

# 中国大气本底基准观象台的前世今生

■ 李德林

中国大气本底基准观象台（简称“瓦里关站”）应时代召唤而产生，随科技发展而发展成熟。其提供的温室气体观测数据是我国对全球大气科学的重要贡献，对于研究全球和区域气候变化等科学问题，以及相关政策的制定起着极其重要的支撑作用，受到了国内外的广泛关注。经过近30年的发展，瓦里关站已经发展成为我国开展相关业务、科研和人才培养的示范台站以及与国际接轨的重要桥梁。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2023.04.012

一个气象站，特别是一个填补了本底观测在亚欧大陆腹地空白的全球站从无到有的过程是复杂的，包含时代召唤、科技发展、大国担当，中国大气本底基准观象台也是沿着这条轨迹走过来的。

## 1 台站建设史

1979年第一次世界气候大会上，气候变化首次作为国际社会关注的问题被提上议事日程。此后，世界气象组织/全球大气观测计划（WMO/GAW）及有关国际机构相继组织了一系列与气候和气候变化有关的科学计划。自1986年起，在国家气象局邹竞蒙局长的倡导和主持下，由中国气象科学研究院组织专家在我国西部的云南、四川、青海、新疆等省、区进行调研考察和本底站的前瞻性预选。1988年，根据中国政府和WMO在我国西部地区建立全球本底站合作计划的建议，按照WMO/GAW全球本底站站址和周边环境条件要求，国家气象局组织国内外专家着手考察站址及前期技术准备工作。1990年6月专家组再次对预选站址进行实地考察，初步选择海南藏族自治州境内的瓦里关山作为我国全球性大气本底基准站的试验、论证站址。

1990年7月，国家气象局同意将瓦里关山作为我国全球本底站的意向性站址。1990年8月美国国家海洋和大气管理局（NOAA）气候监测与诊断实验室（CMDL）副主任James peterson博士访问我国，对瓦里关作为全球基准站址的代表性和可行性表示满意，并建议在当地进行为期一年的站址可行性观测研究。同年9月，海南州气象局立即在瓦里关山开始了人工气象观测和空气样品采集。

1991年3月中国气象科学研究院与海南州气象局

共同承担了瓦里关大气环境质量现状（CO<sub>2</sub>、黑碳气溶胶和大气浊度）的观测工作。观测资料和轨迹分析结果均表明瓦里关与WMO/GAW其他全球本底站的资料具有可比性，其全球代表性得到了WMO及国内外有关专家的确认。1992年2月WMO与国家气象局商谈在瓦里关山建立全球本底站的协议。与此同时，国家气象局将瓦里关建设纳入“八五”计划中。

1992年5月11日WMO/GAW在加拿大多伦多召开的有关建设方案的技术讨论会上，将我国第一个全球本底站正式投入运行的时间定为1994年。1992年初，国家气象局在完成一期工程建设方案和设计图纸审定后，开始基础设施的建设。1992年6月22日，根据（国气人发<sup>[1992]</sup>50号）文件（图1），正式成立中国大气本底基准观象台，列入青海省气象局直属单位序列，中国气象科学研究院负责业务指导。



图1 国家气象局关于建立中国大气本底基准观象台的通知

1992年，在日内瓦召开的气候变化与环境大会上，时任国家科委主任宋健代表李鹏总理致辞时表

收稿日期：2022年1月12日；修回日期：2023年3月30日  
第一作者：李德林（1977—），Email: qhldelin@163.com

示：“中国正在同世界气象组织、联合国开发计划署和联合国环境署合作，在青藏高原建立世界第一个内陆型全球大气基准观测站，她的建成将有助于全球大气观测的发展，也将是中国对世界环境保护做出的重要贡献。”同年6月，WMO正式确定中国大气本底基准观象台的英文全称：“CHINESE GLOBAL ATMOSPHERE WATCH BASELINE OBSERVATORY (简称CGAWBO)”。

1994年9月15日，WMO代表联合国开发计划署与中国政府同时在日内瓦和北京宣布：世界上海拔最高的监测臭氧和温室气体的观象台将在中国开始工作。9月17日，中国大气本底基准观象台的挂牌仪式在瓦里关山举行并宣布正式投入运行。

