

气象服务效益 与灾害风险评估

吴先华 吴亚玲 陈云峰 郭际 著



科学出版社

气象服务效益与灾害风险评估

吴先华 吴亚玲 陈云峰 郭 际 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

随着气候变暖,暴雨、高温、干旱、雾霾等气象灾害性事件频发,给社会和民众带来了巨大的经济损失和负面影响。气象服务作为应对自然和环境灾害的重要工作,引起人们的广泛关注。本书作者在国家自然科学基金等多个项目的资助下,采集数据、认真研究,引入统计学、投入产出法、结构方程模型等多个工具,创新已有的气象服务效益及气象灾害风险评估的理论和方法,并对所设计的模型和方法进行实证。所涉及的学科包括气象学、统计学、经济学、管理学和社会学,内容涵盖气象服务效益评估、风险评估、气象灾害经济损失评估等多个方面,是典型的多学科交叉性研究。

本书资料翔实、内容丰富、条理清晰,可以作为应用气象学类、经济管理类高年级本科生、研究生的学习辅助资料,亦可以为气象实务工作者提供资料参考,还可以为统计学、服务科学等领域的学者提供借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

气象服务效益与灾害风险评估 / 吴先华等著. —北京: 科学出版社, 2015.11

ISBN 978-7-03-046120-9

I. ①气 II. ①吴 III. ①气象服务-效益评价②气象灾害-风险评估 IV. ①P451②P429

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 254428 号

责任编辑: 伍宏发 王腾飞/责任校对: 胡小洁

责任印制: 徐晓晨/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>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行各地新华书店经销

*

2015 年 10 月第 一 版 开本: 720×1000 B5

2015 年 10 月第一次印刷 印张: 10 1/8

字数: 204 000

定价: 69.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

本书受到以下项目的资助：

1. 国家自然科学基金项目“支持应急联动政策设计的气象灾害间接经济损失评估的方法研究”（批准号 71373131）；

2. 国家自然科学基金项目“基于间接经济损失评估的气象灾害跨区域多行业应急联动的机制研究”（批准号 71140014）；

3. 国家软科学计划项目“气象灾害跨区域多行业应急联动的政策研究”（批准号 2011GXQ4B025）；

4. 国家社科基金项目“气象服务效益评估的方法创新及应用研究”（批准号 11CGL100）；

5. 国家公益性行业科研专项：气象服务效益评估方法与技术研究（GYHY200806017）；

6. 国家公益性行业科研专项：台风/暴雨灾害损失及服务效益评估关键技术与系统研发（GYHY201506015）；

7. 江苏高校优势学科建设工程资助项目；江苏省“333”第三层次人才、六大人才高峰、青蓝工程等人才项目。

前 言

随着气候变暖，暴雨、高温、干旱、雾霾等气象灾害性事件频发，给社会和民众带来了巨大的经济损失和负面影响。气象服务作为应对自然和环境灾害的重要工作，引起人们的广泛关注。气象服务带来了多少效益？如何评估这些气象灾害带来的经济损失？如何有序开展灾害的风险管理工作？这些问题是政府、学术界和灾害有关管理部门关心的重要问题。本书作者在国家自然科学基金等多个项目的资助下，创新已有的气象服务效益及气象灾害风险评估的理论和方法，结合前瞻、深入的思考，较好地完成了全书内容。

第1章是气象服务效益评估理论方法及改进思路。首先论述了气象服务效益评估的理论依据，界定了气象服务、气象服务效益和气象服务效益评估的概念，阐述了公共物品理论、效用价值理论和认知心理理论，分析了气象服务效益评估的理论难点；其次，就气象服务效益评估存在的主要问题做了分析；最后提出了气象服务效益评估方法及模型的改进思路。

第2章是气象服务效益调研内容及数据分析。针对调研所得的47457份有效问卷的数据，描述了调查样本的基本特征。并分别就公众获取气象信息的渠道与内容、公众对于气象服务的准确性、满意度和需求等方面做了数据白描，得到了一系列富有启示意义的结论。

