**农 业 行 业 标 准**

**《生态稻田评价技术规范》**

**（征求意见稿）**

**编制说明**

《生态稻田评价技术规范》编制组

2025年4月

**目 录**

[一、工作简况 1](#_Toc197691692)

[1.1任务来源 1](#_Toc197691693)

[1.2标准制定过程 1](#_Toc197691694)

[1.2.1 成立编制小组 1](#_Toc197691695)

[1.2.2 资料收集 1](#_Toc197691696)

[1.2.3标准草案编写 1](#_Toc197691697)

[1.2.4 标准讨论稿 2](#_Toc197691698)

[1.2.5 标准征求意见稿 2](#_Toc197691699)

[二、标准编制原则、主要内容及其确定依据 2](#_Toc197691700)

[2.1编制原则 2](#_Toc197691701)

[2.2主要技术内容及确定依据 3](#_Toc197691702)

[2.2.1生态稻田评价的基本要求 3](#_Toc197691703)

[2.2.2生态稻田的评价指标要求 6](#_Toc197691713)

[2.2.3 评价要求 13](#_Toc197691718)

[2.2.3 取值规则 13](#_Toc197691719)

[2.2.4 评价结果 13](#_Toc197691720)

[2.2.5 评价主体与周期 13](#_Toc197691721)

[三、主要试验（或验证）的分析、综合报告，技术经济论证、预期经济效果 14](#_Toc197691722)

[3.1主要试验或验证分析 14](#_Toc197691723)

[3.3.1 生态沟对氮磷的削减效果 14](#_Toc197691724)

[3.3.2 生态塘对氮磷的削减效果 15](#_Toc197691725)

[3.3.3 云南典型稻田单元氮磷负荷削减监测 15](#_Toc197691726)

[3.3.4 湖北典型稻田单元氮磷负荷削减监测 17](#_Toc197691727)

[3.2技术经济论证、预期经济效果 19](#_Toc197691728)

[四、采用国际标准和国外先进标准的程度 19](#_Toc197691729)

[五、与有关的现行标准、法律、法规和强制性标准的关系 19](#_Toc197691730)

[六、重大分歧意见的处理经过和依据 20](#_Toc197691731)

[七、涉及专利的有关说明 20](#_Toc197691732)

[八、标准宣贯建议及其他说明 20](#_Toc197691733)

[九、废止现行有关标准的建议 20](#_Toc197691734)

[十、其他应予说明的事项 20](#_Toc197691735)

[参考文献 21](#_Toc197691736)

# 一、工作简况

## 1.1任务来源

根据监管司标准处2021年部属二类单位项目立项要求，中国农业科学院农业资源与农业区划研究所主持承担《生态稻田评价技术规范》标准制定的任务，任务编号是14212008，会同云南省农业科学院农业环境资源研究所、中国科学院精密测量与技术创新院、湖北省农业科学院植保与土肥研究所、上海交通大学等单位专家共同编制。本标准由农业农村部农业资源环境标准化技术委员会技术归口。本标准为首次制定。

## 1.2标准制定过程

**1.2.1 成立编制小组**

在中国农业科学院农业资源与农业区划研究所的组织协调下，成立了由云南省农业科学院农业环境资源研究所、湖北省农业科学院植保土肥研究所、中国科学院精密测量科学与技术创新研究院、上海交通大学等组成的标准编制组。

**1.2.2 资料收集**

编制组已制定了《生态稻田建设技术规范（NY∕T3825-2020）》，对生态稻田的内涵、功能目标及具体技术措施都比较熟悉，前期积累了大量的资料，这些为该标准的制定奠定了良好基础。编制组大部分成员主持或参与完成了国家重点研发计划“水稻主产区氮磷流失综合防控技术及产品研发”、国家“十二五”科技重大专项“洱海流域农业面源污染防控综合技术与示范”等重大科研项目，在智慧稻田构建、稻田清洁化生产技术研发和生态化建设等方面已有较好的研究基础。编制组通过收集前期已有的研究资料，团队掌握了生态稻田建设中面源污染防控、养分高效利用等关键技术，建立了完善的生态稻田评价指标体系，为生态稻田建设技术的科学评价奠定了坚实的基础。

**1.2.3标准草案编写**

结合收集的基础资料，标准编制小组赴湖北、江西、湖南、江苏、安徽、四川、福建、江苏、辽宁、云南等不同类型的水稻主产区，实地调研生态稻田建设相关技术的实施情况及评价效果，与建设单位、施工单位和技术支撑单位相关人员进行交流，在此基础上初步整理形成了《生态稻田评价技术规范》技术方案，参考GB/T20001.8—2023《标准起草规则 第8部分：评价标准》，经过对标准框架和技术内容的多轮讨论，在充分吸收调查资料的基础上，根据标准要求于2024年10月形成《生态稻田评价技术规范》标准文本和编制说明的初稿。

**1.2.4 标准讨论稿**

标准制定小组邀请云南省农科院环资所、中国科学院精密测量与技术创新院、湖北省农科院、辽宁省农科院、上海交大、中国农科院质标所等领域内专家，对已经起草的《生态稻田评价技术规范》标准初稿和编制说明进行深入研讨，并对标准的格式和内容进行了改进，并进一步完善了标准框架、技术内容，2024年12月，最终完成对初稿和编制说明的修改，形成了《生态稻田评价技术规范》（讨论稿）。

**1.****2.5 标准征求意见稿**

经过标准制定小组在《生态稻田评价技术规范》（讨论稿）基础上反复修改和完善，于2025年4月形成了《生态稻田评价技术规范》（征求意见稿）及编制说明。

# 二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

# 2.1编制原则

本文件的编写依据参考《标准起草规则 第8部分：评价标准GB/T20001.8—2023》，并考虑国内不同区域稻田作物种植的实际，确保标准的科学性、先进性、可行性和可操作性。

（1）在标准制定过程中，遵循法律法规和政策协调统一性原则。严格遵循国家有关方针、政策、法规和规章，严格执行国家标准、农业行业标准，与同体系标准及相关的各种基础标准相衔接。

（2）科学性原则。评价指标应反映生态稻田的稳产高效、生产清洁、生物多样、自净能力突出的特征，指标选择合理、规范、有代表性；评价方法简便，便于结果量化，评价数据获取方法简单可行、易操作，严控数据准确性。

（3）系统性原则。评价指标体系具有层次性，不同层级指标应综合反映生态稻田特征，指标间应统筹兼顾，相互联系、互为制约，层级间、指标间具有可比性，以尽量少的层次和指标数量能整体最优、全面、客观反映生态稻田的评价内容。

（4）独立性原则。实施评价的主体是独立的第三方，与被评价单位无任何利益关系。评价主体在进行评价时，严格按照生态稻田的评价指标体系、评价方法和数据获取方法独立开展工作，客观、公正地做出正确评价。

