

文章编号:1001-8166(2001)04-0574-06

美国全球变化研究计划实施进展与研究展望*

孙成权¹,曲建升¹,赵转军²

(1. 中国科学院资源环境科学信息中心,甘肃 兰州 730000;

2. 兰州大学资源环境学院,甘肃 兰州 730000

摘 要:美国全球变化研究计划(USGCRP)自成立以来的 10 年中,取得了丰硕的研究成果,也面临新的挑战。列举了自 1990 年以来尤其是近几年来 USGCRP 的主要成果与贡献,其中在国家评估、厄尔尼诺—南方涛动的预测、全球温度记录、过去 1000 年中最温暖的时期、北美碳汇、温室气体增加与臭氧损耗、臭氧损耗评估、大气污染物的长距离输送、海洋分析、热带测雨卫星、雷达卫星、火灾监测、SeaWiFS、全球环境变化信息服务等方面取得的成绩尤为显著。剖析了 USGCRP 在未来 10 年中的研究目标及其研究重点和面临的挑战。

关键词:全球变化研究;气候变化;环境变化;美国全球变化研究计划(USGCRP);

中图分类号:X14 文献标识码:A

1 USGCRP 10 年发展概况

美国的全球变化研究计划(USGCRP)于 1989 年 1 月被作为一项“总统动议”提出,并由 1990 年的《全球变化研究法案》正式确定实施。从那时起,全球变化研究一直被美国总统和美国政府作为一项重要的科学行动,每年给予专项经费支持。

USGCRP 是由美国国家科学技术委员会(NSTC)所属的环境和自然资源研究委员会(CENR)的全球变化研究分委员会主持,包括美国航空航天局(NASA)、环境保护局(EPA)、国家科学基金会(NSF)、农业部(DOA)、能源部(DOE)等 18 个机构、部门以及美国政府执行办公室参加此项计划的制定与实施。

1991—1992 财政年度,USGCRP 确定了 7 个多学科优先研究领域,它们代表整个地球系统的相互联系的组成部分。这 7 个优先领域依次是:气候与水文系统;生物地球化学动力学;生态系统及其动力学;地球系统的历史;人类与自然的相互

作用;固体地球过程;太阳的影响。

1994 年,USGCRP 拟定了一项 10 年研究计划,称为“全球变化研究议案”。自 1991 年研究计划提出以来,对矿物燃料的使用、土地利用的变化(包括森林退化)以及工业化学物质的排放引起的全球环境问题的认识日益深化,1994 年研究计划的重点在于认识全球变化的性质、范围、特点,变化发生的程度和意义;评价适应和减缓潜在变化的可行性对策所需要的决策工具。

1995 年,USGCRP 进一步明确了自己的主要任务,其研究重点是:观测和记录地球环境所发生的变化;认识变化发生的原因;提高预测未来变化的精度;认识变化产生的后果;提高评价变化的能力。从一开始,USGCRP 就对下列方面给予了极大关注:开展土地、海洋和空间系统的全球变化观测;建立世界范围的数据管理和档案系统——全球变化研究信息局(GCRIO),提高数据的可靠性,同时面向全世界感兴趣的研究人员与社会大众开放;开展对地球系统过程的研究,提高对影响全球

* 收稿日期:2000-11-20;修回日期:2000-12-12. E-mail:gcinfo@ns.tzb.ac.cn

*基金项目:国家自然科学基金委托项目“国际全球变化研究动态与科学发展”;中国科学院院长基金项目“21 世纪地球科学、资源环境科学技术发展战略研究”联合资助。

作者简介:孙成权(1946-),男,北京人,研究员,主要从事地球科学发展战略与国际全球变化比较研究。

系统的最重要的物理、生物、化学过程的认识; 开发预测全球变化程度、时间、范围的综合地球系统模型。基于对全球变化复杂性的新认识, USGCRP 还将其工作扩展到分析全球变化对环境和社会的影响以及开发与全球变化相关的国际、国内政策评价工具。

