

NONGYE HUANJING YINGXIANG PINGJIA
JISHU SHOUCE

农业环境影响评价 技术手册

程波 张从 主编



化学工业出版社

NONGYE HUANJING YINGXIANG PINGJIA
JISHU SHOUC

农业环境影响评价 技术手册

程波 张从 主编



化学工业出版社
· 北 京 ·

本书是为认真贯彻《中华人民共和国环境影响评价法》，推动农业环境影响评价工作的正常开展，并使之科学化、规范化和制度化而编写的。本书全面、系统地介绍了农业环境影响评价的方法、计算模型、经验参数、评价依据、评价指标和评价标准等，阐述了不同类型的农业规划和建设项目所对应的环境影响评价技术要求，提出了农业环境影响评价的工作程序以及环境影响评价文件的编制要求，列举了国内外农业环境影响评价实例、相关法律、法规、标准、政策和技术与产品标准体系。

本书倡导理论性与实用性、现实性相结合，可作为农业规划和农业建设项目环境影响评价工作人员的工具书，也可作为有关科研、技术人员和大专院校相关专业师生的教材或参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

农业环境影响评价技术手册/程波，张从主编. —北京：
化学工业出版社，2007.1
ISBN 978-7-5025-9997-3

I. 农… II. ①程…②张… III. 农业环境-环境影响-
评价-技术手册 IV. X820.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 020593 号

责任编辑：刘兴春
责任校对：李 军

文字编辑：荣世芳
装帧设计：郑小红

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京云浩印刷有限责任公司

装 订：三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 19½ 字数 492 千字 2007 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：49.80 元

版权所有 违者必究

《农业环境影响评价技术手册》编写人员

主 编 程波 张从

副主编 沈德中 杨殿林

编写人员 (排名不分前后)

程 波 张 从 沈德中 杨殿林 米长虹 常玉海

李玉明 张 泽 陈 凌 袁志华 夏 维 赵 静

于 声 刘 帆 陈京生 宫小燕 宋瑞平

编写单位 农业部环境保护科研监测所

中国农业大学环境影响评价中心

前 言

为了实施可持续发展战略,预防因规划和建设项目实施后对环境造成的不良影响,促进经济、社会和环境的协调发展,2002年10月28日,第九届全国人大常委会第三十次会议通过了《中华人民共和国环境影响评价法》,并于2003年9月1日起正式施行。为了认真贯彻《中华人民共和国环境影响评价法》,推动农业环境影响评价工作的正常开展,并使之科学化、规范化和制度化,农业部环境保护科研监测所、中国农业大学的环境影响评价工作者根据自己多年的经验,结合各自的实践,共同编写了这本《农业环境影响评价技术手册》。

我国的农业环境影响评价包括农业规划和开发建设项目的环境影响评价,从管理层面到技术层面尚有诸多问题需要解决,这是因为农业环境影响评价涉及内容广泛而复杂,不仅包括种植业、畜牧业、渔业等许多类型,各类型内部又涵盖许多层次,如基本农田、农业科技示范园区、绿色食品(或无公害食品)基地、菜篮子工程、名优特产基地、农业综合开发、农业生态建设等。农业生产一方面可满足对农产品的需求,另一方面农药、化肥、地膜、畜禽粪便和秸秆、饲料添加剂等直接、间接污染物,可能对土壤、空气和水(地表水和地下水)环境产生污染,使自然资源退化、水土流失加剧、生物多样性减少等,对生态环境和人类身体健康构成潜在威胁,影响农业生产、农民生活、农村生态和社会经济发展各个方面。因此,农业规划和建设项目的环境影响评价,不仅要符合一般环境影响评价工作的要求,而且还应符合农业生产和农村生态环境的要求,具有农业行业的特色。

本书全面、系统地介绍了农业环境影响评价的方法、计算模型、经验参数、评价依据、评价指标和评价标准等,阐述了不同类型的农业规划和建设项目所对应的环境影响评价技术要求,提出了农业环境影响评价的工作程序以及环境影响评价文件的编制要求,列举了国内外农业环境影响评价实例、相关法律、法规、标准、政策和技术与产品标准体系。本书倡导理论性与实用性、现实性相结合,可作为农业规划和农业建设项目环境影响评价工作人员的工具体,也可作为有关科研、技术人员和大专院校相关专业师生的教材或参考书。

由于农业领域的环境影响评价工作开展时间不长,与其他行业比较,完成项目的数量和质量都有一定差距,本书虽经多次修改,并力求科学、实用、先进、全面,但限于编写者水平,加之时间仓促,缺点和疏漏在所难免,敬请有关专家和广大读者批评指正,并提出宝贵意见和建议,以使本手册更趋完善。

