

文章编号: 1001-8166(2008)12-1277-08

全球变化及其相关科学概念的发展与比较*

曲建升^{1,2}, 葛全胜³, 张雪芹³

(1. 兰州大学西部环境教育部重点实验室, 资源环境学院, 甘肃 兰州 730000;

2. 中国科学院资源环境科学信息中心, 中国科学院国家科学图书馆兰州分馆, 甘肃 兰州 730000;

3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘 要:在回顾全球变化科学产生和发展历史的基础上, 针对当前全球变化、全球气候变化、全球环境变化、地球系统科学在概念和内涵上存在混淆的情况, 就全球变化等概念的内涵、产生的过程及其联系进行了综述、分析和比较。提出全球变化是指对人类现在和未来生存与发展有重要的直接或潜在影响、由自然因素或人类因素驱动在全球范围内所发生的地球环境的变化, 或与全球环境有重要关联的区域环境的变化。气候变化和全球环境变化的研究范畴包含在全球变化之中, 但又各有其关注领域和交叉部分; 而地球系统科学是解决全球变化问题的科学理念、思维方式和解决方案。

关 键 词:全球变化; 全球环境变化; 全球气候变化; 地球系统科学; 定义; 概念

中图分类号: P467; X2

文献标志码: A

1 全球变化科学的产生与发展

人类的生存依赖于地球资源与环境, 但在人类发展的历史长河中, 人类对地球资源的摄取和对地球环境的改造获得总体上影响很小。自人类社会进入工业时代后, 人类改造自然和开采、利用地球资源的能力得到飞速发展。人类在创造巨大工业文明的同时, 也给地球带来了深刻影响。自 19 世纪以来, 人类日益认识到地球环境正在发生渐进的或突然的变化, 有关地球环境变化及其对人类影响的研究逐步发展。

在 20 世纪中期, 二战结束后, 社会经济和科学技术的发展都进入了一个快速通道, 使地球环境在面临巨大挑战的同时, 也为地球环境的保护带来了重要机遇。一方面, 人类社会以空前的广度和强度对地球环境带来深刻的影响, 大气污染、温室效应加

剧、地球臭氧层损耗、土地退化和沙漠化、水资源短缺与水污染、海洋环境恶化、森林锐减、生物多样性减少、垃圾成灾、人口剧增等一系列全球变化问题日益凸显; 另一方面, 由于科学研究投入的增多, 科学技术迅猛发展、人类对地球未来的日益关注, 对地球气候和环境的变化问题开展全面深入研究的需求和能力均明显增强。20 世纪 70 年代末至 80 年代初, 一些国际组织和机构积极发起和推动以“全球变化”为主题的研究计划和研究活动, 关注自然和人为因素引起的并作用于自然生态系统和人类社会的地球环境的变化。随之, 全球变化研究得到了国际科学界的广泛认同, 相应的科学研究组织和计划逐步设立^[1], 目前已经形成了以国际四大研究计划为主体、各国研究机构和科学家为骨干、跨学科科学组织为支撑的全球变化科学研究组织体系。

全球变化科学在过去 20 多年间取得了令人瞩

* 收稿日期: 2008-09-08; 修回日期: 2008-10-30.

* 基金项目: 国家自然科学基金项目“我国欠发达地区人口温室气体排放行为与排放需求研究——以甘青宁干旱和高寒地区为例”(编号: 40801232); 中国科学院知识创新工程重要方向项目“资料与海洋、生态与环境创新基地战略研究与科学评价”(编号: KZCX2-YW-501); 国家科技支撑计划项目“全球环境变化人文因素的检测与分析技术研究”(编号: 2007BAC03A11-05)联合资助。

作者简介: 曲建升(1973-), 男, 山东莱阳人, 副研究员, 主要从事全球变化情报与气候政策分析工作。E-mail: jsqu@lzb.ac.cn

目的大量研究成果,发展十分迅速。当前,全球变化科学的重点方向已从认识地球系统基本规律的纯基础研究为主,开始更多地关注与可持续发展相联系的应用研究,并特别关注全球变化的区域响应,提出了人类社会对全球变化的适应与恢复问题,同时更加强调多学科集成研究的方法与途径。在这一发展过程中,人类对地球环境及其变化的认识得到全面提升,人类应对环境问题的规避、适应、减缓和恢复等能力得到有效改善,国际减缓全球变化的行动框架正在逐步建立。

尽管全球变化领域的科学研究取得了日益丰硕的成果,但由于其发展历史短、科学覆盖面宽等原因,在全球变化概念的厘定上还并未完全统一,一方面对全球变化的科学概念尚未形成统一认识;另一方面,还存在全球环境变化、气候变化和地球系统科学等互有重叠和差异的概念。本文将在对过去研究文献调研的基础上,结合对当前研究特点的分析,综述全球变化及其相关概念的发展历程,并比较各概念的异同,供相关研究人员参考。

