

全球变化

——人类存亡之焦点

QUANQIU BIANHUA
——RENLEI CUNWANG ZHI JIAODIAN

魏东岩 著



地质出版社

全球变化

——人类存亡之焦点

魏东岩 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书以地球系统作为全球变化研究的主要对象。全书共计5篇,即大气圈篇、水圈篇、生物圈篇、岩石圈篇和陨石篇。书中对古气候及未来气候变化、环境地质、水资源、生物多样性及物种灭绝、地震及其他灾害、医学地质、化工矿产及开发等进行了多学科和跨学科的深入论述,提出了独到见解与建议,是当前全球变化研究中值得推荐的一本书。

本书可供从事气候、生物、医学、水文、矿床地质、天文等相关工作的人员,以及大专院校师生和对全球变化感兴趣的读者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

全球变化:人类存亡之焦点/魏东岩著. —北京:地质出版社, 2009.6

ISBN 978-7-116-06144-6

I. 全… II. 魏… III. 全球环境-研究 IV. X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 102238 号

责任编辑:孙亚芸

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

咨询电话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324569(编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:787mm×1092mm¹/16

印 张:15

字 数:350千字

印 数:1—600册

版 次:2009年6月北京第1版·第1次印刷

定 价:32.00元

书 号:ISBN 978-7-116-06144-6

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如有印装问题,本社负责调换)

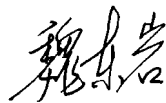
自序

全球变化 (global change) 关系人类生存和发展。在人类发展的历史长河中, 从来没有像现在这样重视全球变化。何谓全球变化? 全球变化是指人类生存的地球环境正在发生的那些重大变化, 其中包括气候、生物多样性、水资源、土地利用、土地生产力、矿产资源开发、环境污染、自然灾害、人类社会变化 (人口增长、城市化……) 等。这些变化对社会经济和生态系统产生深远而复杂的影响, 正在改变着并将继续改变着地球维持整个生命系统的能力。全球变化科学以地球系统作为研究对象, 将大气圈、水圈、生物圈和岩石圈视为一个整体, 研究物理、化学、生物三大基本过程之相互作用, 特别是研究人类与大自然的相互关系。其实, 中华民族五千年来从未间断探索与研究人类与大自然的关系, 人与自然和谐统一的思想便是中华民族智慧的结晶。

本书选取了作者 20 余年来在天人合一思想指引下撰写和发表的有关全球变化和人与自然关系的 32 篇文章 (限于篇幅的原因, 在文中及文后略去了参考文献, 谨此向这些作者表示感谢)。书中内容分为 5 篇, 依次是: 大气圈篇、水圈篇、生物圈篇、岩石圈篇和陨石篇。

大气圈篇, 包括《厄尔尼诺与拉尼娜气候现象》、《内蒙古盐湖最近 23 ka 古气候波动模式》等古今气候和未来全球气候变化的 5 篇文章; 水圈篇, 含《水资源危机论》、《湿地及其保护》等 5 篇文章; 生物圈篇, 含《人类面临地球第六次物种大灭绝的到来》和《美国化石森林》等 5 篇文章; 岩石圈篇, 主要研究和阐述地质与健康问题 (包括《医学地质》和《太阴玄精石和寒水石》的 2 篇文章)、灾害地质 (包括《地震、震灾和地震预报》和《矿山地质灾害分析》2 篇文章)、盐类矿床 (包括有关中国钾盐、钙芒硝、碳酸钠、石盐矿床的 4 篇文章) 以及盐类矿产开发与找矿 (包括《钾盐矿床的成矿条件》、《美国新墨西哥州钾盐矿床及其开发》、《化学矿产资源开发中存在的问题》、《中国盐溶角砾岩的特征和分类》、《硅质钠长石岩: 一种蒸发环境的指相岩石》等 7 篇文章), 盐类矿产中的钾盐是生产农用钾肥的主要原料, 然而, 钾盐在我国是紧缺矿种之一, 钾盐能否满足钾肥生产的需求, 直接关系到我国 13 亿人的粮食安全问题, 因此, 寻找更多的工业钾盐矿床是当务之急, 在矿产开发中, 作为化学工业原料的盐类矿产开发是环境污染的大户, 盐类矿产资源的浪费和环境污染问题, 不仅在中国, 而且在世界上都是值得特别关注的问题; 陨石篇, 包含作者在美国实地考察和参观的 2 篇文章, 在漫长的地质历史中, 外太空星体撞击地球事件多有发生, 其会引发全球性物种灭绝和地质灾害, 这种灾变事件的起因已超越了地球系统的范畴。

