

中国土地资源 绿色利用效率研究

Study on Green Utilization Efficiency of Land Resources in China

谢花林 王伟 何亚芬 著



经济管理出版社

ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

江西财经大学“江西省生态文明制度建设协同创新中心”资助
国家社会科学基金重点项目 (No. 15AZD075)
江西省社会科学规划重点项目 (No. 15ZQZD10)

中国土地资源绿色利用效率研究

谢花林 王 伟 何亚芬 著

经济管理出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国土地资源绿色利用效率研究/谢花林, 王伟, 何亚芬著. —北京: 经济管理出版社, 2016.12
ISBN 978-7-5096-4855-1

I. ①中… II. ①谢… ②王… ③何… III. ①土地资源—资源利用—研究—中国
IV. ①F323.211

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 315029 号

组稿编辑: 杨国强

责任编辑: 杨国强 张瑞军

责任印制: 黄章平

责任校对: 雨 千

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn

电 话: (010) 51915602

印 刷: 北京玺诚印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 720mm×1000mm/16

印 张: 17

字 数: 306 千字

版 次: 2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5096-4855-1

定 价: 68.00 元



·版权所有 翻印必究·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

前言

改革开放以来，我国经济发展规模增大，城镇化发展不断深入，城市化率几乎每年都在提高。为了保证城市建设用地的不断供应，各地区普遍的应对方案是把城市周边的农业用地转化为非农业用地，用于城市庞大的非农产业生产。但这样一来就会造成农业用地，尤其是优质耕地资源数量的大幅度减少。与此同时，虽然我国在城市化建设中投入了大量土地资源，但经济产出效率偏低，土地利用模式基本上还处于粗放利用的状态。以各种类型建设用地中占比例最大的工业用地为例，2013年，全国工业用地面积超过4500平方千米，占城市建成区面积的比例接近20%，这一比例远远高于很多发达国家，比如英国、美国和日本，这些国家该比例都小于10%。但是，大规模的资源投入却伴随着较低的利用效率，单位面积工业用地的经济产出远远低于发达国家或地区的水平。新加坡、伦敦、东京和中国香港2007年的每平方千米工业用地经济产出分别高达23.3亿美元、38.7亿美元、2490亿日元和119.26亿港元，按照2007年的汇率水平，分别为180.8亿元、300.3亿元、160.79亿元和118.55亿元。

除了土地经济产出效率偏低以外，土地资源利用过程中环境污染防治工作的缺乏导致我国非农用地和农用地出现了普遍的严重污染现象，不仅使土地资源的生产能力受到较大的负面影响，也对周边地区生态环境造成很大的压力，甚至威胁到居民的身心健康。土地是人类生存与发展的基础，是衣食之源和人类活动的空间载体。土地利用是人类为了一些经济和社会目的，通过一系列生物和技术手段管理和更新土地的过程。土地利用变化通过土地覆盖的改变而直接影响到生物多样性，影响区域的水分循环特征，改变生态系统的组成和结构，从而对区域生态系统的功能产生影响，进而影响生态系统服务的价值。由于生产技术和生产观念等方面的问题，在我国很多地区的工业和农业生产过程中，偏重于经济产出而忽视土地资源利用的经济效率和环境污染问题屡见不鲜。

近年来，由于一些不合理的土地利用方式或行为，土地污染与生态破坏日益严重。据中国环境保护部和国土资源部2014年4月17日发布的《全国土壤污染

状况调查公报》，全国土壤环境状况总体不容乐观，全国土壤总的点位超标率为16.1%。从土地利用类型看，耕地土壤的点位超标率高于其他土地利用类型，点位超标率为19.4%，林地和草地土壤的点位超标率分别为10.0%和10.4%。在点位超标的耕地中，轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为13.7%、2.8%、1.8%和1.1%。耕地土壤的主要污染物为镉、镍、铜、砷、汞、铅、滴滴涕和多环芳烃等。

