CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

2018
总第690期
04

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

K9/8

主打文章

一道题摆在国人面前

是建一座小水电?
还是留下中国版“亚马孙”?

0100400816735Z

亚洲象：人象“混居”何时休?
一妻多夫：与众不同的婚姻生活
虫草的黑科技：把蚂蚁变僵尸
海南云雾林：人间仙境在这里
鲜水河断裂带：地震造就的景观
史无前例! 阿里冰川崩塌

ISSN 1009-6337
9 771009 633001 04>

一汽-大众
FAW-VOLKSWAGEN

CCTV.
国家品牌计划
TOP品牌

MAGOTAN 迈腾

开创格局，但不固守；成就风范，
再次引领向前。配备全功能ESP车身
更有全方位8探头泊车雷达等前瞻科

车之道，为大众

中国 长春 www.faw-vw.com vw.faw-vw.com 客户关怀热线：4008-171-888

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
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
总机 /（010）64865566－376　**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

EDITORIAL DEPARTMENT 编辑部

主编 / 单之蔷（兼）
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　张璇　骆凡　马子雷
李欧　康静　雷东军
特聘编辑 / 刘乾坤
校对 / 陆凤山　李成林
美术编辑 / 李晟（兼印务）　崔晓琳
图片编辑 / 吴敬　马宏杰　王宁　宋文
地图编辑 / 陈云　王岩
繁体版协调 / 骆凡
英文版主编 / 刘晶（兼）
英文版编辑 / 李润萍　金畅南
E-mail / bjb@cng.com.cn
传真 /（010）64842217
行政部 / 江郁（主任）　吕鑫　刘景欣　孙媛媛　鲁娜　冯文潇

NEW MEDIA DEPARTMENT 新媒体部

总经理 / 才华烨
副总经理 / 闫瑞杰
市场总监 / 李曦
网站主管 / 卢建爽　**微信主管** / 杨静　**项目主管** / 王威
电话（010）64889218·64869398

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
策划部 / 乔涵　洪玥　刘秀阳
广告热线（010）64848933·2007·1815
（010）64865566·290·289·256
传真（010）64842066

本刊发行量经BPA国际媒体认证公司认证

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

中国国家地理·手机视频

探索未知世界　寻觅自然奇观
观看方式
安卓手机用户 下载“咪咕视频”客户端：
导航>合作专区>中国国家地理
即可安装中国国家地理手机视频客户端
无限精彩 尽在中国国家地理手机视频
观看节目2元/条 包月15元/月（不含GPRS流量费）

中国国家地理·荣誉

第二届中国出版政府奖期刊奖
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

“百强报刊”
国家新闻出版广电总局

“中国最美期刊”
中国（武汉）期刊交易博览会组委会

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

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

国家百种重点期刊
国家新闻出版广电总局

新中国60年最具影响力的期刊
中国期刊协会

最具品牌传播价值期刊
中国品牌与传播大会

最受广告主青睐的杂志
国新出版物数据调查中心

中国标杆品牌
哥伦比亚新闻评论

中国邮政发行畅销报刊
中国邮政集团公司

中国国家地理
CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

你没看过的《中国国家地理》都在这里！

多年来，《中国国家地理》秉承“推开自然之门，昭示人文精华”的办刊理念，推出独家、原创、权威的内容，如今很多经典的期刊一纸难求。

喜欢《中国国家地理》的你，不用遗憾，用中国国家地理畅读微信小程序，即可尽览自2001年1月刊以来的所有内容。

无需下载　点开即用

地理君在“中国国家地理畅读”等你！

微信扫一扫
使用小程序

中国国家地理
CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

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 王洪武 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 • 64806269
E-mail / hyb@cng.com.cn

SCIENTIFIC EXPEDITION 科学考察部

陈辉（主任） 邢悦 陈锐 刘洋
电话 / 传真（010）64852136

BRAND EXTENSION 品牌发展

王杰（主任） 郭晓冬 冯亚楠
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

香港代表处 / 香港全景国家地理传媒有限公司
地址 / 香港湾仔告士打道151号资本中心11楼全层
网址 / http://hk.dili360.com

繁体字版
市场合作 / E-mail bd@cng.com.hk
订阅服务 / E-mail cs@cng.com.hk
电话 / 香港（852）98066887 大陆（8620）87533180
传真 / 香港（852）30139084 大陆（8620）87533992

制版 / 北京美光制版有限公司
印刷 / 中华商务联合印刷（广东）有限公司
分印点 / 上海中华商务联合印刷有限公司
湖南新华精品印务有限公司
北京华联印刷有限公司

广告目录
ADVERTISEMENT CONTENTS

第一跨页 一汽-大众

版权对页 KFC 肯德基

封 三 Pizza Hut 必胜客

封 底 东风日产

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.

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

公示

根据国家新闻出版广电总局《关于开展新闻记者证2017年度核验工作的通知》，我单位对已申领记者证的人员进行严格检验，现将我单位已领取新闻记者证人员名单进行公示。新闻出版广电行政部门举报电话为（010）83138953。

已领取新闻记者证名单：

王杰 高新宇 才华烨 刘晶 黄秀芳 陈惊鸿 刘乾坤

《中国国家地理》杂志社

肯德基 × 中国国家地理
CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

#天生翅粉#
星际探索

浩瀚宇宙 | 探寻「W」ing之星图

活动详情，
请关注肯德基官方微博和《中国国家地理》官方微博，
#天生翅粉#星际探索

翅桶含6块香辣鸡翅和4块新奥尔良烤翅。
翅桶于2018年4月2日-2018年4月27日9:30-23:00供应。
交通枢纽、旅游景区的餐厅、精选餐厅和西藏自治区的餐厅等部分餐厅不参加此活动，具体情况以餐厅公示为准。产品及包装以实物为准。不与其他优惠共享。不适用于肯德基宅急送。

吮指回味 自在滋味
Finger lickin' good

14 主打文章 FOCUS

罗梭江
西双版纳最后的
热带雨林河谷被“毁容”

The Luosuo River:Xishuangbanna's Last Rainforest Valley is being Demolished

水电严重过剩了！中国江河“坝满为患”，水电已经“供大于求”
撰文 / 范晓

心痛！一个小水电毁了一条原始热带雨林河谷
撰文 / 顾伯健

“窝电”导致水电站招商矿业公司、重金属化工厂——三条河流的三起环境公益诉讼
撰文 / 张伯驹

撰文 / 小毛驴　摄影 / 吴迪 等

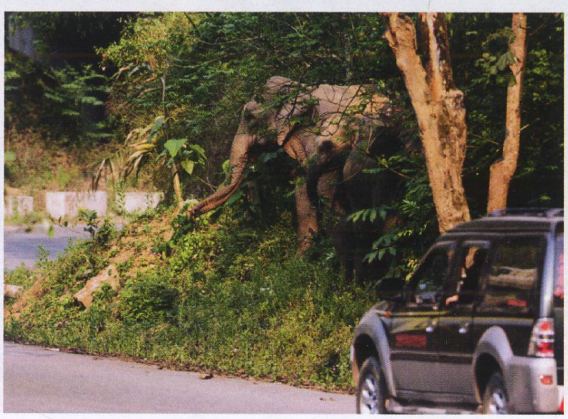
西双版纳罗梭江两岸，自由奔腾的河流边是茂密的热带雨林，岸边是美丽的刺葵群落和高大的乔木，在景观上和亚马孙河很像，这样的河岸景观在中国是唯一的。罗梭江也是除了雅鲁藏布大峡谷墨脱段以外中国最后一条热带雨林河谷了。在澜沧江干流已建设梯级电站的背景下，罗梭江就成为了澜沧江流域中下游珍贵鱼类的唯一洄游通道。然而，这条江正因一个发电量仅为11.3万千瓦的小型水电站而被“毁容”。

森林变孤岛
亚洲象的“蜗居”生活何时结束？

Forests Fragmented:The Shrinking Habitats of China's Asian Elephants

撰文 / 黄程　摄影 / 董磊 等

罗梭江所要建立的回龙山水电站，正位于亚洲象勐养—勐仑生物廊道中，上世纪90年代之前，这里还经常有亚洲象出没，但随着森林的消失和环境的恶化，如今难见其踪影。不仅这里，我国整个亚洲象栖息地都在过去几十年里一步步地缩水、割裂。研究人象冲突缓解策略的黄程博士，以他的亲身经历讲述了亚洲象保护所面临的困境。



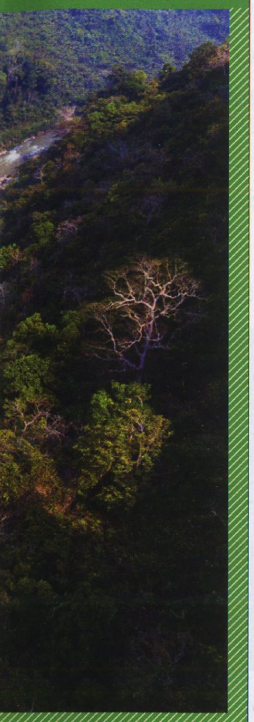
42

4年间，我记录下的俄亚一妻多夫
My Four-Year Record of the Polyandry Tradition in Sichuan's E'ya Village

54

撰文 · 摄影 / 刘莉

一妻多夫制是一种仅占世界婚姻总量0.3%的婚俗与家庭制度，从世界范围来看，主要分布在南亚次大陆和青藏高原上。在我国，学者们较多关注的是存在于藏族中的一妻多夫。但一妻多夫并非仅存在于藏族，除藏族外，纳西族、普米族等少数民族中也有着同样的习俗。在第一篇文章中，作者刘莉在将近4年的时间里详尽记录了四川省木里藏族自治县俄亚大村纳西族一妻多夫的现状。而在第二篇文章中，作者赵丽明是在进行民族文字考察过程中，在不同的村寨中邂逅了多个纳西族、普米族等民族的一妻多夫家庭。



俄亚周边，其他民族也有一妻多夫
The Polyandry Tradition in Other Ethnic Groups near E'ya

撰文 / 赵丽明
摄影 / 沈云遥 等

70

蚂蚁虫草
亚马孙雨林中的“僵尸”制造者
The Parasitic Fungi Growing on Ants: "Zombie Makers" in Amazon Rainforest

80

撰文 / 冉浩　摄影 / João Araújo 等

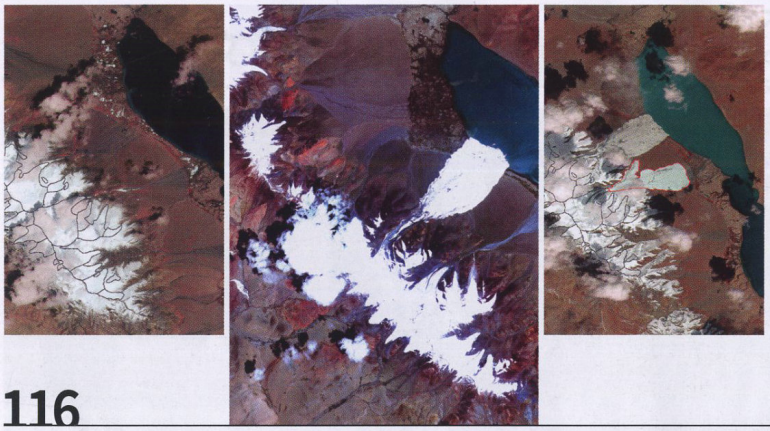
真菌是与动物和植物并列的一类真核生物，它们中既有做面包的酵母菌，使食物腐败的霉菌，还有常常被当作植物的大型真菌。这一次，我们要造访的是一群鲜为人知的真菌——能够控制蚂蚁行为的虫草菌。相比人们熟知的冬虫夏草，它们的故事更精彩。

天空捕手
捕捉飞机窗外转瞬即逝的奇幻天象
Fleeting Wonders: Capturing Atmospheric Phenomenon from a Plane's Window

96

撰文 / 闷闷
摄影 / 陈海滢 等

幻日、银河、钻石尘、极光、佛光、曙暮光……如果说在地面上看到这些天象景观并不难，那么要在民航飞机上看到并把它们拍摄下来，就非一般人所能做到的了。这些天象在高空观察，往往与在地面上观察有着很大不同。本文作者身边，聚集了一群摄影师，他们堪称“天空捕手”，透过民航飞机的窗口，捕捉到了许多神奇莫测的美妙天象……



116

阿里极大陆性冰川崩塌
“超稳定”冰巨人倒下的背后
Fall of Icy Giants:Something behind the Collapses of Ngari Supercontinental Glaciers

撰文 / 钟岩　供图 · 摄影 / 田立德 等

西藏阿里，高原中的高原，是众多极大陆性冰川的家园。因为这里降水补给少，冰川流动性弱，它们被视为冰川家族中“超稳定”的一支。然而在2016年，两位“冰川巨人”相继在阿里荒原上轰然倒下，不仅震动了中外冰川界，也给整个地球敲响了环境危机的新警钟。

“人间仙境”何处在?
遁入中国的热带云雾林
The “Fairylands” on Earth: Seeking the Tropical Cloud Forests of China

撰文 / 武寒　摄影 / 程斌 等

热带的水汽蕴藏着雨林旺盛的生命力，也造就了更高海拔上一种神秘的森林——热带云雾林。那里终年云雾缭绕，宛若仙境，湿润和偏远使它成为很多动植物的避难所和聚集地。我们有幸，在中国海南境内找到了零星的几处热带云雾林，让我们有机会能遁入一个独一无二的“人间仙境”。

126

从蓝毗尼到拘尸那迦
一名中国摄影师的寻访佛陀足迹之旅
From Lumbini to Kushinagar: A Chinese Photographer’s Pilgrimage Following Sakyamuni’s Footprint

撰文 / 老鱼　摄影 / 老鱼 等

2500多年前，在喜马拉雅山脉南侧的恒河平原上，佛教的创始人佛陀（即释迦牟尼佛）曾进行了长达40多年的传教布道，深刻影响了后人的信仰与文明。至今，恒河平原上还留存有为数不多的佛陀传教遗迹。

140

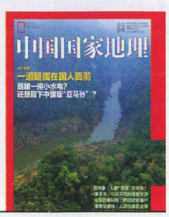
鲜水河断裂带
危险与美景并存之地
The Fault Zone of Xianshui River: Where Wonder and Danger Coexist

撰文 / 李忠东
摄影 / 刘乾坤 等

160

从四川省甘孜藏族自治州甘孜县至泸定县，有一条鲜水河断裂带，这个区域地质运动活跃，地震频发。地震给当地村民造成危害，却又形成许多新的自然景观。本文作者是一位地质专家，他将带您走进鲜水河断裂带，并重新解读地震对于人们的意义。

本期封面
西双版纳罗梭江
摄影
王宁



这期封面的几位“候选人”各有其独特之处，编辑部经过几轮筛选，从十几张封面中选出了这4张备选封面，对于哪一位能够最终摘得桂冠产生了激烈的讨论。

1

2

3

4

更多资讯请登录
中国国家地理网
www.dili360.com

第一张备选封面来自一妻多夫专题。一妻多夫是一种鲜为人知的婚姻制度，仅占世界婚姻总量的0.3%，在我国主要分布于青藏高原，除了藏族外，纳西族、普米族等少数民族也有同样的婚俗。图片是四川省木里藏族自治县俄亚村的一户纳西族家庭，这位纳西族姑娘嫁给了兄弟两个人，孩子由他们共同抚养。这种婚俗很精彩，但画面有些随意，且杂志很少用人物做封面，我们放弃了这位“候选人”。

第二张备选封面的主角是一种虫草菌。虫草菌是指寄生在昆虫、蜘蛛、螨类体内，或其他真菌及植物上的真菌的统称。而画面中这种虫草菌专门对蚂蚁下手，因此被称作蚂蚁虫草。这只被虫草侵染的蚂蚁，身体里充满了真菌的菌丝，但是菌丝不会完全摧毁蚂蚁的脑组织或者肌肉组织，蚂蚁虽然还“活着”，但早已成为一个“活僵尸”，在森林里不断寻找适合真菌繁衍的地方。蚂蚁虫草只有不到1厘米大小，在森林中很难觅得，因此这张画面十分难得，但由于背景有些杂乱，且杂志做过虫草专题没多久，视觉上有些疲劳感。

第三张和第四张备选封面都来自这期主打文章西双版纳罗梭江。罗梭江发源于云南省普洱市宁洱哈尼族彝族自治县磨黑镇，一路流淌至西双版纳，在景洪市勐腊县汇入澜沧江。罗梭江两岸生长着茂密的热带雨林，高大的乔木耸立其间，景观上很像迷你的亚马孙河。这里是除了雅鲁藏布大峡谷墨脱段以外，中国最后的热带雨林河谷。罗梭江还是澜沧江中下游乃至湄公河洄游鱼类唯一的产卵地，也是亚洲象的生态廊道之一。而这一切正在被一座小水电站蚕食。罗梭江边的勐腊县象明彝族乡曼底村正在修建一座回龙山电站，淹没线以下的大面积原始热带雨林已经因“清库”而砍伐。第三张备选封面就是罗梭江的热带雨林，高大的望天树和茂密的董棕林构成了这片雨林的完美乐章。第四张备选封面呈现的是一个“伤痕累累”的罗梭江，可以看到河道两侧淹没线以下的区域，热带雨林已被砍伐殆尽，露出贫瘠的山坡。

经过编辑们讨论，相比第三张备选封面中优美雨林传递出的欢快气氛，这张触目惊心的画面更能表达我们的意愿——希望更多人关注这条中国的“亚马孙河”，呼吁小水电工程停建，为国人留下这片珍贵的热带雨林。

SCIENTIFIC EXPEDITION
科学考察

“中国国家地理号”
西沙群岛亲子科考
海南三沙
时间：2018年7月19日
至25日（7天）
费用：8800元起/人
（山河探享会会员98折）
暑假，来自全国各地的
青少年朋友及家长们相聚在海南三亚，
乘船前往我国南海的永乐群岛，和自然科学
指导老师们一起，踏上典型的热带岛礁，畅游复
杂多样的珊瑚礁生态系统，探索海洋的奥秘。

英国博物馆亲子夏令营
英国
时间：2018年7月16日
至27日（12天）
费用：38800元/人
（山河探享会会员98折）

夏令营系列
少年行中国

敦煌文化亲子营
甘肃站
时间：2018年8月11日至17日（7天）
费用：6900元/人

内蒙古站
锡林郭勒草原生态夏令营
时间：2018年8月1日
至7日（7天）
费用：6500元/人

黔东南
苗侗文化亲子营
贵州站
时间：2018年8月21日
至27日（7天）
费用：6900元/人

注：“少年行中国”活动
山河探享会会员95折

报名及了解更多活动详情请扫描右侧
中国国家地理科学考察部官方微信号二维码
咨询电话：010-64851539　010-64852136

摄影 / 马宏杰

兴全基金 AEGON-INDUSTRIAL Fund
中国国家地理大讲堂
2018.4.19
从一颗蛋到一条龙
主讲人
江泓
古生物科普作家

喜山何曾是屏障

撰文 | 单之蔷

1 对一条山脉的认识，可能影响到国策。当这条山脉是横亘在国家与国家之间的界山的时候，更是如此。

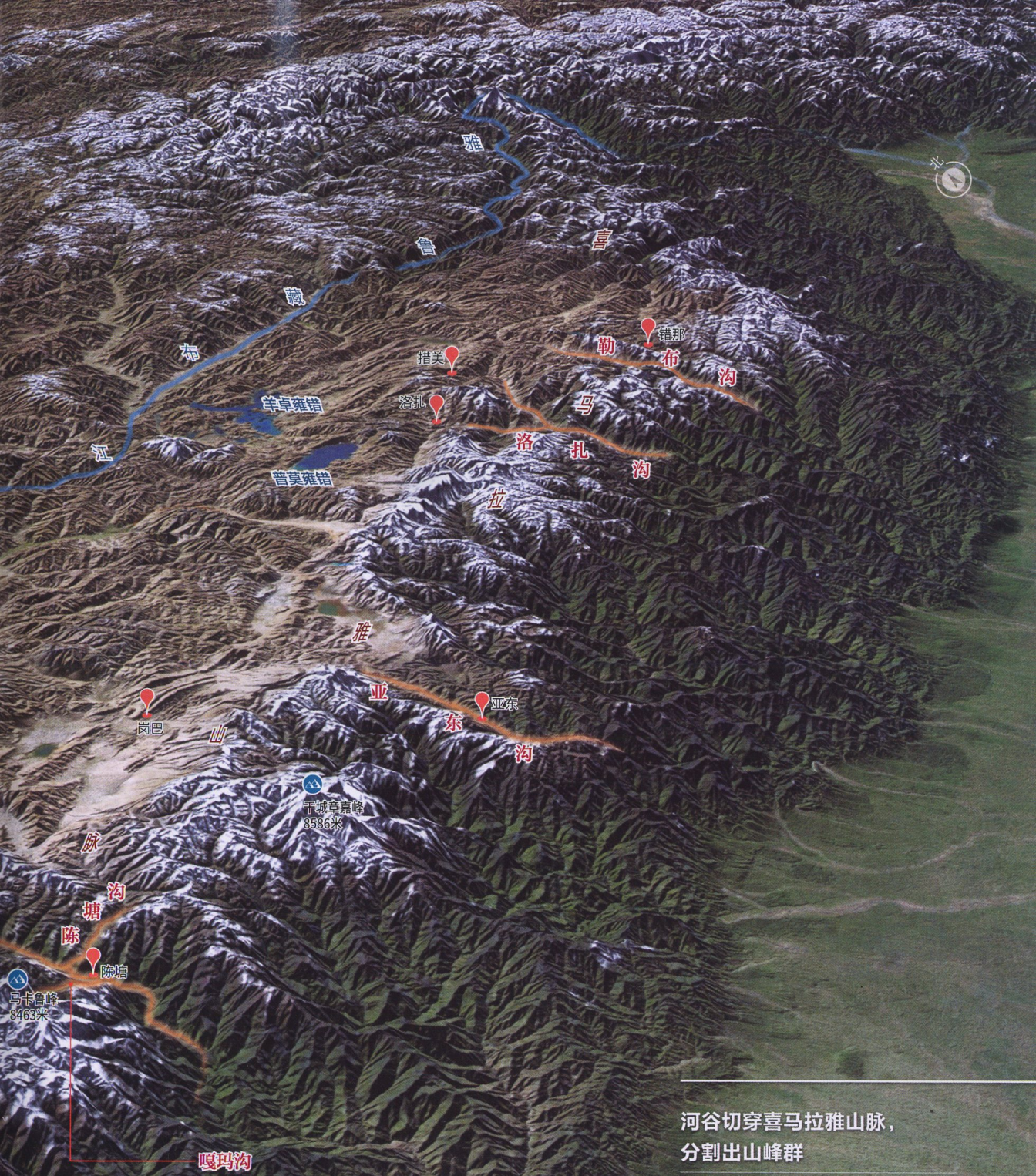
2 比如我们对中国西部喜马拉雅山脉（后面简称为喜山）的认识。这条山脉在教科书中，或者在一些全国地图上，都会被画成一条线，许多人把这条山脉想象成连绵不绝的一道屏障，而且是雪峰林立、冰川纵横的一道天然的屏障。

3 但是，这种认识是错误的，甚至会给国家利益带来损害。因为喜马拉雅山脉并非连绵不绝，也并非屏障。

4 最初喜山可能是一道连绵不断的分水岭，朝向中国这面的冰川与河流都流向青藏高原，喜山南面的冰川与河流则流向中央平原（南亚）。但是喜山的南坡是迎风坡，它截住了从印度洋涌来的湿润的云团，截留了水汽，在南坡形成了一条条水量丰富的河流。虽然喜山南北两面的河流都在向着山脊线发动进攻——溯源侵蚀，但南面的河流比降大、水量大、力量强，率先到达分水岭，把分水岭切开（这里面冰川的作用不可低估），并且把分水线不断地向高原内部推移，把北面的湖泊、河流夺过来，让它流向南面去。这就是所谓的河流袭夺。我们看到的喜山北面的许多河都有一个急转弯（袭夺弯），袭夺就发生在这里。流经定日和定结的朋曲最为典型，它显然是被夺走的一条河。

5 喜山南坡的河切穿分水岭，使原来的分水岭不断地北移，结果是：喜山的主脊线被切割成一段段的，并且被冰川与河流不断地改造，变成了一个个“山簇”。“山簇”这个词来自我的设想，就是一些山峰、山脉、山岭聚集在一起形成像一棵“花椰菜”那样的形态。但是喜山原来的长条的形态还保留着，因此我说喜山有形无脉。

6 我们这样把喜山重新认识一番，把一条连绵不绝的山脉理解成了像项链一样被串起来的山簇。这样做有何意义吗？我认为这样做，会改变人们把喜山看作屏障的认识，而把它看作一条条通道的集合。让我们把对喜山的认识从雪峰转向沟谷，从登山者转向马帮，转向那些做生意和往来的僧侣，我们对喜山关注的重点会从阻挡变成交流。



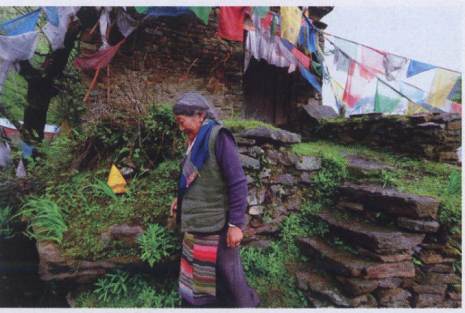
河谷切穿喜马拉雅山脉，分割出山峰群

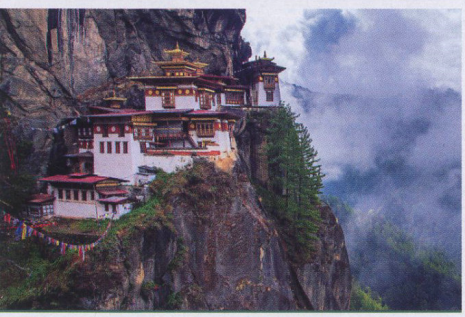
喜马拉雅山脉横亘东西，是青藏高原与印度河—恒河平原（中央平原）间难以逾越的屏障。但这条“世界屋脊”并没有连续的山脊线，一道道河流沟谷南北向切穿了山脉，将珠穆朗玛峰、希夏邦马峰等划成了一个个山峰群。亚东沟、陈塘沟、绒辖沟等著名的深切河谷沟通了喜马拉雅南北两地，成为藏文化向南传播的重要通道。

喜马拉雅山脉中、东段遥感影像图

藏南地区独特的水文环境为深切河谷的形成提供了条件

西藏是我国河流分布最广的省区，河流条数最多的省区，也是湖泊最多的省区。喜马拉雅山脉的冰雪融化成了水质优良、流量富足的水源，养育着雅鲁藏布江、印度河、恒河等世界著名长河。从青藏高原到南亚中央平原几千米的高差，促进了河流的溯源侵蚀，河谷切开青藏高原南缘，造就了曲折秀丽的高山峡谷。





藏文化沿着沟谷中的通道在喜马拉雅山地区传播

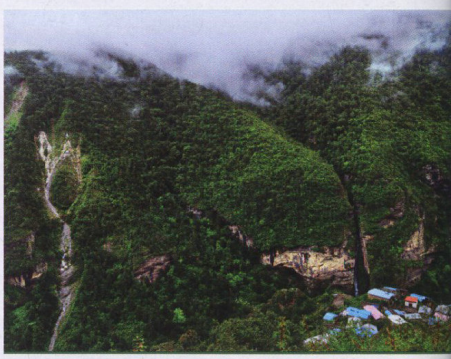
喜马拉雅山脉间的沟谷打开了南北侧交流的通道，藏传佛教深深影响着周边地区。仓央嘉措是历代达赖喇嘛中最富传奇色彩的人物，他的故居位于西藏山南市错那县，至今有人供奉香火（左上图 摄影 / 王宁）。坐落在悬崖峭壁上的虎穴寺，是典型的藏传佛教寺庙，也是不丹国内最神圣的寺庙（左下图 摄影 / Harri Jarvelainen）。

7 由于我们一直把喜山看作屏障，因此我们的目光总是朝向东面，日本、韩国、朝鲜、俄罗斯，甚至隔着太平洋的美国……但是对喜马拉雅南面的印度、尼泊尔、不丹、孟加拉所知甚少，甚至曾经的邻国——锡金被印度并入版图时，我们国内的媒体也没有多加关注。其实锡金的主体文化与藏族的文化很接近，本来在洞朗地区与我们接触的应该是穿着藏袍、转着经筒的藏族同胞，但现在却换成了印军。

8 除了尼泊尔、不丹之外，与锡金相似的小国在喜山的褶皱里还有几个，如木斯塘、拉达克等，都曾经深受藏文化的影响，或者说他们就是藏民的一部分。由于我们把喜山看成是一道长长的山脉，这阻挡了我们去了解在喜山中生存的一些民族。

9 喜山从来就没有阻挡过南北两边人类的交流和往来。喜山的山簇间是一道道河谷，顺着这些河谷可以不经过高耸的垭口，就直接来到青藏高原上。当我第一次去珠峰脚下的一条直通尼泊尔的沟谷——陈塘沟时，原以为我要翻越一座冰雪覆盖的垭口，这在川藏线、青藏线上经常会遇到，但是在这里没有。我们顺着朋曲一路下行，不知不觉中已经来到喜山的南坡，来到了到处是翠竹和绿树的陈塘镇。

10 切穿喜山的像陈塘沟这样的沟谷还有许多，如去错那县有勒布沟、洛扎县有洛扎沟、亚东县有亚东沟、定日县有绒辖沟……

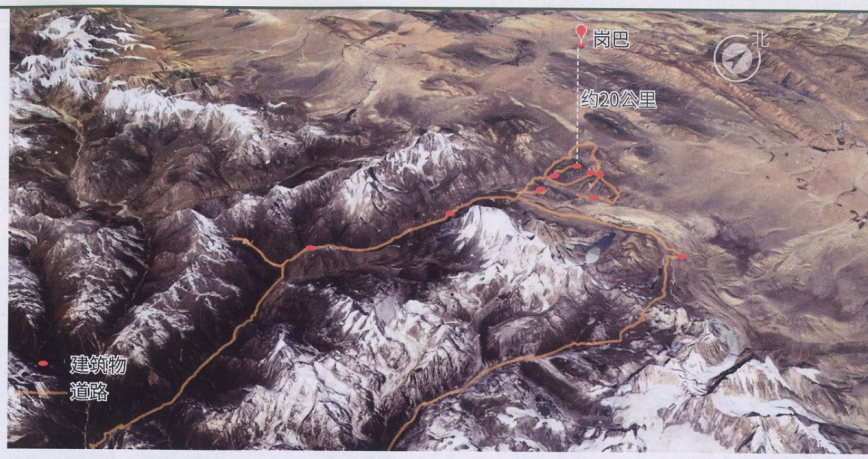


绒辖沟里散布着零星的藏民村落

绒辖沟临近卓奥友峰，科西河的支流从河沟中流过，带着喜马拉雅山的冰雪融水穿过尼泊尔汇入印度恒河。沟里山清水秀，云雾缭绕，村落修建在山崖边，一副世外桃源的景象。摄影 / 赵春江

印度军队沿着沟谷修建道路，将一段山脉包围起来

印度军队从锡金邦北部，沿着喜马拉雅山脉间的沟谷，将道路和军事据点修建到了青藏高原之上，距离我国日喀则市岗巴县仅20多公里。通过遥感影像可以观察到，印度军队在这条线路上有多个颇具规模的据点，已经建到青藏高原之上。



中印边界遥感影像图

11 认识到喜山没有主脊线有一个重要的意义，就是对边界线的重新认识。一般而言国家之间的边界经常以山脉与河流来划分，河流一般以主航道或者深泓线来划分，山脉一般以山的脊线来划分。既然喜山没有主脊线，那么就不能以山脊线来划分。其实喜山的边界线的划分，真正的依据是双方沿着切穿喜山的河谷挺进的位置。比如珠峰东边与尼泊尔的边界划在了陈塘沟的陈塘镇不远处，这里早就越过了喜山主脊线，或者说分水岭，进入了喜山南坡的亚热带地区。中国的国界并不在喜山的分水线上，而是在南坡的亚热带地区。

12 其实中国在喜山地区与别国有一条自然形成的边界线，我称之为“盐线”。这条线是喜山地区人们食用盐的来源的分界线，在接近平原的地区，食盐来自印度洋，在接近青藏高原的地区，食盐来自青藏高原的盐湖。把这两个区域划出来，它们中间有一条线，就是“盐线”。如果以此来划分边界，具有一定的合理性。

13 中国与印度有着漫长的边界，但是双方却没有正式划分边界，现在双方是以实际接触线相持。我们既然认识到了喜山没有主脊线，那么所谓的麦克马洪线也就不复存在，因为麦克马洪线就是声称以喜山东段的主脊线为界。其实我们的洛扎沟、勒布沟等已经深深地进入了喜山南坡的亚热带丛林中。所以对于中国来说，那一条条切开喜马拉雅山的沟谷具有重要的意义。将来我们沿着河谷深入到的位置才可能是划定边界时的界碑。

14 十几年前我在研究喜山的沟谷时就发现，在亚东县的西边，干城章嘉峰的东边，中国与印度（过去是锡金）边界上是一片雪山。这片雪山的雪峰之间有许多沟谷，其中有两条沟谷意义重大，因为沿着这两条河谷可以很顺利地爬升到高原上。但遗憾的是，这样两条沟谷竟然没有我们的边防军驻守。几年前我已经遗憾地看到印度方面的公路顺着这两条沟谷一路修上来，如今已经上到了高原上，两条路已经接上了，围着这片喜马拉雅的雪山转了一圈，也就是说喜马拉雅山脉有一处山簇已经被印度围起来了。印度人到了青藏高原上，而且在高原上建起了一些建筑物。最近的一处离西藏的岗巴县城竟然只有 20 多公里。我们知道全球 14 座 8000 米级的雪峰中有一座干城章嘉峰（海拔 8586 米）正对着岗巴县城，最近有几个朋友去岗巴拍干城章嘉雪峰，但是他们已经被告知不能接近，因为前面就是印军。

15 我一直不相信那公路是印度人修的，也不相信印度人上到了青藏高原上，为了证实这一点，我反复与几位摄影师核对，还与一位拉萨驻岗巴的干部核实，但他没有给我回话。其实我自己几年前也去那里朝拜过干城章嘉峰，但那时只有一块警告牌：禁止前往。

16 望着眼前的遥感地图，我真的希望我看错了，如果是那样，该有多好。

责任编辑 / 祁滢　图片编辑 / 王宁
版式设计 / 崔晓琳　地图编辑 / 王岩

这里是罗梭江曼底村下游3公里的一段未受“清库”行动影响的热带雨林江段，两岸地势险峻，生长着原始热带雨林。这样清新自然的热带雨林河谷景观，在人工林面积逐年增加的西双版纳乃至全中国，都是弥足珍贵的。摄影／王宁

小水电引发的生态灾难

热带雨林河谷消失
鱼类无处洄游
亚洲象通道切断

罗梭江

西双版纳最后的热带雨林河谷被“毁容”

撰文 | 小毛驴　摄影 | 吴迪　等

西双版纳罗梭江两岸，自由奔腾的河流边是茂密的热带雨林，岸边是美丽的刺葵群落和高大的乔木，在景观上和亚马孙河很像，这样的河岸景观在中国是唯一的。罗梭江也是除了雅鲁藏布大峡谷墨脱段以外中国最后一条热带雨林河谷了。在澜沧江干流已建设梯级电站的背景下，罗梭江就成为了澜沧江流域中下游珍贵鱼类的唯一洄游通道。然而，这条江正因一个发电量仅为11.3万千瓦的小型水电站而被“毁容”。

罗梭江又名补远江，其上游叫小黑江。在建的回龙山水电站所截流的罗梭江段，恰在西双版纳国家级自然保护区的勐养子保护区和勐仑子保护区之间的生物走廊带中。

西双版纳国家级自然保护区及回龙山水电站（在建）位置图

近距离观看原始热带雨林的感受是无法言说的，高大的望天树、干净的林隙、像一片笑声一样夹杂在密林中的董棕，洋溢着大自然快乐和平的韵律。摄影 / 王宁

西双版纳是我国唯一有大面积热带雨林分布的地区。傣族在历史上就形成了“有林才有水、有水才有田、有田才有粮和有粮才有人”的朴素生态观。虽然西双版纳已建立了大面积的国家级自然保护区，但是热带雨林的面积在保护区中只占了百分之五六而已。所以，库区中的热带雨林是破坏不得的。

许再富
（研究员）
中国科学院
昆明植物研究所
原所长

中国科学院
西双版纳热带
植物园
原园长

这是生命的河流，宛如天堂

“天呐！太美了！这不就是中国版的亚马孙嘛！”

钟峪感叹着说。此刻，她与漂流者冯春（幺哥）坐在漂流大船的船头，大家都停止了划桨，任由青碧江水缓缓地流动。我所划的皮艇和那艘大橡皮艇，悠然被推漂向下游，两岸高山耸立、郁郁葱葱，如梦境一般。

当时，正午的阳光时有穿透云层，照射到这个喀斯特河谷。河谷这段较逼仄，宽约 20 米到 30 米之间。在西岸，是高大陡峭的红黄色石灰岩悬崖山体，繁盛的木藤等各类植物爬上、长在石山上。在东岸，是坡度 50 多度的山体，石头少、更多则是高达 30 米甚至 50 米的高大乔木。刺葵灌丛、箭叶秋葵，各样珍稀的植物品种分布于此。而猕猴等珍贵的保护动物，则生活在勐养保护区的核心地带。

这就是地球之肺，这就是这个星球上最为珍贵的原始热带雨林。这就是，一个典型的河谷型原始热带雨林系统。

“我们是幸运的，现在中国保存还比较完整的热带雨林河谷，就剩下雅鲁藏布江和罗梭江了，其余的要么修了电站，要么林子毁了。”中科院的青年科学工作者顾伯健说。他是此次科学考察的植物专家之一。

谭运洪，这位青年科学家，则是中科院东南亚生物多样性研究中心植物多样性与保护研究组负责人。见多识广的他，也是惊叹。带着单反相机，他从大船上跨出去，爬上了岸上陆地，他介绍道：“西岸这侧，就是西双版纳国家级自然保护区的勐养子保护区了，我们的位置是保护区的东界河，勐养保护区的西部，则是野象谷。上岸去看看

这里是回龙山水电站库区范围内的江段，河道两侧垂直落差640米以下的区域，热带雨林已经被砍伐殆尽。裸露的山坡上，有价值的木材早已被拖走贩卖，留下来的被砍倒的树木，也已经开始枯萎。如果回龙山水电站关闸蓄水，640米将是水库的设计最高水位。摄影 / 王宁

15 种
因“清库”行为遭到砍伐的国家重点保护植物

35 公里
回龙山电站建成后的回水长度

海拔 900 米
热带雨林在西双版纳主要分布上限

海拔 640 米
回龙山电站蓄水后的正常水位

吧。”“哦，这是国家濒危的二级保护植物董棕。那棵是番龙眼、千果榄仁、龙血树……”

此刻，正是2018年1月16日中午时分，我们此刻位于罗梭江的勐养保护区河段。这时的感觉，就像进入了亚马孙梦境般的时空自然游戏里，雨林神秘、苍翠幽深，似乎有神奇的动物、植物、精灵等藏于其中。事实上，野生动物更多在勐养保护区山那边。因为昨天我们离开省城都市昆明，再继而驾车往西双版纳过来，从云南中部一口气来到这滇南的山区。对比城市人类文明建筑，自然的神奇一下把我们所有的梦幻感受调出来了。

16日的当天早晨，天刚蒙蒙亮，我们即从景洪市基诺山基诺族乡出发，过了罗梭江孔明山大桥。站在基诺山乡海拔约1800米的山顶，我们看见在海拔约1000米处，壮丽的云海一直铺到天边。之后，我们再辗转下到海拔600多米的罗梭江河谷。

最后的一个大村庄，则是西双版纳勐腊县象明彝族乡的龙谷村，此地直线距离基诺山乡为30公里，但沙土山路绕弯，把路程拉长到六七十公里，这趟行车足有3个多小时。

龙谷傣族村，砖石木结构的房子顶部多为红蓝彩钢瓦，颇像东南亚风格着色。正逢滇南旱季，村口一条小溪漫流过沙石路面。水稻田里起了点水汽雾团，山上的橡胶林、原始林郁郁葱葱。

感觉如同来到旧时时空的边缘。

再后，翻过最后一道孔明山的山梁下到江边，我们来到此次漂流的下水点：小黑江边的麻风村吊桥处。

这两幅照片是摄影师跟随自然之友专家组于2017年12月进入正在清库的罗梭江段拍摄到的画面。江边的名贵树种，刚被砍倒就被有目的地切割成砧板或者木板，在遥远的某处，已经有买家在等待了。

勐腊县象明乡的苏底村回龙山水电站的环评报告对库区“陆生生态调查”所涉及的勐养自然保护区及走廊带的森林植被只提季雨林、常绿阔叶林等，而不提有热带（季节）雨林的存在。其实在该地区海拔900米以下的地方还存在着保存较好的较多在成分、结构和生态特征等属于热带（季节）雨林的群落。而报告中所列的库区很多国家重点保护的动、植物种类就分布在热带（季节）雨林中的。

许再富
（研究员）
中国科学院
昆明植物研究所
原所长

中国科学院
西双版纳热带
植物园
原园长

水电严重过剩了！中国江河“坝满为患”水电已经“供大于求”

范晓
四川省地矿局
教授级
高级工程师

云南的多元化人文地理特征，显现在河流名字上就是常有多种称呼。罗梭江是澜沧江在云南的主要支流之一，它在不同河段又名补远江、小黑江、南班河。这段的罗梭江被称呼为小黑江，非常美丽，植被丰富，很像迷你型的亚马孙河谷。

从麻风村的吊桥处下水，岸边还有当地人们种植的橡胶树、香蕉、农作物。江面约有60米宽，水色略红黄，或因上游流经景洪、普洱地区的人居地带。水速时急时缓，前行500米过了第一个一级滩后，河谷逐渐变窄，山体浑然陡峭起来，两岸渐然就没有了人类痕迹。

“其实，中国最好的河谷型原始热带雨林还不是这里，而是红河哈尼族彝族自治州的李仙江，那里有着更成系统的龙脑香雨林。但前些年，李仙江已经修好了水电大坝，淹没区淹掉大片植被，很多原始生态被破坏了。所以，今天这里的罗梭江，是云南最后一条原始热带雨林河谷了。”顾伯健说。

时有雄鹰天空翱翔滑行，在近前的山上，绿黄色的番龙眼有着半圆形树冠，森林地面植被丰富。此时，虽是冬季旱季，但也有些花朵开在林间。时不时有鸭蛋大小的小鸟飞来飞去。

或许几千年来，这里就是这样的原始状态。

江面每隔四五百米就有一段滩，滩一般是一级最多到二级。有一次，我没注意就突然发现自己掉到一个水洞里。滩与滩之间，则是平静略有流速的平水。

这次，我们一些擅长户外运动的人，和环境工作者、科学家们一起调查罗梭江河谷型热带雨林系统的状态。我在这支队伍中的角色，是划着小皮划艇，给大漂流艇进行探路、护航。哪里有风险，我就来进行评估并通知大艇安全通过。科学家则根据植被走走停停，时不时靠岸采集标本、做田野调查。

听见前面有了哗啦啦的声音，我便划着花式皮艇前去探路，发现是个二级左右的滩。我靠边停下，举起船桨做着桨语，提醒大橡皮艇上的幺哥、张继跃：“此滩可以过，需要靠左岸贴行。”

幺哥、钟峪压在了左右的船头位置，张继跃守在舵尾，其他人则都在船中。经过一段平缓的河面，大船进了白色的滩中！“划、划、划！”众人异口

澜沧江是云南境内因水电梯级开发，几乎被“斩尽杀绝”的自然大江。从滇藏交界附近的德钦古水向下游至靠近中缅边境的景洪橄榄坝，**云南境内的澜沧江干流完全被13级首尾相连的水电站所占据，其中有6级已建成，有7级在建。此外，梯级水电开发绝不仅限于干流，而是遍布各支流的全流域梯级开发模式。**因对热带雨林生态、野生鱼类产生严重影响，最近倍受关注的回龙山水电站，即位于西双版纳勐腊县境内、澜沧江左岸支流罗梭江上游的小黑江上。

尤其值得关注的是，因水电的过度开发，中国占据头两位的水电大省——**四川、云南（截至2017年末，四川、云南的水电装机容量分别为7564万千瓦、6186万千瓦，分别占两省总装机容量的80%以上和70%以上，两省共占全国水电装机容量的比例超过40%），都出现了极为严重的弃水现象，这就更增加了人们对那些严重破坏生态环境的水电建设项目的质疑。**

在水电站的运行中，当水库里的水不经过发电设施产生电能后下泄，而是直接通过泄洪设施下泄，则被称为弃水。弃水如果是因为泄洪、排沙、检修等原因，则称为“自然弃水”；如果是因为没有用电需求、电力无法外送而产生的弃水，则称为“非自然弃水”。非自然弃水还包括调峰弃水和装机弃水，前者指因电网的日常调峰导致的弃水；后者指因缺乏市场需求不能按装机的实

际发电能力发电而导致的弃水。

装机弃水包含了调峰弃水，装机弃水更能真实地反映水电过剩现象，目前公开披露的数据，有不少只是调峰弃水的数据，已经非常严重，而实际情况往往更严重。

本世纪以来，川滇两省水电行业的弃水现象，伴随着水电开发“跑马圈水”的疯狂“大跃进”，自2010年开始显现，弃水电量逐年增加，形势日益严峻。

2017年，四川水电装机容量达到7564万千瓦，但同年四川的省内最大用电负荷仅为3302万千瓦。

2012年—2015年，四川水电的调峰弃水电量分别为76亿度（度，即千瓦时）、26亿度、97亿度和102亿度。2016年，四川省调水电机组（不含国调机组和地方水电机组）的装机弃水电量超过380亿度。

2017年，四川电网统调电站（地方调度和国调的电站除外）的装机弃水电量达到400亿度，同比增加14.3%，直接经济损失高达100亿元。若考虑地方调度电站，估计四川装机弃水电量在500亿度以上。

2017年，云南水电装机容量达到6186万千瓦，全省总装机达到8905万千瓦，但省内用电加上向外省送电的最大负荷不到5000万千瓦。

2013年—2015年，云南省水电调峰弃水电量分别为50亿度、168亿度和153亿度。

2017年，云南全省装机可发电量超过3627亿度，而省内用电和外送计划用电仅约2469亿度，全省电量富余约1100亿度，其中水电富余电量约550亿度。

550亿度是一个什么概念呢，三峡水电站的年平均发电量约为880亿度，也就是说云南水电的年弃水电量约相当于三峡电站年发电量的62.5%，约相当于1100万千瓦的发电能力闲置。如果按照当前国内水电价格平均每度3毛钱计算，意味着云南水电2017年损失约165亿元的产值。

云南、四川这样的水电大省，大规模地开发水电，本来就不是由本省全部消纳，而是在“西电东送”的考虑下，要向东部省份输出。但在近十几年来西部水电大开发的同时，其他地区也没闲着，火电、水电、核电，以及风能、太阳能等新能源都在迅猛发展，即使云南、四川本身，其他形式的能源也在快速增长。加上近年来整体经济增长变缓，能源需求出现萎缩甚至负增长，东部省份接纳西部水电的意愿不强。因此，水电弃水，是包括水电过度开发在内的、全局性产能过剩的必然结果。

尽管电网建设不足、汛期枯期流量不均、负荷低谷时的调峰、其他能源形式挤占市场等等，也是水电弃

图1图2：摄影师在2017年12月拍摄到重型机械正在进行清库作业的画面，钻头直接凿开树的根基，以此方式推倒大片的雨林。与此同时，被砍伐的名贵树种被直接用挖掘机吊起装上卡车，通过陆运贩卖到遥远的市场。

图3：2018年3月，摄影师拍摄到江边被砍倒的大型树木身上捆绑了浮桶，将被以顺流而下的方式运输出去（摄影/王宁）。

水的因素，但水电过度开发无疑是最主要的因素。**国家能源局的专项监管分析指出，水电快速发展与电力需求增长缓慢不匹配，是造成水电弃水的主要原因。**

据国家电网统计，“十二五”（2011年—2015年）以来，四川水电装机容量年增长率超过20%，而在2013年—2015年，云南的水电装机容量的年均增长高达30%以上。相反，四川全社会用电量增速逐年下降，2011年—2015年分别增长13.07%、4.53%、6.46%、3.81%、-1.1%；“十二五”期间，云南的工业实际增速在5%之内，全社会用电增长也是逐年降低，其中2015年的增速仅为7%，东部地区的能源需求增长也大体如此。

2017年，云南在外送电达到创纪录的1256.6亿度的情况下，弃水问题依然未得到根本改善。而且随着金沙江上的乌东德、白鹤滩等巨型电站的建成，云南将在2020年左右迎来一个新的水电投产高峰。

把水电消纳寄托于向邻近国家出口也同样不现实，2017年云电外送的1256.6亿度中，送越南13.2亿度，送老挝0.33亿度，送缅甸0.84亿度，合计14.37亿度，不及云电外送的一个零头。

在装机增速远大于用电量增速、消纳市场疲软的背景下，云南、四川的水电面临“投产即遭弃”的尴尬。

根据2016年中国水电学会的调研，国家四大水电基地——大渡河、雅砻江、金沙江以及澜沧江的20余座大型水电站有效水量利用率和有效水能利用率不到80%，有的电站甚至不到60%，2016年川滇两省的实际弃水量已超过800亿度。仅国电大渡河公司投产运营的电站，2013年至2016年累计弃水损失电量约140亿度（不包括正常泄洪弃水损失），其中2016年弃水损失电量即达74.5亿度。

四川雅砻江中游规划了总装机超过1000万千瓦的7座电站，因设想的东部省份受电市场并无接纳意愿，不仅尚未开工的电站不能启动，已动工的两河口、杨房沟电站的电力消纳亦无着落。

在谈到水电弃水时，中国水力发电工程学会的负责人承认，弃水问题最关键的还是市场问题，过去有人总说，电力要超前发展，但目前状况来看，还是要合理发展。

面对水电产能严重过剩的困局，利益相关人士常常以水电是清洁能源为名，要求国家行政干预，限制火电，保证水电的消纳份额。殊不知，一方面这不符合以市场为导向的能源改革趋势；另一方面，因资源秉赋，煤电仍将长期成为中国重要的能源形式，而且目前火电机组的年利用小时数（相对于一年8760小时而言），在各类发电设备平均利用小时都持续下降的形势下，也一降再降，在2015年创下了47年以来的最低值，压缩的空间已十分有限；而更重要的是，水电是清洁能源的陈旧认识需要纠正。从水电对河流流域及近海的生态环境、对移民群体的社会环境等方面的巨大负面影响来看，它完全不能被称为清洁能源。这一点，在世界水坝委员会2000年推出的科学报告中已有明确说明。即使从温室气体排放来看，相对于原来自然河流的本底排放，水电的温室气体排放也总是增加的。因此，水电开发一方面需要符合市场的需求，而不是追求短期利益的滥开滥取；另一方面，也需要有环境保护的严格限制，充分认识河流及水资源的综合价值与功能，而不仅仅是水力发电的价值与功能，彻底摒弃把自然河流完全人工渠化的全江全流域梯级开发模式。

