# 第一章　导　论

## 第一节　问题的提出

面源污染（Nonpoint Source Pollution，也称非点源污染）研究是继点源污染研究之后兴起的又一个国际环境问题研究的活跃领域。由于信息不对称和高度不确定性的存在，面源污染具有分散性、隐蔽性、随机性、不易监测、难以量化等特征，使得对其研究和管制具有较大的难度。甚至在发达国家，与对点源污染控制的研究相比，对面源污染控制的研究还是相当有限的（OECD，1991）。随着经济的发展和城市化进程的推进，我国发达地区的农村也同样面临着面源污染这个难题。在太湖流域和“长三角”这样的人口密集、经济发达和城市化水平较高的地区，农村生活垃圾、农村生活污水、禽畜粪便和农业化肥流失等面源污染正在威胁着“锦绣江南”的传统美誉，农村的传统文化价值、景观价值等也随着千篇一律的城市化开发模式受到侵害，这对于发达地区整体形象和综合竞争力的提升都会产生不利影响。如果农村面源污染得不到有效控制，发达地区的环境问题就不能根治。尽管近些年来政府不断加大治理力度，但是面源污染的工程性治理成本较高，或难以兴建，或建成后因成本和配套问题难以正常运行。另外，从经济学的角度看，由于面源污染污染源众多而细小和交叉，意味着直接监测和干

需要全本请访问 www.ertongbook.com

预污染者行为的成本过高，从而导致传统命令一控制管理体系的无效。具体而言，面源问题之所以困扰着我国许多城市的发展，主要表现在以下几个方面：

第一，面源污染的危害和发展趋势影响巨大。目前，我国水、空气、噪声、垃圾污染突出，全国七大水系 1/3 以上的河段达不到使用功能要求，近一半的城市河段污染严重，大部分湖泊富营养化突出，近岸海域污染呈加重趋势；相当多的城市空气质量超标，酸雨区面积占国土面积的 30%；城市垃圾处理率低，而且还占用农业用地，污染农业环境。全国生态恶化的趋势未得到有效遏制，水土流失面积已达 36 700 万公顷，其中耕地的水土流失面积达 45.4 万公顷；荒漠化土地面积已达 26 200 万公顷，沙化的耕地面积也已达 256 万公顷；耕地质量下降，发生盐渍化的耕地超过 800 万公顷。生态安全已经向人们敲响了警钟。我国因固体废弃物堆存而被占用和毁坏的农田面积已达 13.3 万公顷以上， 533.3 万公顷耕地遭受不同程度的大气污染，全国利用污水灌溉面积已占总灌溉面积的 7.3%，比 20 世纪 80 年代增加了 1.6 倍。监测数据显示，占全国淡水天然鱼捕捞产量 90%左右的七大水系中，超过渔业水质标准的河段总量达 5 000 公里①。太湖流域、淮河流域、巢湖、滇池、上海淀山湖等水域，农业面源污染比例超过点源污染，尽管工业污水达标排放率不断上升，可流域水质却不断下降，说明面源污染的贡献率已超过点源污染。就环境污染的发展趋势来看，全国大部分地区的环境威胁已经从以工业污染为主转变为工业、农畜业和生活污染三足鼎立之势，从以点源污染为主转变为面源污染为主，从以城市污染为主转变为城乡污染并重。

以人们关注的水环境为例，根据 2002 年《中国环境状况公报》，我国七大江河水系均受到不同程度的污染，仅不足 1/3 的监

① 张宝文：《积极发展生态农业 努力防治面源污染》，载于《中国农业信息快讯》，2001 年第 7 期。

测断面满足Ⅲ类水质要求，尤以海河和辽河流域污染为重；滇池、太湖和巢湖氮、磷污染严重；东海和渤海近岸海域污染较重。 2002年，七大水系741个重点监测断面中， 29.1%的断面满足Ⅰ～Ⅲ类水质要求，30.0%的断面属Ⅳ、Ⅴ类水质，40.9% 的断面属劣Ⅴ类水质。其中七大水系干流及主要一级支流的199个国控断面中，Ⅰ～Ⅲ类水质断面占46.3%，Ⅳ、Ⅴ类水质断面占26.1%，劣Ⅴ类水质断面占27.6% 。各水系干流水质好于支流水质。主要湖泊氮、磷污染较重，导致富营养化问题突出。滇池草海为重度富营养状态，太湖和巢湖为轻度富营养状态．而引起富营养化的原因，很大程度上是与面源污染相关。

