

《典型种植业氨排放控制要求》

(征求意见稿)

编制说明

标准编制组

二〇二〇年八月

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	2
2 标准编制的必要性、总体思路及基本原则	4
2.1 必要性	4
2.2 总体思路	5
2.3 基本原则	5
2.4 本要求与其他标准之间的关系	5
3 种植业氨排放及控制技术现状	6
3.1 我国种植业氮肥投入现状	6
3.2 种植业氨排放现状	6
3.3 种植业氨排放特点	7
3.4 种植业氨排放控制技术现状	9
4 国内外氨排放控制以及氮肥管理相关标准和控制技术	10
4.1 国外种植业氮肥氨排放监测标准与控制技术	10
4.2 国内大气氨排放控制及种植业氮肥管理	11
5 标准主要技术内容	12
5.1 标准适用范围	12
5.2 标准结构框架	12
5.3 术语和定义	12
5.4 典型种植业氨减排技术的选择	13
5.5 种植园区周界空气氨浓度限值及确定依据	16
5.6 空气氨监测要求与测定方法	16
5.7 实施与监督	17
6 我国典型种植业氨减排技术措施与减排效果分析	18

1 项目背景

1.1 任务来源

近年来，我国雾霾天气频发，氨（ NH_3 ）在雾霾形成中的重要性已引起社会各界的广泛关注。大量科学证据表明， NH_3 是大气 $\text{PM}_{2.5}$ 形成的重要前体物，它能与二氧化硫（ SO_2 ）、氮氧化物（ NO_x ）以及液相硫酸和硝酸反应生成硫酸铵和硝酸铵，形成 $\text{PM}_{2.5}$ 凝结核，吸水并结合其他污染物形成二次颗粒物，在 NH_3 大量存在的条件下， SO_2 和 NO_x 形成 $\text{PM}_{2.5}$ 的速度会加剧。种植业氮肥施用和养殖业粪便是我国大气 NH_3 最主要的来源，据估算，我国氨排放总量为 10~15 Tg（百万吨），仅种植业化肥施用引起的 NH_3 排放量达 3.0~5.4 Tg，占化学氮肥总施用量（折纯）的 9~15%，我国化学氮肥消费量位居世界之首，约占全球消费量的 30%，农业集约化程度高的中东部地区单位面积施氮量远超过世界平均水平，而且，我国氮肥种类以氨排放损失程度高的尿素和碳铵为主，加上目前普遍存在的盲目的不合理的施肥行为如表面撒施、施肥与作物需氮在空间和时间上的不匹配，导致我国种植业氨排放十分严重。

目前，我国对种植业氮肥管理主要执行《肥料合理使用准则 通则》（NY/T 496）和《测土配方施肥技术规范》（NY/T 1118）中的相关规定，二者主要针对肥料总体用量以及施肥准则，主要以作物增产和经济效益作为施肥效应评价指标，对氮肥引起的 NH_3 排放没有提出明确的控制要求。目前一些地区相继出台的化肥投入定额标准如浙江省《主要作物化肥定额施用标准参考指标（试行）》、《广东省水稻氮肥定额用量（试行）》、临安市《主要作物化肥定额制的限量标准》（DB330185T 005—2020）等文件及标准对不同种植体系氮肥总量提出了明确的限值要求，但对不同种植体系氨污染排放及其控制技术没有提出明确要求。目前我国对大气 NH_3 的管控标准主要针对典型行业及室内环境，包括《大气污染物综合排放标准》（GB14554）、《恶臭污染物排放标准》（DB11/501）以及《室内空气质量标准》（GB/T 18883），对种植业氨排放也没有提出明确要求，造成各部门对于种植业氨污染难于监管，已无法适应当前大气污染物减排工作的形势，因此，迫切需要制定我国种植业的氨排放控制技术，明确不同种植业类型适宜氨减排技术措施和农田边界氨浓度限值要求。因此，该要求是对目前种植业氮肥管理相关文件及标准的必要完善与补充，更是应对氮肥施用引起的大气 $\text{PM}_{2.5}$ 污染、促进环境质量改善的迫切需要，以及完善环境标准体系，提升行业污染控制管理水平的现实要求。

依据《中华人民共和国标准化法》、《国家标准化管理委员会、民政部关于印发〈团体标

准管理规定>的通知》(国标委联 [2019] 1 号)文件精神,根据《中华环保联合会团体标准管理办法(试行)》(中环联字 [2018] 79 号)的相关规定,中华环保联合会组织专家对《典型种植业氨排放控制标准》团体标准立项报告进行了评审立项,根据《中华环保联合会关于<汽车维修行业大气污染防治可行技术指南>等十一项团体标准的立项公告》有关要求,中华环保联合会委托中国科学院南京土壤研究所、河北农业大学、北京市环境保护科学研究院、中国农业大学、浙江大学等单位组建专家组共同编制《典型种植业氨排放控制标准》(以下简称《标准》)团体标准。

1.2 工作过程

该要求立项后,中国科学院南京土壤研究所与河北农业大学、北京市环境保护科学研究院、中国农业大学、浙江大学等单位,共同开展了标准的编制工作。标准编制组对国内外种植业氮肥施用和氨排放监测和控制技术相关标准、政策法规、规范进行了深入调研;对我国典型种植业类型当前氮肥投入模式开展了调研,对重点种植业类型氮肥施用后氨排放进行了实地监测并对现有减排措施的减排效果进行了田间验证,获得不同种植业类型的氮肥氨排放特征、影响因素和可行控制技术;形成征求意见稿。

