

• 中国自然观察专题 •

基于Global Forest Watch观察2000–2013年间 中国森林变化

王 昊^{1,2*} 吕 植^{1,2} 顾 奎^{1,2} 闻 丞^{1,2}

1 (北京大学生命科学院自然保护与社会发展研究中心, 北京 100871)

2 (山水自然保护中心, 北京 100871)

摘要: 了解森林的变化, 是评价生物多样性变化趋势和制订有效保护行动的基础, 也是公共政策及广大公众普遍关心的议题, 然而国内一直都没有可供空间分析的森林分布及变化的公开数据。Hansen等于是2013年在Global Forest Watch网站上发布了基于Landsat数据的30 m分辨率的全球森林变化数据集, 第一次提供给研究者一套高分辨率的公开数据。我们解读了2000–2013年的数据, 并与已有的国家森林清查、ChinaCover、GlobeLand30等数据集进行比较。结果表明, Global Forest Watch数据质量可靠, 其与GlobeLand30数据集的森林分布有较高的空间重合度, 后者森林类别的生产者精度为87%, 用户精度为89%。在大于20%的树木覆盖度下, 估算出2000年森林面积为1,780,472 km², 与同期国家森林清查数据1,749,092 km²相近, 解读结果表明2000–2010年间森林减少面积在37,551–42,031 km²之间, 而同期其他几套数据显示森林面积增量为2,370–433,810 km²。森林面积年减少量最大值出现在2008年, 以该年为拐点, 森林每年减少面积的变化趋势在此之前为显著增加, 在此之后为显著降低, 林地变化最活跃的区域在广西、广东、福建、江西和云南等南方省份。到2013年底, 占保护区总面积约60%以上的407个国家级保护区仅覆盖了森林面积的5.03%, 对森林保护的面积覆盖有限, 保护区对其内部的森林保护有成效, 区内森林面积净减1.39%, 低于全国平均水平(3.46%), 相当于少毁林1,856 km², 但仍有1,200 km²的净减。

关键词: Global Forest Watch, 数据质量, 森林变化, 保护区, 中国

Observations of China's forest change (2000–2013) based on Global Forest Watch dataset

Hao Wang^{1,2*}, Zhi Lü^{1,2}, Lei Gu^{1,2}, Cheng Wen^{1,2}

1 Center for Nature and Society, School of Life Sciences, Peking University, Beijing 100871

2 Shanshui Conservation Center, Beijing 100871

Abstract: Knowing the status and changes in forests is essential for evaluating biodiversity dynamics and making effective conservation action plans. It is also essential knowledge for public awareness and policy. However, before Hansen and his colleagues published the Global Forest Watch (GFW) data online in 2013, there were no datasets of forest distribution and changes publicly available in China. GFW data was produced using Landsat satellite images, grants free access to the general public to study forest changes at 30 m resolutions, and spans a period from 2000 to 2013. We interpreted this dataset and compared results with other datasets, including the National Forest Inventory, ChinaCover and GlobeLand30. Results show that GFW dataset has reliable accuracy, as its forest distribution highly overlaps with GlobeLand30, which has a producer accuracy of 87%, and a user accuracy of 89% within the forest category. With similar forest definitions of tree cover >20%, the total forest area is 1,780,472 km² in the year 2000, similar to the National Forest Inventory's forest area of 1,749,092 km². While other datasets show forest increases between 2,370–433,810 km² during 2000–2010, GFW identified a net forest loss of 37,551–42,031 km² in China. 2008 is a turning point of forest loss, as the area of annual forest loss has a rising trend before, and a declining trend afterwards. The southern provinces of Guangxi, Guangdong, Fujian, Jiangxi and Yunnan have the most active forest changes.

收稿日期: 2015-05-08; 接受日期: 2015-08-17

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: wanghao@pku.edu.cn

Forest coverage from nature reserves is insufficient, as by the end of 2013, 407 national level nature reserves, occupying more than 60% of China's total nature reserve area, covered only 5.03% of total forest area. However, nature reserves have positive outcomes, with reduced forest loss (1.39%), compared to the national average rate (3.46%). This is equivalent to reducing deforestation by 1,856 km², but there is still an overall net loss of 1,200 km² inside nature reserves.

