



他们，正在破译“青藏密码”

深瞳工作室出品

采写：本报记者 杨雪
策划：刘莉

冰山上白茫茫一片，科考队员的红色衣服格外醒目，一行十人步履蹒跚，喘着粗气，回到位于海拔5600米的科考营地。11月中旬，第二次青藏科考总队长姚檀栋院士带领的科考小分队，完成了又一次在拉萨河1号廓琼岗日冰川区的考察任务。高原逐渐进入严冬，科考工作将从大量出野外转向以实验室为主，我国第二次青藏高原综合科学考察研究也即将进入第5个年头。

有着“世界屋脊”“亚洲水塔”“地球第三极”之称的青藏高原是我国重要的生态安全屏障和战略资源储备基地，也是亚洲众多大江大河的发源地。同时，作为地球上最独特的地质—地理—资源—生态单元，青藏高原被科学界称作“天然实验室”。这里的冰层下封锁着千万年来气候环境变化的蛛丝马迹，湖底则记录着沧海桑田的变迁……

为探寻青藏高原蕴藏的地球奥秘，在时隔近50年后，2017年我国启动了第二次青藏高原综合科学考察研究。10大任务，260多家单位，7000多名科研人员，1500多个日日夜夜……科考队员们在高山上爬冰卧雪，在河谷中徒步前行，在湖泊中乘风破浪。他们是“第三极”上的探险家，却无暇欣赏风景。他们，正在破译埋藏千万年的“青藏密码”。

“守护好世界上最后一方净土”

2017年8月19日，由中国科学院青藏高原研究所牵头，第二次青藏科考在拉萨正式启动。启动式上，一封特殊的来信令在场所有的科研人员沸腾——习近平总书记发来贺信，要求科考队聚焦水、生态、人类活动，着力解决青藏高原资源环境承载力、灾害风险、绿色发展途径等方面的问题。并提出要“守护好世界上最后一方净土”。

我国历来高度重视青藏高原研究工作。1971年周恩来总理主持召开的全国科学技术工作会议上，制定了基础研究八年科技发展规划（1972—1980），青藏高原综合科学考察研究是其中五个核心内容之一；1980年邓小平等党和国家领导人接见了出席首届青藏高原国际科学讨论会的中外科学家；2013年以来，习近平总书记就青藏高原生态环境多次作出重要指示：“保护好青藏高原生态就是对中华民族生存和发展最大的贡献”“青藏高原生态十分脆弱，开发和保护、建设和吃饭两难问题始终存在，在这个问题上，一定要算大账、算长远账、坚持生态保护第一”。

20世纪70年代，我国开展了第一次大规模的青藏科考，全面完成了260万平方公里的考察，取得了举世瞩目的成就。参与科考的刘东生、叶笃正、吴征镒等先后获国家最高科技奖，有40余名科考队员先后当选为院士。

青藏高原研究之所以如此受关注，不仅因为它特有的地质地貌和资源，还因为它对周边气候甚至全球环境、资源等带来的巨大影响。

姚檀栋这样比较两次青藏科考：第一次是发现，第二次是看变化。而近几十年，这种变化之快，让研究人员始料未及。

姚檀栋从学生时代第一次出野外，到如今担任科考总队长，已经在青藏高原上行走了近半个世纪。他明显感觉到，青藏高原正在变暖、变湿、变绿，降水多了，植被好了，也没那么冷了。“过去60年来，我们经历了人类历史上前所未有的气候变暖，青藏高原作为地球‘第三极’，是全球气候变化最敏感地区之一，其升温率超过全球同期平均升温率的两倍。”

全球变暖，青藏高原气候更宜人，难道不好吗？但姚檀栋看到的却是风险。

果然。2016年7月，西藏阿里地区日土县东汝乡阿汝错湖区冰川群53号冰川发生冰崩。“它几乎是飞下来的，冰体4分钟内向下移动了5.7公里，形成冰崩前部的速度约每小时90公里。”姚檀栋告诉科技日报记者，碎冰冲入阿汝错掀起了10米高的巨大“湖啸”，在湖对岸留下了清晰的冲刷痕迹，最远达到离岸250米处。

