

从澜沧江东源子曲、西源吉曲、正源扎曲，到长江南源当曲、正源沱沱河、北源楚玛尔河……

20余位研究人员，在“无人无路无图”、平均海拔4000米以上的高原，行程2000多公里，开展了一场艰苦的科学考察

本报记者皮曙初、李思远、吴刚、李宁

莽莽江源，蕴藏着无穷的奥秘。处在“世界第三极”，又是长江生态最敏感的区域，江源的一举一动关系整个流域生态变化，科学界有“江源打个喷嚏，长江都要感冒”之说。同时，江源作为长江流域人为干扰最少的区域，河流规律和生态指标对长江流域具有指示和参考意义，堪称长江大保护的“本底”。

近日，由长江技术经济学会和长江水利委员会长江科学院共同组织，并联合长江生态环保集团有限公司、三江源国家公园管理局、青海省水文水资源勘测局等单位参与，开展了2020年长江江源综合科学考察。20余位水文与水资源、水生态与水环境、植被生态和水土保持、河流泥沙、生态环境遥感监测等领域研究人员，在“无人无路无图”、平均海拔4000米以上的高原，行程2000多公里，开展了一场艰苦的科学考察。

作为独家随队的新闻媒体，本报记者全程参与，从澜沧江东源子曲、西源吉曲、正源扎曲，到长江南源当曲、正源沱沱河、北源楚玛尔河，目击科考队员为江源“体检”，为长江大保护寻觅“本底”的过程，也记录下了科考行程的日日夜夜。

8月11日 直门达站问“天河”

2020年江源综合科考的目的是进一步掌握长江和澜沧江源区的生态环境变化情况，为长江大保护、长江经济带发展及三江源国家公园建设提供更丰富的基础数据和更为坚实的科技支撑。第一站便是有着“三江之源，圣洁玉树”之称的青海玉树藏族自治州玉树市。

十年前，一场突如其来的大地震让这里遭受浩劫。十年后，一座既充满现代化气息又保有民族特色的城市在这里浴火重生：雪山、草地、白塔、虹桥、参差的藏式新楼、蜿蜒的通天河水……

科考队员大部分来自武汉市，从西宁飞抵玉树，海拔升至3600米，许多人产生头晕、头疼、气喘等高原反应。但是，独特的高原风情和特殊的流域环境仍然让大家兴奋。

第一个考察的站点是位于通天河旁的直门达水文站。

吴承恩《西游记》让“通天河”这个名字家喻户晓。通天河是长江源头的干流河段，自长江南源当曲与正源沱沱河汇合的囊极巴陇起，至玉树结古塘巴塘河口为止。其下始称金沙江。河如其名，地处高寒之地，其险要程度可见一斑。直门达水文站在巴塘河口上游不远，扼守着长江源头干流出口。

“直门达是控制性水文站点，可谓长江源的资料库，分析长江源水文情势离不开直门达。”长江院河流所博士闫霞介绍。这个1956年7月由长江流域规划办公室（水利部长江水利委员会前身）设立的综合性水文站，至今已有64年的连续长系列水文资料。

直门达水文站副站长李云召是河南开封人，2007年开始在直门达水文站工作。2013年，李云召在这里成了家，时光渐次抹平了一个中原汉子对高原生活的不适应，阳光给了他和藏族同胞一样的古铜肤色，却无法抚平莽莽高原上的孤独。

“以前条件不好，都说‘远看破羊圈，近看水文站’。现在，条件越来越好。”在宽敞洁净的水文站办公楼里，好客的李云召端来了切好的西瓜。记者转到水文站厨房看到，新鲜蔬菜瓜果充足，取暖炉等家具一应俱全。

“水文监测大都已经自动化了，但由于直门达的重要性，还是需要大家轮流值守，最难熬的是冬季，大雪封山之后，感觉自己被世界遗忘。”