2 全球变化科学概念溯源

人类与环境之间具有密切的联系,研究者很早以前就认识到这一点^[2,3]。最早在 1864 年,Marsh^[4]首先提出了人类对环境影响的指标。在 19 世纪早期,地球生物圈(Biosphere)的概念在法国生物学家 Jean-Baptiste de Lamarck 的生物学研究中首次出现,1875 年奥地利地质学家 Edward Suess 将生物圈概念应用于地质学领域,1926 年前苏联地质学家 V. I. Vernadsky 在其著名的“生物圈”讲演中,进一步阐述了大“生物圈”的概念。Vernadsky 将地球生命和生命支撑系统以及大气圈统一纳入到生物圈概念中,认为生物圈是地壳的一部分,是由生命控制的一个完整的动态系统,大气圈中保证生物呼吸的氧气和稳定的 CO₂ 含量,以及保护地表生命的臭氧层,都是生物长期作用的结果。在 1927 年,Le Roy 和 Teilhard de Chardin 首次提出人类圈(Noösphere)的概念,用于表述由于人类影响而重新组织的地球系统,Vernadsky^[5]随后将这一概念进一步发展和推广。在这一阶段,人类及其作用还仅被看作是地球众多生命的一部分,并没有给予格外的关注。直到 20 世纪早期,人类才开始被看作是地球变化中的主要因素^[6]。

这些有关环境的全球概念,在 20 世界后半叶之前并没有得到广泛的认识,在 1955 年举行的题为

“人类在改变地球面貌中的作用”的研讨会上,对这些概念首次进行了国际范围、跨学科的回顾^[7]。1972 年罗马俱乐部出版的《增长的极限》^[8]在发行之初,受到了科学界、社会公众、官员和商业精英的强烈批判,但这本著作可以看作是全球思维和推理的重要里程碑^[9]。1974 年, Molina 等^[10]提出了有关平流层臭氧损耗的理论,认为人类活动可以在全球尺度上产生严重的和不可逆转的影响,这是有关人类活动影响的重大认识突破。进入 20 世纪 80 年代,全球变化作为一个明确的术语开始在科学文献中频繁出现,有关全球气候变化的出版物在这一时期迅速增长,全球变化的概念和认识也不断发展成熟。其中关键的贡献包括:美国国家航空航天局(NASA)1982 年在 Woods Hole 举行的有关全球问题多学科研究需求的研讨会及其报告《全球变化:对可居住性影响进行评估的科学基础》^[11]、ICSU 1984 年在加拿大渥太华召开的以全球变化为主题的大会及其论文集《全球变化》^[12]、国际应用系统分析研究所(IIASA)有关《生物圈的可持续发展》的研究^[13]、WMO 在奥地利菲拉赫(Villach)和意大利贝拉焦(Bellagio)召开的研讨会的报告^[14]、IPCC 在 1990 年发布的第一次评估报告^[15],以及世界气象组织有关臭氧损耗的科学评估等^[16]。

随着对全球变化研究需求的日益重视,一些跨学科国际研究计划逐步设立^[17]。国际科学理事会(ICSU)在 1969 年成立了环境问题科学委员会(SCOPE),从而开创了自然科学家和社会科学家合作开展全球变化问题研究的新时期。

1982 年 7 月由 NASA 发起,在 Woods Hole 举行的全球问题多学科研究需求的研讨会上,提出了全球变化的概念^[18],并倡导成立全球变化研究计划,对可能影响地球可居住性的未来的全球变化进行认识或预测,研讨会报告^[11]中指出全球变化的主要贡献者是人类,新的研究应吸收大气、海洋、土地、冰冻圈和生物圈的研究者参与。

1984 年 7 月,ICSU 在加拿大渥太华组织召开了以全球变化为主题的大会,为成立国际地圈生物圈研究计划(IGBP)进行了准备,会前 ICSU 出版了题为《全球变化》的论文集,指出全球变化的研究需要自然科学和社会科学的共同参与。该论文集还对已经取得的研究成果、研究方法以及研究组织模式等进行了较为清晰的阐述,可以发现,全球变化此时已经成为一个系统的科学研究主题。

在 ICSU 等组织^[19,20]的推动下,IGBP 于 1986

年成立。其他关注全球变化研究的计划还有世界气候研究计划(WCRP/1979)、人类因素研究计划(IHDP/1986)和生物多样性计划(DIVERSITAS/1991)。这四大全球变化研究计划依托其广泛的科学联系,为推动全球变化科学的发展做出了重要贡献^[1,21]。