Key words: Global Forest Watch, data quality, forest change, nature reserve, China

森林的变化影响着重要生态系统服务功能的提供,包括维持丰富的生物多样性,对气候的调节,碳储存和水供给(Foley *et al.*, 2005)等。保护森林已成为政府和社会公众极为关注的话题,并且投入了大量公共资源。了解中国森林的变化,不仅是评价生物多样性变化趋势,以制订有效保护行动的基础,而且是公共政策及广大公众普遍关心的议题。除国家林业局定期进行的全国森林资源清查外,国内还有多家科研机构开展过全国尺度基于30 m分辨率卫星影像的土地利用/覆盖的调查和制图,其中应用最广和分辨率最高的数据是中国科学院多个研究所联合完成的1995, 2000, 2005, 2010四期土地利用数据集(刘纪远等, 2003, 2009)。此外还有利用Landsat TM/ETM数据和HJ-1卫星数据,结合外业调查数据制作的30 m分辨率的2000年、2010年中国土地覆盖数据(ChinaCover)(吴炳方等, 2014),利用Landsat TM/ETM数据和HJ-1卫星数据制作的2000和2010两个基准年的全球30 m精度的地表覆盖数据(GlobeLand30)(陈军等, 2014)。但是,目前除GlobeLand30提供2010年时相的数据下载服务外,其余几套数据集均未公开具有连续时间及空间属性的数据。

Hansen等于2013年发布了基于Landsat数据制作的2000–2012年分辨率为30 m的全球树木覆盖数据,评估了此期间森林的减少和增加,并提供了以年为本单位的森林减少趋势的空间数据集。在此之前,缺乏全球尺度有空间和时间属性的高精度森林变化数据,之前的工作或者是基于取样估计的,或者空间分辨率不足。这套数据具有以下几个特点:(1)空间直观;(2)量化的森林减少和增加;(3)有每年的减少数据以及森林变化的趋势;(4)其数据集生产的方法是内部一致的,避免了由定义、方法和数据输入带来的不确定性(Hansen *et al.*, 2013)。更新后的2000–2013年的森林变化数据在Global Forest Watch网站(<http://data.globalforestwatch.org>)上可以找到和

下载。

Global Forest Watch数据集面向一般公众发布,使得在大范围实时评估森林状况成为可能。我们对这套数据进行了初步解读,希望了解:(1)这套数据集是否与我国已有的森林数据集具有可比性,即以此评估我国森林状况及其变化的可靠性如何?(2)基于这套数据集分析中国森林在2000–2013年的变化情况。

1 方法

从Global Forest Watch网站上下载2014年12月更新的森林变化的数据,包括2000年树木覆盖(tree cover), 2000–2013年森林增加(gain), 2000–2013年森林减少(loss), 森林损失年份(lost year)等数据集。其中,树木覆盖指的是树木生物物理上的存在,包括天然林或人工林中所有高于5 m的植物的郁闭度,在每个像素栅格上以0–100的百分数来表示;森林减少为在像素单元上发生的林分置换或树木覆盖的完全去除,减少可由许多原因导致,包括毁林、火灾和可持续林业生产;森林增加为从无森林的状态重新获得树木覆盖,包括天然林和人工林的增量。数据说明中还注解,由于研究方法或日期差异等的原因,树木覆盖、减少和增加不能用来互相比,即“净”减少不能用树木覆盖的“减少”减去“增加”来计算,例如:2000年之后的森林覆盖范围不能用2000年的森林覆盖面积减去每年的森林减少来获得(Hansen *et al.*, 2013; Global Forest Watch, 2015)。我国森林资源清查定义有林地附着有森林植被、郁闭度 ≥ 0.20 的林地,包括乔木林、红树林和竹林;而附着有乔木树种、郁闭度在0.10–0.19之间的林地疏林地。Global Forest Watch树木覆盖数据中覆盖度大于20%的区域与有林地的定义接近。

行政边界地图采用国家基础地理信息中心编制的1:25万数字地图(后面简称为25万数字地图),使用ArcGIS 10.1软件将行政边界地图与Global

Forest Watch数据叠加, 分省统计和汇总全国森林变化的情况, 并与全国森林清查、ChinaCover、GlobeLand30, 以及联合国粮农组织(FAO)给出的全球森林评估数据集进行比较。由25万数字地图计算出的中国国土面积与国家统计年鉴中的国土面积有3.2%的误差, 省级行政区面积之间的误差为-3.5%到7.5%, 为了能与国家公布的数据进行比较, 我们以统计年鉴中各省级行政区面积数据为准进行了矫正。

Global Forest Watch与GlobeLand30两套数据中森林类别的空间重合度比较由ArcGIS 10.1软件中的叠加分析完成, 还根据Global Forest Watch 2000年树木覆盖面积, 2000–2013年森林的减少, 2000–2013年森林的增加和减少年份数据集, 分类叠加和统计不同覆盖度的森林变化的情况、各省森林的变化和森林减少发生的年份, 来描述中国森林在这个时期发生的变化。

