CHINESE
NATIONAL
GEOGRAPHY

2022
总第739期
05

RMB30元/HK$40元
国内统一刊号:CN11-4542/P
邮发代号:2-805
www.dili360.com

# 中国国家地理

| 封面 |

## 新疆101省道
### 城市带与天山间的景观大道

| 主打 |

## 海南文昌一小镇:随着火箭发射“火”了

小菇
擅长分解森林凋落层的迷你蘑菇

中国科学家
给火星探索再添新主题地图

中国海洋工程装备
占世界市场半壁江山

大地之“眼”
泉与湖构成的别样景观

ISSN 1009-6337
05>

PDF杂志购买微信

官方指导价（补贴后）

先锋版19.98万元 硬核版22.98万元

**终身三电质保权**
首任车主终身享受三电质保
（行驶里程小于3万公里/年）

**终身免流量畅享权**
首任车主终身免费车联网流量

**电池租赁车价立减6万**
电池月租金1000元，期限5年

**“0”焦虑购车方案**
0首付/0利率/0月供量身定制金融方案

**2年7折保值回购**
采用金融方案购车（含电池租赁）
赠送“2年7折保值回购”服务

**5年或15万公里整车质保**
5年或15万公里超长整车质保

**5000元置换补贴**
置换车主享5000元置换补贴

下载广汽三菱 M-SPACE APP
解锁更多精彩活动！

广汽三菱M-SPACE 小程序
立即扫码 即刻下定

广告

中国国家地理
CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

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

## CONSULTANT 顾问

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

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

## EDITORIAL DEPARTMENT 编辑部

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

## ADMINISTRATIVE DEPARTMENT 行政部

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

## NEW MEDIA DEPARTMENT 新媒体部

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

## ADVERTISING AGENCY 广告代理

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

## CIRCULATION AGENCY 发行服务

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

## SCIENCE & EXPEDITION 科学考察

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

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

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

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

本刊发行量经BPA国际媒体认证公司认证

中国国家地理
CHINESE NATIONAL GEOGRAPHY

## BRAND EXTENSION 品牌发展

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

## MEDIA & TV CENTER 影视中心

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

## BOOK PUBLISH DEPARTMENT 图书部

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

## FUSION MEDIA CENTER 融媒体中心

张辰亮（主任）
**邮箱** rmt@cng.com.cn

## 广告目录
## ADVERTISEMENT CONTENTS

第一跨页 …… 广汽三菱 纯电阿图柯

P6 …… 卡地亚当代艺术基金会

封　　底 …… 兰蔻小黑瓶

## 版权声明
## COPYRIGHT ANNOUNCEMENT

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

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

## 中国国家地理 | 荣誉

**中国出版政府奖期刊奖**
国家新闻出版广电总局

**全国百强报刊**
国家新闻出版广电总局

**新闻出版“走出去”先进单位**
国家新闻出版广电总局

**数字出版转型示范单位**
国家新闻出版广电总局

**数字期刊影响力百强**
中国（武汉）期刊交易博览会

**中国邮政发行报刊百强排行榜**
中国邮政集团公司报刊发行局

**最受广告主青睐的杂志**
国新出版物数据调查中心

**全国优秀少儿报刊**
国家新闻出版广电总局

**国家百种重点期刊**
国家新闻出版广电总局

**中国标杆品牌**
哥伦比亚新闻评论

**“中国最美期刊”**
中国（武汉）期刊交易博览会

**新中国60年最具影响力的期刊**
中国期刊协会

**中国邮政发行畅销报刊**
中国邮政集团公司

**中文报刊海外发行最受海外读者欢迎TOP50**
中国国际图书贸易集团

**最具品牌传播价值期刊**
中国品牌与传播大会



**中华印制大奖**
中国印刷及设备器材工业协会

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

**特别承诺**

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

# 主打 FEATURE

40

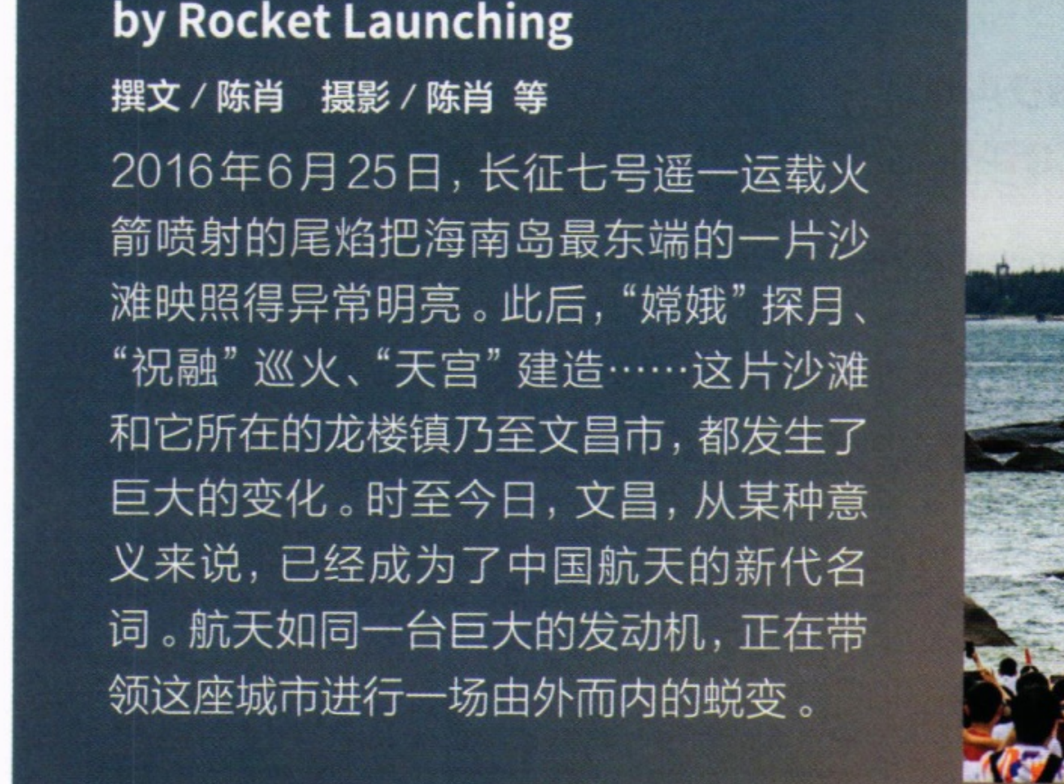
## 海南文昌
火箭发射
打造城市新“人设”

**Wenchang of Hainan:
A Far-famed City “Redefined”
by Rocket Launching**

**撰文 / 陈肖　摄影 / 陈肖 等**

2016年6月25日，长征七号遥一运载火箭喷射的尾焰把海南岛最东端的一片沙滩映照得异常明亮。此后，“嫦娥”探月、“祝融”巡火、“天宫”建造……这片沙滩和它所在的龙楼镇乃至文昌市，都发生了巨大的变化。时至今日，文昌，从某种意义来说，已经成为了中国航天的新代名词。航天如同一台巨大的发动机，正在带领这座城市进行一场由外而内的蜕变。





## 小菇
鲜为人知的森林“小精灵”

Mushrooms of Mycenaceae:
Unknown Tiny “Elves” in Forests

**撰文 / 傅力　摄影 / Stephen Axford 等**

60



## 给火星画像
从“抽象画”到“超清写真”

Painting a “Portrait” for Mars:
From “Abstract” to “High Definition”

**撰文 / 肖明　摄影 / 陈团结 等**

80



100

## 101省道“新妆上阵”

连起天山600里绚丽裙摆

Provincial Highway S101:
Linking 300-kilometer Landscapes of Tianshan Mountains

撰文 / 黄涛　摄影 / 沈久泉 等

120

## 海工装备井喷

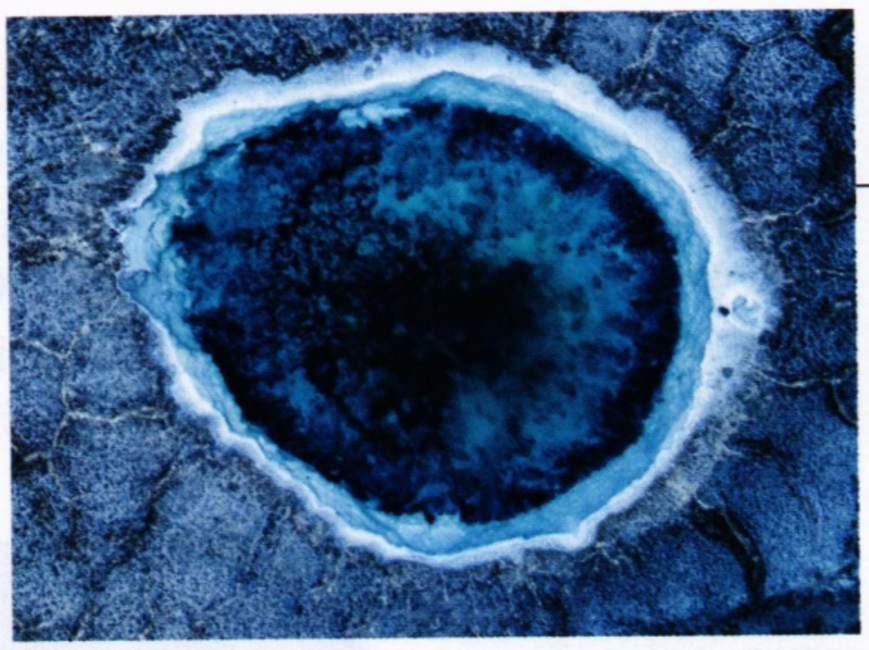
中国迈入“超深水时代”

Rapid Development of Ocean Engineering Equipment:
Bringing China into “Ultra Deepwater Era”

撰文 / 刘开心 金夫　摄影 / 殷丹峰 李彦昭 等







144

## 大地之“眼”

泉与湖构成的别样景观

“Eyes” on the Earth:
Magnificent Landscapes Formed by Lakes and Springs

撰文 / 宏立　摄影 / 王小炯 等

166



## 北京南口

封存着一段关于暖瓶的国民记忆

Nankou Town of Beijing:
A Sealed Memory of Vacuum Flask Industry

撰文 / 魏毅　摄影 / 董冬 等

## 绝地求生

从石漠化锁困到喀斯特绿洲的文山西畴

From Stony Desertification to Karst Oases:
How People Survive in Mountains of Xichou

撰文 / 朱干华　摄影 / 黄世华 等

178




本期封面
新疆101省道安集海大峡谷段
摄影
张鹏





审图号
GS（2022）2651号

# 在诗与远方中记录日常

## 格拉西埃拉 · 伊图比德的穿越人生

“归根结底，摄影对我来说是一种仪式。拿起我的相机、去观察、捕捉人类最神秘的部分，然后展开思考，探索并选择其中的象征意义……”



*《嘉年华》，特拉斯卡拉，墨西哥，1974 年*

**2022 年 2 月 12 日至 5 月 29 日，卡地亚当代艺术基金会带来墨西哥摄影师格拉西埃拉 · 伊图比德 (Graciela Iturbide) 首次在法国举办的大型个展——“海利奥特罗普街 37 号”(Heliotropo 37)，展览内容涵盖摄影师从上世纪 70 年代至今的全部 200 余件作品。在此次展览中，伊图比德在展厅内呈现了自己位于墨西哥城海利奥特罗普街 37 号的工作室的原貌。作为一场名副其实的肖像摄影展，“海利奥特罗普街 37 号”以诗与远方记录日常，呈现了艺术家的穿越人生。**



伊图比德是当今拉丁美洲摄影界的重要人物，她于 1987 年获得尤金 · 史密斯人道主义摄影奖，并在 2008 年赢得摄影界最高荣誉——哈苏国际摄影奖。50 多年来，她的摄影创作游走于纪实手法与诗意凝视之间：“我在日常中寻找惊喜，一种在世界各地随处可寻的日常。”伊图比德以拍摄居住在索诺拉沙漠的印第安塞里人、胡奇坦女性、墨西哥原住民群体与传统而闻名，但一直以来，她同样对风景和物体秉持着超脱现实的关注。

### 诗意与想象力的触碰

上世纪 70 年代，年轻的伊图比德通过摄影师曼纽尔 · 阿尔瓦雷斯 · 布拉沃 (Manuel Àlvarez Bravo) 接触到了摄影。她跟随布拉沃到访了许多乡村并参加当地的节日庆典。在那里，她观察着布拉沃创作的方式：寻找适宜的地点，不打扰他人、近乎隐身地耐心等待事件发生，然后拍下任何他感兴趣的一切。布拉沃成为了彼时伊图比德的导师，与她分享了自己对世界的敏锐观察与人道主义态度。70 年代至 90 年代之间，伊图比德曾到访墨西哥、西班牙、厄瓜多尔、日本、美国、印度、马达加斯加、阿根廷、秘鲁与巴拿马，并在此期间完成了她的一系列代表作。比起人们常常将伊图比德与魔幻现实主义联系在一起，她本人则更喜欢“诗意与充满想象力的触碰”这一理念。



*《头顶飙蜥蜴的女士》，胡奇坦，墨西哥，1979 年*



*《索诺拉沙漠》，墨西哥，1979 年*

### 材料与纹理的全新探索

近年来，伊图比德的镜头不再对准人物，而是转向材料与纹理，这体现了她与物体、自然以及动物形而上的联系。上世纪 90 年代末，伊图比德走遍了路易斯安那州，凝视了美国南部的荒凉景色。2000 年至 2010 年代间，她继续在印度与意大利寻找物体与符号，拍摄了广告牌、堆积在店面门口的鞋子与刀、在风中摇曳的中继站，以及被植被覆盖的废弃房屋。

2021 年，在卡地亚当代艺术基金会的提议下，伊图比德前往了墨西哥普埃布拉州附近的台卡利，一座专门开采、切割雪花石膏与缟玛瑙的村庄。在这里，她罕见地放弃了黑白摄影，而是用彩色相机拍摄下了打磨中的粉色与白色石头：隐约可见文字与雕刻图案的雪花石块突显于明净天空下，宛若图腾。



*《卡久拉霍》，印度，1998 年*



*《皮德拉斯》，台卡利，墨西哥，2021 年*

**海利奥特罗普街 37 号**

**时　　间**：2022.2.12 – 5.29
**地　　点**：卡地亚当代艺术基金会，巴黎
**策 展 团 队**：总策展人 - 亚历克西斯 · 法布里 Alexis Fabry
联合策展人 - 玛丽 · 佩雷尼斯 Marie Perennès
**艺　术　家**：格拉西埃拉 · 伊图比德 Graciela Iturbide

更多资讯请登录中国国家地理网
www.dili360.com




❶




❷




❸




❹

长征八号遥一运载火箭首飞尾焰的备选封面在网络投票中获得了超高人气，这张照片科技感与冲击力十足，出自本期主打报道《海南文昌，火箭发射打造城市新“人设”》。它的看点在于火焰中出现的等间距的“圆环”——马赫环。当火焰喷射速度超过音速，而且温度极高，从而使得气体因内外压力不同而产生膨胀、压缩的循环现象，就会形成神奇的马赫环。液氧/煤油燃料燃烧形成的金黄色火焰令画面明亮夺目，但对于封面来说，这反而导致标题文字看不太清楚，因此本封面遗憾落选。

第二张备选封面是西昆仑山南麓的红山湖，出自本期卷首语。如果沿219国道从新疆进入西藏，那么红山湖将是你第一个遇见的湖泊。水平的湖面如明镜般倒映着白云，那白色与远景中的雪山相呼应，群山温柔地环抱着红山湖，形成一幅干净、柔美的画面。这张图片的色调清爽，画面也比较简洁，适合放置封面标题。不过，我们以前已经多次使用类似的雪山湖泊照片作为封面，难免会引起审美疲劳。

第三张备选封面也获得了网友们的喜爱，它是位于渤海中西部海域的秦皇岛32-6油田的鸟瞰图，出自《海工装备井喷，中国迈入“超深水时代”》。这座油田是中国海油渤海油田的“主力”，渤海是支撑我国走向海工装备强国的一片重要海域，我国首座现代化海上油田就位于渤海，此后我国海工装备不断升级换代，最终走向超深水的南海海域。这张图片的色调明快，在航拍镜头下，庞大的海上钻井平台如积木般小巧，又如芯片般精密。遗憾的是，正因为视角比较特殊，乍看之下读者可能难以辨认出图中的主体是什么，并且画面的层次感也稍显薄弱。

最后一张备选封面出自《101省道“新妆上阵”：连起天山600里绚丽裙摆》。前身为简易国防公路的新疆101省道经过4年改造升级，已于去年年底全线通车，它串联起了天山北麓的各色地貌奇观、牧场风情和河流峡谷，是连接独山子与乌鲁木齐的一条精彩的景观公路。这张图为101省道沿线的安集海大峡谷，蜿蜒的河流与道路如两条缎带般在峡谷间共舞，山河好似巨大的调色盘。这张明艳的封面令人眼前一亮，本期封面就此敲定。



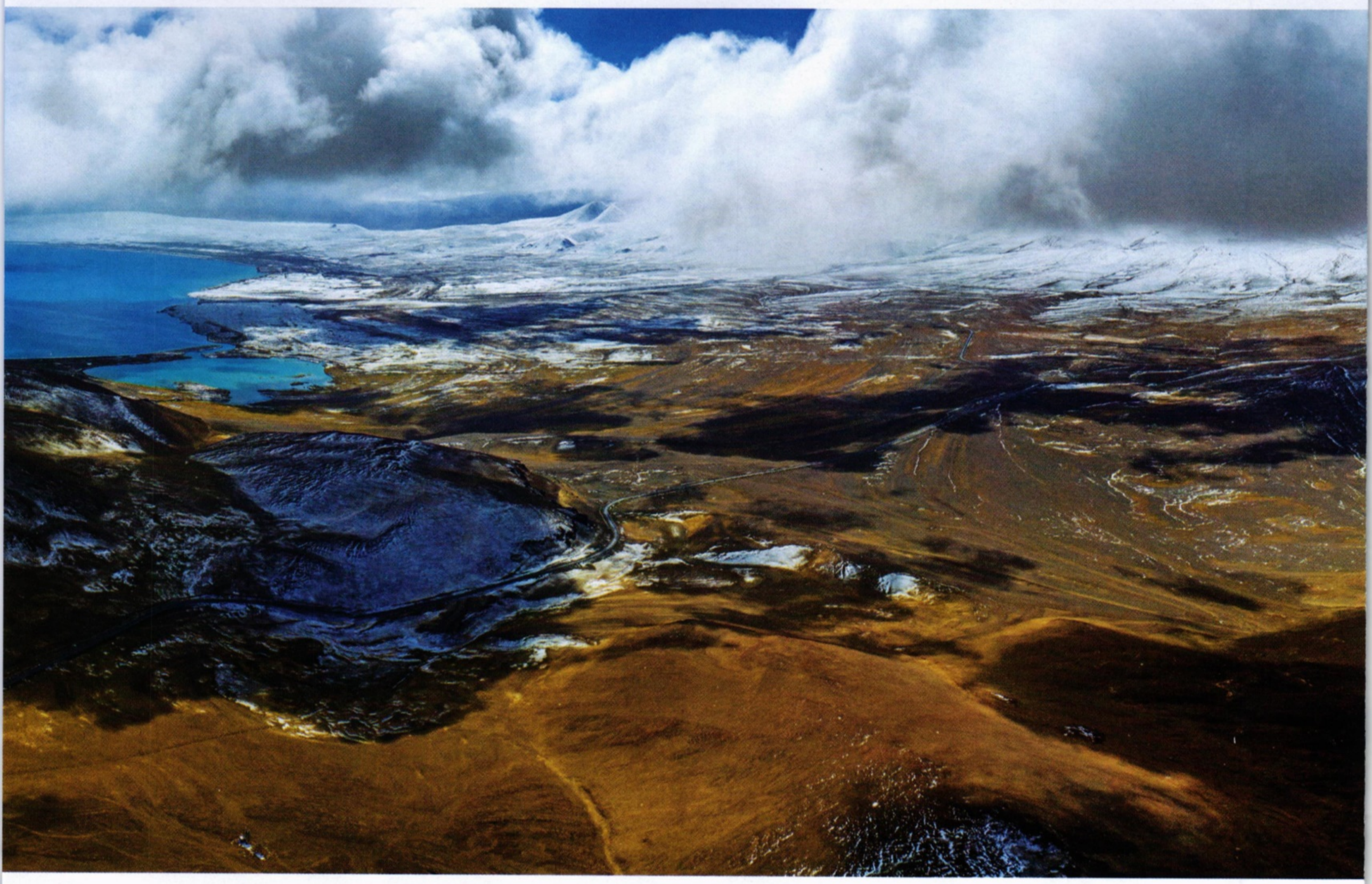
# 喀西昆仑地区：这里是中国美景最集中的地方

撰文
**单之蔷**

## 西昆仑山，青藏高原上现代冰川集中发育的中心地

西昆仑山西起叶尔羌河谷中上游的塔什库尔干谷地，东至琼木孜塔格—尼雅河段（东经83°附近），绵延900余公里。这里地势高耸，山脉逶迤，山峰海拔一般在6000米以上，主峰昆仑峰海拔高达7167米。高耸的地势和寒冷的气候条件使其成为青藏高原地区现代冰川集中发育的中心，冰川面积约占整个昆仑山脉冰川总面积的四分之三。这里不仅发育有许多面积超过100平方公里的大型山谷冰川，也发育有典型的山顶冰川和冰帽。图为从万米高空俯瞰的古里雅冰帽景观，山峰顶部几乎完全为冰雪覆盖，冰帽范围内很少有山坡出露。雪线以下，一条条冰舌呈辐射状向西面八方伸展开来，呈现出气势恢宏的壮丽景观。摄影 / 笨小航

PDF微信：bfwz888888



## 有两位摄影师新拍摄的图片，让我产生了写一写这个地区的想法

今天我要写的这个区域，李炳元教授写过相关内容，并发表在我们《中国国家地理》杂志2021年第12期上。李教授是中科院地理科学与资源研究所的著名地理学家，他编辑过1∶400万《中国地貌图》、1∶500万《中国生态地理区域图》……尽管编辑成员不是他一个人，但是这两张图都是由他主编，第二张图是在他和郑度院士的共同主编下完成的。

为什么说这两张图呢？一是这两张图是李先生亲自送给我的，我挂在家里的地图走廊上，经常看，因此有一些感想。二是我觉得一个地理学家能够编辑这两张图，说明他对中国的各个区域都非常熟悉。而且李先生的文章写得特别好，对这个区域的描写科学、准确，披露了一位地理学家在这一带考察时亲身经历的一些事情，文章有许多新鲜的知识点。既然李先生写过这个区域了，我还有写的必要吗？思考再三，我最后决定还是要写。原因主要有两个：一是我有两个朋友都是摄影师，一个朋友最近只身一人，驾车进入了这个区域好多天，回来时带回了许多照片。遗憾的是他虽然带了一架小型无人机，但他热衷于拍长长的接片，因此缺乏高视角大范围的照片，没想到新结识的一位摄影师朋友，正好弥补了这个遗憾。这位摄影师朋友因为工作的缘故，经常和机组一起飞这个区域，他从空中拍了许多图片，有几张照片正是我需要的。为了这些照片，我也应该写一篇文章，否则这些照片将无法发表出来；第二点是李先生的文章更多地写的是



上个世纪70至80年代他考察这里的事情，很少涉及现在的一些情况。我在最近几年曾经3次进入这个地区，而且有一次还是与一位长期在这里考察研究湖泊沉积的科学家侯居峙一起穿越了这一地带，前些日子我与侯先生一起在咖啡店聚了一下，聊天中得知他在第二次青藏高原综合科学考察中是“人类活动历史及其影响”分队的领队。他聊到了一些事情很新鲜也很有信息量，我觉得值得向公众传播。还有就是关于这一地区，李先生写的主要是这一地区的湖泊，他没有写这一带的雪山、冰川，尤其是喀喇昆仑山那一带海拔8000米以上的雪峰密集区，还有那里的冰川与河谷。这一地带我认为是中国美景集中度最高的地区，对此我有一些自己的认识和感受，有些现象让我倍感新鲜和有趣，因此我也想把自己的感受体验传达给读者。

## 龙木错与松木希错，上百条古湖岸线是湖泊退缩最直接的证据

由于气候变干，湖泊水位下降，从而导致青藏高原内陆湖泊水面不断退缩，湖岸附近遗留下一道道环状分布的古湖岸线。研究表明，青藏高原第四纪最高古湖岸线比如今湖面高出数十米，甚至100—200米。许多目前彼此分离的串珠状湖泊，在过去湖泊水位最高时往往都连成一片。当湖面水位下降，湖体分离后，湖滨展露出宽阔的滩地及众多的古湖岸线，它们是湖泊退缩最直接的证据。画面中左边为龙木错，右边为松木希错，若干年前，两湖还曾连接在一起。如今，上百道古湖岸线遗迹如发丝环绕在湖泊周围，219国道从两湖之间蜿蜒穿过。摄影 / 李国平



## 崇测冰川，我国现代冰川中最大的冰帽冰川

西昆仑山昆仑峰区是昆仑山大型冰川集中分布的区域。这里分布有许多海拔在6000米以上的雪山，特别是在主山脊南侧，发育了大量的巨型冰川，其中有4条面积超过100平方公里的大冰川。我国现代冰川中最大的冰帽冰川——崇测冰川便发育于此。崇测冰川顶部海拔6580米，冰川长度为28.7公里，面积163.1平方公里，冰储量达38.2立方公里，为下游地区的河流带来了充足的补给水源。图为崇测冰川局部，它是一条典型的宽尾冰川，巨大的冰舌从西昆仑山喷薄而下，冰川上的纹理清晰可见，末端的冰雪融水向南汇入郭扎错。
摄影 / 李国平

## 喀西昆仑地区：昆仑山脉至此绽放了一簇雪峰冰川群

我把这一地区称为：喀西昆仑地区。这是从李炳元先生的文章那里来的。他的文章主要是写这一地区的湖群，因此他把这一带称为：喀西昆仑湖区。我写这一地区，湖区只是其中的内容之一，因此我把这一地区称为：喀西昆仑地区。这里的“喀”是喀喇昆仑山的简称，“西”是西昆仑山的简称。这一地区正好在这两大山脉之间，用李先生的话说：喀喇昆仑山与西昆仑山交会于西北方向的帕米尔高原，并以30度夹角向东展开的一个喇叭口。喀西昆仑地区大家可能并不熟悉，这里是新疆与西藏的交界之处，有一部分在新疆，有一部分在西藏。在新疆的部分正处于从海拔大约为1000米的塔里木盆地向平均海拔4500米的青藏高原过渡的地区，因此一路全是在崇山峻岭中攀升，途中有几个垭口的海拔甚至超过了5000米。西藏的部分是在阿里地区的北部，大体在日土县境内，但东部和南部还有一部分超出了日土县的范围，占据了改则县和革吉县的一部分土地，说得更确切些，就是以东经83度为界以西直至边界，就是我们说的这个喀西昆仑地区。大部分人对这个地区的了解是通过

## 西藏阿里罕见冰崩，极大陆性冰川两个月内接连两次崩塌

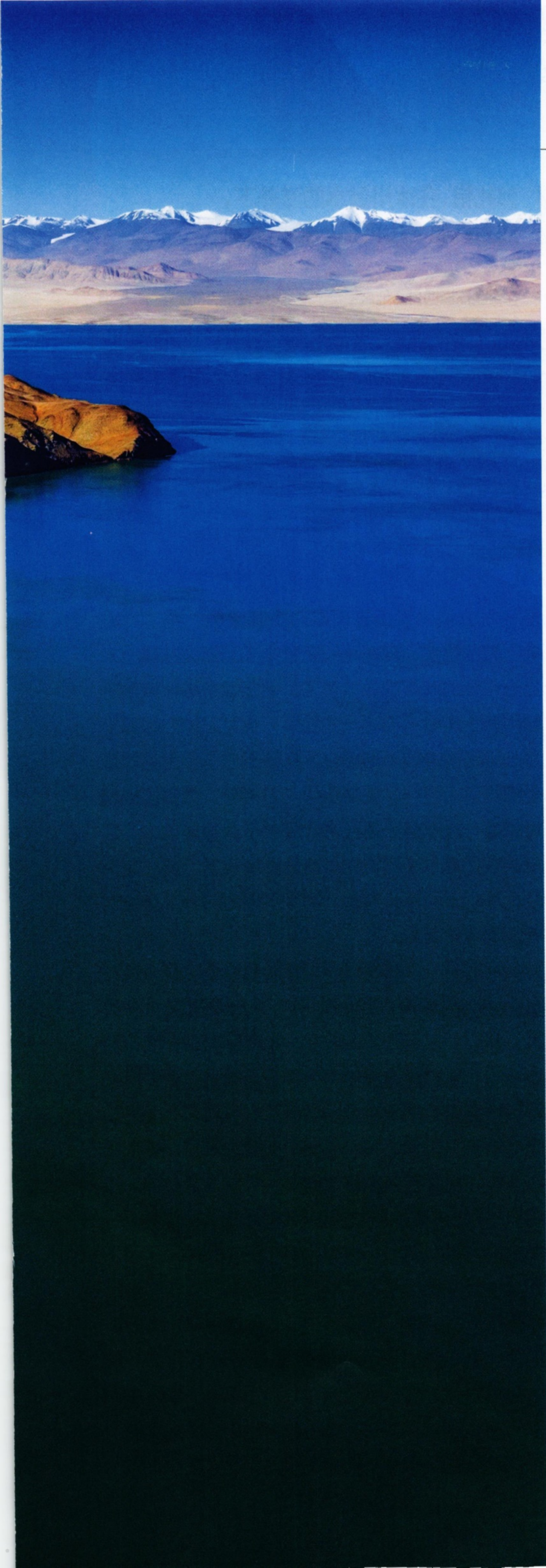
2016年7月17日，随着一声巨响，位于西藏阿里日土县阿鲁错西侧的阿汝53号冰川发生大规模崩塌，短短几分钟，冰川向下移动足有6公里，部分崩塌冰体涌入阿鲁错引起湖啸。此时正值牧民放牧时节，此次冰崩事件致使9位牧民遇难，数百头牦牛死亡。两个月后，临近冰崩地南面的50号冰川也发生了主体崩塌，两次冰崩所产生的冰体总面积达1.5亿立方米。从冰川类型上来看，阿汝冰川属极大陆性冰川，具有温度低、变化慢、运动速度缓慢的特点，并被认为是最为稳定的冰川。连续两次在这一地区发生的大规模冰崩事件颠覆了人们的认知，引起了人们的高度关注。如今，通过卫星影像，仍然可以清晰地看出两次冰崩遗留下来的大型冰崩扇。




公路，通过从新疆进入西藏的新藏公路。现在这条公路归入国家公路网成为219国道的一部分，穿越喀西昆仑地区的219国道全长大约900公里。起点从塔里木盆地西南缘的普萨村（属于新疆喀什地区叶城县柯克亚乡）算起，向南一路翻越一个个达坂（垭口），如：阿卡孜达坂（也称库地达坂海拔3150米）、赛力亚克达坂（也称麻扎达坂海拔4969米）、柯克阿特达坂（黑卡子达坂海拔4909米）、康西瓦达坂（海拔4269米）、奇台达坂（海拔5170米），这些是新疆境内的达坂，我们可以看到海拔高度一步一步地升高到了5170米。记得我走219国道时，对进入西藏的第一个达坂——界山达坂（海拔5347米）印象深刻，一是经过新疆境内起起伏伏的大山，进入西藏后地势一下子变得平坦起来，虽然界山达坂也叫“达坂”，但是它平缓得几乎看不出来，我想它之所以叫“达坂”，已经不是那种地形上爬升下降的意义了，而只是划分水系流域的界线而已。接下来的两个达坂都是海拔5000米以上，其实从新疆境内的奇台达坂开始我们已经进入了喀西昆仑地区的核心地带。这一地带湖泊众多，一路上总是能看到很多湖，如：甜水海湖、阿克赛钦湖、红山湖、松木希错、龙木错……一直到班公错。浩大的喀喇昆仑山脉最辉煌的高潮部分已过，至此发散，化作一座座低缓起伏的山岗和丘陵，蓝色的湖泊开始成为大地上引人注目的景观。但是在这个区域的北部，西昆仑山却一改往日的低调和平淡，突然变得高亢和宏大起来，山峰也变得高耸巍峨，并且出现了一系列海拔超过6000米的雪峰，甚至西昆仑山的主峰昆仑峰海拔高达7167米，昆仑山脉至此绽放了一簇雪峰冰川群。

## 这里是中国美景密集度最高的地方之一

我关心的第一个问题是关于喀喇昆仑山和西昆仑山的划分。其实这两个问题李先生都说清楚了，李先生是这方面的权威，关于青藏高原、横断山的范围划定，李先生都有被同行认可的权威论文，但是这次关于西昆仑的划分他说得比较简略。在这里我把我对这个问题的理解说一下。记得我有一次去中国的最西端——新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州乌恰县吉根乡斯木哈纳村。先飞到喀什，然后沿着克孜勒河一直向西，途中经过一个地方，有一个巨大的石头堆起的雕塑，上面写着：昆仑山与天山交汇处。行人至此，一般都会驻车留影纪念。我当然更是如此，不仅照相，还要四处考察一番，一想到



## 阿克赛钦湖，如一颗明珠镶嵌在喀喇昆仑山与昆仑山之间

阿克赛钦湖位于青藏高原西北部，是一个封闭型的高原湖泊。湖面海拔4848米，湖泊总面积约为165.8平方公里，湖水盐度为44‰，属内陆盐湖。由于该区域气候极端干旱，降水稀少，流域上游冰川发育广布，使得冰川融水成为阿克赛钦湖主要的补给来源。在年降水量不足50毫米的高寒之地，它犹如一颗掌上明珠，镶嵌在喀喇昆仑山与昆仑山之间的阿克塞钦盆地。湖泊水色迷人，渗透出沁人心脾的蓝。远远望去，湖岸以北是连绵的昆仑雪山群，群山之上雪线清晰平直，伴随着起伏和缓的山势共同组成了一道靓丽的天际线。摄影 / 李国平

这里是昆仑山和天山交会处，就觉得此处立马不同寻常，好像周遭都有光芒环绕一般。尤其是克孜勒河河水鲜红，对岸红色的红层地貌构成的大山，更为这里增添了一种仪式感。我得承认这个雕塑对我是有影响的：它促使我认为昆仑山到此结束，如果这样，那么有两座著名的雪山——慕士塔格与公格尔就应该算作昆仑山的范围之内了。后来过了几年，我又一次去最西端，走的还是这条路，到了昆仑山与天山交会处，我停下车，却发现那个雕塑没了，沿途寻找最终还是没有找到。后来我想，一定是有像李炳元这样的地理学家提出质疑和建议，有关部门就把雕塑拆除了。这意味着昆仑山与天山不在这里交会，那应该在哪里交会呢？原来按照当年参加青藏高原考察的那些地理学家的看法，慕士塔格和公格尔雪山不在昆仑山的范围之内，昆仑山最西端以叶尔羌河的支流塔什库尔干河为界，这样一来昆仑山的走向就比较顺直了，就是接近东西走向，因为慕士塔格与公格尔所在的山脉呈现的是南北走向。这就很符合一列山脉的定义了。过去中国人关于山脉的说法很混乱，后来地质地理学家翁文灏写的一篇文章《中国山脉考》把这个问题说清楚了。他说如果把一些山算作一条山脉，它们应该有“三同”：同构造、同时间、同方向。构造与时间是比较专业的问题，但是山脉的走向——方向却是即使公众也都可以看到和理解的。很明显把慕士

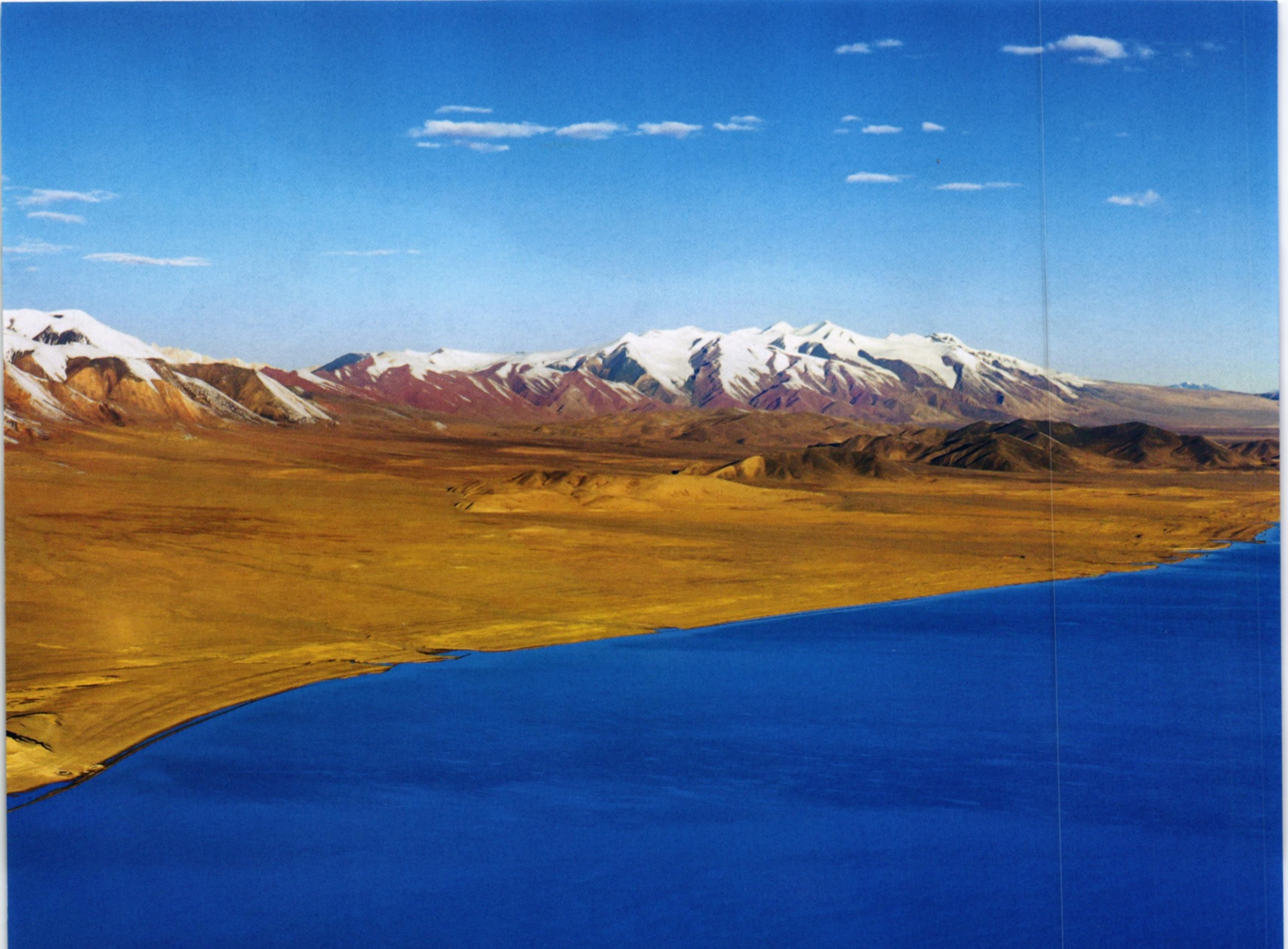


## 郭扎错，在冰川融水的滋养下，成为西昆仑山南麓的第一大湖

在青藏高原西昆仑地区干燥寒冷、辐射强烈的气候条件下，湖泊水面蒸发旺盛，从而导致这一地区大多数湖泊是咸水湖，少数为盐湖。郭扎错是西昆仑山南麓的第一大湖，湖面海拔5080米，面积约252.6平方公里，最大水深为81.9米，湖水北淡南咸，湖泊北岸有中峰冰川、崇测冰川和郭扎冰川等融水补给，湖水有明显的冲淡现象，加上湖面海拔高，蒸发损耗相对减少，使其能够在如此干旱的地区保持较大的水面。夏季，当冰雪融水增加，湖面水位升高时，湖水可通过一条河流向西注入阿克赛钦湖。摄影 / 李国平

塔格与公格尔雪山算作昆仑山脉之中，犯了“方向”性的错误，现在是纠正过来了。那么这样一来昆仑山脉的西端就说清楚了，它起源于塔什库尔干河将慕士塔格雪山切开的地方，也可以说它起源于慕士塔格雪峰分手的地方，在这里它与手牵手的慕士塔格雪山被叶尔羌河从中一刀两断。其实这里也可以建一座雕塑，建在塔什库尔干河谷湿地边，这里离塔什库尔干塔吉克自治县县城很近，就在这里塔什库尔干河调头向东，切开了大山向着塔克拉玛干沙漠奔流而去。

现在说一下喀喇昆仑山脉的故事吧。最早我对这个山脉的印象来自于冰川与冻土专家沈永平教授，我们一起去过许多地方，记得那次去珠峰的绒布冰川，他和我说最神奇的雪山是乔戈里峰。后来我们去乔戈里考察时，远远地我们望到了乔戈里雪峰在蓝天下像金字塔一样矗立在远山之上，感觉近在眼前，但是我们走啊、走啊，一直走了七天，才走到了它的跟前。乔戈里峰就是喀喇昆仑山脉中4座8000米级雪峰中最高的那一座。后来又听到了乔戈里的故事，那是中科院青藏高原研究所的刘锦时教授说的，有一次我们一起去则普冰川，他说你们为什么不做一期喀喇昆仑山的专辑？我说一条山脉可以做一个专辑吗？他说，是啊，足够你们做的啦。他说，那次我们和德国人一起考察乔戈里，当他们到达时，只见雪地上有登山者留下的一



## 阿鲁错与美马错，呈串珠状分布，如一对孪生姐妹依偎在雪山脚下

青藏高原是我国湖泊数量最多、分布最为密集的地区，面积在1平方公里以上的湖泊就达1000多个。在青藏高原西北部，由于雪山连绵、冰川广布，源源不断的冰雪融水在西昆仑山南麓孕育出了一系列大大小小的湖泊。它们多呈串珠状分布，如一块块晶莹剔透的蓝宝石，镶嵌在层层叠叠的群山褶皱之间。有意思的是，在这片“多湖地带”，分布着许多成对出现、互相连通的姊妹湖，阿鲁错和美马错就是其中的典型代表，它们如一对血脉相连的孪生姐妹紧紧依偎在雪山脚下。两湖都属于微咸水湖，夏秋季节，当湖泊水量增大时，阿鲁错通过西北部的一条河流外泄注入美马错，因此，阿鲁错的湖水盐度要远低于美马错。画面前景中左右两侧均为美马错，湖水碧蓝，水面开阔。中景为阿鲁错，面积相对较小，为美马错的四分之三。

摄影 / 李国平





## 红山湖，开启了西藏观湖之旅的序幕

红山湖位于西昆仑山南麓的新藏交界处，湖面海拔5063米，面积约24平方公里。与周围的一些大湖相比，红山湖虽然略显“袖珍”，但是景色却毫不逊色。站在红山湖北侧的一座小山上俯瞰，湛蓝的湖面波澜不兴，水平如镜；汇入湖中的溪流细若游丝，迂回缠绵；四周低矮的山丘起伏和缓，线条柔美；视野尽头的雪山巍峨壮丽，神圣高洁；219国道如一条细细的丝带缠绕在湖岸边，飘逸灵动。作为219国道上从新疆进入西藏第一个遇见的湖泊，红山湖以其秀美的湖光山色，吸引了无数旅游爱好者驻足流连。沿219国道从红山湖继续前行，你将与一个个精彩的湖泊相遇，踏上一条美不胜收的观湖之路。摄影／李国平



## 古里雅冰帽，犹如一个巨大的白色穹窿覆盖在大地之上

古里雅冰帽位于西昆仑山南侧，是目前在我国中低纬度地区发现的海拔最高、面积最大、厚度最厚和温度最低的平顶冰川。冰帽顶部海拔高度为6700米，平均厚度约200米，总面积约346平方公里。画面中古里雅冰川从一条宽缓的山谷中流出后，摆脱两侧谷壁的限制，在山前铺展成一片面积广阔的“冰舌”。当你站在古里雅冰舌前端时，它庞大的体量和恢弘的气势让人顿感渺小。冰舌顶部呈现完美的弧形，犹如一个巨大的白色穹窿覆盖在大地之上。走近观察，你还会发现冰崖上有一层层黑白相间的纹理，这些纹理隐藏着冰川在漫长的历史时期里所经历的气候变化等信息。冰川运动过程中携带的冰碛物在冰舌末端堆积沉积，形成了一座座低矮的土丘。虽然古里雅冰川的移动速度和消融速度都不快，但是它的融水依然是下游众多高山湖泊最主要的补给来源。摄影 / 李国平



顶顶帐篷还立在那里，他钻进一顶帐篷，看到里面有一本打开的书——《进入空气稀薄地带》……那时他还负责骆驼队的工作，他说，有一次走在悬崖边，身负重物的两头骆驼，劳累得实在坚持不下去了，于是，它们双双跳下悬崖……

喀喇昆仑怎样划分呢？我们经常说帕米尔高原是一个巨大的山结，几条大山在此交会。这种说法比较形象，但这里我们要把这个结看作是帕米尔高原，就像领带打结的地方，结上比较光滑的地方是帕米尔高原（这个结的西北部分不平整，反而是一系列高大的雪峰），现在昆仑、喀喇昆仑、喜马拉雅就是从这个结中伸出的领带，我们也可以把昆仑、喀喇昆仑、喜马拉雅看作是一个近乎躺平的“川”字。中间那条短一些的一“竖”，就是喀喇昆仑。喀喇昆仑的起点应该是兴都库什山脉，以瓦罕河（或者说“瓦罕走廊”）与帕米尔高原分开。这样喀喇昆仑的起点就清楚了。

喀喇昆仑最辉煌的高潮地段就在我们今天所说的喀西昆仑地区的西北部分，在这里有一条河——克勒青河（叶尔羌河的支流），这条河谷的两边尤其是西边是喀喇昆仑山最为高耸壮丽的部分，这里有4座海拔8000米以上的雪峰一字排开：乔戈里峰（海拔8611米）、布洛阿特峰（海拔8051米）、加舒尔布鲁木II峰（海拔8034米）、加舒尔布鲁木I峰（海拔8068米），还有几十座海拔7000多米、6000多米的雪峰。

与雪峰交相辉映的还有冰川，这里汇聚了欧亚大陆最壮观的冰川，这里的山谷冰川规模庞大，形态复杂，非常具有观赏性。我这里找出最典型的冰川说一下，如：音苏盖提冰川长度达42公里，面积达380平方公里，它是由十几条大型的山谷冰川汇集而成的最典型的树枝状的复合型冰川。这是目前我国境内规模最大的冰川。还有特拉木坎力冰川也要说一说，这条冰川属于扇状宽尾冰川，其舌部伸出山口后，豁然展开变得宽阔，冰川规模也很壮观，长达28公里，面积大约为125平方公里。当然这些数据会有变化，这里只是概数。克勒青河谷两边的雪山上还分布着众多壮观的冰川，其中，长

## 展琼冰川，“L”形冰舌是其最靓丽的名片

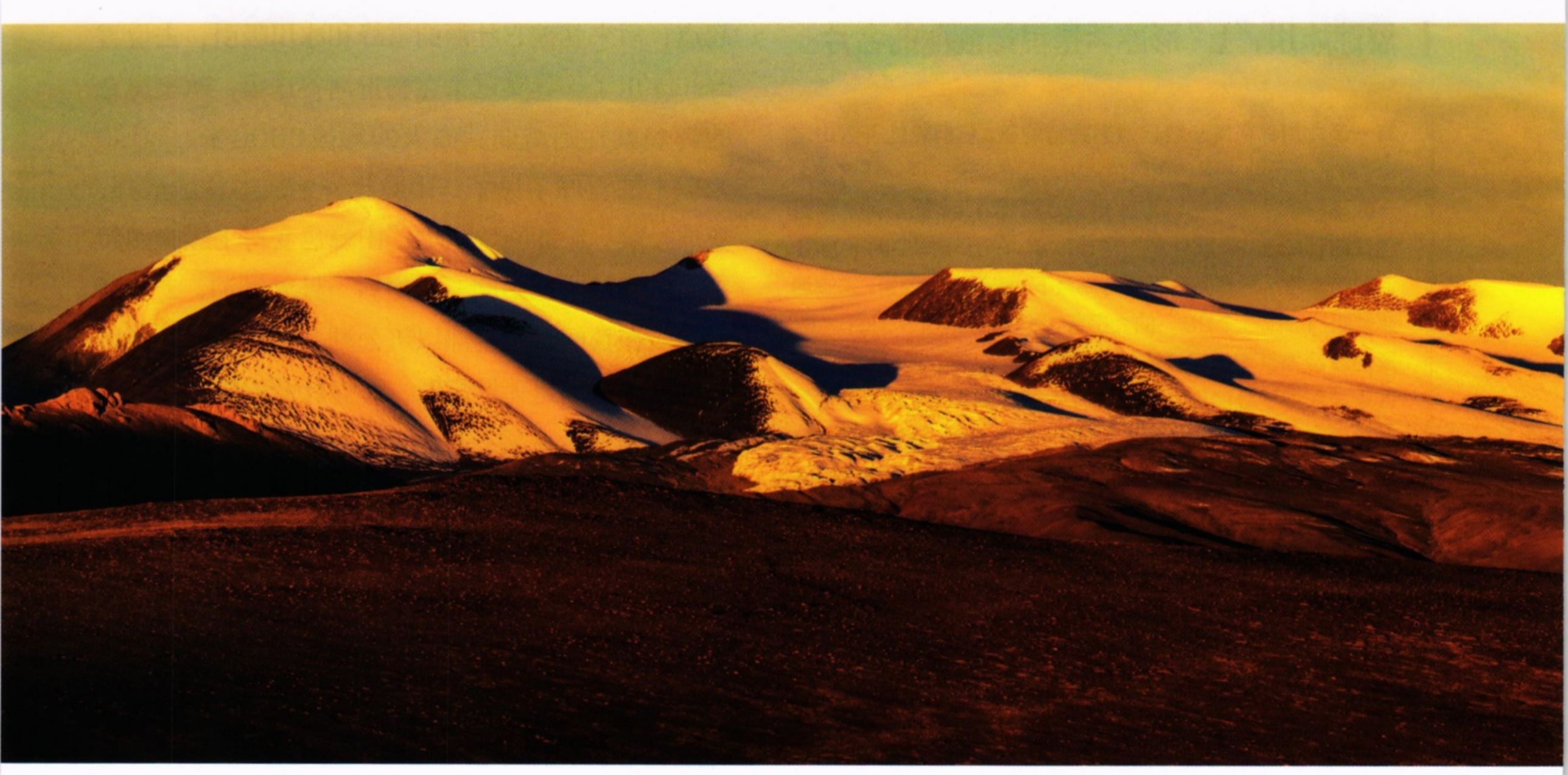
每一条冰川都有属于自己最为独特的美，它们悬挂于雪山之上，藏匿于天地之间。在西藏阿里高原的深处，便隐藏着这么一处高颜值冰川——展琼冰川。2021年4月，摄影师从阿里飞往喀什的途中，意外邂逅展琼冰川，从万米高空向下俯瞰，洁白的冰舌从展琼岗日南坡奔流直下，绵延十余公里，末端遇崖壁阻挡形成一个90° 的大拐弯，形似一支高尔夫球杆。“L”形的冰舌为其增加了极高的辨识度。若你走近还会发现，冰舌末端形成了壮丽奇特的冰塔林景观，在冰川裂缝差异性的融化作用下，逐渐形成上部尖、底部宽的冰塔，冰塔的平均高度在180米左右。在阳光的照射下，一个个冰塔巍然耸立，洁白如洗。摄影 / 笨小航

