中国乡村发展协会团体标准

《小麦机械深施及喷灌水肥一体化施肥技术规范》编制说明

一、项目背景

本项目旨在制定《小麦机械深施及喷灌水肥一体化施肥技术规范》，以解决华北灌区冬小麦生产中基肥施用浅、肥料利用率低、水肥管理粗化等突出问题。当前，国内外在精准施肥与水肥一体化领域虽有研究，但多聚焦单一技术环节，缺乏面向华北灌区全生育期的深度融合与系统集成标准；随着物联网、多传感融合、变量施肥及无人机遥感等技术的逐步成熟，相关技术体系已趋于稳定，预计2～3年内可形成可推广的标准化技术基础。制定该标准的目的在于规范基肥深施、喷灌水肥精准配施、田间作业质控等关键流程，提升水肥利用效率，减少农业面源污染，支撑粮食安全与绿色农业发展；其意义在于推动冬小麦生产向标准化、智能化、集约化方向升级，促进经济效益、社会效益与生态效益的统一。因此，该标准的制定对于便利技术贸易与装备推广、支撑产业高质量发展、促进科技进步及规范社会治理十分必要。

二、工作简况

（一）任务来源

本标准由黄河水利委员会黄河水利科学研究院提出并负责组织，由中国乡村发展协会归口。本标准由黄河水利委员会黄河水利科学研究院牵头，联合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、西北农林科技大学、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、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、巴彦淖尔市农牧局、巴彦淖尔市农田建设服务中心、呼和浩特市农牧局、邢台市农业科学研究院、河套学院农牧与食品学院、江苏农林职业技术学院、西安文理学院、聊城浩伦农业服务有限公司、鄂尔多斯市胜丰种业有限公司、北京植得智能互联科技有限公司、保定市科绿丰生化科技有限公司等单位共同研制，旨在形成基础性、系统性、可推广的团体标准。

（二）主要起草单位及分工

1. 黄河水利委员会黄河水利科学研究院：牵头单位，负责标准编制协调、水资源调度方案制定及总体协调。

2. 中国农业科学院农业信息研究所：数据平台搭建和信息系统开发。

3. 西北农林科技大学：田间试验验证、技术数据采集。

4. 中国农业科学院农田灌溉研究所：喷灌设备选型规范、精准灌溉技术参数制定。

5. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所；肥料用量参数、养分管理技术、施肥决策模型构建。

6. 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、巴彦淖尔市农牧局、巴彦淖尔市农田建设服务中心、呼和浩特市农牧局、邢台市农业科学研究院、河套学院农牧与食品学院、江苏农林职业技术学院、西安文理学院、聊城浩伦农业服务有限公司、鄂尔多斯市胜丰种业有限公司、北京植得智能互联科技有限公司、保定市科绿丰生化科技有限公司。负责技术应用示范与标准宣贯实施推广：负责技术应用示范与标准宣贯实施推广。

本标准主要起草人按草案前言所列名单执行，主要包括王艳华、郭雷风、罗玉丽、孙秀路、余克强、李敏、何萍、景明等，具体以标准文本前言为准。牵头单位主要起草人分工：王艳华负责标准总体技术方案、组织协调与统稿；罗玉丽、孙秀路、余克强等按专业方向参加相应章节起草、田间验证和应用示范。

（三）主要编制过程

本标准立项后，编制组按照“预研准备—调研验证—草案编制—征求意见—专家论证—送审报批”的程序推进，计划一年内完成，于2027年1月前完成报批，主要过程如下：

第1—2个月：成立标准起草工作组，明确牵头单位、参与单位和起草人员分工，制定编制工作方案、技术路线和时间进度表。系统收集华北灌区冬小麦基肥深施、喷灌水肥一体化、测土配方施肥、变量施肥、无人机遥感及田间作业质量控制等方面的科研成果、灌区监测数据、装备资料和现行标准规范，形成标准编制资料清单和关键技术问题清单。

