

中国国家地理



| 主打 |

两极奇观

北有“冰山走廊”，南有“桌状冰山”

乌苏里江：分开的是中俄，分不开的是湿地

科学家探秘：古人类如何走上青藏高原

弹涂鱼：潮间带上有“潮鱼”

冷布岗日：一个庞大山系“最憋屈”的最高峰

ISSN 1009-6337



9 771009 633193

走得了上坡路 也能发现新大陆

全新奥迪Q7 七种驾驶模式
开阔人生 无畏前行



纵横天下，只为尽情探索当下。配备七种驾驶模式的全新奥迪Q7，让您自由切换人生模式，抵达更多可能。更搭载机械quattro全时四驱系统与自适应空气悬架，任前路曲折起伏，皆能以强悍实力轻松征服。

全新奥迪Q7大器归来，静候您的到来。

详情敬请垂询当地一汽-大众奥迪特许经销商或访问一汽-大众奥迪官方网站。

www.audi.cn

Audi 突破科技 启迪未来

广告



扫码了解更多详情

一汽-大众

详情垂询 请拨打客户服务热线: 4008-171-666 (0431)81500666



《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
副社长 / 才华烨 孙樱

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 李欧 康静 雷东军
张妍文 付薇 任远方 祁滢
特聘编辑 / 刘乾坤 左凌仁
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
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 / 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 关佳琪

NEW MEDIA DEPARTMENT 新媒体部

总经理 / 才华烨(兼)
副总经理 / 闫瑞杰
市场总监 / 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 刘梦迪
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

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)



本刊发行量经BPA国际媒体认证公司认证

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
E-mail / hyb@cng.com.cn
IP合作 / (010) 64865566 · 237

SCIENTIFIC EXPEDITION 科学考察部

陈辉(主任) 邢悦 陈锐 刘洋 刘之秋
电话 / 传真 (010) 64852136

BRAND EXTENSION 品牌发展

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

MEDIA & TV CENTER 影视中心

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

BOOK PUBLISH DEPARTMENT 图书部

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

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

地图技术支持单位 / 湖南地图出版社

广告目录

ADVERTISEMENT CONTENTS

第一跨页 一汽 - 大众奥迪
目录对页 山水密云, 京北天府
开篇跨页 全新奥迪 Q7
封 底 MAZDA 一汽马自达

版权声明

COPYRIGHT ANNOUNCEMENT

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

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

中国国家地理 | 荣誉

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

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

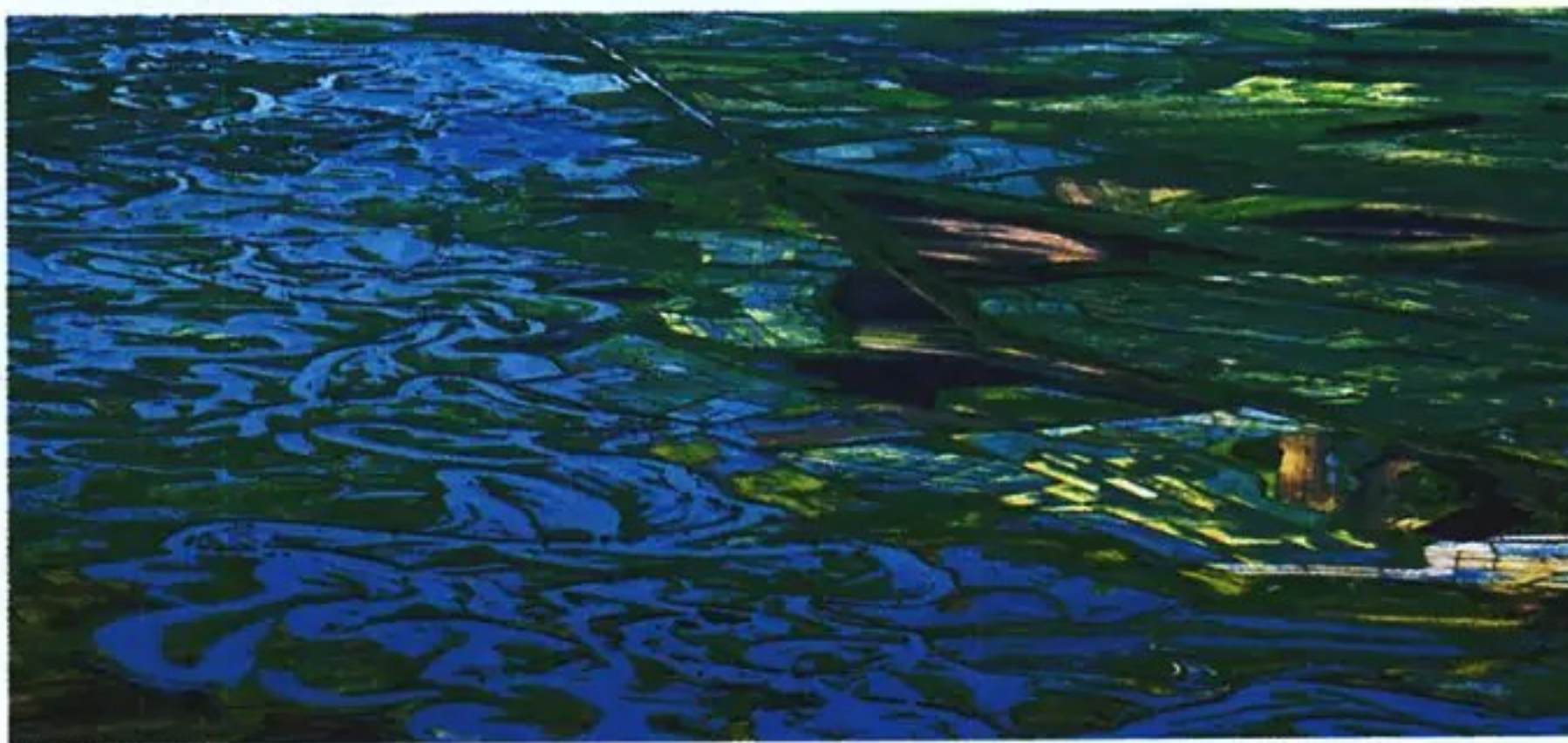
桌状冰山 上帝“凿”出的海洋景观

Tabular Iceberg:
Ocean Landscape Carved by “Hands of God”
撰文 / 秦昭

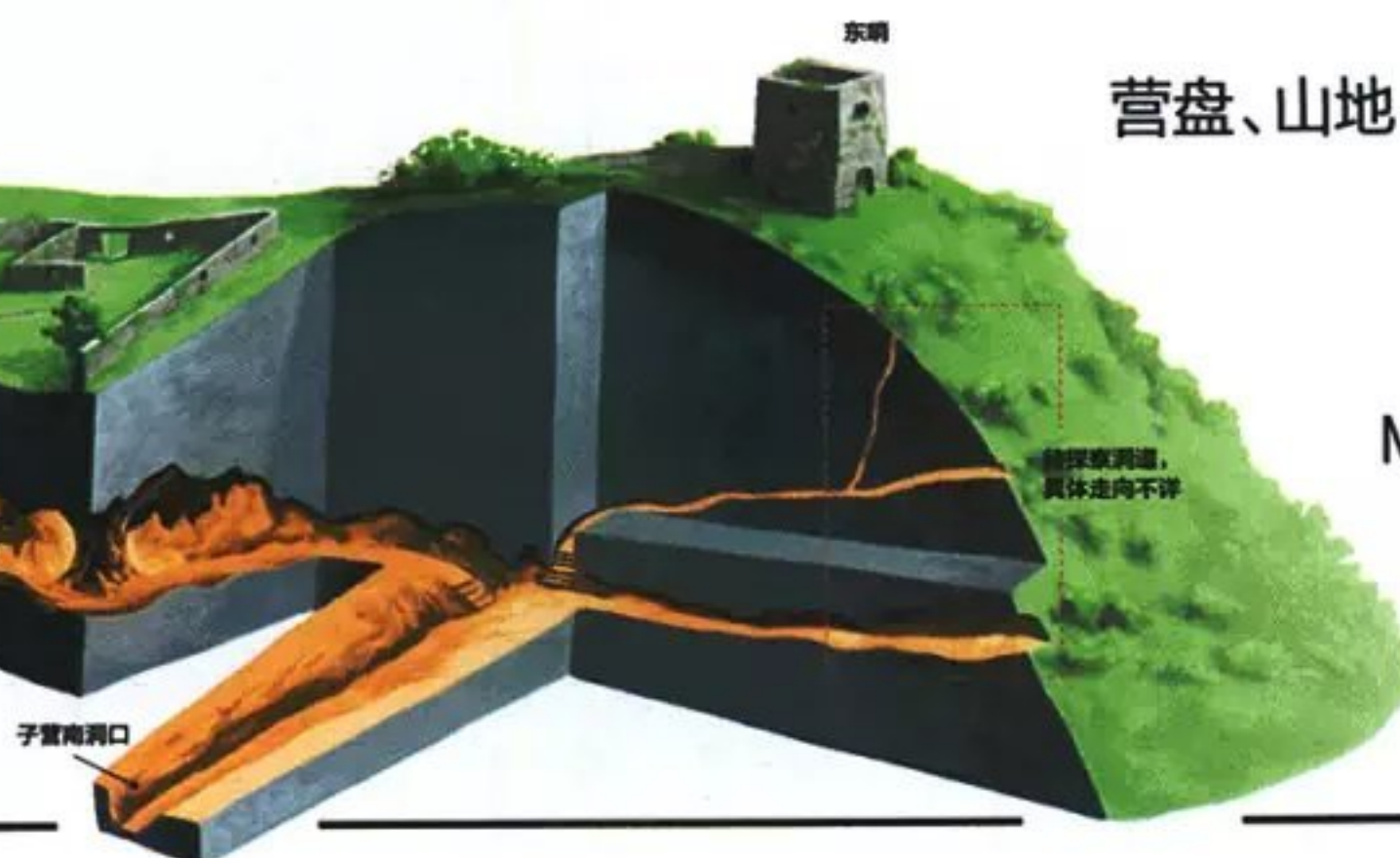
近年来,越来越多的人开始到南北极追逐、欣赏冰山,而桌状冰山无疑是冰山中最为特别、最受关注的一种。桌状冰山一般体量巨大,外观呈现为极规则的长方体,堪称“上帝之手”造就的奇特景观。不过,在全球气候变暖下,当桌状冰山越来越多地涌现时,人们的心情却是喜忧参半……



乌苏里江 界江漫着湿地流 Wusuli: A Boundary River Runs through Wetlands 撰文 / 戴长雷 摄影 / 韩玉平 等



50



玛瑙山寨堡 营盘、山地、溶洞三位一体的完美结合 Manaoshan Fortress: Ancient Military Facility Combines Garrison, Mountain and Karst Cave into One

撰文 / 黎铎
摄影 / 赵揭宇 等

70

以山水立城的密云，被地理学家认为是京北的天府。

如果从地理“分形”概念上看，密云像极了北京城的微缩版图。横亘于北京城北面和东北面的燕山山脉，自关东向西而入，在京北形成了一个半围合的盆地，坐北朝南，一面开敞，潮河与白河沿着燕山山脉的褶皱间隙，一东一西，逶迤前行，南北贯通着中原与塞外的天然孔道，千百年来滋养、孕育着农牧交错带上的草原文明与中原文明。密云山水，由此纵横经纬。

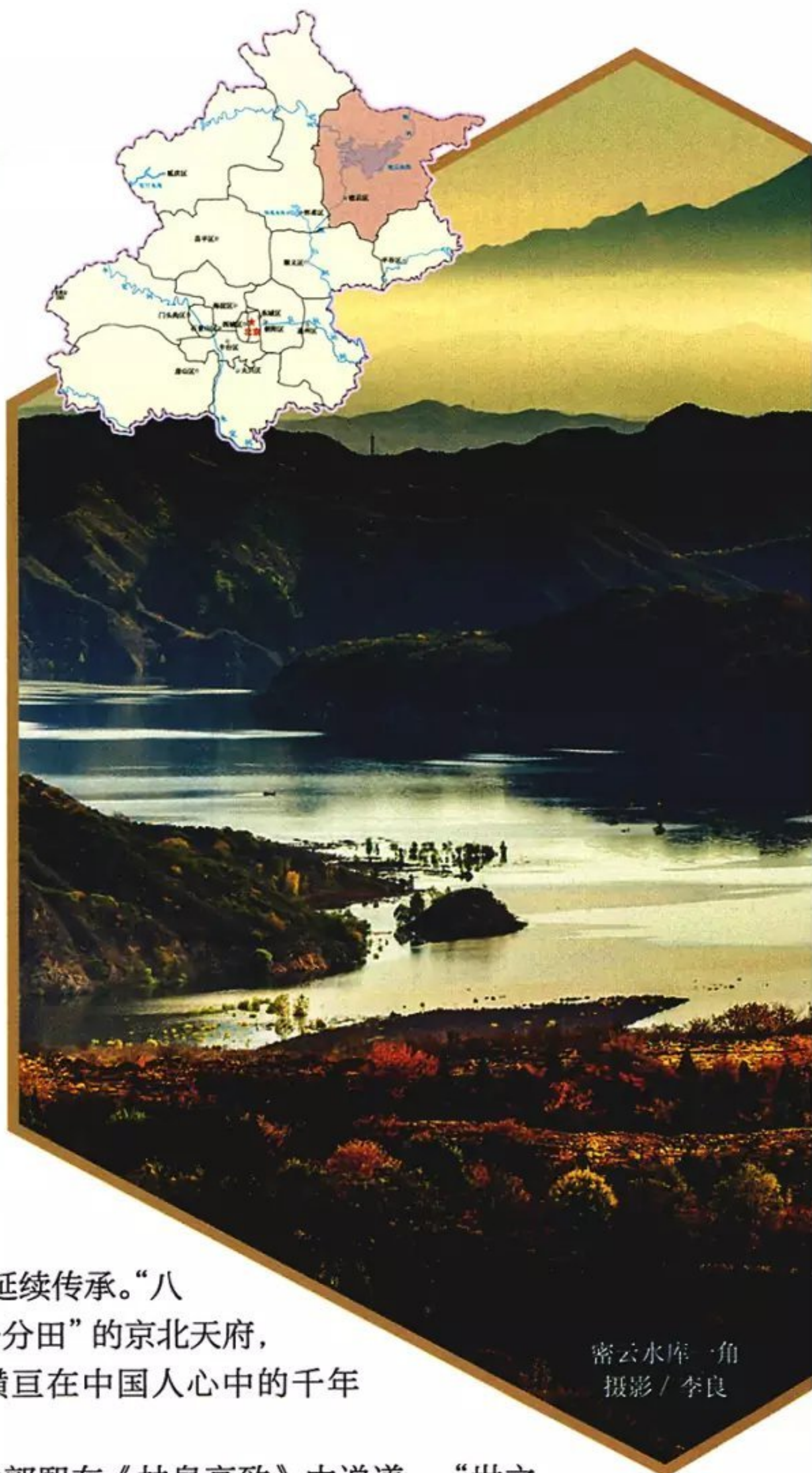
潮河、白河经密云汇流到城中心——密云水库，合为潮白河，如两条长龙拱卫着一颗明珠，与山水相连。广阔无垠的湖面与巍然耸立的大坝相映生辉，将 188 平方公里的一泓碧水锁于燕山山脉，临“中央”大水环顾群山，烟波浩渺、气象万千。密云水库，被誉为首都“生命之水”，是新中国成立后我国自行设计修建的华北地区最大水库，给依水而建、因水而兴的密云注入了活力与生机。

雾灵山与云蒙山，东西对望，巍峨苍翠，都是远眺水库的绝佳地点。气候、空气、水源、森林在密云的浅山峡谷中实现了最优组合。鸟鸣风吟间，人与林为邻，以山为伴，享受着山林的无私馈赠，燕山板栗、密云甘栗、红香酥梨、“云岫”李子……由司马迁《史记·货殖列传》中记载：“安邑千树枣，燕秦千树栗。其人与千户侯”，可见密云农产之丰腴古来如此。

起伏的群山连绵不断，循自然而建的明长城，依山取势，像一把太师椅的后背圈一样，起伏盘旋在密云东、西、北三面的山脊上，在漫长的历史岁月中，留下了丰富的历史文化遗存：司马台、古北口、将军楼、水门关、长城铺城等，它们或造型奇特、或保存完整，堪称长城文化的“博物馆”。

而错落在这方古老土地上的村落，经过了先人千年的实践总结，渐渐丰富了环境选择理论，它们以山水为衬托，与土地紧密相合，坐北朝南的位置延长了日照时间，环抱群山使其免受冬季西北风的侵扰，良好的生态和局部小气候，使得村落山水自然地融合，村墅连延、溪涧相接，农耕文明在风、土、

山水密云，京北天府



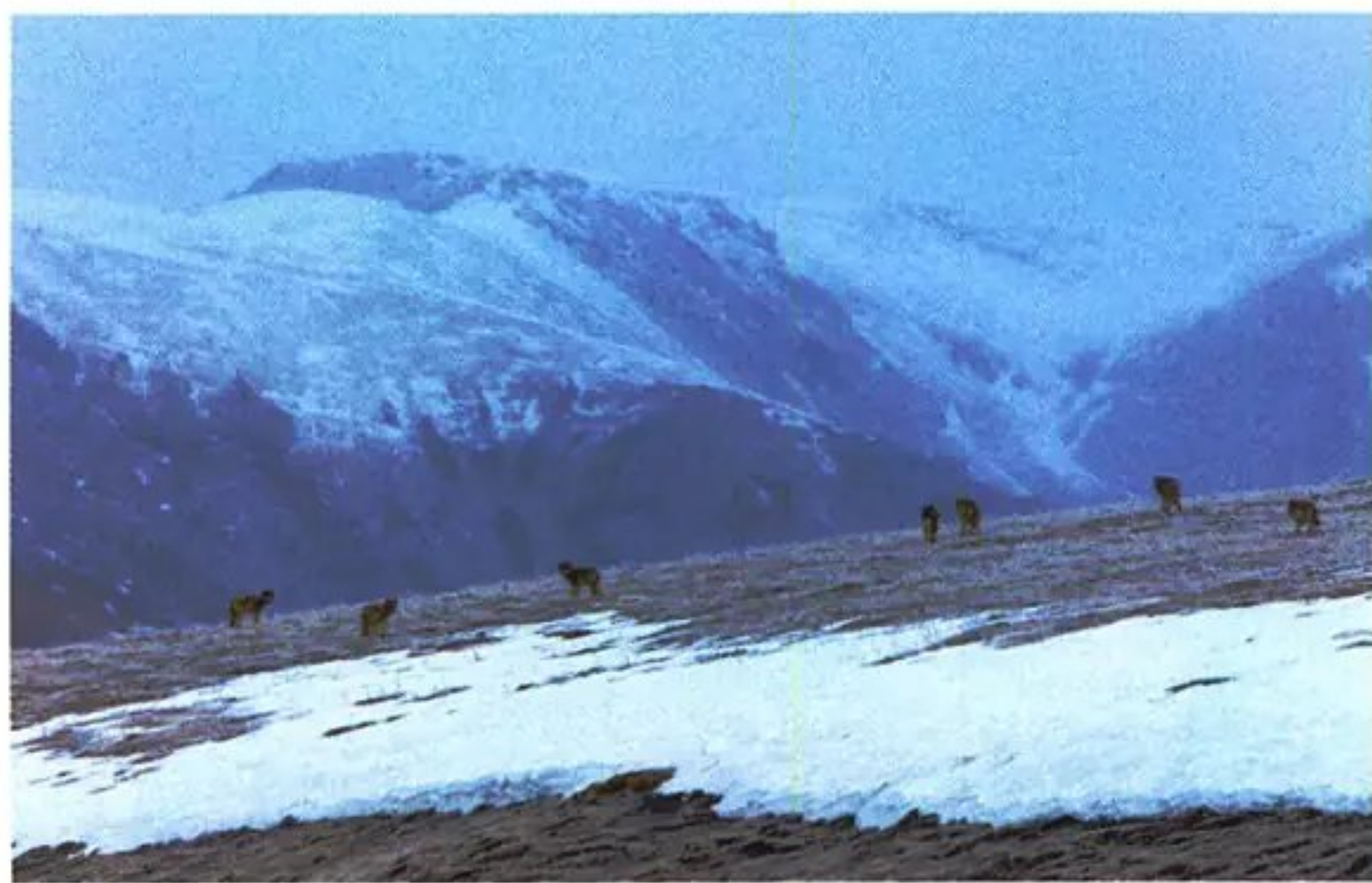
密云水库一角
摄影 / 李良

山、水中延续传承。“八山一水一分田”的京北天府，成为了横亘在中国人心中的千年牧歌。

宋代郭熙在《林泉高致》中说道：“世之笃论，谓山水有可行者，有可望者，有可游者，有可居者。”提及密云，北京大学景观设计学研究院院长俞孔坚曾说道：“对于北京的 2000 多万人口来说，密云最大的资源就是山水，这也是北京未来最需要的优质生态服务。”

山水密云，以山为脊梁，以水为血脉，将承载起北京人对未来美好生活的向往，让这一方土地真正成为“望得见山，看得见水，记得住乡愁”的天府家园。

目录



若尔盖不只有湿地

河曲湖泽之外的野性世界

Beyond Rivers and Wetlands:
A Wild Ruorgai Waiting to be Discovered

撰文 / 张静 摄影 / 董磊 等

86



拓进高原,人类凿空通天之路

史前古人定居青藏高原的步履

Step by Step to the Qinghai-Tibet Plateau:
How Prehistoric Human Conquered Oxygen-
deficient and Low Temperature Environment

撰文 / 杨晓燕

供图 / 第二次青藏高原综合科学考察队 等

绘画 / 李晟

108

弹涂鱼

徘徊在海陆之间的“两栖”鱼类

Mudskippers: “Amphibious” Fish Wander
between Ocean and Land

撰文 / 刘毅 摄影 / 郑康华 等

128



被冈仁波齐光环掩盖的冈底斯最高峰

冷布岗日

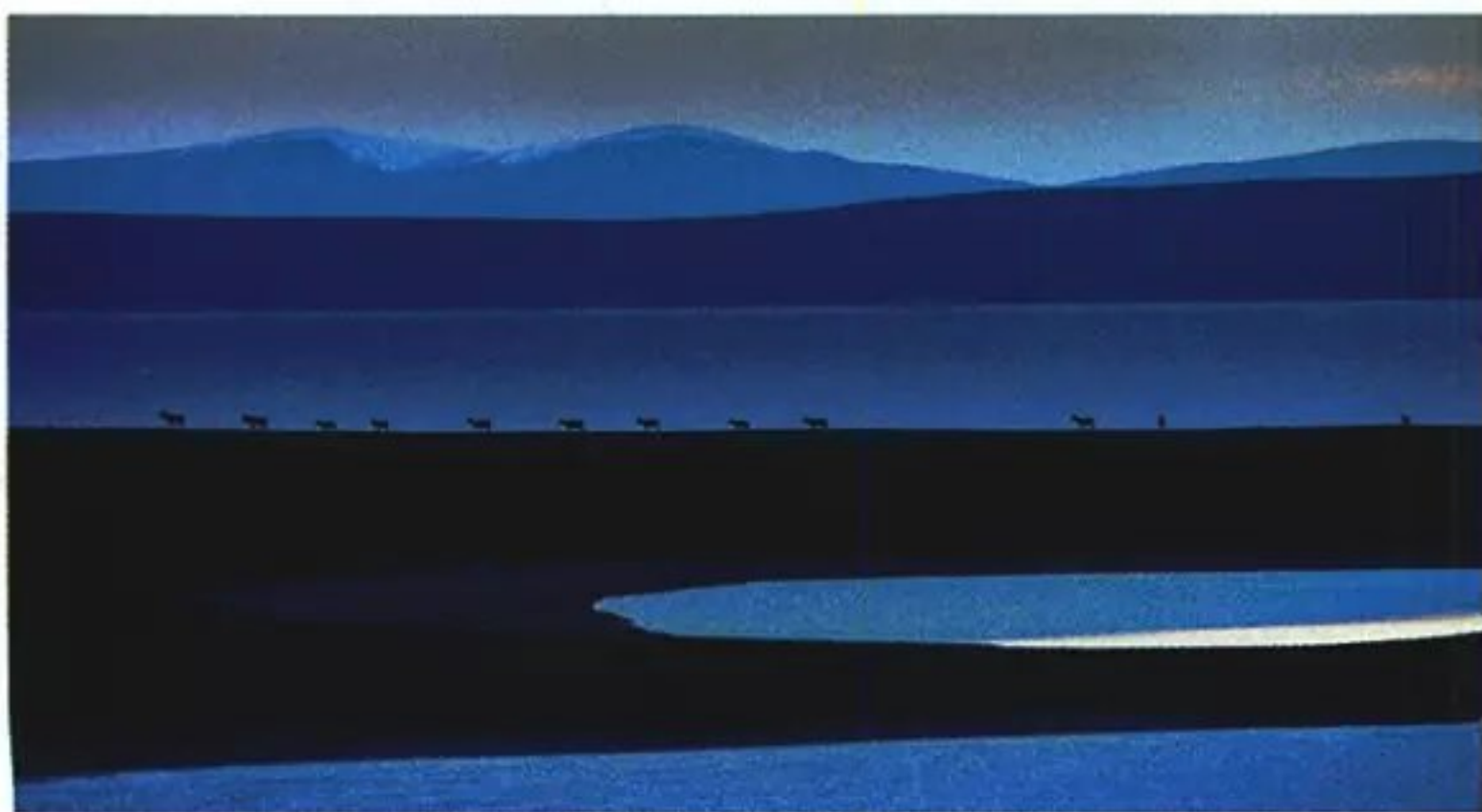
Lopu Kangri: Gangdise Range's Highest Peak
Overshadowed by the Fame of Kangrinboqe

撰文 / 王太军

摄影 / 李国平 等

144

本期封面
南极冰山
摄影
汤一民



卓乃湖溃决之后

“独一无二”的自然演变
会不会引发连锁反应?

After the Zhuonai Lake
Breach: Would Chain
Reaction Happen Due to This
Unique Natural Event?

撰文 / 王太军

摄影 / 杨勇 等

160



本期杂志内容丰富,我们既关注海上奇观桌状冰山、乌苏里江的湿地,也报道了史前人类如何登上青藏高原的科学进展……权衡编辑部和微博的投票,以下四张封面呼声较高。

乌苏里江是中国人家喻户晓的一条大江,也是世界上少有的全流域湿地界江。它沿中俄边界缓缓流淌,流域范围内不仅湿地数量众多,而且种类丰富,备选封面1是黑龙江省鸡西虎林市的珍宝岛湿地,画面中环环相扣的弧形湿地是由旧河道形成众多曲流形状的歧流和港汊后,随着江水反复上漫渐渐形成的,犹如江河用画笔在大地上勾勒出的绝佳画作。不过这张封面虽然画面感不错,但在主体的突出和明确方面稍逊一筹。

在人们的通常认知里,鱼是离不开水的,而实际上一些鱼类在漫长的演化过程中具备了短暂离水活动的能力,弹涂鱼就是



1



2



3



4

更多资讯请登录
中国国家地理网
www.dili360.com

其中最典型的类群之一。尽管它们最终止步潮间带,没能真正登陆成功成为四肢动物的祖先,却代表了生物由水生向陆生演化的中间一环。曾到访滩涂的人们,一定注意过这些眼睛生在头顶、常竖着醒目背鳍在泥滩上弹跳如飞的有趣鱼类。备选封面2中,从滩涂浅水一跃而起的弹涂鱼充满了生命的张力。但美中不足的是,这张封面整体较为单调,缺少一些地理的综合感。

提起“神山之王”冈仁波齐,很多人都会陌生。可另一座与它同处冈底斯山脉的山峰“冷布岗日”,却几乎不为人所知。长

久以来,这座海拔7095米的冈底斯山脉最高峰被抢尽了风头。想拍摄这座山峰,则要面临险恶环境和低温的考验,对摄影师来说可谓是一段九死一生的经历。备选封面3中,冷布岗日的西坡沐浴在落日的余晖中,显得无比庄严壮观。与冈仁波齐相比,冷布岗日山形更加尖削,是典型的青藏高原山峰形状。不过作为封面,这样的画面稍显新意不足,与过去很多雪峰封面有些雷同。

电影《泰坦尼克号》中的巨大冰山想必令很多人印象深刻。在南、北两极,雪线接近或位于海平面,很多陆地被冰雪覆盖,

形成广阔的冰盖,在自身重力等作用下,冰盖从陆地伸入海形成漂浮的冰架。当冰架由于风暴、潮汐等因素断裂,离开母体的冰体便成为冰山。在漂浮在南北极海域的冰山,甚至不乏一些顶部平整、外形奇特的“桌状冰山”。尽管只露出一角,备选封面4中的冰山依然让靠近观察它的人们显得非常“渺小”。这张照片画面干净、主体突出、晶莹的冰山与人形成了强烈对照,在微博和编辑部内部都获得了好评。于是在炎夏将至之际,我们决定选择这张清凉又震撼的冰山作为本期杂志的最终封面。

跟中国国家地理看中国 中国少年“赢”

2020年8月15日至22日, 8天
7800元/人
主题: 巴音布鲁克草原、天鹅、冰川、坎儿井、葡萄沟、火焰山

2020年8月5日至11日, 7天
6800元/人
主题: 大熊猫研究、都江堰、三星堆、白马藏族

2020年8月15日至21日, 7天
7800元/人
主题: 呼伦贝尔草原、大兴安岭、游牧民族、驯鹿

走遍中国的孩子更强大

2020年7月25日至8月1日, 8天
7800元/人
主题: 丝绸之路、古代军事、石窟壁画、彩丘地貌、雅丹地貌

2020年8月15日至21日, 7天
7800元/人
主题: 热带雨林、野生亚洲象、昆虫研究、傣族

报名及了解活动详情
请扫描下方二维码
“跟中国国家地理看中国”
官方微信二维码
或拨打电话
010-64851539
010-64852136

“跟中国国家地理看中国——中国少年营”第一季将于2020-2021年的暑假和寒假正式开启,来自全国的青少年将跟随“中国国家地理科学考察”,天涯履踏遍锦绣山河,行万里路饱览人文精粹!

科学考察
中国国家地理

本页摄影
魏康美 邱皓
顾博 黄程

什么，才是你开阔且不虚此生的旅途？

如果不曾与至高山脉平起平坐

骄傲的地球便不会给予答案

这世界最动人的一面

总是被自然精心地隐藏起来

只会对那些孜孜以求的无畏前行者展露出来

需要你鼓起前行的勇气

挑战世间一段段艰难的旅程

走过一个个凶险的棱角

开阔人生，无畏前行



开阅人生 无畏前行

全新奥迪 Q7
见证 2020 珠峰高程测量

阅峥嵘

见世界高度

珠穆朗玛峰，这个地表伟大美丽的至高存在。

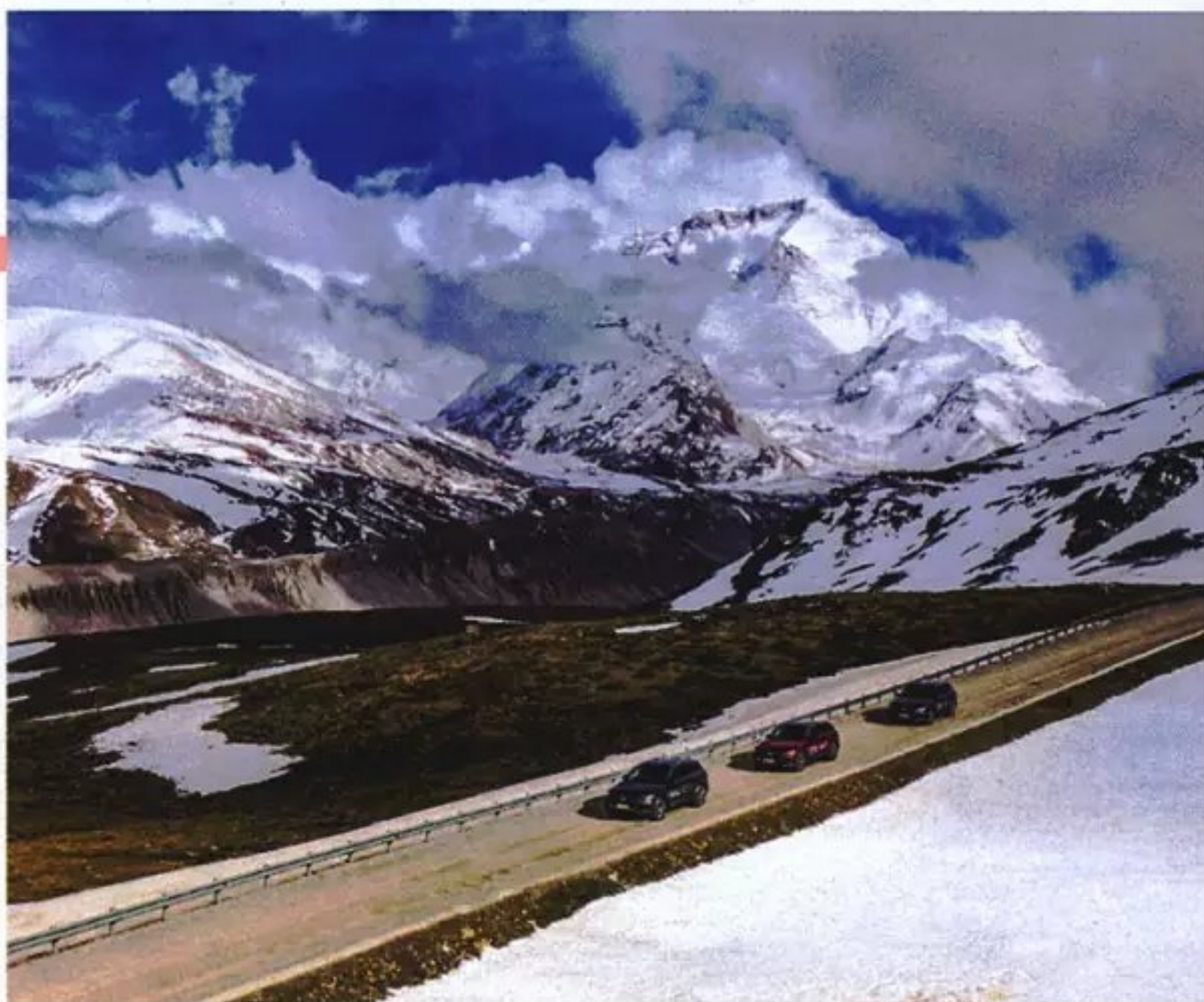
珠峰，曾经是神秘的，难以到达的，然而在如今，通过自驾到达珠峰大本营的人已经不计其数了，而珠峰海拔 8844.43 米的高度，也成为了人尽皆知的数据。

1847 年至今，人类对珠峰高度进行了十几次的求证。从 1847 年的 8778 米到 1850 年的 8839.8 米，从 1975 年的 8848.13 米到 2005 年的 8844.43 米。但是，对于珠峰的高程测量却从未停止。科学技术尤其是测量技术的不断发展，已经使人类得以在厘米级差别的珠峰高程上不断较劲。

1960 年，中国登山队从北坡登上珠穆朗玛峰，完成人类首次从北坡登顶的壮举。

1975 年 5 月 27 日，中国登山队再次从北坡登上珠峰之巅，以 8848.13 米的新高度影响了世界三十年，直到 2005 年 8844.43 米的珠峰新高度公布。

2020 年，珠峰高程测量工作再次启动，全新奥迪 Q7 携手央视新闻邀您共同领略云巅之美，共同见证这一历史时刻，见证“世界高度”！



赴征程

见发现力量

为什么要测量珠峰？为什么珠峰高程变幻莫测？为什么人类非要登上珠峰不可？

由于测量技术的进步、珠峰峰顶冰雪深度的精度以及珠峰本身地壳运动等众多原因，每一次对珠峰高度的求证，都代表着一个崭新数据的诞生，如果数据总是在变化着的，那么为什么还要测量珠峰？

那是因为，每次一次对珠峰高度的求证，都是人类探索自然、探索自己的奋斗过程。

1975 年 7 月 23 日，经过严密计算和反复验证，中国向世界宣布珠峰海拔高度为 8848.13 米。这个精确的“中国高度”，迅速得到了联合国教科文组织和全世界的承认，标志着我国登上了世界测绘科技的新高峰。这就是不断探索与发现的力量。

发现，使得人类从丛林走向高原，从陆地走向海洋，从荒蛮走向文明，也正是发现，使得地球的形象更为清晰，也使得我们在认识美、发现美的过程中认知世界、发现自己。

史诗级的画面：日出、云海、八千米级雪山群

在这里，你将与世界第一高峰珠穆朗玛峰、世界第四高峰洛子峰、世界第五高峰马卡鲁峰、世界第六高峰卓奥友峰相遇
人们能够想到的所有关于它们的壮丽都在此刻相遇

敬无畏

见开阔人生

从发现青藏高原的伟大崛起，到不断探索地球与宇宙的奥秘，是人们一次又一次的发现，让世界和人生由此开阔。这一次，全新奥迪 Q7 一路前行，以无畏风险、强势进取的态度见证人们对珠峰的探索与登峰。

以澎湃动力与卓越的越野性能，征越严苛的自然条件，一路挺进喜马拉雅山脉，穿过风雪与迷雾。以伟大的珠穆朗玛为目标，直抵世界最动人的巅峰之地。

地球之美不可穷尽，正如人生旅途无法预知，然而每一次的到达，每一次的征越和见证都会让我们更加明白：开阔人生，需无畏前行。

正如全新奥迪 Q7，“无畏基因”使其从戈壁到沙漠、从海岸到高山，纵览山高海深。

“无畏型格”展露风华锋芒，直至世界之巅，彰显强大霸气。

“无畏科技”支持触觉和声音反馈的 MMI 触控显示屏，让“智能”一路相伴，体验数字科技的交互畅享。

“无畏空间”包含大七座的舒适环境，装载着满满的登山装备。而且全新奥迪 Q7 具备细腻与舒适的内饰与通风系统，即使身处海拔 5000 米以上，也带来超乎想象的用户体验。

“无畏守护”以智能驾驶辅助系统对户外出行保驾护航。车道侧向辅助系统通过校正转向减少意外偏离车道的危险。夜视辅助通过热成像摄像头显示车辆前方的热量分布，在系统识别到潜在危险如遇到野生动物时发出警告，增加夜行安全保障系数。

“无畏体验”具备 quattro 全时四驱系统，提供卓越的操控和牵引力，在湿滑路面保障安全性和稳定性。同时，强劲高效的动力系统可自由切换 7 种驾驶模式，无惧路况挑战，进行着一场又一场酣畅淋漓的驰骋与征服。纵使前方荆棘，我辈依旧，淡然处之。



愈前行，愈无畏，而愈无畏，则天地愈开阔

“无畏享受”加持了 Bose 音响带来的高品质 3D 立体环绕声，带给人们剧场般的高级听觉享受，仿佛将车内打造成一座移动的音乐厅，一路驰骋中恍若在喜马拉雅之巅举办了一场高山音乐会。在离天空最近的地方，在阳光照拂下，兼具豪华感与科技感的全新奥迪 Q7，让人犹如置身舒适别致的艺术画廊，搭配全景天窗，静享日暮西垂。

这一次，全新奥迪 Q7 更以无畏精神，赋予强势进取的成功者们冲破束缚、矢志前行的力量，带领我们一同感受海拔 8000 米以上的云海翻涌、壮美中国，一起见证 2020 珠峰高程测量登山活动攻顶成功！

以无畏风险、强势进取的态度见证世界高度的刷新，实现不虚此生的人生旅程！

摄影 / 陈庆全

怎样才算真正认识了可可西里？

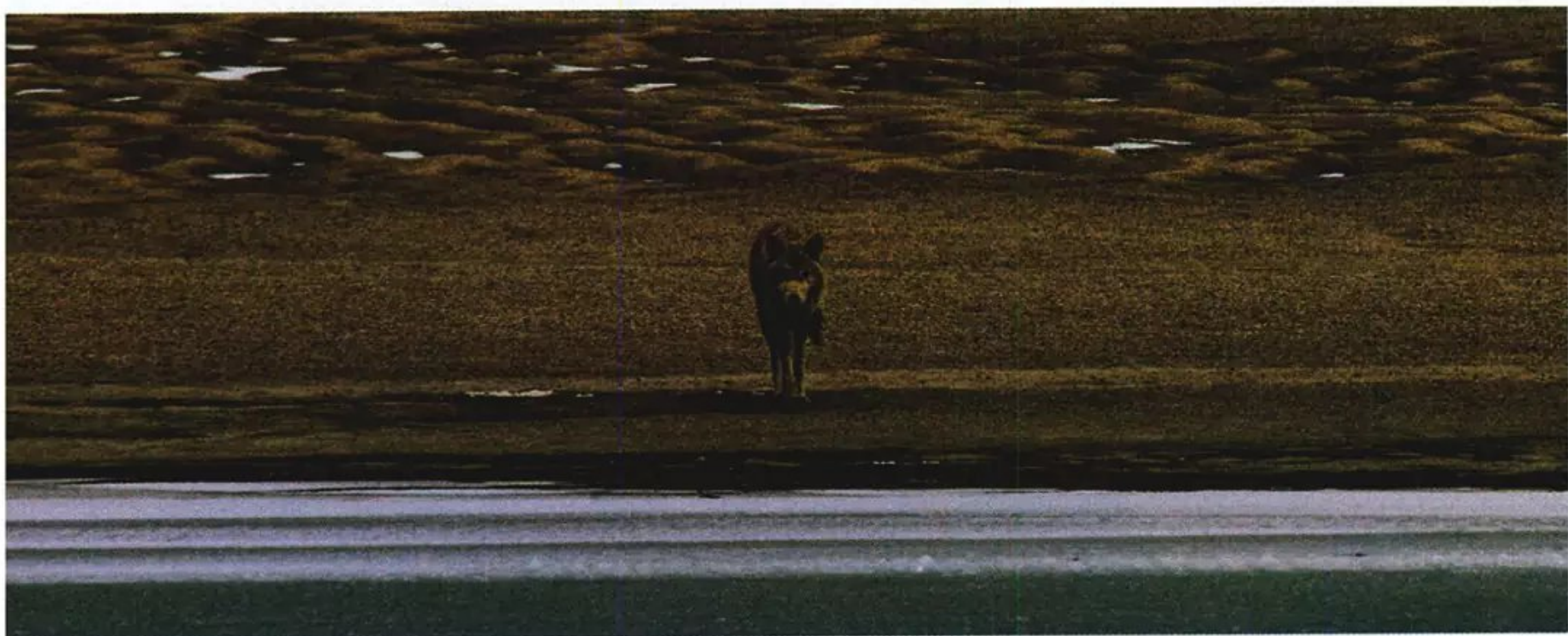
时隔一年，我和文扎看到了同一只狼

“那是 2007 年 11 月，在太阳湖的东端，我们正在用午餐，一只狼悄无声息地出现在距离人群不到十米的地方。看样子，也就两岁左右，当时大家一发现它，有些意外，有点不知所措。有人拿出了三块手抓肉扔出去，它毫不畏惧地叼起，但是三块肉没法一起叼走，于是索性在那儿吃起来。时隔 9 年后，也是在这里，我们又遇见了那只不怕人的狼。”

我正在看藏族学者多杰文扎（后面称之为文扎）给我发来的一篇文章《探秘可可西里》，这是文中的一段。我之所以对这段感兴趣，是因为这与我们 2006 年 4 月进入可可西里经历的一幕如此相像。也是在太阳湖东面，也是与一只狼相遇。当时我们正在拔营，准备离开，突然发现在河的对面有一头狼正在与我们对视。它的背后是那条洁白如玉、形状像一只脚一样的“足冰川”，再后面是中昆仑山脉的主峰——海拔 6860 米、披冰挂雪的布喀达坂峰及其他卫峰。因为隔着一条河，我们并未在意这头狼，继续收拾帐篷。没想到过了一会儿，那头狼已经涉水过河向我们走来，它的步态十分奇怪，两只前爪交叉迈进，好像在跳探戈一般，动物专家中科院西北高原生物研究所的苏建平说：“它用这样的步态是示好，它是友好的。”在离我们十米左右的

可可西里——“无山没故事，无水没传说”

要了解一个地方的文化，从地名入手是非常明智的选择。地名的语系体现着这里的民族印记，地名的含义可能包含着这里的地形地貌、神话传说以及历史故事。可可西里就是一个汉、藏、蒙、维吾尔元素交织的地方，这片土地上的地名就是这里生活着的人们口口相传的历史文化。以画面中左侧的布喀达坂峰（海拔6860米）为例，“布喀达坂”是维吾尔语，意为“有野牛的高山”；普尔热瓦尔斯基到这里进行“地理考察”时，将它命名为“莫诺玛哈皇冠峰”，因为山峰的形状像俄国基辅大公莫诺玛哈的帽子，直到1979年5月9日，这里才重新恢复“布喀达坂”的名字；世居可可西里的藏族雅拉人将它称作“阿卿卓纳敦泽峰”，阿卿山脉就是昆仑山脉，“卓纳敦泽”是“有黑色羽翎的矛尖”的意思，极言这座山峰的高峻；现在地图上还会给它标注“新青峰”，因为它是新疆和青海的界山。摄影 / 张超音



地方，它停住了，有人拿出了几根香肠扔过去，它叼起一根就想走，发现还有几根，于是它停在那里吃了起来。这一幕与文扎描述的一模一样。我把文扎和我拍的照片里的两只狼比较了一番，认为这是同一只狼。

在可可西里，我们多次与狼遭遇。岂止是狼，我们还不断地与藏羚羊、藏野驴、藏原羚、熊、狐狸等相遇。在布喀达坂峰下，我们与一群野牦牛相遇，那群野牦牛有300多只。我们的动物专家苏建平一路上都在统计见到的野生动物：成群的野生动物共29群，还有零星的动物，总数近千只。这是可可西里的魅力所在。这里是真正的面积辽阔的荒野，仅仅是核心区也有近4.5万平方公里。除了这核心区，它的周边也近似荒野，在这里你可以与野生动物遭遇。

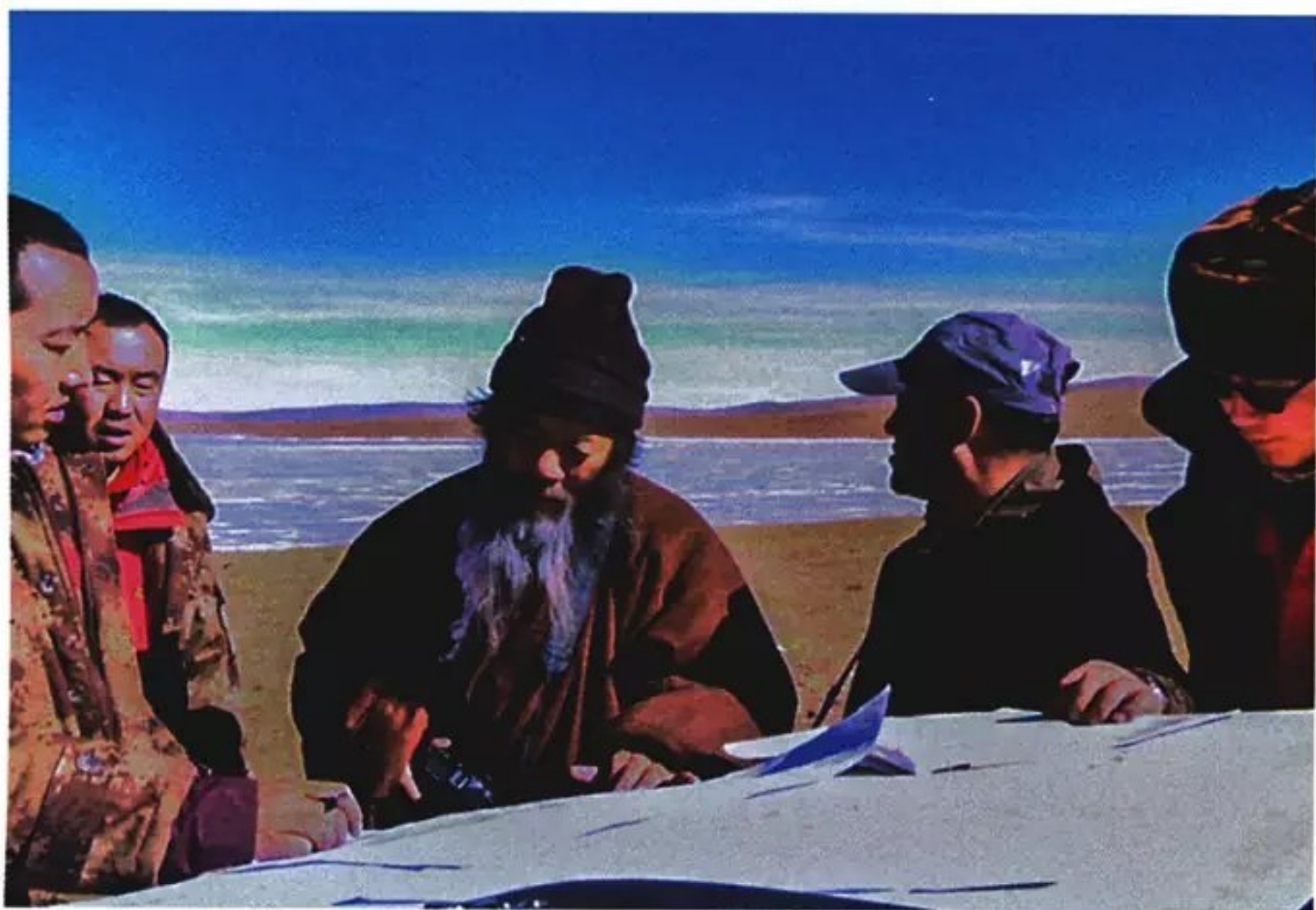
与野生动物在荒野中相遇，这是现代人最珍稀的一种体验。迄今为止，我还没有见过哪个人在野外看见了野生动物不振奋，不新奇，不充溢着一种审美的愉悦……与野生动物遭遇，瞬间把人带回了人类的童年时光，带回了人猿相揖之前人类在荒野中生存的记忆。人总是从目光所及的“那里”理解自己的“这里”，当“那里”是野生动物时，“这里”的我将回到哪里呢？与野生动物在荒野中相遇，会让你瞬间脱去文化的重负回到莽荒时代，那是一种怎样的伴随着恐惧的轻松，那是一种怎样的“一无所有”……大都市有的人喜欢裸体，大概追求的就是这种体验。可可西里是能给你脱去文化外壳、让精神“裸体”的地方。

怎样才算认识了可可西里？

我和文扎是在青海治多县一个小饭馆认识的。当时我们正准备去长江的源头——当曲。文扎是青海省治多县民族语言文字办公室的专家，他精通藏语与汉语，有思想，有学识，文笔亦好。我对可可西里的认识过去还很是表面化，因为他的出现而深入了。



治多县第二次全国地名普查
赴可可西里工作组
行动路线示意图



多杰文扎与可可西里地名普查

藏族人多杰文扎（左三）目前就职于青海省治多县民族语言文字办公室，他师从“藏羚羊之父”杰桑·索南达杰。1994年，索南达杰为了可可西里的生态保育工作而牺牲，由此，公众开始关注这片生命禁区里盗猎者的枪声、藏羚羊的哀嚎，“可可西里”这个地名名声大噪。可可西里作为我国四大无人区之一，它的神秘不用多言，但多杰文扎却告诉我们，“可可西里”这个名字的由来才是这片土地上最神奇的秘密，上个世纪60年代之前，以及第一次全国地名普查时，都没有出现过“可可西里”这样的文字记录。抱着这个疑问，借着第二次全国地名普查，2016年，文扎一行30人去寻访了可可西里。地名普查过程中，队员们时常停下来，依据当地人提供的线索、地图资料和索南达杰的笔记确定该处的地名（上图 摄影/扎西江措）。左页图为本文作者去可可西里时遭遇的狼（摄影/单之蔷）。

那怎样才算认识了可可西里？

文扎多次进入可可西里，最近一次是2016年第二次全国地名普查期间，治多县组织了一队人马进入可可西里进行地名普查，文扎是其中的专家顾问。这篇2万多字的文章《探秘可可西里》是这次行动的成果之一。文章的标题听起来好像一位媒体记者的猎奇之作，其实完全相反，这是一篇很有价值、很有新意的力作。我在知网等查阅了许多关于可可西里的论文，但比起来我觉得都不如文扎的文章有分量。

首先文扎辨析了“可可西里”这个知名度极高的地名的由来，指出这是一次误读，并且给出了这片土地真正的名字——阿卿羌塘（文扎说：“阿卿”是昆仑山的意

文扎总是在校正我对可可西里的认识。在长江源，我们为站在了长江的源头——当曲而兴奋，因为这里使长江最长。文扎却说，长江的真正源头应该在布曲，那里有一个泉源，一年四季水流不断。我说：“那个可以算作来自原住民——藏族的历史文化源头。”“那个不能说是历史文化源头，它就是包含了自然因素的长江的源头，一条大江的源头应该是一年四季水流不断的。”他的话让我为之一震：一条大江的源头应该一年四季水流不断。他说的确实有理呀，我们以“河源唯远”找到的源头，倘若一年中有半年没有水流，这算什么源头呢？

对于可可西里，文扎在文中写下了一些关于自然地理的描述，接着他笔锋一转，写道：“这种自然地理的描述，只要查阅资料，随手可得。但是，上述资料再详细，也算不得认识了可可西里。”

思，“羌塘”是北方的平原，“阿卿羌塘”的意思是“昆仑脚下的北方平原”）。

文扎并无改变“可可西里”名字的意思，他只是梳理了“可可西里”这个地名的来龙去脉。“可可西里”既是一个广大区域的地名，也是这个区域中一条山脉的名字。可以推断这个区域叫“可可西里”，是因为这个区域有一条叫“可可西里”的山脉。但文扎翻遍了藏族的各种典籍，也没有找到“可可西里”这个山名和地名的来历（我这里就不列举这些藏族文化典籍的名字了），询问治多县接近可可西里一带乡镇的当地耆老也没有人知晓。最后文扎推断，当时测绘部队聘请的翻译是蒙古族（青海海西蒙古族藏族自治州的蒙古族会说蒙、藏、汉三种语言）。当地藏族人称可可西里山



2006年，中国国家地理杂志社一行在相关单位的协调下完成了可可西里核心区的科学考察活动。本文作者（左二）带队，队伍中有中科院地理科学与资源研究所的地貌学家李炳元（左一）、中科院寒区旱区环境与工程研究所的冰川学家焦克勤、中科院西北高原生物研究所的动物生态学家苏建平等多位长期研究可可西里地区的专家学者。现今我们在地图上看到的很多地名，都是像他们这样的科学家给我们留下的领航标记。比如可考湖，它位于可可西里湖东北方向，藏民称它为“阿卿仲杂措纳”。跨页图为2006年4月21日一早，杂志社一行从鲸鱼湖旁拔营启程，向可可西里核心区进发（摄影/单之蔷）。右上图为4月22日向阳湖附近，由于大雪封山看不到前路，考察队仅能利用地形图和科学家们的记忆寻找前进方向。



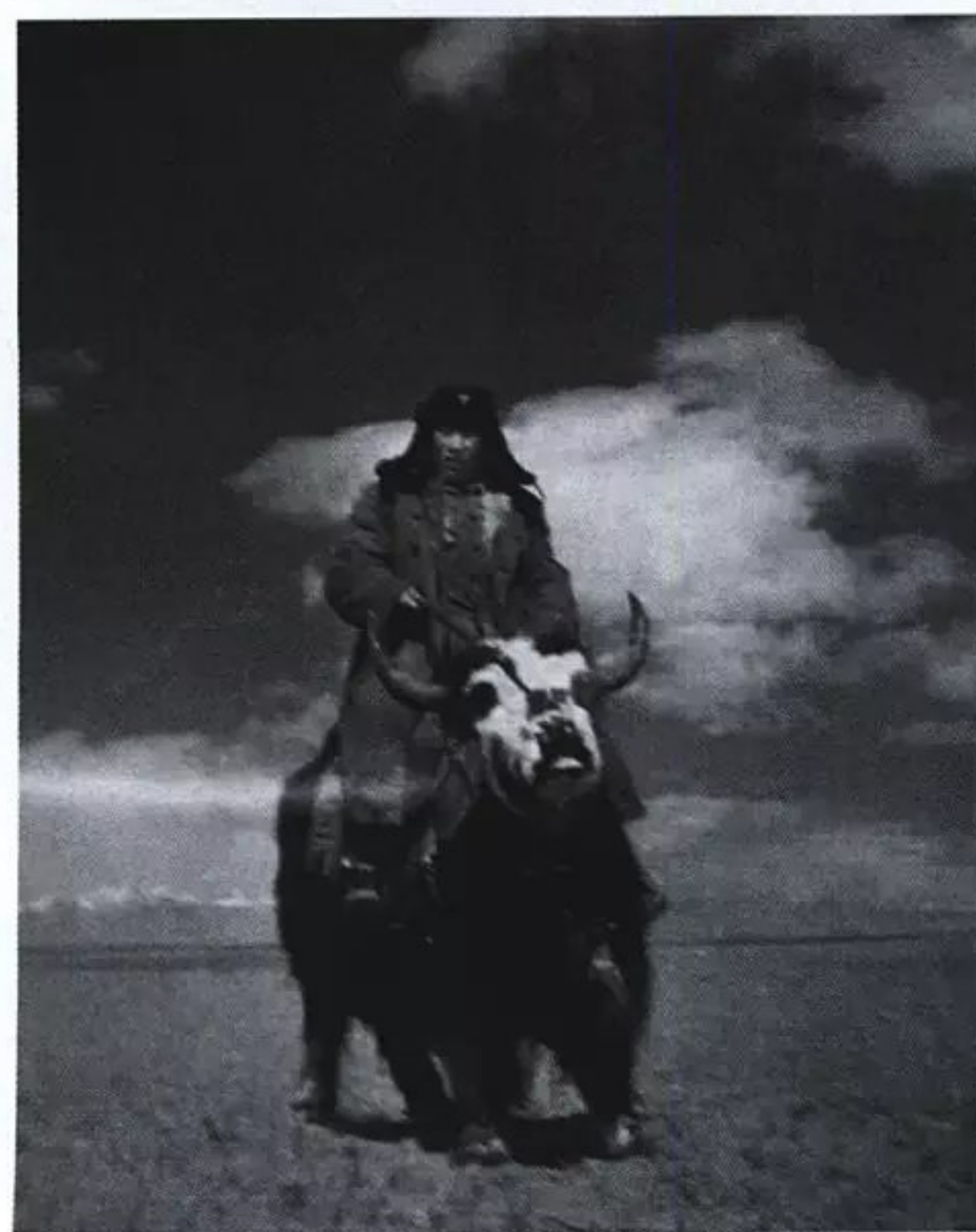
**除了原住民的命名，
地图上可可西里的很多地名
来源于科考活动**



地名考察的先驱者—— 解放军测绘部队

在探索未知区域、完善地图的过程中，与科学家们一并到达，或者很多情况下先于科学家们到达的，一定是测绘队伍。李志良为原中国人民解放军兰州军区测绘大队副大队长兼总工程师，他所在的队伍第一个完成了江源地区的地图开荒工作，绘制出了江源地区1:10万的地形图，也是最早把江源区域的地名——对应记录到地图上的队伍。下方两张图中是在青海完成测绘作业的李志良。右页图为1:10万沱沱河正源纳钦曲源头地区地形图。

供图 / 李志良



为“俄仁日纠”，这个词在藏语中是“青色的山脉”的意思。“可可西里山”在蒙古语中也是“青色的山脉”的意思。文

扎认为：蒙古族的翻译把藏语的“俄仁日纠”按照意译翻译成蒙古语的“可可西里山”，即“可可西里”是藏语的蒙古语意译，被测绘部队标在了地图上，流传至今。

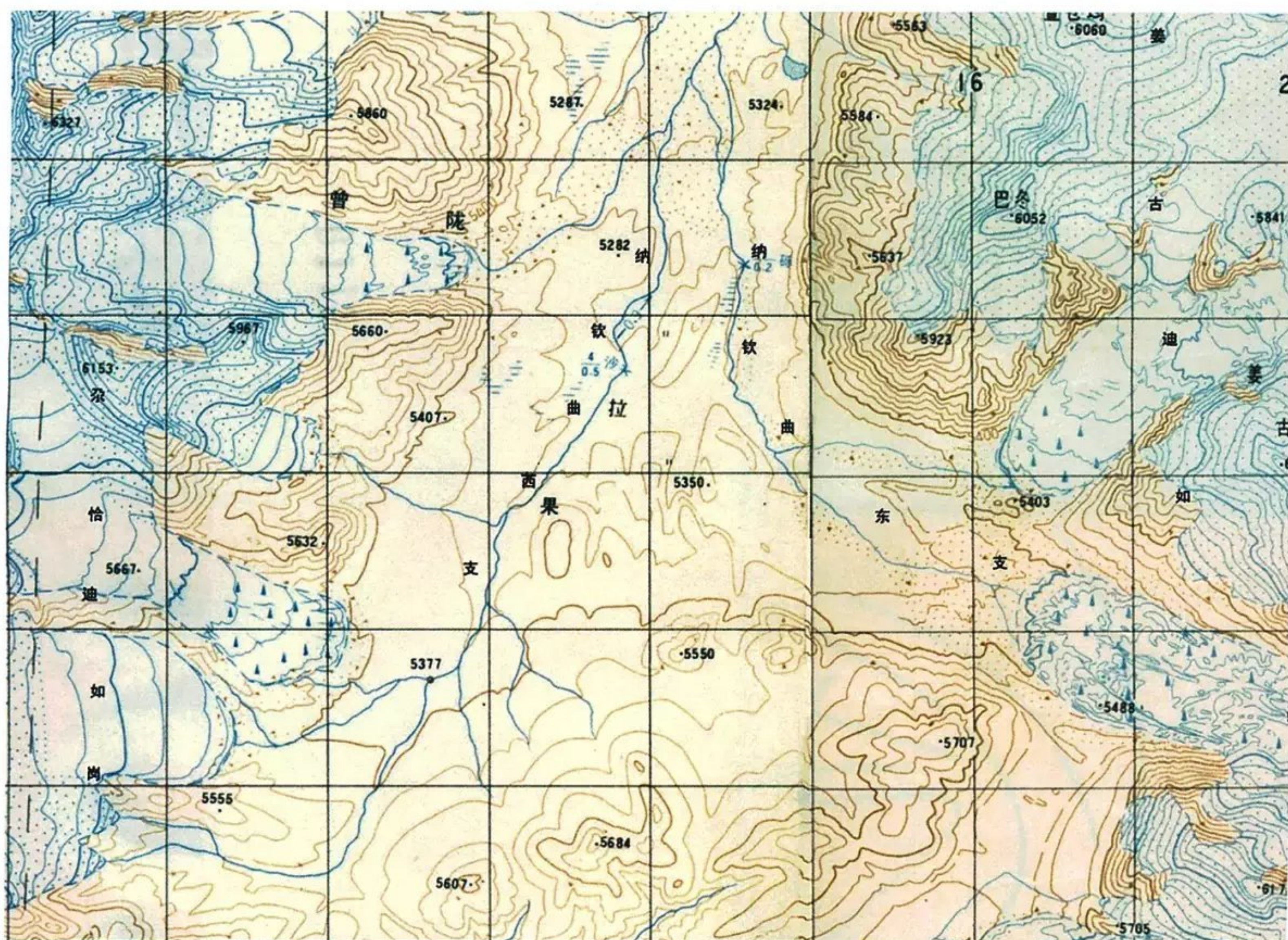
假如李志良与文扎在40多年前见面， 可可西里地形图上的地名就完全两样了

在可可西里，我们时常迷路。可可西里是一片波状起伏的大地，周围的群山近看是丘陵状，远看连绵犹如海浪，然而对于行走其间的人而言，却缺乏标志物，难以辨别方向，因此迷路是常事。在可可西里，我们就是靠1:10万的地形图辨别位置，寻找方向的。这种大比例尺的地形图，地面上的事物缩小的程度低，并且具有等高线，可以通过看等高线来辨识地图上的山、河，由此来确定自己的位置和下一步行走的路线。但这是需要看地图的训练，需要经验丰富的人，我们的队伍中有中科院地理科学与资源研究所的李炳元教授，他不仅是地理和地图方面的专家，而且曾亲自带队考察可可西里。每当我们迷路时，李老师都会把1:10万的地形图拿出来，铺在越野车的引擎盖上，开始