为此，党的十八大报告提出“大力推进生态文明建设，优化国土空间开发格局，构建科学合理的城市化格局、农业发展格局、生态安全格局”。生态文明是人类文明的一种形态，它以尊重和维护自然为前提，以人与人、人与自然、人与社会和谐共生为宗旨，以建立可持续的生产方式和消费方式为内涵，以引导人们走上持续、和谐的发展道路为着眼点。与创新发展、协调发展、开放发展、共享发展一道，“绿色发展”是党的十八届五中全会提出的指导我国“十三五”时期发展甚至是更为长远发展的科学发展理念和发展方式。绿色发展是以效率、和谐、持续为目标的经济增长和社会发展方式。绿色发展，就是要发展环境友好型产业，降低能耗和物耗，保护和修复生态环境，发展循环经济和低碳技术，使经济社会发展与自然相协调。因此，在土地总量有限、生态环境脆弱的现实情况下，在土地资源利用过程中如何既考虑传统的经济产出，又考虑土地利用带来的正的和负的外部性产出，即如何解决土地资源绿色利用效率的理论和实践问题，对于提升生态文明建设水平，为人民提供更多生态福祉，具有重要的理论与现实意义。

本书在土地资源绿色利用效率内涵界定的基础上，系统地探讨了土地资源绿色利用效率研究的理论基础和主要测度方法，遵循提出问题→分析问题→解决问题的研究思路，在区域、省域和城市等尺度上，对中国耕地资源、城市建设用地、工业用地和林地资源等土地资源类型的绿色利用效率进行了实证研究，以期为中国土地资源绿色利用效率的提升和区域国土资源绿色发展提供决策依据，促进中国生态文明建设目标的实现。

本书共八章，各章节的主要内容如下：

第一章 绪论。首先介绍了中国土地资源绿色利用效率的研究背景与研究意义，其次对国内外相关的研究文献进行了系统的梳理与评述，最后在此基础上阐述了中国土地资源绿色利用效率的内涵、研究目的、研究内容、研究方法和技术路线。

第二章 土地资源绿色利用效率研究的理论基础。第一，在阐述人地关系理

论的基础上,详细分析了人类活动强度与地理环境关系演化的几个阶段和发展模式。第二,阐述了土地利用规模经济理论,基于生产理论中的规模经济理论,详细分析了土地利用过程中出现的规模经济现象和规模不经济现象,并总结了规模经济理论对土地资源利用效率的启示。第三,基于环境容量的有限性假设和公共物品理论,分析了环境公共物品性质,并解释了土地利用过程中负外部性产生的原因。第四,详细阐述了生产前沿面理论,并总结了土地利用效率的具体测算方法及其动态分析模型。第五,基于可持续发展理论,详细阐述了土地利用与农业可持续发展、城镇化建设与生态环境保护的关系。

第三章 在省级层面上分析我国耕地资源绿色利用效率的时空差异特征及其影响因素。本章以我国 31 个省份为研究对象,构建了耕地利用过程中包含农业面源污染等非期望产出在内的投入产出指标体系,运用全域广义方向性距离函数(Global Generalized Directional Distance Function, GGDDF)模型对各省份 1995~2013 年的耕地绿色利用效率进行测度,并基于非径向的卢恩伯格生产率指数探讨了耕地绿色利用效率的动态变化与主要驱动力。最后从经济、社会和政策等方面,揭示其对我国耕地资源绿色利用效率的影响机制,并依据前沿面的公式判别考察期内我国耕地绿色利用效率表现最好的省份,深入分析其内在原因,以供其他省份借鉴。

第四章 在城市层面上分析我国建设用地绿色利用效率的时空差异特征及其影响因素。本章以我国 270 个地级以上城市为研究对象,基于时序的 SBM 模型测算了 2003~2012 年各城市建设用地绿色利用效率,并在地区和城市规模层面上进行了比较分析,并在揭示建设用地绿色利用效率时空差异影响因素的基础上,提出了有针对性的对策建议。

第五章 分别在地区、省级和城市等层面上分析我国工业用地资源绿色利用效率的时空差异特征及其影响因素。本章对现有文献关于资源利用效率评价的指标体系进行了拓展,不仅考虑了传统的工业废弃物(工业废水、工业二氧化硫和工业烟尘),也尝试把容易被忽略但对全球气候变化带来巨大负面影响的二氧化碳排放纳入评价指标体系,分析了我国主要经济区之间、各省份之间工业用地绿色利用效率时空差异,在揭示时空差异的影响因素基础上,提出了针对性的政策建议。

