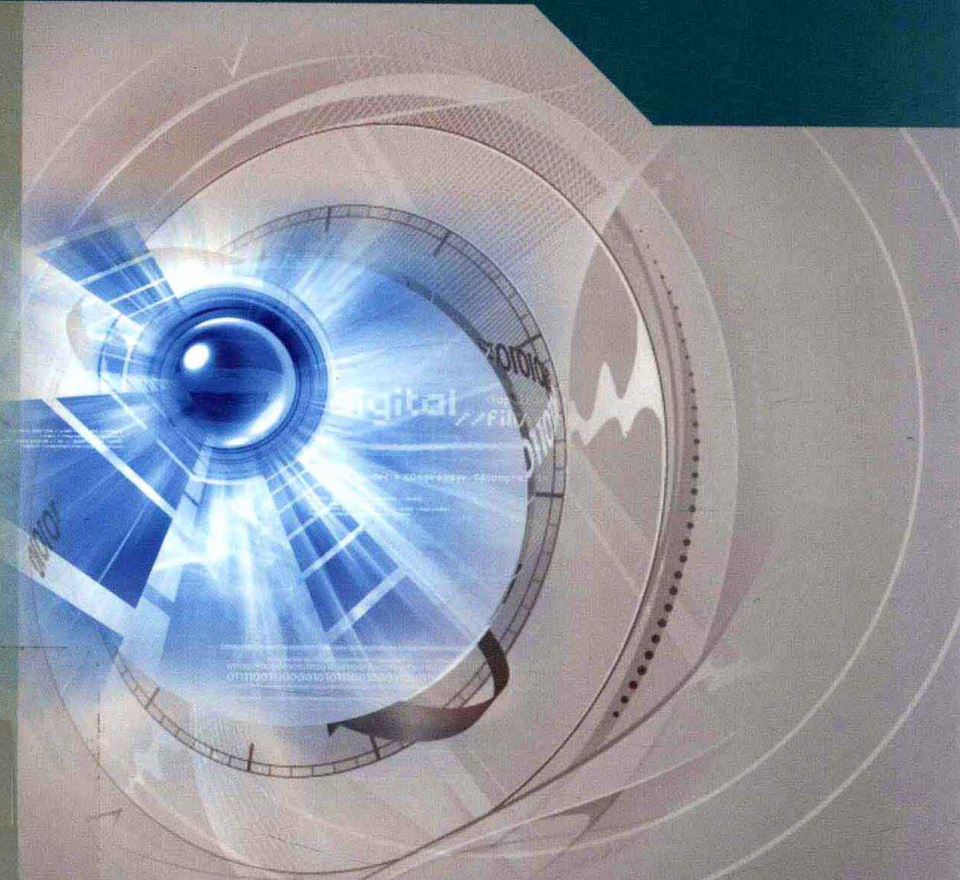


GUANDAO GONGCHENG

SHUITU BAOCHI JIANCE JISHU

# 管道工程水土保持 监测技术

安润莲 安维忠 李玉俊 编著



黄河水利出版社

# 管道工程 水土保持监测技术



李玉俊 编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

茶叶安全生产技术指南/肖强, 曾建明, 石元值编  
著. —北京: 中国农业出版社, 2012. 1  
(农产品安全生产技术丛书)  
ISBN 978 - 7 - 109 - 16348 - 5

I. ①茶… II. ①肖…②曾…③石… III. ①茶树—  
栽培技术—指南 IV. ①S571. 1 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 255366 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 黄 宇

---

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行  
2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月北京第 1 次印刷

---

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 6 插页: 4

字数: 151 千字

定价: 15.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

本书系“十一五”国家科技支撑计划重点项目“提高区域协调度的多尺度计算机仿真技术研发”(2006BA18B00)“综合风险鉴别与防范技术研究”课题(2006BAC18B06)的成果

# 摘 要

本研究针对中国云南省洱海流域小春作物种类单一、施肥过量所引起的农田生物多样性下降和农田面源污染问题，采用实地调查与田间试验相结合的方法，系统研究了当地作物种类、作物根系构型、株型分布、养分需求特性、经济效益与环境风险，以种间互促性、经济可行性、环境友好性为依据，筛选适合洱海流域兼顾经济与环境效益的环境友好型种植模式，阐明其种间竞争互惠机制，合理确定间作参数，为从源头控制氮、磷肥料用量、提高氮、磷肥料利用效率，减少农田面源污染提供科技支撑。主要研究结论如下。

