文章编号:1674-7070(2015)06-0525-09



吴亚玲[1]　吴先华[2]　郭际[2]　陈云峰[3]

基于投入产出方法的气象服务综合经济效益评估

摘要

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.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,并以深圳市2012年的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)深圳市气象服务的投入与完全经济效益比值区间约为1:134.34~1:228.378,远大于以往研究1:30~1:51的结果;3)传统的气象服务对象如农林牧渔业、建筑业等带来服务经济效益偏低,未来应重视向研究与试验发展业,综合技术服务业,租赁和商务服务业,居民服务和其他服务业,信息传输、计算机服务和软件业等服务产业提供气象服务,提高气象服务给社会带来的综合经济效益.

关键词

气象服务效益;直接经济效益;关联经济效益;间接经济效益;完全经济效益;投入产出

中图分类号 F426

文献标志码 A

收稿日期 2015-06-28

资助项目 国家自然科学基金(71373131,71140014,71410307025,91546117);国家软科学计划(2011GXQ4B025);公益性行业科研专项(GYHY200806017,GYHY201506051);国家社科基金(11CGL100);江苏高校优势学科建设工程资助项目

作者简介

吴亚玲,女,工程师.50773314@qq.com

吴先华(通信作者),男,博士,教授,博士生导师.wxhua_77@nuist.edu.cn

1 深圳市国家气候观象台,深圳,518040

2 南京信息工程大学 气候与气象灾害协同创新中心,南京,210044

3 中国气象局气象宣传与科普中心,北京,100081

0 引言

近年来,干旱、冰雪和高温等极端灾害性天气频发,引起公众对气象服务的日益重视.但气象服务到底产生了多大的效益?如何较为精确、合理地评估气象服务所产生的效益?是气象局等政府有关部门长期关注的重点和难点问题之一.由于气象服务所产生的效益附着于生产或消费的各个环节,难以剥离;气象服务过程中所产生耗费的涉及面较广,难以计量;气象服务对象的需求具有很强的内隐性,难以表达出真实的需求函数.因此,气象服务的经济效益评估至今尚未形成一种有效的方法和模式.

国内外学者做了大量的尝试,也产生了许多有益的技术和方法.大体可概括为三类:一是针对服务对象,进行实地调研,测算服务给用户带来的效益.如Nguyen等[1]计算了越南的台风预警服务的经济效益;扈海波等[2]计算了奥运气象服务的社会经济效益;吴先华等[3]采用条件价值法设计问卷,计算了公众气象服务的效益;吴先华等[4]采用结构方程模型,评估了沪宁高速公路的气象服务效益.二是利用专家的知识,采用德尔菲法等,通过定性与定量相结合的方法推算服务带来的效益.如Krieger等[5]提出了服务效益评估的决策优化模型;许小峰[6]利用德尔菲法评估了行业气象服务效益值;罗慧等[7]将层次分析法(AHP方法)和波士顿矩阵(BCG矩阵)相结合,提出了服务效益定量评估的气象服务期望度/满意度组合矩阵分析模型.三是通过投入产出方法,计算服务的关联效益.如陈宏等[8]提出了间接经济效益和完全经济效益的计算方法;王海建[9]利用投入占用产出技术,建立了国民经济系统各部门前后向完全经济效益的核算方法;Hewings等[10]较为详细地介绍了投入产出分析中的前后向联系、产业间关联、产出乘数等概念及算法;Chen等[11]计算了台湾牡蛎养殖产业带来的关联社会经济效益等.限于篇幅,此处不一一赘述.

从视野范围内文献来看,评估直接效益的多,评估间接效益的少;采用实地调研和专家知识评估单一地区、行业和企业服务效益的多,采用投入产出法评估综合服务效益的少;尤其是利用投入产出方法,计算关联经济效益和间接经济效益的研究则更为少见.要提到的是,陈宏等[8]和王海建[9]各自界定了间接经济效益和完全经济效益的概念,提出了相应的算法,但本文以投入产出表分配系数、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,概念较为明晰,算法简洁实用,具有较好的理论创新意义和示范推广价值.

由于投入产出表较为准确地反映了国民经济各部门间的技术经济联系,成为核算产业的关联经济效益、间接经济效益的理想工具[12-13].本文以投入产出表为基础,提出了关联经济效益、间接经济效益和完全经济效益的评估模型,并以深圳市2012年的气象服务效益数据为例进行验证,得到了一系列富有启示意义的结论.

1 概念、原理与假设

下面简要界定几种经济效益的概念,然后介绍投入产出表的原理及几个前提假设.

