www.csdata.org

ISSN 2096-2223
CN 11-6035/N

2010 年中国生态系统服务空间数据集

张路[1]，肖燚[1]，郑华[1]，徐卫华[1]，逯非[1]，江凌[1]，饶恩明[1]，肖洋[1]，吴炳方[2]，曾源[2]，欧阳志云[1*]

1. 中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室，北京 100080
2. 中国科学院遥感与数字地球研究所数字地球重点实验室，北京 100101

摘要：生态系统服务是生态系统形成并维持的人类赖以生存和发展的环境条件与效用，是测度自然生态系统保护价值的重要指标。采用科学方法模拟生态系统服务的空间分布对掌握当前我国生态本底状况，识别生态保护重要区，从而有效支持生态管理决策具有重要意义。本研究以遥感地物分类数据为基础，根据通用土壤流失方程、水量平衡方程、风动模型等生态过程模拟方法，通过汇总文献和地面监测数据率定模型参数，模拟了我国 2010 年生态系统提供食物生产、土壤保持、水源涵养、防风固沙、生物多样性、碳固定 6 种功能的空间分布，形成了分辨率 250 m 的空间数据集。能够为我国的生态补偿、生态功能区划、生态红线等国家尺度生态保护政策的设计和实施提供充分的科学依据。

关键词：生态系统服务；食物生产；土壤保持；水源涵养；防风固沙；生物多样性；碳固定；中国

文献 DOI:
DOI: 10.11922/csdata.180.2017.0145
数据 DOI：
DOI: 10.11922/sciencedb.458
文献分类：生物学

收稿日期：2017-07-10
开放同评：2017-08-10
录用日期：2018-09-27
发表日期：2018-12-31

数据库（集）基本信息简介

数据库（集）名称	2010 年中国生态系统服务空间数据集
数据作者	张路、肖燚、郑华、徐卫华、逯非、饶恩明、江凌、肖洋、龚诗涵、吴炳方、曾源、欧阳志云
数据通信作者	欧阳志云（zyouyang@rcees.ac.cn）
数据时间范围	2010年
地理区域	中国大陆和海南岛
空间分辨率	250 m
数据格式	*.tif
数据量	325 MB
数据服务系统网址	http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/458
基金项目	国家自然科学基金项目（71603251）；中国科学院A类战略性先导科技专项（XDA19050504）；中国科学院信息化专项“科学大数据工程”（XXH13505-03-208）；环保部、中科院全国生态环境十年变化（2000–2010年）遥感调查与评估项目（STSN-04-00）。

* 论文通信作者
欧阳志云：zyouyang@rcees.ac.cn

数据库（集）组成	数据集共包括6个独立数据文件，其中Food_production.zip文件为2010年食物生产县域栅格数据；Soil_retention.zip为2010年土壤保持栅格数据；Water retention.zip为2010年水源涵养栅格数据；Sand_storm_prevention.rar为2010年防风固沙栅格数据；Biodiversity.zip文件为珍稀物种分布县域栅格数据；Carbon sequestration.zip为2000–2010年平均固碳数据。

引　言

在人与自然耦合生态系统中，保护生态系统为人类提供服务的能力应当作为生态系统保护决策的重要目标[1]。掌握空间明晰的生态系统服务分布数据有助于直观认识到重要保护价值的空间分布，从而更加合理地配置保护资源。为此，生态系统服务的空间模拟模型得到了迅速发展，针对提供产品、调节功能、支持功能、文化服务功能 4 个方面的模拟也逐步深入[2-4]。最具代表性的是斯坦福大学开发的 InVest 模型组，其中提供了对 18 种生态系统服务的空间模拟方法[5]。而在我国，生态系统服务的空间分布模拟多集中在区域尺度[6-7]，并且不同的方法产生的研究结果差异较大。模拟全国尺度生态系统服务的主要难点在于我国生态系统复杂，获得具有普适性的模型比较困难。数据需求量大，不仅需要高精度的遥感分类数据和生物地理数据，还需要大量遥感衍生数据、地面监测数据以及统计数据来率定模型参数[8]。因此，生产我国生态系统服务空间数据集挑战很大，但能够为更复杂的生态过程模拟提供借鉴，也能为我国准确识别生态系统保护重要区提供依据。

本研究使用 2010 年生态系统分类数据作为基础，综合遥感、监测站点、统计文献等多元数据，在前人的定点研究基础上获得拟合生态系统产生服务功能过程中的关键参数，构建了机理明确、数据可获得性强的模型系统。在此方法体系下，模拟了中国生态系统服务空间数据集，共包括食物生产、土壤保持、水源涵养、防风固沙、生物多样性、碳固定 6 种重要的生态系统服务。与同类数据相比，本数据集均采取国际认可的最成熟模型，同时采用大量实地生态网络监测数据拟合及验证模拟结果，能够为我国重大生态战略提供数据支持。

