

引用格式: 江东, 付晶莹, 封志明, 等. 自然资源资产负债表编制系统研究[J]. 资源科学, 2017, 39(9): 1628–1633. [Jiang D, Fu J Y, Feng Z M, et al. The compilation of the natural resource balance sheet system research[J]. *Resources Science*, 2017, 39(9): 1628–1633.] DOI: 10.18402/resci.2017.09.02

自然资源资产负债表编制系统研究

江 东^{1,2,3}, 付晶莹^{1,2,3}, 封志明^{1,2,3}, 杨艳昭^{1,2,3}, 闫慧敏^{1,2,3}, 潘 韬^{1,2}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

2. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049;

3. 国土资源部资源环境承载力评价重点实验室, 北京 101149)

摘 要:开展自然资源资产负债表编制与应用研究,是建立健全自然资源资产管理体制,实现政府职能转变、高效管理与科学评价的重大需求,有助于实现对政府职能的有效监管与经济发展质量的科学评估。本文以河北承德市自然资源资产负债表编制工作为基础,基于自然资源科学理论、地理信息系统和空间数据库技术,在资源环境基础数据库的支撑下,通过自动调用数据库中辅助表数据以及自然资源资产负债表分类表核算模型和扩展表核算模型,进行自然资源资产负债表自动核算,采用“辅助表-分类表/扩展表-总表”的报表体系结构设计,实现自然资源资产负债表编制与更新的业务化和自动化,形成一套支撑自然资源资产负债表编制的可复制、可拓展、可推广的标准化与自动化系统,从而形成自然资源资产负债表编制系统集成技术方法体系,为后续全国范围自然资源资产负债表编制工作的推广提供依据和参考。

关键词:自然资源资产负债表; 负债表编制系统; 地理信息系统; 资源环境数据库

DOI: 10.18402/resci.2017.09.02

1 引言

随着国际社会对自然资源与生态环境保护意识的加强,越来越多的国家通过自然资源资产评估、环境经济核算等方式来反映自然资源与生态环境的变化^[1,2]。《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》中明确提出:“探索编制自然资源资产负债表,对领导干部实行自然资源资产离任审计,建立生态环境损害责任终身追究制”^[5]。自然资源资产负债表的编制工作起缘于自然资源核算与国家资产负债表研制,自然资源资产负债表不仅对区域经济增长、金融结构、财富分配有着极为重要的理论价值,对资源利用、环境损益、发展方式及可持续发展同样有着重要的现实意义^[6-8]。

目前,中国自然资源资产负债表编制尚处在探索阶段,关于自然资源资产负债表编制的研究仍然

面临较多问题,如编制标准不统一,编制过程消耗大量人力物力,编制方式局限于基于某一框架体系进行人工或半人工半自动的核算^[9-11]。自然资源资产负债表编制系统建设亟待突破原型设计、负债核算与资产价值化等关键技术,从分类到综合、从实物到价值、从理论到实践,实现自然资源资产负债表编制技术的标准化、规范化与计算机化^[12,13]。自然资源资产负债表编制系统的设计与实现,将全面提升自然资源资产负债表的编制效率,形成一套可复制、可拓展、可推广的支撑自然资源资产负债表编制的标准化与自动化体系,编制结果具有很好的可靠性和可比性。本文以河北省承德市自然资源资产负债编制工作(2015-2016年)为基础,基于自然资源科学理论^[14]、地理信息系统和空间数据库技术^[15,16]以及“总表-分类表-扩展表”模式的自然资

收稿日期: 2017-02-10; 修订日期: 2017-08-26

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0503507)。

作者简介: 江东,男,安徽寿县人,博士,研究员,研究方向为资源环境遥感应用。E-mail: jiangd@igsrr.ac.cn

通讯作者: 付晶莹, E-mail: fujy@igsrr.ac.cn

2017年9月

源资产负债表报表体系,设计自然资源资产负债表的系统结构,旨在推动国内自然资源资产负债表编制技术的系统化,为后续推广全国大范围的自然资源资产负债表编制工作提供方法和依据。