在 1996 财政年度, USGCRP 总结了以往科学研究活动中取得的进展, 对其研究工作进行了归纳。USGCRP 认为: 全球变化包括地球环境中所有的自然和人为引起的变化。全球变化可定义为全球环境(包括气候、土地生产率、海洋或其它水资源、大气化学和生态系统)中的、能改变地球承载生命能力的变化。与全球变化有关的主要科学问题包括: 季节至年际的气候波动; 未来数十年的气候变化; 平流层臭氧耗减与紫外线辐射增强; 土地覆盖、陆地与海洋生态系统的变化。

2 USGCRP 的主要研究成果

在过去的 10 年中, USGCRP 的研究工作长期围绕观测、记录、认识和预测全球变化的研究框架进行, 评价全球环境变化的后果以及人类和生态系统对它们的潜在负面影响的脆弱性, 发展用于综合评价的工具和能力, 集成和交流全球变化领域的知识。USGCRP 在以下领域取得了丰硕的研究成果。

2.1 全球变化的国家评估

为了确定美国在未来气候变率及变化领域潜在的脆弱性并制定对应的策略, 美国在 1997 年开始进行气候变率与变化影响的国家评估。USGCRP 负责协调这些评估, 包括协调地理、社会经济和自然资源部门的工作, 并强调应有研究团体之外的个人、企业的广泛参与。

早在 1998 年, USGCRP 任命了广泛代表公共与私有部门而组成的国家评估分析小组, 该机构领导并负责实施国家评估以及对地区与部门信息进行管理与全面分析。1998 年还举行了 12 次地区性的研讨会, 从而使 1997—1998 年的研讨会达到 19 个。上述许多地区对某些关键问题进行了分析, 发表了报告, 并继续风险承担者的参与。此外, 分析小组选择以下几个方面作为重点评估的对象, 即: 农业、沿海地区、海洋资源、森林、人类健康与水资源。对每一个方面, 分析小组都任命了一个研究组对这些关键问题和脆弱性进行评估, 并最终共同的格式发表报告。

2.2 厄尔尼诺—南方涛动的预测

1998 年短期气候预测不断取得进展, 并应用于

社会和经济方面。基于 1997—1998 年对 ENSO 的深入研究, USGCRP 的科学家获得了一些新的成果, 并在研究方法的开发上取得了进展, 其中包括西北太平洋与加利福尼亚等地区气候信息的提取, 在世界范围内举行了一系列地区性的气候展望讨论会, 此外, 科学家还成功预测了 1998 夏季的拉尼娜现象。

2.3 全球温度记录研究

在全球表面平均温度观测的基础上, NASA 的 Goddard 空间研究所与 NOAA 的国家气候数据中心的科学家发现: 1998 年是自 19 世纪 60 年代进行仪器测量以来最温暖的一年。NASA 的马歇尔空间飞行中心也通过微波卫星监测对流层温度而证实了这些变暖现象, 这正好是 20 世纪 80 年代与 90 年代变暖的延续。

2.4 对过去 1 000 年最温暖时期的研究

北半球在无仪器监测温度时段内的古气候重建表明 20 世纪是过去的至少 1 000 年中最温暖的阶段。欧洲在中世纪暖期表现为温度偏高, 这种温暖不同于当今的欧洲, 也未影响到整个北半球。重建研究表明 16 世纪到 18 世纪的冷期(习惯称为小冰期)主要是北大西洋地区的区域性降温, 并不涉及整个北半球。这些发现的关键意义在于表明 20 世纪后期北半球环境的变暖不是先前认为由自然因素波动所引起的, 更有可能是由于人类活动所引起的。

