

《常规粳稻减氮丰产优质高效生产技术规程》(征求意见稿)编制说明

一、目的意义

1.1 简述产业发展现状

当前,国内外在常规粳稻高产优质栽培技术体系中尚未形成兼顾减氮、丰产、优质与高效生产的标准化技术体系。经国家标准信息公共服务平台检索,以“水稻减氮”、“粳稻高效生产”、“控氮丰产”等为关键词查新,结果显示目前仅有1项针对太湖地区单季粳稻的江苏省地方标准《水稻控氮减磷生产技术规程》

(DB32/T 2962-2016)。该标准主要规定了氮磷养分管理的品种选择、田间工程及耕作施肥要求,侧重于氮磷总量控制,但未系统集成减氮条件下水稻产量、品质与氮肥利用率协同提升的技术路径,尤其缺乏针对常规粳稻品种的氮肥优化运筹及精准高效施用、水肥协同调控等关键技术指标。江苏省作为我国常规粳稻的主产区,长期存在着氮肥施用次数多、施用量过大的问题。过量的氮肥并没有带来产量的显著提升,反而导致生产成本增加,稻米品质变劣,稻田氮素流失等问题。现行标准虽在控氮减磷方面发挥了一定作用,但其技术覆盖区域局限于太湖流域,也未建立减氮与丰产优质协同提升的技术规范,难以适应全省不同生态区不同生育类型常规粳稻生产的差异化需求。

本项目制定的《常规粳稻减氮丰产优质高效生产技术规程》,通过集成品种优选、轻简化壮苗培育、简化与精准施肥、合理控水灌溉等关键技术,形成覆盖深耕整地、育苗、肥水管理等生产环节的标准化操作体系。本标准突出轻简、低耗、绿色的生产理念,实施后将有效解决传统稻作生产过程中氮肥施用次数多、施用量大的顽疾,有效协调好产量、品质与效益协同提升的技术矛盾,为推进全省水稻大面积单产提升,实现丰产、优质、高效的有机结合提供技术支撑,并能辐射和带动其它以常规粳稻为主的省市水稻向现代稻作生产方向发展,提升我省等地区的稻米产能、优化稻田生长环境均具有重要现实意义。

1.2 制定团体标准的必要性

我国是全球最大的水稻生产国和稻米消费国,稻米生产直接关系国家粮食安

全与人民生活需求。江苏省是全国常规粳稻种植面积较大的省份之一，更是单产水平最高的优势产区，2023 年全省水稻种植面积达 222.10 万公顷，总产 2003.25 万吨，其中常规粳稻占比达 85%左右，优良食味品种推广面积超过 87 万公顷。但江苏省也是施肥大省，施氮水平高于全国平均氮肥用量的 30%左右；水稻大田生产中，一生施（氮）肥次数一般 4-5 次，甚至更多。施氮量大，施肥次数多，并没有带来产量的显著提升，反而导致生产成本增加，稻米品质变劣，稻田氮素流失等问题。尽管江苏省已在积极推广缓控释肥、机插水稻侧深施肥等新肥料、新技术，但这些不是一蹴而就的事，目前推广面积还非常有限，常规速效肥依然是生产者的首要选择。如何简化施肥过程，减少施肥次数，减少施氮量，并能实现减氮与丰产、优质、高效协同提高的效应，亟待需要制定一个有关水稻减氮丰产优质高效生产的技术规程。

现行《水稻控氮减磷生产技术规程》（DB32/T 2962-2016）虽在氮磷总量控制上取得一定的成效，但其技术局限显著：一是没有针对秸秆全量还田的氮肥优化运筹方案，忽略了秸秆还田后对土壤养分影响的变化和秸秆还田后的减氮潜力。本团队研究表明，秸秆还田后，常规粳稻在壮苗、精细整地、合理水管的条件下，采用“一重二减三控”（重施基肥；减少分蘖肥；控制穗肥用量和次数，改两次穗肥法为一次穗肥法）3 次施肥法的水稻产量，较传统的“轻基肥，多分蘖肥、重穗肥（促花肥与保花肥结合）”5-6 次施肥法产量提高 3%~5%，施肥次数减少 2 次以上，氮肥用量减少 10%~15%；二是轻简化技术适配不足，机插水稻育苗床土制作仍采用传统的、耗时耗力的床土培肥法。本标准采用“过筛的普通水稻土+壮秧剂”制作床土，简化了床土制作的过程，减少人工投入，结合适量精准播种、精准水肥管理等措施，既能培育出符合生产者需要的健壮秧苗，又能有效缓解因床土培肥不足或过量、培肥不均匀带来的“烧苗”等秧苗生长不良等问题，实现了水稻育苗技术的轻简化。

《常规粳稻减氮丰产优质高效生产技术规程》的制定，将填补两大技术空白：一是创新提出秸秆还田背景下常规粳稻的减氮策略，通过调整氮肥运筹，采用“一重二减三控”高效施肥法，实现减氮与丰产、优质、高效协同提高；二是集成品种优选与之相配的栽培调控技术，针对不同生态区主栽品种特性制定标准化和轻简化的苗、水、肥管理方案。标准实施后，可为我省常规粳稻的生产区域提供“减氮、低耗、增产、提质、增效”的标准化技术方案。

1.3 制定团体标准的可行性

本标准的制定基于扎实的理论研究与实践验证。起草单位长期深耕于水稻丰产优质高效栽培理论与技术研发示范推广。近年来，在轻简化毯苗壮秧培育、高效施肥、水分精准管理等技术方面均有系统、科学的研究，并取得了明显的成效：

1) 轻简化毯苗壮秧培育技术：传统机插秧床土制作工序多，时间长，过程繁琐；采用催芽的湿种子+暗化过程，增加烧苗的风险；秧龄一般在 15-18 天，弹性小。生产上因天气、机械、人力、整地、水源等客观因素及因这种育秧方式产生的秧龄时间短、苗质弱、秧龄弹性小等自身苗体缺陷的制约，栽插窗口期内的秧苗不能及时移栽，产生了严重的超秧龄移栽的现象。超秧龄水稻的苗体素质快速变劣，栽插质量差，成活慢，成苗少，生长也慢。

采用素土（未培肥素过筛水稻土）加多功能壮秧剂复配床土，达到补充营养、土壤消毒、酸碱调节及生长调控于一体；精准播种 120 克干种子/盘；实施“现青期+移栽前 3 天”两次氮肥精准施肥法；采用控水管理和病虫害高效防控等综合措施，秧苗在宜栽期内个体生长健壮，群体生长整齐，茎基宽、根数和株高等苗质指标保持较优水平。这种培育的秧苗，秧龄可延长 3-5 天，栽插窗口期增加 3-5 天，为水稻高质量群体的构建和产量的提升打下坚实的苗体基础。**本标准采用的毯苗壮秧培育技术，过程简单，轻便、高效，实用性强。**

