



气象服务效益 评估技术与方法

——理论与实证研究

◎ 李廉水 孙 健 陈云峰 等 著



科学出版社

国家公益性行业科研专项(GYHY200806017)成果

气象服务效益评估技术与方法 ——理论与实证研究

李廉水 孙 健 陈云峰 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以国家公益性行业科研专项(GYHY200806017)为依托,围绕气象服务效益的方法与技术问题,从理论研究、比较研究和实践研究等方面开展系统性的探索。梳理相关理论,开展调查数据采集和数据库建设,改进评估方法和模型,研发相关技术业务平台,开展区域、流域和防灾减灾气象服务效益评估。本书是一本汇集当前相关研究进展的学术著作,也是一本针对现实问题而改进评估方法和发展评估技术平台的业务手册,同时,还是一本反映中国公众气象服务认识程度的公益性调查报告。

本书理论基础扎实、方法科学、数据翔实、内容丰富,兼具科学性与可读性。既可作为管理科学与工程、工商管理、产业经济学、气象经济学、灾害经济学、应急管理、服务科学、政府体制改革方面的研究者或教师用书,还可作为政府部门、气象行业等单位相关人员的工作参考书。

图书在版编目(CIP)数据

气象服务效益评估技术与方法:理论与实证研究/李廉水,孙健,陈云峰等著. —北京:科学出版社,2013

ISBN 978-7-03-037450-9

I. ①气… II. ①李…②孙…③陈… III. ①气象服务-经济效果-研究 IV. ①P49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 096709 号

责任编辑:胡 凯 曾佳佳/责任校对:韩 扬

责任印制:赵德静/封面设计:许 瑞

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 5 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2013 年 5 月第一次印刷 印张:14 3/4

字数:280 000

定价:78.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

气象服务效益评估方法与技术研究 (GYHY200806017)项目组

负 责 人:李廉水

联合负责人:孙 健 汤 绪 胡 雯 陈云峰

主要研究人员:(按姓氏笔画排序)

王 军	王桂芝	巩在武	成 芳	毕硕本
朱永生	刘寿东	汤 绪	孙 健	芮 珏
李廉水	吴先华	吴峻石	张颖超	陆大春
陈云峰	郝永生	胡 雯	姚秀萍	姚 智
崔维军	谢宏佐			

前 言

气象事业是科技型、基础性社会公益事业,气象服务是气象事业的出发点和归宿点。《国务院关于加快气象事业发展的若干意见》(国发〔2006〕3号)明确提出了气象服务事业发展要求,突出了气象服务的极端重要性,引起了国内外的广泛关注,国家各类科技计划中明显加大了气象服务技能提升、减灾防灾等方面的项目要求。气象领域服务国民经济发展和防灾减灾日益成为社会关注的重点和热点问题。

中国自1983年开始进行气象服务效益评估研究,2007年开始将气象服务效益(公众、行业)评估工作纳入正常业务工作,并列入业务考核和年度工作目标,气象服务效益评估工作越来越受到气象部门和政府、社会、广大群众的关心和重视。然而,由于气象服务属于公共服务范畴,气象服务产品带有一定的公共产品性质,气象服务效益的相关概念仍然较为含糊,气象服务效益评估的相关方法和技术仍然不太成熟,气象服务效益评估的结果仍然难以和国际相比较,相对于快速发展的中国气象事业,气象服务效益评估方法和技术的研究亟需展开。