2个月后，53号冰川南侧的50号冰川也崩了。阿里地区发生这样的冰崩，在有记录以来是闻所未闻的。姚檀栋解释，不同于藏东南冰川的周期性运动，阿里地区的冰川是极稳定的冰川，冰崩与气候变暖直接相关。遥感数据显示，从2011年开始，发生冰崩的

两个冰川都出现了上部冰体向下部快速迁移的现象，这说明冰崩的发生有一定积累过程。姚檀栋判断，这种冰崩很可能继续发生，他将这种冰崩看作一种新出现的冰川灾害。

气候变暖导致“亚洲水塔”功能失调，带来一系列生态灾害，冰崩只是“冰山一角”。2018年，雅鲁藏布江下游加拉村附近色东普沟发生冰屑堵江；1981年和2016年，西藏聂拉木县樟藏布冰湖发生溃决，对尼泊尔境内造成重大影响……

短期看，是水患加剧，水多了。但据科研人员预测，到本世纪中叶，冰川对河流径流的补给将在达到最大值后逐渐减少，长远看，将面临水资源短缺。冰川融水一旦告急，下游干旱区的绿洲将难以为继，气候、环境、植被、资源、人的生产生活统统会发生改变。

“‘亚洲水塔’是亚洲人民的生命塔。”姚檀栋说，以青藏高原为核心向东西南北不同方向辐射，涵盖青藏高原、帕米尔、兴都库什、伊朗高原、高加索、喀尔巴阡等山脉，面积约2000万平方公里，可以称之为泛“第三极”地区。这一区域关系到全球20多亿人口的生存发展。

作为地球上最独特的地质—地理—资源—生态单元，青藏高原被科学界称作“天然实验室”。这里的冰层下封锁着千万年来气候环境变化的蛛丝马迹，湖底则记录着沧海桑田的变迁……



中国科学院西双版纳热带植物园研究员杨永平穿梭在森林和草原之间观察花花草草，给高原珍稀植物建立档案……

科考启动近5年来，来自260多家单位的科研人员在野外和实验室来回切换，中秋节、国庆节甚至春节都经常是在野外的帐篷里过的。

科考队估算了青藏高原储水量——包括冰川水储量、湖泊水储量、主要河流径流量，总和超过9万亿立方米。并预估21世纪末，如果将全球升温控制在1.5摄氏度之内，青藏高原将升温2.1摄氏度，冰川将消融三分之一。

科考队发现，横断山区—祁连山森林分布区过去100年树线位置平均上升了29米，最大上升幅度80米。中国科学院院士、北京大学教授朴世龙说，高山树线上升增加了森林生物量，但压缩了高寒灌丛、草甸的生存空间，增加了高海拔特有物种消失的风险。同时受青藏高原增温影响的还有藏族人民的主要食物青稞，2000年以来，温度每升高1℃，每公顷青稞产量降低0.2吨。

科考队在青藏高原白石崖溶洞土壤沉积物中，

泊、森林开展考察工作，人力始终是不可替代的。最令人恼火的是，仪器也有“高原反应”。受高原特殊的气压、湿度、温差等气候环境影响，很多仪器上了高原就会失灵，有时候，科考队员辛辛苦苦采集的数据，说没就没了。

记者采访过的每一位在青藏高原做研究的科研人员，身上都有一种相通的气质：乐观、豁达、热爱野外、特别能吃苦。他们脚踏实地，勇于探索，协力攻坚，勇攀高峰，这是我国老一辈行走青藏高原上的科学家开创的、并一代一代薪火相传的青藏科学精神。

新中国成立伊始，青藏高原研究还是一片空白。当时对青藏高原地区的科学研究，只有极少数的外国探险家和传教士收集过一些零星资料。从那时起，青藏高原研究就成为我国国家战略层面的科研任务。科学考察工作也从20世纪50年代起陆续展开，对局部地区自然条件、地质、农牧等进行了一些专题性科考。