2 结果

2.1 Global Forest Watch数据的可靠性

GlobeLand30数据是除Global Forest Watch数据外, 唯一提供了精度评估结果, 并且在30 m的分辨率上有覆盖全国范围的公众共享的数据集, 能够和Global Forest Watch 数据做同空间位置栅格上值的交叉验证。GlobeLand30-2010提供了对9个级别解译数据共计154,070个点取样的精度的评估结果, 其总体精度为83.51%, 其中森林类型的生产者精度, 即解译正确的检验点(52,538)占实际为森林的检验点(60,320)的比例为87%; 森林类型的用户精度, 即解译正确的森林检验点(52,538)占解读为森林类型的检验点(59,034)的比例为89.0%。解读误差中, 检验点是森林, 但被错误地解读为草原和农田的最

多, 分别占5.3%和3.9%。

空间交叉验证结果表明: (1)Global Forest Watch与GlobeLand30数据集中的森林空间重合度在树木覆盖度大于0, 20%和75%时分别为78.97%、83.94%和92.93% (表1) (National Geomatics Center of China, 2014); (2)在Global Forest Watch数据集中2010年前森林减少的像素中, 有21%在GlobeLand30-2010中也确认为处在非森林状态, 若二者之间无空间相关关系, 这一比例应为78%, 卡方检验显示差异极显著($P = 0.000$), 说明两套数据的森林之间的空间相关关系显著; (3)从GlobeLand30解读的中国森林面积为2,128,468 km², 根据森林类型的生产者精度和用户精度推算森林面积为2,174,834 km²。该数值比依据Global Forest Watch数据对森林面积估计的最大值, 即2000年树木覆盖大于0时的面积2,029,878 km²要高出7.1%, 说明Global Forest Watch对森林面积的估计要更保守一些, 其生产者精度可能高于GlobeLand30; (4) Global Forest Watch中是森林, 但在GlobeLand30中不是森林的部分主要是农田和草原两种类型, 这与GlobeLand30的精度评估结果中检验点是森林但被错误解读为草原和农田的结果一致, 提示Global Forest Watch对森林的判读更为准确。综合上面几点, 我们认为Global Forest Watch对森林的解译精度不低于GlobeLand30-2010。

2.2 基于Global Forest Watch分析2000–2013年间我国森林的变化

2.2.1 全国森林面积在2000–2010年的总体变化

Global Forest Watch树木覆盖度>20%的含义与国家森林清查对有林地的定义接近, 以此覆盖度标准计算出2000年时中国境内森林总面积为1,780,472 km², 对陆地国土的覆盖率为18.7%, 与同期第六次森林清查公布的1,749,092 km², 及同期

表1 GlobeLand30与Global Forest Watch森林区域的重合度
Table 1 Forest overlay between GlobeLand30 and Global Forest Watch datasets

Global Forest Watch 树木覆盖度类别 Global Forest Watch tree cover category	与GlobeLand 30土地覆盖类型重合百分比 Overlap with GlobeLand 30 Land Cover Category (%)								
	森林 Forest	农田 Cultivated land	草原 Grass	灌丛 Shrub	湿地 Wetland	水体 Water bodies	永久冰雪 Permanent snow & ice	人工覆盖 Artificial sur- faces	荒地 Bare land
> 0	78.97	11.48	8.05	0.77	0.08	0.23	0.05	0.30	0.06
> 20%	83.94	7.99	6.95	0.75	0.05	0.14	0.04	0.08	0.06
> 50%	89.24	4.56	5.31	0.65	0.02	0.09	0.03	0.03	0.06
> 75%	92.93	2.59	3.73	0.58	0.01	0.06	0.02	0.02	0.06

表2 2000–2010年前后中国的森林面积及变化
Table 2 China's forest area and changes in 2000–2010

序号 No.	数据集 Dataset	数据时段 Data acquired	森林面积 Area of forest (km ²)			
			2000	2010	变化面积 Area of change	变化比例 Ratio of change
1	Global Forest Watch	2000	1,780,472	1,738,441	-42,031	-2.4%
2	中国土地覆盖 (ChinaCover)	2000, 2010	2,562,600	2,582,600	+20,000	+0.7%
3	第六次和第八次森林清查** The 6 th & 8 th National Forestry Inventory	1999–2003; 2009–2013	1,749,092	2,076,900	+327,808	+18.7%
4	FAO全球森林评估 FAO: Forest Resource Assessment (FRA2000, FRA2010)	2000, 2010	1,634,800	2,068,610	+433,810	+26.5%

* Global Forest Watch 2010年森林面积是根据树木覆盖度>20%的2000年面积，减去2010年前森林减少，加上2010年前增加的面积，以及排除发生了增加又发生了减少的面积估算得出。

**国家第六次森林清查数据来自<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2005/indexch.htm>，第八次森林清查数据来自<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2014/indexch.htm>

* Forest area of year 2010 from Global Forest Watch was estimated based on the area of tree cover >20% in 2000, subtract forest lost before 2010, add forest gain before 2010, and exclude areas has both lost and gain.