编者
2006年12月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 我国农业环境问题现状与特点	1
一、农业环境问题现状	1
二、我国农业环境问题的特点	7
第二节 农业环境影响评价的意义、目的与作用	10
一、农业环境影响评价的意义和目的	10
二、农业环境影响评价主要功能与作用	13
三、农业环境影响评价在解决我国目前农业环境问题上的重要作用	13
第三节 农业环境影响评价实践与发展	14
一、建设项目环境影响评价的历史和现状	14
二、规划环评现状	14
三、存在的问题与发展方向	16
第二章 农业环境影响评价基本理论与项目管理	18
第一节 农业环境影响评价的对象与特点	18
一、农业工程及其相关工程项目	18
二、农业工程项目的环境特点	19
第二节 生态农业与食品安全	20
一、农业可持续发展	20
二、我国的生态农业及其特点	21
三、食品安全	21
四、无公害食品、绿色食品与有机食品	22
第三节 国家对农村生态环境保护的要求	23
一、加强面源污染防治,改善水体和大气环境质量	24
二、开展环境综合整治,创建生态文明村镇	24
三、加大生态示范区建设力度,推进区域生态经济的发展	24
四、严格资源开发的环境管理,切实保护好重要自然生态系统	24
第四节 农业项目环境影响评价的管理	24
一、加强环评审查和生态环境监管	24
二、对建设项目的分类管理	25
第三章 种植业项目环境影响评价	28
第一节 产业政策、行业环境管理、技术政策及规范	28
一、法律和产业政策	28
二、行业环境管理和技术政策	29
三、无公害食品、绿色食品和有机食品标准	30
四、环境标准和技术规范	30
第二节 工程分析	31
一、灌溉工程	31

二、农田改造工程	34
第三节 环境影响识别及筛选	35
一、环境影响识别	35
二、工程环境影响分析和主要保护目标	36
三、主要评价因子筛选	38
第四节 环境影响评价要点	39
一、农田灌溉工程对水资源利用的影响	39
二、农田灌溉工程对地下水的影响	39
三、农田灌溉工程与土壤盐渍化问题	39
四、农田灌溉工程对农田土壤质量的影响	40
五、农业化学投入品对农田环境的影响	40
六、作物种植与固体废物	40
七、生态影响	40
第五节 主要环保措施	41
一、施工期	41
二、生产期	41
第六节 评价中应注意的问题	43
一、农业开发引发的生态环境问题	43
二、区域农业开发灌溉带来的环境问题	43
三、区域农业开发的社会环境影响	44
四、农药使用问题	45
五、肥料使用问题	47
第四章 畜牧业项目环境影响评价	50
第一节 产业政策、行业环境管理和技术规范	50
一、法律和产业发展政策	50
二、行业环境管理和技术政策	51
三、环境标准和技术规范	53
第二节 工程分析	54
一、饲养场的建设	54
二、粪尿产生量	56
三、粪尿和污水管理	59
四、防疫与尸体无害化处理	62
五、水平衡	63
六、恶臭	64
第三节 环境影响识别及筛选	66
一、环境影响识别	66
二、主要环境影响分析和主要保护目标	67
三、主要评价因子筛选	68
第四节 评价要点	68
一、当地农业生产现状分析	68
二、项目资源消耗	68
三、项目污染源分析	69

四、畜牧场场址选择的合理性	69
五、场区布置和设计的合理性	69
六、饲养工艺、卫生防疫、粪便处理、清洁生产、节能	69
七、粪便消纳	69
八、畜草平衡	69
九、对农业生态系统的影响	69
十、环境影响分析与预测	69
十一、社会经济环境影响分析	70
第五节 主要环保措施	70
一、畜禽场粪便污染的综合治理	70
二、畜禽场污水处理	71
三、恶臭控制	71
四、畜禽传染病控制	72
第六节 评价中应注意的问题	73
一、集约化养殖场的畜禽粪便消纳	73
二、畜草平衡	74
第五章 水产业项目环境影响评价	76
第一节 产业政策、行业环境管理、技术政策及规范	77
一、法律和产业政策	77
二、行业环境管理和技术政策	78
三、环境标准和技术规范	80
第二节 工程分析	80
一、网箱养鱼	80
二、虾池改造	83
第三节 环境影响识别及筛选	84
一、环境影响识别	84
二、主要环境影响分析和主要保护目标	85
三、主要评价因子筛选	86
第四节 评价要点	86
一、生态环境现状调查与评价	87
二、污染源分析	87
三、水质预测	87
四、底质预测	87
五、水产养殖环境容量分析	88
第五节 主要环保措施	88
一、合理规划	88
二、污染物的控制	88
三、改进饵料与投喂方式	89
四、规范健康养殖,减少药物使用量	89
第六节 评价中应注意的问题	89
一、海岸带开发中的生态环境问题	89
二、水产生产中有毒物质的控制	90

