居住，他们在这片海域中捕鱼，过着不为大众熟知的生活。图为西沙渔民下水捕鱼的场面，并不太深的海水透明度极高，水下还可见到珊瑚礁盘。

撰文

卢传福

摄影

宋国强 等

以海为生 与岛为伴

西沙群岛上的渔民故事

西沙群岛位于中国南海，是海南省三沙市西沙区管辖的岛礁。在很多人想象中，西沙群岛可能都是无人居住的岛礁，但实际情况却并非如此。在记录海南渔民祖祖辈辈去往南海捕鱼路线的《更路簿》中，就留下了许多渔民在西沙岛礁上活动的记录。如今，西沙群岛中有淡水的岛礁上更是都有渔民定居，这些渔民以海为生，与岛为伴。但长期以来，他们并未进入大众视野。本文作者曾经整理过《更路簿》，还曾探访过西沙岛礁上的很多渔民，就让我们跟随作者的讲述，来了解这群渔民的故事。





西沙群岛的渔民在这片辽阔的海域中过着闲适的生活

西沙群岛所有岛礁面积都不是很大，从空中俯瞰，每一座岛礁就像大海捧出的宝石，它们连在一起，就犹如珠链一般。在很多人的想象中，西沙岛礁可能都无人居住，但事实情况却并非如此。在这些岛礁上，生活着一群渔民，他们在每天打鱼劳作的间隙，过着闲散生活，颇有一种“世外桃源”的感觉。上图为空中俯瞰宣德群岛七连屿中的北岛，北岛又称“长峙”或“长岛”，从西北到东南长约1500米，宽约300米，面积0.4平方公里。右下图为从海上拍摄的赵述岛，赵述岛长约600米，宽约300米，被渔民俗称为“船暗岛”，相传是为纪念明太祖派遣使臣赵述出使三佛齐（印度尼西亚的一个古国）路过此岛而得名，岛上几个渔民正在海边收渔获，渔民养的鸭子还在岸边游弋。右上图为永兴岛上的渔民劳作之后的悠闲生活，多年以来，岛上居民一直保持着这样的生活方式。摄影 / 韩寒

PDF微信： bfwz888888

在我国的南海上，分布着大大小小几百座岛、礁、滩和暗沙，它们分属于东沙群岛、西沙群岛、中沙群岛和南沙群岛，自古以来，我国渔民便在这些岛礁上劳作，他们或是岛上的长住居民，或是按照约定时长轮序住在岛上的渔民，正是由于这群人的存在，才使得这些岛礁成为了茫茫南海中充满人间烟火气的土地。在海南省琼海市文联工作期间，我便负责整理过记录几百年来海南岛渔民前往南海诸岛航海线路的《更路簿》，《更路簿》主要记录了渔民的航海线路及岛礁的方位、名称，除此之外，还有一些关于渔民在岛上生活的记录。时至今日，很多渔民的后代仍生活在南海岛礁上，这其中，尤以西沙群岛的渔民最多。多年来，我走访了西沙群岛上的很多渔民，他们在这片辽阔的海域上过着精彩而别样的生活，却鲜为外界所知。

《更路簿》记载过几百年来到访、定居西沙群岛的众多渔民

在海南岛东海岸琼海市的潭门港、青葛港和文昌市的铺前港，许多渔民家里都珍藏着一本航海宝典——《更路簿》。这是一本记载南海航海线路、岛礁名称、海流风向等信息的手抄本小册子。历史上，众多渔民就靠这本小册子往来于海南岛和





南海诸岛之间，《更路簿》长期都只在琼海和文昌的渔民之间传抄，鲜为外人所知。数百年来，这一带渔民凭借《更路簿》中的线路，在西沙、中沙、南沙驾船捕捞，登岛生产，住宿生活，甚至下南洋开展贸易，在浩浩的南海之中往来自如。

多年前，我便着手整理这本流传于民间的航海宝典，随着搜集到的资料越来越多，《更路簿》的全貌也就越加清晰，除了有对航海线路的记载，《更路簿》还涉及到了众多的渔民信息，这些信息可以精确到渔民的姓名、家庭情况，以及何年何月前往南海何岛，可以说是几百年来中国渔民在南海诸岛上以海为生、与岛为伴的有力证明。比如，潭门船长柯家昌，1920年前后往南海捕捞，他使用的《更路簿》中有很多民谣，其中的“东海更路”（以前渔民口中的东海即西沙群岛，北海即南沙群岛，《更路簿》中记载的岛礁名、海域名多是渔民的土名俗称，编者





注）中就记载了很多琼海潭门渔民在西沙群岛的风浪中捕捞的故事，非常精彩，在他的《更路簿》中，还有关于今西沙永兴岛等岛礁上长住渔民生活、捕鱼的记录；在近代南海开发史上，潭门船长柯家裕是无法绕过的，柯老船长以航行时间长、到过岛礁多、辨别方向准等闻名，翻开他的《更路簿》，可以读到他在西沙群岛上很多晒海参、捕鱼、建房的故事经历……

《更路簿》中记载的渔民在西沙群岛的情况非常丰富，通过《更路簿》我们可以窥探：西沙的岛礁有的是渔民长期居住的场所，有的是渔民在海上的避风港湾，有的是渔民往来的中转站，西沙所有的岛礁都留下了这些海南渔民的足迹。一部《更路簿》，让我们得以了解到这群早期的西沙渔民。

赵述岛：父亲离岛时擦拭眼泪的不舍，让梁锋决定要呵护好祖父的家

我对西沙渔民的采访，是从梁锋开始的。梁锋居住在赵述岛，赵述岛位于西沙

随着时代的变化，西沙渔民的生活也在改变

以前，西沙群岛上渔民建房大都是就地取材，用珊瑚礁盘、石头等垒砌简易的住房。如今，随着时代的变化，西沙渔民的生活水平也发生了改变。左下图为十几年前，摄影师在西沙永乐群岛的羚羊礁上拍摄的邓大强、黄秋杏夫妇，两夫妇以天然珊瑚礁和石块垒砌住房，在岛上过着与世无争的生活（摄影／韩寒）。左图为近些年，永乐群岛中的晋卿岛上的渔家新貌，一排排新房建成，渔民黄宏丰在自家房前晾晒鱼鲞（摄影／陈平）。下图为赵述岛上的渔民正在煮螺，煮螺即把捕获的螺放到水里简单地煮一下，以便更容易地取食螺肉（摄影／韩寒）。



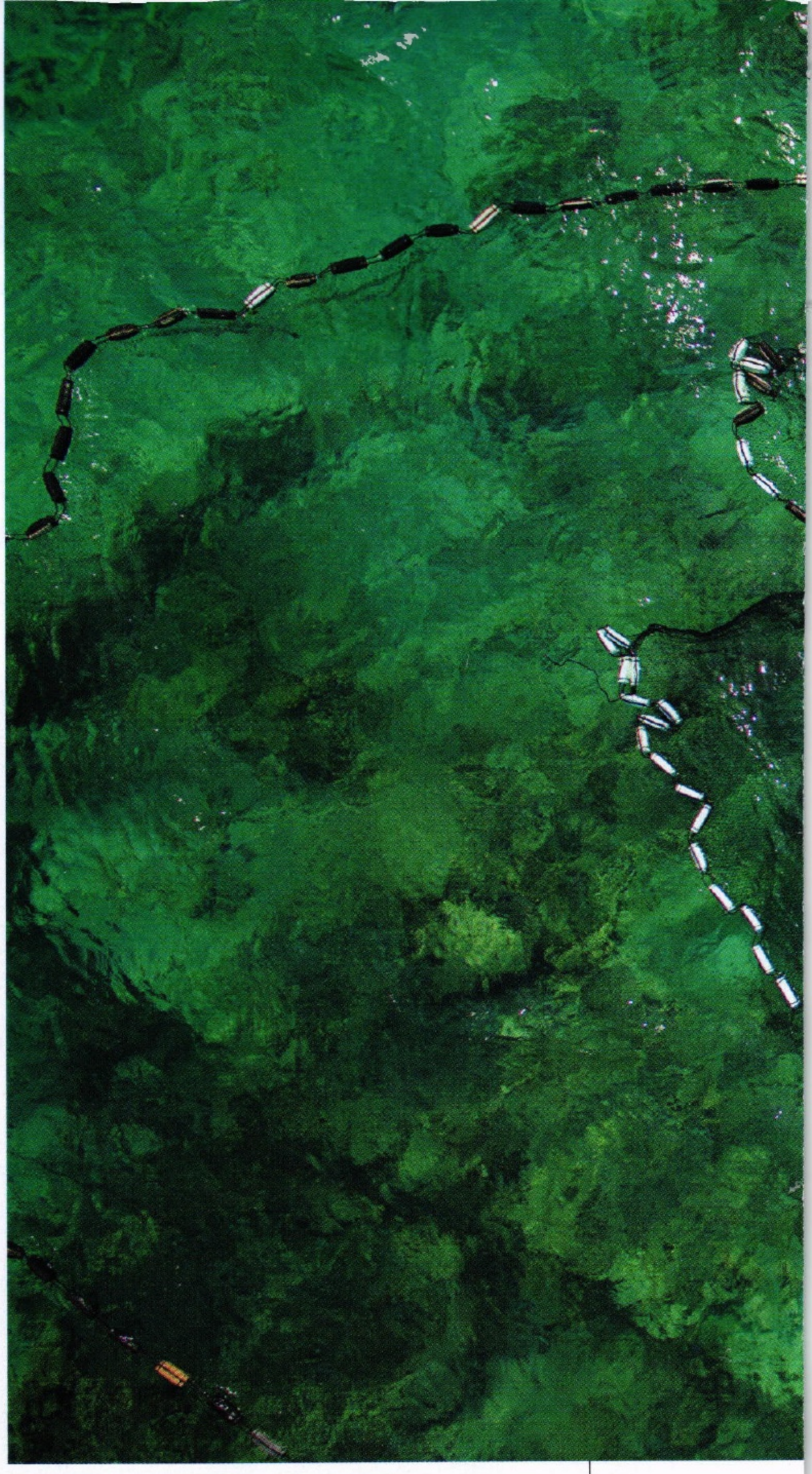
东部的宣德群岛北部，岛长约600米，宽约300米，现有居民200多人。梁锋是渔民世家，他的老家在海南岛琼海的潭门港，从他的祖父开始便在西沙群岛捕鱼了。他的祖父梁振深生于1922年，祖父12岁时便跟着船老大乘帆船出海了。夜间驾船，船舱中点亮海棠树果仁灯，船老大在灯下翻阅《更路簿》，用罗盘确定航海方向，焚香计算海路更数（焚香2炷算1更，1更约10海里，编者注）。当时梁振深站在旁边看，认识了不少岛礁。后来梁振深在一个小岛搭草舍住下来晒海参，一住便是几十年。

梁锋的父亲梁其林，年轻时也是从潭门港乘船往西沙捕鱼，一去便是好多个月，在海上捕鱼的日子里，父亲也常常住在祖父搭建的草舍里。每年清明前后，父亲才从海上归来，梁锋总要到潭门港迎接，父子俩聚少离多，在潭门港见到父亲归港的渔船便成为了梁锋儿时最大的心愿。到了2001年，梁锋24岁了，父亲便带他出海打鱼，还带他到祖父生产生活的“船暗岛”住宿，梁锋对岛名感到好奇，父亲说：“旧时自潭门出海，帆船驶到此岛时天色已暗，祖宗们便给它起了这么个‘乳名’。‘船暗岛’其实就是赵述岛，据说是为了纪念明代的赵述奉命出使三佛齐（位于今印度尼西亚的一个古国，编者

注）才叫赵述岛的。”梁锋这才知道祖父居住的这个小岛有历史有故事，顿时一种亲切感从心底油然而生。

自那之后，梁锋便时常跟随父亲出海捕鱼，还经常潜入海底，西沙的海水能见度非常高，到处都是美丽的珊瑚和海草，这让梁锋深深地爱上了这里。梁锋用渔铲把满身长刺的海胆铲入网兜，遇见海参，父子俩还会拉网围捕。几年过去了，由于父亲年事已高，要回潭门老家安度晚年。临走时父亲抚摸着草舍，看着岛上的一草一木，嘱托梁锋一定要守护好祖父留在岛上的家。梁锋至今还记得父亲离岛的那一瞬间，父亲将黝黑的面庞背过去，双手往眼眶上擦拭。梁锋知道这是父亲的不舍，几十年来，父亲与赵述岛相依相伴，这里有祖父的家，也有父亲大半生的记忆。

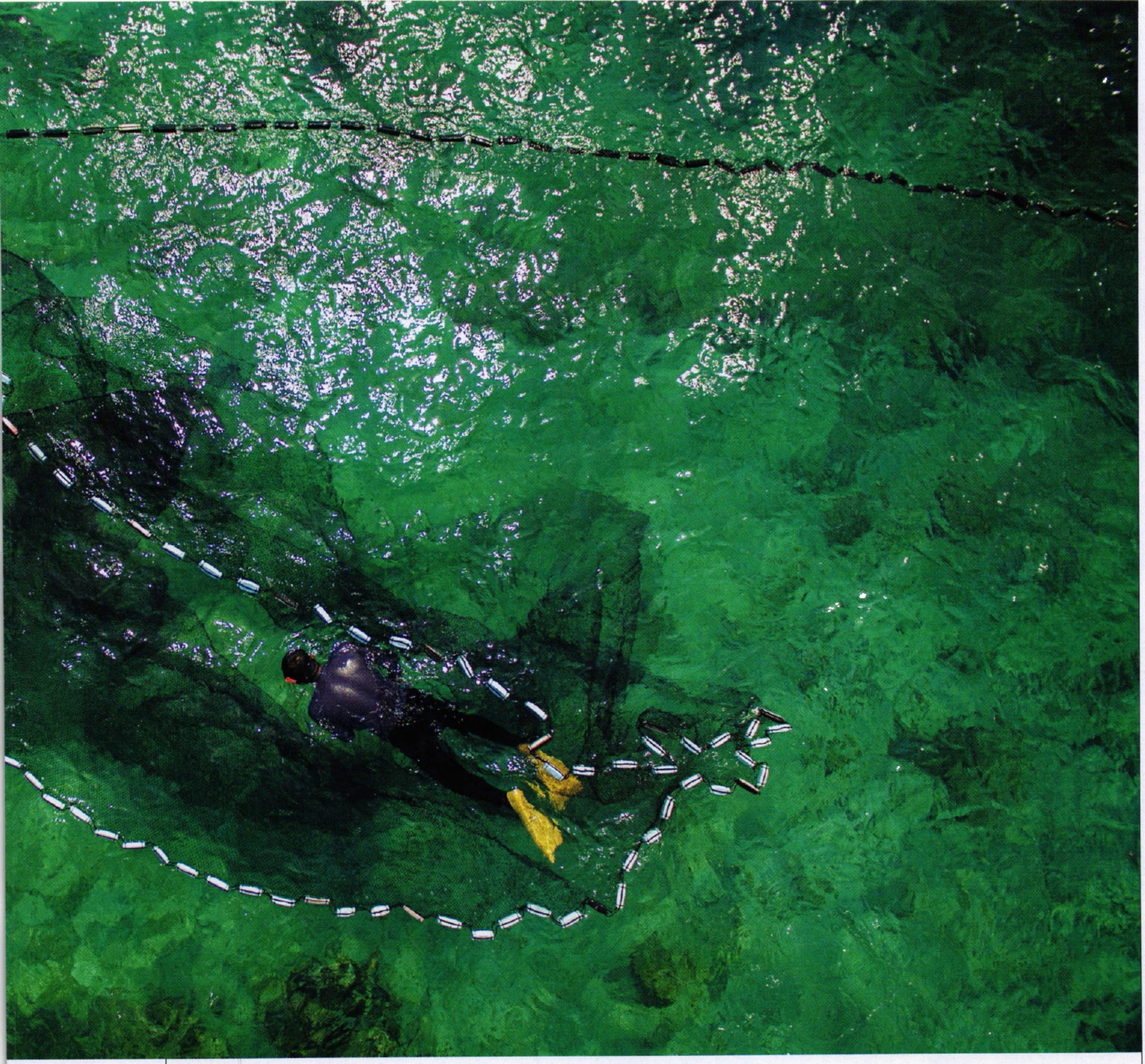
作为赵述岛的后人，梁锋感到肩上担子并不轻，除了捕鱼外，他还跟其他渔民在岛上种植绿树，呵护鸟类，安装海水淡化设置，这些都让赵述岛焕发了生机。在祖父居住时还是条件艰苦的小岛，在梁锋等人的呵护下，成为了宜居的“世外桃源”。



下海捕鱼是西沙渔民的必备技能

捕鱼是西沙渔民们的主要生活，也是生活在这里的人们的必备技能。下海捕鱼时，有的渔民往往要含一根出气管潜入海中，出气管的另一端则连在船上（右图）。有的渔民则在浅水处布网，隔段时间便下水察看渔网中是否有渔获（右上图）。如今，随着南海禁渔政策的推广，大规模的潜水采捞也即将迎来终结，换之将改为水面钓捕。甘泉岛的许德壮就说：“不管捕鱼方式如何变化，西沙渔民骨子里那种不畏风浪、在波涛中锤炼生存本领的精神永远不会消失。”





羚羊礁：乘风破浪的渔嫂在这里留下了青春年华

“满嫂，今天潜水采捞收获咋样？”羚羊礁村主任许海丁问道。

“还行，摸到几十个马蹄大的公螺。”郑丽满拖着沉甸甸的箩筐立在海水中，边笑边答。

郑丽满就是被羚羊礁渔民称为满嫂的人，满嫂来羚羊礁已经足足17年了。她原本是潭门港渔村的姑娘，在豆蔻年华时就曾对伙伴们说长大后要去西沙捕鱼，很多人都把这句话当成戏言，因为那时去西沙捕鱼的都是男人，没有人听过哪个女人能去西沙捕鱼。2005年早春，郑丽满壮着胆子，跟丈夫伍捷一道踏上了驶往西沙的船，这一年她26岁。

船出潭门港不远，就遇上了海潮，随着船的颠簸，郑丽满感觉天旋地转，头晕目眩，一天一夜过去了，才到了一个被渔民俗称为筐仔（也被渔民称为圈仔）的岛礁，这个岛礁标准名称是羚羊礁。羚羊礁是位于西沙永乐群岛中部的一个环礁，南北长12公里，东西最宽处仅4公里，羚羊礁和北部的甘泉岛合称羚羊村，村中共30多户人家、100余人。

满嫂对我说她第一次潜水的经历时，显得特别激动，她没有想到羚羊礁海域水



底有着一片又一片的海草，成堆的螺贝朝着摇动的草叶吐着水珠，螺贝的旁边有梅花参蠢蠢欲动，很快又有大龙虾举着双臂像大将军一般“持刀举剑”巡来巡去。郑丽满瞬间就喜欢上了这样的潜水。

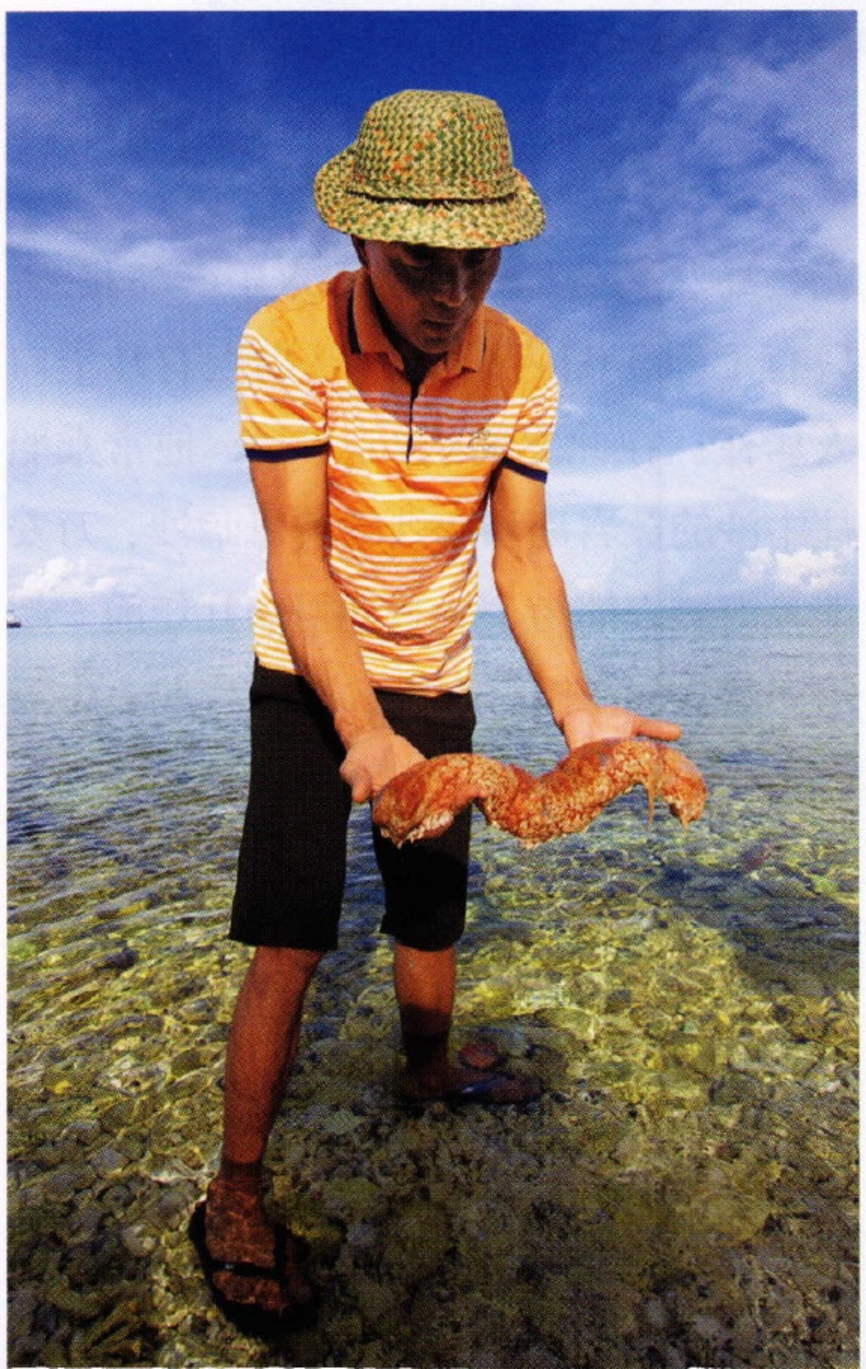
自此之后，她便在羚羊礁上安了家，开始了在南海的捕鱼生涯。卖渔获时，郑丽满总是乐得合不拢嘴，但潜水捕捞却非常辛苦，郑丽满很快就体验到了其中的辛劳。一天上午，北风一个劲地吹，海水流动非常疾，她逆流潜水，差点被海流冲翻。经过这一次，她变得聪明起来，下水前先辨海水流向，顺流潜水，在海流缓慢的海草中捕捞。

