

遥感技术的经济效益分析模型与计算方法

阎守邕

(中国科学院遥感应用研究所)

1989年10月4日收稿

摘 要

本文在遥感技术系统分析的基础上,给出了一个效益分析模型与相应的一些计算方法。在找寻提高遥感效益关键所在及制定遥感发展战略、政策和规划的过程中,它们是一个非常有效的工具。

关键词 效益分析模型 计算方法 遥感

如何分析和计算遥感技术的经济效益?长期以来是一个难以确切回答,但又不能不回答的问题。它不仅直接关系到我国遥感技术发展和应用能否继续得到国家重视和集中投资的支持,而且也涉及到我国遥感技术在今后相当长一段时间里如何发展,如何充分发挥自己的潜力,在国民经济中作出更大的贡献,因而是一个急待解决的重要问题。

根据国家科委软科学研究课题“空间遥感技术综合应用预测及效益分析”的要求,笔者以遥感技术系统分析为基础,紧紧抓住投入产出这个中心环节,首先建立了一个遥感技术经济效益分析模型,继而导出相应的计算方法,并对“八五”期间遥感技术攻关的经济效益进行了初步估算,引起了有关方面的重视。

本文将着重介绍遥感技术经济效益分析模型与计算方法建立的过程,并根据使用过程中遇到的问题,对它们进行一些讨论。由于受到笔者水平和占有资料的局限,文中定有许多不足和错误之处,请大家批评指正。如果本文能起一个抛砖引玉的作用,通过大家的讨论,使问题得到更合理的解决的话,正是笔者进行这一研究工作的初衷和期望。

一、效益分析模型

遥感技术效益分析只有在深入、具体地对这种技术进行系统分析,了解各组成部分投入产出状况的基础上,才能有效地搞清其效益产生的环节、过程和类型,进而建立起一个完整的效益分析模型,导出相应的计算方法和结果,找出不断提高系统效益的关键,指导我国遥感发展战略、科技政策及发展规划的制定,使我国已有遥感技术及应用的潜力迅速地转化为强大的生产能力,在国民经济建设中发挥应有的作用。

遥感技术的发展和运用涉及到许多学科领域、专业部门和技术环节,是一个规模庞

本文在撰写过程中,得到国家科委郑立中、武国祥,林业部规划院李留瑜以及其它有关部门的许多同志们的支持与帮助,在此,笔者对他们表示衷心的感谢。

大、内容复杂、影响面广的应用技术系统。为了说明这种系统的构成及各部分之间的关系，在图 1 中给出了它的系统分析框图^①。如果从便于建立遥感技术效益分析模型或进行投入产出分析的角度出发的话，图 1 可以简化为图 2。在图 2 中，主要技术环节或组成部分以方框表示。各部分及整个系统的投入产出分别以输入和输出方框带有箭头的短线表示，而投入产出的具体内容则以文字注记说明。