2008年,我们集成理论研究人员、业务技术骨干、管理部门领导和一批博士、硕士研究生组成了课题组,申请并获批了国家公益性(气象)行业科研专项“气象服务效益评估方法与技术研究”(GYHY200806017)。自2008年9月份起,课题组邀请了中国气象局公共气象服务中心、上海市气象局、安徽省气象局等多家校外单位共同主持项目,对课题进行了任务分解,共设8个专题组,明确各单位的职责、权力和利益,各在其位、各司其职、各负其责,严格按照组织程序,在科研组内部实现统一的管理,避免了多头领导、越级指挥、越权处事等现象。召开大型研讨会16次,8个专题组及各参与单位分别在内部召开了小组会议,累计超过百次。在每次课题进展会上,每个专题负责人汇报研究进展、创新点及疑难点,通过讨论不断调整每个专题的研究方向和研究内容,以此统筹拟定和优化每个专题的研究计划、具体工作要点等。课题组精心组织,围绕气象服务效益评估问题进行了评估方法和相关技术研究,不但取得了众多理论研究成果,而且开发了网上调查的系统平台,修订了数理分析评估模型,还进行了全国范围的网上调查和实地调研,圆满完成了研究任务。本项目的主要研究进展和亮点工作主要体现在下述几方面。

(1) 进行了相关理论的梳理研究。2008年10月到2009年5月,项目组归纳、总结、分析了美国、欧洲等发达国家气象服务效益评估的理论、方法与技术,查阅了300多篇中文文献和100多篇英文文献以及世界气象组织(WMO)的相关报告,在

此基础上完成了气象服务效益评估的理论研究工作,包括对气象服务产品、气象服务主体、气象服务对象、气象服务渠道、气象服务效益、气象服务效益评估等相关概念的内涵与外延的科学界定。

(2) 开展了调查数据采集和数据库建设。经过项目组多次集中研讨,设计了公共气象服务效益评估问卷、气象服务防灾减灾效益评估问卷、行业气象服务效益评估调研问卷、气象服务重大决策效益评估调查问卷等。项目组通过发放问卷、约谈、网络调查等手段,在全国范围内完成了共约48 817份问卷调查的数据采集工作,其中包括公共气象服务问卷 47 457 份、行业气象服务问卷 1121 份、决策气象服务问卷 240 份,共收集 403 万余个数据,并由此构建了“气象服务效益评估数据库”。

(3) 改进了评估方法和模型。研究比较了国内外有关的气象服务效益评估的相关方法和模型,并结合中国实际情况对“自愿付费法”、“节省费用法”和“影子价格法”三个经典的气象服务效益评估方法做了适当修正,构建了更加符合中国实际的气象服务公众满意度测评的结构方程模型和气象服务效益评估的属性层次模型(AHM)。并运用我们改进的方法和模型,从三个不同的路径和视角评估了中国气象服务效益,得到了不同约束条件下的 1:15、1:20 和 1:40 的效益结果。

(4) 研发了相关技术业务平台。构建了 C# 语言工具、报表工具为 Crystal Report、数据库为 SQL Server 2005、系统架构为 B/S 的气象服务效益评估调查平台系统,包括网上调查功能模块、调查表数据录入模块、调查数据分析模块、公共气象服务效益部门评估模块、公共气象服务效益行业评估模块、公共气象服务效益区域评估模块、调查数据与统计结果查询模块、数据库管理功能 8 个子模块。目前,该平台已经被中国气象局公共气象服务中心业务采纳使用两年,仅 2012 年就有 4.5 万公众在网上自愿填写调查问卷,直接节省调查费用 180 余万元。

(5) 开展了区域气象服务效益评估。针对区域气象服务问题,主要研究了国内外区域气象服务的现状及其效益评估方法,以长江三角洲为对象,研究了长江三角洲区域气象服务现状及其效益评估方法,开发面向典型区域的气象服务效益评估的方法与技术的业务平台,为气象服务工作的结构优化、重心调整和有针对性对策措施出台提供参考性建议。

(6) 开展了流域气象服务效益评估。针对流域气象服务问题,在研究国内外流域气象服务现状及其效益评估方法的基础上,针对淮河流域气象服务的特点,开发面向流域的气象服务效益评估的方法与技术的业务平台,为流域气象服务工作提供参考性建议、对策与措施。

(7) 开展了防灾减灾气象服务效益评估。以台风灾害为对象,研究了防灾减灾气象服务效益评估的方法和技术。通过模糊数学求算出台风强度指数,并粗略观察强度指数与经济损失的关系;选择台风的物理指标、造成的损失指标和地理差