当今人类生存的地球环境正在发生着前所未有的重大变化。这些全球变化威胁着人类的生存。解决这些问题的钥匙便是社会可持续发展的天人合一思想。



2009 年 1 月 15 日于阿尔伯克基市

前言

中华文明是世界文明史中始终没有中断、连续五千多年发展至今的文明。天人合一思想是中华民族五千年来博大精深思想的核心与精神实质。发展是人类生存的永恒主题，而天人合一思想的主题则是人类生存和发展。天人合一思想不是一成不变的，而是随着人类社会的发展而变化着的。在生产力极不发达的原始的农耕时代，人们崇拜自然，敬畏自然，于是产生了最初的天人合一思想。随着社会的进步、生产力的发展，阶级产生，贫富分化，天人合一思想带有了宗教化和哲学化成分。在近代，社会生产力发展到新的较高水平，融合天人相分的正确思想成分形成了新的较完善的天人合一思想。当人类迈入工业化时代，特别是进入 20 世纪 70 年代，由于工业化的发展，人口激增，随之而来的资源短缺、水资源危机、粮食饥荒、森林锐减、环境恶化、物种灭绝、土地退化等一系列重大的全球性问题困扰着人类社会的发展，这时，天人合一思想又升华为社会可持续发展的天人合一思想。最近几十年来，一筹莫展的西方把解决全球问题的目光移向了古老的中国的天人合一思想，就是这种思想正在或者已经纠正着西方工业文明带来的消费主义和虚无主义的重重迷惘。历史实践表明，天人合一思想是解决人与自然关系的绝好的思想理论武器。

天人合一的内涵是很复杂的。“天”指大自然界，“人”指人类社会，“合一”指人类和大自然的和谐相处。在人类社会中，国与国，民族与民族，人与人要和谐相处。在地球上，人类社会与大自然界要和谐相处。实际上，人类社会和大自然界是一对矛盾的两个方面，人类社会处于矛盾的主要方面即起主导地位，而自然界处于客体地位。这正如荀子所言“水火有气而无生，草木有生而无知，禽兽有知而无义，人有气、有生、有知，亦且有义，故最为天下贵也。”（《荀子·王制》）。在生物界，作为具有唯一语言能力的人是万物之灵。人在改造自身即改造人的思维方式和生活方式的同时，要主动认识大自然，认识大自然的运行规律，寻求和掌握大自然本身的特征和规律，以改造大自然为人所用。在向大自然索取的同时，还要回报于大自然，补偿大自然，不能竭泽而渔，使大自然的生存权和发展权不被剥夺。同时，人要约束自己，在大自然面前，既不能无所事事，也不能为所欲为，更不能贪得无厌。在现阶段，要充分把握人口、资源和环境的平衡，使人类社会可持续发展，使经济可持续发展，使大自然依其本来的规律得以正常运行。

人类为了生存和发展就需要认识人类和大自然共同赖以生存的地球，进一步科学地了解地球的物质组成，了解与岩石圈、水圈、大气圈和生物圈密切相关的各种作用和过程，即所谓的地球系统。研究大气圈，使我们了解全球气候变化，设法减少 CO_2 、 SO_2 等的排放，以减缓全球变暖的进程；研究水圈，以解决全球面临的安全供水和水资源科学管理问题；研究生物圈，以应对气候变化，保护生物多样性，确保全球粮食安全，改善全球生态失衡问题，同时，从生物的繁衍演化来研究生物成矿、生物成油等问题；研究岩石圈，要解决全球变化和社会可持续发展的主要问题：①研究和解决矿产资源、能源的紧缺问题、新能源的开发问题、地壳深部找矿问题等；②研究和解决诸如火山、地震、矿山地质灾害

以及泥石流、滑坡、坍塌等自然灾害预报、防灾、减灾问题；③探索和研究影响人类健康的地质作用过程即医学地质等问题；④研究和解决矿产开发过程中资源保护和节约资源以及处置“三废”污染等问题。

以上所述有关地球系统的诸问题均是影响人类生存的全球变化的重大问题。当然，随着时间的推移，必将还会出现一些新的问题需要人们去研究和解决。当前由美国次贷危机引发的全球金融危机就是一个例证。