2 系统设计

2.1 总体架构设计

自然资源资产负债表编制系统将采用经典的三层架构,包括数据层、业务层和表示层。其中数据层存放自然资源资产负债表编制相关的基础数据;业务层集成自然资源资产负债表分类表核算和扩展表核算所需的模型、方法及功能;表示层实现自然资源资产负债表多种模式的可视化输出。系统的总体架构如图1所示。

2.2 功能模块设计

系统采用两种方式进行自然资源资产负债表编制,一种方式是分步编制,首先对自然资源资产负债表分类表的各类自然资源和扩展表的生态环境的数量、质量、存量、流量进行实物量和价值量核算,开放模型管理,综合统计各类核算结果,编制成自然资源资产负债表总表;另外一种方式是一键式自动化完成自然资源资产负债表编制,省去中间过程,按照系统默认的核算模型,一键化编制自然资源资产负债表总表。根据这两种功能需求,在已建

设的自然资源资产负债表数据库的基础上,以数据管理和指标核算为主线,分析并设计出系统的五大功能模块。图2为划分的系统功能模块。

2.2.1 用户管理模块

用户管理模块是对系统中用户进行管理的功能模块,主要包括权限控制以及查看、修改、删除用户信息、修改用户操作权限和管理范畴等操作。用户管理功能主要是控制不同的省、市级管理员的使用权限,通过用户登录系统自动匹配账号的所属省市,相应账号只能操作对应省市的数据。

2.2.2 数据管理模块

数据管理模块为数据库提供数据管理的功能,主要包括数据导入、数据查询、数据修改、数据删除、数据导出、数据分析等功能,分为基础数据库、专题数据库、成果数据库^[17]和模型方法库,四个部分的具体功能如下:

(1)基础数据库:基础数据库提供以空间数据为主体的社会发展与区域资源环境本底数据,包括基础地理、自然资源、生态环境、人口、社会经济、遥感影像六大类要素信息。

(2)专题数据库:专题数据库是管理辅助表数据的数据库,是编制自然资源资产负债表的主体,以自然资源资产负债表核算体系为框架,从基础数



图1 系统总体架构

Figure 1 System architecture diagram

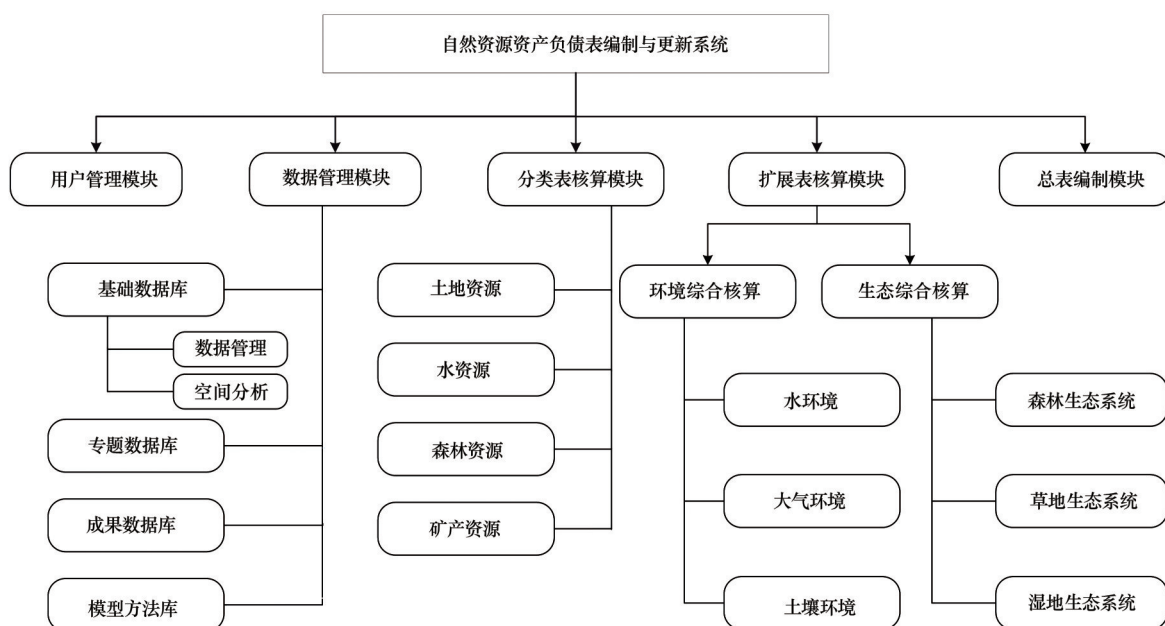


Figure 2 System functional modules

数据库和行业部门统计资料抽取指标数据,面向自然资源资产负债表分类表核算和扩展表核算的应用需求,为分类表和扩展表的核算提供数据来源,其内容涵盖自然资源、环境和生态三大类的指标数据。

