

《小麦籽粒镉污染阻控技术规程》
(征求意见稿) 编制说明

河北农业大学

2026 年 4 月

目 次

一、工作简况	(1)
(一) 任务来源	(1)
(二) 起草单位、主要起草人	(1)
(三) 任务分工	(1)
二、编制背景及目标	(2)
三、标准编制过程	(9)
(一) 准备阶段	(9)
(二) 资料搜集	(9)
(三) 研究分析	(9)
(四) 形成草案、征求意见稿	(10)
(五) 征求意见及标准送审	(10)
(六) 标准报批	(11)
四、标准编制原则和主要技术内容、确定依据	(11)
(一) 标准编制原则	(11)
(二) 主要技术内容	(11)
(三) 确定依据	(16)
五、采用国际标准和国外先进标准的情况，与国际、国内同类标准水平的对比情况	(18)
六、预期达到的社会效益、对产业发展的作用的情况	(19)
七、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系	(20)
八、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据	(20)
九、其他需要说明的内容	(21)

《小麦籽粒镉污染阻控技术规程》编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

团体标准《小麦籽粒镉污染阻控技术规程》于 2026 年 3 月由河北省标准化协会批准立项，立项文号冀标协〔2026〕28 号。本团体标准由河北农业大学提出，主要起草单位有河北农业大学、河北省农业环境保护监测站、中国科学院生态环境研究中心、新乐市农业农村局、行唐县农业农村局。

（二）起草单位、主要起草人

1. 标准起草单位

本标准由河北农业大学、河北省农业环境保护监测站、中国科学院生态环境研究中心、新乐市农业农村局、行唐县农业农村局 5 家单位共同起草。

2. 主要起草人

标准主要起草人员：刘文菊、耿丽平、段桂兰、薛培英、吴鸿斌、刘峰、边艳辉、杨树深、李鼎豪、韩丁、高培培、胡辉辉、马俊赢、张铁牛、赵全利、陈苗苗。

（三）任务分工

表 1 主要起草单位及起草人分工情况

参加单位	成 员	主要工作
河北农业大学	刘文菊	负责标准的整体设计和起草
河北农业大学	耿丽平	协助完成编制说明的编写

中国科学院生态环境研究中心	段桂兰	协助完成编制说明的编写
河北农业大学	薛培英	协助完成标准的起草
河北省农业环境保护监测总站	吴鸿斌	负责文献资料分析
河北省农业环境保护监测总站	刘峰	负责文献资料分析
河北省农业环境保护监测总站	边艳辉	协助完成标准的起草
河北农业大学	杨树深	负责田间调查及示范
河北农业大学	李鼎豪	负责田间调查及示范
河北省农业环境保护监测总站	韩丁	负责田间调查及示范
河北农业大学	高培培	负责试验和数据分析
河北省农业环境保护监测总站	胡辉辉	协助完成标准的起草
新乐市农业农村局	马俊赢	负责试验和数据分析
行唐县农业农村局	张铁牛	负责试验和数据分析
河北农业大学	赵全利	负责试验和数据分析
河北农业大学	陈苗苗	负责试验和数据分析

二、编制背景及目标

（一）编制背景

在我国，人多地少是不争的客观事实，耕地是粮食生产的命根子。然而，随着经济快速发展和城市化进程推进，历史污灌、金属冶炼厂三废排放、矿山开采和磷肥的过量施用，造成周边农田土壤中镉含量逐年增加。近年来，我国农田土壤镉污染问题日益严峻，已成为威胁粮食安全和人体健康的重大环境隐患。2014 年《全国土壤污染状况调查公报》显示，我国耕地土壤污染物点位超标率为 19.4%，其中全国农用地土壤镉点位超标率达 7.0%，居重金属污染首位。2021 年中国生态环境状况公报中显示，影响农用地土壤环境质量的主要污染物是重金属，其中 Cd 是首要污染物。中央一号文件多次将农田镉污染的防治作为保护耕地安全的重要任务之一。河北省是我国重要粮食主产区，耕地土壤环境质量整体较好，但局部耕地重金属污染凸显，以轻中度

镉污染为主，据 2021 年河北省生态环境厅调查，全省约 2.3%耕地存在轻度镉污染，小麦籽粒重金属镉超标问题时有发生，直接威胁粮食安全和食品安全。如何有效阻控土壤中的污染物进入了作物的可食部位，实现重金属 Cd 污染农田安全利用，是我省农业绿色发展和保障粮食安全的迫切需求。

