

美国重大气象灾害与服务经济技术分析

白崇军

(陕西省科学技术厅, 西安 710006)

摘 要: 美国是当今世界自然灾害多发的国家之一, 在灾害监测、预警、应急救助及防灾减灾决策支持系统建设等方面均处于世界领先地位。为使国内对美国应对重大气象灾害的先进经验有所借鉴, 本文结合美国国家海洋和大气管理局 (NOAA) 公布的有关资料, 对美国重大气象灾害发生的种类、时空分布规律、经济社会影响及其气象科技基础设施与服务业的地位和作用进行了系统的经济技术实证分析, 并提出了相关建议, 供参考。

关键词: 美国; 气象灾害与服务; 经济技术分析

中图分类号: X196 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2009.11.002

一、美国重大气象灾害及其对经济社会影响

(一) 综合分析

美国国家海洋和大气管理局 (NOAA) 认为, 受天气和气候直接或间接影响的产业, 从金融、保险、不动产到服务、零售与批发贸易和制造业等, 占全美GDP的1/3, 按2005年GDP计算, 达1.3万亿美元之多。其中农业、建筑业、能源送配业和户外娱乐业等直接受到天气影响的产业, 约占全美GDP的10%。

1. 根据近30年天气对经济总产的影响分析估计, 美国各州平均经济总产变动量 (指增加量或减少量) 的4.5%单独受天气支配, 其中农业最高, 为21%, 批发业最低, 为1.4%。若以美元计量, 最大单项变动量为火灾与其它伤亡保险业, 年均510亿美元。

2. 干旱所导致的年均经济损失在60亿~80亿美元之间。尽管干旱对美国农业总量的全局影响有限, 但对局部区域和地方农业经济影响巨大。如1999年旱灾所导致的农业净收入减少约13.5亿美元, 但遭遇极端和严重旱灾的东北部占62%。尽管

这一损失仅占当年预期农业净收入的3%, 但却影响到全美25%的耕地面积和32%的牧场。另外, 由于干旱和多风引发的严重火灾季节可导致成十上百亿美元的损失。如2000年春夏西部火灾季节导致了近700万英亩土地被烧, 估计灭火在内的总损失20亿美元。

3. 年均飓风损失51亿美元, 死亡20人; 洪水52亿美元, 死亡80多人; 龙卷风损失11亿美元。其中1926年迈阿密飓风为美国近代发生的最严重的飓风, 总损失900亿美元 (2000年不变价), 而1992年的安德鲁飓风损失了350亿美元 (2000年不变价)。1999年5月初爆发在俄克拉荷马城一带的美国代价最大的龙卷风造成近16亿美元保险损失。

4. 闪电在民用行业中造成的年均损失为40~50亿美元, 一直是全美三大气象相关死亡原因之一, 年均致死50~70人, 伤上百人。在航班运行成本和旅客延误方面导致年均损失约20亿美元。

5. 雪灾的经济成本为: 年均除雪费用超过20亿美元; 仅美国东部由于道路封闭导致的每天零售、工资和税收损失超过100亿美元; 美国航班延误年均损失32亿美元; 每次雪灾对公用设施的损坏高达20亿美元; 1997年融雪引发的洪水损失43

作者简介: 白崇军 (1969-), 男, 陕西省科学技术厅政策法规处 副处长; 研究方向: 科技政策与管理。

收稿日期: 2009年9月9日

亿美元；由于霜冻和结冰所致的农业和林业损失高达每次冰风暴16亿美元。

6. 恶劣天气在2002年造成58亿美元损失，受伤人数则呈现上升趋势，从2001年的2718人升至3090人。年均60亿美元的空运延误损失中，70%为天气原因所致。

据NOAA统计：1980-2007年，美国共发生了78次损失超过10亿美元的气象灾害事件，累计经济损失超过6000亿美元（2007年不变价），这10种不同灾害及其发生时间、地域分布和相应损失等详见图1所示。

上述78次气象灾害事件中，有65次事件发生在1990年以后，累计损失3489亿美元。其中1998年有7次事件，为单年次数之最。2005年总损失1712亿美元，为单年损失之最。详见图2所示。

上述78次气象灾害事件中，热带风暴/飓风24次，占30.7%，累计经济损失3340亿美元，占52.1%，说明美国东南沿海各州是重灾频发区。其他依次为：非热带洪水13次；热浪/干旱13次；恶劣天气11次；火灾8次；霜冻4次；大雪暴2次；冰

风暴2次；东北大风1次。其中热浪/干旱损失1780亿美元，排第二位；非热带洪水损失630亿美元，排第三位。详见图3所示。

上述78次气象灾害事件及其经济损失的时序直方图如图4所示。

（二）单项分析

1. 保险损失

2003年全球因暴雨（雪）、洪水、冰雹等自然灾害导致的保险理赔损失为150亿美元，而爆炸、空难、事故等人为灾害赔偿不到20亿美元。150亿美元自然灾害损失中的80亿美元是由暴雨（雪）所致，其中5大单项保险理赔超过10亿美元、总额80亿美元的自然灾害发生在北美。如表1所示。

