



中国大气本底基准观象台 进展总结报告

(1994~2004)

周秀骥 主编



气象出版社

中国大气本底基准观象台 进展总结报告

(1994~2004)

周秀骥 主编

气象出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国大气本底基准观象台进展总结报告(1994~2004)/周秀骥主编. —北京:气象出版社,2005.5

ISBN 7-5029-3956-3

I. 中… II. 周… III. 大气-本底调查-调查报告-中国-1994~2004 IV. P42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 044944 号

任何单位和个人,未经作者授权,不得对本书发表的观测资料进行复制、修改、
发行、改编等有碍作者权益之行为,否则,将承担相应法律责任。

中国大气本底基准观象台进展总结报告(1994~2004)

Zhongguo Daqi Bendi Jizhun Guanxiangtai Jinzhan Zongjie Baogao (1994~2004)

出 版 者: 气象出版社

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮 编: 100081

网 址: <http://cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

电 话: 总编室 010-68407112 发行部 010-62175925

责任编辑: 郭彩丽

终 审: 黄润恒

封面设计: 王 伟

责任技编: 都 平

责任校对: 韩晓芳

印 刷 者: 北京智力达印刷有限公司

发 行 者: 气象出版社

开 本: 889mm×1194mm 1/16

印 张: 7

插 页: 2

字 数: 212 千字

版 次: 2005 年 5 月第 1 版

印 次: 2005 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 1~1000

定 价: 22.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

本书编委会

主 编

周秀骥

副主编

周凌晞 徐晓斌 张晓春

编 委

(按姓氏笔画排序)

丁国安	乜 虹	于晓岚	王炳忠	刘 鹏	汤 洁
祁栋林	张东启	张占峰	季 军	郑向东	郑 明
赵玉成	郭 松	符春阁	黄建青	温玉璞	程红兵
蔡永祥	德力格尔		颜 鹏	薛虎圣	

审 稿

张小曳 周 恒 温玉璞 丁国安

序

工业革命以来，人口膨胀和经济增长伴随的矿物燃料大量使用、森林砍伐、生物质燃烧、土地利用变化等加剧了各种大气成分，尤其是具有明显辐射效应和化学活性微量成分的急剧变化，并由此引发了一系列大气环境问题，例如全球变暖、臭氧层破坏、酸性沉降加剧、空气质量下降、大气能见度降低等等。这些问题对当今人类社会和经济的可持续发展构成了巨大威胁，也是当前科学界和各国政府所面临的严峻挑战。为了从科学上认识这些问题，并为制订有效的控制对策提供科学依据，多年来，国内外科学界和有关机构已经开展了大量的与大气成分及其变化有关的科学研究和业务观测工作。建立不同级别的大气本底观测站，开展大气成分及其相关要素的长期观测，就是上述工作的重要组成部分。

在大气本底观测方面，世界气象组织（WMO）及其许多成员国的气象部门做出了重要的贡献。早在 20 世纪 50 年代和 60 年代末期，世界气象组织就分别着手建立了全球臭氧观测系统（GO₃OS）和本底大气污染监测网络（BAPMoN）。1989 年，世界气象组织整合了 GO₃OS 和 BAPMoN，形成了目前的全球大气观测系统（GAW）。经过近 50 年的发展以及世界气象组织和有关国家政府、相关部门和科学界的共同努力，世界气象组织的全球大气观测系统在大气本底观测方面取得了世界公认的成就，已成为当前全球最大、功能最全的大气成分观测网络；它也是 1992 年开始建立的全球气候观测系统（GCOS）的重要组成部分——大气化学观测子系统，着重于对气候、环境和生态具有重要意义的大气成分要素及其物理化学特性的长期、系统和精确的观测。