研究地图，确定位置，选择路线，每次我们都走出了困境。

这些地图有很多张，装在一个特制的圆筒里，一路上我们精心地照看着这些图，它们属于机密，借出这些图，要经过一些手续。我时常拿起这些图认真地研读，希望这些图能刻在我的脑海里，这样我的头脑中就有了一幅记忆中的意象地图，只有我的头脑中有了这幅意象地图，才奠定了我理解、认识、把握可可西里的一个基础和平台。

在可可西里的地图上我看到了许多明显属于汉族文化的地名，如：向阳湖、玉液湖、永红湖、桃湖……当时我认为这些是无人区里原本没有名字的湖，测绘部队到了才给起了名字。在可可西里，我的脑海中经常浮现测绘部队、测绘人员的身影，我



对他们从心中生出一种敬意。我们拿着他们绘制的地图还不断迷失方向，那么他们进入这片荒野将是何其艰难？其实许许多多的探险家都是手拿大比例尺的地形图探险的，在他们的探险之前显然有画地图的测绘人走在最前面。

从可可西里回来若干年中，我一直尊崇着可可西里的测绘人，但不知他们是谁，是哪个单位的，因此这件事逐渐就被我淡忘了。直到有一天，我收到了一本书——《一代测绘人》，作者李志良，他是原中国人民解放军兰州军区测绘大队副大队长兼总工程师。看了这本书，我才知道可可西里和三江源一带的测绘任务就是他们的测绘大队完成的。李志良先生已经退休了，在河南郑州生活。因为长江源的缘故，我和他微信往来密切。

我有一个想法：约李志良和文扎见面，就可可西里的地名让他们进行讨论、沟通。一个是测绘大队的总工程师，在可可西里和文扎的家乡——青海省治多县的大地上进行过 1:10 万地形图的测量，并最终画出这份地图的人；一个是本地人，是藏族的学者，是多次进入可可西里去寻找可可西里的地名意义的人。

但遗憾的是，即使今天他们见面，也已经晚了。假如在 40 多年前，在李志良所在的测绘部队进入可可西里时，他就见到了文扎，假如他的队伍中有文扎做翻译和地名的顾问，那么 1:10 万地形图上的地名，就不是今天的样子了。



可可西里到底有没有“无人区”？这些地方有地名吗？

历史没有使测绘地图的总工程师李志良与可可西里的本地人文扎相遇，可可西里地图上的地名因此出现了许多测绘部队的命名，这些命名仅有符号价值，缺乏历史和文化的意义。这情景与中国三沙群岛的情景很相像。当年国民党政府的内政部方域司曾经三次整理公布了关于南海诸岛的地名，并且绘制了地图，但遗憾的是当时的地理和地图的专家没有与往来生活于三沙的海南岛潭门镇的渔民接触，不知道当地居民关于三沙的岛屿有着完整成熟的命名系统，那里的岛、屿、沙、礁等都有名字。可可西里地名的情况与这有些相似。

可可西里这个近5万平方公里的区域一直被媒体称为“无人区”。“可可西里”历史上一直是无人区吗？可可西里那些湖泊、山脉、山峰……在测绘部队进入之前一直没有地名吗？

李志良给我的微信中说：“兰州军区测绘大队进入可可西里、三江源地区测绘时间是1975年，那时青藏公路以西直至新疆，除纳钦曲河谷有一两户由西藏安多过来的牧民之外，部队测图时没有发现过任何牧民，确属‘无人区’。而总参、兰州军区讲的‘无人区’范围更大，主要是指新疆、青海、西藏三省区交界处的广大地域。既然



高原山地，气候严寒， 可可西里是一片冰雪的世界

青海可可西里自然保护区的平均海拔超过了5000米，空气稀薄，除了北侧的昆仑山脉和南侧的唐古拉山脉之外，核心区大多是高原夷平面，常见一些中低起伏的丘陵。可可西里气候严寒，全年平均气温在0℃以下，最暖月份（6月—8月）气温也仅有2—7.7℃，因此植被稀疏，最常见的就是紫花针茅、青藏苔草等高寒草原植被。可可西里的降水少而集中，而且基本都是固态降水，一场雪后，随处都能看见雪原上零星散布着挂霜茅草的景色。摄影 / 张超音

没有居民，测图时就无法调注地名。由于测区内无人烟存在，无法调注地理名称，故野外测图时自行命名了一些地理名称。但内业制图时，为慎重起见，对山脉、大湖泊的名称，又通过翻阅历史图集和文献做了修改。如‘凯旋湖’改为‘西金乌兰湖’，‘马池湖’改为‘乌兰乌拉湖’……”

我问文扎：“可可西里那些湖，过去一直没有名字吗？”文扎说：“不，它们有名字。”我又问：“可可西里是无人区吗？”文扎回答：“不，那里不是无人区，过去在可可西里、江源这一带，一直生活着古老的雅拉和宗举部落，他们是既狩猎又游牧的藏族部族。”

我问：“可是在测绘部队进入可可西里的时候，那里大部分地区确实是无人区啊？”

文扎说：“在漫长的历史时期里，可可西里一直都有雅拉和宗举部落的人生活着，这在史诗《格萨尔王传》中都有传

唱，年长的治多县的老人也可以讲述。但后来有段时间可可西里确实成了无人区。那段时间就是西藏和平解放后，这里成了牧业社，牧户们的牛羊等都集中到一起，牧场也统一属于集体所有。到了1959年西藏发生叛乱，这里的人逃走了许多，牛羊的数量也大幅减少，还不及原来的一半，这段时间不要说可可西里没有人去了，连可可西里东部的索加乡这一带的草原，人们也放弃了。这段时间是上世纪50年代至70年代。测绘部队正是在这个时间段进入可可西里的，当时可可西里确实是无人区。那时，可可西里的湖、山的名字也就无人说起，渐渐地沉没了。”

听完文扎的话，我觉得这一幕与我国三沙那些地名的沉没很相似，渔民们成立渔业公社以后，渔船就再也不去中沙、南沙群岛捕捞作业了，中沙、南沙群岛的那些地名也就无人说起了。

大家都不知道： 保护藏羚羊的英雄——索南达杰，其实是一位地名专家

可可西里不是无人区，可可西里早已有了地名系统。这不仅是文扎的研究结果，最有力的证据是一本笔记，文扎称之为“可可西里地名记录本”。这个笔记本的主人是一位传奇人物——索南达杰，他死时冻成了一尊冰雕，一尊保持着射击姿态的冰雕。索南达杰在与盗猎藏羚羊的罪犯枪战时不幸中弹牺牲，人们听到的都是他在可可西里与盗猎集团斗争的故事，给人留下一个英勇的康巴汉子的形象。

其实索南达杰的形象还有另一面：他毕业于青海民族学院，他知道地名对于一个地区的意义，他可以称为研究可可西里地名的专家。若不是文扎的披露，若不是文扎的文章，也许索南达杰研究可可西里地名这桩重要的事件就被埋没了。连同可可西里那些凝聚着历史、饱含着自然信息的地名，也会像流星雨划过天空一样最终陨落。

但幸运的是，文扎在2016年进入可可西里进行地名普查之前，想起了索南达杰有个记满可可西里地名的笔记本在自己这里，1992年是一位朋友把笔记连同一份打印稿一起拿给他，让他给看看的。1994年索南达杰就牺牲了，再也没人问起这个笔记本……十几年过去了，文扎想起了这个笔记本，他竟然找到了。

1992年，索南达杰走马担任治多县领导干部。为了探索治多县索加乡向西穿过可可西里的通道，他觉得需要认识可可西里，而认识可可西里则要从地名开始（这真是一种高超的认识）。于是索南达杰采访了治多县曾经在可可西里生活过的一些“知情人”，特别是素有“活着的历史”之誉的赛穷尼玛，这位老人是宗举部落的首领。1958年，为了躲避祸事，赛穷尼玛带领若干人经过可可西里到达了新疆。索南达杰详细地记录了他们的经历和行走的路线，其中就有大量的地名。索南达杰把这些都记录在了笔记本上。

文扎进入可可西里后，索南达杰的笔记本发挥了重要作用。“可可西里山脉”、“可



雌雄分群活动，这是藏羚羊适应了可可西里环境的结果

为了适应可可西里严酷的环境，藏羚羊集群生活，每年往返迁徙。除了冬季交配季节，藏羚羊会出现雌雄混群，其他季节时雌雄都是分群迁徙、生活。为了给雌性让出生存空间，夏秋繁殖季节时，雄性藏羚羊会远离主要的藏羚羊迁徙通道。雄性藏羚羊有着一对长长的犄角，它们常以2—20只的小集群活动，这样的小集群有利于高效觅食，避免了过度强烈的内部竞争，也降低了被捕食的风险。上百只的大规模藏羚羊集群一般在夏季才能观察到，而且基本都是雌性集群，大集群有利于高速迁徙，这样它们可以赶在水草丰美的时节到达卓乃湖这样的藏羚羊“大产房”。摄影 / 张超音

可西里地区”这样的地名，在索南达杰的笔记本中都没有出现，可可西里山脉在索南达杰的笔记本中被称为“俄仁日纠”，整个可可西里地区在笔记本中被

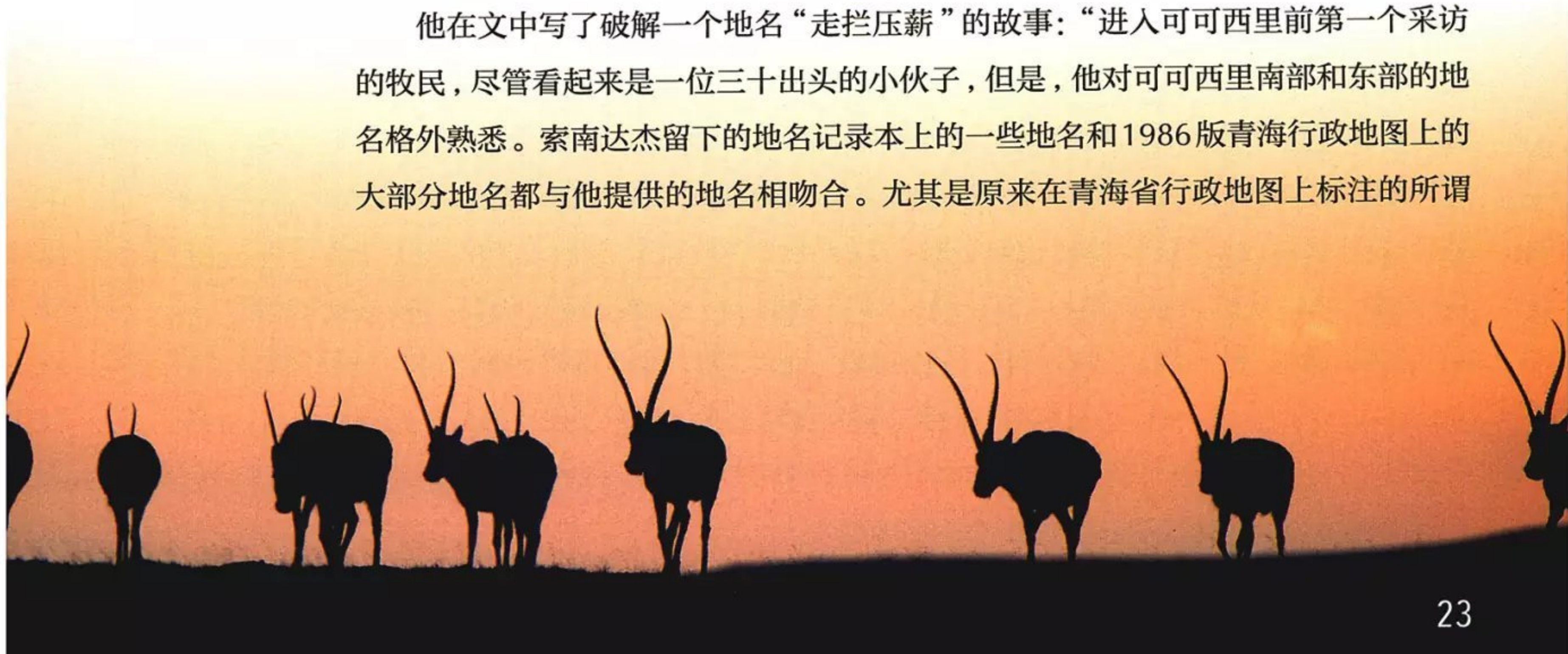
称为“阿卿羌塘”，可可西里最有名的布喀达坂峰（也叫新青峰，意为新疆与青海交界处的雪峰）被称为“卓纳敦泽”雪峰。非常明显“布喀达坂峰”是一个来自新疆的地名，这个山峰是昆仑山脉中段的最高峰（海拔 6860 米）。昆仑山是一条东西走向的山脉，布喀达坂是从北面新疆方向给这座雪峰起的名字，从南面青海方向它也应该有自己的名字，索南达杰的地名笔记给出了答案——“卓纳敦泽”。在藏语中，“卓纳”是“黑色的羽翎”的意思，“敦泽”直译是“矛尖”，这是从南面看这座雪峰给人的印象。2006 年，我从南方翻越马兰雪山，与布喀达坂峰第一次见面时，我看到的就是“黑色羽翎中刺出的矛”这样的一个雪峰形象。

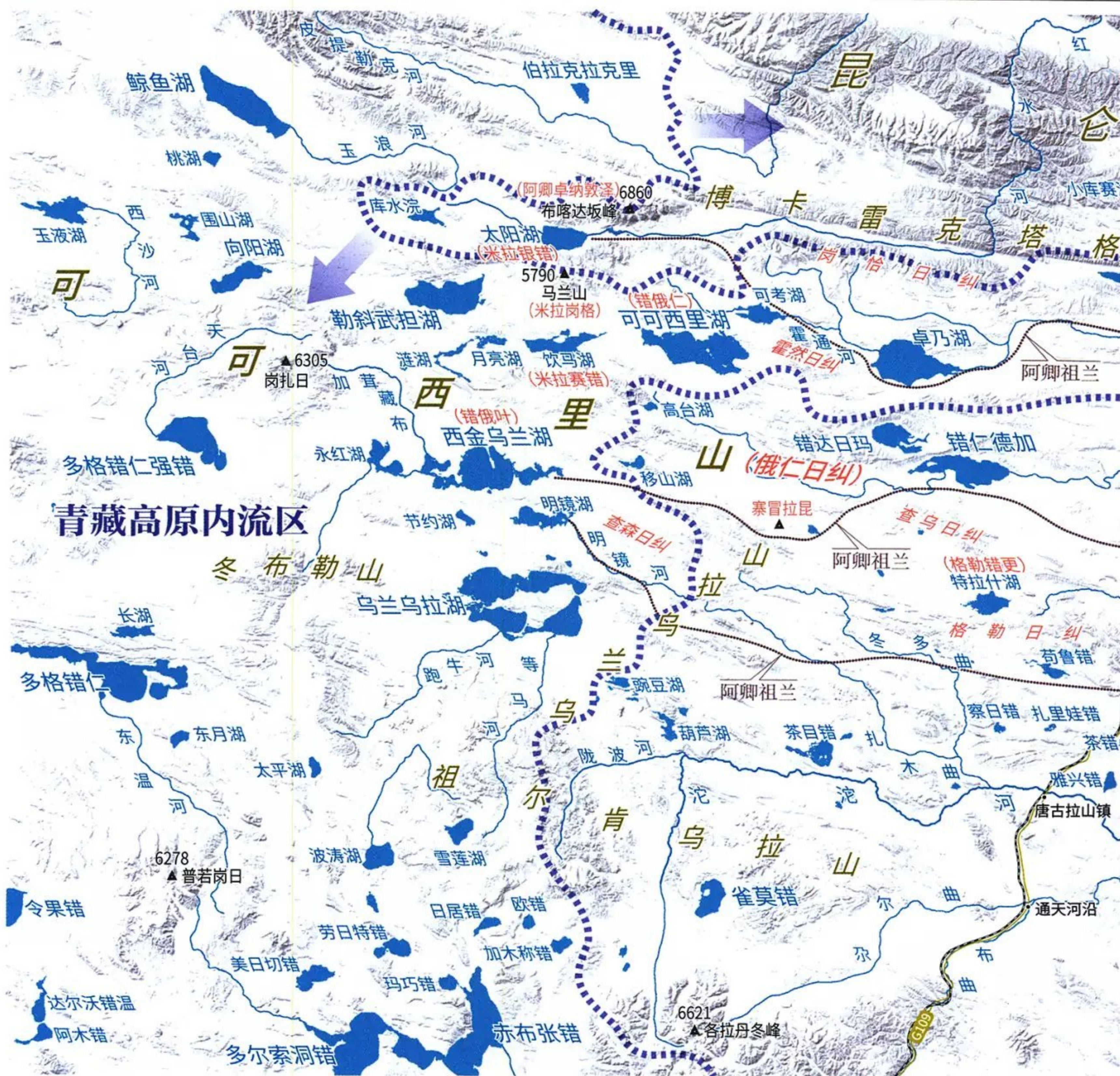
索南达杰的笔记记录下了许多地名，如果这里是无人区，那么这里的山脉、山峰、湖泊、河流等怎么可能都被一一命名了呢？

多杰文扎进入可可西里：寻找意义

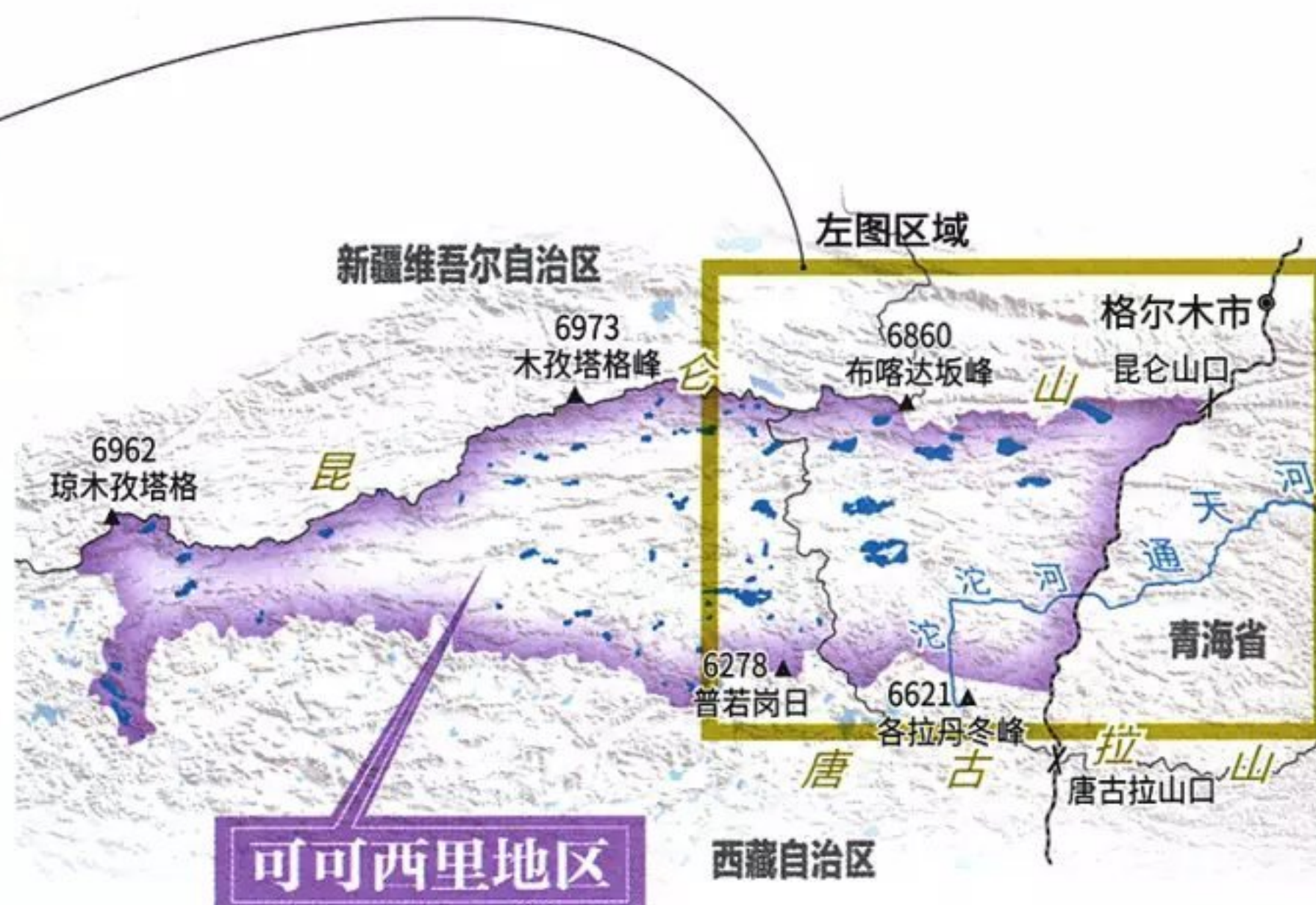
我继续读文扎的《探秘可可西里》，我看到他进入可可西里，每遇到一个地名，都要追问这个地名的意义，一直到他真正找到这个地名背后的含义，他才觉得事情有了结果。

他在文中写了破解一个地名“走拦压薪”的故事：“进入可可西里前第一个采访的牧民，尽管看起来是一位三十出头的小伙子，但是，他对可可西里南部和东部的地名格外熟悉。索南达杰留下的地名记录本上的一些地名和1986版青海行政地图上的大部分地名都与他提供的地名相吻合。尤其是原来在青海省行政地图上标注的所谓





‘走拦压薪’，我们百思不得其解。经从他的嘴里用藏语说出来，就是‘藏羚羊通道垭口’的意思，简直是醍醐灌顶，茅塞顿开，仿佛打开了通往可可西里的一扇智慧大门。‘藏羚羊通道’，在藏语中称为‘阿卿祖兰’，是一个古老的地理名词。据说‘阿卿祖兰’有三条，即南、中、北三条线直通乌兰乌拉湖、西金乌兰湖、太阳湖。南线以雅玛河谷为起点，是冬布勒山、乌兰乌拉山与格勒山脉、查森山脉间的宽谷；中线从二道沟起始，是格勒山、查森山与可可西里山间的宽谷；北线是可可西里山与昆仑山脉间的宽谷。这三条东西走向的宽谷，便是藏羚羊产仔的千年迁徙通道。母藏羚羊临近产仔时，爬不了山，下不了坡，需要顺着水草兼备的平缓地势迁徙，由此形成了千年不变的迁徙通道。”青海省行政图中的“走拦压薪”是在音译藏语“阿卿祖



**“可可西里”原名“阿卿羌塘”，
“可可西里山”原名“俄仁日纠”**

经过可可西里地名普查之后，多杰文扎提出了这样一种观点：在藏民眼中，这一片土地自古以来就叫作“阿卿羌塘”，核心区的这一条青色的山脉就叫作“俄仁日纠”。他认为，“可可西里”是上世纪六七十年代才出现的地名，当年测绘部队到达的时候，队伍里负责翻译的很有可能是蒙古族人，因为生活在这里的蒙古族基本都听得懂藏语。翻译将当地人介绍的“俄仁”意译成蒙古语“可可西里”告诉了测绘部队，“可可西里”这个地名就这样被记录了下来。文扎并不执著于这片土地最终的名字，他只是通过地名文化这样的考察，把这段历史还原并记录下来，因为这里的藏语地名中，包含了很多历史传说和民族印记，不应该就这样随着时间沉没。

藏语地名资料来源 / 文扎

兰”时弄颠倒了词序。前面已经说过：“阿卿”是“昆仑”的意思，“祖”是“藏羚羊”的意思，“兰”是“通道”的意思。

可可西里的三条“阿卿祖兰”，是理解可可西里地名的框架，可可西里的自然环境可以理解为三条东西走向的大宽谷，也就是藏羚羊迁徙的通道，可可西里的地名大都在这三条通道的两边展开。

文扎在文中继续写他们在可可西里追求地名的含义。

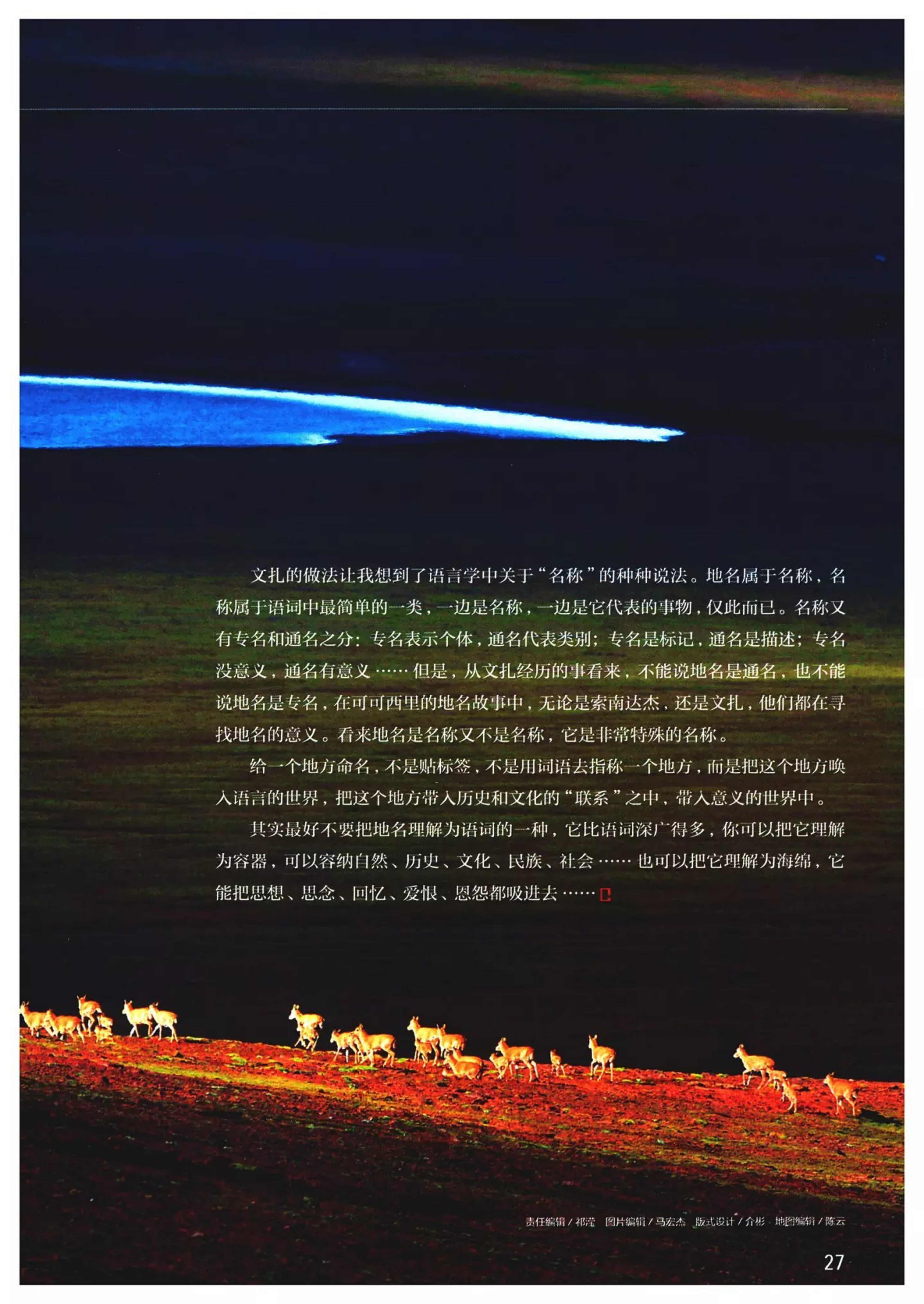
“从南加(一位藏族牧民)家门向西北望去，在格勒山脉的滩地有一座红色的山丘，他说此山丘名叫‘查索玛’。我们虽然听得特别真确，但是一路上没有破解到它的含义。当我们从查索玛南边沿一条红色深谷前行时，一路上看到了多处猎隼窝。

“卓乃湖”这个地名中 包含了多种藏语解释

卓乃湖是藏羚羊最主要的产仔地之一，每逢夏季，就会有成千上万只雌性藏羚羊迁徙到此，繁育后代，图中正是夏季卓乃湖的景象。“卓乃”在藏语中有多种解释，一为“藏羚羊栖息之地”，二为“产仔地”，还有一种说法，“卓乃湖”其实就是“卓纳湖”，是卓纳敦泽峰（布喀达坂峰）的圣湖。“藏族的地理文化中，名山必有名湖，比如冈底斯山和玛旁雍错，念青唐古拉山和纳木错，阿尼玛卿山和青海湖。”文扎这样写道。摄影 / 布琼

我们心底悄悄地叫好，因为出门遇到猎隼是吉兆。将行至查索玛山口时，几乎是灵光一闪，茅塞顿开，是土地启示我们查索玛与猎隼有关。这座红色的山丘是猎隼栖息孵化的家园，‘查’是指猎隼，‘索’便是孵化养育之意。”

一路上文扎一行破解了许许多多可可西里的地名意义。我就不一一列举了。文扎说，此行他们整理了大约 390 个地名，其中 80% 的地名找到了意义，最后由民政部发布，印在了玉树地区的地图上。



文扎的做法让我想到了语言学中关于“名称”的种种说法。地名属于名称，名称属于语词中最简单的一类，一边是名称，一边是它代表的事物，仅此而已。名称又有专名和通名之分：专名表示个体，通名代表类别；专名是标记，通名是描述；专名没意义，通名有意义……但是，从文扎经历的事看来，不能说地名是通名，也不能说地名是专名，在可可西里的地名故事中，无论是索南达杰，还是文扎，他们都在寻找地名的意义。看来地名是名称又不是名称，它是非常特殊的名称。

给一个地方命名，不是贴标签，不是用词语去指称一个地方，而是把这个地方唤入语言的世界，把这个地方带入历史和文化的“联系”之中，带入意义的世界中。

其实最好不要把地名理解为语词的一种，它比语词深广得多，你可以把它理解为容器，可以容纳自然、历史、文化、民族、社会……也可以把它理解为海绵，它能把思想、思念、回忆、爱恨、恩怨都吸进去……



桌状冰山

上帝“凿”出的海洋景观

近年来，越来越多的人开始到南北极追逐、欣赏极规则的长方体，堪称“上帝之手”造就的奇



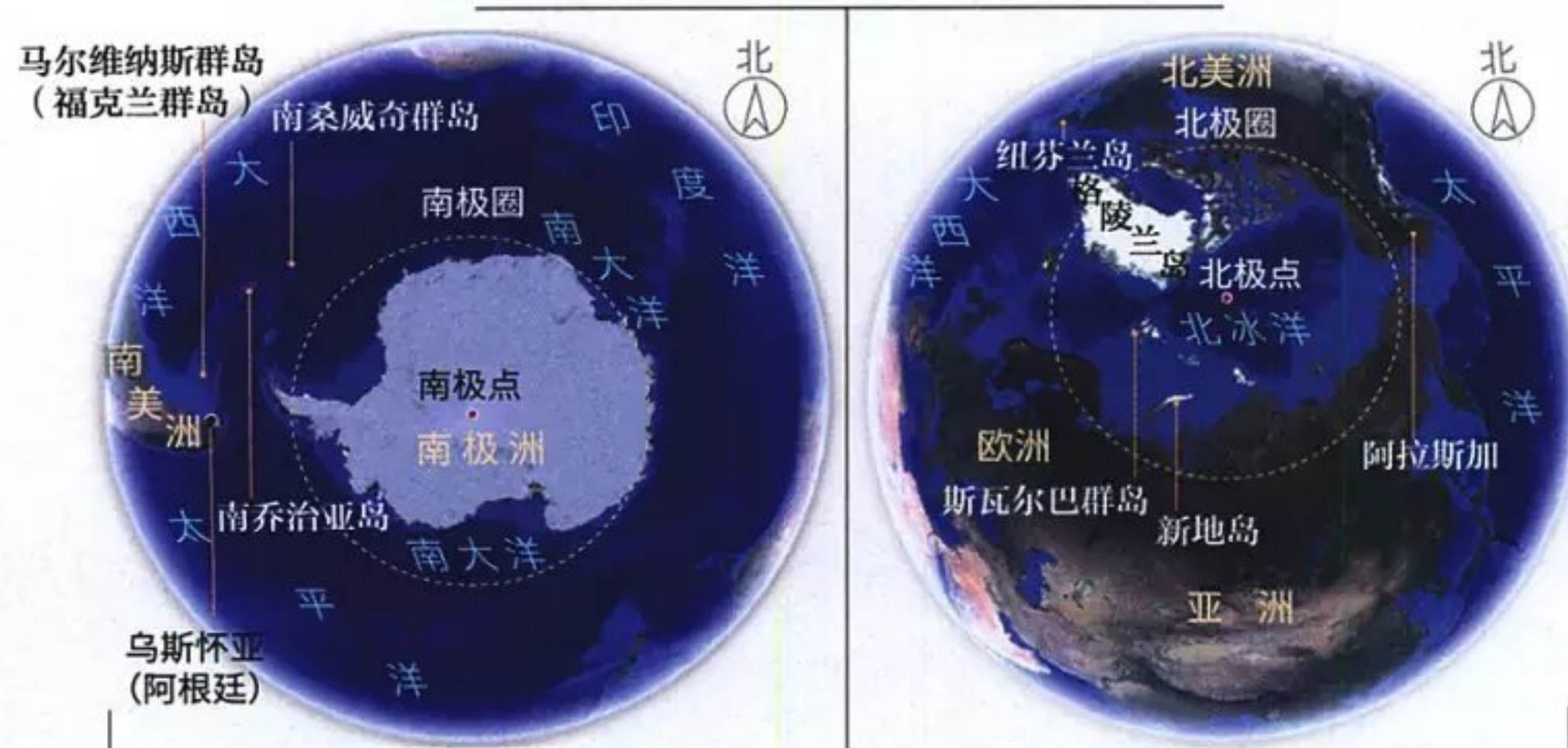
冰山，而桌状冰山无疑是冰山中最为特别、最受关注的一种。桌状冰山一般体量巨大，外观呈现为特景观。不过，在全球气候变暖下，当桌状冰山越来越多地涌现时，人们的心情却是喜忧参半……

在巨大的桌状冰山面前，连人类建造的巨轮也显得十分渺小、卑微。由于冰山的不可预测性，轮船在航行中往往要小心翼翼地避开它们。这些冰山并非由海水结冰而成，而是陆地冰川断裂后进入海洋形成的。在南、北两极，雪线接近或位于海平面，很多陆

地被冰雪覆盖，形成冰盖。在自身重力等作用下，冰盖从陆地伸入海洋，形成漂浮在海上的冰架。由于风暴、潮汐等因素，一些冰架发生断裂、脱落，进入海洋，形成了冰山。

摄影 / Garry Tutte

南极洲与北冰洋周围海域卫星影像图



冰山主要分布在南、北两极的海域里，其中大部分是在南极海域

地球上的冰山主要分布在南、北极附近的海域里。北极冰山主要分布在格陵兰岛、阿拉斯加、新地岛、斯瓦尔巴群岛等沿岸地区的海域，每年约有16000座冰山从冰盖上脱落进入北冰洋，其中90%的冰山来自格陵兰冰盖。南极海域是世界冰山分布最多的区域，约有22万座冰山。在南极冰盖外围，主要分布有罗斯、龙尼—菲尔希纳和埃默里等冰架，这些冰架是冰山的主要来源。右图是卫星影像图，为南极最大、移动速度最快的松岛冰川，它断裂后，分裂出很多桌状冰山。

离

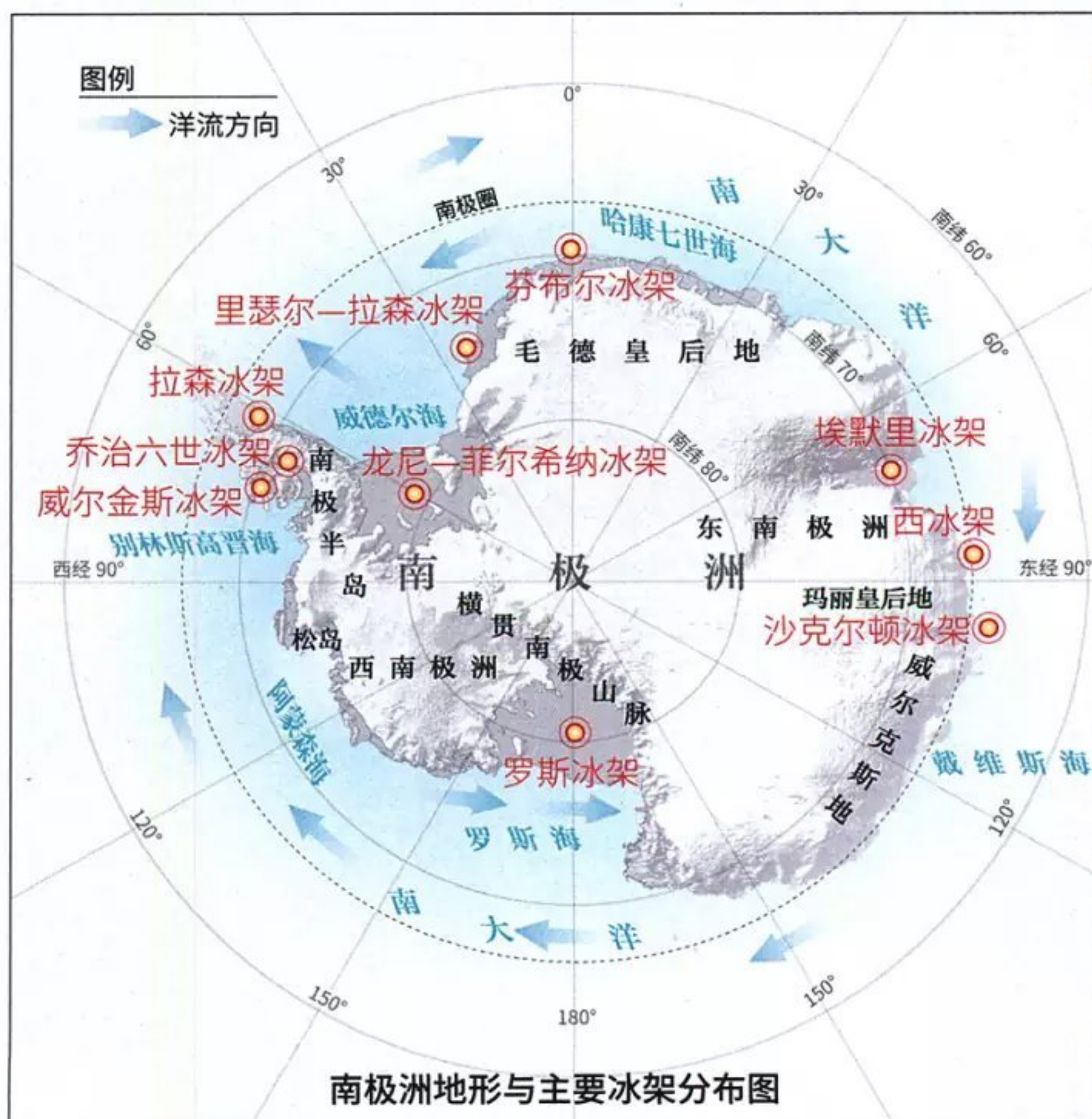
开被称为“世界尽头”的阿根廷乌斯怀亚港，向南经过两天航行后，终于进入了南极圈。此时正是南极的极昼，不到凌晨3点，窗外的晨曦就越来越红了。我按捺不住兴奋的心情，起身去向南极的早晨致意。

推开西面的舱门，一抬头，心里猛地一惊，一座方方正正巨大的冰山——也被称为桌状冰山，像一堵高墙矗立在眼前。在西方尚未被晨光渲染的灰色天空下，冰山阴沉沉地注视着我。四周极静，一阵恐惧涌了上来，仿佛自己被抛到了一个陌生的星球上。我下意识地退回了船舱。

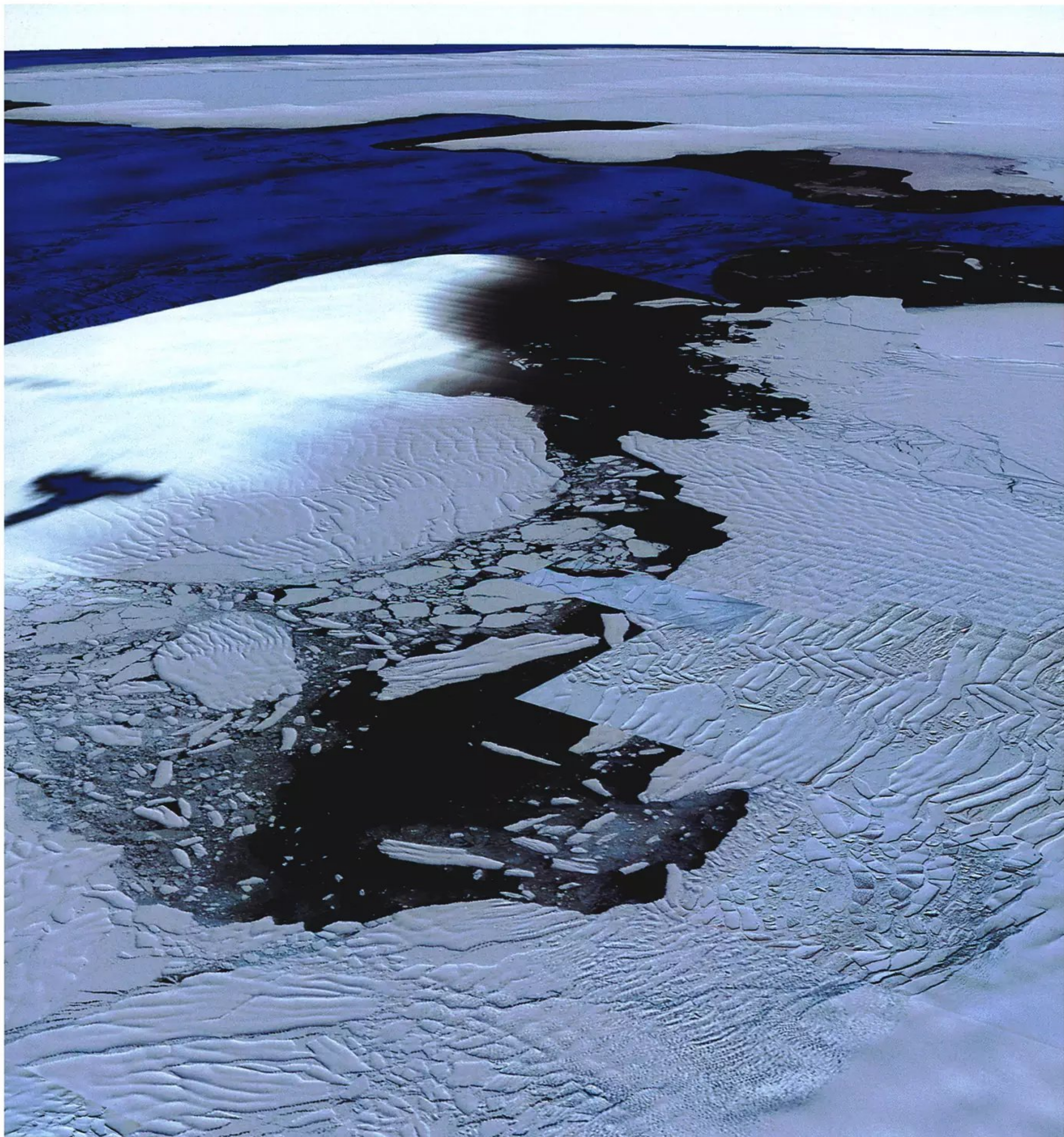
桌状冰山，就以这样突如其来的方式，向我问了第一声好。

在加拿大纽芬兰岛东北海域，有一条壮观的冰山走廊

我对冰山并不陌生。像许多人一样，我最初认识的冰山，是电影《泰坦尼克号》里的那一座。它是一头不显山

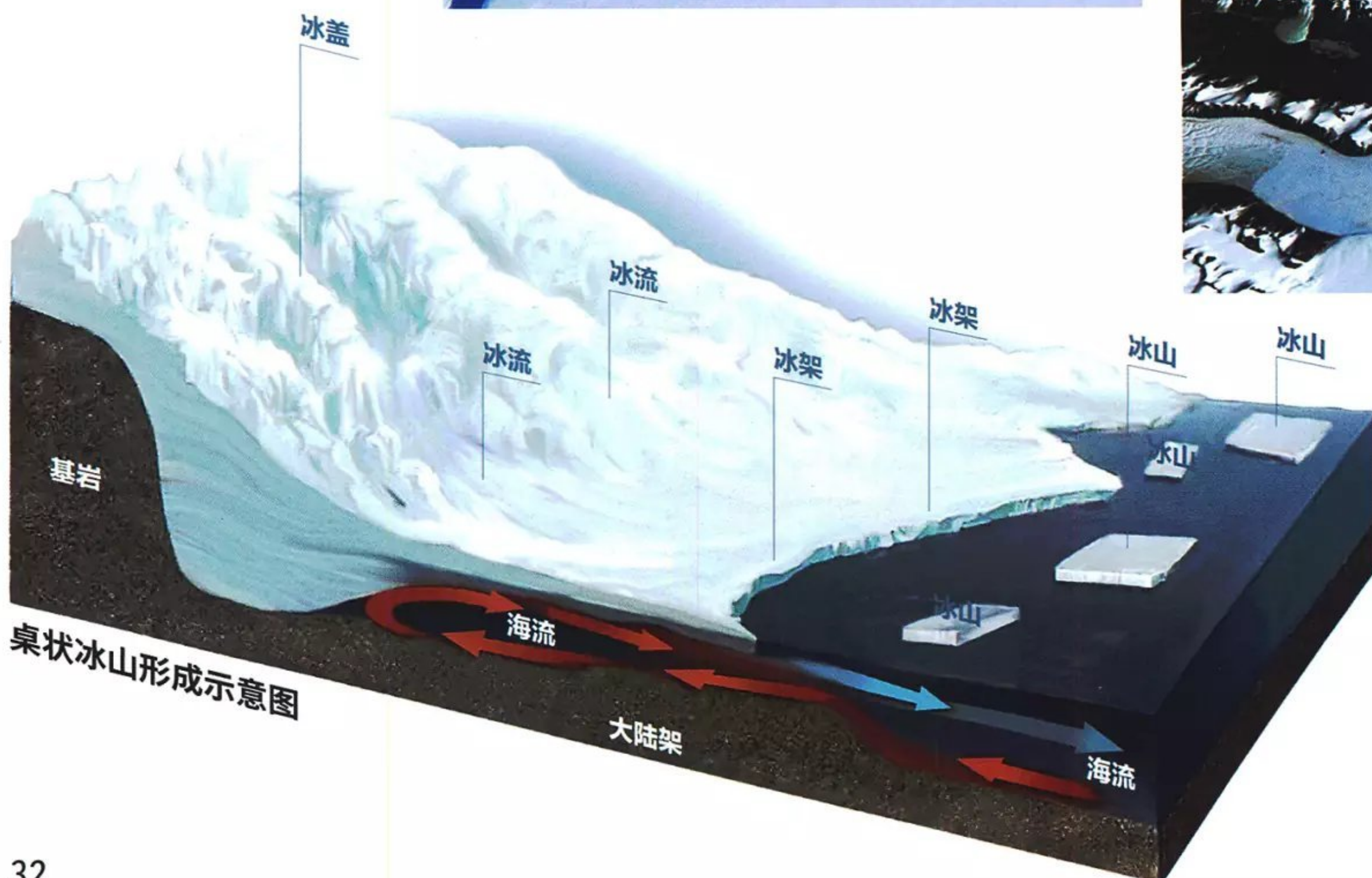


在西方尚未被晨光渲染的灰色天空下，冰山阴沉沉地注视着我。
四周极静，一阵恐惧涌了上来，仿佛自己被抛到了一个陌生的星球上。
我下意识地退回了船舱。



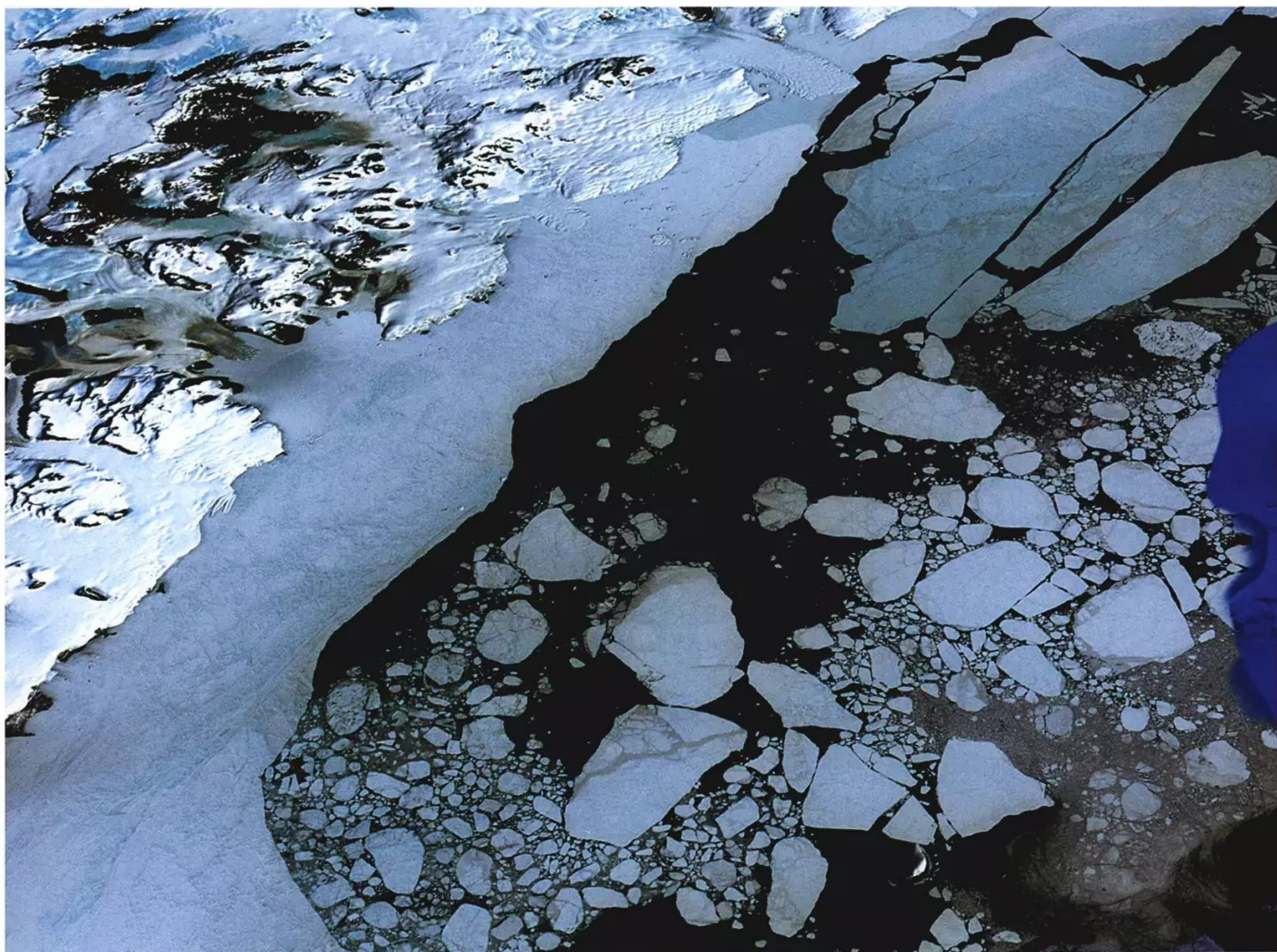
一座冰山的孕育，往往需要多年时间。当冰架断裂后，离开冰架母体的冰体便被称为冰山

2016年11月10日拍摄的拉森C冰架的巨大断裂，裂缝长110多公里，宽度超90米（右图）。拉森C冰架位于南极半岛东侧，面积约5.5万平方公里，这次崩解的冰山面积约5800平方公里，是英国伦敦面积的3倍多。右页图为世界面积最大冰架——罗斯冰架的卫星影像图，从该图能看出，罗斯冰架已分裂出众多的冰山，其中很多就是典型的桌状冰山。规模巨大的冰架是南极特有的景观。在南极大陆周围，越接近大陆的边缘，冰层变得越薄，并伸向海洋。下图为桌状冰山形成示意图（绘图/邱衍庆）。南极冰盖向海洋延伸，形成了冰架。当冰架断裂后，离开冰架母体的冰体便被称为冰山。



桌状冰山形成示意图

**冰山诞生于地球的南、北两极海域，
它们是极地冰盖断裂后，被送进大洋的冰川的“孩子”。**



露水的巨兽，在给你致命一击后，你却看不到它的武器在哪里。在它的面前，人类是那么的渺小可怜。在呼号、逃命和沉没的混乱中，没有人顾得上去看它一眼。

如今，又何曾想过，有朝一日，冰山可以变成一件大自然巧夺天工的瑰宝，让人来观赏？

冰山诞生于地球的南、北两极海域，它们是极地冰盖断裂后，被送进大洋的冰川的“孩子”。在冰山观测上，只有长度大于5米、水面以上高度大于1米的浮冰块，才被归入冰山的范畴。

相比南极的冰山，北极冰山的冰龄比较年轻，最古老的在数千年到一万年左

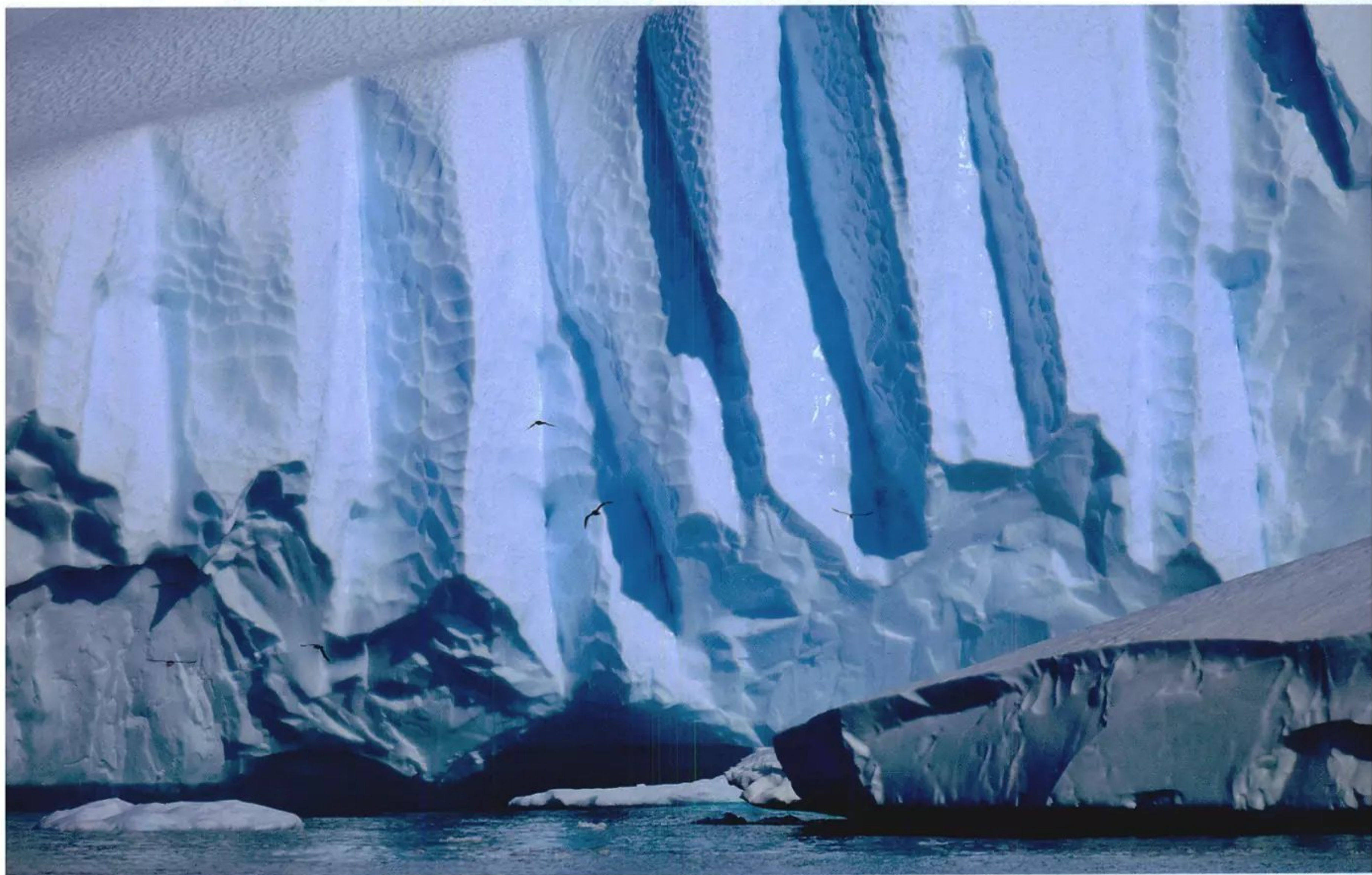
**南极海域约有冰山22万座，
每座冰山平均重约10万吨，
有些冰山的整体高度甚至超过了
我国的黄山**

南极半岛附近海域出现的一座巨型桌状冰山。在不同类型的冰山，桌状冰山堪称其中的巨无霸。有些桌状冰山长数公里至数百公里，露出水面的高度可达几十米至数百米。1956年，曾有人在南极海域发现了一座长333公里、宽96公里的桌状冰山。在南大西洋的马尔维纳斯群岛（又称福克兰群岛）附近，也曾出现过一座冰山，露出水面的部分高450米，推测该冰山整体高度近2000米，比我国著名的黄山（海拔1865米）还要高。据统计，南极海域约有冰山22万座，每座冰山平均重约10万吨。





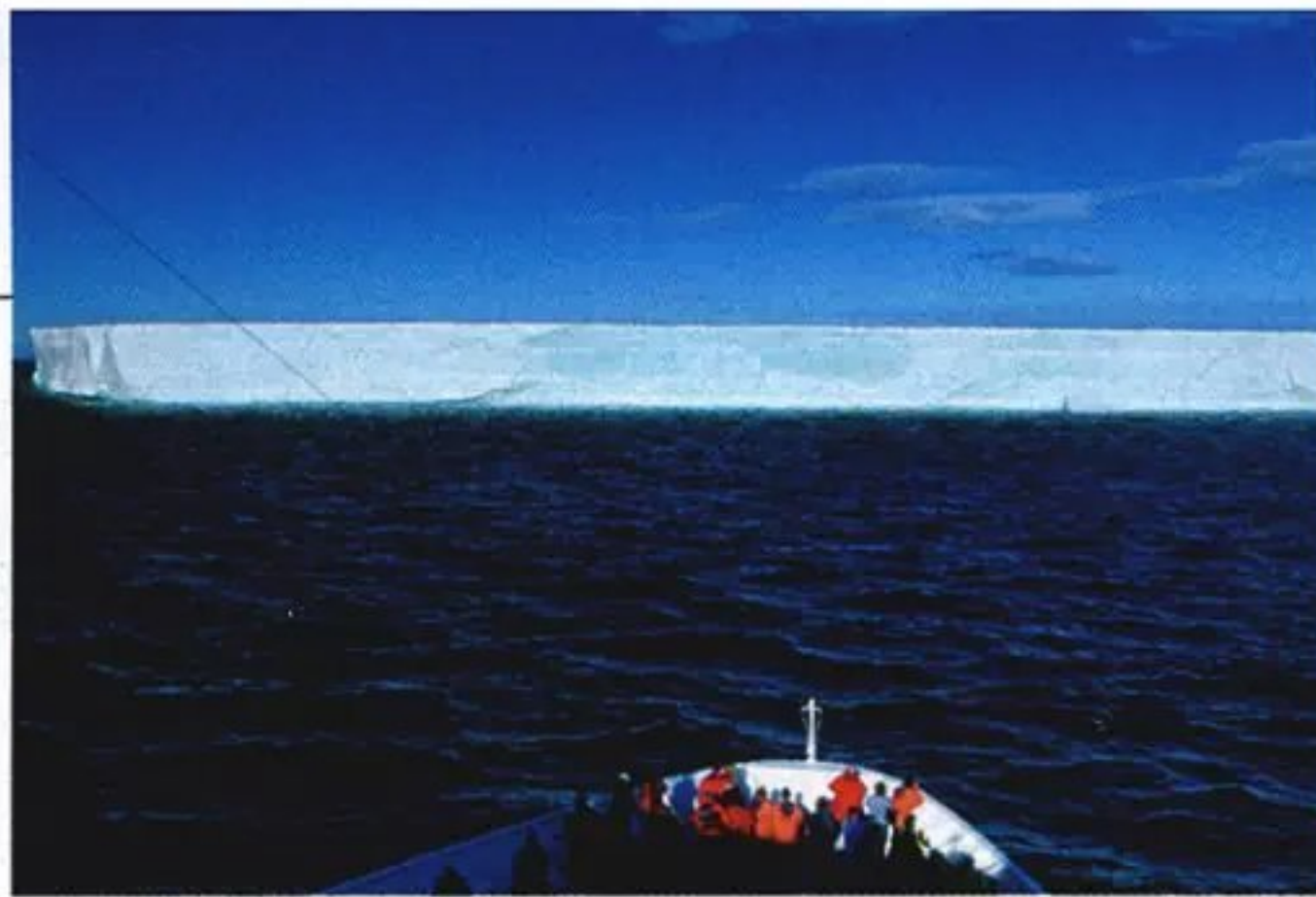
**桌状冰山的神奇不在于巧妙的设计匠心，也不在于细腻的雕琢，
而在于它被开凿出来时那漫不经心的“一板斧”
——这是鬼斧神工的大自然，用最令人惊艳的那板斧开凿出来的。**



右。它们的体量也要小得多，平均长度100—300米。这可能是因为它们大多是从前锋较窄、流速较快的冰架上断裂下来的。另一方面，北极的很多冰架与大陆架、海床连接在一起，它们断裂时会受到海床的影响，形成不规则的形状。

在北极海域，从格陵兰岛南下的北极冰山，是比较容易被人们观赏到的。每年的5、6月间，从格陵兰冰架上断裂的大小冰山，在洋流驱使下，向南进入加拿大纽芬兰岛东北面海域，形成极为壮观的北极冰山走廊。纽芬兰东部沿海，就成了人们在北半球观赏冰山最便利的地点。

我也曾去纽芬兰追逐过冰山，不过要观赏到它们是需要运气的。在这里，冰山表现出的是一种朦胧美。天海茫茫，时不时有大小冰山漂过。既不远在天边也不近在眼前，它们带着一种若即若离的淡定，与陆地保持着距离。看着这些如浮云般掠过的冰山，我已经很难把它们与泰坦尼克号的惨烈和悲情联系在一起了……



鬼斧神工的大自然，用最惊艳的那板斧开凿出了桌状冰山

在冰山的分类学上，通常根据冰山的形状把它们分为5类：桌状冰山有着水平宽阔的顶部和近乎垂直的侧壁；穹顶冰山的特点是圆弧形的顶部；塔状冰山的顶部至少有一到数座尖塔突出来；斜坡冰山的一侧边壁垂直，另一侧从顶部开始呈斜坡状；无定型冰山因为严重消蚀，冰质变得破碎疏松，上面常常出现奇形怪状的拱门和水洞。

在这些千姿百态的冰山当中，桌状冰山的神奇不在于巧妙的设计匠心，也不在于细腻的雕琢，而在于它被开凿出来时那漫不经心的“一板斧”——这是鬼斧神工的大自然，用最令人惊艳的那板斧开凿出来的：究竟是怎样的一种手法，才能切凿出如此整齐、顶部一马平川、四壁完美垂直的物体呢？更何况这块冰山是如此巨大，动辄绵延几十数百公里？桌状冰山的面积在各种冰山里首屈一指，一些大型桌状冰山的面积达数千、上万平方公里，相当于一些小国的国土面积。

冰盖在压力和重力的共同挤压下，发生塑性流动，形成冰川，呈舌状伸入海中，通过断裂、分解形成冰山

北极格陵兰岛沿岸一座桌状冰山的局部，冰山一侧平直、陡峭的立面，仿佛是由人工雕凿出来似的（左图）。一艘邮轮停靠在南极威德尔海上的一座巨型桌状冰山附近，船上的游客可以尽情观赏这里的桌状冰山景观（右上图）。南极冰盖是地球上最大的固体水库，冰储量占全球冰川的约90%，占地表淡水总量的70%以上。冰盖在压力和重力的共同挤压下，发生塑性流动，形成冰川，就像一条巨大的冰河，呈舌状伸入海中。冰川在运动中不断发生断裂、分解，形成冰山（右图）。这些冰山从南极随着洋流，最远能漂流到南纬40°的洋面上。