## 2 台站早期观测

自1989年起，一批意气风发的“突击队员们”在没电没路的瓦里关山搭起了帐篷、蹲坑守点，在工程建设时和当地老乡同吃同住，抢修盘山道路、安装调试仪器，开始气象观测、积累原始资料的艰苦历程，为申请建设我国乃至欧亚大陆唯一的本底站时刻准备着。1991年，时任中国气象科学院院长周秀骥院士带领一批专家再次对拟建的本底站址进行考察。彼时，WMO全球大气观测系统刚整合完成不久，联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第一次评估报告即将出炉，全球CO<sub>2</sub>浓度的升高趋势越来越不容忽视，南北两极等地纷纷建起大气本底基准观测站。但欧亚大陆腹地的大气本底基准观测仍是一片空白，从已有观测站获得的数据尚不能代表全球气候变化的全部状况。面对能否在中国内陆高原建一座全球本底站的疑问，气象人艰辛努力为之奋斗着。

瓦里关站正式挂牌并投入运行后，先期开展了CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>等温室气体在线观测和瓶采样分析，以及O<sub>3</sub>、黑碳气溶胶、太阳辐射、降水化学、气象要素等观测。自1996年起，陆续增加了UV-B辐射观测、气溶胶化学采样、CO在线观测等项目，并对部分观测系统进行升级和改造。同时，为了满足当地生态环境监测与服务的需要，2001年又增加了总悬浮颗粒物、大气降尘等观测项目。2005年，WMO援建了气溶胶散射特性和吸收特性观测项目。2005—2006年，中国气象局“大气监测自动化系统建设”一期工程开始对瓦里关站的部分观测项目进行升级和增容，逐步提升观测能力。

建站伊始，瓦里关站派遣三名技术人员分别到加拿大、美国、澳大利亚进行培训，美、芬、加、澳等国的专家也漂洋过海来到瓦里关山，手把手教大家使

用仪器。由于高原缺氧，周边无任何社会依托，再加上严苛的探测环境保护制度，为保证观测数据的连续性与可靠性，值班人员克服了诸多难以预见的困难。艰苦的气候条件与简陋的生活设施并不能阻止他们工作的热情，瓦里关站全体员工始终秉承着科学的严谨精神，一丝不苟，在架设安装、管路铺设、仪器设备调试过程中虚心向国外专家学习先进技术。例如气体进入仪器前对水汽的冷凝技术，由于当时我国还没有方便的配套冷阱设备，只能用液氮罐倾倒，不但危险而且操作难度大，站上技术人员在多次尝试后通过接入密封泵设计解决了问题。后期又进行改进，通过真空泵、保温桶对酒精进行热电制冷达到了很好的过滤效果。

## 3 台站的贡献

### 3.1 瓦里关站温室气体本底观测资料是我国对全球的贡献

自1990年起就开始了大气CO<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>本底浓度采样分析工作，1994年又建立了现场连续观测系统，迄今为止，已向全球提供了近30年连续、准确、第一手的具有全球代表性的大气CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、SF<sub>6</sub>、CO、稳定同位素等大气成分本底观测数据。经严格质量控制和国际比对的大气CO<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>的观测数据已进入全球同化数据库Globalview-CO<sub>2</sub>和Globalview-CH<sub>4</sub>。这些观测数据是我国对全球大气科学的重要贡献之一，对于研究因大气CO<sub>2</sub>等温室气体浓度增加导致的气候变化等科学问题，以及相关政策的制定等起着极其重要的支撑作用，受到了国内外的广泛关注。

IPCC评估报告指出，近50年的气候变暖主要是由人类活动排放大量CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O等温室气体的增温效应造成的。2021年WMO发布的《温室气体公报》指出，2020大气中的温室气体浓度达到创纪录水平，按照目前温室气体浓度的增长速度，到本世纪末，我们将看到气温上升幅度远远超过《巴黎协定》设定的比工业化前水平高出1.5~2.0℃的目标。这一科学事实的主要依据是WMO/GAW框架下由40多个国家共同努力所获取的全球温室气体长期观测资料。瓦里关站大气CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O等温室气体长期观测资料和相关研究成果已应用到全球温室气体源汇通量估算、源汇时空分布反演数值模式等工作中，成为国际上有关评估报告，以及我国政府决策、国际谈判与合作的重要参考依据。

### 3.2 瓦里关站是我国开展国际合作的范例和与国际接轨的重要桥梁

瓦里关站的选址及建设是国际合作的范例，得到

了WMO、全球环境基金(GEF)等国际组织以及加拿大、美国、澳大利亚等国对口合作伙伴在资金、人员和技术方面的援助。在近30年的运行中,除了中国气象局稳定的业务经费投入外,还得到其它有关国际组织、国内外相关机构和部门的各种支持,开展了多项科技合作。