## 一、农田养分平衡及养分累积特性

洱海流域 10 种主要种植模式的农田养分平衡均处于盈余状态。其中，大蒜—水稻模式氮磷养分投入量最高，农田养分盈余、土壤硝态氮和铵态氮残留量显著高于豆科—水稻、粮食—水稻、油料—水稻和牧草—水稻等模式。因此，优化种植模式，调节农田养分平衡状况，可望提高养分利用效率，降低环境风险。

## 二、农田氮磷流失风险

农田田面水对沟渠水存在明显的氮、磷增荷作用，大蒜—

水稻种植模式农田田面水总氮浓度及流失量显著高于其他种植模式，农田氮磷流失量与施肥量呈显著正相关，不同时期农田田面水氮、磷浓度变幅大，追肥期是氮、磷流失的关键阶段；可溶性氮、颗粒态磷分别是氮、磷流失的主要形态。

### 三、环境友好型种植模式筛选

采用模糊数学方法综合评价光、热、水、肥利用以及经济效益和环境效应后知，大蒜 || 蚕豆模式（大蒜带宽与蚕豆带宽之比为 3 : 1，以下用大蒜 || 蚕豆表示）综合得分最高，为 0.70，是兼顾经济效益和环境效益的环境友好型种植模式。

### 四、环境友好型种植模式的经济效益与环境效益

田间试验结果表明，大蒜 || 蚕豆模式能增加后期干物质累积量，提高大蒜叶绿素含量，提高作物生长后期光合利用效率，促使大蒜和蚕豆的根系向下生长，提高蚕豆根瘤菌数目和重量，促进根瘤固氮，土地当量比为 1 : 15，具有明显间作优势；大蒜 || 蚕豆种植模式还能显著提高氮、磷吸收利用能力，降低土壤无机氮残留量和速效磷含量，较大蒜单作优化施肥处理可减少无机氮残留量 10% 以上，较大蒜单作习惯施肥处理减少无机氮残留量 50% 以上；因此，大蒜 || 蚕豆种植模式可降低农田氮、磷流失风险。

### 五、环境友好型种植模式对微生物量碳、氮的影响

大蒜 || 蚕豆与大蒜、蚕豆单作相比，可提高土壤微生物量碳、氮（SMB-C、SMB-N）含量。大蒜 || 蚕豆模式下，不同土层微生物量氮、碳存在显著差异，且随土层深度的增加逐次递

减，而大蒜和蚕豆单作模式下不同土层微生物量氮、碳无显著差异。大蒜 || 蚕豆模式 0 ~ 20cm 土层中，大蒜带微生物量氮显著低于交际带和蚕豆带。20 ~ 40cm 土层中，交际带最高，蚕豆带最低。20 ~ 40cm 土层间作模式中，交际带微生物量碳显著高于大蒜和蚕豆条带，而大蒜和蚕豆带无显著差异；不同种植模式之间土壤微生物量碳/微生物量氮比值无显著差异，但随土层深度的增加逐次递减。另外，本研究发现，土壤总氮和速效磷与微生物量碳、氮密切正相关。

## 六、环境友好型种植模式下作物氮素利用与氮素转移

氮肥施入后，残留于土中的比例最大。间作在一定程度上能提高氮肥利用率 6.54% 以上，降低氮肥的残留 6.74% 以上，降低氮肥损失量 3.06% 以上。氮肥残留随着土层的深度逐步递减。不同种植模式之间存在差异，大蒜单作模式氮肥残留量显著高于其他模式，大蒜 || 蚕豆模式最低。大蒜 || 蚕豆模式下作物对氮肥的吸收利用量显著高于单作模式；间作模式提高氮肥利用率，具有明显间作优势的原因与作物间氮素转移有关，在大蒜 || 蚕豆模式中，蚕豆能向大蒜转移氮素，田间微区、盆栽等不同试验条件下氮转移量存在显著差异，转移率在 10.18% ~ 15.76%。

**关键词：**洱海流域；大蒜；蚕豆；间作；养分流失

## Abstract

The problem of non-point pollution is getting worse and biodiversity has declined in farmland in Erhai watershed. These caused

by unreasonable cropping patterns and excessive fertilizer input. The research studied configuration of root system, distribution of plant type, demand regulations of nitrogen and phosphorus, economic benefits and environmental risks, A cropping pattern of minimizing low pollution was constructed based on economic feasibility, mutual promoting interspecific relationship, environmentally friendly by survey and field experiments, and further research patterns of mutual competition among crops mechanism. Through improving useful efficiencies of nitrogen and phosphorus, reducing loss risk of nitrogen and phosphorus from farmland, non-point pollution of farmland could be controlled. It is important to improve water quality and control further development of eutrophication in Erhai Lake. The major results are as follows:

1. Balance and accumulative characteristics of nutrients in farmland. There are nutrients surplus in all cropping systems and have big differences in northern Erhai Lake. Input amount of fertilizers in rice-garlic rotation system is highest in northern Erhai Lake. The corresponding nutrients surplus, residual amount of nitrate and ammonium nitrogen in soil are notably higher than in rice-legume, rice-cereal, rice-oil crops and rice-pasture rotation systems. Thus, Optimization of cropping systems and nutrient balance regulation should be kept in order to gain high nutrients use efficiencies and low pollution risk.

2. The risk of nitrogen and phosphorus loss from farmland. Water from farmland could increase water volume in ditch and both clearly vary. Nitrogen content in farmland water and nitrogen loss in



rice-garlic rotation system was highest in northern Erhai Lake. Furthermore, relationship between loss and rate of nitrogen is markedly positive. Fertilization is one of major factors accelerating the risk of nitrogen loss with form of soluble nitrogen and phosphorus with form of sand-bound state.

3. Screening environment-friendly cropping system. Using Fuzzy Comprehensive Assessment, Photosynthesis, heat, water, nutrients use efficiencies and properties, yield and quality of crops are emphasized through whole screening process. The results showed that total scores for vicia fava and garlic intercropping systems is highest (0.70) in 14 cropping patterns, the cropping system is a environment-friendly cropping pattern based on evaluation of economic and environment. The band area of garlic was three times more than vicia faba.

4. Ecological and economic benefits in environmentally-friendly cropping pattern. There are increases of dry matter accumulation and radiation use efficiency at later stage and chlorophyll content in garlic of vicia fava and garlic intercropping system. Root of garlic and vicia fava grow more deeply than monoculture. Quantity and weight of rhizobium are increased leading to fixing nitrogen. There has been an intercropping advantage in yield than monoculture, Land equivalent ratio is 1.15. Nitrogen absorption and utilization of garlic and vicia fava were promoted contributing to decrease of residual nitrate in soil. Comparing to monoculture of garlic, decrease of residual nitrogen is more 10% than optional fertilization, while decrease of residual nitrogen is more 50% than conventional fertili-

zation. Therefore, the garlic and vicia fava intercropping can reduce the loss of nitrogen and phosphorus from farmland.

5. Content of microbial biomass C and N were influenced by environment-friendly cropping pattern, Compared with monoculture, intercropping could increase microbial carbon and nitrogen. Content of microbial carbon of soil gradually decreasing with soil depth increased; content of microbial nitrogen of soil gradually decreasing with soil depth increased in intercropping patterns. But Content of microbial nitrogen of monoculture patterns (GM and FM) had no significant difference among different layers of soil. The microbial biomass nitrogen of converge bands and vicia fava bands had no significant difference in 0 ~ 20cm soil layer in intercropping patterns, but they both were significantly higher than garlic bands. The microbial biomass nitrogen in converge bands was the highest and in vicia fava was the lowest. Microbial biomass nitrogen in three bands had significant differences in 20 ~ 40cm soil layer, The microbial carbon in 20 ~ 40cm soil layer in converge bands was significantly higher than in garlic and vicia fava bands. The ratios of SMB-C/SMB-N were not significantly different among the different cropping patterns, but the ratios of SMB-C/SMB-N were significantly different in different soil layer. The ratios were gradually reduced with soil depth. In addition, the present study showed that a positive relationship between content of total nitrogen and Olsen-P and microbial carbon and nitrogen existed.

6. Utility and transition of nitrogen in environment-friendly cropping pattern. Residual nitrogen in soil accounts for a major part

of nitrogen applied. In some extent, intercropping could promote nitrogen use efficiency by more than 6.54%, decrease residue of nitrogen by 6.74%, and decrease loss of nitrogen by more than 3.06%. The amount of residue nitrogen decreases with depth of soil. Content of residual nitrogen in soil are different among various cropping patterns. Monoculture garlic has a highest content of residual nitrogen in soil in all cropping patterns and intercropping of garlic and vicia fava lowest. Nitrogen use efficiency in garlic and vicia fava intercropping is notably higher than in monoculture garlic. Nitrogen could be transferred from vicia fava to garlic. Furthermore, the amount of nitrogen relocation has a marked difference in cropping systems, with the amount between 10.18% and 15.76% of nitrogen applied.

