中国乡村发展协会团体标准

《玉米小麦基肥变量施加精准控制技术规范》编制说明

一、项目背景

黄淮海、华北等小麦/玉米主产区部分农田仍沿用地表撒施后浅旋入土的基肥施用方式，存在肥料入土深度不足、田块内部养分差异未得到有效响应等问题。浅层施肥易增加氮素挥发和养分迁移风险，并导致作物根系集中于表层；统一施肥量则造成高肥力区域投入偏多、低肥力区域供肥不足。因此，有必要根据土壤养分空间差异确定分区施肥量，并与机械深施作业协同控制。

目前，已有分层深施肥播种机、北斗导航变量施肥一体机等装备投入应用，但缺少统一工艺规范，土壤数据、施肥决策及智能农机控制之间的数据互联互通尚未打通；基肥深施深度、种肥安全间距、分层施肥层位缺乏一致阈值；变量施肥处方图的数据来源、网格采样方式、施肥量插值算法、机具流量校正无统一标准；“深施+变量”一体化作业流程、田间质量检验、作业档案归档同样缺乏标准化要求。已有地方标准多聚焦单一作物或单类变量施肥机具，尚未建立兼顾深施工艺和变量控量的成套技术体系，制约了技术的规范化、规模化应用。

近年来，《农业农村减排固碳实施方案》《到2025年化肥减量化行动方案》明确要求推广机械深施、测土配方变量施肥，并提出三大粮食作物化肥利用率达到43%的目标；耕地保护及农业面源污染管

控考核均将深施、精准变量施肥作为核心技术指标。本标准旨在构建一套兼顾小麦/玉米周年轮作、农艺与农机协同的统一技术规范，为行业作业提供依据。

二、工作简况

1.任务来源

本标准项目根据中国乡村发展协会团体标准制修订需求征集的相关要求，由西北农林科技大学牵头提出申请。经中国乡村发展协会组织专家评审，本项目已正式列入2026年团体标准制修订计划，拟立项项目编号为040-ZGXCFZXH-2026。项目归口管理单位为中国乡村发展协会。

2.主要起草单位及分工

2.1 主要起草单位

本标准起草由西北农林科技大学、黄河水利委员会黄河水利科学研究院、中国农业科学院农业信息研究所、中国农业科学院农田灌溉研究所、聊城市位山灌区管理服务中心、河套灌区水利发展中心、北京城市学院、巴彦淖尔市水利科学研究所、江苏农林职业技术学院、陕西禾目数智农业科技有限责任公司、杨凌科丰农业科技有限公司、隆平开鸿农业科技（北京）有限公司、聊城浩伦农业服务有限公司等共同参与编制。

2.2 起草单位具体分工

1）西北农林科技大学：标准编制总负责，统筹框架设计、技术论证与统稿；

2）黄河水利委员会黄河水利科学研究院：灌区试验田管理技术支持及相关技术内容编制；

3）中国农业科学院农业信息研究所：标准编制协调、数据平台搭建和信息系统开发；

4）中国农业科学院农田灌溉研究所：小麦、玉米变量施肥技术参数制定和性能评估；

5）聊城市位山灌区管理服务中心、河套灌区水利发展中心、巴彦淖尔市水利科学研究所：华北、西北灌区田间试验验证与技术数据采集；

6）北京城市学院、江苏农林职业技术学院：技术方法咨询、应用示范与培训；

7）陕西禾目数智农业科技有限责任公司、杨凌科丰农业科技有限公司、隆平开鸿农业科技（北京）有限公司、聊城浩伦农业服务有限公司：技术应用示范与标准落地宣贯实施。

3.主要编制过程

第一阶段（2026 年 7 月）：成立标准编制工作组，召开编制启动会，明确任务分工，确定标准编制大纲与技术路线，收集华北地区小麦、玉米种植及施肥现状数据。

第二阶段（2026 年 8 月）：汇总现有地方标准和技术规程，系统梳理深施与变量施肥领域现有技术成果与标准空白，开展黄淮海、华北主产区基肥施用方式调研。

第三阶段（2026 年 9—10 月）：系统开展基肥深施与变量施肥田间试验验证，明确基肥深施层位、种肥安全间距、变量施肥控制参数等核心技术指标，编制标准草案及编制说明初稿。

第四阶段（2026 年 11 月）：组织专家论证会，邀请农机、农艺、标准化等领域专家对标准草案进行技术审查，汇总修改意见并完善，形成标准征求意见稿。

第五阶段（2026 年 12 月）：通过全国团体标准信息平台、中国乡村发展协会官网等渠道公开征求意见，形成征求意见汇总处理表；修改

完善后形成标准送审稿，提交中国乡村发展协会审核发布。

三、确定标准主要技术内容的论据

本标准主要技术内容的确定，建立在充分调研国内外基肥深施与变量施肥技术发展现状、系统梳理各参编单位田间试验验证数据的基础上，各项技术指标与要求具有明确的科学依据和实践支撑。