异因素,运用层次分析法综合评价得出台风的社会影响指数。

(8) 举办了国际气象服务效益评估培训班。2009 年 9 月世界气象组织(WMO)区域培训中心举办专题研讨班“Training Workshop on the Assessment of Socio-economic Benefits of Meteorological and Hydrological Services”,项目组成员李廉水、孙健、汤绪、胡雯等为来自 11 个国家的 30 多名学员讲授了课题研究的最新成果。

(9) 全球范围内介绍了研究成果。2010 年由 WMO 出版了相关研究成果《Assessment of Meteorological Services Effectiveness》,并向全球 187 个国家气象组织介绍了我们在气象服务效益评估方面的最新研究成果。

(10) 研究取得丰硕成果。课题组成员取得了 3 项专利、5 项软件著作权,完成了 50 余篇学术论文,培养了硕士研究生 4 名、博士研究生 2 名和博士后 1 名。

本书是在项目研究取得众多成果的基础上,围绕气象服务效益的方法与技术问题,从理论研究、比较研究和实践研究等方面开展系统性的探索,是一本汇集当前相关研究进展的学术著作,也是一本针对现实问题而改进评估方法和发展评估技术平台的业务手册,同时,还是一本反映中国公众气象服务认识程度的公益性调查报告。当然,由于气象服务效益评估问题是个世界性的难题,我们的研究也没有解决预想的所有问题,比如当前涉及气象服务效益评估所需的基础性统计数据少且不太完整,采用的数据准确性不够,必然影响到评估结论的可靠性;比如气象服务的效益大小除了与用户的效益函数(或损失函数)有关外,还与气象信息的质量、用户所能采取的措施以及用户的自发决策能力有关,而这些要素如何确定、影响程度如何度量,需要专门的技术部门予以研究确定;再者,我们尽管采集了 403 万份数据,但由于经费的限制,无法开展大规模的实地调查,因此也只能采取适度拓展(相当收敛)的研究做法,在一定程度上影响了研究的深度和广度。不过,我们希望该研究成果能够起到抛砖引玉的作用,希望有更多的人关心和推进气象服务效益评估的理论和实践问题研究,使得我们气象服务能够更好地服务公众、服务全球百姓。

目 录

前言

第 1 章 气象服务效益评估进展述评	1
1.1 WMO 气象效益评估专题会议	1
1.1.1 气象和水文服务四大主题	1
1.1.2 主要国家气象水文服务效益值	2
1.1.3 天气气候和水服务的社会经济效益	3
1.2 气象服务效益评估工作述评	4
1.2.1 美国气象服务效益评估	4
1.2.2 中国气象服务效益评估	6
1.2.3 英国气象服务效益评估	7
1.2.4 日本气象服务效益评估	9
1.3 气象服务效益评估研究述评	10
1.3.1 国外研究动态述评	10
1.3.2 国内研究动态述评	14
1.3.3 气象服务效益评估难点	17
1.4 气象服务效益评估研究创新	19
1.4.1 气象服务效益评估存在问题	20
1.4.2 气象服务效益评估思路创新	21
1.4.3 气象服务效益评估技术创新	22
1.4.4 气象服务效益评估方法创新	22
第 2 章 气象服务效益评估模型研究	24
2.1 公众气象服务效益评估模型及修正	24
2.1.1 公共气象服务效益评估经典模型	25
2.1.2 公众气象服务效益定量评估方法	26
2.1.3 公众气象服务效益评估模型修正	27
2.1.4 公共气象服务效益经典量化分析	28
2.2 公众气象服务模型优化研究	31
2.2.1 条件价值评估法	31
2.2.2 组合评估模型	36
2.2.3 AHM 方法研究	38

