

上海市水利管理处

Shanghai Water Conservancy Management

水利科技

[水利科研](#)[科技动态](#)[论文集萃](#)

信息搜索

 [搜索](#)

利用生态技术治理农村水环境

摘要 农村水环境恶化的实质是农村生态系统失调,营养物质向系统外转移的结果。生态工程是进行流域生态修复、强化物质循环的有效方法。农村水环境的治理策略应着眼于污染物迁移和源头污染控制两个方面,其中水塘系统、植被缓冲带、湿地系统、生态农业、坡面生态工程和污染物生态处理等生态治理技术可形成控制农村水污染的流域生态工程,在农业生态系统内形成一种和谐的自然—社会—生态关系,促进流域农业的可持续发展。

关键词 水环境 农村 生态工程 控制措施

随着现代农业的发展,土壤、气候和水文过程均促进养分从土壤向水体转移,村庄废弃物日益增多,使得农业非点源污染日益严重。要治理农村水环境,控制农业非点源污染是必要条件,其中生态技术是解决农村水环境恶化的根本途径之一。生态技术主要通过控制农村生态系统的物质平衡和物质流动途径减少污染物的流失,治理措施可分为源头污染、迁移途径控制措施,两者可以根据实际情况有所侧重,但必须有机结合。

一、控制农业径流污染的生态技术

非点源污染的产生、输出以及迁移过程极其复杂,影响非点源污染负荷的主要因素有流域降雨特征(降雨分布、降雨强度、持续时间等)、流域下垫面特性(土地利用、河流沟渠系统、土壤特性等)、流域景观结构和系统界面特征等。控制农业非点源污染迁移途径的生态技术主要有人工水塘、水陆交错带、湿地系统和水塘系统等。

1. 湿地生态系统

湿地是陆地生态系统和水生生态系统之间的过渡地带,其水位通常接近地表,或以浅水形式覆盖地表。湿地一般具有三个特征:周期性以水生植物生长分布为主;土壤水分饱和或被水覆盖;土壤基质具有明显不透水层。污染物在湿地中的滞留由物理、化学、生物等过程控制,包括氮、磷等随泥沙沉降,泥沙和土壤对污染物的吸附、解吸、氧化还原以及生化过程等,而这些过程又与湿地系统的土壤化学性质、生产力等因素有关。湿地水文的周期性变化影响着湿地系统的土壤氧化还原性、水力传导系数、水深、停留时间及水位变化等。湿地系统通过增加径流下渗量、延缓径流流速(部分湿地流速接近于零)、增加停留时间等将污染物滞留并将其降解、转化。

磷在湿地中的滞留由物理、化学、生物等过程控制,包括随泥沙沉降,泥沙和土壤的吸附、解吸、氧化还原以及生化过程等。磷的滞留也依赖于湿地水流量、速度、停留时间等水力因素,流速过高容易引起泥沙再悬浮,影响湿地的生化、物理化学等过程,以及湿地植物分布、组成等。生长季节温度较高,湿地生态系统中的植物和微生物生命力旺盛,在植物根部形成氧化微环境,促进微生物对有机磷的降解,使得生长季节的磷滞留明显高于休眠季节,使磷在湿地中的滞留具有明显的季节性。

氮在湿地中的滞留主要通过沉积作用、脱氮作用、植物吸收和渗滤作用等,同时湿地系统土壤的氧化还原性、植被构成(产生有机质)等均影响脱氮过程,进而影响氮的滞留容量。

2. 水陆交错带

我国河流湖泊众多,位于水生生态系统和陆地生态系统间的交错带具有独特的物理、化学、生态特性。交错带内聚集有丰富植物和动物区系,对整个区域的物质循环起着调控作用。生态交错区控制着流域景观之间的物质流动,水陆交错带的一个重要生态功能就是对流经水陆交错带的物质流和能量流有拦截和过滤作用。水陆交错带的作用类似于半透膜对物质的选择性过滤作用。尹澄清研究组发现作为陆地/源头水交错带的人工水塘系统具有很强的截留农田径流和非点源污染物的生态功能。白洋淀周围水陆交错带的芦苇群落和群落间的沟渠能有效地截留陆源营养物质。其中,有植被290m长的小沟对地表径流的总氮截留率是42%,对总磷截留率是65%;4m芦苇根区土壤对地表下径流总氮的截留率是64%,对总磷的截留率是92%。

3. 缓冲带

缓冲带是指与接纳水体邻近,有一定宽度,具有植被,在管理上与农田分割的地带,能减少污染源和河流、湖泊之间的直接连接。10~15m宽的河边缓冲带能够滞留农田地表径流携带的大部分氮、磷,同时不同类型(灌丛、草坡、山毛榉林)缓冲带的滞留能力上要依赖于植株密度和水位:悬浮物在过滤带内的沉降主要是随泥沙增加,引起水水流速降低,延长水流流动时间,增加径流下渗量,降低水流携沙能力。氮在缓冲带内的截留作用主要是随泥沙沉降、反硝化作用、植物吸收,而影响反硝化作用的因素主要有温度,氧化还原能力,可利用的碳源量、氮源量等。磷在缓冲带内的截留主要是随泥沙的沉降及溶解态磷在土壤和植物残留物之间的交换,以及缓冲带土壤中植物根孔的形成有利于过滤作用的增强和吸附容量的扩大。

