

我国耕地资源开发利用现状及研究进展

赵荣钦¹, 刘 英²

(1. 华北水利水电学院岩土工程系, 郑州 450008; 2. 郑州航空工业管理学院建工系, 郑州 450052)

摘 要: 从我国耕地资源开发利用的现状入手, 提出了耕地资源开发利用中存在的问题: 耕地总量和人均耕地面积减少、耕地质量下降、耕地污染和生态功能退化等。然后从农作物遥感估产、土地变化监测及驱动机制研究、耕地粮食生产力和人口承载力研究等方面探讨了耕地资源及其利用领域的研究进展。最后提出了耕地资源合理开发和可持续利用的思路。
关键词: 耕地资源; 遥感; 耕地粮食生产力; 可持续利用
中图分类号: F301.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2006)01-0108-03

Situation of Exploitation and Research
Progresses of Cultivated Land Resource in China

ZHAO Rong-qin¹, L U Ying²

(1. Department of Geotechnical Engineering, North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Zhengzhou 450045; 2. Department of Construction Management, Zhengzhou Institute of Aeronautical Industry Management, Zhengzhou 450052, China)

Abstract Beginning with introduction of the situation of exploitation of cultivated land resource in China, several problems in this field are presented, such as decrease in total area and per capita area of cultivated land, decline in cultivated land quality, contamination and ecological function degradation of cultivated land. Then the research progresses in the field of cultivated land resource and its utilization are discussed, which include, yield estimation of crops by remote sensing, researches on driving mechanisms and monitoring of land use change, grain productivity of cultivated land, carrying capacity of cultivated land. At last the methods for reasonable exploitation and sustainable utilization of cultivated land resource are suggested.
Key words: cultivated land resource; remote sensing; grain productivity of cultivated land; sustainable utilization

耕地与人类生产生活密切相关。中国目前实有耕地面积约为 133 亿 hm^2 , 约占我国国土总面积的 14%, 但人均耕地面积不到世界人均水平的一半。耕地面积从 1978 年以来平均每年减少 $26 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ^[1], 而人口数量却急剧增加, 人均耕地水平的下降使人地矛盾日益突出。伴随着人地矛盾出现的是耕地质量下降、农药化肥的污染、水土流失等一系列问题。为实现耕地资源的持续开发利用, 我们必须保护并合理利用耕地资源、提高耕地质量、改善耕地生态条件、减少耕地退化污染。

1 我国耕地资源现状及存在问题

1.1 耕地总量及人均耕地数量呈下降趋势

从 20 世纪 50 年代中期以来, 我国耕地总面积持续下降(图 1), 这是由于人口数量的急剧增加和建设用地占用大量耕地所致。半个世纪以来我国人均耕地面积也在不断下降(表 1)。而且明显低于世界平均水平(1996 年: $0.25 \text{ hm}^2/\text{人}$), 仅是美国的 1/10 左右。这说明我国耕地越来越面临着逐年减少和人口增长的压力。

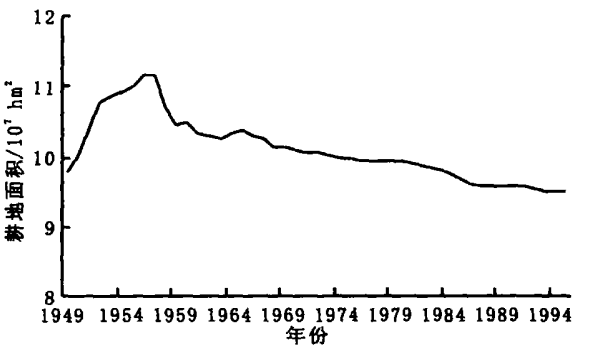


图 1 中国耕地面积变化(1949~ 1995)

表 1 我国人均耕地面积的变化 hm^2

年份	1952	1982	1992	1997
人均耕地	0.18	0.10	0.09	0.08

1.2 耕地质量不断下降, 水土流失严重

我国目前中低产田已占整个耕地面积的 2/3, 有机质含量已降低到 1.5%, 世界仅有的三大黑土带之一的东北黑土地, 土壤中的有机质含量已从刚开垦时的 8%~10% 下降到目前的 1%~5%。另外, 耕地沙漠化、水土流失现象严重。随意占用、乱垦、滥伐草原植被、森林的情况, 使大片土地失去“绿色保护伞”和“天然蓄水池”。目前, 我国干旱半干旱地区耕地的 40% 不同程度地沙漠化, 水土流失面积从解放初期的 116 万 km² 扩大到 150 万 km², 占国土面积的 1/6, 每年流失表土 50 多亿 t^[2]。

