

中国退耕还林生态效益监测网络构建方法

郭慧, 王兵, 牛香

(中国林业科学研究院 森林生态环境与保护研究所 国家林业局森林生态环境重点实验室, 北京 100091)

摘要: 为了对退耕还林工程的生态效益进行全面、系统、科学地定量化评估, 首先综合中国森林区划、退耕还林区、森林生态站和 DEM 数据, 并与 GIS 空间分析相耦合构建了中国退耕还林生态效益监测网络。该网络包含 130 个退耕还林生态效益监测区, 共布设 157 个监测站, 其中已经建设 79 个, 计划建设 78 个; 其次利用全国退耕还林县级单位数据对网络规划布局结果进行了精度评价, 总精度达到 96.2%; 最后指出了不同退耕还林区生态效益监测的主要侧重点。该网络可以实现对中国退耕还林工程区内生态要素的连续观测与清查, 为退耕还林工程的生态效益评估提供数据支撑, 并为辅助决策分析提供依据。

关键词: 退耕还林; 网络规划; 生态效益; 空间分析

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2014)06-0131-03

中图分类号: S721

DOI:10.13961/j.cnki.stb.2014.06.032

Construction Method of Ecological Benefits Monitoring Network of China Grain for Green Project

GUO Hui, WANG Bing, NIU Xiang

(Key Laboratory of Forest Ecology and Environment, State Forestry Administration,

Research Institute of Forest Ecology, Environmental and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: In order to quantitatively assess ecological benefits of China grain for green project, an ecological benefits monitoring network was constructed by integrated data of China forestry zone, grain for green zone, forest ecology station and DEM data interconnecting with spatial analysis of GIS firstly. The network included 130 grain for green ecological monitoring zones and 157 ecological stations, in which 79 were established and the remaining 78 stations were in planning. Secondly, accuracy assessment of this network was done based on county-level data of grain for green project, and the total accuracy was 96.2%. Furthermore, the main focuses of different ecological benefits monitoring of grain for green project were pointed out. The network can implement forest ecological inventory in the area of China grain for green project, and provide data and decision support for the ecological benefit assess of the project.

Keywords: grain for green project; network layout; ecological benefits; spatial analysis

退耕还林是以保护和改善生态环境为目的, 有计划地改造易造成水土流失的坡耕地或者废弃耕地的重大林业工程。综合分析国内外退耕还林的数据、资料 and 成果, 总结归纳退耕还林模式主要分为计划式和无计划自发式两种类型^[1]。美国为解决生态环境恶化和农产品过剩的问题, 采取计划式模式, 有计划地进行退耕还林还草或休耕。欧洲许多国家由于城市化进程加快, 农产品过剩, 弃耕现象严重而进行无计划自发式退耕还林^[2]。中国退耕还林始于 1949 年, 主要是针对被开垦后荒芜的林。1999 年退耕还林

工程在四川、陕西和甘肃省同时展开试点, 目前已有 25 个省份参与, 在涵养水源^[3], 保育土壤^[4], 提高森林覆盖率, 丰富生物多样性等方面取得了显著成效, 不仅促进了退耕还林区经济的发展, 也进一步增强了人类的生态环境保护意识。

定量化评估退耕还林工程所取得的巨大效益, 特别是生态效益, 就需要建立系统科学的退耕还林生态效益监测体系, 而该体系的关键就是要构建中国退耕还林生态效益监测网络。然而, 目前退耕还林工程也存在一定的制约因素。一是存在生态效益监测站点

收稿日期: 2014-01-27

修回日期: 2014-03-30

资助项目: 林业公益性行业科研专项“森林生态服务功能分布式定位观测与模型模拟”(201204101), “东北森林生态要素全指标体系观测技术研究”(201404303); 国家林业局林业软科学研究项目(2013-R03)

作者简介: 郭慧(1983—), 女(汉族), 山东省德州市人, 博士研究生, 研究方向为 GIS 在森林生态学中的应用。E-mail: guohuistz@126.com。
通信作者: 王兵(1965—), 男(汉族), 辽宁省西丰县人, 博士, 研究员, 主要从事森林生态系统观测与模拟研究。E-mail: wangbing@caf.ac.cn。

少、监测指标和监测方法不统一、管理体系不健全、整体工作水平低下等问题,还无法实施系统、全面地数据分析,无法满足全面评价退耕还林生态效益的需求^[5-6]。二是通过遥感等信息技术可以进行区域尺度的监测,但其监测内容仅仅局限在林地表面^[7],对森林质量、生态系统结构和功能的评价尚有欠缺。因此构建中国退耕还林生态效益监测网络非常关键。本研究尝试利用 GIS 的空间分析进行中国退耕还林生态效益监测网络的建设,以期探索出更加科学合理的生态效益监测网络的构建方法。