1．基肥深施深度阈值的确定依据

夏玉米基肥（种肥同播一体化深施）：种子覆土深度 3～5 cm 为玉米播种通用农艺要求。基肥下层深施层位设定为 15～25 cm，侧位中层缓释基肥设定为 10～15 cm。依据如下：一是根据传统机械深施化肥的农艺要求，基肥施入深度一般为 15～25 cm，施入犁底的化肥宽度不应小于 5 cm；二是控释氮肥深施（13～15 cm）较浅施（6～8 cm）可显著提高作物生物量和籽粒产量，其中深施处理生物量和产量较浅施分别增加 9.1%和 6.8%；三是种肥纵向高差≥7 cm、横向隔离≥8 cm 的要求，可确保种肥间形成足够的土壤隔离层，避免烧种烧苗。

冬小麦基肥：下层基肥层位设定为 18～22 cm，上层缓释基肥层位设定为 10～13 cm，种肥垂直间隔≥10 cm。上述阈值综合了小麦根系分布特征与秸秆还田地块的实际需求，确保肥料在耕层中合理分布以适配作物不同生育期的养分需求。

通用要求：基肥施用深度不得浅于 10 cm，依据为氮肥深施后平均利用率可由 30%提高到 40%，磷钾肥深施可减少风蚀损失，增产率一般可达 5%～15%

2．分层深施配套条件的确定依据

秸秆还田地块：秸秆粉碎残茬高度≤8 cm 的要求，参考了现有秸秆还田作业规范，确保旋耕+深耕联合作业后开沟深施部件可顺畅作业。高

碳秸秆地块增施速效氮调节碳氮比，目的是避免秸秆腐解过程中微生物与作物争氮。

土壤墒情：田间持水量60%～75%是机械深施作业的适宜墒情范围。过干时肥料易挥发损失，过湿时易造成排肥管堵塞和肥料淋溶下渗。

肥料适配：基肥应选用颗粒状氮、磷、钾配方肥粉状肥料禁止机械分层深施。该要求基于排肥机构工作原理：颗粒肥流动性好、排肥均匀，粉状肥料易吸湿结块、堵塞排肥通道，影响变量控制精度。

3．变量施肥处方图构建规范的确定依据

土壤养分数据采集：网格尺度50 m×50 m～100 m×100 m（根据需求适当加密）的设定，兼顾了田块内部土壤养分空间变异特征与采样成本效益。研究结果表明，利用克里金空间插值法生成施肥处方图可有效实现分区定点变量施肥，平均播量误差为4.23%。

田块栅格划分：依据田块边界和机具作业幅宽划分规则栅格，每个栅格作为变量施肥的最小决策单元。这一思路与基于处方图的变量施肥控制系统设计理念一致，即利用电子处方图指导施肥作业可实现智能变量施肥一体化作业。

变量施肥决策模型：基础施肥量采用经当地试验标定的养分平衡模型或区域推荐模型计算，机器学习方法可用于非线性校正，但应明确训练样本、独立验证数据和模型误差评价指标，确保模型可解释性和可靠性。

处方文件标准：采用SHP、GeoTIFF等通用地理格式，兼容主流变量施肥控制器，确保标准具备良好的设备适配性和可推广性。

4．智能机具流量控制要求的确定依据

机具标定：在额定排肥量范围内选择不少于5个流量点进行静态标

定，多排肥通道分别标定。该要求参考了变量施肥控制系统研发中双变量控制模型的标定方法，试验表明该控制方法最大排肥误差为 3.27%，总平均误差为 1.23%。

动态变量响应：行驶速度波动±1 km/h 时排肥量相对误差≤3%的要求，基于变量施肥控制系统中速度变化对排肥量影响的分析结论，即采用双变量控制（排肥轴转速+外槽轮工作长度）可有效补偿速度波动造成的排肥误差。

定位精度：北斗差分定位平面误差应不大于 5 cm，确保网格分区精准变量切换。已有研究结果表明，基于电子处方图的田间试验中系统获取有效定位信息超过 5 万个，定位错误仅发生在田块边界附近。

5．变量施肥量管控标准的确定依据

深施配套变量基肥较传统均质撒施基准减量 10%～20%。该指标的确定依据包括：一是控释氮肥深施条件下减氮 20%不影响作物产量，且显著提高氮肥效率；二是变量施肥通过空间差异化供肥，避免高肥力区域过量投入，可实现整体减量；三是与《到 2025 年化肥减量化行动方案》提出的化肥利用率达到 43%的目标相衔接。

6．施肥效果评价指标的确定依据

养分利用率：深施变量处理氮肥利用率（用差减法或同位素法等测定）宜不低于 40%，依据为传统氮肥利用率约 30%，深施后平均可提高到 40%，结合变量施肥的空间精准调控可进一步提升。