(3)成果数据库:成果数据库是存储、管理并能够展示自然资源资产负债表编制系统系列成果的数据库,分为总表、分类表和扩展表。

(4)模型方法库:模型方法库存储自然资源资产负债表分类表核算模型和扩展表核算模型,集成了近50个核算模型。模型方法库开放了模型管理接口,主要包括对模型的添加、删除和修改,以及对模型参数的设置。通过开放接口,可以对模型方法进行扩展。

2.2.3 自然资源资产负债表分类表核算模块

自然资源资产负债表分类核算模块用于实现各类自然资源的核算,包括各类自然资源的数量、质量、存量、流量、实物量以及价值量。分类表核算的内容主要包括土地资源、水资源、森林资源以及矿产资源的资产、负债和资产负债差额。自然资源资产负债表分类表核算将从专题数据库中提取相应的自然资源实物量数据,然后自动与模型库中的核算模型匹配,核算出自然资源的资产、负债和资

产负债差额,并将结果导出存入成果库。

2.2.4 自然资源资产负债表扩展表核算模块

自然资源资产负债表扩展表核算模块反映核算期内的资源利用的人类活动对生态环境产生的影响,分为环境综合核算和生态综合核算两个模块。

环境综合核算模块是对核算期内的环境污染损益的核算,主要包括对土壤污染、大气污染、水污染的实物量与价值量的核算。其中土壤污染核算包括对生活垃圾和工业固废的核算;大气污染核算包括对SO₂、烟尘、NO_x等污染物的核算;水污染核算包括对重金属、氰化物、COD、石油、氨氮等污染物和废水的核算。环境综合核算模块通过实际治理成本与虚拟治理成本两种方式核算不同环境污染物的期初、期末存量及其变化情况。

生态综合核算模块是对生态系统服务功能的期初、期末存量及其变化情况进行核算,主要包括对森林生态系统、草地生态系统、湿地生态系统的实物量与价值量的核算。森林和草地生态系统核算涵养水源、保育土壤、固碳释氧、净化大气环境等生态服务功能的实物量与价值量;湿地生态系统核算涵养水源、调蓄洪水、保育土壤、净化水质等生态服务功能的实物量与价值量。

2017年9月

2.2.5 自然资源资产负债表总表编制模块

自然资源资产负债表总表编制模块是对核算期内自然资源资产和负债的规模、构成以及变动情况的核算。通过选取某一时间段,核算该时间段内所有自然资源、环境和生态的资产类和负债类的价值量,输出自然资源资产负债表总表。总表编制模块的核算包括资产类和负债类,首先分别对资源过耗、环境损害、生态破坏进行核算,然后对自然资源资产进行核算,最后形成总表。

3 系统设计与研发

3.1 系统设计

本文以承德市自然资源资产负债表的研究编制工作为基础,开展了自然资源资产负债表编制与更新系统的框架设计工作。系统采用两种编制方式来实现自然资源资产负债表编制业务化:

(1)分步编制:按照辅助表提取-分类表/扩展表核算-总表编制的过程,分别对各类自然资源及生态环境的数量、质量、存量、流量进行实物量和价值量核算,开放模型库,选择模型并调整参数,最后汇总得到自然资源资产负债表总表。

(2)一键化编制:用户不需要了解自然资源资

产负债表编制的复杂过程,省去中间环节,按照系统默认的核算模型,一键化自动编制自然资源资产负债表总表。

3.2 系统研发

系统采用面向对象的设计方法,基于C/S模式以 Visual studio 2010 为集成开发平台,数据库采用 PostgreSQL,使用 C#语言开发。采取分层结构设计思想,通过多种功能组件、功能模块、应用系统和数据库等软硬件支持,将空间信息技术、业务管理技术以及大型数据库技术等多种技术综合,在一定的标准、技术、方法支持下,实现整个系统的高效运行。系统主界面见图3。