2.3	气象服务公众满意度测评	43
2.3.1	基于 SEM 模型的研究	44
2.3.2	基于 AHM 模型的评价	50
2.3.3	气象服务效益评估研究结论	53
第 3 章	公共气象服务调查评估业务平台	54
3.1	业务平台建设内容	54
3.1.1	业务平台建设目标	55
3.1.2	业务平台的先进性	55
3.1.3	业务平台系统结构	56
3.2	业务平台技术路线	63
3.2.1	系统功能架构图	64
3.2.2	监察与审计安全框架	65
3.2.3	数据访问标准框架	67
3.3	研究开发相关成果	69
3.3.1	论文及专利	69
3.3.2	成果转化应用情况	70
3.3.3	系统平台界面图示	72
第 4 章	气象服务效益调研内容及数据分析	77
4.1	调研活动及样本特征	77
4.1.1	调研活动	77
4.1.2	样本特征	77
4.1.3	问卷调研内容	79
4.2	气象服务准确性评价	82
4.2.1	天气预报的准确性	83
4.2.2	预报周期与准确性	83
4.2.3	天气预报警报和气象预警信号的准确性	83
4.2.4	气象部门预报失误造成的损失	84
4.3	气象服务满意度评价	84
4.3.1	天气预报满意度	84
4.3.2	新闻联播后的天气预报	85
4.3.3	天气预报最需提高准确性	86
4.4	气象服务效益值评估值	86
4.4.1	公众气象服务支付意愿值	86
4.4.2	由财政支付的意愿支付值	87
4.4.3	气象服务节省费用评估值	88

第 5 章 典型区域公众气象服务效益评估研究	89
5.1 长三角地区气象服务效益评估	89
5.1.1 长三角地区自然概况	89
5.1.2 长三角地区气象服务特征	91
5.1.3 长三角地区气象效益评估	91
5.2 京津冀地区气象服务效益评估	97
5.2.1 京津冀地区自然概况	97
5.2.2 京津冀地区气象服务特征	99
5.2.3 京津冀地区气象服务效益评估	99
5.3 珠三角地区气象服务效益评估	104
5.3.1 珠三角地区自然概况	104
5.3.2 珠三角地区气象服务特征	106
5.3.3 珠三角地区气象服务效益评估	106
5.4 三个区域评估结果比较研究	111
5.4.1 三种方法评估结果比较	111
5.4.2 评估结果的归纳分析	113
第 6 章 典型流域气象服务效益评估研究	115
6.1 淮河流域气象服务评估特点	115
6.1.1 淮河流域气象预报服务	115
6.1.2 淮河防汛气象信息业务系统应用	115
6.1.3 流域预报服务效益定量评估方法	116
6.2 淮河流域气象服务效益评估方法	116
6.2.1 影子价格法评估值	117
6.2.2 自愿付费法评估值	123
6.2.3 节省费用法评估值	124
6.2.4 国家投入法评估值	125
6.3 淮河流域气象服务效益评估结论	126
6.3.1 淮河流域公众气象服务效益值分析	126
6.3.2 层次分析法评估效益值分析	127
6.3.3 流域气象服务效益评估启示	127
第 7 章 气象敏感性行业评估方法研究	129
7.1 气象敏感性行业评估文献述评	129
7.1.1 气象敏感性行业的提出	129
7.1.2 气象敏感性行业评估研究	130
7.1.3 气象敏感性行业评估模型	130

7.2	基于灰色关联度的气象敏感性经济行业研究	131
7.2.1	灰色关联度理论要点	131
7.2.2	气象敏感性行业评价	133
7.2.3	气象敏感性行业评价结论	140
7.3	基于灰专家决策的气象敏感性行业评估研究	140
7.3.1	灰专家决策理论要点	141
7.3.2	气象敏感性行业评价算例	147
7.3.3	气象敏感性行业评价结论	150
7.4	基于直觉模糊判断的气象敏感性行业评估研究	150
7.4.1	直觉模糊判断的相关概念	151
7.4.2	直觉模糊判断理论要点	154
7.4.3	气象敏感性行业评价算例	157
7.4.4	气象敏感性行业评价结论	158
第8章	气象服务防灾效益评估研究	159
8.1	气象服务台风防御效益评估方法	159
8.1.1	气象服务台风防御效益评估意义	159
8.1.2	浙江省情与台风发生特征	160
8.1.3	气象服务台风防御效益评估方法	162
8.2	气象服务台风防御效益评估研究	163
8.2.1	热带气旋灾害影响	163
8.2.2	台风的社会影响指数	169
8.2.3	效益求算模型与算法	174
8.2.4	逆推算法的改进	181
8.3	台风气象服务效益评估系统的实现	187
8.3.1	历史灾害数据信息的录入和查询功能	188
8.3.2	台风的破坏力评估功能	188
8.3.3	台风的社会影响评估功能	191
8.3.4	台风气象服务效益评估功能	191
8.3.5	台风统计分析功能	191
8.4	气象服务防灾效益评估启示	193
8.4.1	科学评估台风灾情	194
8.4.2	制定可行动态抗台预案	194
8.4.3	系统防减台风灾害	196
	主要参考文献	198

