

# 坡耕地氮磷流失及其控制技术研究进展<sup>①</sup>

吴电明<sup>1,2</sup>, 夏立忠<sup>2\*</sup>, 俞元春<sup>1</sup>, 李运东<sup>2</sup>

(1 南京林业大学, 南京 210037; 2 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

**摘要:** 坡耕地 N、P 流失是造成农业面源污染的重要原因。文章综述了国内外有关坡耕地 N、P 流失的过程特征, 降雨、土壤、地形、耕作与管理因素对 N、P 流失的影响等方面工作的研究进展, 探讨了不同控制措施, 如覆盖、植物篱、保护性耕作、坡改梯等, 控制 N、P 流失的控制机制、效果和可操作性; 并进一步对坡耕地 N、P 流失的研究与控制方面等今后应加强研究的趋势进行了展望。

**关键词:** 坡耕地; 氮磷流失; 控制技术

**中图分类号:** S157.1

坡耕地土壤养分流失是由于降雨作用于表层土壤, 引起表层土壤 N、P 等养分溶解流失, 或径流泥沙含有和吸附的颗粒态养分随径流迁移, 进入水体的过程。坡耕地养分流失一方面造成了土壤质量退化、土地生产力下降, 另一方面养分进入河流、湖泊等水体, 引发了水体富营养化等一系列问题<sup>[1]</sup>。而施肥量的逐年增加, 养分利用率低下, 更加剧了农业面源污染<sup>[2]</sup>, 并直接威胁到居民饮用水安全。因此, 开展坡耕地养分流失研究具有重要的现实意义。

早在 1905 年, 英国科学家 Warrington<sup>[3]</sup> 就开始注意到土壤中 N 素淋失的问题, 并在此后几十年中一直没有中断对养分流失的研究。但当时偏重土壤侵蚀方面, 养分流失没有得到足够重视。直到 19 世纪 50 ~ 70 年代, 由于肥料投入的增加造成了湖泊污染, 养分流失问题才受到关注。近年来, 坡耕地养分流失的研究主要集中于人工模拟降雨探讨不同土地利用方式下养分流失的机理, 建立基于 3S 技术支撑的预测模型, 通过农业利用方式的调整 and 工程及管理技术的改进, 控制 N、P 养分流失<sup>[4-5]</sup>。本文主要针对坡耕地土壤 N、P 流失的特征, 主要影响因素的作用机制以及控制技术的研究进展进行系统阐述, 为下一步深入研究提供技术思路。

## 1 坡面径流氮磷流失的形态与过程特征

坡面 N、P 流失是降雨和径流驱动下, 坡面土壤

侵蚀及土壤 N、P 随径流迁移的过程。深入揭示降雨产流、径流侵蚀和养分流失过程特征, 剖析关键影响因素的作用机制, 是探讨坡面 N、P 流失控制技术的理论基础。

坡耕地土壤养分流失通过两个途径: 一是土壤养分溶解于坡耕地表面的径流, 随着径流而损失; 二是径流携带的泥沙本身含有或吸附的有机无机养分。通过前者损失的养分称为溶解态, 后者为颗粒态。黄土高原与长江中上游紫色土坡耕地的试验表明, 坡面径流养分流失以颗粒态为主<sup>[5-6]</sup>。从损失养分在不同粒径分布结构体来看, 泥沙中 <0.02 mm 的微团聚体和 <0.002 mm 的黏粒是养分流失的主要载体<sup>[7]</sup>。而径流携带的泥沙对 P 有富集作用, 且不同粒径团聚体对 P 的富集作用和富集系数也不同<sup>[4]</sup>。

径流产生不同阶段养分流失有规律性变化。在不同的产流阶段中, 以初始阶段 N、P 流失严重, 径流中养分输出浓度最高<sup>[8]</sup>; 并且土壤养分流失随时间的变化与泥沙流失的趋势一致, 泥沙中速效养分的含量在降雨前期较高, 而后逐渐减少, 最后平稳。在年际变化中, 以每年第一次产流浓度最大。

可见, 人们已经认识到坡面径流养分流失的形态、载体分布与流失规律, 但对于影响坡面径流养分流失过程的关键因素, 尤其是可以人为调控影响要素的作用机理, 缺乏深入的研究, 不利于坡耕地农业面源污染的有效控制。