1 中国退耕还林工程概况

退耕还林工程涉及全国 25 个省(自治区、直辖市)和新疆建设兵团,工程面积达到 $2.94 \times 10^7 \text{ hm}^2$,涉及 3 200 多万农户、近 1.24 亿农民,资金投入达到 3 262 亿元。退耕还林工程区的自然条件差异极大,气候温度变化多端,地形地貌类型丰富,几乎囊括中国所有植被、土壤类型。根据不同退耕还林工程区的自然、经济、社会条件的差异,将全国退耕还林工程分为 6 个大区:东北黑土区、西北黄土区、北部风沙区、青藏高原区、西南高山峡谷区和中南部山地丘陵区。目前已有 85 个森林生态站位于退耕还林区,其中 74 个生态站来源于中国森林生态系统定位观测研究网络(Chinese Forest Ecosystem Research Network, CFERN),9 个生态站来源于中国生态系统研究网络(Chinese Ecosystem Research Network, CERN),2 个生态站来源于中国陆地生态系统通量观测研究网络(Chinese Terrestrial Ecosystem Flux Research Network, ChinaFLUX)。在退耕还林生态效益监测网络建设时,若生态效益监测区内有森林生态站,则不再考虑新建生态效益监测站,这样更能发挥森林生态站“一站多能,综合监测”的功能,也有助于节约成本,提高监测效率。

2 中国退耕还林生态效益监测网络建设

2.1 数据与方法

森林生态站数据来源于 CFERN, CERN 和 ChinaFLUX;中国森林区划图来源于《中国森林群落分类及其群落学特征》^[8];退耕还林区和退耕还林县级单位数据来源于国家林业局;中国行政区划数据来源于国家测绘局;中国 DEM 数据来源于美国太空总署和国防部国家测绘局。

中国退耕还林生态效益监测网络构建的主要步骤和方法主要包括:(1)中国森林区划图经过几何纠正、矢量化后,与退耕还林区进行空间叠置分析,提取出退耕还林工程森林适宜区。(2)将退耕还林工

程森林适宜区与 CFERN, CERN, ChinaFLUX 的森林生态站数据进行空间匹配后得到退耕还林生态效益已监测区,把该区域内的森林生态站作为退耕还林生态效益监测站;不能匹配的区域就是退耕还林生态效益未监测区,需要新建生态效益监测站。(3)基于 GIS 对 DEM 数据进行坡度分析,空间提取坡度大于 25° 的地块分布^[9],与退耕还林生态效益未监测区进行空间叠加,获取退耕还林待布设监测站区。(4)提取退耕还林待布设监测站区的空间内部中心点布设生态效益监测站,与已监测区内的森林生态站共同构成中国退耕还林生态效益监测网络。

2.2 结果与分析

利用上述的网络构建方法,基于 GIS 构建中国退耕还林生态效益监测网络。中国共生成退耕还林生态效益监测区 130 个,其中有 52 个退耕还林生态效益已监测区,分布 79 个森林生态站,包括 69 个 CFERN 站,8 个 CERN 站和 2 个 ChinaFLUX 站;78 个退耕还林生态效益未监测区需要新建生态效益监测站,原则上每个区建设 1 个监测站,考虑到这些分区在空间位置、面积和形状上存在较大差异,在工程实践中若出现 1 个监测站无法全部覆盖该区时可以考虑补充建设辅助监测站。表 1 具体介绍中国退耕还林生态效益监测网络的站点分布,该网络共建设退耕还林生态效益监测站 157 个,其中已经建设 79 个,计划建设 78 个。

2.3 精度评价

利用 2 279 个全国退耕还林县级单位数据对中国退耕还林生态效益监测网络进行精度评价。已建生态效益监测站来源于 CFERN, CERN 和 ChinaFLUX,监测范围完全覆盖区内的退耕还林工程,可以全面系统地监测退耕还林生态效益,保证了已建监测站规划布局的科学性和合理性,因此只针对拟建生态效益监测站的规划布局结果进行精度评价。结果表明在 78 个拟建站中有 75 个监测站所在县参与退耕还林工程,3 个监测站所在的黑龙江省呼玛县、西藏地区革吉县和陕西省陈仓区没有参与退耕还林工程,整体监测站规划布局精度为 96.2%,该精度证明站点规划布局结果可以满足中国退耕还林工程的监测要求。

2.4 生态效益监测

中国退耕还林生态效益监测网络的主要监测内容包括净化大气环境、涵养水源、保育土壤、积累营养物质、固碳释氧、防风固沙和生物多样性保护等。不同退耕还林区因其空间位置和自然条件的差异,生态效益监测具有区域特色。