小麦是我国主要的粮食作物之一，其产量和品质直接关系到国家粮食安全与人民健康。河北省作为全国重要的小麦生产基地，常年小麦播种面积约 3400 万亩，总产量占全国 10% 以上，是保障京津和雄安新区乃至华北地区粮食供给的核心区域。然而，随着工业化进程加速、农业集约化生产及历史遗留污染问题，部分地区农田土壤镉（Cd）污染问题逐渐显现。尽管污染程度较轻，但镉作为具有强生物毒性的重金属，可通过小麦根系吸收并富集于籽粒中，进而通过食物链威胁人体健康。世界卫生组织（WHO）明确指出，长期摄入镉超标食品可导致肾脏损伤、骨质疏松甚至癌症。

我国 138 个典型区域耕地土壤重金属污染数据显示，河北省为耕地土壤重金属污染多发区，农田土壤镉铅砷等重金属含量逐年增加的现象非常普遍，造成耕地土壤环境质量下降，进而威胁土壤健康和农产品安全。污染来源主要为多年历史污灌、金属冶炼、采矿、磷肥和畜禽粪过量施用等人为活动，其中污水灌溉是造成北方农田土壤重金属污染的主要来源。农业部对我国 140 万公顷污水灌溉区域调查发现，土壤重金属超标面积占 64.8%。河北省作为华北地区主要作物产区，2001 年全省污灌面积达 15.98 万公顷。我们前期调查结果表明，保定

市府河污灌区已有 60 多年的污灌历史，长期污灌已经引起土壤重金属 Cd、Pb、Hg 等富集，其中土壤 Cd 点位超标率高达 48%，小麦籽粒中 Cd 超标率为 30%。

雄安新区地处北京、天津、保定的中心腹地，大样本土地环境质量地球化学详查结果显示，雄安新区西南部土壤重金属存在明显的生态风险。本课题组前期在雄安新区典型镉砷复合污染区调查也同样发现，在田块尺度上土壤 Cd 点位超标率为 100%，属轻度污染。同时，我们的前期研究还发现小麦籽粒比玉米更容易富集镉，在该轻度 Cd 污染田块调查也发现小麦籽粒中 Cd 含量超标率达 76.7%。由于土壤重金属污染导致的粮食安全问题日益凸显，谷类作物作为人类最主要的食物来源，面临着严重的籽粒镉累积问题。镉被谷类作物吸收后会影晌其生长发育、新陈代谢等，对谷类作物的生长和产量产生不利影响。谷类作物可能会通过其根部吸收大量镉并将镉转运到可食部位中，大多数人类镉暴露途径为通过植物源性食物从膳食中摄入，占总镉摄入量的 90%，长期大量摄入会严重危害人体健康。由此可见，镉污染安全利用类耕地轻中度镉污染农田种植的小麦籽粒镉超标的现象非常普遍，这严重威胁着人体健康和国家粮食安全，亟待研发小麦籽粒降镉的阻控技术，保障其安全生产。

针对重金属污染耕地的安全利用问题，自 2017 年河北省颁布实施了一系列“净土”工作方案及行动计划，如 2018 年出台了《河北省净土保卫战三年行动计划》，旨在 3 年内实现 121 万亩受污染耕地安全利用；2024 年省政府召开“河北省持续推进土壤污染防治工作”新闻

发布会强调要深入打好净土保卫战。按照《土壤环境质量-农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）土壤重金属含量位于风险筛选值与管制值之间（轻中度污染）且农产品超标的情况，提倡采用低积累品种、水肥调控、叶面阻控、深翻耕等农艺措施调控以保障受污染耕地安全利用和粮食安全。《中华人民共和国土壤污染防治法》及《河北省净土保卫战三年行动计划》均要求对受污染耕地实施分类管控与安全利用。然而，**现有技术标准缺乏**针对轻中度镉污染麦田采用哪些农艺技术措施可以有效阻控土壤中镉污染物进入小麦籽粒，降低籽粒中镉含量，使其符合食品安全国家标准 GB 1276 的要求。目前，在轻中度镉污染区小麦种植户在品种选择、土壤调理及水肥管理上存在很大的盲目性，小麦籽粒镉超标问题依然没有解决。为了解决小麦籽粒镉超标问题，实现受污染耕地的安全利用，因此，亟待制定《小麦籽粒镉污染阻控技术规程》，这对保障粮食安全、推动农业绿色发展具有重要战略意义。