①基金项目: 国家自然科学基金项目 (30870410)、中国科学院西部行动计划项目 (KZCX2-XB2-07-02) 和国家林业公益性行业科研专项 (200804040) 资助。

\* 通讯作者 (lxia@issas.ac.cn)

作者简介: 吴电明 (1985—), 男, 山东菏泽人, 硕士研究生, 主要从事土壤与农业生态研究。Email: dmwu@issas.ac.cn

## 2 氮磷流失的主要影响因素

影响坡面土壤养分流失关键因素有 3 个大方面:

- ①降雨特征: 包括降雨强度、降雨量及降雨时空分布等。
- ②土壤性质及地形因素: 包括土壤体积质量(容重)、渗透性、颗粒组成、微团聚体、坡度和坡长等。
- ③耕作与管理措施: 包括不同土地利用方式、坡地农林复合经营、地面覆盖、耕作、施肥与管理等。

### 2.1 降雨特征

降雨对土壤养分流失的作用有两种形式, 其一: 雨滴溅蚀与径流冲刷过程引起土壤侵蚀而造成养分流失; 其二: 表层土壤养分溶解释放进入径流<sup>[9]</sup>。坡面径流N、P流失以前者为主, 而且降雨产流过程对前者尤其显著。雨强、雨量与降雨时间分布是影响养分流失的重要降雨特征要素。

研究表明, 雨强不影响径流和泥沙的养分含量, 可影响其含量峰值出现时间, 与土壤养分的流失量呈正相关<sup>[10]</sup>, 而且一年内少数几次的强降雨造成的养分流失可占全年流失量的 60%<sup>[11]</sup>。雨量是雨强和降雨历时的作用总和, 降雨时间分布是降雨在不同时期对养分流失的影响。二者对养分流失都有很大的影响, 有待于更加深入的研究。

### 2.2 土壤性质及地形因素

土壤养分含量、形态与分布和养分流失有直接关系, 而土壤的地表状态、物理性质等通过地表径流, 间接影响养分流失。降雨后, 表层土壤黏粒与粉粒含量减少, 砂粒含量相对增加。而土壤全N、碱解N与粉粒含量呈显著的正相关, 与砂粒含量之间呈极显著的负相关; 土壤全P则相反<sup>[12]</sup>。进一步的研究表明, 在 0 ~ 15 cm耕作土层中, <0.01 mm和<0.001 mm微团聚体含量、<0.01 mm黏粒团聚度与径流泥沙中全N的含量有显著的相关; <0.001 mm黏粒团聚度与径流泥沙中全P含量和速效P含量有显著的正相关<sup>[13]</sup>。土壤体积质量越大, 总孔隙度和毛管孔隙度越小, 侵蚀和养分流失量就越大。渗透性对养分流失的影响与降雨有很大的关系, 在首次降雨过程中不同透水状况的径流养分浓度变化表现一致; 二次降雨过程中径流养分浓度存在显著差异<sup>[14]</sup>。

地形因素主要是指坡耕地的坡度、坡长等指标。随着坡度的增加, 养分流失量增加, 但在 20° 附近时存在转折点, 25° 时养分流失量反而减小<sup>[15]</sup>。刘秉正等<sup>[5]</sup>则认为流失土壤的养分在坡度<12° 时与坡度呈线性相关, >12° 时呈幂函数相关; 养分流失量随地面坡度增大呈幂函数增加, 而土壤养分的衰减速度减

慢。Meng等<sup>[16]</sup>的研究表明: 坡耕地在 20 ~ 30° 流失的 P素最多。坡长与单位面积养分流失量没有关系, 但与总流失量呈正相关; 并且土壤流失量与坡长存在指数关系<sup>[17]</sup>。从以上研究结论来看养分流失量随坡度和坡长的增加而增加, 但是其中还存在复杂的函数关系, 有待深入的研究。

### 2.3 耕作与管理措施

不同的耕作与管理措施主要包括土地利用和耕作方式、施肥、覆盖、坡地农林复合经营等, 且对养分流失的影响差异很大, 这也是国内外研究的热点问题。

不同的土地利用方式下, 一般是林地的养分流失最小, 草地次之, 农田最大。Fu等<sup>[18]</sup>指出, 在黄土高原丘陵区从山脚到山顶的土地利用方式依次为农田、草地和森林, 能够很好的保持土壤养分。三峡库区的研究结果则表明, 坡地果园是坡耕地较好的土地利用方式<sup>[19]</sup>。当土地利用方式改变时, 如由灌木丛林地变为一年生草地时, 会增加坡面养分的流失<sup>[20]</sup>; 在植被恢复过程中养分径流损失随植被生长而减少, 渗漏损失则增加<sup>[21]</sup>。