# 2.2主要技术内容及确定依据

**2.2.1生态稻田评价的基本要求**

态稻田评价的基本要求来源于NY/T3825的规定，共9个指标。每项指标得分为0分或100分。以下为9项基本要求指标确定的主要依据。

**（1）建设环境要求**

生态稻田建设的产地环境条件土壤应满足GB15618中农用地土壤污染风险筛选值要求，大气和灌溉水应符合NY/T 391标准的要求。该条基本要求也在已发布的《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中进行了规定。

**（2）建设规模要求**

本规范中规定的基本要求“生态稻田应边界清晰，集中连片，面积不少于10 hm2。”该条基本要求也在已发布的《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中进行了规定。

建设的生态稻田与周边农田必须边界清晰，且集中连片，便于生态化建设技术和措施的统一布局和建设。生态稻田的建设面积不宜过小，面积过小成本增加，费工费时，达不到规模效应，发挥不了控制病虫害及节本增效目的。陈桂华等（2016）也通过10 hm2的生态稻田示范研究表明，生态稻田减少了82.11%以上的化学农药使用量，增加了水稻产量，提升了稻米品质，示范区还实现省工成本151.35元/667 m2，新增效益94.30万元，生态防控技术到位率100%。王凯学等（2013）通过建设8 hm2的生态稻田示范区，比较了生态稻田及常规稻田节肢动物群落结构特征表明，无论早稻或晚稻整个生育期，生态稻田中的节肢动物天敌的物种数量均显著高于常规稻田，促进了稻田节肢动物天敌群落的建立，并且生境越复杂，植被多样性越高，物种多样性就会越高。同样，张清泉等（2014）也通过建设8 hm2的生态稻田示范区分析了生态稻田节肢动物群落结构及其多样性，结果表明：在生态稻田中，天敌资源丰富，物种所占比率高达60%，其中，膜翅目的丰富度指数和优势度指数最高，双翅目昆虫多样性指数和均匀度指数最高。朱平阳等（2015）通过对10 hm2生态稻田的研究指出，生态稻田能显著提高稻田附近稻飞虱卵寄生虫数量，有效降低稻田稻飞虱的种群数量，在分蘖期与抽穗期的寄生率分别高达40.76%和51.43%，高出农民自防稻田14.14%和20.83%；刘桂良等（2014）通过33 hm2的生态稻田示范研究表明，生态稻田对昆虫群落特征的影响主要表现在物种组成、多样性明显提高，用药量下降，水稻稳产，品质和价格上升。农业行业标准稻渔综合种养技术规范SC/T 1135中，为了考虑稻渔综合种养的规模效应，集中连片和统一经营面积不低于66.7 hm2。上述文献主要从节本增效、技术规模应用、病虫害防治、稻渔综合种养等方面确定了农田面积。从稻田绿色农产品认定、稻田生物多样性提升、生态稻田建设成本及规模效应考虑，本条中规定了稻田边界清晰，集中连片，面积不宜少于10 hm2。

**（3）生态用地占比要求**

本规范中规定的基本要求“生态稻田内埂、沟、塘等生态功能区总面积占比应不低于5%。”该条基本要求也在已发布的《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中进行了规定。

生态稻田应有一定的生态用地面积，充分发挥稻田的生态功能。生态稻田应包括田、埂、沟塘、道路/堤岸等多种生态单元，除生产用地外，田埂、沟塘、道路、河湖堤岸有生态化建设的区域均可作为生态用地。通过查阅大量标准或文献，结果表明：高标准农田建设通则GB/T 30600中要求田间设施，包括灌溉与排水、田间道路、农田防护与生态环境保持、农田输配电等设施等面积占建设区面积的比例一般不高于8%，但是该面积并未包括田埂的面积。在英国白金汉郡一个900 hm2的农场进行长达6年的实验中，8%的农田转化为生态用地后，整个农场的作物产量并没有减少，而且传粉和病虫害控制功能显著提升（Pywell et al. 2015）。国际生物防治组织要求农业景观中至少有5%的面积用作生态用地，才能保证一定的生物控制效果，而生态用地比例超过15%或接近20%时（Tscharntke et al., 2005），农田生物多样性处于最高值。基于上述研究结果，本条中确定的生态稻田内埂、沟、塘、路、堤岸等生态化建设的非生产用地占比应不少于5%。

**（4）水稻产量和品质要求**

本规范中规定的基本要求“生态稻田的水稻产量与当地常规稻田平均水平相当，且稻谷品质应符合NY/T2978中的规定”也在已发布的《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中进行了规定。陈桂华等（2016）、刘桂良等（2014）通过生态稻田建设，水稻产量稳中有升，提升了水稻品质。另外，大量研究表明（Zhu et al., 2000和2003；朱有勇等，2003；刘二明等；2002和2003），通过2个及以上的水稻品种的合理搭配种植，能够有效控制稻瘟病的发生，减少农药使用量和环境污染，降低种植成本，提高水稻产品产量和品质。因此，本条规定了水稻产量与当地平均水平相当。生态稻田生产的稻谷品质应符合《绿色食品 稻谷NY/T 2978》标准中规定的要求。

**（5）肥、药投入品要求**

生态稻田应使用安全、高效、生态友好型的商品有机肥、畜禽粪便和农药等投入品。本规范中规定的基本要求“商品有机肥和畜禽粪便施用应符合NY/T 525和GB/T 25246中的规定，农药类型的选择、施用应符合NY/T 393中的规定”已在发布的《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中进行了规定。

**（6）****氮肥农学效率**

本规范中规定的基本要求“每千克氮肥生产的稻谷应在40kg以上”也在已发布的《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中进行了相关规定。根据本文件编制组前期开展的大量田间试验、农户调查以及文献查阅，结果表明，目前我国稻田生产水平在每公斤氮肥生产稻谷40 kg以上（Zhang et al., 2018; Chen et al., 2014）。

**（7）水稻品种及种植面积**

本规范中规定的基本要求“水稻品种不应少于2个，每个品种面积不应低于15%”，也在已发布的《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中进行了相关规定“应选择审定的适宜水稻品种，品种数不应少于2个，宜镶嵌式种植，每个品种面积不应低于15%”。

**（8）作物秸秆要求**

本规范中规定的基本要求“作物秸秆不应田间焚烧”，也在已发布的《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中进行了相关规定“秸秆应综合利用并符合NY/T 3020中的规定。不应田间焚烧”。

**（9）生产管理记录资料要求**

生态稻田建设时的资料，生态稻田运行时投入品的购买、使用及农事操作的生产管理资料、作物产量及秸秆去向等需要详细记录，便于生态稻田评价时数据的获取。

因此，本条规定了“生态稻田建设、投入品使用、作物秸秆去向和占比及农事操作等记录完整，能追溯”。

**2.2.2生态稻田的评价指标要求**

生态稻田的评价指标包括增产高效、生产清洁、生物多样、自净能力突出4个一级指标及其下的18个二级（表1）。在满足表1中生态稻田的基本要求基础上，根据表2中的评价指标对生态稻田进行打分评价。根据一级、二级指标的重要程度及其下的评价指标数量，对评价指标进行权重赋分。