表 1 中国退耕还林生态效益监测站

区划	监测站	所在地
北部风沙区	已建监测站	CFERN:封龙山、小五台山、首都圈、燕山、塞罕坝、赛罕乌拉、特金罕山、大兴安岭、嫩江源; CERN:北京
	拟建监测站	河北:满城县; 内蒙古:乌拉特后旗、科尔沁右翼中旗
东北黑土区	已建监测站	CFERN:白石砬、辽东半岛、长白山、冰砬山、辽河平原、长白山西坡、松江源、雪乡、牡丹江、帽儿山、七台河、凉水、小兴安岭、漠河; CERN:清源县、长白山; ChinaFLUX:呼中
	拟建监测站	黑龙江:虎林市、北安市、萝北县、讷河市、同江市、呼玛县; 吉林:洮南市; 辽宁:庄河市、朝阳县、阜蒙县、彰武县
青藏高原区	已建监测站	CFERN:林芝、大渡河源
	拟建监测站	青海:格尔木市、天峻县、德令哈市; 西藏:错那县、洛扎县、昂仁县、贡觉县、革吉县、日土县
西北黄土区	已建监测站	CFERN:白龙江、秦岭、小陇山、六盘山、兴隆山、黄龙山、吉县、太行山、太岳山、祁连山、贺兰山、天山、阿尔泰山
	拟建监测站	甘肃:碌曲县、景泰县、肃北县; 山西:闻喜县、应县; 陕西:平利县、镇巴县、陈仓区; 新疆:若羌县、策勒县、伊吾县、特克斯县、尼勒克县、伊宁县、青河县、吉木乃县
西南高山峡谷区	已建监测站	CFERN:普洱、玉溪、高黎贡山、滇中高原、喀斯特、峨眉山、缙云山、武陵山; CERN:哀牢山、茂县、西双版纳
	拟建监测站	贵州:荔波县、丹寨县、贵阳市市辖区、江口县、正安县; 四川:金阳县、巴塘县、彭州市、平武县、若尔盖县; 云南:河口县、富宁县、瑞丽市、泸水县、彝良县; 重庆:南川市、万州区、开县
中南部山地丘陵区	已建监测站	CFERN:尖峰岭、霸王岭、文昌、友谊关、大瑶山、漓江源、会同、衡山、大岗山、长株潭、恩施、秭归、神农架、黄山、大巴山、大别山、鸡公山、宝天曼、禹州、小浪底、黄淮海、九连山、庐山; CERN:会同、神农架; ChinaFLUX:千烟洲
	拟建监测站	安徽:泾县、舒城县; 广西:田林县、宁明县、浦北县、隆安县、岑溪市、田东县、兴宾区、大化县、凌云县; 海南:屯昌县; 河南:洛宁县; 湖北:远安县; 湖南:洪江市、岳阳县、桑植县; 江西:井冈山市、广昌县、南城县东北部/西南部

(1) 北部风沙区。包括内蒙古、北京、天津和河北等地区。该区内干旱严重,水土流失导致荒漠化面积不断增大;北京、天津和河北等地人口密度大,原生植被基本已不存在,内蒙古地区多年过渡放牧植被破坏严重,致使沙尘暴问题异常严重,还会引起各种次生灾害。因此该区的退耕还林工程主要监测防风固沙和水源涵养。

(2) 东北黑土区。包括黑龙江、吉林和辽宁。该区是中国重要的农业产区,开垦多年,土地退化严重,区内森林资源种类繁多,生物多样性非常丰富,该区的退耕还林工程主要监测保育土壤和生物多样性保护。

(3) 青藏高原区。包括青海和西藏地区。该区海拔极高,空气稀薄、降水稀少、气温低且变化较大、冰川冻土发育,植被垂直分布明显,是众多江河的发源地,物种资源丰富,保存了很多第三纪以前的子遗种类,因此该区的退耕还林工程主要以生物多样性保护监测为主。

(4) 西北黄土区。包括陕西、甘肃、宁夏、新疆和山西等地区。该区植被稀少,夏季暴雨集中,土质疏松,地面坡度大,恶劣的自然条件及不合理的人为开采造成土地荒漠化和水土流失非常严重,是黄河泥沙的重要来源。该区的退耕还林工程主要以保育土壤监测为主。

(5) 西南高山峡谷区。包括云南、贵州、四川和

重庆地区。该区有广泛的喀斯特地貌,地势起伏大,雨量丰富,水土流失严重,石漠化现象普遍,占到全国石漠化总面积 50% 以上;动植物资源种类繁多,生物多样性显著。该区的退耕还林工程主要监测保育土壤和生物多样性保护。

