

《豫北地区超高产冬小麦缩距匀播种植技术规程》(征求意见稿)

团体标准编制说明

本团体标准编制说明是根据全国团体标准信息平台(<https://www.ttbz.org.cn/>)的《团体标准编制说明》的内容和格式撰写的,具体内容如下:

一、工作简况

1. 任务来源

本课题组承担了“十四五”国家重点研发计划项目“黄淮海小麦-玉米(大豆)产能提升技术研发及集成示范(2023YFD2301500)”第四课题第三子课题“河南省小麦-玉米周年“吨半粮”小麦生产关键技术与模式构建”和第五课题“黄淮海小麦-玉米(大豆)节水丰产增效技术模式示范与评价”研究任务,根据任务书要求,针对黄淮海小麦-玉米一年两熟光热水肥资源利用效率偏低、标准化生产能力不足、产能和效益提升受限等问题,重点开展资源高效的作物群体调控高产技术等研究,制定关键技术标准(规程),在河南麦玉主产区以先进技术模式辐射带动黄淮海粮食产能、种粮效益与资源利用效率同步提升。

同时,本标准的研究内容符合河南省小麦单产提升技术要求,为豫北地区水浇地冬小麦从种到收的规范化种植生产技术推广提供理论研究与技术应用的支撑。

2. 起草单位与参编单位

《豫北地区超高产冬小麦缩距匀播种植技术规程》(征求意见稿)由河南师范大学主持,中国农业科学院农田灌溉研究所、新乡市种业发展服务中心、焦作市农村社会事业发展服务中心几家单位参编共同完成起草工作。

3. 主要起草人

主要起草人及任务分工如下表:

姓名	性别	职务/职称	工作单位	任务分工
邵云	女	教授	河南师范大学	技术规范起草与组织协调
马建辉	男	教授	河南师范大学	参与标准审核
马守田	男	副研究员	中国农业科学院农田灌溉研究所	参与标准审核
张东升	男	研究员	新乡市种业发展服务中心	参与技术应用与示范
李小敏	女	高级农经师	焦作市农村社会事业发展服务中心	参与技术应用与示范
姜丽娜	女	教授	河南师范大学	参与前期试验研究
张黛静	女	教授	河南师范大学	参与前期试验研究
王丽	女	副教授	河南师范大学	参与前期试验研究
孔星辰	男	副教授	河南师范大学	参与前期试验研究
刘东华	男	讲师	河南师范大学	参与前期试验研究

二、制定标准的必要性和意义

(一) 制定标准的背景和意义

受全球气候变化影响,全球粮食产量进入波动徘徊期。同时,全

球经济环境急剧恶化，严重威胁世界粮食供应格局。在全球人口持续增长、资源日趋缺乏、环境恶化趋势加剧和气候变化的大背景下，如何确保粮食安全是国际社会普遍关注的热点问题，也是农业科技面临的巨大挑战和任务。

2023 年中央一号文件《关于做好 2023 年全面推进乡村振兴重点工作的意见》明确将“实施新一轮千亿斤粮食产能提升行动”作为重点工作。2024 年中央一号文件明确提出“抓好粮食和重要农产品生产，扎实推进新一轮千亿斤粮食产能提升行动，实施粮食单产提升工程，集成推广良田良种良机良法”。2026 年中央一号文件中再次强调：“加力实施新一轮千亿斤粮食产能提升行动，促进良田良种良机良法集成增效，推进粮油作物大面积提单产。”因此，从我国粮食安全战略出发，持续挖掘主要粮食作物的产量潜力，探索粮食主产区高产高效、资源高效、环境友好的丰产增效栽培技术模式，已成为当前我国作物生产科技创新的迫切需求。山东、河南等黄淮海平原的农业大省率先开展冬小麦-夏玉米周年“吨半粮”高产示范区建设。作物高产生产关键技术和模式的研究是在现阶段践行“保障我国粮食安全，把饭碗牢牢端在自己手上”的重要举措，是提高土地和劳动生产率的发展方向，是增加农民收入的有效途径，具有重要的理论研究和实践指导意义。

