CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

2020
总第717期
07

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

中国国家地理

| 主打 |

中国土豆
一薯解粮忧

2020 日环食：摄影师开始学算法

明代京北防线：敢于迁都北京，全赖有了它

基建大国，河砂告急

云冈石窟的佛终于数清了，多出 8000 多

措普沟：藏在 318 国道边鲜为人知的温泉群

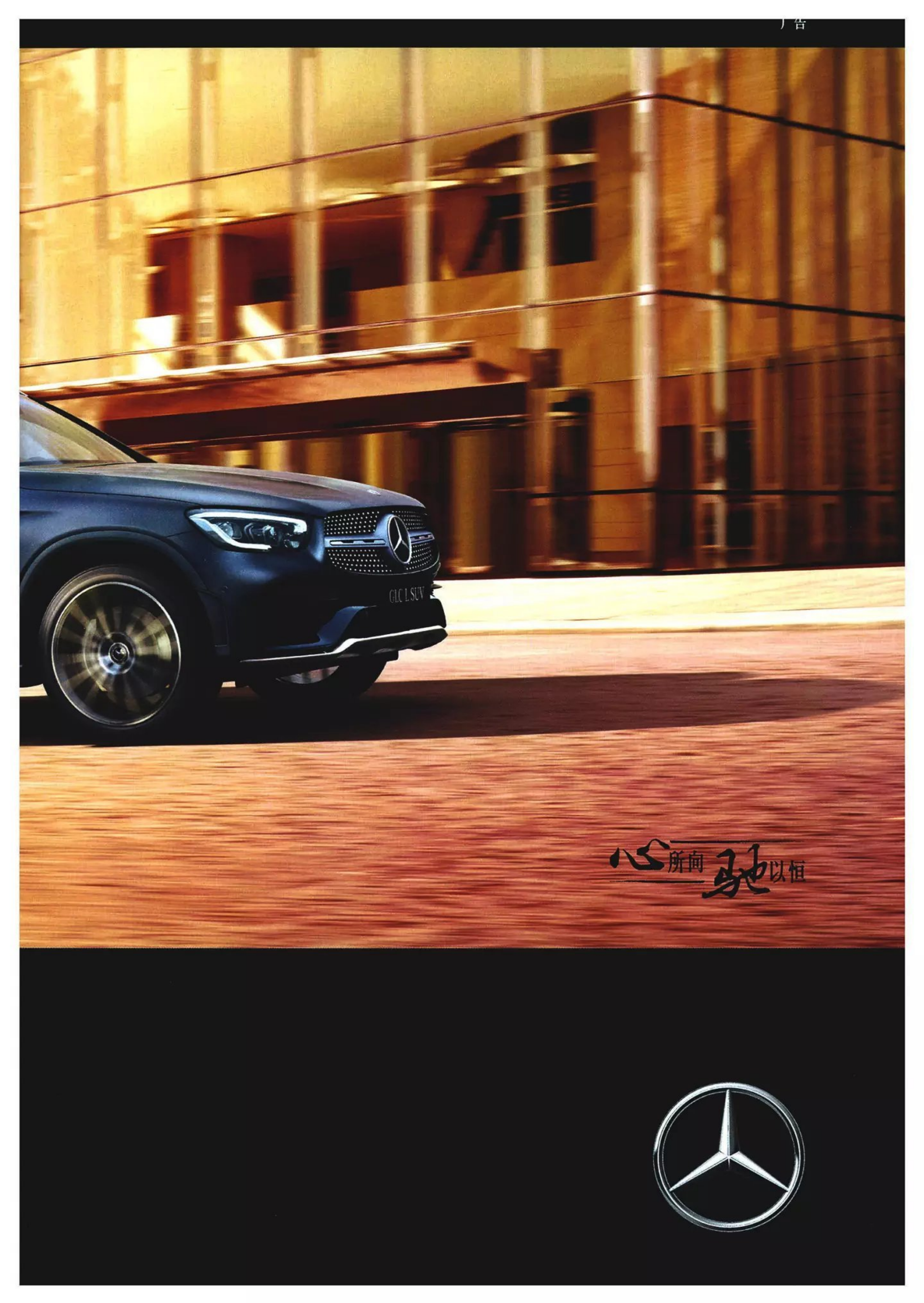
被古埃及方尖碑征服的中国摄影师

ISSN 1009-6337

07>

9 771009 633209

即刻扫描
了解更多
敢为英雄
梅赛德斯-奔驰长轴距GLC SUV
Mercedes-Benz 北京奔驰
The best or nothing.


GLC L SUV
心所向 驰以恒

中国国家地理
CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

《中国国家地理》杂志·月刊·1950年1月创刊·每月7日出版
国际标准刊号 / ISSN 1009-6337　国内统一刊号 / CN11-4542/P　广告证 / 京朝工商广字第0036号
编辑出版 /《中国国家地理》杂志社
社址 / 北京市朝阳区安外大屯路甲11号地理科学馆　邮政编码 / 100101
E-mail / cng@cng.com.cn　网址 / www.dili360.com
总机 /（010）64865566－376　会员热线 / 4006521360
主管 / 中国科学院　主办 / 中国科学院地理科学与资源研究所·中国地理学会

CONSULTANT 顾问

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

科学总指导 / 葛全胜
社长·总编 / 李栓科
执行总编 / 单之蔷
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）

BPA WORLDWIDE
本刊发行量经BPA国际媒体认证公司认证

中国国家地理
CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

CIRCULATION AGENCY 发行服务

北京全景地理书刊发行有限公司
总经理 / 李宁
发行部 / 吴超 盛文武 宋丽娟 王洪武 袁荣荣
国内发行 / 北京报刊发行局
订购处 / 全国各地邮局 • **邮发代号** / 2-806
国外发行 / 中国国际图书贸易总公司 • **代号** / M80
发行热线 (010) 64849250
传真 (010) 64841987
会员热线 (010) 64879277
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 / 北京华联印刷有限公司
分印点 / 中华商务联合印刷(广东)有限公司
上海中华商务联合印刷有限公司
湖南天闻新华印务有限公司

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 …… Mercedes-Benz 梅赛德斯 - 奔驰
开篇跨页 …… 江西五十铃
P97 …… 网易游戏 - 率土之滨
封　　底 …… HUAWEI 华为

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

主打 FEATURE

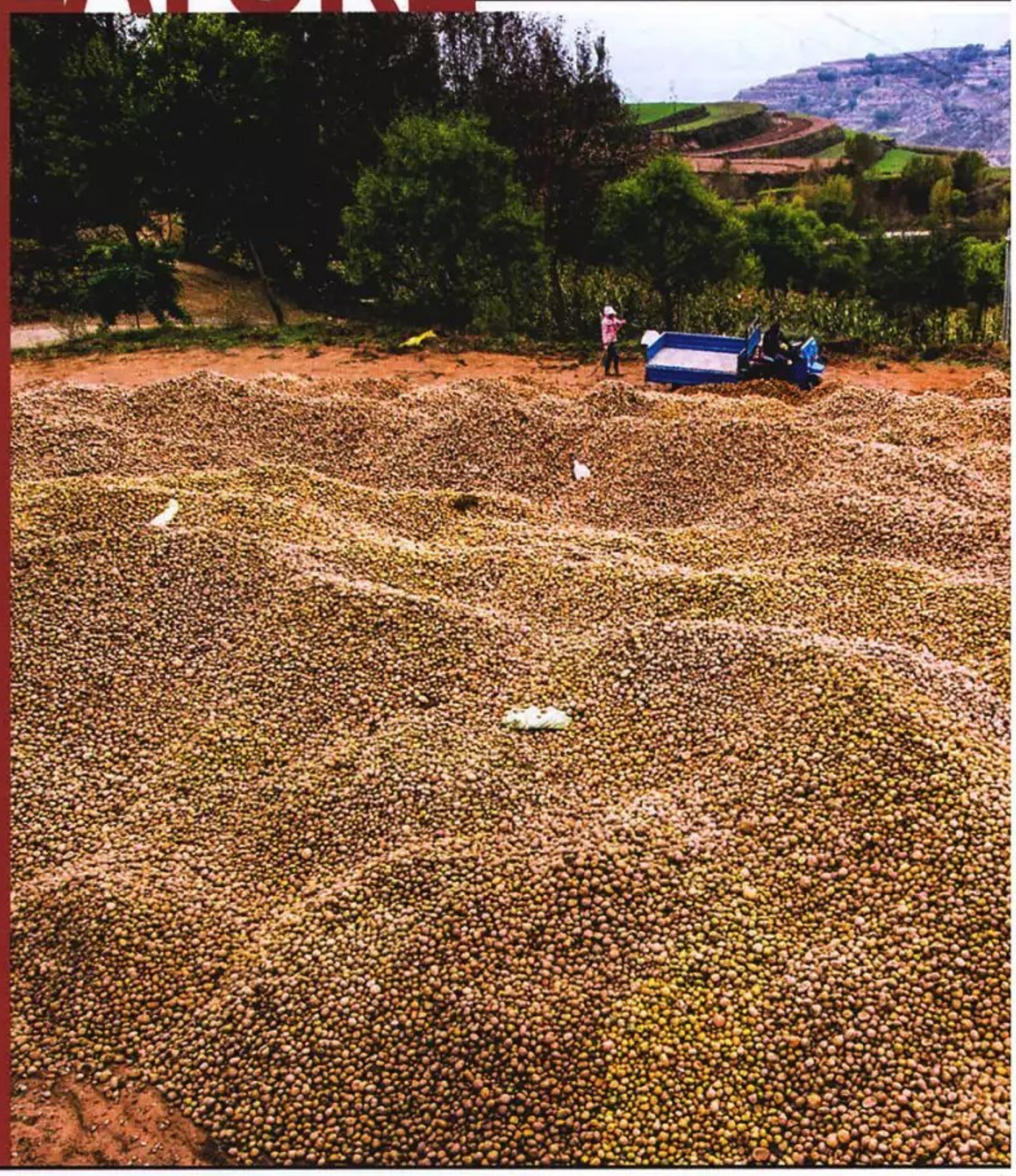
28

马铃薯
我国粮食增产的一半要靠它?

Potato:
Making up China's Half Food Production Increase?

撰文 / 宗峰

在我国四大主粮（水稻、小麦、玉米和马铃薯）中，马铃薯可能是存在感最低的一个，因为在大部分人的餐桌上，马铃薯并非真正意义上的主粮，而只是一种蔬菜。不过有专家认为，我国未来20年内必须增产1亿吨粮食，才能满足人口增长的需求，其中一半将来自马铃薯。那么，在我国主要粮食作物的生产中，马铃薯究竟具有什么样的地位?



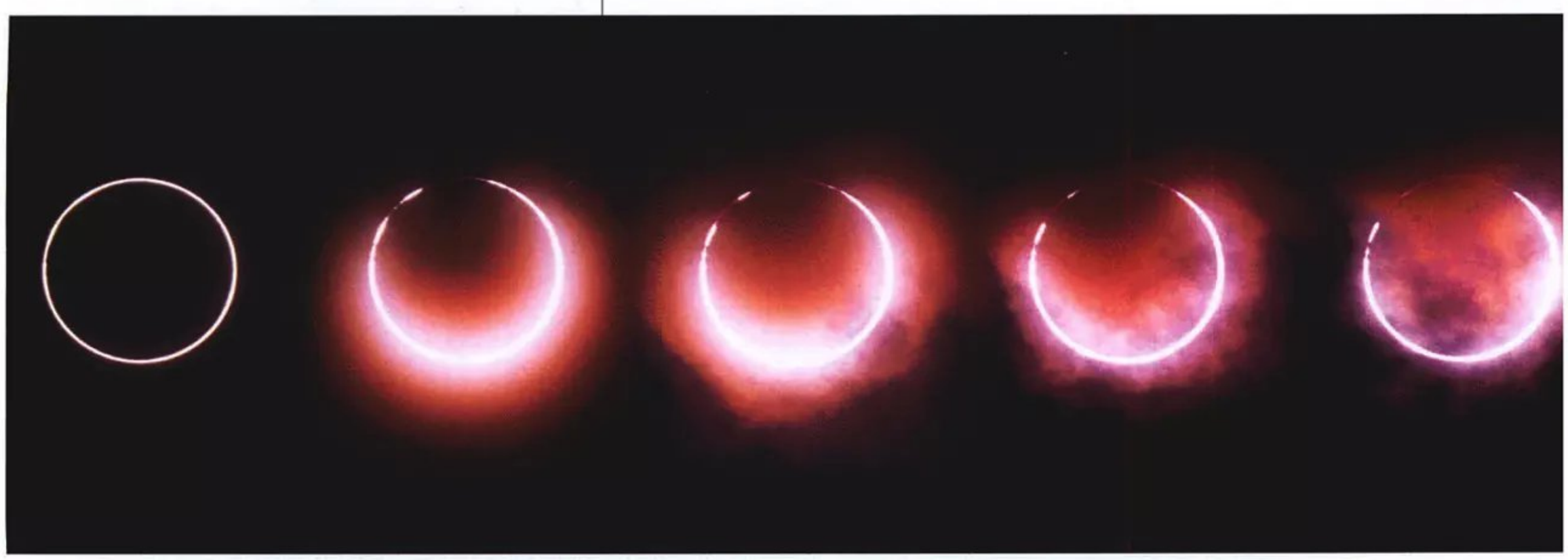
54

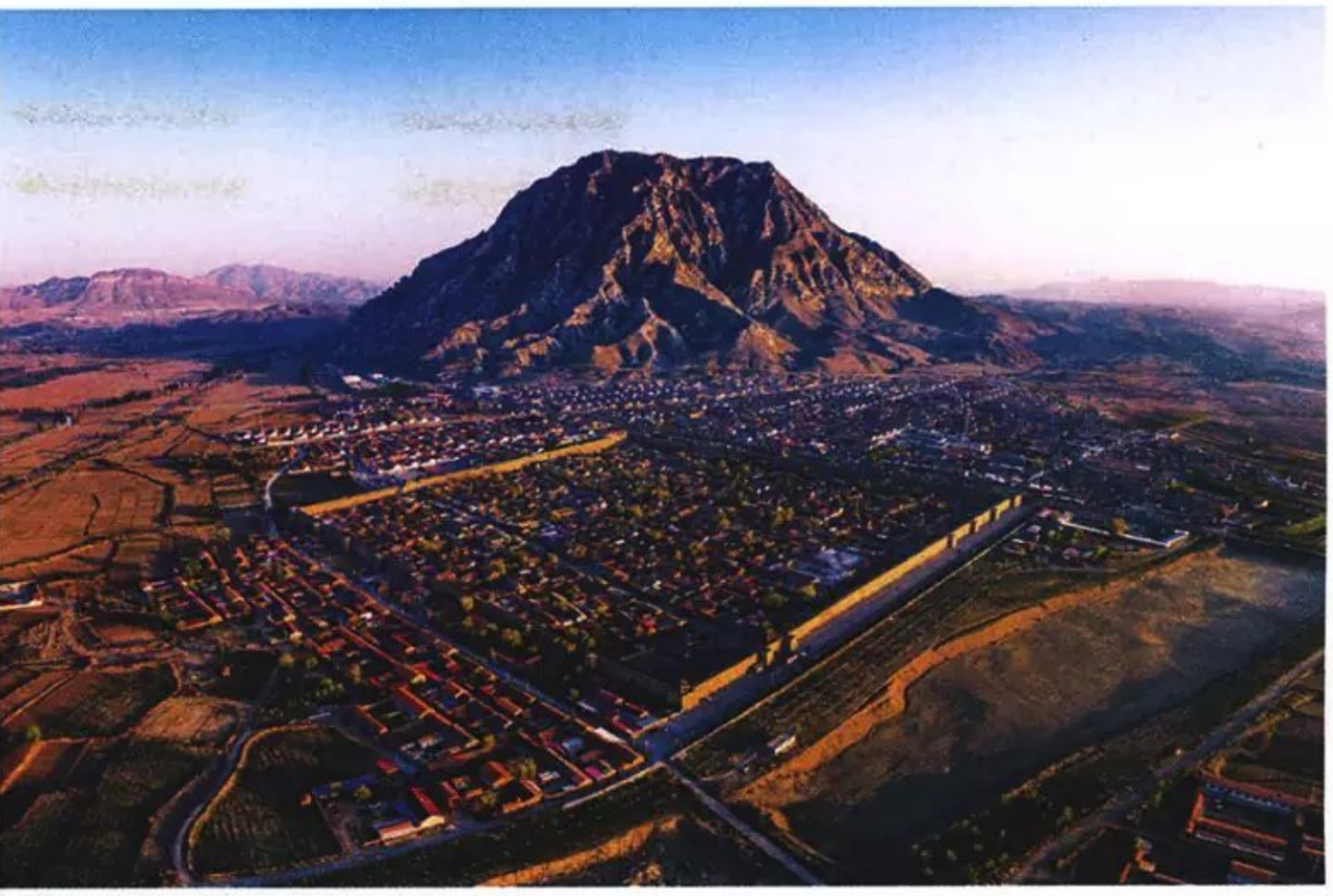
2020年日环食
难得一遇的天象悄然成为全民摄影盛筵

The 2020 Annular Solar Eclipse:
A "Ring of Fire" Arouses Public's Enthusiasm for Astronomical Photography

撰文 / 陈海滢　摄影 / 章佳杰 等

2020年6月21日，我国西藏阿里地区、四川西部、贵州东北、湖南与江西两省南部以及福建厦门至台湾中南部可以观测到一次日环食，全国其余地区可看到日偏食。能够目击日环食的地带宽度只有20—50公里，加之多数地区云层遮挡，观测条件其实不算理想。然而追逐日环食的天文爱好者执著地带回了很多精彩图片，同时很多平常不关注天文的人也开始加入了日食的观测，这次天象奇观俨然成为一场全民参与的摄影盛筵。





等待被全面发现的明朝京师北防线 68

Waiting to be Thoroughly Discovered:
The Lost North Defense Line of Beijing during Ming Dynasty

撰文 / 常文鹏 李丹　摄影 / 杨东 等

为了更好地抗击蒙古部族，1421年，明成祖朱棣将都城从南京迁到了北京，开启了天子守国门的历史。为了拱卫京师，明朝在北京的北部修筑了大量的防御工事（少部分位于北京西南方），因此被称为京师北防线。随着边疆烽烟的远去，这些见证过历史的京师北防线上众多的遗迹或是绵亘于山野，或是荒芜于村镇，等待着被全面地发现与认知。

砂子也匮乏？ 84

另类资源危机背后的“砂之变”

An Unexpected Resource Crisis Coming up:
Sand has now Become Scarce

撰文 / 黄涛　摄影 / 张超 等

碧海金沙，沙漠戈壁，沧浪水浊，在人们的常规印象中，砂子随处可见、随手可得。然而，近几年中国却开始出现“缺砂”困境，砂价一路高涨，不少地方甚至开始上演“寻砂记”。砂子真的不够用了吗？在这背后，又掩藏着自然母亲怎样的疲惫，书写着怎样的砂之变迁？

“新”云冈

首建影像库 欲立“云冈学”

Building a “Photography Library” For Yungang Grottoes: Can this Bring us “Yungangology”?

撰文 / 立山　摄影 / 张海雁 等

提及我国佛教石窟，许多人都会想到被誉为“三大石窟”的敦煌莫高窟、云冈石窟和龙门石窟。其中云冈石窟是世界唯一的大型皇家石窟群，连开凿时间早于云冈的莫高窟也受到“云冈模式”的影响，龙门石窟更是云冈石窟的延续和发展。不过，当“敦煌学”成为一代显学，光耀世界时，“云冈学”却如雾里看花，若隐若现。最近，云冈石窟研究院以7年时间细细雕琢，首次建起完整影像库，要逐步把“云冈学”立起来……

100

措普沟
藏在318国道边鲜为人知的温泉群
Cuopu Valley:
An Unknown Hot Spring Group
Hidden just alongside the Famous
No.318 National Highway

撰文 / 李忠东　摄影 / 曹铁 等

巴塘县位于四川省甘孜藏族自治州，这里是从四川进入西藏的必经之地，著名的318国道穿城而过，因而成为川藏旅游的热点地区。很少有人知道，在巴塘县318国道以北，有个名为措普沟的峡谷，这里悄然隐藏着众多温泉和高温气热泉。这些温泉有什么特点？为何至今不为人知？四川省地矿局物探队副队长为我们进行了一一解答。

128

寻碑
中国摄影师探访流落各国的
古埃及方尖碑
Seeking Lost Memories:
A Chinese Photographer's
Documents of Ancient Egypt
Obelisks Scattered in Different
Countries

撰文 · 摄影 / 陈剑峰

方尖碑，是具有6000年历史的古埃及文明最富象征性的符号之一。古埃及人耗费难以想象的人力、物力，展开无比浩大的工程，开采整块巨石，对其进行切割、抛光、镌刻，千里迢迢地将方尖碑运送并竖立在神庙前，以歌颂太阳神和法老。你或许曾在巴黎的协和广场或纽约的中央公园见过它们的身影。为什么古埃及方尖碑会出现在这些地方？好奇的摄影师陈剑峰决定踏上旅途，逐一探访这些流落异国的古埃及方尖碑。

142

四川石渠
四只兔狲 —— 野外记录"萌宠"成长
A Family of Four in Sichuan's Wilderness:
Rare Records of How Pallas's Cat Cubs Grow up

撰文 / 李凯　摄影 / 吕玲珑

作为网红萌宠，野生兔狲的现状并不十分乐观。在四川省西北部的石渠县，摄影师吕玲珑持续观察并拍摄了一家兔狲的日常生活。兔狲妈妈独自带着三只幼崽成长，母爱令人感动。国内目前尚无关于野生兔狲的长期观测研究，希望这组图片和背后的故事，未来能够对兔狲的保育工作有所帮助。

164

本期封面
马铃薯切面图

本期杂志内容丰富，封面的几位“候选人”各有其独特之处，既有难得一遇的天文现象，也有对河砂资源危机的讨论。综合编辑部和微博的投票，以下四张封面呼声最高。

1

2

3

4

更多资讯请登录
中国国家地理网
www.dili360.com

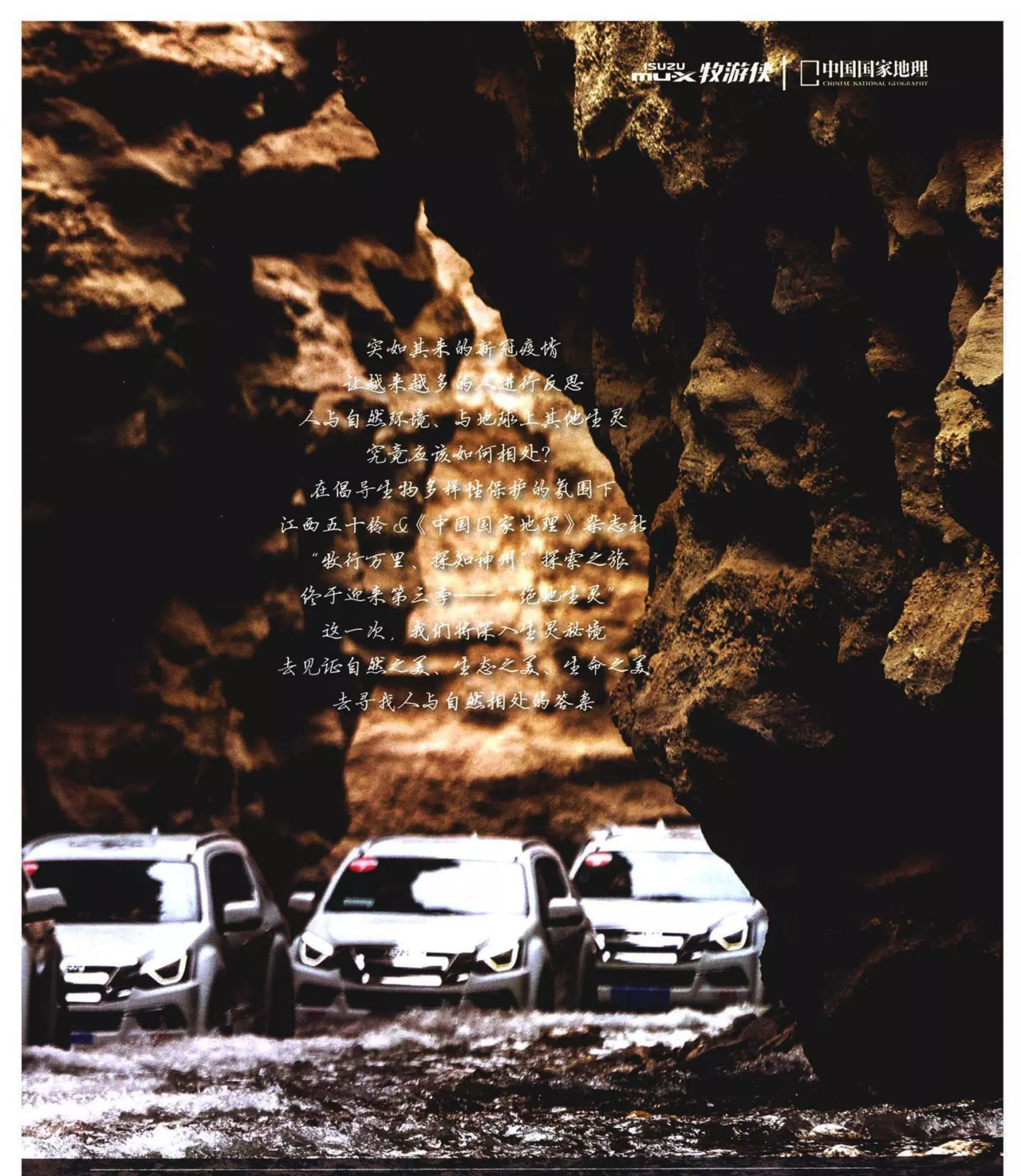
2020年6月21日下午，一场罕见的天象——日环食成为大众热议的话题。这种天象原本只是天文爱好者的狂欢，这次却引爆全民的关注和海量的传播。很多人兴致勃勃地观测和拍摄太阳的变化，日食似乎不再是晦涩的天文科普，而成为全民可以拍摄和分享的话题。

第一张封面是拍摄于故宫三大殿的日偏食，摄影师以间隔曝光和叠加的方式，呈现出太阳从被月亮遮挡到复圆的过程。第二张封面是拍摄于山东沿海的“金环日落”，这样的景象下次出现我国境内，或许还需要40多年的漫长等待。这次日食俨然成了一场全民参与的摄影盛筵，很多人甚至用手机拍摄。在微博投票中，这两张封面也受到大多数人的青睐，但也正是因为网络上海量的图片，使得日食的画面看起来似曾相识，稍显新意不足。权衡再三，我们决定放弃这位“候选人”。

第三张封面是显微镜头下的海南一条河流中的河砂。在人们的常规印象中，砂子随处可见，唾手可得。然而，近几年中国开始出现“缺砂”的困境，在建筑业中，砂子作为混凝土、沥青和玻璃的重要成分，承担着重要角色。相比沙漠砂和海砂，河砂被打磨得圆度适中，有害杂质少，最适合作为建筑用料。河砂需求量大，加之采挖门槛低，获利丰厚，使得中国诸多河流出现滥采盗挖河砂的情况，引发水体污染和环境巨变的危机。虽然这张封面背后的主题深厚，能够引发人们的热议和反思，画面干净，但这张显微图片过于微观，难于承担封面的重任。

土豆也被称作马铃薯，是人们餐桌上很常见的食物。很少有人知道，土豆和水稻、小麦、玉米是我国四大主粮。随着中美贸易摩擦的加剧和新型冠状病毒疫情在全世界范围的蔓延，粮食安全成为全民关注的话题。中国目前是全球第一大粮食进口国，在不断有报道说粮食出口大国宣布停止或限制粮食出口的情况下，中国该如何实现粮食增产？有专家提出，土豆将为保障我国粮食安全发挥重大作用。相比其他三大主粮，土豆需要更少的水，对环境和土壤的要求低，干旱贫瘠的土壤也可以耕种。这张土豆的切片图给人耳目一新的感觉，很少有人注意到土豆有如此丰富的颜色和品种。而且小土豆承担着粮食安全的宏大主题，我们最终选择了这张图片作为本期杂志的封面。

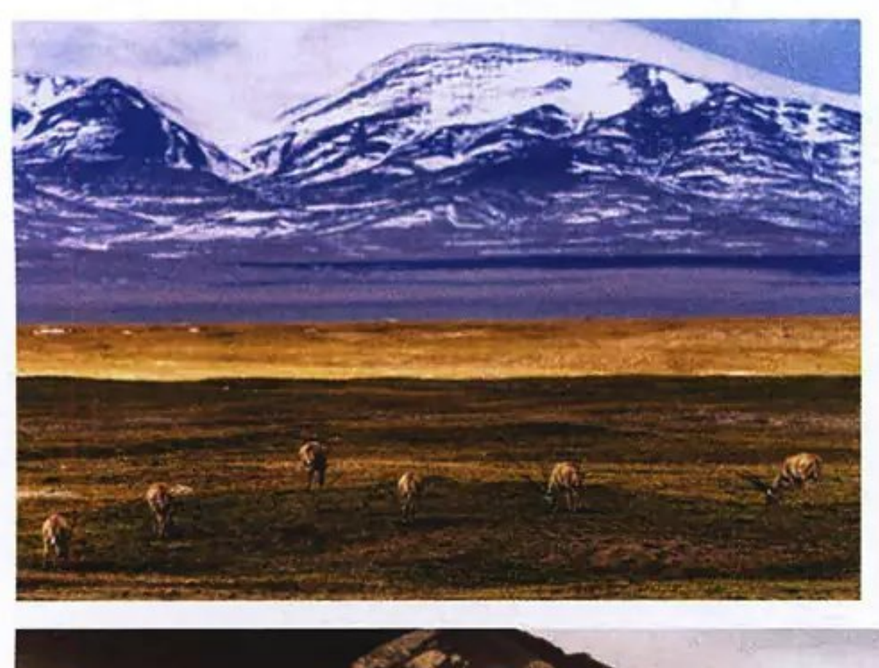
www.xuexi1234567.com



历时 7 天，行程 1000 多公里，"绝地生灵"的首站——探江源，访"珠峰飞雁"联合科考活动圆满收官。

在中国绿色江河环保促进会会长、可可西里索南达杰保护站创始人杨欣的带领下，联合科考队跨过青海，穿越巍巍昆仑大峡谷，重返长江源，访珠峰飞雁，守护高原珍稀多样生物。科考级 SUV mu-X 牧游侠再次作为科考官方用车全程护航，D-MAX 则作为官方科考勘路车全程助力，带领联合科考队探访绝地生灵、奇遇认知新境。正新轮胎全程助力，旗下 A/T II 越野轮胎装载到 mu-X 牧游侠和 D-MAX 两款科考级用车，共同开启科考之旅！

广告



高原精灵——藏羚羊

广袤的无人区，藏羚羊等数百种飞禽走兽世代繁衍之地

穿越昆仑大峡谷，行摄可可西里

青藏高原风光奇特壮美，拥有昆仑山、长江源等多重秘境。联合科考队从格尔木出发，沿青藏线一路朝昆仑大峡谷疾驰。昆仑大峡谷全长 12 公里，最深处可达 50 米，有着大峡谷、羚羊谷、雪山峡谷等不同的世界级奇观风貌。亿万年的地貌变迁在这里呈现着，堪称是“地质演变史博物馆”，演绎着大自然的伟岸与神奇。

壮美的风景背后却是艰难复杂的路况。经 D-MAX 堪路后反馈，这段路面狭窄且颠簸，还有长达几公里的涉水路面，险境丛生。但 mu-X 牧游侠作为科考级 SUV 凭借强劲的动力输出，即使在崎岖复杂的路段也能平稳渡过，且活动中 mu-X 牧游侠涉水深度达到了 950 毫米，穿越涉水路游刃有余。

穿越昆仑大峡谷后沿可可西里继续行进，一直深入原始而纯粹的人间净土。海拔陡然升至 4000 多米，“炮弹坑”路面与高原反应相伴而来，好在 mu-X 牧游侠和 D-MAX 都配备分时四驱系统加之伊顿差速锁，脱困于各类坑洼路面，且车身宽大、空间宽敞，行驶比较稳定，大大缓解了科考队员们的疲惫与不适，使得行程顺利进行。

这里荒无人烟，却有藏羚羊、黑颈鹤、野牦牛等数百种飞禽走兽在高山、湖泊、草原之中世代繁衍。如今，这里被建成了中国面积最大、海拔最高、野生动物资源最为丰富的自然保护区之一。科考队员们有幸在这里见到结队成群的藏野驴、藏原羚，并远远地用镜头记录着它们自由奔跑的瞬间。

深入长江源头，守望珠峰飞雁

驶出可可西里自然保护区后，联合科考队驱车前往长江的源头——沱沱河流域，在那里珠峰飞雁——斑头雁正在等待大家。斑头雁是世界上飞得最高的鸟类之一，沱沱河班德湖是其聚集数量最多的地区。每年 4 月底至 6 月中旬，都有数千只斑头雁从印度、尼泊尔飞到班德湖产卵，到 10 月初，母雁会带着小雁迁徙至南亚国家越冬。曾经，这里每年被盗捡鸟蛋近 2000 枚，而斑头雁的全球野生种群数仅 10 万只。2012 年开始，绿色江河等环保组织以长江源水生态环境保护站为基地，启动斑头雁守护与调查项目，目前班德湖斑头雁最大种群数量已超过 3000 只。

抵达“绿色江河”沱沱河保护站后，科考队员们了解了保护站内工作人员的日常、学习了相关的自然动物保护知识，对志愿者们的坚守与付出钦佩不已。随后，科考队员前往当曲河开展斑头雁、白唇鹿等野生动物的样线调查，还邂逅了几只高原精灵——白唇鹿。

在杨欣老师的带领下，科考队员们投身班德监测站志愿项目，穿过湖面进入班德湖中心岛屿观测点，将红外线相机、远程视频监控等设备架于岛上，监测斑头雁孵化的过程，考察它们的栖息环境和数量。未来，这些珍贵的影像资料将为相关科研工作提供基础素材。联合科考队身体力行地对斑头雁、白唇鹿等高原珍稀野生动物进行了守护，也呼吁更多的人爱护青藏高原生态环境。

观测沱沱河生态，探玉珠峰秘境

长江源区域地势高亢，空气稀薄，自然环境原始，不仅是雪豹、白唇鹿、狼、斑头雁等众多野生鸟兽的栖息地，还守卫着万里长江的水源环境。长江第一水文站——沱沱河水文站也建立于此。

雅西错高原湖泊是沱沱河等其他河流流入长江的重要湖泊之一，本次科考针对雅西错的入水口、湖中心、出水口进行了湖泊调查。科考队员们在沱沱河水文站站长和长江科学院特聘研究员带领下，借助机动艇进行水文调查。通过水质仪来监测记录水的 pH 值，并通过沉积物采集器进行底泥采样，后期将带回实验室进行分析，借此了解这些年湖泊的变化情况，为长江源生态环境变化提供重要参考科学依据。

联合科考队继续上路进行玉珠峰冰川活动考察。在静寂的万古雪野中，玉虚峰、玉珠峰双峰雄起，势压万山，造就了冰雪世界特有的自然景观。玉珠峰海拔 6178 米，是昆仑山脉东段最高峰，四季银装素裹，巍然耸立于蓝天白云下。冰川似白玉砌成的天梯，让人望而生畏，其独特的自然风光成为了登山爱好者攀登雪山的最佳训练基地。

通往冰川的道路铺满碎石，颠簸路感与近 5000 米的海拔高度会加重高原反应。好在 mu-X 牧游侠和 D-MAX 都拥有超高强度稳固车身，并配有双安全气囊及一系列智能安全配置，安全护航队员们探索前行。

沱沱河水文调查

科考队员借助机动艇采集水文及底泥样品

最终，联合科考队攀登上海拔约 5050 米的玉珠峰大本营，欣赏这大自然的鬼斧神工时，在对雪山圣洁且伟大的感慨中，“牧行万里，探知神州”第三季“绝地生灵”科考活动首站告捷。本次科考之旅，mu-X 牧游侠和 D-MAX 带领大家领略雪域高原的极致风光，也鼓励更多的人走向自然，一同守望绝地生灵。探索不止，守护不停。

接下来，联合科考队，前往澜沧江源，开展雪豹寻踪拍摄。更多奇遇，敬请期待！

广告

太阳直射的证明，从洞穴探险开始谈起

夏至时分，洞穴探险爱好者伍红鹰和他的队员们来到了北回归线附近、广西南宁市隆安县屏山乡。广西有着世界闻名的喀斯特地貌，天坑正是其中以惊险神奇著称的喀斯特负地貌。队伍这次并非为了探险而来，而是为了捕捉到“夏至时太阳直射北回归线”这一现象的直观证据。摄影 / 向航

撰文
单之蔷

“棍影”——在太阳转身的地方思考

重温经典：我要像埃拉托色尼那样测一下地球周长

因为疫情，近半年来我多是在家看书，5月的某天看的是美国地理学家杰弗雷·马丁所著的《地理学思想史》，这本书我不时地拿出来翻一翻，每一次都有收获。这次我看到书中写到一件事：在2000多年前的夏至这一天，一个叫埃拉托色尼（约公元前276年—公元前194年）的人借助太阳光直射北回归线这个现象，在埃及进行了一次测量，算出了地球的周长。这件事引出了我的一个想法：北回归线经过中国南方许多地方，在今年夏至这一天，我可以重现埃拉托色尼计算地球周长的实验。这样做至少可以达到两个目的：一是实地了解一下中国北回归线上许多的地方，二是通过行动重温经典，学习地理知识。

没想到行动展开后，我不仅对中国北回归线上的许多地方有了新的认知，而且经过这次行动，我发现埃拉托色尼的那次实验非同寻常，甚至可以说那次事件承前启后、是一个链条中最关键的节点，这个链条就是地理学的发展史。那次事件是地理学作为一门科学发轫时里程碑式的事件，事件中包含的一些种子，最后成长为了一棵大树，这棵大树就是现代地理学。

审视现代考古的成果，我发现，世界上各个文明，无论史前与史后、无论欧亚非还是南北美、甚至大洋中的小岛上都有各种类似日晷的遗迹，通过对太阳光线照射晷针留下的影子轨迹和规律来制作历法，这与埃拉托色尼测地球周长时应用的原理和使用的装置很相似，但这些遗迹并没有促使它们的文明或国家诞生地理学，而只有埃拉托色尼这一条线索上的事件引发了地理学的诞生，其中的奥秘是什么？这就涉及到了地理学史，但我手上的这本书并没有回答这个问题，需要我自己去解决。又因为北回归线是太阳直射光在北半球能够达到的北界，为了使这篇文章逻辑清楚，结构分明，便于阅读，我将把这篇文章分为A与B两条线索分别叙述，A线讲我们这次围绕中国的北回归线展开的重测地球周长的行动，B线讲由埃拉托色尼计算地球周长引发的地理学发轫史。

阿那克西曼德的日晷就是一根棍子

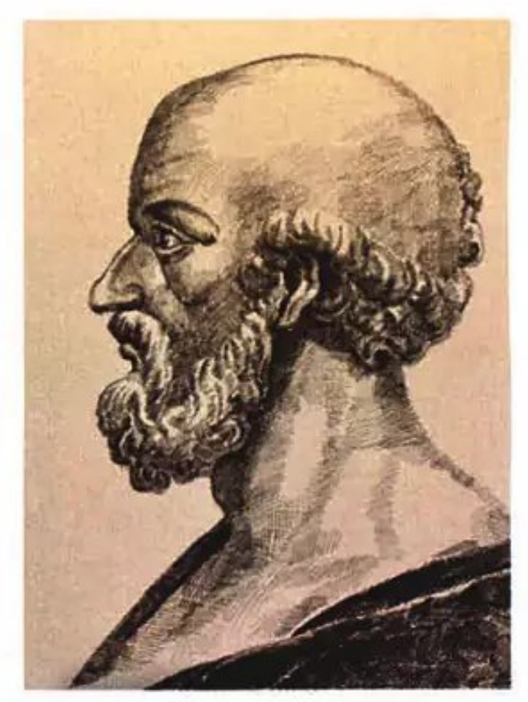
B 一根棍子与地理学的发轫：《地理学思想史》的第二章，写“古典地理学的发轫”，也就是讲地理学的起源，其中一节小标题就是“埃拉托色尼，地理学之父”，文中写到“地理学”这个名称就是埃拉托色尼第一个创造出来的。当然这个创造并不是他获称“地理学之父”的原因，而是其他一些重要的事情。

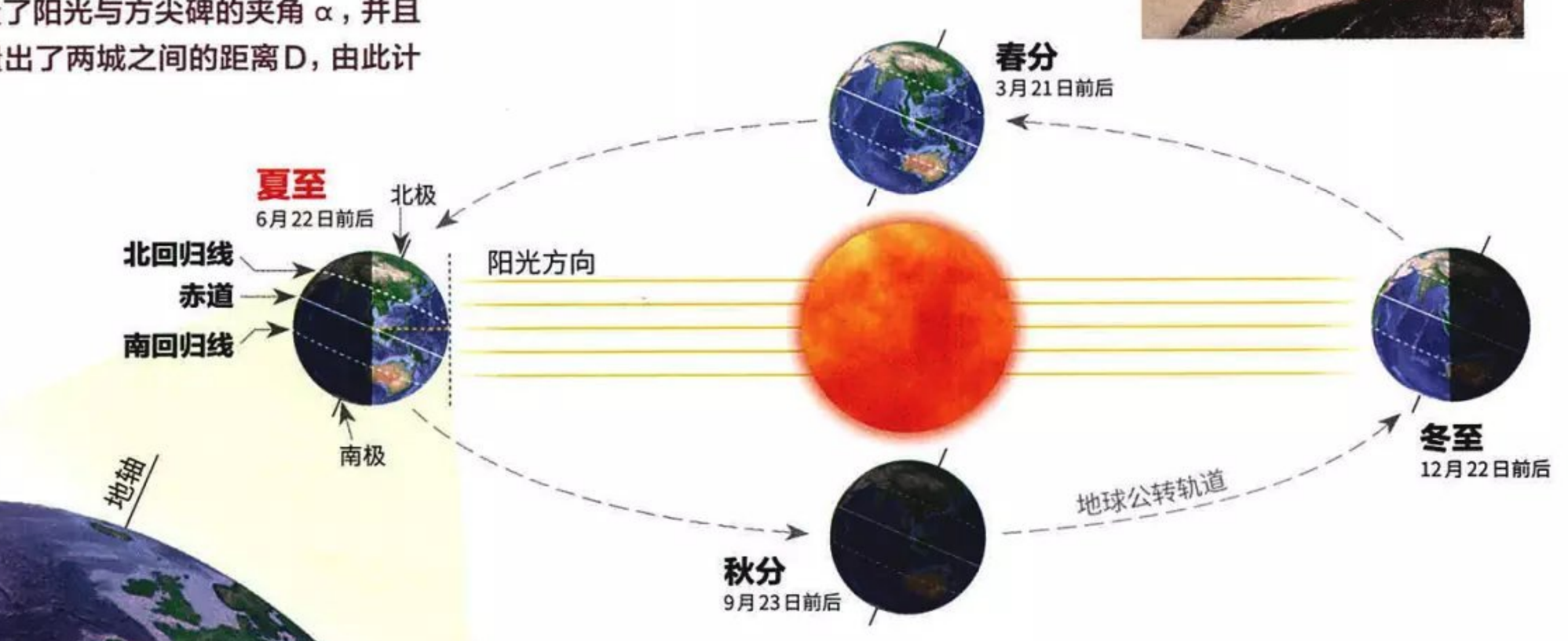
使埃拉托色尼声名鹊起的是这样一件事：他准确地计算出了地球的周长。几乎任何一本地理学史都会讲到这个故事，但我觉得重要的不是他算出了地球周长，而是他在这件事中使用的方法

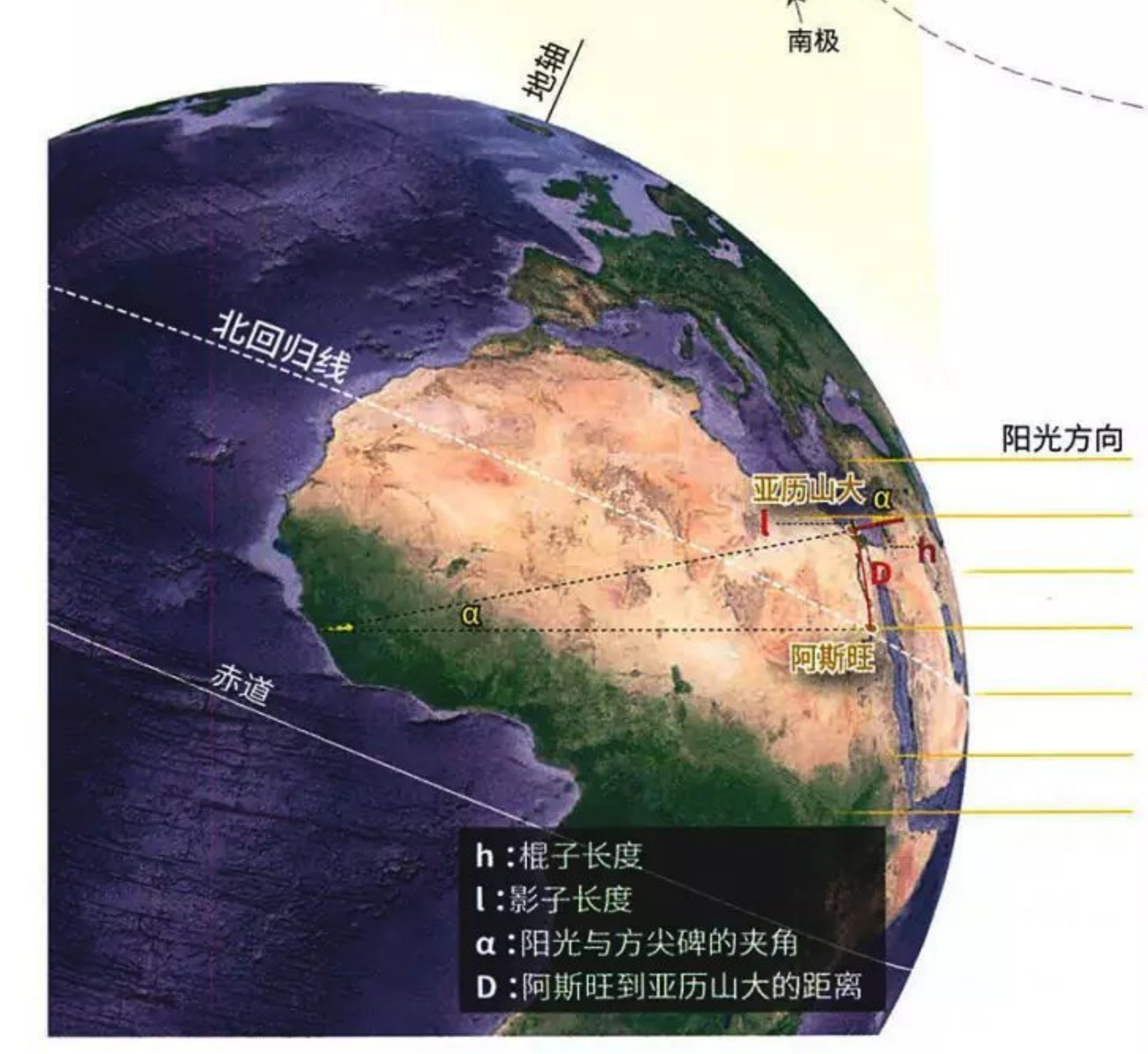
2000多年前，“地理学之父”埃拉托色尼就精确测算了地球周长

“Geography”这个术语是埃拉托色尼（约公元前276年—公元前194年）创造的，除此之外，在丈量地球的进程中，他更是做出了奠基性的贡献，因此他被西方地理学界尊为“地理学之父”。如图所示，埃拉托色尼了解到每年夏至时期，埃及的阿斯旺会出现太阳直射现象，他就选择了位于阿斯旺正北的亚历山大城，在夏至正午测量了阳光与方尖碑的夹角α，并且委托商队测量出了两城之间的距离D，由此计算出了地球周长为39690公里。在他对地球的大小和形状了解之后，重新绘制了带着经纬线的世界地图，还提出了地球五带的划分。虽然他的作品已经失传，但是他的部分研究成果可以在其他学者的引用文献中拼凑还原出来。

埃拉托色尼肖像绘图 / 王端杰







和其中暗含的思想方式，这才是引发后来地理学诞生和发展的关键。故事是这样的：在埃及的阿斯旺附近，有一口深井，每到夏至这一天中午，阳光就会直射到井底，井底会出现太阳的形象。每年都有一些人不远千里在夏至这一天赶到这里，来观看这一奇迹。在那一天，亚历山大图书馆的馆长埃拉托色尼安排了两个地点的两场观测，一是有人在井那里看什么时候阳光直射井底，同时埃拉托色尼本人在亚历山大城一个方尖碑的底下进行另一场观察和测量。他通过测量方尖碑中午

北回归线中国段周边城市和
北回归线地标（部分）分布示意图

日晷，用阳光来量化时间的浪漫工具

人类很早就发现了阳光、阴影和时间之间的关系，日晷就是为了度量时间而诞生的工具。四大古文明中都存在使用日晷的记录，发展到后来，日晷除了用来记录时间，还成为了装置用的艺术品，其上常刻有铭文，一般是短诗或者警世格言。国内常见的是赤道日晷，北京故宫内就有一块，圆形晷面与赤道面平行，晷针垂直于晷面，指向北极星，晷针的影子会以均匀的速度在晷面上移动，所以时间刻度是等角的；西欧国家常用安放在市政厅、教堂等建筑物上的垂直日晷，晷面垂直于地面，晷针与地球的自转轴平行，根据晷面朝向的方向不同，时间刻度通常是不等角的。图中这块日晷位于意大利科涅。
摄影 / De Agostini

北回归线从我国的四个省区穿过

地理上的各种分界线都值得去现场探索，每当你寻找到某一种分界线，就意味着对某一个地理概念、名词和现象有了比较直观的理解。正值夏季，热是北半球人们最直接的体验，而与热量相关的就是地球上五带的划分，以及它的界线——南北极圈、南北回归线。北回归线从我国南方台湾、广东、广西、云南四个省区（以及福建海域）穿过，它意味着太阳直射点能够到达的北侧上限，即热带的北界。北回归线以南地区，有着富足的日照时间和光热资源，为物产丰富提供了条件。

时影子的长度，获得了直立的方尖碑与太阳光线之间的夹角。然后他运用了古希腊先哲泰勒斯证明的几何学的一个定理，证明了这个角与方尖碑和那口井到地心的连线的夹角相等。他又派人测量了两地之间的距离，有了这些数据，他就轻易地算出了地球的周长。具体的运算过程我在这里就不说了，我们有绘图和图说会详细说明。

埃拉托色尼在这里用的是方尖碑和其影子，实际上不用这种高大上的道具也完全可以。因为他的这个方法是受了古希腊的先哲泰勒斯的棍子和阿那克西曼德的日晷的启发，而阿那克西曼德的日晷也是一根棍子。

我要去北回归线上找个天坑，让一束阳光直射洞底

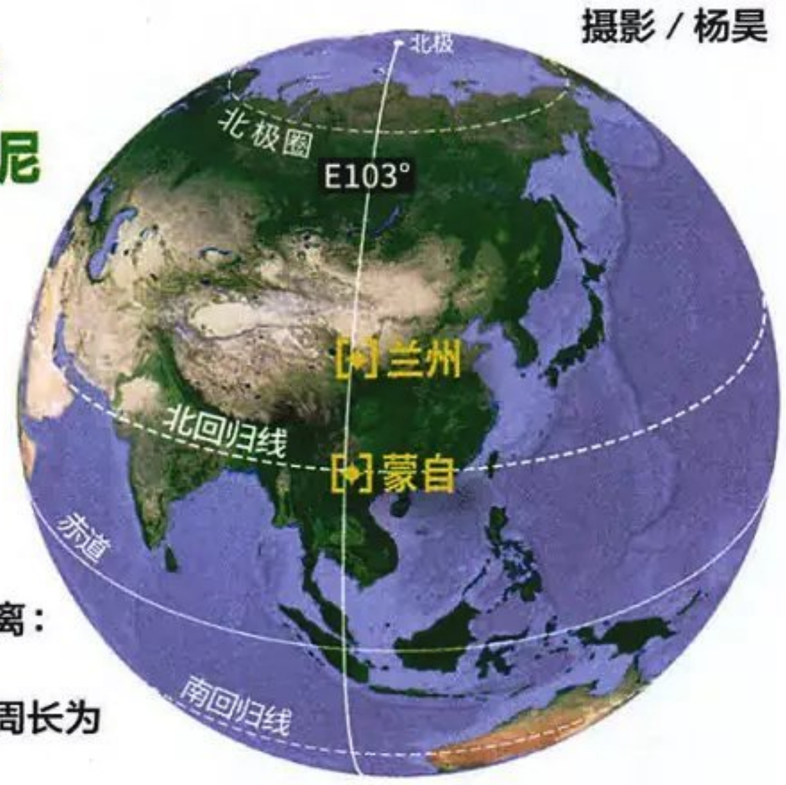
A 重温经典之旅：这故事里面重要的概念是夏至，B 中讲到了那一天阳光直射阿斯旺的一口深井，直接照到了井底，这其中画面感太强，引发了我的联想。我想起有一年去广西乐业，朋友带我去看一个洞——冒气洞，之所以叫冒气洞，是因为这个开口朝天的喀斯特溶洞经常向上排出白色的气体。我们进入这个洞，走进一个大厅，只见一道光柱从天而降，从一百多米高的洞口直射洞底，在洞底照出一个圆圆的光圈。这场景当年给我留下了很深的印象，所以一看到书中阿斯旺的深井，我就想到了这个洞及那天阳光直射洞中的情景。

我忽然冒出了一个想法：在这次重温经典的

摄影 / 杨昊

徒手丈量地球
重温埃拉托色尼的实验

第一组
兰州—蒙自



兰州到蒙自的距离：1406公里
计算得到的地球周长为39650公里

行动中，在6月21日夏至这天，我去北回归线上找一个洞，这种洞有一个向着蓝天的“天窗”，以便阳光直射下去。然后在这个洞所在的经线上找一个地方，在那个地方找一根棍子，安排人在正午的时候（影子最短的时候）测量它影子的长度，影子与棍长之比，就是阳光与棍子的夹角的正切值，用反函数表查出这个角，这个角与360°之比等于两地之间的距离与地球周长之比。这等式中有三个已知量，一个未知量，很容易就算出来了。其实整个就是重复一下埃拉托色尼的这个实验。

为了保险起见，我们还安排了另外两个地方同时在测地球的周长。我们会在绘图中介绍其中的过程和结果。

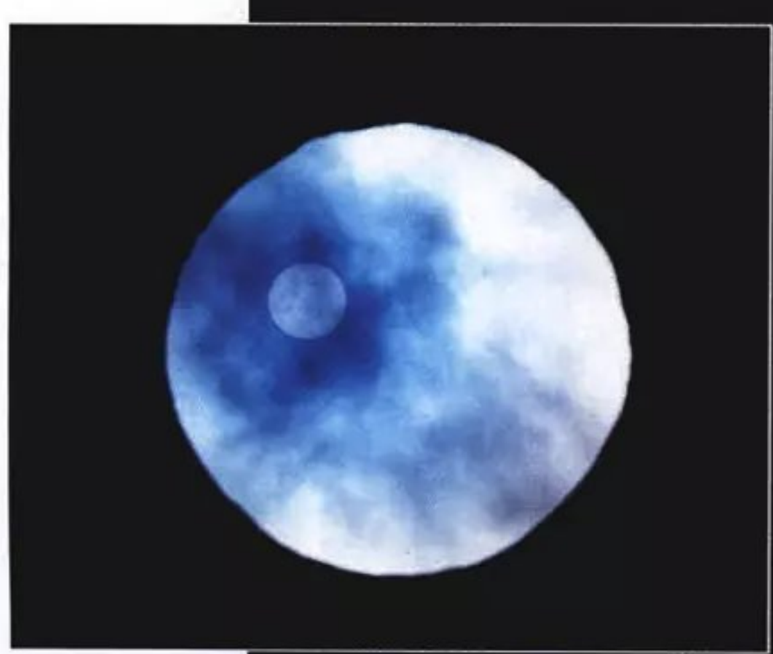
我要把埃拉托色尼的“深井”换成百色的“喀斯特天坑”

A 重温经典之旅：原来我以为乐业的冒气洞在北回归线附近，后来一查，离北回归线还很远，所以我们只好放弃这个洞。我们需要在北回归线上重新找到像冒气洞那种有天窗的洞，或者找到喀斯特的天坑或竖井。

这不是一件容易的事，我动用了各种关系去找，也没成果。一天，我忽然想到了一个人——乌鸦，这是他的网名。过去在寻找汉中天坑群时，他显示了一种才能：在谷歌地球（数字地球）上寻找喀斯特天坑。这次他能不能帮我在北回归线上找到天坑和竖井呢？我电话打过去，让我意想不到的是他家就在广西百色市，在北回归线附近。超出期望的是，他知道北回归线附近有两个深达百米的天坑。一个在隆安县的屏山，一个在大新县的燕窝坑。当我把意图和他讲了之后，他愿意前往，不过他要带上几个助手，因为下到百米多深的天坑中，要使用一种探洞者使用的“单绳技术”，必须几个人组队前往。

6月21日是夏至。我和他说的时候是18号，他只有两天的时间。最令我担心的是这几天天气不好，阴天。假如夏至那天还是阴天，那么就无法拍到一束光线刺破黑暗直射天坑洞底的图片，那么我们的计划基本上就失败了。因此我在心中暗暗地祈祷，21号一定要晴天，哪怕短暂的一刻也好。

其实我安排乌鸦他们拍摄阳光直射天坑底部的图片，主要考虑的是美学问题，不是科学问题。



蒙自：以烟囱为相框，留住太阳直射的证明

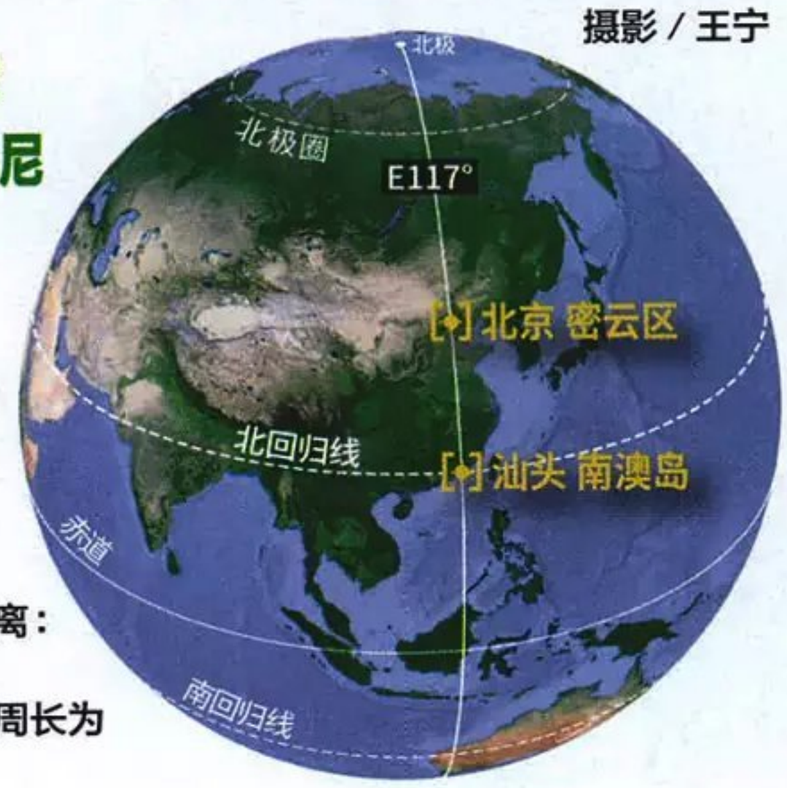
北回归线从云南红河哈尼族彝族自治州蒙自市穿过，这里是热带的边缘，晴天多，光照充足，太阳的照顾让蒙自石榴闻名全国。夏至当天正午，摄影师找到了一处十多米高的烟囱来记录太阳从北回归线经过的景象，此时烟囱就相当于一条铅垂线，摄影师的镜头对准了烟囱口，捕捉到了太阳经过的画面。摄影 / 左凌仁

（若未经安全部门许可，请勿随意模仿。）

摄影 / 王宁

徒手丈量地球
重温埃拉托色尼的实验

第二组
北京—汕头



北京到汕头的距离：
1887.53公里
计算得到的地球周长为
39950公里

因为就重新测量地球周长而言，根本就不用到北回归线上，北回归线的位置早已确定无疑，不用寻找。现在重测地球周长，只需做一件事，就是在北回归线以北的某地，立一根棍子，在正午的时候量一下影子的长度，再算一下过这个地点的经线到北回归线的距离，有这两个数字再加上棍子的长度就可以了。我们在北回归线上寻找天坑拍照，为的主要是传播的效果，我要把埃拉托色尼的深井换成喀斯特的天坑或竖井。一束阳光直射黑暗的天坑底部，这图片会很美，比阳光照进一口井的审美价值更高。

此外，关于北回归线，我们在广东汕头选择了南澳大桥和北回归线标志塔进行拍摄，还在云南蒙自找到了一口深井和一个底部可以进入的大烟囱。在6月21日那天，阳光如期而至，直射这口深井，就像在阿斯旺的那口深井一样，摄影师拍到了井底水中的太阳；同样那座神奇的大烟囱，阳光从烟囱口直射底部，摄影师镜头向上，拍到了太阳在烟囱口正中放射着光芒的图片。

重温这场实验时，我们要把这场行动做得更具美学色彩，我们要取得具有审美价值的图片。事后我们获得了溶洞、深井、烟囱、大桥、北回归线标志塔阳光穿针孔的图片，甚至还有那天阳光从早到晚为一杯葡萄酒留影的组图。最后筛选出那些具有代表性和审美价值的图片予与发表。很遗憾，与埃拉托色尼那场实验最为相似的深井里的太阳的照片，却因为不够美，而被淘汰了。

球体怎能射出平行的光线？太阳变平了？

B

一根棍子与地理学的发轫：希腊地理学者把荷马推崇为地理学的祖师，这是公元前13世纪—公元前12世纪的事了。荷马有两部史诗，《伊利亚特》不是地理，而另一部《奥德赛》却被认为是地理学著作。因为这部史诗描述了已知世界外围边远地区的情况，甚至还讲到存在极昼和极夜现象的地方。但是这时候的地理学与文学故事还是难以区分的，或者说这是一种地理学——文学地理学，这种地理学世界各国都有，但这不是科学意义上的地理学。

这种情况在一个叫泰勒斯（约公元前626—公元前548年）的大学者出现后，尤其是一个叫

汕头南澳：这里有我国大陆地区最东边的北回归线标志

北回归线与我国大陆地区第一个交点，就在广东的南澳岛上，南澳也是广东唯一一个海岛县，岛上的这座“门”形建筑正是为了纪念这条地理分界线。这座北回归线标志塔被命名为“自然之门”，“门”上设计有一个金铜色圆球，球中心有上下贯通、垂直地面的圆管，只有同样垂直地面的直射光才能穿过圆管投射到地面。每到夏至，人们都蜂拥而至观看这一现象（上图摄影 / 林俊川　右图摄影 / 马宏杰）。

阿那克西曼德的年轻人出现后（公元前7世纪—公元前6世纪），就大为改观了。为什么呢？因为这两个人把数学和地图引进了地理学，这种地理学我们可以称之为科学地理学。至此地理学与文学、历史就鲜明地区别开来了。科学地理学不仅仅是关于地方的一些观察和描述，不仅仅是零散的地方性知识的集合。这里说的地理学是有着基本概括性的、具有普遍意义的概念体系，有着观察所依赖的理论框架或者说模型，有着形式逻辑系统作为讨论和理解的平台。科学地理学也是通过实验发现现象之间的因果关系的学问。

通过埃拉托色尼计算地球周长的故事可以理解科学地理学。总之，经验和观察性的描述，不是科学，科学必须有概念、模型等作为出发点。说得更清楚些，就是：科学是建立在非经验的理念模型上的，由此展开符合逻辑的概念之间的演绎，比如生物学的DNA双螺旋模型，天文学的“大爆炸”理论，地质学的板块漂移学说……

比如埃拉托色尼在测地球周长时，依赖的不仅仅是观察和经验，他应用了几何学，如“一条直线与两条平行线斜交，内错角相等”，这就是有概念有定义的一种系统性知识，比如其中的直线、内错角都是人类建立的概念，直线没有粗细，没有长短，这完全是人类通过概括创造出来的概念，这些不是生活中可以观察的对象。

比如埃拉托色尼还应用了一个理论模型：太阳光是一组平行线。这显然是一种理论模型，因为太阳不是一块平板，也不是一个探照灯，而是一个球体。球体怎么能射出平行的光线来？这显然不是人类在日常生活中得到的经验，而是一种超验的通过假设创造出来的模型。“太阳是一块平板”，“阳光是一组平行线”这显然是从古希腊创造出来的理论模型，一直延续下来，成为了今日地理学重要的基础理论模型，凡是涉及地球上冷热的分布所造成的地区差异，都得靠这个模型来解释，如地球上温度带的划分、垂直地带性等。这就是科学，不仅仅有经验观察，还要有假设和模型。这就像欧几里得几何学，定理是证明出来的，但所有的定理都建立在五个无法证明的公理上面。谁说地理学是经验学科，是方志学，其实地理学是有假设、有模型、有理论、有演绎的科学。

埃拉托色尼的“碑影”来源于泰勒斯的“棍影”

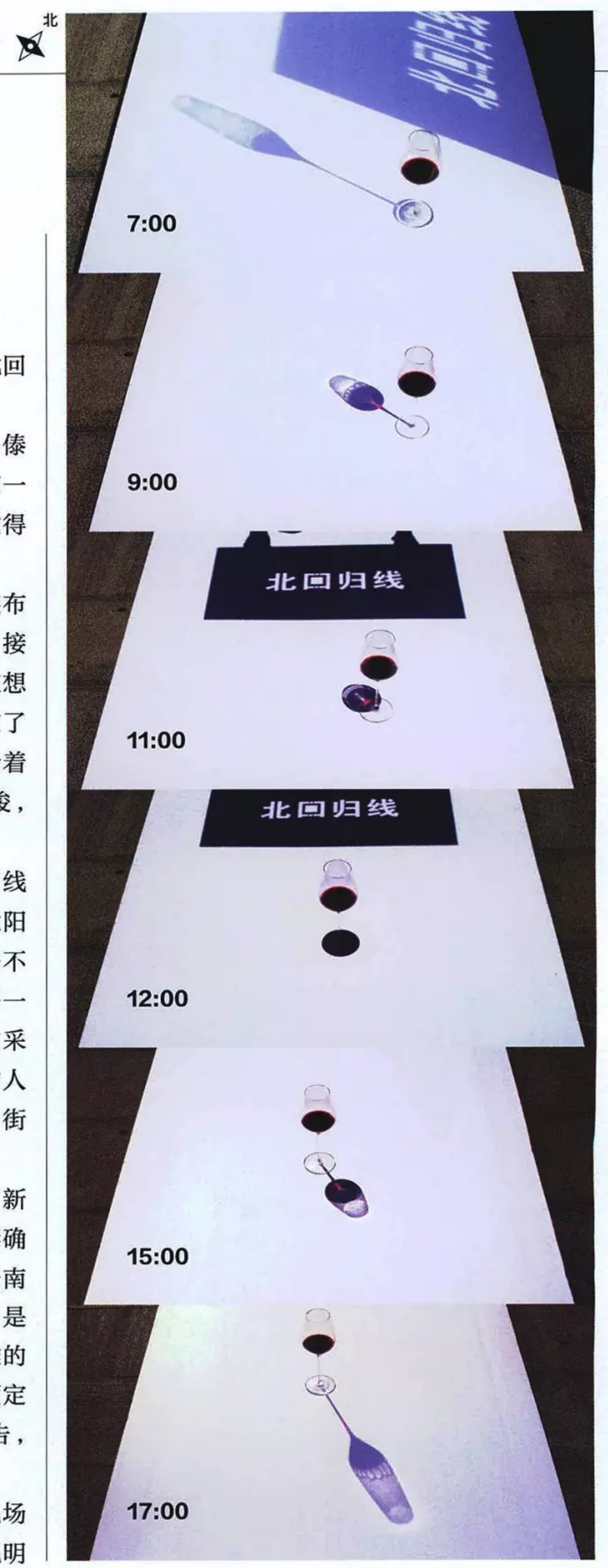
一根棍子与地理学的发轫：我们现在经常说“仰望星空”，以此来代表一种超越现实的理想的生活。泰勒斯是仰望星空的鼻祖，所有书籍中说到泰勒斯，必讲一个故事，因这个故事象征性太强了。据说他有一次在仰望星空的时候掉进坑里，被路过的一个婢女嘲笑：“你连地上都看不清，还仰望什么星空呀？”其实泰勒斯的仰望星空是为了看清地上。

关于泰勒斯最有名的一件事是他应用了几何学知识测量金字塔的高度。他证明过等腰三角形的两底角相等，他还知道有两个角相等的三角形相似，而相似三角形的对应边成比例。当他立在广场上的棍子的影子（以下称“棍影”）等于它的长度时，他知道这时候金字塔的高度正好等于金字塔的影子加上金字塔底边边长的一半。泰勒斯就这样用一根棍子测出了金字塔的高度。其实泰勒斯表示不用等待棍影和棍子一样长，也一样能计算出金字塔的高度，因为同一地方同一时刻万物与影子的长度存在相同的比例关系。泰勒斯认为自己善于从个别的案例中总结出普遍性原理来。“万物皆水”就是他提出来的。

泰勒斯利用几何学知识、一根棍子来测量金字塔的故事影响深远。虽然埃拉托色尼与泰勒斯不是一个时代的人，但在希腊学习多年的埃拉托色尼，无疑学到了以泰勒斯等为代表的希腊科学精神：无功利，求普遍。

桥的正影，就在身旁却没人注意到的太阳直射证明

除了各种北回归线标志塔之外，桥也是一个非常好的观测点，却因为它的常见而常常被人忽略。以图中几乎贴着北回归线的南澳大桥为例，平时太阳光线倾斜着照射的时候，桥上的拉索也会有个斜影映在水面，而夏至正午，桥影垂直在桥的正下方，没有斜拉索的阴影，而是一条完美的黑色条带状正影。摄影 / 林俊川



我猜想热带地区人的住房不考虑南北问题

A **重温经典之旅：**本来我们想沿着北回归线走一趟。

北回归线从我国云南的耿马傣族佤族自治县开始，经广西、广东一直到台湾。我们选择了从云南开始，因为我觉得这里比其他地方降雨的概率低一些。

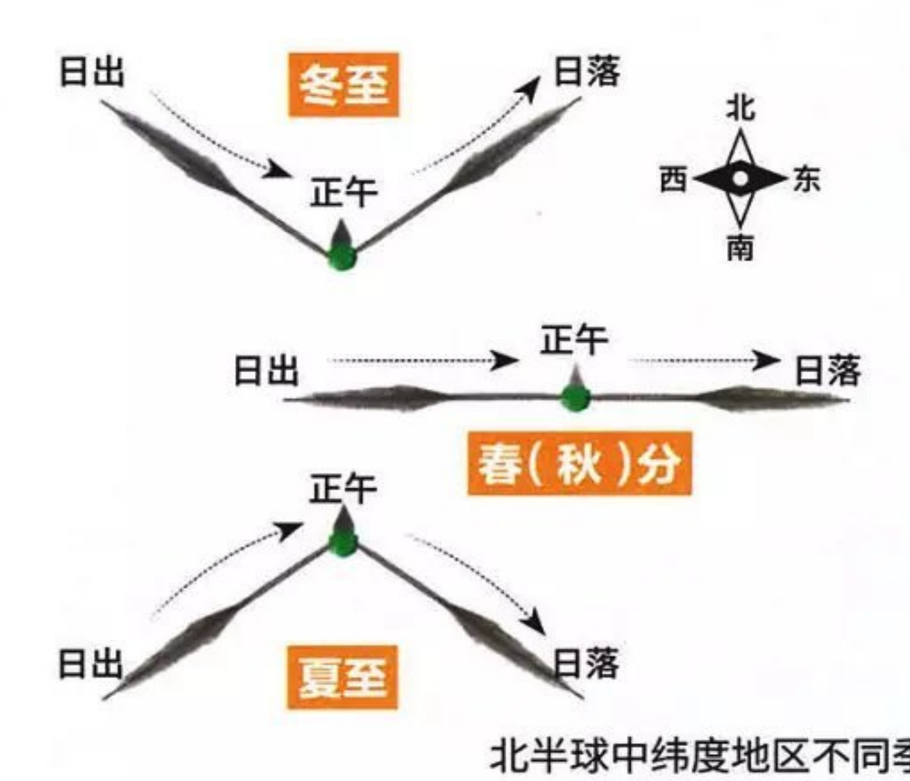
第一站飞到临沧市，去往双江拉祜族佤族布朗族傣族自治县，因为那里地处北回归线上。接着我们奔向西双版纳，为的是体验热带。现在想来北回归线的确定太重要了，因为这条线确定了热带与温带，要理解北回归线的意义，仅仅沿着它走并不是一个好方法，最好是在它的两边穿梭，看两边的差异。

我有一些猜想，想去验证。我猜想北回归线南边的热带地区，由于太阳直射的时间长，太阳的高度角大，气温高，所以热带地区人的住房不用考虑南北问题，即不会像温带地区的人买房一定要买有南面向阳的房子、要考虑向南的窗的采光问题。热带地区的人可能不会像温带地区的人那样有着强烈的南北意识，热带的城镇建设、街道的设计也可能不需考虑南北因素……

路上联系西双版纳的朋友时，突然爆出了新闻：北京新发地农贸市场发现十几位新冠病毒确诊者，北京成为疫区。我们是刚从北京来到云南的人，面临着被隔离14天的可能性。怎么办？是继续走下去，还是返回北京？我们面临着艰难的选择。朋友的电话打来了，我们在西双版纳预定的饭店要我们提供核酸检测结果为阴性的报告，我们都没有。

没说的了，我们决定返回北京。最近的机场是澜沧景迈机场，还有半夜11点的机票，经昆明

转机飞往北京。第二天回到北京，随后几天内疫情的发展越来越严重，出京都需要核酸检测。因此，我们开始线上办公，开始安排我们计划中的“重温经典”的一系列行动，一切进展顺利。



北半球中纬度地区不同季节中棍影的每日变化图

日晷的发明灵感来自于太阳的视运动

夏至当天，我们在南澳的自然之门旁拍摄了这样一组从早到晚的影子变化，太阳从东到西，影子从西到东，正午的时候，影子在杯子正下方。古人就是这样通过观察影子的变化规律，制造出了日晷：以北半球中纬度地区的某地为例，夏至早晨，影子指向西南方向，中午指向正北，傍晚指向东南方向，整个轨迹形成了一道开口向南的抛物线；冬至时相反；春秋分时日出日落的阴影东西相对，中午时阴影也指向正北，就全天的阴影轨迹而言，越靠近赤道，越接近于一条直线。