近年来，各大水域和湖泊先后发生凤眼莲（俗称水葫芦）爆炸性增长的现象，对水体生态形成重大威胁，这也是面源污染加剧的表现。据广州市水上环卫队统计，从1975年至今，珠江水域水葫芦生长量每10年就增长10倍，1975年在水葫芦生长旺盛的季节平均每天只打捞到0.5吨，1985年为5吨，1995年为50吨，而现在平均每天接近500吨。水葫芦增长过快的不利后果是多方面的。首先，种群爆炸导致凤眼莲大面积稠密覆盖内河水面，堵塞河道，影响航运；在汛期阻碍水流，提高洪水水位，易形成洪汛。若是覆盖湖面或旅游区水面，会使生态景观受破坏，生态服务价值降低，与之整合的城市整体景观亦受损害。其次，凤眼莲大面积稠密覆盖各种水面，一方面，在水生生物旺盛生长期，因降低了光线对水体的穿透能力，使水温偏低，溶解氧含量低，二氧化碳浓度增大，影响水生生物的生长繁殖；另一方面，如不及时采收打捞，植株死亡腐烂后沉入水体中或沉入水底，分解产生的有机质会导致水体富营养化加剧，水质进一步恶化，使生态系统遭受破坏，生物多样性下降。凤眼莲其实不是什么坏东西，之所以20世纪六七十年代它能够被有效利用，而现在不能， 绝不是因为它变坏了，而是因为我们的社会经济机制出了毛病。

由此看来，农村面源污染的防治是发达地区经济发展和城市化

过程中不可回避的问题，它关系到发达地区的投资环境、城市建设、都市形象、生活质量、生态平衡、旅游、文化等各个方面，其最终会关系到提升一个城市的综合竞争力。对于人多地少的发达地区来说，农村环境资源的价值则更见珍贵。从经济学角度看，土地的价值是由其区位、吸附的资本和环境质量等决定的。随着城市化进程的加快，区位优势、资本和技术优势的不断强化，农村资源和环境价值的保值增值和最优利用尤其显得重要，无论城市还是农村环境要素质量的任何下降，都是对社会总财富的损失。在点源污染相对取得成效的同时，可以说面源污染的治理程度决定着发达地区的环境质量的最终成败。农村面源污染，包括农村禽畜粪便的污染、农业生产过程中的化肥和农药的污染、农村未经收集处理的生活垃圾、未能纳管的生活污水和农田水土流失等造成的水体污染的加重，表明新时期发达地区农村的环境污染的威胁和挑战已经从点源污染转向农村面源污染。面临这一态势，发达地区的环境保护的战略也必须相应的发生转变。

第二，与严重的面源污染形势形成鲜明对照的是现有的环境命令一控制管理体系无力应对面源污染。命令一控制管理体系较为适合于控制点源污染，而基本无力控制面源污染。一是排污者行为越明显，排污量越大，命令一控制管理体系的效率越高。反之，当生产和消费活动中的污染行为细小而分散时，信息收集和监督成本随之上升，该体系逐步变得无效。二是该体系缺乏激励机制。从根本上讲，污染者是受利益驱动而污染环境的。因此需要提供某些激励机制，使这种驱动力弱化，甚至使污染者转向环境友好的道路。而命令一控制体系在直接制止污染方面较为有效，但在提供适当激励方面的能力较为有限。所谓适当激励，指的是在诸如绿色税收或补贴这样的激励机制作用下，使生产者和消费者的市场行为会转向环境友好。显然，这是我们的社会所缺乏的。三是成本过高，易受政府财力影响。单独依靠政府行政体系直接对污染者干预的做法，往往由于部门之间条块分割而加大管理成本，在政府财力的约束下而