**（1）增产高效**

稻田的基本功能是确保作物生产，提高稻田产出效益，保障粮食安全和农民增收。因此，该稳产增效目标占目标权重最高，为0.25。评价指标为水稻产量和商标品牌或绿色食品认证，各指标权重均为0.5。

生态稻田的产量水平已在基本要求进行了规定，要求与当地常规水稻产量水平相当。若生态稻田水稻产量较当地常规稻田产量平均水平提高了5%～10%，相应分值分别为60～100分。

生态化建设和生产技术的应用，提高了生物多样性，减少了作物生产过程中对水、肥、药等资源的依赖性，提高了秸秆等农田废弃物的资源化利用率，实现了节本增效。生态稻田建成后水稻产量稳定，但水稻品质提升，通过规模效应和品牌建设，提升了稻米价格，实现了增收增效。生态稻田建设美化了田园景观，带动了第三产业的发展，也会增加稻田的旅游等收益。通过生态稻田建设，可实现节本增效、增收增效和第三产业发展带动的效益增加。一般来说，生态稻田生产的稻米已注册商标、品牌，或在此基础上获得绿色食品认证，市场销售价格会比普通稻米更高。因此，为评价生态稻田经济效益提高10%以上，我们采用更容易获取的指标“注册商标、品牌和绿色食品认证” 进行评价。若已注册商标、拥有品牌，分值为70分，若获得绿色食品认证，分值为100分。

**（2）清洁生产**

清洁生产主要是采用氮肥利用效率、新型肥料、施肥方式、秸秆还田、施用有机肥、种植绿肥、节水灌溉、非化学防治、统防统控、农药和肥料等包装物回收等一种或多种技术，有效减少氮磷化肥、农药和水资源的施用量，改善土壤质量，控制农田面源污染，保持田园清洁的一种绿色生产方式。清洁生产目标占目标权重的0.4，10项评价指标每项权重均为0.10。

**①氮肥农学效率**

本规范中规定的基本要求“每千克氮肥生产的稻谷应在40kg以上”。根据本文件编制组前期开展的大量田间试验、农户调查以及文献查阅，结果表明，目前我国稻田生产水平在每公斤氮肥生产稻谷40 kg以上（Zhang et al., 2018; Chen et al., 2014）。若生态稻田每公斤氮肥生产稻谷45 kg-60 kg，相应分值为70分—100分。

**②施肥**

目前，作物种植过程中多采用有机替代等氮磷化肥减量技术、化肥减量、新型控缓释肥或专用肥替代，并改进施肥方式，提高作物产量和减少农田氮磷流失的重要措施（张子璐等, 2019）。与常规施肥相比，施用控释尿素并减少18.2%的氮，水稻不减产，氮磷流失负荷可分别降低22%和18%（刘红江等, 2018），施用等氮量的水稻专用肥和减氮20%的水稻专用肥处理分别可减少17.3%和10.9%、17.2%和13.4%的氮、磷径流损失量，但两个处理的水稻产量仅相差97.79kg/hm2（杨益新, 2011）。适宜的施肥深度不仅能够提高肥料利用率，也能减少氮磷流失。在水稻生育期内，基于土壤氮磷的供应、氮磷流失和肥料利用率，适宜的施肥深度在8～10cm （Liu et al., 2015）。前氮后移和合理的基肥：分蘖肥：穗肥比例也有利于提高肥料利用率和降低氮磷流失。同时，全国第一次面源污染普查结果表明，农田地表径流氮流失量中60%～70%来自土壤溶出，来自当年施入的化肥的量仅占30%～40%，从源头上控制氮磷投入量是削减农田氮磷流失量的根本方法。《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中也对生态稻田的施肥进行了相关规定，即“根据基础地力、目标产量确定合理的氮磷钾等养分投入量，化肥优选配方肥、专用肥、缓控释肥等，配套侧深施肥、基追结合等施肥技术；有机肥氮替代化肥氮比例宜为20%～30%”

因此，本规范中施肥的评价指标主要包括新型肥料、施肥方式等。其中：

新型肥料中施用1种-3种缓控释肥、稳定性肥料，相应分值为60分—100分。

施肥方式中采用1种-2种肥料深施、合理的基追比例等，相应分值为60分—100分。

**③土壤培肥**

在现代化农业生产中，化学肥料大量施用造成了土壤越来越“瘦”，对土壤质量与生态环境产生了很多负效应。然而，通过作物秸秆还田、施用有机肥等，可改良土壤、改善环境，培肥地力，还可以增加土壤中活性有机碳氮总量，提高微生物碳墒和作物的化肥利用效率（陈安强等，2016）。在常规施氮量下，农家肥替代15%～30%的氮肥，稻谷产量显著提高，氮肥利用率达37%～48%（孟琳等，2009），与常规施氮量相比，农家肥替代20%的氮量，稻田径流中总氮降低了18.8% （姜利红等, 2017）。秸秆还田也是土壤培肥的有效措施，结合2017年环境保护部、国家发展改革委、水利部日前联合印发的《长江经济带生态环境保护规划》、2018年国家发展改革委、生态环境部、农业农村部、住房城乡建设部、水利部会同有关部门制定的《关于加快推进长江经济带农业面源污染治理的指导意见》及2015年农业部颁布《关于加快长江经济带农业面源污染治理的指导意见》中要求及农业部以农科教发〔2015〕1号印发《关于打好农业面源污染防治攻坚战的实施意见》，农田秸秆还田利用率应不低于85%。绿肥种植还田也是农田土壤改良的传统措施，长期绿肥还田土壤容重下降了0.13 g/cm3，土壤孔隙度增加了5%（刘国顺等，2013）。绿肥作物含有丰富的有机质，平均可达12%~15%，王秀芝（2005）研究表明，30 t豆料草作为翻压绿肥时，耕层土壤可增加30 kg/hm2有机质；若施入豆科绿肥的鲜草15~30 t/hm2，则相当于施入了67.5~130 kg/hm2的纯氮（方珊清等，2004）。高玲等（2007）研究也表明，绿肥种植提高了土壤微生物和酶活性；翻压绿肥相比于不翻压绿肥，微生物量碳提高了31.0%~67.1%，微生物量氮提高了23.0%~145.1%，土壤脲酶、酸性磷酸酶、蔗糖酶和过氧化氢酶活性分别提高了34.4%~51.9%、11.0%~18.6%、58.0%~172.7%和24.0%~50.0%（刘国顺等，2010）；研究也发现，翻压绿肥后，土壤微生物数量显著提高，细菌、真菌和放线菌的增幅分别为84.61%~88.24%、60.50%~117.40%和27.27%~33.33%（刘海轮等，2010）。《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中也对土壤培训进行了相关规定，即“宜采用秸秆还田、有机肥施用或绿肥种植等措施培肥土壤，秸秆还田应符合NY/T 3020中的规定，有机肥施用应符合NY/T 525和GB/T 25246中的规定，绿肥品种参见附录B。”