附录 A 调研问卷	203
问卷 1 公共气象服务效益评估问卷	203
问卷 2 气象服务防灾减灾效益评估问卷	208
问卷 3 行业气象服务效益评估调研问卷	210
问卷 4 气象服务重大决策效益评估调查问卷	213
附录 B 重要研究结论	216
B.1 重要工作节点	216
B.1.1 开题论证	216
B.1.2 理论研究	216
B.1.3 数据采集	216
B.1.4 组织研究	216
B.1.5 成果推广与应用	217
B.2 重要会议列表	217
B.3 年度研究进展	219
B.3.1 2008 年的研究工作	219
B.3.2 2009 年的研究工作	219
B.3.3 2010 年的研究工作	220
B.4 主要研究结论	220
B.4.1 国内的评估工作	220
B.4.2 公众气象服务效益模型评估值	220
B.4.3 公众气象服务效益调研评估值	221

第 1 章 气象服务效益评估进展述评

气象服务,是指基于大气科学的理论与技术,根据社会、经济、军事、生态、防灾减灾等的需要,提供天气、气候、气象灾害等信息的工作。纵观国内外各行业、各部门的气象服务,大致已形成三大体系:①为各级政府组织防灾减灾、经济建设和社会发展提供决策气象服务;②为人民群众的生产、生活提供公众气象服务;③为企业生产经营和社会团体的社会活动提供(行业)专项气象服务。

气象服务效益,包括无偿服务产生的公益效益和有偿服务产生的经济效益。

气象服务效益评估,就是针对公益性气象服务和有偿气象服务,从社会效益和经济效益的角度展开的评价工作,重点是评估投入和产生的效益。早在 1960 年,世界气象组织(WMO)就开始关注气象和水文服务的经济和社会效益问题。中国是最早参加 WMO 有关气象服务效益评估活动的发展中国家之一。

本章重点是回顾 WMO 和美国、中国等开展气象服务效益评估工作的情况,述评国内外学术界的相关研究进展。

1.1 WMO 气象效益评估专题会议

针对气象服务效益评估等主题,WMO 分别于 1990 年、1994 年和 2007 年召开了三次专题会议,讨论如何在投入和效益之间找到气象工作的平衡点,从而形成持续提升气象服务效益的机制。

1.1.1 气象和水文服务四大主题

1990 年 3 月 26~30 日,WMO 在日内瓦召开了“气象和水文服务的经济和社会效益”专题技术研讨会,来自 67 个国家的 125 位学者与会,围绕以下 4 个主题展开了讨论:

- (1) 气象和水文服务的经济和社会效益评估方法;
- (2) 专业天气气候服务用户需求和相关经济学研究;
- (3) 专业气象水文服务用户需求和相关经济学研究;
- (4) 气象水文服务在经济社会发展中的作用和地位。

该次会议后,在全球范围内推进了气象服务相关的经济学、效益评估等方面的研究工作,提升了社会大众和学者们的关注度,强化了政府部门重视气象服务的程度。

1.1.2 主要国家气象水文服务效益值

1994年9月19~23日,WMO在日内瓦召开了第二次气象水文服务经济效益会议。这次会议受到了空前的重视,有127个国家和地区的255人参加,其中各国常任代表、气象局局长就有84人。会上,WMO专家提出了气象服务的经济框架,出台了WMO 40号文件,意在推广商业气象服务,要求尽可能地减少全球气象资料交换中的障碍,协调和指导国际及各国气象服务。40号文件的出台,标志着WMO开始正视气象服务的经济效益。