耕作方式对养分流失的影响仅次于土地利用方式。一般来说, 平作的地表径流量最大, 土壤侵蚀也最厉害; 传统的横坡垄作会加大地下径流量, 从而加大N的流失; 深耕与秸秆还田能增加渗透, 降低径流和养分流失<sup>[22]</sup>; 浅地表排水和免耕也可以减少养分流失<sup>[23-24]</sup>。

施肥是提高作物产量的一个重要手段, 但增加了养分流失的可能性<sup>[25]</sup>。肥料品种、施肥方式和施肥时期对N、P流失有显著的影响。由于施肥后土壤中的养分含量很高, 导致了大量的N、P产生迁移<sup>[26]</sup>。土壤养分流失与施肥量呈显著正相关<sup>[27]</sup>。

植被覆盖能有效地减少土壤侵蚀和全N的流失, 却增加了土壤矿质N的流失<sup>[19]</sup>。不同的降雨季节, 覆盖的效果有很大差异。杨红薇等<sup>[28]</sup>研究得出在雨季种植覆盖率大的作物, 其控制水土和养分流失的效果比较明显。

与田间工程措施相比, 坡地农林复合经营能更好的控制面源污染、增加产出, 而且投入资金远远低于前者。研究表明: 植物篱一方面能控制养分流失, 另一方面造成渗透速率增大, 引起大量N素淋失<sup>[29-31]</sup>; 但植物篱与覆盖相结合, 其养分利用率比传统耕作显著增大<sup>[32]</sup>。植物篱还造成了篱上养分积累, 篱下养分耗竭的现象<sup>[33]</sup>。植物篱的带间距以及农林复合系统中的修剪枝条等措施也会对养分流失产生影响<sup>[34]</sup>。

可见, 大部分耕作与管理措施能有效地控制养分

流失, 但又引起了增加渗漏损失等问题。Philip W Gassman等<sup>[35]</sup>认为应该给农民一些弹性建议以供选择。而综合以上各种措施, 形成一种或几种综合性的耕作模式则是十分必要的。

### 3 氮磷流失的控制技术

根据坡耕地土壤 N、P 流失的特征和影响因素, 控制养分流失可以从以下两个方面着手: ①尽量避免或减少降雨对坡地土壤的溅蚀, 降低溅蚀动能, 从而降低土壤流失, 减少土壤养分溶蚀。提高地面覆盖度是有效措施之一。②阻滞径流, 降低径流系数, 消耗径流冲击能量, 控制养分流失。主要的措施有采用坡地生态工程技术(植物篱技术)、保护性耕作和坡改梯工程技术等。

#### 3.1 覆盖措施

通过增加地面覆盖物、退耕还林还草等措施都可以显著的控制养分流失。覆盖度越高, 土壤侵蚀和养分流失越小。例如生草覆盖能明显的降低径流量和养分流失量<sup>[32]</sup>; 三熟制或与多年生植物(牧草、黄花菜)间作, 地面的覆盖率明显大于两熟制; 花生的地面覆盖率高于红薯, 其土壤及养分流失量亦相对较低<sup>[36]</sup>。坡耕地退耕还林还草的作用也十分明显。有研究指出地表径流量、土壤流失和养分流失按照裸地>传统单作玉米区>植物篱玉米秸秆覆盖区>植物篱麻袋覆盖区>植物篱牧草活覆盖区依次降低。另外, 天然的灌草丛有很高的渗漏能力, 但经轻微践踏后, 渗漏能力显著降低, 增加了表面径流<sup>[21]</sup>。雨季的土壤养分流失量可以占全年的一半以上<sup>[11]</sup>, 因此, 在雨季种植覆盖度高的作物、增加地面覆盖等可以有效地减少养分流失。值得注意的是, 地面覆盖在减少养分流失的同时, 增加了渗漏损失。