（二）编制目标

自 2012 年本团队作为技术支撑单位与河北省农业环境保护监测总站就“河北省农产品产地土壤重金属污染修复”开展合作，取得了“河北省农产品产地镉铅砷污染阻控关键技术与应用”居国际先进水平的科研成果，并与 2017 年获河北省自然科学二等奖和 2022 年获中国土壤学会科学技术一等奖；作为“华北作物改良与调控”国家重点实验室“作物抗重金属研究及应用”的创新 PI 团队，先后获得河北省自然科学基金重点项目“小麦中镉转运对籽粒镉富集的调控机制研究

2021-2023”、国家自然科学基金区域创新发展联合基金重点项目“土壤-作物-微生物互作对华北农田镉砷生物地球化学过程的调控机制2022-2025”以及省重点研发项目“农业措施-微生物联合修复重金属污染农田关键技术与应用”支持，在小麦籽粒降镉阻控技术和镉污染耕地安全利用技术等方面开展研发、试验和示范应用的工作。

首先以轻中度重金属污染农田为研究目标，明确了河北省重金属污染农田的主要污染物为镉，且主粮作物只有小麦籽粒镉含量易超标；其次，以降低小麦籽粒镉含量为目标，开展了产品与技术的研发，自主创制了硫基复混肥、复合微生物菌剂、生物有机肥、杏壳生物炭等肥料和土壤钝化剂，以及含锌叶面阻控剂、叶面硅肥、含有益菌的氨基酸叶面阻控剂等新产品；率先优选出高产且籽粒镉砷铅均低积累的冬小麦主推或主栽品种；创建了硫基肥定向阻控镉进入作物可食部位的关键技术、含锌叶面调理剂消减镉进入小麦籽粒的靶向阻控技术，籽粒镉降幅高达 36%-84%，构建了“土壤钝化-叶面阻控”一体化主粮作物可食部位重金属污染阻控技术体系，技术实施后主粮作物农产品均符合食品安全国家标准；创新了“低累积小麦品种+土壤钝化+叶面阻控”三位一体降低小麦籽粒镉污染风险的技术模式；在雄安新区、廊坊大成、石家庄新乐、石家庄行唐、邢台沙河、保定清苑分别建立了试验示范区，在核心试验示范区，优选出高产且可食部位镉低积累的冬小麦主推品种济麦 22，籽粒中 Cd 含量最大降幅为 42%；于孕穗期和灌浆前期连续喷施两次锌叶面阻控剂（0.16% EDTA-Zn、0.01%~0.02%黄腐酸、0.01%吐温 80），每次喷施量为 720 L/hm²，千粒

重提高 1.9%，增产 0.6%，籽粒中 Cd 含量继续降低了 36.03%，降至国家食品安全标准限值以下；此外，于孕穗期和灌浆前期连续喷施两次含有益菌的氨基酸叶面阻控剂活力 18（24 L/hm²，稀释 30 倍后每次喷施量为 720 L/hm²），千粒重提高 0.33%，增产 4.62%，籽粒中 Cd 含量降低 43.21%，实现了农产品达标。

于 2020-2022 年，在雄安新区和石家庄行唐中度镉污染农田，进一步示范了“低积累小麦品种+土壤钝化+叶面阻控”三位一体小麦籽粒降镉阻控技术模式，选用镉低积累小麦品种济麦 22，基施生物碳 10000 kg/hm²，配施硫基肥，并分别于小麦的拔节期、抽穗期和灌浆初期各喷施 1 次氨基酸叶面复合菌剂，喷施量为 2.0×10^{13} CFU/hm²，可使土壤有效态镉含量降低 45.35%，小麦籽粒中镉含量降低 49.44%，同时增产 11.85%；于 2023-2024 年，在行唐中度镉污染区（土壤全镉含量 1.90 mg/kg，属中度偏重的污染程度），试验了低积累品种+9 种“土壤钝化+叶面阻控”联合技术体系对小麦籽粒的降镉效果，优选出基施 5 t/hm² 杏壳生物炭，于灌浆初期连续喷施 2 次 EDTA-Zn 叶面阻控剂（9.77 g/L，每次喷施量为 720 L/hm²，小麦籽粒镉含量为 0.096 mg/kg，显著降低了 63.83%，实现了小麦安全生产。总之，近 3 年，“低积累小麦品种+土壤钝化+叶面阻控”三位一体小麦籽粒降镉阻控技术模式累计辐射推广 53.1 万亩，小麦农产品重金属镉符合食品安全国家标准，耕地安全利用率 98%以上，挽回经济损失 2.86 亿元；肥料类产品新增销售额 1.29 亿元，新增利润 0.22 亿元，保障了粮食安全和环境安全。