1　数据采集和处理方法

1.1　基础数据

2010 年中国生态系统服务空间数据集的基础数据来自中国科学院生产的 ChinaCover 数据集。ChinaCover 在“全国生态环境十年变化（2000–2010 年）遥感调查评估”项目支持下使用 HJ1/2 数据生产了全国 2010 年土地利用分类和植被覆盖度数据[9]。本项目依据地物类型的管理方式、群落结构和生态过程差异对土地利用数据做重新分类[10]，形成生态系统分布数据集。植被覆盖度数据以 MODIS 卫星数据 Q13A1 产品为基础，使用像元二分模型模拟。气温和降水数据均来自中国气象数据共享网提供的全国 756 个地面台站监测数据，使用 ANUSPLIN 软件完成空间插值。地形数据来自美国 GEOM 卫星数据。全部空间数据重采样为 250 m 空间分辨率。

1.2　生态系统服务数据集生产流程

数据集的生产流程如图 1 所示：

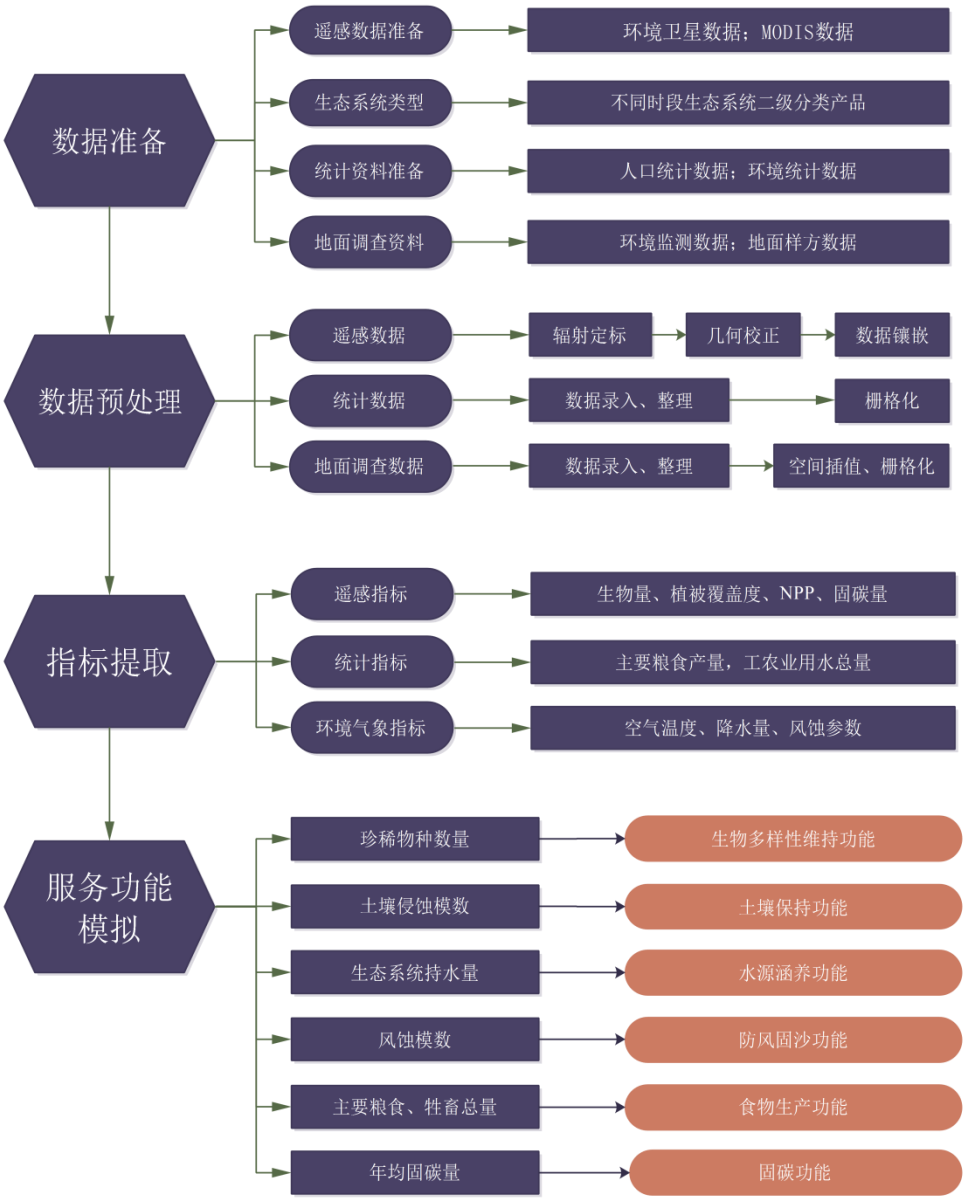


图 1　中国生态系统服务空间数据集制作流程

数据生产流程包括数据准备、数据预处理、指标提取、服务功能模拟 4 个部分。其中数据准备包括收集遥感数据、生态系统二级分类，收集统计年鉴、地面调查资料和研究文献中记载的数据。收集数据后对不同类型进行相应的预处理，例如将县级统计资料按照统一的县级行政矢量边界整理，对遥感数据做必备的校正和拼接。使用整理后的数据提取服务功能模拟所需的植被覆盖度、净初级生产力（NPP）等空间参数。最后采用对应的模型模拟 6 类生态系统空间分布数据。