桌状冰山多见于南极。这里的冰架大部分是漂浮在海水上的，伸展得极为宽阔。很多冰架可以从陆地上延伸到海洋深处几十公里。冰山从这样的冰架断裂时，不会像北极冰山生成时那样受到陆架或海床的影响。南极冰架上的冰裂走向，由其本身的冰晶架构决定，因此有着平缓的顶部、垂直





南极多巨型桌状冰山， 而北极冰山更多姿多彩

冰山，是南极与北极海域中的特殊美景，是极地探险者梦寐以求的观赏对象。1984年，我第一次去南极科学考察，每天记日记。12月11日，我在南极考察的日记中这样写道：“早晨8点（船时），考察船行驶在南纬60度01分、东经84度17分，风速常在10米/秒左右。在指挥台上，我惊喜地看到，在船的右舷10公里以外，有一座大冰山，估计面积在1平方公里以上，形如我国的长城。这是我一生中首次见到的大冰山。”我很快回到卧室，即兴作了一首诗：“南极浮冰多英姿，美不胜收在眼前。凝望海面冰山行，疑是万里长城现。”



中国科学院
大气物理研究所
研究员

高登义

绘图 / 郭鼎一

上与水下的高度比例必须是1:7。否则，冰山将会在海面上翻滚。

北极格陵兰冰盖与南极冰盖的储冰量差异很大，前者不足后者的十分之一。因此，从南极冰盖和北极格陵兰冰盖流动到海洋的冰体大小自然差异很大。南极冰山基本上是南极冰盖的陆缘冰脱离冰盖、移入海域而形成的，因此往往容易形成规模很大的桌状冰山。由于南极温度低，冰山几乎不因融化而变形。此外，北极海域气温远远高于南极海域，因此冰山容易在移动中融化，体积变小。

1991年夏天，我第一次到北极格陵兰海域进行科学考察，这里是北极海域冰山最多的地方。这里的冰山与南极海域的冰山差异很大。首先，南极的冰山非常巨大（据记载，1992年冬天，科学家在南极海域观测到一座特大冰山，面积几乎与我国浙江省相近），很多是方正的桌状冰山，外形相对单一；北极格陵兰海域的冰山面积虽然不大，但外形很奇特很美，令人目不暇接：有的如巨轮入海，有的似冰雕雄狮，有的酷似“玉如意”……

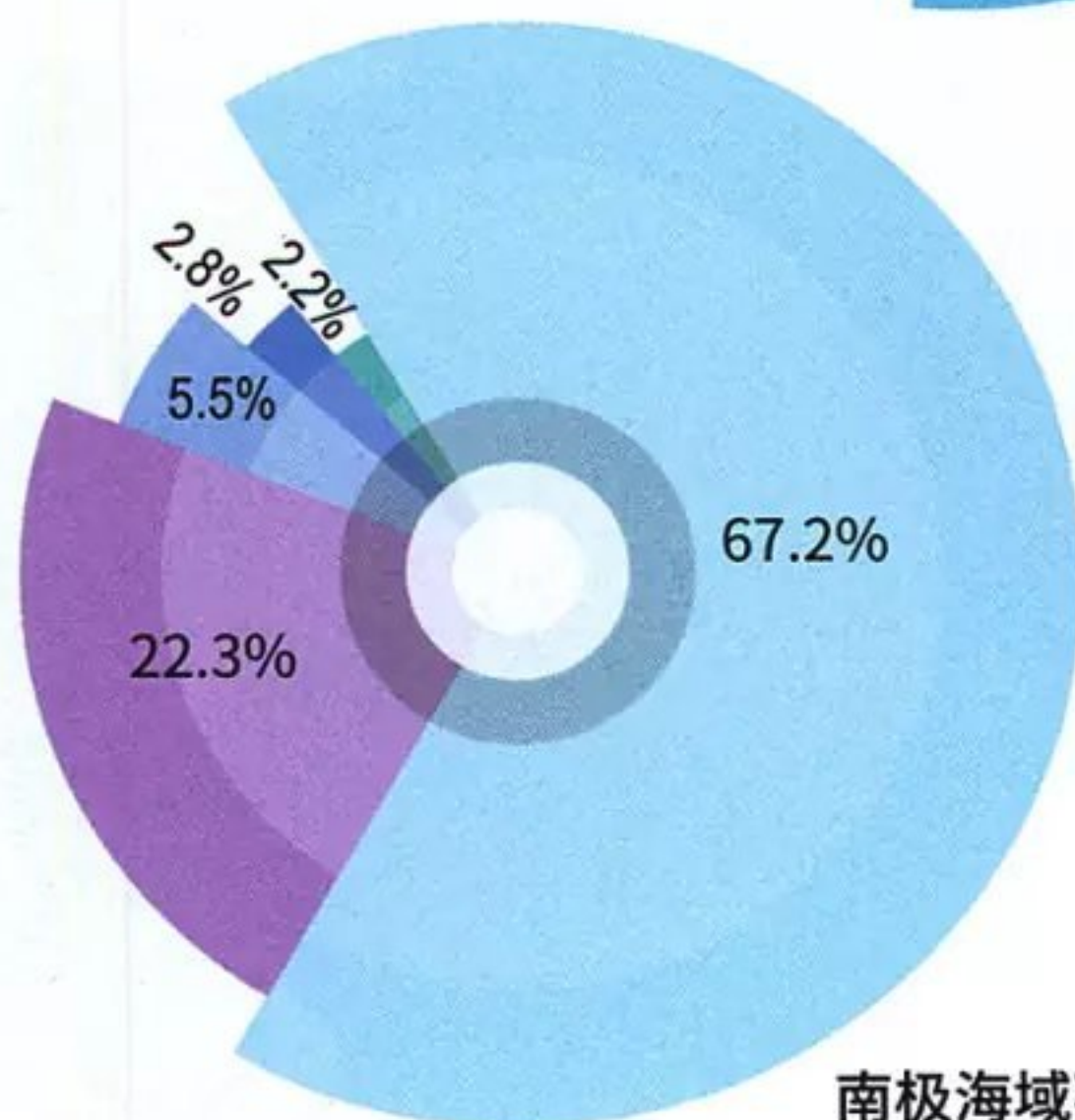
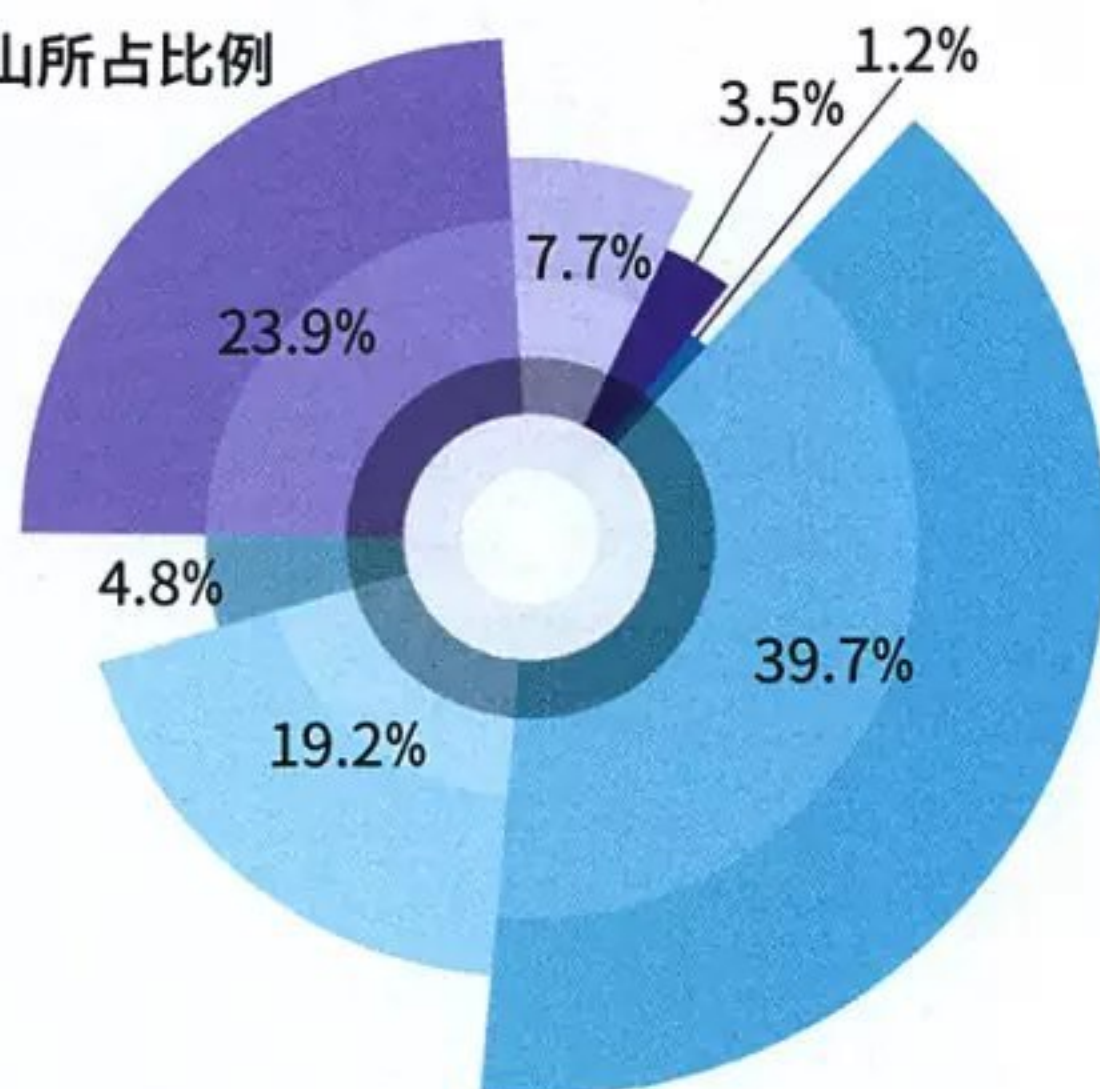
记得我第一次进入北极一条漂浮着很多漂亮冰山的峡湾时，由于忙着拍照，相机的两个电池很快就没电了，只好望洋兴叹。

为什么南极与北极海域冰山的外形差异如此巨大呢？这还得从冰山的特点、形成原因、南极与北极海域气候环境的差异等来讨论。

冰山，是南极与北极格陵兰冰盖的冰川移动入海形成的冰体。无论在南极或北极海域，冰山要能够在海域稳定漂流，其水

南极海域不同区域冰山所占比例

东经 0°—180°
■ < 南纬 60°
■ 南纬 60°—65°
■ 南纬 65°—70°
■ > 南纬 70°
西经 180°—0°
■ 南纬 60°—65°
■ 南纬 65°—70°
■ > 南纬 70°



南极海域不同类型冰山所占比例

5 种冰山示意图

绘图 / 邱衍庆

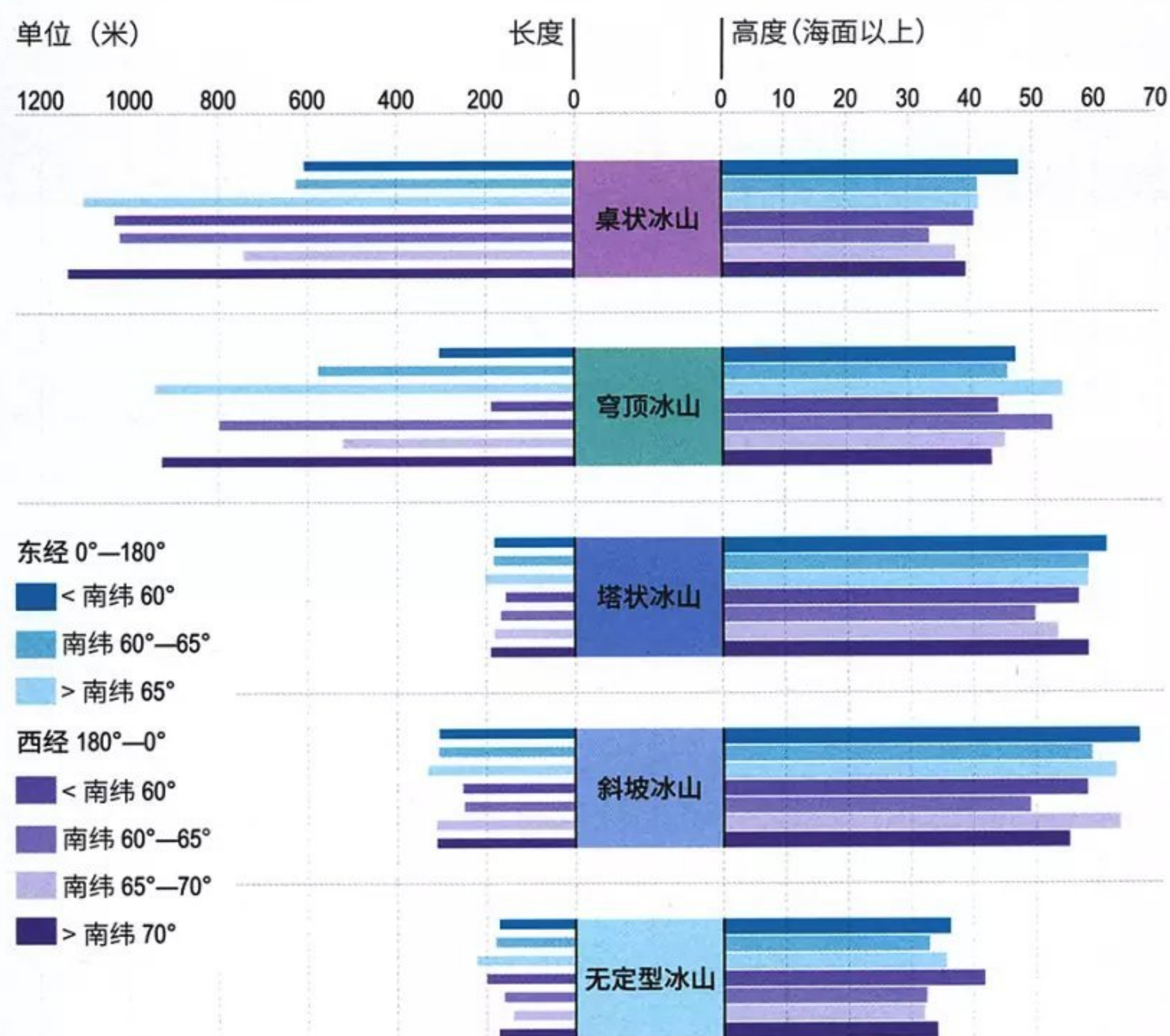


在北极，冰山形状多样，其中塔状冰山最为常见；而在南极，桌状冰山较为常见，不仅数量多，而且体积巨大

多数冰山的比重为0.9，因此露出水面的冰山，其体积仅仅是整座冰山的1/10。根据形状，冰山大致可分为5类：桌状冰山、穹顶冰山、塔状冰山、斜坡冰山和无定型冰山。在北极，冰山形状多样，其中塔状冰山最为常见；而在南极，桌状冰山较为常见，不仅数量多，而且体积巨大。目前世界已知最大的桌状冰山名为B-15，是2000年3月从南极罗斯冰架上崩裂下来的。B-15的面积达1.1万平方公里，约为北京市面积的70%。



上图为南极半岛海域，因受强劲风浪侵蚀而发生崩解的桌状冰山。



南极海域不同区域不同类型冰山的平均长度和高度



的边壁和笔直的走向。从这样的冰架断裂下来的冰山，自然就有着平平整整的“桌状”外观了。

乘船沿着南极半岛行驶，或者穿行在南极大陆边缘岛屿之间时，目光所及全是绵延不断的冰架所形成的高大冰雪断崖。阳光下，冰雪发出耀眼的银光，阴影处闪烁着幽幽的晶蓝。数十米高齐刷刷的断面远看平平整整，近看参差峥嵘。在它们的后上方，积雪压积而成的数千米厚的冰层覆盖在山崖和岛屿上，让所有的山岩和礁石都失去了棱角，呈现出完美的让人心醉的柔缓曲线。

如果说冰架是一位温柔优雅的母亲，它哺育出的桌状冰山却是一个棱角毕露、率性不羁的少年。早在脱离母体之前，就可以听到它在母体内跃跃不安的低吼。记得一位冰川学者让我听过一段在冰架内部录制的声音：它忽而像喃喃低语，忽而像狂风呼啸，忽而如沉雷滚滚，忽而似怪兽低吼。实在难以想象，在沉寂无语的旷

**在水茫茫没有任何参照物的大海上，
它在远处掠过船舷慢慢向后退去。
在茫茫大海上它显得**

一座冰山自诞生之日起，命运就已注定——在广阔的大洋里四处游荡，过着“四海为家”的生活

南极海域的一座巨型桌状冰山，经过多年的海上“流浪”，在饱经大自然风浪的侵蚀后，开始被分解为数量更多的小冰山，一步步走向自己生命的终结。一座冰山自诞生之日起，命运就已注定——在广阔的大洋里四处游荡，过着“四海为家”的生活。冰山运动的主要动力是风和洋流，有的冰山每天运行距离可达四五十公里。通过运动，冰山可将陆地上的某些物体甚至动植物活体，从源地搬运到数千公里以外。正因如此，不断运动的冰山对人类的航行造成了很大威胁。

古冰河的胸腹里，竟然轰鸣着如此让人震撼的自然之声。那是冰河流动时对岩石的摩擦声；是在数千米厚积雪的巨大压力下，冰体里的气体被挤压出去时发出的啸鸣声；也是冰架在融水的切割下不断发出的崩塌断裂声。而桌状冰山，就是在这些声音的伴随下脱离冰架母体的。

到了南极我才知道，原来蓝色是纯净的冰的本色

在南极半岛附近，船向南行驶，窗外天水一色灰蒙蒙一片，没有任何视觉反差。忽然远方出现了一个小黑点。船长指着它说：第一座冰山出现了。几分钟以后小黑点变成了一个方方正正的灰色影子。它逐渐变大变清晰，一座经典的桌状冰山出现在了眼前。

船长估计这座冰山至少有30米高，几公里长。然而在水茫茫没有任何参照物的大海上，它却显得很渺小。它在远处掠过船舷慢慢向后退去。在水茫茫大海上它显得那么孤独，有一种英雄被放逐的悲情。

从南极冰架上断裂下来的桌状冰山动辄可以长数百公里，高出水面上百米。这个体量已经让人叹为观止，更不用说冰山水下部分的体积。我们常说“冰山一角”，说的正是这个道理：一座冰山露出水面的，只是很小一部分。

冰山这种“深藏不露”的特点，很容易给我们造成错觉。

根据冰与水的比重差异，冰山的总体积只有十分之一浮在海面上可以见到，而剩下的十分之九的体积是藏在水面以下看不到的。站在一座高出水面5层楼的冰山面前，想象水面下藏着的35层楼高的隐身部分，不禁让人感到惊心动魄。

好在我们能见到的冰山水下部分，大多只是一片若隐若现美如翡翠的碧绿。这是冰山呈现出的最美的颜色。所有见到南极冰山的人，都会不约而同地惊叹它的蓝宝石般的颜色。蓝色的冰，这与我们的常识似乎相悖。

我在世界各地见到过数不清的冰川，它们大都是灰白色的。高山之巅再纯净

巨大的桌状冰山也显得很渺小。

那么孤独，有一种英雄被放逐的悲情。





再美的冰雪，也只是不掺杂杂质的纯白色。在南极我才知道，原来蓝色是纯净的冰的本色。这背后的物理学原理并不复杂：当太阳光入射到纯净的冰体上时，长波段的红黄色光会被全部吸收，只有蓝光被反射出来，因而我们看到的是蓝色的冰。

这种所谓的纯净，不仅意味着不含污染和杂质，更重要的是没有积雪中通常含有的大量微气泡。正是这些微气泡像一面面小镜子，把入射的光线全部反射了回来，让我们看到了白色的冰雪。

南极的冰盖是地球最古老的冰。它们中最古老的已经经过了数百万年，积累了3000多米厚。在如此厚冰雪的长期重压之下，积雪被压成了冰，冰继续被压实。在这个过程中，积雪中含有的微气泡一点点地被挤压了出去，冰终于呈现出了本色蓝。可以想象，冰山的冰龄越久远，微气泡含量越低，它的颜色就越蓝。

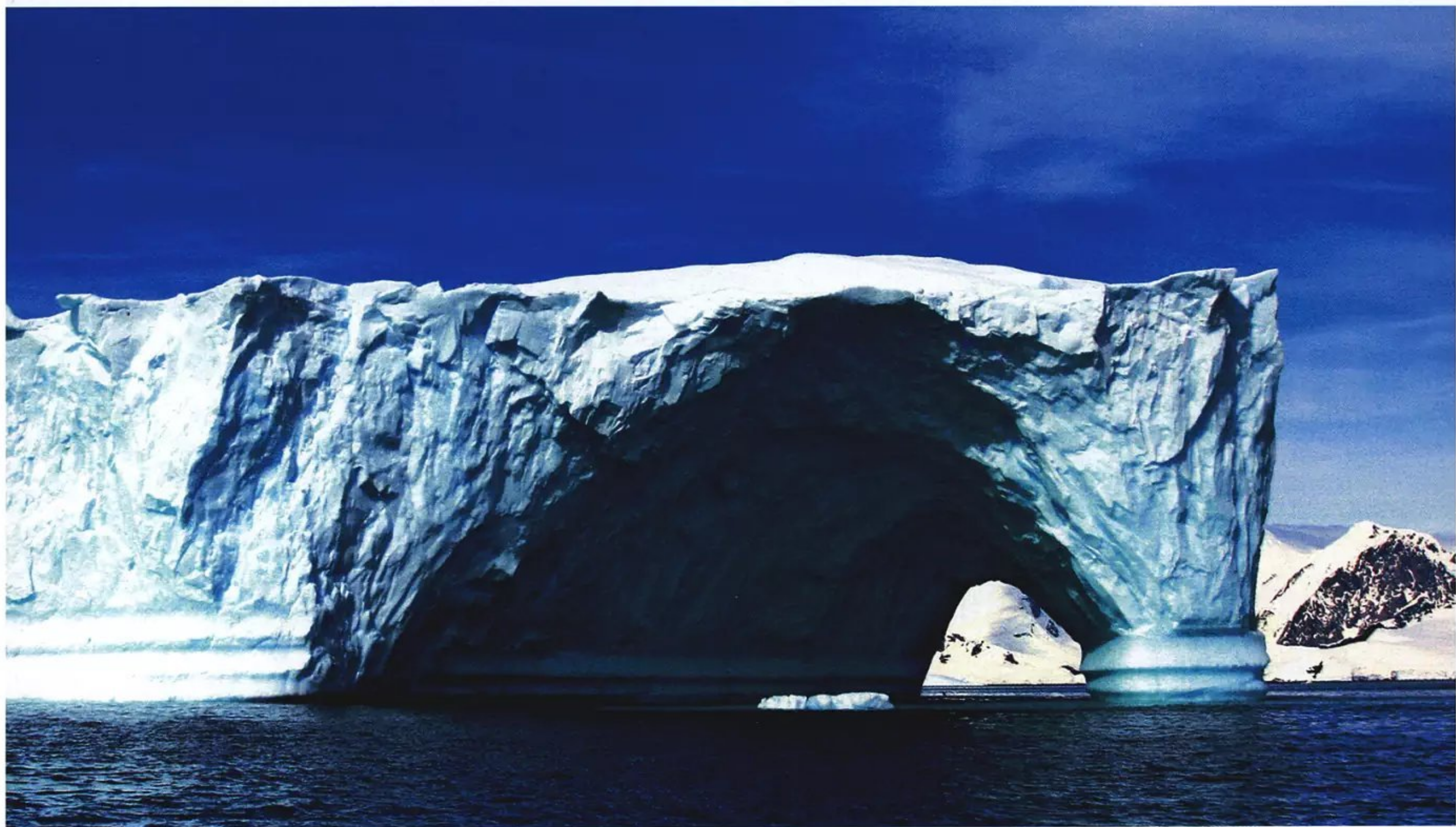
如果一直在高纬度海域漂流，桌状冰山的寿命能维持十多年，不过一旦它漂向温暖的低纬度地区，快则一两年就会被融化掉

在海风、波浪、阳光等不断的侵蚀、融解下，桌状冰山的四周最先受到掏挖，形状逐渐由桌状变成古堡状，继而成为角锥或塔尖状，直到最后被分解，乃至被彻底融化（左上图 摄影/于云天、右图 供图/德迈）。构成一座冰山的冰体，其平均年龄一般都在5000年以上。如果一直在高纬度海域漂流，桌状冰山的寿命能维持十多年，不过一旦它漂向温暖的低纬度地区，快则一两年就会被融化掉。而其他冰山如塔状冰山，寿命则很少超过3年。南极杰拉许海峡的一座桌状冰山，成了巴布亚企鹅的家园和免费班车（下图）。通过洋流、风浪的输送，冰山可以把这些企鹅带到很远的地方。不过这些动物在冰山上的活动，也进一步加速了冰山的融化。



桌状冰山从诞生起，就遭到了
于是，桌状冰山逐渐演变成了金字塔、怪兽、





**温暖的空气、海水和海风的四面攻击。
帆船等各种惟妙惟肖的形状。**

实际上，冰山各部分的冰质是不一样的，受到冰川形成时的地形、地势的影响。冰川受到的压力不同，各部分的致密度也不一样，因此直观上可以看到冰山上不同色阶的蓝色和

白色。有时候，海水从冰山底部的缝里渗入，然后冻结在里面，还会让冰山出现蓝、白、绿交错的条纹，看起来令人眼花缭乱。

桌状冰山从诞生起，就遭到了温暖的空气、海水和海风的四面攻击。在它平坦的顶部，表面积雪的融化形成大量的水洼和溪流。融水渗入冰层让冰缝加宽变深，把平展展的“桌面”削切成圆弧状的穹顶，或者出现锅底状的凹陷或塔状的残留。在桌状冰山笔直的侧壁上，海水和海风冲击舔舐，让光滑的侧壁变得破败不堪，大片的冰体脱落，出现奇形怪状的洞穴和拱门。在冰山的底部，海水也对它不断地蚕食，让冰山失去平衡发生翻转。于是，桌状冰山逐渐演变成了金字塔、怪兽、帆船等各种惟妙惟肖的形状。

观赏，此刻人们明白了观赏的意义。

寂静之中，我似乎听到了冰山阵列前进时发出的轰轰声。



在千姿百态、不同类型的冰山
中，规模巨大而又巧夺天工的
桌状冰山，无疑是最具有观赏
价值的

近些年来，越来越多的人开始去极地探险、旅行，其中观赏冰山是一件必不可少的事情。在千姿百态、不同类型的冰山，规模巨大而又巧夺天工的桌状冰山，无疑是最具有观赏价值的。南极安德森岛附近的桌状冰山，就成了游客观赏的美景（左图）。一艘邮轮在南极海域的另一座桌状冰山前停留，船上的游客可以近距离地欣赏、拍摄冰山（右图）。令人惊叹的是，这里的冰山在阳光照射下，呈现出了淡蓝、深蓝、浅绿、墨绿、洁白等不同色彩。由于没有污染和杂质，也没有微气泡，因此在太阳光的照射下，极地的冰山还呈现出一种特有的、纯净的蓝色。

要想观赏巨型桌状冰山的全貌， 只能靠卫星和飞机

在进入南极圈以后，大型的桌状冰山明显多了起来。站在船舷，看着一座座大小高矮不同的桌状冰山排着队，从身旁静静地漂过，所有的人都下意识地屏住了呼吸。很多正在急急忙忙拍照的人，也放下了手中的相机抬起了头。

观赏，此刻人们明白了观赏的意义。寂静之中，我似乎听到了冰山阵列前进时发出的轰轰声。有人在喃喃低语：“冰山大道。”在这条大道上，我不知道是我们在检阅这支雄壮的队伍，还是它们在检阅我们小小的船。

新生的桌状冰山体量之巨大，可用“浩瀚”来形容。如果说只有造物主之手才能开凿出如此的庞然大物，那么观赏巨型桌状冰山的全貌，也只能靠观测卫星和航拍飞机了。从2009年起，美国国家航空航天局（NASA）开始对地球极地的冰架进行监测，把遥远的地球两极各大冰架发生的事件动态地呈现在人们眼前。科学界和冰山爱好者终于目睹了巨型桌状冰山的诞生、流浪和消亡的历程。

从历史记录看，一座巨型冰山从冰架上断裂需要经过10到30年的漫长过程。它的诞生是从冰架上出现冰裂开始的。2011年，NASA的科研人员发现在南极松岛冰川前锋上出现了一条长长的冰裂。他们在这条冰裂的上空，以两秒的间隔拍摄了一系列高清鸟瞰图片，然后用这些图片构建了这条大冰裂的三维模型。这个模型

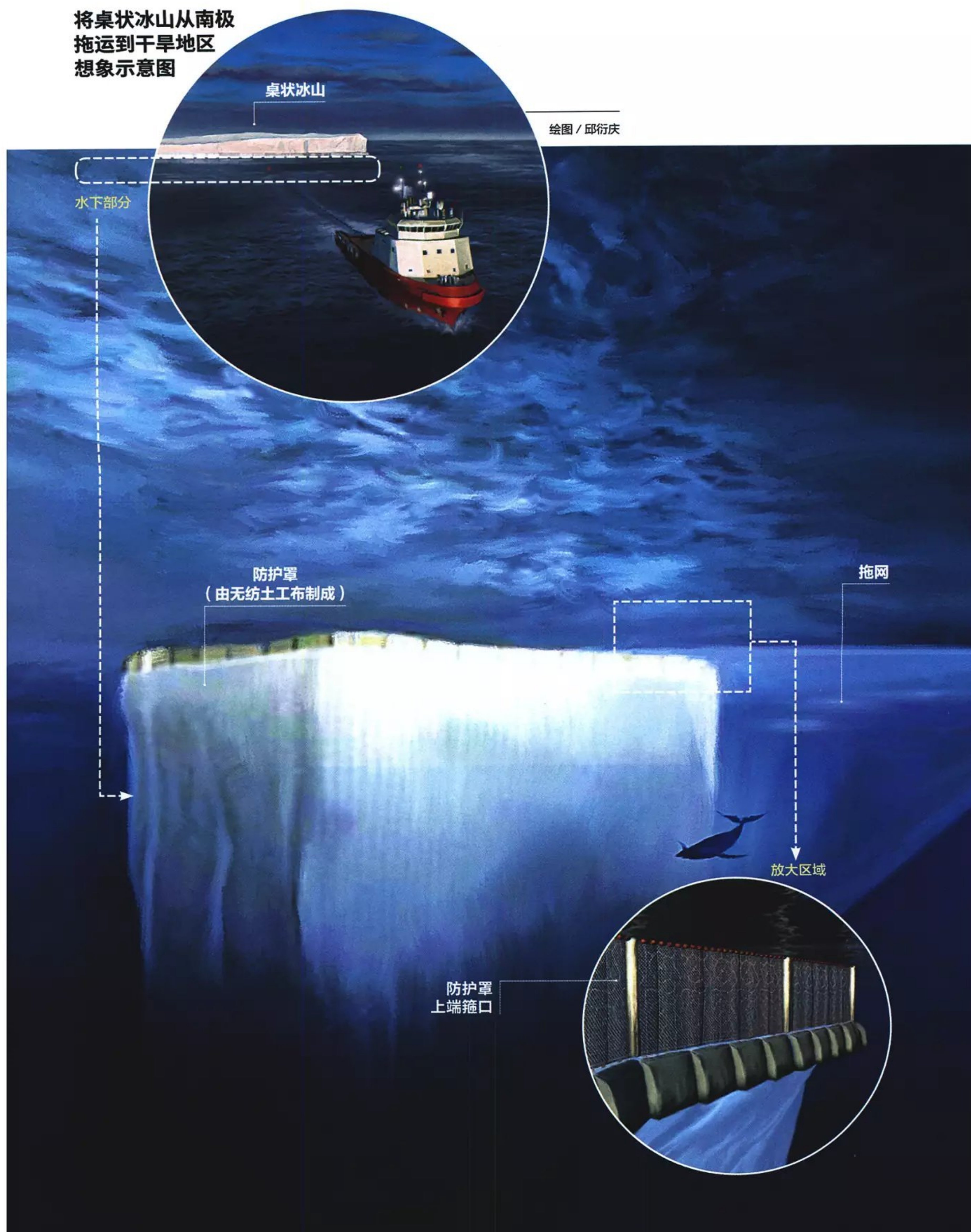


让人们第一次看到了一座桌状冰山的初始孕育状态。这条冰裂是一条 30 公里长的白色冰谷，宽 80 米，深 50 米。在冰谷内两侧的直壁脚下，堆积着大量崩塌下来的碎冰块。冰裂将把一块 350 平方公里的桌状冰山从冰架上切割下来。

脱离母体的桌状冰山很像一个表面自以为是，内心却眷恋着母亲的孩子。在地球自转产生的科里奥利力，以及南极大陆海岸环流产生的西向推力的共同作用下，这些冰山一般是向西沿着南极大陆边缘漂移，围绕大陆一转就是数年。

如果一座冰山“侥幸”脱离了上述两种力所形成合力的束缚，就会离开海岸环流进入南极环流。南极环流环绕在南纬 40° — 60° ，又被称为西风逆行带。冰山进入南极环流带后，在洋流和西风的驱动下向东，科里奥利力同时推动它偏向北。在上述合力的作用下冰山会向东北漂流，直到在纬度较低、水温较高的海域逐渐融化掉，从而走完了它作为“冰山”的生命历程。

将桌状冰山从南极
拖运到干旱地区
想象示意图



有研究表明，每年南极海域形成的冰山全部融化为淡水，约有1000亿立方米。这些纯净、甘甜、无污染的冰山水，可供全世界40亿居民饮用4个月。

南极冰山引发了科学家们的奇思妙想：用巨大拖网，将桌状冰山罩住，从南极海域拖到干旱地区，可为当地带来宝贵的淡水资源

有科学家测算，一座长26公里、水面高40米的冰山，所提供的淡水，相当于一座大河一年的径流量。还有研究表明，每年南极海域形成的冰山全部融化为淡水，约有1000亿立方米，这些纯净、甘甜、无污染的冰山水，可供全世界40亿居民饮用4个月。在地球淡水资源日益紧张的今天，特别是不少地区淡水短缺，如何利用由淡水构成的冰山，已经成为一些科学家研究的课题：用防护罩套住冰山，固定到核动力拖船上，将它拖到所需之地。由于水的阻力很大，拖船每小时只能行进2—4公里。为了减少冰在途中的融化，冰山需用特制的覆盖物遮盖住。

拖船

桌状冰山的魅力：波贝达冰岛的“重生”与B-15冰山的“裂变”

在促使桌状冰山破碎的各种因素里，搁浅是令其发生严重破裂的重要原因之一。搁浅也造就了一座非常奇特的桌状冰山——波贝达冰岛。

波贝达冰岛位于南极东部玛丽皇后海岸附近的莫森海，实际上是一座搁浅的桌状冰山。它面积约1500平方公里，高出海面30米，是从附近的登曼冰川上断裂下来的。波贝达冰岛最奇特的是它周而复始的现身与隐形。每隔40到50年，从登曼冰川上就会断裂下来一座大型桌状冰山。它沿着固定的路线向西北漂移，直到搁浅在冰架北面的浅滩上。然后，它在那里一困

就是十几年，直到庞大的身躯变形破碎，最后轻身脱困，漂向大洋。不久，下一座桌状冰山又会脱离登曼冰川母体飘然而至，重新把自己安置在“前辈”所困的同一个位置上。波贝达冰岛的神奇之处就在于：通过后代子孙前赴后继地前来“接班”，这座冰山获得了某种意义上的“永生”。

NASA观测到的最大桌状冰山，是在2000年3月，从南极著名的罗斯大冰架断裂下来的超级桌状冰山B-15号。B-15冰山长295公里，宽37公里，面积11000平方公里，几乎相当于两个上海市的面积。

在最初3年里，B-15冰山受南极海岸环流的影响，向西沿南极大陆漂移，继而破裂成数块大型桌状冰山。其中最大的一座面积6400平方公里，在南极大陆周边继续漂流了3年，才断裂成几块更小的冰山，并脱离了南极海岸环流向北漂去。

让人惊叹的是，在这座超级大冰山诞生18年以后，美国国家冰雪数据中心的监测卫星仍然追踪到它的4块面积大于70平方公里的残片。2018年在南极北面的南乔治亚岛附近，人们就观察到了一座B-15的残片，有18公里宽，28公里长。如果B-15继续向赤道方向漂移，等待它的最终命运，就是很快被彻底分解、融化。

桌状冰山就是加速极地冰川入海的那个“塞子”

对冰山监测，最初是源自泰坦尼克号的悲剧。监测的主要目的是保证靠近极地的海上航线的安全，只有面积大于 500 平方米的冰山才在全球检测网的视线之内。近年来，科学界越来越多地加入到冰山监测之中。冰山，尤其是大型桌状冰山的研究受到了各学科的关注：海洋学家研究冰山融化后进入海洋的低温淡水对海冰和洋流循环的作用；海洋生物学家关注大型冰山融化后释放到海里的富含矿物质的淡水对海洋生态环境的正面、负面影响；而全球科学界最关注的则是极地冰架断裂后，越来越多的大型冰山入海融化对全球海平面上升的影响和造成的灾难性后果。

冰架有防护墙的作用。它的断裂，将会引起它后面陆地冰川的动力学状态发生改变，加速向下流动。德国埃尔朗根—纽伦堡大学的冰川学家弗斯特对此有个形象



安徒生名作《海的女儿》 主人公坐的，很可能是一座桌状冰山

丹麦作家安徒生在其名作《海的女儿》里写道：“海染上了一片绿色，巨大的冰山在四周移动。她说每一座冰山看起来像一颗珍珠，然而却比人类所建造的教堂钟楼还要大得多……她曾经在一个最大的冰山上坐过，让海风吹着她细长的头发……”如此看来，海公主小人鱼坐的，很可能是一座桌状冰山——只有桌状冰山平整的表面，坐上去才舒服。冰山不仅是一种美景，其移动规律也是人类研究海流和风力共同作用的标志。

摄影 / 于云天

的比喻：冰山断裂入海就像浴缸拔去了塞子，后面的水就会一下子流下去。而桌状冰山就是那个塞子。桌状冰山这个塞子被“拔”掉后，更多的大陆冰川将会加速入海，融化而成的巨量淡水又会使海平面上升，继而造成全球性的各种灾害。

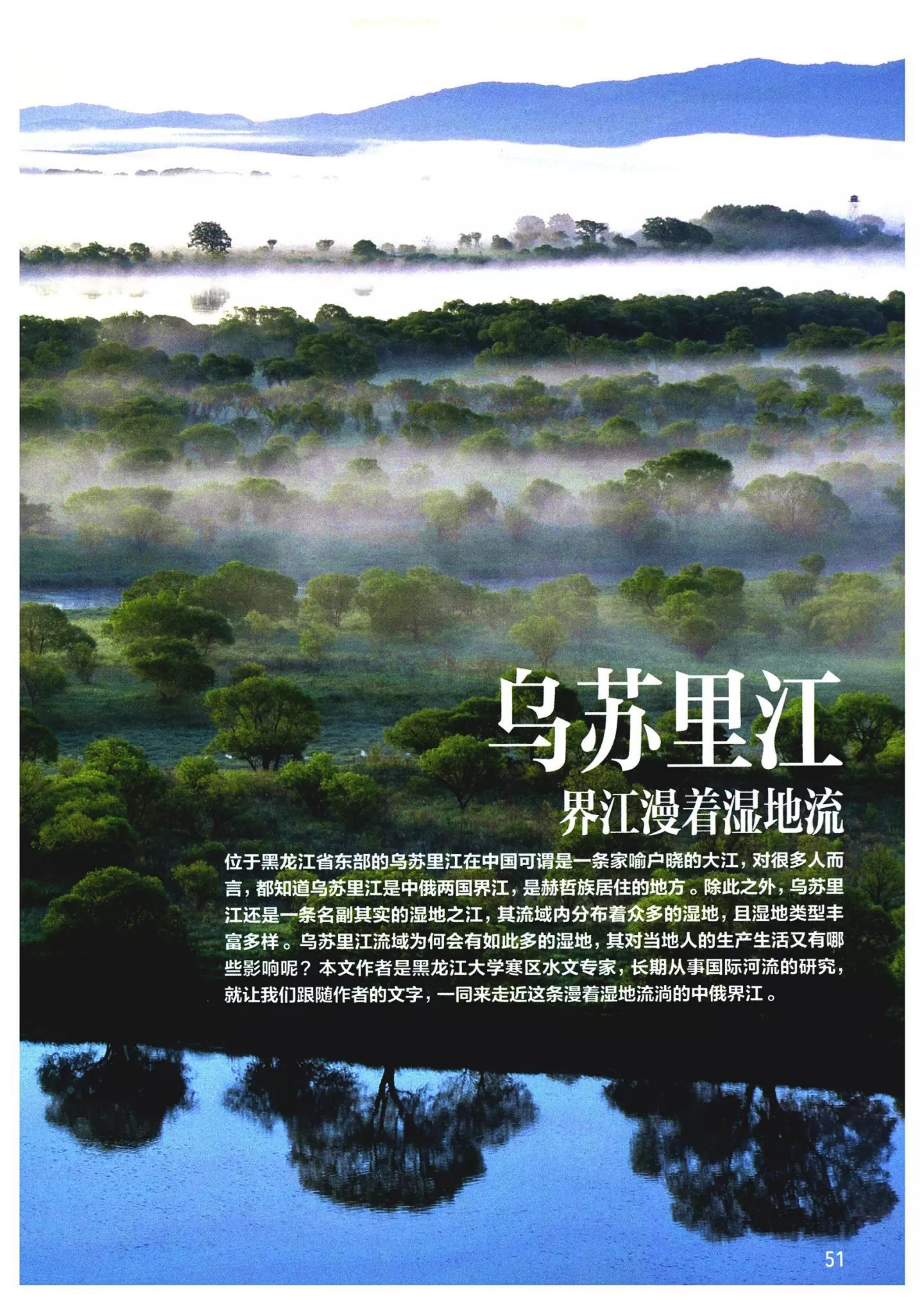
南极大陆西部的冰架被称为南极的软肋，随着全球气候的变暖，那里成为南极冰架断裂最多最快的地区。据估计，如果仅这片地区的冰架全部融化，就可以让全球的海平面升高4到5米。进入21世纪以后，从南极西部几个著名冰架上断裂下来的桌状冰山明显增多。可以预见，随着地球气候的持续变暖，南极可以见到更多桌状冰山的身影。对于希望一睹这种奇异自然景观的人来说，也许有了更多欣赏冰山的机会。

但是，这只是值得高兴的事儿吗？



乌苏里江是中俄界江，乌苏里江穿越的湿地也跨越中俄两国

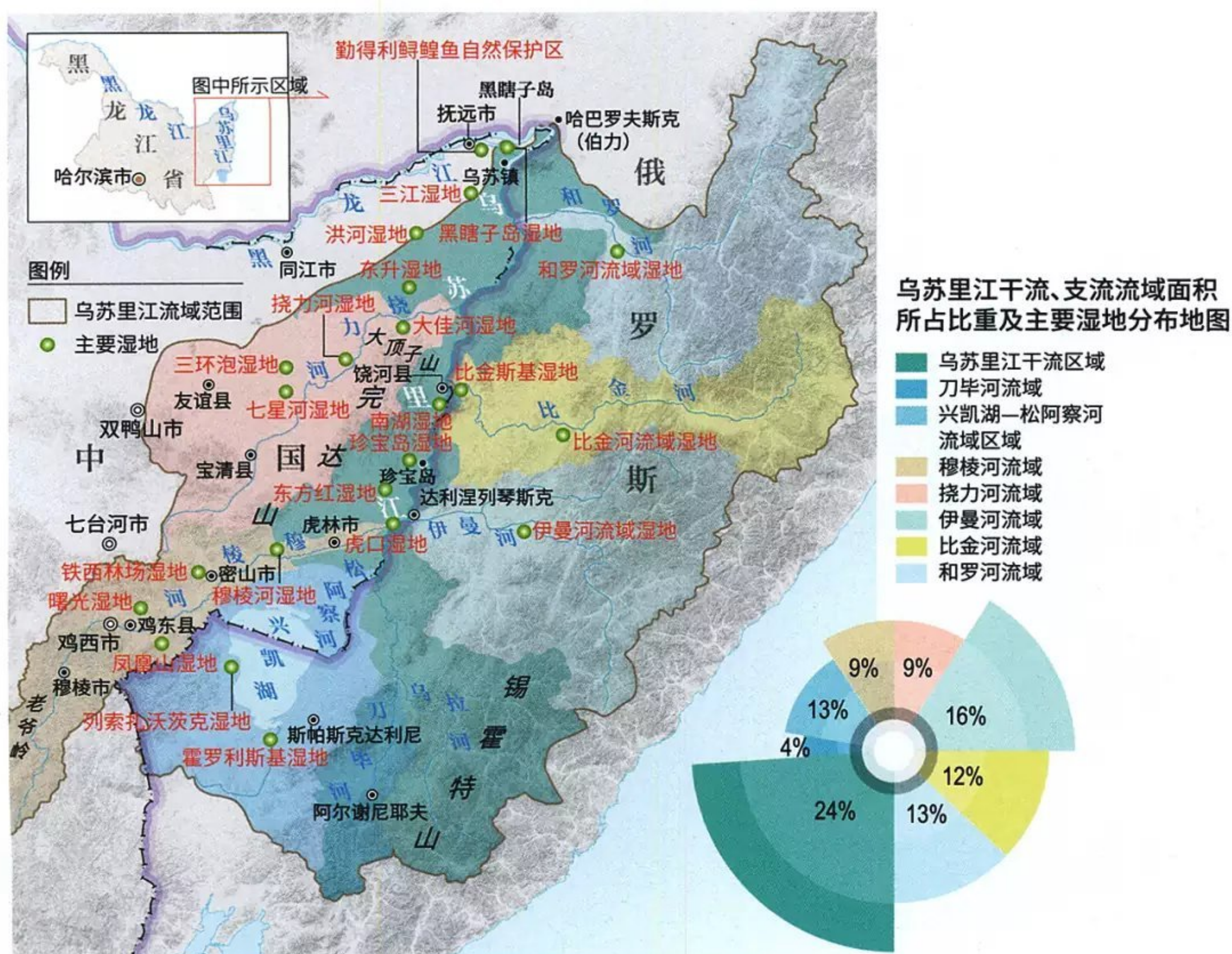
作为中俄两国的界江，乌苏里江从南向北缓缓流淌，成为了中俄东段边界的重要组成部分。在18.7万平方公里的流域范围内，乌苏里江的干流和两岸支流串联起了大大小小的湿地，这些湿地星罗棋布地散落在中俄国界周边。图为黑龙江省双鸭山市饶河县的乌苏里江及江畔的南湖湿地，两岸森林丛生，林下江环水绕，形成了典型的森林沼泽湿地，湿地升腾的水汽也为乌苏里江笼罩上了一层朦胧之美。摄影 / 袁志柱



乌苏里江

界江漫着湿地流

位于黑龙江省东部的乌苏里江在中国可谓是一条家喻户晓的大江，对很多人而言，都知道乌苏里江是中俄两国界江，是赫哲族居住的地方。除此之外，乌苏里江还是一条名副其实的湿地之江，其流域内分布着众多的湿地，且湿地类型丰富多样。乌苏里江流域为何会有如此多的湿地，其对当地人的生产生活又有哪些影响呢？本文作者是黑龙江大学寒区水文专家，长期从事国际河流的研究，就让我们跟随作者的文字，一同来走近这条漫着湿地流淌的中俄界江。



乌苏里江全流域分布的湿地为大地勾画出了精彩绝伦的自然景观

根据戴长雷教授提供的信息，以河源唯远的原则来确定乌苏里江的正源，便是发源于俄罗斯境内锡霍特山脉的乌拉河，到佳木斯抚远市附近的黑瞎子岛附近汇入黑龙江，乌苏里江全长约890公里，以刀毕河和乌拉河汇合处以上为河源，至伊曼河汇入乌苏里江干流处为上游，至比金河汇入乌苏里江干流处为中游，进入抚远三角洲（黑瞎子岛）为河口来划分江段。通过全流域地图可以看出这里湿地遍布，我们标出了部分主要的湿地。右图为鸡西虎林市珍宝岛附近的湿地，一圈套一圈的弧形湿地是由旧河道形成众多曲流形状的歧流和港汊后，随着江水反复上漫而渐成为月牙形状的湿地。这些湿地犹如江河用画笔在大地上勾勒出的绝佳画作。

撰文

戴长雷

摄影

韩玉平等

“乌苏里江来长又长，蓝蓝的江水起波浪，赫哲人撒下千张网，船儿满江鱼满舱……”这首《乌苏里船歌》在20世纪60年代由著名歌唱家郭颂演唱后便妇孺皆知，传唱不衰，优美的歌词和动人的旋律将乌苏里江流域迷人的景色和赫哲族安居乐业的景象生动地展现了出来。正是受这首歌的影响，乌苏里江承载了中国人对它特别多的美好想象，也许是因为乌苏里江名气太大了，以至于整个流域中众多形态丰富的湿地景观长期被忽视。而当我们从地理学角度来解读这条大江时则会发现，其实乌苏里江和其流域内的湿地有着千丝万缕的联系，如果从整体上来看乌苏里江和湿地，还会有很多意料之外的发现。

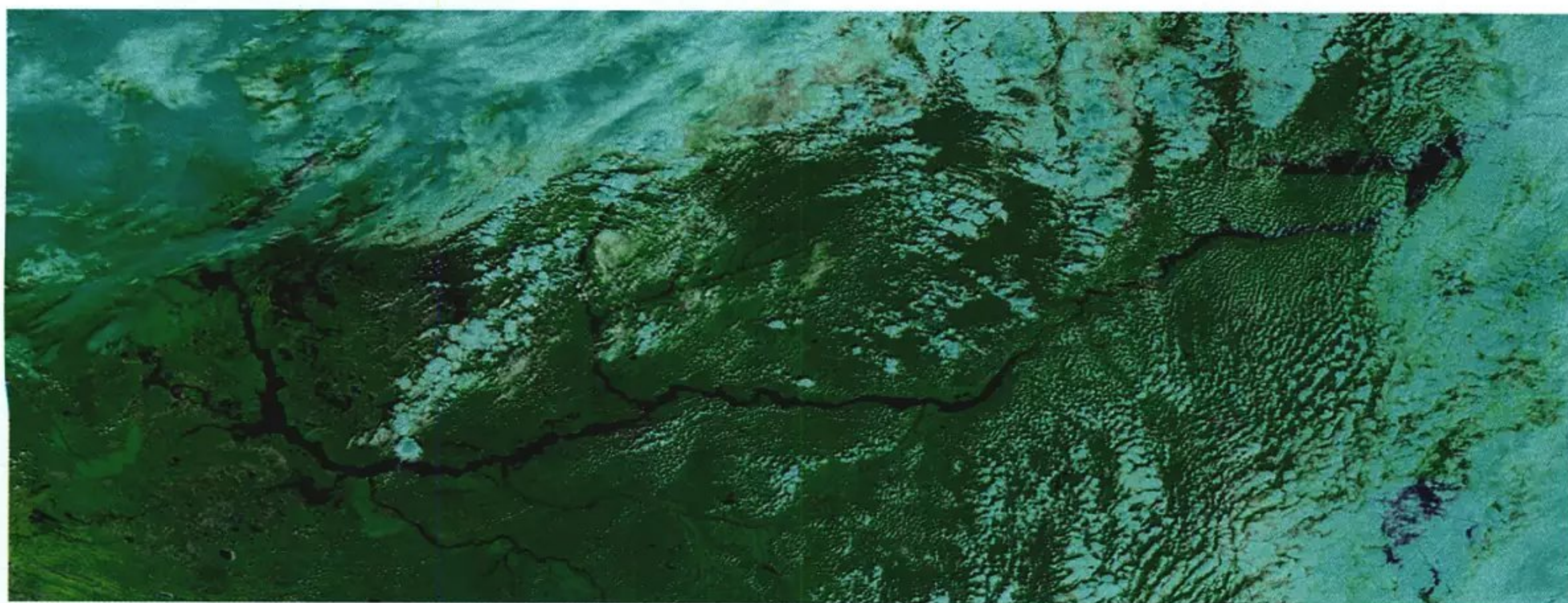
大大小小近 200 条支流与干流一起汇流出了
18.7 万平方公里的流域面积，流域内几乎涵盖了所有
湿地类型，乌苏里江是世界上少有的全流域湿地界江。



乌苏里江是世界上少有的全流域湿地界江

由于我的工作就是研究寒区水文和国际河流，又在黑龙江大学工作，所以我便和黑龙江省内以及俄罗斯境内的众多河流产生了联系。在多年的研究中，我发现虽然中国人都听说过乌苏里江，但是要想说清楚乌苏里江却不容易，举一个简单的例子，乌苏里江源头在哪里，上、中、下游如何划分，江两侧有哪些支流……这些本是一条江河最基本的信息，但是很多河流水文专家对这些信息都莫衷一是，更别提普通人了。可以说乌苏里江是一条人尽皆知，却又鲜有人深知的大江。

世界上有很多国家的国界都是以自然江河划分的，作为中俄东段边界的一部



乌苏里江流域湿地 不仅多如繁星， 而且形态丰富多样

乌苏里江流域的地形几乎都是平原和低矮丘陵，地势低平、排水不畅为湿地的形成创造了重要条件，这里涵盖了大部分的湿地类型。上图为摄影师在几千米的空中俯拍的乌苏里江，可以看到乌苏里江两侧大小湖泊如粒粒珍珠撒落，江两侧绿意盎然，而这层层绿意便是森林、灌木、草本等植被渲染出的。摄影 / 韩寒

左图为独木河汇入乌苏里江处由歧流和港汊环绕形成的湿地。右图为乌苏里江支流穆棱河形成的弯曲河道，森林密布，湖泊分散，沼泽连片，远处还有大片的水田和水渠。

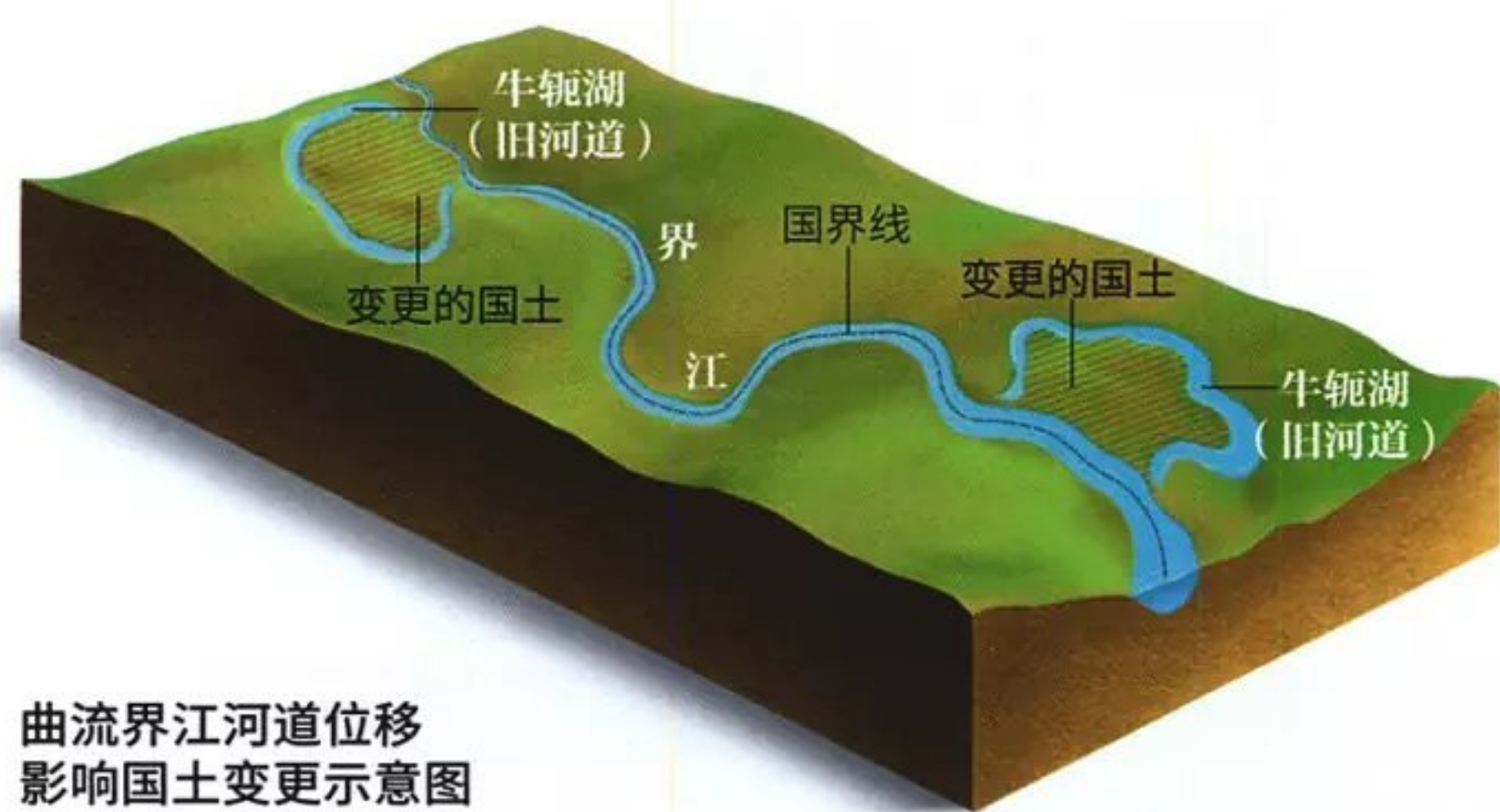
分，乌苏里江也是一条重要的国际界江。在漫长的历史中，整个乌苏里江流域都曾是中国领土，直到1860年中俄签订《北京条约》，乌苏里江以东约40万平方公里的土地划归俄国，从此乌苏里江便由中国的内江变为了中俄两国的界江。当前有些学者认为乌苏里江发源于俄罗斯境内锡霍特山脉的西南麓，也就是以俄罗斯的乌拉河为源头，而有些学者则认为源头应为发源于兴凯湖的松阿察河，还有的学者则认为其发源于吉林省长白山脉北段的老爷岭，也就是穆棱河的源头。由于对河源的认识不同，所以对河长的认知也自然会有差异，若以河源唯远的原则来定，便是以俄罗斯境内的乌拉河为源头，到黑瞎子岛附近注入黑龙江，乌苏里江全长约890公里。在这约890公里的流淌中，乌苏里江左岸接收了刀毕河、兴凯湖—松阿察河、穆

乌苏里江流域湖泊、河流、森林沼泽、灌木沼泽、草本沼泽 五种自然湿地和水田、水库、水渠三种人工湿地交错出现。



棱河、七虎林河、阿布沁河、挠力河、别拉洪河等支流，右岸接收了伊曼河、比金河、和罗河等支流，大大小小近 200 条支流与干流一起汇流出了 18.7 万平方公里的流域面积。在这 18.7 万平方公里的流域内，湖泊、河流、森林沼泽、灌木沼泽、草本沼泽五种自然湿地形态交错出现，再加上人工改造的水田、修建的水库和水渠三种人工湿地，整个乌苏里江流域几乎涵盖了所有湿地类型。各种各样的湿地如同撒落在中俄边界地带的大珠小珠，而乌苏里江的干流和两岸支流就像是把这些大珠小珠串成一条工艺复杂的项链的那条丝带，流淌的江水更是赋予了这串项链别样的灵动光泽。

如今，中国一侧的乌苏里江流域面积约占整条江流域面积的三分之一，在这约



曲流界江河道位移
影响国土变更示意图

平原区域的界江容易发生位移，河道位移将对国界变更产生微妙影响

世界上很多国界线都是以自然江河来划分的，对于流经高山峡谷区的界江，河道位移微乎其微，但对于流经平原区的界江来说，江河容易形成曲流，截弯取直是曲流发展的必然趋势，由于国界线往往都是江心线，所以牛轭湖圈起来的那一部分土地会随着河道的位移，从一国领土变成另一国的领土，除非两国另有协议，国土才会维持原状，若无协议，土地属国就将发生变化。一般而言，自然状态下的截弯取直会使江两岸土地消长基本持平，但由于人类活动的加剧，湿地植被破坏严重、水土保持不好的一侧更容易丧失国土。

绘图 / 谭希光

右图为曲流形成初始阶段的乌苏里江支流小木河，河道、湖泊和沼泽在此形成了大片湿地。

摄影 / 肖殿昌



三分之一的流域中，各支流与干流之间分布着兴凯湖、穆棱河湿地、凤凰山湿地、东方红湿地、虎口湿地、珍宝岛湿地、三环泡湿地、大佳河湿地、七星河湿地、挠力河湿地、东升湿地、洪河湿地、三江湿地、黑瞎子岛湿地等不同类型的自然湿地。而在俄方一侧的约三分之二流域面积中，刀毕河、伊曼河、比金河、和罗河等河流串联起的湿地面积则更大。乌苏里江与其他界江显著不同的一点便是整片流域内湿地丛生，广泛分布在中、俄两国交界地带，乌苏里江的这一特征使其成为了世界上少有的全流域湿地界江。

湿地是黑龙江省东部一个典型的地理标志

在地图上，湿地都是以“— _ — _ —”来表示，如果打开黑龙江省的地形图，会看到在黑龙江省的东西两侧有许多湿地的图例，其中乌苏里江流域从源头到河口几乎要被湿地图例画满了，湿地成为了黑龙江省东部一个典型的地理标志。

为什么这一带会有如此众多的湿地呢？一般来说，湿地形成的原因有三种：一是因蒸发量小于降水量，且地势较低平、排水不畅形成湿地；二是高原地区因海拔高，气温低，蒸发弱，冰川融水较多，地表水较丰富且冻土广布，水难以下渗，于低洼处形成湿地；三是和高原地区类似，只不过是因为纬度较高，所以气温较低、有季节性冻土，阻挡地表水下渗，才形成了湿地。整个乌苏里江流域恰恰就位于纬度较高的地带，冬季漫长而寒冷，容易形成季节性的高寒冻土，冻土初日从10月中下旬开始，一直到

作为一条界江，乌苏里江任何细微的变化都会影响到国界线的微妙改变。

次年5月底、6月初才迎来冻土终日，全年平均冻土天数可达218天左右，冻土厚度由流域南端的约1.4米到流域北端的约1.6米，冻土就相当于铺在大地上的一层防水布，致使地表水难以下渗，乌苏里江流域又处于半湿润地区，若以年降水量于湿地指标来看，蒸发量小于降水量。早在新生代的第三纪时期，黑龙江省东部地区就曾发生过地壳陷落，很多地方形成了诸如兴凯湖这样的断陷区，这些断陷区内逐渐积水，形成了大大小小的湖群，这一地带地形又以平原为主，伴随一些波状丘陵，众多河流在肥沃的三江平原上肆意流淌，水流缓缓穿行于低洼的草甸之中，到丰水期时更是肆无忌惮地向浅岸上漫水，因此低矮的地表被水域覆盖，根据地表植被的不同，又细化成为了森林沼泽、灌木沼泽和草本沼泽等不同的湿地类型。以双鸭山





市大佳河湿地为例，大佳河湿地位于三江平原东北部的挠力河与乌苏里江干流交汇处，这一地区河网密布，有大小河流 50 余条，沿江地带地势平坦，坡降较小，江水在平缓的地形上流淌，到了丰水期，洪泛形成大片的河漫滩，众多河流交织出水网区，因歧流、港汊及河流淤积而形成的大小湖泊有上百个，其北部为沼泽湿地，而东部低矮丘陵区的植被为森林，林下水环江绕，形成了森林湿地，整个大佳河湿地面积极其广阔，湿地种类丰富多样。

乌苏里江流域流经中国的穆棱、鸡西、鸡东、密山、虎林、七台河、双鸭山、友谊、宝清、饶河、抚远等十多个县市，以及俄罗斯的滨海边疆区大部分范围和哈巴罗夫斯克边疆区的南部地区，这一带或是江河密集，或是湖泊星罗，或是沼泽横生，或是水田棋布，湿地是铺陈在大地上最壮丽的景观，整个乌苏里江流域就是一片湿地泽国。

乌苏里江湿地带来的不只是“船儿满江鱼满舱”