会上讨论了一些“非公益性”和“非普惠公众”的新现象和新趋势,气象服务的商业属性得到了关注。这些新现象和新趋势带来的问题主要是:①如何将气象服务推向完全的市场竞争?②商业化的气象服务快速增长而公众气象服务水平为何不进反退?③一些国家的气象部门靠有偿服务和商业运作获得收入的增长速度为何远远大于国家预算投入的增长?

面对这些变化,专家们提出需要更广泛地认识气象服务的经济框架,通过该框架评估国家气象服务的效益和价值。这种评估可以从四个方面进行:①评估气象服务的效益和价值;②气象服务的经济特征;③竞争政策问题;④气象信息的国际交换问题。

该次研讨会取得的重大成果,是汇集计算了部分国家气象水文服务效益值,参见表1-1。

表 1-1 部分国家气象水文服务年效益(WMO,1994)

国家	效益比	效益值	说明
气象服务总体效益			
俄罗斯	1:10~1:15		
英国	1:6~1:20	10 亿英镑	包括国防、公众、民航、商业和环境 5 个方面
法国	1:5~1:20		包括航空、国防、电力、公路交通和公共工程等
新西兰	1:17		
美国	1:8		
中国	1:40		可能与别国在统计方法上有差异
农业领域效益			
蒙古	1:3		
英国		1.4 亿英镑	包括渔业
越南	1:10	3000 万美元	指 1993 年情况
比利时		225 美元/公顷	单指果树种植中的防霜效益
乌兹别克	1:6		水文信息对棉花种植的效益
美国		2.65 亿美元	指一次理想的 ENSO 预报带来的效益

续表

国家	效益比	效益值	说明
水文领域效益			
澳大利亚	1 : 9		
英国		2100 万英镑	对 1986~1987 年流量站效益的最佳估计结果
国防及交通			
英国		1.2 亿英镑	气象保障实现训练目标,飞行、炮击等训练次数减少
公共服务			
英国		6.9 亿英镑	强天气预报服务 1.5 亿英镑,大众“意愿”付费 5.4 亿英镑,燃气和电力服务 1.4 亿英镑
建筑业和其他			
英国		1.9 亿英镑	包括建筑业、制造业和服务业
交通业			
英国		1.6 亿英镑	服务公路和铁路效益,另外民航收益 137 万英镑

该次会议的召开,意味着世界气象组织及各成员国开展重视气象服务的公益性以外的经济属性,开展重视气象服务的投入和产生问题,从政策、体制和投入等方面开创了气象服务效益的新局面。

1.1.3 天气气候和水服务的社会经济效益

世界气象组织于 2007 年 3 月,在西班牙的马德里召开气象服务效益评估会议,其主题是“安全健康的生活——天气、气候和水服务的社会 and 经济效益”。会议从 6 个方面进行研讨,分别是:

- (1) 农业、水资源和自然环境;
- (2) 人类健康;
- (3) 旅游和人类福利;
- (4) 能源、交通和通信;
- (5) 城市布局和可持续发展;
- (6) 经济和金融服务。

这次会议,在广泛讨论和精心组织之下,形成了提高天气、气候和水信息服务社会效益的 14 项行动计划。这次会议的召开,对学术界和政府部门加强气象服务工作、加强气象服务投入、重视气象服务效益起到了积极而深远的影响。

1.2 气象服务效益评估工作述评

气象服务效益评估,最早在美国受到重视并在美国国家海洋和大气管理局(NOAA)开展了探索性工作。澳大利亚、英国和中国在气象服务效益评估方面也起步早、有实效。

1.2.1 美国气象服务效益评估

美国国家海洋和大气管理局(NOAA)作为美国大气和海洋服务的国家机构,负责统计和分析天气和气候灾害造成的各种人员伤亡和经济损失,近年来陆续发布《NOAA 经济统计》,为在国会等场合争取气象投入提供事实依据。《NOAA 经济统计》每年更新、补充和匡正一些数据。2006 年 4 月出版了第五版,在这一版中特别重视了公益性服务经济效益问题。美国商务部和 NOAA 以此专门报告,较为充分地展示 NOAA 的各项工作对国家经济和人民生活的重要意义。