1.1 概念界定

假设气象服务的直接服务对象为产业 i.气象服务的直接经济效益,指气象服务给产业 i 带来的经济产出与投入之间的比较.关联经济效益,指通过关联系数,得到的需求 i 产业的产品或服务的多个产业的经济效益.间接经济效益,指产业 i 获得气象服务后,通过技术经济联系,间接地为本产业和其他产业所带来的经济效益.完全经济效益,指产业 i 获得气象服务后,通过多次的技术经济联系,为本产业 i 和其他产业带来的最终经济效益.

1.2 投入产出表原理

投入产出表以矩阵形式描述国民经济各部门在一定时期(通常为1年)生产活动的投入来源和产出使用去向,揭示国民经济各部门之间相互依存、相互制约的数量关系,是国民经济核算体系的重要组成部分.我国常用的投入产出表由三部分组成,称为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ象限.基本表式如表1所示.

投入产出表各部分相互连接,从总量和结构上全面、系统地反映国民经济各部门从生产到使用这一完整过程的相互联系.投入产出表有以下几个基本平衡关系:

1)行平衡关系:

中间使用+最终使用+其他=总产出+流入.

2)列平衡关系:

中间投入+增加值=总投入.

3)总量平衡关系:

总投入=总产出,

每个部门的总投入=该部门的总产出,

中间投入合计=中间使用合计.

4)各产业之间的关联性:

$$\boldsymbol{X}=\boldsymbol{AX}+\boldsymbol{C},\text{即:}x_i=\sum_j(a_{ij}x_j+c_j),i=1,2,\cdots,n. \quad (1)$$

其中:矩阵 $\boldsymbol{A}$ 的系数 a_{ij} 表示产业 i 的投入占产业 j 总的生产所需的比例,矩阵 $\boldsymbol{A}$ 也被称为技术系数矩阵;

表1 我国常用的投入产出表的基本表式

Table 1 Basic input-output table used in China

投入 \ 产出		中间使用				最终使用									流入	其他	总产出
						最终消费					资本形成总额			流出			
						居民消费			政府消费	合计					最终使用合计		
		农林牧渔业	…	公共管理和社会组织	中间使用合计	农村居民消费	城镇居民消费	小计			固定资本形成额	存货增加	合计				
中间投入	农林牧渔业 … 公共管理和社会组织	第Ⅰ象限				第Ⅱ象限											
	中间投入合计																
增加值	劳动者报酬 生产税净额 固定资产折旧 营业盈余 增加值合计	第Ⅲ象限															
总投入																	

x_i 表示产业 i 的总产出;c_j 指对产业 i 的最终需求.

1.3 投入产出模型的假设

投入产出模型是对瓦尔拉斯一般均衡模型的简化,主要有以下 3 个假设条件:

1)"纯部门假设".即假设每个部门只生产一种产品,而且只用一种生产技术方式进行生产.同时假设各部门生产过程中没有不同生产技术的选择与相互替代.这样使模型准确地反映各部门产品的物资消耗构成和生产技术联系.

2)技术系数相对固定的假设.即不考虑技术进步或劳动生产率提高的因素,假设直接消耗系数(技术系数)a_{ij}在一定时期内是固定不变的.这样忽略了许多动态因素如时间技术变化因素、价格因素、部门或产品结构变化因素等的影响,简化了对问题的分析.

3)线性关系假设.即假设国民经济各部门投入与产出之间成正比例关系变化.该假设与假设 2)密切相关,在直接消耗系数 a_{ij}相对固定不变的前提下,不考虑生产中的固定消耗因素,各产业部门生产中的消耗与产量必然成正比例关系.

以上假设尽管有许多不合理之处,但对现实经济生产关系的高度简化,极大地拓展了投入产出法的适用范围,也给其他的研究打下了很好的基础.

2 关联、间接和完全经济效益评估模型

吴先华等[14]提出了气象服务的关联经济效益、间接经济效益评估模型和完全经济效益评估模型,介绍如下.

2.1 关联经济效益评估模型

2.1.1 直接关联度

直接关联度是指某产业与需求本产业产品或服务的产业的技术经济联系程度.一般利用直接分配系数反映直接关联度.直接分配系数记为 $h_{ij}(i,j=1,2,\cdots,n)$,指第 i 部门提供的产品或服务分配给第 j 部门作为中间产品直接使用的价值占该种产品或服务总产出的比例.其计算公式为

$$h_{ij}=\frac{x_{ij}}{X_i},\quad i=1,2,\cdots,n. \tag{2}$$

其中:x_{ij}为第 i 部门分配给第 j 部门作为中间产品使用的价值量;X_i 为第 i 部门的总产出价值量.

A 部门的直接分配系数越大,说明 A 部门对其他产业的直接关联度越大,直接带动效应越明显.