4 结论

本文针对中国生态文明建设的应用需求,提出了自然资源资产负债核算、地理信息系统、高性能计算与业务流程管理技术的集成模式;设计了涵盖自然资源资产负债表数据库集成管理,自然资源资产负债表分类表核算、扩展表核算和总表编制及可视化展示等全过程的功能模块,创建了针对不同层次用户的负债表编制业务流程,形成了一套可复制、可拓展、可推广的标准化与自动化的自然资源



图3 系统主界面

Figure 3 Main interface of the system

资产负债表编制系统。通过承德市自然资源资产负债表编制系统的实践发现,数据的统一化、核算的标准化、流程的规范化是自然资源资产负债表系统化的关键环节,需要在今后的工作中继续完善,以加强自然资源资产负债表编制的可靠性、实用性以及可操作性。自然资源资产负债表编制系统为自然资源和生态环境的综合评价提供了重要的参考,系统在承德市的研究示范也为系统的推广应用奠定了基础,对于实现自然资源资产负债表快速编制与更新的应用目标具有重要意义。

参考文献(References):

- [1] 封志明,杨艳昭,闫慧敏,等.百年来的资源环境承载力研究:从理论到实践[J].资源科学,2017,39(3):379-395. [Feng Z M, Yang Y Z, Yan H M, et al. A review of resources and environment carrying capacity research since the 20th Century: from theory to practice [J]. *Resources Science*, 2017, 39(3): 379-395.]
- [2] 陈红蕊,黄卫果.编制自然资源资产负债表的意义及探索[J].环境与可持续发展,2014,39(1):46-48. [Chen H X, Huang W G. Implication and exploration on establishment of the balance sheet of natural resources[J]. *Environment and Sustainable Development*, 2014, 39(1): 46-48.]
- [3] 封志明,杨艳昭,江东,等.自然资源资产负债表编制与资源环境承载力评价[J].生态学报,2016,36(22):7140-7145. [Feng Z M, Yang Y Z, Jiang D, et al. The compilation of natural resources balance sheets (NRBS) and the evaluation of resources and environment carrying capacity (RECC) [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, 36(22): 7140-7145.]
- [4] 杨海龙,杨艳昭,封志明.自然资源资产产权制度与自然资源资产负债表编制[J].资源科学,2015,37(9):1732-1739. [Yang H L, Yang Y Z, Feng Z M, et al. The property rights system of natural resources assets and balance sheet of natural resources asset compilation[J]. *Resources Science*, 2015, 37(9): 1732-1739.]
- [5] 中共中央.中共中央全面深化改革若干重大问题的决定[M].北京:人民出版社,2013. [The Central Committee of the Communist Party of China. Decision of the Central Committee of the Communist Party of China on Some Major Issues Concerning Comprehensively Deepening the Reform[M]. Beijing: People's Publishing House, 2013.]
- [6] 陈玥,杨艳昭,闫慧敏,等.自然资源核算进展及其对自然资源资产负债表编制的启示[J].资源科学,2015,37(9):1716-1724. [Chen Y, Yang Y Z, Yan H M, et al. Natural resources accounting and the natural resources balance sheet[J]. *Resources Sciences*, 2015, 37(9): 1716-1724.]
- [7] 封志明,杨艳昭,陈玥.国家资产负债表研究进展及其对自然资源资产负债表编制的启示[J].资源科学,2015,37(9):1685-1691. [Feng Z M, Yang Y Z, Chen Y. National balance sheets and implications for natural resources balance sheet[J]. *Resources Sciences*, 2015, 37(9): 1685-1691.]
- [8] 封志明,杨艳昭,李鹏.从自然资源核算到自然资源资产负债表编制[J].中国科学院院刊,2014,(4):449-456. [Feng Z M, Yang Y Z, Li P. From natural resources accounting to balance-sheet of natural resources asset compilation[J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2014, (4): 449-456.]
- [9] 贾玲,甘泓,汪林,等.水资源负债刍议[J].自然资源学报,2017,32(1):1-11. [Jia L, Gan H, Wang L, et al. Discussion on water resources liabilities[J]. *Resources Sciences*, 2017, 32(1): 1-11.]
- [10] 马国霞,赵学涛,吴琼,等.生态系统生产总值核算概念界定和体系构建[J].资源科学,2015,37(9):1709-1715. [Ma G X, Zhao X T, Wu Q, et al. Concept definition and system construction of gross ecosystem production[J]. *Resources Sciences*, 2015, 37(9): 1709-1715.]
- [11] 薛智超,闫慧敏,杨艳昭,等.自然资源资产负债表编制中土地资源核算体系设计与实证[J].资源科学,2015,37(9):1725-1731. [Xue Z C, Yan H M, Yang Y Z, et al. Design and empirical study of a land resource accounting system for natural resources asset balance-sheet compilation[J]. *Resources Sciences*, 2015, 37(9): 1725-1731.]
- [12] 卓君.自然资源资产负债表编制与更新系统研究[D].北京:中国科学院大学,2016. [Zhuo J. Study on the Balance-sheet of Natural Resources Asset Compilation and Update System[D]. Beijing: The University of Chinese Academy of Sciences, 2016.]
- [13] 封志明,杨艳昭,闫慧敏,等.自然资源资产负债表编制的若干基本问题[J].资源科学,2017,39(9):1615-1627. [Feng Z M, Yang Y Z, Yan H M, et al. Issues regarding the compilation of the natural resource balance sheet[J]. *Resources Science*, 2017, 39(9): 1615-1627.]
- [14] 封志明.资源科学导论[M].北京:科学出版社,2011. [Feng Z M. Introduction to Natural Resources[M]. Beijing: Science Press, 2011.]
- [15] 周锋.地理信息系统空间数据库技术分析研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2009. [Zhou F. Analysis and Investigation of GIS Spatial Database[D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2009.]
- [16] 江东,郝蒙蒙,庄大方,等.我国周边国家资源环境数据库建设的机遇、挑战与方略[J].地球信息科学学报,2014,16(1):54-60. [Jiang D, Hao M M, Zhuang D F, et al. The opportunities, challenges and strategies of resources and environment science database construction of China's surrounding areas[J]. *Journal*