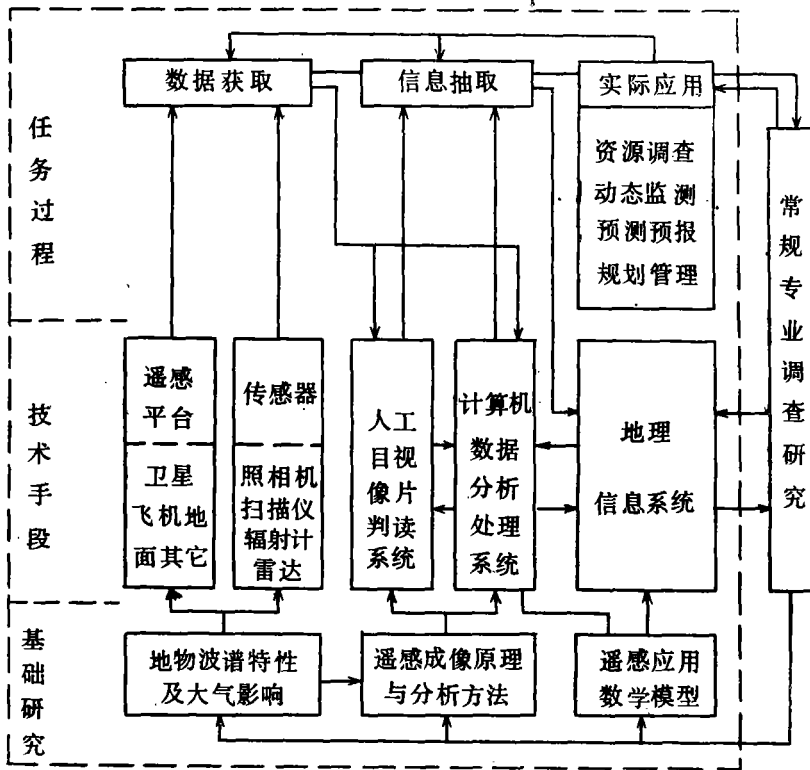


图 1 遥感技术系统分析框图

Fig. 1 Diagram of Systematical Analysis for Remote Sensing Technology

遥感数据获取系统主要包括各种卫星、飞机、地面数据收集平台和传感器等内容。这个系统的投入是上述系统的引进、研制和运行费用以及支持它们工作的基础研究与模拟试验费用；而产出是相应的各种仪器设备产品和获得的各种遥感原始数据带来的经济收入。在此，遥感原始数据属遥感技术的初级信息产品。

遥感数据分析处理系统主要包括人工目视判读与计算机图像数据处理两种系统在内。它的投入为各种分析处理设备的引进、研制和运行费用以及分析处理原理方法研究费用；产出则是相应软硬件设备产品和遥感数据增值产品等带来的经济收入。在这里，各增值数据属遥感技术的中级信息产品，包括各种专题图和数据等。

遥感和其它来源数据应用系统主要系指地理信息系统而言。它的投入主要是地理信息系统软硬件设备的引进、研制和运行费用以及其它来源数据收集与应用模型研究费用；

产出则是相应软、硬件产品和信息查询检索服务、遥感应用任务完成、管理决策水平提高及新知识新理论形成带来的经济收入或支出节省的金额。和前两种遥感信息产品比较，这个系统产出的是遥感信息高级产品。

如果上述系统能和其它技术，如卫星通信、地面动态监测、常规调查技术配套的话，可以形成一些遥感应用成套技术系统。这种系统实际上是一些能综合利用国内外对地观测卫星(如气象卫星、陆地卫星和海洋卫星)，通信卫星和全球定位系统(GPS)，把航天、航空和地面数据获取系统以及遥感遥测、数据处理、信息系统、卫星通信、常规调查、专业研究等有机地结合起来，面向全国或大范围地区的多层次、立体交叉作业的资源环境或灾害遥感的动态或实时应用技术系统。它们在国民经济建设中将发挥出巨大的作用。这种系统的投入产出除包括上述三个分系统的内容外，投入还有两项，即遥感应用成套技术系统配套和运行费用；产出还包括成套技术系统产品带来的经济收入。

