

中国分省土壤侵蚀变化数据集 (1985–2011)

王正兴*, 李芳

中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101

摘要: 土壤侵蚀是指由水或风等外力引起的土地表面物质的移动。本数据在汇集了中国自 1985 年以来完成并发布的 4 次土壤侵蚀遥感调查分省数据, 分析了 4 次调查的主要技术特点, 建立了具有可比性的中国分省土壤侵蚀及其变化时间序列数据集。该数据集包括 2 种土壤侵蚀类型 (水蚀与风蚀)、5 级土壤侵蚀强度 (轻度、中度、强烈、极强烈、剧烈)、和 4 个时间 (年度) 序列 (1985, 1995, 2000, 2011)。对数据集初步分析显示, 在全国尺度, 4 个代表时期 (1985, 1995, 2000, 2011) 的土壤侵蚀总面积分别为 $366.14 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、 $354.77 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、 $356.14 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、和 $294.92 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。全国土壤侵蚀比例由 38.53% 减少到 31.04%。其中, 2011 年土壤侵蚀的类型结构为: 水蚀占 44%, 风蚀占 56%。土壤侵蚀的强度结构为: 轻度侵蚀占 47%, 中度、强烈、极强烈、剧烈分别占 19%、13%、10%、和 11%。在省级尺度, 在 1985–2011 年期间, 侵蚀比例下降最大的 3 个省为: 宁夏 (75.04%–37.87%)、陕西 (64.15%–35.33%)、与河南 (39.26%–14.23%)。同期侵蚀比例扩大的 4 个省为: 广西 (4.71%–21.35%)、广东 (6.4%–11.98%)、海南 (1.33%–3.2%)、和吉林 (20.89%–25.28%)。本数据集是 1 个 Excel 文件, 由 6 个表组成: 前 4 个表为 1985、1995、2000、2011 年四个代表年各省土壤侵蚀分级数据集; 后 2 个表为 1985、1995、2000 和 2011 年四个代表年各省土壤侵蚀的比例及变化。数据量为 44.5 KB。

关键词: 土壤侵蚀; 水土流失; 侵蚀类型; 侵蚀强度; 变化; 中国

DOI: 10.3974/geodp.2018.01.09

1 前言

土壤侵蚀 (水土流失) 是指在水力、风力、重力及冻融等自然营力和人类活动作用下, 水土资源和土地生产能力的破坏和损失, 包括土地表层侵蚀和水的损失^[1]。虽然在学术界有很多与土壤侵蚀相关的术语, 例如土地退化、土壤退化、荒漠化、沙漠化、土壤侵蚀、和水土流失, 但是, 在数据层面, 全国只有两个序列: 一个是由水利部组织的全国土壤侵蚀调查, 由 1985 年开始, 到 2011 年已经完成 4 次调查 (1985、1995、2000、2011)^[2–5]。另外一个是由国家林业局防止荒漠化办公室组织的全国荒漠化与沙化普查, 由 1993 年开始, 已经完成了 5 次调查 (1993、1999、2004、2009、2014)^[6]。虽然水利部的 4 次土壤侵蚀遥感调查分省汇总数据都已公开发布, 但在收集这些数据时却发现, 看到新闻报道容

收稿日期: 2018-03-06; 修订日期: 2018-03-10; 出版日期: 2018-03-25

基金项目: 中华人民共和国科学技术部 (2016YFA0600201); 中国科学院 (XDA19080303, TSYJS04)

*通讯作者: 王正兴 L-5255-2016, 中国科学院地理科学与资源研究所, wangzx@igsrr.ac.cn

数据引用方式: [1] 王正兴, 李芳. 中国分省土壤侵蚀变化数据集(1985–2011)[J]. 全球变化数据学报, 2018, 2(1): 51–58. DOI: 10.3974/geodp.2018.01.09.

[2] 王正兴, 李芳. 中国土壤侵蚀变化数据集(1985–2011)[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.04.05.V1.