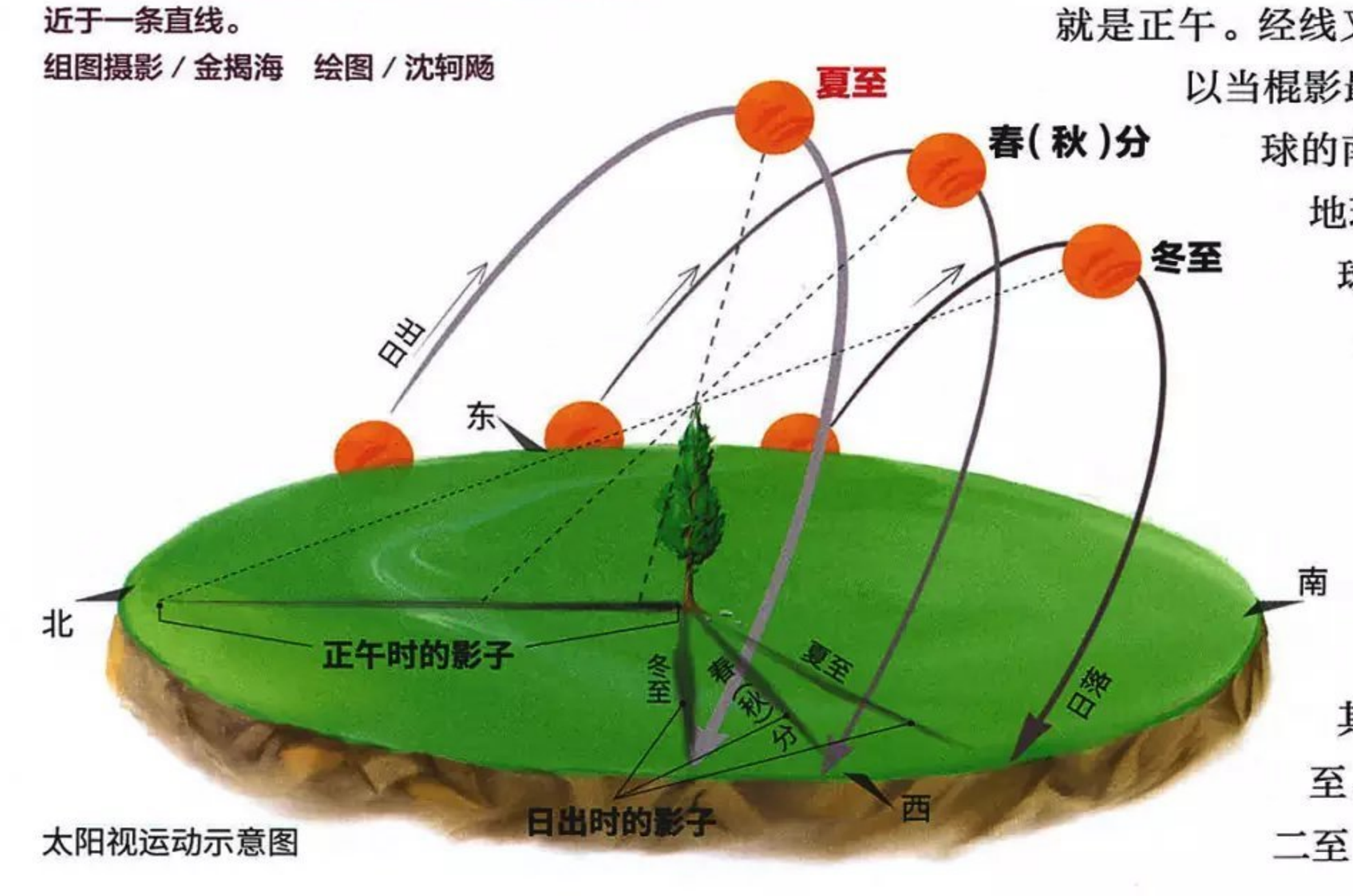
组图摄影 / 金揭海　绘图 / 沈轲飏

阿那克西曼德真的带来了一根棍子

B 一根棍子与地理学的发轫：在希腊的米利都城，有一个和泰勒斯同时代的年轻人，叫阿那克西曼德。他把一种叫日晷的东西从巴比伦引入希腊。

其实所谓日晷就是一根普普通通的棍子，没有棍子也可用筷子和树枝替代。把这根棍子立在地上，通过这根棍子投射的阴影的长度和方向，就能测出太阳不同的位置，并进而得出一系列的重要结论，这些结论足以建立地理学和天文学。比如用这根棍子可以做如下各种观察：一天中棍影最短时，就是正午，而此时棍影的方向就指向正北，据此就可以画出一个地方的经线，也称子午线。经线这个词源自拉丁文*meridies*一词，指的就是正午。经线又连接地球的南北极，所以当棍影最短时它的影子就指向地球的南北极。原来我一直觉得地球上的经纬网的建立，地球南北极的确定，地轴概念的提出，一定是大数学家经过复杂的计算，才发现和建立起来的。其实不是，实际是通过观察棍影建立起来的。

中国有二十四节气，其中有春分、秋分、夏至、冬至，即所谓的“二分二至”，并且精确到某月某日。



太阳视运动示意图

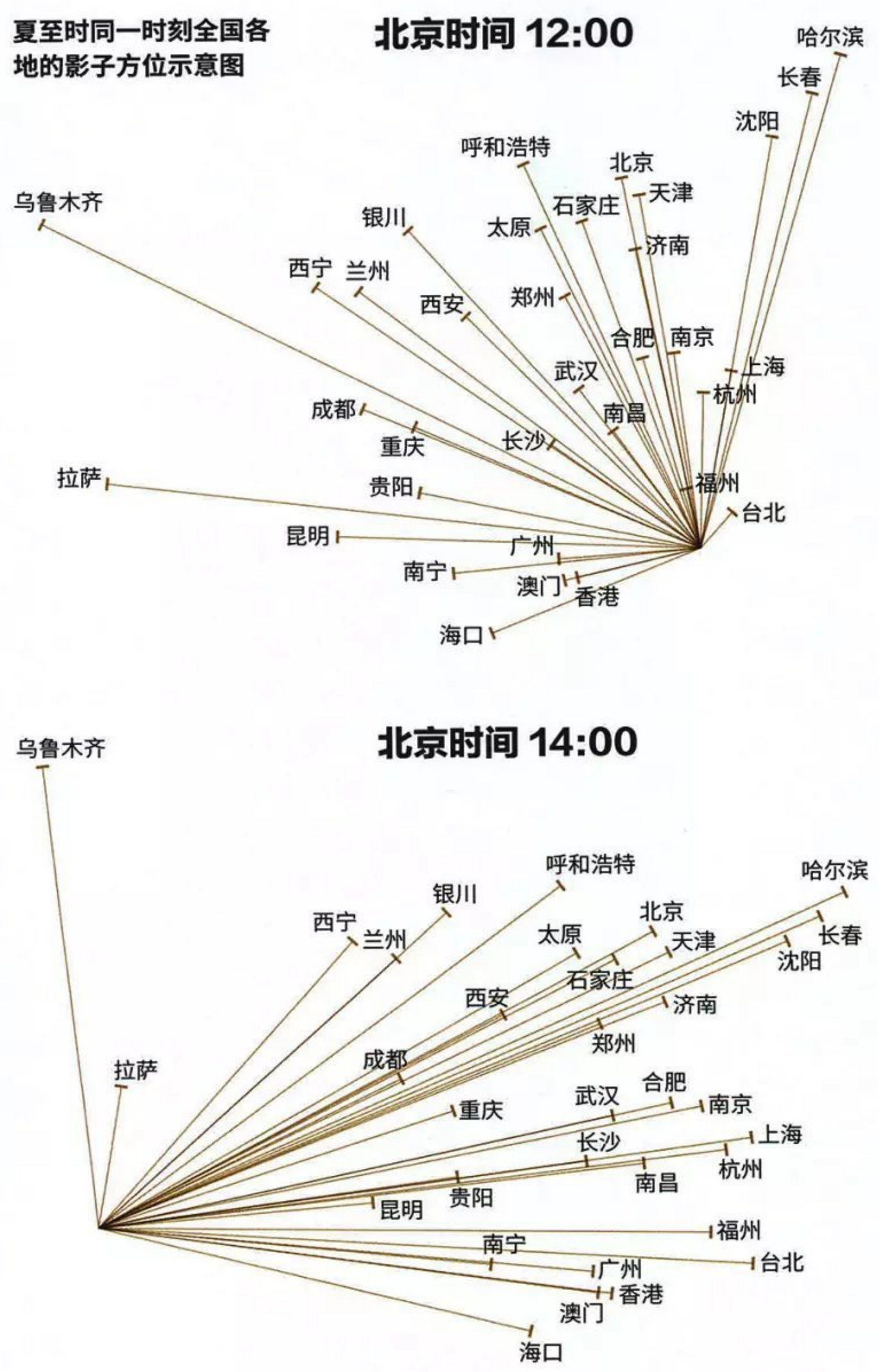
我国建立了世界上最多的北回归线地标，台湾岛上就有三处

这里是位于台湾嘉义县的北回归线公园，除此之外，花莲和澎湖也都设立了北回归线地标。嘉义县的地标上标注了“北纬23°27′ ”，记录了北回归线北移的现象。摄影 / 黄子明

过去我一直以为这也是天文学家经过数学计算得出的，而且计算将异常复杂，想想地球既自转，又围绕太阳公转，在两种运动中确定“两分两至”，这需要多么复杂的方程。没想到这些竟然是从对棍影的观察中得到的。夏至棍影最短，冬至最长，春秋分日出日落时棍影指向东西且合成一线无限伸向远方……这样，对地理学至关重要的经纬线网格的出现就是自然而然的了。每天这个棍影最短的时刻，定义了时间上的重要节点——正午，一个地方两个正午之间的那段时间就成了一天。由此地球上任何一个地方都能找到精确的南北方，也就都能画出自己的子午线，即经线；通过一年中对棍影的观察，找出一年中棍影最短那一天，那就是夏至，棍影最长，则是冬至；如果北半球某地一年中仅有一天中午棍影长度为零，“立杆无影”，那么这个地方就是北回归线通过的地方，这样北回归线就被找到。找到地球上北回归线的位置，这应该是地理学发展史中最重要的时刻。因为找到北回归线，就意味着找到了极圈的位置，就意味着找到了地球上的热带、温带、寒带的界线，就意味着地球上最重要的几条“纬线”找到了。地球上“五带”的划分完成了，经纬网建立了，说地理学起源了，毫不为过。

地理学有两个重要的主题词：位置、分布。经纬网的出现为这两个主题词的展开提供了一个大平台。甚至我在想：正午棍影的长与短，不正与

夏至时同一时刻全国各地的影子方位示意图



除了制作日晷外，影子和太阳的关系还能用来制作地图

同一时刻不同城市的影子变化是有规律可循的。假设我们在全国各省会城市都立上了一根同样的木棍，那么同一时刻各地木棍的影子就与太阳的方位，也就是太阳和该地区的相对位置有关。而反过来想，我们画出了各地影子的变化，也就能反映出各地的位置关系以及太阳的方位。结果正是如此，图中展示了夏至日不同时刻全国各地的影子情况，保持这些影子的方位不变，将影子起点对齐再叠置到一起，终点正指示了各个城市的相对位置，起点正指示了当时太阳直射点的位置。原图制图 / 章佳杰

天空晴朗的日子多，影子才会经常出现，那里的人们才可能关注影子，继而发明日晷，观察棍影，触发上述的思考；而在热带，太阳大部分时间近乎直射，大地无影，在潮湿的、很少见到阳光的地区，影子也很少见到……我猜想影子与文明的起源会不会呈现一种正相关的关系呢？四大文明古国为什么多出现在半干旱有晴朗天空的地区？会不会与一根棍子和影子有关呢？

亚历山大图书馆的托勒密之后，棍影与地理学告一段落

太阳辐射热量的多与少成反比吗？观察棍影变化，会引发人类的思考，引发人类将事物联系起来思考，更重要的是棍影的变化具有每日、每月、每年不同层次的周期性循环，观察棍影变化的规律，让人们将模糊、零星的知识发展成清晰、系统、可检验的知识，这正是科学所具有的特征。

由影子的问题，引起了我对文明发生和发展的猜想，只有在干旱和半干旱的地区，降水少，

B

一根棍子与地理学的发轫：古希腊文明到了公元前4世纪后，文明的中心逐渐向埃及的亚历山大城转移，这与亚历山大大帝有关。这位在希腊学习过的、亚里士多德的学生，他建立了马其顿帝国，征服了埃及，在尼罗河三角洲建立了亚历山大城，亚历山大城里有亚历山大图书馆。他把希腊文明带到了尼罗河畔的埃及，因此当人们

说起这些地方时，把它纳入希腊文明的范围。

亚历山大图书馆是世界上最古老的图书馆之一，这座图书馆建造的目的就是“收集全世界的书籍”。馆内收藏了贯穿公元前400—前300年时期的手稿，拥有最丰富的古籍收藏。可惜的是它于3世纪末被战火吞没。

公元前234年，埃拉托色尼被任命为亚历山大图书馆的馆长，直至公元前194年逝世。

埃拉托色尼死后，接任他馆长位置的是希帕库斯。这个人生平不详，但他作为一个杰出地理学家的地位获得广泛的认可。最有意思的是他继承了阿那克西曼德的“一根棍子和影子”的事业。他继续研究所谓的日晷。他发明了一种比日晷更易于操作的仪器——星盘。一块转盘上刻成360分，在其中心安装一个能转动的臂针。这个星盘挂在船上，航行时可以观察北极星的角度来测量纬度。

亚历山大图书馆之所以是地理学的圣地，除了这里出了两位地理学家的馆长外，还有一位大名鼎鼎的托勒密（约100年—170年）。他写了一本天文学的巨著《大综合论》，这是哥白尼日心说之前的地心说的集大成之作。但是托勒密还有一本地理学的著作《地理指南》却是鲜为人知。托勒密的出现，似乎是要为从古希腊开端的天文学和地理学做一个阶段性的总结。托勒密在其《地理指南》中采用了经纬网，他把经纬线组成的圆周分成360°，这样每一个地点都能用数字给出正确的位置；托勒密还制作了六册世界地名表格，这成为了世界上第一部地名辞典，并用这些地名修订了世界地图；他还把通过大西洋在加那利群岛的一条南北向的经线作为本初子午线。

至此，由一根棍子和它的影子引发的地理学告一段落。

托勒密之后，希腊时期地理学的辉煌时代渐渐暗淡下去，到了公元5世纪之后，地理学的发展几乎停滞，仿佛进入漫漫长夜，一直到15世纪进入地理大发现的时代，地理学才渐渐地苏醒起来……

终于阳光穿过“云洞”直直地射进百色一个喀斯特天坑

重温经典之旅：最后我要说一下我们在北回归线上的那支队伍——乌鸦和他的伙伴们，在6月21日夏至这一天，他们早早地出发，到达了大新县燕窝坑，这是一个近百米深的天坑。遗憾的是天空乌云密布。乌鸦在电话里说，今天只能碰运气了。这个天坑，过去乌鸦探过，技术上没有问题，他们开始用绳子吊在空中一个个缓缓地下坑，乌鸦给我发来视频让我看。

有个女队员出了状况卡在半空中，就在这时，机会来了，天空出现了一个“云洞”，阳光直直地射进天坑中，照亮了坑底的水潭。乌鸦急了，他作为摄影师还没到坑底。他把女队员训哭了。我安慰他：“没关系，明年再来。”乌鸦说：“云洞可能再开，我要等待。”

什么“云洞”？开始我未听清，以为他说的是“运动”。我们一般叫它“云缝”，乌鸦在喀斯特地区，洞看多了，容易以洞的思维看一切。我们看到“云缝”，而他看到的是“云洞”。

广东汕头拍的图片也来了：早晨太阳给高脚杯的葡萄酒留下一个长长的影子；中午阳光穿过汕头南澳北回归线标志塔上一个球中的小孔，人们用手机争先恐后地拍地上的影子……

地球周长的测量也在顺利进行，我已经说了今天做这件事在北半球中纬度任何地区立一根棍子都可以，只要中午天是晴的。我们在北京立的

一根棍子，测出地球的周长为39950公里。

但我顺着百色那个天坑所在的经线——东经106°55′在银川安排的拍摄点始终没有影子，天阴；沿着这条经线在贵阳附近立的棍子也没有影子，全天阴……

好在，“云洞”开了，一束阳光照进了百色的天坑……

乌鸦成功拍完了燕窝坑，又去了隆安县的屏山，同样拍摄顺利。晚上，图片和视频都发来了，超过了我的预期。这时鲁迅《阿长与山海经》中的一句话冒了出来：“哥儿，有画儿的‘三哼经’，我给你买来了！”

从日出到日落，光的高度角变化带来了影的各种形态

太阳直射现象的观察是有范围限制的，而另外一种光影现象的出现不受地域限制，却要靠运气，这就是“山影”。日出或者日落时分，阳光与地面近乎平行，如果光线被巨大的山体阻挡，这时的背光面就有可能出现巨大的三角形“山影”。“山影”最特殊的一点在于：无论山体是什么形状，平顶的、不规则的，哪怕是长方形的，影子总是三角形的。这是透视的原理，影子平行伸向无限远处，在天边看起来就汇到了一点，因此呈三角形。图中的“山影”拍摄于夏威夷。摄影 / David Giovanni Moscheni

责任编辑 / 祁滢　图片编辑 / 马宏杰 王宁
版式设计 / 介彬　地图编辑 / 陈云

马铃薯 我国粮食增产的一半要靠它？

在我国四大主粮（水稻、小麦、玉米和马铃薯）中，马铃薯可能是存在感最低的一个，因为在大部分人的餐桌上，马铃薯并非真正意义上的主粮，而只是一种蔬菜。不过有专家认为，我国未来20年内必须增产1亿吨粮食，才能满足人口增长的需求，其中一半将来自马铃薯。那么，在我国主要粮食作物的生产中，马铃薯究竟具有什么样的地位？

在甘肃省定西市临洮县八里铺镇高庙村，堆满了收获的马铃薯。甘肃是我国最大的脱毒种薯繁育基地，马铃薯种植面积与产量均在全国名列前茅，种植马铃薯也成了当地农民脱贫的重要方式。目前，新冠病毒引发的疫情仍在世界范围蔓延，有报道说一些粮食出口大国宣布停止或限制粮食出口，以确保本国拥有充足的粮食。中国目前已是全球第一大粮食进口国，未来粮食增产的渠道在哪里？有专家认为，马铃薯将为保障我国粮食安全发挥重要作用。

摄影 / 王晨旭

撰文

宗峰

穷人的食物：马铃薯曾是很多地区的救命粮

我出生于河南的黄河岸边，是吃红薯（甘薯）长大的，那时农村还没包产到户，小麦和大米是稀罕物。记得每次上学出门时，母亲都会提前给我准备好几块红薯干，让我随身带着，饿了就啃几口。直到今天，我和父辈们，对于被称为杂粮的红薯还有深厚的感情。在粮食匮乏的年代，这些杂粮成了许多人的“救命粮”。

后来，我读到作家汪曾祺写的一篇文章《马铃薯》，认识了另一种杂粮——俗称土豆的马铃薯。这篇文章曾经引起了我的强烈共鸣：比红薯种植面积更广泛的马铃薯，与红薯一样承担起了“救命粮”的重任。

汪曾祺被认为是一位很会写食物的作家，他写过不少这方面的文章，如《口蘑》、《萝卜》、《豆腐》、《干丝》、《五味》等。在一篇《马铃薯》的文章里，他写道：“马铃薯的名字很多。河北、东北叫土豆，内蒙古、张家口叫山药，山西叫山药蛋，云南、四川叫洋芋，上海叫洋山芋。除了搞农业科学的人，大概很少人叫得惯马铃薯。”

1958年，汪曾祺被下放河北张家口沙岭子农业科学研究所劳动。后来研究所要画一套马铃薯图谱，就把任务交给他。“画完一种薯块，我就把它放进牛粪火里烤烤，然后吃掉。全国像我一样吃过那么多种马铃薯的人，大概不多！”

在文章里，汪曾祺提到了一些很有意思的马铃薯品种：“最大的要数‘男爵’，一个可以当一顿饭。有一种味极甜脆，可以当水果生吃。最好的是‘紫土豆’，外皮乌紫，薯肉黄如蒸栗，味道也像蒸栗，入口更为细腻。我曾经扛回一袋，带到北京。春节前后，一家大小，吃了好几天。”

不过，文中写得最有趣味的还是有关马铃薯的民歌：“马铃薯是山西、内蒙、张家口的主要蔬菜。这些地方的农村几乎家家都有山药窖，民歌里都唱：‘想哥哥想得迷了窍，抱柴火跌进了山药窖’，‘交城的山里没有好茶饭，只有莜面考老老，还有那山药蛋’。”

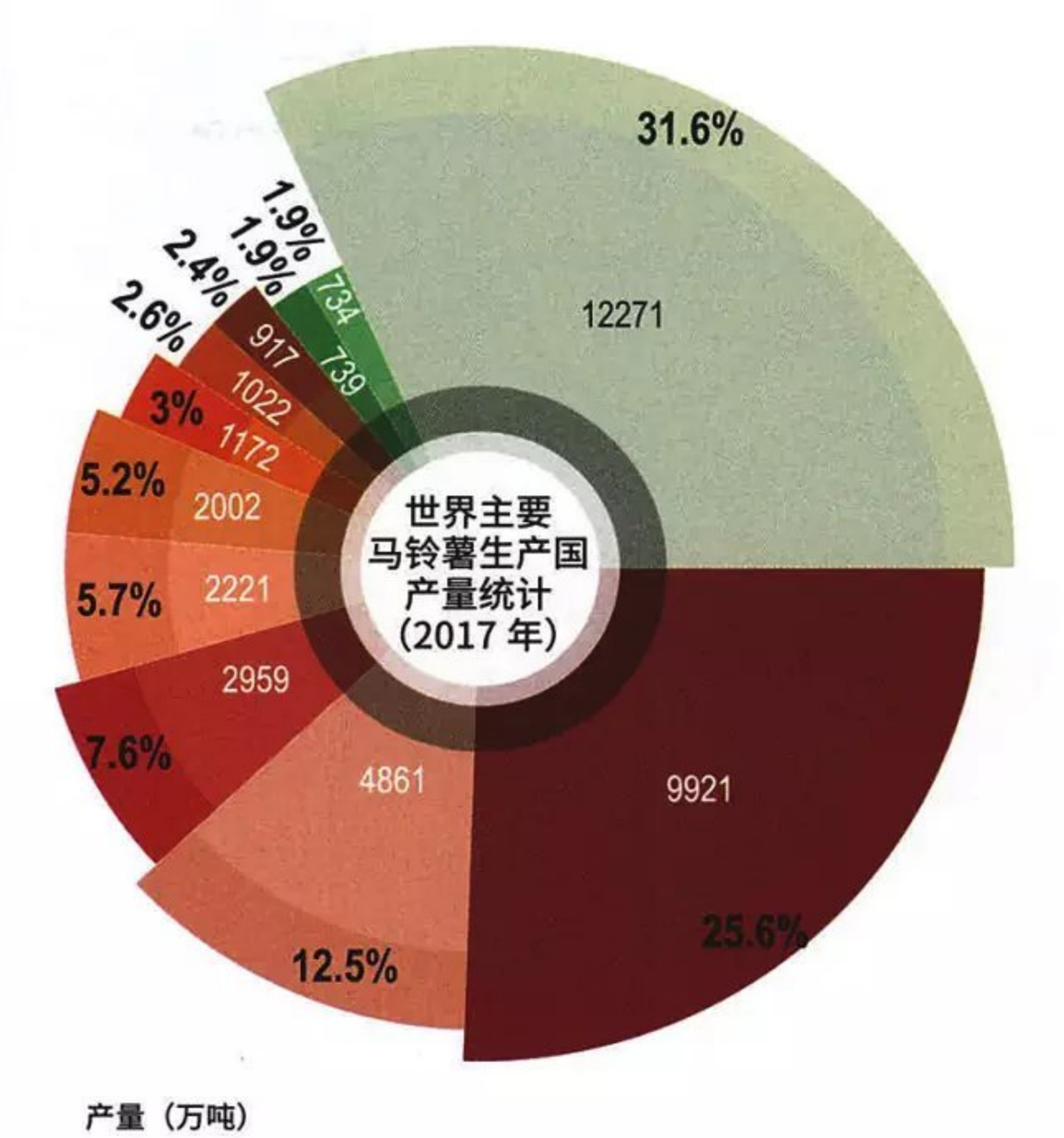
有意思的是，我在陕北民歌信天游里，也发现了描述马铃薯的类似歌词：“想妹妹想得迷了窍，抱柴火跌进了山药窖”；“想哥哥想得心花花乱，煮饺子下了锅山药蛋”。不管是“想哥哥”还是“想妹妹”，反正都跟“山药蛋”有关。

在马铃薯产区，还流传着不少马铃薯的谚语或顺口溜。比如说，山西省的农谚说：“五谷不收也无患，还有咱的二亩山药蛋”；内蒙古乌兰察布市察哈尔右翼后旗的红格尔图村，有两句顺口溜：“红格尔图三样宝，山药、莜面、老皮袄。”“长年三样菜就饭，土豆、马铃薯、山药蛋。”这里说的三样菜，其实就是一样——马铃薯。甘肃也有谚语把马铃薯视为“甘肃三宝”——洋芋、砂锅、大皮袄。这些听起来有些“土味”的民歌、谚语、顺口溜，恰恰是当地人生活的真实写照。

有一年，我到云南的泸沽湖旅行。在丽江市宁蒗彝族自治县永宁乡下属的一个普米族村庄，好客的当地人招待我吃饭，端上来的就是一盘热气腾腾的蒸土豆，剥了皮放进嘴里，满口的浓香瞬间融化了我挑剔的肠胃。

其实，在新中国成立前，马铃薯就已是许多地区老百姓赖以活命的主粮。中国农业科学院作物科学研究所的佟屏亚研究员，他写过一篇叫《中国马铃薯栽培史》的文章，里面有几句写得很有意思：“（解放前）张家口地区农民种植的一个土豆品种叫‘老两口’，每株结薯两枚，重量可达1公斤。意思即‘两口人一日之粮矣’。当地农民在冬月一日三餐全赖土豆。早饭莜面掺土豆，午饭白面拌土豆，晚饭小米掺土豆焖饭。”

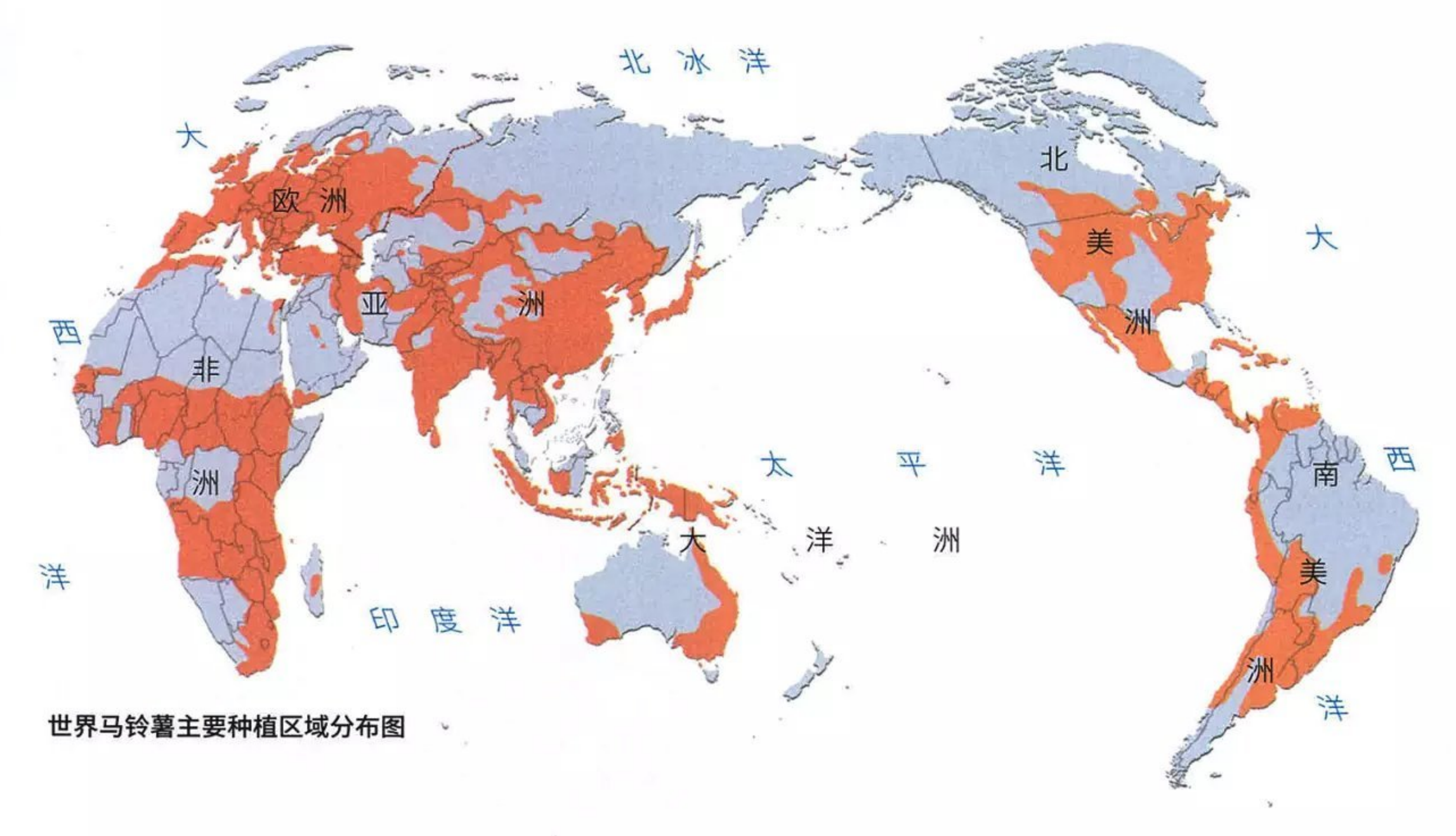
新中国成立后很长一段时期，由于大米和小麦供应的缺乏，以马铃薯、红薯为代表的“薯类”，几乎撑起了主粮的半壁江山。



数据来源：FAOSTAT（联合国粮食及农业组织）

中国是全世界马铃薯种植面积与产量都居首位的国家

马铃薯是一种在世界广泛分布的粮食作物，种植最多的地区主要是在亚洲和欧洲，特别是中国、俄罗斯及欧洲北部地区。中国是全世界马铃薯种植面积与产量都居首位的国家。在许多国家和地区，马铃薯都是最重要的主食之一。马铃薯起源于南美洲玻利维亚和秘鲁周边的安第斯山脉地区，据推测可能有上万年种植历史，早期的印加人已把马铃薯作为日常主食。16 世纪，西班牙人把马铃薯带到了欧洲，此后马铃薯逐步扩展到世界各地。



世界马铃薯主要种植区域分布图

马铃薯的品种和色彩，也许远比我们想象的要丰富多样

起源于南美洲安第斯山区的马铃薯，目前已在150多个国家种植，品种类型变得越来越丰富多样了。除了我们常见的土黄色之外，还有不同颜色的马铃薯，如紫色、红色、黑色等（上左小图、上右大图）。目前中国已培育出以紫色、红色为主的彩色优质马铃薯，将紫、红色马铃薯老品种与优良高产马铃薯品种杂交，改良筛选出了不同品系的彩色马铃薯。下图为无土栽培的马铃薯（摄影 / 成亚峰）。

新中国成立后很长一段时期，由于大米和小麦供应的缺乏，以马铃薯、红薯为代表的“薯类”，因产量高，能充饥，几乎撑起了主粮的半壁江山。当时是计划经济，国家在分配粮食时，薯类是按照五比一的比例来折算粮食的。也就是说，5斤马铃薯（或红薯）算做1斤小麦（或大米），分给老百姓作口粮。这种折算的比例一直延续到现在。

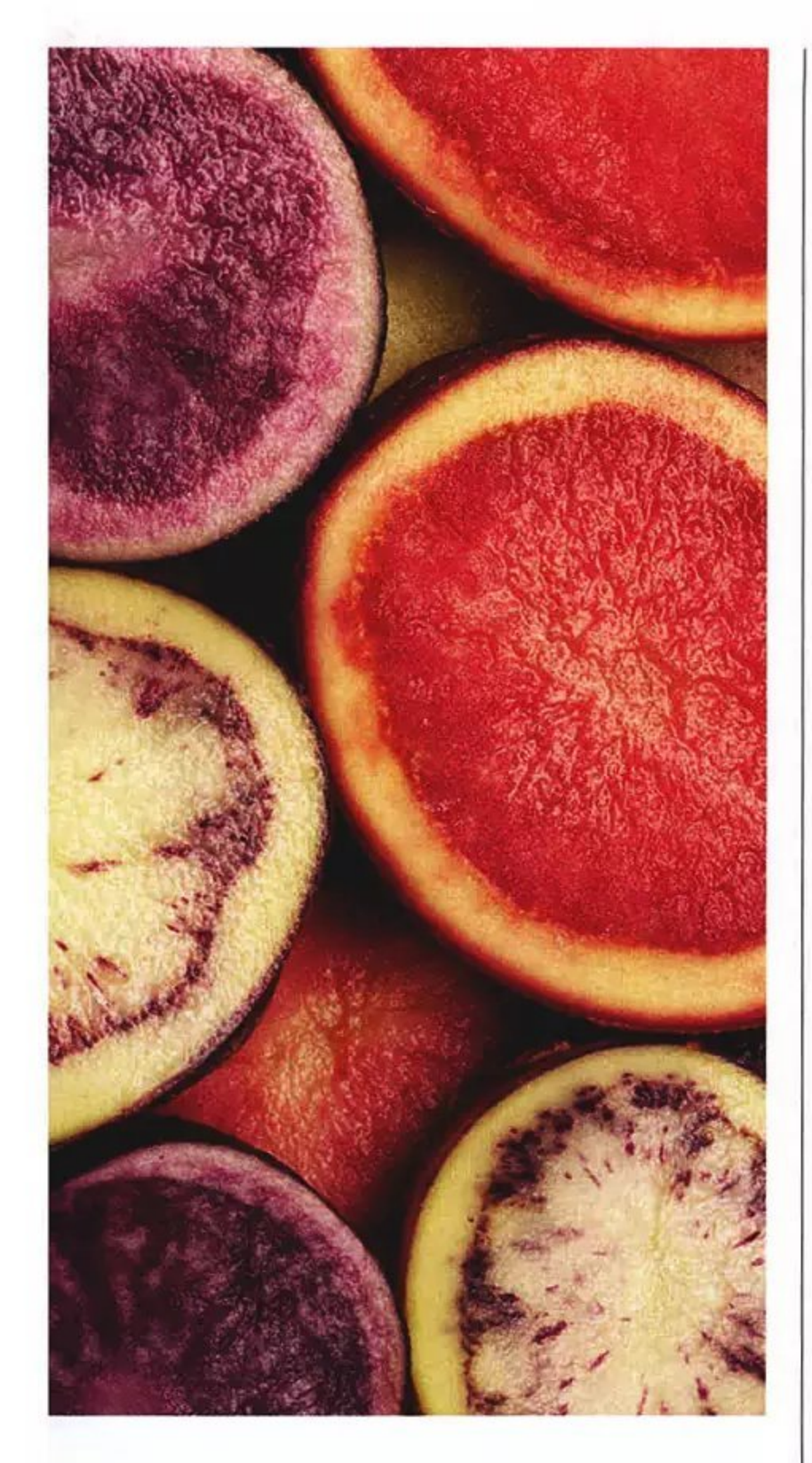
很多经历过灾荒年代的人，都说自己是“吃洋芋长大的”。直到上世纪80年代初农村包产到户后，水稻和小麦才开始成为大部分人的常备主粮。

主粮，是指各地生产的主要粮食品种。水稻、小麦、玉米是我国最主要的三大主粮。2015年，农业部（2018年改称“农业农村部”）提出实施马铃薯主粮化战略，马铃薯成为继水稻、小麦、玉米后的第四大主粮。中国是世界最大的马铃薯生产国，自2007年开始，种植面积与总产量长期占据全球总量的20%以上。

一旦其他三大主粮增产受阻，马铃薯很可能是给我们口粮“兜底”的秘密武器

目前，在我国四大主粮中，水稻、小麦的优势地位无法撼动，玉米紧随它们之后，而马铃薯则处于比较尴尬的地位，主粮的存在感是最低的。

这主要是因为，近年来随着我国人民生活水平的快速提升，饮食越来越精细化，再加上长期以来



绘图 / 郭鼎一

马铃薯主粮化，对我国粮食安全意义重大

卢肖平

国际马铃薯中心亚太中心（中国）主任

中国传统粮食作物产量连续多年增长，继续获得较大增产的空间有限，马铃薯主粮化为品种间结构调整创造了条件和机遇。从粮食供给需求看，粮食总量超过6亿吨已经成为新常态，继续增长空间小、难度大。其中，水稻、小麦和玉米平均单产都分别高于世界平均水平，有的甚至还达到了世界上较高水平。

要确保粮食总量的继续增长，顺应市场对不同粮食品种的需求，于是原本就是粮食品种之一的马铃薯的主粮化被提上议程，也完全符合国家在新形势下有关农业调结构、转方式、可持续和提升国家粮食安全水平的具体要求。

马铃薯种植与加工，符合国家推动中西部经济发展和小城镇发展战略。从减贫致富需求看，马铃薯种植的区域与全国贫困区域的分布高度重合，在中国592个国家级贫困县中，有549个县种植了马铃薯。

从资源环境与可持续发展的需求看，发展马铃薯生产有利于缓解资源环境的压力。从节水角度讲，马铃薯在生长期间需水相对较少，最低蒸腾系数（需水量）只有350，而小麦和水稻分别是450和500，所以马铃薯可能成为雨养农业的一种主推作物，在山坡地种植，还能减少水土流失。从耕地利用角度讲，利用南方1亿亩冬闲田生产马铃薯，在不与其他作物争地的前提下，可多种一茬庄稼，多一份收入。

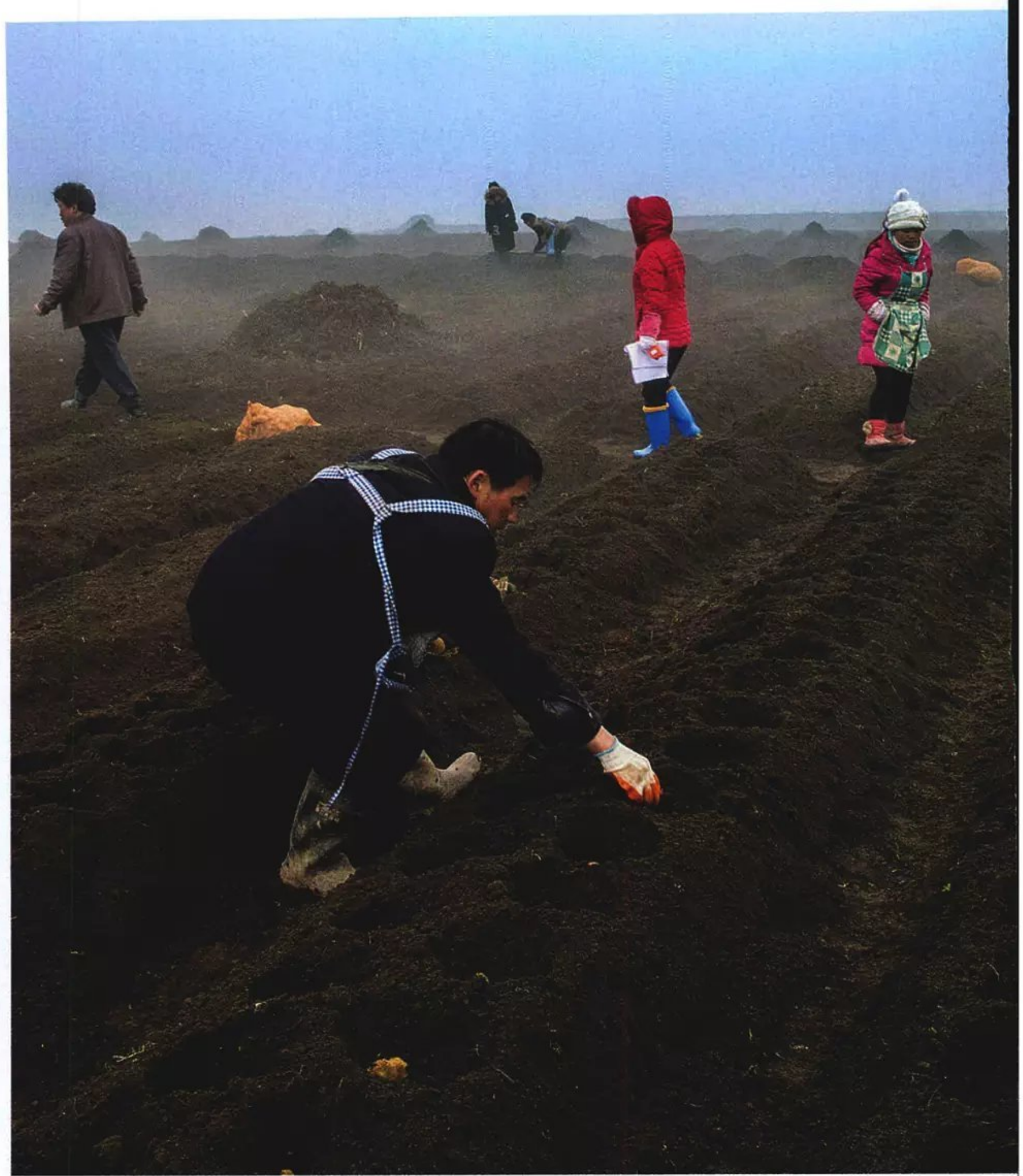
马铃薯主粮化有助于推动我国居民膳食结构的调整与升级。人们在吃得饱的条件下开始寻求吃得健康、吃得营养。相比之下，开发马铃薯主粮化产品，是一种比较理想或可行的选择，因为马铃薯的营养比谷物更加丰富和全面，其营养结构更加有益人类健康。

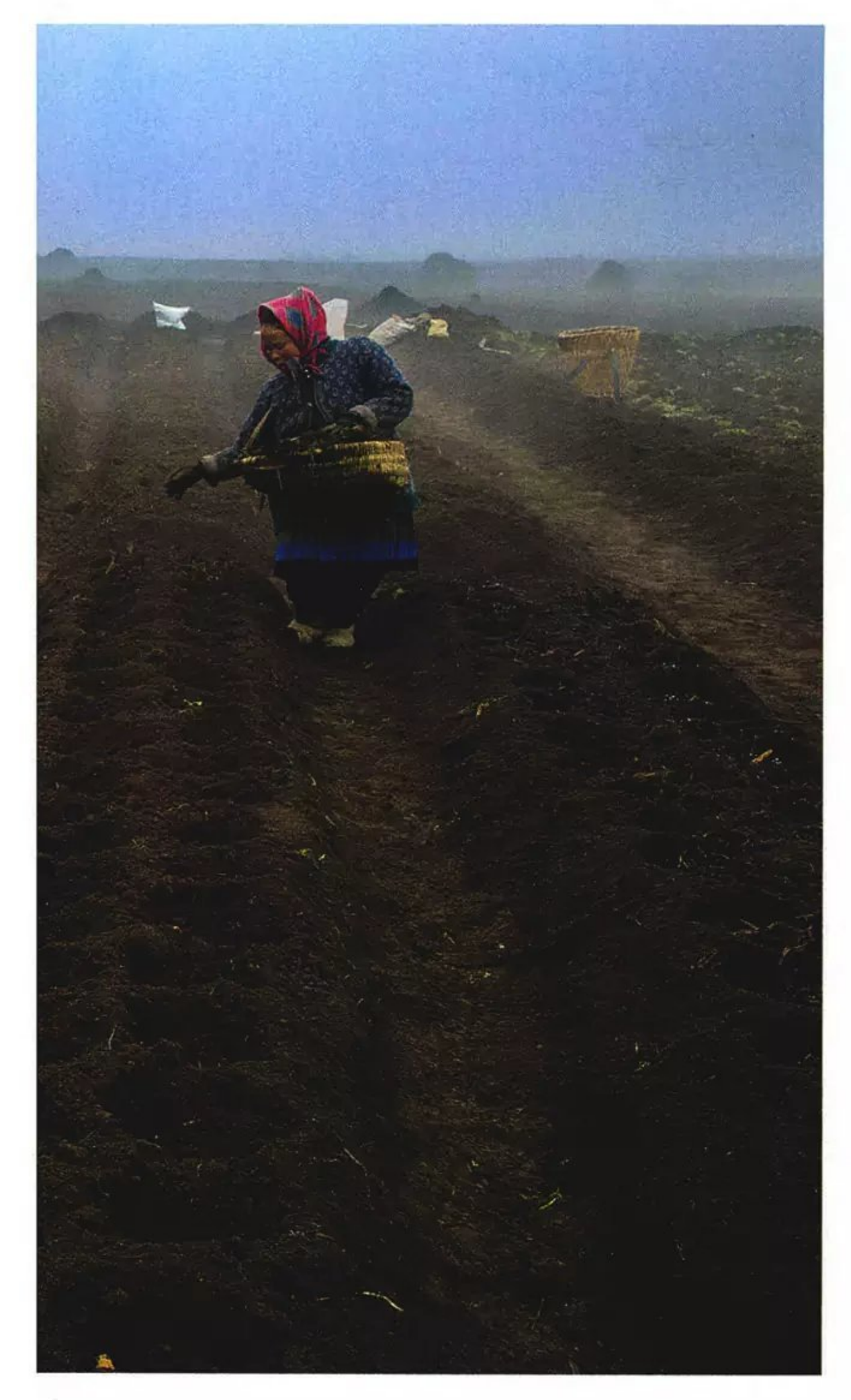
马铃薯主粮化有助于拓宽“粮食安全”和“膳食营养”的内涵。马铃薯主粮化的内涵其实也很丰富，本质上是希望在不改变其蔬菜或副食消费的基础上，敦促人们更多地消费马铃薯。现在有很多地方在积极探索和大胆尝试，要把马铃薯与米面结合，变成更具中国传统消费习惯的蒸煮型新型产品，如马铃薯馒头、面条、面包和糕点等。已有研究表明，此类混合型面食产品口感良好、营养丰富、价格适中，完全有可能成为大多数人可接受的新型主食产品。

然而，实事求是地、科学地认识和推进马铃薯主粮化十分重要，其根本上应该还要注意“因地制宜”、“因时制宜”（时空）和“因市制宜”（市场）地发展马铃薯产业，加强营养宣传，引导膳食消费，使人们更加全面清晰地了解马铃薯的营养与价值，开发更多价廉物美的马铃薯食品，从而增加对马铃薯的消费，让马铃薯真正成为百姓餐桌上的“常客”，才是真正目的所在（这一点尤其在今年新冠病毒突然爆发，触发粮食贸易“禁运”的情形下更有意义）。

耕地贫瘠、降水稀少的贫困地区种植马铃薯，不仅解决了主粮问题，也可脱贫致富

2017年3月，云南省昭通市彝良县树林彝族苗族乡，当地百姓正在马铃薯扩繁基地进行播种（右图 摄影／赵昱）。在我国，马铃薯产地很多是分布在耕地贫瘠、降水稀少的贫困地区，马铃薯不仅是当地人的主粮，也是脱贫致富的重要作物（下图 摄影／成亚峰）。右页地图为我国马铃薯种植区划分布图。由于地形地貌、气候条件等自然因素差异，马铃薯的种植和产量也有很大差异：在北方多为一季作物，中原地区为二季（春秋）作物，西南地区为双季混作区，而南方则利用冬闲地，在秋冬或冬春二季种植马铃薯。





我国的马铃薯有很大部分种植在其他粮食作物难以种植的高海拔或高纬度冷凉、干旱地区，不与其他主要粮食作物争地，最后也成了四大主粮之一。

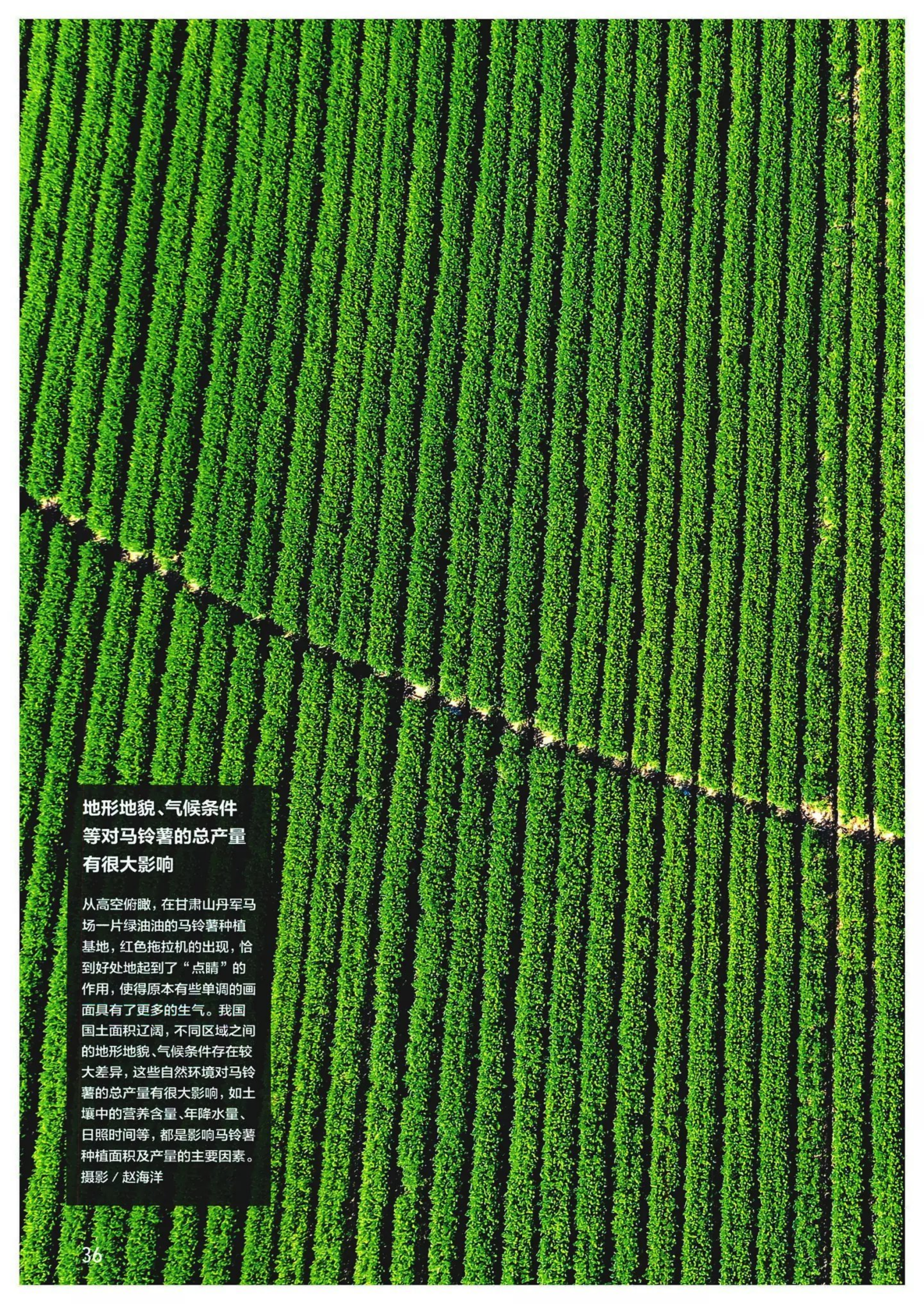
形成的饮食习惯——以大米和小麦为主食，马铃薯更多是以蔬菜、零食（如薯条、薯片）的身份出现，似乎很难挤入主食的行列。主食是指人们餐桌上的主要食物，是人类所需蛋白质、淀粉、维生素等物质的主要来源。以淀粉为主要成分的稻米、小麦、玉米等谷物，以及马铃薯、红薯等块茎类食物，被不同地域的人当作主食。

不过，当我研究农业农村部最新发布的《2019年全国耕地质量等级情况公报》，并与多位专家交流后，想明白了一件事情：在我国的粮食安全战略中，马铃薯的价值还没有受到足够的重视，它的未来或许不可估量。在这里，我想先从我国粮食的命根子——耕地说起。

这份《2019年全国耕地质量等级情况公报》，将我国耕地按质量由高到低划为一至十等。其中土质肥沃的一至三等地（面积6.32亿亩），占总面积的31.24%；需要耗费较大成本进行恢复的四至六等地（面积约9.47亿亩），占46.81%；短时间难以恢复的七至十等地（面积达到4.44亿亩），占21.95%。

上述数据显示，在我国耕地中，土质肥沃的好地不到1/3，整体质量并不乐观，耕地退化现象明显。而且近年来，随着我国粮食产量不断增加，长期超负荷、高强度的土地利用，再加上化肥滥用、土壤污染等因素，给耕地质量带来了巨大压力。此外，随着新型工业化、城镇化建设的深入推进，我国耕地的数量（即保有量）也面临着下降的空前压力。

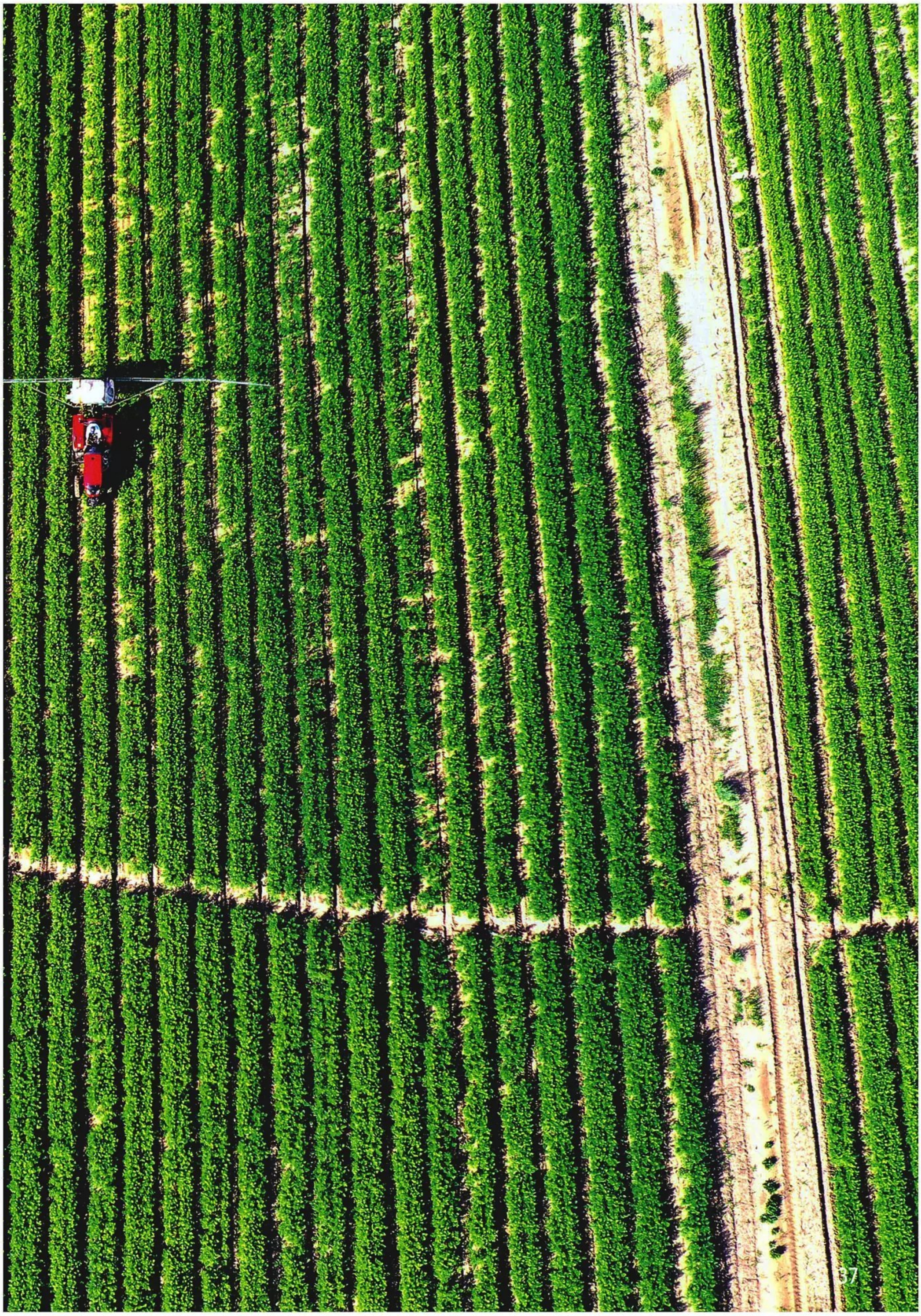
中国马铃薯种植区划分布图



地形地貌、气候条件等对马铃薯的总产量有很大影响

从高空俯瞰，在甘肃山丹军马场一片绿油油的马铃薯种植基地，红色拖拉机的出现，恰到好处地起到了“点睛”的作用，使得原本有些单调的画面具有了更多的生气。我国国土面积辽阔，不同区域之间的地形地貌、气候条件存在较大差异，这些自然环境对马铃薯的总产量有很大影响，如土壤中的营养含量、年降水量、日照时间等，都是影响马铃薯种植面积及产量的主要因素。

摄影 / 赵海洋



绘图 / 郭鼎一

在我国四大主粮中，马铃薯具有多项优势

王希卓

农业农村部规划设计研究院
高级工程师

主粮是当地主要粮食的简称，指各地生产的主要粮食品种。由于地理、气候条件等因素，我国不同地区的主粮各不相同。从国家层面讲，主粮就是一个国家基于粮食安全、粮食储备，重点考虑对待的粮食。水稻、玉米、小麦三大作物，种植面积和产量居全国前列，是我国明确确立的国家主粮。而我国马铃薯的主粮化是在2010年的“两会”上，全国人大常委会委员郭凤莲提出的“确立马铃薯主粮地位，促进粮食增产，确保粮食安全”提案，这也是马铃薯主粮化概念的正式提出。

将马铃薯列为主粮，首先考虑的是对国家粮食安全的保障。虽然我国粮食产量实现十二连增，但相对人口而言，我国人均耕地面积小，且有减少趋势。而且我国水资源严重不足，其他粮食作物对水的需求较高，而马铃薯则具有较好的抗旱性。在干旱的情况下，也能够保证一定的产量，如果配合高效的栽培技术，马铃薯产量增加潜力巨大。加之马铃薯产业链长，更有利于食物的安全供给。因此，马铃薯在保障国家粮食安全方面有着不可忽视的重要作用。

国家在《国家粮食安全中长期规划纲要(2008—2020年)》中，明确将马铃薯作为保障粮食安全的重点作物，可见我国已经认可了马铃薯在保障粮食安全方面的潜力。

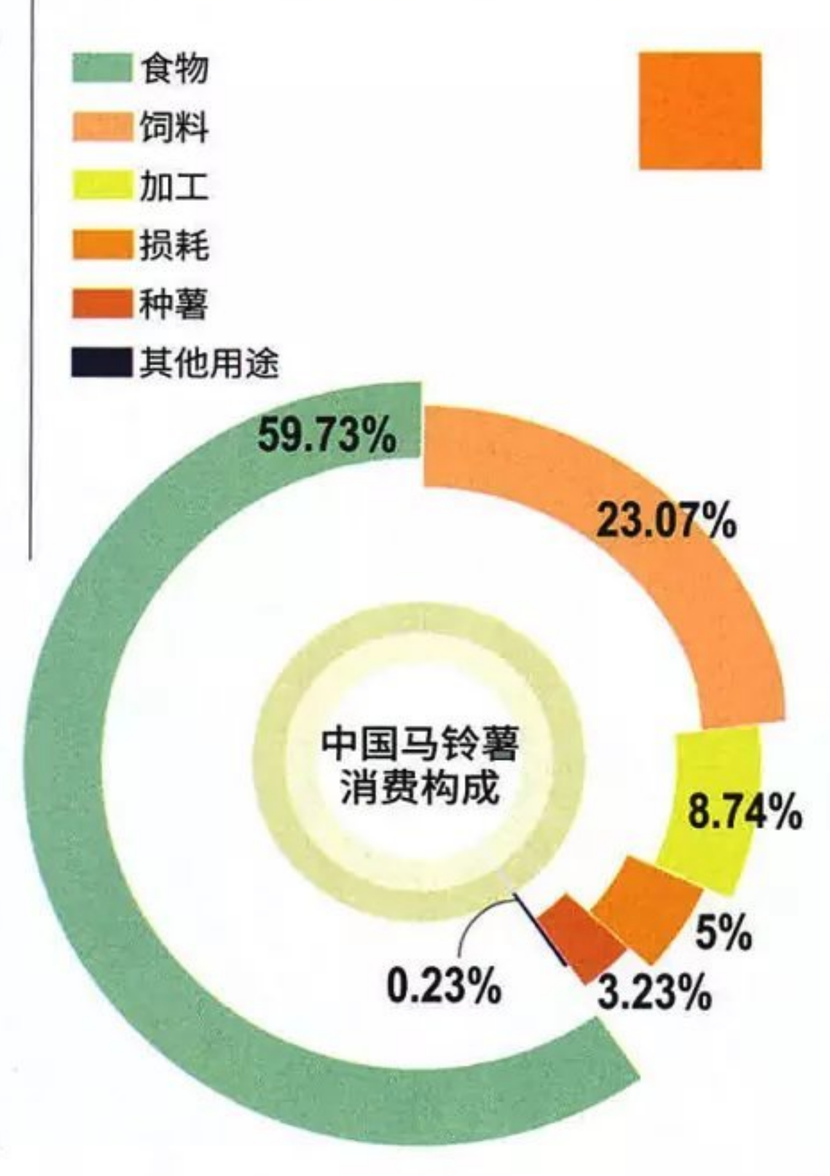
其次，马铃薯有种植优势，节水节地。我国适宜种植马铃薯的范围很广，从平原到山区都有马铃薯的种植。在土地更少、气候更恶劣、更干旱的条件下，马铃薯可以比其他作物生产出更多富有营养的食物。近几年，我国的水稻、玉米、小麦等主粮作物的种植面积不断减少，而马铃薯的种植面积却逐年增加，其中涉及城市建设占地、部分主粮作物种植面积转化为马铃薯种植面积等，但更多的则是许多未开发的荒地与山头被开发为耕地用于种植马铃薯。

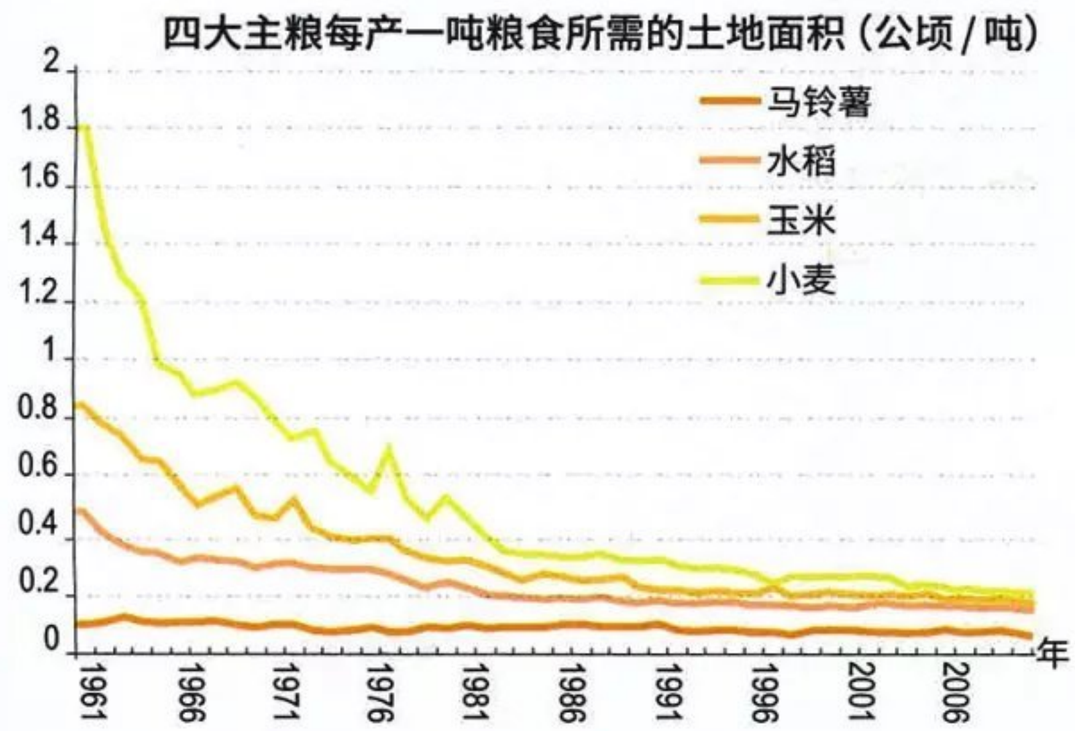
相对于其他主粮作物，马铃薯生长所需的温度更低，对温度的适应阈值更广，对不利环境的抗逆性更强。马铃薯的水分利用率也比其他粮食作物更高。这在水资源越来越紧缺的中国，它的推广意义比其他作物更大。

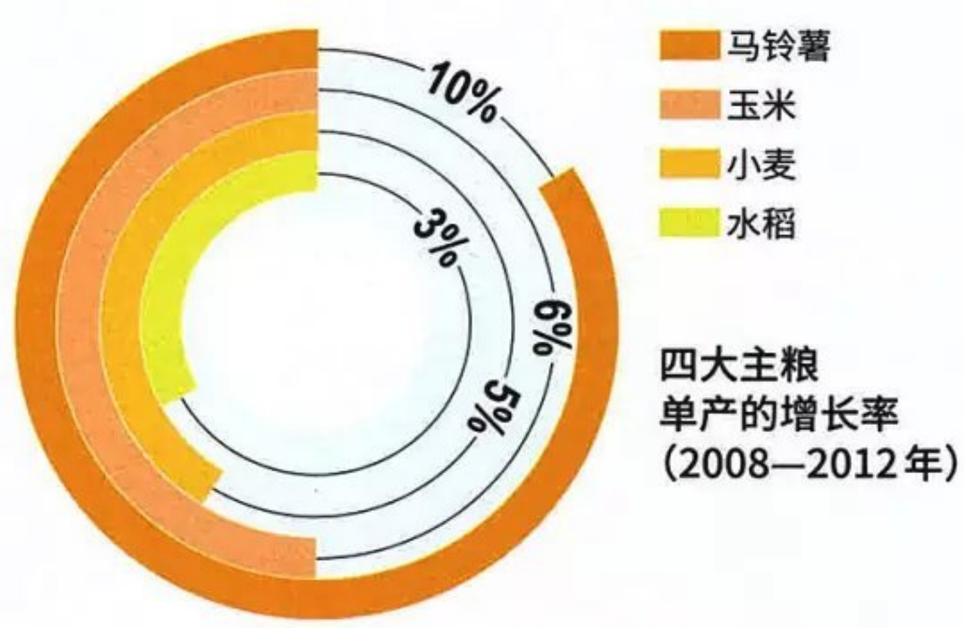
第三，加工转换能力强，产业链条长。马铃薯除了能够作为粮食和蔬菜鲜食或作为饲料等，还具有很强的加工转换能力。马铃薯可以加工成粉条、粉丝、粉皮、薯片、薯条等供人们食用，还可以加工成全粉、雪花粉、淀粉、薯蛋白、变性淀粉进行贮藏和深加工。

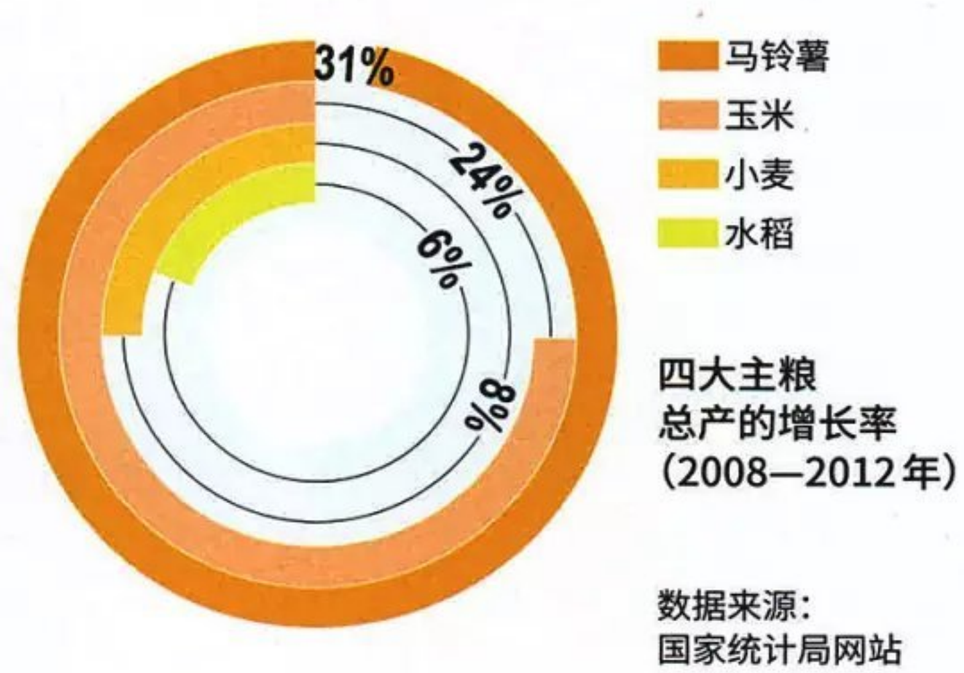
第四，可以带来可观的社会、经济效益。与其他主粮作物相比，种植马铃薯可带来更高的经济效益。以国内平均水平为例，据国家统计局2012年资料显示，种植马铃薯的净利润为四大主粮之最。与其他主粮相比，马铃薯的增值潜力巨大，收获后加工转换能力更强，附加值更高。

除了带来较大的经济效益，在社会效益方面，马铃薯主粮地位的确立有利于国家政策的更多倾斜，各行各业的资源也会向马铃薯行业涌进。产业的蓬勃发展会带来更多的就业岗位；产量的提高、销路的增加会使农户受益，企业增收；缩小贫富差距，增加社会福利，促进社会和谐，保障国内稳定。









数据来源：
国家统计局网站

与此对应的是，近十多年来，我国人口年均增长400多万，人口增长也拉动了粮食需求总量的增长。我国用世界7%的耕地总量，养活了18%的人口。而目前，粮食增产的潜力显得有些不足。

回顾历史，也许能给我们一些启示：汉代以前，我国主要粮食作物是粟（小米）和黍（黄米）；汉代以后逐步演变为，南方以稻米为主，北方以小麦、粟和高粱为主。而在山区，这些作物都没了用武之地，不过幸好还有外来的美洲作物——玉米、红薯、花生、马铃薯，它们适应性强、耐旱耐瘠，使得过去不适合作物生长的砂砾瘠土、高岗山坡、深山老林成为宜种土地，缓解了困扰古代中国上千年的“吃饭难”问题。

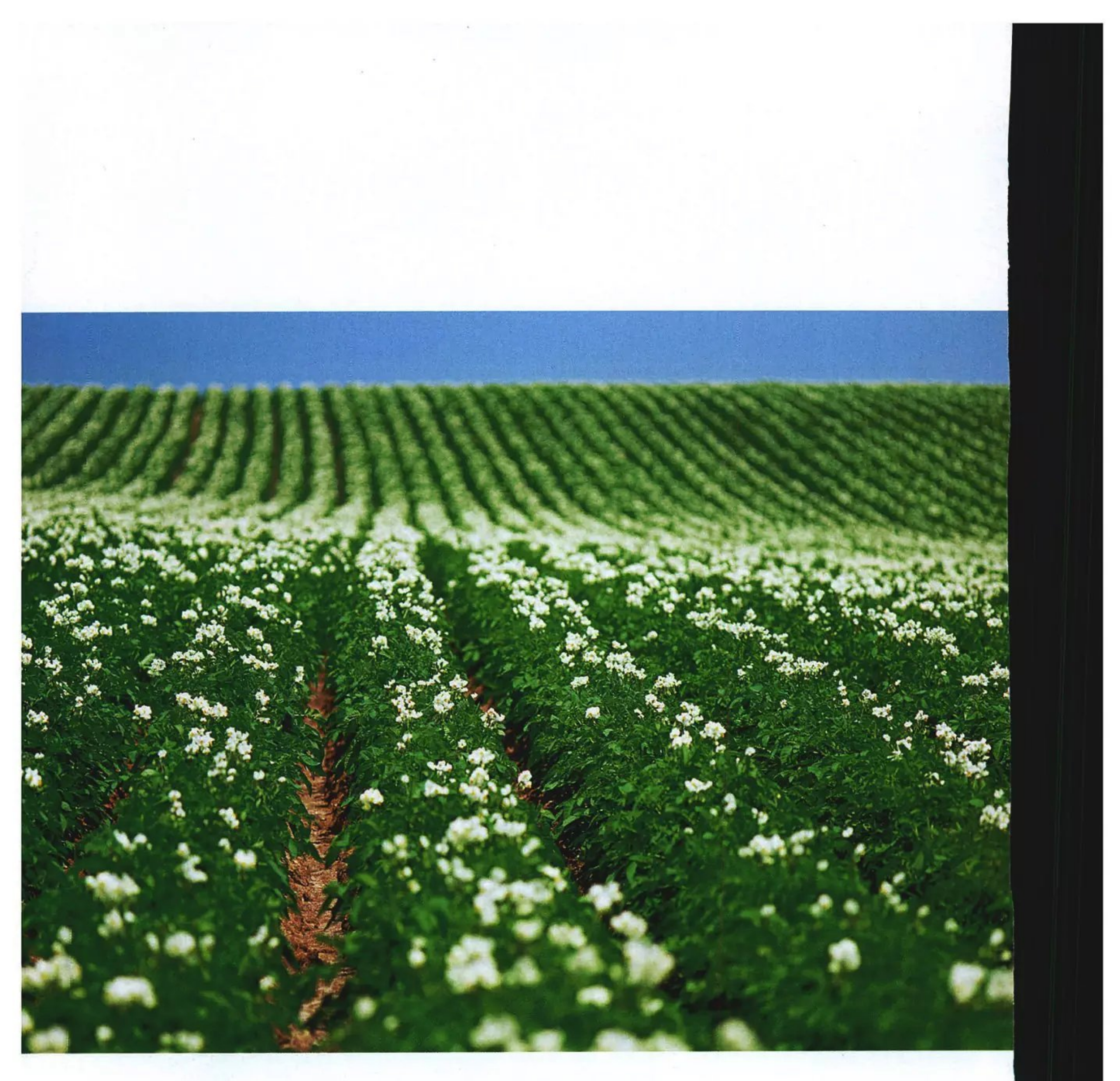
著名华裔历史学家何炳棣，将玉米、红薯、花生、马铃薯在中国的种植与传播，视为我国粮食生产史上的第二次革命（第一次革命是占城稻在江淮以南的传播）。正是这次粮食革命，为清代人口从1683年的1亿多，猛增到1850年的4.3亿，奠定了物质基础。

随着玉米的推广，长江流域以南的山丘荒地和旱地被迅速开发，而在黄河以北地区，玉米逐步取代了原有低产作物，成为主要的旱地作物。红薯和花生的推广，则使大量滨海沙地和山区丘陵得到开发利用。

相比玉米、红薯、花生，马铃薯似乎更胜一筹，它更易种、耐寒、耐瘠，产量更高。那些土壤贫瘠、气温较低、连玉米都种植不了的高寒山区，以及年降水量在350毫米左右的西北干旱、半干旱地区，也能种植马铃薯，还能保持稳定的产量。

我认识一位专家卢肖平，在世界最权威的马铃薯研究机构——国际马铃薯中心亚太中心（中国）担任主任一职。他在任职这一国际组织之前，曾长期在我国农业农村部工作，对全国农业生产基本格局和马铃薯发展潜力有较深入的研究。对于马铃薯在我国耕地利用上所起的作用，他在接受我的采访中，提到了我国的“冬闲田”：“我国南方现有1亿亩的冬闲田，可以用来种植马铃薯，不仅可提高复种指数和土地利用率，而且在不与其他作物争地的前提下，可多种一茬庄稼，多一份收入。”

如此看来，一旦我国其他三大主粮增产受阻，马铃薯很可能是给我们口粮“兜底”的秘密武器。甚至我们是否也可以畅想一下：扩大马铃薯种植面积，提高马铃薯产量，从而让更多其他粮食作物的耕地得以“轮休”，进行自我恢复？