大灾公债是鲜为人知的投资者对付飓风、地震甚至恐怖袭击的债券。保险公司发行这类债券以利于支付大灾超额索赔。2002年，共有8所交易所新发了17.3亿美元的大灾公债，至2003年底，全球共有40亿美元的大灾公债有待偿还，其中13亿为北大西洋飓风保险额。“毫无疑问，如果我们没有精密的自然灾害模型，这一市场不可能存在。而

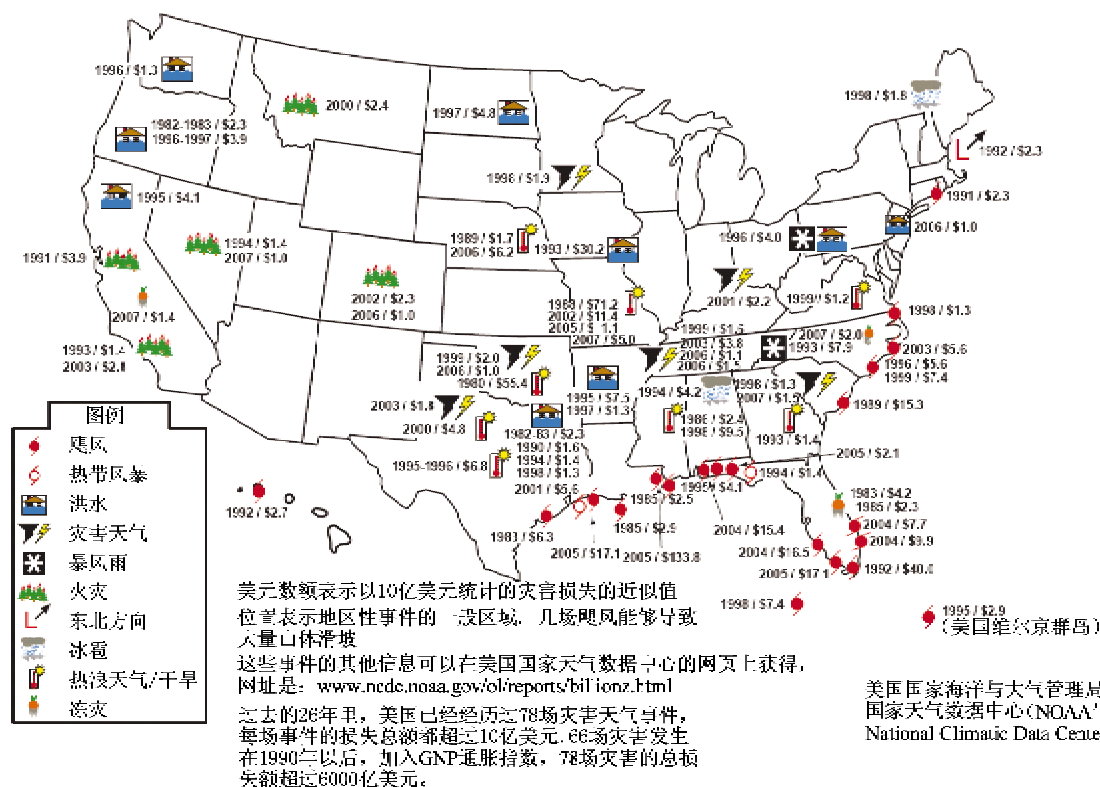


图1 1980-2007年美国损失超10亿美元的重大气候灾害示意图
(<http://www.ncdc.noaa.gov/oa/reports/billionz.html>, 2008年1月1日更新)

(灾害损失量以10亿美元为单位统计, 损失额以2007年的美元值标准化并考虑了GNP增长或天气指数)



