

风云卫星数据服务评价指标的验证分析

李雪 咸迪 亓永刚 徐喆 钱建梅

(国家卫星气象中心,北京 100081)

摘要 简述了目前我国风云卫星数据服务以及气象服务效益评估业务的现状,利用层次分析法提出风云卫星数据服务评价的 6 个 1 级指标和 19 个 2 级指标。设计了风云卫星数据服务评测量表,并采用分半信度、因子分析等方法对量表作信度和效度分析,结果表明所设计的评测量表具有良好的信度和效度,确定了包括服务平台易用性、服务流程规范性、服务响应及时性、服务内容完整性、服务工作主动性、服务宣传广泛性等 6 个方面的风云卫星数据服务评价指标。

关键词 风云卫星;数据服务;评价指标;评测量表;信度;效度;验证

引言

国家卫星气象中心依托风云气象卫星地面应用系统工程,构建了气象卫星数据共享平台^[1]。风云卫星遥感数据服务网作为主要的的数据服务方式,自 2005 年向国内外各行业、各部门用户提供气象卫星数据共享服务。网站开通十年来,逐渐受到广大用户的认可,截止到 2014 年底,总注册人数超过 3 万人,分布在全国所有省、市和自治区,以及 60 多个国家和地区。随着用户对风云卫星数据的需求不断增加,深入了解用户的使用效果,客观评价风云卫星数据共享社会效益,对提高气象卫星数据服务水平至关重要。

20 世纪 70 年代以来,美国国家气象局一直将预报质量和服务质量分别予以评价。对服务质量的评价因子,主要包括服务产品的上网数量、专业广播覆盖率、内容及质量等方面。加拿大气象局对预报服务质量的评价内外有别。内部评价以预报准确率为重点。外部评价则主要针对服务效果及其影响进行,其评价内容是公众、客户和合作伙伴的满意程度,包括公众和客户对预(警)报服务的满意度、对预(警)报采取的相应措施、对环境变化及其影响的认识、对服务的投诉等可测指标^[2]。

目前,我国针对气象服务效益评价的研究逐渐

增多,在公众气象服务^[3-4]、行业气象服务^[5]、决策气象服务^[6]、防灾减灾气象服务^[7-8]等领域,很多学者对气象服务效益值进行了计算。如谢宏佐等^[9]以京沪穗为例,采用影子价格法对公众气象服务效益定量评估。南瑞等^[10]对黑龙江省农业气象服务效益进行了调查分析。潘进军等^[11]就国庆 60 周年庆祝活动气象服务满意度进行评估。王辉等^[12]建立暴雨重大气象灾害服务效益评估模型,并对近年来典型的暴雨服务过程开展了服务效益试评估。此外,姚秀萍等^[13]还综述了我国气象服务效益评估业务的现状,并对未来进行了展望。

在气象卫星数据服务方面,针对其的评估尚未形成统一的标准。因此,本文在研究已有气象服务评价工作的基础上,根据我国现有气象卫星数据服务现状,设计风云卫星数据服务评测量表,并对量表的信度和效度进行检验,以确定风云卫星数据服务的评价指标。

1 评价指标与估算方法

1.1 风云卫星数据服务评价指标

基于层次分析法^[14],考虑到用户在接受气象卫星数据服务过程中所涉及的各方面,生成包含 6 个 1 级指标、19 个 2 级指标的风云卫星数据服务评价指标,如表 1 所示。