羚羊礁鱼虾成群，海产丰厚。上世纪40年代，潭门港渔民还在此捡到过古陶器、瓷片、铜钱，2014年羚羊礁渔民在岛西礁盘上发现一门铜铳（一种古代火药兵器，编者注），目测炮膛比碗口大，长约3米，相传明末时，驻岛渔民曾与海盗

清早船儿去出海，晚上归来鱼满舱

中国渔民发现并开发西沙群岛的历史蕴藏于《更路簿》的字里行间，千百年来，海南渔民就在西沙这片辽阔的海域上乘风破浪。西沙海域鱼虾成群、海产丰厚，渔民们就这样过着日出捕鱼、日暮归岛的生活。左页图为一天劳作后，渔民在用渔获进行交易。右页上图为渔民将捕获的大鱼从船上运到岛上。右页下图为渔民正在展示收获的海参（摄影 / 韩寒）。





进行过一场激烈的血拼。

听到了这个消息，在一次落潮后，满嫂也潜水去看了一下，果真有一门锈迹斑驳的古炮沉睡在水下，铜铳上还隐约能看到一些汉字。满嫂知道铜铳是历史文物，要保护好。

几个月后，她又在岛东的礁盘边摸螺时，发现了陶罐和粘着珊瑚的青花碗。满嫂对我说：“这都是祖先遗留的物件，不能动，西沙后辈要保留历史现场。”

转眼间17年过去了，满嫂也从一个少妇变成了中年渔嫂，满嫂是为数不多敢下海捕鱼的女人，在日复一日的过往中，满嫂把自己的青春留给了羚羊礁。

甘泉岛上淌甘泉，绿树成荫的甘泉岛已非常宜居

甘泉岛位于西沙永乐群岛西部，被渔民俗称为“圆峙”或“圆岛”。1909年，广东水师提督李准率师巡海，巡到圆峙时，发现有甘泉，因此将岛命名为甘泉岛。甘泉岛是西沙群岛中淡水最丰富的岛屿之一，如今，岛上依旧有旧时甘泉涌流之井，只不过井水不能一次取水过多，否则容易引发海水倒灌，致使淡水咸化（下图 摄影 / 韩寒）。甘泉岛上，吴忠宝的妻子邓春丽，在自家门前种了一块面积不大的菜田，在渔获之外，还能吃上自给自足的新鲜蔬菜（右下图 摄影 / 韩寒）。右图为甘泉岛上的许德壮，10年前，他第一次来甘泉岛就被泉水的清冽解除了身上的燥热，自此便留在岛上做了甘泉岛的新渔民，捕鱼之外，种点蔬菜便是他的生活了（摄影 / 赖汉凯）。



鸭公岛：渔民给不长树的荒岛种出了绿色

当第一缕阳光照耀在鸭公岛上时，50岁的李琼健挑着渔网和渔获回到了岛上的家里。他立在家门口，望着一行行木麻树、椰子树，对我说：“我们的岛又冒出新绿了！”

李琼健心里明白，生活在鸭公岛的人对绿色有多么渴望。时光回到2005年，当时李琼健33岁，他做出一个决定：去鸭公岛！鸭公岛位于西沙永乐群岛北部，只有不到0.01平方公里，岛上有几十口人居住。在此之前的13年间，他常乘船往中沙的黄岩岛和南沙的曾母暗沙、万安滩等海域去捕捞，后来他得知几年前一起出海的堂兄李献鹏在鸭公岛上作业，生活稳定，于是他就有了去鸭公岛的念头。

李琼健第一脚登上岛，映入眼帘的全是白花花的贝壳和海石，为数不多的绿色都能数得过来。他在渔村搭建房屋时，听堂兄说鸭公岛很难长树，有渔民在这里种

下树，过不了几天便枯死了，因为淡水稀少，所以树很难成活，渔民的生活用水全靠外面补给，遇到恶劣天气，如果补给不到，就没了淡水。难道鸭公岛注定跟绿色无缘？

2012年3月5日，这一天对鸭公岛有特殊的意义，村主任叶兴彬召集渔民商议，要把海南岛老家的泥土运来种树，渔民齐声叫好。

回到潭门港后，李琼健和李献鹏等几个渔民一道挥汗挖土，顶着烈日把黑乎乎的泥巴装满船，运到鸭公岛，种上了木麻、椰子，收集雨水浇灌，鸭公岛便渐渐增添了绿色。

两年后，鸭公岛的树木受到台风袭击，有的东倒，有的西斜，一片狼藉。李琼健与岛上渔村的兄弟一齐出动立桩加固，培土浇水。一个月后，岛上又重现盎然绿意。有一天，他在家里午休，起床时发现树枝上居然栖息了20多只白鹭，见人不惊。

鸭公岛的绿让李琼健感到住在岛上比以前舒适了，树多了也就有树荫纳凉。“环境变好了，渔民住在岛上也就踏实了。”李琼健说。





北岛：“黄岛主”从捕鱼转向了护龟

当我跟西沙七连屿北岛的海龟保护站站长黄宏波联系时，他正躺在海南省人民医院的病床上。两年多前，黄宏波在北岛救助海龟时隐隐感到头痛，到海南省人民医院诊断后是轻度脑梗塞，出院后没想到病情复发，黄宏波不得不再次入院。“当病情稳定下来，我便念想北岛的海龟保护站，挂念我救助的那些海龟，不晓得我的龟友现在怎么样了。”黄宏波说。

1967年，15岁的黄宏波从琼海青葛港乘卢宗礼船长的帆船出海，卢宗礼坐在船舱的桌前翻看发黄的《更路簿》，抵达一个叫“长峙”的岛礁住宿，“长峙”就是渔民对西沙宣德群岛中的北岛的俗称，北岛面积仅为0.4平方公里，岛上设有北岛社区，共有十几名渔民居住。北岛的鱼虾多，海龟也多。黄宏波跟着卢宗礼船长捕鱼时，常常能看到海龟爬到岛礁的沙堆边挖窝产卵，几十年来，老黄看到最多的动物便是海龟了，北岛上人很少，老黄见到的海龟比见到的人要多得多，时间一久，海龟便成了老黄的伙伴。转眼间，老黄在北岛就住了几十年，从一个青涩少年变成了北岛的“黄岛主”，老黄的两个儿子也已长大，从琼海老家来到了北岛。岛上的生活，除了捕鱼劳作外，几乎没有什么活动。随着捕捞的加剧，海龟的数量也变少了。从那时起，黄宏波开始留心北岛四周的海龟，观察它们的生存状况，便产生了成立保护站的念头。

他至今仍记得，2015年4月，他和两个儿子黄程、黄锐在北岛礁盘捕鱼时，忽然看见一只海龟在浅滩被废弃的渔网缠

“黄岛主”在北岛上建起了海龟保护站

多年前，宣德群岛七连屿的北岛上，黄宏波也和其他渔民一样以捕鱼为生。2015年，黄宏波在岛上看见一只海龟在浅滩被废弃的渔网缠住前腿，正在痛苦挣扎，他和两个儿子黄程、黄锐救助了这只海龟。之后，黄宏波便召唤来了北岛上其他几名渔民，成立了海龟保护站。目前，北岛的海龟保护已初见成效，2014年海龟上岛产卵仅有50窝，2015年窝数便增加到了96窝，2016年后，每年岛上的卵窝都保持在150到172窝左右。如今，“黄岛主”的两个儿子都成为了保护站的主力护龟员。摄影 / 韩寒

住前腿，正在痛苦挣扎。父子三人把海龟抬回家里，黄宏波赶快拿来剪刀剪断缠绑在海龟前腿的网丝，黄锐用清水冲洗龟腿受伤处的浓血和沙土，黄程给它轻轻上药消炎。父子忙了一个多小时，才完成伤口处理。看到海龟受到这样的伤害，老黄心中不忍，便召唤来了北岛上其他几名渔民，老黄跟他们说想成立海龟保护站，渔民们当即全部同意。海龟保护站成立后，黄宏波经常组织渔民清理海洋垃圾，北岛渔民们还达成了公约：不捕杀海龟，也不能捡拾龟卵煮吃。黄宏波对我说，每年5—8月是海龟上岸产卵的季节，此时，渔民们会轮流巡岛，在海龟卵窝旁插牌登记，发现有海龟靠近海水产卵，便会把龟卵转移到安全的地方。

“年复一年，北岛的海龟越来越多了，2014年海龟上岛产卵仅有50窝，2015年则增加到了96窝，2016年后，每年岛上的卵窝都保持在150到172窝左右。”黄宏波说。

出院后，老黄对两个儿子说：“你们要把护龟延续下去，不能半途而废。”





甘泉岛：古老家园中，年轻小伙变成了“老”渔民

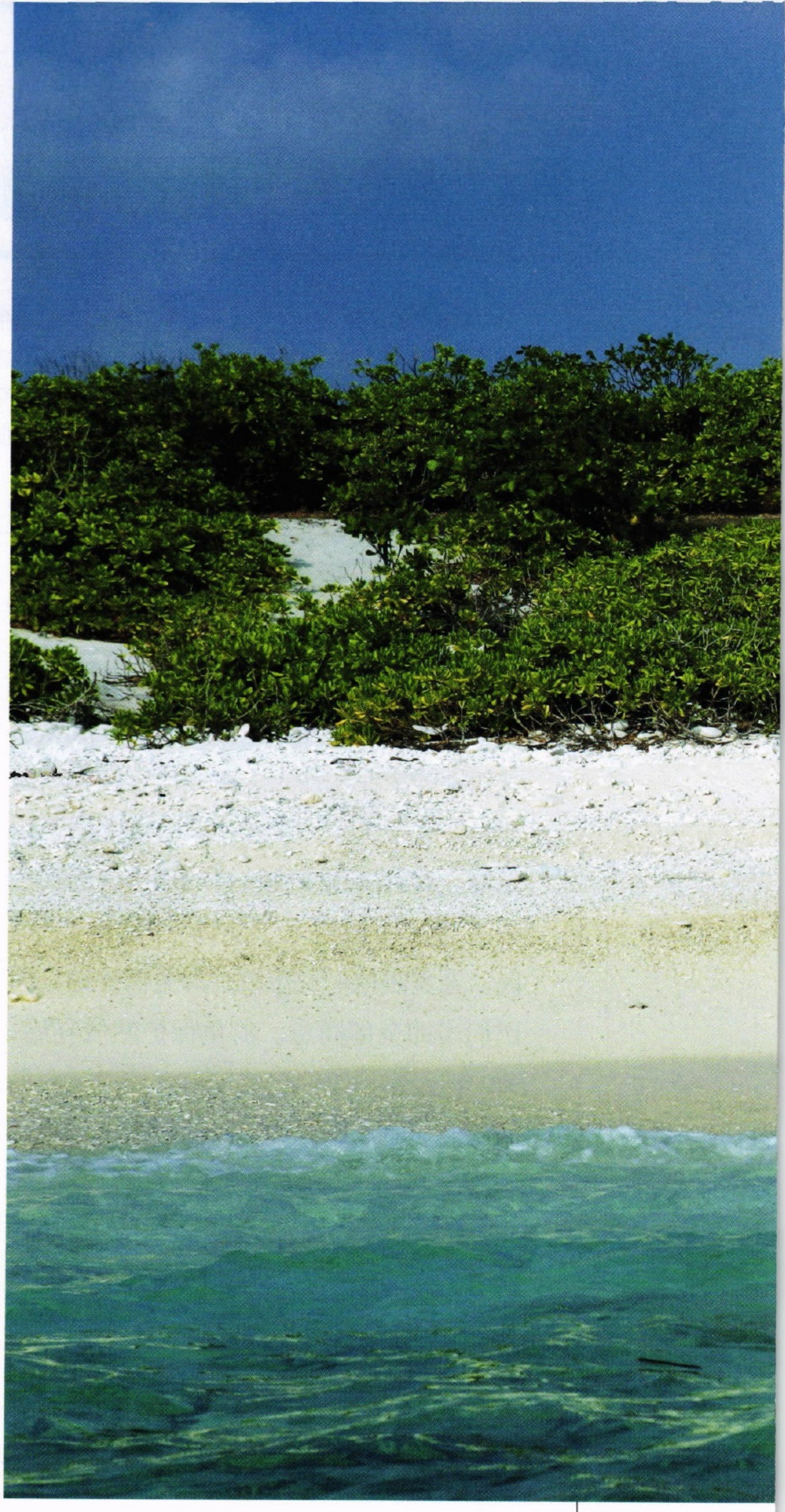
当海鸟从甘泉岛飞向海面捕食时，许德壮也要出海作业了。他带上钓竿从家里出来，到村头望了望那口老井，然后从古庙前绕过，大步向海边走去。

许德壮1970年出生在潭门港，在西沙所有的渔民中，算是相对年轻的了。他跟许多渔家子弟一样，16岁开始出海，处于这一年龄的城市少年，正在教室里捧着书本静心读书，而许德壮却上了船，往西沙群岛这所大自然的学校去学习生存本领。他跟着船老大学习潜水，看天上云聚云散预测天气变化，掌握涨潮落潮的规

律。经过几年的海风洗礼，他已长成了黝黑壮实的青年。“我第一次在‘猫注’（猫注即永兴岛，编者注）捕捞，用渔叉刺中一条海参，开心得不得了。从那之后，我便在西沙捕鱼了。”许德壮说。

西沙很多岛礁都缺少淡水，许德壮听说甘泉岛有丰富的淡水，他便在2012年上了这座岛。当时天热口渴，他用双手掬起老井中的清泉喝了一口，甘美清澈的水一下子就解除了身上的燥热，也就是这口清泉把他留在了岛上。来岛10年，许德壮已经成为了岛上的“老”渔民。

甘泉岛位于西沙永乐群岛，靠近羚羊礁，南北长约730米，东西宽约500米。老渔民说，唐宋时渔民已从海南岛驾船抵达甘泉岛掘井垒庙，当时的渔民给小岛起了个“乳名”叫“圆峙”，意思是圆形的岛，驶船时一眼就能辨认出来。1909年广东水师提督李准巡海时发现岛上有甘甜可口的泉水，就将小岛命名为甘泉岛。许德壮在甘泉岛住久后，对岛上的老井和古庙也就有了感情。2016年10月，台风横扫甘泉岛，第二天风停雨歇，许德壮便动手清理填在老井上的杂物，其他渔民一起过来搬走了横挡在古庙门口的树杈。如今，随着南海禁渔政策的推广，许德壮意识到他的海上作业即将告别大规模的潜水



西沙有淡水的岛礁几乎都有渔民定居，新的渔民也在这片土地上成长起来

如今，西沙群岛上几乎所有有淡水的岛礁上都有渔民定居，他们沿袭祖辈们的生活方式在这片海域上生存，除了老渔民外，许多年轻渔民也在成长。随着西沙旅游业的兴起，很多渔民也开始从事旅游业。图为摄影师离岛时，甘泉岛上的年轻渔民阿明和阿海目送摄影师离岛。渔民们在西沙群岛书写过精彩的历史，也书写着现在和未来。
摄影 / 韩寒



采捞，换之将改为水面钓捕。许德壮立于船头，手持钓竿，望着海中游弋的鱼群，他知道不管捕鱼方式如何改变，西沙渔民骨子里有一种东西永远不会消失，那便是祖祖辈辈流传下来的不畏风浪，在波涛中去锤炼生存本领的精神……

类似这样的故事，在西沙群岛上还有许多，近些年西沙居民的生活还发生了一个变化，那就是很多渔民开始从事旅游业，向游客们卖渔获便成了渔民的“新兴产业”。中国渔民是西沙的主人，他们发现并开发西沙群岛的历史，蕴藏于《更路簿》的字里行间，世代相传。如今，虽然西沙所有岛礁都有了正式名称，但很多渔民却依然传承着祖辈留下来的土名俗称，羚羊礁的许海丁14年前手抄了一册《更路簿》，记录了南海岛礁土名俗称100多个，他常对渔民说，不要忘了这些名称，这是我们回家的路，要沿着这条路世世代代走下去。西沙渔民在这片海域，书写过精彩的历史，也书写着现在和未来。

责任编辑 / 线朝华　版式设计 / 崔晓琳

针叶林边缘的积雪中，两只雄性黑琴鸡正展开一场激烈的战斗，猛烈拍打的翅膀和有力的跳跃扬起了阵阵雪尘。在冬季，黑琴鸡会在一起觅食，不分彼此，但到了春末的繁殖季，雄鸟们会挑选一处林中或林缘的开阔场地作为“竞技场”，聚集在一起用各种富有仪式感的行为进行炫耀、比试，上演一场求偶大戏。这种求偶模式被称为“求偶场交配”或“求偶场竞技”，体现着演化中雌性对雄性的选择。黑琴鸡也是最常被用来研究这一求偶模式的物种之一。摄影 / Markus Varesvuo / NPL

黑琴鸡

为交配权而战的森林“角斗士”

黑琴鸡是一种广布欧亚大陆北部的鸟类，在我国东北的大兴安岭、内蒙古东北部、新疆阿勒泰以及河北北部的林区都有分布。每年初春，冰雪尚未消融之际，黑琴鸡的雄鸟会在延续基因的本能驱使下，来到一片长年不变的开阔地，以此为“竞技场”，在其中以极富仪式感的行为展示、炫耀自己，甚至互相打斗以争夺交配权，在这一时期，它们将成为森林中最活跃、最有表现欲的生命。

撰文　田予
摄影　刘璐 等



黑琴鸡全球分布范围示意图 资料来源／世界自然保护联盟（IUCN）

清晨，微弱的阳光透过松枝的缝隙，如一道道金线铺洒在林下的积雪上。此时已是4月中旬，但在位于大兴安岭北段的内蒙古乌尔其汉镇附近的森林中，枝梢和地面的冰雪尚未完全消融，满眼望去并无多少春意。

从路边的灌丛中传来一阵骚动，一只体长近半米、通体黑色的“乌鸡”从过夜的“雪窝子”中钻了出来。抖落身上的残雪之后，它昂起头、伸直脖子，迎着晨曦发出一声短促的鸣叫，在寂静的清晨显得格外嘹亮，喙中呼出的气息在大兴安岭寒冷的空气中凝成一团白色烟雾，久久不散。

结束了清晨的高歌，这只强壮的大鸟径直用前胸顶开面前的积雪，趟着步子沿斜坡走到开阔的雪地中央，尾羽在身后拖出一道深深的痕迹。它胸前乌黑色的羽毛闪着蓝色的金属光泽，头顶一对膨胀的鲜红色“眉冠”映衬着白雪，吸引了所有人的目光。片刻之后，它或许感受到了注视，振翅起飞，落在一棵高大的落叶松枝头，积雪被它的体重震落，发出“簌—簌”的声响。

这是一只雄性黑琴鸡，在东北常被叫做“乌鸡”或“黑野鸡”。每一年它们都会吸引不少观鸟爱好者，但人们关注这种鸟并非是由于“乌鸡趟雪”这样的小场面，而是因为在即将到来的繁殖季，黑琴鸡的雄鸟会成为这片静谧的针叶林中最活跃、表现欲最强的生命。

雄性黑琴鸡的“竞技”，代表着一类经典的求偶模式

黑琴鸡是一种广布的鸟类，其分布区从西伯利亚东部向西一直延伸到英伦三岛，覆盖了整个欧亚大陆的北部。它们通常生活在高纬度的针阔混交林



黑琴鸡主要生活在欧亚大陆北部高纬度的针叶林及针阔混交林，适应在寒冷环境中生活。

以及针叶林中，适应在寒冷的冰雪环境中生活。过去黑琴鸡曾被认为是单一的物种，但现代的分类学将之划分为7个亚种，彼此之间地域性明显。结合分子生物学和化石证据，学者推测更新世时期向南扩张的极地冰盖可能将黑琴鸡原本连续的种群分隔开来，使其逐渐形成了不同的亚种。目前我国分布有3个黑琴鸡亚种，分别是生活在新疆天山和阿尔泰山一带的新疆亚种（蒙古亚种）、分布于内蒙古东北部和东北北部的北方亚种（贝加尔亚种）以及栖息在东北到河北北部的东北亚种（乌苏里亚种），黑琴鸡在我国最南的分布记录在河北省承德市围场满族蒙古族自治县的塞罕坝一带。尽管各亚种在体型和叫声等方面有一定差异，但对普通人而言很难分辨，因此许多人依然将它们视为同一种鸟类。