1980	Drought / Heat Wave e \$55.4 ~10,000 Deaths			
1983	Hurricane Alicia \$6.3 21 Deaths	Florida Freeze ~ \$4.2 No Deaths	Gulf Storms / Flooding ~ \$2.3 ~ 50 Deaths	W Storms / Flooding ~ \$2.3 ~ 45 Deaths
1985	Florida Freeze ~ \$2.3 No Deaths	Hurricane Elena \$2.5 4 Deaths	Hurricane Juan \$2.9 63 Deaths	
1986	Drought / Heat Wave \$2.4 ~100 Deaths			
1988	Drought / Heat Wave e \$71.2 ~7,500 Deaths			
1989	Hurricane Hugo > \$15.3 86 Deaths	N Plains Drought > \$1.7 No Deaths		
1990	S Plains Flooding > \$1.6 13 Deaths			
1991	Hurricane Bob \$2.3 18 Deaths	Oakland CA Firestorm ~ \$3.9 25 Deaths		
1992	Hurricane Andrew ~ \$40.0 61 Deaths	Hurricane Iniki ~ \$2.7 7 Deaths	Nor'easter \$2.3 19 Deaths	
1993	E Storm / Blizzard \$7.9 ~ 270 Deaths	SE Drought / Heat Wave ~ \$1.4 ~ 16 Deaths	Midwest Flooding ~ \$30.2 48 Deaths	CA Wildfires ~ \$1.4 4 Deaths
1994	SE Ice Storm ~ \$4.2 9 Deaths	Tropical Storm Alberto ~ \$1.4 32 Deaths	Texas Flooding ~ \$1.4 19 Deaths	W Fire Season ~ \$1.4 No Deaths
1995	CA Flooding > \$4.1 27 Deaths	SE / SW Severe Wx ~ \$2.9 32 Deaths	Hurricane Marilyn e \$2.9 13 Deaths	Hurricane Opal > \$4.1 27 Deaths
1996	Blizzard / Flooding ~ \$4.0 187 Deaths	Pacific NW Flooding ~ \$1.3 9 Deaths	S Plains Drought ~ \$6.8 No Deaths	Hurricane Fran > \$6.6 37 Deaths
1997	Midwest Flood / Tornadoes e \$1.3 67 Deaths	N Plains Flooding ~ \$4.9 11 Deaths	W Coast Flooding ~ \$3.9 36 Deaths	
1998	New England Ice Storm > \$1.3 16 Deaths	SE Severe Wx > \$1.3 132 Deaths	MM Severe Storms / Hail > \$1.9 1 Death	S Drought / Heat Wave \$8.5 > 200 Deaths
	Hurricane Georges e \$7.4 16 Deaths	Texas Flooding ~ \$1.3 31 Deaths		Hurricane Bonnie ~ \$1.3 3 Deaths
1999	AR - TN Tornadoes ~ \$1.6 17 Deaths	OK - KS Tornadoes > \$2.0 55 Deaths	E Drought / Heat Wave > \$1.2 e 502 Deaths	Hurricane Floyd e > \$7.4 77 Deaths
2000	Drought / Heat Wave e > \$4.8 ~ 140 Deaths	Western Fires > \$2.4 No Deaths		
2001	Tropical Storm Allison e ~ \$5.6 > 43 Deaths	Midwest / OH Valley Hail / Tornadoes > \$2.2 > 3 Deaths		
2002	30-State Drought e > \$11.4 No Deaths	Western Fires > \$2.3 ~21 Deaths		
2003	Severe Wx / Hail > \$1.8 3 Deaths	Severe Wx / Tornadoes > \$3.8 51 Deaths	Hurricane Isabel ~ \$5.6 55 Deaths	S California Wildfires > \$2.8 22 Deaths
2004	Hurricane Charley e ~ \$16.5 35 Deaths	Hurricane Frances e ~ \$9.9 48 Deaths	Hurricane Ivan e > \$15.4 57 Deaths	Hurricane Jeanne e > \$7.7 28 Deaths
2005	Hurricane Dennis e > \$2.2 > 15 Deaths	Hurricane Katrina e ~ \$133.8 > 1833 Deaths	Hurricane Rita e ~ \$17.1 119 Deaths	Midwest Drought e > \$1.0 No Deaths
2006	Numerous Wildfires > \$1.0 28 Deaths	Widespread Drought e > \$6.2 * Deaths	Severe Storms Tornadoes e > \$1.0 10 Deaths	Northeast Flooding > \$1.0 20 Deaths
	MW / Ohio Valley Tornadoes ~ \$1.1 ~ 27 Deaths			MW / SE Tornadoes > \$1.5 16 Deaths
2007	Great Plains East Drought > \$5.0 * Deaths	Western Wildfires > \$1.0 12 Deaths	Spring Freeze > \$2.0 No Deaths	East / South Severe Weather > \$1.5 9 Deaths
				California Freeze > \$1.4 1 Deaths

e = estimated > = greater than/at least ~ = approximately/about
* = undetermined

< 5	5-20	20-30	30-40	> 40
-----	------	-------	-------	------

以10亿美元为单位的统计量

来源: 美国国家海洋与大气管理局, 阿什维尔国家天气数据中心, 北卡罗来纳州28801-5001
www.noaa.gov/oc/reports/billionz.html

图2 1980-2007年美国损失超10亿美元的重大气候灾害纪年表

这些模型一直在与时俱进。”