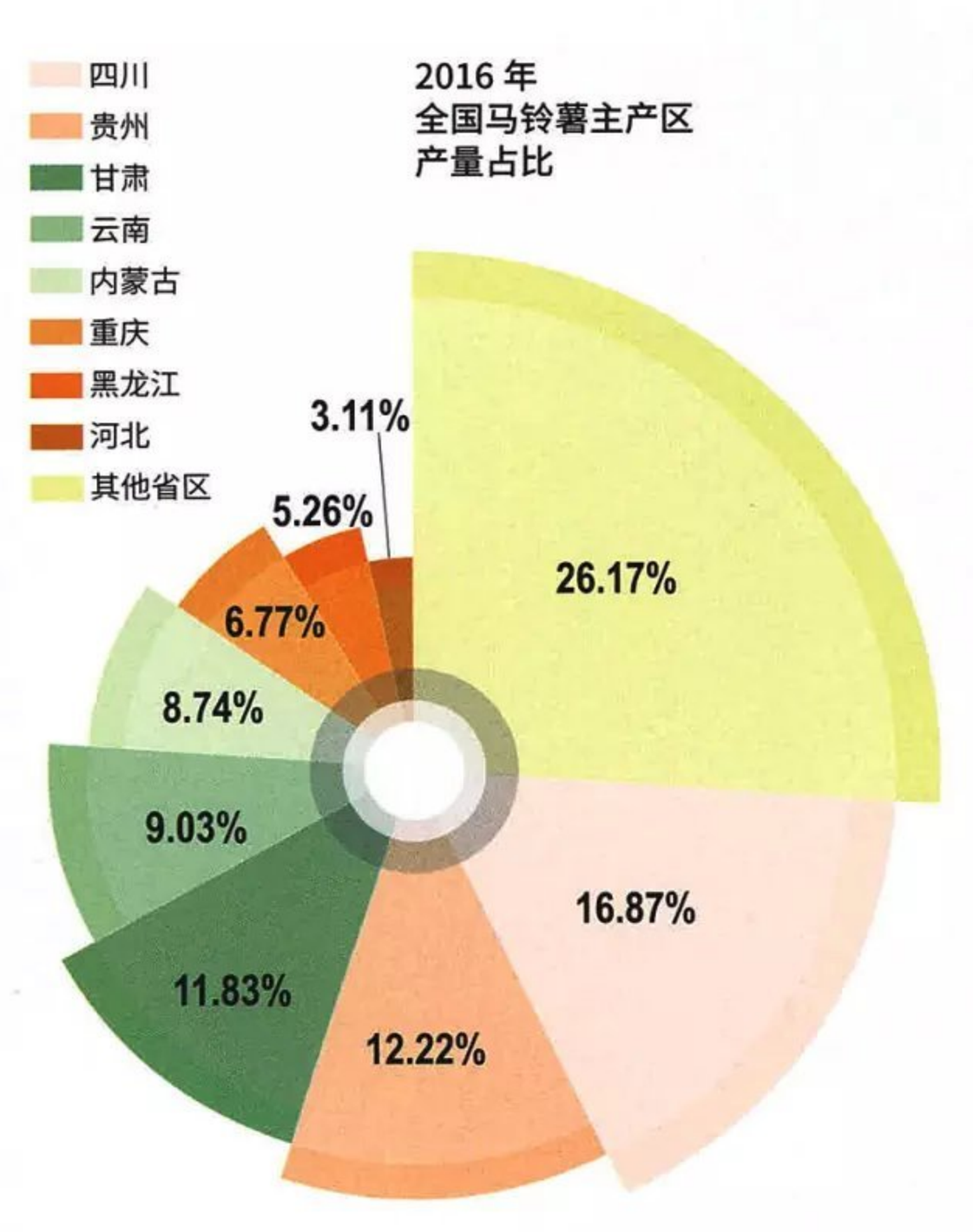


荣耀属于它："只有马铃薯才可以部分地'征服'贫瘠苦寒的高山地带"

盛夏7月的一天，我来到了当年作家汪曾祺下放劳动并写作《马铃薯》的张家口市沽源县。在该县的马铃薯种植大乡——二道渠乡，我看到，眼前连片种植的马铃薯正绽放出艳丽的粉紫色花朵，显示出一派旺盛的生机。

如今的沽源县已被称为"中国马铃薯之乡"，是华北最大的脱毒种薯基地。全县马铃薯种植面积约30万亩，约占农作物总播种面积的1/4。而二道渠乡的10万亩耕地中，就有7.5万亩种植了马铃薯。

沽源县位于河北省西北部的坝上地区，平均海拔1500多米，年平均气温2.4℃，≥10℃的积温为2189℃，积温条件可满足具有喜凉特性的马铃薯的生长需求。这里属于典型的半干旱区，也是农牧交错带，年降水量约400毫米，而且降水年内和年际分布不均，旱灾严重，不过马铃薯仍然很好地适应了这样的生境。

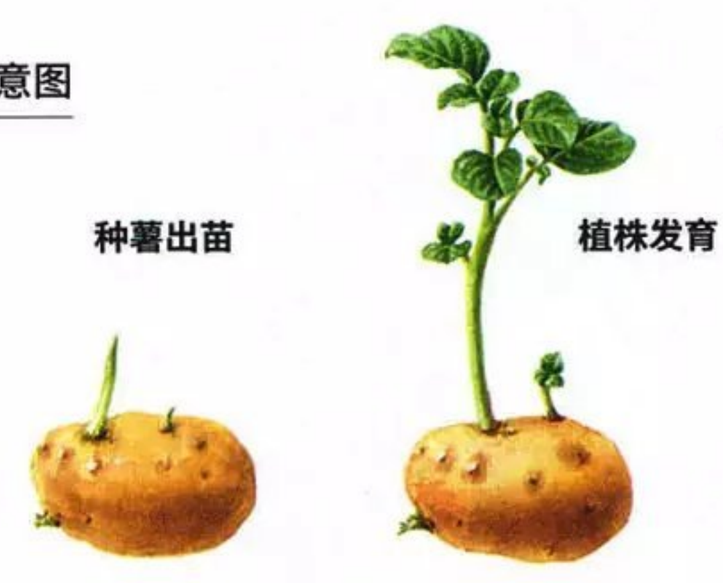


盛花期是马铃薯地上部茎叶生长最旺盛的时期，制造的养分不断向块茎输送

马铃薯的花一般是白色或蓝紫色。盛花期是地上部茎叶生长最旺盛的时期，此后地上部生长趋于停止，制造的养分不断向块茎输送。马铃薯适应性广，生育期短，目前的主要产区分布在自然条件较差的干旱半干旱地区和山区。适种区域可以无霜期和有效积温判断：一般无霜期120天以上、有效积温1000℃以上的地区就可以种植。

马铃薯生长周期示意图

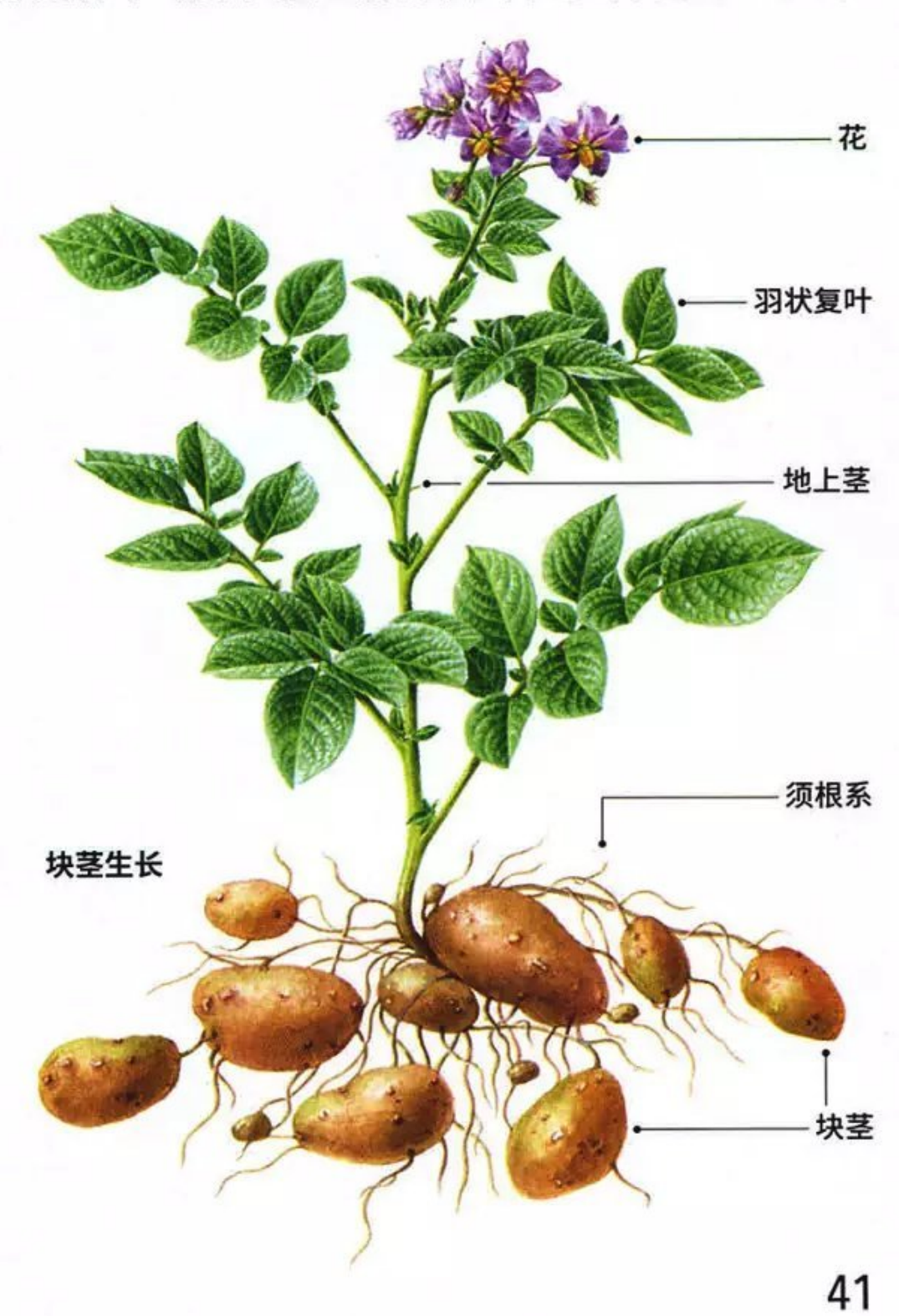
绘图 / 出离

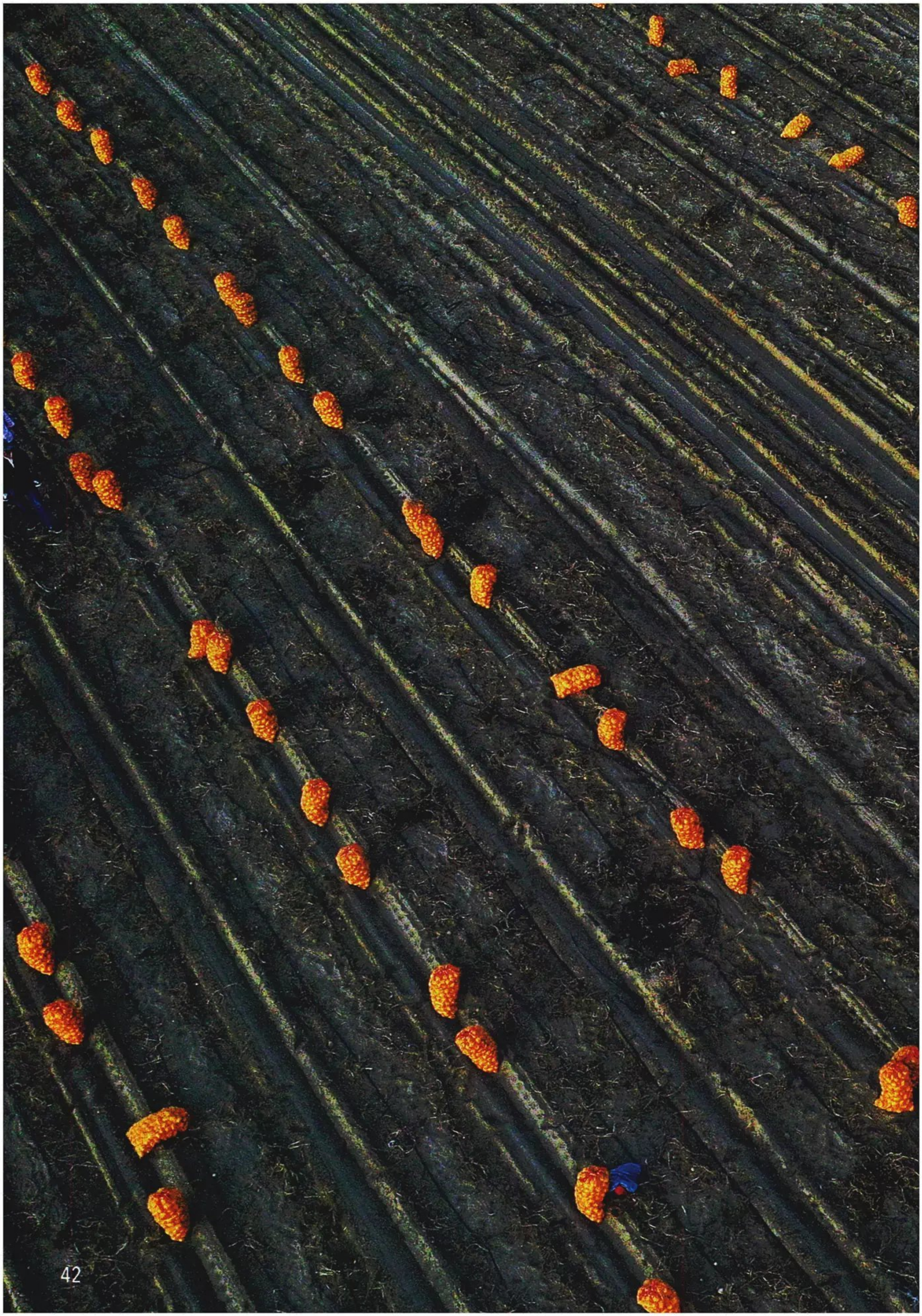


著名华裔历史学家何炳棣将马铃薯与玉米、红薯、花生在中国的种植与传播，视为我国粮食生产史上的第二次革命。

在我国北方和西南春旱严重的时候，水稻、小麦、玉米等作物（靠种子繁殖后代）播种后，种子难以出苗，需要移栽的秧苗因缺水也无法移栽，而马铃薯（靠块茎繁殖后代）的种薯本身自带水和营养，种下去后就能够出苗，出苗后就可以等着降水的到来。

这背后其实暗含着四大主粮适应能力差异背后的生物学特性：小麦、玉米、水稻三者，收获的都是种子（属于繁殖器官），而马铃薯收获的是块



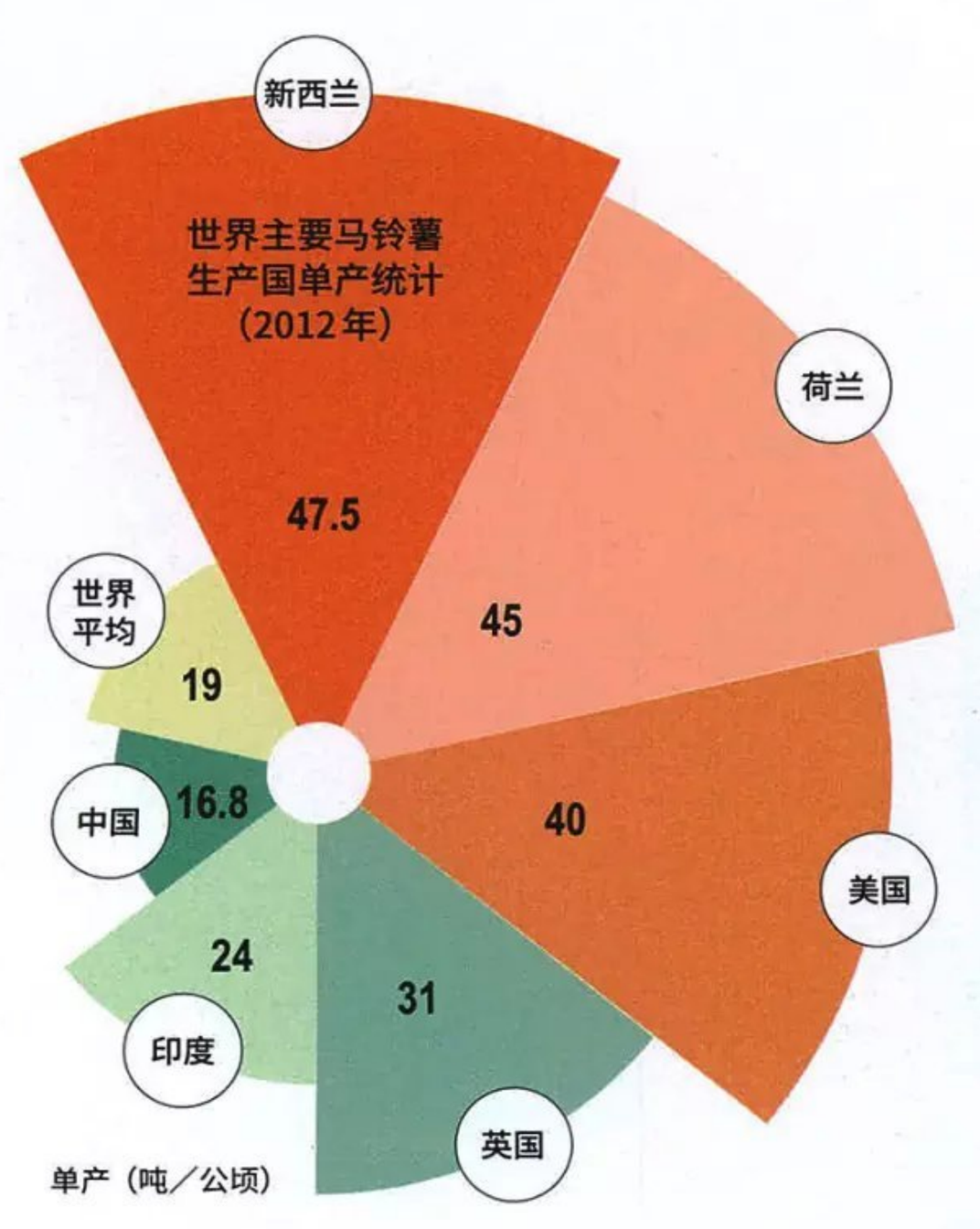


由于传统主粮增产空间变小，马铃薯被寄予了在未来担当主粮的重任

在甘肃张掖，机械化设备被日益广泛地应用于马铃薯的种植与收获中。曾有专家计算，中国每年新增700万至800万人口，就意味着要新增800万到1000万亩耕地，或者新增相应的粮食进口，否则粮食将不够吃。目前我国耕地面积扩大的可能性并不大，而受耕地资源的约束和种植效益的影响，水稻、小麦、玉米等传统主粮要想继续增产的空间也在变小，难度加大。在此背景下，种植区域广泛、产量较高的马铃薯，就被寄予了在未来担当主粮的重任。

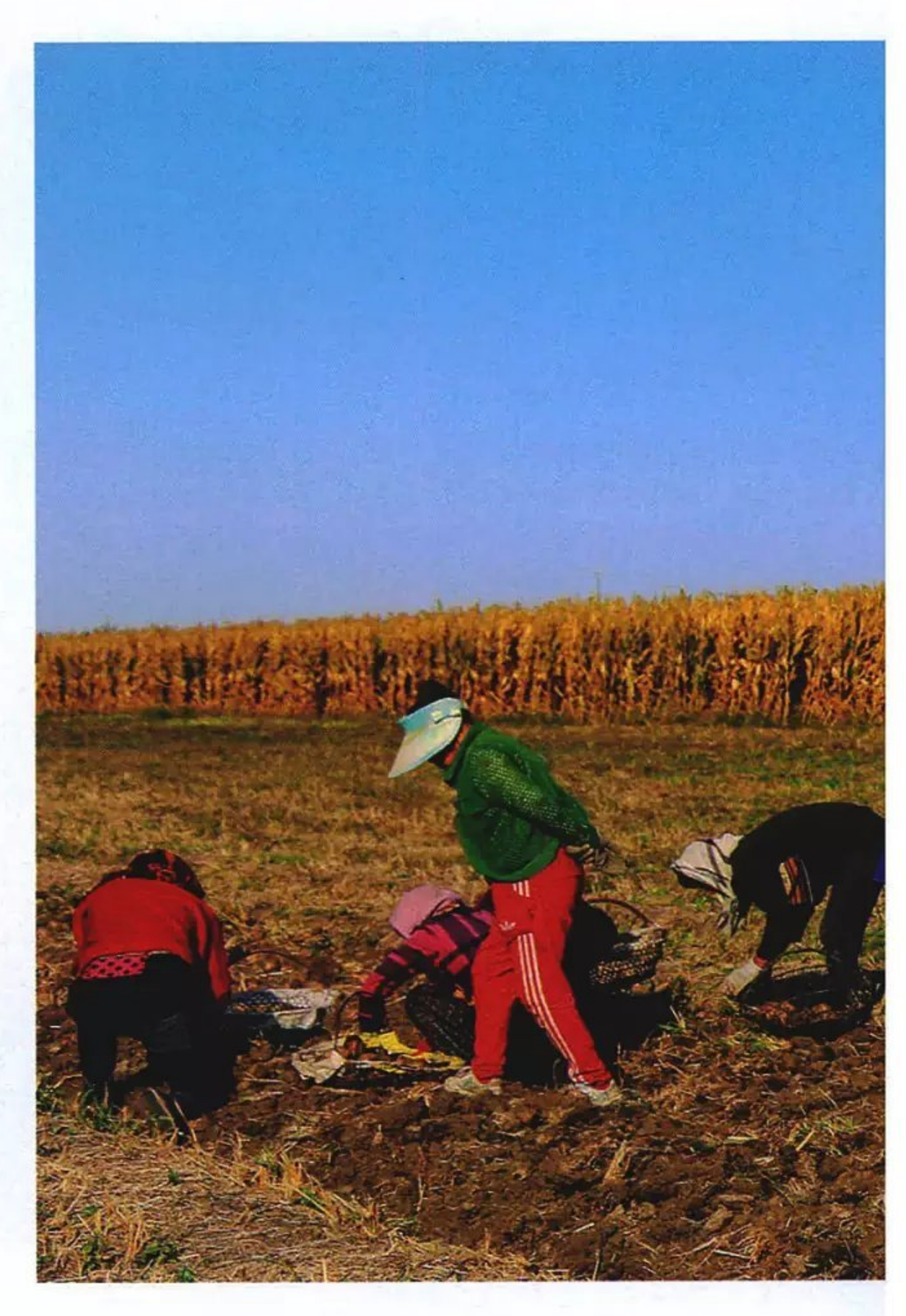
摄影 / 郑耀德

世界马铃薯单产最高的是新西兰，为47.5吨/公顷。而我国马铃薯单产仅为16.8吨/公顷，还有很大提升空间。



茎（属于营养器官），主要的营养物质如淀粉、储藏蛋白等，都储存在块茎里。繁殖器官与营养器官在生物结构功能上的差异，基本决定了作物在恶劣环境下的生存能力。

在定量研究我国不同产地的马铃薯对有效积温响应这一课题时，专家们发现，当有效积温达到1100℃左右时，马铃薯块茎干物质积累量增长速率达到最大。而在有效积温1600℃左右时，块茎干物质积累量达到最大值。也就是说，只要有效积温在1000℃以上，就可种植马铃薯。



国家有关部门正在推进马铃薯产业的发展，目标是将马铃薯从蔬菜转变为“中国式主食”

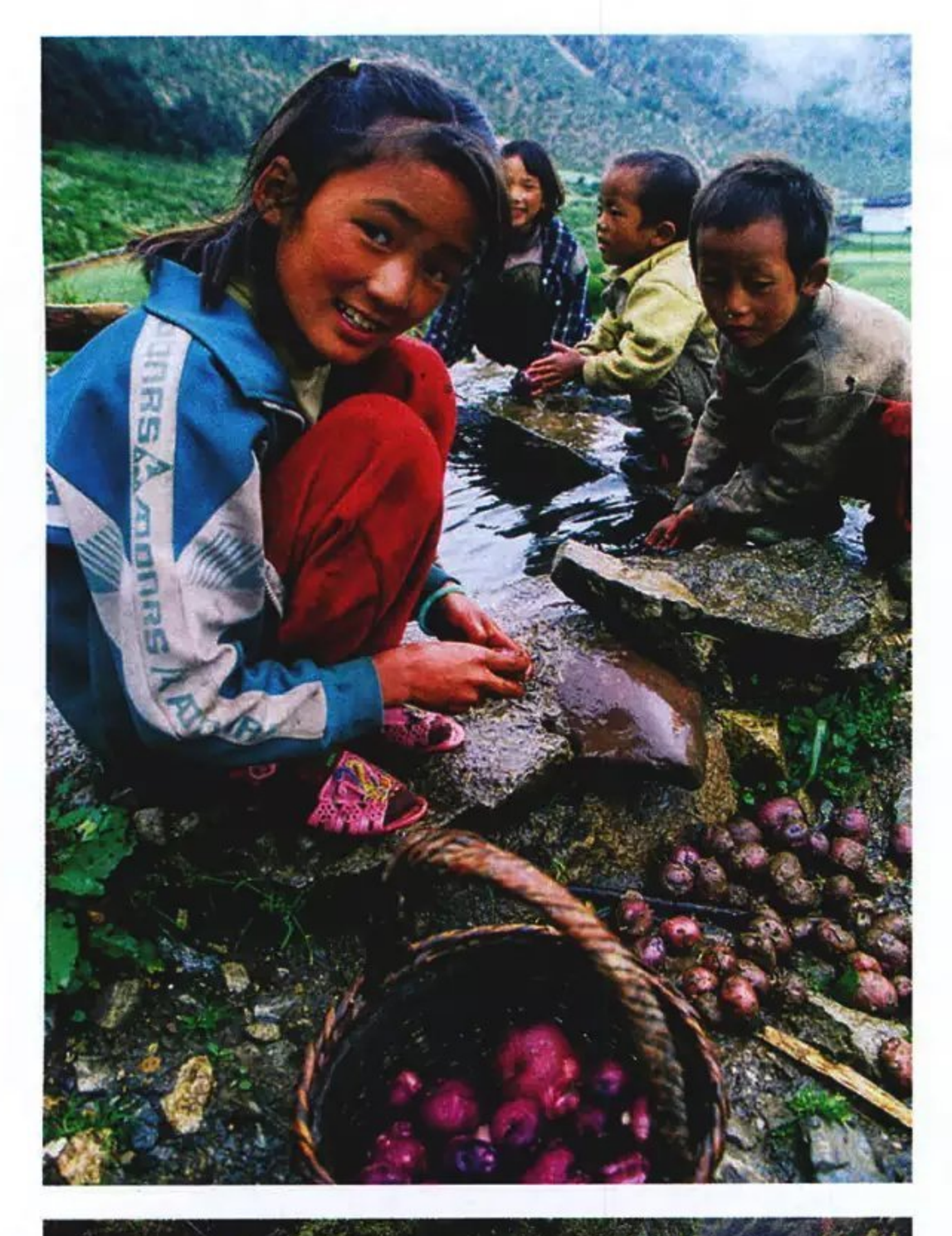
在我国很多地区，马铃薯的种植与收获还需要依靠大量的人力，机械化程度并不普及。自上世纪60年代开始，我国马铃薯产量开始大幅提升，并逐渐跃居世界首位。目前，国家有关部门正在推进马铃薯产业的发展，目标是将马铃薯从蔬菜转变为“中国式主食”，也就是将马铃薯加工成适合国人消费习惯的面条、馒头、饼，实现由副食消费向主食消费转变。摄影／孙新宝

在干旱、半干旱地区，马铃薯较其他作物需水量更少，低于玉米和小麦约35%。此外，对于土壤的适应能力，马铃薯也是超强。除了重度盐碱地以外，其他土壤都可以种植马铃薯。

可以说，马铃薯对环境的强大适应能力，在四大主粮中首屈一指，可种植在其他粮食作物难以种植的高海拔、高纬度的冷凉、干旱地区，不与其他主要粮食作物争地。

有一年，我路过西藏日喀则市定日县的岗嘎镇，这里海拔超过4000米。在当地一家餐馆吃饭时，一道马铃薯的炖菜令我终生难忘：马铃薯的外皮金黄油亮，一口咬下去，面面的，回味无穷。

马铃薯是西藏人喜欢吃的一种蔬菜，一年到头当地人的餐桌上都有马铃薯。西藏的马铃薯种植区主要集中在日喀则、拉萨、山南、林芝、昌都等地，甚至连阿里地区都有种植，其中日喀则的种植面积就占了整个西藏的一半以上。放在全国来说，西藏的马铃薯种植面积并不大，属于自产自销。不过，由于气候和土壤环境适宜，如光照充足，昼夜温差大，特别有利于马铃薯淀粉及干物质的积



在我国四大主粮中，水稻、小麦的优势地位无法撼动，玉米紧随它们之后，而马铃薯则处于比较尴尬的地位，主粮的存在感是最低的。

累。因此西藏产的马铃薯品质好，个大、皮薄、淀粉含量高，单产接近世界平均水平，在全国也属于名列前茅。

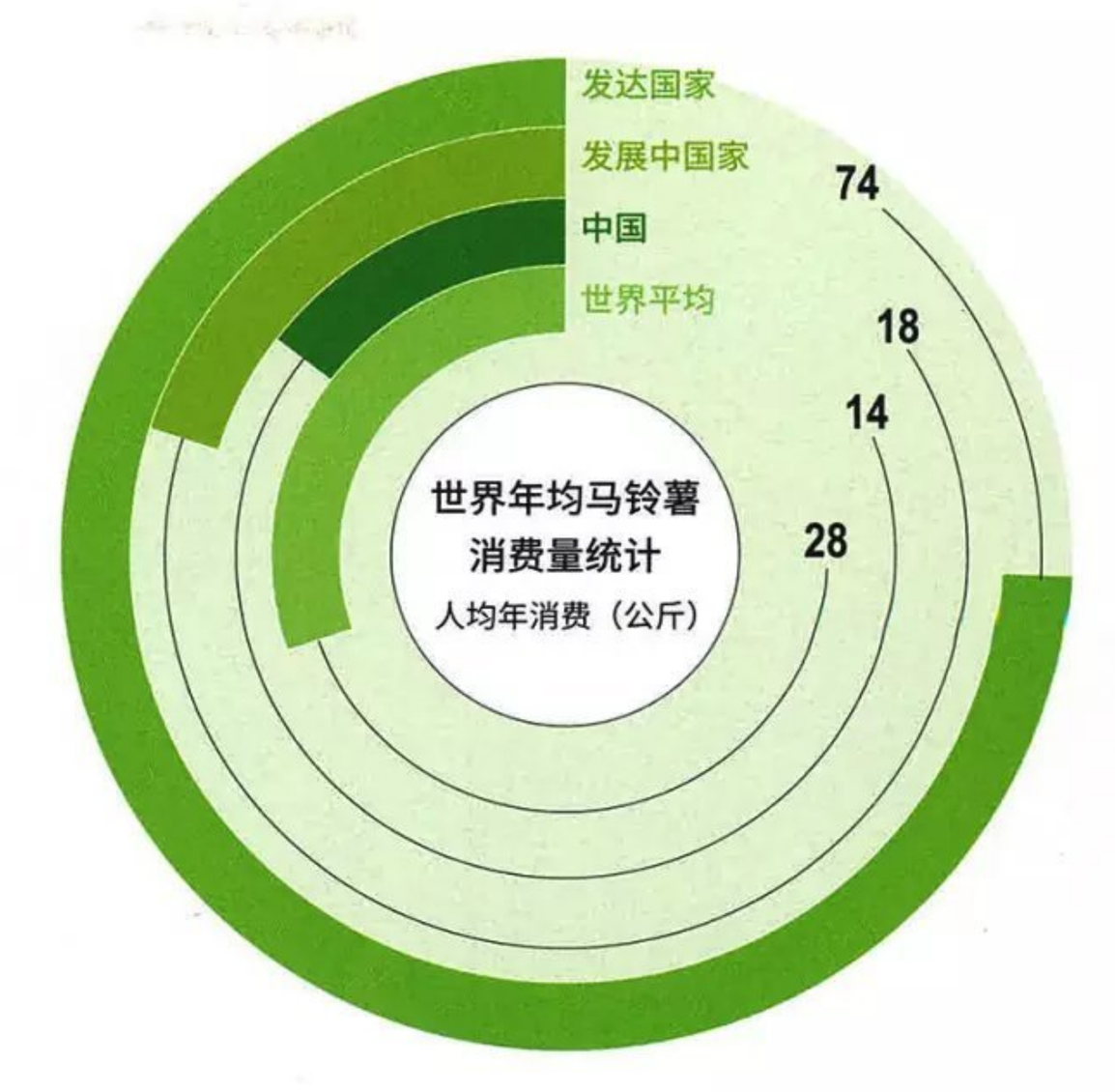
自从哥伦布发现美洲后，新旧大陆、东西半球之间开启了物种、人种、文化等多方面的大规模交流——即所谓的“哥伦布大交换”。作为这一大交换的产物，马铃薯自16世纪末传入欧洲。而对于马铃薯何时传入我国，目前有多种说法，其中一种说法是，该物种是17世纪引种到我国的。何炳棣就认为：最早提到马铃薯传入中国的是荷兰人斯特儒斯（Henry Struys），他于1650年来到荷兰占领下的台湾时，就注意到了荷兰引进的马铃薯已经在台湾种植。

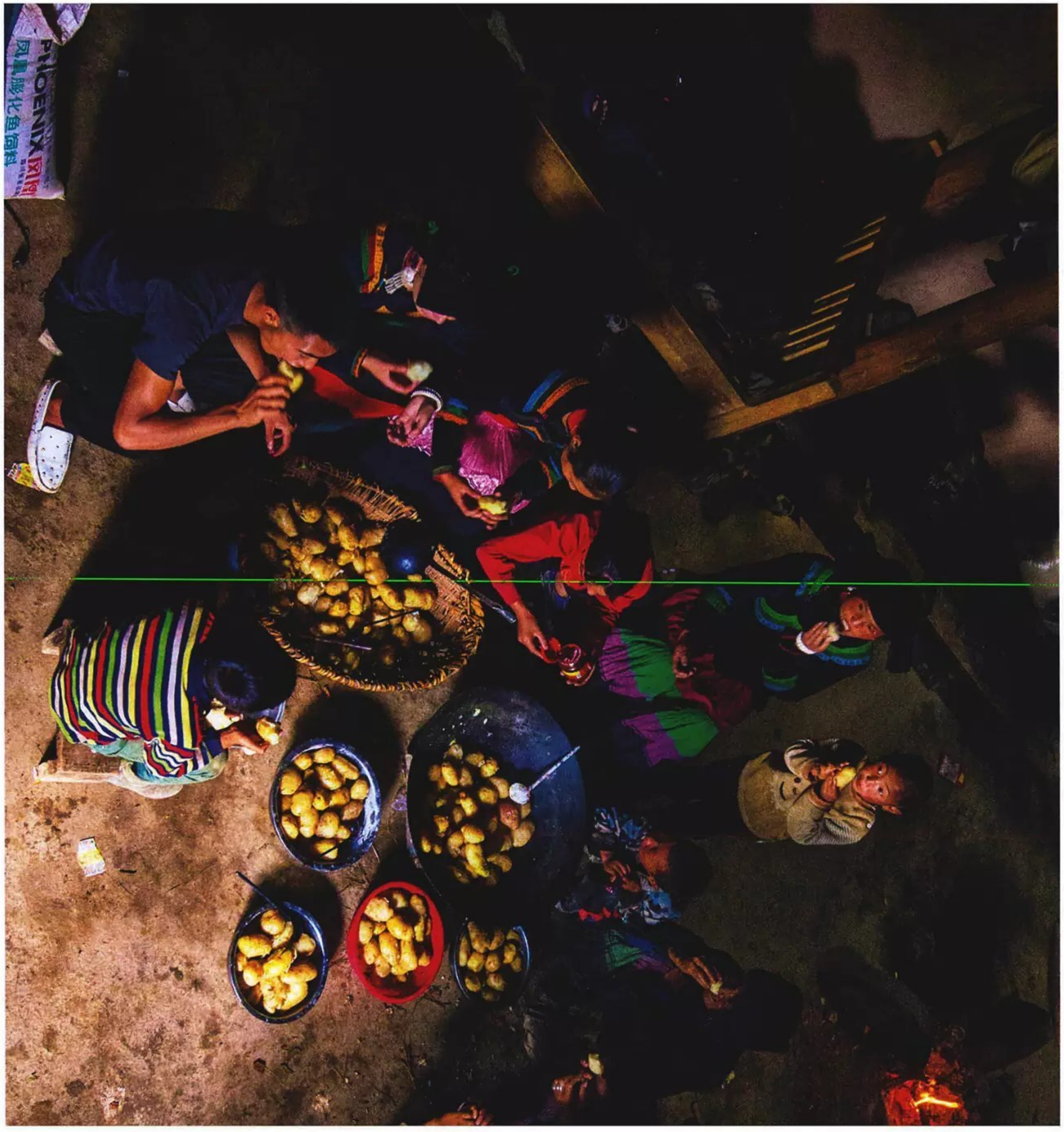
从广东、山东的亚热带和温带沿海低地，到西藏的高寒地带，西北的干旱、半干旱地区，再到云贵高原的低纬度、中海拔地区，马铃薯都能适应，耐旱、耐寒、耐瘠薄的特点发挥得淋漓尽致，种植区域几乎覆盖了我国所有省份。据统计，我国约60%的耕地分布在干旱地区。而从地貌上看，山地、高原、丘陵约占土地总面积的69%。

通过对清代汉水流域山区开发的研究后，何炳棣曾如此评价马铃薯：“这区域主要的粮食作物先

马铃薯的主产区与连片特困区高度重合，约有70%的种植面积分布在这些地区

在我国西北、西南很多地区，马铃薯仍是当地老百姓的主食之一，其丰歉直接关系到这些地区人们的“饭碗”（左页图 上图摄影／奚志农　下图摄影／李风）。我国马铃薯的主产区与连片特困区高度重合，约有70%的种植面积分布在这些地区。马铃薯是很多地区的支柱产业，当地老百姓的主粮和蔬菜，也是他们的主要经济收入来源。历史上，自明清时期以来，马铃薯就是很多地方度过灾荒的首选。下图为云南省昭通市的百姓将收获的马铃薯装车，运往外地销售（摄影／赵昱）。与其他蔬菜相比，马铃薯更加方便贮藏和运输。




PHOENIX
凤凰膨化鱼饲料

在我国的粮食安全战略中，马铃薯的价值还没有受到足够的重视，它的未来或许不可估量。

马铃薯所具有的耐寒、耐旱、耐贫瘠等特点，在拥有众多高山深谷的横断山区发挥得淋漓尽致

四川省凉山彝族自治州的一户人家和邻居聚在一起，分享着美味的马铃薯。对于世代居住在大山里的人们来说，丰收的马铃薯意味着生活有了一个基础的保障。凉山州的土层深厚而疏松，透气性好，土壤微酸，适宜种植马铃薯。这里的马铃薯在长期栽培和自然选择下，形成了自己独特的产品特征。凉山州位于青藏高原东南缘，横断山区的东部，马铃薯所具有的耐寒、耐旱、耐贫瘠等特点，在拥有众多高山深谷的横断山区发挥得淋漓尽致。摄影 / 何万全

是玉米，辅之以甘薯，不久又增加了马铃薯，因为只有马铃薯才可以部分地‘征服’贫瘠苦寒的高山地带。马铃薯在中国粮食作物发展史上最重要的意义就是，它无疑义地是最接近绝对‘边缘’的粮食作物了。”

让数据说话：四大主粮中最低调的马铃薯，却是增产潜力最大的

目前我国粮食产量在经历“十二连增”后，于2016年首次出现总产下降。因此，有专家认为，未来粮食增产的空间会逐渐萎缩。

对上述这个问题，中国作物学会马铃薯专业委员会原副主任委员、华中农业大学谢从华教授，在接受我的电话采访时认为：“我国水稻、小麦和玉米的单产，分别高于世界平均水平的50.1%、55.2%和6.2%。气候变化对农业生产的不利影响更加明显，区域性极端天气灾害连年发生。基本农田占用、抛荒以及复种指数降低也是各地普遍存在的问题。所有这些，对是否能保证谷物连续增长的势头，形成了严峻挑战。”

从2008年到2012年这5年的统计数据看，水稻、小麦、玉米单产的增长率分别为3%、5%、6%。同期马铃薯单产的增长率为10%，增长率分别是水稻、小麦、玉米的3.3倍、2倍、1.7倍。水稻、小麦、玉米总产的增长率分别为6%、8%、24%，而同期马铃薯总产的增长率达到了31%，分别是水稻、

小麦、玉米的5.17倍、3.88倍、1.29倍。

由此可见，四大主粮中，无论是单产还是总产的增长率，马铃薯都要高于其他主粮。

不过尽管如此，我国马铃薯的单产还是落后于世界平均水平。2012年，世界马铃薯平均单产为19吨/公顷。而栽培技术较高的国家，单产在40吨/公顷以上。其中单产最高的是新西兰，为47.5吨/公顷。而我国马铃薯单产仅为16.8吨/公顷（2018年已提高到18.8吨/公顷），还有很大提升空间。

此外，在四大主粮中，论单位面积的产量，也是马铃薯最大。若论产出单位重量的需地面积，从大到小排序则是小麦、玉米、水稻和马铃薯。

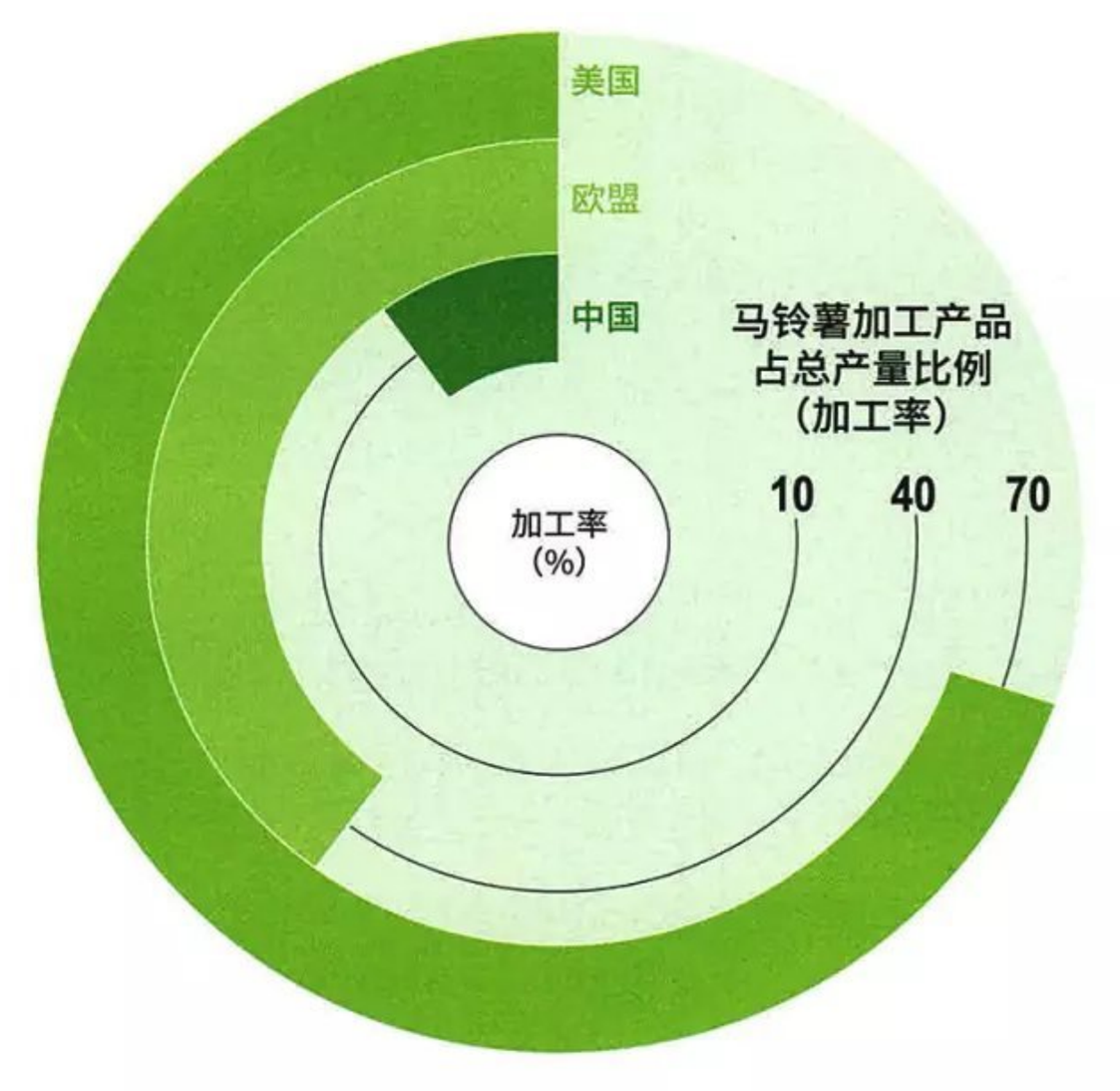
作为一种能被深刻记忆的美味，马铃薯是否会引发我国下一次农业革命？

国际马铃薯中心理事会原主席、加拿大人彼得·范德·桑格，在2014年访问中国时曾表示，中国想要达到粮食自给的目标，在接下来的20年里粮食产量必须增加1亿吨，其中5000万吨将来自马铃薯。对他的这个观点，一些中国学者表示怀疑，其中一个重要原因就是，中国的饮食传统与欧美地区有很大不同——在欧美一些国家，如爱尔兰、葡萄牙、西班牙、奥地利、德国、俄罗斯等，马铃薯是主食，而在中国，马铃薯还仅是少部分人的主食。

马铃薯的美味是能被深刻记忆的，很多从马铃薯主产地走出来的人，终生都喜欢吃马铃薯。

马铃薯的独特之处在于，它既能做主粮又能做蔬菜，还能做高端产品的原料

在我国，除了作为传统的主食和菜肴直接食用之外，马铃薯还能进行多种类型的深加工。马铃薯的独特之处就在于，它既能做主粮又能做蔬菜，还能做高端产品的原料。马铃薯被誉为全营养食物，除了淀粉，蛋白质、维生素、钾和钙等含量也很丰富。马铃薯还是非常重要的加工原料作物，可加工成2000多种附加值更高的食品、工业和医药等制品。不过，虽然我国已是世界最大的马铃薯生产国，但每年还需花1亿多美元从国外进口马铃薯和马铃薯制品。



摄影 / 成亚峰

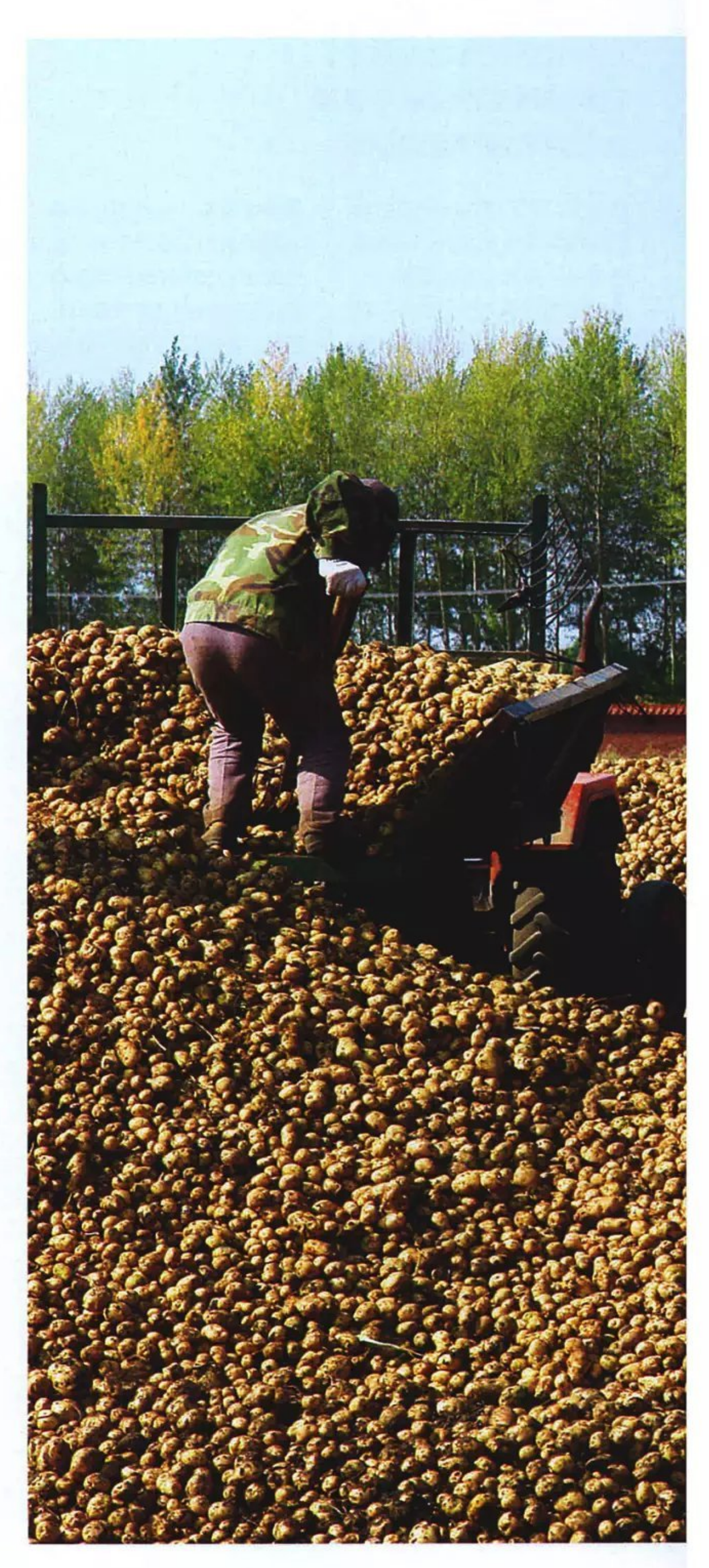
在四大主粮中，马铃薯的特点极为突出：含有淀粉、蛋白质、磷、铁、无机盐以及多种维生素，兼有粮食、蔬菜的双重优点。它所含的维生素是小麦和稻米的7倍，各类微量元素含量是稻米、红薯的两倍左右。有报道说，每天只吃全脂牛奶和马铃薯，就可以满足人体所需的全部营养元素。

马铃薯具有的低脂肪、低热量特点，其实很符合现代人的膳食要求。不过，要想让喜欢吃大米、面食的中国人改变口味，把马铃薯当主食，至少目前看还是有些困难的。在未来，马铃薯倒是可以作为应对重大灾难时的一个选择。

这让我想起了18世纪法国思想家、哲学家丹尼斯 · 狄德罗（Denis Diderot）主编的《百科全书》里对马铃薯的描述：“无论你如何去烹饪它，

产粮大省黑龙江也是马铃薯种植大省，克山县和黑河市都是全国著名的“土豆之乡”

每年秋季，是黑龙江省马铃薯收获的季节。黑龙江是我国粮食生产大省，也是马铃薯种植大省。该省的黑河、齐齐哈尔、绥化、牡丹江、大庆等地，都是马铃薯主产区。其中齐齐哈尔的克山县和黑河市，是全国著名的“土豆之乡”。在我国西南、西北等马铃薯主产区，由于受耕作习惯、种植规模、地势地形等因素影响，马铃薯生产普遍停留在手工作业和半手工、半机械化生产状态，而在黑龙江省，商品马铃薯种植面积大，机械化作业程度高，大型机械代耕代收十分普遍。摄影 / 崔春英



它都没有任何味道而且吃起来很面，它绝不是一种好吃的食物，但对于那些不考虑口味只想要吃饱的人，它能提供足够的能量和保证健康。”

有专家认为，如果中国未来有什么真正的安全问题，粮食和人口的矛盾是唯一可以决定中国命运、使中国陷入灾难和崩溃的安全要素。对此，谢从华表示，与谷物类粮食不同，我国的马铃薯国际贸易依存度低，当发生战争、自然灾害等突发事件时，马铃薯可能是国家唯一能掌握自主权的粮食作物。

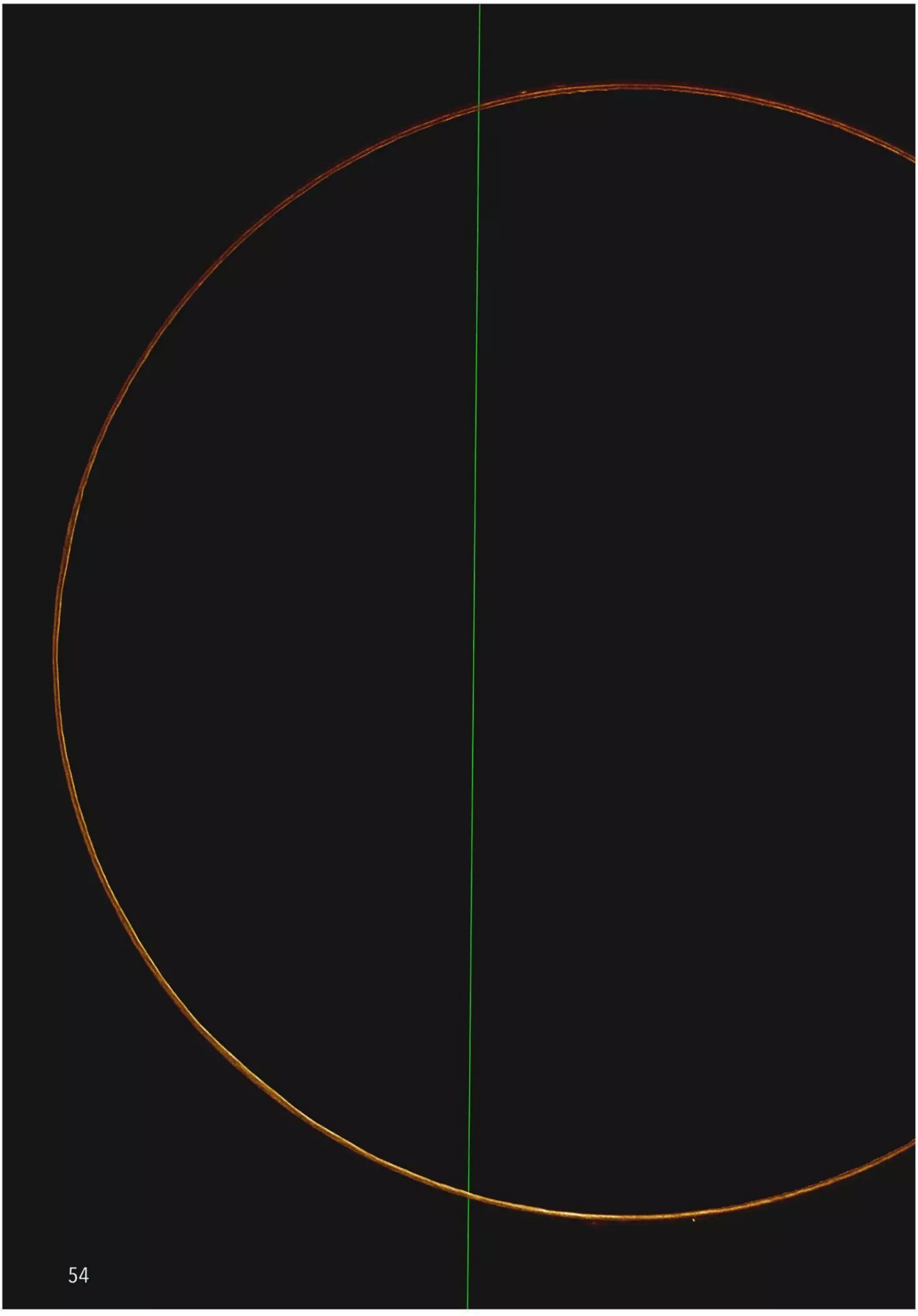
或许可以说，相比其他三大主粮，马铃薯在我国未来的种植潜力要更为乐观。但要说彼得·范德·桑格关于马铃薯的预测是否能实现，现在显然还为时过早。

相比狄德罗主编的《百科全书》对马铃薯味道的“吐槽”，一位长期从事马铃薯研究的专家，有一番感性的话语让我印象深刻：“马铃薯的美味是能被深刻记忆的，从消费马铃薯较多的主产地走出来的很多人，终身都喜欢吃马铃薯。”

这位专家的话，让我又想起了小时候吃红薯的经历。红薯吃多了，会有吃“伤”、吃“吐”的情况，但我从来没听说过，有谁吃马铃薯吃到“吐”了。

那么，作为一种能被深刻记忆的美味，马铃薯是否会引发我国下一次农业革命呢？

责任编辑 / 雷东军　图片编辑 / 马宏杰　版式设计 / 介彬　地图编辑 / 王岩
供图 / sophoto　审稿专家 / 谢从华 华中农业大学教授



2020年日环食

难得一遇的天象悄然成为全民摄影盛筵

撰文 陈海滢

摄影 章佳杰 等

2020年6月21日，我国西藏阿里地区、四川西部、贵州东北、湖与江西两省南部以及福建厦门至台湾中南部可以观测到一次日食，全国其余地区可看到日偏食。能够目击日环食的地带宽度只20—50公里，加之多数地区云层遮挡，观测条件其实不算理想。而追逐日环食的天文爱好者执著地带回了很多精彩图片，同时很平常不关注天文的人也开始加入了日食的观测，这次天象奇观俨成为一场全民参与的摄影盛筵。

2020年6月21日下午，我国从西藏阿里至台湾中南部的一条带状区域里，可以观测到一次日环食。对于这次日食，天文爱好者王卓骁和朋友们期盼已久，经过分析预测，他们计划前往西藏自治区的拉萨或者那曲附近观测和拍摄这次罕见的天象。

新冠疫情期间，追日环食难度升级

一行人从北京飞往成都，驾车沿川藏公路西行。经过多日奔波，就在他们终于到达西藏林芝市，拉萨近在咫尺的时候，北京突然重现的新冠疫情给他们带来了意想不到的麻烦——按照当时的规定，他们进入拉萨后很可能要被隔离至少7天。

疫情期间的防控政策当然无条件响应，可7天之后，日食早已错过，他们立即决定，当时所在的波密县通麦村附折返回西藏东部的昌都市。次日环食的中心线穿过昌都214国道中部，比较理想的位位于世界海拔第二高的民用场——昌都邦达机场附近。

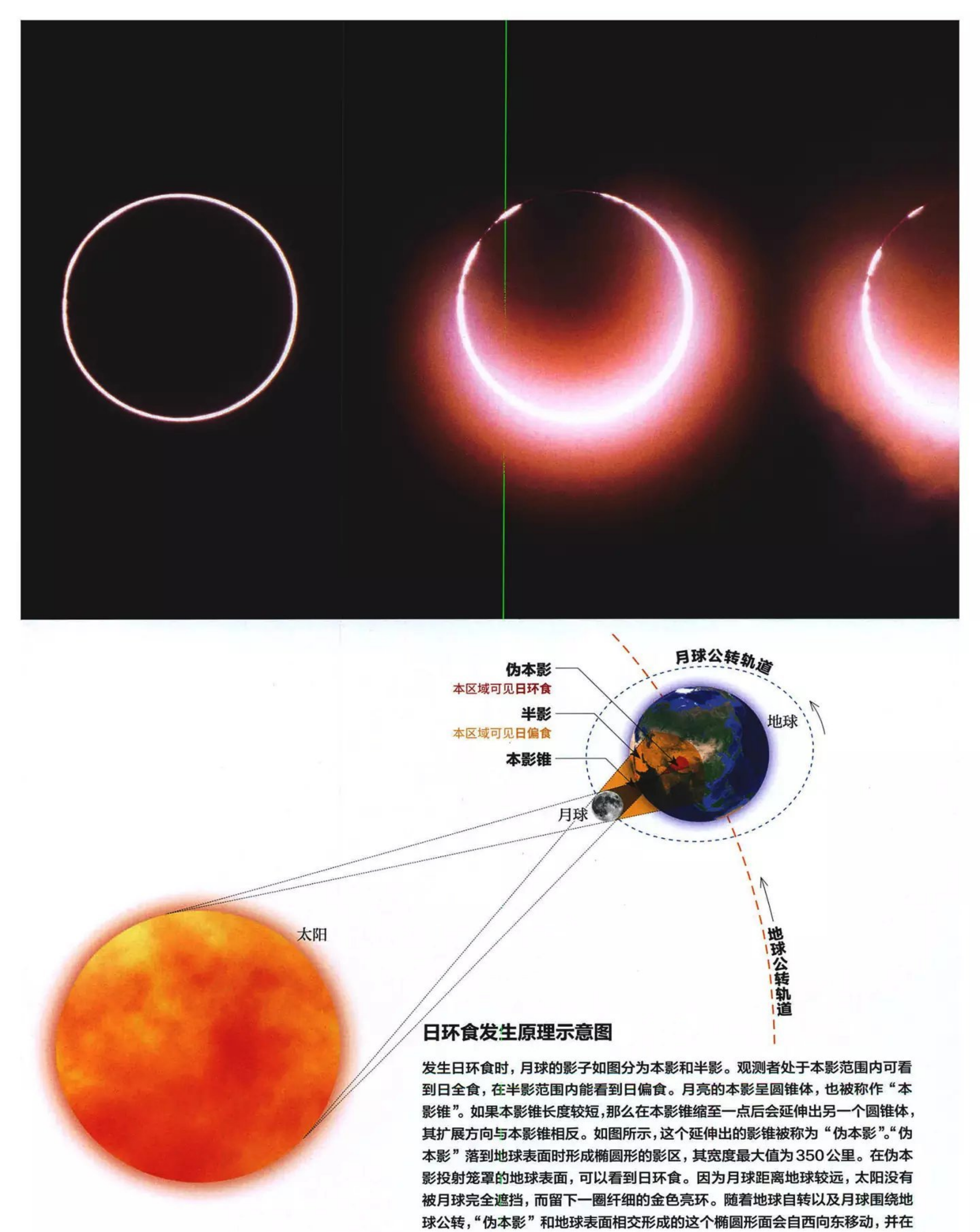
日环食一天比一天临近，星云图给出的预测信息不断新，他们的心情也随之跌宕伏。终于，环食前的近期预测示，在日食发生的时间段，西自治区的大部分地区将会被浓的云层覆盖，原定的观测点那市更是乌云密布，而唯一的云恰好位于昌都附近。

真是喜从天降，因祸得福他们在214国道旁选好了一块测地，祈祷着天气不要再出现数。但就在日食前的6小时，新出来的云图显示邦达机场附

特定波长的光，将厦门夏至午后的日环食完美呈现

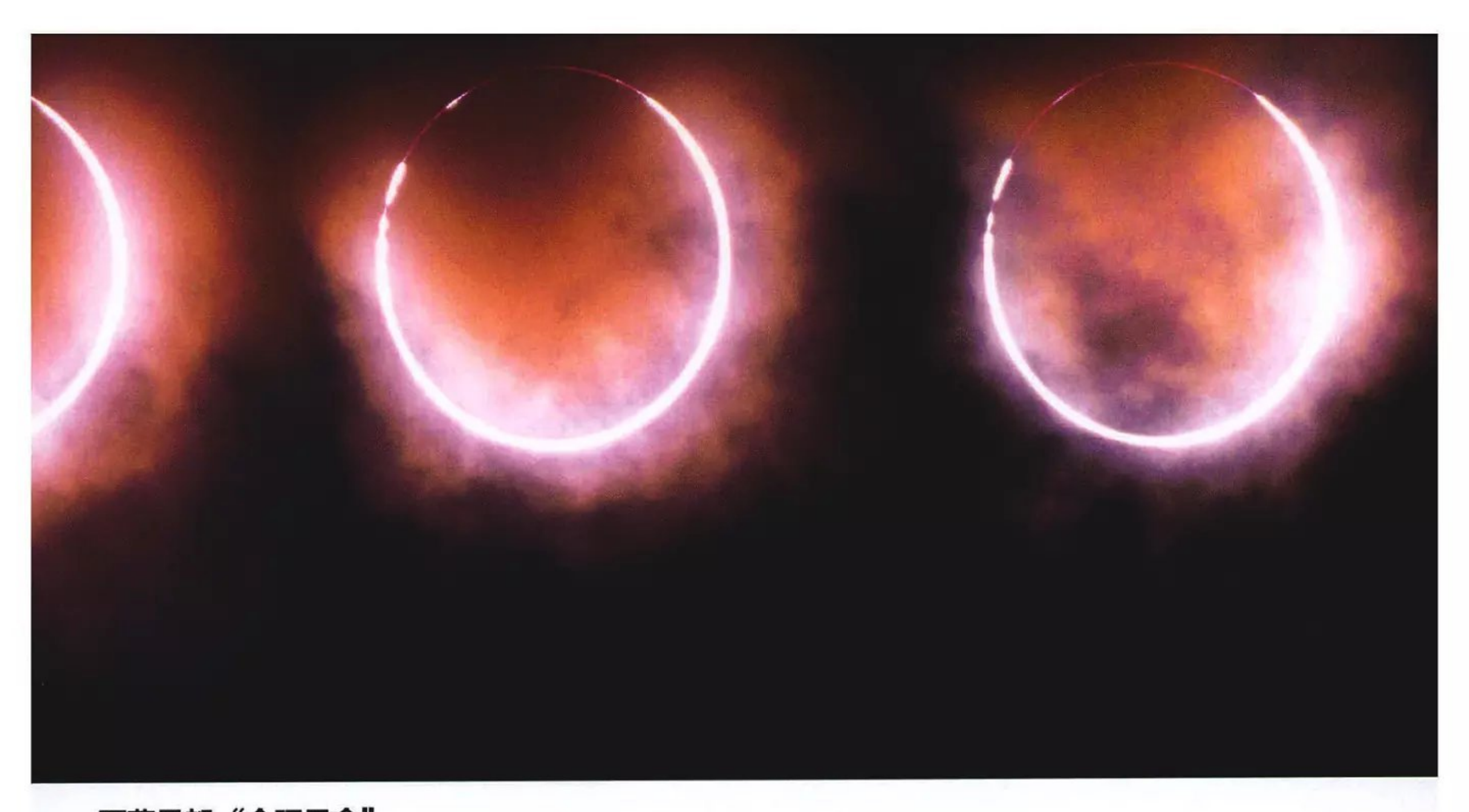
2020年6月21日16：10

这张反映日环食的照片图像看似简单，实则来之不易。照片由日珥镜配合天文CMOS拍摄而成，拍摄地位于厦门。由于日珥镜只允许极窄范围的特定波长光通过，所以可以呈现出其他滤光镜无法表现的太阳色球层细节。太阳外圈可以看到些许火焰状的日珥，稍有遗憾的是最近几年太阳处于平静期，否则日珥会更加壮观。摄影 / 李召麒



日环食发生原理示意图

发生日环食时，月球的影子如图分为本影和半影。观测者处于本影范围内可看到日全食，在半影范围内能看到日偏食。月亮的本影呈圆锥体，也被称作“本影锥”。如果本影锥长度较短，那么在本影锥缩至一点后会延伸出另一个圆锥体，其扩展方向与本影锥相反。如图所示，这个延伸出的影锥被称为“伪本影”。“伪本影”落到地球表面时形成椭圆形的影区，其宽度最大值为350公里。在伪本影投射笼罩的地球表面，可以看到日环食。因为月球距离地球较远，太阳没有被月球完全遮挡，而留下一圈纤细的金色亮环。随着地球自转以及月球围绕地球公转，“伪本影”和地球表面相交形成的这个椭圆形面会自西向东移动，并在地球表面形成一条狭窄的“日环食带”。在日环食带中的观测者，都有机会看到日环食。制图 / 章佳杰



西藏昌都，“金环日食”
在云隙中千呼万唤始出来
2020年6月21日15：28

由于可观测区域狭窄以及阴云遮挡，今年6月21日标准的“金环日食”只是非常少的几个地方可以见到。在西藏自治区东部的昌都邦达机场附近，天文摄影师王卓骁苦苦守候，在云缝中等来难得的拍摄机会。这几张图表现出“金环日食”从最完美状态至月影逐渐偏移时的细微变化。我们能看到“金环”的亮度并不均匀，这是由于月影边缘凹凸不平造成的——月球表面低洼凹陷处透过的太阳光会略多一点，此处日环也就显得更加明亮。后几张图中，金环上方细细的红色边缘是太阳大气层中色球层的影像。色球层平时被太阳光芒所掩盖，仅在月影内切太阳圆面前后的很短时刻才有机会看到。摄影 / 王卓骁

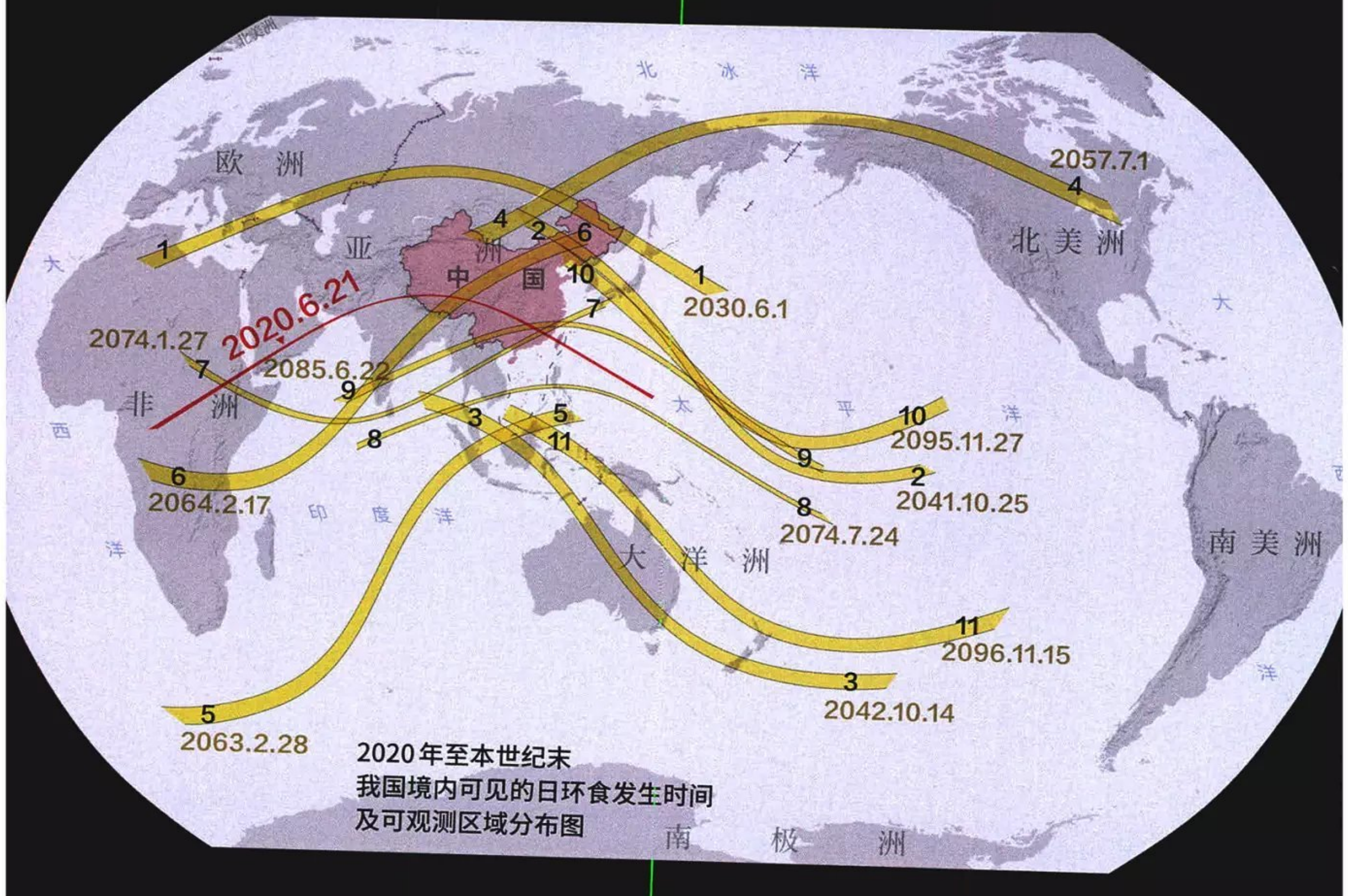
的云量正在增加，能看到晴天的云洞偏移到了东边的察雅县附近。在防疫管控下，察雅县并不容易到达，王卓骁和朋友们经历了一轮纠结和商讨，决定还是在邦达的预定位置赌一把。

13:45的初亏逐渐临近，太阳仍在高层云中时隐时现。终于，望远镜中太阳的圆面西侧出现了一个小小的缺口——日食开始了！他们怀着紧张的心情，祈祷高高低低飘荡的云彩不要遮挡住太阳。所幸当天云量虽然不少，但云层并不厚重，甚至可以透过云层直接目视太阳。渐渐地，太阳被遮挡的区域越来越大，天色逐渐变暗，气温也出现了明显下降。15:28，月球的圆面完全进入日轮，云隙之间的太阳成为了一轮极细的、若隐若现的金环。金环的状态只持续了大约40秒，但对王卓骁和朋友们来说，足以宣告本次追日之旅完全成功。

金色光环如何形成？小概率且短暂，很多人一辈子没机会看见

本次追日之旅，从北京到四川成都再到西藏昌都，王卓骁和朋友们奔波数日，在高原上翻越折返，在管控的限制中寻找着最佳气象条件，精力和费用都有着巨大投入。

为了稍纵即逝、还不能保证观测成功的40秒日环食，如此奔波周折，值得吗？不同的人会有不同的答案。但对执著的天文爱好者而言，这是不需要回



2020年至本世纪末
我国境内可见的日环食发生时间
及可观测区域分布图

未来80年，国内哪些地方有机会看到日环食？

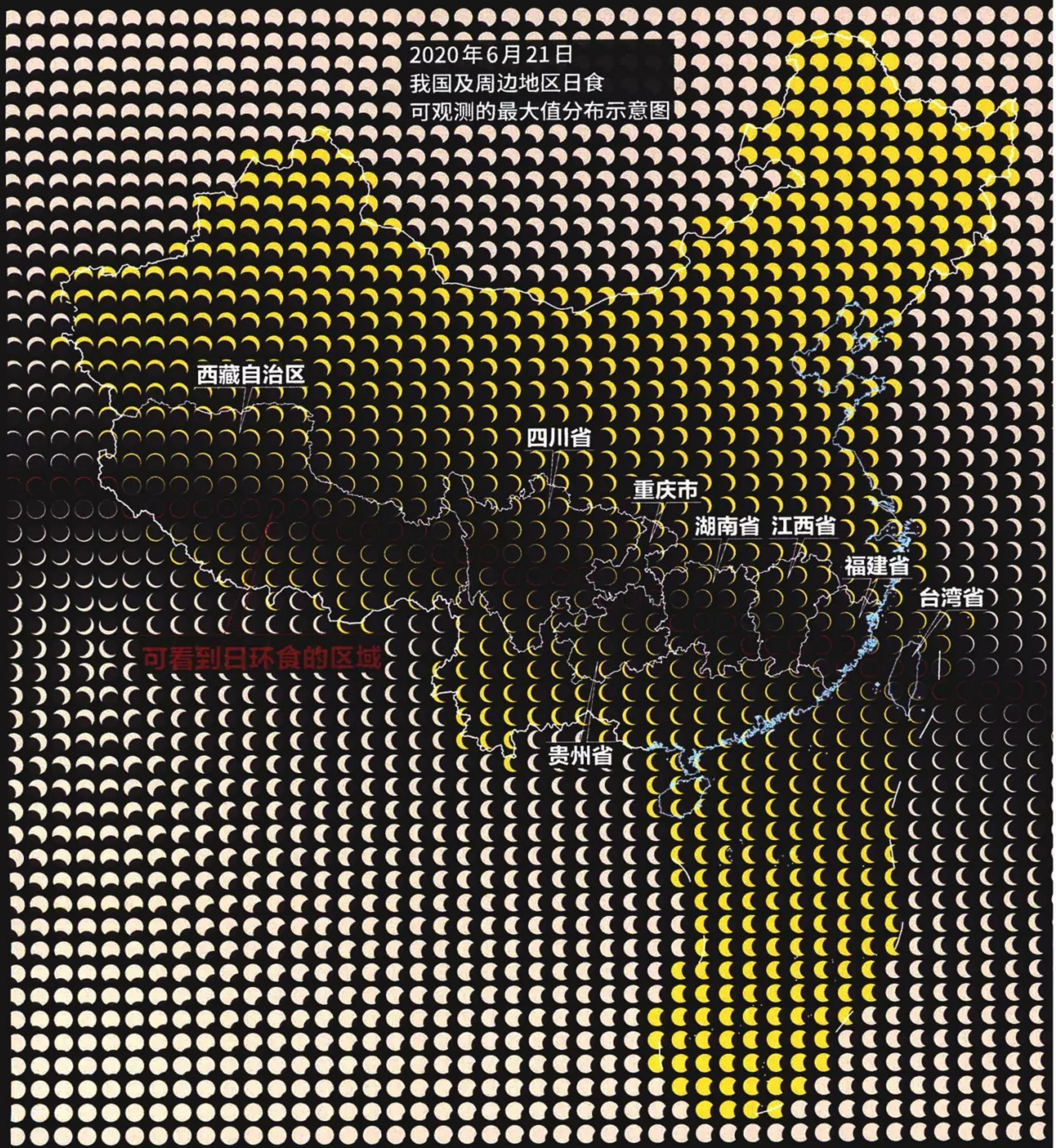
2020年6月21日的日环食之后，至本世纪末的未来80年，我国境内理论上还可观测到日环食11次。每次日环食的发生时间与可观测范围如图所示。图中可以看出，2057年日环食仅在新疆东部与甘肃西北部交界的很小区域可见；2074年7月24日的日环食在西沙群岛与南沙群岛之间海域可见；2042年、2063年、2096年将发生的三次日环食只在南海最南端有机会看到。上述5次日环食的观测地绝大多数人难以到达，其余6次日环食预期的可见范围也大多较为狭窄。制图 / 章佳杰