在 20 世纪 80 年代后期,一些国家也启动了以全球变化为主题的研究行动。美国国家研究理事会(NRC)在 1988 年的报告^[22]中提出应建立美国的气候变化研究计划。1990 年,美国《全球变化研究法案》获得通过,随后美国全球变化研究计划(US-GCRP)启动,并成为全球变化领域最早的国家研究计划^[23,24]。

3 全球变化的科学内涵

全球变化(Global change)一词最早于 20 世纪 70 年代为人类学家所使用,当时的国际社会科学团体使用“全球变化”一词表述人类社会、经济和政治系统愈来愈不稳定,特别是国际安全和生活质量逐渐降低这一特定现象。至 20 世纪 80 年代,自然科学家借用并拓展了“全球变化”的内涵,将其概念延伸至全球环境,即将地球的大气圈、水圈、生物圈和岩石圈的变化纳入“全球变化”范畴,用以强调地球系统的变化^[25]。

由于全球变化是一新兴的跨学科概念,所包括内容广泛,因此长期以来对其科学内涵并未进行共识性的厘定。随着研究范围的不断扩大和研究的不断深入,全球变化概念反而更为宽泛和松散。

曾有学者对全球变化的概念进行梳理后^[26],提出“全球变化”是指环境中由人所引起的变化。在这一限制性定义中,全球变化包含了一系列相互关联的全球环境问题,如气候变化、平流层臭氧损耗、大气沉降(包括酸雨等)、富营养化、土地退化、荒漠化和化学污染扩散等。

美国 1990 年通过的《全球变化研究法案》^[27]将全球变化定义为“可能改变地球承载生命能力的全球环境变化(包括气候、土地生产力、海洋和其他水资源、大气化学以及生态系统的改变)”。

我国科学家也对全球变化的定义和研究内容进行了广泛探讨。叶笃正^[28,29]认为全球变化是 20 世纪 80 年代开始关注 10~100 年尺度上全球范围变化的一个新兴科学领域,其科学目标是描述和理解人类赖以生存的地球环境系统的运转机制、变化规律以及人类活动对地球环境的影响,从而提高对未

来环境变化及其对人类社会发展的预测和评估能力。陈宜瑜等^[30]认为全球变化是一门集成学科,以“地球系统”为研究对象,将大气圈、水圈、岩石圈和生物圈(包括人类自身)视为一个整体,探讨由一系列相互作用过程联系起来的复杂非线性多重耦合的地球系统的运行机制。葛全胜等^[31]提出,全球变化问题最初是从科学方面提出的,主要是研究人类活动造成的温室气体增加与近百年全球变暖之间的关系,但由于这个问题涉及到多学科、多部门的相互配合,现已演变成一个包括科学、社会、经济、外交、法律等诸多方面的综合性问题,需要以集成的方法开展研究。周广胜等^[32]提出全球变化是指由于自然和人为的因素而造成的全球性的环境变化,主要包括大气组成变化、气候以及由于人口、经济、技术和社会的压力而引起的土地利用的变化 3 个方面。张兰生等^[33]认为全球变化是全球环境(包括气候、土地生产力、海洋和其他水资源、大气化学及生态系统等)中能改变地球承载生命能力的变化。巢清尘^[34]认为全球变化研究是一门跨地球科学、环境科学、生物学、天体科学、遥感技术以及有关社会科学综合性、交叉性和系统性的科学体系,其研究对象是地球系统的各圈层及其相互作用,即地球系统中的物理、化学、生物和人类等子系统过程及其相互作用。

一些学者^[26,35,36]为了更好地定义全球变化,将全球变化分为相互联系的两部分:一是局地变化,如酸雨、森林采伐、荒漠化以及其他的与土地品质、生物多样性和人类健康有关的变化;另一种变化是整个全球系统所发生的变化,如气候变化、海平面上升、臭氧损耗等。Turner 等^[37]将第一种类型称作“累积(cumulative)”变化,后一种称作“系统(systemic)”变化,认为了解累积变化和系统变化之间的相互关系是全球变化研究的挑战之一。

就目前的发展阶段而言,全球变化仍然是一个非常年轻的学科,其学科内涵仍处于不断丰富和发展的过程。本文在综合相关文献、当前研究共识等因素的基础上,提出全球变化的科学内涵:

全球变化是指对人类现在和未来生存与发展有重要的直接或潜在影响、由自然因素或人类因素驱动在全球范围内所发生的地球环境的变化,或与全球环境有重要关联的区域环境的变化。

全球变化的科学目标是描述和理解人类赖以生存的地球环境系统的运转机制以及它的变化规律和人类活动对地球系统的影响,从而提高对未来环境

变化及对人类社会发展影响的预测和评估能力。其研究对象包括了地球大气圈、水圈、生物圈和岩石圈之间的物理、化学、生物的作用的过程,以及任何环境之间的相互作用过程,如全球变化的过程和驱动力、全球变化在时间和空间上的表现、全球变化对人类社会的影响以及全球变化信息获取和分析等方面。