易, 找到这些数据却很难。实际上, 不仅免费网络上没有这些数据, 就是付费的商业数据库上也只发现了 4 个代表时间数据库中的 1 个, 其余的 3 个数据库, 都只出现在印数有限的期刊与专著中。除了数据获取困难之外, 对这些数据的合理使用也存在挑战, 因为这 4 次调查数据的发布口径并非前后一致。本文梳理了水利部四次土壤侵蚀遥感调查相关的科学概念与技术标准, 收集整理了自 1985 年以来水利部组织的 4 次遥感调查的土壤侵蚀数据, 按照 2 种侵蚀类型 (水蚀、风蚀)、5 个侵蚀强度分级 (轻度、中度、强烈、极强烈、剧烈)、和 4 个代表年代 (1985、1995、2000、2011) 分省组织, 并计算了 1985-2011 年期间各省土壤侵蚀比例和变化, 形成了“中国分省土壤侵蚀变化数据集 (1985-2011)”^[7]。本文主要介绍与该数据集相关的四次调查的主要科学概念、技术变化、以及对数据集的初步分析。

2 数据集的元数据简介

中国分省土壤侵蚀变化数据集 (1985-2011)^[7]的名称、短名、数据年代、数据集组成等元数据信息见表 1。

表 1 中国分省土壤侵蚀变化数据集 (1985-2011) 元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	中国土壤侵蚀变化数据集 (1985-2011)
数据集短名	SoilErosionChina_1985-2011
作者信息	王正兴 L-5255-2016, 中国科学院地理科学与资源研究所, wangz×@igsnr.ac.cn 李 芳 L-3424-2018, 中国科学院地理科学与资源研究所, lif@igsnr.ac.cn
地理区域	中国 31 个省、直辖市、自治区 (除香港、澳门、台湾)
数据年代	1985, 1995, 2000, 2011
数据格式	.xlsx
数据量	44.5 KB
数据集组成	本数据集包括 (1) 中国分省土壤侵蚀数据 (1985, 1995, 2000, 2011); 4 个表 (2) 中国分省土壤侵蚀比例及变化 (1985-2011); 2 个表
基金项目	中华人民共和国科学技术部 (2016YFA0600201); 中国科学院 (×DA19080303; TSYJS04)
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101, 中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据 (中英文)、实体数据 (中英文) 和通过《全球变化数据学报》(中英文) 发表的数据论文。其共享政策如下: (1) “数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放, 用户免费浏览、免费下载; (2) 最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源; (3) 增值服务用户或以任何形式散发和传播 (包括通过计算机服务器) “数据”的用户需要与《全球变化数据学报》(中英文) 编辑部签署书面协议, 获得许可; (4) 摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则, 即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%, 同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[8]

3 数据集研发方法

水利部四次土壤侵蚀遥感调查主要技术要点概括为表 2, 其主要特点简述如下。

3.1 土壤侵蚀数据集的名称与时间

水利部“土壤侵蚀”数据中的“风蚀”部分，与国家林业局“荒漠化与沙化”数据，在概念与空间上有一定程度的重叠。国家林业局“荒漠化与沙化”数据是另外一套独立数据^[6]。

水利部在1985年开展土壤侵蚀遥感调查时，并没有明确是“第一次”，作者也未看到有关第一次的专门文献。只是在1995年前始第二次调查时，才把1985年那一次称作“第一次”^[2]。这样的称呼延续到2000年的“第三次土壤侵蚀调查”。但是，2013年发布了“第一次全国水利普查水土流失情况公报”。这些称谓变化可能引起误解，但通过文献分析确认，这4套数据在数据定义、调查范围、调查组织等方面一脉相承。

在1985-2011年期间，中国省级行政区划经历了2次重大调整：1987年成立海南省，1997年成立重庆直辖市。对4次土壤侵蚀的影响是：由于1993年才发布第一次（1985年）土壤侵蚀调查成果，所以海南省4次数据完整。重庆市在2011年开始有独立数据，如果进行时间序列分析，需要与四川省合并。