答的问题。在他们心中，日环食这种罕见的天象，每一次发生都不容错过。追根溯源，还需要从日环食的独特成因说起。

日环食的发生来自于地球、太阳与月球三者间美妙的空间位置组合。首先，月球绕地球的轨道与地球绕太阳的轨道几乎处于一个平面，这让三者之间的遮挡存在可能；其次，太阳的直径约是月球的400倍，它与地球距离同样也是月球至地球距离400倍，这种近于相等的比例使人们在地球上看到的太阳和月球几乎大小一致。日月看起来差不多大，我们很多人已经习以为常，但这其实属于宇宙间万千几率中的特殊一种，在我们已知的行星上也是“独一份”。正是这种天文学上的巧合，使“金环日食”的奇观在地球上得以看到。

在太阳光的照射下，月球会在背向太阳的一侧产生锥形的阴影，其中阳光完全照射不到的区域称为本影，可以被部分阳光照射到的区域称为半影。本影是以月球为底向空间延伸出的一个圆锥体（下文简称为本影锥）；而半影是向外发散的，范围比本影大很多。月球的直径仅为3476公里，与日月的平均距离1.5亿公里相比，实在是微不足道。在太阳、地球与月球位置关系中，无论月球本影还是半影都非常纤细，而正是这看似纤细、不起眼的月影，给地球上的观测者带来了三种日食奇观。

地球绕太阳和月球绕地球运行的轨道都不是正圆，这使得日地距离、地月距离时近时远，月影在地球上的投射也就产生不同的情况。当月球半影投在地球表面时，处在半影下的观测者会看到太阳被月轮遮住了一部分，也就是日偏食。由于地球有自转，而月球又在绕地球公转，在



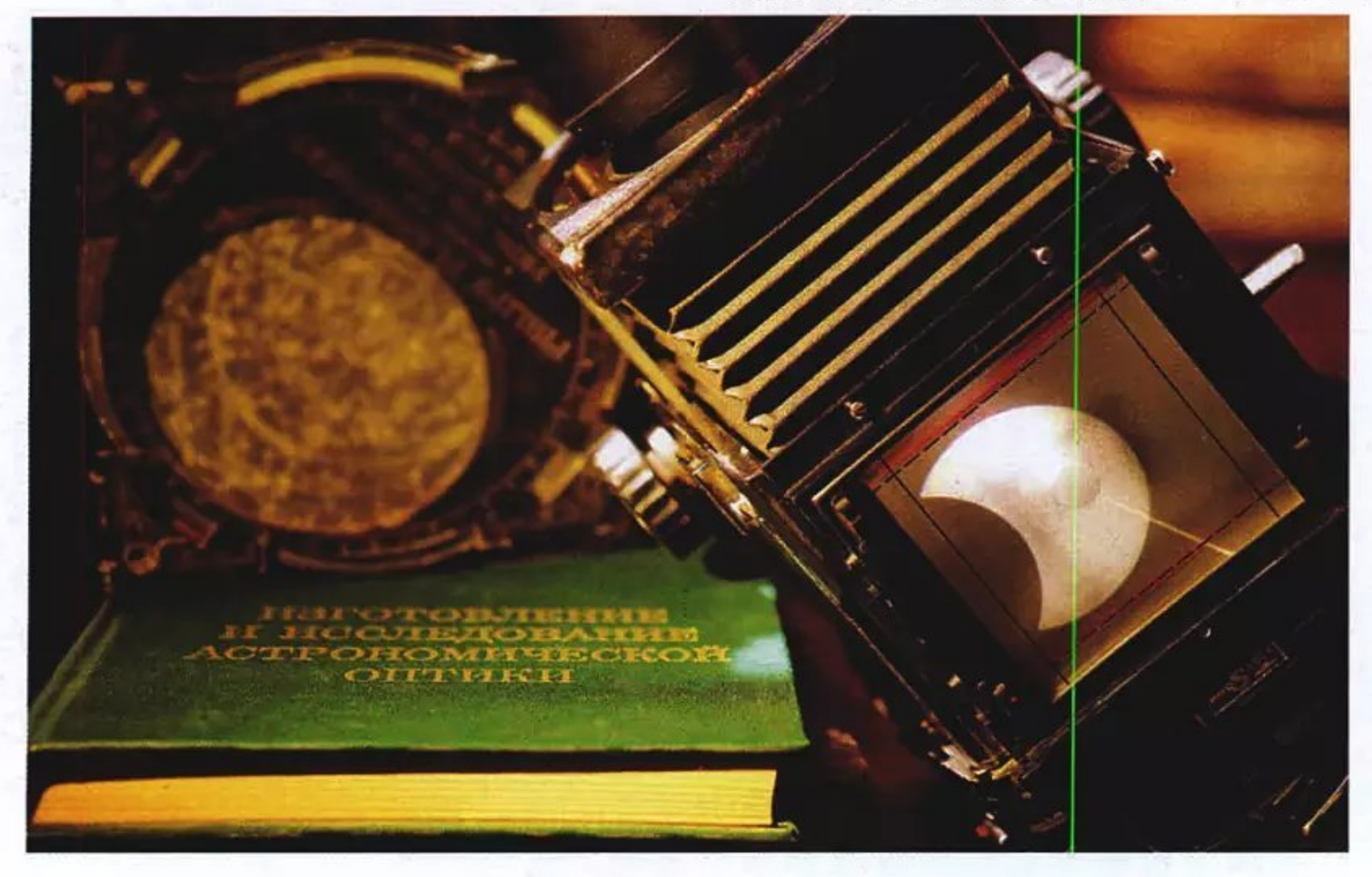
日食从开始到结束的整个过程中，半影在地球表面上投射形成的椭圆形区域会自西向东不断移动，故而在地球表面形成一条“日食带”，只有在“日食带”里，才能在晴朗时能看到日食。

如果月球的本影锥长度足以触及地球表面，那么就会在日食

我国及周边地区对本次日食的观测状况如图所示。图中呈现出各地可以看到日食“食
的最大值。按照北京时间，从当天12：58分开始，月影区从西藏阿里地区入境，这时
环食带的宽度仅有20公里左右。之后月影区一路向东偏南经过四川、贵州东北、湖南南
江西南部、福建厦门，此时日环食带宽度逐渐扩宽到大约50公里；之后月影区横穿台
中南部，最终结束于太平洋上空。仔细看图可以发现，我国多数地区可以看到日偏食，
能看到日环食的区域非常有限。加之天气原因，多处预期的日环食观测地由于阴云遮
痛失观测机会。制图／章佳杰

厦门白城海滩成为
绝佳观测地
2020年6月21日14：40至17：30

投影观测法是天文观测日食的传统方法。观测者只需在屋子里架设一台望远镜，后端接上显示投影的磨砂屏幕，或者直接使用金属板甚至墙壁，就可以进行日食观测（下图 摄影／张超）。而在厦门大学附近视野开阔的白城海滩，摄影师章佳杰尝试挑战结合地面景色的日环食拍摄。通过间隔曝光及叠加，太阳运动轨迹与日食的变化过程清晰地呈现在地标建筑厦门双子塔上空，海滩上的游客则为画面增添了生机。根据天气预报，当天厦门的天空中同时有高云和低云。幸运的是，零星的低云并没有遮挡住太阳，而绵延的薄层高云反而引发了日华现象，在太阳周围呈现了多层彩虹色的环。于是在日环食“食甚”阶段（月影中心和日面中心最接近的时刻），太阳的金环在内，日华的多层虹彩环在外，展现出“环环相套”的奇观（右图）。



带中出现一条范围更窄的“日全食带”。“日全食带”的宽度通常不超过300公里，只有处于全食带中，才能观测到太阳圆面被月球完全遮住的景象。

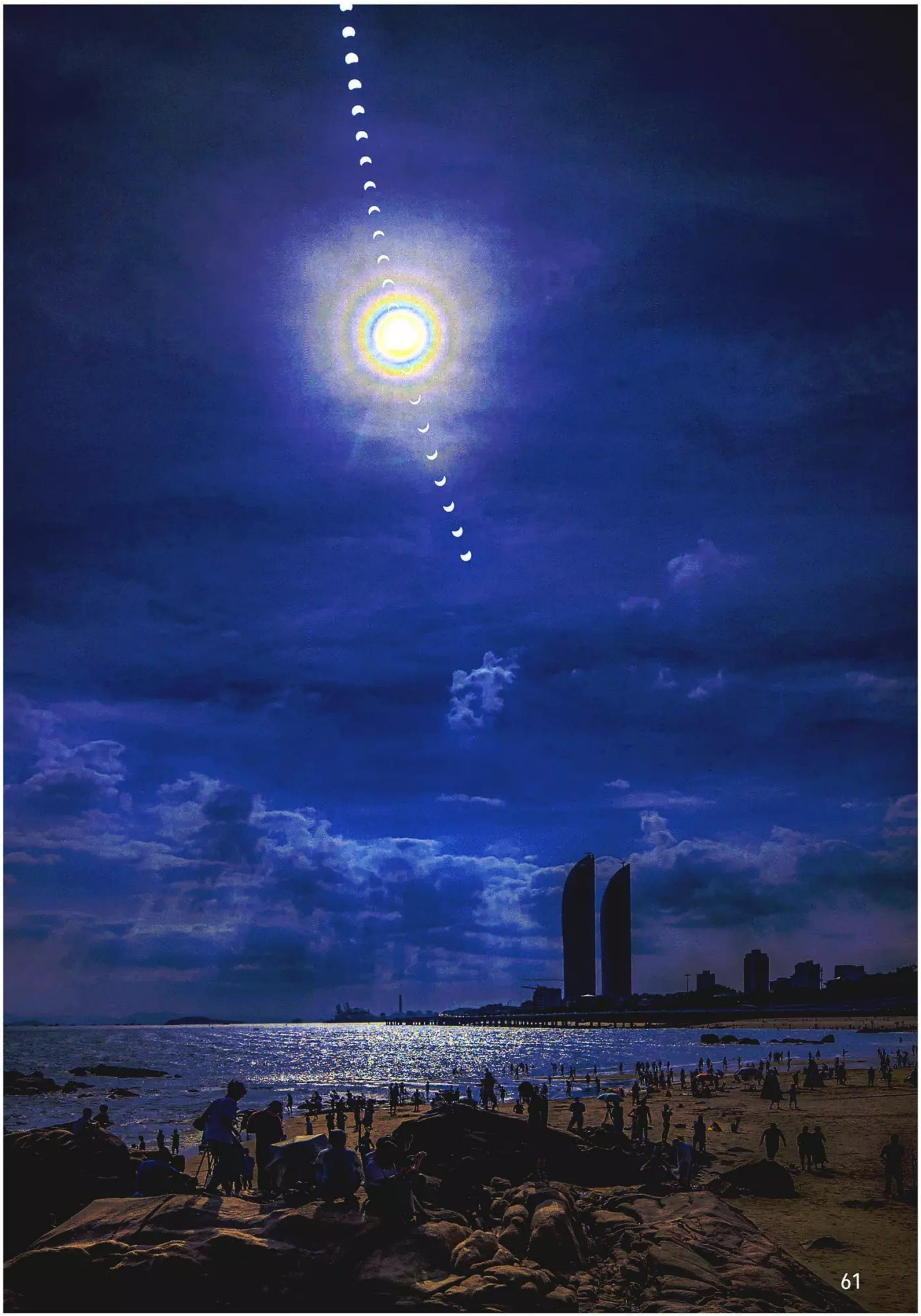
如果月球本影锥的长度较短，无法到达地球表面，这时本影锥汇聚为一点之后，继续延伸所得的部分就形成另一个圆锥体。新圆锥体的伸展方向与本影锥相反，长度比本影锥短，被称为“伪本影”。伪本影与地球表面相截也形成一个椭圆区域，在区域内的观测者看来，整个月球已经进入了太阳圆面之内，但尺寸不足以遮盖住全部太阳，黑色的月轮周围会露出太阳的边缘，形成一圈金色的亮环，这就是日环食。“日环食带”同样由伪本影的截面自西向东移动而形成，宽度最大可达到350公里。

其实除这三种基本类型的日食之外，还有一种特殊的极端情况：如果本影锥的尖端仅在一段时间内可以触及地球表面，而在其余时段内脱离地面，只有伪本影能触及地面，那么位于日食带中不同地点的观测者有的可以看到日全食，有的能看到日环食，这种特殊情况称为“全环食”。

在日全食发生的时候，太阳的光球层完全被月轮遮盖，人们能直接观察色球层和日冕等太阳外层大气，因此日全食是天文学家研究太阳和其他相关内容的大好时机。从这个角度来说，日环食的科学意义不如日全食，但从独特性和观赏性的角度，日环食可以说别具魅力。

根据美国国家航空航天局（NASA）的统计，在公元前2000年到公元3000年的总计5000年中，一共会发生11898次日食，其中日偏食4200次，占35.3%；日环食3956次，占33.2%；日全食3173次，占26.7%；全环食569次，占4.8%。

如果从发生数量来看，似乎日环食和日偏食大致相同，但实际上日环食的观测范围仅仅局限在狭窄的日环食带中。在任何一个指定地区，日环食按照概率平均三四百年才有机会被目击一次。在人类历史上，绝大多数人



终其一生都没有机会看到哪怕一次日环食。以北京和上海为例，整个21世纪都没有机会看到日环食，而北京上一次见到日环食是在1802年8月28日。

对于这种可能毕生都无法看到的景象，当它在地球的某个角落发生时，总会有痴迷的追逐者跋山涉水，排除万难，等待日环食来临。

日环食的完美瞬间能够持续多久？

中国有着全世界独一无二的、贯穿数千年历史的持续天象记录，对日食的记录累计达千次之多——在其中，日环食也被大量记录了下来。虽然古人还没有严谨的科学分类，在记录的时候并不太区分全食、环食（古籍中大都称为“既”）和较大食分的偏食，但通过对史籍的研究和天体位置的回推，后世仍然可以还原当时的情形。

我国第一部上古文集《尚书》中记载有“仲康日食”。从史籍信息分析，这次日食大约发生在公元前20世纪左右，是人类已知最早的日食观测记录。历史学者和天文学者曾经对此记录的真伪提出过多种不同见解，现在经过精密的计算发现，公元前1912年9月24日在洛阳地区确实发生过一次日环食，其时间以及观测地点和“仲康日食”的信息相符合，这条计算结果支撑了《尚书》记载的真实性。

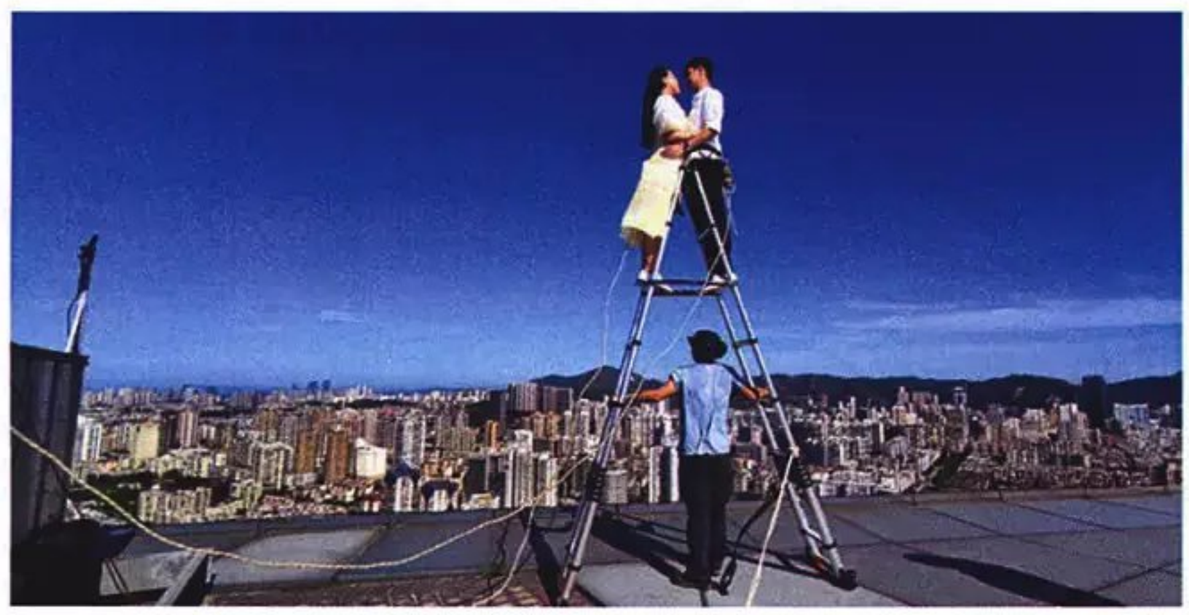
我们生活在一个特别幸运的年代。最近十余年是中国日食的密集期，在2008年和2009年连续的日全食之后，日环食也在2010年和2012年两次光临我国。2020年6月21日这次日环食，月球的伪本影从非洲大陆开始接触地球，经过中非、南苏丹、埃塞俄比亚等地，以每小时上千公里的速度向东移动；在我国，月影从西藏神山冈仁波齐旁的圣湖玛旁雍错附近入境，这时环食带的宽度仅有20公里左右，在掠过蜀山之王贡嘎山后，月影经贵州东北部和湖南、江西两省南部进入福建，经过环食带上最主要的城市——厦门，此时环食带的宽度逐渐扩展到50公里，最后月影横穿台湾中南部后离开我国，并在太平洋脱离地面。

本次环食很独特，因为它留下的太阳“金环”非常细。天文学中把月影对太阳遮挡的比例称为“食分”，食分越大，意味着太阳被掩盖的面积就越大，环食阶段太阳剩余的亮边就越窄。这次日环食在我国境内食分很大，在西藏阿里地区措勤县附近高达0.997，最东端的福建厦门市也有0.993。几乎能够等于1的食分意味着这次日环食接近于日全食，日环食完美发生时，太阳留下金环只有非常纤细的一点点，会给人带来独特的视觉观感。

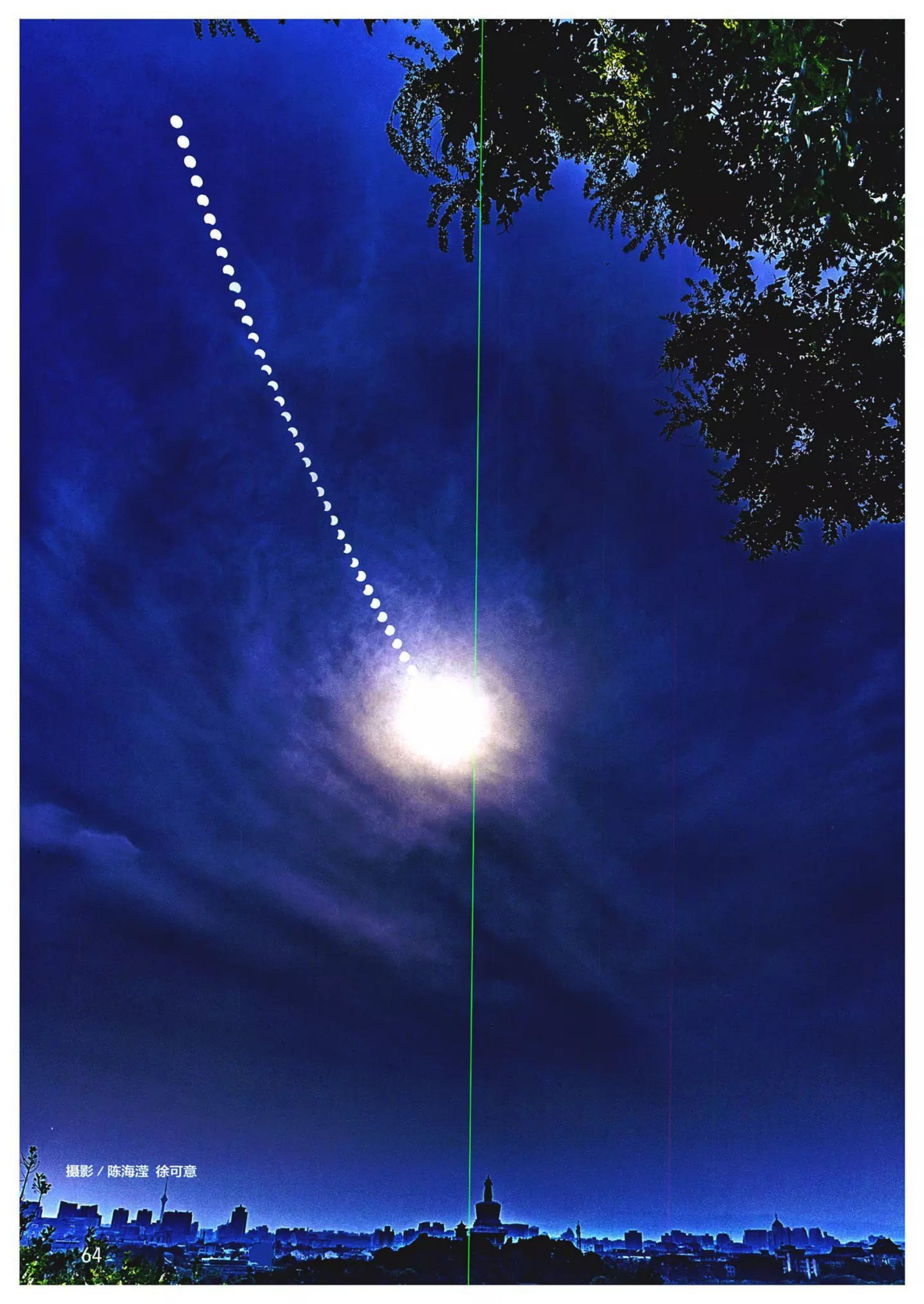
食分大也意味着看到日环食的时间会变短。王卓骁和朋友们在西藏昌都看到的日环食持续时间只有40秒，东部如厦门可看到日环食的时间也不超过1分钟。

理论上来说，最长的日环食

他们把日环食当作
婚戒见证爱情
2020年6月21日16：10



6月21日的日环食即便看到，也很难拍出有新意的照片。日食发生时，太阳位置非常高，想拍摄以日环食为背景的人像写真，需要找百米以上的高楼，或者在高山上仰拍。今年是摄影师罗弘扬与妻子结婚的第五年，他经历了人生中第一个父亲节，所以特别想借助形态如金戒指的日环食拍一组婚纱纪念照。经过细致计算和漫长筹备，他的心愿最终在厦门得以实现。供图 / 罗弘扬



摄影 / 陈海滢 徐可意

摄影 / 刘雯

日偏食划过北海白塔
和故宫上空
2020年6月21日14：50至17：00

本次日食，在北京只能观测到日偏食。尽管如此，很多人都兴致勃勃地观测和拍摄了太阳的变化，朋友圈和微博被海量图片刷爆。日食似乎不再是晦涩的天文科普，而成为全民可以欣赏、可以理解、可以参与和分享的摄影话题。这次日食发生时太阳的角度比较高，想结合北京标志性景色来拍摄并不太容易。摄影师们分别选择北海白塔和故宫三大殿为图片前景，以间隔曝光和叠加的方式，展现出太阳从被月亮遮挡到复圆的全过程。

可以持续12分29秒，1955年12月14日曾有一次日环食，由于地球位于近日点附近，月球位于远地点附近，持续时间长达12分9秒，几乎接近理论极限。而发生在2014年4月29日的日环食则是另一个极端，持续时间仅0.5秒。地球上唯一能看到此次日环食的地方，是在南极洲维多利亚地附近的狭小区域，但由于这个区域并未覆盖任何南极科学考察站，那次日环食可能完全没有人能观测到。

日食引爆全民拍摄和海量的传播关注

距离2020年6月21日的日环食还有几个月时，天文爱好者们就已经建立起了各种观测微信群，大家早早开始了远期分析，初步选定了观测地点。做判断的依据主要是不同区域的气象数据、食分情况和太阳位置，这些都需要具有一定专业知识的计算来支撑。

对于日食拍摄来说，云量是首先要关注的气象因素。这次日环食带位于我国南方地区，整体云量较多，观测条件并不乐观。远期分析带给大家的初步判断是：在西南方，西藏自治区的中西部是最佳位置，而昌都市以及四川西部山区的气象条件不够好；在东南方，整体情况不理想，要做好根据短期云量预报临

时机动寻找云缝的准备，其中厦门因为受海洋影响，云量可能略低于平均水平。

考虑到云量和交通的便利性，天文爱好者章佳杰和李召麒把赌注押在了厦门，他们赌赢了。在厦门大学外的白城沙滩上，日环食呈现在晴空中的刹那，东海边上的人群欢呼雀跃。厦门也在2012年带给大家一次精彩日环食之后，再次成为天文爱好者的幸运之地。

由于突发的疫情限制，我只能留在北京，北京距离环食带有千余公里，只能观察到食分约0.59的日偏食。经过对太阳方位和地景的分析测算，我选择了景山公园作为拍摄地，从这里遥看，北海白塔正好出现在日食的前景，构图非常合适。

在景山我们遇到了不少专程来拍摄日食的爱好者。拍摄过程中，执勤的工作人员和保洁大姐也都在观察太阳的变化，并且头头是道地和我们讨论日食成因以及环食与全食的区别；朋友圈开始被各种照片刷屏，西藏、厦门等地的影像通过各种直播平台实时传输过来；在一些本来与天文地理无关的群里，也有很多朋友在分享日食的照片和参与讨论。

实话说，因为这次日食发生在夏至日的午后，太阳在天空中的角度非常高，很难与地面

景色结合拍摄出特别精彩的照片。如果从观赏性而言，比不上2010“带食而落”和2012年“带食而出”的日环食，可是我发现，公众参与的范围和程度都大幅度上升了。而且大家已经不满足于仅仅去欣赏，移动设备的发展让普通人有了更多施展机会，用手机就能方便、快速且智能化地进行拍摄，记录下属于自己的日食影像，大家还创造出了很多别具特色的拍摄方式——在微信朋友圈和微博上，日食俨然变成了一场全民参与的摄影盛筵。

得益于悠久连续的文明传承，我国在历史上曾经有着全世界最为连续和完整的天象记录。而现在的中国拥有发达的移动通信网络，巨大的终端拥有量和蓬勃的自媒体生态，再配合上我们广袤的国土和14亿人口，都构成了广泛记录科学现象独一无二的条件。这次日环食，仿佛昭示着一个天文影像新时代的开启。

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

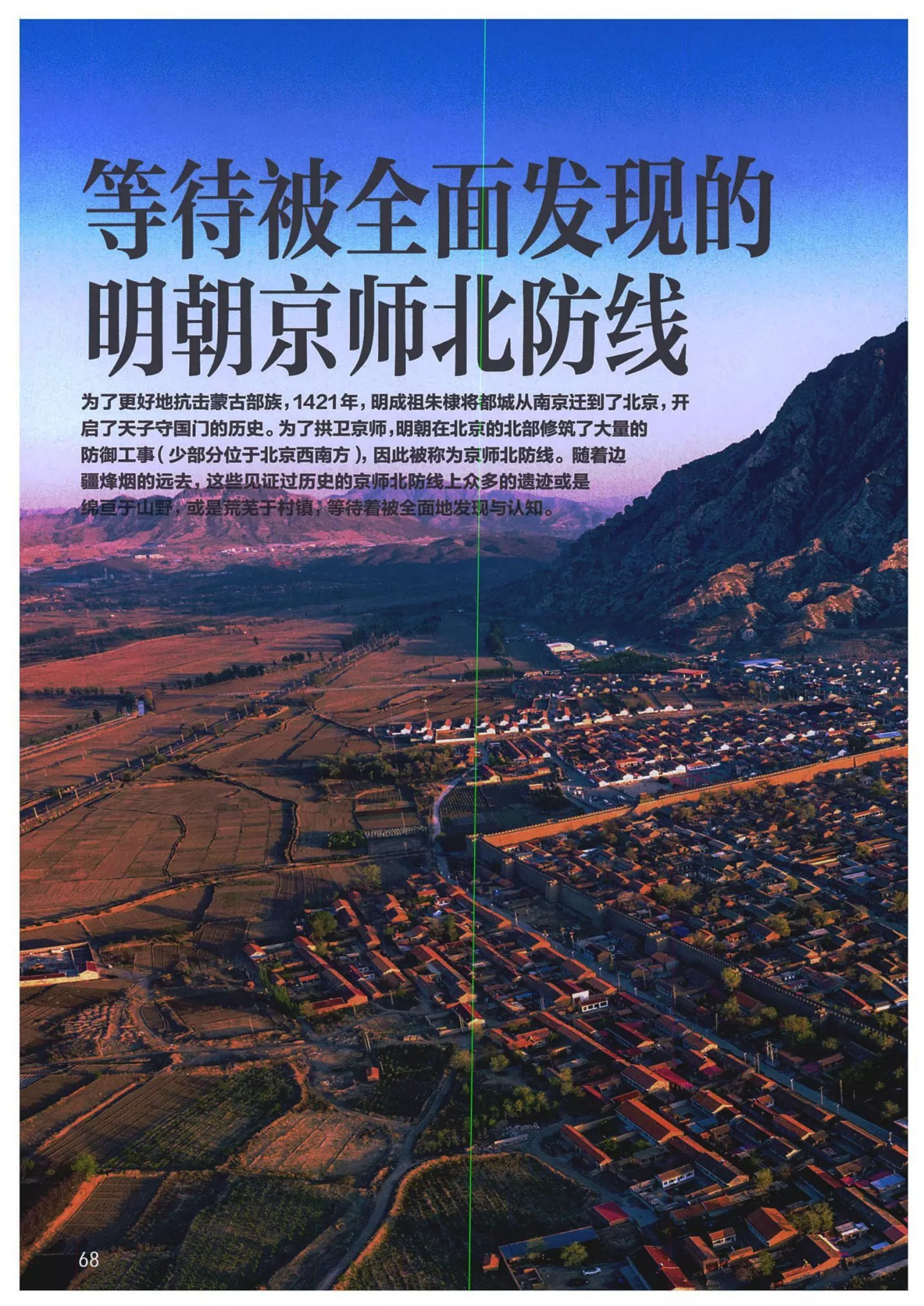
金环落日的美景，
不知何日再相见

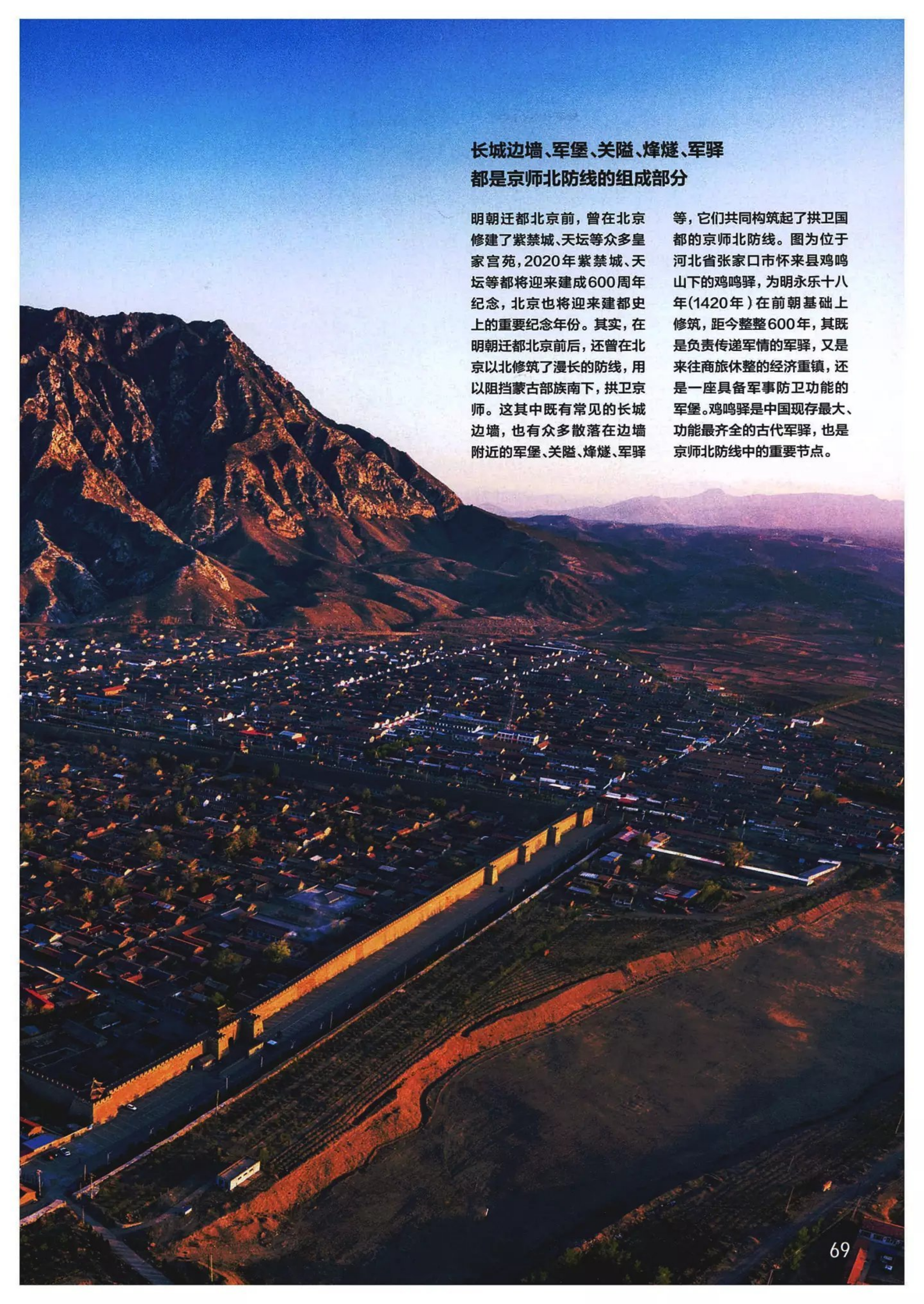
2010年1月15日16：00

日环食难得一见，如果金环日食恰逢日出、日落，机会就更加难得。这张照片拍摄于十年前，2010年1月15日，我国西南至山东一线可见日环食，在山东沿海，日环食刚好发生在傍晚日落时分。当时，摄影师周昆赶往青岛市红岛东南隅的东大洋村，在他眼前，太阳即将变成一轮金环沉入黄海，低空的薄云让形同镰刀的落日更加魔幻。很遗憾，今年这次日环食在国内无法看到带食日出或者日落，下次“金环日落”出现在我国境内，或许还需要40多年的漫长等待 。摄影 / 周昆

等待被全面发现的明朝京师北防线

为了更好地抗击蒙古部族，1421年，明成祖朱棣将都城从南京迁到了北京，开启了天子守国门的历史。为了拱卫京师，明朝在北京的北部修筑了大量的防御工事（少部分位于北京西南方），因此被称为京师北防线。随着边疆烽烟的远去，这些见证过历史的京师北防线上众多的遗迹或是绵亘于山野，或是荒芜于村镇，等待着被全面地发现与认知。



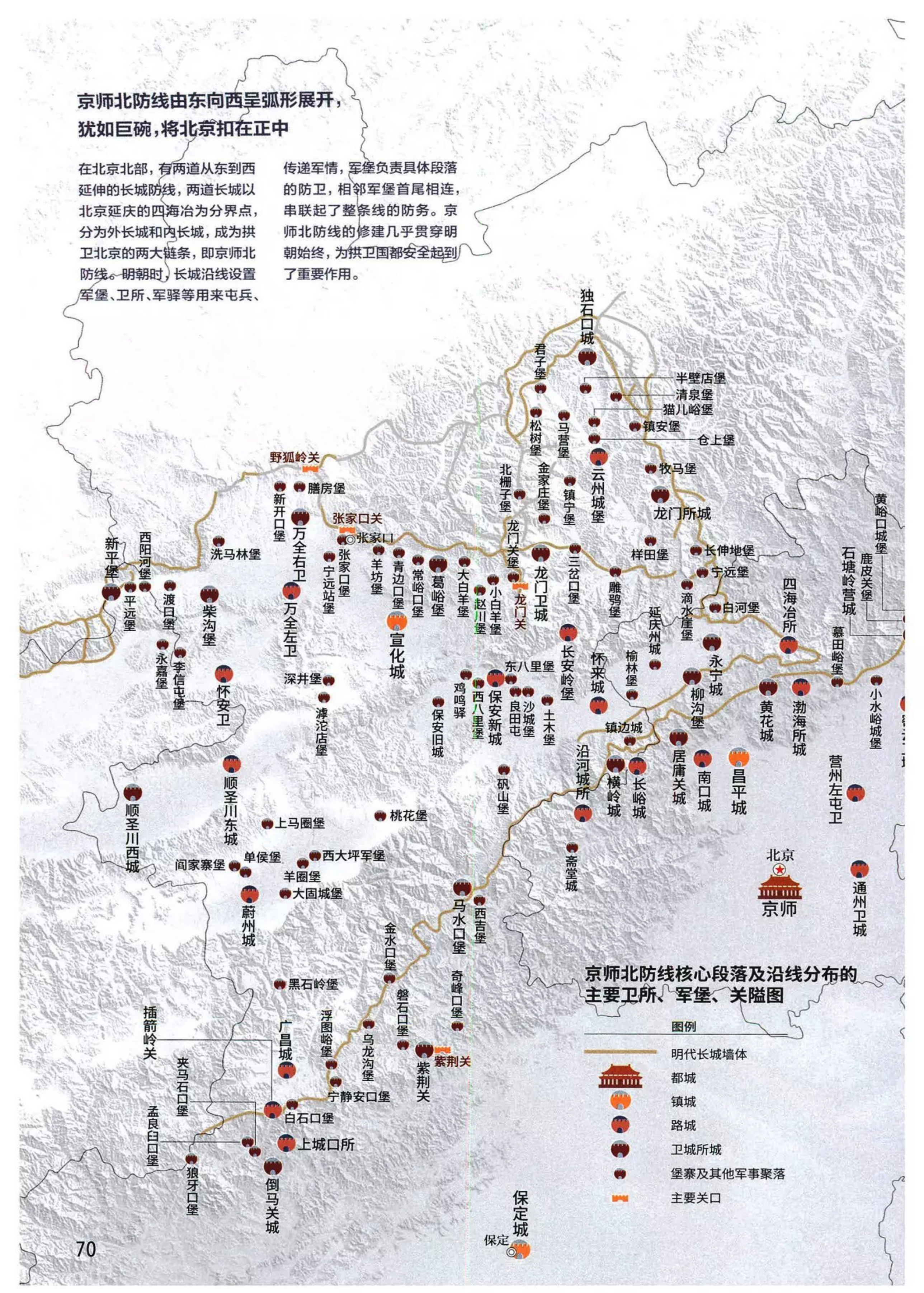


长城边墙、军堡、关隘、烽燧、军驿都是京师北防线的组成部分

明朝迁都北京前，曾在北京修建了紫禁城、天坛等众多皇家宫苑，2020年紫禁城、天坛等都将迎来建成600周年纪念，北京也将迎来建都史上的重要纪念年份。其实，在明朝迁都北京前后，还曾在北京以北修筑了漫长的防线，用以阻挡蒙古部族南下，拱卫京师。这其中既有常见的长城边墙，也有众多散落在边墙附近的军堡、关隘、烽燧、军驿等，它们共同构筑起了拱卫国都的京师北防线。图为位于河北省张家口市怀来县鸡鸣山下的鸡鸣驿，为明永乐十八年(1420年)在前朝基础上修筑，距今整整600年，其既是负责传递军情的军驿，又是来往商旅休整的经济重镇，还是一座具备军事防卫功能的军堡。鸡鸣驿是中国现存最大、功能最齐全的古代军驿，也是京师北防线中的重要节点。

京师北防线由东向西呈弧形展开，犹如巨碗，将北京扣在正中

在北京北部，有两道从东到西延伸的长城防线，两道长城以北京延庆的四海冶为分界点，分为外长城和内长城，成为拱卫北京的两大链条，即京师北防线。明朝时，长城沿线设置军堡、卫所、军驿等用来屯兵、传递军情，军堡负责具体段落的防卫，相邻军堡首尾相连，串联起了整条线的防务。京师北防线的修建几乎贯穿明朝始终，为拱卫国都安全起到了重要作用。



撰文
常文鹏 李丹
摄影
杨东 等

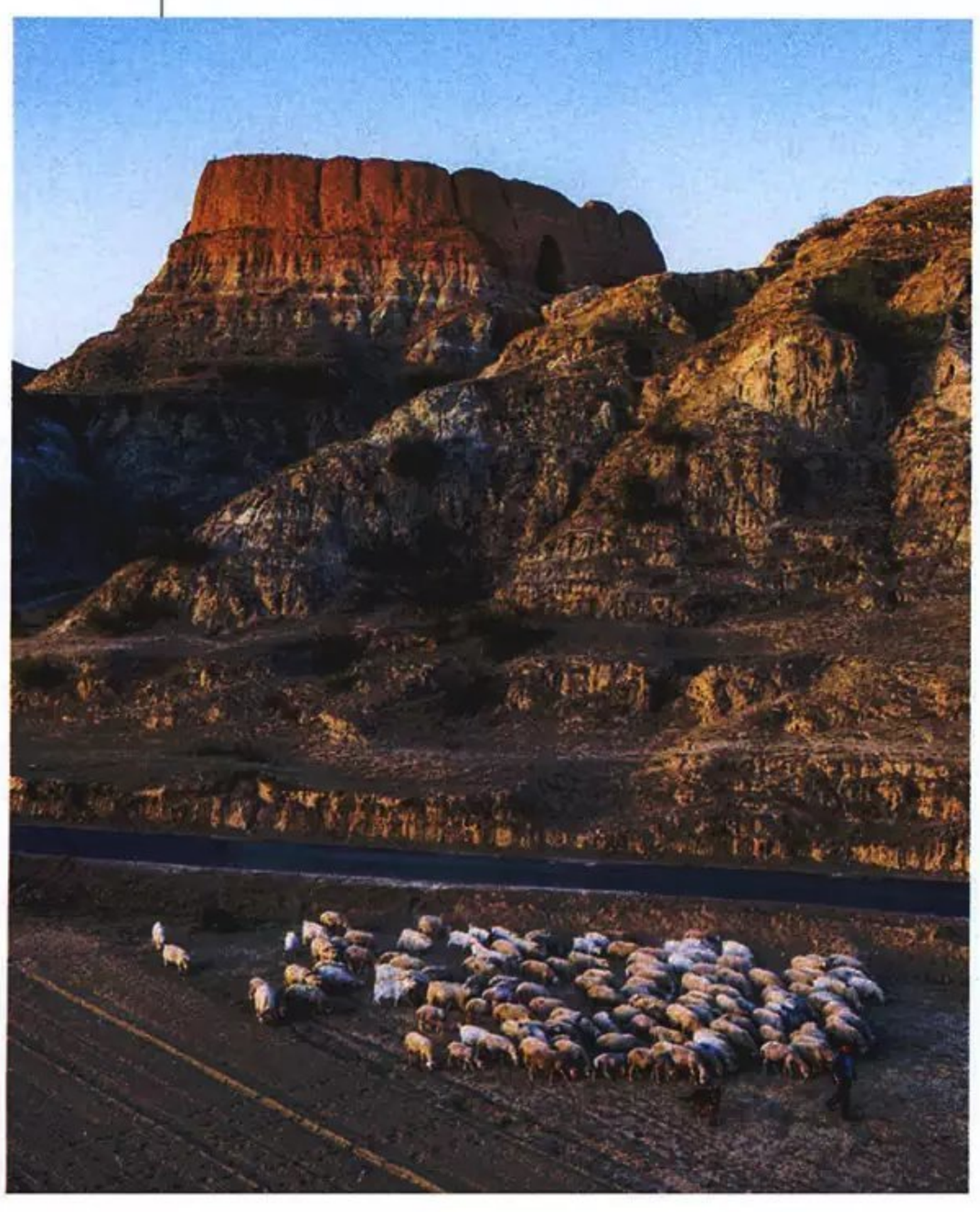
京师在古代指的是一国都城，在明清时期特指北京城。明朝的北京是中国古都中比较特殊的一个，因为它就位于边界地带。出于防卫考虑，一国都城往往都需要有广阔的纵深防御地带，所以距离边界都是较远的。如果都城紧邻边界，而边界另一侧还有王朝的主要军事威胁，那就必须要修建军事屏障来拱卫都城。明朝就在北京北部修筑了大量的军事防御工事（少部分位于北京西南方），因此被称为京师北防线。在历史上，京师北防线发挥过它应有的作用，但是随着战事的远去，其渐渐丧失了军事功能。时至今日，京师北防线上还有哪些有价值的历史遗存？它的湮没又折射出了民族关系怎样的转变？我们又该如何评价这道防线？这些都等待着人们去全面地发现与认知。

以边墙为链条，以军堡为节点：两道长城构筑起了京师北防线

元朝灭亡后，元顺帝逃至漠北，但其军事实力尚存，蒙古部族时刻都想重主中原。明朝初期，对蒙采取了主动出击的政策，徐达、常遇春等曾多次率兵深入漠北，打击蒙古。朱元璋还曾在北京东边、北边，在前朝长城的遗迹上修建了三十二关，用来阻挡蒙古部族南下。朱元璋无论如何也想不到自己修筑的这部分长城会成为后世子孙拱卫国都的屏障。

靖难之役后，明成祖朱棣将国都迁到了北京，这一举动影响了中国600年，也将明朝后世子孙置于了与蒙古部族抗争的最前沿。迁都北京纵然有国家层面抗击蒙古的需要，但也未尝没有明成祖个人的私心。作为“非法”上位的皇帝，明成祖迫切地想用军功来彰显自己皇权的“合法性”，在做燕王时，他便多次与蒙古部族交战，在抗击蒙古上有丰富的经验，对明成祖而言，没有什么比北征蒙古能更好地建立军功了。无论是出于什么目的，将国都迁到边界地带，都是需要巨大的政治魄力的。中国古都学会秘书长肖爱玲就表示其实迁都北京对于明朝和蒙古部族都是把双刃剑：对明成祖来讲，这里是他的大本营，迁都可以稳固皇权，但却需要增加防卫，加大了明朝的经济开支；对蒙古部族而言，要越过明朝修筑的防线的确很难，但是只要突破防线，便有机会包围北京，夺取政权，面对这样的诱惑，没有一位蒙古大汗不会动心。正是由于北京所处的特殊地理位置，才让明朝统治者格外重视京师北防线的建设。这道防线东起今河北秦皇岛市，西到张家口市以西，由包括边墙、军堡、关隘、烽燧、军驿等不同设施的内外两道长城构成。其中外长城东起北京延庆四海冶，向西北过河北赤城、宣化、万全，到怀安以西；内

京师北防线虽然被明朝用心经营，但其中却也包藏着隐患

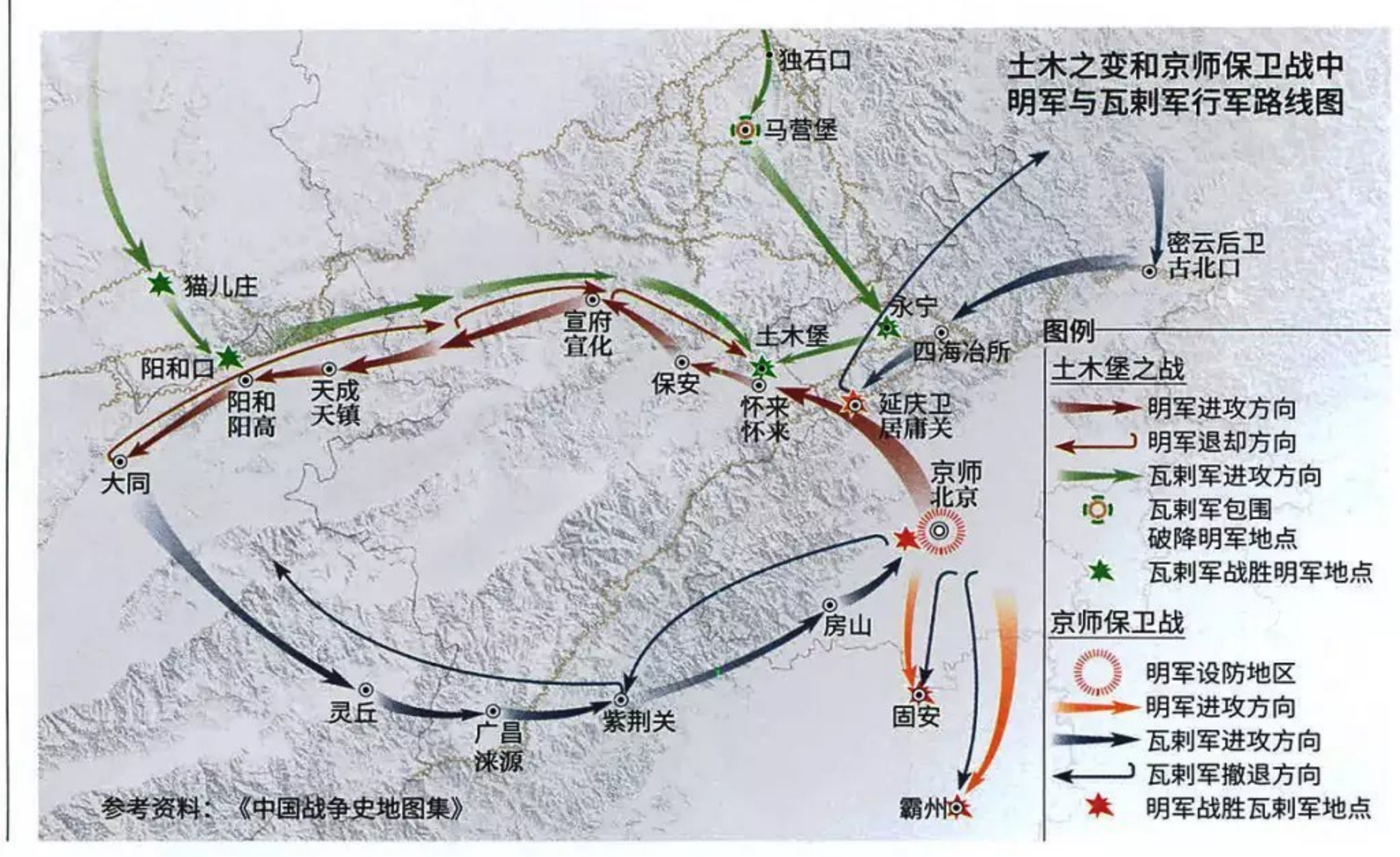


京师北防线的内长城穿行在燕山、太行山上，有高山险阻，但山间通道众多，所以明朝在很多通道处修建了关隘，守关的兵力也就越来越分散；外长城大部分都在燕山以北，地势多为平缓之地，想要借助地势修筑屏障在很多地方实现不了，只能靠增加守军来防卫，所以外长城单位距离的军堡数量要远高于内长城。左图为张家口蔚县的西大坪军堡，扼守着古蔚州通往宣化府的交通要道，地理位置十分重要，是拱卫京师的重要军堡。上图为张家口阳原县的上马圈堡，位于桑干河畔，这里是黄土高原的东北边缘，地表干沟万壑，军堡建在黄土梁上，营造出居高临下之态。右上图为蔚县单侯堡，至今仍有村民居住，堡外关帝庙前矗立的石旗杆是其标志。右图为坐落于古河道沟壑间台地上的蔚县阎家寨堡，堡墙较为完整，堡内街巷基本保持了明代布局。

在这些军堡中，拥有高知名度的不应仅仅是土木堡，
因为仅蔚县一县就有八百庄堡的说法，
而蔚县仅仅是京师北防线穿越的众多县市中的一个。

长城东起秦皇岛山海关，经承德宽城、兴隆，过北京密云、怀柔、延庆，向西进入张家口怀来，再向南延伸至保定西北部，我们所熟知的八达岭、居庸关等都是内长城的组成段落。内外两道长城可以视为拱卫北京的“外链”、“内链”，这两道长城绝大部分都在北京北部，进入保定的那部分虽然在北京西南方，但却是为了防止从西北过来的蒙古兵突破外长城后，穿过太行山中的通道修建的必要的防御设施，因此也被视为京师北防线的一部分。京师北防线全长一千多公里，由东向西呈弧形展

北京两次被蒙古兵包围固然有地利条件下防线失灵的原因，人为因素也是导致其没有发挥相应作用的不可忽视的原因。

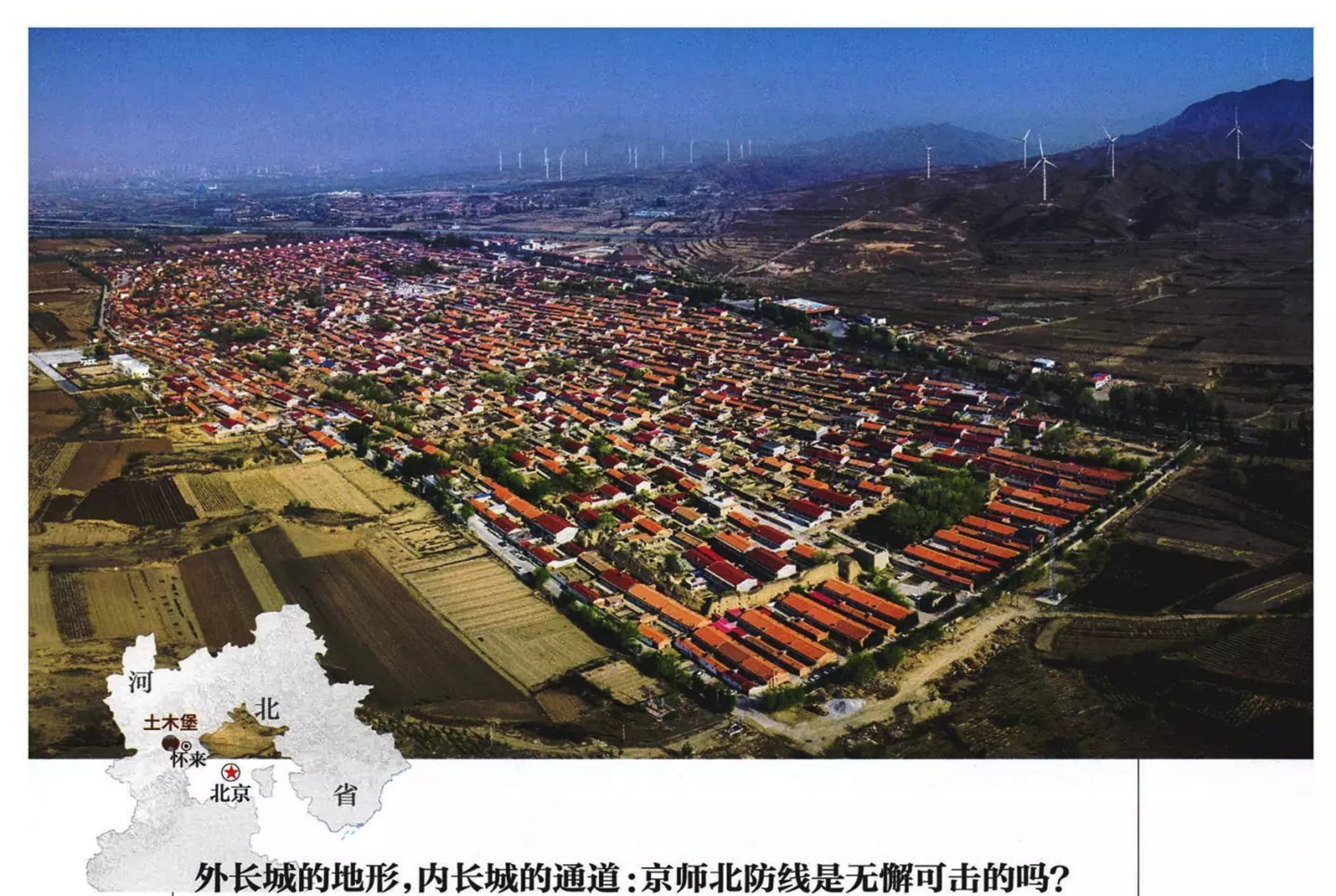


防线的漏洞和人事的失灵导致了土木之变的发生

1449年发生的土木之变中，明英宗朱祁镇被瓦剌兵抓走，明朝册立朱祁钰为新君，也就是明代宗。土木之变后，瓦剌兵围攻了北京，兵部尚书于谦组织了京师保卫战，击退了围京的瓦剌兵。土木之变发生是由于京师北防线的“外链”被轻易攻下，“内链”兵力分散出现关隘防守漏洞造成的。但是任何防线都是由人驻守的，宣府总兵杨洪在土木之变中没有发兵勤王救驾，该发挥作用时没有发挥。这也是明朝迁都以来，北京第一次被蒙古兵包围，从此之后明朝对蒙政策便从战略进攻转向了战略防御。右页图为如今的土木堡，只剩下部分断壁残垣，已与历史上的军堡建构截然不同了。

开，犹如巨碗，将北京扣在正中。

如此漫长的京师北防线并不是一朝一夕构筑起来的，它的修建几乎贯穿了明朝始终。继朱元璋修建三十二关后，明成祖又在长城沿线增设卫所，卫所下辖军堡，军堡负责具体段落的防卫，相邻军堡首尾相连，串联起了整条线的防务，京师北防线在此时渐渐成型；1449年，土木之变和京师保卫战后，继位的明代宗朱祁钰下令重修被蒙古骑兵毁坏的军堡卫所，数千堡垒陆续出现在北京西北方，京师北防线进入到完善阶段；1550年庚戌之变中，蒙古土默特部首领俺答汗率兵攻破古北口，包围北京。之后，明朝鉴于京师东北方防卫的重要性，便调遣沿海抗倭的戚继光北上，镇守京师北防线东段，戚继光修建边墙，加固军堡，将京师北防线连成了一道完整的防御体系；一直到隆庆年间，张居正出任内阁首辅，切实加强防卫，答应俺答汗通贡互市的要求，达成隆庆和议，才让京师北防线上的斗争局面得到缓解。通过京师北防线的修筑历程，我们既可以看到明王朝是如何设置屏障保卫国都的，又能窥探明朝对蒙政策的转变。



外长城的地形，内长城的通道：京师北防线是无懈可击的吗？

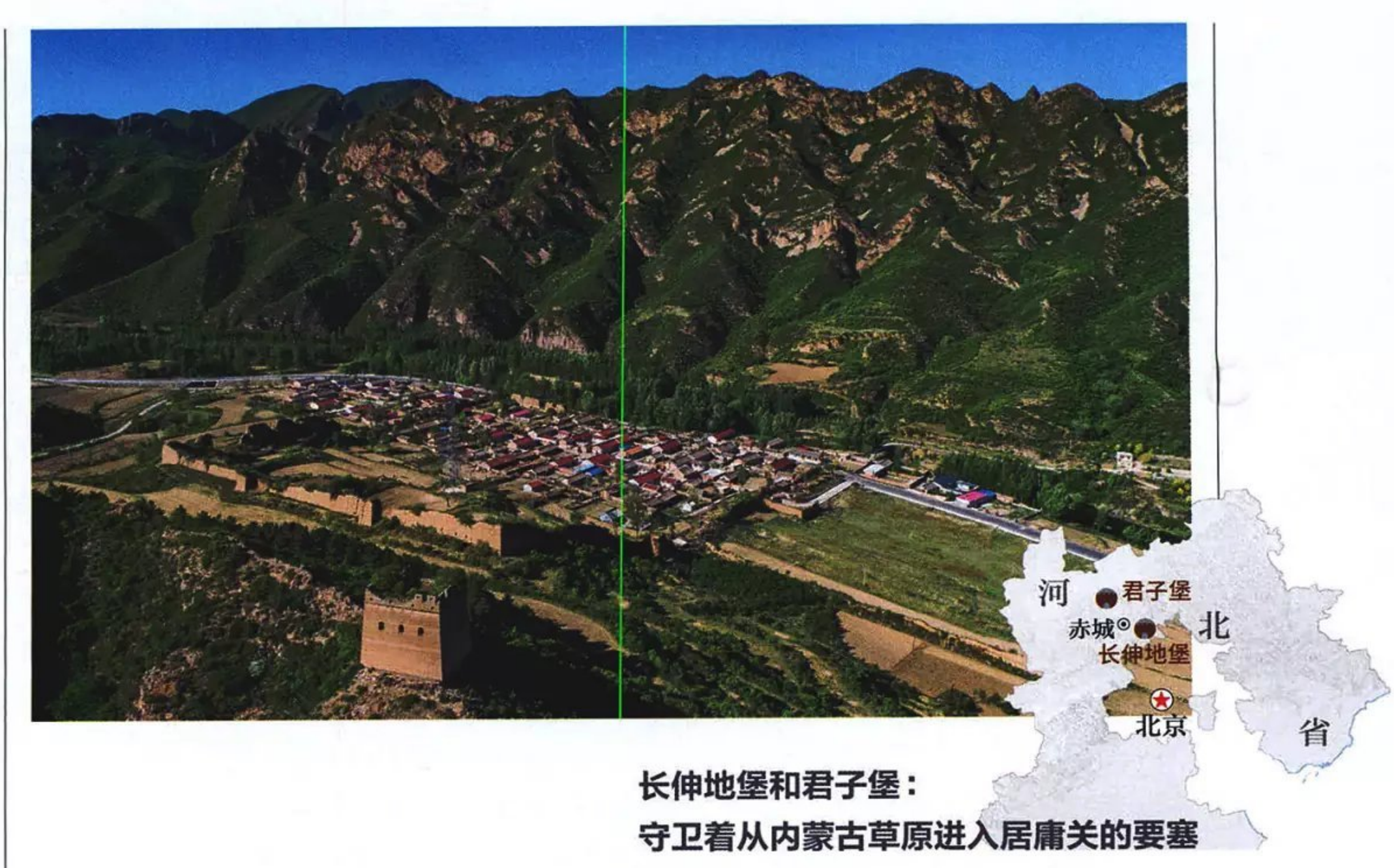
前面说京师北防线是由内外两道长城构成，为何明朝要修筑两道长城呢？因为对于防守的一方来说，想靠一道城墙挡住蒙古铁蹄，显然是不现实的。明朝统治者希望将蒙古骑兵挡得越远越好，这也是为了弥补北京地理位置上的先天不足，达到增加都城防卫纵深性的目的。并且既然是保卫北京，那为蒙古人南下设置的障碍自然越多越好。明朝耗费如此大的人力物力修筑的京师北防线是否就无懈可击呢？当我们从地形地貌角度来审视内外两大“链条”时，会发现京师北防线虽然被明朝用心经营，但其中却也包藏着隐患。

先说外长城，由于外长城大部分都在燕山以北，地势多为平坦之地，高大山脉并不多，想要借助地势修筑长城屏障在很多地方实现不了，所以外长城很多都建在了平地和缓坡上，在某些千沟万壑的地表处，便将长城修建在了梁下的谷地，这就造成了外长城很多地段无险可守，想要凭一道城墙拦住敌人，难度可想而知。明朝守边将领大概也知道其中的缺陷，所以想尽办法利用自然环境创造屯兵据点，将军堡修建在边墙围绕的坡地之上，形成居高临下的态势。

与外长城截然不同的是，内长城穿行在燕山、太行山上，燕山、太行山有很多高山险阻，内长城便严格依照山势走向修筑。由于这是拱卫国都的最后一道防线，所以全部都用砖石砌成，异常坚固。这样一比较，似乎内长城地利优势更加明显，也更固若金汤，但事实却并非如此。燕山和太行山脉之中，有众多的河流谷地，这些谷地形成了许多道口，自古就是游牧民族和农耕民族交流的通道，所以明朝守将在很多通道处修建关隘，关隘越修越多，守关的兵力也就越来越分散。

一道防线的阻挡能力是有限的，尤其是无险可守的防线更是没有地利优势。通

京师北防线除了绵延千里的长城边墙，众多的军堡、军驿等也是它的重要组成，但它们长期停留在大众的视野之外，未能像长城边墙一样引起足够的重视。



长伸地堡和君子堡：守卫着从内蒙古草原进入居庸关的要塞

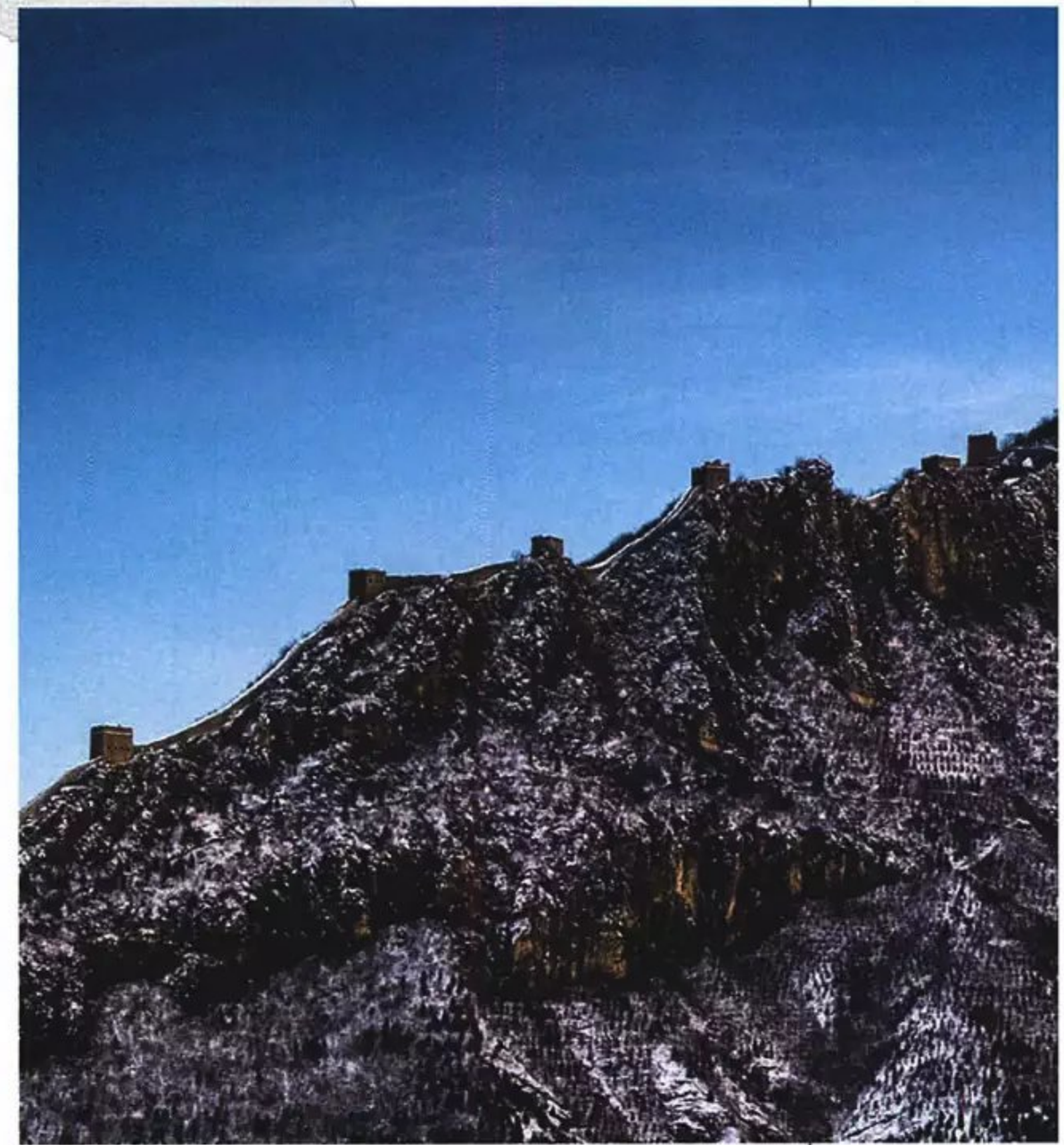
张家口赤城县位于从内蒙古草原进入居庸关的交通要道上，在明代被称为京畿屏障，因此这里的军堡往往都是明朝重点建设的部分。上图为赤城县的长伸地堡，军堡位于河谷之中，河谷西侧山上的镇虏楼可以瞭望四方军情，军堡分为南北两部分，北面为驻守区和居民区，南面为校场，用来习武演练，如今整座军堡格局依旧没有改变。右图为赤城县的君子堡，军堡城墙仍然保存完好，驻守区内蓄水池塘仍清晰可见，军堡另一侧的校场保留了几百年前的格局。在赤城县，这样的军堡还有很多。摄影 / 王宁

过分析明朝与蒙古部族的战斗地点便可发现，这些战斗地点很多都在内外长城之间，说明蒙古部族突破京师北防线的“外链”其实并不难。对此有人就评价说，外长城地利优势不明显，还分散了兵力，其实不应大规模地修建外长城，在一些重要节点做好防御就可以了。还有人认为以明朝的军事实力，即使要修外长城，也应该向南一些为好，这样内外长城可以互相支援，便能有效缓解兵力分散的窘境。不管后人作何评价，明朝统治者是有自己打算的，因为外长城不仅是拱卫京师的最外部屏障，更是一道有形的边界线，这条线纵使没有地利优势，也是形胜于无的，自然是越靠北越好。

蒙古部族两度围京：既有防线的漏洞，又有人事的失灵

既然京师北防线的“外链”地利优势不明显、“内链”通道众多是劣势，那蒙古人有没有利用其中的漏洞，南下包围北京呢？答案是必然的。前面所说的土木之变

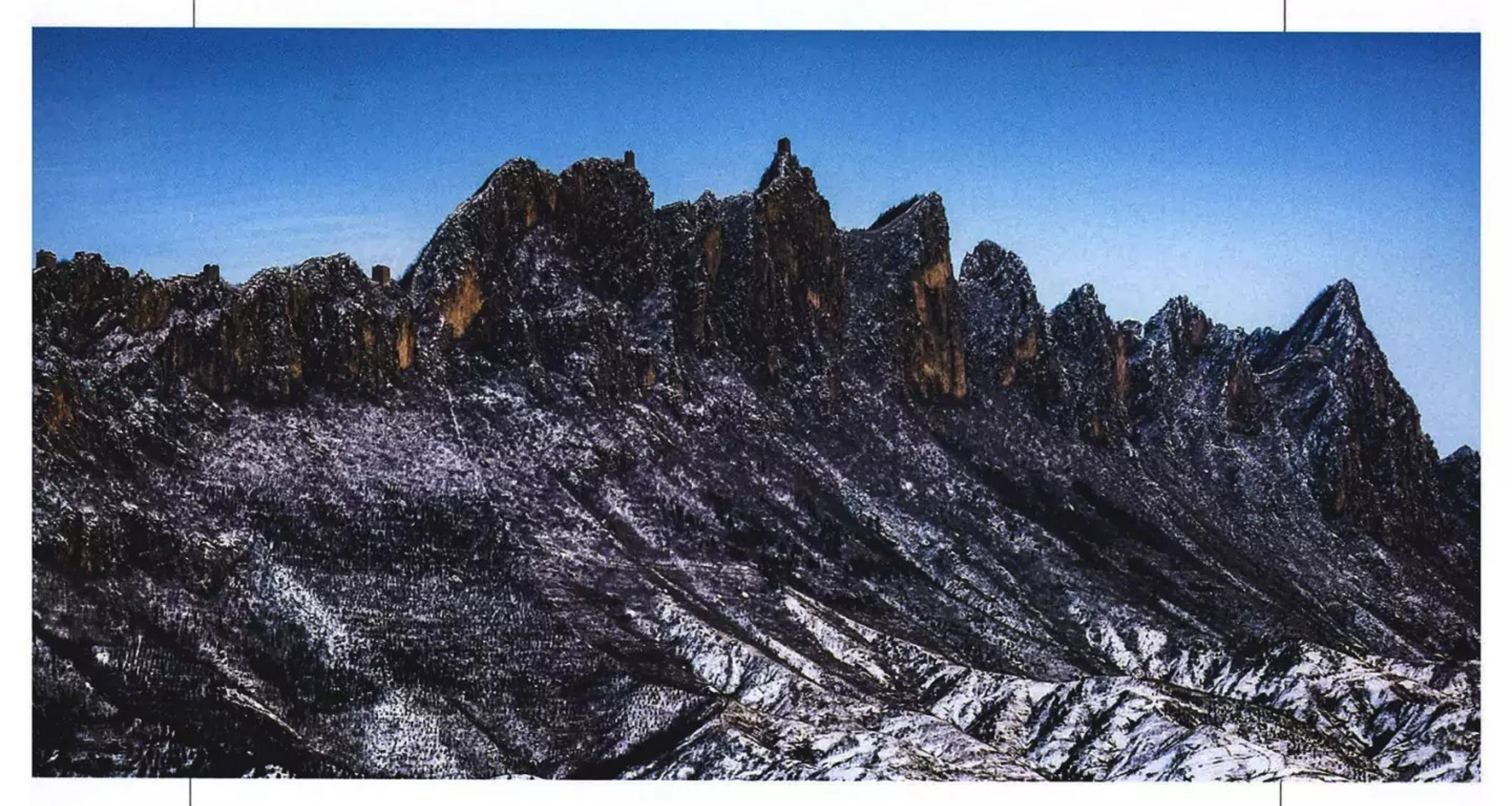
庚戌之变中明军与蒙古军队行军路线图



庚戌之变再次上演了蒙古兵围京的一幕，这次蒙古兵是从京师东北方的古北口进来的

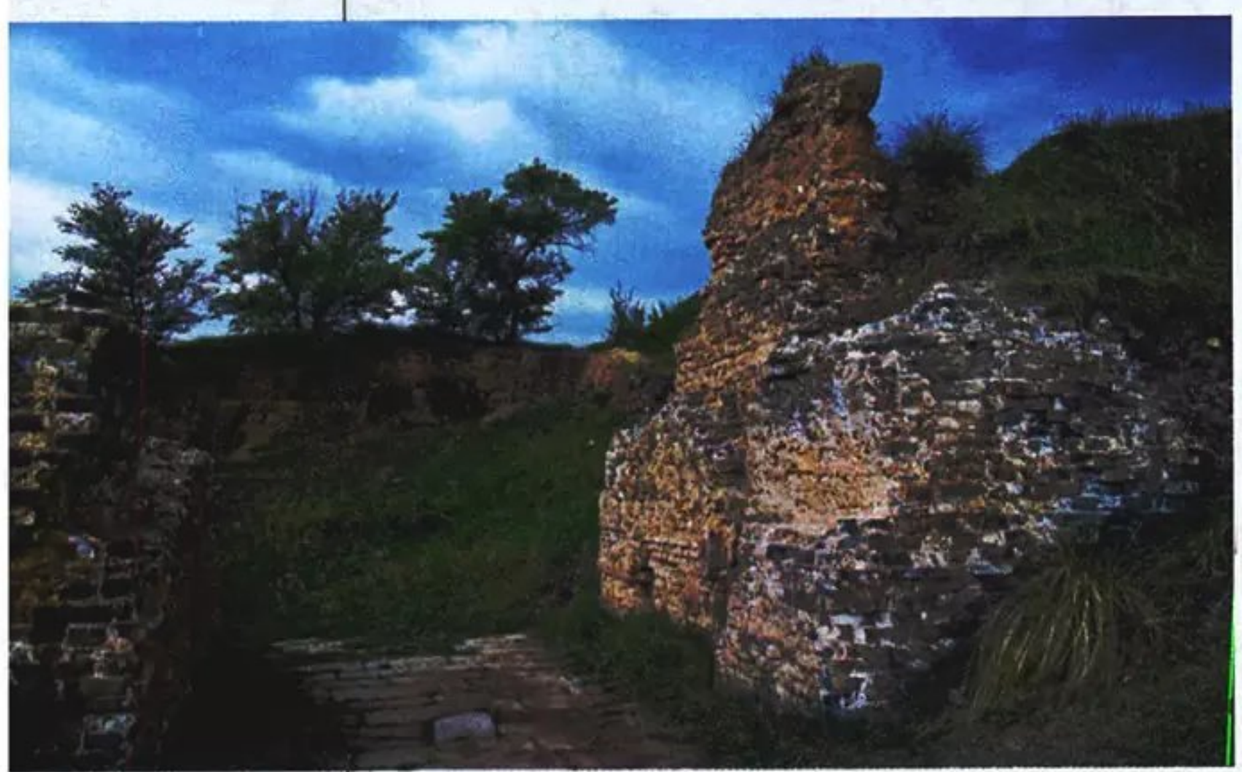
1550年，蒙古土默特部首领俺答汗率兵南下，明朝为了不重蹈土木之变的覆辙，便将主力集中到了京师西北方的防务上。俺答汗偏偏选择了攻打京师东北方的古北口，虽然古北口长城险峻异常，但明军兵力分散，蒙古兵集中兵力攻打一处，破关便不是难事。俺答汗攻下古北口后，包围了北京（下图 绘图／肖琼）。蒙古兵在北京城外烧杀劫掠，由于此次俺答汗的主要目的是以战求贡，所以在得到大量财物，向明朝皇帝传达了开通互市的请求后，便原道北归了。当时的嘉靖皇帝急令诸镇将士来京解围，宣府等多个分布在长城沿线卫所的守将接到调令后快速集结，共出兵五万余人赶赴京师。历史上，蒙古部族虽两次围京，但使京师化险为夷的明军主力都是来自于京师北防线的军堡驻军，京师北防线的防卫作用基本达到了。