综上所述,对于轻中度重金属污染的耕地,安全利用具有成本低、效率高、环境友好的特点,是保障土壤健康和粮食安全生产的重要途径。《DB 13/T 2206-2020 农用地土壤重金属污染修复技术规程》规定了河北省农用地土壤重金属污染程度评价分级方法(五个级别,清洁、尚清洁、轻度、中度和重度污染)以及修复技术方案,但是缺乏对农田土壤安全利用类别的划分及其相应的安全利用技术措施,尤其对解决小麦籽粒镉超标问题没有提供任何的技术信息。由河北省农业环境保护监测总站牵头,我们团队参加编写的河北省地方标准《受污染耕地安全利用和风险管控技术指南》中涉及到了受污染耕地安全利用的农业技术措施,但是在污染区小麦籽粒降镉方面仍缺乏具体的技术参数和执行规定,不利于小麦种植户实施应用。因此,亟待拟制定《小麦籽粒镉污染阻控技术规程》,围绕源头阻控、低积累品种、土壤钝化、叶面阻控等方面提出技术要点,制定具有创新性、可行性、可推广性的技术规程,以保障轻中度镉污染耕地的安全利用和小麦的清洁安全生产,可为河北省及京津冀地区农业绿色发展和保障粮食安全提供关键技术标准的支撑。

三、标准编制过程

(一) 准备阶段

2026年3月,标准计划下达后,成立了由河北农业大学、河北省农业环境保护监测站、中国科学院生态环境研究中心、新乐市农业农村局、行唐县农业农村局组成的标准起草小组,研究小麦籽粒镉污染阻控技术相关标准,明确目标和内容后,制定了《小麦籽粒镉污染阻

控技术规程》标准编制工作方案，依据工作组参与的人员的专业、技能、人数将任务细分到个人。

（二）资料搜集

2026 年 3 月，标准起草小组查阅和搜集相关文献、标准、管理规范等并搜集相关资料，进行分析对比研究。

（三）研究分析

根据最后确定的标准名称和主要内容，2026 年 4 月 5 日，标准工作组充分研究，分析了河北省土壤轻中度镉污染小麦种植区小麦籽粒镉含量，对小麦籽粒镉污染阻控翻耕深度、土壤钝化技术、叶面阻控技术的参数进行优化，优选出高产且籽粒镉砷铅均低积累的冬小麦主栽品种济麦 22，严格规范灌溉水、肥料、土壤调理剂的镉含量准入要求，防止二次污染，创新了“低累积小麦品种+土壤钝化+叶面阻控”三位一体降低小麦籽粒镉污染风险的技术模式。

（四）形成草案、征求意见稿

2026 年 4 月 10 日，对研究数据进行了分析讨论，在全面梳理相关法规及标准的基础上，对标准的内容和要求进行了界定。最终在起草工作组成员的不懈努力和反复修改后，确定了标准框架，编制形成了标准草案初稿。

2026 年 4 月 15 日，组织内部讨论会，对标准初稿进行讨论，修改完善初稿内容。于 2026 年 4 月 19 日组织专家咨询会，对初稿重点、难点问题进行了专家咨询形成最终的草案。

2025 年 4 月 25 日，起草组根据调研及专家意见，明确了标准定位，

对标准进行了认真修改，补充完善后形成了标准征求意见稿和征求意见稿编制说明。

（五）征求意见及标准送审（广泛征求意见后填写）：

（六）标准报批（召开评审会并修改意见后填写）：

四、标准编制原则和主要技术内容、确定依据

（一）标准编制原则

本标准在编制过程中，遵循“面向市场、服务客户、科学依据、自主制定、不断完善”的原则，注重标准制定与技术创新、试验验证、应用推广相结合，本着先进性、科学性、合理性和可操作性以及标准的目标、统一性、协调性、适用性、一致性和规范性的原则来进行本标准的制定工作。