《NOAA 经济统计》通常分为三个部分:①经济社会影响,各种自然的海洋、大气和沿海事件给社会经济带来的影响;②气象服务对美国收入、就业和输出的贡献,直接给出 NOAA 代表的公益部门的市场价值和社会对 NOAA 提供的信息服务的价值评估,包括 NOAA 业务项目经济效益的直接估算;③海洋经济、人口、就业和收益,表明国家沿海地区在人口、社会和经济上的重要性,给出 NOAA 在沿海资源利用方面所谓“非市场化”的贡献,分为“天气和气候影响”、“保险损失”、“太阳风暴”、“厄尔尼诺影响”、“沿海风暴影响”、“有害海藻影响”、“海洋食物影响”和“沿海污染及有害废弃物堆放点影响”等几个方面进行陈述。

表 1-2 《NOAA 经济统计》主要结论 1

气候灾害事件	年平均经济损失	人员伤亡情况
1999 年干旱农业损失	13.5 亿美元	
飓风	51 亿美元	20 人死亡
洪水	52 亿美元	80 多人死亡
龙卷风	11 亿美元	
闪电	居民:40 亿~50 亿美元 民航:20 亿美元	死亡约 100 人,伤数百人

表 1-3 《NOAA 经济统计》主要结论 2

极端气候事件	直接经济损失 (2000 年可比货币)	人员伤亡情况
1988 年,过去 40 年来损失最大的干旱	560 亿美元	5000 人受热浪袭击丧生
1993 年夏中东部发生损失最大洪水事件	240 亿美元	48 人丧生
1991 年奥克兰,损失最为惨重的森林大火	30 亿美元	25 人丧生
发生在 20 世纪 90 年代的美国历史上损失 最为惨重的两次大冰暴	1994 年,30 多亿美元 1998 年,14 亿美元	
1926 年迈阿密沿海飓风	900 亿美元	
1992 年安德鲁飓风	400 亿美元	
1997~1998 年厄尔尼诺	总计 250 亿美元	

20 世纪 60 年代以前,美国极少对气象部门的气象服务的效益问题进行正式的评估,部分原因是公众对在公共安全和防灾减灾中气象信息的需求已经有了长期的认同感,无需特意去证明什么。从 20 世纪 60 年代开始,美国气象部门陆续进行一些定量的气象服务效益评估工作,如成本分析法等,另外还开发了一些评估技术,目的是为了争取国家投入以促进气象基础设施建设。这一时期的评估研究认为,气象服务的总体国家收益与投入成本的比为 10:1。这和当时世界上其他国家得到的结果类似,而且如果加大投入,比例还会提高。然而,真正促使美国气象界,尤其是以 NOAA 为代表的美国联邦政府相关机构重视气象与社会经济之间联系的转折性事件,是 1976 年发生在博尔德(Boulder)的闻名的 Thompson 大暴雨(博尔德有众多气象机构,但这场大暴雨在周末发生,造成 140 人丧生)。气象学家们通过分析当天夜间暴雨发生时人们(遇难者和幸存人员)的行为,发现预报要取得社会效果,还要关注大众的行为。

1992 年,《美国国家气象局现代化和机构调整效益成本分析》给出了世界上部分工业化国家气象投入对比情况,大致可以看出各国气象投入的力度,以此可以衡量各国对气象服务的重视程度。

在美国,大约有 300 家私营气象预报公司在为企业提供气象服务,其服务范围涵盖旅游气象、大气保险、气象咨询等各个领域,甚至出现了专为法庭提供证词的气象公司。法庭气象学家根据气象公司提供的天气记录,对一些造成伤害的事故进行判断,看是否受到了天气因素的影响。