1.3 耕地污染严重

目前我国耕地污染面积已达 667 万多 hm², 仅此一项, 每年粮食减产达 100 亿 kg 以上。图 2 是 80 年代末以来的农业化肥(折纯)使用量, 可以看出, 只有 90 年代中后期以来施肥量有所下降, 总的趋势是不断增加的。在 1998 达到了 5 425.6 万 t。化肥和其他农业投入, 如杀虫剂、除草剂等的使用, 严重破坏了耕地的生态环境, 并严重威胁着人类的健康。

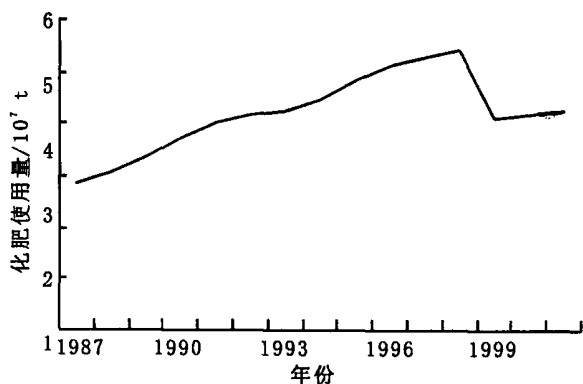


图2 中国农业化肥使用量(1987-2001)

1.4 耕地的生态功能下降

人口的增加给耕地生产带来了巨大压力, 人类只有不断地追求耕地生产力和单位面积产量。对土地无休止地索取使耕地肥力下降, 土壤板结、盐碱化、沙化的现象时有发生, 从而耕地不能有效地缓解面临的压力, 致使肥力不断下降, 结构变差。耕地质量的蜕变使耕地的生态功能下降, 不能正常维护区域的生态平衡, 有些地区的耕地成为大气 C 的排放源, 如京津沪、广东及云贵川等地^[3]。这主要是由于耕地土壤有机质含量有所下降引起的。而且土地最初从森林转化为耕地, 土壤中的碳含量就会急剧下降。研究表明, 砍伐森林会造成 20~30 年内有机碳损失 20%~50%, 大部分所属于来自于地表有机质的侵蚀^[4], 这是与土壤表层耕作分不开的。这不但会加重地球温室效应, 而且进一步加剧了耕地质量的退化。

2 我国耕地资源研究进展

2.1 农作物遥感估产

遥感技术目前已被广泛应用到农业领域, 10 多年来, 气象卫星遥感监测与估产已取得了长足的进展, 目前, 利用 NOAA~AVHRR NDVI 进行作物估产已取得了可喜的成果, NDVI (归一化植被指数) 是反映作物 NPP (净第一性生产力) 的重要指标。

$$NDVI = (CHIR - CHR) / (CHIR + CHR) \quad (1)$$

式中: CHIR、CHR 分别为 NOAA AVHRR 的第一波段(红光)、第二波段(近红外)反射率^[5]。为了更加有效地消除云遮

蔽、大气影响、观测中的几何关系、非天底角观测等不利因素, 现在采用最多的是“准 10 天”的逐日合成, 即对每月的上、中、下旬的 NDVI 取最大值, 形成该旬的 NDVI 图像^[6]。然后将每旬的 NDVI 经过平滑去噪处理, 积分可得到年 NDVI。

$$NPP = A [1 - B \times YNDVI] \quad (2)$$

式中: A、B 是拟合常数, 与植被种类有关。可计算出农作物的 NPP^[7]。通过该方法可以对农作物进行估产, 并可以对作物减产、灾害等进行预报。对耕地资源的开发利用和农业生产具有重要的指导意义。

2.2 农业土地利用变化监测及驱动机制研究

LUCC (土地利用/覆被变化) 既受自然因素的制约, 又受人文因素的强烈影响, 成为当今全球环境变化研究的八大核心领域之一^[8]。通过遥感手段可连续监测耕地数量及时空分布的变化, 许多学者在该领域进行了研究和探索。如史培军等^[9]利用不同时期的 TM 图象, 通过回归分析和建立土地利用变化的转移矩阵, 对深圳市土地利用变化的驱动力进行了分析。尽管该研究不局限于农田, 但我们可以通过耕地的转移概率对耕地数量的时空变化进行研究。