对各类灾害的研究表明: 在减灾上每花1美元, 平均可节约社会成本4美元, 正面的收益成本

比很高。除此之外, 由于减灾投入避免了灾害救助成本和税收损失, 每1美元减灾投入可使联邦财政省出3.65美元改作它用。

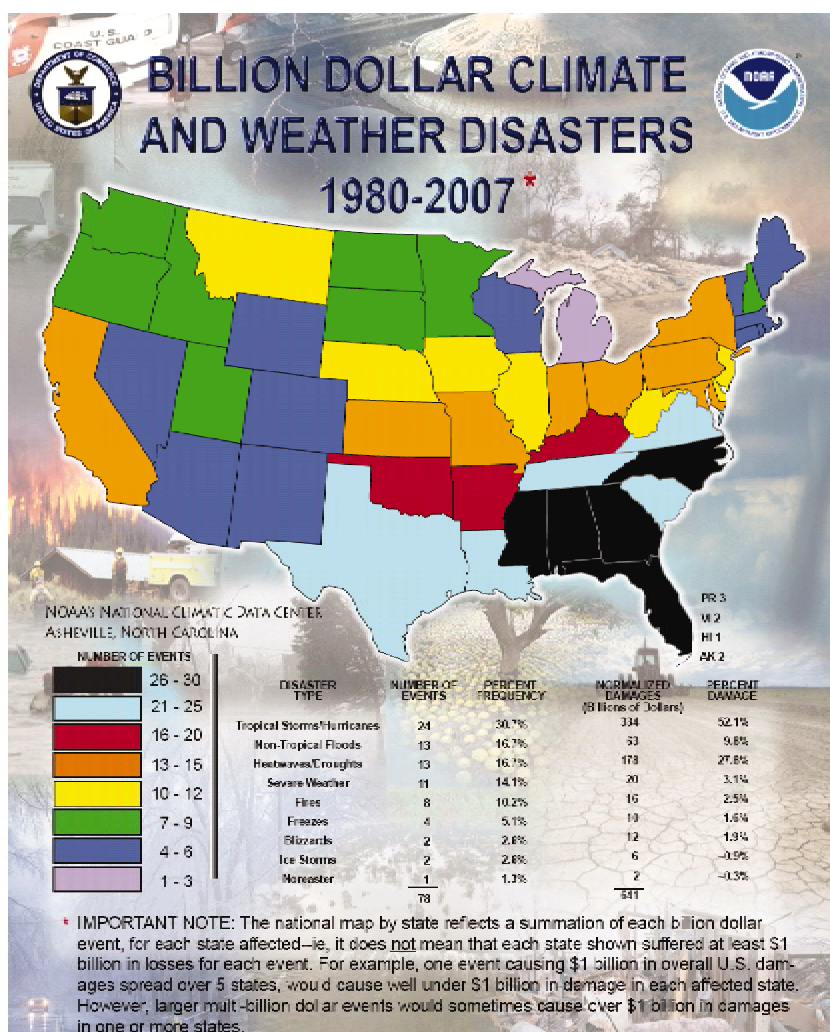


图3 1980-2007年美国各州损失超10亿美元的重大气候灾害示意图

2. 太阳风暴影响

1997年元月发生的一次地磁暴严重损坏了美

国价值2亿美元的 Telstar 401通信

卫星，使其不可修复。1994年发生的一次地磁暴严重损坏了两颗加拿大通信卫星，更换成本约4亿美元。1989年发生的一次地磁暴造成加拿大魁北克电力输送系统中断，使600万人遭受了长达9小时的停电，成本3亿美元。尽管上述事件及其造成的影响当年还无法事先预测，目前的技术进步已能确保提供实时警报和测定来对付太阳风暴。

由于额外的燃油消耗，每次极地转向飞行成本可高达10万美元。但2005年元月下旬，受空间天气影响，美国联合航空公司却被迫进行了26次极地转向飞行。1994-1999年，因空间天气原因直接或间接导致的卫星保险索赔高达5亿美元。美国国防部估计，每年因空间天气原因所致的政府卫星中断成本约1亿美元。

