军民融合地质调查中心内刊

Internal publications of the Military-civilian Integration Geological Survey Center

中国地质调查局军民融合地质调查中心 主办

二〇二五年全国两会政府工作报告
中心列装首台油气勘查钻机开启深部地质勘探新纪元
聚焦湖泊生态 提升调查技能

07
2025.3
双月刊

军民融合地质调查中心内刊
2024年5月 双月刊

卷首语 / FOREWORD

清明春晓 地脉新程

清明风起，雨落山河。春雷惊蛰后，天地涤净尘埃，万物在润物无声的细雨中舒展筋骨，既蕴藏对先辈足迹的追寻，亦蓄积着破土而生的蓬勃。值此万象更新之际，军民融合地质调查中心 2025 年第二期内刊携着春日的清朗与使命的铿锵，翩然落于案头，如一枝新柳探入心窗，为即将出征的征程注入信念的根系与理想的新芽。

清明，是时序的刻度，亦是地质人叩问大地的密钥。四月芳菲未尽，各项目组已如雁阵凌空，整肃行装，待号角吹响，便将奔赴山野深处。他们以地质锤为刃，剖开岩层的年轮；以测绘仪为眼，丈量山河的脉络。这一程，是向未知的拓荒，更是对初心的淬炼——在断层褶皱中解码地球记忆，在矿脉深处寻觅时代馈赠。他们的背影，是荒原上最坚韧的注脚；他们的足迹，是大地最滚烫的诗行。

本期内刊，以“清明”为轴，以“革新”为墨，在传承中勾勒崭新气象：

「中心大事记」——若北斗悬天，指引航向。党和国家的大政方针在此汇聚成灯塔之光，全国两会的春风吹拂战略蓝图，军民融合的铿锵步履与中心发展的铿锵足音交织共鸣。字里行间，是方向，是旗帜，是全体干部职工凝心聚力的精神坐标。

「地质科普与文化」——如心泉涤尘，滋养灵台。书法遒劲处，见山河气魄；散文温润时，藏岁月静好。诗歌是岩芯深处的韵律，画作是地层褶皱的写意。这里，既是才华绽放的舞台，亦是灵魂栖息的港湾，让科学与艺术在碰撞中焕发新生。

清明，是回望与远眺的渡口。我们铭记转制改革中那些披星戴月的背影，致敬寒来暑往间始终如一的坚守；更以“清”为镜，明心见性；以“明”为炬，照亮前路。2025 年的勘探蓝图已徐徐展开，新征程的号角在春风中回荡。让我们以清明之雨涤荡尘埃，以地质之魂镌刻担当——在裂隙中播种理想，在断层上书写传奇，让每一次出发都成为对山河的深情告白，让每一程归来都满载时代的铿锵回响。

愿这期内刊，化作一柄地质锤，叩响奋进的强音；愿你我同行，如春草蔓发、如江潮奔涌，在军民融合地质调查中心的壮阔征程中，共谱一曲与大地同频、与时代共舞的恢弘长歌！

本刊编辑部

军民融合地质调查中心内刊
双月刊
二〇二五年第二期

主　办：军民融合地质调查中心
总策划：韩　忠、谢　渊
策　划：齐先茂、秦建华、殷树新
主　编：冯　真
副主编：高建兵、聂纯魁、李　茜
执行主编：李逢源
编　辑：谢　威
校　对：白　攀
审　核：刘浩然、刘　洋、朱　曈
　　魏龙飞
排　版：刘珺林

CONTENTS

目录

党政园地

读故事，学党史

军融新闻

科技之光

科普乐园

文艺家园

2025 全国两会

>转人民日报

据人民日报消息，3月5日，李强总理向十四届全国人大三次会议作政府工作报告，要点如下：

一、2024年工作回顾

国内生产总值增长5%

粮食产量首次跃上1.4万亿斤新台阶

城镇新增就业1256万人

新能源汽车年产量突破1300万辆

二、今年主要预期目标

国内生产总值增长5%左右

城镇新增就业1200万人以上

居民消费价格涨幅2%左右

粮食产量1.4万亿斤左右

单位国内生产总值能耗降低3%左右

三、今年部分重点工作

财政：赤字率拟按4%左右安排，赤字规模比上年增加1.6万亿元

政府投资：拟安排地方政府专项债券4.4万亿元、比上年增加5000亿元。合计新增政府债务总规模11.86万亿元、比上年增加2.9万亿元

特别国债：拟发行超长期特别国债1.3万亿元、比上年增加3000亿元。拟发行特别国债5000亿元

消费：实施提振消费专项行动。安排超长期特别国债3000亿元支持消费品以旧换新

新质生产力：推动商业航天、低空经济等新兴产业安全健康发展。培育生物制造、量子科技、具身智能、6G等未来产业。加快制造业数字化转型。大力发展智能网联新能源汽车、人工智能手机和电脑、智能机器人等新一代智能终端以及智能制造装备

教育：扩大高中阶段教育学位供给，逐步推行免费学前教育

市场环境：落实解决拖欠企业账款问题长效机制。开展规范涉企执法专项行动

开放：推动互联网、文化等领域有序开放，扩大电信、医疗、教育等领域开放试点

住房：持续用力推动房地产市场止跌回稳。加力实施城中村和危旧房改造。推进收购存量商品房。继续做好保交房工作

乡村振兴：深入实施种业振兴行动。启动中央统筹下的粮食产销区省际横向利益补偿，加大对产粮大县支持。拓宽农民增收渠道

城镇化：推动将符合条件的农业转移人口纳入住房保障体系。持续推进城市更新和城镇老旧小区改造

生态：健全绿色消费激励机制，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式

就业：拓宽高校毕业生等青年就业创业渠道。加强灵活就业和新就业形态劳动者权益保障。提高技能人才待遇水平

医疗卫生：优化药品集采政策，强化质量评估和监管。居民医保和基本公共卫生服务经费人均财政补助标准分别再提高30元和5元

社会保障：城乡居民基础养老金最低标准再提高20元。制定促进生育政策，发放育儿补贴

读故事，学党史：

地质人的四大牺牲精神是什么？

地质，这个听起来既神秘又充满挑战的领域，承载着无数地质工作者的汗水与梦想。在探索地球奥秘、为国家资源勘探与开发默默奉献的过程中，地质人形成了独特的四大牺牲精神。这四大精神不仅是对地质工作深刻内涵的提炼，更是地质人精神的集中体现。接下来，我们将详细阐述这四大牺牲精神，用老奶奶也能听懂的语言，带您走进地质人的精神世界。

一、肯于奉献、甘于牺牲的精神

地质工作，往往意味着远离城市的喧嚣，走进荒凉的山川湖海。在那里，没有繁华的街道，没有便捷的交通，甚至可能连最基本的生活条件都难以保障。然而，正是这样一群地质人，他们为了国家的资源勘探和开发，毅然决然地踏上了这条艰难的道路。

他们深知，每一次的野外考察，都可能是对生命极限的挑战。无论是烈日炎炎下的沙漠，还是寒风凛冽的高山，地质人总是身先士卒，用双脚丈量着每一寸土地，用双手揭开地球的秘密。这种肯于奉献、甘于牺牲的精神，是地质人最宝贵的财富。

据统计，新中国成立以来，有数以万计的地质工作者长期奋战在野外一线，他们中的许多人，甚至将生命永远留在了那片他们深爱的土地上。这些无名英雄，用他们的实际行动诠释了什么是真正的奉献与牺牲。

二、吃苦在前、享受在后的精神

艰苦奋斗是中国共产党和中国工人阶级的优良传统，在地质工作者身上体现得尤为明显。他们深知，地质工作是一项艰苦卓绝的事业，需要付出比常人更多的努力和汗水。因此，吃苦在前、享受在后，成为了地质人不变的信条。

在野外，地质工作者不仅要面对恶劣的自然环境，还要克服种种生活上的困难。他们经常需要背着沉重的仪器和设备，徒步穿越崇山峻岭，风餐露宿，日夜兼程。即便是在这样的条件下，他们依然保持着高昂的工作热情，一丝不苟地完成每一项任务。

正是这种吃苦在前、享受在后的精神，让地质工作者在极其艰苦的条件下，依然能够坚持下来，不断取得新的突破和成果。他们的这种精神，不仅是对地质事业的热爱，更是对国家、对人民的忠诚和担当。

三、“三光荣”精神：以献身地质事业为荣、以找矿立功为荣、以艰苦奋斗为荣

“三光荣”精神是地质人在长期实践中形成的宝贵精神财富。它不仅是地质工作者职业道德的集中体现，更是激励他们不断前进的强大动力。

首先，“以献身地质事业为荣”，这体现了地质工作者对地质事业的无限热爱和忠诚。他们深知，地质工作是一项崇高而伟大的事业，关系到国家的经济发展和人民的幸福生活。因此，他们愿意将自己的青春和热血献给这项事业，无怨无悔。

其次，“以找矿立功为荣”，这体现了地质工作者对找矿工作的执着追求和高度责任感。他们

深知，找矿工作对于国家经济发展和能源安全具有重大意义。因此，他们总是以高度的责任心和使命感投入到找矿工作中去，不断取得新的发现和突破。

最后，“以艰苦奋斗为荣”，这体现了地质工作者在艰苦环境中的坚韧不拔和乐观向上。他们深知，地质工作是一项充满挑战和困难的事业。然而，正是这些困难和挑战，锻炼了他们的意志和品质，让他们变得更加坚强和勇敢。

“三光荣”精神不仅是对地质工作者过去成绩的肯定，更是对未来工作的鞭策和激励。它激励着每一代地质人不断前行，为国家的地质事业贡献自己的力量。

四、“四特别”精神：特别能吃苦、特别能战斗、特别能忍耐、特别能奉献

改革开放后，地质行业精神又被赋予了新的内涵——“四特别”精神。这一精神是对“三光荣”精神的进一步丰富和发展，体现了地质工作者在新时代背景下的新风貌和新气象。

“特别能吃苦”，这是地质工作者最鲜明的特点之一。在野外工作中，他们经常需要面对极端恶劣的自然环境和生活条件。然而，他们从不抱怨、从不退缩，总是以顽强的毅力和坚定的信念克服一切困难。

“特别能战斗”，这体现了地质工作者在找矿工作中的顽强拼搏和勇于创新。他们深知，找矿工作是一项极具挑战性的任务。因此，他们总是以高度的战斗精神和创新意识投入到工作中去，不断攻克技术难关，取得新的找矿成果。

“特别能忍耐”，这体现了地质工作者在艰苦环境中的坚韧不拔和乐观向上。他们深知，地质工作是一项长期而艰巨的任务。因此，他们总是以极大的耐心和毅力忍受着孤独和寂寞，坚守在野外一线，默默奉献着自己的青春和热血。

“特别能奉献”，这是地质工作者最崇高的品质之一。他们深知，地质工作是一项关系到国家经济发展和人民幸福生活的事业。因此，他们总是将自己的利益置之度外，将国家的利益放在首位，无私奉献着自己的智慧和力量。

“四特别”精神不仅是地质工作者在新时代背景下的新风貌和新气象，更是激励他们不断前行、勇攀高峰的强大动力。它让地质工作者在艰苦的环境中依然能够保持高昂的斗志和饱满的热情，不断为国家的地质事业贡献自己的力量。

来源于网络

2025 年中心工作会议召开

◆ 办公室

2 月 20 日，中国地质调查局军民融合地质调查中心（以下简称“军民融合中心”）召开 2025 年工作会议。会议深入学习党的二十大和二十届二中、三中全会精神及中央经济工作会议、中央农村工作会议、二十届中央纪委四次全会精神，全面贯彻落实部、局和指挥中心工作会议部署安排，总结 2024 年工作成效，部署 2025 年重点任务。

会议指出，2024 年，军民融合中心紧跟局党组“第二跳”战略步伐，按照指挥中心统一部署，将全面深化改革和全面从严治党贯穿始终，开启了十年大跨越战略发展新局面。政治引领核心作用充分发挥，找矿突破战略支撑成效卓著，自然资源调查能力跨越升级，科技创新体系迭代更新，团队建设根基持续筑牢，治理体系运转规范有序，“一体两翼”布局优化拓展，地质文化军民特色彰显，全面从严治党纵深推进。

会议强调，2025 年，军民融合中心要坚持稳中求进工作总基调，围绕“三性”基本定位和“三步走”“三级跳”战略安排，聚焦主责主业、持续深化改革、提升核心能力、稳住发展根基、推动融合发展，做到“面上展开、点上收拢”，如期实现“十四五”建设目标，谋划“十五五”发展布局，加速推进大跨越战略步伐，推动军民融合地质调查事业高质量发展迈上新台阶。重点做好十一方面工作：一是加强政治建设，强化“两个维护”的政治自觉。二是聚焦核心业务。三是强化传统优势，全力支撑新一轮找矿突破战略行动。四是持续加强基础调查，支撑服务生态文明建设。五是推动科技创新，不断提升核心竞争力。六是着眼提质强能，优化人才队伍结构。七是注重优质高效，大力提升综合保障效能。八是提升治理能力，全面推进治理体系建设。九是狠抓基础建设，提升基层建设水平。十是坚持严的基调，纵深推进全面从严治党。十一是突出文化强队，着力打造特色文化品牌。

> 会议现场

会议要求，各级要以 3 个方面为抓手，高标准落实好会议精神和党委工作报告 2025 年工作部署：一是加强学习领悟，强化落实工作部署的政治自觉思想自觉。二是要聚焦任务目标，强化尽职尽责实干实效。三是要深化改革创新，谱写一步三跳军民融合地质高质量发展篇章。

会议通报了 2024 年度受上级和本级表彰的先进集体和个人，表彰表扬了 2024 年度重大进展成果、管理亮点工作和先进典型。

会议以线上线下相结合的形式召开。军民融合中心党委班子成员、副总师及全体干部职工参加会议。

锻造中坚力量 驱动融合发展
——中心启动第二期中层干部能力提升培训

◆ 人事教育处

春潮涌动催人进，淬火砺剑正当时。2025 年 3 月 25 日，中国地质调查局军民融合地质调查中心（以下简称“军民融合中心”）锚定年度“聚焦主责主业、持续深化改革、提升核心能力、稳住发展根基、推动融合发展”部署要求，正式启动为期 4 天的第二期中层干部能力提升培训班，通过体系化、实战化教学，锻造适应新时代地质事业发展的复合型管理人才队伍。

会上，副总工程师首先宣读了培训方案。尔后，中心党委书记韩忠同志结合年度重点任务作动员部署，通过分析国际竞争格局与国内地质工作新形势，强调中层干部要增强“在危机中育新机”的战略意识，结合分析队伍的“四大危险”，提出“三个强化”要求。强化政治引领，把牢地质工作方向；强化责任担当，提升履职尽责水平；强化创新驱动，破解融合发展难题。韩忠书记还结合自身的经历，对带好队伍、抓好管理分享了好的经验和做法。

人事教育处处长在强调培训纪律时强调“三个转化”，将学习成果转化为破解“卡脖子”难题的具体方案，转化为提升团队执行力的有效举措，转化为推动融合发展的创新思路。他强调，培训班实行全过程考核，将课堂表现、研讨质量、成果转化纳入干部年度考核评价体系。

为确保培训质量效果，培训班将设置班长和班委成员，将考勤登记、课堂纪律和研讨交流成果将作为考评学员的依据。通过教授讲学、互动教学以及研讨交流等形式，对领导能力、党风廉政、沟通协调和团队管理等方面进行重点培训，促进学员提高综合能力素质。

参训干部们纷纷表示，此次培训既是一次能力充电，更是一次思想动员，将抓住宝贵机会补短板、学方法、促协同。正如学员代表在学习笔记内页中写下的：“今天，我们在这里重铸使命；明天，我们要在山水之间书写答卷。”

中心召开 2024 年度考核述职测评

◆ 人事教育处

2025 年 2 月 17 日，中国地质调查局军民融合地质调查中心（以下简“军民融合中心”）组织召开 2024 年度考核述职测评会，全面总结年度工作成效，开展部门工作满意度测评及内设机构领导民主测评。会议由人事教育处处长主持，军民融合中心全体干部职工参会，会议共设 4 个会场、其中，领导班子成员、内设机构领导及项目负责人在主会场参会。

> 会议现场

会议共 3 项议程，一是各部门负责人围绕 2024 年度工作目标，依次汇报本部门在业务推进、改革创新、团队建设、服务效能等方面的完成情况，总结亮点成果，剖析存在的问题，并提出 2025 年工作思路与改进方向；二是以无记名投票形式对各部门年度工作进行满意度测评，测评内容涵盖工作实效、协同配合、服务意识、作风效能等多个维度；三是以公平公正、优中选优为原则，结合日常工作表现、履职能力、廉洁自律等情况，对内设机构领导进行民主测评。

会上，军民融合中心主要领导对各部门工作给予充分肯定，并强调要坚持以问题为导向，聚焦短板弱项，强化责任担当，推动新一年工作提质增效。

会议最后，人事教育处对各部门工作总结报告进行了讲评，强调要以述职测评为契机，强化目标导向、结果导向，持续深化作风建设，凝聚发展合力，为高质量完成 2025 年工作任务奠定坚实基础。会议在团结、务实、高效的氛围中圆满结束。

中心工会召开第一届第四次职工代表大会暨第一届第五次会员代表大会

◆ 党委办公室

2025 年 2 月 19 日，中国地质调查局军民融合地质调查中心（以下简称“军民融合中心”）工会第一届第四次职工代表大会暨第一届第五次会员代表大会在成都召开。此次大会在茶店子办公区六楼礼堂设主会场，西藏地质调查所设分会场，45 名代表参会。

第一届第四次职工代表大会上，全体参会代表围绕军民融合中心党委 2025 年工作报告，认真学习讨论，积极献言建策，提出了宝贵的意见建议。同时，认真听取了关于 2024 年提案结案情况及 2025 年提案审查情况的报告，逐一对 2025 年立案的 5 个提案审议表决，全体代表一致通过。

第一届第五次会员代表大会上，工会主席代表工会委员会作了题为“凝心聚力，服务大局，助推军民融合地质调查事业高质量发展”的工作报告，总结了 2024 年工会工作，部署了 2025 年工作任务。经审委主任代表经费审查委员会向大会报告了工会 2024 年度经费收支情况和 2025 年度预算安排。与会代表审议通过了工会工作报告和经费审查情况报告。会上，组织了会员评家民主测评，宣读了《关于表彰优秀工会积极分子的通报》，向优秀工会积极分子代表颁发了荣誉证书。

> 颁发荣誉证书

与会人员纷纷表示，将紧密团结在以习近平同志为核心的党中央周围，坚决贯彻落实部局党组、指挥中心和军民融合中心党委决策部署，牢记党的重托、不负职工期待，团结动员广大干部职工开拓创新、拼搏奉献，以优异成绩迎接中华全国总工会成立 100 周年，为书写军民融合中心高质量发展新篇章作出新的更大贡献！

地质报国没有终点
——退而不休的地灾专家秦建华

◆ 党委办公室

记者日前从中国地质调查局军民融合地质调查中心获悉，2018 年武警黄金部队跨军地改革，由武警黄金第三总队机关和第十二支队以及十一支队留藏人员合并组建的军民融合地质调查中心，作为常年战斗在祖国西南边陲和青藏高原的地质调查队伍，40 多年来始终赓续军队红色血脉、坚守为民服务初心、矢志地质报国使命，涌现出了以秦建华为代表的一批先进典型，为国家地质事业和人民群众民生福祉贡献着智慧力量。

2025 年 1 月，在西藏定日县地震救援现场，茫茫救援人群中，有这样一支与众不同的队伍，既没有携带锹镐装具，也没有大型救援机械，他们或三五结伴或两两同行穿梭在倒塌房屋的外围、在受灾区域的后山、在冰河在湖畔、甚至在平整开阔的安全地带忙着些什么。人们不禁要问，他们是在“摸鱼”混日子么？答案当然不是。

在忙碌救援现场橄榄绿、消防橙、医护白、应急红五彩斑斓救援队伍中，让我们走近这支不太“起眼”的地质蓝，了解来自中国地质调查局军民融合地质调查中心救灾指导专家团队的故事。

带队的秦建华告诉记者，他们是自然资源抽组的专家力量，为灾区排查预防次生地质灾害和灾后重建选址提供地质解决方案，他已记不清这

次第几次参加大型救援地灾排查行动了，但在隆冬的高原藏区还是第一次。话毕，他深深吸了一口手中的氧气，接着开始了忙碌的工作部署。作为一名年过 6 旬的老人，他本已光荣退休，但在面对地震灾害，作为自然资源部抗震救灾工作组成员的他，同时也是西藏自治区矿产资源储量评审专家组成员和西藏汛期地灾防御支撑单位——军民融合地质调查中心的副主任，秦建华在退休与救灾中毫不犹豫地选择了后者。

地震发生前的 1 月 3 日，正在进行工作交接的秦建华副主任接到了来自上级的退休通知，虽有对奋斗了 38 年地质事业的万般不舍，但想着不用再拖着日渐年迈的身体跋山涉水，得以回归家庭享受天伦，嘴角还是不自主地上扬。1 月 7 日一早，他就来到办公室规整资料，准备进行最后的交接，突然，桌面上手机弹出了西藏定日县发生 6.8 级地震的消息，作为一名老地质工作者，秦建华结合震区的基本地质情况和军民融合中心近年在西藏开展地质灾害调查监测相关成果迅速作出判断——此次地震烈度不会低，加之正处隆冬时节，应该会造成震区群众较大伤亡和财产损失。

秦建华第一时间安排了在日喀则开展常态化地质灾害监测预警的李常龙联系定日县自然资源局了解灾情和次生地质灾害情况，火速召集由地灾、水文、基础地质等专业组成的地质专家团队赶赴飞往西藏的航班。彼时的他，全然忘记了自己已经退休，甚至都没来得及告诉爱人取消退休旅行计划。

