

在海拔3816米的瓦里关山顶，矗立着世界上最高的中国大气本底基准观象台

27年，“瓦里关曲线”描绘温室气体变迁

本报记者 刘毅

深度观察

精准测量——

一年365天值守，每天产生6万多个数据，一直按照国际标准控制，确保每个数据准确可靠

这个中秋节，观测员黄建青和李明将在山上值班。“记不清这是在站里过的第几个节日了。一年365天、一天24小时都不能离开人，轮到谁，谁就上。”1991年建台前期论证时就来这儿工作，黄建青说，“我们习惯了，家里人也习惯了。”

早上7点43分，黄建青抬起手腕看了看表，随即拿起一旁的记录本，转身推门上楼。两分钟后，他准时出现在顶楼天台，眺望四周，观测云量、能见度和天气现象。

像这样的人工观测，每天早中晚共3次，每一次都需要掐着点按时观测和记录。57岁的黄建青养成了格外守时的习惯：“气象是瞬息万变的，晚1分钟、早1分钟，气象要素可能就有变化。”

人工观测主要看传统气象要素，而监测大气状况主要依靠各类先进仪器。“这是温室气体在线监测分析仪”“这是气相色谱温室气体监测系统”“这是臭氧光谱仪”“这是大气黑碳气溶胶观测系统”……走进瓦里关中国大气本底台，世界最先进的现代化监测仪器，让人眼花缭乱。

“大气本底观测，是为了获取没有人因素干扰的全球大气中各要素的浓度数据。为了满足世界气象组织的严格要求，专家经过多年选址论证，最终于1992年确定在瓦里关建设中国第一个全球大气本底台。”瓦里关中国大气本底台台长张国庆说，目前，瓦里关中国大气本底台担负着对温室气体、气溶胶、反应性气体、太阳辐射、降水化学、常规气象要素等的观测任务。

精益求精，这是大气本底观测的显著特点，也是基本要求。有人来访，几辆车、几个人都会一一登记，如果当天的观测数据出现明显异常，人为因素的影响就需要剔除掉。室外有一座89米高的气象梯度观测塔，塔顶设置引气口，空气从密闭管道被引入机房中的各种监测仪器。这一切，都是为了将人为因素导致的误差降到最低。

怎样确保监测仪器没有偏差，测量出的结果和实际情况相符？

“我们会配置标准气，用高压泵把干净的空气压到钢瓶里，配置出不同浓度的标准气，作为衡量仪器测量结果是否精准无误的一把‘尺子’。”张国庆介绍，每隔三五个小时，仪器就需要自动测量“标准气”，看测量结果是否和标准气的实际浓度相符。如果相符就证明仪器在正常运转，否则就是有了偏差，必须及时校准。

高压配气是一项有几分危险的工作。黄建青曾将高压泵拆了装、装了拆，把内部结构和运行原理琢磨透彻，不过，有时还是难免发生意外。一次，黄建青在外地一个区域大气本底台指导配气时，泵的接口突然炸开，飞出去的活塞打穿前方水泥墙体。这使他至今心有余悸。

黄建青是台里的多面手，平时喜欢琢磨，他不仅是很多仪器的操作好手，还从零开始学习电工知识，成了站里的“电工师傅”。“这都是环境逼出来的。”黄建青笑称。

“现在，我们实现了30多个项目、60多个要素的全天候、高密度观测，每天产生温室气体等6万多个数据。”张国庆如数家珍。

所有数据的质量控制都采用国际标准进行。“世界气象组织每两年组织一次国际巡回标定和比对，用严格的标准来衡量我们测出的数据是否符合要求。比如，给我们一瓶气来‘盲测’，测完后告诉他们浓度是多少。”张国庆说，“建站20多年来，我们每一次检查都是达到质量管理要求的。这一点支撑了我们数据的