度介于18—30公里，面积介于70—200平方公里之间的大型树枝状山谷冰川还有9条之多。我们知道冰塔林是一种十分稀罕的景观，但在这里冰塔林却变得极为常见。高大的冰塔林中发育着水色碧绿的冰面河，我曾看过摄影师朋友汗斯拍摄的冰面河的图片，很是令人赞叹。要知道这些美景都高度集中在克勒青河谷不到150公里的范围内。我相信很难再找到美景如此集中的地方。但是还有一条非常精彩的冰川——锡亚琴冰川不在克勒青河谷附近，而在分水岭的另一侧，这条冰川位于喀喇昆仑南端，现在印度和巴基斯坦都在此冰川河谷里有驻军，其实这条冰川也与中国密切相关，因为它处于三国之间，而且归属还没有确定。这条冰川的长度约72公里，面积约3000余平方公里。这些数据可以说确实与其他冰川不在一个数量级上。据说除了南北两极，这条冰川的长度和面积均是世界第一。这条冰川吸引我的不仅是这些，还有这条冰川上不同色彩的条带，这是每一条支冰川汇入时留下的痕迹。除了这些，还有其上分布的冰面河，不止一条，而是几条，这些冰川上的河流竟然弯弯曲曲地好像草原上的河流那样流出了“河曲”，这更是让我着迷之处：河曲不应该是冲积河流流淌在松散的沉积物上形成的景象吗？这很值得研究。

前面说到喀喇昆仑山脉的划分，我只说了它的起点，后来就被它壮丽的雪峰和冰川吸引，去说雪峰和冰川了。其实过了克勒青河谷这段，喀喇昆仑的辉煌就开始减弱，高大的海拔8000米、7000米以上的雪峰不见了，山脉也开始放射性地散开，变成一簇一簇的断块山地，山峰也变得平缓圆润起来，散开的山地中间，点缀着一处处湖泊，219国道穿梭在其间。其南部以班公湖为界、北部有西昆仑山脉，东部是羌塘高原，辉煌壮丽的喀喇昆仑山脉渐渐地遁入东经83度左右，显然这是一处人为的规定，因为在这里已经看不出喀喇昆仑山脉的存在了。当喀喇昆仑逐渐消失在羌塘荒原中的时候，在它的南面喜马拉雅山脉开始接替喀喇昆仑，上演起比喀喇昆仑更宏大的表演。

## 喀西昆仑地区：看山地冰帽和宽尾冰川的地方

在前面我已经说了西昆仑山的起点是叶尔羌河。其实它的起点和中间这段都很平淡，甚至连一个海拔7000米以上的雪峰都没有，但是就在西昆仑山即将结束，中昆仑山即将开始的时候，它进入了高潮，在东经80—82度之间，西昆仑山好像是节日的焰火忽然绽放。一位朋友从空中拍摄了西昆仑山这个高潮地段的图片。从图中我看到虽然这里有许多海拔高达6000米以上的雪峰，但是从空中看，并无在珠峰和希夏邦马雪峰看喜马拉雅山脉，还有在横断山区看那些雪峰时的那种感觉。在那些地方，你看到的是一座座角峰，或者说金字塔形的雪峰，这些雪峰巍峨峥嵘、直指蓝天，许多雪峰裸露着近乎垂直的岩石崖壁，落在崖壁上面的雪都滑落了……但是在西昆仑山我看到了白色的冰雪覆盖在群峰之上，只有少数的雪峰露出了峰顶和脊线，大部分雪峰和脊线都被冰雪覆盖，有的地方甚至能看到冰越过了脊线披挂在山脊的两边。有的地方我看到白色的冰雪像一只白色的海星一样伸出它的几只尖角，看到白色的冰雪像柔软的丝绸被子一样覆盖在群山群峰之上，我们会产生错觉，以为覆



## 留给冰川的未来，还剩下多久？

清晨，温暖的阳光将阿鲁雪山染成金色，几条洁白如玉的冰川兀自悬挂在雪山之上，宁静而美好。然而，2016年连续两次在此发生的冰崩事件，为这一区域的生态环境拉响了警钟。一些专家认为，随着气候变暖，冰川融水增加，融化的雪水在冰川底部渗流，使冰川移动加剧，最终导致了冰崩。自上世纪50年代以来，青藏高原冰川退缩严重。90年代以后，冰川退缩进一步加剧，其中以高原外围的冰川退缩速度最快，每年可达50米。高原腹地的冰川，退缩速度相对较慢，但平均每年也将近10米。过去30年，青藏高原冰川退缩面积约15%，退缩幅度相当于此前200年之和。未来，冰川还能走多远，仍然是值得我们关注和思考的话题。摄影 / 李国平

盖在群山之上的是雪不是冰，但是当我们走近了，就会看到那柔软的白色被子不是雪，而是坚硬的冰。这种覆盖在群山之上的冰，被称为山地冰帽。

什么叫山地冰帽呢？首先，它发育在古老的山顶夷平面上，冰帽范围很少有裸露的山坡出现；其次，冰川积累区面积广大，在冰帽的四周发育着各式冰川：冰斗冰川、悬冰川、坡面冰川、山谷冰川……在冰帽的四周，冰川四处绽放、冰雪四溢……可以说山地冰帽是集冰川之大成者。在西昆仑山的这一段（东经80—82度），西昆仑山的主峰——昆仑峰东面有一大片山地冰帽——古里雅大冰帽，面积达346平方公里，这里是流向塔克拉玛干沙漠的一条大河——克里雅河的源头所在。

记得我曾在这条大河的尾闾考察，这条大河曾经汇入塔里木河，后来因水量减少它后退终止在茫茫沙漠中，那里有一个村庄——达里雅布依。当时发生的一件事让我印象深刻：有一天，一位维吾尔族的农民扛着一把馕头，在河边挖出一条水沟，把水引到了自家的田里。一天晚上，我们几个人坐在河边，克里雅河河面宽阔，远处的胡杨林影影绰绰，这时中国社科院考古研究所新疆队队长巫新华研究员提出一个问题：为什么克里雅河悄无声息地流淌？……这时我才注意到，的确，一点儿声音都没有……现在我来到了这条大河的源头。这二者之间，克里雅河静静流淌了500公里。在戈壁与沙漠中克里雅河在没有一条支流补给的情况下，在水流下渗和沙漠地区强烈的蒸发作用下，流淌了200多公里，这力量就来自西昆仑山的古里雅冰帽。



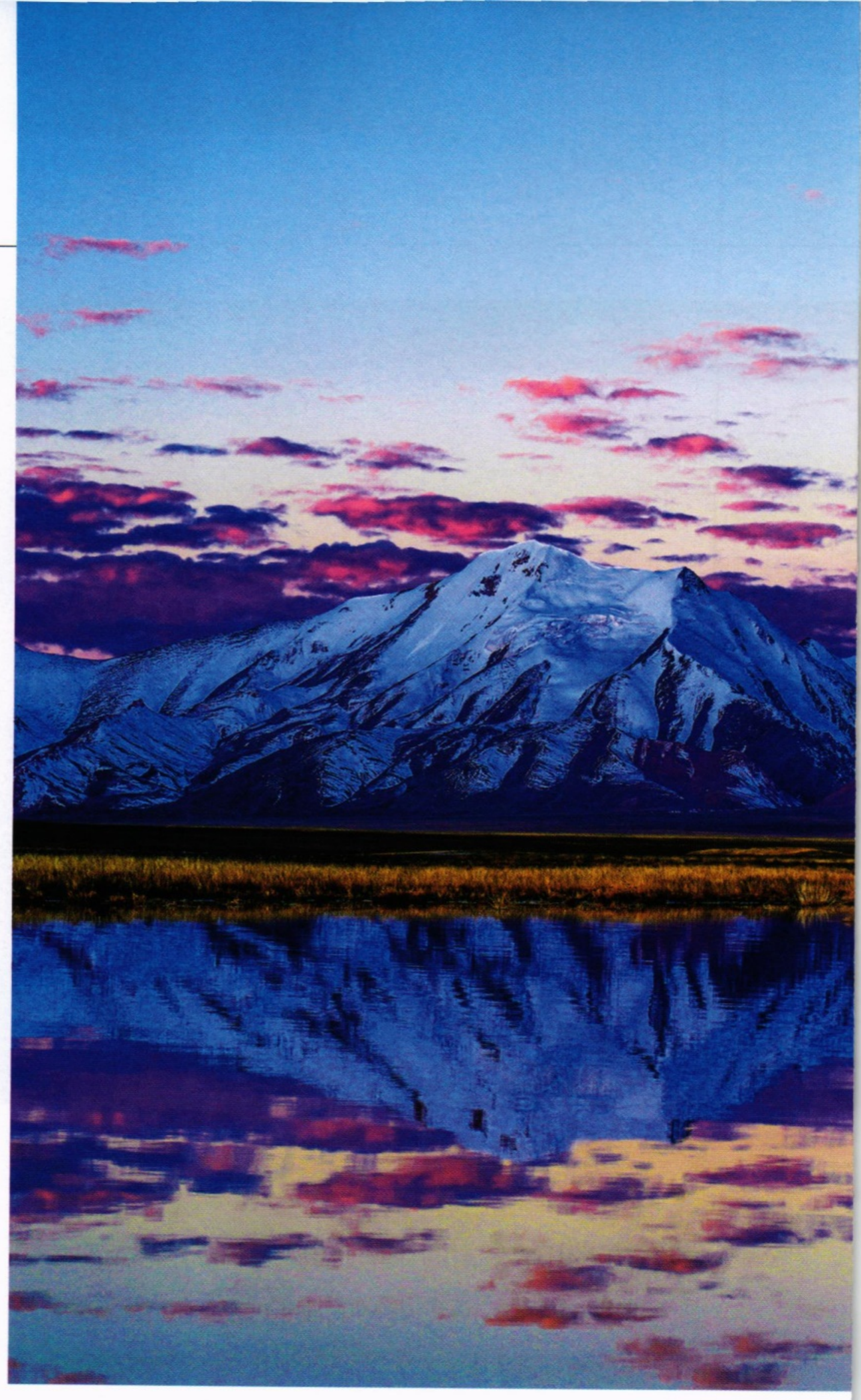
在古里雅冰帽的东侧也有一长条形的大冰帽覆盖在一座名为乌斯腾塔格的山脉上。在西昆仑山与喀喇昆仑山之间的这个喇叭口中，似乎大部分雪山上的冰川都是山地冰帽型，如：西熊彩岗日冰川，窝尔巴错西南岸的冰川，美马错西岸的雪山冰川，阿鲁错西岸、南岸的雪山冰川，展金冰川……与山顶冰帽有关的一种冰川叫坡面冰川，这种冰川像披巾一样披在山坡上，与山谷冰川不同，坡面冰川很容易欣赏，远远地就可以看到它们披在山坡上。这种山地冰帽和坡面冰川在中昆仑山也有许多。还有一种冰川是昆仑山脉冰川的一种特色，不仅西昆仑山有，中昆仑山也有，这种冰川叫做宽尾冰川，也叫做溢出型冰川，我觉得称它为“象脚冰川”也很形象。这种冰川的冰舌伸出山口后，因为失去了两边山谷的约束，冰川前部豁然展开变成宽大的冰舌，形成扇状和葫芦状。如：古里雅冰帽有一条宽尾冰川长8.3公里，面积约16平方公里，因其冰舌伸出谷口后展宽，最宽处为2.5公里，但冰川伸出粒雪盆的上部宽仅为1公里，冰舌前端展宽了2.5倍。若从空中看其形态很像一只葫芦。西昆仑山主峰地区南侧的冰川——崇测冰川，也是一条典型的宽尾冰川。在古里雅冰帽的东北方向一字排开的有15条冰川全是宽尾冰川。这种宽尾冰川在西昆仑山和喀喇昆仑山是最主要的分布区，西昆仑山如此，西昆仑山向东展开的是中昆仑山，也是山地冰帽与宽尾冰川分布区，但不如喀西昆仑地区集中。因此，欣赏山地冰帽与宽尾冰川最好的去处就是喀西昆仑地区。

## 寒旱中心，海拔4700多米，为什么古人类选择生活在这里？

喀西昆仑地区的湖泊群是不能不说的话题。前面说过李炳元教授的文章写的就是喀西昆仑湖群，这个地区湖泊众多。他把这里的湖泊分为三条湖泊带：北带位于西昆仑山南麓，有甜水海湖、阿克赛钦湖、郭扎错等15个湖泊；中带在喀喇昆仑山北侧，有萨利吉勒干南库勒、龙木错、窝尔巴错、邦达错等20个湖泊；南带处于喀喇昆仑山南侧，有班公错、泽错、结则茶卡、鲁玛江冬错

## 在气候变暖的背景下，冰川的消逝却成了湖泊的“盛宴”

近几十年来，在全球气候变暖的影响下，冰川不断退缩，青藏高原上的湖泊数量明显增加，湖泊面积总体呈现出持续扩张态势。研究表明，从1976—2018年，青藏高原面积大于1平方公里的湖泊数量从1080个增加到1424个，增加率为32%，湖泊面积从4万平方公里扩展到5万平方公里。在气候变暖的背景下，过去相对稳定且运动速度缓慢的极大陆性冰川如今已变得不那么稳定，继而引发更多的冰川灾害。由于冰雪消融引起的阿汝冰崩，导致大量的冰体及碎屑物进入湖水之中，湖水上涨速度显著增加。图为阿鲁雪山下的阿鲁错，平静的湖面倒映着冰清玉洁的雪山和明艳如火的朝霞，天光云影，如梦似幻。摄影 / 李国平



等15个湖泊。他计算出这里的“湖泊率”为3.47%，如此高的湖泊密度在我国实属罕见。他根据湖岸上的古湖岸线，计算出距今4万—2万年前这里的湖泊率高达10.6%，即那时的湖泊面积比现在要大得多。如此密集的湖泊似乎与常识不符，因为这里平均海拔4700米以上，一些山地海拔5500米以上，是中国极高山分布的密集区。由于海拔高导致气候异常寒冷，最暖月均温3—6℃，最冷月均温低于零下20℃。这里的气候不仅冷，而且干旱，全年平均降水量仅为20—50毫米。只是这里的极高山多，能够拦截高空的气流，因此这些高山上的降水反而相对多一些。比如：在西昆仑的南侧山麓地带降水稀少，仅为20—30毫米，但是在海拔5260米的考察队所在的营地，年均降水则到了311毫米，到了海拔6000米左右的雪线附近，年均降水增至412毫米，所以这些极高山上发育了冰川。这里被地理学家们称为全球高海拔地区唯一的“寒旱核心”。因为这里气温低，蒸发弱，又因为这里是多年冻土区，地下永冻层不仅形成了隔水层，而且还能在夏季给湖泊河流补充水量。

就在219国道的西边有一连串的湖泊被称为甜水海湖，之所以被称为“甜水海”，我想这个湖曾经是淡水湖。因为这是一连串的湖泊，有的湖必然是有入水口又有出水口，因此这样的湖应该是淡水湖。在Google Earth上可以看到，湖泊北带中的郭扎错西部有一条河与阿克赛钦湖相连，在这一带研究湖泊的中科院青藏高原研究所的侯居峙研究员告诉我，在夏季湖水上涨时有湖水从郭扎错流出汇入阿克赛钦湖，过去阿克赛钦湖又与甜水海湖连在一起，甜水海湖又与甜水海北湖连在一起……因此，甜水海湖那时可能是淡水湖。郭扎错是一个很奇妙的湖，这个湖北部是淡水，南部是咸水，这点与班公湖很相似，班公湖的东部是淡水，西部是咸水。这种情况的出现，与这些湖的湖水来源有关，因为这些湖的湖水大都来自于雪山冰川的融水，还有少量来自于降水。郭扎错的北部是西昆仑的雪峰冰川群，郭扎冰川、崇测冰川等冰川融水流入湖



中，因此这里是淡水，南部则因为蒸发强烈缺乏淡水的补充而变咸。郭扎错的湖水中还有鱼，班公错的湖中鱼也很多。侯先生讲到他们在一个小湖考察时，车停在湖边，司机闲着没事，向湖中扔石头，竟然砸死了湖中的鱼……中午他们就吃了一顿用石头砸到的鱼。

郭扎错、班公湖与一些短小的内流河，它们提供的淡水在藏北高原上意义重大，它们的存在，也许能解释为什么这一带到处能捡到原始人使用的石器。侯先生在郭扎错和邦达错的湖中都打过钻，钻取过湖芯，他的团队的主要工作就是要通过湖泊沉积物来重建青藏高原的生态环境，最近他研究的方向已经不仅是气候变化这种课题，而是更加关注青藏高原的古生态环境与人类的关系。他的团队通过钻取湖芯获取湖泊沉积物，通过分析沉积物中人类与动物排泄物中的微量成分，来研究人类是何时走上高原的，人类的数量又是怎样响应环境变化的。还可以分析野生动物，如牦牛、藏羚羊、藏野驴等种群变化与环境变化的关系。通过他的工作，已知人类至少在几千年前就已走上藏北高原了。“那么早人类就来到这里了，海拔这么高，气候这么冷，降水这么少，他们为什么选择了这里？”他问。我想，就像因纽特人选择北极、阿拉斯加一样，他们选择了这里，这里自然有它的优势。我想至少有如下优势：到处有盐湖，有人类不可或缺的盐，湖中有淡水，湖边有草地，有大群的野生动物，狩猎相对容易，尤其是驯化野牦牛和羊，在这里更是容易吧。

责任编辑 / 张琪　图片编辑 / 王宁 蔡东兴　版式设计 / 介彬　地图编辑 / 陈云

2021年4月29日是值得铭记的一天。这一天，长征五号B遥二运载火箭将中国空间站天和核心舱从海南的文昌航天发射场发射升空。时至今日，天和核心舱已经和天舟二号、三号货运飞船、神舟十二号、十三号载人飞船完成了对接等既定任务，共6名航天员入驻过中国空间站。今年下半年(2022年7月、10月)，我国将在文昌继续使用长征五号B发射问天、梦天实验舱，完成中国空间站建造任务。文昌的每一次航天发射，都会吸引数以万计的游客前来观看，他们不仅是中国航天事业发展的见证者，也为文昌这座城市的发展带来了新的契机。

# 海南文昌

撰文
**陈肖**
摄影
**陈肖** 等

# 火箭发射 打造城市新“人设”

**2016年6月25日，**
**长征七号遥一运载火箭喷射的尾焰**
**把海南岛最东端的一片沙滩**
**映照得异常明亮。**
**此后，“嫦娥”探月、**
**“祝融”巡火、“天宫”建造……**
**这片沙滩和它所在的**
**龙楼镇乃至文昌市，**
**都发生了巨大的变化。**
**时至今日，**
**文昌，从某种意义来说，**
**已经成为了中国航天的新代名词。**
**航天如同一台巨大的发动机，**
**正在带领这座城市进行一场**
**由外而内的蜕变。**



# 长征七号遥一，拉开了文昌火箭发射的序幕

2016年6月摄影师第一次来到文昌，第一次看火箭发射。海边烂尾楼的高度正好可以将火箭发射塔架和系留在岸边的渔船完美地收入画面，天黑后发射的长征七号遥一运载火箭像一颗太阳从海边冉冉升起，照亮了塔架两侧腾起的水汽和海面。随着文昌发射次数的增多，当地对于观礼的服务管理也越来越规范，烂尾楼等不安全的机位成为了绝唱。

长征八号运载火箭，1箭22星；中国空间站天和核心舱，长16.6米、重22.5吨；天问一号火星探测器，飞行202天，航程4.75亿公里；嫦娥五号返回器，携月球样本1731克。这些是有关中国航天的重要数字。而它们都可以回溯至另一组共同的数字：东经110.95度，北纬19.64度——中国海南文昌龙楼镇，我国第四个航天发射场，文昌航天发射场。

随着一次次重大航天任务的启动，一枚枚巨大的火箭从文昌远征太空，短短几年间这里便已经家喻户晓。

## 我在烂尾楼上，见证了文昌航天发射场的第一次发射

2016年6月24日，在搭乘了3个半小时的航班从北京飞到海口后，我又驱车1个半小时从海口抵达文昌市龙楼镇。这里是海南岛的最东端，目之所及有金色的沙滩、白色的海浪、绿色的椰林、蓝色的天空，以及系泊在岸边随海浪起伏的小舟和周围尚未建成的酒店与公寓，一派令人心旷神怡的热带海岛风光。

而我却无心欣赏，步履匆匆地行走在龙楼镇的每一段海岸上，爬遍了小镇中几乎所有的高楼。时不时会遇到几位背着相机与我行踪相似的游客，擦肩而过时，大家互相点头致意，露出心领神会的笑容。

25日一早，我和同行的朋友们来到一栋烂尾楼附近，这是经过一天的“踩点儿”后，我找到的“绝佳机位”。因为荒废日久，再加上海南植被比北方高大茂密许多，从林间小路走到楼下的路程，竟生生被我们走出了“披荆斩棘”的感觉。走到楼下，抬头仰望眼前这座二十多层没有电梯的烂尾楼，我深吸一口气：“开爬！”

虽说爬楼是摄影师的必备技能，但在背包中装着3台相机和24—105、150—600和800毫米3支镜头的情况下，在三十多摄氏度的湿热环境里，这样的运动强度仍然是一个严峻的挑战。不过，当我们终于爬到顶层后，眼前的景色证明，所有流下的汗水都是值得的！远处两座高大的钢铁建筑——火箭发射塔架，毫无遮挡地矗立着，我还可以清楚看到，长征七号遥一运载火箭已经转运到了2号发射工位上，按照计划，它将在当晚20点发射升空。

海边的天气琢磨不定，我的心情也随



# “来海南、看火箭”，已经成为文昌乃至海南旅游的新热点

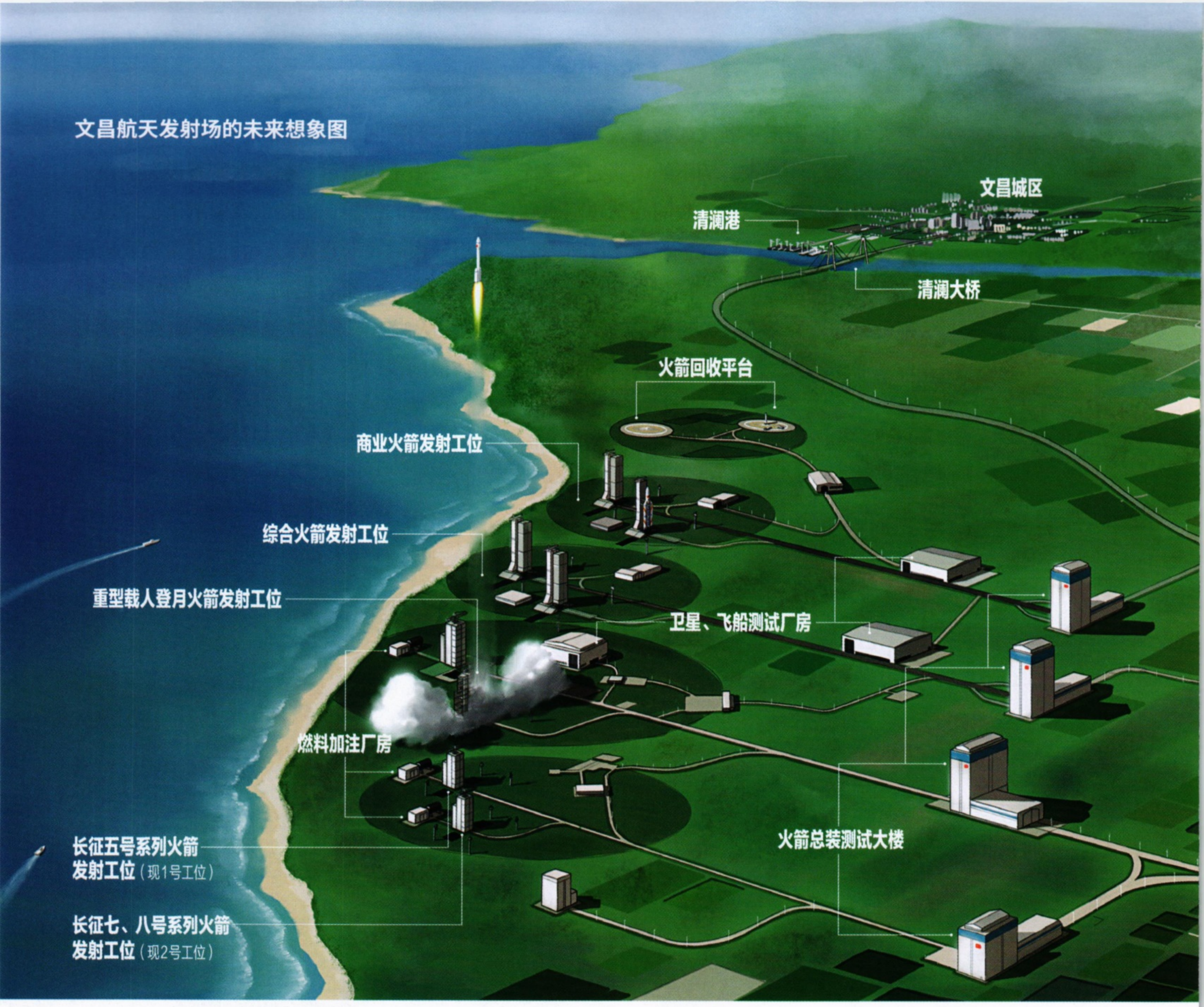
从2016年长征七号遥一运载火箭首飞之后，文昌航天发射场承接了一次又一次发射任务，建成之初的火箭发射密度为每年1到2次，如今已发展为每年8次左右。这对文昌乃至海南的旅游业都产生了影响，曾经作为避寒胜地，海南最多的游客当属“候鸟老人”，而现在“来海南、看火箭”的人越来越多。上图为2017年4月20日19时41分，民众聚集在文昌市龙楼镇淇水湾海滩用手机拍摄长征七号遥二运载火箭飞天。右图为2021年4月29日，文昌航天发射场内的观礼群众在操场观看长征五号B遥二运载火箭发射（摄影／肖海林）。



着天气的阴晴而不断泛起波澜。下午，一朵雨云从远处飘来，洒下的雨滴完全遮住了发射场方向的视野，我的心情也沮丧到了极点。幸运的是，随着发射时间的临近，天气渐渐好转。19点30分，我架好相机，准备好镜头，希望能通过不同焦段记录下火箭升空的各种场景；19点40分，气氛开始紧张，大家渐渐止住了闲聊；19点55分，烂尾楼顶鸦雀无声，所有人的手都紧握着相机，等待着火箭点火升空的瞬间。

由于距离远，加之大家都没有拍摄火箭发射的经验，因此当发射塔架已经迸发出一道暖黄的亮光时，我们并没有反应过来发生了什么，这时突然有人喊了一句："点火啦！"四周立刻响起了疯狂的此起彼伏的快门声。我看见发射塔架下涌起白色的浓密水雾，火箭腾空而起，十几秒后，浑厚、饱满、低沉的轰鸣声才传到了耳中……






## 不论航天工作者还是航天爱好者，人人都爱“文昌角”

同年11月3日，文昌执行了第二次发射任务——长征五号运载火箭首飞。首飞前夕，“海南文昌航天发射场”正式更名为“中国文昌航天发射场”。

长征五号是我国进入21世纪后，研发的新一代运载火箭长征五、六、七、八号中的“带头大哥”，低轨运载能力可达25吨级，高轨运载能力可达14吨级，可与美国宇宙神5、德尔塔4，欧洲阿丽亚娜5等世界主力大型火箭比肩。但具有大推力的它也有着大块头，直径宽达5米，还因此被戏称为“胖五”。由于3.35米是铁路运输所能允许的最大箭体直径，无法满足“胖五”的需求，因此海运成了唯一选择，航天工作者们需要在沿海地区给它找一个新的发射场。

我国拥有1.8万多公里大陆岸线与1.4万多公里海岛岸线，之所以选择文昌，重要的原因之一就是纬度。纬度越低，地球自转轴旋转的线速度越大，火箭发射时可以利用这一速度提升运力。经测算，在文昌发射场发射相同质量的载荷，比在较高纬度的西昌卫星发射中心节省约15%的燃料。

除了运输和纬度原因，航天发射场对




# “文昌角”，未来“中国的卡纳维拉尔角”

文昌航天发射场，主要承担地球同步轨道卫星、大质量极轨卫星、大吨位空间站和深空探测卫星等航天器的发射任务。自2016年建成并投入使用至2022年4月底，已经进行了16次发射，其中长征五号系列7次，长征七号系列7次，长征八号系列2次（见图表）。按照规划，除了目前已经建成的发射工位外，未来在文昌航天发射场还将建设多套发射配套设施，将满足商业航天大中型液体火箭、小型固体火箭的全天候发射，可回收火箭的回收，以及载人登月重型火箭的任务需求等。到那时，不论是碧海蓝天的风光，还是先进的航天设施，文昌都可以与美国著名的航天中心卡纳维拉尔角相媲美，我们试着画出了文昌航天发射场的未来想象图。

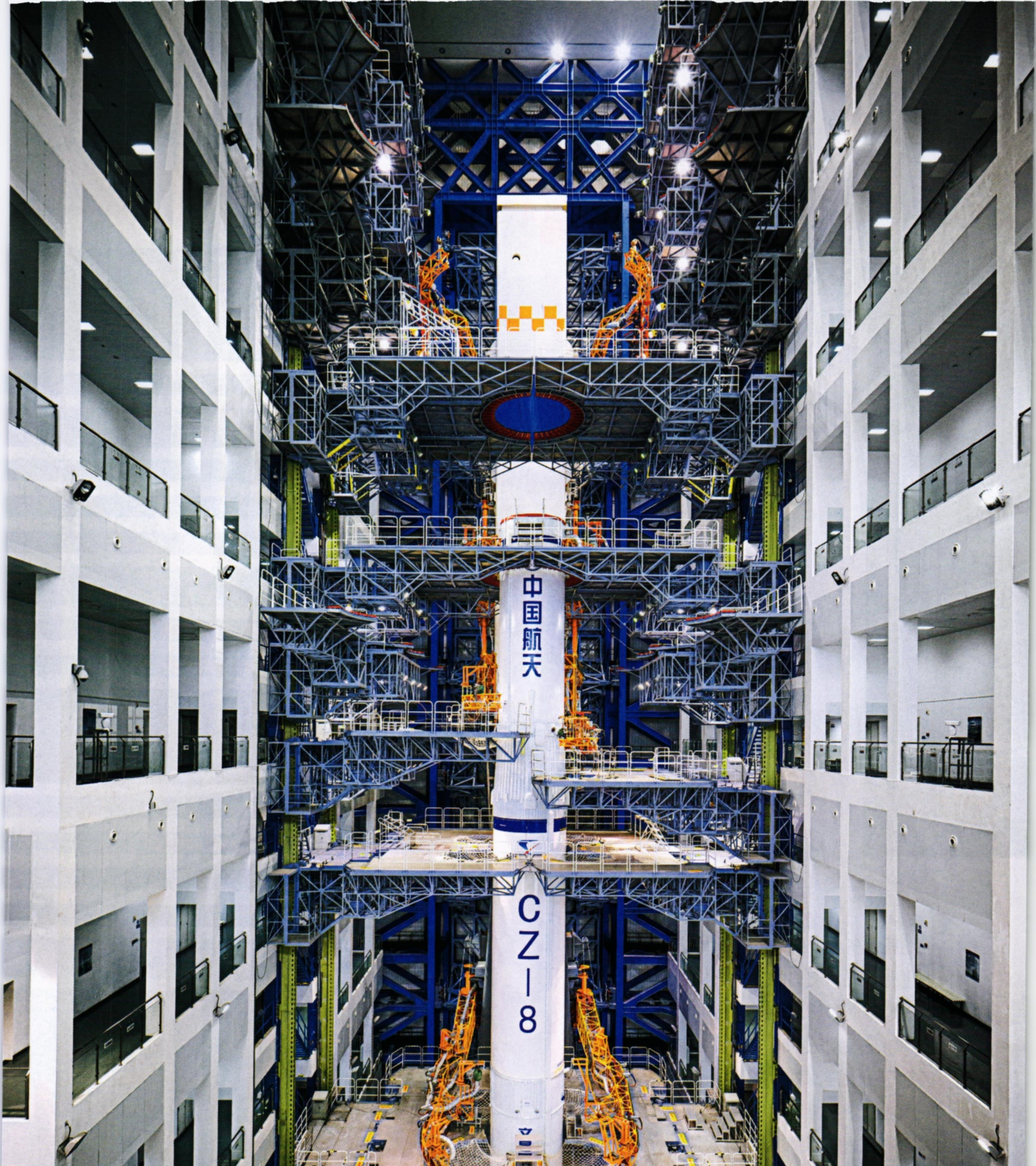
绘图 / 李静

于地质、气象、陆地规模、周边人口等因素也有考虑。文昌的另一大优势是，从这里向地球同步转移轨道、近地轨道、太阳同步轨道发射火箭时，火箭残骸的主要落区都位于大洋深处，就不会出现我国之前3个内陆发射场为了尽量减少人员财产损失，每次发射前都要推算火箭残骸落区，疏散地面群众的情况。

有人说西沙甚至南沙群岛纬度更低，但是西沙、南沙群岛岛礁面积太小，无法布置发射场的各类设施，远离陆地也会对发射场和火箭、航天器试验队工作人员生活后勤保障带来挑战，虽然纬度更低，但并不适合作为发射场场址。综合各种因




**2016年6月—2022年4月**
**中国文昌航天发射场执行的发射任务**


中国航天
CZ-8

## 长征八号遥二，“光棍”火箭开启卫星发射“拼车”新模式




长征八号遥二运载火箭是我国首次采用“共享模式”发射的长征系列火箭，这枚“光棍”火箭是在长征八号遥一基础上调整的不带助推器的新构型，以满足携带更多载荷的需求（左）。此次任务中，为确保22颗卫星发射安全、精准，设计团队研制了“三层式多星分配器”。根据尺寸区别，这些卫星被分别“坐”“挂”“靠”在分配器特定位置，待火箭入轨后分批分离（右图）。2022年2月27日，长征八号遥二运载火箭，成功实现了“一箭二十二星”发射，开启了我国卫星发射“拼车”的新模式。

素，海南岛最东端的文昌市成为了建设滨海发射场的最佳选址。

而在航天爱好者心中，文昌航天发射场虽然是我国四大航天发射基地中建成时间最晚的，但无疑是最棒的一个。

首先，这里拥有极致的风光，发射场建设在碧海蓝天之地，与位于美国佛罗里达州卡纳维拉尔角极富盛名的肯尼迪航天中心风景非常相似，因而也被一些航天爱好者与媒体称作“中国的卡纳维拉尔角”或是“文昌角”。

其次，酒泉、太原、西昌这三大航天发射基地，都修建于上世纪50—80年代，受当时国际形势与国家安全影响，建在了远离人烟的西北大漠戈壁上、晋西北与川西的深山老林里，交通极为不便，而文昌便利的交通使所有人都可以方便到达。不必跋山涉水、旅途辛劳，就可以吹着海风、喝着椰汁、站在沙滩上遥望火箭发射，实在是一件美事。

### 想知道火箭的具体发射日期，看酒店房价就有数了

此后，从“嫦娥”探月、到“祝融”巡火，再到“天宫”建造，万众瞩目的发射任务让文昌一次又一次登上“头条”。这里的火箭发射密度，也从建成之初的每年1到2次，发展到如今的每年8次左右。

为满足我国未来空间站建设、深空探测等航天任务的需求，新一代运载火箭均采用了效能更高的以液氧/煤油或液氧/液氢为燃料的发动机，而我国之前的运载火箭多采用偏二甲肼/四氧化二氮为燃料的发动机，这就导致了酒泉、太原、西昌三个发射中心以前的发射设施如果不改建升级的话，就无法对新一代运载火箭进行支持（太原中心于2019年新建了支持液氧/煤油推进剂的新发射工位，并于2022年3月29日首次发射长征六号改运载火箭）。所以近年来，更多的航天任务落在



了文昌头上。

这也让龙楼镇、文昌市乃至整个海南的气质都因航天发生了改变。虽然长期以来，旅游业都是海南当之无愧的支柱产业。但仔细观察你会发现，游客的构成已悄然发生了变化。曾经，作为避寒胜地，海南最多的游客当属“候鸟老人”。如今当你乘坐飞机抵达海口、三亚机场后，处处可见“来海南、看火箭”的广告标语，游客中航天爱好者、摄影师还有组队而来的中小学生越来越多。海南旅游的大旺季虽然还在冬季，但也有许多“小高潮”与季节无关，只与火箭发射有关。

近两年，想要在适宜观看火箭发射的淇水湾沙滩上拥有一席之地的难度越来越大，你甚至需要提前一天就去“占座位”。就连烂尾楼这种摄影师们最刁钻的机位，也变得有些拥挤了。在2020年7月23日发射天问一号火星探测器当天，只有一条主干道的龙楼镇涌入了近20万人。

不仅游客在变，很多土生土长的当地人也在变。曾经，龙楼镇的居民多数都外出务工。如今，他们纷纷回到家乡，经营起民宿、餐馆。统计数据显示，截至

# 看火箭，主要看什么？

火箭发射堪称集高精尖技术为一身的“神操作”，从发射前的准备阶段，到点火，再到升空，每一步都有精彩的看点。在升空阶段，最易于被观察到的看点在于火箭尾迹。火箭和飞机尾迹的出现原理相同，是炙热的尾气在冷空气中迅速冷凝形成的。照片中的长征五号遥四运载火箭，芯级发动机为液氢/液氧燃料发动机，尾气生成物为水；而四个助推器是液氧/煤油燃料发动机，尾气生成物为二氧化碳和水，因此尾迹水雾更浓。



## 看焰识火箭：焰色透露了火箭燃料的秘密

诞生于20世纪七八十年代的长征二号、三号、四号系列运载火箭，均采用了偏二甲肼/四氧化二氮为燃料的发动机。四氧化二氮为强氧化剂，偏二甲肼为燃烧剂，两者接触混合即可燃烧产生推力，使用简单。燃烧产生的火焰看上去很漂亮，主体为橙黄色，焰心泛蓝紫色，亮度也并不刺眼。但这种燃料的最大缺点是具有毒性。图为长征2F遥十三执行神舟十三号载人航天发射任务时的场景（右图 摄影 / 张敬宜）。与此形成鲜明对比的是液氢/液氧燃料发动机，火焰为淡蓝和浅黄色，燃烧产物为水，无毒无污染，是最清洁的火箭燃料选择，也是未来火箭燃料发展的趋势之一。但由于液氢和液氧温度低、密度低，储存难度大，因此使用液氢/液氧燃料的火箭发动机设计制造工艺复杂。目前使用液氢/液氧燃料发动机的火箭有长征五号芯一级（见左图中间上部有极小的淡蓝色且下部为浅黄色的火焰）、美国的德尔塔重型火箭等。

还有一些火箭会使用固体燃料发动机。固体燃料主要是指由高氯酸、铝粉和丁羟体系胶混合而成的黏稠状可塑性的高能火药，具备推力大、可靠性高、可长时间储存等优点，但点燃后无法控制，不可重复点火。火焰为浓烈的固体燃料喷射物，颜色为明亮的黄色，并伴有连续、浓重的白烟，喷射物有毒。我国长征十一号、快舟系列火箭、谷神星一号火箭、长征六号改运载火箭的助推器等使用固体燃料发动机。右图为谷神星一号遥二运载火箭发射升空的画面。



2021年，龙楼镇拥有各种商铺超过1000家，其中酒店宾馆超过50家，不少是当地民众将自家房屋改建的民宿。

有趣的是，这些老板们不知道是从哪里获得的信息，总会提前很久就能知道下一次火箭发射的时间。如果你正计划去文昌看一次火箭发射，却又不知道具体日期，不妨通过网络订房平台看看房价——平日里，这些酒店、宾馆、民宿的单日房价最低甚至不到100元，但是从


ZHO-O(I)
马赫环

# 液氧/煤油燃料产生的黄金火焰与神秘的马赫环

液氧/煤油燃料应用非常广泛，是目前大推力火箭最钟爱的燃料之一。火焰颜色为特别明亮的金黄色，燃烧产物为水和二氧化碳，无毒。使用这种发动机的火箭有长征五号助推器，长征六号、七号、八号芯一级和助推器，美国的土星5号、猎鹰9号火箭等。图为长征八号遥一运载火箭首飞时的情形，此时由于火焰速度超过音速且达到了相当高的温度，气体在内外压力不一致的情况下，产生膨胀、压缩的循环现象，火焰中就出现了等间距的“圆环”——马赫环。摄影 / 肖海林

马赫环



火箭发射日前夕到发射当天，房价最高可以涨到平日的8到10倍——也就是说，哪天房价最贵，任务的发射时间也就八九不离十了。

如果你还有拍摄火箭的需求，不少民宿的楼顶都修建成了观景台。在那里，有的热心老板还可以提供免费的指导，指点你架设镜头的位置，告诉你一些使用不同焦距镜头拍摄火箭的小技巧。

还有一组很直接的数据可以说明龙楼镇的变化：在文昌航天发射场开工建设的2009年，这里农村居民年人均可支配收入为5559元，而2020年为17669元，年平均增长率达19.8%。

## 中国人筑梦九天的征途将从这里再出发

2021年4月29日，海南文昌，低云，微风中飘着零星绵柔的雨点。少了蓝天白云的衬托，海滩也失了几分颜色。这并不是一个完美的海滨旅游日，但在淇水湾延绵数公里的金色沙滩上，依旧人头攒动。数万人聚集于此，等待着搭载着中国空间站天和核心舱的运载火箭点火升空的一刻。我不由感慨，现在观看火箭发射时的气氛，真是比当年长征七号遥一火箭首飞时热闹得多。

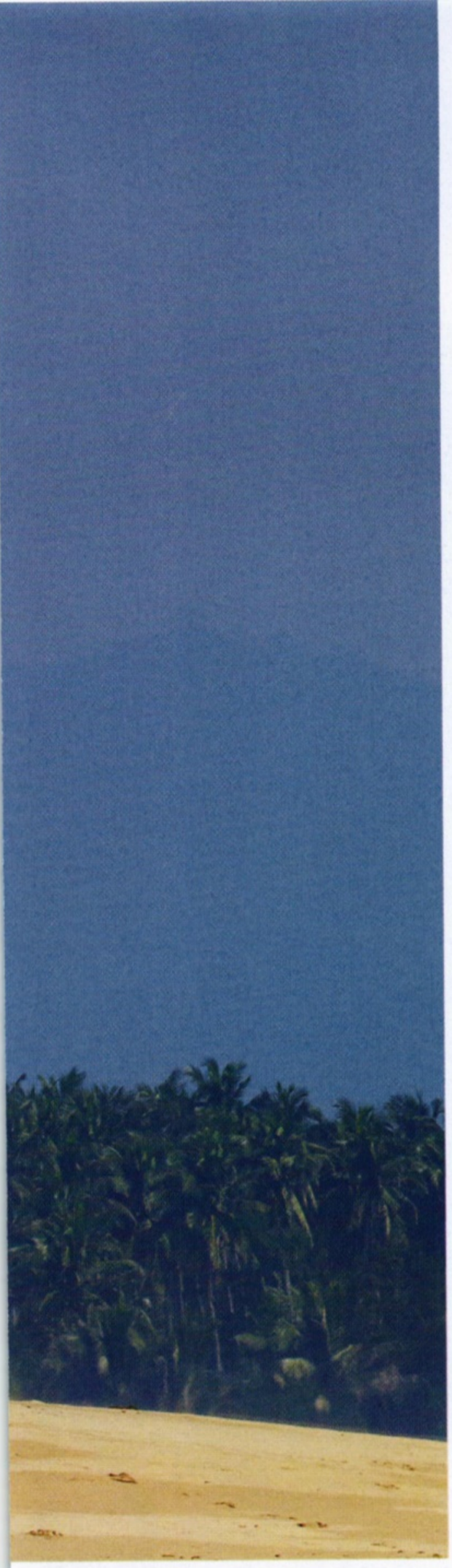
6年来我的文昌“追火箭”之旅一直

PDF微信：bfwz888888

# “追火箭”要从娃娃抓起

“追火箭”最初只是资深航天爱好者以及摄影师的“定制团”，而现在已经发展成老少咸宜的全民活动。毕竟我国以前的酒泉、太原、西昌三大发射中心，不是在大漠戈壁就是在深山老林中，交通极为不便。而文昌不仅交通方便，还拥有宜人的海滨环境。广西的星空摄影师罗弘扬不仅带着老婆，也带着孩子一次次来到文昌“追火箭”。下图是2021年4月29日，他们一家三口来见证了中国空间站天和核心舱的发射任务，由于当时孩子才一岁多一点儿，他们就找了一个能看到火箭发射的酒店房间里，拍下了一家三口与火箭的合影。到2022年2月27日，长征八号遥二运载火箭，在文昌发射场实现“1箭22星”时，孩子已经长大了不少，可以坐在爸爸的肩上，在离发射场更近的地方“追火箭”了（左图）。

摄影 / 罗弘扬





业航天企业也加入了进来。2021年11月，我国首家将火箭成功发射入轨的民营火箭企业星际荣耀的全资子公司在航天城落户，未来将在这里推进大中型可重复使用火箭的发射与回收业务。

据《2021中国的航天》白皮书介绍，未来5年，我国将完成多项重点航天任务，其中空间站建设、望远镜巡天工程、探月四期、行星探测等重大工程的发射任务，都将从文昌航天发射场出发。如果说，50多年前的酒泉开启了中国人探索宇宙奥秘的起点，那么文昌将推动中国航天未来的远征。

在继续，也在经意或不经意间见证了这里的发展变化。现在，走在龙楼镇街头，处处都可以看到航天元素。无论是航天机构参与建设的“航天小学”，还是地方政府、企业投资建设的“航天农庄”、“航天集贸市场”，以及公共道路上的街灯、路牌和广场空地上的装饰雕塑，处处都打上了“航天”的印记。

在城市的更深处，文昌还在酝酿着更大的变化。文昌国际航天城正在建设中，当前规划的12平方公里的起步区内，火箭卫星研制、航天地面设施研制、航天数据应用、航天教育培训等产业都在优先重点发展。而且不仅有“国家队”参与，商

# 火箭光轨如利剑一般，直插云天破沧海

这幅照片拍摄的是2020年7月23日天问一号发射任务时，长征五号遥四运载火箭起飞时形成的光轨。照片拍摄于海南岛最东端的铜鼓岭揽月台，这里海拔约300米，距离发射场约9.5公里，虽然无法拍到火箭的细节，但可以俯瞰文昌市龙楼镇金色的海岸线。远远望去，方地为舆，圆天为盖，长剑耿介，倚天之外。为了在中午拍摄火箭光轨，这幅照片采用了减光镜，曝光时长约40秒。

我不禁畅想起了十年后的情形：航天城的国际会展中心内，举办着各类型的商业航天会展，各国的参会公司，就合作项目展开着热情而激烈的商讨；航天主题公园里，来研学的中小学生们正兴致勃勃地体验“模拟火星”；从当前的发射场向西到东郊椰林，多座火箭发射配套设施拔地而起，它们可以满足包括重型长征运载火箭、大中型商业航天火箭、小型固体运载火箭全天候、高密度的发射需求。中国人的载人登月之旅将从这里出发，高度达百米、起飞重量超过3000吨的长征九号重型火箭，将带着千百年来中国人对月球的向往起飞，而在那片拥有绵软沙滩的海岸上，种在无数年轻人心底的航天种子已经萌芽。



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

# 小菇
# 鲜为人知的森林“小精灵”

**在森林凋落层的枯枝落叶中，生长着一群迷人又有趣的真菌，它们中有的能发出荧光，有的能清洁森林里的“垃圾”，有的能帮助兰科植物的种子萌发……它们就是小菇科的真菌，这个家族的成员十分庞大，全世界大约有940种，而且分布广泛，从寒带到热带都能看到它们的身影。但由于身材娇小，不容易被观察到，这类可爱的真菌至今默默无闻。**

撰文　傅力
摄影　Stephen Axford 等



## *Mycena* sp.

子实体高度：30—40毫米

菌盖直径：8毫米

分布：中国（其他地区不详）

画面中温柔可爱的粉色蘑菇是一种小菇，分类上属于小菇科小菇属。它菇体较小，仅有约30毫米高，很难从图片来辨别它是哪一种小菇。你从这个科的名字中就能知道它们的个头一般都很小巧，以至于想要一眼分辨出它们的种类对于一个资深的真菌学家来说也绝非易事。小菇身上白色的细丝状物是菌丝。图片拍摄于广东省肇庆市鼎湖区九龙湖旅游风景区。摄影 / 温仕良

## *Mycena* sp.

子实体高度：35 毫米

菌盖直径：10 毫米

分布：澳大利亚（其他地区不详）

如果你想寻找小菇，就要留心林间的凋落层，也就是脚下的枯枝、落叶和倒木。小菇大部分为腐生真菌，以分解凋落层的物质获得营养。画面中的粉色小菇从苔藓丛中伸出娇小的身躯，看起来可爱又灵动，像是这杂乱凋落层中的“小精灵”。



“你来得正是时候，玉兰花开得正好。”张鹏翀对我说。他是杭州植物园的高级工程师，也是我的科研伙伴。我叹了口气，这两天整个杭州城里全是玉兰花，我已经有点审美疲劳了。因为新型冠状病毒肺炎疫情的原因，我这两年的生活被压缩在这个城市里，相似的景致已经看了三年。

张鹏翀似乎也看出了我的疲态，他停下脚步，看着我说：“走，带你去看一群小家伙，我今天早上刚发现的。”我跟着他七拐八拐，来到了一个游客绝对不会注意的角落。我满腹疑惑地看着他，这里只有经过一个冬天已经半腐烂的叶子。张鹏翀蹲下来，眼神扫描着脚边的腐叶，压低声音说：“这里，快看。”我也蹲下来，顺着他的目光看过去，几片腐叶上长出了一丛乳白色的小蘑菇，细细的菌柄上都顶着透明的半球状菌盖，菌盖表面还毛茸茸的，看起来像是一群小水母结伴来植物园旅游。

“这是小菇科的真菌，大概是半小菇属，具体的名字我就不知道了。”张鹏翀说。如果不是他指给我看，我可能根本不会注意到这丛腐叶上的小蘑菇。它们的菌柄仅有3厘米高，菌盖的直径也就半厘米，看起来又小又脆弱，仿佛轻轻一晃就会倒，难怪被称作小菇。