根据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定进行本标准的编写。

（二）主要技术内容

标准的主要框架：

本标准分为8章：包括范围、规范性引用文件、术语和定义、源头控制、深翻耕、品种选择、土壤钝化技术、叶面阻控技术等内容。

标准的主要内容：

1.范围

本文件规定了小麦籽粒镉污染阻控的源头控制、深翻耕、品种选用、土壤钝化、叶面阻控等技术要求，适用于河北省土壤轻中度镉污

染小麦种植区。

2.规范性引用文件

本文件规范性引用了食品安全、土壤环境质量、农田灌溉水质、肥料中有毒有害物质的限量要求、微量元素叶面肥料、肥料及土壤调理剂等 10 项相关国家标准、农业行业标准，并明确了注日期的引用文件适用指定版本、未注日期的引用文件适用最新版本（包含所有的修改单）

3.术语和定义

本文界定了小麦籽粒镉污染及小麦籽粒镉污染阻控技术两个术语定义。

4. 源头控制

从灌溉水、农业投入品、大气沉降三方面阻断镉输入。

5. 深翻耕

明确特定土壤总镉含量条件下 30~40cm 的翻耕要求。

6. 品种选用

推荐 9 个适宜河北省种植的籽粒镉低累积小麦主栽或主推品种及优先选择顺序。

7. 土壤钝化技术

包含原位钝化、优化施肥、微生物钝化三类技术措施。

8. 叶面阻控技术

明确 4 类优先选用的叶面阻控剂及在小麦孕穗期、灌浆期的喷施方法。

（三）确定依据

1.相关标准和技术文献

（1）相关标准

GB 2762 食品安全国家标准 食品中污染物限量

GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB 38400 肥料中有毒有害物质的限量要求

GB/T 17420 微量元素叶面肥料

GB/T 39229 肥料和土壤调理剂 砷、镉、铬、铅、汞含量的测定

NY 1110 水溶肥料 汞、砷、镉、铅、铬的限量要求

NY/T 1868 肥料合理使用准则 有机肥料

NY/T 3034 土壤调理剂 通用要求

NY/T 496 肥料合理使用准则通则

（2）文献资料

[1] 肖冰,王秋实,高培培,赵全利,杨威,王钊,刘文菊,薛培英. 叶面调理剂对复合污染农田小麦籽粒Cd、As和Pb累积的阻控效应[J].环境科学, 2024, 45 (3): 1812-1820.

[2] 华桂丽,李鼎豪,马信泽,赵全利,耿丽平,刘文菊,薛培英. 立体修复技术对镉铅复合污染麦田土壤的作用效果研究[J].河北农业大学学报, 2023, 46 (6): 17-24.

[3] 杨贵阳,温庆喜,吴彤,李鼎豪,耿丽平,韩丁,赵全利,吴鸿斌,薛培英,刘文菊. 土壤钝化-叶面阻控联合体系对小麦籽粒降Cd效应

及作用机制[J].环境科学, 2026, 47 (2): 1238-1249.

[4] 李宇宁, 冯柳旭, 李鼎豪, 董妍, 高培培, 赵全利, 刘文菊, 薛培英. 镉砷复合污染农田小麦籽粒镉砷积累的品种差异研究[J].河北农业大学学报, 2024, 47 (5) : 19-27.

[5]周昶, 霍捷, 李鼎豪, 薛培英, 陈苗苗, 刘文菊.生物炭对复合污染土壤-作物中镉砷累积和转运的影响[J]. 水土保持学报, 2022, 36(15): 393-399.

[6]环境保护部, 国土资源部. 全国土壤污染状况调查公报[R].北京: 环境保护部, 2014.

[7]孙洪欣. 府河污灌区农田镉铅含量调查其低积累作物品种筛选[D].河北: 河北农业大学, 2015.

[8]Sun Hongxin, Chen Miaomiao, Wei Liang, Xue Peiying, Zhao Quanli, Gao Peipei, Geng Liping, Wen Qingxi, Liu Wenju. Roots recruited distinct rhizo-microbial communities to adapt to long-term Cd and As co-contaminated soil in wheat-maize rotation [J].Environmental pollution .2023,(342) 123053.

[9] 颜世伟, 刘文菊, 赵全利, 耿丽平, 薛培英, 华桂丽, 孙洪欣, 高培培, 李鼎豪。一种适用于轻中度镉污染石灰性土壤的安全利用的方法。ZL 202410754997.3

[10]李鼎豪, 薛培英, 刘文菊, 华桂丽, 赵全利, 耿丽平, 马信泽, 程高峰, 杨威。一种适于复合污染石灰性土壤的小麦调理剂。ZL202310206228.5