#### 3.2 植物篱技术与保护性耕作

植物篱控制养分流失的机理是它能有效阻止侵蚀泥沙的向下搬运, 在植物篱带前形成泥沙堆积; 并且对不同粒径的土壤颗粒的流失均有控制效果, 对粒径较大的颗粒的流失控制效果更明显<sup>[37]</sup>。研究表明以等高植物篱为代表的坡地生态工程能相当有效地减少坡面N、P养分损失量<sup>[38]</sup>。但许峰等<sup>[39]</sup>认为由于植物篱对坡面径流的阻滞作用, 径流与表土的混合、养分溶解交换更加充分, 增加了溶解态养分流失。

秸秆覆盖与少免耕相结合的保护性耕作具有明显的保持水土作用, 但是采用少免耕而无秸秆覆盖配合的情况下, 水土流失甚至高于传统翻耕<sup>[40]</sup>。William F. Schillinger<sup>[33]</sup>的研究表明, 长期的少耕和迟耕能显著增

加地表的残留物和土块, 具有水土保持的作用, 而且相对于常规耕作并没有副作用。Wanwisa Pansak等<sup>[41]</sup>认为虽然水土保持措施能够有效的减少水土和养分流失, 却增加了N素的渗漏损失。

从以上研究来看, 覆盖措施、植物篱与保护性耕作在减少养分流失的同时, 也同样增加了渗漏损失。因此, 探索一种既能控制养分流失又可以减少渗漏损失的技术是今后研究的一个方向。

#### 3.3 坡改梯工程技术

坡耕地改梯田是我国开发利用坡耕地, 发展农业生产的一种传统方式, 也是我国坡耕地治理的一项重要的工程措施。坡耕地改为梯田后可以显著的提高水土保持效果, 减少养分流失, 对于提高土壤肥力, 增加作物产量具有重要的意义。但是其明显的缺点是投入巨大, 农民不能接受, 而且不适当的工程也会造成新的水土流失。

### 4 问题与展望

综合以上研究进展, 国内外在坡耕地 N、P 流失方面已经做了大量的研究工作, 并取得了一些可喜的成绩, 但尚有一些方面需要进一步的研究:

(1) 降雨产流和养分流失的过程分析, 是揭示养分流失机理的重要参数。但是由于模拟降雨具有很大的局限性, 很多数据难以获得或工作难度大, 至今养分流失的机理尚不清楚。利用示踪方法, 结合坡面水动力学原理, 研究泥沙中养分随径流时间的分布变化特征, 或许有助于揭开养分的流失机理。

(2) 对现有的各种耕作模式整合, 并进行生态效益和经济效益的综合评价, 探讨出一套有效的控制水土流失和养分流失的耕作模式是必要的。

(3) 缺乏实用、可行且被农民广为接受的控制技术。坡改梯工程技术成本太高, 农民难以接受; 植物篱技术、保护性耕作控制养分流失的同时增加了其他损失途径, 而且大部分研究忽略了对经济效益进行评价。这3种技术都不能很好的解决养分流失及相关问题。因此, 对控制技术的研究是今后研究的重要方向。

(4) 通过模型和GIS进行养分流失的模拟是目前研究的热点<sup>[42-43]</sup>。建立坡耕地N、P养分流失的模型和预测机制, 并将其推广应用到小流域甚至更加广阔的区域, 服务于管理与决策的需求, 也是以后研究的重要方向。

#### 参考文献:

[1] 司友斌, 王慎强, 陈怀满. 农田氮、磷的流失与水体富营养化.