在目前水电产能严重过剩的形势下，正是关停那些对环境有重大影响的水电项目、修正水电开发规划，调整结构与发展模式，在一定程度上弥补环境损失、偿还欠账的最好时机。

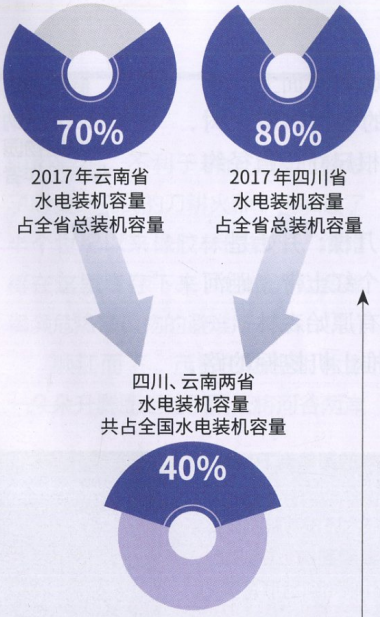
2016年7月，云南省人民政府发布了加强中小水电开发管理的意见，提出要保护环境、生态优先，进一步提升河流生态环境质量。原则上不再开发建设25万千瓦以下的中小水电站。

在中国，规模相对较小、主要位于江河支流上的水电站，可以分别由省、市、县级政府批准开发，这也形成了各霸一方、层层瓜分的水电开发格局。而位于江河上游支流的中小水电站，更多地会深入到或影响到一些自然保护区的核心区域，因此它们对环境的影响不容忽视。

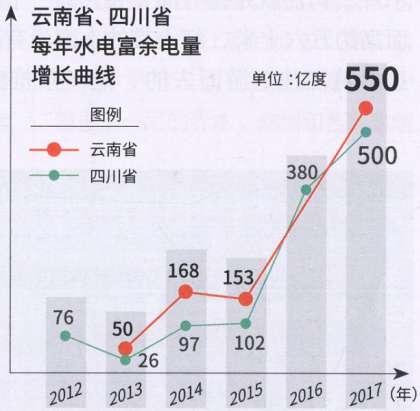
像澜沧江流域的罗梭江、红河流

域的戛洒江等等大江支流上尚未建成的中小水电站，在云南水电严重弃水的大背景下，没有任何能源需求的可行性；另一方面，在前期施工中，这些电站违法违规，对自然保护区的诸如珍稀鱼类、绿孔雀等许多物种及其栖息地产生了严重威胁与损害，理应及时叫停并进行环境恢复。

2017 年 12 月，甘肃省人民政府关于祁连山自然保护区水电站关停退出整治的举措，可作为云南处置类似水电项目的一个可供参考的范例。



2017年
云南水电的富余电量
550亿度
=
三峡电站年发电量的**62.5%**
=
约**165亿元**



（本文采用的数据，来源于国家能源局、云南省能源局、四川省能源局、相关行业协会、以及诸多媒体公开发表的数据，其中一些数据因来源不同会有出入，笔者采用时有所选择，但数据的选择并不影响水电产能严重过剩这一基本判断。）

同声地兴奋呐喊着，冲下了这个长约 40 米的白滩。我拿出手机拍照，镜头里的每个人脸上，都洋溢着兴奋、开心如孩童的笑容。

这次罗梭江野外科考后，我们一行去了中科院西双版纳热带植物园。植物园很美，在国际上都很有名，有着中国最大最全的植物栽培，是园林型自然植物博物馆。但我们都觉得还是比不上罗梭江那种浑然天成的美。人类再聪明，依然比不上大自然造物主的神奇。

从麻风村吊桥到孔明山大桥，约 18 公里左右。前面 10 公里是如此这样的渺无人烟，热带雨林的植被丰富异常。

我曾在怒江、金沙江等大江大河里都划过皮划艇，做过很多漂流。从赤水河到虎跳峡，从老虎跳到石月亮，从奔子栏到红河石羊江，我深深爱上了河流。但如今天这样，在这原始热带雨林河谷里的河流旅程，我却还是第一次经历。此前，我曾在泰国清迈的平河热带雨林河中划过，但那里还是有人类耕作的痕迹。

这段罗梭江，两岸的花草树木，天空的风以及鹰，那些小巧如鸭蛋大小的小鸟，那些在水里跳跃着的鱼儿 …… 一切皆如梦幻般，宛如天堂。

假以国家发展之名，把中国的亚马孙淹没

水速越来越慢了，水的颜色也开始变混了。

当漂流距离吊桥有 12 公里的时候，我们发现了一些不对的地方：岸边怎么逐渐有了树木被砍伐的痕迹。

两岸都是热带雨林的密集植被，没有路。伐木者怎么进来的？

历经了两个二级滩、十余个一级滩之后，我们听见了越来越清晰而响亮的声音。来自北京自然之友的环境律师刘湘问：“哦，那是什么声音？电锯的声音？”

根据事前地图上的标注，我们应该距离孔明山大桥有 8 公里左右的距离了。这时，我们的皮艇、

心痛！一个小水电毁了一条原始热带雨林河谷

顾伯健
中科院西双版纳热带植物园保护工作者

橡皮艇，进入了水流越发缓慢的水域。水面上、岸上，逐渐开始出现被砍伐、锯倒的各类热带大树，我爬到岸上去量了一棵红楠木的树根尺寸，直径约有两米五。

开始是一棵、两棵，然后是十几棵；开始是一小片，再后就是整齐而光秃秃的一个红土带，距河面高约五六十米，红土带的上面尚有原始森林。一直沿着江往下游而去的，是一条推土机挖掘的路，

有着巨大板根的四数木的轰然倒下，是最令我们痛心的，在罗梭江的清库现场，因为树形巨大，这棵四数木还没有被拖走贩卖，热带雨林植物学者爬到树上做记录。以他为参照，我们可以感知到树形有多么巨大。摄影 / 王宁

时不时有大卡车装载着各样红木远去，扬起飞卷的尘土。

“这一切反差太大了！刚才是那么原始丰富的森林植被，这里被砍伐成这样了，太伤心了。”植物学家谭老师说。

停在一个洄水区。它是倒在水中的一根直径 1 米的木头形成的。我拿出手机，记录了一棵大约 30 多米高红椿木的生命最后场景，其直径大约有两米多，那位工人在它的脚下忙碌着，成人的身影对比在大树下，显得是如此低矮渺小。他已经锯了有四五分钟了，但电锯也就才切割进树干的一半。

孔明山大桥前，水速几乎为静水。江水已然变得比较红了，原来这里要修建一个新的更高的大桥，水把人挖出的红土冲刷下来，水色刺目很多。从这里开始，江西岸的勐养保护区就快要结束了。江岸两边，渐渐有了成片的橡胶林。

“你们是干什么的？神经病啊！这里靠岸，不能往下面去了。”孔明山大桥工地这里，一个肥胖粗壮的工头过来阻止我们。他拿起了手机，貌似跟上级进行汇报。

我们一大一小两艘船，快速地通过了这里。如果再有犹疑，就可能会有保安之类过来喊停我们。

从大桥这里往下游再约 20 多公里，则为象明

打开地图，似乎西双版纳大面积的地方都是郁郁葱葱的天然林，但是实际上，热带雨林目前只占西双版纳天然林面积很小的一部分，其余大部分则是亚热带季风常绿阔叶林。由于热带雨林在西双版纳只分布在海拔 900 米以下的沟谷、坡脚地带，而这些地段热量充足、土壤肥沃，最适宜种植热带经济作物，也是橡胶树最适宜生长的地方，因此，大面积的热带雨林在过去个的时间里随着热带经济作物的推广和种植而消失。**半个世纪以来，橡胶树的种植如同燎原之火在西双版纳蔓延开来，大面积低海拔地区的热带雨林被一片片砍伐，上千种古老的热带植物在顷刻间就被橡胶这一种植物取代。**这片原本被称作“北回归线的绿洲”的热带雨林被橡胶地、香蕉园构成的绿色沙漠分解得支离破碎。如今，保护区外已经很难见到连片的热带雨林，处于原始状态的热带雨林更是凤毛麟

绘图 / 李亚龙

角。在西双版纳的坝区，只有部分村寨附近因宗教和民族文化原因保留下来的“龙山”林还残存着一些热带雨林的斑块，如同孤岛一般镶嵌在橡胶林的林海中，让人依稀想象着这里历史上原本如亚马孙平原一般广布着的低地热带雨林。

山势陡峭，不利于耕作，因此躲过了历史上先民的刀耕火种，也躲过了半个世纪以来橡胶林的扩张，很难得在这里幸存下来，也成为众多珍稀濒危热带植物的避难所。

顺江而下，茂密的热带雨林像一朵朵升腾而起的积雨云将河谷两岸的山体包裹得严严实实。**热带雨林群落结构复杂，乔木层可分为 4—5 层。第一层是散生的大乔木。这些巨树高高耸出林冠，鹤立鸡群，是热带雨林最为壮观的标志。第二层的乔木林冠连续，层层叠叠，庇护着更下一层的乔木、幼树和各种耐阴的植物。在这里，植物的种类异常丰富，在森林里走一圈，甚至很难找到相同的两棵树。因此，从群落外貌和树种的组成就可以很容易地将热带雨林与山坡上群落结构简单、高度较矮、没有散生巨树的季风常绿阔叶林区别开来。**

但是，在西双版纳橡胶林的包围中，却仍然有一条两岸密布着原始热带雨林的河谷 —— 罗梭江。罗梭江（又叫小黑江、补远江）是澜沧江的一级支流，发源于云南普洱市宁洱哈尼族彝族自治县磨黑镇，在景洪市南面的中国 — 缅甸边境附近汇入澜沧江。这条江浓缩了云南南部热带地区的精华，尤其是流经景洪市基诺山基诺族乡与勐腊县象明彝族乡交界位置的江段，沿着河谷分布着大片原始的热带雨林。这片雨林由于所处位置偏僻、交通不便、

下图：自然之友的两位工作人员正在罗梭江的清库现场进行考察，她们看到的，不仅是被砍倒的树木，还有已经被加工成形的木料。摄影 / 佚名

无患子科的绒毛番龙眼是云南南部、东南部热带雨林的标志物种。与龙脑香科的望天树一样，它的出现也指示着热带雨林的发育。同时，绒毛番龙眼的木材品质优良，可以加工为高档的家具，因此在西双版

纳，绒毛番龙眼被严格保护起来，严禁砍伐。在罗梭江两岸，这种树木也找到了它的避难所，如巨人一般耸立在河谷两岸的密林里。

有着巨大板根的四数木如一个个纪念碑似的矗立在江边，昭示着这里地质年代的古老。站立在宽度超过十米，如一堵墙一般的大板根面前，你只能感叹自己躯体的渺小和这种巨树神一般的伟岸，敬畏之情油然而生。四数木是单属种，主要分布在热带亚洲，是东南亚热带雨林中具有标志性的大乔木。在中国，只有云南南部、东南部等地的低海拔热带地区才能适合它的生长。

西双版纳地处云南的最南端，和老挝、缅甸接壤。由于海拔较高，纬度较北，因此很长一段时间以来，在这里的植被和植物区系被系统地考察以前，**很多学者不认同西双版纳（包括中国）有真正的热带雨林。直到上世纪 70 年代，老一辈的植物学家在勐腊县发现了热带雨林的标志物种——龙脑香科的望天树，中国有真正的热带雨林这一论断才被国内外接受。**随着云南南部植物资源考察的不断深入，西双版纳这一植物王国的神秘面纱被不断揭开，植物学家们又通过对西双版纳植物区系组成的研究进一步证明了这里有与东南亚同样类型的热带雨林。其植物物种有百分之七十以上的分布类型都属于热带亚洲分布，与中南半岛典型的热带雨林有着很大的相似性。

但是，中国的热带雨林毕竟是在海拔、温度、降水达到极限条件下发育起来的，分布区域狭小，面积不大，也是东南亚热带雨林分布区域的北部边缘。其脆弱性、独特性和珍贵程度不言而喻。**经过了半个世纪橡胶林的疯狂扩张，如今，真正算得上热带雨林的植被已经非常稀少，处于原始状态的更是凤毛麟角。在这种背景下，罗梭江河谷现存的，尤其是仍然保存着原始状态的热带雨林就显得尤为珍贵。**

但是，这最后的美丽，最后的奇观也正在被蚕食！罗梭江边勐腊县象明乡的苏底村，一个计划装机容量仅仅 11.3 万千瓦的回龙山电站正在修建。原本自由流淌的江水已经被这个电站修筑的围堰拦腰斩断。电站设计的正常水位线是 640 米，蓄水后将淹没上游 35 公里长的河谷，而这一段河谷正是罗梭江两岸热带雨林保存较为完好，呈原始状态的精华地段。如今，为了配合水电站的建设，坝址以上河谷海拔640米淹没线以下的大面积原始热带雨林植被正在因为“清库”被砍伐。

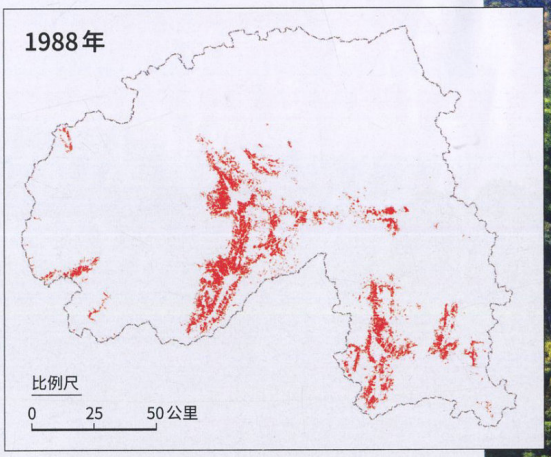
刺耳的电锯声响彻山谷。一棵棵生长了超过百年的热带大乔木轰然倒下，连同这些大树一同倒下的，是树干上密密麻麻种类繁多的兰科植物，是大叶崖角藤、阔叶风车子等攀附着大树生长的大型藤本。奇特的绞杀榕；有着老茎生花、老茎生果现象的火烧花、木瓜榕；舒展着如巨型羽毛般叶片的董棕；有着巨大板根的四数木；甚至是原本被严格保护的绒毛番龙眼、红椿、滇南新乌檀都在这刺耳的电锯声中纷纷倒下。尸体横七竖八地躺在河谷两岸。只留下一个个残损的木桩和枯黄的树叶，无声控诉着利益集团的贪婪和无止境的欲望，也默默提醒着人们这里原有的样子。

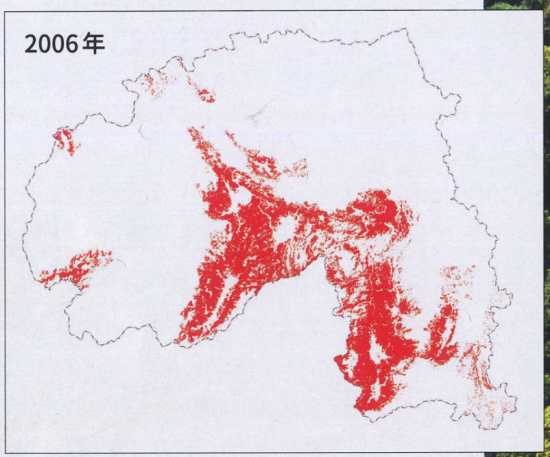
中国真正意义上的热带河流其实不多，但云南由于独特的地理位置和气候条件，在红河下游的干流和支流李仙江、澜沧江下游的干流和支流南腊河、罗梭江、属于怒江水系

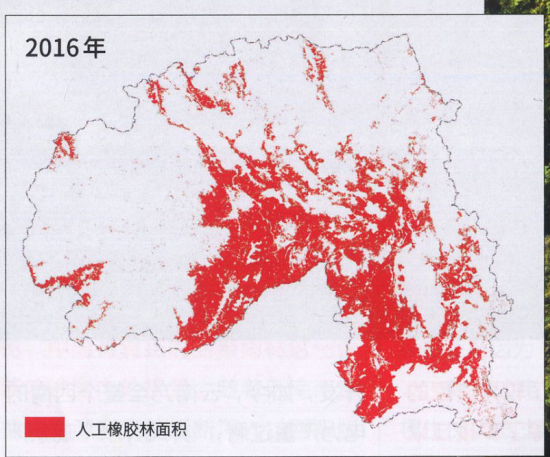
“龙山”是当地傣族的神山，依据传统，每个村子都有这样一座山。照片中的小山就是一座龙山，正是因为它的宗教功能，山顶部分的原始林才得以幸存，而山顶以下的山地上早已被人工橡胶林所覆盖，高压电线杆以及电线也密布其上。摄影 / 王宁

的南汀河河谷，发育了较为典型的热带雨林植被。但是除了罗梭江以外，这些河流或是因为橡胶树的大面积种植，或是因为水电站淹没，其河谷两岸原本保存着的大面积原始的热带雨林大都已消失殆尽。如今，罗梭江又在重蹈这些河流的覆辙，而罪魁祸首，则是一个装机量仅仅 11.3 万千瓦，无调节能力的径流式小电站。

经过了十年来大跃进式的水电开发，如今，云南乃至整个西南的电力严重过剩，“弃风弃水”现象严重，一些水电站的发电量远远低于预期。在这种背景下，**2016 年，云南省政府曾出台规定，不再开发建设 25 万千瓦以下的中小电站。但是，这个选址处于生物多样性极其丰富，生态敏感地带的小电站却依然得以推进。我们真的愿意用这类已经是多如牛毛的小电站，来换取云南最后一条热带雨林河谷吗?**







西双版纳傣族自治州的人工橡胶林面积和分布多年变化示意图

有关人工橡胶林对生态环境的负面影响，《中国国家地理》杂志早在10年前就做过专题报道，10年前也曾披露过西双版纳傣族自治州人工橡胶林对天然林地的侵占和对生物多样性的影响。从这三张地图我们可以看出，从上世纪80年代到今天，西双版纳傣族自治州的人工橡胶林有增无减。

原生热带雨林与人工橡胶林的交界处，如同“剃头”一样的景象，完全没有美感。不仅景观美感丧失了，西双版纳原生林地的生态功能也伴随着近30年来大规模的土地资源开发而丧失殆尽，比如一些对天然林地依赖性强的野生动物的栖息地消失了、亚洲象的栖息地被人工植被和大型公共建筑割裂成了一个个孤岛，等等。
摄影 / 王宁

在回龙山水电站“清库”行动
消失的热带雨林景观

绞杀现象也是热带雨林的标志性现象之一。一些种类的桑科榕属植物的种子较为细小，当粘附在雨林中的大乔木上并萌发之后，植株便会顺着“寄主”的树干生长出无数的气生根，紧紧包裹、缠绕在大乔木上。最终，被紧紧包裹着的大树由于竞争不到阳光和养分，最终死亡、腐烂，最后在热带雨林高温高湿的环境下被微生物和真菌快速分解，独留下已将无数气生根深深扎进地面，林冠已耸出群落上层的绞杀榕。摄影 / 周丽萍

乡的速底村。计划中，我们能往下漂流多远是多远。过了大桥，水已经全然红色了，这是云南红土的颜色。两岸植被有了人工痕迹，橡胶林增多了。但最刺目的，则是距离江面五六十米以下，全然都被砍伐殆尽，成堆的木头被码到土路边上。有些是非常珍贵的树种，有些是非常好的有经济价值的红木。

2018 年 1 月 16 日下午 4 点左右，距离速底村还有 10 公里左右的阿窝饶老桥处，我们停船上岸了。因为从这里往下，水速将越发缓慢，往下游十几公里的速底村，华润电力修建开工了“回龙山水电站”，那里已经开始蓄水了。我们沿线所看见的森林植被被砍伐的现象，正是配合水电站蓄水所做的“清库工程”。因为蓄水后水位上升，孔明山大桥处正是在建设一座高 70 米的新桥。

这一天的生态考察，拿科学家们的话来说：“非常珍贵，令人惊叹！”

翌日晨，我们返回阿窝饶老桥。我们昨日和一家拥有冲锋舟的村民谈妥了，今天他会接我们沿河流往下游去看看新修的回龙山电站大坝。

然而此时，村民接到一个冗长的电话。我们在等待之时沿岸边清库拖拉红木的土路往下游徒步走去，遇到了正在锯木拉木的工头，他威胁说：“你们不能再往前了，你们就待在我这里，有人过来接待你们！”

原来，因昨日过桥漂流的动静，电力工程单位已经得知我们的到来，非常警惕。那位村民接到的电话也是不让他带我们往下游去。因为第一天考察的素材已经比较深入和全面了，所以此刻，我们选择赶紧离开现场！

于是，我们就驾车返回勐仑的中国科学院西双版纳基地。这也是谭运洪、顾伯健等科学家们工作生活的地方。勐仑的葫芦岛科学基地，全称是中国科学院西双版纳热带植物园，这是中国第一个热带植物研究基地，在科研、学术、旅游的影响力是国际性的。它是中国科学史上著名的自然科学家蔡希陶先生于 1959 年元旦创建的。谭运洪、顾伯健等青年学人，就秉承了这种自然、朴素、求真的风格与精神。

(1) **篦齿苏铁** *Cycas pectinata*
苏铁科植物是种子植物中最为古老的类群。有着巨大的科研、保护价值和较高的观赏价值。中国西南是苏铁种类较为丰富的地区。苏铁科所有的种类都被列入国家一级保护植物。

(2) **火烧花** *Mayodendron igneum*
老茎生花（生果）也是热带雨林的标志现象，如这株紫葳科植物火烧花，其花朵就直接长在树干上。雨林中植物种类极其丰富，群落结构复杂，老茎生花现象也许是对吸引生活在群落低层传粉昆虫的一种适应。

被回龙山水电站“清库”行动砍伐的珍贵物种

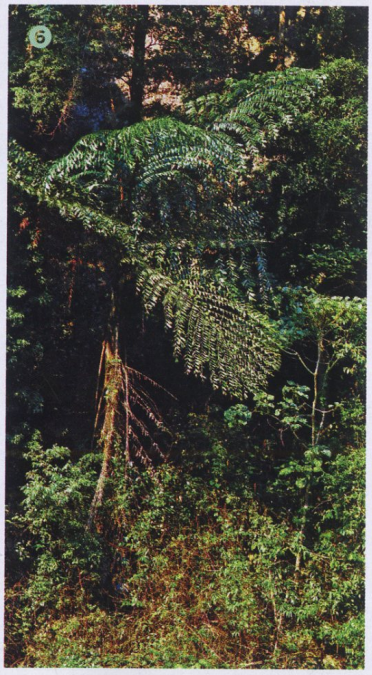
本页摄影 / 王宁

(3) **巢蕨** *Neottopteris nidus*
热带雨林终年温暖湿润，雨林中的植物为了充分利用宝贵的空间，演化出了多种多样的生活型，并占据了各种生态位。图中的巢蕨就附生在树干上。它们依靠树皮腐烂后分解出的养分和空气中的水分生存，和其他众多兰科、苦苣苔科的附生植物一起构成了热带雨林“空中花园”的景象。

(4) **四数木** *Tetrameles nudiflora*
四数木是四数木属的唯一一种植物，主要分布于热带亚洲，在中国主要分布于云南南部、东南部的低海拔热带地区，分布区狭窄，是国家二级保护植物。四数木生长有巨大的板根，高大挺拔，是亚洲热带地区的代表性树种。四数木的心材容易腐烂，腐烂后形成的中空的树干为犀鸟、仓鸮等热带地区的珍稀鸟类、兽类提供了良好的栖身之所。

(5) **爬树龙** *Rhaphidophora decursiva*
热带雨林中生长着很多大型的藤本，如天南星科的爬树龙。它们依附在雨林中的大树上，努力向着群落的上层生长，争取并充分利用着雨林中宝贵的空间和阳光。

(6) **董棕** *Caryota obtusa*
董棕主要分布于云南、广西的热带、亚热带地区。董棕株形优美，叶片奇特，有很好的观赏价值，被列入国家二级重点保护植物。



这是罗梭江回龙山电站“清库”后的惨状，上边云雾中宛若仙境的雨林和下边砍伐殆尽光秃秃的山坡，形成了强烈的反差。那条人为的分界线如此刺眼。摄影 / 王宁

之后几天，自然之友的环境工作人员、中科院的植物科研人员，又回到罗梭江，悄然联系当地速底村原住民，基于各样的途径，做了相当详尽的数据调查工作。

此支队伍，为2018年“罗梭江热带雨林保护区地区的回龙山电站项目数据调查团”，由自然之友环境保护机构组织，项目内容是带领科学家们进入罗梭江将被破坏的河谷做系统考察。

经历了2017年漂流保护红河季雨林绿孔雀栖息地的活动后，这是幺哥（冯春，中国科学探险协会理事，是1986年长江漂流探险的第一代队员）、张继跃（1986年长江漂流中美联合队的成员）及我，作为户外保障人员，来协助环境工作者及科学家，再次参与这样的生态保护项目。这样的参与，于所有人来说都颇具意义。这一段的罗梭江流域，也只能用漂流的方式才可全程完成无人区河谷的系统考察。

地球科学上，中国的西双版纳热带雨林，则是中国生物多样性最丰富的生态系统之一，罗梭江鱼类保护区、勐养保护区，以及整个西双版纳，都被公认为国际上重要的生物多样性保护的热点地区。

回龙山电站，装机设计容量仅为11.3万千瓦，作为新建无调节性能的堤坝式电站，其坝高为74米，坝顶长度320米，水库总容量为2.054亿立方米，项目总投资为12.5亿元。在今天，对比热带雨林的价值所在，这是微不足道的。而国有电力企业、当地地方政府，以国家发展的冠冕之名，试图把中国的亚马孙淹没。

回龙山电站所影响的，不仅仅是热带雨林

除森林植被的保护之外，罗梭江是中国野生鱼类最多的一条河。因其浅滩、激流、深潭等各种多元小生境很丰富，为江中鱼类提供了多样饱满的生存空间。根据中科院在2006—2007年间所做的一项调查，鱼类专家们发现罗梭江现有46种鱼，其中37种土著鱼类、9种特有种和4种外来种。当然，与过去的历史记录相比较，鱼类的种类由73种减少为46种，特有种由13种下降为9种。但即便这

“窝电”导致水电站招商矿业公司、重金属化工厂——三条河流的三起环境公益诉讼

张伯驹
自然之友总干事

2015年1月1日，新《环境保护法》正式生效，其中一个重要变化，就是确立了环境公益诉讼制度：对污染环境、破坏生态、损害社会公共利益的行为，符合条件的社会组织可以向人民法院提起诉讼。法律颁布三年以来，环保组织自然之友在17个省市共提起了37起环境公益诉讼，其中有3起都与水电项目有关。

2018年2月23日，自然之友在云南省玉溪市中级人民法院提起环境公益诉讼，请求法院判令西双版纳回龙山水电站建设单位停止砍伐破坏库区的国家重点保护植物植被，消除库区未砍伐或破坏的国家重点保护植物、热带雨林植被以及澜沧江、罗梭江流域鱼类洄游通道和西双版纳国家级自然保护区被毁灭、阻隔、淹没的危险，并支付生态服务功能损失费。该案的被告为建设项目的建设方云南华润电力（西双版纳）有限公司，以及环境影响评价单位中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司。

在这起诉讼之前，自然之友团队已经数次赴生态破坏现场调查取证，发现这座小水电工程不仅已经造成了大量热带雨林的毁坏，并对珍稀鱼类栖息地造成严重威胁，还存在着一系列的事实问题。如在工程项目的《环境影响报告书》中对淹没区的植被评价内容与事实不符，对国家保护植物数量评价不实。根据植物专家现场调查发现施工区

绘图 / 李亚龙

回龙山水电站大坝破堰处，大坝被冲垮的坝体被水流冲到了河道内侧。2017年11月24日晚，回龙山水电站刚刚合龙的大坝溃坝了，溃坝发生时值午夜，所形成的洪水造成下游水位急剧上涨约1.5米，下游河道两侧树林被冲毁无数。这张照片是溃坝发生后第二天现场航拍的。可以看到，有一半坝体被水流冲向了下游方向。摄影 / 佚名

和淹没区保护植物的数量远比环评报告中的多，许多重点保护植物在上百株以上，而非环评中的个位数字。这也是环评机构同时被起诉的重要原因。

环境影响评价报告，本应是对建设项目造成环境影响的预见性评定，基础数据可靠是这类报告的基本要求。但我们看到，不仅仅是回龙山电站，还有众多水电工程的环境影响评价存在着基础数据的重大缺失和疏漏，比如另外一起诉讼的主角——位于云南红河上游的戛洒江一级电站。

2017年7月，为保护濒危物种绿孔雀，自然之友在云南省楚雄彝族自治州中级人民法院提起了环境公益诉讼并获得立案。这起诉讼以中国水电顾问集团新平开发有限公司、中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司为被告，要求判令二被告共同消除云南省红河（元江）干流戛洒江水电站建设对绿孔雀、陈氏苏铁等珍稀濒危野生动植物以及热带季雨林、热带雨林侵害的危险，立即停止该水电站建设，不得截流蓄水，不得对该水电站淹没区域植被进行砍伐等。

作为中国第一起野生动物栖息地的预防性公益诉讼，这份起诉书中写道："该水电站的建设及配套工程将使中国面积最大、连续完整的绿孔雀栖息地遭到严重破坏，极有可能造成绿孔雀种群区域性灭绝。"

和回龙山电站一案类似，这起案件的被告除了水电工程的建设方，环境影响评价报告的制作机构依然位列其中。这是因为戛洒江水电站的环境影响评价从程序上到实体上均存在重大问题。我们在多次赴现场调查取证的过程中，均发现了绿孔雀栖息的证据，还在电站淹没区发现上千株的国家一级保护植物陈氏苏铁（*Cycas chenii*）。然而，《环评报告》并未提及绿孔雀等保护动物栖息地将被淹没，关于淹没区苏铁的数量，报告中的数据仅为6棵。

为何濒危物种基础数据有如此大幅的出入？我们经过研究后发现：负责制作这份报告的中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司，并非独立的第三方评估机构，而是这个水电站建设单位的股东之一，同时为该项目的总承包方，是该水电工程的重要受益方。

为了在这起诉讼中取得足够的专业证据，我们和科研工作者多次前往水电站淹没区进行调查，在那片河谷，沙滩上绿孔雀密集的脚印和季雨林中成片的陈氏苏铁都令我印象深刻。在调查的过程中，我们也时常听到一个观点：“这座水电站是民生工程，如果为了保护绿孔雀而不建设，老百姓用电从哪里来？”在我们的工作中，一直都认为环境保护和本地社会应当协调发展，而不是走向某一个极端。为了回答刚才的问题，我的同事开始对当地电力供应做了专题研究，并得到了一个重要发现：

2016 年 8 月 31 日，中国水电顾问集团新平开发有限公司与云南铜业集团所属玉溪矿业有限公司签订戛洒江一级水电站大用户直供电意向协议。戛洒江一级水电站年平均发电量 10.83 亿千瓦时，玉溪矿业的两座矿山年用电量约为 10.4 亿千瓦时，预计电站建成后，两座矿山基本消纳戛洒江一级水电站全部发电量。在水电公司网站上的一则报道中写道：“新平公司与两矿的战略合作，是强强联合、优势互补、互惠互利、多方共赢的举措，能够为两矿降低用电成本，提高戛洒江一级水电站发电收益创造良好的机遇。”

作为一座生态环境影响巨大的中小型水电站，几乎全部的发电量都卖给矿业公司获取收益。

事实上，近年来在中国西南修建的中小型水电站中，有相当数量存在电力过剩现象。这些水电站有些为了销售所发电力获得收入，通过各种优惠政策吸引高耗能产业进驻，造成了新的环境风险。自然之友在云南的另一起公益诉讼，恰恰与此有关。

澜沧江另一条支流南腊河，因修水电站，地方政府在淹没区架设了这样一座小桥，名为国家一级保护动物蕨鹿的生物廊道。而实际上，这座小水泥桥早就成为了当地人休息的场所。这样的通道桥不但形同虚设，如若真有蕨鹿经过，此处反而是猎人布设机关的好地方。摄影 / 王宁

2016 年 12 月 19 日，自然之友向云南省泸水市人民法院递交了一份环境行政公益诉讼起诉书，案件涉及的化工厂项目位于云南怒江中上游，紧邻丙中洛风景区、高黎贡山、北邻梅里雪山、东接白马雪山，是“三江并流”世界自然遗产腹地。自然之友法律团队经过调查发现，化工厂所生产的产品为高氯酸钾，是一种危险化学品，生产过程中会有多种危险有毒物质产生，厂址与周边村庄的饮用水源地、怒江一级支流古泉河仅几米之隔。2014 年 7 月，这家化工厂在未取得合法手续的情况下擅自违法开工建设，这一项目的建成将给当地生态带来风险，对怒江

大峡谷生态影响不容忽视。

在准备诉讼证据过程中，我们的律师还注意到，该项目每年将产生大量的含重金属铬的废渣，这种危险废弃物经收集后须交由昆明市危险废物处置中心处置。除去各种环境风险和隐患，还有一个问题令我们关注：此化工厂所在地距昆明680公里，且山路崎岖，长距离的铬渣转移成本昂贵，为什么这样的企业会在如此偏远的地方设置工厂呢？

经过进一步探索，我们在云南省招商合作局网站看到一则关于“贡山县8万吨/年氯化钠及4万吨/年高氯酸钾项目”的招商信息，贡山县发展改革和经济贸易信息化局在项目实施依据一栏中写道：“解决常年来贡山县电力外送难、就地消化难的问题，缓解贡山‘窝电’。”

这里所说的缓解“窝电”，反映出当地小水电产能过剩、急于为富余发电量找到消纳出路的困局。

公益诉讼的意义在于维护环境公共利益，避免生态环境风险，以及让环境的破坏者承担修复的责任。在几十起富有挑战的诉讼中，这三起和水电项目有关的案件均发生在云南，显示出这一地区水电项目的生态影响仍然不容忽视；案件中所揭示的一系列事实，也让我们看到，必须在水电规划时就慎重评估建设的合理性和必要性，严格执行环境影响评价制度和充分的公众参与，尊重自然保护区和生态红线的严肃性和完整性，让绿水青山不再是一句口号。

回龙山水电站大坝及其库区所在的地方是在具有重要森林生态旅游的“孔明山”附近，它的建设将毁掉“孔明山-罗梭江漂流”这一具有重要开发潜力的生态旅游项目；而该库区正处于名闻中外的普洱茶古六大茶山（攸乐、革登、倚邦、莽枝、蛮砖、易武）的腹地，涉及到攸乐、莽枝和革登三座古茶山，也是著名的“茶马古道”经过的地方。水电站的建设也将对古茶山茶文化的遗址、遗物等造成不可挽回的损失，而对具有巨大开发潜力的“普洱茶古六大茶山茶文化”旅游项目将产生不利的影响。因回龙山水电站的建设，下游勐仑镇葫芦岛上的已是国家的知识创新基地、5A级旅游景区和国家十大科普教育基地之一的中国科学院西双版纳热带植物园和已被国家规划为特色旅游小镇的勐仑生态文化旅游区，因水电站的丰水和歉水，将免不了受严重的洪涝或断流的影响。

许再富
（研究员）
中国科学院昆明植物研究所
原所长

中国科学院西双版纳热带植物园
原园长

样也还是很可贵的。

罗梭江还是澜沧江特有鱼类重要的洄游河道。大坝对洄游鱼类的系统干扰，是不可逆的。

冥冥之中，回龙山电站的建设命运颇有波折。罗梭江回龙山电站曾于2017年11月22日截流，但在两天后，就因“连日降雨水位上涨”而导致围堰溃坝，造成罗梭江下游发生洪水，溃口宽度超过100米，造成沿江村民的农田被淹（在疏散过程中，当地有一老人坠台阶身亡），民众所遭受的损失迄今都没有赔偿。

即使工程单位尝试遮掩阻拦，但它还是被社会各界所强烈关注。2017年底到2018年初，自然之友联合植被、植物、鱼类方面的科学家们，对罗梭江回龙山电站淹没区开展了多次系统调研，在专家的现场确认下得出结论，认为淹没区的大面积森林植被属于保存较完好的原始热带雨林，还存在砍伐国家保护植物的情况，而孔明山大桥以上江段，则涉及影响西双版纳国家级自然保护区勐养保护片区。

中科院西双版纳热带植物园的终身研究员许再富教授，则从鱼类保护、生态环境保护、森林植被

“在历史上，傣族曾有“勐仑勐小而官大”之说，那是因为小黑江具有很好的森林环境，水质好且多险滩，鱼很好吃。每年都要向西双版纳的“召片领”上贡，所以“召勐”便由“召片领”直接任命。而在苏底村建79米高的水坝必定完全阻止了鱼类的洄游而对水坝下游的“罗梭江鱼类保护区”的鱼类多样性将造成严重的破坏。”

许再富
（研究员）

中国科学院
昆明植物研究所
原所长

中国科学院
西双版纳热带
植物园
原园长

2005年，中科院西双版纳热带植物园附近的罗梭江里捕到一条巨型丝尾鱵。这是一种洄游鱼类，在澜沧江干流的洄游通道已经被景洪电站和糯扎渡电站切断的情况下，罗梭江是唯一的洄游通道，景洪电站库区用于增殖放流的丝尾鱵亲本都需要从罗梭江获得。回龙山电站修建以后，连用于增殖放流的亲本都不会有了（摄影／佚名）。大图显示的是勐仑镇附近的罗梭江，江右岸是西双版纳国家级自然保护区的勐仑片区，附近居民们还会经常下水捞水藻，这些富含营养成分的植物，也是当地餐桌上的一道美味（摄影／王宁）。依江而生的居民们，在回龙山水电站建成后，将面临新的生存考验。

保护、民族文化保护、西双版纳旅游发展、勐仑镇安全的角度，表达了个人对回龙山电站工程项目的忧虑。作为科学家的他，对电站的建设有很多科学而客观的异议。

2018 年 2 月 23 日，自然之友向云南省玉溪市中级人民法院提交了针对回龙山电站的环境公益诉讼材料（据 2017 年 1 月出台的《云南省环境资源案件管辖范围（试行）》，该案为玉溪中级人民法院进行跨行政区划集中管辖），法院审查后当面送达立案通知书。

这场官司对于中国河流的保护，有着里程碑的历史意义。

在中国，有《自然保护区条例》、《环境保护法》等等，但电站工程、自然保护之间的博弈，永远在中国社会的现实中存在。如今这里，电力公司基本木已成舟，那些被砍掉的原始森林还能回来吗？至少需要上百年。

人类生命的意义在于对其他生命的态度：你怎样，世界就怎样。我们人类决定了这个生态的系统，这是一种觉察、改变。人们在不断的觉察和行动中，唯有温和而坚定地走下去，联结不同的人们，与自然联结，有了觉察、才可以有改变。

这就是我们生命的意义。

中国的亚马孙河，自由的罗梭江，她的未来命运，将是怎样？

责任编辑 / 刘晶
图片编辑 / 王宁
版式设计 / 介彬
地图编辑 / 陈云

曾经热带雨林中的王者，已经学会了在面对人类时保持警惕

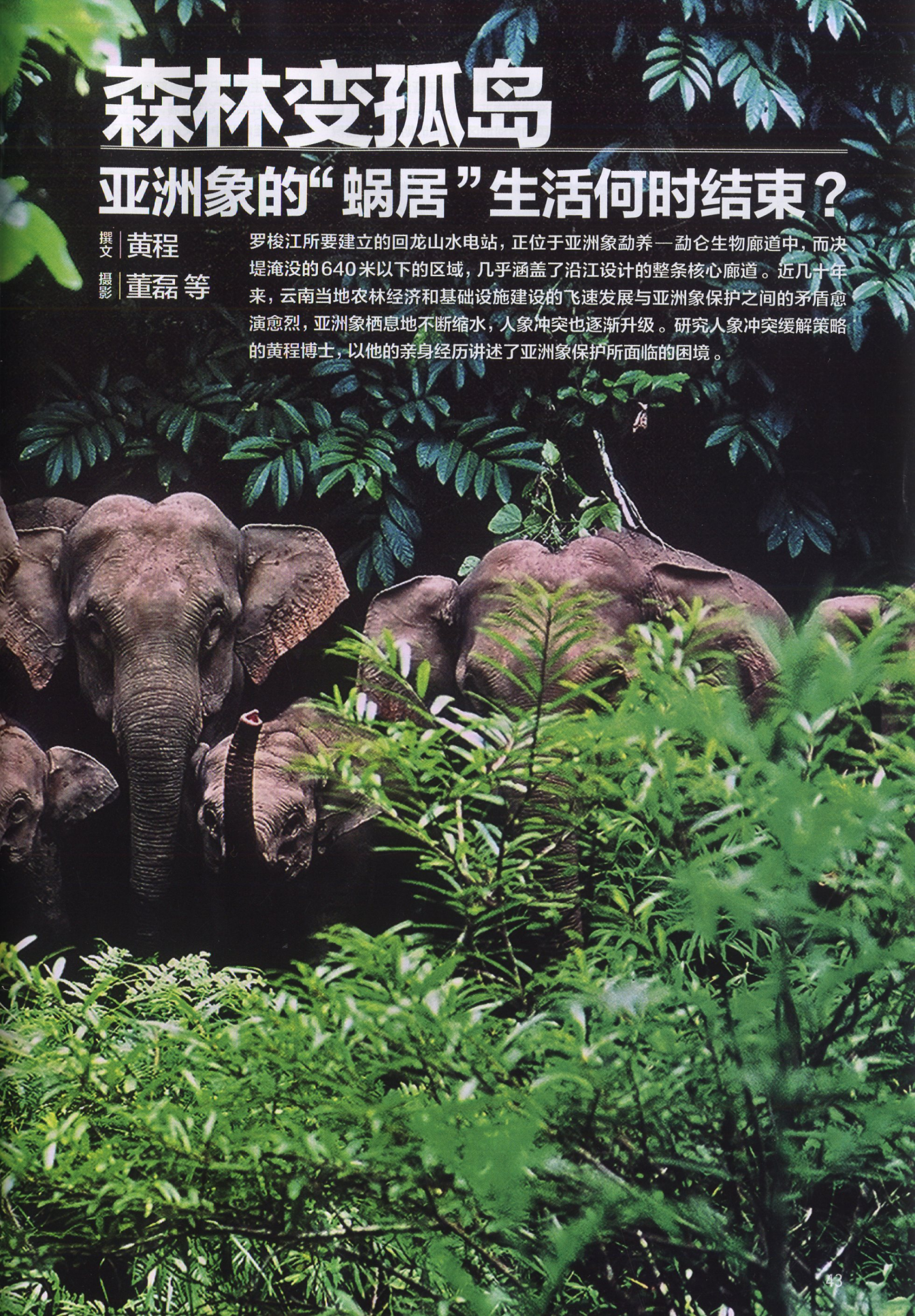
西双版纳热带雨林中，一个小型亚洲象象群中的成象在注意到摄影师的镜头后时刻警惕，保护着家族中的幼象。亚洲象族群内有着复杂的母系社会结构，象群通常由成年母象和幼象组成，而雄象在成年之后会脱离象群，独来独往。作为国家一级保护动物，曾经广泛分布于我国从南到北许多地区的亚洲象，如今仅在云南省几个区县内活动，人类的侵略和杀害让它们学会了防备。

森林变孤岛

亚洲象的“蜗居”生活何时结束？

撰文 | 黄程
摄影 | 董磊 等

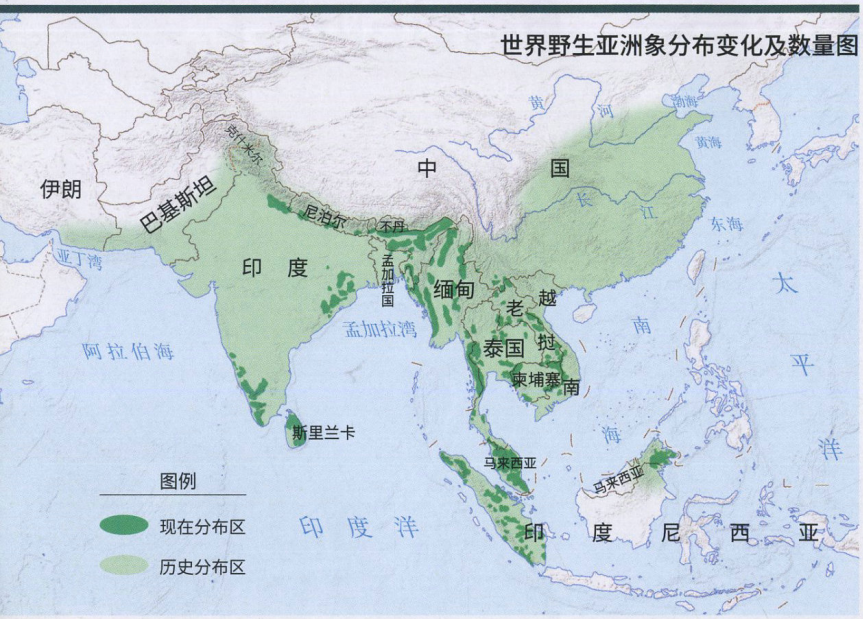
罗梭江所要建立的回龙山水电站，正位于亚洲象勐养—勐仑生物廊道中，而决堤淹没的640米以下的区域，几乎涵盖了沿江设计的整条核心廊道。近几十年来，云南当地农林经济和基础设施建设的飞速发展与亚洲象保护之间的矛盾愈演愈烈，亚洲象栖息地不断缩水，人象冲突也逐渐升级。研究人象冲突缓解策略的黄程博士，以他的亲身经历讲述了亚洲象保护所面临的困境。



亚洲象目前零散、间断性地分布在亚洲部分地区

亚洲象曾经连续地分布于亚洲，从西亚经伊朗海岸到南亚次大陆，再到东南亚，直至中国的黄河地区，繁盛时期分布区面积多达900万平方公里，与人类有着长期的共同生活历史。但随着气候条件的变化和人类社会的飞速发展，现在亚洲象在西亚、爪哇以及中国大部分地区已经绝迹，其他地区也已呈零星分布。目前我国亚洲象仅存250头左右，主要分布于云南省西双版纳傣族自治州的景洪市、勐腊县和勐海县，普洱市的思茅区和澜沧拉祜族自治县及临沧市的沧源佤族自治县。

世界野生亚洲象分布变化及数量图



初次听闻罗梭江要建水电站，我内心一惊，第一反应是：勐养—勐仑亚洲象保护廊道怎么办？

上世纪60年代开始，由于大面积的毁林开荒，种植橡胶，西双版纳尚勇—勐腊地区与思茅—勐养地区之间出现了生态断带，两地区的亚洲象种群难以交流。为了保护中国野生亚洲象之间的沟通交流及其栖息地，西双版纳国家级自然保护区管理部门与相关部门共同进行了亚洲象保护廊道建设项目，其中勐养—勐仑亚洲象保护廊道是连接勐养子保护区和勐仑子保护区的重要通道，地处无量山余脉山地。澜沧江的一级支流小黑江在这里叫做罗梭江，从廊道北部穿入，东南流出。

20世纪90年代以前，亚洲象在勐养—勐仑亚洲象保护廊道内大部分区域都有分布，90年代以后，由于林地大量开垦阻隔了通道，亚洲象的活动区有所减少。但根据访问调查，亚洲象仍然会偶尔到廊道内保护区边缘附近的几个村寨活动，其中一条活动路线刚好与小黑江的流域范围吻合。

这条路线其实是为了适应亚洲象活动特点而在勐养—勐仑亚洲象保护廊道中，特意设计的核心廊道。核心廊道的宽度不低于1公里，沿小黑江一直到达勐仑子保护区，并在周边留出了足够宽的缓冲带。回龙山水电站就在廊道内小黑江的下游，而这次的水电站淹没事件，对于整条核心廊道来说，无疑是一次毁灭性的打击。

近些年，云南省经济建设的飞速发展和野生动物保护之间的矛盾被频繁提及，而亚洲象是其中矛盾激化最为严重的例子，在长期的野外工作中，我亲眼见证了这一现实。

与野生亚洲象的第一次亲密接触

2016年8月25日，云南省普洱市思茅区纳吉村，室外温度32摄氏度，天气潮湿闷热。这是我和傈僳族助手李哥在野外追踪野生亚洲象的第6天。

雨水浇灌后的山路泥泞不堪，周围湿热的水气包裹着我们，为防止稀泥卡住车轮，我们早就把摩托车的挡泥板卸了下来，飞溅出来的稀泥每天都把李哥弄得像“泥瓦匠”一样。我们艰难地在起伏的山地中行进，4公里的山路花了近一个小时，才到达“野象观察基地”——老牛箐梁子的采茶窝棚。

代号“001”是我完整跟踪的第一群野象，由21头大象组成，包括4头未成年公象和1头身高一米出头性别不明的幼象，其余

亚洲象最适宜的生存环境是原始森林中的沟谷等开阔地，但随着人类生活范围不断扩大，连片的原始森林被破坏，亚洲象和人类的距离越来越近，甚至重叠。对于生活在亚洲象分布范围内的村民来说，亚洲象常常就在村庄或农田附近的森林中，随时可能会走进人的视野。摄影 / 郑璇

随着经济不断发展，亚洲象和人类的生存空间出现了重叠

都是母象。

早上 8 点我和李哥推着摩托车出门的时候，大雾弥漫，听到从老牛箐梁子传来的炮仗声，是村民又在驱赶“001”。于是我们赶紧出发，一旦野象转移，再去漫无目的地寻找费力且危险。但是当我们到达老牛箐梁子的时候，“001”已经转移到另一个山头去了。

匆忙的跟着象群前进非常危险，因此我和李哥并没有急着追上去，而是先在老牛箐梁子根据现场痕迹观察、确定好“001”的去向。这是一小片 1 公顷左右的小树林，我掏出装在迷彩裤里的手持 GPS，正准备记录坐标，突然感觉前方 20 米左右，有东西在林子中甩来甩去。

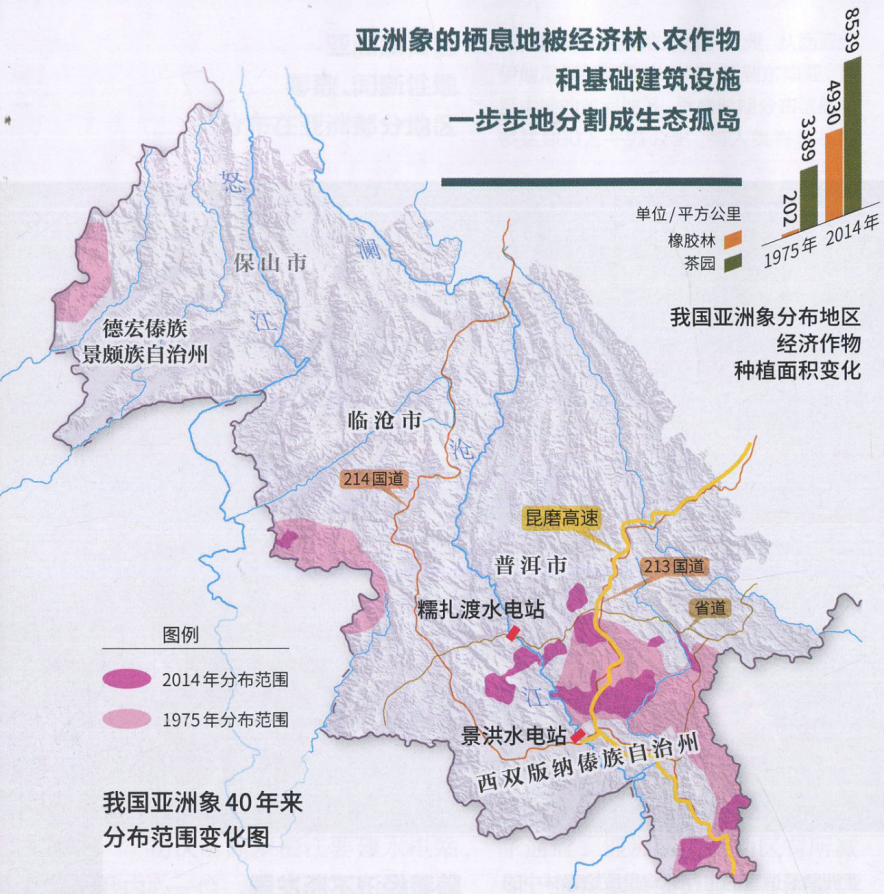
象鼻子？我顿时感觉心跳加剧，汗毛倒竖，只能勉强从喉咙中蹦出两个字：大象！

电光火石之间，李哥以山里人特有的机敏，迅速扔下摩托车冲出去，待我准备要跑，他已经在 10 米以外了。遭遇野象时先自保，再想办法帮同伴才是明智的选择。飞速奔跑中，我回头一看，“001”中的这一头还比较“温柔”，并没有追上来。