1 月 8 日，记者在定日地震灾区再次看到了他忙碌的身影，频繁地穿梭在抗震救灾前线指挥部联合会议、与西藏自然资源系统厅局的工作部署现场和野外排查调查一线，在定日县长所乡冰湖调查现场，秦建华带领专家团队爬冰卧雪，若不是他略显佝偻的背影、干裂发紫的嘴唇和不离手的氧气罐子，没人会知道这是一个年余六旬的老人。此次地震没有 1 人因次生地质灾害伤亡，秦建华带领他的专家团队创造了新的救援记录。

据悉，像秦建华这样的英雄人物和团体在该中心还有许多，有喊出“宁可生命透支，不让使命欠账”的高原保障先锋，他们在雪域高原建成了辐射全藏的中国地质调查局西藏野外综合保障基地，首次实现了高原高寒地区地质调查现代化保障，持续为国家新一轮找矿突破战略行动提供支撑；有在羌塘腹地“引狼入室”的钻探工程师，他们为防藏马熊袭击，主动在营地周边泼洒食物喂养野狼，圆满完成了羌塘油气攻坚行动钻探支撑任务；还有从部队时期就服务支撑西藏地质调查事业和经济社会发展的西藏地质调查所，去年，他们的先进事迹荣获了 2024 年度全国民族团结进步模范集体称号。更多感人故事，请关注本报后续报道。

“地”砺巾帼绽芳华 同心聚力绘新章
——中心举办“三八”妇女节主题团建活动

◆ 党委办公室

春意渐浓的三月，第 115 个“三八”国际劳动妇女节如期而至。为展现新时代地质女性风采、凝聚团队奋进力量，中国地质调查局军民融合地质调查中心（以下简称“军民融合中心”）以“地韵芳菲 巾帼风采、‘地’砺前行‘质’因有你”为主题，组织 40 余名女职工赴成都三圣乡开展主

＞活动合影

题团建活动。

节日前夕，工会提前策划、周密部署，通过悬挂主题横幅、张贴宣传海报等方式，生动展现“三八”国际劳动妇女节的历史意义与时代内涵。活动方案兼顾趣味性与教育性，精心设计了手工创意、自然探索等环节，力求让每位参与者在放松身心的同时，感受团队协作的魅力。

3 月 7 日下午，女职工们冒着料峭春寒齐聚三圣乡。在随风轻摆的横幅下，工会代表中心党委向全体女职工致以诚挚的节日祝福，赞扬她们在地质调查、科研创新等领域的辛勤付出，并鼓励大家继续发扬“自尊、自信、自立、自强”的四自精神，以“巾帼不让须眉”的豪情投身国家能源资源保障与生态文明建设。

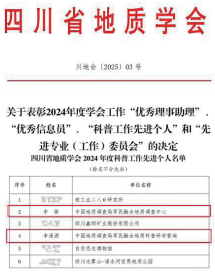
随后进行的手工 DIY 环节，女职工们在专业导师指导下，化身“匠心巧手”，以素绢为底、竹骨为架，精心制作传统腰扇。一针一线间，大家将严谨细致的工作作风注入指尖艺术，让每柄腰扇成为兼具实用与美感的匠心之作。随后转场田园实践，灰蒙蒙的天幕下，大家的热情却愈发高涨。草莓大棚里，躬身寻觅鲜红果实的身影与翠绿藤蔓相映成趣；樱花步道上，手持地质锤的“娘子军”在风中捕捉落英缤纷的瞬间。当竹篮渐满、相册添新，工作的压力在自然的怀抱中悄然消散，同事情谊于协作互动里愈加深厚。

暮色初临，满载收获的女职工们踏上归程。这场活动不仅让她们在传统手作与自然探索中焕活身心，更通过团队协作深化了使命认同。从党委的殷殷嘱托到同事间的默契配合，从扇面勾勒的认真专注到田间洋溢的协作热情，新时代地质女性正以团结奋进的姿态，在服务国家战略、推动地质事业高质量发展的征程上，续写巾帼华章。

中心 2 名同志获评 四川省地质学会科普工作先进个人

◆ 科学技术处

2025 年 2 月，四川省地质学会公布 2024 年度科普工作先进个人名单，中国地质调查局军民融合地质调查中心（以下简称“军民融合中心”）2 名同志入选。



四川省地质学会

川地会〔2025〕03 号

关于表彰2024年度学会工作“优秀理事助理”、“优秀信息员”、“科普工作先进个人”和“先进专业（工作）委员会”的决定

四川省地质学会 2024 年度科普工作先进个人名单

（按名字首笔画）

序号	姓名	单位名称
1	[illegible]	核工业二八九研究所
2	李 [illegible]	中国地质调查局军民融合地质调查中心
3	[illegible]	四川鑫源矿业股份有限公司
4	李建国	中国地质调查局军民融合地质科普研学营地
5	[illegible]	自贡恐龙博物馆
6	[illegible]	四川光雾山-诺水河世界地质公园

军民融合中心 2024 年联合四川省地质学会举办“世界地球日”等大型科普活动，成功申报中国地质学会、四川省地质学会“科普研学营地”。下一步，军民融合中心将继续围绕科技创新和地质调查热点及群众关心的焦点开展科普工作，并动员广大干部职工参与科普，促进全民科学素质提升。

以创新之力赋能地质科普 让科学之光照亮大众视野 ——中心首届科普技能大赛决赛圆满收官

◆ 综合保障基地

如何让艰深的地质数据“活起来”？怎样将科研成果转化为公众听得懂、看得见的科普故事？3 月 27 日下午，中国地质调查局军民融合地质调查中心（以下简称“军民融合中心”）首届科普技能大赛决赛拉开帷幕。作为全国唯一以军民融合命名的地质调查机构，中心坚持贯彻落实党的二十大关于“加强国家科普能力建设”的战略部署，以科普赛事为纽带，将地质科技成果转化为通俗易懂的科普作品，为新时代科普事业注入强劲动能。

决赛现场，四川省地质学会常务副理事长秦钢、成都市科技局于翔处长、军民融合中心有关处室领导莅临指导，全国科普讲解大赛一等奖得主李甫及中心高级工程师组成赛事评审团。经过初赛层层选拔，24 位选手在科普文章、科普视频、科普讲解三大赛道展开角逐，以创新表达诠释地质科学的魅力，为全民科学素养提升注入新动能。

科普文章：盲评机制下的“硬核较量”

作为大赛首个完成评审的赛道，科普文章以“盲评”机制确保公平性。评委在隐去作者姓名与处室信息的前提下，仅依据科学性、逻辑性与创新性打分。成都野外综合保障基地的作品《从

地质深处诞生的神秘矿物——雄黄》以跨学科视角解析矿物形成机理，将地质勘探与中医药文化创新融合，在众多作品中脱颖而出，荣获第一。生态地质和灾害地质调查室聚焦生态保护议题的《河流：被忽视的温室气体排放源》，以独特视角揭示环境科学的前沿问题，荣获第二。信息化室的作品《走进湿地，守护“地球之肺”》则以细腻的笔触展现湿地生态的脆弱与珍贵，为公众打开一扇理解自然之美的窗口，获得第三名。

科普视频：镜头语言解码地质奥秘

6 部入围视频作品以视觉化表达打破学科壁垒。境外地质调查室的《青藏高原的“碳”索之旅：探寻地球之巅的隐秘力量》凭借动漫科普形式与扎实的科学内核，生动呈现高原碳循环的宏大叙事，荣获第一。矿产地质调查室的《惑人的“愚人金”》以趣味故事拆解黄铁矿的鉴别之谜，寓教于乐的创作风格赢得评审青睐，获得第二。沿海地质调查室的《走进西南边陲，探索神秘“药王泉”》则通过西南风景与人文叙事，将地质资源与地域文化巧妙联结，收获第三名。

科普讲解：4 分钟里的科学与艺术

限时 4 分钟的科普讲解赛场，8 名选手化身“科学翻译官”。信息化室推荐的《林耕置换——粮食与生态的双向奔赴》以生动的语言与互动设计，阐释耕地修复与生态保护的协同机制，拔得头筹。分析测试实验室的《紫色土壤的魅力》通过土壤样本的微观解析，揭示其独特理化性质与农业价值，以严谨又不失温度的表达斩获第二名。生态地质和灾害地质调查室的《地球的无声守护者——生态系统的服务功能》则以湿地保护为案例，用诗意语言唤醒公众对生态价值的深层思考，获得第三名的好成绩。

以赛促建，书写科普事业新篇章

随着获奖名单揭晓，大赛圆满落幕，但科普创新的脚步未曾停歇。当前，我国正加速构建“大科普”发展格局，地质科学作为支撑国家资源安全、生态安全的核心领域，其科普实践更具战略意义。

下步工作中，军民融合中心将以此次赛事为新的起点，推动科普建设体系化发展，持续培育“懂科研、善传播”的复合型人才，推动地质科普从“单向输出”迈向“双向互动”，让地质知识如春风化雨浸润社会公众，培育更多扎根大地的科研火种。

中心列装首台油气勘查钻机开启深部地质勘探新纪元

◆ 工程勘察室

近日，中国地质调查局军民融合地质调查中心（以下简称“军民融合中心”）正式列装首台XD-30DB型深部油气勘查钻机。

该型钻机采用电动顶驱式无级变速控制系统，其核心模块经过十余年工程实践验证，在Φ98mm标准口径作业条件下可实现3000米安全钻进，不仅能满足常规油气地质调查需求，更可拓展应用于超深岩心钻探等特种作业场景。验收专家组通过现场试车、参数核验等环节，确认设备性能指标全面超越设计要求，具备高强度连续作业能力。

“这台装备的入列，相当于为地质勘探队伍配装了‘穿山甲’。”项目技术负责人介绍，该设备特别优化了复杂岩层穿透能力，结合队伍2024年西藏罗布沙1500米超基性岩深孔施工经验，军民融合中心向深部钻探迈出重要的一步。

据悉，军民融合中心正以该型装备为核心构建深地探测装备体系。下步将大力扩展新工艺新方法，向钻进更深、口径更大、高效多工艺钻探技术方面逐步发展，提升核心竞争力，为新一轮找矿突破战略行动提供强有力的装备技术支撑。

中心成功举办喜马拉雅造山带关键地区基础地质调查研讨交流会

◆ 基础地质调查室

近年来，中国地质调查局军民融合地质调查中心（以下简称“军民融合中心”）基础地质调查室依托喜马拉雅造山带关键地区基础地质调查二级项目，聚焦新藏铁路建设关键地质问题，开展地质调查工作，积累了丰富的成果，项目成果为国家重大工程建设提供了有力支撑。

2025年1月15日，为促进跨领域合作交流，深化项目成果集成、提升项目骨干能力水平，基础地质调查室举办喜马拉雅造山关键地区基础地质调查研讨交流会。

会议邀请了成都地质调查中心潘桂棠研究员、青藏高原研究室主任张予杰，成都理工大学朱利

东教授、新藏铁路建设筹备组安质部负责人王庆安、中铁二院工程集团有限责任公司地勘院副总工王哲威及国家川藏铁路技术创新中心灾害地质负责人雷鸣宇、矿产地质负责人肖典参加。

会上，潘桂棠研究员围绕青藏高原重大铁路工程建设关键区段调查研究为参会人员授课，王哲威副总工就山区隧道突泥涌水综合判识与防控做了汇报，军民融合中心汇报了喜马拉雅造山带关键地区基础地质调查成果。

汇报结束后，参会人员围绕“基础地质调查如何更好服务国家重大工程建设”这一课题展开了热烈研讨交流，与会领导专家提供了众多宝贵的建议。

此次研讨会成功举办，进一步夯实了跨领域合作交流的基础，厘清了基础室下一步工作的重点和方向，为来年工作的谋划部署指明了方向。

聚焦湖泊生态 提升调查技能
—青藏高原湖区湖泊调查项目组开展业务培训

◆ 水文地质与水资源调查室

为保障“青藏高原湖区湖泊调查项目”2025年度野外工作的顺利开展，提升项目组成员的业务能力和安全意识，近日，由中国地质调查局军民融合地质调查中心水文地质与水资源调查团队（以下简称“水文团队”）组织在大数据中心二楼开展了项目组出队前的业务培训，旨在为即将开展的野外调查工作打下坚实基础，确保项目高质量完成。

本次培训围绕湖泊调查的核心任务展开，内容涵盖无人船水深测量、湖泊水文监测、水质采样、野外安全等多个方面。培训主要采用室内理论授课方式，水文团队负责人针对项目核心任务要求为项目组成员进行系统讲解，并结合实际案例分享了野外调查的经验与技巧。

此外，培训还特别强调了高原地区野外作业的安全注意事项，包括高原反应预防、极端天气应对、高原行车安全、应急医疗措施等，确保每位成员在保障自身安全的前提下高效开展工作。

通过本次培训，大大提高了项目组成员业务技能，为后续野外调查工作奠定了坚实基础。随着培训的圆满结束，项目组成员已整装待发，即将奔赴青藏高原开展实地调查工作。未来，项目组将继续秉持科学严谨的态度，为青藏高原水资源调查和生态环境保护贡献智慧和力量。

军民融合中心参加 2025 年四川省地质学会工作会议并作交流报告

◆ 科学技术处

2025 年 3 月 12-14 日，四川省地质学会年度工作会议在四川泸州召开。中国地质调查局军民融合地质调查中心（以下简称“军民融合中心”）2 人受邀参加了本次会议。

四川省地质学会对“四川省青年地质科学技术奖”等奖项进行了表彰并颁奖，军民融合中心科学技术处及地质科普研学营地 2 名同志获评四川省地质学会 2024 年度“科普工作先进个人”。军民融合中心地质科普研学营地及科普团队负责人以“逐梦山海 地质报国 军民融合科普研学营地建设实践”为主题，详细介绍了军民融合中心发展沿革历史、科普工作开展情况、地质科普研学营地建设及应用工作等，有效增强了军民融合中心影响力。

未来，军民融合中心将继续积极参与各类学术交流会议，深化交流合作，促进矿业繁荣，为开创地质工作新局面、实现新时代地质工作新作为作出更大贡献。

> 学术交流

优秀论文选登：

特提斯喜马拉雅双伸展复合成穹作用：来自定日穹隆构造变形和年代学的证据

李虎，代雪健，代宏睿 ，刘涛

摘要：北喜马拉雅片麻岩穹隆是喜马拉雅造山带的重要组成部分，经历了多期构造变形和岩浆事件，记录了印度－欧亚板块俯冲汇聚、碰撞造山历史，其形成过程所经历的变形序列、动力学特征和成因机制尚存争议，关键构造－岩浆事件和时间亟待明确。本文报道了该带中段与 NSTR 伴生的定日穹隆的物质组成、构造变形、运动学和年代学特征。揭示出定日穹隆物质组成和构造变形“4+4”模式，即由上、下主拆离断层为界，分为上部、中部、下部岩石－构造单元和核部花岗岩体，其中上、中部岩石－构造单元属浅变质特提斯喜马拉雅沉积岩系，下部岩石－构造单元为高喜马拉雅结晶基底拆离出露，核部侵位淡色花岗岩。穹隆体构造变形经历了初期向南逆冲 N-S 挤压、早期近 N-S 向伸展、主期 E-W 伸展和晚期垮塌伸展变形。年代学特征表明穹隆就位经历较长时间：中生代以来继承了特提斯喜马拉雅物质组成和构造变形，以 N-S 挤压为主；~27.3Ma 藏南拆离系向北伸展拆离的 N-S 向伸展，岩浆初始就位；~17.1Ma，构造体制转化，E-W 向伸展作用开启，岩浆主体侵位，并于 14.1~14.4Ma 冷却；12.5~12.0Ma 南北向裂谷开启，穹隆垮塌伸展变形至少持续至 3.9Ma。建立了成穹作用四个阶段，即继承期、启动期、成穹期和垮塌期。结合构造变形、年代学及前人研究成果认为，定日穹隆是 STDS 向北拆离 N-S 伸展和浅地壳尺度由于挤压应力的水平或垂向分量作用下 E-W 向伸展减压－熔融，岩浆底劈共同作用结果，属渐进造山，双伸展复合成穹，是对喜马拉雅造山事件的具体响应。本文的研究成果对北喜马拉雅片麻岩穹隆体形成机制及动力学探讨起到重要作用。

关键词：地质学；北喜马拉雅；定日穹隆；构造变形；年代学；双伸展复合成穹

Double-Extensional Composite Dome in the Tethys Himalaya: Evidence from Tectonic Deformation and Chronology of the Dingri Dome

Hu LI, Xuejian DAI, Hongrui DAI, Tao LIU

Abstract: The North Himalayan gneiss dome is an important part of the Himalayan orogenic belt, which has undergone multiple phases of tectonic deformation and magmatic events, and recorded the history of subduction, convergence and collision of the Indo-Eurasian plate. The deformation sequence, dynamic characteristics and genetic mechanism of the formation process are still controversial, and the key tectono-magmatic events and time need to be clarified. This paper reports the material composition, tectonic deformation, kinematics and chronology of the Dingri dome associated with NSTR in the middle part of the belt. The "4+4" model of material

composition and tectonic deformation of the Dingri dome is revealed，that is，it is divided into upper，middle，and lower rock-tectonic units and core granite bodies by the upper and lower main detachment faults，among which the upper and middle rock-tectonic units belong to the shallow metamorphosed Tethyan Himalayan sedimentary rock series，and the lower rock-tectonic unit is the high Himalayan crystalline basement detachment basement outcropping，and the core intrusion is leucogranite. The tectonic deformation of the dome has undergone the initial southward thrust N-S extrusion，the early near-N-S extension，the main E-W extension, and the late collapse extensional deformation. The geochronological characteristics show that the dome has been in place for a long time；since the Mesozoic，it has inherited the material composition and tectonic deformation of the Tethys Himalayas，and is dominated by N-S extrusion；~27.3Ma The southern Tibetan detachment extends to the north and the detached N-S direction，magma initially in place；~17.1Ma，tectonic system transformation，E-W extensional opening，magma main invasion，and cooling at 14.1~14.4Ma. 12.5~12.0Ma the NSTR opened，and the dome collapse extension lasted at least 3.9Ma，Four stages of dome formation were established，namely the inheritance period，the initiation period，the dome formation period and the collapse period. Combined with previous research results，tectonic deformation and chronology，it is believed that the heliostat dome is the result of the combined action of STDS northward detachment N-S extension and shallow crustal scale due to the combined action of E-W extension，decompression-melting，magmatic bottom splitting，and progressive orogeny，double extensional composite dome，and a specific response to Himalayan orogeny. The research results of this paper play an important role in the formation mechanism and dynamics of the North Himalayan gneiss dome.

Keywords: Geology, North Himalayas,Dingri Dome, Tectonic deformation, Chronology, Double-extension compound dome formation

喜马拉雅巨型造山带是印度大陆与欧亚大陆新生代碰撞事件的产物，也是全球重要造山事件，刻画了地球上最年轻山脉的形成过程。不仅记录了造山过程中的地壳缩短增厚和伸展塌陷过程（Zhang et al. ，2012），同时保留了新特提斯洋俯冲和印度－欧亚板块碰撞（Deng et al. ，2021）及大陆碰撞后青藏高原中下地壳的构造变形、高级变质、陆壳深熔作用等重要信息，能够揭示喜马拉雅造山带的深部岩浆作用和构造变形之间的耦合关系（Teyssier and Whitney et al. ，2002），是研究印度－欧亚大陆后碰撞阶段构造变形、深部岩浆活动乃至青藏高原构造隆升历史等大陆动力学过程的绝佳窗口（张进江等，2011），也是还原青藏高原新生代以来构造演化历史的天然实验室。

喜马拉雅造山带在地理位置上依据高波峰线分为以逆冲推覆体系为主的南喜马拉雅造山带和以伸展构造为主的北喜马拉雅造山带（Lee et al. ，2004；Yin，2006）。南侧逆冲推覆体系包括主中央逆冲断裂（MCT）、主边界逆冲断裂（MBT）和主前锋逆冲断裂（MFT）；北侧以藏南拆离系（STDS）、

北喜马拉雅片麻岩穹隆带（NHGD）、南北向裂谷（NSTR）等伸展构造发育为主要特征。

NHGD 由展布于 78E° ~92° 之间呈东西向不连续分布的穹隆体组成，部分学者将其称为拉轨岗日变质核杂岩（李德威等，2004）或北喜马拉雅背形构造（Lee et al. ，2000；Quigley et al. ，2008），该带是北喜马拉雅带伸展构造体系中的典型代表也是热点研究地区，前人对其物质组成、运动学特征及成因机制进行了大量研究（Lin et al. ，2020；付建刚等，2018；Mitsuishi et al. ，2012；Zhang et al. ，2012；Lee et al. ，2011；Quigley et al. ，2008；Thiede et al. ，2006；Lee et al. ，2000），已有资料显示 NHGD 形成机制可分为以南北伸展作用为主的 N-S-NHGD，其代表性穹隆有马拉山、康马、雅拉香波、麻布迦穹隆等（Zhang et al. ，2012；Langille et al. ，2010；张进江等，2007；Lee et al. ，2000）；另一类为分布于 NSTR 边缘，其形成机制主要与东西向伸展作用密切相关的 E-W-NHGD，穹隆物质组成甚至被 NSTR 进一步切穿错断或改造。近年来该类穹隆陆续被报道，主要有然巴、孔错、康帕、错那洞穹隆等（Zhang et al. ，2012；付建刚等，2018；Mitsuishi et al. ，2012；Quigley et al. ，2008）。

岩浆岩作为探测地球深部物质成分探针、记录地球构造演化的时钟，其物质成分、地球化学特征既能反映源区性质，同时又是构造运动的直接产物（侯增谦等，1995），而构造变形又制约着岩浆作用，地壳伸展减薄，减压促进熔融（张进江等，2011；Aoya et al. ，2005），是关键的热源（Wang et al. ，2021）。