不能长效管理。

以太湖流域水环境污染的治理为例，仅“九五”期间，国家用于太湖环境治理的投入就高达200亿元，投入和治理力度不可谓不大。“九五”期间，太湖被列为“三河三湖”重点整治流域，是国家环保工作的重中之重。1998年，国务院做出了太湖流域全面治理污染，构建生态平衡的战略决策。将太湖水环境治理分为三个阶段。第一阶段是“零点行动”（工业污染限期达标治理计划），要求在1999年1月1日零点前，太湖流域所有水污染源限期治理，实现达标排放；第二阶段是“太湖水体变清行动计划”，要求在2000年底前，实现太湖水体变清，流域重点水域水质明显改善；第三阶段是“太湖中营养达标计划”，要求在2010年以前从根本上解决太湖富营养化、生态系统破坏和有机污染问题，奠定太湖水资源可持续利用和太湖地区可持续发展的基础。

经过“九五”期间的巨大投入和治理，太湖水体恶化趋势得到初步遏制，部分河湖水质开始好转。1 035家重点工业污染源达标排放率为95%左右，削减有机污染物COD排放量21.38万吨。第二阶段治污任务部分完成，计划中的54个污水处理厂目前已经建成投运29个，规模达118.65万吨／日，占总规模的39.2%，其他25个正在建设，但其配套污水管网大多未能同步建设。8项综合治理工程中有的清洁生产项目已经完成，藻类收集和综合利用工程正在研究，包括农业面源污染治理工程、饮用水保证工程、截污和河道整治工程、水利调控工程、湖滨防护带工程、前置库工程等6项工程部分建成或正在建设。经过多年综合治理，太湖水污染防治取得了一定成效，按照COD指标评价，湖体和80%的出入湖的河流达到了三类标准，实现了目标要求。

然而，太湖水环境治理形势依然严峻，河网水质污染严重。据2002年太湖流域水环境监测中心资料，太湖湖体的20个监测点位中，属Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类和劣Ⅴ类水质的点位比例分别为5%、35%、5%和55%。主要污染物为总氮和总磷。湖区中五里湖、梅

需要全本请访问 www.ertongbook.com

梁湖污染明显重于湖心、东部和西部沿岸区。富营养化评价表明，太湖湖体处于轻度富营养状态。环湖主要河流和环湖交界水体污染严重，主要污染指标为氨氮、总磷和生化需氧量。 79 个水质监测断面中，高锰酸盐指数符合Ⅰ～Ⅲ类水质要求的断面占 59.5%。水质综合评价，Ⅱ～Ⅲ类、Ⅳ～Ⅴ类及劣Ⅴ类水质的断面比例分别为 2.5%、3.8%和 93.7%。与上年相比，太湖环湖河流水质有所下降。特别是总氮和总磷浓度指标大多超过五类标准，说明由于面源污染导致的富营养化居高不下仍然是困扰太湖流域的重要问题。这些事实还表明，所谓太湖水环境质量恶化趋势初步得到遏制，较大程度上是治标措施和突击整治的结果，其长效性令人堪忧。