擦着峭壁，车子在砂石山路上盘旋，一个弯接着一个弯……终于，山顶到了。

海拔3816米。天空湛蓝，云朵雪白，山峦壮阔。这里是青海省海南藏族自治州共和县瓦里关山，山顶矗立着世界上海拔最高的大气本底基准观象台，也是欧亚大陆内陆腹地唯一的大气本底基准观象台。

1994年9月，世界气象组织宣布：目前世界海拔最高而且是第一座建在大陆上的大气本底基准观象台，将在中国青海省瓦里关山开始运行。中国大气本底基准观象台作为世界气象组织1989年开始建立的全球大气监测网的组成部分，将主要用于监测大气中温室气体和臭氧等化学成分的变化。当年9月17日，瓦里关中国大气本底基准观象台（以下简称瓦里关中国大气本底台）正式挂牌成立。

这里被称为“云顶的观象台”。在星空和白云仿佛触手可及的地方，气象观测员们已经坚守了整整27年。这27年间，他们向全世界提供准确、连续、具有全球代表性的温室气体观测资料，从未间断。根据瓦里关中国大气本底台观测资料绘制的二氧化碳浓度变化曲线，成为国际气象界赫赫有名的“瓦里关曲线”。

可靠性。”

中国科学院院士、中国气象科学研究院研究员周秀骥，曾于1991年带领科研工作者对瓦里关山进行选址考察，见证了瓦里关中国大气本底台的从无到有。

“温室气体等大气本底观测是一项专业性很强的工作，容不得一点马虎。所以从一开始我们就主动把国际标准引进来，为的就是确保数据的精确，这样才有可比性和实际参考意义。”周秀骥说。

执着坚守——

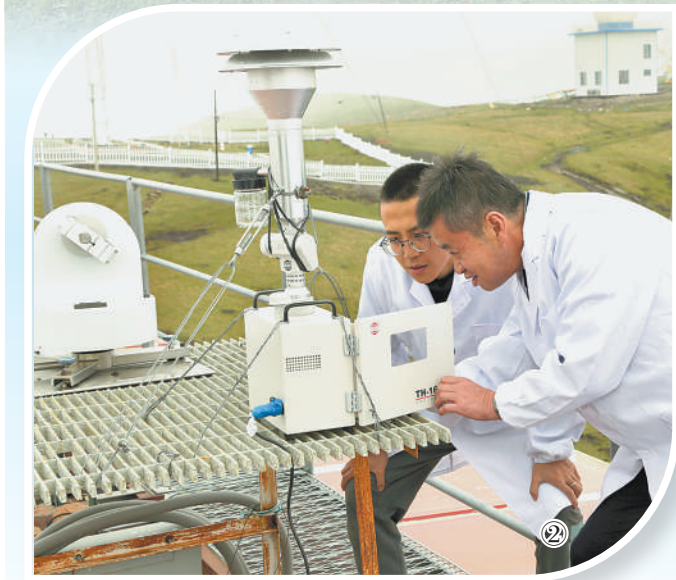
为避免影响监测结果，山上不允许生火炒菜。高原反应、生活不便成为家常便饭

“虽然条件艰苦了些，但付出总有回报。”今年4月退休的赵玉成，一谈起瓦里关就兴奋不已。1990年7月，他开始从事瓦里关中国大气本底台前期论证相关数据观测及采样，此后一直在台里工作。

瓦里关山是一个孤立山体，当年选择在这里建台的一个重要因素，就是周围一大片区域属于无人区，远离污染源。然而，这也给观测员们的生活带来了许多挑战。

“刚开始的几年，山上没有电视、冰箱，20天一换班。我们每次上山值班前，要先去农贸市场大采购，买上至少可吃20天的东西，拉上山后用竹筐和绳子把菜吊在水窖里保存。”赵玉成说，那个时候观测员值班，前几天先吃不能放太久的菜，到了最后几天则几乎是萝卜、土豆和大白菜。