定日穹隆分布于 NHGD 中段，位于孔错裂谷东侧。前人研究显示该穹隆形成与 E-W 向伸展作用密切相关（Mitsuishi et al. ，2012），而其西侧马拉山穹隆则形成于 N-S 伸展作用（张进江等，2011）。野外多期次变形与岩浆岩交切关系也暗示定日穹隆就位与 N-S 和 E-W 向伸展均相关，显然单一成因模式无法准确解释两期伸展事件对岩浆及穹隆就位的制约。本文通过对该隆体物质组成、结构构造、运动学特征和岩浆岩、变形事件形成时代、构造动力学特征探究，能够进一步揭示北喜马拉雅典型片麻岩穹隆的构造变形历史和穹隆体就位机制，为青藏高原新生代构造演化乃至全球构造演化提供关键的三维尺度信息。

1 地质背景

定日穹隆是 NHGD 的重要穹隆体，夹持于 STDS 和印度河 - 雅鲁藏布江结合带（ITSZ）之间，整体展布于吉隆 - 康马逆冲断裂（GKT）上盘。该穹隆带自西向东由马拉山、定日、拉轨岗日、麻布迦、康帕、康马、然巴、雅拉香波等穹隆体断续分布构成（图 1）。其主要由核部淡色花岗岩、基底片麻岩和浅变质沉积盖层组成。花岗岩年龄多为 23~7.7Ma（Fan et al. ，2021；Cao et al. ，2020；林彬等，2016；王晓先等，2016；胡古月等，2016；Liu et al. ，2014）。片麻岩主要为结晶基底拆离出露，与高喜马拉雅应属同一板块基底（李德威等，2003）。沉积盖层构成穹隆体上 - 中部单元，发育寒武纪至始新世印度大陆被动陆缘海相沉积建造（Le Fort，1975），经历了晚白垩世以来，印度 - 欧亚板块俯冲汇聚向南逆冲推覆，始新世 - 中新世以来碰撞挤压造山（梁银平等，2012）薄皮逆冲和高角度反向逆冲（Yin，2006），渐新世以来 STDS 向北伸展作用（张进江等，2011）和受控于南北向挤压主导机制下的东西向伸展（Zhang et al. ，2012；Lee et al. ，2000）。穹隆体不仅保存不同构造单元、不同深度层次的物质组成，同时记录了区域构造演化历史和过程。

定日穹隆整体呈近半圆弧形，出露面积约 800km2（图 2）。其西侧被锁作 – 岗嘎正断层错断，呈系列断层三角面，出露淡色花岗岩，记录了中新世成穹以来 NSTR 变形事件。穹隆体北 – 东 – 南侧被两条呈环状围绕穹隆体分布的主拆离断层分割为三个岩石 – 构造单元（图 3、4A），物质组成齐全，构造变形复杂。

2 穹隆物质组成及运动学特征

2.1 物质组成及构造变形特征

定日穹隆物质组成呈 4 层“阶梯式”，以两条拆离断层为界限分为上部岩石 – 构造单元、中部岩石 – 构造单元、下部岩石构造单元和核部（图 3）。

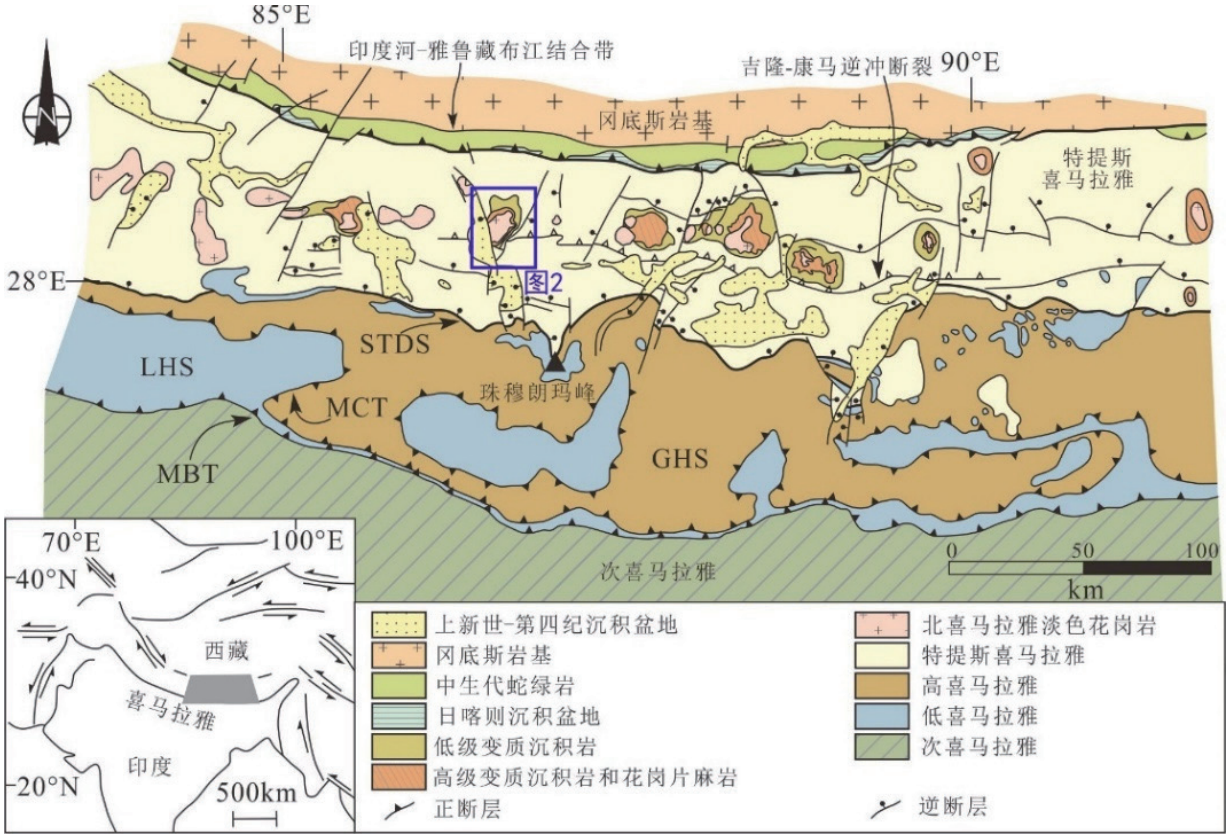


图 1 区域地质简图（据 Quigley et al. ，2008，有修改）

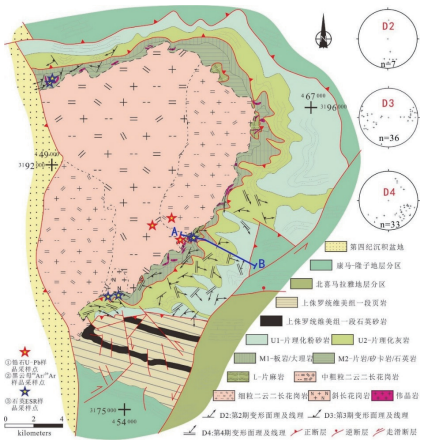


图 2 定日穹隆地质简图

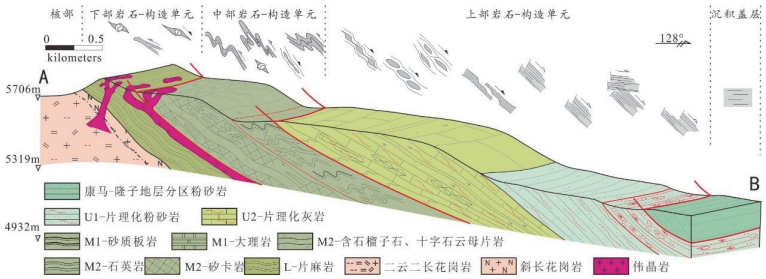


图 3 定日穹隆实测构造剖面图

上部岩石－构造单元：由侏罗纪维美组半深海－斜坡相沉积岩系组成，浅变质变形。上段为片理化粉砂岩、变质钙质粉砂岩，局部夹变质岩屑石英砂岩透镜体及断续条带。构造变形表现为三期线理叠加，早期弱发育的 N-S 向缓倾拉伸线理（倾角 13~25°），中期平缓 E-W 向拉伸线理（倾角 1~22°）和晚期于穹隆南北两侧异常发育的低角度缓倾放射状线理（倾角 5~36°）。中段为缓倾片理化粉砂岩与片理化灰岩呈互层或夹层。东、南侧多见顺片理环形破碎带，宽 0.5~2m，延伸长 80~100m，带内发育大量石英构造角砾岩，上盘沿穹隆周缘向下滑移。下段为浅变质缓倾片理化灰岩（图 4a）。构造变形表现为大量伸展构造如剪切布丁体、拉伸碎斑、粘滞性石香肠、小型正断层，向下过渡为以布丁构造、构造透镜体、塑性不对称褶皱及少量旋转碎斑和黄铁矿及变质矿物拉伸线理为主的脆－韧性变形。

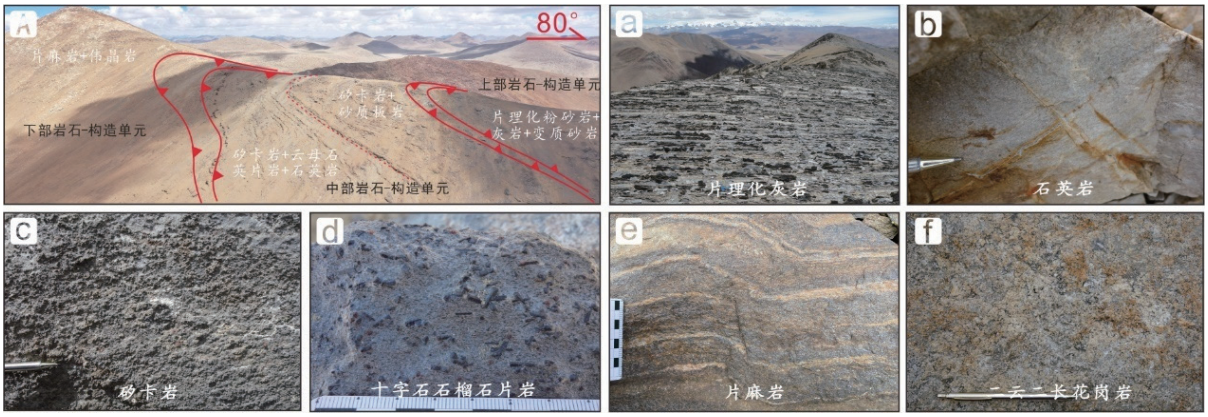


图 4　定日穹隆物质组成野外照片

上拆离断层：以构造破碎带形式发育于穹隆南、东南及北侧，西侧被锁作－岗嘎正断层错切。穹窿南侧断层分割上－中部岩石－构造单元，形成构造破碎带，宽 1~3m，多见石英破碎角砾。上盘缓倾（206° ∠ 20°），浅变质，脆性伸展为主；下盘为强变形塑性不对称褶皱和拉伸线理，褶皱轴面多倒向北西向，显示逆冲性质。北侧，上盘片理化灰岩以缓倾正断层叠覆于中部端元矽卡岩与砂质板岩之上，以石英角砾破碎带和强劈理化带形式出露。东南侧上盘片理化灰岩呈显著环形陡崖叠置于下盘砂质板岩与大理岩组合之上，上盘以缓倾（85° ∠ 24°）脆性伸展布丁构造、拉伸线理为主，下盘发育大规模塑性不对称褶皱、紧闭褶皱、褶纹线理及小型正断层，产状略陡（154° ∠ 49°）。断层标志为石英角砾岩破碎带，宽约 10m。

中部岩石－构造单元：夹持与上、下拆离断层，岩性组合复杂，整体延伸连续，局部断续，变质变形向下增强。划分为两个亚端元。

上亚端元：矽卡岩与砂质板岩呈夹层或互层组成（图 4c），透入性面理及线理置换沉积层理，成分层指示两者产状相近。线理为石英等矿物拉伸和矽卡岩类矿物定向排列，呈缓倾（倾角 15~25°）放射状。该端元多期构造作用叠加，不对称褶皱（图 5a、e）于东南侧大规模发育，轴面倒向北西，伴生褶纹线理，后被南倾小型断层错断或拉伸呈布丁体（图 5b），晚期受东西走向剪切作用改造，表现为剪切褶皱、拉伸线理或大量东西向规律分布布丁构造及粘滞性石香肠，表明该层先后经历了韧－脆性和脆性变形。

下亚端元：各部位岩性组合不尽相同，构造变形复杂，以韧性为主，多期次作用相互叠加。南侧

以矽卡岩为主，局部大理岩呈断块出露。伟晶岩细脉侵位矽卡岩，并受后期改造呈轴面东倾褶曲或E–W、N–S布丁构造（图5h），暗示岩脉就位后仍经历多期变形。北侧为矽卡岩与云母石英片岩互层，局部夹石榴石二云片岩、含石榴石十字石二云片岩（图4d）及大理岩残片。主要矿物组合为石英+白云母+黑云母，特征变质矿物有石榴石（可达0.5cm）、辉石及十字石（可达0.6cm）。鞘褶皱（图5g）、不对称褶皱及透入性面理发育，表现为多期变形叠加和矿物（集合体）塑性拉伸、定向排列。近下拆离断层侵位多条伟晶岩脉，切穿南北向褶皱，并进一步变形呈轴面东倾向斜（图5k），部分伟晶岩脉切穿各类地质体及变形构造，未变形。东南侧依次由矽卡岩与石英岩（图4b）互层、矽卡岩夹云母石英片岩组成，岩石组合紧闭褶皱、不对称褶皱或揉皱（图5c）、旋转碎斑、透入性拉伸线理发育，见“S–C”组构，近下拆离断层切层或顺层侵入大规模含石榴石伟晶岩，呈岩脉、岩枝、小岩株多点出露，延伸差，切穿矽卡岩中不对称褶皱。

中部岩石－构造单元变质变形显著增强加深，铁镁质变质矿物发育，韧性变形强烈，保留多期次构造叠加特征（图5A）。变余面理及矿物组合显示中部岩石－构造单元原岩为灰岩、石英砂岩及粉砂岩、泥页岩，与上覆上部岩石－构造单元相近，其强烈变质变形应受控于区域变质变形程度加深及岩浆热液作用双重影响，其原岩组合应属特提斯喜马拉雅沉积岩系，构造混入基底岩块。

下拆离断层：沿穹隆呈环形向外缘缓倾，以构造破碎带形式出露（图4A），宽5~30m，延伸至下部端元尖灭消失，与上拆离断层共同限定穹隆主形态。物质组成显示“基质”+“岩块”组合，断层外带以矽卡岩为“基质”，石英片岩、二云母片岩及少量（含）石榴石片麻岩断块为“岩块”。矽卡岩内紧闭褶皱、塑性不对称褶皱发育，并进一步南北向定向拉伸呈布丁构造，表现为塑性流变韧性变形特征。断层内带以片麻岩为“基质”，少量矽卡岩及含石榴石伟晶岩团块为“岩块”，伟晶岩中见斜长石“巨晶”发生拉伸错断或呈剪切碎斑，部分大颗粒石榴石发生旋转压裂，片麻岩中红柱石定向拉伸，局部岩脉同矽卡岩共同弯曲褶皱，仍保留两者间热接触变质带。伟晶岩中见擦痕构造，显示正断滑脱，倾角平缓（15° ~35° ）。

下部岩石－构造单元：呈透镜体状，长轴环穹隆断续分布于东南至东北侧，与花岗岩体主体呈侵入接触（图5i），局部拆离（图5j）。由二云母片麻岩、（含）石榴石二云母片麻岩、石英云母片麻岩（图4e）等副片麻岩和大量侵位伟晶岩脉组成。片麻理平缓（倾角：6° ~19° ）与下拆离断层基本一致。片麻岩塑性流变发育，呈现石英矿物（结合体）拉伸和黑云母定向排列呈条带状，见塑性流变、不对称褶皱、眼球状构造、石榴石压力影及旋转碎斑（图5m），部分红柱石东西向定向排列（图5n），长轴与片麻理一致。片麻岩中红柱石及石榴石主体未变形。伟晶岩是下部单元重要组成部分，切层或顺层发育，根据锆石形态和出露特征分为以小岩脉形态出露岩浆成因伟晶岩和较大规模以岩株、岩脉形式出露热液成因两类。部分小岩脉被改造呈剪切布丁构造或褶曲。热液成因伟晶岩脉多分布于近下拆离断层，沿片麻理侵位，少量锂辉石赋存其中，无显著变形。

核部：出露中新世淡色花岗岩，主要岩性为似斑状二云二长花岗岩、中粗粒及细粒二云二长花岗岩（图4f），少量似斑状斜长花岗岩。岩体与片麻岩接触边部见流线流面构造，镜下未见石英次生加大现象，应为侵位变形。局部近下拆离断层花岗岩发育片麻状构造。

2.2 变形序列及运动学特征

2.2.1 线理构造

定日穹隆不同岩石－构造单元中线理发育，根据其截切关系和统计学特征，分为 4 期。

第一期线理：南北向逆冲不对称褶皱伴生褶纹线理（图 6a）。主要由矽卡岩类矿物定向排列而成，倾伏角平缓（5°　~22°　），记录了南北向挤压运动学特征。

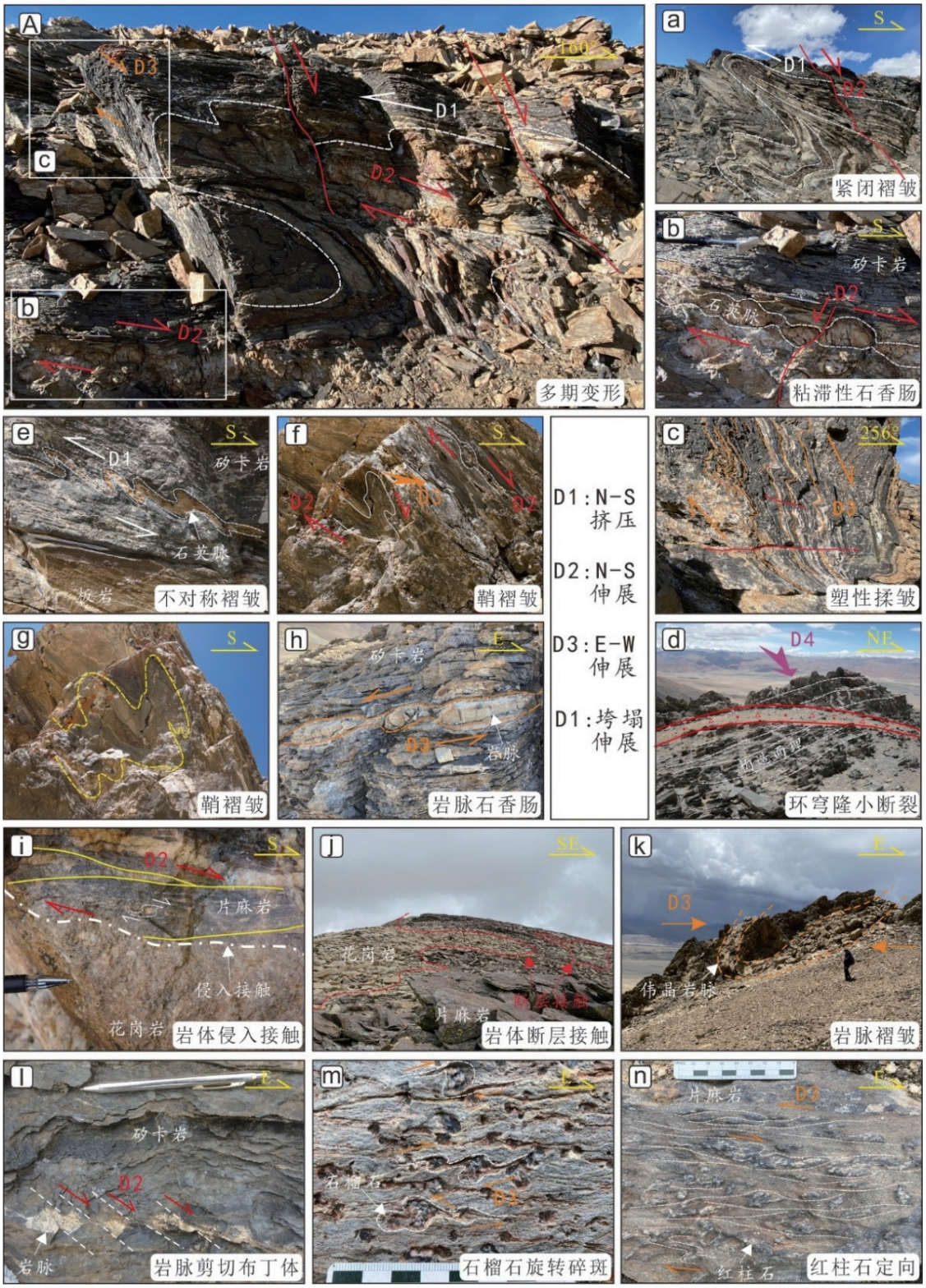


图 5　定日穹隆多期构造变形野外特征

第二期线理：南北向伸展作用残留至今倾伏线理。于穹隆东、东南侧片理化粉砂岩、片理化灰岩中残存，局部叠加改造第一期褶纹线理，发育于不对称褶皱长轴面，表现为黄铁矿、石英定向拉伸和变质矿物定向排列（图 6b）。同期见大量南北向剪切布丁构造、粘性石香肠及小型正断层。多被晚期东西向及垮塌期放射状线理叠加。近南北向倾伏，东南倾伏向 166° ~190° ，东侧倾伏向 3~5° ，倾伏角平缓（13° ~42° ），指示南北向伸展运动学特征。

第三期线理：近东西向倾伏线理，穹隆透入性主导线理构造，为大变形期即穹隆主就位期变形构造，显著发育于穹隆各个单元，保存完整。上部单元表现为黄铁矿、变质矿物拉伸及定向排列（图 6c），叠加于早期各类变形构造，中部单元为石英脉体拉伸呈透镜体、粘性石香肠及旋转斑晶拖尾等，南侧中部单元伟晶岩脉东西向拉伸呈布丁体。下部单元片麻岩中黑云母及少量红柱石定向排列，石英强烈拉伸呈条带状。该期线理在穹隆南北两侧极度发育，倾伏向 236~293° 、68~100° ，倾角平缓（1~35° ），指示东西向伸展运动学特征。