第三，面源问题的凸显，很大程度上与制度和市场缺陷有关。由于我国在城市化过程中的农村发展战略、规划和政策管理等层面还存在很多不合理的地方，而这些方面也恰恰反映了我国农村的经济制度和管理体制、传统的生产方式和生活方式中还依然存在某些制度缺陷，造成的结果是农村被边缘化了，而面源污染的加剧正是这种农村边缘化的一种反映。同时，市场的某些缺陷也使得面源问题复杂化。例如，低效化肥、高毒高残留农药、含磷洗涤剂、低劣电池等之所以还占有相当大的市场份额，是因为他们在消费过程中产生的负外部性未能内部化，社会为这些商品的消费过程承担了部分成本。这样，此类产品就会由于低价格而拥有相当强的市场竞争力，不会轻易退出市场。农民大量施用化肥而放弃农家肥的行为导致了双重污染，究其原因，是因为施用化肥造成的消极作用并非由施用者自己承担，而是被转嫁到社会。另外，施用农家肥产生的生态效益是由社会无偿享受的，农民并未获得相应的补偿。也就是说，由于市场缺陷的存在，那些造成环境负面影响的生产和消费活动会趋于泛滥，而那些对环境有益的经济活动则会受到抑制。习惯于行政手段推进的管理者由此面临的难题是，在信息不对称的情况下众多分散经济活动主体受利益驱动，只要制度和市场缺陷存在，由此产生的环境滥用行为就会源源不断地产生。同时，直接行政干

预引发的高成本则使有关管理难以经常化，整治时轰轰烈烈，热点转移后死灰复燃，环境管理上形成诸多顽症。因此，命令一控制管理体系在面对利益驱动下恒河沙数的分散农村经济主体时就显得束手无策了。

从经济学角度讲，面源污染并非意味着不能识别污染源，而是政府的监测和管理的信息成本过高，这也正是面源问题的难点。造成面源污染的信息成本过高的原因在于：（1）信息不对称，即大量污染个体的存在使得管理者获得污染者个体的信息以及污染者之间获得信息存在困难。（2）高度不确定性，即不确定的时间内，通过不确定的途径排放不确定数量的污染物质。（3）随机性，即大多数面源问题都涉及随机变量或生产中的随机影响。例如，农业生产会受到天气等自然变量的影响。（4）道德风险和逆向选择，指多个污染者的存在暗含着他们之间存在“搭便车”、道德风险和逆向选择的问题，多个污染者的交叉提高了面源污染管制的难度。①

根据经济学原理，市场是实现资源合理配置的有效手段，然而，对于环境公共物品来说，由于其自身的非竞争性和非排他性常常使得他们处于市场失灵的边缘境地。在我国农村地区，由于农户的众多性和分散性，使得政府对农村资源环境利用和保护的监测和管理成本大大增加，这样就造成农村资源环境处在缺乏约束和规范的状态；农户为了即期需求，在利益的驱动下无暇顾及农村资源环境保护的相对长远利益，于是乱砍滥伐、毁林开荒、用养失调、竭泽而渔的现象屡禁不止，只索取不补偿的掠夺性开发、急功近利的短期行为，使农村资源与环境遭到了“公地的悲剧”。也就是说，在存在制度缺陷和市场缺陷的情况下，农户对农村资源的使用基本

① Xepapadeas A. Controlling Environmental Externalities: Observability and Optimal Policy Rules. T. Tomasi and C. Dosi, eds. Nonpoint Source Pollution Regulation: Issues and Policy Analysis. Kluwer Academic Publishers, 1994, 67-86.

是无偿的，而“使用者补偿”、“污染者治理”、“破坏者恢复”的机制却没有确立，加之法律手段不完善且执法不严，农户环保缺乏直接的经济激励，外部成本无人支付、外部收益众人分享，必然使得农村面源污染的累积性和负外部性加重。

## 第二节　研究的目的和意义

本书研究的根本目的在于希望通过从经济学角度进行的研究，对当前困扰我国发达地区的农村面源污染问题的解决提供新的思路。长期以来，我国环境管理体制中一直存在着重点源、轻面源；重工程，轻制度的缺陷，没有把握住影响环境的主要因素正在从生产性向生活性转变，从点源污染向面源污染转变，从城市向农村转变的特征。我国对面源污染防治的研究还主要集中在工程和技术的层面上，还没有清晰地认识到面源污染和农村的经济制度和管理体制、传统的生产方式和生活方式、滞后的城市化水平和城乡布局不合理等方面是紧密相关的。通过本项研究，笔者期望能够从更为宏观的角度，也就是从可持续发展的高度，探讨为什么我国传统的命令一控制模式无力应对面源污染问题，力求从制度和管理体制上寻找造成我国面源污染严峻形势的深层次原因，并且通过运用经济对策和农村社会经济发展战略调整等手段来寻求面源污染问题的解决出路。