**Key words:** Erhai watershed, Garlic, Vicia faba, Intercropping, The loss of nutrient

# 目 录

前 言	
绪 论	(1)
第 1 章 资料研读	(3)
1.1 工程规模及建设环境	(3)
1.2 各工程单元基本情况	(4)
1.3 工程占地面积及土石方	(7)
1.4 水土保持措施布局及工程量	(8)
1.5 项目区气象站点情况	(11)
第 2 章 监测内容遴选	(12)
2.1 现阶段规定的监测内容和指标体系	(12)
2.2 管道工程水土保持监测内容遴选	(17)
第 3 章 监测分区和监测单元划分	(36)
3.1 监测分区	(36)
3.2 监测单元划分	(37)
第 4 章 监测设计	(39)
4.1 踏勘选点	(39)
4.2 监测方法及其适宜性分析	(41)
4.3 地面监测设施布设	(43)
第 5 章 监测数据获取及处理	(48)
5.1 扰动面积数据获取及处理	(48)
5.2 挖填土石方数据获取及处理	(53)
5.3 土壤流失量数据获取及处理	(57)
5.4 水土流失危害数据获取	(59)

第四节	小结 .....	65
第五章	环境友好型种植模式筛选研究 .....	67
第一节	不同间作模式农田养分平衡状况 .....	67
第二节	不同模式经济效益、作物品质及土壤 养分残留分析 .....	68
第三节	不同模式影响因素及隶属度函数 .....	71
第四节	不同指标权重的确定 .....	74
第五节	不同模式模糊综合评价结果 .....	74
第六节	讨论 .....	78
第七节	小结 .....	79
第六章	环境友好型种植模式经济效益与环境效益研究 .....	80
第一节	作物农艺性状、光合利用及根系分布研究 .....	81
第二节	环境友好型种植模式间作优势分析 .....	89
第三节	作物对养分的吸收利用分析 .....	91
第四节	土壤养分累积特性分析 .....	98
第五节	不同种植模式地下水中氮、磷浓度分析 .....	106
第六节	环境友好型种植模式对下季农田氮磷 流失的影响 .....	107
第七节	讨论 .....	112
第八节	小结 .....	116
第七章	不同种植模式对土壤微生物量碳、氮的影响 .....	118
第一节	不同种植模式对微生物生物量碳、氮 的影响 .....	119
第二节	不同土层微生物量碳氮的差异 .....	120
第三节	不同作物对土壤微生物量碳氮的影响 .....	122
第四节	不同种植模式对土壤微生物	

生物量碳/微生物生物量氮比值的影响 .....	124
第五节 土壤养分与微生物生物量碳、氮的关系 .....	125
第六节 讨论 .....	126
第七节 小结 .....	128
<b>第八章 环境友好型种植模式中氮素转移和氮素利用研究</b> .....	129
第一节 氮肥当季利用率分析 .....	130
第二节 作物间氮素转移研究 .....	134
第三节 讨论 .....	138
第四节 小结 .....	141
<b>第九章 结论、展望及创新点</b> .....	143
第一节 主要结论 .....	143
第二节 展望 .....	148
第三节 创新点 .....	149
<b>主要参考文献</b> .....	151

# 第一章 绪论

## 第一节 农田面源污染现状及存在主要问题

面源污染 (Diffused Pollution, DP) 也称非点源污染问题, 得到了各国环境保护部门的高度重视 (B Roving, 1995; Vitousek, 1997)。前人研究表明, 面源污染的主要来源是农业活动 (Carpenter *et al.*, 1998; Singh, 1993; 王家玉等, 1996)。近年来, 农田面源污染对水体富营养化的影响很大 (Sharpley, 1994; Correll, 1998; Stanley *et al.*, Shreve, 1995, 1999; 朱铁群, 2000; Carpenter *et al.*, 1998, 1995; Sigua *et al.*, 2000; Kuusemets), 农田 N、P 流失已经成为水体富营养化的主要原因 (Dzikiewicz, 2000; Choudhary, 1997; Caruso, 2000)。

