



科考队员在色林错湖畔选择土壤样点。左起为钟陈、杨帆、陈剑、杨飞、谷俊。 本报记者 郑蔚摄

绿色中国②·走进青藏高原

土壤学家，俯首倾听青藏高原的喃喃低语

本报记者 郑蔚

刘峰队科考志： 色林错——盐化草甸土

南京土壤所科考队自7月下旬从拉萨出发后，经日喀则便兵分三路：由研究员赵玉国、李德成和副研究员刘峰各率一队，每个小队又分为2组，按计划分头奔向藏西北高原。

记者一行与刘峰小队相遇，已是8月初在那曲的申扎县。前一天，我们的车驶过了海拔5276米的古古拉口，雪峰在侧，果然气象不凡。

次日，科考队前往色林错湖畔。色林错湖面开阔，由于十多年来湖面面积不断增加，原位居我国第三大咸水湖的色林错面积已超过了纳木错，成为我国第二大咸水湖。就在记者为“偌大个湖畔，该选哪里做样点”困惑时，只见组长杨飞和杨帆蹲下身，用手捻了几颗草甸上白色结晶尝了尝：“咸的，是盐。就这儿吧。”

高度表显示：海拔4533.7米。在高原上平地挖深坑可是个力气活，郭龙、谷俊、杨帆、谷洪玉、钟陈、陈剑等年轻人轮番上阵。杨飞告诉记者为什么选这儿做样点：选点必须考虑代表性，因为千百年来色林错湖面大幅度进退，这里是典型的盐化草甸土，但地下水位高，如再往湖边走，怕有陷车的可能。

果然，才挖了六七十厘米深，地下水就涌了出来，赶紧用桶往外舀水，水没了再挖，没挖几下水又从四壁渗出，于是再往外舀水……干了2个多小时，才形成了标准的样坑。于是，杨帆他们精心修出整齐的坑壁，判定样点的土层，再逐层取样。每层取1袋土，每袋2公斤。记者奇怪为什么用布袋装土？杨帆解道：“布袋可以滤去土样中的水分。如果装在不透气的塑料袋里，土样里的微生物活动容易使土壤变质，影响土壤的理化性状。有条件的话，布袋中的土样还应当尽快风干。”

只见谷俊又跳入坑中，用锤子将一个5厘米高的铁环砸进土里，取出后用小刀细心地削去露出环外的部分。“这是环刀样品。”杨飞说，“用于测定土壤的容量，它可以反映土壤的通气性和持水性能，是事关农牧业生产的重要指标。每层取3个环刀样品，回到实验室后，还要送进105℃的烘箱内将它烘干，再计算出它的容量。”

在这支队伍里，还有几位特殊的成员：沈阳农业大学资环学院的院长王秋兵教授、谷洪玉博士和来自华中农业大学的郭龙博士。行前，王教授的夫人一直担心他血压会不会太高、高反会不会严重？这次科考中，57岁的王秋兵教授的血氧含量始终徘徊在70-75之间。他不仅是记者的带教老师，一路辅导，还兼科考队现场作业评委，后来还亲自上阵做样点。

郭龙和谷洪玉是第一次见识青藏高原。青藏高原对别人来说是“诗和远方”，对刚刚开启高原科考生涯的他俩来说，却是“一生的冷板凳”！“非常震撼，最大的收获是换了一个视角看自然！”“为什么山坡上温度更低，植物反而比山脚下更茂盛？怎么区分草原、草甸和草毡？怎么区分土壤中的洪积物和坡积物？过去我们只知道书本上的道理，现在我们见识了青藏高原的神奇！”他俩兴奋地说。

李德成队科考志： 班戈错——大标本

青藏高原强烈的紫外线在李德成脸上留下了再清晰不过的印记：双颊完全呈紫红色。而他说起话来依然如年轻人一般激情飞扬，让人想不到他是1965年出生的人。自2013年起，他已六上青藏高原。