2) “一重二减三控”高效施肥法：传统的施肥大田水稻施氮肥次数多达 5-6 次，施肥量大，氮肥利用率低，采用“一重二减三控”高效施肥法实现了氮肥施用次数减少 1-2 次，施用量减少 10%-15%，产量提高 3%-5%综合提高的效应。

本研究团队近年来在秸秆还田与品种类型、氮肥优化运筹的互作方面取得了明显进展，明确了麦秸秆腐解过程、养分释放与土壤氮素变化动态，即“前抑后促”。秸秆刚还田后，由于微生物的“固氮效应”，降低了土壤氮素含量，待秸秆腐解基本停滞、微生物死亡后，被固定的氮素养分开始释放，土壤氮素含量开始增加，释放高峰在秸秆还田后 60d~70d，此时正值水稻穗分化中期，与保花肥施用期高度重叠，释放的氮使土壤有效氮含量提高的值相当于施用 10 斤左右尿素的效果，表明秸秆中释放出来其蕴含的养分具有替代或大部分替代施用保花肥起到的正向效果。基于秸秆还田后带来了土壤养分“前抑后促”的变化，我们调整优化了氮肥运筹方案，形成了“一重二减三控”高效施肥法：①增加了基肥施氮比例，由过去不足 30%提高到 40%左右，以补充、缓解水稻前期生长与微生物

争氮的现象；②在壮苗和适宜基本苗的基础上，改变过去 2-3 次的分蘖肥施用为一次施用，既能及时达到预期穗数所需的群体，又能控制无效生长，提高了成穗率；③常规粳稻的颖花退化率要明显低于籼稻或杂交稻，同时由于上述秸秆中蕴含的养分释放高峰与保花肥施用期高度重叠，这两个因素的叠加使得秸秆全量还田下常规粳稻完全可以不需要采用传统的促保结合的二次穗肥施用法，而采用“不施保花肥即全施促花肥一次穗肥施用策略”有了理论和实践实现的可能，从而实现了减氮、丰产、优质、高效协同提高的生产目标。团队研发的“秸秆还田-氮肥精准调控”技术体系已在江苏省三大生态区（苏南、苏中、苏北）开展多年的试验与示范推广，覆盖早（中）熟晚粳（南粳 46）、迟熟中粳（南粳 9108、淮稻 5 号）、中熟中粳（金粳 818）等常规粳稻不同生育类型的主栽品种，验证了技术的稳定性和普遍性。

3) 干湿交替精准灌溉模式：过去稻田水分管理通常采用一段时间水层灌溉或干湿交替的模式，但水层灌溉、干湿交替并没有具体时间长度的标定，一般持续时间较长，随意性大，可操作性差，在秸秆不还田条件下，这种粗放的水管模式的危害性还不太显现。但在秸秆还田条件下，一般连续淹水 7 天左右就会产生伤害根系的物质，伤根伤苗，水稻生长受阻，特别是小苗移栽的机插水稻。因此，**秸秆还田条件下，稻田水管不能采用过去长周期灌溉的方法，而应采用不超过 7 天的短周期灌溉模式，同时 7 天内有“水层”和（湿润至脱水的）“无水层”交替进行**，对不同生长阶段我们提出了针对性管水方案：对处于恢复生长、促进生长、对水分敏感阶段的水稻，宜采用“有水层（浅水）时间长、无水层（湿润不积水）时间短”的方式；对处于控制生长、延缓衰老、对水分不敏感阶段水稻，宜采用“无水时间长、有水时间短或断水搁田”的方式。**在标准 9.1 水浆管理中“有水层”和“无水层”时间上均具体到以“天”为单位，这样高效精准的水管方法，简便易学，可操作性强。**

起草第一单位扬州大学董桂春教授、王余龙教授团队长期从事水稻根系生理、养分高效利用及丰产优质栽培技术研究与推广工作，参加起草的其它单位江苏省农业技术推广总站、徐州生物工程职业技术学院、常州市农业农村局、扬州市农业农村局、无锡市农业农村局、江阴市农业技术推广中心、宜兴市农业技术推广中心，长期从事农业生产新品种、新技术、新装备的示范推广工作。本标准的主要技术点包括“轻简化壮苗培育”，“一重二减三控”高效施肥和“干湿交替水分精准管理”等技术，轻型、简便、易于学习，可操作性强。研究团队与江苏省、上

海市等农业农村部门有多年的长期合作的关系，在江苏省洪泽、五图河、大中、方强、弇港等农场，上海市海丰、上海、川东、跃进、长江等农场以及在江苏省常州、无锡、扬州、淮安、连云港等多地开展试验示范、技术推广工作，推广应用本标准的主要技术内容，水稻施肥次数减少 1~2 次，氮肥施用量减少 10%~15%，稻谷单产提高 3%-5%，稻米食味品质显著改善，种植效益不断提升。

1.4 预期经济、社会、生态、安全等效益分析

本标准的研究旨在推动江苏省常规粳稻生产向减氮、丰产、提质、增效与绿色生产发展。通过秸秆还田与深耕、轻简化壮秧培育、减氮与高效施肥、干湿交替控水管理等关键技术，形成标准化技术体系，预期在经济效益、社会效益及生态效益方面取得显著成效。经济效益方面，优化氮肥运筹与秸秆还田技术可减少传统氮肥施用量 10%~15%，氮肥利用率提高 2~3 个百分点，每亩节省肥料与施用成本约 15~25 元，提高稻谷产量 15~25 公斤，稻米整精米率提高 1~2 个百分点，稻谷增产与提质增收 55~85 元，亩均节本增效合计增加 70~110 元。社会效益层面，本标准 of 常规粳稻生产从育苗、施肥、水管提供了统一技术标准，技术简明轻便，措施有力，便于应用与推广，并使节肥与丰产、提质、增效有机结合，将推广农业生产向规模化、标准化、高效化迈进。生态环境方面，通过实施本标准主要技术措施，可节肥 10%~15%，氮肥利用率提高 2~3 个百分点，稻田尾水中氮、磷含量分别下降 3.27%~6.4%，8.75%~26.21%，减少了稻田氮、磷量，缓解了水体富营养化及其引发的农业面源污染等问题，引导农户向环境友好型生产方式发展，促进农业“双减”行动落实，助力我省稻作生产向“减氮、低耗、绿色”方向迈进。

二、任务来源

根据 2025 年 2 月 19 日江苏省农学会下达的关于征集 2025 年江苏省农学会团体标准（第一批）立项项目的通知，标准牵头单位向江苏省农学会提交立项申请。根据 2025 年 5 月 22 日江苏省农学会下达的《关于 2025 年江苏省农学会团体标准（第一批）立项的公告》（苏农学字[2025]12 号），批准本标准（常规粳稻减氮丰产优质高效生产技术规程）立项。