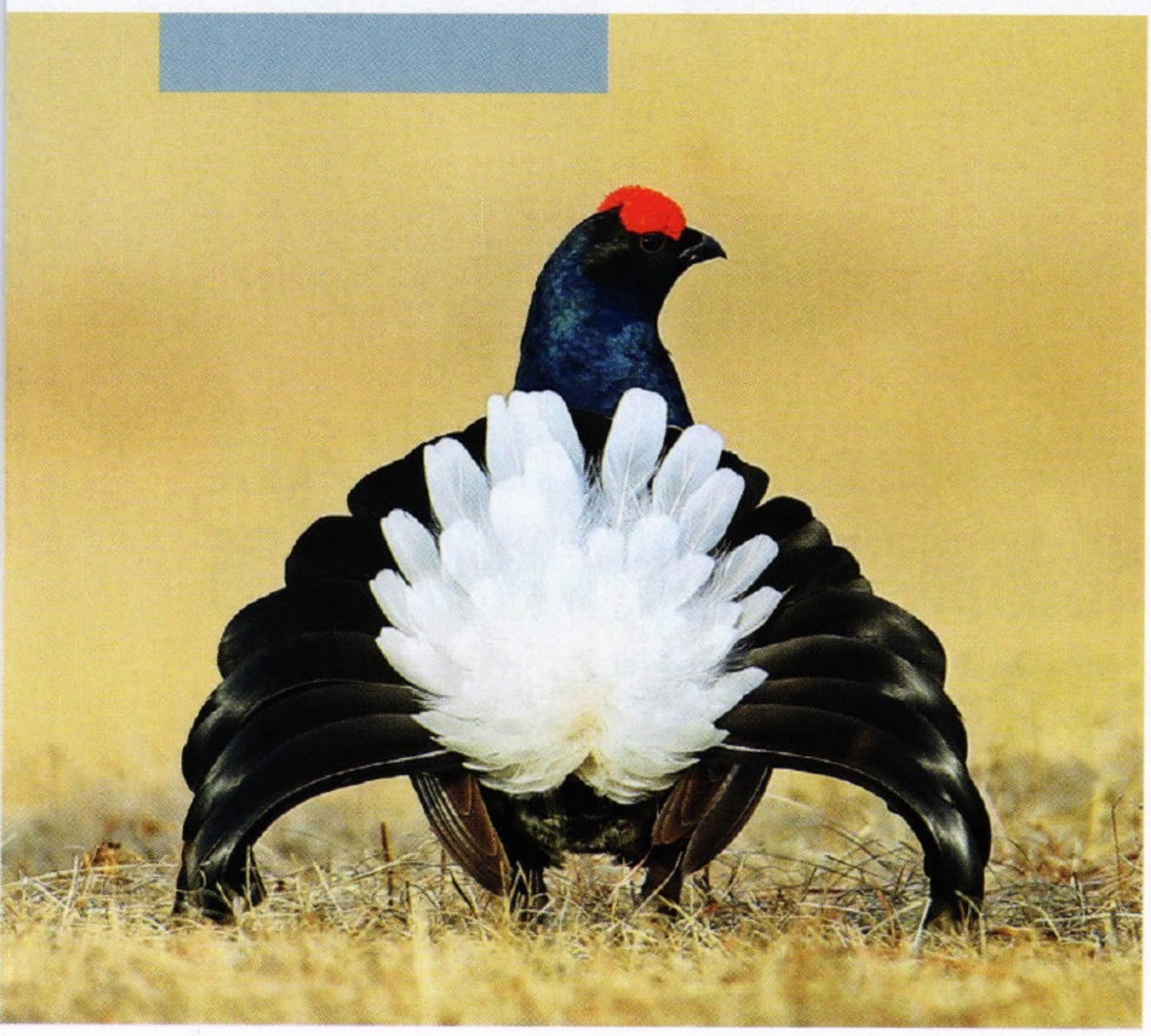
作为典型的森林鸟类，黑琴鸡平时多在林中活动。冬季时它们常常集成越冬群，一起蹲坐在桦树和松树的枝头取食冬芽。但在每年春末，雄性黑琴鸡会离开森林，前往林缘附近开阔的空地或河滩寻

黑琴鸡是一种广布欧亚大陆北部的鸟类，分布区从西伯利亚东部一直延伸到西欧和英伦三岛。事实上，现代分类学认为黑琴鸡包括了7个亚种，彼此在体型和叫声等方面有一定差异，只是对普通人而言较难分辨。它们通常栖息在高纬度的针叶林和针阔混交林中（左页下图 摄影 / 杨孝），冬季常结成越冬群，在林中穿梭，取食桦树和针叶树的冬芽（上图）。在我国的东北地区、内蒙古东北部、河北北部和新疆的阿勒泰、塔城一带都有黑琴鸡分布。

尾似古琴，“眉”如烈火：为赢得求偶之战，它们要时刻展现出自己的雄性魅力。



在求偶季，雄性黑琴鸡会聚集在一处固定的“竞技场”中，努力炫耀、展示自己的雄性魅力，在气势上压倒对手。这只霸气十足、踏着有力的步子在雪中巡视的雄鸟就是一个典型的例子（右页图 摄影 / Markus Varesvuo / NPL）。雄鸟头顶如火般醒目的“红眉”，是它们眉部丝状的裸皮，繁殖季随着激素水平的提高而充血膨大，颜色也比平时更加鲜艳。雄鸟展开的外侧尾羽很像地中海沿岸一种古老的乐器“里拉琴”（右图 摄影 / Maria），这也是黑琴鸡名字的由来。与琴状尾羽相配套的，还有雄鸟白色的尾下覆羽，张开之后如一朵怒放的白花（下图）。这些体表装饰性的特征与雄孔雀靓丽的尾羽一样，具有吸引异性的作用。



找一片“求偶场”，进行集体求偶，雌鸟则会前来观战。雄性黑琴鸡红色的眉冠实际是丝状的眉部裸皮，求偶期间会充血膨大。它们还会张开外侧的尾羽，其形态很像一种地中海沿岸名为“里拉琴”的古老乐器，这也是黑琴鸡名字的由来。它们漂亮的黑色琴状尾羽下方还长有纯白色的尾下覆羽，张开之后如同一大朵怒放的白花，格外醒目。它们经常张开尾羽，昂首阔步在场地内四处巡视，如同表演中的斗牛士。

这种雄性聚集在特定区域展示自己，并争夺交配权的模式常被称为“求偶场交配”或“求偶场竞



技”，在英语中被称为“lekking”，但它其实起源于北欧的古斯堪的纳维亚语，本身具有“玩耍”和“竞技”两重含义。例如人们熟悉的奥林匹克运动会在斯堪的纳维亚语中就被称为“Olympiske Leker”。黑琴鸡是人们最早观察到这种求偶模式的物种之一，当然也就成了研究这一模式的经典对象之一。如今学者已经在许多动物身上观察到了这种模式，例如我们熟悉的孔雀，以及艾草松鸡等，还有一些小型鸣禽，甚至是昆虫、鱼类和两栖爬行类。在一个半世纪之前，这种求偶模式也启发了达尔文思考“性选择”的理论。

挑剔的雌性：对雄性黑琴鸡而言，颜值很重要，却并非决胜因素

1871年，达尔文在继《物种起源》之后的又一重要著作《人类的由来及性选择》中，对“性选择”进行了探讨。他认为如果自然选择体现的是“适者生存”，那么性选择的主题则是“吸引异性”与“繁衍”。在今天，这个主题有了一个更为流行的说法——“传递基因”。在书中，达尔文描写了具有“求偶场竞技”行为的鸟类。在他看来，孔雀等鸟类的雄鸟演化出华丽乃至夸张的装饰性羽毛，



雄性黑琴鸡红色的眉部裸皮是最醒目的体征之一，它的大小通常被认为受到求偶季体内激素水平的影响。

求偶季节，雄鸟胸部和颈部的羽毛会闪耀着蓝色的金属光泽。

雄鸟展开的琴状外侧尾羽和醒目的白色尾下覆羽是吸引雌鸟的重要手段，芬兰和瑞典的研究显示，场中坚持到最后并获胜的雄鸟常常具有比较完整、未被对手撕扯损坏的尾羽。

成为“阿尔法”
黑琴鸡“竞技场”中的表演和战斗

在黑琴鸡的“竞技场”中，每只雄鸟都占有一定的领地。领地的大小以及距求偶场中心的远近，反映了彼此的强弱和等级。一些研究黑琴鸡的学者用希腊字母来命名不同等级的雄鸟，当场比赛的胜者则是当之无愧的“阿尔法”。雄性黑琴鸡的红色眉部裸皮、胸前羽毛蓝色金属光泽以及尾羽都是吸引雌鸟的重要特征，但一些研究显示，影响一只雄鸟获胜与否的主要因素是它们用在展示、表演和驱赶竞争者上的时间长短，以及将潜在对手驱离自己的距离远近。雌鸟常在场边或场中四处游荡，观察雄鸟。雄鸟则会以跑圈、振翅跳以及鸣叫炫耀等行为尽情展示自己。当雄鸟竞相追逐雌鸟表演时，可能会误入对方的领地，同时强势的雄鸟之间也会主动进入对方领地挑衅，引发对峙甚至战斗。不过它们通常会避免无意义的打斗，而是先通过一系列富有仪式感的行为来分出高下，让对手知难而退，真正的战斗往往发生那些互不相让、争夺最终胜者的强势雄鸟之间（求偶场及雄鸟领地的范围和边界仅为模式示意。雄性黑琴鸡的求偶行为依据瑞典乌普萨拉大学鸟类学者Ingemar Hjorth于1966年的观察和研究改绘，限于篇幅有省略）。

本跨页绘图 / 陈磊

炫耀

雄鸟两翅微微张开、竖起尾羽及尾下覆羽、颈部向前伸，并常伴有响亮的鸣叫。

围观的雌鸟

振翅起跳

雄鸟原地用力振翅飞起，再落地，其间会鸣叫。有时起跳高度只有几十厘米，有时则可高达数米，近似飞行。

威胁姿态

当雄鸟闯入彼此领地时，双方会挺胸、向后缩颈部，并鼓起胸颈部的羽毛、双翅微张注视对手，试图逼其主动让步。对峙并不必然导致激烈的战斗，雄鸟之间会采用许多仪式性的行为决出胜负，以避免不必要的打斗。

求爱及跑圈

当雌鸟出现时，雄鸟会压低身体、双翅微张低垂于体侧，并斜张尾羽向其靠近求爱。在雄鸟向彼此表示敌意时，也会有此行为。一些雄鸟还会以这样的姿态在原地，或绕着雌鸟快步走或跑动，被称为“跑圈”。

从对峙到打斗

“边缘化”的雄鸟

在展示环节后，一些处于弱势的雄鸟会逐渐退向场地的边缘成为“观众”，在它们的身上通常没有明显的展示行为。

展示性“打斗”

当领地发生交错时，雄鸟有时在远处即摆出展示姿态，如同在鞠躬。如果一方转身或侧身不敢直面对手，则对峙结束。

打斗前准备

两只雄鸟进入彼此的攻击距离，喙的尖端相对，伸长颈部注视对方，试图从气势上压倒对手，这一行为通常是真正打斗开始的信号。

仪式化对决

双方各不相让时，雄鸟会直立身体张开尾羽，一边“点头”一边靠近对方。如果依然分不出胜负，则继续逼近对手。



主要是为了展示自己，而这些特征都是性选择而非自然选择的结果，因为它们不是出于生存的目的而演化出来的，甚至可能反而影响雄鸟的生存，这些特征演化的驱动力单纯是雌性的选择偏好。通常来讲，雌性在繁衍后代过程中的投入比雄性大得多，因此雌性在选择配偶时会期望自己的投入“有所保障”，具体表现为对配偶的选择。而雄性则要努力证明自己值得这份期待以获得交配权。在很多案例中，雄性会向雌性展示自己占有的筑巢材料、优良的巢位等具体资源，或是食物等资源丰富的广阔领地，用殷实的“家底”来博得芳心。在一些采用这类策略的物种中，雄性也会共同抚养后代。

但以黑琴鸡为代表，遵从“求偶场竞技”模式的物种则不会如此。雄性黑琴鸡在交配后会立刻跑路，从不参与育雏。雄鸟也不会展示任何资源以献殷勤，它们需要尽情展示的只有自己，迎合雌性的品位是它们的唯一目标。我们都知道，雄性孔雀在求偶过程中高度依赖自己华丽的尾羽，那么对同样拥有很多装饰性特征的雄性黑琴鸡而言，它们是否也凭借颜值来赢得雌性的青睐？

芬兰和瑞典的学者曾经发现，在黑琴鸡的求偶场中，比起那些失败者，受到雌性青睐的雄鸟通常都具有比较完整、漂亮的尾羽，它们红色的眉部裸皮的体积也更大、胸前羽毛的蓝色金属光泽更明显。这样看来，雌鸟似乎也是依据外表来为场中的雄鸟打分的。

但事实并非如此，长期的持续观察发现，雌性黑琴鸡钟爱的是更具有“攻击性”的配偶，一只雄性花费越多的时间驱赶其他对手，以及将对手驱赶的距离越远，越容易成为最后的赢家，它需要在场



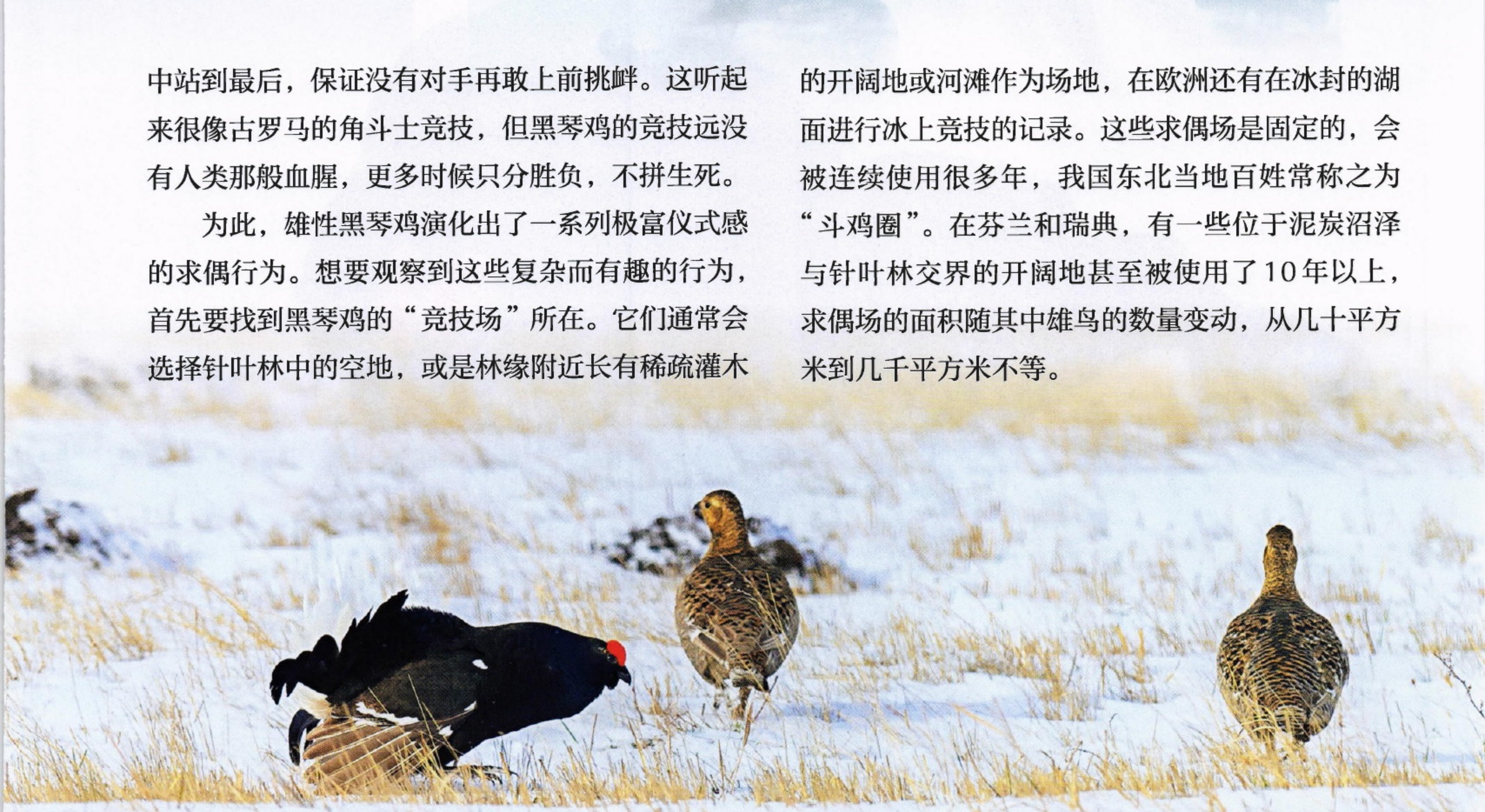
比起激烈打斗，雄性黑琴鸡另一些相对“文明”且富“仪式感”的行为更容易被观察到。

为了吸引雌鸟，雄性黑琴鸡演化出了许多仪式感很强的求偶行为，其中一些是为了逼退对手，另一些则是为了吸引异性的欢心。在求偶场中，雄鸟最容易被观察到的行为是压低身体，斜张尾羽，翅膀半张垂在身体两侧，凑到雌鸟身边展示自己（本页下图 摄影 / 杨明艳）。有时两只雄鸟会如电影中决斗的西部牛仔一样，围着一群雌鸟兜圈，一边争相展示自己，一边用气势威吓对手（左图 摄影 / Sergey Gorshkov / NPL）。在欧洲一些地区，黑琴鸡有时会选择冰封的湖面作为竞技场。由于冰面没有灌丛和树木等明显的标志物，雄鸟警戒范围的边界会相对比较模糊，更容易发生两强相遇的情景。相互对峙时，如果一方侧过身体不敢直面对手，通常意味着甘拜下风（下图 摄影 / Danny Green / NPL）。



中站到最后，保证没有对手再敢上前挑衅。这听起来很像古罗马的角斗士竞技，但黑琴鸡的竞技远没有人类那般血腥，更多时候只分胜负，不拼生死。

为此，雄性黑琴鸡演化出了一系列极富仪式感的求偶行为。想要观察到这些复杂而有趣的行为，首先要找到黑琴鸡的“竞技场”所在。它们通常会选择针叶林中的空地，或是林缘附近长有稀疏灌木的开阔地或河滩作为场地，在欧洲还有在冰封的湖面进行冰上竞技的记录。这些求偶场是固定的，会被连续使用很多年，我国东北当地百姓常称之为“斗鸡圈”。在芬兰和瑞典，有一些位于泥炭沼泽与针叶林交界的开阔地甚至被使用了10年以上，求偶场的面积随其中雄鸟的数量变动，从几十平方米到几千平方米不等。



唯有强者，才有资格延续自己的基因。

黑琴鸡的繁殖遵循着“胜者赢得一切”的原则，求偶场中最后的胜者垄断与在场所有雌性的交配权（下图 摄影 / Markus Varesvuo / NPL）。尽管雄鸟在争夺交配权时拼尽全力，但在交配之后却会立刻跑路，孵卵以及育雏都由雌鸟独自完成。与外表招摇的雄鸟不同，雌性黑琴鸡布满褐色横纹的羽毛显得非常朴素，这有利于它们在草丛中孵卵和养育雏鸟时躲避天敌（右页图）。全球不同区域的黑琴鸡繁殖时间有一定差异，大体都在夏初冰雪融化，食物较为丰富的5月末到6月中旬。

黑琴鸡的求偶常常被称为“经典式”或“古典式”的竞技，雄鸟倾向于让所有的对手保持在自己的视线范围内，随时把握场上局势，这是它们的场地开阔，求偶行为也非常有视觉效果的原因。与之相对，一些鸟类虽然也会聚集在一个区域比试，但很多时候雄性相距较远，甚至看不到彼此，而是通过声音分高下，这种模式被称为“分散式”的竞技。

争夺“C位”，成为“阿尔法雄鸡”：富有仪式感的求偶竞技

通常黑琴鸡的求偶在太阳还未升起前便拉开序幕，雄鸟会聚集在求偶场附近的树上，再陆续降落入场。它们首先会进入展示性环节，雄鸟将翅膀半



张低垂在体侧、斜张开尾羽，压低身体绕着小圈走动或跑动，被称为“跑圈”。这一过程中，雄鸟有时会突然振翅跳至半空、高声鸣叫，再落回地面。

在繁殖季之外，黑琴鸡的雄鸟会结群活动觅食，彼此不分你我。但在这个特殊时期，它们则会表现出极强的领地性。求偶场中，每一只雄性都有自己的警戒范围，越是对自己有自信的雄鸟，警戒范围就越大，位置也通常比较靠近整个求偶场的中心。在自己的小圈子里，雄鸟经常低下头，亮出红色“眉冠”，并双翅微张、向前弯曲，再鼓起胸颈部的羽毛，使自己的体型看起来比实际要雄壮许多，气势汹汹地绕着领地边缘巡视。这种虚张声势的行为既是一种视觉欺骗，也是在炫耀自己的雄性魅力，警告对手最好知难而退。在苏格兰北部的民间传统舞蹈中，有一种被称为“黑鸡舞”的舞步，男舞者会向前弯臂、双手叉腰并耸起肩膀起舞，这一动作就是对雄性黑琴鸡的模仿。

在雄鸟卖力表演时，雌性黑琴鸡会在一旁的树枝或是场地边缘观战，它们常常表现出漫不经心的样子，自顾自地在一旁觅食。它们要做的是观察并评估每一只雄鸟的“攻击性”。然而这并不意味着雄鸟想获得交配权，就需要与在场每一个对手逐一厮杀。对雄鸟而言，更重要的是表现出攻击欲望，而不是行为。越是积极频繁去驱离潜在对手的雄性，越容易成为最后的赢家。有些情况下，雌鸟甚至会故意煽风点火，走到场中占支配地位的雄性面前，当对方靠近想讨好自己时，立刻转身走向另一只邻近的雄性，反复挑拨以考验双方的斗志。



在常人看来，雄性黑琴鸡在竞技场内的表演和争斗似乎杂乱无章。但事实上这是它们确定彼此间等级的一种方式，几轮仪式性的展示及试探性的冲突之后，弱势的个体越来越边缘化，场中央剩下的几只“高位”雄性才是参与最后角逐的选手，也将整场求偶竞技推向白热化。这些强势雄性的警戒范围最大可以超过100平方米，一旦发现其他竞争者接近自己的领地边缘，雄鸟就会在远处发出警告，从鼻孔中喷气、用力地拍打翅膀。如果对方无视，两只雄鸟便会挺起胸膛张开尾羽，一边上下点头一边逼近对手，但又保持着一个相对安全的距离。若对峙无果，它们会继续靠近彼此，伸直脖子注视着对方，直到喙几乎挨在一起。此时如果一方侧过身体，不敢直面对手，则被视为主动认输。当双方都不愿示弱，才会爆发肢体冲突，雄鸟会用强壮而锋利的脚爪蹬踹对手，伸长脖子从对方身上，特别是漂亮的尾部撕下羽毛，直到将对手驱离自己的领地。当一只雄鸟成为全场的“独孤求败”，再无对手敢上前挑衅时，它就是此次竞技的最强者。生物学上常将这样具有支配地位并享有交配权的雄性称为“阿尔法雄性”。成为“阿尔法”无疑是所有采用求偶场竞技模式的雄性动物共同的目标。