- 土壤, 2000, 32(4): 188-193
- [2] 单艳红, 杨林章, 王建国. 土壤磷素流失的途径、环境影响及对策. 土壤, 2004, 36(6): 602-608
- [3] Warrington R. Lost fertility, the production and loss of nitrate in the soil. *Transaction of the Highland and Agricultural Society of Scotland*, 1905, 1-35
- [4] 晏维金, 章申, 唐以剑. 模拟降雨条件下沉积物对磷的富集机理. 环境科学学报, 2000, 20(3): 332-337
- [5] 刘秉正, 李光录, 吴发启, 赵晓光. 黄土高原南部土壤养分流失规律. 水土保持学报, 1995, 9(2): 77-86
- [6] 蔡崇法, 丁树文, 张光远, 黄丽, 王道合. 三峡库区紫色土坡地养分状况及养分流失. 地理研究, 1996, 15(3): 77-84
- [7] 黄丽, 丁树文, 董舟, 蔡强国, 张光远. 三峡库区紫色土养分流失的试验研究. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(1): 8-13
- [8] 徐泰平, 朱波, 汪涛, 况福虹. 不同降雨侵蚀力条件下紫色土坡耕地的养分流失. 水土保持研究, 2006, 13(6): 139-141
- [9] 邵明安, 张兴昌. 坡面土壤养分与降雨、径流的相互作用机理及模型. 世界科技研究与发展, 2001, 23(2): 7-12
- [10] 傅涛, 倪九派, 魏朝富, 谢德体. 雨强对三峡库区黄色石灰土养分流失的影响. 水土保持学报, 2002, 16(2): 33-35
- [11] Ramos MC, Martínez-Casasnovas JA. Nutrient losses by runoff in vineyards of the Mediterranean Alt Penedès region (NE Spain). *Agr. Ecosyst. Environ.*, 2006, 113: 356-363
- [12] 王洪杰, 李宪文, 史学正. 不同土地利用方式下土壤养分的分布及其与土壤颗粒组成关系. 水土保持学报, 2003, 17(2): 44-46, 50
- [13] 刘玉民, 龙伟, 刘亚敏, 史东梅. 不同种植模式下紫色土养分流失影响因子研究. 水土保持学报, 2005, 19(5): 81-84
- [14] 王辉, 王全九, 邵明安. 不同透水状况对坡地土壤侵蚀和养分流失的影响. 中国水土保持科学, 2006, 4(3): 21-25
- [15] 孔刚, 王全九, 樊军. 坡度对黄土坡面养分流失的影响实验研究. 水土保持学报, 2007, 21(3): 14-18
- [16] Meng QH, Fu BJ, Tang XP, Ren HC. Effects of land use on phosphorus loss in the hilly area of the Loess Plateau, China. *Environ. Monit. Assess.*, 2008, 139:195-204
- [17] Palis RG, Rose CW, Saffigna PG. Soil erosion and nutrient loss. IV. Effect of slope length on runoff, sediment yield, and total nitrogen loss from steep slopes in pineapple cultivation. *Aust. J. Soil Res.*, 1997, 35: 907-923
- [18] Fu BJ, Chen LD, Ma KM. The relationships between land use and soil conditions in the hilly area of the loess plateau in northern Shaanxi, China. *Catena*, 2000, 39: 69-78
- [19] Ng Kee Kwong KF, Bholah A, Volcy L, Pynee K. Nitrogen and phosphorus transport by surface runoff from a silty clay loam soil under sugarcane in the humid tropical environment of Mauritius. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 2002, 91: 147-157
- [20] Meng QH, Fu BJ, Yang LZ. Effects of land use on soil erosion and nutrient loss in the Three Gorges Reservoir Area, China. *Soil Use Manage.*, 2001, 17: 288-291
- [21] Fierer NG, Gabet EG. Carbon and nitrogen losses by surface runoff following changes in vegetation. *J. Environ. Qual.*, 2002, 31: 1207-1213
- [22] 何园球, 王兴祥, 胡锋, 陈家宙. 红壤丘岗区人工林土壤水分、养分流失动态研究. 水土保持学报, 2002, 16(4): 91-93
- [23] 徐泰平, 朱波, 汪涛, 况福虹. 秸秆还田对紫色土坡耕地养分流失的影响. 水土保持学报, 2006, 20(1): 30-32
- [24] Chichester FW, Richardson CW. Sediment and nutrient loss from clay soils as affected by tillage. *J. Environ. Qual.*, 1992, 21: 587-590
- [25] Grigg BC, Kornecki TS, Fouss JL, Southwick LM. Integrated soil and water management systems to reduce soil erosion and nutrient loss from alluvial soils of the lower Mississippi river valley // Saleh A. *Total Maximum Daily Load (TMDL) Environmental Regulations II*. Michigan: ASAE Publication, 2003: 472-472
- [26] Babalola O, Oshunsanya SO, Are K. Effects of vetiver grass (*Vetiveria nigritana*) strips, vetiver grass mulch and an organomineral fertilizer on soil, water and nutrient losses and maize (*Zea mays*, L) yields. *Soil Till. Res.*, 2007, 96: 6-18
- [27] Ramos MC, Martínez-Casasnovas JA. Erosion rates and nutrient losses affected by composted cattle manure application in vineyard soils of NE Spain. *Catena*, 2006, 68: 177-185
- [28] 杨红薇, 张建强, 唐家良, 徐剑军, 丁德蓉. 紫色土坡地不同种植模式下水土和养分流失动态特征. 中国生态农业学报, 2008, 16(3): 615-619
- [29] Pratap N, Singh RK, Sindhwal NS, Joshie P. Agroforestry for soil and water conservation in the western Himalayan Valley Region of India I. Runoff, soil and nutrient losses. *Agr. Syst.*, 1998, 39:175-189
- [30] Owino JO, Owido SFO, Chemelil MC. Nutrients in runoff from a clay loam soil protected by narrow grass strips. *Soil Till. Res.*, 2006, 88: 116-122
- [31] 傅伯杰, 马克明, 周华峰, 陈利顶. 黄土丘陵区土地利用结果对土壤养分分布的影响. 科学通报, 1998, 43(22): 2444-2448
- [32] 夏立忠, 杨林章, 李运东. 生草覆盖与植物篱技术防治紫色土坡地土壤侵蚀与养分流失的初步研究. 水土保持学报, 2007, 21(2): 28-31
- [33] Schillinger WF. Minimum and delayed conservation tillage for