三、起草单位和起草人员信息及分工

姓 名	单 位	分 工
董桂春	扬州大学	总体负责，技术研发，示范推广，撰写
杨洪建	江苏省农业技术推广总站	技术研发，示范推广，撰写
舒小伟	徐州生物工程职业技术学院	技术研发，示范推广，撰写
周 娟	扬州大学	技术研发，示范推广，调研
王余龙	扬州大学	技术研发，示范推广，指导
居 静	扬州大学	技术研发，示范推广，调研
荆培培	江苏省农业技术推广总站	技术研发，示范推广，调研
徐 萱	常州市农业农村局	技术研发，示范推广
吴 华	扬州市农业农村局	技术研发，示范推广
龚克成	无锡市农业农村局	技术研发，示范推广
王坚纲	江阴市农业技术推广中心	技术研发，示范推广
陈可伟	无锡市农业技术推广中心	技术研发，示范推广
唐东南	扬州大学	技术研发，示范推广
徐杰姣	扬州大学	技术研发，示范推广
赵士茹	扬州大学	技术研发，示范推广
丁周宇	扬州大学	技术研发，示范推广
杨 英	扬州大学	技术研发，示范推广
王树深	扬州大学	技术研发，示范推广
伏 桐	扬州大学	技术研发，示范推广
霍晓晴	扬州大学	技术研发，示范推广
王子涵	扬州大学	技术研发，示范推广
杨 瑞	扬州大学	技术研发，示范推广
姚友礼	扬州大学	技术研发，示范推广
黄建晔	扬州大学	技术研发，示范推广

四、编制过程（需根据标准制定程序各阶段的进展不断补充，直到报

批为止)

2025 年 2 月-4 月：标准的编制与完善。

2025 年 5 月-2025 年 10 月：根据标准草案，针对关键技术环节开展大范围实证性试验示范。

2025 年 11 月-12 月：开展标准体系的论证咨询和进一步完善。

2026 年 1 月以后：针对省内与水稻种植业管理部门、农业企业、农业专业化合作组织，开展标准的宣传和培训，推动标准的贯彻实施。

五、主要内容及技术指标确立依据（重点内容）

5.1 轻简化壮苗培育技术

以南粳 9108 为供试材料，以素土（未培肥的过筛水稻土），进行了壮秧剂比较试验：设无壮秧剂素土、素土+育苗伴侣（扬州，里下河农科所）、素土+育秧绿（淮安，诚信肥业有限公司）、素土+龙旗（南通，祺丰肥料科技有限公司）和素土+杰伟（无锡，坊前杰伟壮秧剂有限公司）共 5 个床土处理；秧田期施氮试验：设无壮秧剂素土+不施肥、素土+育苗伴侣+苗期施 1 次肥（1 叶 1 心）和素土+育苗伴侣+苗期施 2 次肥（1 叶 1 心和移栽前 3 天），共 3 个处理；播种量试验：设每盘 75g、100g、125g、150g、175g 和 200g，共 6 个播种量处理；秧龄试验：设 23 天、28 天、33 天、38 天共 4 个秧龄处理。

表 1 机插秧育苗配套措施对水稻秧苗素质的影响

试验/处理	苗高 (cm)	叶龄	1 叶长 (cm)	2 叶长 (cm)	3 叶长 (cm)	4 叶长 (cm)	茎基宽 (mm)	根数 (根)
壮秧剂比较								
无壮	9.37 b	3.11 b	1.51 a	3.24 b	5.09 b	0.58 b	2.24 b	11.48 b
育苗伴侣	15.84 a	3.48 a	1.38 a	4.11 a	6.77 a	3.25 a	2.55 a	13.63 a
育秧绿	15.86 a	3.48 a	1.50 a	4.18 a	6.65 a	3.15 a	2.51 a	13.50 a
杰伟	15.77 a	3.50 a	1.32 a	4.25 a	6.62 a	3.29 a	2.54 a	13.48 a
龙旗	15.80 a	3.49 a	1.36 a	4.24 a	6.57 a	3.24 a	2.54 a	13.65 a
秧田期施氮								
无壮无肥	9.37 c	3.11 c	1.51 a	3.24 a	5.09 a	0.58 c	2.24 c	11.48 a
壮+1 次肥	15.05 b	3.39 b	1.35 a	3.47 a	6.43 a	2.52 a	2.42 a	12.95 a
壮+2 次肥	15.84 a	3.48 a	1.38 a	4.11 a	6.77 a	3.25 a	2.55 a	13.63 a
播种量								
75g	14.32 d	3.47 a	1.44 a	4.44 a	7.50 a	3.53 a	3.23 a	15.18 a
100g	14.94 cd	3.47 a	1.26 a	4.26 ab	7.27 a	3.42 ab	3.02 a	13.75 ab
125g	15.84 c	3.48 a	1.38 a	4.11 b	6.77 b	3.25 bc	2.55 b	13.63 ab

150g	17.38 b	3.49 a	1.22 a	3.59 c	6.50 bc	3.20 bc	2.46 bc	12.38 b
175g	18.94 a	3.48 a	1.42 a	3.42 cd	6.46 c	3.08 c	2.43 bc	12.93 b
200g	20.01 a	3.48 a	1.36 a	3.19 d	6.43 c	3.07 c	2.24 c	12.60 b
秧龄								
23d	15.84 c	3.48 d	1.38 a	4.11 c	6.77 c	3.25 d	2.55 a	13.63 c
28d	18.44 b	3.75 c	1.35 a	4.35 a	7.62 a	5.62 c	2.49 a	15.23 bc
33d	20.23 ab	3.90 b	1.32 a	5.28 a	8.51 a	7.60 a	2.36 a	16.05 ab
38d	20.72 a	4.00 a	1.33 a	5.29 a	8.64 a	8.65 a	2.28 a	16.85 a

不同小写字母表示不同处理在 $P=0.05$ 水平上差异显著。下同。

素土配施壮秧剂和秧田期施氮提升了秧苗素质，秧苗的叶龄、叶长、茎基宽和根数均显著增加，分别以“育苗伴侣”壮秧剂和壮秧剂+2次肥处理各指标最优；随着播种量的增加和秧龄的延长，秧苗素质显著趋劣，分别以75g播种量和23d秧龄处理最优。