具体工作过程包括:

a) 文献、资料调研-包括对国内外种植业氨排放相关监测方法标准和控制技术规范进行调研,2018年4月-2018年6月编制组查阅了国内外种植业氨排放监测方法、动态变化特征、主要影响因素以及减排技术的相关研究成果,全面跟踪梳理了国内外种植业氮肥管理和氨排放监测和控制技术的研究进展。

b) 种植业氮肥投入调研-2018年7月-2018年9月,结合文献资料和现场调查,了解目前我国主要种植业类型如稻田、玉米、小麦、果园和露天菜地的包括氮肥种类、施肥方法、施肥时期的氮肥投入模式和氨排放通量特征,编制组对标准编制方案进行了全面讨论,形成编制的基本原则与思路。

c) 典型种植业类型氨排放实地监测-2018年10月-2020年6月,结合文献资料与现场调研,制定我国不同类型种植业氨排放的适宜监测和样品分析方法的试验方案,选择我国典型种植业类型太湖地区水旱轮作、东北稻田、西南稻田、东北玉米、华北冬小麦夏玉米、南方露天菜地、苹果园、水蜜桃园种植区,选择有代表性的施肥时期进行现场实地监测,监测内容包括氨排放监测的多方法对比验证、氨排放的动态变化特征、主要控制因素以及农田周界大气氨浓度。

d) 编写标准征求意见稿和编制说明-2020年3月-2020年8月，在充分调研国内外种植业氮肥管理与氨排放监测和减排相关标准和技术规范的基础上，结合开展的实地监测工作，组织标准编制单位召开研讨会，对《标准》框架及标准内容进行讨论，明确了不同类型种植业的氨排放适宜控制途径和的监测方法，在参考、借鉴国外自然生态系统氨浓度限值的基础上，考虑我国种植业氮肥投入现状和氨排放特点，提出了农田周界自然生态系统氨浓度的监测位点和浓度限值，形成了征求意见稿及其编制说明。

e) 2020年8月21日，中华环保联合会主持召开了《典型种植业氨排放控制标准》技术审查会，专家组听取了标准编制单位所作的标准征求意见稿和内容介绍，经质询、讨论，专家组建议修改标准名称，进一步补充大气氨浓度限值的选择依据。专家组通过了该标准征求意见稿的技术审查，建议修改完善后形成征求意见稿，公开征求意见。

2 标准编制的必要性、总体思路及基本原则

2.1 必要性

a) 应对大气 PM_{2.5} 污染，减少氨排放引起的自然生态系统的破坏，促进环境质量改善的迫切需要

NH₃ 是大气 PM_{2.5} 形成的重要前体物，能与二氧化硫 (SO₂)、氮氧化物 (NO_x) 以及液相硫酸和硝酸反应生成二次颗粒物，对灰霾污染的形成有重要作用。研究发现，重污染天气中，铵盐可占 PM_{2.5} 无机颗粒物含量的 40~50%，越严重的污染天气所占比例越高，在控制 SO₂ 和 NO_x 的基础上，减少 NH₃ 排放可显著降低 PM_{2.5} 浓度水平，NH₃ 减排是实现降低颗粒物浓度的一项经济有效的策略。此外，NH₃ 排放及其沉降还可造成土壤酸化、水体富营养化以及生物多样性减少等环境问题。根据不同的研究估算，我国 NH₃ 排放总量为 10~15 Tg，占全世界 NH₃ 排放量的近四分之一，其中种植业氮肥施用和养殖业畜禽粪便是最主要的两大排放源。

我国以占世界不足 10% 的耕地养活了占世界 20% 的人口，氮肥功不可没，然而，我国目前氮肥当季作物利用率仅 30~35%，氨挥发是氮肥损失的最主要的途径之一，如南方稻田在水稻生长前期施用的氮肥，其氨排放占施氮量的 30%，华北玉米种植区追施氮肥的氨挥发损失可达施氮量的 20%。我国已实现了 SO₂ 和 NO_x 的大幅度减排，若要实现区域空气质量全面提升，需要在大力控制 SO₂ 和 NO_x 的同时，进一步控制 NH₃ 排放，实现大气污染物的协同控制。因此，面对目前严峻的环境形势与压力，亟需提高种植业氨排放控制管理水平，促进种植业氮肥合理施用，制定种植业氨排放控制要求，可以引导种植业在提高氮肥效率、减少氨污染排放施肥技术的改进，提升农业氨污染的控制技术水平。

b) 完善环境标准体系，提升行业污染控制管理水平的现实要求

尽管我国种植业氮肥氨排放引发的环境问题日益严峻，我国对种植业氨排放及其控制技术措施尚处于开展基础研究以及提出指导原则阶段，对于种植业氮肥施用的管理，主要执行《肥料合理使用准则 通则》(NY/T 496) 和《测土配方施肥技术规范》(NY/T 1118)，以作物增产和经济效益作为施肥效应评价指标，对氮肥引起的 NH₃ 排放没有提出明确的控制要求，缺乏针对性的 NH₃ 排放控制技术措施，而环境空气质量相关标准如 GB14554、DB11/501 以及 GB/T 18883 仅对典型行业周界及室内氨浓度进行了规定，对种植业氨排放也没有提出具体要求，造成各部门对于种植业氨污染难于监管，无法适应当前大气污染物减排工作的形势，近年来推广的测土配方施肥政策尽管遏制住了种植业氮肥增长的势头，然而，过量、不