耕地变化的驱动因素很多。杨桂山^[10]研究了长江三角洲近 50 年耕地数量变化的基本过程及其空间差异, 并初步探讨了耕地数量变化的主要驱动因子(政策、经济发展和人口增长)及其作用。孔祥斌等^[11]对河北省曲周县耕地利用变化及其驱动机制进行了分析, 对耕地面积与人口数量、粮食总产量与机械投入、化肥投入量、机井数量等的关系进行了回归分析, 并得出了一系列回归模型。这对定量研究耕地数量变化和作物产量与驱动因素的关系提供了新的参照思路。

2.3 耕地和粮食生产力研究

我国幅员辽阔, 耕地生产力具有明显的区域差异, 为定量研究各省区耕地面积变化对粮食生产的影响, 可以用各省区粮食作物单位面积产量乘以复种指数, 反映耕地的粮食生产力现实水平, 由于粮食产量受气候、投入、市场等因素影响波动很大, 做 3 a 滑动平均处理。用各省区耕地粮食生产力除以全国同期的平均水平, 得出耕地粮食生产力相对指数来反映各省区耕地生产力的差异, 其计算公式如下^[12]:

$$X_i = \frac{Y_i \times M_i}{Y_q \times M_q} \quad (3)$$

式中: X_i ——各省的耕地粮食生产力的相对指数; Y_i ——各省粮食单位面积产量(用粮食总产量除以粮食播种面积得到); M_i ——该省的复种指数; Y_q ——全国平均粮食单产; M_q ——全国平均复种指数; X_i ——值大于 1, 说明该省耕地粮食生产力高于全国平均水平; X_i ——值越大, 该省单位面积耕地粮食生产力越高。

从对我国各省区耕地粮食生产力相对指数的计算, 我国耕地粮食生产力相对指数区域分异明显, 从东南沿海向西北内陆递减, 其高值区分布在水热土组合条件好的长江中下游地区, 其次是东南沿海地区, 长江以南大部分地区耕地粮食生产力相对指数大于 1.5, 而西北内陆地区多小于 1。这从宏观上指明了我国耕地生产力区域差异状况, 对于指导粮食生产和保护脆弱区耕地资源具有现实意义。

2.4 耕地的人口承载力研究

一个地区的耕地资源和粮食生产水平, 一般来说从根本上决定了一定时期、一定生活水准下该地区所能供养人口的限度, 即耕地资源的承载力^[13]。耕地的现实生产力和生产潜力是产量预测和承载力估算的首要依据。为了探讨耕地的生产潜力和人口承载

力,有必要对耕地的现实生产力和承载力加以分析。

“机制法”(又称逆向限制因子修正法),是计算耕地资源粮食生产潜力应用也最广泛的一种。该方法依据作物生产力形成的机理,考虑光、温、水、土等自然生态因子以及施肥、耕作、育种、灌溉等农业技术因子,从作物光合作用入手,依据作物能量转化以及粮食生产形成的过程,逐步“衰减(订正)”来估算粮食生产潜力,可用函数式表达如下^[14]:

$$\begin{aligned} YG &= Q \cdot f(Q) \cdot f(T) \cdot f(W) \cdot f(S) \cdot f(M) \\ &= YQ \cdot f(T) \cdot f(W) \cdot f(S) \cdot f(M) \\ &= YT \cdot f(W) \cdot f(S) \cdot f(M) \\ &= YW \cdot f(S) \cdot f(M) \\ &= YS \cdot f(M) \\ &= YM \end{aligned} \quad (4)$$

式中: YG ——粮食生产潜力; Q ——太阳总辐射量; $f(Q)$ ——光合有效系数; $f(T)$ ——温度有效系数; $f(W)$ ——水分有效系数; $f(S)$ ——土壤有效系数; $f(M)$ ——社会有效系数; YQ ——光合生产潜力; YT ——光温生产潜力; YW ——气候生产潜力; YS ——土地生产潜力; YM ——社会生产潜力。其中:光合生产潜力、光温生产潜力与气候生产潜力都可以通过现有的计算模型^[15]得出。

结合粮食生产潜力、耕地增产潜力和人口发展趋势预测,可以最终得出一个区域耕地的人口承载力。当然其中还要考虑未来人均消费水平和自然状况、社会、经济和政策等因素。具有很大的不确定性和复杂性。

3 耕地资源的合理开发利用和可持续发展

我国耕地资源不足且存在利用不合理、质量下降、污染和生态功能退化等现象。人口的增长和经济的发展加剧了人地矛盾,并加大了耕地的承受能力。但遥感技术的发展为我们大范围动态研究耕地资源数量和质量的变化提供了便利。我们可以通过对耕地变化与人口和社会经济的关系,对耕地生产力和作物产量进行预测预报的方法,来实现对耕地的动态监测。