第3章是基于条件价值法的公众气象服务效益评估。论述了条件价值法的原理与特征，分析了采用条件价值法评估公众气象服务效益的可行性，最后对数据进行了描述性统计，得到了一系列富有启示意义的结论。经计算得知，我国网络民众每年的支付意愿值为73.6亿~205.8亿元。多元回归分析显示，与支付意愿直接正相关的因素包括受访者的受教育年限、户外工作时间、月收入、年龄和居住地等；如果受访者本人或其家属在气象部门工作时，对气象服务的支付意愿也呈现增加的趋势。而性别、本地居住时间等变量并不显著。

第4章是基于结构方程模型的行业气象服务效益评估。将支付意愿法与结构方程模型相结合，评估沪宁高速的气象服务效益。首先，实地发放240份问卷，获取沪宁高速司机们的背景资料及其对气象服务的评价数据。然后，通过理论分析，提出系列假设，绘制变量间的因果关系图，测算各变量与气象服务效益的相关关系值，总结相关结论。最后，根据实证结果提出相应的政策建议。

第 5 章是基于改进逆推法的灾害气象服务效益评估。介绍了灾害气象服务效益评估研究的目的、意义、国内外研究现状，并简单阐述浙江省情及台风发生的概况。重点引入风险管理的有关理论，在传统的逆推法中嵌入风险评价因子，改进了原有的逆推法评估模型。采集了浙江省若干典型台风灾害的数据，验证了方法的合理性。

第 6 章是基于投入产出方法的气象服务综合经济效益评估。如何评估气象服务带来的综合经济效益，一直是人们关注的重点和难点。本书以投入产出表的分配系数、消耗系数和列昂捷夫逆矩阵为核心，提出了关联经济效益、间接经济效益和完全经济效益的概念和算法。最后以江西省气象服务为例对方法进行验证，得到了一系列富于启示意义的结论。如：①由于产业经济系统内部的关联性，气象服务带来的关联经济效益、间接经济效益和完全经济效益值较大，应引起全社会的关注和重视；②江西省气象服务的投入与完全经济效益比值区间约为（1：108.27~1：183.059），远大于以往研究（1：30~1：51）的结果。

第 7 章是公众应对气象灾害风险的行为特征及其影响因素。为更好提高公众的危机应对能力，降低灾害给社会造成的损失，有必要获知公众应对气象风险的行为特征，分析其影响因素，进而提出相应的对策建议。基于深圳市 3109 名公众的气象安全认知度调查数据，构建了二元 Logistic 回归模型，对公众应对气象灾害风险的行为及其影响因素进行实证分析。研究表明，气象灾害给公众及家庭带来经济损失的经历对公众应对气象灾害风险行为的影响最为显著，而对气象灾害安全信息关注程度、对气象灾害安全防御知识了解程度、获得气象灾害预警信号及时性以及获得气象灾害信息的方便程度等变量不同程度地影响着公众应对气象灾害风险的行为，最后提出了有针对性的对策建议。

第 8 章是公众认知、感知价值与灾害气象服务满意度的关系。目前从公众认知水平的角度出发，评价灾害气象服务满意度的文献较少。创新性地提出了公众气象认知这一概念，以深圳市公众气象安全认知度调查数据为例，采用结构方程模型，评估公众认知、感知价值与灾害气象服务满意度之间的关系。研究发现，公众认知水平对灾害气象服务满意度的评价具有重要的影响。

第 9 章是台风灾害的关联经济损失评估。基于 2007 年江苏省投入产出表，通过投入产出模型，在台风灾害所带来的直接经济损失的基础上，计算农业减产对其他各产业造成的关联经济损失。

第 10 章是农业气象灾害的间接经济损失评估。在列昂捷夫的投入产出表的基础上，充分考虑产业经济系统各子系统之间存在的内在关联性，提出静态和动态的投入产出综合评估模型。以我国 2010 年度的气象灾害为例，对模型进行了验证。计算静态情形下各产业以及整个产业经济系统的最终产出损失值；计算不同恢复期限下的产业经济系统的最终产出损失值；筛选对气象灾害较为敏感的产业。