1.3　生态系统服务数据模拟方法

1.3.1　食物生产

食物生产数据为县生态系统提供的粮食、水产品、肉类、林果产品等食物产量，统一转换为能量。

计算中以县为单元对各种粮食、肉、蛋、奶、水果产量进行核算。其中，食物供给功能评估以县为单位，计算该县生产食物的总热量，反映区域提供食物、支撑人类生存的能力和重要程度。评估

的作物或产品主要包括：水稻、小麦、玉米、大豆、甘蔗、油料、花生、牛奶、各种肉类与水产品、柑桔、苹果、梨、桃、葡萄、香蕉等。

计算公式为：

$$E_s = \sum_{i=1}^{n} E_i = \sum_{i=1}^{n} (100 \times M_i \times EP_i \times A_i) \quad (1)$$

式中，E_s为县食物总供给热量（kcal）；E_i为第 i 种食物所提供的热量（kcal）；M_i为县第 i 种食物的产量（t）；EP_i为第 i 种食物可食部的比例（%）；A_i为第 i 种食物每 100g 可食部中所含热量（kcal）；i=1，2，3，……，n 为某县食物种类。

1.3.2 土壤保持

土壤保持采用通用土壤流失方程模拟。在具体计算时，需利用已有实测土壤侵蚀数据对模型模拟结果进行验证，并修正参数（式 2–4）。

土壤保持量：

$$A_{soil\ erosion} = A_{potential\ erosion} - A_{actural\ erosion} \quad (2)$$

实际土壤侵蚀量：

$$A_{actural\ erosion} = R \times K \times L \times S \times C \quad (3)$$

潜在土壤侵蚀量：

$$A_{potential\ erosion} = R \times K \times L \times S \quad (4)$$

式中 $A_{actual\ erosion}$ 为单位面积实际土壤侵蚀量，单位为 t/(hm^2·a)；$A_{potential\ erosion}$ 为单位面积潜在土壤侵蚀量，单位为 t/(hm^2·a)；$A_{soil\ conservation}$ 为单位面积土壤保持量，单位为 t/(hm^2·a)；R 为降雨侵蚀力因子，用多年平均年降雨侵蚀力指数表示；K 为土壤可蚀性因子，表示为标准小区下单位降雨侵蚀力形成的单位面积上的土壤流失量。L 为坡长因子（无量纲）；S 为坡度因子（无量纲）；C 为植被覆盖因子（无量纲）。其中，降雨侵蚀力因子 R 来源于 Fouriner 指数（式 5）：

$$R = 4.17 \cdot \sum_{i=1}^{12} \frac{j_i^2}{J} - 152 \quad (5)$$

式中 R 为降雨侵蚀力因子，单位为（MJ mm hm^{-2} h^{-1} a^{-1}）；j 为月降水量（mm）；J 为年降水量（mm）；i 为月份。

土壤可蚀性因子 K 的计算公式为：

$$\begin{aligned} K = & \left\{0.2 + 0.3\exp\left[-0.0256 m_s (1 - m_{silt}/100)\right]\right\} \times [m_{silt}/(m_c + m_{silt})]^{0.3} \\ & \times \left\{1 - 0.25 orgC / [orgC + \exp(3.72 - 2.95 orgC)]\right\} \\ & \times \left\{1 - 0.7(1 - m_s/100) / \{(1 - m_s/100) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - m_s/100)]\}\right\} \end{aligned} \quad (6)$$

式中 K 为土壤可蚀性因子，表示为标准小区下单位降雨侵蚀力形成的单位面积上的土壤流失量。m_c、m_{silt}、m_s 和 $orgC$ 分别为粘粒（<0.002mm）、粉粒（0.002–0.05mm）、砂粒（0.05–2mm）和有机碳的百分含量（%）。

坡长–坡度因子通过下述模型从 DEM 中提取。坡长因子 L、坡度因子 S 计算方法如下（式 7–10）：

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^{m} \quad (7)$$

$$m = \beta / (1 + \beta) \quad (8)$$

$$\beta = (\sin\theta / 0.089) / \left[3.0 \times (\sin\theta)^{0.8} + 0.56\right] \quad (9)$$

$$S=\begin{cases}10.8\sin\theta+0.03 & \theta<5.14^\circ\\ 16.8\sin\theta-0.5 & 5.14^\circ\le\theta<10.20^\circ\\ 21.91\sin\theta-0.96 & 10.20^\circ\le\theta<28.81^\circ\\ 9.5988 & \theta>28.81^\circ\end{cases} \quad (10)$$

