

李雪,咸迪. 基于条件价值法的风云卫星数据和服务社会效益评估研究[J]. 气象研究与应用,2022,43(1):53-58.

Li Xue,Xian Di. Research on social benefit evaluation of Fengyun satellite data and service based on conditional value method[J]. Journal of Meteorological Research and Application,2022,43(1):53-58.

基于条件价值法的风云卫星数据和服务社会效益评估研究

李 雪^{1,2,3}, 咸 迪^{1,2,3}

(1.国家卫星气象中心,北京 100081; 2.中国气象局中国遥感卫星辐射测量和定标重点开放实验室/国家卫星气象中心,北京 100081; 3.许健民气象卫星创新中心,北京 100081)

摘要: 基于条件价值法,分析风云卫星数据和服务的分类支付意愿,利用二元 Logistic 模型,对影响用户支付意愿的因素进行研究。结果表明:(1)40%的受访公众对风云卫星数据和服务有支付意愿,人均年支付意愿额为 31 元;(2)风云卫星的数据和服务对十省市民众的年总价值为 189 亿元;(3)本人或家属是否在气象部门工作以及对风云卫星数据和服务的满意度是影响用户支付意愿的主要因素。因此,通过加大宣传力度,提高风云卫星知名度,并持续提高服务水平是提升风云卫星信息应用效益的重要途径。

关键词: 风云卫星;数据服务;条件价值法;支付意愿

中图分类号: P49

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2022.1.10

引言

随着气象卫星技术的发展和观测能力的不断提升,风云卫星被广泛应用于天气预报、气候预报、环境和自然灾害监测、农业等多个国民经济领域,为国家经济发展和社会进步做出了贡献^[1]。截至 2020 年底,我国已经成功发射了 17 颗风云卫星,实现 7 颗卫星同时在轨运行的业务模式。仅 2020 年通过风云卫星遥感数据服务网、绿色服务通道、人工数据服务、卫星数据资源池等方式为用户提供数据量超过 8PB。其中风云卫星遥感数据服务网作为对外服务的重要渠道,为全球 100 多个国家和地区提供服务。自 2018 年习近平总书记在上海合作组织青岛峰会上提出“中方愿利用风云二号气象卫星为各方提供气象服务”以来,风云卫星的国际服务能力逐步提升,“一带一路”朋友圈不断扩大,截至 2020 年,已有泰国、吉尔吉斯斯坦、斯里兰卡等 20 多个国家申请加入风云卫星国际用户防灾减灾应急保障机

制(FY_ESM),在 30 多个国家建成风云卫星数据直收站。

虽然风云卫星在国民经济各领域以及国际影响力方面发挥了重要作用,但针对其应用效益评估仅有少量研究。范天锡和江吉喜^[2]对 FY-1C 在气象应用、环境监测、防灾减灾等方面发挥的作用和产生的经济、社会效益进行展望。卢乃锰等^[3]介绍了卫星资料在天气分析、环境灾害监测以及气候变化研究方面的应用。戴志健等^[4]阐述了风云卫星数据在江西省植被长势、台风、森林火情等方面的监测应用。在气象卫星数据服务方面,咸迪等^[5]制定了《气象卫星数据共享服务评估方法》,确定了气象卫星数据共享服务评估的指标体系、指标的计算方法和评估流程。李雪等对风云卫星数据服务评价指标进行验证分析^[6],并采用结构方程模型探讨评价模型中各因素间的相互作用机制^[7]。随着对气象卫星应用效益的研究越来越广泛,一些学者寻求将气象卫星应用效益量化。刘志明等^[8]将德尔菲法应用到吉林省气象

收稿日期:2021-09-15

基金项目:国家重点研发计划(2020YFE0201900)、中国气象局软科学研究项目(2020ZZXM27)