- of Geo-Information Science*, 2014, 16(1): 54-60.]
- [17] 江东, 卓君, 付晶莹, 等. 面向自然资源资产负债表编制的时空数据库建设[J]. 资源科学, 2015, 37(9): 1692-1699. [Jiang D,

Zhuo J, Fu J Y, *et al.* Establishment of a space-temporal database for compiling a natural resources asset balance sheet[J]. *Resources Sciences*, 2015, 37(9): 1692-1699.]

The compilation of the natural resource balance sheet system research

JIANG Dong^{1,2,3}, FU Jingying^{1,2,3}, FENG Zhiming^{1,2,3}, YANG Yanzhao^{1,2,3}, YAN Huimin^{1,2,3}, PAN Tao^{1,2}

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Key Laboratory of Carrying Capacity Assessment for Resource and Environment, Ministry of Land and Resources, Beijing 101149, China)

Abstract: The assessment and value accounting of natural resources is important content for environmental governance in rural areas and construction of a beautiful countryside. The exploration of the balance sheet of natural resource asset compilation is one of the primary missions promoting the construction of the ecological civilization in the Third Plenary Session of the 18th Central Committee of the Communist Part of China. Research on the exploration and application of the natural resource asset balance sheet system can improve natural resource asset management, transformation of government functions, efficient management, effective supervision of government functions and the scientific evaluation of the quality of economic development. Moreover, this approach covers the shortage of traditional science of natural resources in the integrated management of data, and provides comprehensive, timely, accurate and objective information, services and technical support for urban and rural ecological civilization construction. A standardization and automation system for compiling the natural resource asset balance sheet was designed here based on natural resource science theory, GIS and spatial databases, replicable and extendable. The natural resource assets accounting models and environmental profit and loss accounting models were constructed. We established a natural resources asset balance sheet compilation and update system based on a space-temporal database and compiling pattern of the natural resource balance sheet for Chengde City. The reporting system of natural resource balance sheet can be automatically calculated in two ways, meeting the needs of different users. This method promotes the development of domestic natural resource balance sheet preparation technology, and provides a reference for the promotion of national natural resource asset balance sheets.

Key words: natural resource asset balance sheet; balance sheet compilation and update system; geographic information system; spatial database