合理、粗放的施肥方式仍然存在，导致大量的氮肥以挥发氨的形式进入大气，浪费了肥料资源，降低了肥料价值，更导致了严重污染问题。制定本行业氨排放控制要求，尤其是明确不同种植业类型氨减排的施肥技术要求，可以引导种植业氮肥施用方法技术的重视与改进，提升大气氨污染治理技术水平。

综上所述，制定《典型种植业氨排放控制要求》，既可填补我国在种植业氨排放领域环保标准的空白，为主管部分提供监管依据，又可满足当前《化肥使用量零增长》的需要，建立统一规范的适合于我国不同区域典型种植业 NH_3 排放控制技术方法，消减农业污染物排放，改善大气、水体质量和保护自然生态环境安全，在当前紧迫的环境形势下非常必要。

2.2 总体思路

- a) 加强对不同区域典型种植业的氨排放控制，最大限度减少氮肥施用后的氨排放。
- b) 通过新标准的制定与推广使用，引导种植业加强氮肥施用规范化管理和氨污染防治，有效推行种植业节肥环保高效生产。

2.3 基本原则

- a) 科学性和可行性兼顾的原则

在充分调研和参考借鉴国外种植业氮肥管理和氨污染排放控制技术的基础上，结合我国种植业自身特点以及我国环境质量要求，在确保农产品高产优质前提下，提出我国典型种植业氮肥的适宜投入量和氨减排技术，充分体现标准的可行性。

- b) 前瞻性的原则

行业标准需考虑到当前实际情况以及未来环境安全需求，在充分调研现有大气氨污染环境影响和控制技术基础上，针对种植业农田周边不同环境类型，对农田周界大气氨浓度提出分类限值，满足未来保护自然生态系统安全的需要，充分体现标准的前瞻性原则。

2.4 本要求与其他标准之间的关系

本要求为典型种植业无组织排放的氨污染排放周界浓度限值，其他氨排放源规定的氨排放限值不执行本要求中氨的排放限值。

本要求适用于全国典型种植业水稻、小麦、玉米、果园和露天菜地的氮肥施用技术要求，全国各省及地方制定的氮肥施用量及技术要求可制定严于本要求的具体技术要求。

3 种植业氨排放及控制技术现状

3.1 我国种植业氮肥投入现状

种植业氮肥氨排放与氮肥种类、施用量和施用技术方法密切相关，我国氮肥种类主要有尿素、碳铵、硫酸铵、氯化铵以及含有以上成分的复合肥，碳铵在上世纪 90 年代中期达到峰值，之后逐年下降，而尿素从上世纪 90 年代开始逐年增加，目前占我国氮肥消费量的 60% 左右。畜禽粪便有机肥施入农田后的氨排放主要受施用方法、施用量、养分含量、粪肥酸碱度的影响。我国氮肥消费量从上世纪 80 年代年开始逐年上升，至 2013 大面积采用配方施肥以来，才趋于平稳并出现下降趋势（图 3-1）。目前，我国化学氮肥消费量仍位居世界之首，占全球氮肥消费量的 30% 左右，其中粮食作物氮肥用量占种植业氮肥总用量的 59%。我国近 30 年畜禽粪便氮素养分量随着养殖业的发展虽然增加了 60%，接近我国化学合成氮肥消费量，然而，种植业有机肥氮素养分投入占总氮投入的比例已由 1980 年的 21.3% 逐渐降低至 13.6%，大量的有机肥氮素养分没有进入农田。

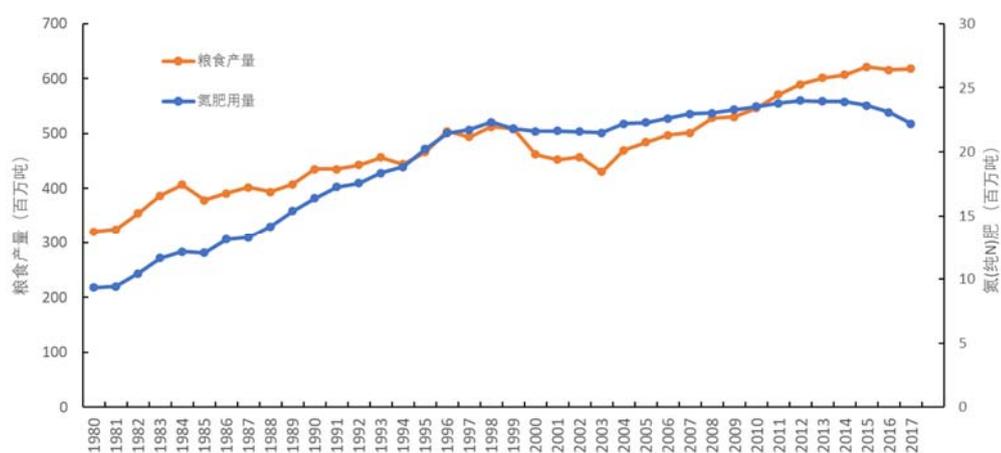


图 3-1 自 1980 年以来我国化学氮肥（不包括复合肥）消费量和粮食产量变化

3.2 种植业氨排放现状

据估算，我国种植业肥料氨排放量在 2010 年为 10.4 Tg，其中化学氮肥施用引起的氨挥发占 41.9%，畜禽粪便还田引起的氨挥发占 47.5%。地域分布上，我国氨排放热点地区集中在农业集约化程度高的省份如河北、山东、河南、江苏、安徽以及四川东部（图 3-2），时间分布上，种植业氨排放有很强的季节性，主要发生在每年的 4~7 月，即农作物施肥季节。