式中 L 为坡长因子（无量纲），m 为坡长指数，λ 为坡长（m）；S 为坡度因子（无量纲），θ 为坡度（°）；植被覆盖管理因子 C 根据植被覆盖类型和植被覆盖度查询文献资料或咨询专家；水土保持措施因子 P 来源于文献或专家咨询。

1.3.3 防风固沙

防风固沙功能通过估算潜在和实际风蚀强度模拟，计算方法如下（式 11–18）：

$$SR=S_{\text{L潜}}-S_{\text{L}} \quad (11)$$

$$R_K=SR/S_{\text{L潜}} \quad (12)$$

$$S_{L潜}=\frac{2\cdot z}{S_{潜}^{\ 2}}Q_{MAX潜}\cdot e^{-(z/s潜)^2} \quad (13)$$

$$S_{潜}=150.71\cdot(WF\times EF\times SCF\times K')^{-0.3711} \quad (14)$$

$$Q_{MAX潜}=109.8\left[WF\times EF\times SCF\times K'\right] \quad (15)$$

$$S_L=\frac{2\cdot z}{S^2}Q_{MAX}\cdot e^{-(z/s)^2} \quad (16)$$

$$S=150.71\cdot(WF\times EF\times SCF\times K'\times C)^{-0.3711} \quad (17)$$

$$Q_{MAX}=109.8\left[WF\times EF\times SCF\times K'\times C\right] \quad (18)$$

其中，SR 为固沙量（t km^{-2} a^{-1}）；R_k 为固沙率；$S_{L潜}$为潜在风力侵蚀量（t km^{-2} a^{-1}）；S_L 为实际土壤侵蚀量（t km^{-2} a^{-1}）；$S_{潜}$与 S 分别表示潜在和实际关键地块长度，单位为 m；Q_{MAX} 为最大转移量（kg/m)；$Q_{MAX潜}$为潜在最大转移量（kg/m)；z 为最大风蚀出现距离（m）；WF 为综合气候因子（kg/m）；K'为地形因子；EF 为土壤侵蚀因子；SCF 为土壤结皮因子；C 为植被覆盖因子。

综合气候因子 WF 的表达式如下：

$$WF=Wf\times\frac{\rho}{g}\times SW\times SD \quad (19)$$

式中，WF 为综合气候因子，单位为 kg/m，12 个月 WF 总和得到年均 WF；Wf 为各月平均风力因子，单位为(m/s)^3；ρ 为空气密度，单位为 kg/m^3；g 为重力加速度，单位为 m/s^2；SW 为各月平均土壤湿度因子，无量纲；SD 为雪盖因子，无量纲。风力因子 Wf 的表达式如下：

$$Wf=\sum_{i=1}^{N}u_2\left(u_2-u_1\right)^2\times N_{wd} \quad (20)$$

式中，u_1 为起沙风速，本次计算取 5 m/s；u_2 为气象站各月监测风速，单位 m/s；N_{wd} 为各月风速大于 5 m/s 的平均天数。土壤湿度因子 *SW* 表达式如下：

$$SW = \frac{ET_p - (R + I)(R_d / N_{rd})}{ET_p} \quad (21)$$

式中，*R* 为各月平均降雨量，单位为 mm；*I* 为灌溉量，本次取 0；R_d 为各月平均降雨天数；N_{rd} 为各月降雨平均天数；ET_P 为各月平均潜在蒸发量，单位为 mm。ET_P 表达式如下：

$$ET_p = 0.0162 \frac{SR}{58.5}(DT + 17.8) \quad (22)$$

式中，*SR* 为各月平均太阳总辐射，单位为 cal/cm^2；*DT* 为各月平均温度，单位为℃。

雪盖因子 *SD* 为对于积雪对风蚀的影响，RWEQ 模型采用 *SD* 因子来进行表征。*SD* 值为各月平均积雪存在的频率，如当一段时间内积雪存在的时间占该时期内的一半时间时，则 *SD* 值为 0.5，以此类推。

空气密度 ρ 的计算公式如下：

$$\rho = 348 \times \left(\frac{1.013 - 0.1183EL + 0.0048EL^2}{T} \right) \quad (23)$$

式中，ρ 为空气密度，单位为 kg/m^3；*EL* 为海拔高度，单位为 km；*T* 为绝对温度，即在各月平均气温数据 *t*（℃）的基础上加常数 273.15。

土壤因子 *EF*、*SCF* 的计算见式 24–25。

$$EF = \frac{29.09 + 0.31sa + 0.17si + 0.33\left(sa/cl\right) - 2.59OM - 0.95CaCO_3}{100} \quad (24)$$

$$SCF = \frac{1}{1 + 0.0066(cl)^2 + 0.021(OM)^2} \quad (25)$$

式中，*sa* 为土壤粗砂含量（%）；*si* 为土壤粉砂含量（%）；*cl* 为土壤粘粒含量（%）；*OM* 为土壤有机质含量（%）；$CaCO_3$ 为碳酸钙含量（%），本次计算未予考虑，其值取 0。