你从它们的名字就能知道这是一群个头比较小巧的真菌，但不要因此就将小菇理解成小的蘑菇（一般习惯将真菌中的伞菌称作蘑菇，而在北美，蘑菇一词几乎包括了所有的大型真菌）。我们要讲的小菇，是指小菇科的真菌。这个科的真菌种类十分丰富，全世界大约有16个属，940种，分布在地球的各个角落，无论是在炎热的热带，还是冰冷的寒带，都能在树林的小角落里找到它们的身影。虽然小菇让人难以察觉，但由于颜值很高，它们往往是自然摄影师的心头好。

## 在微距镜头下，小菇的迷人之处得以呈现

蓝色是一种让人陶醉的色彩，相信没有哪个摄影师能够抵挡一株蓝色小蘑菇的魅力，澳大利亚的真菌摄影师史蒂夫·阿克斯福德就是其中一位。秋天是澳大利亚塔斯马尼亚岛的真菌季，这里有一种令世界各地的真菌爱好者和摄影爱好者趋之若鹜的蘑菇——绚蓝小菇（*Mycena interrupta*）。它有着半透明的菌柄，上面顶着一个鲜艳的蓝色菌盖。菌盖中心有着浓烈的蓝色，颜色向菌盖边缘逐渐变淡。这种具有灵气的外表给它带来了一个好听的俗称——精灵小伞（pixie's parasol）。

史蒂夫·阿克斯福德说：“蓝色一直是我最爱的颜色之一，特别是在真菌中这种颜色并不常见，我总是喜欢寻找绚蓝小菇，捕捉它的美丽。像许多小菇科的真菌一样，绚蓝小菇的特征之一是它的菌柄与它生长的木头相连的部分是凸起的簇状圆盘。这个凸起的地方就是真菌的子实体和菌丝体相连的地方。菌丝体是一个由菌丝组成的网络，对于小菇这类腐生菌来说，菌丝体在其生长的基质（倒木或枯枝）之中蔓延来分解基质。”

在史蒂夫·阿克斯福德拍摄过的小菇中，还有一类小菇外形非常有趣，被称为绒毛小菇（Hairy *Mycena*），因为它们的菌盖上长着细密的绒毛。分类学上这类小菇物种属于小菇属的Longisetae组（*Mycena sect. Longisetae*），而“Longisetae”是长毛的意思，这是因为这些物种的菌盖表面通常长着长的绒毛。这种小菇菌盖的直径只有1—4毫米，高度仅20毫米，是他拍摄过的最小的小菇。在微距镜头下，绒毛小菇的美才得以呈现。

它的绒毛是不孕细胞，通常被认为是保护小菇不受捕食性昆虫的侵害。然而，在拍摄这些真菌的生长过程中，史蒂夫·阿克斯福德发现了一个有趣的现象。在绒毛小菇生长过程中，它会转变方向，细小的菌柄先是朝着一个方向旋转，然后又转向另一个方向，它会不断地重复这一动作。也许这些绒毛在捕捉或者制造气流，在它释放孢子的时候同时转动菌盖，可以让孢子在微风中飞行一段距离。

自然摄影师温仕良也拍到过类似的画面。在广东省佛山市高明区的杪椤自然保护区内，他曾经用延时摄影记录了一株黄色绒毛小菇的生长过程。和史蒂夫·阿克斯福德拍摄的绒毛小菇不同，这株小菇有着近乎透明的菌柄，向上顶着淡黄色的菌盖，几根钢丝般质感的“白毛”扎在菌盖上。虽然不是同一种，但应该都属于小菇属的Longisetae组。在这株黄色绒毛小菇长高的过程中，它的菌盖一直在旋转，或许也是在制造气流，让它的孢子能飞得远一些。

## *Mycena kuurkacea*

子实体高度：25毫米

菌盖直径：10毫米

分布：澳大利亚

画面中的红色小菇拍摄于澳大利亚的塔斯马尼亚岛。这种小菇有着深红色的菌柄，钟形的菌盖，菌盖上还有清晰的条纹。它们喜欢一簇簇生长在苔藓或腐烂的木头上，受伤时会分泌出红色的汁液。

## 小菇，倒木中最难降解的木质素的“克星”

小菇虽然身材矮小，很多时候难以引起人们的注意，但它在自然界的物质循环中却扮演着非常重要的角色，主导着森林中腐殖质的分解过程。要知道陆地生态系统每年要产生约1000亿吨的生物量，其中约90%以枯枝、败叶、倒木等凋落物的形式回归到生态系统中。接着分解者再将这些凋落物降解成能够被吸收的营养物质，从而完成这个“尘归尘、土归土”的过程。

凋落物的彻底降解与土壤中的微生物群落密不可分，其中细菌和



真菌是分解者中的两大主要类群。我们以一棵倒木为例，简单看看真菌是如何工作的。在倒木上最先生长的真菌以毛霉目为主，它们能够吸收倒木中的糖和简单的多糖以及氮和磷等物质。接着壶菌、半知菌和担子菌开始登场，开始分解纤维素和半纤维素，最后留下最难降解的木质素。

木质素是一种无定形、不规则的聚合物，广泛存在于高等植物细胞壁中，是含量仅次于纤维素的生物多聚体。由于木质素分子大，溶解性差，结构复杂而不规则，因此是目前公认难以被降解的化合物之一。然而木质素的生物降解是生物圈碳氧循环中最重要的步骤之一，小菇和其他腐生真菌正是这种木质素的克星。



小菇科真菌大部分为腐生真菌，也就是说它们要从已死的动、植物或其他有机物中吸取养料。如果你仔细观察，会发现倒木上会成群或成簇生长着小菇。想要在这条路上披荆斩棘，需要三样重要的武器，分别是锰过氧化物酶、木质素过氧化物酶和漆酶。酶是在微生物、植物和动物中起催化剂作用的蛋白质。酶通过合成和降解构成有机体的材料以及创造能量来支持生命，它们各自有着十八般武艺，可以实现高选择性催化作用，选择性地催化特定物质。

小菇繁茂的菌丝在倒木的细胞间弥漫，不断分泌一些酶来降解木质素。木质素被分解后，倒木的质地会变得松散，这时你用手就能将其掰开。这个树木从倒落到被分解完成的过程大概要持续5—10年，甚至更长。分解木质素的过程也并非需要这三种酶通力合作才能完成，事实上大多数的小菇也并不能同时分泌这三种酶。至于小菇真菌是如何利用这些酶对木质素进行氧化降解，在科学研究中仍然是一个没有被攻克的难题。随着科学技术的发展，相信它们的武功秘籍终能被我们参透。



## 绚蓝小菇 *Mycena interrupta*

子实体高度：25毫米

菌盖直径：25毫米

分布：南美洲南部、澳大利亚、新西兰

绚蓝小菇的菌盖有着迷人的蓝色，这种颜色在蘑菇中并不常见，澳大利亚人称其为精灵小伞(Pixies Parasol)。它有一个白色半透明的菌柄，上面顶着一个鲜艳的蓝色菌盖，它的中间是深蓝色，颜色向边缘逐渐变浅，菌盖下方的菌褶呈现出辐射状。它们常常群生或簇生于腐烂的倒木上。下图为澳大利亚真菌摄影师Stephen Axford正在拍摄绚蓝小菇。





## *Mycena* sp.

子实体高度：30—40毫米

菌盖直径：1毫米

分布：中国（其他地区不详）

左图摄影 / 温仕良

在摄影师的微距镜头下，小菇身上一些结构得到了放大，有的结构比如绒毛仿佛能兜住水滴，让自己保持一定的湿度，另一些结构似乎能改变空气的径流，减缓局部温度的散失。人们猜测这些是小菇为了适应在不同气候和地域生存而演化出来的适应性结构，不过这些猜测暂时还没有得到细致的研究。



## 绚蓝小菇 *Mycena interrupta*

子实体高度：25毫米

菌盖直径：25毫米

分布：南美洲南部、澳大利亚、新西兰

### 发光小菇，黑夜的荧光舞者

夜幕降临后，小菇会展现出更为诱人的另一面。至今，科学家们已经发现了近110种发光真菌，其中80多种都是小菇科的成员。它们的发光位置不尽相同，例如晶莹小菇（*Mycena jingyinga*）只有菌丝能发光，垦丁小菇（*Mycena kentingensis*）的菌丝和菌盖能发光，菌柄不能发光，而拉丁名为*Mycena luxarboricola*的荧光小菇是菌丝和整个子实体都能发光。

如今，我们已经知道生物发光现象是由细胞合成的化学物质，在一种荧光素酶的作用下进行氧化时产生了荧光。大量的发光生物分别是细菌、孔虫、软体动物和双翅目昆虫，真菌发光现象并不常见。那为什么小菇要发光呢？

科学家大多是从繁衍的角度出发，猜测这些夜晚的荧光能帮助小菇散布孢子。人们发现这些在夜晚发出幽幽荧光的小菇吸引了大量的


PDF微信：bfwz888888

## 半小菇属 *Hemimycena* sp.

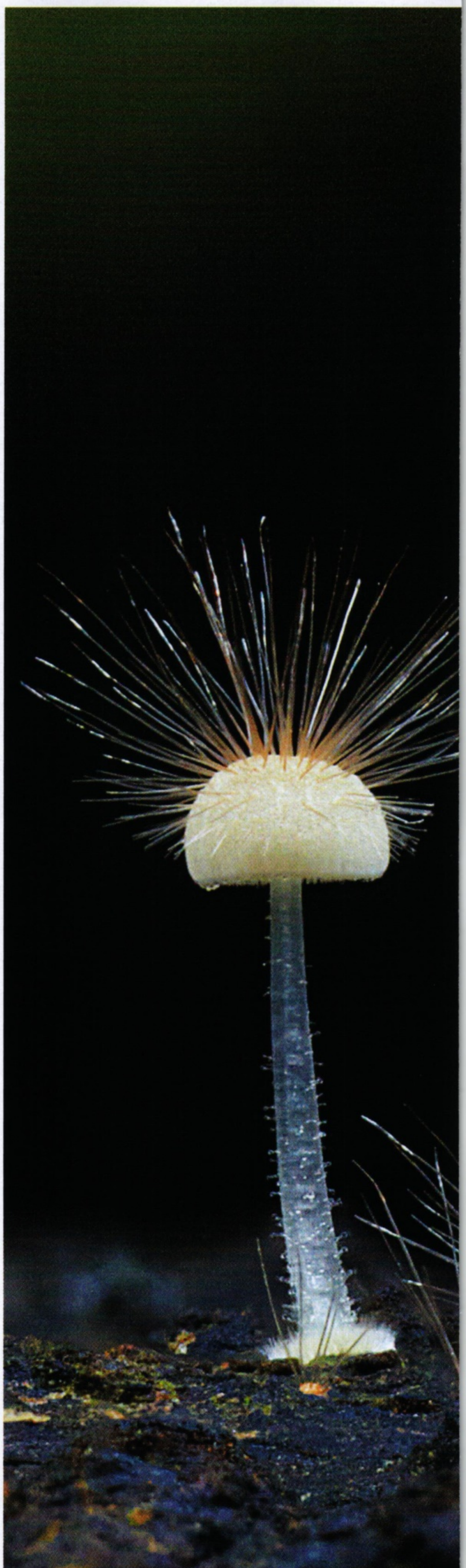
子实体高度：30—40毫米

菌盖直径：8毫米

分布：欧洲、加拿大、巴西、中国

摄影 / 温仕良

这种小菇的造型很奇特，它的菌盖上长着细密的绒毛，因此摄影师将其称作绒毛小菇或炸毛小菇。目前它的学名是*Mycena sect. Longisetae*，sect.是组的意思，Longisetae是长毛的意思，这意味着它们是一组长着绒毛的蘑菇而不是一种单独的物种。绒毛小菇的绒毛是不孕细胞，通常被认为是保护小菇不受捕食性昆虫的侵害。在绒毛小菇生长过程中，它会转变方向，细小的菌柄先是朝着一个方向然后又转向另一个方向，它会不断地重复这一动作。也许是这些绒毛在捕捉或者制造气流，在它释放孢子的时候同时转动菌盖，也许会让孢子在微风中飞行一段距离。



## 绒毛小菇　*Mycena sect. Longisetae*

子实体高度：15毫米

菌盖直径：1毫米

分布：澳大利亚、中国

苍蝇和蚂蚁，似乎有助于帮它们传播孢子。不过小菇能产生数量庞大的孢子，而且通常是依靠风来传播的，那么为什么还需要昆虫来传播孢子呢？

美国俄勒冈州立大学的大卫·肖教授认为，小菇常常生长在森林中那些被浓密的树冠覆盖的区域。在那里，风的速度很小，无法将孢子带到很远的地方，而小菇的菌丝和子实体是一些无脊椎动物潜在的食物来源，无脊椎动物可以通过排泄或身体黏上孢子而将其带到更远的地方。

## 天麻和紫萁小菇，共生的乐章

无论是小菇的颜值还是它们的生态角色，似乎这些知识离我们的生活有着一定的距离。难道小菇不曾走入我们的生活吗？

相信你一定听说过天麻，它是一种名贵中药，在我国已经有两千多年的药用历史。虽然它长得很像芋头或者土豆，但其实它是一种无根、无绿叶的兰科植物。这味中药脾气很倔，自古以来人们只能靠采挖野生天麻供药，药农们一直想要驯化它进行人工栽培，但全部以失败告终。天麻的生活史曾是生物界的不解之谜，而揭开天麻生长之谜的是一位中国的科学家——徐锦堂。

徐锦堂中学时因父亲去世而被迫辍学，以种地和卖苦力来维持一家生活。新中国成立后他考入山西农业技术学校，后又考入山西农学院，并在1958年被分配到中国医学科学院药物研究所。有一天夜里，徐锦堂无意间瞥了一眼床下采挖来的天麻，惊奇地发现天麻正在



# 小蘑菇，大本领

## 小菇是森林生态系统中不可或缺的一员

**你从小菇的名字中就能知道这是一群个头比较小巧的真菌，但不要因此就将小菇理解成小的蘑菇，在蘑菇的世界里还有很多“小不点”，比如小皮伞。我们要讲的小菇，是指小菇科的真菌。这个科的真菌种类十分丰富，全世界大约有940种，分属于16个属。小菇科的真菌分布在地球的各个角落，无论是在炎热的热带，还是冰冷的寒带，都能在树林的小角落里找到它们的身影。它们常常成丛或成簇出现在腐木或腐叶上，因为子实体通常比较小，且半隐于落叶堆中而很容易被人忽视，但它们在森林生态系统中有着重要的价值。**

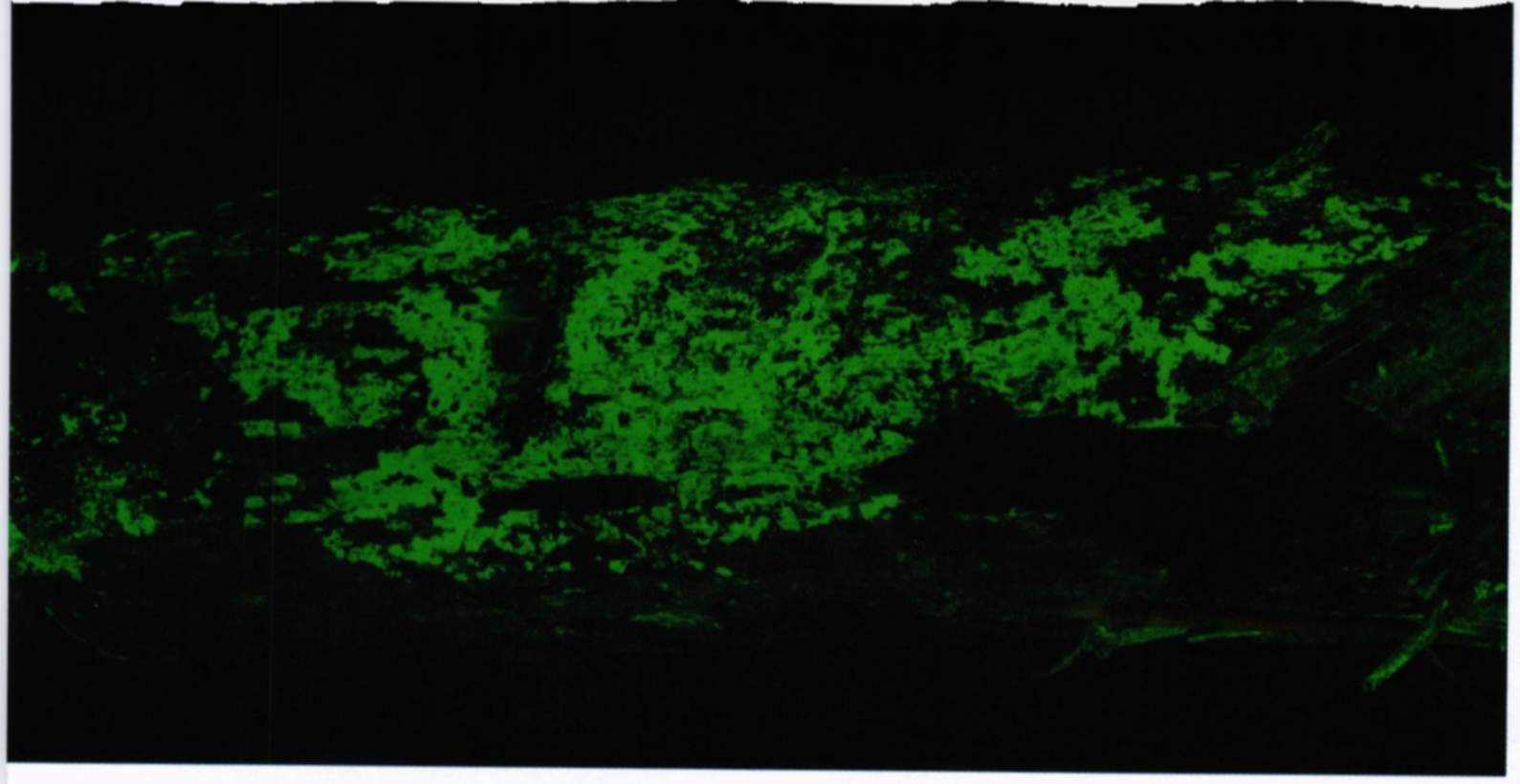
绘图 / 许悄

● 小菇科中的一些种类可与兰科植物天麻共生，促进天麻种子的萌发。

● 小菇科中黏柄小菇属的种类会在菌柄产生黏液层，看起来犹如一颗蘑菇形状的果冻。这层黏液层能黏住一些小昆虫，可以用于诱捕害虫。

● 小菇大部分为腐生真菌，也就是以分解森林凋落层的枯枝、落叶来获得养分。森林中的植物每天都产生大量的凋落物，腐生真菌扮演着分解者的角色，将凋落物的木质素、纤维素和半纤维素降解成可被吸收的物质，完成物质的循环。由于木质素分子大，溶解性差，结构复杂而不规则，因此是目前公认难以被降解的化合物之一，而高等的腐生真菌正是它们的克星，比如小菇、多孔菌。腐生真菌的菌丝在凋落物下扩散，当你掰开腐木或翻开落叶时，就能看到白色丝状的菌丝。不同的植物残体会被不同种类的真菌分解，因此在针叶林、阔叶林或针阔混交林中，真菌的种类也会有很大的差别。比如有报道中称橙红小菇（*Mycena crocata*）专性降解山毛榉落叶，橙色小菇（*Mycena aurantiidisca*）可专性降解枯针叶。

● 至今科学家们已经发现了近110种发光真菌，其中80多种都是小菇科的成员。小菇为什么要发光？科学家从繁衍的角度出发，猜测这些夜晚的荧光能帮助真菌散布孢子。这些在夜晚发出幽幽荧光的小菇吸引了大量的苍蝇和蚂蚁，似乎有助于帮它们传播孢子。



## *Roridomyces phyllostachydis*

子实体高度：10毫米

菌盖直径：2毫米

分布：印度



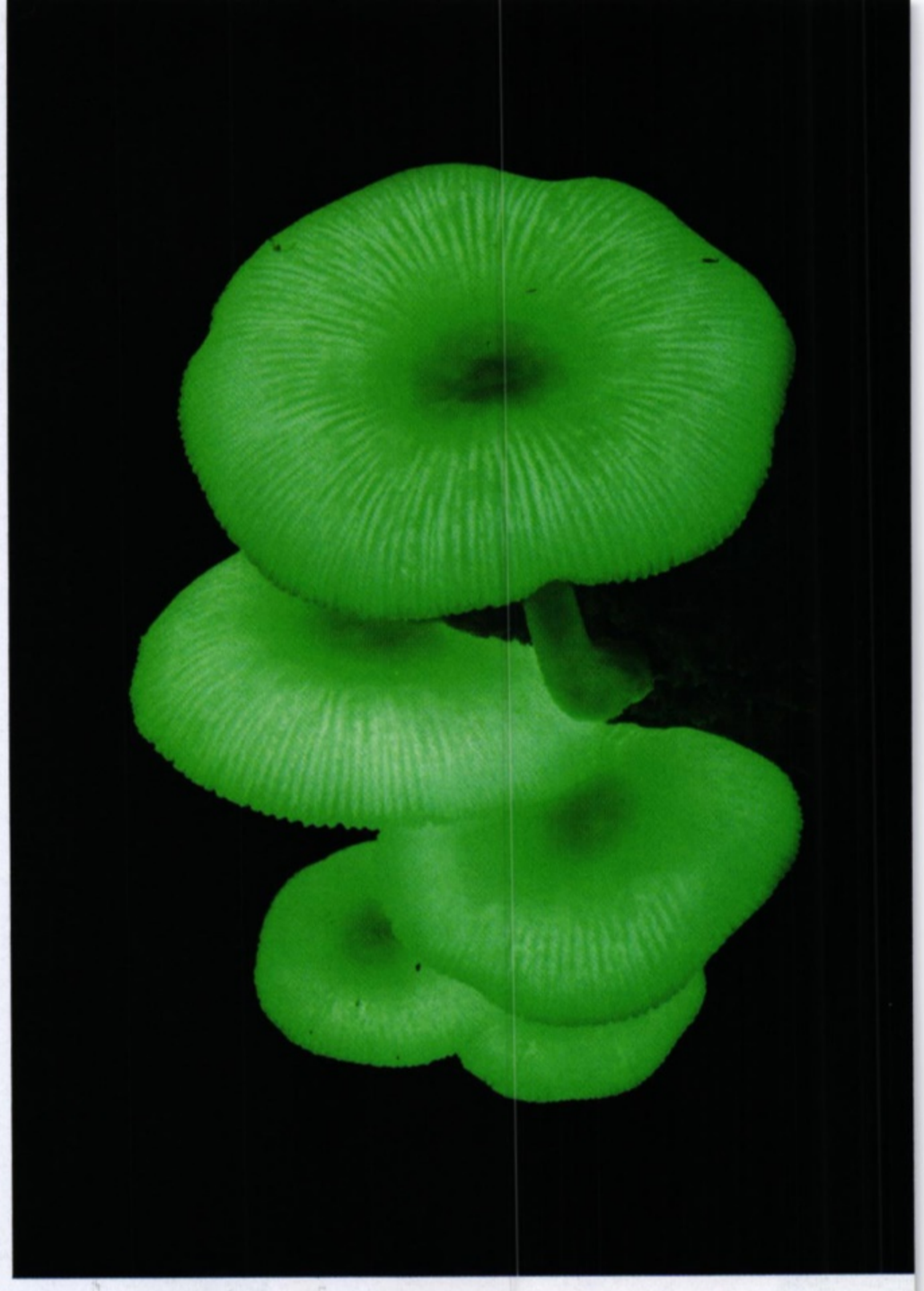
## 荧光小菇 *Mycena chlorophos*

子实体高度：25毫米

菌盖直径：25毫米

分布：日本、印度尼西亚、中国、斯里兰卡、波利尼西亚、澳大利亚、巴西

夜幕降临后，小菇会展现出更为诱人的另一面。至今，科学家们已经发现了近110种发光真菌，其中80多种都是小菇科的成员。右图是荧光小菇，它只有菌盖发光，菌柄和菌丝并不发光。左图和下图是2021年在印度新发现的一种发光的小菇，学名为*Roridomyces phyllostachydis*。“Roridomyces”为小菇科黏柄小菇属，“phyllostachydis”是该蘑菇寄生的竹子的名字。中印科学家在印度东北部联合考察时，从梅加拉亚邦竹林中的枯死竹茎上发现一种新型发光真菌，在当地它自古被人们称为“明亮的蘑菇”。这是一种和荧光小菇非常不同的蘑菇，它的菌盖并不发光，而菌柄和菌丝则散发出明亮的绿色光芒。在对它进行DNA测序时，科学家发现它在科学分类上是一个全新的物种。





子实体高度：50—80毫米

菌盖直径：1毫米

分布：中国（其他地区不详）



## 南霜状露珠菌 *Roridomyces austrororidus*

子实体高度：40—60毫米

菌盖直径：15毫米

分布：南美洲、澳大利亚、新西兰

左页图中的小菇是个瘦高个，菌柄高度大约50—80毫米，菌盖直径却仅有1毫米。如果不仔细寻找，你很难发现它。这么小的蘑菇是如何传播孢子的呢？大多数小菇会利用气流将孢子带走，但利用在枯枝和落叶间生活的昆虫与蜘蛛帮忙将孢子带到更远的地方也是不错的选择。生活在凋落层的小菇和昆虫之间的关系可能比我们了解的更加复杂。下图为南霜状露珠菌，俗称奥氏滴答帽，是小菇科黏柄小菇属中的真菌。种加词“roridus”的意思是“露湿的”，在湿润的环境中，露珠菌的菌柄上犹如裹了一层胶状物而呈现出果冻状质感。这种胶状物会吸引一些小型昆虫，沾上后就会死去腐烂变成养分。左页图摄影 / 温仕良



发出微弱的荧光。他把天麻掰开，发现荧光出自一些快要腐烂的母麻（老化的天麻块茎），里面长满了白色和黑褐色的菌丝束。经过分析，他从这些菌丝中分离出了蜜环菌（*Armillaria* SP.）。1973年，徐锦堂在陕西省汉中市宁强县研究出利用蜜环菌伴栽天麻的方法，这味已经被用了两千年的中药材终于实现了人工栽培。

问题似乎已经解决了，但小菇并没有登场。由于人工栽培使用的是无性繁殖的天麻，也就是用野生天麻的一部分块茎种植直接形成新的天麻个体。多代无性繁殖使得天麻出现了退化、病害严重、产量降低的情况，要解决这些问题唯一的方法就是搞有性繁殖。但是天麻的种子有着兰科植物的特点，它们没有胚乳，奇小无比，细如粉尘，一颗果实里能包含着近5万粒种子。达尔文在1862年曾推算，若一株兰花的种子能够全部发育成新的植株，仅需要4代就可以布满整个地球。没有胚乳就意味着没有地方存储营养物质，种子不能依靠自身提供营养怎么萌发呢？

徐锦堂发现天麻的种子在一些树叶上能够发芽，当时人们普遍以为天麻种子是吸收了树叶的营养才发的芽，但徐锦堂发现种子的发芽率在不同地区差别很大。他把那些种子发芽了的叶片搜集起来，开始分离上面生长的真菌。

在经过菌株筛选后，天麻种子的发芽率开始直线上升，但背后的真相依旧犹抱琵琶半遮面。直到有一天，徐锦堂的一个研究生报告说在播种天麻种子的菌叶上长出了几个小蘑菇。徐锦堂立即跑去观察，然后亲自送这些小蘑菇到中国科学院微生物研究所鉴定，终于揭晓了天麻种子萌发的大功臣——紫萁小菇（*Mycena osmundicola*）。

原来在天麻有性繁殖阶段，天麻种子萌发时只能利用经过紫萁小

## 胶孔菌 *Favolaschia* sp.

子实体高度：20—30毫米

菌盖直径：20毫米

分布：中国（其他地区不详）

胶孔菌是一类外形比较特别的小菇，它的菌盖呈现贝壳形或扇形，子实体是蜂窝状或孔状，和常见的雨伞状的小菇截然不同。目前记录全世界有101种胶孔菌，中国有10种，分布于海南、广东、广西、云南、贵州和西藏。在微距镜头下，胶孔菌近乎透明的胶质感被呈现出来，十分动人。摄影 / 温仕良

菇分解后的营养物质。发芽后的原球茎（兰科植物种子萌发后的第二阶段）萌生出营养繁殖茎，这时候必须接种蜜环菌，天麻需要蜜环菌来提供营养才能继续正常生长。

自从研究者开始关注到紫萁小菇的存在后，先后又分离筛选得到了13种可促进天麻种子萌发的真菌，其中12种都是小菇属的，研究较多的还有石斛小菇（*Mycena dendrobii*）和兰小菇（*Mycena orchidicola*）。研究者还发现，小菇不只在天麻种子的萌发期出现，在幼苗期和成熟期，小菇也在促进天麻的生长。但这个过程具体是如何实现的，目前还没有更详细的研究结果。

天麻和小菇之间的复杂关系并不是个例，除了天麻，还有很多兰科植物需要依靠小菇科的真菌帮助它们进行种子萌发。下次当你有机会走进林间，可以留心观察脚下的枯枝落叶，也许那里生长着一群群可爱的小菇。它们小小的、一丛丛，却对整个生态系统贡献着不可或缺的力量。它们如此之美，犹如林间的小精灵，而我们又对它们不甚了解。



审稿专家 / 中国科学院微生物研究所 赵瑞琳
责任编辑 / 康静　图片编辑 / 康静
版式设计 / 介彬

在17—18世纪天文学家画出的火星图中，火星极冠最初只被画作了明亮的白斑。到19世纪中叶，虽然人们普遍认可火星极冠覆盖着冰层，但没人能描画出极冠的具体模样。直到20世纪60年代后，太空探测器实现了对火星的近距离观测，人类终于可以一睹火星极冠的真颜。图中展示的是火星北极冠，在夏季它的冰盖直径约为1000公里，主要由水冰组成；到冬季时，还会增加1.5—2米厚的干冰层。图片来源 / NASA



# 给火星画像

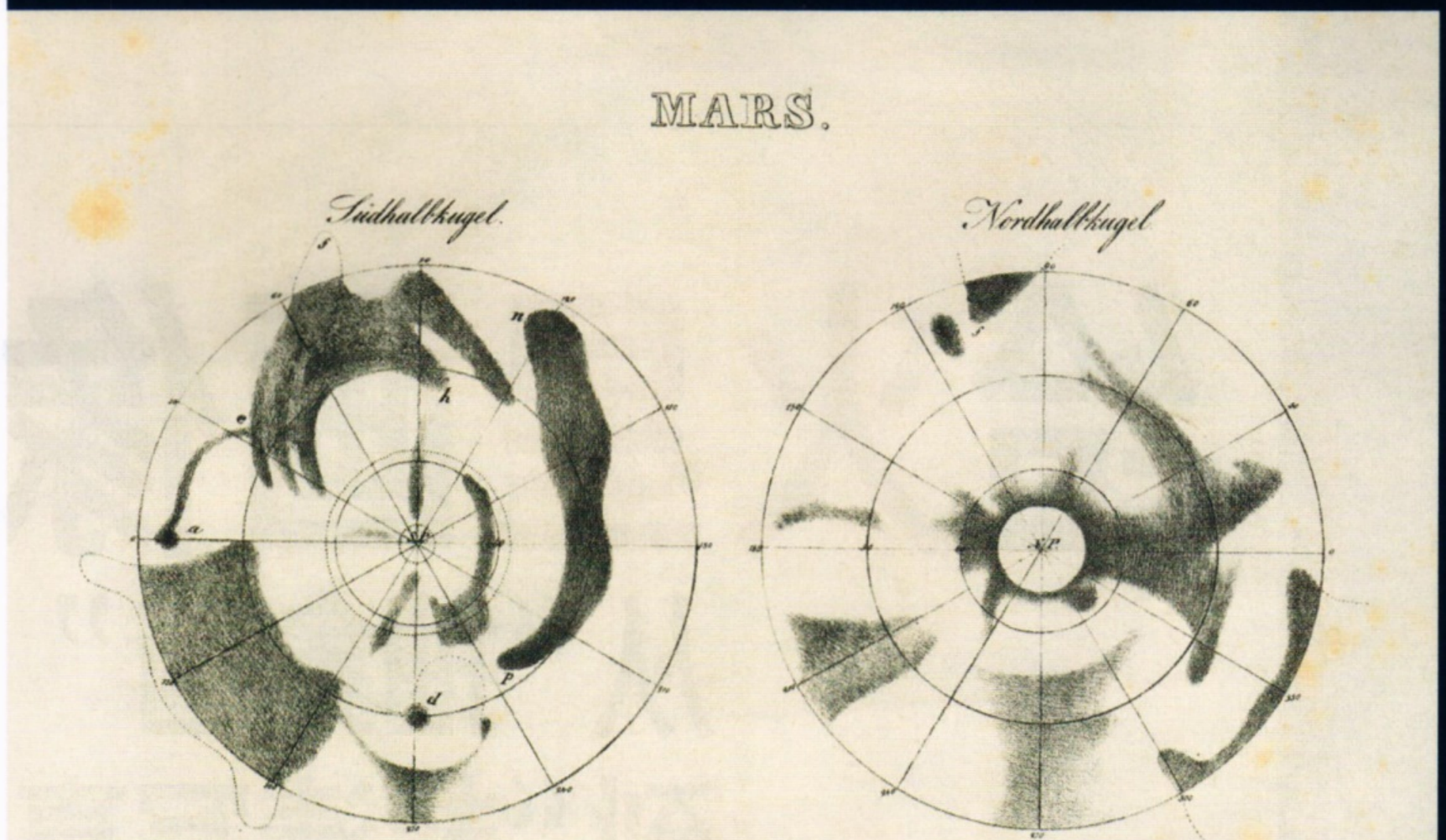
## 从“抽象画”到“超清写真”

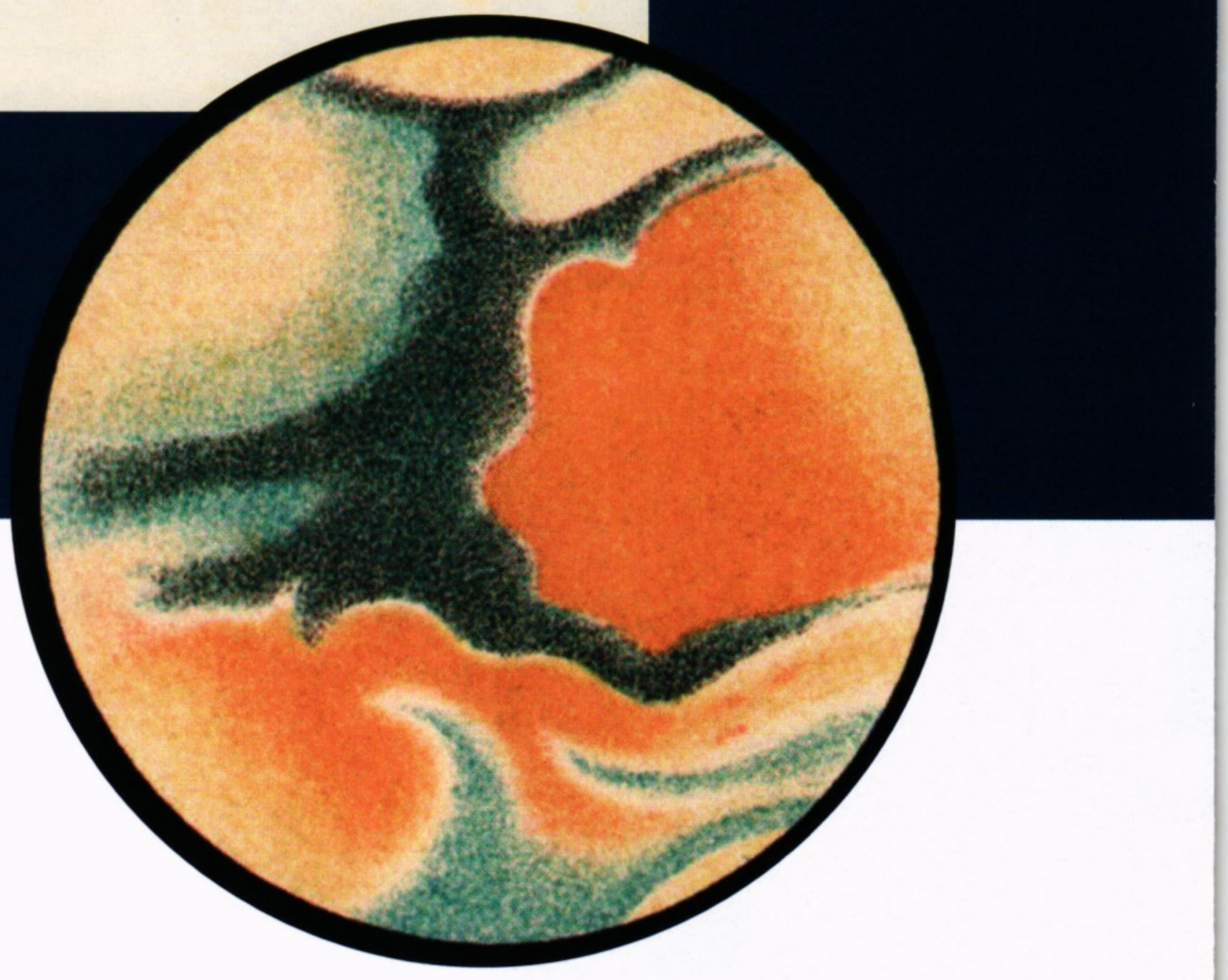
人类对火星的关注可以追溯到非常久远的过去，人类尝试画出火星则始于17世纪。最开始时，人们只是用简单的笔触将望远镜中看到的火星表面模糊的明暗斑块画下来。后来，逐步尝试画出简单的地图，并对火星表面的形态做出解读。不过这时的火星地图，还是想象多过现实。直到太空时代，人类通过发射各种太空探测器，终于得以一窥火星的真实样貌，有关火星的地图也变得越来越清晰、越丰富。

撰文　　摄影

**肖明　陈团结** 等

人们对月球形象的构建，从很早以前就变得非常具体而生动了。中国古人认为月球上有广寒宫、有桂花树、有寂寞的嫦娥和捣药的玉兔……有一个与地球非常类似的世界，只是更加“高冷”。而人们对火星的描摹，长久以来却仅停留在它夺目的红色上：中国古人以其“荧荧似火”称它为“荧惑”；希腊神话则认为火星代表着血与火，是战神的象征。除此之外，关于火星上有什么，在相当长的时间里几乎再无人探究想象。不是人们不愿探究，而是想也无从想起，火星最近时距地球约为5500万公里，相比地月距离的40多万公里，实在是太过遥远。在望远镜发明以前，肉眼看到的火星，就只是夜空中一个红色的光点而已。哪怕到了1610年，伽利略用他制作的天文望远镜仔细观测了火星，但他还是无法分辨出火星表面的任何具体特征。



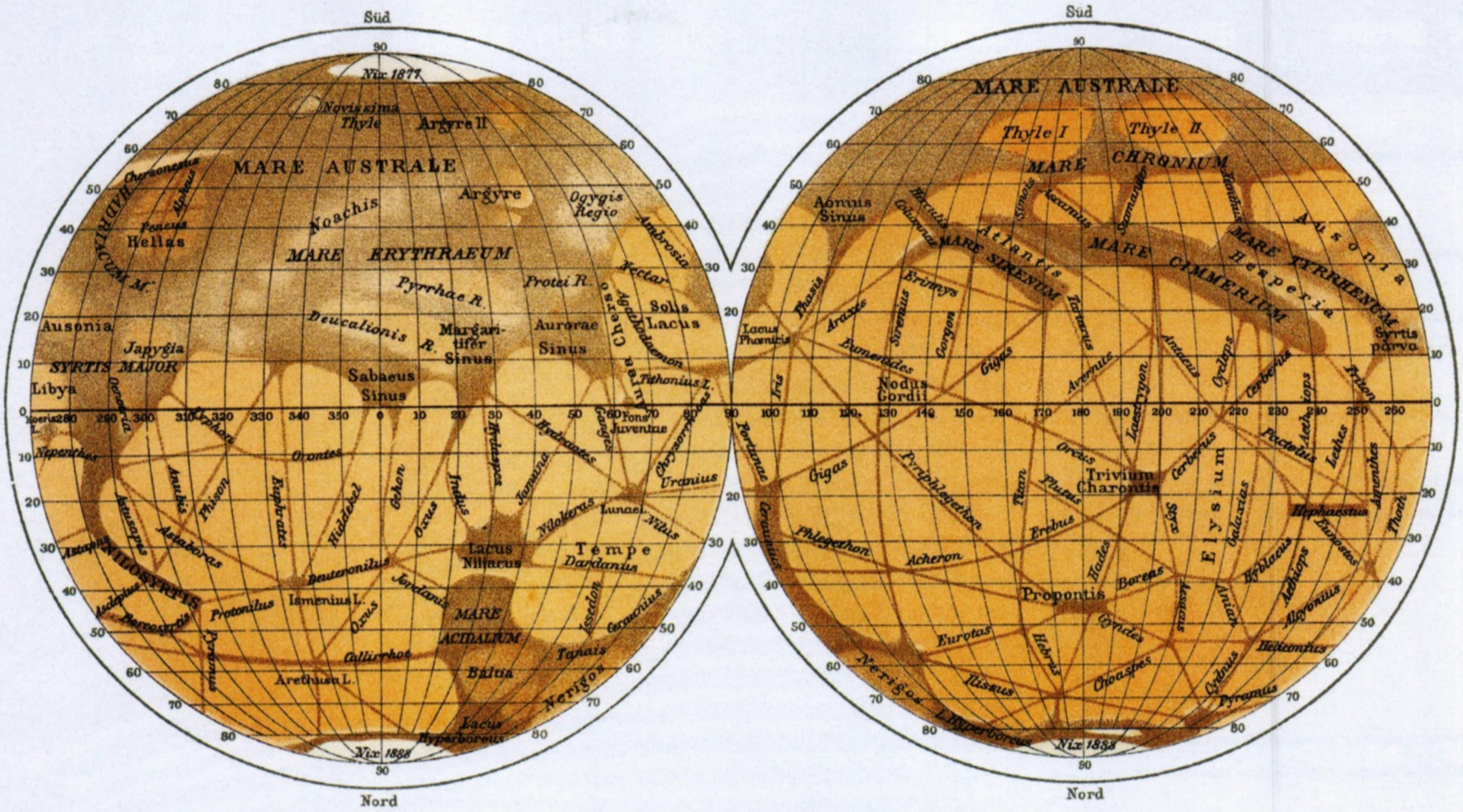



人类第一次尝试画出火星始于17世纪，但直到1840年，梅德勒和贝尔才运用现代地图学的手法，画出了第一张具备经纬度坐标系统、图形要素与地名等注记的真正意义上的火星地图（上图）。而不久之后，有关火星的研究却进入了“乌龙时代”，这一时期的天文学家普遍认为火星上有水存在：1858年意大利天文学家安吉洛·西奇绘制的火星图中，用深蓝和浅蓝色表示了海洋，橘黄和橘红色则象征陆地（右图）；意大利天文学家斯基亚帕雷利从1877年开始，在十几年间公布了多个版本的火星地图。这些地图中画出了纵横交错的“条纹”，本意是表示自然的河道，后来却误做了“运河”（右页图）。

## 曾经的火星地图上，人们只能画出明暗斑块

17—18世纪的天文学家们一边改进望远镜，一边观测火星，并试着画出火星的样貌。但在他们画出的火星图像中，并没有任何具体特征，只有一个个明暗斑块，看上去就像抽象画一样。这些斑块究竟代表什么？直到19世纪30年代，还一直是个争论不休的话题。有人认为暗斑代表海洋，周边较亮的区域是陆地；也有人的观点与之完全相反；还有人认为，斑块与火星地表形态无关，只是云层造成的明暗变化。

为什么会有这么多争论？因为彼时天文学家们通过望远镜观察到的这些明暗斑块，其实只反映了火星表面对太阳光反射能力的不同（天文学术语为反照率），而无法与具体的地貌特征相对应。从距离相当远的地方观察时：海洋和茂密的森林一样，反照率低，看上去都是一片暗沉；沙漠和极地相似，反照率高，看上去都很明亮；而云层，以我们日常生活的经验就可知道，不同类型的云看上去有明有暗，




## Uebersichts-Karte des Planeten Mars

mit seinen dunkeln Linien im einfachen (nicht verdoppelten) Zustande,
beobachtet während der sechs Oppositionen von 1877-1888
von J.V. Schiaparelli.