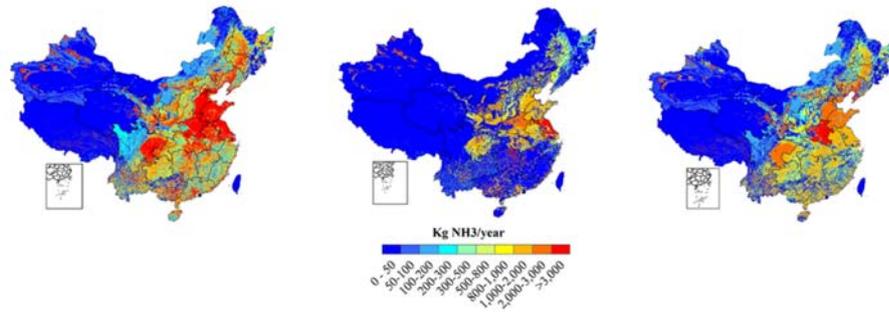


图 3-2 我国氨排放的空间分布（从左至右分别是总排放、化肥氨排放和畜禽粪便氨排放）

目前我国种植业氨排放估算尚存在较大的不确定性，主要来源于种植业施肥信息的不完整以及氨排放实地监测方法的不统一导致的排放因子的差异。因此，需加强我国种植业氨排放的监测方法技术研发与标准化，以及实地验证不同减排措施在不同种植业类型的减排效果的基础研究，减少我国氨排放估算的不确定性，为农业源氨管理和减排提供理论依据和技术支撑。

3.3 种植业氨排放特点

种植业氨排放主要来源于氮肥的施用，不存在统一的排放口，属于无组织排放，与本项目中的大气面源污染定义（在一定区域范围内，气态或颗粒态污染物从非特定地点或多个特定的呈面状的地点，在空气扩散作用下以低矮密集的方式自地面或近地面的高度排放污染物，弥散到大气环境中并引起大气质量降低的污染）吻合。农田施肥后氨排放量除了受氮肥种类、施肥方法、施氮量影响外，还受环境因素（如温度、风速）以及作物生长状况的影响。本要求实地监测结果表明，农田氮肥施入后，氨排放持续时间受种植业类型、施肥方法、氮肥种类和气候特点的影响，并且存在明显的日变化特征，对于稻田，无论南方稻田还是北方稻田，无论是基肥还是追肥，速效氮肥的氨排放只发生在施肥后一周内，峰值出现在施肥后第 2~4 天，而且与田面水中的铵态氮浓度具有一致的变化特征（图 3-3），旱地施肥后氨排放持续时间比稻田稍长，但一般不会超过 2 周。在环境条件一致时，稻田氨排放与施氮量呈线性或指数形式增加（图 3-4），证实控制施氮量实现氨减排的可行性和必要性。

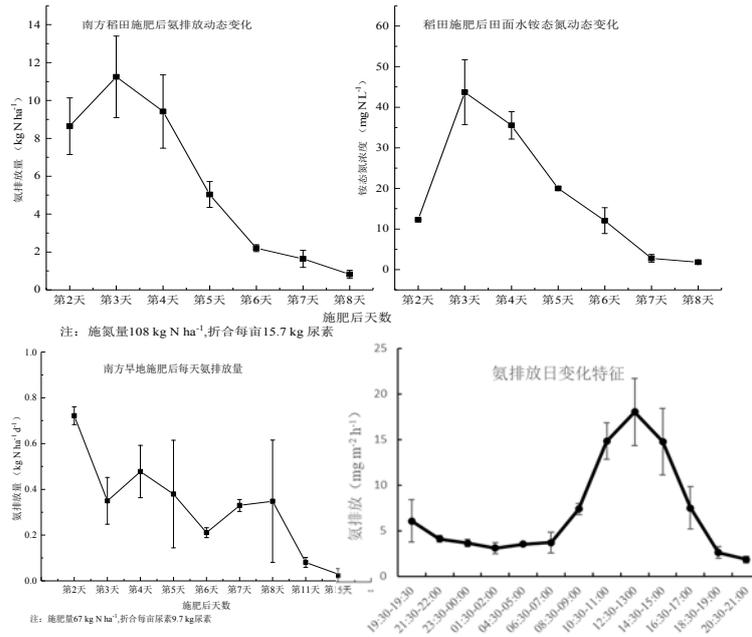


图 3-3 南方水旱轮作区尿素施用后氨排放动态特征和日变化特征

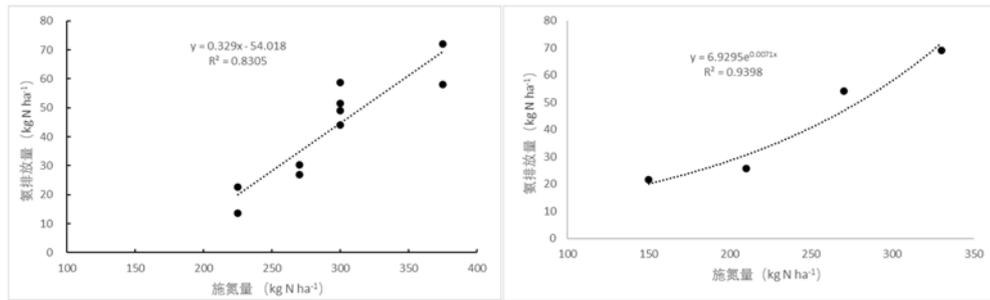


图 3-4 不同年份稻田施肥后氨排放量与施氮量之间的相关关系

对于不同氮肥种类，施入农田后氨排放量占施氮量比例顺序为：碳铵>尿素>硫酸铵>氯化铵>硝铵，碳铵挥发损失率最高，表面撒施情况下可达含氮量的 30~40%，其次是尿素，表面撒施情况下可占施氮量的 20~30%。对于不同施肥技术方法，表面撒施氨排放明显高于深施、沟施和混施。