** Data of the sixth National Forest Inventory was acquired from <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2005/indexch.htm>, and data of the eighth National Forest Inventory was acquired from <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2014/indexch.htm>

联合国粮农组织(FAO)进行的全球森林评估(FRA-2000)的1,634,800 km²相当, Global Forest Watch估算的2010年度森林面积在1,738,441–1,742,921 km²之间, 比GlobeLand30在2010年的2,128,468 km²低22% (该数据集未公布2000年的结果), 比中国土地覆盖数据 (ChinaCover 2000) 的 2,582,600 km²低26%。Global Forest Watch估算在2000–2010年间, 森林减少面积在37,551–42,031 km²之间, 而同期其他几套数据显示森林面积变化为增加2,370–433,810 km², 几套数据显示的森林变化有较大不同(表2)。

Global Forest Watch和ChinaCover都是遥感数据集, 二者在对森林判读的绝对值上差别较大, 但变化趋势相似, 即从2000年到2010年前后中国森林的变化幅度不大, Global Forest Watch显示略有减少(–2.4 – –2.1%), ChinaCover显示略有增加(+0.7%)。刘纪远等(2014)的研究也认为, 2000年之后, 由于六大林业重点工程, 尤其是退耕还林工程的实施, 林地面积增加了2.37 ×10⁵ ha, 但没有给出具体的面积百分比, 若按数量级估计, 该变化量不到 +0.01%。国家森林清查是基于大量森林样方结合遥感数据统计而成, FAO的数据是基于各国的官方报告, 来源与森林清查相同, 二者与遥感数据所显示的变化趋势有较大差异。是否是因森林定义不同或统计方法的差异造成了结果的差别? 这需要带有空间属性的数据公开后才有可能比较。但由Global Forest Watch数据显示的变化趋势, 以及能够定位到空间区域的

具体发生变化的地点, 仍然非常有参考价值。

Global Forest Watch数据在每个空间像素上发生的变化有4种类型: (1)无变化; (2)增加; (3)减少; (4)两次变化, 即增加和减少都有发生。两次变化的情形可能对应着(i)无树木覆盖—有树木覆盖—无树木覆盖, 人工造林失败属于这种类型, 或(ii)有树木覆盖—无树木覆盖—有树木覆盖, 砍伐原有森林, 改种经济林属于这种类型。考察不同树木覆盖度在2000–2013年的变化情况显示(表3), 总增加的面积为21,276 km², 除去由覆盖度为0的区域增加的10,477 km²和覆盖度大于0且发生过两次变化的5,208 km²外, 还有5,590 km²区域面积为由森林恢复为森林, 显然不符合逻辑, 可视为误差。减少的总面积为65,341 km², 减少主要发生在树木覆盖度原来就比较高的区域, 覆盖度>60%的区域减少的面积为50,840 km², 占总减少面积的77.8%, 由覆盖度为0的区域减少的面积为2,592 km², 除去有271 km²发生过两次变化外, 剩余的2,320 km²为非森林区域的森林减少, 也不符合逻辑, 同样视为误差, 两部分误差之和为7,910 km², 仅占国土总面积的0.08%, 相当于树木覆盖度不为零的面积0.39%, 可算是高质量的遥感工作, 但绝对面积仍然较大, 若实践工作涉及这些区域, 则需要进行地面验证。

2.2.2 树木覆盖度在2000–2013年的年度变化

Global Forest Watch还给出了每一年森林面积

表3 各树木覆盖度类别在2000–2013年间的变化(单位: km²) (Global Forest Watch)
Table 3 Forest changes by tree cover category in 2000–2013 (Unit: km²) (Global Forest Watch)

树木覆盖范围 Tree cover category	2000年面积 Area of 2000	增加 Gain	减少 Loss	增加减少均有 Gain & loss
0	7,514,170	10,477	2,592	271
1–10%	117,308	615	375	21
11–20%	132,098	813	753	34
21–30%	125,214	564	718	28
31–40%	109,584	607	1,017	40
41–50%	204,849	1,080	3,452	131
51–60%	303,083	1,186	5,594	291
61–70%	245,611	944	7,796	419
71–80%	296,325	1,428	12,018	910
81–90%	351,104	2,536	23,634	2,312
91–99%	114,292	1,025	7,023	1,023
100%	30,410	0	369	0
合计 Total	9,544,047	21,276	65,341	5,480
覆盖度>20%合计 Total of tree cover > 20%	1,780,472		61,622	