Verlag von Henri Grand in Hamburg

Geogr. lith. Anst. u. Steindr. v. C.L. Keller, Berlin S

# 19世纪30年代后，人类开始画出真正的火星地图

反照率相差很大。

19世纪30年代，德国天文学家梅德勒和贝尔首先确认了火星表面暗斑不是云层而是永久性地貌，然后绘制了第一张真正意义上的火星地图：他们先选择火星上最容易被识别的几处暗斑特征，用深色块画出（用现代地图学的眼光看，可视为图形要素）；并以其中一个拖着长尾巴的小圆斑，确定了火星的零度经线，随即建立了火星的全球坐标系（这是地图必须具备的数学要素，是地图的“骨架”）；再将这些特征的轮廓一一转移到坐标系中，用字母标示出它们的名称，用数字写明经纬度，添加上方向注记等等（这些都属于为便于读图而设置的辅助要素，也可称为整饰要素）。

具备了现代地图的三大构成要素，第一张完整的真正意义上的火星地图终于在1840年诞生。人类测绘火星的基础也从此建立，梅德勒和贝尔确定的火星零度经线，从那时起一直被沿用到了今天。这标志着天文学家对火星的描画，从粗略地画出模糊特征，步入了用地图学的手段来认识火星的新时代，具有划时代的意义。但他们之后火星地图的绘制，却一度“误入歧途”。

因为在地球上用望远镜观测火星时，会遇到一个终极瓶颈——大气视宁度，

# 迄今为止人类进行的火星探测活动

| 发射时间（年） | 国家与机构 | 任务名称 | 探测器名称 |
|---|---|---|---|
| 1960 | 苏联 | | 火星1A号 |
| | | | 火星1B号 |
| 1962 | 苏联 | | 卫星22号 |
| | | | 火星1号 |
| | | | 卫星24号 |
| 1964 | 美国 | | 水手3号 |
| | | | 水手4号 ❶ |
| | 苏联 | | 探测器2号 |
| 1969 | 美国 | | 水手6号 |
| | | | 水手7号 |
| | 苏联 | | 火星2A号 |
| | | | 火星2B号 |
| | 美国 | | 水手8号 |
| 1971 | 苏联 | | 宇宙419号 |
| | | 火星2号 | 火星2号 |
| | | | 火星2号着陆器 |
| | | | Prop-M 火星车 |
| | | 火星3号 | 火星3号 |
| | | | 火星3号着陆器 |
| | | | Prop-M 火星车 |
| | 美国 | | 水手9号 ❷ |
| 1973 | 苏联 | | 火星4号 |
| | | | 火星5号 |
| | | 火星6号 | 火星6号 |
| | | | 火星6号着陆器 |
| | | 火星7号 | 火星7号 |
| | | | 火星7号着陆器 |
| 1975 | 美国 | 海盗1号 | 海盗1号轨道船 |
| | | | 海盗1号着陆器 |
| | | 海盗2号 | 海盗2号轨道船 |
| | | | 海盗2号着陆器 |
| 1988 | 苏联 | | 福布斯1号 |
| | | | 福布斯2号 |
| 1992 | 美国 | | 火星观察者 |
| 1996 | 美国 | 火星全球勘测者 | 火星全球勘测者 ❸ |
| | 俄罗斯 | | 火星96 |
| | 美国 | 火星探路者 | 火星探路者 |
| | | | 旅居者号 |
| 1998 | 日本 | | 希望号 |
| | 美国 | | 火星气候卫星 |
| 1999 | 美国 | 火星探测98 | 火星极地登陆者 |
| | | | 深空2号 |
| 2001 | 美国 | | 2001火星奥德赛号 |
| 2003 | 欧盟 | 火星快车号 | 火星快车号 |
| | | | 小猎犬2号 |
| | 美国 | 火星探测漫游者 | 勇气号 |
| | | | 机遇号 |
| 2004 | 欧盟 | | 罗塞塔号 |
| 2005 | 美国 | | 火星勘测轨道飞行器 |
| 2007 | 美国 | | 凤凰号 |
| | | | 黎明号 |
| 2011 | 俄罗斯+中国 | 萤火一号 | 福布斯-土壤号 |
| | | | 萤火一号 |
| | 美国 | | 好奇号 |
| 2013 | 印度 | | 曼加里安号 |
| | 美国 | | MAVEN |
| 2016 | 欧盟+俄罗斯 | ExoMars 2016 | 火星微量气体任务卫星 |
| | 欧盟 | | 斯基亚帕雷利EDM登陆器 |
| 2018 | 美国 | | 洞察号 |
| 2020 | 阿联酋 | | 阿联酋希望号 |
| | 中国 | 天问一号 | 天问一号 |
| | | | 天问一号着陆器 |
| | | | 祝融号火星车 |
| | 美国 | 火星2020 | 毅力号 |
| | | | 机智号 |

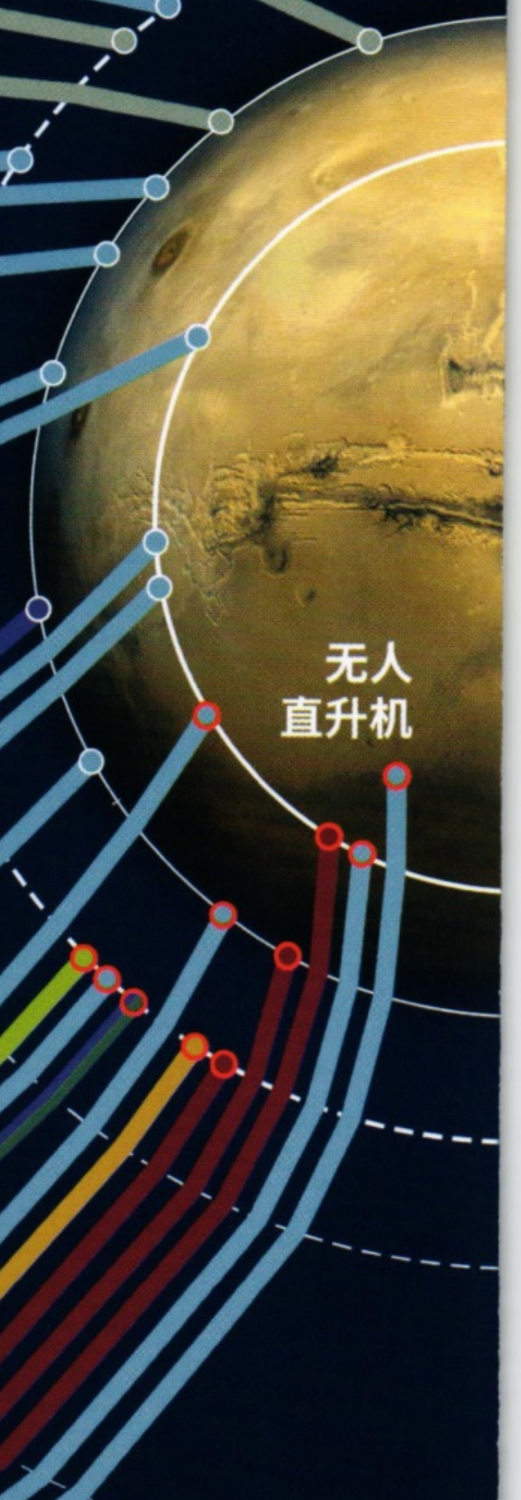
图例

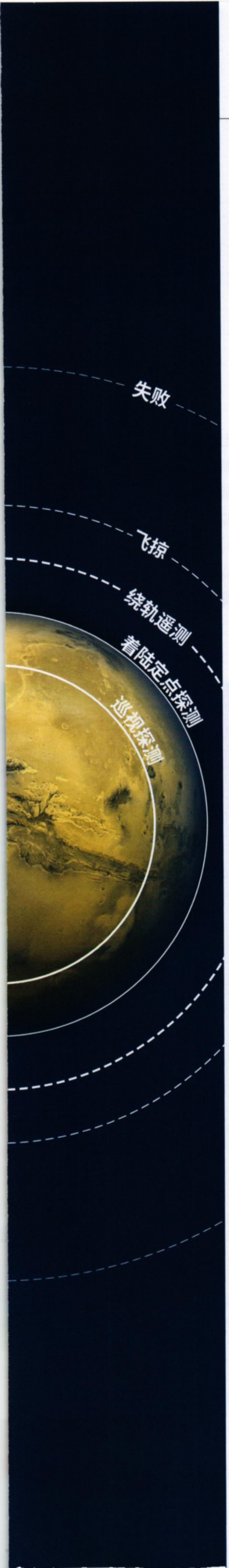
○ 运行中

❶ 水手4号是第一个飞掠火星的探测器，首次传回火星照片。

❷ 水手9号是第一个成功入轨的火星轨道器（发射时间比火星2号、3号晚，但到达时间早）。第一张根据航天器数据绘制的火星地图以其成果为依据绘制。

❸ 火星全球勘测者拍摄的影像组成了第一张详尽的火星可见光影像地图。






# 随着一枚枚探测器飞向火星，人类终于可以看清火星的真实样貌

×　20世纪60年代初，人类开始尝试发射太空探测器近距离观测火星。但直到1965年7月，美国发射的探测器“水手4号”才终于实现了飞掠火星。此后，随着一枚枚探测器飞向火星，人类对火星的了解也越来越多。进入21世纪后，我国也开始实行火星探测计划，到2020年，“天问一号”轨道器实现了火星环绕探测、着落器成功着陆，“祝融号”火星车也顺利在火星表面开始了巡视探测。

望远镜显示的图像受大气湍流的影响会变得模糊和闪烁，很多关于火星的细节也会随之混沌、变形。所以只凭明暗和形状来推测火星上的地貌，肯定是想象多过实际。

19世纪中期以后，天文学家们在确认了越来越多的火星与地球相近的行星特征后，以地球为蓝本开始推测火星。在火星地图上想象出了山脉、平原、沙漠、大海、湖泊……甚至还有运河！运河，意味着人工修建，意味着火星上可能有“火星人”！自人类开始仰望星空以来，就一直在寻找着太空中的“邻居”，这个“大发现”在社会上轰动一时，在科学界也获得了许多人的支持。

## 太空时代的火星地图，从想象猜测进化为实景拍摄

太空时代无疑是整个世界的全新开始，是整个人类认识自我的转折点，也包括我们正在聊的火星探索。

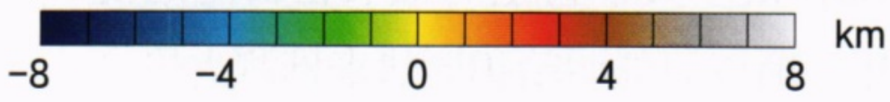
1965年7月，美国发射的探测器“水手4号”实现飞掠火星，拍摄了21张火星照片（通过整合处理得到第22张照片）。拍摄范围呈不连续的条带状，总体覆盖了大约火星1%的地表。人类第一次看到了真实的火星：一片荒原，遍布着大大小小的撞击坑，没有任何生命、海洋或者运河存在的迹象。

之后美国发射的“水手9号”成为第一个成功进入环绕火星轨道的探测器（可简称为轨道器）。到1972年10月27日被关闭前，它探测的区域覆盖了超过80%的火星地表，共传回7329张照片。第二年，第一张根据航天器数据绘制的火星地图诞生了。但要注意，这张地图还是一张反照率地图，它显示的火星明暗地区分布与地形无关。因为火星地表有较明亮、随风迁移的沙子，沙子覆盖之处即成亮区。

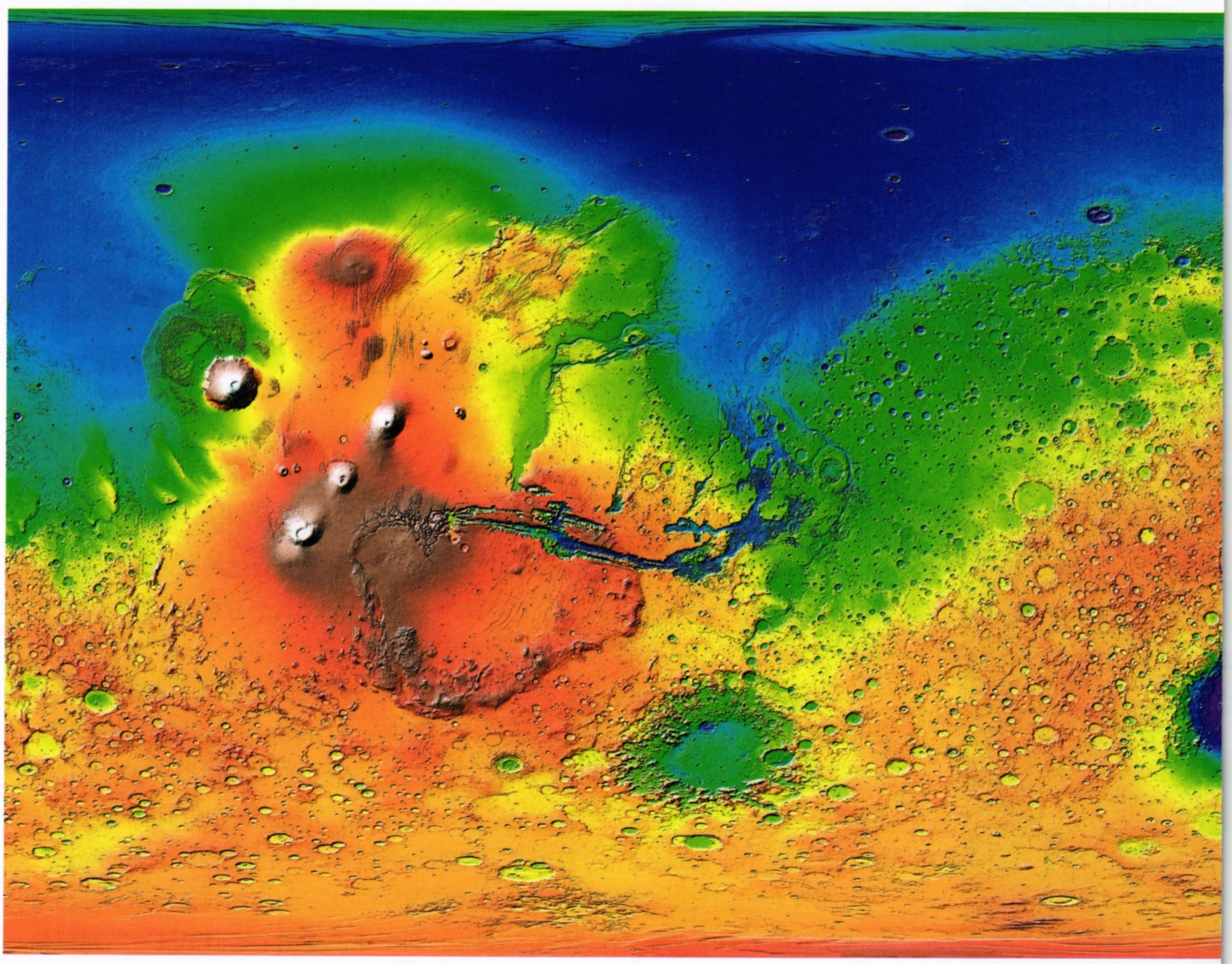
90年代后的火星探测活动，以美国和欧盟为主力，更多的轨道器或着陆器陆续成功实现了测绘火星。在这些探测器上，科学家们搭载了轨道相机——用以拍

摄火星表面特征；热发射光谱仪——测量火星发射的红外光谱，用于研究岩石、土壤、冰、大气尘埃和云的组成；激光高度计——测算高度，用来绘制火星的等高线图；还有研究火星重力场、磁场等的各种科学仪器。在实测数据的基础上，众多分类更细、专业性更强的地图陆续被各国科学家们制作了出来。

## 《火星全球高程晕染图》



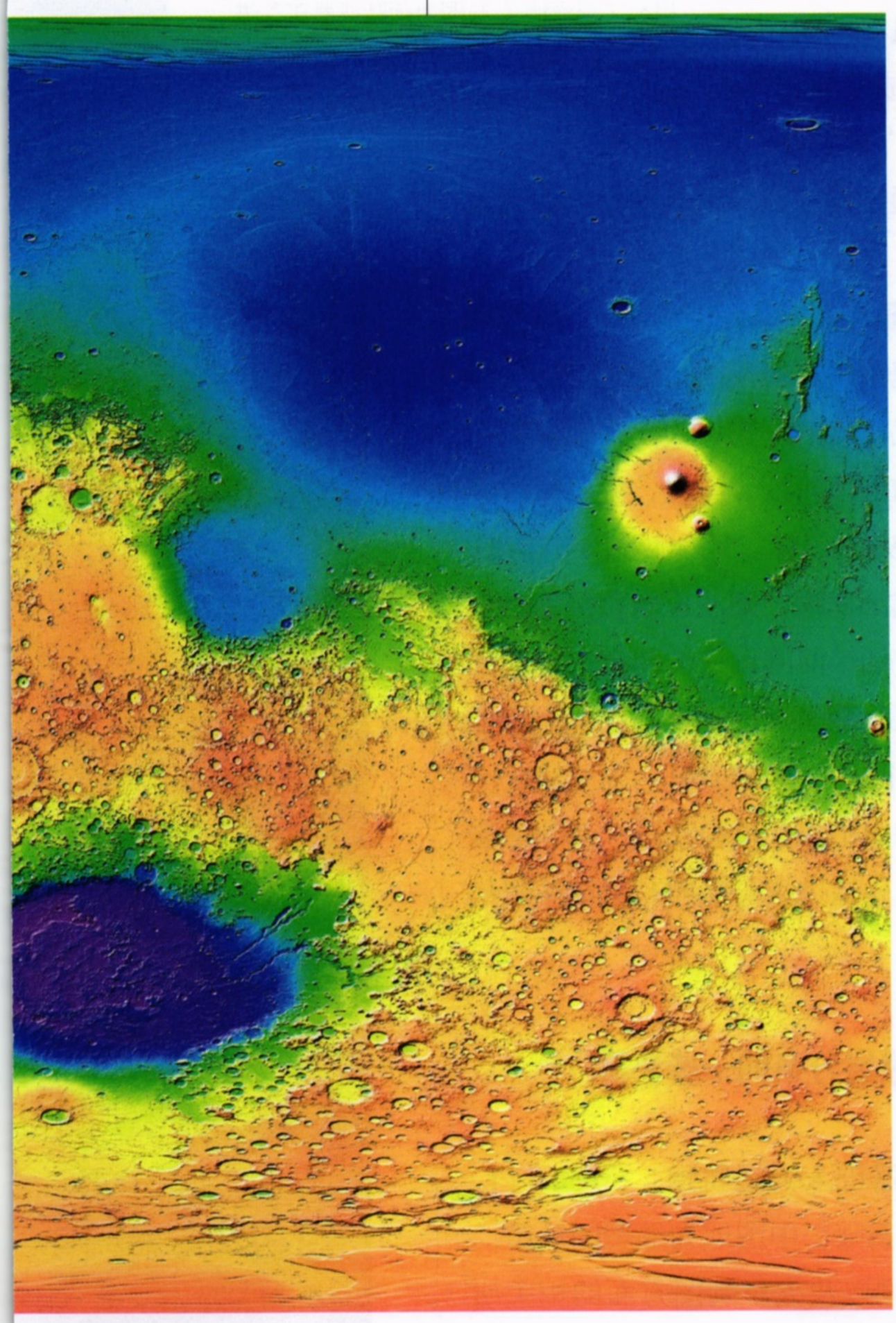

× 美国国家航空航天局的团队，利用火星轨道器激光高度计从1999年至2001年获取的6亿多个激光测高点，经过处理后，制作了分辨率为128像素/度（赤道上相当于453米/像素）的火星全球数字高程模型图。这幅图在火星科学研究中被广泛应用，并常用作影像制图的控制基准。
图片来源 / NASA



## 《火星风沙地貌图》上，14种形态的沙丘、4种类型的雅丹，历历在目

我国的科学家团队，也借助美国国家航空航天局（NASA）和欧洲空间局（ESA）共享的数据、图像等，开始了前瞻性工作。

2020年，陕西师范大学行星风沙科学研究院董治宝教授的团队编制出版了《火星风沙地貌图》。如果隐去信息不做注解，这张地图层次之丰富、细节之精细，都会让你怀疑它所描绘的不是那颗遥远的星球而是地球本身。在山地高原、火山、极地、平原、盆地等基础地貌之外，沙片、穹状沙丘、横向沙丘（分为新月形沙丘、新月形沙丘链、横向沙垄）、线形沙丘（分为直线形沙垄、赛夫沙丘、耙状线形沙丘）、钉状沙丘、格状沙丘（分为方格状沙丘、梯形格状沙丘、鱼鳞状沙丘、蜂窝状沙丘）、星状沙丘、障碍物沙丘，这样8个一级形态，总计14个类型的沙丘，以及4种类型的雅丹，历历在目，甚至细致到标出了沙丘的覆盖度和沙丘移动方向！

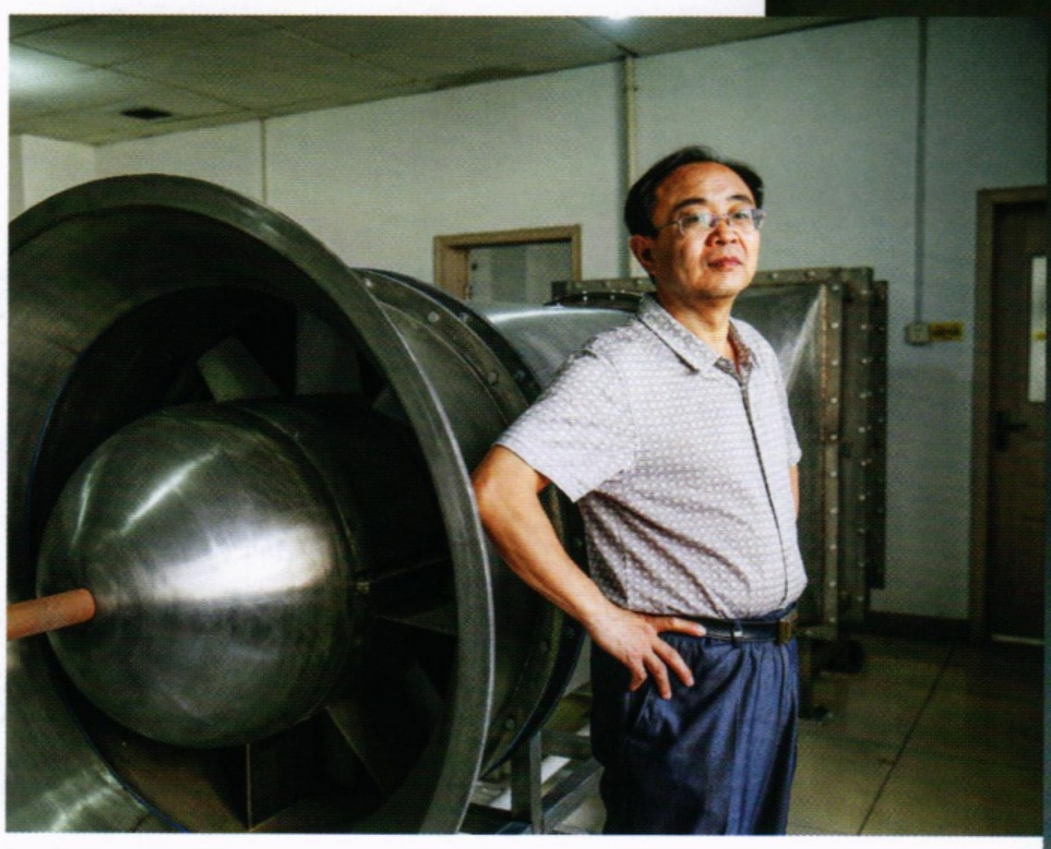


“拟定火星风沙地貌分类系统，需要全面掌握火星的风沙地貌总体情况，这是一项耗时的工作，因为主要渠道是火星的卫星影像，需要全面浏览和分析，已发表的成果相当有限，而且仅是针对个别区域的。”董治宝教授说，“虽然‘水手9号’1971年就确认了火星风沙地貌的存在，但国际上对火星风沙地貌的研究还处在初步认识阶段，其中最大的限制是无法实地验证。而我们通过地球和火星风沙地貌的比较研究，最终呈现了这张地图。”董治宝一边展示着火星沙丘的卫星照片，一边指着地图介绍着，“不仅展示了火星风沙地貌的形态特征、类型及其分布规律，从中更能深入挖掘出火星风沙地貌乃至火星环境与演化历史的信息。”

我看着那些沙丘的照片，有几张总觉得似曾相识，不由脱口而出：“这和我在青海柴达木看到的沙丘真像啊！”

“没错！我们开始认为火星有许多特殊风沙地貌类型，如横向沙脊、大沙波纹、风条痕、侵蚀型沙丘、水珠状沙丘等。后来在地球上试着寻找，结果都找到了对应类型！比如柴达木盆地、罗布泊、普若岗日、雅鲁藏布江

## 通过风洞实验的方式，可以模拟火星风沙地貌形成过程



× 陕西师范大学行星风沙科学研究院董治宝团队，通过识别并解析火星卫星图片、与地球风沙地貌进行对比研究以及实验室风洞模拟等方式，开展了火星风沙地貌的研究工作。上图为董治宝在实验室（摄影 / 郑海博），右图为团队成员正在进行风洞模拟实验，模拟某特定风向和风力条件下火星风沙地貌的形成过程。

谷地、阿拉善高原都有很多类火星风沙地貌。只是因为稀少，被长期忽视了。所以，地球上传统的风沙地貌体系是具有局限性的，目前火星风沙地貌研究已经显示出完善和修改传统风沙地貌学体系的趋势了。”董老师先抛出了一个我预想之外的结果，然后幽默地补充道：“在地球上研究这些特殊风沙地貌中蕴含的重要环境信息，可以推演火星风沙地貌的形成和演化，在一定程度上还解决了目前火星风沙地貌研究无法‘出野外’的难题。同时我们还会在实验室中进行风洞实验，通过建立风沙地貌动力学的理论模型，结合火星的环境特征进行数值模拟。”

在谈到为什么要研究火星风沙地貌时，他的表述更加严谨而沉静了：“风沙地貌过程是火星表面最活跃的地貌过程，火星风沙地貌可以直接反映火星近表层气流场和表面松散沉积物的特征。而近表层气流场是大气环流的产物，表面松散沉积物是岩石风化剥蚀的产物，继承了火星岩石及其演化的很多特征。所以，火星风沙地貌不仅反映火星现代表面过程，还蕴含火星演化历史的信息。比如，近20年来，火星探测在风沙地貌方面的重要进展是发现了古风成沉积物，即沙丘岩和沉积岩中的沙尘沉积，沉积时代甚至有约距今37亿年前和25亿年前的，这说明在火星演化历史的早期已经有干旱环境。而地球上的干旱环境目前最早能追溯至中生代（始于2.5亿年前）。所以，火星变干变冷的时间比地球早得多。换句话说，火星演化历史的故事，主要讲的是25亿—30亿年前的，之后的火星演化过程滞缓；而地球演化的故事主要讲的是古生代（约6亿年前）以来的。火星过去可能曾有与地球现代环境相似的时期。”

### 《火星壁垒撞击坑全球分布图》，揭示了火星地下水冰层分布的一些秘密

2021年2月10日，我国的“天问一号”探测器进入火星轨道；5月15日，“天问一号”着陆器和“祝融号”火星车成功在火星着陆；中国成为继美国后第二个完全成功登陆火星的国家。这对我国未来火星探测以及火星制图方面的相关研



# 北极地区，60°N以北

## NORTH POLAR REGION, 60°N NORTHWARD

投影类型：通用极球面投影（中央经线：0°）

Projection type: Polar stereographic projection（Central meridian at 0°）

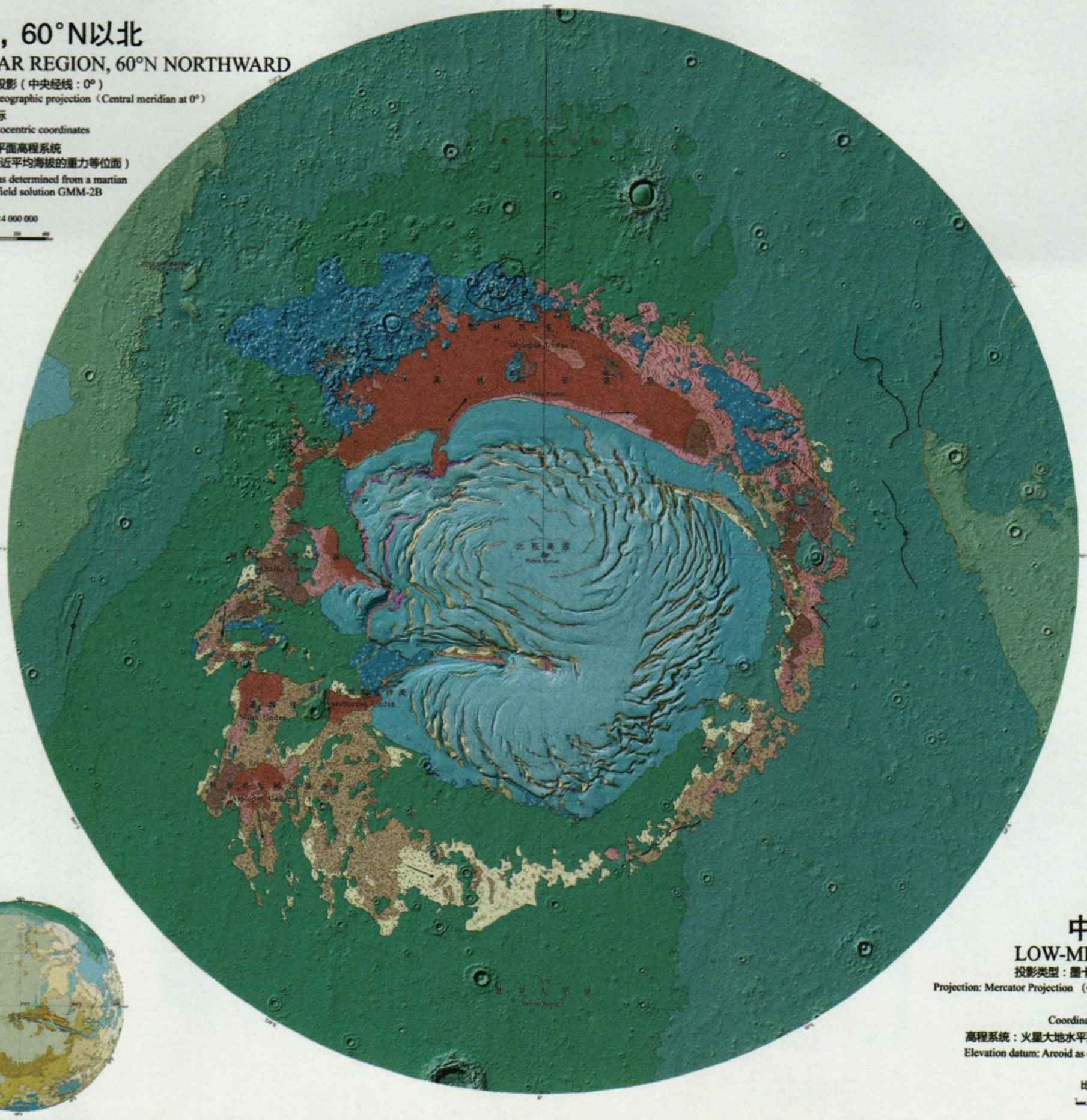
坐标系统：行星中心坐标

Coordinate system: Planetocentric coordinates

高程系统：火星大地水平面高程系统
（水准面为接近平均海拔的重力等位面）

Elevation datum: Areoid as determined from a martian gravity field solution GMM-2B

比例尺 SCALE 1:4 000 000






西半球
WESTERN HEMISPHERE

# 中低纬度地区

## LOW-MID LATITUDE REGION

投影类型：墨卡托投影（中央经线：0°，中央纬线：0°）

Projection: Mercator Projection （Central meridian at 0° and latitude equal to the nomina

坐标系统：行星中心坐标

Coordinate system: Planetocentric coordinates

高程系统：火星大地水平面高程系统（水准面为接近平均海拔的重力等位面

Elevation datum: Areoid as determined from a martian gravity field solution GMM

比例尺 SCALE 1：12 000 000



# 《火星风沙地貌图》

南极地区，60°S以南
SOUTH POLAR REGION, 60°S SOUTHWARD

投影类型：通用极球面投影（中央经线：0°）
Projection type: Polar stereographic projection（Central meridian at 0°）
坐标系统：行星中心坐标
Coordinate system: Planetocentric coordinates
高程系统：火星大地水平面高程系统
（水准面为接近平均海拔的重力等位面）
Elevation datum: Areoid as determined from a martian gravity field solution GMM-2B

比例尺 SCALE 1:4 000 000

le at 0°)

东半球
EASTERN HEMISPHERE

风沙地貌过程是火星表面最活跃的地貌过程，火星表面发育着复杂多样的风沙地貌类型。通过全面浏览并解析现有的火星卫星影像，结合地球与火星风沙地貌的比较研究，董治宝团队总结概括出了共8个一级形态，总计14个类型的沙丘，并用地图展示了它们的分布特征。供图 / 董治宝

## 图 例
## LEGEND

### 专题内容图例
### Thematic Lengends

1. 风积地貌
Landforms by aeolian accumulation

1.1 沙丘形态类型
Dune types

- 沙席 Sand sheets
- 蝶形沙丘 Barchan dunes
- 横向沙垄 Transverse ridges
- 新月形沙丘链 Barchanoid dune chains
- 线形沙垄 Linear ridges
- 穹状沙丘 Nebkaf mound dunes
- 复合沙丘 Nebkaf dunes
- 方格状沙丘 Square dune networks
- 梯形链状沙丘 Ladder-like dune networks
- 鱼鳞状沙丘 Scaled dune networks
- 金字塔状沙丘 Pyramidal dune networks
- 星状沙丘 Star dunes

1.2 沙丘覆盖度
Dune coverage

- < 10%
- 10% — 30%
- 30% — 60%
- 60% — 80%
- >80%

1.3 沙丘移动方向
Advancement direction

- 沙丘移动方向 Advancement direction

2. 风蚀地貌
Landforms by wind erosion

- 高线形雅丹 Streamlined Yardang
- 长垄状雅丹 Long-Ridge Yardang
- 穹状雅丹 Dome Yardang
- V形雅丹 V-shaped Yardang

### 底图图例
### Base Map Lengends

1. 火山地貌
Volcanic landforms

- 火山熔岩平原 Lava plains
- 火山熔岩高原 Lava plateaus
- 火山锥 Volcanic cone

2. 山地高原地貌
Mountain and plateau landforms

- 低山和丘陵（-3000 — -2000m） Low mountains and hills
- 倾斜台地（-2000 — -1000m） Gently sloping plateaus
- 中山（-1000 — 1000m） Middle mountains
- 高原（1000 — 2000m） Plateaus
- 高地（2000 — 4000m） Highlands
- 高山（4000 — 9000m） High mountains

3. 平原地貌
Plain landforms

- 低平原（-6000 — -5000m） Low plains
- 平原（-5000 — -4000m） Plains
- 倾斜平原（-4000 — -3000m） Gently sloping plains

4. 极地地貌
Polar landforms

- 冰盖 Ice field
- 冰帽 Ice cap
- 冰蚀沟槽 Ice-eroded groove
- 冰架 Rayes
- 冰缝洞穴 Cave

5. 其他
Others

- 地貌边界 Agrom
- 盆地 Basin
- 地貌过渡带 Landform transition zone
- 山峰 Mountain peak
- 山脊 Ridge
- 火星探测器着陆点 Mars landing sites
- 陡坎 Scarp
- 行星经线 Lobate Slow
- 破火山口 Caldera rim
- 地貌单元边界 Geomorphic unit boundary
- 沙地湖盆 Sand playas
- 干河谷 Dry valley
- 岩（干冻或冻冰）残留物 Residual ice

火星地理单元边界
MARS GEOGRAPHIC UNIT BOUNDARY





资助项目：国家自然科学基金项目“巴丹吉林沙漠高大沙山系统的形成”（项目编号：41871008）
Founding Project: National Natural Science Foundation of China (NSFC) "Formation mechanism of megadune system in the Badain Jaran Sand Sea" (Grant No. 41871008)
主编：董治宝　李　超　吕　萍
Chief Compilers: Zhibao Dong　Chao Li　Ping Lv
编图：赵　杰　肖雪倪
Compilers: Jie Zhao　Shuyi Fu
编制单位：陕西师范大学行星风沙科学研究院
Compiler's Institution: Planetary Aeolian Research Institute, Shaanxi Normal University
底图制作：李　超　杨知恩　倪　军
Mapping: Chao Li　Xuyan Yang　Jun Zhang
责任编辑：杨知恩　叶雪梅
Responsible Editors: Xuyan Yang　Xuemei He
底图数据来源：美国地质调查局火星全球勘测者激光测高仪和火星轨道器激光测高仪科学团队
Base Map Data Credit: MGS RS and MOLA Science Teams, USGS
出版单位：西安地图出版社
Published: Xi'an Map Press
印刷：湖南地图制印有限责任公司
Printed by HUNAN MAP DRAWING&PRINTING CO., LTD
国际标准书号：978-7-5556-0619-2
ISBN: 978-7-5556-0619-2
版次：2020年5月第1版　2020年5月第1次印刷
Edition: First Impression in May 2020
印数：0501—1000
Impression: 0001—0001
定价：568.00元
Price: RMB 568.00

“祝融号”上搭载的相机，
令一个真实的火星世界呈现在我们眼前

这是一张由“祝融号”拍摄的火星表面360度拼接照片。我们可以看到画面最远处有起伏的山形，中部则散布着大致呈新月形或线形的沙丘，还有一处疑似陨石撞击坑，坑的四周还散落着岩砾碎块。而在着陆器降落的位置，气流吹开了地表的浮沙，露出了下部黑色的玄武岩。这里看上去与地球上的干旱荒漠区非常相似。供图 / 中国科学院空天信息创新研究院行星制图与遥感实验室

究，具有重要意义。

“祝融号”着陆火星后，该怎么确定它的降落位置呢？中国科学院空天信息创新研究院邸凯昌研究员领导的行星遥感团队（行星制图与遥感实验室）出马了。“祝融号”头顶装有2台相机，是用来拍摄并测量周围地形环境的，然后拍摄的影像被传回地面，行星遥感团队将这些影像与“天问一号”在高空拍摄的遥感影像进行比对、测算，快速实现了着陆点的精确定位。在之后“祝融号”的巡视探测过程中，他们也在导航方面，提供了火星车定位、三维地形重建、障碍识别、路径规划等方面的关键技术支持并参加任务，简单地说就是确定火星车的位置、找到避开大坡度和大石块的最佳行驶路线，确保火星车安全行驶到达指定的探测目标前。

“要支持工程任务运行和多种科学应用研究，首先需要把以往火星探测获得的全球地形和影像数据集成起来。我们根据国际上共享的多源数据，制作了一个‘数字火星’，把多种分辨率的三维地形数据和影像图叠加在一起，加上多种量测、分析、仿真功能，就可以为后续研究提供基础支持了。”团队中的刘召芹研究员在电脑上熟练地操作着。

电脑旁还堆叠着许多资料和地图，我注意到其中几张照片，照片中拍摄的似乎是陨石撞击坑，但又不仅仅是坑，坑的外缘还有着一层、两层甚至多层，像涟漪、又像花瓣层层堆叠的印痕。

“这些是壁垒撞击坑，是火星上的一类特殊撞击坑，与月球上的撞击坑有明显的不同。坑外围是流态化连续溅射物的痕迹——专业术语叫溅射席，不仅形态漂亮，更重要的是它的指示意义。一般认为，这种痕迹是超高速撞击体与地下富含水或冰的地层作用的产物。”

科学家们已经通过火星轨道飞行器遥测的光谱数据、浅层雷达数据以及拍摄到的因地表侵蚀而暴露出来的地下冰的照片等，确认了火星地下存在着水冰层。2008年美国“凤凰号”着陆器在火星北纬68度附近，还挖到了高纯度的水冰。但地下水冰层具体是怎样分布的，厚度有多大，储量有多少，还一直是科学家们正在深入探究的难题。

邸凯昌研究员展开一幅地图，娓娓道来，“我们制作的这张《火星壁垒撞击坑全球分布图》，是目前对火星全球壁垒撞击坑所做的最全面的统计分析。火星壁垒撞击坑与火星地下水冰层具有相关性，利用壁垒撞击坑可以揭示火星地下水冰层分布的一些特征。只有陨石撞击的深度足够深，挖掘到地下水冰层时，才会形成壁垒撞击坑。如果在一个区域里，我们能观察到的壁垒撞击坑最小直径——即壁垒撞击坑的起始直径——为5公里，根据挖掘深度经验公式可推测撞击时这里的地下水冰层埋藏的最浅深度大约为500米。我们发现火星壁垒撞击坑的直径大都在3公里—20公里之间，从地图上你也可以清楚地看到，壁垒撞击坑起始直径在火星赤道地区更大，这说明火星赤道地区地下水冰层的埋藏深度更深。此外，壁垒撞击坑

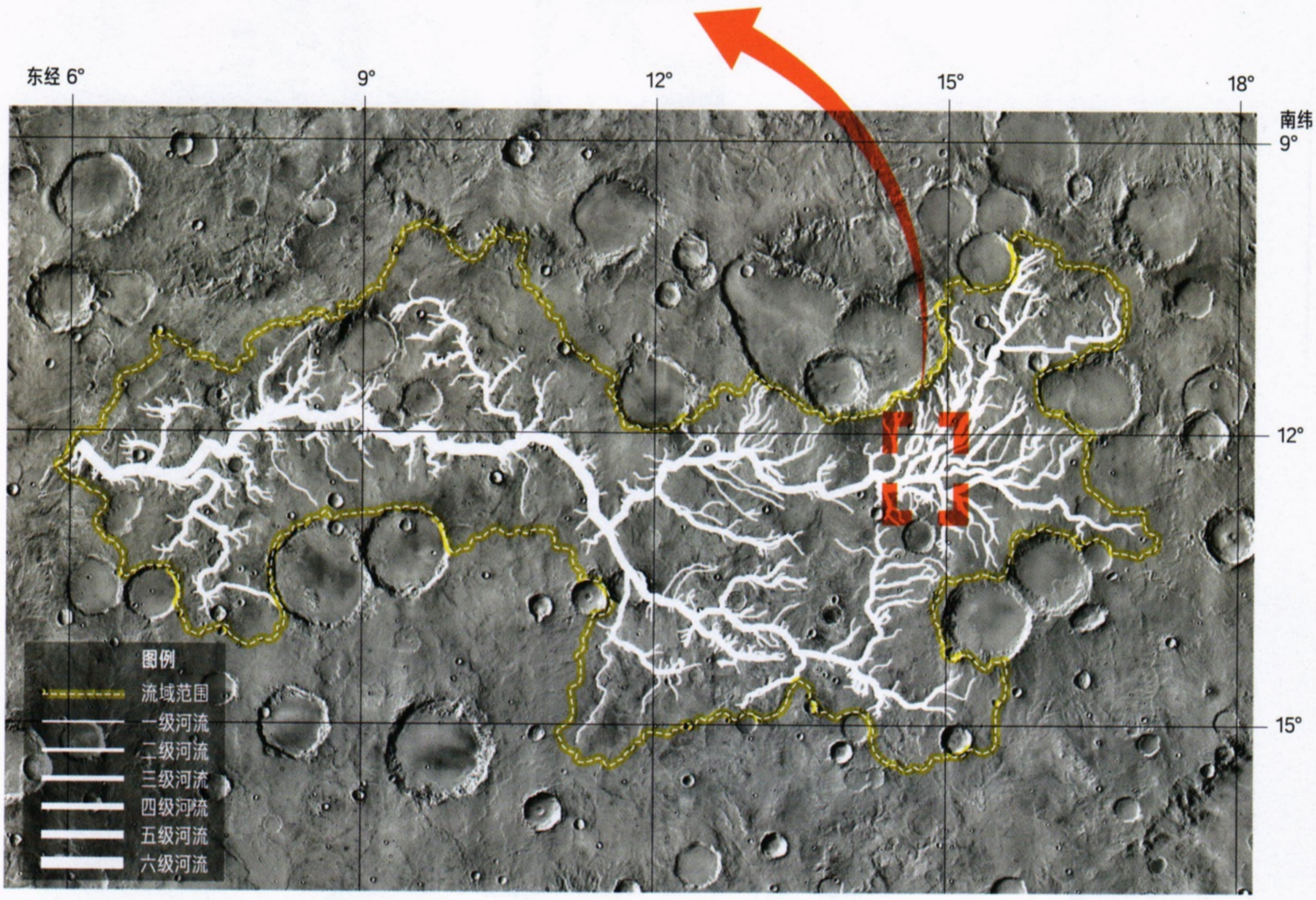
# 实验室简化版“火星车”
# 麻雀虽小五脏俱全

在我国的火星探测活动任务中，中国科学院空天信息创新研究院行星制图与遥感实验室参与了火星车环境感知与导航定位工作。为了研究相关原理与方法，科研人员自制了简化版的“火星车”。在定制的全地形移动小车上，集成了惯性测量单元——用于测量物体三轴姿态角（或角速率）以及加速度、里程计、立体相机、深度相机、GPS接收机及等多种设备，用以测试导航定位的算法并验证相关精度，还可实验探测车的立体测图能力。实验室主任邸凯昌（右）与助理研究员万文辉（左）正在室内对刚刚升级过的探测车进行检测，此后还会在沙漠戈壁等类火星地貌环境中，对其进行进一步实测。摄影 / 王宁



埃夫罗斯峡谷位于火星地形南北分界处附近，呈东西走向，全长约800公里。通过提取峡谷地区沟谷的相关数据，与我国塔里木盆地中开都河和克里雅河流域内的干流及主要支流河网形态数据作对比，可以推测并绘制出这里曾经有过的河网形态。按照河流宽度，这里可分为6级河流系统。根据进一步研究还可得出结论：埃夫罗斯峡谷河流形态特征与开都河流域的特征参数非常相似，可能具有相近的成因，且埃夫罗斯峡谷河流的整体发育程度小于开都河流域。供图 / 中国科学院空天信息创新研究院行星制图与遥感实验室

## 《火星埃夫罗斯峡谷河网分布图》



的分布密度在地图中也呈现出了明显的纬度差异性，我们推测地下水冰层的分布也有纬度差异，火星水冰层空间分布及随时间变化的特征和规律是什么，还有待进一步研究。”

“因为早期的覆盖全球的轨道器遥感影像空间分辨率低，而少量高分辨率影像的覆盖范围很小，无法全面识别火星表面所有的小型壁垒撞击坑，就难以通过这一特殊形态的地貌完整揭示火星地下水冰层的特征。现在‘天问一号’的中分辨率相机将实现火星百米量级分辨率影像的全球覆盖，高分辨率相机更可对指定区域进行亚米级（即照片上一个像素点对应的火星表面的实际尺寸小于1米）拍摄。这样，我们的数据不仅可以和国外已有数据互为补充，还可以针对我们感兴趣的地区进行重点、重复拍摄，自主性大大增强。这为今后的火星形貌研究提供了坚实的数据基础。”邸凯昌研究员的语气中带着隐隐的兴奋。

## 《火星埃夫罗斯峡谷河网分布图》，在火星上找到开都河的“小表弟”

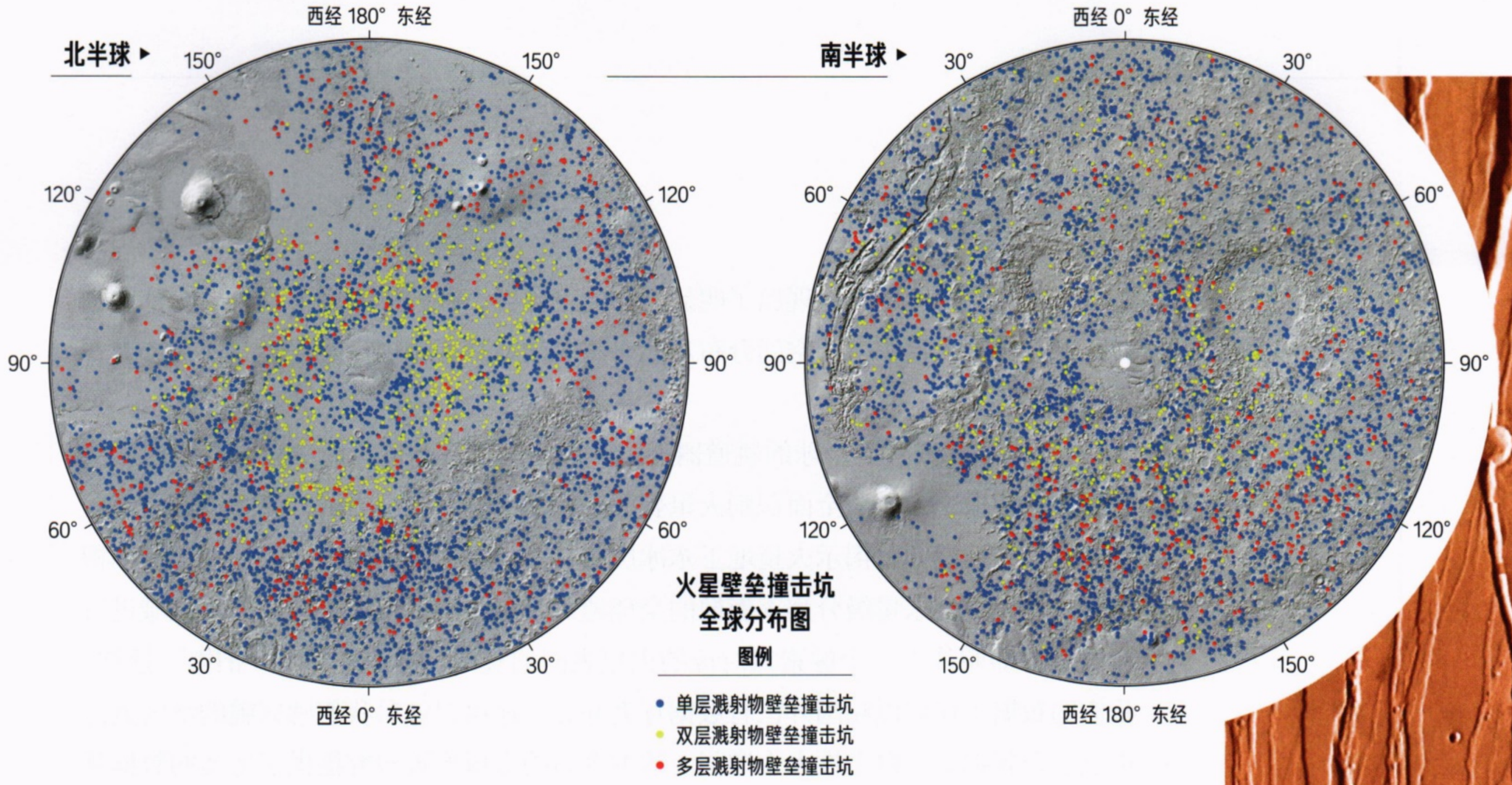
以地图为工具来研究火星，现在已不仅限于解决火星全球性的宏观问题，更可以针对局部地区进行深入研究。

行星制图与遥感实验室办公室墙上有两张遥感图并列贴在一起，其中一张我一眼分辨出是塔里木盆地，盆地南北两侧的克里雅河流域与开都河流域又进一步被放大显示。而另一张地图，看上去也是某条河流域的遥感图，一级、二级、三级……不同级别的河流非常繁复但丝毫不乱地被呈现了出来。我仔细看看图名，竟然是《火星埃夫罗斯峡谷河网分布图》。

“我们知道在火星上可以明显观察到水流侵蚀后形成的沟谷形态，但这些沟谷具体是怎么形成的，是否曾经是河流，还都是待研究的问题。”年轻的助理研究员苟盛说，“我们通过提取开都河与克里雅河流域内的干流和主要支流的河网水系，并进一步计算它们的形态特征参数，包括平均河长、平均弯曲系数、河网密度、河道比降、河网分维数等等，然后提取并计算火星埃夫罗斯峡谷地区沟谷的相应数据，进行比对。”

“为什么要和开都河、克里雅河比较呢？”我提出了一个疑问。

“因为塔里木盆地的流水和风沙地貌与火星上目前观察到的典型地貌十分相似，是一个开展火星环境演化和气候变迁等类比研究的理想场所。而开都河和克里雅河，代表着干旱区河流的两种类型，前者以降水补给为主，后者以冰川融雪补给为主。通过形态参数比较，我们发现埃夫罗斯峡谷的形态特征与开都河流域的特征参数非常相似，而埃夫罗斯峡谷流域的河网密度和河道密度远小于开都河流域，说明它的整体发育程度小于开都河流域，可以算作开都河的‘小表弟’。”苟盛笑着解释道。



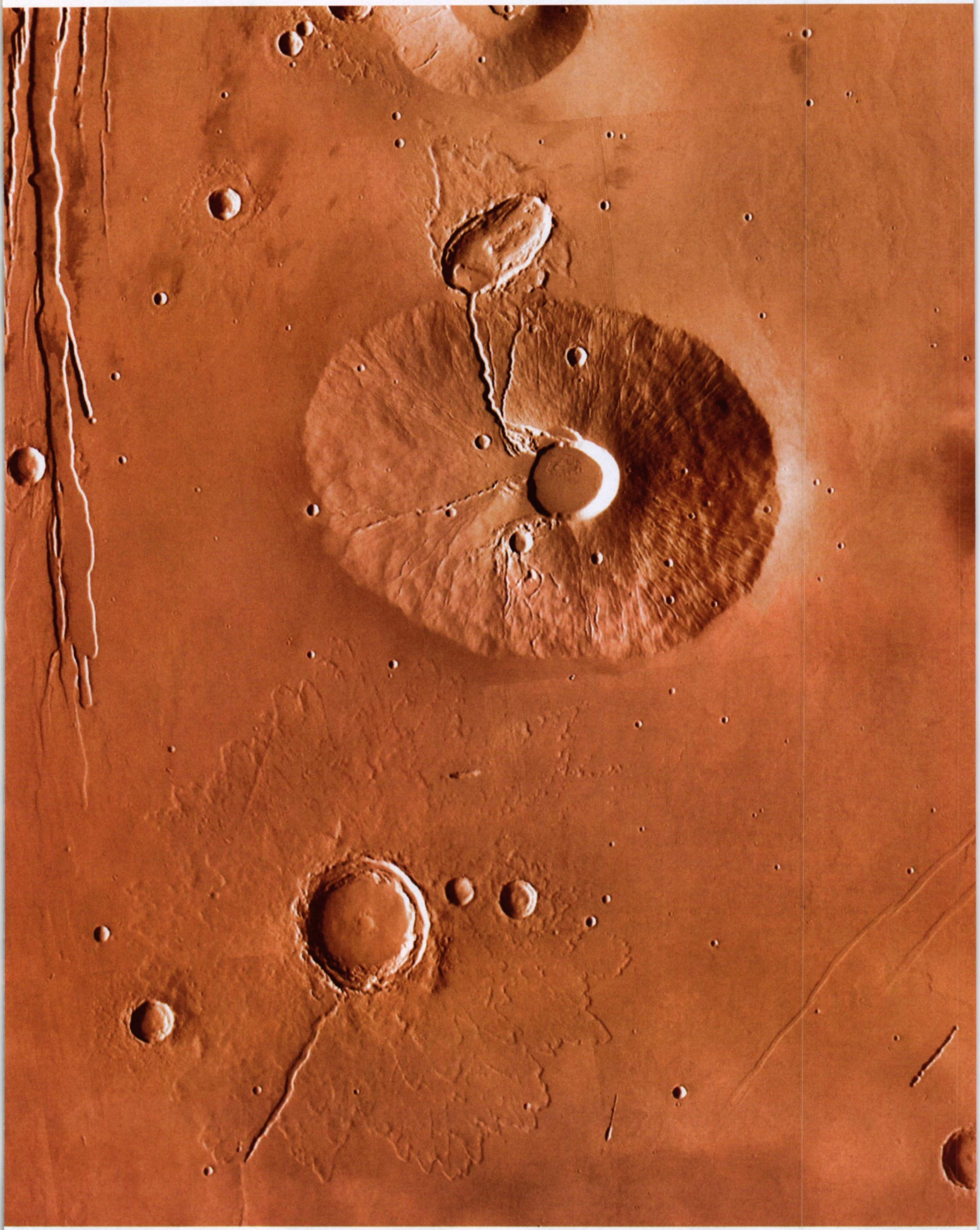

# 壁垒撞击坑与火山口，相似的圆环状地貌蕴藏着不同的秘密

通过卫星照片来对火星地貌进行判别，仅依靠可见光影像图是不够的，因为有些不同地貌可能会在遥感图中具有相似的形态，比如火星上的环形地貌就有可能是火山口也可能是陨石撞击坑。此时必须叠加地形高程数据，才能进行更进一步的辨别。右图上方较大的位于凸起山体上的“环形”为火山口，而下方较大的环形则是陨石撞击坑。细看你会发现，在这处撞击坑周边，还有层层叠叠的喷射状印痕。这是火星上一种独特的撞击坑——壁垒撞击坑，是超高速撞击体与地下富含水或冰的地层作用的产物（图片来源 / NASA）。通过《火星壁垒撞击坑全球分布图》，我们可以解读出火星地下水冰层的分布规律。供图 / 中国科学院空天信息创新研究院行星制图与遥感实验室

随即他又补充道：“如果有更精细的遥感或者地面照片，我们还可以解读出更多火星早期气候和地理的秘密。现在乌托邦平原（‘祝融号’着陆所在区域）的详细信息，正在不断被传回来，我们也许可以从中解读那里是否存在过古海洋。还可以利用高分辨率影像和气象测量数据，分析这一地区风沙地貌的三维形态特征和可能成因……”