第 11 章是灾后对口支援金额的确定。中国的对口支援对灾后重建具有重要意义。但各支援方应支付多少？按照何种标准进行援助？鲜有相关研究。本章认为应考虑灾害给支援方带来的间接经济损失等因素。通过构建支援金额与间接经济损失之比的指标，评价汶川 8.0 级地震中各支援省市的对口支援行为。并以 2013 年发生的芦山 7.0 级地震为例，就各省市的对口支援额给出了建议值。最后就如何完善对口支援政策提出相应的建议。

最后要提及的是：①本书是多位作者共同合作的结果，得到了作者所在单位领导的大力关心与支持。吴先华、郭际来自南京信息工程大学，吴亚玲来自深圳市气象局，陈云峰来自中国气象局科普与宣传中心。本书得到了南京信息工程大学党委书记李廉水教授、深圳市气象局王延青局长、毛夏副局长、兰红平副局长、李新硕处长、张凯副处长等领导的支持，在此表示衷心的感谢。②本书中的许多观点仅为学术研究之成果，并仅供实务工作者参考。观点不成熟或不妥之处，请专家批评指正。③我的学生管叶莉、袁迎蕾、刘华斌、邹焱、宁雪强对本书部分章节有许多贡献，学生王莹莹等为本书做了许多排版和整理工作，尤其是科学出版社的王腾飞编辑付出了许多心血，一并表示诚挚的谢意。

吴先华

2015 年 8 月

目 录

前言

第 1 章 气象服务效益评估理论方法及改进思路	1
1.1 气象服务效益评估的理论依据	1
1.1.1 气象服务及气象服务效益评估概念	1
1.1.2 气象服务效益评估的相关理论	3
1.1.3 气象服务效益评估的理论难点	7
1.2 气象服务效益评估存在的主要问题	11
1.2.1 理论和方法简单	11
1.2.2 统计数据缺乏	11
1.2.3 消费者感知模糊	12
1.3 气象服务效益评估方法及模型改进思路	12
1.3.1 调研补充数据资料	12
1.3.2 修正传统评估模型	12
1.3.3 引用新的方法手段	13
第 2 章 气象服务效益调研内容及数据分析	14
2.1 调研活动及样本特征	14
2.1.1 调研活动安排	14
2.1.2 样本特征	14
2.1.3 问卷调研内容	16
2.2 对天气预报准确性评价	18
2.2.1 天气预报的准确性	18
2.2.2 预报周期与准确性	19
2.2.3 天气预报警报和气象预警信号的准确性	19
2.2.4 气象部门预报失误造成的损失	19
2.3 满意度评价	20
2.3.1 天气预报满意度	20
2.3.2 新闻联播后的天气预报	21
2.3.3 天气预报最需要提高准确性	21
2.4 需求分析	22
2.4.1 公众气象服务支付意愿	22
2.4.2 每个家庭的意愿支付值	22
2.4.3 手机短信订阅情况	22

2.4.4	天气预报为家庭节省的费用	23
2.5	本章小结	23
第3章	基于条件价值法的公众气象服务效益评估	25
3.1	条件价值法的原理	25
3.1.1	条件价值法的基本原理	25
3.1.2	条件价值法的问卷设计原则	26
3.1.3	条件价值法的数据处理	26
3.2	条件价值法的主要优点	27
3.2.1	便于设计问卷	27
3.2.2	便于数据分析	27
3.2.3	便于筛选影响因素	28
3.3	应用条件价值法的约束条件与可行性	29
3.3.1	应用条件价值法的约束条件	29
3.3.2	运用条件价值法的可行性	29
3.3.3	应用条件价值法的思路	30
3.4	条件价值法评估公众气象服务效益的实证	31
3.4.1	样本与数据	31
3.4.2	实证分析过程	35
3.4.3	研究结论	38
3.5	本章小结	39
第4章	基于结构方程模型的行业气象服务效益评估	40
4.1	结构方程模型的原理与特征	40
4.1.1	结构方程模型的基本原理	40
4.1.2	结构方程模型的优点	40
4.1.3	结构方程模型的约束条件	42
4.2	结构方程模型评估行业气象服务效益的可行性分析	43
4.3	结构方程模型评估行业气象服务效益的实证结论	43
4.3.1	样本与模型	43
4.3.2	拟合情况	46
4.3.3	实证结果	48
4.3.4	主要结论	49
4.4	本章小结	50
第5章	基于改进逆推法的灾害气象服务效益评估	51
5.1	引言	51
5.1.1	研究的目的和意义	51
5.1.2	台风及其特征	51
5.2	已有评估方法	52