面源污染治理研究中涉及的一些问题处于环境经济学研究的前沿，在理论研究中富于挑战性，本书选取经济学角度对我国的面源污染问题进行研究，丰富了环境经济学理论在这一问题上的欠缺。发达地区农村面源污染的研究对于我国在经济发展水平还不是很高的情况下，怎样应对农村面源污染问题的严峻挑战具有非常重要的理论和现实指导意义。可以说，面源问题不解决，环境污染就无法最终得到根治。对面源污染问题的研究不仅对制定发达地区农村发

展战略非常重要，同时对其他区域可持续发展研究也具有借鉴意义。

## 第三节　研究设想与研究方法

本研究的设想主要包括以下几个方面：

第一，从基于对我国农村面源污染的严峻形势和政府治理力度加大的判断入手，指出传统的命令一控制管理体系和工程技术治理措施无力应对面源污染，通过和发达国家防治面源污染的国际化比较研究，分析说明我国面源污染问题的凸显主要与我国的制度缺陷和市场缺陷相关，这也是我国面源污染的特殊性之所在。

第二，本书分析了我国发达地区农村的边缘化趋势，而面源污染的加剧，正是这种农村边缘化的一个典型案例。深入探究这种边缘化趋势以及面源污染问题，是由于我国的农村制度缺陷造成的，固化的城乡二元结构、不合理的农村财政税收体制以及城市化中的问题是其根源。因此，探讨发达地区农村面源问题需要从城乡一体化的思路开始，研究如何消除二元结构，改善农村基础设施建设的落后局面，真正实现城乡一体化和可持续发展。同时，面源污染问题还与以大量消耗资源和粗放经营为特征的传统发展模式有着密切关系，转变这种粗放性，才能在防治面源污染方面取得巨大的利益。

第三，造成面源污染的制度缺陷凸显了政府驾驭市场的能力不足，社会生活的过物质化倾向也是由于政府的某些方面失控导致的结果。为了控制面源污染，使社会生活减物质化，政府必须改变传统的干预角色，创建那些市场缺失的动因，并纠正几十年来增长取向导致的市场扭曲，通过完善的市场机制的作用，使生产者或消费者行为发生有利于环境的变化。为此，政府的角色定位应该是通过经济手段和激励机制，改革那些不利于环境友好的规则，以及加强

对科学和技术领域的支持，来驾驭市场朝着正确的方向运动，封闭导致废物流不断增长的过物质化循环。

第四，基于以上设想，为了减缓面源污染，针对发达地区农村的特点提出解决面源问题的思路和对策。例如，利用税收和补贴等经济激励政策规范面源污染个体的行为，在城市化进程中拓展农村的发展空间，让农村为城市提供生态服务，发展有机农业，以及对社会经济发展模式做出相应的调整，等等。

在研究方法上，本书采取规范研究和实证研究相结合，逻辑分析和案例分析相结合的研究方法，将面源污染的共性特征和中国环境污染的具体实践相结合，将共性的研究和个案的解剖相结合，坚持从普遍到特殊，再从特殊到普遍的研究逻辑。从环境经济学、公共经济学、微观经济学以及博弈论和信息经济学等角度分析，使面源污染的研究建立在扎实的理论和实践基础上，同时通过对上海市H镇的面源污染具体情况的调查研究来进一步说明发达地区农村面源污染防治的重要性。