减少的数值。我们统计全国树木覆盖度大于20%的区域后可知, 在2000–2013年全国森林面积减少61,622 km², 平均每年减少4,740 km², 减少最小的年份为2001年, 面积为2,337 km², 减少最多的年份为2008年, 面积为6,946 km² (图1)。

每年森林减少的面积呈现上升趋势, 把年减少面积与年份进行线性回归分析, 其斜率, 即每年减少面积的增量为232.6 km², 检验回归系数的显著性, $P = 0.034$, 说明森林年减少面积随年份呈显著上升的趋势。这一趋势在2008年出现了一个拐点, 2008年之后的年减少面积出现变缓的趋势, 分别作2000–2008、2008–2013期间的趋势分析, 2008年之前每年减少面积的增量为694.6 km², 回归系数显著性检验 $P = 0.000$, 年减少面积随年份呈显著上升的趋势; 2008年之后年减少面积的增量为–492.8 km², 回归系数显著性检验 $P = 0.018$, 说明2008年后每年森林减少面积逐年下降; 但每年减少量的净值仍然处在高位。

2.2.3 各省森林面积在2000–2013年的变化

使用25万数字地图与Global Forest Watch数据叠加, 对各省森林变化的解读结果显示: 各省森林的变化情况与全国的趋势一致, 均为减少面积多于

增加面积, 森林变化比较大的省区集中在中国南方, 森林增加最多的5个省(自治区)由高到低依次为广西、广东、福建、江西和云南; 森林减少最多的5个省(自治区)由高到低依次为广西、广东、福建、云南和黑龙江。减少面积的年变化趋势呈现显著放缓的有4个省, 分别是青海、甘肃、宁夏和山东, 呈现显著加快的有9个省(直辖市), 分别是浙江、安徽、江西、湖北、湖南、广东、广西、重庆和云南(表4)。

在2008年6月8日, 国家颁布了《中共中央国务院关于全面推进集体林权制度改革的意见》。2008年及之后的几年中, 中国南方的森林减少面积迅速增加, 福建、重庆、湖北、安徽、浙江、湖南、江西、云南、广东、广西等南方省区共减少了29,737 km², 占中国2000–2013年期间总减少面积的48%, 年均减少面积为4,956 km², 是之前年均减少面积2,885 km²的1.72倍。

刘纪远等(2014)的研究认为, 2000年后林地面积增加了 2.37×10^5 ha, 主要集中在黄土高原和南方丘陵区等, 草地面积减少了 1.89×10^6 ha, 主要是因为西北地区草地开垦为耕地, 以及南方地区草地转化为林地。并根据2000年后变化特征总结出了中国13个土地利用变化区划单元, 其中第9区为东南丘陵林地—耕地转换区(该区耕地和林草地之间的相互转换明显), 第10区为东南沿海草地—人工林交错转换区(该区以人工林替代草地为主, 集中在福建山区), 第12区为西南林—草及林草—耕地转换区。从Global Forest Watch数据统计出的森林变化较大的广西、广东、福建、云南、江西等省区就位于上述3个区域中, 这与前述研究的结论一致。

2.2.4 国家级保护区内森林在2000–2013年的变化

截止到2013年底, 中国共有407个国家级保护区, 面积约104万 km², 约占陆域国土面积的10.9%, 占中国保护区总面积的64%, 以树木覆盖度大于20%统计, 区内森林面积为89,556 km², 占全国总森林面积的5.03%, 低于国家级保护区占国土面积的比例。目前中国仅有不到一半的保护区能够找到可用的边界数据, 有边界的1,032个保护区总面积约130万 km², 森林的覆盖率约为6.8%, 这一数字低于我国自然保护区对陆地国土面积的覆盖率(14.95%), 全球多数国家和地区保护区覆盖的森林面积比例都超过了10%, 全球的保护地体系对陆地生态系统的覆盖比例为12.7% (FAO, 2010)。这说