评论一个事物是不是有效，要看它是否达到了目的，很显然，京师北防线虽然存在漏洞，但却在保卫京师安全上基本达到了目的。



和庚戌之变，就是蒙古部族利用了京师北防线的漏洞，实现南下围京的。

土木之变中，明英宗亲征蒙古瓦剌部，但在宦官王振的蛊惑下，几次三番改变行军路线，一来二去便为瓦剌兵赢取了时间。当时，瓦剌兵中的一支攻打外长城的重要关口——独石口，独石口守将杨俊是宣府总兵杨洪之子，杨俊一战即败，便弃城南逃。杨洪没有向退至土木堡的明英宗汇报独石口失守的消息，他认为如果皇帝能顺利回京，那儿子战败出逃的事便能侥幸隐瞒过去。谁知攻下独石口的瓦剌兵从后方围住了土木堡，与前方大军前后夹击攻打明军，战乱中，英国公张辅、成国公朱勇等66位文臣武将誓死保卫皇帝突围，却全军覆灭，皇帝也下马被俘。瓦剌兵知道居庸关是重点设防关口，于是便绕到紫荆关，突破京师北防线的“内链”，直抵卢沟桥边，围困了北京。当时，距土木堡仅50公里的宣府城是京师西北最大的军事重镇，城中驻军数万人，但宣府总兵杨洪却按兵不动，杨洪为何没有勤王救驾，至今仍是一桩悬案。有人认为杨洪即使出兵，也存在救驾不成的可能，届时宣府失守，反而会被瓦剌占为据点，不如守住宣府城，留存兵力；有人则认为杨洪不发兵是因为有私心，英宗如果被救，那儿子弃城出逃便会被追责；还有人认为杨洪怯战才不去救驾，假如宣府城能出兵，就不会有土木之变和后续的京师保卫战的故事了。但是历史没有假如，无论哪种猜测，作为边关宿将的杨洪在皇帝被围时，不发一兵一卒显然说



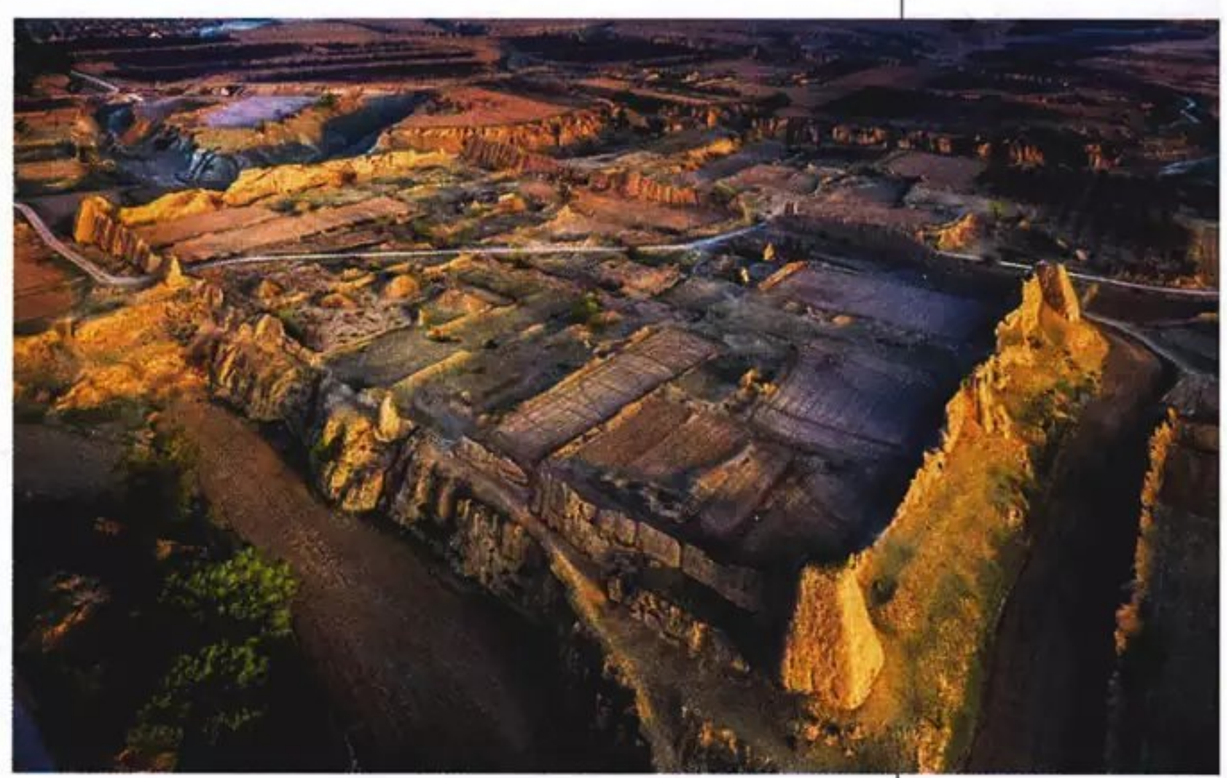
不过去。土木之变后，杨洪便和战败的大同守将石亨被关进囚牢，兵部尚书于谦认为杨洪保住了宣府城，才让京师北防线上留存了兵力，便向继位的明代宗朱祁钰担保将他们放出，宣府城等军堡将士迅速集结到北京，杨洪、石亨戴罪立功，在北京城外多次击退瓦剌兵。瓦剌攻城不下，眼见更多的明朝援军即将到来，便挟持英宗返回了塞北。

历史总是喜欢重演。就在土木之变100年后，蒙古兵围京的故事又一次上演了，这就是庚戌之变。庚戌年间，俺答汗率兵南下，明朝为了不重蹈土木之变的覆辙，便将主力集中到了京师西北方的防务上。而京师东北方却出现了漏洞，越过长城威逼北京的突破口选在古北口是最好不过的了，一是这里距离北京很近，二是此处关口多，明军兵力分散。蒙古兵虽少，却可机动作战，集中兵力进攻一个关隘，破关便不是难事。俺答汗察觉到这个漏洞，便选择了攻打古北口，同时派一支精兵从黄榆沟拆掉长城，进入古北口南部，明军在腹背受敌的情况下战败，俺答汗趁势南下通州、包围北京。当时的嘉靖皇帝急令诸镇将士来京解围，宣府等七个分布在长城沿线的卫所守将接到调令后快速集结，共出兵五万余人赶赴京师，勤王救驾。俺答汗劫掠到大量物资后，便趁明朝大批援军到来前原道北归了。

在地利上，京师北防线并不是无懈可击的。在人事上，京师北防线上兵力可快速集结，这是其值得肯定之处，但兵力分散也是其劣势。北京两次被蒙古兵包围固然有地利条件下防线失灵的原因，人为因素也是导致其没有发挥相应作用的不可忽

改变历史的京师北防线也在被历史改变

京师北防线上的军堡数量众多、种类丰富，它们见证和改变过历史，却因军事功能的丧失而被渐渐废弃，与生活在这里的人们相守相伴，在塞外风沙中记录着远去的烽烟。这些军堡、边墙、烽燧等设施很多都被沿线居民用做了建筑材料，砖头瓦块被扒下来盖房造屋，很多军堡在田野间任凭风吹雨打，渐渐荒芜。右图为张家口蔚县的羊圈堡，始建于明成化年间，是一处规模较大的军堡，今只有遗址留存于荒野中。左页两图为张家口赤城县的北栅子堡，当年军堡用砖石砌成，非常坚固，今只剩断壁颓垣（摄影 / 王宁）。



视的原因。其实任何防御工事都是需要人的，如果该发挥作用时没有发挥，那再坚固的防线也是没有用的，土木之变中杨洪不发一兵便说明了这一点。

评论一个事物是不是有效，要看它是否达到了目的，很显然，京师北防线虽然存在漏洞，但却在保卫京师安全上基本达到了目的。若蒙古军集中兵力进攻京师北防线的某一处，则明军往往失手，但若没有京师北防线，明军就会处处失手，且蒙古部族虽两次围京，但最终解救京师之危的明军主力都是来自于京师北防线的军堡驻军。如果没有这道防线，蒙古部族在包围北京的大好形势下，为何要退回塞北？如果没有这道防线，京师北部就是裸防，蒙古部族可以随时包围北京，明朝又何来近300年的国祚呢？

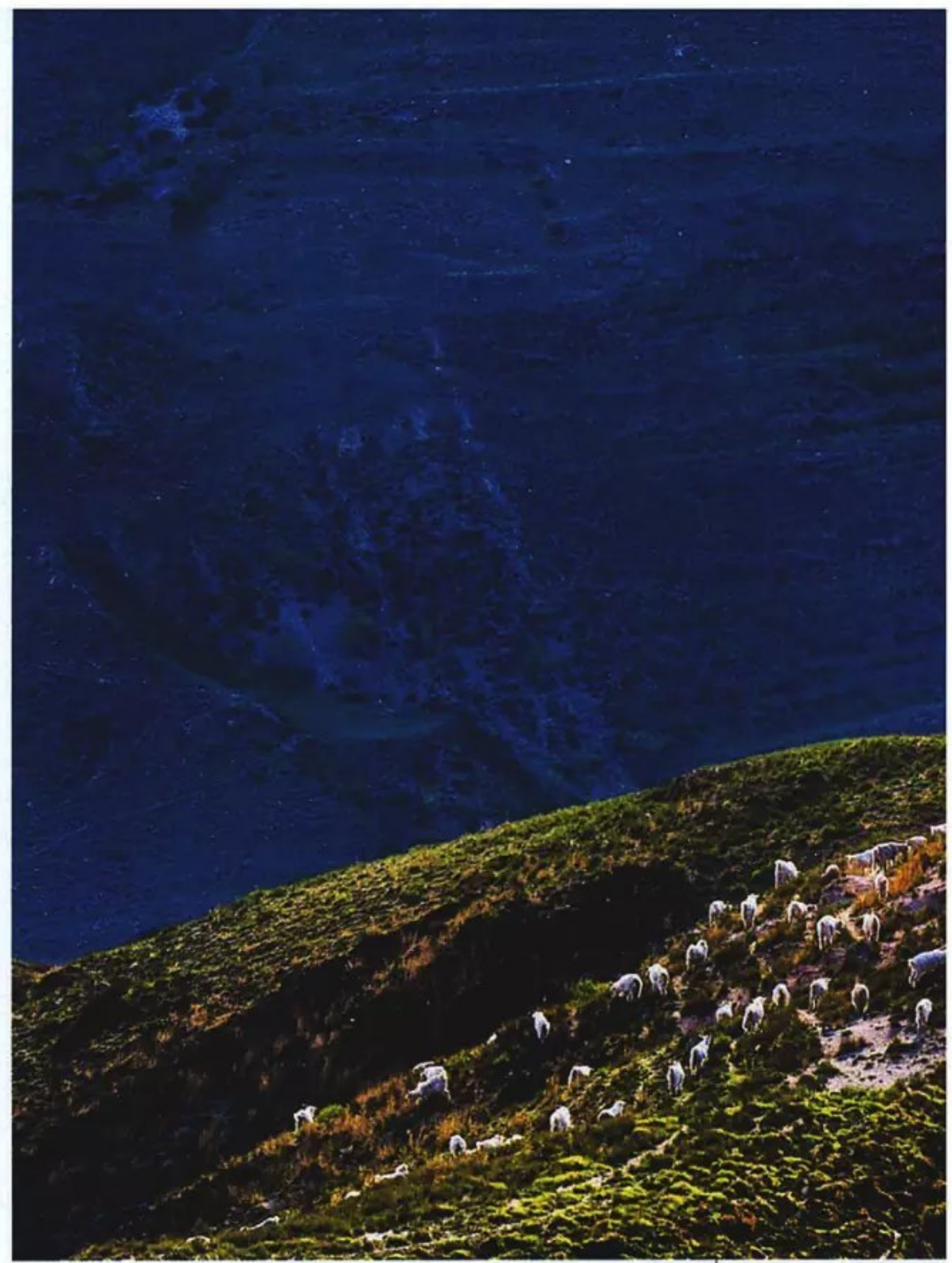
土木堡之外：值得被关注的军堡还有很多很多

其实，京师北防线除了绵延千里的长城边墙，众多的军堡、军驿等也是它的重要组成，但它们长期停留在大众的视野之外，并未能像长城边墙一样引起足够的重视。中国长城学会副会长董耀会就表示："在这些军堡中，土木堡可能是知名度最高的一座了，但拥有高知名度的不应仅仅是土木堡，因为仅蔚县一县就有八百庄堡的说法，而蔚县仅仅是京师北防线穿越的众多县市中的一个而已。"

位于张家口万全区万全镇的万全右卫，建在特殊的地形上，是一座菱形卫城，是明代卫所制度的活化石。卫城东西、南北皆长880米，被万全河和洋河环绕，北依野狐岭古战场，扼坝上坝下咽喉，历来为兵家必争之地，在万全右卫附近还设有怀安左卫，两卫互为掎角之势，既各自独立又可相互驰援，是防止蒙古骑兵进攻北京的重要卫城。万全镇本是万全县城所在地（已撤县设区），由于京包铁路的火车站

京师北防线一带
是典型的农牧交错型的边疆社会

在很多人的想象中，明朝京师北防线一带应该都是战火纷飞、人烟稀少的地方。其实不然，这里北面内蒙古草原、南面华北平原，是典型的农牧交错地带，是经济贸易重镇和民族融合之地。朱元璋时期便大量移民于此，充实人口，以民养边。随着明朝迁都北京，这一带更是成为了重要的政治、经济地带。在山间散落的一些小盆地，如怀涿盆地、承德盆地、白河谷地等，土地肥沃、农业发达，为京师北防线一带提供了重要的物质和战略保障。对于很多人而言，长城两边就是故乡。如今，这条见证过历史的京师北防线正等待人们去全面地发现与认识。



设在了孔家庄镇，所以县城便从万全镇搬到了孔家庄镇。多年来，万全镇没有大规模的开发建设，整座卫城才得以完好保存。

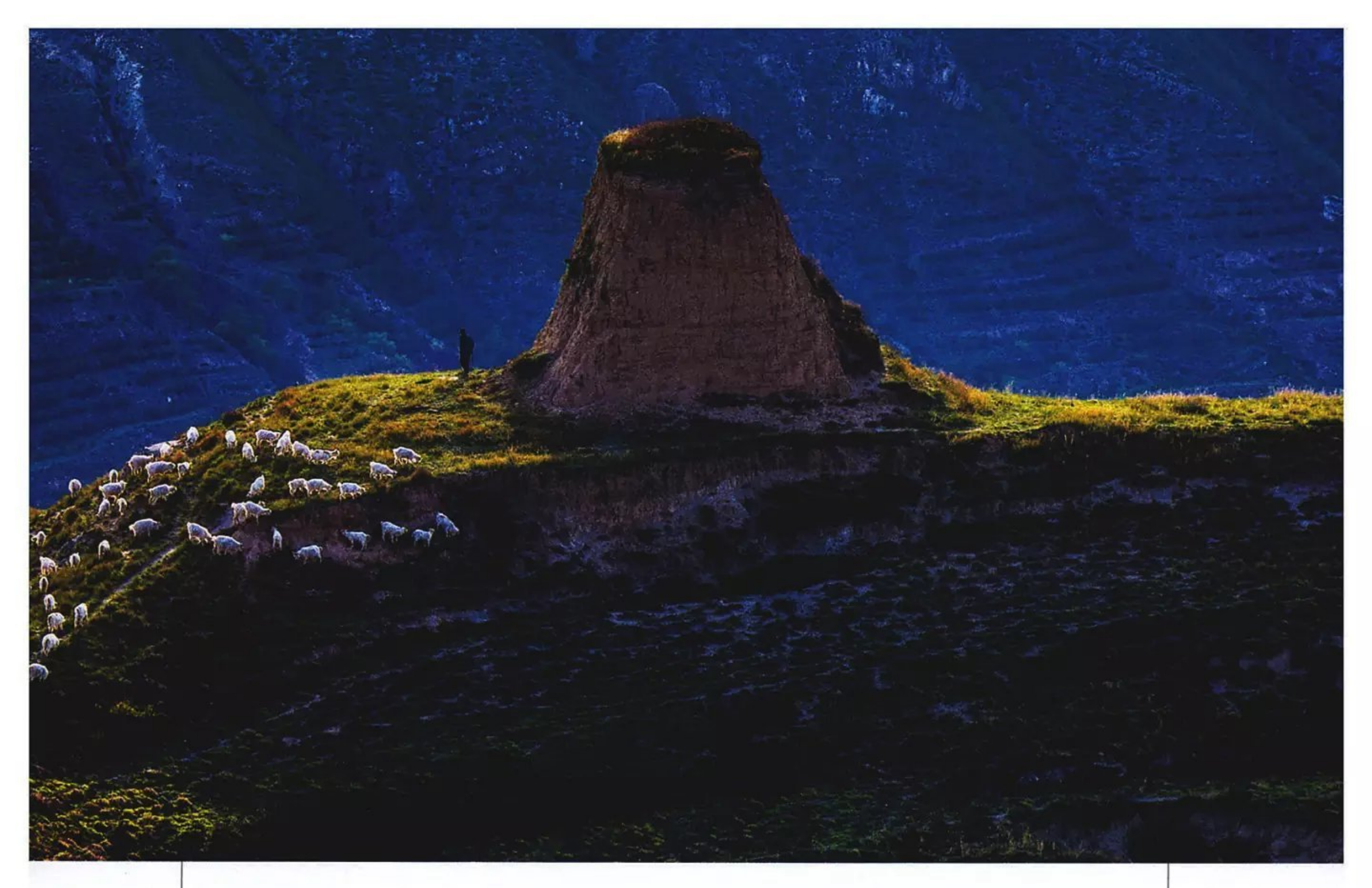
位于赤城县北的独石口城坐落在南北流向的黄龙河和青龙河之间，有“上谷咽喉，京师右臂”之称，在土木之变中，正是它被瓦剌军攻破，才有了包围北京的后续故事。明英宗朱祁镇复位后痛下决心重修独石口防线。至今保存完好，相当壮观。

除了这些军事古堡外，沿线还保存着众多非军事功能的卫城，值得一提的是位于怀来县的镇边城，它完全是由石头砌筑的城池。镇边城靠近北京昌平，是一座安顿守军家眷的城，由于都是家眷，所以镇边城中少有重姓者，这与古代村镇几乎都是同姓的情况迥异。位于阳原县的一座叫三马坊的军堡则是专门负责饲养军马的地方，历史上这里就长期饲养军马，明朝继承了这一传统，让三马坊成为了一座后勤补给军堡……

董耀会说：“这些军堡数量众多、种类丰富，它们见证和改变过历史，却因军事功能的丧失而被渐渐废弃，在塞外风沙中记录着远去的烽烟。只有将这些军堡给予长城边墙等同的地位，才算完整地认知了京师北防线。”

京师北防线的湮没折射出了明清民族政策的转变

京师北防线处于农牧交错地带，这里不仅是边关，更是农牧业生产和贸易往来地区，是典型的边疆社会。京师北防线的衍变也体现着中央王朝与游牧民族之间的关系转变。古代中央王朝对待游牧民族的主要做法无非是三种：一是像汉朝那样不



断出击，直到彻底征服，使匈奴被迫西迁。二是像唐朝、清朝那样，以开放的胸怀实现民族大同。三是像明朝中后期那样不断修建防线，消极防御。京师北防线便是明朝对蒙政策的生动写照。

明朝初期对蒙主动出击，这一点与汉朝对匈奴的做法类似，这在朱元璋派军北征和明成祖五次亲征蒙古中都可以看出来。但明朝终究没有彻底打垮蒙古部族的实力，在土木之变后，明朝就再也没有主动出击了，从战略进攻转向了战略防御。到明朝末期，女真后裔建立的后金政权崛起，他们时不时南侵犯边，几度威胁到京师安全，此时，风雨飘摇的明王朝也已走到了尽头，最终在李自成大顺军的围攻下，北京被攻占。迁都北京223年的明朝一直都在防范北方的游牧民族，但攻破北京的却是来自中原的农民起义军。随后京师东北部边关——山海关城门大开，八旗将士直捣京师。由于清朝对蒙古采取了包容大同的政策，其北部边界扩展到了蒙古草原以北，修长城已无必要，统治者便将长城沿线的军堡就地转化为县乡村镇，明朝苦心经营了200多年的京师北防线就这样丧失了军事功能，成为了历史遗迹。从明朝中后期对游牧民族的防御，到清朝追求的民族大同，京师北防线由兴到废折射出的是不同朝代不同的民族政策。

随着塞外烽烟的渐渐散去，鼓角争鸣的渐渐消匿，京师北防线上的军事设施成为了沿线居民的建筑材料，很多砖头瓦块被扒下来盖房造屋，众多军堡在田野间任凭风吹雨打，渐渐荒芜。这条在历史上曾经见证过边疆战与和，王朝兴与衰，民族融与分的京师北防线正等待着人们去全面地发现与保护。

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

砂子也匮乏？

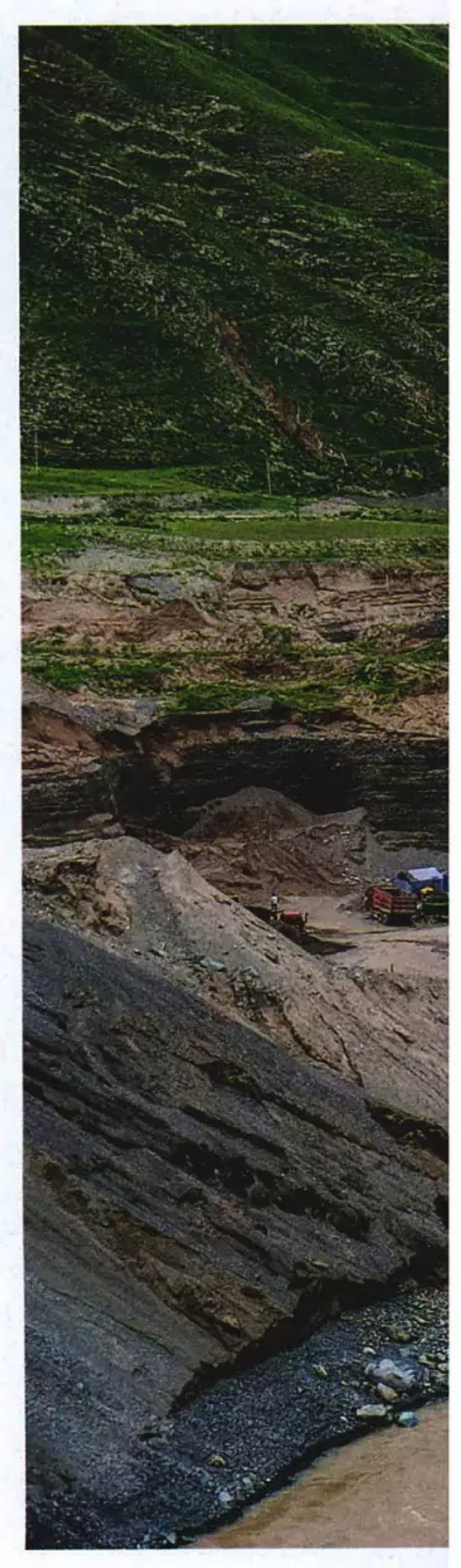
另类资源危机背后的“砂之变”

撰文　摄影
黄涛　张超 等

砂子，对我们来说，就像空气和水一样普通，以至于很少被注意到。它们是大自然中极为丰富的存在——组成绵延无际的河滩海滩，与水纠缠成浑黄浊重的河流，时而还被视为灾害和麻烦，如水库的淤积、航道的疏浚，以及以减沙为重要目标的流域治理（沙和砂都指细碎的石粒，在建筑用语中多用“砂”字，自然、气象等领域多用“沙”，有时两字可互换）。

可是，就是这看似平庸又会惹麻烦的砂子，却在最近几年日益成为话题——建筑用砂的价格急速上涨，四五年间翻了数倍，2015年一吨河砂不过三四十元，近一两年最高峰时则冲过了200元大关。供需缺口迅速扩大，一砂难求，部分住宅、机场、高铁公路等工程一度出现因砂石断供而停工的情况。

面对缺砂的困境，许多地方和行业不得不开始盘点“砂之账本”，如福建省有关部门就曾测算，2019—2021年全省年均建设用砂预测缺口达75%。为了救急补缺，广东、福建、浙江、海南等沿海地区开始从东南亚的马来西亚等国进口河砂，更多地方则开始以大量机制砂代替天然砂。



砂子也会不够用？一种另类的资源危机

砂子的供不应求，与全国范围的河流采砂禁令不断收紧密切相关——最近几年，各省市相关部门大力整治、打击非法违规采砂，缰绳不断勒紧。在严格的“砂之禁”下，很多砂场关闭，原本看似源源不断的砂子忽然变得紧俏起来，重要砂源地鄱阳湖一度出现千船排队等砂的“盛况”。

传统采砂业大门的轰隆关闭，并不只是拍脑门的决定。在其背后是不断恶化、危机日益蔓延的另类资源困境——中国可开采的河砂资源日益匮乏，不少地方甚至已经枯竭，并给河流安全及生态带来巨大的破坏和威胁。中国建筑材料科学研究总院教授赵顺增甚至表达过这样的观点：“北方已基本挖不出好河砂了，长江流域的湖南、江西还剩一些，也快挖光了。”环保人士杨勇、杨欣等也向我们展示过一些掠夺性挖砂的图片：河道千疮百孔，水流纷乱，密布深坑，破碎的河道像是一个个渗血的伤口，展示着河流的病弱与困顿。

碧海金沙，沙漠戈壁，沧浪水浊，在人们的常规印象中，砂子随处可见、随手可得。然而，近几年中国却开始出现“缺砂”困境，砂价一路高涨，不少地方甚至开始上演“寻砂记”。砂子真的不够用了吗？在这背后，又掩藏着自然母亲怎样的疲惫，书写着怎样的砂之变迁？

在过去相当长的一段时间里，中国各地河流采砂缺乏统一有效的管理。河砂需求量大，采挖门槛低，获利却颇为丰厚，这使得诸多河湖饱受滥采盗采砂石的困扰和伤害。下图为长江上游的通天河，它上承沱沱河下接金沙江。在2012年前后，通天河采砂规模浩大，甚至蔓延到三江源保护区深处。图为当时通天河畔的挖砂场，堆积的砂石堵塞了大半河道。摄影 / 杨欣

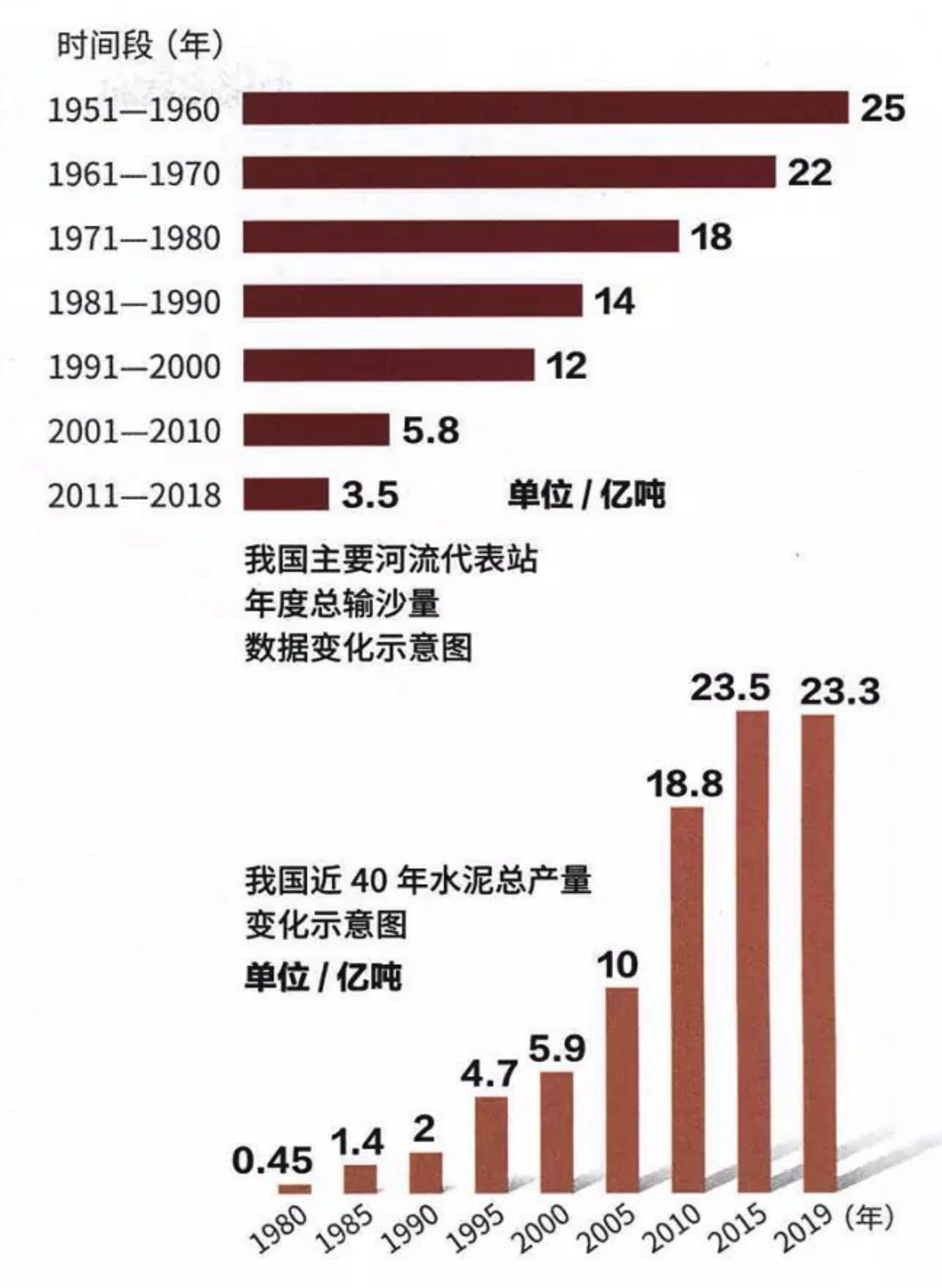
近几年，作为建筑业重要角色的砂子出现了几大变化：从从低调廉价到价格暴涨，从粗放滥采到禁令收紧。这背后，难以继续支撑的河流。

砂子来自何处？地表岩石的风化、冰川磨蚀石头、大海降解贝壳、火山熔岩冷却碎裂，经历风、水及漫长时光的磨蚀、裹挟和堆积，砂由此诞生。地质、地理、建筑等各领域对砂有着繁多的分类和界定。以建材标准来说，粒径0.08毫米之下的为泥（土），5毫米之上的为石，0.08—5毫米之间的则是砂。

作为混凝土、沥青和玻璃的重要成分，人们所处的城市实际就是一座巨大的砂之城堡。建筑业中极重要的角色“砂石骨料”说的便是砂与碎石——一栋三层别墅需要数百吨，每公里高速公路用量数万吨。一位建筑师朋友告诉我，根据混凝土的不同类型，一份水泥大约需要配比5—8份左右的砂石骨料。根据世界水泥的产量（2019年40亿吨）进行粗略估算，再加上大量使用在填海工程、铺路及工业中的砂（玻璃、手机屏、电子芯片及页岩油开采也与砂密不可分），全世界一年消耗掉的砂料可达数百亿吨，相当于每人每天用掉十几公斤，若垒成一座20米×20米的巨墙，可以环绕地球赤道一圈。砂子成为仅次于水之后，人类用量第二多的自然资源。

砂子是一种古老又普通的材料，但人类社会对于砂子的巨量需求却是在近几十年才迅速爆发的。特别是中国，30年间城镇化率从20%跃至61%，

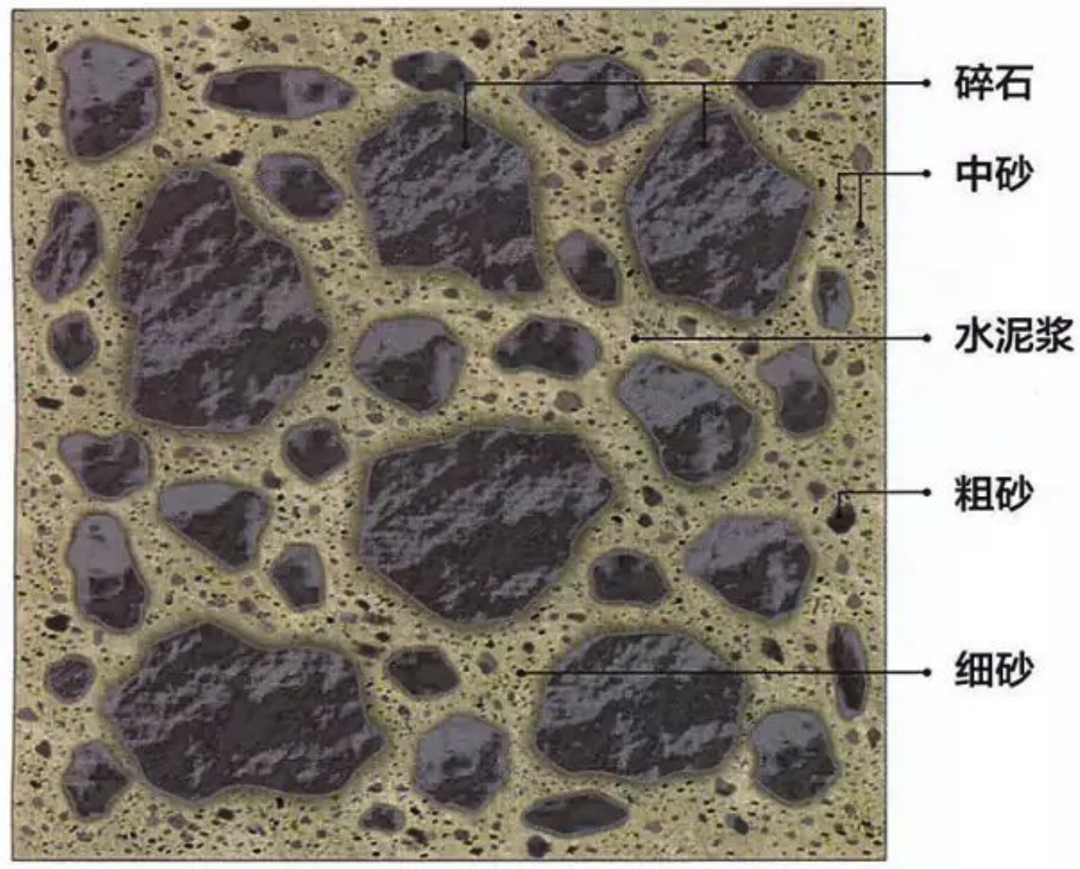
源源不绝到一砂难求，是被掠夺性挖砂伤害多年，



砂之变：入不敷出的河流馈赠

左页图为新疆的安集海大峡谷，山体风化，破碎的岩石随着降雨不断汇集于河道，并顺流而下开始漫长的征程。摄影 / 刘群

本页右上和右中两张趋势图呈现出鲜明的对比和矛盾：几十年间，中国砂子使用量剧增几十倍，河流输沙量却快速降低，河砂已不再是取之不尽用之不竭了（过去河砂存在大量盗采，难以统计出准确的挖砂总量，故以水泥产量的增长来表现砂子使用量的激增）。下方剖面图展示出砂石骨料对建筑业的重要性，普通混凝土构成中，除了作为胶结物的水泥之外，约七八成都是砂子和碎石（统称砂石骨料）。碎石及不同粒径的粗、中、细砂由大到小搭配，形成良好级配，提高混凝土的密实度，降低孔隙率，同时抑制收缩，防止开裂，降低成本，与钢筋等共同建构骨架传递应力，可大大增强钢筋混凝土的强度、耐磨度等性能。



混凝土剖面结构示意图　绘图 / 张洵

2019年中国水泥产量占到全世界总量的六成。有研究者预测，随着世界经济发展、人口增多及海平面上升，砂子资源的紧张将会愈发严峻。2019年联合国环境规划署发布的《砂子与可持续》相关报告也指出，砂子的自然更新速度已远远赶不上人类的开采速度，与过度捕捞或滥砍滥伐一样，砂资源的过度攫取正在成为一种新的不可持续。

读“砂”解惑记：河砂紧缺，海洋、沙漠为何袖手旁观？

尽管有上述如此多的数字和论据，“砂子匮乏”这个说法却仍然令人十分疑惑——撒哈拉、塔克拉玛干沙漠里有数不清的砂子，海边也是砂子的大本营，砂子真的会不够用吗？

要读懂砂子，要先了解它们的不同出身和故乡。

河砂的身世是这样的——地表岩石经风吹日晒碎裂成小粒，经雨水冲

显微镜头下，河砂、海砂与沙漠砂呈现出鲜明的差异，也从微观方面解释了为何河砂独挑巨量建材需求的重担。

刷进入河道。河流本身也是天然的碎石机，沿途开山破谷，冲刷河岸，带着大小砂石一路远行，并把它们进一步破碎、磨蚀，逐渐在河床与岸边堆积起来。河砂的造物主，主要是水。

至于沙漠砂，养育它们成长的则是风。干旱地区岩石风化碎裂后，被不知疲倦的狂风裹挟着流浪荒野。比起水，沙漠的风更加暴躁，砂砾之间的彼此磨蚀也更为激烈。经过了漫长的打磨、翻滚和堆积，无数砂子堆成了金色的瀚海。

至于海砂，则被打上了大海的深深烙印，除了各种岩石碎屑，海洋有孔虫、珊瑚、海绵等海洋生物残体也成为海砂的一部分。

博物研究者张超是一位砂子迷，在他的显微镜头下，来自不同故乡的砂子开始展示出更多的秘密——放大几十倍后，砂子的精彩真令人惊叹，有的像是一把五颜六色的糖果，有的则珠光宝气，有的则像是许多小星星，讲

砂之秘密：显微镜头下的砂子身世

左页图为海南一条河流中的河砂，磨圆度适中，多为立方体及多面体，有害杂质少。右上图为富含贝壳等海洋生物残体的海砂。贝壳等杂质会降低混凝土强度，且海砂盐分大，会腐蚀钢筋，须经过筛选及淡化处理才能用作建材。右下图为浑善达克沙地的沙漠砂，风化强烈，粒径小，磨圆度极高，像一把五颜六色的宝石小球。其颗粒太过光滑圆润，与水泥的咬合力不够。且沙漠砂含碱量高，会与水泥等产生化学反应，给建筑安全带来隐患。

述着不同海滩、河流和荒原的古老故事。不过，对于建筑业来说，这些传奇和美都不是要点。建筑师朋友告诉我，砂石骨料在混凝土中的作用非常重要，和钢筋等结构一起承担着骨架作用，传递应力，抑制混凝土收缩和开裂，是城市的“脊柱”。在他的指点下，配合着海砂、沙漠砂与河砂的对比照，三者间的区别开始清晰起来——

显微镜头下的海砂中，混杂着大量贝壳碎屑，这些贝壳类轻物质易沿节理错裂，与水泥黏结能力差，且海砂含盐高，未经淡化筛选处理的海砂会造成钢筋锈蚀，混凝土脆弱开裂。前些年南方曾轰动一时的“海砂房”豆腐渣工程，就是因为违规使用了海砂。

至于沙漠砂，因强烈的风化打磨，粒径往往较小，新疆哈密的沙漠砂甚至小到如花粉一般，且磨圆度非常高，像是轴承中使用的滚珠，太光滑细小，缺乏聚合水泥、沥青的足够碎裂面，难以在建筑结构中提供有力支撑，含碱

在砂子收藏、研究者的帮助下，我们选择了数种来源不同的砂粒样本同台竞技。

量高有腐蚀性也是重大缺点。世界第一高楼迪拜塔及周边的巨型建筑群屹立在沙漠之上，阿联酋却花费巨资，大费周章从澳大利亚等国进口砂子。所以，沙漠面积虽占地球面积的20%，沙漠砂却派不上太大用场。

相比起来，河砂无论从哪个方面看，都有着巨大的优势和便利。首先，粒径和磨蚀度适中，粒形为立方体或多面体状，受力合理；流动的河水还能有效除去大部分杂质及有害物质，可谓是天生的“建筑伴侣”。再者，河流像是天然的选矿机，河流沉积物可分为卵石、砾石、粗砂、中砂、细砂、泥砂等。经验丰富的采砂人都知道，粒径不同的砂石及泥沙会分别富集沉积在特定河段、湖泊及河床分层中，有规律可寻，像是天然富矿一样，可大大降低采挖和后续的筛选成本。

另类选秀场：“乘风破浪”的砂子故事

在这个特殊的选秀场上，可管窥砂世界的复杂和精彩。值得一提的是，除了沙漠（戈壁）砂和海砂不符建材条件外，并非所有的河湖砂都是优良建材，比如这里的湖砂就不合格，来自山东的河砂也算不上优质。这也就是为什么巨量采砂往往集中在一些砂质优质的特定河段与湖区。摄影／潘琦

筋疲力尽的河湖，不可承受的“砂之重”

品质优良、自然分选富集、开采容易、成本低廉、可直接利用廉价水运、用砂最多的城市也往往集中于河流两岸……所有这些，都使得河砂像是大自然为人类贴身打造的特别资源，而大大小小的河流，则是这慷慨馈赠的制造工厂和快递员。

不过，正如上所述，河砂的“快递包裹”并非均衡地分布在所有河流及河段。根据河流地理条件及水流动力的不同，有经济价值、建筑业需求量巨大的优质河砂（例如水泥砂浆就需要大量粒径1—3毫米的中粗砂，不同的建筑工程对砂石的要求各有不同）会富集在某些区域，如长江流域的洞庭湖、鄱阳湖及某些河段。黄河是著名的悬河，但下游河床上积累的海量泥沙主要是来自黄土高原，更像泥，不符合建筑需求，优质河砂主要富集在陕晋峡谷及一些支流河道中。淮河、珠江、万泉河等河流的河砂分布也有特定规律。

中科院地理科学与资源研究所的姜鲁光副研究员告诉我，人类社会对砂的需求很强烈，但自然界的供应并不像大众想象的那么充足。砂子如同煤、石油一样，形成需要花费很长时间，经过成百上千年的风化、侵蚀和搬运，经历千百公里的路程，才陆续沉积在河湖中。一旦大规模开采，短时间内难以补充。不少地方因为毫无节制的采挖，已把千百年来积累下来的砂都用得差不多了。

换句话说，地球上的砂作为一种物质虽然看起来丰富又常见，但去掉难当大用的沙漠和海洋砂、采集麻烦或品质差的其他砂源，砂质优良、成本低廉、采集运输又极为方便的河砂便成为了人类砂资源需求的主力担当。河流的总面积仅占地球面积不到1%，而实际上的巨量采挖又进一步集中于某些

特定区域——如果把河流比作巨人，滥采河砂便像是对巨人的某些关节、肢体或器官的持续攻击。伤口尚未愈合，便遭遇了又一次的摧残和破坏。

中国河流众多，河砂资源基础丰厚，河道采砂有着悠久的历史。可自从上世纪90年代开始出现大型采砂船后，随着市场需求的日益强烈，迅速发展成掠夺式、无序的乱采滥挖。

挖砂成本很低，没什么技术门槛却有着巨大的利润空间。一艘非法采砂船每晚盗挖河砂的利润可高达十几万元。中国河流情况复杂，一度缺乏有效、成系统的采砂管理，在曾经相当长的一段时间，长江、黄河、淮河、海河、辽河和珠江等大小河流都备受摧残，众多采砂船云集江上，如环伺的饥饿狼群，自采自运，盗采超采，甚至组船队冲关，逃避监管。在滥挖河砂的高峰期，淮河400多公里河道内有采砂船近千条，赣江南昌段有600艘采砂船。一位生活在韩江的朋友则告诉我，当年他专门去数过，两三公里长的河段中竟有十几个采砂场，河水一片浑黄。长江是中国的黄金水道，也遭遇了

1
海砂
来自厦门大嶝岛，多贝壳细屑

2
湖砂
来自抚仙湖滩，大小不一，杂质多

3
沙漠砂
来自纳米比亚沙漠，风化严重，磨圆度极高，粒径细小

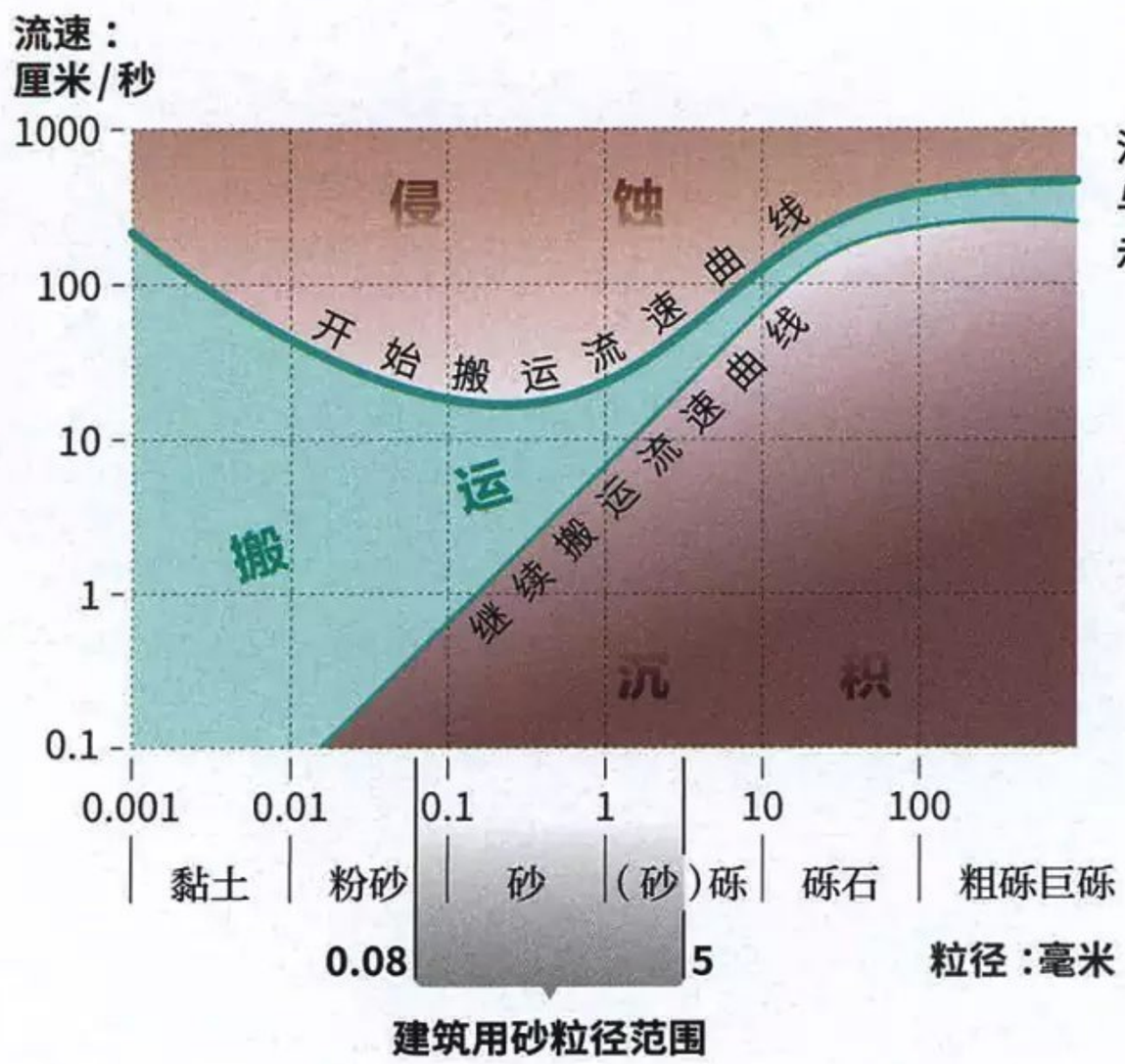
4
河砂
来自山东某河流，粒型较好，粒径适中，少许杂质

5
海砂
来自海口，多贝壳、珊瑚等碎屑

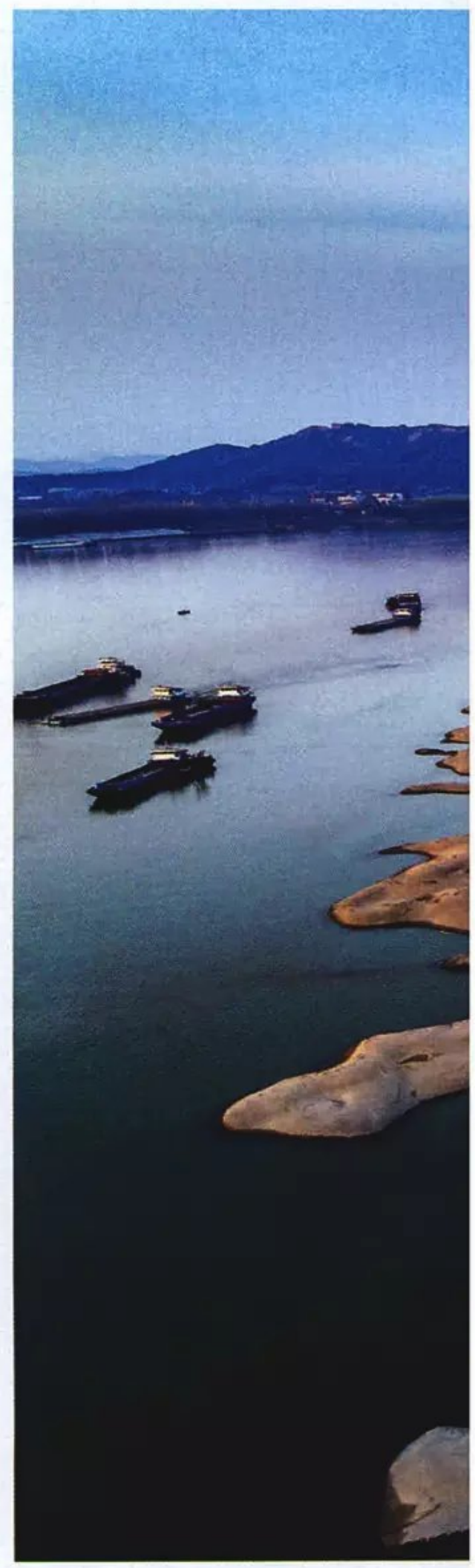
6
戈壁砂
来自库木塔格戈壁滩，磨圆度极高，类似沙漠砂

7
海砂
来自三亚，多贝壳及海洋生物残体

从资源品质、富集程度、获得成本和便利性等多方面来看，



河流沉积侵蚀作用与沉积物种类及流速关系示意图



挖砂大军的疯狂进攻，在干流启动严打后，又涌向各个支流及湖泊。

砂子是河流肌体的一部分，影响着江河的水文、地质和生态功能及平衡。有的采砂船被称为“吸砂王”，半米多直径的粗管可伸入河床表层以下十几米，能在河道中迅速抽出巨形深坑，造成河床塌陷下切，河势恶化。中国南北有各类堤防20多万公里，不少是在老民堤基础上逐渐加高培厚而成，防洪标准参差不齐。在挖砂猖獗的那些年，长江的荆江险段、安徽芜湖段、江苏镇江段，广东榕江、东北松花江等南北河流都出现了大量崩岸、塌堤、江心洲塌陷的事件。四川雨季多座桥梁垮塌、西安灞河铁路桥坍塌也与超量采砂有关。有的河床被挖得基岩裸露，葛洲坝下游的大量采砂还直接影响到了船闸的正常运用。

地表水及浅层地下水比喻为地壳的“血液”，河道则是储运“血液”的管道。失控的挖砂使“血管”患病，会造成两岸土地干涸，浅井枯竭、树木枯死。通天河沿岸曾出现过上百个采砂场，对生态极为敏感的三江源自然保护区产生威胁；珠江三角洲因滥采河砂造成西江、北江、东江咸潮上溯，城市供水压力剧增。

采砂也给湖泊带来了厄运。鄱阳湖、洞庭湖是长江流域的两大重要淡水湖，它们汇集江河来水来砂，经湖盆调蓄后汇入长江。因两湖砂资源集中、优质，又可利用长江运输，遂成为采砂重灾区。最疯狂的那些年，鄱阳湖每年都被挖走超过2亿吨的砂子，成为全世界最大的采砂点，洞庭湖区则遍布着上千个砂石场。

河流都是极为称职的砂子“生产商”和“快递公司”。

“生产”+“包邮”：河流是天然的流动建材场

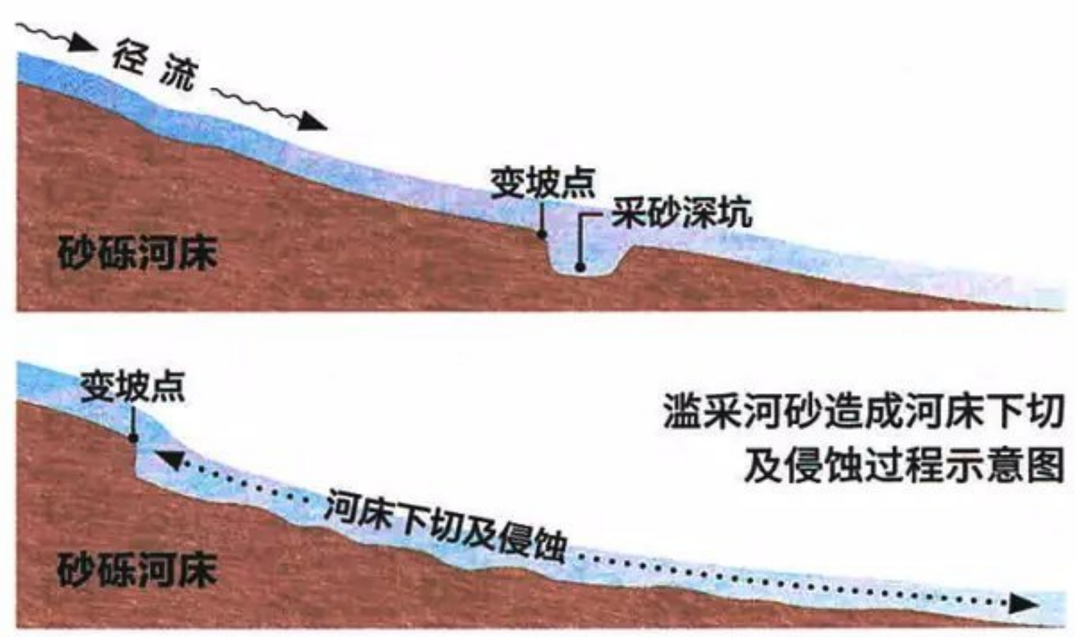
按粒径，河流沉积物可分为粗巨砾、细砾、砂、黏土等多种，在地形、水量、流速的共同影响下，河流的侵蚀及沉积都有规律可循，并在空间上呈现出明显的分类沉积现象，总趋势是由粗变细，从上游至下游砾石渐少，砂和黏土渐增。同一河段，河道剖面上下也会有明显分层。这种自然分选和富集，让河流成为砂的天然生产流水线。特定河段及湖泊会积累大量粒径适宜的优质河砂，仿佛是为人类贴心打造的天然建材场。图为长江湖北段的某江心沙洲。摄影 / 柳斌

与太阳能等可再生资源不同，河砂的再生周期较长，巨量富集优质砂资源的河湖遭遇重创，千百年沉积下来的砂层河道塌陷、湿地消失、水体污染、崩岸及生态崩溃等危机。

伤痕累累的水系：砂子“破产”的河湖

图为江苏骆马湖2015年秋的卫星图片，大批采砂船队让人想起赤壁之战中集结的战船，因大量盗挖滥采湖砂，骆马湖许多浅滩变为深水区，湖底呈荒漠化。下图为曾在江西赣江流域出现的大规模挖砂的情景。摄影 / 杨勇

超采盗采使得一些迅速消失，造成环境巨变、



滥采河砂造成河床下切及侵蚀过程示意图

右图为挖砂造成河床下切的示意图，大量挖砂深坑造成径流溯源侵蚀并冲刷下游，使整个河段河床下降。绘图 / 张洵

除了河砂资源的长期无序掠夺外，多年来盗挖滥采海砂的情况也屡见不鲜。

河海一脉：

海砂也需要保护

海砂可用于填海造陆等工程，经过淡化筛选后也可作为河砂的替代品。大海辽阔，但海砂并非取之不尽用之不竭，近年来我国主要江河入海泥沙量均呈明显下降趋势。滥采海砂不仅会加剧岸线侵蚀，还会给海洋生态、渔业资源及养殖等带来诸多伤害。图为工程船正在青岛近海将数万立方米被盗挖的海砂重新回填到被盗海域。

作为中国最大的淡水湖，鄱阳湖季节性的水位涨退造就了大面积的湿地，是我国首批被列入国际重要湿地名录的自然保护区之一。全湖似葫芦形，河、湖、洲交错，是鱼类洄游产卵、育肥及大批候鸟的栖息之地，像是一个孕育涵养生命与生态的“宝葫芦”。近年来，鄱阳湖枯水期明显提前和延长，宝葫芦“病势连绵”，引发了众多关注。除了有气候变化和三峡大坝等工程的影响，疯狂的采砂也起到了推波助澜的作用。据不完全统计，2001 — 2010年间鄱阳湖采砂量达22亿吨，直接改造了湖盆形态。特别是入江湖口地带的变化最为剧烈。姜鲁光解释道：“相当于把这个葫芦口直接给挖宽挖深了，使鄱阳湖水注入长江的速率加快。”中科院南京地理与湖泊研究所的专家赖锡军也表示：“采砂大大降低了鄱阳湖的水位，尤其是在冬季。”

此外，一些砂船还闯入了南矶山自然保护区，对湖底进行了“三光”式扫荡。鄱阳湖被誉为“长江江豚最后的避难所”，江豚被老渔民亲切地称为“江猪子”，过去它们不怕人，会跟着渔船抢吃扔掉的小鱼，夜里聚群戏耍甚至吵得船家难以安眠。在鄱阳湖的瓢山水域，2013年底曾有研究者在这里观察到47头江豚，可2014年底再次调查时数字却变成了“0”。江豚消失了，许多宁静的浅滩和草洲消失了，湖上却多了来来往往的大型砂船，多了噪音、油污以及纷乱的砂堆。

率土之滨

巡礼名胜古迹 玩出“文艺复兴”

在《率土之滨》中，见证三国时代的『国家地理』

数字文明的建立，正为中华文化的复兴提供崭新的力量。在三国策略手游《率土之滨》即将上线的名胜古迹系统中，失落已久的文明瑰宝将得以『在线重生』。

百年后，当人类再次回顾21世纪时，会知晓本世纪最伟大的事件，便是中华文明的复兴。如火如荼的本位文化复兴浪潮其势正盛，而数字化的传承方式则为这场伟大工程，开拓出了前所未有的广度和深度。

《率土之滨》以数字化形式还原“三国之美”

三国策略手游《率土之滨》即将推出名胜古迹系统，让失落已久的昔日遗迹得以“在线重生”。在这片广达225万格的沙盘世界中，你不仅是玩家，更是一名穿越时光的旅客，在一千八百年前的大争之世中，体验一场“国家地理”式的征程。

你能重睹在现实中无缘一见的建筑奇迹与地理胜景，如流光照耀的铜雀台、享名“天下绝景”的黄鹤楼；还可结合游戏玩法，经历古人在此的所见所得，与曹操一同东临碣石，以观沧海；在长坂坡七进七出、纵横杀伐。

文化传承新思路 依托游戏玩出“文艺复兴”

像这样的数字化还原，《率土之滨》已经不是第一次尝试了。此前它曾携手中国文物交流中心，将典藏文物以数字化形式融入游戏之中，重现三国文物风韵；合作国家图书馆，根据馆藏典籍定制《八阵图》赛季地图，还原变幻莫测的阵法智慧。

4年多来，《率土之滨》沉心打磨文化内核，摒弃快餐化的态度，以做文化的心境打造出一个真正沉浸的三国世界。而源远流长的中华文化，也必因越来越多无畏苦功的研究者之努力，成为世界文化潮流中新的一大主导。

广告

随着河湖采砂禁令的不断收紧，砂子家族的新成员正在登疏浚砂变废为宝，建筑“减砂”新技术不断出现……

让河流疗伤：正在到来的人砂关系变革

在众多河湖承受着采砂之痛及后遗症折磨的时候，另一个新的巨变也在影响着河湖的基础格局——随着上游水土保持、风沙防治推进，再加上新老水库大坝的层层截留，近年来，中国的河流输沙量呈现出大幅减少的趋势。

50年间，黄河年输沙量从惊人的16亿吨急降到2亿吨，黄河水越来越清了，长江年输沙量也从5亿吨降到了1亿吨以下。换句话说，大地上曾生龙活虎的一条条造砂流水线，“产能”已经大大缩减了。

河流奔腾入海，携带的泥沙也是河口及海岸的组成部分，值得一提的是，随着河流输沙量的减少，海岸的天然“防波提”正在变得薄弱，如辽东湾、滦河口、黄河三角洲都发生了岸滩侵蚀、海水入侵的情况。

可以说，无论从什么角度看，对河砂不加节制的开采都已难以为继。奔腾的河流为人类提供了几千年的廉价优质材料，今天，伤痕累累的它们已太疲倦了。

在传统砂资源正在衰弱的如今，砂子家族的一名新成员正在登上时代舞台，那就是机制砂。所谓机制砂是将母岩矿石去除风化产物后通过机械破

上应用舞台：机制砂大规模使用、

砂之新主角：
接过天然河砂的接力棒

机制砂原料来源广泛，除了各种岩石，还可利用尾矿和建筑废物等，质量稳定。它们正在接过天然河砂的接力棒，成为新的建设主角。图为南京市及奔腾而过的长江。河流曾慷慨地提供了大量优质的砂石建材，让城市挺起脊梁，高速交通快速发展，如今疲惫的它们也需要修复伤痕，休养生息了。摄影 / 柳军旗

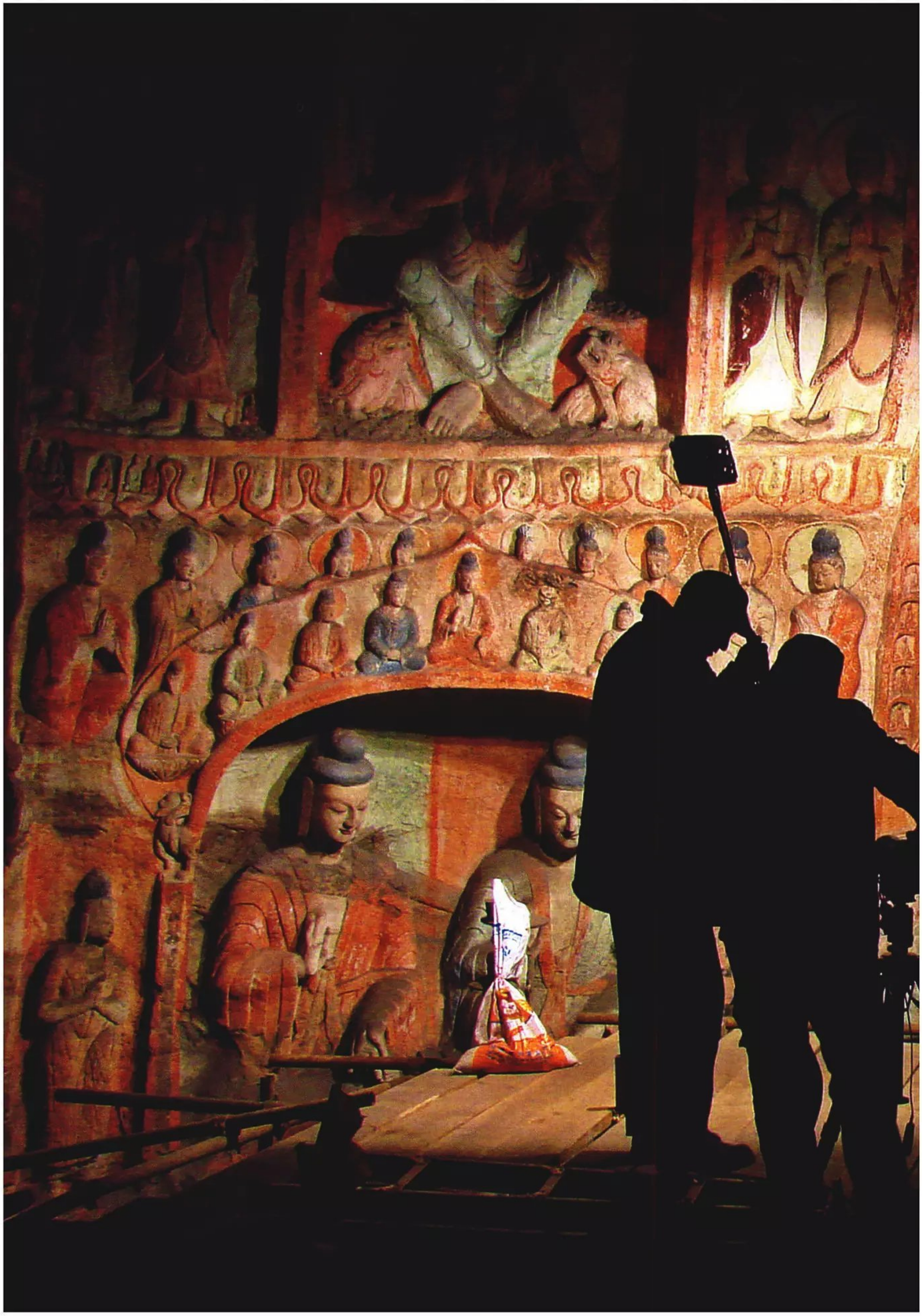
碎，再筛分成合适粒径的岩石颗粒。姜鲁光特别提到，近两年北京天地科学园区建筑施工，还因缺砂来找他出主意，最后是以机制砂替代了惯用的河砂。“机制砂材质稳定，细度模数可调，可利用建筑废料和矿山尾矿，是天然砂较理想的替代品，目前正逐渐规模化。”姜鲁光还提到，科学的河流采砂并非是一禁了之那么简单，制定合理规划，顺应河床演变趋势，天然砂是能够可持续利用的。“随着城市化增速变缓，对砂的需求量也逐渐稳定，也为河湖保护提供了更多的空间和可能。”

翻阅论文和资料的日子里，我还读到了许多新信息，如有研究者正在探索降低砂子消耗量的新建筑技术，过去疏浚沙（砂）被视为废料和麻烦，而在最新的中国河流泥沙公报中，疏浚沙的再利用数量出现了激增。

打开卫星地图，我挨个开始寻找骆马湖、鄱阳湖、淮河、万泉河……这些都是曾被失控的采砂伤害深重的地方，对比数年前和最新的卫星图片，我发现那些曾如狼群般大量集结的采砂船明显减少甚至消失了。这些疲惫的河湖，的确正在休憩和疗伤。

而我们，对于砂子的理解和认识，似乎也到了改变和迭代的时刻。

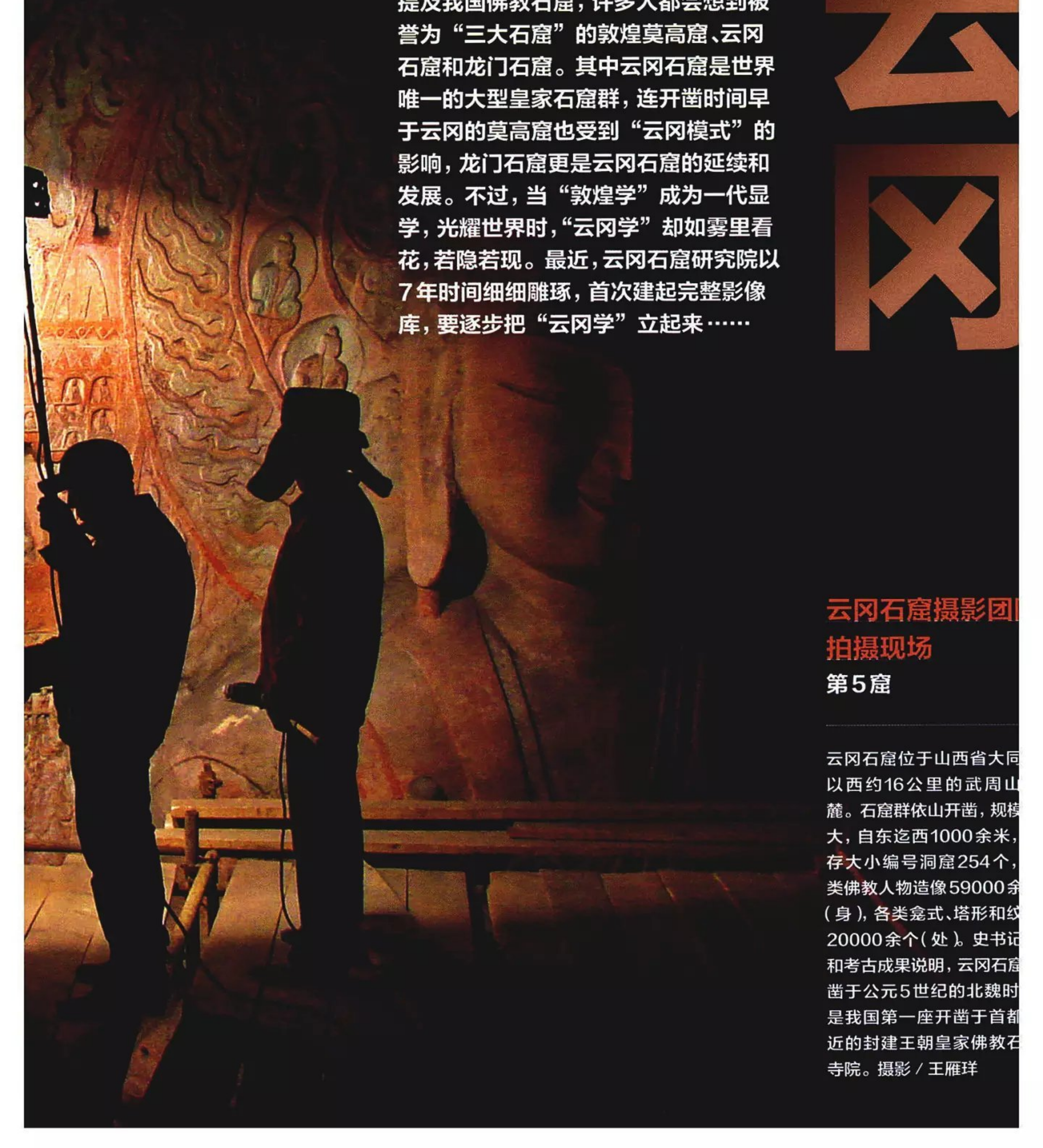
责任编辑 / 陈惊鸿　图片编辑 / 吴敬　版式设计 / 介彬　地图编辑 / 陈云



首建影像库 欲立“云冈学”

新云冈

提及我国佛教石窟，许多人都会想到被誉为“三大石窟”的敦煌莫高窟、云冈石窟和龙门石窟。其中云冈石窟是世界唯一的大型皇家石窟群，连开凿时间早于云冈的莫高窟也受到“云冈模式”的影响，龙门石窟更是云冈石窟的延续和发展。不过，当“敦煌学”成为一代显学，光耀世界时，“云冈学”却如雾里看花，若隐若现。最近，云冈石窟研究院以7年时间细细雕琢，首次建起完整影像库，要逐步把“云冈学”立起来……



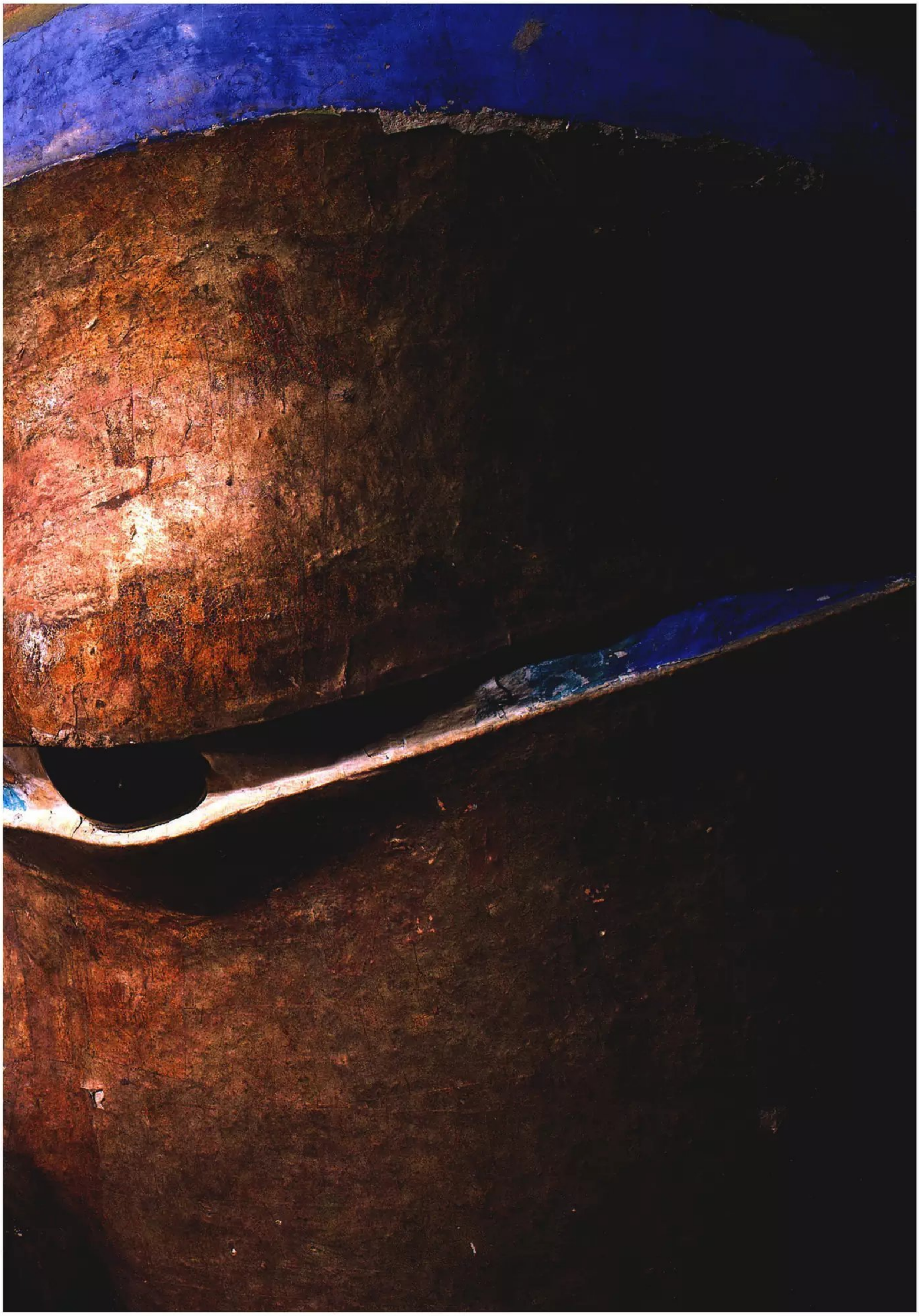
云冈石窟摄影团
拍摄现场
第5窟

云冈石窟位于山西省大同
以西约16公里的武周山
麓。石窟群依山开凿，规模
大，自东迄西1000余米，
存大小编号洞窟254个，
类佛教人物造像59000余
（身），各类龛式、塔形和纹
20000余个（处）。史书记
和考古成果说明，云冈石窟
凿于公元5世纪的北魏时
是我国第一座开凿于首都
近的封建王朝皇家佛教石
寺院。摄影／王雁珜