第六章 在省份层面上分析了我国林地资源绿色利用效率的时空差异及其影响因素。首先在只考虑林地资源利用的经济产出效率情况下,分析了我国近 10 年来各省份林地资源利用效率的时空差异和影响因素;然后考虑林地资源利用过

程的环境正效应，如林地利用的生态调节、生命支持和美学服务等因素而构建综合评价体系，评价我国林地资源在省份层面上的绿色利用效率，在揭示林地资源绿色利用效率时空差异影响因素的基础上，提出了有针对性的政策建议。

第七章 提升我国土地资源绿色利用效率对策。基于我国土地资源利用的实际情况和前面几章的实证分析结果，充分借鉴一些发达国家土地资源绿色利用的经验，对提升我国土地资源绿色利用效率提出有针对性的对策建议。具体来说，关于提升我国耕地资源绿色利用效率，可以通过促进耕地流转形成耕地规模化利用，加强土地资源的整理以增加耕地后备资源和经济产出效率，积极转移农村过剩的农业劳动力，减轻耕地压力，同时保护耕地质量，提升耕地利用的环境效率。对于提升我国建设用地的绿色利用效率，可以通过开发城市存量建设用地来加大建设用地资源利用强度，合理规划城乡企业布局形成产业集聚，同时整治受污染建设用地来提高建设用地的环境效率。另外，还可以促进地区间土地利用指标交易，优化土地资源配置。对于提升我国工业用地资源绿色利用效率，可以通过挖掘存量工业用地利用强度来提升工业用地经济产出效率。在管理方面，提高工业用地准入门槛并强化工业用地批后监管，促进工业企业科技创新并保护工业用地生态环境，在提升工业用地经济产出效率的同时提升工业用地的环境效率。对于提升我国林地资源绿色利用效率，必须要以坚持林地保护为林业产业开发的前提，通过建立完善林地保护长效机制和促进林场整合形成林地集中利用等途径，提升林地资源绿色利用效率，实现林地资源的可持续开发。

第八章 结论与展望。如关于工业用地绿色利用效率研究，没有考虑一些因素在确定工业用地效率中起重要作用，如工业用地价格、排放交易成本和人力资本。

土地资源绿色利用效率研究本身极为复杂，涉及众多学科的理论和方法，本书所涉及的研究内容仅仅是对土地资源绿色利用效率研究的粗浅层面。特别是其理论和方法还不成熟，再加上作者能力有限，书中不免有欠妥之处，作者恳请读者不吝斧正。

本书内容是在课题组承担的国家社会科学基金重点项目“中国耕地轮作休耕制度构建与应用研究——基于利益相关者行为协同的视角”（15AZD075）、国家自然科学基金项目“丘陵山区农地生态转型的发生机制与调控策略研究”（41561040）、江西省社会科学规划重点项目“中国土地资源绿色利用研究”（15ZQZD10）、江西省自然科学基金重大项目“鄱阳湖流域生态保护红线空间的识别机理与预警机制研究”（20143ACB21023）和江西省科技落地计划项目“江

西省土地生态安全预警信息系统的开发研究”(KJLD14033)等项目资助下的前期部分研究成果基础上整理而成。土地资源绿色利用效率研究涉及的领域较广,是一项复杂的系统工程,本书引用了大量的相关文献,在此对相关文献的作者们表示诚挚的谢意。

江西农业大学经济管理学院刘志飞博士、刘桂英博士,江西财经大学生态文明研究院硕士生张道贝、谢雪、程玲娟、吴箐、王柏浩、金声甜和姚干等参与了部分工作,同时张道贝、谢雪、程玲娟、吴箐、金声甜、王柏浩和姚干参与了书稿的校对工作,在此对他们表示衷心的感谢。