当然要实现的合理开发和持续利用,仅依靠科学研究是不够的。一方面我们要通过政策调整,如改革土地用途管制和审批制度^[16],加强土地保护和执法。另一方面还要通过市场配置,规范地价和农产品价格,这对于耕地的开发利用具有重要的指导意义。耕地资源的可持续利用是公众保护意识、政策调整、市场调控和科学研究共同作用的结果(图3)。

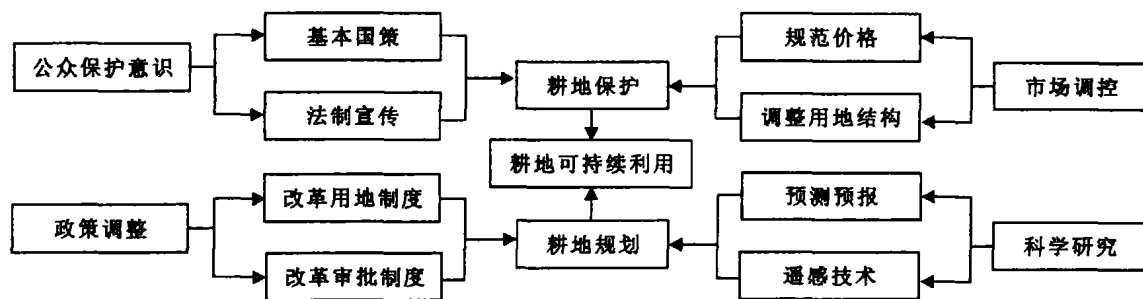


图3 耕地资源可持续利用思路框图

耕地是与人类关系密切的资源,也是受人类影响最深刻、最脆弱的生态系统类型。我们应在加快经济发展的同时,

充分利用现代科学技术,加强对耕地利用的监测和规划,合理保护和利用耕地资源,实现耕地资源的可持续利用。

参考文献

- [1] 朱晓华, 杨秀春. 中国耕地资源的动态变化及持续利用[J]. 中国科技论坛, 2000, 16(4): 63- 66
- [2] 耿庆彪, 侯青. 我国耕地资源的现状分析及对策探讨[J]. 农业经济, 1999, (6): 16- 17.
- [3] 刘允芬. 中国农业生态系统碳汇功能[J]. 农业环境保护, 1998, 17(5): 197- 202
- [4] Brown S, Lugo A E. Biomass of tropical forests. A new estimate based on forest volumes[J]. Science, 1984, 223: 1290- 1293
- [5] 方精云. 全球生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000. 177.
- [6] Prince S D, Goward S N. Evaluation of the NOAA/NASA Pathfinder AVHRR land data set for global primary production modeling[J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(1): 217- 221.
- [7] 肖乾广, 陈维英, 盛永伟, 等. 用NOAA 气象卫星的AVHRR 遥感资料估算中国的净第一性生产力[J]. 植物学报, 1996, 38(1): 35- 39.
- [8] IGBP&HDP. Land use and land-cover change: science/research plan[R]. IGBP Report No. 35&HDP Report No. 7, 1995
- [9] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, 55(2): 151- 160
- [10] 杨桂山. 长江三角洲近50年耕地数量变化的过程与驱动机制研究[J]. 自然资源学报, 2001, 16(3): 121- 127.
- [11] 孔祥斌, 张凤荣, 徐艳, 等. 集约化农区耕地利用变化及其驱动机制分析[J]. 资源科学, 2003, 25(5): 57- 63
- [12] 李茂, 张洪业. 中国耕地和粮食生产力变化的省际差异研究[J]. 资源科学, 2003, 25(5): 49- 56
- [13] 杨国义, 钟继洪, 林美莹, 等. 广东耕地资源的人口承载力研究[J]. 土壤与环境, 2000, 9(2): 103- 105
- [14] 党安荣, 周艺, 等. 地理信息系统支持下的中国粮食生产潜力研究[J]. 遥感学报, 1999, 3(3): 225- 229
- [15] 侯西勇, 孙希华, 等. 耕地粮食生产潜力及人口承载力研究[J]. 地球信息科学, 2002, 7(4): 24- 29
- [16] 王书华, 王云才. 我国耕地可持续利用调控机制探讨[J]. 中国土地科学, 2001, 15(2): 10- 13