我知道就在此时，携带着“天问一号”和“祝融号”最新探测数据的电磁波，正在穿过茫茫太空奔向地球。而在不远的未来，众多科学家们会根据这些数据，制作出更多越来越完善的火星地图，一层层揭开这颗红色星球的面纱。渐渐的，火星看起来将不再像一个遥远而陌生的星球，而更像是另一个维度下的地球。

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



# 101省道“新妆上阵”
# 连起天山600里绚丽裙摆

撰文
**黄涛**
摄影
**沈久泉** 等

**说起天山公路，纵穿天山的独库公路（独山子—库车）因沿途壮丽多变的地貌景观而早早成名。其实，在天山北麓还有一条同样令人拍案叫绝的天山公路：新疆101省道——它藏身于绮丽的山峰、峡谷和如碧的高山牧场间，曾是一条崎岖难行的简易国防公路。目前，经过4年改造升级，全新的101公路已于去年年底全线通车。新妆上阵的它，为世人奉献出一段新鲜奇绝的300公里天山景观大道。**

新疆101省道是一条让人惊喜连连的地理走廊，一条色彩绚烂的天山之路，它藏在天山北麓线条起伏、色彩艳丽的褶皱间，像是一条穿行于美艳裙裾中的丝线，仅仅309公里的长度，却串联起了高密度的地貌奇观、牧场风情和多条河流峡谷。在全线铺装升级后，它一手牵起新疆首府乌鲁木齐，一手牵起大名鼎鼎的独库公路，与G30高速乌奎段（乌鲁木齐－奎屯）、国道 G312则南北平行，遥遥呼应，是连接独山子与乌鲁木齐的一条大美公路。图为S101沿线的安集海大峡谷，水流形如发辫，山河则像是巨大的调色盘。摄影／张鹏




新疆101省道路线及里程示意图

在天山深处，南北走向的独库公路穿越天山脊梁，一线牵起南北疆，超过一半路段都在崇山峻岭、深川峡谷中通过，被誉为“最美天山景观大道”，同时，也因道路险峻、修筑困难而被誉为“英雄之路”。近年来，独库公路深受摄影家、户外爱好者和自驾达人的热捧，“穿越独库”甚至成为了一个户外旅行的热词。

可是，很多人都不知道的是，在独库公路的北端起点附近，还有一条东西走向的天山公路，它深藏在天山北麓的山河褶皱中，在沿途景观的壮丽和多变上丝毫不输于独库公路，在短短的309公里间，浓缩集聚了百里丹霞、古老岩画、连绵彩丘、高山草原、奇险深峡的绚丽组合。其东端起点是与G216交会的西山农场岔口，距乌鲁木齐仅20多公里，西端终点则与独库公路（G217）牵手，毗邻独山子。这条路，就是新疆101省道（S101）。



## 从国防公路到景观大道：60 年间的华丽转身

新疆101省道的诞生颇为与众不同，上世纪60年代为了备战备荒，应对紧张的国际局势，它出生证上的标签，是带着几分神秘色彩的天山国防公路，在当时非常有限的条件下，它呱呱坠地时，仅是一条砂石路面的简易公路。

比起同样有着国防公路身份、鼎鼎大名的独库

## 硫磺沟
## 300公里色彩盛宴的开篇

新疆101省道东段的主角是气势磅礴的红层地貌，红色是这里的主色调，层层叠叠的远山像是铺展无边的红旗军团，在不同的光线、晴雨天气中变幻出数种不同的红。因沉积环境的不同，杂色碎屑岩还会呈现出白、红、黄、青、灰等颜色变化，富有层次感。上图为硫磺沟的热气泉，十多处喷热气的气口即便在严冬也蒸腾着白色热浪。下图为硫磺沟一带的红层地貌。



此外，巍巍天山像一道巨大的屏障，将南疆和北疆分开。在独库公路通车前，从北疆的独山子到南疆的库车需要绕行乌鲁木齐，辗转1000多公里，独库公路建成后纵切天山，将这两座重要城市间的交通距离缩短了500多公里，是一条地位极高、难以取代的连接南北疆的交通干道。而牵起独山子和乌鲁木齐的S101则更像是一条可有可无的备用公路——它沿着天山北麓铺展，而在它北边几十公里外海拔更低、地势更平坦的准噶尔盆地边缘，早就修筑了同为东西走向的、更为通畅平坦的交通干道（今天则有国道312和G30乌奎高速等），串联起奎屯、独山子、石河子、呼图壁、昌吉、乌鲁木齐等一众城镇。比起高速公路和国道，S101的砂土路面简陋又崎岖难行，沿途人烟稀少，只有一些牧场和几座矿场。它的存在，最大的意义就是战略备用。一来，可以在极端情况下维系独山子等地到乌鲁木齐的基本交通。从卫星图上可以清楚地看到，北部与其平行的东西干道沿线地貌更为平坦，缺乏地形掩护，目标更大，在战

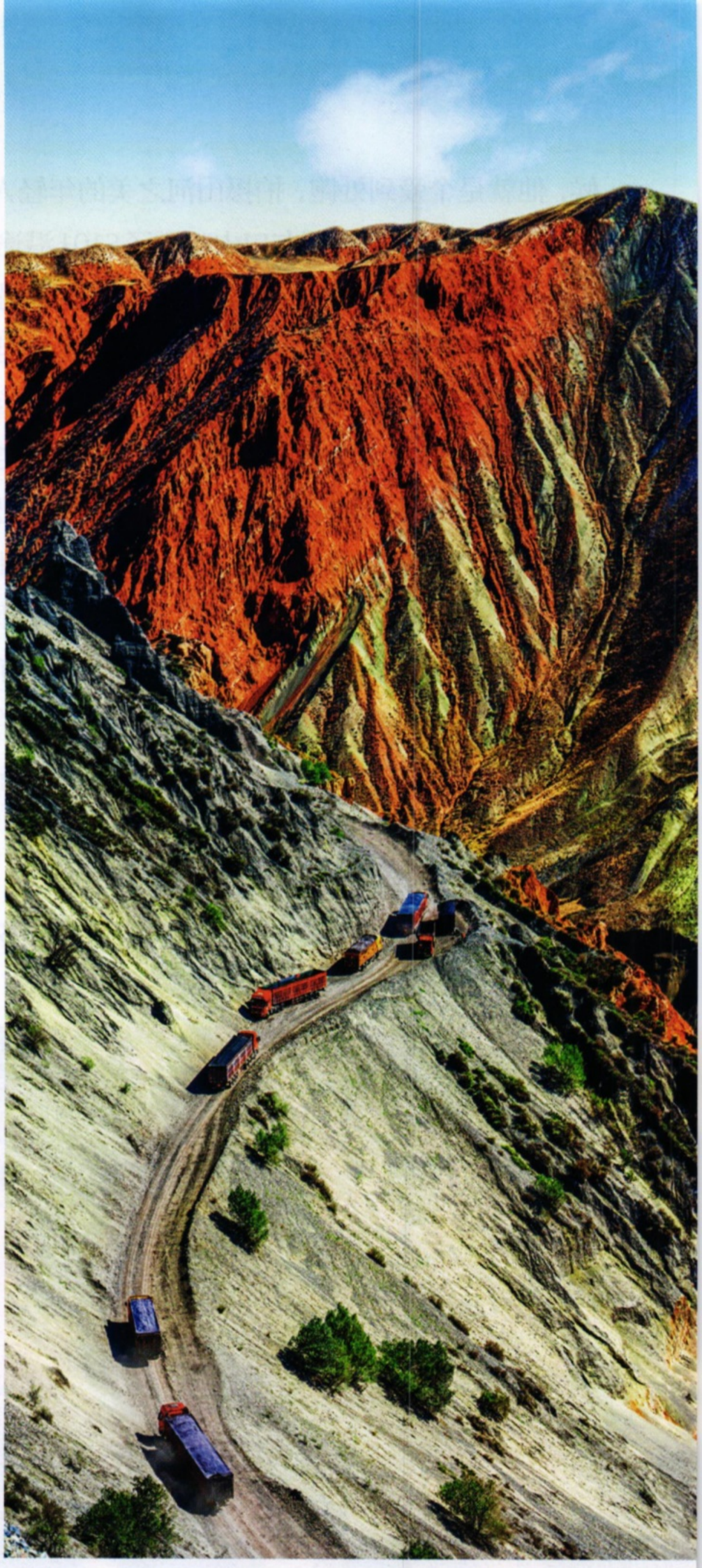
公路，S101要低调得多——独库公路以险、陡、高峻闻名于世，一路需要翻越4个海拔3000—4000米的冰达坂，很多地方都是“猿猱欲度愁攀援”的危险地段，面临冰山雪崩、山体滑坡等多种危险。在艰苦卓绝的修建过程中，128名筑路官兵将年轻的生命留在了天山中，这些可歌可泣的壮烈牺牲为这条路蒙上了一层英雄主义的色彩，成为人们永远的铭记。相比起来，沿着天山北麓蜿蜒，海拔基本在1800米之下，地势变化也较小的S101最早虽也由工程兵筑成，但在筑路传奇上就平淡了很多。

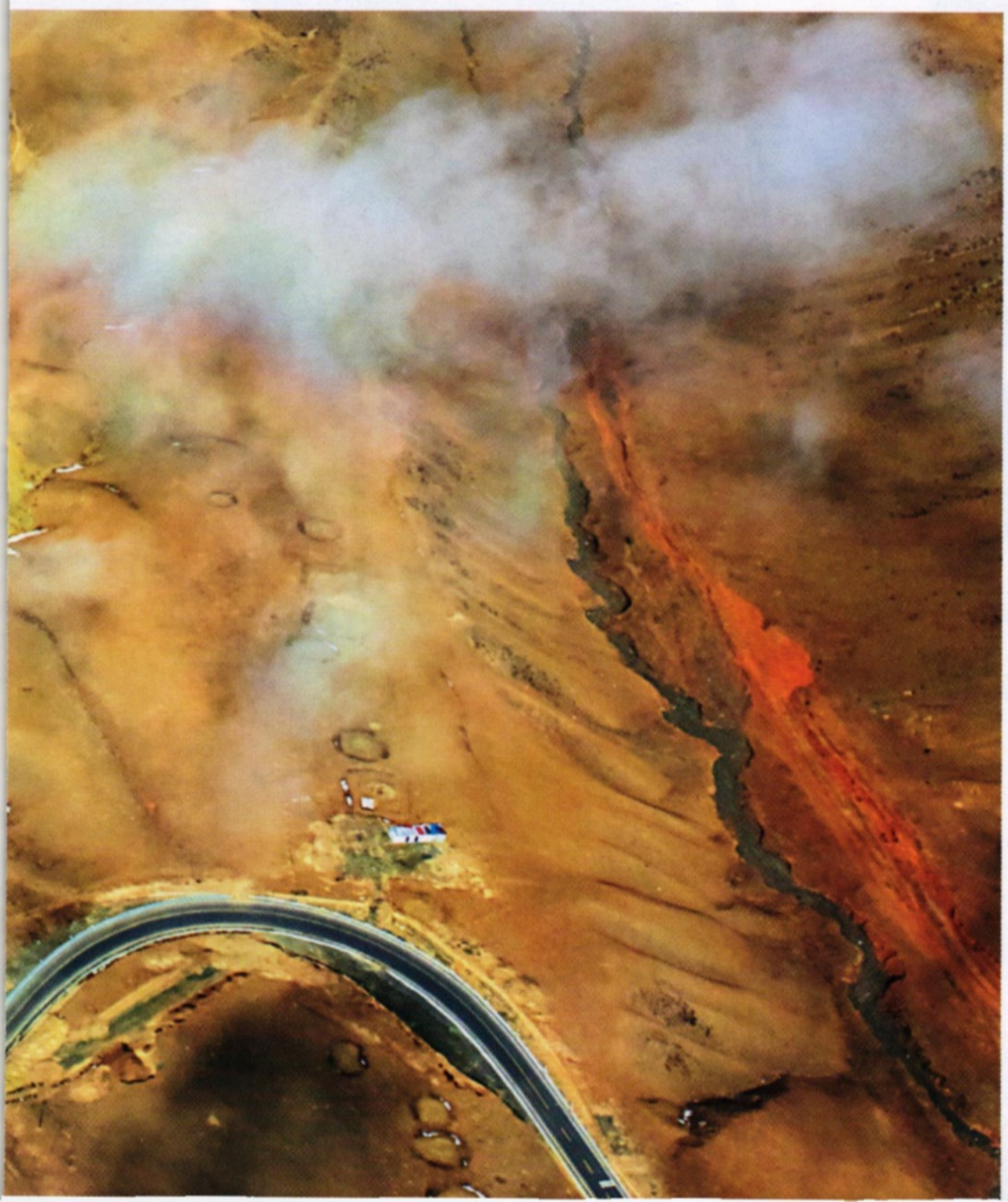


争等特殊情况下，更容易被摧毁和阻断，而新疆101省道穿行于天山的群峰和褶皱中，复杂的山地地形是它最好的隐身屏障。二来，独山子有重要的油田，S101沿线则埋藏着丰富的煤矿和其他矿产，一条隐蔽的国防公路的存在，可以保障重要战略物资的供给和运输。三来，在相当长的一段时间里，担负着戍守乌鲁木齐任务的军队，部分驻地就藏身在S101沿线的山沟中。在丹霞彩丘的王国中，也曾红旗飘飘、战马嘶鸣，军旅训练的阵阵枪声震彻天山。

或许因为是战备国防公路的特殊身份，或许因为交通意义太小，在相当长的时间里，很多新疆地图上都没有画这条路。建成后，中国又迎来了一段绵长繁荣的和平发展岁月，年久失修后路况更为糟糕，在上面驾车如在“搓板”上颠簸，尘土滚滚，还经常因山洪或滑坡断路，一般司机避之不迭。于是，S101渐渐变得愈加神秘、低调和落寞，除了牧民和沿途矿区的工作人员，别说外地人，就算是附近的独山子、乌鲁木齐人对这条路也基本不了解。

虽然如此，S101一路串起的壮丽山河却始终不曾蒙尘。冥冥之中自有缘分，独山子摄影师沈久泉便是最早一批深入S101、追寻S101之美的人。他告诉我，上世纪七八十年代在独山子当记者、编辑的时





## 路之蝶变
### 从简易砂土路到天山景观大道

新疆101省道最早是上世纪60年代由工程兵建设的国防公路，具有特别的战略意义。不过，在它建成后，随着国际局势缓和，在和平繁荣的年代里，这个特殊时期的特殊工程渐渐被冷落和遗忘。年久失修加上沿途多水毁和滑坡灾害，愈发崎岖难行。在上面往来的，多是天山北麓世代生活的牧民和S101沿途矿场的工人。偶有好奇的摄影师和自驾爱好者闯入，才渐渐揭开她神秘而绚丽的面纱。

左上图为早年未整修前S101的砂土路面，尘土飞扬，坎坷不平。

左图为升级后柏油铺装的S101山路。摄影 / 张鹏

上图为红山煤矿的载重货车正沿着曲折山路从峡谷深处向安集海大峡谷的谷顶攀爬。摄影 / 王咸勋

候，他就是个爱到处跑，拍摄山河之美的年轻人。偶尔从牧民和复原军人朋友口中听说了S101沿途有美景，就摸索着往山里走。在这条路上，他遭遇过车祸，与狼群对峙，也曾为了拍摄奇绝景观而爬冰卧雪，忍受饥寒，几十年下来，已经走了足有几百趟，可以说是一位“S101通”。这些年来，他几乎走遍了新疆，也领略了中国其他省份的众多美景，但仍发自内心地觉得，不管跟哪里比，S101沿线的硫磺沟、百里丹霞、鹿角湾、巴音沟、安集海大峡谷等都算得上是一流风光，提起哪一个都可圈可点，还有着新疆罕见的百里丹霞、连绵彩丘和高山牧场的组合。

在这个意义上，曾经的S101就像是一条褪色的丝线，连缀起天山女神一段绚丽“裙摆”，是一条不折不扣的“潜伏”版景观大道。

对于新疆的美，我也有着莫名的痴迷。多年前我因偶然机缘，曾从东端的乌鲁木齐方进入S101，但因为糟糕的路况只走了部分便被迫折返了。当时感觉颠得浑身骨架都散了，整个车内外也满是砂土。后来，我还从西端独山子方向进入过S101，去往安集海大峡谷等地，算是分段走通过这条路。2017年我听到新闻，新疆方面想要把这条曾经的简易国防公路重新升级改建，打造成一条与独库公路牵手，在美景上也可与之一争高下的旅游观光公路，真是难掩激动的心情。

而就在不久前，我得到沈久泉的最新消息，他兴奋地说，此刻他正驾车行驶在S101上，4年来经过各个路段的渐次封路和重修，曾经颠簸破败的砂石路面已全线升级为双向两车道柏油路，一些急弯路段也进行了改造，全新、通畅、安全的新疆101省道已在2021年底全线贯通了！







# 四季牧歌
## 延续千年的游牧转场

雪山与河流滋养了天山北麓的牧场，历史长河中，先后有塞种、大月氏、匈奴、突厥、蒙古各个族群在此游牧。今天，哈萨克族牧民们仍在这里延续着世世代代的转场游牧。春夏，他们赶着羊群从低向高迁徙，当气温降低，高山草场渐被冰霜占据，牧民们又举家赶着羊群和骆驼下山，搭起冬窝子度过漫长的寒冬。新疆101省道沿途有众多牧场，萦绕着浓郁的哈萨克风情。上图为牧民生活的温情片段。左图为牧民的转场途中，骆驼驮着家什，羊群跟随。

### 色彩涌起：在天山胸口的“赤色宝玉”中遨游

从东端的硫磺沟开始，S101的奇幻色彩便猝不及防地，如海潮般扑面而来。从这里西去，七彩山、百里丹霞、红水沟……各种“缤纷”地名预示着，你已进入了一条气势磅礴的彩色走廊——天山中段北麓的红层地带东起昌吉市硫磺沟镇，西至乌苏市白杨沟镇，长约300公里，宽约50—80公里，属天山与准噶尔盆地交界处的乌鲁木齐山前坳陷带，地层多为中生代至新生代的红层。大约

# 红色传奇
## 山河、时代与人的共同谱写

中国古代有许多表现各种红色的诗意的文字，如绯、赤、绛、赭等。在这片红色地带，也不乏历史和人的红色传奇。上世纪70年代初，陆军第5师进驻新疆，担负乌鲁木齐防守等任务，S101沿线不少地方就成为他们的驻地，条件艰苦，士兵们就进深山伐木，在河滩拣鹅卵石、挖河沙，自力更生营建营房，严寒时节拉练训练，战马嘶鸣，红旗飘飘，在国防公路沿线书写了一部红色传奇。

4000万年前，天山山脉强烈隆升，像是雪山女神忽然甩动裙裾，在中天山北麓形成了一系列东西走向的断裂和褶皱，又在千万年的风化、崩塌后形成了如今高低错落的丹霞陡崖、单斜山和起伏的彩色丘陵。

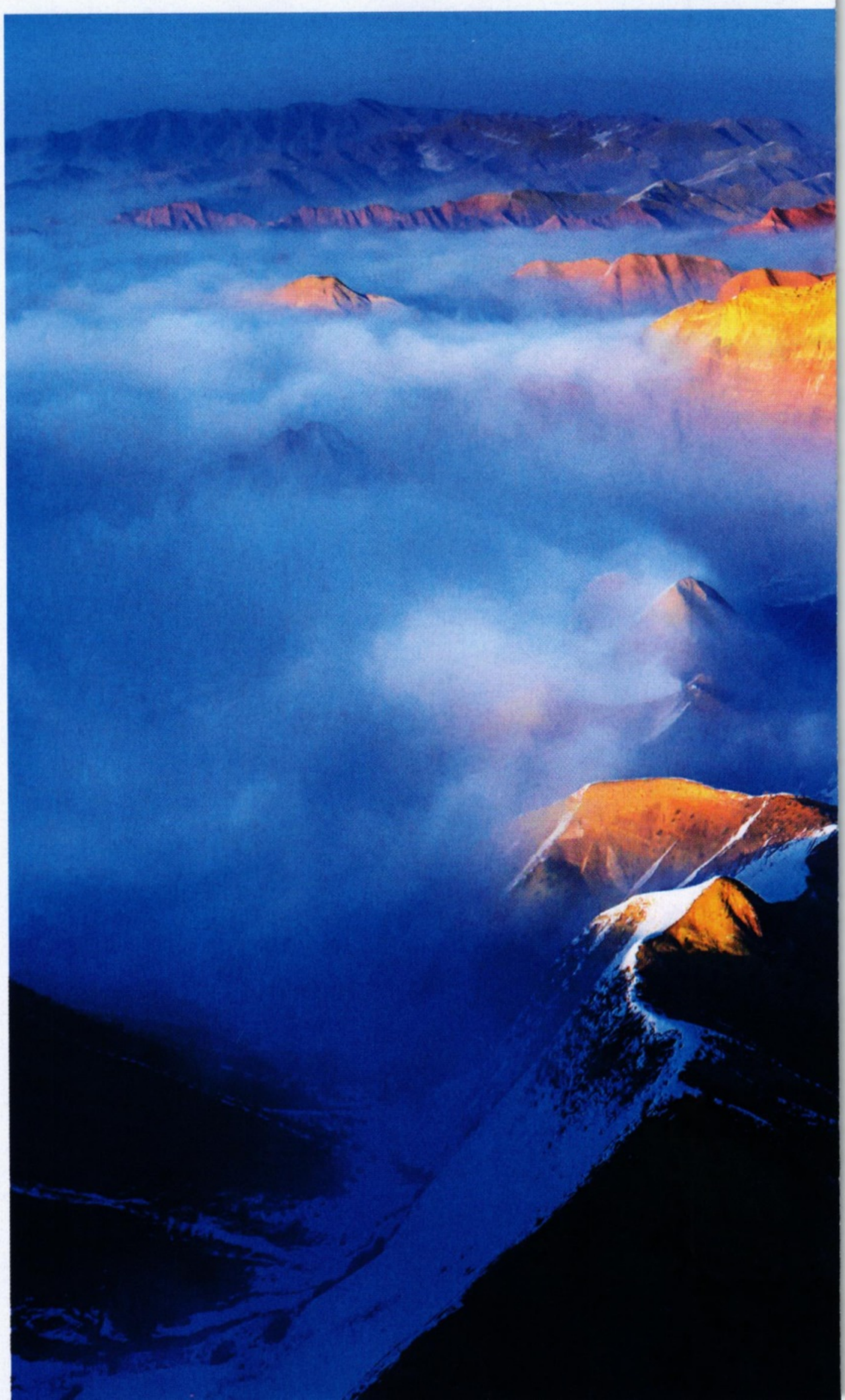
从卫星图上看，这片红层的核心部分呈现椭圆形，仿佛是天山佩戴的一块红色宝玉，细看却又五彩纷呈。《红楼梦》中说，补天遗漏的奇石化作了一块人间的通灵宝玉，“灿若明霞，莹润如酥，五色花纹缠护”。天山是世界七大山系之一，全长约2500公里，把这片中天山的红层地貌比作天山佩戴的一块通灵红玉，倒是颇为贴切。

率先现身的是一片彩丘地貌，白垩纪的粉砂岩和泥岩在这里层叠交替，在千万年的抬升、风化和侵蚀作用下，随着山势的起伏如流霞飞动。岩层中的多种铁化合物呈现出红色、橘黄、绿色和灰黑色等，再加上岩层中的白色石膏层，丰富的色彩彼此组合，极富韵律感和层次感。特别是在一场雨后，色泽格外清亮艳丽，仿佛舞动的新疆艾德莱斯丝绸，又像是大地上升起的彩虹。

接着，百里丹霞（实际不止百里）隆重登场了，它的东段位于昌吉，中段位于呼图壁，西段位

# 红层大观园
## 百里赤壁打造天山红宫

**中天山北麓，气势磅礴的红层绵延达300公里，其核心地带有“百里丹霞”、“赤色长龙”的美名。山崖壁立，往往因差异风化而呈现出大小窗棂、立柱等形状，如同壮丽的红色宫殿，低处的彩色山丘则如海浪般翻滚。霜雪和云雾也是千变万化的美景元素，和五彩的山河共同营造出一场场视觉的盛宴。上图为呼图壁的河谷与丹霞。右图为玛纳斯一带的红层地貌。**



于玛纳斯。从S101的最佳观景范围来说，大约起于硫磺沟，止于清水河峡谷。一路向西，两侧奇崖耸立，有丹崖绝壁、堡状丘山、层叠岩墙、单斜群峰，也有柱状石峰和形形色色的象形山石。

受天山造山带的影响，此处岩层往往有不同程度的倾斜，还发育着西北干旱区特殊的丹霞地貌——“窗棂宫殿”构造的丹霞崖壁，因其立面酷似万千窗棂，整体结构如宫殿而得名。崖壁上各种孔穴密布，大似落地窗，小如观察孔。有研究认为是岩性不同，差异风化而成，也有学者认为是干旱区岩石孔隙中的盐类结晶膨胀，导致岩石颗料分解或脱落而形成的风化穴。

我曾在101公路的一个高点停留，远处高耸的丹霞崖壁像是辉煌的“王之宫殿”，而在我的脚下、身畔，波涛起伏的丘陵和植被、河滩则如同缤纷的彩毯、盛放的花园和鬼斧神工的雕塑，它们共同打造出一座盛大辉煌的“天山红宫”。

## 牧场叠翠：天山红层和高山草甸的“红翠组合”

新疆101省道是一条景观奇绝的地理走廊，也是一条色彩绚烂的摄影之路。这里一天有四季，即便是初夏，也可能忽然一夜寒潮，漫山霜雪。这里十里不同景，刚才还是丹霞绚烂、山峻谷深，转过一个弯，便是“天苍苍、野茫茫”的山间草原。

在天山北麓，牧民们至今仍维系着世世代代逐水草而居的游牧生活方式，遵循着牧草的生长周期，他们于不同季节在不同海拔的草场间迁徙。转场时，牧民们赶着牛羊，骆驼驮着毡房和家当，辗转数天才能到达目的地。S101在天山北麓不同的海拔间穿行，冬牧场在海拔较低的北边，春、秋牧场海拔居中，海拔稍高处则是苍翠的夏牧场，一条路穿起了四季牧歌。红层的红和牧场的翠，毫不违和，更显明艳。呼应这红山绿毯的，还有盛大而此起彼伏的花事，锦鸡儿、兰花、油菜花、马鞭草，都是沿途花海中的重要角色。

鹿角湾夏牧场是天山北麓最好的草场之一，骏马在山间奔腾，羊群像是缓缓移动的云朵。在鹿角湾深处的冰沟河，一抬头便能看到终年不化的积雪，雪线下的草原跌宕起伏一如绿色的波涛。鹿角湾之所以得名，是因为这里是天山马鹿的重要栖息



# 地貌博物馆
## 多变的雕塑和山地几何图形

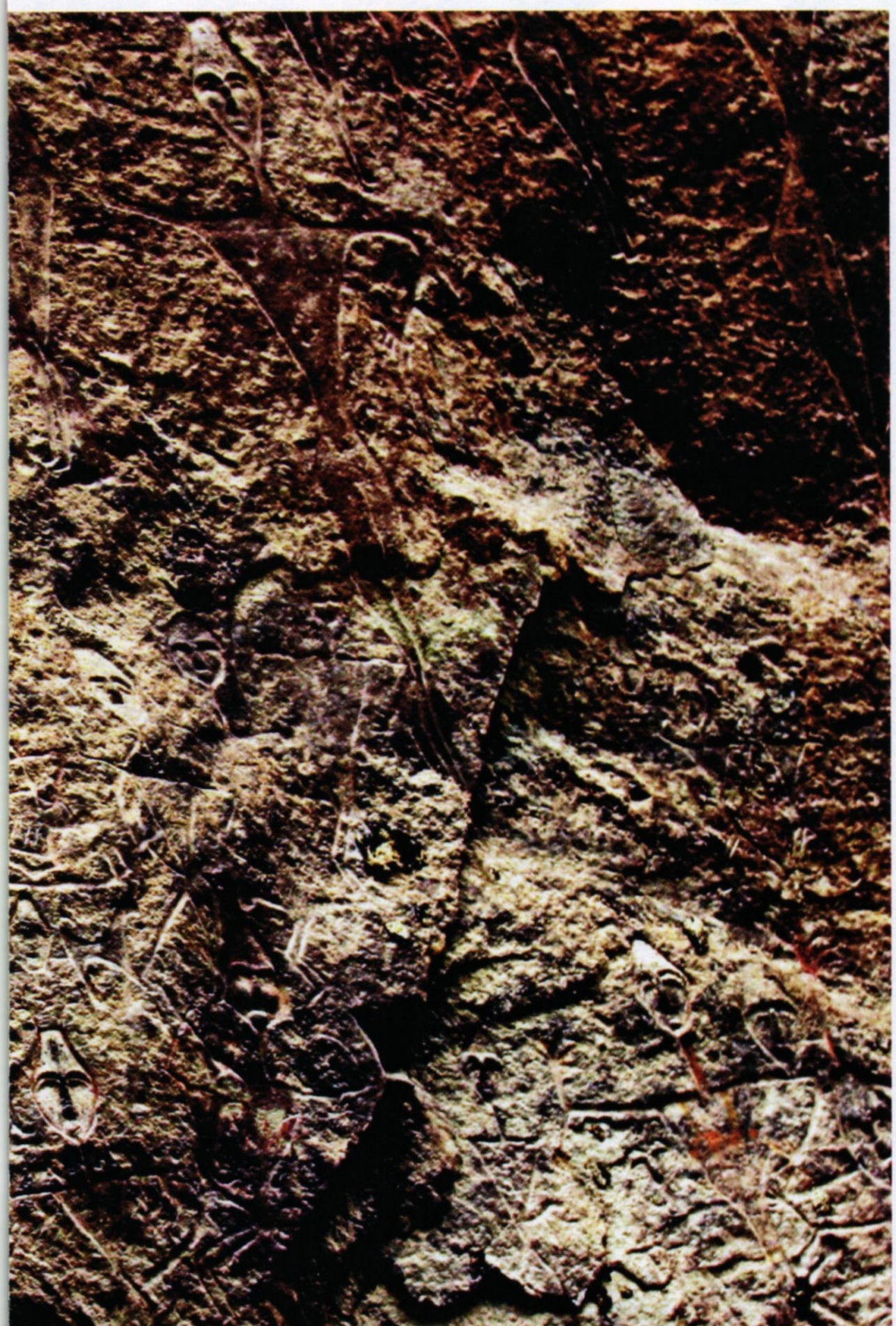
新疆101省道沿线不仅是色彩的长廊，也是地貌的博物馆，仅以丹霞来说，就有幼年期丹霞的“巷谷”、“一线天”，中年期丹霞的连绵峰丘和长城般的陡峭山崖，老年期丹霞的嶙峋突兀的残峰、残柱。在大自然的鬼斧神工下，人们还能看到如巨型贝壳堆叠、如万千刀锋竖立的各种山峰。图中，大雪勾勒出了紫泥泉一带山地鲜明锐利的几何线条。

地。每年春夏，马鹿群会在这一带褪下老角，再长出新角，世世代代繁衍生息。20多年前，沈久泉就曾在鹿角湾有过一次奇遇——那晚，他的越野车坏在鹿角湾的一个偏僻角落，周边没有人烟，只能在车里先熬过一夜。黎明前最黑暗的时刻，整个天山都像浸泡在最黑的墨汁中。他忍不住打开车灯，忽然看到几米外有两三只狼在徘徊，不一会儿又来了几只，狼群绕着车打转，令人毛骨悚然。正想着如何应对，忽然感到大地在颤抖，还伴随着低沉的隆隆声。他以为发生了地震，几秒种后却在车灯的光圈中，看到如洪水般浩荡的马鹿群正从北边奔涌而来，至少有上百只。车子没有影响它们的奔跑，像是激流绕过巨石，马鹿群风驰电掣般从车前车后跑过，奔向了南边的深山。等他从震惊中回过神来，天边的第一缕朝霞已经升起，狼群也不知所踪，而远近大片原来草齐腰深的草原，都被马鹿群踩踏成平平的一层，像是一张长长的绿色长毯，铺向神秘的天山深处。

如果说璀璨而壮阔的红层给S101带来了热烈、美艳的魅力，那么沿途的哈萨克牧场则代表着挥之不去的柔情和温暖，这里的牧民好客、淳朴而爽朗，哈萨克少女们会把奶茶烧得喷香，英俊的哈萨克汉子则在草原上策马扬鞭。沈久泉说，30多年来，他与这里的不少牧民都变成了老友。二三十年前，招待他的是牧民家的父辈，近几年，当年襁褓中的婴孩已成为牧场的新主人了。牧民会告诉他哪片草甸上花要开了、哪里下雪了；他进山带着好酒，哈萨克牧人则宰羊煮茶，盛情招待。在牧民的家中，他等朝霞、等云海，等点点花蕾开成连绵的海洋，也等来了S101无数美的瞬间。







## 古老岩画
## 从三千年前牵引至今的文明丝线

早在3000多年前，这里就已经有了文明的火种，呼图壁康家石门子海拔1500米的砂岩绝壁之上，先民们留下了往日生活的雪泥鸿爪。在120平方米的画面上，总共雕刻了300多个大小不等的人物，可分为前后两期，一期岩画的主体为女性，她们头戴塔形高帽、牛角或鹿角帽，进行着神秘的舞蹈巫术仪式，二期岩画中出现了弓箭、猎狗与猛兽图像，主角变成了健壮的男性，表现出鲜明的生殖崇拜。岩画的创作者究竟是何人存在着争议，有塞人、月氏人和乌孙人等几种观点。

上图为火烧洼一带的岩壁和畜群，千百年过去了，古代先民曾秉承的游牧生活方式仍在这里延续。左图为康家石门子岩画的一角。摄影 / 石宝琇

## 峡谷列阵：绽放大地之色的安集海大峡谷

峡谷群，也是S101串起的一类精彩景观。虽然气候干旱，但天山融化的雪水给这里带来了丰富的水源。S101是东西向的，而从天山北坡发源的头屯河、三屯河、呼图壁河、塔西河、玛纳斯河、安集海河等则南北流淌，它们从天山上奔涌而下，形成大大小小的冲积扇，切割出或深邃或曲折的峡

# 天山草原
## 层叠错落的垂直胜景

在S101沿线，天山北麓的草原和山地形成了奇妙的组合。在同一个地方，人们可以欣赏到雪峰冰川、高山裸岩、高山松林和高山草原山地等组成的垂直自然景观带。在沙湾、鹿角湾、巴音沟等地，草原上的毡房如白色的蘑菇。阴坡或半阴坡是天山云杉的王国，而阳坡处则多起伏的草场。图为新疆101省道西端的巴音沟一带的前进牧场，草场繁茂，舒缓起伏，凸起的连绵山丘上却是千沟万壑，风吹雨蚀留下了种种雕凿痕迹。

谷，也孕育出塔西河水库、凤凰湖、肯斯瓦特水库等碧玉般的水色。峡谷群和S101就像是织锦上的经纬线，一路前行，一路编织。如果你有更多的好奇心，沿着S101前行时，可略作停留，从众多峡谷岔口拐进去，深入探寻峡谷的秘境，有的谷地温泉汩汩、云杉参天，有的则雪峰入云、冰川晶莹、怪石峥嵘。其中，安集海大峡谷（红山大峡谷）可谓是众峡谷中的代表选手。

安集海大峡谷虽堪称鬼斧神工，但当你行驶在S101上，却很可能错过，因为它是一座深陷地下的大峡谷，与S101相交处较窄，一座平平无奇的桥横跨其上，很难引起人们的注意。站在公路上向周边眺望，地貌平旷，毫无波澜。或许，这就是为什么安集海大峡谷如此壮丽，却长久以来籍籍无名，近年来才渐渐为人所知的原因。可是，只要你从S101往北略走几公里，就会看到大自然的魔法——眼前的大地仿佛突然间陷落了，三峡交会，一道巨大的地球伤痕毫无征兆地横亘在面前，如果有人车开得太快又不注意警示标志，真有可能“飞”进万丈深渊。

# 大地陷落
## 河流的鬼斧神工

千百年来，安集海大峡谷默默隐匿在天山北侧，如此绚丽却又如此低调。发源于天山冰川的安集海河一路奔腾，在天山北侧形成规模宏大的冲积扇，奔涌的河水强烈侵蚀、切割大地，留下陡峭梯田般的河流阶地和深U形的大峡谷。峡谷长约20—30公里，最深处达300—400米。在大峡谷的映衬下，群峰像是一丛从地下升起的巨笋。摄影 / 邱活

安集海大峡谷是一座深数百米的“U”字形深谷，崖壁陡峭如刀削斧剁，质地却是松散的砂石，大小塌方随时随地可见。千万年的风雨侵蚀，崖壁上满是纵横交错的沟壑，像是一座座微型“山峰”，又像是一把把直指苍穹的利剑。从峡谷深处卷起的疾风把崖边松动的砂石卷向深渊，很长时间才能听见碎石与谷底碰撞时发出的清脆回音，令人不寒而栗。

从崖顶往下凝视深渊时，我感到一阵眩晕，于是干脆伏在地上，才得以领略这座大峡谷的震撼之美——状如血脉的安集海河，从天山深处龙行而来，它的流量很不稳定，含沙量大，河流呈现出美丽而复杂的辫状，像是纵横交错的大地“血管”。强烈的抬升作用及河流下蚀作用，仿佛一把手术刀，切割大地，展露出多彩的剖面和多达10级的河流阶地。人们常说碧水清流，意思是河流的颜色或透明或青碧，可在安集海大峡谷，水色却是五彩的。这里的地层本就缤纷多彩，像是凝固的颜料盒，流水冲刷不同颜色的岩层，流淌、摆动、汇流，变幻出更为复杂的色彩，嫩黄、绯红、青蓝等多种色彩的水流在造化之手的拨弄下，皴、擦、渲染、泼墨……创造出一幅惊心动魄的大地抽象画景观。曾有人说安集海是中国一条色彩最丰富的大峡谷，此言不虚。

值得一提的是，安集海峡谷地下还储藏着丰富的煤炭资源，山路如一条蛟龙从谷底沿崖壁盘旋而上，许多载重汽车满载煤炭，在九曲十八弯的运煤路上轰鸣着，挣扎着一米米向前转动车轮，犹如在巨树上攀爬的一只只小甲虫。

## 双剑合璧：牵手独库公路，“新版”天山景观大道的诞生

从安集海大峡谷再往西，在S101终点的西边不远，就是独山子大峡谷了。两条格外壮丽的大峡谷联手现身，像是S101结尾处令人难忘的一个双重惊叹号。

早在数年前，独库公路就已被誉为“最美天山景观大道”。比起来，101省道则一直像是山间的隐士。其实，除了上述的红层、牧场和峡谷群，这条路还隐藏着更多的惊喜和神秘。比如，在它的东端起点附近，就是亚洲大陆地理中心，高耸的亚洲之心标志塔就伫立在天山北麓的一片洪积扇上，1992年7月，中国地理科学工作者经过了严格的科学测算，确立下了它的位置，为东经87° 19′ 52″，北纬43° 40′ 37″。此外，在硫磺沟曾经发生过一场持续了129年的煤田火灾，旷日持久的地火从清朝同治十三年（1874年）就开始燃起，“裂隙纵横，浓烟弥漫，岩隙间火焰呼呼，经年不绝”。2003年人们采用注水、注浆、惰性气体隔离及黄土掩埋的方式，才终于将这场百年地火扑灭。

在呼图壁百里丹霞西部，形似石门的“康家石门子”崖壁上，还有一组罕见的巨型岩画，面积达120平方米，总共雕刻了300多个人物。据考证，这些神秘的岩画大约诞生于3000多年前，创作者是天山北麓生活的古代先民。

……

可以说，同为天山公路，独库公路和S101各有千秋，美感殊异，从乌鲁木齐出发，20多公里就可以走上S101，300公里的风光长廊之后，向南可以踏上独库公路，将两条天山景观大道一次走遍，向北则可抵达独山子、克拉玛依、阿勒泰等地。

如果你曾为独库公路心动，那你一定也会为新疆101省道折腰。今天，两条大美公路双剑合璧，一条新版的“天山景观大道”诞生了！

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

## 海工装备是海洋经济发展的基础，处于海洋产业价值链的核心环节

江苏南通启东市的启东海工船舶工业园位于长江口，是我国最重要的海工装备制造基地之一。或许很多人还没意识到，我国制造的海工装备究竟有多牛：全球一半的油气开采和我国八成的石油增量，都要依靠我国制造的海工装备。海工装备是海洋经济发展的基础，处于海洋产业价值链的核心环节。目前大部分的海工装备都是服务于海洋油气资源的勘探、开采、加工、储运、管理等环节，它们包括了各类钻井平台、生产平台、浮式生产储油船、起重船、铺管船、海底挖沟埋管船等装备。摄影 / 姜宁

# 海工装备井喷
# 中国迈入“超深水时代”

近些年来，我国对海洋的探索和开发速度迅猛，并且不断从近海往深海迈进，获得许多重大突破。这些突破的背后，离不开我国的一个重要行业——海工装备制造业。目前我国自主制造的海工装备已呈井喷之势，占据了全球一半市场份额。一批具有顶尖科技水平的海工装备重器，悄然助力我国迈入“超深水时代”，彻底改变了我国在海洋探索开发领域的落后局面。

撰文　刘开心　金夫
摄影　殷丹峰　李彦昭　等

## 聚光灯下的深潜器，背后站着一个庞大的海工装备产业

我是一个“海洋迷”，从小就对广阔无垠的海洋产生了浓厚兴趣。记得上小学时，教室墙壁上挂着一幅科学幻想画，画面的主体是两位小朋友，他们坐在一个潜水器里，在大洋的水面下漫游，周围是小丑鱼、海龟、鲸鱼等许多海洋生物和五颜六色的珊瑚礁。画面里的远处，还有几座像埃菲尔铁塔一样的钻井平台矗立在海中。这幅画激起了我对海洋的兴趣，当时心中还想：什么时候我能坐上潜水器到大洋里畅游一番，或者站在钻井平台上一睹海洋的浩渺风光？时隔多年后，少年乘坐潜水器漫游海洋的画面，还一直深深地印在我的脑海里。

实际上，我国对海洋探索和开发的速度远超我的想象。小时候的那幅画，早已不是什么科幻的想象，而是变成了现实。这其中，2012年7月载人潜水器“蛟龙号”下潜7062米是一个重要标志。此后，中国载人潜水器不断挑战水深极限，2020年“奋斗者号”下潜至马里亚纳海沟最深处，深度达10909米。

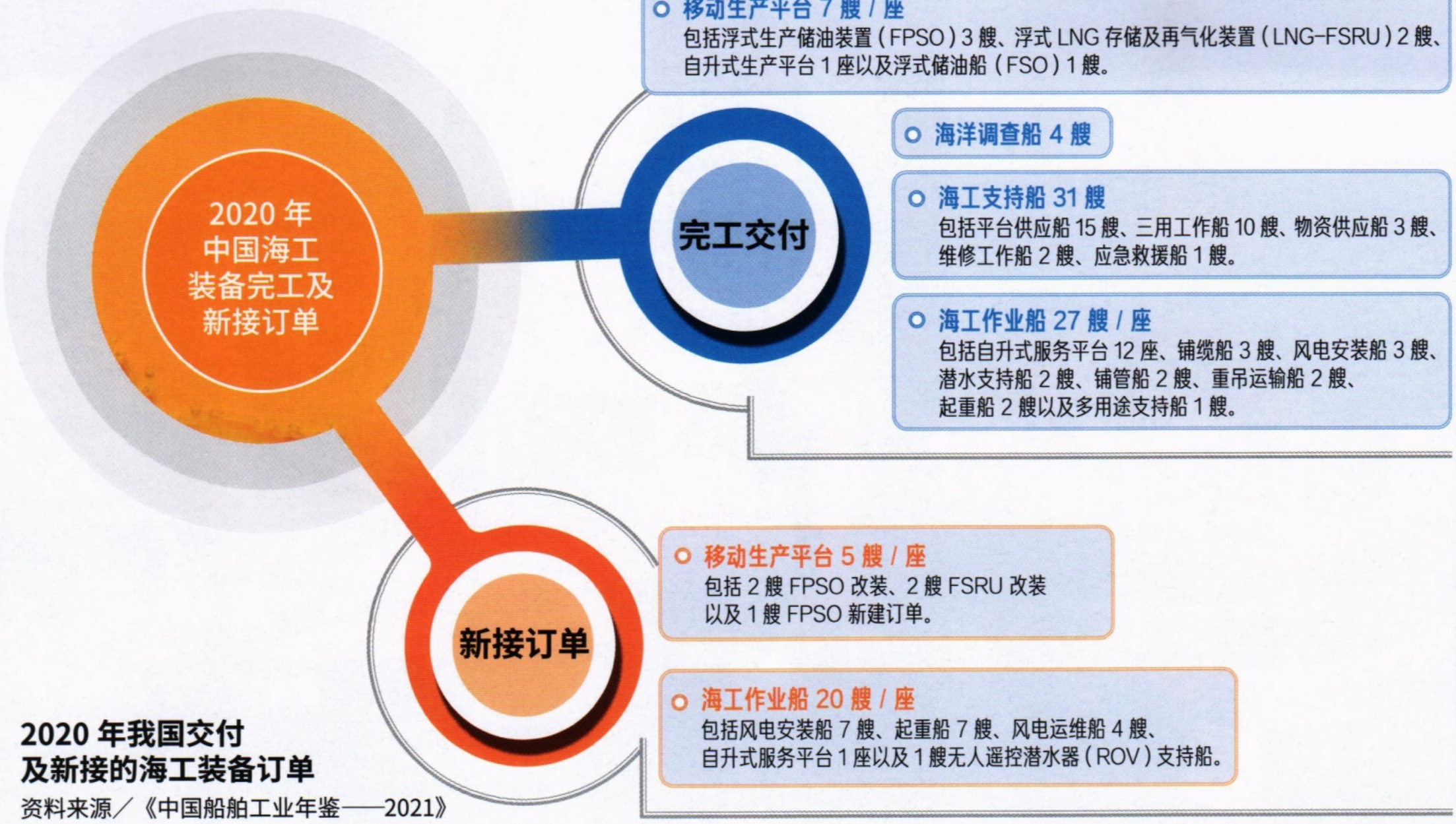
探索和开发海洋的资源，无疑需要强大的技术和装备作为后盾。其中深海的探索和开发难度是最大的，需要尖端的深海技术和装备。目前我国已经有了包括“蛟龙”、“深海勇士”、“奋斗者”、“潜龙”、“海龙”、“海燕”、“海斗”等在内的系列深潜装备，在深海科技领域实现了重大突破。

## 海工装备的高科技，是特殊的海洋环境“倒逼”出来的



### 江苏启东海工船舶工业园区

在江苏启东海工船舶工业园区内，一些大型海工装备正在热火朝天地开工建造（右页图）。海工装备建造委托方聘请的监理人员，也在现场进行监督作业（上图）。目前，园区已经形成了海洋石油平台、海洋特种船舶及海上能源等三大产业板块。海洋特别是深海，与我们平时居住的陆地环境差异极大，因此对装备要求很高，从而对装备制造业产生了极强的“倒逼机制”。海工装备制造，就是根据不同的海洋环境，来反推装备在设计、材料、工艺等方面要达到的指标。水越深，就越倒逼装备不断精益求精，推陈出新。




**2020 年我国交付及新接的海工装备订单**

资料来源／《中国船舶工业年鉴——2021》

# 我国海工装备制造业发展日新月异，在诸多领域取得了突破性进展

从制造业角度看，深潜装备属于海洋工程装备（以下简称海工装备）的一部分，只是我国庞大的海工装备产业显露的“冰山一角”。海工装备是人类开发、利用和保护海洋活动中使用的各类装备的总称，处于海洋产业价值链的核心环节。在这里，我想重点说说除了深潜装备之外，那些门类更复杂、应用更广泛的海工装备，是它们支撑起了各国海洋资源（特别是海洋油气资源）产业的发展。

服务于海洋油气资源勘探、开采、加工、储运、管理、后勤等方面的海工装备，可大致分为两大类：海洋平台和海洋工程船。其中海洋平台是海洋油气开采领域的主角，很多海洋平台堪称海工重器，它们是为海上钻井、采油、存储、处理、集运等活动提供生产和生活设施的装备，又分为固定式平台（桩基固定在海底）和浮式平台（漂浮在海面）两种。我国南海使用的“深水一号”能源站、“海洋石油119”FPSO（浮式生产储油装置），都属于浮式平台。海洋工程船则是为海洋平台提供物资、安装、拖带、锚泊等各种服务的工程船。

在“深海一号”能源站建造期间，技术人员在船体内部进行调试工作（右上图 摄影 / 李彦昭）。“深海一号”是我国自主研发建造的全球首座10万吨级深水半潜式生产储油平台。该平台尺寸巨大，总高120米，相当于40层楼高，最大排水量11万吨，相当于3艘中型航母。该装备建造技术复杂，运用了多项国际和国内的首创技术。右下图为2018年在天津建成的我国首个海洋工程数字化技术中心。该中心填补了我国在海洋工程数字仿真技术领域的空白，可以为海上吊装、海上浮托、水下生产设施安装等海洋工程作业提供仿真预演与模拟培训。摄影 / 田立锋