农田面源污染主要是指在农业生产活动中, 农田中的土壤颗粒、N 素、P 素、农药及其他有机污染物或无机污染物, 通过农田地表径流、农田排水和地下渗漏, 使大量污染物质进入水体, 造成了污染 (田平, 2006)。中国在农田面源污染方面的研究十分薄弱。20 世纪 70 年代以来, 中国主要的河流和湖泊的富营养化问题日益加重。在中国水体污染严重的流域, 农村畜禽养殖业排放的污水、生活排污和农田过量施肥造成的 N、P 流失是造成水体 N、P 富营养化的重要原因。针对不同

污染源在太湖流域对水体总 N 和总 P 对面源污染的贡献率进行研究, 结果表明, 农田面源的 N 贡献率为 29%, P 贡献率为 19% (张维理等, 2004)。在农业的生产中, 施用化肥促进了农业的快速发展。20 世纪以来, 世界粮食增产 50% 以上的贡献来自于化肥的使用 (Borlaug, 1994)。近年来, 水体富营养化现象日益凸显, 肥料施用不当及配比不平衡造成了地下水硝酸盐浓度超标, 同时, 也造成了土壤生产能力下降等严重问题 (周健民, 2000)。国内外已有诸多学者研究通过种植模式角度, 减少面源污染。因此, 迫切需要开展这方面的研究工作。

## 第二节 种植模式对农田面源污染影响研究进展

### 一、不同施肥及耕作措施对农田面源污染的影响

国内外研究表明, 随着农业生产的发展, 农田面源污染已逐步成为水质恶化的主要原因 (Jin *et al.*, 2005; Yan *et al.* 1999; Zhang *et al.*, 2004; Ministry of Agriculture and Forestry, 2003)。据报道, 河流中的 70% N 素来源于农田径流 (Sharpley, *et al.*, 1992)。Marcus Zeiger *et al.* (2009) 研究表明: 长期施用有机肥的农田能有效降低土壤侵蚀和径流流失。在韩国, Jin S. Kim *et al.* (2006) 针对暴雨过后稻田径流中营养物进行比较分析, 结果表明, TN 浓度与施肥量密切相关 (正相关), 而 TP 浓度与稻田条件有关 (未灌溉的稻田浓度是灌溉过稻田的近 2 倍)。在中国, 近年来农业活动所带来的环境污染在面源污染中同样占据主要地位 (Li *et al.*, 1999; 夏星



辉等, 2001)。在昆明郊区的湖泊滇池中, 农田径流中 N 的流失量占入湖总 N 量的 40%, P 占入湖总 P 量的 53% (辜来章, 1996)。据 Quan and Yan (2002) 研究, 在中国, 仅稻田土壤每年  $5.94\text{t N/hm}^2$  进入水体, 占水体总 N 的 17.5%。农户为追求高产, 加大肥料用量, 导致地表水中  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  和  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  浓度增加 (Jin and Yang, 2005; Wang *et al.*, 2003)。Zhu (2000) 指出, 污水中的 N 流失 2.7% ~ 5.7% 是由水稻田中所施尿素引起的 ( $345\text{ kg/hm}^2$ )。肥料对水体的负面影响在全国范围内逐年增加。由于施肥量增加, 加剧水质恶化。在中国, 河流、湖泊和水库都受到不同程度的污染 (MWRC, 2005)。2004 年, 监测 1 300 个中国主要河流的 130km 距离, 根据国家地表水质量标准 (CB3838 - 2002), 40.6% 的河流水质劣于 III 类水, 22% 劣于 V 类水; 监测 49 个湖泊发现, 17 个处中营养化阶段, 32 个处富营养化阶段; 在 332 个被监测水库中, 有 57 个劣于 III 类水, 占 17.7%, 14 个劣于 V 类水 (MWRC, 2005)。B. Ulén *et al* (2005) 针对瑞典农田研究表明, P 径流失受土质和地形的影响很大, 径流中, 可溶性 P 占 TP 30% ~ 50%, 免耕可有效减少 P 流失。李荣刚 (2000) 等估计江苏太湖地区的各种污染源中, 农业 N 占据总 N 排放量的 46%, 农田 N 占据了 24%, 为各类单项中的最大值。司友斌 (2000) 等认为, 农田 N、P 的流失是引起水体富营养化的重要原因之一。

## 二、不同轮作模式对农田面源污染的影响

### (一) 不同轮作模式农田土壤养分累积特性研究

国内外已有诸多学者研究通过种植模式角度减少面源污染