## 第四节　内容安排

本书的第一章为全书的导论，包括问题的提出、研究的目的和意义、研究设想和内容安排四个方面。

文献综述由第二、三两章构成。其中，第二章所涉及的是相关概念的界定和面源污染的特点及主要来源，以及现有的国内外防治面源污染的工程性措施和非工程性措施。虽然本章力图对面源污染的治理方法进行较为全面的概括性叙述，但本研究并不认为我国的面源问题是一个仅凭工程和技术措施就能顺利解决的问题。第三章从经济学角度梳理和分析了国内外经济学者对面源污染治理的主要理论和观点，以及面源问题的微观经济学分析和经济政策模型分析。

第四章是针对防治面源污染的国际比较研究，包括各国关于防治面源污染的法律、法规、经济和管理的政策措施等，并且提出了中国面源问题的几点特殊性。

第五章首先分析了在城市化过程中发达地区农村被边缘化的趋势，而面源污染的加剧正是这种边缘化的一种反映。接下来从城乡二元结构和城市化问题的角度解读了造成边缘化和面源问题的根源，这些问题也正是我国农村的经济制度和管理体制、传统的生产方式和生活方式以及农村规划中存在的制度缺陷。同时文章指出，面源污染问题和以大量消耗资源和粗放经营为特征的传统发展模式有着密切关系。

第六章分析了在宏观管理层面上，由于政府缺乏驾驭市场的能力，导致社会经济活动的过物质化倾向和面源污染的加剧，并且运用如何化解化肥和农家肥的矛盾、水葫芦爆炸问题和废电池的合理回收利用三个实例，加以说明政府在防治面源污染问题中角色定位的问题，并且指出我国政府在应对面源污染问题上面临的挑战。

第七章是以上海市 H 镇为例的面源污染的调查和实证研究。之所以选取 H 镇是因为该镇地处上海近郊，具有典型的江南水乡地貌，镇内河道纵横交错。同时 H 镇是一个迅速城市化的地区，镇内不仅工业发达，而且种植业、养殖业兼有，到目前还没有建立污水处理厂，属发达地区的农村面源污染的典型性地区。

第八章研究针对发达地区农村面源污染防治的对策问题。尽管当前发达地区已出现逐步缩小围网养殖面积、减少化肥和农药的施用量、增加有机肥料施用的呼声，但现有的研究往往过于技术化，而对运用市场机制遏制农村面源污染，发展有机农业，让农村为城市提供生态服务，增加农业技术服务体系的有效性以及探索农村发展方向等问题研究不足，从而很难找出能够行之有效的方案。

具体包括研究如何运用市场激励机制，探索征收统一的面源污染税，或对化肥农药等污染性投入征税的可行性，以遏制生产和消费环节的氮、磷污染，引导企业和消费者的生产行为和消费行为。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

研究如何在城市化进程中拓展农村发展空间，挖掘农村自然资源的多元化价值，探讨发达地区农村如何为城市提供生态服务的问题。即农村如何利用它的自然资本创造并体现出景观价值、传统文化价值，维护城市环境质量的价值，保护生物多样性，体验、娱乐、教育等方面的价值。

研究通过发展有机农业遏制面源污染，探讨如何增加农民的收益，使有机肥的使用者获得足够的回报。根据我国当前的市场环境，应该怎样扶持和完善有机农产品市场，等等。

第九章是全书的总结和延伸思考。

# 第二章　面源污染的含义、特点、来源及防治措施

## 第一节　面源污染的含义和特点

### 一、面源污染的含义

点源污染（Point Source Pollution）是指比较容易辨别污染源，而且通过管制能够易于被控制的污染，包括管道、沟渠、隧道、机动车辆、船舶、集中的动物养殖流程或者其他可以容纳污染物和能够让污染物排放的流动工艺。这个术语不包括农业暴雨径流，以及农业灌溉回流。

面源污染（Nonpoint Source Pollution），是与点源污染相对的，美国《清洁水法》修正案①将其定义为“污染物以广域的、分散的、微量的形式进入地表及地下水体”。一般是指来源于降水、径流、渗透、排水、渗流、水利修复或者大气沉降的污染。经过降雨（尤其是指暴雨）或积雪融化产生的径流冲刷、携带自然的或人类活动造成的污染物，主要包括沉积物、营养物质、有毒化合物、有机物和病原体，最终沉积到河流、湖泊、湿地、滨岸和地下水

① Lee S I. Nonpoint source pollution [J]. Fisheries, 1979, (2): 50-52.