5.3	改进的逆推算法	53
5.4	实证分析	54
5.4.1	灾害风险损失的概率 D	54
5.4.2	政府作用程度 G	56
5.4.3	台风预报水平指标 M	57
5.4.4	实证结果及分析	58
5.5	本章小结	59
第 6 章	基于投入产出方法的气象服务综合经济效益评估	60
6.1	引言	60
6.2	概念、原理与假设	61
6.2.1	概念界定	61
6.2.2	投入产出表原理	61
6.2.3	投入产出模型的假设	62
6.3	关联、间接和完全经济效益评估模型	63
6.3.1	气象服务关联经济效益评估模型	63
6.3.2	间接经济效益评估模型	64
6.3.3	完全经济效益评估模型	65
6.4	以江西省气象服务效益为例的实证	66
6.4.1	样本与数据	66
6.4.2	计算结果	69
6.5	本章小结	75
第 7 章	公众应对气象灾害风险的行为特征及其影响因素	77
7.1	引言	77
7.2	数据来源和模型的选取	78
7.2.1	数据来源与样本结构	78
7.2.2	变量的选择与说明	79
7.2.3	模型设定	80
7.3	模型的估计结果与分析	81
7.3.1	模型的估计结果	81
7.3.2	模型回归结果的分析	82
7.4	本章小结	84
第 8 章	公众认知、感知价值与灾害气象服务满意度的关系	86
8.1	引言	86
8.2	结构方程模型	88
8.2.1	模型建立	88
8.2.2	变量及假设	88
8.3	实证分析	90

8.3.1	样本与数据	90
8.3.2	问卷的信度和效度检验	93
8.3.3	模型拟合	94
8.3.4	实证结果	95
8.4	本章小结	96
第 9 章	台风灾害的关联经济损失评估	98
9.1	引言	98
9.2	概念、模型与数据说明	99
9.2.1	间接经济损失的概念	99
9.2.2	乘数分析模型	100
9.2.3	数据来源及说明	101
9.3	实证结果	102
9.3.1	产业关联间接损失评估	102
9.3.2	台风灾害的乘数效应评估	104
9.4	本章小结	105
9.4.1	主要结论	105
9.4.2	不足及展望	106
9.4.3	对策与建议	106
第 10 章	农业气象灾害的间接经济损失评估	108
10.1	引言	108
10.2	文献综述	108
10.2.1	灾害间接经济损失的定义	108
10.2.2	灾害间接经济损失评估	109
10.2.3	本节创新	109
10.3	模型介绍	110
10.3.1	列昂捷夫投入产出矩阵	110
10.3.2	灾害影响产业经济系统的评估模型	111
10.4	数据说明	113
10.5	计算结果	114
10.5.1	针对单一产业的综合损失	114
10.5.2	针对多个产业的综合损失	114
10.5.3	不同恢复期限的综合损失	115
10.6	本章小结	116
第 11 章	灾后对口支援金额的确定	118
11.1	引言	118
11.2	原因说明	119
11.3	指标、模型与数据	120

11.3.1	指标构建	120
11.3.2	区域间投入产出模型	120
11.3.3	数据说明	122
11.4	实证分析	123
11.4.1	汶川 8.0 级地震实证分析	123
11.4.2	芦山 7.0 级地震实证分析	124
11.5	本章小结	126
11.5.1	主要结论	126
11.5.2	政策建议	126
主要参考文献		128
附录		139
附录 1	气象服务效益评估调查表	139
附录 2	沪宁高速公路气象服务效益调查表	145