科考队员与直门达水文站工作人员展开了热烈交流。

青海省水文水资源测报中心玉树分中心主任李光录多年在高原工作，熟悉江源地区山水“脉搏”。

李光录介绍，江源所在的高原正在遭遇暖湿化。气象显示，江源地区平均降雨量每年增加23毫米，平均温度每十年增加约0.35摄氏度。一方面高原逐渐温暖湿润，雪线和草线逐渐攀升，受此影响，直门达水文站径流量整体呈现上升的趋势。另一方面也带来未知的风险，亟待科学研究论证。

“江源保护任重道远，对江源的科学考察和研究也显得尤为重要。”队员们在实地考察中，更体会到此行责任重大。

高原上的天气犹如孩儿面。结束直门达的调研，返回途中科考队赶上了一场暴雨。

一阵炸雷，接着便是狂雨如注，夹杂着蚕豆大的冰雹，打在车身上乒乒乓乓，仿佛筛豆子一般，一阵紧似一阵。雨刮器开到最快，也没法看清前行的路，约莫过了20分钟，车子仿佛忽然驶离了雨幕，一下子便不见了雨。

真是“山间阴晴不定，片云可以致雨”。

8月12日 “百花谷”里忙采样

大美青海，美在玉树，秀在囊谦。

第二天的科考任务主要在澜沧江源，行程为玉树结古镇至囊谦县。

澜沧江是湄公河上游在中国境内河段的名称，它是亚洲重要的跨国河流之一。澜沧江-湄公河流经中国、缅甸、老挝、泰国、柬埔寨、越南六国，是东南亚的母亲河，更是连接各国友谊的纽带。

汽车沿着澜沧江支流子曲河岸行进，沿途仿佛百花山谷。重峦叠嶂与碧波绿水是诗人笔下的美轮美奂，而对于科考队员们，却是镌刻着高原沧桑的书卷。

车窗外的风景如滚滚、似涛翻，每一处山体褶皱都阐述着地质的演化，每一处河道的蜿蜒都记载着水流的足迹。路途遥远，机会难得。每到一处停车点，科考队员都无暇欣赏美景，忙碌于取样测量。

负责水环境研究的赵良元和刘敏博士，背着

探寻长江大保护『本底』

高寒无人无路无图，两千公里江源科考

沉重的水质探测仪，进行水质检测。高原水寒，一路颠簸，仪器时常接触不良，每次测量，赵良元都会调试半天；来自湖北咸宁的刘敏，个头不高，为了获得更加准确的数据，常常不顾河水打湿鞋子，尽可能靠近河中心取样。

河流形态的变化是泥沙冲淤及河床治理的关键依据。河流研究所周银军和闫霞沿途观测河流地貌，采集水样标本以测量泥沙含量。作为科考队为数不多女博士，身材娇小的闫霞不顾强烈的高原反应，坚持在河床边上下攀爬……

空间信息研究所的博士文雄飞从武汉出发时，肩背身扛平时至少两人负重量的空间探测仪器。他用无人机鸟瞰江源，用GPS进行坐标定位，从宏观的视角窥探江源自然地理特征，让大家有了更为精准的“问诊”江源的数字图纸。一人使用几种设备，他常常是最后一个登车的科考队员。来江源之前，一个问题始终困扰着水资源研究所博士袁喆，为什么江源地区4500米以上和以下的植被生长呈现出不同的垂向变化特征？这也是同行专家对他论文提出的一个问题。

每到一点，袁喆博士都会记录下当地的高程、植被类型、地形特征、水系特征等，希望能通过实地的调研对“4500米”这个阈值进行合理的解释……

长江水利委员会是我国最早科学考察江源地区的机构之一，曾在1976年和1978年通过两次科考探明长江正源，并于2010年再次组织长江源科学考察。长江水利委员会长江科学院自2012年以来，连续9年对江源地区开展科学考察，积累了江源地区水资源、水生态、河道河势、冰川雪线、水土保持、人类活动影响等领域的大量第一手基础数据及资料。