4 全球变化相关科学概念厘定

与全球变化并行的还有几个相似的概念,如全球环境变化、全球气候变化(或气候变化)和地球系统科学。全球变化具有更为广泛的时空研究尺度,基本可以涵盖这一领域其余概念的研究范畴,全球气候变化和全球环境变化的研究是全球变化研究的重要方面。在荷兰国家公共健康与环境研究所发布的《透视全球变化》^[9]一书中,认为“全球变化”主要用于表示由人类—环境复杂的相互作用所引起的变化的总和,而“全球环境变化”是指全球变化中地球物理学、生物学、化学和生态学的变化成分,“气候变化(Climate change)”是指跨地区的有关气候的变化。地球系统科学与全球变化概念产生于同一时期,目前,在多数情况下,地球系统科学被看作是一种可以用于解决全球变化科学问题的系统科学思维和方案。

4.1 全球环境变化

全球环境变化(Global Environmental Change)这一概念一度在欧洲的科学文献中应用很广泛。全球环境变化主要指涉及人类与环境的相互作用、影响和响应的全球变化。代表性研究计划为全球环境变化的人类因素研究计划(International Human Dimension of Global Environmental Change Programme, IHDP)。IHDP 成立于 1986 年,由国际社会科学联合会理事会(ISSC)发起,时称“人文因素计划”(Human Dimensions Programme, HDP),1996 年,ISSC 与国际科学联合会理事会(ISCU)成为共同发起者,名称也由原来的人类因素计划改为全球环境变化的人类因素研究计划。

Stern 等^[38]在 1992 年出版的《全球环境变化》一书中指出,全球环境变化反映了环境系统(包括大气圈、生物圈、水圈等)与人类系统(包括经济、政治、文化和社会技术等系统)之间的相互作用。环境系统与人类系统的相互作用包括两种情形下:一是人类直接引起的环境某些方面的改变;二是环境变化直接影响人类社会的某些领域。人类对全球环

境变化的驱动因素包括:人口增长、经济增长、技术改变、政治经济制度、认识与信仰,环境的变化很多情况下是多种因素综合作用的结果。要了解环境变化对人类的影响,既要预测环境的变化,而且要考虑到社会的变化(如社会经济的组织模式),这些因素的变化可能比环境的变化还要快。

4.2 全球气候变化

在全球变化和全球环境变化概念产生之前,气候变化(Climate change 或 Climatic change)的理念在 20 世纪初期就开始出现^[39~44]。在这一时期的气候变化主要指地质历史时期或仪器观测的气候记录的变化,还较少关注气候变化对人类的影响。到了 20 世纪中期,气候变化的原因和影响开始受到关注。1941 年美国农业部出版的农业年报^[45],已经开始专门阐述气候变化的渊源和影响问题。该著作的重心在关注地质历史时期的气候变化基础上,发展了气候变化的概念,提出在地质历史时期气候的变化是正常的,并开始关注现代气候变化在不同区域的表现、对健康以及农业各方面的影响。

在 20 世纪后半叶,是气候变化研究不断深入、研究方法不断发展、成果不断积累的时期^[46~51],气候变化的研究领域不断拓展,并逐步从大气科学领域向交叉领域发展。1975 年,“气候系统”作为一个科学概念被科学界接受,标志着全球气候变化不再仅是与气候学有关的科学问题,而是一个多学科、跨学科的科学主题,与气象学、海洋学、地质学、冰川学、生物学和新技术等诸多学科有着密切联系^[52],但此时气候变化仍属于自然科学领域的名词。

自 20 世纪 90 年代开始,随着全球社会对全球变化、全球气候变化和全球环境变化等所指的环境问题的日益关注,以及联合国气候变化框架公约(UNFCCC)等组织为建立全球一体的气候变化减缓行动所做的不懈努力,使气候变化跨越科学的界限,成为与政治、外交、经济、健康等密切相关的复杂主题^[53~56],温室气体、全球变暖等已经成为全球妇孺皆知的公共问题甚至政治核心问题。

4.3 地球系统科学

20 世纪 80 年代,由于科学界认识到对重大全球性环境问题的形成原因和预测方法的研究,已非某一研究领域单一学科所能完成,地球系统科学在此时应运而生。1983 年 11 月,由美国国家航空航天局(NASA)顾问委员会任命了一个地球系统科学委员会。该委员会组织撰写了《地球系统科学》一书^[57]。书中首次介绍了“地球系统科学”的观点,并