<http://www.qxkj.net.cn> 气象科技

科技部 863 计划研究课题“星地综合观测定量遥感融合处理与共性产品生产系统”(2013AA12A301)资助

作者简介:李雪,女,1985 年生,硕士研究生,工程师,主要从事气象卫星与气象数据处理应用方面的研究,Email:lixue@cma.gov.cn

收稿日期:2015 年 7 月 21 日;定稿日期:2015 年 11 月 14 日

表1 风云卫星数据服务评价指标

| 1级评价指标 | 2级评价指标 | 编号 |
|--------|-------------|-----------------|
| 平台使用 | 数据产品分类 | X ₁ |
| | 数据查询方式 | X ₂ |
| | 用户对服务平台的满意度 | X ₃ |
| 服务流程 | 网络服务流程规范性 | X ₄ |
| | 人工服务流程规范性 | X ₅ |
| | 电话服务流程规范性 | X ₆ |
| 服务响应 | 在线数据订购响应时间 | X ₇ |
| | 人工服务响应时间 | X ₈ |
| | 电话服务响应时间 | X ₉ |
| | 其他服务响应时间 | X ₁₀ |
| 服务内容 | 数据产品种类完整性 | X ₁₁ |
| | 用户使用手册完整性 | X ₁₂ |
| | 数据应用工具软件完整性 | X ₁₃ |
| 服务主动性 | 定期提供服务信息 | X ₁₄ |
| | 主动推广服务产品 | X ₁₅ |
| 服务宣传 | 用户对服务方式的认知度 | X ₁₆ |
| | 用户对服务内容的认知度 | X ₁₇ |
| | 用户对服务产品的认知度 | X ₁₈ |
| | 用户对服务信息的认知度 | X ₁₉ |

1.2 信度估算方法

为确保风云卫星数据服务评价指标的可靠性、有效性,对评价指标的信度和效度进行验证分析。

信度反映的是测量结果的一致性或稳定性的指标。按照评价对象的不同,分为内在信度和外在信度。由于用户满意度数据的取得和测量是通过事先设计的量表对产品和服务的满意度进行量化的,所以可以通过内在信度分析来检验调查问卷的信度,而不必进行外在信度的检验。文中采用分半信度来计算内部一致性系数,计算方法如下^[15]:

$$R_{xx} = \frac{2R_{hh}}{1 + R_{hh}} \quad (1)$$

式中, R_{hh} 为两半测量值之间的相关系数, R_{xx} 为整个测量信度的估计值。当此类的题目数小于10时,不宜采用该方法估计信度。另外,该公式应用的前提假设是两个半测量结果的平均值及标准差应相似;若该条件得不到满足,则应改用入选公式进行信度估计。

① 弗朗那根公式:

$$R_{xx} = 2 \left(1 - \frac{S_a^2 + S_b^2}{S_x^2} \right) \quad (2)$$

式中, S_a^2 与 S_b^2 分别表示2部分测量值的方差, S_x^2 为整个测量值的方差。

② 卢比公式:

$$R_{xx} = 1 - \frac{S_d^2}{S_x^2} \quad (3)$$

式中, S_d^2 为2部分测量值之间的方差, S_x^2 为整个测量值的方差。

1.3 效度估算方法

效度,即有效性,是指测量工具或手段能够准确测出所需测量的事物的程度,反映测量结果的准确性。常用于调查问卷效度分析的方法主要有准则效度分析、内容效度分析和结构效度分析^[16]。由于本次评测量表是首创的,且没有一个相似的标准作为准则,所以暂不作准则效度分析,仅对量表作内容效度及结构效度分析^[17]。

1.3.1 内容效度

内容效度也称为表面效度或逻辑效度,它强调测量内容的广度、涵盖性与丰富性,或者说是测验内容对所测量的全部内容的取样代表性程度^[18]。内容效度分析常采用逻辑分析和统计学分析相结合的方式。逻辑分析一般由研究者或专家评判所选题项是否“看上去”符合测量的目的和要求。统计分析主要采用单项与总和及相关分析法获得评价结果,即计算每个题项得分与题项总分的相关系数,根据相关是否显著判断是否有效,相关系数越大,量表的内容效度越高。

1.3.2 结构效度

结构效度指测量结果体现出来的某种结构与测值之间的对应程度^[18]。通常采用因子分析法来探究问卷的结构效度。

要判断量表是否适合进行因子分析,首先要对量表进行KMO和Bartlett检验。Bartlett检验直接根据显著性水平值的大小判断原始数据内部相关性是否显著。KMO检验则建立在对反映像矩阵的分析上,反映像矩阵反映变量之间的偏相关,其对角线上的数字为与对应变量的所有相关系数与偏相关系数的比值,该系数越大,说明相关性越好,这个比值称为“采样充足度量数”,简称为MSA。将各测量变量的MSA系数求均值即为KMO采样充足度量数^[19]。进行因子分析的普通准则是KMO值

在 0.6 以上, Bartlett 检验统计量中的显著性水平值小于 0.05, 达到显著性水平时, 适合进行因子分析。

在因子分析的结果中, 用于评价结构效度的主要指标有累积贡献率、共同度和因子负荷。累积贡献率反映公因子对量表的累积有效程度, 共同度反映由公因子解释原变量的有效程度, 因子负荷反映原变量与某个公因子的相关程度。计算出公因子后衡量其效度结构时至少要符合以下标准: 公因子共同度应大于 0.4, 公因子的累积方差贡献率至少 40% 以上。其中, 共同度越高, 说明题目间相关性越高, 累积贡献率越高说明因子与相应条目关系越密切, 则效度越高。