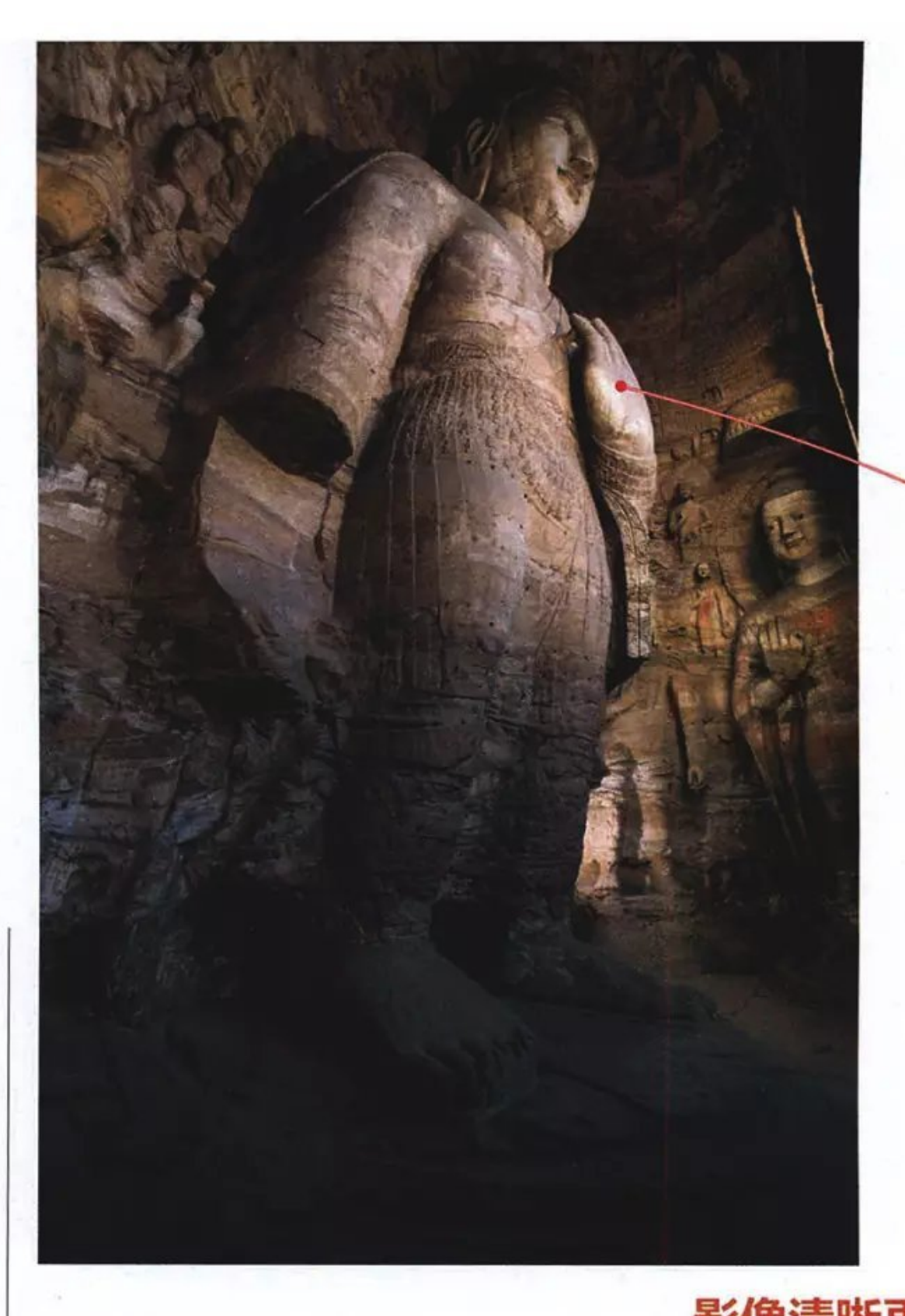
高角度拍摄
首次揭示出主佛像
面部细节

第5窟

主佛像头部由肉髻顶至下颌总高度达5.16米，其中肉髻高约1.81米，面部高约3.35米，面部横向宽度（两耳外廓）达4.25米。本次采取以往罕见的高角度平视拍摄，首次揭示出主佛像面部五官端正、容颜慈祥肃穆的生动细节。大约在清代时，主佛像依北魏风格敷泥塑造，螺钉式肉髻，双眉和眼角为甘蓝，双眼珠为黑色，眉中白毫和嘴唇为红色，其余部分覆以金箔。



撰文
立山
摄影
张海雁 等



影像清晰再现本尊立佛外披雕满千佛的袈裟
第18窟

立佛像高约15.5米（上图），右臂下垂，小臂以下残断不存，左手臂弯曲，手握“法衣”贴左胸。立佛内着僧祇支，外披雕满千佛和坐莲化生的袈裟（右图）。由于立佛像很高大，站在地面的人很难看清袈裟上的众多小佛像。在大乘佛教艺术中，佛衣或背光上的坐佛都是佛陀的“法身”，这些在佛光中幻现出的无量“化佛”，都是佛陀分身十方世界化度众生的使者。佛像左手握法衣举于胸前，手背向外。手指显得柔软、起伏多变，掌背丰满，指间有蹼状物，是为佛三十二相之指间缦网相。佛手整体风格柔中带刚，饱满而富有弹性。

三大石窟中，云冈石窟的佛造像独树一帜

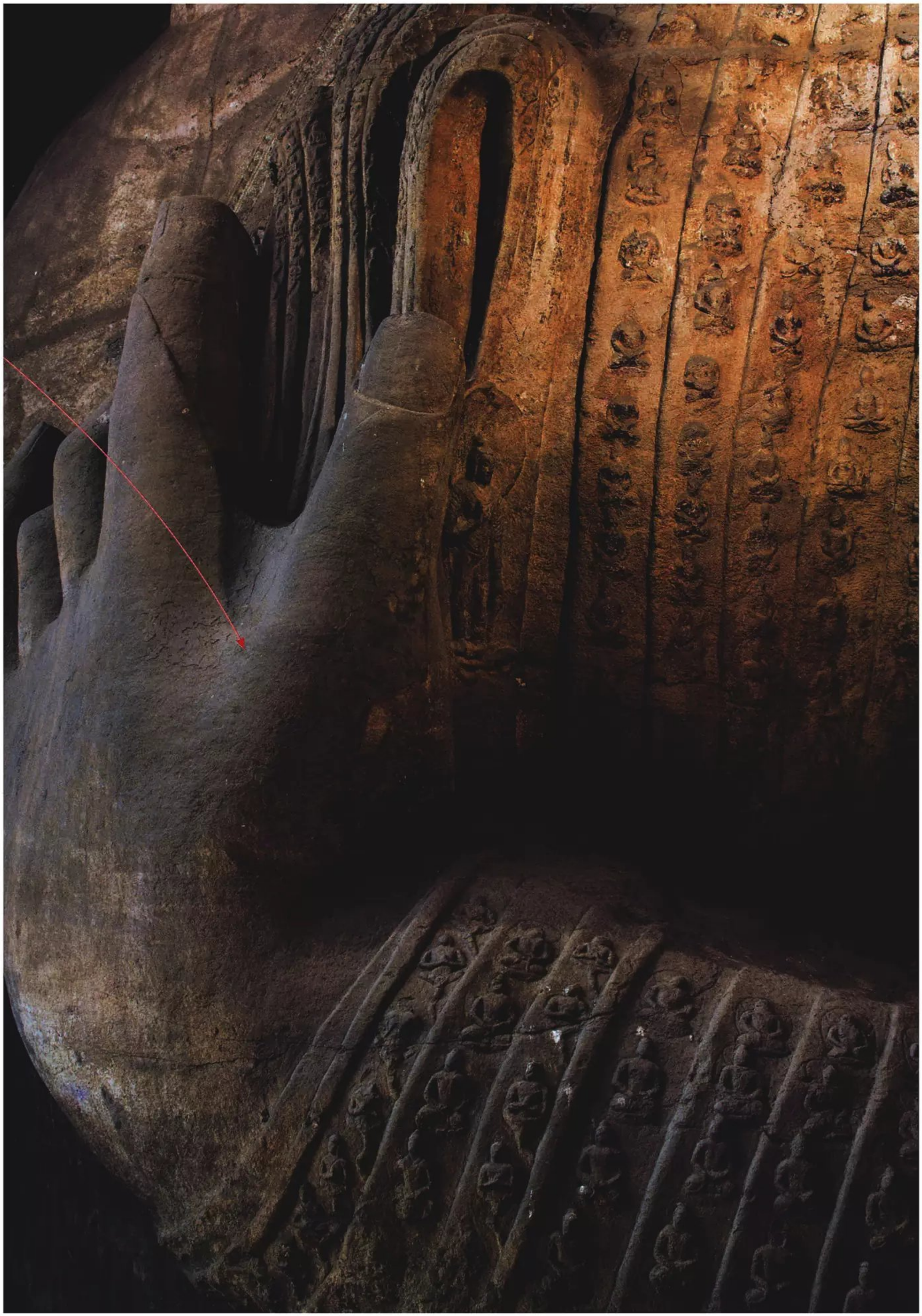
2020年5月中旬的一天清晨，山西高原，大同市西郊。武周山前的草木挂上了稚嫩的浅绿，在寒意阵阵中竞相萌发。因云冈石窟在此开凿，武周山开始名声鹊起。历经千年的风雨侵蚀与数十年的人工雕琢，这座由侏罗纪沉积砂岩构成的低平山丘，在变得“伤痕累累”的同时，也被赋予了某种神圣的内涵。

此刻，阳光从云冈石窟斑驳的砂岩上掠过，透过明窗，打在窟内大佛俊朗的面容上，仿佛是给佛像涂抹了一层金粉，整个洞窟旋即充满了生机。就像跳着轻快的探戈，阳光次第扫过山崖上鳞次栉比的洞窟，窟内的一尊尊大佛，就这样被太阳“唤醒”了。

提及我国佛教石窟，一般人都会想到被誉为“三大石窟”的敦煌莫高窟、云冈石窟和龙门石窟。早在1961年国务院公布的第一批全国重点文物保护单位，有14处石窟。这些石窟中，排在最前面的依次是云冈石窟、莫高窟、榆林窟、龙门石窟、麦积山石窟和炳灵寺石窟。由此可见，云冈石窟在我国石窟中具有举足轻重的地位。

可能很少有人知道，在唐代以前，云冈石窟是我国唯一的大型佛教石窟群。它作为北魏王朝的皇家工程（也是世界唯一的大型皇家石窟群），不仅引领了北朝石窟佛寺的建设高潮，更促进了我国石窟规制的推广和佛教雕刻艺术的发展，连敦煌、龙门也受到它极大的影响与恩泽。

在云冈石窟研究院，这所专门负责云冈石窟管理和研究的机构，我遇到了儒雅的张焯，他于2006年就任该院院长。也许是长期在石窟的浸润与熏陶，张焯一开口说话，黝黑的面庞上就绽放出大佛嘴角那种标志性的“微笑曲线”：“云冈是三大石窟中唯一的全皇家工程。云冈



自然山势将整个云冈石窟群分为东部、中部和西部三个洞窟区域

上图为上世纪30年代日本人拍摄的云冈石窟。下图为2015年拍摄的云冈石窟全貌。从两张图片上可以看出，云冈石窟的周边环境发生了巨大变化。自然山势将整个云冈石窟群分为东部、中部和西部三个洞窟区域。东部窟区延长约260余米，按编号有主要洞窟4个，为第1窟至第4窟及其附属洞窟21个，共有洞窟25个。中部窟区延长约230余米，按编号有主要洞窟9个，为第5窟至第13窟及其附属洞窟111个，共有洞窟120个。西部窟区延长约350米，按编号有主要洞窟32个，为第14窟至第45窟及其附属洞窟77个，共有洞窟109个。

石窟既是犍陀罗艺术直传，世界艺术主脉之分支，也是唐代以前中华独一无二的佛教伟业。其文化多元，艺术价值最高。”

张焯的一番话，让我想起了我国考古学权威、佛教考古学开创者、北京大学考古学教授宿白先生，他研究中国石窟的第一站，就是云冈石窟。

宿白先生对云冈石窟可谓推崇备至：“云冈石窟是新疆以东最早出现的大型石窟群，又是当时统治北中国的北魏皇室集中全国技艺和人力、物力所兴造……它所创造和不断发展的新模式，很自然地成为魏国领域内兴凿石窟所参考的典型。所以，东自辽宁义县万佛堂石窟，西迄陕、甘、宁各地的北魏石窟，无不有云冈模式的踪迹，甚至远处河西走廊西端、开窟历史早于云冈的敦煌莫高窟亦不例外。云冈石窟影响范围之广和影响延续时间之长，都是任何其他石窟所不能比拟的。”

虽然开窟历史早于云冈，但敦煌的大部分石窟是在唐代及唐代以后开凿的，因此受到云冈石窟的影响，也是很自然的事情了。云冈石

作为北魏王朝的皇家工程（也是世界唯一的大型皇家石窟群），云冈石窟促进了我国石窟规制的推广和佛教雕刻艺术的发展，连敦煌、龙门也受到它极大的影响与恩泽。

北魏疆域（齐魏时期）及重要石窟分布图
资料来源：彭明浩著《云冈石窟的营造工程》

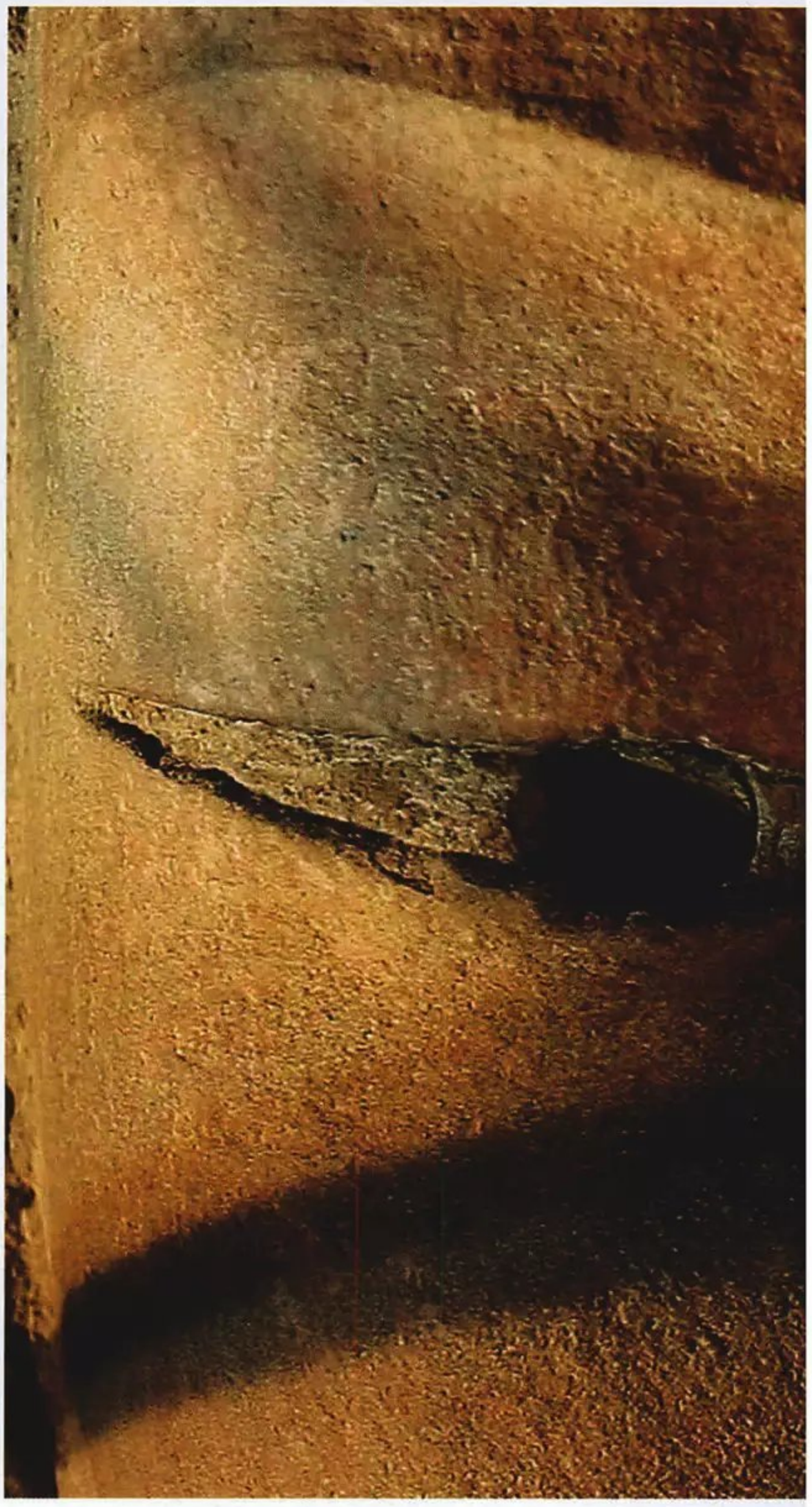
窟的造像艺术还传播到了日本、朝鲜，因此云冈石窟也被誉为“东亚佛教艺术的母胎”。

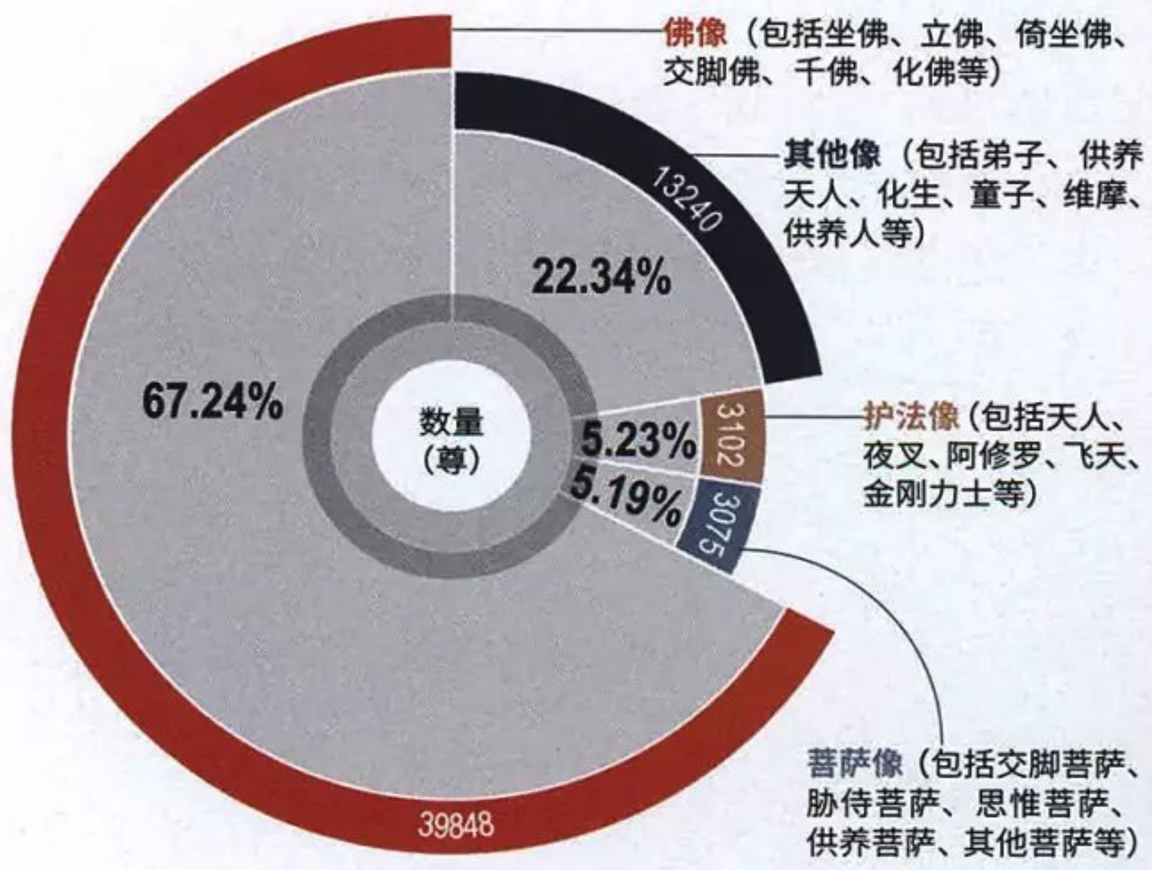
如果具体从石窟艺术上来看，在三大石窟中，敦煌以壁画、泥塑、文书等为标志。在以石刻造像见长的云冈、龙门两大石窟中，龙门造像融合了中原文化的内涵，更注重造像的精雕细琢。而云冈造像，则凸显了皇家气度，显得极为大气。

在我看来，一座大型石窟首先要有大型造像，云冈石窟因为历史上的天时（北魏王朝的推崇）、地利（大同侏罗纪沉积盆地的长石石英砂岩适合雕刻造像）、人和（雕凿主力是包括凉州僧团在内的北魏及周边地区的能工巧匠），短短几十年就完成了众多大佛及其他造像的雕刻，

摄影 / 王雁珅

供图 / 兰阁





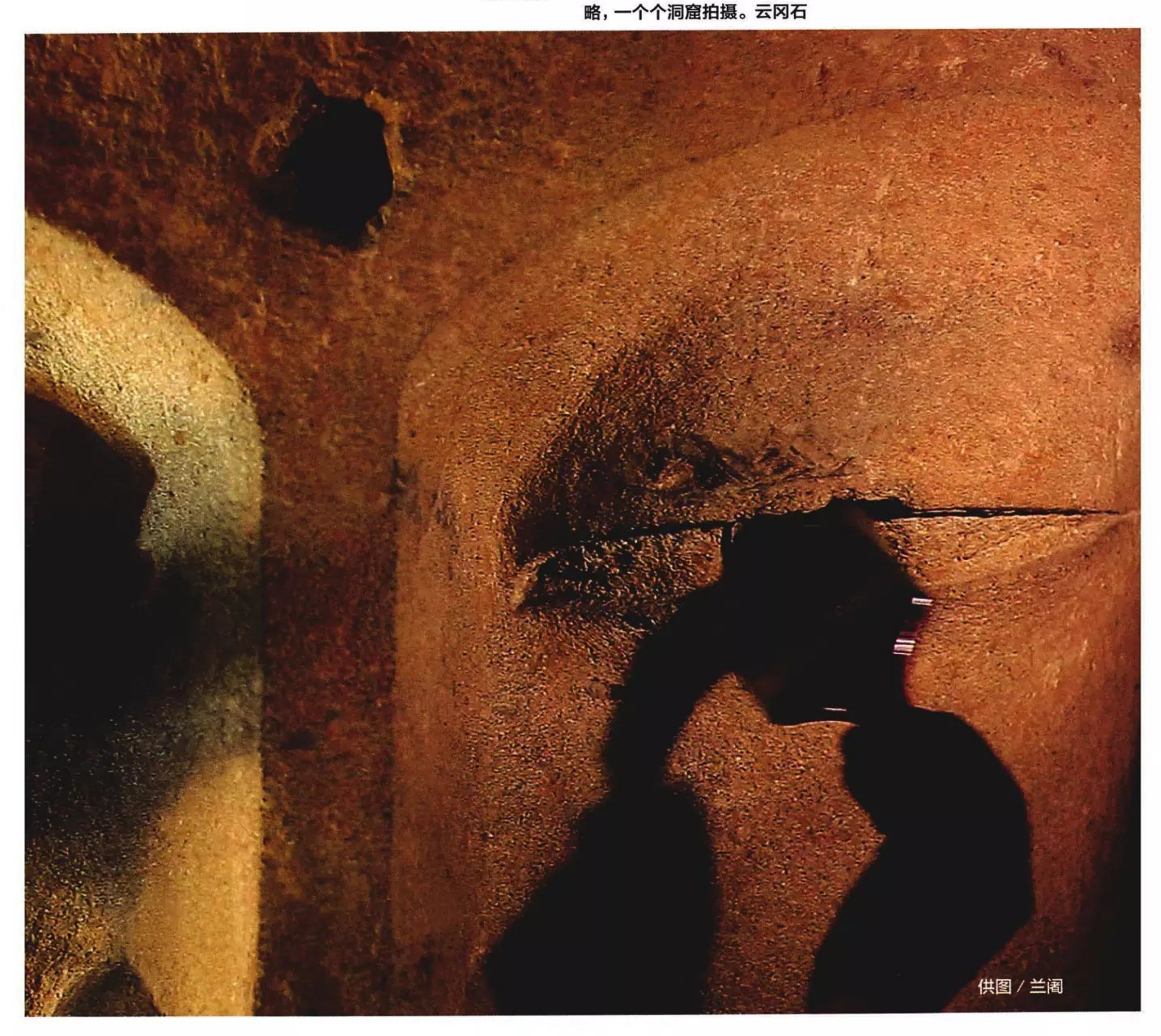
云冈石窟所有现存佛造像最新统计数量与占比

这是云冈石窟开凿1500年来，首次对所有洞窟进行全面专业除尘与拍摄。在此之前，云冈石窟从未有过如此大规模的拍摄行动，也从未有过石窟完整的影像资料。

云冈石窟研究院工作人员在进行脚手架搭建、除尘、拍摄等工作

第5窟

摄影是为云冈石窟构建全面、完整影像数据库最基础、最根本的工作，共有4个摄影小组参与其中。为保证拍摄质量，云冈石窟研究院为摄影团队配备了洞窟搭架团队和清尘人员，采取拉网式全方位拍摄策略，一个个洞窟拍摄。云冈石窟研究院院长张焯提出的拍摄原则是，从整体到细节，既要彰显洞窟完整的逻辑结构，全面表述所有壁龛内容，包括风化失形的部分，又要突出经典造像艺术效果，兼顾装饰纹样的采集表达。



供图 / 兰阁

胁侍菩萨头顶摩尼宝珠冠，披帔帛，穿大裙，身姿婀娜，亭亭玉立，手握供养物，脚踏莲花台，立于佛塔前。九层阁楼式佛塔位于中心塔柱四角，塔座四角又雕刻四座印度式覆钵塔（窣堵坡），是云冈石窟中印合壁、塔中有塔的杰出作品之一。右页图为第6窟西壁和南壁西侧上层立佛列像。

云冈石窟中印合壁、塔中有塔的杰出作品之一

第6窟

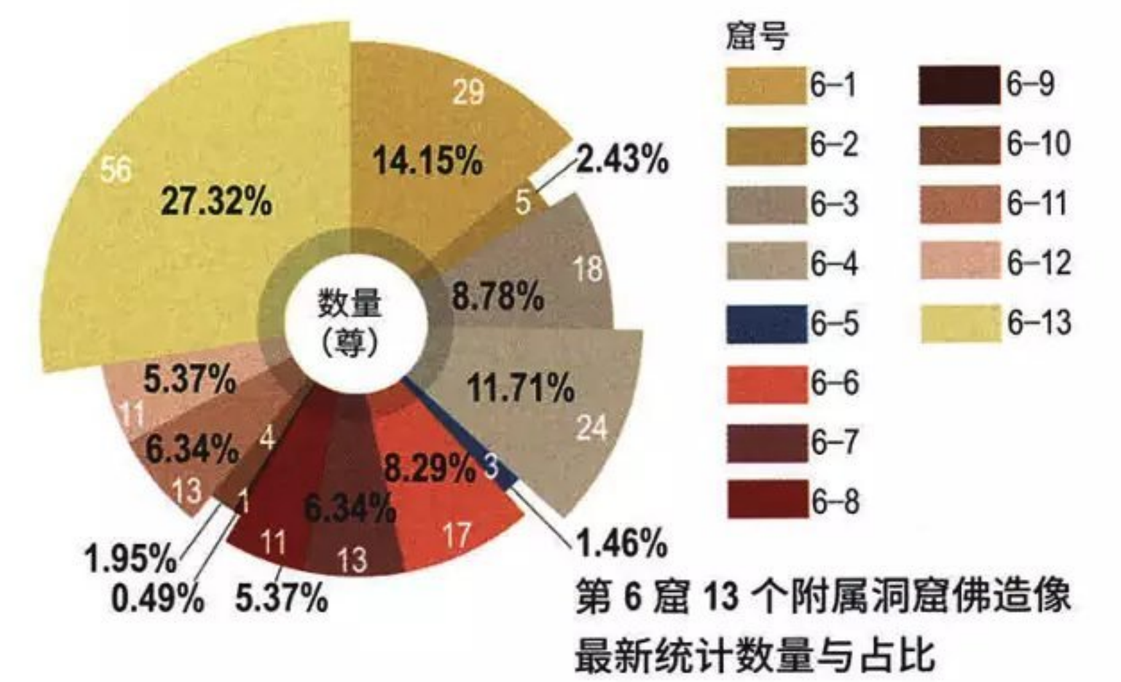
在云冈石窟中，第6窟是设计最严谨、雕刻最精细、内容最丰富、表现最突出的大型中心塔柱洞窟，经摄影团队多年拍摄，该窟众多罕见画面得以首次曝光。

其造像的大气恐怕是国内其他石窟无法相比的。

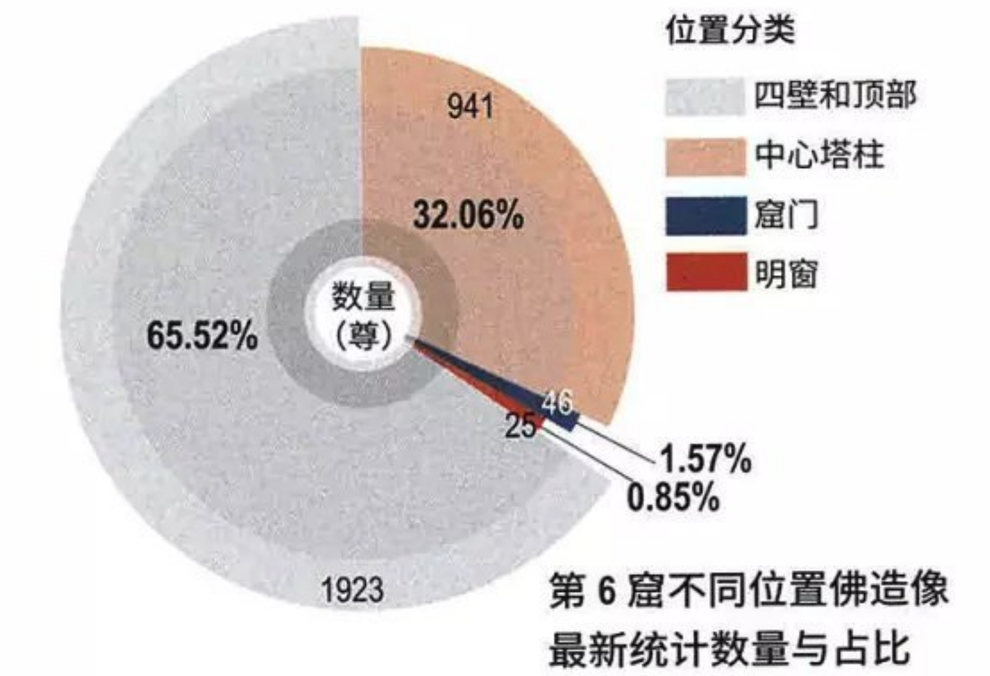
此外，因为主导云冈石窟建造的，是少数民族政权北魏王朝，由此而显现的“活力”和“创新”两个特点非常突出。比如说，很多人看到云冈石窟标志性的第20窟那尊露天大佛，都会被他伟岸挺拔、英姿勃发的气魄所震撼。这样的佛像，应该最能代表草原游牧的鲜卑族蓬勃进取的性格。这种感觉，在其他地方很难看到。

北魏王朝统治者来自草原游牧民族，没有太多条条框框，说干就干。甚至连建造石窟的主力工匠——凉州僧团，也都是从北凉直接“抢”过来的。这也促成了云冈造像的另一大特色——创新，宿白先生就将云冈造像称呼为“云冈模式”。在国内，石窟造像还有一个“凉州模式”，此外似乎就再没有其他的造像模式了。

由此看来，就石窟造像而言，要说在三大石窟中，云冈石窟坐头把交椅，应该还是很有底气的。因此也有人说：平心而论，云冈石窟应该是国内石窟的龙头老大。但是，底气归底气，三大石窟中，就外界认知度而言，云冈石窟也很难说能排在第二。比如说，申报世界遗产，这是一个在全世界“圈粉”的重要活动，云冈石窟就落在了敦煌、龙门甚至大足石刻的后面。我国被列入世界遗产的石窟就是上述4个，但云



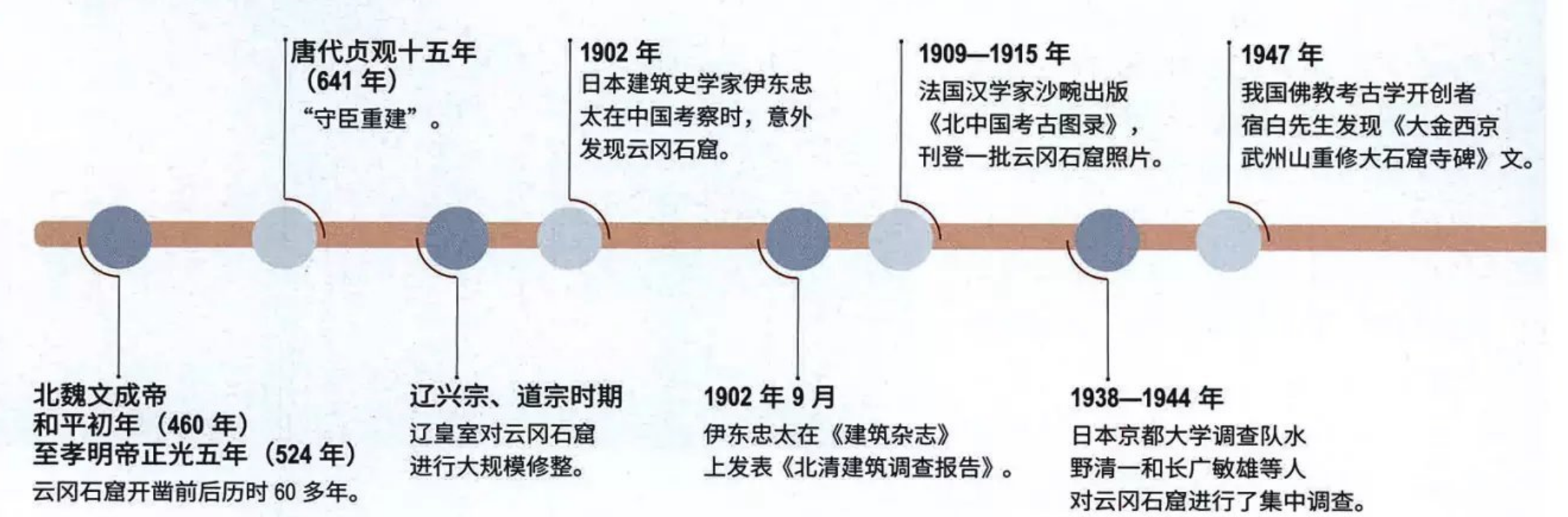
第6窟13个附属洞窟佛造像最新统计数量与占比



第6窟不同位置佛造像最新统计数量与占比

在张焯这些云冈人眼里，
云冈学恰是他们心中的“痛点”。
“云冈石窟在中国，云冈学在日本”，
这句话时常在张焯的脑海里缠绕，成为一个心结。

云冈石窟建造与研究大事记



冈石窟是最后入选的。这并不是说云冈的条件不够格，而是其他多方面因素造成的。

我曾多次到访过云冈石窟。这一次，我眼前的云冈，似乎已不是往昔的那副容颜了。它就像是蒙着灰尘的绝代美人，开始“顿悟”后默默地干了一件大事——擦洗一番，把绝世美颜完整地“呈现”给外界。

在张焯这些云冈人眼里，云冈学恰是他们心中的“痛点”

当今社会，是一个“呈现”的时代。再好的东西，如果没有一种大家容易接受、直观的“呈现”方式，那么就很难让公众认可你的“好”。更何况，要是处于“同质化”的竞争，就更需要“呈现”来显示你的卓尔不凡了。

从这个意义上来说，敦煌的成功，很重要一个原因就是它有一个很好的“呈现”——敦煌学。打个不太恰当的比喻，我国众多的石窟就像是在华山论剑的高手们，各个身怀绝学。就在大家纷纷展示自己才艺时，敦煌默默地拿出了看家本领——敦煌学。大家一看，仿佛看到了武林最高秘籍《九阴真经》，一下子全都臣服在地了。

敦煌学原本是研究藏经洞出土的写本文献，后逐渐扩大到石窟、壁画、汉简乃至周边出土的古文献和文物，最后成为世界顶尖学者参

1951—1956 年
水野清一和长广敏雄等人出版 16 卷 32 本《云冈石窟》巨著，标志着云冈学的诞生。

1961 年
云冈石窟被国务院公布为全国首批重点文物保护单位。

1978 年
宿白先生发表《云冈石窟分期试论》。

1980—1981 年
长广敏雄先后发文，对宿白先生的《云冈石窟分期试论》提出质疑。

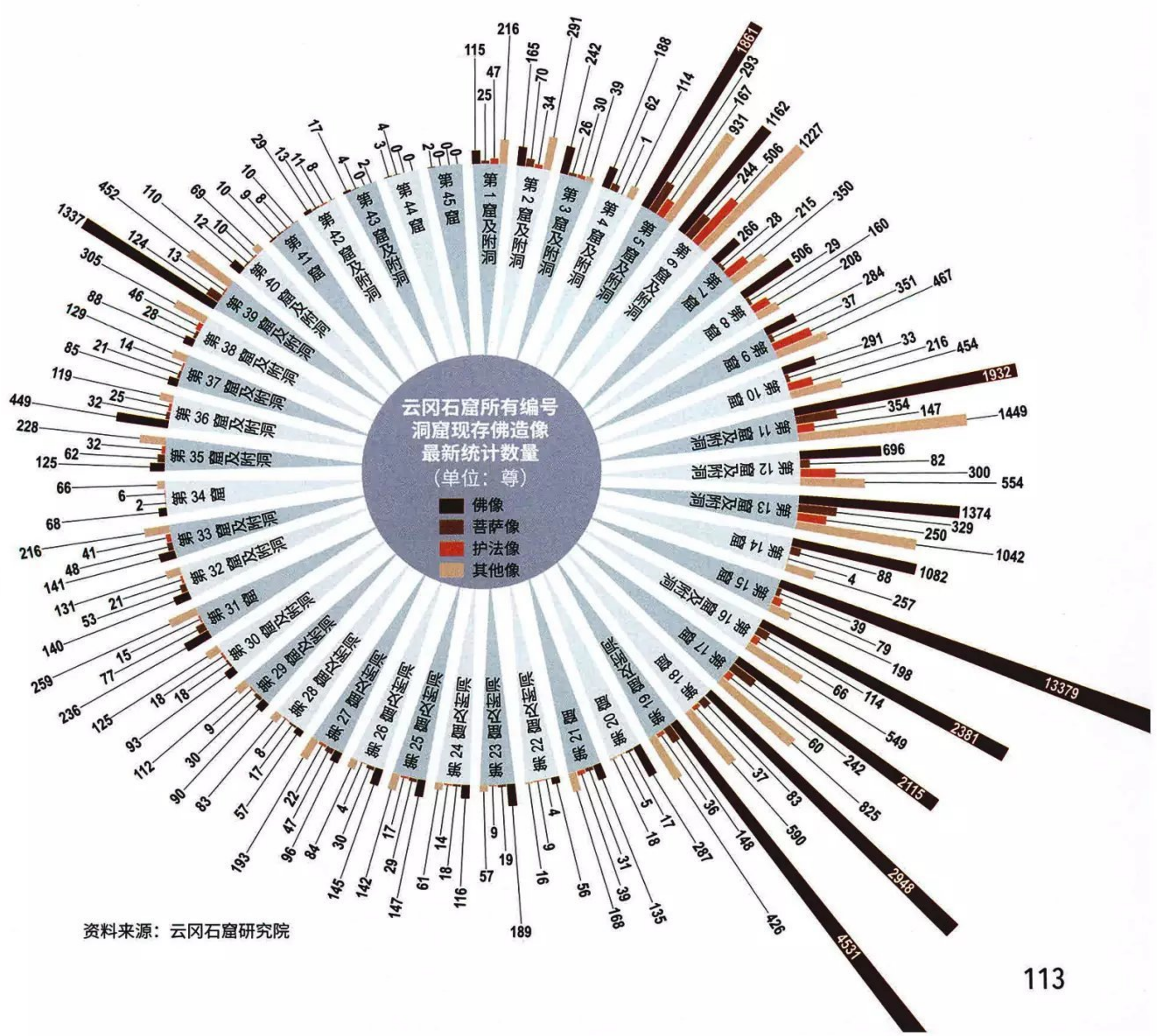
1982 年
宿白先生发文回应长广敏雄的质疑。

1990 年
长广敏雄在《中国石窟》之《云冈石窟（二）》（日文版）中承认了宿白先生的分期论。

2001 年
云冈石窟被联合国教科文组织列入世界遗产名录。

2006 年
《云冈石窟编年史》出版，为云冈石窟第一部通史。

2019 年
20 卷《云冈石窟全集》出版，被认为是云冈学确立的标志。



资料来源：云冈石窟研究院

宿老的棒喝，让张焯开始潜心“悟道”。从2012年开始，
一个长达7年的云冈学再造工程开启了。

与的一门显学。可以说，敦煌学是确立敦煌获得石窟老大地位的“终极武器”。

张焯对此看得很清楚：“敦煌是触动中华民族的一根敏感神经。敦煌学能成为显学，在于其世界性，遗书、壁画散布世界，广为关注。”

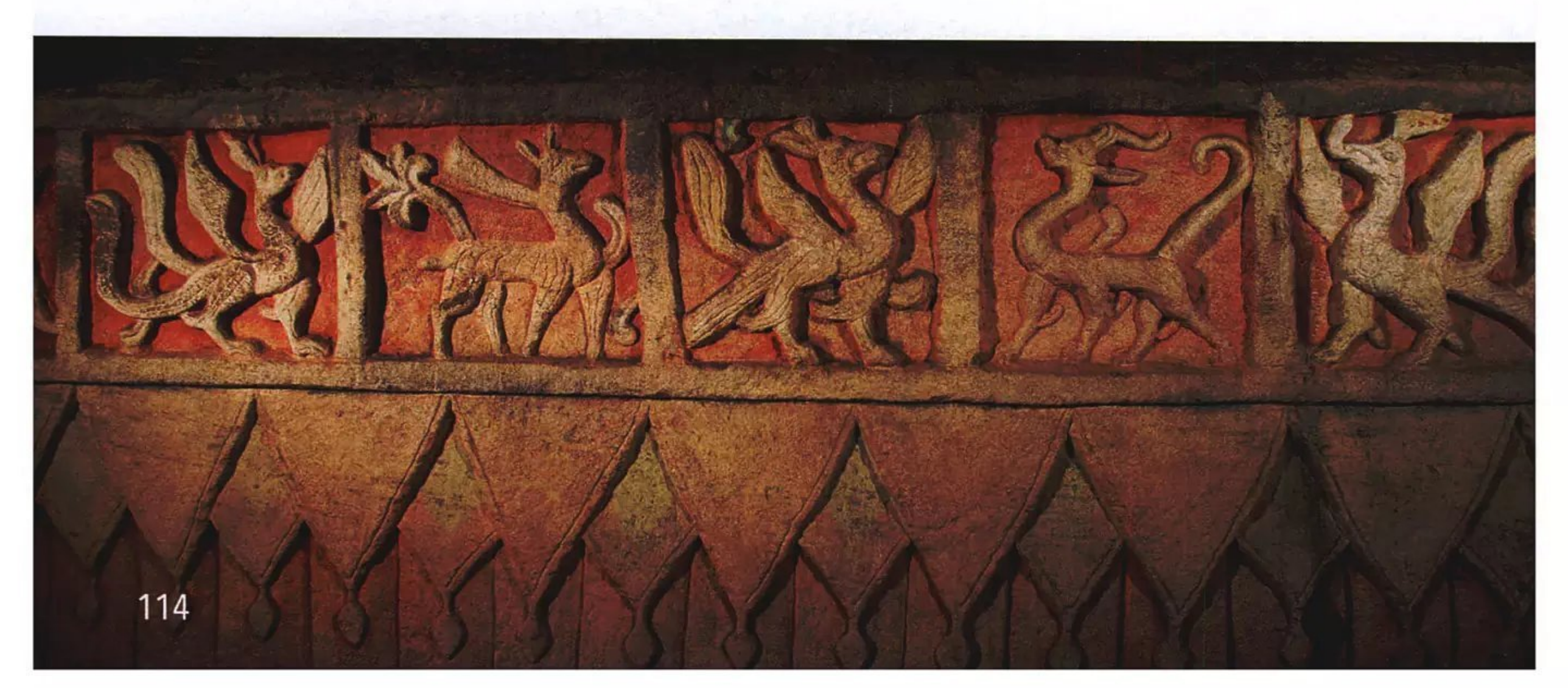
由敦煌学，我想到了云冈学。事实上，国际上确实有一门“云冈学”。只不过，云冈学的知名度与敦煌学还无法相提并论，知晓这门学科的人并不太多。而且，在张焯这些云冈人眼里，云冈学恰是他们心中的“痛点”。“云冈石窟在中国，云冈学在日本”，这句话时常在张焯的脑海里缠绕，成为一个心结。

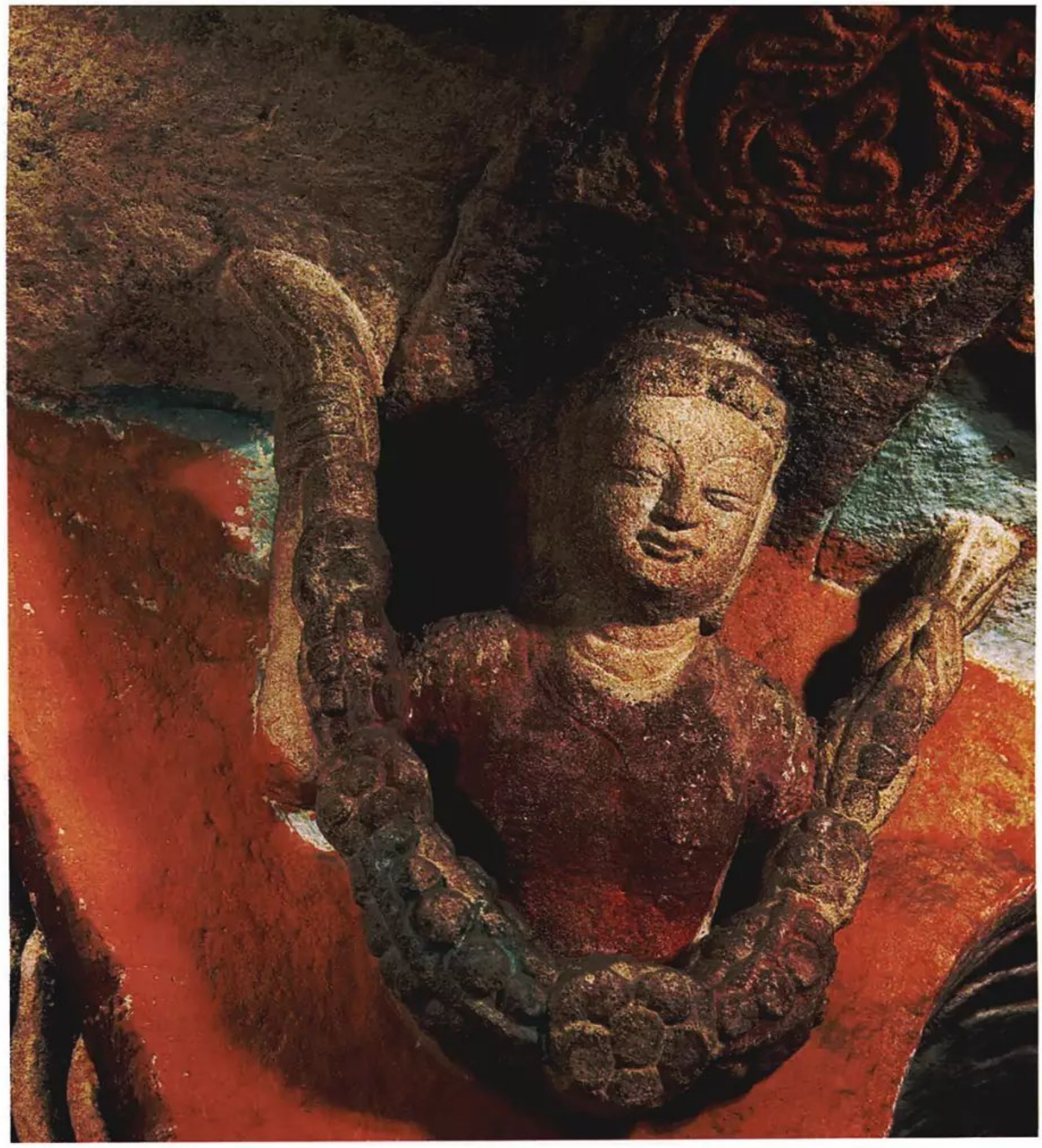
历史上对云冈石窟的学术研究，就肇始于日本学者。1902年，日本建筑史学家伊东忠太在中国考察旅行时，意外发现了云冈石窟。1938年到1944年日本侵华期间，以水野清一、长广敏雄为首的日本京都大学调查队，对云冈石窟进行了7次调查，并结集为16卷32本《云冈石窟》巨著，代表了当时云冈研究的最高水平，标志着云冈学的诞生。

1947年，宿白先生发现了《大金西京武州山重修大石窟寺碑》（以下简称《金碑》）文，随后基本厘清了云冈石窟开凿分期脉络和历史沿革。不过，对于宿白先生有关云冈石窟开凿分期的观点，日本学者长广敏雄并不认可。于是，宿白先生与长广敏雄进行过两次关于云冈分期的激烈论战，最后长广敏雄终于承认了宿白先生的“分期论”。

由此，宿白先生被认为是我国本土云冈学的开创者和奠基人。遗憾的是，尽管国内学者如陈垣、梁思成、宿白等大家，有过云冈研究的奠基之作，但后继学者并没有跟上，也没能形成一个学派。

2007年初，在云冈石窟研究院





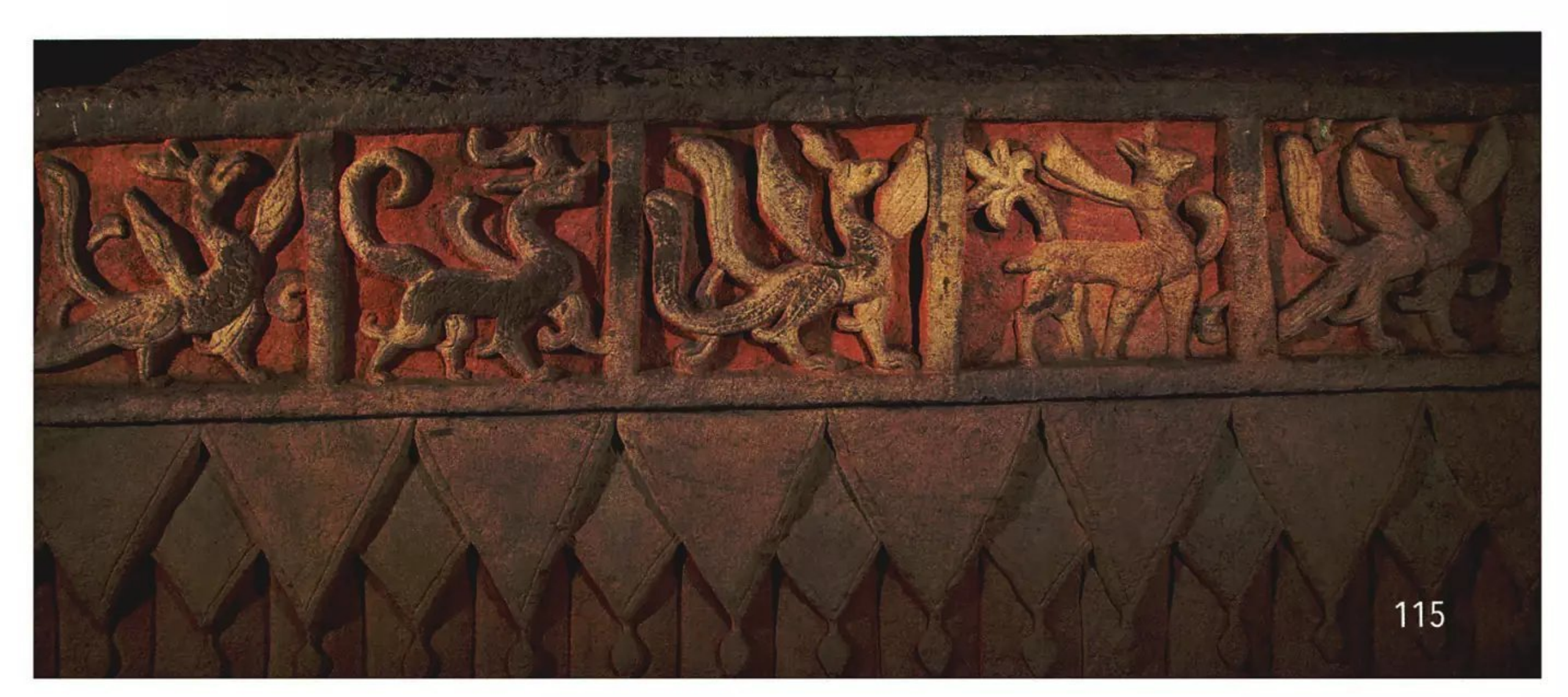
中心塔柱上层立佛背光之间手执瓔珞的化生童子

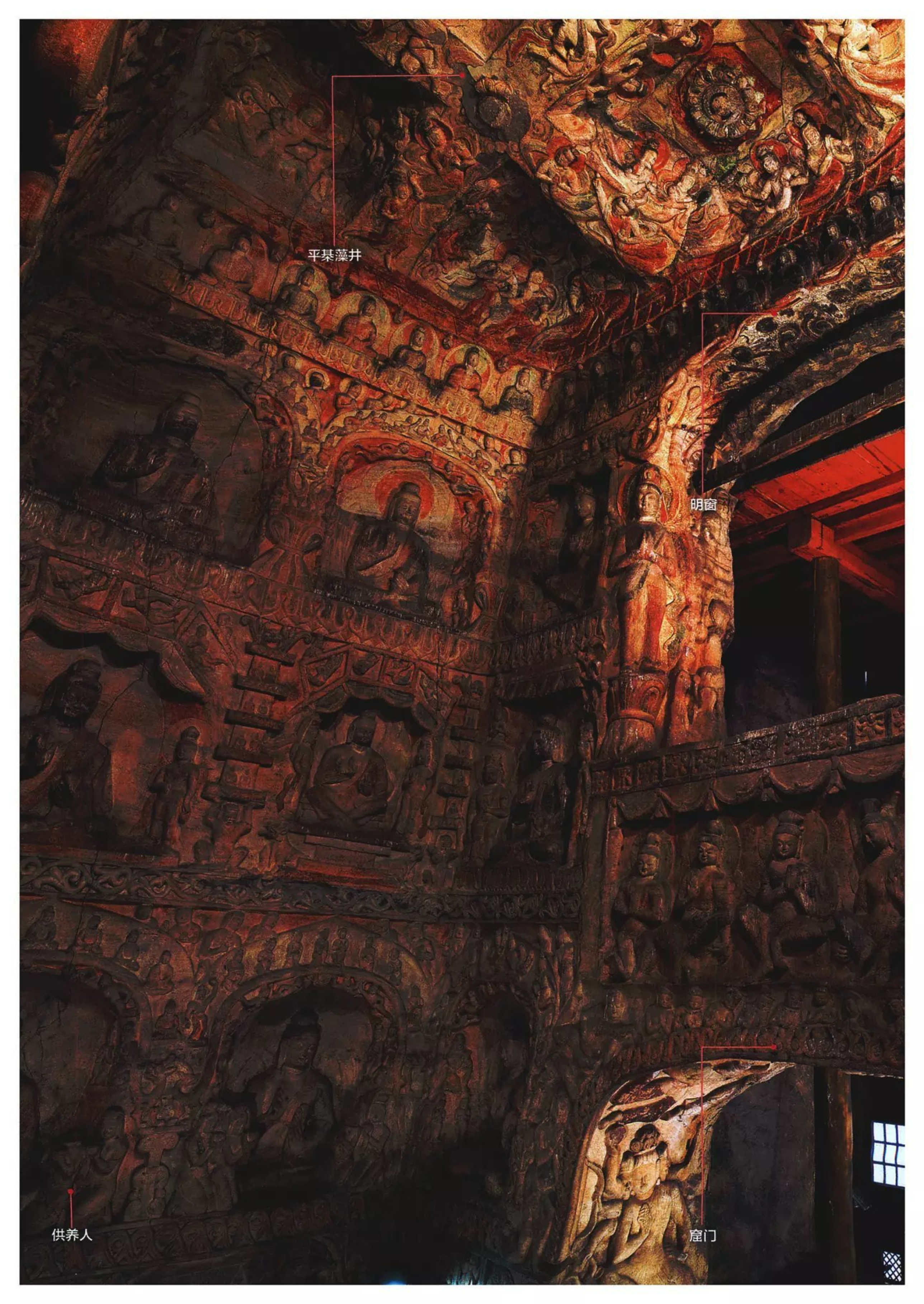
第6窟

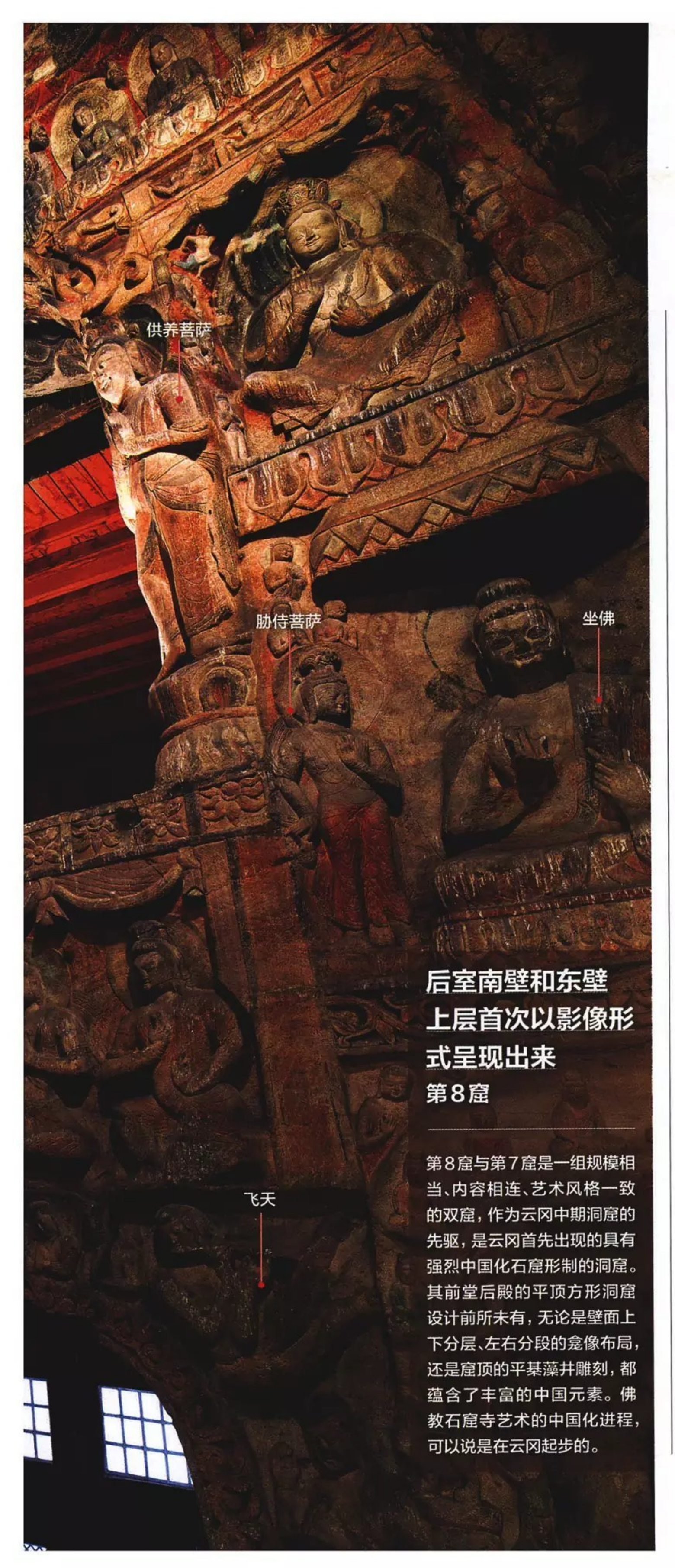
露出上半身的化生童子，眉清目秀，面带微笑，颈饰项圈，臂腕戴钏，双手执瓔珞敬行供养（右图）。下图为第6窟中心塔柱上层宝盖上的神兽间神鸟和三角帷幔。平面方形的中心塔柱顶部与窟顶之间凸出一个边长约6米的方形华盖，分为两层，上层各面以联珠纹间隔9个或10个方格，格内（面积约0.3平方米）间隔雕刻“神兽”和“神鸟”；下层是三角帷幔缀宝珠、内衬折叠帷幔纹雕刻。上层格内的神兽和神鸟塑造得凶悍挺拔，彰显护法力量，具有较强的艺术图案性。

履新未久的张焯，到北京拜访85岁高龄的宿白先生，没想到宿老给了张焯“当头棒喝”：“你当了云冈的院长，如果再不搞研究，那你也是历史罪人。”

宿老的棒喝，让张焯开始潜心“悟道”。经过5年酝酿，在2012年，一个长达7年的云冈学再造工程开启了，一直到2019年暂告一段落。云冈石窟这位蒙尘的美人，终于要拂去尘埃，让世人看清她的绝美容颜。




平棊藻井
明窗
供养人
窟门



后室南壁和东壁上层首次以影像形式呈现出来
第8窟

第8窟与第7窟是一组规模相当、内容相连、艺术风格一致的双窟，作为云冈中期洞窟的先驱，是云冈首先出现的具有强烈中国化石窟形制的洞窟。其前堂后殿的平顶方形洞窟设计前所未有，无论是壁面上下分层、左右分段的龛像布局，还是窟顶的平棊藻井雕刻，都蕴含了丰富的中国元素。佛教石窟寺艺术的中国化进程，可以说是在云冈起步的。

云冈石窟到底有多少尊佛造像，过去一直是个谜

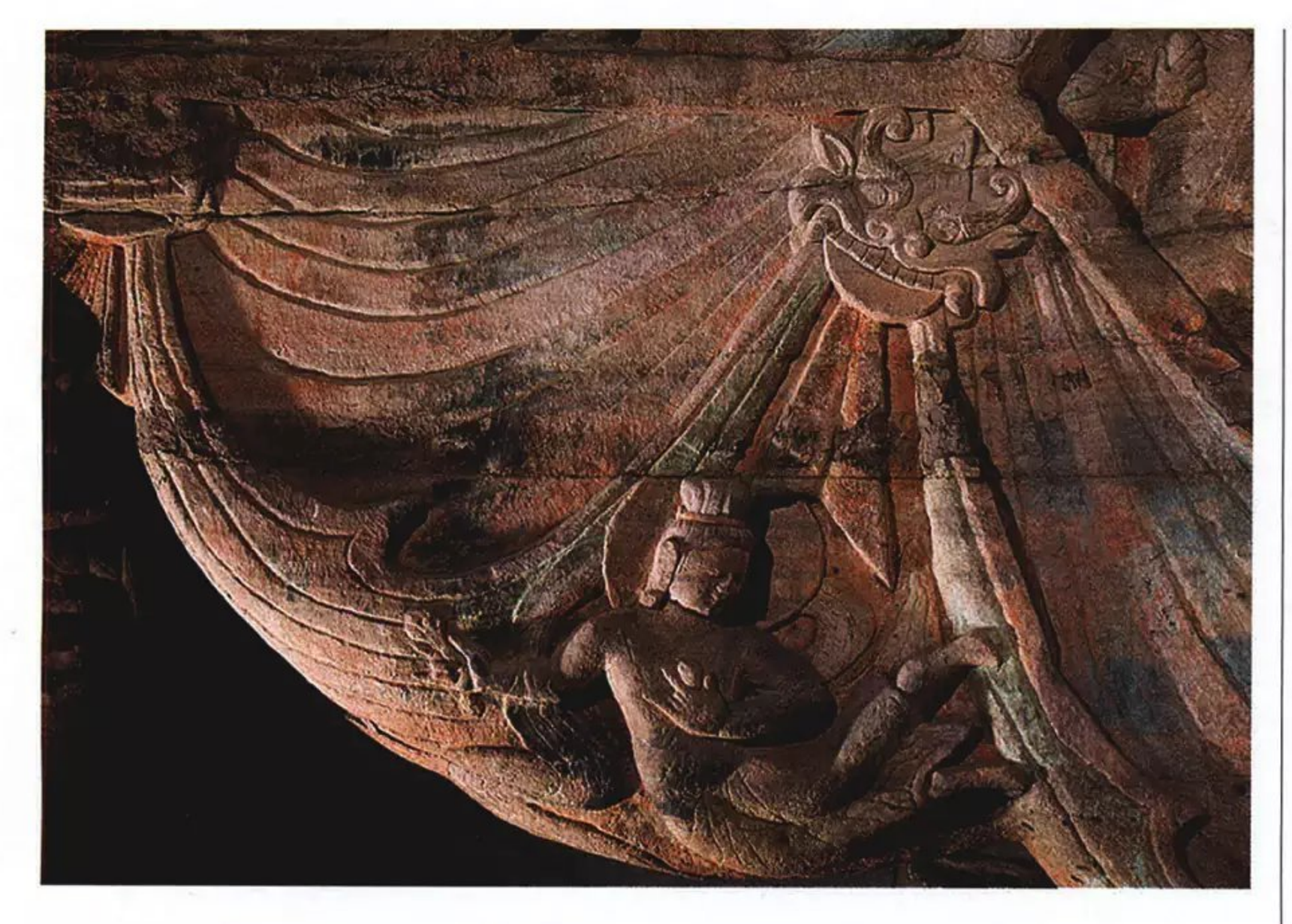
以往，云冈石窟佛造像的数量看似精确，实则模糊。在云冈石窟申报世界遗产的正式文本中，对云冈石窟洞窟及造像数量的描述是“现存洞窟252座、造像51000尊”，如今这一组数字仍然展示在联合国教科文组织的官网上。51000，这个数字过于整齐，显然并非精确计数所得。

事实上，要想弄清楚云冈石窟佛造像的数量，本身就非易事。首先是大型造像众多，以最著名的“昙曜五窟”为例，其主尊造像都有十几米之高。而且，这些造像所处的洞窟动辄高达20多米，四壁自上而下遍刻大小不一的造像，有些主佛又身披千佛袈裟。在这种情况下，要想计数清楚，实非易事。

其次是中期洞窟结构复杂，雕刻纷繁，令人眼花缭乱。随着平面方形洞窟大量出现，和早期的穹窿形洞窟相比，雕刻面积大幅增加，雕刻内容和形式也变得复杂起来。壁面的雕刻往往采取上下重层、左右分段的方式，许多雕刻展示了完整的故事情节。其形象包括飞天、比丘、力士、金刚、伎乐天、供养天以及各种动物、植物花纹。如此纷繁众多的造像加上高大的洞窟，计数难度可想而知。

第三是许多洞窟风化严重，一

从上世纪初开始，云冈石窟究竟有多少造像这个问题，始终是个谜。现在，理清云冈石窟的“家底”终于迎来一次契机，这也将为云冈学的下一步发展奠定基础。



后室北壁上层龛楣帷幔中的飞天与兽面结
第7窟

左图：无论是飞天还是兽面，都表达了护持佛法的宗教意义。同时，这里的雕刻更是一种艺术设计的展示。有着婀娜舞姿的紧那罗，是护法天也是娱佛者；来自于我国传统门扉上的铺首之兽面，在这里成为佛教兜率天宫中不可多得的中华艺术元素之一。

些造像损毁甚至消失。云冈石窟所在山体为砂岩，在降雨和自然渗水侵蚀之下，极易风化。

上世纪初，关于云冈石窟的学术研究真正开始之后，最基础的一个问题——云冈石窟究竟有多少造像，始终都是一个谜。

现在，理清云冈石窟的“家底”终于迎来一次契机，这也将为云冈学的下一步发展奠定基础。

耗时7年给所有造像拍摄图片，从此观赏大佛没了死角

从2012年开始，云冈石窟耗时7年，给所有造像拍摄图片，成为云冈学再造工程的一个大手笔。

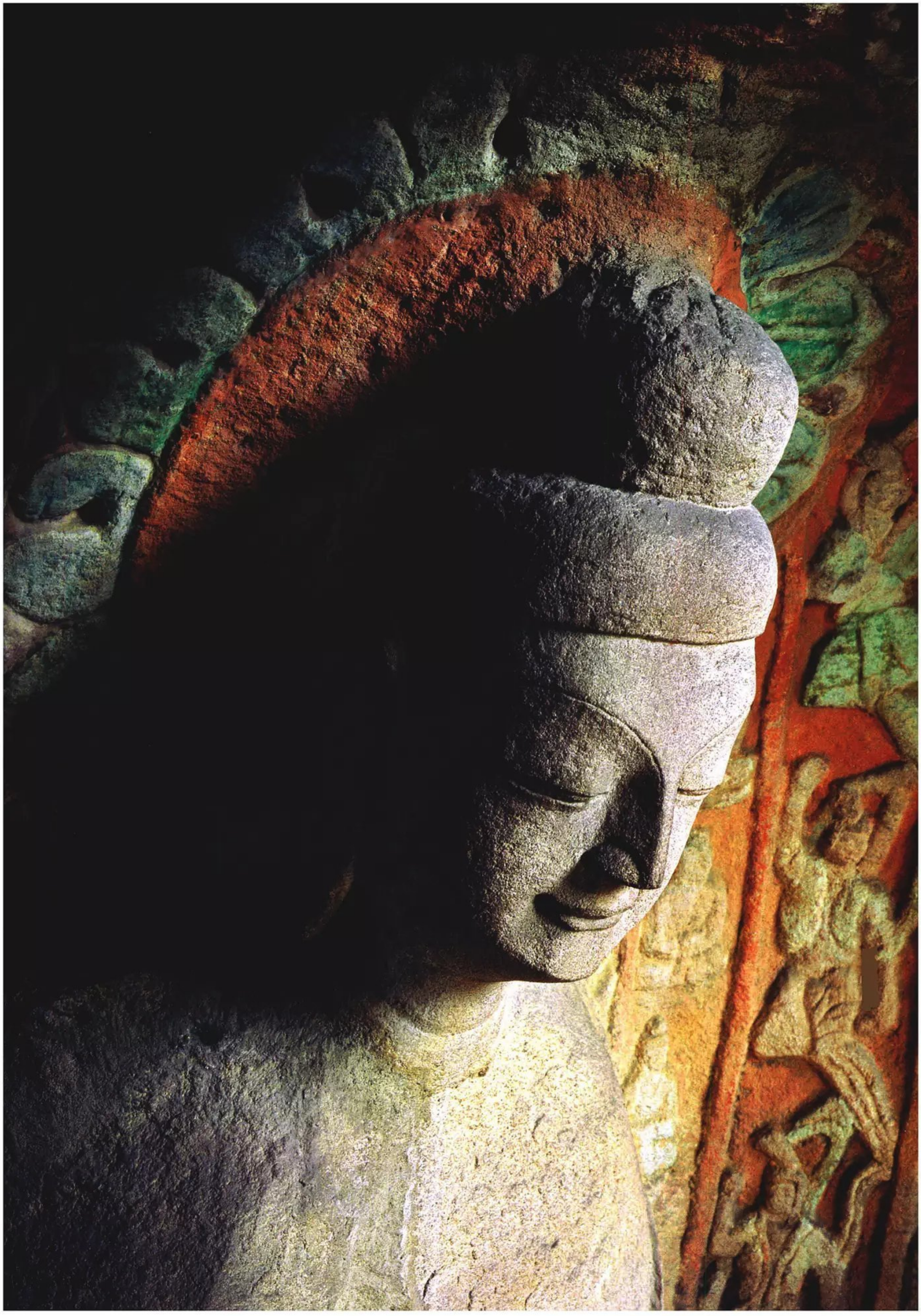
在此之前，云冈石窟从未有过如此大规模的拍摄行动，也从未有过石窟完整的影像资料。特别是云冈洞窟众多，很多洞窟的中上层经常漆黑一团，别说拍摄图片，就是平时要看清上面造像的面目，也是无法做到的。正因如此，这次为期7年的拍摄意义重大。

为此，云冈石窟研究院为摄影团队配备了洞窟搭架团队和清尘人员。这是云冈石窟开凿1500年来，首次对所有洞窟进行全面专业除尘与拍摄。

云冈石窟研究院美术室主任张海雁，从上世纪70年代来到云冈石窟工作，此前拍摄石窟已有40余年，但这一次，他感觉拍摄与以往完全不同。

后室南壁明窗东侧角的供养菩萨
第8窟

右图：菩萨头顶宝冠，五官秀丽端庄，面带微笑，双手合十敬行佛教“法的供养”。第8窟所在的中部窟区，保存了云冈石窟雕刻设计最为绚丽多姿的洞窟群，这里有三组规范整齐的双窟（第5、6窟，第7、8窟和第9、10窟）。

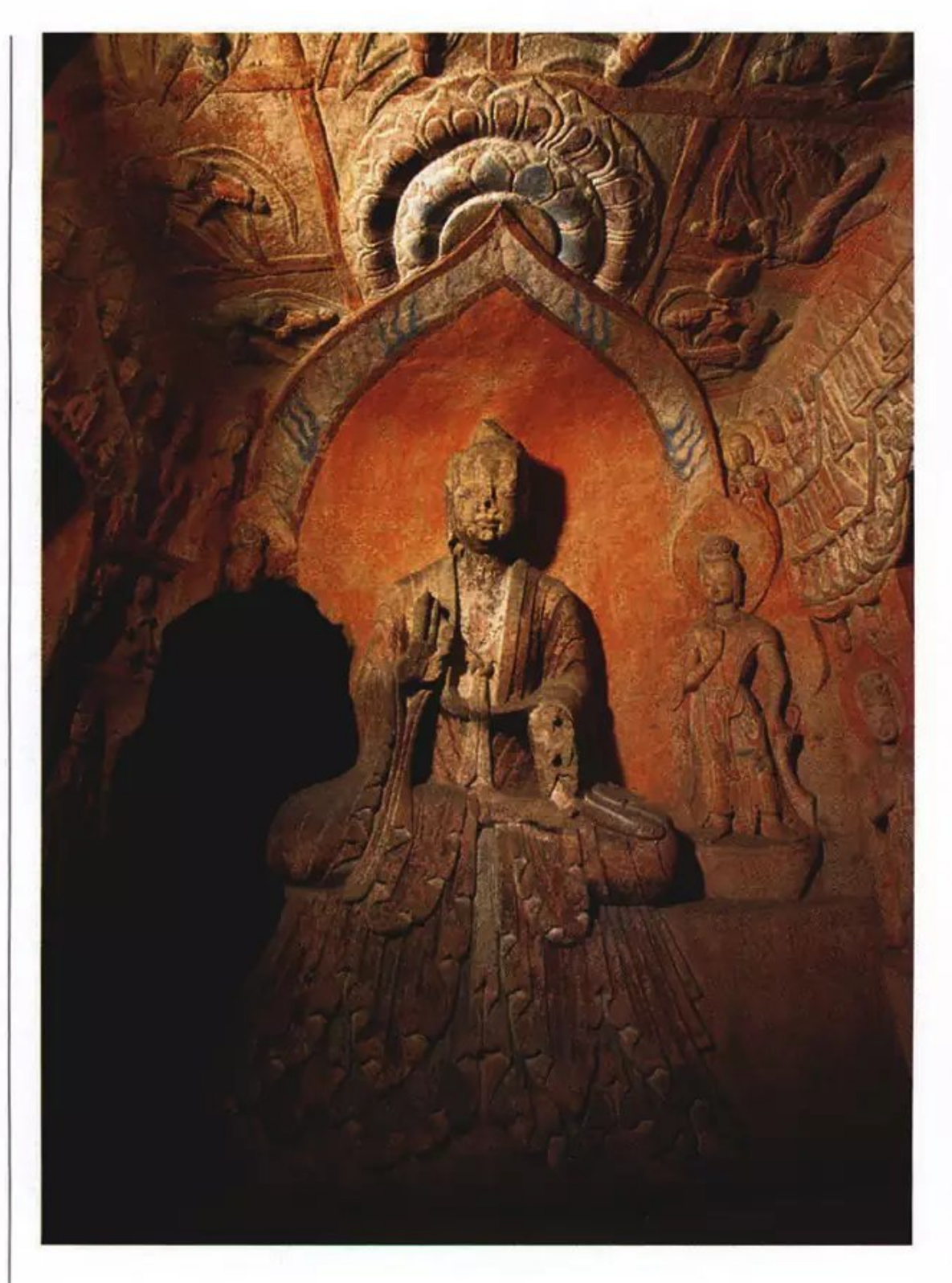


从2012年开始，云冈石窟耗时7年，给所有造像拍摄图片，
成为云冈学再造工程的一个大手笔。

残缺的北壁佛像，呈现了千年石窟的沧桑历程

第5-11窟

右图：佛像褒衣博带坐于高台上，衣襞纹饰层叠有序，繁缛华丽，铺陈于台前，庄严而富有艺术美感。佛像背后的光芒已然延伸至窟顶，两侧既有胁侍菩萨，又有供养弟子，庄严肃穆。佛像右侧因坍塌与第5窟相通，尽管缺失了不少形象（右侧胁侍菩萨身体部分坍塌），但这种残缺，并未减少艺术美感，反而呈现了千年石窟的沧桑历程。