因此，本规范中土壤培肥的评价指标主要包括秸秆还田、施用有机肥/农家肥、种植绿肥等。其中：

秸秆还田中按照秸秆还田比例进行打分，如全量、半量、不还田等，还田比例为20%～100%，相应分值为60分—100分。

施用有机肥中施用有机肥/农家肥氮替代化肥氮的比例为20%～40%的，相应分值为100分，不施用有机肥或农家肥的，相应分值为0分。

绿肥长势良好且翻压还田比例20%～100%，相应分值为60分—100分。

**④节水灌溉**

与旱作作物相比，水稻灌溉需水量大，约占全国年灌溉用水总量的65%。目前，水稻种植仍然以淹水灌溉为主，节水灌溉是迫切需要实施的一种水资源利用技术。水稻节水灌溉主要采用“薄、浅、湿、晒”灌溉、干湿交替灌溉和控制灌溉等节水灌溉模式。Zhuang等（2019）从国家尺度比较了浅湿、间歇、控制和蓄雨灌溉等稻田节水灌溉模式的综合效益及应用潜力，明确了控制灌溉具有最佳的节水效果和氮素径流流失减排效果，平均节水率和污染负荷削减率可达35.12%和54.97%；其次是蓄雨灌溉、浅湿灌溉和间歇灌溉。在国家尺度上实施节水灌溉，可节水约22.06%～26.41%、削减氮素径流流失负荷约31.11%～39.11%、增产约5.39%～6.87%。东北稻区控制灌溉技术比传统的“浅晒浅”灌溉水分生产率提高35%～60%，长江中下游中稻“薄、浅、湿、晒”灌溉技术比淹灌技术水分生产率提高7%～34%，四川盆地水稻湿润灌溉方式和湿晒浅间处理分别比传统淹灌节水27.31%和34.77%（张宝忠等, 2018）。朱成立等（2016）研究表明水稻沟田协同控制灌排模式较习惯处理需水量和耗水量减少18.8%和15.3%，田面尺度的氮磷负荷分别减少58.6%和58.8%，水稻产量无显著差异；田沟尺度的沟田协同控制灌排模式较非控排模式排水量减少55.9%，氮磷负荷分别减少59.7%和66.7%。综上所述，水稻种植过程中采用节水灌溉技术，不仅确保了水稻产量，灌溉节水率或都明显提高，还能减少氮磷流失负荷。《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中对节水灌溉技术进行了规定，即“节水灌溉技术应符合GB/T 50363的要求”。

本规范中为了便于节水灌溉措施的评价，仅考虑是否采用晒田这一措施，分不晒田和晒田，相应赋为0分和100分。

**⑤病虫草害防治**

农业部2015年提出《到2020年农药使用量零增长行动方案》，通过使用抗性品种、深耕、合理密植、合理肥水管理等农业防治技术，采用杀虫灯、黄篮板等物理防治措施，施用种养共生、田埂留草、天敌防治、人工除草、生物农药等生物防治手段，能有效降低了化学农药的施用量，实现了农药减量控害，减轻农业面源污染，保护农田生态环境。骆世明（2018）提出中国生态农业的建设应积极使用病虫害综合防控措施，农药使用量应比当地平均使用量减少30%。稻田病虫草害防治主要以农业、物理、生物措施防治为主，少施或不施用化学农药（徐红星等, 2017）。不同水稻种植区应根据当地环境、气候条件和水稻病虫害发生特点等选择不同类型的技术，进行组装构建适合区域特色的绿色防控技术体系。陈银凤（2017）、汪爱娟（2015）、Gurr et al. （2016）等研究也表明通过推行病虫害绿色防控技术，利用生物、物理方法，在不影响作物产量的前提下可有效降低化学农药使用量20%以上。《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中对病虫草害防控进行了规定，即“宜优选抗性品种、优化插秧密度、合理轮作等农艺措施，黄板、蓝板、防虫网、杀虫灯等物理措施，以草控草、生物除草、释放天敌、性诱剂等生物措施进行非化学防控；应急防治宜选择高效、生态友好型农药进行统防统控，农药使用符合NY/T 393中的规定”。

因此，本规范中病虫草害防控的评价指标主要包括非化学防治、统防统控，其中：

非化学防治中采用物理和非化学防控措施，如杀虫灯、黄蓝板、性诱剂等措施2项-3项，相应分值为60分—100分。

采用统防统控分值为100分，不采用统防统控分值为0分。

**⑥农药和肥料包装物回收**

2016年《农药包装废弃物回收处理管理办法（试行）》第十四条规定：农药使用者应当科学用药，减少包装废弃物中农药残留，妥善收集农药包装废弃物并及时交回农药经销者。肥料包装物也应回收避免污染环境，还可以继续利用。《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中对包装物回收进行了规定，即农药、肥料等包装物应全部回收。

因此，本规范中田间是否有包装物进行评价，有则0分，无则100分。

**（3）生物多样性**

生物多样性目标占目标权重的0.15。生物多样性目标评价指标为生态田埂、生态沟、稻田综合种养模式3项指标，评价指标权重分别占0.4、0.4、0.3、0.2。

**①生态田埂**

目前，很多稻田田埂逐渐硬化，田埂的生态功能降低，土埂普遍较窄、低矮且不利于田间行走；另外，田埂宽和高也不利于田埂植物的种植和农田氮磷径流的拦截。《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中对生态田埂也进行了规定，即“田埂宜为土埂，高度宜为20 cm～30 cm。宽度大于30 cm的田埂，宜种植具有经济、显花、蜜源等功能的草本植物”。

因此，针对土埂应该不使用除草剂、不覆盖地膜，且种植经济、显花、蜜源等功能草本植物，根据施用除草剂或覆盖地膜、自然草本植物生长良好且定期收割、人工种植功能草本植物生长良好且定期收割等情况进行打分，相应赋值60～100分。

**②生态沟**

目前，很多稻田沟渠逐渐硬化，重视沟渠的输水、排水能力，而忽略了沟渠的生态净化能力。《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中对沟渠也进行了规定，即“排水沟宜为土质，主排水沟宜采取生态强化措施，沿水流方向可依次设置格栅和沉淀区段，优化配置水生植物，植物配置不应影响农田排水” 。

因此，针对土质沟渠，本规范中主要规定了沟渠不硬化、无垃圾且植物生长良好，根据沟渠内无垃圾，植物生长良好且收割及时等情况进行打分，相应赋值60～100分。

**③稻田综合种养模式**

稻渔综合种养技术要根据共生的水生动物类型，合理控制好水稻栽秧的密度和水生动物的投放密度，沟坑占比是稻渔综合种养技术规范SC/T 1135中重要的技术指标，规定沟坑占比不应超过10%。《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中对稻渔（萍）共生也进行了规定，即“有条件的地区可采用稻渔、稻鸭等共生模式，沟坑占比应不超过10%；可同时种植红萍等绿肥。”

因此，本规范中评价指标为采用稻渔、稻鸭等种养模式，且沟坑占比不超过10%，根据采用且沟坑占比超过10%；不采用，采用且沟坑占比不超过10%进行打分，相应赋值0分、60分和100分。