“好基因”：雌性究竟在选择什么？

当雌性表现出选择偏好时，它们究竟在选择什么？一个多世纪来，演化学家发展出了各种各样的假说希望解答这个问题，例如“漂亮儿子假说”，认为雌性选择那些美丽的雄性是为了生下同样高颜值的后代；“寄生虫假说”则认为体内有寄生虫的雄性通常外表平平；此外还有“缺陷假说”：像雄性孔雀和天堂鸟的巨大尾羽会使得它们更容易被天敌猎杀，因此能长出最华丽尾羽的雄性实际在暗示：我是个生存高手。“好基因假说”则认为雌性选择特定的雄性，是由于它们可能携带有提高后代生存能力的优良基因。具体到黑琴鸡，虽然它们的尾羽和眉部裸皮不能说对吸引异性毫无影响，但研究显示其权重并不高，真正的决定因素还是“攻击性”，这种“攻击性”意味着什么呢？——一项长期追踪研究表明，那些“阿尔法雄鸡”在繁殖期结束后六个月中的生存率是其他个体的两倍。尽管存有争议，一些学者还是倾向用“好基因”来解释雌性黑琴鸡的选择偏好。

为了将自己的基因延续下去，黑琴鸡的雄鸟对求偶竞技展现出了极高的热情。在每年春末的繁殖季之外，黑琴鸡在秋季还会进行另一轮比试，场地、竞技强度都与春季无异。雌鸟也同样会来观战，只是不会交配。这场竞技是春季的预选赛。由于求偶场位置固定，雄鸟会在秋季预先确立自己来年在“竞技场”中的地位和势力范围。越是能预先在场中占据势力范围的雄性，来年的繁殖成功率通常就越高。此外，一个求偶场中的雄鸟越多，通常吸引来的雌鸟也越多，虽然获胜的雄性往往垄断雌性的交配权，但有观察记录显示，一些雌鸟同样会被个别游走在边缘、不参与激烈竞技的雄鸟从场边诱走交配。

对黑琴鸡和许多采用相同类似方式求偶的动物来说，在繁殖季聚集在开阔地带本身就是一种高危行为。由于在求偶过程中高度专注，雄性黑琴鸡极易遭到苍鹰、鵟、赤狐和各种鼬类的捕杀，它们也很容易被猎人枪杀，甚至一窝端，这曾经是全球黑



琴鸡种群下降的主要原因之一。根据我国鸟类学者的记录，1989年，河北围场县林区14只聚集求偶的雄鸟就有12只被猎杀。如今随着监管的升级，这样的情况有所好转，但对森林的开发以及喷洒杀虫剂等依然会影响它们的种群，有时一片被随意开发的林地，或许就是这些鸟类精心挑选的求偶舞台。在最新修订的《国家重点保护野生动物名录》中，黑琴鸡由我国二级保护动物升级为一级，这意味着它们的生存状况不容乐观。

因此，无论是在东北的大兴安岭，还是新疆阿勒泰、塔城，或是河北的塞罕坝，如果你有幸在春末的林缘空地偶遇这些聚在一起、为了繁衍而使出浑身解数的“角斗士”们，请保持距离，安静欣赏它们仪式感满满的表演，而不要惊扰这项对它们至关重要的仪式。

胜利者的宣告，萦绕在寒风中久久不散。

在黑琴鸡生活的区域，即使是春末的繁殖期，气温也通常较低，它们的鼻孔覆盖有羽毛，这是保护它们的呼吸系统免受冷空气冻伤的适应特征。求偶过程中，雄性黑琴鸡会站在自己领地的显眼位置，直立身体、张开双翅鸣叫，在整场比赛之后，有时也能见到获胜的雄鸟占据求偶场的中心“宣告”胜利，叫声在很远处都能听到。雄性黑琴鸡鸣叫或呼吸时的气息常常凝结在寒冷的空气中，变成一团萦绕的白雾，久久不散。摄影 / Markus Varesvuo / NPL

责任编辑 / 金畅南　图片编辑 / 吴敬
版式设计 / 李晟　地图编辑 / 陈云

学者Capps在1910年调查美国阿拉斯加州的肯尼科特(Kennicott)冰川时首次提出“石冰川”这一概念。简单地说，石冰川是一种沿着谷地或者坡地缓慢蠕动的冰岩混合体，它有冰川婀娜的体态，却没有冰川剔透的外表，其表面是大大小小的岩石碎块。图为美国阿拉斯加州苏尔道夫峰的石冰川。

石冰川

撰文
秦昭
摄影
韩寒 等

既是独特的景观，又是重要的“储备水源”

人们对冰川比较熟悉，对“石冰川”却可能很陌生。石冰川虽然含冰，但在它的表面却几乎看不到冰的存在，人们在近距离看到的只是滚滚乱石或细小岩屑。因此对于专业知识不多的普通人来说，很难做到去观赏它们，甚至走在上面都会对它视而不见。其实，它不但是很好的审美对象，而且在全球气候变暖的当下具有重要的现实意义。

我正身处一片灰白色的世界，放眼所见到处都是灰色的乱石，苍凉、神秘，没有任何生命的迹象。这是瑞士国家公园的一条山谷。没想到在这个处处湖光山色美如仙境的国家的国家公园里，竟能看到这样一幅月球般的景象。我眼前是一道坡度超过60度的大滚坡，无数的大小砾石铺在上面，做向下俯冲状。不过，它们是静态的，代替轰隆隆的滚落声的是死一般的寂静，寂静中却深藏着一种不可言表的力量。四周铁灰色的环形山崖默默俯视着这道大滚坡，看着它向看不到尽头的山谷悄然而去。面对着这片沉默又充满威严的石之海，我忘记了自己的存在。

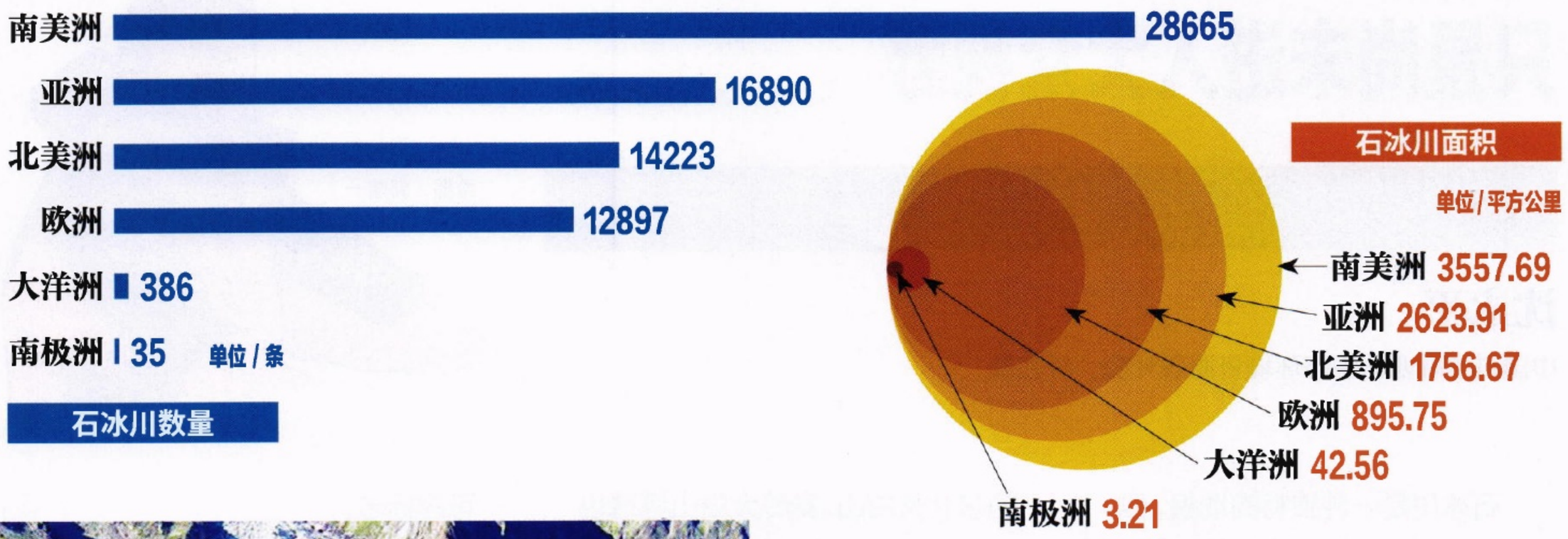
这里是瑞士最长的石冰川——瓦尔萨沙石冰川。



石冰川在世界各地广泛分布。本页图表数据来自研究者Jones等人编制的第一个全球尺度的石冰川编目数据库(RGDB)，是根据2017年之前的石冰川文献（部分）统计而来，是我们了解石冰川在全球分布情况的重要参考。统计结果显示，除了非洲，其他大洲均发现有石冰川的分布，其中数量最多、分布面积最大的是南美洲。随着研究的深入，目前已经发现了更多的石冰川。上图为一条由衰退的冰川转变而成的石冰川。

除了非洲，全球其他大洲均发现有石冰川的分布

世界各大洲石冰川数量及面积比较
（含假型石冰川） 资料来源：刘时银、张晨扬协助统计





认识石冰川：石与冰相聚，难解难分

石冰川与冰川不同，它的表面通常只有很少的冰。它的名字里有“冰川”两字却没有冰川的耀眼光环；它有着冰川的体态却不见冰川的靓丽；它们在数量上不亚于冰川，却鲜为人知。不要说游人观赏的目光了，连科学界也对它们了解得不多。在过去长达数百年的时间里，石冰川甚至没有一个明确的名字，它曾被叫做砾石堆、岩石流、特殊的冰碛垄、流动的冻土、山崩落石坡，甚至“死亡的冰川”。只是在近些年，随着全球气候持续变暖，地球高海拔地区的冰冻圈发生了越来越显著的变化，冰川消融成为人们最关注的问题，石冰川才更多地进入了人们的视野。

目前，科学界对石冰川的定义是：由岩石碎块和冰组成的舌状或叶状体，在重力作用下缓慢向山下移动。它由被岩石碎块覆盖的冰块组成，也可能由带有胶结冰或裂隙冰的岩块组成。

“石冰川”这三个字很好地概括了这种地貌的特征。

“石”，是它的基本构成材料，也是它给人的第一印象。不夸张地说，石头也是我在地面现场唯一可以看到的东西。石冰川表面的岩石几乎可以是任何大小，这取决于它们的供应来源。瓦尔萨沙石冰川表面的石块大小参差不齐，有棱有角，石块之间有较大的空隙。显然它们是不久前从谷壁上跌落下来的岩石碎块，或是从冰碛物衍生而来，尚未受到风化打磨。它们源源不断地为石冰川补充原材料，就像高山积雪年复一年地补充着冰川那样。

“冰”，即石冰川所含的埋藏冰或地下冰，它是石冰川的“灵魂”。关于石冰川的成因，目前学界有两种不同的看法。也可以理解为，根据石冰川

我国境内的昆仑山、天山等地也有石冰川，只是尚未进入大众视野



绘图 / 郭鼎一

沈永平

中国科学院西北生态环境资源研究院　研究员

石冰川是一种独特的地貌，但却鲜为人知，其广泛的发生、分布和重要性往往被忽视。它是多年冻土层的特征之一，出现在高山（或干燥的极地）地形中。石冰川是现代中纬度山脉中最常见的冰冻圈特征，常是冰川退缩的遗迹和衍生地貌，许多曾经被冰川占据的山谷，现在都发育着大量的石冰川。石冰川在高海拔山区发挥着重要作用，是气候变化的指标。在未来几十年到几个世纪，石冰川可能会成为一种更常见的山地地貌，成为高山旅游的重要景观。

石冰川在我国西部的高山上广泛分布，被视为多年冻土发生的可见指标。我国对于石冰川的观测研究从昆仑山和天山开始，最初局限于对典型地区石冰川的分类及内部结构的研究。最近，随着遥感技术的普及以及对石冰川水资源重要性和灾害危害关注的提升，研究范围扩大，但主要工作仍集中在较小的范围（比如天山北部、大雪山等），缺乏大规模的石冰川调查。目前我国已知的石冰川分布地区包括昆仑山、天山、阿尔泰山、喀喇昆仑山、喜马拉雅山、横断山、雅鲁藏布江流域和祁连山等，我国东部的东北长白山、秦岭太白山等地也发现了典型的石冰川。

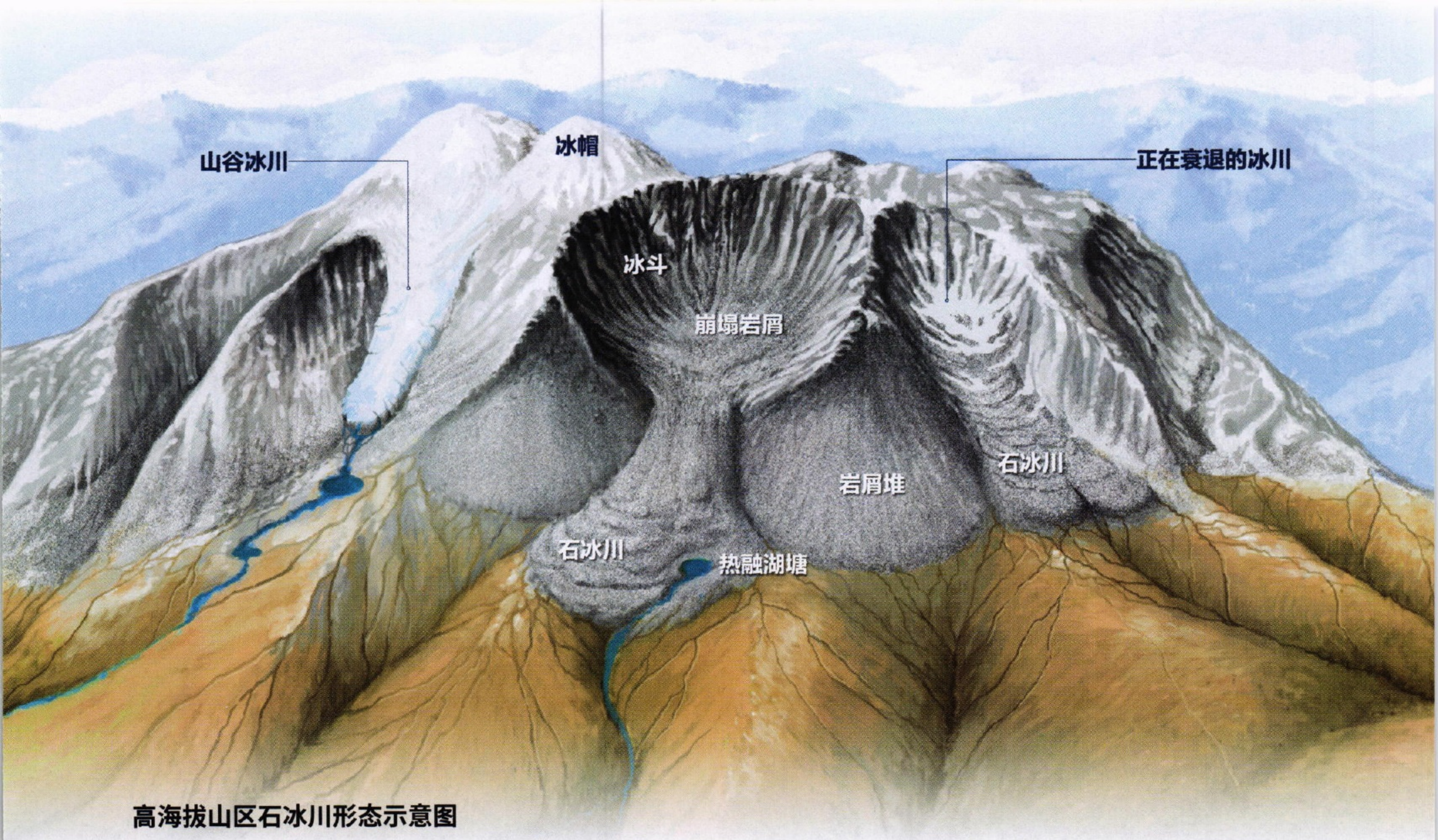
青藏公路沿线冻土区的东昆仑惊仙谷两侧山地，在海拔4600—4800米高地附近发育着16条石冰川，这是我国较早被发现的石冰川，它们的外形不同于当时世界其他地区发现的石冰川，形状似掌状，按典型地区分布被称为“昆仑山型石冰川”。它们的物质来源是碎屑堆（即倒石堆），含冰量小，流速小，由雪蚀作用和冻融蠕动作用综合形成，此类石冰川在高原上可作为判定多年冻土存在的可靠标志。

天山北部也发现了数百条石冰川，大多数呈舌状，位于海拔3300—3900米之间。其中大部分活跃的石冰川都是由冰碛衍生的舌状石冰川，它们通常比碎屑堆衍生的石冰川更长、更陡、更大。横断山大雪山的大多数石冰川也是冰碛衍生的，位于海拔4300—4600米之间，比天山石冰川高出约700—1000米。冰碛衍生的类型显然与最近的冰川退消有关，尤其是冰斗冰川。冰被越来越多的冰上碎屑所掩埋，退化为石冰川。

内部所含冰的类型，石冰川可以分为两类。

一类是冰核型石冰川，这类石冰川所含的冰来自残留的冰川，因此石冰川内部有大块的“冰核”。人们认为，这类石冰川是由于残留冰川被岩屑层所覆盖、没有融化而形成的。具体的形成方式有很多种，比如，有些是山谷冰川在退化后不再有新鲜的冰雪供给，但其岩屑层之下仍有残存冰川；有些是被山体滑坡覆盖的冰川融化而形成；有些是由于冰川遇到大量的岩石碎块堵塞山谷、把活动冰变成死冰而形成。

另一类为冰胶结型石冰川，这类石冰川的生成不需要依托冰川的存在，其所含的冰为胶结冰或裂



高海拔山区石冰川形态示意图

石冰川是一种壮观的地貌。它们一般被发现于林线以上的高山中，沿着山谷中心线在山谷中缓慢流动。构成石冰川的岩石物质通常是从谷壁上掉落下来的，其中可能含有大块的岩石。石冰川的成因多种多样，有可能是小而薄的残留冰川被岩屑覆盖层保护起来、没有融化而形成，也可能是在多年冻土条件下，岩屑铺满山谷，雨水雪水渗入其中并在深层凝结成冰，将深层岩屑胶结在一起而形成，等等。绘图 / 项乐

一条条石冰川
在高山山谷中缓慢流动，
具有冰川的形状

隙冰。在多年冻土区的山区，在寒冻风化的强烈作用下，山谷中有时会堆积厚层岩屑，山坡脚下也会有倒石堆（一种岩屑碎石顺坡而下形成的堆积地貌）。雨水、雪水沿着这些岩屑之间的缝隙渗进深层，因为那里一直保持着的低温状态而冻结，这些凝结冰像混凝土一样把深层的岩屑胶结在一起，形成冰和石混杂的石冰川。在冻融过程中，体积细小的砂石向石冰川底部转移，留在表层的砾石体积则越来越大，因此石冰川表面有时可以见到几米高的巨大石块。

如果仅看外观，石冰川有时与被岩石碎块覆盖的真正冰川非常相似。后者有个专有名称，叫“表碛覆盖冰川”，是指冰川消融区冰面的大部分或全部被岩屑覆盖的冰川，这些岩屑的厚度通常小于几十厘米。两者的关键区别在于动力机制：石冰川的运动是由于所含冰的变形，以及活动层（即石冰川表层每年随季节冻融而发生状态变化的那一层）中的砾石在冻融作用下的运动；表碛覆盖冰川的运动则是由于冰的内部变形、冰川基底滑动和底碛变形，因此流动速度更快。

人们有时也会将石冰川与石河（一种沿下坡方向排列的粗块状岩屑组成的线性地貌）、倒石堆等外观相似的地貌弄混。简单说，内部是否含有冰，可以视为石冰川与石河、倒石堆的关键区别之一。

再来看第三个字“川”，它意味着流动。石冰川的含冰量越高，运动速度就越快，不过整体而言其流动缓慢，即使是一个“活跃的”石冰川，它的表面流速仍比冰川慢得多，一般在每年 1 米或更少，而冰川的表面流速则是每年几米到几十米。

观察石冰川：地上看乱石，天上看“川”

高山徒步时，在石冰川表面粗粝和参差的碎石块上行走是最累人的，对此我深有体会。在瓦尔萨



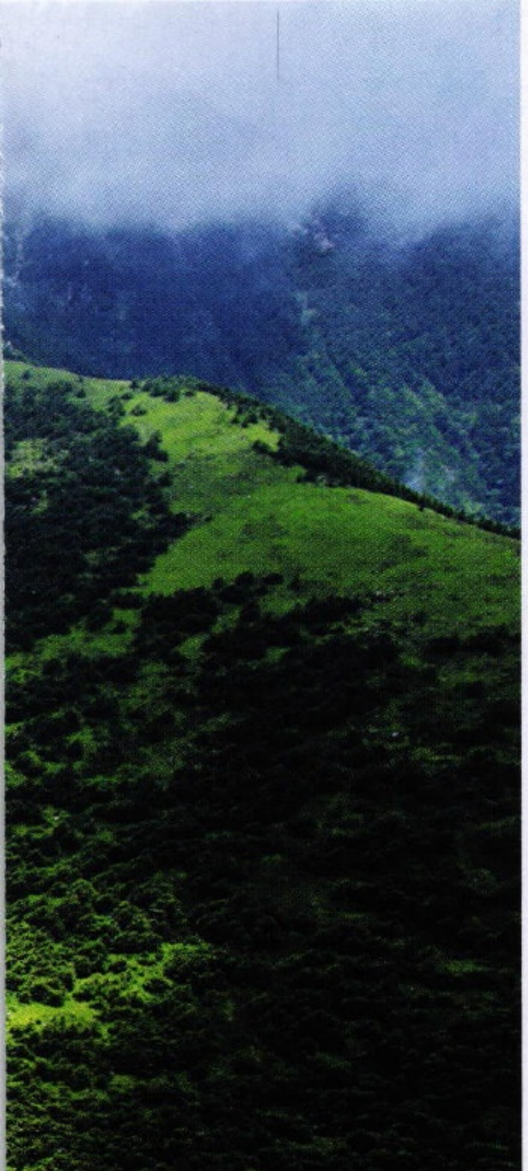
沙石冰川上，我沿着一条半米宽的踩踏出来的小径，连爬带跳地向上攀登时，感觉自己就像一只小小的蚂蚁，在无边无际的石海里爬行，观景的兴致全无，心里有一种绝望。