本要求实地测定了太湖地区水旱轮作区周界地面上方 2 米处的大气氨浓度，从监测结果来看，农田上方大气氨浓度范围为 2.4~29.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，高浓度时间段分布在 6~7 月的稻田集中施肥期，年平均浓度为 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，该浓度高于欧洲规定的保护自然生态系统长时间平均氨浓度限值（Critical Levels for Atmospheric Ammonia, Cape et al., 2009）。农田周边大气氨浓度过高会对周边敏感自然生态系统的生物多样性带来威胁，本要求实地监测表明在非施肥时间段，农业区周界大气氨浓度较低。在施肥阶段，大气氨浓度有时会超过浓度限值，更为重要的是，施肥期短期 NH_3 浓度过高会导致大气 NH_3 长距离跨区域迁移，引发区域性的大气和

水体污染。

3.4 种植业氮排放控制技术现状

种植业氮排放控制可分为对施氮量和氮肥品种的源头控制以及施肥方式的过程控制。

源头控制是指控制每季农作物的施氮总量和选择适宜的氮肥种类。种植业氮排放主要来源于氮肥施入后的很短的一段时间内。研究表明，碳铵和尿素在温度较高时表面撒施，其氮排放可达施氮量的 30%左右；氮肥氮排放与施氮量呈线性或指数相关，控制施氮量是最经济有效的氮减排技术，但不能以损失作物产量品质为代价，我国测土配方施肥试验网已获得包括水稻、玉米、小麦和一些蔬菜在内的种植业类型的适宜施氮量，在此基础上开展氮排放控制可兼顾作物高产与环境保护；用缓效氮肥代替速效氮肥，氮排放量可减少为原来的二分之一，但这项措施由于成本问题目前难以大面积推广。

过程控制是指在农田施肥过程中采用先进的施肥技术或添加新型肥料辅助剂，减少施肥施用后的氮排放。先进的施肥技术如氮肥侧深施技术、液态肥注射技术、水肥一体化技术，采用以上施肥技术将氮肥施到土下 6~10 厘米处，其氮排放量即可减少一半以上，同时可显著提高作物产量和氮肥利用率，这些技术的大面积推广应用主要依赖于种植业经营者的经济水平和掌握科技能力；添加肥料辅助剂如脲酶抑制剂简单易行，成本较低，可将尿素的氮排放减少近半，但这项技术的不确定因素是尽管氮排放明显减少，但作物产量品质不一定有明显改善，这会影响到种植业经营者实施该措施的积极性。

综上，氮肥投入模式是种植业氮排放管理的核心，可通过从制定施肥计划—购买适宜肥料品种—采用先进的施肥技术—添加肥料辅助剂对种植业氮肥投入进行全链条管理，其中的施肥技术是种植业氮排放管理最为关键的环节。

4 国内外氨排放控制以及氮肥管理相关标准和控制技术

4.1 国外种植业氮肥氨排放监测标准与控制技术

鉴于农业源氨排放对空气质量以及生态系统安全的重要影响,为指导各国开展氨排放控制工作,欧盟国家很早就制定了预防和减少农业源氨排放的相关政策与文件。1999年欧洲与北美签订的《哥德堡协议》是最早的针对氨排放控制的国际条约,该条约规定至2010年签署国 NH_3 排放与1990年相比减少17%,2001年,欧盟颁布了《大气污染物国家排放限值指令》,该指令确定了欧盟氨的排放总量和各国的减排目标,2012年欧盟又对原《哥德堡协议》进行了修订,制定了各国进一步的氨减排目标,规定欧盟至2020年需在2005年基础上氨排放平均减少6%,并提出了具体的控制农业源氨排放的措施框架(Options for ammonia mitigation: : Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen),要求签署国制定适合本国自身条件的控制氨排放的良好农业规范(Code of Good Agricultural Practice to Control Ammonia Emissions)。

对于种植业氨排放监测标准,英国于2019年制定了《土壤和大气之间温室气体(CO_2 , N_2O , CH_4)和 NH_3 排放监测方法指南》(BS ISO 20951: 2019),欧盟计划于2020年完成《通过扩散采样进行氨浓度测定的标准方法》(EN 17346)。

对于农田施用化肥引起的氨排放控制措施,欧盟采取的措施主要包括:

a) 针对尿素氮肥,可采用将固态尿素翻入土中、液态尿素注入土中、添加脲酶抑制剂、撒施后立即灌溉、对尿素进行涂层、用硝态氮肥替代尿素等措施减少施用后的氨排放。

b) 针对硫酸铵或磷酸铵氮肥,减少氨排放的措施包括翻入土中、撒施后立即灌溉、施用缓效氮肥。

c) 禁用碳铵氮肥。

对畜禽粪便还田引起的氨排放控制措施,欧盟采取的措施主要包括:

a) 对于粪浆施用,采用注射、翻耕、稀释、酸化、软管或蹄状铺设条带技术减少氨排放。

b) 对于固体畜禽粪便,采用翻耕方式减少固体粪便施用后氨排放,要求在12小时内翻入土壤中。

c) 选择适宜的天气施用,如选择气温较低、湿度大的傍晚施用。

美国种植业肥料管理体制比较健全,一般由植物食品管理机构协会提出总体指导意见,再由各州根据当地特点自主开展肥料立法与管理,向农民推荐施肥方案,农户提交养分管理

计划，肥料登记是事后监督的主要依据。

4.2 国内大气氨排放控制及种植业氮肥管理

我国因化肥施用导致的氨排放占氨排放总量的比例明显高于欧美国家，这与我国种植业自身特点有关，如我国作物类型、氮肥种类、施氮量、施肥方式以及气候特点均与欧美国家有明显不同。