环境指标：基肥氨挥发损失降低应不低于 25%，源于深施将肥料置于耕层以下，大幅减少了地表氨挥发损失。

作物指标：周年稳产或增产 3%～8%的指标，参考了深施技术在玉米、大豆等作物上的增产效果，以及磷钾肥深施增产率一般可达 5%～

10%的结论。

四、采用国际标准和国外先进标准情况

经系统检索与调研，国外对农田养分管理的规定主要**集中在环境风险控制、养分投入管理和农业机械性能评价**等方面。欧盟通过《硝酸盐指令》要求成员国识别硝酸盐污染风险区域并制定相应行动计划；美国自然资源保护局发布养分管理保护实践标准，对养分来源、施用量、施用时间和施用位置提出技术要求；澳大利亚主要通过国家土地保护项目和州级环境管理制度推进养分合理施用。

在变量施肥方面，国外主要出台了农机设备检测标准（排肥精度、导航定位性能），农艺层面基肥深施深度、分层工艺无统一强制阈值，由农场自主适配。在深施技术方面，以科研试验指南为主，尚无小麦/玉米周年轮作成套作业规范。

国外技术体系与我国需求的主要差异：一是和我国大面积秸秆还田国情差别较大，缺少秸秆还田配套分层深施控制条款；二是标准偏重大型农场单一地块变量作业，不适合国内小田块碎片化、托管服务模式。因此，本标准在借鉴国外设备检测技术经验的基础上，立足我国小麦玉米主产区实际，制定了覆盖农艺与农机协同的成套技术规范。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准严格遵守国家现行法律、法规和强制性国家标准的相关规定，与现有标准体系协调配套，不存在冲突或矛盾。

法律法规层面：本标准依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》等相关法律法规制定，技术内容符合《中华人民共和国土壤污染防治法》《中华人民共和国农业法》关于科学合理施用化肥、推广精准施肥和机械深施的要求。

部门政策层面：本标准与农业农村部《到2025年化肥减量化行动方案》《农业面源污染治理与监督指导实施方案（试行）》中关于基肥深施、变量施肥等绿色技术的推广要求衔接一致。

现行相关标准关系：

①NY/T 2911-2025《测土配方施肥技术规程》：规定土壤采样和施肥量测算方法，本标准在此基础上增加深施和变量施肥控制内容；

②DB23/T 3790-2024《智能农机玉米变量施肥技术规程》和DB12/T 1043-2021《小麦-夏玉米缓控释肥料施用技术规程》：分别规范单一作物变量施肥和缓控释肥施用，本标准整合形成“土壤养分获取-处方图生成-变量深施控制-效果评价”全链条技术规范；

③NY/T 4366-2023《撒肥机 作业质量》：适用于撒肥作业质量评价，未覆盖变量决策和深施控制，本标准为补充；

④NY/T 4813-2025《水稻侧深施肥专用肥料及施用技术规范》：适用于水田场景，本标准针对旱作小麦/玉米基肥变量深施场景。

六、标准中涉及专利的情况

经系统检索与排查，本标准所有技术内容均为起草单位自主完善与集成，整合了基肥深施工艺、变量施肥决策模型、智能机具控制等关键技术，核心技术路线为各参编单位多年研究成果的集成创新，标准中未涉及需要披露的必要专利。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

在本标准编制过程中，编制工作组通过多次专家论证会、专题研讨会和技术审查会广泛征集各方意见。标准技术内容经各参编单位充分讨论，在标准适用范围、施肥深度阈值、变量施肥控制参数等核心问题上达成了共识。截至目前，本标准编制过程中未出现重大分歧意见。后续

征求意见阶段若收到不同意见，编制工作组将依据科学性原则，结合田间试验验证数据和行业通用规范，认真研究并妥善处理，确保标准的科学性、规范性和可操作性。

八、其他应予说明的事项

1. **标准性质：**本标准为中国乡村发展协会团体标准，供协会会员单位及社会相关单位自愿采用。

2. **适用区域与作物：**本标准适用于冬小麦—夏玉米一年两作区规模化种植基地、高标准农田、农业生产托管服务组织开展基肥一次性深施与变量精准施肥作业。适用配套机具包括智能变量深施播种一体机、深耕分层施肥机。本标准不适用于设施大棚、水田、林地、盐碱滩涂等非农耕地基肥作业及追肥作业。

3. **政策衔接：**本标准作业成果可作为高标准农田验收、化肥减量考核、智能农机购置补贴验收、农业社会化服务托管项目结算的技术依据。

4. **宣贯推广计划：**标准发布后，编制工作组将配合中国乡村发展协会组织开展标准宣贯、技术培训和示范推广工作，在典型区域建立标准化示范基地，以点带面推动标准在全国小麦玉米主产区规模化应用。

九、其他应说明的事项

无。