我在鸡西密山市遇到了摄影师孙云阁，多年来他一直在拍摄、搜集兴凯湖、穆棱河等地的图片，这些图片或是自然风光，或是人文活动，虽然题材不同，但是所

一首《乌苏里船歌》让乌苏里江闻名全国， 里面唱的赫哲族是中国北方唯一一个以渔业为生的 少数民族，整个乌苏里江流域都是水泽密布。

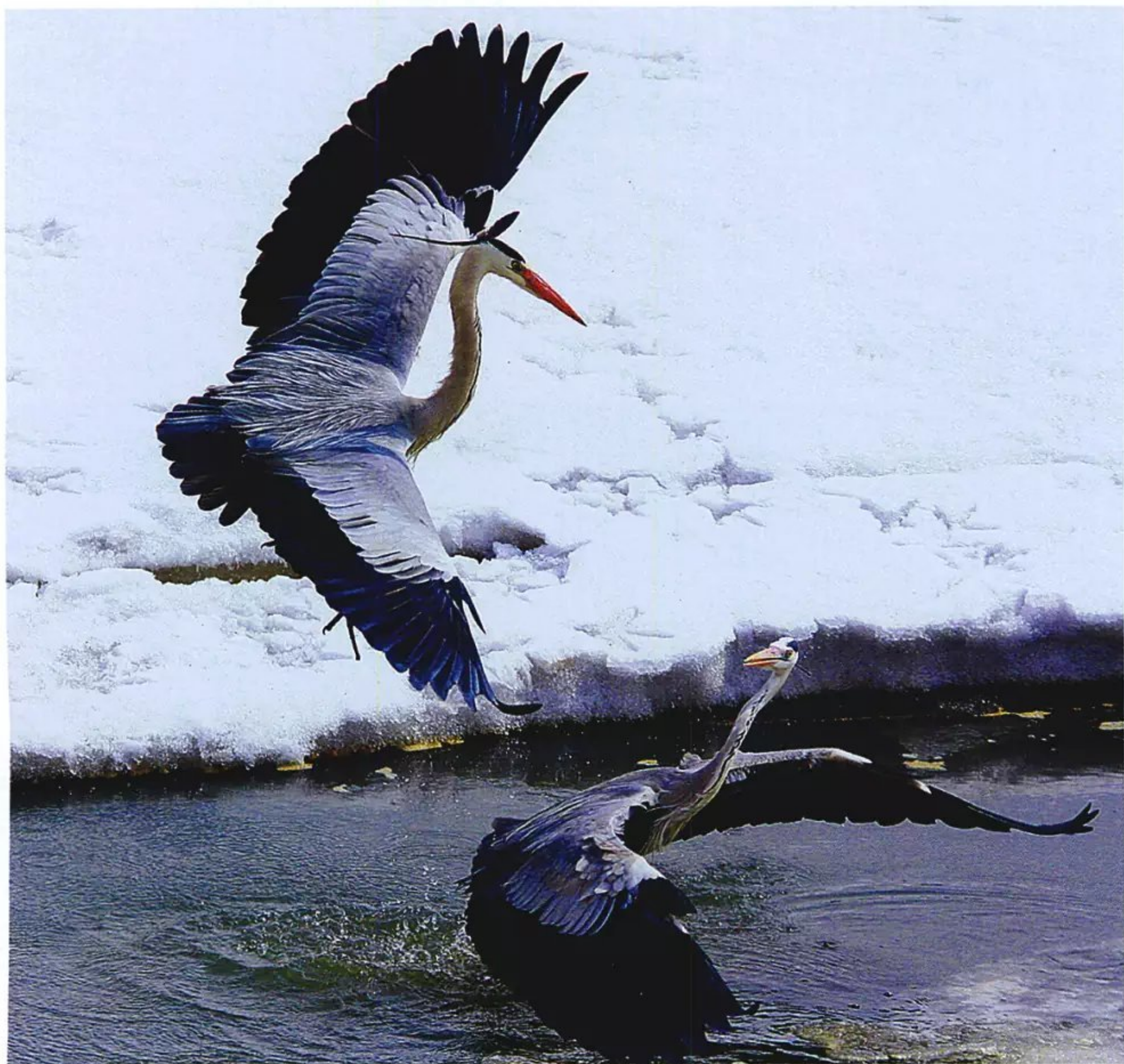
乌苏里江湿地让北大荒 成为了北国鱼米乡

乌苏里江沿线的湿地对农业、渔业、牧业产生了很大影响，为人们的生产生活提供了重要的资源，这里有中国最北最东的水田和草原牧业。不仅渔业丰饶，而且稻米飘香，虎林河、阿布沁河流经的完达山下的湿地草场中，牛羊成群。正如《乌苏里船歌》所唱的一样——赫哲人撒下千张网，船儿满江鱼满舱。摄影/肖殿昌



有图片却几乎都围绕着一个点，那就是湿地。孙云阁对我说：“一首《乌苏里船歌》让乌苏里江闻名全国，里面唱的赫哲族是中国北方唯一一个以渔业为生的少数民族，整个乌苏里江流域水泽密布，以前撒网捕鱼往往都会‘船儿满江鱼满舱’，但是乌苏里江为当地人带来的却不只是丰富的渔业资源，这里还是北国鱼米乡。”

老孙说的渔业之外，其实是当地的水田和牧业。很多人都知道黑龙江省的五常稻米，但是却对五常之外的稻米种植知之甚少，其实在黑龙江省广大地区还有非常多的水田，凡是水网密布区域都可以开垦出水田种植稻米，乌苏里江流域便是其中重要的一块。乌苏里江的水流经湿地时，所含的营养成分或是被湿地植被吸收，或者积累在湿地泥层之中，表层土壤在净化水质的同时，众多的营养物质也被储存其



中，对于农作物种植来说，这就是天然的肥料。除了为农业灌溉提供水源外，乌苏里江流域湿地还是一个巨大的调蓄水库，可以在暴雨和河流涨水期储存过盈的降水，之后再均匀地以径流放出，减弱危害下游的洪水，防止良田被淹。在中国，很多沼泽湿地都是优良的牧场，乌苏里江流域也不例外，湿地在这里形成了零零星星的草原牧场，鸡西虎林市东方红湿地附近的完达山下有森林沼泽、灌木沼泽、草本沼泽等多种湿地形态，水草丰美，牛羊成群。这里可以说是中国最东最北的一片水田和牧场了。

除了对人类生产生活有莫大的恩赐外，湿地还哺育了众多的动植物。乌苏里江流域属于典型的内陆高寒淡水湿地区，其为大量的候鸟和水禽提供了重要栖息地。

乌苏里江湿地为众多生物提供了一方栖居乐园

除了对人类生产生活有莫大的恩赐外，湿地还是森林、灌木、草本和水生植物等构建良好生态系统的基础，同时还为丹顶鹤、东方白鹳、灰鹤等珍稀的候鸟和水禽，还有紫貂、梅花鹿、黑熊、棕熊、雪兔、马鹿、猞猁等哺乳动物提供了一方栖居乐园。由于乌苏里江流域的湿地是集中连片分布的，而非单独的湿地“孤岛”，所以其生态价值更是无法估量，这里的动植物与人们共同接受着自然的哺育。

上图为佳木斯抚远三角洲湿地上的苍鹭。

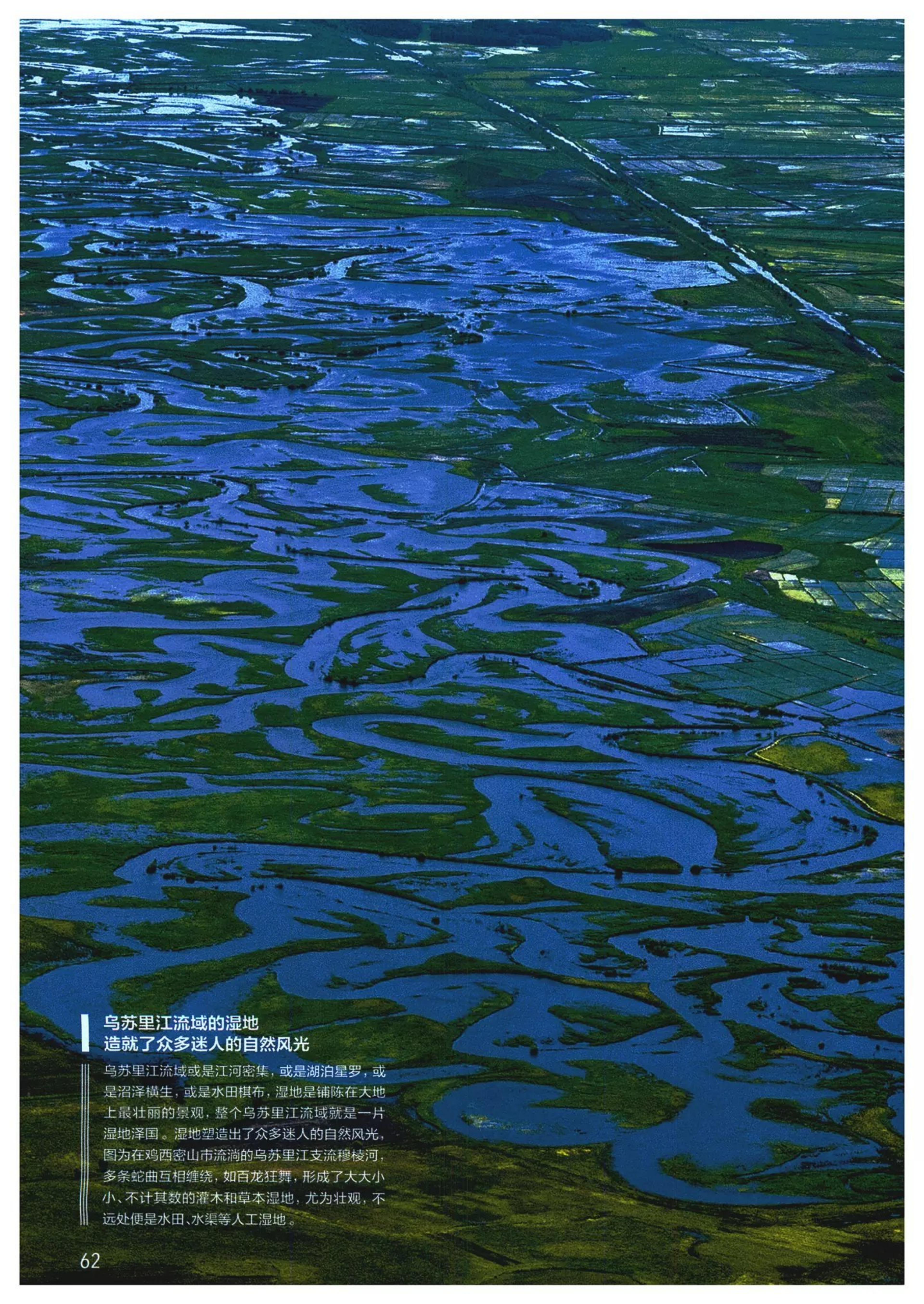
摄影 / 肖殿昌

右图为双鸭山饶河县挠力河流域湿地上飞翔的大白鹭。摄影 / 张金义

乌苏里江流域的湿地不仅滋养了沿岸的人们，它更无私地将这些优渥的环境分配给其他生物，在湿地面前，乌苏里江流域的“公民们”平等地享受着自然的恩赐。

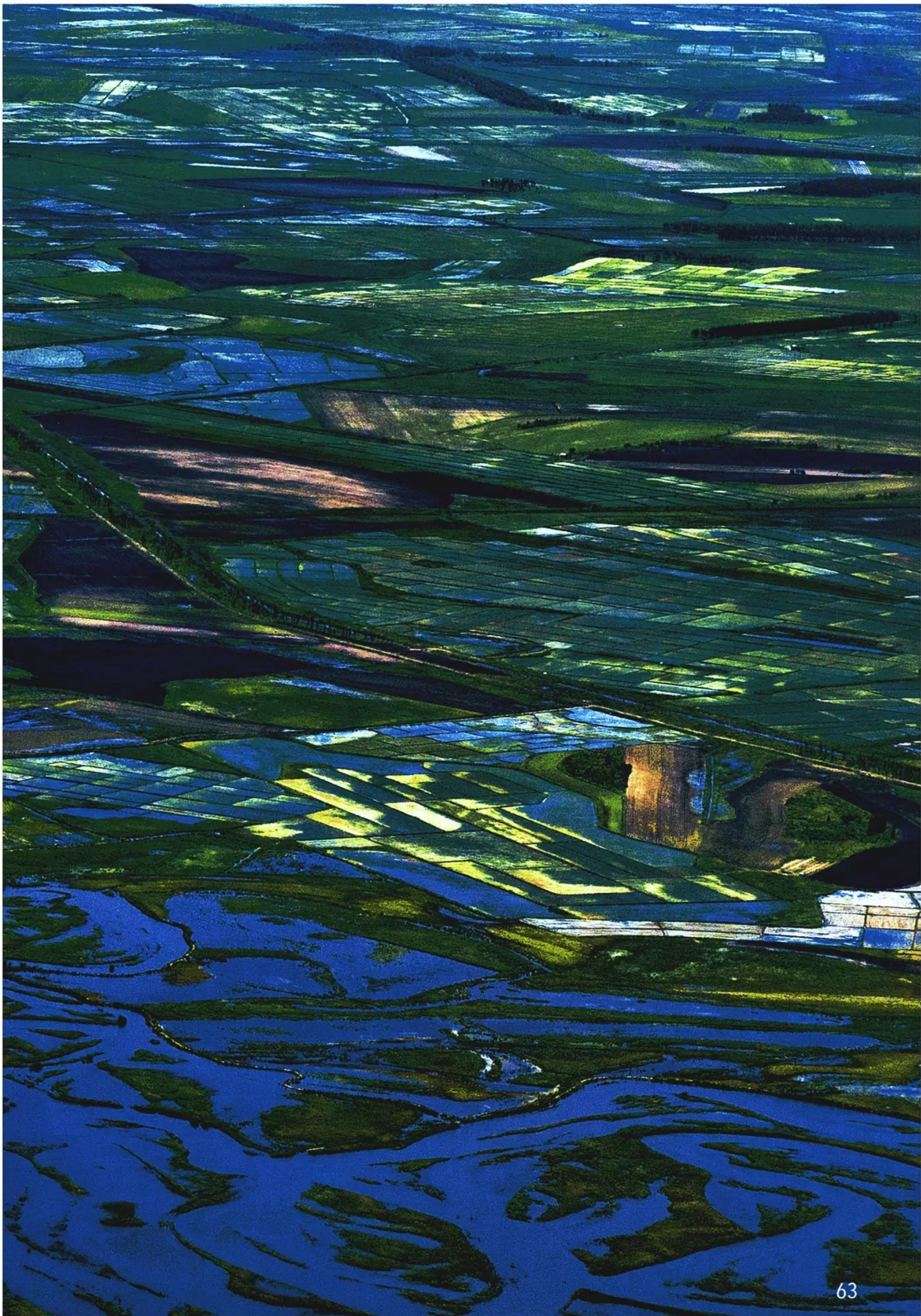


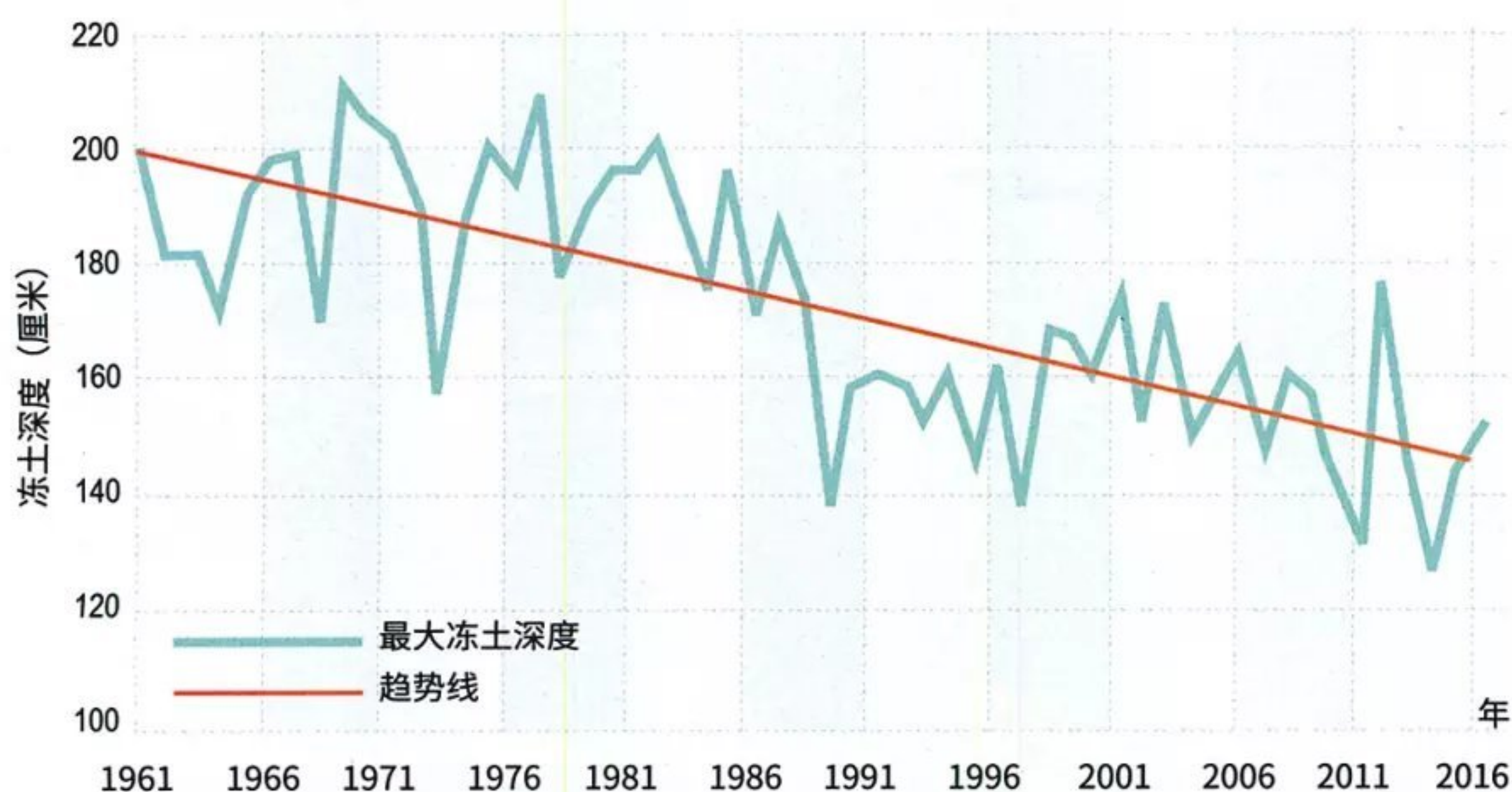
位于双鸭山饶河县乌苏里江畔的乌苏里江国家湿地公园，就有丹顶鹤、东方白鹳、白尾海雕、灰鹤、白枕鹤、夜鹰等上百种珍稀的候鸟和水禽，更有众多的紫貂、梅花鹿、黑熊、棕熊、雪兔、马鹿、猞猁等哺乳动物“定居”于此。乌苏里江流域的湿地不仅滋养了沿岸的人们，让北大荒变为了北国鱼米乡，它更无私地将这些优渥的环境分配给其他生物，在湿地面前，乌苏里江流域的“公民们”平等地享受着自然的恩赐。



乌苏里江流域的湿地 造就了众多迷人的自然风光

乌苏里江流域或是江河密集，或是湖泊星罗，或是沼泽横生，或是水田棋布，湿地是铺陈在大地上最壮丽的景观，整个乌苏里江流域就是一片湿地泽国。湿地塑造出了众多迷人的自然风光，图为在鸡西密山市流淌的乌苏里江支流穆棱河，多条蛇曲互相缠绕，如百龙狂舞，形成了大小不一、不计其数的灌木和草本湿地，尤为壮观，不远处便是水田、水渠等人工湿地。





1961—2016年黑龙江省季节性冻土变化趋势图

资料来源：刘春生、刘赫男、张洪玲、徐永清、魏磊
撰写的论文《黑龙江省季节性冻土的气候特征分析》

乌苏里江湿地的变化影响着 中俄国界的微妙改变

作为中俄两国的界江，中俄国界线是以乌苏里江主航道的中心线为界的。但是自然的河流并不是一成不变的，尤其是在低缓平原地区流淌的界江，其河道的位移和宽度一直在缓慢地改变着。随着中国对湿地资源的开发，加速了河流的变化，湿地与非湿地的转化，自然湿地向人工湿地的转化都在对河流产生潜移默化的影响。曾经有学者统计过，在1989年—2013年间，中国一侧湿地变化非常明显，变化地点主要分布在穆棱河流域和挠力河流域，其中水田、水渠等面积大幅增加，在乌苏里江干流东西50公里的范围内，中国的水田面积从28平方公里增长到6120平方公里，而河流和沼泽等自然湿地面积则呈急剧下降的趋势。

与中国境内的湿地变化比较剧烈相比，俄罗斯境内的湿地变化比较缓和。如果按照地转偏向力来说，乌苏里江自南向北流淌，受到冲刷较多的江岸应该在俄方一侧，中方一侧则应以泥沙沉积为主，长此以往，乌苏里江河床应该向东发生位移，中俄边界线也应该向俄方渐移，中方国土会有些许的扩大。但事实却并非如此，由于中方一侧人类活动的增加，导致湿地植被破坏，水土流失加剧，而俄方一侧人口较少，土地多属于原生状态，植被保存较好，所以乌苏里江水对于中方一侧冲刷更

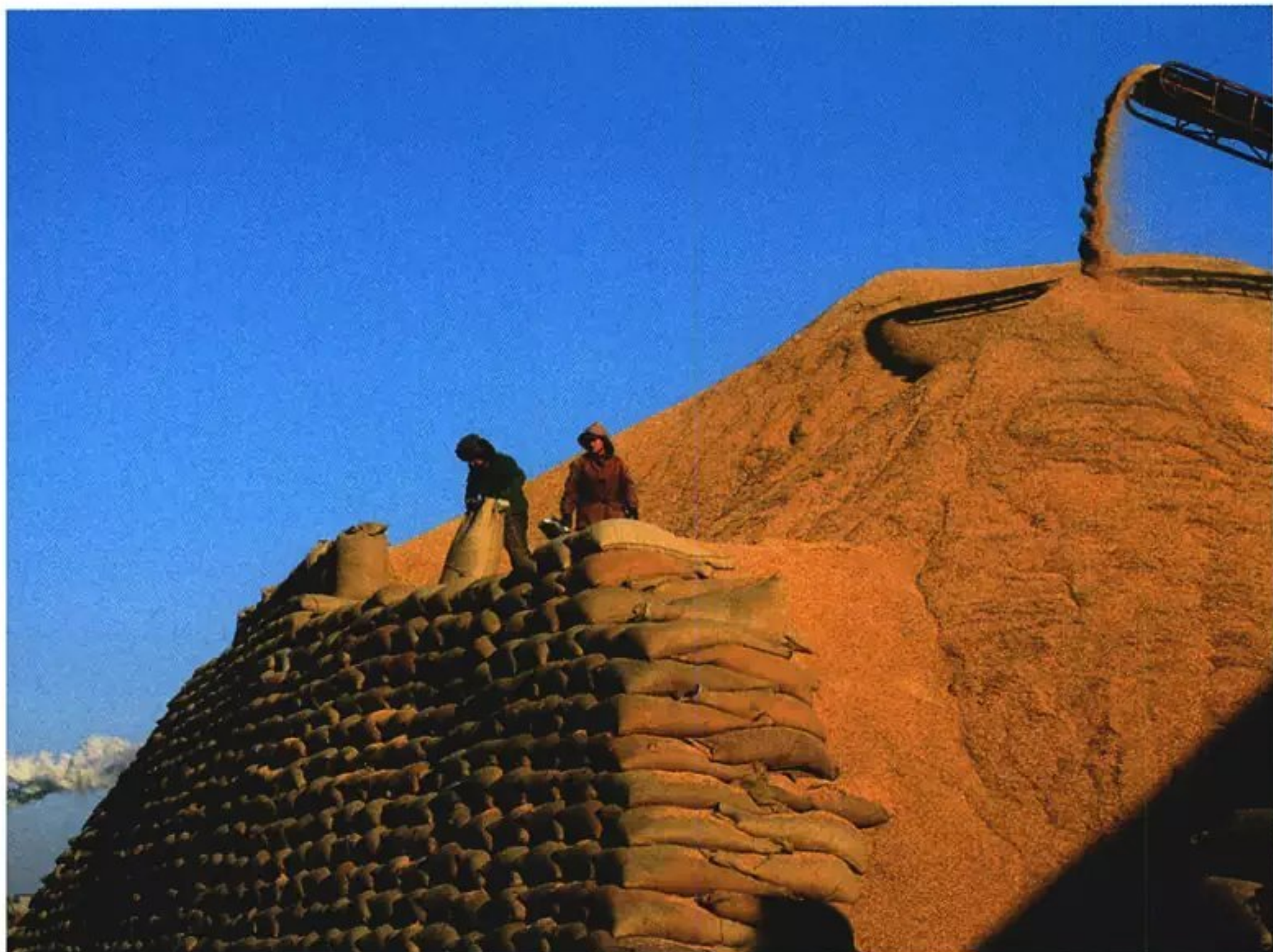
冬季的乌苏里江披上了 银装，季节性冻土为湿地 的形成提供了条件

由于乌苏里江流域纬度较高，冬季漫长而寒冷，季节性的高寒冻土分布广泛，冻土初日一般从10月中下旬开始，一直到次年5月底、6月初才迎来冻土终日，全年平均冻土天数可达218天左右，冻土厚度由流域南端的约1.4米到流域北端的约1.6米不等，因为冻土的大面积存在，致使地表水难以下渗，湿地丛生。如图表所示，随着近些年环境的变化，冻土厚度在变浅，冻土天数也在缩短，冻土的减少将直接影响到湿地的萎缩。摄影/孙云阁

整个乌苏里江流域容易形成季节性的高寒冻土，冻土就相当于铺在大地上的一层防水布，致使地表水难以下渗。



多。中方一侧甚至还曾经在多段江岸发生坍塌现象，并且春季开河的凌汛季节，大的冰块随江水漂流，其对于江心岛和江岸的侵蚀也是以植被保护不好的一侧为主。尤其是在松阿察河汇入乌苏里江后，很多河段都是曲流，人类活动加速了河流对江岸的冲刷，河流截弯取直后，牛轭湖便出现了，牛轭湖圈出来的土地就会随着河流切滩改道，从一国土地变成另一国的土地。如果是自然状态下，江两岸变更的土地会消长持平，大致相当，但是当人类活动加剧后，水土保持不好的一侧就很容易丧失国土，现在乌苏里江中的很多江心岛都是从我国江岸上被江水冲刷分离出去的。当然这也是许多平原地区界江面临的共同问题，按照国际法准则，若界江由于自然



湿地的困忧： 自然湿地向人工湿地 转变不断加剧

右页图为双鸭山市挠力河流域万寿菊种植基地，左图为乌苏里江沿线稻米收获后堆成的“粮山”。伴随着人口的增加、土地的开垦和用水的增多，乌苏里江流域的众多自然湿地都在萎缩，取而代之的是人工湿地不断增加。通过三个时间段从鸡西虎林市到佳木斯抚远市之间的乌苏里江干流东西各50公里范围内的遥感对比图，我们不难发现，中国一侧的穆稜河和挠力河流域内水田面积扩大最多，自然湿地也大幅减少，但是俄罗斯一侧却变化缓慢。中国一侧对于湿地资源利用改造的加剧也造成了水土流失和植被破坏，如何平衡和自然的关系，是摆在人类面前永恒的课题。摄影 / 韩寒

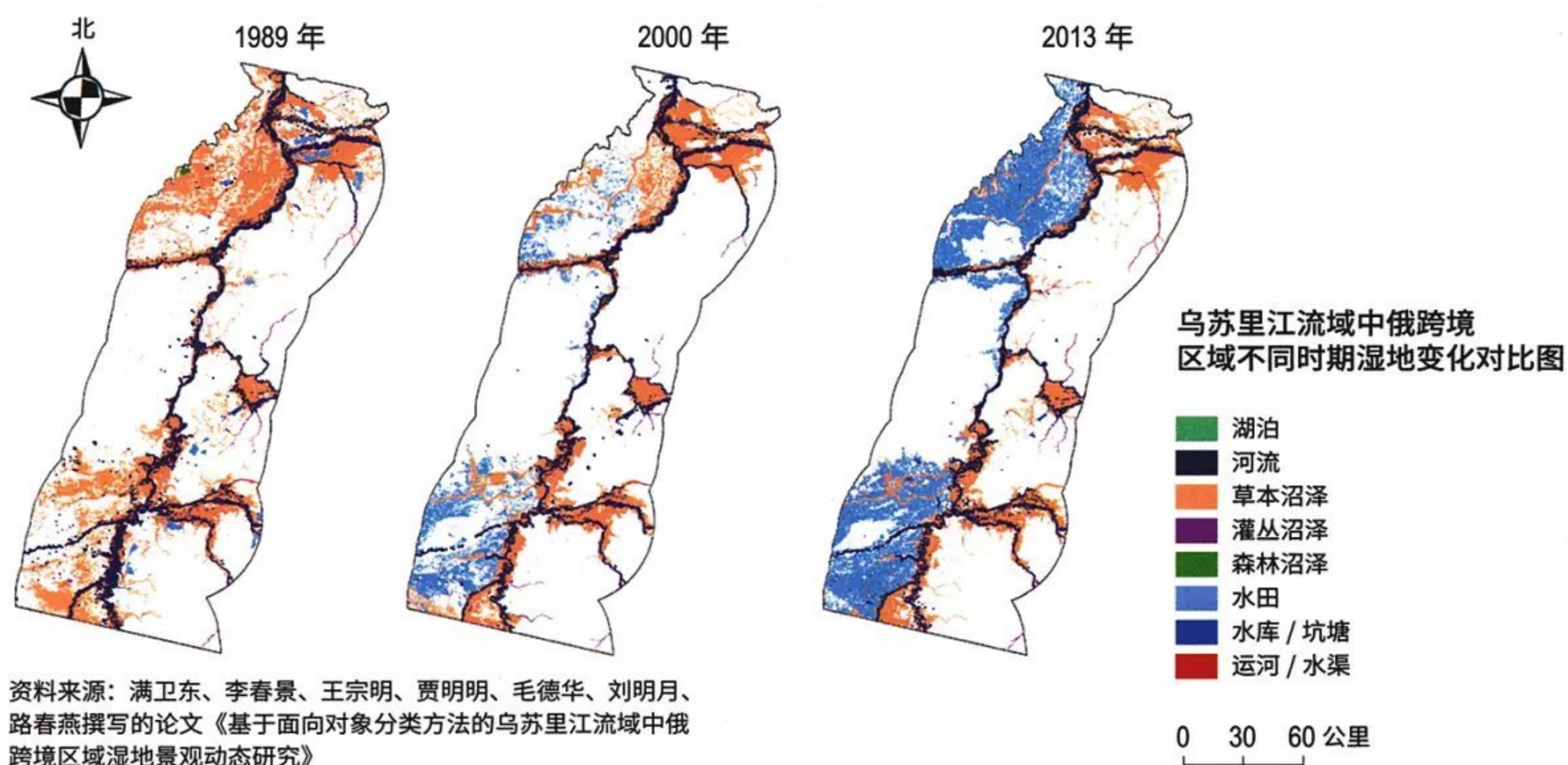
原因向一方江岸移动，其主航道中心线或者江心线亦随之移动，除非沿岸国另有协议，边界线会维持不变，若界江上有桥梁，两国仍应以桥梁的中间为界，若两国没有另外协议，那么领土就会随着河道的自然位移发生变更。为了防止江水侵蚀江岸、截弯取直，多年来，黑龙江省在乌苏里江沿线容易被江水切滩改道的地方，或是在江底沉石，或是在堤岸建设水泥防护工程，减缓水蚀。作为一条界江，其任何细微的变化都会影响到国界线的微妙改变。

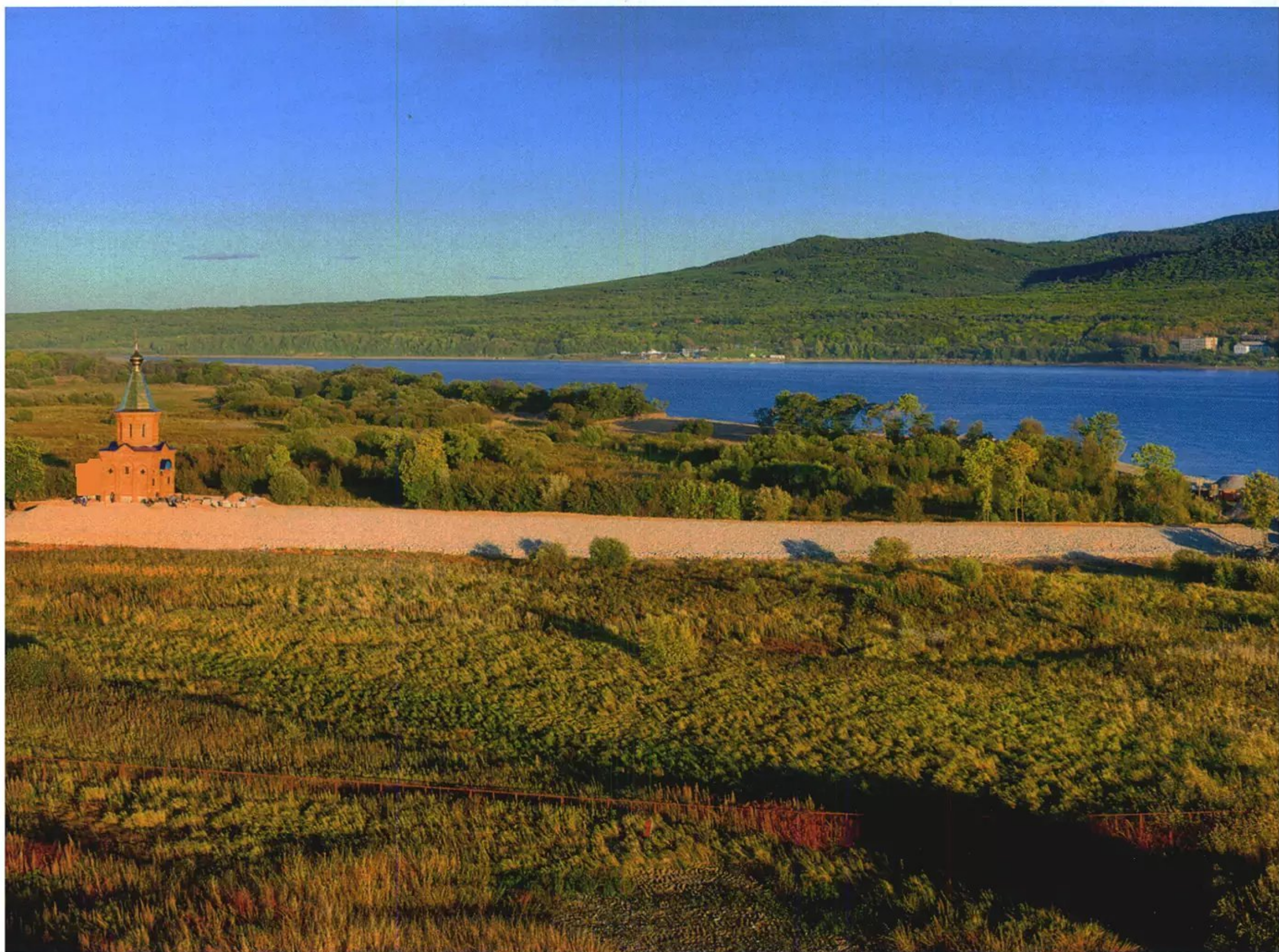
保护乌苏里江湿地，我们需要做的还有很多

当我站在佳木斯抚远市乌苏里江汇入黑龙江的江口处，看着祖国东极点的地标，地标上清楚标注了这里距离北京、上海、香港等地的直线距离，脚下的乌苏里江用它的一汪清水与黑龙江水交汇形成了乌苏里江流域的最后一块湿地——黑瞎子岛湿地。这里在半个黑瞎子岛回归祖国后不久即被列为了国家级湿地公园，用以保护祖国最东端的生态净土。黑龙江和乌苏里江交织形成的抚远三角洲水塘密布、河汊纵横，为乌苏里江全程约890公里的湿地之旅画上了一个句号。

在黑龙江和乌苏里江沿线行走，常常能听到当地人说现在江心线中国一侧捕鱼

乌苏里江流经湿地时，表层土壤在净化水质的同时，
众多的营养物质也被储存其中，对于农作物来说，
就是天然的肥料。





都捕不到了，很多鱼知道在中方一侧有危险，都游到俄方一侧了，中方一侧的鱼远没有俄方一侧的大和多。对自然资源的利用一直是摆在人类面前的重大课题，湿地是宝贵的自然资源，伴随着人口的增加、土地的开垦和用水的增多，很多湿地都在萎缩。如今伴随着乌苏里江流域中方一侧众多湿地被开辟为自然保护区，越来越多的湿地得到了保护，但自然湿地转化为人工湿地的总趋势还并未得

汇入黑龙江，890公里的 乌苏里江结束了流淌， 也造就了最后一片湿地

黑瞎子岛附近是乌苏里江汇入黑龙江之处，也是祖国的东极点。乌苏里江与黑龙江水在这里交汇形成了水塘密布、河汊纵横的抚远三角洲。在半个黑瞎子岛回归祖国后不久，黑瞎子岛即被列为了国家级湿地公园，用以保护祖国最东端的生态净土，也为漫着湿地流淌的乌苏里江画上了一个句号。摄影 / 肖殿昌

黑龙江和乌苏里江交织形成的抚远三角洲

水塘密布、河汊纵横，为乌苏里江全程约 890 公里的湿地之旅画上了一个句号。



到根本性扭转，对于 18.7 万平方公里的整个乌苏里江流域来说，这些保护还远远不够。乌苏里江湿地是黑龙江省东部典型的地理标志，这片湿地是地球经历了千百万年地质演变而来的，是大自然对生活在这片土地上的一切生灵的馈赠。尽管现在乌苏里江上难以看到歌中唱的“紧摇桨来掌稳舵”的驾着传统木船撒网捕鱼的赫哲人了，但是乌苏里江流域的湿地依然用她母亲般的乳汁滋养着沿线的人们和生物，沿江人对这条母亲河是不是也应该呵护更多呢？

虽无山高水险， 却有寨堡森严

玛瑙山寨堡，遗址面积约8万平方米。树木掩映中但见蜿蜒曲折的石砌垣墙将七座小山连为一体，山坳间有古宅、碉楼、炮台……还有部分建筑基础遗迹宛然。从现存寨堡遗址中可以看出，虽然没有险峻的高山大河，此处军事工事还是依山就势，充分利用了地形，进行了精妙的构建。

玛瑙山寨堡

营盘、山地、溶洞 三位一体的完美结合

玛瑙山位于贵州省遵义市凤冈县绥阳镇玛瑙村，山不甚高，也并无什么名气。但令人称奇的是，在这座山包及连绵相依的几座小山上，却残存着构筑精巧的寨堡遗迹。更出人意料的是，此处寨堡充分利用了地下溶洞，依山附洞，就势建垣，将地上和地下巧妙地结合为一体，堪称为古代贵州山地防御工事的典范。玛瑙山寨堡建于何时？主持修筑它的人是谁？为什么在贵州乡间会隐匿着这样奇特的军事工事呢？

撰文

黎铎

摄影

赵揭宇 等



“竹王”修建的山寨、南宋起义军的据点、清代乡绅的营盘…… 玛瑙山遗迹的来历众说纷纭

贵州是山的王国。大娄山横亘于北，乌蒙山阻断于西，武陵山绵延于东北，苗岭纵横于中南。群山之中，乌江、南盘江、北盘江、清水江、赤水河等大小近千条江河咆哮激荡，横冲直闯，把一片高原切割得沟壑林立、支离破碎。

贵州山地防御工事的修建，也是由来已久。从唐代的高遥山、白锦堡，到南宋、明代的海龙屯……在山高水险之处，寨堡随处可见。而既无悬崖峭壁支撑，更无大江阻隔，在仅由几座并不甚高的小山丘组成的丘陵地带，竟然也存在着军事寨堡的遗迹。这是什么人修筑的？为什么要修筑它？它凭什么来守卫家园子民呢？

听闻遵义市凤冈县绥阳镇发现了军事寨堡遗迹，我受朋友之邀带着种种疑问前去探访。这里是大娄山与武陵山之间的丘陵地带，山不甚高，但连绵起伏。绥阳镇是夹在山间的狭长小盆地，盆地东缘有山名曰玛瑙山。玛瑙山上树木林立，灌木丛生，隐隐有寨堡遗迹掩映其间。

当我第一次沿着遍布荆棘的羊肠小道在山间探寻时，不由深深为之震撼——长墙蜿蜒曲折，层层叠绕，不见首尾；山道勾连如网，间或有石门从中隔断，宛如迷宫，又似乎暗合阵法；山脚地势低平处，但见碉楼守卫；山巅

垣墙、哨台、炮台， 玛瑙山的防御设施表现 出了独特的“现代性”

玛瑙山寨堡的防御设施主要有垣墙、炮台、哨台与碉楼。垣墙是就地开采的岩石砌成“干打垒”，外侧陡直，内侧多呈阶梯状。照片中的垣墙分为三阶，自下而上为座墙、过墙和扶墙。扶墙上设射击孔，人可以在过墙通行或上下交换以扶墙作掩体匍匐射击，这明显是受火器应用而产生的一种较“现代”的防御性墙体（右页上图）。哨台（上图供图/李飞），建在地势较高的山峦顶部，用于瞭望，共有3座。照片中是最大的一座哨台，平面呈梯形，北墙长17.5米，南墙长18.6米，西墙长15.5米，东墙长14.7米。炮台（右图供图/李飞），共发现11个。照片中的炮台与垣墙连为一体，垣墙底部设一门，通向墙外炮台，炮台外侧再建一道围墙，形成双层防御。炮台后部是弧形平台，既可供人上下，也形成了火炮后端支架左右摆动的轨道，增大了火力覆盖面。





绥阳镇东缘有玛瑙山， 其上树木林立，灌木丛生，隐隐 有寨堡掩映其间。

垣墙零散处，亦有哨台高耸；更令人称奇的是，在残存的垣墙之间，还隐藏着一个通向地下的洞口，望之幽深。我们装备不足，不敢擅入。

当地村民对玛瑙山以及山中遗迹颇为敬畏推崇，在我打听这些断壁残垣的来历，有人说是“竹王”（贵州民间传说中的夜郎国王）修建的寨子，并绘声绘色地讲述了竹王抗击强敌的故事；也有人说是南宋任子龙（亦名任正隆）在此聚义造反，占山为王对抗官兵；还有钱姓村民有言，此乃清代钱家先人为庇佑乡邻所建的营盘。

于是我又询问了当地文化部门的一些朋友，有人认为据《贵州通志》记载任正隆起义确有其事，玛瑙山遗迹或可为其所筑，最初修建年代大概在南宋；有人则根据钱氏族谱记载，认为这处遗迹始建于南宋，元至清皆有续建，清咸丰五年（1855年）大建。

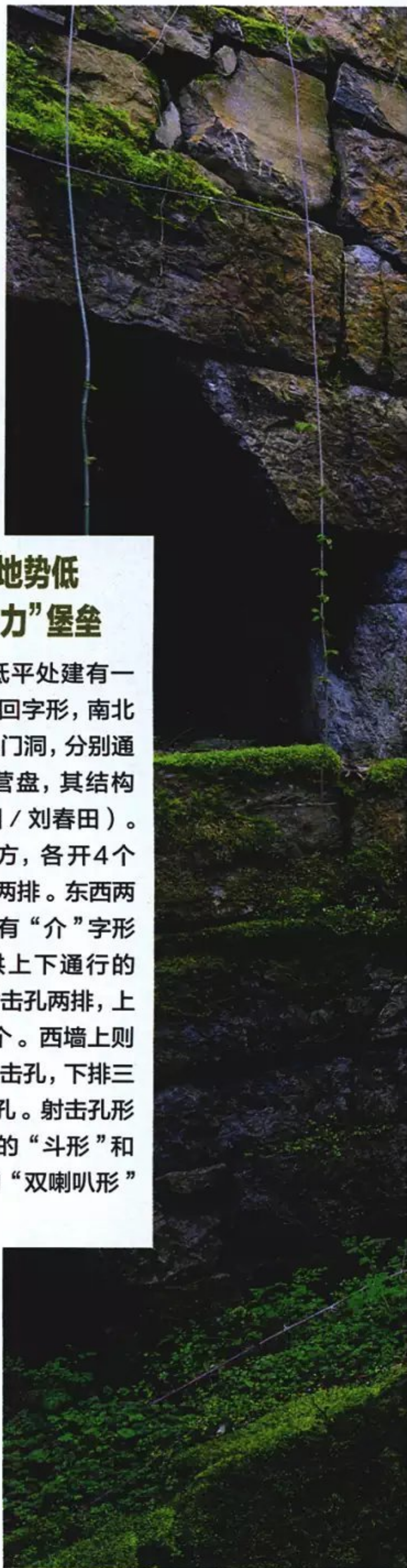
此外，我还了解到，考古工作者在对贵州的世界文化遗产海龙屯土司遗址进行发掘并搜检文献时，发现了明万历二十八年（1600年）明军平定播州时，曾在东路的“玛瑙囤”发生激战的记载，并据此猜测玛瑙山即为“玛瑙囤”，玛瑙山的军事遗迹可能是海龙屯的外围防御性设施。

玛瑙山碉楼复原图



碉楼，镇守在地势低 平处的“重火力”堡垒

在玛瑙山地势低平处建有一座碉楼，整体呈回字形，南北两墙上有对开的门洞，分别通往南北两侧的营盘，其结构见复原图（绘图/刘春田）。南北墙门洞上方，各开4个射击孔，分上下两排。东西两墙，墙体中央各有“介”字形孔，疑似原为供上下通行的楼道。东墙有射击孔两排，上排3个，下排2个。西墙上则有上中下三排射击孔，下排三孔，中上排皆两孔。射击孔形制，有内大外小的“斗形”和两头大中间小的“双喇叭形”两种（右图）。





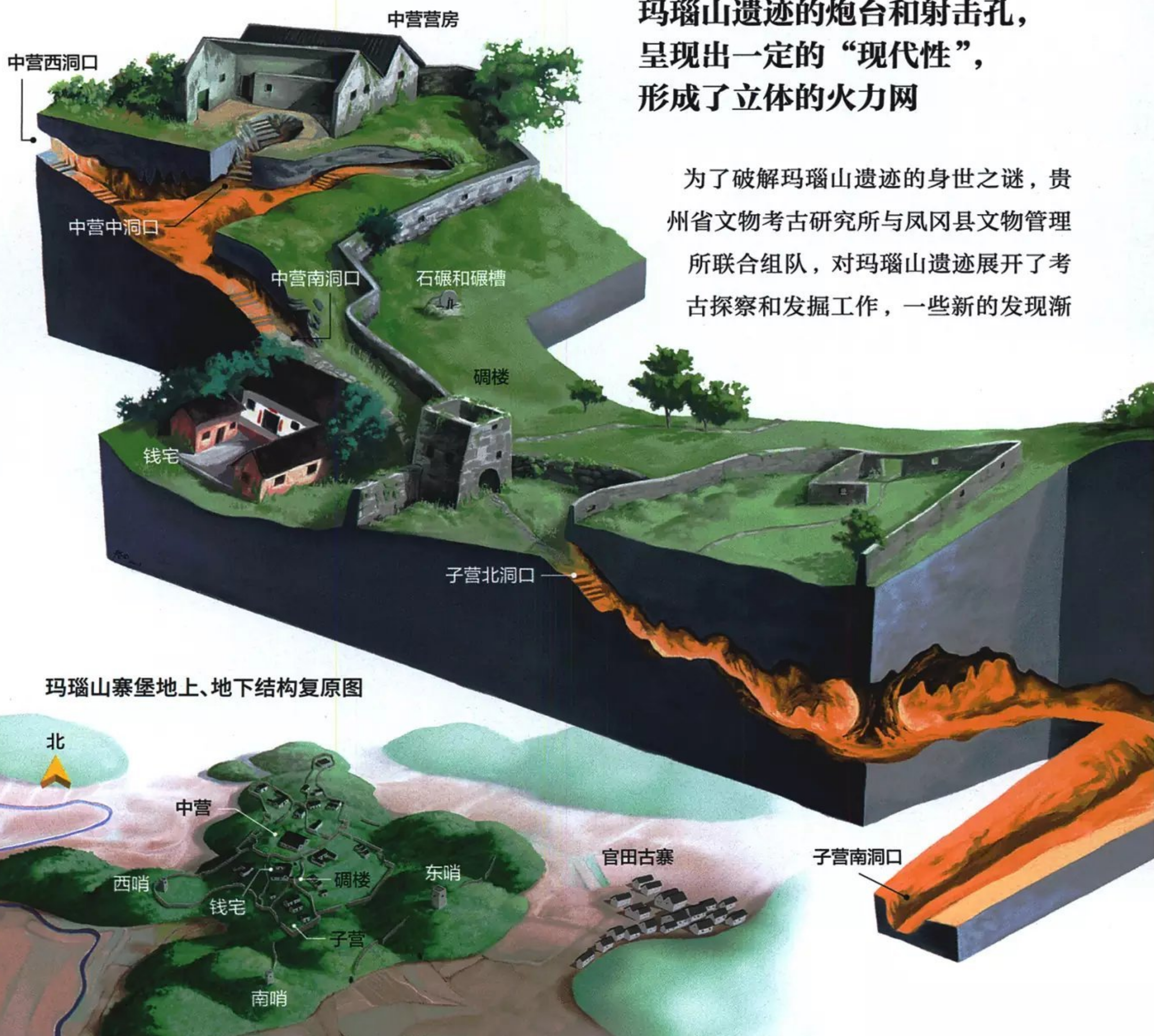
玛瑙山遗迹总面积约8万多平方米， 通过石砌垣墙将几座山丘连缀在一起， 又分隔为数个相互独立的营区。

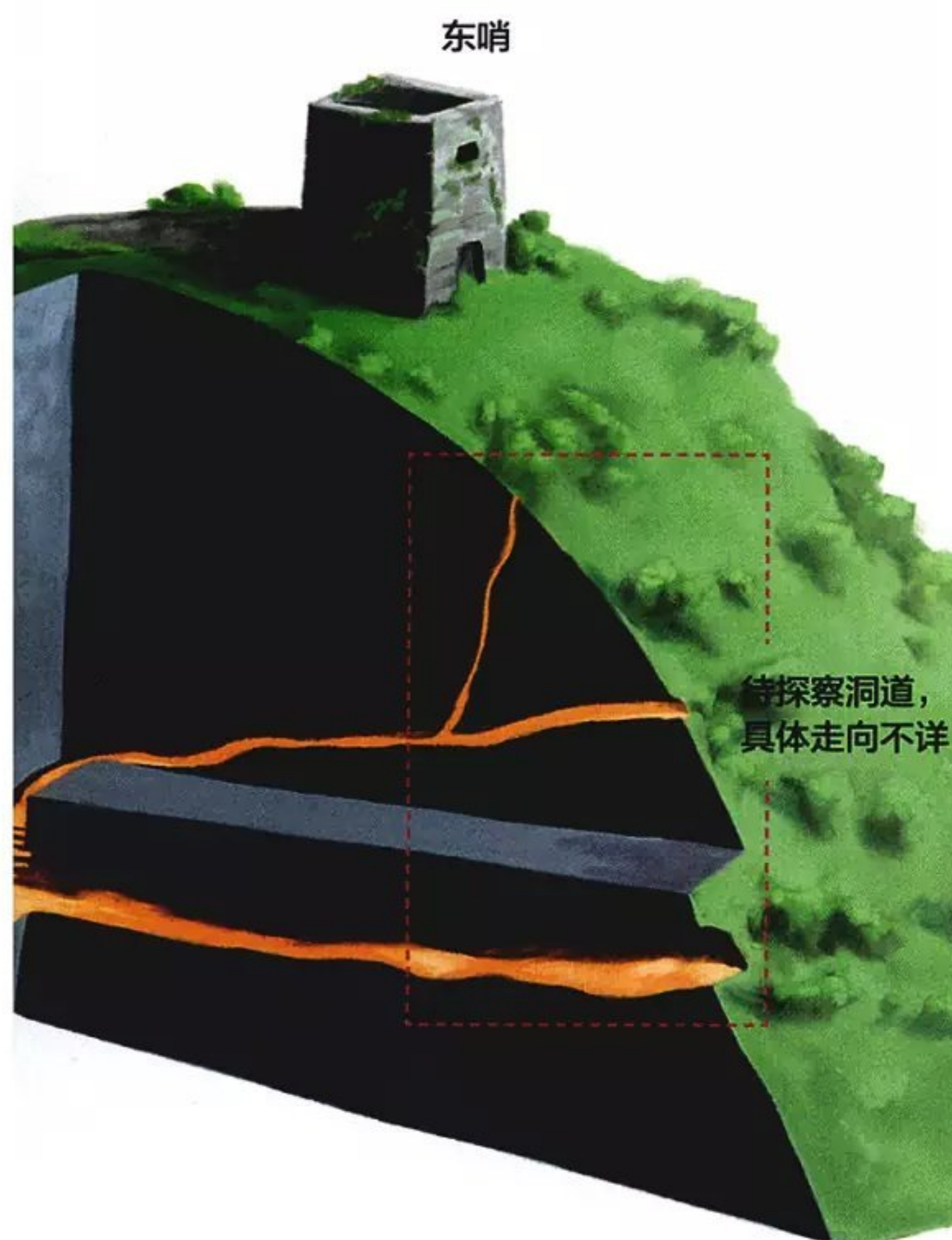
贵州省博物馆馆长李飞认为，在贵州曾掀起过三次较大规模山城营建的高潮，一次是宋蒙战争过程中修建的抗蒙山城，一次是明代修建的土司山城，一次是清咸同年间贵州各民族大起义时修建的寨堡。这些山城有的已经湮灭，有的遗迹尚存，我们在地图中标注出了其中最具代表性的山城。在这些山城中，对地下空间的立体利用，构成了玛瑙山寨堡与众不同的鲜明特色。我们根据考古工作者测绘的玛瑙山遗址平面图，进行了想象复原，以期能更加形象地展示出玛瑙山寨堡依山附洞、就势建垣，将地上和地下完美结合为一体的特征（绘图/刘春田）。从放大的剖面图中我们可以看出，人们可从玛瑙山中营进入溶洞，从碉楼附近的洞口出来后即达子营，又可通过子营之下的溶洞潜到营外。这些溶洞不仅是秘密的逃生通道，营内防御者也可通过溶洞迂回到营外，对攻营者形成反包围。

在贵州众多的山城中，
玛瑙山寨堡特征鲜明，
具有重要的意义

玛瑙山遗迹的炮台和射击孔，
呈现出一定的“现代性”，
形成了立体的火力网

为了破解玛瑙山遗迹的身世之谜，贵州省文物考古研究所与凤冈县文物管理所联合组队，对玛瑙山遗迹展开了考古探察和发掘工作，一些新的发现渐





渐浮现在人们眼前。

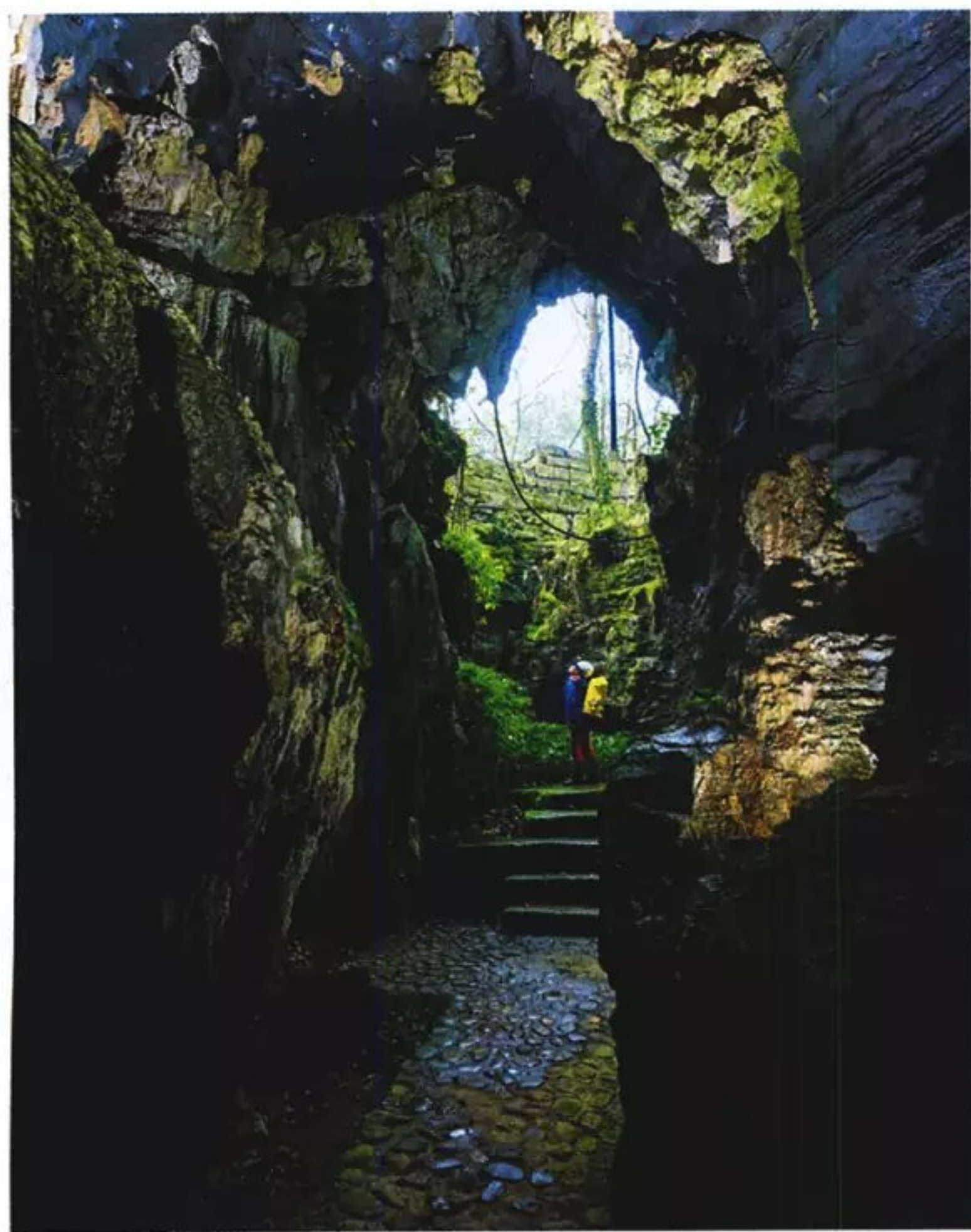
考古工作发现，玛瑙山遗迹总面积约 8 万多平方米，通过石砌垣墙将 7 座山丘连缀在一起，又分隔为 5 个（或 7 个）相互独立的营区。中心的两圈石墙是闭合的，长约 1000 米，将中营牢牢护卫起来，在其外围还有两圈断续分布的石墙，连接起外围的几座营盘。石墙之上开有城 35 道，使不同空间得以相互沟通，又方御作用。此外还有碉楼 1 座、哨台 3 射击孔 52 个。

11 座炮台，有的建于城墙之上，用一块大青石作为炮座，可放置较大型的火炮；有的直接选用原始基岩较为凸起的部分将之加工成为炮座。有的炮台可旋转 180 度，有的炮台可旋转 360 度，操作方便灵活。每座炮台都与前后左右城墙的射击孔形成集中的火力点，集短距离射击和中远程打击于一体，形成立体防御能力。

射击孔的设置也颇具特色。碉楼上集中分布了 20 个射击孔，其余则散布在石墙上。射击孔孔径有大有小，多数形制为双喇叭形，内、外大保证了有充裕的视界和射界，中间小则利于防御人员的安全。有的内孔径更是可以容纳二至三人射击，起到加大火力的作用。也可以一人作射击手，一人作观察员，已经具备现代狙击技术的雏形。

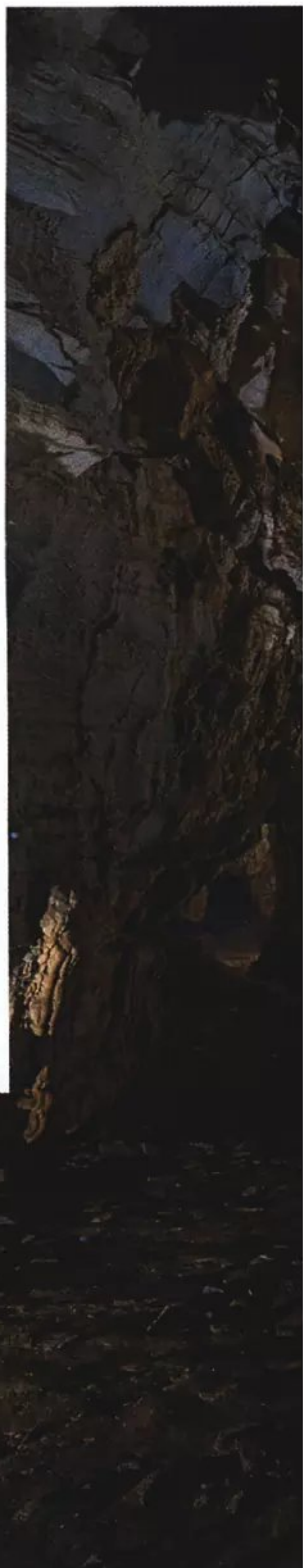
从这些防御设施上可以看出，玛瑙山遗迹发挥作用的
时代，武器已经从冷兵器转向热兵器。而直至明代，黔北
最显赫的杨氏土司家族所营建的海龙屯上都未发现类似
设施，所以玛瑙山遗迹的修建年代不会早于明代。此外
相关学者在仔细梳理明军进军路线后发现，“玛瑙囤”应
在遵义市湄潭县东、红花岗区虾子镇、三渡镇以西，与今
玛瑙山并非同一地点。

据当地村民说，在玛瑙山之下溶洞纵横交错，通过溶洞可使“七山连接，七营贯通”。



玛瑙山的地下空间，并非人为开凿，而是天然溶洞

在军事设施中挖掘地道、开辟地下空间，是比较常规的做法。但玛瑙山的地下空间却非人力而成，而是充分利用了天然溶洞。据当地村民介绍，玛瑙山之下溶洞纵横交错，可以使“七山连接，七营贯通”。但由于垮塌和人为封堵，目前已探明的只有堡寨中部“中营”和南部“子营”地下的两组溶洞。左图为中营中洞口，洞口为竖直开口，呈方形，长7.9米，宽5.86米，洞口外侧以前可能有建筑物，以使洞口更加隐蔽。右图为中营洞厅，面积约2800平方米，可容纳1000余人。右页上图为子营北洞口，其位置在碉楼旁边（供图/李飞），子营溶洞迂回曲折，已探明部分呈“久”字形，可从营内一直通往营外。



主持玛瑙山考古工作的原贵州省文物考古研究所副所长李飞告诉我们，他们在营地内随机布了3条探沟进行发掘，发现遗物中的大宗是瓷器。瓷器中的青花瓷、白釉瓷和珐琅彩瓷，具有明显的时代特征，均指向清中晚期。

这一结果也获得了文献资料的支持——在清光绪《湄潭县志》（玛瑙山地区在清代属石阡府湄潭县）中，我找到了“金磐山营，一名玛瑙山，城北百三十余里，平地突起，山坞怪石嵯峨，坞底一洞幽深曲折。武生钱青云鸠工凿石，就势建垣，因营此”的确切记载。

综合建筑特征、考古遗物、文献资料等各项证据，我们现在基本可以确定玛瑙山寨堡的营建与清咸丰同治（1851—1874年）年间贵州苗、侗、布依、水、汉、彝、瑶、回、仡佬等族居住地区先后爆发的起义有关。在那二十多年的时间里，兵祸连绵，人如草芥，贵州百姓纷纷筑寨建堡以自保，玛瑙山当为其中之一。





玛瑙山遗址,书写了“上山”的艺术, 展现了19世纪中后叶中国的“现代性”

咸同起义与“上山”的艺术

凤冈玛瑙山遗址,是清代咸同起义背景下,由政府倡导、当地乡绅钱青云(1808—1864年)于咸丰七年(1857年)主持营建的一处自卫性山地营垒,是数量庞大的清代山城的代表性遗存。据不完全统计,该类营盘遗址在贵州境内至少有千座以上,民国《续遵义府志》即载有432处。当时多数村寨均在聚居区附近觅得险地筑寨以自保,或在山巅,或在山洞内,玛瑙山则兼而有之,对地面与地下空间均进行了科学合理的利用。因山为守,成为社会动荡时期山地居民本能的,亦是明智的选择。山上的营垒,成为弱者的武器,面对起义军的侵扰,在政府不能提供有力保障的危急关头,乡间底层在乡绅的带领下,向更高的山地寻求庇护,书写了一种“上山”的艺术。

绅权的扩张与帝制的崩溃

19世纪是一个王朝崩溃和政治转向的历史时期,在该世纪的最后几十年里,整个清王朝专制统治体系处于全面崩溃之中,延续数千年的王朝体系迅速走向消亡。此时的中国乡村,为观察中华帝国统治体系衰败的基层力量和因素,乃至为解释后继历史发展相关线索提供了一扇窗户。嘉庆初年爆发的席卷川楚陕甘豫诸省的白莲教起义,标志着清王朝的由盛而衰。接踵而至的太平天国起义,使清王朝正规军(八旗与绿营)的不堪显露无遗,清廷不得已下旨民间倡办团练,行坚壁清野之法对抗义军。各地乡绅于是遵旨纷纷创办团练,招募乡勇,并筑寨堡以自保,以机动性自卫武力为特点的团练制度于是形成。团练与寨堡相互依存,保障一方。在社会动荡中,以生员为主体的乡绅

显示出突出的组织才能,对创办团练不遗余力,这既是为了保护自己的生命财产和既得利益,也为其在读书应试之外跻身宦籍提供了新的途径,乡绅于是普遍出现“武化”现象。其结果便是绅权的扩张,乃至帝制的崩溃,而这正是19世纪中后叶中国“现代性”的具体表现。以玛瑙山为代表的清代山地营垒,正是这一历史过程的产物。



李飞

贵州省博物馆
馆长 研究馆员 博士
连续8年主持世界遗产
海龙屯土司遗址的
考古发掘与研究工作

绘图/李亚龙

借助天然溶洞, 百年前这里就开始打“地道战”了

所有的战争,无非都是围绕攻、防、退、守进行,从防守来说,顺应自然环境,修筑易守难攻的军事防御工事是重中之重。玛瑙山既无高山峻岭,又无江河峡谷,它所凭借的地利又是什么呢?答案不在地上而在地下!