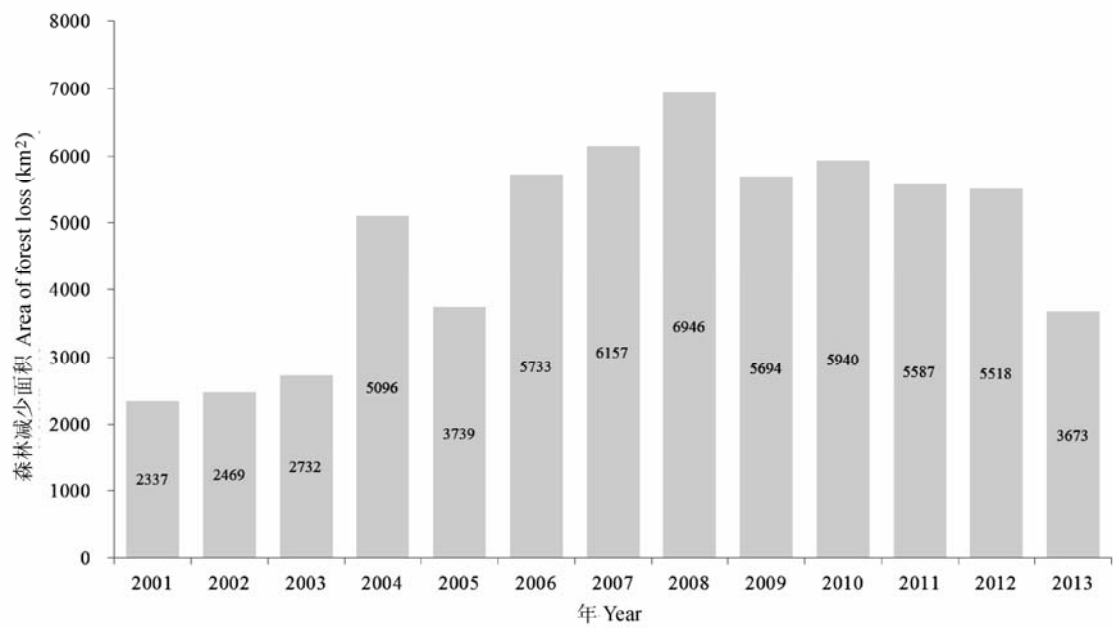


图1 2000–2013年间中国树木覆盖减少面积的年度分布。其中森林减少面积的年增量，2001–2008年为694.6 km²/年， $P = 0.000$ ；2008–2013年为–492.8 km²/年， $P = 0.018$ ；2001–2013年为232.6 km²/年， $P = 0.034$ 。
Fig. 1 Annual forest loss of China in 2000–2013. The area of annual forest loss, 2001–2008 is 694.6 km²/year, $P = 0.000$; 2008–2013 is –492.8 km²/year, $P = 0.018$; 2001–2013 is 232.6 km²/year, $P = 0.034$.

表4 各省树木覆盖度> 20%的区域在2000–2013年间发生的变化(单位: km²)
Table 4 Forest changes by province in 2000–2013, tree cover > 20% (Unit: km²)

省名 Province	增加 Gain	减少 Loss	增加减少 均有 Gain & loss	每年减量的趋势 Trend of annual loss	省名 Province	增加 Gain	减少 Loss	增加减少 均有 Gain & loss	每年减量的趋势 Trend of annual loss
北京 Beijing	0	7	0	不显著 Not sig.	湖北 Hubei	38	696	7	上升 Rising
天津 Tianjin	0	5	0	不显著 Not sig.	湖南 Hunan	406	4,403	171	上升 Rising
河北 Hebei	2	263	0	不显著 Not sig.	广东 Guangdong	2,553	10,099	1,570	上升 Rising
山西 Shanxi	1	359	0	不显著 Not sig.	广西 Guangxi	2,826	13,339	1,761	上升 Rising
内蒙古 Neimenggu	30	2,859	2	不显著 Not sig.	海南 Hainan	225	1,619	94	不显著 Not sig.
辽宁 Liaoning	9	707	2	不显著 Not sig.	重庆 Chongqing	26	136	1	上升 Rising
吉林 Jilin	19	571	1	不显著 Not sig.	四川 Sichuan	91	1,330	5	不显著 Not sig.
黑龙江 Heilongjiang	265	5,211	10	不显著 Not sig.	贵州 Guizhou	189	1,817	24	不显著 Not sig.
上海 Shanghai	0	0	0	不显著 Not sig.	云南 Yunnan	549	5,574	231	上升 Rising
江苏 Jiangsu	3	53	1	不显著 Not sig.	西藏 Xizang	197	964	126	不显著 Not sig.
浙江 Zhejiang	163	1,871	63	上升 Rising	陕西 Shaanxi	15	203	0	不显著 Not sig.
安徽 Anhui	171	1,281	63	上升 Rising	甘肃 Gansu	1	109	0	下降 Decline
福建 Fujian	1,859	7,595	1,288	不显著 Not sig.	青海 Qinghai	0	7	0	下降 Decline
江西 Jiangxi	844	4,935	429	上升 Rising	宁夏 Ningxia	0	1	0	下降 Decline
山东 Shandong	1	32	0	下降 Decline	新疆 Xinjiang	2	103	0	不显著 Not sig.
河南 Henan	16	196	3	不显著 Not sig.	台湾 Taiwan	25	265	10	不显著 Not sig.