不过借助航拍图片或者卫星遥感工具，石冰川的雄姿便清晰地展现在我们眼前。石冰川虽然近看面容平庸甚至有些狰狞，但它们的体态却像冰川一样婀娜多姿。它们的“川”体因地形地势而呈现出舌状或者叶状。舌状石冰川的长度大于宽度，常见于较狭窄的冰斗和坡度较大的山谷。而叶状石冰川正好相反，它们的宽度大于长度，向四面铺散开。它们常见于比较宽阔平坦的冰斗，下游山谷的坡度也比较小。

流动，是石冰川生命的体现。一条石冰川的生命可以持续数千年，它的活力取决于它的含冰量。从表观上我们大致可以判断出一条石冰川的活跃程度。当一条石冰川持续流动时，它是活动型的石冰川。它的内部含冰量高，显得立体、丰满、边缘清楚，与周边的地形切割明显。而且，它的前锋边缘坡度陡，舌部的表面有许多纵向裂隙或横向的突脊起伏，这些特征展现了它向前运动时的姿态。

法国阿尔卑斯山脉的埃克兰国家公园里的罗利查德石冰川有着几十年的观测记录。它有很经典的活动型石冰川的外貌，它的“冰舌”长600米，厚40米，石冰川前锋由相对细小的、不稳定的砾石构成，形状明确，有着陡峭的侧翼和前锋。在舌状前锋的侧翼和前端的脚下堆积着几米高的从表面跌落下来的大石块，在它舌部的表面上也有许多明显的纵向和横向弓形脊与沟槽。

当石冰川的含冰量减退到一定程度，它便停止





我国陕西秦岭太白山的石冰川是由冰碛衍生而来，这样的石冰川通常比岩屑堆衍生的石冰川更长、更陡、更大。太白山的石冰川，有的分布在古冰川槽谷内，规模大，岩块呈棱角状，互相推挤，整体呈长度大于宽度的舌状；有的分布在槽谷壁的缓坡上，规模较小，整体呈宽度大于长度的叶状，它们单个或者成群出现，从谷壁向下游运动，很像岩屑堆。当这些石冰川内部的多年冰核退化后，就会演变为石河地貌。左图为太白山东源的大石河石冰川航拍图（摄影 / 邵安红），上图为太白山冰碛石冰川的表面（摄影 / 段克勤）。

秦岭太白山石冰川是由冰碛衍生而来，有舌状也有叶状

了运动，成为不活动型的石冰川。这样的石冰川边缘仍然锐利，但不再饱满。它表面上的突脊和沟槽仍在，但起伏度变小。在它的前锋和侧翼开始出现先锋类植被，这意味着石冰川已经停止了运动。

美国阿拉斯加州的苏尔道夫峰石冰川是这类石冰川的代表。看上去，它的雄风不减。它从金字塔形的苏尔道夫峰巅的正面倾泻而下，形成一道巨大的灰黑色石瀑布，在周围绿色森林的衬托下显得触目惊心。但如果近前观察，它的前锋缘坡已经变薄变平缓，尤其是在它的前端和边缘上已有绿色的植被覆盖，甚至还出现了零散的幼树。这意味着它已经不再运动了。

在石冰川所含的埋藏冰或地下冰完全消失、表层也不再有冻融蠕动以后，它的外观就失去了特点，所有的突脊和沟槽都模糊不清，厚度也大大减小，它就变成了假型冰川，也叫残留石冰川遗迹。

实际上，石冰川的这三种生命状态只是理论上的阐述。它们之间并没有明显的界限，不同状态之间是逐渐过渡的。

欣赏石冰川：神秘多姿，色彩斑斓

在全球所有的高海拔山区，石冰川几乎无处不在，包括北美洲的落基山脉、南美洲的安第斯山脉、欧洲的阿尔卑斯山脉、亚洲的喜马拉雅山脉、天山山脉。在某些地区，已发现的石冰川数量甚至比冰川数量更多，例如安第斯山脉。

有时候在石冰川阴森森的外貌下确实隐藏着一些秘密，意大利多洛米蒂山区的莱克蒂尔龙湖就是其中之一。这个小湖藏身于多洛米蒂的塞拉峰脚

与冰川不同的是，石冰川表面通常只有很少的冰。运动一般从石冰川内部的冰中开始，非常缓慢，通常每年移动距离在几厘米到1米之间。石冰川表面的岩石会适应这种运动，这有时会导致石冰川表面出现隆起或流动特征。全球气候变暖情况下，石冰川运动加快，其舌部松散堆积物的逐渐增加将增大泥石流发生的风险，因此石冰川可能是冰冻圈地区未来重要的致灾因素之一。图为格鲁吉亚的石冰川。

下。在当地的传说里塞拉峰的石冰川下住着一条龙，在满月升起的夜里这条龙就会现身，叫声可以传到很远的高山牧场上。

不过当地人没有谁见过这条龙，倒是这个神秘的小湖顶着龙的名字，时不时出现在人们眼前。20世纪70年代时，人们注意到了在塞拉峰海拔2680米的石冰川上出现了一个乳绿色的小湖。它似乎是从厚厚的岩屑层下冒出来的，后来不知什么时候这个小湖不见了。在2003年它再次现身，持续存在了四五年以后，湖的面积逐渐变小，在2009年再次消失。两年后，小湖又重现在人们面前，只不过向东挪了一段距离。

显然这个神出鬼没的小湖是石冰川内部冰的融水形成的。随着气温的变化，石冰川中的冰也随之融化或者冻结。

南美洲安第斯山脉的石冰川在景观上以色彩取胜。阿根廷的南纬31—35度之间是著名的亚热带干旱草原气候带，日照辐射强，年平均气温在零下1.6摄氏度至零下6摄氏度，年降水量500毫米，有大量的石冰川存在。

阿根廷中部的门多萨省的克罗拉达斯石冰川位于海拔3300—4800米处，它有5公里长，30—60米厚。与世界其他地区的石冰川相比，这条石冰川给人以更干涸、土层更细的观感。它的表层岩屑的粒径较细小，直径大多不超过50厘米，深层岩屑也是如此。因此，克罗拉达斯石冰川的表面更像是覆盖着一层厚厚的砂土。它的庞大、平缓且质地细腻的前锋有点像黄土高原的干旱土塬。它的表层颜色也加强了这个印象，土红色代替了别处石冰川的铁灰色，而且从土红、土黄到灰白层层变幻，渲染出一种既柔和又邪美的气氛。更奇妙的是这条看上去干得冒烟的石冰川之下却有相当多的含冰量，这让它以每年1米的速度向下游运动。

叩问石冰川：“冰心”变软，后果会如何？

随着全球气候的快速变暖，山地冰冻圈的水资源受到威胁，冰川成为学界和公众讨论的热门话题，石冰川的关注度也随之有了相当大的提高。

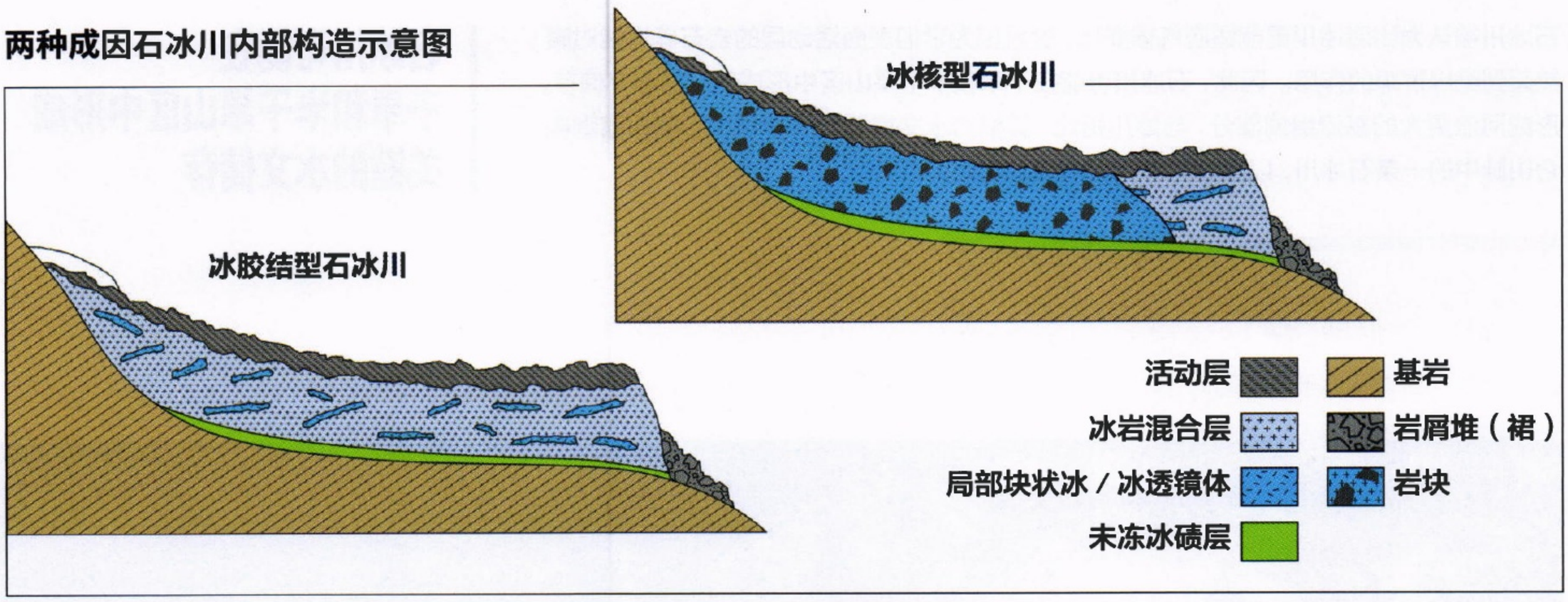
世界范围内，山地冰川为干旱和半干旱地区提供了重要的淡水来源。但是随着气候变暖，山地冰川在全球大范围迅速退缩，这意味着，在短期内，冰川的年释放水量将增加，然而在“融水峰值”之后，冰川退缩的速度将加快，预计冰川融化径流将逐渐减少。

石冰川在全球分布广泛、数量众多，其中含有水文价值显著的冰量，而且由于其外部通常覆盖着一层厚0.5—5米的活动层，活动层之下的部分不会



受到高温的影响，因此与洁净冰川相比，可以减缓内部冰体的融化，这使它在气候上比冰川更具弹性。因此，在未来气候变暖、冰川退缩速度加快的情况下，石冰川的水文作用（即长期储存）可能会变得越来越重要，它可能成为干旱、半干旱山区重要的水资源储备，有助于缓解这些地区的缺水问题。

2021年4月，英国埃克塞特大学的学者发表





在外表的岩屑下，石冰川有着有趣的内部构造（上方插图 绘图 / 项乐）：一类石冰川内部有残留的冰川冰形成的“冰核”，被称为冰核型石冰川；另一类是冻土地带的石冰川，内部以冰岩混合物为主，没有冰核。不过，这两种石冰川的前锋末端都常常有一个陡峭的岩屑堆，那是当冰接近终点时，融化并释放出岩石物质而形成的。上图为美国科罗拉多州圣胡安山脉一条石冰川舌部的特写，可以看到，它的表面已经生长出了针叶林，这意味着它的含冰量已经减退到一定程度，不再运动了。

这条石冰川的表面已经生长出了针叶林，意味着它不再运动

石冰川被认为比清冰川更能适应气候变化，这是因为它们表面活动层的岩石碎屑能对暖热起到绝缘屏障的作用。因此，石冰川可能在干旱和半干旱山区中形成关键的水文储存，形成河流更大的基流组成部分，与冰川相比，其相对水文重要性将有增加。图为喀喇昆仑山脉中的一条石冰川，以及它前锋出现的热融湖塘。

石冰川可能在干旱和半干旱山区中形成关键的水文储存



了对喜马拉雅山脉石冰川数量的最新估计。他们估算这个地区至少有2.5万条石冰川，含冰量达到518亿立方米（相当于466亿立方米的水），喜马拉雅石冰川与冰川的储水比为1:25。

喜马拉雅山脉的冰川和石冰川是亚洲地区的重要水源，石冰川中的水资源储备可能在未来发挥出重要作用。据研究，石冰川水资源在相对湿润的喜马拉雅山脉中段的储量最多、水文价值最高，但在喜马拉雅山脉西段较干燥的西风主导的印度河上游流域，如我国西藏阿里地区和印度河上游山区，由于人口密度相对较高，石冰川具有更大的实际水文意义，对保障农牧业生产生活、可持续供水安全将发挥重要作用。

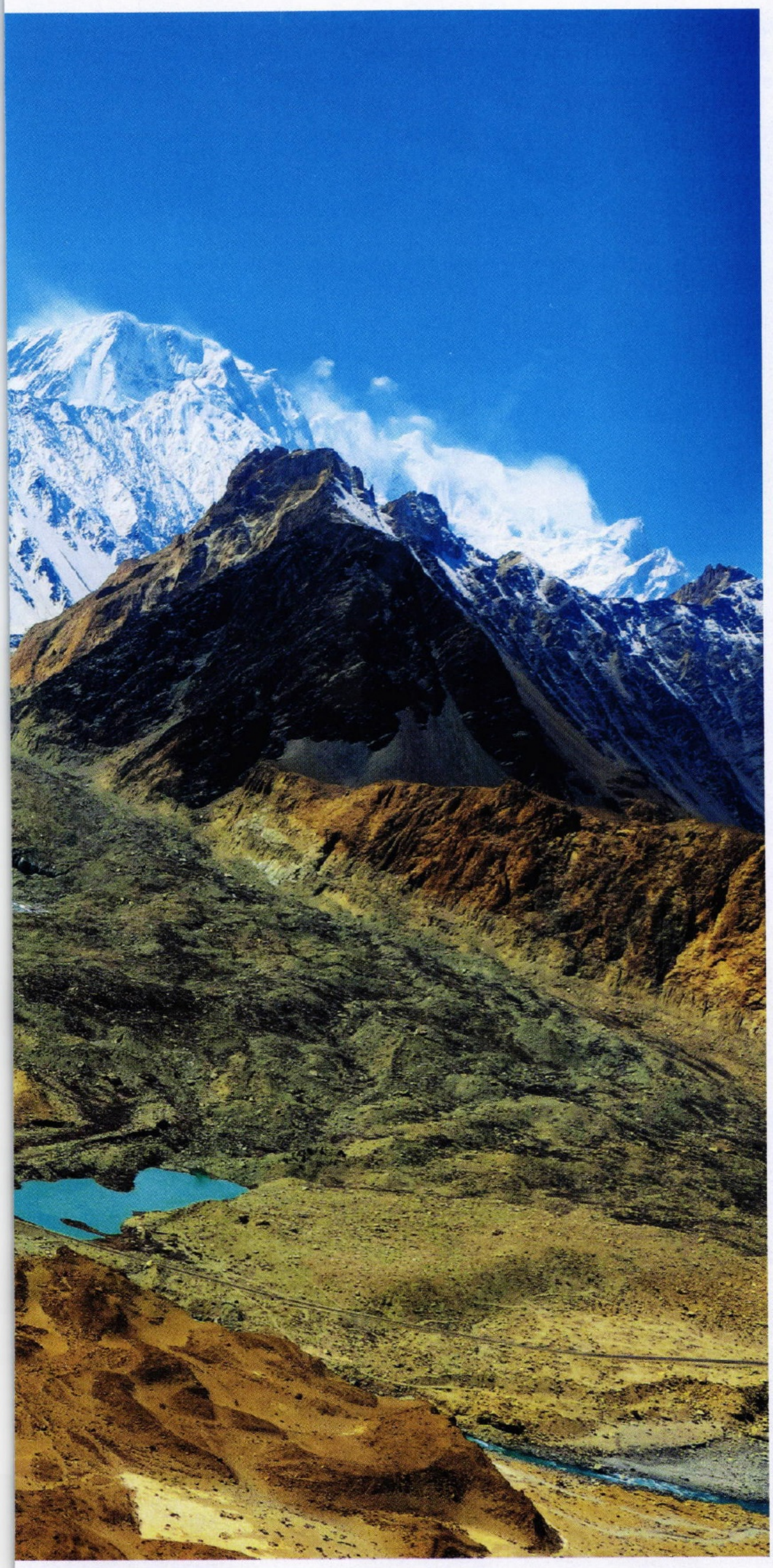
需要注意的是，尽管与冰川相比，石冰川受到气温升高的影响弱一些，可能会延长高山系统的长期蓄水，缓冲替代水源的损失，但从水资源的角度看，与冰川一样，石冰川所储藏的潜在水源也是长久以来的积累，一旦消耗就不可再生，因此不能夸大石冰川的储水作用，如何合理评估和管理石冰川的潜在水资源是需要重点研究的问题。

同时，气候变暖对石冰川所造成的次生地质灾害等负面影响也引起了学界的关注。2021年夏季，当我在为去美国阿拉斯加的迪纳利国家公园做准备时，公园的一则告示引起了我的注意：穿过这个国家公园的唯一一条公路的中段出现了大规模的滑坡，公路无限期关闭。

这正是一条修筑在冻土地带石冰川上的公路。由于这个区域石冰川数量极多，也许是因为避无可避，公路只好从其中一条石冰川的表面穿过。为了应对石冰川的流动性，公园每年都会对这条公路进行维护加固。

据这个国家公园的气温历史记录，该地区的气温百年来已上升了4.3摄氏度，是美国国家公园里气温上升最快的。气温的升高加速了石冰川的运动，这条石冰川的前进速度逐年增加，从2014年时以年为单位移动数厘米，逐渐增速到以月、星期、日为单位计，直到2021年7月，它每小时就可以移动2厘米，终于在这个月底发生了大滑坡。公路经过的路段随着滑坡向下位移了6.5米。

迪纳利国家公园的公路也许可以修复，但是气候变暖正在让世界各地石冰川们的“冰冷的心”变软、融化，人类该怎样面对有可能随之而来的更多严重后果呢？



审稿专家 / 沈永平 中国科学院西北生态环境资源研究院 研究员
责任编辑 / 付薇 版式设计 / 崔晓琳 地图编辑 / 陈云

印度的“北上广深”

一位中国学者的亲历与观察

对于印度这个人口接近中国的南亚邻国，我们了解的信息还极为有限。正如一位印度汉学家所说，虽然中印有两千年交流史，但对彼此的认识这么少，是无法想象的。本文作者是深圳大学外国语学院院长、中国海外利益研究中心主任，他走访了印度最富活力、堪称印度版“北上广深”的四大城市——新德里、孟买、加尔各答和班加罗尔，为我们带来了诸多有深度的见闻和思考。

撰文 **戴永红**

摄影 **老鱼** 等



孟买是印度的最大城市、经济中心和工业基地。它西邻印度洋的阿拉伯海，是一个天然深水良港。在月牙形的海岸上，一座座新建的高楼大厦和旧式楼宇交相辉映。这些年来，关于中印两国的对比，特别是经济发展的对比，开始受到人们关注。而对于像中印两国这样的发展中大国，城市化的成败，被认为决定了其经济发展的成败。中国自改革开放以来，城市化进程发展迅猛，特别是以北上广深为代表的大城市数量和规模与日俱增。而同为人口大国的印度，也有一些现代化的大都市，尤其是新德里、孟买、加尔各答和班加罗尔这四座城市，在定位上很接近中国的北上广深。

孟买

“一边是中世纪的穷困，一边则拥有 21 世纪的高科技”

飞机在深圳宝安国际机场起飞，我系好安全带后，拿出一本书来阅读。这趟飞往印度新德里的航班，要5个多小时，正好可静下心来看书。多年来，我一直从事南亚国家的研究，对该区域的大国——印度更是充满了兴趣。

我看的这本书叫《不顾诸神：现代印度的奇怪崛起》，作者是英国《金融时报》南亚局主任爱德华·卢斯。

爱德华·卢斯是英国人，在印度工作6年，娶了一位印度人为妻。因为“印度女婿”这层特殊关系，再加上《金融时报》记者的头衔，使得他在印度混得风生水起，接触、采访了各阶层人物。

在不少人印象中，印度城市似乎是混乱、嘈杂的代名词，灰蒙蒙的天空，空气中充斥着雾霾的味道，到处是拥挤的人潮和卖东西的小贩，亮眼的黄色突突车（一种三轮车）横冲直撞。难道这些就是印度城市的全部？

在书中，爱德华·卢斯说出了他的看法：“印度的经济呈现出一幅分裂的画面，一边是中世纪的穷困，一边则拥有21世纪的高科技。”谈到这种贫富差距，卢斯还用了一个形象的比喻：“拉贾斯坦邦是一个在风中摇晃的、里面堆满牛粪的棚屋，与一间用最优质的大理石装修的豪宅的区别。”在他眼里，城市既有穷困和棚屋，又有高科技和豪宅。

飞机在印度首都新德里的英迪拉·甘地国际机场缓缓降落。我收好手中的书，下了飞机，一股热带地区特有的浓郁湿热气息，瞬间涌入我的鼻腔。熙熙攘攘的人群，在现代化的航站楼之间穿梭。

这次，我是受印度一家学术研究机构邀请，来参加学术交流。其实这次行程，只是我多次出访印度的一次普通行程。



印度版“北上广深”，堪称该国的四根“定海神针”

这些年来，我走访了印度的四大城市——新德里、孟买、加尔各答和班加罗尔。这四个城市，是印度经济发展最富活力的“一线城市”，堪称印度版的“北上广深”。它们从定位和功能上，可以跟中国四个经济最发达的“一线城市”——北上广深（北京、上海、广州、深圳）一一对应。印度的“北上广深”，是我观察这个国家的一个窗口。