今年的科考队领队、长江科学院副总工程师谭德宝介绍，本次科考将在历年科考的基础上，针对江源区突出的冰川退缩、冻融侵蚀、湖泊扩张等生态环境问题进行重点剖析，增强科考队员对江源区的感性认识和理性认识，进一步掌握长江和澜沧江源区的生态环境现状、河流径流泥沙输移规律，并测定关键水文要素的变化。

十几个小时的行程，抵达囊谦县城已是晚上7点多，队员们却并未感觉疲惫，一到住地便开始整理一天所采集的数据。

8月13日 高寒草甸做“体检”

“开饭了！”

在澜沧江西源吉曲，科考队迎来了第二顿野外午餐。一边是成群的牦牛，一边是湍急的江水汹涌奔腾。“周博士、吴博士、袁博士吃饭了！”一手黄瓜、一手面包的赵良元招呼着正在草甸上操作仪器、测量数据的周华敏、吴庆华和袁喆。

“还有两组数据，测量完就来。”吴庆华伏在草甸上应了一声，继续推着地质雷达缓慢前进。“仪器必须紧贴地面才能读出数据，缓源草甸凹凸不平，为保证数据准确，只能一寸一寸往前测。”

周华敏蹲在一旁，眼眸中反射出电脑屏幕上刚刚绘制好的地下空间结构图，黑白两色组成的波形图清晰地反映着地下鼠洞的分布情况——深浅大小、坑道数量、连通情况等数据一目了然。

袁喆同样紧盯着屏幕，在他眼中，鼠洞不仅代表着鼠害对植被的破坏，更与降水紧密关联，“鼠洞是否会成为江源降水排向河流的‘优先通道’？这一通道是否会带来水土流失？”他一边观察着地下空间结构图，一边在本子上记录着问题。

过去，观测鼠洞多依靠“土办法”——灌水、烟雾、挖掘等，不仅时间耗费率长，观测效果差，事后还需要回填，破坏了草甸植被。

如今，运用新技术，使用新设备，观测鼠洞成了给草甸“做CT”。利用地质雷达发射和接受的电磁波进行探测，不仅数据直观准确，效率更极大提升。

“观测鼠洞，保护草甸，我们这是在给江源做‘皮肤护理’！”周华敏说。

“不同于以往专精于‘水’的科考，这次综合科考关注点更全面，这个项目（观测鼠洞）是由水资源所、岩土实验室共同合作完成的，可谓是一次测绘、三方获‘利’”。长江科学院环境所副总工程

神州风物



▲这是8月15日拍摄的岗加曲巴冰川（无人机照片）。本报记者吴刚摄

师赵良元介绍。

赵良元连年担任科考队领队，是这些年轻博士们的“老大哥”。他说，综合科考不比单项科考，队员们肩负着任务各异而目标一致的使命，即便日均行程400公里，即便白天忍受强烈日光的灼射，夜晚抵御刺骨的寒风，时而置身黄沙漫天狂风四起，时而黑云压顶雪花纷飞，也不能阻挡他们奔赴在江源大地上铿锵的脚步。

这一天的行程是从囊谦县到杂多县，一路仍然沿着澜沧江源扎曲和吉曲而行。

扎曲是澜沧江源头的干流。在藏语中，“多”是上游的意思，“杂多”就是扎曲的上游，也就是澜沧江的源头所在。这里也是长江南源当曲的发源地。

2016年，长江科学院在杂多建成首个江源地区水资源及生态环境观测实验与保护研究基地，为长江源、澜沧江源科学观测和科学考察提供服务。

抵达杂多基地，我们才发现长科院水土保持研究所的90后博士孙宝洋早已在这里，正在摆弄一台形似传统水车的实验装置。

“这是我们自己设计的土壤侵蚀过程模拟径流冲刷试验装置。你看高原山坡上有很多沟沟壑壑，这是水土侵蚀的结果。我们从江源地区不同地点采集土壤样本，设计这个装置，通过改变水流速度、坡度大小，模拟对采样的侵蚀，建立土壤可侵蚀性模型。”孙宝洋边说边进行演示。