表 2 机插秧育苗配套措施对水稻产量及构成因素的影响

试验/处理	产量 (kg·hm ⁻²)	穗数 (×10 ⁴ ·hm ⁻²)	每穗粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)
壮秧剂比较					
无壮	9388.76 c	362.25 b	115.36 c	87.71 b	25.62 a
育苗伴侣	10994.25 a	383.48 a	121.65 a	90.77 a	25.96 a
育秧绿	10664.78 b	381.45 a	119.69 ab	90.46 a	25.83 a
杰伟	10436.93 b	383.13 a	117.74 b c	91.27 a	25.35 a
龙旗	10399.95 b	382.50 a	117.47 b c	90.38 a	25.61 a
秧田期施氮					
无壮无肥	9388.8 c	363.6 c	115.36 b	87.71 b	25.62 ab
壮+1次肥	9958.8 b	368.7 b	119.26 a	89.33 ab	25.35 b
壮+2次肥	10628.7 a	381.6 a	119.41 a	90.42 a	25.75 a
播种量					
75g	11485.32 a	397.46 a	121.19 a	90.79 a	26.27 a
100g	11167.58 ab	394.65 a	120.06 ab	90.23 a	26.13 a
125g	10994.25 b	383.48 b	121.65 a	90.77 a	25.96 a
150g	10346.60 c	380.30 c	118.49 b	89.86 a	25.55 b
175g	9787.77 d	380.00 c	114.21 c	88.63 a	25.44 b
200g	9150.23 c	377.97 c	114.15 c	85.62 b	24.76 c
秧龄					
23d	10885.05 a	388.80 a	121.67 a	90.42 a	25.45 a
28d	10310.75 b	381.20 b	118.01 b	89.84 a	25.51 a
33d	9445.47 c	368.33 c	114.55 c	88.01 b	25.44 a
38d	8405.07 d	349.50 d	108.72 d	86.81 c	25.48 a

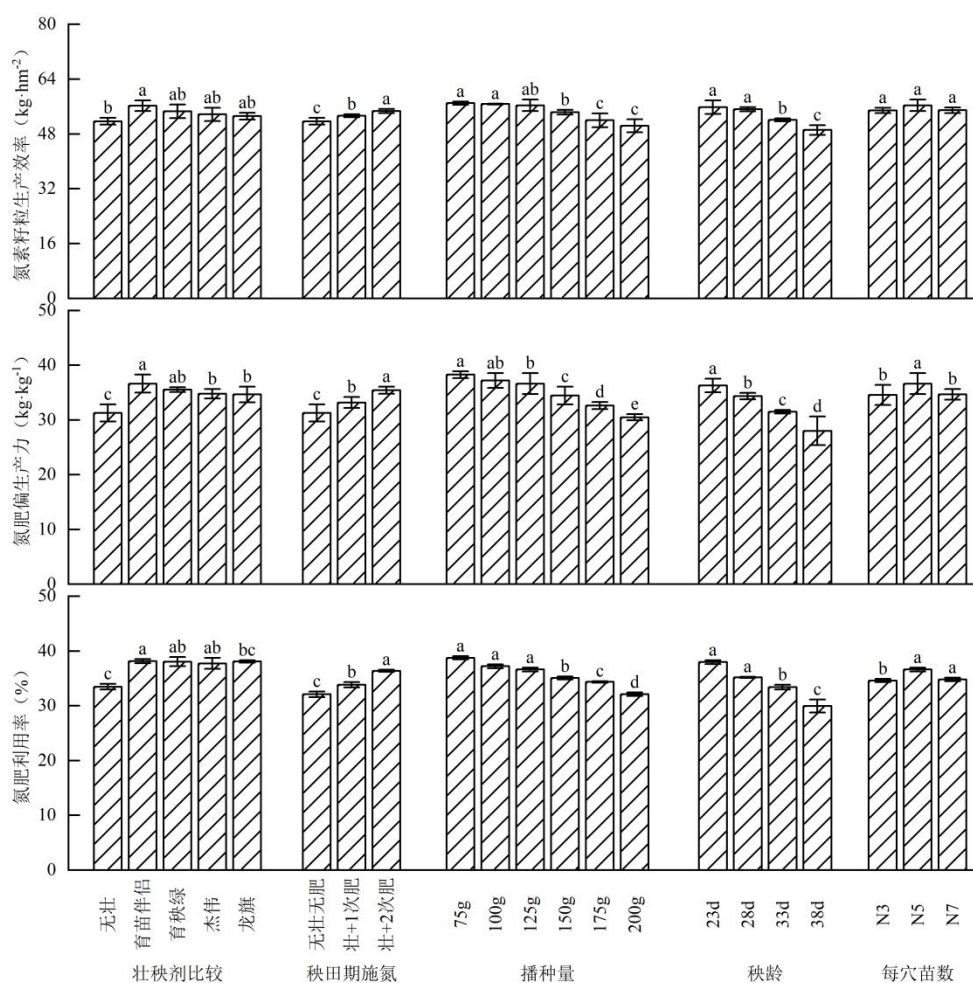


图 1 机插秧育苗配套措施对水稻氮素利用的影响

不同小写字母表示不同处理在 $P=0.05$ 水平上差异显著。下同。

素土配施壮秧剂和秧田期施氮显著提高了水稻产量，壮秧剂处理和壮+2次肥处理分别平均增加 13.16%和 9.97%；随着播种量的增加和秧龄的延长，产量显著降低，以 75g 播种量和 23d 秧龄处理最高，分别增加 2.84%~25.52%和 5.57%~29.51%。

素土配施壮秧剂使氮素籽粒生产效率、氮肥偏生产力和氮肥利用率显著增加；秧田期施氮提高了氮素利用指标；随着播种量的增加和秧龄的延长，氮素利用率显著降低，分别以 75g 播量和 23d 秧龄处理最高。从播量来看，75g/盘产质量水平最高，但秧苗数少，每亩需要秧盘数较多；而播量 100g/盘的产量较 75g/盘没有显著差异，且每亩秧盘数数量明显减少，较易实现丰产、稳产和成本降低的协同发展。因此，大面积生产上建议采用每盘 100g 的播种量为宜。

综上：大面积生产上，机插秧采用干种子直接播种在素土+壮秧剂的床土上，

100g/盘的播种量，秧田期施用两次肥料，结合控水管理，可实现秧龄延长 3-4d 左右（秧龄 $\leq$ 23d），有利于提升水稻秧苗素质，实现产量和氮素吸收利用的同步提高。

5.2 耕作方式与秸秆还田试验

5.2.1 耕作方式试验

防渗漏小区试验。2021 年在常州市新北区奔牛稻麦原种场，供试品种为早熟晚粳稻水稻金武软玉。人工模拟机插，株行距为 13.3 cm $\times$ 30 cm，密度为 25.06 $\times$ 10⁴·hm⁻²。前茬为小麦，全量麦秸秆还田（6 t·hm⁻²）。设秸秆浅旋、秸秆深耕、秸秆浅旋+不施肥共 3 个处理，每处理 33m²。深耕 20cm 左右，浅旋 10cm 左右。施肥区施纯氮 240 kg·hm⁻²，氮磷钾施用比例为 1:0.35:0.35。氮肥均用尿素，含氮量 46.6%，氮肥运筹为基肥:分蘖肥:穗肥=3.5:3:3.5；磷钾肥采用过磷酸钙和氯化钾，作基肥一次施入。