2.调研成果

在标准编制过程中，起草组开展多次内部研讨，以降低河北省土壤轻中度镉污染小麦种植区小麦籽粒镉含量为研究目标，对小麦籽粒镉污染阻控的源头控制、翻耕深度、低积累品种筛选、土壤钝化技术、叶面阻控技术参数等问题反复讨论验证；同时还与相关专家、教授进行多次深入探讨，广泛征求意见，把控标准编制方向。对调研情况和专家意见进行总结归纳，为团体标准的编写提供了丰富的素材。

五、采用国际标准和国外先进标准的情况，与国际、国内同类标准水平的对比情况

经检索，目前没有检索到与拟制定的“小麦籽粒镉污染阻控技术规程”相关的已发布的国际标准与国内同类标准（地方标准、行业标准、国家标准，以及社会团体标准）。因此，河北省作为我国主要小麦主产区，针对轻中度镉污染区小麦籽粒超标现象频发的突出问题，拟制定“小麦籽粒镉污染阻控技术规程”，对于指导种植户科学采用农艺技术措施阻控土壤中镉污染物进入小麦可食部位，实现受污染耕地的安全利用和小麦安全生产具有创新性、必要性和实用性。

六、预期达到的社会效益、对产业发展的作用的情况

课题组自主创制了硫基复混肥、复合微生物菌剂、生物有机肥、杏壳生物炭等肥料和土壤调理剂，以及含锌叶面调理剂、叶面硅肥等新产品；率先优选出高产且籽粒镉砷铅均低积累的冬小麦主栽品种；创建了土施硫基肥定向阻控镉砷铅进入作物可食部位的关键技术、含锌叶面调理剂消减镉砷铅进入小麦籽粒的靶向阻控技术，籽粒镉降幅

高达 36%-84%，构建了“土壤钝化-叶面阻控”一体化主粮作物可食部位重金属污染阻控技术体系，技术实施后主粮作物农产品均符合食品安全国家标准；创新了“低累积小麦品种+土壤钝化+叶面阻控”三位一体降低小麦籽粒镉污染风险的技术模式；5 年累计辐射推广 53.1 万亩，农产品合格率和耕地安全利用率达 98%，减少经济损失 2.86 亿元，保障了粮食安全和环境安全，该技术的应用实现了经济效益、生态效益和社会效益的统一。由此可见，“低累积小麦品种+土壤钝化+叶面阻控”三位一体降低小麦籽粒镉污染技术模式的推广与应用，为拟制定“小麦籽粒镉污染阻控技术规程”的实施奠定了坚实的基础，为该标准的可行性和实用性提供了强有力的技术支撑。

于 2020-2022 年，在雄安新区和石家庄行唐中度镉污染农田，进一步示范了“低积累小麦品种+土壤钝化+叶面阻控”三位一体小麦籽粒降镉阻控技术模式，选用镉低积累小麦品种济麦 22，基施生物碳 10000 kg/hm²，配施硫基肥，并分别于小麦的拔节期、抽穗期和灌浆初期各喷施 1 次氨基酸叶面复合菌剂，喷施量为 2.0×10^{13} CFU/hm²，可使土壤有效态镉含量降低 45.35%，小麦籽粒中镉含量降低 49.44%，同时增产 11.85%；于 2023-2024 年，在行唐中度镉污染区（土壤全镉含量 1.90 mg/kg，属中度偏重的污染程度），试验了低积累品种+9 种“土壤钝化+叶面阻控”联合技术体系对小麦籽粒的降镉效果，优选出基施 5 t/hm² 杏壳生物炭，于灌浆初期连续喷施 2 次 EDTA-Zn 叶面阻控剂（9.77 g/L，每次喷施量为 720 L/hm²，小麦籽粒镉含量为 0.096 mg/kg，显著降低了 63.83%，实现了小麦安全生产。总之，近 3 年，“低积累

小麦品种+土壤钝化+叶面阻控”三位一体小麦籽粒降镉阻控技术模式累计辐射推广 53.1 万亩，小麦农产品重金属镉符合食品安全国家标准，耕地安全利用率 98%以上，挽回经济损失 2.86 亿元；肥料类产品新增销售额 1.29 亿元，新增利润 0.22 亿元，保障了粮食安全和环境安全。

七、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准是参考 GB 2762、GB 15618、GB 5084、GB 38400、GB/T 17420、GB/T 39229、NY 1110、NY/T 1868、NY/T 3034、NY/T 496 等国内相关标准编制修订情况起草的，标准技术指标先进与其他标准协调性好。本标准遵循中华人民共和国的现行法律与法规；与相关的强制性标准无冲突。

八、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据

无重大意见分歧

九、其他需要说明的内容

无