作者简介:李雪(1985—),女,硕士,高级工程师,研究方向:气象卫星数据服务与共享。E-mail:lixue@cma.gov.cn

* 通讯作者:咸迪(1980—),男,硕士,正研级高工,研究方向:气象卫星数据服务与共享。E-mail:xiandi@cma.gov.cn

卫星遥感应用服务效益评估中,得出吉林省气象卫星遥感技术服务总效益约为 53 亿元,效益成本比为 18:1。苏倩^[9]基于 PSM-DID 对气象卫星在台风预报中的应用效益进行评估,得出 FY-3 气象卫星的应用使台风灾害造成的直接经济损失减少了 439 亿元。

由于气象卫星应用及服务具有公益性、间接性等特点,难以通过直接经济价值进行量化。近年来,广泛用于评价服务或环境非使用价值的条件价值法(CVM)^[10],通过定量分析支付意愿值,从而得出某服务或物品的价值。本研究基于风云卫星的特点,采用条件价值法,对风云卫星的非经济价值进行评估,并采用二元 Logistic 回归模型对影响支付意愿的因素进行分析。

1 数据与方法

1.1 问卷设计

问卷设置主要包括三方面,一是用户的基本特征,包括性别、年龄、职称等。二是用户对风云卫星数据和服务的满意度,以了解满意度和支付意愿的关系。最后在预调研的基础上设置投标值,询问用户愿意为风云卫星数据和服务支付的原因及金额。同时设置不愿意支付的原因以识别抗议支付。

1.2 研究方法

条件价值法是基于效用最大化原理,通过构建假想市场,以问卷调查的方式对具有非市场价值的公共物品或服务进行评估^[11]。核心是通过询问受访者的支付意愿(WTP)或者受偿意愿(WTA)来获得该公共物品的价值。本研究采用支付卡的形式对风云卫星用户的支付意愿进行引导,根据支付意愿的频率分布,计算支付意愿均值,直接删除零观察值会产生样本选择偏差,高估受访者的支付意愿,因此,文中采用 Spike 模型处理样本中零支付意愿的影响,公式如下^[12]:

$$E(WTP) = \sum_{i=1}^n P_i \text{pay}_i \quad (1)$$

$$E(WTP)^* = E(WTP > 0) \times r \quad (2)$$

式中: P_i 为某个支付值发生的概率; pay_i 为支付意愿; r 为有效样本的非零支付意愿率。

根据条件价值法要求,所有受访者在填写问卷前都应该了解风云卫星数据和服务。由于气象卫星应用的专业性比较强,如果受访者没有使用过风云卫星数据和服务,会影响支付意愿的决策,产生信息

偏差。因此在问卷中设置“是否使用过风云卫星数据”来了解受访者对风云卫星数据和服务的熟悉程度。

问卷发布在风云卫星遥感数据服务网,考虑到部分用户注册后没有下载过风云卫星数据,将下载过数据的用户定义为活跃用户,随机抽取 2000 名活跃用户以邮件的方式邀请作答,在使用过风云卫星数据的用户中,共收回有效问卷 1397 份。

2 结果与分析

2.1 样本特征

受访者来自全国 32 个省市自治区,分布在气象、教育、科学研究、地理遥感信息服务、海洋、水利、环境、信息/IT、金融、卫生等众多行业,主要来自事业单位(47%),科研院所和高校(36%),也有少部分来自企业、军队、政府机关等单位,受访者的单位性质,决定了 74%的受访者有硕士研究生以上学历。另外男女比例基本相当,年龄主要集中在 21-35 岁(74%),家庭月收入多为 3000 元以上(87%)。总体样本构成与风云卫星遥感数据服务网用户总体结构基本一致,但是行业覆盖度不足,这也是今后需要改进的地方。

支付意愿中,愿意支付的用户占 40%,在不愿意支付的用户中,63%的用户认为提供风云卫星数据和服务是国家和政府的责任,不应由用户来承担费用,考虑到此次受访者中 30%为学生,因此有 20%的用户选择没有能力支付这些费用,还有 14%的用户有可替代用于应用研究的卫星数据而不愿意支付费用,另有 3%的用户认为支付的费用不能得到相应的服务。