在杂多基地，孙宝洋还和队友任斐鹏布设了另一套实验装置：高寒草甸生态系统模拟增温系统相关实验设备及原位观测装置。

在以往的科考中，他们发现，在全球气候变化背景下，随着局地温度的升高，高原上的多年冻土出现消融，植物赖以生存的环境受到严重威胁，气候变化影响下的高寒草甸生态系统退化形势不容乐观。于是，他们设置了模拟增温系统，准备通过多年的观察，研究高寒草甸受气候变化的影响。

正是提前到杂多基地的两天，孙宝洋共完成对五种不同增温梯度植被样方的调查，获取了增温条件下空气和土壤温湿度等长期监测数据587组，利用径流冲刷试验槽，对孟宗沟小流域和杂多基地原状土样进行24组冲刷试验。

8月14日 “无人区”里遇险情

随着海拔的一路攀升，高原反应在海拔4200米的杂多县已与多数科考队员“会合”。

早上6点起床，6点半出发。11辆越野车，整齐驶出县城，像一群大雁，朝当曲源头驶去。

“今天的行程比较辛苦，海拔高，全是搓板路，我们先要到长江南源当曲……”向导张永介绍行程，听得出来今天的任务艰巨。

沿当曲逆流而上，颠簸一个多小时，来到了“一岭分三江”的杂多县阿多乡扎西格君，这里立着纪念碑：长江南源当曲科学考察纪念。扎西格君海拔4900米，来自当曲湍急的江水，在这个地方分成三个流向，汇入长江、澜沧江、怒江。

继续沿河溯源前行，砂石车辙小路也没有了，一队车，在起伏的草滩上跳跃。

立秋已有一周时间，草滩上，星星绰绰的黄花格外亮眼。当曲支流蜿蜒镶嵌在云端肥美的草场，静谧而不歇地涓涓流淌。一群黑色的牦牛散落在河滩附近，或低头吃草，或抬头疑惑地看着车阵。远处白色的帐篷，烟囱冒着薄烟，帐篷门口放着摩托车，两个藏族孩子在帐篷外奔跑……

这就是长江南源当曲的源头。检测、取样、探查……队员们照常忙碌起来，直至正午已过，就着大饼和干风干牛肉开启新一轮的考察研究。

没有人想到，困难才开始。

下午的行程原计划沿莫曲至囊极巴陇，进入长江正源沱沱河。但是，近期江源地区连降暴雨，许多地区道路被冲毁，桥梁被冲断。行至玉树治多县索加乡时，原有道路无法通行，穿越罕有人烟的高原草甸成了唯一选择。

山岗上，两匹野狼，一前一后，盯着在山间颠簸而行的车队。这时，队员们才真正体会到什么叫“无人”“无路”“无图”“无信号”。

七米宽的莫曲河挡住去路，没有其他办法，车队只能蹚河而过。

“糟了！2号车陷进河里了！”探路的8号车刚过去，第二辆就遭遇陷车。天色渐晚，唯有前进，别无他法。

“一定有能安全通过的地方。”研究河流泥沙的周银军博士沿着河滩来回观察。突然，他指向距离不远处小型沙洲，大声喊道：“从那里过！”

“在流经拐弯地段时，河流流速会变慢，河水所裹挟的石头泥沙更易沉积，从而形成承重能力较强，不容易塌陷的沙洲。”他说，“要快速通过，否

则会压坏沙洲。后面的车就很难通过了。”