本文参照中国水土保持领域权威刊物上的文献^[2-5]对四次数据名称与时间进行可比性研究，这些研究包括对作者和数据调查组织单位的对比研究，包括文献^[2-3]比较了1985年和1995年的两次调查，文献^[4]介绍在1995年基础上对2000年更新的调查，文献^[5]介绍了2011年的调查。通过研究基本确定四次调查的时间分别为：第一次（1980年代中期）；第二次（1990年代中期）；第三次（2000年代初期）；第四次（2011年）。

表2 中国四次(1980年代, 1990年代中期, 2000年代初期, 2011年)土壤侵蚀遥感调查主要技术指标

	第一次	第二次	第三次	第四次
代表年份	1985-1986	1995-1996	2000-2001	2011
土壤侵蚀	主流学术标准	水利行业标准	水利行业标准	水利行业标准
强度标准		SL190—1996	SL190—1996	SL190—2007
遥感数据	MSS (80 m)	TM (30 m)	TM (30 m), CBERS (30 m)	HJ-1A/B CCD (30 m)
判读方法	透明薄膜, 手工勾绘土壤侵蚀判读斑块, 用求积仪计算面积	计算机人机交互判读	计算机人机交互判读; 重点是1995-2000年间变化图斑	利用分层抽样确定野外调查单元; 利用土壤侵蚀模型计算各单元侵蚀模数; 最后空间内插到全区
技术规范	应用遥感技术调查全国土壤侵蚀现状与编制全国土壤侵蚀图技术工作细则	全国土壤侵蚀遥感调查技术规程	全国土壤侵蚀动态遥感调查与技术更新技术规程	第一次全国水利普查水土保持情况普查实施方案
比例尺	1:50万, 分省	1:10万, 分县	1:10万, 分县	1:10万, 分县

3.2 四次土壤侵蚀遥感调查的一致性

1985年前开始第一次土壤侵蚀遥感调查时，还没有土壤侵蚀分类分级行业标准。第二、三次采用水利行业标准——《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-1996)，第四次采用(SL190-2007)。虽然如此，对比各次行业标准发现，土壤侵蚀的定义并没有实质性变化，表3和表4在各次标准前后一致^[9]。

3.3 四次土壤侵蚀遥感调查的主要区别

虽然“土壤侵蚀”定义一致，但通过遥感数据和技术，把抽象的概念落实到具体的空

间图斑并分类和分级，这四次调查依然有差别。表2内容可以概括为以下特点。

第一次：属于探索性工作，基础遥感数据较粗，判读手段比较落后，空间分辨率较低。

第二次与第三次最相似：事实上，后者是在前者基础上重点判读“变化图版”完成的。

第四次：按照不等概抽样方案，在全国统一布设野外调查单元；分别利用水蚀、风蚀、和冻融模型计算各个调查单元侵蚀模数，最后空间内插到全部调查区。

表3 水力侵蚀强度分级

级别	平均侵蚀模数 ($t/(km^2 a)$)	平均流失厚度 (mm/a)
微度	(a)<200; (b)<500, (c)<1,000	(a)<0.15, (b) <0.37, (c)<0.74
轻度	(a)200; (b)500; (c)1,000-2,500	(a)0.15; (b)0.37; (c)0.74-1.9
中度	2,500-5,000	1.9-3.7
强烈	5,000-8,000	3.7-5.9
极强烈	8,000-15,000	5.9-11.1
剧烈	>15,000	>11.1

注：土壤容重按照 $1.35 g/cm^3$ 折算。(a)东北黑土区，北方土石山区；(b)南方红壤丘陵区，西南土石山区；(c)西北黄土高原区。

表4 风力侵蚀强度分级

级别	地表形态	非流沙面积 (%)	风蚀厚度 (mm/a)	侵蚀模 ($t/(km^2 a)$)
微度	固定沙丘、沙地和滩地	>70	<2	<200
轻度	固定沙丘、半固定沙丘、沙地	70-50	2-10	200-2,500
中度	半固定沙丘、沙地	50-30	10-25	2,500-5,000
强烈	半固定沙丘、流动沙丘、沙地	30-10	25-50	5,000-8,000
极强烈	流动沙丘、沙地	<10	50-100	8,000-15,000
剧烈	大片流动沙丘	<10	>100	>15,000