**“深海一号”能源站与海洋工程数字化技术中心**

## 中国制造的海工装备呈现井喷之势，悄然占据了世界半壁江山

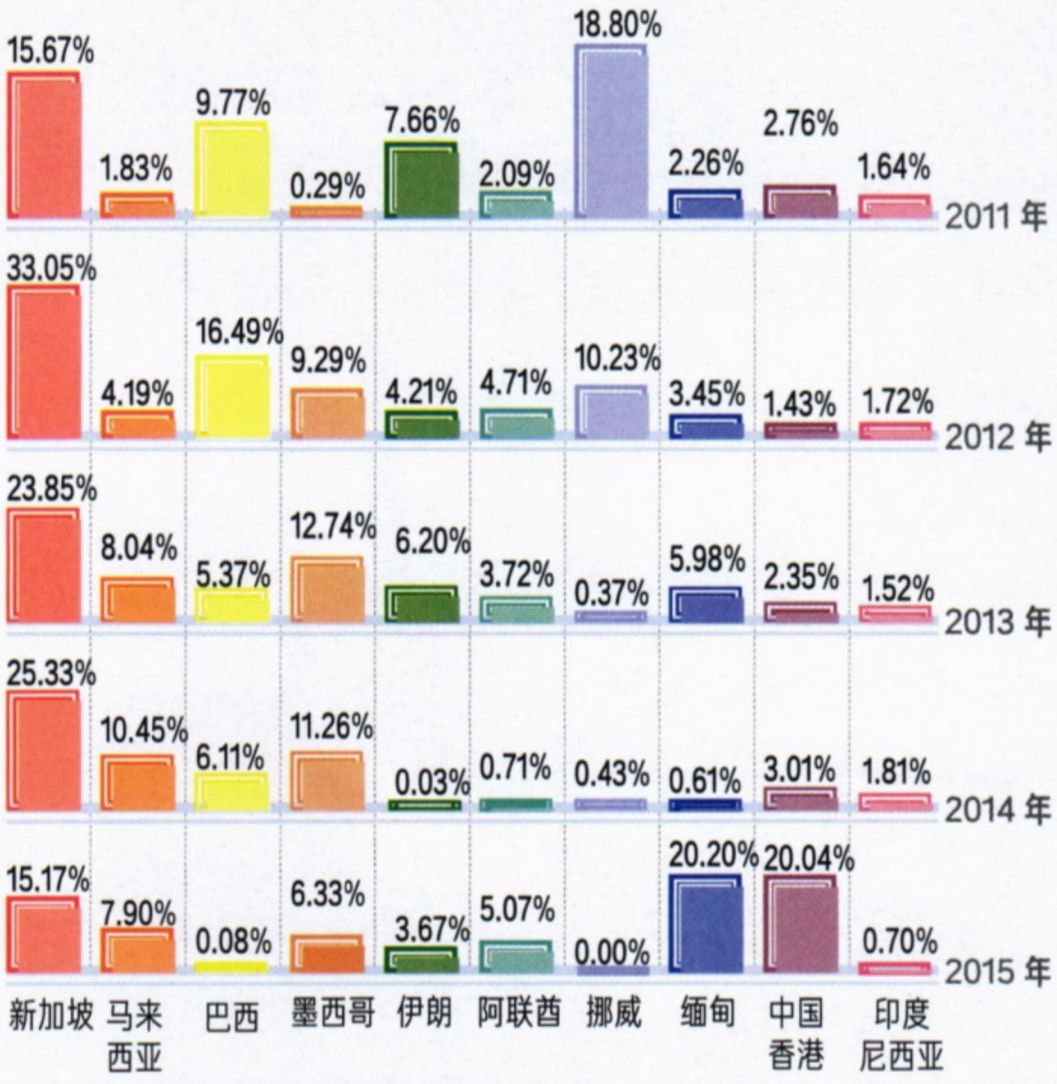
有一年，因工作关系，我登上了南海的钻井平台，和石油工人们一起，在平台上看海面的日升月落。浮光跃金，渔舟唱晚。眼前是一望无际的海水，身旁是昼夜不停运转的巨大平台设备……那种震撼，仿佛自己置身于海洋深处的一座座钢铁之城。感叹之余，我又想起了小时候的那幅画——虽然我没有坐上深潜器，但终归上了钻井平台，也算了却了自己的夙愿。

挺进深海，不仅需要精细的地质油藏研究，还需要装备、技术、管理等各方面的配合。深海属于极端环境，与我们平时居住的陆地环境差异极大，装备上的细微误差，很可能会带来重大的人员伤亡和财产损失，因此对装备可靠性要求极高。相对于陆地开采油气，海上开采要复杂得多。首先从设备来说，海上开采最大的特点是需要建造平台，所有开采设备高度集中在一个有限空间里。另外，海上有复杂多变的自然环境，波浪、台风、洋流、潮汐等，极大增加了装备设计建造的难度和风险。

经过40多年的发展，我国海洋石油开采的主力军——中国海洋石油集团有限公司，从1艘作业水深不足100米的钻井船，发展到61座钻井平台，作业水深超3000米，还有其他各种类型的配套装备，初步建成了一支庞大的“海洋石油工业舰队”。

让人意想不到的是，我国制造的海工装备呈井喷之势，不仅满足了国内需求，还悄然占据了世界海工装备市场的一半份额，覆盖了波斯湾、北海、西非、墨西哥湾和巴西沿海等全球主要海洋产油区。浙江海洋大学船舶与海运学院的李德堂教授，长期从事海洋工程设计与研究，他告诉我：“由产业研究专业机构中研普华发






**10 个国家和地区在中国海工装备出口中所占比例**

资料来源／王媛媛《中国海洋工程装备企业竞争优势分析及对策研究》

## 近年全球服役的一大半FPSO，都是由中国制造

### “希望6号”FPSO

“希望6号”圆筒形浮式生产储油装置(FPSO)，是我国为英国客户建造的一件高端海工装备，多项技术创新填补了国内海工装备制造的空白。该FPSO高36.5米，可连续在海上服役20年。它打破了传统船形设计理念，研发了具有抵抗巨大风浪能力的圆筒形结构，达到了FPSO制造领域的一流水平。FPSO被称为“海上油气工厂”，是海洋油气开采的核心装备之一。近年全球服役的一大半FPSO都是由中国制造。




布的《2022—2027年中国海洋工程装备行业投资潜力及发展前景分析报告》指出，目前我国在全球海洋工程装备制造市场的份额占比约50%。这个成就是我国在短短40多年内，面临外国技术重重封锁，依靠自主创新而取得的，很不容易。”

值得一提的是，我国的海工装备在世界高端产品中的份额占比也越来越高。比如说，被称为“海上油气工厂”的FPSO，是开发海洋石油的关键设备，集生产处理、储存外输及生活、动力供应于一体，现已成为海上油气田开发的主流生产方式，因造价高昂、建造难度大、集成程度高，在石油工业里被视为“皇冠上的明珠”。国际上一艘大型FPSO造价在30亿美元，小型的造价也要近10亿美元。近年全球服役的FPSO中，中国制造就占了一大半。2018和2019这两年，我国分别向巴西交付了两艘当时世界最大吨位的FPSO（均为35万吨），标志着我国在超大型FPSO领域的自主建造达到国际先进水平。

近年来，海洋石油钻井平台不断向深水和深地层推进。我国海工装备在深水领域也频频发力，在国际市场收获颇丰。2015年，我国为挪威设计建造了一座超深水半潜式平台（指平台一半在水上，一半在水下）“福瑞斯泰阿尔法号”，该平台最大作业水深3658米，最大钻井深度15240米，是当时全球作业水深和钻井深度最深

的半潜式钻井平台。

那么，如何评价我国海工装备制造在全球中的地位呢？我请教了一位业内专家，他叫李达，中海油研究总院工程研究设计院结构总师、深水实验室常务副主任。李达说：“总体而言，在世界海工装备制造的格局中，我国处于从金字塔的中端向高端迈进的过程中，正在突破高端制造中的总体设计、关键材料、关键核心设备等核心技术领域。实现上述突破，是我们这一代船舶与海洋工程专业人士的梦想。”

## 海洋油气开发采取什么模式，是由水深等因素决定的

我们一般所说的海洋，占据了地球约71%的面积。其实“海”与“洋”是两个概念：“洋”是海洋的中心和主体部分，远离大陆，由半岛、岛屿、群岛等同海分开，水深一般在3000米以上；“海”在洋的边缘，是大洋的附属部分，临近大陆，平均深度从几米到两三千米。世界海洋油气资源总量的60%，就分布在各个“海”里，这也是目前人类技术可以够得着的地方。

对海上油气开采来说，水深是一个重要指标。一般而言，水深小于300米的海域为浅水，300—1500米为深水，1500米以上为超深水。在地理学上，海洋按水深则有不同划分，一般是结合生物和水下地貌来分：水深500米以下是浅海，500—1000米是浅海到深海的过渡带，1000—4000米是深海，4000—6000米叫深渊，6000米以上叫极深渊。油气开采所说的1000米以上深水和超深水，对应的其实是地理学上的深海概念。

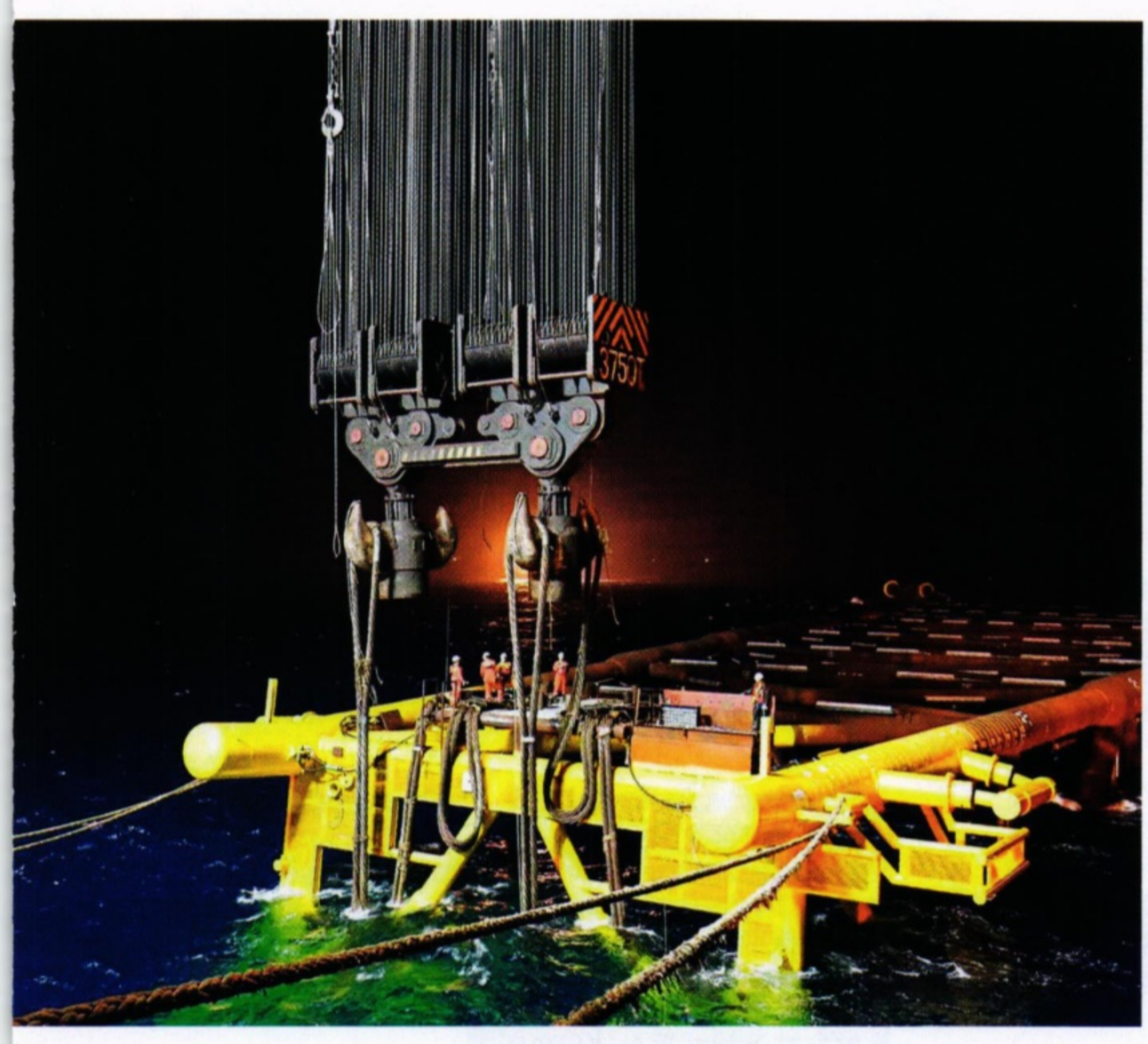
基于水深、环境、技术等方面的不同，海洋油气开发会采用不同的模式和海工装备。比如说在浅水海域，一般是采用固定式平台完成油气的钻井、开采和处理，再通过海底管道，将油气输送出去。在深水、超深水海域，基本是采用“浮式平台+水下生产系统”模式，通过水下生产系统开采出油气资源，再通过海底管道输送至浮式平台进行加工处理。

## 海工装备的运输和安装极为复杂，往往要动用许多专业类重器



“海基一号”深水导管架

右下图为2022年3月15日，中国自主设计建造的亚洲第一深水导管架——“海基一号”（图中码头上的三角形钢架结构），最后经过约26小时的连续拖拉，才顺利装上亚洲最大的运输驳船“海洋石油229”（图中水面上的那艘船只 摄影／李雪松）。“海基一号”总高302米，高度接近北京国贸大厦，是固定式海上平台的“基座”，在我国南海东部的陆丰油田群投入使用。右上图为“海基一号”导管架的安装现场。“蓝鲸”号起重船正用挂钩钩住导管架的顶部，准备将导管架吊起扶正（摄影／李浩玮）。“蓝鲸”号起重船是一艘专业服务于海工装备安装作业的船舶，被业界誉为“世界第一单吊”，最大起重能力达7500吨，相当于能把法国埃菲尔铁塔吊起来。



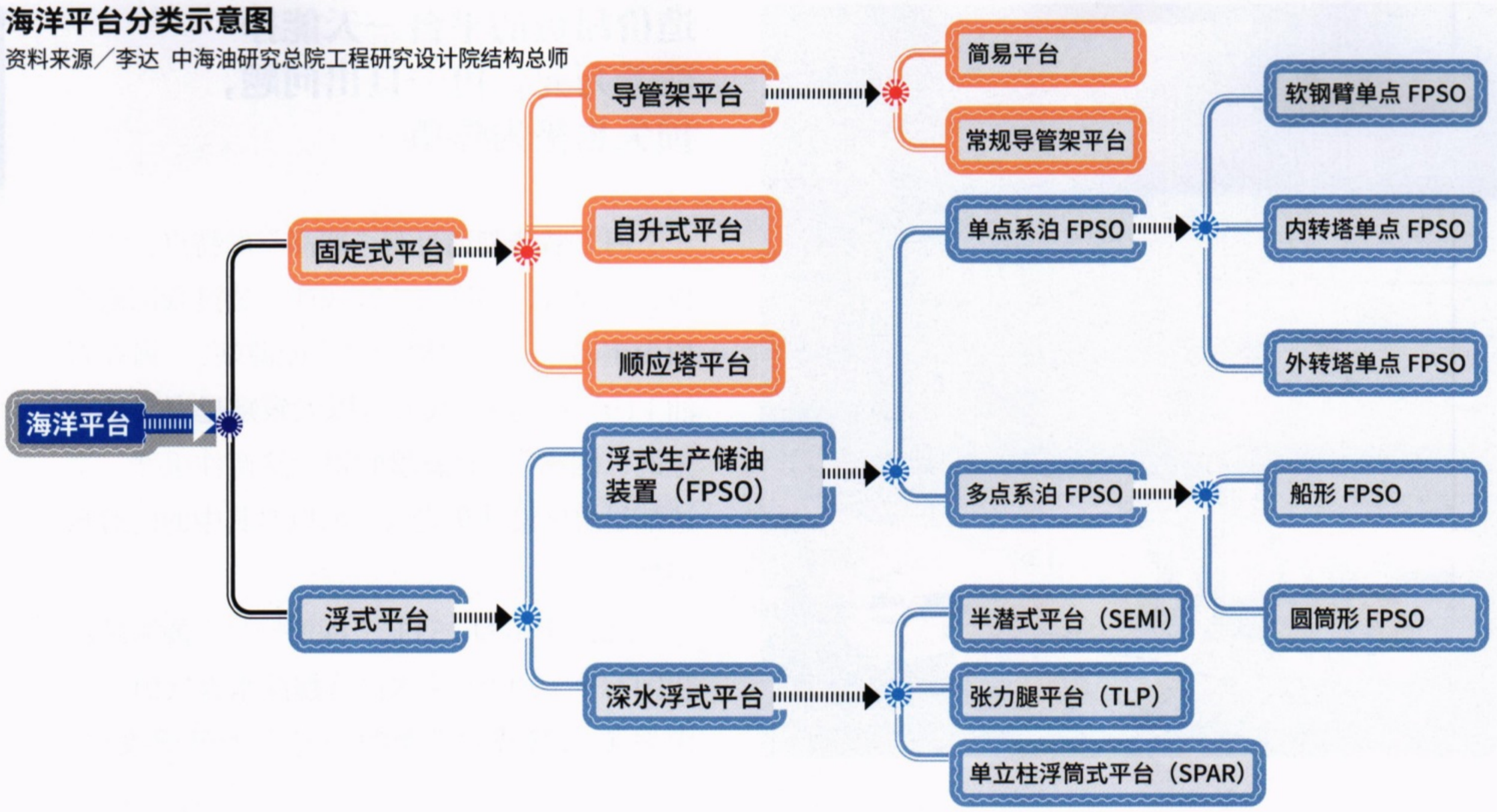
## 造价昂贵的平台一天能挣数千万元，可一旦出问题，损失也极为惨重

海工装备制造具有“四高”的特点：高科技、高投入、高回报、高风险。透过我国两件顶尖重器——“深海一号”能源站、“海洋石油119”FPSO，我们可以大致窥见海工装备里的“四高”。有意思的是，这两件重器，李达都是总体设计负责人，所以对其中的门道很清楚。

2021年6月25日，“深海一号”能源站在我国首个1500米深水自营超深水大气田——南海陵水海域的“深海一号”大气田投产。

**海洋平台分类示意图**

资料来源／李达 中海油研究总院工程研究设计院结构总师




## 不同水深的海域，决定了油气开发采用不同的模式和装备

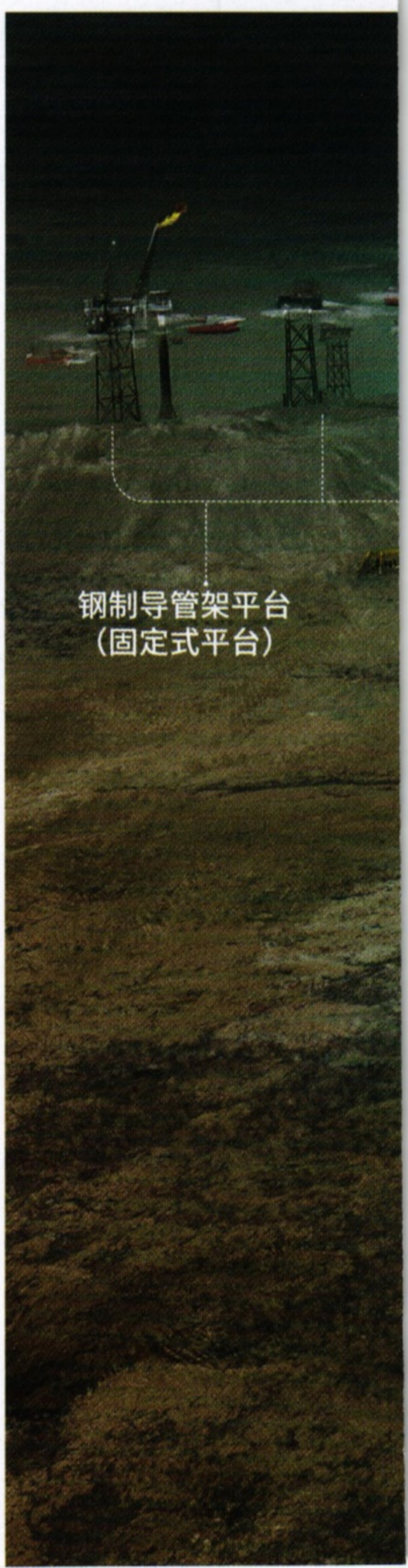
“深海一号”能源站的问世，对我国海工装备制造具有特殊意义：这是我国自主研发建造的全球首座10万吨级深水半潜式生产储油平台，堪称我国深水油气开发和海洋工程装备技术的重大突破，标志着我国海洋石油勘探开发能力，实现了从300米深水向1500米超深水的历史性跨越。可以说，“深海一号”能源站是我国迈入“超深水时代”的标志性装备。

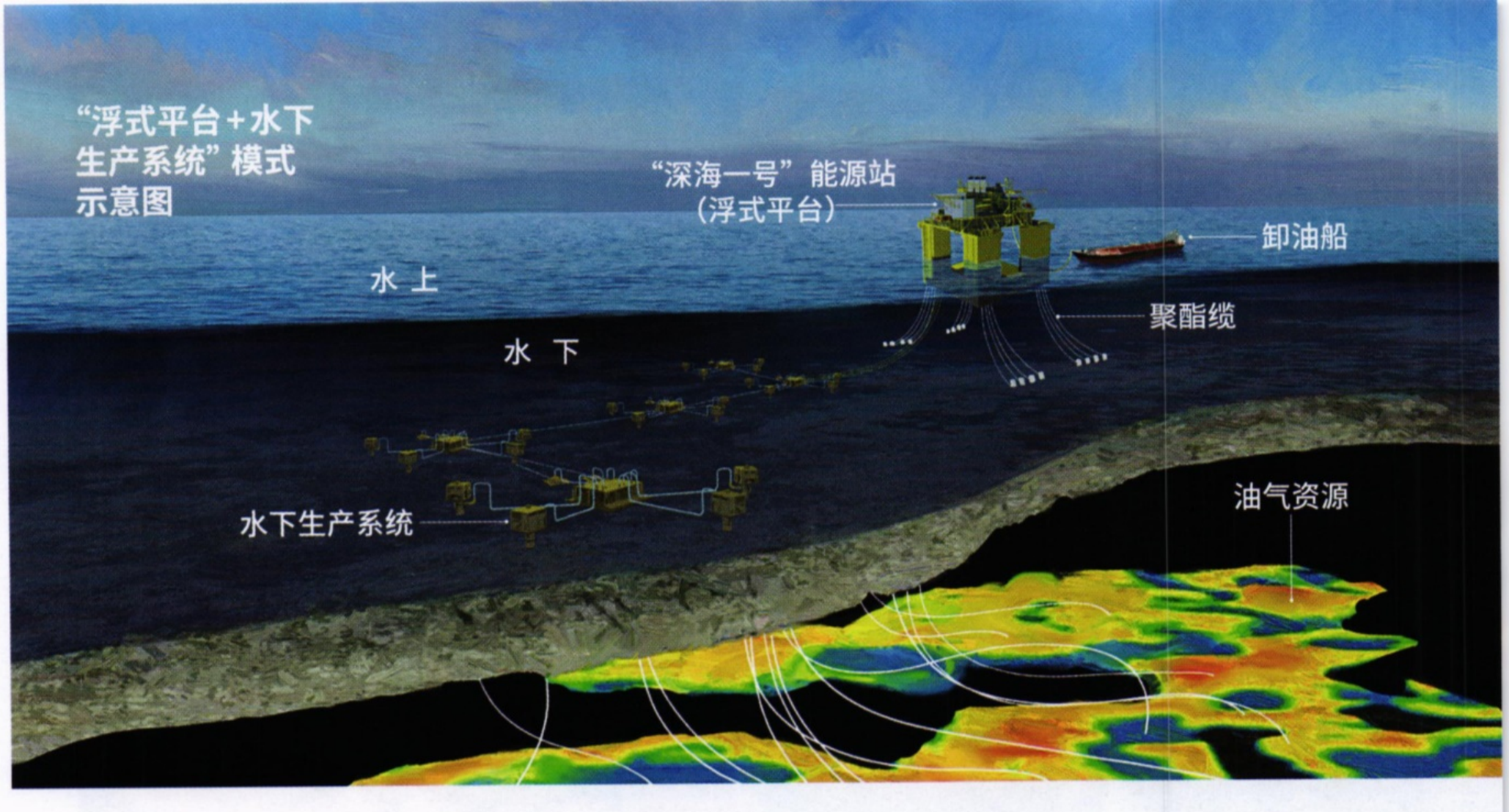
“深海一号”能源站属于浮式平台中的半潜式平台，被称为我国海洋工程装备技术集大成之作。它实现了3项世界首创，其中特别值得一提的是，它首创了半潜平台立柱储油技术（在平台立柱内设置能储油的油舱）。同时还实现了13项国内首创技术应用，并刷新了全球同类型平台建造速度之最。

这样一件海工重器，造价自然不菲，相当于10艘30万吨级超级油轮或7架美国F22隐形战斗机。李达说：“‘深海一号’要是在国外造的话，就得20亿美元，是国内造价的近两倍。这体现了装备国产化的重要意义。”帮助能源站在海上安装的工作船，每艘船每天的花费都得上百万元。

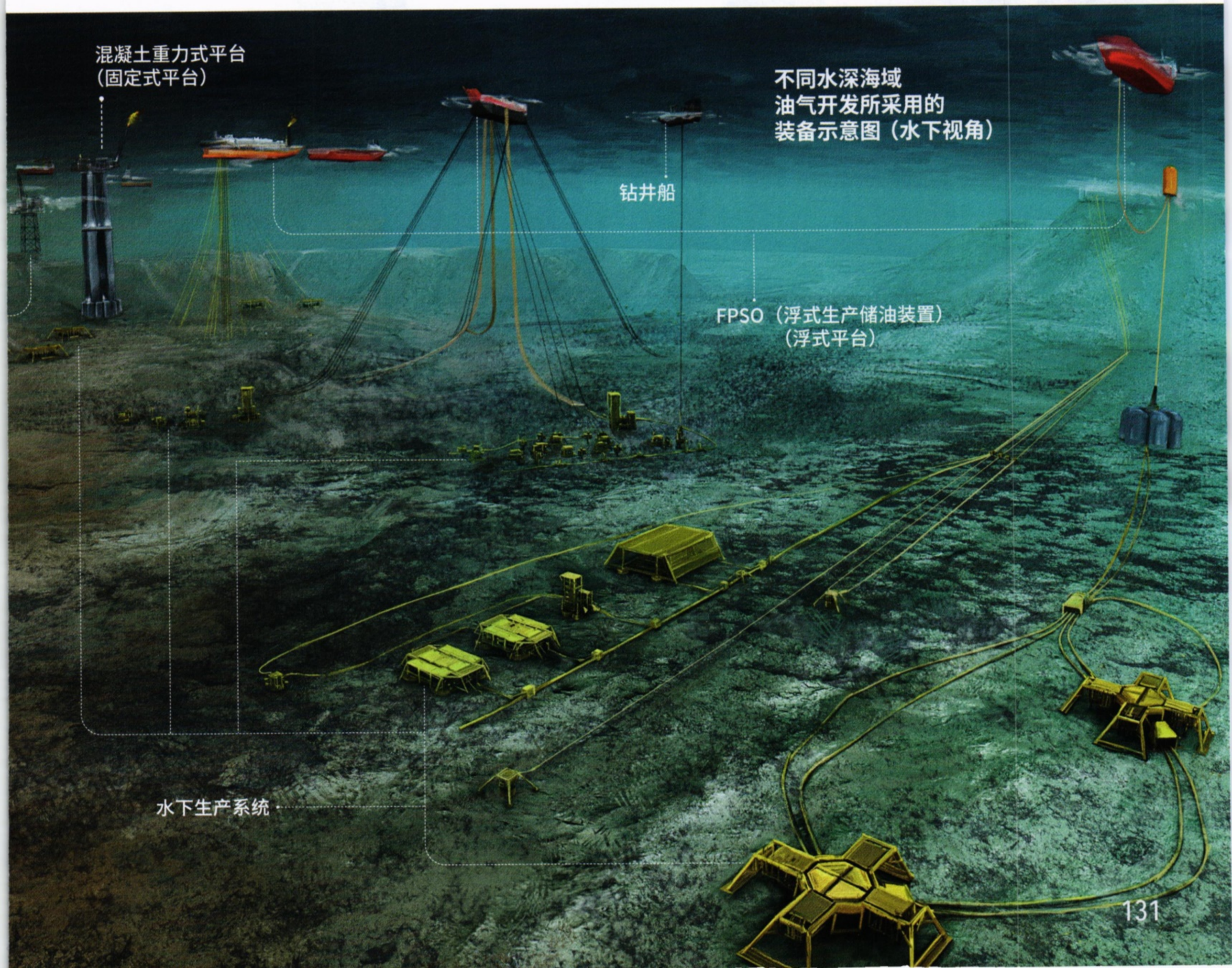
能源站开工后，每天可贡献清洁天然气1000万立方米。“深海一号”大气田能采20多年，能源站（设计疲劳寿命150年）开采的天然气将超过500亿立方米。更重要的是，能源站开采的天然气直供急需能源的粤港澳大湾区，可满足该区域四分之一的民生用气需求，经济与社会效益不可估量。

通过非常坚韧的高科技绳索——聚酯缆，“深海一号”能源站与海底相连，被牢牢固定在海面上，要待20多年，其间要忍耐南海水域强大的风暴和千年一遇海


钢制导管架平台（固定式平台）




对海洋油气开采而言，水深有着极为重要的意义——决定了油气开采的模式和装备。在海洋油气开采行业，一般是把海域按照水深的不同，分为浅水（水深小于300米）、深水（水深在300米与1500米之间）和超深水（水深在1500米以上）这三个区间。水深的不同，导致海洋环境有着极大差异，也决定了油气开采所采用的整体模式和技术装备的差异，而所耗费的成本也有很大不同。总体而言，水深越深，对装备和技术的要求越高，成本也就越大。在浅水海域，一般采用“导管架平台+陆地终端”模式，通过导管架平台完成油气的开采、处理，再通过海底管道输送至陆地终端；在深水、超深水海域，基本采用“浮式平台+水下生产系统”模式，将水下生产系统开采的油气，通过海底管道输送至浮式生产平台进行加工处理。本页绘图 / 宋翰笛








## “兴旺号”钻井平台与“海洋石油119”FPSO

在“兴旺号”钻井平台的司钻房（钻机操作间）里，外方司钻（钻机操作者）阿尔福在目不转睛地盯着钻台（本页上图 摄影 / 李佑坤）。司钻是钻井平台最核心的工种之一，除了要控制钻头的速度和钻压，还要随时监测平台的稳定和平衡。“兴旺号”隶属于南海荔湾3-2气田，是全球最先进的深水半潜式钻井平台之一，最大工作水深1500米，最大钻井深度7500米。油气开采不断从浅水迈入深水、超深水海域，钻井平台内部也布满了越来越多的各种仪表设备，对操作人员的技术要求也越来越高（本页下图）。右图中的大船为南海东部流花16-2油田群的核心装备——“海洋石油119”FPSO，这是我国自主设计建造的第一艘深水浮式生产储油装置。该船的旁边，分别是负责日常补给、作业支持的守护船，以及负责水下安装的深水作业船（摄影 / 王德洋）。

浪的侵袭。这对“深海一号”能源站的设计、材料、总装等方面提出了非常严苛的要求。在李达看来，能源站在制造上的严苛程度，甚至催生了当今海洋工程界的最高标准。而且，能源站是按照“30年不回坞检修”的高标准设计的。因为万一能源站出问题要检修，出门一趟再回来，就得花近10亿元。这还没算能源站不能工作每天损失掉的1000万立方米天然气。所以说，这种装备的高风险就在于此，万一出问题停工检修，损失就非常惨重，严重的话甚至会导致整个项目血本无归。

另一件海工重器“海洋石油119”FPSO，于2020年9月在珠江口盆地的流花16-2油田群（我国第一个自营深水油田群）投产，是该油田群的核心装置，拥有国内最复杂的海上油气处理工艺流程。

## 油气开采从浅水迈入深水、超深水海域，对海工装备的要求越来越高

“海洋石油119”造价比“深海一号”能源站少，但它每天生产的价值比能源站还大——一天能生产10万桶原油，按当前一桶600元计算，价值6000万元。“海洋石油119”也要一直固定在海面上，不过在30年的服务期内，允许在15年后回船坞检修一次，但动窝一次也得花数亿元。李达说：“海工装备对技术要求太高了。一个小的失误，或许就会带来上百亿元的损失。很多大型油气开采企业在壮大过程中，就因为一些装备上的小失误破产了。”



## 中国海工装备制造大事记

**1954 年**

地质学家李四光发表《从大地构造看我国石油勘探的远景》报告，首次将渤海列入我国石油勘探范围。

**1956 年**

海南岛莺歌海渔民在海上发现油气苗，引起国家高度重视，开启对莺歌海、渤海海域的勘察工作。

**1966 年**

12月，我国第一座混凝土桩基钢架固定式1号钻井平台建成，所处海域水深约6.5米。

**1967 年**

1号钻井平台第一次获得工业性油气流，标志着我国正式进入海洋石油工业时代。

**1972 年**

我国制造的第1座自升式钻井平台——“渤海一号”建造完工。

**1974 年**

第1艘钻井船“勘探一号”在南黄海试验成功。

**1978 年**

建造第1艘浅海坐底式钻井船“胜利一号”，并在莱州湾投入使用。

**1982 年**

2月8日，中国海洋石油总公司成立。

**1984 年**

国内第1座半潜式钻井平台“勘探三号”建成，我国在海洋平台建造上有了长足发展。

**1989 年**

我国建成第一艘FPSO（浮式生产储油装置），取名“渤海友谊号”。

**1996 年**

3月，由中方和美国阿莫科石油公司共同开发的流花11-1油田正式投产，开启了我国海洋石油工业走向深水时代。

**2001 年**

被称为“亚洲第一吊”的“蓝疆号”建成。该船具备150米以内水深的海管铺设作业能力。



2002 年

“南海奋进号”FPSO在海南文昌13-1/2油田投产，这是中国海油第一艘自行设计建造的台风期间不解脱的FPSO。

2005 年

“海洋石油718”物探船改造成功，是当时亚洲技术最先进、作业能力最强的三维地震物探船。

2007 年

8月，我国批准启动建造12缆物探船“海洋石油720”。该船是亚洲最先进、作业能力最强的海洋拖缆物探船。

2008 年

4月28日，“海洋石油981”深水半潜式钻井平台开工建造，标志着我国在海洋工程装备领域已具备自主研发能力和国际竞争能力。

2009 年

30万吨级“海洋石油117”FPSO在蓬莱19-3油田二期油田投产，标志我国在FPSO建造领域迈上新台阶。

2010 年

“海洋石油202”潜水铺管船建成投产，是我国首艘完全自主建造的大型浅水海上铺管船。

2011 年

4月，12缆物探船“海洋石油720”成功交付使用。

2012 年

5月9日，“海洋石油981”在南海正式开钻，标志着我国海洋石油超深水钻井技术已达到世界先进水平。

2017 年

2月13日，半潜式钻井平台“蓝鲸1号”命名交付，代表了当今世界海洋钻井平台设计建造的最高水平，将我国深水油气勘探开发能力提升到世界先进行列。

2020 年

9月20日，“海洋石油119”FPSO顺利投产，是迄今为止我国作业水深最深（420米）、功能最复杂的海上油气超级加工厂。

2021 年

6月25日，“深海一号”能源站正式投产，标志我国在装备技术、勘探开发能力上实现了从300米到1500米超深水的全面跨越。

2022 年

4月11日，亚洲第一深水导管架“海基一号”在南海安装就位。



# 明星级重器“深海一号”能源站，是我国迈入“超深水时代”的标志性装备

## “深海一号”能源站

**高峰期间，在“深海一号”能源站周围的海域，有十余艘作业船进行安装作业。这些船主要有守护船、深水作业船、深水铺管船等，负责完成水下设施的安装工作。“深海一号”是由我国自主研发建造的全球首座10万吨级深水半潜式生产储油平台，已成为明星级的海工装备重器，也是我国迈入“超深水时代”的标志性装备，标志着我国从装备技术到勘探开发能力，全面实现从300米到1500米超深水的跨越。**

**摄影 / 王继强**

## 专属海洋的孵化意义：我国海工装备拥有独特的“双海优势”

我国为什么能在短短几十年，逐渐崛起为一个海工装备制造强国？除了我国整体工业制造强大、产业链完整等因素外，还有一个就是我国的地理环境。

我国目前开采的海洋油气，在我国油气消费构成中占比并不大。但我国还是要花大力气开发海洋油气，我认为主要原因有二：一是作为战略储备之用，二是借机打磨世界一流的海工装备产业。

世界海工装备强国（如美国、挪威等）的崛起之路有一个规律，就是它们都有一个自己专属的油气开发海域，美国有墨西哥湾，挪威有北海。相反，那些没有自己专属的油气富集海域的国家，如日本、韩国、新加坡等，在海工装备上就很难达到美国、挪威的水准，缺乏核心技术。这牵涉到海工装备制造的一个关键因素——用户引领。就是说，用户是海工装备技术创新的发起端。几乎所有的技术

## “海洋石油982”钻井平台，拥有世界最先进的深水水下防喷器装置

在南海海域的“海洋石油982”钻井平台，工作人员乘坐工作篮，抵近海面进行BOP（防喷器）的检测收尾工作。“海洋石油982”是中国海油自主投资建造的第六代深水半潜式钻井平台，具有世界先进水平，其最大作业水深1500米，最大钻井深度9144米。该平台配备了世界最先进的深水水下防喷器装置。防喷器是最重要的井控设备，钻井作业一旦发生溢流、井涌、井喷等紧急状况时，防喷器就需要迅速启动关井。此时如果防喷器失效，就会导致井喷等恶性事故。“海洋石油982”还具有超强抗风能力，很适合在热带台风多发的深水海域作业。摄影 / 彭荣琦









创新驱动，都来自于用户引领，而技术创新是推动海工装备不断发展的关键。美国与挪威分别依托墨西哥湾和北海的油气开采，不断在装备技术上推陈出新，成为国际海工技术的佼佼者，就像海工中的“苹果”、“华为”。墨西哥湾和北海，就是美国、挪威走向海工装备强国的“孵化器”。而日本、韩国、新加坡等国家，因为没有自己的大型油气田，只能接别人订单做代工，像是海工装备中的“富士康”，虽然在制造工艺上做得很精湛，但无法发展出自己的核心技术。

我们的幸运在于，我国有18000公里的绵长海岸线，渤海、黄海、东海、南海四大海域蕴藏着丰富的油气资源。仅南海已探明的油气储量，就约占全国油气总量的30%。目前我国拥有的大型海上油气田，主要分布于渤海和南海。这些富含油气资源的海，就是我国海工装备不断升级换代的“孵化器”。

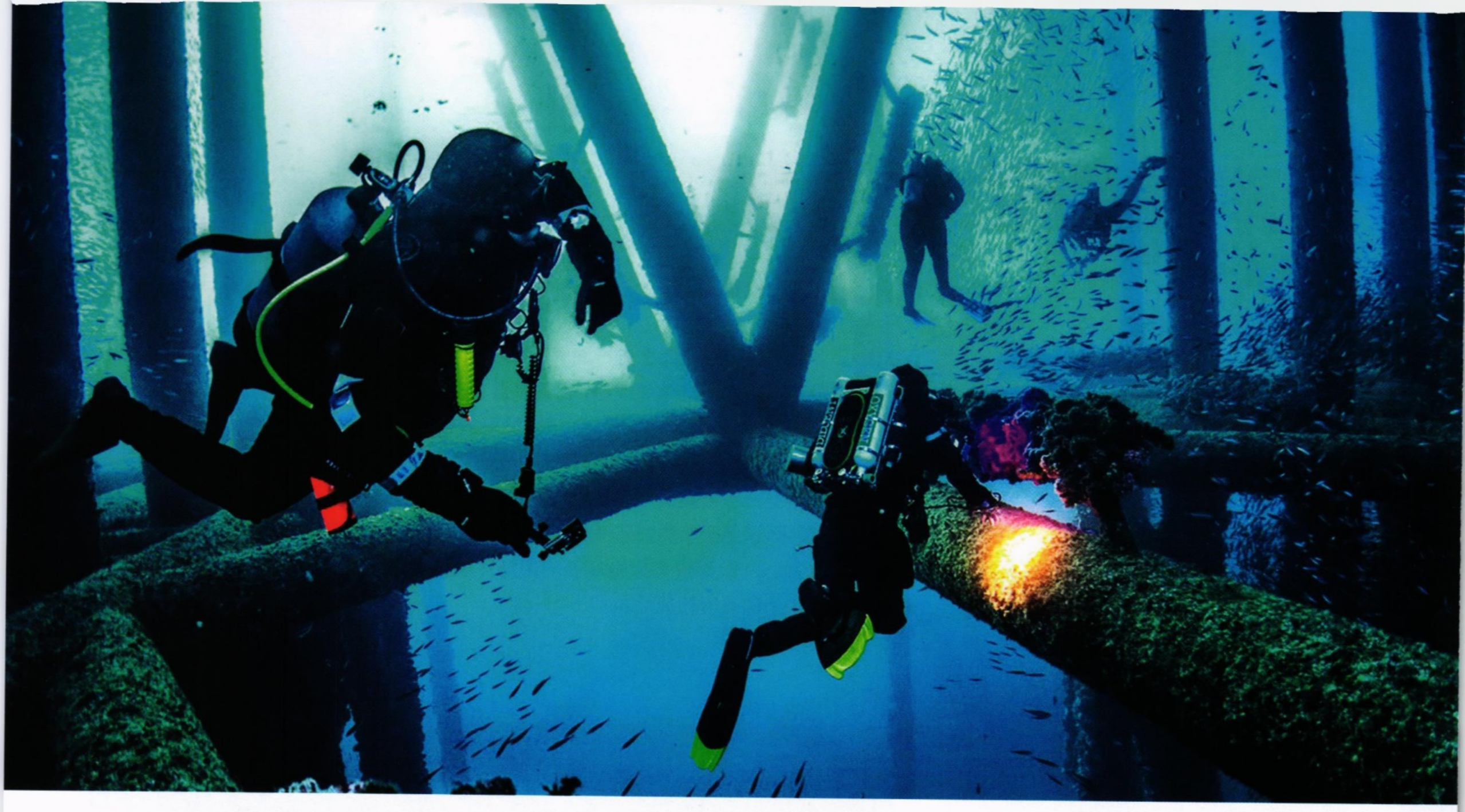
相比很多国家，我国有“双海优势”。李达说：“目前我国最先进的海工装备和技术，绝大多数是在南海开发和使用的，也有部分是在渤海，比如我们的渤海浅

# 海洋平台是矗立在海洋中的人造“孤岛”，要忍受恶劣环境的长期影响

## 海洋平台

在海上进行油气开采，海洋平台是人们工作、生活的主要依托。从某个角度看，它就是矗立在海洋中的一座人造“孤岛”。这座“孤岛”处于一个与陆地差异很大的环境中，要经常忍受风浪（左下图）、海冰（下图 摄影 / 李彦昭）等恶劣环境的影响，同时还要为居住在上面的人员提供一个相对稳定、舒适的生活环境（左上图）。这就要求海洋平台与时俱进，不断采取创新性技术，避免微小失误带来的重大损失，才能获得更大的回报。相比陆地油气开采，波浪、台风、洋流、潮汐等复杂多变的海洋环境，极大地增加了海洋平台在建造、安装、运行、维护上的难度和风险。





# 以海油工程为代表的我国海工装备企业，不断走出国门拓展海外市场

泰国湾海域
海洋平台

海工装备的水下维护是一项长期而艰巨的任务（上图）。右图为海油工程国际有限公司泰国公司的水下作业人员，正在泰国湾海域进行废弃海洋平台的拆解作业。这次拆除工作，不仅包括了平台的海上拆除，也包括平台资产的购买、陆地的拆解及废旧物的销售，是一次真正意义的“一站式服务”。近年来，以海油工程为代表的我国海工装备企业，不断走出去拓展海外市场。海工装备与人类探索、开发、利用、保护海洋的活动息息相关，海工装备的先进与否，很大程度决定了一个国家海洋产业的发展层级。我国海工装备制造的优势，主要体现在整体供应链完整，制造效率高，成本低，并且正在越来越多的技术领域取得突破。
摄影 / 黄一峰

水水下生产系统。”李达的话，其实道出了渤海和南海对于我国海工装备制造的意义：渤海是摇篮，主攻浅水技术；南海是舞台，主攻深水技术。

渤海对我国海工装备制造的起步来说，是至关重要的。海工装备属于高科技产业，存在很多技术壁垒。作为后来者，我国面临着外国技术封锁的严峻形势。作为我国的内海，渤海平均水深很浅，约20米，而且完全属于我国管辖，油气田不存在任何争议。这就可以让我们在一个低起点上，一边做技术研发，一边开采油气。开采油气挣的钱，又可以反哺技术研发。

很快，我国埋头搞自主开发有了成果。其中1989年7月在渤海油田投入使用的“渤海友谊号”具有标志意义：它是我国自主设计建造的第一艘浮式生产储油船，被评为“中国十大名船”之一。当时这艘船的主持建设者叫曾恒一，后成为中国工程院院士。曾院士在渤海奋战多年，参与了众多浅水技术的创新与研发，后来转战南海，专攻深水技术，长期在深水实验室工作，任深水实验室主任。

试想一下，如果没有渤海，我们一开始在南海搞油气开发的话，结果可能是：



能采到很多油气，但无法发展自主的海工装备，只能高价购买外国装备。因为南海75%的油气资源都分布在深水或超深水区域。深水和超深水开采的难度、风险和成本，比浅水要大得多，对装备的要求也高得多。海工装备制造如果没有浅水的长期积累，是无法一步跨越到深水的。

正是渤海帮助海工装备完成了原始积累，海工装备才可以转战南海，一步步迈入“超深水时代”，在南海这个更为广阔的舞台上进行全面升级。前文所说的“深海一号”能源站、“海洋石油119”FPSO，都是在南海孵化出来的明星级装备。

## 没有深水海工装备，我们只能沦为南海的看客

本世纪初，外国的一些深水钻井平台，已经可以在3000米水深作业，装备水平进入了第六代。而我国的深水钻井平台作业水深只有500米，装备还处于“二代半”水平。在深水领域，我国与世界先进水平的差距还很明显。

从“二代半”到世界领先，科研工作者们来到水深浪急的南海寻找答案。曾恒一院士就是其中的一员。2006年，67岁的他主持了我国第一艘、世界最先进的第六代3000米深水半潜式钻井平台——“海洋石油981”（又叫“奋进号”）的前期研究与概念设计，首次成功解决了南海内波流（一种因海水密度、质量差异形成的海洋流）等特殊灾害的影响。这是我国首座自主设计、代表当时世界最高水平的3000米深水半潜式钻井平台，最大作业水深3000米，钻井深度10000米，造价近60亿元。如今，“海洋石油981”平台已发现“深海一号”等多个深水大型油气田。

以“海洋石油981”为核心，代表国际顶尖水平的3000米系列超深水海工装备——“五型六舰”逐渐浮出水面：一艘3000米深水铺管起重船“海洋石油201”，一艘3000米12缆深水物探船“海洋石油720”，一艘3000米深水地质勘察船“海洋石油708”，两艘3000米深水大马力三用工作船“海洋石油681”和“海洋石油682”。这“五型六舰”从地球物理勘探、地质勘察、钻井作业到海底铺管、物资保障，基本涵盖了深水油气勘探开发的整个流程。

除了水深、风浪、温度变化、浅层地质灾害等因素之外，南海的钻井作业还面临几个特殊难点，比如海水温度的时空分布很不明确，内波振幅（指海水内部流动所产生的振动幅度）为世界最大，距离陆地遥远等。这些难点带来的不仅是技术问题，还有成本和风险控制。

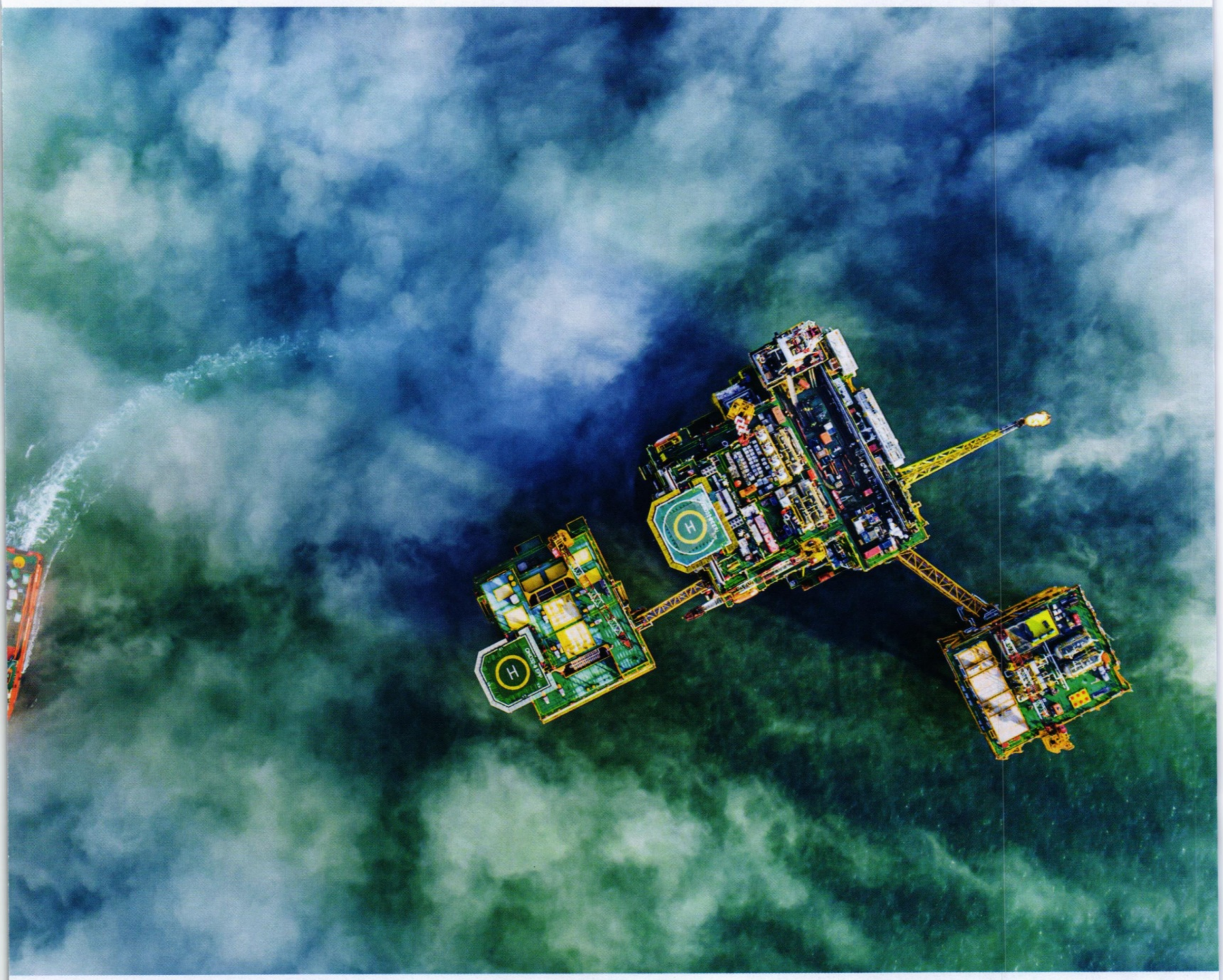
正是南海这些挑战，“倒逼”了海工装备技术的创新和进步。李德堂教授告诉我，为了抵御海洋热带风暴、台风等带来的破坏，需要开发先进的动力定位系统，利用计算机对采集来的环境参数（风、浪、流）进行计算，来控制各推力器的推力



## 渤海是我国走向海工装备强国的福地和“试验海”

秦皇岛32-6油田

2022年2月17日凌晨，渤海中西部海域的秦皇岛32-6油田顺利完成了新一轮外输作业。画面中，钻井平台左侧拖着浪花的小船，是为平台服务的守护船。秦皇岛32-6油田是一座老油田，也是中国海油渤海油田的“主力”。该油田所在的渤海，是我国走向海工装备强国的福地和“试验海”。我国海上的第一座现代化油田，就是渤海的埕北油田。通过在渤海这个浅水海域的长期练兵，我国海工装备不断升级换代，最终走向超深水的南海海域，并以南海为起点，踏上了服务全球海洋探索、开发与保护的漫漫征途。摄影 / 费振宇