快速蹚水，呼啸而过。所幸后面的车辆都成功越过河流。

太阳已经落山，山谷里的气温骤然下降。当时的水流速度每秒将近两米，水温接近零摄氏度。到过高原的人都清楚，夜晚就是危险的代名词。要尽快将被困车辆拖出。

一辆车拖不动，两辆车还是拖不动，三辆车一起来，近一个小时的拖拽，被困车辆终于脱困，大伙揪着的心放下。

在没有信号、没有导航的黑暗里继续前行、继续迷路，反反复复，兜兜转转，不觉已至深夜。车队终于经过一处有微弱信号的地段，只好请求救援。

可是没料到，救援的车辆还没有到，探路的8号车又陷落了。三个轮子同时陷入泥沼，动弹不得。

夜空里繁星闪烁、银河照耀，大家出发时的豪情壮志，仿佛都被黑夜掩盖。终于等到索加乡救援民警到来，只好放弃8号车，在救援车的带领下，一路颠簸跳跃，驶出草地。

此时，已是翌日凌晨，所有队员带着疲惫向救援民警投去敬意的目光，使劲挥手道别，驶上大路。

根据预定的考察方案，15日将前往岗加曲巴冰川采样。现在，行程已被耽搁，科考队决定改变行程，连夜赶到雁石坪。

所谓大路，也并非一帆风顺。正在修路，坑坑洼洼，又遇一路浓雾，十几米外就什么也看不见了。车队只能缓慢前行，并在对讲机里互相提醒路况、提示安全，警醒大家不要打瞌睡……

终于，在15日早晨7点左右，越野车相继驶入位于沱沱河支流布曲河源的雁石坪镇。此时，距离昨天早晨出发，已经整整26个小时。

小雨淅淅沥沥淋在满是泥泞的车身上，仿佛要在上面书写一段不可磨灭的记忆。

8月15日 冰川脚下看变化

“时间紧迫任务重，抓紧休息，四小时后下楼集合，12点我们准时出发前往岗加曲巴冰川……”刚刚落下车，赵良元提醒队友们。

“科考不是设计好的科学实验，具有不可预知性。对于高原科考，需要克服更多的突发困难。我们能做的就是严谨求实的基础上，保证每一项观测采样不掉队，不出错，为江源保护提供准确翔实的科学分析和数据。”他说。

睡了三个多小时，11点半集合，前往本次科考的最高点——岗加曲巴冰川。

昨天的遭遇，丝毫没有影响到大家的热情，吃饭时，每个人都表示自己一定要到冰川脚下，去看看江源的第一滴水。

车辆离开青藏公路，沿着杂尔曲，向着各拉丹雪山山的方向前行，经过昨天的一路颠簸，今天的砂石路倒不是什么难题。不久，各拉丹雪山就浮现在天际线，洁白、巍峨、挺拔。

“前面就是各拉丹雪峰，海拔6600多米，这是唐古拉山脉最高峰，名字来自藏语，意思就是高高尖尖的山峰。”向导张永通过对讲机介绍情况。

长江源头就躲在主峰各拉丹冬的冰川深处。那里有70多条现代冰川，为长江源头源源不断提供滋养。岗加曲巴是各拉丹冬现代冰川之中最雄伟的一条，是杂尔曲的源头。杂尔曲汇入布曲之后，成为当曲的支流。

在各拉丹冬的西南侧，还有一条冰川——姜根迪如冰川，那里则是长江正源沱沱河的最上游。

雪峰、冰川的壮美，一扫队员多日的疲惫和高原反应带来的不适。

我们在冰川脚下，遇到了夏塔一家。他身着大领、无扣、开襟的藏袍，头发蓬松，面目黧黑，个头不高但看着异常健硕，他一家六口人，大儿子布桑吉18岁，在拉萨上学。

这是长江源头的第一户牧民，也是长江水恩泽的第一户人家。

“我从小就在这儿出生长大，我爸爸、我爷爷就在这里放牧，这里水草很好。”布桑吉汉语很好，看到我们异常热情。他的妈妈和妹妹，则羞涩地用袖子挡着脸。

他的帐篷距离岗加曲巴冰川只有两公里，阳光照在冰塔上闪着光，显得那么冰清玉洁，庄严雄伟。

然而，杂尔曲汹涌的河水挡住了我们的去路，挟带着岁月的尘埃，刚刚走出冰川的流水其实并不清澈，浑浊且湍急。

“我2017年科考来这里时，脚下站的这个地方是一块冰漠湖，水很清澈，当时的冰川更大，下面还有一个壮观的冰洞，现在都没有了。青藏高原暖湿化，确实对江源地区的冰川、河流、河道有着很大的影响。”科考队员闫霞说。