中国是较早开展大气本底观测的国家之一。早在 1981 年，中

央气象局^①就在北京密云上甸子建立了我国第一个区域大气本底污染监测站，并于1983年和1991年分别在浙江临安和黑龙江龙凤山建成了另外两个区域大气本底污染监测站。为了更好地掌握欧亚大陆代表全球尺度的大气本底变化情况，中国气象局利用我国政府投资和联合国全球环境基金（GEF）及世界气象组织的援助，于1994年9月在青海省海南藏族自治州共和县境内的瓦里关山（36°17'N，100°54'E；海拔3 816 m）建成了中国大气本底基准观象台（China GAW Baseline Observatory, CGAWBO；简称瓦里关本底台）。瓦里关本底台和上述三个区域大气本底站都是世界气象组织全球大气观测系统的成员，是我国在大气本底观测领域对世界的贡献。

目前世界气象组织全球大气观测系统的22个全球大气本底基准观测站中，瓦里关本底台是欧亚大陆腹地惟一的站点，观测资料代表欧亚内陆混合均匀的大气本底状况，具有很高的科学价值。多年来，在中国气象局有关科技人员、管理人员和业务观测人员的共同努力下，瓦里关本底台多数观测项目运行良好。由于一开始就强调和重视观测质量，并有一套严格的质量控制和保证措施，其观测数据的可靠性和国际可比性已经得到国内外的公认。科学数据只有在充分使用和共享的情况下才能体现其价值。瓦里关本底台获取的长期观测资料，虽然已有一部分以科技论文和会议报告等形式公开发表，但是仍有大量数据尚待进一步整理、分析和发表。在瓦里关本底台成立十周年之际编辑出版这本进展总结报告，对过去十年的观测工作和观测资料进行系统而全面的总结是十分必要的。希望本报告的出版能进一步推动国内外大气成分观测、研究和相应的服务工作，为气候预测、预估以及有关政策的制定提供科学依据。

秦大河

（中国气象局局长，中国科学院院士）

2005年4月30日

^① 中国气象局局长名的历史沿革：1949~1953年称“中央军事委员会气象局”；1953~1982年称“中央气象局”；1982~1993年称“国家气象局”；1993年起更名为“中国气象局”。

前 言

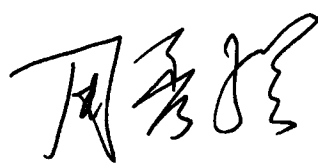
1994年9月17日，中国大气本底基准观象台（简称瓦里关本底台）宣告成立，揭开了我国全球大气本底业务观测的序幕。瓦里关本底台是世界气象组织（WMO）全球大气观测系统（GAW）的22个全球基准站之一，也是目前欧亚大陆腹地惟一的大陆型全球基准站。遵循世界气象组织全球大气观测系统技术规范体系，瓦里关本底台陆续开展了包括温室气体及相关微量成分、降水化学、气溶胶化学及光学特性、反应性气体、臭氧总量、太阳辐射、气象等多种类型要素的长期观测，为研究气候变化和环境变迁提供了可靠的基础资料和基准参照值，也为我国的可持续发展和环境外交提供了宝贵的科学依据。瓦里关本底台同时也是中国气象局大气本底观测网的核心台站，2001年入选为中华人民共和国科学技术部的国家重点野外科学观测试验站（试点站）。过去十年中，还协助完成了包括国家自然科学基金重大项目及面上项目、国家科委攻关项目、国家科技部基础性工作项目和公益性研究项目等在内的一大批科研任务，充分发挥了作为特殊野外观测研究台站的科学价值和应用价值。

根据世界气象组织全球大气观测系统的选址及观测指南，全球大气本底站对于站址环境的要求非常严格，大多设立在远离人类活动直接影响的清洁地区。瓦里关本底台的选址及建设是国际合作的范例，得到了世界气象组织、全球环境基金（GEF）等国际组织以及加拿大、美国、澳大利亚等国家的对口合作伙伴在资金、人员和技术方面的援助。过去十年的运行中，除了中国气象局稳定的业务经费投入外，瓦里关本底台还得到其他有关国际组织、国内外相关机构和部门的各种支持，并与加拿大、美国、澳大利亚、瑞士、芬兰、德国、日本、韩国等多个国家建立了长期合作关系，还与国内外科研机构和院校开展了多项合作。从1989年开始的站址考察论证直至今日，来自不同国际组织和不同国家的上