2.1.2 完全分配系数

完全分配系数记为 $d_{ij}(i,j=1,2,\cdots,n)$,是指第 i 部门每个单位增加值向第 j 部门提供的完全分配量.完全分配系数可以依据完全消耗系数计算,公式为

$$\boldsymbol{D}=(\boldsymbol{I}-\boldsymbol{H})^{-1}-\boldsymbol{I}. \tag{3}$$

完全分配系数越大,说明一个产业对另一个产业的完全供给推动作用越大,产业之间的完全关联度越大.完全分配系数不仅反映了各产业之间的直接影响,而且反映了各个层次的间接影响,对分析产业间的关联带动程度更为全面.

2.1.3 关联经济效益值

关联贡献值是指以 A 部门的服务效益值为中间投入的生产所创造的增加值.根据投入产出表的平衡关系原理及产业关联度理论,A 部门对国民经济的关联贡献值的测算公式为

$$E=\sum d_a Y_a. \tag{4}$$

其中:E 表示 A 部门的气象服务关联经济效益值;d_a 表示 A 部门对其关联部门产品的完全分配系数;Y_a 表示 A 部门的气象服务直接经济效益值.

2.2 间接经济效益评估模型

正如前述,服务的间接经济效益是指服务对象获得某种服务后获得的直接经济效益,通过技术经济联系,间接地为本单位和其他单位所带来的经济效益.

根据表 1 中的投入产出行模型,各产业部门对某种产品的消耗量,加上该产品作为最终产品的使用量,得到该产业部门的总产值.

$$\sum_{j=1}^{n}X_{ij}+Y_i=X_i,\quad i=1,2,\cdots,n. \tag{5}$$

其中:X_{ij} 表示中间消耗,表示第 j 产业部门在生产过程中所消耗的第 i 产业部门的产品价值;Y_i 为用于最终使用的第 i 产业部门的产品价值;X_i 为第 i 产业部门的总产出.

在行模型中引入直接消耗系数 $a_{ij}=x_{ij}/X_j$,则式(5)变为

$$\sum_{j=1}^{n}a_{ij}X_j+Y_i=X_i,\quad i=1,2,\cdots,n, \tag{6}$$

简化表示为 $\boldsymbol{AX}+\boldsymbol{Y}=\boldsymbol{X}$,有

$$\boldsymbol{X}=(\boldsymbol{I}-\boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{Y}. \tag{7}$$

在投入产出表中,服务效益可以体现为最终产出的增加.假设其他部门的最终产出不变,以服务给某产业带来的直接经济效益为基础,解释该产业的直接经济效益带来的间接效益 $\Delta\boldsymbol{X}_a$.将式(7)表示成

增量形式:

$$\Delta \boldsymbol{X} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\Delta \boldsymbol{Y}, \tag{8}$$

$\Delta \boldsymbol{X}$ 为服务给该产业带来的间接效益值,$(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}$ 为列昂捷夫逆矩阵,$\Delta \boldsymbol{Y}$ 为服务给该产业带来的直接效益,体现为该产业最终使用部分的增加值.

又,$\boldsymbol{B} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1} - \boldsymbol{I}$,其中,$\boldsymbol{B}_{n\times n}$ 表示完全消耗系数矩阵,$\boldsymbol{A}_{n\times n}$ 为直接消耗系数矩阵,I 为单位阵,则 $\Delta \boldsymbol{X} = (\boldsymbol{B} + \boldsymbol{I})\Delta \boldsymbol{Y}$,整个产业经济系统的产出变动为

$$\begin{bmatrix} \Delta \boldsymbol{X}_1 \\ \Delta \boldsymbol{X}_2 \\ \vdots \\ \Delta \boldsymbol{X}_a \\ \vdots \\ \Delta \boldsymbol{X}_n \end{bmatrix} = \left(\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1a} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2a} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ b_{a1} & b_{a2} & \cdots & b_{aa} & \cdots & b_{an} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{na} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ \Delta \boldsymbol{Y}_a \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} b_{1a}\Delta \boldsymbol{Y}_a \\ b_{2a}\Delta \boldsymbol{Y}_a \\ \vdots \\ b_{aa}\Delta \boldsymbol{Y}_a \\ \vdots \\ b_{na}\Delta \boldsymbol{Y}_a \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ \Delta \boldsymbol{Y}_a \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \tag{9}$$

式(9)中,由于 $\Delta \boldsymbol{X}_a = b_{aa}\Delta \boldsymbol{Y}_a + \Delta \boldsymbol{Y}_a$,因此,$\Delta \boldsymbol{Y}_a = \dfrac{\Delta \boldsymbol{X}_a}{1 + b_{aa}}$,表示服务给该产业带来的直接经济效益值为 $\dfrac{\Delta \boldsymbol{X}_a}{1 + b_{aa}}$,中间经济效益增加值为 $\dfrac{b_{aa}\Delta \boldsymbol{X}_a}{1 + b_{aa}}$,两者之和为服务给该产业带来的间接经济效益值 $\Delta \boldsymbol{X}_a$.