应当指出，具有古老文明的中国，在 30 年来实行的中国特色社会主义制度成功地进行金融、经济、文化教育和社会政治方面的改革，使至少 1 亿人摆脱了贫困。中国崛起的模式，得到了世人的普遍赞誉。有的西方学者将 21 世纪称作“中国纪元”。

中国纪元必将开创一个新时代！

目 录

自 序 前 言

大气圈篇——气候·古气候

- 厄尔尼诺与拉尼娜气候现象 (2)
- 古气候研究新进展 (6)
- 哈马尔太碱湖 13000 a 以来的古气候记录 (9)
- 内蒙古盐湖最近 23 ka 古气候波动模式 (18)
- 未来全球气候变化 (25)

水圈篇——水资源·湿地

- 水资源危机论 (30)
- 湿地及其保护 (40)
- 新疆盐湖 (45)
- 美国大盐湖 (47)
- 巴里坤盐湖沉积亚环境组合 (49)

生物圈篇——物种灭绝·生物成矿

- 人类面临地球第六次物种大灭绝的到来 (56)
- 美国化石森林 (63)
- 芒硝矿层中卤水虾粪粒化石的发现及其地质意义 (65)
- 芒硝矿床的生物成矿作用
——以巴里坤盐湖为例 (68)
- 盐类矿床之生物化学成因 (73)

岩石圈篇——矿产·灾害·健康

- 地质与健康
 - 医学地质 (79)
 - 太阴玄精石和寒水石 (89)
- 灾害地质
 - 地震、震灾及地震预报 (96)
 - 矿山地质灾害分析 (113)

○ 盐类矿床

- 中国钾盐矿床 (120)
- 中国钙芒硝矿床 (149)
- 中国碳酸钠矿床 (157)
- 中国石盐矿床 (166)

○ 盐矿开发与找矿

- 钾盐矿床的成矿条件 (177)
- 美国新墨西哥州钾盐矿床及其开发 (183)
- 鄂尔多斯盆地奥陶系成钾条件及找钾方向 (191)
- 我国硫酸钠矿床成因类型及找矿方向 (203)
- 化学矿产资源开发中存在的问题 (206)
- 中国盐溶角砾岩的特征和分类 (211)
- 硅质钠长石岩：一种蒸发环境的指相岩石 (218)

陨石篇——陨石·陨石坑

- 新墨西哥大学陨石博物馆参观记 (224)
- 参观美国亚利桑那州大陨石坑 (227)

结束语 (229)

大气圈篇——气候·古气候

- 厄尔尼诺与拉尼娜气候现象
- 古气候研究新进展
- 哈马尔太碱湖 13000 a 以来的古气候记录
- 内蒙古盐湖最近 23 ka 古气候波动模式
- 未来全球气候变化

厄尔尼诺与拉尼娜气候现象

近 20 年来，厄尔尼诺（El Niño）现象与拉尼娜（La Niña）现象日益成为人们关注的一个焦点，更成为全球气候变化研究的热点之一。

厄尔尼诺现象是一种气候变化的事件。厄尔尼诺是西班牙语 El Niño 的译音，意为“圣婴儿”。从南美洲秘鲁和厄瓜多尔海岸西伸至太平洋中部的广大海面海水温度异常上升，这种现象通常发生于圣诞节前后，故当地渔民为之取名“圣婴儿”。厄尔尼诺出现的周期并不规则，2~7 年不等，平均约 4 年一次。

拉尼娜系西班牙语 La Niña 的译音，意为“圣女”，是指厄尔尼诺发生之地区海水温度异常偏低的现象，其特征恰与厄尔尼诺现象相反，因而又称“反厄尔尼诺”现象。

厄尔尼诺与拉尼娜现象都会对全球气候造成影响，使一些地区少雨干旱，而另一些地区则多雨洪涝，并会生成台风。因此，厄尔尼诺与拉尼娜成为当前预报全球气候系统异常的最强信号。

厄尔尼诺现象对全球的气候不利影响要比拉尼娜现象大得多。1998 年中国长江中下游地区和东北地区的特大洪涝灾害的发生就和厄尔尼诺现象密切相关。其对中国的影响，一般可概括为厄尔尼诺涝、拉尼娜旱，两者交界时期却是天气怪异，有时则是涝得出奇。