贵州不仅是山地王国,也是喀斯特王国。在全省土地面积中,喀斯特地貌面积占到了73.6%,喀斯特溶洞分布广达全省85%的县市。玛瑙山寨堡就充分利用了隐藏于地下的喀斯特溶洞,通过令人惊叹的巧妙布局,将地上和地下完美地结合为一体。

据当地村民说,在玛瑙山寨堡中,通过溶洞可使“七山连接,七营贯通”,但因为有的溶洞在后来曾被人为封堵,目前已探明的地下溶洞主要有2组。在中营之下,整个山体几乎都是空的,溶洞纵横交错。最大的洞厅面积约2800平方米,可容纳1000余人。据说钱青云曾用作聚义厅,是战时储备物资和商议军事之所。幽静曲折的溶洞共有三个洞口,呈“品”字形排布。西洞口在第一、二圈垣墙之间,原被石块封住,后被村民打开,发现正中有

玛瑙山出土遗物中的大宗是瓷器。 其中的青花瓷、白釉瓷和珐琅彩瓷， 具有明显的时代特征，均指向清中晚期。

在玛瑙山附近的溶洞中， 也发现了当年的遗迹

除玛瑙山寨堡已探明的地下溶洞之外，在玛瑙山以及附近地区，还发现了许多溶洞，这些溶洞是否能与玛瑙山的防御体系相连通，还有待日后进一步探索。在其中一个溶洞中，探索者发现了一些瓷器残片，从形制和花纹来看，与玛瑙山寨堡中出土的文物为同一时期。

一座坟墓，据说是一位炮师之墓，他曾为钱青云铸造过将军炮，其炮可装火药一斗二升，威力无比。后来炮师铸炮完毕要回家，钱青云担心其为他人铸炮，将其杀害，埋于洞口镇邪。中洞口是一个天然竖井，洞口之上早先可能有建筑，使出入更为隐蔽。中洞口以东，洞道曲折狭长，蜿蜒北行之后又曲折向南，可由此潜出中营，从南洞口（其位置在中营第二圈垣墙东南角）出来后直达碉楼。

另一组已探明的溶洞位于南部的子营之下。这段溶洞较中营之下的溶洞更窄，但长度更长。从碉楼旁的北洞口进入，可从最南端第四圈垣墙之外的南洞口出来。

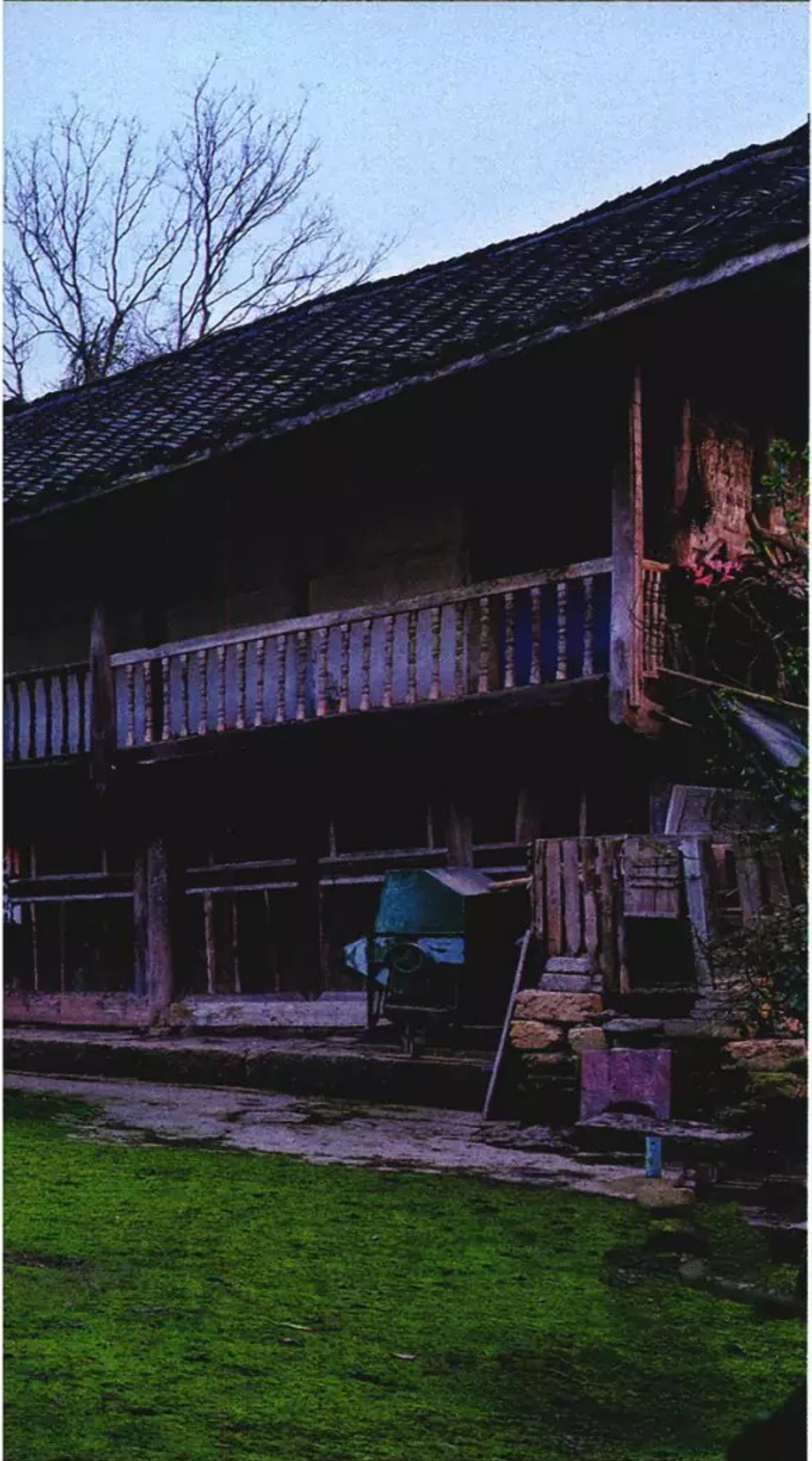
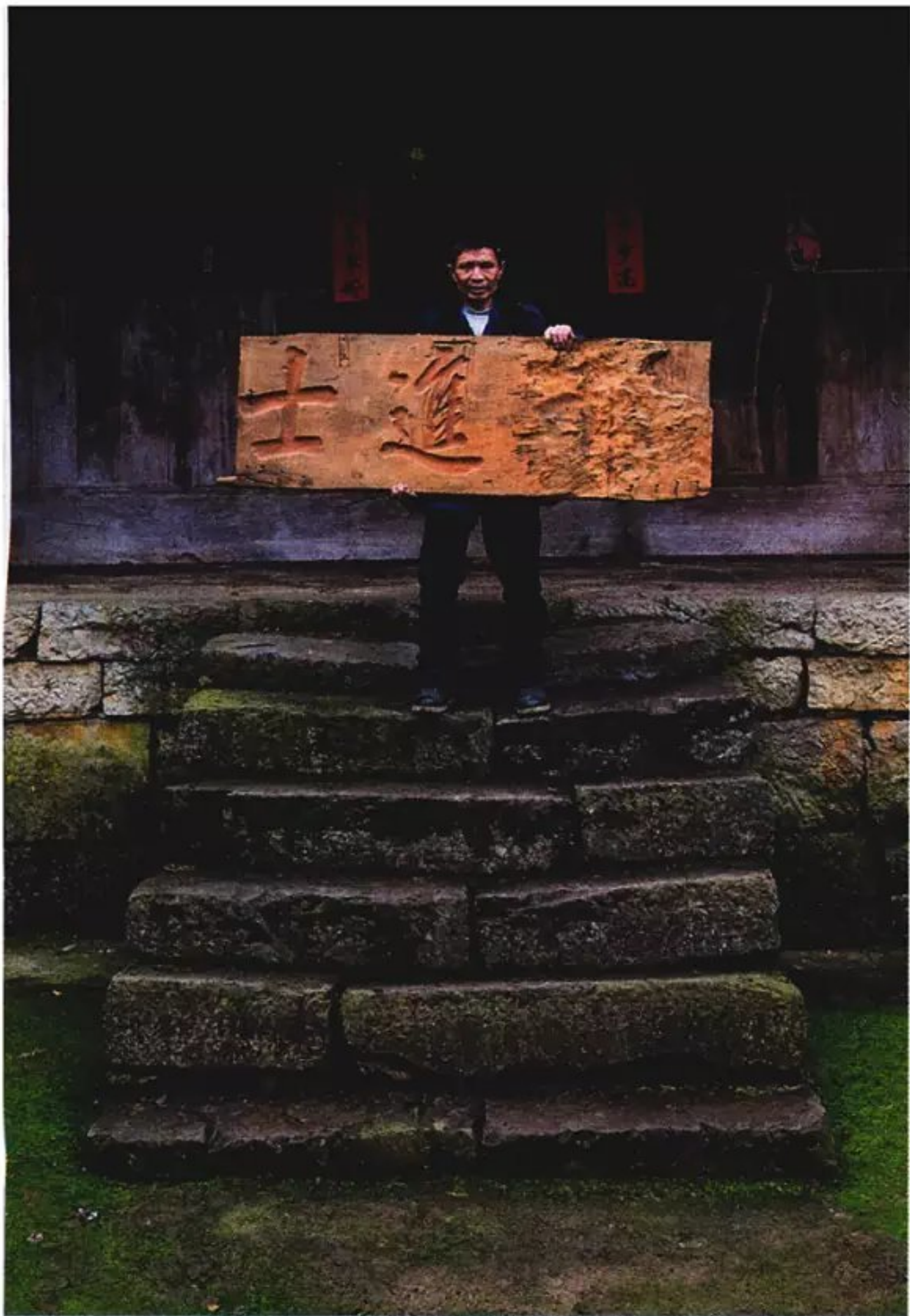


钱青云的后代们，只有一户还住在玛瑙山上，偶尔会回忆起祖先带领乡邻避难抗敌的故事。

玛瑙山寨堡中 仅剩的钱氏后人

玛瑙山寨堡，为清代咸同起义期间，地方武生钱青云捐资首倡并担任领导者，用于抵御战乱、保卫乡邻而兴建的。寨堡建成后，“一年成聚、二年成市、三年降者归者且益众”。但时至今日，寨堡已被废弃，只有一户钱氏后人还生活在其中（下图）。据族谱记载，钱氏家族是在明代迁居此地，玛瑙山上现存的钱氏老宅，其年代在300年以上。右图展现了老宅堂屋上的匾额，上书“岁进士”三字，岁字已经磨损。这是清代风俗，贡生花钱请当地的长官或名流写“进士匾”以作炫耀，比如岁贡生写作“岁进士”。但贡生其实还是秀才，是秀才中学问比较高的人。从这一细节可以看出，钱氏家族虽耕读传家，但一直只是地方乡绅阶层。直到钱青云修玛瑙山寨堡后，他本人才获得了功名，跃居官僚阶层。





也就是说在战争时，山外的村民便可通过这条秘道进入玛瑙山寨堡，也可在寨堡遭遇围攻时，防御人员从洞中秘道撤出，从外面对围攻者形成反包围。在东南侧第一层溶洞之下数米处，还有第二层溶洞形成的岔道，一直向东延伸，据说可以与玛瑙山寨堡东侧的官田古寨相通，但目前尚未探明。

此外，在玛瑙山以及附近地区，还发现了许多溶洞，在其中一处溶洞中还找到了一些同时期的文物遗存，如瓷器残片等。这些溶洞是否能与玛瑙山的防御体系相连通，还有待日后进一步探索。

与带有“官办”色彩的山城、土司城不同，玛瑙山寨堡是民间力量的体现和民间智慧的结晶

李飞根据多年来考古研究工作，梳理了贵州山地防御体系的发展脉络，发现在唐代以来的今日贵州版图上，曾掀起过三次较大规模山城营建的高潮：一次是13世纪中叶前后宋蒙战争过程中修建的抗蒙山城；一次是明代修建的土司山城，尤以明万历时期播州土司与明廷矛盾激化之后所建山城为多；最后一次则是清咸同年间贵州各民族大起义时修建的寨堡。

《宋史》载，宝祐六年（1258年）正月甲戌，“诏枢密院编修官吕逢年诣蜀阆，趣办关隘、屯栅、粮饷，相度黄平、思、播诸处险要缓急事宜，具工役以闻”……从诸多记载中可以看到，这一时期的贵州山城多是在中央政府命令、督办下修筑的。到了明代，土司为了对抗明廷，也是倾尽地方之力，修建了那些关、隘、峒、寨、屯。

及至清代中后期，正规军八旗与绿营已经糜烂不堪，清政府对地方的统治力大幅削弱，只能号召地方操办团练，民众建寨自保。在社会动荡、战乱频发之时，普通百姓除



了逃避和无辜承受外，只有聚族抵抗或寻求比他们强的乡绅庇佑。正如李飞所说：“寨堡多是政府倡议，乡民在深孚众望的乡绅领导下自行营建而成。”因此各个寨堡的构建，无疑都凝聚着一方百姓的血汗和苦楚，无疑都渗透着他们的智慧和灵巧。

而地方乡绅，相较平民而言通常占有更多的资源，是起事者首选的攻击目标，因此，他们更需要自保，成为组织民团、修筑寨堡的重要力量。另一方面，地方乡绅凭借其拥有的乡望和资源，在战乱时刻能够迅速召集大量的人力、物力来抵御危机。因此，当战争来临时，在自保和老百姓渴望庇护的需求中，他们主动招募人丁，组成乡勇，自觉不自觉地承担了这一责任。

以兴办团练为契机，军功士绅大量涌现，玛瑙山寨堡的倡举者和玛瑙山团练的创建人钱青云就是其中之一。据玛瑙山脚钱青云墓碑记载，钱青云弟兄5人为维护地方安宁，“捐金修营于玛瑙山，取名金磐山，并聚族众，招练防剿，远近众皆乐输、乐役。因此，贼不敢正视，地方得以偏安”（《钱氏族谱》）。钱青云本来只是一介武生，也就是俗称的武秀才，也因此“钦加五品蓝翎，以藩经历，尽先试用”，跃升为官僚阶层。这些军功士绅既打破了传统通过科举考试而晋升的阶梯，同时也造成了皇权渐次消解、绅权空前大张之势。

正是士绅的崛起，瓦解了大一统的皇权思想，使封建帝制分崩离析走向衰亡，而部分士绅因时顺势，走向了更广阔的舞台。兴义刘显世家族，就是由办团练起家，在民国初年，雄霸贵州十余年。就此来说，玛瑙山寨堡遗址，不仅仅是堪称清代贵州山地防御工事的典型代表，其中还蕴藏着更丰富、更深远的意义。■

荒草萋萋、西风残照，
金戈铁马只余残迹
供后人凭吊

虽然在去年被列入了全国重点文物保护单位，但玛瑙山寨堡由于地处荒僻，少为人知，基本还处于原始、荒凉的状态。现在，木构建筑大多朽坏无存，只余坚硬的石砌设施还顽强地矗立在林木荒草之中，供后人凭吊，成为贵州历史上一方百姓血汗和苦楚、智慧和灵巧的无言见证。

若尔盖不只有湿地

河曲湖泽之外的野性世界

说到若尔盖，绝大多数人立即浮现出的就是河曲蛇行、草原花开、湖泊飞鸟的湿地形象。其实，若尔盖湿地外围的山区地带，在为这里注入水流、如同臂膀守护着这片湿地的同时，也隐藏着一个不为人知的野性世界。一群野生动物摄影师经过持续多年的拍摄，为我们发掘出一片不同于传统湿地风貌的若尔盖。

A photograph of four wolves standing on a snowy mountain slope. The wolves are positioned in the lower half of the frame, looking towards a vast, hazy landscape. The background is a soft, blue-toned expanse of mountains and sky, suggesting a high-altitude environment. The foreground is covered in a layer of snow, with some patches of dry grass visible.

狼是家喻户晓的动物，但如今在荒野之中自由游荡的狼已经越来越少。在青藏高原的可可西里、羌塘，以及新疆的阿尔金山一带，偶尔还能见到形单影只的孤狼，人们想象中的“狼群”已经非常罕见。在川西高原若尔盖县的西北部山区，摄影师在一座低矮山丘上发现了7匹狼，被人类的出现短暂吸引注意力之后，它们继续踏着积雪枯草前行，慢慢消失在山坡上。能在野外看到狼的地方又多了一个，也意味着在“湖泊飞鸟”这样的印象之外，若尔盖是一个更加充满野性的地方。

摄影 / 李婧

撰文

张静

摄影

董磊 等

“我

们准备到若尔盖调查猛禽和兽类，一起去不？”

2018年的隆冬12月，收到这样的邀约时，我着实愣了一下。回想我多次前往那里的经历，“若尔盖”对我而言几乎等同于“湿地”、“水鸟”，哪有猛禽和兽类？

但是，发出邀约的唐军是一位有着20多年经验的资深自然摄影师，正如他所在的“西南山地”一样，他对我国西南地区的山川地貌以及野生动物了如指掌，绝不会跟我开玩笑。

这就意味着：我对若尔盖的认知存在严重的空白。

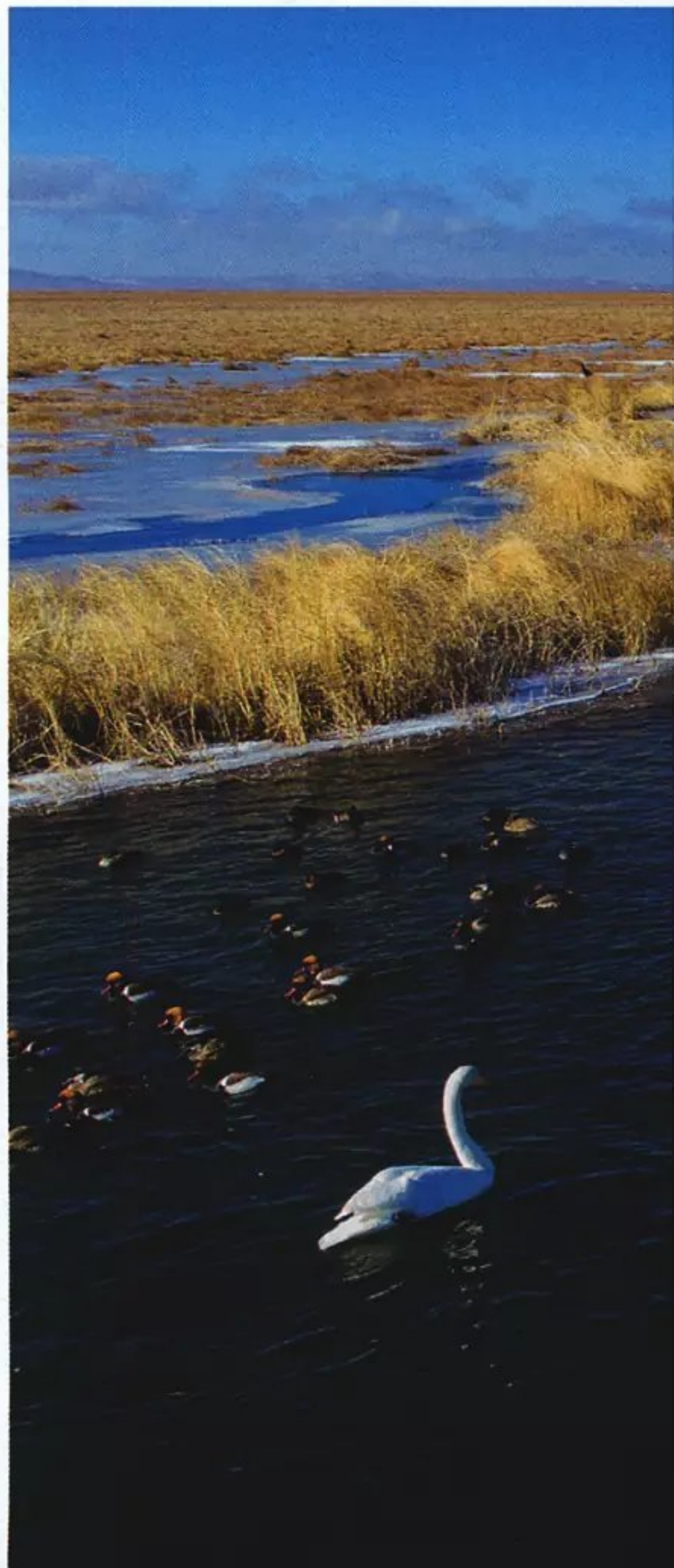
顶着零下20度的寒风，我俩和自然摄影师董磊、陈静桥四人从成都驱车赶到了若尔盖县城，进入了行政区划上的“若尔盖”。休整一番之后，我们驶出县城直奔西北方向而去。当进入若尔盖保护区的核心——热尔大草原时，路上的积雪越来越厚。这片我国面积最大的高寒泥炭沼泽，造就了川西高原上最壮丽的湿地景观，也是包括我在内的很多人心目中标准的“若尔盖”。然

而我们并没有在此停留，而是“车不停蹄”地向着湿地以北前进。伴随着引擎的轰鸣，道路两旁的景色开始改变，草甸、山地、林区不断进入我的视野。尽管此行最终因天气原因没有持续很久，能在若尔盖北部山区目睹湿地之外的生态系统，以及藏原羚、艾鼬等与我理解的“若尔盖”相去甚远的物种，还是让我感到震撼。这绝非我首次造访若尔盖，但这里却陌生得仿佛初见一般。我不禁问自己：“究竟什么才是真正的若尔盖？”

再探若尔盖：湿地水鸟不是全部，高寒草甸之上还有猛禽翱翔

带着疑问，我回到成都温暖的家中，找了一些若尔盖的航拍片，并打开了Google Earth。随着青藏高原的逐渐隆升，若尔盖所在的地方因断陷下沉而形成一座巨大的浅凹状盆地，漫无边际的平坦草原铺垫在盆底，散落其中的湿地湖沼如同一颗颗硕大的蓝色宝石。或许这些“宝石”过

于耀眼，让人们忽略了这巨盆的盆口还有一圈高低不平的“边”——连绵起伏的山岭从北、东、南三面环绕张开臂膀，环抱着若尔盖的湿地和草原，只在西北方磕开了一个“缺口”，通向黄河大弯。壮丽的湿地、群聚于此的水鸟，更符合大众审美，也更容易前往，若尔盖因此被打上了深深



若尔盖以蜿蜒的河曲和星罗棋布的湿地闻名， 这里不仅是黑颈鹤繁殖地，也是大天鹅越冬地。

长河蜿蜒、湿地漫滩：
人们最为熟悉的若尔盖

在川西高原的群山环抱中，坐落着“中国最美的湿地”若尔盖。这里的热尔大草原是我国面积最大的高寒沼泽湿地，河曲蜿蜒蛇行（右图 摄影 / 李俊杰），湖泊星罗棋布，在一望无际的湿地之上，飞鸟群聚。大天鹅与众多水禽在湖中浮水（下图 摄影 / 陈静桥），呈现出一幅自然景观与生物多样性相交织的壮丽画卷，这也是为什么长久以来人们在谈起若尔盖时，“湿地”永远是第一话题。





的“烙印”，即便是针对这里的科学研究，也同样围绕着湿地展开——在我打开知网，输入“若尔盖”之后，刷出的1300余条文献的标题中，“湿地”、“泥炭沼泽”和“河曲”这样的字眼几乎随处可见。

但如今，我已经亲身体会了一次湿地之外的若尔盖，充满野性的若尔盖。而且我也明

白了唐军当时邀请我的“底气”来自哪里——自2018年初以来，“西南山地”和若尔盖湿地国家级自然保护区在备受冷落的若尔盖周边山地进行了六次调查。在若尔盖的北部、东部及东南部是海拔2300—4200米、丘陵起伏的高原，深邃的峡谷隐匿在林立的高山之后。在动物地理区划上，若尔盖的位置

刚好处于古北界和东洋界的分界线上，物种组成在这里呈现出广泛的过渡性和渗透性。由于平均海拔高，气候寒冷，若尔盖境内的脊椎动物基本上以高地型为主。每一次调查都会有新的物种影像记录，也让大家对“若尔盖”这一概念的理解更深了一层。

在首次被湿地之外的若尔

若尔盖拥有湿润凉爽的 另一个“巴西”

巴西，在四川省阿坝藏族羌族自治州的若尔盖县地图上，我们能找到这样一个神奇的地名。与南美洲热情奔放的足球王国不同，若尔盖县东部巴西镇因为海拔较高，夏季往往凉爽湿润。图片中是这里山地夏日傍晚的常见景象，天空被带来降雨的幡状云所覆盖。幡状云的拖尾如触须一样在低层大气中飘浮——是雨水降落的线迹。巴西镇每年高温干燥的日期短暂，湿润与凉爽的气候孕育出与别处不同的高原低山生态体

盖所震撼之后，我一直渴望能再一次前往那里去调查。终于，在2019年末至2020年初，我等到了一次冬季调查的机会，我们一行四人的“老班底”又聚在了若尔盖县城，再次踏上旅途，有了上次的经历，我对此行更加充满期待。

驶出县城之后，我们的车快速经过著名的花湖湿地，未

作片刻停留。213国道北侧原本黑黝黝的丘陵随着落雪变成了一个白色的“大馒头”，透过车窗望向远处的天际线，一列高耸的山峰若隐若现。一个多小时之后，我们离开了平坦的国道，转向高低起伏的丘陵地带，随着两边越来越开阔，典型的亚高山高寒草甸景观开始占据我们的视野。各类猛禽从空

中掠过，让大家提起了精神，盯着车窗外期待有所发现。这里的猛禽种类和数量出乎预料，我们一路不曾间断的行驶此因一次次与它们的邂逅被不间断，有时刚开上几十米就靠边停下。

在皑皑白雪和朗朗晴空衬托下，羽色多为棕褐的猛禽难被发现。高寒草甸开阔的

宁静湿地之外， 另一个苍茫的若尔盖

展开若尔盖的地形图，便不难发现它四周的群山张开两只臂膀，从北、东、南三面将广阔的湿地拥入怀中。在若尔盖西北的红星镇，山峦与草场间的河它村周边仿佛若尔盖地形的缩影。这里年均降雨量700毫米左右，气候与巴西镇类似，刚刚入秋，雨水凝为雪花飘落，呈现出若尔盖地区的另一道风景（下图 摄影/纳么玖）。在湿地之外，广阔的高寒草甸其实是若尔盖更为主要的生态系统类型，裸露的岩山、四季的野草枯荣，赋予了它不同于湿地的苍茫感（右图 摄影/邹滔）。



若尔盖湿地国家级自然保护区及周边区域地形示意图



在湿地之外，广阔的高寒草甸其实是若尔盖更为主要的生态系统类型，裸露的岩山、四季的野草枯荣，赋予了它不同于湿地的苍茫感。



野，充足的食物吸引了各种体型的空中猎手，翼展超过两米的金雕和玉带海雕、草原雕、白尾海雕等大型猛禽通常比较高调，它们在高空盘旋，可以捕食旱獭、岩羊这类体型较大的啮齿动物和有蹄类；体型中等的黑鸢、大鸢、毛脚鸢常张着翅膀在草甸上空滑过，紧盯着草丛中敢于鲁莽冒头的鼠兔；在空中上下穿插飞行、一闪而过的是体型虽小但迅如闪电的猎隼，即便是其他敏捷

的鸟类也难逃它们招牌式的高速俯冲；秃鹫和高山兀鹫在地面扑腾着翅膀，时起时落，四处寻找被其他捕食者抛弃的残羹冷炙，一旦发现目标便一拥而上。

一张立体的生态网络就这样呈现在我们面前。这些猛禽为什么会聚集于此呢？唐军告诉我，通过这些年的实地考察，人们发现高寒草甸是若尔盖境内最主要的一种生态系统类型，比起人们熟知的湿地更为典型，

从较低处的湖泊一直绵延至海拔 3600—4800 米的地区都有分布。草甸植物种类繁多，数量庞大的黑唇鼠兔、喜马拉雅旱獭在这里繁殖，构成了完整食物网的基础，为猛禽提供了充裕的口粮。根据现有的结果，若尔盖的高寒草甸地带可能是四川省猛禽种类最多、种群数量最大的区域。

不过，被充裕的食物吸引而来的还不只有猛禽。

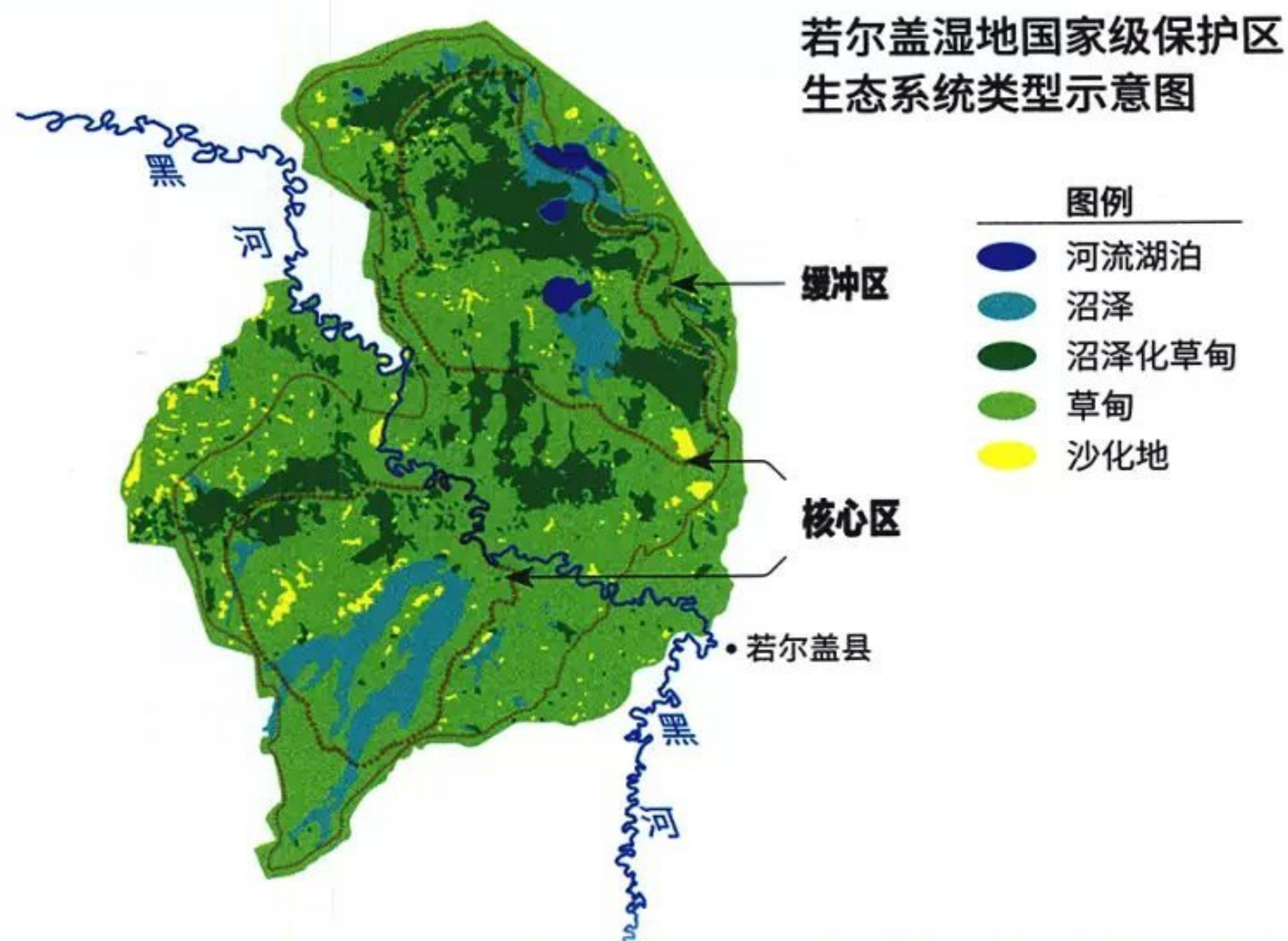
草甸植物种类繁多，支撑了这里庞大的鼠兔种群，
为食肉动物提供了充足的食物。



废矿乱石，在夹缝中栖身的荒漠猫

当我们离开猛禽翱翔的草甸时，我在车中意犹未尽地念叨着刚才的收获，又贪心地希望此次调查能在兽类记录中有所突破。“有一个地方，咱们倒是可以去碰碰运气。”唐军说道，嘴角挂着一丝笑意。看起来，他应该是在之前的调查中发现了什么“好地方”。

车辆继续前行，经历了目击猛禽的兴奋之后，此刻大家都有些昏昏欲睡。一阵突然而来的颠簸将我晃醒，老唐将车拐进了没有什么路的草地中，我心里想，看来“好地方”要到了。



行驶了大约 20 来分钟，四周的植被明显没有此前的丰茂，感觉更加荒芜。此时，前方出现了一座小山包，侧面似乎被挖掉了一块。随着不断接近，我才看清这是一片废弃的矿坑，周围散落着大小不一的凌乱石

堆。唐军在距离矿坑 200 米左右的地方缓缓停住车，掏出望远镜仔细望向石堆。

一处废矿坑而已，面积又不大，难道会有什么玄机？眼看着唐军没有什么发现，继续发动车子慢慢向矿坑挪动，我

草甸中栖息的鼠兔， 支撑着生态系统的根基

辽阔的高寒草甸才是若尔盖分布最广的生态类型（左页地图）。春夏之交，草甸被盛开的鲜花装点，与远处的群山交相呼应（左图 摄影/刘彦鸣）。草甸上经常可以看到一种沙褐色的小兽从草丛中探出头来——长着黑鼻子、在地下聚群穴居的黑唇鼠兔（右图）是若尔盖数量最庞大的小型兽类之一，它们支撑起这里的食物网，为许多食肉动物提供食物，如我国体型最大的鼬科动物艾鼬（下图）。在草甸上，经常能看到这些身被长长黑色针毛、脸上戴着“黑面罩”的动物互相追逐打闹。



尽管栖息地越来越有限， 狼仍然在若尔盖的荒野中顽强生存、繁衍生息。

感到疑惑不解。过了好一会儿，他突然把望远镜塞给我：“看前面那堆石头！”，随后他还来不及给我指清方向，就开始迅速准备他的摄影器材。我连忙端起望远镜望向石山，慢慢“扫”了大约两分钟，却一无所获。这时，唐军已经抄起相机，顾不上向我解释便向着石山不停按动快门。从他的相机屏幕上，我才终于发现一块比较显眼的红色石头旁探出一个小脑袋。“那是……荒漠猫？”，当我再次举起望远镜望向石山，一时竟有些不自信——我看到的是一个很小的猫脑袋，但能在这里看到荒漠猫，实在是大大超出了我的预期，也许只是一只普通的野猫呢？

当唐军把相机中的照片放大，让我们足以看清目标的全貌时，我才最终确定——沙黄色的被毛、一对“蓝眼睛”、白色的“下巴”、两耳尖端各有一簇短毛……这绝不是什



正是诞生于若尔盖，但不是在这样的废弃矿坑里。

这张荒漠猫清晰的“正面照”，实在让我觉得不虚此行，要知道，这种我国特有的猫科动物极为神秘，人类对它们知之甚少。根据过去的资料，我们只知道它们“可能”分布在四川、青海、甘肃、宁夏和陕西等地，主要在荒漠、山林边缘、高山灌丛和高山草甸地带生活。

而在理论性的描述之外，在过去的很长时间里，国内的荒漠猫照片绝大多数是由红外触发相机拍摄到的，能有这样的机会当面观察、拍摄它们，真是难得的体验。

“我来了四次，算上这次也只碰到过两回荒漠猫，能拍到这么清晰的照片太不容易了。”唐军一边感叹，一边向我们介绍这片神奇的废矿：这里满打

若尔盖的荒野之中， 隐藏着怎样的世界？

由于湿地太过耀眼，若尔盖的河曲湖沼几乎占尽了所有的关注。人们对湿地周边的群山知之甚少，它们在很长时间都充当着各类湿地照片的背景板。2018年起，“西南山地”和世界自然基金会（WWF）等机构先后对若尔盖周边山地进行了数次调查，无人关注的荒野之中，隐藏着一个与湿地完全不同的世界。2019年的夏季调查中，布设在野外的红外触发相机捕捉到了两只狼崽悄悄经过的画面。尽管栖息地愈来愈有限，狼仍然在荒野中顽强生存、繁衍生息。供图 / 西南山地



在这里驱车前行，一路上隔个几十米就能看到一两只猛禽，若尔盖的高寒草甸可能是四川猛禽种类最多、数量最大的区域。



满算也只有区区几平方公里，但几次若尔盖考察期间，他曾在这附近先后见过赤狐、藏狐、猓狍、兔狲等食肉动物。当我们下车进入废矿的石山时，果然在另一处石堆边缘发现了一只赤狐，与其说我们发现了它，不如说它发现了我们，当我们留意到它时，这只好奇的赤狐已经在高处俯视着我们了。

离开废矿时，唐军和董磊

讨论着这里为何能吸引众多的食肉动物——在开阔的高寒草甸，由于植被低矮，没有树木和其他的隐蔽物，这对于捕食者而言是需要克服的难题。与空中飞翔的猛禽不同，在地面游荡的食肉兽类只有灵活利用环境才能顺利接近鼠兔、旱獭等猎物。对这些掠食者来说，石头比较多的岩山地带，更有利于它们隐蔽藏身、埋伏

捕食。而这种被人类废弃的矿石堆，无意中成了更为理想的栖息地——食肉动物在隐蔽埋伏、靠近猎物的同时，又可以在乱石缝隙中谋得一处栖身之地。

“不光是栖身之地，还有繁衍后代的场所。”唐军补充道，在2019年的夏季调查中，他们曾在这片废矿的石山中发现了两只刚刚长大的小狼崽。

七匹狼：尾随着藏原羚群翻山越岭

听到“狼”，我立刻变得兴趣盎然。在常人看来，狼是民间故事中的常客，而且是充当反派的常客。但在野外，它们可绝非常客，实际上想一睹这些四处游荡的“荒野浪子”并不容易，对我来说甚至是奢望——这些年我四处拍摄野生动物，但一直没有在野外亲眼见过狼。一些有幸观察、拍摄狼的朋友所带回的，也通常是形单影只的孤狼，最多是三三两两的凑成一队，谨慎地在原野中流浪，很是落寞。因此，唐军一提起2019年拍到狼崽的事，又让我振奋起疲惫的精神，只是我不曾想到，这次冬季调查真的扩充了狼的野外影像记录。

在本次调查即将结束时，我们来到若尔盖西北部的日尔朗山方向，准备翻山到背后相对低海拔的林区看一看。车子刚刚爬上一个缓坡顶部，坐在副驾驶上的摄影师陈静桥突然指着左侧的山坡喊道：“看，那是啥？”车刚停稳，我们就发现山坡上有三个黑点动了起来，唐军拿起望远镜看了一下：“狼，

三只狼！”他的话音未落，就被同样端着望远镜的陈静桥打断：“不是三只，是五只，不，七只！”果然，远处的积雪的山坡上，三只狼缓缓从雪地里站起，斜着身子注视着我们，在它们附近还有四只趴在雪地上，似乎对我们的闯入漠不关心。它

们明显第一时间就发现了我们，只是并不慌张，最先站起来的三只狼凝视了我们一会儿，转身越过山坡的顶部，消失在视野中，其余的四只狼也挨个起身，慢慢地有序离开。

目送这七匹狼离去后，我放下望远镜，回味着最后一只



除了水鸟，若尔盖也是各类猛禽的家园

若尔盖高山草甸适宜的气候、充沛的食物吸引了许多猛禽聚集于此。在这里的草甸驱车前行，有时每隔几十米就能看到空中翱翔的金雕，或是从草甸低空掠过的黑鸢（左图）等猛禽；在草甸周边的岩石缝中，常能看到日行性的猫头鹰——纵纹腹小鸮（左页图）；被遗弃在草地的残羹冷炙，立刻会被一哄而上的秃鹫打扫干净（下图）。这里可能是四川猛禽种类最多、数量最大的地区。



在若尔盖,我们为神秘的荒漠猫拍下了“正面照”。

为我国最神秘的猫科动物之一拍摄“正面照”



在若尔盖周边山地,经常有豹猫(左图 摄影/唐军)等猫科动物出没。在我国的野生猫科动物中,荒漠猫一直是充满神秘色彩的物种,此前它们曾被认为是“野猫”。按照资料,这种我国特有的猫科动物分布区覆盖了我国中西部甘肃、青海东部、四川西北部等广大区域,但在野外却并不多见。在若尔盖山区一处废弃矿场,摄影师有幸为一只栖身在乱石中的荒漠猫拍下了“正面照”。体侧沙黄色的条纹、两条淡褐色的“面纹”、一对“蓝眼睛”、白色的“下巴”以及耳尖的暗红色簇毛,界定了它的身份(右图 摄影/唐军)。



狼站在坡顶回望我们,然后低头扭身而去的背影。除却激动和兴奋之外,我也感到一丝哀伤:从它们的身上我感不到一点霸气和凶狠,论气势甚至不如一些彪悍的狗,可想而知它们在野外生存的艰难。不过若尔盖野外还有狼群这一事实,还是让我倍感欣慰。

接下来的车程中,大家都沉默不语,或许都在像我一样回味刚才那意料之外的邂逅,回忆那七匹狼在雪山背景映衬下的背影。直到唐军突然猛踩刹车,大家被晃得前仰后合,才回过神来,以为又看到了狼。

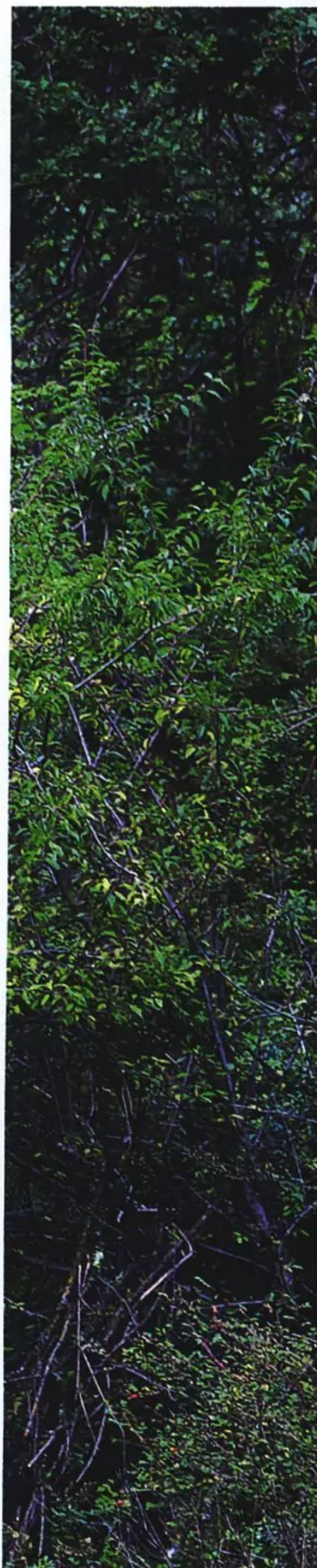
“不是狼,但可能是它们把狼引过来的。”我顺着唐军的手势望过去,山坡上晃动着一群“白屁股”——大约20只藏原羚正在积雪下寻找食物,臀部的白毛格外显眼。这里距离刚才遇到狼群的地方大概一丘之隔,狼群真的是如我们所想的那样尾随它们而来的吗?

当我们想要继续前行时,却在接近山顶的地方被深深的积雪挡住了去路,几番努力之后,我们只得情愿地调转车头,看来这次的冬季调查又要被迫画上句号了。返程途中,我们经过刚才遇到藏原羚的地

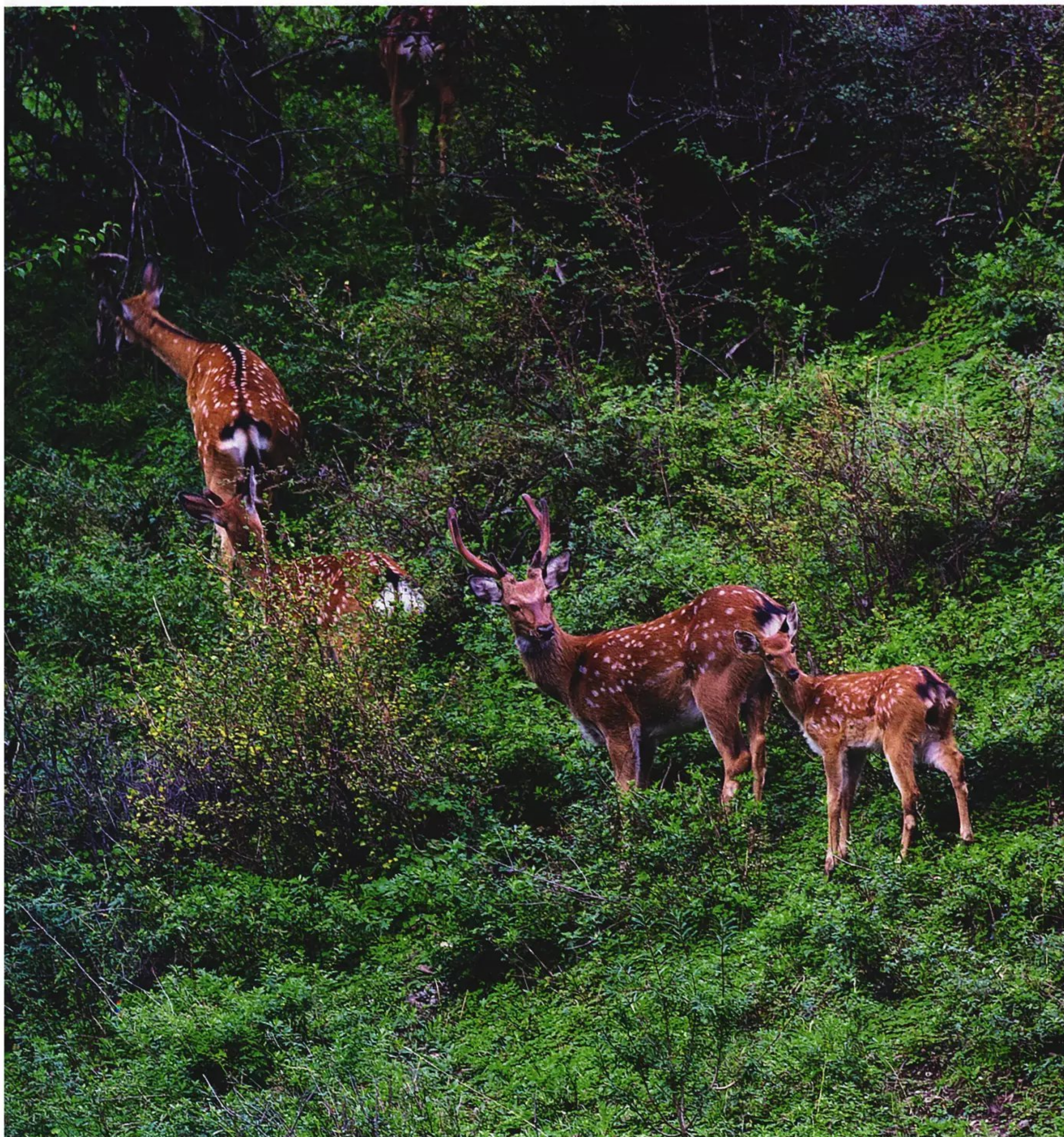


**若尔盖东北部的密林灌丛，
栖息着我国最大的
四川梅花鹿种群**

上世纪60年代，动物学家根据采自四川若尔盖东北部铁布腊子沟的5具野生梅花鹿标本，确立了梅花鹿四川亚种（右图）。如今，这里所在的若尔盖东北部森林灌丛地带（左图）仍然是四川梅花鹿最大野生种群的栖息地。森林灌丛良好的隐蔽性和丰富的食物为各种鸟类和梅花鹿、岩羊（下图 摄影/唐军）等有蹄类哺乳动物提供了理想的生境。



**若尔盖东北部的高山森林，生活着我国特有的
四川梅花鹿的最大野生种群。**



**当你在若尔盖四处搜索各种兽类时，
它们可能正躲在隐蔽处偷偷观察着你。**



荒野之中，
一不小心就会与野生动物
“对视”

在与荒漠猫“偶遇”的废矿坑，参与调查的队员在抬头环视时，无意与石山中一只“暗中观察”的赤狐视线相对（左图 摄影 / 唐军）。在若尔盖的荒原，有些动物会与人类“相互观察”——曾因2019年末的鼠疫一度登上热搜的旱獭（右图 摄影 / 唐军），在若尔盖实际上是比较常见的大型啮齿动物，它们经常三三两两聚在洞口，好奇地注视着路过的调查人员，同时也在警惕着藏狐（下图 摄影 / 邹滔）这样鬼鬼祟祟的天敌。



方，羊群已经离开，雪地上只剩下纷乱的蹄印，但在不远处我们却看到了一群“老朋友”——先前的七匹狼正排着松散的队形，垂着头慢慢前行。看来正如我们推测的那样，它们正凭借着与生俱来的坚韧，在天寒地冻中尾

随着羚羊群，耐心地等待机会。冬季的酷寒、食物的紧缺……生存的重压之下，它们不能放弃任何一个果腹的机会。

湿地、草甸、群山，究竟什么才是若尔盖的全貌？

返回若尔盖县城的路上，唐军略带遗憾地说：“如果不是被雪挡了路，原本还想着能往东朝迭部的方向走走，找找梅花鹿、马麝、鬣羚之类的。”

如果仅仅按照若尔盖的行政区划来看，其境内的植被类型主要以沼泽草甸、草原和亚



高山草甸草原为主，森林资源反而有限。只是在县域东北部靠近嘉陵江流域的低海拔山沟或阴湿的坡地上，才分布着稀疏的、主要由圆柏和冷杉组成的森林，以及由山柳、金腊梅、忍冬等组成的高山灌丛。

比起草甸和高山，森林和灌丛的隐蔽性和食物丰富度无疑更加理想。所以在之前若尔盖的调查中，常能在高山灌丛中发现斑尾榛鸡、血雉等雉鸡

类，同时梅花鹿、狍、野猪、狗獾、猪獾、鬣羚、马麝等大型动物也会在林中小心穿行。我国特有的梅花鹿四川亚种的最大野生种群，就栖息在若尔盖县东北部铁布镇山后的峡谷中。

接近县城时，我们接到若尔盖湿地保护区的俄尔局长通知，花湖湿地来了一大群大天鹅。领略了若尔盖的群山之后，我们又回到了冰封的湿地之畔，在远处尚未冰冻的水面上，天鹅聚集

在一起游弋。大家开着玩笑，说相机的储存卡都快装不下了。

是的，我们的确不虚此行。当我站在湿地边举目远望，依稀可见的群山已是那么遥远。但如今它们对我而言已不再陌生，只是长久以来，我都没有留意过、也没有想过湿地之外的若尔盖会隐藏着怎样一个世界。

我想到2018年初次若尔盖“探山”时问过自己的问题：“究竟什么才是真正的若尔盖？”



若尔盖既有蜿蜒长河的柔和,也有湖泊湿地的宁静,同时又有高山峡谷的雄浑,以及连绵草甸的壮阔……复杂的地形和多样的生态系统在这片大地上**共同演绎着独有的风采。**

是县界圈定的范围吗?是保护区的核心区里辽阔壮丽的湿地吗?每个人对“若尔盖”必然都有着自己的解读。但于我而言,它是一片因生境复杂交错而具有独特魅力的地方。这片低陷的盆地以及周边既有蜿蜒长河的柔和,也有湖泊湿地的宁静,同时又有高山峡谷的雄浑,以及连绵草甸的壮阔……山地为湿地补充水流,滋养着一方生灵;而低处草甸

随着海拔的提升延伸,沿生境扩散的鼠兔等生物又支撑起了湿地之外的生态系统。所有的这一切,才是完整的若尔盖,而我们对它的了解依然那么有限。此次以及之前的调查,仅仅覆盖了若尔盖北部山地的一段而已,摊开地图,在它的东面、南面仍然有很多未知。

当我们后续的足迹深入到这些地方之时,或许又将再次认识“若尔盖”吧。□

湖泊草甸、群山峡谷, 组成了完整的若尔盖

若尔盖扎萨格峡谷附近,一群藏原羚从积雪的山坡经过,臀部的白毛格外醒目。在若尔盖周边的高海拔地区,藏原羚为游荡的狼提供了食物。根据调查人员的记录,报道开篇拍摄的7匹狼便是在天寒地冻中尾随着一群藏原羚。随着对若尔盖湿地之外生态系统调查的深入,我们逐渐认识到,这片低陷的盆地既有长河湖泊,也有草甸森林和群山峡谷,多种多样的生境汇聚在一起,才是若尔盖完整的样貌。
摄影/纳么玖

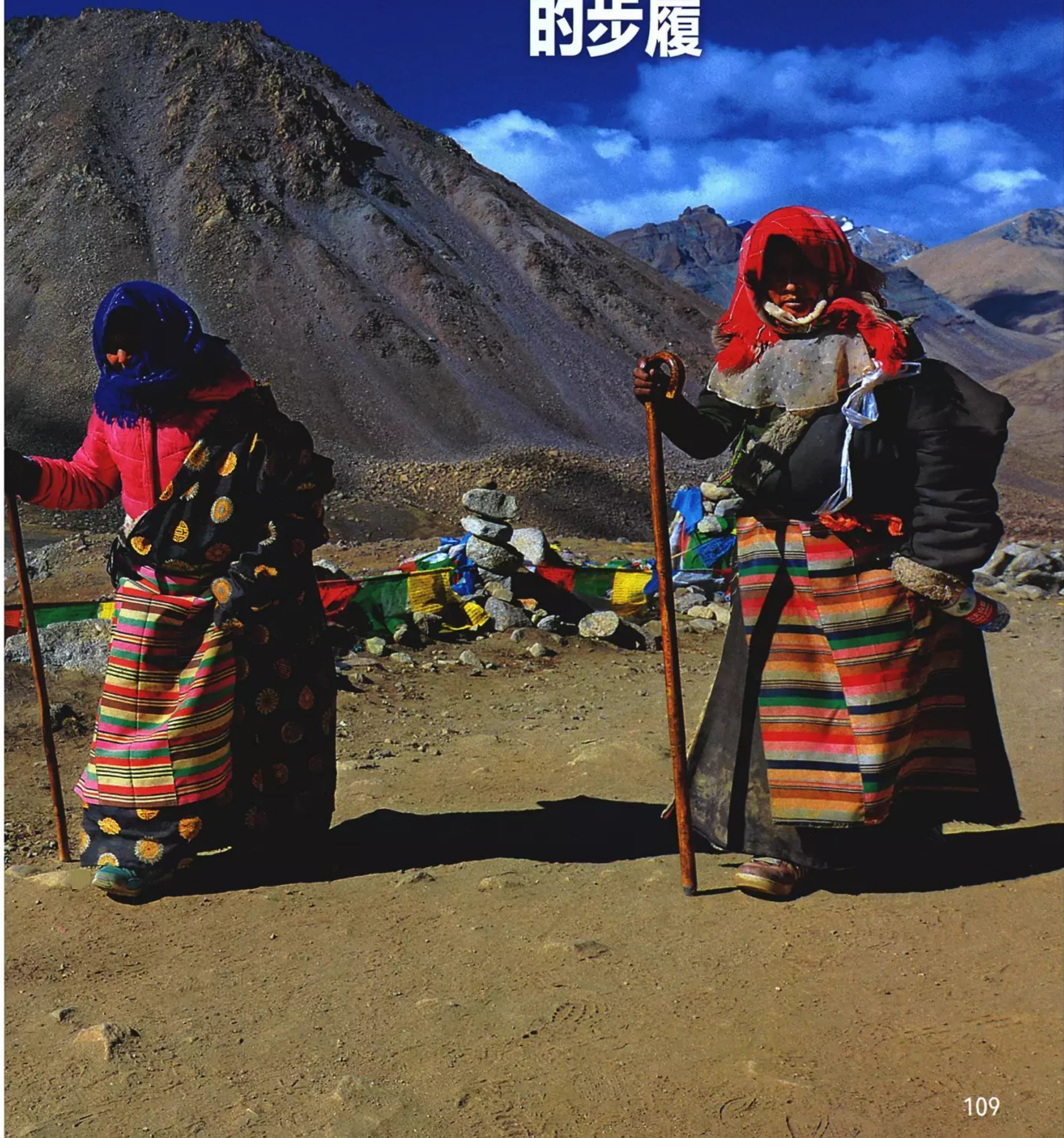


人类什么时候登上青藏高原的？近年来，中国科学家频有重大发现：甘加盆地白石崖溶洞里的古人类下颌骨化石告诉我们，距今16万年前，具有与现代藏族人相同EPAS1基因的丹尼索瓦人已生活在青藏高原上了。EPAS1基因是人类适应缺氧环境的关键基因。在海拔4600米的色林错湖畔有一处尼阿底遗址，年代距今4万-3万年，那是现代人曾经的石器制造场。2018和2019年，有一支青藏高原科考队在雅鲁藏布江流域调查了上百处吐蕃王朝之前的人类活动遗迹，新发现38处考古遗址。本文基于上述重大科考成果，尝试还原人类走上青藏高原的可能步骤。

青藏高原在当代人眼中，是一个不太适合人类生存的地方，因为那里平均海拔高，氧气稀薄，但是现代藏族人却世代居住在高原上，与环境和谐共处。于是我们好奇，人类最初是怎样登上青藏高原，并最终适应了高原的环境定居下来的？摄影 / 李益民

拓进高原 人类凿空通天之路

史前古人定居青藏高原 的步履



撰文

杨晓燕

供图

第二次青藏高原综合科学考察队 等

绘画

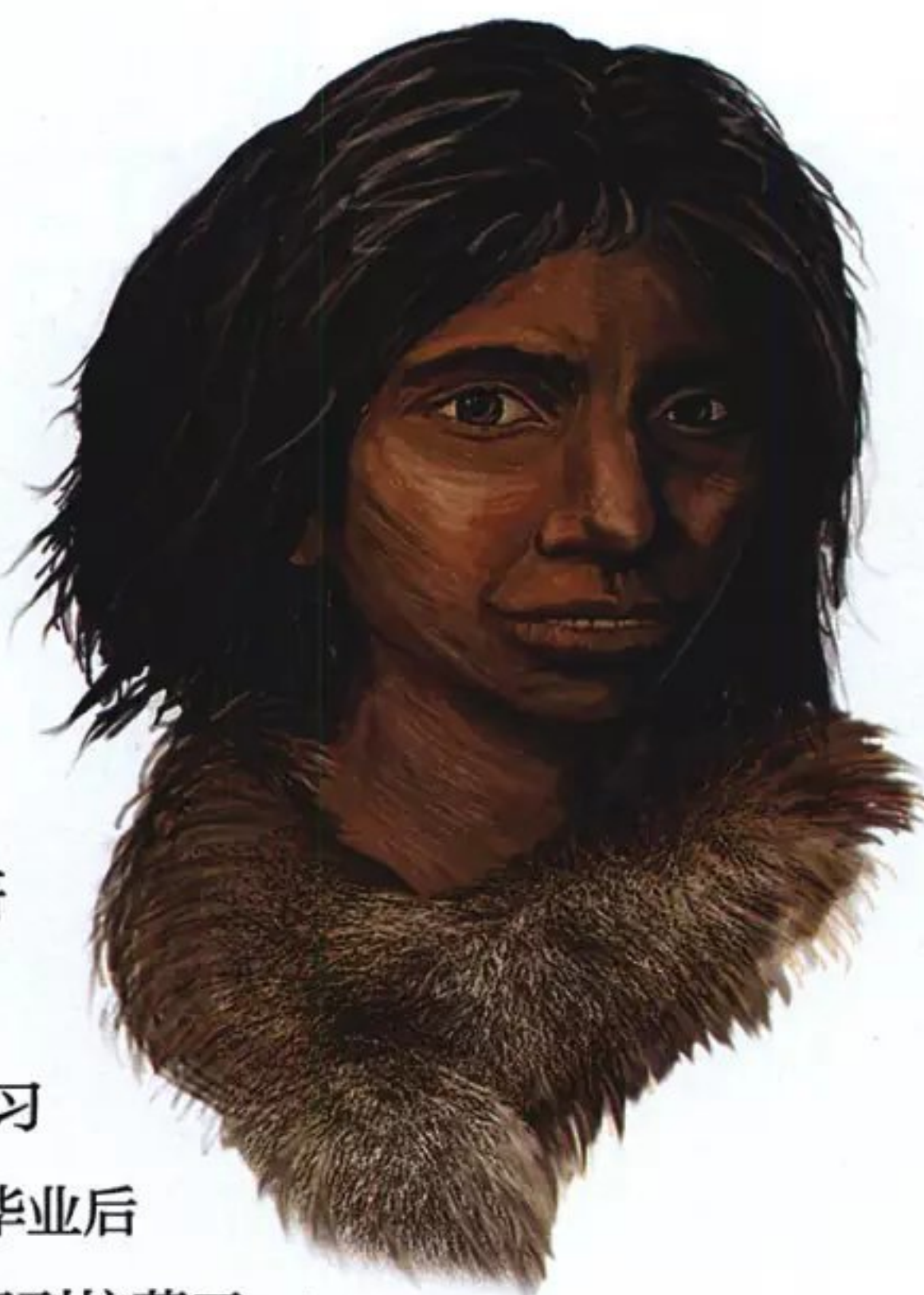
李晟

EPAS1 变异基因将现代藏族人与丹尼索瓦人联系到一起

夏格旺堆，西藏自治区文物保护研究所的一位考古学家，我工作上的合作伙伴，藏族。他是“别人家的孩子”，学习好，中学便考到了郑州的内地班，高中毕业后考进四川大学考古专业，大学毕业后回到拉萨工作。我问他：“你在内地生活久了，每次回到高原会不会也有高反（高原反应的简称）？”他很郑重地说：“哦，有啊，下了飞机，有那么几分钟的晕眩后就好了！”

咳，又在逗我玩，这也叫高反！什么是高反，凡是到过高原的内地人大都有切肤之痛。抵达高原的前两三天，都要经历头疼头晕睡不着，或者胀气呕吐吃不好的过程。波密的冰川映着艳丽的桃花，阿里的高天衬着神秘的冈仁波齐，云端上的绮丽和雄奇，吸引着众多内地游客，但高反，成为登上高原的第一道障碍。

为什么会高反？因为缺氧。海拔超过3000米以后，空气中的氧气含量会显著降低。海拔3680米的拉萨，含氧量大约是平原的65%，平均海拔超过4500米的阿里地区，就只有平原的50%上下