第四期线理：环穹隆沿面理向周缘放射状倾伏线理，为穹隆垮塌倾向性非透入性线理，叠加改造早期线理构造。主要分布于上部单元，表现为片理化灰岩表面擦痕、小阶步、钉头痕和纤维状矿物生长晶体，指示穹隆外缘垮塌滑移，同期伴有系列正断层破碎带（图 6d），透镜状石英角砾广泛分布。

2.2.2 断层构造

拆离断层及伴生断层：定日穹隆发育两条主拆离断层。上拆离断层以石英角砾破碎带和强劈理化带形式出露，石英角砾排列及构造透镜体方向指示上盘向穹隆外缘下滑，为正断层。下拆离断层以两侧单元物质构造混杂形式出露，强变质变形，热液型伟晶岩脉沿断裂带走向侵位。除主拆离断层，环绕穹隆由内向外出露数条延伸不连续，以石英角砾为主要成分构造破碎带，宽约 0.5~5m，石英角砾呈透镜体、角砾状，其定向紧密排列特征显示正断性质。

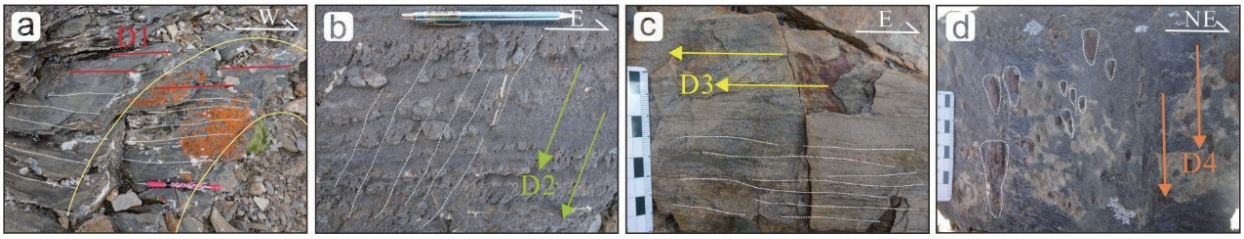


图 6 定日穹隆四期线理野外特征

锁作－岗嘎断正断层：穹隆西侧近南北走向正断层，为孔错裂谷或岗嘎地堑东边界，北侧为锁作半地堑，南延至岗嘎地堑。断层西倾，产状陡立（倾角 72° ），切穿穹隆体呈系列断层三角面，并进一步错断第四系沉积层，呈断坎状，断距大于 100m，断层 ESR 及低温热年代学显示其形成于 13~12Ma（Dai et al. ，2024；Lee et al. ，2011），断层受应力传递作用至锁作半地堑西侧，由数条南北走向正断层组成，并控制了其“地堑＋地垒”形态。

2.2.3 运动学特征

定日穹隆各岩石－构造单元物质组成、构造变形显示，穹隆经历了四期构造变形，各构造期次及层次分明，存在多期变形叠加，多期多次复合成穹特征。

第一期为南北向逆冲挤压变形（D1）。是研究区经历时间长、变形复杂、样式多样的一期构造，

为穹隆体现今保存最早的、完整的、大的变形构造，对应于第一期褶纹线理。表现为大量不对称褶皱、紧闭褶皱以及局部 S-C 组构特征，与特提斯喜马拉雅褶冲带变形样式相近。

第二期为南北向伸展变形（D2）。对应第二期南北向倾伏线理，为穹隆最早伸展构造及穹隆初步就位重要应力机制。表现为大量南北向展布石英构造透镜体、布丁构造、粘性石香肠（图 5b）及小型正断层，暗示整体经历了 N-S 向伸展运动学特征。小岩脉于中、下部岩石 - 构造单元侵位，并穿插南北向各类褶皱。局部片麻岩经南北向伸展变形后侵位花岗岩体（图 5i），暗示岩体形成于南北向伸展之后。

第三期为东西向伸展变形（D3）。也是穹隆主变形期，与研究区大量保存近东西向倾伏线理对应。该期主体以东西向伸展为主，南北向伸展作用减弱，局部存在南北向挤压作用，多期构造作用复合叠加。线理构造显示显示穹隆上盘南侧向 W 运动，右行剪切及拉伸为主；北侧向 SWW-W 向运动，东 - 东南侧向 E 运动，左行剪切及拉伸，指示穹隆上盘向 W-E 两侧作正断伸展运动。此外，各单元发育多种运动学标志，上部端元见小型布丁构造、石英透镜体、旋转碎斑及大量黄铁矿拉伸线理。中部端元以矽卡岩与片岩中不对称褶皱、紧闭褶皱、“Z”型和“M”型褶皱、石英透镜体、布丁构造、S-C 组构以及鞘褶皱（图 5g、f）为主。北侧见大型伟晶岩脉呈轴面东倾向斜出露，南北两侧见伟晶岩细脉呈剪切布丁体（图 5k）。下部端元片麻岩 σ 型石英旋转碎斑拖尾效应、石英透镜体、石英条带紧闭不对称褶皱均指示东西向拉伸或剪切变形。岩体与片麻岩接触带石榴石发育东西向 δ 剪切旋转碎斑、红柱石定向拉伸和塑性变形（图 5m、n），花岗岩体局部以拆离断层叠覆于片麻岩之上（图 5j），暗示部分岩体可能形成于东西向伸展作用之前，而大规模岩体无明显变形则表明主体形成于东西向伸展作用之后。

第四期为伸展垮塌变形（D4）。为大变形期后，奠定现今穹隆构造格局及地貌特征。穹隆外缘垮塌，表现为向穹隆周缘倾伏线理、小阶步及系列以石英角砾、透镜体为主要成分环绕穹隆断续展布正断层破碎带（图 5d），认为是穹隆垮塌作用的下限。

3 穹隆年代学特征

3.1 分析方法

本次选择定日穹隆中粗粒、细粒和似斑状二云二长花岗岩开展激光剥蚀电感耦合等离子体质谱 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年代学、黑云母 40Ar/39Ar 同位素年代学研究。在穹隆体不同期次、不同端元中采集石英脉（角砾）开展石英电子自旋共振（ESR）年代学研究。所选择岩石样品均为新鲜、无其他岩性混入样品，并对采样点进行记录（表 1）。

3.1.1 锆石 U-Pb 定年分析

分别将所测样品用常规方法粉碎至 80~100 目，利用常规人工淘选和磁选法挑选出锆石。在双目镜下手工挑选出自形晶型较好锆石，用环氧树脂制靶，将锆石靶打磨并抛光，然后进行反射光、透射光照相。根据锆石反射光照片和 CL 照片选取无裂隙和包裹体区域作为测试点。锆石原位 U-Pb 同位素年龄分析在北京中科矿岩检测技术有限公司利用 LA-ICP-MS 完成。实验用 He 作为剥蚀物质的载气，实验采用标准锆石 TEMORA（Black et al.， 2003）作为测年外标准，所测激光束直径为 30 μm，详细实验原理及流程、仪器、测试步骤和数据处理方法见宋彪等（2002）。实验数据处理使

表 1 定日穹隆锆石 U-Pb、黑云母 40Ar/39Ar 及石英 ESR 年代学样品采集特征表

样品编号	采样坐标	样品特征	分析测试方法
DN2319-1	N：86°33′09″、E：28°43′03″	中粗粒二云二长花岗岩	锆石 U-Pb 年代学
DN2321-1	N：86°33′47″、E：28°48′15″	细粒二云母二长花岗岩	
DN2324-1	N：86°33′51″、E：28°47′37″	似斑状二云二长花岗岩	
PM027-2Ar1	N：86°33′09″、E：28°43′03″	中粗粒二云二长花岗岩	黑云母 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年代学
PM027-4Ar1	N：86°33′47″、E：28°48′15″	细粒二云母二长花岗岩	
ESR-N2-1	N：86°31′28″、E：28°45′36″	轴迹 W-E 向紧闭褶皱石英脉	石英 ESR 年代学
PM019-14ESR-1	N：86°35′19″、E：28°47′15″	轴迹 W-E 向不对称褶皱石英脉	
ESR-B7-1	N：86°28′42″、E：28°53′34″	轴迹 W-E 向不对称褶皱石英脉	
ESR-KMX-1	N：86°35′19″、E：28°47′14″	N-S 走向布丁体石英脉	
ESR-B3-1	N：86°28′38″、E：28°53′29″	W-E 走向石香肠石英透镜体	
ESR-HS3-1	N：86°31′02″、E：28°45′31″	环穹隆断层带石英角砾	

用 ICPMSDdataCal 8.0（Liu et al. ，2008），锆石谐和年龄图绘制和计算采用软件 ISOplot3.0。

3.1.2 40Ar/39Ar 年代学分析

本次 40Ar/39Ar 同位素年代学测定在核工业北京地质研究院分析测试研究中心完成。称取适量 40-60 目粒级的岩石或矿物样品进行清洗，用铝箔单独包装，用石英管融封，包裹厚 1mm 镉皮，在中国原子能科学研究院快中子反应堆照射 24 小时。照射后的样品在超高真空析氩系统双真空炉中进行阶段升温融样，用含有锆铝泵的 NG PREP SYSTEM 型纯化系统纯化各阶段释放的气体，用 Helix SFT 型惰性气体质谱仪静态测定氩同位素比值，用阶段升温获得年龄及累计 39Ar 百分比含量。详细实验原理、流程和测试步骤见陈文等（2002）。40Ar/39Ar 测年结果计算和投图采用 ArArCALC ver2.4 软件（张凡等，2009）。

3.1.3 石英电子自旋共振（ESR）年代学分析

对石英脉采用 ESR 测年，能够确定石英脉的生成年龄，从而能提供断层活动的年龄。如果断层带中发育有多期石英脉，通过测定还能提供断层多次活动的年龄（杨坤光等，2006）。本次研究四期石英脉体中 ESR 年代学样品处理和测试在中国地震局地质研究所实验测试中心完成，采用德国布鲁克公司 EMX BRUKER X-Band ESR 信号测量谱仪对样品进行信号测量。测试中样品分成多个等份（每份 0.25g），在马弗炉中不同温度（200-400℃）下加热 15min，观察石英 E’心 ESR 信号随温度的变化特征。测量前后分别测定了标样的自旋共振谱，测试结果精确可靠。测试原理与方法参考杨坤光等（2006）。

3.2 分析结果

3.2.1 锆石 U-Pb 年代学

本次实验选取自形程度较好、振荡环带明显具有“核－壳”双层结构锆石进行测试，所选锆石呈长柱状和短柱状，浅黄色－无色透明。锆石的阴极发光（CL）图像大多较暗，核部为继承或捕获锆石残留核，壳部新生锆石以增生边生长于原有锆石周围，壳部暗于核部，均具典型岩浆生长振荡环带结构（图 7），属岩浆结晶产物。

定日穹隆花岗岩锆石颗粒长约 139~359μm，宽 59~104μm，长宽比介于 1.5~5.8，锆石 Th 含量 19~781ppm，U 含量 111~8369ppm，Th/U=0.004~1.004，平均值 0.12~0.47。

本次工作在中粗粒二云二长花岗岩（DN2319-1）锆石 U-Pb 年代学分析（表 2）共获得 12 个有效数据。其中与花岗岩结晶年龄相关分为两组。一组三个数据谐和年龄 206Pb/238U 年龄变化于 15.9~17.5Ma 之间，均投影在 U-Pb 谐和曲线上或附近（图 7），206Pb/238U 加权平均年龄为 16.5±2Ma（MSWD=8.9），另一组单颗粒 206Pb/238U 年龄为 26.4Ma、27.3Ma，可能代表了不同阶段花岗岩侵位年龄或花岗岩持续侵位。一个锆石继承核 206Pb/238U 年龄为 445Ma，U 和 Th 含量分别为 4416ppm 和 254ppm，Th/U 比值为 0.57。

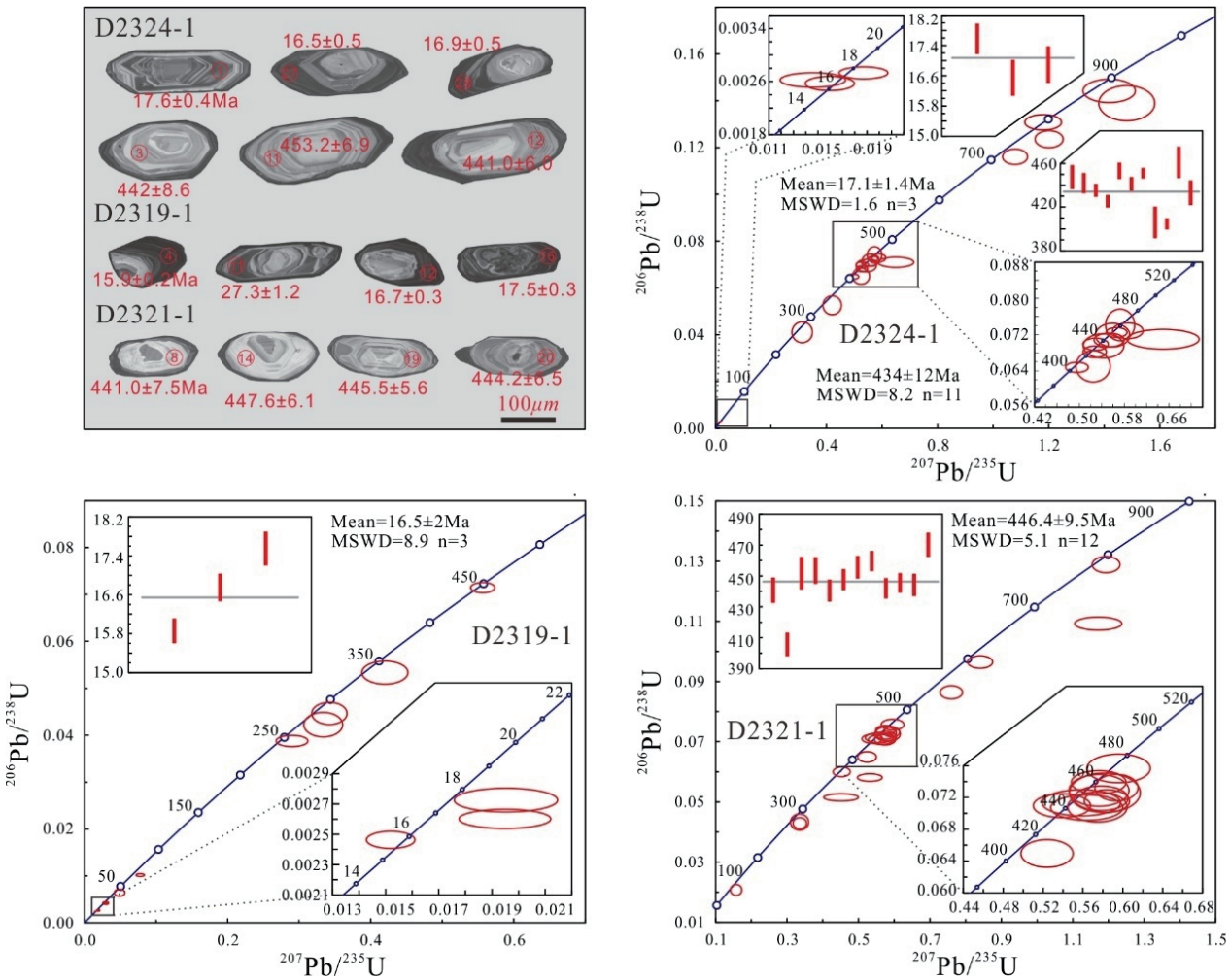


图 7 定日穹隆花岗岩锆石 CL 图像、U-Pb 年龄谐和图和加权平均年龄图

细粒二云二长花岗岩（DN2321-1）获得 22 个数据（表 2），其中 12 颗继承核年龄较为集中，获得一组较好谐和年龄，206Pb/238U 年龄变化于 405.7~470.2Ma 之间，均投影在 U-Pb 谐和曲线上或附近，12 个点的 206Pb/238U 加权平均年龄为 446.4±9.5Ma（MSWD=5.1）（图 7），U 和 Th 含量分别为 266~832ppm、55~320ppm，Th/U 比值为 0.167~0.887，可能代表一期继承核岩浆事件年龄。

似斑状二云二长花岗岩（DN2324-1）共获得 21 个数据（表 2），有效年龄分为两组，一组 3 颗锆石获得较好谐和年龄，206Pb/238U 年龄变化于 16.5~17.6Ma 之间，均投影在 U-Pb 谐和曲线上

或附近（图 7），3 个点的 206Pb/238U 加权平均年龄为 17.1±1.4Ma（MSWD=1.6），U 和 Th 含量分别为 1559~3500ppm、73~446ppm，Th/U 比值为 0.047~0.035，显示较高的 U 含量，可能代表了花岗岩侵位年龄。另一组 11 颗锆石获得较好谐和年龄，206Pb/238U 年龄变化于 404.6~453.2Ma 之间，11 个点的 206Pb/238U 加权平均年龄为 434±12Ma（MSWD=8.2），U 和 Th 含量分别为 331~2652ppm、7~419ppm，Th/U 比值为 0.005~0.429，与 DN2321-1 继承核年龄相近，可能代表了同一期岩浆事件年龄。其中获得的 207Pb/206Pb 年龄 787.0~1116.7Ma 为继承年龄，206Pb/238U 年龄变化于 259.2~330.3Ma 可能为混合年龄。

综上，定日穹隆锆石 U-Pb 有效年龄分类两类，一类为锆石继承核年龄，介于 434.0~446.4Ma；一类为增生边新生锆石年龄，为岩浆结晶年龄，年龄范围变化于 16.5~27.3Ma。

表 2 定日穹隆花岗岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 同位素测试数据（略）

3.2.2 40Ar/39Ar 同位素年代学

样品 PM027-2Ar1 来自中粗粒二云二长花岗岩，在 600℃ ~1100℃温度区间内，对挑选出的黑云母矿物样品进行了 10 个阶段的加热分析（表 3），谱线从左侧开始（图 8）出现一个较小和一个较大的表面年龄 12.5±0.3Ma 和 14.8±0.1Ma，谱线的其余部分比较平坦，由此获得有效坪年龄为 14.1±0.1Ma，占 39Ar 释放量的 79.92%。8 个加热阶段（750℃ -1100℃）所获得的等时线年龄为 14.2±0.1Ma（1σ），40Ar/36Ar 初始值为 292.5±7.3（1σ），接近于尼尔值（295.5），样品中没有过剩 Ar 的存在，等时线年龄与坪年龄在误差范围内一致。

样品 PM027-4Ar1 来自细粒二云二长花岗岩，在 600℃ ~1200℃温度区间内，对挑选出的黑云母矿物样品进行了 10 个阶段的加热分析（表 3），谱线从左侧开始（图 8）出现一个较小的表面年龄 12.0±0.2Ma，谱线的其余部分比较平坦，由此获得有效坪年龄为 14.4±0.1Ma，占 39Ar 释放量的 97.25%。9 个加热阶段（700℃ -1200℃）所获得的等时线年龄为 14.4±0.1Ma（1σ），40Ar/36Ar 初始值为 296.7±5.1（1σ），接近于尼尔值（295.5），样品中没有过剩 Ar 的存在，等时线年龄与坪年龄完全一致。

表 3 定日穹隆花岗岩黑云母 40Ar/39Ar 年代学数据（略）

表 4 定日穹隆不同期次石英样品 ESR 年代学数据（略）

3.2.3 石英 ESR 年代学

将石英脉野外产状特征与 ESR 测年结果相结合，对石英脉 ESR 年龄频谱进行统计（表 4），本次研究的石英脉 ESR 年龄可以划分为四个阶段：（1）产出于轴面 N-S 倾向褶皱中石英脉体年龄为 40.8~39.5Ma；（2）产出于南北向延伸布丁构造体石英脉年龄为 30.1Ma；（3）产出于东西向延伸粘滞性石香肠石英脉体年龄为 10.6Ma；（4）产出于环穹隆小型正断层破碎带内石英角砾年龄为 3.9Ma。

4 讨论

4.1 定日穹隆花岗岩时空格架

喜马拉雅淡色花岗岩的形成时代无疑是研究该造山带演化极为重要的科学数据（吴福元等，2015），尤其是与穹隆构造有关的北喜马拉雅片麻岩穹隆带内花岗岩体。研究显示该带淡色花岗岩年龄集中于 23~14Ma 之间（图 9）。Liu et al. （2014）获得了迄今为止该带最年轻的花岗岩年龄