植被因子 *C* 计算如下：

$$C = e^{a_i(SC)} \quad (26)$$

式中，*SC* 为植被覆盖度（%），由每月 3 期植被覆盖数据的最大值得到月植被覆盖数据，12 月均值计算而得年均植被覆盖度；a_i 为不同植被类型的系数，林地、草地、灌丛、裸地、沙地、农田分别为−0.1535，−0.1151，−0.0921，−0.0768，−0.0658，−0.0438。

地形因子 *K'*计算见式 27–28：

$$K' = e^{(1.86K_r - 2.41K_r^{0.934} - 0.127Crr)} \quad (27)$$

$$K_r = 0.2 \cdot \frac{(\Delta H)^2}{L} \quad (28)$$

式中 K_r 为地形糙度（cm）；C_{rr} 为随机糙度因子（cm），本次取 0；*K'*为地形因子（cm）；*L* 为地

势起伏参数，取值见表 1；ΔH 为距离 L 范围内的海拔高程差。

表 1　不同地势等级的参数 L 取值表

主要地势等级	16km² 内地势起伏度（m）	地势起伏参数 L（km）
微起伏地形	＜30	5
缓起伏地形	30–150	5
中起伏地形	150–300	10
山地地形	300–600	10
高山地形	＞600	50

1.3.4　水源涵养

水源涵养数据通过水量平衡方程（The Water Balance Equation）计算（式 29）。水量平衡原理是指在一定的时空内，水分的运动保持着质量守恒，或输入的水量和输出的水量之间的差额等于系统内蓄水的变化量。

$$Q_{Water_conservation} = \sum_{i=1}^{j}(P_i - R_i - ET_i)\cdot A_i \qquad (29)$$

式中 $Q_{water_conservation}$ 为水源涵养量（m^3）；P_i 为降雨量（mm）；R_i 为暴雨径流量（mm）；ET_i 为蒸散发量（mm）；A_i 为 i 类生态系统的面积（m^2）；i 为研究区第 i 类生态系统类型；j 为研究区生态系统类型数。

1.3.5　生物多样性维持

生物多样性保护重要性模拟数据以县为单元，收集指示物种分布。满足如下任一标准即选为指示物种：（1）中国特有并处于濒危；（2）中国特有并处于受威胁状态的物种；（3）绝大多数种群分布在中国，并处于濒危；（4）绝大多数种群分布在中国，并处于受威胁状态的物种；（5）其它具有特殊意义的动植物物种、其他国家一级和二级保护动植物。

指示物种分级依据来自以下文献：《中国物种红色名录》[11]、《国家重点保护野生动物名录》[12]、《国家重点保护野生植物名录（第一批）》[13]、世界自然保护联盟（IUCN）[14]。

特有性和濒危等级信息参照《中国物种红色名录》和 IUCN Red List of Threatened Species（国际自然保护联盟濒危物种红色名录）。

物种分布信息主要来自：（1）已经发表的有关动植物分布、数量、受威胁状态、栖息地状况等信息的专著、论文；（2）自然保护区考察报告；（3）中国生物多样性信息系统（CBIS）[15]；（4）中国物种数据库[16-17]。