世界上的人们对上述两种现象还处于深入认识之中。随着史前地质记录的深入研究及现代科学技术的发展，准确预报厄尔尼诺与拉尼娜现象将成为可能。

1 厄尔尼诺与拉尼娜现象对全球的影响

1997 年后期太平洋热带地区兴起的厄尔尼诺带来的能量比一个放到广岛的百万吨级原子弹所释放的能量还要大，它运行了 8 个月，扰乱了全世界的气候程式，导致 2100 人死亡，造成了至少 33 亿美元的财产损失。在此期间，世界各地出现了各种各样的灾害。印度尼西亚及周围地区遭受数月旱灾，引发森林大火，在苏门答腊、加里曼丹、马来西亚，烟雾迫使司机中午还需要开足车灯才能正常行驶。森林大火燃烧的烟雾向西飘散至数千里之遥的马尔代夫岛，该岛白日仅有半里的可见度；蒙古天气炎热，温度高达 42.22℃（108°F）；中国长江和东北地区遭受百年未遇的大洪水；非洲肯尼亚降雨量超过正常，达 1016 mm；马达加斯加受到季风的打击；中欧遭受创纪录的大洪水，波兰死亡 55 人，捷克死亡 60 人；美国泥石流和突发的洪灾，夷平了从加利福尼亚到密西西比的广大地区；暴风重创了墨西哥海湾，飓风席卷了佛罗里达。

1982~1983 年发生的厄尔尼诺同样造成严重的影响。全世界约有 2000 人死亡，导致大约 130 亿美元之损失。1983 年，厄尔尼诺过后，接着出现拉尼娜，与厄尔尼诺正好相

注：原文载于《化工矿产地质》2001 年第 23 卷第 3 期第 165~168 页，原文名《厄尔尼诺与拉尼娜》。

反，洪水发生过的地方恰遇干旱，并且冬日是反常的温暖。拉尼娜接着厄尔尼诺出现，在过去 15 年间有过 4 次，分别是 1982 ~ 1983 年厄尔尼诺之后，1986 ~ 1987 年厄尔尼诺之后，1995 年厄尔尼诺之后，第 4 次是从 1998 年 6 月开始显露。

由于厄尔尼诺现象的影响，通常在西太平洋降落的雨被移向美洲。这样，在诸多地区，如澳大利亚、印度尼西亚和印度等地可能遭受严重的旱灾。根据历史记录，1789 ~ 1793 年厄尔尼诺使上述地区遭受大规模的干旱，仅印度地区就死亡 60 万人。1625 ~ 1628 年厄尔尼诺过后的拉尼娜又使中国数年大旱，民不聊生，导致李自成农民起义，终止了明王朝的统治。灾害的气候引发了政权的更替。

拉尼娜现象的影响虽不及厄尔尼诺那么严重，但往往出现奇特的天气。2000 年 4 月 18 日《南方都市报》描述了深圳的多变气候，它这样写道：深圳 1999 年冬春连旱，许多地方断水，连续 5 个月不得不施行人工降雨。然而，2000 年 3 场暴雨，历史罕见：1 月份总降雨量 123.1 mm，是历年同期的 4 倍多，1 月 24 日全市普降大雨，是有记录以来 1 月份出现的唯一大暴雨；4 月 3 日一天总降雨量达 168.2 mm；4 月 14 日的大暴雨更是近半世纪以来深圳的最高记录。

当然，世界上的事物都是具有两面性的，厄尔尼诺现象也不例外。厄尔尼诺也有正面影响。例如，美国北部的一些州，由于在厄尔尼诺期间极地喷流位于比平常更远的部位，故不太冷的空气运移到美国的北部，于是在 1997 ~ 1998 年厄尔尼诺期间节省的加热费用就在 50 亿美元以上。又如，由于厄尔尼诺期间热带风的反转吹扬，可减少美国南部平原一些州的飓风次数，可由每 2 年平均 1.5 ~ 1 次减少到 1 次或零。此外，智利海岸外沙丁鱼的丰收，阿拉斯加海湾鲑鱼的丰收，可能都与厄尔尼诺现象有关。

综上所述，厄尔尼诺和拉尼娜现象的负面影响远大于其正面影响。

2 厄尔尼诺和拉尼娜现象的史前记录

厄尔尼诺和拉尼娜现象不是近几十年才出现的，远在 1525 年秘鲁就已经记录了厄尔尼诺的影响。从秘鲁海岸地区先民的遗迹来看，至少 1300 年前，他们就在山冈上建造城堡，在山上储备粮食，即使在海滨建筑房屋，也决不建在河流附近。之所以这样做，完全是为了防止厄尔尼诺的危害。