2 实证分析

选取量化指标对风云卫星数据服务评价指标进行测量, 生成评测量表。量表的积分采用利克特 5 级量表, 其中: 非常不符合取 1; 不符合取 2; 一般取 3; 符合取 4; 非常符合取 5。

本次数据来源于 2014 年气象卫星数据服务调查, 共计 417 份样本, 参与调查的用户来自全国各地, 调查结果具有一定的普遍性。

2.1 信度分析

通过分半法计算内部一致性系数, 分半信度的思路是把同一问卷的全部题项按照奇偶或前后尽可能分成相等的 2 部分, 计算其 Cronbach α 系数再进行调整, 因此对信度高低的评定可参照 Cronbach α 系数的标准。如果 Cronbach α 系数大于 0.9, 则认为量表的内在信度很高; 系数在 0.9~0.8 之间, 认为信度较高; 系数在 0.8~0.7 之间, 认为量表设计存在问题, 但仍有一定参考价值; 如系数小于 0.7, 则认为量表存在很大问题应当重新设计^[20]。

量表折半后 2 部分相关性为 0.821, 相关性较高, 适合做分半信度分析, 由式(3)计算得出, 量表信度达到 0.901, 说明设计的量表从整体上能够有效地测度事先想要搜集的资料信息。

2.2 效度分析

2.2.1 内容效度分析

利用单项与总和相关分析法分析内容效度。量表各项目与总分之间相关系数在 0.658~0.796 之间(表 2), 为正相关且相关性有统计学意义, 说明该量表的全部项目鉴别力很好, 内容效度较高。

表 2 各项目得分与总分的相关系数

| 编号 | 相关系数 | 编号 | 相关系数 |
|-----------------|----------|-----------------|----------|
| X ₁ | 0.658 ** | X ₁₁ | 0.749 ** |
| X ₂ | 0.740 ** | X ₁₂ | 0.733 ** |
| X ₃ | 0.690 ** | X ₁₃ | 0.725 ** |
| X ₄ | 0.669 ** | X ₁₄ | 0.723 ** |
| X ₅ | 0.698 ** | X ₁₅ | 0.743 ** |
| X ₆ | 0.715 ** | X ₁₆ | 0.757 ** |
| X ₇ | 0.696 ** | X ₁₇ | 0.783 ** |
| X ₈ | 0.777 ** | X ₁₈ | 0.784 ** |
| X ₉ | 0.796 ** | X ₁₉ | 0.770 ** |
| X ₁₀ | 0.783 ** | | |

注: 若积差相关系数的显著性检验值 < 0.01 , 则被标志为“**”。

2.2.2 结构效度分析

评测量表 KMO 和 Bartlett 检验结果如表 3 所示, 其中, 量表数据取样足够度的 KMO 值为 0.951, 并且通过了显著性水平为 0.05 的 Bartlett 检验, 说明问卷调查的数据非常适合做因子分析。

表 3 KMO 和 Bartlett 检验结果

| | |
|----------------|----------|
| KMO 度量 | 0.951 |
| X ² | 6616.166 |
| 自由度 | 210 |
| 显著性水平 | 0 |

KMO 检验后, 运用主成分分析法对量表进行因子分析。结果显示, 共同度为 0.685~0.906, 即各变量信息丢失度较少, 每个变量的变异都可以由提取的因子有效解释。通过最大方差法进行正交旋转后得到 6 个公因子, 解释了总方差的 80.269%, 如表 4 所示。

在提取的 6 个公因子中, 因子 1 “服务响应及时性”解释了“在线数据订购响应时间”、“人工服务响应时间”、“电话服务响应时间”、“其他服务响应时间”这几个方面; 因子 2 “服务内容完整性”解释了“数据产品种类完整性”、“用户使用手册完整性”、“数据应用工具软件完整性”这几个方面; 因子 3 “服务流程规范性”解释了“网络服务流程规范性”、“人工服务流程规范性”、“电话服务流程规范性”这几个方面; 因子 4 “服务宣传广泛性”解释了“用户对服务