“赶紧，李哥，把摩托车拿回来！”接下来的 20 秒中，我们迅速跑回去，发动摩托车，离开了“001”的地盘。

“这是我第一次如此近距离遭遇大象，啊哟。”李哥说，我颤抖着应了一声，心中还在后怕不已，要知道野象绝对是动物界中“奔跑的胖子”，速度可以超过博尔特，因此观察野象的安全距离需要至少百米左右，再近就会非常危险。

有了这次的经历，我们比以前更加谨慎，但突然遭遇依然难以避免。在后面的 20 多天里，这样的事情又发生了三次。



近几十年来，云南省的农林经济飞速发展，大片的原始森林被砍伐，改为种植橡胶、茶叶等经济作物。相比于40年前，2014年亚洲象分布地区茶园面积是1975年的2.5倍，橡胶的种植面积更是达到了近25倍。此外，高速公路、水电站等工程建设也飞速发展，不同程度上阻隔了象群间的交流。种种原因都导致亚洲象栖息地一步步地破碎化，原本自由迁移在原始森林中的亚洲象，如今只能蜷缩在由村庄、水电站、高速公路等分割成的小范围空间内。

右图：普通公路虽然不像高速公路一样难以逾越，但来往的车辆和行人同样令象群十分警惕。对于带有幼象的家庭，一旦成年大象认为人类有可能对幼象产生威胁，很可能会立刻做出攻击行为。同时，大象若从路边的森林中突然出现，也会让来往的行人和车辆猝不及防。摄影/赵钢

下图：昆磨高速两侧分别是勐腊子保护区和尚勇子保护区。高速修建期间，为避免造成两保护区中生物种群间地理隔离，在专家的建议下，该地段设计为从隧道中穿山而过，保留山脊上的原始森林作为生物通道。然而如今橡胶林正在逐渐扩大，能够作为通道的连续森林仅有很窄的范围。未来，这条通道还能保留下来吗？摄影/宝丁

被割裂的生存孤岛

亚洲象曾经连续地分布于亚洲，在12世纪初，从波斯湾一直延伸到印度尼西亚南部，都有亚洲象的存在，估计约有10万头。然而随着气候条件的变化和人类社会的飞速发展，森林大面积消失，现在亚洲象不连续地分布在亚洲的13个国家。在我国，亚洲象曾向北分布于黄河地区（公元前5000年—公元前900年），并以每100年向南撤退0.5个纬度（每年约0.5公里）的速度南移，直到1830年左右，基本形成了现今亚洲象的分布格局，即仅分布在云南省南部。虽然关于亚洲象的记载贯穿了几千年，但系统观察和科学研究在我国直至20世纪60年代才开始。

自有研究以来，亚洲象的生存空间就在一步步地缩水。上世纪60年代起，由于国际市场橡胶原料价格上升，西双版纳地区开始大面积开垦原始森林，种植橡胶，并持续扩张，与之相对应的是原生植被迅速减少，大小孔明山及瑶区形成了生态断带，在尚勇—勐腊地区与思茅—勐养地区间形成了地理阻隔，象群不断退缩至现在的生态斑块内。两地区之间的亚洲象种群在近几十年内鲜有交流，各象群仅在小范围内迁移。

不仅仅是经济作物，大量的基础设施建设也可能成为野象交流的直接障碍。其中之一是高速公路的蓬勃发展。在直接破坏栖息地的同时，道路系统产生了很多生态干扰因子，再加上人为活动的影响，生境质量大大下降。动物为了回避这些干扰，会主动远离道路。1953年建成通车的昆洛公路就曾经将亚洲象的活动区域隔开，象群不越过公路，直到1956年才横跨公路恢复原来的活动范围。然而，道路系统的发展势不可挡，思小高速公路2006年通车、玉墨铁路预计2022年通车、思澜高速预计2020年通

玉米成为在村庄附近生活的大象最钟爱的食物

7月份玉米成熟的季节，云南省普洱市江城哈尼族彝族自治县康平镇周边的象群不再去森林中取食，转而进入农田集中采食玉米。玉米等农作物比森林中的天然食物具有更高的营养价值，连片的大范围食物也减少了在森林中不断寻找所导致的能量消耗。2011年到2014年间，仅西双版纳地区，由亚洲象造成的粮食作物损失就达到了5万多亩。摄影 / 郑璇

车……

除此之外，“意外躺枪”的事件也不断发生。2003—2005年，一群亚洲象从澜沧江以东的西双版纳傣族自治州景洪市西渡澜沧江，在普洱市澜沧拉祜族自治县糯扎渡镇活动，而后景洪电站蓄水，水位上升，这个象群至今也没能再回到澜沧江以东，与原来的象群彻底失去了联系。

在2004年对亚洲象的研究中发现，一头成年亚洲象在一个夏季至少需要40平方公里的森林面积才能够生存，按照这个标准来计算，以西双版纳自然保护区尚勇子保护区中的60头象为例，需要至少2400平方公里才能够维持其生存，但事实上，目前这一保护区仅有300多平方公里。而在面积1000多平方公里的勐腊子保护区中，由于被村镇分隔，加上2007年建成的勐腊大沙坝水库的阻隔，真正能够被亚洲象利用的适宜生境仅保护区范围的三分之一左右。

虽然原生栖息地在不断地减少和破碎化，但从近半个世纪对亚洲象种群数量调查的记录来看，野生亚洲象的数量并没随原生栖息地的减少而急剧减少。其中一个原因是亚洲象的寿命较长，种群间隔离产生的效应不会在短时间内表现出来；另外一点，也是极为重要的，不同于长臂猿等生存繁衍极度依赖原生森林的动物，亚洲象对于环境变化的容忍度相对较高。而恰恰是这种对人为干扰的适应，使得人类尝到了大象的报复。

爱恨交加的人象混居新生活

在对自然生境中亚洲象取食植物的调查和粪便分析研究中，科学家曾了解到亚洲象在野外能够取食一百多种植物。其中桑科的榕属、禾本科的竹类、小果野芭蕉和莠竹等是亚洲象的主要食物来源。

然而在野外观察的这些天，“001”成员们的行为却与研究者的结果大相径庭。

我和李哥与“001”迎面撞上的那天，是“001”成员们在老牛箐梁子活动的第5天。它们在村民下午干完农活回家后“出门”，从森林来到农田中大快朵颐，一整夜待在老牛箐梁子，然后在早上农民来农田上工前被驱赶回森林。正值玉米成熟季节，它们连平时爱吃的粽叶芦、鸡嗉子榕和三棱草也不吃了，“专攻”玉米，按照每头每天100公斤的食量计算，“001”至少已经在附近“消费”近10吨玉米了。二十多天内，“001”一行大摇大摆地收割了周边的好几个村子的农作物，每个地方大约停留四五天，待玉米吃完后集体转移到下一个目标。

这是如今游荡在村寨周边的亚洲象的真实生活写照。以地处热带季风气候的西双版纳为例，这里的玉米一年三熟，不同地区成熟的时间还稍有不同，对于亚洲象来说，几乎全年都能吃到味道鲜美且营养丰富的玉米。由于长期采食农作物，加上持续不断的学习记忆，亚洲象开始逐渐把农作物作为自己的食物，并产生

人象冲突的根源到底在哪儿？

张立
北京师范大学
教授

绘图 / 李亚龙

在过去几年里，我们利用遥感技术做了我国亚洲象分布县从 1975 年—2015 年的地表植被变化。森林是亚洲象的主要栖息地，从地表植被的变化中能够明显看出，在过去 40 年间，森林面积在持续减少，伴随森林消失的还有亚洲象最喜欢的沟谷等开阔地。与此同时，橡胶、茶叶等经济作物数量急剧增加，这些经济作物是支撑当地老百姓生存的收入来源，是改善生活的主要途径。

因此，人象冲突实际上是典型的濒危物种保护和当地经济发展之间矛盾的产物。

除了分布区的面积减少，另一个重要问题是很多种群都被割裂在破碎化的栖息地中。比如，2005 年以勐养保护区为依托的勐养种群还是较大的种群，但到了 2015 年，由于周边修建高速公路、水电站、种植橡胶和茶叶，很多扩散出去的种群无法回来。人类活动造成的栖息地破碎化日益严重，目前两百多头亚洲象被割裂成了大约 30 多个小种群。

一般来说，自然界的种群增长率应该是不到 5%，主要是由出生率和死亡率两个变量控制。在我国亚洲象这些分散的群体中，虽然目前有些象群内繁殖不成问题，整体上每年都有新的小象出生，但是从 1988 年到现在，由于偷猎或人象冲突，死亡的亚洲象个体也很多。结合历史记录，我国亚洲象每年的出生数和死亡数保持相对平衡。

种群数量本身是一个动态的过程，目前我们不能仅仅关注亚洲象的个体总数，而应该把目光更多地放在栖息地破碎化造成的种群隔离上。南滚河保护区的 20 多头象与其他象群完全没有基因交流，普洱有一个 5 头的象群，其中 2 头大象由于电网触电身亡，剩下的 3 头均为母象，在过去的十多年里一直没有繁殖。

野生动物保护需要平衡好保护和发展之间的关系，必要时需要牺牲一些区域的发展来做保护。事实上，生态系统和其所提供的服务是维系我们可持续经济发展的生态基础。也就是说，保护并不是只花钱不挣钱，对保护的投入其实是有切实的经济效益和社会效益产出的。政府应当为当地居民的转产和生态系统的保护做出有价值的投入，以保障当地生态系统的稳定发展。

人为的报复杀害和非法偷猎共同威胁着亚洲象的生存

早期亚洲象的死亡原因主要是盗猎分子为猎取象牙象肉而进行的非法猎杀，随着法制体系的健全和保护区管理制度的完善，盗猎现象逐渐得到遏制。但人象冲突导致的人为报复杀害，却成为亚洲象生存的另一项威胁，比如施用农药、建隔离电网等。亚洲象繁殖率极低，大约5—6年才能繁殖一次，孕期长达18—22个月，每胎只产一仔，因此人为造成的死亡对亚洲象种群数量有着极其深远的影响。

我国近100年人为导致的亚洲象死亡不完全记录

1918—1978年 共计死亡**124**头

1979—1988年 共计死亡**24**头

1989—1998年 共计死亡**50**头

1999—2008年 共计死亡**36**头

- **2010年11月29日**
  西双版纳 勐腊县 勐满镇
  电击死亡2头（其中1头幼象）
- **2011年4月3日**
  普洱市 思茅区 云仙彝族乡
  电击死亡1头
- **2012年6月13日**
  西双版纳 景洪市 勐养镇
  猎杀死亡2头
- **2012年6月21日**
  勐养子保护区
  猎杀死亡2头
- **2014年10月6日**
  勐腊子保护区
  猎杀死亡1头
- **2015年6月26日**
  西双版纳 勐海县 勐阿镇
  农药中毒死亡2头
- **2015年7月21日**
  西双版纳 景洪市 大渡岗乡
  闯入民家被枪杀死亡2头
- **2016年8月15日**
  普洱市 思茅区 六顺镇
  触电死亡1头（腹中有胎儿）

资料来源/
张立 北京师范大学 亚洲象保护研究中心
陈明勇《中国亚洲象研究》

较大的依赖。而在当地人看来，这种行为无异于一场无法反抗的抢劫，只能被动地采用简单的方法进行驱赶，比如点烟花炮仗。

在这场以农田为主战场的拉锯战中，亚洲象逐渐适应了人类的农作规律，甚至主动调节了自己的生物钟，成为名副其实的“夜行动物”：傍晚趁农田无人看管饱餐一夜，早上在村民的驱赶声中返回附近的林中休息。自 2009 年起，西双版纳和普洱率先开始由政府为老百姓购买野生动物肇事赔偿责任保险，保险公司为亚洲象造成的损失进行赔偿，近五年来，赔偿金额年均达 1000 万元人民币左右。

人象混居的另一个后果就是踩踏事件及报复杀害。1957—1958 年，在我国对野生亚洲象最早的系统研究中，中国科学院云南综合考察队在西双版纳发现野生亚洲象，并记录“象栖丛林中，几乎没有主动侵犯人”。然而如今对于当地居民来说，大象踩死人早已不是新鲜事。据不完全统计，近 25 年来，至少已有

大象体型庞大且速度惊人，在面对其他生物时几乎无所畏惧。据西双版纳自然保护区统计，2011年到2014年间，由于亚洲象肇事导致的牲畜家禽损失达到了110头；仅今年短短3个月时间，云南就已经发生了至少两起亚洲象踩踏致人死亡事件。由于偷食庄稼长期受到村民驱赶，生活在村庄周围的大象已经改变了生活节律，从和人类一样的夜伏昼出变成了“夜行动物”（左图 摄影 / 傅克行）。上图是西双版纳勐海县的一群大象，趁村民夜间休息时进入村庄，一旦在此期间发生踩踏，村民根本无法逃避（摄影 / 郑璇）。

和亚洲象的直接接触也同样是当地人的噩梦

53人丧生于野象脚下。今年这短短三个月间，也已经发生了两起亚洲象踩踏致人死亡事件，分别发生在普洱市澜沧县和西双版纳勐腊县勐捧镇勐捧村，均是由于与大象的突然相遇。即便小心翼翼躲避，这种偶遇依然难以避免，尤其是大象在人类熟睡的夜间突然拜访，更是让人防不胜防。

野象伤人、偷食庄稼、踩踏房屋 …… 村民在这场斗争中只能无力地驱赶，并无其他应对之策。而少数不堪其扰的村民，在极端情况下则会选择报复杀害而造成亚洲象的死亡。可以说，在这场人与象之间特殊的故事中，前期人类肆无忌惮的侵略，如今象对人依赖却又伤害，人对象从喜爱到畏惧，相爱相杀是贯穿始终的主旋律。

躲避监控下的大象

我和李哥是幸运的，而一些不幸的村民则永远倒在了与野象突然相遇的地方。

不夸张地说，在西双版纳和普洱，只要想看野象，随时都可以找到，因为它们就生活在村庄周边。两年前，我开始着手开展亚洲象的监测，第一站是紧挨老挝丰沙里省的江城哈尼族彝族自治县滑石板村。2001年，为了保护黑颈鹤，原昭通大山包乡的村民搬到了江城县滑石板村重建家园。大山包成为了黑颈鹤重要的保护区，而滑石板村却在十年后又遭遇了大象的闯入，如今，在滑石板村几乎朝任意方向走500米都可以看到野象的脚印。

我曾尝试在野象经常活动的线路上安装红外相机，红外相机能够在有动物接近时感知环境变化，从而拍摄照片，并通过内置的SIM卡将照片发送到手机上。在森林茂密的固定线路上，红外

为保护黑颈鹤而移民的滑石板村，如今又面临着大象的困扰

云南省普洱市江城县滑石板村，村民在观看仅一河之隔的野生亚洲象群。2001年，为保护黑颈鹤，原昭通大山包乡村民搬到了江城县滑石板村重建家园，大山包现在已经成为黑颈鹤重要的保护区，而滑石板村却在十年后又遭遇了大象。近年来象群在滑石板村周边活动频繁，常常偷吃村民种植的农作物，也造成了多次踩踏事件，是人象冲突的高发地区。摄影 / 吴皓

相机是人工监测的有效补充，大大降低了当地人突然遭遇野象的危险。但是其缺点也十分明显，由于环境温度变化或风吹等会引起“误触”，拍摄不必要的照片，因此需要进行大量的信息筛查工作；另外，野象的好奇心极强，看到树上有个黑乎乎的东西总想去摸一摸，这一摸就把相机给拔下来了，有时碎得连捡都都捡不起来。

2016年7月，团结村新塘村的上空开始有无人机盘旋，我们开始使用无人机，寻找经常“滋事”的大象。虽然无人机一般只能支持十几分钟的飞行时间，但其便捷性、安全性是其他监测方式所无法比拟的。而且，将红外成像镜头搭载到无人机上，还能在夜间监测野象。现在，在普洱和西双版纳全境都已经开始使用无人机作为常规手段进行监测，并将信息实时地传送给每一位村民。毕竟，在目前的状况下，保障村民生存权利最直接的方法就是避免与野象接触了。

“亚洲象国家公园”也许能够成为我国亚洲象的下一个希望

2014年，我参加全国第二次脊椎动物调查保护活动，全年有200多天的时间都在野外度过，看到了一个又一个因人口扩张和地区发展对大中型野生动物的生存繁衍带来直接和间接威胁的例子。后来的2015年，我又相继去了怒江傈僳族自治州、保山市、德宏傣族景颇族自治州和临沧市，看到许多贫苦的乡村和居民，家乡的农田、森林、野生动植物都是他们赖以生存的资源。在这里，我意识到野生动植物保护中的第一个棘手问题：如何协调当地居民资源利用和野生动植物保护的关系。

2016年5月，在高黎贡山赧亢保护站，有一帮人在晚上12点出动，激动地拍摄一种神奇的啮齿目动物——鼯鼠，鼯鼠能够张开皮翼从一棵树“飞”到另一棵树，因此也被称为“飞鼠”。而种核桃的村民看到鼯鼠则可能是另一番“招待”——弩弓，因为飞鼠会糟蹋他们的核桃。这样的事情还有很多，在临沧市大雪山国家级自然保护区周边的一些村寨，野生动物造成的损失甚至占到家庭收入的9.2%，一户人家一年可能被黑熊吃22头山羊。这就是野生动物保护的第二个棘手的问题：如何减少人与野生动物本身直接的冲突。

相比以上两个问题，亚洲象的保护无疑是最复杂的例子。而在真正的保护行动中，村民才是最主要的参与者，他们与野生动物生活在一起，可以说是野生动物保护的“诺亚方舟”，但也可能是“双刃剑”。我在普洱市的亚洲象分布区做了份小小的调查，惊讶地发现有76%的村民都认为应该保护大象。这一个简单的结果，让我实在震惊于当地村民对野象的包容，也因此看到了野象继续生存下去的可能。

地球上有25个生物多样性热点，其中有5个在南亚和东南亚。而与此同时，南亚和东南亚的人

口密度仅次于东亚，贫穷人口比例仅次于非洲。因此，野生动物保护向当地经济发展妥协十分普遍。原生森林在近半个世纪急剧减少，同时农业用地，尤其是经济作物在飞速增加，并且成为了当地居民的重要经济来源。

在这种大环境下，当地居民往往背负了破坏环境的骂名，然而在合适的政策导向下，转变生计也并非不可能。事实上，除了居民维持生计所导致的环境破坏外，不合理的开发利用来得更加迅猛，让大自然无力招架，也让当地居民和野生动植物直接承担着恶果，这次的回龙山水电站事件就又一次为我们敲响了警钟。

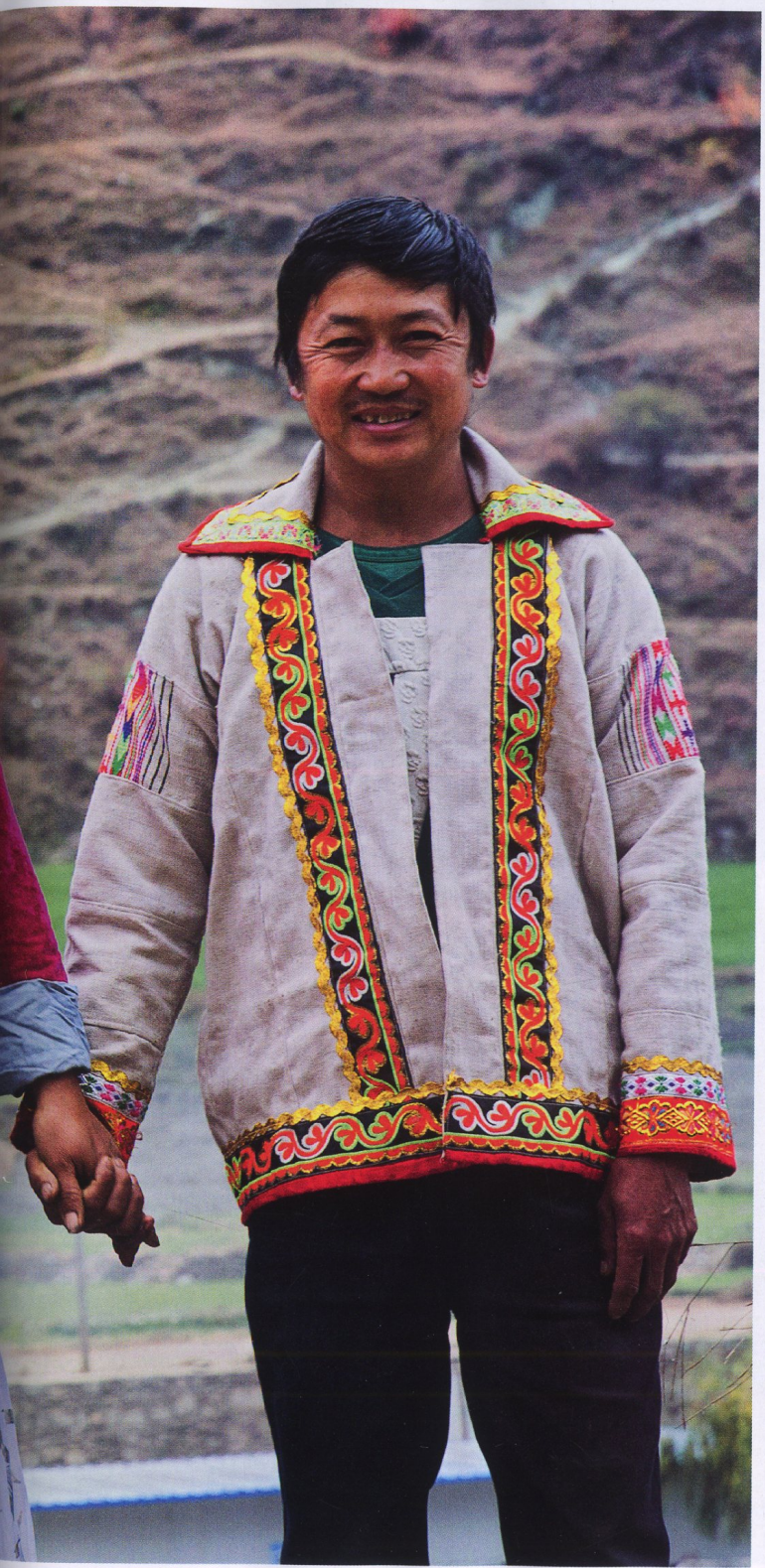
去年走访亚洲象分布区时，曾多次听到呼吁建立“亚洲象国家公园”的声音，然而直至年底也未能确定下来。如果真的能有一个这样的国家公园，为亚洲象留有一片栖息之地的话，也许能够留住我国最后这两百多头庞大而聪明的生物吧。

责任编辑 / 刘聪慧　图片编辑 / 吴敬
版式设计 / 介彬　地图编辑 / 陈云

4年间，我记录下的

俄亚一妻多夫

撰文 | 摄影 | 刘莉



一妻多夫制是一种仅占世界婚姻总量0.3%的婚俗与家庭制度，从世界范围来看，主要分布在南亚次大陆和青藏高原上。在我国，学者们较多关注的是存在于藏族中的一妻多夫，本刊于2004年也曾做过有关藏族一妻多夫的报道，并引起了读者的广泛关注。但你是否知道，一妻多夫并非仅存在于藏族，除藏族外，纳西族、普米族等少数民族中也有着同样的习俗。在第一篇文章中，作者刘莉在将近4年的时间里详尽记录了四川省木里藏族自治县俄亚大村纳西族一妻多夫的现状，为我们带来了最生动最真实的第一手资料。而在第二篇文章中，作者赵丽明是在进行民族文字考察过程中，在不同的村寨中邂逅了多个纳西族、普米族等民族的一妻多夫家庭。

生活在四川省凉山彝族自治州木里藏族自治县俄亚大村的古米，是纳西族人，她有两个丈夫，他们是一对亲兄弟，哥哥高土（右一），弟弟古马。三人于1998年结婚，婚后一直和谐幸福地生活在一起，育有两女一儿。古米对自己的婚姻和生活非常满意，脸上总是带着幸福满满的笑容。

次玲的故事——“我有三个爸爸一个妈妈。姐姐出嫁了，她夫家也有三个爸爸。”

从四川省木里藏族自治县县城到俄亚大村（即俄亚纳西族乡政府所在地），地图上直线距离约为80公里，实际上那条在重重高山和条条大河阻隔下的乡村公路长度为290公里。而这段290公里的路，因为崎岖险峻，我们技术娴熟的老司机驾驶着性能优越的越野车，足足开了15个小时。后来听村里人讲，在2011年公路修通前，这条路是山路，只能走马帮，去趟县城需要10天。

当我进到俄亚大村，穿行在连绵不绝依山攀援的“土掌房”间，行走在蜿蜒的巷道上，远眺寨子前面清澈碧绿的龙达河时，我不由感到，相比眼前的美景，那15个小时的艰辛实在是太值得了。极度封闭的自然环境，让这个深山里的偏僻村庄，保存下了完好的自然生态和古老的纳西族习俗，积淀出一种遗世独立的神奇与宁静。

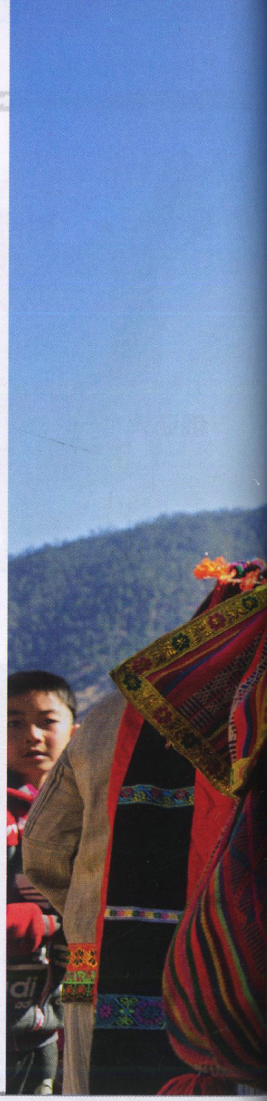
我是在2014年冬第一次来到俄亚，当时虽然公路已经修通，但交通依然不便，村民与外界接触还比较少，村里人都说纳西语，我听不懂也无法交流，在村里漫无目的地转悠了两天后，我遇见了次玲。次玲是个漂亮的纳西族女孩，当年只有16岁，她在丽江打工刚好回家探亲，几番交谈后她爽快地答应做我的翻译兼导游。

聊天中我问到她的家庭，次玲告诉我：“我有三个爸爸一个妈妈。姐姐出嫁了，她夫家也有三个爸爸。”当时我听得目瞪口呆，虽然以前曾听说过纳西族有着独特的婚俗，但突然出现在自己眼前时还是觉得有些不可思议。次玲告诉我，在俄亚大村，兄弟几个共娶一个妻子的风俗古来有之，村里的老辈人最怕分家，大村跟别的地方不一样，分了家就吃不饱饭，为了家庭财产不分割、人员不分离，所以家长只会让几兄弟娶一个媳妇，兄弟共妻、姐妹

次玲家是一个一妻三夫的家庭，妈妈瓦机，大爸爸瓦扎，二爸爸瓦马，三爸爸生根（下图）。与村中大多数人的婚事都是由家长包办的不同，次玲妈妈是通过自由恋爱组建的家庭，她是先和次玲的二爸爸好上后，才嫁给他们兄弟三个的。在次玲家，大爸爸是户主，负责处理走亲访友等家事；二爸爸管家里的猪、牛、马、鸡等牲畜；三爸爸主要管放羊；农活则由三人共同承担。左页图为次玲的二爸爸和三爸爸在一起搭建一个新的牲畜棚。

次玲妈妈是通过自由恋爱和她二爸爸好上了，然后才嫁给他们兄弟三个的

次玲　次玲二爸爸　次玲妈妈　次玲大爸爸　次玲三爸爸



央青与次玲姐妹俩，由父母安排嫁给瓦年、英扎和夏拉三兄弟

次玲刚满13岁过完成人礼后两个月，父母就给她和姐姐一起定下了婚事。姐姐央青嫁给甲阿次尔家的大儿子瓦年，妹妹次玲嫁给瓦年的弟弟英扎和夏拉。姐姐央青婚后和瓦年过得很幸福，而次玲开始是拒绝这桩婚事的，但后来她和英扎谈上了恋爱，对夏拉还并不接受。而夏拉，则一心想自己找个媳妇，在城里扎根落户。这些俄亚大村的90后年轻人，不仅在外貌服饰上和都市里的时髦青年并无太大区别（上图），而且在心理上和生活习惯上与老一辈也有了明显的不同。右页图为过纳西新年时，次玲和央青都换上了传统的民族服装，开心地与小姐妹们一起用手机玩自拍。

共夫的“伙婚”习俗就一直延续下来。村里的老人们总教育后辈，在俄亚这样恶劣的自然环境里，只有相扶相携的“伙婚”大家庭，才能够得以生存和繁衍。到现在姐妹共夫的家庭在俄亚基本没有了，但兄弟共妻的一妻两夫家庭还很常见，还有几家是一妻三夫的。

次玲家就是“一妻三夫”的家庭，大爸爸拉波瓦扎，二爸爸拉波瓦马，三爸爸拉波生根，母亲拉波瓦机。在家里，大爸爸负责代表家庭走亲访友，这在大村是很重要的家事；二爸爸管家里的猪、牛、马、鸡等牲畜；三爸爸主要管放羊；母亲负责做饭及忙活家里的琐事；田里的农活全部家庭成员都要参与。一家人分工明确而又齐心协作。

“一般人家的婚事都是家长包办的，但我妈妈是自由恋爱的。”谈到父母的婚事，次玲的语气里藏着小小的骄傲。在后续采访中我了解到，家长包办是俄亚

大村传统婚姻的特点，孩子行过成人礼后，家长就开始张罗婚事，一般都从侄女中选择儿媳，亲上加亲是第一选择。但次玲的妈妈却并非如此，她是在18岁那年跟次玲的二爸爸瓦马通过自由恋爱好上的。两人谈了一年多的恋爱后才谈及婚姻。当时的俄亚大村还不通公路，处在极度的封闭中，传统的村规村俗对人们的生活有着极大的影响力。按照传统，瓦马回家征求父母的意见，问了哥哥和弟弟，要不要和瓦机“搭伙”一起生活，在兄弟三人及父母都同意后，四个人组成了一个一妻多夫家庭。

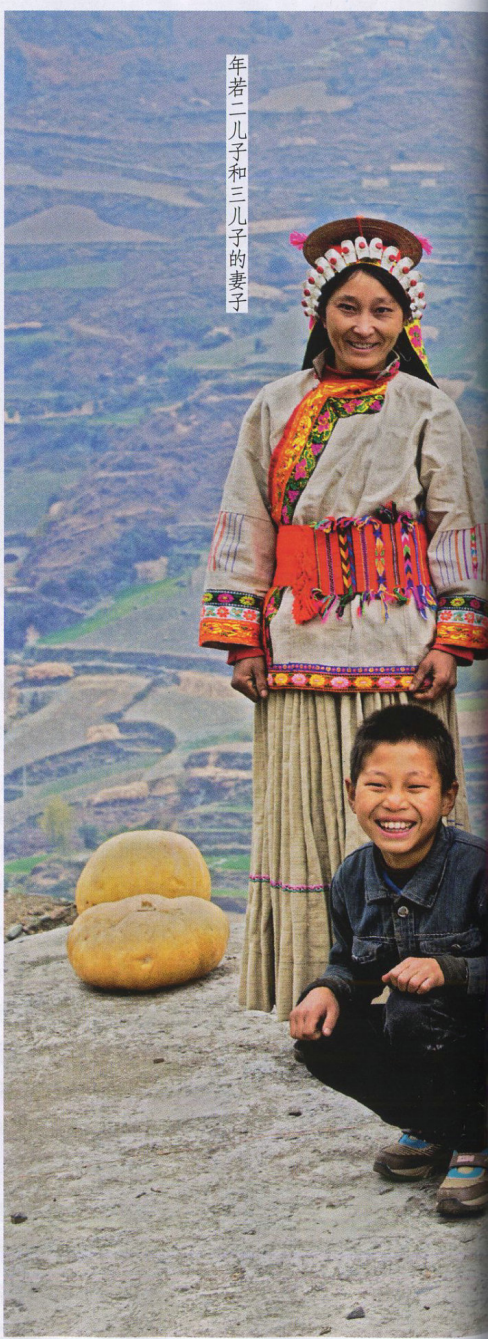
本着尊重少数民族传统习俗的原则，这种一妻多夫的婚姻也受到当地政府的理解，但民政部门为这种婚姻所开具的结婚证上，依然是法律规定的一夫一妻，即只有老大拉波瓦扎和妻子拉波瓦机的名字。在户口簿上则是拉波瓦扎显示为户主，拉波瓦机显示为妻子，其他两兄弟与户主的关系被标注为“弟”，婚姻状况标注为已婚。

当谈到自己对婚姻的看法时，次玲的脸上明显露出了迷茫的神情。开始的时候她总是羞涩地笑着却避而不谈，等后来熟悉了，她告诉我，原来她姐姐的夫家也是她的夫家。次玲13岁那年，刚过完成人礼后两个月，父母就把姐妹俩嫁给了甲阿次尔家的三个儿子，姐姐央青(16岁)嫁给老大瓦年(21岁)，妹妹次玲(13岁)嫁给英扎(17岁)和夏拉(15岁)两兄弟，因为次玲年纪小，到现在还没有落户夫家。“小时候经常见三个爸爸吵架，只要妈妈对二爸爸好，其他两个爸爸就会生

气，我长大以后他们才不吵了。”次玲忧郁地皱着眉，“我不想嫁给两个老公，怕他们会吵架。姐姐和瓦年结婚后好上了，过得很幸福，可我不想嫁过去，但按照风俗肯定不行。”

2016年7月，次玲在微信上给我留言，她跟英扎好上了，把自己在丽江的工作辞了，跑到英扎打工的雅安重新找了一份工作，现在跟英扎生活在一起。至于将来要不要回俄亚老家，他俩还没有想好。

同年，我见到次玲的小丈夫夏拉，出生于1995年的他17岁就去丽江打工，后来又去过西藏昌都、四川成都，现在在山东青岛打工。小伙子打扮时髦，俨然一位都市青年。谈到他和英扎与次玲的婚事，他一脸不屑地告诉我，现在都什么时代了，他才不想要父辈那样的生活，他会自己努力找一个女朋友，然后在城市里扎根落户。


年若二儿子和三儿子的妻子

年若的大家庭——“拥有12人以上的家庭才能算得上是一个完整的家。”

2014年冬，我在俄亚大村走访的第一家一妻多夫家庭是年若家。年若60岁，他的妻子瓦克58岁，三个儿子娶了才年和基玛姐妹俩，大儿子高土（36岁）和才年（38岁）是夫妻；老二阿子尔（32岁）和老三莫扎（31岁）共同娶了基玛（33岁）。

我在庄房遇到了正在干活的基玛。庄房是俄亚大村很有意思的一种建筑，因为村寨建在深山峡谷中，耕种的土地都在远离村落的山上，来回十分不便，所以村子里每户人家都在自己的田地旁边建了房子，称为“庄房”，用来储存粮食、存放工具、放养家畜，也会作为农忙时的临时住房。

基玛圆脸庞、大眼睛，肤色有点黝黑，虽然已不再年轻，可眉眼间依然透着俏美。她一点都不怕生，一边干活一边和我聊天。她告诉我，和姐姐一起嫁过来后，她和阿子尔、莫扎结婚已经十几年了，三个人相处得很和谐，从来没有过不愉快，三个人相互之间感情都很好，她对两个丈夫也都是一样的爱。“我们三人是夫妻，可更像是情人。”基玛的话和她的人一样干脆利落，“我很满足现状，阿子尔和莫扎两个人干活养家，在空闲时还能帮我分担家务，家庭虽不富裕可生活却有盼头。”后来她还悄悄告诉我，庄房在这个大家庭里还有着神秘和特殊的用处——当基玛和某一个丈夫想亲热的时候，他俩就会主动去庄房住宿。

晚饭时分，我来到了年若家。基玛和才年在锅边忙碌，才年略有些腼腆，基玛依旧热情开朗，年若一家人热热闹闹盘腿围坐在火塘边等着开饭，温馨融洽中更显出了大家庭的其乐融融。年若作为家主，脸上更是笑意盎然。因为俄亚恶劣的自然环

年若老人家共有13口人，年若和妻子瓦克，他们的三个儿子娶了才年和基玛姐妹俩，大儿子高土和才年是夫妻，老二阿子尔和老三莫扎共同娶了基玛，高土和才年育有3个孩子，基玛为两个丈夫也生了3个孩子。因为俄亚恶劣的自然环境，当地的纳西族人传统上对人口稀少十分忧虑，对分户析产的事也非常排斥，用年若老人的话说就是："在我们看来，拥有12人以上的家庭才能算得上是一个完整的家。"——这也是造成俄亚一妻多夫婚俗的一个重要因素。

年若老人说："拥有12人以上的家庭才能算得上是一个完整的家。"

在一妻多夫家庭里，爸爸们并不计较每个孩子的亲生父亲到底是谁，认为孩子属于家庭，血缘都是一家，对每个孩子一样疼爱；而孩子们对几个爸爸也是一样的好，一样的尊敬和爱戴。像才年和基玛这样嫁入一家，是妯娌也是亲姊妹的，她们对彼此的孩子也同样关爱。上图为才年和基玛一起把才年的女儿仁青祝玛打扮得漂漂亮亮，准备去亲戚家串门。右页下图为奶奶瓦克给孙子孙女们做了一大锅面条，孩子们吃得津津有味。孩子们放学回家做完作业后，会利用休息时间看电视，原本几乎与世隔绝的俄亚大村，现在与外界的联系正变得越来越多（右图）。这些从小接触外界文化、受外界思想冲击的孩子们，不知将来是否还会选择大家庭的生活？

一妻多夫家庭里的孩子们，大家庭带给他们更多的关爱

境，当地的纳西族人对人口稀少十分忧虑，年若说：“在我们看来，拥有 12 人以上的家庭才能算得上是一个完整的家。”

现在年若家共有 13 口人，6 个孙子孙女。基玛为两个丈夫生了 3 个孩子，高土和才年两口子也生了 3 个孩子。后来我了解到，按照当地的计划生育政策，一对夫妻可以生育三个孩子。在俄亚大村，一妻多夫的家庭一般也只生养 3 个孩子，这就明显起到了控制人口增长的作用。在我看来，一妻多夫这种婚俗，正是当地纳西人顺应环境、保护环境的自觉选择。俄亚这片贫瘠的土地无法养活更多的人口，而只有一妻多夫这种婚姻和家庭制度，才能在维持一个大家庭的同时，还保持较低的人口增长率。在俄亚大村四百多年的历史中，通过这种婚姻方式，村里一直很奇特地保持着人口出生与死亡的平衡。

2017 年冬，我再去年若家的时候，却得知这个大家庭分家了！高土和才年带着三个孩子跟老人们住在一起，基玛和阿子尔、莫扎，带着自己的三个孩子住进了以前的老房子。我和年若聊天，老人跟我说：“以前人们最怕的就是分家，因为分家就要分地，分地以后饭就不够吃了，会挨饿。现在日子好过了，跑马帮、做农户、出去打工都能挣钱。在外面见

得多了，人心也就大了。莫扎脾气不好，总在家里吵吵闹闹要自立门户，所以就分家了。”老人顿了顿，接着说，“不过虽然现在分开住了，但家里的田地还没有分，我们还是一家人。”

村主任公秋瓦玛告诉我，2005 年他从部队转业回村里当主任，俄亚大村是 192 户人家，1658 人。到 2018 年 1 月统计，大村一共 238 户，1466 人。在 12 年的时间里，村里增加了 46 户，人口反而减少了 192 人。流失的人口主要是远嫁到山外去的女孩子，而户数的增加却是因为一夫一妻家庭的日益增多以及一妻多夫家庭的分家和离婚。

将近4年的时间里摄影师多次走进俄亚大村，走访了36户一妻多夫家庭

从2014年至今，摄影师刘莉多次进入俄亚大村，共走访了36户一妻多夫家庭，并为每个家庭拍摄了全家福，在这一对页中我们选出了其中的几幅为读者展示（注：图注中标出的年龄为拍摄照片时的人物年龄）。在这36户家庭里，一妻二夫的31户，一妻三夫的有5户。据刘莉的拍摄和记录，在这几年中俄亚大村的家庭结构正在不断发生变化，目前村里共有238户，一妻多夫家庭仅存52户，这52户中虽然大多数家庭是和睦美满的，但也有少数家庭发生了解体，目前分家的有7户，离婚的有2户。

妻子瓦年（44岁，前排右一），丈夫帮支若（45岁，前排左一）和初学瓦公（43岁）。1992年结婚，育有两女两儿。

妻子瓦根（58岁），丈夫扎章瓦麻（62岁，右一）和英扎（55岁）。1978年结婚，育有两儿一女。

妻子扎麻（43岁），丈夫杜基（46岁，左一）和甲若（44岁）。1996年结婚，育有两女一儿。

妻子瓦吉（39岁），丈夫拉波瓦夏（47岁，右一）和英扎（40岁）。2002年结婚，育有两个儿子。

妻子瓦麻（42岁），丈夫阿扎衣扎（46岁，右一）和年木（43岁）。1995年结婚，育有二儿一女。

妻子扎章次尔祝玛（48岁），丈夫汪布英扎（48岁，右一）和甲阿杜基（41岁）。1991年结婚，育有二子一女。

姐姐瓦麻（53岁，左二）嫁给大哥公马加高土（已去世）。妹妹克米（51岁）嫁给二弟阿子尔（63岁，左三）和三弟年若（56岁）。1982年结婚，共育有三儿两女。

妻子克米（38岁），丈夫辽布（50岁，左三）和瓦克（38岁）。2008年结婚，育有三个儿子。

妻子扎玛（50岁），丈夫甲阿次尔（51岁，右二）、高土（46岁，右一）和打珍（39岁）。1990年结婚，育有三个儿子。

妻子瓦夏（51岁），丈夫瓦次美孙根（56岁，左一）和瓦古（52岁）。1987年结婚，育有两儿一女。

妻子哈美（72岁），丈夫日垒扎塔（84岁，左一）和朗布（70岁）。1957年结婚，育有两儿四女。

离婚的瓦学家——真的是“越穷越分家，越分家越穷”吗？

现在俄亚大村238户人家中，一妻多夫的家庭为52户。在将近4年的时间中，我走访了其中的36户。传统的纳西族一妻多夫家庭中，妻子是享有较高地位的，对家庭事务和财产处理都拥有较大的发言权，同时也要求妻子具有相应的美德，比如贤惠、有威望、有一定的办事能力。特别是对待丈夫的态度，要做到“一碗水端平”，不能偏爱任何人。夫妻生活也主要由妻子来安排，诸夫均须无条件服从。但在现实生活中，要做到这点其实很难。

瓦学，出生于1989年，家长包办婚姻，嫁给了给若（1984年出生）和孙根杜基（1986年出生）两兄弟。结婚以后，给若一直在家做农活，照顾父母。而17岁的孙根杜基则去西昌打工，期间他做过修理工、修路工，最初的8年里很少回家。在那段时间里，瓦学和给若相扶相携、相亲相爱，两人感情很好，生下两儿一女。

2011年，在外打工的杜基回家了，他给瓦学买了很多首饰，加上杜基能说会道，在大村也算见过世面的人，因此很讨瓦学喜欢。而一直在家务农的给若相比起来就显得有点木讷，瓦学慢慢地就更喜欢小丈夫了。在这个一妻多夫的家庭里，瓦学这种情感上的偏移，让给若的心态变得越来越不平衡，兄弟相争

家，越分家越穷。”我去瓦学家走访的时候，夫妻两人带着孩子在门前的院坝里打玉米，两个孩子很活泼，干一会儿活就打闹一番，瓦学时不时地还说上孩子几句，杜基却总是宠溺地由着孩子嬉戏。杜基和我说，住在村里的粮仓也不是长久之计，他过完年要出去打工挣钱自己修房子，给瓦学和孩子们一个幸福的家。我悄悄问瓦学，离婚分家了，你现在觉得幸福吗？瓦学点点头说：“日子虽然苦点，但家里不再吵架了。杜基很疼我和孩子，日子也有奔头。”

离婚后，哥哥给若非常迅速地找了一个新媳妇，一个名叫克米的女孩，比他小11岁，于2017年12月结婚了，结婚时克米已怀孕3个月。

瓦学离婚了，她和小丈夫带着孩子分家单过，大丈夫则很快另娶

的事情频频发生。最终兄弟俩反目成仇，原本和睦安宁，共同生活了14年的大家庭渐渐被纷争所困扰。

2017年8月，给若和孙根杜基决定分家，兄弟俩又因为家庭财产的纠纷闹得不可开交，最后请了村主任和文书到场，才把家里的田地、牛、羊、马等财产分割清楚。

因为结婚证上写的是哥哥给若和妻子瓦学的名字，所以他们还必须先到木里县城去办理离婚证，然后瓦学才能和弟弟孙根杜基重新办理结婚证、上户口。

分家以后，根据离婚协议，瓦学和杜基分了5亩地，1匹马，3头牛，16只羊，10头猪，5500元现金。两人带着两个儿子从家里搬了出来，借村里的粮仓暂住。原本这个家庭就是村里的贫困户，现在就越发显得拮据。瓦学和孙根杜基的“新家”里，是实打实的家徒四壁，家具就只有用木板简单搭起来的床和桌子。这也仿佛印证了村里老人们说的那句话：“越穷越分

瓦学在2005年时嫁给了给若和孙根杜基两兄弟，生下了两儿一女（左页图）。结婚以后哥哥给若在家做农活，弟弟孙根杜基外出打工。最初的8年间孙根杜基很少回家，平日里只有瓦学和给若相互扶持。2011年在外打工的孙根杜基回家了，因为能说会道，见过世面，因此很讨瓦学喜欢，瓦学渐渐更偏爱他了。这就引起了哥哥给若的不满，兄弟相争的事情频频发生。最终这个一妻二夫的家庭解体了，瓦学和孙根杜基带着孩子分家出来，借住在村里的粮仓里（下图）；而给若也很快再婚，娶了比自己小11岁的克米，上图为这对新婚夫妻的合影。

冷布甲阿吉——走不出俄亚却守得住幸福

从瓦学家走出来，我陷入了思考：随着交通的发展以及生活条件的改善，原本封闭的俄亚大村与外界的接触越来越多，出门打工的人也日益增长，这些新生代的年轻人，在走出大山的同时也接受着外界思想浪潮的冲击，生活方式和生活习惯开始与父辈们大相径庭。近几年，随着国家一夫一妻制婚姻政策在当地的深入宣传，这些年轻人也获得了挑战传统的合法性支撑，那么俄亚大村的一妻多夫婚俗会渐渐被年轻人摒弃吗？一夫一妻对于他们来说是最好的选择吗？

我想起了自己采访过的日垒扎塔大家庭。大老汉日垒扎塔（84岁），二老汉朗布（70岁），老妻哈美（72岁），这是家庭的第一代一妻多夫，三人于1957年结婚，共同育有两儿四女。大儿子高土（40岁），小儿子古马（37岁），共同娶了妻子古米（36岁），这是这个家庭的第二代一妻多夫，三人于1998年结婚，共同生育有一儿两女。

90后的甲阿吉听从父母安排嫁给了兄弟俩，小日子过得有滋有味

冷布甲阿吉出生于1995年，2005年由父母做主嫁给了偏初、甲阿若兄弟俩。甲阿吉与村子里大多数的同龄人不同，她非常安于现状，觉得自己的生活很不错，两个丈夫都疼她，小日子过得有滋有味。甲阿吉的小丈夫甲阿若主要负责做农活，照片中的甲阿吉正背着儿子，给甲阿若递家什，送他去田里干活（上图）。甲阿吉的大丈夫偏初，负责家里的各项琐事，空闲时还帮着甲阿吉带孩子（右图）。甲阿吉忙完家里的活后，有时会背着儿子跟侄子一起打台球，这在俄亚大村算是“时尚”的娱乐休闲了（右页图）。

作为家主的日垒扎塔对现在的生活很满意，看着眼前儿孙满堂、和睦和谐，老人打心眼里透着开心。作为第二代家庭核心的古米，她的脸上也是满满的幸福，她告诉我："因为俄亚落后的生产方式，一夫一妻的家庭缺乏壮劳力，都很穷；而嫁两个男人的家庭则要富裕很多，一个丈夫外出打工或者跑马帮，还有一个可以在家忙农活和家务，两下都不耽搁。女儿长大后如果有可能，我也愿意让她嫁给两个男人。"

冷布甲阿吉，是我采访到的一妻多夫婚姻中最年轻的一位。她出生于1995年，小姑娘很漂亮，年轻的她已经是三个孩子的妈妈。可能因为较少接触村外的世界，她对我的采访既好奇又腼腆。

她的家庭也是两代人伙婚，她的两个爸爸和妈妈生育了两儿两女。2005年两个哥哥娶了一个嫂子。2014年，父母给她选定村里一户人家的兄弟俩，母亲告诉她："选两个丈夫来保护你，日子会过得富裕一些。"同年10月8日，她嫁给了偏初、甲阿若兄弟俩。

甲阿吉羞涩地告诉我，两个丈夫都对她很好，都很疼她，每天一个丈夫去庄房干活，另一个丈夫在家里帮她带孩子做家务。每个丈夫都有一间自己的小屋，平时各睡各的，甲阿吉则睡在火塘边。到了晚上等两个丈夫商量好了，她才会进某人的房间，她不能主动去选择和谁在一起，要不兄弟俩是要打架的。不过她觉得这样的日子也不错，小日子过得有滋有味。

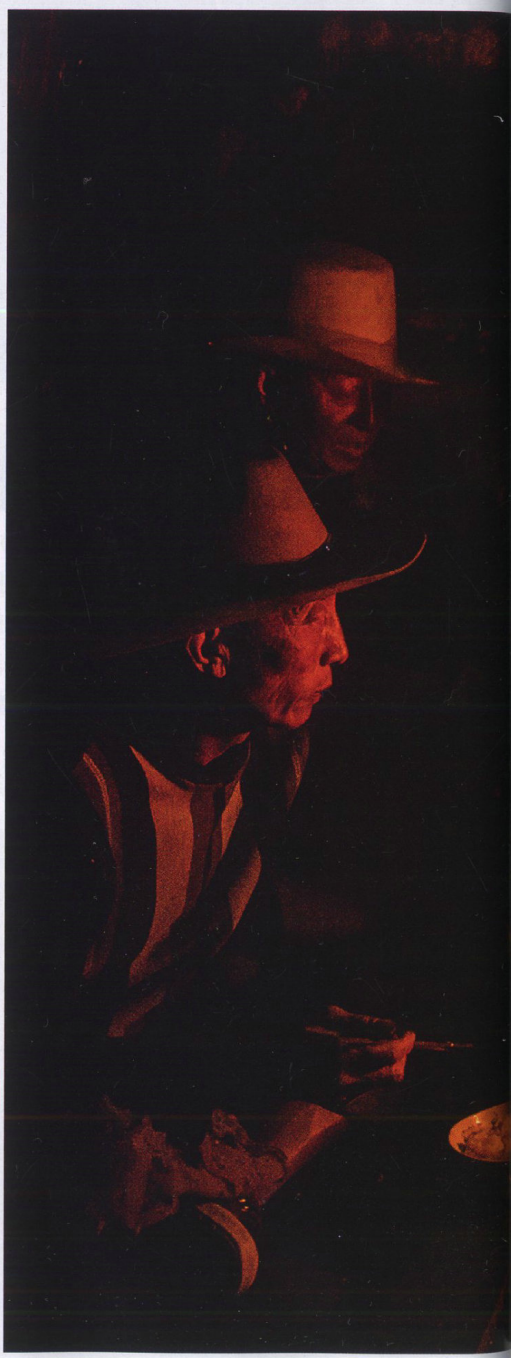
看得出，与俄亚大村中绝大多数年轻人都不同，甲阿吉是个安于现状的人，她的日子就是老一辈纳西族人的翻版。可谁又能说甲阿吉现在的生活不幸福呢？走不出俄亚却守得住幸福，何尝不是一幸事。