系统阐述了其概念和内涵。NASA 认为,地球系统科学将地球视作一个具有相互关联现象的协同物理系统,由涉及到地圈、大气圈、水圈和生物圈的复杂过程所控制;建立地球系统科学方法的基本途径是要强调相应的化学、物理、生物及其相互作用的动力学过程,这些过程在空间上可以从微米到行星轨道尺度,在时间尺度上可以从毫秒到数十亿年。NASA 在 2003 年发布的科学战略中,对地球系统科学的思想作了进一步的发展和完善^[58]。

到 20 世纪 90 年代,基于对全球变化是地球系统变化的共识,研究者们更多地将全球变化与地球系统科学联系起来,如 2001 年在阿姆斯特丹举行的全球变化开放科学大会上,WCRP、IGBP、IHDP、和 DIVERSITAS 倡议发起地球系统科学联盟(Earth System Science Paternership, ESSP)^[59],从而开辟了全球变化研究的大跨度交叉、多尺度纵深发展的研究方向^[60]。在全球变化领域主要的国际组织和国家机构中,地球系统科学的理念已经深入到新研究的部署和规划中,如 IGBP 第二阶段的研究规划^[61]、IHDP 第二个 10 年战略规划^[62]、WCRP 面向未来 10 年新战略框架:地球系统的协调观测与预报体系(COPES)等^[63]。

在 20 世纪末至 21 世纪初,我国地球科学和全球变化界对地球系统科学给予了很多关注^[64~67],就地球系统科学概念及其应用进行了广泛讨论。更多的研究者们把地球系统科学作为一种思维模式、解决方案或者是科学理念予以接受或转化到自己的研究思维中。

5 全球变化及其相关科学概念的关系

基于以上的分析,作者认为与全球变化、全球气候变化和全球环境变化有关的全球环境问题已经引起了科学界、国际政治、企业和公众的高度重视,并认为这将是人类 21 世纪所面临的最大挑战。了解全球变化、气候变化和全球环境变化的概念及其科学内涵的关系,有助于推动全球变化相关科学研究、知识普及和气候行动的实施。

本文在总结前人成果和当前国际全球变化研究特点的基础上,比较了全球变化及其相关概念的差别与联系(图 1):

全球变化是指对人类现在和未来生存与发展有重要的直接或潜在影响、由自然因素或人类因素驱动在全球范围内所发生的地球环境的变化,或与全球环境有重要关联的区域环境的变化。全球变

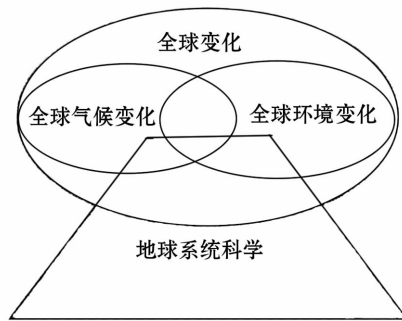


图 1 全球变化、全球气候变化、全球环境变化与地球系统科学之间的关系

Fig. 1 Relationship sketch of the concepts of global change, global climate change, global environmental change, and Earth system science

化包含了气候变化和全球环境变化的相关内容,但在专门的研究方面,如有关气候变化的影响和减缓、人类因素在全球变化中的作用等,气候变化和全球环境变化可能会更经常地用到。全球环境变化和气候变化也并不是完全独立的,在气候变化与人类影响和响应方面,这两个概念也存在交叉部分。地球系统科学与全球变化产生于同一时期,但其着眼点并不相同,地球系统科学更多是从科学理念、思维方式和解决方案上关注全球变化问题,并为全球变化研究提供支持。

致谢: 本文撰写中得到了陈发虎教授、张志强研究员、美国国家大气研究中心 Michael H. Glantz 和叶谦博士的指导和帮助,在此表示衷心感谢!

参考文献 (References):

- [1] Zhang Zhiqiang, Sun Chengquan. The ten-years progresses of global change research [J]. *Chinese Science Bulletin*, 1999, 44 (5): 464-477. [张志强, 孙成权. 全球变化研究十年进展 [J]. 科学通报, 1999, 44 (5): 464-477.]
- [2] Friedman H. The science of global change: An overview [C] // Malone T F, Roederer J G eds. *Global Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1985.
- [3] Noewine J. *Climate and Human Ecology* [M]. Houston, Texas: D. Armstrong CO., Inc., 1977.
- [4] Marsh G P. *Man and Nature or Physical Geography as Modified by Human Action* [M]. New York: Scribner, 1864.
- [5] Vernadsky V I. The Biosphere and the Noosphere [J]. *American Scientist*, 1945, 33 (1): 1-12.
- [6] Jan Rotmans, Bert De Vries. Perspectives on global change: The TARGETS approach [J]. *Water, Air & Soil Pollution*, 1999, 113 (1/4): 425.