2.5 北美碳汇研究

通过对北美近 5 年期间 CO_2 浓度的梯度与通量分析, 表明北美的森林、土壤以及沉积物可能吸收了大量的碳, 因而略微降低了随着化石燃料利用的增加而增加的碳的积累。东北部再生林也许是碳吸收积累的主要区域(但其作用随着森林的成熟将变得有限)。另外, 土地利用变化和农业耕作也是碳积累的主要途径。大量研究已表明北美是一个碳汇, 但对该汇的规模大小还存在争议, 所以还需进一步地研究源与汇的地点与形成机制, 并减小不确定性因素对源与汇评价的影响。

2.6 温室气体增加与臭氧损耗研究

大气中温室气体浓度的增加使地表变得愈来愈温暖, 并有趋势使平流层下部温度降低, 这影响了电磁波的传播以及痕量物质从对流层到平流层的传输。任何使平流层冷却的因素都可能加速臭氧的损耗, 延缓臭氧层的恢复, 其状况的好转寄期望于平流层中卤素浓度的降低, 而这有赖于《蒙特利尔协定》所限制排放的破坏臭氧层物质的减排量。

2.7 臭氧损耗评估研究

美国环境计划与世界气象组织在 1999 年 6 月公布了《臭氧损耗的科学评估》一文,USGCRP 的贡献在其中尤为突出。破坏大气层下部臭氧的物质大约在 1994 年达到最大浓度,现在正慢慢降低。平流层中卤素浓度在 2000 年前达到最高值,但直接证据表明臭氧层的恢复仍将取决于将来的情况。来自北半球中纬度地区详细分析的高置信度统计数据表明,在 1980—1996 年间,这个地区的臭氧明显减少,而且在平流层的顶部与底部,臭氧的损耗率最大,每 10 年约损耗 7.5%,在平流层的中部(约 30 km)最小,每 10 年约损耗 2%。

2.8 大气污染物的长距离输送

通过地面与星载仪器监测证实,确实有大气污染物的长距离输送,例如东亚与南亚的大气污染物可以到达美国的西海岸,非洲的矿尘粉粒可到达美国的东南部,墨西哥森林大火烟尘可到达美国的东北部。

2.9 海洋分析

JGOFS 与 WOCE 进行合作,编录了夏威夷与百慕大附近两个亚热带海区观测点 10 年的海洋表面观测资料。由于观测仪器是设在浮标与船上的,这套资料填补了海洋地理学研究中的空白。它记录了海洋气候、营养物的循环、生物量、生态群落的组成、颗粒物的沉积以及 CO₂ 浓度。这些珍贵的系列资料表明海洋中的生物具有多样性,并证明氮的固定对于新物质的合成具有重要意义。这两个地点的比较研究表明,夏威夷与百慕大的营养物质种类与初级生产量的动态明显不同。

2.10 热带测雨卫星

热带测雨卫星(Tropical Rainfall Measuring Mission—TRMM)工作一年以来,已在科学研究尤其是天气预报方面发挥了巨大的作用。通过 TRMM 的工作更能促进我们对风暴与飓风的深入研究与解释。

2.11 雷达卫星

美国—加拿大雷达卫星(Radarsat)第一次对南极地区进行了雷达绘图,表明地球上近 70% 的淡水储存在南极地区,这个淡水水库的变化将直接影响海平面与全球气候的变化。

2.12 火灾监测

为加强中美与墨西哥火情的监测,NASA 的地球科学公司与 NOAA 协作建立了研究火情的新网络,并对世界其它各地的火情也进行了监测,如印度尼西亚与俄罗斯,通过该网络可获得极其有意义的成果。

2.13 SeaWiFS

大视野海洋观测传感器(SeaWiFS)为美国西北部、阿根廷、南非海岸带地区上升洋流的研究提供了非常宝贵的资料,上升洋流为海洋鱼类带来了大量浮游植物。这些资料更有力的证明:海洋具有巨大的生产力,可大量吸收大气中的 CO₂。另外 SeaWiFS 也为这些地区提供了陆地航天图像。