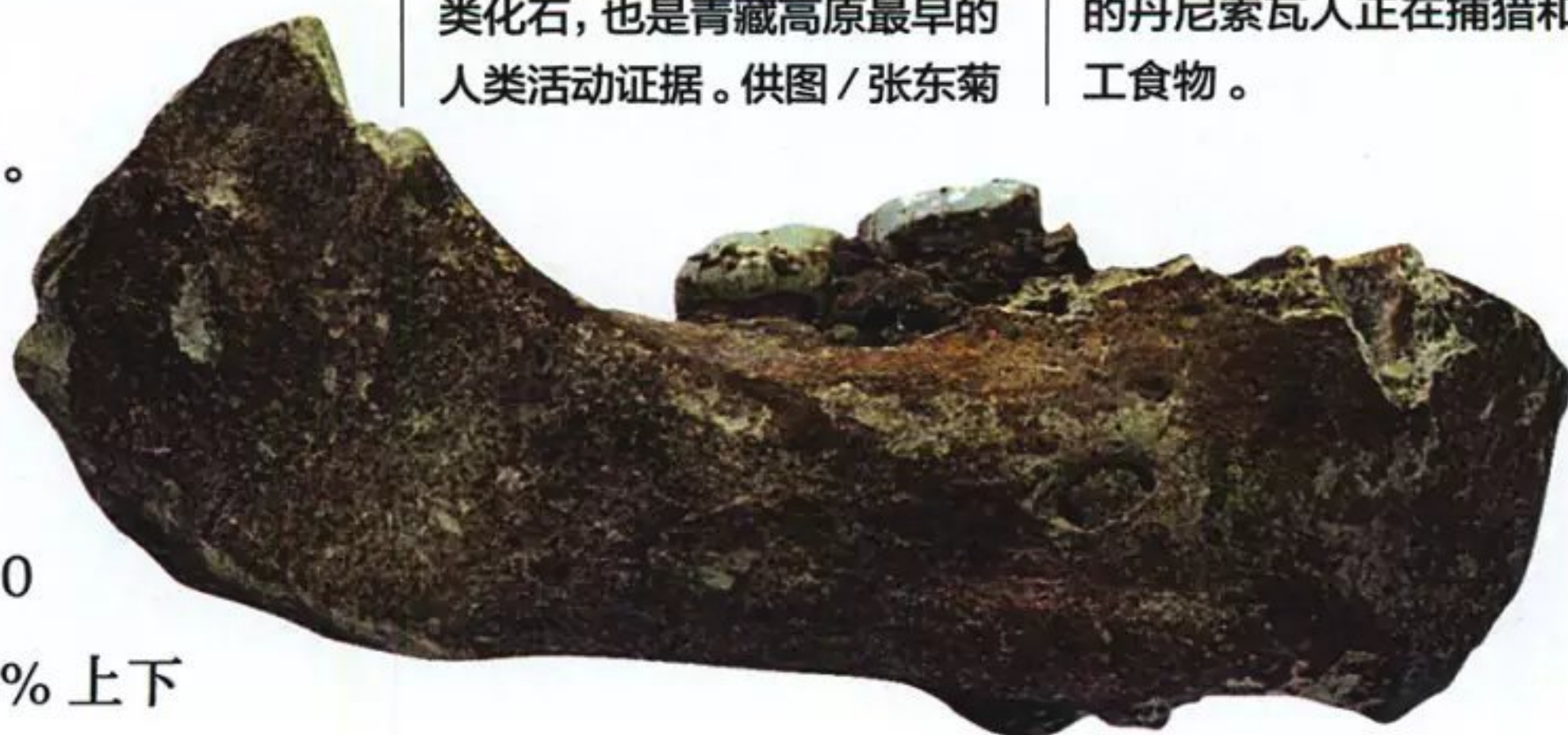
丹尼索瓦人的复原样貌

左图：2019年9月，耶路撒冷希伯来大学发布了一份研究成果：科学家们基于西伯利亚丹尼索瓦洞里发现的来自一个小女孩的一根手指骨高覆盖度DNA数据，定性重建了丹尼索瓦人的骨骼形态，并将其重建结果与目前已发现的丹尼索瓦人化石，特别是中国甘肃甘加盆地白石崖溶洞里发现的丹尼索瓦人下颌骨化石，进行对比论证。根据DNA重建的面貌特征，这个小女孩有一个倾斜的前额和大牙弓，她的头骨可能比我们现代人以及尼安德特人的头骨都要宽，她似乎也没有下巴。绘画资料来源 / Maayan Harel, www.sciencemag.org

夏河人下颌骨化石

下图：上世纪80年代出土于甘肃省甘南藏族自治州夏河县甘加镇的白石崖溶洞遗址，铀系测年结果为距今至少16万年，古蛋白分析鉴定为丹尼索瓦人，是青藏高原最早的古人人类化石，也是青藏高原最早的人类活动证据。供图 / 张东菊

右页复原图：16万年前，在今天的甘加盆地，一群穴居的丹尼索瓦人正在捕猎和加工食物。



生活在高原上的藏族人，身体里的EPAS1基因发生了变异。这个变异，使他们适应了高海拔的低氧环境。有一种已经灭绝的古老人类也携带着这样的基因，**他们被称为丹尼索瓦人。**

了。遗传学家发现，人类的身体里有一种被称为EPAS1的基因，一旦血液中的含氧量降低，这种基因便开始发挥作用，使身体产生更多的血红蛋白或者红细胞以增强携氧能力来适应高海拔的低氧环境，从而引起血液黏稠度增加，继而引发各种高原反应。

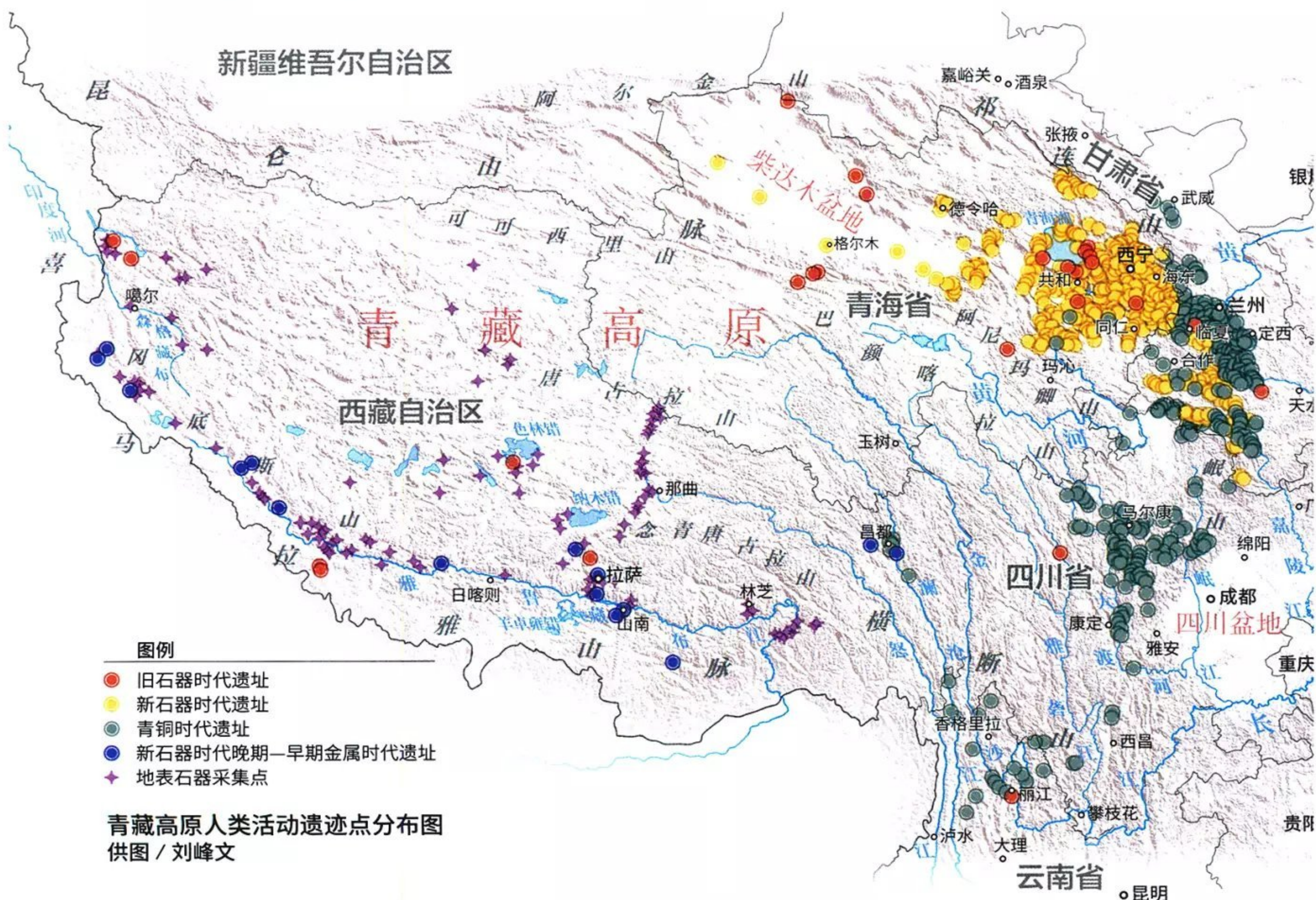


发现丹尼索瓦人化石的两处地点分布图



中国科学院青藏高原研究所所长陈发虎院士坚信西伯利亚丹尼索瓦人的EPAS1基因变异来自曾长期生活在青藏高原的古人类, 相对平缓的

高原东北部最有可能是人类上下高原的通道。



从1956年已故著名考古学家安志敏先生在青藏高原上第一次捡起石器至2017年第二次青藏高原综合科学考察和研究启动前, 青藏高原上已发现了几千处史前人类活动遗迹点, 但绝大部分为地表采集的石器点, 有确切年代的只有200多处, 且主要集中在高原东缘, 整个雅鲁藏布江流域只有5处。

但夏格旺堆没有高反, 其他生活在高原上的藏族民众也没有高反, 他们喝着酒, 唱着歌, 跳着锅庄, 世代在这里生息繁衍。青藏高原面积超过300万平方公里, 占地球上高原总面积的80%, 是研究人类走上高原、适应高原和定居高原这一过程的典型区域, 吸引了众多科学家的目光。

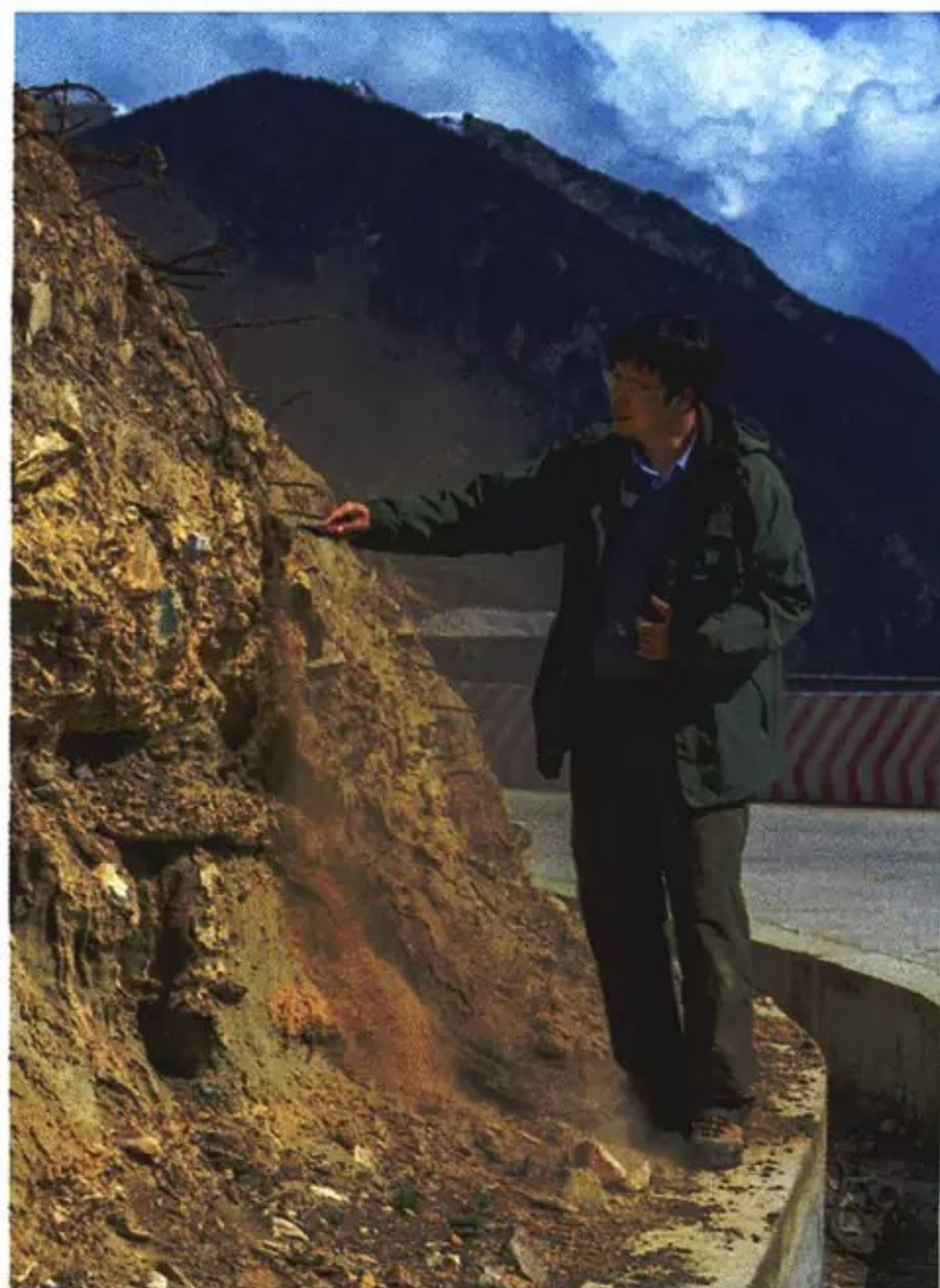
以华大基因和美国加利福尼亚州伯克利大学为主的研究团队, 对40个汉族人和40个藏族人进行了基因分析, 发现生活在高原上的藏族人, 身体里的EPAS1基因发生了变异。这个变异, 使他们不需要通过大量增加血红蛋白或红细胞的个数来增强携氧能力, 而是通过提高对氧气的利用效率来适应低氧环境。科学家将这个变异与世界上其他族



群的基因进行了对比,发现这种 EPAS1 变异基因只在青藏高原人群中存在。那么,变异的基因遗传自哪里?科学家又与从古人类化石提取到的古代基因做了对比,惊奇地发现,有一种已经灭绝的古老人类也携带着这样的基因,他们被称为丹尼索瓦人。

2008 年,在西伯利亚南部发现丹尼索瓦人

700 万年前,从四肢攀缘到习惯性直立行走,解剖学意义上的“人”开始出现,人猿自此揖别。迄今为止,最早的人科成员——托麦人,发现于非洲;早于 200 万年的人类化石均发现在非洲,所以,非洲是人类的起源地。



中国科学院青藏高原研究所所长陈发虎院士在青藏高原野外。摄影 / 仇梦晗

白石崖山体有好多溶洞

下图:甘加盆地北侧的白石崖山体有多个溶洞,其中不乏大小、位置宜人的洞穴,在甘加盆地古人类研究方面具有巨大研究潜力。

摄影 / 张东菊



16万年前，

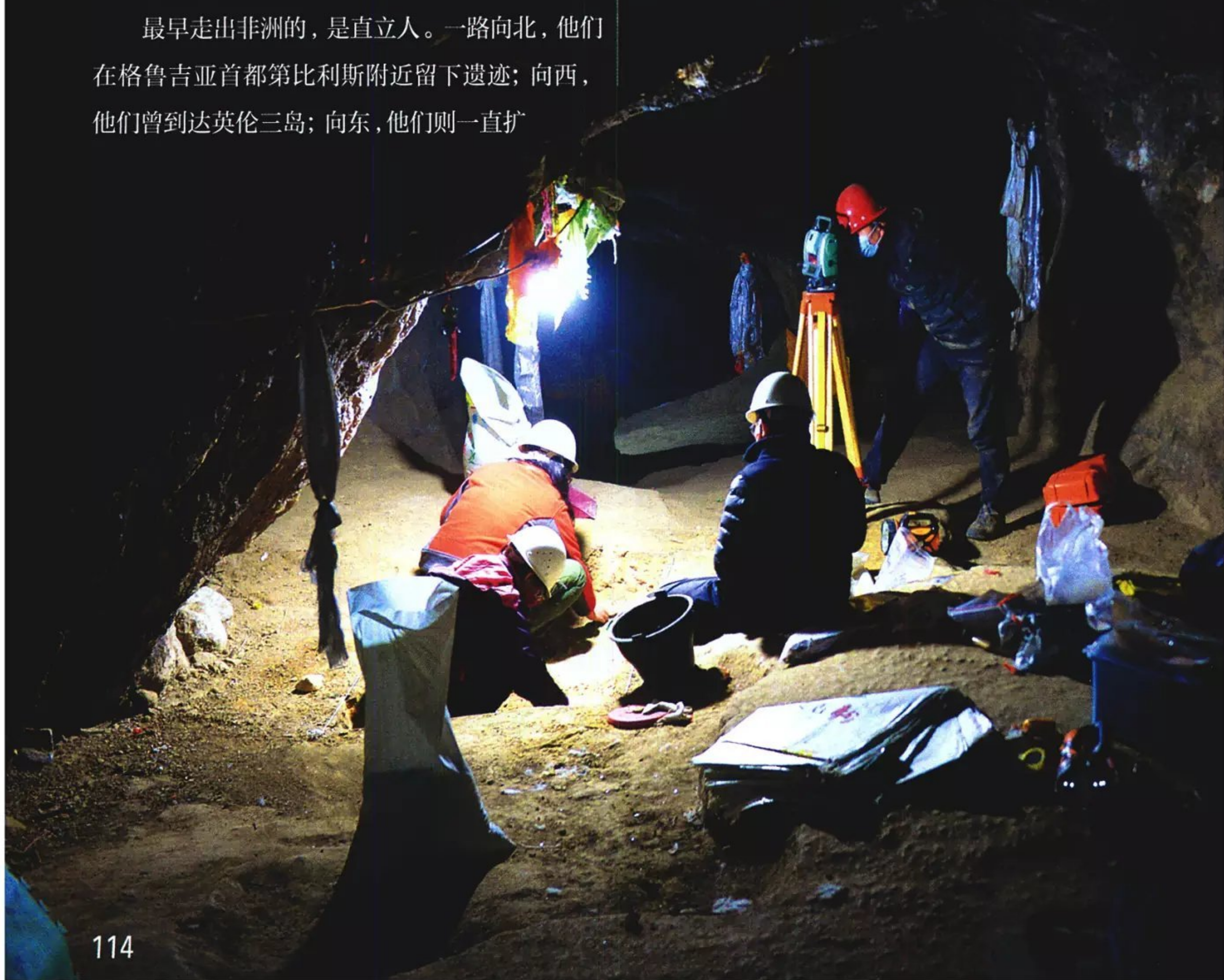
这是目前已知的，人类走进高原的最早时间。但，肯定不是人类第一次踏足高原的时间。丹尼索瓦人在白石崖溶洞和甘加盆地留下了丰富的石制品和动物遗存。

非洲大陆以外，星罗棋布于欧亚大陆的人类化石，以及石制工具，讲述着人类前仆后继，如后浪推前浪一般走出非洲的故事。他们，或者在适应环境的过程中不断改造自我，或者走向灭绝。在人类的演化树上，只有一支历经沧海桑田，风风雨雨地走到今天，他们，也就是我们，被称为晚期智人，或者现代人(*Homo sapiens*)。那些曾陪着我们祖先一起在非洲草原学着打制石器，一起在欧亚非草原追逐猎物的表亲们，则被命名为能人、直立人和古老型智人。他们是人类演化树上折断的分支，陆续消失在地球的各个角落。

最早走出非洲的，是直立人。一路向北，他们在格鲁吉亚首都第比利斯附近留下遗迹；向西，他们曾到达英伦三岛；向东，他们则一直扩

散到东亚东部和东南亚。走出非洲的直立人在欧亚大陆生活了上百万年，演化出了著名的古老型智人——尼安德特人。距今大约43万—4万年间，他们游荡在欧亚大陆，化石证据显示的活动区域最东界，是位于俄罗斯西伯利亚南部的阿尔泰山西北麓的一处洞穴——丹尼索瓦洞。距今约14万—9万年前，尼安德特人曾长期生活在这个洞穴中。但是，洞穴最早的主人，却不是他们。

2008年，考古学家在丹尼索瓦洞穴中发掘出一段手指骨碎片，年代距今5.5万年。它们属于尼安德特人？还是当时





兰州大学环境考古团队发掘 白石崖溶洞遗址

跨页大图：2018年，兰州大学环境考古团队对白石崖溶洞遗址进行了首次发掘，此次发掘面积4平方米，首次发现该遗址保存有可靠的文化层和丰富的文化遗存。白石崖洞是一个被藏传佛教徒奉为圣地的洞穴，所以，为了不打扰信众们的活动，科考队员避免在白天进洞工作，往往只能在夜里11点以后进洞工作，第二天凌晨结束工作。

摄影 / 张东菊

上图：2019年，兰州大学环境考古团队对白石崖溶洞遗址进行第二个季度的发掘，在2018年发掘基础上，扩展发掘面积，以期获得更全面、更有代表性的考古遗存，并为遗址的古人类活动建立更完整可靠的年龄框架。

摄影 / 韩源源

已走出非洲的现代人？零星而破碎的化石使体质人类学家束手无策，但分子生物学家有办法。

2010年，研究人员从手指骨化石中成功提取到了古DNA，测序结果证明，它既不属于尼安德特人，也不属于现代人，而是古老型智人的一个新类型，一个与尼安德特人具有共同祖先的新人类，被命名为丹尼索瓦人。

后续的考古发掘和研究，将丹尼索瓦人第一次栖息于这个洞穴的时间推进到大约20万年前。在接下来的十几万年里，尼安德特人和丹尼索瓦人你来我往地占据着这个洞穴，或许，也曾一起生活过。2018年，研究人员从距今11万—8万年的洞穴沉积物里发现了另外一块古人碎骨化石，对它的DNA分析结果出人意料——这块骨头来自一名混血儿。

她的母亲是尼安德特人，父亲是丹尼索瓦人。科学家给这个混血儿取名Denny。

丹尼索瓦人携带着EPAS1的变异基因，但这个变异是为了适应低氧环境。丹尼索瓦洞穴的海拔只有700米，氧气充足。生活在那里的丹尼索瓦人，并不需要用基因变异来适应当地的环境。

16万年前

张东菊

兰州大学资源环境学院教授，从事旧石器时代环境考古学研究，围绕青藏高原史前人类活动及其高海拔环境适应等问题开展了大量研究工作。2011年开始具体负责夏河人化石研究，多次带队在夏河县开展野外考察，与合作者一起对化石进行测年、体质形态和分子生物学分析，并于2018和2019年带队对白石崖溶洞遗址进行正式考古发掘。

生活在青藏高原的丹尼索瓦人，在2019年被发现了

从

丹尼索瓦洞所在的阿尔泰地区向南，就是平均海拔超过4000米的青藏高原。

现任中国科学院青藏高原研究所所长陈发虎院士，时任兰州大学副校长，坚信这一基因变异来自曾长期生活在青藏高原的古人类，而且，相对平缓的高原东北部最有可能是人类上下高原的通道。于是，他带着研究团队，开始在青藏高原上寻找洞穴——古人类最为理想的居址。

他们调查的主要目标是位于甘肃省甘南藏族自治州夏河县的甘加盆地。因为他们有一块古人右侧下颌骨化石，来自这个盆地的一个洞穴——白石崖溶洞。溶洞海拔3200米，洞口的崖壁上，有一个人的手印，传说是六世贡唐仓活佛在洞内修

行时所留。这个洞，也就被居住在周边的藏族人视为圣地。大约40年前，一个藏族僧侣在这个洞穴里捡到一块骨头，把它交给了在安多藏区很有威望的六世贡唐仓活佛。活佛相信这块骨头有科学价值，便把它交给了中国科学院兰州沙漠研究所的董光荣研究员。辗转若干年后，董光荣研究员又把它交给了陈发虎教授。

苦于仅仅只有一块化石，而无其出土地层，也不知与其共生的考古遗存，如何开展针对这块化石的研究，成为陈发虎教授苦思冥想的一个问题。他带着研究团队，一边在青海和甘肃调查发掘，一边



“夏河人”化石对东亚古人类研究有重要意义

撰文 / 张东菊

盯着国内外相关学科的研究进展，一等就是十年，等来了分子生物学技术的新突破。

从20世纪90年代开始，古DNA技术和稍晚发展起来的古蛋白分析技术使考古学、古人类学和基因学产生了翻天覆地的变化。如果要将这个变化归功于一个人的话，那就非 Svante Pääbo 莫属。Pääbo 教授，瑞典籍遗传学家，德国马普研究所(the Max Planck Institute)遗传学负责人，古DNA研究的奠基者。从小喜欢考古的 Pääbo，在攻读医学博士的时候就异想天开地试图从埃及木乃伊里提取古DNA。从20世纪90年代开始，他致力于古DNA方法的研究，陆续发表了尼安德特人的基因图谱，发现了丹尼索瓦人，从分子生物学的角度建立起现代人与尼安德特人和丹尼索瓦人的关系。神奇的古DNA，不停地刷新着人类对自身的认知。但由于遗传物质不易保存，提取古DNA的标本大都不超过10万年。而古蛋白分析技术在本世纪初的发展，适时地弥补了古DNA技术的缺陷——因为，蛋白质在化石中保存的时间比DNA长得

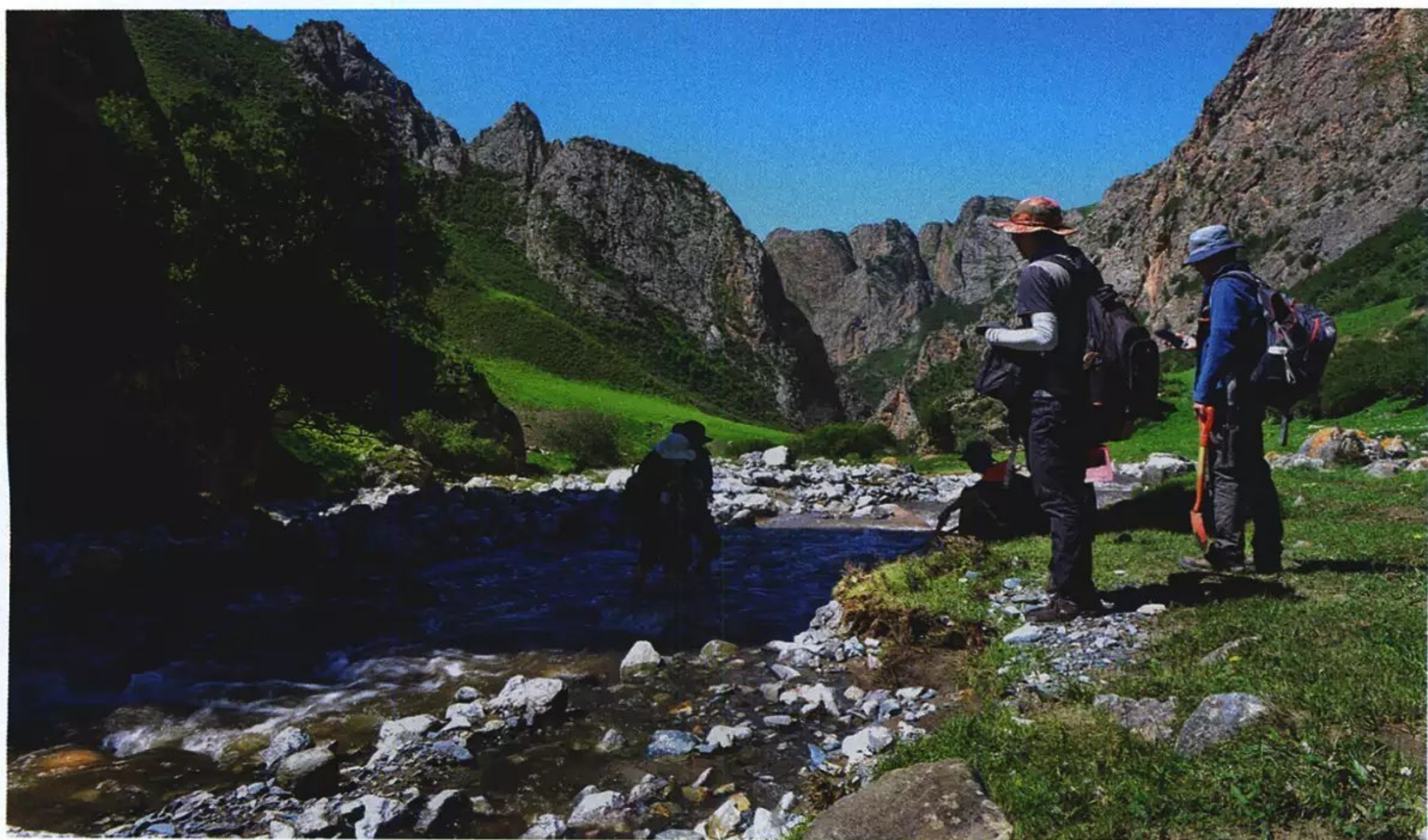
发现于甘肃省甘南藏族自治州夏河县白石崖溶洞的古人类下颌骨化石，被称为“夏河人”化石。经研究确认是可能为现代藏族人群贡献了EPAS1变异基因的丹尼索瓦人。“夏河人”化石及其研究首次揭示，对高海拔环境的适应并非是现代智人的专属，**以丹尼索瓦人为代表的古老型智人已经具备了适应高寒缺氧环境的能力**。此项研究也显示，人类对高海拔环境的适应是一个漫长的过程，经过了至少十几万年的筛选，EPAS1变异基因才成为现代藏族和夏尔巴等青藏高原人群普遍携带的基因。因此，“夏河人”化石研究，**不仅将青藏高原的人类历史推早至距今16万年前，而且建立了青藏高原现代人群与古人群的亲缘关系**。

此前，我们得知，丹尼索瓦人是一支已经灭绝的古老型智人，他们与曾广布欧洲的尼安德特人是姐妹群，他们对现代东南亚、大洋洲、东亚和美洲土著人群有基因贡献。然而我们却不知，他们长得什么样？除了丹尼索瓦洞还在哪里生活？以及为什么只对欧亚大陆东侧、大洋洲和美洲土著人群有基因贡献？现在，“夏河人”化石打破了这一沉寂，**使描绘丹尼索瓦人画像成为可能，且揭示丹尼索瓦人曾经在东亚分布得更广、更高、更早**。作为东亚首个确定了具体种属的古老型智人化石，“夏河人”化石是连接未保存古DNA的大量东亚古人类化石和保存了良好的古DNA信息但缺乏体质形态特征的丹尼索瓦人之间的重要桥梁，**将进一步厘清东亚古人类演化历史起到重要作用，也为中国现代人起源的研究提供了重要科学依据**。

2019年底，青藏高原丹尼索瓦人的发现获得了多项重要荣誉，包括Science杂志评选的“2019年度世界十大科学突破”，Archaeology杂志评选的“2019年度世界十大考古发现”，Science News杂志评选的“2019年度世界十大科技新闻”，中国科技部评选的2019年度“中国科学十大进展”，中国教育部评选的2019年度“中国高等学校十大科技进展”等，再次彰显了这项研究在学术研究和公众社会中的深远影响。



2018年，兰州大学环境考古团队在甘加盆地进行考古调查，风餐露宿。摄影 / 成婷



多，科学家曾成功提取到 190 万年前布氏巨猿牙齿里的古蛋白，以及 380 万年前鸵鸟蛋壳里的古蛋白。

陈发虎教授的研究团队决定同时采用这两种方法对甘加盆地发现的这块古人类化石进行研究。他们在化石上采集了两份粉末样品，一份用古 DNA 技术进行分析，一份用古蛋白技术进行分析。很遗憾，没有提取到古 DNA；很幸运，提取到了古蛋白。8 种古蛋白的氨基酸序列，有一个与尼安德特人和现代人的序列不同，但却与丹尼索瓦人的序列一致。遥远的，生活在西伯利亚南部阿尔泰地区的带着 EPAS1 变异基因的丹尼索瓦人，果然曾经生活在高原上！这也是科学家第一次，仅仅凭借蛋白质就鉴定出了一个特定的古人类。

长期湮没在地下的丹尼索瓦人化石，会被从

在甘加盆地跋山涉水

2011 年以来，陈发虎院士领导的兰州大学环境考古团队在甘加盆地进行了多次、广泛的考古学调查，寻找古人类生活遗址。摄影 / 张东菊

土里淋溶的碳酸盐包裹起来。铀系法测年技术可以测定碳酸盐的形成年代。包裹在化石外面的碳酸盐，被铀系法确定为形成于 16 万年前——丹尼索瓦人应该在这之前就已经生活在青藏高原东

北部的甘加盆地了。

16 万年，这是目前已知的，人类走上高原的最早时间。但，肯定不是人类第一次踏足高原的时间。丹尼索瓦人在白石崖溶洞和甘加盆地留下了丰富的石制品和动物遗存。陈发虎教授曾经的学生，现在已是兰州大学教授的张东菊，作为这项研究的主要负责人之一，在 2018 和 2019 年连续两个冬天，顶风冒雪地奋战在寒冬腊月的白石崖溶洞，进行发掘工作。相信不久的将来，她和她的团队会带给世人更精彩的故事。

4万年前

现代人在 青藏高原的色林错湖畔 留下一个石器制造场

张晓凌

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所副研究员，长期从事高海拔地区早期现代人迁徙与适应研究，持续在西藏、青海、宁夏等地开展系统的田野调查和考古发掘。2013年带领团队在西藏自治区发现首个具有原生地层的旧石器时代考古遗址尼阿底，历经数年的发掘、采样和多学科协作研究，刷新了世界范围内古人类征服高原极端环境的最高纪录。



尼阿底遗址地理位置图

尼阿底遗址位于西藏自治区那曲市申扎县。虽然该区域寒冷、干旱、空气氧含量仅为平原地区的一半，但是星罗棋布的高原湖泊依然为人类生存提供了空间。遗址坐落在尼阿底山的西坡上，北临色林错和错鄂，西南是琼俄藏布，背山面湖（河），邻近水源，动植物资源较为丰富。

10万年前，当尼安德特人、丹尼索瓦人以及其他一些古老型智人在欧亚大陆生活的时候，现代人开始陆续走出非洲（也有研究认为，现代人是亚非欧各大洲当地的直立人直接演化而来）。他们大致沿着两条线向东迁徙。南线，经西亚至南亚，再沿着喜马拉雅山南麓到达东南亚和中国南方；北线，则沿着中亚先向北，然后沿着阿尔泰山南北两侧向东扩散。大约4万—3万年前正值青藏高原的“大湖期”，气候相对暖湿，

一部分古人也许被高原上烟波浩渺的大湖所吸引，来到色林错湖畔，尼阿底山下，稍作逗留。

但一直处于抬升状态的青藏高原，剥蚀严重，当年狩猎动物后吃剩的骨头，采集野果时扔掉的果核，多已销蚀殆尽，只留下坚硬的石器暴露在地表。20世纪60—70年代，中国科学院组织了第一次青藏高原综合科学考察，虽然发现了多处石器地点，但没有地层依据，更缺乏测定年代的材料，零星的报道也因为地层和测年数据的不确定性而不被学术界认可。

透物见人：掌握石叶技术的尼阿底人群

撰文 / 张晓凌

石叶技术是旧石器时代晚期出现的一种独特的工具制作技术，具有预制石核一定向剥片一系统加工等固定的操作链流程。在石叶生产中，石核表面预先修理出几条棱脊，以剥制典型的鸡冠状石叶，沿部分或全部石核周缘打下一系列石叶。先进的石叶制作者有精心组织的剥片计划和预制终极产品的思路，代表了人类认知和行为能力发展的新高度。该技术体系被认为是早期现代人的文化标识，主要流行于非洲、欧洲、西亚和西伯利亚等地区，在中国甚至是东亚旧石器文化传统中都比较少见。目前仅在中国北方有零星的发现，比如新疆、宁夏和黑龙江。石叶技术在青藏高原的代表就是尼阿底遗址，其中最具特色的棱柱状石叶石核技术与西伯利亚阿尔泰地区的多个遗址非常接近，昭示着尼阿底人应该与北方人群发生过文化与技术的交流。

尼阿底遗址位于藏北羌塘高原色林错湖畔，遗址地表遍布黑色页岩加工而成的石器，俯拾皆是，数以万计，其分布的范围东西将近1公里、南北约3公里，是一处大型的旷野遗址。经过系统的调查、发掘、采样及室内研究，尼阿底遗址被确定为西藏首个具有原生地层的旧石器时代遗址，年代为距今4万—3万年，是目前青藏高原腹地最早的人类生存证据，也是世界上海拔最高的史前遗址，书写了史前人类探索与征服高海拔极端环境的最高、最早的纪录——现代智人对环境的适应和改造能力达到史无前例的高度。

尼阿底遗址出土的全部文化遗物均为石器，在石器组合中，绝大多数是石核、石叶和石片等石器制作的毛坯或者副产品，真正经过修理和加工的石器数量比较少。因此，就遗址性质和功能而言，尼阿底应该是一个大型的石器制造场。古人在此开采石料，剥制毛坯，然后把石叶和石片进一步修理加工，制作成石器。而同时期人类生活和居住的遗址应该就在同一区域，比较大的可能性是在周边的洞穴或岩厦中。

2011年，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所高星研究员带着张晓凌等团队成员飞往高原，与西藏自治区文物保护研究所联合组队，在高原上开始大面积地调查，梦想找到一处有地层的遗址。高寒缺氧、交通不便、食宿条件艰苦，但所有困难，在梦想面前，都不值一提。

2013年夏天，梦想成真，发现了色林错湖边的尼阿底遗址。

尼阿底遗址有明确的地层，有丰富的石器。利用光释光和碳十四测年技术，地层的年代被确定为距今4万—3万年；出土的石器，则是利用当时人类最先进的石叶技术制作，规范、精致、锋利，是现代走出非洲，跋山涉水，征服高原等极端环境的技术装备。

这些石叶的加工技术，与西伯利亚地区极其相似，驻留在尼阿底的人群，很可能来自北方。尼阿底遗址的发现、发掘和研究，将现代人首次登上青藏高原的历史推进到4万年前。

无论是在地球上生活了40万年的尼安德特人，还是我们刚刚开始窥豹一斑的丹尼索瓦人，他们都已灭绝。但他们把自己的基因留在了我们的身体里。科学家发现，现在的欧洲人和亚洲人平均约有2%的基因来自尼安德特人，亚洲人还有平均0.2%的基因来自丹尼索瓦人，证明无论尼安德特人，还是丹尼索瓦人，都曾与现代人共同生儿育女。只是目前，我们还不知道，那些三四万年前游猎在色林错大湖的人群，曾在哪里与尼安德特人和丹尼索瓦人相爱相杀？尼阿底遗址海拔4600米，当人类站在那里仰望苍穹或俯瞰大地的时候，也曾是他们第一次距离天空最近的时候——他们书写了史前时期，现代人挑战与征服高海拔极端环境的新纪录。



青藏高原石器制作技术三种类型

简单石核石片技术：这种技术制作的石器在中国出现时代最早、延续时间最长、分布也最为广泛。刚刚入选 2019 年十大考古发现的距今 10 万—1.5 万年的秦岭汉中疥疙洞遗址，就是以石片石器工业类型为主导的。

石叶技术：石叶技术是旧石器时代晚期出现的一种独特的工具制作技术，具有预制石核一定向剥片一系统加工等固定的操作链流程。其形态标准化程度高，长度一般为宽度的两倍或以上，宽度超过 12 毫米。

细石叶技术：细石叶技术是旧石器时代末期出现的也是最为进步的技术形态。细石器多由燧石、玉髓、水晶等优质石料制作，标准化程度非常高，通常会被作为刀刃安装在木柄或骨柄上使用。细石叶在距今 10000 年—3000 年前几乎遍布青藏高原，代表了全新世时期高原居民的快速扩张。摄影 / 靳英帅



简单石核石片



石叶



细石叶

4 万年前 色林错湖畔的石器加工场

上图：4 万年前，美丽宁静的色林错畔闯入一群远方来客，他们手握石叶，在湖边打猎、休憩。尼阿底山上黑色的板岩是他们制作工具的理想原料，湖边饮水觅食的藏羚羊、藏野驴是他们的猎物，此间乐，不思归。



15000—2000年前

青藏高原科考队 在雅鲁藏布江流域新发现 38处考古遗址

杨晓燕

中国科学院青藏高原研究所研究员

第二次青藏高原综合科学考察研究任务六“人类活动与生存环境安全”项目负责人。

2018年和2019年，组织相关科研院所完成“藏东南人类活动遗迹及生存环境”、“雅鲁藏布中上游人类活动及影响”的科考任务，带队新发现一批考古遗址，为探讨高原丝路的形成过程及高原在东西方文化交流中的地位提供了基础。

虽

然有白石崖溶洞，虽然有尼阿底，但在农业到达之前，青藏高原上的人类活动遗迹还是屈指可数。距今1万年前后的农业起源，被称为“农业革命”。农业的出现，使人类从流动的狩猎采集生活向定居的农业社会发展，世界人口快速增长，青藏高原也不例外。

世界上有三大农业起源中心，中南美洲、西南亚和东亚。玉米、南瓜、辣椒、红薯、土豆、木薯等都是美洲先民贡献给人类的食物；大麦、小麦、牛、羊和种类繁多的食用豆类在西南亚被驯化；粟（俗名谷子，脱壳后称为小米）、黍（俗名糜子，脱壳后称为黄米）和水稻则分别被居于黄河流域和长江流域的先民驯化。这些农作物和家畜，从自己的驯化中心向四周传播。距今4500

年前后，东亚的粟、黍出现在中亚，大致同时期，小麦、黄牛等也传入黄河流域。农业的传播，反映了人群的迁徙或文化的交流，而外来文化元素的引入，促使人类生产技术和社会组织出现革新，进而促进人类社会的发展。那么，农业是什么时候传播到青藏高原的？

青藏高原最早的农作物出土于高原东部的昌都卡若遗址。卡若遗址发现于1977年，之后30年间，考古学家对其进行了3次正式考古发掘，揭露出一个青藏高原上迄今为止规模最大、时间最早的新石器时代遗址。

遗址总面积约1万平方米，保留了人类在距今5000—3000年间于此生活时的居址、石器、陶器以及丰富的动植物遗存。粟稻农业和麦作农业分别哺育出中华文明和古印度文明。青藏高原，横亘在

陈发虎教授团队认为，东西方文化交流带来的麦作农业和牧羊业增强了人类的适应能力，是人类**大规模永久定居高原的关键。**

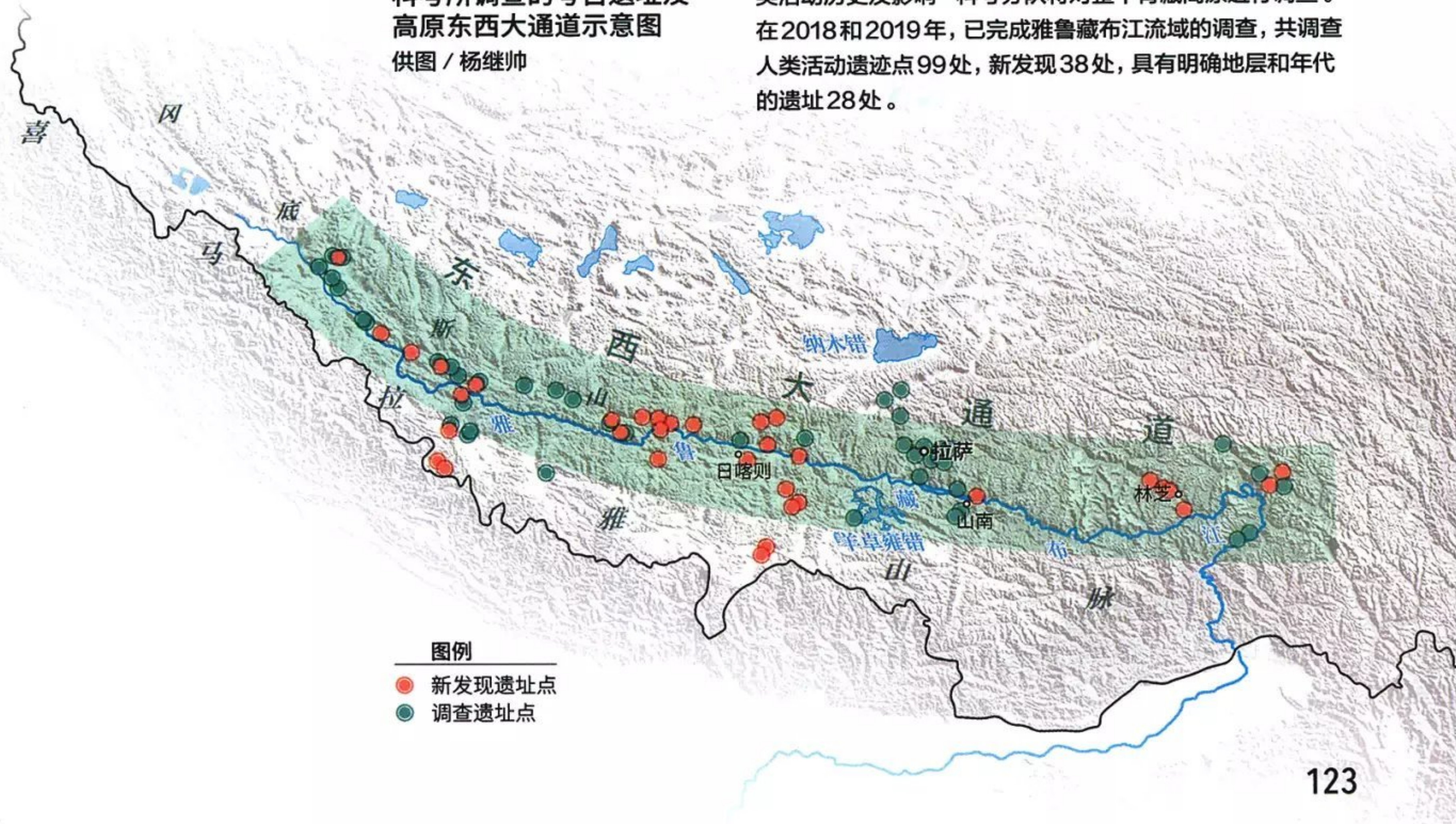
人类两个古老的文明之间，不可能不受其影响。卡若遗址的植物遗存里便包括了早期出现的来自黄河流域的粟、黍以及晚期出现的源自西亚的小麦。20世纪90年代，在拉萨以南约70公里的雅鲁藏布江北岸，考古学家还发现了距今3000多年的昌果沟遗址，农学家从那个遗址的一个灰坑里鉴别出了大麦、小麦、青稞、粟和豌豆。

陈发虎教授认为，农业人群大规模进入高原的路线，很可能同他们的祖先一样，也是沿着高原东北部向上迁徙。按照这个研究设想，陈发虎教授带着董广辉和研究团队其他成员对青藏高原东北部上百处考古遗址进行了农作物和家养动物遗存分析，建立了人类大规模永久性定居青藏高原的三步走模式。第一步，同尼阿底遗址所反映的情况

一样，人群在青藏高原上只是游猎；第二步，距今5000多年前，来自黄河流域的粟作农业人群向西扩张到河湟谷地，但囿于粟作农业对温度的要求，只能生活在海拔2500米以下地区；第三步，距今3600年前，人类大规模地出现在海拔3000米以上并永久定居青藏高原。其实，古气候学证据显示，距今3600年前是一段气候相对比较干旱寒冷的时期，但人类反倒向更高的海拔扩散，为什么？考古遗址里的动植物遗存给出了答案——在海拔3000米以上的考古遗址里，发现的农作物遗存是耐寒的大麦，发现的家畜遗存是大量的羊骨。陈发虎教授团队认为，东西方文化交流带来的麦作农业和牧羊业增强了人类的适应能力，是人类大规模永久定居高原的关键。

雅鲁藏布江流域
科考所调查的考古遗址及
高原东西大通道示意图
供图 / 杨继帅

第二次青藏高原综合科学考察和研究的第一个五年计划，“人类活动历史及影响”科考分队将对整个青藏高原进行调查。在2018和2019年，已完成雅鲁藏布江流域的调查，共调查人类活动遗迹点99处，新发现38处，具有明确地层和年代的遗址28处。



高原丝绸之路的前尘往事

吐蕃王朝，是高原民族历史上最骄傲的篇章。青藏高原南部，雅鲁藏布江中游的山南，则是吐蕃王朝的建立者——雅隆部落的龙兴之地。公元7世纪到9世纪，在吐蕃王朝的统治区域内，形成了两条东西大通道。北线，也就是传统意义上的丝绸之路；南线，则被称为“高原丝绸之路”，是连结南亚、东南亚和东亚的主要通道，沿着雅鲁藏布江及其支流东西向展开。

雅鲁藏布江，源自冈仁波齐峰东南方向的杰玛央宗冰川（杰玛央宗冰川夹于冈仁波齐峰和纳木那尼峰之间，其实源于纳木那尼峰）。冈仁波齐，被佛教、印度教、耆那教和苯教同时视为神山，从它周边流淌出的4条河流，每条都曾孕育出亚洲文明的高光时刻。冈仁波齐西北侧是狮泉河和象泉河，它们是印度河的源头，南侧的孔雀河是恒河上游的主要支流，东侧的马泉河，便是雅鲁藏布江的上游。这条从天上来的大河（雅鲁，上部谷地的意思；藏布，江河的意思），左手牵着冈底斯，右手挽着喜马拉雅，从西到东，在西藏境内蜿蜒流淌2000公里，串起了日喀则、拉萨、山南、林芝等主要城市，是藏文化的摇篮，是藏族人的母亲河。

但2018年以前，在雅鲁藏布江流域，有确切地层和年代的史前人类遗迹只有5处。吐蕃王朝以前，关于藏族人与母亲河的故事，仅有只言片语。2017年，国家第二次青藏高原综合科学考察和研究启动。2018和2019年，作者带领“人类活动历史及影响”科考分队，对雅鲁藏布江流域开展了共计两个月的科考和一个月的考古发掘。科考队从

雅鲁藏布江上游的马泉河一直调查到下游流入印占区的地方——墨脱县背崩乡的德尔贡村，累计行程5000公里，调查了上百处人类活动遗迹，包括新发现的38处。这些遗址，年代跨度从距今一两万年一直延伸到吐蕃王朝建立以前——历史长河消磨掉的片段，有一部分又被打捞出来，日渐清晰地呈现于世人面前。

雅鲁藏布江流域 史前人类活动遗迹考察

科考队在调查途中。古人为了用水方便，常临水而居。河流和湖泊的阶地是寻找古人类活动遗迹的理想之地，道路开挖，整修农田，取土盖房，经常会将阶地切开，给科考队提供一个新鲜的剖面寻找古人留下的遗迹和遗物（右图）。图中手铲指向的就是沉积物中暴露出来的一块骨骼残片（右上小图）。

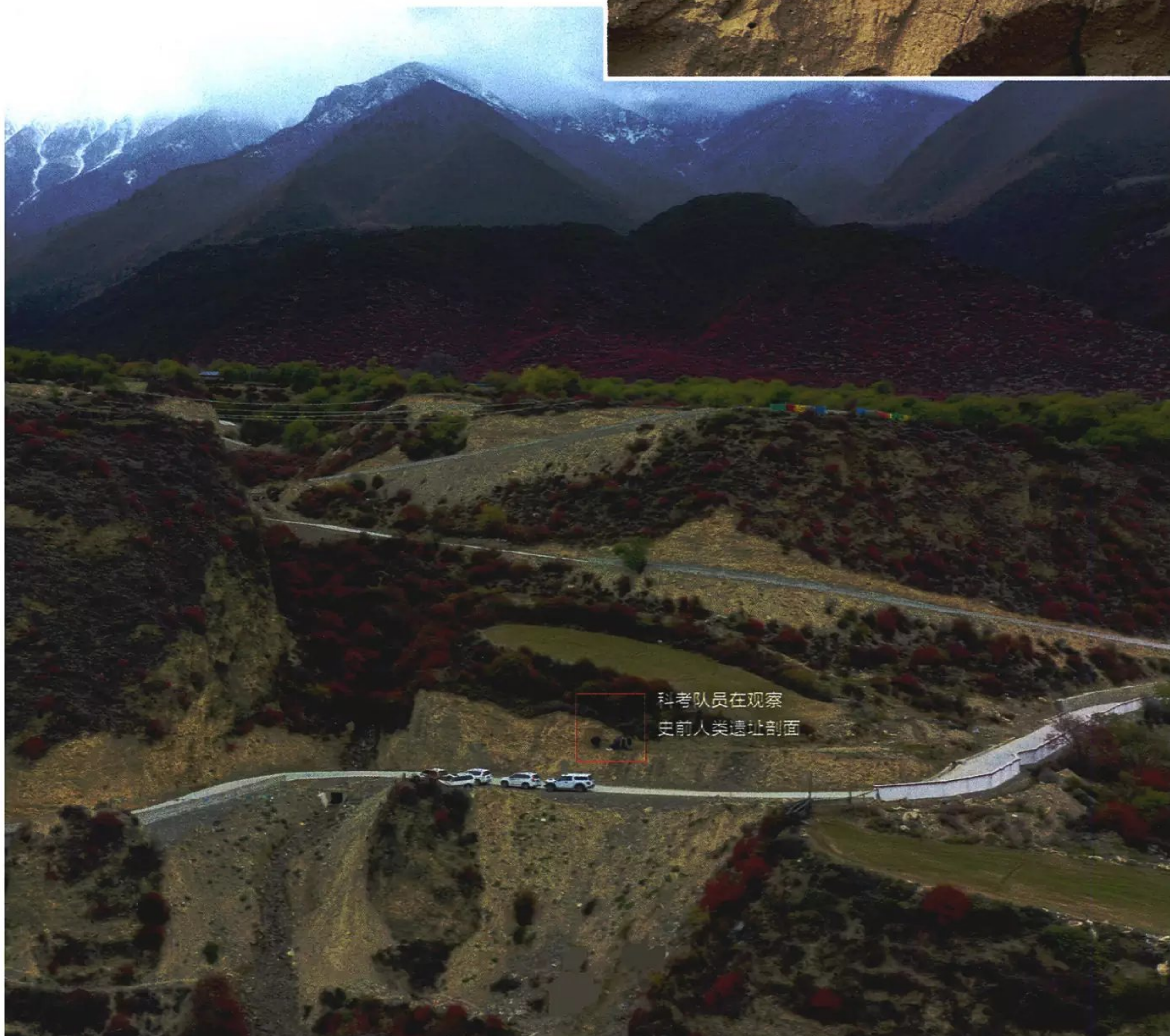
摄影 / 仇梦晗



科考队从雅鲁藏布江上游的马泉河一直调查到下游流入印占区的地方——墨脱县背崩乡的德尔贡村，累计行程 5000 公里，调查了

上百处人类活动遗迹，包括新发现的 38 处。

在新发现的考古遗址上，科考队员采集了土样，从中鉴定出了大麦、小麦、青稞、粟、黍等农作物遗存，也发现了牛、羊和猪等动物骨骼遗存。雅鲁藏布江流域的人类活动遗迹数量、动植物遗存以及年代，证明史前人类在高原的活动远比我们想象的频繁，高原农业开始的时间也远比我们想象的早。其实地上本没有路，走的人多了，也便成了



科考队员在观察
史前人类遗址剖面



2019 年林芝地区立定遗址 首次发掘

美丽的尼洋河河谷是现代人喜欢的地方，也是古代人的家园。沿河两岸的阶地上，发现了很多人类活动遗迹。左图是金色的秋日暖阳下，立定遗址考古队正在发掘；下图中箭头所示为立定遗址所在位置。图的近处是尼洋河，汇入远处的雅鲁藏布江。

摄影 / 王彦人



雅鲁藏布江流域的人类活动遗迹数量、动植物遗存以及年代，证明史前人类在高原的活动远比我们想象的频繁，

高原农业开始的时间也远比我们想象的早。

路。沟通东西、连结南北的高原丝绸之路，就这样在成千上万年的岁月里，被来来往往的人群或羊群一步一步地走了出来。

2018年11月，科考队在林芝发现了立定遗址；2019年11月，西藏自治区文物保护研究所与中国科学院青藏高原研究所联合组队对其进行正式发掘。立定遗址位于尼洋河流入雅鲁藏布江的河口位置，这里山光水色，风景迷人，但古人更看重的，可能是平整而宽阔的河谷——这是种植和畜牧的好地方。考古队在为期一个月的发掘中，揭露出两道石墙，一条西北—东南向水沟，发现了陶器残片、打制石器、磨制石器、骨针、陶纺轮、陶珠、骨珠、动物骨骼等遗物。遗址发掘过程中，青藏高原研究所“古生态与人类适应”研究团队采集了大量土样和木炭，后期将进行系统的古环境DNA、植物考古、动物考古，以及遗址年代学方面的研究。立定遗址的发现与发掘，不仅为西藏东南部史前考古

研究提供了重要实物资料，也为讨论西藏史前社会经济模式、农作物扩散与东西方文化交流等问题提供了重要线索。

2020年夏天，西藏自治区文物保护研究所和中国科学院青藏高原研究所还将对2019年新发现的日喀则玛不错遗址进行发掘。玛不错遗址位于青藏高原腹地，海拔4500米。在那里，也曾大湖汤汤，水丰草美，似乎也是古人喜欢的好地方。

当张东菊教授从海拔3200米的白石崖溶洞里清理出一件又一件石器的时候，当高星研究员带着人马跋涉在海拔4600米的色林错湖畔调查的时候，当科考队员在海拔4500米的玛不错湖岸捡起陶片的时候，偌大的青藏高原，在人类演化和人类社会发展历史中的地位，才刚刚开始被大家所了解。

我们小觑了古人的力量。□

审稿专家 / 陈发虎

中国科学院青藏高原研究所 所长 院士

责任编辑 / 刘晶 图片编辑 / 王彤 吴敬 版式设计 / 李晟 地图编辑 / 陈云



弹涂鱼

徘徊在海陆之间的“两栖”鱼类

对沿海居民而言，退潮之后在滩涂上“飞舞”的弹涂鱼想必并不陌生。它们在我国沿海饮食文化中占有一席之地，又是一类徘徊于海洋与陆地之间的“两栖型”鱼类，是潮间带生态系统的重要符号。而如今，弹涂鱼的生存现状又如何呢？





在人们的观念中，鱼是离不开水的，“如鱼得水”这样的成语更是直观地体现了这一点。实际上，有一些鱼类在漫长的演化历程中逐渐具备了短暂离水、甚至在陆地活动的的能力，弹涂鱼可能是其中最为成功的类群之一。在沿海滩涂，人们经常能看到这些奇特的鱼类从浅水中一跃而起，落在远离水域的泥滩上。凭借独特的适应机制，它们突破了海陆环境的界线，成为了潮间带生态系统中最有代表性的鱼类。摄影 / Blick Winkel

绿斑大弹涂鱼
Boleophthalmus
caeruleomaculatus

撰文

刘毅

摄影

郑康华 等

清

晨，溢满海岸的潮水逐渐被拉回大海的怀抱，河道入海口两岸的淤泥滩涂慢慢显露了出来。

从海潮的浸没下解脱之后，沉寂了许久的泥滩变得热闹了起来——雄性招潮蟹挥动着醒目的大螯四处横行、耀武扬威，呆萌的弹涂鱼也纷纷从藏身的洞穴探出头来，在淤泥上欢呼雀跃。三三两两“讨小海”的人已经早早守候在这里，腰间挂着竹篓，手里拿着前端带弯钩的铁钎。

入海口的河道上，一座始建于宋代的“端明水闸”静静守望着这片生机勃勃的滩涂。千年以来，古老的水闸和距此不远的莆田涵江古镇将这里的潮起潮落、沧海桑田尽收眼底。为了从事滩涂调查研究，我曾走遍东南沿海，深一脚浅一脚地在这片入海口相似的泥滩上跋涉。滩涂上，那些体型还不及我的手掌长，却能在泥泞之中轻松一跃半米甚至更远的弹涂鱼实在令人类相形见绌。对不了解的人而言，这些远离海水、欢跳在滩涂上的生物似乎与传统认知中的“鱼”完全不沾边。



摄影 / Twospeeds

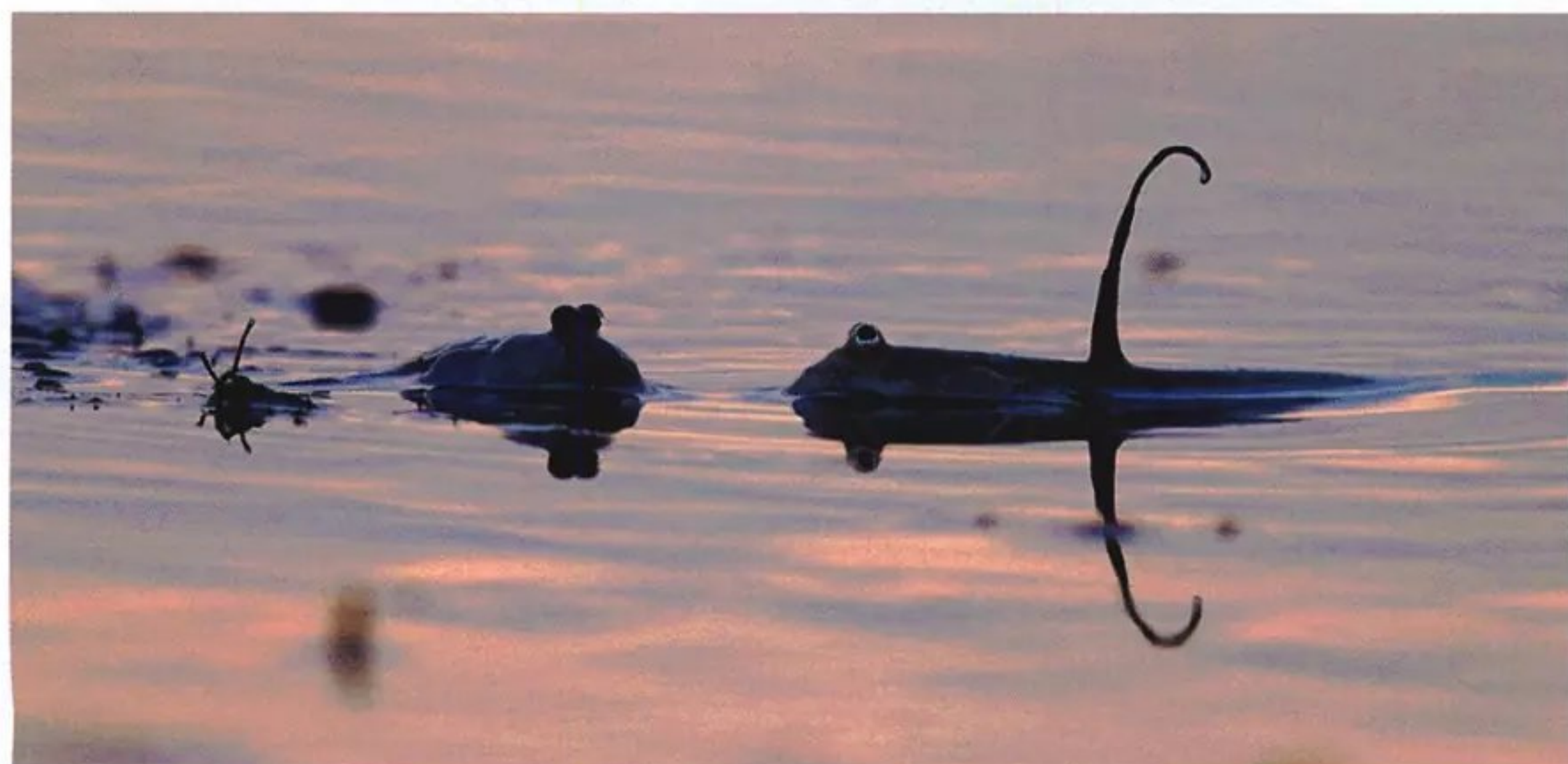
大弹涂鱼

Boleophthalmus pectinirostris



弹涂鱼

Periophthalmus modestus

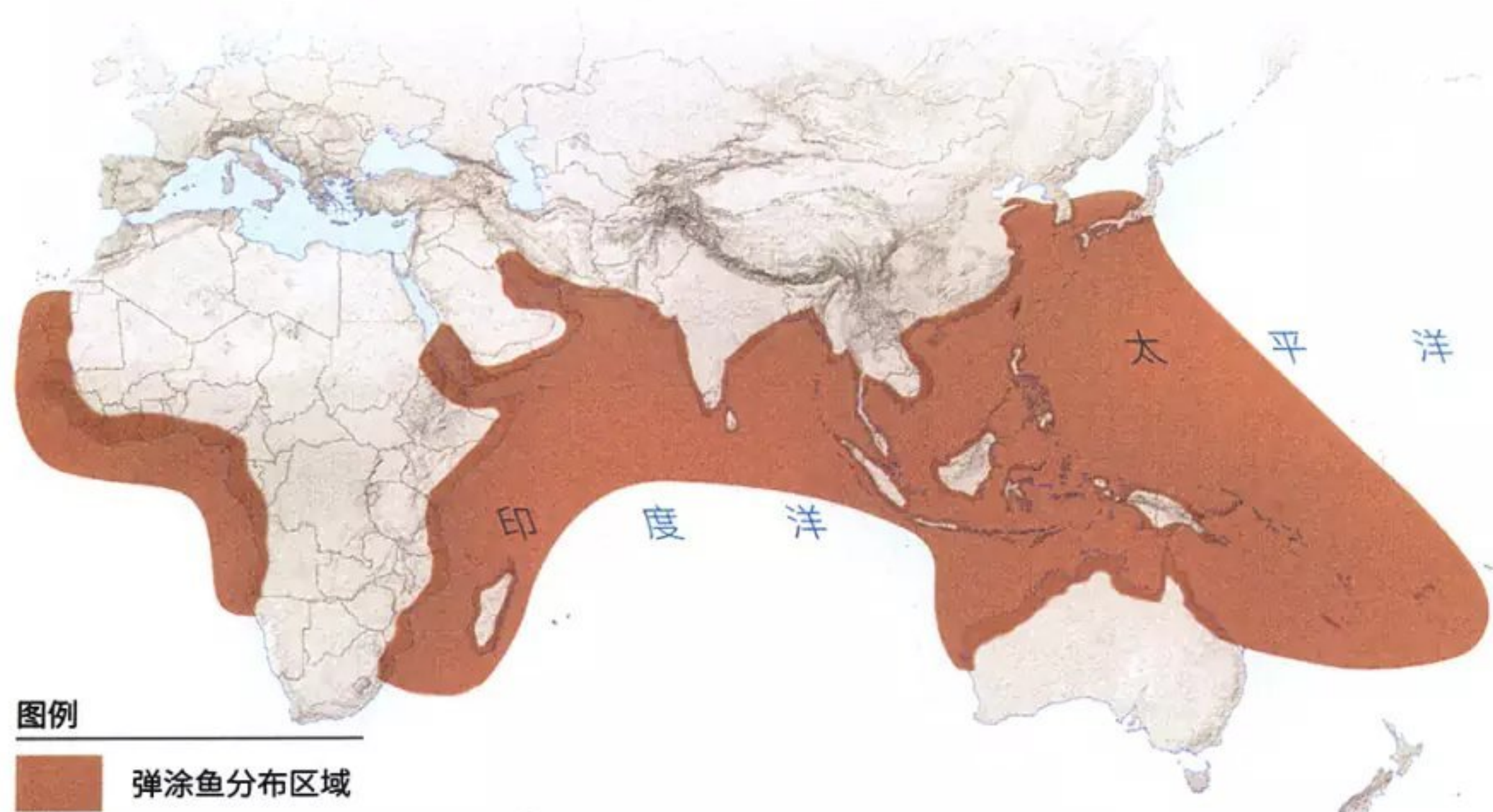


我国分布有除齿弹涂鱼属外的三属弹涂鱼，代表物种分别是大弹涂鱼、弹涂鱼和青弹涂鱼。不同弹涂鱼在体型、体色、背鳍形态等外部特征上各不相同，也有一些共同点，例如醒目的背鳍、可以在陆地爬行的胸鳍以及生在头顶，可以各自独立活动并观察周边情况的双眼。