第3—5个月：汇总分析现行国家标准、行业标准和地方标准，梳理基肥深施深度、种肥间距、施肥量、基追比、喷灌系统设计参数、水肥一体化运行流程、田间作业质控和安全环保等方面的现有规定与标准空白，确定本标准框架结构和主要技术内容，形成标准草案大纲。

第6—8个月：依托华北灌区典型井灌区、引黄灌区开展田间调查与试验验证，重点验证基肥深施深度15～25 cm、深度误差、排肥量变异系数、种子破损率、碎土率、基本苗等基肥深施作业指标，以及喷灌均匀系数、工作压力、喷灌强度、灌溉水利用率、肥液EC 1.0～2.5 mS/cm、pH 6.0～7.5、灌溉定额误差等喷灌水肥一体化配施指标；同步征求灌区管理单位、农技推广部门、种植主体和社会化服务组织意见，形成关键

技术参数验证材料。

第 9—10 个月：在调研分析和试验验证基础上编制标准初稿及编制说明初稿，明确基础条件、机械深施技术、喷灌水肥一体化管理、田间作业质量控制和安全环保等章节内容，重点确定基肥深施深度 15～25 cm、纯氮 6～9 kg/666.7 m²、P_2O_5 8～12 kg/666.7 m²、K_2O 5～8 kg/666.7 m²、氮肥 60%～70%作追肥、每生育期追肥纯氮 1～4 kg/666.7 m²等参数，形成附录 A 华北灌区冬小麦灌溉施肥制度表。组织起草组内部研讨，对标准框架、术语定义、技术指标和条文表述进行修改完善。

第 11—12 个月：形成标准征求意见稿及编制说明，面向灌区管理单位、科研院所、高校、农技推广机构、农机和灌溉装备企业、种植合作社、社会化服务组织等公开征求意见；对反馈意见逐条汇总、分析和处理，形成征求意见汇总处理表。组织农机、农艺、灌溉、标准化等领域专家召开论证会，对标准科学性、适用性和可操作性进行审查，根据专家意见修改完善，形成标准送审稿和报批稿，于 2027 年 1 月前提交中国乡村发展协会审查。

2027 年 1 月前及以后：按程序完成标准报批；标准发布后，配合开展宣贯培训，并结合华北灌区示范应用持续收集使用反馈，为后续修订完善积累数据。

截至本编制说明形成之日，起草组已完成起草组组建、资料收集、调研分析、田间试验验证和征求意见稿编制等工作，形成本标准征求意见稿及编制说明。

三、标准编制原则

（一）合规性原则

本标准编制严格遵循《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理

规定》相关规定，按照 GB/T 1.1-2020 开展文件起草；规范性引用现行国家、行业强制性与推荐性标准，全部技术要求不低于现行强制性标准规定。

（二）科学性原则

各项技术指标综合华北灌区多年田间试验数据、灌区监测数据、已发表科研成果确定。土壤养分采样方案、施肥计算公式、基追比、喷灌系统设计参数、作业质量指标均依托测土配方施肥、灌溉施肥技术规范等已有理论与实践成果，兼顾井灌、引黄两类水源条件，壤土、轻壤土、砂壤土不同土壤类型，保证技术参数科学合理。

（三）实用性原则

立足华北灌区冬小麦规模化生产实际，兼顾科研示范基地与基层社会化服务组织应用场景。既纳入土壤传感器、无人机遥感、精准决策处方图等数字化先进技术，同时给出无监测条件下可直接参考的灌溉施肥制度附录；设备选型兼顾固定式、半固定式、移动式、大中型机组等多种喷灌装备类型，便于不同规模经营主体落地使用。

（四）简洁性原则

术语定义力求简洁明了、准确无误，避免冗余表述和概念重叠。每个术语定义控制在合理篇幅内，通过“注”的形式补充必要说明，保持条文的清晰可读。

四、主要技术内容

（一）范围

本标准规定冬小麦机械基肥深施与喷灌水肥一体化模式下基础条件、机械深施技术、喷灌水肥一体化管理、田间作业质量控制、安全环保要求。适用范围确定为我国华北灌区冬小麦规模化、标准化、机械化