新德里（与老城区合起来称为“德里”），印度首都和第二大城市，政治影响力不言而喻，在印度的地位可对应于我国北京；孟买，印度第一大城市，凭借世界级的贸易地位，成为大英帝国王冠上一颗耀眼的明珠，现在仍是印度的经济中心，地位可对应于我国上海；加尔各答，英属印度时期首都所在地，印度第三大城市，地位可对应于我国广州；班加罗尔，扮演着印度高新技术产业发动机的角色，地位可对应于我国深圳。

由于有上述良好的对应关系，我把印度这四个城市，称为印度版的“北上广深”。它们对印度有多重要呢？数据显示：这四个城市以占印度5.58%的人口，完成了26%的印度GDP总量。而中国的北上广深，人口占中国的5.33%，GDP占中国总量的12.3%。

超过1/4的GDP，是由印度四个城市贡献的，这个结论让我吃惊。这四个城

新德里

坐落在印度首都新德里国王大道上的印度门（下图），建于1921年，高48.7米，宽21.3米，门顶为三层塔状，中间刻有“INDIA”字样。印度门其实是印度的一座战争纪念碑，是为纪念第一次世界大战和第三次英阿战争中牺牲的9万多名军人而建。从左页卫星影像图看，印度有一座中央山脉——温迪亚山脉，类似中国的秦岭，是印度南北的地理分界线。印度北部主要由恒河平原与印度河平原构成，印度南部是德干高原。受益于其东西两侧广阔的海岸线，印度的大城市分布位置较为均衡，新德里、孟买、加尔各答、班加罗尔等大城市，散布在印度国土不同的方位上。





刘小雪

中国社会科学院
亚太与全球战略研究院
副研究员

绘图 / 郭鼎一



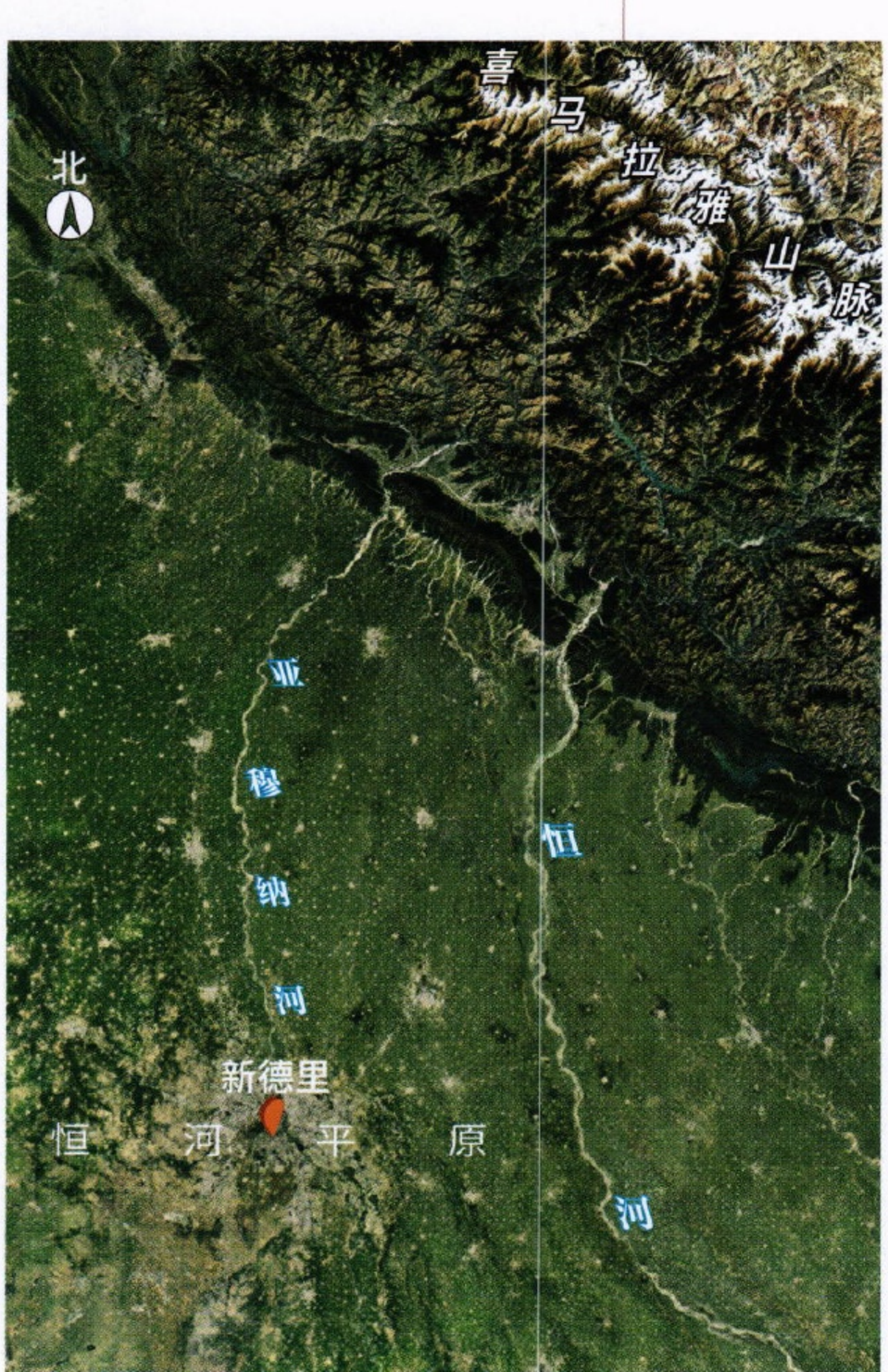
我们对印度的关注还远远不够

目前，中印两大文明鲜有对话，以致今日，当两国学者坐下来谈起两国文化交流史，大多数时候就仅限于法显、达摩、鸠摩罗什、玄奘这几个历史上的圣僧大德。国内的印度研究曾经是学术界最冷的“冷板凳”。我所认识的几位前辈，默默地工作几十年，然后静静地退休，寂寂地逝去。他们等身的著作文章，尘封在图书馆的书架上，等待着灰飞烟灭。然后从上世纪90年代以降，印度经济开始起飞。于是，印度又重回我们视野。

我们对印度的关注有很强的现实意义：经济上，它既为中国产品和产业的发展提供了巨大的市场机遇，未来也会在能源和原材料领域与中国开展更为激烈的竞争；安全上，崛起的印度，其影响力将不断向外扩展，那么两国不仅在悬而未决的边界地区有可能发生冲突，而且在印度洋甚至更远的地区，都将存在利益的争夺。面对这样的情况，一方面我们要放松心态，坦然应对崛起的印度带给我们的竞争；另一方面，我们也应该更加关注和了解印度。我们最渴望看到的是，两国人民通过互相了解、沟通，学会和谐相处，并最终实现共同发展。

即使抛开印度今天经济上取得的进步，作为文明古国，它也有很多值得世人关注的地方。早在100多年前，当大英帝国还如日中天时，马克斯·穆勒这位牛津大学教授，西方印度学奠基人，曾写过一本书《印度，她能教我们什么？》。书中一个重要观点就是，西方世界在向外、对物质世界的探索方面处于领先地位，而在向内、对人类精神领域的探索方面，印度则无可匹敌。

然而，迄今为止我们对印度文化的关注还远远不够。2016年中国出境游达1.23亿人次，而印度当年吸引的国外游客亦高达890万，可去印度的中国游客只有25万，到2018年也仅上升到28万。还有，印度当代文学硕果累累，是获得英国布克文学奖最多的国家之一，可中国普通读者又读过几部？再有，全球最高产的印度电影业，能轻松地打入北美以及非洲、东南亚市场，而每年进入中国市场的却屈指可数。“相交贵相知”，相比中印两国不断创出新高的贸易数字，真正能够增进“相知”的文化交流渠道显然滞后了。一定程度上，这也许与我们自己的偏见有关。



露宿街头者，几乎在印度每个城市都存在，首都新德里也不例外。他们大多数是从事苦力的搬运工、三轮车夫或无家可归的流浪汉（上图）。在早晨学生上学时段，可以看到旧德里街头出现的一种“校车”。这是人力三轮车，最多可以载6—8名学生（右图）。新德里位于喜马拉雅山脉以南的恒河平原，地势平坦开阔，农业发达，恒河支流亚穆纳河穿城而过，水源充足。同时新德里靠近印巴争议地区克什米尔，可以对该区域进行有效控制。1911年，英属印度将首都从加尔各答迁到了新德里。摄影 / 张源



新德里

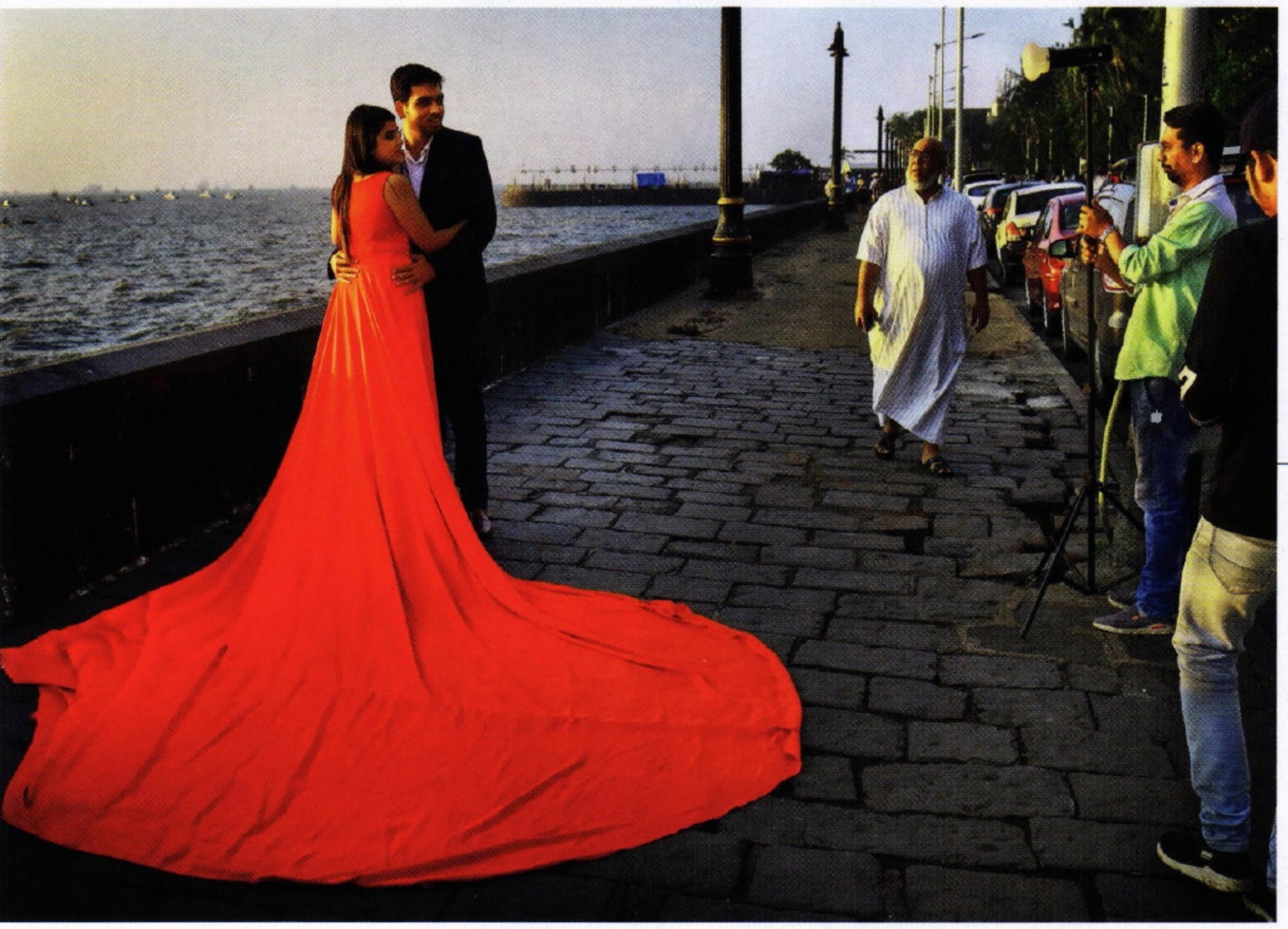
在新德里街头，摄影师与一群女学生相遇。面对中国摄影师的镜头，女生们大方配合，神态自若，没有半点拘束。新德里是全国政治、文化中心，也是印度北方最大的商业中心，是在古老的德里城基础上扩建而成。关于“德里”这个名称的来历，有不同说法。有学者认为，“德里”是根据孔雀王朝一位叫“德鲁”的国王的名字演变而来；也有学者认为，公元前10世纪，这个城市建了许多铁柱，由于铁柱立得不稳，虽经过加固，仍松弛不牢。“不牢”在印地语发音为“梯里”，因此这个城市便以“梯里”（即德里）得名。

摄影 / 李少白

新德里

孟买

在孟买著名的五星级酒店——泰姬陵酒店之外的海滨长廊，很多印度人都喜欢来此拍照留念（左图 摄影／张源）。泰姬陵酒店始建于1898年的英殖民时期，由被称为“印度工业之父”的塔塔集团创建人贾姆希德基·塔塔修建。右下图为孟买老城区的街景。孟买西面就是印度洋的阿拉伯海，是一个天然深水良港。该港口的大规模建设，始自英国殖民时期的东印度公司。通过围海造地，将7座孤立的岛屿连成一片。作为印度最富裕的城市，孟买聚集了印度最多的富豪。此外，孟买还是印度的娱乐业之都，是印度宝莱坞的大本营。







市，犹如四根定海神针，将印度这个大半岛深深地“锚定”在印度洋上。

在新德里，印度汉学家的一句话让我沉思良久

发源于喜马拉雅山脉南麓的亚穆纳河，是恒河右岸的最大支流。在汇集了众多小支流后，亚穆纳河以势不可挡之势，冲开山地的束缚，一头扎进了一马平川的恒河平原。新德里，是亚穆纳河进入平原后流经的第一座城市。这条河流淌的，是喜马拉雅山脉甘冽的冰雪融水，以及雨季带来的丰沛降水，它们如乳汁一般，悄无声息地滋养着新德里这座人口超2000万的大都市。

我与新德里结缘，是因为一个印度人。他叫狄伯杰，尼赫鲁大学中国与东南亚研究中心主任、汉学家，妻子是中国

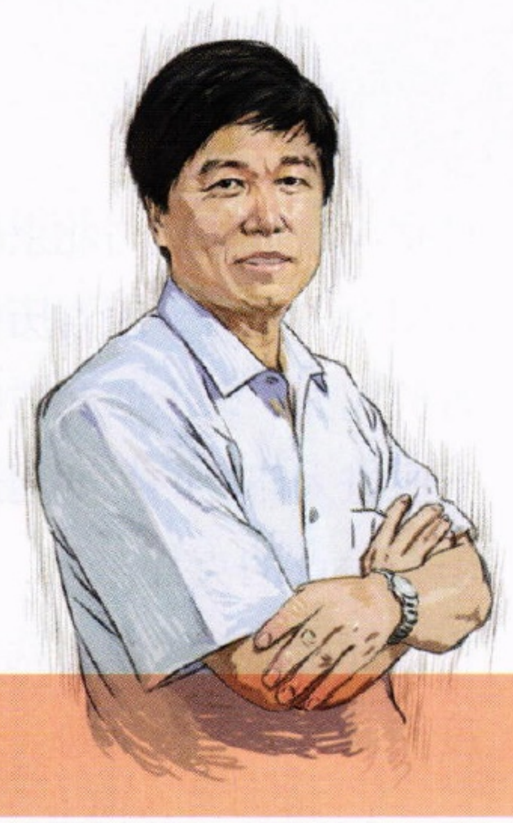
人，因此他算是一位“中国女婿”。

狄伯杰出生于印度西北部的喜马偕尔邦，有着典型雅利安人的外形特征，身材高大健硕，鼻梁高耸。他跟中国很有缘分，曾在北京大学做了3年访问学者，又在中国社会科学院做过中国文化的研究。作为中印文化交流的知名学者，他一直在推进中印学界之间的交流。因为狄伯杰的关系，我多次到过新德里。

新德里坐落于印度西北部。就首都选址来说，新德里与北京颇有几分相似：都在国家的北方，因为历史上主要都面临北方的压力。印度西北方的开伯尔山口，是异族进入印度的主要通道。印度与巴基斯坦有争议的克什米尔，也在印度西北方。将首都定在新德里，就是为了防备当时印度西北方的主要威胁——俄国。

17世纪，莫卧儿王朝建立了旧德里；1911年，英国在殖民统治印度期间，将首都从加尔各答迁到旧德里以南，称之为





万广华

复旦大学世界经济研究所
所长、特聘教授

绘图 / 郭鼎一



中印城市化主要有四大差别

中国和印度是世界上人口最多、经济体量巨大、发展很快的亚洲大国。2011年，在一篇文章里，我曾推断，以美国为代表的西方将会对中国进行围堵，遏制中国的发展，并提出三大应对策略，其中之一便是中国要高度重视发展与印度的战略合作关系，另一个是建议中国加速推进城市化进程。

一直以来我的观点是，任何发展中国家，尤其是像中印这样的发展中大国，城市化的成败决定了其经济发展的成败。世界上几乎没有任何国家是通过发展壮大第一产业而强大起来的。

那么，中国和印度在城市化方面有哪些主要差别呢？

首先，城市化水平的差异。据最新数据，2020年中国的城市化率为63.89%，印度为34.93%，相差值高达28.96%。这个差别在1987年只有0.52%。而在1987年前，中国的城市化率是低于印度的。印度城市化发展水平的滞后，本质上是由其制造业发展不足引起的。而中国改革开放后城市化的突飞猛进，恰恰是由制造业的快速发展所推动的。这个差别恰如其分地反映了中国为“世界工厂”和印度为“世界办公室”的事实。

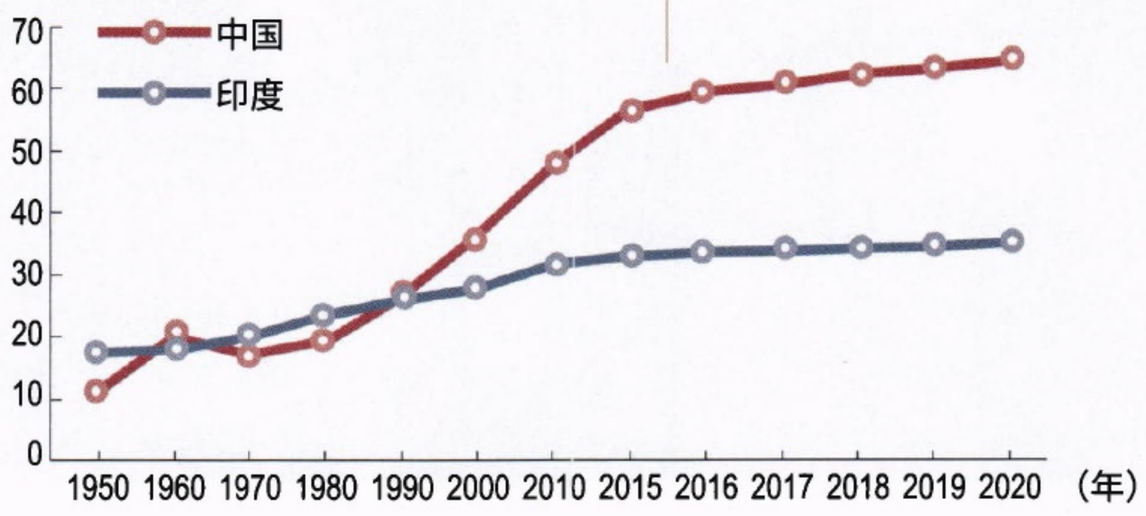
其次，大中小城市分布的差异。印度有4.82亿人居住在城市，中国则为9.02亿人。这些人是如何分布在不同规模的城市呢？根据印度学者的研究，印度的城市人口分布基本符合经济规律，即大中小城市的规模分布合理。据我最近的研究，中国的特大城市规模偏小，而大城市和中等城市的数量也不够。究其原因，主要是因为印度政府对城市化进程干预较少，而中国多年来特别强调中小城市的发展，并控制特大城市的人口。

第三，中印城市化最大、最为引人注目的差别，是印度有世界上最大的贫民窟之一，而中国基本没有贫民窟现象。其实贫民窟在众多发展中国家都存在。那为什么中国没有贫民窟呢？有些人错误地将此归功于中国的户籍制度，我则认为，是新中国的土改或人人有地的土地制度安排，才是避免贫民窟出现的根本原因。

第四，在中国的京津冀、长三角和珠三角三大城市群中，只有卫星城建设较早、以上海为中心的长三角较为成功。印度德里的卫星城古尔冈、诺伊达以及孟买的卫星城塔那，在吸收人口、接纳扩散企业、分担中心城市职能等方面作用显著。印度因地制宜通过发展卫星城，来推动城市群的做法，值得中国借鉴。

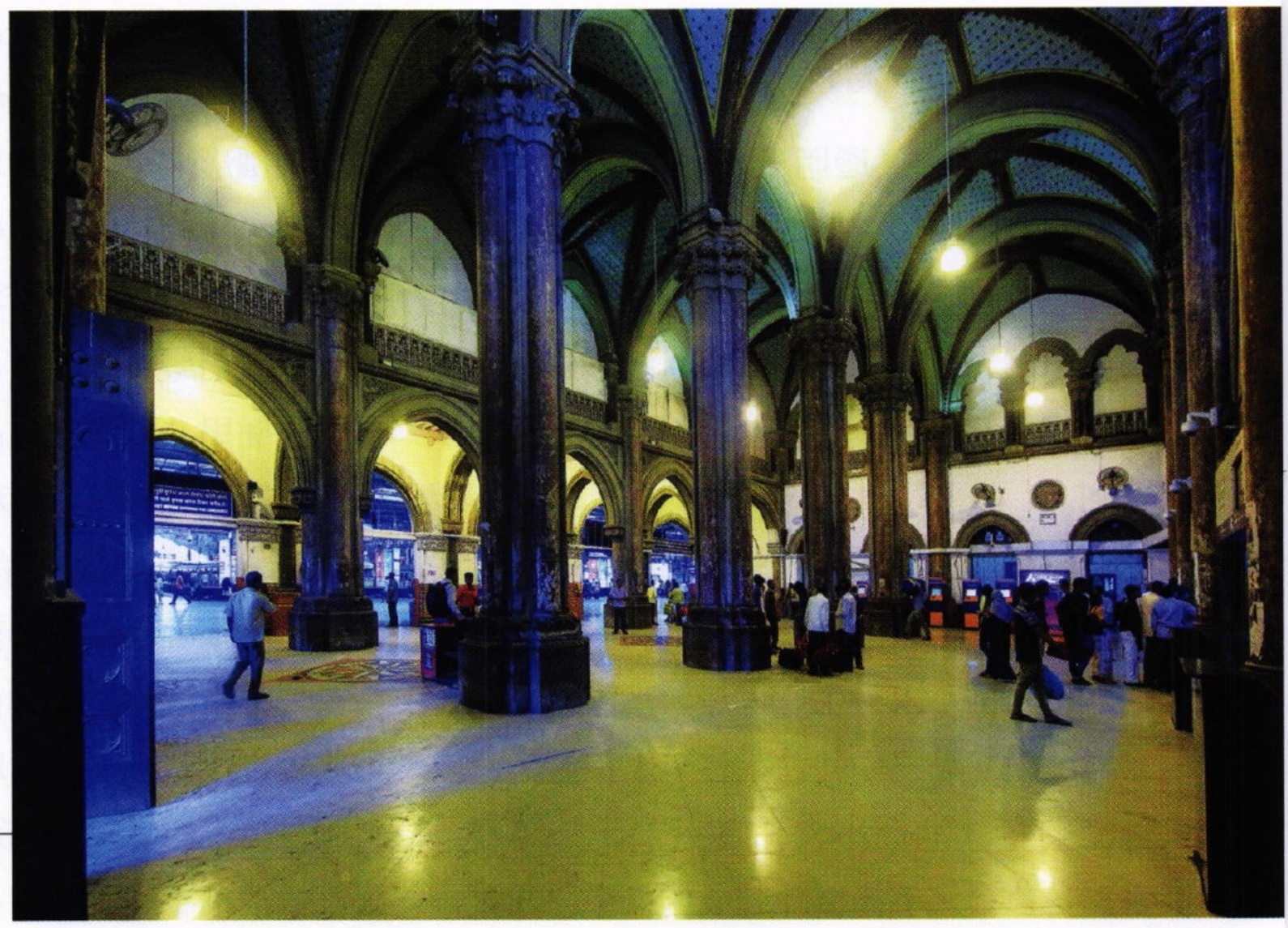
文中数据来源/
国家统计局
上海市统计局
北京市公安局及艾媒数据中心
广州市统计局
国家统计局深圳调查队
United Nations-World Population Prospects
https://knoema.com/atlas/India.