**（4）自净能力突出**

主要是生态稻田对氮磷等污染物净化能力的提升情况。自净能力评价指标为泡田期排水、沟塘连通且满足一定蓄水量和生态稻田排水氮、磷浓度削减，评价指标权重分别占0.25、0.25和0.5。

**①泡田期排水**

《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中对生态稻田系统排水进行了规定，生态稻田要修建生态沟塘，对排放的尾水进行沟塘收集、净化和灌溉利用，避免稻田尾水直排。泡田期稻田排水氮磷浓度高，直接外排污染负荷较大。因此，本规范中自净能力的第一项评价指标为泡田水是否外排，外排得分为0分，不外排得分为100分。

**②沟塘连通且满足一定蓄水量**

《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中对沟塘蓄水和灌溉水源进行了规定，即“田、沟、塘应水力联通，并采用控水闸阀强化调蓄能力；沟、塘容积应可容纳汇水稻田40 mm以上的径流水量”。因此，通过闸泵等调控设施，实现沟塘水力连通，充分发挥沟塘的调蓄净化能力。根据无塘、有塘不连通，容纳40mm以上稻田径流水量、沟塘连通，容纳40mm以上稻田径流水量等情况进行打分，相应赋值70～100分。

**③生态稻田排水氮、磷浓度削减率**

通过文献调研及现场试验，利用生态田埂及生态沟渠、生态塘都能减少田面径流氮磷浓度及沟渠径流氮磷浓度削减率都达到30%以上（王晓玲等，2015；张树楠等，2015；赵学敏等，2010；王晓玲等，2017；肖雨涵等，2018），而且还采用了节水灌溉技术实现节水15%以上（Zhuang等，2019；张宝忠等, 2018；朱成立等，2016）；另外，沟塘蓄水的循环利用，一定程度上减少了稻田径流产生量。《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中对生态稻田系统排水氮磷负荷削减进行了规定，即“生态稻田系统排水氮、磷浓度削减20%以上”。因此，本规范中对生态稻田排水氮、磷浓度削减进行了规定，生态稻田对总排水口中总氮、总磷浓度的削减率作为评价指标，削减率20%～50%，相应赋值70～100分。

**2.2.3 评价要求**

稻田应满足表1中一级指标基本要求规定的全部指标，否则视为不合格，无需进行下一步评价。

在满足一级指标基本要求的基础上，根据表1中评价指标要求的增产高效、生产清洁、生物多样、自净能力突出四个内容对应的每一项二级指标进行评价。

**2.2.3 取值规则**

表1中二级指标的取值规则主要采用现场调查、证明材料及主观赋值等方法。现场调查包括但不限于试验验证、现场测量、现场记录等方法。证明材料包括但不限于第三方检测报告、生产记录档案、生态稻田建设档案等材料。主观赋值主要根据指标的分值范围，结合指标完成的满足打分依据程度，对指标进行打分。一级指标和二级指标权重是根据指标的重要程度和对应的指标数进行权重赋值。

**2.2.4 评价结果**

评价指标要求对应的每一项二级指标根据打分依据打分，基于打分结果和权重计算二级指标得分。

评价指标要求中的四项一级评价指标总分为100分，根据一级评价指标权重和二级评价指标得分，计算一级指标得分，然后将评价指标要求中的四项一级指标分数加和，计算总得分。

根据评价总分数，将生态稻田划分为三个等级，优秀：90分（含）—100分；良好：75分（含）—90分；合格：60分—75分。

**2.2.5 评价主体与周期**

评价主体为专业的科研技术单位、农技推广部门进行第三方独立评价。

申请认定评价时为基准年，再持续运行完整的一年。

# 三、主要试验（或验证）的分析、综合报告，技术经济论证、预期经济效果

# 3.1主要试验或验证分析

**3.3.1 生态沟对氮磷的削减效果**

通过在江苏省宜兴市稻田中比较了强化的生态沟、土质沟和混凝土沟在不同进水浓度、停留时间和水流速度条件下径流中氮磷浓度的去除率（王岩等, 2009），沟渠横截面为梯形（上宽1 m、下宽0.5 m、深0.94 m）。生态沟的两壁和底部采用其上分布有许多长方形孔洞的混凝土板材硬质化，混凝土沟的两壁和底部均采用混凝土板材硬质化，土质沟的两壁和底部均为土质。3种类型沟长度均为30 m。生态沟的沟底种植水芹，沟壁种植黑麦草、乌塌菜和青菜，混凝土沟和土质沟的沟壁和沟底均未人为布置植物。生态沟对不同进水N、P 浓度的去除率明显大于土质沟和混凝土沟（图1），生态沟对TN的去除率比土质沟和混凝土沟分别提高了1.58和3.68倍，对TP的去除率比土质沟和混凝土沟分别提高了1.22和1.49倍。在不同水力停留时间下，生态沟对径流中N、P的去出率也高于土质沟和混凝土沟，在不同进水浓度条件下，生态沟最佳水力停留时间为48 h（图2）。在高、低两种进水流速和固定进水浓度条件下，生态沟在低进水流速下的N去除率明显优于土质沟和混凝土沟。在高进水流速条件下，3种沟均未表现出明显的净化作用。生态沟在低和高进水流速下的P去除率明显优于土质沟和混凝土沟（表1）。可见，生态沟和土质沟在不同进水浓度、水力停留时间和流速下对氮磷的去除率都优于混凝土沟。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 图1 不同进水浓度下生态沟对总氮总磷的去除率，根据王岩等（2009）绘制 | |

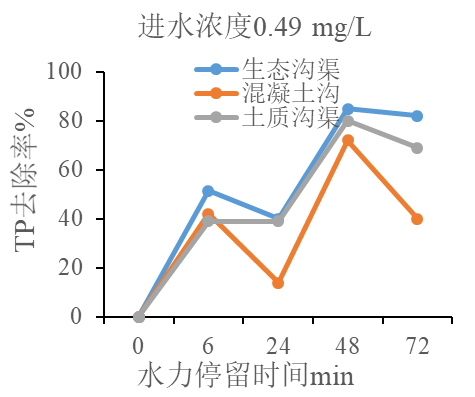
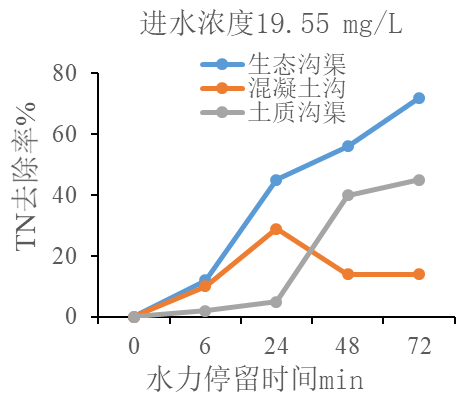