本书适合土地资源管理、地理学、环境管理和人口、资源与环境经济学等专业的本科生和研究生阅读,也可以作为政府工作人员参考用书。

目 录

第一章 绪 论	001
第一节 研究背景与意义	001
一、研究背景	001
二、研究意义	007
第二节 相关概念界定	008
一、土地资源	008
二、土地利用	010
三、土地绿色利用效率	010
第三节 国内外研究进展	012
一、土地利用效率测度方法研究	012
二、我国土地利用效率的时空差异研究	016
三、我国土地利用效率的影响因素与提升对策研究	023
四、文献评述	033
第四节 研究目的和研究内容	035
一、研究目的	035
二、研究内容	035
第五节 研究方法和技术路线	037
一、研究方法	037
二、技术路线	038
第二章 土地资源绿色利用效率研究的理论基础	039
第一节 人地关系理论	039
第二节 规模经济理论	043
一、简单的生产函数	044

二、规模经济与规模不经济	046
三、规模经济对土地利用效率的启示	049
第三节 土地集约利用理论	050
第四节 土地利用中环境污染的经济学理论	052
一、环境容量的有限性	053
二、环境的公共物品性质	053
三、生产的负外部性理论	055
第五节 生产前沿面理论	057
一、生产技术集	057
二、生产的可能性曲线	058
三、土地利用效率的测度	060
四、土地资源利用效率的动态变化	064
五、土地资源影子价格测度	068
第六节 土地可持续利用理论	069
第三章 中国耕地资源绿色利用效率研究	073
第一节 引 言	073
第二节 研究方法和数据来源	076
一、非径向方向性距离函数 (Non-radial Directional Distance Function, NDDF)	076
二、卢恩伯格生产率指数 (Luenberger Productivity Index)	077
三、区域划分和数据来源	079
第三节 结果与分析	080
一、耕地绿色利用效率	080
二、耕地绿色生产率及其分解	085
三、耕地绿色利用的技术创新者	093
第四节 结 论	094
第四章 中国城市建设用地绿色利用效率研究	097
第一节 引 言	097
第二节 研究方法	100
一、SBM 模型	100

二、投入与产出指标	101
三、计量经济学模型	102
第三节 实证结果	103
一、城市土地利用绿色效率总体分析	103
二、中国不同地区和规模等级城市的建设用地绿色利用效率差异 分析	104
三、中国 270 个城市土地利用绿色效率的时空差异特征	108
四、城市建设用地绿色利用效率的优化	109
五、城市建设用地绿色利用效率的影响因素分析	110
第四节 结论与讨论	112
一、结论	112
二、讨论	113
第五章 中国工业用地绿色利用效率研究	115
第一节 我国主要经济区城市工业用地经济效率的时空差异和 收敛性	115
一、引言	115
二、研究区概况	117
三、研究方法	117
四、指标选择和数据来源	119
五、结果分析	120
六、结论	128
第二节 中国东部主要经济区工业用地绿色利用效率研究	129
一、引言	129
二、文献综述	131
三、研究方法和数据来源	135
四、实证结果	139
五、结论	151
第三节 中国工业用地利用的绿色碳排放效率研究	152
一、引言	152
二、研究方法和数据	155
三、实证结果	160

四、结论	171
第六章 中国林地资源绿色利用效率研究	175
第一节 中国林地资源利用经济效率时空差异及影响因素研究	175
一、引言	175
二、文献综述	176
三、研究方法和数据	178
四、结果分析	181
五、结论	190
第二节 中国林地资源绿色利用效率时空差异研究	191
一、引言	191
二、文献综述	192
三、研究方法和数据来源	193
四、林地绿色利用效率测算结果分析	196
五、林地绿色利用效率的改善方向	199
六、结论与讨论	202
第七章 提升我国土地资源绿色利用效率对策	205
第一节 提升耕地绿色利用效率的对策	205
一、促进耕地流转，形成耕地规模化利用	206
二、保护耕地质量，提升耕地利用的环境效率	207
三、积极转移农村过剩的农业劳动力，减轻耕地压力	208
四、加强土地资源的整理，提高耕地利用效率	209
第二节 提升建设用地绿色利用效率的对策	209
一、开发城市存量建设用地，加大建设用地资源利用强度	210
二、合理规划城乡企业布局，形成产业集聚	211
三、整治受污染建设用地，提高建设用地的环境效率	212
四、促进地区间土地利用指标交易，优化土地资源配臵	213
第三节 提升工业用地绿色利用效率的对策	213
一、挖掘存量工业用地利用强度，提升工业用地经济产出效率	213
二、提高工业用地准入门槛，促进产业结构调整 and 产业升级	215
三、强化工业用地批后监管，避免工业用地资源低效率利用	215