3.4 土壤侵蚀遥感调查成果的发布及本数据集依托的主要数据源

本数据集的主要数据来源见表5。代表1985年的数据来自3个数据集，其中来自“水利部遥感技术应用中心”的内部印刷版最详细，在土壤侵蚀类型分类上，除了水蚀和风蚀外，还包括冻融侵蚀；在空间统计上，除了按省统计，在省之下按照全国7大流域进行细分。1995年数据来自两个数据源，2000年和2011年只有1个数据源。除了内部印刷外，这四次数据都是以水利部名义发布，但存在一些问题。主要包括：

表5 本次数据集汇编所依托的水利部四次土壤侵蚀调查数据源

代表年	数据来源	印刷版	网络版
1985年	1. 水利部遥感技术应用中心. 全国土壤侵蚀遥感调查统计表. 1990 (内部印刷)	√	×
	2. 中华人民共和国水利部发布应用遥感技术普查全国水土流失面积最新成果 ^[10]	√	×
	3. 水利部, 中国科学院, 中国工程院. 中国水土流失防治与生态安全-水土流失数据卷 ^[11]	√	×
1995年	1. 中华人民共和国水利部发布应用遥感技术普查全国水土流失面积最新成果 ^[12]	√	×
	2. 水利部, 中国科学院, 中国工程院. 中国水土流失防治与生态安全-水土流失数据卷 ^[11]	√	×
2000年	水利部, 中国科学院, 中国工程院. 中国水土流失防治与生态安全-水土流失数据卷 ^[11]	√	×
2011年	中华人民共和国水利部. 第一次全国水利普查水土保持情况公报 ^[13]	√	√

(1) 只发布经过汇总的分省属性表, 没有发布空间数据库。

(2) 主要以发行有限的印刷版为主; 唯一的 1 个网络数字版也需要付费 (CNKI-数据库)。

(3) 发布数据使用模糊语言, 每次没有客观的时间标识, 无法准确检索。

(4) 表面看, 这四次调查不是一个时间序列。例如 2013 年发布的“第一次全国水利普查水土保持情况公报”, 但文献研究证明其依然是延续前三次土壤侵蚀调查。理解这一点的意义在于, 未来相同序列的土壤侵蚀调查数据仍然可能以其他名义发布。

4 数据结果与验证

4.1 数据结果

本数据集由 6 个 Excel 表组成。前 4 个表为四个代表年代的中国分省土壤侵蚀数据 (2 种侵蚀类型, 5 个侵蚀强度, 4 个代表年代)。后 2 个表分别为 1985-2011 年期间各省土壤侵蚀比例以及比例的变化。中国土壤侵蚀现状与变化在全国及分省层次的初步分析如下。

4.1.1 全国: 现状与变化

(1) 2011 年现状 (图 1): 2011 年中国土壤侵蚀面积 $294.92 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占国土面积的 31.04%。按照土壤侵蚀类型划分: 风蚀占 56%, 水蚀占 44%; 按照土壤侵蚀强度划分: 轻度侵蚀占 47%, 中度侵蚀 19%, 强烈侵蚀 13%, 极强烈侵蚀 10%, 剧烈侵蚀 11%。

(2) 1985-2011 年变化: 在 4 个代表时期 (1985、1995、2000、2011), 中国土壤侵蚀面积分别为 $366.14 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、 $354.77 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、 $356.14 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、和 $294.92 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。在 1985-2011 年期间, 全国土壤侵蚀比例由 38.53% 减少到 31.04%。其中, 水蚀面积稳定地持续减少, 风蚀面积虽然总趋势减少, 但是在 1985-2000 年期间是增加趋势, 2000-2011 年期间有较大幅度减少, 4 个代表年风蚀面积分别为 $187.61 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、 $190.67 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、 $195.70 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、和 $165.59 \times 10^4 \text{ km}^2$ (图 1)。