长期以来保存着古老习俗，固守着自己生活节奏的俄亚大村，随着时代的发展，与外界的联系越发密切，外界的新事物、新观念也在不断地涌入大村。但对大村的村民们来说，什么样的生活是幸福的？什么样的婚姻是适合自己的？我想，每个人都会做出自己不同的解答。

责任编辑 / 张璇
图片编辑 / 马宏杰
版式设计 / 李晟
地图编辑 / 陈云

俄亚周边，其他民族

撰文 | 赵丽明　摄影 | 沈云遥 等



与世隔绝的争伍村，保留下古老东巴文化的同时也保留下古老的婚俗

2011 年我作为首席专家参与了“中国西南濒危文字的抢救、整理与研究”国家重大社科项目，行走在川滇交界处无量河高崖岸边的小路上，要从四川省凉山彝族自治州木里藏族自治县的一个村庄赶往几十公里外云南省宁蒗彝族自治县的另一个村庄。

横断山中的这些村庄，特别是修筑在悬崖之上的，不通公路，我和向导只能骑着马走在千百年来人和马一步步踩出来的马帮路上。时值正午，拐过一道山，一座“古堡”——悬崖之巅参差错落的土掌房依山而建，连绵叠加成“堡”——赫然扑入眼帘。村口或站或坐着几位老人，着麻布长衫打绑腿，头顶油黑的瓜皮帽，戒备地看着我。我万分惊诧，觉得自己好像是误入桃花源的武陵人，与他们之间不仅隔着空间也相隔了近百年的时间。

这是一个计划外的地点，所以我们没有进村，只在村口稍事休息后就继续赶路。走了一段路，我们遇到了一位穿“干部装”的男子，他会说汉话，听说我们是调查民族文化和文字的，就热情地挽留起来：“我们村很古老，和俄亚一样（当时俄亚大村因为纳西族文化已经小有名气），是‘小俄亚’，你们来住几天吧。”禁不住他的盛情邀请，我们跟着他前往他口中的“小俄亚”，结果发现就是正午时分路过的那个村子。

这个村子名叫“争伍”，是木里藏族自治县依吉乡下辖的一个自然村，在我们之前几乎完全不为外人所知，许多地图上也找不到它的标注。可令人想不到的是，这里的纳西文化保存相当完好，小小的村子里竟有 11 位东巴，每位老东巴都收藏有几百部成系统的古老经书。而在我们埋头研究文献几天后，又有了另一个惊奇的发现——这里竟然盛行一妻多夫制的婚姻！全村 54 户人家中，爷爷奶奶辈的人几乎都是一妻多夫；而中年一代，也有超过半数的家庭是一妻多夫家庭。

也有一妻多夫

争伍是四川省木里藏族自治县依吉乡所辖的一个自然村。2011年时全村52户，全部为纳西族，有近一半的家庭是一妻多夫，而老一辈几乎全部都是一妻多夫。他们把一妻多夫生活认为是老一辈留下来的传统，非常自然、和谐地遵循这种传统家庭模式至今。

依吉乡中几个留存着一妻多夫婚俗的山村

在进行语言文字调查途中，作者赵丽明在离俄亚大村不远的依吉乡，偶遇了多个至今仍然存在着一妻多夫婚俗的村庄，其中既有纳西族，也有普米族以及被民族识别为蒙古族的摩梭人。

争伍村中拉姆一家，他们固守着的传统生活与百年前似乎并无二致

争伍村是一个建在悬崖之巅的村庄，参差错落的平顶土掌房依山而建，几条蜿蜒的羊肠小道从村中穿过，村中的纳西族人自称是在明代从丽江迁徙而来，此后就一直定居在这里（左页图）。拉姆（右二），1953年生人，嫁给瓦年（1954年生，右一）和玛呷（1957年生，右三）两兄弟，育有两子。现在，两个儿子也同娶了一个妻子，一子在外打工，一子留在家中务农并照顾父母妻儿（下图）。

在横断山深处，我遇到了多个一妻多夫的村寨

《青藏高原的婚姻和土地：引入兄弟共妻制的分析》一书中提到，美国人类学家默多克统计了1170个社会，其中一夫一妻占75.42%，一夫多妻占24.28%，而一妻多夫仅占0.3%，在这其中我国的藏族是实施一妻多夫制的最大群体。因此，藏族的一妻多夫历来被研究相关问题的学者所关注，与之相比，有关纳西族一妻多夫的研究，却是非常稀少了。所以，在此后几年来这一地区进行语言文字调查的同时，我也开始关注这里的婚姻制度和家庭结构。

纳西族是我国一个古老的民族，绝大部分居住在云南丽江，其余分布在云南其他县市和四川盐源、盐边、木里等地，也有少数分布在西藏芒康。纳西族的婚姻制度非常丰富和复杂：丽江一带实行一夫一妻制和父系小家庭，泸沽湖地区则保留了走婚和母系制，而上世纪80年代民族学家在俄亚调查时发现那里的纳西族盛行兄弟共妻的一妻多夫婚俗。

现在，我在争伍也发现了纳西族的一妻多夫现象。争伍村的历史可以追溯到明代，村民们自称，当年木土司（指云南三大土府之一的丽江纳西族木氏土司）在木里县设金矿并派兵丁驻守，他们就是这些兵丁的后人，是从丽江迁徙过来的。而谈到兄弟共妻的习俗，他们都说是古已有之。

在甲区村被民族识别为蒙古族的摩梭人中，也留存着一妻多夫婚俗

这张合影拍摄于依吉乡甲区自然村，在甲区村被民族识别为蒙古族的摩梭人中，也有多个一妻多夫家庭。大部分是一妻两夫，一夫在家务农，一夫在山上放牧或外出打工，一家人要隔几个月或逢年过节才能凑齐。照片中的青玛（1953年生）是杜基阿年（1953年生，左一）和杜基扎拉（1958年生，右一）两兄弟的妻子，夫妻三人一直幸福和睦地生活在一起，因为年纪大了，两个丈夫都留在家中，不再外出打工。

“这是老祖宗传下来的生活。大山里地少，不能分家，一分大家都活不起。兄弟几个住在一起娶一个妻子，土地集中了，还可以各自分工。有留在家里的；有外出走马帮的，一走就半年；有上山放牛的，要住在山上几个月，逢年过节才回家。但家里始终有男人照看。万一有意外变故，哪个兄弟生病或去世，家依然是个完整的家。”在争伍村，我们坐在一户人家的火塘边，一边吃饭一边聊天，这家的大爷爷用不太流利地汉话对我说。他们家有两个爷爷，一个奶奶；两个爸爸，一个妈妈；第三代的孩子还小，尚未到谈婚论嫁的年龄。

我不由想到希腊人类学家彼得在他的传世之作——《一妻多夫制研究》中的观点，他对影响一妻多夫延续和发展的5个因素一一予以置评：一，历史原因——差强人意；二，人口学原因——糟糕蹩脚；三，社会学原因——隔靴搔痒；四，经济原因——让人满意；五，个人欲望——暂不评论。即他认为只有经济原

尽管实行者在减少，但兄弟共妻婚永远不会消逝

坚赞才旦
中山大学
人类学教授
博士生导师

绘图 / 李亚龙

全世界的婚姻可分为单偶与多偶二制，前者即个体婚，寻常称一夫一妻婚。后者又分一夫多妻和一妻多夫两种。在青藏高原及其周边地区的一妻多夫婚姻，是指兄弟长大后不分家产，合娶一妻，共承父业，至今仍流行于偏僻山区。一个村庄常可见到“多偶单偶两制并存，个体婚、兄弟共妻婚和姊妹共夫婚三位一体”的拼图。文化就是一种拼图，所以要本着整体论来解读，防止孤立的理解。三种婚的比例不同，彼此相锲相维。

作为制度性文化，婚姻有先进与落后之分，但内涵则基本一致。婚姻的机制有 10 个元素：①为某位妇女的孩子确定合法的父亲；②为某位男子的孩子确定合法的母亲；③使丈夫独占与妻子的性交权利；④使妻子独占与丈夫的性交权利；⑤使丈夫能部分或全部地享有妻子做家务或从事其他劳务的权利；⑥使妻子能部分或全部地享有丈夫的劳役；⑦使丈夫部分或全部地享有妻子的财产及其潜在增值的权利；⑧使妻子部分或全部地享有丈夫的财产及其潜在增值的权利；⑨使夫妻建立共同的财产储备以便给婚期所生的子女提供保障的权利；⑩使丈夫与妻子的兄弟建立重要而密切的社会关系。没有一种婚俗能够同时提供以上机制，而一种婚俗提供的权利越多其合法性和社会兼容性就越强。根据文化相对主义的原理，凡是存在的婚俗都是合理的，因为它们多少分有上述元素，例如，兄弟共妻婚就占有上述①②⑤⑨⑩项元素。

只要从特定的社会文化、经济政治和历史传统，而不是从我族中心主义出发，就能心平气和地承认兄弟共妻婚的合法性和社会兼容性。青藏高原及其周边脆弱的环境凸显了兄弟共妻婚积聚劳动力、完整地传递家产、保持社会结构的稳定、降低人口压力、减少兄弟姊妹间潜在的对立等功能，当地人没有说它不好的，可靠的生活选择首先是兄弟共妻制，其次是一夫一妻制，最后才是过独身生活，姊妹共夫因例数稀少暂且不论。毕竟兄弟共妻是以牺牲婚姻当事人的个人情趣、等位基因的传递为代价的，所以社会舆论好不等于许多人愿意采纳。

最近 20 年来，一些出外务工的青年带回技术与金钱，同时带回新的观念，在其他因素的联合作用下，偏僻山区出现新旧风俗动荡交替的苗头。尽管实行者在减少，但兄弟共妻婚永远不会消逝，消逝了对民族与文化的发展也没有多少好处，不仅由于这种婚俗包含着当地人谋取生活资料和繁衍人口的动力学机制，而且由于文化是一块拼图，在婚姻的拼盘里永远留有这块图案的位置。

因才是最有说服力的解释，似乎与这位纳西老人的话不谋而合。

我们围坐在一起，女主人为我们分餐，这是纳西族的传统习俗，以体现女主人在家里具有重要的地位。虽然这里不同于纳西族摩梭支系是母系社会，但女人在家里地位颇高，很受尊敬，是全家的核心。因为对于一妻多夫家庭来说，作为妻子一视同仁，公平对待每个男人，才能让家庭成员和谐相处。我曾私下问女主人：“两个丈夫你更爱哪一个？”她很诧异，似乎从没想过有人会提出这样的问题：“我对他们是一样的。怎么可能会偏心其中一个呢？”

后来我还问过多位一妻多夫家庭中的妻子，她们的回答都如出一辙。而观察她们的生活，也确实如各自所言那般和睦融洽：妻子对几位丈夫不偏不倚，孩子们叫户主爸爸，其余的为叔叔，爸爸和叔叔并不计较孩子是谁亲生的，都一般疼爱。而且人们普遍都认为：几个兄弟共娶一妻，不分家产和睦相处，共同生活，是一件让父母高兴、亲友羡慕的好事；而一个女子能

使共妻的几兄弟围拢在自己的身旁，和谐相处，是令人称赞和敬佩的，是一位能干、贤惠的好女子。社会普遍认可一妻多夫是件光荣的事情。正如北大社会学系教授马戎所说:“在人类社会中，究竟哪一种性关系和婚姻关系更‘道德’、更‘先进’？这是不能简单地根据某一个社会的传统标准来衡量的。”我对这里的一妻多夫，也由最初的惊奇，渐渐变为理解，到后来甚至对他们淳朴的价值观、道德感，感到由衷的佩服和赞叹。

争伍村的计生员，读过中专，在村里学历最高，还跟着县里扶贫项目到过北京打工，是村里数得上见多识广的人。他非常主动地找我们聊天，给我充当翻译和向导。“兄弟几个娶一个媳妇，对计划生育工作特别有好处。兄弟三个要是按一妻一夫家庭，要生 9 个(当地计划生育规定每对纳西族夫妻可以生育 3 个孩子)；而我们这里兄弟几个只生 3 个，不会超标。”他无不得意地说。而且他告诉我在这一地区，一妻多夫现象很常见，并不仅限于争伍。在他的向导下，我在依吉乡所辖的其他几个自然村中，如基素、甲区、甲波、斯保、麦洛等，都发现了一妻多夫现象，而且并非纳西族独有，甚至在普米族和被民族识别为蒙古族的摩梭人中也有！由此我也更加认定 —— 地理条件决定的经济条件，以及经济条件和相应的生产方式导致了一妻多夫的出现，似乎民族并不是决定因素。

斯保村，一妻多夫的家庭里没有留守老人和留守儿童

2016 年夏，我们再次来到依吉乡。这次我主要走访了斯保自然村，一个仅有 18 户人家的普米族村。老一辈几乎都是一妻多夫，只有当过村干部的几位响应国家号召，组建了一夫一妻家庭，而至今依然有不少年轻人按传统习惯选择了一妻多夫。

这次来我们还肩负了中国妇女发展基金会“心基金”一个扶贫项目的调查工作，我问斯保村村长仁青，能否介绍我去访问几位留守老人、留守儿童，他摇摇头说:“我们这里没有留守老人和留守儿童，因为大多是一妻多夫的家庭，虽然出去打工的人越来越多，但家里总会有一个兄弟守着。”真是没有想到，在这里一妻多夫就这样轻易解决了一个困扰众多贫困山区的重大社会问题。

斯保村最年轻的一妻多夫家庭，妻子达玛生于 1993 年，两个丈夫杜基是 1989 年生人、龙布是 1992 年生人。杜基和龙布还有一个哥哥，当初，为了确保大哥读书，两个弟弟都没有上学，哥哥大学毕业后在西昌做临时工等待考公务员的机会，因为要还读书时的贷款，一家人的经济压力很大。七年前杜基和龙布共同迎娶了达玛，杜基在家操持全家的 3 亩地，与妻子一起照顾孩子和父母，龙布学了木匠手艺在外打工，日子才渐渐过得宽裕兴旺起来。

斯保普米族村中，最年轻的一妻多夫家庭是由90后组建的

斯保村是一个只有18户人家的普米族自然村，村中盛行一妻多夫婚俗。在最年轻的一妻多夫家庭中（左页图 摄影 / 赵丽明），妻子达玛（左一）是1993年生人，两个丈夫杜基（右一）是1989年生人、龙布（右三）是1992年生人。杜基和龙布的父亲（右二）当过村干部，所以响应号召组建了一夫一妻家庭。达玛有些腼腆，在拍合影时表情总是不太自然，但和孩子在一起时她会放松很多，展露出美丽的笑颜。右侧这张照片拍摄于2017年6月，现在达玛的第三个孩子已经出生，日子过得越来越富足兴旺。

这次去的时候达玛家正在盖新房，这座新的木楞房是龙布自己设计的，并且自己做了全部的木匠活，又在哥哥和父亲的帮忙下一起把房子盖好，没有请外人来帮工，这就省下了请帮工的每天 200 元钱。看着宽敞整洁的新房，我也打心眼里替他们感到高兴。

大山在改变

从 2011 年到现在，几乎每年我都会来到这一区域，每次来都深刻地感受到这里正发生着剧烈的变化：第一次到争伍村时，村里还没有通电，现在不仅通了电，电视、冰箱、洗衣机、电饭煲等电器也出现在越来越多的人家里；第一次到斯保村时，进村必经的那条十多米宽的河上只有一座独木桥，仁青和另一个小伙子跳进齐腰深的水里把我架了过去，而现在这条河上已经架起了可以通行汽车的桥；第一次到甲区村时，我需要在山坡上跑来跑去找手机信号，而现在村里人人几乎都有了手机 ……

2017 年底的纳西新年刚刚过去，争伍村外出打工的人们匆匆离开了，他们要抓紧时间返回打工的地方，而村里另有 20 几位年轻人，也决定要走出大山，一起去青岛打工。我不禁想起了俄亚大村，那里 2011 年开通公路后，与外界的交往日益频繁，村里人的思维方式和价值观也随之发生了很大变化，年轻一代中越来越

多人开始选择一夫一妻，很多旧的一妻多夫大家庭也在面临解体的危机。争伍村的公路在2014年开通了，这个“小俄亚”的未来，是否也会走上俄亚大村的老路？

而斯保那样仅有十几户人家的村子，更容易被外界所影响。虽然到现在，我在村中观察到的人们依然固守着淳朴的道德观、价值观，守护着古老的家庭结构，但新的生活、新的思想已经向他们涌来。

最后一天待在争伍村时，那位计生员又来和我聊天，在快要结束话题时，他有些不好意思地说：“如果要写我们的事儿，请不要写我们的真名字吧。”

在走出莽莽群山的路上，我不由感慨万千，这些大山里的民族，大多是从山外迁徙而来的。他们的祖辈曾历经千辛万苦，在大山里艰难苦困的环境中开辟出了一片片落脚地，这些复杂家庭结构的形成，与当时当地的地理环境、生产条件有关，他们当年做出了最适宜、最和谐的选择。而现在，不论他们如何选，我唯有理解、尊重、祝福。

大山中隐秘的古村，会是一妻多夫制最后的桃花源吗？

横断山深处，许多村庄建立在河谷两岸的悬崖上，在重重大山和条条大河的阻挡、分隔下，长久以来与世隔绝，保留下了许多古老的风俗文化。最近几年，大山之中的这片隐秘区域正渐渐褪去神秘，与外界的联系越来越多，从俄亚到争伍，一妻多夫制正在受到外界生活和思潮的不断冲击，山村里的居民们会固守传统还是会选择改变呢，这些古村会成为一妻多夫最后的桃花源吗？

责任编辑 / 张璇　图片编辑 / 王宁
版式设计 / 李晟　地图编辑 / 陈云

蚂蚁虫草

亚马孙雨林中的“僵尸”制造者

撰文 | 冉浩　摄影 | João Araújo 等

真菌是与动物和植物并列的一类真核生物，它们中既有做面包的酵母菌，使食物腐败的霉菌，还有常常被当作植物的大型真菌。这一次，我们要造访的是一群鲜为人知的真菌——能够控制蚂蚁行为的虫草菌。相比人们熟知的冬虫夏草，它们的故事更精彩。

热带雨林里发生一起抢夺案，案犯是一种名为线虫草的真菌，而受害者是一只蚂蚁。真菌抢夺了蚂蚁的身体，将它们变成“僵尸”——在森林里不断寻找适合真菌繁衍的地方，真菌从蚂蚁的身体里长出“草”，生产更多的孢子再去抢夺蚂蚁。这只可怜的弓背蚁不幸中招，真菌从它的身体里长出两根形状各异的“草”。在热带雨林中，这种抢夺案每天都在发生，不过真相要比我们想象的复杂。

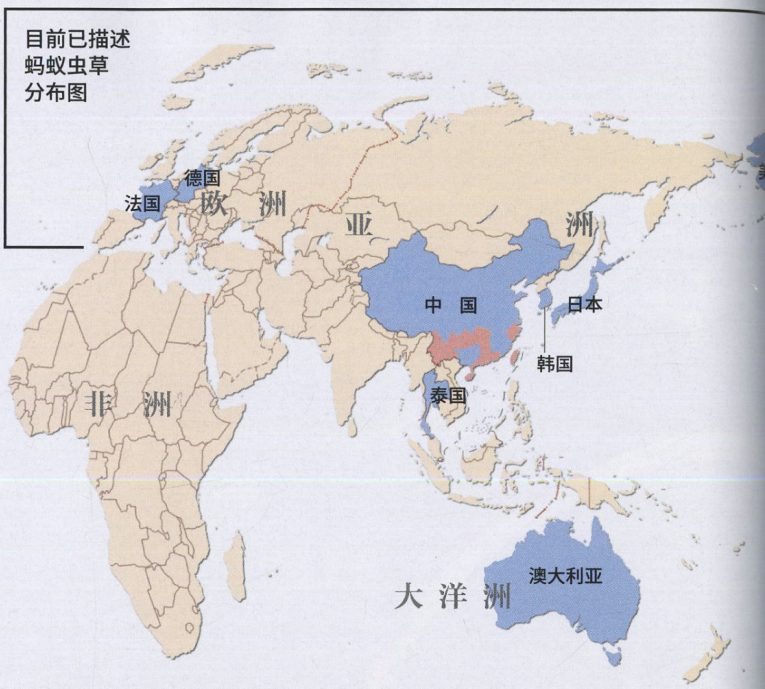
摄影 / Daniel Winkler

人类喜欢的僵尸剧，在森林中真实发生了

真菌：*Ophiocordyceps llyodii*
宿主：黑头弓背蚁 *Camponotus atriceps*

在美国恐怖电视连续剧《行尸走肉》中，主人公瑞克是亚特兰大城郊一座小镇的副警长，在执行公务时遭到枪击，被送往当地医院进行抢救。当瑞克醒来之后却发现，人类感染了某种僵尸病毒，导致“僵尸瘟疫”暴发并四处蔓延。他开始寻找亲友，带领幸存的人类逃亡。这部大热的僵尸题材电视剧目前已经拍到第八季，共115集，在中国收获了大批粉丝。

僵尸题材总是给人很大的想象空间，此类影视作品层出不穷。美剧中的僵尸是指那些感染某种病毒而丧失意识，成为继续传播病毒的“活死人”。人类幻想的剧情却在自然界中有其原型，有一种真菌真的可以将蚂蚁变成“僵尸”，控制蚂蚁在森林里到处跑，只是为了真菌的利益——繁衍。

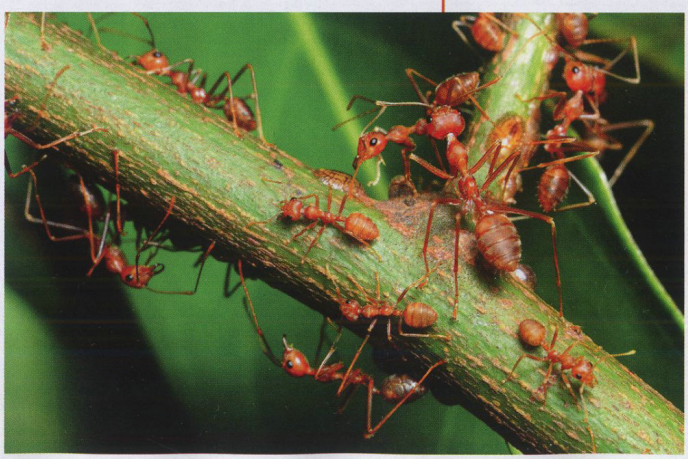


亚马孙雨林隐藏着一种真正的僵尸

清晨的亚马孙雨林，树林阴翳，雾气氤氲，一只列罗氏弓背蚁跌跌撞撞地在潮湿的倒木间爬行。弓背蚁是亚马孙雨林中很常见的一种蚂蚁，在蚂蚁家族中弓背蚁属的成员最多，因其喜欢在木材里挖掘通道，又被称为木匠蚁。列罗氏弓背蚁原本是习惯在树冠活动的蚂蚁，这只列罗氏弓背蚁却爬到地面，并离开蚁群常走的蚁路，独自爬上一株植物。它紧紧咬住叶子底部的叶脉，痛苦地扭动着身体，慢慢死去。大约7天后，一

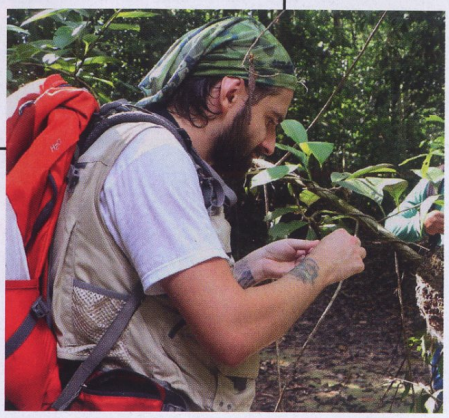
蚂蚁是一种很常见的昆虫，它们活动范围广，从树冠、树干、叶片到地面都有它们繁忙的身影。在热带雨林中，蚂蚁的物种数量不到昆虫物种数量的2%，但却贡献了巨大的生物量。真菌看中了蚂蚁，蚂蚁成了真菌最常见的宿主。这种抢夺蚂蚁身体的线虫草其实是个声名在外的大家族，最有名的成员就是冬虫夏草，由真菌侵染蝙蝠蛾幼虫而形成，而我们将这个家族中侵染蚂蚁的成员统称为蚂蚁虫草。到目前为止，抢夺蚂蚁身体的蚂蚁虫草有35种，它们最钟爱的蚂蚁有弓背蚁、多刺蚁、织叶蚁、臭蚁、龟蚁、子弹蚁、螯蚁等。右图为织叶蚁属的黄琼蚁。摄影 / 刘彦鸣

在热带雨林中，蚂蚁是真菌最钟爱的作案对象



真菌和蚂蚁的故事像科幻小说一样精彩，却是雨林中真实存在的。在野外发现僵尸蚂蚁时，蚂蚁可能在这之前的几个月就已经死了，但仍有人能解析蚂蚁在生命的最后几分钟里经历了什么。巴西著名真菌专家、美国宾夕法尼亚州立大学博士后若昂·阿劳若在亚马孙雨林里研究蚂蚁虫草近8年，是名副其实的僵尸捕手（右图）。他知道在什么地方可以找到僵尸蚂蚁，并还原案发的经过，当然这还要靠一点运气。

僵尸捕手
他们让真相浮出水面



龟蚁属
Cephalotes Latreille, 1802

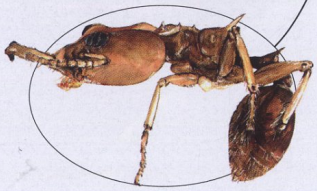
龟蚁属分布在美洲大陆热带区域的蚂蚁，它们有兵蚁分化，兵蚁的头正面非常坚硬扁平，并能将触角和复眼遮挡。龟蚁在树木中掘洞筑巢，它们兵蚁的头部与蚁巢的入口契合，可以起到门塞的作用。一些龟蚁物种在树上活动时，受到惊扰会主动从树上掉落，然后利用肢体进行滑翔，落到附近的枝条上再爬回。

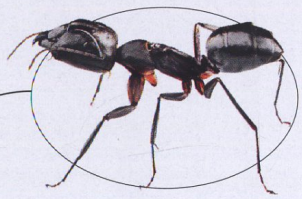
近猛蚁属
Paraponera Smith, F., 1858

近猛蚁属家族目前现存的成员只有子弹蚁，也是这个亚科中已知唯一的一个现存物种。它们是一种大型蚂蚁，只分布于美洲热带地区。作为卓越的掠食性蚂蚁，子弹蚁具有强烈的毒液，蜇伤以后的体验如同被子弹击中一般，因此得名。

螯蚁属
Daceton Perty, 1833

螯蚁属是分布于美洲热带地区的大中型蚂蚁，典型特征是头顶部向内凹陷，以及一对可以张开到180度的长直上颚。这对上颚可以在遇到猎物时快速闭合以产生足够的杀伤力，此外，它们尾部的蜇针同样具有攻击性。螯蚁在中空的树枝中做巢。



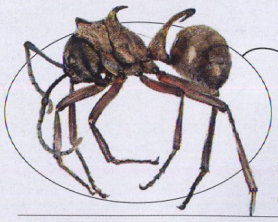


弓背蚁属
Camponotus Mayr, 1861

弓背蚁是中到大型蚂蚁，分布于除南极洲外的全球各主要大陆，也是蚁亚科中最大的类群，包括超过1000种蚂蚁。弓背蚁的并腹胸背面多数呈连续的弓形，这使得它们很容易被区分出来。

臭蚁属
Dolichoderus Lund, 1831

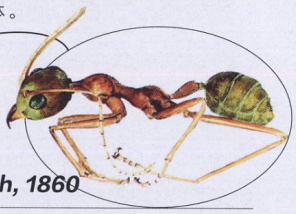
臭蚁属的蚂蚁是小到中型蚂蚁，几乎分布于欧亚大陆的大部分地区，但唯独在撒哈拉以南的非洲大陆没有记录。臭蚁属是一个很大、很多样化的蚂蚁类群。一些物种以小群体的形式生活在土壤、空心的树木或者落叶中，而另一些物种则可以形成很庞大的群体。



多刺蚁属
Polyrhachis F. Smith 1857

多刺蚁是中到大型蚂蚁，它们和弓背蚁的关系很近，外形也很类似弓背蚁，但常在并腹胸背面、结节背面等处生有成对的尖刺，是一种防御措施，可以减少天敌对它们的捕食。多刺蚁主要分布于亚欧非大陆至澳洲的热带和亚热带地区，少数物种在温带有分布。

织叶蚁属
Oecophylla Smith, 1860



织叶蚁是中型蚂蚁，分布于从非洲到澳洲区域内的热带和亚热带地区。织叶蚁的巢主要以幼虫吐出的分泌物和植物叶子等黏结而成。幼虫是筑巢过程的重要工具。老熟幼虫不参与建巢活动。由于是非常凶猛的捕食者，过去农民常用该属分布于亚洲的黄猄蚁防治柑橘害虫。

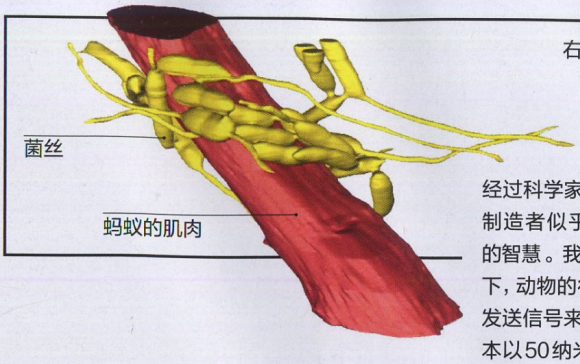
7个属的蚂蚁
易被蚂蚁虫草侵染

本页绘图 / 宋晓龙

比冬虫夏草更精彩的蚂蚁虫草

真菌：*Ophiocordyceps sp.*（新种）
宿主：弓背蚁 *Camponotus*

被案犯真菌侵染的蚂蚁会表现出非常奇特的行为，它们像喝醉了似的四处游荡，把巢高高地留在树冠上，摇摇晃晃地掉到地上。接着它们爬回树上，直到找到真菌满意的地方——离地面约25厘米的叶子——被认为最利于真菌散播孢子的高度，然后用下颌骨咬住叶下的主叶脉。这时蚂蚁的身体里已经充满了真菌的菌丝，但是菌丝不会完全摧毁蚂蚁的脑组织或者肌肉组织，从而让蚂蚁还“活着”，但它们早已成为真菌的傀儡，是一个“活僵尸”。几天后，真菌刺穿蚂蚁的前胸背板，长出一根或多根“草”，“草”的上面有真菌的产孢组织。成熟的孢子又开始新一轮作案，感染更多毫无戒心的蚂蚁。摄影 / 温仕良



右图为染色的真菌孢子

经过科学家研究发现，这个僵尸制造者似乎拥有一种与众不同的智慧。我们通常认为正常情况下，动物的行为是由大脑向肌肉发送信号来控制的，研究者将标本以50纳米的长度采集了组织切片，并利用一台机器，在24小时内重复了2000次这个过程，捕捉到每片切片的图像。通过堆叠这些切片，重建三维结构（左图），研究者吃惊地发现真菌在外围控制蚂蚁的行为，而不是通过大脑。几乎就像人用手拉着绳子让木偶移动一样，真菌控制蚂蚁的肌肉，操纵着它的腿和下颌。

根“草”从蚂蚁的头部长出来，这只列罗氏弓背蚁感染了一种真菌——虫草菌，不幸成了它的俘虏。

虫草菌是指寄生在昆虫、蜘蛛、螨类体内，或其他真菌及植物上的真菌的统称。因其由充满菌丝的虫尸和形似“草”的子实体组成，而被形象地称为虫草菌。

在我国最有名的虫草菌莫过于冬虫夏草，它被人们视为一味名贵药材而价比黄金，实际上冬虫夏草是一种中国线虫草侵染蝙蝠蛾幼虫而形成的虫草菌。那个杀死列罗氏弓背蚁的真菌是被称作偏侧线虫草（*Ophiocordyceps unilateralis*）的虫草菌，它和蚂蚁的故事要比冬虫夏草更复杂，也更精彩。

位于南美洲的亚马孙雨林，占地700万平方公里，是世界上面积最大的热带雨林，主要分布在巴西境内，延伸至圭亚那、委内瑞拉、哥伦比亚、苏里南、法属圭亚那、厄瓜多尔、秘鲁和玻利维亚境内。

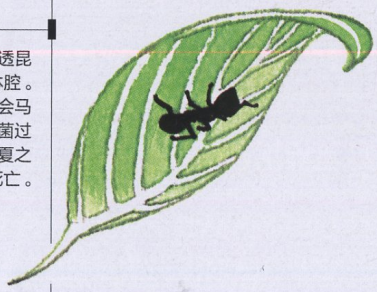
亚马孙雨林拥有世界雨林面积的50%，森林面积的20%，是全球最大及物种最多的热带雨林。温暖湿润的亚马孙雨林是真菌的理想栖息地，这里生长着一种虫草菌，它们专门侵染蚂蚁，并控制着蚂蚁的身体，将其变为“僵尸”，去寻找适合虫草菌繁殖的地方。我们将这些只侵染蚂蚁的虫草

“僵尸”诞生记

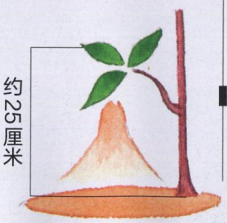
绘图 / 刘东

虫草菌的孢子落到土壤里，碰到适宜的昆虫，会在虫子的表皮上发芽，形成一个尖尖长长的芽管。

这个芽管可以穿透昆虫的表皮进入体腔。昆虫感染真菌不会马上死亡，而是带菌过冬，到第二年春夏之交才死亡。



虫草菌在体腔内大量繁殖菌丝，利用虫体的组织和血液作为营养。菌丝从虫子体内长出来，形成子座，破土而出，就形成了我们所说的虫草。



离地面约25厘米的叶子被认为最利于真菌散播孢子的高度。

菌统称为蚂蚁虫草（myrmecophilous *Ophiocordyceps*）。

若昂·阿劳若（João Araújo）是巴西著名的真菌学家、美国宾夕法尼亚州立大学博士后。他在亚马孙雨林里研究蚂蚁虫草近 8 年，是名副其实的“僵尸捕手”。对若昂·阿劳若而言，真菌和昆虫是他最热爱的两类生物，而虫草将这两类生物结合在了一起。

目前他已经在热带雨林中找到 35 种专门侵染蚂蚁的虫草菌，其中有 26 种虫草菌是“僵尸蚂蚁”制造者，而侵染列罗氏弓背蚁的偏侧线虫草，就是制造“僵尸蚂蚁”的一员。但若昂·阿劳若也坦言，这是一项刚刚开启的研究，自然界中至少还有 600 多种蚂蚁虫草等待进一步的分类研究。在自然科学领域，研究真菌的学者相比植物和动物学要少很多，研究虫草菌的学者更少，而仅专注于宿主是蚂蚁这个类群研究的学者就所剩无几了。

无脑的真菌控制有脑的蚂蚁

蚂蚁虫草确实选择了一个不错的寄生对象，蚂蚁在热带雨林中是种群数量很大的一类昆虫，活动空间也广泛，从树冠、树干、叶缘到地面、地下都有它们的身影。蚂蚁在雨林中活动，身上沾上虫草菌的孢子，在外界条件合适的情况下，孢子萌发形成芽管，穿透蚂蚁的盔甲，进入蚂蚁体内。

据若昂·阿劳若介绍，被感染的蚂蚁会出现行为上的改变。原本只在清晨和傍晚出来活动的蚂蚁，变得偏爱中午的时光，离开树冠上的巢，像喝醉了似的四处游荡。它摇摇晃晃地掉到地上，接着又爬回树上，直到找到真菌满意的地方——离地面约 25 厘米的叶子——被认为最利于真菌散播孢子的高度，然后用下颌骨咬住叶子的主叶脉。

这时蚂蚁的身体里已经充满了真菌的菌丝，但是菌丝不会完全摧毁蚂蚁的脑组织或者肌肉组织，蚂蚁虽然还“活着”，但早已成为真菌的傀儡，是一个“活僵尸”。几天后，真菌刺穿蚂蚁的前胸背板，长出一根或多根“草”，“草”的上面有储藏真菌孢子的组织——子囊果。成熟的孢子又开始新一轮作案，感染更多毫无戒心的蚂蚁。

这种令人毛骨悚然的案件对科学界来说并不新鲜，1859 年英国博物学家阿尔弗雷德·拉塞尔·华莱士首次发现。但直到最近几年，研究人员才发现了它的细节，了解真菌如何抢夺蚂蚁，从而完成一套精确的行为，以确保自己的生存。英国演化生物学家道金斯称其为延伸的表现型——被劫持的宿主的行为变成了寄生真菌基因的一种表达。虽然被操纵的个体看起来像蚂蚁，但它代表了真菌基因组，通过蚂蚁的身体表达真菌的行为。
摄影 / 温仕良

被感染的蚂蚁大多是雨林中比较常见的蚂蚁类群，比如弓背蚁属、多刺蚁属或海胆蚁属等，这几个蚂蚁类群的亲缘关系较近。除此以外，织叶蚁属、臭蚁属、龟蚁属、螯蚁属（毒针蚁属）也是被感染的目标，甚至连大名鼎鼎的子弹蚁也不例外。子弹蚁尾刺所释放的毒液足以让一个成年人痛苦难当。也有报道指出，行军蚁同样会被感染。而从演化关系上来说，这些蚂蚁亲缘关系相去甚远，甚至可以说，基本覆盖了蚂蚁主要的演化支。由此可以推断，仍有大量其他类群的蚂蚁是感染的目标，只是尚未被发现。

目前，研究蚂蚁虫草的人员十分有

限，我们对它们知之甚少，但是依然能够从现有的蚂蚁虫草推测出一些信息。在已知的案例中，感染不同蚂蚁物种的真菌并不相同，它们也产生不同类型的“草”，形态也各异，有的虫体上长出一根“草”，有的长出三根；颜色也不同，有黑色、灰色、黄色、白色等。据若昂·阿劳若推测，很可能每种蚂蚁都有一种专门侵染它的虫草菌。

蚂蚁被控制的不是大脑而是肌肉

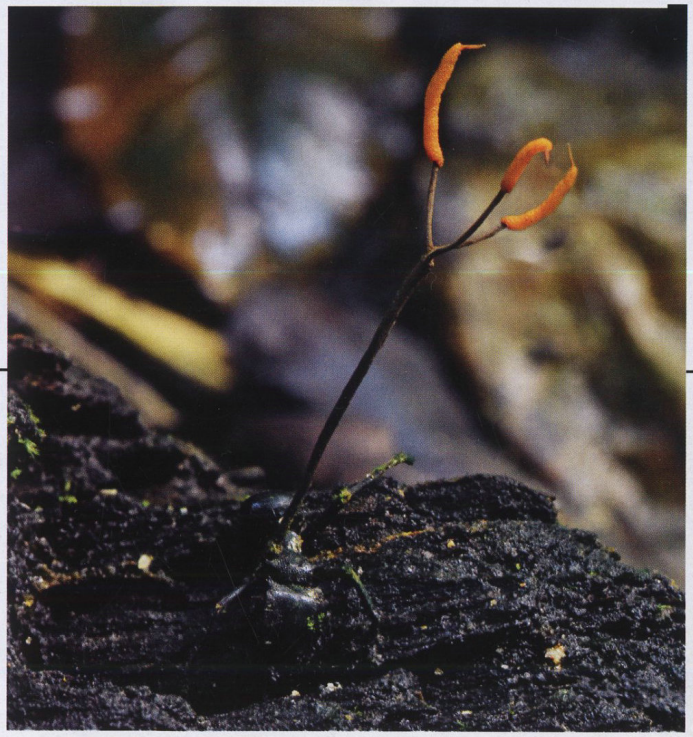
我们通常认为，动物的行为是由大脑向肌肉发送信号来控制的。在僵尸题材的影视作品中，感染人的僵尸病毒也往往是破坏人脑的神经系统，使得僵尸具有很强的攻击性。然而自然界发生的故事比人类的想象更加精彩。科学家研

蚂蚁坐在驾驶位上，掌握方向盘的却是真菌

真菌：*Stilbella buquetii*
宿主：多刺蚁 *Polyrhachis*

真菌：*Ophiocordyceps australis*
宿主：粗结厚结猛蚁
Pachycondyla crassinoda
摄影 / Daniel Winkler

真菌：*Ophiocordyceps kniphofioides*
宿主：黑衣龟蚁
Cephalotes atratus
摄影 / Daniel Winkler



和其他虫草菌一样，从外形上看，蚂蚁虫草由虫和“草”两部分组成。草也被称为子实体，由柄和子囊果构成。子实体上端的膨大部分是虫草菌用来孕育孢子的地方——子囊果。细长的、丝状或者棒状的柄，托着或附着子囊果，从而使孢子能够在空气中传播得更远。

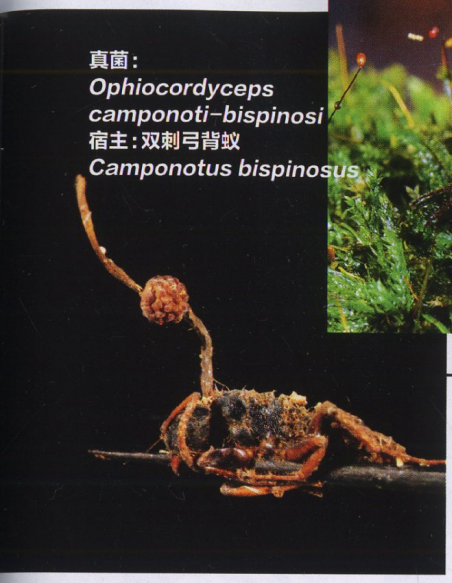
究发现，蚂蚁虫草这个僵尸制造者似乎拥有与众不同的智慧。

在野外发现僵尸蚂蚁时，它们的下颌紧紧地咬着叶脉或是树枝，四肢和身体被菌丝包裹，牢牢地固定在植物上。这些蚂蚁可能在被发现之前的几个月就已经死了，你很难在蚂蚁没有长出“草”时就判断它们感染了虫草菌，但仍然有人能解析，蚂蚁在生命的最后几分钟里经历了什么。

为了更好地了解虫草菌如何控制蚂蚁的行为，以及在蚂蚁快到生命尽头时，菌丝和蚂蚁体内的细胞如何相互作用，美国宾夕法尼亚州立大学生物与昆虫学系副教授大卫·休斯做了一个很有趣的实验。他与圣母大学计算机科学与工程系研究人员合作，以50纳米的长度分

真菌：*Ophiocordyceps sp.*
宿主：矛大齿猛蚁
Odontomachus hastatus

真菌：*Ophiocordyceps camponoti-renggerii*
宿主：弓背蚁 *Camponotus*
摄影 / Daniel Winkler



真菌：
Ophiocordyceps camponoti-bispinosi
宿主：双刺弓背蚁
Camponotus bispinosus

复杂又美丽，
蚂蚁虫草的子囊果
是制造僵尸的武器

真菌：*Ophiocordyceps sp.*
宿主：扁平镖盾猛蚁
Paltothyreus tarsatus

真菌：*Ophiocordyceps pseudolloydii*
宿主：弓背蚁 *Camponotus*
摄影 / 温仕良

真菌:*Ophiocordyceps monacidis*
宿主:双刺臭蚁 *Dolichoderus bispinosus*

解僵尸蚂蚁的组织切片，并利用一台机器，在 24 小时内重复了 2000 次这一过程，捕捉到了每片切片的图像。为了处理这些数据，他们利用人工智能和机器学习算法对图像进行分析。通过堆叠这些切片，他们重建蚂蚁虫草的三维结构，形成一个关于真菌和宿主之间相互作用的微米级图像。

大卫·休斯解释说："我们利用深度学习来训练计算机区分真菌和蚂蚁细胞，这样我们就可以确定有机体中有多少是蚂蚁，多少是真菌。真菌存在于宿主体内的几乎所有区域，包括胸部、腹部和腿部，这些真菌细胞中有很大一部分是连接在一起的，这意味着它们形成了一个网络来共同控制宿主的行为。"然而令研究人员吃惊的是，尽管蚂蚁大脑之外包裹着菌丝，他们却没有发现大脑内有真菌细胞。

大卫·休斯说："正常情况下，动物的行为是由大脑向肌肉发送信号来控制的，但我们的研究结果表明寄生虫在外围控制宿主的行为。几乎就像人拉着绳子让木偶移动一样，真菌控制蚂蚁的肌肉，操纵主人的腿和下颌。"

这些真菌细胞被观察到嵌入到了蚂蚁的全身，围绕着蚂蚁的肌肉组织和脑组织，它们将一部分肌肉分解，但并没有破坏蚂蚁的脑组织。蚂蚁虫草保留了蚂蚁的大脑，或许是因为这样蚂蚁才能存活到最后咬树叶，这是蚂蚁虫草繁殖的关键时刻。虫草菌很可能是产生某些化学物质，影响蚂蚁神经或肌肉细胞的基因表达，使它产生某种具有倾向性的行为，如在植物之间游荡——巡游是蚂蚁本身具有的行为，包括咬住某个物体也是蚂蚁本身就具有的行为，只是被真菌在特定场合下激发出来。

帮助蚂蚁消灭真菌的，还是真菌

真菌：*Ophiocordyceps sp.*
宿主：扁平镖盾猛蚁 *Paltothyreus tarsatus*

蚂蚁在成为真菌受害者的同时，有没有演化出自己的应对之策？被侵染的蚂蚁会离开自己的巢穴，而且蚂蚁一般不会取食意外死亡的同伴，这都减少了蚁群被侵染的可能性。真菌应该也不想对蚂蚁赶尽杀绝，这是个相互依存的故事。而且蚂蚁还有一个盟友。蚂蚁虫草成功孕育出的孢子，可能会被另一种真菌寄生，从而阻止蚂蚁虫草传播孢子感染更多蚂蚁。最终，帮助蚂蚁消灭真菌的，还是真菌。图中白色粉末状物质就是寄生在蚂蚁虫草上的真菌。还有一种蚂蚁虫草，并不挂在树叶上，而是总出现在苔藓地里，而且长出的孢囊和苔藓的孢囊十分相似（左图）。

蚂蚁的防守反击

据估计，虫草菌可能有 1 亿年的历史，而虫草和蚂蚁之间的故事很可能可以追溯到很远。2010 年，有报道称在一块 4800 万年前的植物叶子化石上，发现了疑似被感染蚂蚁咬痕的遗迹。如果寄生生物与寄主已经相互纠缠了数千万年，蚂蚁在成为真菌受害者的同时，是否演化出了一些防御策略呢？在亚马孙雨林中的数百种蚂蚁中，只有 13% 的种类被真菌侵染。为什么有些蚂蚁成为潜在的僵尸，而另一些蚂蚁却不是呢？

作为典型的社会性生物，一只工蚁很可能将寄生物带回巢穴，并且殃及整个族群。而当它变成“僵尸”离家出走的时候，死亡地点仍然十分靠近自己的巢穴。然而多数情况下，整个巢穴并没有因此彻底覆灭。如果考虑真菌的繁殖能力，真正被感染的蚂蚁仍然是少数。总体来讲，巢穴中只有少部分蚂蚁成为了真菌攻击的目标，所有的卵和幼虫以及绝大多数的工蚁都被地下的巢穴所保护，只有那些老迈的工蚁才会到地面上活动，它们才暴露在真菌的“孢子炮火”之下。

虫草菌相对较大的孢子（100—200 微米）也使得它们一旦吸附在蚂蚁身上，在巢穴内部的蚂蚁之间通过相互接触进行传播变得困难。另一方面，蚂蚁世界里有一个基本的共识：尽量不去取食意外死亡的同伴，这并非基于同类之间的友情，而是为了避免疾病的传播。它们会很快将同伴的尸体抛出巢穴，这些尸体会成为真菌和细菌滋生的温床，因此要毫不犹豫地抛弃掉。这些都降低了蚂蚁被感染的几率。

而且蚂蚁还有个盟友——另一种真菌。蚂蚁虫草成功孕育出的孢子，可能会被另一种真菌二次寄生，从而阻止蚂蚁虫草传播孢子，感染更多的蚂蚁。这种重寄生真菌在工蚁之间的相互接触中被传播，能够有效消灭虫草菌，使它们无法感染，或者半路夭折。最终，帮助蚂蚁消灭真菌的，还是真菌。

也正是因为如此，尽管虫草菌演化出了让人赞叹的生存策略，它仍然被同样接受自然选择的宿主、其他生物所制约。真菌应该也不想对蚂蚁赶尽杀绝，这是个相互依存的故事。彼此之间达成了一种微妙的平衡状态，每一个物种都被限定在了一个区间内，不至于过度膨胀，亦不会被轻易消灭。这大概就是生态平衡的真谛吧？

生物学家所称的僵尸行为，其实在森林中并不罕见。铁线虫需要在水中进行交配，有铁线虫寄生的蟋蟀会被强迫跳进水中淹死，虫子从蟋蟀体内扭动而出，游去寻找伴侣。一种黄蜂接受从它们背上伸出的小型寄生昆虫的命令，从一朵花滑行到另一朵花，传播寄生虫的幼虫。下图是被彩蜘吸虫寄生的蜗牛。这种寄生虫可以进入蜗牛的消化系统，并长成一条长长的管，其中充满了数百只幼虫。幼虫入侵蜗牛的触角，并有节律地运动，犹如一只蠕动的毛毛虫，以此来吸引鸟类的注意。鸟类吃下这只蜗牛后，虫卵通过鸟类的粪便排出到植物上后，又会寄生到其他蜗牛身上，继续开始它们的生命轮回。摄影 / 刘广

这些发生在昆虫身上的僵尸行为还可以让我们当故事来听，但如果某种真菌或病毒也会侵染哺乳动物和人类，使其成为僵尸呢？这确实是真实存在的事，狂犬病毒可以侵染家犬和人类，被感染的宿主会呈现恐水症且更具攻击性，有些患病的家犬会持续奔跑，病毒借此传播得更远。

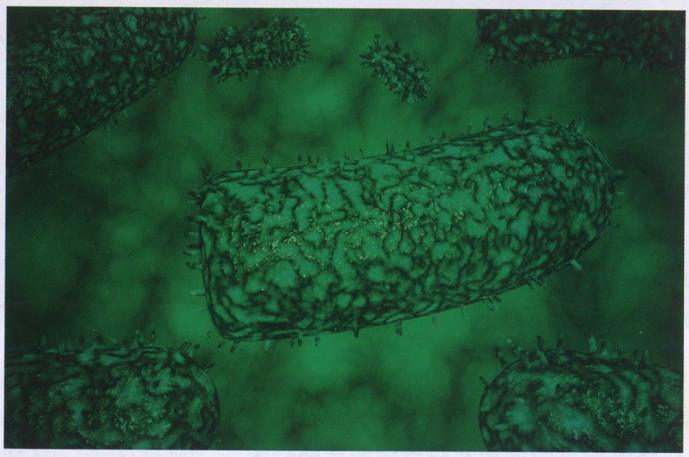
绘图 / 宋晓龙

人类会成为“僵尸”吗？

在野外寻找蚂蚁虫草可不是件容易的事

这个令人毛骨悚然的故事对科学界来说并不新鲜，1859 年英国博物学家阿尔弗雷德·拉塞尔·华莱士在今印度尼西亚苏拉威西岛最先发现。这种针对蚂蚁的真菌寄生现象，在其他地区的热带雨林中也有发生，有少数也发生在温带森林中，如美国的南卡罗来纳州、缅因州和密苏里州的森林，中国浙江和安徽两省交界处的天目山以及广东省惠州市的南昆山也曾发现过僵尸蚂蚁。