作物产量的提高主要有两条途径：一是扩大耕地面积；二是提高作物单位面积产量（单产）。而，在耕地资源“红线”刚性约束、城镇化进程不断推进的宏观背景下，依靠持续扩大播种面积来提升小麦总产量的路径已然越走越窄，空间日益受限。因此，将增产的核心从

“扩大外延”转向“深化内涵”，即着力提高小麦单产，成为保障我国粮食安全更为现实、迫切且可持续的战略选择。提高单产是一项复杂的系统工程，涉及品种改良、栽培技术创新、水肥精准管理等多个维度。在诸多增产途径中，增加单位面积上的穗数（即亩穗数）被长期实践证明是一条行之有效且至关重要的路径。理论上，在一定的生态区间内，亩穗数的增加直接构成了产量构成三要素（亩穗数、穗粒数、千粒重）的基础，是挖掘产量潜力的首要环节。

我国的粮食作物高产创建始于“九五”期间，在“十五”、“十一五”、“十二五”“十三五”和“十四五”期间，依托科技创新与国家粮食丰产科技工程支持，不断涌现出黄淮海平原主要粮食作物的高产记录。黄淮海平原冬小麦种植面积、总产量和单产水平均居全国四大麦区之首。近年，在该区域内河南温县（1706.6 公斤/亩）、山东淄博（1668.7 公斤/亩）、河北辛集（1529.9 公斤/亩）等地已不断涌现出冬小麦的高产典型。因此，针对超高产冬小麦生产目标，适当地增加种植密度始终是小麦单产提升的一项有效举措。但冬小麦的密植绝非简单的“多种多收”，高密度种植如同一把双刃剑，在带来增产机会的同时，也对农业生产技术提出了全方位的严峻挑战。因此针对不同区域制定科学化、规范化的冬小麦密植技术规程，保证该区域冬小麦单产持续稳定和提升，为当地超高产冬小麦生产实践提供技术指导意见的参考。

（二）标准的可行性分析

1. 科学性

本标准的科学性主要体现在其基于多年田间试验数据与严谨的农学理论，构建了一套以“缩距匀播”为核心的超高产栽培技术体系。首先，标准将超高产定义为“超过当地平均产量水平的20%以上”，并锚定750公斤/亩的产量目标，符合豫北平原灌区的生产潜力，体现了“藏粮于技”的战略导向，目标设定科学。其次，群体调控理论应用扎实。标准的核心技术“缩距匀播”（宽窄行17-19cm+11-13cm或等行距15-17cm）并非简单密植，而是基于作物生理学原理。编制说明中的试验数据显示，该技术通过缩小行距使群体分布更均匀，有效增加了亩穗数（产量构成的首要因素）；同时，优化了冠层结构，使上层叶片趋于直立（叶夹角减小），提高了中下层透光率，构建了“大群体、壮个体”的协调发展模式。这种对光能利用效率的精准调控，体现了现代农业从追求个体优势向追求群体优势的科学转变。再次，技术参数经试验验证中，播期、播量、水肥用量等关键参数，均来自起草单位连续两年的定位试验数据，符合该豫北地区冬小麦超高产生产的实际水平，此外关于土壤肥力的基础参数要求也符合农业可持续发展的规律。整套技术环环相扣，逻辑科学严密。

2. 适应性

本标准具有较强的区域适应性，紧密贴合了豫北地区的生产实际和生态条件。（1）标准的生态条件适配度高。标准明确将适用范围界定为“河南省北部沃土平原灌区”，该区域光热资源丰富、灌溉条件优越，是实现超高产的基础。标准中播期的确定充分考虑了豫北近10年的气象数据与冬小麦安全越冬的积温需求（600℃），半冬性品