我国现有的氨排放控制标准主要针对一些典型行业及室内环境，如《恶臭污染物排放标准》(GB14554)与《大气污染物综合排放标准》(DB11/501)规定了无组织排放源的厂界浓度限值。对于种植业氮肥管理，我国主要执行《测土配方施肥技术规范》(NY/T 1118)和《肥料合理使用准则 通则》(NY/T 496)，尚未对氮肥施用引起的氨排放提出具体要求。针对氮肥氨排放引起的氮肥利用率下降以及大气污染问题，国家层面已颁布了相关指导方针，如2013年国务院印发的《大气污染防治行动计划》提到：“积极开发缓释肥料新品种，减少化肥施用过程中氨的排放”；《中华人民共和国大气污染防治法》规定：“农业生产经营者应当改进施肥方式，科学合理施用化肥并按照国家有关规定使用农药，减少氨、挥发性有机物等大气污染物的排放”；2018年国务院印发的《打赢蓝天保卫战三年行动计划》中规定：“控制农业源氨排放。减少化肥农药使用量，增加有机肥使用量，实现化肥农药使用量负增长。提高化肥利用率，到2020年，京津冀及周边地区、长三角地区达到40%以上”。以上相关文件可以看出，我国种植业氨排放及其控制日益受到重视，但目前尚缺乏符合我国种植业自身特点的具体执行标准和氨排放控制技术。

5 标准主要技术内容

5.1 标准适用范围

本要求规定了包括稻田、小麦、玉米、果园、露天菜地在内的我国典型种植业的氨排放控制技术措施和周界氨浓度限值以及氨监测要求。

本要求适用于中华人民共和国境内的规模化种植企业以及小农户经营管理的水稻、玉米、小麦、果园与露天菜地种植区氮肥氨污染排放管理。

5.2 标准结构框架

标准的主要内容包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、种植业氨排放控制要求、空气氨监测要求与测定方法、实施与监督等6个章节。

5.3 术语和定义

a) 典型种植业 Crop plantation systems: 指具有代表性的栽培各种粮食及经济作物, 取得植物性产品的生产部门, 包括水稻、小麦、玉米、水果和蔬菜的种植生产部门。

b) 化学氮肥 Chemical nitrogen fertilizer: 以氮素为主要成分, 具有氮标明量, 施于土壤或生长介质中可提供植物氮素营养的化学合成肥料。按含氮基团可分为氨态氮肥、铵态氮肥、硝态氮肥和酰胺态氮肥。

c) 速效氮肥 Quick effective nitrogen fertilizer: 施入土壤后能够在短时间内迅速提供能被植物直接吸收利用的氮素的肥料, 其种类主要包括尿素、碳酸氢铵、氯化铵、硫酸铵、硝酸铵、磷酸铵以及含以上一种或几种氮肥的复合肥料, 速效氮肥的优点是肥效快, 缺点是易发生损失。

d) 缓效氮肥 Slow released nitrogen fertilizer: 指速效氮肥经缓释工艺如包被、化学合成或加入抑制剂使其具有缓慢释放氮素养分、肥效持久的一类氮肥。

e) 有机氮肥 organic nitrogenous fertilizer: 主要来源于植物/或动物、具有与碳结合的氮标明量的物料, 该物料可含磷、钾以外的其他元素。

f) 农田氨排放 ammonia emission from agricultural fields: 农田中因施入含/产铵氮肥或有机物分解, 导致土壤/田面水表面或植物叶片质外体空间氨分压大于上方空气中氨分压时, 气态氨从土壤/田面水表面或植物冠层逸散至大气的现象。

g) 无组织排放 fugitive emission: 大气污染物不经过排气筒的无规则排放, 包括开放式作业场所逸散, 以及通过缝隙、通风口、敞开门窗和类似开口(孔)的排放等。

h) 施肥方法 fertilization method: 对作物和/或土壤施以肥料和土壤调理剂的各种操作方法的总称。

i) 氮肥深施 Deep placement of nitrogen fertilizer: 采用设备将氮肥施入一定深度的土壤中的一种施肥方式。包括开沟条施、撒肥后翻/旋耕混匀、穴施等方式。

j) 水肥一体化 integrated management of water and fertilizer: 根据作物需求, 对农田水分和养分进行综合调控和一体化管理, 以水促肥、以肥调水, 实现水肥耦合, 全面提升农田水肥利用效率。

k) 测土配方施肥 Fertilizer recommendation based on soil testing: 综合运用现代科技成果, 以肥料田间试验、土壤测试为基础, 根据作物需肥规律、土壤供肥性能和肥料效应, 在合理施用有机肥的基础上, 产前提出氮、磷、钾及中、微量元素等肥料的施用品种、数量、施肥时期和施用方法的科学施肥技术。