1.3.6　碳固定

碳固定以生物多样性的 NNP 为基础，NPP 的估算由植物吸收的光合有效辐射（APAR）和实际光能利用率（ε）表示，其估算公式如下（公式 30）：

$$NPP = APAR(x,t)\times\varepsilon(x,t) \qquad (30)$$

式中，$APAR(x,t)$ 表示像元 x 在 t 月份吸收的光合有效辐射（单位：$MJ/m^2/10\,d$），10 d 表示

10 天即每旬；$\varepsilon(x,t)$ 表示像元 x 在 t 月份的实际光能利用率（单位：gC / MJ）。

在分别得到 2000 年和 2010 年 NPP 数据后，根据如下算法得到 10 年平均固碳量（式 31–33）：

$$C_{qave} = (NPP_{2010} - NPP_{2000})/10 \quad (31)$$

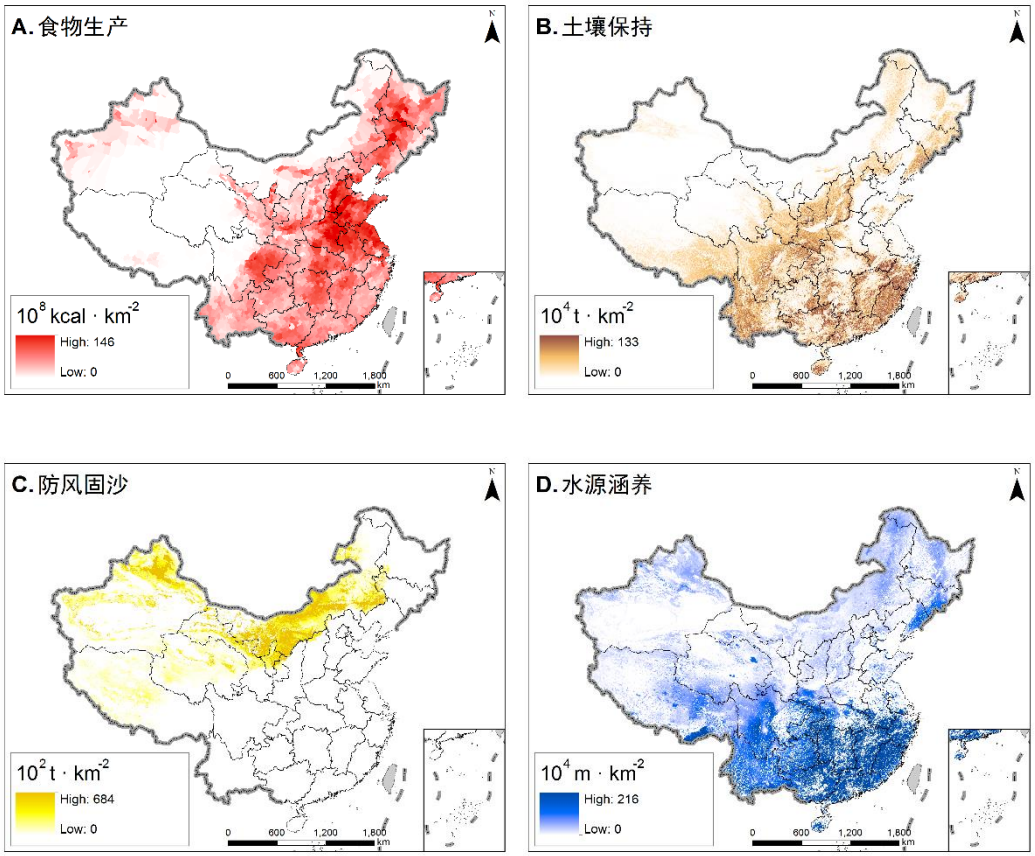
$$NPP_{forest} = NPP \times 0.5 \quad (32)$$

$$NPP_{grass} = NPP \times 0.45 \quad (33)$$

式中 C_{qave} 表示 2000–2010 年平均固碳量；NPP_{2010} 表示 2010 年森林和草地 NPP 总和；NPP_{2000} 表示 2000 年森林和草地 NPP 总和；NPP_{forest} 表示森林 NPP；NPP_{grass} 表示草地 NPP。

2 数据样本描述

图 2 为 2010 年生态系统服务功能数据展示。其中食物生产功能表示每个县生产食物热量之和，单位为 kcal/a（图 2A），土壤保持功能表示每像元保持土壤总重量，单位为 t /a（图 2B），防风固沙功能表示每像元固定沙粒总重量，单位为 t /a（图 2C），水源涵养功能表示每像元保持水资源的体积，单位为 m^3 /a（图 2D），生物多样性维持功能表示每个县有记录分布的指示物种总数量，单位为物种个数（图 2E），固碳功能表示每像元固定碳的总重量，单位为 t /a（图 2F）。



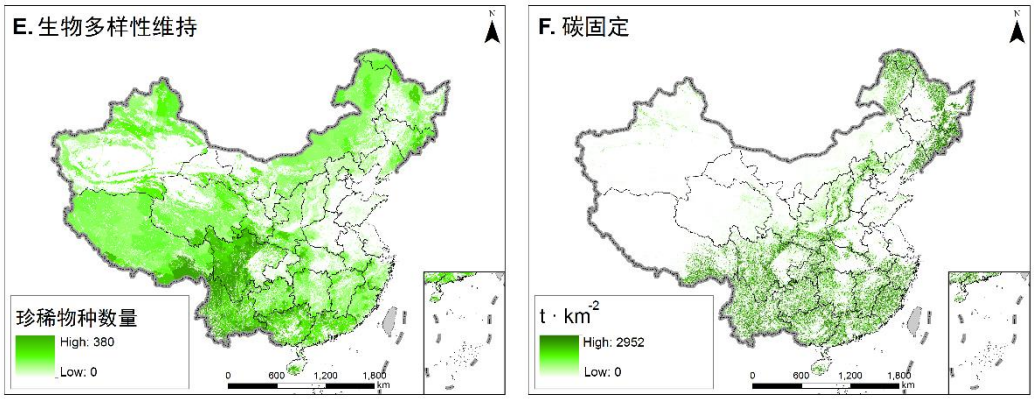


图 2　2010 年生态系统服务功能数据空间分布图

3　数据质量控制和评估

6 类生态系统服务功能数据的生产从方法上可分为两类：一是以县为单元，通过文献数据直接记录或经过简单转换得到空间数值，包括食物生产和生物多样性维持功能。另一类使用生态学机理模型，通过文献数据拟合参数，获得空间分布数据，包括土壤保持、水源涵养、防风固沙、碳固定功能。其中第一类空间数据以权威文献或由权威机构发布的数据为基础，具有较好的质量控制体系。第二类空间数据制作的主要目的是分析生态系统变化造成的服务功能动态，因此，生态系统分布数据、NPP 数据、植被覆盖度等重要参数的精度直接决定了生态系统服务数据集的总体精度。