史前厄尔尼诺的记录是从对珊瑚、冰心、树木年轮、洪水沉积、滨岸高垅、考古文献以及古壤等的研究得出的。需要指出的是，对珊瑚和冰心的记录仅限于近 2000 年的记录，而风暴碎屑沉积的年龄估计超过 1500 年。

1993 年 6 月科学家从厄瓜多尔西南 Driven Alluviation 地方钻取了 9.2 m 长的岩心，对其做了研究，其中包括：①¹⁴C 测年（共取了 14 个样品）；②年松密度（Bulk density）曲线；③磁化率曲线；④有机碳曲线；⑤灰度对比曲线（Gray Scale light→dark）；⑥1800 ~ 1976 年灰度对比变化曲线（Gray Scale）；⑦年代与深度变化曲线（1000 a/Depth）；⑧谱密与频率的关系曲线 [Spectral density 与 Frequency (Period)]。通过研究，得出的结论是：

(1) 晚冰期到早全新世，即 1500 ~ 7000 aB. P. 碎屑层沉积年龄大于或等于 15 a；7000 ~ 5000 aB. P. 碎屑层沉积年龄为 10 ~ 20 a；5000 aB. P. 之后，碎屑层沉积年龄为 2 ~ 8.5 a，这与现代厄尔尼诺发生的周期相一致。晚冰期沉积速率：10000 ~ 15000 aB. P. 平

均为 5.2 cm/100a; 10000 ~ 7000 aB. P. 为 2.7 cm/100a; 从 7000 aB. P. 始沉积速率增加, 2400 ~ 1200 aB. P. 为 5.5 cm/100a。

(2) 从公元 1800 年到 1976 年, 厄尔尼诺出现 33 次, 其中, 25 次是温和的, 8 次是强烈的。强烈的 8 次都与碎屑流薄层相吻合。

对澳大利亚艾尔湖的研究表明, 有价值的记录仅是 45 a 来的事件。最主要的洪水事件通常与厄尔尼诺/南方涛动 (ENSO) 现象的拉尼娜事件相伴随。

我们在研究中国内蒙古盐湖沉积的古气候变化时, 在全新世中晚期也发现过不好解释的气候事件, 很可能与厄尔尼诺和拉尼娜现象有关。当然, 确切的厄尔尼诺和拉尼娜证据尚有待深入的研究。

3 厄尔尼诺和拉尼娜现象的预报

厄尔尼诺和拉尼娜现象对全球影响之大, 危害之烈是有目共睹的。因此, 对其实施预报是十分重要的。由美国发起, 40 多个国家和地区的 20 多个国际组织参加了于 1995 年 11 月成立的季节至年际气候预测国际研究所 (IRI), 开展预测模式和诊断分析研究, 并向那些受与 ENSO 有关的气候波动严重影响的国家和地区发布实验性季节和年际气候预报结果, 以减少短期气候波动对经济和社会的负面影响。

美国 1994 年完成的 TAO (tropical atmosphere/ocean) 横跨赤道太平洋的浮标是现在世界上最早的警报系统。可用其测量热带海洋的变化: 监测海洋水面至 487.68 m 下的水温、风、空气温度、空气相对湿度等。用浮标收集的资料被传送到极地轨道卫星, 并被传送到 NOAA'S 太平洋海上环境实验室。气候学家可依据这些资料来预测厄尔尼诺和拉尼娜现象的发生。

当前对厄尔尼诺和拉尼娜现象发生的征兆预报有两种方法: 其一是统计法, 其二是气候模型法。统计法是分析过去的天气记录资料, 确定哪种条件类型具有同时出现的最大可能性。统计法只可确定过去条件将再发生的相似性, 然而, 世界上出现过的厄尔尼诺或拉尼娜没有一个是相同的。由于超大型计算机的出现, 气候模型预报方法才成为可能。在这种方法中, 软件把海洋和大气物理条件结合到模拟的世界中。在模型中可以展示唯一的或特征的条件, 以达到预报之目的。

美国国家海洋和大气局 (NOAA) 最早发布了厄尔尼诺将在 1997 年 4 月来到的可能性。澳大利亚和日本接着在一个月之后也做了同样的宣布, 到当年夏天, 全球许多地区都发布了预报。