5.2.1.1 对产量及构成因素的影响

由表 3 可知，与浅旋相比，深耕处理的产量增加 10.79%，结实率和千粒重分别增加 1.26%和 15.53%，穗数和每穗粒数分别降低 3.83%和 1%。

表 3 耕作方式对产量及构成因素的影响

处理	产量 (t·hm ⁻²)	穗数 ($\times$ 10 ⁴ ·hm ⁻²)	每穗粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)
CK	4.97c	176.28d	112.15b	95.28a	26.40a
浅旋	9.55b	372.60a	129.43a	88.49c	22.26d
深耕	10.58a	358.33b	128.14a	89.60b	25.72b

5.2.1.2 对氮素利用的影响

由表 4 可知，深耕处理的氮素籽粒生产效率、氮素收获指数和氮肥偏生产力氮肥利用率均高于浅旋，分别高 9.25%、1.89%、11.86%和 4.4%；深耕处理的百公斤籽粒需氮量低于浅旋处理，下降 2.76%。

表 4 耕作方式对氮素利用的影响

处理	氮素籽粒生产效率 (kg·kgN ⁻¹)	氮素收获指数 (%)	百公斤籽粒需氮量 (Nkg·100kg ⁻¹)	氮肥偏生产力 (kg·kg)	氮肥利用率 (%)
CK	58.29a	63.62a	1.52d		
浅旋	53.04b	55.21b	1.89b	39.81b	35.19c

深耕	57.95a	56.25b	1.73c	44.53a	36.74b
----	--------	--------	-------	--------	--------

5.2.1.3 对稻田尾水养分含量的影响

由表 5 可知，深耕处理的尾水总氮含量在分蘖期、拔节期、抽穗期均低于浅旋理，分别低 3.84%、6.34%、4.63%。深耕处理的尾水总磷含量在分蘖期、拔节期和抽穗期均显著低于浅旋处理，分别低 9.92%、16.34%、17.31%。

表 5 耕作方式对稻田尾水养分含量的影响（mg·L⁻¹）

处理	总氮			总磷		
	分蘖期	拔节期	抽穗期	分蘖期	拔节期	抽穗期
CK	1.88d	1.92d	1.62d	0.23c	0.31c	0.21b
浅旋	5.73a	5.68a	2.16a	2.62a	1.53a	0.52a
深耕	5.51b	5.32b	2.06c	2.36b	1.28b	0.43a

5.2.2 秸秆还田与耕作方式试验

大田试验。试验时间、地点、品种、耕作深度同 4.1。机械栽插，株行距为 13.3 cm×30 cm，密度为 25.06×10⁴·hm⁻²。设秸秆还田+深耕、秸秆还田+浅旋、秸秆不还田+深耕、秸秆不还田+浅旋四个处理，每个处理种植一块田，约 666.7m²。全量麦秸秆还田（6 t·hm⁻²）。肥料均为常规速效产品，施纯氮 240 kg·hm⁻²，氮磷钾施用比例为 1:0.35:0.35，磷钾肥采用过磷酸钙和氯化钾，作基肥一次施入。氮肥运筹为基肥:分蘖肥:穗肥=3.5:3:3.5。

5.2.2.1 对产量及构成因素的影响

由表 6 可知，秸秆还田处理的产量显著高于秸秆不还田处理，平均增加 5.59%，穗数、每穗粒数和结实率平均增加 3.41%、1.53%和 1.75%，千粒重降低 1.15%。秸秆还田下，深耕处理产量较浅旋处理增加 10.7%，结实率和千粒重增加 1.99%和 13%，穗数和每穗粒数减少 3.3%和 0.66%；秸秆不还田下，深耕处理的产量较浅旋处理增加 6.69%，结实率和千粒重增加 2.67%和 8.43%，穗数和每穗粒数降低 3.18%和 1.01%。

表 6 秸秆还田与耕作方式对产量及构成因素的影响

秸秆	耕作	产量 (t·hm ⁻²)	穗数 (×10 ⁴ ·hm ⁻²)	每穗 粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)
还田	浅旋	9.78c	375.85a	129.52a	88.98c	22.58c
	深耕	10.82a	363.45b	128.66ab	90.75a	25.51a
不还田	浅旋	9.43d	363.24b	127.79ab	87.16d	23.32b

深耕	10.07b	351.70c	126.50b	89.48b	25.29a
----	--------	---------	---------	--------	--------

5.2.2.2 对氮素利用的影响

由表 7 可知，秸秆还田处理的氮素籽粒生产效率、氮素收获指数、氮肥偏生产力、氮肥相对利用率均高于秸秆不还田处理，分别平均高 3.86%、0.44%、4.97%、5.59%，但百公斤籽粒需氮量下降 3.14%。秸秆还田下，浅旋处理的氮素收获指数和百公斤籽粒需氮量均高于深耕处理，分别增加 1.99%和 6.19%，氮素籽粒生产效率和氮肥偏生产力均低于深耕处理，分别减少 9.34%和 6.15%；秸秆不还田下，浅旋处理的氮素收获指数和百公斤籽粒需氮量均高于深耕处理，分别增加 1.83%和 1.52%，氮素籽粒生产效率和氮肥偏生产力均低于深耕处理，分别平均减少 5.56%和 2.08%。

表 7 秸秆还田与耕作方式对氮素利用的影响

秸秆	耕作	氮素籽粒生产效率 (kg·kgN ⁻¹)	氮素收获指数 (%)	百公斤籽粒需氮量 (Nkg·100kg ⁻¹)	氮肥偏生产力 (kg·kg)	氮肥相对利用 率 (%)
还田	浅旋	54.17b	54.20a	1.85a	40.69c	3.64
	深耕	57.72a	53.14a	1.75b	44.88a	7.53
不还田	浅旋	53.29b	53.92a	1.87a	39.57c	
	深耕	54.42b	52.95a	1.84a	41.90b	

5.2.2.3 对稻田尾水养分含量的影响

由表 8 可知，秸秆还田处理的尾水总氮含量，在分蘖期比秸秆不还田处理平均低 6.94%，在拔节期和抽穗期平均增加 7.34%和 2.49%。秸秆还田下，深耕处理的尾水总氮含量在分蘖期、拔节期和抽穗期均低于浅旋处理，分别低 2.9%、2.37%和 8.19%；秸秆不还田下，表现相似的趋势，深耕处理的尾水总氮含量在分蘖期、拔节期和抽穗期比浅旋处理分别低 3.06%、2.54%和 5.38%。