然而，在森林中找到这些被感染的“僵尸”并不容易。若昂·阿劳若说：“你要有一点经验，还要有一点运气。更重要的是，你要走进一片生态良好的热带雨林，我曾一天内在亚马孙雨林中找到上百个蚂蚁虫草。”僵尸蚂蚁一般躲藏在阴凉潮湿、离地面约 25 厘米的植被上——叶子的背面或是树枝。从已经发现僵尸蚂蚁的位置推断，它们似乎没有选择某种特定的植物作为附着物。



狂犬病毒
计算机绘图

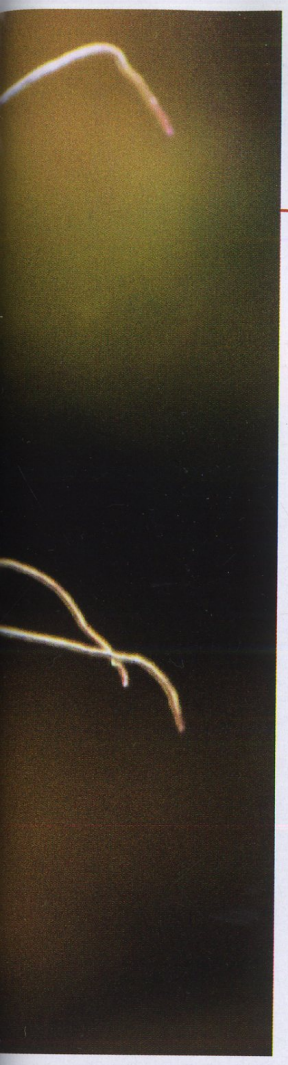
还有一种蚂蚁虫草，并不挂在树叶上，而是总出现在苔藓地里，而且长出的孢囊和苔藓的孢囊十分相似。比如亚马孙雨林中发现的一种蚂蚁虫草（*Ophiocordyceps momacidis*）感染臭蚁，子实体长出来后，头顶土黄色的孢囊，你很难分辨哪株是虫草菌，哪株

是苔藓。似乎这种蚂蚁喜欢在苔藓附近活动，但是它们和苔藓之间的关系尚不明确。

美国密苏里州还发现一种蚂蚁虫草（*Ophiocordyceps blakebarnessii*）操纵着被感染的弓背蚁爬进木头，并在那里咬住、定位。最终，孢子在木头内散布。这种行为的产生可能和这种寄主蚂蚁是在木头中筑巢的有关，这种散布方式可能更容易找到下一个宿主。也很可能与气候有关，密苏里州的纬度更靠近美国中部，这里是温带气候，爬进木头里可能会避免孢子直接暴露在较低温的“严酷环境”中。看来以后有机会进入森林，要好好翻翻腐木里、树叶背面、苔藓地，有可能会遇到这种奇葩生物。

森林中还有很多“僵尸大片”在上演

事实上，寄生物操纵宿主行为的事情在自然界并不鲜见。刻绒茧蜂属的几种黄蜂可以蜇伤毛毛虫的神经节，使之



在4800万年前的叶片化石上，科学家发现了蚂蚁的典型死亡咬痕。经过四千多万年的演化，蚂蚁已经形成了一种防御机制，迫使真菌离开蚁群，而真菌不得不改装自己的武器——一种改变思想的化学物质——这种化学物质会让蚂蚁自己离开巢穴。这些制造僵尸的真菌和面包中的酵母菌没有太多不同，它没有眼睛，看不见世界，而它却能通过控制蚂蚁来环游世界。摄影 / Daniel Winkler

无脑的真菌通过蚂蚁的身体周游世界

真菌：*Ophiocordyceps albacongiuae*
宿主：弓背蚁 *Camponotus*

瘫痪，并在其体内产卵。黄蜂幼虫靠吃毛毛虫的肉长大，最后幼虫钻出毛毛虫的身体，在附近结茧。此时毛毛虫还没有死，它守在黄蜂茧的旁边，如果有活物靠近，它会疯狂地摇头晃尾，把入侵者吓走，保卫黄蜂的安全。毛毛虫被黄蜂操纵了，不光贡献了身体，还成了一个僵尸保镖。达尔文曾经哀叹，如果上帝是仁慈的，怎么会造出寄生黄蜂？其他类似的现象还有很多，比如刚地弓形虫会让鼠类变得不畏惧家猫，因为其只能在猫肠中繁殖；铁线虫则会操纵着被感染的直翅目昆虫跳入水中……

英国演化生物学家理查德·道金斯（Richard Dawkins）将这种现象称作“延伸的表现型”（Extended Phenotype）。在《自私的基因》一书中，他称一个生物（或病毒）的生命配方（DNA 或 RNA）为“基因型”，生命配方塑造而成的身体则叫“表现型”，生命配方造出的表现型，有时并不体现在生物本体之上。比如蜜蜂蜂巢的蜂窝结构让科学家都为之赞叹，蜂巢和蜜蜂的身体一样，都是蜜蜂 DNA 塑造而成，但蜂巢并不是蜜蜂身体的一部分，是蜜蜂“延伸的表现型”。蚂蚁虫草把蚂蚁变成僵尸，实际上也是“延伸的表现型”，真菌的 DNA 在蚂蚁的身体里兴风作浪，最终呈现的是真菌的生命配方。

老实说，这些真菌能够支配“僵尸蚂蚁”的行为，是一件非常让人感兴趣的事情。何况真菌绕开了大脑，绑架蚂蚁的身体，即便蚂蚁不想爬上树叶，也由不得自己。探讨有关的话题也是十分引人入胜的，特别是在僵尸类影视题材层出不穷的今天。这些发生在昆虫身上的僵尸行为还可以让我们当故事来听，但如果某种真菌或病毒也会侵染哺乳动物和人类，使其成为僵尸呢？

这确实是真实存在的事，狂犬病毒可以侵染家犬和人类，被感染的宿主会呈现恐水症且更具攻击性，这是因为狂犬病毒侵袭人和动物的中枢神经系统。有些患病的家犬会持续奔跑，病毒借此传播得更远。

人类自誉为“智慧生物”，却也未能完全治愈狂犬病，患病的人或动物死亡率接近百分之百，人类目前只能做到尽量控制狂犬病毒的传播。细细想来真是挺恐怖，如果某天病毒变异，是否真的会产生像美剧《行尸走肉》中那种僵尸病毒呢？我想人们热衷于僵尸题材的影视剧，或许正是源于人们对疾病的恐惧，对科技的忧虑。这种制造僵尸的蚂蚁虫草只是一种真菌，和面包中酵母菌没有多大不同，它无头无脑，却操控有脑的蚂蚁去环游世界。这不禁让人重新思考，什么才是“智慧生物”。

责任编辑 / 康静
图片编辑 / 康静
版式设计 / 崔晓琳
地图编辑 / 王岩

天空捕手

捕捉飞机窗外转瞬即逝的奇幻天象

撰文 | 闷闷　摄影 | 陈海滢　等

幻日、银河、钻石尘，极光、佛光、曙暮光……如果说在地面上看到这些天象景观并不难，那么要在民航飞机上看到并把它们拍摄下来，就非一般人所能做到的了。这些天象在高空观察，往往与在地面上观察有着很大不同。本文作者身边，聚集了一群摄影师，他们堪称“天空捕手”，透过民航飞机的窗口，捕捉到了许多神奇莫测的美妙天象……

第一次在万米高空上看到银河，那种感觉终生难忘

我是一名从事医药行业的“80后”外企女白领，喜欢星空摄影，曾走南闯北，去拍摄美丽的夜空。冰岛上空的妩媚极光，撒哈拉沙漠的满天繁星，恒河倒映的炫丽银河，这些都曾是我追逐的梦想——原来夜晚的天空可以这样美丽。

在拍摄过程中，我接触并了解到许多有意思的天象景观，比如说：幻日、雨幡、钻石尘（一种冰晶的折射现象），极光、佛光（即宝光）、曙暮光，银河、闪电、火烧云……在星空摄影师看来，这些司空见惯的景观，是令很多人激动不已的迷人风景。

跟很多人一样，我外出时，会经常选择飞机这一交通方式，不免要忍受长途飞行的煎熬。有时候也会注意到舷窗外翻腾的云海，或日落日出时横跨天际的晨昏线，更多时候只能以睡觉、发呆等方式打发时光。直到在2015年的一次夜航中，我终于不需要再忍受这种煎熬了。

记得那一次飞行中，百无聊赖的我，无意中望向飞机窗外，瞬间被惊呆了，只见夜空中出现了一条熠熠生辉的银河，竟然如此清晰、壮丽，仿佛就像飘浮在身旁一样。这是我第一次在万米高空上看到银河，那种感觉终生难忘。飞机在飞行，银河也在陪着我一起前行。

下了飞机后，我开始查阅资料，跟朋友们讨论拍摄的方法。再到后来，我在飞机上遇到并成功拍下了诸多天象：银河、极光、佛光、曙暮光等，享受了万米高空上不一样的视觉震撼。

空中细小的冰晶宛若钻石的粉尘，将阳光散射出温暖的光彩

从北京飞往挪威奥斯陆的航班，航线途经俄罗斯北部上空。广袤的西伯利亚大平原上空，空中细小的冰晶，宛若钻石的粉尘，它们将阳光散射出温暖的光彩。在高纬度地区的上空，常会有令人赞叹的奇妙天象出现。它们给漫长的旅途增加了别样的关注点。

一群最懂浪漫的人：在高空欣赏别人没有看到的风景

渐渐地，我发现，身边有同样爱好的人——在飞机上观察并记录天象的人（姑且称之为“天空捕手”）越来越多，大家逐渐形成了一个小圈子。

这些“天空捕手”大都很年轻，从事各种行业的都有。其中有些人本来就是职业摄影师，比如说36岁的周游，最早是看了一些国外“大神”在飞机上拍的银河、极光作品，觉得不可思议，于是想尝试一下。和周游同龄的杨勇也是一名摄影师，在飞机上拍过星空和银河，“最初是因为微博上的一个帖子，有人质疑在飞机上拍不到银河，我正好去广州出差，就选了晚上的航班，发现能拍。从此以后，我就会刻意选一些特殊时间的航班，拍到过银河、流星、极光、佛光、闪电等。”

也有不少“天空捕手”并非摄影师出身。比如说，网名叫Tea-tia的“90后”女孩，是一名在读的珠宝设计研究生，喜欢星空摄影，她说：“2013年从澳大利亚回中国的飞机上，我第一次尝试在飞机上拍银河。还有一次，坐飞机从澳大利亚去印尼巴厘岛，赶上雷雨天，飞机迫降了3次，很惊险，那是我第一次离闪电那么近。”

“80后”女孩俞乐是一名金融从业者，在飞机上拍过极光、星空、曙暮光。有一次，在韩国首尔飞往美国夏威夷的航班上，途经中途岛上空，她看到满天繁星照亮了飞机舷窗外的夜空，“那种震撼让人的睡意全无”。旅居澳洲的电子工程师李晓鸣（Simon Li）告诉我：“在飞机的特殊环境里，拿着相机，并不容易拍到窗外的风景。所以我就有计划地携带合适的设备在飞机上拍摄，这给漫长的飞行带来了不少乐趣。”

有人说，我们这些“天空捕手”是一群最懂浪漫的人，因为我们可以在高空上欣赏、记录别人没有看到过的动人风景。

拍摄闪电，需要的是运气和耐心。由于闪电并不是持续的光，往往需要捕获一两张闪电后才能获得大概正确的曝光参数。图中的闪电和机翼分别占据照片的一个对角，闪电的角度刚好能在机翼面反射出倒影（右图 摄影 / Simon Li / 李晓鸣）。这样的机会，可遇不可求，其概率相当于买彩票中大奖。在墨西哥上空，航班遇到了强烈的雷暴，闪电不断将云层打亮，持续了数十分钟。事后从卫星云图上分析，这个雷暴距离摄影师乘坐的飞机有上百公里，但当时在飞机上看，闪电仿佛近在眼前，身临其境，不由得让人感到很大的冲击与恐惧（下图）。

强烈的雷暴和闪电映照舷窗，这种画面可遇不可求

在飞机上，有机会观察到与地面很不一样的天象

对人们来说，在飞机上观察、记录天象，首先这是一种在地面上不会有的特殊感受和体验。其次，在飞机上，因为有着不一样的观察视角，因此也能看到在地面上所看不到的天象。

有一位“天空捕手”叫计云，网名叫凡虫，这个网名跟他现在做的事情有关：他大学毕业后一直是自由职业，从事野外调查，鉴定昆虫。他今年30岁，在飞机上拍摄天象始于2013年，“飞机上，有不一样的视角，如果可以选择座位，我一定会选择靠窗逆光方向的，因为在飞机上，太阳可以比你更低，这是我们在地面几乎不可能遇到的情况。在地面，太阳落山后被地平线挡住了，所以人看不到太阳更低的状态。而天象，尤其是冰晕类天象，太阳高度角每变化三五度，其形态一般都会相应发生巨大变化，就像万花筒稍微转动一下就花样频出一样。所以在飞机上，就有机会去观察高空视角下，可能出现的非常难得一见的天象。”

飞机到了平流层或接近平流层的高度，就摆脱了近地面雾霾和大气湍流的干扰。在这个高度，大气的稳定度好，看到的星空、极光、曙暮光等，就更为清晰真切。这就是我们通常所说的视宁度好。视宁度是指望远镜显示图像的清晰度，反映的是大气对光学成像的影响程度。我们肉眼所见星体的闪烁，一般认为是大气湍流引起的。星像越清晰（星像直径越小）越稳定，就是视宁度越好；反之，大气湍流会导致星像模糊，则视宁度差。

就算是我们常见的彩虹，在高空看，也会有不一样的体验。在地面，看到的彩虹只是接近半圆。但如果是在飞机上，就可以看到整个圆形的彩虹了。

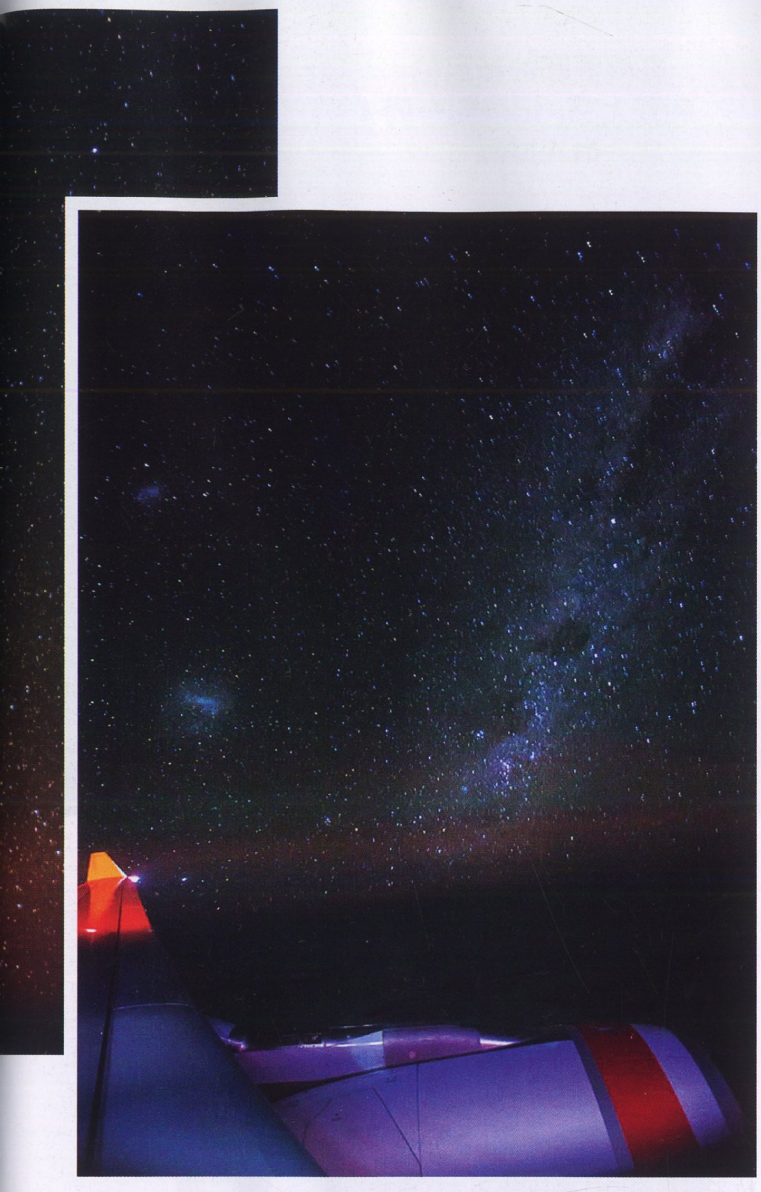
不能刷微信，那就在飞机上拍个银河试试？

说起来，很多人可能不相信：飞机上还能看到并拍到如此多样、奇特的天象。飞机上不让玩手机，不能刷微信，坐飞机就只能发呆睡觉了吗？俞乐曾建议朋友："为什么不试试拍个银河呢？"朋友听了极为惊讶："我连星星都看不见，你让我拍银河？"

其实，这种感觉也不难理解。因为一般人心中并没有概念——高空上有很多美丽的天象，值得去观察和记录。一旦你心中没有某个概念，你就很难发现、碰见它。

我们星空摄影师热衷观察、拍摄的幻日、雨幡、钻石尘、极光、佛光、曙暮光等天象，其实是气象学家定义、构建起来的概念。这些天象，有些人也可能无意中看到了，但因为没有这些概念的常识，并不知道它们的罕见或奇特，很可能会熟视无睹，或视而不见。

正因如此，在飞机上观察、拍摄天象，目前在中国还是很小众的一班人在玩儿的事情。首先，很多天象是可遇不可求的。就算有些天象不难遇到，也需要对它们做事先研究，进行预判。遇到它们，及时捕捉，这其中的拍摄难度就很大。



飞机上拍摄银河
那种震撼让人难忘

在韩国首尔飞往美国夏威夷的航班上，途经中途岛上空，在万米高空看数以万计的繁星照亮飞机舷窗外的夜空，那种震撼让摄影师睡意全无（左上图 摄影 / 俞乐）。2014年8月，摄影师乘坐飞机从澳大利亚墨尔本到珀斯，这是一条南半球的航线，所以可以清晰地看到远处的大小麦哲伦星系（上图 摄影 / Tea-tia）。1519年，在西班牙国王的支持下，麦哲伦开始人类历史上第一次环绕地球的航行。当他们到达巴西海岸时，发现抬头就能看到天顶附近有两个视面积很大、十分明亮的云雾状天体，这就是大小麦哲伦星系。在接近天边的地方，可以看到一片绿色的光，那不是极光，是一种叫气辉的大气现象。

以前，由于摄影器材的局限，几乎很少能拍出好的作品。现在相机的感光性能不断提升，同时还可以通过科技软件，计算出拍摄所需的时间点、航线等，就能拍到高质量的画面。周游说："我们现在用的，都是相机的旗舰机和顶级镜头。"

其实，解决照相器材问题，只是在飞机上拍摄天象的一个基础。"天空捕手"们在实战中还会遇到更多挑战，比如说，飞机发动机热气流扰动的问题。计云说："一些人拍摄的照片会出现焦点发'虚'的现象，这就是飞机发动机热气流扰动导致的。解决办法只能是选择靠前的座位，但这些座位十分抢手，所以得尽早去选座位。"

最麻烦的，还是隔着飞机窗户的双层玻璃拍摄逆光场景，会带来杂乱的炫光，这个问题目前还很难解决。也有人选择使用隔窗避光罩，更多人会使用相同的"杀手锏"——让同伴帮忙，用飞机上的毛毯把摄影师和相机围起来，形成一个避光的操作环境。

所以，如果你在飞机上看到某个靠窗的人，拿毯子蒙着头对准窗外，在"鬼鬼祟祟"地干着什么时，你千万别笑，赶紧跟他一样找个靠窗的座位，趴着看窗外，没准就能看到让你回味一辈子的气象奇观。

在飞机上拍星空，准备工作要比现场拍摄重要得多

要在飞机上拍摄银河星空，其实并不难。依据我的经验，首先要选择"红眼"航班，也就是夜航。按照国际惯例，夜航时间是指每日太阳落下的半小时之后到次日太阳升起的半小时之前。

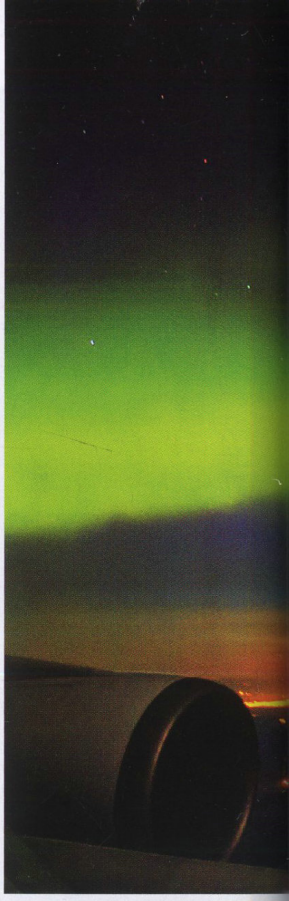
夜晚的航班中，由于飞机平稳飞行

的高度已远离城市灯光污染和低空大气干扰，所以舷窗外的星空会格外透亮清爽。但隔着双层舷窗，机舱内的光线以及机翼上的航行灯都会干扰拍摄。所以想拍摄到银河和飞机交相辉映的高画质图片，一定要经过充分的准备。否则就会像我第一次拍摄飞机星空一样，拍出来的银河上映出了自己的大头工作照，机翼上的红色航行灯也将整个画面搞得“脏兮兮”的。

常言说“月明星稀”，为了避免月光的干扰，在航班时间的选择上，要尽量赶在农历月初或月底。当然，还要注意航线的执飞时间和月亮的升落时间。这些可以通过查阅日月星辰天体运行的APP来实现。

选择好航班和时间后，接下来需要关注的是航班航迹了。在地面看，银河中心（简称银心）的位置一年四季是变化的。通常在飞机上拍摄银河，是以银心为拍摄对象。在北半球春季（3—5月）午夜，选择南北航线，可以向东拍摄银河拱桥；夏季（6—9月）选择东西航班，可以在南方看到银心。对于南半球而言，春季（9—11月），可以向西拍摄到下落的银心，秋季（4—6月）可以向东拍摄升起的银心，冬季（7—8月）可以向南拍到银心。了解完航迹后，就可以对航班机型及座位进行先期选择了。

机翼上红彤彤的航行灯和白色的频闪灯，让我第一次的飞机银河拍摄惨遭失败。我开始查阅资料，解决这个问题。目前执飞的两大机型——波音和空客，波音在整个航程中不关后缘频闪灯，而空客在巡航后会关闭后缘频闪灯。因此，为了避免频闪灯的干扰，我会选择空客。除了要靠窗之外，还要选择前后合适的座位，不要让飞机的机翼挡住镜头，而且机翼与银河的角度也很有讲究。



在俄罗斯的新西伯利亚上空，记录到一场极光盛宴

2016年8月24日，摄影师在从荷兰阿姆斯特丹飞往北京的途中，于俄罗斯的新西伯利亚上空记录到一场极光盛宴。透过窗户，绿色和紫红色的极光呼应着地面上星星点点的灯光，天际是橙色的暮光。欧洲飞往北京的航班，夏季往往可以看到白夜的景象，也就是夜幕下太阳的暮光会与黎明的曙光相连接，夜晚稍纵即逝。摄影师预计这段航程中有机会观察到极光，于是提前选好了最适合拍摄的靠窗座位。在北京飞往欧洲北部的航班，以及中国很多城市与美国东部之间的航班，因为要飞越北极圈，遇见极光并非可遇不可求。摄影 / 叶梓颐

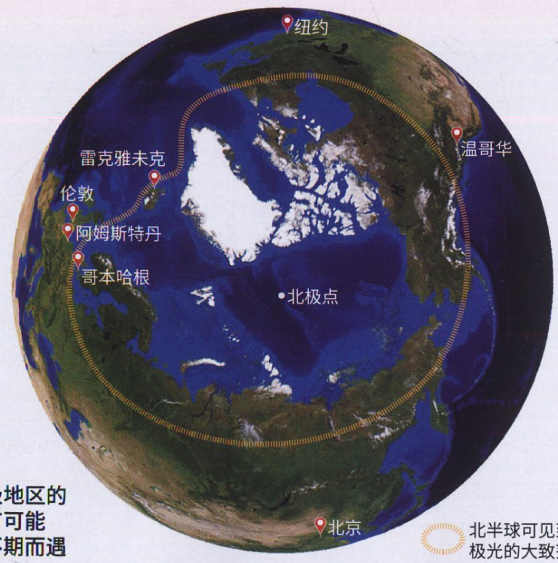
神秘莫测的欧若拉女神，在飞机上照样可以捕捉她

2017年12月到2018年2月间，我和朋友两次进入北极圈拍摄极光。去之前，我就渴望在飞机上一睹欧若拉女神在身边舞动的盛况。

在北欧神话中，有一位掌管北极光的曙光女神，被称为“欧若拉（Aurora）”。她每天早晨时分飞向天空，向大地宣布黎明的来临，曼妙的身姿与缥缈的极光共舞。

极光是由太阳所抛射出的高能带电粒子束受到地球磁场吸引，在地球南北两极附近地区与高层大气发生电离形成的“高颜值”天气现象。极光不像日全食和流星雨一样，能被长期精准地预报，只能通过观测太阳和地磁活动进行推算。受太阳风影响的地磁活动越激烈，北极光的南边沿向低纬度移动的距离越大，中低纬地区看到极光的可能性越高。

在飞机上拍摄极光，航线的选择很重要。那一次，我们从北京飞往冰岛首都雷克雅未克时，根据航旅纵横的软件辅助，可以查询到航线，预判在丹麦首都哥本哈根转机到雷克雅未克、穿越极圈时，如果幸运的话，应该可以拍到极光。同时根据执飞的机型，避开会干扰



穿越北极地区的航班，有可能与极光不期而遇

拍摄的航行灯，为自己选择好一个靠北的窗户。我还根据软件，提前模拟了飞行当天的极光爆发极值，通过前后两天的比较，将出发时间定在了极值爆发最高的那天，以增加看到极光的概率。

虽然这一切可以通过软件测算和准备，但我之前有过赴俄罗斯拍摄极光的经历，知道极光出现的方位和时间的不确定性。所以当一切准备工作完成后，我能做的，就是在航线快接近极圈时，真诚祈祷欧若拉女神如约而至。

经过 12 个小时的飞行后，飞机开始穿越极圈。同伴把毯子搭在我的头部罩住我，我紧张地向外张望。忽然，我发现一条带状的云朵飘浮在空中，直觉告诉我，这不是云，而是欧若拉女神的裙摆。

果然，慢慢的，极光开始扭动，变化，旋转。我兴奋地压低声音说：“她来了！”很幸运，在飞机上，我拍到了在空中飘浮、旋转的极光。

在北京飞往雷克雅未克的旅途中，我竟然欣赏了 10 个小时的曙暮光

黎明与黄昏，是风光摄影师最为钟情的黄金时间段。若天气晴朗，太阳即将升起或者刚刚落到地平线下的几分钟内，蓝色的天空穹顶与西方地平线之间会浮现出金色至红色的光泽，气象学上称之为“曙暮光”。

飞越北极上空时邂逅令人心情愉悦的曙光

北京至美国西雅图航班在飞越北极上空时，乘客邂逅到令人心情愉悦的曙光。此时太阳位置处在地平线下12度至地平线下18度之间，但高空大气层里存在的各种颗粒物仍可以被阳光照耀，它们将光线向四面八方散射，产生了迷人的色彩和柔如丝滑的过渡。日出前即太阳未露出地平线前，阳光照射到高层大气，阳光被大气颗粒物散射，造成天空微亮，地面微明，从这时刻起到太阳露出地平线为止的光亮称曙光。日落后即太阳西沉到地平线以下后，仍有一段时间阳光可照射到高空大气，因空气颗粒物散射使天空和地面仍维持微明，这段时间的光称暮光。曙光与暮光合称曙暮光，也称为“白夜”。

借助现代物理学的解读，天色的万千变化，其原因可归结为大气中不同高度的微粒组成差异。低空是尘霾水汽等较大颗粒，高空是较小的分子，大气层顶部是更加微小的原子。分子和原子将太阳光散射，让天空变得湛蓝——越是小的颗粒，越容易散射蓝光，越是大颗粒，越容易散射红光，这在光学上被称作“瑞利散射”。高空的颜色会很蓝，这种感受在飞机上非常真切。

众所周知，在不同时区，计算时间的原则是“东加西减”。如果你恰好经历一路向西的长线飞行，那么将可以切身体会到时间“凝固”的感觉。从北京飞往哥本哈根，转机再去雷克雅未克，让我经历了人生中最长的曙暮光——十几个小时的飞行旅途中，看到了近10个小时的曙暮光。

万米高空的飞机窗外，清透湛蓝的天空中，曙暮光从金红色均匀地过渡为头顶的墨蓝色，好像一幅用昂贵颜料渲染出的炫丽作品。

除了色彩艳丽的西侧风光，与太阳相对的另一侧，一条横跨南北的浅粉色光带也分外迷人，这就是我们常说的维纳斯带，也叫反曙暮光弧。这是由于太阳光沿着大气层投射的下边界，只有波长较长的泛红光能够到达这片天空，再通过空气分子和微小尘埃的散射，到达我们的眼睛中，呈现出一片迷人的纯净之色。

飞机上拍闪电？难度相当于买彩票中大奖

云团里的雷暴闪着阵阵电光，天空偶尔划过一道锐利的闪电，像一块裂开的玻璃……如果说这些雷暴和闪电就在飞机窗外，而你就在机舱里，会是一种什么感受？或许很多人感到的是恐惧和灾难，但对于“天空捕手”来说，那可是千载难逢的好机会。

飞机窗口是一个迷人的观景台，往往会有意想不到的收获

这张火流星的照片是在英国伦敦飞往北京的航班上拍摄的（左图 摄影 / 杨勇）。摄影师杨勇的“流星运”向来不错，当时选择这个日期的航班，他本来是想拍摄飞机上的极光，但很遗憾的是没有拍到。不过，杨勇的运气还算不错，当时他拿着相机对着窗外随意拍摄试机时，在短短的2.5秒曝光时间内，竟然意外地捕捉到了一颗火流星。雄伟的猎户座高悬在天空，腰部排列成直线的三颗亮星，是这个星座最显著的特征。俄罗斯境内的皑皑雪山连绵不绝，被远处投来的城镇灯光照亮了层次。此时，太阳已经落到地平线下18度左右，最后的光线让天空宛若蓝色颜料的调色板（右图）。在古代中国，猎户座是二十八宿之一，即“参宿”。“参”是从“三”的大写“叁”演变而来，就是指猎户腰部上的三颗星。古埃及人认为这些星是奉献给光之神——欧西里斯的贡物，一些学者认为，猎户座与金字塔有密切联系。

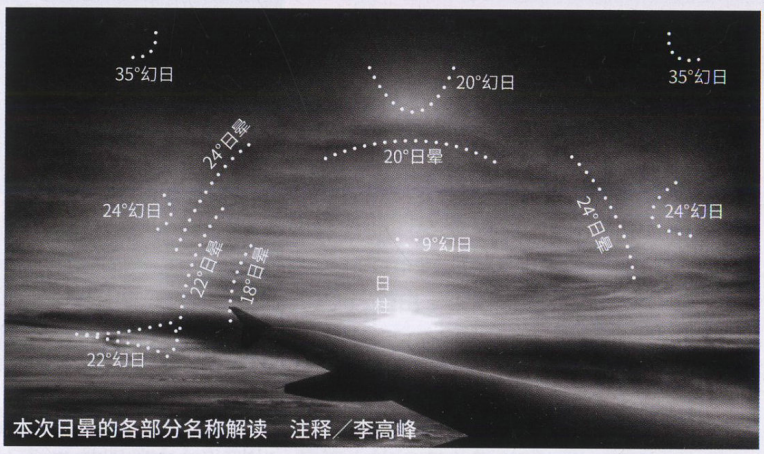
闪电是云与云之间、云与地之间或云体内各部位之间的激烈放电现象。飞机遭遇雷击并不罕见，大多不会导致灾难性后果。据国外机构统计，飞机日利用率若达到 7 小时，每年就可能被雷击中一次。虽然被雷电击中的概率很高，但由于飞机采用的金属材料具有良好的屏蔽效果，且飞机都装有防电装置“放电刷”，起到的作用和避雷针类似——闪电的电流通过放电刷释放到飞机外面。不过飞机被击中的瞬间，火光四射，还是会给人强烈的恐惧感。

要在飞机上拍摄闪电，是一件难度系数极高的事情。首先，闪电的发生具有突发性和不可控性。其次，纵然飞机自带避雷系统，但是强大的不稳定气流和出于安全考虑，在预知雷暴的情况下，飞行员会首先选择躲避雷电区域。所以，要在飞机上看到闪电，已是小概率事件，如果还能顺利记录下来，那真的建议你安全落地后，抓紧时间去买彩票吧。

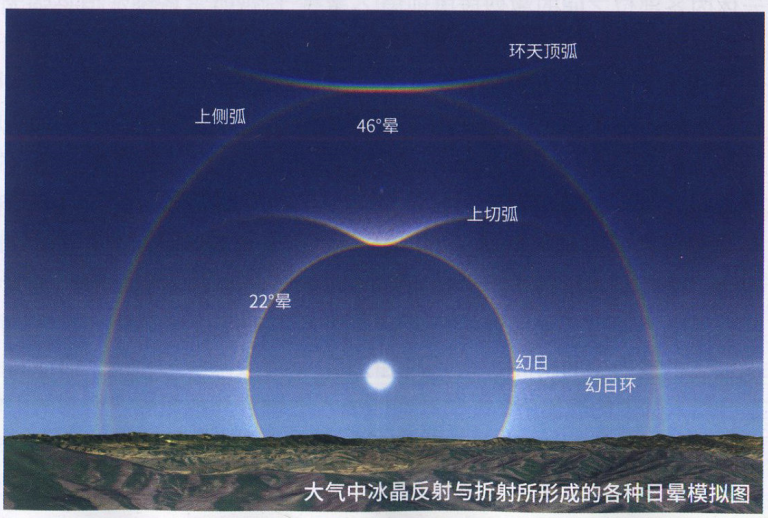
李晓鸣就是这样一个幸运儿。去年 5 月 8 日，他从洛杉矶飞往广州，当时广州机场天气很差，飞机无法降落，被迫改降深圳机场。在下降过程中，李晓鸣意外拍摄到了精彩的闪电照片——闪电和机翼分别占据照片的一个对角，闪电刚好在机翼面上反射出倒影。

锥状冰晶造成了一种罕见的幻日组合

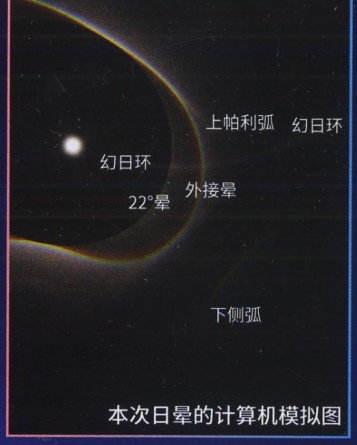
2016年6月26日下午，在海口飞往北京的航班途中，飞机窗外始终有日晕相伴。这个日晕有点不一般，不仅多角度混合，还有淡淡的日柱，在过一片云的时候，下日柱像一道明亮的光剑直插云底。这是一次罕见的锥状冰晶造成的幻日组合（上图 摄影／李高峰）。日晕是细小冰晶对阳光折射、反射而造成的特殊现象，看上去就像是太阳戴上了一层“美瞳”。大多数日晕看上去虽然不太光彩夺目，却有着神秘的物理原理。日晕又叫圆虹，是日光通过卷层云等冰晶云时，受到冰晶的折射或反射而形成的。当光线射入卷层云中的冰晶后，经过两次折射，分散成不同方向的各色光（右图 计算机制图／章佳杰）。



本次日晕的各部分名称解读　注释／李高峰



大气中冰晶反射与折射所形成的各种日晕模拟图



本次日晕的计算机模拟图

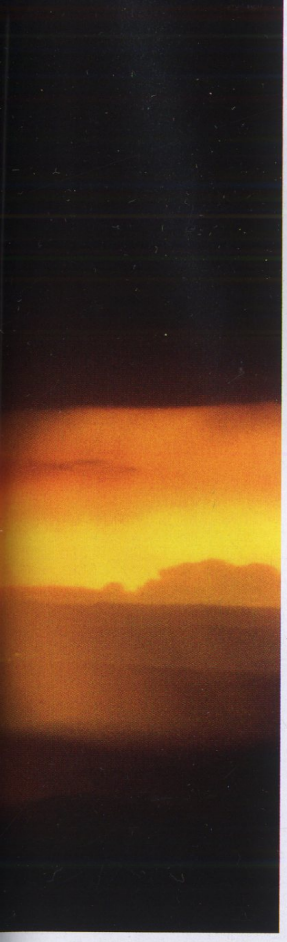
这是在北京飞往昆明的途中，当多条光弧同时出现在眼前时，即使有舷窗狭小视野的限制，摄影师还是能感受到“冰晕”是一类多么壮观的天象。这些冰晕种类有些常见，有些则非常罕见，其中最罕见的是这个角度下的帕利弧。并不是所有冰晕都可以叫作“万华镜旋之空”——通俗一点，你可以称它为“万花筒冰晕”，这是由于“万花筒机制”的存在，可以简单理解为，冰晶内部折、反射光线的机理，和玩具万花筒很相似。出现“万花筒机制”很难，所以但凡“万花筒级别”的组合冰晕，都是冰晕中的王者，而在我国有图片记录的冰晕大事件中，万花筒级的罕见冰晕大概只有过3次。美中不足的是飞机飞航视角固定，加之视野狭小，纵然使用了超广角镜头，摄影师透过舷窗也只拍到了这个天象全貌的约五分之一。另一位关注大气现象的摄影师章佳杰，利用计算机编程模拟验证了当时的场景：这不但是一次万花筒级的大冰晕，而且它的出现需要天空中全部都是同一种形状的冰晶，且它们必须同时大量出现至少3种不同的自旋姿态。这些条件很难同时满足，所以说这是一次天象的奇迹。

摄影 / 计云　计算机制图 / 章佳杰

天象的奇迹：并不是所有冰晕都叫“万华镜旋之空”

透过飞机舷窗，空中的云朵将以另一种角度展现身姿

在美国新墨西哥州上空，除了闪电，摄影师还记录到正在降雨的云层。这种云被称作幡状云或者雨幡，其产生的降水通常不能抵达地面，液滴在穿过温暖或者干燥的大气时，往往在空中已然蒸发掉了（上图）。为了安全，航班通常要避开可能产生雷雨的云层，因此真正要观察、拍摄到雨幡这样的天象，也并非易事。常见的云大致可以分为图中的这些种类（右图 资料提供 / 王燕平　绘图 / 肖白）。它们的云底有着不同的高度，比如积云、层积云等属于低层云，高积云属于中层云，卷云属于高层云。飞机一般飞在高积云之上、卷云之下，透过舷窗，空中的云朵将以不同于地面观看的另一种角度展现身姿。大地在起伏，会使上空的气流也产生相应波动，这种波动被称为“地形波”。飞机飞到群山上空，常会受到气流的干扰而颠簸。而舷窗外的云也会随着地形波而产生不同形态。通常而言，地形波向上的波峰处形成云，向下的波谷则无云。在拉萨至成都的航线，沿途的云多和高山相对应（左上图 摄影 / 王燕平）；而在平缓的山脉或者海岸线上空，则可能看到条带状的云（左下图）。



除了常见的云海景观，其实还有更多光与云的“嬉戏”

乘坐飞机时，只要稍加留意，除了较为常见的云海景观外，还可以看到光与云“嬉戏”的另一番景象：有和陆地上不一样的彩虹，有环绕飞机影子的佛光，有色彩斑斓的日月晕，还有红遍天空的火烧云。

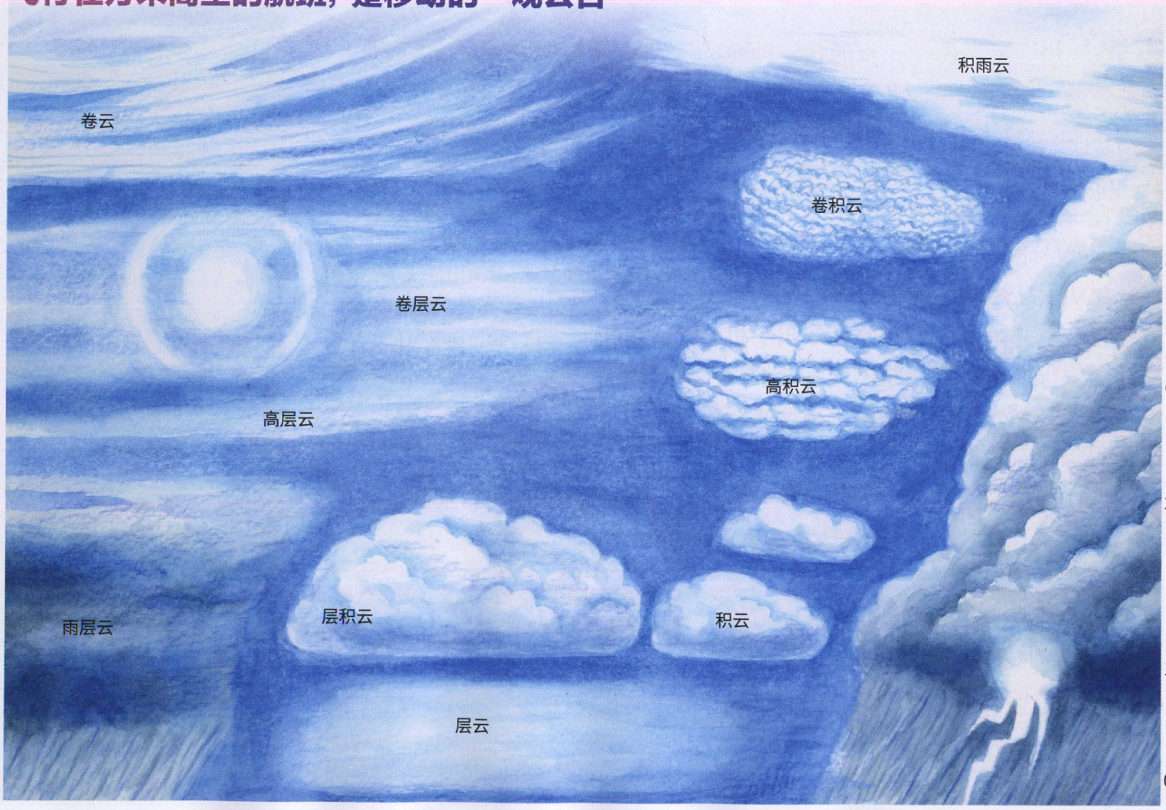
彩虹与佛光，都是空气中的水汽对光线的分光效果而产生的。阳光经过空气中的水滴，以“射入—折射—反射—折射—射出”这样一条路径，导致组成阳光的不同色光发生色散，而形成了彩虹。17 世纪法国物理学家笛卡尔研究了阳光射入水滴后射出的各种路径，发现与原来方向成 42° 夹角这一方向射出的光线最多最密集。

在飞机上，可以看到完整的圆形彩虹。水滴是圆的，反射的阳光形成的虹也应该是圆的，只是在地面上观测受到限制，才无法看到完整的圆形彩虹。

佛光，也叫“反日华现象”（Glory），又称为宝光、布罗肯现象等，成因是云雾中的水汽经由阳光折射后，于太阳的反方向形成，是非常美丽的一种大气现象，在飞机、高山上都有机会看见。

坐飞机想看佛光，需要满足以下条件：首先，航班方向要垂直于太阳光，比如飞机往南飞，太阳要在东边或西边；其次太阳要在飞机左侧或右侧，在飞机头顶上是不行的；第三，太阳和飞机连线的另一端，要有强对流形成的高

飞行在万米高空的航班，是移动的“观云台”



积云，这样就会有水雾存在。

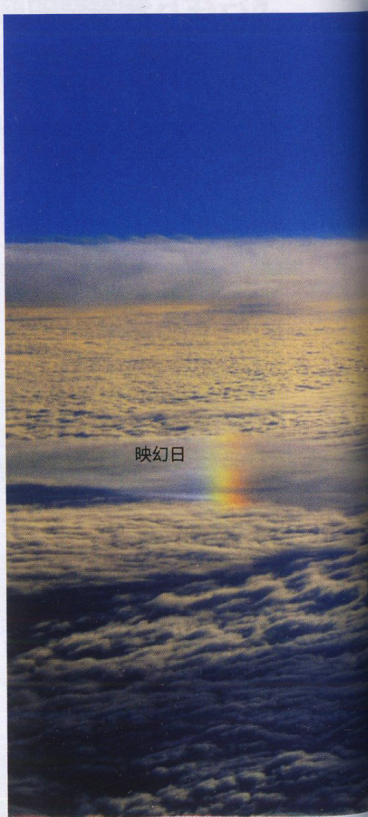
在飞机上看到佛光，真的是一种神奇的体验，这种现象大多在中午即将抵港的飞机，或者在云层比较高的地方。因为佛光的发生条件，需要云、飞机、太阳处在一个笔直倾斜的角度，飞机与云雾之间保持比较近的距离。

在从冰岛的返航途中，飞机抵达哥本哈根上空开始降落。当时我拿出手机为此次旅行拍摄花絮，想不到就在拍摄过程中，忽然发现手机屏幕上出现了一团华彩包裹着飞机的影子在云层中穿行，我跟伙伴们一边欢呼，一边兴奋地喊着“佛光——”

天空的变化丰富多彩，生命的旅途充满乐趣。其实，乘坐飞机，只要条件合适，留意窗外，每个人都有机会欣赏到大自然赐予的美景。而我们要做的，就是拿起相机记录下来，让飞机窗外的特殊风景永久镌刻在回忆的长河中……

映日和映幻日这样的冰晕现象，是由大气中的冰晶形成的

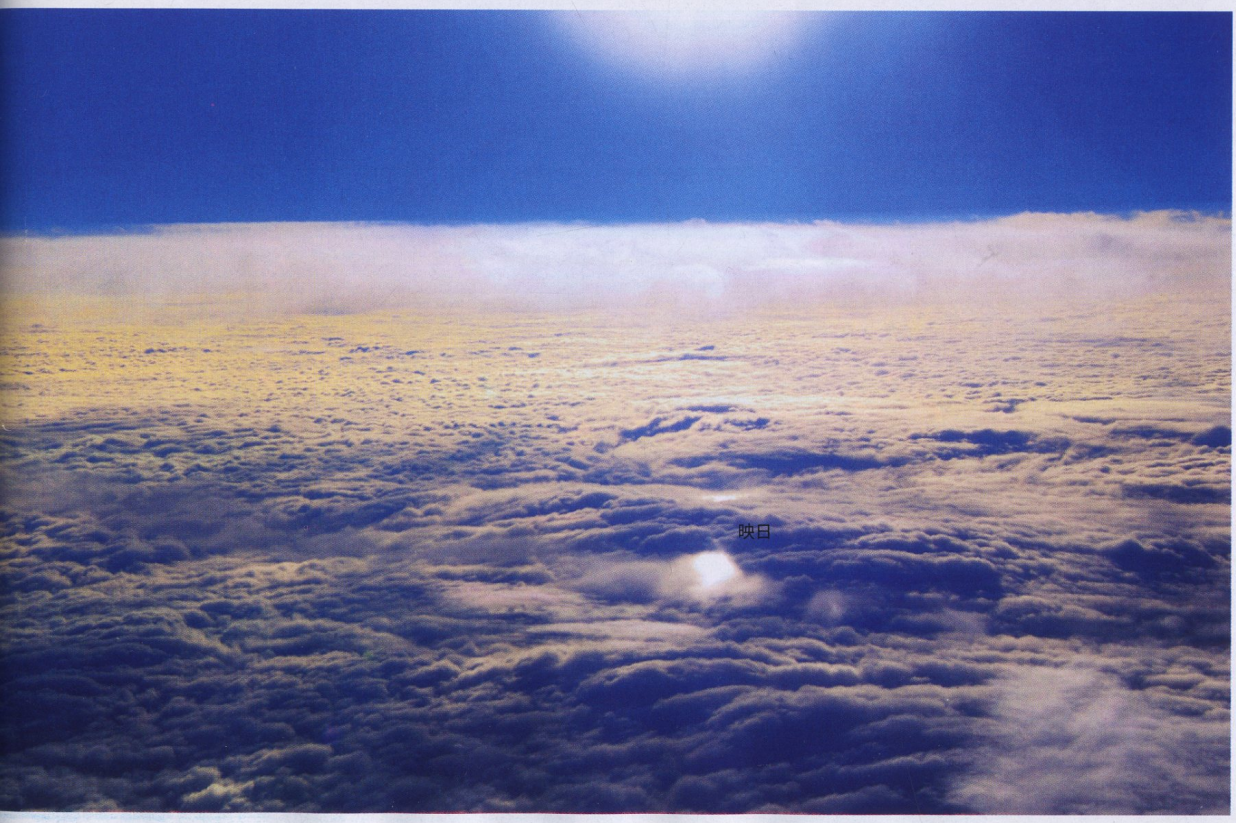
图片拍摄于成都至北京的航班（右图）。按航班大致轨迹估算，拍摄位点大致在四川广元附近的上空。太阳正下方，在云层上有一个很亮的光点，好像镜面反射一样，这个现象叫作映日；映日左侧有一小段彩虹状的大气现象，叫作映幻日。下方大面积的云，是层状高积云。诸如映日和映幻日这样的冰晕现象，只能是由大气中的冰晶形成的，而高积云的组成成分多为过冷水滴，所以高积云中没有出现任何的冰晕。而那将一小段“彩虹”限定在狭窄范围内的一条云，或许是高层云或者卷层云，它的高度明显高于高积云，所以温度更低，具备足够产生冰晕的冰晶。摄影 / 计云



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

佛光也叫布罗肯现象，是气象学中的反日华现象

佛光也叫作宝光，在大气光学中被称作布罗肯现象（Brocken Phenomenon），一般在航班上可见于背对太阳的一侧舷窗外（左图 摄影 / 林铭述）。布罗肯现象也被称作布罗肯幽灵，中国人称之为“佛光”，与所谓的宗教灵异现象并无关系，是气象学中的反日华现象。它是一种阳光透过云雾反射，并经由云雾中的水滴发生衍射与干涉，最后形成一圈彩虹光环的光象，在光环中也有观察者本身的阴影。由于在德国的布罗肯山，经常有此现象发生，因此该现象就被称为布罗肯现象。2017年2月，飞行在北欧地区斯堪的纳维亚半岛上空，午后的阳光将飞机的影子斜射在均匀覆盖的云层上，形成了硕大且长时间持续的多层衍射宝光（右上图 摄影 / 王凯翔）。这张照片中，另一架航班正从佛光附近驶过。在空中记录两架飞机相会，并且一架飞机飞过佛光这样的场景，极为罕见难得（右下图 摄影 / 林铭述）。