中。从技术上讲，“面源”这个术语在美国是指任何不符合 1987 年《清洁水法案》第 502（14）款对“点源”所定义的任何来源。

点源一般指在某些可以辨别的位置进入水体，并且其携带的污染物可以通过生产的内部工艺或流程得到控制，而不受天气的影响。点源污染排放主要是指诸如城市工业的废水、来自于固体废弃物的径流和渗漏、集中的禽畜饲养活动，以及在清洁水法案下被管制和允许排放的城市中心区的暴雨污水排水口。与点源污染的集中定点排放相比，面源污染起源于分散和多样的区域，地理边界与发生位置难以识别和确定，因而对其鉴别、防治、管理很困难。

以上的定义是依据美国《联邦水计划资源管理》以及相关法律条文而具有强制性的说法，还有一些非法律团体和组织定义的面源特征：

面源排放是指按照间断的时间间隔进入地表水或地下水的行为，很大程度上与气象相关。

污染物产生于大面积的土地之上，并且在其到达地表水和渗透到地下水之前要在陆地上面移动和迁移。

面源污染的程度和不可控制的天气状况以及不同地区、不同时间的地理地形状况相关。

面源污染物可能转移和沉降为空气污染物。

与点源污染的监测相比，面源污染的监测更加困难且成本高昂。

减少面源的措施应该主要针对土地和径流管理措施，而不是排放处理。

具体到我们国家，面源污染一般是指人们从事生产和生活活动时产生的非点源污染，包括禽畜粪便流失、化肥和农药污染、秸秆污染，还包括未经收集处理的生活垃圾、未能纳管的生活污水和农田水土流失等造成的水体污染，以及增加河流、湖泊的污染物负荷，甚至出现水体富营养化等难以控制的问题。可见面源污染是指除了点源污染所定义的情况外，还包括农业暴雨径流和农业灌溉回

流，废弃矿山、建筑、水利和林业建设时产生的径流，以及来自农村和城市地区的很细小且未能纳管的径流，这些污染的特点是污染源来源众多而细小，缺乏系统可靠的统计资料，以至于不能用直接管理的手段对之进行控制。

点与面在很大程度上是相对的，所谓面，实际上由无数较小的点构成。相对于环保部门的管理能力，那些小企业也可以纳入面的范畴。但一般来讲，面源污染指的是非工业污染。从管理的角度讲，面源污染还意味着我国环保的制度力量力所不能及的那些方面。其实，面源污染并不是新的污染源，而是指在环境保护工作中以前未能高度重视或有效对付的污染。由于管理体制和人力财力投入的限制，传统上我国环保工作的重点一直放在点源污染的控制上，尤其是盯住大的工业污染源。这一策略取得了显著的效果，但是随着近年来我国经济的发展和社会的巨大变化，面源污染的问题已经日趋突出。

目前，包括中国在内的许多国家的点源污染已得到较好地控制，其治理正进入高层次的系统化管理，与点源污染的治理相比，面源污染由于分散、交叉而造成对其难以鉴别、防治和管理。然而面源污染造成的后果往往是严重的，尤其是对水资源造成的污染。水资源是一个国家最有价值的资产之一。在过去的 25 年中，美国的环境保护项目已经在改善水资源质量方面取得了很大的成功，但在许多方面还是存在着难以解决的问题和挑战。尽管在减少分散的污染源方面花费了很大的代价，但是水体生态系统一直还在遭受破坏，主要是由于复杂的面源污染所导致的。根据美国国家水质调查目录显示，到 1996 年为止，被调查的水体中 40％的水体由于污染严重而不能钓鱼、游泳和做一些其他的用途。导致这种局面的原因是沉积、富营养化以及金属、耗氧物质和细菌造成的污染问题(EPA)。农业，包括作物生产、草原、牧场、养殖场等已经构成了污染来源的 70％。根据美国 1996 年的《国家水质调查：给国会的汇报》，美国环境保护局(EPA) 认为导致国家河流、湖泊水质破坏的