生态系统分类数据精度检验通过地面抽样点与相应位置的 2010 年遥感分类结果进行空间叠加，逐个图斑进行判断，计算准确率。在 2012–2013 年间，项目组在全国范围随机抽取 31 675 个样点，叠加检验结果表明全国生态系统分类数据级类总精度为 95%，二级类总精度为 90%。对植被覆盖度的精度检验，项目组在全国范围内均匀布设了 400 个样地，涵盖了水体、荒漠以外的所有一级土地类型。精度检验结果显示，估测值与实测值的 RMSE 为 0.21，在样本值 0–0.5 之间均存在一定的高估情况（图 3）。NPP 数据通过全国 50 个典型样区的地面调查进行验证，其中地表温度、水分指数以及全国气象数据内插的太阳总辐射数据平均精度超过 80%。

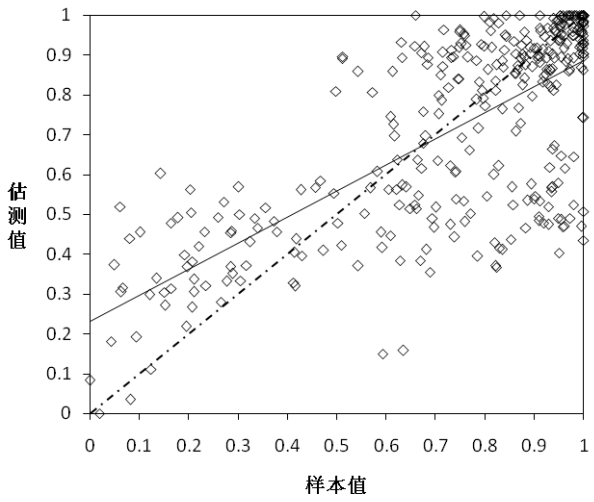


图 3　植被覆盖度精度检验

4 数据使用方法和建议

本数据集可通过 sciencedb 网站申请下载（http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/458），全部数据均由 ArcGIS 环境下制作生成，格式为 tif，可在支持以上格式的可视化地理信息系统或遥感行业软件中查看和使用。

致　谢

感谢中国科学院遥感与数字地球研究所、中国环境保护部卫星中心提供重要的基础数据和验证信息。

数据作者分工职责

张路（1984—），男，北京人，博士，助理研究员，研究方向为生态保护规划。主要承担工作：基础数据整理、生物多样性数据收集和论文撰写。

肖燚（1972—），女，湖南人，博士，副研究员，研究方向为生态系统服务空间模拟。主要承担工作：生态服务功能模拟方案设计和数据质量控制。

郑华（1974—），男，湖南人，博士，研究员，研究方向为生态系统服务产生与传递机理。主要承担工作：生态服务功能模拟方案设计和模型参数率定。

徐卫华（1977—），男，湖南人，博士，副研究员，研究方向为生物多样性保护。主要承担工作：组织收集数据。

逯非（1981—），男，北京人，博士，副研究员，研究方向为陆地生态系统碳循环。主要承担工作：固碳功能模拟。

江凌（1976—），男，新疆人，博士后，研究方向为土地沙化防护。主要承担工作：防风固沙功能模拟。

饶恩明（1986—），女，重庆人，博士，讲师，研究方向为水土保持。主要承担工作：土壤保持功能模拟。

肖洋（1984—），男，湖南人，博士后，研究方向为生态系统评价。主要承担工作：水源涵养功能模拟。

吴炳方（1962—），男，江西人，博士，研究员，研究方向为生态遥感。主要承担工作：基础遥感数据的生产。

曾源（1979—），女，北京人，博士，副研究员，研究方向为生态遥感。主要承担工作：基础遥感数据的生产。

欧阳志云（1962—），男，湖南人，博士，研究员，研究方向为区域生态系统规划与评价。主要承担工作：总体方案设计和技术指导。

参考文献

[1] DAILY G, POLASKY S, GOLDSTEIN J, et al. Ecosystem services in decision making: time to deliver[J]. Frontiers in Ecology and the Environment, 2009, 7(1): 21–28.

[2] COSTANZA R, D'ARGE R, DE GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387(15): 253–260.

[3] MA (Millennium Ecosystem Assessment). Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis[M]. Washington DC: Island Press, 2005: 1–137.

[4] REYERS B, BIGGS R, CUMMING G, et al. Getting the measure of ecosystem services: a social-ecological approach[J]. Frontiers in Ecology and the Environment, 2013, 11(5): 268–273.

[5] SHARP R, TALLIS T, RICKETTS T, et al. 2016. InVEST +VERSION+ User's Guide[EB/OL]. The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund. (2016–03–06) [2016–04–28]. http://data.naturalcapitalproject.org/nightly-build/invest-users-guide/html/.

[6] 白杨, 欧阳志云, 郑华, 等. 海河流域森林生态系统服务功能评估[J]. 生态学报, 2011, 31(7):2029–2039.