4.1.2 分省: 现状与变化

(1) 分省现状 (图 2): 在 2011 年, 各省侵蚀面积百分比, 高于全国平均水平 (31.04%) 的有 8 个省, 其余都低于全国平均水平 31.04%。

(2) 分省变化: 1985-2011 年期间, 18 个省份土壤侵蚀比例减少的比率高于全国平均水平 7.49%; 13 个省份低于全国平均水平。其中侵蚀比例下降最大的 5 个省为: 宁夏 (75.04%-37.87%)、陕西 (64.15%-35.33%)、河南 (39.26%-14.23%)、山西 (68.77%-44.84%)、山东 (39.17%-17.59%)。同期侵蚀比例扩大的 5 个省为: 广西 (4.71%-21.35%)、广东 (6.4%-11.98%)、海南 (1.33%-3.2%)、吉林 (20.89%-25.28%)、上海 (0-0.06%) (图 2)。

4.2 数据验证与数据质量尺度差异

中国土壤侵蚀变化数据集包含的 4 个时间段跨越了 26 年, 其精度与其他时间序列数据有相似之处: 每次调查都严格执行当时的技术标准, 并满足相应的精度要求。同时, 由于不断采用新技术, 不同时间的数据精度也存在一些与空间分辨率等因素相关的尺度差异。