2.2 风云卫星的支付意愿分析

2.2.1 分类支付意愿额

根据公式(1)和公式(2)计算得到风云卫星数据和服务的平均支付意愿为 31 元/人。从表 1 可以看出,男性和女性的支付率相当,但男性的平均支付意愿稍高于女性,这可能与男性的平均收入高于女性有关。退休人员支付意愿最低,可能与其收入需优先考虑养老等社会保障问题有关。从单位性质来看,事业单位用户的支付率最高,近年来,风云卫星与高分、Himawari-8 等多源卫星的融合应用在商业化应用中取得了良好的经济效益,因此企业用户有较高的支付意愿,军队用户支付意愿最高可以理解为其在战场环境保障等方面的重要作用,而对个人来说,考虑到收入不稳定,其支付率和人均支付意愿都是

最低的。此外,学历和职称越高的用户支付率和平均支付意愿越高。在家庭月收入方面,除月收入在1000 元以下和 10000 元以上的用户外,用户支付率和平均支付意愿没有较大差别。本人或家属在气象

部门工作的受访者支付率和平均支付意愿更高。在使用中,对风云卫星数据和服务非常满意的受访者平均支付意愿最高,可以理解为这部分用户希望投入一定的资金来加强风云卫星建设。

表 1 分类支付意愿表			
变量名称	类别	支付率(%)	平均支付意愿(元/人)
性别	男	40	31.70
	女	40	29.61
年龄	0-20 岁	24	9.67
	21-35 岁	41	31.08
	36-60 岁	41	35.51
	60 岁以上	25	5.00
教育背景	大专及以下	34	12.07
	本科	41	30.64
	硕士研究生及以上	41	32.27
单位性质	企业	44	41.78
	军队	44	48.60
	院校	36	25.11
	个人	22	11.96
	事业单位	45	36.38
	其他	36	20.32
家庭平均月收入	1000 元以下	28	15.76
	1001-3000 元	40	25.41
	3001-5000 元	40	26.52
	5001-8000 元	40	29.36
	8001-10000 元	38	27.29
	10001-15000 元	44	38.63
	15000 元以上	46	43.67
本人或家属是否在气象部门工作	是	48	44.16
	否	31	25.53
对数据和服务满意度	不满意	34	28.69
	一般	26	20.64
	满意	40	32.47
	非常满意	44	32.69

2.2.2 风云卫星社会效益评价

从受访者愿意支付的原因(表 2)可以看出,风云卫星对社会生活、科学教育、产业发展、提高国际影响力等方面均有诸多贡献,其中在科学研究领域的社会价值最大。从调查中也可以看到,超五成用户使用风云卫星数据主要用于科学研究,据不完全统

计,2014—2020 年用户利用风云卫星数据发表文章 1000 余篇,重点支持各类科研项目 3600 余项,在科学研究领域发挥了重要作用。

作为全球综合地球观测系统的重要成员,同时也是空间和重大灾害国际宪章机制的值班卫星。依托于《风云卫星国际用户防灾减灾应急保障机制》

(FY_ESM),多次为乌兹别克斯坦、孟加拉国、缅甸、斯里兰卡等提供应急保障服务。随着风云卫星的国际影响力逐渐彰显,多次被新闻联播、人民日报、央视新闻等媒体报道。走入大众视野的风云卫星,其国际服务能力和应用前景逐步得到用户认可,用户的平均支付意愿最高。

表 2 风云卫星社会效益的主要贡献

社会效益	比例 (%)	平均支付意愿 (元/人)
气象卫星在科研项目、教育、科普等的应用,促进了科技进步	35	30.36
气象卫星在台风、洪涝、沙尘等防灾减灾中的应用,保障民众社会生活需求	20	29.95
气象卫星通过遥感应用体系建设,促进环境保护、资源利用	19	32.11
气象卫星在农业、交通运输、IT 等行业的应用,促进了产业发展	14	31.80
气象卫星援建 “一带一路”,促进国际合作,增强国家声望	12	33.14