第 1 章 气象服务效益评估理论方法及改进思路

本章首先论述了气象服务效益评估的理论依据，界定了气象服务、气象服务效益和气象服务效益评估等概念，阐述了公共物品理论、效用价值理论和认知心理理论，分析了气象服务效益评估的理论难点；其次，就气象服务效益评估存在的主要问题作了分析；最后提出了气象服务效益评估方法及模型的改进思路。

1.1 气象服务效益评估的理论依据

1.1.1 气象服务及气象服务效益评估概念

1. 气象服务

有些学者给“气象服务”下过定义，但表述并不一致。李廉水等（2013）认为，气象服务指的是气象部门基于大气科学的理论与技术，根据社会、经济、军事、生态、防灾减灾等的需要向社会提供的各类工作，是气象部门的劳动者向社会所提供的服务性劳动。孙健与吴先华（2010）提出，目前，我国的气象服务是典型的社会基础公益产品，它通常由政府部门提供并垄断经营，其成本支出来源于政府税收。

气象服务在防灾减灾、趋利避害和可持续发展过程中起着关键性作用。随着社会经济发展需要，气象服务的内容在不断拓展，为了更加深入地研究气象服务的效益问题，有必要对气象服务进行分类。如何对气象服务分类？国内外许多学者做过探讨，主要观点简要归纳如下（表 1-1）。

表 1-1 气象服务的分类

作者	分类依据	分类
许小峰（2009）	按气象服务的对象分类	公众气象服务、专业气象服务和决策气象服务
	按气象服务的功能分类 (Freebairn and Zillman, 2002)	基本气象服务和增值气象服务
Anaman 等（1998）	按气象服务的主体和性质分类	有偿性气象服务、商业性气象服务和公益性气象服务
	按气象服务产品的经济学属性分类	竞争性和排他性气象服务产品、非竞争性和排他性气象服务产品、竞争性和非排他性气象服务产品及竞争性和排他性气象服务产品

续表

作者	分类依据	分类
李廉水等 (2013)	按气象服务对象分类	气象服务分为三大体系: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

2. 气象服务效益

自 20 世纪 80 年代以来,人们开始广泛使用“效益”(benefit)一词,旨在经济建设中提高经济活动效率并增加经济收益。效益是指经济活动中消耗与获得的产出之间的比较。气象服务效益是指气象服务活动中的劳动耗费与其产生的有效效用之间的比较(Lazo, 2006)。公式可表示为:

$$B = f(C, E) \quad (1-1)$$

其中, B 表示气象服务的效益, C 表示气象服务活动中的劳动耗费, E 表示与气象服务活动中劳动耗费相对应的有效效用, f 表示 C 与 E 进行比较的法则,即 B 与 C 、 E 之间的函数关系。

许小峰(2009)根据气象服务在世界各国的实践,将气象服务效益分为三个方面:一是气象预报在防灾抗灾中取得的效益,如抗洪抢险的气象预报、防台抗台气象预报等,这部分属于公益性气象服务;二是用户根据专业的气象服务安排生产、经营活动所取得的效益,如个人、商业部门利用气象服务进行生产、经营活动等,这部分是有偿的气象服务;三是服务商或媒体在传播气象信息时获得的效益,如电信公司、电视媒体等通过气象信息的传播获得的效益,这部分为商业气象服务。马鹤年等(2001)认为气象信息服务的根本目标是提高用户的经济效益,气象服务效益是对气象服务活动中的资源耗费与其产生的有效成果进行的比较。黄宗捷和蔡久忠(1994)认为气象服务效益是指气象服务产品生产过程中的劳动耗费与服务效果之间的对比,而服务效果则指气象服务中的服务功能的实现程度。

由于气象服务的内容非常广泛,所以气象服务的效益也是多方面的。一般包括生态效益、经济效益和社会效益。生态效益是指在气象服务的生产和消费中利用、改善和维护生态环境方面产生的积极作用或成果的效益;经济效益是指气象服务为国民经济各行业、企业或个人所带来的收益或避免损失的货币化价值的效益;社会效益是指气象服务在促进整个国民经济和社会发展方面所产生积极作用的效益。严格来说,生态效益应包含在社会效益中,它是组成社会效益的一部分。这三方面效益相互联系、相互转换,共同构成了气象服务的综合效益(总体效益)