- wheat-fallow farming. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 2001, 65: 1203-1209
- [34] Peter I, Lehmann J. Pruning effects on root distribution and nutrient dynamics in an acacia hedgerow planting in northern Kenya. *Agr. Syst.*, 2000, 50: 59-75
- [35] Philip WG, Edward O, Ali S, John R, Stuart N, Jimmy W. Alternative practices for sediment and nutrient loss control on livestock farms in northeast Iowa. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 2006, 117: 135-144
- [36] 向万胜, 梁称福, 李卫红. 三峡库区花岗岩坡耕地不同种植方式下水土流失定位研究. *应用生态学报*, 2001, 12(1): 47-50
- [37] 朱远达, 蔡强国, 张光远, 胡霞. 植物篱对土壤养分流失的控制机理研究. *长江流域资源与环境*, 2003, 12(4): 345-351
- [38] Malley ZJU, Kayombo B, Willcocks TJ, Mtakwa PW. Ngoro: an indigenous, sustainable and profitable soil, water and nutrient conservation system in Tanzania for sloping land. *Soil Till. Res.*, 2004, 77: 47-58
- [39] 许峰, 蔡强国, 吴淑安, 张光远, 丁树文, 蔡崇法. 三峡库区坡地生态工程控制土壤养分流失研究—以等高植物篱为例. *地理研究*, 2000, 19(3): 303-310
- [40] 王晓燕, 高焕文, 李洪文. 保护性耕作对农田地表径流与土壤水蚀影响的试验研究. *农业工程学报*, 2000, 16(3): 66-69
- [41] Wanwisa P, Thanuchai K, Thomas HH, Georg C. Nitrogen losses by erosion and leaching in hillside cropping systems of northeast Thailand as affected by soil conservation measures: A case study: Conference on International Agricultural Research for Development, Stuttgart-Hohenheim, October 11-13, 2005. Berlin: Tropentag, 2005
- [42] 夏立忠, 卜兆宏, 张祖兴, 杨林章, 杨晓勇, 姜小三. 土壤与养分流失综合监测方法在密云水库流域的应用. *地球科学进展*, 2007, 22(3): 241-248
- [43] 蔡崇法, 丁树文, 史志华, 黄丽, 张光远. GIS支持下三峡库区典型小流域土壤养分流失量预测. *水土保持学报*, 2001, 15(1): 9-12

## Reviews on Mechanisms of Nitrogen, Phosphorus Losses from Sloping Farmland and Control Techniques

WU Dian-ming<sup>1,2</sup>, XIA Li-zhong<sup>2</sup>, YU Yuan-chun<sup>1</sup>, LI Yun-dong<sup>2</sup>

( 1 Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2 Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China )

**Abstract:** Nutrient loss from sloping farmland is an important factor for agricultural non-point source pollution (NPSP). This paper reviewed the loss characteristics of N and P from sloping farmland, the influences of rainfall, soil, terrain, tillage and management on N and P losses, explored the mechanisms, effects and feasibilities of different measures, such as coverage, plant-hedge, conservation tillage, slope to terrace, on the control of N and P losses, and prospected the research fields and tendencies which should be enhanced in the future.

**Key words:** Sloping farmland, Nitrogen and phosphorus losses, Control techniques