l) 脲酶抑制剂 Urease inhibitor: 指在一段时间内通过抑制土壤脲酶的活性, 从而减缓尿素水解的一类物质。

5.4 典型种植业氮减排技术的选择

5.4.1 稻田氮排放控制要求

a) 控制氮肥总量, 我国不同稻区水稻需氮差异明显, 根据朱兆良院士提出的区域适宜施氮量和中国农业大学巨晓棠教授提出的理论施氮量计算方法, 参考全国不同作物测土配方施肥试验网推荐的施氮量以及《广东省水稻氮肥定额用量(试行)》和《主要作物化肥定额制的限量标准》(DB330185T 005—2020)等文件、标准, 提出我国不同稻区施氮总量限值(表2), 对具体田块需根据目标产量对确定施氮量, 目标产量高, 适量增加施氮量, 否则减少施氮量。。

表 1 水稻主产区推荐施氮量

水稻主产区	东北单季稻区	长江上游单季稻区	长江中游单季双季稻区	长江下游单季稻区	江南、华南和西南丘陵山地稻区
施氮量 (kg N/亩/季)	8~10	11~14	10~14	10~18	10~14

b) 分蘖期和孕穗拔节期是水稻需氮关键期, 建议稻田氮肥分基肥、分蘖肥、穗粒肥 3~4 次施用。

c) 稻田基肥施用技术要求包括: 采用深施技术, 规模化种植园区建议采用机械化侧深

施技术；无条件进行机械侧深施时，采用无水层撒肥，随后进行翻/旋耕技术；稻田基肥建议施用一定比例的缓效氮肥；添加脲酶抑制剂；在南方稻区水稻种植前的休闲季节种植固氮绿肥。

d) 水稻追肥技术要求包括：采用尿素，追肥方法应采用无水层撒施后再灌水的“以水带氮”的方式，实现追肥的部分深施。

5.4.2 小麦种植区氮排放控制要求

a) 控制施氮总量，我国小麦主产区施氮总量参照表 2。

表 2 小麦主产区推荐施氮量

小麦主产区	东北春麦区	西北麦区	华北冬麦区	长江中下游冬麦区	西南麦区
施氮量 (kg N/亩/季)	8	12~14	13~15	11~13	10~12

b) 小麦需氮关键期是返青至拔节期，速效氮肥建议分为基肥和返青拔节期追肥两次施用。

c) 小麦基肥施用技术要求包括：采用撒肥后翻耕的施肥方式；施用缓效氮肥可实现一次性施肥；采用作物秸秆、畜禽粪便及其加工产品替代部分化肥，在播种前翻入耕层土壤；在降雨量较小的小麦种植区。

d) 小麦返青-拔节期追肥，在雨前撒施尿素，如果撒肥后无降雨，应立即灌水。

5.4.3 玉米种植区氮排放控制要求

a) 控制施氮总量，我国主要玉米产区施氮总量参照表 3。

表 3 我国玉米主产区推荐施氮量

玉米主产区	东北春玉米种植区	西北春玉米种植区	华北夏玉米种植区	西南玉米种植区
施氮量 (kg N/亩/季)	11~13	13~15	13~15	12~14

b) 若氮肥种类为速效氮肥，建议分基肥和大喇叭口期追肥两次施用。

c) 玉米基肥施用技术要求包括：春玉米种植区基肥应采用撒肥-翻/旋耕或条深施的施肥方法，建议在玉米基肥期施用一定比例的缓效氮肥，可实现一次性施肥，对于免耕玉米种植区，建议采用沟施覆土技术，建议采用前茬作物秸秆、畜禽粪便及其加工产品替代部分化学氮肥，要求在基肥期施用，撒肥后翻入土壤。

d) 玉米大喇叭口期追肥技术要求包括：采用沟施覆土的施肥方法施入尿素或缓效氮肥，

后立即灌水，避免将尿素在雨后撒施。

5.4.4 果园氮排放控制要求

a) 果园氮肥宜采用以有机肥为主、化学氮肥为辅的施肥方式。

b) 果园氮肥施用宜采用“以果定氮、分期调控”的原则进行总量控制。典型果园推荐施氮量见表 4。

表 4 我国典型果园推荐施氮量

果园类型	黄土高原苹果种植区	环渤海湾苹果种植区	南方柑橘种植区	葡萄种植区
施氮量	0.8 kg N/100 kg 果 或 24 kg N/亩	0.6~1.0 kg N/100 kg 果	0.6~0.8 kg N/100 kg 果	1.0 kg N/100 kg 果

c) 果园全年施肥建议分为秋冬肥、春肥和夏肥施用。

d) 秋冬肥施用技术包括：宜施用无害化畜禽粪便或商品有机肥，延长养分供应时间，减少因养分浓度过高引发的氨排放；要求采用盘状、沟状或穴状方式将秋冬肥深施。

c) 果园追肥技术要求包括：在经济条件允许的种植园区建议采用施肥与灌溉同步的水肥一体化技术，西北缺水地区苹果园建议采用蓄水坑灌的水肥同步供应技术，无条件实施水肥一体化的果园应多次追肥，采用开沟-施肥-覆土的施肥方法，并在施肥后立即灌水。

5.4.5 露天菜地氮排放控制要求

a) 施氮总量控制，露天菜地施氮总量执行表 5 规定的施氮范围，并根据土壤肥力状况确定具体田块土壤肥力确定适宜施氮量，对于长期种植蔬菜的地块，有测试条件的经营者，建议在种植前测定根层土壤的硝态氮含量，测定方法按 HJ 634 执行，在施氮量计算中扣除该部分氮素。