[7] 饶恩明, 肖燚, 欧阳志云, 等. 海南岛生态系统土壤保持功能空间特征及影响因素[J]. 生态学报, 2013, 33(3): 0746–0755.

[8] 张立伟, 傅伯杰.生态系统服务制图研究进展[J]. 生态学报, 2014, 34(2): 316–325.

[9] 欧阳志云, 王桥, 郑华, 等. 全国生态环境十年变化(2000–2010 年)遥感调查评估[J]. 中国科学院院刊, 2014, 29(4): 462–466.

[10] 欧阳志云, 张路, 吴炳方, 等. 基于遥感技术的全国生态系统分类体系[J]. 生态学报, 2015, 35(2): 219–226.

[11] 汪松, 解焱. 中国物种红色名录（第一卷）[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.

[12] 中国国家林业局. 中国野生动物保护名录[M]. 北京: 国家林业局, 2010.

[13] 中国国家林业局. 中国重要野生植物保护名录[M]. 北京: 国家林业局, 2010.

[14] IUCN (International Union for Conservation of Nature). The IUCN Red List of threatened species[EB/OL]. (2004–03–05) [2012–04–28]. http://www.iucnredlist.org/.

[15] 中国科学院生物多样性委员会. 中国生物多样性信息系统[EB/OL]. (2000–05–03) [2011–05–26]. http://data.sp2000.cn/2009_cnnode_c/info_about_sp2000china.php.

[16] 中国科学院. 中国动物物种数据库[EB/OL]. (2011–06–01) [2012–04–28]. http://www.zoology.csdb.cn/.

[17] 中国科学院. 中国植物物种数据库[EB/OL]. (2011–06–01) [2012–04–28]. http://db.kib.ac.cn/eflora/Default.aspx.

论文引用格式

张路, 肖燚, 郑华, 等. 2010 年中国生态系统服务空间数据集[J/OL].中国科学数据, 2018, 3(4). (2018-09-06). DOI: 10.11922/csdata.180.2017.0145.

数据引用格式

张路, 肖燚, 郑华, 等. 2010 年中国生态系统服务空间数据集[DB/OL]. Science Data Bank, 2017. (2018-01-02). DOI: 10.11922/sciencedb.458.

A spatial dataset of ecosystem services in China (2010)

Zhang Lu[1], Xiao Yi[1], Zheng Hua[1], Xu Weihua[1], Lu Fei[1], Jiang Ling[1], Rao Enming[1], Xiao Yang[1], Wu Bingfang[2], Zeng Yuan[2], Ouyang Zhiyun[1*]

1. Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Science, State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Beijing100085, P. R. China;

2. The Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Science, CAS Key Laboratory of Digital Earth Science, Beijing 100094, P. R. China

*Email: zyouyang@rcees.ac.cn

Abstract: Ecosystem service is a key indicator for measuring the value of natural ecosystems, that is, the benefits supplied to human societies by natural ecosystems. The increasing risk brought by natural ecosystem degradation led to the implementation of natural conservation programs at national level. Therefore, it is crucial to assess China's natural ecosystems for designing future projects of ecosystem protection and restoration. Here, we produced a spatial dataset of ecosystem services in China in 2010, which was simulated by using ecological process models. The dataset covers such aspects as food production, carbon sequestration, soil retention, sand fixation, water retention, and biodiversity conservation. The dataset provides valuable scientific foundation for improving ecological conservation polices in China, such as formation of ecosystem compensation programs, zoning of ecosystem services, and spatial planning of ecosystem conservation.

Keywords: ecosystem service; food production; soil retention; water retention; sand fixation; biodiversity conservation; carbon sequestration; China

Dataset Profile

Title	A spatial dataset of ecosystem services in China (2010)
Data authors	Zhang Lu, Xiao Yi, Zheng Hua, Xu Weihua, Lu Fei, Rao Enming, Jiang Ling, Xiao Yang, Gong Shihan, Wu Bingfang, Zeng Yuan, Ouyang Zhiyun
Data corresponding author	Ouyang Zhiyun (zyouyang@rcees.ac.cn)
Time range	2010
Geographical scope	Mainland China and Hainan Island
Data volume	325 MB
Data format	TIF
Data service system	<http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/458>
Sources of funding	National Natural Science Foundation of China (71603251); Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences (XDA19050504); Informatization project of the Chinese Academy of Sciences: Engineering of Scientific big data (XXH13505-03-208); Science and Technology Service Network Initiative of Chinese Academy of Sciences (STSN-04-00).
Dataset composition	This data set consists of 6 subdsets, including: (1) Food production of each county

	(Food_production.zip); (2) Soil retention raster data (Soil_retention.zip); (3) Water retention raster data (Water retention.zip); (4) Sand storm prevention raster data (Sand_storm_prevention.rar); (5) Number of indicator species of each county (Biodiversity.zip); (6) Carbon sequestration raster data (Carbon sequestration.zip).