三、外来水生动物的入侵	92
第六章 林业项目环境影响评价	94
第一节 产业政策、技术政策及规范	94
一、法律和产业政策	94
二、行业环境管理和技术政策	96
第二节 工程分析	97
一、造林地	97
二、造林树种的适宜性	97
三、人工林结构的合理性	98
四、造林技术分析	99
五、采伐	101
六、基地经营管理方式	101
第三节 环境影响识别及筛选	102
一、环境影响识别	102
二、主要环境影响和主要保护目标	103
三、主要评价因子筛选	103
第四节 评价要点	103
一、现状评价	103
二、新建林业基地分析	103
三、森林资源供求关系与影响分析	104
四、影响评价	104
第五节 主要环保措施	105
一、森林植被和物种多样性保护措施	105
二、水土保持措施	105
三、农药肥料污染的减缓措施	106
四、环境保护监测	106
第六节 纸浆林基地评价中应注意的问题	106
一、纸浆林基地的主要生态环境影响	106
二、做好林纸基地区域的规划环评	107
三、做好林基地选址	107
四、对已批复项目进行后评估并对其影响实施跟踪调查、监测	108
第七章 农业灌溉工程项目环境影响评价	109
一、农业灌溉工程基本概念	109
二、工程主要环境问题	111
三、基础资料收集与调研	112
四、评价指标与评价标准	114
五、评价技术方法	115
六、农业灌溉工程事故及风险评价方法	133
七、环境保护措施	146
八、环境经济效益分析	148
九、农业灌溉工程环境管理与环境监测	152
十、农业灌溉工程环境影响评价中应注意的问题	156

第八章 农业环境保护措施	157
第一节 污染土壤生物修复	157
一、土壤生物修复的主要工艺（污染土壤生物修复技术）	157
二、典型污染土壤生物修复技术工程	160
第二节 农业退化生态系统修复	170
一、农业退化生态系统类型	170
二、典型农业退化生态系统修复工程技术	170
第九章 农业环境影响评价的公众参与	190
第一节 公众参与的相关概念	190
一、公众的概念	190
二、公众参与的一般性解析	190
三、公众参与中政府与公众的功能	190
四、我国公众参与的发展	191
第二节 公众参与和环境影响评价制度	192
一、国外环境保护中的公众参与	192
二、我国环境保护的公众参与	193
三、公众参与环境影响评价制度的形成	194
四、我国环境影响评价制度建设	194
五、近年来我国在环境影响评价中公众参与工作的开展现状	195
六、我国公众参与环境影响评价制度中存在的问题	197
第三节 公众参与的类型与方法	197
一、公众参与的类型	197
二、公众参与的形式与内容	198
三、公众参与的重要作用	199
第十章 农业环境影响评价的政策法规与标准	201
第一节 相关的法律与政策体系	201
一、世界性的相关条款及宣言	201
二、我国的相关法律体系	201
三、我国其他相关办法、规定、政策	201
四、环境保护地方性法规	203
第二节 农业环境评价标准	208
一、国家标准	208
二、行业标准	214
三、地方标准	214
第三节 农产品标准	215
一、国外农产品标准	215
二、国家标准	215
三、行业标准	218
四、地方标准	221
第十一章 农业环境影响评价案例	226
第一节 节水灌溉项目环境影响评价	226
一、项目简介	226

二、评价思路	227
三、预测评价	227
四、小结	231
五、专家点评	231
第二节 天津宁河原种猪场环境影响评价	232
一、总则	233
二、建设项目概况	237
三、扩建项目工程分析	241
四、建设地区概况	250
五、施工期环境影响分析	257
六、环境空气影响评价	259
七、废水达标排放的可行性论证	262
八、噪声环境影响评价	264
九、固体废物环境影响分析	265
十、清洁生产分析	267
十一、污染物总量控制分析	268
十二、公众参与	269
十三、环境经济损益分析	270
十四、环境管理与环境监测	271
十五、评价结论与对策建议	272
第三节 农村生态能源建设项目环境影响评价	275
一、项目建设内容和规模	275
二、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题	276
三、建设项目所在地自然环境、社会环境简况	277
第四节 北京昌平区东小口镇陈营村规划调整项目环境影响评价	291
一、项目简介	291
二、环境影响初步评价及环保对策	293
三、预测评价	294
四、结论与建议	296
参考文献	299

第一章 绪 论

第一节 我国农业环境问题现状与特点

我国是一个农业大国,农业历史悠久,对国民经济的影响巨大。随着农业及农村经济的发展,在环境问题上,农业已不完全是传统意义上的环境污染的受害者,尤其是集约化农业,它具有两面性:既是受害者,又是致害者。一方面,它受到工业及城市生活废物的污染危害;另一方面,它在自身实施生产的过程中,破坏生态环境并产生大量污染物,对环境造成了危害,不但影响了其他行业的发展,也影响了自己的发展。我国突出的农业环境问题主要表现在农业资源锐减、生态严重破坏、环境污染加剧、自然灾害频繁等几个方面。

一、农业环境问题现状

1. 农业资源锐减

众所周知,我国资源总量虽高,但由于人口众多,人均资源占有量很低,尤其是农业自然资源严重短缺。我国人均淡水、耕地、森林和草地分别仅有世界平均水平的 $1/4$ 、 $1/2$ 、 $1/7$ 和 $1/2$ 。