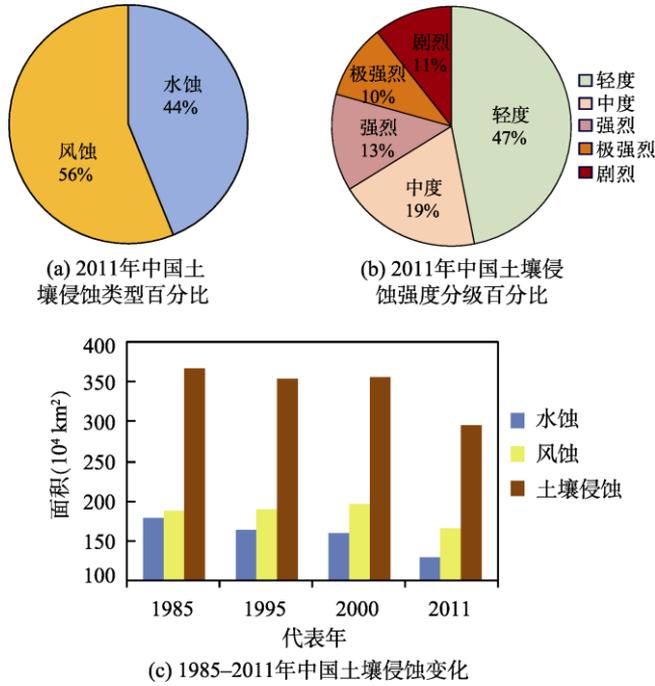


图 1 中国土壤侵蚀类型、强度与变化

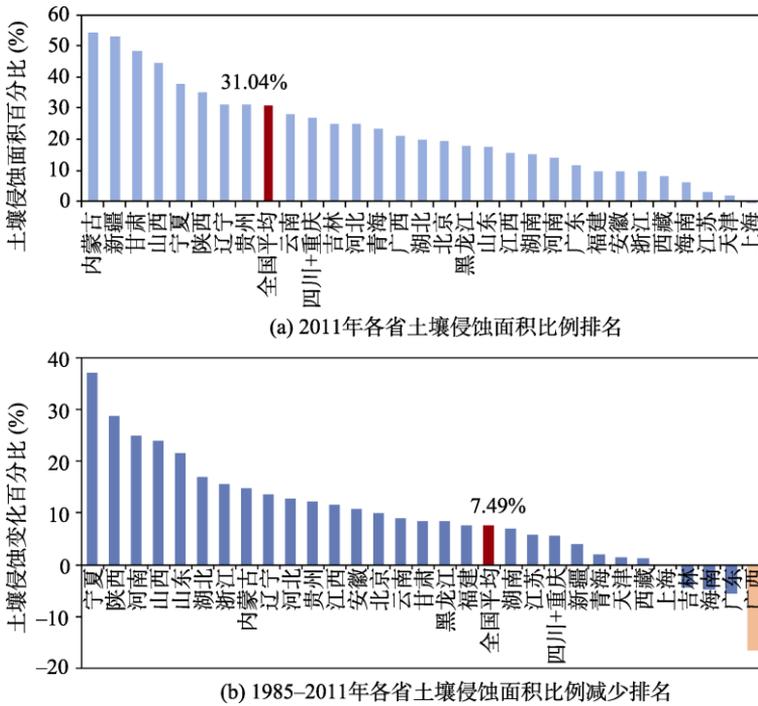


图 2 中国分省土壤侵蚀比例与变化

4.2.1 数据验证

根据调查精度要求^[14], 对土壤侵蚀数据产品的验证满足抽样图斑(第四次: 野外调查单元)

不少于总图斑（单元）5%，属性判读准确率 $\geq 90\%$ ，空间定位偏差 < 60 m。制图精度：面状地物最小图斑 6×6 个 30 m 像元，线状地物短边最小长度 4 个 30 m 像元。

4.2.2 数据质量尺度问题

在保障总体质量的前提下，也应该看到，四次土壤侵蚀调查存在一定的内在差异，突出表现在：技术改进后，所使用数据分辨率更高，野外观测更细致，于是便发现在原来技术条件下不容易发现的侵蚀，这就是数据质量受空间分辨率影响导致的尺度效应问题。例如，1985-2011 年间，特别是 2000-2011 年间，在全国土壤侵蚀特别是水蚀稳定缩小的背景下，广西、广东、海南和吉林四省的侵蚀面积有所增加。其原因，一方面是真实存在的侵蚀扩大，另一方面是因为 2011 年调查采用抽样技术后，在野外调查单元实地观察，能够发现原来遥感判读所忽略的侵蚀。例如，广西、广东、海南热带水果和桉树等的“林下侵蚀”，当地叫作“远看绿油油，近看水土流”，就是因为遥感判读为“植被”，推测不属于土壤侵蚀；但是野外调查观测到林下土壤侵蚀。这只能说明前三次的技术方法低估了某些特殊的侵蚀。吉林省前 3 次调查没有考虑 5° 以下平缓而较长的坡耕地的土壤侵蚀，但是第 4 次普查包括了 $0.25^\circ \sim 5^\circ$ 长坡耕地上的侵蚀^[15-18]。改进数据质量是个持续的过程，了解技术进步对数据质量的影响，有助于更客观地利用质量不断改善的时间序列数据。

5 结论

土壤侵蚀（水土流失）是中国最大的环境问题之一，中国政府自 1980 年代中期开始投入了大量人力物力对土壤侵蚀动态进行调查，主要包括水利部的土壤侵蚀调查和国家林业局的荒漠化和沙化调查。本次数据汇编揭示了中国土壤侵蚀遥感调查领域由水利部和林业局两个体系平行共存的现象，理顺了水利部四次土壤侵蚀遥感调查的关系以及各次调查在方法论方面的一致性与区别，首次以数字化形式解决了中国分省土壤侵蚀数据网络免费共享问题。本数据集整理完成了 1985 年以来水利部组织完成的 4 次土壤侵蚀调查数据，并初步分析了各省土壤侵蚀面积和比率的变化。

在全国尺度：土壤侵蚀面积在 4 个代表时期（1985、1995、2000、2011）分别为 $366.14 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、 $354.77 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、 $356.14 \times 10^4 \text{ km}^2$ 和 $294.92 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。在 1985-2011 年期间，全国土壤侵蚀比例由 38.53% 减少到 31.04%。其中，水蚀面积稳定减少，风蚀面积年际波动较大，但总体减少。