图2 不同水力停留时间生态沟对总氮总磷的去除率，根据王岩等（2009）绘制

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表1不同流速下的 TN、TP 的去除率 | | | | | | |
| 沟渠类型 |  | 低流速0.23m3/h | |  | 高流速0.48m3/h | |
| TN | TP | 停留时间min | TN | TP | 停留时间min |
| 生态沟 | 20 | 36 | 100 | 5 | 26 | 50 |
| 混凝土沟 | 5 | -124 | 45 | -2 | -25 | 25 |
| 土质沟 | -7 | 16 | 55 | 2 | 21 | 30 |
| 注：该表根据王岩等（2009）制作。 | | | | | | |

**3.3.2 生态塘对氮磷的削减效果**

在洱源县开展了生态塘对稻田径流中氮磷浓度削减效果的监测，生态塘面积为54亩，塘平均水深1 m左右，塘进水口2个，出水口1个，塘内种植芦苇、茭草、水葱、水葫芦、苦草、眼子菜、金鱼藻等，从2018年1月到12月，每月监测一次进水口氮磷浓度，图3表明进水口总氮和总磷浓度明显大于出水口，生态塘对TN和TP的削减率为33%和37%。

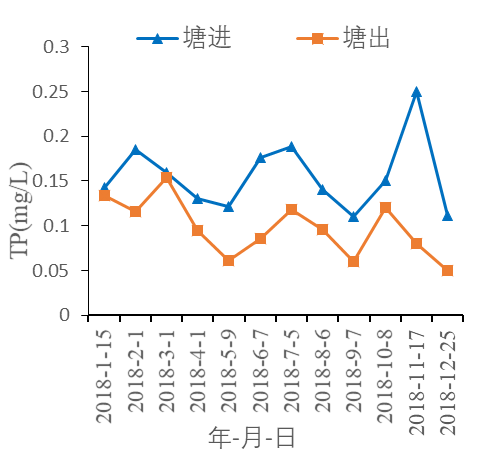
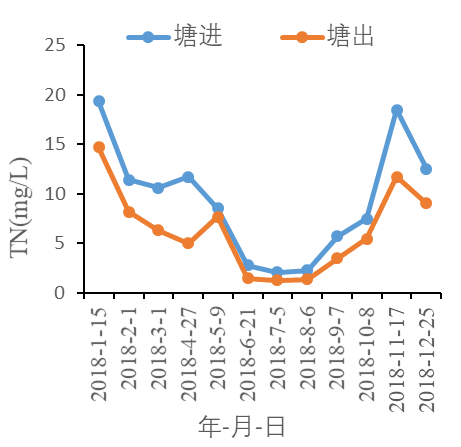


图3生态塘进水口和出水口TN、TP浓度变化

**3.3.3 云南典型稻田单元氮磷负荷削减监测**

典型稻田区域位于洱海流域上游的永安江流域，监测对象为排水水质、水量。监测断面见图4和表2。水流方向为灌溉沟从上往下经农田流入农田缓冲带沟渠，与断面1处流入农田缓冲带沟渠的水流汇合，然后从左到右流经生态塘，最后经总断面流出稻田。该区域实施了化肥减量、生态田埂、农田缓冲带、生态沟、生态塘建设，监测断面1-5和总断面的水质及断面1、5、6和总断面的水量。



图4典型区域农田监测断面分布

|  |  |
| --- | --- |
| 表2布点编号说明 | |
| 布点编号 | 布点说明 |
| 断面1 | 典型区域农田入水口，监测水质和水量 |
| 断面2 | 典型区域农田断面，监测水质 |
| 断面3 | 生态塘入水口，监测水质 |
| 断面4 | 生态塘出水口，监测水质 |
| 总断面 | 典型区域农田总出口，监测水质和水量 |
| 断面5 | 典型区域农田入水口（灌溉沟渠入水口），监测水质和水量 |
| 断面6 | 灌溉沟渠出水口，监测水量 |

典型稻田区域入/出水氮磷负荷监测结果表明（图5）：入水和出水氮负荷范围分别为73.9-335.77和39.44-226.04 kg/月，监测期内典型区域农田总氮流失负荷为534.09 kg。氮流失削减率月变化范围为14.92%-63.61%，监测期内氮流失削减率平均为35.36%。

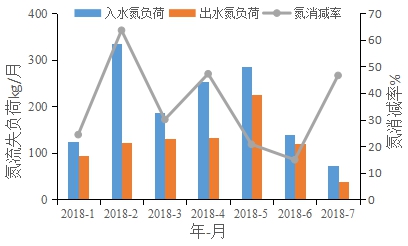


图5 典型稻田区域氮流失负荷及削减率

图6表明，典型区域农田入水和出水磷负荷范围分别为3.56-7.29和0.82-4.59 kg/月，监测期内典型区域农田总磷流失负荷为22.87 kg。磷流失削减率月变化范围为30.26%-76.89%，监测期内磷流失削减率平均为53.29%。

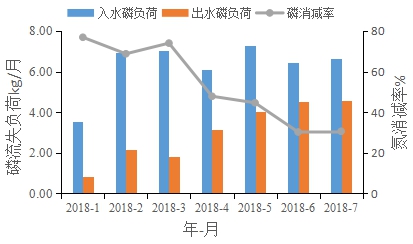


图6典型稻田区域磷流失负荷及削减率

**3.3.4 湖北典型稻田单元氮磷负荷削减监测**

典型稻田区域位于湖北省孝感市安陆市洑水镇西北部的车站村，面积为1280亩。整个区域稻田、沟、塘已一体化水力连通，气象信息采集、排水水质水量监测、排水循环利用等都能自动化运行。通过对示范区稻田与常规稻田监测结果表明：2020年水稻季共有6次产流。综合6次产流的结果来看，整个水稻季，常规稻田产流464.0 mm，示范稻田产流417.8mm，沟塘系统截留84.6 mm，田沟塘系统外排径流333.2 mm。技术体系能使径流水减排28.2%（表3）。整个水稻季，常规稻田排放TN 14.46kg/ha，示范稻田排放6.54kg/ha，沟塘系统截留1.38kg/ha，田沟塘系统外排排放5.16kg/ha。控源增汇和控水扩容等田面技术能使TN减排54.8%，沟塘调控技术能减排9.5%，总技术体系减排64.3%（表4）。整个水稻季，常规稻田排放TP 0.50 kg/ha，示范稻田排放0.40kg/ha，沟塘系统截留0.12kg/ha，田沟塘系统外排排放0.28kg/ha。控源增汇和控水扩容等田面技术能使TP减排20.0%，沟塘调控技术能减排24.0%，总技术体系减排44.0%（表5）。1280亩稻田区域氮、磷流失负荷分别降低64.3%和43.3%。