明我国保护能力最强的国家级保护区对于森林生态系统的覆盖率是偏低的。

在2000–2013年间, 407个国家级保护区内森林面积新增69.5 km², 减少1,243 km², 减少面积最大

表5 2000–2013年间森林面积减少最多的10个国家级保护区(单位: km²)
Table 5 Top ten nature reserves (NR) with the most forest loss in 2000–2013 (Unit: km²)

保护区 Nature reserve	区内森林面积 Forest area within NR	增加 Gain	减少 Loss	增加减少均有 Gain & loss	减少面积最多年份 Year of maximum loss	升级为国家级保护区的年份 Year to national level
南瓮河 Nanwenghe	1,540.5	0.2	303.3	0.0	2006	2003
饶河东北黑蜂 Raohe	5,481.8	0.6	73.0	0.0	2011	1997
呼中 Huzhong	1,563.3	0.1	59.6	0.0	2001	1988
西双版纳 Xishuangbanna	2,678.3	5.9	54.0	3.5	2003	1986
绰纳河 Chaonahe	932.3	0.1	48.9	0.0	2008	2012
卧龙 Wolong	1,136.9	0.1	39.1	0.0	2008	1975
友好 Youhao	592.6	0.8	32.2	0.0	2009	2012
白水河 Baishuihe	220.4	0.1	31.0	0.0	2008	2002
雅鲁藏布大峡谷 Yarlung Zangbo	4,640.2	1.9	29.9	0.6	2001	1986
大沾河湿地 Dazhanhe	1,275.8	1.1	19.4	0.0	2004	2009

的年份与全国的结果一致，都是在2008年。保护区内森林面积净减1.39%，低于全国平均水平(3.46%)，相当于减少毁林1,856 km²，表明保护区起到了保护效果；但仍然有接近1,200 km²的森林净减，说明保护区在森林保护上仍有很大的提升空间。其中，南瓮河、饶河东北黑蜂、呼中等10个国家级保护区内森林面积净减最多，且南瓮河等7个保护区的森林减少都发生在升级为国家级保护区之后(表5)。这一结果多大程度上反映了保护区森林变化的真实情况，还需要保护区和相关主管部门给予重视，尽快进行实地核实。

3 讨论

3.1 增加Global Forest Watch数据在保护生物学中的应用

尽管Global Forest Watch特别说明其所使用的树木覆盖度与通常使用的森林定义不同，然而从数据上看，Global Forest Watch对中国有树木覆盖的区域面积估计介于政府基于森林清查公布的森林面积数据和研究机构所估计的林地面积之间；与GlobeLand30-2010的交叉验证结果显示，Global Forest Watch有不低于前者的精度，省级的变化分析结果与国内其他研究者的结论一致。若分别以这几套数据来评估中国的森林状况，以及由森林变化导致的生态系统服务功能的变化和对生物多样性的影响，基于Global Forest Watch数据的估计很可能也处于中间状态。鉴于这是目前为数很少的公众

可自由获取的数据集，加上其高空间分辨率和可用于空间分析的优势，决定了这是一套非常有价值的数

3.2 加强地面验证和精度评估，提高遥感数据的适用范围

Global Forest Watch数据目前还没有发布基于中国的地面验证点的精度评估，不仅限制了对误差的直接估计，也限制了其在研究和决策方面的应用。然而，由于这套数据是对公众开放的，地面验证的工作可以由我国研究者自行完成，这一弱项可以很快得到弥补。由对Global Forest Watch数据的解读所揭示出的特定区域的森林状况，例如保护区内部的森林变化情况，都应引起保护区、主管部门以及公众的重视，保护区应该关注森林变化的趋势，及时掌握情况；保护区主管部门也应该把森林变化纳入保护区考核体系，并要求保护区根据遥感观察实地核查。

3.3 加快数据公开的进程

从对目前几套中国范围内与森林有关的数据的对比研究中发现，数据集的评估结果之间差别很大，例如，对于同时期全国森林面积的估计，不同数据集之间差别可以达到80万 km²以上，最大的结果比最小的结果高出46%以上，由于权威数据没有公开空间细节，例如国内最有资源和实力、拥有最好地面数据源和最长的监测历史的国家森林清查没有公开其带有空间属性的数据，数据集之间没有办法做进一步的比较来找出造成差异的具体原因，