3. 厄尔尼诺影响

总体估计，1997-1998年发生的厄尔尼诺现象累计经济影响250亿美元上下。其中财产损失26亿美元，农作物损失接近20亿美元，所

4. 沿海风暴与海啸影响

沿海风暴损失占美国近年年度灾害总损失的71%，平均每次损失约5亿美元。按年均14起计算，每年总损失70亿美元。

自1900年以来，美国及其领土沿海共发生了200多起海啸，造成500多人死亡，包括：楼宇、码头、渡口和港湾在内的损失超过18.6亿美元。

另外，虚假的海啸警报造成重大附加经济损失。1986年夏威夷州的一次虚假海啸警报导致的疏散成本达4000多万美元。

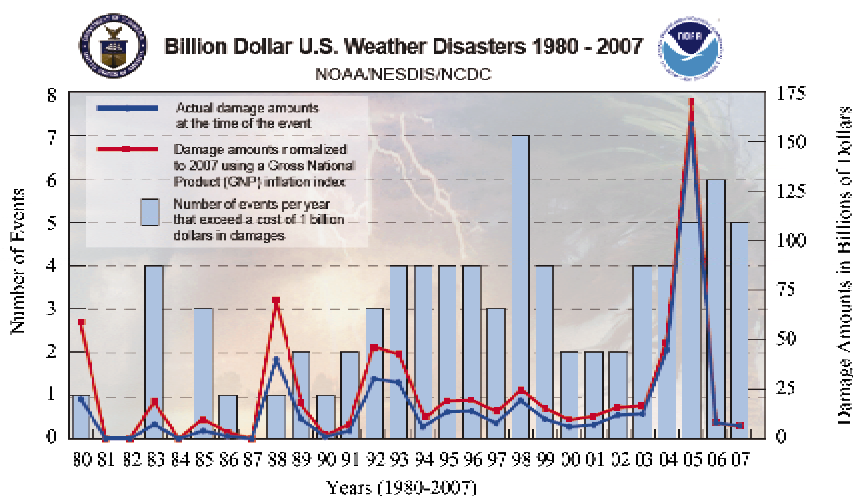


图4 1980-2007年美国损失超10亿美元的重大气候灾害时序直方图

表1 2003年北美重大自然灾害保险赔付一览表

事件	保险赔付(美元)	受难人数 (死亡和失踪)	国家
龙卷风	32亿	45	美国
飓风伊莎贝尔	17亿	36	美国, 加拿大
暴风和冰雹	16亿	—	美国
雪松林大火, 城市森林火灾	11亿	14	美国(加州)
未扑灭的火灾, 城市森林火灾	10亿	4	美国(加州)

引用: 瑞士再保险公司对灾害损失的初步统计

2003年12月16日

<http://www.swissre.com/INTERNET/pwswpspr.ns@finBookMarkFrameSet>

5. 飓风影响

2005年美南发生的卡翠那(Katrina)飓风是自1928年以来美国遭受的死亡人数最多的飓风, 达1300人之多。当年连续发生的卡翠那、丽塔(Rita)和威尔玛(Wilma)3场飓风导致了破纪录的277万多起保险索赔。2004年8月至2005年10月, 爆发了美国历史上十大最惨重飓风中的7起, 其中卡翠那飓风保险损失400亿美元, 丽塔47亿美元, 威尔玛61亿美元。

卡翠那飓风是美国历史上经济代价最高的飓风, 其排除通胀因素的总损失是1992年安德鲁飓风的两倍。排除通胀、人口和财富增加的因素, 只有1926年迈阿密飓风损失成本超过它。

由于飓风的影响, 美国的财产与伤害保险业将会经历平均每10-12年遭遇一起200亿美元以上损失的事件。

卡翠那飓风横扫了密西西比和路易斯安娜全州, 及阿拉巴马州22个县、佛罗里达州9个县。丽塔飓风波及路易斯安娜全州和德克萨斯州26个县。上述沿岸各县占4州总就业和工资的近1/4。路易斯安娜州的沿岸各县占其经济总量的一半以上。墨西哥湾沿岸及其流域县区占阿拉巴马州14%、密西西比州4%、佛罗里达州6%的就业, 占到德克萨斯州33%、路易斯安娜州80%以上的就业。而该区域占全美海上设施的1/4强, 渔业和船舶建造业就业的1/5多, 几乎2/3的海上油气开采与生产相关零部件业就业, 及超高比例的远洋运输就业。

美国矿产管理服务局估计, 由于墨西哥湾

4000座海上平台中的3050座、33 000英里管线中的22 000英里均直接分布在卡翠那或丽塔飓风的必经之地, 损失之大可想而知。因此, 它们要比2004年的伊万(Ivan)飓风破坏力要大得多。不幸中的万幸是, 这两起飓风并未造成外大陆架上油井外泄或生命损失。

墨西哥湾的满负荷产油能力约为每天150万桶, 在这两次飓风期间停产; 其产气能力为每天100万立方英尺, 94%在卡

翠那飓风期间停产。超过90%的载人平台和85%的钻探平台同时被疏散。

查理(Charley)和伊万(Ivan)飓风是美国第二、第三大损失的飓风, 分别造成140亿和130亿美元损失。

从飓风导致的年度损失看, 2005年为最高, 达1702亿美元, 其次为2004年420亿美元, 1992年350亿美元, 1989年106亿美元。

自1900年以来, 在美国墨西哥湾沿岸飓风和热带风暴的登陆累计造成9000多人死亡、1000多亿美元(2004年不变价)房屋和财产损失。

2003年华盛顿特区发生的伊萨贝尔(Isabal)飓风造成的损失明细为: 200万公交乘客减少, 收入损失260万美元; 257 443名联邦政府雇员2天缺席, 减少收入1.474亿美元; 130万名私人及非政府雇员2天缺席, 减少收入4.854亿美元; 53万PEPCO顾客流失, 收入损失4000万美元。

二、美国气象服务在经济社会发展中的地位与作用

(一) 卫星服务业

2003年, 包括航空和卫星在内的空间商业遥感业销售额为26亿美元, 其中卫星遥感约占1/3。到2010年遥感业销售额将达到60亿美元, 其中卫星遥感20亿美元。自1993年以来, NOAA先后为40颗商业遥感卫星的运行批准了22份许可证, 代表着20多亿美元的系统投资。原计划于2007年底入轨运行的30颗卫星中的10颗为商用卫星。