建台之初，从山脚到山顶修了7公里的盘山公路，要绕24个弯才能盘上去，路不好走。



图①：瓦里关中国大气本底台的室外观测场。

图②：观测员黄建青（右）和任磊在认真检修仪器设备。

图③：瓦里关山雪后初晴，天地辽阔。

金泉才摄

“当时一年得有五六次大雪封山。”赵玉成回忆道，冬天积雪或春天融雪时，车常常开到半山腰就无法继续前进。接班的观测员需要背上食品、采样容器，徒步上山，走上十几步就得缓口气。完成交接班后，再由交班的观测员把采样瓶抬下山、搬上车。

“现在的路比以前好多了，还修了护坡。不过，在这样的高海拔地区，还是会发生大雪封山的情况。”赵玉成说。

记者来到瓦里关中国大气本底台时，这里正紧锣密鼓地开展基建。新的业务楼已经盖好，正在盖生活楼。现在，观测员们不再需要定期爬上那座89米高的铁塔维护设备，改由专业塔工高空作业。工作和生活条件在持续改善，可仍有许多困难需要观测员们去克服。

对不少观测员来说，睡眠是道难关。影响睡眠的往往并不是户外此起彼伏的野狼嚎叫，而是高原反应。尽管大多数观测员来自海拔2000米左右的西宁市，但很多人每次换班来到这儿，仍然免不了会有高原反应。

“高原反应晚上更厉害，而且工作区和生活区紧挨着，24小时运行的十几台采样泵噪音很大。有时晚上实在睡不着，就把床换个方向睡上几天；过几天，再换个方向。即便好不容易睡着了，经常两三个小时就会醒过来。”赵玉成回忆说，高原反应最严重时，整天头疼，嘴唇发紫，

指甲发青。

随着年龄的增长，高原反应往往更强烈。黄建青说：“现在睡觉时常常做梦，梦到仪器停了、标准气用完了或者标准气没打开，然后一下子从梦中惊醒。”

山上不允许生火，不能炒菜，否则会产生气体污染，影响监测结果的准确性。观测员们只能用电炊具来煮面条、下饺子、蒸馍馍等，吃的多为半加工食品，常常一包方便面对付一顿。

中午时分，走进休息区，一大箱泡面旁，是正亮灯运转的微波炉。山上海拔高，沸点不足90摄氏度。在山下开水泡方便面稀松平常，到了山上，还得向微波炉求助。

中国贡献——

“瓦里关曲线”推动国际社会在气候变化问题上形成共识，对世界减少温室气体排放具有重要意义

“建大气本底台会不会影响当地发展？”建台之初，当地人曾经有过这样的担心。

“大气本底台周边50公里以内不能有较大污染源，主要居住区、工业区和主要道路、机场及航线要远离瓦里关山基地”，这样严格的要求，当时一度让当地人感到压力不小，甚至试图说服有关部门取消在瓦里关山建大气本底台。

如今，大家感到，27年前世界气象组织和国内有关部门选址瓦里关山，促使当地在生态优先、绿色发展之路上“先行了一步，占得了先机”。

共和县委副书记韩福龙感慨地说，正是当初瓦里关站的建设，使得共和县更加自觉地将保护生态环境放在首位，走上了一条可持续发展之路。如今，全县1/3的面积被划入生态保护红线内，生态优先、绿色发展的意识贯彻到经济社会发展过程中。

保护生态给共和县带来了绿色红利。全县大力发展清洁能源，以风电、光电、水电为三大产业，致力于打造成为国家级清洁能源示范区。2020年，共和县在青海全省县域生态考核中位列第一。“我们最大的责任在生态，最大的潜力在生态，最大的价值也在生态。”韩福龙说。

为确保瓦里关中国大气本底台观测数据的准确性，海南州也在产业布局、基础设施建设、资源开发利用、生态环境保护等方面，严格按照相关要求来统筹安排。

张国庆告诉记者：“为了将人类活动的影响降到最低，确保瓦里关中国大气本底台的良好观测环境，青海省正在推进相关立法，随着‘绿水青山就是金山银山’的理念越来越深入人心，立法进展比较顺利。”