这尊佛像表现出了异常突出的雕刻成就

第5-12窟

左图：该窟位于第5窟明窗东侧第二层，严格说是一个雕凿在外壁的佛龛。佛像头高45厘米，肉髻高耸，长眉细目，鼻梁高直，两翼分明，嘴角两侧上翘，笑容微微显露，身体前倾，颔首下视，蕴藏了极大的智慧与宽容。此造像表现了异常突出的雕刻成就。后世学者推测，这尊造像并非是靠某一位艺术家的才能一朝一夕所能完成的，而是包含了许多前人的努力，一些更早期的艺术家通过艰辛尝试和反复实践，为这尊造像的“出世”奠定了基础。

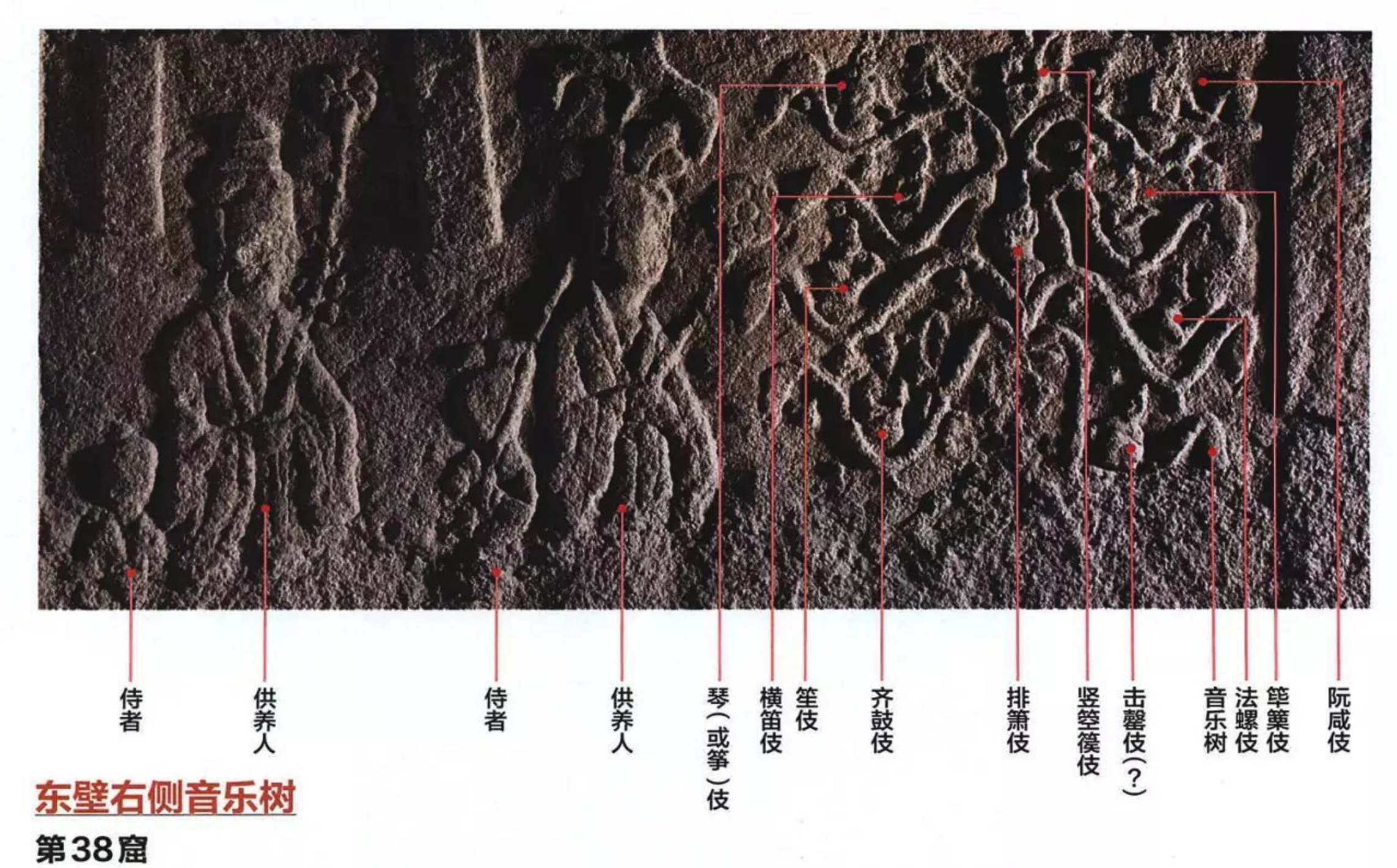
我曾登上第18窟的拍摄脚手架，当时张海雁正在拍摄洞窟主佛的头部。上去之后我才发现，仅仅大佛的一只手，就有两三人高，而大佛身披的袈裟上刻满佛像，有些佛像一直分布到了大佛肩背部。张海雁说：“不上到这样的高度，你绝对不会想到，大佛袈裟上竟然有这么多佛像。”

借助摄影以及3D扫描、测量、建模等现代科技手段，云冈石窟研究院最终获得了大量照片、测绘图、拓片、线描图和模拟图，形成了一个宏大的数据系统，最后又与1938年至2012年的5次考古发现相结合，终于获得云冈石窟佛造像的精确数量：59265尊，较之申遗报告中的51000尊，竟然增加了8265尊。云冈石窟终于有了自己清晰的家底。

中央美术学院美术史系原主任罗世平教授，多年从事石窟研究。以前到云冈石窟考察时，他有一个很大遗憾：第6窟、第7窟等一些洞窟，因为体量太大等原因，很多佛像拿望远镜也看不清楚。他的遗憾，其实也是很多人到云冈石窟考察、游览的遗憾。

罗世平教授提到的第6窟，被誉为云冈石窟最精华、最富丽堂皇的洞窟，高达15.5米，接近正方形的平面每边长约13米。这座中心塔柱窟是云冈石窟6个塔柱窟中规模最大的一个。其塔柱分为上下两层，不仅雕工极尽精美，而且还与洞窟四壁上部的十一身佛像呼应，在洞窟上部营造出一种特殊的佛国氛围，这种空间营造，在我国石窟中可谓绝无仅有。

如果不是通过影像，如此雕刻精美、造像复杂的洞窟，要想在现场去欣赏，特别是欣赏那些中上层的造像，几乎是不可能的事情。



东壁右侧音乐树

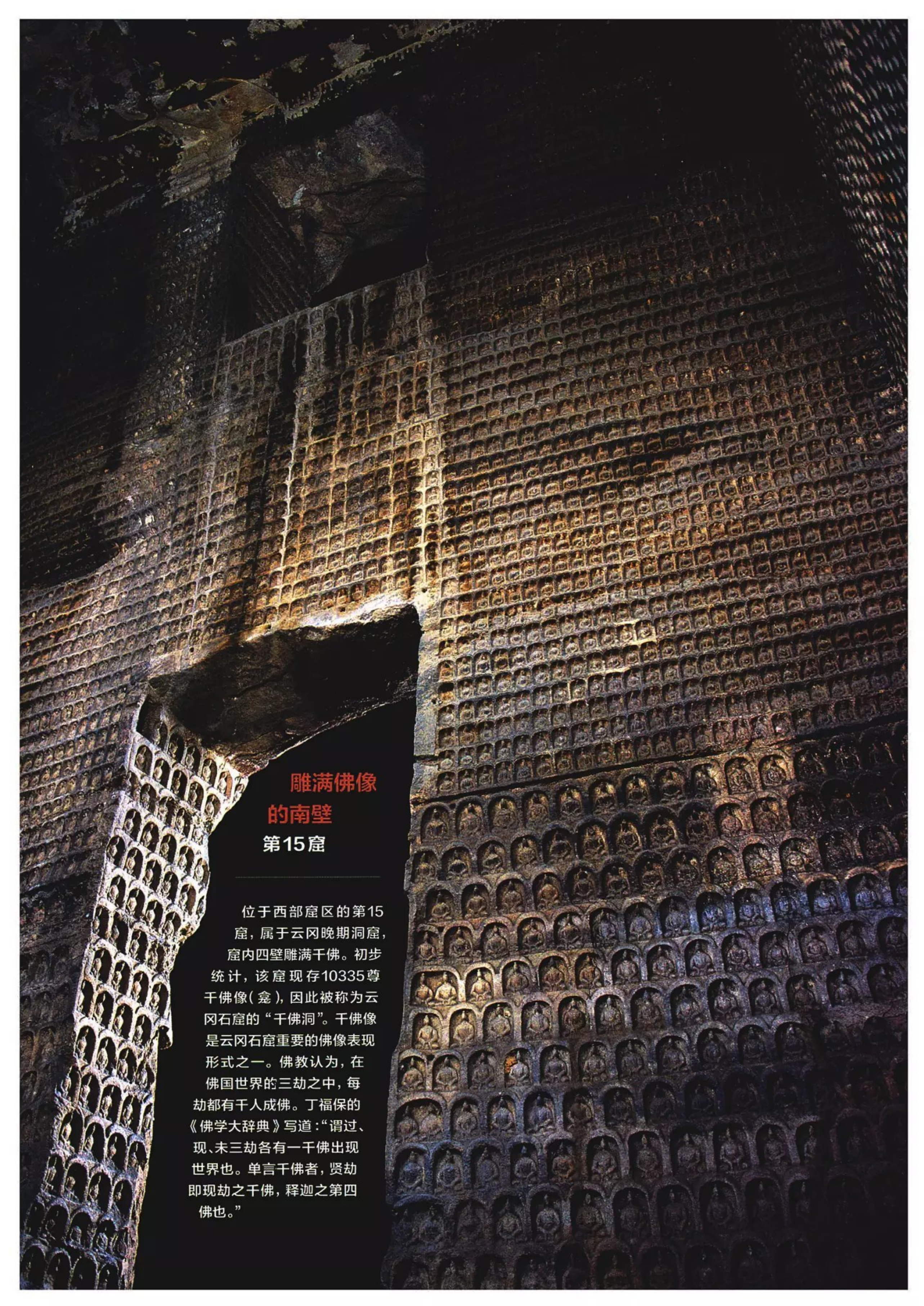
第38窟

音乐树位置在第38窟东壁龛下，画面左侧是供养人，穿着华丽并有侍者为其撑伞盖，表明其是贵族阶层人士。画面右侧是“音乐树”。第38窟的音乐树雕刻，将演奏不同乐器的乐伎人物置于树枝上，可谓石窟乐伎雕刻中佛教传说与现实生活有机结合的典型代表。据说释迦牟尼是在菩提树下得道，菩提树又称乐音树，所谓“微风吹树叶，而出音乐之声也”。这是人们通过对菩提树的美好追忆，歌颂佛陀之神奇伟大，同时也曲折反映了佛教与音乐的密切关系。

如此雕刻精美、造像复杂的洞窟，要想在现场去欣赏它，特别是欣赏那些中上层的造像，几乎是不可能的事情。而云冈摄影团队7年全面的影像拍摄，就能弥补这些遗憾了：通过高分辨率的图片，可以看清每一尊造像的细节。

在对所拍摄图片的整理、编辑过程中，一些新发现意外地冒了出来。云冈石窟研究院科研办主任赵昆雨给我举了一个例子：第38窟的“音乐树”，东西两壁各有一棵。早期并没有人认为这是音乐树。后来敦煌学专家董玉祥等人首次把这两棵树定义为“音乐树”。音乐是抽象的，古代匠人把它具象化为树，在树上坐满手持乐器的童子，这是很有意思的表现手法。

由于第38窟离地面约有2米高，在崖壁上，一般人很难进入。在这次拍摄之后，云冈石窟研究院的资深学者王恒首次观察到，东西两壁的音乐树雕刻属性并不相同，而且树上的“童子”也不同：东壁音乐树上的童子是树的附属品，是后加在树上的；西壁音乐树上的童子则是树的化生物，是从树上生长出来的。加在树上的童子反映的是弥勒净土思想，化生反映的则是西方净土思想。这也就是说，这两棵音乐树实际上反映出了北魏当时佛教思想的过渡和潮流。



雕满佛像的南壁

第15窟

位于西部窟区的第15窟，属于云冈晚期洞窟，窟内四壁雕满千佛。初步统计，该窟现存10335尊千佛像（龛），因此被称为云冈石窟的“千佛洞”。千佛像是云冈石窟重要的佛像表现形式之一。佛教认为，在佛国世界的三劫之中，每劫都有千人成佛。丁福保的《佛学大辞典》写道：“谓过、现、未三劫各有一千佛出现世界也。单言千佛者，贤劫即现劫之千佛，释迦之第四佛也。”

最新三维扫描技术，可呈现洞窟全貌，还可通过3D打印佛造像。

云冈石窟采用三维激光扫描技术与多图像三维重建相结合的工作方法，重建了云冈石窟第13窟的高保真彩色三维模型，可以让人们一窥整个洞窟的全貌。在此基础上，通过引入国内自主研发的高精度3D打印机，以三维激光扫描技术结合3D打印铸模技术，复制文物本体的所有细节，达到文物材质以及色彩纹理上的高精度还原。为确保与文物本体的质感一致，再使用机械拼装、泡沫填充、拼缝处理、喷砂上色等工艺，最终形成原尺寸、高保真的石窟复制品——3D打印佛造像。

通过3D打印的石窟与佛造像

高达13.5米的交脚菩萨像

第13窟剖面图（绘图 / 郭鼎一）

本页供图 / 云冈石窟研究院

北京大学
考古文博学院 教授
山西大学 副校长
杭侃

绘图 / 郭鼎一

云冈研究的根本不在于“云冈学”之名，而在于能否研究新问题

1930年，陈寅恪先生在《敦煌劫余录序》中说：“一时代之学术，必有其新材料与新问题。取用此材料，以研求问题，则为此时代学术之新潮流。”他还说：“敦煌学者，今日世界学术之新潮流也。”他更慨叹地说：“吾国学者，其撰述得列于世界敦煌学著作之林者，仅三数人而已。”刚刚从国外游学回来的陈先生，站在世界学术的高度，敏锐地意识到敦煌材料的重要性，而他所感慨的中国仅有三数人研究“新问题”的情况，现在有了根本性的改变，敦煌研究已经蔚为大观。

最近一些年来，由于研究对象的丰富、涉及内容的广泛，国内外学术界又提出了“故宫学”、“长安学”、“洛阳学”等，这些“学”作为一种约定俗成的说法未尝不可。但是，正如荣新江先生在《敦煌学十八讲》里所指出的，从整个现代人文科学和社会科学的框架里，很难摆放一个所谓的“敦煌学”。所以，周一良先生在为王重民先生《敦煌遗书论文集》作序时说：“敦煌资料是方面异常广泛、内容无限丰富的宝藏，而不是一门有系统成体系的学科。如果概括地称为敦煌研究，恐怕比‘敦煌学’的说法更为确切，更具有科学性吧。”

云冈的研究同样如此。

中国佛教考古的创始人、北京大学的宿白先生在论及云冈石窟的重要性时说：“云冈石窟是新疆以东最早出现的大型石窟群，又是当时统治北中国的北魏皇室集中全国技艺和人力、物力所兴造……它所创造和不断发展的新模式，很自然地成为魏国领域内兴凿石窟所参考的典型。所以，东自辽宁义县万佛堂石窟，西迄陕、甘、宁各地的北魏石窟，无不有云冈模式的踪迹，甚至远处河西走廊西端、开窟历史早于云冈的敦煌莫高窟亦不例外。”

宿先生还说：“云冈石窟影响范围之广和影响延续时间之长，都是任何其他石窟所不能比拟的。这种情况，恰好给我们石窟研究者提供了对我国淮河以北的早期石窟（5世纪后半叶到7世纪前半叶）进行排年分期的标准尺度。因此，云冈石窟就在东方早期石窟中占有极重要的地位，对它的研究在很大程度上成了研究东方早期石窟的关键；对它研究的深入与否，直接影响一大批石窟的研究工作。”

宿白先生给予云冈研究很高的学术期待，云冈研究的广度和深度都有待加强。云冈研究有许多基础性的工作需要我们去做，有很多研究领域需要我们通过多学科合作加以深入。云冈研究的进一步开展，其根本并不在于是否有“云冈学”之名，而在于能否有新视角、新材料去研究新问题，从而使云冈的研究能够赶得上“此时代学术之新潮流”。

《云冈石窟全集》的出版是否预示，“云冈学”即将回归它的本土？

如果说，上世纪50年代日本京都大学16卷《云冈石窟》（被称为日本的“云冈大书”），标志着世界云冈学的诞生，那么去年云冈石窟研究院20卷《云冈石窟全集》（相对日本的“云冈大书”，由青岛出版集团出版的这套丛书被称为中国的“云冈大书”）的出版，则被认为是云冈学确立的标志。

7年磨一剑。在我国步履蹒跚的云冈学，终于磨出了一把到目前为止最锐利的“剑”——《云冈石窟全集》。这部大书，正是依赖这7年云冈石窟全新拍摄的影像资料，用视觉影像图志的形式，为石窟留下了一份完备的档案，是对濒危石窟进行的一次抢救性系统记录，也是石窟最新研究成果的总结。

虽然说，中国的“云冈大书”姗姗来迟，比日本晚了60多年，但它的象征意义不言而喻。正如中国社会科学院世界宗教研究所研究员丁明夷所言：“《云冈石窟全集》的出版，是云冈研究历史上的一个里程碑式的突破，云冈人打了一场漂亮的翻身仗。”

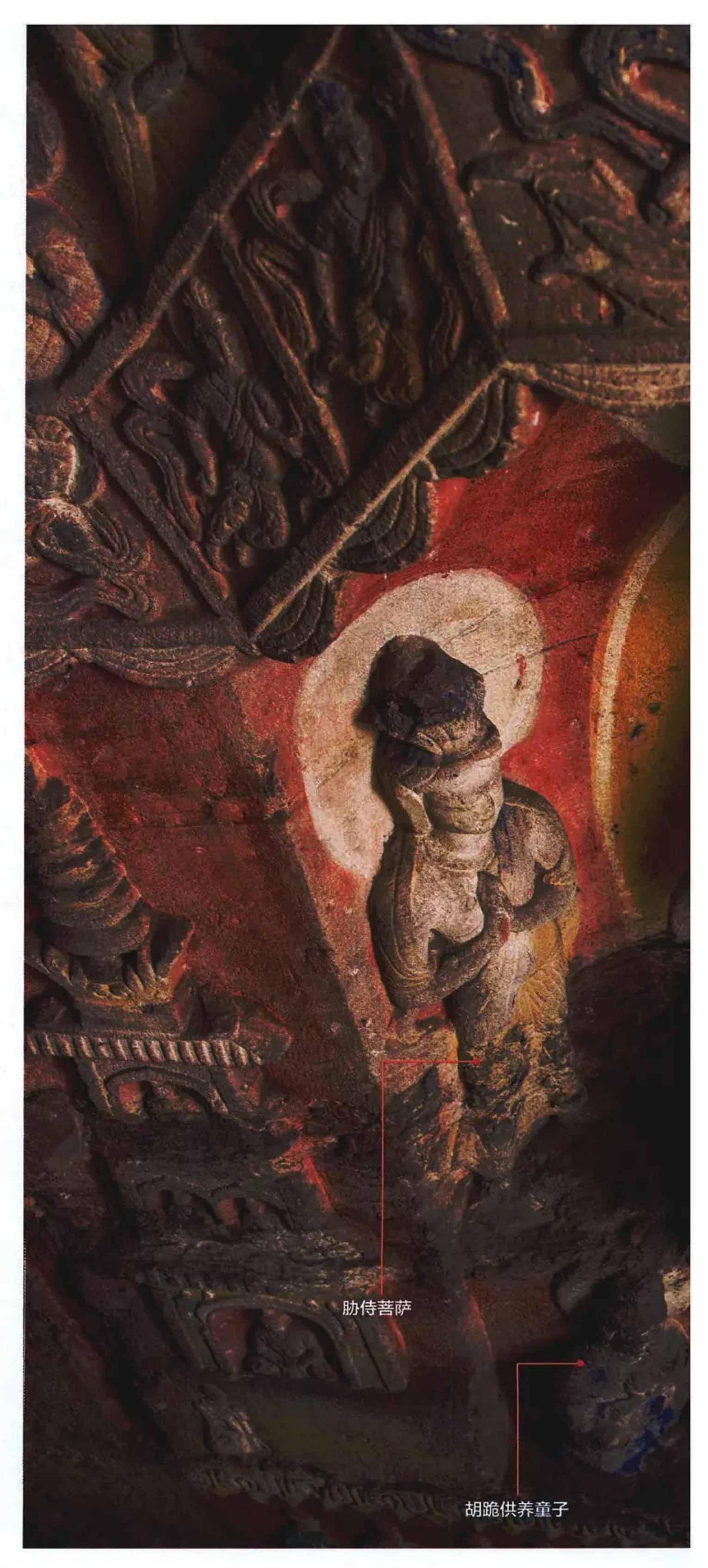
“中西合璧”的东壁交脚菩萨盝形龛

第11窟

由于佛教弥勒信仰的盛行，云冈石窟雕刻了大量交脚菩萨造像，并以装饰华丽的盝形龛式作为佛国“兜率天宫”，以表现弥勒在“兜率天”作“补处菩萨”时的情景。盝形龛来自于古印度及犍陀罗佛教艺术，并与圆拱龛一起扎根云冈，成为云冈石窟基本龛式之一。云冈石窟中期以后出现的盝形龛，往往在龛两侧雕刻中国式阁楼式塔，“中西合璧”使这种龛式更加绚丽多姿。

从1947年宿白先生发现《金碑》，于1956年发表《大金西京武州山重修大石窟寺碑校注》一文；到上世纪80年代，宿白先生围绕云冈石窟分期，与日本学者展开论战并取得胜利；再到2006年，云冈石窟研究院院长张焯所著《云冈石窟编年史》问世，成为云冈石窟第一部通史。云冈学已越来越向世人展示出，它在文物、宗教、考古、美术、音乐、舞蹈、建筑、历史、地理、民族、民俗、地质、岩石及维修保护和生态保护等多学科方面的包容性与延展性。

不过，要想取得如敦煌学一样的成就与地位，云冈学仍需假以时日。目前为止，通过7年的大规模影像拍摄及《云冈石窟全集》的出版，云冈终于有了一次完整的“呈现”，但这个“呈现”终归还是阶段性的，离张焯心目中“云冈学终将被全世界承认”的那一天，也还有遥远的距离……

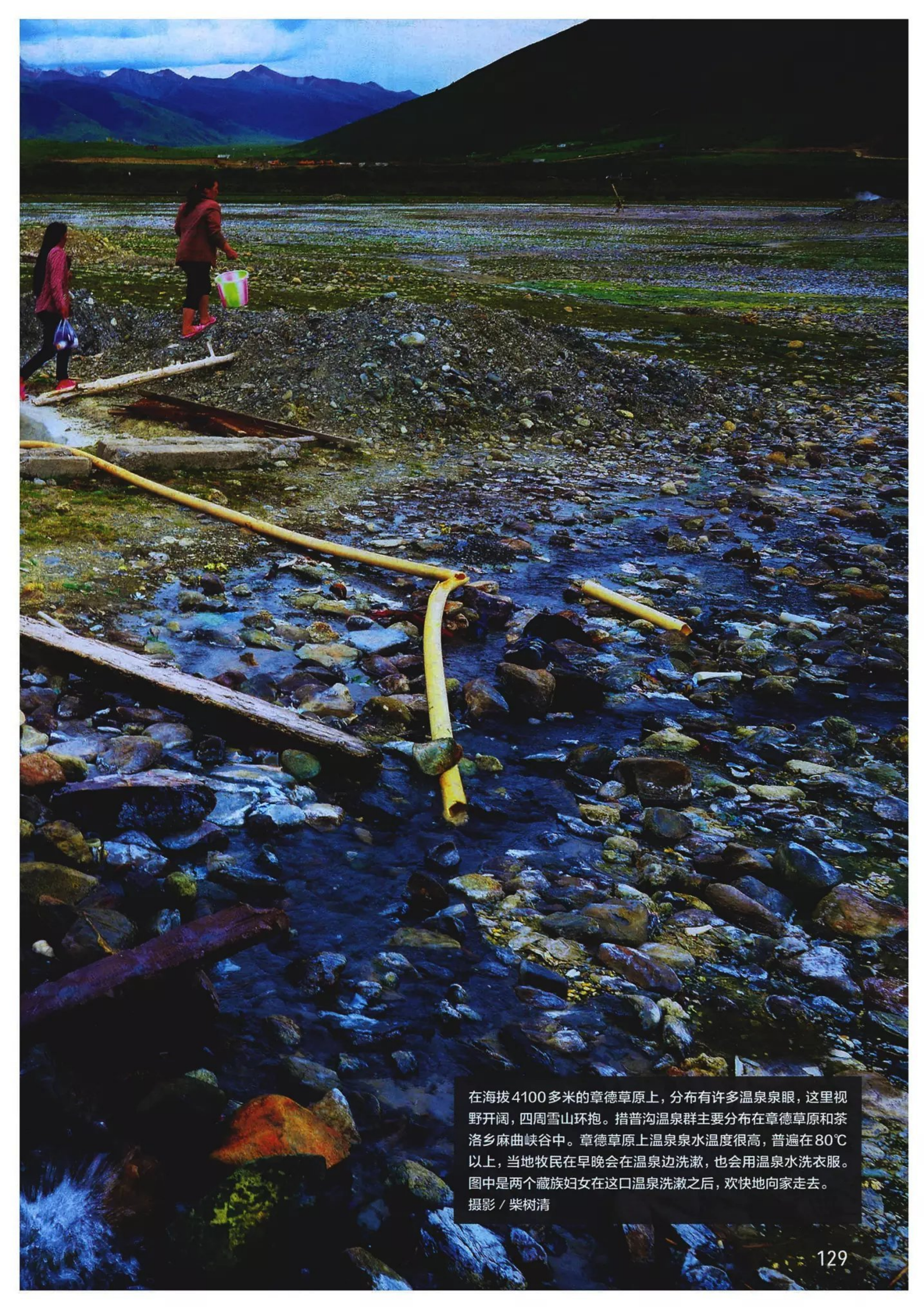


专家审稿、图片解读 / 王恒
云冈石窟研究院 研究员
责任编辑 / 雷东军　图片编辑 / 王彤
版式设计 / 李晟　地图编辑 / 王岩

措普沟

藏在318国道边 鲜为人知的温泉群

巴塘县位于四川省甘孜藏族自治州，这里是从四川进入西藏的必经之地，著名的318国道穿城而过，因而成为川藏旅游的热点地区。很少有人知道，在巴塘县318国道以北，有个名为措普沟的峡谷，这里悄然隐藏着众多温泉和高温气热泉。这些温泉有什么特点？为何至今不为人知？四川省地矿局物探队副队长为我们进行了一一解答。



在海拔4100多米的章德草原上，分布有许多温泉泉眼，这里视野开阔，四周雪山环抱。措普沟温泉群主要分布在章德草原和茶洛乡麻曲峡谷中。章德草原上温泉泉水温度很高，普遍在80℃以上，当地牧民在早晚会在温泉边洗漱，也会用温泉水洗衣服。图中是两个藏族妇女在这口温泉洗漱之后，欢快地向家走去。
摄影 / 柴树清

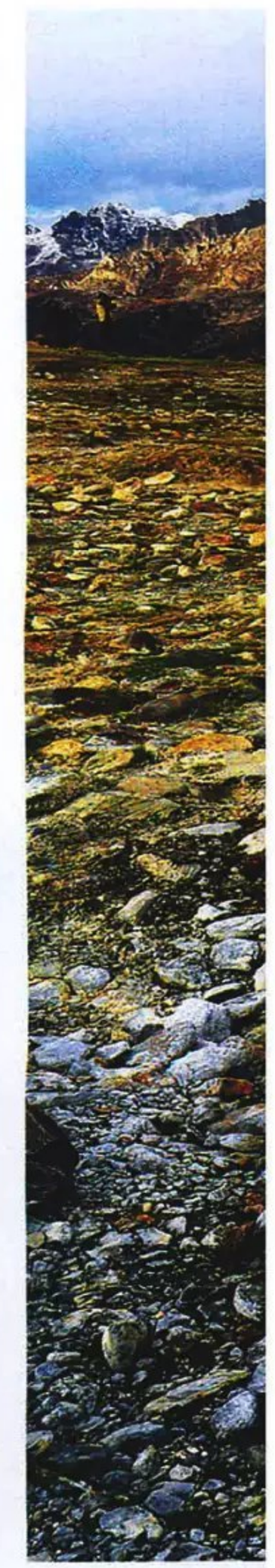
撰文
李忠东
摄影
曹铁 等

对于喜欢旅行的人来说，一定对318国道不陌生。这条从上海到西藏樟木，长5000余公里的国道，被称为中国人的景观大道，尤其是川藏南线段，可以说是中国乃至于世界美景高度集中的景观长廊。四川省与西藏自治区交界的甘孜藏族自治州巴塘县就位于川藏南线上，这里有一条名为措普沟的峡谷，谷中常年云蒸霞蔚，诸多温泉从地下汩汩而出，并伴随着间歇喷泉和惊天动地的水爆声，成为一处难得的可以观赏的气热泉景观。很多行走318国道去西藏的游客从措普沟的沟口匆匆而过，他们心中装着远方的风景，而对措普沟的精彩却一无所知。这里集中分布着数量众多、类型丰富的高温温泉群，包括茶洛气热泉和章德草原温泉群。这条沟的沟口很小，很容易错过，因此措普沟的温泉群至今还是鲜为人知。

茶洛，极具观赏性的罕见气热泉群

今年6月13日，我们驾驶越野车前去措普沟考察，过理塘与巴塘之间的海子山，行至茶洛乡，当地藏族向导泽称尼玛、格乃泽批以及摄影师王强在路口等我们同行。如果不是他们提前告知参照物，我们也可能错过了前往措普沟的路。在这里我们离开了318国道，向北沿着一条小路，溯麻曲河而上。

道路狭窄而崎岖，路面还在施工。在汽车的颠簸中，我的眼前突然出现一条沟谷，弥漫着蒸腾的雾气，这里就是茶洛气热泉了。当地人也将茶洛气热泉称作热坑、措拉或措普。雾气氤氲的沟谷中，一个藏族村落时隐时现，四围被绿油油的青稞田所簇拥。在远山衬映中，这里像隔绝在尘世之外的世界。

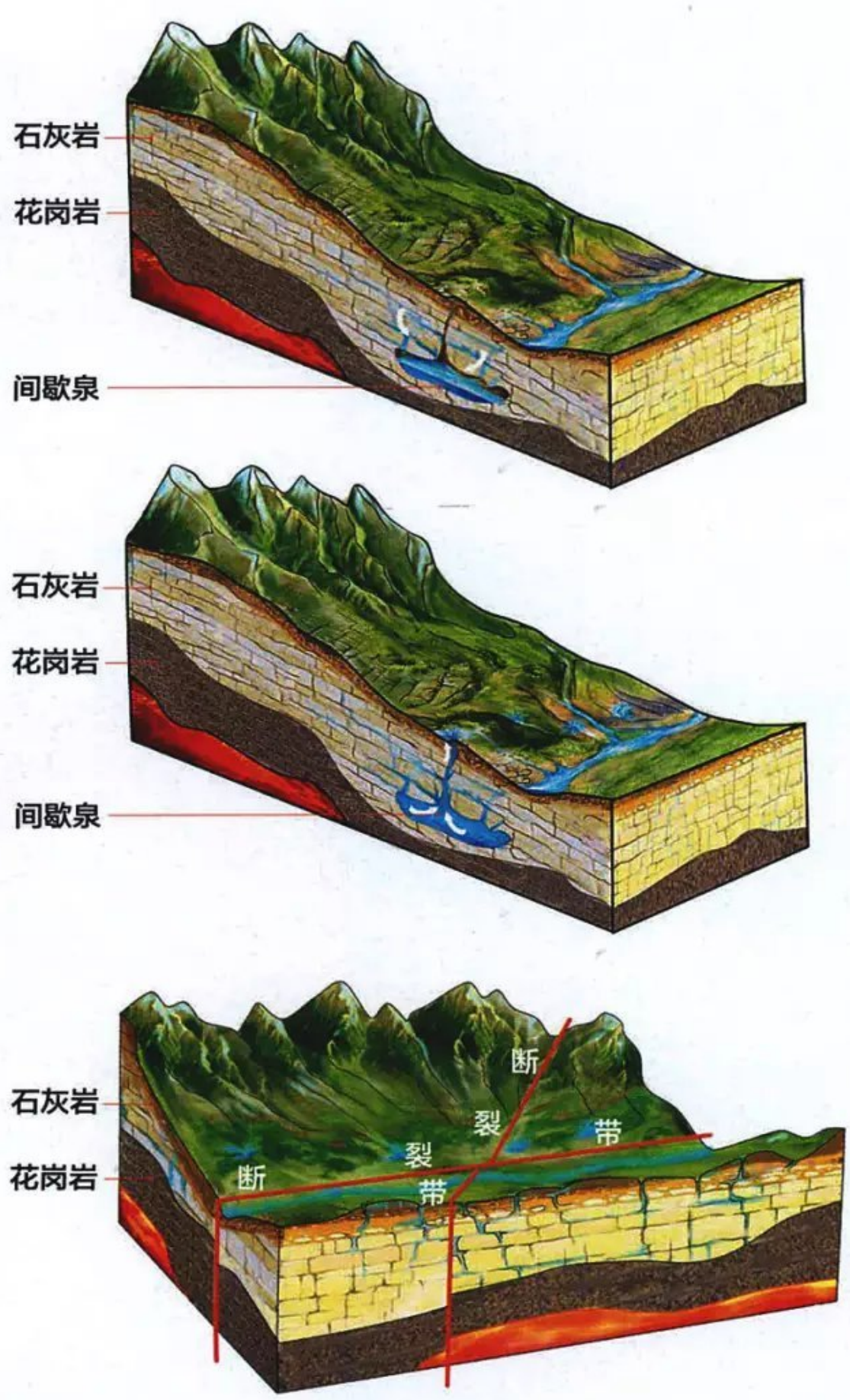


麻贡嘎的连绵雪山是温泉不息的水源

从高空俯瞰，措普沟的河谷地貌与措普湖的冰川U形谷相连，连绵的雪山是麻贡嘎雪山，上面覆盖着厚厚的冰雪。连绵的雪峰为章德与章柯草原提供了丰富的水源，同时也使得地热温泉水得到有效的补充，能永续喷涌，让我们随时都能见到温泉与雪山相依的情形（左下图 摄影／温钧浩）。下图是正在喷涌的沸泉，泉口的温度高达85℃即便是夏季的正午时分，依然是雾气弥漫。由于这里泉水温度太高，泉眼周围的植被几乎没有，远处是措普沟里有名的山峰——扎金甲博。

措普沟位置图

间歇喷泉、过热水泉、沸泉、过热气泉，
在措普沟都有分布，与雪山同框，蔚为壮观，
成为一处难得的可以观赏的气热泉景观。



温泉形成示意图

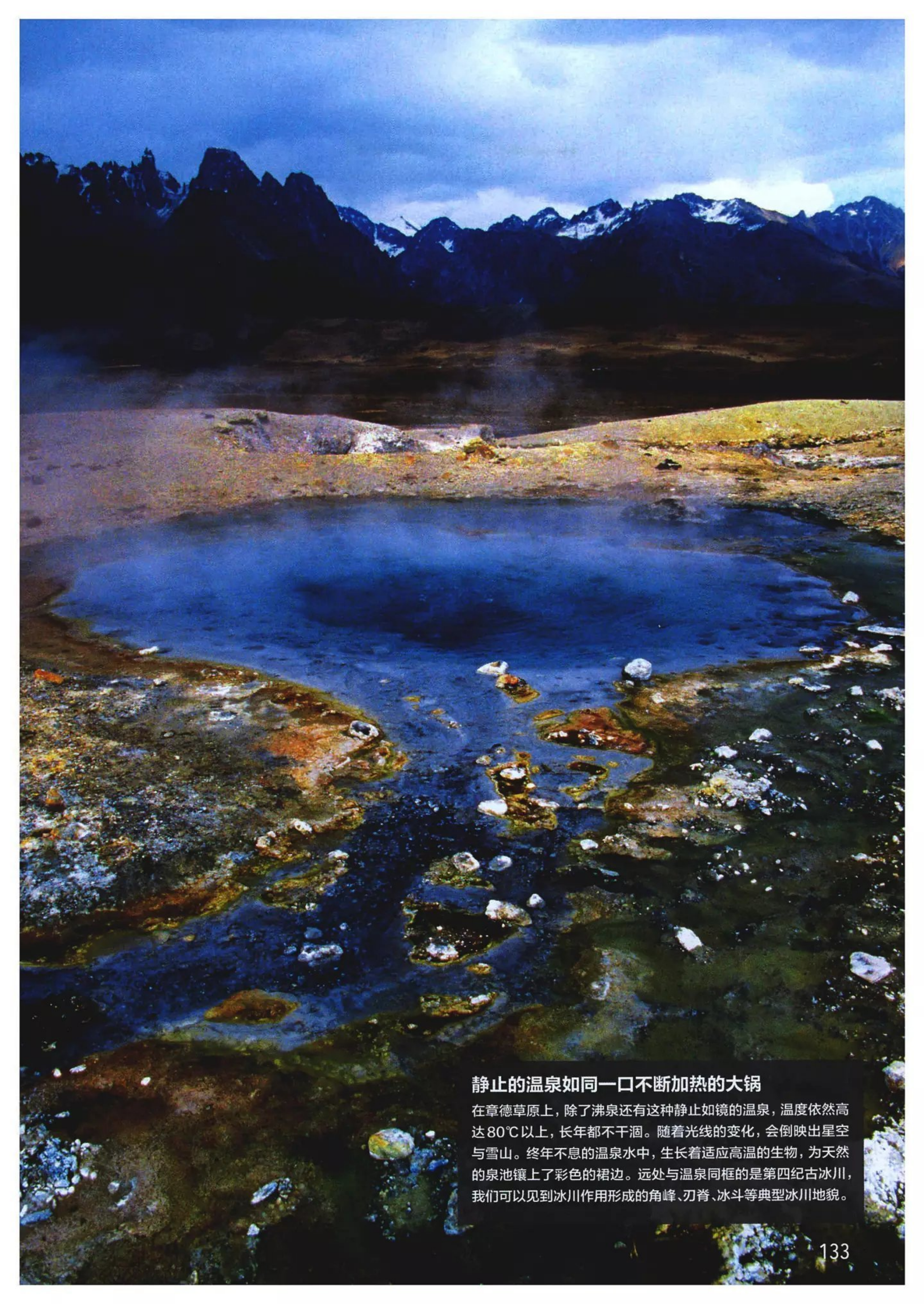
措普沟温泉群地处金沙江断裂与甘孜至理塘断裂的交会处，有的断裂深达岩浆层，为水热创造了有利的物理条件。温泉的形成离不了水，措普沟四周雪山环绕，为地表和地下提供了丰富的水源。这些冰冷的雪水通过断裂形成的裂隙渗入地下，被岩浆层的高温加热，深部热水多数含有气体，当热水温度升高，上面若有致密、不透水的岩层阻挡，压力会越来越高，在地表裂隙薄弱的地方，形成间歇喷泉，喷泉的大小与喷水的高度，因为压强的不同而不同。绘图 / 杨金山

茶洛乡位于巴塘县北部，藏语意为“温泉”，地名就源自这里的温泉。其实，以“温泉”来命名这里的地热现象并不完全准确和恰当，它和我们日常洗浴的温泉有很大不同。茶洛气热泉沿河谷两岸分布，在长约1.5公里、宽约300米的范围内，集中分布了150余个气热泉和热喷泉口，绝大部分是温度大于60℃的高温热泉，以及高于当地沸点85℃的过热水泉，另有大量间歇喷泉、沸喷泉、沸泉、间隙沸泉、沸泥塘、热水沼泽等，可以说这里几乎包括了世界上所有的热泉类型，而且地热活动的强烈程度、热泉类型的丰富度以及水温之高在我国实属罕见。

尤其难得的是，茶洛气热泉群具有较高的观赏性，整个山谷中白雾弥漫，高达数米的白色气柱与蓝天雪峰交相辉映，喷气声和喷水声如打鼓般响亮，此起彼伏，非常震撼。每当阳光初照，水雾与蒸汽之间彩虹飞渡，如梦如幻。清晨或黄昏，当地的牧民赶着牛羊，走过沟谷间气雾缥缈的小桥，恍如仙境。

地热活动频繁，形成国内罕见的高温温泉群

我们习惯将地下自然涌出的温度高于常温的天然泉水称之为温泉，对于温泉的分类，最初人们一直以主观感受“凉、温、热、烫”作为分类的依据。到了19世纪末，对温泉的定义才开始脱离人的感觉。1875年科学家们第一次给出了温泉的科学定义：“凡温度高于当地年平均气温15华氏度的



静止的温泉如同一口不断加热的大锅

在章德草原上，除了沸泉还有这种静止如镜的温泉，温度依然高达80℃以上，长年都不干涸。随着光线的变化，会倒映出星空与雪山。终年不息的温泉水中，生长着适应高温的生物，为天然的泉池镶上了彩色的裙边。远处与温泉同框的是第四纪古冰川，我们可以见到冰川作用形成的角峰、刃脊、冰斗等典型冰川地貌。

章德盆地在群山的环抱中，
形成一个相对封闭的空间。盆地内温泉众多，
蜿蜒的河曲流淌在草原上，形成温泉湿地。

泉水可谓之温泉。”尽管后来对温泉的定义各国各有差异，但温度高于当地平均气温仍是普遍遵守的原则。

为了在一定区域内有个统一标准，我们有时也会按温泉温度的绝对值将温泉分为低温温泉、中温温泉和高温温泉，如20℃至40℃为低温温泉；40℃至75℃为中温温泉；高于75℃为高温温泉。但在实践中，还常常遇到一种独特的“温泉”，它比高温温泉温度更高，甚至超过当地的沸点，或以高温热水、蒸汽、翻涌不息的沸水塘、气势磅礴的间歇喷泉、惊天动地的水热爆炸，以及热浪袭人的喷气孔暴露于地表。这些精彩的现象用“温泉”一词，已经难以恰如其分地概括，因此科学界将这些现象称为“水热活动”，又叫“气热泉”。茶洛乡的温泉就属此类地热，它的温度普遍高于当地的沸点85℃，在国内仅次于西藏自治区的羊八井地热和云南省的腾冲地热，是藏在深山无人识的自然奇观。

所有的温泉都与地质构造关系密切，茶洛气热泉也不例外。这里属于横断山脉的东缘，新构造运动的抬升作用从来没有停息过。受这种抬升作用的影响，河流的下切速度十分迅速。深切河谷高差达到2000米以上，这些河谷大多数是继承老的断裂而发育起来的新断裂，常常成为温泉出露的重要场所。

茶洛气热泉所在的措普沟，就是一条受东北向断裂控制的峡谷，气热泉沿东北向展布。这条断裂与另一条西北向的断裂在此交会，正是这两条断裂交会形成的裂隙，为地球向大气圈释放内部的热能提供了窗口。

间歇泉，世界罕见的奇特地热景观

关于茶洛气热泉的“热度与激情”，四川省地质调查院的付小方教授深有体会。十多年前，她带领的团队为了开展西部现代热泉成矿研究，曾经来到这里考察，那次经历令她刻骨铭心。

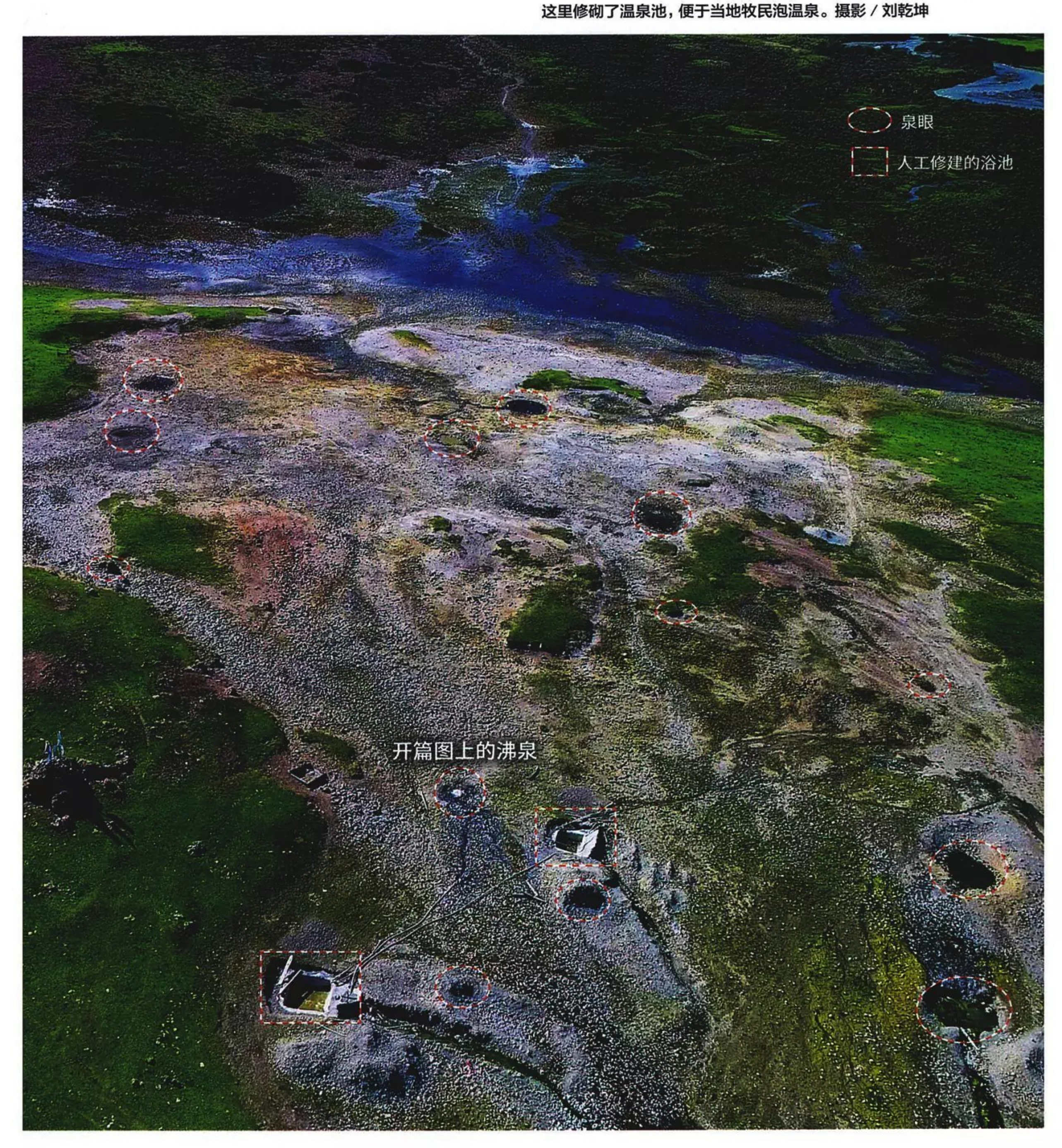
据她回忆，有一次她正蹲在一泉眼处，对泉华沉积物进行样品采集，突然地下传来沉闷的轰隆声，平静的泉口开始冒出蒸汽和热泉，旋即一股超过沸点的水柱从地下喷涌而出，射向天空，并伴随着剧烈的爆裂声。就在热泉喷出的瞬间，她本能地一个后空翻，滚进旁边的浅沟里，这才避免被热泉烫伤。大约20分钟后，热泉逐渐变小，慢慢退缩至地下，泉口旋即恢复平静，就像什么也不曾发生过一样。

为了完成工作，付教授暂时撤离到安全的地方，远远地观察泉眼的喷发规律。她发现这个喷泉间隔约20分钟喷发一次，规律性极强，于是她利用两次喷发的间隙取样，如此反复多次，这才完成采样工作。这次调查虽然艰难，却发现了这里正在发生的热泉活动及热泉沉积物中富集金、锂、铍、钼等矿物，证明现代热泉具有成矿能力。

在茶洛类型多样的气热泉群中，尤以间歇喷泉最为壮观。间歇喷泉是指能够间断地把气、水柱射向空中的泉水活动。这里共有间歇喷泉4个，集中出露于麻曲河北岸的谷地。藏族向导指着麻曲河岸温泉钙华上的一处泉眼说：“这个就是喷泉。”他所说的喷泉就是高温间歇泉，我们在山坡上观察，突然见到间歇泉开始冒气，急忙

高温泉水催生了这种河漫滩式的温泉湿地

草原上由于温泉温度过高，植物很难生长，在温泉水终年的侵蚀下，形成了一大片温泉湿地。通过无人机的视角，在长宽200米的湿地上，有好几处出露的泉眼。由于地表是沙砾石层，人们在这里修砌了温泉池，便于当地牧民泡温泉。摄影 / 刘乾坤



我们习惯将地下自然涌出的温度高于常温的天然泉水称之为温泉，对于温泉的分类，最初人们一直以主观感受“凉、温、热、烫”作为分类的依据。

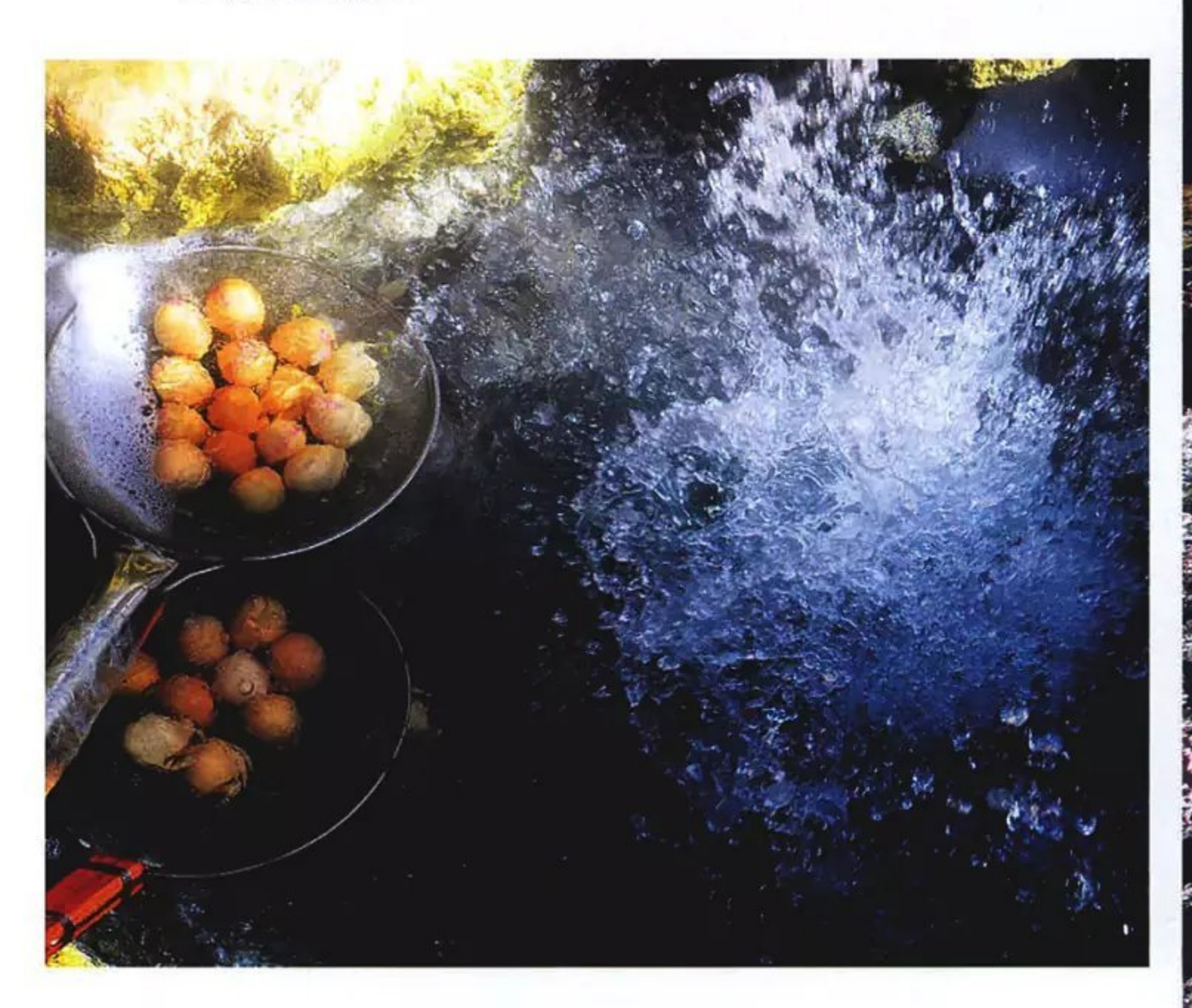
寻找最佳的拍摄机位。蒸汽中开始有水花飞溅，我们心里无比激动，能亲眼见到间歇泉喷发是多么幸运的事。约摸两分钟之后，间歇泉慢慢平静下来，内部蕴积的能量还没有达到喷发的程度。我问藏族向导是否见到过喷发，他说：“以前没有公路，小时候我们放牛就是从这儿经过，经常见到喷泉喷发。”我问他最近见过没有，他说：“见过，要碰运气，最近没什么喷发规律，有的时候喷一点点，有时喷几米高。”

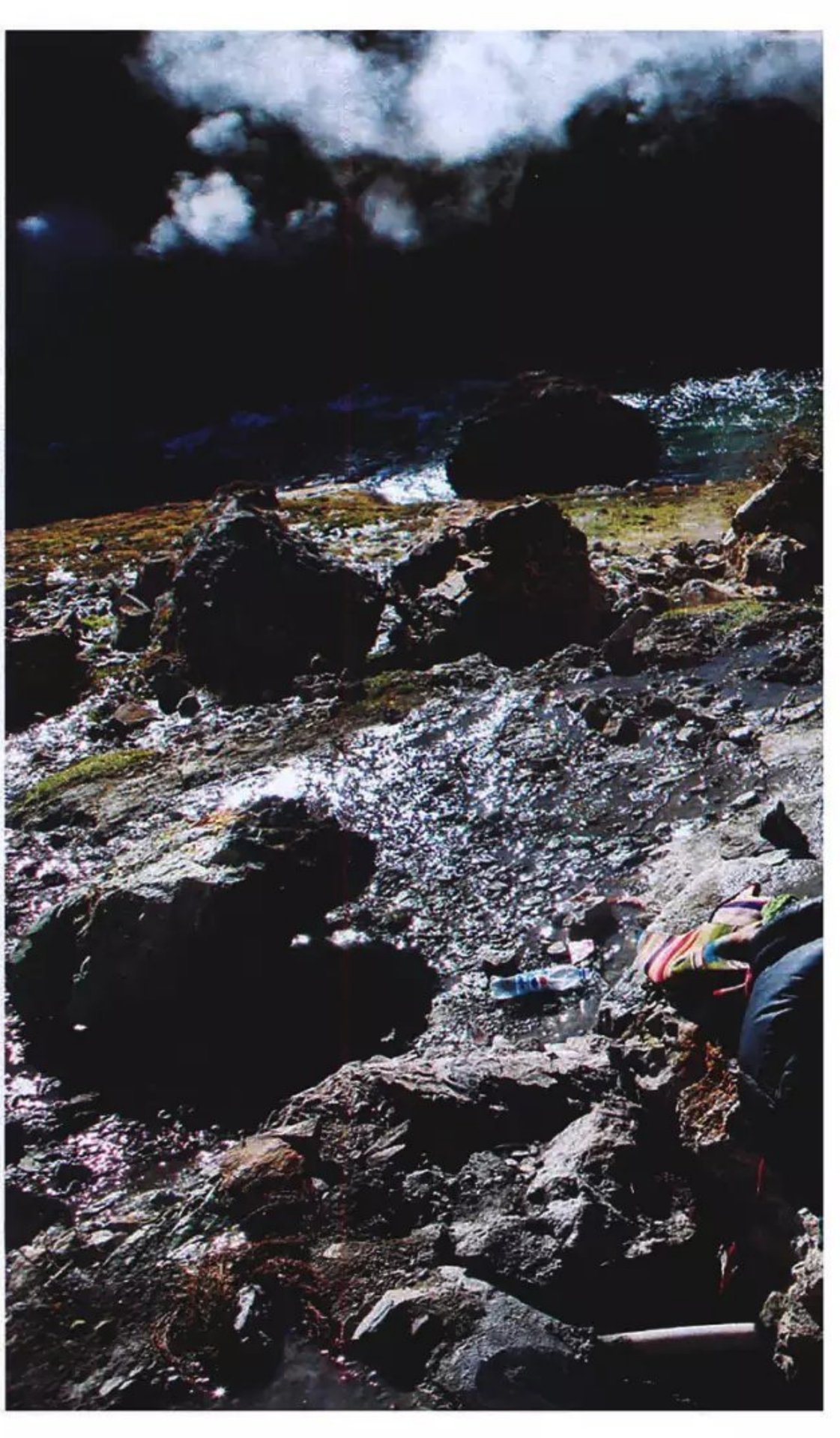
间歇喷泉的形成条件十分苛刻，一方面需要地下存在强大的热源，另一方面还要在接近地表的地方具有巧妙而隐蔽的空间结构，极易因环境变化而消失，因而是十分难得的自然奇观。世界上只有美国西部、新西兰的北岛、俄罗斯的堪察加半岛和冰岛等少数地区拥有间歇喷泉，茶洛是我国迄今所发现的第5个间歇喷泉区，其余4个间歇喷泉区皆在西藏。

章德草原，雪山环抱的温泉湿地

穿过茶洛气热泉区，沿麻曲河继续往前，地形逐渐开阔，以紫果云杉及川滇冷杉为主的原始亚高山针叶林遮天蔽日。此时，我们的视野忽然开朗，宽阔的章德盆地出现在眼前。宽约1.5公里、长8公里的章德盆地在群山的环抱中，形成一个相对封闭的空间。

这里是措普沟的另一个沸泉群，蜿蜒的河曲流淌在章德和章柯草原上。我们在





这里见到许多秋沙鸭、天鹅和黑颈鹤亦在此栖息。对附近的百姓来说，无论是从高山牧场转场下来，还是忙碌的春耕秋收之余，最惬意的事便是到这里来泡温泉。他们拖家带口，带上食物，在河谷的草地上支起帐篷，喝茶、聊天、泡澡，温泉成了一日辛劳最好的慰藉。

沸泉出露于章柯与章德两草原交会处的一个孤立小山丘上，海拔4086米，热泉硫磺味浓烈。小山丘南北长150米，东西宽100米，上有泉口17处。沸泉的水温从84℃至94℃不等，均超过这里的沸点，因此每个泉眼都热气袅袅，如一锅锅滚烫沸水，在远处雪山和近处草原、河流的衬映下，蔚为壮观。

热泉是大自然给予这里的特殊馈赠

由于措普沟温泉众多，当地百姓已经将泡温泉当作生活中不可缺少的一部分（下图）。在温泉池中，可以俯瞰奔流的麻曲河和气雾升腾的气热泉。茶洛乡气热泉群沿麻曲河谷两岸分布，在长约1.5公里，宽约300米的范围内，集中了上百个气泉和热喷泉口，绝大部分是大于60℃的高温热泉，其中有些高温温泉的出水温度超过当地沸点，高达85℃以上。这些天然的高温温泉，可以煮熟鸡蛋、土豆等食材，当地农牧民在劳作时，往往把这些食材放在温泉中，到了一定时间就可以取食（左下图）。摄影／王强

气热泉的温度甚至超过当地的沸点，
或以高温热水、蒸汽、翻涌不息的沸水塘、气势磅礴的间歇喷泉
以及热浪袭人的喷气孔暴露于地表。

由于泉水微咸，牲畜、野生动物均常来此饮水或舔食附近的岩土。泉群的四周形成乳白色的泉华沉积，面积约1平方公里。泉华是水热活动系统在地表的化学沉淀物堆积，也是一种最为普遍的地热副产品，常见的泉华包括钙华、硅华、硫华、盐华等。而此处的泉华多为硅华台地，是高温热泉才能形成的独特泉华。

章德草原的北隅，与雪峰相辉映的是被誉为“康巴第一圣湖”的措普湖，它像一块硕大的蓝宝石镶嵌在雪山下的草原和森林中。湖畔分布着以大片针叶林为主的原始森林，独特的水热环境让这里的林线超过海拔4200米，成为另一个奇观。

措普沟气热泉，横断山温泉中的华彩

我对措普沟温泉的了解起源于20年前在横断山区从事地质调查的经历。由于工作性质的原因，我们需要在大山中频繁地转移营地。在选择营地搭建帐篷时，我们往往会通过地质图，在断裂活动频繁的沟谷中寻找温泉的出露点，在温泉边安营扎寨。这样的好处显而易见，一是温泉出露地方往往是地质现象复杂而多样的区域，常常能给我们带来科学发现的惊喜；二是这些温泉一般出现在沟谷底部靠近河流的地方，便于我们生活取水。而且一天的野外考察结束后，在温泉水里泡上一会儿，那是何等的惬意和解乏。

而实际上，横断山也很少令我们失望，大多数时候我们都能如愿以偿地寻找到我们的“温泉别墅”，这是因为横断山本身就是一个温泉富集的区域。大约4000万年前，遥远的印度板块由南一路北漂数千公里一头撞上欧亚板块，不但引起了喜马拉雅山的快速隆起，同时大量物质受到东、北两个方向的阻挡和挤压向南流逸，也形成了岭谷相间、南北并行的横断山脉。这次板块间的激情相拥，同时还形成了一条长达2000公里的现代热泉最活跃的地热异常带、高温地热活动带，这就是当今世界上最令人瞩目的喜马拉雅地热活动带，横断山便位于这条地热活动带的最东端。

上世纪七八十年代，中科院青藏高原综合科考队地热专题组曾经历时十余年对横断山及邻区进行系统科学考察。研究结果表明，横断山水热活动区温泉总数占全国的34.4%，呈现频率达1.89个每1000平方公里，远高于全国0.31个每1000平方公里。更重要的是横断山还拥有27处高温沸泉，占全国的36.5%。横断山既是我国温泉密集区，也是除西藏以外的高温水热活动密集区。

麻曲河伸臂桥附近是温泉的集中区之一

茶洛乡麻曲河上建有藏式伸臂桥，成为往来两岸的重要通道。当地百姓走亲访友和日常放牧，都要经过这烟雾缥缈的河谷。这里有大量间歇喷泉、沸喷泉、沸泉、间隙沸喷泉等，蒸腾的雾气有疏有密，大有“你方唱罢我登场”的意味，而泉眼在藏式伸臂桥这一带相对集中，在这里能见到绝大多数的温泉形态。摄影／李政操

茶洛气热泉群具有较高的观赏性，整个山谷中白雾弥漫，高达数米的白色气柱与蓝天雪峰交相辉映，喷气声和喷水声如打鼓般响亮。

由于职业原因，我们习惯将各种类型的图纸叠加在一起。当我们将温泉分布图与大地构造图、岩浆岩分布图、地震活动图叠加在一起时，发现构造对水热活动的控制作用十分明显，水热活动区沿断裂呈带状分布。如巴塘县茶洛乡气热泉群便与德格至乡城断裂带有关。沿着这条断裂带及其支系断裂，密集分布着众多的高温温泉和沸泉。许多温泉不仅与构造有关，而且与岩浆活动也有关，大多数温泉均分布于花岗岩体的周围，这些花岗岩形成于大约2亿年前的中生代，深埋地下的花岗岩为温泉提供了稳定的热源，如茶洛气热泉群便位于若洛隆花岗岩体的周围。

当我们将温泉分布图与水系图叠合时，又发现水热活动主要沿河谷分布，这是因为横断山发育的河流多受构造控制，与断层走向一致，构造条件和地形条件一致形成温泉出露的优越条件。河谷是当地切割最深最强的侵蚀面，也是地下热水隔热盖层最薄、热量外泄的出口，所以很大部分温泉都在河谷地区出露。

而温泉与地震的关系就更加密切了。地热与地震都是地壳运动的产物，同样也都是地球内部能量释放的重要形式，地热异常带（或区）与地震活动带（或区）在地理分布上具有明显的依存关系。而新构造活动强烈的区域，往往也是大地热量较高区域，也就是温泉集中出露的区域。巴塘一带地震活动频繁，这些地震活动的前后，都往往引起茶洛气热泉的变化。

在莲花般雪山的环峙中，措普沟静谧而吉祥，犹如一个自然圣境，人、动物和谐地生存于同一片土地，而热泉是大自然给予这里的特殊馈赠。

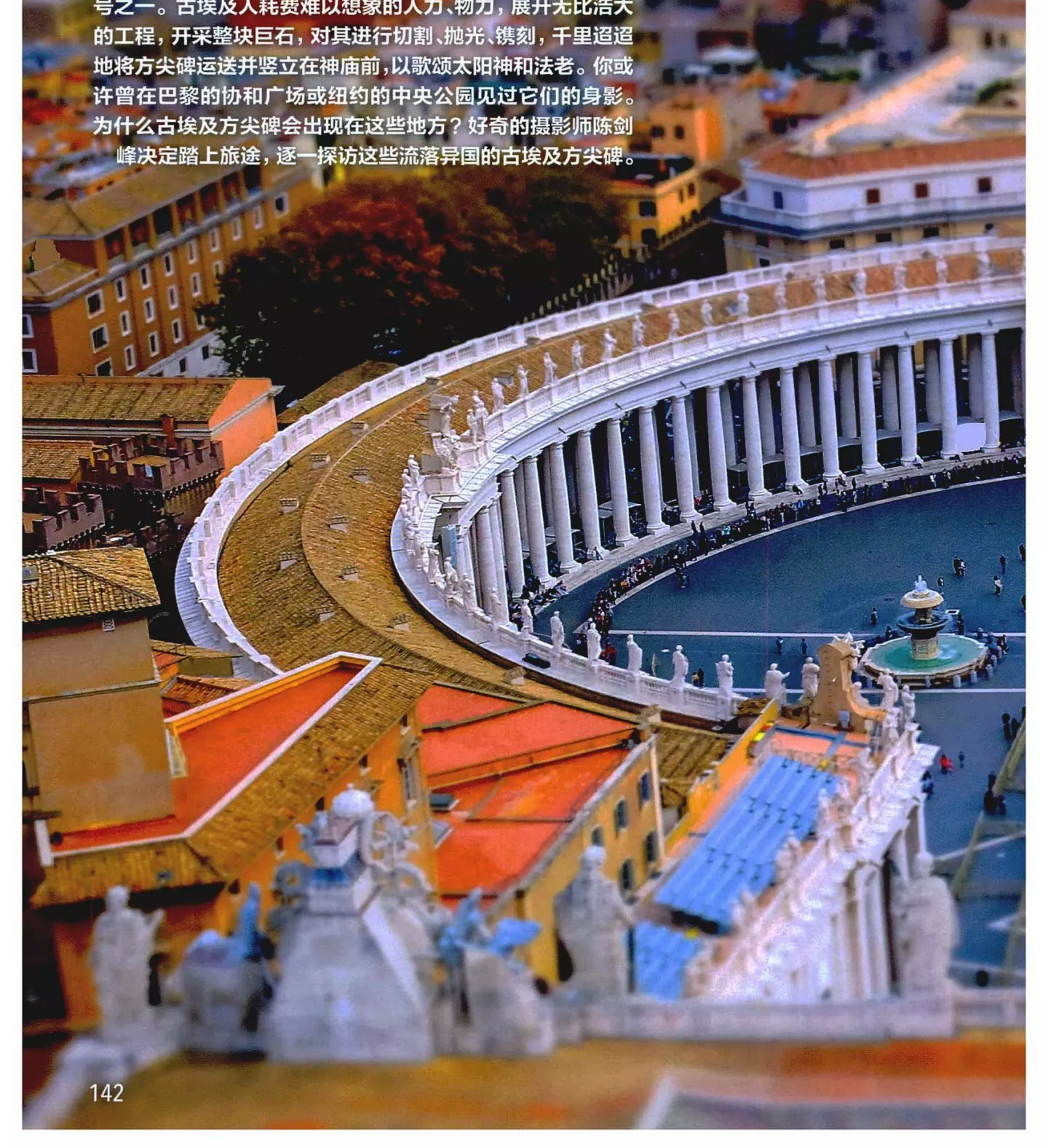
极为难得的温泉水热景观

茶洛乡麻曲河峡谷是连接318国道与措普寺、章德草原的通道，当地百姓最早就是沿麻曲河峡谷放牧。随着公路的修建，这里的美景慢慢进入公众的视野。茶洛乡麻曲河峡谷中的温泉群是措普沟众多温泉群中的一处，这里有诸多高温气热泉，常年云蒸霞蔚，热气缥缈，并伴随磅礴的间歇喷泉和惊天动地的水热爆，成为横断山区难得的可以观赏的温泉景观。

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

寻碑 中国摄影师探访流落各国的古埃及方尖碑

方尖碑，是具有6000年历史的古埃及文明最富象征性的符号之一。古埃及人耗费难以想象的人力、物力，展开无比浩大的工程，开采整块巨石，对其进行切割、抛光、镌刻，千里迢迢地将方尖碑运送并竖立在神庙前，以歌颂太阳神和法老。你或许曾在巴黎的协和广场或纽约的中央公园见过它们的身影。为什么古埃及方尖碑会出现在这些地方？好奇的摄影师陈剑峰决定踏上旅途，逐一探访这些流落异国的古埃及方尖碑。



矗立在梵蒂冈圣彼得广场的这座方尖碑高25.37米，它十分特殊，碑体四面没有雕刻任何象形文字，是罗马一带诸座方尖碑中唯一的无字碑。此外，罗马一带的其他方尖碑在中世纪都曾倒塌过，唯有这座碑始终矗立。这座方尖碑的来历至今尚没有明确结论，原来可能是安放在赫利奥波利斯城中，后又移至亚历山大城。公元37年，罗马帝国卡里古拉皇帝将它运到罗马，竖立在尼禄竞技场。1586年，教皇西斯托五世下令建设的圣彼得广场完工，方尖碑也被迁移至此。

梵蒂冈

罗马及周边众多古埃及方尖碑中唯一的无字碑

撰文｜摄影
陈剑峰

这座方尖碑就矗立在著名的罗马万神殿前，并以罗马标志性建筑的身份，频频出现在影视作品中。经典电影《罗马假日》中，公主曾在万神殿方尖碑附近的咖啡厅就餐（实际为布景）。在2009年的电影《天使与魔鬼》中，汤姆·汉克斯饰演的教授也曾不小心走到这座方尖碑前。它碑身上的象形文字铭刻着建造者——埃及新王国第十九王朝法老拉美西斯二世（约公元前1303—前1213年）的荷鲁斯名（埃及法老的王名之一，代表神圣地位）、加冕名和出生名。1171年，教皇克雷芒十一世决定将方尖碑竖立于此，其底座是由建筑大师贝尼尼打造的。

意大利罗马

万神殿前的“明星”，影视作品的常客

我对古埃及方尖碑的兴趣，源自2013年10月那次出差法国。在巴黎协和广场溜达时，我才知道，在广场中矗立的那座顶部尖尖的高大石碑建造于古埃及，叫方尖碑。

从那天开始，一个疑问就一直缠绕着我：在咱们国家的天安门广场上，矗立的是人民英雄纪念碑。在美国的首都华盛顿，矗立的则是纪念首任总统乔治·华盛顿的纪念碑。而法国的国家门面——已有约250年历史的巴黎协和广场上，为什么矗立的不是出自法国本土的国宝，而是这么一座来自古埃及的方尖碑呢？

2016年12月，我去意大利旅行。在罗马游览时，经常可以看见方尖碑，这重新勾起了我对方尖碑的兴趣，于是我调整随后的行程，着重关注和拍摄方尖碑。不曾想一发不可收拾，旅行结束后，我决定正式制定一个“流失的古埃及方尖碑”拍摄计划，逐个去探访那些流落异国的古埃及方尖碑。要实施这个计划，首先要了解古埃及方尖碑的由来与去向。

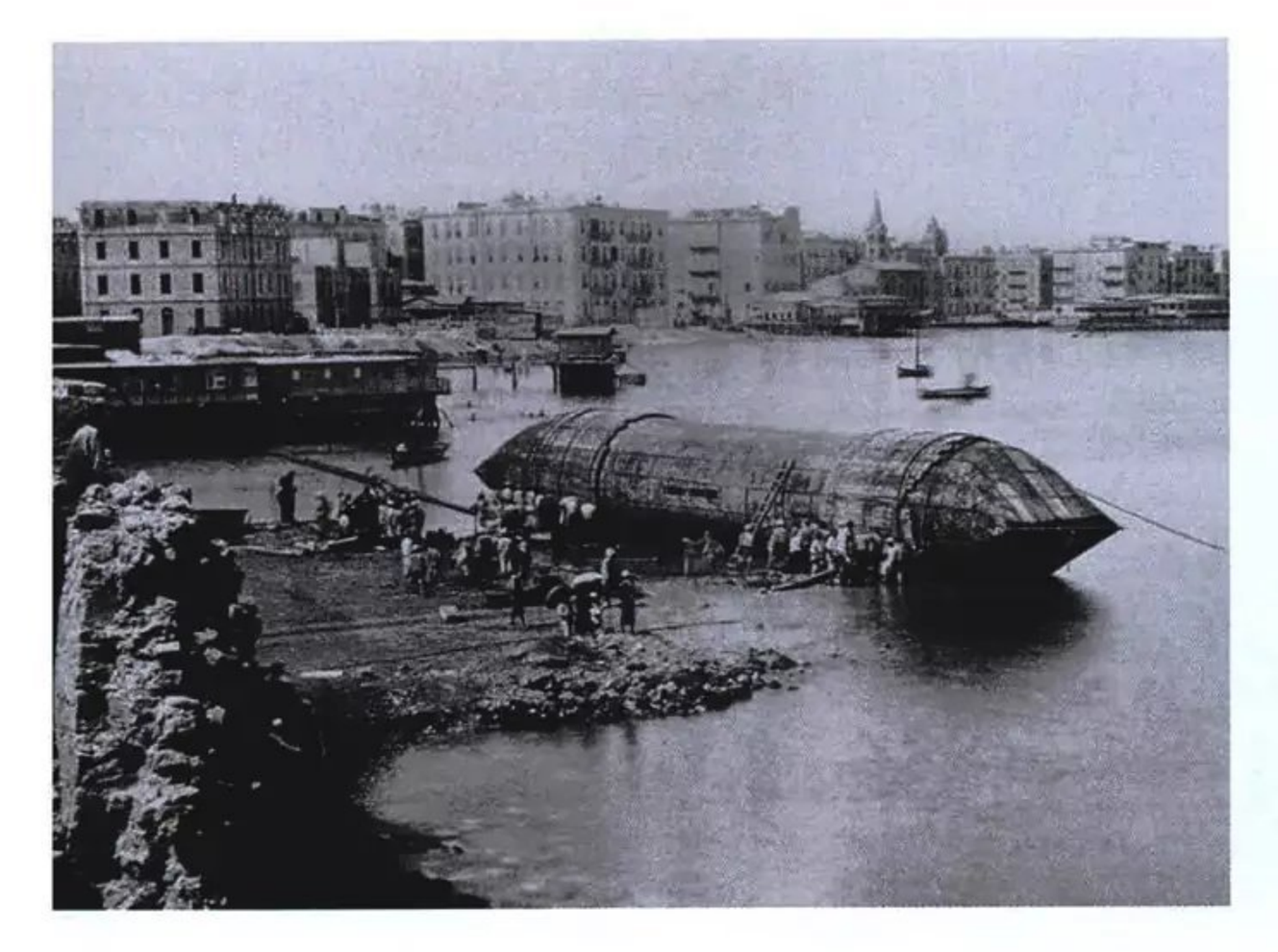
神庙前的方尖碑，曾是古埃及法老与太阳神对话的通道

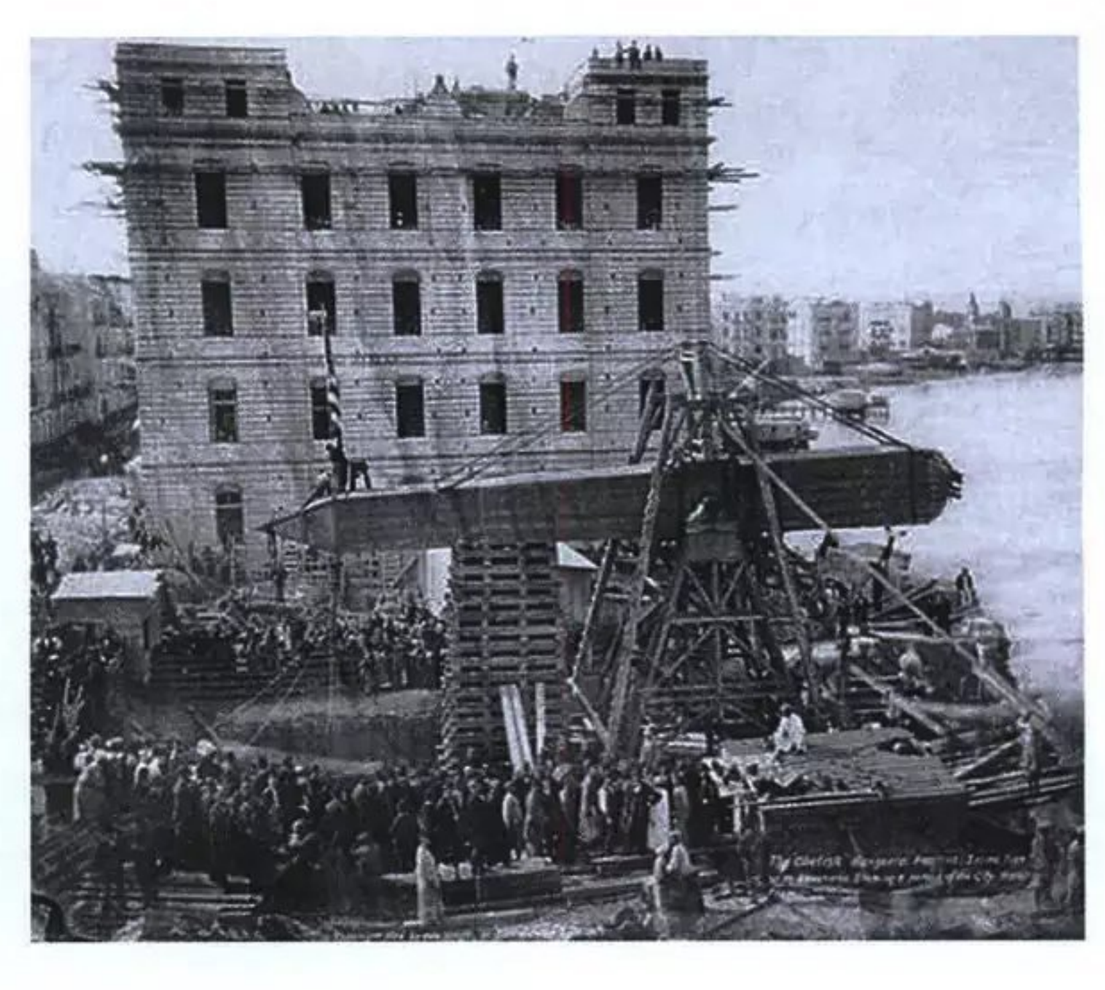
方尖碑是继金字塔和神庙之后，具有6000年历史的古埃及文明最富象征性的符号。它的英文名Obelisk，源自希腊文Obeliskos，意为烤肉串用的体带棱、头带尖的火签子。古埃及方尖碑外形呈尖顶方柱状，由下而上逐渐缩小，顶端形似金字塔尖，高度不一，最突出的特征是必须用产自埃及阿斯旺的整块花