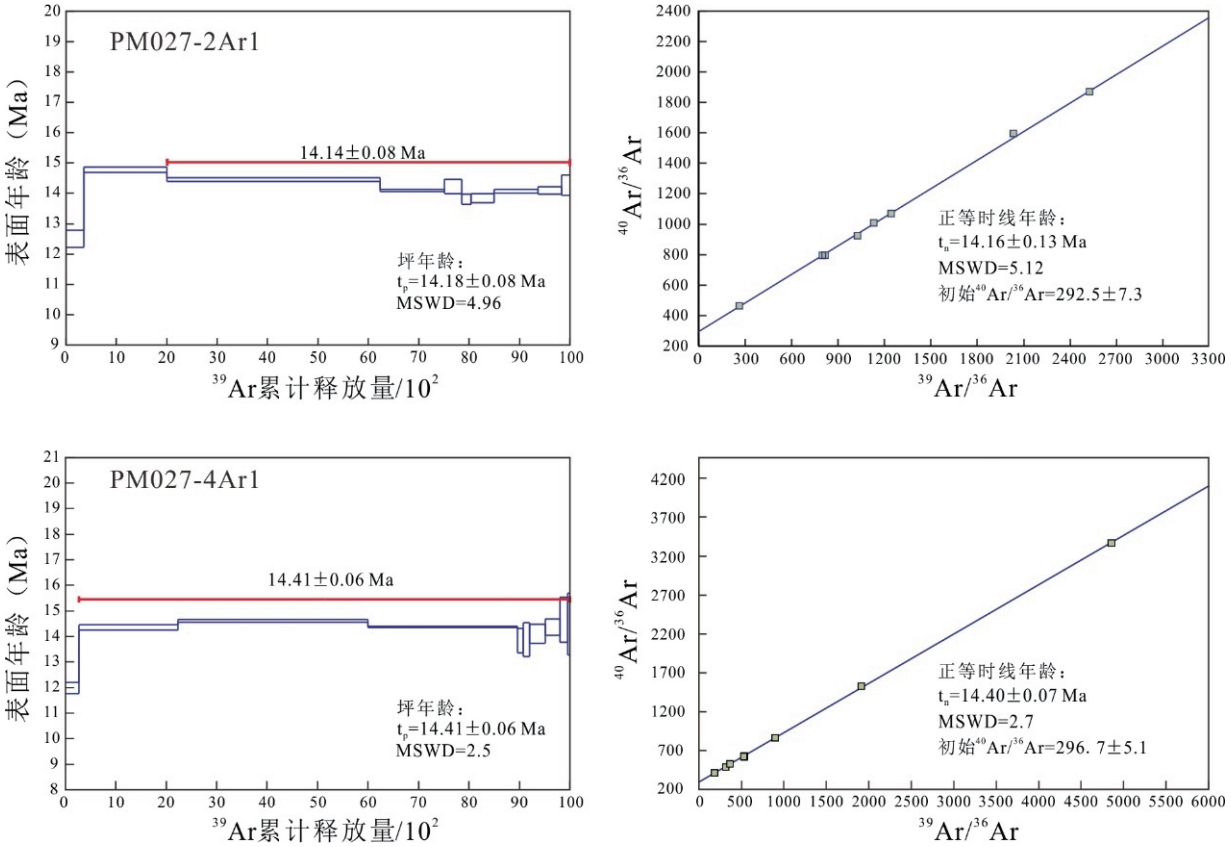


图 8　定日穹隆花岗岩黑云母 40Ar/39Ar 坪年龄和等时线年龄

7.9~7.7Ma。随着分析测试方法的改进和精度的提高，越来越多关于该带花岗岩年代学数据不断更新，同时也在改写着其构造演化历史。

目前淡色花岗岩的年代学研究多采用单矿物 U-Pb 法获取。本次三件样品锆石 U-Pb 年代学显示花岗岩锆石具显著核－壳结构，残留锆石极为发育，新生锆石通常以极薄增生边生长在原有锆石周围，这一特征在北喜马拉雅片麻岩穹隆花岗岩锆石中具有共性。本次研究获得两组有效年龄，一组为新生锆石结晶年龄，一组为继承年龄。DN2319-1 获得 3 颗新的锆石年龄，其加权平均年龄为 16.5±2Ma，应为结晶年龄。DN2321-1 于继承核获得年龄为 446.4±9.5Ma，可能是泛非事件产物。记载了喜马

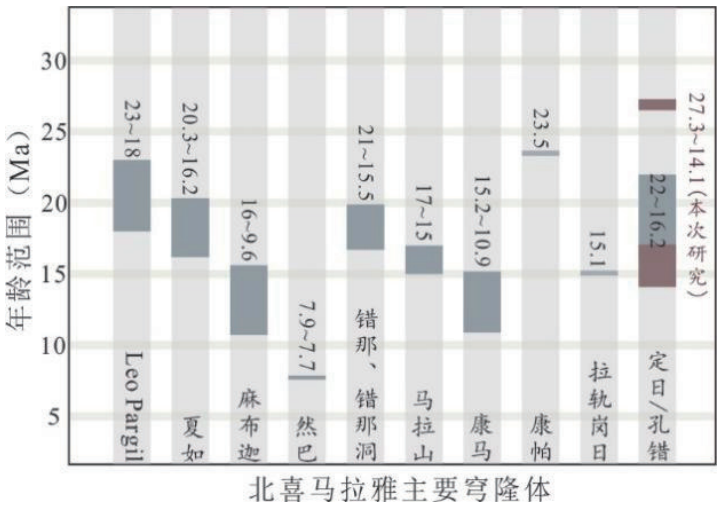


图 9　北喜马拉雅片麻岩穹隆淡色花岗岩形成年龄分布区间图

拉雅地体的变质基底岩石既卷入泛非事件中，又在 500Ma 之后继续卷入早古生代事件的历史（许志琴等，2005）。DN2324-1 获得两组较谐和年龄，一组加权平均年龄为 434±12Ma，与 DN2321 所获得的年龄应为同一事件产物。另一组增生边年龄为 17.1±1.4Ma，应属岩浆结晶年龄，代表了不同阶段岩体侵位时限。值得注意的是，在 DN2319-1 中单颗粒锆石获得 27.3Ma、26.4Ma 年龄。Leo Pargil 穹隆淡色花岗岩活动时代为 30~18Ma，单个样品中存在多时代独居石，记录了长时间的淡色花岗岩浆从源区熔融，到熔体分凝，然后上升侵位的活动历史（Lederer et al. ，2013）。珠穆朗玛峰南侧尼泊尔境内的淡色花岗岩结晶年龄为 21.3~21.8Ma，但存在 23~26Ma 的锆石、独居石和磷钇矿，可能反映了花岗岩经历了长时间的运移过程（Viskupic et al. ，2005）。Manaslu 岩体侵位发生在 22.9±0.6Ma 和 19.3±0.3Ma 两大阶段（Harrison et al. ，1999），不排除该岩体具有较长结晶时间的可能性（吴福元等，2015）。马拉山穹隆淡色花岗岩侵位时间为 22.2~16.2Ma，在 15.9Ma 快速冷却，其黑云母发育核－边生长结构（Kawakami et al. ，2007），暗示矿物结晶和岩浆就位的持续性。错那洞穹隆发育三期岩浆作用，认为岩浆活动是一个多期或长期的过程（黄春梅等，2023），该现象在拉轨岗日穹隆和然巴穹隆均有报道（He et al. ，2021；Liu et al. ，2014），表明多期或长期持续的岩浆作用在北喜马拉雅片麻岩穹隆具有普遍性。

矿物的坪年龄通常被解释为温度冷却至 40Ar 封闭温度以后所经历的时间，代表了所测矿物或岩石的冷却历史。不同矿物的封闭温度存在显著差别，如角闪石的封闭温度在 500℃左右，而黑云母的封闭温度相对较低（300℃ ~350℃）（McDougall et al. ，1988），因此，更容易记录受后期构造－热事件的影响及发生的时间。本次研究定日穹隆两个花岗岩黑云母 40Ar-39Ar 样品年龄特征谱获均得了比较可靠的主坪年龄，与等时线年龄基本一致，没有过剩 Ar，代表了岩体结晶年龄为 14.4±0.1~14.1±0.1Ma，可能是穹隆快速隆升阶段（张进江等，2011）。值得注意的是两个样品在低温处都获得了较低的表面年龄，年龄特征谱显示样品发生过明显 Ar 的丢失，造成 Ar 丢失的构造－热时间发生在 12.5~12.0Ma。这与穹隆西侧孔错南北向裂谷开启活动时间（13~12Ma）基本一致（Dai et al. ，2024；Lee et al. ，2011），反应了同期构造－热时间影响延伸至穹隆，野外锁作－岗嘎正断层错断穹隆体也证实了这一观点。

综上认为，定日穹窿淡色花岗岩可能经历了一个较长的就位冷却历史，初始侵位可能自 ~27.3Ma 开始，17.1~16.5Ma 时大规模岩浆作用，持续至 14.4~14.1Ma 主体花岗岩冷却结晶。

4.2 定日穹隆构造变形时空格架

不同构造变形序列记录了不同构造变形事件，是对构造演化历史的有效反演。而产于不同构造变形序列中物质组合的年代学则能够有效限定构造变形时限。使用 ESR 方法测定中生代以来构造事件较为可信（杨坤光等，2006），本次获得的 ESR 年龄 < 200Ma（业渝光等，2002），可以用于地质解释。

本次研究通过对不同单元变形体中 4 期同构造成因石英脉 ESR 年龄，直接约束了关键变形事件形成时限：（1）始新世挤压变形：40.8~39.5Ma 为穹隆中部单元产于不对称、紧闭褶皱中同变形石英脉体，代表了研究区始新世以来印度－欧亚板块全面碰撞造山（45~34Ma）（梁银平等，2012）变形，于特提斯喜马拉雅沉积盖层发育薄皮逆冲推覆。（2）渐新世伸展变形：~30.1Ma 为穹隆中部单元矽卡

岩南北向石英布丁体，暗示了同构造热液活动。记录了 ~35Ma 构造体制转换事件，STDS 形成（张进江等，2011），向北拆离及随后发生的 N-S 向伸展作用。（3）中新世伸展变形：~10.6Ma 为东西走向粘滞性石英石香肠，记录了第三期东西应力作用下构造－热事件，分布于区域东西向伸展、南北向裂谷启动及随后变形时限范围 ~17Ma~3Ma（Dai et al.，2024；Dong et al.，2020；Bian et al.，2020；Xu et al.，2013； Lee et al.，2011；Kali et al.，2010；Thiede et al.，2006）。（4）上新世伸展变形：~3.9Ma 为上部单元片理化灰岩中小型滑移正断层石英角砾 ESR 年龄，暗示了穹隆在就位后周缘盖层仍有构造活动，可能与孔错南北向裂谷上新世持续性强烈活动有关。

4.3 定日穹隆双伸展成因机制的建立

北喜马拉雅片麻岩穹窿带由于其独立性及特殊性，早期观点认为具有统一的构造背景（张进江等，2011；张进江等，2007；Lee et al.，2004），与喜马拉雅造山作用（吴福元等，2015）及伸展构造有关（付建刚等，2018；Zhang et al.，2012；Mitsuishi et al.，2012；Lee et al.，2011），其核部花岗岩在物质组成、化学成分、岩浆源区上具相似性（Lee et al.，2007）。前人主要集中于 N-S 伸展和 E-W 向伸展成因机制研究，本次研究发现定日穹隆在构造变形和形成时代上具有多期次变形叠加、岩浆持续就位特点，显然，单一成因模型无法解释这些现象。

研究显示，康马穹隆经历了两期较早的透入性事件和一期较年轻的隆起事件。其中晚期的高应变糜棱岩线理限定了穹窿体基本结构和近 N-S 走向拉伸线理，穹隆体为伸展组构下受藏南拆离系影响，而隆起则归因于向南逆冲作用（Lee et al.，2000）。这与康帕穹隆顶部绿泥片岩带至十字石带由 N-S 向至向南混合剪切（Langille et al.，2010）和雅拉香波穹隆早期 SSE 向剪切，主变形期穹顶向 NNE 向剪切应力作用相近（Zhang et al.，2012）。可能是藏南拆离系向特提斯喜马拉雅延伸变形的具体表现，类似的南北向运动学特征在错那洞、雅拉香波和麻布迦穹隆均有报道（付建刚等，2018；Lee et al.，2015；张进江等，2007）。定日穹隆 D2 南北向拉伸变形布丁体及 ESR 年代学被证明是该事件产物，晚于藏南拆离系启动时间 ~35Ma（张进江等，2011），表明 ~30.9Ma 藏南拆离系在定日地区强烈的活动性。麻布迦穹隆挤压环境下混合岩底辟上涌和同期南北向韧性伸展垮塌变形（Lee et al.，2004）及藏南冲巴淡色花岗岩 12.4~9.1Ma 与藏南拆离系大规模伸展拆离导致的构造剥露（王晓先等，2016）有关。而伸展可能是花岗岩侵位（Kawakami et al.，2007）或渠道流触发伸展垮塌引起（张进江等，2011），是 N-S 向伸展动力来源。发育于定日穹隆中部单元早期的不对称褶皱及伴生褶纹线理则可能是来自特提斯喜马拉雅薄皮逆冲作用的继承，是印度－欧亚板块 45~35Ma 全面碰撞造山（梁银平等，2012）的地质记录，本次研究褶皱脉体相似变形样式及 ESR 年代学（40.8~39.5Ma）为该时期产物。然而，定日穹隆未在 N-S 向伸展作用下完全成穹，主要证据：（1）穹隆保留大量 D3 期东西向伸展构造变形，切穿 D1、D2 期 N-S 挤压和伸展变形（图 5A、c、f、m、n），被认为是主变形期，即成穹期；（2）岩体局部边部见热接触变质带切穿片麻岩 N-S 向拉伸线理（图 5i）；东南侧岩体与片麻岩接触带角岩中部分石榴石发育近东西向剪切旋转碎斑、红柱石发育明显东西向定向拉伸和塑性变形（图 5m、n），少量花岗岩体拆离断层局部叠覆于片麻岩之上（图 5j），暗示部分岩浆岩侵位于 N-S 伸展之后，E-W 向伸展之前；27.3~26.4Ma 的单颗粒锆石年龄记录了这一时限。（3）穹隆大规模岩体未受 E-W 向伸展改造或拉伸变形，保留热接触变质带，且大量红柱石及石榴石特征变

质矿物未变形及未变形伟晶岩脉切穿各类地质体，表明主岩体于 E-W 向伸展作用之后侵位，即主成穹期。马拉山穹隆花岗岩长时间侵位及黑云母核部生长于 D1-D2 之间非变形期，而边部则发育于 D2 南北向变形期（Kawakami et al. ，2007），也暗示岩浆的就位与多期次构造变形作用相关。

定日穹隆未在 N-S 伸展作用下完全成穹，其可能原因是控制成穹伸展变形的动力学机制和构造深度随着平行于 NHGD 走向的中地壳 N-S 向韧性伸展变形的深度而变化（付建刚等，2018；Wagner et al. ，2010）。康马穹隆同变质 D2 期变形发生在 30~40km（Lee et al. ，2000），麻布迦穹隆 N-S 伸展 D2 期变形的深度在 20~25km（Lee et al. ，2004），康帕穹隆 N-S 伸展构造深度约为 >16km（Quigley et al. ，2006，2008），马拉山穹隆岩浆侵位引起的藏南拆离系向北伸展韧性变形发生在较浅尺度，构造深度为 15.2km（Kawakami et al. ，2007）。孔错地区的韧性伸展变形在空间上与脆性断裂密切相关，韧脆转变一般发生在几公里的水平，韧性变形可能发生在相似的深度，伴随的变质作用低压估计形成深度 < 13.2km，其上地壳 < 15km 是裂谷延伸和孔错穹隆的发育的深度，而 15~35km 是马拉山、康马、麻布迦穹隆形成的深度范围（Mitsuishi et al. ，2012）。显示了一个较深尺度的 N-S 向伸展和较浅尺度的 E-W 向伸展。而淡色花岗岩熔体的熔融作用可以弱化地壳，促进剪切带发育（Aoya et al. ，2005），暗示定日穹隆岩浆的就位可能是伸展作用构造层次处深浅变化部位导致。

E-W 向伸展对定日穹隆成穹作用是毋庸置疑的。本次研究显示 D3 期 E-W 向伸展大变形期后 17.1~14.1Ma 花岗岩大规模就位，而伸展作用的启动可以触发减压 - 熔融，促进剥露（Aoya et al. ，2005），冷却发生在 14.4~14.1Ma，E-W 粘滞性石香肠石英脉 ESR 年代学（10.6 ± 1.8Ma）表明该活动的持续性。值得注意的是，我们发现东西向伸展作用之后仍存在南北向变形叠加（图 5f），表明穹隆伸展作用不是单一的，具有复合叠加性质。东西向的伸展至少在局部与地壳浅层南北向伸展同时发生（Mitsuishi et al. ，2012），为渐进造山事件（Quigley et al. ，2008），表明喜马拉雅地区经历了多期造山过程，造山与塌陷交替发生（Zhang et al. ，2012）。形成于 E-W 向伸展作用之后的花岗岩年代学表明 ~17.1Ma 区内已经发生了构造体制转换，由 N-S 伸展主导机制下的穹隆启动转变为 E-W 向伸展作用下的成穹，早于马拉山地区转变时间（~13Ma）（张进江等，2011）。此后随着伸展变形增强，12.5~12.0Ma 孔错裂谷开启，错切定日穹隆体，晚期穹隆在持续性作用下发生垮塌，形成系列小型正断层及放射状线理构造。

综上所述，我们建立了定日穹隆 N-S 和 E-W 向双伸展成因模式，即继承期：保留了古生代以来特提斯喜马拉雅物质组成和始新世印度 - 欧亚板块碰撞造山挤压变形作用；启动期：~27.3Ma，受 STDS 向北伸展拆离，N-S 伸展，触发减压 - 熔融，岩浆岩初始就位；成穹期：~17.1Ma，构造体制转换，伸展应力由 N-S 转换为 E-W 向，大规模花岗岩底劈就位成穹；垮塌期：~12.5Ma 南北向裂谷开启，穹隆伸展垮塌，造就现今地貌格局。

4.4 对北喜马拉雅片麻岩穹隆认识的启示

北喜马拉雅片麻岩穹隆主体分为两类，一类与 N-S 向伸展构造运动紧密相关，另一类为分布于 NSTR 边缘，发育于 E-W 向伸展体制之下的穹隆体，其形成时间整体晚于 N-S 向伸展，同时又早于 NSTR 启动时间。关于北喜马拉雅片麻岩穹隆成因机制，已有大量理论及模型予以论述。如：Mitsuishi

et al. （2012）提出孔错地区由于中地壳向南扩展，地壳径向发散应力分量，导致上地壳东西向伸展。主要由于来自印度板块北向俯冲产生的基底剪切力平行于弧的分量（McCallister et al，2014；Liu and Yang，2003）。卞爽等（2021）指出近南北向裂谷的形成可能受控于印度板片自西向东拆离驱动的岩石圈向东流动。其动力学背景可能是印度板块斜向俯冲及由俯冲引起的中地壳向东流动双重作用（付建刚等，2018），与板片撕裂有关模型被提出（卞爽等，2021；Bian et al，2020；Yin and Taylor，2011）。而与造山带平行伸展有关的伸展剪切带大致垂直于这种径向流动（Jolivet et al, 2001），由于刚性印度大陆边缘逆冲造成的造山带平行伸展（Kapp and Guynn，2004；DeCelles et al，2002），扩展将集中在西藏南部，但不局限于藏南拆离系以北，为青藏高原垮塌驱动的伸展传播，与青藏高原下印度地壳向北的逆冲作用相适应（Hintersberger et al，2010），表现为中地壳进入弱地壳区域的区域韧性流动（Cook and Royden，2008）和岩石圈地幔在整体南北压缩状态下的大规模移动（Molnar et al，1993）。Langille et al（2010）认为变形发生于中地壳尺度的岩石中记录了大量剪切变形分量，与塑性变形方向一致，存在显著垂向减薄和水平拉伸特征，表明水平的伸展与垂向的增厚－减薄密切相关。地壳隆起是在持续的 N-S 收缩、E-W 伸展和隆起作用下形成 Quigley et al. （2008），其伸展和收缩可能是同时发生的（Mitsuishi et al，2012；Lee et al，2000）。而 N-S 和 E-W 向伸展之间不同的变形时间和运动学特征，意味着经历了不同构造的原因（Coleman and Hodges, 1995），当印度－欧亚板块快速挤压时，其共轭剪切裂缝形成南北向裂谷（NSTR），即表现为 E-W 向伸展作用。并导致了喜马拉雅山脉的逆冲增厚；而缓慢变形时，俯冲聚合无法维持快速聚合时形成的增厚造山带，造成向北伸展垮塌，即 STDS 的形成，表现为 N-S 向伸展作用（Zhang et al，2012），两期伸展均为挤压应力背景下产物。区域上 N-S 向主应力形成的“X”形共轭断层，可以解释 N-S 的收缩和 E-W 的伸展（Yin et al ，2010）。这种 N-S 挤压背景下的 E-W 向伸展转换机制可能是由于区域构造应力场的重组，即 σ1 变为竖直、σ3 呈水平东西向（Thiede et al，2006）或南北挤压水平应力分量（Mitsuishi et al，2012；Liu and Yang，2003）的叠加。在该构造背景下，以主导性 N-S 挤压机制的局部 N-S 向伸展作用形成了地壳深部尺度早期穹隆体和浅部尺度的晚期 E-W 向伸展穹隆体，而过渡部位则表现为两者复合叠加成穹，即定日穹隆。E-W 向成因鞘褶皱叠加南北向挤压应力（图 5f）也进一步暗示挤压－伸展作用的同时性。而伸展作用的启动可以触发减压－熔融（Aoya et al，2005），同时岩石圈分层导致东西向伸展和相关裂谷活动，岩浆沿着裂谷迅速向上侵入浅地壳。岩石圈拆沉和板块撕裂引发的软流圈上涌，导致特提斯喜马拉雅地区广泛的地幔和地壳融化（Deng et al，2024），为淡色花岗岩的形成带来了额外的热源（Fan et al，2021；Gao et al，2021；Guo and Wilson，2019），为地幔不出露和岩石圈减薄对岩石圈地幔的部分熔融需要额外的热源提供了一个合理的解释（Liu et al，2021）。

a- 继承期 D1：晚白垩世，印度－欧亚板块俯冲碰撞，发育 N-S 向挤压作用，继承物质和构造变形；b- 启动期 D2：渐新世，STDS 向北伸展拆离，发育 N-S 向伸展，穹隆启动，岩浆初始就位；c- 成穹期 D3：中新世中期，构造体制转换，发育 E-W 向伸展，穹隆成穹，NSTR 启动

综上所述，我们认为定日穹隆是早期受 STDS 向北伸展影响，初始启动，随着 N-S 向挤压造山作用强烈变形，在浅地壳尺度由于挤压应力的水平或垂向分量作用下发生 E-W 向伸展，同时岩浆底劈就

位。属渐进造山，N-S 与 E-W 向伸展复合成穹作用，是对喜马拉雅造山过程的具体响应。

5 结论

（1）建立了北喜马拉雅定日穹隆物质组成和构造变形“4+4”模式，即以上、下主拆离断层为界，分为上部、中部浅变质变形特提斯喜马拉雅沉积岩系，下部拆离成因高喜马拉雅结晶基底片麻岩岩石－构造单元，核部侵位二云二长花岗岩和似斑状斜长花岗岩。构造变形为初期向南逆冲 N-S 挤压、早期