(6) 中南部山地丘陵区。包括河南、湖北、湖南、江西、安徽、广西和海南等地区。区内森林覆盖率较高,森林生长速度快,是中国森林生态系统碳汇功能区;该区覆盖长江流域中下游地区,珠三角等地,以丘陵山地为主。该区的退耕还林工程主要监测固碳释氧和涵养水源。

3 结论

(1) 基于 GIS 空间分析构建了中国退耕还林生态效益监测网络,该网络包含 130 个退耕还林生态效益监测区,共布设 157 个监测站,其中计划建设 78 个,已经建设 79 个,包括 69 个 CFERN 站、8 个 CERN 站和 2 个 ChinaFLUX 站。

(2) 利用全国退耕还林县级单位数据对中国退耕还林生态效益监测网络进行精度评价,总精度达到 96.2%,满足中国退耕还林工程监测要求。同时指出了该网络生态效益的监测内容和不同退耕还林区的主要监测侧重点。

(下转第 139 页)

- 地理科学,1998,18(1):73-79.
- [4] 刘瑞,王世新,周艺,等. 基于遥感技术的县级区域环境质量评价模型研究[J]. 中国环境科学,2012,32(1):181-186.
- [5] 程晋南,赵庚星,李红,等. 基于RS和GIS的土地生态环境状况评价及其动态变化[J]. 农业工程学报,2008,24(11):83-88.
- [6] Gupta K, Kumar P, Pathan S K, et al. Urban neighborhood green index: A measure of green spaces in urban areas[J]. Landscape and Urban Planning, 2012,105(3):325-335.
- [7] Nichol J. Remote sensing of urban heat islands by day and night[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2005, 71(6):613-621.
- [8] Duncan J, Stow D, Franklin J, et al. Assessing the relationship between spectral vegetation indices and shrub cover in the Jornada Basin, New Mexico[J]. International Journal of Remote Sensing, 1993, 14(18):3395-3416.
- [9] Crist E P. A TM tasseled cap equivalent transformation for reflectance factor data[J]. Remote Sensing of Environment, 1985, 17(3):301-306.
- [10] Huang C, Wylie B, Yang L, et al. Derivation of a tasseled cap transformation based on Landsat 7 at-satellite reflectance[J]. International Journal of Remote Sensing, 2002, 23(8):1741-1748.
- [11] Todd S W, Hoffer R M. Responses of spectral indices to variations in vegetation cover and soil background[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1998, 64(9):915-921.
- [12] Xu Hanqiu. Anewindex for delineating built-up land features in satellite imagery[J]. International Journal of Remote Sensing, 2008, 29(14):4269-4276.
- [13] Rikimaru A, Roy P S, Miyatake S. Tropical forest cover density mapping[J]. Tropical Ecology, 2002, 43(1):39-47.
- [14] Chander G, Markham B L, Helder D L. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM⁺, and EO⁻¹ ALI sensors[J]. Remote Sensing of Environment, 2009, 113(5):893-903.
- [15] Nichol J. Remote sensing of urban heat islands by day and night [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2005, 71(6):613-621.
- [16] 国家环保总局. HJ/T192—2006 中华人民共和国环境保护行业标准(试行)[S]. 北京:中国环境科学出版社, 2006.

(上接第133页)

(3) 基于GIS的网络构建方法具有一定的推广价值和借鉴意义,该网络可以对我国退耕还林工程的生态效益进行定量化评估,用于辅助政府进行科学决策。

[参 考 文 献]

- [1] 李世东. 中外退耕还林还草之比较及其启示[J]. 世界林业研究,2002,15(2):22-27.
- [2] 张蓬涛,杨艳昭,封志明. 国外退耕实践及其对我国退耕工程实施的启示[J]. 水土保持通报,2005,25(1):107-110.
- [3] 何家理,马治虎,陈绪敖. 秦巴山区退耕还林生态效益外显与经济效益内隐状况调查[J]. 水土保持通报,2012,32(4):251-260.
- [4] 彭文英,张科利,陈瑶,等. 黄土坡耕地退耕还林后土壤性质变化研究[J]. 自然资源学报,2005,20(2):272-278.
- [5] 李蕾,刘黎明,张虹波,等. 关于退耕还林还草监测评价体系的构想[J]. 中国水土保持,2004(4):24-25.
- [6] 张鸿文,杜纪山,李芳芳,等. 退耕还林工程生态效益监测探讨[J]. 林业经济,2009(9):38-40.
- [7] 赵峰,张怀清,鞠洪波,等. 基于QuickBird影像退耕还林工程监测技术研究[J]. 林业科学研究,2009(S1):1-5.
- [8] 蒋有绪. 中国森林群落分类及其群落学特征[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [9] 陶然,徐志刚,徐晋涛. 退耕还林,粮食政策与可持续发展[J]. 中国社会科学,2004(6):25-38.