PDF微信：bfwz888888

大小，从而使海洋平台能稳定地保持在预定的位置上。

目前在南海“九段线”以内，每年被他国盗采的油气资源有5000万吨。这让我想明白了一件事情：没有深水海工装备，我们只能沦为南海的看客。

其实海工装备的用途不仅是为了开发油气资源。浩瀚的海洋蕴藏的资源还有很多，比如其他矿产资源（如可燃冰、锰结核等）、可再生能源、化学资源、生物资源和空间资源等。开发这些海洋资源，都需要强大的海工装备。

此外，一些海工技术还可以有其他用途，比如建造超大型浮式基地或岛礁型浮式平台等，可用于开发海上太阳能、风能和光能等海洋可再生能源。

李达说，他和团队将目光瞄准了海上漂浮式风电技术：“我国深海海域面积大，风速条件好，深海的风电容量是浅海的数倍。深海风电将是未来海工装备的一个新战场……”

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　插图编辑 / 王航

# 大地之眼

## 泉与湖构成的别样景观

撰文
宏立

摄影
王小炯 等

青海柴达木盆地里有一个常年从地底冒水的艾肯泉，从高空看很像眼睛，因摄影爱好者的航拍而突然走红，被称为“恶魔之眼”。其实，在我国还有不少像艾肯泉这样的泉眼、湖泊，看起来像眼睛，被称为大地之“眼”景观。这些大地之“眼”的发现，大都有赖于近年来日渐普及的无人机航拍。它们在奇特、绚丽的外观下，透着深邃，还有一丝无法言说的神秘……

在网络红人丁真的家乡、四川甘孜藏族自治州理塘县的格聂峰下，有一个小型高山湖泊，虽然面积只有约4000平方米，但因其酷似眼睛的外观，而逐渐受到外人的关注，被称为“格聂之眼”。眼睛被视为心灵的窗户，人与人的交流，往往会通过眼睛的对视来进行。当我们欣赏这些酷似人眼的大地之“眼”景观，在与它们对视的过程中，其实我们是在与大地进行心灵的沟通。摄影 / 蔡如娃



## “冈底斯之眼”

### 间歇喷泉是一种罕见的地热活动，我国仅在青藏高原上有分布

摄影师冒着被泉水溅到烫伤的危险，靠近泉边取水样（左图 供图 / 铁丐）。这是位于西藏日喀则市昂仁县境内的搭各加间歇喷泉群，我国规模最大的间歇喷泉群之一，一共分布有4口主要的间歇喷泉，喷泉附近还有大大小小的沸泉、热泉、热水塘、喷气孔等（右图 摄影 / 铁丐）。间歇喷泉是一种罕见的地热活动，全世界仅在冰岛、新西兰、北美西海岸和日本等少数地区有分布，这些喷泉多与火山活动有关，而搭各加间歇喷泉与该区域冈底斯山的构造运动有关。西藏除了搭各加，日喀则市谢通门县的查布和那曲市色尼区的谷露等地也有间歇喷泉分布。

**普尔热瓦尔斯基没有发现艾肯泉的美，他看到的是一个野生动物王国**

1883年，当44岁的俄国探险家普尔热瓦尔斯基（以下简称普氏）开始对中国西北进行第四次探险时，他的心情可以用踌躇满志来形容。为这次探险，他筹备了充足的资金，因此可带上更好的给养物资和更加精良的武器装备。早在1877年初，他曾到过罗布泊，成为第一个到达罗布泊的西方人。此次探险，他准备重返罗布泊考察，期待能有更为轰动的发现。

这次探险启程后，普氏形容一路上“我们快乐极了”。上了青藏高原后，他们从柴达木盆地的东北角进入盆地，沿盆地北缘往西，一直走到最西端、现青海省海西蒙古族藏族自治州（以下简称海西州）茫崖市的尕斯库勒湖，准备从这里往北翻越阿尔金山，进入罗布泊。普氏在他的《走向罗布泊》一书里写道：“我们从东面前往尕斯库勒湖，路上经过湖边几个小泉，那里水草丰盛，有很多可当柴烧的沙拐枣。”

时值1884年11月初，荒野中已是寒气袭人。他们沿着尕斯库勒湖的南岸前行，在湖西南5公里外的艾肯泉边安营扎寨。普氏对艾肯泉做了记录：“艾肯这个泉名是可怕的意思。据向导说，连野兽也害怕这个泉，是绝不喝泉里的水的，但也说不清为什么这个泉可怕。艾肯泉是由两个相距四百步的涌泉组成，各自周围形成相当深的小湖，西边那个湖是一个矿泉湖，散发着硫磺臭气。”普氏注意到，艾肯泉的水温相对周围其他水体而言偏高：“11月4日正午的水温是11.2℃。东边那个湖温为5.1℃。”

普氏或许不会想到，这个艾肯泉现在已经成了“网红”景点，被称为“恶魔之眼”（从高空看，温泉酷似一只眼睛）。在当时，普氏对艾肯泉的描写只有上面的寥寥几笔。看得出来，他并没发现这个温泉有什么特别之处。这个也好理解：当时他没有无人机，无法从高空视角审视这个泉眼。而现在艾肯泉之所以因“恶魔之眼”出名，正是无人机俯视拍摄所呈现的逼真的“眼睛效果”和斑斓的色彩。

显而易见，普氏的注意力是在野生动物上。他看到的是一个鸟和兽类的动物王国。“湖面可见秧

鸡（*Rallus aquaticus*），还有许多越冬的野鸭，主要是幼雏。这些鸟后来在尕斯（编者注：尕斯即现在的茫崖）西部的泉水和小河上也可见到。”在湿地周边地区，他们还发现了野猪、西藏棕熊、藏野驴、藏羚羊等大型哺乳动物，并猎杀了一头西藏棕熊幼崽和七只藏羚羊。在艾肯泉边休整后，探险队翻越阿尔金山进入塔里木盆地，随后到了罗布泊。返回俄国后，普氏发布了考察成果，立即轰动整个欧洲。

时间到了100多年后的2015年。喜欢拍摄野生动物的茫崖摄影师王小炯，很想了解历史上当地有什么野生动物，就找来普氏的《走向罗布泊》查阅，书里描写的诸多鸟兽让他感到惊讶：当地老人告诉他，他们已经很多年没见过野猪、西藏棕熊这些动物了。更让王小炯惊奇的是，书里写到了“艾肯泉”。根据书中描写的方位，他找到了“艾肯泉”的准确位置，就是当地蒙古语所说的“哈龙乌苏”，即“热水泉”的意思。当地蒙古族老乡还告诉他，“艾肯”的意思是“源头”，并不是“可怕”。



# “冈底斯之眼”

## 暴烈的间歇喷泉却有一弯如丝的“媚眼”

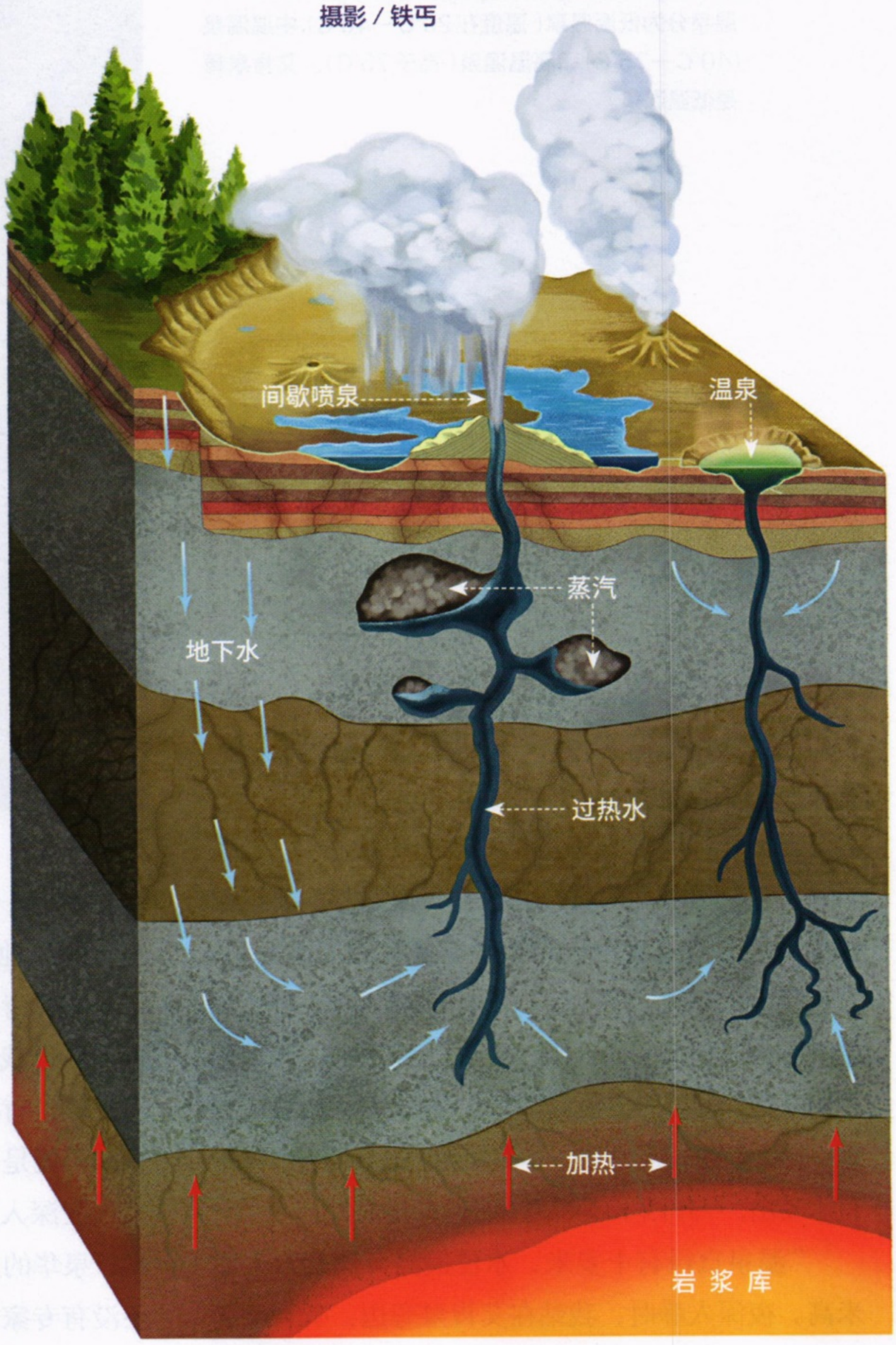
**搭各加间歇喷泉区位于冈底斯山脉海拔约5000米的一片泉华台地上。从高空俯瞰，间歇喷泉形似一弯“媚眼”，不时喷出的泉水，则是“媚眼”流出的一串串“眼泪”。泉口周围的泉华，仿佛是为“媚眼”编织的一圈圈花边。每当大喷发来临时，随着一声巨响，高温水流突然冲出泉口，扩展成直径2米以上的蒸汽水柱，最高可达20米。间歇喷泉是在特定条件下，地下高温热水作周期性的水汽两相转化，从而使泉口间断地喷出大量汽水混合物的一种水热活动。**

**摄影 / 铁丐**

2017年3月9日，王小炯以笔名“响马”在网络上发了一篇文章《我的花土，我的沟》，点击量近9万，里面写道：“花土沟（编者注：花土沟是茫崖市下面的镇）阿拉尔草原纵深，有一处神奇的涌泉，水温三十度左右，常年喷涌半米之高，去过的人无不咋舌称奇。俄国探险家普尔热瓦尔斯基的探险游记中亦有详细记载，名为艾肯泉。”

王小炯说，从此以后，“艾肯泉”渐渐火出了圈，而它原来的名字“哈龙乌苏”反倒被人遗忘了。






**间歇喷泉等地热活动形成示意图　绘图 / 王航**

# “温泉之眼”

## 主泉之外还有低调的“小苹果泉”

青海海西蒙古族藏族自治州茫崖市的艾肯泉，主泉“恶魔之眼”附近几十米，还有两个浅蓝色的小泉口，其中一个看起来很像苹果，被称为“小苹果泉”，也有人称之为“魔戒”。据当地牧民说，艾肯泉的水流经之处寸草难生，蚊虫绝少，因此泉水周边地区成为牲畜和野生动物的“避暑胜地”。从艾肯泉流出的泉水蜿蜒穿过阿拉尔草原，最终注入附近的尕斯库勒湖。按照温泉的定义，一般温度高于当地平均气温的泉水，就可称为温泉。也有按温泉温度的绝对值，将温泉分为低温温泉（温度在20℃—40℃）、中温温泉（40℃—75℃）和高温温泉（高于75℃）。艾肯泉算是低温温泉。



## 西北最绚丽的一只“眼睛”，还有很多秘密无人知晓

在柴达木盆地，甚至在整个西北地区，要论温泉的观赏性，目前发现的还没有能超过艾肯泉的。艾肯泉首先是大，直径有十多米；其次是圆，整个泉眼外观像一只溜圆的人眼；第三，色彩艳丽，以大面积的红色、黄色为主色调；第四，有大面积的泉华景观，层层叠叠铺展开去，非常壮观；第五，温泉常年有水喷出，一年四季不断流，而且水量很大。

“温泉直径有十多米，水位最高可达五六十厘米高。夜深人静时，我站在艾肯泉旁边，听着泉涌的声音——哗、哗、哗，跟一锅烧开的水一样，感觉到大地深处沸腾跳动、释放能量的声音。”常年观察艾肯泉的王小炯这样向我描述艾肯泉。王小炯还告诉我，艾肯泉的颜色会变：“每一年的颜色不一样，有些年份偏红色，有些年份偏黄。我推测原因可能是不同年份水中的矿物质不同。”

在深入查问艾肯泉的基础测量数据，以及色彩、泉华的成因等问题，我发现无法深入了。因为还没有专家从水文、微生物、地质、地理等角度，



对艾肯泉做过专门研究。甚至艾肯泉的直径大小、深度、矿化度这些数据也没有人能提供。能查到的专业资料，只有一份当地委托青海省水文地质工程地质环境地质调查院检测中心做的水质检测报告，该报告显示：艾肯泉里的钠离子、氯离子、硫酸根离子的含量偏高，不可用作生活饮用水。

我把这份水质检测报告，分别发给了认识的几位专家。中国地质科学院矿产资源研究所的孔凡晶研究员，他以前研究过西藏温泉。他说，温泉周围的红、黄等颜色，一般是由矿物质以及藻类、微生物引起的。根据艾肯泉的水样检测结果分析，泉的周边颜色应是由锰、藻类及微生物所引起的，氧化锰呈现的是红色。藻类和微生物含有色素，会对水体的颜色产生影响。中国科学院水生生物研究所的刘国祥研究员也认为，艾肯泉的蓝绿色可能有藻类的贡献，不过也可能是因为富含钾。这些都需要具体采样分析才能确定。

四川省地质调查研究院成都水文地质工程地质

# “沙丘之眼”

## 起伏的沙丘脊线好比“狼眼”上部的一排刘海

在金子海湿地的沙丘低洼处，有两个泉水出露形成的小水泡。从高空看，这两个水泡恰似一对眼睛。细看，水泡的形状又像狼或雪鸮的眼睛，当地人称之为狼眼泉。狼眼泉位于柴达木盆地东部，青海海西蒙古族藏族自治州乌兰县境内。这里的东北侧是祁连山的余脉（宗务隆山—青海南山）。从大的地理视角看，狼眼泉位于柴达木盆地泉水溢出带的洪积扇上，这个区域也是泉水出露多发地带。摄影 / 吴星

**在极端干旱的柴达木盆地，隐藏了不少大地之“眼”景观**

从地理位置看，艾肯泉位于祁曼塔格山（昆仑山支脉）与阿哈提山（阿尔金山支脉）这两列山脉交会处的山麓洪积扇上。山麓带的地形坡度变缓，河流水流分散，流速减慢，一部分水流渗漏到地下，河流带来的砾石和泥沙在山麓带堆积，形成半锥形堆积体，平面呈扇形，这就是洪积扇。

洪积扇是泉水出露的多发地带，这跟洪积扇的土壤层分层有关：上层砂砾多，孔隙大，透水性强；下层黏土多，孔隙小，透水性弱。因此，当地

中心的刘馨泽高级工程师，是研究泉华的专家。他认为：像艾肯泉这种大规模的热水钙华，在国内比较少见。这是盐水型钙华，由深循环地下水形成，钙华的主要成分以碳酸镁为主，偏硅酸含量比较高，还有部分硅华和硫华。也就是说，艾肯泉的泉华以钙华为主，兼有硅华和硫华。泉华的颜色与矿物、藻类有关。纯净的钙华一般是乳白色或淡黄色，若是外围地区有黏土矿物混入，颜色会偏褐色，蓝藻等藻类也可起到着色作用。

目前，由于没有人在藻类、微生物等方面，对艾肯泉的水样做过深入测量，因此有关艾肯泉的颜色之谜，也都停留在推测上，无法给出定论。

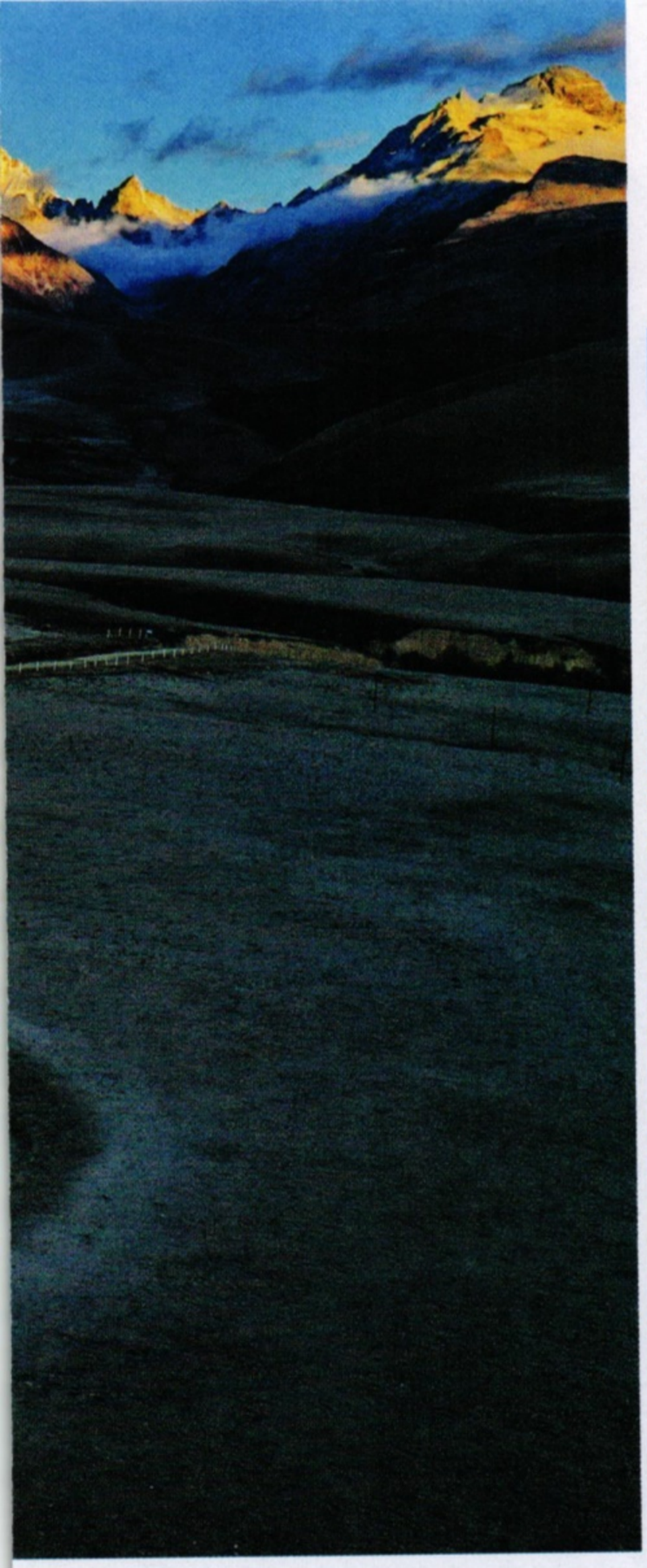
# “格聂之眼”

## “康南第一峰”格聂峰下有一只“神眼”



从春季（上图 摄影 / 罗平）的萌发、夏季（左图 摄影 / 陈云鸿）的绚丽、秋季（右上图 摄影 / 王嘉）的成熟到冬季（右下图 摄影 / 王建锋）的宁静，在一年不同的季节，格聂峰下的高山湖泊——“格聂之眼”呈现出不同的景观特色。“康南第一峰”格聂峰为当地著名神山，海拔6204米，是横断山脉沙鲁里山主峰，金沙江与雅砻江的分水岭。格聂峰周围群峰簇拥，河谷纵横，森林灌丛、沼泽水泡密布。形似人眼的“格聂之眼”，就是格聂峰下众多水泡子里脱颖而出的一个“网红”级明星——因为这只“眼睛”，更多人知道了格聂峰这座神山。从这个角度看，“格聂之眼”也可以说是格聂峰的“神眼”。







# “贡嘎之眼”

## “蜀山之王”的美藏在冷嘎措这只“眼睛”里

渐变的深蓝，从冷嘎措的湖中心往四周延伸，让这个高山湖泊显得晶莹剔透，闪烁着深邃而神秘的光芒。从高空看，椭圆形的冷嘎措酷似一只蓝宝石般的“眼睛”，周围深褐色的土地，如同这只“眼睛”的皮肤。冷嘎措是“蜀山之王”贡嘎山周围众多高山湖泊中的一个，原本籍籍无名，后因摄影爱好者在此拍摄贡嘎山倒影而在圈内名声鹊起。如今，垂直俯拍的视角，更直观揭示了冷嘎措对于贡嘎山的独特价值——能映出贡嘎山倒影的冷嘎措，就像一双“慧眼”，是发现贡嘎山之美的一扇门户。从这个角度来说，冷嘎措称得上是“贡嘎之眼”。摄影 / 郭超



表水下渗转为地下水时，遇到黏土层，垂直下渗的水流流速变慢，地下水从垂直运动转为水平流动。到了洪积扇的边缘，地下水以泉水的形式溢出地表。艾肯泉就是一个比较典型的由地下水在洪积扇边缘出露形成的泉眼。至于说为什么艾肯泉的泉水能够保持常年不断，而且喷涌量如此之大，目前也没有看到这方面的深入研究。

柴达木盆地是一个封闭的内陆盆地，气候极为干旱，周围被昆仑山、阿尔金山、祁连山等高大山脉所环绕。这些山脉常年积雪，冰雪融水不断汇集到盆地里。盆地四周的山麓地带，形成了很多洪积扇，有不少泉水出露。这就是环绕柴达木盆地分布的一条泉水溢出带，艾肯泉只是这个带里的一个明星级温泉。

除了艾肯泉，这条泉水溢出带上还有一些形状酷似眼睛的泉眼，比如说在柴达木盆地东部、海西州乌兰县境内的金子海湿地，有一对泉眼被当地称为“狼眼泉”。从无人机航拍的视角看，这两个泉偎依在沙丘的怀抱里，形状皆为椭圆形，很像一对稍微眯缝着的“眼睛”。细看之下，“眼神”隐隐泛着凶光，又像狼的眼睛，因此被称为“狼眼泉”。

在柴达木盆地的水上雅丹分布区，还有一些因地下水出露形成的泉或小湖，它们有些整体呈圆形，就像大地悄悄睁开的一只只眼睛，在窥视着外界的秘密。一旦气候变得干旱，这些“眼睛”因为干涸而悄悄隐没，等待着下一次“睁眼”时刻的到来。

像艾肯泉、狼眼泉这样像眼睛的泉或小湖，被称为大地之“眼”，这是一种比喻的说法，比较形象、贴切，一经发现，往往会受到人们的关注和喜爱。本文所说的大地之“眼”，就是指这一类形状上大致呈圆形或椭圆形，色彩从内到外富于变化，形成了像瞳孔、瞳仁似的不同圈层结构，主要由泉眼、小型湖泊构成的景观。有些圆形小湖或泉眼，还会被当地冠以“地名 + 之眼”的称呼。比如说四川格聂峰下面的一个小型高山湖泊，因为酷似人眼而被称为“格聂之眼”。而艾肯泉被称为“恶魔之眼”，则是因为普氏在书中将艾肯解释为“可怕”之意的结果。

## “媚眼如丝”的搭各加间歇喷泉，美得如幻如化

7月末的内地还是盛夏酷暑时节，在西藏日喀则市昂仁县以西海拔约5000米处，却是一派大雪纷飞、银装素裹的景象。章铭陶和考察队员们一早就被寒冷冻醒了——前夜不知什么时候，大雪竟把帐篷压塌了，他们裹着“雪被”睡了一宿。等钻出帐篷，外面的场景让大家惊呆了：茫茫雪原上，

喷泉喷出的气柱冲天而起。朦胧雾气中，一条七彩虹霞如天外飞仙般挂在空中。冰雪与热气的冷热混搭，奇妙地组合成一幅云蒸霞蔚、如幻如化的瑰丽画面。

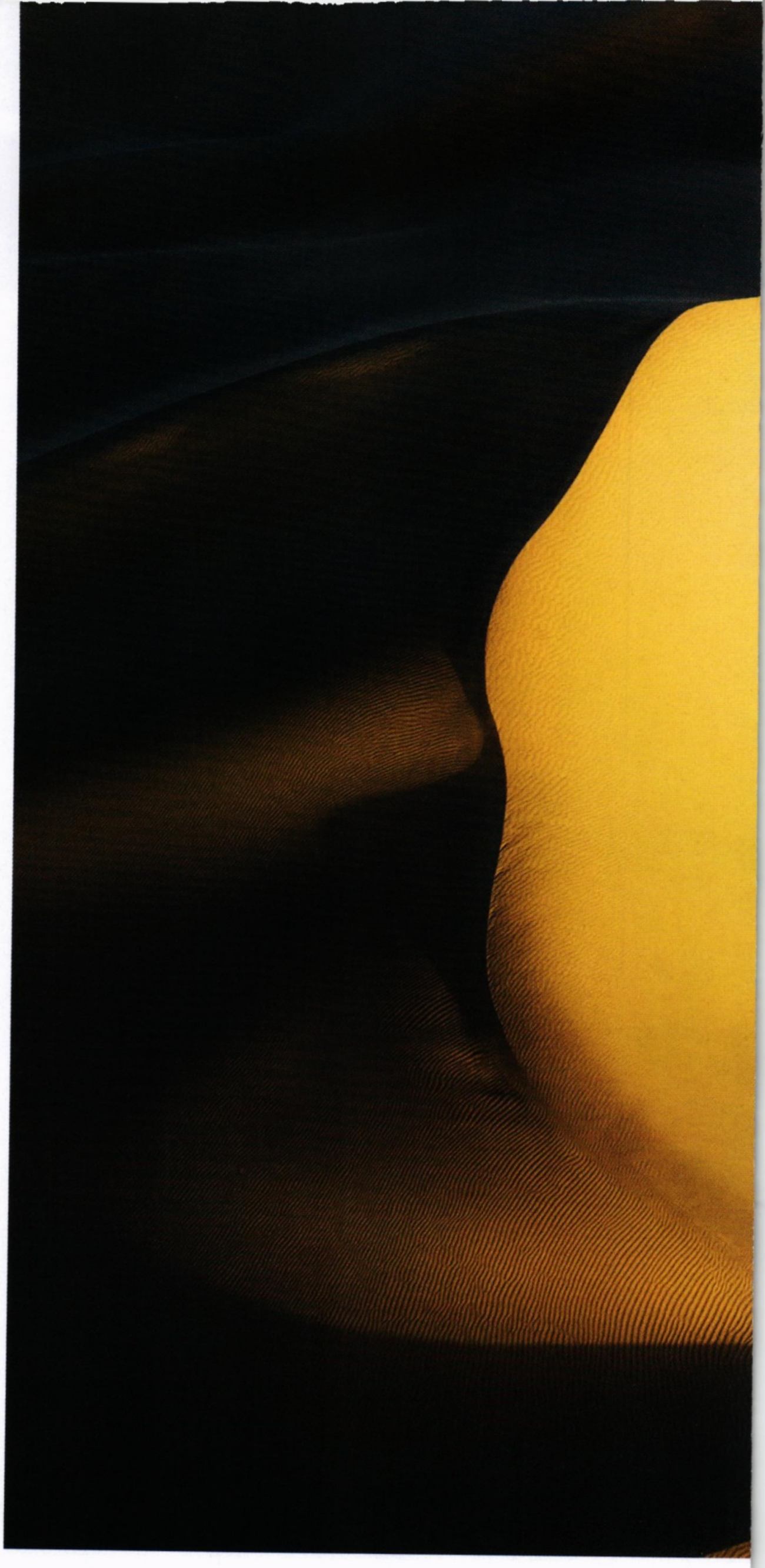
章铭陶是中国科学院地理科学与资源研究所的地热专家，出现在他眼前的是搭各加间歇喷泉，这是一组规模很大的间歇性喷泉群。前面所描述的，就是他和同伴在1975年发现搭各加间歇喷泉的场景。青藏高原南部的喜马拉雅山脉和冈底斯山脉—念青唐古拉山脉之间，是一个东西绵延2000多公里的弧形地带，这个区域有我国最为强烈的水热活动，被称为喜马拉雅地热带。

搭各加间歇性喷泉群一共有4个喷泉，泉眼都是圆形或椭圆形。其中2个间隔五六小时喷发一次；1个比较“懒惰”，间隔30多个小时才喷发一次，但不喷发则已，一喷发就很惊人，水柱斜射出去，越过了一条小河沟；最大的那个喷泉（直径20多米）就勤奋多了，最强劲的一次喷发高达20米，强大的气浪竟然将泉水中的测温探头抛向了半空。

遗憾的是，后来最大的那个间歇喷泉被人为破坏了。间歇喷泉的口子被人刨开，开口变大，水的压力就泄压了，喷出的水再也达不到以前的高度。这个当时亚洲大陆最大、世界海拔最高的间歇喷泉群，从此让出了“最大”的头衔——目前喷高最大者为谢通门县的查布间歇喷泉。

不过就算遭到了破坏，搭各加间歇性喷泉群仍然极具观赏性。经常在我国西部拍摄的摄影师铁丐，第一次见到喷泉时，也被震撼了——他走近喷泉时，泉水突然爆发，水流喷出老高，周围还有一圈圈的橙黄色泉华“镶边”。“喷泉的水温很高，能煮熟鸡蛋。”

铁丐飞起了无人机。从高空看，喷泉形状很像一个有些残缺的月牙，细看，则活脱脱一个水灵灵的“媚眼”造型。可以说，搭各加间歇喷泉，如同一个规模缩小、色彩简化、富有动感的艾肯泉。如果说外形圆溜溜的艾肯泉，像一个“明眸善睐”的大家闺秀，那么搭各加间歇喷泉就是“媚眼如丝”的活力女神了。



## 换个视角看高山小湖，它们呈现出了不一样的高冷与神秘

冷嘎措是川西高原上的一个椭圆形小湖泊，最长边直径约120米，最短边直径约95米。知道它名字的人很少，基本只局限在小圈子里——热衷拍摄贡嘎山的摄影爱好者，把这个湖当作拍摄贡嘎山倒影的御用湖泊。冷嘎措位于贡嘎山的西侧，两者之间的直线距离只有约22公里，冷嘎措海拔

# “塔克拉玛干之眼”

## 最大沙漠里的泉眼有着不输月牙泉的美

我国最大的沙漠——塔克拉玛干沙漠，被视为极端干旱之地。但是这片不毛之地其实也有湿润之处。在新疆巴音郭楞蒙古自治州尉犁县境内，塔里木河流经塔克拉玛干沙漠时，形成了一片生机盎然的“世外桃源”。因为流经河流的影响，该区域沙漠的地下水位较高，在一些低洼处，地下水“露头”，形成了泉眼。甘肃敦煌著名的月牙泉，也是由地下水出露形成的。这张图是摄影师在尉犁县罗布人村寨附近的塔克拉玛干沙漠，用无人机偶然拍到的一处泉眼。泉水水位的变化，形成了一圈圈的印痕，很像是为这只“眼睛”涂抹的一层层粉底装饰。摄影 / 包国铖

PDF微信：bfwz888888

# “帕米尔之眼”

## 小巧玲珑的火山口倾诉着冰雪王国的暴烈往事

木吉火山位于新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州阿克陶县西北部，帕米尔高原上一处地势低洼的河谷里，周围雪山环绕，湿地遍布，三条河流——木吉河、喀拉佐克河、阿拉木特河在此交汇，地下水丰富。这里的休眠火山口，也发育了色彩浓烈的泉华景观。积水的火山口，便成了一个个的小湖或小潭，冒出来的都是泉水。这些小巧玲珑的火山口，堪称低调的“帕米尔之眼”，它们默默地矗立在高原上，倾诉着这片冰雪王国的暴烈往事。摄影 / 沈久泉





4500多米，贡嘎山海拔7556米。在冷嘎措与贡嘎山之间，没有其他高山阻隔，因此摄影师可以在冷嘎措拍摄到贡嘎山的日落倒影的美景。这样的倒影图，我见过很多。

有一次，我认识了一位叫郭超的四川摄影师。他拍摄的冷嘎措图片让我眼前一亮：这是用无人机在冷嘎措上空120米的高度垂直拍摄的，画面中没有贡嘎山的倒影。猛一看，冷嘎措的轮廓就像一只透着宝石蓝的深邃“眼睛”。湖水从中央到边缘的颜色发生了渐变，层次丰富，由湛蓝、翠绿再到金黄。最中间大面积的湛蓝，就是“眼睛”的瞳仁。这张图片拍摄于10月中旬的金秋时节，湖周围的草甸植被呈现的是黄褐色。

郭超并不是专职摄影师，在摄影圈籍籍无名。但是他不经意间的拍摄，为外界呈现出一个不同的冷嘎措——它不再是过去那个只为拍摄贡嘎山倒影而存在的御用湖泊，衬托贡嘎山之美的配角，而是一个有着自己独特美感的大地之“眼”。

从这个意义上看，我愿意称冷嘎措为“贡嘎之眼”——毕竟，外人最初知道冷嘎措是因为贡嘎山。贡嘎山周边还有不少高山湖泊，我相信应该还有一些像冷嘎措这样的“贡嘎之眼”，在遗世独立



中静待人们走近，发现它们与众不同的美。

其实不只贡嘎山，川西高原的众多雪峰，周边也有不少湖泊环绕。近些年来，网络红人丁真的家乡格聂峰（海拔6204米）一带，就有一个高山湖泊受到了外界的关注，它被称为“格聂之眼”。它最初被人知道，也是来自于无人机的航拍。后来借助丁真的网红效应，开始被更多人知道。

“格聂之眼”位于格聂山东南侧的一片丘状台地上，这片台地低洼处分布有高山海子群。“格聂之眼”海拔3800多米，是海子群中面积最大的湖泊，呈近圆形，直径约70米，比冷嘎措还要小。

# “雅丹之眼”

## “速生速死”的小水潭见证了柴达木盆地的岁月沧桑

柴达木盆地分布有面积极为广阔的雅丹地貌，雅丹是柴达木盆地的一种标志性地貌。在盆地西北部的台吉乃尔湖区，雅丹地貌被水淹没，成了独特的“水上雅丹”。台吉乃尔湖区的水源，由来自昆仑山北侧的那棱格勒河（下游为东台吉乃尔河）补给，因此该湖区周围有着大面积的湿地和沼泽。在低洼处，不经意间可以发现一些近似圆形的小水潭，它们的生命周期大都很短暂，因为气候干旱、地下水位下降等因素而迅速消失。“速生速死”的小水潭，如同这片奇特地貌孕育出的“眼睛”，可称之为“雅丹之眼”，成为柴达木盆地岁月沧桑的见证者。摄影 / 王吉鹏

与其他大地之“眼”相比，“格聂之眼”的奇特之处在于，从高空看，这只“眼睛”的“瞳孔”、“眼球”以及周围的“皮肤”，竟然都清晰可辨，这跟湖里的水生植物和泥土有关：湖心长了一圈茂密的水蓼和杉叶藻，很像“眼睛”的“瞳孔”；湖心外层在湖水稍有消退后，有泥土层裸露，形成了“眼球”；最外层生长了一圈高原毛茛，形成了“眼睛”的整体轮廓；湖泊外面的草地，则好比“眼睛”周围的“皮肤”。

不论是“贡嘎之眼”还是“格聂之眼”，当我们通过无人机的视角，从空中欣赏这些远离尘世的高山湖泊时，其实我们是在跟大地的“眼睛”对视，它们似乎总是流露出某种孤高冷傲、神秘莫测的神态。对视时间久了，我们往往会首先败下阵来：它们分明是“天堂之眼”，在其照见下，我们自身的秘密反倒被它们窥探，无处遁形。

这或许正是“眼睛”的魅力所在。看多了大山、大江、大湖之美，小巧、精致的大地之“眼”，能带给我们一种别样的感受：奇特、绚丽、深邃，还有一丝无法言说的神秘……

# “茫崖之眼”

## 形象奇特的艾肯泉已成为茫崖的代言人

已成为网红级景观的艾肯泉，适合从高空欣赏。因为只有从高处看，才能更清晰、完整地看到艾肯泉酷似人眼的造型，主泉旁边的其他泉口，以及周边层层叠叠、斑斓绚丽的泉华景观。本跨页图片中，右页上侧的泉口，就是被称为“恶魔之眼”的主泉，右页下方还有一个近似圆形的小泉（摄影 / 王祖凯）。占据画面主体的，是红褐色的泉华景观，以钙华为主，兼有硅华和硫华。如此壮观的热水钙华景观，在我国实属罕见。下面两张小图为泉华的细节。艾肯泉所在的茫崖位于柴达木盆地最西部，因艾肯泉的火爆而受到外界的更多关注，因此“恶魔之眼”也可称为“茫崖之眼”。





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

阳光透过破损的玻璃窗，照进空无一人的厂房。一个个铁皮暖瓶外壳挤挤挨挨地摆在一起，大部分都已喷好了红色的底漆，闪闪发亮，透露着与冷清环境格格不入的喜庆。瓶身上的图案是曾经非常流行的“花开富贵”牡丹图，有的刚用白色喷出了基础形态，有的已经用粉色勾勒出了层叠的花瓣，还有的正在喷绘绿色的枝叶……只是当年绘制它们的人早已不见踪影，只留下墙上的宣传标语记录着过往的时光。

# 北京南口封存着一段关于暖瓶的国民记忆

**20世纪后半叶，在北京昌平南口镇，诞生了一项我国制造业的奇迹——地球上最大的保温瓶生产基地。它在燕山脚下蹒跚学步，然后飞出南口，走遍世界，成为中国品牌的骄傲。但后来却在2012年一夜之间被关停。十年后的今天，这里魔幻般封存着最后一刻戛然而止的场景，而关于它的故事，却在沉寂中被慢慢遗忘。**

撰文　魏毅　董冬　等
摄影

# 暖瓶，曾经是家家户户不可或缺的生活必需品

“多喝热水！”这是一句非常有中国特色的关心。

但你是否知道，在中国喝热水的历史其实并不久远。它的形成，源自20世纪“新生活运动”和“爱国卫生运动”的推广，以及一件并不起眼的器物——保温瓶（按日常生活习惯，本文称之为暖瓶），在20世纪初适逢其会地传入我国。与许多近代工业产品一样，暖瓶最初也是代表着高档生活的“洋货”；自20世纪30年代上海诞生了我国最初的暖瓶产业后，它渐渐“飞入寻常百姓家”；而后来，一段横跨20世纪后半叶与21世纪初的中国暖瓶产业传奇，又在北京昌平南口，被大书特书。



保温瓶，俗称暖瓶，由英国物理学家詹姆斯·杜瓦于1892年发明，20世纪初传入我国。到20世纪中叶以后，已经从高档新巧的“洋货”，成为了家家户户不可或缺的生活必需品。货架上琳琅满目的暖瓶，曾经是朴素生活中最鲜亮的色彩（上图）。而暖瓶口蒸腾的水汽，也是许多人关于故乡和老屋最温暖的记忆（右图 摄影/李郁峰）。

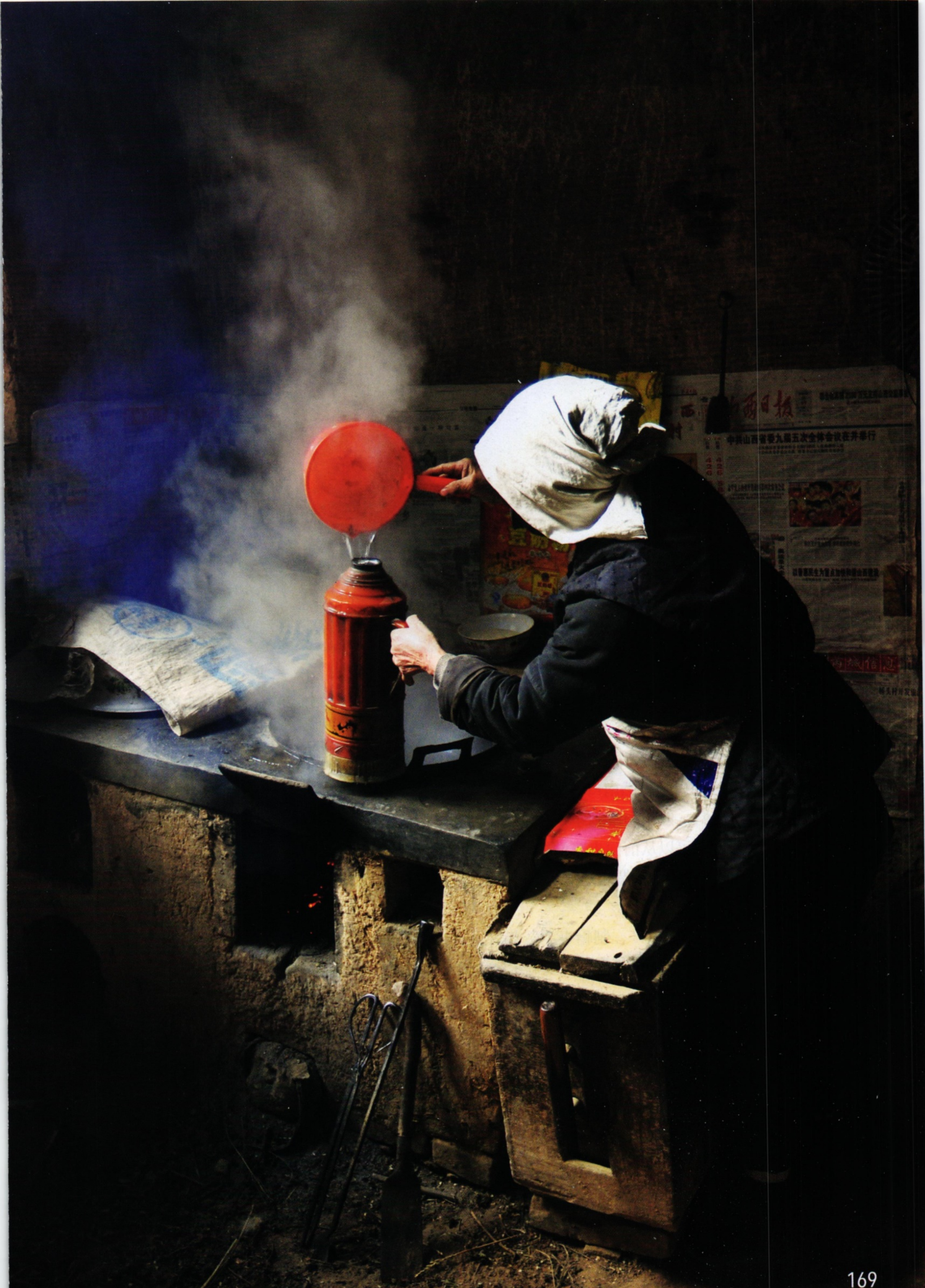
## 不会搭火车的裁缝造不出好暖瓶

北京以北，燕山脚下，有一座闻名遐迩的军事重镇——南口。绵延20公里的关沟防御体系，以居庸关为核心，南北各有一关口，扼守着北京西北方向上的进出要道。北口有一个更响亮的名字叫八达岭，南口之名沿袭至今。

自第一条中国人自主修筑的铁路——京张铁路，在南口开建，中国第一个国有铁路工厂——京张制造厂，随即经詹天佑之手落户南口。以交通运输和制造业为内核，南口开启了从军事要塞向工业城镇的现代转型。直到20世纪后半叶这波浪潮依旧方兴未艾，机车制造、玻璃制造、水泥机械……一大批关系到国计民生的工厂先后在这里发展起来，直至21世纪初，这里还保有着一项民族工业的奇迹——地球上最大的暖瓶生产基地。

令人咋舌的是，这项奇迹的缔造者竟然是一群裁缝。

1959年，在北京工业发展“控制市区、发展远郊区”的政策下，位于前门外鲜鱼





近年来在许多人的生活中，暖瓶渐渐被即时加热热水器取代，但在一些特定的生活场景下它依旧保持了热度。在藏传佛教寺庙中，僧人们用暖瓶灌装热酥油，更方便供养灯盏（右图 摄影 / 钟越能）；在大学校园中，暖瓶也还是许多“学生党”离不开的好“伴侣”（上图）。

口胡同的“北京第九制帽生产合作社”（简称“九帽社”），被疏解去往南口。虽然南口在当时只划出了一片荒石滩给他们，但因为看到了铁路的优势——住在城里的工人可以从前门火车站搭火车直达南口，而生产出的产品也可借助铁路实现经济快捷的运输，“九帽社”对未来并不担忧，而是充满了干劲。

没想到刚刚在南口恢复生产，制帽事业蒸蒸日上时，“三年困难时期”来了。很快，制帽的原材料——布匹，被列入国家统购统销。没有原材料，就要停产，就要失业，就要挨饿。

绝处逢生的契机随铁路而来。在现代通讯尚不普及的年代，铁路往往能最先带来信息的流动。新中国铁路取消了此前饱受非议的分等级车厢，家事国事天下事，在同一个车厢声声入耳。张家口开往北京的火车上，“九帽社”副社长侯东贵听得几句闲聊：“暖瓶很紧俏，很多地方都脱销了”、“做暖瓶最简单了，地上扫点土放到窑里一烧就是瓶胆”……

“扫地土”总不至于原料短缺，“九帽社”决定放手一搏——转型，做暖瓶！虽然火车上听到的闲聊颇有些“水分”，瓶胆的原材料自然不是简单的“扫地土”，而是石英砂。但幸运的是，南口本地正好有石英砂矿。此外一只小小暖瓶的生产，竟蕴含一百



余道生产工序，并没有说的那么简单。然而，隐隐捕捉到的“市场热点”，鼓舞着他们——去张家口玻璃制品厂学习吹瓶，去天津保温瓶厂学整套工艺。现今88岁的老人王书琴，是当年被派出去的技术骨干之一，在谈及当年的经历时，他挺直身体，激情满满地演示起了吹瓶的动作来。

1962年4月27日，第一批800余只瓶胆试制成功，填补了北京市一项工业空白。“我们去北京市政府‘报喜’时，工作人员说，你们不是做帽子的吗，还会做暖瓶？”当年的外事办主任，现年87岁的潘金第，说到此处依旧充满了自豪：“但他们用了我们的暖瓶后，发现质量是真的好！于是当时的北京市委副书记郑天翔就来我们厂参观，



**在今天一些特定生活场景下，**
**暖瓶依旧保持着“热度”**

厂长史静贤请他给暖瓶起个名字，郑天翔指着自己的专车——一辆伏尔加轿车车标上的飞鹿说，就叫鹿牌吧。鹿是吉祥的动物，跑得又快，愿你们未来跑得更快。”

**不仅摆在了藏族家庭的几案上，**
**也给苏联司机带去“喝热水的美好时光”**

“小鹿”该跑向何方呢？

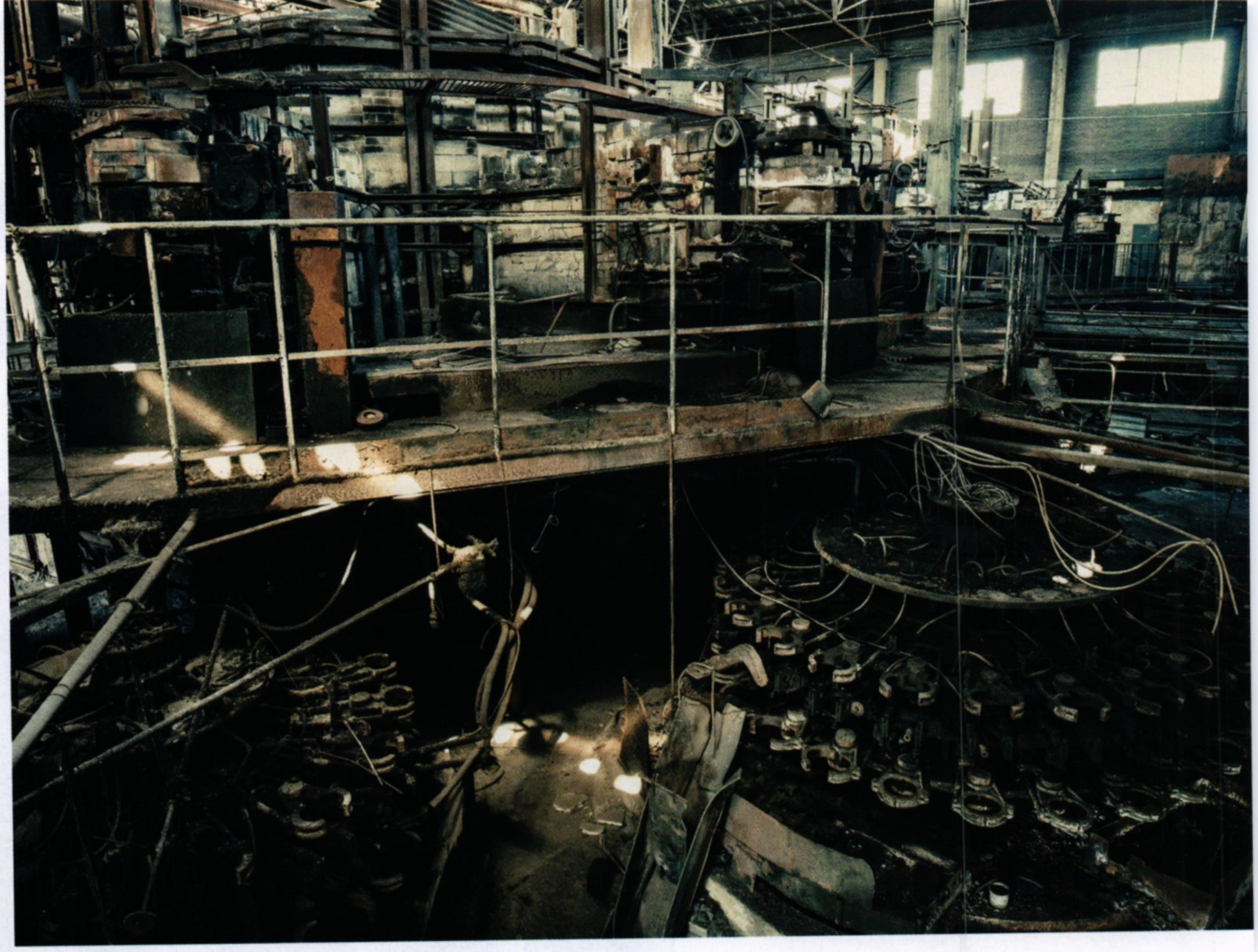
彼时在我国暖瓶工业的诞生地上海，众多生产厂家以产品价廉物美为特色，瞄准了英国、美国、加拿大、澳大利亚等发达国家的市场。而鹿牌的首任掌门人史静贤，却决