种 10 月 10-25 日、弱春性品种 10 月 15-30 日的播期窗口，与当地“玉米晚收、小麦适播”的周年生产模式相衔接，减少了茬口矛盾，体现了周年生产的整体适应性。(2) 品种选择贴合生产需求。标准要求选择紧凑或半紧凑型、分蘖力强的多穗型品种。这一要求充分考虑了缩距匀播技术下群体较大的特点，紧凑型品种叶片上举，利于通风透光，能有效降低郁闭导致的病害和倒伏风险，是对当地品种资源和生产风险的科学回应。(3) 对农户技术基础适应良好。标准在强调先进性的同时，也兼顾了现有生产条件。例如，在灌溉方式上，既推荐了高效的滴灌、喷灌，也保留了传统的畦灌，并给出了明确的单次灌溉定额，使不同设施条件的农户均有章可循。在肥料运筹上，推荐的配方施肥与当前农技推广体系紧密结合，便于基层农技人员指导。同时，标准中涉及的机械化作业（播种、植保、收获）均引用现有全程机械化技术规范，确保了新技术与现有农机装备的兼容性，降低了农户的采纳门槛。

3. 可操作性

本标准流程清晰，按照冬小麦生产的时间顺序，形成了一个闭环的生产技术链条。农户或农技人员可以依据标准，按照作物生长季节逐项落实，避免关键环节的遗漏。同时，本标准提供了可直接操作的技术参数，大幅减少了执行中的模糊地带。例如，行距有明确的数值范围（宽行 17-19cm，窄行 11-13cm），施肥有具体的纯量指标（N 15-18kg/亩，P₂O₅ 7-9kg/亩），灌溉有单次用水量（滴灌 20-30m³/亩），播种深度有严格规定（3-5cm），等等，技术参数具体明确，使得即使

是技术基础相对薄弱的种植大户，也能在技术人员的指导下进行精准操作。整体而言，本标准结构清晰、内容具体、语言简练，同时兼顾了先进性与实用性，便于在豫北地区大规模推广应用，具备很强的实践指导意义和可操作性。

三、主要起草过程

本标准的起草过程如下：

1. 成立标准起草工作组，资料收集与调研（2023年7月-2023年9月）：组织起草单位成立《豫北地区超高产冬小麦缩距匀播种植技术规程》起草组，并进行人员分工，制定详细的标准研制进度表。然后，收集国内外小麦高产栽培相关标准、文献及技术资料，走访豫北地区多家农业合作社、种粮大户，了解当前种植技术存在的问题和需求，制定科学的试验研究方案和计划。

2. 试验论证（2023年10月-2025年11月）：在豫北小麦高产区开展田间试验，设置密度的种植模式，系统调查群体结构、光合特性、产量等指标，检测土壤养分、植株性状和产量因子等指标，验证技术参数。

3. 标准拟稿（2025年7月-2026年2月）：基于试验数据和调研结果，起草标准初稿，形成《豫北地区超高产冬小麦缩距匀播种植技术规程（草稿）》。

4. 立项归口（2026年3月）：由标准起草组提出申请，由河南省标准化协会立项归口。

5. 形成标准征求意见稿并广泛征求意见（立项后1个月内）：在原有草案和科研数据基础上，完善技术内容，撰写编制说明，形成标

准征求意见稿。然后向省内外科研院校、农技推广部门、农业企业、专业合作社及种植大户等单位征求不少于 20 份意见，并通过网络平台公开征集意见。

6. 形成标准送审稿并组织技术审查(征求意见稿结束后 1 个月内): 汇总处理反馈意见, 修改完善标准文本及编制说明, 形成送审稿; 提请归口单位组织专家进行技术审查, 根据审查意见修改形成报批稿。

7. 标准报批与发布 (审查通过后 1 个月内): 履行报批程序, 由河南省标准化协会批准发布。

四、制定标准的原则和依据

1. 标准的编制原则

《豫北地区超高产冬小麦缩距匀播种植技术规程》(征求意见稿) 团体标准的编制, 按照《团体标准管理规定》要求, 主要遵循以下基本原则:

(1) 规范性: 本标准的编制严格按照《标准化工作导则第 1 部分: 标准化文件的结构和起草规则》(GB/T 1.1-2020) 进行编写。

(2) 适用性: 本标准的编制根据豫北地区冬小麦生产实际情况、结合科研项目成果, 从缩距匀播等术语和定义、产地环境要求、品种与种子、整地与播种、田间管理、病虫草防控、收获等多个环节进行表述, 操作简单, 易于推广使用。

(3) 统一性: 《豫北地区超高产冬小麦缩距匀播种植技术规程》(征求意见稿) 的编写过程中始终注意全文的统一性, 做到结构统一、文体统一和术语统一。

(4) 协调性: 本标准在编制过程中, 查阅了多项其他标准, 力

求不同标准间能相互协调。本标准引用了以下标准：

GB 4404.1 粮食作物种子 第1部分：禾谷类

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB/T 8321 （所有部分）农药合理使用准则

GB/T 15671 农作物薄膜包衣种子技术条件

NY/T 391 绿色食品产地环境质量

NY/T 496 肥料合理使用准则 通则

NY/T 3891 小麦全程机械化生产技术规范

2. 标准编制主要内容和确定的依据

基于豫北地区冬小麦高产田种植技术，以超高产产量为目标，重点对缩距匀播播种方式进行标准化界定，本标准主要内容和确定的依据有以下几个方面：适用范围、规范性引用文件、术语和定义、品种选用、生产条件、土壤肥力、机具选择、播种作业、田间管理和收获等等。

(1) 适用范围：本标准适用于河南省北部沃土平原灌区冬小麦生产，其他生态条件相似地区可参照适用。

(2) 规范性引用文件：本文件按照《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）的规定进行编写，并结合文件内容需要规范性引用了国家标准和行业标准七项。

(3) 术语和定义：查阅相关资料，对超高产、缩距匀播、宽窄行播种、等行距播种的定义进行了解释。其中，“超高产”定义主要参考《稻茬小麦超高产栽培技术规程》（DB 3401/T 259-2022）标准中

“超高产栽培”定义内容，并删除“栽培”二字。“缩距匀播”定义主要参考《玉米缩距匀播种植技术规程》(DB 50/T 1469-2023)和《小麦宽幅匀播栽培技术规范》(DB 1301/T 542-2025)标准中的定义内容并进行微调。“宽窄行播种”定义主要参考《夏玉米宽窄行增密栽培技术规程》(DB 4101/T 148-2025)标准中的定义并进行了微改。“等行距播种”定义主要参考相关发表期刊文献中的内容确定。

(4) 品种选用标准：因小麦缩距匀播增加了群体数量及后期倒伏和病虫害的风险，所以在品种选择上宜优先选择高产、优质、抗逆、抗倒的紧凑或半紧凑型的冬性、半冬性或弱春性小麦品种，优先选则分蘖力强的多穗型品种，这部分在实际操作中主要依据小麦品种鉴定信息及其豫北区域种植推广品种实际生产情况而定，可选择符合《粮食作物种子 第1部分：禾谷类》(GB 4404.1-2024)的品种。

(5) 生产条件标准：本技术规程是针对超高产冬小麦生产进行规定的，因此生产条件需满足冬小麦健康、安全生长条件，可选择符合《绿色食品产地环境质量》(NY/T 391-2021)和《农田灌溉水质标准》(GB 5084-2021)的生产基地。同时，在实施超高产冬小麦缩距匀播技术条件下，小麦群体大、目标产量(即亩产750公斤以上)高，故冬小麦生产的基础土壤需满足高产田以上土壤肥力基础才可，参考相关文献并进行田间试验验证，土壤质地宜为中壤以上土壤(重壤或轻黏土尤佳)，土壤三相比良好，通透性好，有机质含量17 g/kg以上，速效氮(N)90 mg/kg以上，速效磷(P)35 mg/kg以上，速效钾(K)110 mg/kg以上，基础地力较高。