(1) 耕地资源 我国国土总面积居世界第三位,总耕地面积 $1.22 \times 10^8 \text{ hm}^2$,居世界前列,但我国人均耕地占有量仅为 0.093 hm^2 ,相当于世界水平的 41% 。人均耕地大于 2 亩的有 12 个省 (1 亩 = 666.7 m^2 ,下同),主要分布在东北、西北和西南自然条件较差、粮食产量较低的地区;人均耕地少于 1 亩的有 7 个省、区、市,主要分布在东南沿海和京津沪三个直辖市;全国已有 666 个县(区)人均耕地低于 FAO 所制定的人均耕地 0.053 hm^2 的警戒线的标准,其中有 463 个县低于 0.5 亩。我国耕地总体质量不高,耕地中的 13.3% 属于 15° 以上的坡耕地,其中 25° 以上的退耕地有 $9100 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。耕地中 59% 缺磷、 23% 缺钾,基础肥力普遍下降。有水资源保证和灌溉设施的耕地面积只占 40% ,中低产田占耕地面积的 79% 。同时由于我国近年来工业化的发展,城镇建设、基础设施建设等,挤占了大量耕地。据国家土地管理部门的资料,在 1986~1995 年我国耕地减少 $550 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。因此,粮食单产的提高在很大程度上为土地面积的减少所抵消,严重影响了我国粮食总产的提高。农业每年缺水 $300 \times 10^8 \text{ m}^3$,受旱面积近 $2700 \times 10^4 \text{ hm}^2$,因缺水年均减少粮食 $500 \times 10^4 \text{ t}$ 。

(2) 草地资源 我国是草地资源大国,拥有天然草地 $3.9 \times 10^8 \text{ hm}^2$,约占国土面积的 40% ,居世界第二位,但人均草地面积仅 0.33 hm^2 ,约为世界人均草地面积的 $1/2$ 。并且优良草地面积小,草地品质偏低。草地“三化”(退化、沙化、碱化)不断扩展,目前我国 90% 的草地不同程度地退化,其中中度退化以上草地面积已占半数,全国“三化”草地面积已达 $1.35 \times 10^8 \text{ hm}^2$,占草地总面积的 $1/3$,并且每年仍以 $200 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的速度增加,草地生态环境形势十分严峻。

(3) 水资源 我国水资源总量超过 $28000 \times 10^8 \text{ m}^3$,居世界第 6 位,但我国人均水资源仅为世界人均数的 $1/4$,列世界第 88 位,是一个水资源总量丰富但人均很少的国家。并且我国水资源存在严重的时空分布不均,占全国耕地面积 36% 的长江以南地区,拥有全国水

资源总量的 82%，而占我国耕地面积 64% 的长江以北地区却只有 18% 的水资源。干旱和半干旱地区约占国土面积的 1/3，我国北方大部分地区经常处于缺水 and 严重缺水状态。按照现行国际标准：人均水资源 1000m^3 是人类生存的起码需求， 2000m^3 属于严重缺水。以这个标准衡量，我国目前宁夏、河北、山东、河南、山西、江苏 6 个省、区人均水资源量不足 500m^3 ，离起码的生存需求都相距甚远；另外还有 16 个省、区人均水资源量低于 2000m^3 。这就是说，我国至少有一半以上的省份处于严重缺水状态。由此可见我国水资源之缺乏程度。由于城市化的发展占用了大量原农用水资源，加上城市废水排放的污染，农业用水占全国总用水量已从 20 世纪 80 年代初的 85% 降到目前的 70%，而且供水保证率下降，农业灌溉面积发展停滞不前。据有关资料，全国农业年正常缺水 $300 \times 10^8\text{m}^3$ ，导致农村有 8000 万人口、6000 万牲畜饮水困难。

(4) 森林资源 目前我国森林总面积为 $15894 \times 10^4\text{hm}^2$ ，但我国人均占有森林面积仅 0.1hm^2 ，相当于世界人均水平的 17.2%，居世界第 119 位。人均森林蓄积量为 8.6m^3 ，相当于世界人均水平的 12.0%，是人均占有森林蓄积量较低的国家之一。我国森林覆盖率为 16.55%，明显低于世界森林覆盖率 26.0% 的水平。

(5) 生物资源 生物物种的多样性是人类生存与发展的基础。我国是生物多样性最丰富的国家之一，有高等植物 3.1 万种，占世界的 10%，居第三位，其中裸子植物 250 种；有脊椎动物 6347 种，占世界的 14%，其中鸟类 1244 种，鱼类 3862 种，均属世界前列。属中国特有的高等植物 17300 种，脊椎动物 667 种。近年来，在人口增长和经济迅速发展的压力下，我国农业生态系统受到较大影响，农业生物多样性受到严重威胁。近 50 年来，约有 200 多种高等植物灭绝，目前约有 4600 种高等植物处于濒危状态，其中被子植物有 4000 种受到威胁，珍稀濒危种 1000 种，极危种 28 种，已灭绝或可能灭绝 7 种；裸子植物濒危和受威胁 63 种，极危种 14 种，灭绝种 1 种；脊椎动物受威胁 433 种，灭绝和可能灭绝 10 种。