公元前30年，屋大维打败与埃及结盟的对手安东尼，消灭了古埃及的托勒密王朝，并成为罗马帝国的首位皇帝，即奥古斯都皇帝。公元前10年，奥古斯都皇帝将这座原本矗立在赫利奥波利斯神庙前的方尖碑运到罗马，竖立在马西莫竞技场。1586年，人们在马西莫地下发现了它，教皇西斯托五世将其重新竖立在今天的罗马人民广场中央。古埃及方尖碑原本用于歌颂太阳神，但当它们被迁移到罗马和梵蒂冈这样的基督教核心地带，往往会被插上十字架，转而为基督教服务。

意大利罗马

罗马首任皇帝奥古斯都征服埃及的战利品

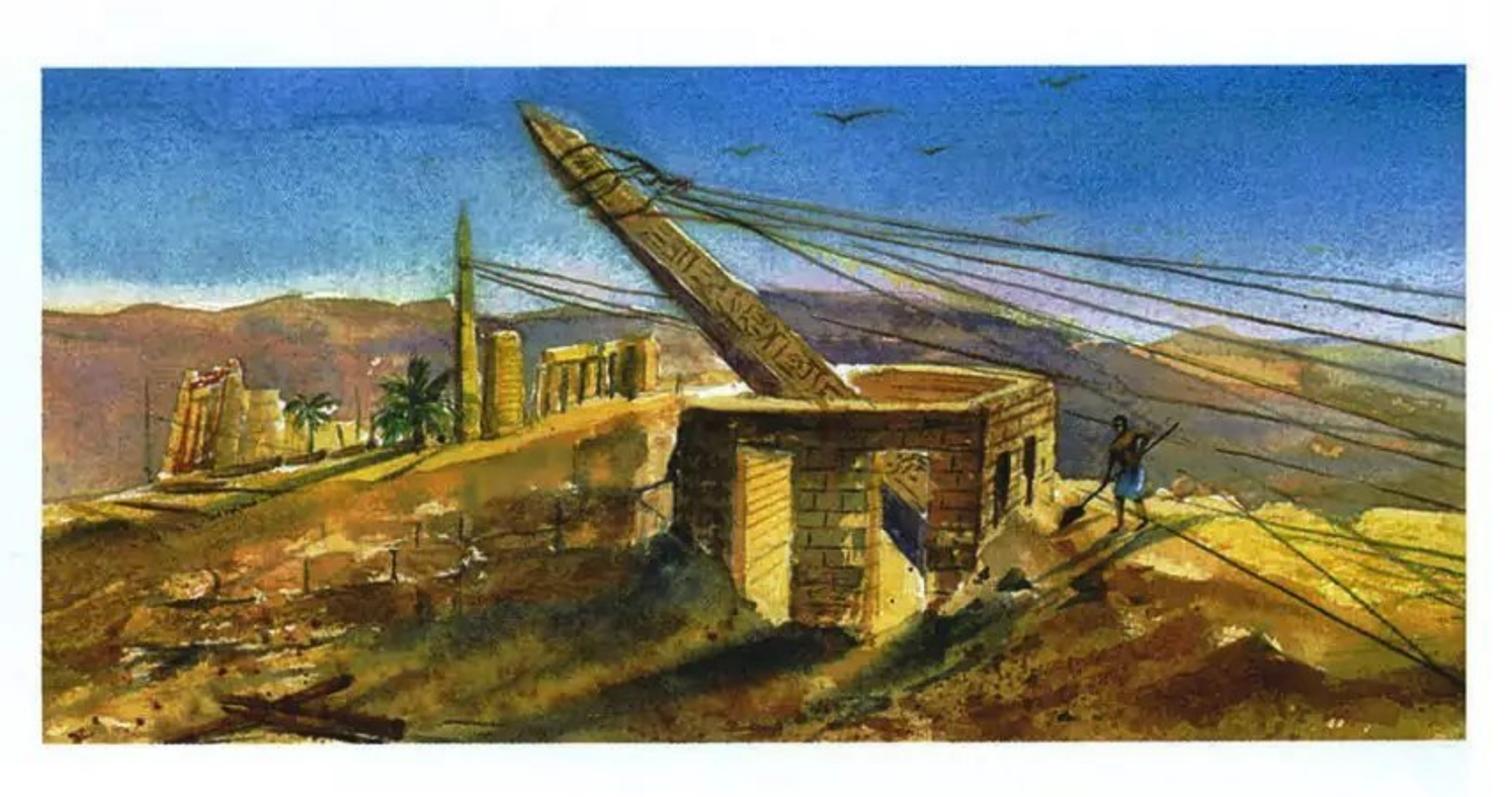




岗岩制成，碑身刻有象形文字的阴刻图案，高大雄伟，简洁精致，给人一种强烈的肃穆感。

古埃及人建造方尖碑最主要的目的是为了赞颂太阳神和法老。在埃及中王国以前的数百年，法老们一生中最重要的事情是建造金字塔，但后来残酷的事实证明，封闭再好的金字塔都无法阻止盗墓者的贪婪，金字塔最终都会变成空壳。因此，中王国以后，法老们不再建造金字塔，而是开始把兴趣转向建造神庙。通常成对地竖立在神庙大门前的方尖碑，就成了法老们与太阳神对话的通道，具有相当神圣的意义。石碑竖立的位置都是经过精心选择的——当旭日东升，日光照到石碑时，碑尖上覆盖的金银合金就能像耀眼的太阳一样闪闪发光。古埃及

中王国以后，法老们不再建造金字塔，而是开始把兴趣转向建造神庙。神庙大门前的方尖碑，就成了法老们与太阳神对话的通道。



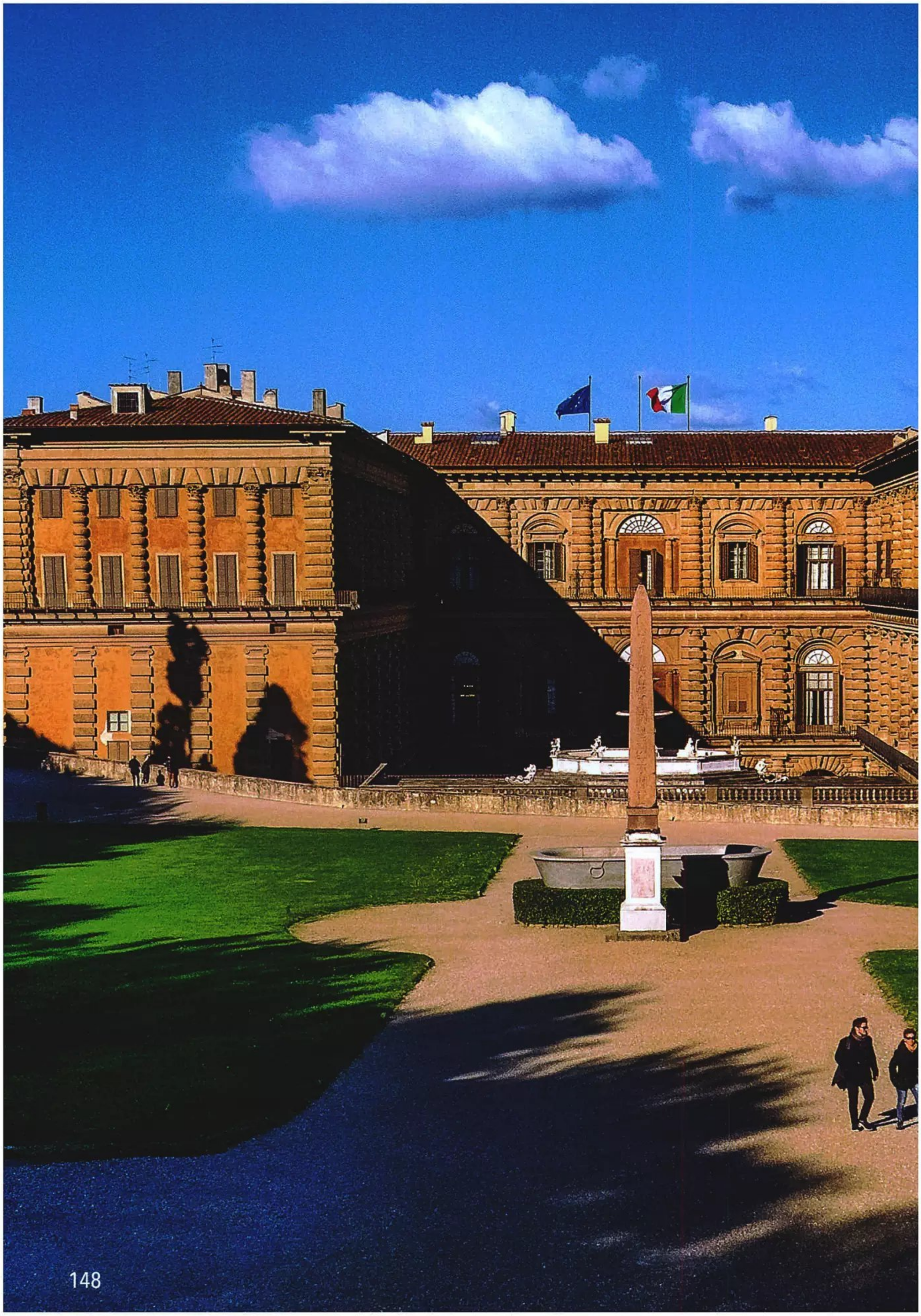
1819年，埃及阿里总督赠送给英国一块重约200吨的方尖碑，英国人为此打造了一艘“铁罐船”，除了动力结构和舵等部分外，船的主体是一个巨大铁罐，方尖碑被封入其中。这艘船不幸遭遇海难，6名船员丧生，罐体幸运地被渔船发现后几经辗转，最终抵英（左页左图）。1880年，埃及赠予美国一块方尖碑，美国也为此专门改造了一艘蒸汽船，从埃及亚历山大港将石碑装载后运往纽约，同时修建特殊的轨道和大型机械将其搬运并竖立在中央公园，其间还经历了一场暴雪（左页右图及右页图）。

现代人要将方尖碑从埃及运到国外也绝非易事

古埃及人是如何在尚无冶铁技术的时代制造、搬运和竖立方尖碑的呢？科学家们有各种推测，但尚无定论。一种比较主流的学说是：他们可能先用炭火加热花岗岩再冷却，然后以坚硬的玄武岩来敲打、切割。再在坯料上铺撒沙子，淋上河水，以辅助打磨抛光和雕刻（雕刻可能借助了玄武岩和铜质工具）。沿水路将石碑送往神庙附近后，铺设一条圆木轨道，将其拖到神庙前。最后，人们可能会用泥砖砌一座无顶小屋，里面灌满沙子，并用沙子堆一条通往砖墙顶部的斜坡，沿坡将石碑头朝下地推到沙屋上方，然后排出屋内沙子，石碑底部自然下沉，最后借助绳子使石碑完全立起来。

绘图 / 王琪萌

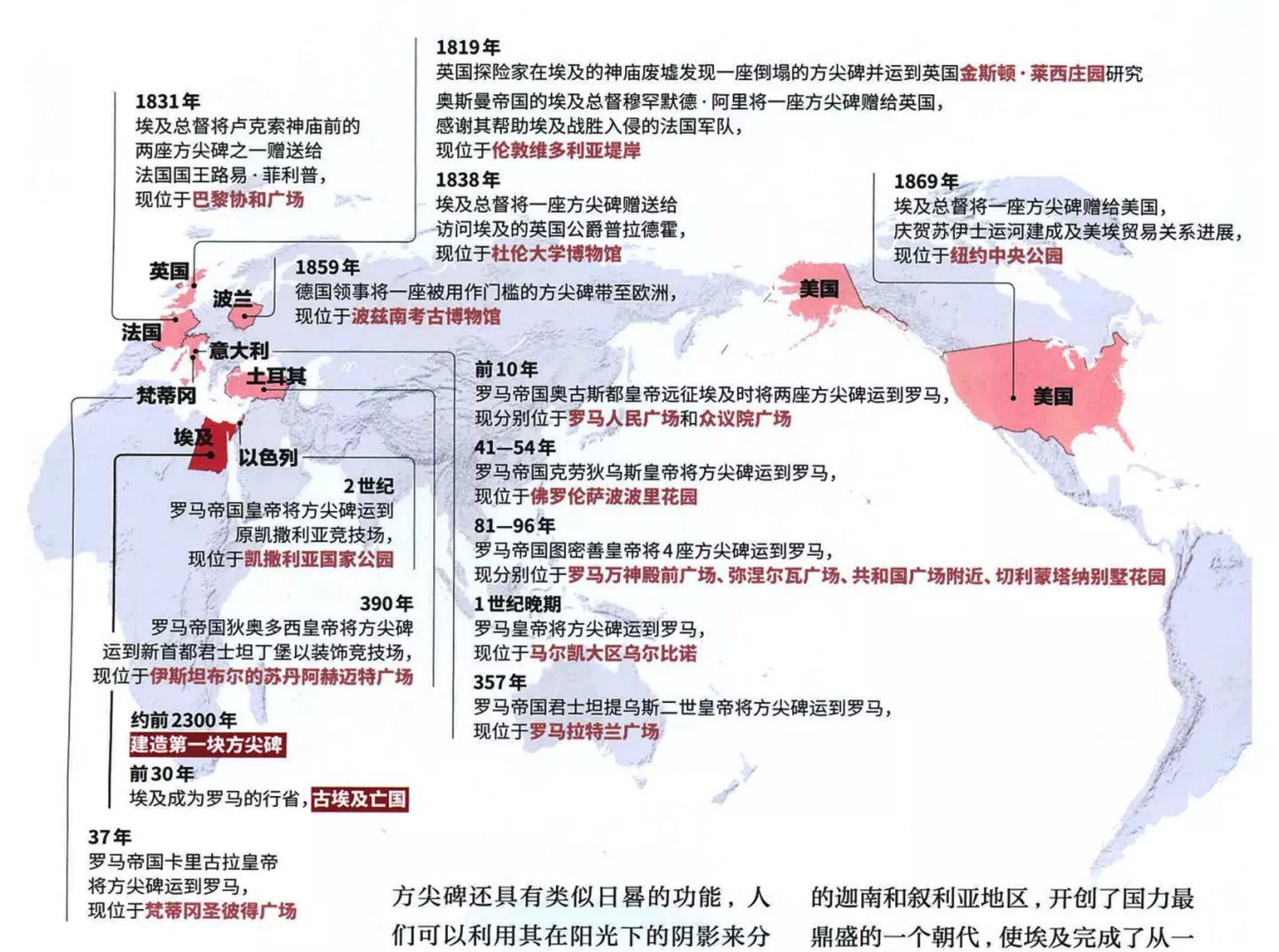
一座古埃及方尖碑是如何诞生的？



这座方尖碑位于佛罗伦萨皮蒂宫后的波波里花园，皮蒂宫为著名的美第奇家族的宅邸。美第奇家族是15至18世纪的欧洲名门，在文艺复兴中扮演了至关重要的角色。他们不仅赞助培养了米开朗基罗等大艺术家，收藏了拉斐尔、提香等人的无数珍贵作品，还将罗马帝国皇帝克劳狄乌斯从埃及运到罗马伊西斯女神庙前的方尖碑遗存搬到他们在罗马的别墅花园中，之后又迁移至佛罗伦萨皮蒂宫的波波里花园。这座石碑建造于拉美西斯二世时期，原矗立在赫利奥波利斯太阳神神庙前，与如今在罗马火车站前共和国广场附近的方尖碑是一对。

意大利 佛罗伦萨

欧洲豪门美第奇家族后花园中的珍宝



目前已知流出的古埃及方尖碑所在地及相关事件示意图

方尖碑还具有类似日晷的功能，人们可以利用其在阳光下的阴影来分辨上下午和估算时间。

可以说，埃及的法老们有一种“方尖碑情结”。起初，他们把自己称为太阳神之子，以立碑人的名义把自己与神祇的名字一起镌刻在碑体上，以期传诸久远。后来，法老们还在碑体上加上自己的文治武功，以期获得不朽。其中，新王国第十八王朝法老图特摩斯三世在位期间（公元前1479—前1425年）发动了大规模的扩张战争，征服了地中海东岸的迦南和叙利亚地区，开创了国力最鼎盛的一个朝代，使埃及完成了从一个地域性王国向洲际大帝国的质变。在扩建王都底比斯的卡纳克太阳神庙时，他建造了一批方尖碑，以宣扬其“远征的辉煌胜利”。

约20座方尖碑从埃及流向世界各地

我难以忘记第一次看见方尖碑的震撼之感。站在巨大的方尖碑前，我好像能理解为什么法老们认为能

通过它与太阳神进行交流——它高大而肃穆，直指天际的尖顶似乎无比接近神明。想到这么巨大的石碑竟然是在尚无冶铁技术的时代用整块岩石开凿雕刻而成，还能做到远距离运输，我不得不钦佩古埃及人的智慧。

我查找了很多资料，发现方尖碑的制造和运输之谜至今仍未能真正破解。科学家们提出了各种方案，其中一种比较主流的学说是：古埃及人在采石场生火加热花岗岩，使其易于切割，然后用坚硬的玄武岩石块为工具，开采出完整的方尖碑坯料。接着，他们在坯料上铺撒沙子，再淋上河水，用磨石将坯料抛光，然后利用玄武岩和铜质工具钻出文字。

做好的方尖碑先用船运到神庙附近的河畔，然后人们铺设圆木轨道，将它拖到神庙前，再用泥砖砌一座灌满沙子的无顶小屋，用沙子堆一条从地面到砖墙顶部的斜坡，沿着斜坡将石碑头朝下地推到沙屋上方，然后排出屋内的沙子，石碑底部自然下沉，最后借助绳子，使石碑完全立起来。

然而古埃及最终还是走向了衰亡。历史上，它先后被许多国家征服和占领，象征法老威严的方尖碑也渐渐因为各种原因流出埃及。公元前30年，罗马帝国终结了埃及的末代王朝，金字塔和神庙是搬不走的，精美的方尖碑便作为战利品被运到罗马，成为竞技场、神庙和坟墓的装饰。到了19世纪，古埃及方尖碑则被作为外交礼物竖立在巴黎、伦敦和纽约。还有一些古埃及方尖碑通过其他方式流出了埃及。

离开埃及的方尖碑数目有一些争议，我根据史料记载和相关学者的研究，做了进一步的归纳和分析，最终倾向于以下结论：流出的古埃及方尖碑总共20座（不包括陈列于博物馆的残片、碎片），其中意

埃及主要历史时期表

前王朝时期 前5300—前3000年	**约前5000年** 尼罗河三角洲出现最早的定居者 **约前3300年** 开始使用铜器 **约前3200年** 发明象形文字
早王朝时期 前3000—前2686年	
古王国时期 前2686—前2160年	**约前2600年** 建造第一座金字塔 **约前2300年** 建造第一座方尖碑
第一中间期 前2160—前2055年	
中王国时期 前2055—前1650年	
第二中间期 前1650—前1550年	**前1567年** 希克索斯人入侵埃及，征服埃及北部
新王国时期 前1550—前1069年	**前1504—前1450年** 法老图特摩斯三世征服西亚，建造大批方尖碑宣扬战功
第三中间期 前1069—前664年	**前671年** 亚述征服埃及
王国晚期 前664—前332年	**前610—前519年** 开凿尼罗河与红海间的运河 **前525年** 波斯征服埃及 **前404—前343年** 埃及独立，摆脱波斯统治
托勒密王朝时期 前332—前30年	**前332年** 马其顿国王亚历山大大帝征服埃及 **前214—前146年** 马其顿王国与罗马共和国多次战争，最终马其顿成为罗马共和国的行省
罗马帝国时期 前30—395年	**前30年** 埃及成为罗马的行省，古埃及亡国 **前27年** 罗马共和国转变为罗马帝国，屋大维（奥古斯都）为首任元首
拜占庭时期 395—642年	**395年** 罗马帝国东西分裂，东罗马帝国又称拜占庭帝国
近现代 642年至今	**642年** 阿拉伯人征服埃及，古埃及文明迅速灭亡 **1798年** 拿破仑率法军入侵埃及 **1805年** 穆罕默德·阿里被长期统治埃及的奥斯曼帝国任命为埃及总督 **1953年** 埃及成立共和国，正式独立

古埃及最终还是走向了衰亡，先后被多国征服，象征法老威严的方尖碑渐渐因各种原因流出埃及。

这座方尖碑大约建造于公元前1450年，埃及新王国第十八王朝法老图特摩斯三世为了纪念父亲，在卡纳克神庙前将其竖立。罗马帝国君士坦丁大帝迁都后，准备用它来装饰新首都君士坦丁堡的竞技场（今土耳其伊斯坦布尔苏丹阿赫迈特广场），但由于运输的问题，直到狄奥多西一世统治时期（379—395年），方尖碑才被竖立起来，并且石碑下部约三分之一的部分都遗失了。即使如此，这座方尖碑仍然非常高大，加上底座约有26米。后来十字军东征进攻君士坦丁堡时，他们掠夺、摧毁了城内无数奇珍异宝，但方尖碑却因太过高大而幸免于难。

土耳其伊斯坦布尔

方尖碑因过于高大而免于战争的劫难

大利10座，英国4座，美国1座，梵蒂冈1座，法国1座，以色列1座，土耳其1座，波兰1座（由德国借出）。流落在外的方尖碑数量已经超过埃及本土的遗存。

在做好功课的基础上，我便制定计划，专程去这些国家探访并拍摄古埃及方尖碑。

罗马帝国时代，古埃及方尖碑沦为征服者的战利品

公元前30年，首任罗马帝国皇帝奥古斯都征服埃及，把它变成了罗马帝国埃及行省，古埃及历史上的最后一个王朝——托勒密王朝从

此终结。奥古斯都皇帝和后来的卡里古拉、图密善及君士坦提乌斯二世等皇帝都对方尖碑情有独钟，他们源源不断地将原来竖立在埃及的方尖碑运到罗马，使得现在意大利及梵蒂冈拥有古埃及方尖碑达11座之多。我在2016年的意大利之行中，分别在梵蒂冈圣彼得广场、罗马人民广场、佛罗伦萨波波里花园等地找到了它们。

与意大利相似，如今矗立在土耳其和以色列的古埃及方尖碑也是罗马帝国时代从埃及运过去的。寻访现存于以色列的那座古埃及方尖碑，我颇费了一番周章。最主要的问题是：它究竟在哪里？我搜集到的各种信息均指向凯撒利亚，但具体在这座城市的什么位置，我却花了很长时间也没能查出，因此不敢贸然前往。直到去年夏天，一次偶然的机会，我认识了一位在以色列工作的中国导游，并在她的帮助下找到了一张这座方尖碑的照片，但她也并不清楚其具体位置。

幸运的是，2019年7月，我在探访的旅途中遇到一位热心的以色列大学生May，她同意回家后帮我想想办法。我在耶路撒冷待了一天，第二天May就告诉我，这座方尖碑在凯撒利亚的国家公园里！第三天，我租了一辆车直奔目的地。车子进入国家公园后，我却没有看到任何关

与意大利相似，如今矗立在土耳其和以色列的古埃及方尖碑也是罗马帝国时代从埃及运过去的。

于方尖碑的标识，接待处也没有任何相关介绍，请工作人员告知方位后，我又花了近1个小时才找到。看到它时我禁不住跳起来欢呼，带着一种莫名的成就感。

这座方尖碑建造的年代不详，现在方尖碑矗立处是以前凯撒利亚竞技场所在地。竞技场建于公元2世纪，公元7世纪初开始使用。当时，凯撒利亚是罗马帝国的领土，在竞技场竖立从埃及行省运来的方尖碑已经成为罗马的传统，这座古埃及方尖碑最初便是作为竞技场的装饰品而被运来的。1974年，它在竞技场遗址的地下被发现，当时方尖碑已碎成三段，以色列文物管理局修复了这座残破的方尖碑并在原址上重新将其竖立起来。现在，它的基座周围杂草丛生，似乎很久都没有经过修整了。这可能是世界上最寂寞的古埃及方尖碑。记得拍摄那天，我向好几个人问过路，直到最后一次才总算问对了人，那位货车司机一边指路一边笑着说："除了你，还有谁会专门来这里看这玩意？"

至近代，方尖碑成为埃及赠予他国的外交礼物

到了18世纪末，地处亚、非、欧三大洲交界地带的埃及已成为欧洲列强虎视眈眈的殖民目标。拿破仑率法军占领了当时已被奥斯曼土耳其帝国纳入版图的埃及行省，而后被奥斯曼帝国与英国联合夹击，被迫撤军。经此变故，奥斯曼帝国对埃及的控制大为减弱，1805年被任命为总督的穆罕默德·阿里实际上成为埃及的最高统治者。面对内忧外患的埃及，

古埃及方尖碑
及后世添加的底座
复原示意图

绘图 / 杨常歆

面对内忧外患的埃及，阿里总督实施了一系列类似于我国洋务运动的科技、经济、军事、文化改革，还将珍贵的方尖碑作为外交礼物，送给英国和法国。

阿里实施了一系列类似于我国洋务运动的科技、经济、军事、文化改革，还将珍贵的方尖碑作为外交礼物，送给英国和法国。

2018年6月，我开始了对位于英国的古埃及方尖碑的探访。英国现存有4座古埃及方尖碑，其中两座都来自阿里总督的赠予。这两座中的一座建造于图特摩斯三世时期，是阿里总督在1819年赠送给英国的，原因是为了感谢英国军队在尼罗河战役和亚历山大战役中战胜入侵的法国军队。当时，这座方尖碑已经在亚历山大城的海滩上躺了几个世纪。由于运输成本高昂，英国政府迟迟没有运走这座方尖碑，直到1878年9月，这座方尖碑才在私人赞助下竖立在伦敦泰晤士河畔的维多利亚堤岸。

拍摄时，我看到其基座上写满了文字，便上前阅读。原来上面记录的正是那段艰难的运输过程，以及对为此付出生命代价的船员的哀悼。1877年，由于陆路运输成本太高，英国工程师提出了一个全新方案——造一艘“铁罐船”，除了动力结构和舵等部分外，船的主体是一个长28米、直径4.6米的巨大铁罐，重约200吨的方尖碑被装入其中。铁罐船顺利起航，却不幸遭遇暴风雨，6名船员丧生，罐体则在几天后被西班牙的渔船发现，几经辗转，才终于在1878年2月抵达泰晤士河的码头。人们又搭建了各种复杂的机械，终于将方尖碑竖立了起来。听当地人说，这座石碑的底座中还藏着1878年的美女照片、香烟、奶瓶、剃须刀和英国硬币等“时间胶囊”。

阿里送给英国的另一座古埃及方尖碑陈列于杜伦大学东方文化博物馆，该方尖碑是公元前1420年左右，法老命人在阿斯旺附近的象岛上建造的，碑体有法老正在跪拜太阳神的图案。喜爱收藏的英国诺森伯兰公爵四世经常访问埃及，1838年，他第三次前往埃及旅行，穆罕默德·阿里总督便把这座方尖碑赠给了他。这座石碑相当小巧，仅有2.15米高，它曾在公爵宅邸的大厅里竖立多年。

我与方尖碑结缘的开端——法国巴黎协和广场上的那座古埃及方尖碑，也是由阿里总督赠送的。1831年，为了感谢法国学者为揭开古埃及文字千年之谜做出的贡献，阿里将卢克索神庙前两座方尖碑中的一座赠送给法国国王路易·菲利普。

1869年，为了庆贺苏伊士运河通航以及美埃之间贸易关系的建立，同时也为了感谢美国在欧洲列强纷纷觊觎埃及之际仍对埃及保持友好中立的态度，埃及时任总督伊斯梅尔将方尖碑作为礼物赠送给美国。它原本与伦敦那座为一对，曾共同矗立在太阳神神庙前。方尖碑漂洋

过海后，美国人搭设轨道和大型机械以搬运它，并用了足足32匹马才将50吨重的石制底座一路拖到中央公园。

后来或许是因为纽约的空气状况与方尖碑“气场不合”，这座石碑开始出现斑点，象形文字也逐渐变淡。2011年，时任埃及最高文物委员会秘书长的Zahi Hawass写信警告纽约：如果不能妥善保护此碑，我们将把这件珍贵的文物收回祖国。纽约市因此斥资50万美元对其进行了修复。2017年10月，我在纽约中央公园附近的酒店住下，步行20分钟后找到了这座方尖碑，完成了拍摄。

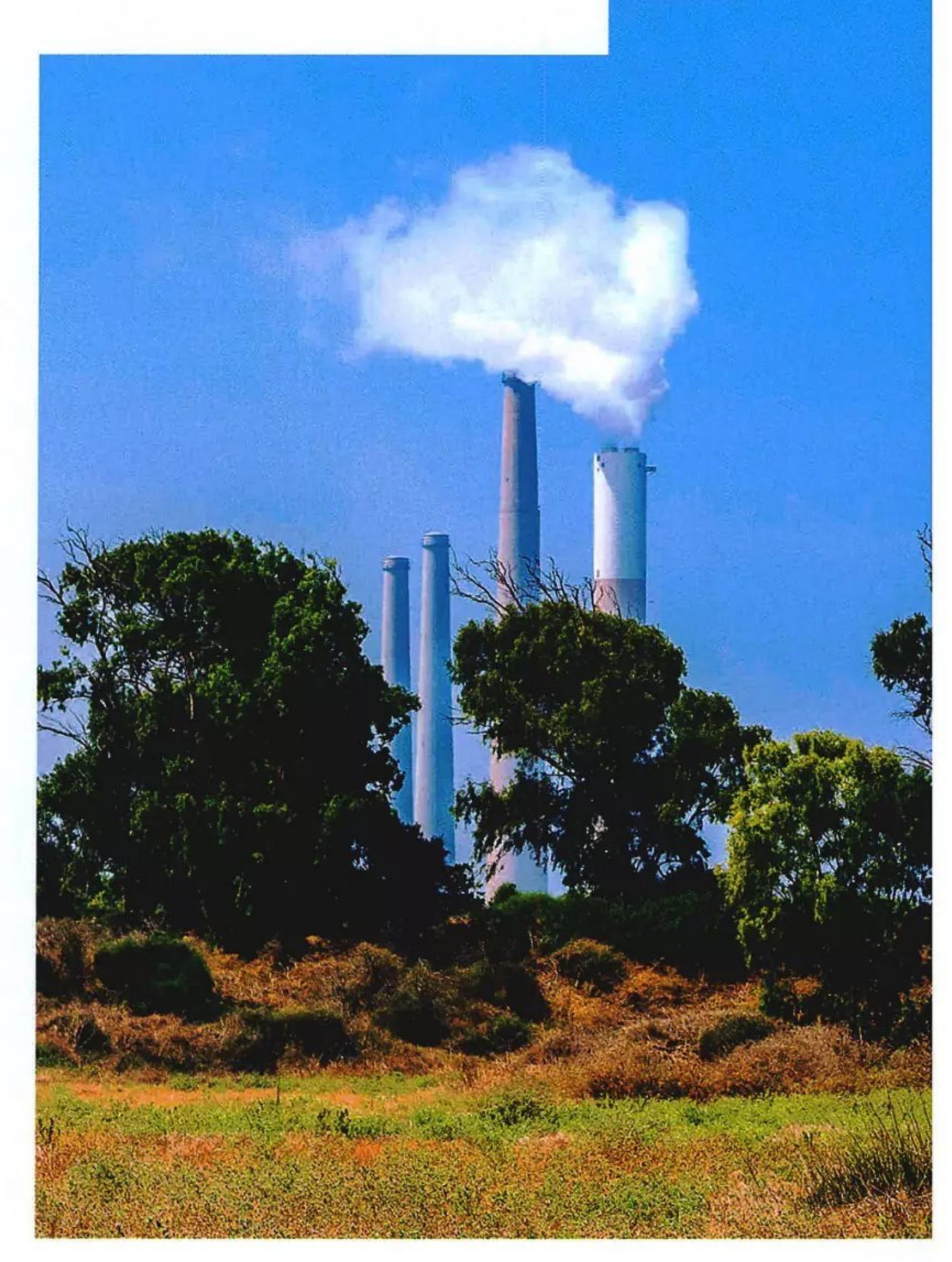
寻访现存于以色列的那座方尖碑颇费周章。最主要的问题是：它究竟在哪里？看到它时我禁不住跳起来欢呼，带着一种莫名的成就感。

探险家带走的方尖碑，对破译象形文字起了决定性的作用

还有几座古埃及方尖碑流出埃及的方式较为特殊。

探访英国的方尖碑时，除了埃及总督赠予英国的那两座以外，其他两座方尖碑分别存放在英国什么位置，说法不一。一番努力下，我基本锁定范围：一座在大英博物馆，一座在多塞特郡。可多塞特郡范围很大，还是有大海捞针的感觉。我请一位从事文化交流的朋友帮忙，终于有了结果：这座古埃及方尖碑现矗立在金斯顿 · 莱西庄园。

我到大门口的检票处确认预约时，管理人员满脸困惑，对我这个



东方人的来访充满了好奇。方尖碑就坐落在庄园主楼前非常空旷的花园里，那里还放着同样来自埃及的一口巨大石棺和一段1米长的破损方尖碑。这座庄园最早的主人是19世纪的探险家威廉·约翰·班克斯爵士（金斯顿·莱西是威廉·约翰家族某一代女主人的名字），1981年开始由一个公民托管组织管理，像是一座小型博物馆，展示着威廉·约翰家族的历史。

从1818年10月至1819年夏天，威廉·约翰·班克斯爵士第二次远赴埃及探险。当他到达阿斯旺南面的菲莱岛时，在伊西斯神庙的废墟中发现了一座倒塌的方尖碑。正是这座方尖碑，在破译象形文字过程

凯撒利亚位于地中海东岸，是罗马帝国在犹太行省耶路撒冷的代理王——希律王于公元前30年左右建造的港口城市。罗马统治者曾于公元2世纪在那里修建竞技场，当时在竞技场竖立从埃及行省运来的方尖碑已成为罗马的一种传统，这座方尖碑也不例外。如今，竞技场遗址与圆形剧场遗址、旧港口等罗马帝国时代的废墟已一同成为以色列凯撒利亚国家公园的一部分，但公园内难觅相关标志和介绍，石碑孤独地伫立在荒草之间，显得十分寂寞。

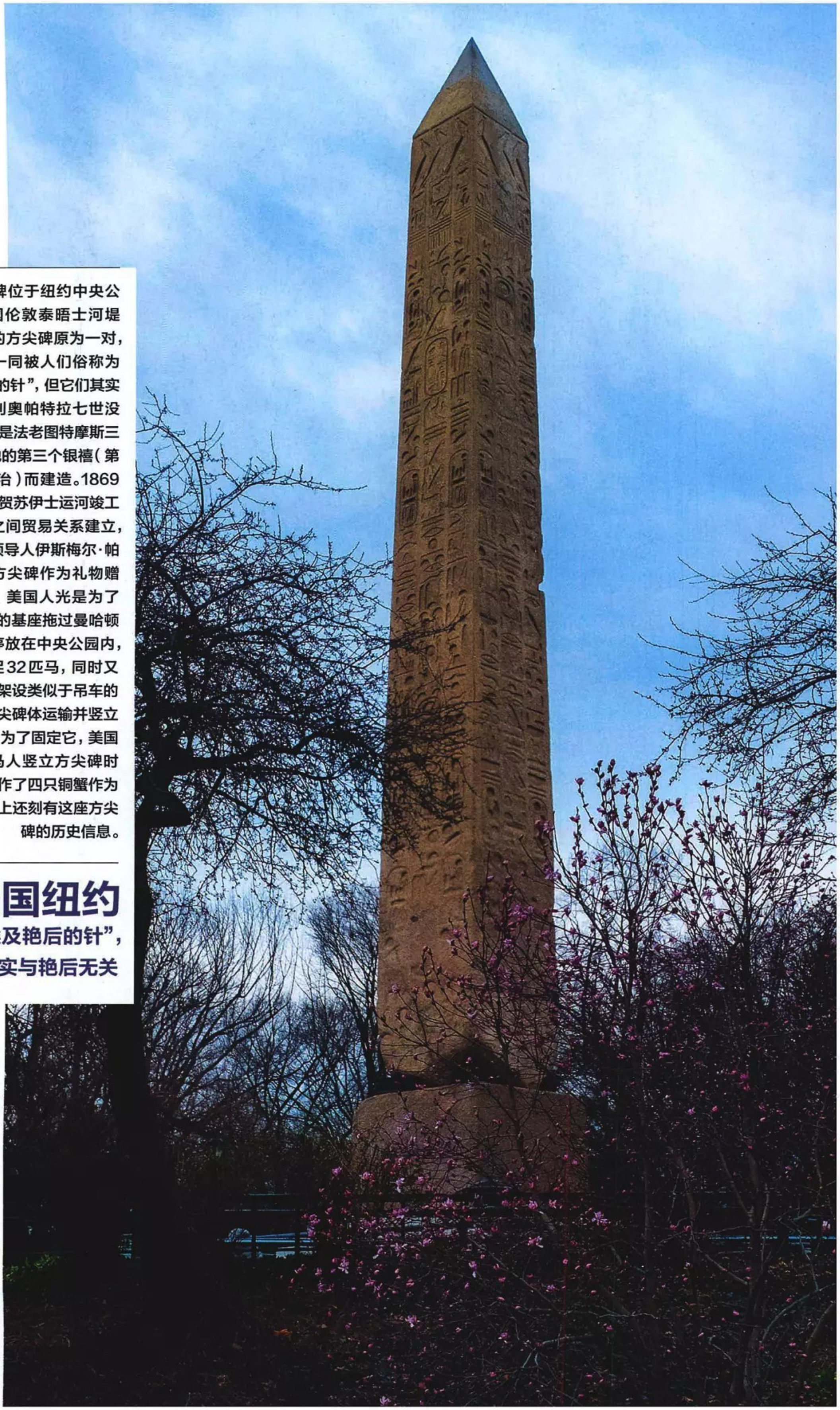
以色列凯撒利亚

最寂寞的古埃及方尖碑

欧洲的中心之一是巴黎，巴黎的中心是协和广场，而协和广场的中心，便是这座有4000年历史的古埃及方尖碑。这座方尖碑高约23米，建造于拉美西斯二世时期，原来是卢克索神庙前两座方尖碑中的一座。1831年，为了感谢法国学者为揭开古埃及文字千年之谜做出的贡献，奥斯曼帝国的埃及总督穆罕默德·阿里决定将它赠送给法国国王路易·菲利普，法国则回报以一座大钟，这成为埃法两国文化交流中一个具有重要象征意义的里程碑。人们为方尖碑特别建造了大船，载其航行过尼罗河、地中海、大西洋、塞纳河，直至1836年10月25日，方尖碑终于矗立在协和广场的正中央。不过，方尖碑原本的金顶早在公元前6世纪就已不翼而飞，法国政府下令重制金顶，覆于其上。

法国巴黎

傲立巴黎中心，接受万众瞻仰



这座方尖碑位于纽约中央公园，与英国伦敦泰晤士河堤岸上矗立的方尖碑原为一对，两座石碑一同被人们俗称为“埃及艳后的针”，但它们其实与艳后克利奥帕特拉七世没有关系，而是法老图特摩斯三世为庆祝他的第三个银禧（第30年的统治）而建造。1869年，为了庆贺苏伊士运河竣工以及美埃之间贸易关系建立，埃及时任领导人伊斯梅尔·帕夏将这座方尖碑作为礼物赠送给美国。美国人光是为了将50吨重的基座拖过曼哈顿的大街并停放在中央公园内，就用了足足32匹马，同时又搭设轨道，架设类似于吊车的机械，将方尖碑体运输并竖立在基座上。为了固定它，美国借鉴古罗马人竖立方尖碑时的做法，制作了四只铜蟹作为角垫，蟹钳上还刻有这座方尖碑的历史信息。

美国纽约

名为“埃及艳后的针”，其实与艳后无关

中起了决定性的作用。当时班克斯爵士把碑体和基座上的象形文字、希腊文做成了版画，分发给各国的埃及考古学家研究。班克斯爵士又用了整整8年时间才把这座方尖碑运到了金斯顿·莱西庄园。

至于现在陈列于大英博物馆的那座方尖碑是如何流出埃及的，人们至今还没有查明。还有一座古埃及方尖碑现在位于波兰的波兹南考古博物馆，这里有我要探访的最后一个拍摄目标。19世纪，这座方尖碑被发现时，竟然在开罗一间房子里被当作门槛使用。1895年，它被德国领事带到了欧洲，之后被柏林一座博物馆收藏，现在在波兰的博物馆长期借展。我本计划今年年初前往拍摄这座方尖碑，却因突如其来的新冠疫情影响，至今尚未成行。

古埃及方尖碑离开了故乡，又征服了世界

古埃及方尖碑这个拍摄项目至今已历时3年多，在这个过程中，我感触良多。

一些方尖碑沦为征服者的战利品，一些方尖碑成为政治斡旋的道具，还有一些方尖碑被探险家运走。对于一个曾经无比辉煌的古老王国而言，古埃及的文物一件件散落至世界各地，多少有些令人唏嘘。

但是，这些承载着人类文明史的石碑，大多被竖立在别国最重要的位置。并且，流出的方尖碑不仅见证了历史，也成为文化交流和传播的重要纽带。比如巴黎协和广场上的那一座：当时法国的国力远比埃及强盛，在考古方面也走在世界前列。阿里总督赠送方尖碑的举动，看似是一种进贡行为，却也不得不说是埃法两国文化交流中一个具有重要象征意义的里程碑。

阿里总督赠送方尖碑的举动，看似是一种进贡行为，却也不得不说是埃法两国文化交流中一个具有重要象征意义的里程碑。

数千年来，人们一直迷恋着、汲取着神秘而浩瀚的古埃及文明。罗马帝国皇帝不仅把埃及神庙前的方尖碑作为战利品运往本国，还命工匠按照古埃及的方法仿制了一批“古罗马方尖碑”。文艺复兴时期，

欧洲皇家花园中随处可见仿制的方尖碑和狮身人面像。拿破仑远征埃及时，一批科学家与他同行，并全面记述了各处古埃及文物的数据和他们在埃及的所见所闻，使得欧洲掀起“埃及热”的风潮。古埃及文明成为浪漫、神秘主义和异国情调的代名词，即使负担不起亲赴埃及的费用，许多欧洲人也能通过文学、艺术和建筑，感受到古埃及的魅力。这一风潮渐渐也传播到美洲、亚洲等地。

19世纪，美国为纪念总统乔治·华盛顿而建造了著名的华盛顿纪念碑，这是一座由纯白色大理石制成的方尖碑，其比例是设计师参考古埃及方尖碑而制定的。此外，阿根廷首都布宜诺斯艾利斯的标志性建筑——国家历史纪念碑，也是一座纯白色的方尖碑。这些“新方尖碑”耸立在世界许许多多大城市的中心，成为了那里的地标性建筑。

有人说，当罗马人征服埃及，埃及也将他们征服。我想，那些流落异国的古埃及方尖碑在离开了故乡的同时，也的的确确征服了世界。

责任编辑 / 任远方　图片编辑 / 王彤
版式设计 / 崔晓琳　地图编辑 / 陈云

1818年至1819年，英国探险家威廉·约翰·班克斯爵士第二次远赴埃及，并在伊西斯神庙的废墟中发现了一座倒塌的方尖碑。这座石碑高3.66米，班克斯爵士把上面的铭文印成版画，分发给各国的埃及学家研究，又用了8年时间把方尖碑运到了自己家——英国多塞特郡的金斯顿·莱西庄园。巧的是，这座方尖碑与著名的罗塞塔石碑上的铭文刚好可以互补参照，在以法国历史学家商博良为代表的学者们的努力下，象形文字的谜题终于得以破解。

英国 多塞特郡

这座方尖碑对古埃及象形文字的破译起了决定性作用

四川石渠四只兔狲

野外记录“萌宠”成长

作为网红萌宠，野生兔狲的现状并不十分乐观。在四川省西北部的石渠县，摄影师吕玲珑持续观察并拍摄了一家兔狲的日常生活。兔狲妈妈独自带着三只幼崽成长，母爱令人感动。国内目前尚无关于野生兔狲的长期观测研究，希望这组图片和背后的故事，未来能够对兔狲的保育工作有所帮助。

行踪隐秘的猫科动物 悄然出现在四川石渠

近年来兔狲成为“网红”。它们相貌独特，表情呆萌，在猫科动物中拥有很高的辨识度。虽然人气很高，但很少有人在野外见过兔狲。它们通常栖息在草原或者岩石裸露的山地，体色具有很好的隐蔽性。在四川石渠县，摄影师吕玲珑长期观察并拍摄了四只兔狲，它们的巢穴位于海拔4300米的高山草甸。

撰文
李凯
摄影
吕玲珑

几年光景，家里多了不少和兔狲相关的小物件：模型手办、茶宠、抱枕……和朋友聊天时，不时还会收到对方发来兔狲圆而蠢萌的表情。

在分类学上，兔狲曾被认为是猫科动物兔狲属（*Otocolobus*）下唯一的物种。不过前些年的DNA测序显示，兔狲的祖先与家猫较为接近，因此，它们不再归于兔狲属，而是回归到猫科动物的猫属当中。

兔狲依靠颜值逆袭成为网红萌宠

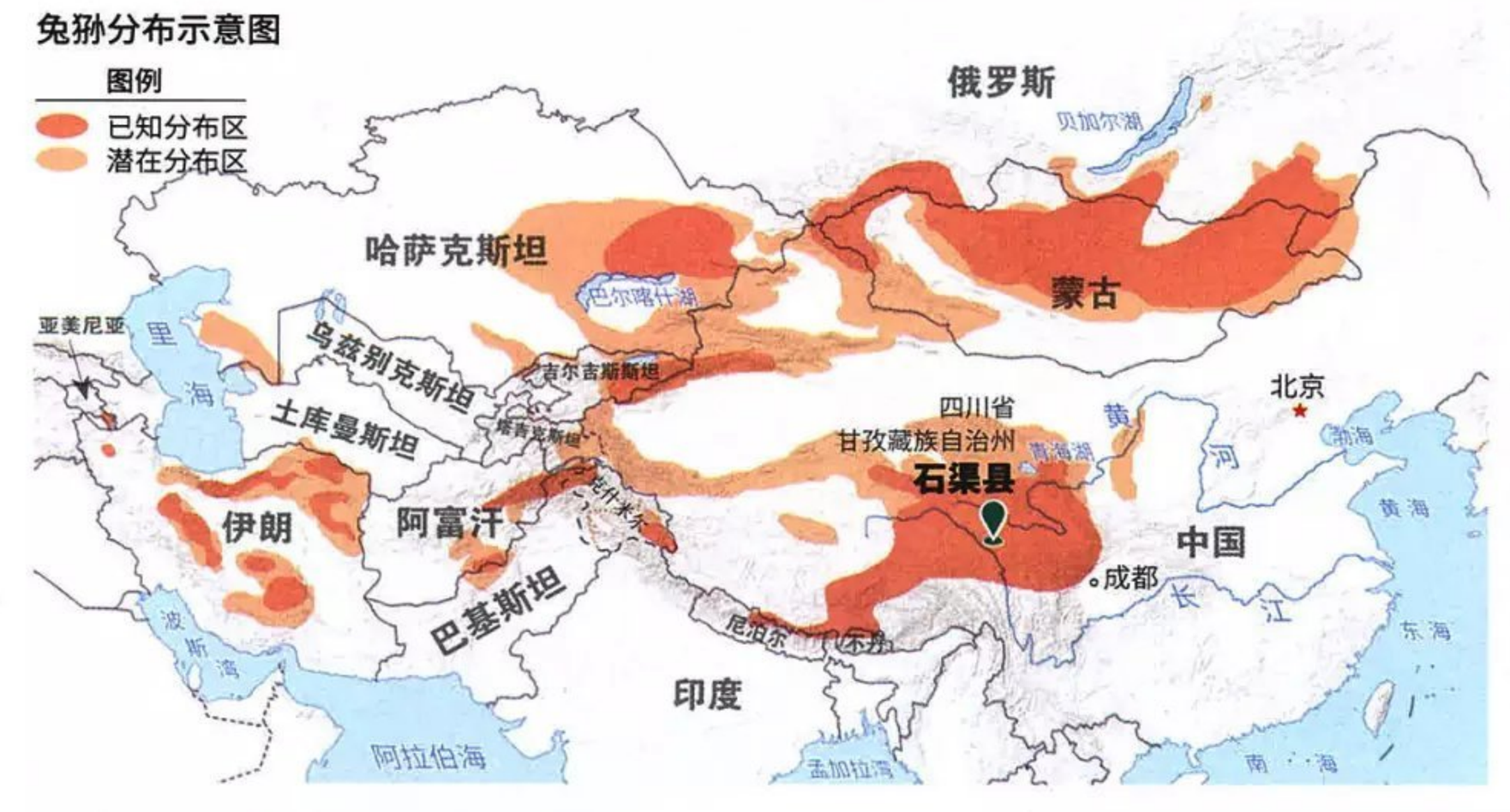
兔狲算得上名字最怪异的猫科猫属的物种了。按照字面解释，“狲”字是指类似猕猴的猴子。“狲”字用的并不多，咱们最熟悉的词，应该是《西游记》里形容孙悟空的“猢狲”。而兔狲中的“狲”字来源于猞猁——我国清代，猞猁被叫做“猞猁狲”或者干脆简化为“狲”，兔狲则被称为“兔儿狲”，意思是“像兔子的猞猁”。

最近几年，兔狲迅速走红。它们的长相拥有几个重要的网红特征：脸大、表情丰富、腿短、毛长、腹部和尾巴上毛多而蓬松。撸猫解万忧——尽管人工繁育的家猫品种纷繁精彩，但兔狲的形象解锁了大家对猫咪更丰富的认知和幻想。

在我国古代，兔狲的命运比现在悲惨太多了——关于它们的记录，主要出现于毛皮贸易的记录当中。兔狲皮毛价格低廉，颇受冷落。清乾隆元年（1736年）的《川陕总督查郎阿等为准部贡使额尔沁由京回肃贸易等事奏折》中，有这样一行记载：“兔儿狲二张，每张价银五钱，共该银一两。”随着美洲白银的涌入，在清朝中期，1两银子的购买力较之唐宋乃至明朝有明显的下降，价值约合如今人民币200元至300元。这么说来，一张兔狲皮大约值100多元，搁现在能换10个普通的特价猫罐头。

说来也怪，兔狲的地理分布范围很广。我国西部、北部、蒙古、俄罗斯、中亚、中东、最西至亚欧交界处的亚美尼亚，理论上都能看到野生兔狲的身影。按照历史上的毛皮贸易记载，它们也应该是比较常见的小兽。可惜，事实并非如此。

兔狲分布示意图



在亚欧大陆高海拔的高山草甸以及低海拔的荒漠、草原，从我国西部、北部至蒙古、俄罗斯、中亚、中东至位于外高加索地区的亚美尼亚，都有兔狲分布。分布区看似很广，但兔狲种群总数量不算多，并且多处栖息地破碎、零散。它们的栖息地通常自然条件较为严酷。兔狲在形态、生理以及行为上都表现出了对极端气候、不稳定的食物来源以及来自天敌胁迫的适应。

兔狲看似分布广泛，实则很难在野外看到

自然状态下的野生兔狲长着一身浓厚的毛，尾毛和腹部毛尤其长而厚实。它们的毛色大致由浅灰至青橘色，毛尖白色，如同被一层薄霜覆盖着。兔狲大小似野兔，成年的兔狲头与身体总长约45—65厘米，尾长21—35厘米，平均体重只有4公斤左右。在食物充足的夏末，有的个体可长到5.3公斤，虽然看着圆滚滚的，但其实不算胖。它们额头很宽，上面分布着小黑斑。耳朵小而圆，位于头部两侧而不是像兔子那样竖在头顶，据说这样的特征有利于在开阔地带捕猎时隐藏自己。

无数的摄影人痴迷于拍摄野生动物，但国内野生兔狲的图像却非常罕见。媒体上零星出现过的一些，主要来自于红外触发相机拍摄——很少有人在野外亲眼见过行踪神秘的兔狲。

兔狲体型与家猫相当，平均体重只有4至5公斤——看着浑圆，其实体型不算大，也并不胖。在高山草地与碎石间，兔狲迷彩服一般的毛色把自己很好地隐藏在环境中。它们生性机警，白天躲在暗中观察或者休息，等到晨昏或者夜晚出来活动。

20世纪50年代，中国西部每年可以收购到一万多张兔狲皮。在上世纪70年代，川藏交界地带的一些县城每年可以收到兔狲皮500至700张，但到了80年代初数量锐减到几十张。兔狲的栖息地与人类活动密集的区域重叠较少，一般认为，大肆猎杀是导致兔狲种群数量下降最主要的原因。

兔狲体型小、行踪隐秘，加之野生种群急剧减少，想在野外发现它们并不容易。然而在去年夏天，摄影师吕玲珑告诉我，他在四川甘孜藏族自治州的石渠县看到了野生兔狲。

脸显大是因为耳朵小；活成表情包是因为瞳孔不像猫

这些年来，吕玲珑一直在四川西部观察和拍摄野生猫科动物。我曾经就拍摄雪豹的事采访过他，却不知吕玲珑同样关注兔狲很多年了。这一次，他预感机会难得，准备驻扎在石渠县进行长期跟踪。

石渠县地处青藏高原东缘，巴颜喀拉山脉与横断山区的沙鲁里山脉在此处交会。在石渠县境

摄影师吕玲珑在石渠发现过兔狲，遥远地跟踪观察多日之后，发现它们的巢穴位于海拔4300米的一处玛尼堆。

祈福的石板堆搭的玛尼堆，成为兔狲幼崽的活动乐园

根据多日的观察，摄影师吕玲珑发现兔狲的巢穴在一处用很多石块、石板搭建的玛尼堆中。玛尼堆的石板与石块间有很多洞隙，兔狲母亲独自带着3只幼崽生活在这里。为了不干扰兔狲的正常生活，吕玲珑躲在距离玛尼堆70—80米的一处石墙后面。他连续多日守候在此，记录下很多第一手的观察资料。幼崽当时大约2—3个月大，母亲外出觅食时，它们就在附近草地上嬉戏玩耍。玩儿累了，回到巢穴附近找一块暖和的石板趴在上面打盹、晒太阳。它们身边的石板上，很多都刻着祈福的藏文真言和经文。

内，兔狲主要生活在海拔4000米之上的草甸以及高山流石滩。

2019年5月底，吕玲珑发回第一张图片。在远方数百米外的山脊上，图中有个小黑点，勉强能看出像是只兔狲。他决定驻扎在附近村子中，每天上山观察守候。通过吕玲珑用长焦镜头拍回的照片，我第一次看清楚了生活在四川的兔狲长什么样。

它们的脸没有像网上段子传的那般大如烙饼。之所以显大，更多是因为耳朵小衬托的。耳朵圆而小，这和栖息地气候寒冷关系密切。

生态学课本中有一条名为“阿伦定律”的经典定律。其大致内容是：生活在寒冷地区的恒温动物，其耳、吻、四肢和尾巴等身体突出的部分往

兔狲的瞳孔在中午或者遇到强光时，不会变为细长的竖线，而是收缩成一个小圆点。小圆点状的瞳孔，仿佛流露着人类能够读懂的表情。

母亲每次捕食归来，幼崽们都会遵守取食秩序，绝不争抢

左图：兔狲主要以鼠兔以及沙鼠、田鼠等小型啮齿类为食，偶尔也捕食旱獭、野兔、小型鸟类、爬行动物以及昆虫等。这次兔狲母亲叼回一只未成年的旱獭，三个幼崽没有蜂拥争抢，它们排好次序，轮到谁，谁就出巢迎接母亲。小兔狲从母亲嘴中接过旱獭，满脸幸福；兔狲母亲则睁大眼睛，警惕地跟在孩子身后。

右图：兔狲一家四口悉数出洞，在玛尼堆顶的石板上活动。画面中可以清晰看到三只幼崽，它们的母亲躲在石板后的阴影中不时四外观望。在夏季，兔狲毛略薄一些，颜色则更深，在有裸露石块的草地中是很好的伪装。静止不动的兔狲，看起来就像是一块石头；身上的斑纹有迷彩效果，能够平衡自身的影子，有利于捕猎时伪装，也可以躲避被赤狐、狼以及猛禽等天敌发现。

往短小。这是为了减少体表面积，防止体内热量更多散失。除了耳朵，兔狲的四肢似乎也很短。腿短也有好处，平时可以藏在腹部长长的毛中御寒；另外重心更低，在山地行走跳跃更稳健。

我问吕玲珑，有没有感觉兔狲表情丰富？他回答说，表情丰富或许和它们的瞳孔结构有关。不同于家猫，兔狲的瞳孔在中午或者遇到强光时，不会变为细长的竖线，而是收缩成一个小圆点。这个细节是我以前未曾留意到的。或许和人眼更加接近，当兔狲视线变化时，就仿佛呈现出人类能够读懂的表情。

与耳朵小不同，瞳孔缩小当然不是为了减少散热。但兔狲眼睛的结构同样表现出对高海拔地区环境的适应。因为没有树木遮挡且大气稀薄，位于高山的栖息地往往日照强烈。瞳孔缩小，就像照相机尽可能地缩小光圈，以降低进光量。将进入眼睛的光降到合适范畴，有助于兔狲看清猎物，同时也能防止强光对眼底视网膜造成灼伤。

兔狲的家隐藏在用祈福石板搭起的玛尼堆中

更多的发现接踵而来。失联多日之后，吕玲珑再次发来消息。他告诉我，之前看到的是兔狲母亲，它带着三个幼崽，幼崽大约2—3个月的样子，体型已经和妈妈相差不多。根据多日的观察，吕玲珑找到了兔狲巢穴。

兔狲巢穴的位置很有趣，位于一个当地藏人用刻着六字真言以及各种吉祥图案的石块、石板搭建的玛尼堆中。玛尼堆年久垮塌，石板与石块间形成很多洞隙，兔狲妈妈利用这个结构建了窝，并且产下幼崽。

猫科动物虽然敏捷凶猛，也同样低调、警觉。接近兔狲巢穴拍摄，肯定会有精彩的照片，但吕玲珑不肯。他知道折腾一番之后，兔狲母亲可能会弃巢。三个幼崽虽然看起来强壮，却尚不能够独自生存。

吕玲珑决定守在合理的距离观察和拍摄，这是任何一名真正的生态摄影师都要遵循的底线。尽管离得远，但如何做好隐蔽，这个问题依然很重要。关于兔狲的名字，之前我看过一个说法：有人说，它是突厥语方言“站住”的音译，因为只要冲兔狲喊“站住！”它就会站住。我不是很信；吕玲珑也摇头，他说那是和家猫互动的心态，站不住脚。兔狲的警惕性非常高，不等你说话，它听到环境中有异常响动，马上就会消失得无影无踪。

所以必须悄无声息。巢穴周围尽是低矮的草地，距离巢70—80米的地方，有一处断壁残垣的土墙。吕玲珑觉得在如此空旷的地方搭建迷彩伪装帐有些突兀，权衡再三，他和助手决定悄悄躲在土墙后来观察兔狲。

之后的一周，吕玲珑看到了很多精彩的场面。兔狲妈妈猎捕鼠兔或者旱獭回来，三个孩子并不会蜂拥而上去抢食。它们仿佛排好号一样，依次出窝去迎接母亲，然后享受食物——良好的秩序从未打乱过。阳光好时，幼崽们会在花丛中嬉戏，累了就趴在刻着六字真言的石板边，享受日光浴。

母亲或许察觉到了巢穴暴露，带着幼崽暂时消失了。

吕玲珑很着急，然而意外发现它们把家搬到了山脊另外一侧的某处石堆中。

兔狲母亲为孩子准备了不止一处巢穴

母亲或许察觉到巢穴暴露，或许出于其他考虑，忽然一天，它带着幼崽搬家了。它们住进了山脊另外一侧，距离玛尼堆二三百米外的一处石堆。在没有树木灌丛遮挡的生境中，合适的巢穴对兔狲的生存至关重要。兄弟三个逐渐长大，兔狲妈妈依然每天独自奔波，给它们寻找食物。而兔狲父亲从未回来管过孩子。

美好的日子持续了大约7—10天。7月的一个清晨，吕玲珑和助手再次来到石墙后，他们发现兔狲母亲和三只幼崽不见了。

狡兔三窟，兔狲也有备用巢穴

这家兔狲，是一场典型的“丧偶式育儿”。兔狲妈妈每天独自捕食，养活三个孩子。我问吕玲珑：“兔狲爸爸您有见过吗？”他说有。在稍远的一个山脊，吕玲珑看到过另外一只兔狲，体型比雌性稍大，它可能就是兔狲幼崽的父亲。

很多雄性兽类和鸟类在与它们的配偶交配之后就离开伴侣，没想到面相憨厚的兔狲也是如此。兔狲母亲承受的压力不言而喻，现在它们去了哪里？母亲会不会遗弃幼崽？

吕玲珑很自责。他觉得可能是自己疏忽大意了，让兔狲母亲感觉到行踪暴露，于是弃巢。我不擅长安慰人，更不知道该如何安慰这位资深的摄影师。

没想到一觉醒来，事情反转了。吕玲珑重新找到了母子四人，一早他发来消息。附近能够让兔狲做巢的地点并不多，吕玲珑想起，在山脊另一侧两三百米的位置，有个石头堆。之前调查时，他曾发现石头堆边有兔狲少量的毛和粪便。他一度怀疑那里是兔狲巢穴，然而后来没有更多斩获。

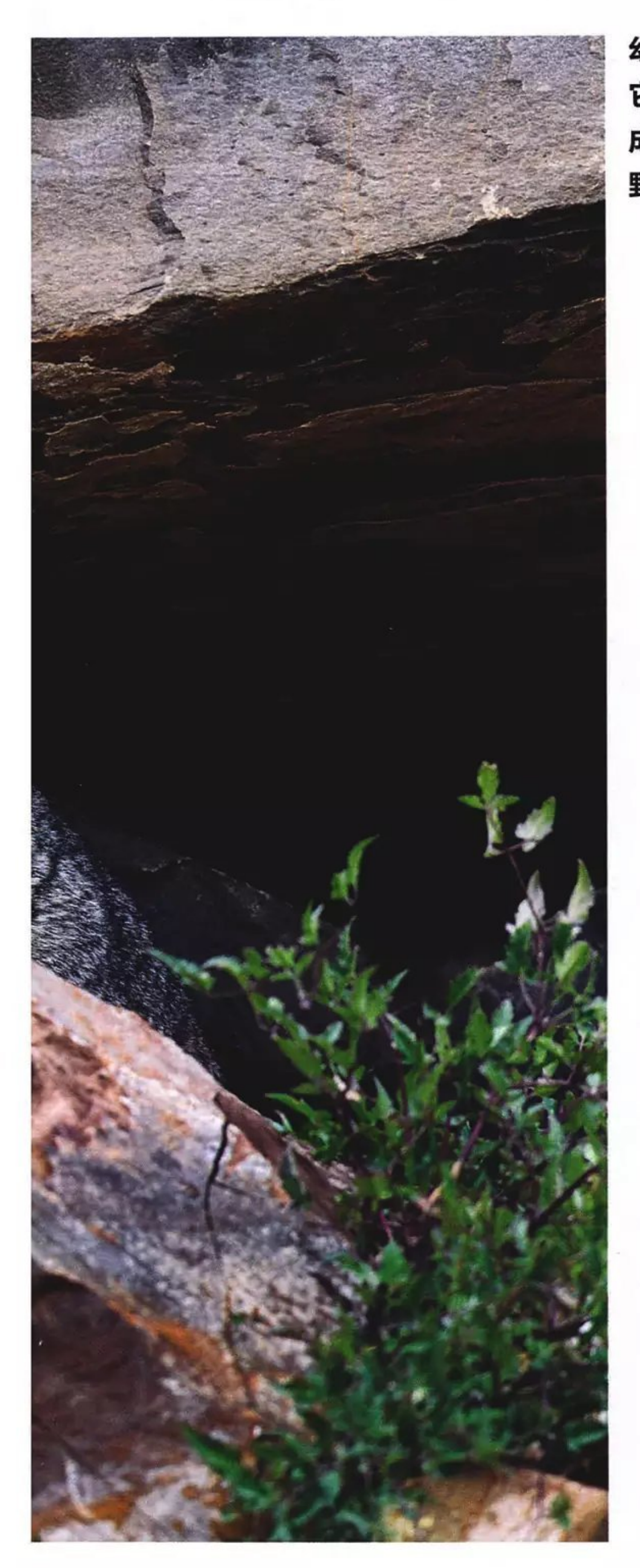
吕玲珑再次去往石头堆，奇迹出现了：兔狲母子四人全都在——它们把家搬到了此地。人说：狡兔三窟，没想到兔狲也留着这手。幼崽长得很快，它们周身青橙色，毛绒基部呈现浅灰色，已然是弱冠少年的模样。一如既往，母亲带着食物回来，不经意间，它伸了个懒腰，后腿修长。

根据这段时间的观察，吕玲珑想为兔狲翻案。他说：“兔狲其实腿不短，只是平时喜欢匍匐前进。高度警惕时，兔狲几乎看不到腿，似乎在地上爬，所以落了个短腿的名声。”

我想起网络段子：段子说，兔狲的腿比柯基狗还短，它们是人类唯一可以赛跑追上的猫科动物。看到图片中兔狲的长腿，我隐约觉得之前把这种外表呆萌的猫科动物想简单了。生态学中的阿伦定律，或许也不能盲目信从。

吕玲珑希望能够以最低的干扰，展现兔狲一家的真实生活。

在我国，对于野生兔狲育幼行为的观察和研究之前几乎还没有人做过。



幼崽逐渐长大，它们的成长经历成为我国罕有的野外观测记录

猫科动物虽然敏捷凶猛，也同样低调、警觉。贸然接近虽然可能拍到精彩照片，但很可能让兔狲离巢，甚至造成幼崽夭折。经过几个月的漫长相处，吕玲珑从最初数百米的距离，逐渐可以靠近至与兔狲几十米远的地方。这窝兔狲早已习惯了吕玲珑这位朝夕相处的邻居，最近时，吕玲珑和它们只有20米，兔狲们仍没有表现出警觉或者紧张。长期观察对于我们了解这个独特的猫科物种非常重要，网络上关于兔狲的图片很多，然而关于我国野生兔狲育幼行为的观察之前并无报道。在四川、青海与西藏等地，据估测生活着数千只兔狲，目前我们对它们的了解还是太少了。

幼崽开始独立生活，石渠兔狲的种群延续值得期待

之后所有的相处都很顺利。吕玲珑对兔狲一家的观察距离逐渐缩短，最近时，他们只隔了20米。美国文学艺术学院院士苏珊·桑塔格在著作《论摄影》中说："相机的每次使用时都含有侵略性"，动物摄影更是如此。吕玲珑希望能够放弃所谓的精彩，而以最低的干扰，展现兔狲一家的真实生活。

观察持续到9月份。雪花悄然飘落，吕玲珑不舍得离开。兔狲的巢穴，海拔约4300米。这里到了夜里挺冷的，入冬后会更冷。除了冷，风也大。冷风一吹，不知道猎物好不好捕到……

10月、11月……吕玲珑放心不下兔狲一家的生活状况，又去看它们，只是没再靠近。通过高倍望远镜，吕玲珑看到，兔狲幼崽们已然离巢，开始独自活动和觅食。

满天雪花中，独自带大三个孩子的兔狲母亲还生活在原先区域。它眼神依旧呆萌清澈，同时也蕴含着担忧与憧憬。

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

会员招募

热线：4006-521-360

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

手机淘宝扫描

微信扫描

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

杂志订阅卡

《中国国家地理》订阅卡

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

售价：360 元 / 张

《博物》杂志全年订阅卡

（含 12 期杂志、12 次快递费）

售价：180 元 / 张

销售排行榜

《中华遗产》杂志 2019 年典藏

2019 年 01 期：重口味

2019 年 02 期：美哉妆容

……

定价 ※ 360.00 元 / 套

《中国国家地理》杂志 2019 年典藏

2019 年 01 期：湖北专辑上

2019 年 02 期：湖北专辑下

……

定价 ※ 360.00 元 / 套

《博物》杂志 2019 年典藏

2019 年 01 期：杏花

2019 年 02 期：皮革

……

定价 ※ 180.00 元 / 套

销售排行榜

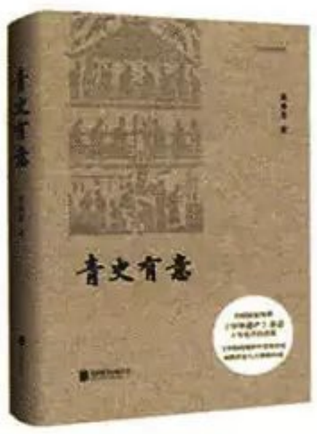
雄浑大西北合集

西北五省区专辑：陕西、新疆、青海、甘肃、宁夏

页码 ※ 1376 页
开本 ※ 16 开
纸张 ※ 彩色铜版纸
装帧 ※ 精装
定价 ※ 299.00 元

《中国国家地理》杂志订阅

开本 ※ 16 开 12 册
纸张 ※ 彩色铜版纸
装帧 ※ 平装
定价 ※ 360.00 元



青史有意

《中华遗产》杂志十年卷首语精选

页码 ※ 314 页
开本 ※ 32 开
纸张 ※ 彩色特种纸
装帧 ※ 精装
定价 ※ 68.00 元

中华遗产杂志增刊《神仙传》

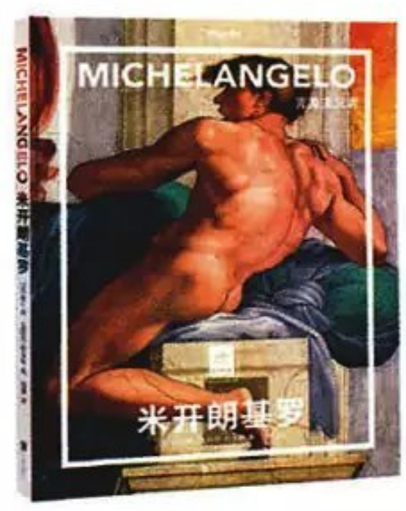
神仙，是中国的本土信仰，不仅是传统文学、艺术作品中的常见题材，更在中国人的精神世界中占有重要地位，其中蕴含着一种富有中国特色的积极、浪漫的人文精神。《神仙传》，是《中华遗产》杂志编辑部出品的“最中国文化系列”的第四部作品，共有 31 篇文章、296 页内容，其中包含 6 篇从未刊登过的新文章和新图片。作品去粗取精，对传承数千年的中国神仙文化进行了一个生动的梳理和解读。

装帧 ※ 16 开◎软精装◎ 296 页
定价 ※ 68.00 元

纸上美术馆《米开朗基罗：完美主义者》

一套书尽览世界名画，在“纸上美术馆”中开启艺术启蒙之旅。米开朗基罗是文艺复兴时期著名的画家、雕塑家和建筑师，他的壁画和雕塑作品兼具美感和力量，至今仍是完美艺术作品的典范。

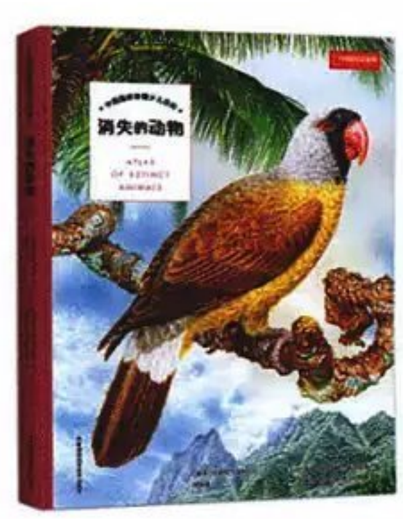
作者 ※ [法] 西尔维 · 吉拉尔 – 拉戈斯　翻译 ※ 田梦
装帧 ※ 8 开◎精装◎ 112 页
定价 ※ 98.00 元



《中国国家地理少儿百科：消失的动物》

让孩子看见历史，思考未来！和恐龙齐名的猛犸象、肥胖呆萌的渡渡鸟、“长江女神”白鱀豚…… 它们长什么样？为什么都消失不见了呢？拨开历史的迷雾，凝望那些魅力非凡的动物；翻开记忆的篇章，追寻消失背后的谜团！“中国国家地理少儿百科”系列新作！

作者 ※ [捷克] 拉德克 · 马利　[捷克] 伊日 · 格尔巴夫契奇
[捷克] 帕维尔 · 德沃尔斯基　翻译 ※ 傅临春
装帧 ※ 8 开◎硬精装◎ 88 页
定价 ※ 98.00 元



《维姆 · 文德斯宝丽来电影笔记：即时影像》

德国新电影代表人物、柏林电影节终身成就奖得主维姆 · 文德斯宝丽来电影记忆。翻开 403 幅尘封的宝丽来照片，通过 36 个故事，感受维姆 · 文德斯的心灵风景，私会他的旧日时光。

作者 ※[德] 维姆 · 文德斯　翻译 ※ 刘思宇
装帧 ※16 开◎精装◎ 324 页
定价 ※128.00 元

广告

HUAWEI P40 Pro+ | 5G

华为 | 徕卡 联合设计

超感知影像

超感知徕卡五摄 | 100倍双目变焦*

图片仅供参考，请以实物为准
*HUAWEI P40 Pro+ 后置超感徕卡五摄，含 2 颗长焦镜头，最大支持 100 倍数字变焦
CBGP209999HOXY