表 8 秸秆还田与耕作方式对稻田尾水养分含量的影响 (mg·L⁻¹)

秸秆	耕作	总氮			总磷		
		分蘖期	拔节期	抽穗期	分蘖期	拔节期	抽穗期
还田	浅旋	5.17c	5.48a	2.32a	2.20b	1.47a	0.47a
	深耕	5.02d	5.35b	2.13bc	2.04c	1.21b	0.32b
不还田	浅旋	5.56a	5.11c	2.23ab	2.54a	1.09bc	0.34b
	深耕	5.39b	4.98d	2.11c	2.31b	0.97c	0.24b

秸秆还田处理的尾水总磷含量，分蘖期比不还田处理低 12.54%，拔节期和抽穗期平均增加 29.8%和 35.78%；秸秆还田下，深耕处理的尾水总磷含量在分蘖期、拔节期和抽穗期都低于浅旋处理，分别低 7.27%、17.69%和 31.92%；秸秆不还田下，表现相似的趋势，深耕处理的尾水总氮含量在分蘖期、拔节期和抽穗期比浅旋处理分别低 9.06%、11%和 29.41%。

综上：1) 秸秆还田较不还田处理水稻产量提高 5.59%，氮肥相对利用率提高了 5.585%；2) 深耕较浅旋水稻产量提高了 8.75%；氮肥利用率提高了 4.4%；分蘖期、拔节期和抽穗期稻田尾水总氮含量分别低 3.27%、3.75%、6.4%，总磷含量分别低 8.75%、15.01%、26.21%。

5.3“一基二控三减”高效施肥法试验

5.3.1 前肥（基肥与分蘖肥）不同施用方式的试验

5.3.1.1 供试材料

试验于 2021~2022 年进行。试验地点为江苏省宝应县山阳镇。供试材料为迟熟中粳水稻品种南粳 9108。

5.3.1.2 试验设计与材料培育

在扬州市宝应县进行。采用塑盘育秧，秧盘规格为 28cm×58cm。5 月 27 日播种，6 月 22 日移栽，均为干种子直接播种。苗床土为过筛水稻土+“育苗伴侣”壮秧剂（江苏省扬州市里下河农科所生产，壮秧剂：水稻土=1：200），播种量为 120g·盘⁻¹，秧苗现青时每盘施 3g 尿素，移栽前 2-3 天每盘施 2g 尿素。施肥量按当地习惯施肥量亩 45 公斤复合肥（3 个 15%）+30 公斤尿素进行实施，基肥、分蘖肥不同施用量处理设计 2-6 等 5 个处理，加上不施肥和所有肥料一次施用共 7 个处理，2-6 处理的穗肥均在叶龄余数 3.5 施用，亩用量 15 公斤复合肥+10 公斤尿素。各处理施肥方式见下表 9。

表 9 试验设计

处理	基肥处理	第一次分蘖肥 (kg·hm ⁻²)	第二次分蘖肥 (kg·hm ⁻²)
1	不施	不施	不施
2	不施	15kg 复合肥+10kg 尿素	15kg 复合肥+10kg 尿素
3	15kg 复合肥	15kg 复合肥+10kg 尿素	10kg 尿素
4	15kg 复合肥+10kg 尿素	15kg 复合肥+10kg 尿素	不施

5	30kg 复合肥	10kg 尿素	10kg 尿素
6	30kg 复合肥+10kg 尿素（精确定量）	10kg 尿素	不施
7	45kg 复合肥+30kg 尿素	不施	不施

5.3.1.3 试验结果

表 10 不同肥料施用方式对水稻产量及构成因素的影响

年度	处理	产量 (t·hm ⁻²)	穗数 (×10 ⁴ ·hm ⁻²)	每穗粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)
2021 年	1	6.42 e	257.50 d	98.61 d	92.95 a	27.19 a
	2	9.20 c	322.50 c	117.91 b	91.49 b	26.46 b
	3	10.45 ab	350.00 ab	129.93 a	91.31 b	25.20 c
	4	10.40 b	339.00 b	124.60 a	91.17 b	27.00 a
	5	10.82 ab	345.00 ab	127.08 a	91.44 b	27.01 a
	6	10.98 a	352.20 a	129.19 a	90.10 b	26.77 ab
	7	7.87 d	319.70 c	103.74 c	89.40 bc	26.54 a
2022 年	1	5.72 e	282.80 d	97.62 c	77.28 b	26.82 a
	2	8.56 d	353.23 c	108.60 b	86.02 a	25.93 c
	3	10.06 c	383.60 a	121.65 a	85.58 a	25.19 d
	4	10.13 bc	367.60 b	122.03 a	85.41 a	26.46 ab
	5	10.32 b	376.85 ab	120.87 a	85.65 a	26.47 ab
	6	10.57 a	384.40 a	120.25 a	87.18 a	26.24 bc
	7	7.56 de	347.84 c	104.56 b	79.96 b	26.01 bc

由 10 可知，两年数据趋势相似，以 2021 年数据进行分析。处理 6（精确定量施肥，基肥+1 次分蘖肥）的产量最高，较处理 2、3、4、5 和 7 的分别高 19.35%、5.07%、5.58%、1.48%和 39.52%。从产量构成因素来看，处理 6 的穗数和每穗粒数最多，处理 2 的结实率最高，处理 5 的千粒重最高。

表 11 不同肥料施用方式对水稻氮素利用的影响

年度	处理	氮肥利用率 (%)	氮素相对生理利用率 (%)	氮素籽粒生产效率 (kg·kgN ⁻¹)	氮肥偏生产力 (kg·kg ⁻¹)	每百公斤籽粒需氮量 (kg N·100kg ⁻¹)
2021 年	1			64.53 a		
	2	34.12 d	30.35 b	48.05 c	34.09 b	2.09 a
	3	33.26 e	44.89 a	55.19 b	38.69 a	1.81 b
	4	36.44 b	40.43 a	52.53 b	38.51 a	1.90 b
	5	36.14 c	45.16 a	54.92 b	40.09 a	1.82 b
	6	37.02 a	45.62 a	55.03 b	40.65 a	1.82 b
	7	25.58 f	21.00 c	46.68 d	29.15 c	2.14 a
2022 年	1			63.71 a		
	2	32.13 e	32.73 b	48.46 c	31.69 c	2.06 a
	3	34.24 d	46.96 a	55.19 b	37.26 b	1.81 b
	4	35.65 c	45.92 a	54.47 b	37.53 b	1.84 b