中印两国城市化率对比（单位／%）



维多利亚火车站（后改名为中央火车站）建于1878年，因为纪念英国维多利亚女王即位50周年而得名，是世界上唯一被列为世界文化遗产的一座火车站（上图）。作为印度最繁忙的火车站，它整体由数栋形态不同的哥特式建筑组成，并融合了印度传统建筑风格，外观冗繁华丽，布满了精美的石雕。车站大厅内部，有拱形的穹顶，高大的石柱，让人仿佛置身于一座雄伟的教堂（右图）。在建筑细节上，诸如木雕、瓷砖、铁饰、栏杆等，都透露出欧洲与印度传统艺术风格的融合。在独立前，印度的城市化率要高于中国，但到了2020年，印度的城市化率为34.93%，而中国已达63.9%（见左页图表）。

摄影 / 张源



孟买



新德里。新德里、旧德里两个城区组成了德里，总体看就是一座城市（人们一般所说的印度首都新德里，往往是泛指整个德里）。

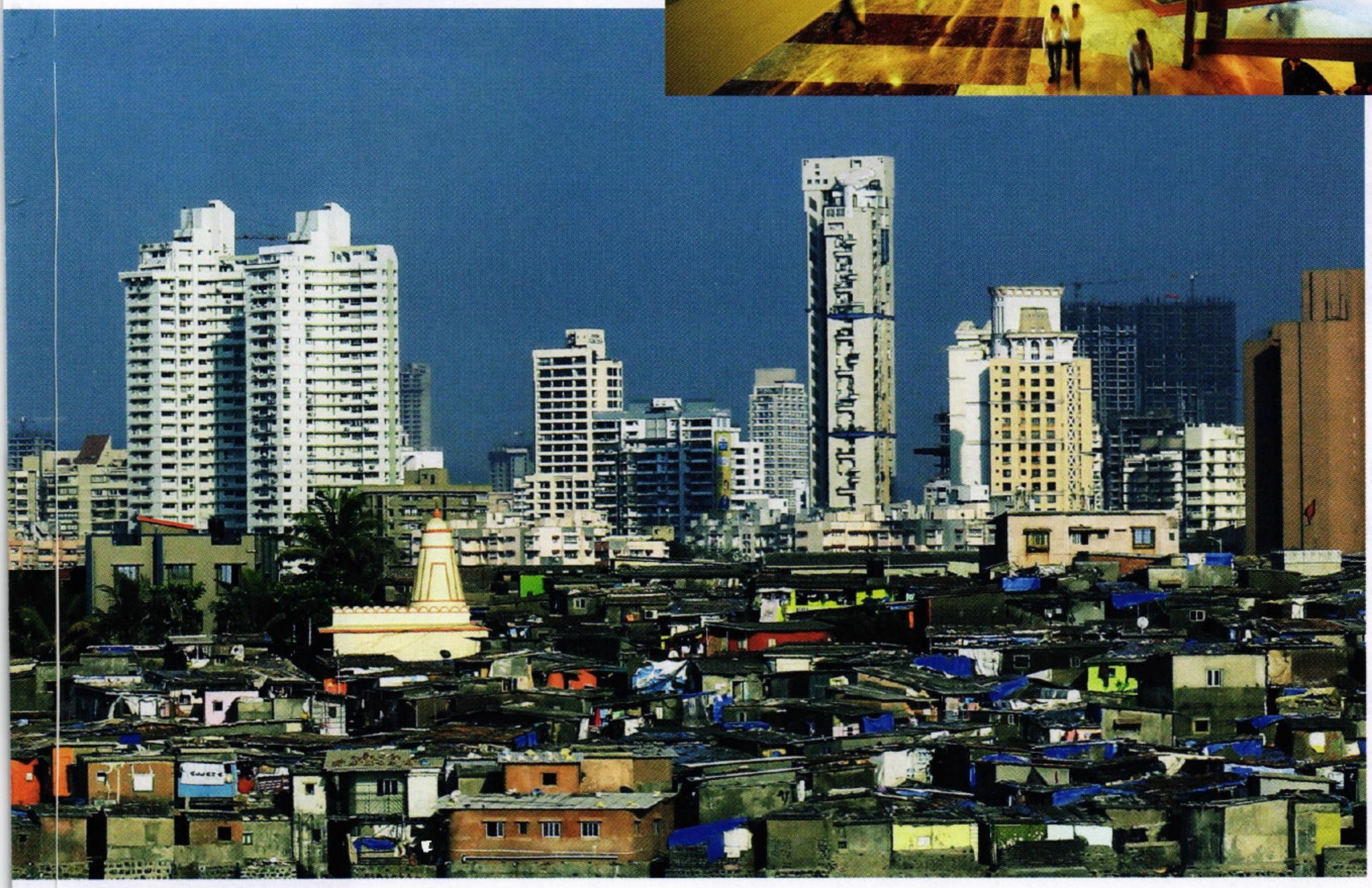
据说当空气透明度极好时，在海拔200多米的新德里市区，遥望东北，可以看到一排耸立于天际线的巍峨雪山。遗憾的是，因为空气污染的缘故，能够遥望雪山的机会并不多，我来新德里数次都无缘看到。

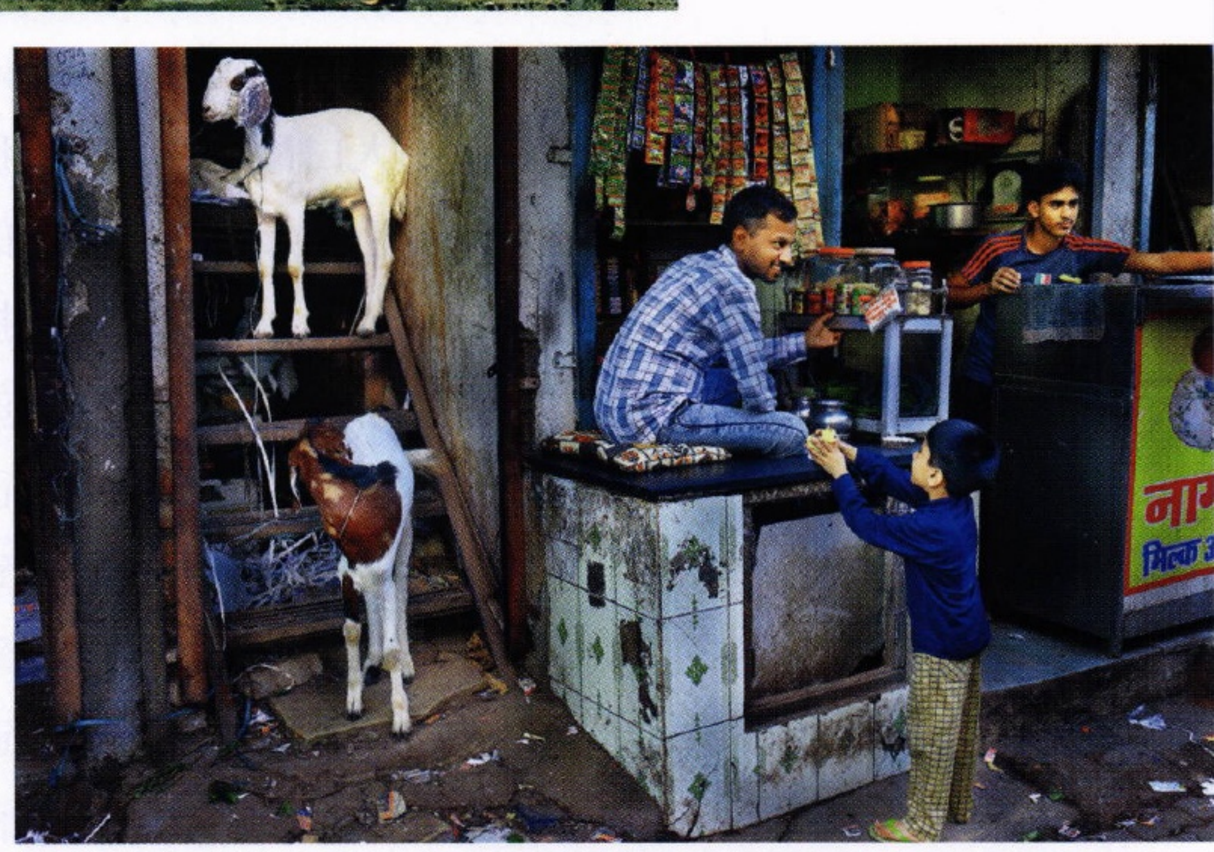
新、旧德里的差异之大，还是让我有些震惊。旧德里的杂乱，似乎与一国首都的地位格格不入：生意火爆的小摊，大模大样地横在马路中间。手推车上摆着颜色鲜艳的各式油炸小食，远远飘来阵阵怪香。各色食客手捧树叶编成的盘子，在尘土飞扬中大快朵颐。不远处是卖茶小铺，人们站在路边，一杯奶茶下肚，豪迈地把茶具扔在地上摔个粉碎。相比旧德里，新德里的街道更加宽敞干净，两旁有高档住宅和大商场，路上行人稀少，与旧德里的熙熙攘攘形成了鲜明对比。

我和狄伯杰时常就中印之间的话题进行探讨。新德里中央广场附近有一家咖啡厅，是我们碰头的地方。在氤氲着幽暗气息的包厢里，我们一边品着印式茶点，一边畅所欲言。谈到中印文化差异，他说："印度传统文化最突出的，是宗教在社会生活中的核心地位。中国却不同，你们更看重现世生活和世俗利益，更加务实。这种差异也反映在当前中印关系上，印度带有强烈宗教色彩的民族情绪一旦被挑起来，就很难平息。"

狄伯杰有一句话让我记忆尤深："虽







孟买

在孟买，拔地而起的摩天大厦建筑与紧邻海滩滩涂的贫民窟毗邻而居（上图）。这是孟买常见的“混搭风格”，富人区与大片贫民窟交错分布，彼此相安无事。右上图为孟买最豪华的一家购物中心。右图和右下图为亚洲最大的塔拉维贫民窟（摄影 / 张源）。贫民窟现象几乎在印度所有城市都有。达拉维贫民窟经常出现在媒体或影视里，英国电影《贫民窟的百万富翁》就是在达拉维取的景，这部电影甚至直接催生了一个新的行业——贫民窟旅游。有种观点认为，普遍出现的贫民窟现象，跟印度的种姓制度有关。虽然印度的种姓制度在形式上被废弃了，但它仍顽强地留在了农村。相反，在城市里种姓并不太受关注。所以很多低种姓阶层的人，都喜欢到城市居住。在那里，他们能够隐藏在茫茫人海之中。





然我们有两千年的交流历史，但是对彼此的认识这么少，这是无法想象的。”这句话让我陷入了深深的沉思……

富豪美女最多，贫民窟最大：印度式“分裂”在孟买体现得最典型

孟买是印度的经济、商业、金融和娱乐中心，最大的港口城市，也是人口最多的城市。这里有著名的宝莱坞，也有最多的亿万富翁（在印度占比超过四分之一），是印度最富有、美女最多的城市。

从18世纪末开始，通过填海造陆，孟买从一个小渔港一跃成为印度的商业中心与交通枢纽。随着苏伊士运河的开通，孟买在世界贸易中的地位进一步提升，成为英殖民体系内仅次于伦敦的“全球城市”，英国在印度洋的贸易中心。

从新德里到孟买，坐飞机只需两个半小时。孟买机场的航站楼以奢华、便捷闻名世界。按照机场的标识牌指示，我很快搭上了出租车。但一出机场，凹凸不平的高速路、破烂不堪的平房、垃圾遍地的街景，瞬间把我拉回了现实——印度仍是世界上最贫困的国家之一。孟买就有世界第二、亚洲最大的贫民窟——塔拉维贫民窟，不到2平方公里的面积，居民超过100万。获得奥斯卡奖的英国电影《贫民窟的百万富翁》，其故事就发生在这里。

为什么印度城市有这么多贫民窟，老百姓甘愿生活在贫民窟里也不回农村呢？《不顾诸神：现代印度的奇怪崛起》一书回答了这个问题：“在他们看来，即使生活在最肮脏的贫民窟也比生活在农村强。尽管印度的城市规划欠科学，也无法提供大量稳定的工作，但是在许多生活在印度农村的人看来，城市为穷人以及低种姓的人们提供的经济以及社会机会依然是难以想象的。超过1亿的印度农村居民没有任何自己的土地，其中许多人在未来几年想要搬到城市中，不管贫民窟的情形是否已经得到改善。”

进入市中心后，孟买才显出大都市应有的面貌：这是印度最西方化的一个城市，特别是临海的区域，维多利亚火车站、泰姬陵大酒店、孟买大学……这些地方的所有建筑，都呈现出典型的哥特式风格。

诺贝尔文学奖获得者、英国印度裔作家奈保尔在其著作《印度：受伤的文明》（印度三部曲之二），是这样描写孟买的：“尽管孟买一天天都在被穷人腐蚀，但摩天大楼映照出的大都会风姿，却仍令孟买



人口（2020 年 / 亿）	面积（万平方公里）
14.12	960
13.8	298
GDP（2020 年 / 万亿美元）	**人均 GDP**（2020 年，美元）
14.723	10434
2.66	1928
耕地面积（亿亩）	**人均耕地面积**（亩）
19.179	1.4
27	2
	人口密度（人 / 平方公里）
中国	147
印度	463

中国与印度数据比较

加尔各答

加尔各答是昔日英国殖民时期的印度首都，街头矗立着一栋栋陈旧的建筑，路上行驶着挤满乘客的公交车。这幅画面让人充满了怀旧感（下图）。加尔各答位于印度东北部的恒河三角洲，扼守着恒河的入海口，船只从加尔各答经孟加拉湾，可以进入浩瀚的印度洋（见左页卫星影像图）。正是由于便利的海运条件，从17世纪开始，英国殖民者在恒河支流胡格利河的沿岸，大力发展商业贸易，造就了加尔各答的“黄金时代”。从1772年到1911年的100多年里，加尔各答一直是英属印度的首都，也是印度近代教育、科学、文化和政治的中心，迄今该城市仍保存了大量维多利亚风格的建筑。不过在1947年印度独立以后，该城市曾经历了长期的经济停滞。摄影 / 张源





早晨印度教徒们在恒河支流的胡格利河边进行集体洗漱，他们使用一种植物来当牙刷进行刷牙。对于印度城市化进展缓慢、民众普遍贫困的现象，原英国《金融时报》南亚局主任爱德华·卢斯认为，是印度国父甘地影响了印度。甘地对西方带来的现代化和工业化没有好感，因为这些都是物质的，他崇尚的是印度的精神力量，而这个精神力量在印度农村最能得到体现。因此他反对大规模的工业化，主张每个人都要在家进行自给自足的生产。正是因为甘地这样的思想，导致印度对农村过度重视，使得城市化和工业化的进程都受到了影响。

摄影 / 张源

班加罗尔

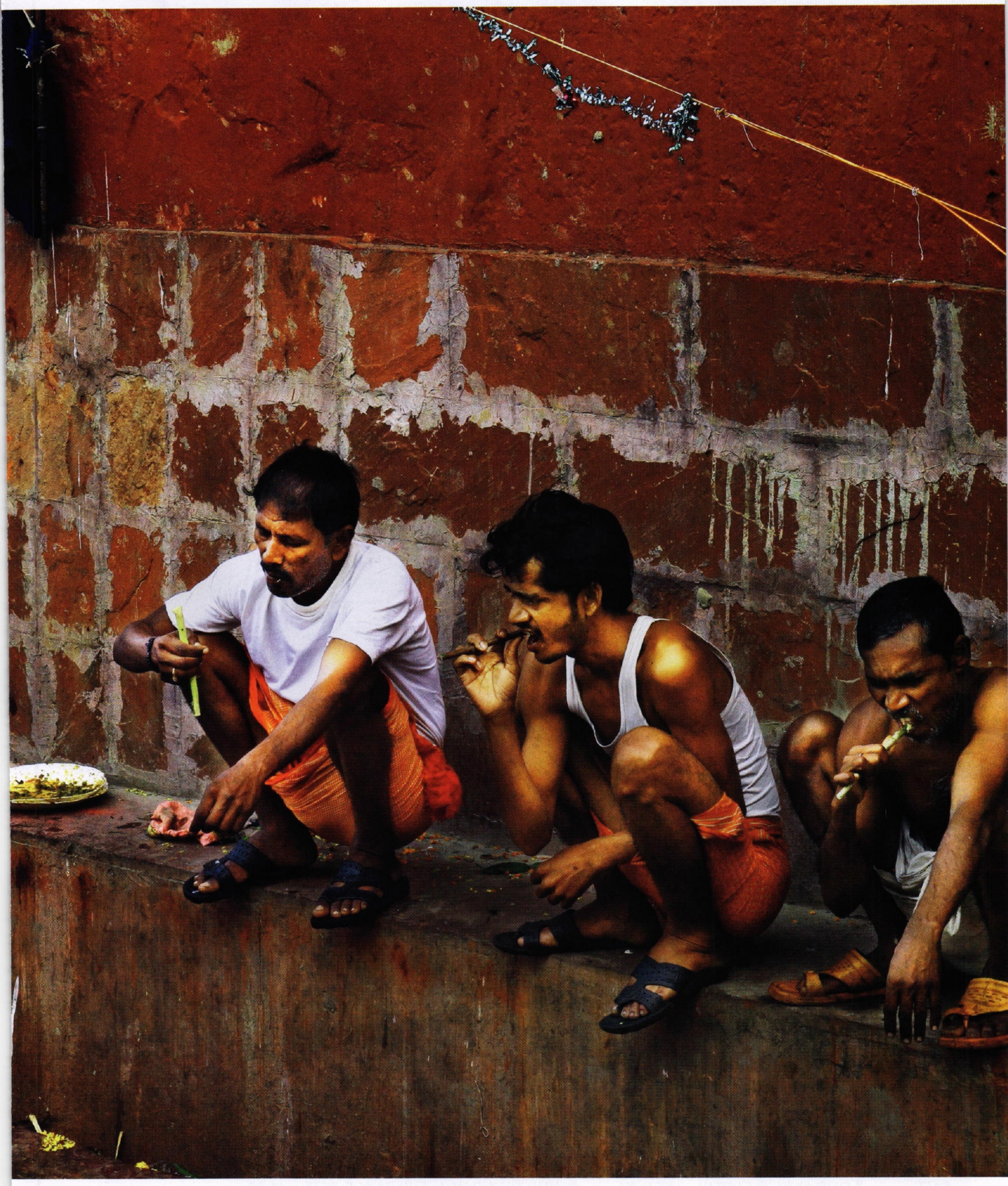
看上去迅速地繁荣起来，特别是在夜晚，从沿海的公路看上去很有戏剧效果……”

我曾从事过金融工作，认识孟买证券交易所一位叫库马尔的证券分析师。孟买是印度最大的金融中心，而孟买证券交易所是印度第一大股票交易市场。

西装革履的库马尔，开着自己的奔驰，载我去孟买证券交易所。他40岁出头，属于“吠舍”（在印度四大种姓即婆罗门、刹帝利、吠舍和首陀罗中，排序为第三），接受了西方式的精英教育，在美国西北大学学习金融投资，回印度前，还在香港证券交易所从业多年。在印度，以雅利安人为主的高种姓人群，虽只占印度总人口的15%，却拥有印度大部分的政治权力和财富。

库马尔收入很高，年薪约合20万元人民币（印度人平均年收入约1.5万元人民币），妻子不用工作，一家在孟买住着一栋大别墅，雇有两名仆人和一名司机，每年定期去海外度假。