考虑到此次调研中 70%的受访者集中在北京、江苏、湖北、四川、上海、山东、安徽、广东、浙江、甘肃 10 个省份,这些省份的用户占风云卫星遥感数据服务网活跃用户的 68%。因此文中对这 10 个省份的公众进行求和计算来估算风云卫星社会效益的总经济价值。根据公式(1)、(2)计算各省份对风云卫星社会效益的总支付意愿,结果如表 3 所示,其中人口统计数据来源于国家统计局发布的中国统计年鉴(2020 年)。

表 3 风云卫星社会效益的总支付意愿

省份	平均支付意愿 (元/a)	人口 (万人)	总支付意愿 (万元/a)
北京	33.05	2154	71195.73
江苏	38.88	8070	313737.80
湖北	34.45	5927	204182.16
四川	27.44	8375	229835.15
上海	30.40	2428	73815.06
山东	30.83	10070	310450.55
安徽	23.36	6366	148688.32
广东	26.45	11521	304697.93
浙江	24.47	5850	143132.96
甘肃	33.53	2647	88755.03
合计	30.29	63408	1888490.67

由表 3 可知,10 个主要省份用户对风云卫星社会效益的总支付意愿约为 189 亿元人民币/a,可见风云卫星的社会效益显著。

2.2.3 支付意愿的影响因素

受访者的社会经济特征会影响支付意愿,文中采用 Logistic 回归模型分析社会经济因素对支付意愿的影响。将支付意愿为“是”的结果赋值为 1,将支付意愿为“否”的结果赋值为 0,将受访者的性别、年龄、教育背景、单位性质、家庭平均月收入、本人或家属是否在气象部门工作、对数据和服务满意度纳入模型,结果如表 4 所示。

表 4 二元 Logistic 回归模型结果

变量	系数	显著性
性别	0.110	0.740
年龄	0.003	0.953
教育背景	0.271	0.602
单位性质	1.451	0.228
家庭平均月收入	1.26	0.262
本人或家属是否在气象部门工作	0.710	0.000***
对数据和服务满意度	-0.179	0.036**

* 为 0.1 的显著水平下相关,** 为 0.05 的显著性水平下相关,*** 为 0.01 的显著性水平下相关。

从表4可以看出,风云卫星的支付意愿受性别、年龄、教育背景等因素影响不大,主要与本人或家属是否在气象部门工作以及对数据和服务的满意度有关。

虽然风云卫星数据在海洋、地震、航空等诸多行业得到应用,但从风云卫星遥感数据服务网的用户行业分布可以看出,70%的用户来自高校和气象部门。在此次调查中,有43%的受访者本人或家属在气象部门工作,这与风云卫星的用户分布是契合的。这部分受访者更了解风云卫星数据,其支付率和支付意愿都远高于本人或家属不在气象部门工作的受访者。

在满意度方面,从表1可以看出,对数据和服务非常满意的受访者支付率和平均支付意愿最高。满意度一般的受访者平均支付意愿最低,可以理解为这部分受访者认为虽然支付一定的费用,但当前的服务水平和数据产品质量仍不能满足需求。而对数据和服务不满意的受访者有相对较高的支付率和平均支付意愿可以理解为这部分用户希望投入一定的资金可以加强风云卫星建设,促进其更好的发展。总的来说,提高数据和服务满意度可以提高用户的支付意愿。

3 结论和讨论

通过对风云卫星价值进行分类评估,分析风云卫星的支付意愿可以得到如下结论:

用户的性别、年龄、教育背景、单位性质和家庭月收入不同,其支付率和平均支付意愿略有差别,但风云卫星的支付意愿主要受本人或家属是否在气象部门工作以及数据和服务满意度影响。因此,加大风云卫星的宣传力度,使其从气象部门走出去,让广大用户更了解风云卫星,同时提高数据和服务满意度可有效提高风云卫星的支付意愿。