2.14 全球环境变化信息服务

美国全球变化信息服务由多学科研究群体所支持,致力于长期进行集成研究、评价、预测全球的变化,并为各界提供更多的信息,包括:加强信息生产者与决策者/客户之间的交流;为全球变化能够影响到的部门(如农业、健康、水资源、能源部门)的决策者提供全球变化研究成果;综合当前所有的信息服务,包括国家评估计划、与全球变化有关的应用管理及信息服务、全球变化数据与信息活动等。

3 未来 10 年美国全球变化研究展望

3.1 研究目标

USGCRP 在未来 10 年里将致力于地球环境系统的动态变化研究,以及对与社会发展有关知识体系的研究。环境变化将影响美国与世界各地的社会与经济发展,USGCRP 面对众多的全球变化问题,将通过研究、评价提高我们对这些相关问题的认识与预测能力。USGCRP 确定了一系列的研究目标,以指导学者、团体与各计划的研究以及指导联邦政府对全球环境变化研究的投资。这些目标是:

(1) 确定自然和人为变化的起源、速率及未来发展趋势。USGCRP 将继续对各种因素引起的地球系统内全球变化问题以及预测问题进行研究。

(2) 提高对生态系统在多种压力的综合影响下演变的认识。众多的环境压力影响着地球主要生态系统的动态特征,需要个别地或综合地对这些压力的作用机制进行深入研究。

(3) 在较小的空间尺度与较大的时间范围内模拟并解释全球环境变化及其过程。气候变化主要表现在地区尺度上,变化的幅度与影响在不同地区间也有差异。向决策者提供所需的信息需要在比现在更小的空间尺度与更大的时间尺度内研究、模拟全球环境变化。

(4) 致力于全球环境突变的可能性研究。历史上,地球曾经历过气候与环境的剧烈变化,如极地曾经历了从冰期寒冷气候到热带气候的变化,所以在温度与降水分布上有很大的变化。这些变化过程不

是平稳的或渐变的,而是相当的快速与突然。温室气体的排放极有可能引起气候的突变。USGCRP的研究,特别是模拟研究计划,一定会解释清楚地球系统中非线性表现行为与突变所可能导致的变化。

(5) 解释与评估全球变化对美国的影响。USGCRP将继续对国际地区与国家尺度变化相关的问题进行评价(如气候、臭氧、生物多样性、森林等问题),并给决策者提供有用的信息。在评估气候变化如何影响环境与自然资源以及这些影响如何引发一些社会后果时所产生的科学问题对USGCRP研究与计划议程的持续发展非常重要。

3.2 未来10年中需要重视的研究领域

长期存在的与气候有关的问题在一定程度上现在都可以预测。进一步深入认识地球上变化的复杂性(如降水与温度分布),可为社会经济系统的良性发展提供更大的空间。提前估计这些变化的幅度以及相应几率的大小特别困难。但仅凭当前的经济方法来判断这些变化的危险程度是明显不够的,一些问题远不能用纯经济方法来衡量。由于当前经济学方法的制约以及缺少准确的数据,USGCRP还不能准确计算出经济意义上的价值量或损失,但USGCRP将加强以下领域的研究并论证它们的经济价值。

(1) 厄尔尼诺的社会成本与作用。气象与气候问题每年都给社会带来巨大的经济损失。1997—1998两年中的气候异常大多与厄尔尼诺现象直接有关,而且给世界各地带来的经济损失超过300亿美元。许多研究者认为1998年中国发生的洪水,与1997—1998年的厄尔尼诺现象有关,这也使得这两年中全世界的直接经济损失增加到了600亿美元。厄尔尼诺现象引起的发展速度减缓以及发展机遇的错失所导致的经济损失还没有度量出来,但肯定高于直接经济损失。加里福尼亚与秘鲁对损失进行了初步估计,表明若提前对1997—1998年的厄尔尼诺有所准备,则损失可减少1/2以上。