- [7] Thomas W L, ed. Man's Role in Changing the Face of the Earth [M]. Chicago: University of Chicago, 1956.
- [8] Meadows D H, Meadows D L, Randers J, et al. The Limits to Growth[M]. New York: Universe Books, 1972.
- [9] Buttel F H, Hawkins A P, Power A G, et al. From "The Limits to Growth" to "Global Change": The limits and conflicts in environmental science and ideology [J]. *Progress in Geography*, 1992, (2):46-51. [Buttel F H, Hawkins A P, Power A G, 等. 从“增长的极限”到“全球变化”——环境科学和意识形态发展中的局限与矛盾[J]. 地理科学进展, 1992, (2):46-51.]
- [10] Molina M J, Rowland F S. Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: Chlorine atomic catalysed destruction of ozone[J]. *Nature*, 1974, 249: 810-814.
- [11] Jet Propulsion Laboratory (JPL). Global Change: Impacts on Habitability[R]. A Scientific Basis for Assessment. A Report by the Executive Committee of a Workshop Held at Woods Hole, Mass., June 21-26, 1982.
- [12] Malone T F, Roederer J G, eds. Global Change [C] // Proceedings of a Symposium Sponsored by ICSU. Ottawa, Canada, 25 Sept., ICSU Press, 1984.
- [13] Clark W C, Munn R E, eds. Sustainable Development of the Biosphere [M]. Cambridge/Laxenburg: Cambridge University Press/IIASA, 1986.
- [14] Jaeger J, ed. Developing Policies for Responding to Climatic Change: A Summary of Discussions and Recommendations of the Workshops in Villach and Bellagio[R]. WMO, 1988.
- [15] Houghton J T, Jenkins G J, Ephraums J J, et al. Scientific Assessment of Climate Change[R]. IPCC First Assessment Report of Working Group I. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [16] WMO. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1991 [R]. WMO/UNEP, 1992.
- [17] Price M F. Humankind in the biosphere; The evolution of international interdisciplinary research [J]. *Global Environmental Change*, 1990, 1:3-13.
- [18] Robert Guthrie Fleagle. Global Environmental Change: Interactions of Science, Policy and Politics in the United States[M]. Praeger/Greenwood, 1994.
- [19] NRC. Toward an International Geosphere-Biosphere Program: A Study of Global Change[M]. Washington DC: National Academy Press, 1983.
- [20] NRC. Global Change in the Geosphere-Biosphere: Initial Priorities for an IGBP[M]. Washington DC: National Academy Press, 1986.
- [21] Sun Chengquan, Qu Jiansheng. Status and trends of the international Earth science studies[J]. *Advances in Earth Scienc*, 2002, 17(3):344-347. [孙成权, 曲建升. 国际地球科学发展态势[J]. 地球科学进展, 2002, 17(3):344-347.]
- [22] NRC. Toward an Understanding of Global Change: Initial Priorities for the International Geosphere-Biosphere Program [R]. Washington DC: National Academy Press, 1988.
- [23] Sun Chengquan, Qu Jiansheng, Zhao Zhuanjun. A chievement of USGCRP over the past decade and perspectives for USGCRP in the decade ahead[J]. *Advances in Earth Science*, 2001, 16(4): 574-579. [孙成权, 曲建升, 赵转军. 美国全球变化研究计划实施进展与研究展望[J]. 地球科学进展, 2001, 16(4):574-579.]
- [24] National Research Council. Research Strategies for the US Global Change Research Program[R]. Washington DC: National Academy Press, 1990.
- [25] Pernetta J. What is Global Change? [J]. *Global Change News Letters*, 1995, (2):1-3.
- [26] Price M F. Global change: Defining the Ill-defined[J]. *Environment*, 1989, 31(8): 18-20, 42, 44.
- [27] GCRIO. U. S. Global Change Research Act of 1990, Public Law 101-606(11/16/90) 104 Stat. 3096-3104. <http://www.gcricio.org/gcact1990.html>, 1990.
- [28] Ye Duzheng, Fu Congbin, Dong Wenjie. Progresses and future trends of global change sciences[J]. *Advances in Earth Science*, 2002, 17(4):467-469. [叶笃正, 符淙斌, 董文杰. 全球变化科学进展与未来趋势[J]. 地球科学进展, 2002, 17(4):467-469.]
- [29] Ye Duzheng, Fu Congbin. Some advance in global change science study [J]. *Bulletin of the Chinese Academy of Sciences*, 2004, 19(5):336-341. [叶笃正, 符淙斌. 全球变化科学领域的若干研究进展[J]. 中国科学院院刊, 2004, 19(5):336-341.]
- [30] Chen Yiyu, Chen Panqin, Ge Quansheng, et al. Global change research: Progress and prospect [J]. *Earth Science Frontiers*, 2002, 9(1):11-18. [陈宜瑜, 陈泮勤, 葛全胜, 等. 全球变化研究进展与展望[J]. 地学前缘, 2002, 9(1):11-18.]
- [31] Ge Quansheng, Cheng Panqin. Synthesis study on global environmental change[J]. *Advances in Earth Science*, 2000, 15(4): 461-466. [葛全胜, 陈泮勤. 全球变化的集成研究[J]. 地球科学进展, 2000, 15(4):461-466.]
- [32] Zhou Guangsheng, Xu Zhenzhu, Wang Yuhui. Adaptation of terrestrial ecosystems to global change [J]. *Advances in Earth Science*, 2004, 19(4):642-649. [周广胜, 许振柱, 王玉辉. 全球变化的生态系统适应性[J]. 地球科学进展, 2004, 19(4):642-649.]
- [33] Zhang Lansheng, Fang Xiuqi, Ren Guoyu. Global Change[M]. Beijing: Higher Education Press, 2000. [张兰生, 方修琦, 任国玉. 全球变化[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.]
- [34] Chao Qingchen. Earth system science, global change and sustainable development [J]. *Meteorology Science & Technology*, 1999(4):9-13. [巢清尘. 地球系统科学、全球变化与可持续发展[J]. 气象科技, 1999, (4):9-13.]
- [35] Clark W C, Holling C S. Sustainable development of the biosphere: Human activities and global change [C] // Malone T F, Roederer, eds. Global Change. Cambridge: Cambridge University Press, 1985:474-490.
- [36] Di Castri F. Global crises and the environment [C] // Marini-Bettdo G B, ed. A modern approach to the protection of the environment. Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia 75,