用式(9)计算间接经济效益值时,需要的数据包括:投入产出表中的直接消耗系数矩阵 $\boldsymbol{A}_{n\times n}$、完全消耗系数 b_{aa} 和 A 部门的气象服务直接经济效益值 $\Delta \boldsymbol{Y}_a$.

2.3 完全经济效益评估模型

正如前述,服务的完全经济效益,是指由于生产—消费活动的循环,服务给某产业部门带来的直接经济效益,导致国民经济各个部门的最终产出量的增加.

根据间接经济效益评估模型,可知服务的直接效益给某产业的最终使用带来的第一轮增量为 $\Delta \boldsymbol{X} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\Delta \boldsymbol{Y}$.

由于第一轮产出增加导致居民收入增加,而居民收入增加又使居民消费增加,居民消费增加又带动第二轮产出增加 …… 如此循环.当然,这里隐含着几个假定.一是经济系统有足够的闲置生产能力,在循环过程中不会出现引致投资;二是随着居民收入的增加,边际消费倾向为常数;三是消费构成不随消费规模变化而改变.

若用 $\boldsymbol{\alpha} = (\alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_n)$ 表示各部门居民收入构成向量(α_i 为某部门劳动者报酬与该部门总产出之比),用 c 表示边际消费倾向,则用 $c\boldsymbol{\alpha}$ 乘以 $(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\Delta \boldsymbol{Y}$ 即可得到服务效益带来的第一轮产出增量用于消费的部分.再以 $\boldsymbol{w}$ 表示居民消费结构系数列向量,$\boldsymbol{w}$ 中的元素 w_i 等于投入产出表中居民消费列向量中各部门的消费额除以该列的合计值.因此,$\boldsymbol{w}c\boldsymbol{\alpha}(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\Delta \boldsymbol{Y}$ 表示因某一产业的服务效益带来的最终使用增加而引起的第一轮的居民消费增量,$(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{w}c\boldsymbol{\alpha}(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\Delta \boldsymbol{Y}$ 表示由最初和第一轮的最终使用增加诱发的第二轮产出增量,如此类推,这种生产—消费—生产的循环将继续进行下去,直至经济系统达到新的均衡.以上论述用数学式表示如下:

$$\Delta \boldsymbol{X} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\Delta \boldsymbol{Y} + (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{w}c\boldsymbol{\alpha}(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\Delta \boldsymbol{Y} + (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{w}c\boldsymbol{\alpha}(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{w}c\boldsymbol{\alpha}(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\Delta \boldsymbol{Y} + \cdots,$$

得:

$$\Delta \boldsymbol{X} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}[\boldsymbol{I} - \boldsymbol{w}c\boldsymbol{\alpha}(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}]^{-1}\Delta \boldsymbol{Y}. \tag{11}$$

用式(11)计算完全经济效益值时,需要的数据包括:投入产出表中的直接消耗系数矩阵 $\boldsymbol{A}_{n\times n}$、居民消费结构系数列向量 $\boldsymbol{w}$,表示边际消费倾向 c,各部门居民收入构成向量 $\boldsymbol{\alpha}$ 和 A 部门的气象服务直接经济效益值 $\Delta \boldsymbol{Y}$.

3 以深圳市气象服务效益为例的实证

3.1 样本与数据

3.1.1 投入产出数据

在《2010 年广东省投入产出表》和《深圳市统计年鉴》(2013 年)的基础上,利用 RAS 法[15]编制了 2012 年的深圳市 42 个部门的投入产出表.篇幅有限,将计算步骤简要陈述如下:

第①步,估算深圳市总产出(2012 年)合计值.利用《广东省统计年鉴》(2013 年)、《深圳市统计年

鉴》(2013 年),根据深圳市 GDP 值占广东省 GDP 值的比重,计算出深圳市的总产出,再根据广东省各部门总产出占总产出合计的百分比计算出深圳市各个部门的总产出.

第②步,计算深圳市各部门中间投入值.根据广东省投入产出表中中间投入总量占总产出的比重为标准,以深圳市各部门总产出为控制,按深圳市直接消耗系数结构进行权重分配.

第③步,计算深圳市各部门最终使用.深圳市各部门最终使用与进口、调入的合计值可由各部门的总产出减去中间使用的合计值求得.

第④步,计算深圳市各部门增加值.深圳市各部门增加值的计算类似最终使用的计算,可用深圳市各部门的总产出为控制数,深圳市各部门增加值可由各部门的总产出减去中间投入的合计值求得.