映日

要想看到接近于圆的彩虹，只有飞到空中才能目睹

一阵小雨之后，太阳从天边的云缝里露出来，给黑龙江大兴安岭呼中区的地面铺上一层金光。然而从空中的视角看来，更为壮观的则是面前巨大的彩虹。由于太阳角度低，彩虹呈现出了大半个圆弧，好像玄幻的空间之门。在彩虹外侧还能清晰地看到霓，霓的颜色排列与彩虹正好相反。在地面上，我们看到的彩虹最大视角也就是接近半圆。要看到更大乃至接近于圆的彩虹，只有飞到空中才能目睹。

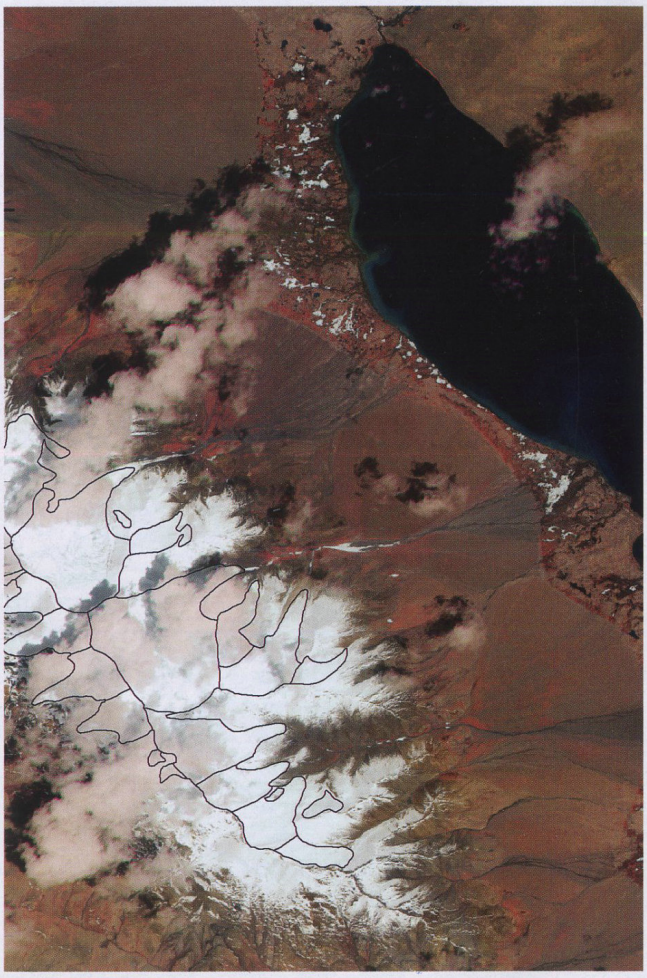
摄影 / 章佳杰

阿里极大陆性冰川崩塌

“超稳定”冰巨人倒下的背后

撰文 | 钟岩　摄影/供图 | 田立德 等

西藏阿里，高原中的高原，是众多极大陆性冰川的家园。因为这里降水补给少，冰川流动性弱，它们被视为冰川家族中“超稳定”的一支。然而在2016年，两位“冰川巨人”相继在阿里荒原上轰然倒下，不仅震动了中外冰川界，也给整个地球敲响了环境危机的新警钟。



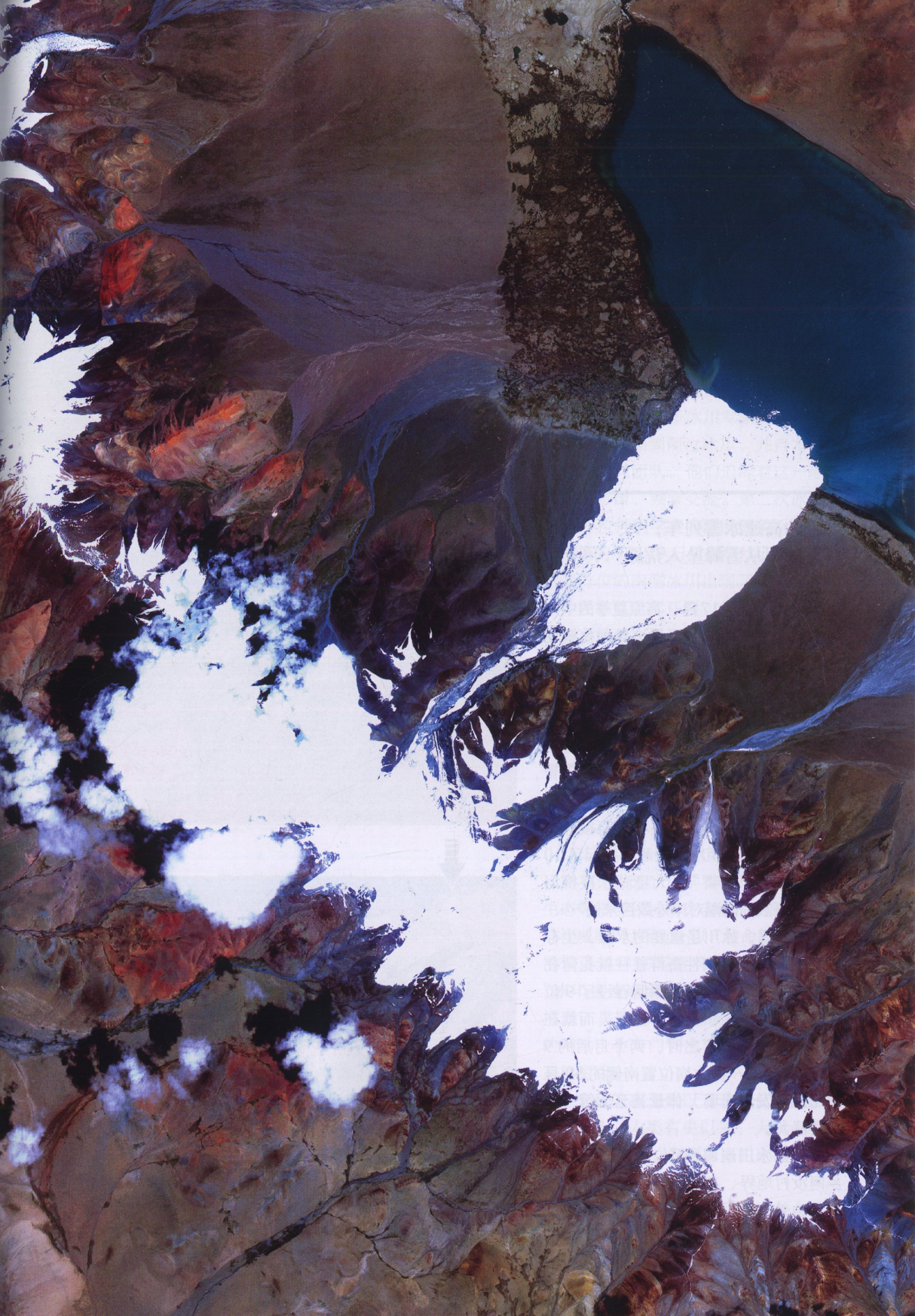
一场“史无前例”的巨型冰崩，第一次冰崩前后遥感对比图

2016年7月17日，阿里地区日土县阿鲁错附近53号冰川主体从海拔大约5800米处断裂，巨量碎冰滑落至山下海拔5000米左右，形成了巨大的冰崩扇。阿汝冰川属极大陆性冰川，有温度低、变化慢、流速缓的特征，且冰川和基岩是冻结在一起的，一般被认为是极为稳定的冰川。两个月后，此次冰崩地南侧的另一条冰川再次发生了主体崩塌。这两次非同寻常、史无前例的冰川崩塌形式颠覆了人们的认知，震动了全球冰川界，也拉响了新的环境警报。上图为冰崩前的卫星图片，右页图为冰崩后。

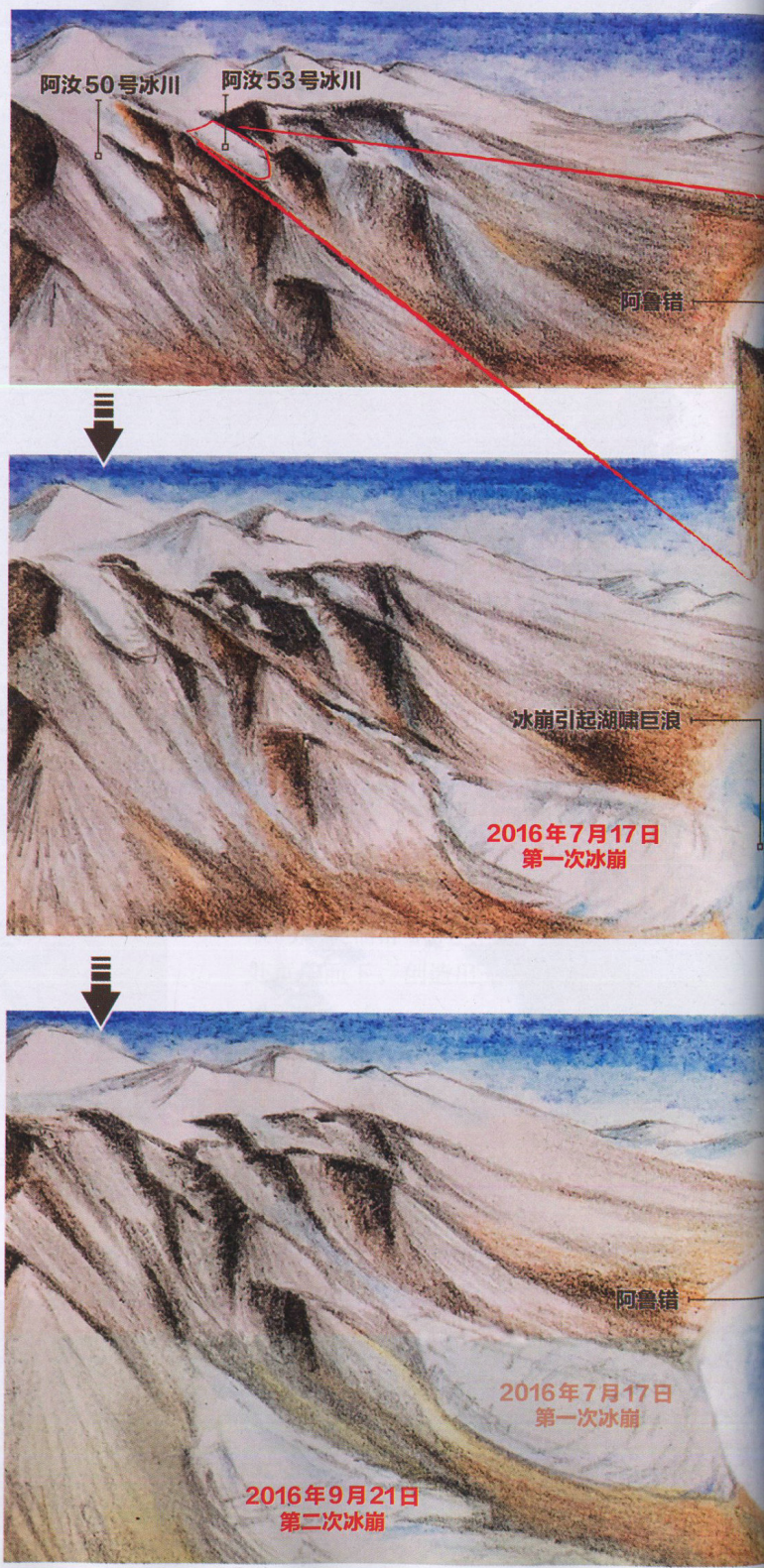
中国是世界上屈指可数的冰川大国。所谓冰川，在地理学上被定义为寒冷地区多年降雪积聚密实、经过变质作用后形成的具有一定形状并能自行运动的天然冰体。在中国，冰川多以高海拔的雪山为依托，它们像是一条条由冰堆积而成的迟缓而静默的“河川”，从冰峰高处垂挂而下，创造出无数壮丽而惊人的景观。

西藏是我国冰川分布最集中的地区，占全国冰川面积近二分之一。而阿里地区则是“高原上的高原”，这里气候高寒，是喜马拉雅山、冈底斯山、喀喇昆仑山的交会处。磅礴山系之中发育了大量的冰川。据统计，阿里地区冰川有5800多条，面积约4900平方公里。

这里人烟稀少，是藏羚羊、野牦牛、雪豹的家园，冰雪年年积累消融，滋润着荒原。阿里的一切，仿佛都距离人世红尘很远。然而，2016年阿里发生的两次冰川崩塌，不仅震动了中外冰川学界，也给更多的人带来了许多新的忧虑。



❶ 两次冰崩过程示意图



不平静的高原，冰川“暴动”

插图展示了两次冰崩的过程。2016年7月的第一次冰崩，大量碎冰席卷山麓，并冲入阿鲁错引起湖啸，9名牧民遇难，冰崩扇面积达到了10平方公里。9月的第二次冰崩体量更为庞大，碎冰体积超过一亿立方米。图②展示了某论文提出的冰崩可能诱发因素——有研究者推测在气候变暖、降水增多的大背景下，冰川底部可能积累了大量的融水或有降雨渗入底部，相对脆弱的基岩也可能是冰崩的催化剂。绘图 / 张洵

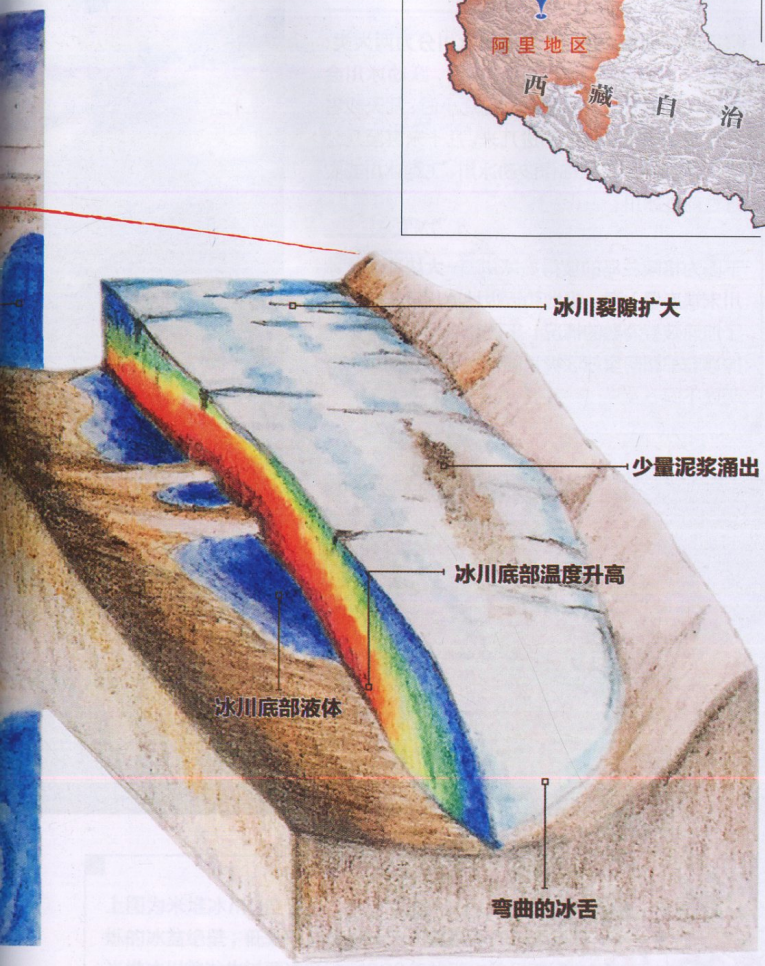
失控的高速冰雪列车，两条冰川从雪峰坠入荒原

2016年7月17日，高原夏季的中午时分。忽然，阿里地区日土县阿鲁错之畔的53号冰川，从雪山海拔5800多米处骤然断裂，在几分钟内，它如一辆失控的巨型冰川列车，从山顶冲向海拔不到5000米的山脚，排山倒海般的巨量冰体与大地发生了重重的撞击，粉身碎骨，瞬间铺满了荒原。由于巨大的能量和速度，冰川前锋根本刹不住车，直接扑进了阿鲁错的碧蓝湖水中，瞬间掀起了10米高的巨大“湖啸”，大量湖水被挤出湖岸，巨浪拍向湖对岸外数百米处……

在阿里，冰川是重要的水源，生存的守护神。牧民和牲畜群往往就扎营在冰川脚下，崩塌的冰川瞬间吞没了9位惊慌失措的牧民和上百头牲畜。而就在当地牧民惊魂未定之时，两个月后的9月21日，第一次冰崩位置南侧的50号冰川再次发生崩塌，体量甚至比第一次还要巨大。

阿里冰川崩塌（因位于日土县东汝乡阿汝村地界，亦称为阿汝冰崩），震动了中外冰川界，中科院青藏高原研究所的冰川专家们很快就抵达灾难现场，

❸
阿汝冰崩位置
示意图



❷
冰崩可能诱因
示意图

冰川底部温度
冷 热

田立德老师也是其中一员，他向我描述了当时的情景——远远望去，一眼望不到边的白灰色冰墙在荒原上横空出世，像是沿着山脚修筑的白色长城；爬上山坡，可看到两个巨大的冰崩扇沿着狭窄山谷的出口张扬地“打开”，边缘处几乎连接在一起，阵仗之大，连无人机也难以拍摄到全景。冰川冲撞、摩擦过的山谷留下了醒目的黑色大面积擦痕，显示着这里曾发生的较量和角力。

经现场测量，第一次冰崩形成了约10平方公里的巨型冰崩扇，第二次冰崩体量更大，碎冰层可达30—60米厚，总冰量超过1亿立方米。在冲下山的过程中冰川几次转向，左突右冲，摧毁了沿途的一切。据幸存的牧民回忆，7月的那次冰崩，巨响之后一阵强风袭来，吹翻了帐篷，甚至吹走湖水露出了湖底。紧接着，铺天盖地的冰如决了堤的洪峰，吞没了他们的亲人和牲畜。庆幸的是，第二次冰崩前，当地得到了一次“意料之外”的预警，避免了再次的人员伤亡。原来，7月冰崩发生后，全球诸多冰川专家的目光都不约而同地聚集到阿汝冰川，并自发组成了一个研究团队。他们追踪着这一地区的卫星影像，频繁交流。第二次冰崩前夕，一位外国学者发现欧洲哨兵2号卫星拍摄的9月19日最新照片上，第一次冰崩方位的南侧冰川出现了异常，冰川主体正在从上部开裂，缝隙很大，很可能马上就要崩塌。这个消息迅速在中外冰川学者之间传播，并传到了日土县当地政府，周边牧民迅速被撤离，避免了灾难重演。

史无前例，震动了世界的巨型冰崩

其实，阿里的这场冰崩所震动的，远远不止中外冰川学界，也触发了环境、生态等诸多领域研究者敏感的神经，国际权威期刊Nature以“致命的巨大冰体滑塌让科学家困惑不解”，Science以“冰川快速崩塌致死成谜”为题进行了报道。美国国家航空航天局（NASA）的网站上也专门刊出了这次冰川灾难的卫星图片。

全球的冰川数以万计，仅中国就有4万多条，人类有史以来，大大小小的冰崩并不少见。为何阿里的这两次冰崩如此引人注目？

田立德老师告诉我，除了有人员伤亡的原因之外，还因为这两条冰川非同

寻常的“身份”——在我国的冰川分类上，冰川被分为海洋性冰川和大陆性冰川两大类，前者分布在念青唐古拉山东南段、喜马拉雅山东端和四川贡嘎山等地，受海洋性季风气候影响大，西南季风带来丰富的降水，冰川积累和消融量都很大，流动的速度快，颇为活跃。而在西藏中部、北部和喜马拉雅山北坡及新疆、青海等内陆地区，冰川受季风气候影响小，积累和消融速度慢，被归类为“大陆性冰川”。

而这两条崩塌的冰川则属于“极大陆性冰川”，顾名思义，其“大陆性冰川”的性质更强。相比其他地区，阿里气候更为干燥寒冷，冰川以温度低、积累量低、流速慢为特征，对气候变化的敏感性差，且冰川和基岩一般是牢牢地冻在一起的。以“稳定”而著称的极大陆性冰川忽然发生了主体崩塌，且一连两次，这完全颠覆了人们以前的认知。一位英国冰川学者称这次冰崩乃是“史无前例”；中科院青藏高原研究所所长姚檀栋院士则如此评价：“人类有文字记载以来，青藏高原从未发生过这样的冰崩。”

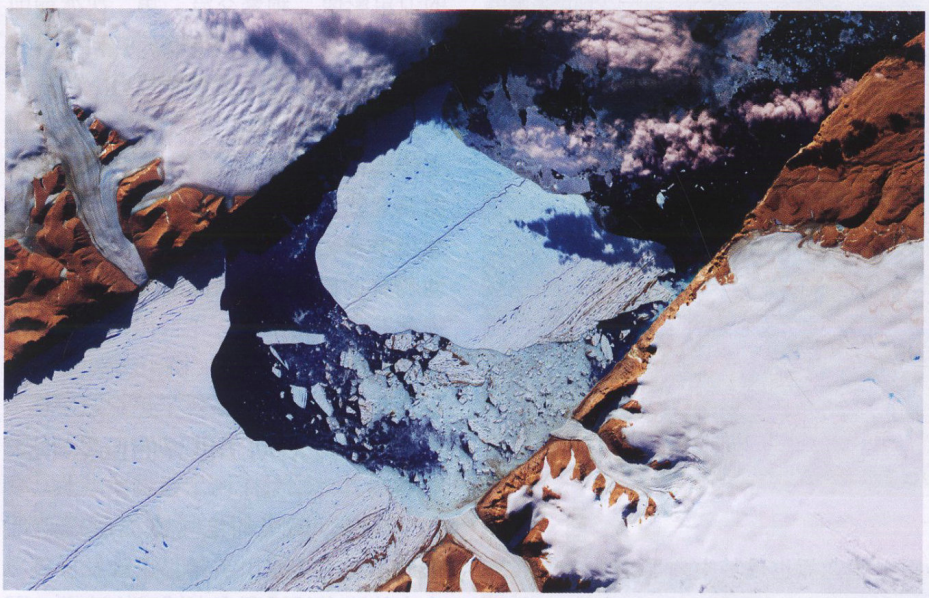
说起冰川崩塌，有一类冰川不能不提，那就是——跃动冰川。在阿汝冰崩刚发生时，也曾有研究者提出，这次冰崩是否为冰川跃动？

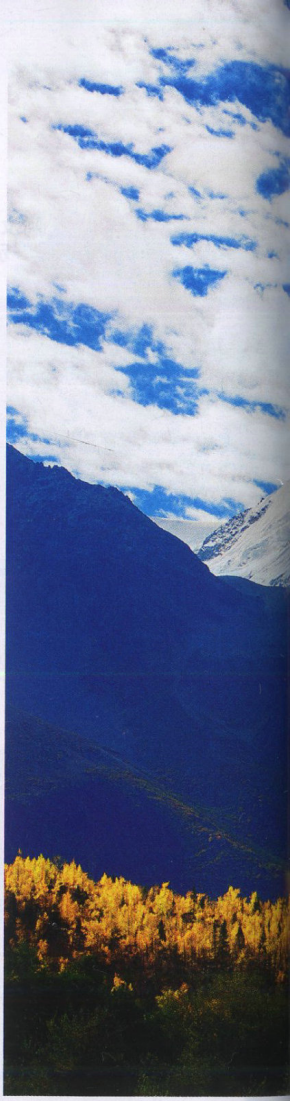
跃动冰川是在冰川大家族中格外不安分的一类，会出现周期性暴发式推进。正常的冰川在重力作用下沿坡缓慢流动，一年不过 30—300 米左右。而跃动冰川会有规律、间歇性地在短时间内（数小时\数天\数周等）发生快速运动，能达到平时速度的数倍至上百倍，跃动距离从几十米到十几公里不等。如塔吉克斯坦的 Bear 冰川在 1963、1973、1989、

周期跃动、崩塌入海
冰川大家族中的“不安分”分子

根据运动速度，世界上的现代冰川分为两大类：常态冰川和跃动冰川。相比前者，跃动冰川会周期性地暴发式向前推进，在几小时、几天或者几个星期内突然快速前进几米、几十米甚至几公里。跃动冰川又被称作波动冰川、飞跑冰川或灾难性前进冰川。

下图为格陵兰岛的彼得曼冰川，一大块冰体从冰川末端崩塌入海。极地和近极地冰川近年来出现了加速破裂消融的情况。下图和右图这两种冰川的冰崩都和阿里地区极大陆性冰川主体崩塌有着明显不同。





上图为米堆冰川，位于有“西藏江南”之称的林芝市波密县，高处是晶莹闪烁的冰盆绝壁；低处的冰川末端则一直延伸到茂盛的森林中。近几十年来，米堆冰川曾发生过两次跃动，1988年的那次给川藏线造成了巨大破坏。
摄影 / 卢海林

2001、2011 年就周期性地发生过跃动。

在冰川大家族中，跃动冰川的数量不算多，主要分布在阿拉斯加、阿尔卑斯山、格陵兰岛、喀喇昆仑山等地。冰川跃动，会引发山体滑坡，堰塞湖溃决，摧毁森林甚至掩埋整个村庄，又被称为飞跑冰川或灾难性前进冰川。关于跃动的原因，一般认为当冰川上部不断积累，底部不稳定，力量达到临界值时跃动就会发生。

中巴公路所穿越的喀喇昆仑地区便是一座冰川灾害博物馆，冰川跃动曾给中巴公路带来巨大威胁。南迦巴瓦峰西坡，雅鲁藏布江大拐弯处的则隆弄冰川是首次被中国学者发现的一条跃动冰川。1950 年则隆弄冰川发生跃动，将一个叫直白曲登的村庄夷为平地。1968 年的一天，天空万里无云，当地村民正在抢收荞麦，突然昼夜喧嚣的雅鲁藏布江仿佛被魔法凝固了，一下子安静下来。原来，则隆弄冰川再次跃动，冰、岩石和泥水混合铸成高一百多米的冰坝，将雅鲁藏布江阻断了整整一夜。则隆弄冰川附近闻名的米堆冰川也曾发生过两次跃动，其中 1988 年的跃动引起洪水等灾害，冲毁了川藏公路近 24 公里长的路堤路基，造成了极严重的损失。

不过，田老师告诉我，阿汝冰崩并不是冰川跃动。首先，冰川发生跃动时，速度的确会忽然加快，但仍是有限

度的；而阿汝冰川几乎是从山上“飞”下来的。“冰体在3—4分钟内向下移动了6公里，速度达到了每小时90公里，几乎是一辆高速行驶的汽车的速度。”第二，跃动冰川一般只是末端发生冰崩，但阿汝冰川则是整个主体崩塌。第三，冰川跃动是有规律性和间歇性的，几年、十几年或几十年就会规律性地发生一次，而阿汝冰川完全没有类似先例或记载。

田老师还补充道，阿汝冰崩还和两类常见的冰崩不同，比如南美洲莫雷诺冰川是一条“高速”生长的冰川，巨大的“冰墙”每天都会向前推进30厘米左右，每过几十分钟冰川末端就会发生崩塌，这乃是高流动性冰川的正常现象。此外，极地冰川在流入海洋后，末端的垂直冰川发生崩塌也是常规的消融现象。

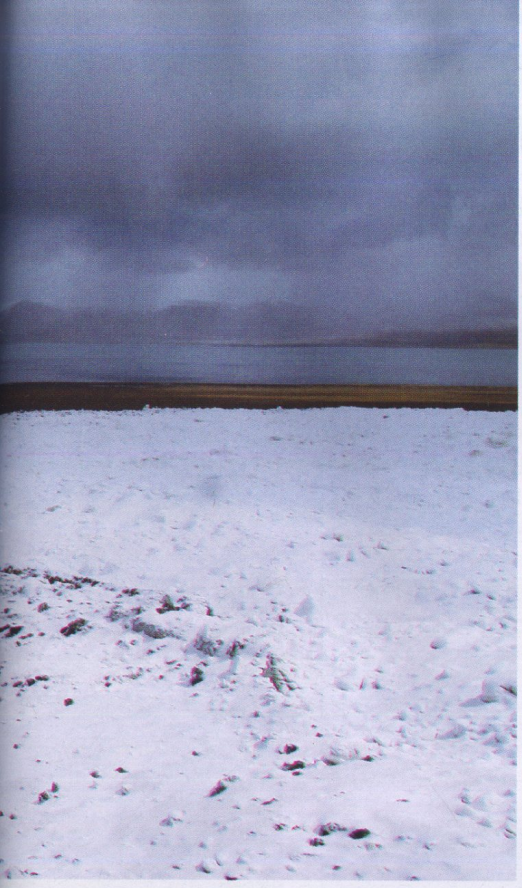
阿汝冰崩因为规模巨大，还会让人们想起2002年9月在俄罗斯高加索山脉柯卡冰川上发生过的一次暴发式的冰/岩崩，崩塌体体积约1.2亿立方米，造成超过100人死亡。不过，高加索冰崩发生在悬冰川上，之前曾周期性发生过，且冰崩原因与地热异常有关，与阿汝冰崩大相径庭。

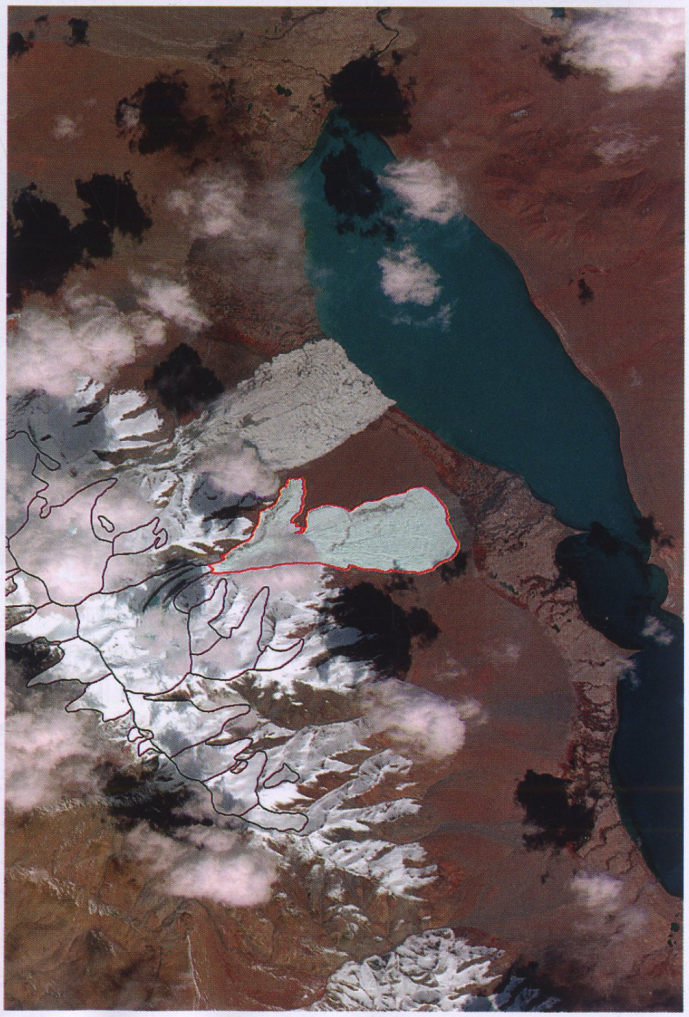
冰雪巨人为何崩溃？

两个毗邻极大陆性冰川在短时间内相继崩塌，原因是什么？

冰崩发生后，根据专家们的初步推断，可能的原因有：地震、地热、冰川底部岩性、冰川融水渗浸导致冰川底部滑动以及整体气候变化。根据几次现场调查和计算机模拟，目前看，冰崩阶段附近地区只发生过3次里氏3—4级的小地震，且时间与冰崩时间不一致，排除了地震直接诱发冰崩的可能性，阿鲁错一带也并无地热因素存在。

有一类观点认为，可能是冰川融水或者夏季降雨渗入冰川底部诱发了冰崩。的确，水很可能是冰崩的“润滑剂”。但是第二次冰崩在9月21日，阿里的气温已开始明显降低，并非融水最强的8月份。从现场看也并没有找到冰川底部存





联袂双“扇”，阿里荒原上的白色灾害现场

阿鲁错湖畔接连发生的两次冰崩形成了巨型冰崩扇，堆积碎冰的体积加起来达2亿立方米左右。冰崩扇最厚处的高度甚至达到了60米。

上图为在山坡上拍摄的冰崩现场，可以看到，左右两个巨大的冰崩扇从山脚一直延伸到湖边，边缘处几乎“牵手”。由于阿里地区气候近年来明显变暖，冰崩扇的消融速度也远超预期。

右上图为前往现场考察的研究人员站在冰崩现场的巨大碎冰块前。

右下图为第二次冰崩后的卫星遥感图。二次冰崩暴发前夕，有学者注意到卫星影像中冰川顶部出现裂隙并不断扩大，立刻向当地发出警报，附近牧民得以迅速撤离，避免了人员的再次伤亡，堪称一次成功的冰崩预警。

在大量水的直接证据。而冰川底部为较脆弱的砂岩可能是冰崩的催化条件之一。

目前，科考队已从阿汝冰川的残存顶部，海拔 6150 米处钻取了一根 55 米长的透底冰芯，并从阿鲁错钻取了两根湖芯，其中蕴藏的同位素和沉积物记录着这一地区过去几百年的气候环境变化秘密，将给阿汝冰崩带来新的研究线索和证据。

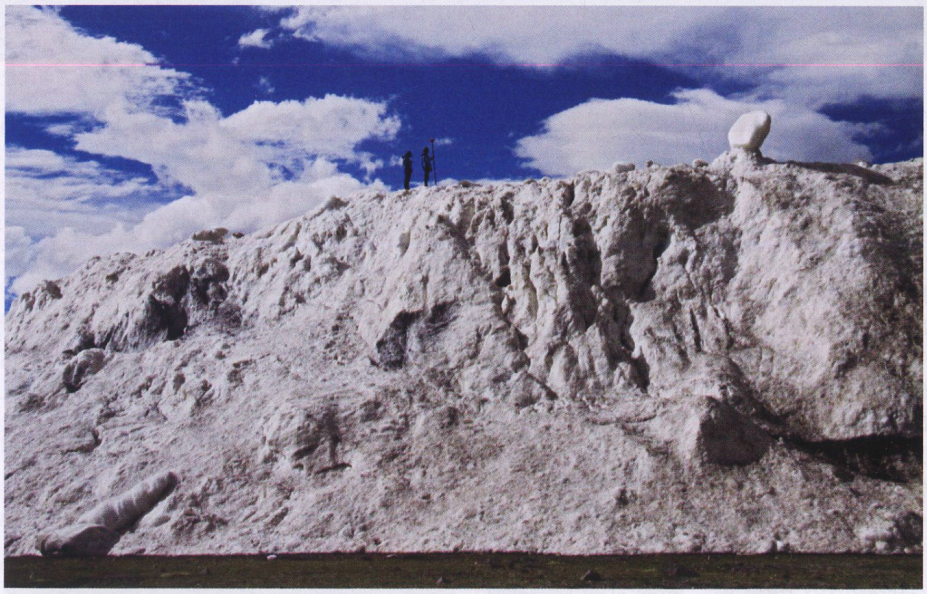
冰崩瞬间的直接诱因虽存在争议，但一个公认的情况是，据青藏高原 139 个气象站 52 年的记录，半个世纪以来高原气候显著持续变暖，海拔 4000 米以上的区域尤甚。狮泉河一带的气温更是升高了约 1.5℃，变化速度大大超过了全球平均水平。气温升高可能导致以前曾牢牢冻在一起的底部基岩和冰川发生分离，不再“紧密相依”。而且，从 2010 年以来阿里地区降水逐渐增多，进一步增加了冰川积累区的负载。也就是说，不管冰崩暴发瞬间的直接诱因是什么，气候变化是最可能的根本原因。根据雷达遥感数据，从 2011 年起，两个崩塌的冰川都出现了上部冰体向下迁移，顶部减薄，而下部增厚的情况，已开始出现崩塌征兆，换句话说，冰崩是必然的，只是时间早晚而已。

冰川的警告，青藏高原冰川群的未来命运

中国是全球屈指可数的冰川大国，有冰川 46298 条，冰面积 59406 平方公里，冰储量 5590 立方公里，西藏冰川面积达 27676 平方公里。冰川群乃是青藏高原乃至全球的固体水库，冰川危机与地球上的每一个人密切相关。

目前，研究者们已对残留的冰川顶部及遗留冰川谷进行考察，钻取了透底冰芯，并在阿鲁错钻取了两根湖芯，为冰崩研究提供了新线索。右图为冰崩后的遗留冰川谷，冰川冲出谷地，留下大面积的黑灰色崩塌“轨迹”。

下图为两位科考人员正站在冰崩扇上进行数据测量，可看出此次冰崩的巨大规模。摄影 / 宗继彪



当巨大的多米诺骨牌倒下，新在危机将在哪里出现？

一个严峻的问题是，倘若两个极大陆性冰川倒下的根本原因就是气候变化的话，那么就意味着，其他类似冰川也

可能会出现同样的危机。作为地球上的固体水塔，气候和生态的巨大调节器，冰川开始展露出人类从未领教过的新型“暴脾气”。

田老师回忆说：“变暖变湿，阿汝地区尤为明显，冰崩扇融化速度比想象的快。”而根据研究，距离阿汝冰川只有170公里的古里雅冰川，其温度也达到1000年来的最高点。

阿汝冰崩，也突显出青藏高原千万座冰川的危机——半个多世纪以来退缩严重，近20年来愈发加速。一些冰川退缩速度每年可达50米。青藏高原是许多重要河流的故乡，如雅鲁藏布江、狮泉河（印度河上游）、象泉河（印度河上游）、孔雀河（恒河上游）都在这里诞生、成长。在藏北内流区，许多大湖和冰川伴生。冰川崩塌所带来的一系列多米诺骨牌效应，正在给当地的植被、野生动物、生态环境等带来更多的危机。

阿汝冰崩发生后，一位生态学者在文章中忧心忡忡地提到，从19世纪到今天，因为气候和环境的变化，植物正在被迫“攀登”喜马拉雅。样本植物的分布区平均上移了240米，而其中将近12%的物种分布区上移了600多米。同样，阿里地区雪豹的栖息地也在不断攀高和破碎化。阿汝冰崩，拉响了更响亮、更危急的环境警报。

阿里、青藏高原乃至全球冰川群的现实危机，是否已经达到了一个新的、更加危险的临界点？幸存的牧民说，阿汝冰崩时，他们听到冰川发出巨大的“噪音”，像是神秘巨兽的吼叫。如此可怕的“嘶吼”，下一次会在什么时间，又将在何处发生？

责任编辑／陈惊鸿
图片编辑／陈惊鸿
版式设计／崔晓琳
地图编辑／陈云

“人间仙境”何处在？

遁入中国的热带云雾林

热带的水汽蕴藏着雨林旺盛的生命力，也造就了更高海拔上一种神秘的森林——热带云雾林。那里终年云雾缭绕，宛若仙境，湿润和偏远使它成为很多动植物的避难所和聚集地。我们有幸，在中国海南境内找到了零星的几处热带云雾林，让我们有机会能遁入一个独一无二的“人间仙境”。

撰文 | 武寒　　摄影 | 程斌 等

热带云雾林指的是潮湿热带地区经常被云雾掩盖的森林，这种森林虽然只占全世界热带雨林面积的2.5%，却是世界上多数生物的避难所。它是热带森林植被的一种特殊森林类型，具有丰富的生物多样性，是淡水的重要来源，但至今为止并没有受到广泛的关注。海南是中国热带云雾林最主要的分布地区之一，图为海南五指山的热带云雾林，弥漫的雾气让林子里仿佛人间仙境一般。摄影 / 刘馨阳

海南是中国热带云雾林分布的最主要区域之一

热带云雾林主要分布在亚洲热带地区、美洲热带地区和非洲热带地区，其中亚洲热带地区热带云雾林面积最大。全球热带云雾林面积可能在38万平方公里左右，仅占地球陆地面积的0.26%，并且实际比例可能低于0.26%，因同一海拔范围内，除云雾林外还可能存在其他森林类型。热带云雾林在热带地区的分布极不均匀，约59.7%分布于亚洲热带地区，印度尼西亚和巴布亚新几内亚是亚洲云雾林分布最集中的地区；约有25.3%和15.0%分别分布于美洲和非洲热带地区。热带云雾林面积占世界热带雨林面积的2.5%，美洲和非洲热带云雾林分别占这些地区热带雨林面积的1.2%和1.4%。海南省是国际上记录的中国有热带云雾林分布的唯一地区，最新研究表明，云南地区也有热带云雾林分布。下图是世界热带云雾林有明确研究样地的分布图。

世界热带云雾林样地分布图

热带云雾林样地

7月的新加坡，高温几乎统治着一切。我趁着开会的间隙，在新加坡扫街。在热带的烈日下被炙烤了三个小时后，汗如雨下。不知不觉，走到了新加坡闻名遐迩的人造景观——滨海湾花园云雾林。

一迈进大厅，阵阵凉意袭来，浓密苍翠的“森林”里云雾缭绕，宛若仙境。

它模拟了湿润凉爽、雾气缭绕的热带高海拔森林的气候。

巨大的人工山体上长满了各种花卉植被，皆来自海拔高达2000米的热带山区，35米高的人造山种有蕨类、兰花、秋海棠、猪笼草等植物。山上还种植了茂密的树木，包括奎宁树、咖啡树和茶树等。只见高35米的室内瀑布从植被丛林中倾泻而下，气势如虹。在常年炎热的热带城市新加坡，室内人造云雾林成为最炙手可热的避暑胜地，也被称为世界上最时尚的立体公园。

我虽去过不少天然森林，但像新加坡这样把人造森林做得这么好的，还是头一回见。它们居然能在炎热的地区，把凉爽的云雾林搬到室内，把大自然模仿得如此逼真，真是满足了无数人对云雾林自然体验的需求。

回国后，我一直念叨着再去一次新加坡。直到有一次在海南出差，我和当地朋友闲聊到人造云雾林时，朋友告诉我，新加坡那种人工营造的云雾林，在海南尖峰岭就有，而且是天然的！我大为震惊和好奇，当即决定前往。

我用“肉体凡胎”在真正的“人间仙境”中行走

11月的尖峰岭正值旱季，冬日清晨的阳光亮得晃眼，碧空如洗，万里无云。山间有缭绕的雾气。

这座海南名山位于海南岛西南部，虽然海拔不高，但它尖锐的奇峰在平坦的海边拔地而起，直插云霄，颇有气势。

研究热带云雾林的人少之又少，海南大学的龙文兴是其中一个。从2009年起，龙文兴就开始研究海南的热带云雾林，图为他带着自己的学生在海南霸王岭的热带云雾林里做调查。摄影 / 李洋

我在山脚搭乘当地人的三轮摩托车，沿着山间公路向上蜿蜒盘行。山路两侧是高大的乔木，枝干粗壮却并不浓密。金色的阳光穿过林窗空隙，洒在林下嫩绿色的草丛中，生机勃发。这是典型的热带季雨林冬日景观，空气清新，温度适宜，体感非常舒适。车辆摇摇晃晃，再加上早起犯困，我在车上迷迷糊糊打起盹来。

没过多久，我被一阵湿冷的风吹醒。睁眼四望，似乎进入一个云中梦境。周围雾气弥漫，视野可见距离不过十米，和之前阳光明媚的山下似乎是两个世界。

在接下来的半天里，云雾始终没有散去，我们在潮湿的林中一直穿行。视野所见，云雾缥缈，宛如仙境。

这里的树和山下的大为不同，山下的乔木高大挺拔、层次分明，这里却矮小浓密许多，枝干虬结。树上的附生植物异常丰富，长满了苔藓地衣，各种树生兰花在树木枝干上展示着旺盛的生命力，虽然花期未到，仍能想象兰花盛开时的缤纷。这里一切都是湿哒哒的，浸染在雾气中的树叶上挂满水珠，青翠欲滴。脚下松软而潮湿的枯枝落叶层犹如厚厚的地毯一般。

在这浓密的林中，并不能看到太多动物的影子，但“啾啾、叽叽”的鸟鸣声穿过雾气，传到我的耳朵，在这寂静的山林中有空灵之感。

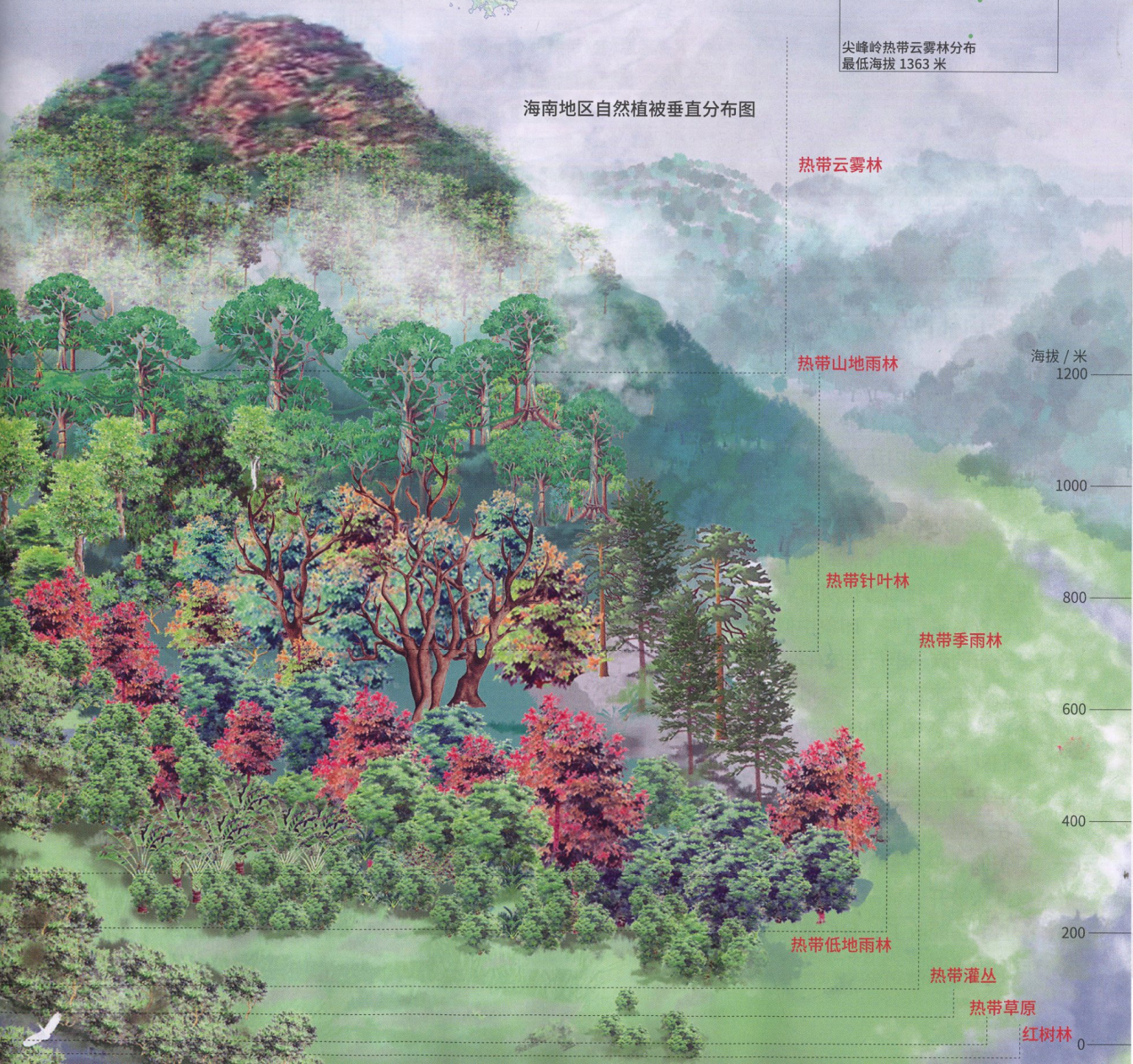
我的“肉体凡胎”就这样在“人间仙境”中行走了一整天，这体验果真比在新加坡时还要立体得多。

热带云雾林一般分布在一个狭窄的海拔范围内

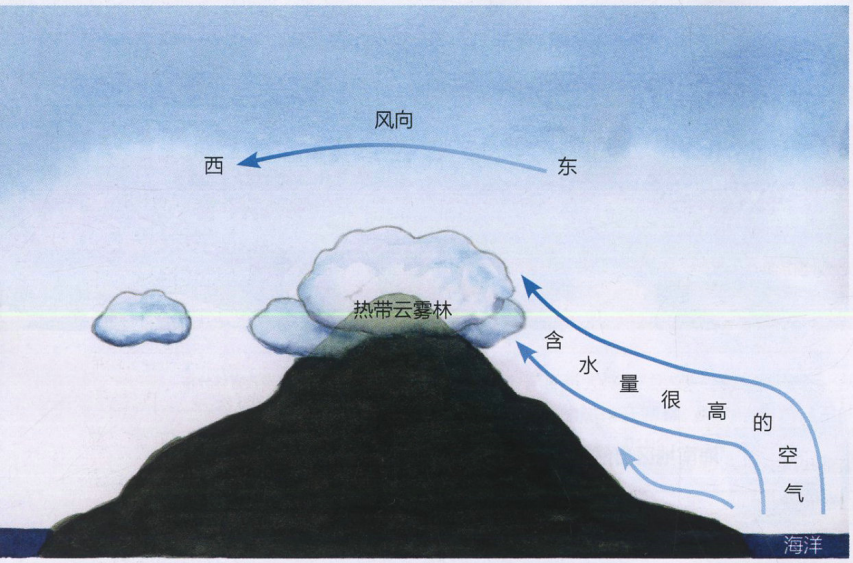
热带云雾林一般分布在狭窄的海拔范围内，有持续性或季节性云雾覆盖。海南岛的热带云雾林主要分布在霸王岭、尖峰岭、吊罗山、黎母山及五指山等林区。尖峰岭热带云雾林最低海拔在1187米左右，霸王岭的最低海拔1312米，黎母山的最低海拔1363米，五指山的在海拔1600多米，佳西保护区的在海拔1349米，鹦哥岭在海拔1600多米都发现有热带云雾林。右页地图为龙文兴团队在海南热带云雾林的研究样地分布图，这些地方是确定有热带云雾林的分布地点。与低海拔热带湿润森林相比，热带云雾林树木相对矮小、植株密度较大、树冠紧凑、叶子以硬叶为主、叶面积小；草本、灌木、乔木和附生植物多样性较高，特有植物比较丰富。海南热带云雾林多分布在山顶或山脊，裸露石头比例较高、土层较薄，树木很难长到15米以上。强劲的山风和雷电对高大树木也有破坏，多数树木矮小而弯曲。

注：手绘图是海南的植被垂直分布示意图，由于有地理差异，本图并不代表海南的所有情况，海南不同地方的植被分布细节差异是存在的。绘图 / 张晓鸥

尽管我们会经常在野外看到云雾缭绕的森林，但绝大多数并不符合热带云雾林的特征。其实，真正的热带云雾林难得一见。



热带云雾林始终没有进入中国古人的视野。即使在装备条件发达的今天，真正深入其中，去揭示它的生态价值的科学家，寥寥无几。



绘图 / 肖白

海南热带云雾林的云雾形成与海拔和水汽有关

真正的热带云雾林的形成，需要两个必不可少的条件：一个是持续的充沛水汽，一个是足够低的凝结温度。海南热带云雾林的云雾形成与海拔和水汽都有关。由于分布的海拔较高，温度较低（如霸王岭石峰的热带云雾林雨季空气温度可达17℃左右），当海上的水汽被风水平输送到该海拔区域，与空气颗粒物结合形成雾，为植物（特别是附生植物）生长提供丰富的水平降水。不过，海南地处热带季风气候，雨季的水汽更加丰富，因而雾出现的频率比旱季高。如尖峰岭地处滨海地区，一年四季都有源源不断的海风送来丰富的水汽。它的海拔超过1400米，水汽沿着山体上升过程中，随着海拔升高，温度降低，当温度降低到达水汽的凝结温度时，水汽便形成了云雾。