百名科学家及官员到瓦里关进行现场考察、设备安装调试、人员培训、国际比对、访问交流等活动；中方的许多人员也曾先后赴国外相应机构合作、访问或接受培训。

按照全球大气观测系统的要求，瓦里关本底台的观测项目大多采用了国际先进方法和设备，并采取了严格的质量控制和质量保证措施；还通过积极参加各种国际比对和标定活动，确保了观测数据的国际可比性。但偏僻的站址和严酷的高原环境给瓦里关本底台的建设、运行和维护带来了诸多困难，有些项目曾几次中断观测。在中国气象局有关职能司、青海省气象局和中国气象科学研究院历任领导的关心和支持下，在观测业务人员、管理人员和科技人员的共同努力下，暂停的项目都已陆续恢复运行；所取得的珍贵观测数据，一部分已经做了较深入的科学分析并以科学论文的形式公开发表，但仍有大量数据尚待整理、分析和发表。这本进展总结报告是对过去十年观测工作的全面总结与汇报，旨在让国内外相关部门、科技界和感兴趣的公众更全面地了解我国全球大气本底观测工作的方法、手段、进展与成果。受篇幅及侧重点所限，本报告未包括上述观测资料全面而深入的分析和科学解释等内容。感兴趣的读者请参阅已公开发表的文章，并进一步关注未来公开发表的有关成果。

需要强调的是，大气本底观测是一项极为严肃的科学工作，对待各种大气本底观测数据也应采取科学的态度。本报告总结发表的初步观测结果，有关人员已在现有基础上尽力采取了严格核对、审验和校正等质量控制措施。但是，所有观测数据的定期订正都建立在相应的国际标准气源和标准设备基础之上，一旦上述标准气源和设备发生缓慢漂移，或者所追溯的国际原始标准有所更新，则瓦里关的观测资料也需进行相应的订正。任何订正信息和结果将在未来的技术报告和科学论文中陆续讨论和发表。



(中国气象科学研究院名誉院长、首席科学家，中国科学院院士)

2005年5月10日



瓦里关主建筑



1999年之前的瓦里关主建筑

瓦里关的地理位置



瓦里关89米铁塔远眺



瓦里关山顶的马泥堆



瓦里关89米铁塔近景



1994年9月17日，中国气象局副局长李黄主持瓦里关本底台挂牌仪式



全国特种观测业务管理研讨会
(前排右四为中国气象局副局长郑国光)



青海省政府副省长穆东升(前排右三)、中国气象局局长秦大河(前排右四)等领导与瓦里关本底台工作人员合影

科技部基础性工作项目
“大陆大气本底基准研究”中期报告会



美国助理国务卿特纳访问瓦里关本底台



大气甲烷和一氧化碳观测系统

大气二氧化碳观测系统



布鲁尔臭氧总量观测系统

地面臭氧观测系统



降水化学实验室

自动降水采样器





中国气象局大气成分观测与服务中心
科学指导委员会主席
周秀骥 院士



大气化学重点开放实验室
温室气体测量



大气化学重点开放实验室
降水化学和气溶胶化学测量



大气化学重点开放实验室
反应性气体测量

目 录

序	秦大河
前言	周秀骥
1 概况	1
1.1 背景和建站简史	2
1.2 站址与环境	4
1.3 现场设施与观测项目	6
1.3.1 现场设施	6
1.3.2 观测项目	7
1.4 组织机构	8
1.5 人员	8
2 长期观测项目	12
2.1 温室气体及相关微量成分	12
2.1.1 观测方法概要	12
2.1.1.1 非色散红外吸收法二氧化碳观测	12
2.1.1.2 气相色谱法甲烷和二氧化碳观测	13
2.1.1.3 气相色谱法一氧化碳观测	13
2.1.1.4 气瓶采样观测	13
2.1.2 系统运行及维护	14
2.1.2.1 非色散红外吸收法二氧化碳观测	14
2.1.2.2 气相色谱法甲烷和二氧化碳观测	14
2.1.2.3 气相色谱法一氧化碳观测	15
2.1.2.4 气瓶采样观测	16
2.1.3 质量控制及数据处理	16
2.1.3.1 非色散红外吸收法二氧化碳观测	17
2.1.3.2 气相色谱法甲烷和二氧化碳观测	17
2.1.3.3 气相色谱法一氧化碳观测	18
2.1.3.4 气瓶采样观测	19