四、促进工业企业科技创新,提升工业发展质量	216
五、保护工业用地生态环境,提升工业用地的环境效率	217
第四节 提升林地绿色利用效率的对策	218
一、坚持林地保护为林业产业开发的前提	218
二、建立完善林地保护管理长效机制	219
三、促进林场整合,形成林地集中利用	219
第八章 结论与展望	221
第一节 结 论	221
一、我国耕地资源绿色利用效率研究结论	221
二、我国建设用地绿色利用效率研究结论	222
三、我国工业用地绿色利用效率研究结论	223
四、我国林地资源绿色利用效率研究结论	224
第二节 研究展望	225
参考文献	227

第一章 绪 论

第一节 研究背景与意义

一、研究背景

改革开放以来,我国经济发展规模增大,城镇化发展不断深入,城市化率几乎每年都在提高。1978 年我国城市化率仅为 17%,到 2015 年城市化率猛增至 56.1%,已经超过了世界平均水平,城镇常住人口超过 7.7 亿人(国家统计局,2016)^①。预计到 2020 年,我国的城市化率将突破 60%。城市化率的不断提升意味着大量的人口从农村涌向城市,因此需要大量的土地容纳不断增加的人口。此外,随着非农产业的发展规模越来越大,作为城市非农产业生产活动的主要载体,城市建成区面积的需求自然也随之猛增。21 世纪初以来,我国各地掀起轰轰烈烈的“造城运动”,城市发展的规模越来越大,城市土地资源的投入量也不断上升。如图 1-1 所示,2000 年以来我国城市建成区面积呈现不断增加的趋势,其中 2000 年面积约为 2.15 万平方千米,到 2013 年增加至约 4.56 万平方千米,增加幅度高达 112.1%(中华人民共和国住房和城乡建设部,2013)。为了维持经济持续的高速发展,建成区面积在未来一段时间内还会存在继续上升的趋势。

为了保证城市建设用地的持续供应,各地区普遍的应对方案是把城市周边的农业用地转化为非农业用地,用于城市庞大的非农产业生产。但这样一来会造成农业用地,尤其是优质耕地资源数量的大幅度降低。根据赵涛(2011)的统计,我国新增城市建设用地中有超过 80%来源于城市周边耕地资源的侵占,造成大量

^① <http://finance.sina.com.cn/roll/2016-01-19/doc-ifxnqrkc6642982.shtml>.