另,在计算边际消费倾向 c 时,按照古炳鸿等[16]的研究,2007 年居民的边际消费倾向为 0.66,这里也取 $c=0.66$.

3.1.2 气象服务的直接经济效益数据

《深圳市专业气象服务满意度调查和服务效益评估报告》(2012 年)[17]中提供了农、林、牧、渔业、制造业、电力、热力、燃气及水生产和供应业、建筑业、批发零售业、交通运输、仓储和邮政业、金融业以及水利、环境和公共设施管理业的气象服务效益率.为与投入产出表中 42 个产业部门的名称一一对应,这里对评估报告的数据做了如下处理:

1)深圳市的评估报告中仅有笼统的"制造业"的行业服务效益率,因此将 42 部门表中制造业以及采选业等 21 个部门的气象服务贡献率均视为 2.16%.

2)《评估报告》中仅有"电力、热力、燃气及水生产和供应业"的气象服务效益率,因此将电力、热力的生产和供应业、水的生产和供应业、燃气生产和供应业 3 个部门的气象服务效益率均视为 0.25%.

3)《评估报告》中仅有"批发和零售业"的气象服务效益率,且"批发和零售业"属于服务行业,而信息传输、计算机服务和软件业,住宿和餐饮业,房地产业,租赁和商业服务业,研究与实验发展业,综合技术服务业,居民服务和其他服务业,教育,卫生、社会保障和社会福利业,文化、体育和娱乐业以及公共管理和社会组织均属于服务业,因此将这 11 个部门的气象服务贡献率均视为 0.005%.

具体结果如表 2 所示.

表 2 深圳市气象高敏感行业气象服务贡献率

Table 2 Weather service contribution rates in meteorology impacted industries in Shenzhen %

行业	气象服务效益贡献率
农林牧渔业	38.15
煤炭开采和洗选业	2.16
石油和天然气开采业	2.16
金属矿采选业	2.16
非金属矿及其他矿采选业	2.16
食品制造及烟草加工业	2.16
纺织业	2.16
纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业	2.16
木材加工及家具制造业	2.16
造纸印刷及文教体育用品制造业	2.16
石油加工、炼焦及核燃料加工业	2.16
化学工业	2.16
非金属矿物制品业	2.16
金属冶炼及压延加工业	2.16
金属制品业	2.16
通用、专用设备制造业	2.16
交通运输设备制造业	2.16
电气机械及器材制造业	2.16
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	2.16
仪器仪表及文化办公用机械制造业	2.16
工艺品及其他制造业	2.16
废品废料	2.16
电力、热力的生产和供应业	0.25
燃气生产和供应业	0.25
水的生产和供应业	0.25
建筑业	22.76
交通运输及仓储业	3.32
邮政业	3.32
信息传输、计算机服务和软件业	0.005
批发和零售业	0.005
住宿和餐饮业	0.005
金融业	0.25
房地产业	0.005
租赁和商务服务业	0.005
研究与试验发展业	0.005
综合技术服务业	0.005
水利、环境和公共设施管理业	1.34
居民服务和其他服务业	0.005
教育	0.005
卫生、社会保障和社会福利业	0.005
文化、体育和娱乐业	0.005
公共管理和社会组织	0.005

3.2 计算结果

根据关联经济效益值的评估公式(4)、间接经济

效益的评估公式(8)和完全经济效益的评估公式 (11),计算结果如表3所示.

表3 各类经济效益值计算结果

Table 3 Economic benefits of weather service for different industries in Shenzhen 万元