2.1.4	观测结果	19
2.1.4.1	大气二氧化碳观测结果	19
2.1.4.2	大气甲烷观测结果	21
2.1.4.3	大气一氧化碳观测结果	23
2.1.4.4	气瓶采样分析的其他观测结果	24
2.2	降水化学	26
2.2.1	观测方法概要	26
2.2.2	系统运行及维护	26
2.2.3	质量控制及数据处理	27
2.2.3.1	现场采样与测量的质量控制	27
2.2.3.2	实验室质量控制	27
2.2.4	观测结果	27
2.2.4.1	pH值和电导率	27
2.2.4.2	离子成分	27
2.3	气溶胶	29
2.3.1	黑碳气溶胶观测	29
2.3.1.1	观测方法概要	29
2.3.1.2	系统运行及维护	30
2.3.1.3	质量控制及数据处理	30
2.3.1.4	观测结果	30
2.3.2	气溶胶化学采样观测	31
2.3.2.1	观测方法概要	31
2.3.2.2	系统运行及维护	32
2.3.2.3	质量控制及数据处理	32
2.3.2.4	观测结果	32
2.3.3	气溶胶光学厚度观测	34
2.3.3.1	观测方法概要	34
2.3.3.2	系统运行及维护	34
2.3.3.3	质量控制及数据处理	35
2.3.3.4	观测结果	35
2.4	反应性气体	37
2.4.1	地面臭氧观测	37
2.4.1.1	观测方法概要	37
2.4.1.2	系统运行及维护	37
2.4.1.3	质量控制及数据处理	38
2.4.1.4	观测结果	39
2.4.2	膜采样法 SO ₂ 和 HNO ₃ 观测	39
2.4.2.1	观测方法概要	39
2.4.2.2	系统运行及维护	40
2.4.2.3	质量控制及数据处理	40
2.4.2.4	观测结果	40

2.5	臭氧总量	40
2.5.1	观测方法概要	40
2.5.2	系统运行及维护	41
2.5.3	质量控制及数据处理	41
2.5.4	观测结果	41
2.6	太阳辐射	42
2.6.1	太阳辐射	42
2.6.1.1	观测方法概要	42
2.6.1.2	系统运行及维护	42
2.6.1.3	质量控制及数据处理	42
2.6.1.4	观测结果	43
2.6.2	UVB 光谱观测	44
2.6.2.1	观测方法概要	44
2.6.2.2	系统运行及维护	45
2.6.2.3	质量控制及数据处理	45
2.6.2.4	观测结果	45
2.6.3	总 UVB 辐射	46
2.6.3.1	观测方法概要	46
2.6.3.2	系统运行及维护	47
2.6.3.3	质量控制及数据处理	47
2.6.3.4	观测结果	48
2.7	气象观测	49
2.7.1	人工气候观测	49
2.7.1.1	观测方法概要	49
2.7.1.2	系统运行及维护	50
2.7.2	自动气象站观测	50
2.7.2.1	观测方法概要	50
2.7.2.2	系统运行及维护	50
2.7.3	89 m 塔气象要素梯度观测	50
2.7.3.1	观测方法概要	50
2.7.3.2	系统运行及维护	51
2.7.4	质量保证与质量控制	51
2.7.5	观测结果	51
2.7.5.1	主要气候特征	51
2.7.5.2	低层风特征	53
2.7.6	后向轨迹和簇分析	53
2.7.6.1	后向轨迹及簇计算	53
2.7.6.2	簇平均后向轨迹的季节变化特点	56
2.8	数据管理	56
2.8.1	瓦里关	56
2.8.1.1	计算机网络联接	56