物种的丢失将产生一系列人们难以想像的后果和无法估量的损失。联合国高级专家韦尔科姆说，我们现在的作物都是经过改良而适合人类需要的品种，“一旦需求发生变化，或者气候发生变化，或是发生病害，假如再没有野生的原种植物救急，我们就可能无庄稼可收”。

2. 生态严重破坏

(1) 水土流失 目前全国水土流失面积达 $367 \times 10^4\text{km}^2$ ，占国土面积的 38.2%，其中水蚀面积 $179 \times 10^4\text{km}^2$ ，风蚀面积 $188 \times 10^4\text{km}^2$ 。我国荒漠化面积大、分布广、类型多，全国荒漠化土地面积超过 $262.2 \times 10^4\text{km}^2$ ，占国土总面积的 27.3%，其中沙化土地面积为 $168.9 \times 10^4\text{km}^2$ ，主要分布在西北、华北、东北 13 个省、区、市。1995~1999 年，5 年沙化土地净增 17180km^2 ，年均增加 3436km^2 。

(2) 农业生态系统破坏 农区是由原本丰富多样的生物地理环境开发而来，与自然生态系统相比，农业生态系统实质上是一个由人参与及主宰的由社会-经济-自然结合而成的复合生态系统。

农田及种植园区单一的种植方式和过度的土地清理和强化利用，使该区的物种单一化，有一部分野生物种逐渐向岛状野生生境和自然生态系统退缩，相当大部分则在农田、种植园区退化变为驯化种，导致生态系统越来越简单，越来越脆弱，生物多样性越来越贫乏。

在农区残存的野生生境方面，由于我国目前的野生生境被列为宜农荒地，受到大面积开垦，数量越来越少，面积也越来越小，受人类活动的影响程度越来越大。在保护区内与周围的农牧区生态系统受威胁的程度也相当严重，农业生态环境日趋恶化，生物多样性受到严重破坏，我国已有 15%~20% 动植物种类受到威胁。由于生态环境的恶化，加剧了自然灾害

发生和部分农村地区的贫困化程度，也增加了经济和社会发展的压力。

(3) 荒漠化面积呈扩大趋势 我国是世界上荒漠面积较大、危害严重的国家之一，全国荒漠化土地总面积为 $262.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占国土总面积的 27.2%，其中风蚀荒漠化 $160.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，水蚀荒漠化 $20.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，冰融荒漠化 $36.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，土壤盐渍化 $23.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，超过全国现有耕地面积的总和，有近 4 亿人口受到荒漠化的威胁，全国每年因荒漠化造成的直接经济损失高达 540 亿元。荒漠化土地主要分布在华北、西北地区，涉及 18 个省（区、市），470 个县（旗、市），形成万里风沙线。我国荒漠化不但影响范围大，类型多，而且程度严重。据综合评价，我国轻度荒漠化为 $95.1 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，中度 $64.1 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，重度 $103.0 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，分别占荒漠化总面积的 36.3%、24.4% 和 39.3%。该程度类型构成比例与全球相应的 41.3%、56.5% 和 2.2% 的构成比例相比，重度荒漠化治理虽然取得一定成就，但荒漠化的发生、发展并未得到有效控制，总体面积仍在扩大，且呈愈演愈劣的趋势，荒漠化扩展速度由 20 世纪 50 年代的每年 1560 km^2 ，增至 70 年代的 2100 km^2 和 80 年代的 2460 km^2 ，相当于每年损失一个中等县的土地面积。

(4) 沙尘暴 影响中国的境外沙尘源地主要是位于我国西北边境以外的部分国家，境内源地位于哈密、额济纳和阿拉善地区、河套以西地区以及浑善达克沙漠西部边缘地区。近年来沙尘暴或浮尘天气出现的频率之高、范围之广为近几十年来罕见。沙尘暴的发生大大增加了大气固态污染物的浓度，给起源地、周边地区以及下风地区的大气环境、土壤、农业生产等造成了长期的、潜在的危害。特别是农作物赖以生存的微薄的表土被刮走后，贫瘠的土地将严重影响农作物的产量。

(5) 地面沉降 根据 21 个省级行政区对地下水位降落漏斗的不完全调查，共统计漏斗 72 个，漏斗总面积 $6.1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。东北、华北和西北地区因降水量普遍较小及主要城市开采量增加，地下水水位总体呈下降趋势；东南、中南和西南地区因降水量较大、地下水开采程度相对较低，地下水水位变化较为平衡。黄淮海地区由于地下水开采量的不断增加和降水量的减小，近年来地下水位不断下降，地下水降落漏斗面积及漏斗中心水位埋深在不断增大；河北、河南豫北地区和山东西北地区的地下水降落漏斗已连成一片，形成包括北京和天津在内的华北平原地下水漏斗区，面积超过 $4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