表 5 我国露天菜地种植区施氮量

露天菜地类型	大型叶菜类	小型叶菜类	茄果类
施氮量 kg N/亩/季	12~25	12~20	20~35

b) 露天菜地氮肥应分为基肥和多次追肥施用。

c) 露天菜地基肥施用技术要求包括：施用无害化畜禽粪便或商品有机肥替代化学氮肥，在种植前翻入土壤；对于生长期较长的蔬菜建议在基肥期配合有机肥施用缓效氮肥，减少后期追肥氮用量及其氨排放。

c) 菜地追肥施用技术要求包括：采用少量多次的方法，限制每次追肥氮量，建议将肥

料溶于灌溉水中随水追施，或在撒肥后灌水；对经济价值较高的蔬菜类型，宜采用滴灌、淋灌结合液态无机或有机肥料方式的水肥一体化技术。

5.5 种植园区周界空气氨浓度限值及确定依据

氨污染不仅对人居环境带来污染，更对自然生态系统的可持续发展带来重要影响，国外针对大气氨污染对自然生态系统影响已进行了长期大量的观测，明确了保护不同自然生态系统的大气氨临界浓度限值，2009年欧盟对1992年自然生态系统氨浓度临界浓度进行了修订，规定地衣苔藓类敏感自然生态系统大气氨长期浓度限值为1微克/立方米，非地衣苔藓类自然生态系统大气氨长期浓度限值为3微克/立方米，月浓度限值23微克/立方米，日浓度限值270微克/立方米，小时浓度限值3.3毫克/立方米。

目前国内已在不同生态区（远离畜牧业与工业排放源）的监测点进行了大范围的连续大气氨浓度观测，基本明确了不同生态类型条件下大气氨浓度范围，如我国不同地区氨浓度月均浓度范围0.1~35微克/立方米，年均大气氨浓度以施氮量高华北农区大气氨浓度最高，年均达10~13微克/立方米，其次是普通种植区，氨浓度4~8微克/立方米，再次是山区3.6，草地3.2，森林最低为2.6微克/立方米。因此，参考发达国家地区关于大气氨对自然生态系统影响的研究成果和氨临界浓度限值，结合我国种植业现实特点和全国大气氨浓度监测网结果，保护自然生态系统的可持续发展，根据污染物排放监测专家建议，对种植业周界若是自然生态系统时拟定了氨浓度限值（表6），对种植业周界为居住区的地区则执行《大气污染物综合排放标准》关于氨的周界浓度的限值要求。

表 6 种植园区监控点大气氨浓度限值

	类型	时间	氨浓度限值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
一级	需保护的 自然生态 系统	年平均	5
		月平均	23
二级	居住区	小时平均	200

5.6 空气氨监测要求与测定方法

种植业氨排放属无组织排放，根据 DB11/501、HJ 194 的规定，将监测点设于靠近农田周界的位置，高度位于地面上方 2 米处。在农田施肥后 7~10 天内，大气氨浓度较高，连续监测 1 小时获得平均值，遇浓度稍低时，可延长至 2 小时，采用 HJ 533 和 HJ 534 规定的方法进行测定；在其他非施肥时期，大气氨浓度较低，浓度测定采用被动（扩散管）采样法，获得月平均值，月浓度采样时间应大于 15 天/月，每次采样需连续监测 7~10 天。

5.7 实施与监督

- a) 认同本要求的规模化种植园区或小农户自愿实施。
- b) 种植业经营主体应对管理农田种植类型、播种/移栽/收获时间、施用肥料种类及养分标明量、施用时间、施用量、施肥方法和施肥位置、田间水分管理、作物生长状况以及产量进行记录。并对所经营的种植园区肥料、土壤和气体监测样品自行采集和保存。
- c) 种植业经营主体应遵守本要求规定的氨排放控制要求，参加相关专业技术培训，掌握相关氨控制技术措施和监测手段，建立农田氨污染控制技术和相关设施运行管理的操作规程，保证农田氨排放控制技术措施得以实施。

6.4 种植业经营者按照本要求规定的污染防治要求，采取必要的技术措施，整改过量以及不合理的氮肥施用行为，加强对农田氨的排放控制。

6 我国典型种植业氨减排技术措施与减排效果分析

表 7 列出了当前在不同种植业可行的氨减排技术措施的减排潜力。通过实施以下技术措施，同步实施多种减排措施，稻田、小麦玉米、果园和露天菜地氨减排率分别可达 75%、90%、98%和 85%，在实际执行过程中，可根据经营者经济文化水平与环境质量要求，选择其中的一项或几项经济有效的减排措施。

表 7 典型种植业不同氨减排措施的减排潜力 (%)

减排技术	稻田	小麦、玉米	果园	露天菜地
基准	0	0	0	0
氮肥深施 机械化施肥深度要求，稻田 6~10 cm， 小麦、玉米、菜地 10 厘米，果园 20~30 厘米	30	60	>95	50
脲酶抑制剂	53	35	35	35
缓效氮肥	60	40	/	40
有机肥替代部分化学氮肥 (稻田适宜有机肥为绿肥)	30	12	*	0
追肥撒施后灌水	10	35	35	35
硝态氮肥替代(含/产)铵态氮肥	**	a	/	**

注：/表示不建议采用；*表示在深施 20 厘米以上时几乎无氨挥发；**表示在稻田和灌溉菜地禁止施用硝态氮肥。