5	36.35 b	46.96 a	54.93 b	38.24 ab	1.82 b
6	37.05 a	48.56 a	55.7 b	39.16 a	1.8 b
7	25.58 e	21.00 c	46.68 c	29.15 c	2.14 a

由 11 可知，两年数据趋势相似，以 2021 年数据进行分析。氮肥利用率和氮素相对生理利用率均以处理 6 最高，较处理 2、3、4、5 和 7 分别高 8.5%、11.3%、1.59%、2.43%和 44.72%，50.31%、1.63%、12.84%、1.02%和 111.7%；氮素籽粒生产效率以处理 3 最高，较处理 2、4、5、6 和 7 分别高 14.86%、5.06%、0.49%、0.29%和 18.23%；氮肥偏生产力以处理 6 最高，较处理 2、3、4、5 和 7 分别高 19.24%、5.07%、5.56%、1.4%和 39.45%；每百公斤籽粒需氮量以处理 7 最高，较处理 2、3、4、5 和 6 分别高 2.39%、18.23%、12.63%、17.58%和 17.58%。

综上：1) 精确定量处理（处理 6）产量和氮肥利用率最高，前者比其它施肥处理高 1.48%~39.52%，后者较其它处理高 2.43%~50.31%；2) 不施基肥或少施基肥，采取在分蘖肥补足的处理，产量均低于精确定量处理，基肥施用比例越少产量越低，特别是不施基肥，产量要低于精确定量处理 19.35%；3) 最高产的精确定量处理，氮肥运筹比例基肥、分蘖肥、穗肥占比分别为 44.2%、22.4%、33.4%，由此可见，在秸秆还田条件下，氮肥前后肥比例宜为 6.5：3.5 或 7：3。

5.3.2 苗质与分蘖肥试验

5.3.3.1 供试材料

试验于 2018~2019 年进行。试验地点为江苏省淮安市南闸镇姚庄村欣农稻麦合作社稻田和泗洪稻米文化馆试验田进行。供试材料为迟熟中粳水稻品种南粳 9108。

5.3.2.2 试验设计与材料培育

培育壮苗和弱苗两种秧苗，壮苗的床土为水稻土+育苗伴侣，播种量 125g·盘⁻¹，秧龄 23 天，苗期施 2 次肥。弱苗的床土为水稻土，播种量 175g·盘⁻¹，秧龄 23 天，苗期不施肥。分蘖肥只施尿素，设 0kg（CK）、10kg（N1、一次施用）、15kg（N2、一次施用）、20kg（N3、两次施用）、30kg（N4、三次施用）共 10 个处理。每处理重复 3 次，共 30 个小区。基肥在栽前 1 天施用，第一次分蘖肥在栽后 7d 施用，其它分蘖肥每隔 7 天后施用一次。不施穗肥。

5.3.2.3 试验结果

2018 年和 2019 年规律基本一致，以 2019 年数据单独分析，不同秧苗素质处理间，壮苗处理产量较弱苗处理产量平均增加 13.66%；2019 年弱苗处理下，产量、每穗颖花数、结实率、千粒重均以 N3 处理最大，较其他处理分别增加 14.16%、5.43%和 2.85%（产量），2.35%、0.02%和 1.78%（每穗颖花数），3.17%、1.75%和 2.16%（结实率），0.75%、0.91%和 1.92%（千粒重），穗数在 N4 处理下最大；2019 年壮苗处理下，产量、每穗颖花数、结实率、千粒重均以 N1 处理最大，较其他处理分别增加 0.43%、3.02%和 6.42%（产量），1.17%、2.77%和 4.79%（每穗颖花数），1.26%、2.41%和 4.78%（结实率），1.00%、2.81%和 3.85%（千粒重），穗数以 N4 处理最大。 方差分析表明，由于内容较多，只分析产量的显著性，年度、秧苗素质、肥料在处理间差异均达显著水平，年度和秧苗素质、年度、秧苗素质和肥料处理间无显著相互作用，年度和肥料、秧苗素质和肥料在处理间差异达显著水平。

表 12 分蘖肥处理对南粳 9108 产量及构成因素的影响

时间	秧苗素质	处理	产量 (t·hm ⁻²)	穗数 (×10 ⁴ ·hm ⁻²)	每穗粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)
2018	弱	CK	5.53 c	235.95 h	95.61d	89.74ab	27.32ab
		N1	8.33 b	342.15 f	102.92c	87.20bcd	27.14ab
		N2	8.64 b	348.6 ef	106.18bc	86.89bcd	26.88abc
		N3	8.79 b	357.15 de	106.11bc	86.46cd	26.85abc
		N4	8.50 b	365.40 d	104.66bc	85.00d	26.15c
	壮	CK	5.96 c	246.00 g	96.78d	90.26a	27.72a
		N1	10.25 a	364.20 d	112.93a	90.56a	27.53ab
		N2	10.16 a	385.50 c	108.75b	88.71abc	27.33ab
		N3	9.98 a	394.65 b	106.27bc	87.70abcd	27.15ab
		N4	9.76 a	407.10 a	103.40c	86.62cd	26.77bc
2019	弱	CK	6.49 f	260.70 i	97.67d	91.87ab	27.81ab
		N1	8.21 e	336.45 g	103.55c	86.67d	27.19abc
		N2	8.89 d	351.75 f	105.96bc	87.88cd	27.15bc
		N3	9.37 cd	361.05 e	105.98bc	89.42bcd	27.40abc
		N4	9.11 d	372.15 cd	104.12c	87.53d	26.88c
	壮	CK	6.95 f	271.95 h	98.42d	92.53a	28.06a
		N1	10.46 a	365.85 de	110.33a	92.93a	27.90ab
		N2	10.42 a	376.95 bc	109.06ab	91.77ab	27.62abc
		N3	10.16 ab	384.45 ab	107.35abc	90.74abc	27.13bc
		N4	9.83 bc	391.80 a	105.29bc	88.68cd	26.86c

不同秧苗素质处理间，壮苗氮素籽粒生产效率和氮肥利用率较弱苗都平均增加了 7.76%和 6.72%；弱苗处理中，氮素籽粒生产效率以 N1 处理为最大，较其他处理增加 10.25%~24.46%，氮肥利用率以 N2 处理为最大，较其他处理增加 2.09%~12.12%；壮苗处理中，氮素籽粒生产效率以 N1 处理为最大，较其他处理增加 0.33%~11.69%，氮肥利用率以 N3 处理为最大，较其他处理增加 0.10%~4.51%。方差分析表明，氮素籽粒生产效率和氮肥利用率在秧苗素质、肥料、秧苗素质和肥料三个处理间均呈现出差异极显著。