(6) 赤潮 氮、磷辗转进入海洋则造成海水污染甚至形成海洋“赤潮”。2000 年我国海域共记录到赤潮 28 起，比 1999 年增加了 13 起，累计面积超过 10000 km^2 。赤潮的发生给近海渔业带来不可估量的损失，给社会经济包括农业及农村经济发展与人民生活造成巨大损失。如 1989 年河北黄骅发生一次赤潮就造成 2.6 万亩虾受灾，损失近 1 亿元。

3. 环境污染加剧

(1) 大气污染 酸雨问题，我国降水年均 pH 值小于 5.6 的城市主要分布在长江以南、青藏高原以东的广大地区及四川盆地，其中华中、华南、西南及华东地区是酸雨污染严重的区域；北方只有局部地区出现酸雨。酸雨往往对农作物、农田土壤、农业灌溉水造成不可逆转的危害。

温室效应、气候变化对我国的不利影响也是现实的和多方面的。我国沿海海平面每年上升了 1~3mm；近 50 年来，渤海和黄海北部冰情等级下降，西北冰川面积减少了 21%，西藏冻土最大减薄了 4~5m；高原内陆湖泊水面升高；青海和甘南牧区产草量下降；20 世纪 80 年代以来，春季物候期提前了 2~4d，北方干旱受灾面积扩大，农业损失加重；南方洪涝加重，经济和生命损失加大；广西和南海海域发现珊瑚礁白化。总体上，气候变暖对我国的生态环境和农业等生产领域造成了影响，而且，影响的程度会不断加大。气候变化与环境污

染及生态退化互为因果,形成较为复杂的复合型环境问题。

(2) 水体污染 2000 年中国环境状况公报,中国七大重点流域地表水有机污染普遍,各流域干流有 57.7% 的断面满足Ⅲ类水质要求,21.6% 的断面为Ⅳ类水质,6.9% 的断面属Ⅴ类水质,13.8% 的断面属劣Ⅴ类水质。主要湖泊富营养化问题突出。

地下水:2000 年,全国多数城市地下水受到一定程度的点状或面状污染,局部地区地下水部分水质指标超标,主要有矿化度、总硬度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、铁、锰、氯化物、硫酸盐、氟化物、pH 值等。在污染程度上,北方城市重于南方城市,尤以华北地区污染较突出。我国大部分地区地下水水质趋于稳定或略有改善,但仍有部分城市和地区地下水污染加重。

全国地下淡水天然资源多年平均为 8800 多亿立方米,约占全国水资源总量的 1/3。另外,全国地下微咸水天然资源为 $277 \times 10^8 \text{ m}^3$,半咸水天然资源为 $121 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。我国地下水资源的分布和组成,南北差异十分明显。北方地区降水稀少,补给量小,西北地区地下淡水天然资源更加贫乏。按照《地下水质量标准》进行区域评价,按分布面积统计,有 63% 的地下水资源可供直接饮用、17% 需经适当处理后方可饮用,12% 不适宜饮用但可作工农业供水水源,约 8% 的地下水不能直接利用,需要经过专门处理后才能利用。全国约有一半城市市区的地下水污染比较严重,地下水水质呈下降趋势。全国约有七千多万人仍在饮用不符合饮用水水质标准的地下水。

(3) 农田污染 目前我国遭受不同程度大气污染的农田面积达 $533.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$,因固体废物堆存而被占用和毁损的农田面积已达 $13.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以上。2000 年全国农业环境监测网对 $30 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 基本农田保护区土壤中的重金属进行抽样监测,其中 $3.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 土壤重金属超标,超标率达 12.1%。对河北、辽宁等 23 个省(区、市)的不完全统计,共发生农业污染事故 891 起,污染农田 $4 \times 10^4 \text{ hm}^2$,其中耕地 $3.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

(4) 农业生产污染

① 农药。农药的使用是提高农作物单位面积产量的重要措施之一。2000 年,全国农药总使用量为 $24.29 \times 10^4 \text{ t}$,平均每公顷使用农药 1.9kg (按 2000 年耕地面积 $1.28 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 计算),超过了西方发达国家农药使用量。由于我国农药利用率低(约 30%,有的不到 10%),大量农药进入大气、土壤及水体,破坏生态平衡,威胁生物多样性。现代农业使用农药的量很大,品种复杂,而且地域分布范围广。经济越发达,使用农药越多。我国是农业大国,每年平均发生病虫害约 27~28 亿亩次,解放后开始施用农药,从零起步,农药使用量逐年增多。20 世纪 80 年代,每公顷土地农药用量为 4.65kg;90 年代增加到 15.9kg 以上,增加了 2 倍多。目前,全国农业使用农药为 $23 \times 10^4 \text{ t}$ 左右,每公顷使用农药 24.2kg。其中,杀虫杀螨剂占 62%;杀菌剂占 21%;除草剂占 17%;杀鼠剂和植物生长调节剂所占比例很小。