很多山林也常有云雾缭绕，算不算热带云雾林？

我一下子对这种“云雾森林”充满了好奇，迫切想知道在国内还有哪儿能找到这种如人间仙境般的地方。

我去过中国很多地方的森林，从北方大地的泰加林、落叶阔叶林，到西南山地的常绿阔叶林、热带季雨林，我都曾长期地观察过它们，穿行在林中做调查。说起来，印象中似乎也有过那么几次在云雾密布的森林里行走的体验。

几年前的秋天，我和一支科考队一起，到云南怒江大峡谷的丙中洛开展植物考察。每天天不亮，我们就出发，沿大峡谷一侧的大山中向上穿行。峡谷中升起的雾气朦胧了晨曦前的星光，也把我们笼罩在又湿又冷的山林中。那种感受和尖峰岭的这次很相似。但每当太阳升起来的一个多小时后，云雾就渐次散开，横断山区壮丽的雪山露出巍峨的真容。一直到傍晚收工，我们都能和雪山一起，沐浴在秋日的阳光里。

更早年间，我们在北回归线以南、云南纳板河森林中，开展森林水源涵养的研究。我们会在旱季和雨季，分别到森林中取样。雨季，纳板河森林几乎一整天都被笼罩在浓浓的云雾中，偶尔还会来几场阵雨，这让野外工作的我们叫苦不迭。

不过几个月后的旱季，当我们又来到纳板河调查点，却发现这里已经很久没下过雨了。几个月前的云雾也不见踪影，阳光和煦，在高大树木形成的林窗下，灌木和草本植物尽情享受着阳光的抚摸……

但这次尖峰岭的体验实在特别，即使在11月旱季的森林里，一整天都在浓雾中，这是我前所未有的体验。

晚上回到山下的住处，我在为数不多的科学文献中了解到，原来这种让我有着难忘体验的森林，在生态学上是有一个专有名词的——热带云雾林，指的是那些分布在狭窄海拔范围内，有持续性或季节性的云雾覆盖的森林。

相比较低海拔的森林，热带云雾林一般风大、海拔高、空气湿度大，树木为了抵抗强风，一般植株矮小、树干弯曲，树木密度大。又由于湿度大，

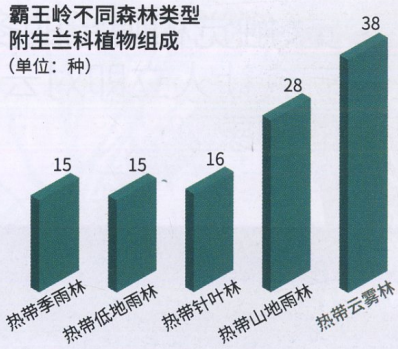
龙文兴

海南大学热带农林学院副教授
博士生导师

绘图 / 李亚龙

热带云雾林可能在我们没有了解前就消失了

霸王岭不同森林类型附生兰科植物组成
（单位：种）



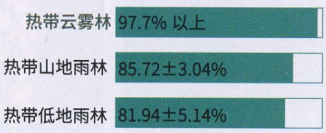
我从 2009 年起，开始从事热带云雾林生态学研究，如今穿行于海南的各个热带云雾林中已有 9 个年头。

对于很多人来说，热带云雾林还是一个很陌生的概念，相对来说，这也是一个比较难理解的概念。

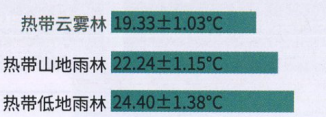
可以从环境和群落结构特征两个方面去认识热带云雾林：环境方面，热带云雾林分布在狭窄海拔范围内，有持续性或季节性的云雾覆盖，其风力强劲、云雾出现频率较高、空气温度较低、空气相对湿度较大、紫外线辐射强烈；群落结构方面，热带云雾林树木矮小弯曲、植株密度较大、树冠紧凑、叶片面积小，附生植物多样性非常丰富，特有植物较多。

全球热带云雾林主要分布在热带美洲、热带非洲和热带亚洲地区的大陆、沿海和海洋岛屿，主要受热带雨林气候、热带季风气候和热带海洋性气候以及地形、海拔、地质和土壤等地理环境影响。所以，影响热带云雾林分布的气候条件和地理环境复杂，各地一天内云雾出现的次数可能不同，云雾在各个季节出现的频率也有差异，很难用确切的数字来量化全球热带云雾林的云雾出现时间和频率；另外，各个地区热带云雾林的群落结构和物种多样性特征也不同，树木高度、密度、附生植物种类有差异，所以群落特征主要通过描述来认识。不过，由于全球热带云雾林普遍分布在大陆、沿海和岛屿山体的较高海拔区域，所以环境和群落结构特征与低海拔热带

海南岛 5—10 月热带森林空气相对湿度差异



海南岛 5—10 月热带森林温度差异



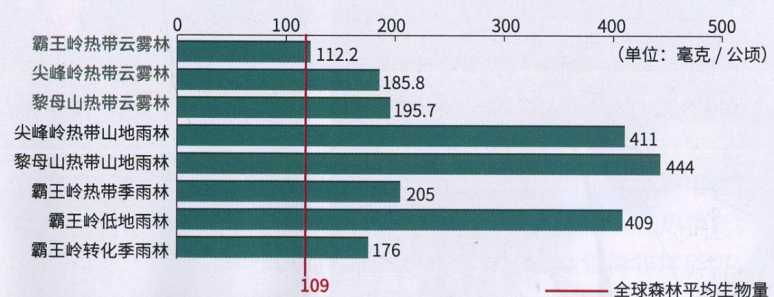
森林显著不同，通过与各地低海拔热带森林的比较有助于我们深入了解热带云雾林。

以海南热带云雾林为例，主要分布在五指山、霸王岭、尖峰岭、鹦哥岭、黎母山、佳西、吊罗山等林区海拔 1200 米以上的区域。但不同林区热带云雾林分布海拔有差异，例如，霸王岭石峰的 1200 米区域分布有热带云雾林。

热带云雾林是热带森林中的重要组成部分，存在较多的附生植物、特有生物、珍稀濒危生物，被称为生物多样性生长的伊甸园。这里四季都可能有云雾出现，形成水平降水。在潮湿的环境下，植物拦截的水分占降水量的 10%—20%，甚至可能达到 50%—60%。在降水量较少或者干旱的季节，植物拦截的水分相当于 700—1000 毫米的降水量，丰富的雾水能供给植物生长，也能为下游河流和人民生活提供水源。另外，云雾中的水分和矿质营养被植物吸收后进入了生物体，热带云雾林生态系统在生物圈的物质循环中扮演重要角色。

虽然热带云雾林分布海拔较高而受到的干扰相对较少，但也面临气候变化、森林砍伐、毁林开荒、火灾、外来物种入侵、台风的干扰等威胁。

目前，很多目光和研究都在关注低海拔热带森林，而分布在高海拔的热带云雾林受到关注较少，掌握的资料和信息也非常少。在重重威胁考验下，热带云雾林生物可能在没有了解前就消失了，那将是非常大的遗憾。



不同森林类型生物量的差异

注：生物量是指某一时间单位面积或体积栖息地内所含一个或一个以上生物种，或所含一个生物群落中所有生物种的总个数或总干重（包括生物体内所存食物的重量）。

当漫步于热带云雾林中，来自视觉、触觉和嗅觉的多重感官体验就会让人立即对云雾林产生深刻的印象。

华石斛
Dendrobium sinense
摄影 / 卢刚

石仙桃
Pholidota chinensis
摄影 / 李洋

热带云雾林是各种附生植物的宝库

热带云雾林较低的温度能够使云雾冷凝成水滴。在潮湿的环境下，热带云雾林植物拦截的水分占降水量的10%—20%，甚至可达50%—60%。在降水量较少或干旱的季节，植物拦截的水分相当于700—1000毫米的降水量，丰富的水分能供给植物生长。由于湿度大、云雾持续时间长，热带云雾林里非常适合附生植物的生长，比如一些兰科植物、蕨类植物和苔藓植物，尤其是树生的兰科植物，所以热带云雾林成为了当之无愧的兰科植物物种宝库，有很多名贵的兰花都生长于此。

长苞毛兰
Eria obvia
摄影 / 李洋

矮柱兰
Thelasis pygmaea
摄影 / 龙文兴

林子里从空气中吸收水分的附生植物特别丰富，最多的附生植物是兰科和蕨类植物。

按这样的说法，怒江大峡谷的山林或者纳板河的森林，可以算热带云雾林吗？还有很多地方的森林似乎也常有云雾缭绕，那儿有没有热带云雾林呢？

研究热带云雾林的人寥寥无几，艰辛超过想象

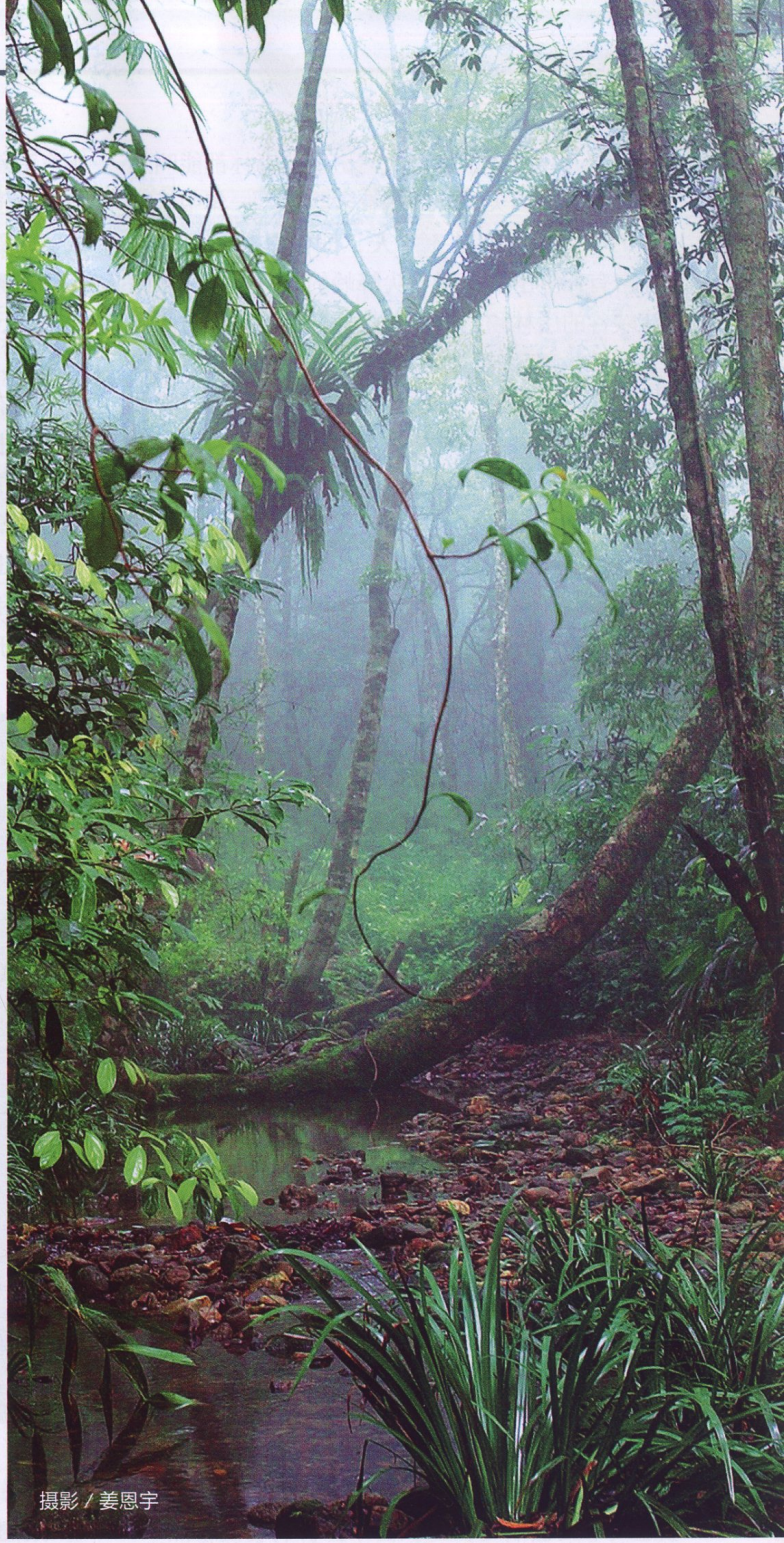
海南大学的龙文兴老师，是为数不多的研究热带云雾林的科学家。在了解云雾林的过程中，我曾多次请教过他。坚韧、好奇心强、喜欢挑战自我，是他给我留下的最深刻的印象。

龙文兴第一次接触热带云雾林，还是在海南大学读研期间。有一次，导师带领他们几个研究生到五指山下做野外工作，工作完成后，天色尚早，龙文兴便约了同学们一同去爬这座海南最高峰。当爬到一定高度后，他们进入被浓密的雾气笼罩的森林中，森林中还下雨。这次山上雨、山下晴的现象，让龙文兴觉得很奇妙。

后来，通过导师的引导，龙文兴逐渐了解到，五指山上云雾缭绕的森林，叫热带云雾林。由于野外工作难度大，科学界关注热带云雾林的人很少，但有新发现的可能性更大。为了揭开热带云雾林的秘密，龙文兴决定挑战一下自己的野外工作能力，开始投入到热带云雾林研究这个生僻的领域中。一投入，便是快十年。

在研究热带云雾林的过程中，龙文兴遇到的艰辛超乎想象。热带云雾林海拔高，远离村庄，补给困难，所以每次出野外，龙文兴就不得不背着更沉重的物资上山，吃住都在山上解决。低温、大风、潮湿，云雾林里的体感并不一直很舒适。林子里的蛇类多，尤其是毒蛇竹叶青，也给龙文兴的研究带来很大的危险性。但“钻林子”的乐趣是不可替代的，“钻”了快十年，“钻”出了感情。在热带云雾林里所有视觉、听觉、触觉已让他觉得非常亲切。

在和龙文兴交流的过程中，我向他表达了我的困惑。



摄影 / 姜恩宇

他告诉我，并不是有云雾出现的森林都能叫热带云雾林，海南尖峰岭的热带云雾林，一年中云雾出现的天数可以超过 300 天，即使旱季，早晚也会经常有云雾出现。而与尖峰岭的热带云雾林相比，怒江峡谷的山林和纳板河的森林云雾覆盖的时间都少了很多。怒江峡谷山林也不具备热带云雾林风大、湿度大的环境特征；纳板河森林也不像热带云雾林那样海拔高、风大。从植被上说，怒江峡谷山林也并不具备热带云雾林附生植物极其丰富的植被群落特征，而纳板河森林不具备云雾林树木矮小的植被群落特征。

所以，尽管我们会经常在野外看到云雾缭绕的森林，但绝大多数并不符合热带云雾林的特征。

摄影 / 李洋

真正的热带云雾林难得一见

真正的热带云雾林其实难得一见。它的形成，需要两个必不可少的条件：一个是持续的充沛的水汽，一个是足够低的凝结温度。

尖峰岭地处滨海地区，一年四季都有源源不断的海风送来丰富的水汽。它的海拔超过 1400 米，水汽沿着山体上升过程中，随着海拔升高，温度降低，当温度降低到达水汽的凝结温度时，水汽便形成了云雾。

云雾是尖峰岭热带云雾林中附生植物生存的必要条件，附生植物生长在树干上，无法从土壤中吸收水分，它们生存需要的水分全靠气根从空气中吸收，只有持续时间足够长的云雾，才能满足附生植物的生长。云雾覆盖的区域海拔较高，山风较大，海南热带云雾林多分布在山顶或山脊，裸露石头的比例较高、土层较薄，树木很难生长到 15 米以上。强劲的山风和雷电也对高大树木也有破坏，多数树木矮小和弯曲，以抵抗强风。

基于这样的条件，全球热带云雾林面积可能仅占地球陆地面积的 0.26%，并且实际比例可能低于 0.26%，因为同一海拔范围内，除了云雾林之外还可能存在其他的森林类型。热带云雾林面积占世界热带雨林面积的 2.5%，海南省是国际上记录的中国有热带云雾林分布的唯一地区，海南岛的热带云雾林主要分布在霸王岭、尖峰岭、吊罗山、黎母山及五指山等林区。最新研究表明，云南地区也有热带云雾林分布。

中国古代似乎有很多有关山中云雾的诗词：“只在此山中，云深不知处”“烟波缥缈隐险峰，上下左右各不同”“残云收翠岭，夕雾结长空”……

但这些诗词里描写的，更像偶尔有云雾的森林，并非热带云雾林。而关于热带云雾林中的描述，更是极少，真正深入云雾林里去的人实在不多。

其实从外部景观来看，热带云雾林是非常符合东方传统审美的：森林、山岳、云雾的景观组合，渲染出了水墨般的东方意境。

然而，中国的热带云雾林主要分布在海南、云南南部地区，在古人眼里，这些遥远的山间可尽是些盗匪出没、瘴气遍野的蛮夷之地，鲜有人涉足。

热带云雾林是很多动物的避难所

热带云雾林地处崎岖之地，又相对潮湿，人为的干扰较小，虽然只占全世界热带雨林面积的2.5%，却是许多濒危物种的栖息地、世界上多数生物的避难所。另一方面，热带云雾林由于海拔较高，不同山头存在山谷低地隔离，形成一片片孤岛生境，阻隔了物种交流，长久以来，便演化出很多特有的物种，使热带云雾林成为生物多样性高、特有物种丰富的地区。右上图是海南特有种海南柳莺，经常活动在中高海拔。右下图是鹦哥岭树蛙，1997年在一次野生动植物调查中被首次发现，确定鹦哥岭树蛙为世界新种，该蛙生活于海拔1000—1300米的原始热带雨林山区。下图是水鹿，据调查者观察，水鹿在海南数量已经不多，最后的种群基本上都集中在热带云雾林里活动了（供图 / 嘉道理中国保育）。左页图为龙文兴团队成员在热带云雾林做本底调查。

摄影 / 刘璐

摄影 / 米红旭

热带云雾林还往往分布在热带海拔较高的山区，路途崎岖，湿度大，温度低。在衣物装备落后的古代，热带云雾林似乎“只可远观，而不可亵玩”，很少有人会深入这种看起来常年幽暗潮湿的林子里“找罪受”。

所以，热带云雾林始终没有进入中国古人的视野。即使在装备条件发达的今天，它的景观价值越来越被摄影爱好者所认识，但真正深入其中，去揭示它的生态价值的科学家，寥寥无几。

热带云雾林是生物避难所，还是重要水源

龙文兴凭着兴趣和坚韧，把研究坚持了下来。很庆幸，有了龙文兴的研究，我们得以相对系统地了解热带云雾林的生态价值。

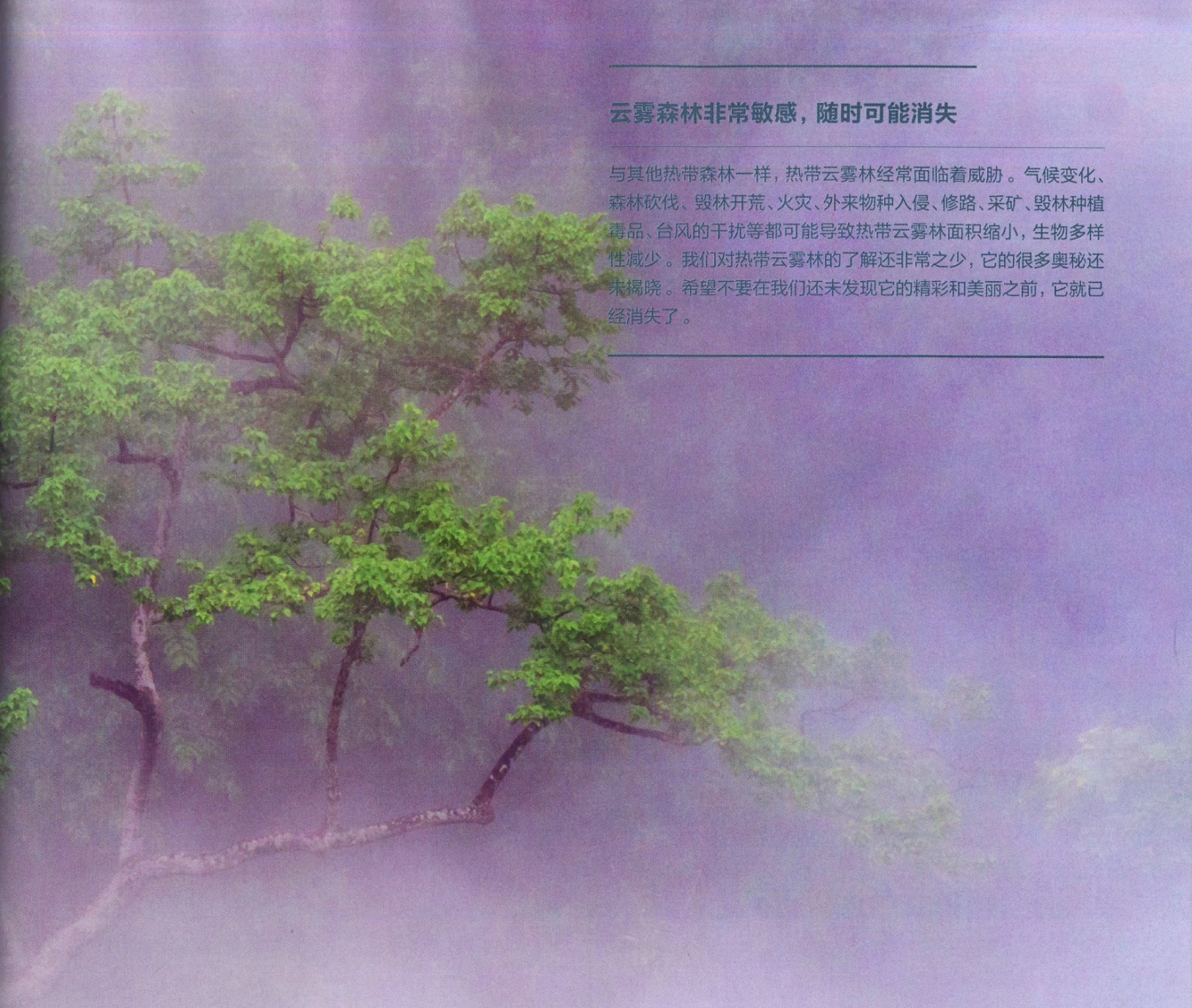
热带云雾林有着丰富的生物多样性。由于湿度大、云雾持续时间长，非常适合附生植物的生长，尤其是树生的兰科植物，所以热带云雾林成为了当之无愧的兰科植物物种宝库，有很多名贵的兰花都生长于此。同时，热带云雾林由于海拔较高，不同山头存在山谷低地隔离，形成一片片孤岛生境，阻隔了物种交流，长久以来，便演化出很多特有的物种，使热带云雾林成为生物多样性高、特有物种丰富的地区。

在美洲，327 种濒危的鸟类中有 38 种（11.6%）是热带云雾林的特有种；墨西哥热带云雾林的覆盖面积仅为整个城市面积的 1%，但分布的植物种类却占了全国 3000 种植物的 12%，其中超过 30% 是墨西哥特有植物；安第斯山脉海拔 900—3000 米的热带云雾林中，分布有厄瓜多尔一半的物种和 39% 的特有种；而安第斯山脉东部的热带云雾林只占大陆地区面积的 3.2%，却是 63% 的特有哺乳动物的栖息场所。20 世纪 90 年代，科学家还在安第斯山脉发现了两种新型鸟类、在秘鲁的热带云雾林山脉上发现了巨嘴鸟、在老挝和越南的热带云雾林中发现了两种叫声像鹿的鸟类 ……

另一方面，热带云雾林相对来说鲜被打扰，成了众多动植物的避难所。据了解，全世界 2609 种分布范围狭窄的鸟类有 10% 分布在热带云雾林；秘鲁安第斯山脉东部的热带云雾林仅占全国 5% 的面积，但据估算，那里庇护了秘鲁境内 14% 的植物物种；而秘鲁热带云雾林中的哺乳动物占全国哺乳动物总数的 32%。从长期在海南从事生物多样性调查的同行那里，我也了解到，由于海南的热带云雾林一般正好在保护区的核心区，且山路崎岖，难以到达，海南的一些哺乳动物，如水鹿和赤麂，在海南的热带云雾林里的种群也要比下面的林子密集得多。

可惜的是，中国热带云雾林的调查还远远不够。我相信有一天，在龙文兴等热带云雾林专家的努力下，中国的热带云雾林中，也会有激动人心的发现。

而对于生活在热带云雾林脚下的人来说，这种森林的最大价值，莫过于它的储水功能。在潮湿的环境下，植物拦截了大量水分。在降水量较少或干旱的季节，丰富的水分能供给植物生长，也能为下游河流和人民生活提供水源。在厄瓜多尔首都基多，有 130 万人使用着由云雾林提供的水分；在坦桑尼亚首都达累斯萨拉姆，旱季里几乎全部的饮用水源都来自于乌卢古鲁的热带云雾林。



云雾森林非常敏感，随时可能消失

与其他热带森林一样，热带云雾林经常面临着威胁。气候变化、森林砍伐、毁林开荒、火灾、外来物种入侵、修路、采矿、毁林种植毒品、台风的干扰等都可能导致热带云雾林面积缩小，生物多样性减少。我们对热带云雾林的了解还非常之少，它的很多奥秘还未揭晓。希望不要在我们还未发现它的精彩和美丽之前，它就已经消失了。

我在云南黄连山考察时，当地流传着这样一句谚语：人养树、树养水、水养人，其背后的意义就在于，人们保护了热带云雾林，也就保护了滋养山民的水源……

这种美丽独特的“人间仙境”随时可能消失

由于海拔较高难以接近，热带云雾林历史上受到的人为干扰较少，至今仍有很高的景观价值和生态价值。但在全球生态危机背景下，它也并不能遗世独立，独善其身。

全球气候变化带来的影响不容小觑。云雾的形成和温度有莫大的关系，热带云雾林对气候变化特别敏感。气候变化可能会导致云雾的出现频率降低、云雾面积减小，使一些物种生存环境发生改变，可能成为物种绝灭的诱因。

更直接的破坏也在进行着。从媒体报道中，我很心痛地看到，世界范围内的热带云雾林正在遭受一场劫难：多个拉丁美洲国家将热带云雾林转化为牧场，植被破坏、水土流失，热带云雾林正逐渐消失；非洲国家的热带云雾林捕猎现象普遍，导致食物链破坏，生态失衡；印度尼西亚、马来西亚及菲律宾对热带云雾林的砍伐较多，热带云雾林面积急剧缩小……我不知道，这场劫难还会波及多大的范围，还会持续多久的时间。

在完成本文的写作时，龙文兴正在海南黎母山继续着他的热带云雾林研究。在中国，像龙文兴这样研究热带云雾林的人太少了，我们对这片独一无二的“人间仙境”的了解和珍视还远远不够。很多奥秘，仍掩盖在云雾之下。

但愿那些奥秘和美丽拨云见日之时，云雾还未消失。

责任编辑 / 顾纯　图片编辑 / 吴敬
版式设计 / 李晟　地图编辑 / 王岩

菩提伽耶：佛陀成佛之地，也是佛教徒心目中最重要的圣地

在菩提伽耶的摩诃菩提佛寺，当地人正在更换佛塔上的花环。菩提伽耶位于印度比哈尔邦南部伽耶市的近郊，是佛陀（即释迦牟尼佛）成佛之地，所以这座小城也成了佛教信徒心目中最重要的圣地。当地主要遗迹包括菩提树、摩诃菩提佛寺、金刚座等。现在的菩提伽耶成为佛教不同教派的汇聚地，泰国、缅甸、斯里兰卡、日本、中国等不同国家的僧人在此修建了不同风格的寺院。

从蓝毗尼到拘尸那迦

一名中国摄影师的寻访佛陀足迹之旅

撰文 | 老鱼　摄影 | 老鱼 等

2500多年前，在喜马拉雅山脉南侧的恒河平原上，佛教的创始人佛陀（即释迦牟尼佛）曾进行了长达40多年的传教布道，深刻影响了后人的信仰与文明。至今，恒河平原上还留存有为数不多的佛陀传教遗迹。本文作者是一名中国摄影师，他从佛陀诞生地蓝毗尼，一直到佛陀涅槃地拘尸那迦，用文字和图片记录了自己的寻访故事和体验……

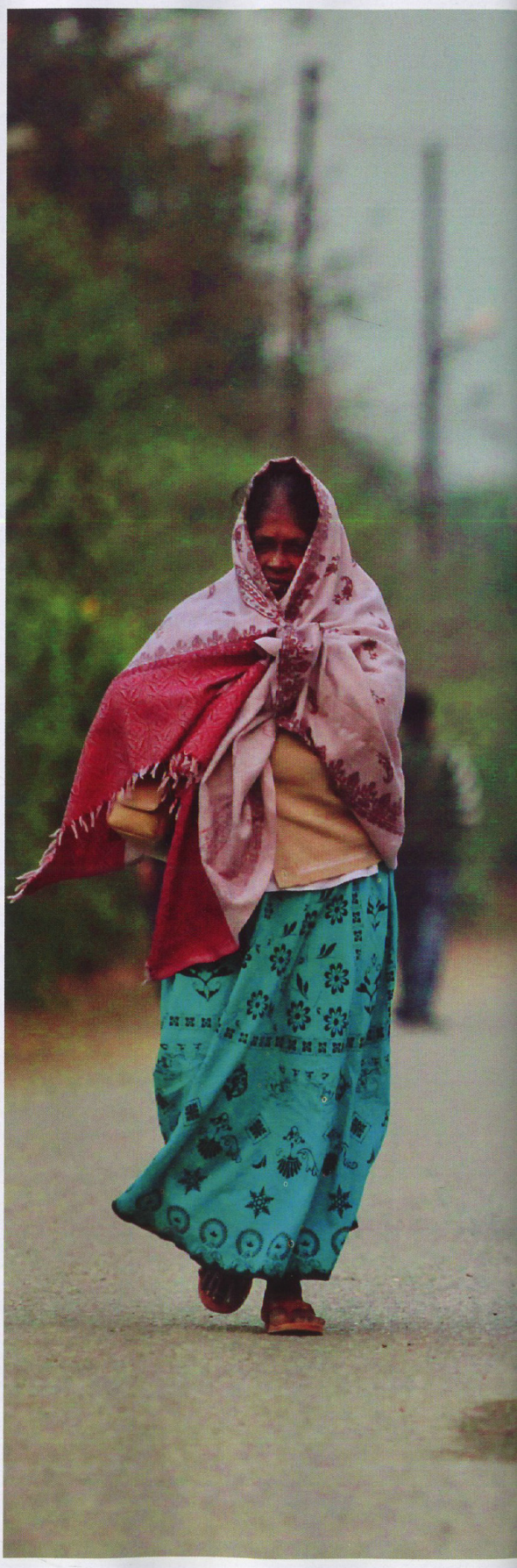
当年佛陀足迹的遗址，囊括了佛陀的一生历程

有关佛陀足迹的文化遗存都集中在了恒河平原上

每当我与别人谈及到恒河流域的旅行时，常常会听到两种截然不同的反应：喜欢者，大谈那里的美妙，诸如众多的历史建筑，丰富的人文积淀，还有极具视觉感的生活色彩等；而厌恶者，也会举出典型例子，多半是肮脏的河流，混乱的交通等。一面是圣洁的庙宇，一面是杂乱的街市，恒河似乎将世界的两个极端融为了一体。

说起来，中国与恒河流域的交往也算历史悠久，但因为有高大的山脉作为屏障与阻隔，这种交往受到了极大影响。其中双方最重要的交往，可能是起源于恒河流域的佛教对中国的影响了。

虽起源于古印度的恒河流域，但在约公元13世纪时，佛教就已在印度接近消亡，被印度教取代。如今，一般认为，与佛教创始人佛陀相关的遗迹，最主要的有八处，都在恒河平原上。这些留下当年佛陀足迹的珍贵文化遗存，囊括了佛陀的一生历程：出生地蓝毗尼、悟道成佛地菩提伽耶、法轮初转地鹿野苑，再加上王舍城（有灵鹫山、竹林精舍、那烂陀寺等）、舍卫城（佛陀前后待了24年，时间最长）、僧迦施（传说佛陀到天上为母亲说法后返回人间的落脚处）、毗舍离（佛陀在此预言自己即将涅槃）、涅槃地（佛教称佛陀去世为涅槃）拘尸那迦，一起合称为八大圣地。这八处遗址，除了蓝毗尼在尼泊尔，其他七处都在印度。



蓝毗尼：佛陀诞生地，南临广阔的恒河大平原

在佛陀的诞生地蓝毗尼，每天有许多朝拜者前来拜访。蓝毗尼位于今尼泊尔境内，地处尼泊尔和印度交界处。蓝毗尼本是2500多年前迦毗罗卫国建造的一座花园，北靠终年积雪的喜马拉雅山，南临广阔的恒河大平原。迦毗罗卫国面积虽小，但非常富庶，国王叫净饭王，王后是摩耶夫人。摩耶夫人年近40的时候，在蓝毗尼花园生下佛陀。净饭王给孩子起名为乔达摩•悉达多。在他出生七天后，母亲摩耶夫人就去世了。传说后来佛陀专门上天为母亲说法。

绘图 / 晓秋

佛教为何过早地在它的故土印度消亡了？

陈星桥

中国佛教协会常务理事
《法音》杂志副主编

佛陀时代的古印度
16 大国分布图（公元前 600 年）

在历史上，印度是地区之名而并不是国家之名。因为在历史上，印度不是一个统一国家。在英国殖民统治印度地区以前，这个地区一直是小邦和部族林立。在佛陀时代（2500多年前），印度北方地区有16个大国以及百余小城邦同时并存。这些国家，在佛教很多经典中都有记载，时常被称之为“十六大国”。最负盛名，且为人津津乐道的孔雀王朝，即是十六大国之一——摩揭陀王国的政权。据研究，十六大国之间的区划似乎并非按地理或是政治因素划分，而是依照种族势力范围划分的，主要分布在印度中部和北部地区（上图）。一般认为，与佛陀相关的遗迹最主要的有八处，都在恒河平原上：出生地蓝毗尼、悟道成佛地菩提伽耶、法轮初转地鹿野苑、王舍城、舍卫城、僧迦施、毗舍离、涅槃地拘尸那迦，一起合称为八大圣地。这八处遗址，除了蓝毗尼在尼泊尔，其他七处都在印度。在历史上，去恒河流域朝圣佛陀遗迹的中国人，有东晋的法显，唐朝的玄奘、义净等人（右图）。

佛教教义及其文化博大精深，覆盖地域广，在三大世界性宗教中历史最为悠久，对过去和当今的世界文明影响巨大。然而就是这样一个曾风靡印度一千多年的宗教，却于公元13世纪在其诞生的故国印度彻底消亡了。

佛教在印度过早的消亡，有其内因和外缘，教界、学界比较共识的主要内因是，佛教在印度的日益玄学化和印度教化，主要外缘是，印度教崛起蚕食佛教和伊斯兰教军队入侵、统治印度，实施残酷的灭佛政策。

佛教是在反对印度传统宗教婆罗门教的思潮中诞生的一种新宗教，是印度母体文化中的一股清流，如它反对传统的吠陀天启说、梵天创世说、祭祀万能说、四种姓说，主张人“无我”、众生平等，奉行慈悲、忍辱、中道、和平，并制定有戒律严明的僧团制度，佛陀时代即受到当时最大的两个国家摩揭陀国、憍萨罗国王族的支持。公元前3世纪，统一全印的阿育王不仅皈依佛教，“以佛治国”，更推动佛教向世界传播。

佛教在全印度长达一千七百多年的传播、发展过程中，对婆罗门教等宗教和各派哲学是既论诤，又借鉴吸收，先后产生了小乘十八个部派，大乘显宗中观宗、瑜伽宗两大派，以及大乘密宗，它们传播到世界各地，则形成了泾渭分明的巴利语、汉语、藏语三大语系佛教。

就印度佛教来说，其构建的哲学思想和宗教制度、仪轨等，于公元8世纪达到登峰造极的程度，日益玄学化、繁琐化、贵族化、“印度教”化、世俗化，实质上是在不断与印度社会和主流文化相适应、妥协和回归。

公元2世纪至8世纪，当印度教在婆罗门教基础上，借鉴、吸收佛教、耆那教等宗教和六派哲学思想而崛起的时候，普通人甚至已难以分辨佛教与印度教的本质区别了。

公元8世纪起，阿拉伯帝国的势力范围扩张到中亚。至公元11世纪，当时包括我国新疆在内的中亚大部分佛教地区和游牧部落都皈依了伊斯兰教；公元9—13世纪，信奉伊斯兰教的阿拉伯人、突厥人前仆后继地入侵甚至统治印度，他们以破偶像、灭异端的宗教名义烧杀抢掠，佛教寺庙被毁坏殆尽，佛教僧人和信众或逃亡、或交重税，或改宗伊斯兰教，这种长达数百年残酷的宗教迫害，导致佛教在印度最终绝迹。

要问有关佛陀足迹的文化遗存为什么都集中在恒河平原上，其实道理也不难理解：佛陀从出生、悟道、传道到最后涅槃，都没有离开过恒河平原。由此也不难理解，为什么在佛教经典里，出现频率极高的一个地理名词是“恒河”。在南亚，历史上的恒河流域一直是人口最为密集的区域。因此，佛陀也很自然地选择人口稠密区进行传教了。

朝圣佛陀足迹的中国人成了当地历史文化的重建者

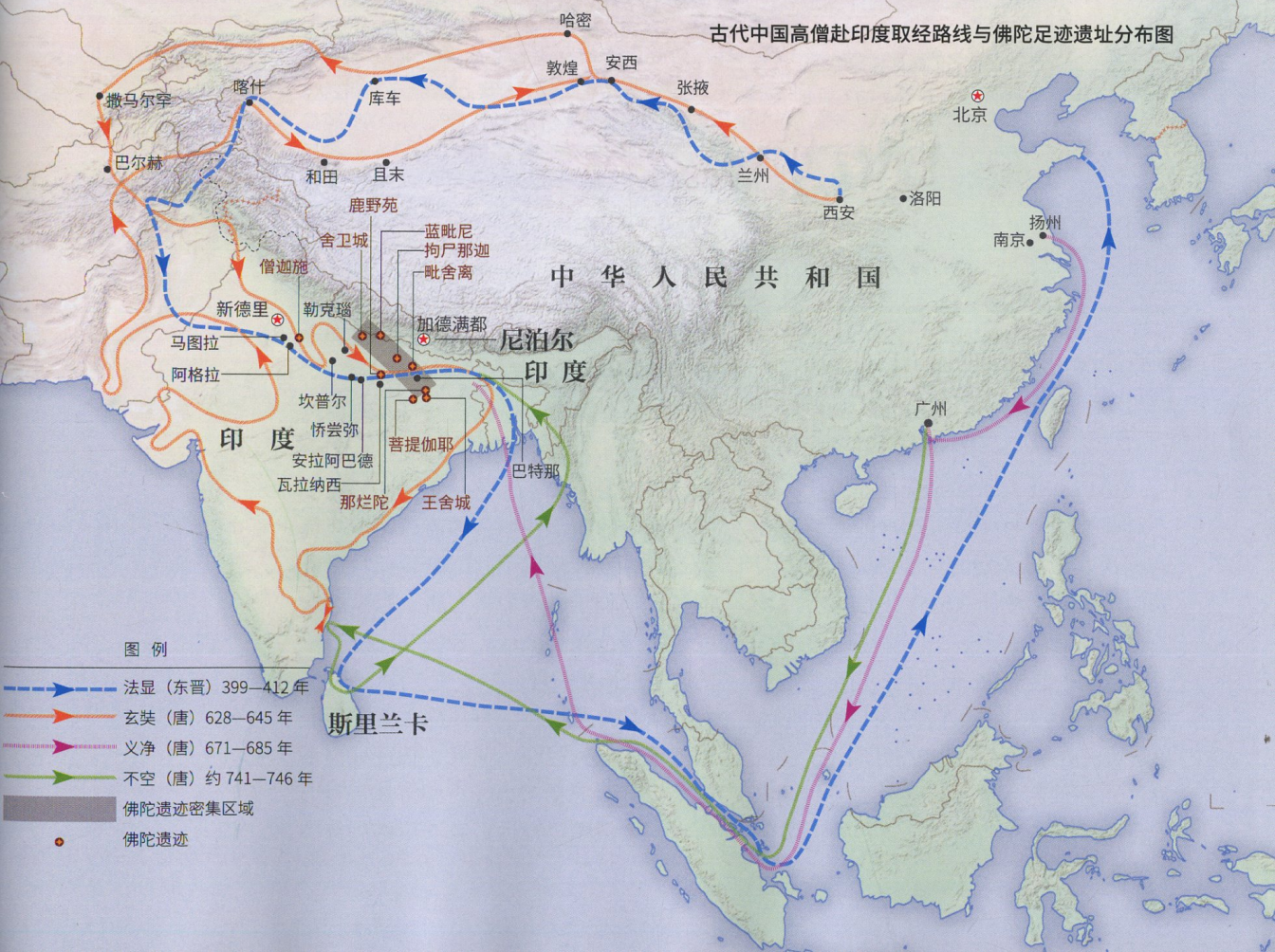
在历史上，去恒河流域朝圣佛陀遗迹的中国人，最著名的要算是唐朝的玄奘大师了，他的西行取经故事早已家喻户晓。他写作的《大唐西域记》成为研究古印度、中亚等地古代历史地理的重要资料。近代西方人对印度古代遗址的发掘，很多都在《大唐西域记》里找到了准确描述。现在印度和尼泊尔也承认，玄奘大师是他们国家历史和文化的重建者。

在玄奘大师之前，还有一位中国僧人法显也到过古印度。他把经历写成了一本《佛国记》，这本书也是研究南亚古代文化的珍贵资料文献。

唐代还有一位高僧叫义净，是因为听了法显、玄奘的事迹，才萌生了去古印度的念头。他写作的《南海寄归内法传》、《重归南海传》，讲述了自己在古印度的丰富见闻。

其实，还有一位中国西藏的僧人，名叫曲吉贝，他去印度的经历也很特别，但他的名字很少有人提及。公元 1234 年，他只身一人经尼泊尔前往印度，忽必烈曾两次派遣使节邀请他去蒙古传法。记录曲吉贝口述的著作——《13 世纪一个藏族僧人的印度朝圣之旅——恰译师曲吉贝传》，也为重建 13 世纪上半叶印度北部历史提供了重要依据。

古代中国高僧赴印度取经路线与佛陀足迹遗址分布图



王舍城：那烂陀寺和摩诃菩提佛寺，向人们宣告着昔日的辉煌与荣耀

那烂陀寺（上图 绘图 / 晓秋）为古印度摩揭陀国首都王舍城的一座大寺院。5世纪初，笈多王朝的帝日王建立本寺，后屡加扩建，成为古印度规模宏大的佛教寺院及佛教最高学府。那烂陀寺曾有多达900万卷的藏书，历代学者辈出，最盛时有万余名僧人学者聚集于此。公元12世纪，那烂陀寺被战火毁灭。与那烂陀寺一同位于王舍城的菩提伽耶，有一座著名的摩诃菩提佛寺（右图 摄影 / 张源），其主体是一座下方上尖的佛塔，质地为硬质砂岩，塔高50米。底层是边长15米的方形，从中部开始，层层上缩，顶部为圆柱状。塔上供有形态各异的佛像。寺内供有释迦牟尼金身佛像一座，法相庄严。尽管摩诃菩提佛寺在印度寺庙中算不上巍峨博大，但最早是由印度历史上著名的帝王阿育王所建，后代屡有重建或增建。塔的西侧便是著名的菩提树，佛陀当年就在这棵树下得道成佛。

佛陀的诞生地蓝毗尼早已变得荒芜寂静

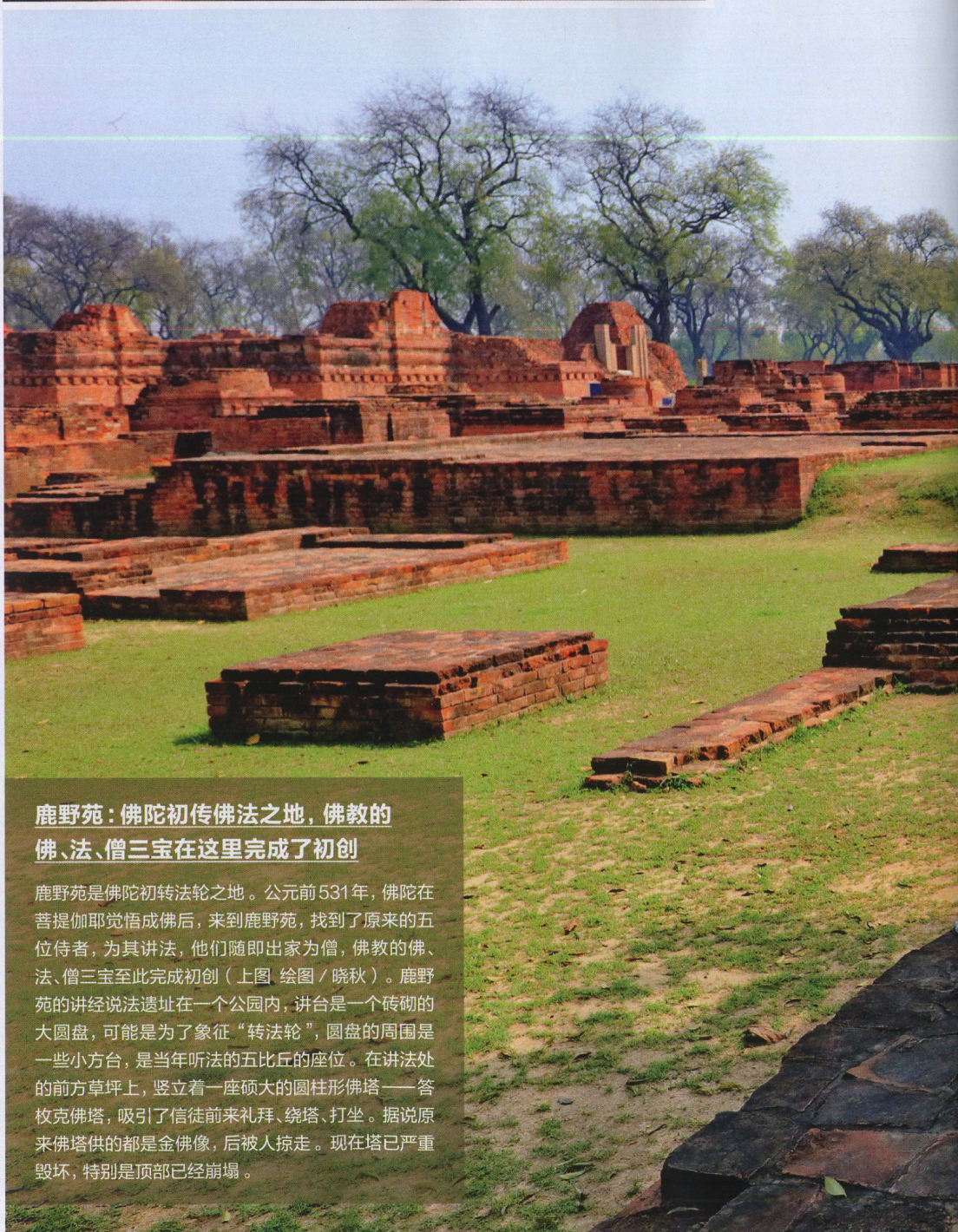
2017年2月，不是佛教徒的我，出于对佛教文化的兴趣，动身前去恒河流域，探寻散落各处的7处佛陀遗迹（因为僧迦施几乎没什么遗存，所以不在我的探访行程中）。

蓝毗尼是佛陀的诞生地，位于尼泊尔境内，也属于恒河平原。它在尼泊尔与印度边境一处名叫蒂莱的小村落附近，过去曾是一片荒芜，因为佛陀诞生地的缘由，近年来尼泊尔政府将这里规划为遗迹公园，各国的佛教组织也可以在这里修建寺院，因此来这里的信众开始多了起来。

遗迹公园内，最醒目的是一座白色的方形建筑——摩耶夫人庙（摩耶夫人是佛陀的母亲），它其实是在一座小神庙遗址的断壁残垣上加盖的保护建筑。我看到，信徒来自不同国家，但数量并不多。他们走进摩耶夫人庙，默默地念经、打坐或慢步绕行，还会在一处残留的砖墙处顶礼膜拜。

摩耶夫人庙外，有几株古老的菩提树，茂密的树冠四下伸展，信徒在树下打坐修行，悠扬的念经声和香烛特有的味道，随风飘得很远。在一般的经典佛

巍然屹立的答枚克佛塔虽历经磨难，仍是这里的视觉中心



鹿野苑：佛陀初传佛法之地，佛教的佛、法、僧三宝在这里完成了初创

鹿野苑是佛陀初转法轮之地。公元前531年，佛陀在菩提伽耶觉悟成佛后，来到鹿野苑，找到了原来的五位侍者，为其讲法，他们随即出家为僧，佛教的佛、法、僧三宝至此完成初创（上图 绘图／晓秋）。鹿野苑的讲经说法遗址在一个公园内，讲台是一个砖砌的大圆盘，可能是为了象征“转法轮”，圆盘的周围是一些小方台，是当年听法的五比丘的座位。在讲法处的前方草坪上，竖立着一座硕大的圆柱形佛塔——答枚克佛塔，吸引了信徒前来礼拜、绕塔、打坐。据说原来佛塔供的都是金佛像，后被人掠走。现在塔已严重毁坏，特别是顶部已经崩塌。

传中，有关佛陀在蓝毗尼降生的描写更像是神话传说：摩耶夫人梦到白象而受孕，于右肋处生下佛陀。这时大地震动，佛陀一手指天，一手指地，宣告："天上天下，唯我独尊！"因为直到佛陀去世五六百年后，印度大陆才开始有确切的文字史实记载，因此，西方宗教学者曾认为佛陀只是一个杜撰的虚构人物。直到19世纪时，欧洲考古学家在南亚经过考古挖掘，找到了原始经文、舍利遗骨、石碑铭文、塔寺遗址等诸多证据后，才确信佛陀是真实存在过的历史人物。

菩提伽耶是佛教徒心中最重要的圣地

我们到达菩提伽耶后，上街随便走走，就发现这座城市几乎都是围绕着佛教在运行：寺院林立，香火弥漫，商业、交通、餐饮和住宿服务的对象，主要都是从全球涌入的佛教信徒。

菩提伽耶位于今印度比哈尔邦，是佛陀悟道成佛的地方，如今已成为佛教徒心中最为重要的圣地，其中摩诃菩提

毗舍离：
佛陀时代著名的大城市，
佛陀在此预言自己即将入灭

毗舍离遗址的阿育王石柱，是古印度孔雀王朝时代最具代表性的建筑雕刻（右图）。阿育王为铭记武功，弘扬佛法，敕建了三十余根纪念碑式的圆柱，这些柱子一般都高达十几米。阿育王是第一个真正意义上统一印度大陆的帝王，正是他统治下的孔雀王朝将佛陀的教法传播到了更广泛的地区。历史上的第3次佛教经典结集，也是在阿育王的护持下完成的。阿育王皈依佛教后，还陆续在各地镌刻了记录自己征战历程和佛法教义的碑文，成为印度最早的文字记载（下图 绘图／晓秋）。毗舍离位于今印度比哈尔邦首府巴特那的北部，为佛陀时代著名的大城市，佛陀在此城预言自己即将入灭，著名的维摩诘居士也居住在毗舍离。