（6）土壤肥力标准：

肥料选择均以《肥料合理使用准则 通则》（NY/T 496-2010）为标准。超高产冬小麦缩距匀播技术的核心就是群体大、群体结构优化、群体健康、抗逆性强，因此匹配大群体宜注重底肥的无机和有机搭配，使土壤质量可持续增加，同时配施功能性肥料腐熟前茬秸秆、改良土壤质量，调节叶面肥施用技术，促进冬小麦根深、苗壮、产量提升。

I. 施肥量的确定：根据农业农村部种植业管理司和全国农业技术推广服务中心 2024 年 3 月发布的《小麦大面积单产提升行动技术手册》中《黄淮海小麦玉米“吨半粮”高产稳产技术》（小麦单产超过 700 公斤）中“氮（N）、五氧化二磷（ P_2O_5 ）和氧化钾（ K_2O ）用量每亩不低于 20 公斤、5 公斤和 8 公斤”，以及全国农技推广网（<https://www.natesc.org.cn/>）公布的《2025 年冬小麦提单产科学施肥指导意见》中“华北平原及关中平原灌溉冬麦区，产量水平 600 公斤/亩以上，配方肥（N- P_2O_5 - K_2O :20-15-10）推荐用量 50~60 公斤/亩，起身期到拔节期结合灌水追施尿素 18~20 公斤/亩”（折合施 N 18.28~21.2 公斤/亩、 P_2O_5 7.5~9 公斤/亩， K_2O 5~6 公斤/亩），结合豫北地区耕地普遍氮高钾低的情况，本标准推荐氮肥（纯 N）用量为 15 kg/亩 ~ 18kg/亩（基追比为 5:5 或 4:6，追肥时期以拔节后期为佳），磷肥（ P_2O_5 ）用量为 7 kg/亩 ~ 9 kg/亩，钾肥（ K_2O ）用量为 9 kg/亩 ~ 12 kg/亩。同时本起草小组于 2023 年开始，设置了超高产（M1）、高产（M2）和大面积生产（M3）三种生产模式的试验，连续开展了不同肥力水平与冬小麦产量相关性试验。结果显示，在土壤有机质、氮磷

钾含量达到高产以上水平的基础肥力上，连续进行前茬秸秆还田和增施农家肥（ $1.5\text{ m}^3/\text{亩} \sim 3\text{ m}^3/\text{亩}$ ），适当配施功能性肥料（秸秆腐熟菌剂、土壤改良菌剂等）等，配合土壤深耕技术，将肥料深翻入土，可以促进冬小麦生育前期根深苗壮、抗寒和抗旱能力增强，生育后期植株健康生长不易发生病害，同时抗倒伏能力较强，最终获得高产。

II. 叶肥量的确定：课题组在 2024~2025 年，开展了冬小麦不同生育期（越冬期、返青期、拔节期、孕穗期及灌浆期）叶面喷施 KH_2PO_4 试验。结果显示：喷施 KH_2PO_4 后冬小麦基部茎粗、壁厚、茎秆充实度、机械抗弯曲强度有一定程度的提升，茎秆基部第二节间木质素、纤维素、半纤维素含量较高，籽粒产量明显增大。说明在大密度种植冬小麦的基础上，适量增加 KH_2PO_4 喷施次数和总量，有效提高了作物产量和防倒抗逆能力。

(7) 机具选择标准：本标准主要适用于豫北区域大面积超高产田冬小麦的种植，因此主要生产过程均以现代化农业生产标准进行，包括机械化整地、机械化精播、喷灌或滴灌、无人机飞防、机械化收割等环节，可选择符合《小麦全程机械化生产技术规范》（NY/T 3891-2021）相关规定的机具。

(8) 播种作业标准：本部分是冬小麦缩距匀播种植的核心技术。本标准对冬小麦播种的各个关键要素进行了规范，包括：根据多年气温数据和冬前小麦积温要求确定适宜播期，根据实际试验结果数据确定田间播种的宽窄行或等行距的行距标准，根据目标亩穗数和行距调整适宜增加播量，确定适宜的播种深度。