李德成曾拍下队员在班戈错边采集完一个土壤“大标本”后兴高采烈归来的视频，个个手舞足蹈就如凯旋的士兵。“什么是大标本？”记者见过杨帆在样坑里按层次一层一层取大概3厘

米x4厘米x6厘米的土块，依次装进纸盒标本，但没见过土壤大标本，颇为好奇。

“土壤大标本其实就是土壤的整段标本，主要用于博物馆内展示土壤原貌。”李德成科普道，“所以我们要把原状土壤原汁原味地带回去，让所有未到现场的人一看到这个大标本，就大致知晓青藏高原的土壤是怎么样的。”

大标本的要求是在样坑上取一个高1米、宽20厘米、厚达5-8厘米的土柱，然后装入大木盒里，再运回内地。“班戈错的那个土壤大标本特别难做，由于是靠近湖边的沼泽，土壤含水量特别高，且非常松软，往往是正取样的时候，样壁就突然坍塌，没有办法，只能重新再取，前前后后折腾了几次才搞定。所以我们有句行话：泥越软，功夫越硬。”他说。

在班戈错取的是什么类型的土壤呢？“我们在土壤发生分类上称为寒原盐土。”李德成告诉记者，“一般土壤从上到下，最简单的可分为3层：最上面A层为表土层，最底下C层为母土层，中间的B层叫心土层。土壤的发育程度，可以通过对心土层的性状来判断：它有没有植物根系？粘不粘？有没有形成结构？什么形状的结构？如果心土层发育程度高，一般就比较厚，可以细分为多层。如果土壤没有发育或发育弱，往往A层下

面直接就是C层，或B层很薄。”李德成分队里，还有一支“外援”，就是中科院生态环境研究中心的刘四义和两位博士生韩冰、井忠旺。与众不同的是，他们是唯一自带冰箱的专家，那台体积100余升的移动冰箱由皮卡载着，与他们寸步不离。当李德成他们忙着采样时，刘四义则与学生一起戴上专用手套，开始采集土壤样品，一部分直接放进始终保持-20℃的低温冰箱；另一部分则装入普通密封袋；还有部分用锡纸包起来，以避免有机物的干扰，用于回去分析土壤的脂质。“我们关注的是青藏高原土壤微生物的多样性，以及对土壤质量和气候变化的指示和反馈作

用。”他为记者启蒙说。

赵玉国队科考志： 羌塘无人区——银河系

赵玉国分队的科考线路最令记者羡慕：从日喀则走318国道，到拉孜后改219国道到达阿里狮泉河，后往东北方向闯入羌塘无人区西南部分，再翻过喀喇昆仑、到达喀什地区后，东进和田，沿昆仑山北侧、塔里木盆地南缘进若羌，再分兵二路，一路奔阿克塞，另一路奔德令哈……全程从西藏到新疆再到青海或甘肃再到西藏，逾万公里。

穿越羌塘无人区是赵玉国队最难忘的经历。那天赵玉国、宋效东带2台车从革吉县盐湖乡出发前往日土县，因司机要办证，来自云南农业大学的讲师王豹临时“代驾”。从地图上看，行程240公里，不算太远，但原来的土路因大雨变得十分泥泞，且时断时续，车走着走着就迷路了。用GPS导航也只能显示大概方向，却显示不了路在何方。更糟心的是，手机信号没有，两车失去了联系。车上的油表显示仅有半箱油，赵玉国果断决定：先找藏民加油！