客观上限制了这些数据在资源环境保护和研究方面的应用。因此建议这些由国家使用公共资源获得的成果尽早法律允许的前提下公开,以顺应国家对信息公开的要求和中国自然保护的需要。

致谢: 感谢世界自然研究所(World Resource Institute)和Global Forest Watch, 他们公开的森林数据使得本研究分析成为可能,感谢国家基础地理信息中心提供的GlobeLand30-2010数据,感谢南京环境科学研究所提供了国家级自然保护区的边界数据。

参考文献

- Chen J (陈军), Chen J (陈晋), Liao AP (廖安平), Cao X (曹鑫), Chen LJ (陈利军), Chen XH (陈学泓), Peng S (彭舒), Han G (韩刚), Zhang HW (张宏伟), He CY (何超英), Wu H (武昊), Lu M (陆苗) (2014) Concepts and key techniques for 30 m global land cover mapping. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica* (测绘学报), **43**, 551–557. (in Chinese with English abstract)
- Foley JA, DeFries R, Asner GP, Barford C, Bonan G, Carpenter SR, Chapin FS, Coe MT, Daily GC, Gibbs HK, Helkowski JH, Holloway T, Howard EA, Kucharik CJ, Monfreda C, Patz JA, Prentice IC, Ramankutty N, Snyder PK (2005) Global consequences of land use. *Science*, **309**, 570–574.
- Global Forest Watch (2015) *Country Profiles: China*. <http://www.globalforestwatch.org/country/CHN>. (accessed 2015.4)
- Hansen MC, Potapov PV, Moore R, Hancher M, Turubanova SA, Tyukavina A, Thau D, Stehman SV, Goetz SJ, Loveland TR, Kommareddy A, Egorov A, Chini L, Justice CO, Townshend JRG (2013) High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, **342**, 850–853.
- Liu JY (刘纪远), Zhang ZX (张增祥), Zhuang DF (庄大方), Wang YM (王一谋), Zhou WC (周万村), Zhang SW (张树文), Li RD (李仁东), Jiang N (江南), Wu SX (吴世新) (2003) A study on the spatial-temporal dynamics changes of land-use and driving forces analyses of China in the 1990s. *Geographical Research* (地理研究), **22**, 1–12. (in Chinese with English abstract)
- Liu JY (刘纪远), Zhang ZX (张增祥), Xu XL (徐新良), Kuang WH (匡文慧), Zhou WC (周万村), Zhang SW (张树文), Li RD (李仁东), Yan CZ (颜长珍), Jiang N (江南), Yu DS (于东升) (2009) Spatial patterns and driving forces of land use change in China in the early 21st century. *Acta Geographica Sinica* (地理学报), **64**, 1411–1420. (in Chinese with English abstract)
- Liu JY (刘纪远), Kuang WH (匡文慧), Zhang ZX (张增祥), Xu XL (徐新良), Qin YW (秦元伟), Ning J (宁佳), Zhou WC (周万村), Zhang SW (张树文), Li RD (李仁东), Yan CZ (颜长珍), Wu SX (吴世新), Shi XZ (史学正), Jiang N (江南), Yu DS (于东升), Pan XZ (潘贤章), Chi WF (迟文峰) (2014) Spatiotemporal characteristics, patterns, and causes of land-use changes in China since the late 1980s. *Journal of Geographical Sciences* (地理学报), **69**, 3–14. (in Chinese and in English)
- National Geomatics Center of China (2014) 30-meter global land cover dataset (GlobeLand30) product description. <http://www.globallandcover.com/GLC30Download/index.aspx>. (accessed 2015. 2)
- The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2010) Forest Resource Assessment 2010. <http://www.fao.org/docrep/014/i1757c/i1757c.pdf>. (accessed 2014.12)
- Wu BF (吴炳方), Yuan QZ (苑全治), Yan CZ (颜长珍), Wang ZM (王宗明), Yu XF (于信芳), Li AN (李爱农), Ma RH (马荣华), Huang JL (黄进良), Chen JS (陈劲松), Chang C (常存), Liu CL (刘成林), Zhang L (张磊), Li XS (李晓松), Zeng Y (曾源), Bao AM (包安明) (2014) Land cover changes of China from 2000 to 2010. *Quaternary Sciences* (第四纪研究), **34**, 723–731. (in Chinese with English abstract)

(责任编辑: 李俊生 责任编辑: 闫文杰)