I. 最佳播期确定：本起草小组搜集了近 10 年来豫北地区的气象数据,根据冬小麦安全进入越冬时为 6 叶 1 心叶龄和所需积温为 600℃ 的要求,反向推算冬小麦的播种时间,并结合现行的冬小麦-夏玉米周年栽培模式中玉米晚收技术和当地种粮大户生产实际情况等,确定了豫北地区冬小麦适宜播期范围:半冬性品种为 10 月 10 日 ~ 25 日,弱春性品种为 10 月 15 日 ~ 30 日。

II. 适宜播量及行距确定：研究表明,在适宜播种期内,中高水肥田一般基本苗 18 万/亩左右较适宜。为了实现超高产冬小麦生产目标,本标准播种基本苗为 18 ~ 23 万/亩。自 2023 年开始,本起草小组在常规播量基础上进一步开展了冬小麦缩距匀播试验,适量增加了播量,共设置了 M1 处理(基本苗 25 万/亩、宽行 17cm+窄行 11cm 宽窄行或 15cm 等行距)、M2 处理(基本苗 22 万/亩,宽行 18cm+窄行 13cm 宽窄行)、M3 处理(基本苗 18 万/亩,20cm 等行距)几种播量和行距配置。结果显示,M1 处理的冬小麦大群体长势良好,单茎绿叶数、叶面积指数较高,顶叶叶夹角减小,抽穗后冠层温度变化平稳,受后期高温胁迫影响不大,上层冠层光合有效辐射截获率、旗叶净光合速率、群体光能利用效率提高,籽粒产量显著增加。

(9) 田间管理和收获标准：主要根据本区域高产田先进管理技术进行规定,包括播前整地、底肥基追配比、灌溉水定额标准、病虫害防控、收获时期和方式等。其中种子包衣可选择符合《农作物薄膜包衣种子技术条件》(GB/T 15671-2009)的包衣剂,病虫害防控可选择符合《农药合理使用准则》(GB/T 8321)所有部分的农药。

五、与现行有关法律、法规和标准的关系

本标准符合《中华人民共和国标准化法》、《中华人民共和国标准化法实施条例》、《国家标准管理办法》、《团体标准管理规定》等国家现行法律、法规、规章和强制性国家标准的要求。

六、标准主要内容说明

（一）技术参数等试验研究论据

本标准的制定依托于起草小组开展的田间试验内容。自 2023 年以来，本起草小组连续开展了两年的冬小麦田间试验，设置了有播种密度和肥力水平耦合的三种冬小麦生产技术模式，即：超高产模式（M1）、高产模式（M2）和对照模式（M3），在冬小麦的关键生育期连续测定了麦田土壤理化性质、小麦群个体生长发育特征、冠层环境生态指标、冬小麦产量及其水肥利用效率等。

1. 持续培肥地力，保障农田土壤质量，是冬小麦高产突破的基础

研究于冬小麦播前及收获期取 0~20cm、20~40cm、40~60cm 土层样品，测定土壤机械组成、容重、孔隙度、团聚体、pH、活性有机碳、阳离子交换量。同时于小麦关键生育期取不同土层样品，测定土壤活性有机碳含量、有机质含量、硝态氮和、铵态氮、全氮、速效磷、全磷含量，以及土壤蔗糖酶、脲酶、碱性磷酸酶活性。结果如下：

土壤物理结构——超高产模式（M1）优化了土壤机械组成，显著提高了在各土层中（0~20cm、20~40cm 和 40~60cm）粉粒含量、

降低了砂粒与黏粒的占比，降低了土壤容重、增加了土壤孔隙度，水稳性大团聚体占比最高，且 pH 有所下降，阳离子交换量大幅提升，有效增强了土壤化学肥力与缓冲性能。相较于高产模式（M2）和常规大面积生产模式（M3），“超高产”模式在构建健康、肥沃、结构良好的耕层方面具有全方位的优势，为作物实现高产高效创造了理想的土壤条件。