精准施肥作业与技术推广应用。华北灌区是冬小麦主产区，井灌、引黄灌溉并存，喷灌应用规模大；本技术模式主要适配灌溉农区，旱作雨养区域不适用，因此限定适用区域。

（二）规范性引用文件

引用小麦种子、农林机械安全、复合肥、农田灌溉水质、节水灌溉、喷灌工程、测土配方施肥、各类水溶肥料、灌溉施肥、小麦病虫害防治等国家标准、行业标准。作业涉及种子质量、农机安全、灌溉水质、肥料产品、灌溉施肥通用技术、病虫害绿色防控，相关约束直接采用现行标准，无需重复规定。

（三）基础术语

共设置 5 项术语：机械基肥深施、喷灌系统、喷灌水肥一体化、变量分区处方图、表型信息。上述为本标准特有的组合技术概念、数字化装备概念，现有通用标准未完整定义。机械基肥深施明确“种子侧下方 15-25cm”核心技术特征；喷灌水肥一体化明确喷灌系统同步灌溉追肥的内涵；变量分区处方图、表型信息用于数字化变量施肥场景，为标准数字化技术部分提供概念基础。

（四）总体要求

包含华北灌区适用特点、地块要求、农机系统、喷灌系统。

1. 华北灌区适用特点：区分井灌、引黄灌区差异；土壤入渗速率、气候特点、大风、冻害风险等；引黄灌区设置沉沙过滤。华北灌区水源分为井灌与引黄，引黄含泥沙易堵塞喷头；春季多大风，喷灌作业受风速影响；冬季管道冻胀风险，均来自灌区多年运行实践。

2. 地块要求：坡度≤2‰，土壤类型壤土、轻壤土、砂壤土，秸秆碎茬长度≤10 cm。保障喷灌均匀度、机械作业通行条件；秸秆还田质量直

接影响播种施肥作业质量。

3. 农机系统：要求大马力拖拉机配套变量施肥播种机，具备深度传感、变量排肥、RTK 定位。实现处方图驱动下基肥用量、施肥深度变量调控，是机械深施精准作业硬件基础。

4. 喷灌系统分为管道式、机组式喷灌系统，分别规定喷灌均匀系数、工作压力、喷灌强度、灌溉水利用率、首部枢纽配置（EC/pH 监测、变频、反冲洗、注肥泵、逆止阀）、管网、安装验收依据。参数取自 GB/T 50085、NY/T 2623、SL 系列水利行业规范；逆止阀设置防止肥液回流污染水源，属于强制性安全防护要求。

（五）基肥精准深施

1. 播前土壤养分诊断：采样布点、分层采样、土壤传感器指标精度、无人机遥感参数、多源信息融合插值精度 $R^2 \geq 0.75$，RMSE≤实测均值 20%。土壤采样、墒情监测参考 NY/T 1782、NY/T 1118；多源融合插值精度是保证处方图可靠性的量化门槛。

2. 施肥总量计算公式、不同养分分区的氮磷钾基追比表格。公式参考测土配方施肥通用计算模型；基追比依据土壤肥力等级，高肥力地块减少基肥氮肥占比，降低淋溶风险，低肥力适当提高基肥比例，匹配冬小麦养分需求规律。

3. 基肥深施作业：施肥深度 15-25 cm（种子侧下方），深度误差≤±1.5 cm；排肥量变异系数；种子破损率、碎土率、基本苗等作业质量指标。基肥施于种子侧下方 15-25 cm，避免烧种，提高肥料利用率；作业质量指标参考播种施肥机械相关试验检测指标。