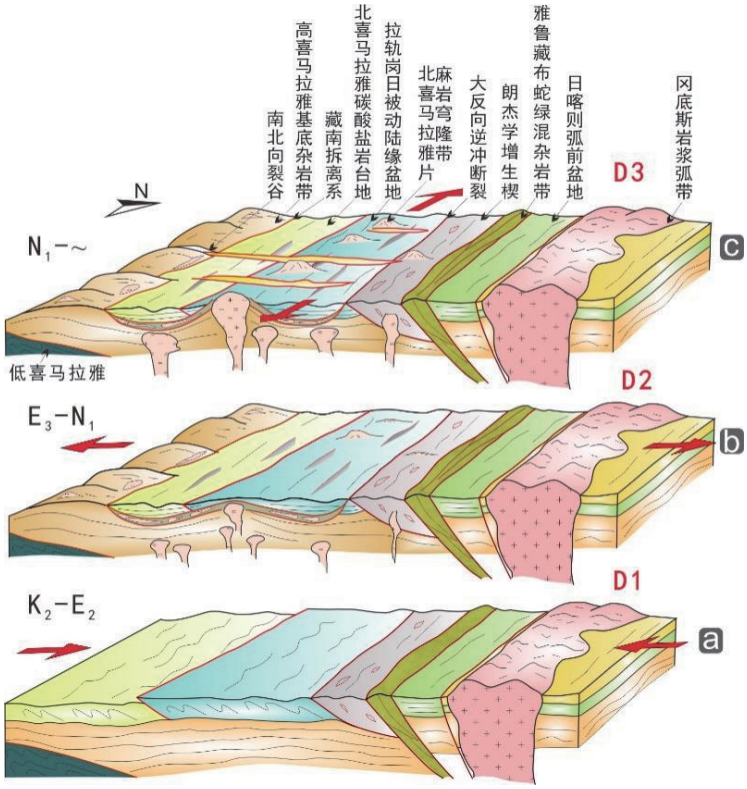


图 10 定日穹隆成因模式图

近 N-S 向伸展、主期 E-W 伸展和晚期垮塌伸展变形。

（2）穹隆就位经历 4 个阶段，2 次构造体制转换：继承期继承了中生代以来特提斯喜马拉雅物质组成和构造变形；启动期：~27.3Ma 藏南拆离系向北伸展拆离的 N-S 向伸展，岩浆初始就位；成穹期：~17.1Ma，构造体制转化，E-W 向伸展作用开启，岩浆主体侵位，于 14.4~14.1Ma 冷却成穹，12.5~12.0Ma 南北向裂谷开启；垮塌期：环形垮塌造就现今弧形构造。

（3）定日穹隆是 STDS 向北拆离深部 N-S 伸展和浅地壳尺度由于挤压应力的水平或垂向分量作用下 E-W 向伸展减压－熔融，岩浆底劈共同作用结果，属渐进造山，双伸展复合成穹作用。

致谢 ESR 测年工作得到中国地震局地质研究所实验测试中心刘春茹研究员的指导，黑云母 40Ar/39Ar 和锆石 U-Pb 年代学分别由核工业北京地质研究院分析测试研究中心、北京中科矿岩检测技术有限公司刘汉彬和刘力老师完成，在此表示感谢。文章撰写得到郭娜、郎兴海老师指导，审稿专家提出了非常宝贵的修改意见和建议，在此深表谢意。

参考文献略

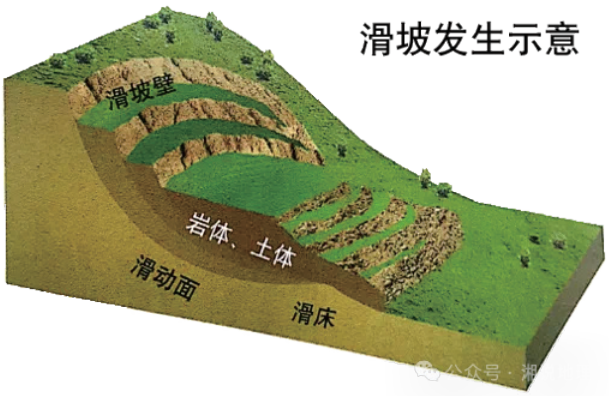
山体滑坡：认识、预防与应对

◆ 水文地质与水资源调查室 李涛

2025 年 2 月 8 日 11 时 50 分许，宜宾市筠连县沐爱镇金坪村发生山体滑坡，造成数间房屋被掩埋、人员被困。初步研判，本次灾害因近期持续降雨及地质焦点，这种地质灾害是如何发生的，又该如何防范呢?

一、山体滑坡是什么

山体滑坡是一种较为常见的地质灾害类型，即斜坡上的土体或者岩体，受河流冲刷、地下水活动、雨水浸泡、地震及人工切坡等因素影响，在重力作用下，沿着一定的软弱面或者软弱带，整体地或者分散地顺坡向下滑动的自然现象 ，在民间常被称为“走山”“垮山”“地滑”或“土溜”。一般来讲，滑坡壁、滑动面、滑床构成了滑坡的三要素。简单来说，滑坡体就是整个滑动部分；滑动面是滑坡体沿下伏不动的岩、土体下滑的分界面；滑床则是滑坡体滑动时所依附的下伏不动的岩、土体。



二、山体滑坡的诱发因素

河流冲刷、地下水活动、地震、降雨或融雪、不合理人类活动是滑坡发生的主要诱发因素，但需注意，滑坡发生具有滞后性，灾害可能发生在雨后的晴天里。

三、滑坡发生的前兆

滑坡体中部、前部出现横向及纵向放射状裂缝，滑坡体前缘坡脚处，土体出现隆起现象，滑坡体周围的岩土体会出现小型崩塌和松弛现象，

滑坡体前缘坡脚处，堵塞多年的泉水复活或出现泉水（井水）或者井、泉水出现水位突变或浑浊等异常现象。

四、如何防范山体滑坡

工程防护措施：在容易发生山体滑坡的地区，可以采取一系列工程措施来增强山体的稳定性。修建排水系统，如截水沟、排水渠等，能有效减少雨水渗入坡体，降低土体饱和风险，减轻水对山体的侵蚀。

生态治理：植树造林是一种生态友好且有效的预防方法。种植根系发达的乔木、灌木等植被，它们的根系可以像网一样牢牢抓住土壤，起到固土护坡的作用，减少水土流失，增强山体的稳定性。同时，要严格禁止乱砍滥伐，避免坡脚开挖、采矿等破坏地质稳定的活动，保护山体原有的生态环境和地质结构。

监测与预警：建立专业的地质灾害监测体系至关重要。在山体滑坡易发区安装位移计、雨量计、地下水监测仪等传感器，实时监测坡体的位移、降雨量、地下水位等数据变化。利用卫星遥感（InSAR 技术）和无人机定期巡查地形变化，及时发现潜在的滑坡隐患。一旦监测到异常数据，通过预警信息平台，如手机短信、广播、电视等，及时向居民发布风险警报，让人们有足够时间做好防范和撤离准备。

五、遭遇山体滑坡如何应对

迅速撤离：当遇到山体滑坡时，首先要保持冷静，不要惊慌失措。迅速环顾四周，向垂直于

滚石前进的方向或滑坡方向的两侧逃离，这是因为滑坡的主要滑动方向是向下，向两侧逃离能最大程度避开危险。尽快在周围寻找安全地带躲避，不要选择在滑坡的上坡或下坡，因为上坡可能会因体力不支等原因无法逃脱，下坡则会直接进入滑坡危险区域。

滑坡后注意事项：滑坡停止后，也不能掉以轻心。家住滑坡点附近的人，不要立刻回家检查情况，因为滑坡可能会连续发生，贸然回家可能会遭到二次滑坡的侵害。此时，应立即将灾害发生的情况报告给相关政府部门或单位，如当地的应急管理部门、国土资源部门等，以便他们及时组织救援和开展后续工作。

山体滑坡是一种极具破坏力的地质灾害，但只要我们充分了解它的成因、预兆，采取有效的防范措施，在遭遇时冷静应对，就能最大程度减少人员伤亡和财产损失。

藏北羌塘草原的生态系统如何？为何吸引众多学者关注？

◆ 西藏地质调查所 罗追南木加

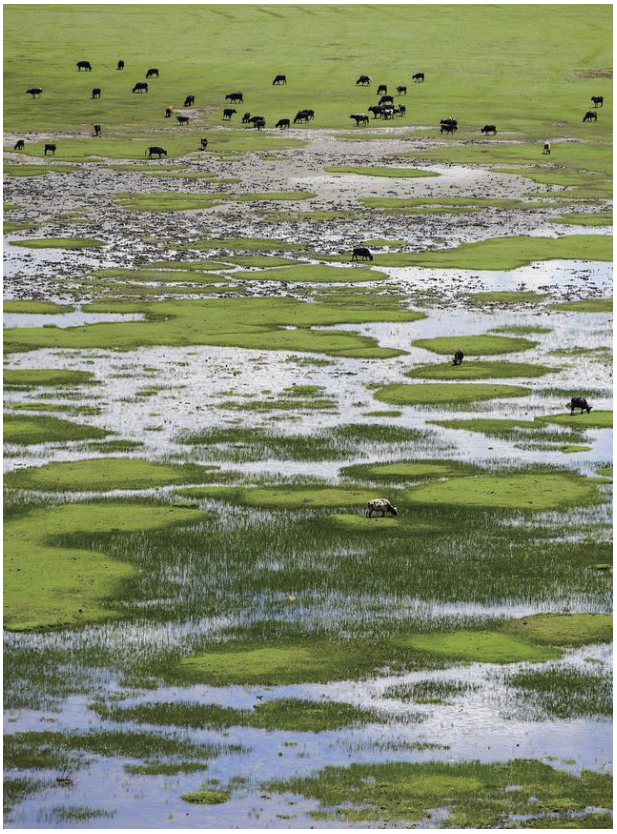
藏北羌塘草原，位于中国西藏自治区的北部，是一个独特且具有重要生态价值的自然区域。作为世界上最大的高原草原之一，羌塘草原的生态系统不仅丰富多样，还具有重要的保护和研究价值。本文将详细介绍藏北羌塘草原的生态系统特点，以及为何它能吸引众多生态学者的关注。

藏北羌塘草原的生态系统

（一）高原草原的生态特点

1. 独特的植被类型。藏北羌塘草原主要以耐寒、耐旱的草本植物为主，植被类型包括高寒草甸、低矮灌木和苔原植被。这些植物适应了极端的气候条件，如寒冷的气温和干旱的环境。主要的植物种类包括青稞、草地杜鹃和药用植物，如雪莲等。这些植被不仅为草原的生态系统提供了基础，也支撑了当地的生物多样性。

2. 丰富的动物群落。羌塘草原的动物群落非常丰富，包括了各种高原特有的动物种类。常见的动物有藏羚羊、野牦牛、藏野驴等。藏羚羊是



羌塘草原的标志性物种，拥有要的生态地位和保护价值。

3. 高原气候的影响。羌塘草原的气候特点对生态系统有着重要影响。该地区的气候属于典型的高原气候，冬季寒冷而漫长，夏季短暂而凉爽。高原气候的特点使得植物生长缓慢，但也使得草原上的植物能够适应极端环境。寒冷的气温和强烈的紫外线也影响了草原上动物的生活方式和繁殖周期。

（二）生态系统的功能和重要性

1. 生态平衡的维持。羌塘草原在维持区域生态平衡方面发挥着重要作用。草原中的植被和动物群落通过相互作用，维持了生态系统的稳定。植物通过光合作用为动物提供了食物来源，动物的排泄物和行为也有助于草原植被的再生和土壤的肥沃。生态系统的平衡对保持草原的生态健康和生物多样性至关重要。

2. 水源的涵养。羌塘草原位于青藏高原的源

头地带，对水源的涵养和供给具有重要意义。草原中的湿地和冰川融水为周边地区提供了重要的水源。这些水源对维持草原和下游生态系统的健康以及支持当地居民的生活具有重要作用。草原的水源涵养功能是保护生态系统和人类生活环境的重要组成部分。羌塘国家级自然保护区总面积29.8 万平方公里，是目前我国海拔最高、面积最大的自然保护区，是全球 34 个生物多样性热点地区之一，是重要的淡水水库和气候稳定器，是我国大型珍稀濒危高原野生动物的密集分布区，被誉为“高寒生物种质资源库”。

3. 生物多样性的保护。羌塘草原是许多珍稀和濒危物种的栖息地，对生物多样性的保护具有重要意义。这里的生态环境支持了多样的植物和动物种类的生存，也为科学研究提供了丰富的资料。通过对羌塘草原生态系统的保护，可以有效地维护生物多样性，保护珍稀物种免受灭绝威胁。该地区从未有人类永久定居。保护区内野生动物资源也非常丰富，是天然的野生动物园，现约有100 余种野生动物，被列入国家一、二级保护动物的有 40 余种，其中藏羚羊、野牦牛、藏野驴、黑颈鹤、藏原羚、藏雪鸡等为羌塘自然保护区特

有的物种。如今，羌塘成为了全世界最大的野生动物乐园。生活在羌塘的动物大多是青藏高原独有的濒危野生动物，其中包括藏野驴、野牦牛、藏原羚、西藏棕熊、黑颈鹤、藏羚羊、藏狐、高原兔、藏雪鸡、西藏毛腿沙鸡、雪雀等。这些动物只有在青藏高原发现，是青藏高原带给人类的最好礼物。

（三）为何吸引生态学者关注

1. 研究高原生态的独特机会。羌塘草原的特殊生态环境和生物多样性，使其成为研究高原生态系统的理想场所。生态学者可以在这里研究高原植被、动物行为和生态平衡等方面的问题。草原的独特气候和环境条件为生态学研究提供了珍贵的数据和观察机会，有助于深入理解高原生态系统的运作机制。

2. 保护珍稀物种的需要。羌塘草原是许多珍稀和濒危物种的栖息地，这些物种的保护和研究对生态学者具有重要意义。通过对这些物种的研究，可以了解它们的生存状态和面临的威胁，并制定相应的保护措施。生态学者关注羌塘草原，也是为了保护这些珍稀物种及其栖息环境，促进生物多样性的维护。

3. 应对全球变化的研究价值。随着全球气候变化和环境问题的加剧，高原生态系统的变化引起了广泛关注。羌塘草原作为一个重要的高原生态区域，其对气候变化的响应和适应机制成为研究的重点。生态学者关注羌塘草原，也是在研究如何应对全球变化对生态系统的影响，以及制定适应和保护策略。

羌塘国家级自然保护区的设立，对保护西藏物种资源多样性将发挥重要作用。对保存该地区完整的、独特的高寒生态系统及多种大型有蹄类动物具有世界性的意义。在羌塘国家级自然保护区的基础上，西藏自治区政府正在着力创建羌塘国家公园。拟建的羌塘国家公园拥有世界上最大的藏羚羊迁徙繁殖种群，是世界上面积最大的高寒荒漠和高寒草原保育地；拥有世界上中低纬度面积最大的冰川、地球上两极地区以外最大的冰原，是全球湖泊数量最多、湖面海拔最高的高原内陆湖区和北半球中低纬度地带多年冻土发育最好的地区；是“亚洲水塔”和全球“气候稳定器”的重要组成部分，在保障国家水资源安全、调节气候等方面发挥着重要的生态服务功能。

玛旁雍错的由来

◆ 水文地质与水资源调查室 黄峻川

玛旁雍错与拉昂错，位于西藏阿里地区，这对相隔不远的湖泊组成了神秘而壮丽的高原湖泊群。因其独特的地理位置和深远的宗教意义，这片区域吸引了无数探险家、学者和朝圣者。冈仁波齐峰——被誉为“世界的中心”——矗立在玛旁雍错的北面，成为这片大地最引人注目的地标之一。对于藏传佛教、印度教、耆那教和苯教的信徒来说，冈仁波齐不仅是一个地理实体，更是一个象征宇宙中心和生命源泉的精神象征。

玛旁雍错，海拔约 4500 米，湖面呈椭圆形，湖盆北部宽广，南部较窄，湖底地形平缓，最大水深达 72.6 米。作为淡水湖，玛旁雍错的水质清澈，湖面经常映照出蓝天白云的美景，宁静而祥和。玛旁雍错，藏语意为“永恒不败的碧玉湖”，在古老的文献中被称为“世界的湖”。它不仅是一个壮美的自然景观，更是传说中的圣湖。据传，玛旁雍错是众神居住的地方，湖水清澈见底，具有净化心灵和治愈疾病的神奇力量。每年，成千上万的信徒前来朝拜，通过环湖或在湖水中沐浴，洗净罪恶，祈求来生的福报。

与玛旁雍错的圣洁相比，拉昂错则被称为“鬼湖”，其名字在藏语中意为“有毒的黑湖”。尽管与玛旁雍错仅相隔数公里，拉昂错却展现出截然不同的面貌。拉昂错湖面海拔约 4570 米，湖体形状不规则，略呈汤勺状，湖中点缀着多个小岛。湖区水深变化较大，北部湖区深度约为 10 米，中部狭长水道深度不超过 30 米，南部湖区水深超过 45 米，最大实测水深为 49.03 米。由于湖水含盐量高，湖面常年呈现阴沉的深蓝色，仿佛一面巨大的黑镜，因而被视为不祥之地。当地人传说，这里是恶魔和鬼魂的栖息地，湖水中充满了邪恶的力量，凡饮用过湖水的人，都会招致不幸。

“圣湖”与“鬼湖”的称谓不仅描绘了自然景观，也反映了藏族文化中深刻的宗教信仰和神秘主义。在藏传佛教信徒眼中，玛旁雍错的圣洁与拉昂错的诡秘象征着两种截然不同的宇宙力量。玛旁雍错的水源被认为是天界的圣水，因此湖水清澈透明，饮用后可净化心灵；而拉昂错的水源则被视为地狱的毒液，因此湖水咸涩难入口。

玛旁雍错与拉昂错通过一条河道相连，但两湖的水质却截然不同，联系这两大湖泊的河道也因此充满了神秘色彩。当地信仰认为这条河道象征着善恶力量的交织，标志着世间的二元对立，而科学研究表明，这一现象是由于湖泊补给和蒸发差异所致。

项目组通过调查发现，玛旁雍错为淡水湖，湖水清澈富氧，水生植物和鱼类种类繁多，矿物质含量较低，水质较为软，适合饮用和灌溉。当地居民常将玛旁雍错的湖水用于日常生活，认为饮用湖水可以带来好运和健康。拉昂错湖水中则含有大量氯化钠和硫酸盐，水质苦涩难饮。湖水几乎没有鱼类和水生植物，湖底沉积物富含盐类和其他矿物质，形成了独特的现代沉积环境。

此外，在全球气候变暖的背景下，西藏高原的冰川和湖泊都发生了显著变化。玛旁雍错和拉昂错流域因地处高海拔，对气候变化的响应尤为明显。近年来，项目组通过遥感技术对该流域开展了系统研究，发现冰川面积显著减少，大多数

高原湖泊呈现扩张趋势，但玛旁雍错的面积变化却不大，甚至略有缩小，这一现象可能与其水文特性和补给源有关。作为封闭的内陆淡水湖，玛旁雍错的水源主要依赖周边冰川融水和季节性降水。尽管冰川退缩减少了湖水补给，但由于蒸发速率相对较低，湖面面积变化不大。相比之下，拉昂错因其咸水湖的特性，水体蒸发速率较高，在补给减少的情况下，湖面面积有所缩小。

玛旁雍错和拉昂错是高原生态系统的重要组成部分。玛旁雍错清澈的湖水和丰富的水生资源为周边动植物提供了良好的栖息环境。湖区周边分布着高山草甸和湿地，栖息着藏羚羊、野牦牛等珍稀野生动物。玛旁雍错流域的湿地还是候鸟的重要迁徙通道，每年有大量水鸟在此停留、觅食和繁殖。

相比之下，拉昂错的生态系统较为单一，湖水的高盐度限制了动植物的生长，导致生物多样性较低，这种独特的生态特征使拉昂错成为研究高原极端环境下生态系统适应机制的理想场所。

然而，随着全球气候变化和人类活动的加剧，玛旁雍错和拉昂错流域的生态环境也面临严峻挑战。冰川退缩、湖泊水位下降、湿地面积减少等问题威胁着湖区生态系统的稳定。

玛旁雍错和拉昂错，作为西藏高原上两颗璀璨的明珠，不仅拥有独特的自然景观，更承载着深厚的历史与文化意义。未来，随着研究的深入，我们期待揭开更多关于这两大湖泊的神秘面纱，并致力于保护和传承这片珍贵的自然遗产。

探秘阳山金矿：从成矿规律到经济价值的全方位解读

◆ 综合保障基地　白攀

东经 104°39'17"-104°40'50"，北纬 33°02'27"-33°03'06"，对于地质工作者或从事地理研究的朋友而言，这组坐标已经可以准确定位至陇南文县了。而我们此次要探秘的主角——阳山金矿，正是位于文县扬子、华北和松潘－甘孜造山带的交汇之地，金矿所处的独特“倒三角”地理位置，仿佛是大自然在精心布局，刻意藏匿地层深处的珍宝。

阳山金矿主要由泥山、葛条湾、安坝、高楼山、观音坝、张家山六条矿段组成，其矿体东西延伸近 30km，南北宽约 3—5km。自 1997 年原武警黄金十二支队发现该金矿床以来，经过一代代地质工作者多年勘探与研究，已大致查明阳山矿带地质特征、成矿地质条件，主要矿体特征和

金的富集规律。截至 2023 年，已在矿区范围内发现含金矿脉 144 条，蕴藏金资源量超 400 吨，矿床规模达到超大型，被誉为亚洲第一的类卡林型金矿。

地质背景与成矿条件

阳山矿脉处于中国地质构造带一处核心交汇点——秦岭、大别山造山带，这里地质构造错综复杂，地壳活动频繁，火山岩浆活动活跃，造就了丰富的矿产资源。具体来说，阳山金矿的形成可以归结为以下几个关键地质因素：