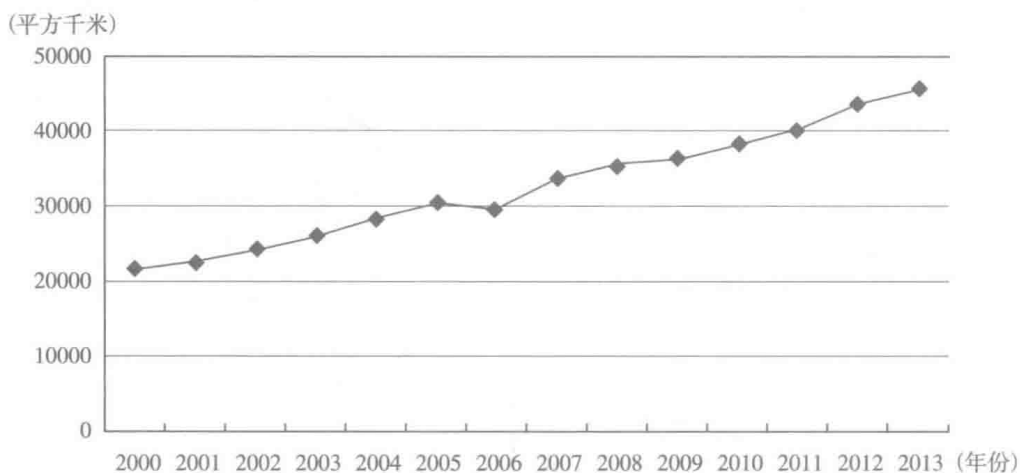


图 1-1 2000~2013 年我国城市建成区面积变化趋势^①

优质的耕地资源永久失去农业生产能力。由于我国耕地资源的储备较少,可用于开发成耕地的土地十分稀缺,一旦大量耕地资源在短时间内被转为非农业用地,则很难立即获得补充,这对于稳定粮食生产形成了严峻的挑战。众所周知,我国是耕地资源相对贫乏的国家,虽然有广阔的耕地面积,但是由于人口基数较大,因此人均耕地资源较少。2011年,我国人口数量占全世界约 1/5,但是耕地数量仅占世界耕地总量的 7%,人均耕地面积仅为 1.38 亩左右,不到世界平均水平的 40%,甚至仅为美国的 1/4,阿根廷的 1/9 和加拿大的 1/14,而且存在逐年下降的趋势,已经对我国粮食安全问题构成了较大的威胁。

与此同时,虽然我国在城市化建设中投入了大量土地资源,但经济产出效率偏低,土地利用模式基本上还处于粗放利用的状态。以各种类型建设用地中占比例最大的工业用地为例,2013年,全国工业用地面积超过 4500 平方千米,占城市建成区面积的比例接近 20%,这一比例远远高于很多发达国家,比如英国、美国和日本,这些国家该比例都小于 10% (Bertaud and Renaud, 1992)。但是,大规模的资源投入却伴随着较低的利用效率,单位面积工业用地的经济产出远远低于发达国家的水平。新加坡、伦敦、东京和中国香港在 2007 年的每平方千米工业用地经济产出分别高达 23.3 亿美元、38.7 亿美元、2490 亿日元、119.26 亿港元,按照 2007 年的汇率水平,分别为 180.8 亿元、300.3 亿元、160.79 亿元和 118.55 亿元。而作为我国工业发展水平较高的上海市,2009 年这一数据仅为

①《中国城市建设统计年鉴》(2001~2014)。

30.8 亿元,其他地区工业用地经济产出的效率与发达国家城市的差距更大。可见我国城市建设用地资源虽然投入数量很大,但尚处于土地资源的“外延式”利用阶段,没有能够实现较高的经济产出效率,即土地资源的“内涵式”利用(龙花楼, 2015)。此外,城市发展规划者一味追求发展规模的扩大而缺乏对资源配置优化的考虑,也是土地资源利用效率偏低的重要原因之一,有的城市由于在发展规划阶段考虑不周,甚至出现了一边开发新的城市建设用地,一边有大量土地资源被闲置的情况(王娟娟等, 2016)。土地资源利用效率偏低已经成为制约我国城市可持续发展的重要因素(Peng et al., 2016)。

除了土地经济产出效率偏低以外,土地资源利用过程中环境污染防治工作的缺乏导致我国非农用地和农用地出现了普遍的严重污染现象,不仅使土地资源的生产能力受到较大的负面影响,也对周边地区生态环境造成很大的压力,甚至威胁到居民的身心健康(张海欧等, 2016; 于志娜和王晓双, 2016)。由于生产技术和生产观念等方面的问题,在我国很多地区的工业和农业生产过程中,偏重于经济产出而忽视土地资源利用的经济效率和环境污染问题屡见不鲜(游和远和吴次芳, 2016; 张苗等, 2016)。如图 1-2 和图 1-3 所示,2000 年以来,我国生产和生活废水排放量呈现出不断上升的趋势,从 2000 年的 415.2 亿吨,逐渐增加到 2013 年的 695.4 亿吨,每年增加约 21.6 亿吨;同时我国工业废气排放量的增速更为迅猛,从 2000 年的 13.81 万亿立方米增加到 2013 年的 66.94 万亿立方米,比 2000 年的排放量增加了近 4 倍,最高点出现在 2011 年,为 67.45 万亿立方米。2012 年和 2013 年的排放量虽然有所降低,但结合各地区近年来频发的环境污染事件可知,我国高速的经济发展已经给各地区的生态环境造成巨大的压力,很多地区的污染物排放量远远超过了环境容量,不仅造成了巨大的经济损失,也给当地居民的身体健康带来严重的威胁。有些工农业污染物对土壤破坏力极大,而且大多数情况下能够对土壤造成不可恢复的损害。据报道,一颗普通电池随意丢在土地上,会在短时间内造成周边 1 平方米的土地生产能力急剧下降,几乎失去利用价值(周晓平, 2006; 彦文, 2014)。而农用地过量使用农药化肥也会造成土壤板结、生产能力下降的严重后果(宁清同和王丽香, 2012; 闵继胜, 2016)。作为城市非农产业活动主要承载者,城市建设用地承受了大量的污染物(如工业废水、工业固体废弃物等)。很多城市的建设用地都遭受了不同程度的污染,这种情况在改革开放以后越来越严重。比如在上海和苏州等很多城市,在不同的城市发展规划阶段,很多工厂迁移到别的地方,但是由于行业性质等问题,遗留下来的土壤污染问题很难解决。据报道,上海市的一家国营农药厂