这是她第六次参加江源科考了。“水流含沙量越大，造床能力越强，河床演变能力越强烈，也会对江源冻土有影响。”闫霞拿着取样瓶，在杂尔曲取水样，并做好标记：8月15日，杂尔曲，编号14。

队员们继续做取样工作。不到一个小时，气候突变，刚才的艳阳蓝天，已被乌云驱赶，一粒一粒的冰雹夹着雪花就砸了下来，北风卷起，吹到脸上生疼。

顺着杂尔曲返回，我们就像是江源的那滴水，在冰川深处融化、团聚，在下一瞬间聚成湍湍的溪涧，争先恐后地走出冰川，走出了亿万年的沉寂。

8月16日 可可西里话“保护”

“在可可西里，你踩下的每一个脚印，有可能是地球诞生以来人类留下的第一个脚印。”电影《可可西里》中有这样的台词。

从唐古拉山镇出发，沿109国道一路北行，科考队进入了“高原精灵”藏羚羊的故乡——可可西里。两旁高山草甸，铺展似绣，不时还有成群的野驴，如闲庭信步。

可可西里位于青海、西藏和新疆三省区的交界处，蒙古语意为“美丽的少女”。这片4.5万平方公里的高原，仍保留着全球仅存的原始而完整的生态环境，“藏羚羊的大产房”卓乃湖坐落于此。

对于江源科考队员来说，同保护藏羚羊同等重要的是保护可可西里的生态环境——长江大保护，从江源开始。

今天第一个取样点在楚玛尔河。楚玛尔河是长江北源，源于可可西里山东麓。科考证实，长江上源伸入唐古拉山和昆仑山之间，这里有大大小小十几条河流，其中较大的有三条，即楚玛尔河、沱沱河和当曲，根据河源唯远的原则，沱沱河为长江正源。

资料显示，楚玛尔河水量相对较小，冬季常会干涸。但在这个季节，我们看到的楚玛尔河水量丰盈，河面宽阔，青藏公路穿河而过。楚玛尔河河水赤红，这与其他河流有着明显的区别。“楚玛尔”藏语意即“红水河”。赵良元介绍，这主要是河水中含铁成分较高的缘故。

赵良元是个“老江源”，长期研究江源水生态系统。他说，矿化度是江源水质重要指标，可能引发生态系统的连锁反应。根据长江科学院长达十年的持续关注，总体来说，江源水质整体良好，普遍居于一类至二类之间，但个别区域也出现水质恶化的倾向，个别地区由于过度放牧等原因，超出环境承载力，氮磷含量甚至超出三类水的标准。所以，保护江源已是十分紧迫的任务。

楚玛尔河畔，队员们尤为关注“四湖连通”现象。

受冰川消融、降雨增加以及上游卓乃湖漫溢等因素影响，位于可可西里的卓乃湖、库赛湖、海丁格尔和盐湖经由古河道连成一片。其中，盐湖面积自2011年以来扩大了四倍，形成湖面面积232平方公里、库容达33.84亿立方米的大湖，尤其近两年增加趋势特别明显。

湖水漫溢，不仅破坏湖边草地生态环境，还对青藏铁路、青藏公路等高原生命线构成威胁。经过多方研究，2019年8月，有关部门因势利导，引盐湖水流入楚玛尔河。

“经过疏导，盐湖面积已经稳定在一个可控的范围内，但未来会如何变化仍需要进一步的观测研究。而且江源的每一点改变，都可能对全流域带来全局性的影响。”长江科学院副总工程师谭德宝说。

“用科考积累的数据与专业分析测算，为可可西里生态环境保护做出力所能及的贡献，这是我参与江源科考最大的收获。”文雄飞博士感言，对可可西里的研究永无止境，对整个江源地区的研究更是如此。

科考还未结束，对采样和数据的研究分析更是长期的过程。但是，越是切身地感受，越是深入地考察，越是体会到江源研究的必要、江源保护的紧迫。

考察队员们希望，江源科考能为保护江源地区提供参考，为子孙后代留下一片纯净的土地。