行业	直接服务效益值	关联经济效益值	间接经济效益值	完全经济效益值
农林牧渔业	29 829.104	67 164.227	38 109.413	42 100.068
煤炭开采和洗选业	0.000	0.000	2 831.240	4 880.632
石油和天然气开采业	290.261	4 843.578	7 332.594	12 491.961
金属矿采选业	149.148	3 740.859	6 665.370	10 786.922
非金属矿及其他矿采选业	190.706	427.877	1 654.666	2 112.575
食品制造及烟草加工业	2 118.290	2 423.790	7 213.690	9 725.170
纺织业	1 422.144	3 139.784	5 125.296	8 458.192
纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业	2 375.698	1 682.012	4 387.072	6 163.616
木材加工及家具制造业	944.870	947.214	3 767.745	4 779.411
造纸印刷及文教体育用品制造业	2 499.185	6 027.902	10 883.293	17 288.936
石油加工、炼焦及核燃料加工业	724.183	5 386.810	8 884.564	14 624.280
化学工业	4 480.164	15 215.273	27 593.530	44 002.157
非金属矿物制品业	1 592.654	2 125.062	12 629.108	14 899.153
金属冶炼及压延加工业	2 121.422	8 957.218	19 961.545	29 958.986
金属制品业	2 231.993	6 679.899	12 859.868	20 158.329
通用、专用设备制造业	1 792.066	0.048	5 877.825	8 697.079
交通运输设备制造业	2 511.778	4 045.054	7 380.010	11 444.727
电气机械及器材制造业	4 339.937	6 387.446	13 098.731	20 109.086
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	8 556.516	19 924.118	31 397.712	52 905.917
仪器仪表及文化办公用机械制造业	704.959	2 072.212	3 825.597	6 176.317
工艺品及其他制造业	860.047	1 337.825	3 195.061	4 633.043
废品废料	454.572	2 688.816	4 534.774	7 448.896
电力、热力的生产和供应业	251.965	811.700	11 682.592	19 193.700
燃气生产和供应业	21.183	105.002	1 868.950	2 859.920
水的生产和供应业	16.363	36.144	644.411	977.086
建筑业	32 805.581	2 607.466	33 115.856	33 374.988
交通运输及仓储业	3 076.146	7 274.148	12 821.524	17 836.006
邮政业	95.848	234.152	479.202	642.841
信息传输、计算机服务和软件业	2.403	2.488	2 538.490	3 691.202
批发和零售业	5.945	11.736	4394.296	6 835.255
住宿和餐饮业	2.637	3.287	2 193.491	3 660.893
金融业	248.238	553.438	7 243.398	12 300.634
房地产业	3.939	4.033	2 547.234	4 346.305
租赁和商务服务业	3.387	9.838	5 731.104	10 123.826
研究与试验发展业	0.259	0.342	790.811	952.214
综合技术服务业	0.874	1.626	2 277.438	3 035.840
水利、环境和公共设施管理业	95.823	85.688	533.723	679.762
居民服务和其他服务业	1.363	2.169	1 461.495	2 433.186
教育	1.565	0.186	152.357	237.430
卫生、社会保障和社会福利业	1.282	0.421	265.568	463.898
文化、体育和娱乐业	0.555	0.645	450.971	745.769
公共管理和社会组织	2.204	0.050	137.848	160.416

从表 3 可以得到几点结论:

1)由于产业部门之间存在着技术经济关联性,服务的直接经济效益给其他所有产业部门带来了关联经济效益、间接经济效益和完全经济效益.深圳市 2012 年的气象服务直接效益值为 106 827.256 万元,带来了 176 961.583 万元的关联经济效益值、330 539.463 万元的间接经济效益值、478 396.618 万元的完全经济效益值,分别增加了 1.657、3.094 和 4.478 倍.任振和[18]提出我国气象服务的投入与产出效益比值区间为 1:30~1:51,那么,按本文计算得到的深圳市气象服务的投入与关联经济效益比值区间约为 1:49.71~1:84.507,投入与间接经济效益比值约为 1:92.82~1:157.794,投入与完全经济效益比值区间约为 1:134.34~1:228.378,远大于以往研究的结果.可见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巨大,应引起政府有关部门、社会和民众的关注和重视.

2)从关联经济效益值来看,关联效益值与直接效益值比例最大的 5 个产业依次为:金属矿采选业(25.082 倍)、石油和天然气开采业(16.687 倍)、石油加工、炼焦及核燃料加工业(7.438 倍)、废品废料(5.915 倍)、燃气生产和供应业(4.957 倍);关联效益值占直接效益值比例最小的 5 个产业依次为:卫生、社会保障和社会福利业(0.328 倍)、教育(0.119 倍)、建筑业(0.079 倍)、公共管理和社会组织(0.023 倍)、通用、专用设备制造业(0.000 03 倍).

从间接经济效益值来看,增值幅度最大的 5 个产业依次为:研究与试验发展业(3 053.324 倍)、综合技术服务业(2 605.764 倍)、租赁和商务服务业(1 692.089 倍)、居民服务和其他服务业(1 072.263 倍)、信息传输、计算机服务和软件业(1 056.384 倍).增值幅度最小的 5 个产业依次为:电气机械及器材制造业(3.018 倍)、交通运输设备制造业(2.938 倍)、纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业(1.847 倍)、农林牧渔业(1.278 倍)、建筑业(1.009 倍).

从完全经济效益值来看,增值幅度最大的 5 个产业依次为:研究与试验发展业(3 676.502 倍)、综合技术服务业(3 473.501 倍)、租赁和商务服务业(2 989.025 倍)、居民服务和其他服务业(1 785.169 倍)、信息传输、计算机服务和软件业(1 536.081 倍),增值幅度最小的 5 个产业依次为:食品制造及烟草加工业(4.591 倍)、交通运输设备制造业(4.556 倍)、纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业(2.594 倍)、农林牧渔业(1.411 倍)、建筑业(1.017 倍).