- Vatican, 1989:7-39.
- [37] Turner II B L, Kasperson R E, Meyer W B, *et al.* Two type of global environmental change[J]. *Global Environmental Change*, 1990, 1(4): 14-22.
- [38] Stern P C, Young O R, Druckman D, eds. *Global Environmental Change*[M]. Washington DC: National Academy Press, 1992.
- [39] Berry E W. *Tree Ancestors: A Glimpse into the Past*[M]. Baltimore: Williams & Wilkins Co., 1923.
- [40] Brooks C E P. *Climate through the Age: A Study of the Climatic Factors and their Variations*[M]. London: E Benn Limited, 1926.
- [41] Dachnowski A P. The correlation of time units and climatic changes in peat deposits of the United States and Europe[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1922, 8(7): 225-231.
- [42] Penck A. The shifting of the climate belts[J]. *Scottish Geoginal Magazine*, 1914, 30: 281-293.
- [43] Lamb H H. *Climate, History and the Modern World*, 2nd[M]. London, New York; Routledge, 1995.
- [44] James Rodger Fleming. *Historical Perspectives on Climate Change*[M]. US, Oxford. Oxford University Press, 1998.
- [45] Department of Agriculture, United States. *Climate and Man, Yearbook of Agriculture* [R]. Washington DC: United States Government Printing Office, 1941.
- [46] Korec R J, ed. *Atmospheric Quality and Climate Change*[C]. Papers of the Second Carolina Geographical Symposium, 1975.
- [47] Lamb H H. *The Changing Climate*[M]. London: Methuen Co Ltd. 1966.
- [48] Ausubel J, Biswas A K, eds. *Climate Constraints and Human activities*[M]. Oxford: Pergamon Press, 1980.
- [49] Firor J. *The Changing Atmosphere: A Global Challenge*[M]. New Haven & London: Yale University Press, 1990.
- [50] Trenberth K E, ed. *Climate System Modeling*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- [51] Ge Quansheng, Zhang Piyuan, Niu Chunyan. Research on climate change impacts[J]. *Advances in Earth Science*, 1989, (3): 41-46. [葛全胜, 张丕远, 纽春燕. 关于气候变化影响的研究[J]. *地球科学进展*, 1989, (3): 41-46.]
- [52] WMO-ICSU Joint Organizing Committee. *GARP Publication Series*, No. 16[Z]. WMO, Geneva, 1975.
- [53] Arrhenius E, Waltz T W. *The Greenhouse Effect: Implications for Economic Development* [M]. Washington DC: The World Bank, 1990.
- [54] Lawrence Livermore National Laboratory. *Energy and Climate Change*[M]. Lewis Publishers, 1990.
- [55] Zwerver S, van Rompaey R S A R, Kok M T J, *et al.* *Climate Change Research Evaluation and Policy Implications* [M]. New York: Elsevier, 1995.
- [56] Qu Jiansheng, Sun Chengquan. Political contents of the global change studies: Taking the policies on climate of US as an example[J]. *World Science-Technology R & D*, 2004, 26(2): 78-83. [曲建升, 孙成权. 全球变化研究中的“科学政治化”倾向[J]. *世界科技研究与发展*, 2004, 26(2): 78-83.]
- [57] NASA Advisory Council. *Earth System Science: A Closest View* [M]. Washington DC: NASA, 1988.
- [58] Yao Yupeng, Ma Fuchen. A Discussion on the conceptual model for the strategy of the earth system research in China[J]. *Advances in Earth Science*, 2004, 20(2): 144-148. [姚玉鹏, 马福臣. 关于我国开展地球系统研究战略概念模型的讨论[J]. *地球科学进展*, 2004, 20(2): 144-148.]
- [59] ESSP. *The Amsterdam Declaration on Global Change*[EB/OL]. <http://www.sciconf.igbp.kva.se/fr.html>. July, 2001.
- [60] Qu Jiansheng, Zhang Zhiqiang, Lin Hai. *Earth System Science Partnership: Framework and tasks*[C]//Huang Dingcheng, Lin Hai, Zhang Zhiqiang, eds. *Research on the Development Strategy of Earth System Science*. Beijing: Meteorology Press. 2005: 161-170. [曲建升, 张志强, 林海. 地球系统科学联盟(ESSP): 框架与任务[C]//黄鼎成, 林海, 张志强主编. *地球系统科学发展战略研究*. 北京: 气象出版社, 2005: 161-170.]
- [61] IGBP. *The new and evolving IGBP*[J]. *Global Change Newsletter*, 2002, (50): 1-3.
- [62] IHDP. *Strategic Plan 2007-2015: Framing Worldwide Research on the Human Dimensions of Global Environmental Change*[EB/OL]. http://www.ihdp.uni-bonn.de/Pdf_files/WebStratPlan.pdf, 2007.
- [63] WCRP. *WCRP Strategic Framework for 2005-2015: Coordinated Observation and Prediction of the Earth System*[R]. 2005.
- [64] Bi Siwen, Xu Qiang. *Earth System Science*[M]. Beijing: Science Press, 2003. [毕思文, 许强. *地球系统科学*[M]. 北京: 科学出版社, 2003.]
- [65] Bi Siwen. *An Introduction to Earth System Science*[M]. Beijing: Science Press, 2003. [毕思文. *地球系统科学导论*[M]. 北京: 科学出版社, 2003.]
- [66] Huang Dingcheng, Lin Hai, Zhang Zhiqiang, eds. *Research on the Development Strategy of Earth System Science*[M]. Beijing: Meteorology Press, 2005. [黄鼎成, 林海, 张志强. *地球系统科学发展战略研究*[M]. 北京: 气象出版社, 2005.]
- [67] Peng Shengchao, Qin Guoying. *Earth System Science*[M]. Beijing: Science Press, 2003. [彭胜潮, 秦国英. *地球系统科学*[M]. 北京: 科学出版社, 2003.]