青弹涂鱼

Scartelaos histophorus

“弹涂鱼”是四个属共32种两栖性鱼类的统称， 从西太平洋到非洲西海岸的滩涂上，都能看到它们的身影。



图例

弹涂鱼分布区域

四属弹涂鱼世界范围分布示意图

随着潮起潮落，
活跃于潮间带的
独特鱼类

“弹涂鱼”是背眼鰕虎鱼亚科下弹涂鱼属、大弹涂鱼属、齿弹涂鱼属和青弹涂鱼属鱼类的统称，目前全世界已知32种，对环境的成功适应，让这些“两栖”鱼类广布在从西太平洋到非洲西海岸的辽阔区域。各种弹涂鱼并不青睐人们传统印象中的“沙滩”（下图左半侧），而喜欢在潮间带的淤泥质滩涂生活（下图右半侧）。它们通常在淤泥下掘洞筑巢，待潮水退去才从洞穴中探出头来活动。

“水陆两栖”， 在海洋与陆地的交界顽强生存

出于工作需要，我经常要前往沿海的潮间带调查红树林等滨海湿地生态系统。这项工作大部分时间其实都是在“趟泥”。滨海滩涂，是海洋与陆地两大生态系统交汇的边界，二者的界线在一天之内随着潮汐不断地推移，此消彼长。位于高低潮位之间的潮间带，通常会形成淤泥质或泥沙质的滩涂，在常人眼中，似乎只是一片“烂泥”。实际上，淤泥里隐藏着丰富的底栖动物和硅藻，支撑着这里复杂的食物网，对以它们为食的各类生物而言，这片“烂泥”充满了机遇，但同时也带来了挑战——日复一日的潮汐更迭，逼迫这里的生物必须能适应潮涨时被缺氧的海水淹没，又要确保自己不会在潮退时因暴露在强烈紫外线之下而脱水。

弹涂鱼正是成功适应了这一生境的鱼类。凭借着独特的适应机制，它们甩开了众多大海中的



亲戚，颠覆了“鱼不离水”的固有法则，登上这片环境严苛多变的海陆交界带。因为既能在水里生活，又能离水在滩涂表面活动，它们常被称为“水陆两栖”的鱼类，虽然没有能够最终成功登陆成为四足动物的祖先，但是代表着水生鱼类向陆生四肢动物演化的中间一环。

俯身观察退潮之后的滩涂，常常可以看到各类生物来来往往所留下的痕迹，凌乱的线条、脚印组成一幅巨大的沙画。而即便如此，弹涂鱼的“足迹”也非常容易辨认——中间是呈直线的腹部拖痕，两侧各有一条平行且对称的爬痕。不同于其他鱼类，弹涂鱼特化的发达胸鳍可以像蛙类等两栖动物的前肢一样支撑起自己的身体，便于在离水之后爬行；依靠胸鳍的支撑和强壮尾部产生的爆发力，弹涂鱼能在泥滩上弹跳如飞，这也是它们名称的由来。有些小型的弹涂鱼，甚至可以借助尾鳍不断快速击打水面而产生的推进力，在水上跳跃运动。

我的许多朋友喜欢观察滩涂上时聚时散的水鸟，但我却更乐于观察弹涂鱼，它们的一些行为反映了这个类群对环境的适应方式。如果你将视线锁定在一条弹涂鱼身上，便不难发现虽然这种小鱼活跃好动，但没多久便会就近找个水坑，张开大嘴含上一口水——尽管可以“两栖”，弹涂鱼依然要像其他鱼类一样靠鳃呼吸，而不像陆生动物一样可以通过肺直接呼吸空气。为了解决离水环境缺氧的问题，它们的口腔、鳃腔内壁，甚

至皮肤表面都密布着毛细血管网，只要这些部位保持湿润，便可以辅助呼吸，获取氧气，这一适应性的呼吸方式与蛙类等真正的两栖动物如出一辙。因此除了用口含水之外，弹涂鱼还经常在泥滩中打滚，将体表裹上厚厚的淤泥，既为保持湿润，也可以避免被强烈的紫外线晒伤。

人们习惯把滩涂上跳跃的小鱼都称为“弹涂鱼”，但实际上这个类群是背眼鰕虎鱼亚科 (*Oxudercinae*) 之下弹涂鱼属、大弹涂鱼属、齿弹涂鱼属和青弹涂鱼属鱼类的统称，目前全世界已知共有 32 种，我国分布有 3 属 6 种。从黄海到南海沿岸，经常能看到一种身体和背鳍上布满醒目蓝色斑点、体长能达到十几厘米的弹涂鱼在泥滩上高高跃起，落地时发出响亮的撞击声，这就是我国最容易被注意到的大弹涂鱼，另外两种比较常见的是青弹涂鱼和弹涂鱼。这三种弹涂鱼经常栖息在同一片生境，又会依靠食性以及离水环境适应能力的差异形成不同的生态位，避免过度竞争。尽管体型较大，看似生猛的大弹涂鱼其实并不吃荤，而是在滩涂上一边缓慢爬行一边摇头晃脑，像吸尘器一样搜寻底栖的硅藻为食。弹涂鱼偏爱沙蚕、小型虾蟹、桡足类等滩涂小动物。青弹涂鱼则更不挑食，它们既取食底栖硅藻，也吃小型动物。潮起之时，大弹涂鱼和青弹涂鱼都需要进入滩涂下的洞穴躲避，而弹涂鱼却经常能越过高潮线进入离水更远的环境，它们的两个腹鳍愈合成类似吸盘的结构，再加上胸鳍的抱握，可以爬到稍高于水面的礁石或树枝上，安逸地等待退潮。尽管体型最小，弹涂鱼属的物种却是在向着适应陆地生活的演化道路上走得最远的。



我国最常见的弹涂鱼种类是大弹涂鱼。 《海错图》描述它们“怒目如蛙，侈口如鰓， 背翅如旗，腹翅如棹，褐色而翠斑”。

与人类一样，
弹涂鱼也为婚姻大事煞费苦心

能在滩涂活动的弹涂鱼是“肢体语言”最为丰富的鱼类之一。在滩涂调查时，我时常能看到这些小鱼做出各种怪异逗趣的动作，在繁殖期尤其如此。平坦开阔的滩涂上，“视觉传达”或许是生物之间传递信息最有效的方式。按照近年来科学家对弹涂鱼“肢体语言”的解读，它们头部的姿势和朝向、张嘴“怒吼”的幅度、不同个体之

“表情浮夸”的大弹涂鱼，
是滩涂上的一道风景

大弹涂鱼是我国最常见的一种弹涂鱼，体长可以达到十几厘米，体侧和背鳍布满天蓝色的斑点，肢体动作也比较夸张，可能是沿海滩涂生物中最引人注意的。清代《海错图》描述它们“怒目如蛙，侈口如鰓，背翅如旗……”。大弹涂鱼对其他同类或是招潮蟹这样的不速之客非常敏感（左页图 摄影 / Twospeeds）。繁殖期的雄鱼常常竖起招摇的背鳍，张开大口发出吼叫，“表情浮夸”地吸引雌鱼的注意力，它们奇特的求偶行为让退潮之后的滩涂更添一分生机（下图 摄影 / 邹强）。



大弹涂鱼
Boleophthalmus
pectinirostris

繁殖期的雄性弹涂鱼， 会用张扬而夸张的“肢体语言”吸引异性， 但它们如何在滩涂之下的洞穴中繁衍后代则显得十分神秘。



繁殖期的弹涂鱼， 既张扬又神秘

如同许多雄性动物一样，繁殖期的雄性弹涂鱼从不吝惜展示自己的优势，一些雄性弹涂鱼在繁殖期体色会变得更加鲜艳，并不停地依靠各种“肢体语言”来吸引雌鱼的芳心，这一点在动作夸张的大弹涂鱼身上更为明显。借助强壮的尾部，雄性大弹涂鱼能够在滩涂上“站立”，不停扭动身体、跳到空中（左图 摄影 / Dwi Agung Sulistyo），雄鱼之间也常常因为领地和求偶发生直接冲突，在滩涂上激起一阵泥花（右图 摄影 / 孙华金）。

间的相对位置、跳跃的距离和高度等等，都传递着各不相同的含义。除此之外，几乎所有的弹涂鱼都有着高耸的醒目背鳍，而且分为前后两段。它们背鳍的收张方式，以及背鳍、胸鳍和尾鳍的动作组合，表现着求爱、警觉、恐吓等复杂的情绪。这让我想起了茫茫大海上船舶间远程交流的“旗语”，似乎有异曲同工之妙。当初“旗语”的发明者是否也从弹涂鱼身上获得了灵感呢？

要研究弹涂鱼的肢体语言，体型较大又动作夸张的大弹涂鱼是理想的观察对象。雄性大弹涂鱼敏感而易怒，一旦发现同类或招潮蟹等不速之客闯入自己的领地，就会张开大口、瞪圆两眼、

竖起背鳍发出警告，正符合清代《海错图》中对它的描述，“怒目如蛙，侈口如鰓，背翅如旗”。

大弹涂鱼平时独居，到了繁殖季节，雄鱼体表原本的亮蓝色斑点会变得更加鲜艳。每当滩涂上有雌鱼出现，雄鱼们便会竞相凑上前去，依靠强壮的尾部在滩涂上“站立”，不停地扭动身体、跳到空中旋转飞舞，用花哨而滑稽的舞姿吸引雌性。如果雌鱼还在犹豫，雄鱼便会不停地在自己精心挖掘的洞穴入口钻进钻出，邀请雌鱼前来参观。但雌鱼选择婚房的标准非常苛刻，稍有不满意便扭头就走。这似乎跟人类有些相似，如果有别墅可选，谁会去挑“小户型”呢？



弹涂鱼生性机警，又过着神秘的穴居生活，我经常只能看到它们将生于头顶的眼睛探出洞口，观察外界的情况。而它们位于

滩涂之下的洞穴则是近些年才被研究人员初步了解。不同种类的弹涂鱼洞穴的形状和深度差异很大，大弹涂鱼的洞穴深度甚至可达1米。在复杂的洞穴中，雄鱼会挖出一个高于洞内或巢内水面的卵室，让雌鱼将卵产在远离水面的洞穴顶部，卵室也是雌鱼判断婚房是否合格的重要标准。不

尽管繁殖行为十分张扬，弹涂鱼如何繁衍后代却很神秘。通过各国学者的研究，不同种类的弹涂鱼所挖掘的巢穴结构都各不相同，但雄鱼总会在繁殖期趁着退潮水位下降之时，在洞穴中扩建出一个充满空气的产卵室，如果雌鱼满意，就会随雄鱼潜入巢穴交配产卵，受精卵巧妙地悬挂在产卵室的天井和侧壁上。雄性弹涂鱼需要独自护卵，不停往返于洞口和卵室之间，用口搬运空气，维持卵室内的氧气含量和空气比例。不过时至今日，围绕着它们滩涂之下的巢穴以及孵出的鱼苗如何离巢等仍有很多疑问等待解答。

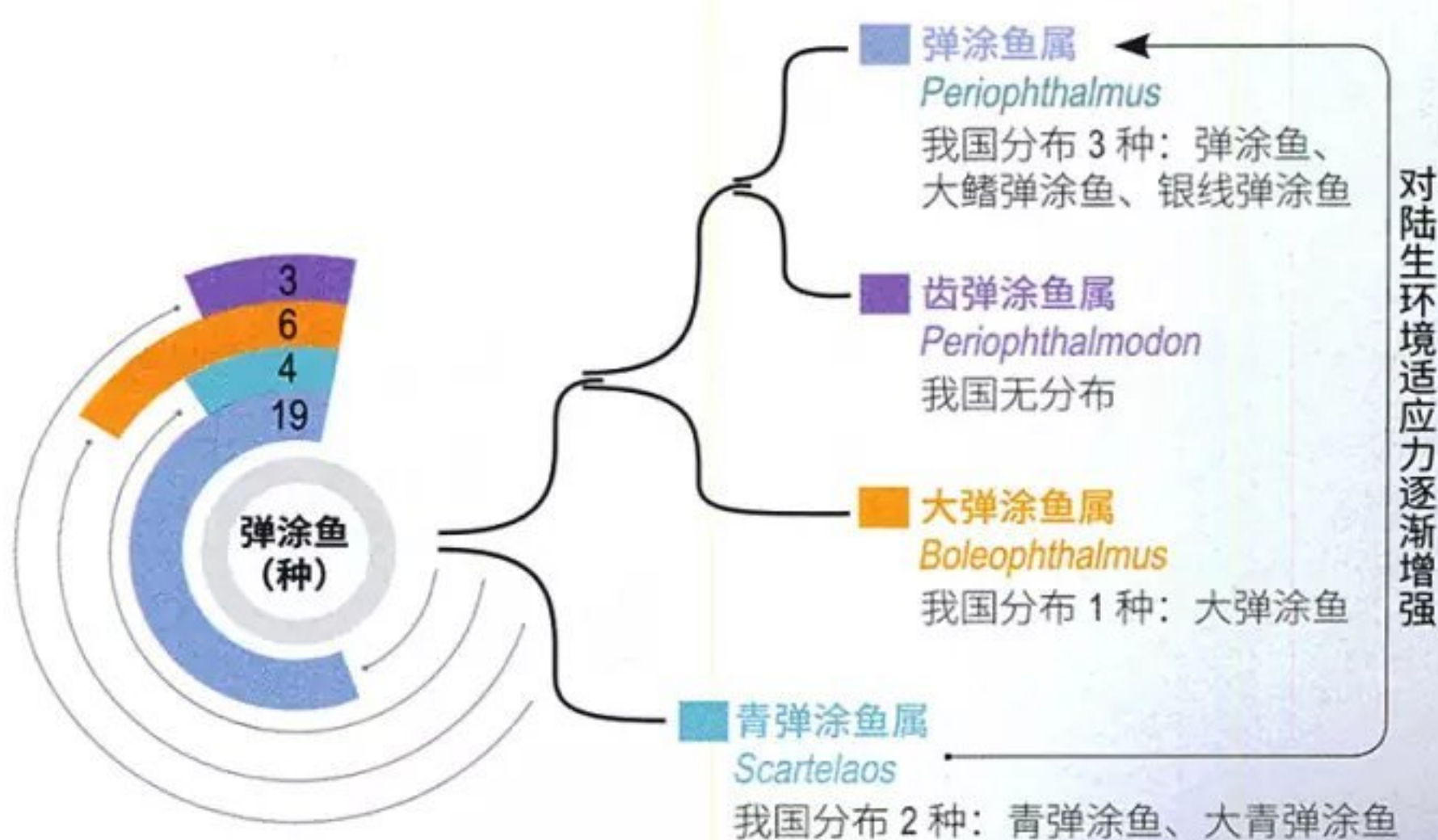


过在产卵之后，雌鱼会立刻跑路，寻找其他雄性交配以留下尽可能多的后代，剩下的工作全部丢给雄鱼。为了维持卵室中的氧气含量，雄鱼要时常钻出洞口，张开大口吸入空气，再潜入水中，沿着错综复杂的通道将嘴里的空气运送到卵室，如此反复、兢兢业业。

同为两栖，对水依赖不同

本跨页绘图 / 陈磊

世界上已知的32种弹涂鱼大多是广域分布的物种，除了齿弹涂鱼属外的其他三属在我国均有分布，由于分布区重叠，各属物种常常出现在同一片滩涂。虽然都被称为“两栖鱼类”，但它们对离水环境的适应能力却是有差异的。如果以滨海红树林生态系统作为理想场景，体型最小的弹涂鱼属鱼类（如下图的弹涂鱼和银线弹涂鱼）却走到了弹涂鱼这一类群由水生向陆生演化过程的最远端，生活史的大半时间都可以在陆地度过。它们的适应幅很宽，既可以像其他两属弹涂鱼那样在滩涂活动，也可以在远离滩涂的高潮线附近活动。退潮之后，它们可以爬上满是藤壶的红树植物根部，在涨潮时依然能停留在稍高于水面的树枝上等待退潮，而不需要像大弹涂鱼和青弹涂鱼那样回到洞穴中。



跳跳鱼各属物种数、演化关系及我国分布物种



大跳跳鱼分布示意图



跳跳鱼、大鳍跳跳鱼、银线跳跳鱼分布示意图



青跳跳鱼和大青跳跳鱼分布示意图

解读跳跳鱼丰富的“肢体语言”

在平坦的滩涂上，跳跳鱼夸张的肢体行为可以清晰地传达多种信息。以大跳跳鱼为例，它们在求偶期常用尾部立在滩涂上，不停扭动身体，或跃向空中展示自己①。当繁殖期来临时，它们也会在水坑中直起前半身，用力拍打强壮的胸鳍发出响亮的水声以示殷勤②。它们用胸鳍支起身体，“仰天长啸”的标志性动作则既可能出现在繁殖期，也会用于警告闯入者③。而体型较小的跳跳鱼属鱼类在发现不速之客后，会如看门犬一样用胸鳍支撑身体，弓起背部，将尾巴翘起恐吓对方④。

跳跳鱼
Periophthalmus modestus

青跳跳鱼
Scartelaos histophorus

弧边管招潮
Tubuca arcuata



①

弹涂鱼的“鳍语”

除了肢体动作之外，所有的弹涂鱼都生有醒目而高耸的背鳍，分为前后两段。①处于休息或进食状态时，背鳍通常平放于背部；②当第一背鳍单独竖起，经常表示警惕，或希望引起对方的注意；③当第二背鳍竖起，并不断弹动时，则是在警告对方离开；④当两段背鳍全部竖起，可能是求偶，也可能是表示情绪的愤怒；⑤如果背鳍全部展开，尾鳍也张开如一面扇子，则是在发动进攻前的最后通牒。



②



③



④



⑤

白骨壤（海欏树）
Avicennia marina

大弹涂鱼

Boleophthalmus pectinirostris

银线弹涂鱼

Periophthalmus argentilineatus

舌尖上的美食，亦是环境指示物种

在人们用现代手段研究弹涂鱼之前，我国古人也曾描述、记录过这些独特的鱼类。《闽中海错疏》里记载：“登物捷若猴然，故名泥猴。”在各地民间，大弹涂鱼有“花跳”等俗名，但还有不少俗名却都带有贬义。福建漳州龙海渔民称弹涂鱼为“空锵”，意思是它脑袋上凸出一对呆萌的眼睛，成天在滩涂上乱窜，就像个傻子一样。浙江的弹涂鱼俗名也不那么“中听”。在台州温岭方言里的“阑胡秀才”特指那些好舞文弄墨又一事无成的小知识分子，而“阑胡”意指一个人外表邋遢，在温岭、温州一带也用来称呼浑身裹着泥巴的弹涂鱼。清代学者俞樾在《右台仙馆笔记》中记载：“阑胡，亦名弹涂，海滨小鱼也。形如鳅，长二三寸，潮退跳掷泥涂，无虑数千万头。”

虽然“名声不好”，却不妨碍大弹涂鱼成为闽浙及我国台湾居民餐桌上的美食。油炸弹涂鱼、酒醉弹涂鱼、弹涂鱼焖豆腐……除了品种繁多的菜式外，闽浙两省有不少地方都会在婴儿出生满四个月时举行“开荤仪式”——用荤食沾一下孩子的嘴唇，让孩子舔一舔。不同的地方仪式所用的“荤”有所不同，但都有各自的含义。在浙江宁波，开荤仪式用的是弹涂鱼，希望孩子在摔倒时能像弹涂鱼一样勇敢地昂起头，不磕到地，还有“开荤娃娃吃跳鱼，一世生活有富余”的美好寓意。在福建晋江安海镇，小孩要学走路时，父母也会用善于跳跃的弹涂鱼来炖姜片给孩子食用。

弹涂鱼不仅丰富了沿海居民的餐桌，在潮间

海陆之交、来去自如

潮间带生态系统是海洋与陆地的分界线，这里的盐度、含氧量随着潮汐更迭不断地变化，强烈的紫外线更是考验着生活在这里的所有生物。依靠能辅助呼吸的口腔和皮肤，以及在滩涂上来去自如的运动能力，弹涂鱼顽强地适应着不断变化的潮间带。在滩涂上常能看到弹涂鱼拖着身体“爬过”的痕迹，它们发达的胸鳍基部有一对肌柄，可以像两栖动物的前肢一样支撑身体，拓展了弹涂鱼的活动范围，既可以沐于海潮之下，又能爬向远离海水的地方觅食。

摄影 / Azad Azahar Adnan

带生态系统中也扮演着重要的角色。它们在滩涂下不断掘穴、搅动泥沙，提升了土壤的通气量，促进了包括红树植物在内的滩涂植物的生长；它们取食底栖硅藻、小型动物及尸体，同时又是众多水鸟和蛇的盘

中餐，是潮间带物质和能量流动不可或缺的一环。像大弹涂鱼这样以硅藻为食的物种，体内富集的重金属含量可以作为潮间带环境污染程度的参考指标。弹涂鱼对潮间带生境，特别是泥质滩涂的依赖程度很高，这也让它们成为了潮间带环境健康的指示物种，以及滩涂上最有代表性的符号之一。在人们的印象中，弹涂鱼是和滩涂联系在一起的，遍地都是，捉都捉不完。

然而事实并非如此。

海陆的交界正经历剧变，失去了潮间带的弹涂鱼将何去何从？

由于栖息地破坏和过量采捕，野生的弹涂鱼资源已日益减少，难以满足人们的需求。于是，上世纪80年代，福建霞浦开始尝试弹涂鱼养殖。到了2016年，仅福建沿海的大弹涂鱼养殖面积已达到3万多亩，年产量约2000吨。其中规模最大的霞浦县养殖面积达2万多亩，年产量1300多吨。养殖的规模如此可观，是否意味着野生的弹涂鱼种群可以从此不受干扰，高枕无忧了呢？

弹涂鱼发达的胸鳍可以像两栖动物的前肢一样支撑身体运动，拓展了弹涂鱼的活动范围，它们既可以沐于海潮之下，又能爬向远离海水的地方觅食。



比起常规鱼类，研究弹涂鱼需要付出更多努力和坚持，研究人员常常要借助特殊的工具才能让自己不至于深陷泥滩。多年来，我国鱼类学家一直在弹涂鱼的分类、分布范围、形态和分子适应机制，以及物种保护上不断努力。时至今日，尽管无法对弹涂鱼的野外种群做出准确估计，我们还是能从一些侧面信息中感受到弹涂鱼面临的

危机。弹涂鱼的人工育苗技术虽然已趋成熟，但苗种产量仍远无法供应现今如此庞大的养殖规模，大部分的鱼苗仍然依赖野外捕捞，可近些年来，野外的弹涂鱼却变得“越来越难捉”了。在福建霞浦松港街道长沙村，养殖大弹涂鱼曾帮助当地居民走向富裕，也让这里成了大弹涂鱼科技养殖示范基地。然而2012年以后，随着沿海不断

弹涂鱼不仅是沿海居民餐桌上的美食，
本身也是潮间带生态系统中重要的一环，
但要掌握这些鱼类野外种群的情况，却并不是一件容易的事。



除了餐桌上的美食之外，
我们对弹涂鱼
又了解多少呢？

历史上，弹涂鱼一直在沿海居民的饮食和民俗文化中占有一席之地。如今为了满足人们的需求，我国自上世纪80年代起发展了弹涂鱼养殖业（左图 摄影 / 陈良道）。除了为人类提供美食之外，弹涂鱼也作为生态系统中不可或缺的一环，为滩涂上的鸟类，如濒危的小青脚鹬（右图）提供食物。调查弹涂鱼是非常困难的事情，在福建霞浦，来自中国科学院动物研究所的研究人员要依靠当地一种特制的船形工具“泥马”才能在弹涂鱼跳跃如飞的淤泥上前行（下图 摄影 / 张洁）。



的围垦，滩涂日益减少，大弹涂鱼的养殖业也因难以获得苗种而日益萎缩。

这些突破了海陆的界线、一度遍布滩涂的小鱼，如今成了潮间带萎缩的见证者和牺牲品。

近几十年来，我国沿海潮间带经历了剧变。兴起于上世纪80年代的海产养殖业，将沿海大片的滩涂转变成了整齐划一的养殖池；进入21世纪后，沿海城市化发展加速，对潮间带的开发和侵占也愈加严重；根据2015年完成的“中国滨海湿地保护管理战略研究项目”，1990—2010年间，我国海堤海岸线长度增加了3.4倍，达到了11000公里，占中国自然海岸线总长度的61%，曾经“参差曲折”的天然海陆分界线，已经被人工海堤拉得“横平竖直”；沿海工程建设切断了红树林等滨海湿地生态系统向岸上演替的“退路”，半个世纪来，我国的红树林资源已经损失了73%。实地调查时，我常看到红树林及其生长的滩涂被钢筋水泥设施逐步蚕食，令人痛心。近年来，为了向大海要地，抽沙船从浅海搅散、抽取泥沙，破坏了滩涂原本的土壤结构，而将这些泥沙吹填到别处的过程中，由于混入了太多的海水，造就的常常是“泥水”而非淤泥质滩涂，弹涂鱼无法在这样的稀泥中挖洞营巢，当水分随着日照蒸发，这些人工造地又往往会过度沙滩化，如果你询问路过的行人，他们会告诉你：“这沙滩不也是滩涂嘛。”可对于弹涂鱼而言，泥、沙之间有天壤之别，这里已经不是它们的容身之地了。

而除了人类工程的侵占之外，气候变化导致的海平面上升也在挤压着有限的潮间带——2020年4月，自然资源部发布的《2019年中国海平面



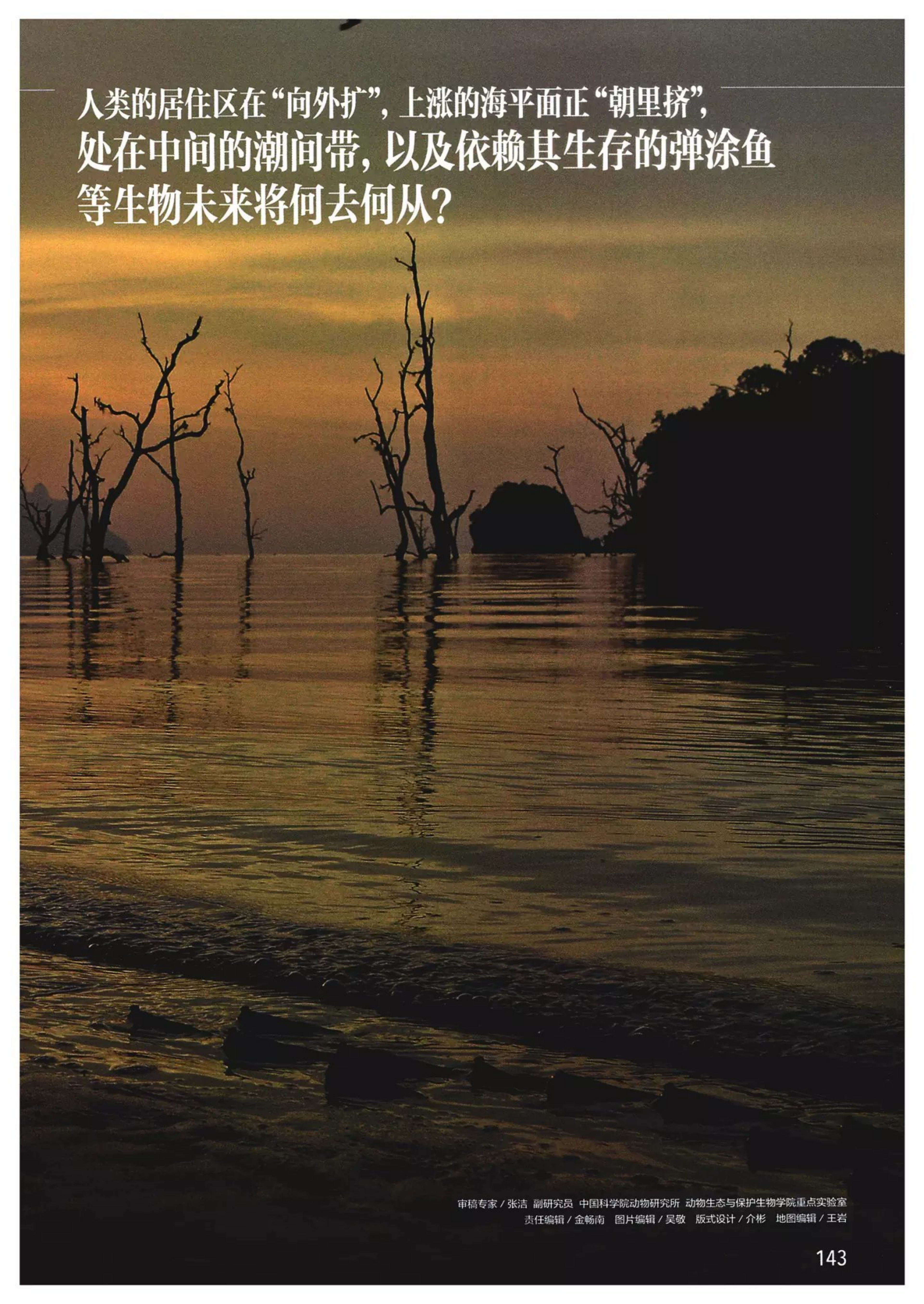
公报》显示，我国沿海海平面上升速率为3.4毫米/年，高于同时段全球平均水平。这些冷冰冰的数字，反映了一个残酷的事实——人类的居住区在“向外扩”，上涨的海平面正“朝里挤”，处在中间的潮间带、以及依赖其生存的弹涂鱼等生物未来岌岌可危。

2000年开始，涵江古镇也同我国其他的沿海城镇一样发生了翻天覆地的变化——古老的屋宅之间，现代的高楼拔地而起，然而曾经清澈的河水也开始变得污浊。如今，在那被端明水闸守望了千年的人海口，潮沟已经越来越窄，两侧滩涂上堆积着垃圾，长满了咸草，昔日随处可见的弹涂鱼几乎销声匿迹。退潮之后生机盎然的滩涂一去不复返，“讨小海”的人们也逐渐抛弃了这里。

日复一日，潮汐更迭。潮间带正发生着剧变，我们或许只是失去了一片“讨小海”的地方，可对于徘徊于海陆之间，努力适应着环境的弹涂鱼和其他滩涂生灵而言，又该何去何从呢？

潮间带越来越“细”， 这些滩涂上的小鱼该 何去何从？

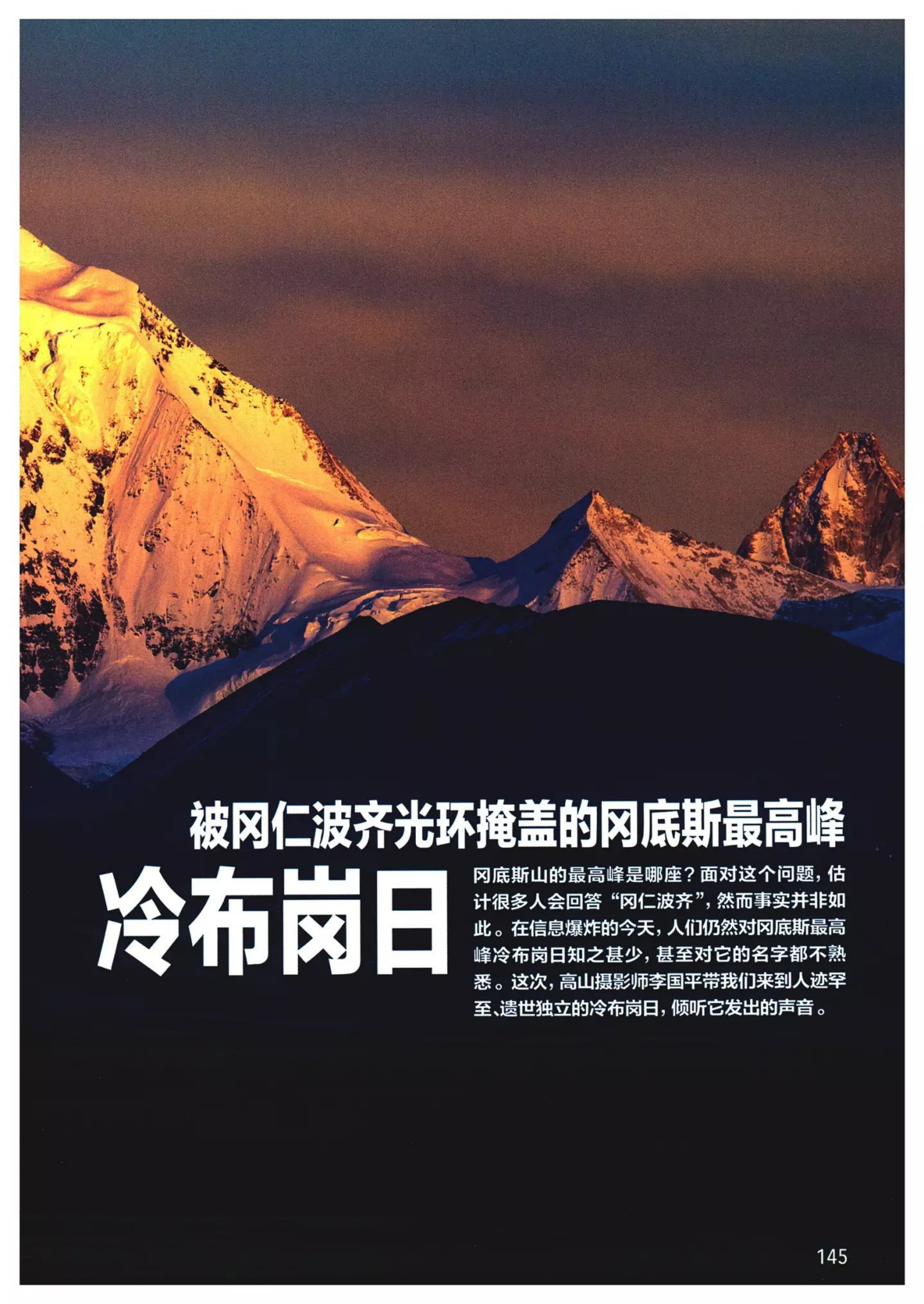
弹涂鱼既没有“明星物种”的光环，也没有被列为“濒危”，这看起来是幸运，却也意味着人们长久以来对它们的忽视。如今由于野外种苗的获取难度越来越大，福建等省的弹涂鱼养殖业也出现了萎缩。这一事实侧面反映了弹涂鱼的野生种群令人堪忧。通过掘穴，弹涂鱼增加了土壤的通气量，促进红树植物和其他滩涂植物的生长，本身也是鱼类向陆地“进军”的生动例子。人类的扩张、气候变化带来的海平面上升挤压着残存的潮间带，也让依赖其生存的弹涂鱼未来变得岌岌可危。这些在人们眼中蹦跳于泥滩上的寻常小鱼，又该何去何从？摄影 / Francesco Tomasinelli



人类的居住区在“向外扩”，上涨的海平面正“朝里挤”，
处在中间的潮间带，以及依赖其生存的弹涂鱼
等生物未来将何去何从？



落日的余晖洒在冷布岗日的西坡，显得无比庄严。跟冈仁波齐相比，冷布岗日山形更加尖削，是典型的青藏高原山峰形状。这里有101条现代冰川，面积114.94平方公里，其中山谷冰川和冰斗山谷冰川39条，悬冰川和冰斗冰川62条，而规模最大、景色最壮观的是山谷冰川。摄影 / 温钧浩



被冈仁波齐光环掩盖的冈底斯最高峰 冷布岗日

冈底斯山的最高峰是哪座？面对这个问题，估计很多人会回答“冈仁波齐”，然而事实并非如此。在信息爆炸的今天，人们仍然对冈底斯最高峰冷布岗日知之甚少，甚至对它的名字都不熟悉。这次，高山摄影师李国平带我们来到人迹罕至、遗世独立的冷布岗日，倾听它发出的声音。

撰文

王太军

摄影

李国平等

连当地人都对它视而不见

“我能拍摄到冷布岗日的壮观与雄伟，真是幸运之至，也艰险之至。”回忆起拍摄冷布岗日的经历，高山摄影师李国平感慨地说。

2019年9月9日，李国平应邀去西藏自治区日喀则市的萨嘎县如角乡拍摄当地一座叫“国王峰”的山峰。对于曾经拍摄过14座8000米级高峰的李国平而言，这可以说是一次相当常规的拍摄。

第二天，李国平在当地向导的陪同下，沿乡村牧道向国王峰出发。一路上，疲于奔波的李国平都在睡觉养神，几十公里后被叫醒，被告知左侧山梁后的那座金字塔状山峰就是国王峰了。

为了一睹国王峰全貌，一行人爬上左侧这道

山梁。向导指着远处巍峨高耸、连绵不绝的雪山群告诉李国平：中间的三角形雪山就是当地传说中冈仁波齐神山的兄弟——“国王峰”，右边是“管家峰”冷布岗日（当地人称“啰波康日”），左边分别是“公主峰”、“王子峰”和“王后峰”。在传说中，冷布岗日是国王峰的管家，其他几座山则是国王峰的妻子和子女。

冷布岗日？李国平的神经一下子兴奋了起来：这不就是冈底斯山的最高峰吗？没想到在这里偶遇了它。真不敢相信，就算它默默无闻，知道它的外地人很少，可就连当地人也对它视而不见，把它当成了另一座峰的“管家”。

于是，完成原计划中对国王峰的拍摄后，李国平将拍摄焦点对准了冷布岗日。

冷布岗日海拔7095米，位于冈底斯山中段，

冷布岗日位置示意图



摄影师的神经一下子兴奋了起来： 这不就是冈底斯山的最高峰吗？ 没想到在这里偶遇了它。

西藏日喀则市萨嘎县和仲巴县交界处，是一座终年积雪、巍峨壮丽的雪峰。

李国平忘不了第一次抵近冷布岗日山脚时的震撼。

当时，他们一行人走到三岔路口，右边是去措勤县的大路，而他们选择走左边的牧道。一行人开车越过冰川河，一面寻找模糊不清的牧道印迹，一面在杂草乱石滩中艰难前行。渐渐地，冷布岗日终于越来越清晰，变得高大、壮观起来。

出人意料的是，到了 5500 米的海拔高度，面积二三十平方公里的冷布岗日终碛平台上竟出现了十几个大小不一的冰川湖泊。湖泊群映衬着高耸入云的雪山背景，更显得光影迷人，无比壮丽，瞬间激发起李国平的无限激情。

“我要用影像告诉更多的人，冷布岗日是多么雄伟，多么壮观，多么迷人！”李国平说。被李国平的兴奋感染的当地向导也满怀欣喜：“我刚刚发现，冷布岗日竟然这么美！”

就连当地人都没意识到 冷布岗日的重要性

冷布岗日位于西藏日喀则市萨嘎县与仲巴县交界处。长久以来，这座山峰默默无闻，就连当地人都把它当做另一座山峰——“国王峰”的“管家峰”。实际上，在这连绵的群山中，这位“管家峰”才应该是当之无愧的主角和明星。冈底斯山脉是青藏高原最古老的山脉，在它的主脊一线连续分布有十余座海拔超过6000米的山峰，而冷布岗日以7095米的海拔高度成为最高峰，比主峰冈仁波齐还高439米。

王后峰

王子峰

国王峰

冷布岗日（管家峰）

公主峰

拍摄途中，摄影师在察隅县境内的
雄多拉山口遭遇雪崩，
幸亏他及时发现异常，逃过一劫。



只有不畏艰险，
才能捕捉到冷布岗日的美

冷布岗日的鲜为人知与当地恶劣的自然条件有关。其山脚处的海拔也达到5500—5600米，交通不便，人迹罕至，到了冬天更是温度极低，风雪满天。摄影师李国平曾不顾艰险，四处冷布岗日进行拍摄，拍摄途中曾遭遇雪崩（右页下图），也曾被冻伤。不过，冷布岗日终于在他的镜头下展露出了真容。上图为银装素裹的冷布岗日（北坡），右页上图为在风雪中跋涉的李国平（摄影/普布扎西）。

摄影师两次“险些丧命”

初次抵达冷布岗日这天，拍上了瘾、舍不得走的李国平说车上有吃的，就不回去了，要在车里坐一夜，第二天拍摄冷布岗日日出后再返回。谁知，同行的其他三人异口同声道：“不行！”他们说，这里晚上有狼、棕熊和黑熊，很危险。去年这一带还有黑熊伤人的事件发生，所以晚上不能住在这里，只能改天再来。李国平只好客随主便，一起返回了如角乡。

第三天，早上4点不到，李国平一行再次出发。然而，远处的湖边云雾满天，把雪山罩得严

严实实，只露出山脚。起了个大早，却白跑一趟，一行人沮丧地回到乡里。最后，李国平决定一个人开车上山去守几天，一定要守到日出。

“摄影师想独自去熊出没的地方过夜”，消息一传开，乡里哗然，请示县里主管安全的领导。因为李国平的坚持，最终只好让他带上卫星电话随时通报平安，才得以成行。当地的朋友们为他准备了一大堆吃的，后勤保障充足。

第四天，李国平告别众人，怀揣着卫星电话，开车直奔冷布岗日。

一个人行进在大终碛平台的乱石滩里，李国平迷路了两次。他走到一处山沟里，发现不对，

又掉头回来找路，重新回到终碛平台。突然听到底盘一声巨响，他急着想找块平地检查底盘，谁料，正前方太阳直射眼睛，他无法看清路况，又是一声巨响：右前轮重重地撞上了大石头。狼狽之中，李国平停车检查底盘，才知道是右后减震器断成了两截。李国平赶紧卸下已经断了的减震器，又换下正在慢撒气的轮胎，这才继续向冷布岗日驶去。

这一去，在 5500 米海拔处一待就是四天。李国平想要一个日出，结果事与愿违，几天中不是冷雨寒雪就是云雾漫天，狂风怒号中还伴随着熊狼的阵阵嚎叫，一次日出也没有能等到。车已损，粮已尽，缘分未到，李国平决定改日再来。摄影如同农民种地，靠天吃饭，没有好天气，就没有好收成。

2019 年 10 月 28 日，“满血复活”的李国平第二次前往冷布岗日补拍照片。没想到，他在去



萨嘎县路上的 317 国道那曲市比如县段遭遇了车祸。那是在一处悬崖上坡弯道，正在开车上山的李国平迎面遇到一辆下山车辆，当时正在下雪，路面结冰，对向而来的车辆刹不住车，两车相撞，李国平的驾驶室安全气囊都被撞了出来，驾驶室





青藏高原大气环流影响范围示意图

资料来源：
《西昆仑古里雅冰芯等记录的第三极气候多样性》

的车门也被撞凹进去一块。他与死神擦肩而过，车也被拉去维修，第二次拍摄无果而终。

2020年1月5日，并未气馁的李国平第三次直奔冷布岗日。此时，已是风雪酷寒的冬日，气温低至零下20多摄氏度，不能在5500米海拔处长时间停留。终碛平台上的湖泊早已被冰雪覆盖，狂风肆虐。在如角乡乡长普布扎西的陪同下，李国平惊险穿越而过。

这次，李国平终于等到了日出。

天空中没有一丝云彩，冷布岗日的侧峰显得很孤独。但在冬日的阳光下，侧峰展露出一种冷艳的美，李国平赶快支起脚架拍了几张。然而，仅仅几分钟时间，他露在外面的双手食指马上便失去了知觉。几个小时后，回到乡里的李国平发现，双手食指的指甲大半变成了黑色，显然是被冻伤了。他回家后，在家宅了三个多月，冻伤的手指才基本康复。

2020年4月中旬，新冠肺炎疫情好转，管控降级，李国平办好健康证和绿码，第四次前往冷布岗日拍摄。这次，他从四川省凉山彝族自治州甘洛县出发，经云南到西藏的丙察察滇藏线去西藏萨嘎县如角乡，然而途中再次发生了意外。4月18日，他在西藏察隅县境内的雄多拉山口遭遇雪崩，

单位（毫米）
3000 以上
3000
2000
1000
500
200
100
50
50 以下



2001—2011 年青藏高原（局部）年均降水量示意图

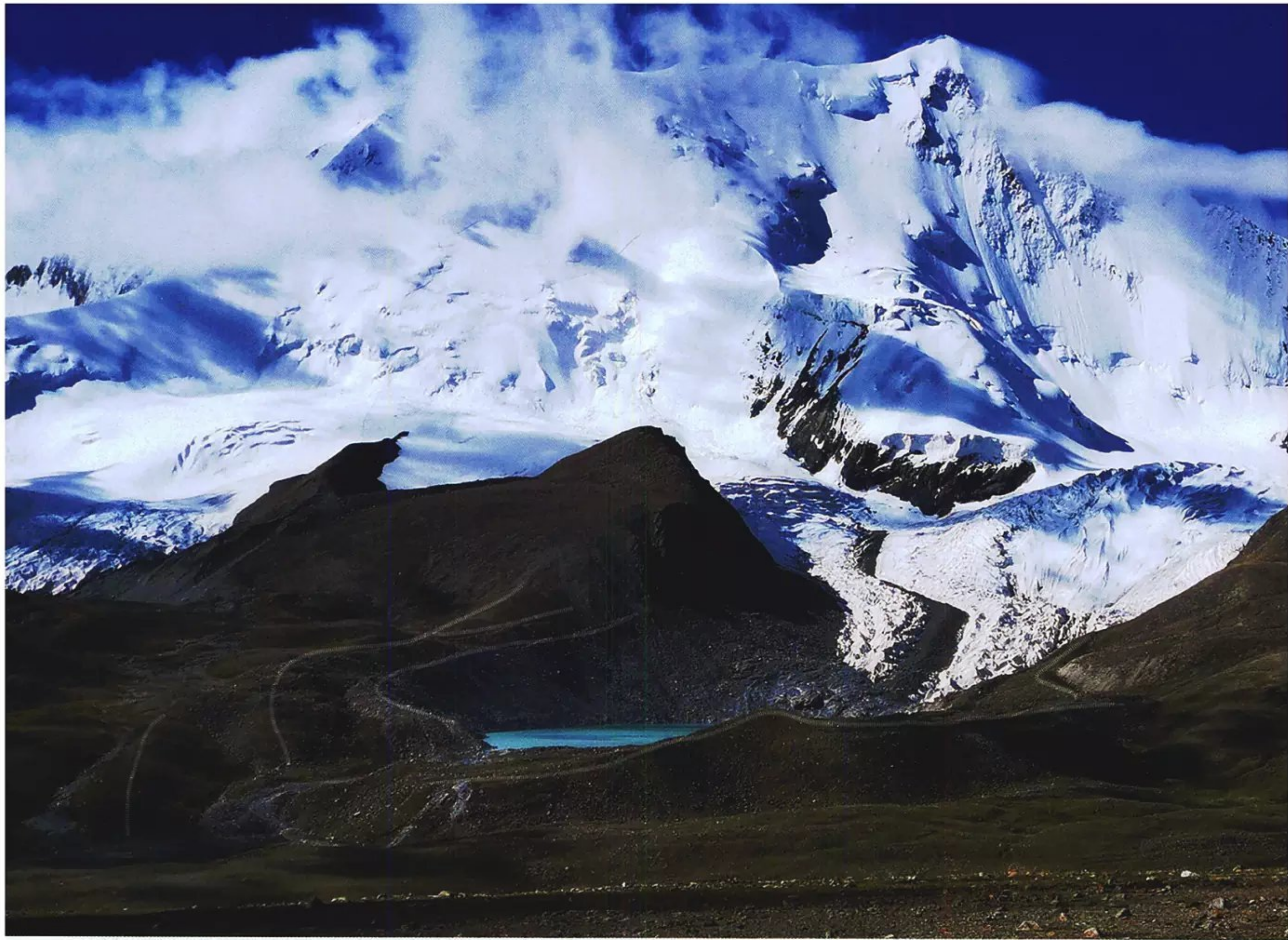
资料来源：
《再分析数据揭示的青藏高原降水的季节性及其变化》

与冈底斯山西段的网仁波齐相比，
这里的冰川更加发育，
冰川下端可以看到珍稀的冰塔林景观。



冰塔林是冰川运动 并不活跃的证据

在一条宛若水银泻地的山谷冰川下端，摄影师拍摄到了罕见的冰塔林景观（上图）。这些冰塔林有两三人高，一方面是珍稀的美景，另一方面说明了这里气候的特殊性：虽然地处印度季风区（左页上图），但由于南邻的喜马拉雅山脉阻挡了季风携带的水汽，这里受印度季风降水影响有限，年降水量不大（左页下图），冰川并不活跃，这样才可能孕育出冰塔林。



幸亏他发现异常，及时把车后倒，只有部分车身被冰雪掩埋受损，他还能从驾驶室右边的车窗爬出，否则后果不堪设想。第四次拍摄被迫中断。

李国平感叹说，这个选题的拍摄过程中，两次都“险些送命”，可见亲近这座遗世独立、充满神秘感的山峰实非易事。然而现在的情况是，提到冈底斯山，世人皆知主峰冈仁波齐，而不知最高峰冷布岗日，一想到能把它展示在世人眼前，让更多的人认识它，他就觉得这一切都是值得的。

“太憋屈”的冷布岗日

“冷布岗日太憋屈了。近在咫尺的冈仁波齐和纳木那尼名气太大，（它的）地位被冈仁波齐压制，高度被纳木那尼压制。我一直做植物研究，去阿里考察过三四次，都不晓得这座山峰！冷布

岗日的植物学调查更是空白。”西南林业大学教授徐波一针见血地指出冷布岗日的“委屈”。

纳木那尼海拔7694米，是位于喜马拉雅西段的一座山峰。且不说纳木那尼，为什么同为冈底斯山的重要山峰，海拔7095米的冷布岗日会被海拔6656米的冈仁波齐全面“碾压”——作为最高峰的冷布岗日没有成为主峰，一直默默无闻，反倒是海拔较低的冈仁波齐成为主峰，得享大名？主峰和最高峰又是如何界定？

《汉语大词典》里这样解释“主峰”一词：“山脉的正峰。一般为最高峰。”也就是说，山脉的最高峰和主峰常常是合二为一的，然而有的时候，主峰并不是最高峰。在这种情况下，主峰通常会在这个山脉范围内，较早被发现、认知、探索，并被赋予较多文化内涵的，海拔突出、相对落差较大、具有地标意义的山峰。

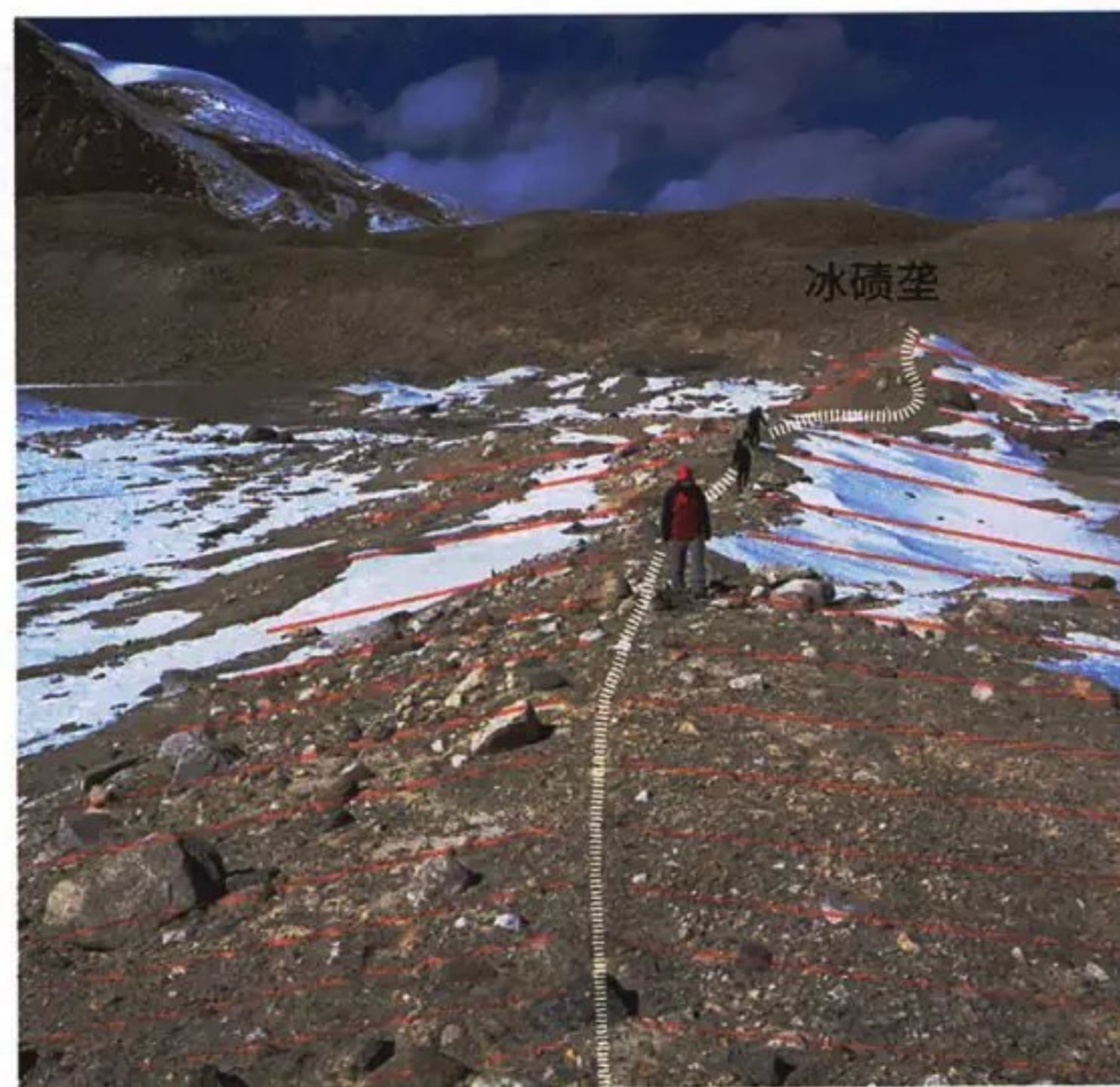
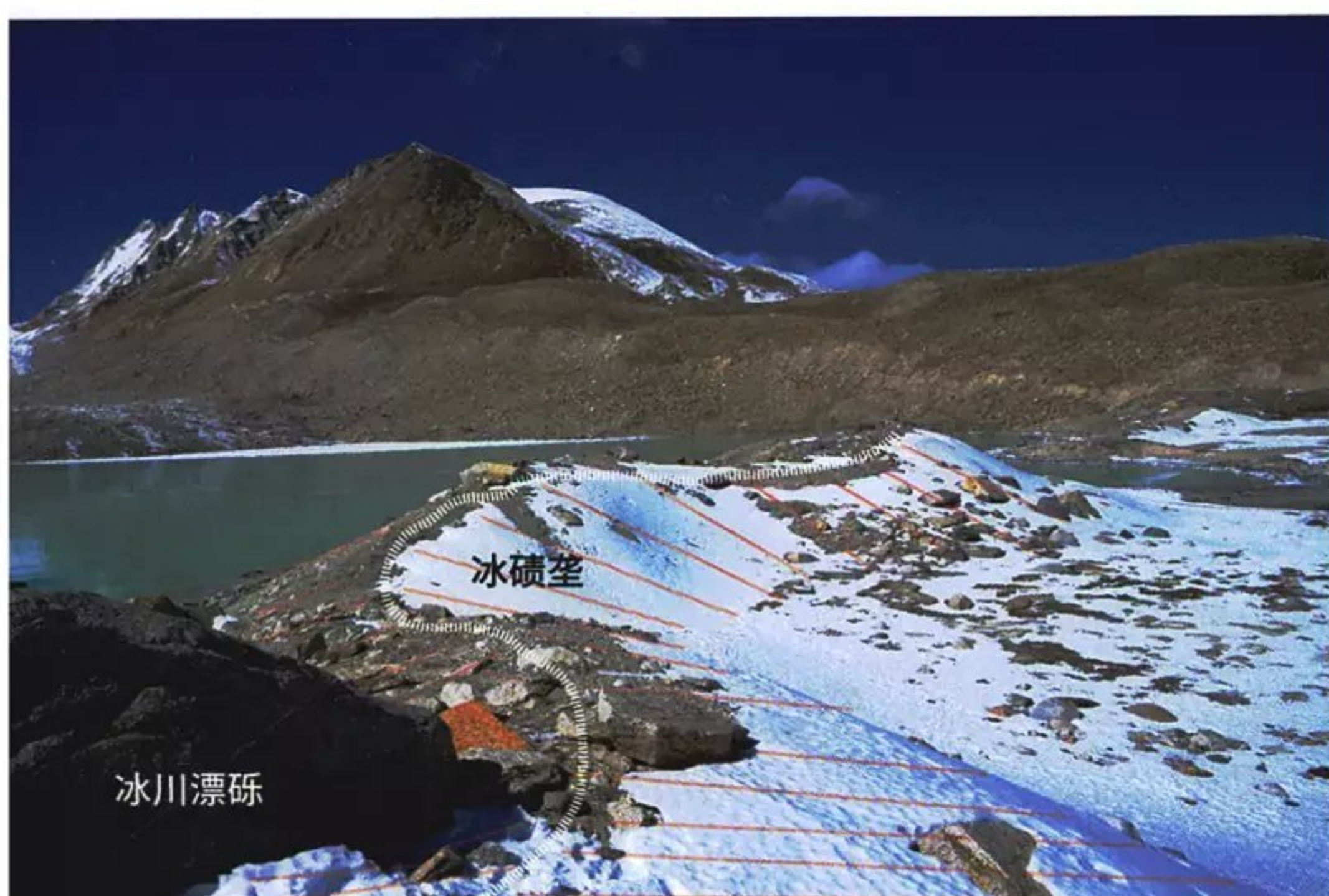
这里的冰碛垄数量多、保存完好，

使这一区域成为认识地球气候演变和古冰川变化的理想地点。

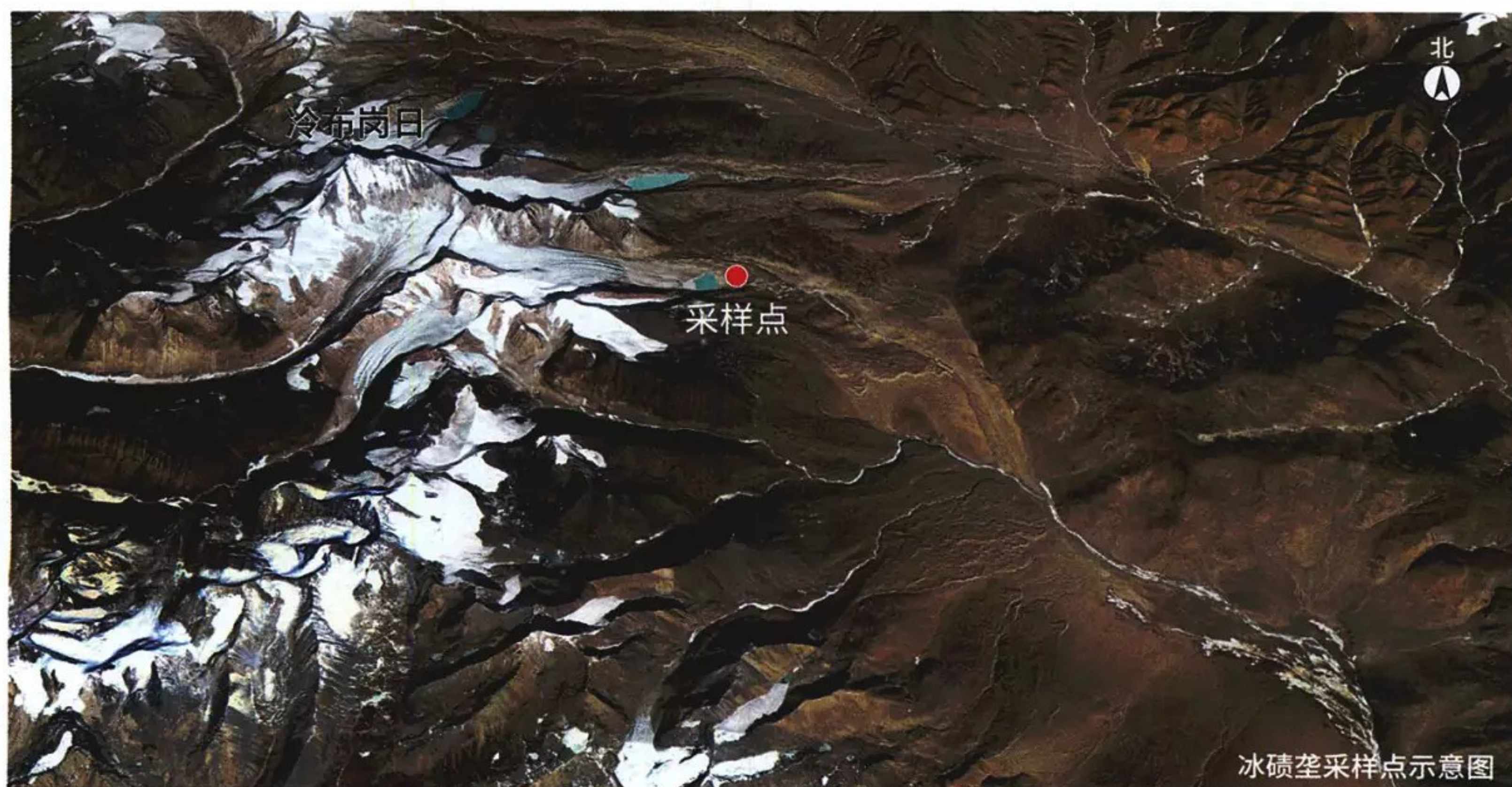


这里随处可见 古冰川遗留的痕迹

冰碛垄是一种顶部凸起、两侧有一定坡度的垄岗状地貌，是古冰川的冰舌曾在此停留的痕迹。左页图为冷布岗日与其一条冰川下游的几条冰碛垄“同框”（图中白色虚线为冰碛垄顶部）。下左图为一处年轻的冰碛垄，它紧邻冰川堰塞湖，据测算，年代值小于220年（摄影/董国成）。上图为研究人员在现场取样（摄影/董国成），下右图为研究人员不经意间形成的队形正好与一条冰碛垄的顶部重合（摄影/董国成）。