表3 径流排放及减排情况

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产流日期 | 产/截流量（mm） | | | | 径流减排率（%） | | |
| 常规稻田 | 示范稻田 | 系统截留 | 系统外排 | 田面技术 | 沟塘调控 | 技术体系 |
| 06-01 | 37.0 | 30.8 | 30.8 | 0.0 | 16.8 | 83.2 | 100.0 |
| 06-14 | 60.0 | 47.2 | 28.4 | 18.8 | 21.3 | 47.3 | 68.7 |
| 06-23 | 55.0 | 32.8 | 0.0 | 32.8 | 40.4 | 0.1 | 40.4 |
| 06-29 | 98.0 | 93.0 | -1.1 | 94.1 | 5.1 | -1.1 | 4.0 |
| 07-19 | 136.0 | 136.0 | -1.4 | 137.4 | 0.0 | -1.0 | -1.0 |
| 09-22 | 78.0 | 78.0 | 27.9 | 50.1 | 0.0 | 35.7 | 35.7 |
| 总计 | 464.0 | 417.8 | 84.6 | 333.2 | 10.0 | 18.2 | 28.2 |

表4 TN排放及减排情况

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产流日期 | TN排放量（kg/ha） | | | | TN减排率（%） | | |
| 常规稻田 | 示范稻田 | 系统截留 | 系统外排 | 田面技术 | 沟塘调控 | 技术体系 |
| 06-01 | 6.70 | 0.99 | 0.99 | 0.00 | 85.2 | 14.8 | 100.0 |
| 06-14 | 1.92 | 1.37 | 0.75 | 0.62 | 28.6 | 39.2 | 67.8 |
| 06-23 | 2.66 | 1.51 | -0.01 | 1.53 | 43.0 | -0.5 | 42.4 |
| 06-29 | 1.57 | 1.33 | -0.24 | 1.57 | 15.8 | -15.4 | 0.4 |
| 07-19 | 0.97 | 0.73 | -0.25 | 0.99 | 24.5 | -26.1 | -1.5 |
| 09-22 | 0.63 | 0.60 | 0.14 | 0.46 | 4.2 | 22.7 | 26.9 |
| 总计 | 14.46 | 6.54 | 1.38 | 5.16 | 54.8 | 9.5 | 64.3 |

表5 TP排放及减排情况

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产流日期 | TP排放量（kg/ha） | | | | TP减排率（%） | | |
| 常规稻田 | 示范稻田 | 系统截留 | 系统外排 | 田面技术 | 沟塘调控 | 技术体系 |
| 06-01 | 0.11 | 0.06 | 0.06 | 0.00 | 43.4 | 56.6 | 100.0 |
| 06-14 | 0.08 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 44.8 | 26.0 | 70.9 |
| 06-23 | 0.05 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 33.7 | -2.5 | 31.3 |
| 06-29 | 0.08 | 0.07 | 0.00 | 0.08 | 9.7 | -2.7 | 7.0 |
| 07-19 | 0.09 | 0.07 | -0.03 | 0.10 | 24.0 | -31.6 | -7.6 |
| 09-22 | 0.09 | 0.12 | 0.07 | 0.05 | -35.6 | 77.3 | 41.7 |
| 总计 | 0.50 | 0.40 | 0.12 | 0.28 | 20.0 | 24.0 | 44.0 |

# 3.2技术经济论证、预期经济效果

本文件旨在对生态稻田建设中的关键技术措施实施效果进行系统评价，包括但不限于产地环境质量、建设规模、产量稳定性与高产性、资源利用效率、清洁生产水平、生物多样性保护、系统自净能力及档案管理完整性等核心指标。基于本标准提出的技术原理与规范要求，可为生态稻田系统构建提供全面技术支撑，具体体现在：1）显著提升农田生物多样性；2）保障生产系统稳定性；3）提高稻米产量和品质；4）实现资源高效集约利用；5）增强抗灾减灾能力；6）强化生态系统净化功能等方面。

通过生态稻田的实施，不仅丰富了稻田内作物或水产的产出，提高了作物产量，还提升了作物品质，增加了直接经济效益。同时，化肥、农药和水资源的投入量降低，也节约了投入成本。通过本标准的制定和实施，为“绿色优质稻米”绿色生产基地的创建提供生产基地，发挥了规模效应和品牌效应。

通过本标准的制定和实施，提高了土壤肥力水平；减少了作物生产过程中对资源的依赖性，提高了秸秆等农田废弃物的资源化利用率；有效截留稻田径流氮磷，抵御水土流失，降低氮磷对地表水环境的污染；增加农田生物多样性和生境多样性，美化农田景观，丰富天敌昆虫的栖息环境和食物资源，增强农业生态系统功能，最大限度发挥稻田的生态功能。

通过本标准的制定和实施，有利于形成美丽的稻田田园景观，促进稻田生产与旅游服务业的融合发展，增加了周边公众的参与感、满意感、获得感和幸福感。

# 四、采用国际标准和国外先进标准的程度

本文件未涉及国际标准的采用。

# 五、与有关的现行标准、法律、法规和强制性标准的关系

本标准在制定过程中重点采纳了相关现行标准中的一些技术参数，特别是采纳了《生态稻田建设技术规范NY/T3825-2020》中的一些技术参数，与现行的法律、法规也无冲突。

# 六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准共征求包括大专院校、科研院所等 家单位意见，累计共收到意见 条，采纳 条，未采纳 条，未采纳的 条意见为文本形式上的意见征求意见汇总处理表。在标准制定过程中，没有出现重大意见分歧。

# 七、涉及专利的有关说明

无。

# 八、标准宣贯建议及其他说明

建议采取政府推动、技术培训、工程示范和政策奖励等措施贯彻实施本标准，在各级政府的支持下，优先在种植龙头企业、种植大户、合作社中进行推广应用，再通过部分具有代表性企业的示范和带动，逐步进行推广应用。

组织措施：建议由农业部门确定具体的监管部门、认定部门和评价部门，并贯彻执行。

技术措施：建议各地可选取具有代表性的农业企业进行技术推广，建立示范工程，由点带面，逐步推广。

建议将本标准作为推荐性标准发布实施。

# 九、废止现行有关标准的建议

无。

# 十、其他应予说明的事项

无。

《生态稻田评价技术规范》编制小组

2025年4月

# 参考文献

Chen X., Cui Z, Fan M, et al., Producing more grain with lower environmental costs. Nature, 2014. 514:7523: p. 486-489.

Gurr G.M., Lu Z., Zheng X., Xu H., Zhu P., Chen G., Yao X., Cheng J., Zhu Z., Catindig J.L., Villareal S., Van Chine H., Cuong L.Q., Channoo C., Chengwattana N., Lan L.P., Hai L.H., Chaiwong J., Nicol H.I., Perovic D.J., Wratten S.D., Heong K.L., 2016. Multi-country evidence that crop diversification promotes ecological intensification of agriculture. Nature Plants, 2(3): 16014.

Liu T.Q., Fan D.J., Zhang X.X., Chen J., Li C.F., Cao C.G., 2015. Deep placement of nitrogen fertilizers reduces ammonia volatilization and increases nitrogen utilization efficiency in no-tillage paddy fields in central China. Field Crops Research, 184: 80-90.