# 看上去结构简单，但生产一只暖瓶要历经一百余道工序



瓶胆、外壳、瓶塞、瓶盖，暖瓶的结构看起来非常简单，但在实际生产中却要历经一百余道工序才能制成。瓶盖多是铝质，由冲压机冲出，暖瓶的品牌图案往往会被印制在顶部（上图）。瓶塞用软木制成。外壳则有塑料、铁皮、竹编等多种，加工方法不尽相同。而暖瓶的核心部件瓶胆，需要经过4大步骤：吹制内、外瓶胚，将内、外瓶胚连封成一体制成胆胚，最后再进行镀银和抽真空。右页图中的生产线，是用来把均匀无杂质的高温玻璃液，在金属模具中吹成瓶胚的。





定另辟蹊径。

史静贤曾经在内蒙古工作过，早年的生活经历让她深知草原上的牧民们想要随时喝上一口热水是多么“奢侈”的愿望，而历史上那条从中原腹地经内蒙古及至乌兰巴托和莫斯科的著名贸易大道——中蒙俄“茶叶之路”，又令她深受启发。经过深入考察后，她发现在蒙古和苏联，一直存在类似国内冲泡茶叶的习俗，而西欧、北美各国的饮品以咖啡为主，即便喝红茶，也习惯“即煮即饮”。更何况南口还占据着地利——1956年京张铁路与乌兰巴托和莫斯科就实现了国际联运，在2007年改由丰沙线运行前，南口一直是国际列车的经停站。于是，鹿牌决定将国内市场的目标对准广阔牧区，同时将苏联和蒙古作为打开国际市场的突破口。

从此，鹿牌暖瓶在中国北方的市场份额常年保持在60—80%。在新疆牧场，在内蒙古草原，在西藏的甜茶馆和牧区，随处可见“小鹿”跳跃的身影。饮茶以外，暖瓶甚至影响了藏族人的生活习惯，例如点酥油灯，添加酥油的传统方式是将酥油加热融化，待冷却凝固后，用勺挖取；如今，将加热后的酥油灌入暖瓶，直接注入灯盏，朝圣效率大大提升。正如我们今天在拉萨大昭寺看到的情形——朝圣者人手一个暖瓶。

代表宗教信仰的高僧照片、代表传统民俗的“切玛”盒、代表现代生活的暖瓶，如今依然是藏族家庭几案上最常见的摆设。设在北京的西藏文化博物馆，还特意收藏了鹿牌暖瓶摆在了展览台上。

而在国外，这只源于伏尔加轿车车标上的小鹿，镌刻在瓶盖上，又飞回了俄罗斯。86岁的梁振东曾经负责厂里的宣传接待工作，他告诉我，80年代经常有苏联客人来厂里参观，听闻此段轶事后，都会大呼“哈拉哨”（俄语“好”）。在苏联和蒙古，鹿牌暖瓶成为“中国制造”的佼佼者。一位在北极圈工作的苏联司机，曾致函工厂，感谢鹿牌带给他“喝热水的美好时光”。

# 从几何线条到花鸟人物，暖瓶外壳上的图案无一不经过精心设计

20世纪90年代后，国内暖瓶市场逐渐饱和，许多生产厂家纷纷倒闭或者转产，而找对了发展方向的鹿牌却一直保持着强劲的发展势头。他们在莫斯科建立了独资贸易公司，并计划在莫斯科和基辅两地建立生产线；继而在蒙古国乌兰巴托建厂。多年以后，工人们后知后觉，他们竟然是“一带一路”最初的实践者。



**在艺术匮乏的年代，暖瓶上的图案，维系着国民对美的追求**

怎样挑选一只好的暖瓶？很多人都有这样的记忆——将耳朵贴在瓶口，听里面空气的回响。其实，大部分人都听不出任何差异。于是，瓶身图案，往往决定了人们的最终选择。

巧合的是，我国的暖瓶制造业，恰与上世纪30年代倡导平民艺术的现代美术教育生逢同时。于是，一批胸怀工业理念的美术家，不再追求清高风雅，将国画以工业的形式呈现于暖瓶上，促进了传统国画的现代转型，也使得中国画艺术在民间广泛传播。

技术支撑理念，中国画迈入现代工业流程的关键技术，是暖瓶外壳的喷花工艺。喷花工艺是西方搪瓷喷绘技术和中国木版年画套色技术结合的产物，包括底稿绘制、分版、喷涂等流程，上色原理与木版年画异曲同工——画稿上的每一种颜色，即对应一块套版。喷花工艺既可以维持规模化的工业生产，又最大限度保存了艺术个性，是中国暖瓶畅销全球市场的核心工艺。法国哲学家萨特说，如果非得让他挑选一件北京的典型物件带回家，那一定是一只绘着花鸟图案的暖瓶。






暖瓶外壳上的图案都是经过精心设计的，以满足不同使用人群的喜好。出口蒙古国的暖瓶，会印上成吉思汗的头像；而青花瓷、京剧脸谱的图案，在西方国家更受欢迎（上图）。上世纪80年代最流行的图案是国画花鸟，为了既维持规模化的工业生产，又能最大限度保存艺术个性，使用了套色喷花工艺，画稿上的每一种颜色，即对应一块套版。左图左侧货架上的每组几到几十数量不等的套版，对应的都只是一幅图案。许多在80年代绘制暖瓶图案套版底稿的人，现在已经是知名的画家，作品在市场上以万元为单位论尺估价。但那些借由暖瓶走进千家万户的绘画底稿，仍搁置在废弃厂房的柜子里，任由灰尘满布（下图）。



# 23万只玻璃内胆等待着进入下一道工序，已经等了十年



2012年夏天，鹿牌暖瓶一夜停产。这里的一切仿佛陷入了时间的陷阱，魔幻般保持着最后一刻戛然而止的场景。但十年的岁月流逝，让机器、生产线上锈蚀斑斑，让厚厚的灰尘堆满了每一个角落，让23万只半成品、成品的内胆堆叠在一起，再不复昔日明亮的光泽。

暖瓶的图案也默默记录着时代。上世纪60年代末，花鸟绘画一度从暖瓶外壳消失，只留下领袖像和语录。而到70年代，暖瓶上又最先开启了中国的文艺复兴，因毛泽东主席的《卜算子·咏梅》以及周恩来总理与马蹄莲的佳话，让梅花与马蹄莲两种植物的形象得以重新现身。在那个艺术匮乏的年代，暖瓶力挽狂澜，维系着国民对美的追求。更重要的是，暖瓶厂为青年画家提供饭碗和画笔，避免人才断层。当80年代中国画“重新收拾旧山河”时，人们惊奇地发现，上海、北京两地坚持创作的花鸟画家，几乎都在暖瓶厂。



## 一夕关停后，曾经家喻户晓、享誉全球的民族品牌就只能被慢慢遗忘吗？

一切似乎都在向着好的方向发展，1997年全国暖瓶行业陷入低迷时，北京保温瓶厂却还在扩大生产，同年，通过了ISO9000品质体系认证。2005年起，每年投入巨大的资金用于窑炉除尘、污水处理等环保改造项目。从此，年产暖瓶的数量，多年稳定在7000万—8000万支，出口80多个国家和地区，成为全球最大的暖瓶制造基地。直到2012年7月9日。

当一纸停产令下达时，工厂和过往的每一天一样，正经历热火朝天的“三班倒”生产，交接班的工人在黑板上写着“周末愉快”，销售部门还在统计国内外经销商的订单，一切却突然都被按下了暂停键。十年后的今天，工厂魔幻般保持着最后一刻戛然而止的场景，车间外的临时库房，堆满了再也无法转入下一道工序的半成品。时任一分厂厂长的王宗林告诉我，那一天，他们一共生产了23万只内胆。

停产的原因简单有力——环保。高耗能、高污染，这是暖瓶生产无可回避的话题。“双高”源于生产工艺——玻璃熔炉需要高温融化原料，并产生废气、废水，仅从这一孤立环节来看，似乎是难以规避的硬伤。然而，随着我国生态文明建设的不断深入，人们对于环保的理解不断细化，不再止步于对一道工序、一个烟囱的评判，而越发注重一件产品从生产到使用、乃至废弃的全流程考察。如果我们为一只暖瓶建立一个“碳账户”，我们会发现一条高开低走的耗能曲线——虽然生产过程的耗能表现不佳，但在漫长的使用过程中，却是节能高手。相对于电热水炉的反复加热过程，暖瓶采用的真空保温技术仍然是实现恒温的最高效方式，而玻璃的保温效果更优于不锈钢内胆，也更健康。近年来，在面对“碳达峰”“碳中和”的双减目标政策指引下，多家中央部委机关选择让暖瓶再上岗，辅以电热水炉定时烧水，看重的正是暖瓶潜在的环保属性。

那么这里还会迎来复工的一天吗？空寂无人的厂房中没有人能回答。也有人说，这里的未来会建成798艺术区、首钢园那样的文化创意产业园或工业遗产地，这也许也是一个归宿吧，但到底还是让人意难平。我国正加速从“中国制造”向“中国创造”的转型，在此过程中，品牌是绕不开的因素，也是中国企业欠缺的薄弱环节。我们号称无所不能的“世界工厂”，却没有太多与之相称的民族品牌。品牌文化的形成并非一朝一夕，往往需要数十年甚至上百年的积累，像“鹿牌”这样曾经家喻户晓、享誉全球的民族品牌，不该在沉寂中被慢慢遗忘。

责任编辑 / 张璇　图片编辑 / 马宏杰　版式设计 / 崔晓琳

云南省东南部文山壮族苗族自治州的西畴县及周边地区，曾是我国石漠化最严重的区域之一。其实，以前的西畴县也曾经森林密布，但是从上世纪50年代到90年代，由于西畴人口增加，导致人地矛盾越来越突出，毁林开荒的粗放垦荒模式致使土地失去了继续耕种的条件。为了生存，人们便再找新地开垦，边垦边荒导致石漠化问题越来越严重，当地人也就被锁困在石漠化中。图为十多年前，村民在石漠化土地上垦荒的场景。

# 绝地求生

## 从石漠化锁困到喀斯特绿洲的文山西畴

撰文
朱千华
摄影
黄世华等

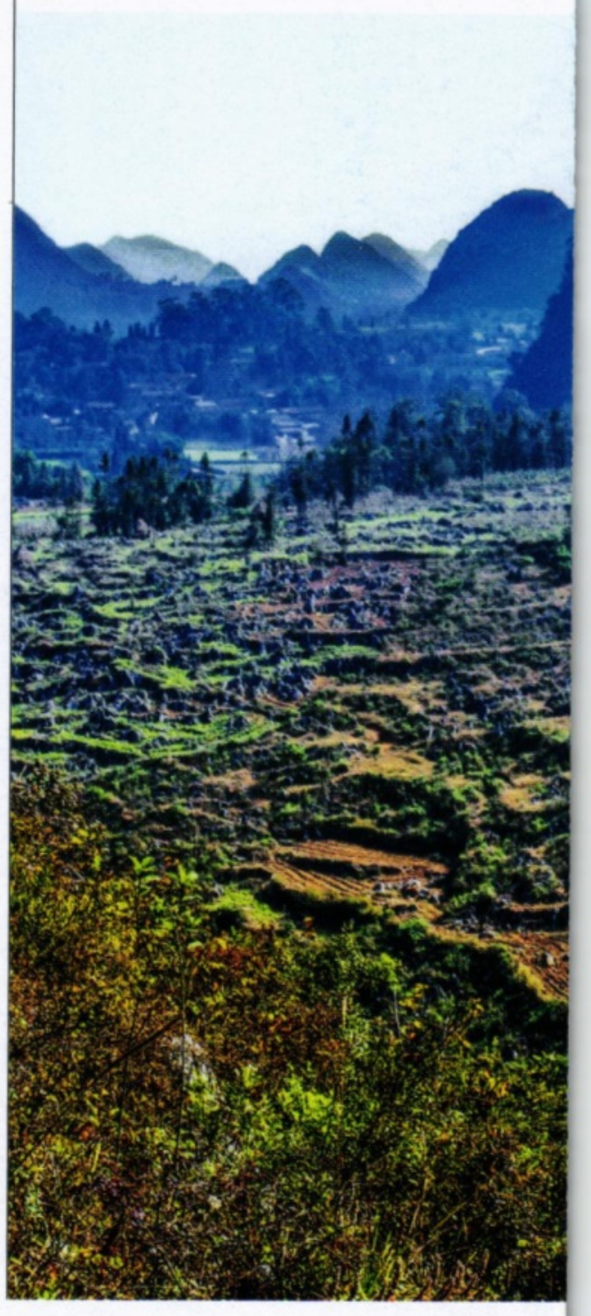
云南省文山壮族苗族自治州下辖的西畴县及周边地区是我国石漠化最严重的区域之一，西畴曾因75.4%的土地都发生了石漠化，成为了全国石漠化最严重的县，当地人长期被石漠化锁困，在“寸土寸金”的土壤上“见缝插针”地耕种。近些年，西畴及周边地区石漠化面积逐年减少，成为了我国石漠化治理的一个缩影。在这场“石漠”变“绿洲”的过程中，当地人是如何绝地求生，与自然环境调适的呢？近些年，我国的石漠化土地又在发生着怎样的变化呢？



提起云南省东南部的文山壮族苗族自治州，可能很多人想到的都是丘北县的普者黑，或者是广南县的坝美村，它们因四周环绕的喀斯特峰丛、岩洞和湖泊成为了人们追寻的现实版的“桃花源”。但是就在与丘北、广南邻近的西畴、砚山等县，却与普者黑和坝美村有着截然不同的面貌：这里是典型的峰丛洼地地区，也是我国石漠化最严重的区域，生活在这里的人们长期被石漠化锁困。曾经，很多人因无法忍受石漠化带来的艰苦生活而背井离乡，尽管如此，很多人却依然选择坚守下来。他们在绝地中求生，将往日的片片“石漠”改造成了座座“绿洲”，成为了我国石漠化治理的一个缩影。

## 重度石漠顽疾：西畴曾患有的“地球之癌”

那是1991年4月的一天，一个由中外生态环境专家组成的考察队，来到了文山州的西畴县。他们此行的目的，是要为亚洲开发银行贷款的在云南的良种繁育基地项目选址。西畴县并不大，公开资料显示，全县面积为1506平方公里，人口约25万，它位于云南省的东南部，最南面的柏林乡距离中越边境仅有10公里，由于县城正好位于北回归线上，是亚热带季风气候区，光热充足，气候条件较好，所以成为了良种繁育基地的候选地之一。然而，当专家组成员站在西畴县北部的山坡上举目远眺时，他们被眼前的景象惊呆了：漫山遍野都是嶙峋的岩石，“石海”之中星星点点地散落着一些土壤，人们“见缝插针”地在土壤上种着作物，极目所至，找不到一块平实且完整的耕地。考察结束，专家组中的澳大利亚生态学家菲利普·本鲁恩不无遗憾地说：“西畴石漠化情况十分严重，基本失去了人类生存的条件。”最终，良种繁育基地项目与西畴擦肩而过。



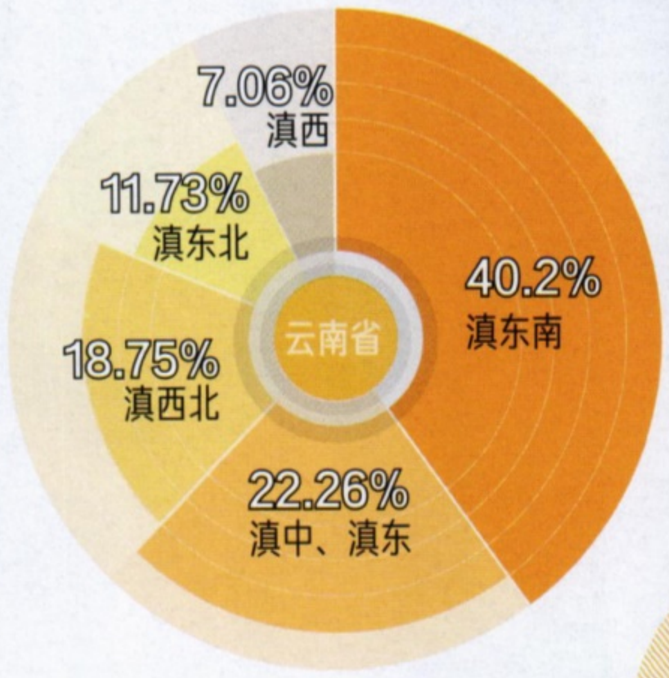
石漠化其实是石质荒漠化的简称，最早由中国科学院院士、西南大学的地理学家袁道先教授于1981年提出，袁道先院士用石漠化表征由植被、土壤覆盖的喀斯

## 西畴曾被国外生态专家称为“失去人类生存条件”的地区

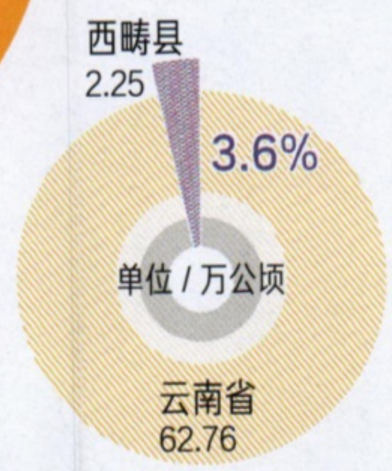
黔滇桂渝等是我国石漠化最严重的省区市，云南东南部又是云南石漠化最严重的区域，西畴及周边地区又是云南东南部石漠化最严重的区域，西畴仅占云南省面积的0.382%，但2011年时，西畴的重度和极重度石漠化面积却占到了全省的3.6%（见图表）。下图为西畴兴街镇三光村（即土跑光、水跑光、肥跑光）本世纪初的石漠化情况，漫山遍野都是嶙峋的岩石，“石海”之中星星点点地散落着一些土壤，人们便在这样的土地上收获着微薄的希望（摄影 / 吕德仁）。左图为摄影师在上世纪90年代到达与西畴邻近的砚山县八嘎乡臭石盆村时，拍摄的“全村像”，由于无法忍受石漠化带来的锁困，当时很多人已经选择远走他乡，由于不能融入新的社会环境，又不能分到田地，很多人又选择折返回故乡。

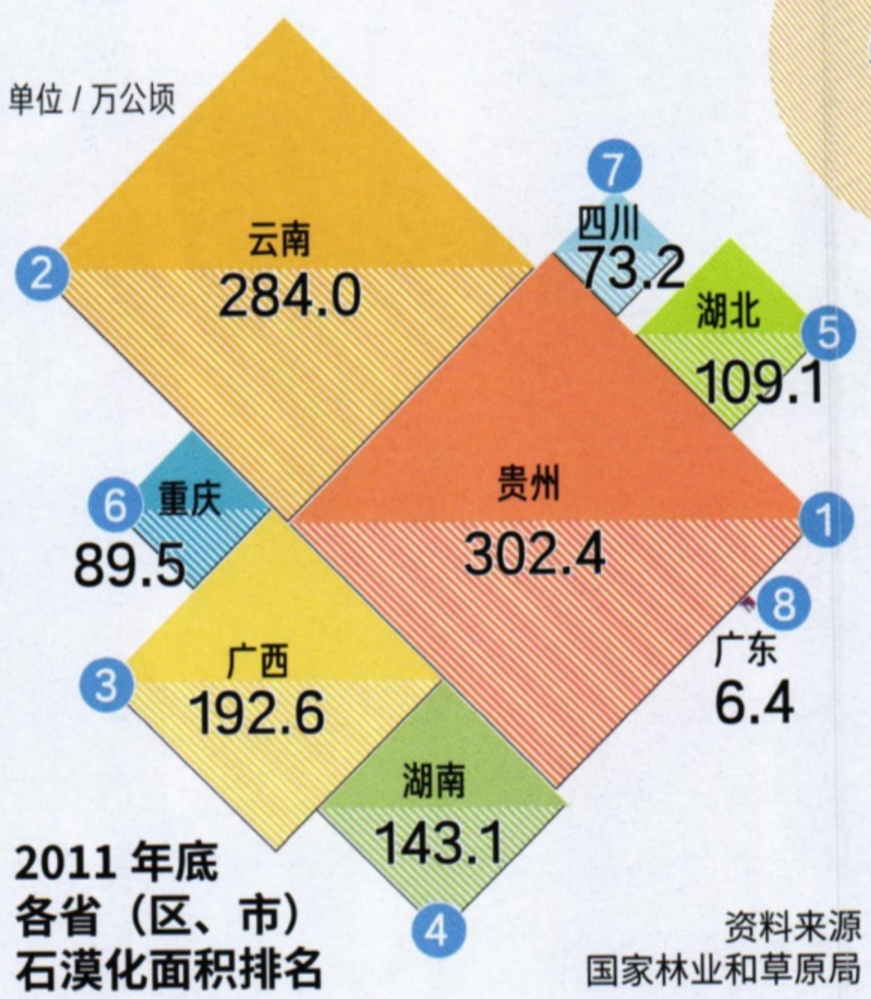
特景观转变为岩石逐渐裸露的类似荒漠的景观，指出石漠化是南方喀斯特地区严峻的生态问题，并将其与西北荒漠化、黄土高原水土流失并称为影响我国发展的三大环境灾害。据贵州师范大学中国南方喀斯特研究院院长熊康宁教授对石漠化概念进行的归纳，石漠化指的是在热带或亚热带的湿润或半湿润地区，以及喀斯特极其发育的自然背景下，人类活动造成地表植被破坏、土壤流失、基岩大面积裸露的现

**2011 年底**
**云南省石漠化区域面积占比**




**2011 年**
**西畴县重度**
**和极重度**
**石漠化面积**
**占全省比重**




**2011 年底**
**各省（区、市）**
**石漠化面积排名**

资料来源
国家林业和草原局



象，在视觉上呈现出类似荒漠景观的土地演变过程，又被形象地称为“地球之癌”。如果综合考虑基岩裸露度、植被类型、植被综合覆盖度、土壤厚度等因素，又可将石漠化土地划分为轻度、中度、重度和极重度四个程度等级，喀斯特面积广布的滇黔桂渝等省区市是我国石漠化的集中区，西畴又是滇黔桂渝等石漠化区域中的重度区，根据西畴县官方材料显示，这里99.9%的国土面积都属于喀斯特山区，最严重时，石漠化土地占到了全县面积的75.4%，石漠化面积和占比在全国465个存在石漠化的县域中均居前列。

我曾长期关注石漠化现象，也曾多次来到西畴，石漠化就像一个顽疾深深扎入了西畴的肌理中。十多年前，我到西畴时，经常听当地人说到一个词“口袋村”，很是不解。后向村民们请教才明白，“口袋村”是以前一些石漠化山村的代名词，意思是种了满坡的粮食，收获微薄，最多只够吃半年，剩下半年的口粮只得拎着口袋去外地讨要，说得直白些，就



是要饭村。西畴蚌谷乡的木者村就是一个藏在山窝里、贴在石壁上的“口袋村”，几十户人家居住在山旮旯里，这里曾经乱石遍地，土地破碎，连一块一亩大的整地都找不到。村里有个玩笑，说村民刘某家有15块地，有一天他数来数去，只有14块，还有一块怎么也找不到，直到傍晚准备回家，戴上草帽时，才发现那块丢失的土地原来就遮在草帽下面。虽是玩笑，却可见当地石漠化的严重程度。

人们在这种乱石密布的地里劳作，听得最多的就是锄头、镰刀与石头的碰撞声。为了多产粮食，甚至连仅有一点土壤的碗口大的石臼里，都会被种上一两株玉米，且只能种植玉米、烟草、生姜等耐贫瘠土地的作物。一年下来，亩产玉米能收200斤就算高产了。有的人家未到春节就断了粮，多数人家正月里就拿着口袋到周边地区讨粮借粮，借1斤玉米秋收后要还1.2斤，借1斤大米要还2斤玉米。借粮度日，年年如此循环。

## “见缝插针”是石漠化地区普遍的生产状态

西南石漠化和西北荒漠化、黄土高原水土流失是我国的三大环境灾害。在成片的喀斯特石漠化山区，极目所至，往往都找不到一块平实且完整的耕地，仅有的一点土壤零星地分布在“石海”之中，人们在石缝之中“见缝插针”般地种植耐瘠的农作物，石漠化地区很难大面积使用现代化农耕机械。大图为我国西南地区常见的石漠化土地，人们在这里种植一些桑苗，以便能发展蚕桑产业（摄影／杨敏）。左图为西畴县最典型的石漠化土地，零散的土地被形象地称为“巴掌地”、“鸡窝地”。



沙漠中最缺的就是水，石漠中缺乏的也是水。如果说土地贫瘠是石漠化的表症，那么干旱则是让石漠顽疾加重的重因。西畴并非干旱区，何来缺水？因为喀斯特山区有个重要特征，就是石灰岩容易渗漏，降水不少，却留不住水。为了取水，村民们需要天不亮就起床，像赶集一样赶往取水点。取水点或是一个泉眼，或是一口水井，等候取水的队伍往往能排出几十米。挑一担水，走过崎岖山路，到家时水已洒落一半。很多泉眼或水井，遇到旱季更是直接断水，这时哪怕是黄水泥汤也会被人舀起来利用，连人和牲畜的饮水都成问题，更别说灌溉了。

以前，西畴有首民谣：“满山石头实在多，出门抬腿就爬坡。只见石头不见土，玉米长在石窝窝。春种一面大山坡，秋收一把小箩箩”，形象地道出了西畴人的愁苦与困境。



## 从“披绿吐翠”到“见缝插针”：石漠化是天灾，还是人祸？

北回归线横穿西畴县城，每年夏至，太阳直射点都会回到西畴县城，当地人自豪地称这里是“太阳的故乡”。其实，北回归线穿过的台粤桂滇四省区，大多是森林

地带，比如台湾嘉义的阿里山、广东肇庆的鼎湖山，广西南宁的大明山、云南普洱的景迈山等，都是森林公园。我想，北回归线上的西畴，即使没有森林公园，至少也不会沦落到失去人类生存条件的地步。我立即查阅《西畴县志》，果然，西畴曾是一个森林密布、生态环境优良的地区！

西畴属于亚热带季风气候区，这里旱雨季分明，气候温和，全年雨量充沛，适宜林木生长。历代乡绅也都有植树的习俗，如清乾隆五十年（1785年），兴街乡（今兴街镇）的士绅倡导绿化造林，募款购飞松种子，遍撒城东火焰山、狮子山一带。直至1950年，西畴的森林覆盖率仍为30%，县志记载“群山大多披绿吐翠，百鸟争鸣”。令我疑惑的是，这个“披绿吐翠”的地方为何会失去了人类生存的条件？

喀斯特地区有易溶蚀、成土慢、土层薄、土层与下伏岩石黏着性不强的特点。并且在地质结构上，西畴及周边地区正好处于云贵高原向广西盆地倾斜的褶皱斜坡地带，全县北部高南部低，随着坡度的增加，坡面下泄水土的速度大大加快，冲刷力成倍增加，极易导致水土流失。根据熊康宁教授关于石漠化的理论，除了自然原因，人地矛盾也是石漠化形成的主要原因。《西畴县志》记载，1958年西畴人口约11.8万人，1988年约22.7万人，30年间，人口翻了一倍；再看耕地面积，1958年，西畴总耕地面积约28万亩，1988年为20.49万亩，30年间减少了7.5万亩，有些山村人均耕地甚至不足0.3亩。有限的土地承载不了增加的人口，人地紧张时，山区最常见的办法就是垦荒，一把火将林草一烧了之，这种粗放的垦荒形式对土地造成了严重伤害。在采访西南林业大学生态与环境学院副院长兼石漠化研究院副院长王妍教授时，她说：“垦荒形成的土地很脆弱，一旦下雨，有限的表层土壤极易被雨水冲刷而流失，造成岩石裸露。还有一些坡地，一场暴雨即可冲走2毫米厚的土壤，但形成这些土层却需要数千年。西畴从上世纪50年代到80年代末，由于大炼钢铁、向山要粮等原因，一直在砍伐森林，成为森林面积退化最严重的区

## 石漠化极为严重的西畴堪称“寸土寸金”

西畴及周边地区正好处于云贵高原向广西盆地倾斜的褶皱斜坡地带，随着坡度的增加，坡面下泄水土的速度大大加快，冲刷力成倍增加，极易导致水土流失。除了自然环境外，人地矛盾也是石漠化形成的主要原因。为了生存，石臼里碗口大的土壤都会被种上一两株玉米（左页图）。除了土壤外，缺水也是困厄当地人生存、加重石漠化的原因，虽然西畴位于亚热带季风气候区，但地面存不住水。缺水时，哪怕是黄水泥汤都会被人舀起来利用（下图）。





域。”石漠化土地失去了继续耕种的条件，但为了生存，只得再找土地开垦。边垦边荒，也就加速了石漠化进程。

披绿吐翠的家园变得满目疮痍，人们才不得不在“寸土寸金”的壤土里“见缝插针”地耕种，并陷入了人口增加→垦荒→植被减少并退化→水土流失加重→石漠化→贫困的恶性循环。西畴乱砍滥伐、焚林拓荒的现象，一直到1988年才被制止。可为时已晚，满地的顽石已经出露，森林覆盖率下降到了9.77%。全县很多地区已经是重度石漠化，当地人的生活陷入了绝境。

## 远走他乡：对很多被石漠锁困的人也许并不是最好的出路

寄予生存希望的土地被破坏后，村民就会失去土地或只拥有少量土地，这已无法维持日常温饱。终于，忍受不了石漠化锁困，部分人选择了背井离乡。由于西畴靠近中越边境，在上世纪80年代是中越边境冲突的前线，西畴直到1992年才开始战后恢复建设。90年代初，很多人搬到了西双版纳等自然条件较好的区域，由于他们大多是壮族、苗族，在傣族居住的地区，语言不通、风俗异样，又缺乏生存技能，因此在城里务工受阻，大部分人就到了西双版纳的乡村，由于没有当地户口，不能分到土地，很多人就又折回了西畴，继续耕种石漠化土地。鸡街乡肖家塘村与外界只有一条翻悬崖越峭壁的羊肠小道，村民长期困厄于此，通讯靠吼，交通靠走，治安靠狗，原有16户人家，有12户先后迁徙他乡，只剩4户人家留守。在上世纪八九十年代，全国各地开始分田到户，哪里还能容得下这些外地人口呢？过不多久，这些村民又陆续搬回。可见，搬家并

### 喀斯特环境中诞生了很多独特的人文习俗

在西畴及周边地区生活着汉、壮、苗、彝、瑶等多个民族，还有未识别民族僰人等。在当地的喀斯特环境中，许多民族都诞生了独特的人文习俗，比如当地僰人会将放有离世之人“纸牌位”的小匣放在高处的喀斯特溶洞中，待祭祀时，再取出，祭祀主要是为了祈求在贫瘠的土地上能够收获更多的粮食。在改造石漠化的过程中，这些与环境相伴生的文化习俗也应当被考虑如何去传承和保护。摄影 / 谢佩霞

# 生态恶化时，逃离难以解决问题。
# 生态修复时，科学知识与本地知识结合至关重要



**陈雪**
云南大学
民族学与社会学学院
社会学系 副教授

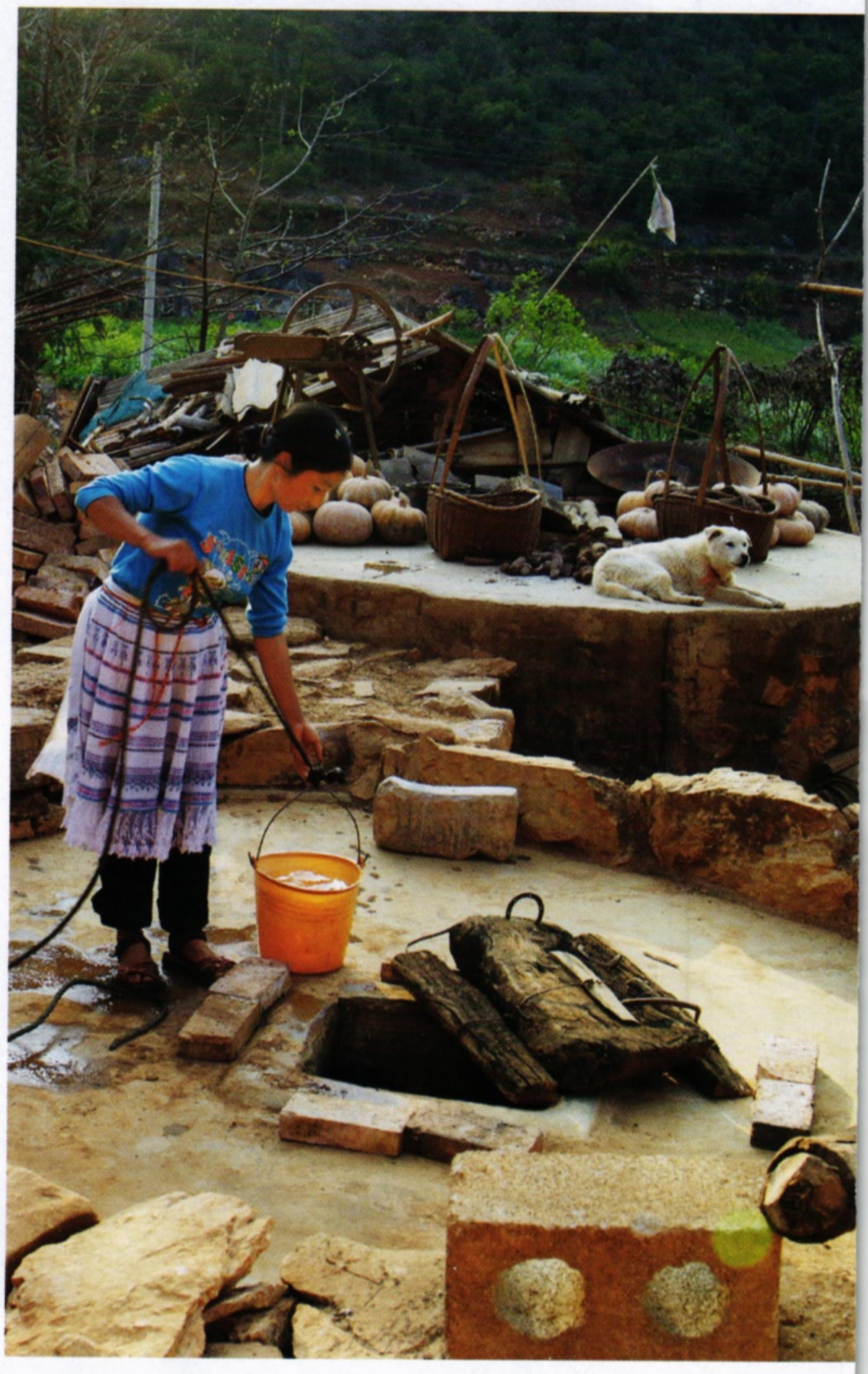
绘图 / 宋翰笛

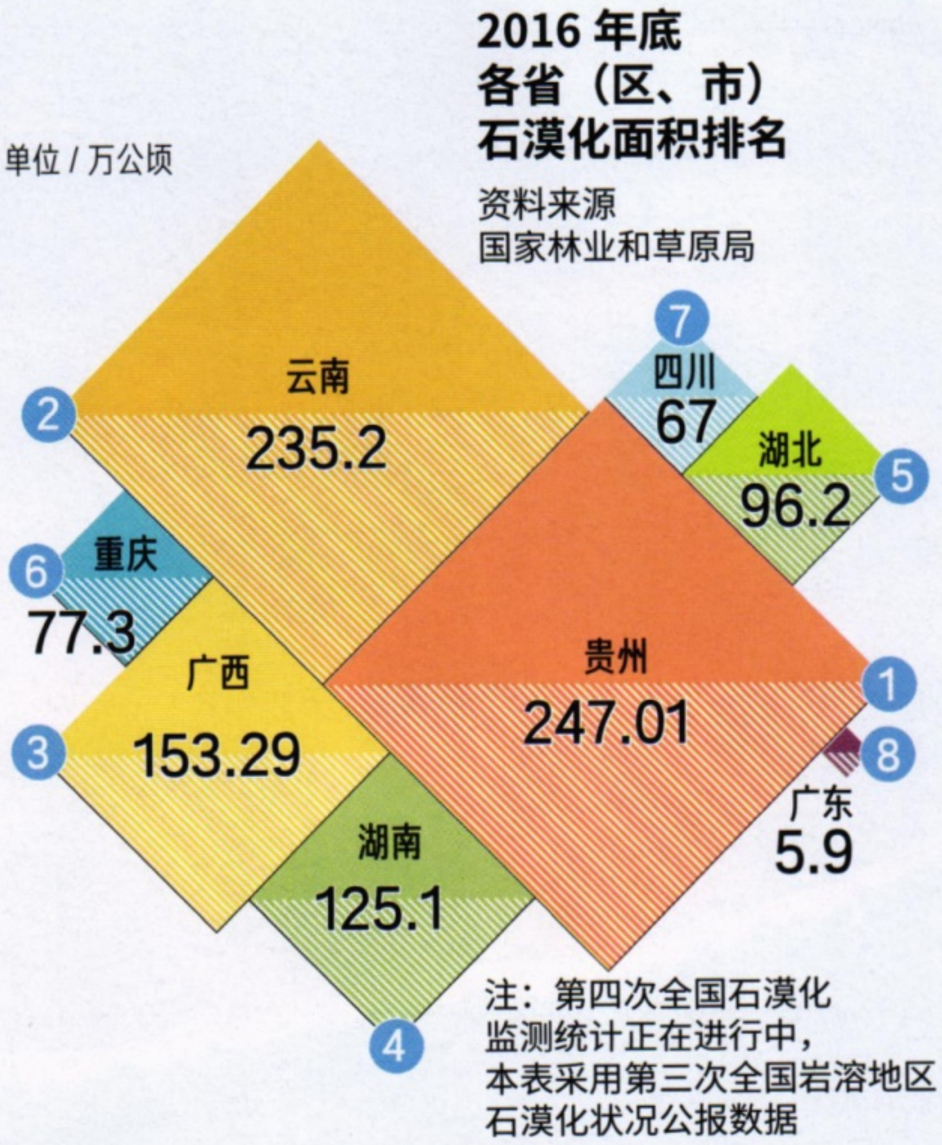
世界各国，尤其是发展中国家在现代化过程中，都常常因过度开发，会面临生态环境恶化的问题。对于那些依赖土地及资源维持生计的“土著”来说，当生态环境难以继续提供生存资源时，逃离是一种被迫却又常见的选择。在生态修复时，对于政府以及生态治理的专家来说，往往也会忽视本地群众以及本地知识对于生态重建的重要性。

近几年，我带领云南大学社会学系的李会泽、潘姝羽、陈婧璇等人一直在西畴做社会学调研。西畴地区的生态修复不仅为中国，更为许多国家生态脆弱的地区如何通过生态重建，实现人与自然的调适提供了参考。西畴在20世纪90年代开启的生态修复尝试，实际上是面对生态恶化导致当地人生计困难，且通过人口外流也难以根本解决所产生的联合危机而做出的选择。当地人逆转石漠化的举动充分实践了人的能动性在生态修复中的力量。

当地球进入“人类世”后，人与自然的交互发展再难割离。如果只是人从恶劣的自然环境中离场，坐等自然恢复，显然是一个漫长且存在未知结果的事。当我们今天探讨生态修复时，应是一种更多人主动参与的修复。只有将生态修复的愿景与当地群体的生计紧密相连，才能取得成功。

在这个过程中，科学知识与地方知识都发挥着重要作用。在生态修复初期，更多地是依赖居住于此的各族民众共通的生态修复知识，即植树造林、封山育林和炸石造地等土办法，一点点开展重建生态尝试。当人们从中收获生态建设的成果时，对生态重建的共识也就更为深刻。此时，国家自上而下系统性的生态修复与地方经验结合在一起，就为石漠化治理探索出了科学方法。西畴的石漠化治理是基于科学知识与地方知识整合基础上完成的，重视地方知识，使得西畴人在与自然的调适过程中，不仅修复了生态，还保留了很多农业文明时期的习俗和文化。西畴石漠化治理实践着科学知识与地方知识的结合，对于全国其他地区的石漠化治理有重要参考价值。






不是摆脱锁困的好办法。从上世纪90年代中期开始，当地一些年轻人到了广东等改革开放前沿地区务工，一来二去，外出务工的人越来越多，直到前些年，已经有7万多人离开了西畴，占到了总人口的近三分之一，西畴也连续多年成为了云南劳务输出第一县，同样被石漠化锁困的邻县砚山，也是云南劳务输出的大县。

虽然很多人远走他乡，但也有人选择了坚守。我曾在西畴遇到过很多故土难舍的人。搬出困苦的石漠化山区，到灯红酒绿的城里生活是很多人的梦想，但有些人对此却并不动心，甚至还会拒绝。我就问过西洒镇岩头村的李同明：“城里不比这犄角旮旯的山里强吗？”不料，李同明却反问我：“祖祖辈辈都在这里，又怎能搬走呢？这里离边境那么近，要是我们走了，边境不就空了？再说孩子们去打工了，他们生在这里、长在这里，我要是也走了，孩子们不就没家了吗？”对于很多人而言，即便那片仅有的土地是鸡窝地、巴掌地，也依然故土难舍。面对生存条件如此恶劣的石漠化山区，他们又该何去何从？



## 旱地拔“笋”：西畴逆转石漠化趋势是我国石漠化治理的一个缩影

西畴及周边区域直到1992年才开始战后恢复建设，当时很多人忍受不了石漠化锁困，便远走他乡。自上世纪90年代中期开始，一些年轻人便到了广东、浙江等经济发达地区务工，久而久之，全县近三分之一的人都选择了外出务工，西畴也成为了云南劳务输出第一县。虽然有人选择离开，但很多人却选择坚守下来，他们通过炸石造地等土办法改造石漠化，拉开了向“石漠”要“绿洲”的序幕（上图）。后来，在专家的指导下，形成了一套科学解决石漠化问题的办法。原先缺水的状况也在建水窖、修水渠等方式下被逐步改变着（左图）。截止到2020年底，西畴无石漠化土地占全县面积的约63%。西畴也是我国石漠化治理的一个缩影（见表格）。




**1990—2020 年，西畴县各级石漠化面积比重** 面积比重（%）

参考资料：西南林业大学生态与环境学院石漠化研究院
徐红枫、王妍、刘云根、肖羽芯、黎舟等人统计数据及文山州林草局数据



## 旱地拔“笋”：“石漠”能否成“绿洲”

“轰！”随着一声巨响，浓烟腾起，一块巨大的顽石被炸开。人们赶紧把石头搬到土地边上，垒成整齐的石埂。这是二十多年前发生在木者村的一幕场景。村民刘登荣等人背着雷管、炸药，用钢钎打好炮眼，填满炸药，炸响了搬石造地的第一炮。木者村人已经被石漠化逼上绝地，他们受够了太多由石漠化带来的困苦与绝望，决定绝地反击。要想生存，首先就要有耕地。满地顽石，何来耕地？只能炸石造地！

具体做法是，先将石缝里的土抠出来放一边，将中间石头炸碎、铺平，再把边上的泥土均匀铺在石块上，余下的石块垒在地边，砌成石埂。就这样，木者村300多名村民，男女老少齐上阵，苦战100多天，用铁锤钢钎硬是从石旮旯里刨出了360亩“保土、保水、保肥”的耕地。第二年开春种玉米、烤烟，秋季获得丰收，玉米亩产由过去的100公斤增产到400多公斤，烤烟亩均收入由原来的400多元增加到1000多元。原来的“口袋村”变成了“余粮队”。后来，木者村又炸石造地600多亩，还种核桃等树木，原来被砍光的山地，则全部封山育林，恢复植被。

炸石造地，这是西畴生态史上的重要事件。一声炮响，惊醒了周边饱受石漠化困扰的村民，彻底拉开了当地人向“石漠”要“绿洲”的序幕，其他乡镇在随后的几年内也纷纷效仿，十多年间，便推广到了整个西畴及周边地区。同时，随着城市化的进展，农业人口减少，也相对减轻了人地矛盾，石漠化面积从扩张转为静止，再转为减退。据王妍老师团队统计的数据显示，截止到2020年底，西畴无石漠化土地已达941平方公里，占全县面积的约63%，共有648.5平方公里的石漠化土地转化成了无石漠化土地。

事实证明，炸石造地是一种行之有效的石漠化治理模式。后来当地又在专家的指导下，形成了一套科学解决石漠化难题的“六子登科”模式：给山顶戴帽子，即山顶育林；山腰上种经济作物，如猕猴



PDF微信：bfwz888888

桃、核桃、三七等，减少种植吸水的玉米等作物；山脚打造梯田；对原来基本农田实施高效节水灌溉改造，种植高附加值农产品；安装水窖、引水渠、太阳能热水器，实施节柴改灶、建沼气池；对于要休养生息的土地，则将村民搬迁安置。我特地去了兴街镇，看到了曾经石漠化最严重的三光村，这里已成为了国家石漠化公园。眼前的画面令人感慨，连绵的梯田上，种有5000多亩猕猴桃。蔚蓝的天空，碧绿的梯田，与层层叠叠的喀斯特峰丛，融成了一幅广宽的田园风景。

当然，西畴对石漠化的改造只是我国石漠化改造的缩影。由于各省区市情况不同，探索石漠化治理模式也呈现出多样性。比如，贵州花江大峡谷顶坛石漠化片区特别适合种植青花椒，以青花椒树来改善石漠化土质。如今，花江大峡谷的植被覆盖率已从1996年的3%，提升到了2019年的51%。广西石漠化土地相对集中于河池和百色两个市，在石漠化治理过程中，当地人探索出了“竹子+任豆”“任豆+金银花”等十多种混交造林模式，森林覆盖率也在提升。截至2016年，我国石漠化土地为1007万公顷，与2011年相比，5年间净减少193.2万公顷。目前，全国第四次石漠化监测正在进行，虽然新数据尚未出炉，但随着石漠化治理的不断成熟，会有更多的土地从“石漠”变成“绿洲”。

陶渊明归园田居后，种了两片土地，一片叫南亩，另一片则叫西畴。在陶渊明笔下，西畴是一个田畴纵横、农人闲乐的所在。自陶渊明始，西畴就成了诗意田园的代称。多年以前，西畴县是一个被石漠化锁困之所，如今，这个重度石漠化地区正在一步步变为绿洲，逐渐有了陶公笔下的西畴意味。

**如今的西畴逐渐有了陶渊明笔下的“西畴”意味**

截至2016年底，我国石漠化土地面积为1007万公顷，与2011年相比，石漠化土地净减少193.2万公顷（第四次全国石漠化监测正在进行中，数据尚未公布）。黔滇桂渝等石漠化省区市的石漠化状况都在得到逆转。曾经大部分区域都是重度、极重度石漠化土地的西畴，“石漠”在消退，“绿洲”在增多。图片为今日兴街镇的三光村，已与几十年前发生了翻天覆地的变化。西畴县也逐渐有了陶渊明笔下“农人告余以春及，将有事于西畴”的意味。摄影 / 吕德仁

责任编辑 / 线朝华
图片编辑 / 马宏杰
版式设计 / 崔晓琳
地图编辑 / 王岩
插图编辑 / 王航

# 会员招募

热线：4006-521-360

## 杂志会员价

| | 1年（2022） | 3年（2022—2024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. 京东旗舰店 http://zhongguoguojiadili.jd.com
4. 中国国家地理微店 https://h5.youzan.com/v2/tag/sqa8z452

手机淘宝扫描

方式二：银行转账

**账号：**11006021001014919500 2
**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》杂志社有限公司**

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

手机京东扫描

方式三：邮政商务汇款

**商户客户号：**110300906
**商户客户名称：《中国国家地理》杂志社有限公司**

微信扫描

## 杂志订阅卡

**杂志订阅卡**

《中国国家地理》、《中华遗产》、《博物》杂志订阅卡，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。

手机淘宝扫描



《中国国家地理》杂志全年订阅卡
售价：360元/张
含12期杂志（包邮）



《中华遗产》杂志全年订阅卡
售价：360元/张
含12期杂志（包邮）



《博物》杂志全年订阅卡
售价：180元/张
含12期杂志（包邮）

## 销售排行榜



《中华遗产》杂志
2021年全年典藏版

装帧 ※ 盒装 12 册
定价 ※ 360.00 元



《中国国家地理》杂志
2021年全年典藏版

装帧 ※ 盒装 12 册
定价 ※ 360.00 元



《博物》杂志
2021年全年典藏版

装帧 ※ 盒装 12 册
定价 ※ 180.00 元

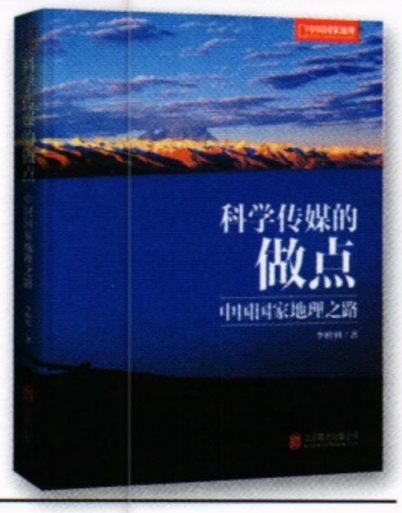


## 中华遗产增刊《美哉妆容》

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

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

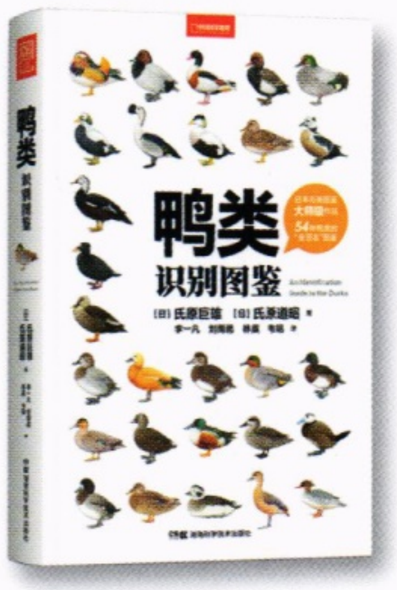
淘宝扫码购买



## 科学传媒的做点——中国国家地理之路

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

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



## 《鸭类识别图鉴》

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

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



## 《美丽的地球》

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

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



## 《中国食物：蔬菜史话》

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

作者 ※ 史军
装帧 ※ 32 开◎精装
定价 ※ 68.00 元

广告

LANCÔME
PARIS

*兰蔻全新精华肌底液 国妆网备进字（沪）20190021444
**数据来自兰蔻及合作实验室，101名21-62岁亚洲女性(干性/油性/混合肤质)每天使用产品两次，持续使用7天后的自我评估结果，实际效果因人而异

LANCÔME
ADVANCED
GÉNIFIQUE

修护革新 兰蔻「小黑瓶」*
ADVANCED GÉNIFIQUE SERUM
层层深修护
7天强韧**细嫩新生