应当指出, 目前人类尚不具备预测厄尔尼诺和拉尼娜现象何时发生的能力, 只能监测出厄尔尼诺和拉尼娜现象发生的征兆。

现在距上一次厄尔尼诺发生的 1997 ~ 1998 已有 3 年了, 下一次厄尔尼诺是否到来? 何时到来? 这是人们普遍关心的问题。《北京青年报》2001 年 5 月 15 日刊登了该报记者采访有关部门的消息。据中国国家海洋环境预报中心和中国气象局气候中心的监测, 东太平洋冷水区正在逐渐变暖, 与此同时, 西太平洋暖水区水底一二百米处的暖流也正在向东扩展, 如果这股暖流完全到达东部, 就会使东太平洋冷水区水温升高, 有可能产生厄尔尼诺现象。不过从 2001 年 4 月份的监测结果判断, 厄尔尼诺征兆不太明显, 但在秋冬季出

现的可能性依然存在。

4 结束语

厄尔尼诺和拉尼娜现象的变化是很复杂的，对其成因，科学家还没有一个很好的理解，更不要说一个较统一的想法了。然而，气候科学家有一个共识，即厄尔尼诺与拉尼娜现象已经变得更为频繁了，而人类的活动又加剧了它们的影响。在过去的 98 年中，曾发生过 23 次厄尔尼诺现象和 15 次拉尼娜现象。在 23 次厄尔尼诺中有 10 次较强，而 10 次中有 4 次最强，这最强的 4 次都发生于 1980 年之后。

中国古代有天人合一的思想，现代又有人与自然和谐相处的理念。对厄尔尼诺与拉尼娜这种自然现象，人类唯一的选择只能是：认识它，预报它，防范它，从而达到将它的危害减少到最小程度的目的。

古气候研究新进展

人类生存的地球环境正在遭受严重的污染。人口的急速膨胀,工业化的大力推进,给人类自身带来了灾难性后果:耕地锐减,空气质量下降,灾害频发,生物绝灭,化学物质污染,非再生能源枯竭,水资源短缺……这些问题的严重性,已经为人类所认识。因此,环境科学和灾害科学将成为本世纪末地球科学的主要研究方向。

气候环境变化是环境地质学研究的主要内容。古气候研究以第四纪以来的气候研究为主,而第四纪气候研究则又以全新世以来的气候变化研究为主。研究古气候特别是全新世以来的气候变化,是为了预测未来的气候变化趋势,主要是为人类生存服务。

近些年,在世界上,第四纪以来的古气候是以深海沉积、极地冰层取心、黄土沉积和湖泊沉积为主要研究对象。当前,地质学家又特别注重盐湖沉积的研究。通过这些研究可以重新确定过去大洋环流型式,了解过去大气二氧化碳的丰度、地表温度、太阳辐射强度、地球极性的变化、区域海平面的变化、气候干湿变化等参数。

古气候研究的新进展,大致如下:

(1) 极地冰层取心研究表明,可以较好地获取过去气候变化的资料。例如,在格陵兰的 Camp Century 获取长达 1390 m 的冰心。它是连续积雪堆积而成的。通过氧同位素的测定,绘出了 130 ka 以来气候变化曲线,与海洋沉积物的同类曲线相似。又如,在北极冰层中,已发现 10 ka 前的冰中含有的空气仅有 13 种成分,而现在的空气则含有多达 500 种以上的成分,其大部分是汽车排放尾气所含的未燃烧物质,尤其是二氧化碳的增加。这表明地球的污染是多么严重!有人做过统计,近 40 a 间,人类使用的能量竟然比人类发祥以来的 3000 ka 所使用的总能量还要多,无怪乎 18 世纪空气中二氧化碳含量仅为 270×10^{-6} ,而今天却已达 350×10^{-6} 。

(2) 黄土剖面地球化学特征的研究反映出第四纪古气候的规律变迁。黄土-古土壤交替叠置系列是连续而完整的第四纪大陆堆积的地质体。它记录了丰富的古气候信息。在黄土研究中,能反映古气候的地球化学标志有: CaCO_3 含量, $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, F/Cl , Sr/Ba , $(\text{CaO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$, 氨基酸等。近年来,反映古气候的地球化学标志又增加了 ^{10}Be 和碳酸盐 $\delta^{13}\text{C}$ 值,后者可作为黄土气候地层划分标志。在上述地球化学标志中,尤以 CaCO_3 含量, $\delta^{13}\text{C}$, $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$, ^{10}Be 含量对气候变化反映灵敏。用上述地球化学标志可以划分出明显的 4 个周期,即 360 ~ 220 ka, 80 ~ 40 ka, 40 ~ 30 ka, 20 ~ 10 ka。一个古土壤-黄土组合所代表的气候旋回的平均时间尺度大致为 140 ~ 80 a。