①地质构造：阳山金矿带恰好处于华北克拉通和扬子克拉通的交汇区，地壳的频繁活动促使了岩石裂隙发育，为热液的运移开辟了通道。

②热液作用：地壳的深处，由岩浆活动产生的高温高压环境使得金元素溶解于热液之中。随着地壳的运动，这些热液会沿着先前形成的裂隙上涌，并在冷却后在岩石缝隙中沉积，从而形成了金矿体。

③变质作用：在阳山矿区地层深处，岩石经历了高温高压的变质过程，形成了富含金的变质岩，进一步增加了区域内的黄金储量。

勘探技术手段

①地质勘查：通过地表观察、地质填图以及样品采集，逐步揭开矿区的地质背景与成矿条件。绘制矿区地质图，锁定了可能的金矿富集区，为后续勘探工作奠定基础。

②地球物理勘探：这项技术如同地下的“X 光”，它运用重力、磁法、电法和地震勘探等多种技术手段，深入探测地下矿体的形态与规模。

③地球化学勘探：通过分析土壤、水样、植物和岩石中的化学成分，寻找金元素的异常富集区。

④钻探：作为最直接的验证手段，其重要性不言而喻。钻探工通过选取的钻孔位置，深入地下取芯，获取了岩石样品。这些样品经过精确的金含量分析和矿体结构探测，确定了阳山金矿区内多个金矿脉的精确位置和储量情况。

阳山金矿现阶段成果

①资源储量：经过持续勘探工作，阳山金矿的资源储量已突破 400 吨，这一数字预示着阳山金矿蕴藏的巨大经济价值和发展潜力。

②技术创新：在勘探和开采过程中，阳山金矿不断引进和应用新技术，提高了勘探精度和开采效率。例如，应用三维地质建模技术，对矿体进行精确定位和预测；采用无人机和遥感技术，进行大范围的地表调查和监测。

经济建设的支撑与影响

①区域经济的强力引擎：阳山金矿的开发不仅为当地居民创造了丰富的就业机会，还吸引了大量的外来投资和商业活动。系列经济活动的增加直接促进了当地基础设施的完善，如交通、住宿、餐饮等行业的蓬勃发展，提升了居民的生活质量和水平。

②国家黄金储备的稳固之锚：阳山金矿的持续产出，为国家增加了可观的黄金储备，这无疑加强了国家在全球经济波动中的抗风险能力，为国家的长远经济发展提供了坚实的物质保障。

③科技进步的催化剂：阳山金矿的勘探与开发过程，地质学、采矿工程学、选矿技术等多个学科领域得到实践和融合。

阳山金矿的发现不仅在西秦岭地区的金矿勘探中具有里程碑意义，更是我国金矿勘查历史上的一个重要时刻。转隶以来，军民融合地质调查中心继续加强阳山金矿找矿勘查工作，在科技手段日益增强的时代背景下，阳山金矿必将持续为我国经济建设提供坚实支撑，为实现可持续发展的宏伟目标贡献更大的力量。

《黄金》长篇纪实文学连载专栏

第六章——裁军浪潮 改警之路

犹记当时烽火里，九死一生如昨。
独有豪情，天际悬明月，风雷磅礴。

一

1982 年 4 月，又值一年出征季。位于北疆的黄金 503 团营院内气氛热烈非凡，大门上方悬挂起“寻金报国终不悔 驰骋疆场献青春”的出征横幅，伴随着送行的鞭炮和锣鼓，整齐列队的军车一辆接一辆，裹挟着霜雪，飞驰出营院大门。

春来雪融，黄金兵们结束冬季的休整，再一次奔赴征战多年的林海雪原，探寻散落在大地深处的宝藏。这样的画面在天南地北接连上演，四川、河南、河北、湖南……各地的黄金兵相继出队，鲜红的“八一”军旗迎风飘扬，大兴安岭的恩和哈达河、湖南汨罗江畔、内蒙古大草原、四川川西高原、起伏连绵的秦岭山脉，陆续出现他们的绿色背影。

然而，就在黄金战士们摩拳擦掌，准备大干一场时，一场关系无数官兵命运的命令突然降临。

兴安岭深处，一排排军用帐篷井然有序地排列在丛林空地，千山万岭的银装素裹中，十几面火红的旗帜迎风飞舞，格外醒目。位于驻地正中的临时团部内，团长王卫国端坐在木椅上，他双手捏着文件，眉头紧锁，只有几页纸的文件他翻来覆去看了好几遍。过了许久，他站起身来，看向帐篷外的积雪，眼中满是失落与彷徨之色。

他顺手去拿身旁的杯子，放到嘴边咂了一口，忘记杯里还是热水，被烫了一个激灵。热水洒在军装上，他赶忙起身拍了拍衣服。“这些年上过战场，搞过三线建设，黄金部队可能就是我军旅生涯的最后一站了，也许就到此为止了。”王卫国在心里喃喃道，他深吸一口烟，随后抬起头来，目光越过被风雪翻卷的红旗，越过大兴安岭的万顷林海，追溯军旅时光的来路。

新兵入伍时的稚嫩无知，解放战争胜利时的意气风发，黄金部队成立时的雄心壮志，过往的画面历历在目，王卫国一时出神。

营地外，陈永华总工结束一天的忙碌，带着勘探的官兵返回营区，他边走边向身旁的一名技术干部讲道：“以前在地方上都是做设计规划提出猜想，一到实践就找不到人手。现在可不一样，就连传说中的‘西口子’都能被我们攻克。上次回家与地矿局老同事聚会，我一说起黄金部队上交的金子产量，大伙都傻了眼，对我说不愧是军队，果真有战斗力！”

陈永华手拿勘探报表走向王卫国所在的帐篷，这个月 503 团探明的金资源又有了提高，而他自己

经过长时间的野外磨炼，已经与这支部队融为了一体，此时只想找到自己亲密的战友分享喜悦。

“王团长好！”陈永华走进帐篷，看见王卫国，他调整了一下声带，用较为正式的语气准备宣读报表。

“报告团长，我们这个月的黄金勘探……”

还没等陈永华说完，王卫国便打断了他：“老陈，你先看看桌子上的文件，晚一点我们通知团里的骨干开会。”说着王卫国就径直地走向帐篷外，留下陈永华一脸错愕。

入夜，本该熄灯的指挥帐篷灯火通明，全团骨干都挤在帐篷内，随着人数越来越多，人也开始坐不下，王卫国便组织官兵到帐篷外的雪地召开会议。

“同志们，长话短说，我先宣读上级文件，希望大家都要有个思想准备，随后我们再布置后面的工作。”随着基建工程兵裁撤命令的宣读，将士们从刚开始的聚精会神，到诧异，再到错愕。

命令宣读完毕后，王卫国眼神扫过台下或窃窃私语，或一脸茫然的官兵们，随后说道：“同志们，文件已经传达完毕，军改是党中央、国务院、中央军委作出的决定，作为中国人民解放军，党中央的决定我们要坚决服从，同时当前工作也不能落下。我丑话说在前头，决不能在这段时间因为军队改革，影响了黄金生产进度。现在，大家有什么疑问和困难可以提出来。”

“团长，我们裁撤以后去哪？是复员回家还是安排到地方工作？”一名排长向王卫国问道。

“这个我暂时也不知道，要等下步政策下达，有消息我会再给大家通知。”

“团长！那这段时间我们的任务能不能放松一下，反正要裁撤了，我想回趟家跟家里商量一下，以后要是部队没了，我好在家谋个事做。”一名老兵向王卫国问道。

“扯淡！告诉你小子！这段时间我们的施工生产任务一切按照原计划不变，收队时间也按照原定时间进行，谁也不允许私自离队，如果发现我当场处理你！”

“团长，我不想部队解散，我，我舍不得大家。”角落里轻轻传来一个声音。

王卫国一个愣神，严厉的表情也柔和下来，他回答道：“我也舍不得大家，大家来到部队哪个不是舍弃了妻儿团聚，哪个不是有家不能回。但大家记住，这是我们肩负的使命，军人生来就是服从命令，既然上级做出了决定，那么咱们就好好把剩下的时间走完，把兴安岭的找金任务做好，也不枉战友一场。”

散会之后，官兵们脚踩着松软的积雪，缓步走回自己的帐篷内，脑海中思绪杂乱：“部队要没了，我们又该去哪里？”夜幕下的大兴安岭，已降至零下 40℃的低温，落雪挂满枝头，雾凇晶莹剔透，在月光之下反射着雪白的荧光。

二

新中国成立初期，党中央和中央军委就做出过裁军的决策，却被突然爆发的朝鲜战争打断。战争结束后，中国进入了一段难得相对和平的时期，因此裁军得以稳步推行。到 1950 年代末，总兵力为 237 万，缩减军队员额节省出的大笔资金有力地支援了国家经济建设。

1960 年，中国北部边境的局势愈发紧张，党中央和中央军委不得不作出重新扩军的决策。全军总

兵力也随之快速增加，在 1965 年便突破了 500 万大关。同时，为应对苏联对北部疆域的巨大压力和美国在东南海域的威胁，全国“三线建设”全面展开。到 1969 年底，解放军总兵力创纪录地达到惊人的 640 万。

为了维持这支庞大的武装力量和建设配套的军工系统，中国每年财政支出的六分之一都用作军费。如果算上国防工业和民防工程的投资，这一比例将超过四分之一！

在这样的情况下，大炮还未响，黄金已经万两。庞大的军费开支已经成为巨大的吞金兽，时刻在消耗着中国的国力。

进入 80 年代，臃肿的军队体量和社会经济现状导致裁军已经势在必行，军委主席邓小平对于精简军队下的决心很大，三番五次的在军委会议上提出要裁撤军队员额：“即使发生战争也要精简，‘虚胖子’不能打仗！”

1982 年，中央军委一道指令，裁撤掉 51 万的铁道兵和基建工程兵。

裁军消息不胫而走，很快传到了黄金部队，不光是 503 团所在的大兴安岭，也传到了四川川西高原。结束白水会战，转战甘孜的 512 团黄金兵们，听到裁军消息后情绪一下子跌落到了极点。

星月当空，郭镇凯坐在高原山区的河床边看着平日热火朝天的淘金河谷，旁边的收音机里传来蔡琴的歌声：“某年某月的某一天，就像一张破碎的脸，难以开口道再见，就让一切走远……”这段时间，这片找金营地已经安静好几天了，河谷旁散落着淘金工具，在月光之下发着清冷的光亮。战友们都待在帐篷里，有的沉默发呆，有的在给家里写信，有的在蒙头睡觉。

突然而来的裁军消息让战士们无心恋战，个个都像泄气了的皮球，基层官兵不知道自己被裁后该干什么，感到未来十分迷茫。

“才刚来黄金部队几年就要被裁掉，不知道以后干什么。”

“是啊，在老家想着当兵谋一条出路，现在上面要我们集体脱装，那回去还是在村里种地，这个兵当得真没意思。”

80 年代初，当兵是普通家庭孩子改变前途命运的一条出路，军队的官兵对部队感情都很深，他们参军的梦想就是怀揣着“当兵就要当将军”的信念，准备在军队舞台上体现个人价值。结果裁军命令从天而降，让这群黄金官兵脱下军装集体转业，大家内心十分失落，感到自己的军旅愿望破灭了。

4 年寻金，刚燃起的黄金梦想遇上了军委裁军的命令，搞得黄金部队人心惶惶，有的担心集体转业留在当地，东北太冷，西北太苦，地质工作太累，不如转业回家乡；有的放不下军人情结，舍不下这身军装，思想苦闷；有的担心两地分居，生活上照顾不好家庭。

“这不是件容易的事，我们却都没有哭泣，让它淡淡地来，让它好好地去……”歌声飘荡在川西高原，恰如官兵们此时的心境，回首短暂的军旅画面，没有拿枪扛炮，只有冰雪、沙石、打钻、筛金，如同一张破碎而模糊的脸。

待王卫国宣读裁军命令结束后，陈永华心情复杂地回到住宿帐篷，辗转反侧怎么也睡不着，干脆裹上大衣走出帐篷，站在冰天雪地的山岭之上，遥望塔河的万家灯火。

早在几年之前，夜晚的灯光还是零星点点。随着兴安岭找矿陆续取得成果，矿产公司、私营矿业

老板都来到北疆投资开矿，让这座小县城人气一下子兴旺起来，间接带动了当地的经济建设发展。

这些年，陈永华见证了太多偏远县市因为地质工作的推进，从贫困向富裕蜕变，也让他更加热爱自己所做的地质工作，他暗下决心："退一万步来讲，就算真的裁掉黄金部队，也继续回到地勘队伍，无论身份怎么变，一定要在地质岗位干出成绩。"

此时遥距兴安岭千里之外的北京城中，掌舵中国黄金工业建设、中国黄金总公司党委书记齐锐新，也十分清楚黄金部队的重要性。

齐锐新，原名齐步，河北高县人，14 岁时便上太行山参加革命。他被分配到平顺县寺头村太行四专署八路军干训队当通信员。这期间，他难得与一同奋战在抗日前线的父亲见了一面，见到父亲，齐步说希望把自己的名字改一下。

父亲问他为什么要改名？他说当了兵值勤队长喊口令时，一喊"齐步——走"，他就习惯地答应，惹得大家笑，所以他想把名字改了。

父亲想想就说："那就改叫'锐新'吧，锐是锐意进取，'锐新'就是锐意进取新中国的胜利。"

此后，齐锐新在抗日队伍里，积极工作，逐渐成长。新中国成立后，他没有选择进城工作，而是从东北土改工作队悄然转身，继续投入中国的社会主义建设大军。20 世纪 50 年代，在东北鞍山和西北酒泉钢铁公司的扩建和筹建中，就有他挥汗如雨的身影。

齐锐新的履历，是用在包钢、天津铁厂、宝钢和武钢的开发建设，用国家冶金部黄金局、黄金总公司资历填满的。几十年风尘仆仆走过的路，既是那一代奋发图强的建设者们走过的路，也是励精图治的国家走过的路。

"这支队伍不能就这样散掉了。"北京城，中国黄金总公司党委书记齐锐新看着军委下达的红头文件《关于裁撤基建工程兵的决定》，眉头紧锁，正是几十年从事经济建设的经验，让他下意识觉得黄金部队不能撤销。

根据 1981 年冶金工业部与基建工程兵党委联合下发《关于中国黄金总公司、基建工程兵黄金指挥部管理体制问题的通知》。基建工程兵黄金指挥部、冶金部黄金管理局、中国黄金总公司实行统一领导的"三位一体"管理体制，即"三块牌子一个班子"。

主要职能是负责全国黄金系统的地质找矿、基本建设、黄金生产。对国外以黄金总公司的名义，与外国签订合同，经济往来；对国内黄金系统以国家黄金总局的名义，对其实施行政管理；对黄金部队以指挥部的名义实施军政领导。

作为黄金总公司党委书记，同属黄金指挥部党委班子成员，齐锐新与基建工程兵领导一样，了解黄金部队官兵的战斗力。这群黄金兵充分发扬军人敢打硬仗、听令而行的优良作风，不畏艰险，挺进白山黑水，为中国黄金产量增长提供了很大助力。现在国家刚刚改革开放，黄金在当前乃至今后很长一段时间内将仍然是国家维持货币体系和货币制度信用的基础，具有极其特殊的作用和意义，是国家经济安全的重要保障。所以黄金部队的存在至关重要，不能裁撤。

接到基建工程兵裁撤命令之后，齐锐新立即组织召开党委扩大会议，黄金总公司、黄金局、黄金部队所有党委领导参会。只有一项议题，研究《关于黄金部队撤销改编的请示》，讨论如何保持军改

浪潮下的军队稳定问题。会议决定每个团都要组成两套班子，一个抓生产、一个抓撤改，不能因为军改影响黄金的正常开采，并要求每个单位做好思想工作，不能含糊，不能激化矛盾。

会议最后，齐锐新放下文件，平静地看着这一席主管黄金的党委班子成员，十分诚恳地说道："503 团的西口子、512 团的白水、还有 513 团刚刚提交的云南墨江金厂大型金矿床地质勘探报告。513 团从地质队时就开始在金厂做工作，历时 8 年的艰苦奋战，终于在金厂矿区找到新的黄金资源点，这是云南有史以来探获的第一座大型金矿，也是西南 3 省建国以来探明的第一个大型矿床。今年内生产黄金达 0.55 吨，产值占墨江县县工农业总产值的一半。这些事实充分证明，王震副总理当初动用部队找金子的决定是正确的。目前国家经济发展正在起步，还急缺黄金资源，这个关键时候将这支队伍裁撤，中国黄金事业发展又会经历波折。凭心而论，我希望黄金部队留下，国家黄金事业的发展需要黄金部队。但是既然上级决定这支部队撤销，我们就先立足撤销做工作，再协调争取这支队伍的保留。"

与会的黄金管理局副局长黄玉珩，听着齐锐新书记诚恳发言，默默点了点头，作为黄金工业战线的老同志，黄副局长对黄金部队的发展建设也很上心，对部队面临裁撤同样感到不舍。

就在齐锐新等领导一面抓好特殊时期国家黄金生产任务，一面全力做好黄金部队裁撤工作之际，情况又悄然发生了变化。

三

1983 年 8 月，中共中央政治局常委叶剑英、中共中央政治局委员王震，前往山东视察黄金生产工作，接连两天在烟台接见了黄金战线的干部和工程技术人员代表。

接见时，叶剑英和王震认真地听取了烟台市政府领导的汇报，并详细询问了黄金建设和生产的情况。当得知这些年胶东地区黄金生产速度连年上升，八年间翻了两番时，叶剑英和王震很高兴，对黄金生产取得的成绩表示满意，对黄金战线的广大干部、工人和工程技术人员表示亲切的慰问，并勉励大家发扬艰苦奋斗的革命精神，争取黄金生产的更大胜利。

在烟台调研接近尾声，王震副总理忽然间想到了什么，转向陪同考察的黄金管理局副局长黄玉珩："对了，莱州三山岛上不是还有黄金部队在开展黄金生产任务吗？我们去岛上看看部队的情况。"

黄玉珩一听不敢怠慢，即刻通知正在三山岛执行黄金生产任务部队官兵们做好迎接准备。在王震副总理主导下，黄玉珩副局长和山东省地方领导坐着军舰登上三山岛。

三山岛古称参山，毗邻渤海莱州湾，位于莱州市区正北 25 公里处，方圆 12.92 平方公里。远古时这里曾是一座浅海岛屿，后逐渐与陆地相连，成为半岛。三山毗连，突兀挺拔，故名三山岛。

王震副总理看着这支根据周恩来总理的嘱托，在小平同志和自己的主导下建立起来的军队，不由得有几分感慨。

"现在基建工程兵正面临改革，不知道现在黄金部队的思想和工作情况如何？"知道现阶段基建工程兵面临改革，王震还特地向黄玉珩了解部队的情况。

黄玉珩副局长连忙回道："黄金官兵们面对军改虽然有一定的思想波动，但队伍总体保持稳定，

部队施工生产都在正常进行。”

王震听后说道：“要教育官兵服从党和国家的需要，为‘四化’多做贡献，也要在改革的特殊阶段，安排好他们的工作、学习和生活。”

黄玉珩点头称是，接着王震又与身旁的山东省领导交流：“现在烟台地区的金矿生产开发还有什么困难问题？”

烟台地委书记想了想回道：“目前烟台地区的金矿勘探开采情况都很好，眼下三山岛金矿后期投入开采又将为经济建设做出很大贡献。只是，现在烟台公路建设不是很好，运输大型设备，保障生产施工不太方便。”

黄玉珩听后，当即与山东省领导商议，为了保障胶东地区的黄金生产及青岛烟台两市的经济通联，修建一条标准化的公路。于 1989 年建成通车的烟青公路，就在此时奠定了雏形。

正值基建工程兵撤改的关键时刻，叶剑英、王震对黄金部队的接见，使官兵们兴奋不已，似乎又看到了黄金部队“留”的曙光。

身处北京的齐锐新书记，得知王震副总理专程登岛视察黄金部队的消息，也十分高兴。近一段时间他为黄金部队东奔西走，一面积极稳控部队，一面力争保留这支队伍。他先后找到乔石和习仲勋，向他们反映了这支部队留下的必要：“无论找金子还是修战备路还是修水坝，环境都非常艰苦，都需要有特别能吃苦、特别能战斗的精神，而只有部队才具备这种精神，只有军人才在艰苦面前、在牺牲面前不讲价钱。”

1984 年 4 月 20 日，在黄金部队各级领导的努力下，冶金工业部就《关于保留黄金地质部队建制的请示》上报国务院李鹏副总理。内称：“1979 年基建工程兵黄金部队组建以来，对黄金事业的发展作出了很大的成绩……我国黄金资源的远景很大，特别是砂金储量尤为可观，但多数黄金矿分布在边远、高山、高寒、交通不便等艰苦地区，这些地区地方勘探队伍，很难开展工作，保留一支精干的、调动灵活、能完成突击任务的部队，为黄金地质勘探服务是很有必要的。”

1984 年 4 月 27 日下午，李鹏副总理召集基建工程兵裁撤善后小组有关同志，研究基建工程兵水电、交通、黄金部队改编问题。

与会者一致认为这几支部队不能撤编。因为黄金、交通、水电部队担负着国家能源交通重点任务的建设和黄金战略储备物资的生产任务，长期工作在高山、严寒和边远等条件艰苦的地区，承担着一般民用工程施工队难以承担的任务，素质好，战斗力强。特别是近几年国家经济建设任务重，继续保留这几支军事化建设队伍，有利于国家一些边远地区重点项目的建设。