表 4 旋转成分矩阵

| 编号 | 因子 1 | 因子 2 | 因子 3 | 因子 4 | 因子 5 | 因子 6 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| X ₇ | 0.719 | | | | | |
| X ₈ | 0.74 | | | | | |
| X ₉ | 0.654 | | | | | |
| X ₁₀ | 0.715 | | | | | |
| X ₁₁ | | 0.802 | | | | |
| X ₁₂ | | 0.86 | | | | |
| X ₁₃ | | 0.797 | | | | |
| X ₄ | | | 0.744 | | | |
| X ₅ | | | 0.809 | | | |
| X ₆ | | | 0.641 | | | |
| X ₁₆ | | | | 0.622 | | |
| X ₁₇ | | | | 0.713 | | |
| X ₁₈ | | | | 0.658 | | |
| X ₁₉ | | | | 0.675 | | |
| X ₁ | | | | | 0.731 | |
| X ₂ | | | | | 0.728 | |
| X ₃ | | | | | 0.819 | |
| X ₁₄ | | | | | | 0.642 |
| X ₁₅ | | | | | | 0.58 |

表 5 风云卫星数据服务满意度评价结果

| 项目 | 内容 | 平均分 |
|-------|-------------|------|
| 平台使用 | 数据产品分类 | 4.24 |
| | 数据查询方式 | 4.17 |
| 服务流程 | 用户对服务平台的满意度 | 4.12 |
| | 网络服务流程规范性 | 4.39 |
| | 人工服务流程规范性 | 4.06 |
| 服务响应 | 电话服务流程规范性 | 4.25 |
| | 在线数据订购响应时间 | 4.23 |
| | 人工服务响应时间 | 4.15 |
| | 电话服务响应时间 | 4.17 |
| 服务内容 | 其他服务响应时间 | 4.29 |
| | 数据产品种类完整性 | 3.88 |
| | 用户使用手册完整性 | 3.77 |
| 服务主动性 | 数据应用工具软件完整性 | 3.6 |
| | 定期提供服务信息 | 4.27 |
| 服务宣传 | 主动推广服务产品 | 3.95 |
| | 用户对服务方式的认知度 | 3.85 |
| | 用户对服务内容的认知度 | 3.96 |
| | 用户对服务产品的认知度 | 4.08 |
| | 用户对服务信息的认知度 | 3.81 |

方式的认知度”、“用户对服务内容的认知度”、“用户对服务产品的认知度”、“用户对服务信息的认知度”这几个方面;因子 5“服务平台易用性”解释了“数据产品分类”、“数据查询方式”、“用户对服务平台的满意度”这几个方面;因子 6“服务主动性”解释了“定期提供服务信息”、“主动推广服务产品”这几个方面。由分析结果可知,量表具有良好的结构效度。

2.2.3 评价结果

利用该评价指标对风云卫星数据服务进行满意度评价,结果如表 5 所示。

根据量表设计规则,认为 4 分以上均为满意。从评价结果可以看出,平台使用、服务流程、服务响应和服务主动性这 4 个方面的符合度平均分分别为 4.18、4.23、4.21 和 4.11,均在 4 分以上,满意度较高。服务内容和宣传符合度平均分分别为 3.75 和 3.93,不足 4 分,相对较低。

3 结论

本文针对风云卫星数据服务满意度的评价问题,根据风云卫星数据服务评价指标,设计评测量表,并采用定量分析法对量表进行信度和效度分析,得到以下结论:

(1)以 2014 年风云卫星数据服务满意度数据为例的分析表明,设计的风云卫星数据服务评测量表具有良好的信度和效度,确定了风云卫星数据服务评价指标的可靠性和有效性。

(2)应用该评价指标对风云卫星数据服务进行满意度评价,从评价结果可以看出,整体而言受访者对国家卫星气象中心的服务质量基本满意,但还存在以下几个方面的问题有待提高和完善:① 在服务内容方面,注意风云卫星数据产品的完整性,不仅要提供高质量的产品,而且要向用户提供详细的产品相关信息(如产品说明、算法描述、应用支持等),同时结合不同用户的需求开发具有自主知识产权的数据应用软件。② 在服务宣传方面,大力推动资料分发力度,加强信息交流并做好新数据产品的宣传