(2) 飓风频率变化模式。未来10年中,我们可能可以预测罕见飓风在新时期是否会降临美国东海岸。那时,我们已经提高了海岸地区建筑物抵抗飓风的能力——将不会出现类似于30年代、40年代和50年代那样大的飓风来临时所遭遇的毁坏。在这个飓风时期中,“4类”(时速232273 km)与“5类”(时速超过275 km)飓风将在2010年以前在人口稠密地区着陆。通过对1926年经过佛罗里达州和阿拉巴马州4类飓风的研究,证实了这样的飓风在今天可造成770亿美元的损失。为维持保险业的生

存,需要不断修正所需的信息,这个过程所耗费的经济与社会价值尚未可知,肯定是非常巨大的,以致于保险业自己对这方面的一些研究进行投资,以表明它们对这些问题的关心。以上信息使美国政府决策者不得不评估保险业的可靠性,但是现在可利用的信息太少,相信随着研究的深入将会得到更多的信息。

(3) 淡水资源可利用问题。到2010年某些国家会为水资源问题而诉诸于战争,撇开战争问题不说,水资源问题也可带来极大的经济损失。例如,在当前的条件下,干旱在美国造成的平均损失估计每年达6080亿美元。

(4) 碳源和汇对地球气候的影响。到2010年,世界各地的科学家将绘制出碳源与碳汇分布图。人工陆地生态系统,如再生林,很可能将被证实是一个为期几十年的汇。绘制源与汇的分布图,其意义不仅在于讨论与控制碳排放,对于国际上有效减缓碳排放、地区发展与和平都具有重要意义。

(5) 大气质量变化。随着人口的增加与发展中国家工业化的发展,尤其在东南亚,空气质量在多数地区明显下降。气流输送含大量污染物的气团到达无污染的地区,从而改变了臭氧的本底浓度,以及其它对空气质量有影响的物质的浓度。目前必须采取措施来控制地区性的大气污染,主要措施包括:减少化石燃料的使用,使用污染少的燃料,推广控制污染物排放的先进技术,这些措施将减少温室气体以及大气污染物的排放。

(6) 大气中臭氧含量的变化。在21世纪前期,蒙特利尔协定将继续限制某些破坏臭氧的气体的排放。《蒙特利尔协定》所呼吁的许多紧急措施起了作用。由于CFCs或其它类似物质的分解时间很长甚至达百年之久,使大气中含氯物质的浓度缓慢降低。USGCRP监测了CFCs等含氯碳氢化合物在地面附近的浓度以及它们的运移情况,这有助于按协议进行评价,并获得相关受限制化合物排放情况的分布。USGCRP通过地表观测、探空气球探测、航天监测以及模型模拟来研究臭氧层是否可以恢复。

4 USGCRP 今后面临的挑战

USGCRP要实现上述目标还面临着以下挑战。

(1) 认识地球气候系统的研究中面临的主要挑战:提高对厄尔尼诺—南方涛动的预测能力;确定季风年际变率,特别是影响全球季风系统的因子,并确定预测季风变化的可能性以及程度;理解陆

面能量与水分交换的作用,以及它们在季节与年际尺度模拟中的相应反应; 提高解释局地尺度上的大尺度气候变率结果的能力; 季节与年际间的气候变率是怎样在风暴、洪水等极端天气事件中体现的; 提高年代到世纪尺度的自然气候模拟以及在时空上的分布情况的研究水平、改进对气候模拟机理控制和反馈的最佳特性的描述、认识自然气候模型在人为强迫下的敏感度以及与人为影响的相互作用及其响应; 研究可促进解释几十年到几百年时间尺度内气候系统中特殊成分的气候变率问题; 解释长期以来由于人类改变大气成分而诱发的气候系统的响应,并设计出研究方法以探测在自然气候系统变异的背景下人类因素的影响。