(孙健和吴先华, 2010)。

3. 气象服务效益评估

许小峰(2009)认为,气象服务效益评估的主要任务为以下两方面:一是确定气象服务效益评估值,以便考察比较气象部门与其他部门或国外同行业在资源利用上的效率,以供政府部门配置资源时参考,也为用户在接受气象服务与否的问题上给予优先考虑提供了依据;二是确定气象服务效益影响因素对效益值的影响大小,以便提高气象部门的气象服务质量、提高用户消费气象服务水平,从而达到共同的目的——提高气象服务效益。罗慧和李良序(2009)认为气象服务效益评估主要是采用定性和定量相结合的方法,对气象为应对气候变化、防灾减灾和提升人民生活福祉等服务中所产生的综合效益进行度量与评估,具体包括社会效益、经济效益、环境生态效益、气象灾害评估等内容。气象服务效益评估的结果可为政府决策提供良好的科学依据,为政府向应对气候变化、气象防灾减灾可持续发展投入提供客观的度量和参考,为气象服务对象和社会公众使用气象服务产品提供有价值的信息,还可以及时反映出关乎气象的社情民意。因此,气象服务效益评估具有很大的现实意义。

参考许小峰(2009)关于气象服务效益评估的定义。本书对气象服务对象、渠道与效益评估等概念做如下界定。

气象服务对象:对气象服务有现实和潜在需求的个人和组织。

气象服务渠道:气象服务产品从生产者向消费者转移过程的具体通道或路径。

气象服务效益评估:通过科学方法对气象服务活动中所发生的成本与收益进行评估的过程。

1.1.2 气象服务效益评估的相关理论

这里将公共物品理论、效用价值理论和认知心理理论作为气象服务效益评估的理论依据予以介绍,并从不同侧面揭示气象服务效益评估的理论基础。

1. 公共物品理论

公共物品,即为全体社会成员共同消费所提供的物品(许小峰,2009)。和私人物品相比,公共物品主要特征为:一是该物品消费的非竞争性,即一个人对这种物品的消费不会妨碍其他人对该物品的消费;二是该物品供应的非排他性,即消费者在未付费的情况下不可能或不容易被阻止对未付费物品的消费;三是该物品的边际成本极低,甚至可能为零。同时具有以上三种特性的物品,如果被生产出来,就可以让所有社会成员得到惠利。如果该公共物品由市场来完成供应,

市场将无法提供公共物品，这个时候需要政府介入，提供足够的公共物品满足社会的消费需求，所以公共财政必须为公共物品提供足够的保障。

我国气象事业是基础性、科技型的公益性事业（吴先华等，2010）。从供给方面来看，我国的气象服务具有公共物品属性，通常由政府部门提供并垄断经营。其主要特征为：①消费的非排他性。由于我国气象事业性质为基础性、科技型的公益事业，气象业务管理部门的科技人员采用现代的气象仪器设施，采集和加工气象基础数据为全社会服务，任何社会成员都可以不付费即使用气象业务管理部门提供的基本气象服务，这足够证明包括提供气象基础数据在内的基本气象服务应当由政府业务管理部门提供，因为它具有公共物品的特征；②消费的非竞争性。当我国气象业务管理部门提供作为公共物品的基础气象数据和基本气象服务时，任何社会成员都可以共享它们，任何社会成员使用（消费）它们时，不影响其他消费者对该产品或服务的使用消费，也不会增加额外的生产费用（总的生产费用已经支出），这是气象服务作为特殊公共物品的非竞争性特征。

2. 效用价值理论

效用价值论是从人对物品满足的欲望能力或人对物品效用的心理评价角度来阐述价值及其形成过程的经济理论（许小峰，2009）。英国经济学家巴本是最早明确表述效用观点的思想家之一。19世纪30年代以后逐渐出现了边际效用价值论，又称主观价值论。19世纪70年代，经过奥地利的卡尔·门格尔，英国的威廉斯坦利·杰文思和法国的里昂·欧文拉斯的努力，该理论初具雏形，后经弗里德希·冯·维塞尔与欧根·庞巴维克的发展，边际效用价值论才构成完整的理论体系。效用价值理论认为一切生产都是对“效用”创造的过程，人们不一定非要通过生产来获得效用，因为效用不仅仅可以通过大自然的赐予获得，人们的主观感觉也是效用的源泉。只要满足了人们的某种需要或欲望，人们就获得了某种效用。