寺是该遗址的核心部分。中国的法显、玄奘和义净也到访过此地，在各自著作中记载了菩提伽耶。

到菩提伽耶的第二天一早，我们还没走进摩诃菩提寺，就发现寺院大门前的广场上已经人头攒动，不同肤色、操不同语言的佛教信众汇集于此。摩诃菩提寺最早的建造历史可追溯到公元前3世纪，为当时大兴佛法的阿育王所建。摩诃菩提寺周边，还有中国、日本、缅甸、斯里兰卡、泰国等国僧人在此修建的寺院。

每天，摩诃菩提寺的管理者用刚采摘的鲜花穿成美丽的花环，把主塔的通道装扮起来。塔内供奉的是佛陀像，进去瞻仰要排队等候。塔外的空地上，信众带来的供养物如水果、点心、大米、油料、鲜花等堆积如山。虽然我不是佛教徒，但是当我身处此地，也不免感慨：虽已过世2500多年，佛陀仍然如穿越时空一般，影响着当今人们的信仰与生活。

鹿野苑的石柱残墙，留下了佛陀初转法轮时的余音

在印度人眼里，瓦拉纳西——这座位于恒河畔、有着数千年历史的城市，是他们真正意义上的文化中心。位于瓦拉纳西郊外的鹿野苑，是一处佛教圣地。这是佛陀悟道成佛后，离开菩提伽耶，第一次公开讲经布道的地方。

鹿野苑还是那种印度特有的遗址保护方式，红色的砌砖勾勒出当年鹿野苑的范围。几条小径分布在树林、花园和断壁残垣之间，信徒们沿着窄窄的道路，领略、感受着当年佛陀留下的余音。

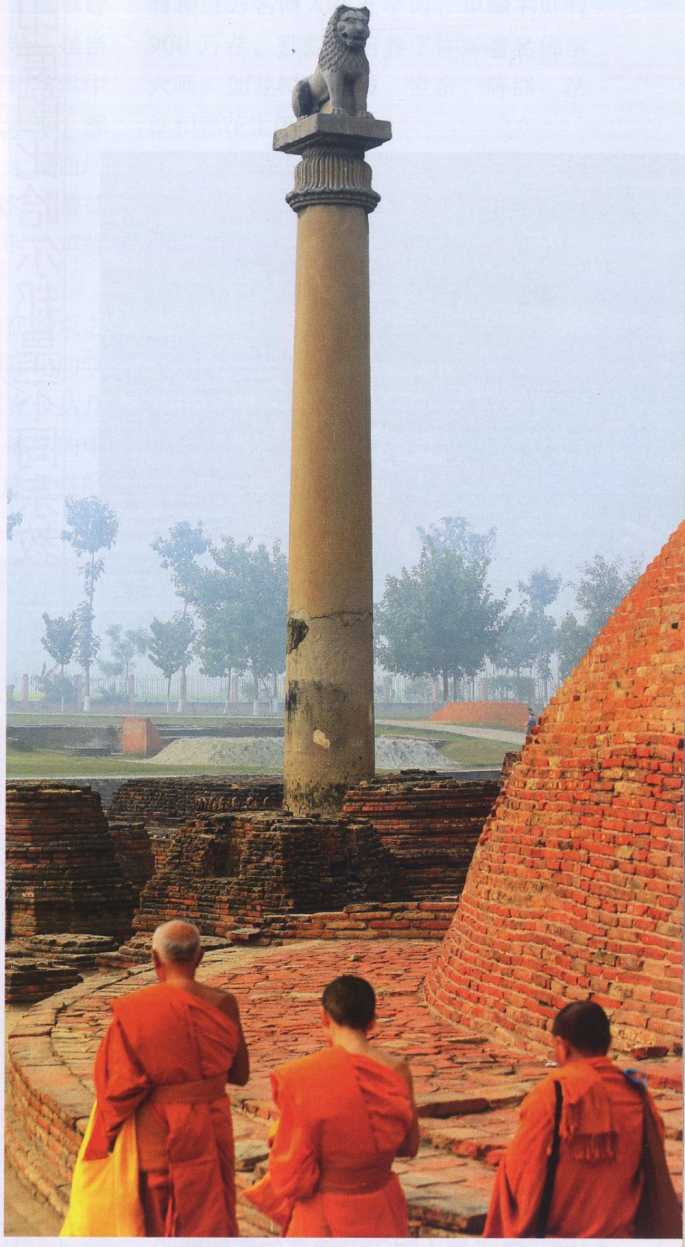
那座巍然屹立的答枚克佛塔，虽历经磨难，仍是这里的视觉中心。这是目前留存极少的阿育王时期的建筑之一，塔高 40 多米，石头砌成的塔身仍保留着很多精美的石雕图案。

除了答枚克佛塔，别的废墟遗址已很难看出当年的模样。比如牟拉甘陀库底精舍，这是佛陀到达鹿野苑后第一个雨季的驻锡地，现在见到的只是参差不齐的石柱和残墙。

王舍城曾经是世界的佛教中心

说起王舍城（摩揭陀国的国都），很多中国人可能并不熟悉，但说到那烂陀寺（玄奘大师取经的目的地）、灵鹫山（小说《西游记》里“西天灵山”的原型），大家应该会更有亲切感。它们都位于王舍城。除此之外，王舍城的竹林精舍也曾赫赫有名，它是佛陀修行的地方。可以说，囊括了那烂陀、灵鹫山、竹林精舍的王舍城，当年曾是世界的佛教中心。

红色基调为主的遗址呈现的线条之美，让摄影师激动不已



作为一名摄影师，单从视觉效果看，在所有佛陀遗迹中，那烂陀留给我的印象最深刻：整个建筑群落依地形顺势而建，疏密适度，错落有致。从现在保存的遗址规模推断，当年这里曾是何等的大气磅礴。很多建筑至今还保留着精美的细节，众多的佛像、花纹雕刻依然栩栩如生。当漫步在层层叠叠的红色砖构建筑群中，你不得不被它震撼。这座红色基调为主的遗址所呈现的线条之美，依然会让摄影师为之激动不已。

印度的比哈尔邦是不同宗教、文化融合之地，与佛教有着极为深厚的渊源

智慧女神生日的狂欢，寄托着当地人对子女教育的强烈期盼

作者在从拘尸那迦去毗舍离的路上，正逢印度一年一度的智慧女神生日，这是一个与青少年教育成长、获取智慧有关的节日，沿途很多村落都以接近狂欢的方式庆祝这一节日，青少年参与者众多，可见当地老百姓对子女教育所寄托的强烈期盼。这个狂欢节日的最后，是把女神塑像抬到河流深处，然后慢慢把神像放入水中。

分布在比哈尔邦的王舍城、菩提伽耶、毗舍离等都是佛教的重要遗址

毗舍离附近的一处小学，老师带领学生在室外上课。毗舍离位于印度东北的一个邦——比哈尔邦，该邦被视为印度最贫穷的地方，不过历史文化极为悠久，位于该邦的王舍城、菩提伽耶、毗舍离等都是佛教的重要遗址。印度史诗《罗摩衍那》的作者也来自于比哈尔邦地区。这里还是耆那教创始人大雄出生和涅槃的地方——现比哈尔邦首府巴特那附近的帕瓦普里。锡克教第十代、也是最后一位祖师哥宾德·辛格，也出生在巴特那。

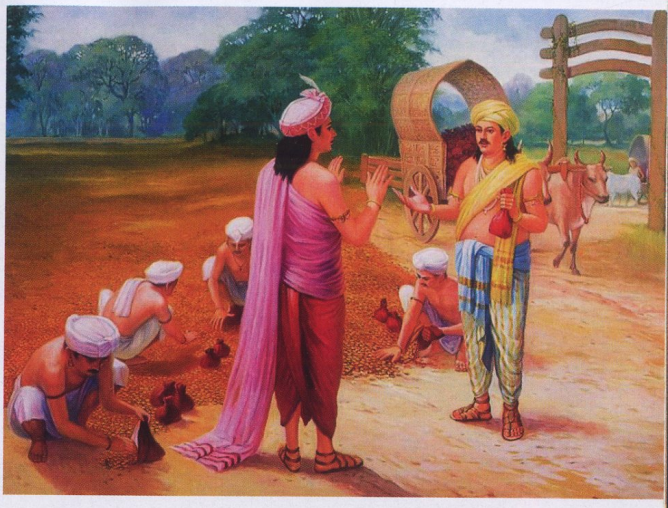
那烂陀始建于公元 5 世纪，最早建有一座佛教寺院，名为那烂陀寺，是当时古印度中部佛教的最高学府和学术中心。中国高僧如法显、玄奘、义净等，都到过那烂陀寺求学。玄奘在《大唐西域记》对那烂陀寺有过生动的描述："僧徒数千，并俊才高徒也，德重当时、声驰异域者，数百余矣。"

有人说，当欧洲人还生活在莽荒之中时，那烂陀寺已经是一所国际化的学府了。北大学者季羡林评价："在长达几百年的时间内，这地方不仅是佛学的中心，而且是印度学术中心。"最鼎盛时有超过万名僧人在此学习，单藏书就有 900 万卷。那烂陀培养了许多著名佛学大师，如龙树、无著、世亲、陈那、法称和莲花生等。

在辉煌了约 500 年后，13 世纪，信奉伊斯兰教的穆罕默德加久得王出兵古印度，占领并焚毁了那烂陀。民间传说，那烂陀寺图书馆的大火整整烧了 6 个月，很多古印度历史著作都在那场大火中化为灰烬。等到曲吉贝到访那烂陀寺时，这里还剩有 70 名通晓语法和其他学科的学者在此居留。后来那烂陀遗址被重新发现，已是公元 1861 年的事情了。

舍卫城的祇园精舍，曾是佛陀居住、讲法时间最长的地方

一些佛教信徒坐在舍卫城的菩提树下进行静坐冥想（上图）。舍卫城位于今印度北方邦的北部，拉普底河南岸，佛教史上著名的祇园精舍就位于这里。佛陀成佛后，长期居住和讲经说法的地方，最主要的是两大精舍：一处是北方舍卫城的祇园精舍，另一处是南方王舍城的竹林精舍。祇园精舍的全称叫做“祇树给孤独园”。这个名字有一个来历：“给孤独”是长老须达多的外号，他皈依佛门后，有心要买一块园地，修建精舍，施与佛陀。佛陀的弟子舍利弗给他推荐了祇陀园林。祇陀园林的主人——波斯匿王的太子祇陀，开始不卖，刁难说：“除非你须达多用黄金铺地，我才把园林卖给你。”须达多果然用黄金铺地，真诚之心打动了祇陀，祇陀最后将这块园地卖给须达多修建精舍，并把园中的树木献给了佛陀。为纪念他们两人的功德，故起名为“祇树给孤独园”。这幅绘图反映的就是须达多用黄金铺地的场面（右图 绘图 / 晓秋）。



现今流传的佛经，约有七八成是佛陀在舍卫城讲说的

印度最强盛的一个小国。佛陀曾长住的祇园精舍，就位于舍卫城南郊。祇园精舍比王舍城的竹林精舍建造年代要稍晚，是佛陀在世时规模最大的精舍（精舍相当于专供僧人使用的建筑物——寺院）。

我观察到，来祇园精舍膜拜的信众，主要来自中国和东南亚，也有少量的欧美信徒。大家席地而坐，各自焚香打坐，唱诵经文。因为附近有茂密的森林，所以猕猴也是这里的常客。

佛陀一生传道 45 年，在祇园精舍居住时间最长，待了 24 年，讲经最多。现今流传的佛教经典，大约七八成都是佛陀在这里讲说的，如著名的《金刚经》、《阿弥陀经》、《楞严经》等。

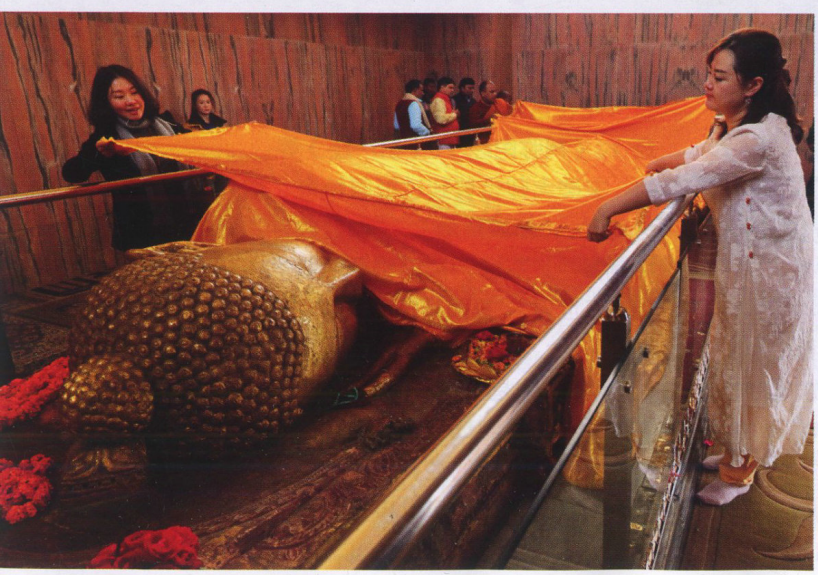
玄奘大师也曾到过祇园精舍，他到这里时，“都城荒颓”，“伽蓝数百，圮坏良多”。不过，祇园精舍的名声还是传遍了世界。“祇园精舍钟声响，诉说世事本无常；沙罗双树花失色，盛者必衰如沧桑。”这是 13 世纪日本小说《平家物语》（与《源氏物语》齐名的日本古典文学著作）里的经典名句，借用祇园精舍的兴衰，诉说了世事无常、盛极而衰的道理。

舍卫城是佛陀居住时间最长、讲经最多的地方

我从新德里搭机抵达印度北方邦首府勒克瑙，然后坐上一辆事先预定的面包车，直奔舍卫城。舍卫城有一处佛教史上极为重要的遗址——祇园精舍。

舍卫城是古印度恒河中游侨萨罗国的都城。侨萨罗国是公元前 6 世纪古

公元7世纪玄奘大师到来时，拘尸那迦便已荒无人烟



拘尸那迦位于古印度末罗国都城、今印度联合邦的迦夏城郊，为佛陀涅槃地。佛陀涅槃的沙罗双树处有卧佛像及佛塔等。4世纪法显来这里时，已人烟稀少，大部分寺院颓圮。到7世纪，玄奘大师到此，更是荒无人烟。19世纪中叶，英国学者发掘了这一遗址。现已发掘出的遗址有卧佛殿、大涅槃塔、安加罗塔和圣者殿等（上图）。20世纪以来，印度政府和各国佛教徒投资修复、新建了不少佛寺、佛塔，成为佛教徒的朝圣之地，也吸引了各国信徒和游客前来朝拜这里的卧佛像（左图）。

启发人类信仰之光的一颗巨星，在拘尸那迦陨落了

佛陀在毗舍离准确预言了自己即将涅槃

在去毗舍离的路上，正逢印度教智慧女神萨茹阿斯瓦蒂的生日。数辆拖拉机、卡车组成一支游行队伍，车上载着智慧女神塑像以及大型音响设备。在惊天动地的音乐声中，车厢上站立的领舞者狂热地扭动着身体，带动跟随在车后面徒步跳舞的人群。最后他们来到一条大河旁，把女神塑像搬下车厢，然后抬着神像，走到河流深处，把神像放入水中。

我想到，当年曲吉贝到达毗舍离时，远没有今日的歌舞升平，而是一番风声鹤唳的景象。他被告知，因为突厥军队行将到来的传言，当地居民处于骚乱和惊恐之中，“所有居民因为害怕突厥大兵，在黎明时均已逃离……”

毗舍离为佛陀时代北印度的大城市之一，是弗栗恃（跋耆）国首都。佛陀正是在这里，准确地预言了自己即将涅槃。在佛陀涅槃百年后，这里还发生过佛教史上的一次重大事件——耶舍比丘召集700名资深长老，在毗舍离进行了第二次佛经结集。

在拘尸那迦，佛陀因食用一种毒菌而很快涅槃

去往拘尸那迦的平原公路崎岖不平，100多公里的路程，竟然花费了我们一个下午的时间。好在公路两旁油菜花盛开，还有很多色彩丰富的小镇，我们可以沿途走走停停，欣赏印度北部农村的田园风光。

在印度很多地方，一年中看不见明显的冬季痕迹。与拥挤喧嚣的城市不同，原野永远是一片郁郁葱葱的景象。恒河平原的河网水系发达，有古老的农耕灌溉系统，是印度重要的产粮地，小麦和水稻是这里主要的农作物。

在热浪还没有消退的一个傍晚，我们到达了北方邦的卡西亚小镇，拘尸那迦就在这个小镇上。据《长阿含经》记载，80岁的佛陀因为食用了“梅檀树耳”（梅檀树上的一种菌类），身体染疾，他预计自己将在3个月内涅槃，于是离开毗舍离，来到拘尸那迦的跋提河中洗浴，最后在沙罗双树下入灭。

我来到拘尸那迦遗址，一座金色的高塔在晨曦中熠熠生辉，这是缅甸信徒修建的佛塔。现在供信徒膜拜的纪念馆是一座卧佛殿，殿内有一尊约6米长、全

恒河流域是昔日佛教兴起之地，至今只有少量佛教文化遗存

身贴金的卧佛。据考证，这尊卧佛是公元 5 世纪雕刻的佛陀涅槃像。

玄奘大师也到过拘尸那迦，他在《大唐西域记》描述道：“城郭颓毁，邑里萧条，故城砖基，周十余里，居人稀旷，闾巷荒芜。”可见在那个年代，拘尸那迦已经人迹罕至了。

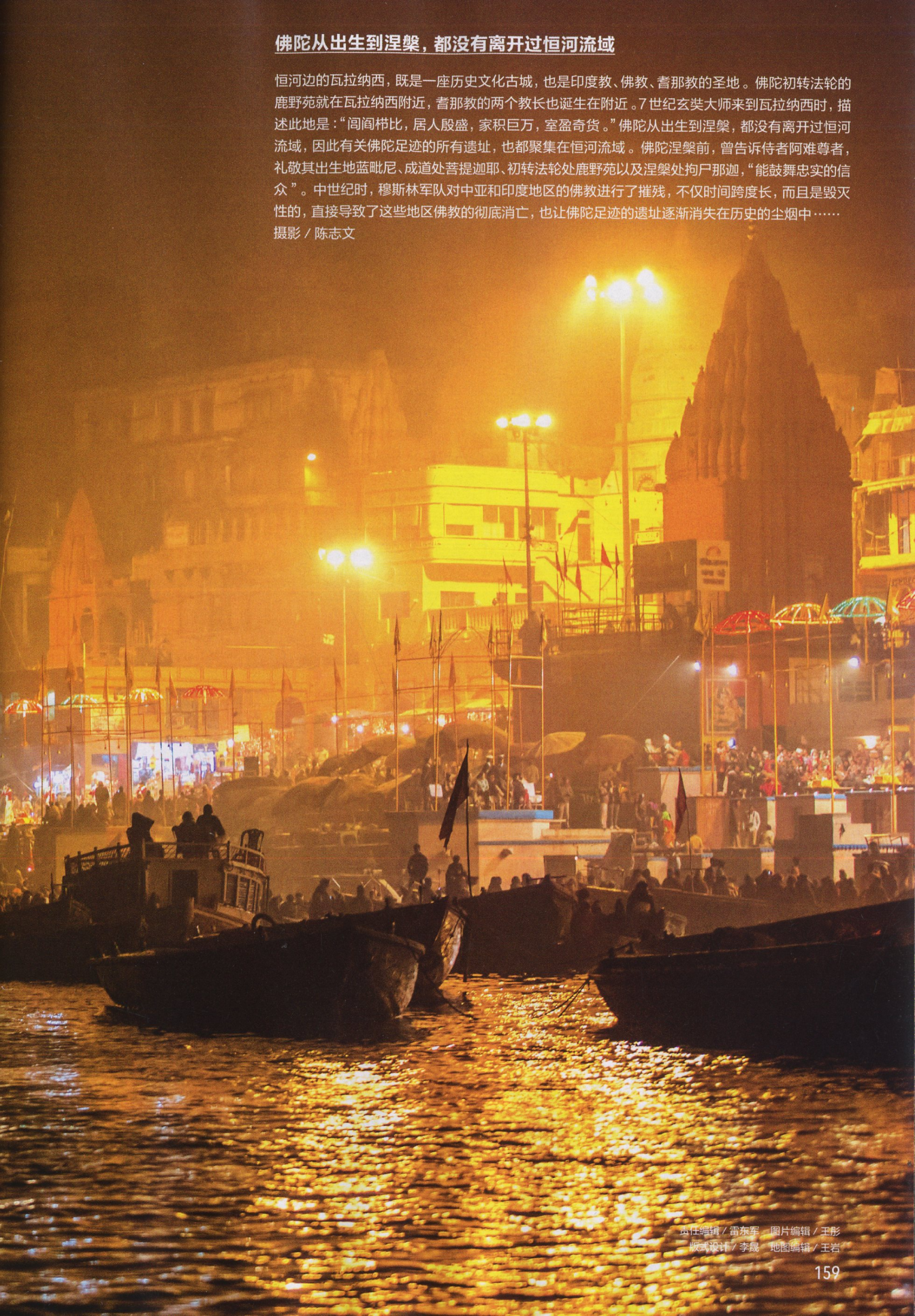
从蓝毗尼，再到拘尸那迦，一路行来，我发现，佛教在印度已变得无足轻重，但对世界的影响力仍然深远。看着来自世界不同国家的信众，还有他们在圣迹周边修建的寺院，我内心有一种触动：文化的传播是双向的。世界各地的佛教徒，正以自己的行动，对佛陀的故乡进行着文化“反哺”。据史料记载，玄奘大师在古印度求法时，就曾应东印度童子王的请求，将中国的道教经典《道德经》译成梵文。此外，玄奘大师还把中土流传甚广的《大乘起信论》译作梵文，传播到了古印度。

在玄奘西行的 1300 年后，考古学者手持英译本的《大唐西域记》，陆续发掘出拘尸那迦、菩提伽耶、鹿野苑等众多佛教遗址，甚至今天印度的国家象征——阿育王柱的柱头，也是根据《大唐西域记》发掘出来的。就像佛教宣讲的因缘，仿佛冥冥之中的安排，来古印度接受佛陀教诲的法显、玄奘、义净、曲吉贝等高僧，用自己的著作，为佛陀故乡留下了一份宝贵的文化遗产……

佛陀从出生到涅槃，都没有离开过恒河流域

恒河边的瓦拉纳西，既是一座历史文化古城，也是印度教、佛教、耆那教的圣地。佛陀初转法轮的鹿野苑就在瓦拉纳西附近，耆那教的两个教长也诞生在附近。7世纪玄奘大师来到瓦拉纳西时，描述此地是："闾阎栉比，居人殷盛，家积巨万，室盈奇货。"佛陀从出生到涅槃，都没有离开过恒河流域，因此有关佛陀足迹的所有遗址，也都聚集在恒河流域。佛陀涅槃前，曾告诉侍者阿难尊者，礼敬其出生地蓝毗尼、成道处菩提迦耶、初转法轮处鹿野苑以及涅槃处拘尸那迦，"能鼓舞忠实的信众"。中世纪时，穆斯林军队对中亚和印度地区的佛教进行了摧残，不仅时间跨度长，而且是毁灭性的，直接导致了这些地区佛教的彻底消亡，也让佛陀足迹的遗址逐渐消失在历史的尘烟中……

摄影 / 陈志文



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

从四川省甘孜藏族自治州甘孜县至泸定县，有一条鲜水河断裂带，这个区域地质运动活跃，地震频发。地震给当地村民造成危害，却又形成许多新的自然景观。本文作者是一位地质专家，他将带您走进鲜水河断裂带，并重新解读地震对于人们的意义。

鲜水河断裂带

危险与美景并存之地

撰文 | 李忠东　摄影 | 刘乾坤　等

河边的台地是由地震沉降形成的

图中左边为断裂活动的沉降部分，多期次沉降形成多个缓坡状的台地。台地之上，阡陌纵横，田舍俨然。图中右侧山体明显受断层线控制，山体表面如蚯蚓状的沟，就是地震形成的地裂缝。它们就像一道道伤疤，与左侧的田园牧歌形成极大反差。

这次地震影响巨大，在震区造成了长达90公里的地表断裂带，这些地震遗迹至今仍完好地保存在鲜水河的谷岭间。

在四川西部，有一条鲜水河断裂带，北起甘孜东谷附近，大体呈西北—东南展布，经炉霍、道孚、乾宁（八美）、康定延伸至泸定的磨西南部，全长约350公里。自1700年以来，沿该断裂带发生震级6级的地震15次，震级7级的地震4次，最近一次为1973年2月6日，甘孜藏族自治州炉霍县发生7.9级大地震。历次地震给断裂带沿线的人们带来巨大的经济损失，甚至改变了人们的生产生活方式。由于这里已进入青藏高原，地表流水侵蚀作用和人类活动影响都很微弱，多次地震在震区形成的断裂、断陷等地震遗迹得以完整保存。

鲜水河断裂带——鲜活的地震博物馆

打开四川省构造图，有三根粗线条的构造线十分醒目，它们呈Y形将整个四川的大地构造分为三个块体，即川滇菱形块体、川青块体和四川块体。

这三条粗线条就是鲜水河断裂带、龙门山断裂带和安宁河断裂带，是三大块体的分界线。因此这三条断裂带是四川省最活跃、最强烈，也是最危险的断裂带。

一千多年历史的觉日寺难逃震毁的命运

图中的湖泊是川藏北线炉霍县的卡萨湖，这个湖是地震催生的断陷湖。湖畔的残垣断壁就是有名的觉日寺，寺庙全称“觉日噶丹协召彭吉林该寺”，由吐蕃七大梵藏翻译大师之一觉日·洛益降村于公元775年创建，距今已有一千多年的历史。1973年炉霍大地震彻底摧毁了这座寺庙。《炉霍县志》记载1973年炉霍发生大地震时，寺庙房屋全部倒塌，变为一片废墟。1982年经甘孜藏族自治州人民政府批准为开放寺庙后，于当年3月重建，由于地基不固，施工中多次出现垮塌，至1986年停建。摄影 / 杨孝康

鲜水河是雅砻江左岸支流，古称鲜水、州江。鲜水河有东西两源，东源称泥曲（尼柯河），源于青海省果洛藏族自治州达日县巴颜喀拉山南麓；西源为达曲，发源于四川省甘孜藏族自治州石渠县北。两河在炉霍县汇合后称鲜水河，之后向东南流经道孚县，再南进入峡谷，最终于雅江县两河口水电站汇入雅砻江。

鲜水河断裂带形成于约2亿前的三叠系晚期，自更新世（距今约250万年）开始日趋活跃。有人类记录以来，鲜水河断裂带进入地震高发期。最令人刻骨铭心的是发生于1973年2月6日的7.9级炉霍大地震，顷刻间15700幢房屋倒塌，2175人失去生命。这次大地震影响巨大，在震区造成了长达90公里的地表地震断裂带，这些地震遗迹至今仍完好地保存在鲜水河的谷岭间。

1923年3月24日，几乎在同一个地方，还发生过一次7.5级大地震。不仅如此，自1725年，有地震记载以来，鲜水河断裂带沿线共发生大于5.0级的地震48次，其中6.0至6.9级为17次，大于7.0级为9次，最大震级为1786年康定的8.0级。

在地震分布图上，我们往往用圆圈来标注曾经发生过地震的震中位置。圆圈的大小与发生地震的震级有关，震级越大，圆圈越大。在鲜水河断裂带地震分布图

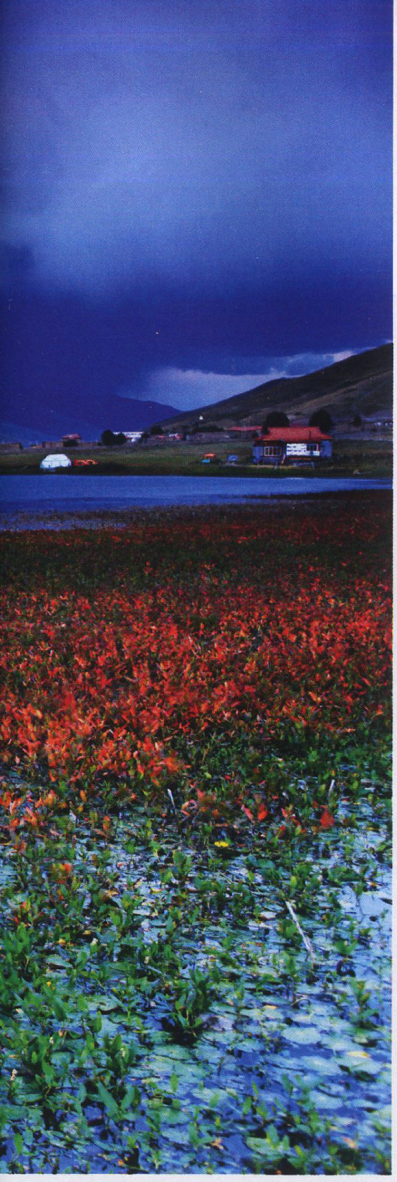
宁静祥和的卡萨湖是地震形成的断陷湖

民间传说炉霍曾经是一处深峡，因为神灵相助，才有了卡萨湖这个平缓的湖。其实卡萨湖是地震所致的断陷湖，崩塌的山体阻断河流，最后形成了高峡平湖。每年春夏，这里如诗如画，水天一色，成为川藏北线上的著名景观。摄影／陈勇

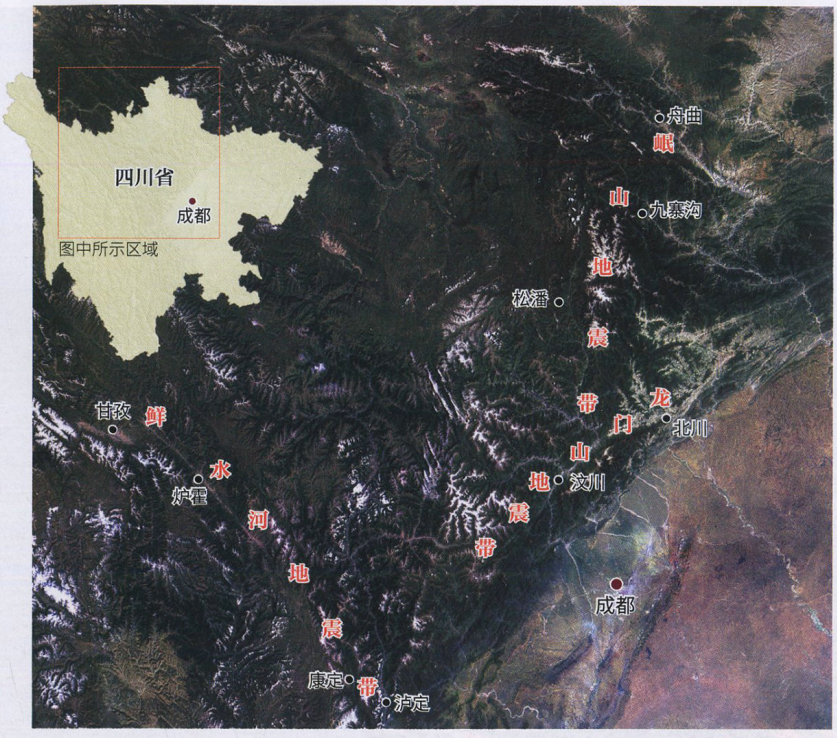
上，我们发现大大小小的圈密密麻麻，有些圈彼此相连，甚至相互重叠。1923 年和 1973 年两次大地震极震区正好同 1816 年炉霍大地震的极震区重叠在一起。这表明，历史上这条断裂带极其活跃，不但地震频发，而且往往在一个点上多次重复发生地震。学术界普遍认为，一个地方出现过 6.75 级地震后，短时间内不会在原震区或边缘地区发生 7 至 8 级地震，而鲜水河断裂带打破了这个传统理论。

断陷盆地——地震造就的美丽家园

2016年9月底，我驱车从丹巴县边耳乡党岭村翻越大雪山山脉北段，然后再穿过玉科草原进入道孚盆地，之后一路溯鲜水河而上。走过崎岖的山路和泥泞的草原土路，进入鲜水河宽阔的河谷，让人顿感身心舒展。我一直留意沿途的地貌，从道孚县城至炉霍县城，溯达曲到达地罗锅梁子下的卡萨湖，沿途的地形就像一截一截的香肠，一段峡谷之后必定是一个开阔的平坝，然后又是一段峡谷和另一个平坝。



随着时间的推移，盆地中会充填从两侧山体剥蚀下来的沉积物，形成平阔的平原，积水则形成湖泊。



鲜水河断裂带位置示意图

四川省西部山势复杂，地质活动频繁，尤其是在甘孜、炉霍、康定、汶川和松潘一带，这里有两条断裂带——鲜水河断裂带和龙门山断裂带，因此成为四川省地质运动最活跃、最强烈，也是最危险的区域。

沿河谷分布的平坝犹如一颗颗珍珠，被鲜水河串在一起。

其实，这些平坝都是历次鲜水河断裂活动后形成的断陷盆地。断陷盆地又称地堑盆地，是断裂活动中沉降的区域，大多呈狭长条状，两侧受断层线控制，边缘经常可以看到三角形的断层崖。由于鲜水河断裂带水平运动时会在垂直方向产生扭曲变形，从而形成一系列新的山体隆起和小型断陷。在隆起区，河流深切，形成峡谷地貌，隆起区之间则形成盆地，峡谷与盆地便相间出现。

随着时间的推移，盆地中会充填从两侧山体剥蚀下来的沉积物，形成平阔的平原，积水则形成湖泊。我国的四大盆地——塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地和四川盆地，都是断陷盆地。许多著名湖泊如滇池、泸沽湖、青海湖等也都是断陷而成的湖泊。就连世界第一深湖、欧亚大陆最大的淡水湖——贝加尔湖，也是断陷湖。

沿鲜水河断裂带呈串珠状展布的断陷盆地，由东南向西北，依次为乾宁盆地、龙灯坝盆地、道孚盆地、虾拉沱盆地、炉霍盆地、旦都盆地和朱倭盆地。流水带来的泥沙在盆地里不断堆积，厚度达到数百米，群山环绕的盆地最终成为高原最丰腴肥沃之地。在平均海拔超过 3500 米的地

鲜水河断裂带沿线的谷地，却是一派水草丰美、阡陌纵横的景象，并形成独特的高原农耕文化。

断陷盆地是构造盆地的一种类型，是沿几条断裂带断陷而成的一种盆地。鲜水河断裂带沿线有呈串珠状展布的断陷盆地。图为位于鲜水河断裂带北段的虾拉沱盆地。从航拍图片可以看出，盆地左侧明显受断层线控制，边缘线平直，并发育三角形的断层崖。而在盆地的底部，地势平阔，土地丰腴肥沃。图片右侧山坡，仍可见历次地震形成的地裂缝，大地犹如被刀劈斧砍一般破碎。摄影 / 杨孝康

鲜水河断裂带上的盆地犹如一颗颗珍珠被鲜水河串起

方，很难发展农业，这个海拔高度早已超出农业生产的上限。但在鲜水河断裂带沿线的谷地，却是一派水草丰美、阡陌纵横的景象，并形成独特的高原农耕文化。仅炉霍县境内，就有超过10万亩耕地，农业区人均占地近达6亩。当地村民除种植适合高海拔生长的青稞而外，小麦、豌豆、胡豆等主要农作物和萝卜、卷心白、南瓜等蔬菜也间有种植。至今，这里仍是青藏高原的粮仓，被列为全国青稞商品粮基地之一。

也许正是得益于这些丰饶的盆地，鲜水河谷很早便有人类活动。早在20世纪30年代，就有外国专家在鲜水河岸采集到旧石器时期的石器。1983年，中科院组织的青藏高原科考队在炉霍县卡娘乡境内发现5万年前的古人类下颌骨化石。之后又有考古专家陆续在宜木乡的虾拉沱等地发现古人类化石。鲜水河沿线还陆续出土了数以千计的石棺墓葬，这石棺从新石器时代到春秋战国，至秦汉到达鼎盛，直到隋唐进入尾声，跨越数千年。这些化石和遗迹证明，在历史上这里便是人类生生不息的家园。

正是因为有盆地肥沃的土地以及鲜水河的滋润，居住在断裂带沿线的人们才能在经历了多次大地震的毁灭性打击之后，迅速恢复生产、重建家园。炉霍县的卡萨湖便是地震催生的断陷湖，尽管小巧，却有着独特的美丽。卡萨湖的湖面，一半沼泽，一半湖水。碧莹的湖水卧在绿草、野花之中，水天一色。到了秋天，站在湖东的山顶望过去，盆地的各种色彩相互交织混染，像是进入了莫奈的油画世界。

鲜水河断裂带是世界著名地震断裂带

鲜水河断裂带地跨四川省甘孜藏族自治州甘孜县至泸定县，全长约350公里。这个区域地质运动活跃，地震频发。1984年，为纪念1973年2月6日发生在炉霍的7.9级大地震，当地修建了地震纪念碑亭。同时为了观测断裂活动，碑亭专门选址在断裂带上，旁边设立地震观测站，观测区域覆盖整条鲜水河断裂带。每天采集的观测数据，要及时上报国家和省地震局分析预报中心进行处理。从图片上可以看到，地面上的两根柱子已经严重错位7厘米（左图）。摄影 / 李忠义

地裂缝——地震留在大地的伤疤

沿着鲜水河河谷向北前行，河谷两侧馒头状的山峰起伏不断，这是进入高原腹地之后典型的地貌。车窗外一晃而过的山体，就像一张张布满皱纹，饱经风霜的脸。在圆滑的丘状山体上，我注意到有许多沟壑，深深浅浅、扭扭曲曲、纵横交错。这些沟壑粗看是流水侵蚀而成，但仔细观察，我发现这些沟壑的宽度几乎相等，明显与流水侵蚀形成的细沟、切沟不同。它们其实是鲜水河历次地震形成的地震裂缝。

以道孚县惠远寺为界，可将鲜水河断裂带划分为西北和东南两段，西北段主要由炉霍断裂、道孚断裂和乾宁断裂构成，这段明显要比东南段更为活跃。据资料记载，西北段每年以10—20毫米的速度发生移动。受此影响，在鲜水河断裂带发生的9次7级以上的地震中，西北段占了6次，其中尤以炉霍断裂带最为活跃。我们经过的地方，恰好是鲜水河断裂带的西北段，历次地质活动在地表留下非常醒目的痕迹。从航拍片上看，它们就像留在大地上的一条伤疤，延绵数十公里。

自1700年以来，沿该断裂带发生震级6级的地震15次，震级7级的地震4次，最近一次为1973年炉霍县发生的7.9级大地震。

在20世纪20—30年代，这些纵横交错的裂缝就引起了在打箭炉（康定）传教的牧师J. H. Edgar的兴趣。1923年3月24日发生7.5级地震后，Edgar牧师翻越折多山，沿着鲜水河断裂带进入地震区，追踪地震断裂带。1930年，美国地质学家阿若德·赫姆（Amort Heim）与Edgar牧师再次进入鲜水河断裂带开展调查。他在《道孚地震区》一文中写道："该地裂缝带长约85公里，仍然沿炉霍断裂展布。按时代先后，地震地裂缝带可分为：近代的——过去40—50年来所产生的破裂；次近代的——后期侵蚀下明显加宽的地裂缝，时代可能始于晚第四纪；古代的——那些完全是侵蚀成因的表面效应，地震成因是由其他证据推断的地裂缝。"

阿若德·赫姆的考察成果在《美国地质学会会报》上得以发表，这是首次从地震的角度对鲜水河断裂带进行的研究，从而使鲜水河成为我国开展地震地质研究最早的地区之一。

地裂缝是在地震作用下，地表的岩体或土体产生开裂，并在地面形成的裂隙。在鲜水河两岸的山坡上，多期次地震所遗留下来的地裂缝随处可见。地裂缝不仅发育在松散堆积物中，也发育在坚硬的岩层和山体上。

除地裂缝而外，鲜水河断裂带对地貌的改造十分明显。断层两侧的山脊、水系、冲沟几乎都受到扭错。在河谷两侧，我们经常可以看到多条支流水系出现同方向、同角度的弯曲，有些水系甚至扭成肘状弯曲。频繁而强烈的地震活动，还在鲜水河两岸形成复杂多样、相互重叠的地震遗迹。如地震沟、断头沟、断尾沟、断塞坑、地震鼓包、地震滑坡、地震塌陷等。这些地震遗迹记录了鲜水河断裂带的每一次颤动，是历次地震留在大地上的珍贵档案。

历次地质活动在地表留下非常醒目的痕迹。从航拍片上看，它们就像留在大地上的一条伤疤，延绵数十公里。

崩柯——因地震而兴的美丽建筑

几年前，我在从事炉霍地震遗迹调查课题时，经常查阅炉霍县志。在县志中，我发现有关县城变迁的记载，十分耐人寻味。县志记载:“清嘉庆二十年(1815 年)，土司官寨修筑在寿灵寺的地基上，而寿灵寺则在旧县城遗址上修筑。次年炉霍发生大地震，县城震毁，官寨土司则与寿灵寺商妥易地修建，自此旧县城建在土司官寨遗址。民国 12 年(1923 年)炉霍又发生大地震，土司官寨遭毁灭及火灾，官寨又重建。直到民国 13 年(1924 年)，炉霍县知事修建公署坐落于土司官寨东端，即为县城。后一直为旧县府驻地直到解放被人民政府接管。解放前，炉霍旧县城设在现新县城南面的半山坡上(老街)，相距新城五公里，旧县城原为章谷土司之官寨。”

这段略显零乱的文字传达出一个信息，土司官寨、县城、寿灵寺都是在地震中，毁了又建，建了又毁，而且几乎无论搬到哪里都免不了震毁再重建的结局。鲜水河断裂带除了带给人们平阔的盆地、丰饶的土地、富庶的物产，也常常带给人们麻烦，有时候我们需要付出高昂的代价，甚至是家毁人亡。在长期与地震打交道的过程中，居住在鲜水河断裂带上的人们也开始思考如何防震减灾，比如改善居住的房屋结构方式。

梁思成先生在《中国建筑史》开篇绪言中说:“建筑之始，产生于实际需要，受制于自然物理，非着意创制形式，更无所谓派别。其结构之系统，及形式之派别，乃其材料环境所形成……”纵观川西的藏式民居，大多为乱石垒砌或土筑而成，唯

遍布山体的沟壑是地震形成的地裂缝

历次地震在山体上留下了无数的印迹，尤其是山体上的地裂缝，或平行，或锯齿状，山体看起来就像一张张布满皱纹，饱经风霜的脸。地裂缝不仅发育在松散的堆积物中，也发育在坚硬的岩层和山体上。地震将坚硬的岩层和山体拉开，从这些印迹可以看到当初地震的巨大破坏力。

经过一次次的改进，鲜水河断裂带沿线的村落形成一种非常特别的防震建筑——崩柯。

有鲜水河谷，大量采用全木结构或木石结构，因为当地人发现木结构的房屋远比土石结构更加抗震。经过一次次的改进，鲜水河断裂带沿线的村落形成一种非常特别的防震建筑 —— 崩柯。

崩柯在藏语中意为“木头围起来的房子”。这种建筑又称“箱式建筑”，是一种框架式木结构建筑，一般为二层或三层，底层关牲畜，二层人居。这种建筑内部结构全部是由木材穿插组合拼接而成，这就是崩柯建筑形式的核心，建筑学称之为“井干式”。它是以粗壮的圆木作为立柱，柱子上顶着大梁，大梁再架上檩子，作为基本骨架来展开空间的分割和构成。

之后把精选过的圆木从中间切割开来，刨平光滑的一面向内，半圆的一面向外，依次横排作为墙壁。如果房屋的四面都是以半圆木作为墙壁的单层结构，通常称其为“单纯式崩柯”。如果有两面或三面半圆木作墙，而另有两面或一面是石砌墙或土夯墙的单层平房结构则为“复杂式崩柯”。

崩柯是当地村民因地震而创造的建筑形式

崩柯藏语意为木头架起来的房子，这种建筑内部结构全部是由木材穿插组合拼接而成，这就是崩柯建筑形式的核心，建筑学称之为“井干式”。从下图正在修建的崩柯来看，梁柱采用穿斗式结构，四面围合如灯笼状，让房屋更稳固（摄影 / 李忠义）。也有的房屋一层用石材筑墙（右上图），二楼仍是木材作墙，因为木材有一定的韧性和伸缩性，能耗散地震的力量，因此具有极强的抗震性。在道孚县，这种民居形式更受欢迎，而且崩柯内部通常都是雕梁画栋，彩绘满室，装饰非常精美（右下图）。

频繁的地质活动
让人们学会与自然和谐共处

虽然有积雪覆盖，图片左上方依然能清晰地看到地震形成的裂缝。频繁的地质活动并没有让人们退缩，沿着山势，一座座崩柯拾级而上。鲜水河断裂带除了带给人们平阔的盆地、丰饶的土地、富庶的物产，也常带给人们麻烦。在长期与地震打交道的过程中，居住在鲜水河断裂带上的人们也学会了如何防震减灾，与自然和谐共处。摄影 / 杨孝康

此外房屋最外一圈的柱子之间，都要用“欠”（类似现代建筑的圈梁）相连，最下面的是地欠，中间的是腰欠，最上面的是天欠。欠条嵌进柱头后，还要在柱头上打进一根长 20 多厘米的栓子，把欠条栓死，从而将建筑整体上连成一体，最大程度上保证它“小震不坏，大震不倒”。

崩柯建筑的防震效果在多次地震中得以验证。2011 年 4 月 10 日，炉霍发生 5.3 级地震后，四川省建筑科学研究院和四川省建设工程质量安全监督总站，对震区的藏民自建房进行了建筑工程震害调查。经调查，未发现木结构承重房屋倒塌的现象，木结构的崩柯完好无损，而非木结构的土石围墙则大量出现裂缝、斜歪、垮塌等情况。

也许正是因为家园来之不易，居住在鲜水河断裂带的人们似乎更加热爱生活。这些看起来好像专门为防震而设计的建筑，其外部和内部的装饰都非常精美，甚至称得上豪华。在内部装饰上，他们利用木材便于着色和雕刻的特点，雕、塑、绘各种图案，再加上色彩鲜艳的地毯，墙上精美的挂毯等，营造出华丽、典雅、富丽堂皇的效果，被人称为“散落人间的仙境皇宫”。

责任编辑 / 刘乾坤 康静
图片编辑 / 王彤
版式设计 / 李晟
地图编辑 / 王岩

2018年 会员招募

热线：4006-521-360

杂志会员价

	1年（2018）	3年（2018—2020年）
《中国国家地理》	360元	980元 （原价1080元）
《中华遗产》	360元	980元 （原价1080元）
《博物》	180元	510元 （原价540元）
《中国国家地理》+《博物》	430元 （原价540元）	
《中国国家地理》+《中华遗产》	570元 （原价720元）	
《中国国家地理》+《中华遗产》+《博物》	690元 （原价900元）	

付款方式

方式一：网购（支付宝 / 网银 / 微信）

1. 地理商城

http://store.dili360.com

2. 淘宝旗舰店

http://zhongguoguojiadili.tmall.com

3：中国国家地理微店

手机淘宝扫描　微信扫描

注意 杂志社接到读者反映：有不法商贩电话推销本刊，在支付刊款后却收不到书刊，造成财产损失。故此提醒读者，请到杂志社认证发行渠道购买，或致电杂志社服务热线 4006-521-360 确认。

方式二：银行转账

账号： 1100 6021 0010 1491 95002

开户行：交通银行北京分行亚运村支行

开户名：《中国国家地理》杂志社

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

方式三：邮政商务汇款

商户客户号： 111300308

商户客户名称：中国国家地理杂志社

《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。

定价：360 元 / 张

团购热线：4006521360

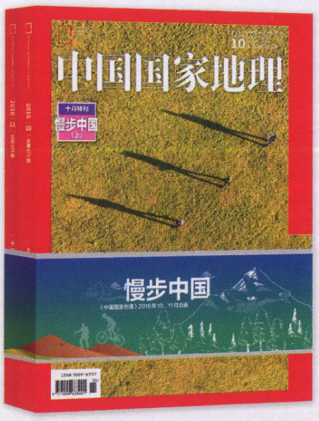
旅行书店 | 天猫旗舰店
http://zhongguoguojiadili.tmall.com

新　品　预　告

《中国国家地理·广西专辑》
——中国国家地理杂志2018年1、2月合辑

对广西的印象是不是仍停留在“桂林山水甲天下”呢？其实广西处处是桂林。《广西专辑》不仅形象地展示了广西的自然风光，还讲述着广西是“最甜的省区”、“最长寿的省区”等众多国内之最。

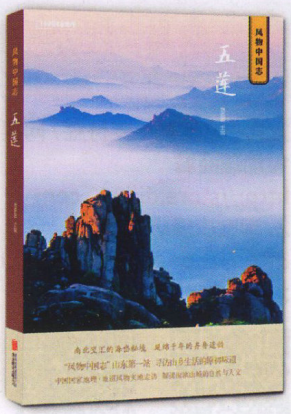
定价※60.00元／套



《中国国家地理·慢步中国》
——中国国家地理杂志2016年10、11月合辑

近些年来，徒步开始流行起来。这里的“徒步”显然已经不是字典中它的含义了，而是作为一种时尚的出现。《慢步中国》里详尽介绍了众多徒步路线，如：喀喇昆仑山里的“冰川长廊”、穿越阿尔金山无人区、新疆观兽路线等。

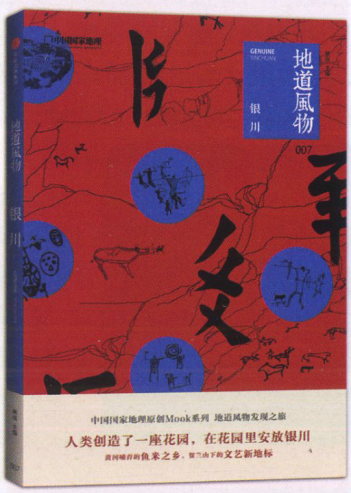
定价※40.00元／套



《五莲》“风物中国志”系列

五莲是山东省日照市下辖县，齐鲁遗韵延绵千年。本书由中国国家地理·地道风物团队实地走访，探寻五莲山乡生活的原初味道，解读海滨山城的自然与人文，揭秘南北交汇的海岱秘境。

主编※范亚昆
装帧※16开◎244页
定价※58.00元
预售价※49.00元



《地道风物·银川》

主编※姚瑶
齐白石／绘；周梦烨／注
装帧※16开◎平装◎224页
定价※68.00元
预售价※58.00元

人类创造了一座花园，在花园里安放银川。它是黄河哺育的鱼米之乡，也是贺兰山下的文艺新地标，打开本书，重新认识这一面野得豪放，一面美得细腻，既古老又年轻的宝地。

广告

必胜客

赏·味黑松露

餐桌上的钻石
世界三大珍馐之一

2018年4月2日起
限量上市

●本活动自2018年4月2日开始至2018年4月29日止，野生黑松露菌菇鸡肉比萨全国限量80万份，售完即止；●本活动不适用于机场、火车站、旅游度假、游乐场餐厅等，详洽餐厅；
●本活动不用于必胜客宅急送；●产品及包装以实物为准，具体产品及价格以餐厅菜单为准；●图示比萨为普通装

NISSAN

Innovation
that excites

技术日产 人·车·生活

智勇本色SUV

全新奇骏 征服未知

4x4-i IEB ICC 5+2

智能全模式四驱 预碰撞智能刹车 智能自适应巡航 灵活多变空间

广告

NISSAN MAXIMA 西玛 TEANA 天籁 MURANO 楼兰 X-TRAIL 奇骏 QASHQAI 逍客 KICKS 劲客 LANNIA 蓝鸟 TIIDA 骐达 SYLPHY 轩逸 SUNNY 阳光 LIVINA 骊威 MARCH 玛驰 QUEST 贵士 PATROL 途乐 370Z NISSAN GT-R

服务热线

400 830 8899 800 830 8899

www.dongfeng-nissan.com.cn

东风日产