Pywell, R.F., Heard, M.S., Woodcock, B.A., Hinsley, S., Ridding, L., Nowakowski, M., Bullock, J.M., 2015. Wildlife-friendly farming increases crop yield: evidence for ecological intensification. Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences, 282(1816), 20151740.

Tscharntke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. Ecology letters, 8(8):857-874.

Zhang D, Wang HY, Pan J, et al. Nitrogen application rates need to be reduced for half of the rice paddy field in China. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2018, 265:8-14.

Zhu Y Y, Chen H R, Fan J H, et al., 2000 Genetic diversity and disease control in rice. Nature, 406: 718-722.

Zhu Y Y, Wang Y Y, Chen H R, et al., 2003 Conserving traditional rice varieties through management for crop diversity. Bioscience, 53(2): 158-162.

Zhuang, Y., Zhang, L., Li, S., Liu, H., Zhai, L., Zhou, F., Ye, Y., Ruan, S., Wen, W., 2019. Effects and potential of water-saving irrigation for rice production in China. Agricultural Water management， 217, 374-382.

陈安强，付 斌，鲁 耀，段宗颜，胡万里，2015. 有机物料输入稻田提高土壤微生物碳氮及可溶性有机碳氮. 农业工程学报，31(21): 160-167.

陈银凤, 张云, 陈夕军, 康晓霞, 耿跃, 周奋启, 董红刚, 2017. 水稻病虫害防治化学农药减量控害技术. 浙江农业科学, 58(12): 149-152.

陈桂华, 朱平阳, 郑许松, 姚晓明, 张发成, 盛仙俏, 徐红星, 吕仲贤, 2016. 应用生态工程控制水稻害虫技术在金华的实践. 中国植保导刊, 36(1): 31-36.

方珊清, 孙时银, 汪雪薇, 2004. 发展绿肥生产是生态农业建设的有效措施. 安徽农学通报, 2: 68.

高玲, 刘国道, 2007. 绿肥对土壤的改良作用研究进展. 北京农业, 12: 29-32.

姜利红, 谭力彰, 昌田, 强刘, 张玉平, 兰杨, 谢桂先, 2017. 不同施肥对双季稻田径流氮磷流失特征的影响. 水土保持学报, 31(6): 33-38.

刘桂良, 张晓萌, 赵丽稳, 张佳丽, 王先挺, 陈宇博, 郑许松, 2014. 应用生态工程控制水稻害虫技术及效益分析, 浙江农业科学， 12: 1809-1811.

刘国顺, 王树林, 沙富云, 2013. 长期绿肥还田对烤烟产品质量及土壤改良的影响. 中国农学通报, 29: 173-177.

刘国顺, 李正, 敬海霞, 2010. 连年翻压绿肥对植烟土壤微生物量及酶活性的影响. 植物营养与肥料学报, 16: 1472-1478.

刘海轮, 杨峰钢, 2010. 绿肥改良烟田土壤的初步研究. 陕西农业科学, 1: 5-8.

刘红江, 郭智, 郑建初, 盛婧, 张岳芳, 陈留根, 2018. 不同类型缓控释肥对水稻产量形成和稻田氮素流失的影响. 江苏农业学报, 34(4): 783-789.

刘二明, 朱有勇, 肖放华, 2003. 水稻品种多样性混栽持续控制稻瘟病研究. 中国农业科学, 36(2): 164-168.

刘二明, 朱有勇, 刘新民, 2002. 丘陵区水稻品种多样性混合间栽控制稻瘟病研究. 作物研究, 16(1): 7-10.

骆世明, 2018 中国生态农业制度的构建. 中国生态农业学报, 26(5):759-770.

孟琳, 张小莉, 蒋小芳, 王秋君，黄启为，徐阳春，杨兴明，沈其荣. 有机肥料氮替代部分化肥氮对稻谷产量的影响及替代率[J]. 中国农业科学, 2009, 42(2):532-542.

汪爱娟, 戴德江, 马海芹, 李阿根, 叶建人, 陈军昂, 2015. 优化组合药剂防治水稻重大病虫害技术研究. 中国农学通报, 32(5):37-43.

王凯学, 张清泉, 陈丽丽, 李国刚, 梁载林, 张雪丽, 刘建文, 2013. 生态稻田及常规稻田节肢动物群落结构特征的比较研究. 植物保护, 39(3): 31-35.

王晓玲, 李建生, 李松敏, 郑晓通, 张福超, 2017. 生态塘对稻田降雨径流中氮磷的拦截效应研究.水利学报, 48(3): 291-298.

王晓玲, 乔斌, 李松敏, 李建生, 任炳昱, 2015. 生态沟渠对水稻不同生长期降雨径流氮磷的拦截效应研究. 水利学报, 46(12): 1406-1413.

王秀芝, 2015. 绿肥对土壤的培肥改土作用和合理利用技术. 安徽农学通报, 11(6): 89-92.

王岩, 王建国, 李伟, 薄录吉, 杨林章, 2009. 三种类型农田排水沟渠氮磷拦截效果比较. 土壤, 41(6): 902-906.

肖雨涵, 庞燕, 项颂, 田永静, 黄天寅, 2018. 多级生态库塘对低污染水体的净化. 环境工程学报, 12(10): 288-294.

徐红星, 郑许松, 田俊策, 赖凤香, 何佳春, 吕仲贤, 2017. 我国水稻害虫绿色防控技术的研究进展与应用现状. 植物保护学报, 44(6): 925-939.

杨益新, 2011. 专用配方肥对稻田氮磷径流损失及水稻产量的影响. 湖南农业科学, 7: 42-44.

张宝忠, 彭致功, 雷波, 杜丽娟, 王蕾, 刘钰, 2018. 我国典型作物用水特征及现代农业灌溉技术模式. 中国工程科学, 20(5): 85-91.

张清泉, 王华生, 覃保荣, 谢义灵, 黄超燕, 王峰, 王凯学, 2014. 生态稻田节肢动物群落结构及其多样性研究. 中国植保导刊, 34(4): 19-24.

张树楠, 肖润林, 刘锋, 吴金水, 2015. 生态沟渠对氮、磷污染物的拦截效应. 环境科学, 36(12): 4516-4522.

张子璐, 刘峰, 侯庭钰, 2019. 我国稻田氮磷流失现状及影响因素研究进展. 应用生态学报, 30(10): 3292-3302.

赵学敏, 虢清伟, 周广杰, 许振成, 2010. 改良型生物稳定塘对滇池流域受污染河流净化效果. 湖泊科学, 22(1): 35-43.

朱成立, 郭相平, 刘敏昊, 汤树海, 2016. 水稻沟田协同控制灌排模式的节水减污效应, 农业工程学报, 32(3): 86-91.

朱平阳, 郑许松, 姚晓明, 徐红星, 张发成, 陈桂华, 吕仲贤, 2015. 提高稻飞虱卵期天敌控害能力的稻田生态工程技术. 中国植保导刊, 35(7): 27-32.

朱有勇, 陈海如, 范静华, 2003. 利用水稻品种多样性控制稻瘟病研究. 中国农业科学, 36(5): 521-528.