(2) 生态系统的生物学与生物地球化学的研究面临的主要挑战: 土地覆盖、土地利用与气候、天气以及社会发展之间的联系要进一步解释清楚,特别是土地利用与土地覆盖的变化如何影响区域气候,气温的变化如何改变了降水的分布,天气变化如何加速陆地与海洋生态系统的变化等等问题; 进一步对生态系统在多重压力下的动态过程与演变进行研究,并确定生态系统在这些压力下维持正常发展的各因素指标的阈值; 人类对全球氮元素循环的影响以及氮元素在陆地生态系统中的作用是一个新的研究课题。

(3) 大气的组成与化学成分研究中的主要的挑战包括: 研究平流层中臭氧的分布与 UV 辐射通量、可破坏臭氧的物质、决定平流层物理状况的气象条件的变化形式、描述平流层和对流层上部化学、动力学与辐射之间的相互作用,确定地球所接受 UV 辐射强度的变化趋势; 确定臭氧生成之前物质形式的全球过程、对流层臭氧以及大气的氧化能力,并确定现在与未来那些因素可决定大气的净化能力;

改善大气模型,以更好地描述全球大气的痕量气体与气溶胶的组成,及其运移特性,预测大气对未来的污染物浓度和全球与地区尺度内气候变化的响应; 证明气溶胶的物理与化学特性,阐明决定它们大小、浓度、化学特征的化学、微观物理及运移过程;

证明毒性物质与营养物质在大气圈与生态系统中的化学交换过程,阐明大气圈与生物圈之间相互影响的程度与区域范围; 证明大气圈中云对地表沉积的贡献以及云是如何隔滤不同的微量气体并滤去部分痕量气体的。

(4) 古环境与古气候研究的挑战: 证明地球在过去确实是经历了气候与环境的突变,并确定突

变因素,以及怎样利用这些研究结论来认识未来气候与环境的变化,重建自然环境(这比人类的干预更为重要); 揭示全球环境变化与自然变化幅度之间的联系,确定环境边界条件的变化是如何显现的; 弄清过去气候变化的推动因素强制因子,确定这些因素是如何相互作用并发生显著变化的,从古气候记录中来调查引起气候变化与转变的原因,在未来的近期与远期范围内阐明环境突变的可能性。

(5) 全球变化的人类因素研究中的挑战: 确定支持人类社会各系统(水、能源、健康、自然生态系统、农业)对全球环境变化的敏感度; 分析人类对全球变化的可能响应,研究这些响应的效率、代价以及这些响应的领域范围; 解释人类与全球环境相互作用之后的社会过程与驱动机制; 解释全球环境变化因素中主要的人类因素以及这些因素在时空范围内的变化情况,确定它们在各经济部门与社会群体中的权重大小。

(6) 全球水循环研究面临的挑战: 解释水文过程与大气过程是如何耦合在一起的,陆面在气候变异与气候极端事件中所起的作用,陆面在气候变化与陆地生态系统生产力变化中的角色与作用; 解释云对大气水与能量循环中所起的作用和影响,解释从局地边界层到地区天气系统范围内水汽的垂直输送与混合过程。

(7) 碳循环研究的主要挑战: 在大陆与邻近海洋盆地中进行大气与海洋地理试验取样,与大气运移模型结合,对大陆、次大陆尺度与地区的碳汇进行更合理的评价; 在各地进行局地尺度试验,逐步识别陆地上与碳汇有关的动力机制,确定生态系统所吸收的碳量,及其将来的变化趋势; 通过遥感资料与过去的各种记录,评价过去与当前土地利用的状况,评估人类活动如何影响碳储存; 利用改良的编目技术与新的遥感手段加强对大气、海洋、森林、农田和牧场的长期监测,确定碳储库的长期变化趋势; 评估为增加碳储量所采取的可能管理措施,包括评估其可变性、可持续性、持续时间以及与此有关的不同管理减排手段运用中的不确定因素; 综合新的观测,了解地区性与全球性的碳循环系统模型,提高对 CO₂ 等温室气体的预测能力。

参考文献(References):

- [1] Subcommittee on Global Change Research, Committee on Environment and Nature Resources of the National Science and Technology Council. Our Changing Planet (FY2001) [EB/OL].