好不容易找到一户夏季牧场藏民，600元钱换了30升油。知道无人区的油来之不易，他们还送了藏民一支手电筒。此刻已是下午1点，才前进了80公里，只得赶紧上路。

无奈路况实在太差，一个侧滑，车陷烂泥里了。其实这不过是他们无数次陷车中的第N次，因为经常陷车、挖车，别的队已经授予他们“专业挖车队”的美誉。但这真的是“陷”车了。倘若在内地，只要路边有一棵树，他们用车头前的绞盘钢索，也能把自己的车拉出来。可这里是高寒高海拔无人区，别说树，草都没几株。他们先是试着将挖土土壤剖面的铲子插入地里，将它作为钢索的支点拉车，结果铲子力不从心。脑力激荡后，还是他们的专业启发了思路：索性挖一个剖面，在剖面底部横放兵铲，再用石块和土压住兵铲，用铲子的钢柄抵住土壁作为钢索的支点。这下，终于证明“专业挖车队”果然不是浪得虚名！

谁想到，他们还未从“自救成功”的自豪感中平静下来，前面的路面已经被雪水和雨水淹没，就连原来可勉强辨认的车辙都不见了，这是该进，还是该退？车上的赵玉国、王豹和汪虎三人，都同年属虎，人称他们为“虎豹队”。三人对过眼神，于是王豹切换低速四驱，前后差速锁定，升高底盘，拿出了虎豹的狠劲；冲！车轮溅起一片片水花，多次侧滑，都被王豹敏捷化解，终于闯了过去。“根本没有退路。”赵玉国对记者强调说。夕阳西下之时，他们又一个急刹车：前面路不见了！

3人忙下车上前察看：原来，土路已被一股湍急的水流冲出一条深沟，车还能过吗？

王豹不顾这次冰川融水特别凉，脱了鞋袜跳下去，拄着铲子一步一滑趟向对岸：“应该能过！”

赵玉国告诉记者：“其实我那时想，大不了还是陷车，我们就原地过夜，明天再把车挖出来！”是啊，“专业挖车队”还怕挖车吗？

“虎豹队”再次出发，缓踩油门，发动机低吼，果然！一番颠簸摇摆之后，深沟已在身后！

王豹兴奋得正要开启“飙车”模式，只听赵玉国下令：“停车，我们再做一个样点。”

啥？日落西山，尚不知日土县路在何方，已半天不见一个人影，而油料即将耗尽，还做样点？

“做！”赵玉国果决地说：“这里前人没有做过样点，我们来一次无人区太不容易了，赶紧做。”

这真是“不忘初心”最好的诠释！这里是北纬33°4'17.3424"、东经80°52'46.2288"，海拔4433米，它将成为未来的《1:50万青藏高原土壤图》中新呈现的样点。

车行于夜，又遇冲沟，停车探路。不知哪位“虎豹队员”抬首仰望，惊叹道：“快看，星空！”

平日习惯了城市灯火的他们仨，突然在漆黑一片、渺无人迹的无人区，撞上了亿万年来始终默默注视着地球银河、震撼无比。

“尽管前路未知，但那一刻，我觉得我们历经千辛万苦，做了那么多样点，好像就是为了来看这银河的。”赵玉国说。星河璀璨，笼罩苍穹，无以名状。每一个民族，都需要仰望星空的人；每个人的一生，总应当有一刻，哪怕仅仅一刻，在星空下默然肃立，洗净灵魂。



科考队员刘四义（左）、韩冰在仲巴县海拔5712米的山上取样。井忠旺摄



科考队员宋效东（左）、赵越在新疆塔县跋山涉水。赵玉国摄

专家访谈

制作1:50万青藏高原土壤图

——对话中国土壤学会秘书长、中科院南京土壤所研究员张甘霖

文汇报：国家从2017年正式启动了第二次青藏高原综合科考，意义重大。请介绍一下我们土壤科考在其中的地位和作用。

张甘霖：第二次青藏高原综合科考是一个综合性非常强的系统工程，土壤科考是其中涉及地表系统非常重要的部分，是整个系统工程中不可或缺的一环。南京土壤研究所具体承担的科考内容，是“土壤质量变化及其对生态系统的影响”专题中，直接以土壤为研究对象，侧重于土壤的类型和分布的子专题。土壤和农业开发、生态环境保护等密切相关，因此我们必须对青藏高原的土壤数据有全面的了解。当然，早在40年前，当时的青藏科考和全国性的普查就做过土壤调查，但受当时技术条件的限制，青藏高原的很多区域去不了，有的实验做不了。所以虽然那时老一辈土壤学家画出了青藏高原土壤分布图，但精度有待提高，而且40年过去了，当地生态环境的变化很大，全球气候变暖也带来了