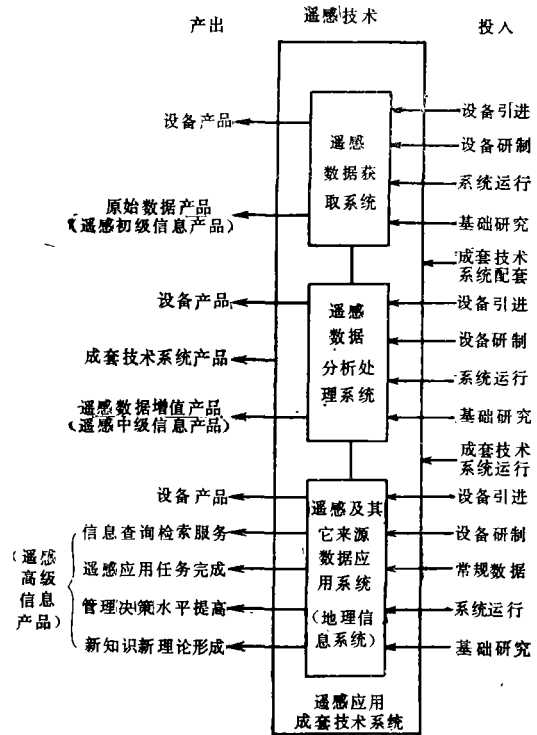


图 2 遥感技术效益分析模型

Fig. 2 Model of Benefit Analysis for Remote Sensing Technology

二、效益计算方法

我国遥感技术效益的定量计算，其主要思路是：首先建立计算效益的基本或一般公式，然后根据上述模型使之细化或具体化，最后给出实用的计算公式和确定其中有关参数的方法。

1. 效益计算的基本公式

在计算遥感技术效益时，必须充分考虑它的投入和产出两个方面，因此，其基本计算公式是：

$$B_{RS} = O_{RS} - I_{RS} \tag{1}$$

式中： B_{RS} 为遥感技术的总效益； O_{RS} 为遥感技术的总产出； I_{RS} 为遥感技术的总投入。

2. 基本公式的具体化

根据上述遥感技术效益分析模型,可以使公式(1)中 I_{RS} 和 O_{RS} 两项具体化,分别得出如下公式(2)和(3)。

$$I_{RS} = \sum_{i=1}^{24} I_i \quad (2)$$

式中: I_1 为卫星系统研制费; I_2 为卫星系统运行费; I_3 为国外卫星地面接收站引进费; I_4 为国外卫星地面接收站运行费; I_5 为遥感飞机引进费; I_6 为传感器引进费; I_7 为传感器研制费; I_8 为飞机遥感系统研制费; I_9 为飞机遥感系统运行费; I_{10} 为地物波谱等基础研究费; I_{11} 为光学分析判读设备引进费; I_{12} 为光学分析判读设备研究费; I_{13} 为光学分析判读设备运行费; I_{14} 为计算机数据处理系统引进费; I_{15} 为计算机数据处理系统研制费; I_{16} 为计算机数据处理系统运行费; I_{17} 为数据分析原理方法等基础研究费; I_{18} 为地理信息系统引进费; I_{19} 为地理信息系统研制费; I_{20} 为地理信息系统运行费; I_{21} 为常规数据费; I_{22} 为应用模型研制费; I_{23} 为遥感应应用成套技术系统配套费; I_{24} 为遥感应应用成套技术系统运行费。

$$O_{RS} = \sum_{i=1}^{14} O_i \quad (3)$$

式中: O_1 为卫星遥感数据产品产值; O_2 为飞机遥感数据产品产值; O_3 为传感器产品产值; O_4 为光学分析判读设备产品产值; O_5 为计算机图像处理软件产品产值; O_6 为计算机图像处理硬件产品产值; O_7 为遥感数据增值产品产值; O_8 为地理信息系统软件产品产值; O_9 为地理信息系统硬件产品产值; O_{10} 为信息查询检索服务的产值; O_{11} 为遥感应应用任务完成的产值; O_{12} 为管理决策水平提高的产值; O_{13} 为新知识新理论形成的产值; O_{14} 为遥感应应用成套技术系统产品产值。

3. 具体计算公式和参数确定

在公式(2)和(3)中, I_1 至 I_{24} , O_1 至 O_6 、 O_8 、 O_9 、 O_{10} 、 O_{14} 诸项的含义是比较明确的。在计算全国遥感技术效益时,它们的计算方法比较简单,主要困难在于合理估价,数据收集不易完整、准确,因此,它们无须特别讨论。而 O_7 和 O_{11} 至 O_{13} 诸项的定义和量化,则比较困难,分别讨论如下:

O_7 为遥感数据增值产品产值,主要系指遥感原始数据经过人工目视判读和/或计算机图像数据处理之后,获得的各种专题图和数据。这种产品的产值可以和得到同样结果的常规方法所需经费,人数及时间相比较得出,具体计算公式如下:

$$O_7 = (I_{rr} - I_R) + (P_{rr} - P_R)(T_{rr} - T_R)S_m \quad (4)$$

式中: I_{rr} 、 P_{rr} 和 T_{rr} 分别为常规方法所需的经费、人数和时间; I_R 、 P_R 和 T_R 分别为遥感方法所需的经费、人数和时间; S_m 为每人每天平均所需的费用,包括工资、补助等; O_{11} 为遥感应应用任务完成的产值。

在国民经济建设中,各种遥感应应用任务的性质、类型和特点都不尽相同。但从完成任务的结果看来,主要有三种类型: 增加财富的任务,如找矿;避免损失的任务,如防灾减灾

等以及两者兼而有之的任务,如海洋捕捞等。此外,在完成这些任务的时候,往往需要有多种技术手段的配合才能奏效。遥感技术在其中有一个贡献大小的问题,需要确定反映遥感技术贡献大小的贡献系数。因此,计算上述三类任务完成的产值,可以用如下公式(5)来统一解决:

$$O_{11} = \sum_{i=1}^n C_{D_i} O_{D_i} + \sum_{i=1}^n C_{V_i} O_{V_i} \quad i = 1, 2, 3 \cdots \quad (5)$$

式中: C_{D_i} 为遥感技术在完成 i 项任务时,对增加财富的贡献系数, $C_{D_i} \leq 1$; O_{D_i} 为完成 i 项任务增加财富的产值; C_{V_i} 为遥感技术在完成 i 项任务时,对避免损失的贡献系数, $C_{V_i} \leq 1$; O_{V_i} 为完成 i 项任务避免损失的金额。对于完成某项任务而言,遥感技术的贡献或 C_{D_i} 和/或 C_{V_i} 的大小,可根据具体情况由专家和已有经验、典型试验或类比方法确定。

O_{12} 为管理决策水平提高的产值,遥感技术为资源环境信息的及时获取和更新以及多种来源数据的综合分析应用,提供了一种良好的技术手段和环境,能帮助于有关行业和地区管理决策水平的提高,其效果最终将反映在相应行业和/或地区总产值的增加或经济损失的减少上。由于这种结果是多方面原因造成的,因此,遥感技术在其中的作用也要由它的贡献系数大小来描述。应用遥感技术使管理决策水平提高的产值可用下式计算:

$$O_{12} = \sum_{i=1}^n C_{a_i} O_{a_i} + \sum_{i=1}^m C_{r_i} O_{r_i} \quad \left(\begin{array}{l} i = 1, 2, 3 \cdots n \\ j = 1, 2, 3 \cdots m \end{array} \right) \quad (6)$$

式中: C_{a_i} 为应用遥感技术提高管理决策水平对 i 行业产值增加或损失减少的贡献系数, $C_{a_i} \leq 1$; O_{a_i} 为 i 行业管理决策水平提高产值增加或损失减少的金额; C_{r_i} 为应用遥感技术提高管理决策水平对 j 地区产值增加或损失减少的贡献系数, $C_{r_i} \leq 1$; O_{r_i} 为 i 地区管理决策水平提高产值增加或损失减少的金额。公式(6)中,诸参数的大小可根据统计数据和专家经验或类比的方式确定。

O_{13} 为新知识新理论形成的产值,利用遥感技术可以提高许多专业研究领域的水平,获得一些新知识或形成一些新理论。它们将产生深远的影响,无疑也应属遥感技术效益中不可忽略的组成部分。然而由此形成的产值目前还很难定量地加以计算,只好作为一个问题留待以后解决。