4. 水塘系统

长江中下游流域存在许多天然或人工水塘，这些水塘间歇性的与河流进行水、养分的交换，同时降低流速，使悬浮物得到沉降，增加水流与生物膜的接触时间，水塘对非点源污染物的滞留和净化能力很强。研究发现，浅水水塘对氮年滞留量约为8000kg/hm²。我国许多水塘系统主要是通过滞留降雨径流，循环利用水塘截留的径流和营养物质，径流和氮、磷的年滞留率均超过80%。同时，连接水塘的小沟具有较高的横断面/水深比，以及植被对径流有过滤作用，使得沟渠能够有效地滞留氮、磷等污染物。水塘系统中的河口型、水塘型河流断面在不同的水文条件下(基流、降雨径流)具有稳定的滞留功能，总磷、总氮的滞留量约占全部滞留量的60%以上。

二、控制农业区源头污染的生态技术

1. 生态农业和生态施肥技术

生态农业技术是生态系统的基本原理在农业生产系统中的应用，它使物质在生态系统内多次循环，废物产生最小化，减少农村非点源污染。根据气候、土壤、生产目标的不同，可以采取许多不同模式，如珠江三角洲的塘基系统、长江中下游的多水塘系统等，两者是利用陆地生态系统和淡水生态系统截面上水—陆相相互作用的边缘效应充分的利用自然资源。红壤丘陵区的“顶林、腰园、谷农、塘鱼”的生态模式以养猪为纽带，实行种养结合，建立饲草—猪—沼—菇—果、粮—鱼、珍珠的食物链，定量调控结合链环的饲料配置，粪尿投放，制沼育苗和塘淤返田，提高了系统牛产力，减少了废物产生量和非点源污染。根据农业生物群落内各层生物的不同生态特性和互互利关系，在单位面积上适当增大垂直利用层的厚度，充分利用自然资源的立体生产技术，日益引起重视。

生态施肥技术的目的是控制土壤养分投入数量，改善养分投入方法，使土壤中养分水平保持在既能满足作物生长的需求，又不至于对区域环境产生显著危害。应实施测土施肥，深层施肥，避免雨前施肥，尤其是在敏感水体上游流域等。研究表明，氮、磷等养分不同的流失特性，氮的流失能够在流域80%区域产生，而磷的流失主要在流域15%的区域产生(主要位于河道两侧)，有必要根据作物对养分的吸收特性，改善作物的种植区域；同时，有必要根据土壤的养分含量，实施休耕或者免耕等农业耕作措施，充分利用土壤养分，从而减少流域非点源污染物流失量。

2. 水土保持技术

可采用具有蓄水保土、增加径流入渗时间和减缓流速的坡面工程技术，切断坡面径流、降低流速等作用的梯田工程技术，以及通过截、蓄、导、排等功能的沟道工程技术等，对减少流域土壤侵蚀均有明显效果。根据自然系统特性建立的农林、林草等复合系统，具有复合性、整体性和集约性特征，通过降低雨滴打击、坡面地貌的发育、侵蚀泥沙和径流的运动等，减少流域的水土流失量。地埂—植物篱—农作系统通过梯田、等高地埂拦截泥沙。研究结果认为，控制养分流失的关键在于控制(粒径0.02mm)土壤细粒的流失。我国通过长期研究发展的“工程措施、生物措施和蓄水保土相结合”的水土保持系统对减少水土流失有明显效果，实施时，谷坊坝、梯田、截流沟、水平条等与植物篱、地埂植被技术结合在一起，层层设防、节节拦蓄，形成了完整的水土流失综合防护体系。

3. 污水处理和固体废物处理技术

用生态技术处理污水比较成熟的方法有土地处理、氧化塘、湿地处理等。氧化塘包括厌氧、兼性、好氧等类型，具有广谱、高效、稳定的净化能力。土地处理系统是将污水经过土壤—生物系统，去除污水中的营养成分和污染物，出水水质等于或超过传统三级处理的出水水质，同时没有污泥处理的问题。土地处理系统主要有慢速灌溉、快速灌溉和坡面径流三种类型，在适宜的污染负荷条件下，对总磷、总氮的去除效率超过70%。在处理农村固体废物(生活垃圾、畜禽粪便、作物秸秆等)方面，比较成熟的生态技术有现代堆肥技术、秸秆粉碎还田、沼气技术、垃圾熟化技术等。 ■

参考文献：

- 1 傅伯杰，马克明，王军等．黄土丘陵区土地利用结构对土壤养分分布的影响．科学通报，1998．43
- 2 毛战坡，尹澄清，单宝庆等．研究湿地有效面积对暴雨径流调控作用的多因子模型．水利学报，2002
- 3 尹澄清．内陆水—陆地交错带的生态功能及其保护与开发前景．生态学报，1995．15
- 4 由文辉．生态工程原理与运用．上海：华东师范大学出版社，1998
- 5 刘松林编．水土保持工程．北京：中国水利水电出版社，1994
- 6 李献文主编，城市污水稳定塘设计手册．北京：中国建筑工业出版社，1990
- 7 金相灿主编．湖泊富营养化控制和管理技术．北京：化学工业出版社，2001

附件：

作者：毛战坡 彭文启 李贵宝 周怀东

来源：中国水利

日期：2006-09-26