证券交易所位于孟买南部繁华的金融





商业区，办公楼由新建的三十层塔楼和七层古老的圆形裙楼组成，在新旧混搭中，透露了自己的沧桑历史——其前身是1875年成立的“本国股票经纪人协会”。

参观完交易所，在返回酒店的路上，我问库马尔：“孟买贫富悬殊非常大，金融资本市场可以大量造富，但对贫民窟的穷人来说，资本市场的红利与他们无关。你怎么看？”库马尔和善地说：“得不到资本市场的红利，是大多数印度人的生活现实。”

此刻，我又想起爱德华·卢斯写的那句话——“印度的经济呈现出一幅分裂的画面。”就印度所有城市来说，最能体现这种“分裂”感的，非孟买莫属。

位于北回归线以南的加尔各答，被称为“史诗之城”

乘飞机到达加尔各答时，是晚上7点，正赶上城市交通的晚高峰。在前往酒店的途中，我经历了“印囧”式的堵车：车辆随意加塞，漠视道路交通规则。很难想象，这是一个国际化大都市。

加尔各答位于印度东北部，恒河支流胡格利河的沿岸，恒河入海口附近，是印度东部第一大港，印度最大麻纺中心。由于便利的海运条件，英国殖民者17世纪在胡格利河沿岸大力发展商业贸易，造就了加尔各答的“黄金时代”。作为大英帝国在印度的首府，加尔各答是英殖民体系

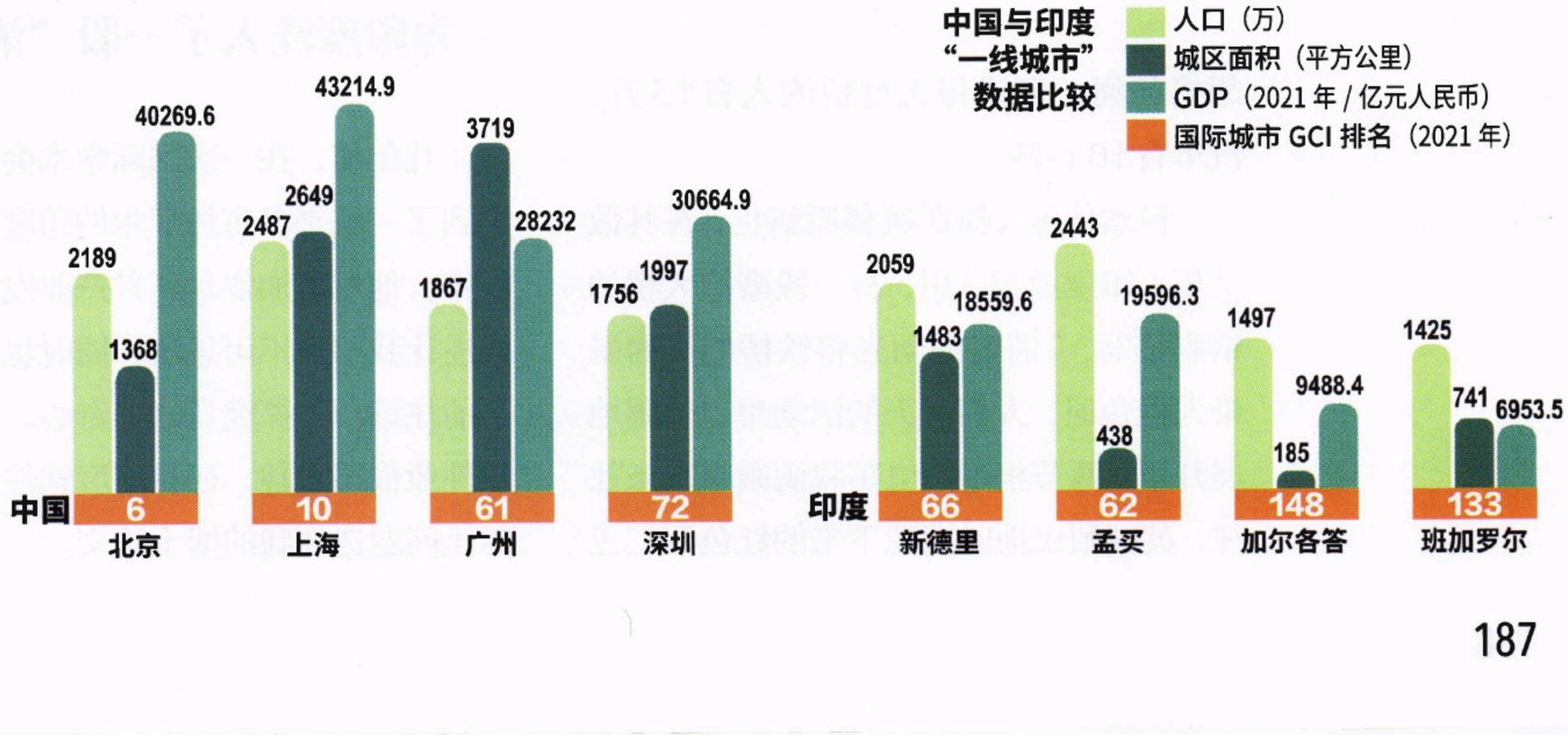


加尔各答

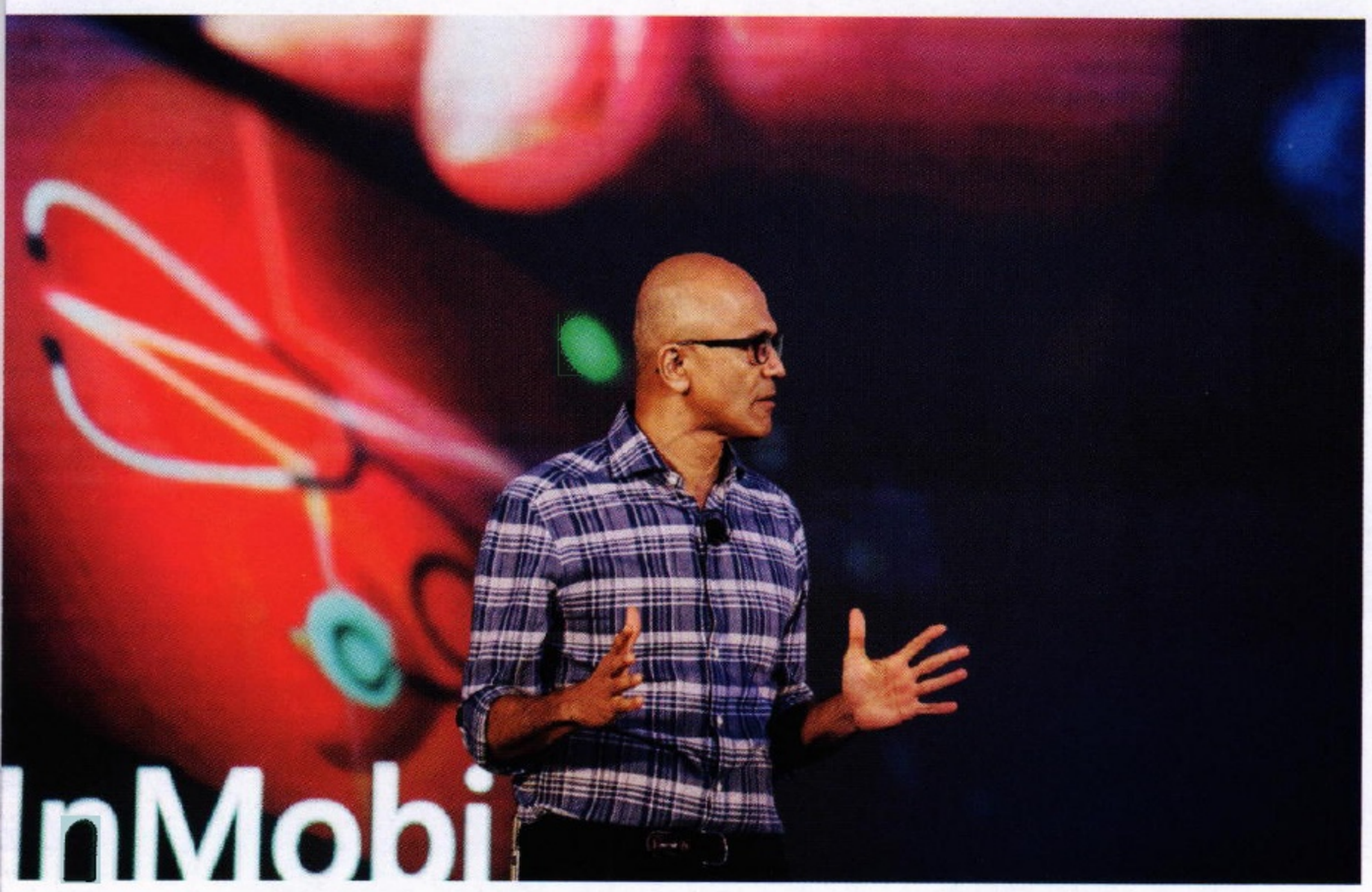
在加尔各答大学门口，有一条著名的书店一条街。这座城市有数不尽的大小书店，大街小巷随处可见。不同于印度其他大城市，如孟买的摩登繁华和德里的嘈杂旅游化，如今的加尔各答保留了更多传统的一面。该城市因为浓郁的文化氛围，而被称为印度书城、文化之都，也是图书爱好者的天堂。加尔各答具有久远的印刷史，在18世纪就已成为印度的印刷中心。作为印度前首都，加尔各答还是印度现代文学和艺术思想的诞生地。摄影 / 王牧

内除伦敦之外的第二大城市，更是当时印度的政治、文化和经济中心。新德里和孟买崛起后，才逐渐取代加尔各答的地位。

我来到加尔各答的地标之一——豪拉大桥，这座世界最繁忙桥梁之一的大桥，完工于1942年，横跨的是恒河支流







在有“印度硅谷”之称的班加罗尔举行的未来解码技术峰会上，微软CEO萨蒂亚·纳德拉在进行演讲（本页下图 摄影 / Bloomberg）。萨蒂亚·纳德拉是印度涌现出来的一位IT行业杰出人物代表。他出生于海得拉巴，在印度获得学士学位，随后前往美国留学，获得计算机硕士学位，2014年当选微软CEO，2022年入选美国国家工程院院士。本页上图是在第22届班加罗尔科技峰会上，参观者在体验最新的数字科技产品（摄影 / MANJUNATH KIRAN）。在2003年，印度的软件业达到了一个里程碑式的高度，其收入超过印度全国进口石油的费用。不到100万的印度人，在IT业创造的外汇收入，远超过几亿农民在农产品出口方面创造的收入。

班加罗尔

胡格利河。据说每天过桥的人有15万，汽车有10万辆。

日本作家、摄影家藤原新也，在其散文集《印度放浪》里，有一段豪拉大桥的精彩描写：“清晨的阳光将铁桥的一面晕染为橙色时，人们一天的活动早已热闹地展开了：两节相连的电车载满乘客来来往往，英国殖民地时期遗下来的红色双层巴士歪向右边前进，赤脚的车夫一边摇铃铛一边奋力拉着人力车，堆着一麻袋又一麻袋货物的卡车在慢慢摇晃的其他车辆间快速穿行，圆滚滚有如不倒翁的老式出租车发出刺耳的喇叭声，车夫怕马受惊而给马盖着眼罩，那马拉着20世纪初式样的古老马车，一路留下杂沓的马蹄声……贯通桥面两侧的步道边上，摆满了菜摊、油炸小吃摊、玩具摊、占卜摊、气球摊等摊位，基本只要是可以拿走的物品都有人卖。”

我想，之所以有人将加尔各答称为“史诗之城”（比如说记者库沙那瓦·乔杜里写的一本书，书名就叫《史诗之城：在加尔各答的街头世界》），除了加尔各答过去的辉煌史外，也与豪拉大桥上喧嚣的市井生活有关。当然，还与加尔各答出过三位诺贝尔奖获得者（诗人泰戈尔、物理学家拉曼和特蕾莎修女）有关。

北回归线以南，纬度与我国广州相当，这就是被蜿蜒河流与沼泽包围的加尔各答，距离孟加拉湾不过几英里，这里原本不适宜建立城市。“说起这里的天气，马克吐温形容这里‘潮热到可以融化黄铜做的门把手’。一年有6个月时间，你身上每天都是湿答答的。”（库沙那瓦·乔杜里著《史诗之城：在加尔各答的街头世界》）

但是，加尔各答把不可能变成了可能，成了史诗之城。印度的魔幻，在这里绽放。

德干高原上的班加罗尔，为印度注入了一股“清凉”

几年前，在一次国际学术会议中，我遇到了一位来自班加罗尔的印度学者，交谈中，他对班加罗尔新兴产业发展现状的描述让我感到不可思议，同时也让我萌生了前往该市一探究竟的好奇心。我对印度软件业很感兴趣，还将印度软件企业的国际化问题选作我的博士论文。

作为卡纳塔克邦首府，班加罗尔是印度南部地区的工业和商业中心。班加罗尔位于西高止山东侧，西南季风背风坡，虽处热带，但由于海拔等因素影响，气候温和宜人，与其他平原地区城市的湿热相比，更能凸显“清凉”，获得了高新技术企业的青睐。目前印度超过35%的IT人才集中在班加罗尔，许多全球知名IT企业将印度总部设在班加罗尔，因此班加罗尔又有“亚洲硅谷”的称号。

奈保尔在书中写道：“班加罗尔是印度的科技中心，印度第一颗太空卫星（特意以印度中古时期的一位天文学家命名）就是在班加罗尔制造的。据说，这项科技成果比印度原子弹更了不起，更能显示印度独立以来发展的科技能力。”

来到班加罗尔，我前往高科技园区与古普塔共进晚餐。古普塔是一名软件工程师，目前就职于微软（印度）研发中心，主要负责高性能运算的软件研发工作。

古普塔30多岁，出生于印度南方的泰米尔纳德邦，父母都是政府小职员。古普塔有着班加罗尔人的典型人生轨迹：毕业于印度理工学院，像印度南部沿海诸邦的许多青年人靠父母节衣缩食出国留学一样，古普塔也曾前往美国斯坦福大学深造学习，毕业后留在美国硅谷，积累工作经验和人脉，然后回国从事软件研发行业。

通过古普塔，我对班加罗尔这些年的发展有了进一步了解。班加罗尔之所以有如今成就，部分得益于英国在殖民时期所修建的完备城市体系与基础设施建设，但绝大多数应归功于印度政府的政策扶持。1990年，印度电子工业部宣布了首批3个软件科技园区，以班加罗尔为中心，与海得拉巴、金奈，形成了软件业的一个“金三角”区域。

中国由于制造业优势被称为“世界工厂”，IT硬件制造比较强，而印度由于软



件服务业被称为“世界办公室”。因此，中印两国在IT产业上，其实有着很强的互补性，合作前景广阔。

印度城市发展潜力巨大：资源条件好到令人惊讶

我在印度考察的体会是，虽然印度城市存在不少问题，比如基础设施落后、贫富差距大、创新能力不足等，与中国的城市相比，还有一定差距。但是，就未来发展潜力而言，我认为不可小觑。因为印度的资源条件相当不错，只是这些优势暂时还没有发挥出来。

比如说，印度农业有很好的基础：耕地多，有亚洲最大的耕地面积，比中国多了近8亿亩（印度国土面积还不到中国的1/3）；地势低平，北部和南部是平坦的

作为印度中南部新兴的IT产业城市，班加罗尔的街景看起来其貌不扬，没有太多的高楼大厦，但很多国际知名IT企业将印度总部设在了这里。迄今为止，在班加罗尔创立的高科技企业达到4500家，其中1000多家有外资参与。班加罗尔拥有近11万IT外包人员，居印度各城市之冠。这些人在为美国、欧洲、日本以及中国的企业编写程序，设计芯片，进行计算机维护、金融服务等工作。

班加罗尔



恒河平原和德干高原，整体海拔不高；纬度低，大部分为热带，粮食作物可一年多熟，复种指数高；水资源丰富，年降水量在平原基本超过1000毫米，高原也在500毫米以上，还有多条大河的灌溉。这些使得印度养活了与中国接近的人口，还有粮食出口。收成稳定的农业，为印度城市的发展，提供了粮食、原材料、劳动力等多方面的有力支撑。

一提到印度城市的贫民窟，大家看到的多是悲观和负面。我却在贫民窟上看到了印度城市发展的巨大潜力：住在城市贫民窟的人，很多都是失地农民，他们没有退路，只能在城市谋发展。这些人为印度城市提供了源源不断的廉价劳动力。就可供城市使用的廉价劳动力而言，印度可能是全世界最丰富的。在印度制造业壮大以后，这个人力资源可能会被彻底“激活”。

到那时，印度也可能会有更多的大都市崛起……

责任编辑 / 雷东军　图片编辑 / 王彤
版式设计 / 介彬　地图编辑 / 王岩


Sony Cent
RAINBOW ADVERTISING
22244318 / 42110055
ಸಂಪರ್ಕಿಸಿ
886166999
!dea
PUMA
PUMA GARAGE
Official Supplier
Scuderia Ferrari
Canon
AIRPORT TAXI
MEGA CABS 4747 4747
KA 50 6607
KA 03 MQ 347

会员招募

热线：4006-521-360

杂志会员价

六六阅读PDF杂志唯一购买咨询微信二维码



其他渠道购买的用户均无售后保证

开户名：《中国国家地理》杂志社有限公司

手机京东扫描

方式三：邮政商务汇款

商户客户号：110300906

商户客户名称：《中国国家地理》杂志社有限公司

为便于我们更好地为您服务，请把转账凭证及收件人的联系方式和所购产品信息一起传真至 010-64859755

微信扫描

杂志订阅卡



《中国国家地理》订阅卡

包含 12 期《中国国家地理》杂志，我们负责邮寄。为企业和个人准备的可以享用整年的问候，持卡人只需刮开密码就可自行激活卡片并完成下单，杂志每月寄送。

售价：360 元 / 张

《博物》杂志全年订阅卡

（含 12 期杂志、12 次快递费）

售价：180 元 / 张

销售排行榜



《中华遗产》杂志 2021 年全年典藏版

装帧 ※ 盒装 12 册

定价 ※ 360.00 元



《中国国家地理》杂志 2021 年全年典藏版

装帧 ※ 盒装 12 册

定价 ※ 360.00 元



《博物》杂志 2021 年全年典藏版

装帧 ※ 盒装 12 册

定价 ※ 180.00 元



中华遗产增刊《美哉妆容》

各方达人，从不同角度，为你讲解古人的时尚潮流。中唐血晕妆、晚唐花子与花钗、南宋素雅白妆，无论你喜欢哪一款，都有新手教程等着你。更有从眉妆到唇妆的专业解读，为你揭秘地道的古代彩妆。一本书在手，古人化妆心经尽在掌握。

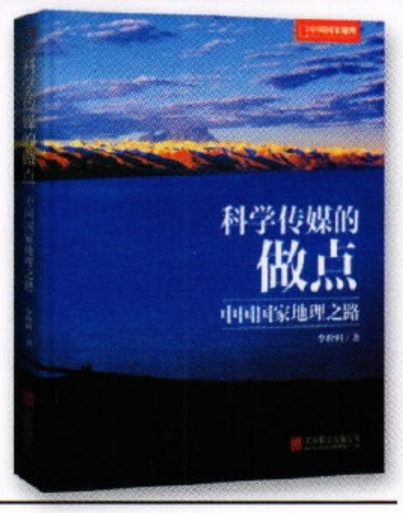
作者 ※《中华遗产》编辑部
装帧 ※ 16 开 ◎软精装 ◎ 360 页 定价 ※ 98.00 元

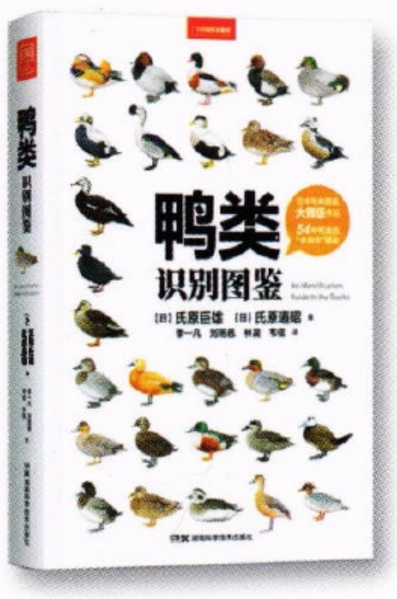
淘宝扫码购买

科学传媒的做点——中国国家地理之路

本书通过讲述《中国国家地理》从老牌科普期刊到科学传媒强者的品牌发展之路，解读了“中国国家地理”在传统纸媒萎缩的时代实现商业突破和逆生长的过程，展现了作者及团队对科学传媒的生存之道和在数字时代不断做强的思考、信念与实践。

作者 ※ 李栓科 装帧 ※ 16 开◎软精装◎ 368 页 定价 ※ 88.00 元





《鸭类识别图鉴》

一本鸭类的“成长图鉴”，1500+ 手绘和照片，在入门阶段帮您观鸟，在进阶阶段助您更高效地辨鸟。全书以手绘和照片为主，包括雏绒羽、稚羽、第一次非繁殖羽、第一次繁殖羽、非繁殖羽、繁殖羽等，涵盖了鸭类所有年龄和性别以及杂交个体和性逆转的鸭类，带我们系统地、全阶段探索鸭类世界，从而体验观鸟的无穷乐趣。

作者 ※ 【日】氏原巨雄【日】氏原道昭
装帧 ※ 软精装
定价 ※ 88.00 元



《美丽的地球》

从亚洲到南极洲，精选全球 230 余处自然奇观；从喜马拉雅到撒哈拉沙漠，2000 余幅高水准摄影作品展示七大洲原始魅力！随套装赠送海报《七大洲发现史年表》，走进历经 2600 余年的“地理大发现”。

作者 ※ 斯特凡诺 · 布朗碧拉等 装帧 ※ 16 开◎精装
定价 ※ 546.00 元（全七册）

《中国食物：蔬菜史话》

植物学博士史军新作——融合植物学、历史学和中国饮食文化等不同话题，探究中国蔬菜发展脉络，展现缤纷、生动的蔬菜生活史。中国人为什么爱种菜？也许这本书会告诉你一个更立体的答案。

作者 ※ 史军
装帧 ※ 32 开◎精装
定价 ※ 68.00 元