综上所述,根据遥感技术效益分析模型导出的具体计算方法,不仅可以用来计算全国遥感技术效益,也可以用来计算某项具体任务的效益。两者之间的差别仅在于计算所用项目、参数和有关数据的不同而已。

三、应用与讨论

1. 应用

根据上述效益分析模型及计算公式,笔者对我国遥感技术及应用,经过“八五”期间的攻关,可能产生的年经济效益进行了初步估算^[2]。在估算时,应充分满足的前提条件是:

(1) 遥感技术继续列入“八五”国家重点科技项目,在扩充、完善和充分利用现有技术和设备,包括“八五”以前引进和研制的遥感卫星地面站、高空机载遥感实用系统、图像处

理系统和地理信息系统等的基础上,形成一些面向全国的资源、环境与灾害遥感动态应用成套技术系统;

(2) 这些成套技术系统必须是能实用的运行系统,除可以开展正常的业务工作外,还应在国内外技术市场上有较强的竞争能力;

(3) 这些技术系统的研制必须严格按照系统工程的方法,优选技术总体单位,组织全国有关技术力量协同攻关,不仅要有足够的经费投入,还要有效地使用这些经费。

在尽可能多地占有资料,并和有关部门的专家讨论的基础上,笔者对我国遥感技术“八五”攻关以后的经济效益进行了分析计算,取得了一些初步结果:

(1) 经过“八五”国家科技攻关,我国遥感技术的经济效益是十分明显的。如果只考虑“八五”期间的投入,其投入产出比为 1:25 左右;如果把“八五”以前的投入也考虑在内的话,投入产出比为 1:12。

(2) 遥感技术产品的年产值为千万元级,远不如信息产品的年产值为大。在信息产品中,高级信息产品的年产值又要比中初级产品的大 1—2 个数量级。因此,发展支持高级产品的遥感动态成套技术是今后的主攻方向。

(3) 和国外先进国家相比,我国遥感技术产品的商业化和信息服务的社会化是今后急需加强并具有显著效益的两个重要环节。

2. 讨论

通过对上述遥感技术经济效益分析模型和计算方法的初步应用表明:

(1) 遥感技术经济效益分析模型与计算方法的建立提供了一种有效的科学技术手段或工具,帮助我们具体地查明其效益产出的环节、过程与类型,找出不断提高其效益的关键所在,指导我国遥感发展战略、科技政策以及发展规划的制定,具有十分重要的理论与实用价值;

(2) 在完成国民经济建设重大任务时,遥感技术往往要和其它技术手段与措施相结合才能奏效。因此,要正确估计遥感技术在最终完成任务、取得效益过程中的贡献,是一个十分复杂的问题。在本文给出的计算方法中,有关贡献系数采用经验方法确定,具有较大的主观性,需要进一步改进;

(3) 利用本文给出的计算方法估算遥感技术的经济效益,特别要求较准确和完整地计算全国遥感技术的经济效益时,现有基础数据残缺不全是最大的困难。因此,建议有关部门注意这些数据的积累,并在全国建立相应的统计渠道,以使遥感技术经济效益的计算能建立在一个比较坚实的数据基础上。

参 考 文 献

- [1] 阎守邕, 遥感技术的系统分析和发展战略探讨, 空间遥感技术综合应用预测及效益分析, 学术期刊出版社, pp. 7—9, 1988 年 10 月。
- [2] 阎守邕, 我国遥感技术经济效益的初步分析研究, 中国空间应用的回顾与展望, 科学出版社, 1990 年。

A Benefit Analysis Model and Calculative Method for Remote Sensing and its Application

Yan Shouyong

(Institute of Remote Sensing Application Chinese Academy of Sciences)

Abstract

Based on Systematic analysis of Remote Sensing techniques, a benefit analysis model and its calculative methods are presented in this paper. They are a very powerful tool for finding out key points to increase the benefits from remote sensing and its applications and for making the development strategy, policy and planning of remote sensing.

Key words Benefit Analysis Model Calculative Method Remote sensing