主要原因是农业。EPA估计被污染的70%的河流，被污染的49%的湖泊和被污染的27%的江口是由于农业面源污染造成的（EPA，1998）。按照1987年经济合作与发展组织（OECD）的报告，在成员国中，硝酸盐与农药是最大的分散污染源，欧洲国家也得到了相似的结论[①]。日本的稻田是Biswa湖的最大污染源；荷兰农业面源产生的TN、TP分别占水环境污染总量的60%和40%～50%；[②] 丹麦270条河流94%的氮负荷、52%的磷负荷由面源污染引起。

在我国，黄河流域的水土流失造成河道和水库的淤积，土壤和养分大量流失、水体污浊，是一种严重的面源污染。农业与城市径流所带来的养分（特别是氮、磷两种元素）过量地输入河口、湖泊和水库，往往造成这些水域的富营养化，使水体的生态系统发生变化，水质恶化。太湖流域、淮河流域、巢湖、滇池、上海淀山湖等水域，面源污染比例超过点源污染，相当多的湖泊和水库出现富营养化。近年来，农药、化肥的过量使用，畜禽养殖业的快速发展，矿山露天开采范围急剧增加等因素，导致面源负荷与危害在同步增长。

## 二、面源污染的主要特点

1. 分散性和隐蔽性。与点源污染的集中性相反，面源污染具有分散性和隐蔽性的特征，它随流域内土地利用状况、地形地貌、水文特征、气候、天气等的不同而具有空间异质性和时间上的不均匀性。

① Cesare Dosi and Theodore Tomasi, Preface, Nonpoint Source Pollution Regulation: Issues and Analysis [M]. Edited by Cesare Dosi and Theodore Tomasi, Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1994 ix-xvii.

② 杨爱玲、朱颜明：《地表水环境非点源污染研究》，载于《环境科学进展》，1999年第5期。

2. 随机性和不确定性。大多数面源污染问题，包括农业面源污染，涉及随机变量和随机影响。识别进入污染系统中的随机变量和不确定性对面源污染的研究是很重要的。例如，农作物的生产会受到自然的影响（天气等），因为降雨量的大小和密度、温度、湿度等天气的变化会直接影响化学制品（农药、化肥等）对水体的最终污染。

3. 不易监测性和空间异质性。由于面源污染涉及多个污染者，在给定的区域内他们的排放是相互交叉的，加之不同的地理、气象、水文条件对污染物的迁移转化影响很大，因此很难具体监测到单个污染者的排放量。严格地讲，面源污染并非不能具体识别和监测，而是识别和监测成本过高。近年来，运用遥感（RS）、地理信息系统（GIS）可以对面源污染进行模型化描述和模拟，为其监控、预测和检验提供有力的数据支持。

空间异质性是指同样的行为在不同的位置会有不同的环境影响，排放的分散性导致其地理边界和空间位置的不易识别。有效的环境管理必须认识这些差异，生产和价格也需根据位置而定。虽然已经认识到农业污染具有空间差异，但是现存的政策标准都是统一执行的，在管理这种差异上还存在着困难。

## 第二节　面源污染的主要来源

### 一、禽畜养殖业的粪便流失

近年来，随着人民生活水平提高和农村产业结构调整，各级政府为缓解副食品供应，改善人民生活实施了“菜篮子工程”，加之禽畜养殖成本的降低，各地大量建设禽畜饲养场，使得禽畜饲养量逐年增加。禽畜场产生的主要污染物为禽畜粪便、尿液及其冲淋

需要全本请访问 www.ertongbook.com