可见,由于生产—消费—生产的循环效应,传统的气象服务对象如建筑业、农林牧渔业所带来的间接和完全经济效益增幅偏低,而研究与试验发展业,综合技术服务业,租赁和商务服务业,居民服务和其他服务业,信息传输、计算机服务和软件业等服务产业能够带来更大的间接和完全经济效益.可见,未来的行业气象服务应向现代服务产业部门倾斜,提供更具针对性的精细化服务,以提高气象服务的间接经济效益和完全经济效益.

当然,这种结果受多个因素的影响.如产业部门之间的技术经济关联性、边际消费倾向、居民收入占总产出的比重等.随着产业经济系统的关联性越来越强,研究与试验发展业,综合技术服务业,租赁和商务服务业,居民服务和其他服务业,信息传输、计算机服务和软件业等服务产业的快速发展,以及政府拉动内需政策的效果逐步显现,气象服务带来的间接经济效益和完全经济效益也会不断增加.

4 主要结论

本研究界定了气象服务的直接经济效益、关联经济效益、间接经济效益和完全经济效益等概念,以投入产出表的直接消耗系数、完全消耗系数和列昂捷夫逆矩阵为核心,提出了服务的关联经济效益、间接经济效益和完全经济效益的评估方法,并以深圳市 2012 年的行业气象服务效益为例,对方法进行了验证.

验证得到以下结论:

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,如深圳市气象服务的投入与完全经济效益比值区间约为 1:134.34~1:228.378,远大于以往研究 1:30~1:51[16]的结果,因此,气象服务应引起全社会的关注和重视;

2)产业关联度大(列昂捷夫逆矩阵系数)较大的产业部门,如金属矿采选业,石油和天然气开采业,石油加工、炼焦及核燃料加工业,废品废料,燃气生产和供应业带来的关联经济效益值更大,因此,应重视面向这些产业提供气象服务;

3)研究与试验发展业,综合技术服务业,租赁和商务服务业,居民服务和其他服务业,信息传输、计

算机服务和软件业等服务产业能够带来更大的间接和完全经济效益,因此,亦应重视面向现代服务业提供气象服务;

4)传统的气象服务对象如农林牧渔业、建筑业等所带来的间接和完全经济效益增幅偏低,未来应拓展气象服务的对象范围、提高气象服务质量,最终提高气象服务给社会带来的综合经济效益.

文中提到的算法主要有以下几个优点:

1)在评估气象服务给社会经济系统带来的效益时,充分考虑了各产业部门之间的内在关联性,计算出来的综合值更加科学、可信;

2)能够对增值最大的行业进行排序,筛选出高敏感性行业,其结果可为气象服务产业的发展战略和投资决策提供参考;

3)可应用于灾害或突发危机(如暴雨灾害对各个关联产业的影响评估)对产业经济系统的关联经济损失、间接经济损失和完全经济损失影响评估,不同碳减排政策对产业经济系统的影响评估,以及产业目标规划、产业规制政策的设计等.

最后,文中提出的关联经济效益、间接经济效益和完全经济效益评估的概念、算法及其应用有诸多的假设,尤其是产业部门间的关联具有线性、刚性和静态特征,与复杂动态的现实并不完全对应,在应用推广时应加以注意.如何克服投入产出法的这些约束,也是今后研究的主要方向.

参考文献

References

[1] Nguyen T C,Robinson J,Kaneko S,et al.Estimating the value of economic benefits associated with adaptation to climate change in a developing country:A case study of improvements in tropical cyclone warning services[J].Ecological Economics,2013,86(1):117-128

[2] 扈海波,王迎春,李青春.采用 AHP 方法的气象服务社会经济效益定量评估分析[J].气象,2008,34(3):86-92
HU Haibo, WANG Yingchun, LI Qingchun. Implement AHP to evaluate socioeconomic benefit of meteorological service by quantitative analysis [J]. Meteorological Monthly,2008,34(3):86-92

[3] 吴先华,孙健,陈云峰.基于条件价值法的气象服务效益评估研究[J].气象,2012,38(1):109-117
WU Xianhua,SUN Jian,CHEN Yunfeng.The value estimation of meteorological service in China based on contingent valuation [J]. Meteorological Monthly, 2012, 38(1):109-117

[4] 吴先华,赵飞,郭际,等.交通气象服务效益评估:以沪宁高速公路为例[J].气象科学,2013,33(5):555-560
WU Xianhua,ZHAO Fei,GUO Ji,et al.The value estimation of traffic meteorological service based on Shanghai-Nanjing expressway example[J].Journal of the Meteorological Sciences,2013,33(5):555-560