(3) 海洋沉积是研究第四纪气候变化的重要方面。这不仅因为海洋面积广阔,约占全球总面积的三分之二,而且也因为大洋盆地是比较稳定的海洋环境,其堆积过程稳定且基本连续。通过对连续堆积的深海沉积物的研究,有可能获得第四纪以来的气候变化过程

注:原文载于《化工地质》1993 年第 15 卷第 2 期。

的连续信息。近年来,经过对深海岩心中有孔虫介壳的 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 的测定,用其所作曲线,提供了迄今最完整的全球性气候变化记录。这种记录表明,近2 Ma以来,曾出现40多次冷暖变化的气候波动。借助海洋沉积物中能反映寒冷生活环境的硅藻化石种属数量变化编绘了气候曲线,同流冰碎屑含量变化曲线十分吻合;此外,海洋沉积物中 CaCO_3 含量也被视为气候指标,深海岩心中 CaCO_3 的沉积旋回与氧同位素曲线有良好的对应关系。

(4) 湖泊代表着大陆的水成沉积环境,独自成为一个自然生态系统,记录了丰富的气候信息。在湖泊中几乎有一半是盐湖,它们在古气候研究中占有特殊的地位,已被或正在为地质学家所重视。盐湖是内陆湖泊演化末期的产物,有人称其为末期湖。形成盐湖的必要条件有二:其一,必须有良好的封闭盆地;其二,补给水须小于蒸发量,即干旱或半干旱的气候条件。从湖泊发育演化到盐湖,代表了湖泊演化的全过程,即从碎屑岩相到蒸发岩相的全部演化过程。在盐湖的发育过程中,往往由于所处地质背景、盐湖水化学特征不同以及气候波动的影响,形成含不同种类蒸发岩(碳酸盐、硫酸盐、氯化物等)的含盐系。因而,研究含盐系的沉积特征、矿物组合(盐类矿物是气候的灵敏指示标志,有的盐类矿物喜热,有的喜冷)、地球化学、稳定同位素地球化学、年代学、磁性地层学、微体古生物学及孢粉学等特征可以提供大量而系统的古气候信息,并借此来重建或恢复湖泊的古气候变化。在湖泊沉积物研究中,除了 ^{14}C 沉积地层断代,古地磁测定,O, C, N, S, Pb, Si等同位素的分析,微量元素的对比外,研究湖泊(包括盐湖)沉积物的气候指示特征的还有以下几种方法:①介形虫类的研究,依据适应不同盐度的介形虫含量可以作出气候的变化曲线;②介形虫壳体的 $\delta^{18}\text{O}$ 和 $\delta^{13}\text{C}$ 的测定,以及单体介形虫壳体的Mg/Ca和Sr/Ca的测定,为揭示湖泊气候变化提供了很好的数据,我国张保珍等用此法建立了青海湖12 ka年气候波动模式,划分出5个气候期和23个气候阶,通过与布列特-谢尔南德冰后期气候方案对比,证实该气候波动模式具有世界性;③从湖泊沉积物中可分离出各种天然有机化合物,并用气相色谱-质谱联用等现代分析技术来测定天然存在的特定的有机化合物,例如,脂肪酸、类异戊二烯化合物、烃类固醇、色素、碳水化合物、氨基酸、氨基糖、嘌呤与嘧啶等。这些分析数据可作为湖泊环境和地球化学以及营养状态的指标。例如,在日本琵琶湖的钻孔中,于85 m深处,岩心孢粉分析表明为持续温暖气候;与其相对应,有机化合物的脱镁色素、一元羧酸和二元羧酸浓度均很大。近年来,在盐湖盐类沉积中发现了生物化石和生物遗迹。这就进一步揭示了生物-盐类沉积-气候之间的密切关系。

(5) 不同沉积相所获得的第四纪气候信息是可以相互印证、相互补充、相互对比的。对中国黄土的研究表明,黄土中气候旋回的周期段与米兰柯维奇根据天文因素所计算的周期是一致的,与深海岩心氧同位素变化周期也是一致的。黄土中的磁化率是古气候波动的重要指标。洛川黄土剖面磁化率曲线同深海钻孔V23-239的氧同位素曲线极相似;黄土剖面中 ^{10}Be 与深海岩心氧同位素之间也存在极好的相关性。对湖泊沉积物的研究表明,青海湖区冰后期古气候波动模式与布列特-谢尔南德冰后期气候波动分期方案基本一致。韩淑娣研究新疆巴里坤盐湖古气候后也表明了相似的看法。这说明冰后期,全球各地气候波动具有相似性或一致性。