冰碛垄在现代冰川的下游 形成一圈圈的堆积物, 展示出 不同时期以来的冰川退缩路径。



比如, 秦岭的最高峰是海拔接近 5000 米的措美峰, 主峰却被公认为海拔 3767 米的太白山。天山的主峰一般认为是海拔 5445 米的博格达峰, 最高峰则是海拔 7443 米的托木尔峰。冈底斯山无疑也属于这种主峰和最高峰分离的情况。

然而, 为什么地处冈底斯西段、相比冷布岗日位置更加偏僻的冈仁波齐会更早地进入人们的视野, 并被赋予更多文化内涵呢? 我在探究的过程中发现, 这跟河谷交通有关, 跟人文历史有关, 甚至跟山形外观也有关。

河谷交通方面, 冈仁波齐和玛旁雍错(冈仁波齐附近的圣湖)区域是四条大河的发源地——东为当却藏布(马泉河, 雅鲁藏布江的上游), 南为马甲藏布(孔雀河, 恒河的上游), 西为朗钦藏布(象泉河, 印度河的上游), 北为森格藏布(狮泉河, 印

度河的上游)。古老的苯教经典《苯教大藏经》中的《世间库源》中称之为“四大江水之源”。

“这四条河流, 不仅给了当地人丰富的水资源和顺畅的内部通道, 还造就了令人羡慕的通往外界的通道。”四川省地矿局区域地质调查队教授级高级工程师范晓指出。这些河谷虽然走向复杂、宽度有限, 但却构成了青藏高原南部难能可贵的商道和朝圣通道。

马甲藏布在青藏高原上开出河谷通道, 流经尼泊尔和印度之后, 称恒河, 从孟加拉国流入孟加拉湾。朗钦藏布先向西行进, 继而转向南, 经印度和巴基斯坦流入阿拉伯海。当却藏布则一路向东奔流, 汇入雅鲁藏布江, 继续向东, 抵达拉萨附近, 阿里地区和西藏中心的联系由此得以建立。可以想见, 如果没有这些河谷, 商旅人士和朝圣



研究区域冰碛垄年代值示意图

资料来源:

《冈底斯山中部冷布岗日地区第四纪冰期》

信众要翻越多少垭口才能来往于青藏高原和印度、尼泊尔之间，沟通成本是何等高昂。古代青藏高原和印度、尼泊尔之间的商贸沟通和朝圣，都指望这些河谷。

相比之下，冷布岗日只发育了几条小的河流，其中大多数最终汇入流经此区域的雅鲁藏布江。河谷交通条件的逊色，让冷布岗日在历史时期近乎与世隔绝。

发现距今数十万年的古老冰碛垄

在冰碛垄保存完好的区域，比如冷布岗日，如果沿着不同时期冰碛垄的顶部画一条线，可以看到一圈一圈如同水中波纹一样的纹路，古冰川就是沿着这种轨迹运动的。张骞所在团队的研究区域（左页图）发现十几条冰碛垄，年代值从距今数百年到数十万年不等（上图）。在现场可以看到，其中10条冰碛垄层层相连，越靠外侧越古老（下两图 摄影/董国成）。



十几个大小不一的冰川湖泊
映衬着高耸入云的雪山背景，
更显得光影迷人，无比壮丽。



在上述自然地理条件的“加持”下，冈仁波齐渐渐在人文历史层面拥有了崇高的地位。冈仁波齐、玛旁雍错和四条大河的发源地成为西藏苯教的发源地，不仅如此，冈仁波齐还逐渐成为印度婆罗门教中耆那教和湿婆教等其他派别，以及西藏的苯教和藏传佛教的朝圣中心，拥有了“神山之王”的美称。

“在人文历史的层面，冈仁波齐是跨文化的文明中心，重要，有威望，知名度高，信众多，是神山。而冷布岗日仅仅是一座山峰，有神话和故事，但不是神山。”中央民族大学教授才让太说，这些因素，让冷布岗日仅仅成为了一座“地理意义上的最高峰”。

此外，相较于最高峰，“主峰”一词带有一定的主观性，更强调人的视觉体验，因此山形因素也会纳入考虑。冈仁波齐山形较平，不太尖，形似一座曲线柔美的金字塔，在青藏高原的山峰中

显得独树一帜。而冷布岗日是典型的冰川地貌，被冰川侵蚀得脊峰形态明显，山脊像刀刃一样，非常尖削，这种山形在青藏高原相对常见，就显得不那么另类了。

这里保存了珍贵的冰川变化证据

中国地质科学院地质研究所助理研究员赵中宝向我解释了冷布岗日为何成为冈底斯山最高峰。

冈底斯是青藏高原隆升最早的山脉，作为其最高峰，冷布岗日隆升于距今约1500万—500万年之间，是青藏高原历史最久远的山峰之一。500万年以来，这一区域的造山动力变弱，地质运动逐渐稳定，冷布岗日的地貌逐渐成熟。赵中宝说，冷布岗日之所以成为冈底斯山最高峰，很大程度上是由于它的隆升受到了东西两侧两条正断层的控制，而冈底斯山其他大多数山峰都是受到



冰川融水形成了美丽的 湖泊群景观

尽管受印度季风的影响有限，降水量不大，冷布岗日区域仍然因为冰川融水形成了美丽的湖泊群景观。这里还有一些面积较大的高原湖泊和湿地，湖泊中冷水型鱼类聚集，黑颈鹤会在夏季水草丰茂时前来湿地觅食，并在冬季来此越冬。

一条正断层控制，或者周围没有正断层。正断层的意义在于，当地壳运动、断层产生时，断层的外侧部分（即上盘）会沿断层面下滑，断层的内侧部分（即下盘，如冷布岗日所在的部分）则会因外侧部分的卸载而“反弹”隆起，因此有助于形成高山。此外，冷布岗日的山峰是花岗岩，山体较硬，不易受到风化剥蚀，而且周边没有大河，河流对山体的侵蚀也不强。所有这些因素，使得冷布岗日成为了冈底斯山的最高峰。

冷布岗日的高海拔和气候、山形等因素为冰川发育提供了条件。与西段的冈仁波齐相比，冷布岗日的冰川更加发育，冰川朝向更加多样，冰斗和U形谷的分布也更广泛，冰川末端还有一些

美丽的冰川堰塞湖。

冰川的发育，加之气候相对干旱，且人迹罕至，使这里的冰碛垄数量多、保存完好，成为认识地球气候演变的一把“金钥匙”。

冰碛垄是指在冰川前缘由冰川运动携带的砂石因冰川融化卸载而堆积成的垄岗状地貌。冰川末端融化时，其携带的砂石会随着这种融化而不断累积增高，在冰川前缘形成弧形垄岗。冰碛垄是冰川遗留下的痕迹，是其停滞位置的重要标志，也是第四纪冰川学家研究冰期冰川规模和气候变化的重要对象。

冷布岗日的古冰川主要是山谷冰川，它们遗留下的冰碛垄就在现代山谷冰川的下游形成一圈

冷布岗日的自然地理价值正在
逐渐彰显，它正期待成为
冈底斯山
“自然意义上的主峰”。

圈的堆积物，展示出不同时期以来的冰川退缩路径。在训练有素的研究者眼中，它们就像是水中的层层涟漪一样明显。

现就职于山东师范大学的张骞从2013年开始集中研究冷布岗日的古冰川变化与气候的关系，2014年曾到访过当地。他观察到，冷布岗日自然环境异常恶劣，交通不便，当地主要是藏族牧民，流动人口非常少，这是冰川地貌保存完好的重要原因。“我也去过青藏高原的其他地方，但这里实在是非常艰苦，我们是住在如角乡政府的会议室里。”

张骞所在的团队在冷布岗日冰川发现了至少分属7个时期的冰碛垄，分别对应 MIS7（深海氧同位素7阶段，距今30万—24.3万年）或更早、MIS3（距今6.1万—2.9万年）、MIS2（距今2.9万—1.4万年）早期、全球末次冰盛期（距今2.4万—1.8万年）、早全新世（全新世为1.17万年以来）、新冰期（距今约0.4万—0.15万年）和小冰期（公元15—19世纪）。其中，早全新世和新冰期的冰碛垄在冷布岗日外的冈底斯山其他区域未有发现，可能是遭到了后期的地表过程破坏。冷

布岗日发现的冰碛垄，涵盖时期多、时间跨度广，其中最古老的冰碛垄的年代早于末次冰期（距今7.1万—1.17万年），年代值早于24万年，是十分珍贵的冰川变化证据。

此外，根据测算，冷布岗日地区的冰川物质平衡线变化值（ Δ ELA，一个可以表示冰川规模变化的指标）小于冈底斯东段、西段，同时，与有测算记录的青藏高原主要山脉相比（包括喜马拉雅山脉、横断山、念青唐古拉山、唐古拉山、喀喇昆仑山和祁连山），冷布岗日的冰川 Δ ELA数值也比较小。虽然目前数据基础有限，有的山脉、有的时期缺乏数据，但这仍然指向一个有趣的推论：在历史上，冷布岗日的冰川规模变化可能比青藏高原很多山脉都要小。

这揭示了冷布岗日的特殊之处：它虽然地处印度季风影响的青藏高原南部，但是冰川很不活跃。张骞分析道，这是因为冷布岗日所处的地理位置：南邻的喜马拉雅山脉阻挡了印度季风携带的水汽，使得这里受印度季风影响十分有限。而同属冈底斯山的东段在地理位置上更接近印度季



冷布岗日的面纱 正在渐渐揭开

在冷布岗日看似荒凉的山峰下隐藏着勃勃生机，这里是藏野驴、狼、豺、猓等野生动物的家园。同时，随着研究的深入，它的地理意义也在彰显。作为青藏高原历史最悠久的山峰之一，冷布岗日正在揭开它神秘的面纱，向世人展露真容。

风影响强烈的区域，西段则可能是由于正对一些喜马拉雅河谷通道，季风能通过这些河谷，所以都比冷布岗日受到的季风影响更大。

也是由于这种气候上的特殊性，冷布岗日的现代冰川具有了大陆性冰川的特点。相较紧邻的另一道山脉——喜马拉雅南麓的冰川，受印度季风影响强烈，降水多，冰川规模大，运动速度快，而冷布岗日的现代冰川规模较小，运动速度慢。站在冷布岗日的冰川和冰湖旁，时间仿佛停顿了，还能看到数万年甚至数十万年前的影子。

张骞说，他曾想过，为什么冷布岗日如此籍籍无名。即使在如此钟爱青藏高原的冰川学界，对这里也几乎一无所知。对于冷布岗日，人们的关注实在太少，资料也实在太少，很多问题还无法解答，还有无数谜团等待探究。

如果说冈仁波齐是“山不在高，有仙则灵”，那么，冷布岗日就是“养在深闺人未识”。冈仁波齐人文荟萃，占尽风流，冷布岗日则遗世独立，含羞不语。如果说冈仁波齐的主峰地位是由其人文优势带来的，那么，冷布岗日的自然地理价值则正在逐渐彰显，它正期待成为冈底斯山“自然意义上的主峰”。

曾数次到访冷布岗日的李国平说，新藏线219国道萨嘎至仲巴段，从如角乡北上，60公里处有几十平方公里的终碛大平台和星罗棋布的大小湖泊，在这里就能看到雄伟高耸的冷布岗日。随着现代交通的发展，冷布岗日的美好将为更多人所知。■

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

卓乃湖溃决之后

“独一无二”的自然演变会不会引发连锁反应？

2011年9月，青藏高原可可西里地区的卓乃湖发生溃决，本刊曾关注过这一事件。8年多过去了，一个值得注意的新现象是，卓乃湖溃决后干涸的湖床成为风沙源，在这一地区引发了严重的沙尘暴。作为青藏高原一个“独一无二”的生态样本，卓乃湖区域的自然演化会在生态脆弱的青藏高原引发什么后续影响？这引发了我们的好奇。

每年初夏，卓乃湖的湖冰刚刚消融的时候，成千上万只母藏羚羊就会从四面八方汇聚到卓乃湖边，诞下它们的幼仔——卓乃湖是藏羚羊的传统产羔地。不过，2011年卓乃湖的溃决可能对其带来影响。由于湖面缩小、湖底出露，部分藏羚羊产羔地与湖面之间形成了一个宽阔的“沙化带”，这可能会影响藏羚羊的栖息。图为藏羚羊在“沙化带”附近徘徊（摄影/布琼）。



撰文

王太军

摄影

杨勇 等

今日之卓乃湖：冬春季节，大风天气必起沙尘

卓乃湖的溃决发生在2011年9月14日，可谓倒下的第一块多米诺骨牌。

“溃决之后最大的变化是，卓乃湖以前没有大规模的风沙和扬尘天气，而现在每年的11月至第二年的3月这段时间，只要是大风天气，必起沙尘。我们考察期间是2019年1月16日—19日，每天沙尘都会起来，严重时，整个湖区昏天黑地。晴朗的午后，阳光普照大地，但肆虐的狂风卷着风沙，仍让我们不寒而栗。”卢善龙说。



2019年初，由中国生物多样性保护与绿色发展基金会和中国科学院空天信息创新研究院联合组成的卓乃湖科考队来到卓乃湖，负责人是中国科学院空天信息创新研究院副研究员卢善龙。

卢善龙回忆起组织卓乃湖科考的原因：“2018年5月，我们通过卫星遥感影像发现了长江源可可西里卓乃湖湖岸存在大规模扬尘和沙尘暴问题，但不确定具体情况，就想去做一次初步的摸底调查。”

于是，这支科考队开始了深入高原无人区的考察。

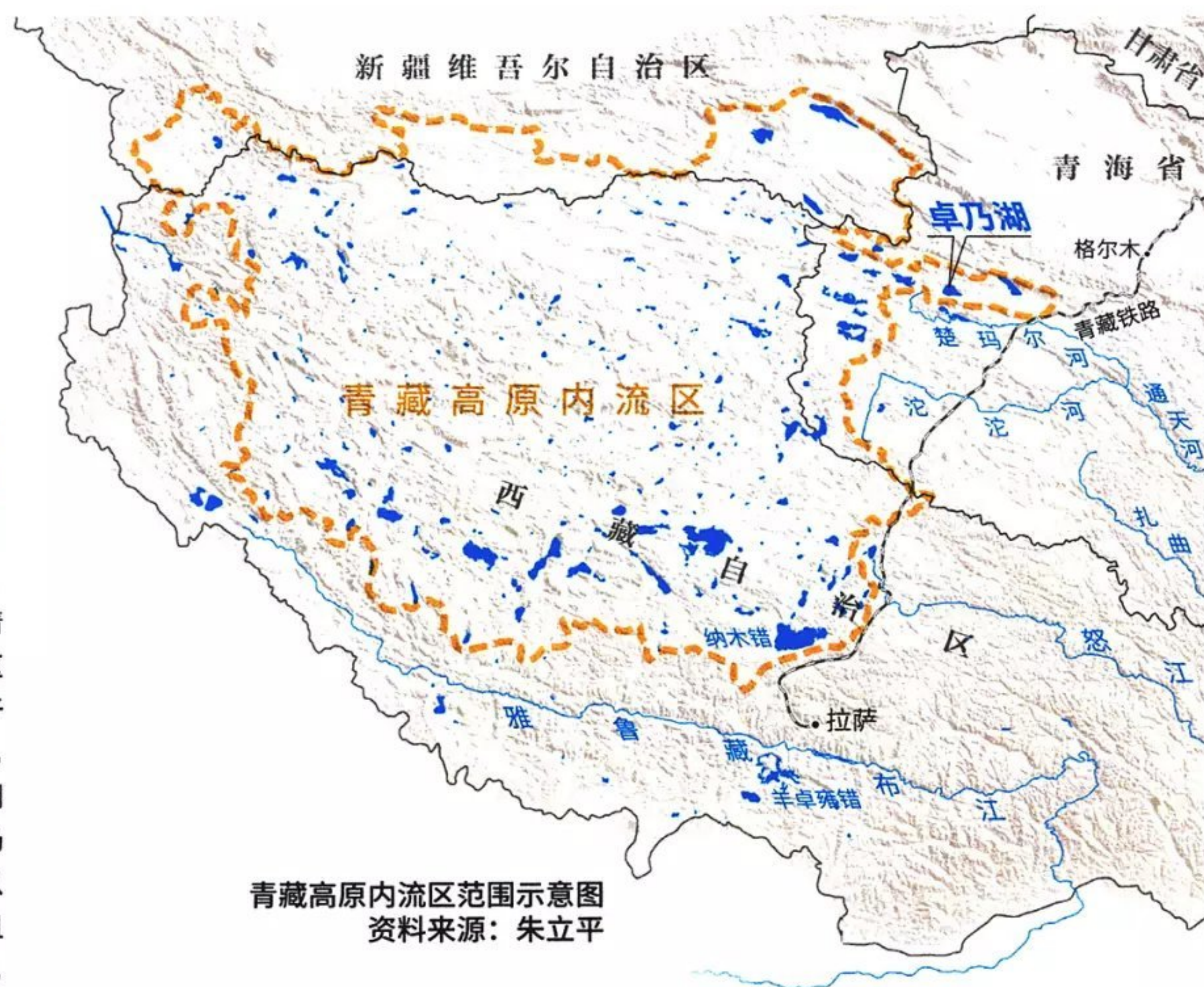
从下109国道开始，道路泥泞难行。一路上大大小小的水滩、深深浅浅的淤泥坑，还有或宽或窄的河流，都是一道道拦路虎。他们在经历4次陷车、穿越两道大河、遭遇骇人的冰雹后，用13个小时走完了140公里路程，终于在深夜到达了卓乃湖保护站。

在随后几天对卓乃湖区域的考察中，出现了本文开头卢善龙描述的沙尘景象。

在实地考察中，卢善龙及其团队发现，沙尘天气正是卓乃湖2011年溃决之后的后遗症。溃决后，卓乃湖西部、南部和东部湖岸线大面积消退（卫星遥感影像监测显示，卓乃湖面积从2011年1月24日的267平方公里缩小到了2011年11

第一次有观测记录的由降水变化导致的高原内流区湖泊溃决

根据湖泊水量最终留在内陆还是进入入海河流的差异，青藏高原的湖泊可分为内流区和外流区。高原上面积大于50平方公里的114个湖泊中，有106个位于内流区，卓乃湖就是其中之一（右图）。卓乃湖的溃决应是有观测记录以来第一次位于高原内流区且由降水变化所致的湖泊溃决，具有珍贵的样本意义。左页图为研究人员在卓乃湖采集水生植物样本（摄影/韩寒）。



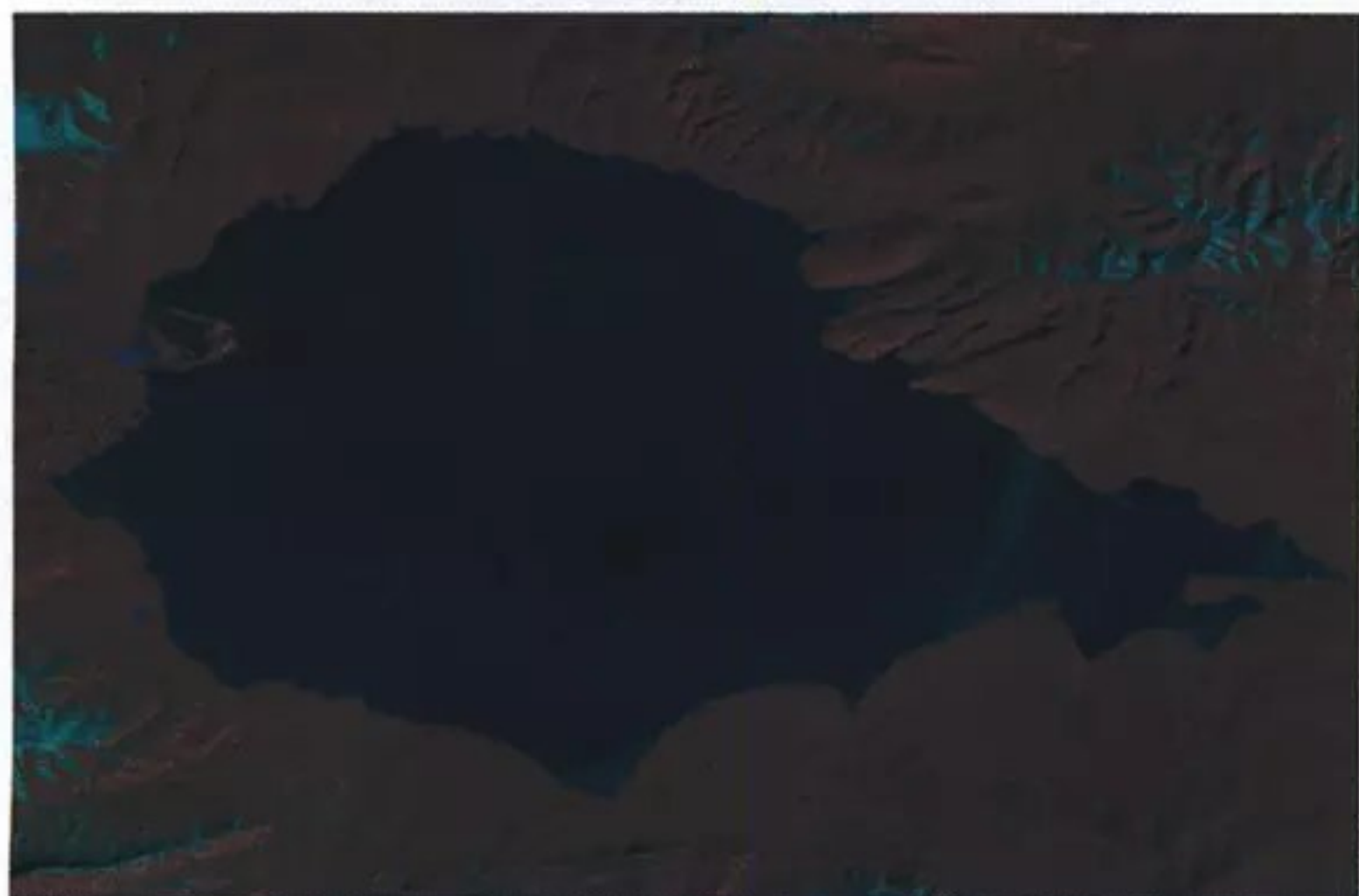
始作俑者：青藏高原暖湿化影响下，降水的增加导致卓乃湖溃决

月8日的164平方公里，消退面积近40%），湖面的缩小造成大量粉砂黏土质湖底沉积裸露，在此后8年多时间中，每逢冬春季节，裸露的湖底就成了沙尘暴源区。

沙尘暴直接引发了两种生态变化，目前看来，其结果都非常令人担忧：一方面，沙尘暴会将重量较重的沙子卷送至湖泊水面或冰面上，最后沉积到湖水中，加速湖水外泄；另一方面，又将重量较轻的沙尘卷送至更远的地方，造成草场退化，形成移动沙丘。

尽管卓乃湖区域自然条件十分恶劣，但仍有数批科研工作者来到这里，研究卓乃湖溃决后的生态影响。除卢善龙团队外，自2013年7月以来，横断山研究会会长、科考探险家杨勇曾数次带领团队进入卓乃湖地区。2019年4月，中国科学院西北生态环境资源研究院研究员、青藏高原冰冻圈观测研究站副站长谢昌卫也曾进入这一区域。这些研究团队的多次科考，给我们粗略勾勒了2011年卓乃湖溃决之后的湖泊变化过程。

卓乃湖溃决前后湖面对比 资料来源/卢善龙



2011年1月24日卫星遥感影像



2011年11月8日卫星遥感影像

2011年9月14日，由于持续较强的降雨天气，卓乃湖水面快速上涨，以致在湖东岸发生了溃决，溢出的湖水经由一条古河道流进了下游的库赛湖。两湖在第四纪冰期时曾经通过库赛河相连，后因气候变干、湖泊退缩而阻隔，历经沧海桑田，这次再次发生了连通。9月20日—30日期间，接收了大量卓乃湖湖水的库赛湖发生湖水外溢，与其东边的海丁诺尔相连通。进而海丁诺尔湖水也随之溢出，并注入了东边的盐湖——这几个湖泊全面连通了。

卓乃湖的溃决是一次“满足所有条件的溃决”

湖泊的溃决需要满足三个条件：水量的增加、湖岸堤的脆弱以及周边有河道或谷地的存在，卓乃湖碰巧满足了全部条件。2011年9月14日，卓乃湖溃决，湖水沿一条古河道流入了下游的库赛湖，随后，库赛湖、海丁诺尔和盐湖也发生了连通（右页地图）。溃决发生后，每年春夏卓乃湖来水增加的季节，湖水就会从溃决处流出（右页下图）。

中国科学院青藏高原研究所研究员、副所长朱立平说，湖泊的溃决一般需要满足三个条件：第一，要有充足的水量；第二，湖泊的天然湖岸堤是堆积型的，较为松软，易被冲开；第三，有河道或者谷地集中这些涌出的湖水，形成曲流而非漫流，通过曲流的溯源侵蚀将决口处扩大，从而最终形成溃决。通俗说，也可以叫做湖泊“决堤”了。能同时满足这些条件的高原湖泊并不多，而卓乃湖很碰巧地满足了所有条件，因此发生了2011年9月14日的这次溃决。

卓乃湖的入流主要来自昆仑山脉五雪峰冰川融水、降水和冻土融水。卢善龙说，根据降水和冰川数据，进入卓乃湖的入流从2000年左右开始其实整体是增加的，但因为2011年这次溃决中湖岸被冲垮，湖盆的容量相对减少了，湖水聚集在了原来湖盆中比较低洼的地方，所以湖面缩小。每年春夏，卓乃湖来水增加，就会通过溃决口流向下游，导致盐湖面积扩大、水位持续上涨。扩大后的盐湖湖岸距离青藏公路和青藏铁路仅10公里，湖泊水位高出青藏公路6米左右。在这种

遥感监测显示，

卓乃湖溃决后湖水面积从2011年1月24日的267平方公里，缩小到2011年11月8日的164平方公里，消退面积接近40%。



卓乃湖溃决引发的水道变化示意图 资料来源 / 姚晓军

情势下，盐湖一旦溃决，将对临近的青藏公路、青藏铁路、兰西拉（兰州—西宁—拉萨）光缆以及输油管线等重大工程造成破坏。

那么，如果说卓乃湖的溃决是倒下的第一块多米诺骨牌的话，推倒第一块多米诺骨牌的始作俑者是谁呢？

“这方面我们和同行都做过分析研究，大家比

较一致的结论是在近30年来高原暖湿化影响下，降水量的增加，导致卓乃湖在2011年溃决之前湖泊面积持续增加，再叠加2011年夏季的持续降雨，最终导致湖水漫溢而形成溃决。”卢善龙说。

毋庸置疑，全球气候变暖，在卓乃湖的溃决中扮演了重要的角色。

全球变暖、湖水外泄、湖区沙化、移动沙丘、





草场退化，这些相互关联的事件，给卓乃湖的生态环境带来了很大压力。尤其值得注意的是，卢善龙强调说，高原上冰湖溃决的事件曾有发生，但位于高原内流区且由降水变化所致的湖泊溃决，这应该是有观测记录的第一次。从这个意义上讲，卓乃湖的溃决以及其后的沙化现象是青藏高原一个“独一无二”的生态样本，监测其变化和影响具有极其重要的意义。

藏羚羊的未来：卓乃湖畔的藏羚羊传统产羔地受到威胁？

可可西里位于西藏、新疆与青海三省区交界处，蒙古语意思是“美丽的少女”。这片 4.5 万平

方公里的高原，仍保留着全球仅存的原始而完整的生态环境。

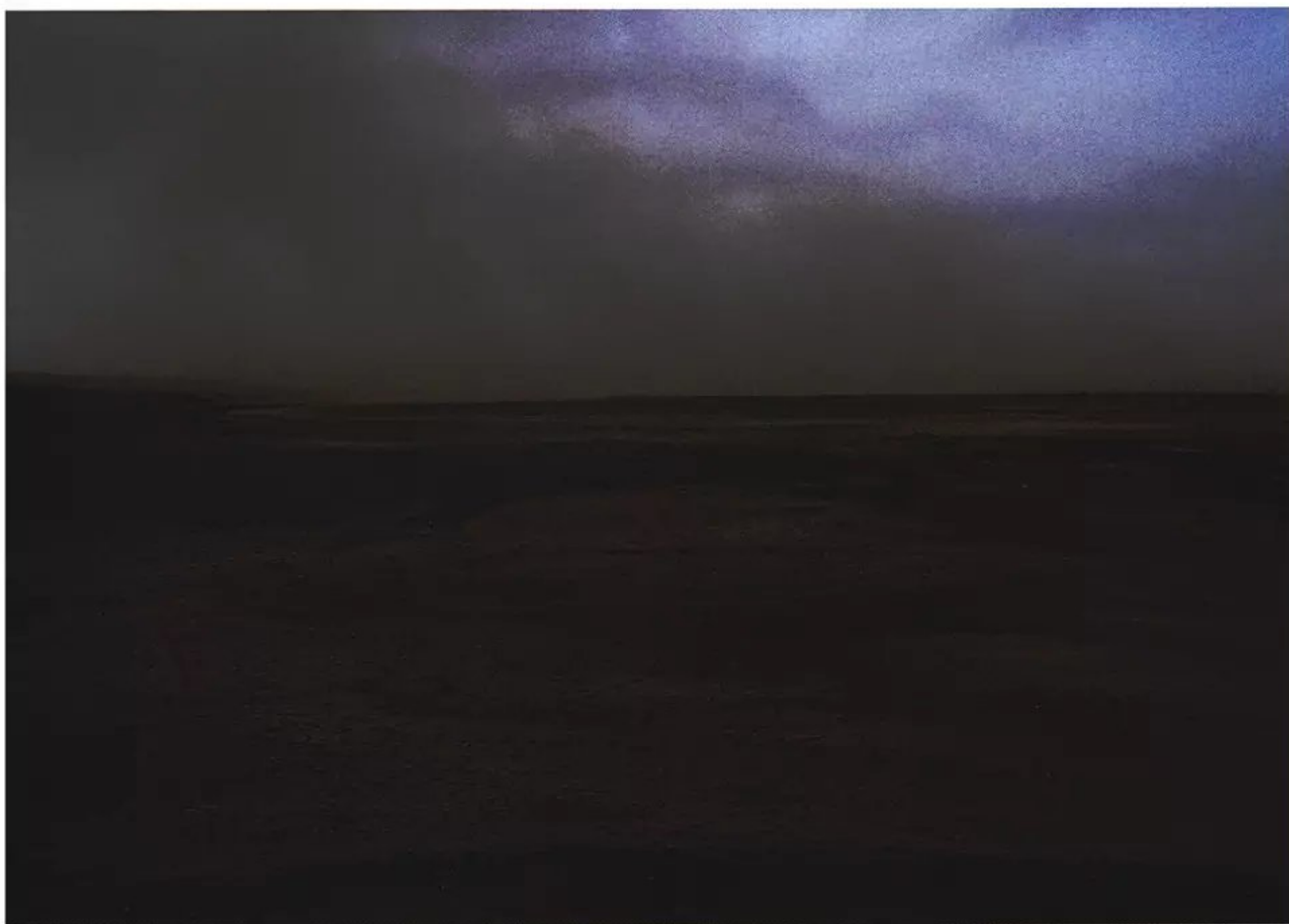
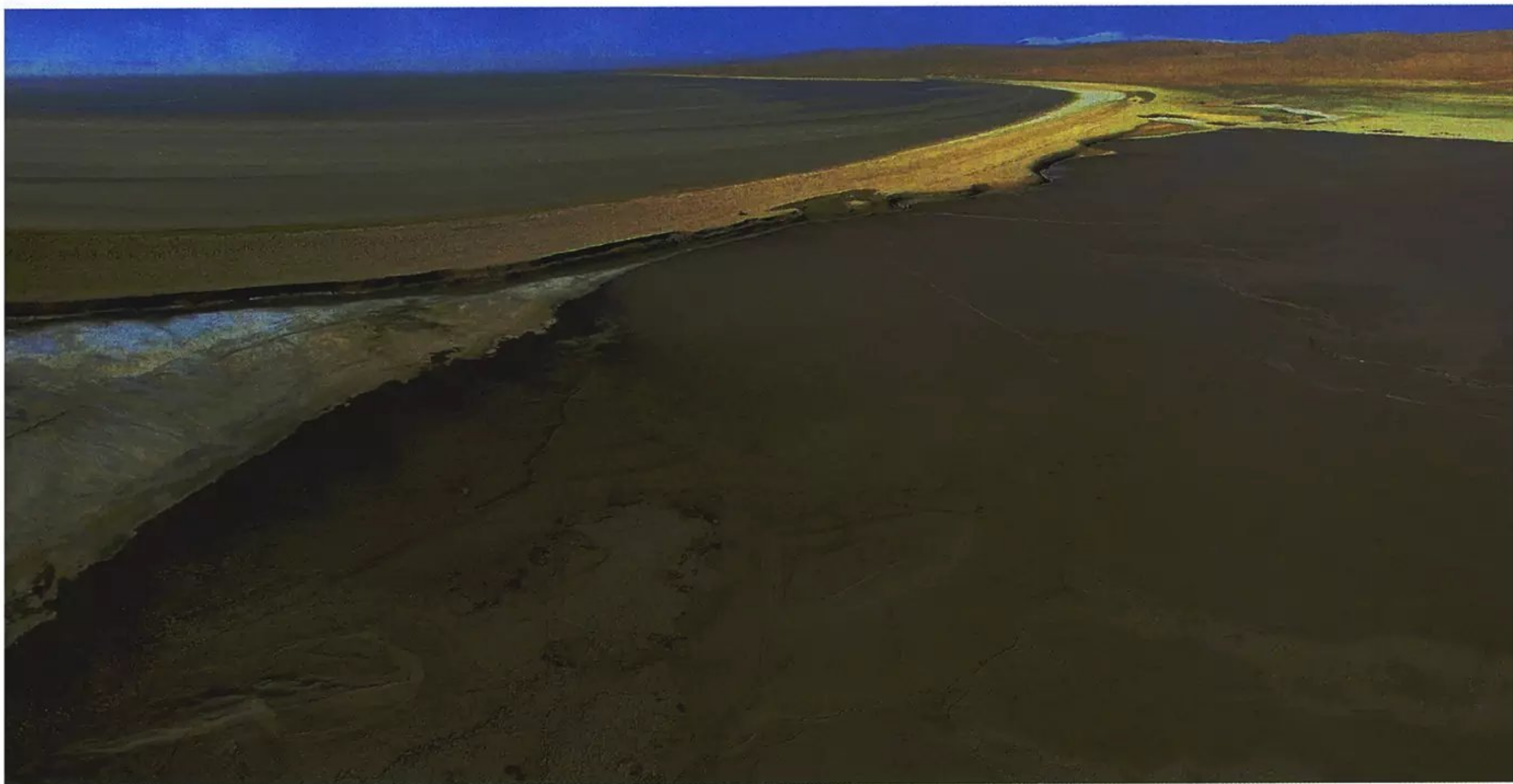
这片高原，自古以来就是“高原精灵”藏羚羊们生活的乐土。

藏羚羊是国家一级保护动物，每年 12 月交配。次年 4 月底，藏羚羊会自动分群，公藏羚羊和母藏羚羊各自组成不同的群，然后母藏羚羊们开始向卓乃湖方向迁徙，风尘仆仆，风雨兼程。

6 月末，成千上万只来自西藏羌塘自然保护区、新疆阿尔金山自然保护区与青海三江源自然保护区的母藏羚羊抵达卓乃湖畔，为接下来的集中产羔做准备。卓乃湖藏语意为“藏羚羊集中的湖”。

7 月初，母藏羚羊们开始在湖岸集中产羔。

“(考察时)每天沙尘都会起来,严重时,整个湖区昏天黑地。晴朗的午后,阳光普照大地,但肆虐的狂风卷着风沙,仍让我们不寒而栗。”



卓乃湖的溃决已成历史,但它的生态后果正在显现

卓乃湖溃决后,湖水消退区成为一个巨大的沙尘源。随风而起的沙尘一部分会沉积到卓乃湖湖水中,另一部分会被吹送到更远的地方沉降。沉积到湖水中的沙尘会抬高湖底高程,进一步加速湖水外泄,而随风飘走的沙尘会掩埋沙尘沉降区草地,形成移动沙丘乃至沙漠化地貌。上图中可以看到,卓乃湖东侧的溃决处已经干涸,但溃决的生态后果正在显现:沙尘正从西侧的湖水消退区滚滚而来。左图为干涸湖盆上方飞舞的扬沙。

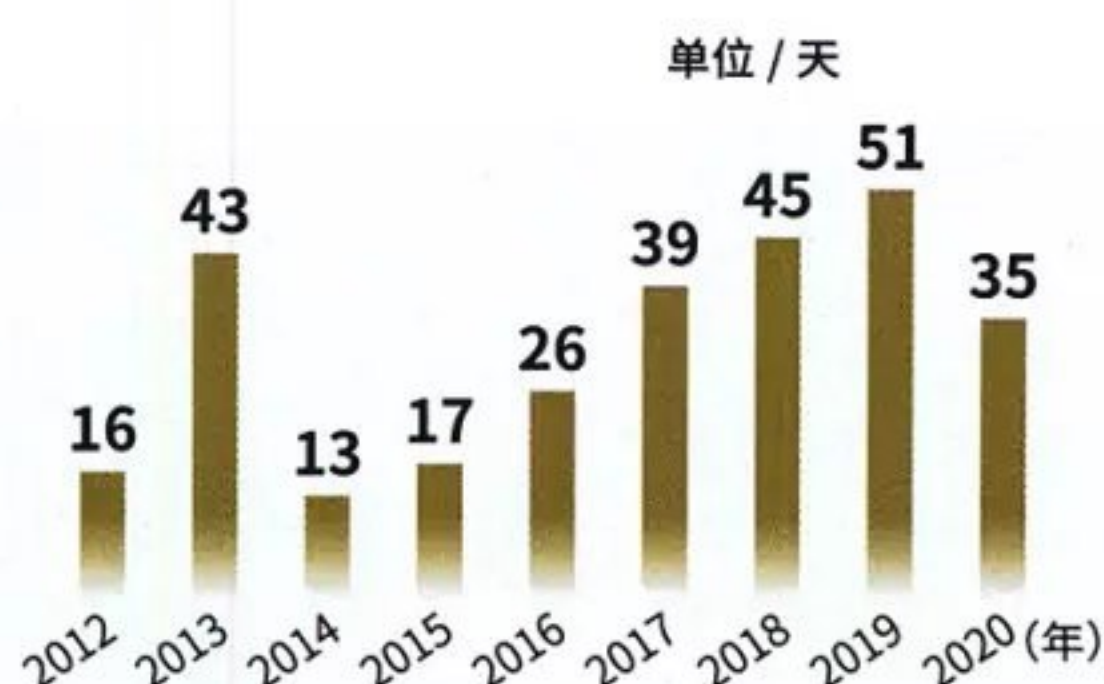


扩大的风沙源区可能影响整个流域乃至长江源的生态环境



卢善龙

中国科学院
空天信息创新研究院
副研究员



2012—2020 年
卓乃湖沙尘暴天数变化

从每年冬季至第二年春季沙尘暴天数的卫星遥感监测情况来看，2011年11月至2020年3月间，卓乃湖区域沙尘暴发生天数整体呈增加趋势，特别是2014—2019年春季持续增加，之后的2019年冬季至2020年春季有所减少。

不过，观测到的2019年冬季至2020年春季沙尘暴天数的减少并不代表沙尘影响减弱，因为卫星遥感获取的沙尘暴天数会受区域云雾覆盖影响，变化趋势并不能完全反映真实的沙尘暴发生天数。根据2019年初野外科考期间的观察，卓乃湖区域沙尘暴每天上午9点至下午5点间随时可能发生，主要取决于区域风速大小，而卫星遥感只有每天上午10点多和下午1点多两次过境。由此可知，实际沙尘暴发生次数会远高于卫星遥感观测到的结果。

综合卫星遥感和科学考察数据分析发现，区域内扬尘或沙尘暴最大影响范围达10000平方公里，其中，沙尘影响较为严重的区域面积达422平方公里，而已经被严重影响的区域面积达134平方公里。

未来如果这种趋势持续下去，最大的生态环境影响是沙尘暴沉降区草地生态系统会被逐渐破坏，一方面会导致藏羚羊产羔环境的退化，另一方面会导致目前的沙尘影响区土地沙化，从而形成更大的风沙源区，进而影响整个流域乃至长江最北源的生态环境。



卓乃湖沙尘暴影响范围示意图



目前卓乃湖沙尘影响范围为局部地区， 但未来影响不容忽视



2011年12月21日卓乃湖及下游区域的沙尘暴卫星影像，可以看到沙尘暴起源处是卓乃湖的湖盆。

本跨页图表与卫星图资料来源：卢善龙

卓乃湖位于青海可可西里腹地北部和三江源国家公园核心区。2011年9月，湖水上涨溢出，造成湖泊溃决，使得湖泊面积减少1/3以上，大量粉砂黏土质湖底沉积裸露，在冬春季节强劲的西风影响下，出现大量的沙尘天气。

2019年11月，中科院青藏高原研究所湖泊考察队在卓乃湖的现场考察发现，即使在风力不强的天气，空中的扬沙依然较多。这些沙尘从裸露的湖底吹向已经冻结的湖冰表面和周边湿地，形成厚厚一层沉积，掩盖了湖岸和湖冰的界线。一方面，周边湿地堆积的沙尘使得环湖地带沙化严重，另一方面，湖冰春季融化后，落入湖泊的沙尘也会对沉积物积累产生影响。然而，在整个考察路线上，离开卓乃湖，向东相继到达库赛湖、海丁诺尔和盐湖时，却没有发现较强和较多的沙尘现象，说明卓乃湖的沙尘仍限制在对局部地区的影响。

尽管目前卓乃湖的沙尘影响区域不广，但从产生沙尘的条件和原因看，其未来影响仍然不容忽视。一是沙尘来自裸露湖底，是湖泊溃决、湖水面积减小的结果。目前，对卓乃湖溃决造成盐湖扩张的治理是采取挖开河道、疏出湖水的方法，其结果将会使卓乃湖溃决口进一步加大，湖水面积减小，从而产生更多的沙源。二是一定面积的湖泊本身对局域气候具有调节作用，卓乃湖面积进一步减小，将使小区域气候更加干燥，沙尘天气在夏秋也将频繁发生，甚至影响到更广泛的区域。三是湖泊面积减小会造成地下水位下降，加之沙尘影响范围与时长的增加，将会使更大面积的周边湿地沙化，从而影响藏羚羊的产羔环境。



朱立平

中国科学院
青藏高原研究所
研究员、副所长

虽然卓乃湖区域自然条件十分恶劣， 但仍有数批科研工作者在2011年后来到这里， 研究卓乃湖溃决后的生态影响。



等新生的小羊羔稍稍硬朗后，藏羚羊妈妈们就会再带着小羔们成群结队地离开卓乃湖，重新返回它们冬天的栖息地。这个过程中，藏羚羊群的平均迁徙行程约600公里。

因此，卓乃湖区域也被称为“藏羚羊的大产房”，对藏羚羊的物种生息发挥着至关重要的生态作用。

然而，卢善龙表示，卓乃湖的生态环境变化对藏羚羊的影响显而易见。因为目前发生严重沙尘的区域正是藏羚羊的传统产羔地和活动地——卓乃湖西岸、南岸、溃决口东岸及北岸等地，它们产羔及活动的核心区正在逐年被沙尘覆盖并沙化。他在2019年科考期间向巡山队员了解到，2016年以来，每年来卓乃湖南岸卓乃湖保护站附近产羔的藏羚羊数量已经出现了明显下降，巡山队员估算的下降率为30%。他担忧，随着时间的推移，卓乃湖是否会不再适合藏羚羊来产羔了。

不过，根据谢昌卫提供的资料，可可西里自然保护区管理局五道梁保护站每年在青藏公路边

卓乃湖区域沙尘暴的起沙量很大，下游发现了移动沙丘和风沙堆积

卢善龙团队2019年初考察时观察到，卓乃湖区域每次沙尘暴起沙量都很大。根据卓乃湖保护站附近沙尘堆积量估算，湖岸风蚀区单位面积上每天的沙尘搬运厚度约为1厘米。他们在卓乃湖下游20公里处发现了移动沙丘，在下游80公里处发现了明显的风沙堆积，这都是在卓乃湖沙尘影响下形成的。左图为研究人员在风沙中采样（摄影/张永飞），右页下图为研究人员设置覆网样方（摄影/卢善龙），右图为遭受风沙侵袭前的卓乃湖畔草地（摄影/李善元）。



对进入可可西里的藏羚羊进行人工计数，数据显示，卓乃湖溃决后进入可可西里的藏羚羊没有明显的减少。

进入可可西里的藏羚羊去了哪里？是不是继续来到卓乃湖附近产羔？这些都是人们关心的问题。然而，由于卓乃湖区域并没有监控覆盖，藏羚羊的情况缺乏系统监测，这些还都是谜。

除了藏羚羊的产羔地，卓乃湖沙尘暴的主要影响范围是卓乃湖—盐湖流域，强风情况下沙尘可以到达青藏公路和铁路附近。卢善龙分析道：“目前阶段最大的生态隐患是引发沙尘影响区草地退化乃至沙化，从而进一步扩大沙源。如果这种趋势持续，‘最坏情况’是未来湖区演变为荒漠，那么可能会出现对更远距离的影响问题，如长江北源的生态环境。”



一道选择题：任其自然演化，还是进行适度人工干预？

既然目前卓乃湖湖岸沙化严重，湖水消退区演化为沙尘源，那么，有没有可能，或者说有没有必要通过人工干预来减轻当地的生态压力？这成为

目前研究者们争论的一个热点话题。

卢善龙主张积极的人工干预。他的具体主张是，在卓乃湖溃决处新建一阻水大坝，大坝最高水位高程保持在溃决前的水平，通过涵养卓乃湖盆地的水源，逐步恢复湖泊退水区域水面，从而全面消除该流域的风沙威胁，也使下游盐湖水患





卓乃湖南岸的湖滩沙化，将可能让藏羚羊丧失最关键的大产房



周晋峰

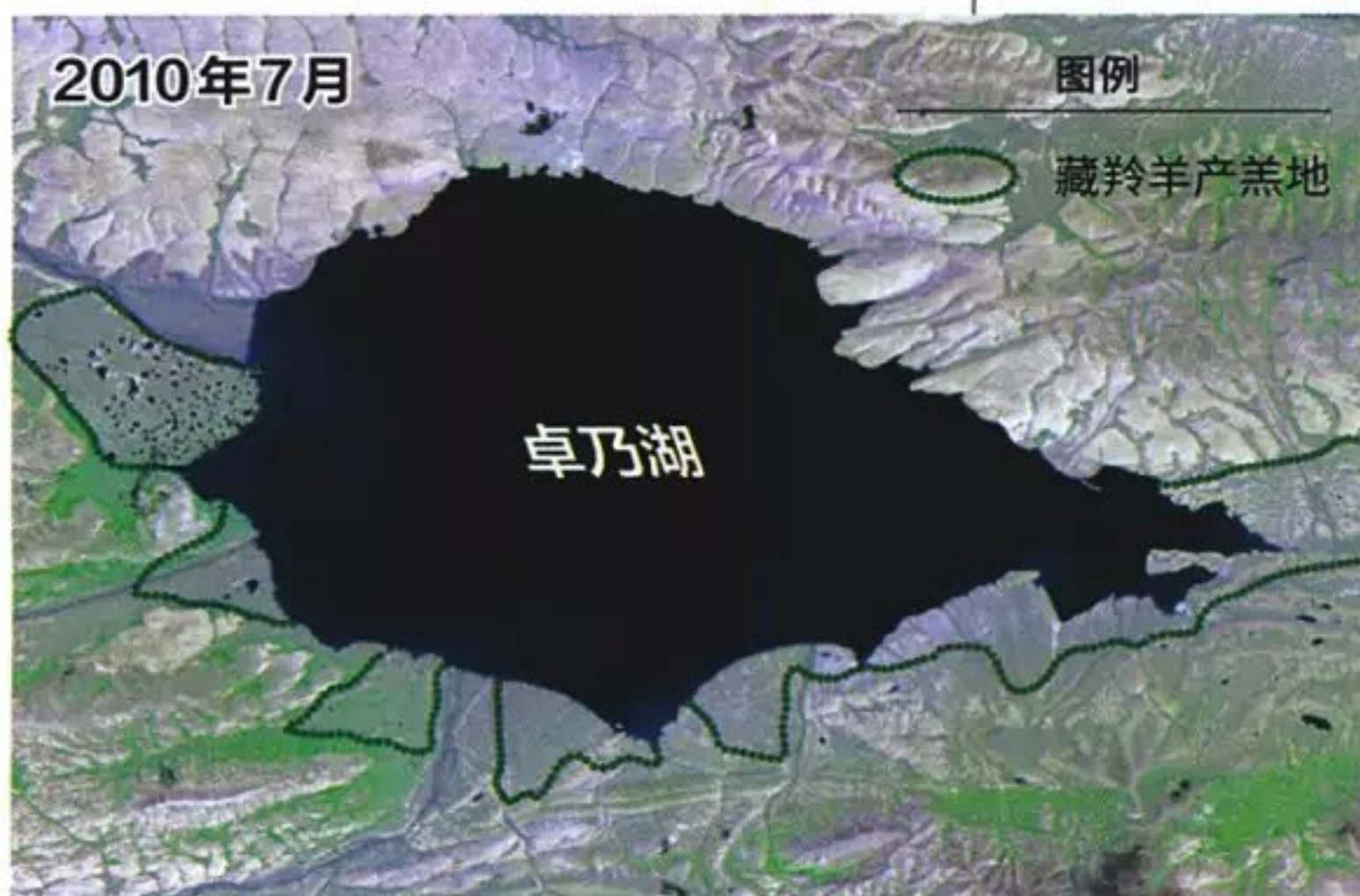
中国生物多样性保护
与绿色发展基金会
秘书长

藏羚羊是国家一级保护动物，也是原产于青藏高原的一个古老物种。千百年来，它们总是习惯于长途迁徙，尤其是其繁殖期，母藏羚羊们会带着雌性亚成体集中前往可可西里腹心地带的卓乃湖产羔。而卓乃湖溃决引发的沙化，已经严重影响到了这一藏羚羊大产房的安危。

自2011年9月卓乃湖溃决后，根据卫星遥感图像和藏羚羊活动监测数据的分析，目前风沙严重影响区的植被指数已经明显下降，而藏羚羊活动的核心区已经向卓乃湖下游（远离沙尘暴的方向）移动了约12公里。2019年，从我们科考队进入卓乃湖实地调研取得的数据来看，西岸沙化地带将藏羚羊的产羔草滩与湖水隔开长达3.6公里，可能对藏羚羊的栖息产生影响。同时，东南岸部分产羔地已经被沙子覆盖，如果沙化继续扩大，卓乃湖这一最关键的藏羚羊产羔地将岌岌可危，随时可能面临消亡。此外，可可西里自然保护区工作人员早在2013年就已证实：卓乃湖溃决后，巡护人员曾观察到由于前往卓乃湖南岸的通道变成了一条宽230多米、深达16米的泄洪沟，使藏羚羊前往南岸产羔的通道受阻，于是越来越多的藏羚羊开始迁往卓乃湖下游的库赛湖岸产羔。

尽管藏羚羊在季节性繁殖迁徙中，也会前往乌兰乌拉湖、可可西里湖、太阳湖等地，但卓乃湖是科学界公认的一个最关键产羔地。人们通过观察发现，每年只要卓乃湖的湖冰全部消融后，前来生产的藏羚羊们就一拥而入地进到湖区，而只要湖冰未完全融化，它们就只是在附近四处游荡，并不进入湖区。人们至今没有弄得很明白，为何生活在青藏高原的这些藏羚羊们要每年风尘仆仆前往卓乃湖畔产羔，它们到底看中了卓乃湖的哪些自然条件。有人分析说是卓乃湖畔草滩宽阔、有丰富的食物来源及可为幼仔提供较好的隐蔽条件，也有人认为是卓乃湖水含有某种特殊物质，正好为生产期的藏羚羊所需。到目前，这些都还是未知答案，这也是卓乃湖的神秘之所在。

由于卓乃湖区域对藏羚羊这一物种延续的重要性，我很担心卓乃湖沙化面积的扩张，会让藏羚羊彻底失去这一关键性栖息地，从而让整个青藏高原的藏羚羊种群也受到威胁。



藏羚羊产羔地沙化情况示意图
资料来源：卢善龙



卓乃湖溃决所引发生态问题 对藏羚羊的影响会越来越弱



卓乃湖沙化对藏羚羊产羔情况的确切影响亟待监测。摄影/唐华

卓乃湖溃决是一种自然现象，主要原因是由于降水增加及固态水融化加剧导致湖水位上升。2011年溃决后引发的一系列生态问题，对藏羚羊传统产羔地及迁徙产生一定的影响。不过我认为，随着时间的推移及野生动物逐渐适应，这种影响会越来越弱。

遥感资料表明，2000—2018年间，可可西里4万多平方公里的范围内，植被指数在持续增加，到2012年以后趋于稳定。地面样带调查发现，国家公园内藏羚羊、藏原羚、藏野驴、野牦牛和白唇鹿分别约为6万、6万、3.6万、1万和1万头（只），利用卫星遥感资料监测发现国家公园核心保育区内（面积为2.3万平方公里）藏羚羊、藏原羚和藏野驴数量分别为3.7万、3.4万和1.7万头（只），均高于地面样带监测的种群密度。三条迁徙通道藏羚羊越过109国道的数量并未减少，中线为主要迁徙通道，位于卓乃湖与库赛湖河道南侧，几乎不受影响。而且，卓乃湖藏羚羊产羔地主要位于卓乃湖西南侧，沙化影响较小，据保护处管理人员介绍每年仍然有大批的藏羚羊在此地产羔。近期的考察发现卓乃湖冰面及周围并没有流动沙丘，大部分沙化地方仍然有牧草生长。

不过，由于卓乃湖区域可达性差，又无日常监控覆盖，因此卓乃湖溃决后所引发的生态问题对于藏羚羊的具体影响尚难掌握。目前研究者的结论主要是建立在实地考察的观察和推论基础上，因此建议加强对这一区域的星—空—地一体化监测。



赵新全

中国科学院
三江源国家公园研究院
学术院长

专家头像绘图/李亚龙



得到解决。他说：“至于修筑大坝的可行性，我们也请高寒冻土工程领域相关专家评估过，修复溃决湖岸属于小工程，应该没有问题。”

中国生物多样性保护与绿色发展基金会秘书长周晋峰也认为，对卓乃湖溃决处开展适度干预是可行的。“人定胜天”与“交给自然”都是错误的，应该要“尊重自然，积极作为”。

不过，对于卓乃湖建坝，曾数次前往湖区考察的杨勇则明确表示了反对意见。他认为，目前决口区域长度很长，约1公里，建坝工程量并不小，而且决口处湖底沉积物松软，有可能不宜建坝，或者会增大建坝的工程量。他认为，在生态脆弱区域进行工程活动应该谨慎，需要进行更加深入的研究和论证。

谢昌卫也认为：“卓乃湖区水土流失和沙漠化防治，应当以顺应自然变化趋势为主，不适合进行大规模的人为干预工程。”他在实地考察后认为建坝方案并不可取：其一是卓乃湖深居可可西里腹地，处于连续多年冻土分布区域，每年仅冬季车辆可以通行，在这一区域开展大型水坝建设十分困难，同时，在低温多年冻土区修建人工水坝，稳定性无法保证。其二是基于卓乃湖溃决后多年的观测发现，湖底出露的细颗粒土层大部分会在3—5年内被大风吹走，吹走后地表被残留下来的粗颗粒砾石层覆盖，地表形态逐渐与非湖底区域接近。目前，湖泊溃决时暴露的大部分湖底已经趋于稳定，产沙量变少，没必要通过用修建大型水坝恢复水位的方式来治理。

面对卓乃湖溃决所带来的影响，人类应该扮演什么样的角色？

卓乃湖的溃决可以被视为全球变暖、高原水塔失稳的一个典型案例，除此之外，它还有另一个意义：它的溃决完全是一个自然过程，然而对于当地水系统和生态系统的影响却是深远的。在这个过程中，人类是不是应当介入，将溃决影响降到最低，这正在引起重视和讨论。摄影 / 李善元

从因果关系来看,卓乃湖沙化只是一个“果”, 我们更应关注导致这个“果”的“因”,即全球变暖大背景下, 青藏高原水塔失衡失稳及其产生的连锁影响。

对于卓乃湖是否应该建坝的争论,反映了不同的研究者对于在自然进程中采取人工干预手段的不同态度。是通过适度的人工干预,恢复卓乃湖原有的生态平衡,还是不干预,通过加强监测来观察当地环境的变化和野生动物的适应过程?这其中又牵扯到可可西里脆弱的生态环境、卓乃湖作为藏羚羊产羔地的特殊意义,以及下游青藏线的工程安全问题,可以看出,这道选择题并不简单。

“这个区域发生的演化过程在高原乃至全球都是独一无二的,没有类似的参考案例。”卢善龙认为,卓乃湖的地理学意义包括多个方面,既有水系统方面的,也有生态系统和工程安全方面的。尤其在水系统方面,卓乃湖的溃决可以视为青藏高原水塔失稳的一个典型案例。全球气候变暖已

经深度影响到青藏高原水塔的稳定性,第二次青藏高原科学考察的一个阶段性核心结论就是高原水塔的失稳问题。随着全球变暖加剧,青藏高原水塔失衡和失稳过程会持续,那么未来青藏高原上其他湖泊或湖泊群发生类似演化过程的可能性是比较高的,这是关注卓乃湖演化过程的普遍性意义所在。

更值得深思的是,从因果关系来看,卓乃湖沙化只是一个“果”,我们更应关注导致这个“果”的“因”,即全球变暖大背景下,青藏高原水塔失衡失稳及其产生的连锁影响。而且,在这个过程中,来自人类的干预应该扮演一个什么样的角色?这些问题,值得我们每个人关注和深思。■

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

会员招募

热线: 4006-521-360

中国国家地理天猫旗舰店

旅行书店

杂志会员价

	1年 (2020)	3年 (2020-2022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》	480元 (原价540元)	
《中国国家地理》+《中华遗产》	640元 (原价720元)	
《中国国家地理》+《中华遗产》+《博物》	810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 <https://h5.youzan.com/v2/tag/sqa8z452>

方式二: 银行转账

账号: 110060210010149195002

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



手机淘宝扫描



微信扫描

杂志订阅卡

《中国国家地理》 订阅卡

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

售价: 360 元 / 张



《博物》杂志 全年订阅卡

(含 12 期杂志、12 次快递费)

售价: 180 元 / 张



《城市自然故事·北京》

一套从动物、植物、生态系统等角度, 生动描绘“城市自然”的手绘图鉴。探查城市每天发生的物种故事, 全景展现北京的自然特色, 讲述 400 余种动植物的四季故事, 感受自然、艺术与科学的融合之美!

作者 ※ 刘凡凡 余明伟

装帧 ※ 16 开, 精装 268 页

定价 ※ 237 元(全三册)

出版时间: 2020 年 6 月



纸上美术馆《卡拉瓦乔: 情感的力量》

一套书尽览世界名画, 在“纸上美术馆”中开启艺术启蒙之旅。通过 40 余幅真迹, 探寻意大利绘画大师卡拉瓦乔狂放不羁的谜样人生。他强烈的反叛精神、超越时代的创作主题对后世产生了深远的影响。

作者 ※ [法] 弗朗索瓦丝·培尔 / 著; 李磊 / 译

开本 ※ 8 开, 精装, 112 页

定价 ※ 98 元

出版日期 ※ 2020 年 7 月



《外国摄影师镜头里的中国》

透过 120 余位外国摄影师的镜头, 感受 70 载时间印记; 从上百万张照片中选出近 370 张代表作品, 发现海量细节别样视角; 重温那些熟悉又陌生的细节; 双重线索: 兼顾社会生活和摄影风格变迁。

主编 ※ 郑梓煜

开本 ※ 8 开, 精装, 384 页

定价 ※ 268 元

出版日期 ※ 2020 年 6 月

618 全店图书**5**折起
满**300**再减**40** 活动时间：6.16-6.20



手机扫描二维码
进入活动页面。



《陕西专辑》

定价 ¥ 68 元
618 价 ¥ 34 元



《甘肃专辑》

定价 ¥ 68 元
618 价 ¥ 34 元



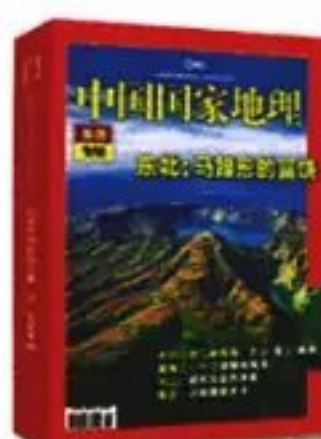
《宁夏专辑》

定价 ¥ 68 元
618 价 ¥ 34 元



《青海专辑》

定价 ¥ 68 元
618 价 ¥ 34 元



《东北专辑》

定价 ¥ 68 元
618 价 ¥ 34 元



《内蒙古专辑》

定价 ¥ 68 元
618 价 ¥ 34 元



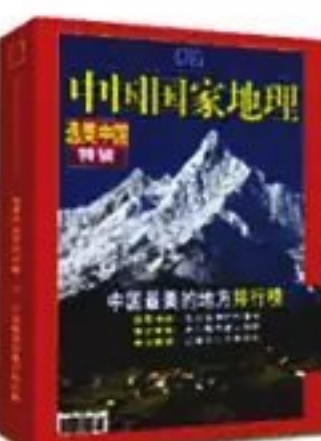
《西藏专辑》

定价 ¥ 68 元
618 价 ¥ 34 元



《新疆专辑》(上、下)

定价 ¥ 136 元
618 价 ¥ 68 元



《选美中国》

定价 ¥ 98 元
618 价 ¥ 49 元



《选美中国合集》

定价 ¥ 299 元
618 价 ¥ 149 元



《雄浑大西北合集》

定价 ¥ 299 元
618 价 ¥ 149 元



《博物少年科普精选》

定价 ¥ 198 元
618 价 ¥ 99 元



《中国美色明信片》(上、下)

定价 ¥ 59.6 元
618 价 ¥ 29.8 元



《诗画系列》套装(4册)

定价 ¥ 352 元
618 价 ¥ 176 元



《海错图笔记》套装(3册)

定价 ¥ 224 元
618 价 ¥ 122 元



《发现广东》

定价 ¥ 88 元
618 价 ¥ 44 元



《发现西藏》

定价 ¥ 88 元
618 价 ¥ 44 元



《玩出来的科学家》

定价 ¥ 98 元
618 价 ¥ 49 元



《了不起的科学第三辑》

定价 ¥ 196.8 元
618 价 ¥ 98.4 元



《长城绘》

定价 ¥ 98 元
618 价 ¥ 49 元



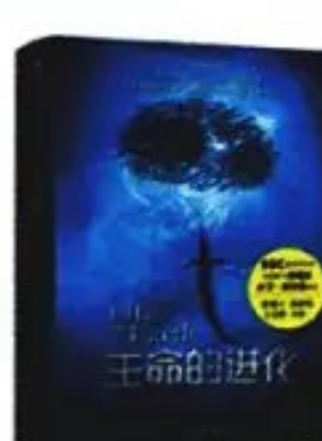
《地道风物·苏州》

定价 ¥ 68 元
618 价 ¥ 34 元



《世界野生猫科动物》

定价 ¥ 198 元
618 价 ¥ 99 元



《生命的进化》

定价 ¥ 138 元
618 价 ¥ 69 元



《鸟类行为图鉴》

定价 ¥ 88 元
618 价 ¥ 44 元



一汽马自达
魅·力 科 技

轿跑SUV拓界者 全新MAZDA CX-4