- http://globalchange.gov/pubs/ocp2001.html. 2000-11-25.
- [2] Subcommittee on Global Change Research, Committee on Environment and Natural Resources of the National Science and Technology Council. Our Changing Planet (FY2000), FY2000 Implementation Plan and Budget Overview, Perspectives for the USGCRP for the Decade Ahead, Preparing the Agenda for the 21st Century [EB/OL]. http://www.usgcrp.gov/usgcrp/documents/ourchangingplanet_FY2000.htm. 1999.
- [3] Subcommittee on Global Change Research, Committee on Environment and Nature Resources of the National Science and Technology Council. Our Changing Planet, The FY1999 US Global Change Research Program[EB/OL]. http://www.usgcrp.gov/usgcrp/documents/ourchangingplanet_FY1999.htm. 1998.
- [4] Subcommittee on Global Change Research, Committee on Environment and Nature Resources of the National Science and Technology Council. Our Changing Planet, The FY1998 US Global Change Research Program[EB/OL]. http://www.usgcrp.gov/usgcrp/documents/ourchangingplanet_FY1998.htm. 1997.
- [5] Michael MacCracken. Is the Climate Changing? Indeed It Is[A]. In: Bob Ryan. 1997 Almanac & Guide for the Weatherwise[C]. Washington DC: WRC-TV, 1997.
- [6] Subcommittee on Global Change Research, Committee on Environment and Nature Resources of the National Science and Technology Council. Our Changing Planet, The FY1997 US Global Change Research Program[EB/OL]. http://www.usgcrp.gov/usgcrp/documents/ourchangingplanet_FY1997.htm. 1996.
- [7] Subcommittee on Global Change Research, Committee on Environment and Nature Resources of the National Science and Technology Council. Our Changing Planet, The FY1996 US Global Change Research Program[EB/OL]. http://www.usgcrp.gov/usgcrp/documents/ourchangingplanet_FY1996.htm. 1995.
- [8] Subcommittee on Global Change Research, Committee on Environment and Nature Resources of the National Science and Technology Council. Our Changing Planet, The FY1995 US Global Change Research Program[EB/OL]. http://www.usgcrp.gov/usgcrp/documents/ourchangingplanet_FY1995.htm. 1994.
- [9] Executive Office of the President, Office of Science and Technology Policy, USGCRP. Policy Statements on Data Management for Global Change Research[Z]. Washington D C 1991.

A CHIEVEMENT OF USGCRP OVER THE PAST DECADE AND PERSPECTIVES FOR USGCRP FOR THE DECADE AHEAD

SUN Cheng-quan¹, QU Jian-sheng¹, ZHAO Zhuan-jun²

- (1. *The Scientific Information Center for Resources and Environment, CAS, Lanzhou 730000, China;*
2. *College of Resource and Environment Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China*)

Abstract : The U. S Global Change Research Program (USGCRP) has been implemented for 10 yrs, and so many achievements were carried out. The paper reviewed some main progresses which were made by USGCRP over the past decade. These achievements were made in the following fields: National Assessment, El Niño-Southern Oscillation (ENSO) forecasting, global temperature record, warmest period in at least 1000 years, north America carbon sink, greenhouse gas increase and ozone depletion, assessment of ozone depletion, long-range transport of air pollution, ocean analysis, Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), Radarsat, fire monitoring, SeaWiFS, and global environmental change information service. Goals and Objectives for USGCRP in the coming decade were indicated in this paper. In the decade ahead, USGCRP will strengthen the researches on the following fields: understanding the Earth's Climate System, biology and biogeochemistry of ecosystems, composition and chemistry of the atmosphere, paleoenvironment/paleoclimate, human dimensions of global change, the global water cycle, carbon cycle science, observation/ monitoring/ data management.

Key words : Global change research; Climate change; Environment change; USGCRP.