众人感到，撤军是大环境，可将黄金、交通这几支部队与解放军脱钩，纳入刚组建成立的人民武装警察部队序列（1982 年 6 月，根据《中共中央批转公安部党组〈人民武装警察管理体制问题的请示报告〉的通知》精神，以人民解放军移交给公安部内卫部队、野战部队及公安部原有的边防、消防等警种为基础，组建了中国人民武装警察部队）。武警部队不在百万大裁军裁减范围之内，这样部队就能够保留，这是一件两全其美的办法。

当此次会议讨论的消息传来后，齐锐新如释重负，压在身上两年之久的担子好像一下卸下了，他迅速召开黄金指挥部党委扩大会议：“思路决定出路，作为决定地位，黄金部队官兵多年的努力没有

白费，上级看得见部队在黄金生产上做出的贡献。从目前情况来看，黄金部队保留下来问题不大。这比改民好，工作好做多了，部队也稳定多了。”

1984 年 7 月 20 日，武警部队首长召集黄金、水电、交通部队领导，一起作出了转隶武警部队实施方案，确定水电、交通、黄金三支部队双重领导（武警部队和国务院部委）体制，部队改编后，执行解放军条令条例和武警部队有关规定，同武警部队一样待遇。

从基建工程兵改编后，黄金指挥部改称“中国人民武装警察黄金指挥部”，基建工程兵第五技术学校改称“中国人民武装警察部队黄金技术学校”，支队改称“总队”，团改称“支队”。黄金、森林、水电、消防、交通，后被大家称为“金木水火土”的五支武警警种部队体系初步构成。

实施方案要求部队于 1984 年下半年抓紧做好改编的各项准备工作，同年 10 月 1 日起办理交接手续，1985 年 1 月 1 日正式转入武警部队序列。而就在黄金部队转隶武警的历史时间段里，一场声势浩大的裁军浪潮早已蓄势待发了。

1985 年 6 月 4 日，中国人民解放军的高级将领云集北京京西宾馆。军委主席邓小平在这里举行的军委扩大会议上发表重要讲话。他宣布：“中国人民解放军决定裁减员额一百万！”

正当美苏两个超级大国在裁军问题上争论不休，并将军备竞赛由地面引向太空时，中国却单方面宣布了庞大的裁军计划，这是世界裁军史上前所未有的重大举措，是对世界和平进程的巨大推动。

一根指头与 100 万，这样一幅画面永远定格在了人民解放军现代化建设的史册上。“先把经济搞上去，一切都好办，现在就是要硬着头皮把经济搞上去。就这么一个大局，一切都要服从这个大局。”

裁军一百万！对于人员数额庞大的中国军队来说，要完成这一宏大的计划，并不是一件轻而易举的事情，正如小平同志所说：“这是个得罪人的事情呐，我来得罪吧，不把这个矛盾交给新的军委主席。”

1985 年，百万大裁军正在各军区有条不紊地推进着，“劳武结合，能工能战，以工为主”的基建工程兵解甲归田，成为历史。石化部队、水文部队、铀矿部队等原基建工程兵部队就地退役或整编为地方单位，南下建筑深圳的工程部就地转业，以团为单位分别成立深圳第一、二、三、四、五建筑工程公司，继续为深圳特区的建设发光发热，基建工程兵留下的火种散布四海八方，薪火不灭，历史永记。

黄金部队也顺利完成隶属转换，脱离解放军基建工程兵序列，正式划归武警部队管辖，并逐渐独立出黄金管理局和中国黄金总公司，完成“三合一”体制分编工作。

王卫国这位沙场老兵，又迎来了新的军旅生涯，他换上武警警服，升任黄金一总队副总队长，与陈永华道别之后，启程前往哈尔滨市开始履行新的使命。带队会战白水的王应生团长改警后任黄金十二支队支队长，为更好的推进支队建设发展和响应官兵们进城的诉求，王应生在成都市多方协调，将支队的营址由邛崃固驿镇搬抵成都西北角的茶店子街道。白水会战时调至 512 团（现黄金十二支队）的战士郭镇凯，由于在支队找矿中表现出色，成为四连二班的新班长，在砂金转型岩金之时，认真学习岩金钻探技术，业绩突出，多次荣立个人三等功。

曾在团结沟淘出狗头金的职工家属姚玉凤，改警后随队移交，穿上军装，正式成为一名武警黄金

战士，而有些原部队职工觉得参军后规矩太多，外出不自由，无法更好地照顾家庭，没有选择穿上军装，继续以职工身份转入新的武警部队。

转入部队体系后，姚玉凤积极适应部队转型，趁着在野外采金的工作间隙，抽时间学习分析化验知识，请教转隶到部队的地质队员们。皇天不负有心人，终于在转改武警后不久，姚玉凤收到了黑龙江大学化学系的录取通知书。

陈永华总工得知一名原来的职工通过自身的努力考取了大学文凭，专程向上级报告了此事，总队特批姚玉凤保留军籍去大学上课，拿到毕业文凭后转改为技术干部。

拿到总队的批复，陈永华叫来姚玉凤，向她指导了许多去校园学习的注意事项："姚玉凤，好样的，通过自己的努力考取了大学文凭，为转警后的职工树立了先进的典型，总队领导批准你保留军籍去大学深造，等你学成归来，转为技术干部。"

姚玉凤感激地回复道："衷心感谢领导的栽培，我一定不辜负领导的好意，好好学习化验分析技能，以后为支队的发展建设做贡献。"

就这样，改警后的黄金兵们按照各自不同选择，踏上了属于自己新的人生旅程……

四

黄金部队正式纳入武警体系初年，已满 77 岁高龄的副总理王震不再分管黄金生产。如果说 70 年代王震受周恩来总理之托领导黄金生产，还带有几分个人色彩，此时由国务院统筹全国黄金生产事业，进行黄金工业谋划和实施具体领导，则将黄金生产全面上升为国家意志。

中央在保留黄金部队后，明确这支部队建设目标为"独立核算，自负盈亏"的工程技术部队，不仅不给这支部队经费，还要部队上缴一定收入，为国家的建设做贡献。若找不到金矿，别说发工资，整个黄金部队吃饭都成问题。因此党中央和国务院十分重视黄金队伍的管理建设，在 1985 年黄金指挥部正式划归武警部队后，黄金管理局副局长崔德文、黄玉珩和与齐锐新政委一起，选调黄金部队担任领导岗位。同时还从特意地方省市选调了两个副省长、分别任武警水电、黄金指挥部副主任，大大加强指挥部党委领导层的力量。

临近花甲之年的齐锐新，由于长期以来抓黄金生产的突出业绩，在黄金部队划归武警部队时迎来新的任命，他穿上了武警的绿色军装，被任命为武警黄金指挥部首任政治委员。

齐锐新内心对中央的安排很清楚，对黄金部队如此重视，是因为黄金储量的增加对国家发展建设来说意义非凡，他觉得自己身上的担子更重了。

北京木樨地 24 号楼。转军后的齐锐新快步走着，去拜访住在这里的老朋友，也是如今他的直属上级——武警总部专职政治委员李振军。这时他是以黄金指挥部政治委员的名义向武警总部政治委员报到，并请教带兵经验。

李振军政委十分热情地接待了好友，邀请他一同吃晚餐。坐在餐桌上，吃着湘西老腊肉，摆放着湘泉酒，李振军政委邀请他同饮。齐锐新是从黄金总公司转到武警任政委，以前没有过执掌军队的经

历，因此他非常激动，连连说道："我只是一个新兵。"

象征性地喝了一杯酒，齐锐新便开始向李振军政委汇报黄金部队下步工作意向："黄金部队散落在祖国边远地带和深山老林，对于这支队伍的管理，一定要用正规部队的方式，才能不出现问题，现在部队找金成果不错，但仍存在军事纪律松散，管理难的问题。"

"国家的经济正在腾飞，需要大量黄金储备。组织上让我继续领导黄金工作，管理这支军队，我深感组织对我的信任，即使肝脑涂地，也要加紧为国家提交更多的黄金储量，这关系到国计民生。"

夹了一筷子菜，齐锐新接着说："李政委，还有一件事得向您汇报，我要代表黄金部队向武警总部上交两辆奔驰车。"原来，在得知他被任命为武警黄金指挥部政委时，黄金总公司订购了两辆奔驰280，赠送给指挥部首长当专车使用。

现在车提回来，齐锐新觉得车太豪华，他和黄主任都不敢坐，也觉得不应该坐。他说："既然黄金指挥部从此归武警总部管辖，就把车上交给武警总部处理。"

李振军政委和他的妻子听后大为惊讶，又非常感动，对这位老党员的清廉深怀敬意。

离别时，李振军夫妇将齐锐新送下楼来，握手告别，目送齐锐新那辆旧车绝尘而去后，李振军政委对妻子感叹道："老一辈共产党人的家风纯正啊！他忠诚、耿直、廉洁自律，国家把黄金部队交给他带，是用对人了啊。"

怀揣着对寻金为国的一片赤诚之心，齐锐新积极部署转警后各支队的找金工作。1985 年初春，驻守河北遵化的黄金八支队（2002 年改编前黄金八支队，区别于乌鲁木齐支队）奉指挥部命令，进驻冰天雪地的崇礼县，在塞北山区展开金矿找矿工作。

根据东榆树坪村（当地简称东坪村）村民向县黄金局提供的线索，八支队工程师对该村北山的一条白色石英脉进行了初步研究。东坪村的金矿石品位很好，一些矿石明金几乎肉眼可见。在崇礼县现场，两位工程师经过前期勘察，交流意见，当时就明确表示，这是一条高品位的石英脉型金矿脉。支队工程师相信，与之平行的肯定还有数条这样的金矿脉。在场的有崇礼县黄金局的领导和工程师，有附近的村民。听到这样的好消息大家异常高兴。八支队官兵为该矿脉定名为——东坪金矿 1 号脉。

沉睡亿万年的东坪金矿的大门从此敲开。东坪金矿是一个新类型金矿，产于二长岩岩体中。70 年代和 80 年代初，张家口地质四队在此进行铁矿勘探，满山遍布槽探工程，明晃晃黄豆粒大小的自然金，被当做废物黄铁矿抛弃在山坡上，农民就捡来这些富金石料砌墙。金矿脉离东坪村书记赵友贵家后墙仅仅几十米，砌墙用的石料很多就是富金矿石。

东坪金矿 1 号脉确定后，八支队工程师们又对附近的脉体进行了研究。在几个月内，先后发现了 2 号脉、3 号脉，一直到 7 号脉等多条矿脉。下半年，大部队进驻后，又发现几十条金矿脉。

当黄金八支队宣布确认东坪金矿的几个月里。村民开始昼夜开山放炮，满山灯火通明。有的村民，挖出一簸箕金矿石，就有倒卖金矿石的老板上万元收购。当时的万元户还十分稀缺。

至此，黄金八支队给崇礼县发现了亿万财富，给每天只吃两顿莜面窝窝的东坪村开辟了一个新天地。

黄金八支队因此受到黄金指挥部的表彰通报，齐锐新政委得知各支队的找金成绩十分高兴，此时

改警后的黄金部队顶层设计才刚刚捋顺，他没有丝毫停歇，即刻组织工作组下基层调研。

1985 年 8 月 22 日上午，由北京飞抵哈尔滨的客机缓缓降落太平国际机场。这天，哈尔滨市飘洒着淅淅沥沥的小雨，客机在湿漉漉的跑道上稳稳地停住。

齐政委下了飞机，与早已等候接机的黄金一总队（原基建工程兵 51 支队，正师级）领导一一握手，当走到王卫国身前的时，已升任一总队副总队长的王卫国向齐锐新政委敬了个标准的军礼：“首长好，一总队副总队长王卫国。”

齐锐新政委看到王卫国布满皱纹的脸庞，握手时触碰到他手掌上厚厚的老茧，动情地说：“卫国同志，我知道你，从解放战场到黄金战场，这些年在大兴安岭辛苦了。”

一位是多年统领黄金工业建设的老领导，一位是从解放战场转隶的黄金部队挺进兴安雪域的战神，此时此刻，伴随着黄金事业的发展历程，两位老革命的双手紧紧地握在了一起。

一行人坐车来到位于哈尔滨南岗区的一总队招待所，雨仍未停，风吹过道旁的山杏树，落叶飘飘。沿途所见，虽才 8 月，已是一片深秋的北国风光。当时南岗区尚未开发，门前道路坑坑洼洼，全是积水。

齐锐新到达一总队招待所后，黑龙江省黄金局相关领导都前来看望问候。见这里路况和住宿条件都不是很好，便邀请齐锐新到省宾馆去住。

齐锐新道了声谢，婉言拒绝道：“我到部队就要住基层，这样可以多感受基层的状况。”他不顾舟车劳顿，立刻开展工作，先到一总队党委会议室听取总队工作汇报，了解当前部队实际情况。

“黄金一总队前身为基建工程兵 51 支队，部队组建不久，驻扎加格达奇的第三支队挺进西口子找金，这个地方一无人烟、二无道路，素有“生命禁区”之称，总结凝练出“以苦为荣、以苦为乐、扎根基层、敬业奉献”的“西口子精神……”王卫国几乎没有看汇报材料，关于西口子、关于大兴安岭，他的亲身亲历已有太多话可说，向齐锐新政委汇报时，往昔历历在目，仿佛王震将军站在队列前问他能不能找到金子，陈永华与他并肩踏雪闯进西口子的场景，就发生在昨日……

散文诗歌：

春芽

◆ 生态地质和灾害地质调查室 李昂

鲁西南的早春，像是一幅淡雅的水墨画，在大地还未完全苏醒时，柳树便已悄悄绽出一抹嫩绿，成为春的使者。而在我的记忆深处，这一抹柳绿，又总是与祖母那慈祥的身影紧密相连。

每至早春，祖母总会迈着她那略显蹒跚却又坚定的步伐，走向村边那一排婀娜的柳树。我像个小尾巴，紧紧跟在她身后。彼时的天空湛蓝如宝石，阳光洒在身上，暖融融的却还未带夏日的炽热。微风轻拂，柳枝随风摇曳，似是在向祖母招手。祖母的目光在柳枝间穿梭，最终落在那些刚刚吐出嫩芽的枝条上。她伸出手，轻轻折下几枝，动作娴熟而又轻柔，仿佛在与柳树进行一场无声的对话。

回到家中，祖母便忙碌起来。她坐在小院的木凳上，将采回的柳芽仔细分拣，把夹杂其中的杂质一一剔除。那专注的神情，如同在雕琢一件珍贵的艺术品。我则蹲在一旁，好奇地看着她。分拣完毕后，祖母将柳芽洗

净，放入锅中焯水。随着水温的升高，柳芽在锅中翻滚，颜色愈发鲜绿，一股淡淡的清香也随之弥漫开来。焯水后的柳芽被祖母捞出，过凉水，然后轻轻攥干水分，切成小段。

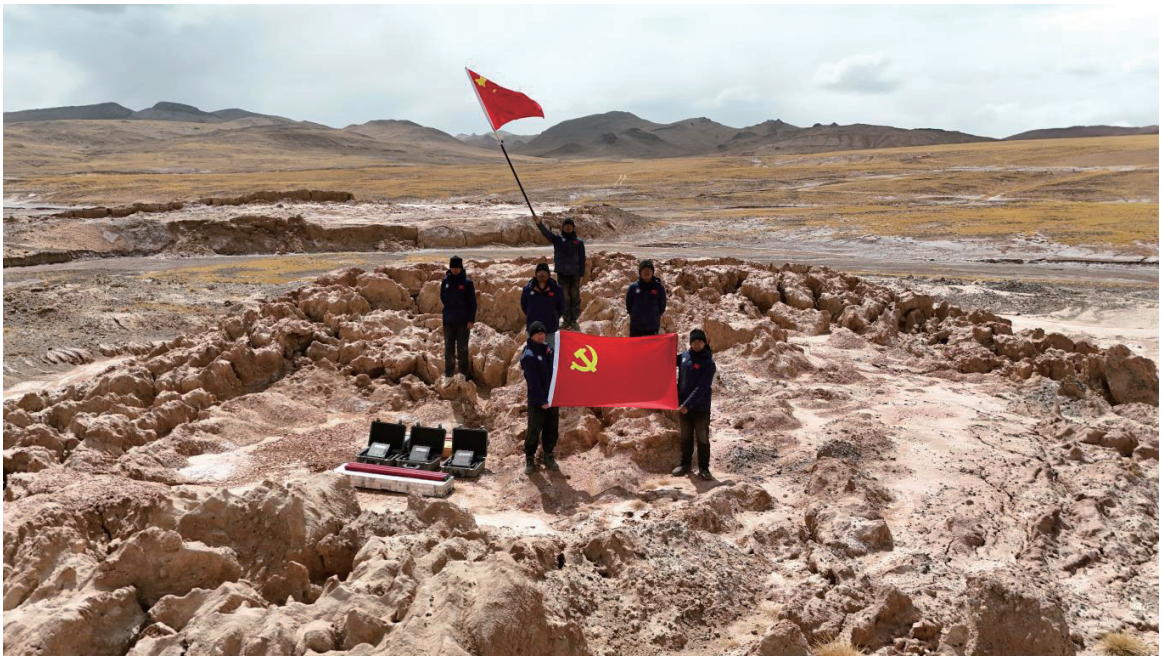
祖母做菜的手艺堪称一绝。她将切好的柳芽放入盆中，加入少许盐、蒜末、香油，搅拌均匀。那简单的调料在祖母的手中如同神奇的魔法棒，瞬间将柳芽的清香与调料香味完美融合。入口的瞬间，柳芽的清新在舌尖上交织，那股淡淡的苦涩中带着丝丝甘甜，恰似早春的气息，虽不浓烈，却足以让人陶醉。

除了凉拌柳芽，祖母还会做柳芽窝头。将柳芽与玉米面、面粉混合，加入适量的水和酵母，揉成面团，静置发酵。待面团膨胀后，祖母便将其分成小块，搓成窝头的形状，放入锅中蒸熟。出锅的柳芽窝头热气腾腾，散发着玉米的清香与柳芽的独特气息。咬上一口，粗粮的口感与柳芽的鲜嫩相得益彰，让人回味无穷。

在那些物质并不充裕的岁月里，柳芽成为了餐桌上的美味佳肴，也成为了我对早春最深切的期待。祖母用她的智慧和巧手，将大自然的馈赠化作满满的爱意，填满了我儿时的记忆。

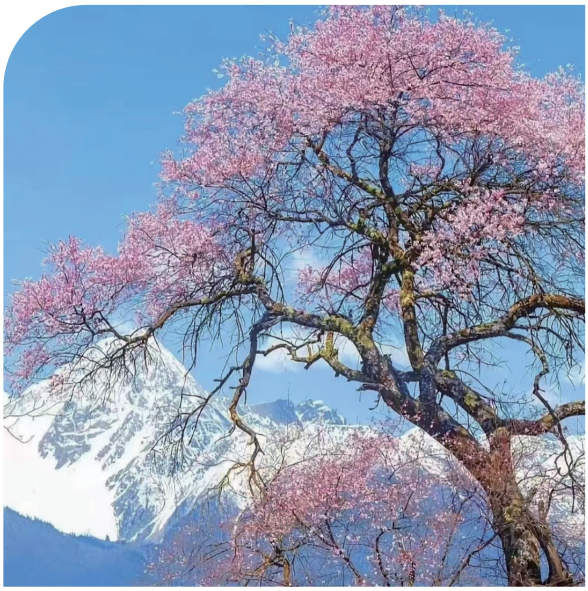
如今，我已长大成人，离开了故乡，但每至早春，柳芽的清香总会萦绕在心头。我仿佛又看到了祖母在柳树下采摘柳芽的身影，那慈祥的笑容，那温暖的目光，如同春日的暖阳，永远照耀着我。鲁西南的早春，柳芽青青，那是大自然的恩赐，更是祖母给予我的珍贵礼物，这份礼物里，蕴含着浓浓的亲情与深深的眷恋，无论岁月如何流转，都不会褪色，只会在心底愈发醇厚，成为我生命中最柔软、最温暖的角落。

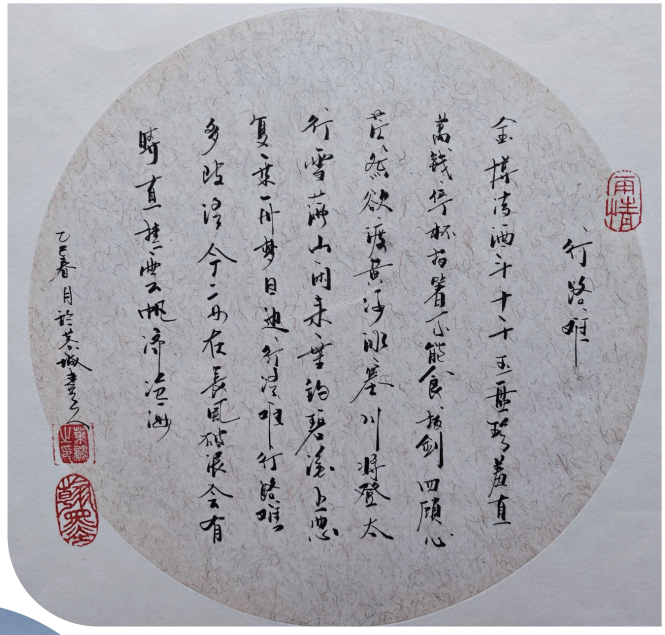
摄影作品：



《探索生命的禁区－羌塘无人区》技术方法室喻剑飞 / 摄

作为地球物理工作者，肩负着为国家寻找深部新能源的重任。这片平均海拔 5000 米以上的高原，被誉为"世界屋脊的屋脊"，蕴藏着丰富的矿产资源，却也是生命禁区。在这片广袤的荒原上，还有无数未解之谜等待我们去探索。我知道，每一次发现都可能改变国家的能源版图，每一份坚持都在为民族复兴贡献力量。在这片离天最近的土地上，我感受到了生命的渺小，也体会到了使命的伟大。羌塘，这片神秘而壮美的土地，正等待着我们去揭开它最后的面纱。





1	2
3	5
4	

1、2：西藏地质调查所张斌/摄

3：何志雄/摄

4：邓森/摄

5：叶鹏/书