土壤养分和酶活——超高产模式（M1）显著提升了土壤活性有机碳和有机质含量，全面增强了土壤碳库活性与肥力基础；通过加强硝态氮、铵态氮和全氮供应，构建了充足的氮素储备与高效的氮素供应体系；通过提升速效磷和全磷含量，增强了土壤磷素有效性与储备能力。且该模式下土壤酶活性整体水平较高。相较于高产模式（M2）和常规大面积生产模式（M3），“超高产”模式在土壤养分激活、供应与储备方面具有全方位的优势，为冬小麦高产稳产构建了养分充足、供应协调的土壤肥力环境。

2. 大群体、壮个体，群个体协调发展，是冬小麦高产突破的必经之路

研究于冬小麦关键生育期测定了小麦群体数量、叶面积指数、干物质质量、株高、单株叶面积、叶夹角，以及株高、重心高、基部节间的长度、节间直径、节间壁厚、节间充实度、半纤维素、纤维素和木质素含量等抗倒伏指标。结果如下：

冬小麦群体结构——M1 模式基本苗高且分蘖力强，显著提高了越冬期-返青期的群体数量差 ($P < 0.05$)，以保证中后期较高的成穗比

例;M1 在小麦开花期的叶面积指数较 MT 和 LT 处理分别提高 10.14% 和 13.76%，为小麦实现高产构建了较庞大的光叶系统；同时，M1 模式下单茎绿叶数增多，顶叶叶夹角减小，趋于直立型分布，有利于群体内光分布优化，构建了良好的小麦群体结构。

冬小麦抗倒伏性能——在小麦各关键生育期，小麦株高均表现为 M1<M2<M3 的规律；M1 的茎秆充实度显著优于 M2 和 M3，有效增强了茎秆机械强度；M1 的基部第二节间长度显著缩短、节间直径增加、干物质积累量提高，构建了“短、粗、重”的壮秆结构，其中节间直径较 M3 增粗 17.78%~21.01%，干物质重量较 M3 提高 101.46%~128.57%；基部第二节间的木质素和纤维素含量在各生育期均表现为 M1>M2>M3，M1 的半纤维素含量在各生育期均处于最高水平，为冬小麦抗倒伏性能提供了形态支撑。

3. 群体冠层优化，通风透光，是冬小麦高产突破的生态环境保障

于小麦抽穗后每 10 天一次，测定不同深度土壤温度、冠层不同高度叶面指数、光合有效辐射（PAR）、消光系数、胞间 CO₂ 浓度、净光合速率、气孔导度、蒸腾速率等指标。结果如下：

小麦冠层光合作用——两年数据均显示 M1 在上层冠层光合有效辐射截获率保持最高水平，表现出更强的冠层光拦截能力，且后期维持能力强；同时 M1 显著改善了冠层中下部的透光性，下层光合有效辐射截获率在各生育期均保持最高水平，有效延长了基部功能叶寿命，保障了群体光合持续性；即 M1 构建了“上层高效截获、下层均匀透

光”的理想冠层结构，实现了光能在群体内的优化分配。此外，小麦旗叶叶绿素相对含量（SPAD）、Fv/Fm 值、净光合速率（Pn）的变化也都是 M1 始终保持最高水平，说明 M1 旗叶的光合能力最强，为干物质积累和籽粒灌浆提供了充足的光合产物来源。

小麦冠层温度——相较于 M2 和 M3，M1 模式在拔节期、抽穗期、灌浆期和成熟期均表现出明显的低温优势，尤其在成熟期 M1 冠层温度显著低于其他模式，此外麦田土温也以 M1 最低。较低的冠层温度有利于减轻后期高温对光合器官的损伤，保障了生育后期的光合功能持续稳定。