自1980-1995年, 每年平均有5架商用喷气机在飞行中遭遇火山灰云, 其中10%导致飞机丧失动力。以往历史表明: 飘浮的火山灰效应引发的总体经济风险为年均7000万美元。国家极地轨道环境卫星系统(NPOESS, 由DOD、NASA和NOAA三方主持的项目) 数据对商业飞行避免遭遇火山灰带来的收益为年均1000万美元。

在北美电力工业中, 运行3年的地磁暴预报系统的经济价值约为4.5亿美元, 远远高于系统本身1亿美元的投入。

地球静止卫星项目GOES-R上的先进基线成像(Advanced Baseline Images, ABI) 和超光谱环境探测器(Hyperspectral Environmental Sounder, HES) 年度边际总收益约6.38亿美元, 其13年有效收益生命周期贴现直接收益总和为31亿美元。

世界各地的舰队每年海运业务总量超过33 000班次。预计NPOESS数据在2007年系统投入使用后的20年中, 每年用于商船航线选择的预期年均收益约9500万美元。据美国在世界贸易中所占份额推算, 每年总收益的20% (约2000万美元) 将为美国消费者受益。

2005年, NOAA的卫星利用其高级搜索和营救技术, 将222人从阿拉斯加至纽约州的危险及面临潜在生命威胁的境地中解救出来, 使其化险为夷。这些卫星与俄罗斯的Cospas卫星是精密的国际搜索与营救卫星辅助系统(Search and Rescue Satellite-Aided System, COSPAS-SARSAT) 的一部分。自该系统1982年投入运行至2006年底, 协同搜救行动6200多次, 救助了全世界22 400多人的生命, 其中美国居民5000多名。

一项成本收益分析报告指出: 联邦在全美搜索与营救卫星辅助跟踪系统(Search and Rescue Satellite Aided Tracking, SARSAT) 项目上投入收益比为11:1, 即每1美元收益11美元。仅2004年项目总收益就超过了2.59亿美元。

(二) 沿岸海洋观测系统

2004年初步估计, 美国水域投资新建的区域沿岸海洋观测系统的潜在经济收益每年为5亿~10亿美元, 其大部分来自因改进有关沿岸海运条件信息而增加的经济活动和实现的社会剩余, 涉及围绕美国所有沿海水域的10大地理区域及渔乐与

划船业、海滩娱乐、海运、搜索与营救业务、泄露反应、海运风险预测、海上能源、发电和商业捕鱼等产业和娱乐活动。

NOAA的厄尔尼诺海洋观测和预报系统对美国经济的年度经济回报率在13%~26%, 远高于白宫预算管理局(OMB) 对联邦项目规定的5.8%的最低回报率。

评估显示: 位于佛州Tampa湾的物理海洋学实时系统(Physical Oceanographic Real-Time System, PORTS) 数据至少直接产生240万~480万美元的年度经济收益, 另有220万美元的关联年度经济收益, 且对其数据的充分利用还可再产生220万美元的年度经济收益。因此, 对其实现的量化年收益的下限最佳估计在440万~700万美元。

(三) 天气、气候和风暴预警

NOAA服务和产品的最大客户是1.05亿美国家庭, 这些家庭每天至少查询1次天气预报。按照NOAA(NWS/NESDIS) 每年13.83亿美元的天气预报预算计算, 相当于每个美国家庭平均每年为NOAA的天气预报服务支付13美元。

一项使用不同的固定偏好非市场评价法来推算现有及改进天气预报服务家庭价值的全国性调查揭示: 所有来自公共和私人部门的现有天气预报服务信息的年均价值约为每户家庭109美元, 全美总和为每年114亿美元; 用更精确的单日和多日预报、地理细节和频繁更新进行改进的天气预报服务信息年均增值约为每户家庭16美元, 全美总和为每年17.3亿美元。

包括航空、国防和NOAA在内, 联邦政府每年花在每个美国家庭上的天气信息费用总和约为25美元, 所产生的户均投入收益比为4.4:1, 即每年全国净收益88亿美元。这还不包括农业、交通、建筑及其它国家里依赖美国气象信息的家庭的收益。

天气衍生产品是基于季节性平均温度、户外每日平均温度或降雨量而将投资倒手的金融合约。根据气象风险管理协会(Weather Risk Management Association, WRMA 2005) 调查: 1998-2000年, 团体间执行的季节性天气衍生产品名义价值为年均20亿美元, 2001-2002年为40亿美元, 2002-2003年为40亿美元, 2003-2004年为45亿美元,

2004–2005年达84亿美元。这使得在2000–2005年全球气象风险管理合约名义总值达到240亿美元，其中2004–2005年占1/3。

美国私人与商业气象增值服务业的规模约为年度毛收入4亿~7亿美元，公司数量约400家，绝大多数为独有制，从业人数约4000人。

NOAA下属的国家气象局（NWS）在典型飓风季节发布的预报、警报和相关应急方案为美国减少损失30亿美元，其中2/3源于飓风相关死亡人数的减少，1/3源于采取准备措施导致的财产损失的减少。