1973年，第一次青藏科考大幕拉开，由著名地理学家、土地资源学家孙鸿烈主持。基础条件差、物资匮乏的岁月，400多人毅然投身科考事业，啃压缩饼干，喝水壶里已经凉掉的水，就是一顿午饭；最好的住宿地是部队的兵站或地方的运输站，住双层大通铺；无数次前方无路，无数次下河推车……4年时间，从喜马拉雅山脉到藏北无人区，从横断山脉到阿里高原，科考队员几乎用脚步丈量了青藏高原全境。

这支特别能吃苦的青藏科考国家队，开拓了青藏高原的科学大发现，也为尔后的青藏高原研究打下坚实基础。这种基础不仅是科研工作本身，还包括工作方式和精神面貌。

“第三极”研究看中国

青藏高原这块土地的神秘曾被瑞典探险家斯文·赫定在他的著作《亚洲腹地旅行记》中这样形容：“到1907年1月为止，我们对行星面上的这部分（青藏高原）与对月球背面同样一无所知。”100多年后的今天，在科学家们的探寻和仪器设备的测量下，青藏高原渐渐揭开神秘的面纱。

从新中国成立之初一穷二白、无力组织大规模科考，到如今组织数千人、预计长达10年的第二次大规模青藏科考。今天，中国的青藏高原研究走上了世界舞台，并敞开怀抱，与全球各国科研机构携手。

改革开放后，一大批受益于各项中外联培计划的科研人员，为青藏高原各研究领域带来新的研究思路和方法。面向国际研究的前沿领域，我国青藏高原研究开始从以定性为主转向定量、定性相结合，从静态转向动态、过程和机制，从单一学科转向系统集成，从区域转向与全球环境变化相联系。

随着我国科研人员对青藏高原环境变化及其在全球生态环境中重要性认识的不断深入，2009年，姚檀栋联合国内外“第三极”研究科学家共同发起“第三极环境”国际计划，致力于推动“第三极”地球系统多圈层研究，服务区域可持续发展。

美国伯德极地研究中心朗尼·汤普森教授是“第三极环境”的联合主席之一。这位“第三极”的“好朋友”，疫情之前几乎每年都要上青藏高原野外考察，尽管已经70多岁，还做过心脏搭桥手术。另外两位联合主席是德国国家自然博物馆馆长、古生物学家福克·莫斯布鲁格教授和姚檀栋。

“第三极环境”每年开一次例会，约定住后在尼泊尔、印度、美国、德国开，各国轮流做东。但2011的年度例会竟然是在冰岛开的。原来，冰岛总统听了这一计划，希望与北极研究结合起来，特发出邀请。

这种跨国家、跨地域、跨学科联合研究的方式，把欧美研究者擅长的模型、方法引入“第三极”地区，同时共享更多野外一手数据，推动研究领域整体发展。

近年来，中国科学家对青藏高原的研究论文数量和引用率稳居世界第一。世界极地科学圈中，由中国科学家主导的“第三极”研究作为一支崛起的力量备受关注。

全球都在关心气候变化，科学共同体期待来自“第三极”的声音。接下来，第二次青藏科考将继续聚焦“变化”，回答一系列问题：如何整合各类观测与模型，预测气候变暖下亚洲水塔未来的命运？青藏高原环境变化给周边地区带来什么影响，如何应对？青藏高原是怎样响应全球变化的？高原生态演化与人类活动之间有什么关系……

青藏高原地球系统科学国家重点实验室、青藏科考数据共享平台、青藏科考地球系统多圈层综合观测平台等也都在建设中。

科研人员们还将继续在这块神秘的土地上探索，努力解开藏在这里千万年的秘密。

图说科考



科考队员采集湖水样品



科考队员调查地质灾害



科考队员采集岩石样品



科考队员背着钻取的冰芯样品下山



科考队员进行高寒草甸调查