青藏高原植被和土壤的变化。如今，已有更好的技术手段，可以进入过去没能进入的无人区，并获得新的观测数据。今年的南京土壤所3支科考小队各自行程上万公里，总计完成250多个土壤样点。

文汇报：请介绍一下您领衔的这次土壤科考的总体安排和重点是什么？

张甘霖：这一科考项目，我们有个5年规划，计划野外分区作业3年，今年是野外作业的第一年；后2年主要进行室内研究分析。科考重点是研究土壤不同尺度的分布规律，目标是制作完成精度比过去高一个等级的青藏高原土壤图。首次青藏高原综合科考，前辈们制作了1:100万的青藏高原土壤图，而我们这次的目标是完成1:50万的土壤图。过去图上1平方厘米代表100平方公里，而新图的1平方厘米代表25平方公里，虽然比例尺精度只提高了一倍，但土壤采样工作量增加到4倍。且由于土壤在空间上的变化很复杂，我们要找到土壤变化的区域和边界，发

现不同尺度的土壤变化规律，同时将土壤空间的信息更精确地体现在土壤图上。

文汇报：您在这次科考中最关心青藏高原土壤的什么问题？

张甘霖：深入理解土壤在青藏高原的空间分布规律，是我们关注的首要问题。其次，研究青藏高原隆起过程对土壤变化的影响。青藏高原上很多远古的土壤曾保存着很多逝去的岁月信息，但后来环境变化了，所以希望能解读在地壳抬升不同阶段环境过程对土壤变化带来了什么影响。再者，近数十年以来，全球气候变暖、人为活动增多，都有可能加速土壤退化的危险。土壤的形成过程是多要素互相作用的结果，大自然相当于为我们在青藏高原这个严酷的生态环境做了一项实验。我们期待着解读这个实验的结果，来丰富现代土壤科学，揭示新的科学规律。

文汇报：您认为青藏高原土壤最神奇、最打动您的是什么？

张甘霖：青藏高原土壤最神奇、最打动我的是它的多样性，以及对土壤质量和气候变化的指示和反馈作用。”他为记者启蒙说。

张甘霖：青藏高原有许多独特的神奇之处。因为它地处高寒地区，我们通常认为青藏高原土壤发育和母质风化都很慢，但实际上青藏高原剥蚀区又是全球剥蚀速率最高的地区之一。我们还发现，虽然青藏高原有些土壤发育程度仍在幼年期，但其实下面覆盖着很古老的土壤。我深感，我们过去对青藏高原土壤的了解是十分有限的。所以最吸引我的，是发现与我们原有的知识体系不吻合的地方——就是科学的未知点。

文汇报：曾拜读您写的土壤学科普著作《寂静的土壤》，这本书非常有意思，道出了“寂静的土壤学”。确实，民众似乎对土壤的关注度不大，您对此有何评价？我们为什么要关注土壤和土壤安全？

张甘霖：土壤朴实无华，默默无闻，但土壤是庄稼之母，土壤的质量很大程度上决定了农产品的质量，因此受到公众的关心是很自然的，这也为保护土壤提供了“无可奈何”的契机。从系统的角度看，土壤是连接地表圈层的纽带，是生态之基，因此关注土壤问题决不是只有污染问题，土壤还面临多种退化威胁。我们要认识到土壤是正在被消耗的自然资产，虽然从理论上而言是“缓慢再生的资源”，但对人类世代而言却是“不可再生”的，关注土壤的安全不仅仅是为我们自己，也是为子孙后代提供生存和发展的基础，当然值得每个人都来关心和保护。