评估显示：1990年代为油气生产商提供的现有48小时飓风预报信息年均价值约为800万美元，大大超过了国家飓风中心（NHC）的运行预算。随着准确性的改进，预报的价值大幅增长，即48小时飓风预报准确性增加50%，信息年均价值同步增长1500多万美元。

减少飓风警报的海岸线范围，就避免了因采取疏散和其他防护准备行动所产生的不必要的费用，使每减少1英里海岸线至少节约64万美元。

全美推行的高级水文预报服务（Advanced Hydrologic Prediction Service, AHPS）每年挽救大量生命，使洪水的损失每年减少2.4亿美元，并为水资源用户附加年经济收益达5.2亿美元。

更好地预报雪天和雪灾的潜在收益包括：

- 霜冻预报的改进可为果农带来高达6000美元/公顷·年的收益；

- 长期水流预报为三大河流系统带来每年1.7亿多美元的水电收益；

- 温度预报为天然气和公用供电商带来每年5亿多美元的收益；

- 机场结冰预报可为美国机场带来每年6亿多美元的收益；

- 路面结冰和下雾预报可为需改线的卡车带来每年2.9亿多美元的收益；

- 海洋风浪预报可使美国沿海水域因节约运输时间、减少货物损失带来每年9500多万美元的收益。

NWS安装的多普勒雷达使美国从1980年年末至1990年年初的历史低位又降低了约45%的龙卷风死亡人数和40%的受伤人数。1992–2004年，NWS

的NEXRAD雷达系统防止了330多起龙卷风死亡、7800起受伤，货币收益超过30亿美元，而建设该系统的总投入还不到17亿美元（2004年不变价）。

白天发生的龙卷风比夜间的危险性要小得多，其死亡率和受伤率分别低64%和43%。这为龙卷风警报挽救生命提供了间接证据，也说明改进夜间龙卷风警报可挽救更多的生命。

住移动房屋的居民受龙卷风威胁大，超过40%的龙卷风死亡发生在这类房屋里，其死亡率比固定房屋居民高10倍。

2002年，美国共有1.86亿人时的工作量花在龙卷风警报上，价值30亿美元。NWS正在试验改进其目前的县级龙卷风预报，可用于龙卷风警报的工时减少一半以上。

（四）公用事业

使用24小时温度预报改进发电机组满足电力需要的组合，使美国发电机每年节约1.66亿美元运行成本。这些增量收益与预报准确度成正比，预报准确度（华氏）每提高1个百分点，每年可增加收益140万美元，如以摄氏为单位，则年增收益5900万美元。

以美国田纳西河谷管理局（TVA）发电厂为例：在 $\{< 0^{\circ}\text{F}, >80^{\circ}\text{F}\}$ ($\{-18^{\circ}\text{C}, >27^{\circ}\text{C}\}$) 情况下，每1°F误差会导致350兆瓦发电过剩或不足。不完备预报的精确成本取决于市场电价，但每1°F误差每天的边际成本可超过100万美元。TVA的发电量占全美发电量的4.8%，1999–2000年，其供电的80 000平方英里区域温度预报平均误差为2.35°F，与全美平均水平相当。如果能够将预报误差缩小在1.35°F以内，则每天可节省10万美元以上成本。

理解天气变化与电力负荷相互关系的价值在于，通过改进天气预报，每年至少可为每个小电力公司节省50万美元。

通过有效使用准确的降水量预报，防止雨水等白白流过水电站而不发电的无效水流，使DUKE水电站每年节省几百万美元。

（五）农业

在几个西南印第安部落状告美国政府关于在保护区牧场过度放牧的一宗20亿美元诉讼案中，月降雨量数据成为决定判决结果的关键。

1988年美国中西部大旱期间, 5亿美元的联邦旱灾保险是根据合作天气观测网 (Cooperative Weather Observing Network, COOP) 的降雨量记录来分配赔付额的, 其中有个农场根据记录竟获得了600万美元的赔偿。

俄克拉荷马拥有60万英亩水浇地, 每英亩土地浇1英寸的水成本为4美元。如根据可靠的当地气象数据使用更科学的灌溉方法, 每年每英亩土地可节省出4美元的水, 使全州农业每年节省240万美元。

天气预报使美国农业每英亩增收1美元, 相当于美国农业总收入的2%~3%。

由NOAA首席经济学家办公室在2005年所做的一项关于改进NOAA水文信息的潜在收益的研究, 揭示了土壤湿度(墒值)信息对土质呈半酸性的大平原区私人灌溉管理的潜在经济价值。研究表明, 若将内不拉斯加州与堪萨斯州合并计算, 年农业增收5500万美元, 年增收潜力超过2亿美元, 其中45%来自灌溉优化, 55%来自对地下水保护的机会成本值。

(六) 一般商业

良好的准备、应变和减灾措施将使风暴相关灾害平均成本(每次5亿美元)降低10%, 这意味着全美年均14次的此类灾害可节省7亿美元。

经济学家对改进厄尔尼诺预报在不同领域的收益量化如下:

- 在正常年、厄尔尼诺年和拉尼娜年, 分别采用不同的种植计划, 美国农民可年获收益2.65亿~3亿美元;

- 墨西哥农业可年获收益1000万~2500万美元;

- 美国玉米存贮年收益接近2亿美元;

- 全球农业由于更好的厄尔尼诺预报至少每年收益在4.5亿~5.5亿美元。

- 仅对NOAA所运行的厄尔尼诺预报系统在美国农业领域的成本与预期收益分析表明, 该项投资年度回报率就介于13%~26%。

NOAA卫星和信息局提供的空气冻结指数(Air-Freezing Index, AFI) 每年使建筑业降低成本3.3亿美元, 节省了相当于860万加仑的供热燃料。

费城自1995年起所用的一种热警系统在其前3年运行中挽救了117条人命。系统总收益4.68亿美

元, 3年运行总成本仅20万美元左右。全美国共有17套此类系统在运行。

能源公司每花1美元向NOAA查询气象站资料, 可以在基础设施费用上潜在节约495美元, 使其不必保留内设的气象数据库存贮、归档和报告体系。由此推论, 气象资料对整个美国能源市场的潜在效益为6500万美元。

铁路公司每花1美元向NOAA查询气象资料, 可以在基础设施费用上潜在节约13 140美元, 使其不必保留内设的气象数据库存贮、归档和报告体系。由此推论, 气象资料对整个美国铁路市场的潜在效益为1.15亿美元。

(七) 研究

2001年, 芝加哥大学和休斯敦大学的一项独立经济分析表明, 根据NOAA对造成美国休斯敦地区臭氧含量全美最高的以往意想不到因素的揭示, 德克萨斯州对其空气质量管理规划进行了修正, 仅此一项, 到2010年估计可节省100亿美元, 省去65 000份工作。

新的超级计算机的使用对天气预报内在总体水平的提高, 保守估计至少会带来以下收益:

- 家庭收益6900万美元(仅日常天气预报, 不包括恶劣(灾害)天气);

- 农业收益2600万美元;

- 避免灾难天气意外死亡事件, 收益2100万美元。

2002年, 对一项将NOAA地球物理流体动力学实验室的高性能计算能力提高了50%的计划评估表明, 由于此举增进了对渐进和突然气候变化、极端气候和天气及空气质量的理, 收益高达10亿美元。

(八) 国防

“长期天气预报支持海军活动能源使用(LRF)”项目在1998年之前的15年里节省了6000多万美元。

一项重新部署诺福克港湾舰队的决策会花费500万美元, 需要72小时预先通知, 其中包括: 召回人员、准备好维修中或正在检修的船只费用。要将所有海军舰只沿东海岸移出港口, 需花费1700万美元。

1999年弗洛伊德飓风期间, 大西洋舰队的早

期警报命令，使得水手有时间将82艘船只、潜艇驶离危险区域。虽然这次突围行动花费了1700多万美元，但却避免了几十亿美元的损失。■

参考文献：

- [1] Economic Statistics for NOAA, Program Planning and Integration Office of the NOAA Chief Economist, U.S. Department of Commerce& National Oceanic and Atmospheric Administration, April 2006,fifth edition.
- [2] Economic Statistics for NOAA, U.S. Department of Commerce& National Oceanic and Atmospheric Administration, May 2005, Fourth Edition.
- [3] Grand Challenges for Disaster Reduction, A Report of the

Subcommittee on Disaster Reduction, National Science and Technology Council, Committee on Environment and Natural Resources, June 2005, Second Printing January 2008.

- [4] COSPAS-SARSAT System Data, No.33, 2007.12, Published by the Cospas-Sarsat Secretariat, 700 de la Gauchetiere West, Suite 2450, Montreal (Quebec) H3B 5M2, Canada.
- [5] Billion Dollar U.S. Weather Disasters, 1980 - 2007, National Climatic Data Center Asheville, NC 01/01/2008.
- [6] <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/severeweather/extremes.html>.
- [7] http://sciencepolicy.colorado.edu/socasp/toc_img.html.
- [8] <http://www.fema.gov/hazard/winter/index.shtm>.
- [9] <http://gist.tamu.edu>等.

Economic and Technical Analysis of Major Meteorological Disasters and Services in U.S.

BAI Chongjun

(Shaanxi Provincial S. & T. Department, Xi' an 710006)

Abstract: America is one of the developed countries in the world, which is a natural disaster-stricken nation. It stays the advanced position all over the world in disaster monitoring and warning, emergent rescue and the establishment of decision support system of disaster prevent and mitigation. The paper briefly reviews the categories, space-time distribution and economic & social impacts of major meteorological disasters happened in U.S., makes a comprehensive economic and technological statistic analysis on the overall input-output of American meteorological scientific infrastructure and public services and puts forward related recommendations for China's future meteorological disaster prevention and mitigation.

Key words: United States; meteorological disaster and service; economic and technological analysis