在中国工程院院士、中国气象科学研究院研究员张小曳等专家看来，瓦里关中国大气本底台的建设，不仅促进了当地的绿色低碳发展，更重要的是，通过长期科学监测得到的“瓦里关曲线”，为国际社会在气候变化问题上形成共识做出了贡献，对促进全世界减少温室气体排放、积极应对气候变化，具有非常重要的意义。

瓦里关中国大气本底台建设前夕，全球二氧化碳浓度不断升高的趋势已越来越不容忽视，南北两极等地纷纷建立起大气本底观测台，但欧亚大陆腹地还没有大气本底观测台。从已有观测台站获得的数据不能代表全球气候变化的真实状况。欧亚大陆腹地二氧化碳浓度变化到底是怎么样的？中国在瓦里关山建设与运行大气本底台，填补了空白，给出了答案。

张小曳说：“作为位于欧亚大陆内陆腹地唯一的大气本底观测站，中国瓦里关全球大气本底台观测到的二氧化碳浓度变化，与相距数千公里的美国夏威夷冒纳罗亚全球大气本底台观测的结果几乎一致，这表明瓦里关全球大气本底台的观测结果，包含了北半球中纬度充分混合的大气温室气体浓度及其变化信息，有力证明了全球温室气体浓度持续上升的趋势。”

青海瓦里关站和夏威夷冒纳罗亚站的观测结果表明，近些年来这两个观测站的大气中二氧化碳浓度基本相当，每年均增加约2ppm（ppm为浓度单位，即每百万个空气分子中所含该种气体分子数）到3ppm。2019年，瓦里关站观测到的二氧化碳浓度为411.4ppm，让人欣喜的是，2016年后二氧化碳浓度增幅放缓。

“我们的使命就是确保监测数据的准确性、长期性和连续性，持续绘好‘瓦里关曲线’。”张国庆说，“只要世界各国齐心协力应对气候变化，减少温室气体排放，我相信未来‘瓦里关曲线’会逐渐停止上升，甚至掉头向下。”

（杨萌、金泉才参与采写）

记者手记

共同构建人与自然生命共同体

上世纪90年代，我国在经济基础较为薄弱、科技水平远不如今天的时候，下决心攻坚克难，加入国际温室气体监测计划，建设瓦里关中国大气本底基准观象台。通过27年的日夜坚守、精益求精的连续监测，获得了反映欧亚大陆腹地温室气体浓度变化的“瓦里关曲线”，为全球大气环境观测作出了中国贡献。这是中国作为负责任大国，积极参与和引领全球生态环境治理的又一个生动范例。

今年4月22日“世界地球日”，习近平主席在领导人气候峰会上发表重要讲话时指出，气候变化给人类生存和发展带来严峻挑战。面对全球环境治理前所未有的困难，国际社会要以前所未有的雄心和行动，共商应对气候变化挑战之策，共谋人与自然和谐共生之道，勇于担当，勠力同心，共同构建人与自然生命共同体。

从开展精密监测与科学研究，到在历次联合国气候变化专门委员会(IPCC)评估报告撰写中发挥重要作用；从实施积极应对气候变化国家战略，到坚持推动绿色发展和低碳转型；从积极履行应对气候变化(巴黎协定)，到统筹推进碳达峰、碳中和目标……应对全球气候变化，中国有雄心更有行动，不断贡献中国智慧、中国力量。中国坚持人与自然和谐共生，协同推进人民富裕、国家强盛、中国美丽，是当之无愧的全球生态文明建设的重要参与者、贡献者、引领者。

大气没有国界，环球同此凉热。地球是人类共同的、唯一的家园。同舟共济、守望相助，共同构建人与自然生命共同体，人类才能汇聚可持续发展合力，有效应对全球气候环境挑战，把一个清洁美丽的世界留给子孙后代。