为确保观测数据的质量,WMO/GAW设立在瑞士、德国、日本和美国的4个质量保证/科学活动中心(QA/SAC)先后多次派员到瓦里关对地面O<sub>3</sub>、CO、CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub>、降水化学等观测项目进行现场观测质量督察,内容涉及现场观测仪器设备的运行、维护、标校及管理等方面。还利用传递标准仪器或标准气对部分现场观测系统进行比对和标校。多次督察结果表明:瓦里关站的地面O<sub>3</sub>、CO、CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub>、降水化学等观测系统的运行状况稳定准确。

基于台站在线观测资料绘制的瓦里关CO<sub>2</sub>变化曲线也是建站以来取得的巨大成就,此曲线图与美国夏威夷的冒纳罗亚全球本底站CO<sub>2</sub>浓度变化非常一致。我国政府在国际上阐述气候变化观点时,采用的一个重要的依据就来自于这一曲线图中的相关数值。它也成为了《联合国气候变化框架公约》的支撑数据,有力推动了我国政府与世界各国在应对气候变化领域的合作与发展。

### 3.3 瓦里关站是开展相关业务、科研和人才培养的示范台站

瓦里关站先后承担了多项国家级和省部级的业务建设项目和科研课题,开展了广泛的国际、国内合作与交流,取得了一系列科研、业务成果,已成为开展大气成分本底观测科研业务的大平台。截止2021年,基于瓦里关站的观测资料在《中国科学》《气象学报》等核心期刊发表的研究论文达423篇;在*Atmospheric Environment*、*Journal of Environment Science*等国外期刊发表论文达117篇。

瓦里关站通过建设、业务运行、国际国内培训与合作等,不仅培养了一批认真负责、业务熟练并能长期值守野外台站的观测和技术人员队伍,还造就了一大批专业结构合理、团结协作、具有较高科技创新能力的研究、业务和管理人员队伍,已成为本底观测领域科技人才的培养和教育基地之一。迄今为止,已直接或间接为我国大气成分本底观测事业培养各类专业技术人才数百名。

经过近30年的运行,在监测技术方法、业务流程、运作模式、仪器标定比对、数据质量控制等方面达到了WMO指定的技术指标,从而保证了技术装备、技术方法、技术路线的先进性,实现与国际接轨。2013年,时任WMO主席戴维·格莱姆斯来到青海瓦里关山实地考察,对瓦里关站为青藏高原乃至全球生态环境保护作出的贡献给予了高度评价,并且欣然题词(图2)。

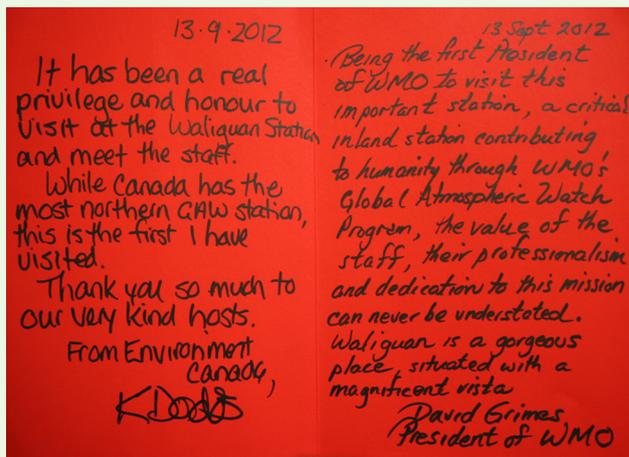


图2 世界气象组织主席戴维·格莱姆斯在瓦里关题词

## 4 结语

2022年6月8日,青海省气象局印发了《温室气体监测评估体系建设方案(2022—2025)》。方案以国省重大战略需求为主线,以建立温室气体监测评估体系为聚焦点,发挥平台优势,突破关键技术,完善科学评估方法,开展区域碳汇潜力评估、碳中和有效性评估,不断提升碳循环评估能力,从建设方案的意义和必要性、总体要求、建设任务等五个方面规划了温室气体监测、评估业务的发展方向。方案的制定和实施,将为全面提升青海省温室气体监测评估能力,助力青海“碳达峰、碳中和”行动,为全国气象部门温室气体监测评估工作发挥引领示范作用。

### 深入阅读

- 李丹,戴随刚,黄幸媛,等,2005.瓦里关大气本底台,十年磨一剑.中国气象报,8月20日第001版.
- 徐建伟,2014.中国大气本底基准观象台建台回忆//中国大气本底基准观象台二十周年文集.西宁:青海省气象局.
- 刘毅,2021.27年,“瓦里关曲线”描绘温室气体变迁.人民日报,9月19日第005版.

(作者单位:中国大气本底基准观象台)