在搬迁之后,市政人员发现原厂址土壤早已受到严重的污染,无法转为其他用途,治理资金初步估计超过 5 亿元,给周边居民身体健康造成很大威胁^①。更严重的是,土壤污染还具有很强的传播性和转移性,很多污染物经过土壤渗透作用进入到地表水或者是地下水系统,给城市周边水域造成了难以挽回的损失,加剧了城市缺水问题。有统计资料表明,我国 600 多个城市中有超过 400 个城市存在不同程度的水资源缺乏问题,其中超过 200 个城市处于严重缺水的状态(赵晓波, 2013)。造成水资源缺乏的原因不仅是资源禀赋的问题,更重要的原因是生产和生活造成的污染。实际上,我国九成以上城市的周边水域存在严重的污染,虽然很多城市已经注意到这个问题并投入资金和技术试图解决,但成效甚微。

近年来,农用地污染问题也越发严重,很多地区耕地、林地和园地由于在生产过程中过量使用农药和化肥,大量土地质量出现退化,生产能力不断下降。如图 1-4 所示,1994~2014 年期间,我国农药和化肥使用量都增加了将近一倍。其中 1994 年化肥使用量为 3317.9 万吨,农药使用量为 97.9 万吨,到 2014 年,这两项数据分别高达 5995.9 万吨和 180.7 万吨,分别是 1994 年的 1.81 倍和 1.85 倍。2014 年,我国每公顷农地的化肥使用量高达 362.4 千克,是发达国家每公顷平均 225 千克的 1.7 倍;每公顷农地的农药使用量接近 11 千克,约为发达国家

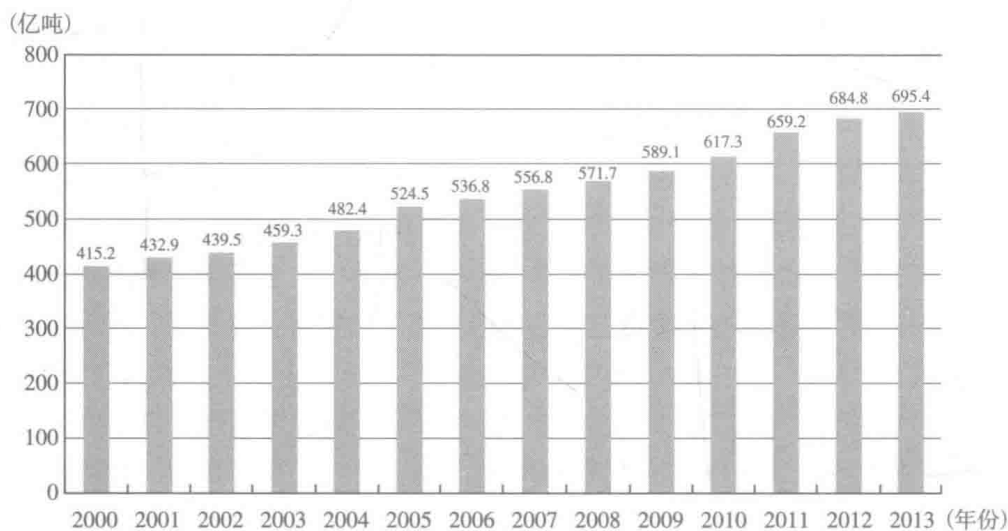


图 1-2 2000~2013 年我国生产和生活的废水排放量发展趋势^②

① <http://news.hexun.com/2016-05-05/183695768.html>.

② 《中国环境统计年鉴》(2001~2014)。