Development and Comparison of the Significations of Global Change and Its Correlated Concepts

QU Jiansheng^{1,2}, GE Quansheng³, ZHANG Xueqin³

(1. Key Laboratory of Western China's Environmental Systems (Ministry of Education), College of Earth and Environmental Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 2. Scientific Information Center for Resources and Environment, Lanzhou Library of National Science Library, CAS, Lanzhou 730000, China; 3. Institute of Geographic Sciences and Nature Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: The research field on the earth environment changes related to human-nature interaction is developing rapidly. Some different concepts are addressed and evolved during the developing course of this research theme. Firstly, the concept of climate change was addressed in the early 20th century, and then, the concepts of global change, global environmental change and earth system science were developed in different fields and research groups. In general, these concepts have all focused on this largest issue in the modern society from different angles of review. Also, they have different background, crossed fields, special research approaches. Based on an analysis of the history of this environmental issue and research activities, the significations of the four concepts are reviewed and compared. Global change research focuses on the earth environmental changes or the regional environmental changes that associate with global environment, which are driven by nature or human factors and directly or potentially influence the current or the future human life and development. Generally, global change can be used to cover and refer all the issues of this area. The research contents of climate change and global environmental change are generally included in global change studies. Climate change and global environmental change have special focuses with each other, and also there are some common parts for the two concepts. Climate change especially focus on the nature factors as a scientific concept, but recently, it is also widely used in the fields of international argument and climate policy as a public issue. Global environment change is often used in the area of active and passive human factors in the changes, and in some regions and groups, it is also referred to the general changes. Earth system science is an important theory, methods and resolution for the global change studies with a systematic thought.

Key words: Global change; Global environmental change; Global climate change; Earth system science; Definition; Concept.

《地球科学进展》了解地球科学发展的窗口，
伴您从事研究的良师益友

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登宣传广告!

欢迎在线访问 (www.adearth.ac.cn)