由于农药的使用每年可挽回粮食损失 $(200 \sim 300) \times 10^8 \text{ kg}$ 。虽然农药对粮食增产功不可没,但是对人、生物、环境和生态的危害也是巨大的。农药对人体健康的总体影响最终取决于它对于人类活动所难以割舍的生态系统的影响。总的来说,农药使用有损于生态系统,而且会进一步影响人体健康。我国许多粮食高产区也是农药的高施用区,其用量大大超过世界平均用量水平,农药污染相当严重。据 2000 年 23 个省、市不完全统计,农药环境污染事件达 891 次,污染农田 $4 \times 10^4 \text{ hm}^2$,损失达到 2.2 亿元。

农药的污染和危害还在于连续使用农药可引起环境的适应性演变。害虫有适应性,土壤微生物、细菌、无脊椎动物都有适应性。许多害虫长期暴露于某一种农药之中,产生遗传选

择,对基因进行了化学修饰,其行为有了改变,以致农药对此种害虫的毒性减小,甚至丧失,于是农业使用农药的量逐年增加,对环境和人的危害也在增加。

② 化肥。化学肥料污染是在农业生产中因施用大量化学肥料而引起水体、土壤和大气的污染。任何种类和形态的化肥,施用到农田后,都不可能全部被植物吸收和利用。化肥用量过大,使用化肥不当,或施用化肥后作物利用率不高,导致化肥大量流失,都会造成污染。

目前我国年化肥施用量折纯达 4100 多万吨,占世界总用量的 1/3,成为世界化肥生产和消费第一大国。化肥的使用,有力地推动了农作物增产,粮食总产由 1949 年的 $1.13 \times 10^8 \text{t}$,增加到 1998 年的 $5.12 \times 10^8 \text{t}$,其中,化肥的贡献超过 40%。

但是,化肥的过量、不均衡使用也成为我国农业的一个主要特点,由此不仅降低了农产品质量,还会给环境带来严重污染。我国农田生态系统中仅化肥氮的淋洗和径流损失量每年约 $174 \times 10^4 \text{t}$,每年损失的氮素价值 300 多亿元。长江、黄河和珠江每年输出的溶解态无机氮则成了近海赤潮形成的主要原因。中国农业科学院土肥所调查显示,全国已有 17 个省的氮肥平均施用量超过国际公认的上限—— $225 \text{kg}/\text{hm}^2$ 。

化肥污染引起的环境问题主要有以下几种。一是使水源污染,造成人们生活用水的短缺,并因饮用被污染的水而致健康损害。二是导致河川、湖泊、内海的富营养化。原因在于残留在土壤中的化肥被暴雨冲刷后汇入水体,加剧了水体的富营养化,导致水草繁生,许多水塘、水库、湖泊因此变臭,成为死水。而且由于水中氮、磷含量增加,使藻类等水生植物生长过多。三是使土壤酸化以及物理性质恶化,一旦土壤中某种营养元素过剩,还会造成土壤对其他元素的吸收性能下降,从而破坏了土壤的内在平衡,导致土壤板结。四是食品、饲料中有害成分增加,危害人体健康。五是大气中氮氧化物含量增加,化肥中的氮元素等进入大气后,增加了温室气体,导致环境温度升高。

化肥是农村环境污染的另一个重要源头。据联合国粮农组织统计,2000~2001 年,世界平均施肥水平为 $91 \text{kg}/\text{hm}^2$,而我国为 $256 \text{kg}/\text{hm}^2$ 。加上我国禽畜业排出物中氮、磷流失量已为化肥流失量的 122% 及 132%,因此化肥成为农村环境污染的主要因素之一。此外,我国禽畜饲料中氮、磷仅有 22%、钾仅有 4% 转入禽畜产品中,大量养分残存在禽畜粪便中。这也是造成农村环境污染的原因之一。

此外,化肥污染还通过食物严重影响人们的健康,因而被视为是仅次于农药的一种污染,尤其是大棚内栽种的蔬菜受到化肥污染较严重。

③ 农膜。由于地膜能提高地温,保持土壤水分,使得农作物播种期提前,继而提高产量等优点,该项技术自 20 世纪 70 年代从国外引进以来,在我国得到了迅速发展。农用塑料地膜是一种高分子的碳氢化合物,在自然条件下很难降解。而在农业生产上使用的主要是 0.012mm 以下的超薄地膜,其强度低,易破碎,很难回收。随着地膜栽培年限的延长,耕地土壤中的残膜量不断增加,在土壤中形成阻隔层,日积月累,已经开始演变成对农业的一场“白色灾难”。