从风云卫星发挥的社会效益可以看出,其五十年发展惠及全球,在科学研究、防灾减灾、生态文明建设、国际服务等方面均发挥了重要作用。在今后的应用中,一方面继续支撑其在科学研究领域的应用,促进国家科技进步,另一方面,发挥其遥感监测的优势,为防灾减灾、生态文明建设贡献力量,并且通过国际合作交流,推广风云卫星及其应用,为“一带一

路”和全球国家地区提供更优质的气象服务。

但在研究中,由于条件价值法是基于假想市场的一种评估方法,存在假想偏差、信息偏差、不反映偏差等多种偏差,文中主要采用网络调查的方法,增大了系统偏差,在今后的研究中,应将网络、电话、面谈等线上和线下方式结合起来,以减少偏差。此外,风云卫星的社会效益涉及诸多方面,但在调查中,样本地区和行业覆盖度不足,且样本数据与我国人口统计情况尚不完全一致,都会造成结果偏差,这也是在今后的工作中需要不断完善的地方。

参考文献:

- [1] 许健民,杨军,张志清,等.我国气象卫星的发展与应用[J].气象,2010,36(7):94-100.
- [2] 范天锡,江吉喜.FY-1C气象卫星的作用和效益展望[J].气象科技,1999(3):11-17.
- [3] 卢乃锰,郑伟,王新,等.气象卫星及其产品在天气气候分析和环境灾害监测中的应用概述[J].海洋气象学报,2017,37(1):20-30.
- [4] 戴志健,祝必琴,陈兴鹏.卫星数据在江西气象遥感中的应用[J].江西科学,2017,35(4):558-563,606.
- [5] 咸迪,李雪,徐喆,等.气象卫星数据共享服务评估方法:QX/T373-2017[S].北京:中国气象出版社,2017.
- [6] 李雪,咸迪,亓永刚,等.风云卫星数据服务评价指标的验证分析[J].气象科技,2016,44(4):692-696.
- [7] 李雪,咸迪.结构方程模型在风云卫星数据服务满意度测评中的应用研究[J].气象研究与应用,2016,37(3):112-116.
- [8] 刘志明,晏明,张文哲.吉林省气象卫星遥感技术服务效益评估研究[J].遥感技术与应用,1998,13(2):22-27.
- [9] 苏倩.基于PSM-DID的气象卫星对台风预报的应用效益评估研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2018.
- [10] 李京梅,丁中贤,许婉婷,等.基于双边界二分式CVM的国家公园门票定价研究-以胶州湾国家海洋公园为例[J].资源科学,2020,42(2):232-241.
- [11] 王坤鹏,牛海鹏.CVM投标值子样本量对耕地保护外部性测度结果精度的影响分析[J].生态科学,2018,37(6):67-74.
- [12] 丁振民,黄秀娟,朱佳佳.CVM评价森林景区游憩价值的理论效度-以福州国家森林公园为例[J].林业科学,2018,54(8):133-141.

Research on social benefit evaluation of Fengyun satellite data and service based on conditional value method

Li Xue^{1,2,3}, Xian Di^{1,2,3}

(1. National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081, China; 2. Key Laboratory of Radiometric Calibration and Validation for Environmental Satellites, China Meteorological Administration/National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081, China; 3. Innovation Center for FengYun Meteorological Satellite (FYSIC), Beijing 100081, China)

Abstract: Based on the conditional valuation method, this paper analyzed the payment willingness of Fengyun satellite's information service classification, and studied the factors affecting users' payment willingness by using the binary logistic model. The results show that (1)40% of the surveyed public are willing to pay for Fengyun satellite data and service, and the per capita annual willingness to pay is 31 yuan. (2)The total annual value of Fengyun satellite data and service to the people in 10 provinces and cities is 18.9 billion yuan. (3) Whether the users or their family members work in the meteorological department, and their satisfaction with Fengyun satellite data and service are the main factors affecting users' willingness to pay. Therefore, increasing publicity, improving the popularity of Fengyun satellite and continuously improving the data service level are important ways to improve the efficiency of Fengyun satellite information application.

Key words: Fengyun satellite; data services; conditional value method; willingness to pay