（六）喷灌水肥一体化精准配施

1. 表型信息驱动决策：土壤传感器、无人机 NDVI、LAI 等监测频

率，动态判断水肥胁迫。

2. 追肥原则：少量多次、水肥耦合；氮肥 60%- 70% 作追肥，可补施中微量元素；各生育期土壤含水量下限。

3. 配施指标：单次纯氮用量、肥液 EC 1.0-2.5 mS/cm、pH 6.0-7.5，灌溉定额误差≤5%。水溶肥料 EC、pH 控制，防止管路沉淀堵塞；井灌低温问题来自北方井灌区实际生产问题。

4. 运行流程：清水启动→溶解注肥（灌溉中后段施肥）→清水冲洗→系统保压停机。先清水检查系统，施肥放在灌溉中后段，施肥结束清水冲洗管路喷头，是喷灌水肥一体化防止堵塞的成熟工艺。

（七）田间作业质量控制

包含基肥深施质控、水肥一体化质控、统一田间管理（播种、病虫草害、收获）。为保证技术落地效果，需要对作业过程留痕核查；配套栽培管理措施统一，消除其他变量干扰水肥技术实施效果。

（八）安全与环保

机械安全执行 GB 10395.9、GB 10396；大风≥3 级、高温正午禁止施肥作业；肥料规范存放，包装废弃物回收，防控面源污染。农机安全为强制性国标要求；大风天气喷灌造成漂移损失，肥料废弃物回收落实农业生态环境保护要求。

（九）附录 A（资料性附录）华北灌区冬小麦灌溉施肥制度表

作为无数字化监测条件下生产参考，为资料性附录，不做强制约束，便于基层农技人员、种植主体直接选用。

五、采用国际标准和国外先进标准情况

本标准未采用国际标准和国外先进标准。标准技术内容立足我国华北灌区水源、土壤、气候、冬小麦生产条件，集成国内灌溉、栽培、农

机领域科研成果与产业实践。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准关系

本标准严格遵守《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》等法律法规。标准中涉及安全、灌溉水质、农机安全、肥料产品等要求均引用现行强制性国家标准GB 1351、GB 10395.9、GB 10396、GB 5084等，标准条文与现行法律、法规、强制性国家标准无冲突。

七、涉及专利的有关说明

未涉及。

八、重大意见分歧的处理过程和依据

标准起草过程中未出现未解决的重大分歧意见。

九、预期效益

（一）产业技术效益

集成“机械基肥变量深施+喷灌水肥一体化+多源感知数字化决策”成套技术，填补冬小麦该组合模式的标准空白，统一作业参数、流程、质控要求，为华北灌区冬小麦规模化精准施肥提供技术依据，推动水肥高效利用，减少氮肥淋失、地表径流，降低农业面源污染风险。

（二）生产效益

标准实施后，指导种植主体、社会化服务组织规范开展作业，有利于实现冬小麦稳产提质，节约肥料、灌溉用水，降低生产成本，助力冬小麦单产提升行动落地。

（三）社会效益

为灌区管理部门、农技推广机构开展技术培训、技术示范提供标准化文本，推动先进农机农艺融合技术落地，助力粮食安全与农业绿色发

展。

十、贯彻标准的措施建议

（一）加强宣贯培训

面向华北灌区各级灌区管理单位、农业技术推广部门、种植合作社、社会化服务组织、农机手开展标准宣贯培训，讲解标准技术要点、设备选型、作业流程、质量控制要点。

（二）建设示范样板

选择典型井灌区、引黄灌区建设示范地块，开展标准落地示范，通过现场观摩提升标准的推广应用力度。

（三）加强标准配套应用

建议将本标准作为冬小麦精准施肥、节水灌溉项目的技术参考文件，指导项目实施与效果评价。

（四）持续收集反馈

在标准实施过程中，收集生产应用中的问题与建议，为后续标准修订积累基础数据。

十一、其他应说明的事项

本标准为首次发布。标准中附录 A 为资料性附录，仅作为生产参考，不属于强制要求。本标准使用过程中如遇修改或补充建议，反馈至牵头单位黄河水利委员会黄河水利科学研究院。