(6) 控制全球气候变化的原因。气候变化规律的研究是一个十分复杂的问题。控制全球气候变化的原因众说不一。1909年,Penck等建立了阿尔卑斯多次冰期的理论。1912

年，Wegener 建立了大陆漂移学说。1920 年，Milankovitch 认为第四纪气候变迁是受天文因素控制的，提出气候变化冰期发生的天文学说。近年来，有人提出气候变化是受地震活动周期制约的，还有人提出气候变化与冲击成坑作用有关。然而，多数地质学家见解趋同，即认为地球深部物质的活动是控制气候变化的主要原因。正如国际地科联主席 U. G. Cordani 在第 29 届国际地质大会开幕式讲话中所说：“现在我们可以说，地球内部动力学在阐明全球气候变化中发挥着巨大作用，不能仅仅依靠米兰柯维奇旋回。”

在地球动力学领域，经过地质学家、地球化学家和地球物理学家的共同努力，借助超级计算机的数字模拟，提出了“巨型地幔喷流柱”的新见解。这个假说很可能是地质学的一个新的生长点。根据这种新假说，对应深部物质的膨胀期（即相应发生海岸大面积抬升，地震频发、板块挤压……），地球物质为吸热反应，于是地球气候变得寒冷；反之，若深部物质处于收缩期，则物质为放热反应，于是地球气候变暖。

随着地球科学总体水平的发展，新技术和新测试方法的应用，以及多学科之间的相互配合，对古气候的研究将会有更大的进展。

哈马尔太碱湖 13000 a 以来的古气候记录

对过去全球气候变化的研究是现代科学研究中的热点课题。近 20 年来，国际第四纪气候演化历史的研究，尤其是末次冰期极盛期（LGM）以来全球及区域性环境演变的研究取得了令人瞩目的进展。第四纪以来的古气候以深海沉积、极地冰心、黄土沉积和湖泊沉积为主要研究对象。近来，地质学家又特别注重盐湖沉积与古气候关系之研究。最近 3 年中，我们对内蒙古伊克昭盟（现鄂尔多斯市）哈马尔太碱湖近代沉积物的 Ha01 钻孔岩心剖面系统采样（采集的样品有：OC，TC，CO₂ 样品各 17 件；pH 值样品 16 件； $\delta^{18}\text{O}$ ， $\delta^{13}\text{C}$ 样品 47 件；化学全分析样品 10 件；化学简分析样品 13 件；¹⁴C 样品 3 件）进行了氧碳稳定同位素、环境磁学、pH 值、有机碳（OC）、总碳（TC）、CO₂ 等的初步研究。本文即报道初步研究的结果。

1 哈马尔太碱湖及其近代沉积

1.1 哈马尔太碱湖概述

哈马尔太碱湖又名哈马日格太淖尔，位于内蒙古伊克昭盟鄂托克旗乌兰镇南约 3 km 处。地理坐标为东经 108°02′，北纬 39°06′（图 1）。

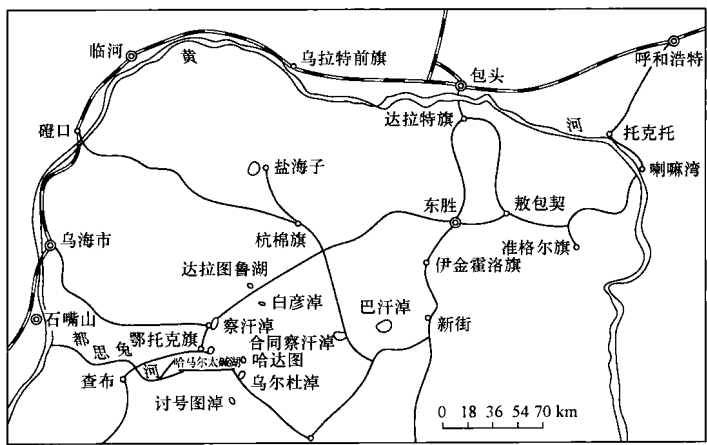


图 1 哈马尔太碱湖位置

注：原文载于《化工矿产地质》1995 年第 17 卷第 2 期第 73 ~ 81 页，原文名《中国内蒙古哈马尔太碱湖 Ha01 孔岩心 13000 a 以来的古气候记录》，作者：魏东岩、陈延成、王鉴津、关绍曾、钱作华、杨清堂、刘振敏。