小麦冠层湿度——相较于 M2 和 M3，M1 在成熟期冠层湿度显著高于其他模式，表明其冠层微环境更为湿润，有利于延缓叶片衰老，维持后期光合功能，为籽粒灌浆提供了良好的冠层微气候条件；此外，它的旗叶蒸腾速率（Tr）、气孔导度（Gs）始终均保持最高水平，胞间 CO₂ 浓度（Ci）则维持较低的浓度，这都是 M1 高光效特性的重要体现。

4. 产量与资源利用率并肩提升，是小麦高产突破的最终目标

研究在小麦成熟时对不同模式进行测产，调查产量三因素，并进一步计算水分利用效率、化肥利用效率和经济效益等指标。结果如下：

2024 年 6 月 2 日经专家测产验收，M1 和 M2 的小麦单产分别达到 703.30 kg/亩 和 653.80 kg/亩，与 M3（CK，552.26 kg/亩）比较，产量增幅分别为 27.35%和 18.39%，水分利用效率增幅分别为 16.80%和 8.56%，氮肥偏生产力增幅分别为 19.88%和 11.16%；磷肥偏生产

力增幅分别为 26.11%和 16.93%；钾肥偏生产力增幅分别为 16.31%和 7.99%；直接收益（农产品服务价值）增幅分别为 21.74%和 10.51%。

2025 年 6 月 5 日经专家测产验收，M1 和 M2 的小麦单产分别达到 835.40 kg/亩 和 811.45 kg/亩，与 M3（CK，570.80 kg/亩）比较，产量增幅分别为 46.36%和 42.16%，水分利用效率增幅分别为 34.64%和 33.02%，氮肥偏生产力增幅分别为 35.54%和 29.06%，磷肥偏生产力增幅分别为 24.88%和 18.66%，钾肥偏生产力增幅分别为 29.02%和 18.75%，直接收益增幅分别为 24.43%和 22.47%。

（二）主要试验研究综述报告、技术经济论证和预期经济效果

根据本起草小组的田间试验和数据结果，我们撰写了承担研究任务的科技报告，同时将我们的研究结果凝练为冬小麦高产关键生产技术，在焦作修武县开展了一定面积的示范验证。在技术推广过程中，通过技术培训和示范，促使当地种粮大户在冬小麦种植过程中更注重精细整地和播种，精准进行水肥运筹，积极开展病虫害防控。在稳定高产的前提下，减少了水资源和化肥农药的无效投入，提高了光温水肥等资源的利用效率，实现了农民丰产增收的双重目的，极大调动了当地种粮大户的种植积极性；同时进一步带动周边区域，提高冬小麦生产的整体技术水平，实现冬小麦大面积高产，取得了良好的社会效益和经济效益。如果借助标准的制定与发布，能更为广泛的推广应用超高产冬小麦缩距匀播种植技术，促进豫北地区冬小麦生产向高产稳产、环境友好、资源高效利用的农业生产目标发展，为豫北地区小麦生产发展有效助力。

七、分歧意见的处理过程、依据和结果

本标准在编制过程中，没有重大意见分歧。

八、采用国际标准或国外先进标准情况

本标准未直接采用国际标准，但参考了美国、澳大利亚等国在小麦高密种植、水肥一体化方面的技术理念。与国外同类技术相比，本标准更注重缩距匀播技术对超高产冬小麦群体结构调控与光能利用效率的提升，更适应我国集约化、精耕细作的生产模式。

九、贯彻标准的措施建议

1. 编制通俗易懂的技术图解、明白纸等资料，发放给豫北主要冬小麦产区的农技人员和种植大户，加强技术培训，开展标准宣贯；

2. 依托原有项目示范区，开展现场观摩与测产验收活动，以点带面推广标准技术规程；

3. 结合智慧农业平台，逐步实现精准播种、水肥一体化和节水灌溉等；

4. 建立标准实施反馈机制和标准实施效果跟踪评估机制，收集应用中出现的问题，为标准的修订和完善积累依据，持续优化技术内容。

十、其他应予说明的事项

无。

2026年3月31日