工作。

研究风云卫星数据服务评价指标对促进气象卫星数据服务的发展具有重要意义,也可在今后气象卫星数据服务提供理论基础和决策建议。但在评测量表的设计中,仅以2014年的风云卫星数据服务满意度数据为例进行了信度和效度研究,未涉及其他个例,在今后的研究中,应增加个例验证。同时,应进一步分析风云卫星数据服务所带来的经济效益、社会效益、生态效益等。

参考文献

- [1] 杨军,刘健. 气象卫星数据产品应用和服务发展[J]. 卫星应用, 2014(10):18-23.
- [2] 黄治勇,王丽,王仁乔,等. 公众气象服务质量评价方法研究[J]. 湖北气象,2002(2):30-32.
- [3] 李峰,郑明玺,黄敏,等. 山东公众气象服务效益评估[J]. 山东气象,2007,27(1):22-24.
- [4] 王新生,陆大春,汪腊宝,等. 安徽省公众气象服务效益评估[J]. 气象科技,2007,35(6):853-857.
- [5] 李有宏,李锡福,罗生洲,等. 青海省行业气象服务效益评估的初步分析[J]. 青海气象,2008(2):24-27.
- [6] 吴林荣,罗慧,鲁渊平,等. 2010年陕西决策部门气象服务需求调查分析[J]. 陕西气象,2011(4):33-36.
- [7] 吴林荣,罗慧,鲁渊平,等. 重大气象灾害服务效益评估系统设计及业务应用[J]. 气象科技,2010,38(3):394-398.
- [8] 严晓瑜,刘玉兰,李剑萍,等. 宁夏旅游气象服务效益评估和服务需求调查[J]. 气象科技,2012,40(6):1068-1074.
- [9] 谢宏佐,许广浩,刘寿东. 采用影子价格法的公众气象服务效益定量评估——以京沪穗为例[J]. 南京信息工程大学学报:自然科学版,2011,3(3):250-254.
- [10] 南瑞,张宏伟,王吉贤,等. 黑龙江省农业气象服务效益调查分析[J]. 黑龙江气象,2010,27(4):23-23,32.
- [11] 潘进军,段欲晓,马晓青,等. 国庆60周年庆祝活动气象服务满意度评估[J]. 气象,2011,37(11):1409-1414.
- [12] 王辉,黄昆,邓丽霞,等. 暴雨气象服务效益的评估[J]. 气象研究与应用,2013,34(增刊1):108-109.
- [13] 姚秀萍,吕明辉,范晓青,等. 我国气象服务效益评估业务的现状与展望[J]. 气象,2010,36(7):62-68.
- [14] 谢承华. AHP及其应用[J]. 兰州商学院学报,2001,17(2):79-82.
- [15] 武松,潘发明. SPSS统计分析大全[M]. 北京:清华大学出版社,2014:384-385.
- [16] 李晓东,卢振波. 本地化读者调查问卷的定量评价研究——北京大学图书馆案例研究[J]. 大学图书馆学报,2007,25(6):61-64.
- [17] 孙雅波,范厚明,刘益迎,等. 基于信度和效度分析的海运强国评价指标体系构建[J]. 上海海事大学学报,2014,35(4):26-31.
- [18] 柯惠新,沈浩. 调查研究中的统计分析法[M]. 2版. 北京:中国传媒大学出版社,2005:363-370.
- [19] 李红梅. 基于因子分析的定性数据效度质量评价[J]. 中国科技纵横,2011(2):241-243.
- [20] 曾五一,黄炳艺. 调查问卷的可信度和有效度分析[J]. 统计与信息论坛,2005,20(6):11-15.

Test and Analysis of Fengyun Satellite Data Service Evaluation Indexes

Li Xue Xian Di Qi Yonggang Xu Zhe Qian Jianmei

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract: Concerning the assessment of Fengyun satellite data service satisfaction, a review is made on the status of Fengyun satellite data service and meteorological service benefit assessment. The evaluation indexes of Fengyun satellite data service are designed based on AHP, which consist of 6 first-grade evaluation indexes and 19 second-grade evaluation indexes. A Fengyun satellite data service evaluation scale is designed based on it. Through the reliability and validity analysis on the evaluation scale by the split-half reliability and factor analysis methods, the Fengyun satellite data service evaluation indexes have adequate reliability and validity, including 6 aspects of applicability, service procedure, service response, content integrity, service initiative, and service cognition.

Keywords: Fengyun satellite; data service; evaluation index; evaluation scale; reliability; validity; test