[5] Krieger A M,Green P E.A decision support model for selecting product/service benefit positionings[J].European Journal of Operational Research,2002,142(1):187-202

[6] 许小峰.气象服务效益评估理论方法与分析研究[M].北京:气象出版社,2009
XU Xiaofeng.Theories and methods of evaluation on meteorological service [M]. Beijing: China Meteorological Press,2009

[7] 罗慧,谢璞,薛允传,等.奥运气象服务社会经济效益评估的 AHP/BCG 组合分析[J].气象,2008,34(1):59-65
LUO Hui,XIE Pu,XUE Yunchuan,et al.AHP/BCG assembled analysis of socio-economic impact study about Olympic weather service [J]. Meteorological Monthly, 2008,34(1):59-65

[8] 陈宏,银路.间接经济效益和完全经济效益的计算方法[J].电子科技大学学报,1992,21(3):339-344
CHEN Hong, YIN Lu. Calculation of indirect and complete economic effects [J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 1992, 21(3):339-344

[9] 王海建.前后向完全经济效益的计算[J].系统工程,1998,16(4):53-56
WANG Haijian.The computation of the forward and backward complete economic efficiency[J].Systems Engineering,1998,16(4):53-56

[10] Hewings G J D,Sonis M.Input-output analysis[J].International Encyclopedia of Human Geography, 2009:491-498

[11] Chen T A P, Chang T C, Chiau W Y, et al. Social economic assessment of coastal area industrial development: An application of input-output model to oyster farming in Taiwan [J]. Ocean & Coastal Management, 2013,73:153-159

[12] Leontief W W. Input-output economics [J]. Scientific American,1951,185(4):15-21

[13] Rose A, Miernyk W H. Input-output analysis: The first fifty years[J].Economic Systems Research,1989,1(2):229-271

[14] Wu X H,Wei G,Yang L J,et al.A comprehensive estimation of the economic effects of meteorological services based on the input-output method [J]. The Scientific World Journal,2014(1):149-168

[15] 马向前,任若恩.中国投入产出序列表外推方法研究[J].统计研究,2004,21(4):31-34
MA Xiangqian, REN Ruoen. Methodological analysis of extrapolating input-output tables of China[J].Statistical Research,2004,21(4):31-34

[16] 古炳鸿,李红岗,叶欢.我国城乡居民边际消费倾向变化及政策含义[J].金融研究,2009(3):199-206
GU Binghong,LI Honggang,YE Huan.Changes in urban and rural residents' marginal propensity to consume and the policy implication[J].Journal of Financial Research,2009(3):199-206

[17] 深圳市气象局.深圳市专业气象服务满意度调查和服务效益评估报告(2012年)[R].2012
Shenzhen Meteorological Bureau of Guangdong Province. Satisfaction survey and benefit assessment of specialized meteorological service in Shenzhen city[R].2012
[18] 任振和.气象服务效益评估方法的研究[D].南京:南京信息工程大学大气科学学院,2009
REN Zhenhe. Evaluation method research of meteorological service effect [D].Nanjing:School of Atmospheric Sciences, Nanjing University of Information Science & Technology,2009

Calculation of indirect and complete economic benefits of weather service based on input-output model

WU Yaling[1] WU Xianhua[2] GUO Ji[2] CHEN Yunfeng[3]
1 Shenzhen National Climate Observatory,Shenzhen 518040
2 Collaborative Innovation Center on Climate and Meteorological Disasters, Nanjing University of Information Science & Technology,Nanjing 210044
3 Publicity and Popularization Center of China Meteorological Administration,Beijing 100081

Abstract How to evaluate the integrated economic benefits of weather service is an important and difficult issue. The definitions and calculations of direct economic benefit,relevant economic benefit,indirect economic benefit and complete economic benefit are introduced,then the evaluation models for weather service are proposed based on the input-output model,consumption factor and Leontief inverse matrix.The Shenzhen's weather service in 2012 is taken as an example to test the proposed evaluation model,which leads to some interesting and meaningful conclusions. Due to the internal relevance within industrial system,the weather service brings great relevant economic benefit,indirect economic benefit as well as complete economic benefit to economic development,which deserves more social attention and consideration.The ratio of complete economic benefit versus meteorological input ranges from 134.34∶1 to 228.378∶1 for Shenzhen's weather service,significantly higher than previous result of 30∶1-51∶1.The ratio of output versus input is relatively low in conventional industries such as agriculture,forestry,animal husbandry,fishery and building industry,yet it is high in new industries such as research & experimental development service,scitechnology exchange and promotion service,business service,resident service,telecommunication & information transmission,and computer service,which are also the key service targets for future meteorological development.

Key words weather service benefit;direct economic benefit;relevant economic benefit;indirect economic benefit;complete economic benefit;input-output model