效用价值表现为人对物的判断。气象服务在人类生产和生活中是不可缺少的，对人类具有巨大的作用，因此，从效用价值理论来看，气象服务有很大的价值。

1) 支付意愿

在效用价值论中，效用决定价值的尺度，而效用本身是主观心理现象，没有办法从数量上精确计量。新福利经济学家从序数效用论出发，利用“无差异曲线”^①和“等产量曲线”^②等分析工具，用支付意愿和消费者剩余的度量标准，解决了效用难以衡量以及难以在个人之间比较的难题。

① 无差异曲线是用来表示给消费者带来相同效益的组合。或者说它是表示能够给消费者带来相同的效用水平或满足程度的两种商品的所有组合。

② 等产量曲线是在技术水平不变的条件下，生产同一产量的两种生产要素投入量的所有不同组合的轨迹。

支付意愿 (willingness to pay, WTP) 即消费者为获得某物品或者服务而甘愿消费的最大货币量。福利经济学家认为价值是人们对事物的认识、态度、观念和信仰, 是人对客观事物的认识。因此, 价值是人们态度、偏好和行为的反映。人们可以用支付意愿来表达自己对事物的偏好, 支付意愿成为了“人们行为价值表达的自动指示器”。因此, 几乎所有物品和服务的价值都可以用如下公式表示:

$$\begin{aligned} \text{任何物品和服务的价值} &= \text{人们对该物品和服务的支付意愿} \\ \text{任何物品和服务的价值} &= \text{人们对该物品和服务的补偿意愿} \end{aligned} \quad (1-2)$$

前一个公式是 WTP (willingness to pay) 公式, 是从消费者的角度来看的; 后一个公式是 WTA (willingness to accept) 公式, 是从出售者的角度来看的。WTP 和 WTA 都可用来表达气象服务的效用价值。从理论上讲, 两者的值应该相等。但研究表明, 一般来说 WTA 都大于 WTP。对于这种情况, 有诸多原因, 可能为人们通常对失去的物品价值的评价比对得到的物品更高, 也有可能是人们反对气象服务收费政策, 从而通过高的 WTA 表达他们的反对态度。所以一般都采用 WTP 对气象服务的效用价值进行计算, WTA 只用于一些比较研究。

2) 消费者剩余

消费者剩余 (consumer surplus, CS) 亦称净支付意愿, 马歇尔认为消费者剩余是某人愿意支付的某种物品或服务的最大货币量和他实际支出之间的差额, 从根本上反映了消费者购买商品的“心理收益”。由于气象服务的公益性原则, 造成大部分气象服务的价格很低, 甚至为零。消费者剩余=支付意愿-实际支出, 可知当商品的价格接近零时, 消费者的实际支出也接近零, 消费者剩余等于支付意愿, 此时的消费者剩余即为商品的效用价值。

在福利经济学中, 可通过价格资料来求得私有商品的消费者剩余。计算公共物品消费者剩余, 主要有以下两种方法:

(1) 利用“影子价格”。即根据公共商品的“影子价格”来求其消费者剩余。气象服务的消费者剩余可通过把人们使用气象服务前后造成的产值的变化作为气象服务的“影子价格”, 然后根据相关的生产资料数据求得。

(2) 利用支付意愿。通过直接询问人们对某商品的支付意愿和实际支出的费用, 其两者之差就是消费者剩余。

3) 支付意愿和消费者剩余之间的关系

市场价格、消费者剩余和支付意愿三者之间的关系既密切相关, 又有所区别, 他们之间的区别与联系可表达为下列等式和图 1-1。

$$\text{消费者剩余} = \text{支付意愿 (假设价格)} - \text{实际支出 (市场价格)}$$