土壤中的残膜会影响土壤的透气性,阻碍农作物根系对水肥的吸收和生长发育,导致农作物的减产。据不完全统计,我国农膜年残留量大约 $35 \times 10^4 \text{t}$,残膜率达 42%。地膜残留于土壤中,由于其不易分解腐烂(50 年内不会分解),因而会产生破坏播层结构、妨碍耕作、影响土壤通透性、阻碍水肥输导等不良影响,导致对作物生长发育不利,造成减产。据专家统计,减产幅度为玉米 11%~13%,小麦 9%~10%,水稻 8%~14%,大豆 5.5%~9%,蔬菜 14.5%~59.2%。

此外,塑料薄膜中的增塑剂,即邻苯二甲酸烷基酯类化合物(phthalate esters),其量约占PVC塑料薄膜的40%~60%,以增大塑料的可塑性和提高塑料强度。我国最常用的增塑剂是邻苯二甲酸二正丁酯和邻苯二甲酸二异辛酯。由于此类化合物在环境中残留的持久性以及通过食物链浓缩对人体潜在的危害性,已引起人们的广泛关注。美国国家环保局已将此类化合物列为优先污染物。1998年,我国农膜用量达到 $120.1 \times 10^4 \text{t}$,若以添加40%的增塑剂来计算,则有近 $48 \times 10^4 \text{t}$ 邻苯二甲酸烷基酯类化合物进入农田土壤环境之中。

由于农膜在农业生产中大量使用,导致邻苯二甲酸烷基酯类化合物大量地进入农田生态系统,使得农田土壤和作物生长发育及农产品品质同样受到严重影响。在含有邻苯二甲酸烷基酯类化合物的土壤中种植作物,作物可吸收和富集土壤中的邻苯二甲酸烷基酯类化合物,导致作物污染。研究表明:瓜类如黄瓜、西葫芦对邻苯二甲酸烷基酯类化合物污染最为敏感。受邻苯二甲酸二丁酯(DBP)污染的黄瓜叶肉细胞中叶绿体数量明显减少,内部结构退化,部分叶绿体解体,细胞中可见到较多的叶绿体残屑。此外,邻苯二甲酸烷基酯类化合物可明显抑制作物幼苗生长,使株高变矮,出叶减慢,最终将导致减产。

④ 作物秸秆。作物秸秆占作物生物量的50%以上,是一类极其丰富的最能直接利用的可再生有机资源。我国每年收获农作物秸秆约 $6.4 \times 10^8 \text{t}$,其中用作生活燃料、饲料、直接还田和工业原料的约占20%。大量的秸秆在野外直接焚烧,既污染大气,又造成资源浪费。随着农业的进一步发展,秸秆量越来越大,为秸秆找到合适出路迫在眉睫。

(5) 畜禽养殖业污染 据不完全统计,我国目前有集约化大中型奶牛、猪、鸡养殖场约6000多家,日排出粪尿及冲洗污水 $80 \times 10^4 \text{t}$,年排放近 $3 \times 10^8 \text{t}$ 。目前只有20%的粪便污水进行不同程度的处理,其中采用沼气工程的仅为10%,多为牛场和猪场,80%左右的养殖场则直接将粪水排出场外。我国的大中型畜禽养殖近80%集中在人口密集沿海地区的大中城市与农村的结合地带,特别是在东部沿海地区的上海和广东一些大城市周围,而中部地区不到20%,西部地区仅占1%左右。集约化养殖的畜禽粪便既污染水体,又产生恶臭,还传播疾病。畜禽粪便既污染农村环境,也造成地下水污染和地表水的富营养化。

(6) 水产养殖业污染 近20年来,我国水产品的平均年增长率达到10.5%,超过世界平均增长率6.8%的发展速度。集约化生产养殖同时也带来一系列的污染问题。一方面,规模围栏或密置网箱,大量投喂外源性饵料、肥料,排泄物增加,致使水中N、P猛增,透明度下降,水质恶化,底质污染严重,水体富营养化加重,病害增加,赤潮频繁发生。另一方面,在集约化水产养殖过程中经常使用的药品,如疫苗、激素、肌肉色素、麻醉剂和水处理化合物等,为追求利润,超量使用,通过食物链危害人体健康。

4. 自然灾害频繁

我国是一个自然灾害频繁而又严重的国家,每年都有一些地区遭受干旱、洪涝、滑坡、泥石流、台风、冰雹、霜冻、病虫鼠草等灾害的袭击,20世纪50年代以来,我国农业上遭受各种自然灾害的总面积和总损失不断增加,如每年受灾总面积在50年代为 $(1000 \sim 2000) \times 10^4 \text{hm}^2$,70年代为 $(2000 \sim 3000) \times 10^4 \text{hm}^2$,90年代为 $(3000 \sim 5000) \times 10^4 \text{hm}^2$ 。

生态环境破坏,致使农业自然灾害发生率增加。据有关的专题研究计算,我国由于生态破坏和污染造成的“生态赤字”每年达6700亿元。专家评价,20世纪90年代洪水造成的损失平均每年为100亿美元,干旱造成的损失高达350亿美元。仅1998年,长江流域,东