2.8.1.2	数据的采集、处理及传输流程	56
2.8.1.3	设备运行质量监视	56
2.8.2	西宁	57
2.8.2.1	数据时间序列检查	57
2.8.2.2	参数分离	59
2.8.2.3	数据质量控制	59
2.8.2.4	数据存档与报送	59
2.8.3	北京	59
2.9	质量管理	59
2.9.1	实验室分析流程及质量管理	59
2.9.1.1	温室气体	59
2.9.1.2	气溶胶 [总悬浮颗粒物 (TSP)]	60
2.9.1.3	反应性气体 (SO_2 和 HNO_3)	61
2.9.1.4	降水化学	62
2.9.2	台站业务流程及日常质量管理	62
2.9.2.1	台站业务流程	62
2.9.2.2	日常质量管理	63
3	合作观测项目及科研课题	64
3.1	合作观测项目	64
3.2	科研课题	65
3.2.1	主要温室气体 (CO_2 , CH_4 , N_2O , O_3) 的大气背景浓度监测	65
3.2.2	我国大陆和西太平洋地区大气痕量气体及其他化学物质的监测和研究	65
3.2.3	我国大气臭氧及其前体物和气溶胶基本特征的观测与分析	65
3.2.4	中芬青海西宁臭氧探空观测实验	66
3.2.5	青海高原氧化剂的研究	66
3.2.6	青海高原大气气溶胶化学 (物理) 特性研究	66
3.2.7	不同天气条件对大气 CO_2 测量结果影响的研究	67
3.2.8	中国地区大气气溶胶辐射模型研究	67
3.2.9	青藏高原大气臭氧和气溶胶的观测研究	68
3.2.10	我国典型地区黑碳气溶胶的观测研究	68
3.2.11	青藏高原夏季对流层臭氧的研究	69
3.2.12	大陆大气本底基准研究	69
3.2.13	瓦里关挥发性有机物 (VOC) 采样监测与研究	70
3.2.14	利用铍-7 和铅-210 示踪研究高原大气微量成分输送特征	71
3.2.15	地球环境监测——温室气体及相关微量成分、碳循环研究	71
3.2.16	布鲁尔光谱仪研究卫星臭氧总量观测和气溶胶光学特性	71
3.2.17	大气特种监测资料实时质量监控系统	72
3.2.18	大气总悬浮颗粒物数据处理系统	72
4	国际比对与标定	73
4.1	观测质量现场督察	73

4.1.1	概要	73
4.1.2	WMO 质量保证 /科学活动中心 (德国) 实施的观测质量现场督察	73
4.1.3	WMO 质量保证 /科学活动中心 (日本) 实施的观测质量现场督察	73
4.1.4	WMO 世界标定中心和质量保证 /科学活动中心 (瑞士) 实施的第 1 次观测质量现场督察	74
4.1.4.1	地面臭氧观测系统	74
4.1.4.2	一氧化碳观测系统	76
4.1.4.3	甲烷观测系统	76
4.1.5	小结	77
4.2	二氧化碳和甲烷观测数据的比对与同化	77
4.3	二氧化碳及相关微量成分测量全球巡回比对	78
4.3.1	全球巡回比对简介	78
4.3.2	往届全球巡回比对结果	78
4.3.3	正在进行的全球巡回比对	79
4.4	亚洲及大洋洲甲烷巡回比对测量	79
4.5	臭氧总量观测国际比对	80
4.6	降水化学样品国际-国内考核	82
4.6.1	现场观测的检查与考核	82
4.6.2	实验室化学分析国际比对	82
5	出版物	85
5.1	国际 SCI 期刊论文	85
5.2	国内核心期刊论文 (英文版)	86
5.3	国内核心期刊论文 (中文版)	86
5.4	国内一般期刊论文 (中文版)	87
5.5	正式出版文集收录的论文	88
5.6	国际会议和全国性学术会议	88
6	大事记	91