在省级尺度：1985-2011 年期间侵蚀比例下降最大的 5 个省为：宁夏（75.04%-37.87%）、陕西（64.15%-35.33%）、河南（39.26%-14.23%）、山西（68.77%-44.84%）、山东（39.17%-17.59%）。同期侵蚀比例扩大的 5 个省为：广西（4.71%-21.35%）、广东（6.4%-11.98%）、海南（1.33%-3.2%）、吉林（20.89%-25.28%）、和上海（0-0.06%）。侵蚀面积扩大的部分原因是调查方法改进后，发现了一些早期技术无法探测到的侵蚀，例如热带与亚热带丘陵地区的林下侵蚀，以及吉林的长、缓坡耕地的土壤侵蚀。

虽然以上调查成果对各级政府的管理决策发挥了巨大作用，但这些数据的更大潜力有待进一步挖掘。例如，在“数据共建”方面，水利部与国家林业与草原局或许可以考虑把两个独立的调查整合为统一的系统，通过优势互补，减少风蚀调查方面的重复性工作。在

“数据共享”方面, 不仅仅通过传统印刷媒体发布经过汇总的省级数据, 而且可以通过网络开放土壤侵蚀调查的更多数字化的数据, 包括空间数据库和野外调查样地等。这样的数据共建与共享不仅可以极大地繁荣中国的土壤侵蚀、荒漠化和沙化的学术研究, 而且在未来会支持更高水平的土壤侵蚀动态监测。

作者分工: 王正兴负责数据集开发设计和论文写作, 李芳负责数据采集、数据处理、与质量验证。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家标准. 水土保持术语(GB/T 20465—2006)[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006.
- [2] 曾大林, 李智广. 第二次全国土壤侵蚀遥感调查工作的做法与思考[J]. 中国水土保持, 2000(1): 28-31.
- [3] 水利部遥感中心. 应用遥感技术调查全国土壤侵蚀现状与编制全国土壤侵蚀图技术工作细则[R]. 1986.
- [4] 赵晓丽, 张增祥, 刘斌等. 基于遥感和GIS的全国土壤侵蚀动态监测方法研究[J]. 水土保持通报, 2002, 22(4): 29-32.
- [5] 李智广, 刘宪春, 刘建祥等. 第一次全国水利普查水土保持普查方案[J]. 水土保持通报, 2010, 30(3): 87-91.
- [6] 屠志方, 李梦先, 孙涛. 第五次全国荒漠化和沙化监测结果及分析[J]. 林业资源管理, 2016, 13: 1-5.
- [7] 王正兴, 李芳. 中国土壤侵蚀变化数据集(1985-2011)[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, DOI: 10.3974/geodb.2018.04.05.V1.
- [8] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI: 10.3974/dp.policy. 2014.05 (2017年更新).
- [9] 中华人民共和国水利行业标准. 土壤侵蚀分类分级标准(SL190—1996)[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1996.
- [10] 中华人民共和国水利部. 发布应用遥感技术普查全国水土流失面积最新成果[J]. 中国水土保持, 1993(3): 1-2.
- [11] 水利部, 中国科学院, 中国工程院. 中国水土流失防治与生态安全——水土流失数据卷[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [12] 中华人民共和国水利部. 全国水土流失公告[J]. 中国水土保持, 2002(2): 封4.
- [13] 中华人民共和国水利部. 第一次全国水利普查水土保持情况公报[J]. 中国水土保持, 2013(10): 2-3, 11.
- [14] 李智广. 全国土壤侵蚀遥感调查数据质量保证体系[J]. 水土保持科技情报, 2001(2): 11-14.
- [15] 刘宝元, 郭索彦, 李智广等. 中国水力侵蚀抽样调查[J]. 中国水土保持, 2013(10): 26-34.
- [16] 孙小磊, 宫鹏杰, 林美兰等. 浅谈广东省水土保持情况普查及成果分析[J]. 广东水利水电, 2014(12): 56-59.
- [17] 梁刚毅. 广西水土流失演变趋势及其原因分析[J]. 广西水利水电, 2014(4): 71-73.
- [18] 林郁. 海南省水土保持的现状与对策[J]. 中国水土保持, 2015(3): 7-9.