表 13 分蘖肥处理对南粳 9108 氮素籽粒生产效率和氮肥利用率的影响

秧苗素质	肥料	氮素籽粒生产效率(kg·kgN-1)	氮肥利用率 (%)
弱	CK	71.94a	
	N1	67.47b	23.92b
	N2	61.20c	26.82a
	N3	59.50d	26.27a
	N4	54.21e	24.21b
壮	CK	69.88b	
	N1	75.02a	26.37b
	N2	67.17c	27.53a
	N3	62.53d	27.56a
	N4	56.46e	26.56b

综上：1) 壮苗所有处理的产量均高于对应的弱苗，平均增幅为 13.66%。壮苗氮素籽粒生产效率和氮肥利用率较弱苗分别平均增加 7.76%和 6.72%；2) 壮苗施用一次分蘖肥的产量和氮肥利用率最高。分蘖肥增加施用次数或增加施用量均不能增加产量；3) 弱苗：适量增施分蘖肥可提高产量，过量增施产量也有所下降。弱苗无论施多少分蘖肥产量都达不到壮苗的最高产水平。

5.3.3 简化穗肥试验

5.3.3.1 供试材料

试验于 2019~2023 年进行。试验地点为江苏省扬州市、宝应县和泗洪县。供试材料为以常规粳稻武育粳 3 号和南粳 9108，常规籼稻扬稻 6 号，杂交籼稻扬两优 6 号。

5.3.3.2 试验设计与材料培育

2019~2021 年实施了简化穗肥试验,设计了不施穗肥(0:0)、全施促花肥(2:0)、促保均施(1:1)、全施保花肥(0:2),共4个穗肥处理,施氮量为270kg·hm⁻²。2022 年实施了施氮量试验,设计了180kg·hm⁻²、270kg·hm⁻²和360kg·hm⁻²三个不同施氮水平下的简化穗肥处理,分别记为N180、N270和N360。2023 年实施了品种试验,施氮量为270kg·hm⁻²,供试品种为徐稻3号、金粳818、淮稻5号、盐粳2号、连粳1号、武育粳3号、南粳9108、金香玉1号、南粳5718、扬香玉1号、武育粳7号、武育粳23号、丰优香占、徽两优858、Y两优957、扬两优6号、扬稻6号、甬优1540。设计了全施促花肥(2:0)、促保均施(1:1)、全施保花肥(0:2),共3个穗肥处理。2024 年扩大了品种类型,,施氮量为270kg·hm⁻²。供试品种为金粳818、淮稻5号、武育粳39、南粳9108、南粳46。设计了不施穗肥(0:0)、全施促花肥(2:0)、促保均施(1:1)、全施保花肥(0:2),共4个穗肥处理。各处理氮肥施用详见表14。

表 14 试验设计及施氮量 (kg·hm⁻²)

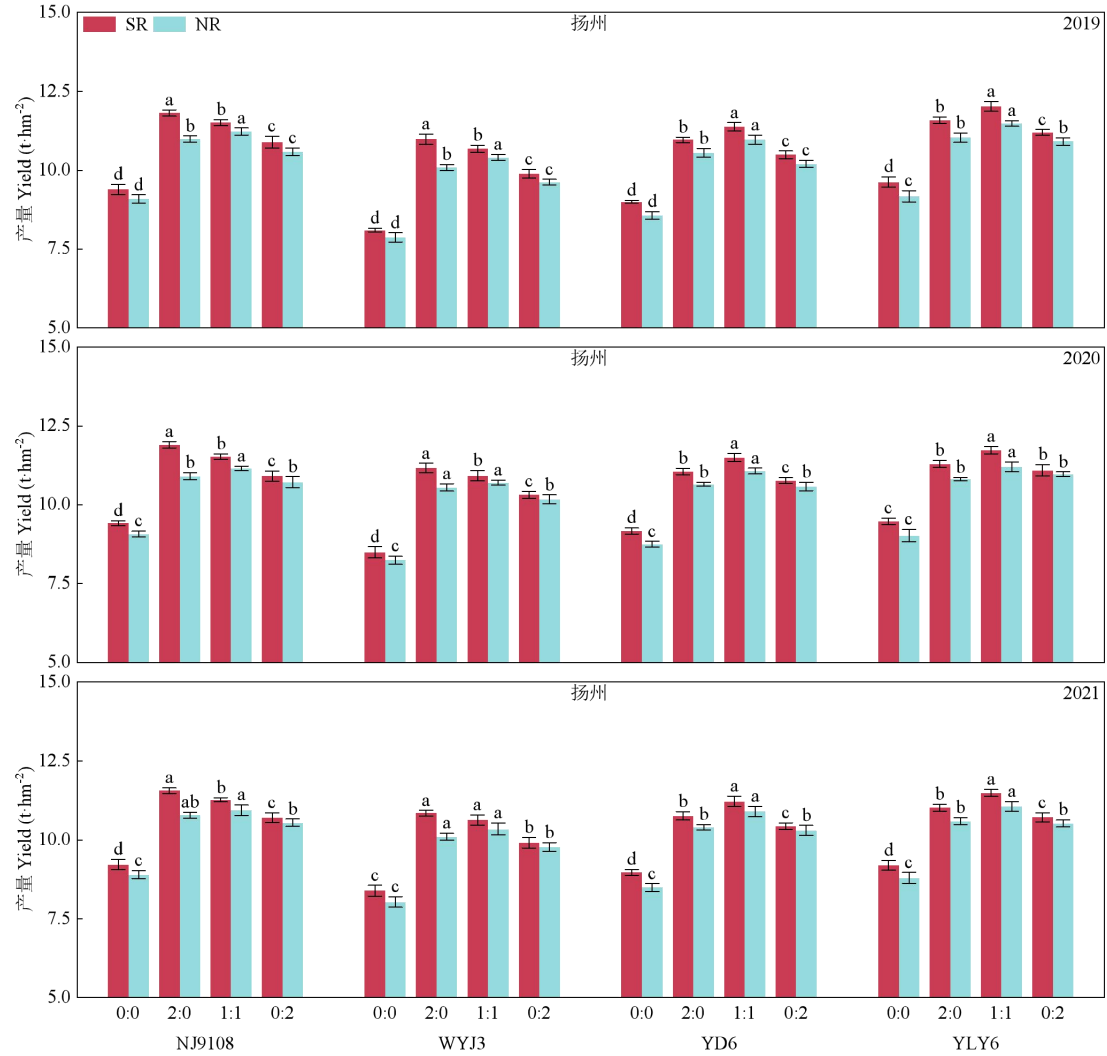
试验	处理	施氮量	基肥	分蘖肥	穗肥	
					促花肥	保花肥
简化穗肥试验	0:0	175.5	94.5	81	0	0
	2:0	270	94.5	81	94.5	0
	1:1	270	94.5	81	47.25	47.25
	0:2	270	94.5	81	0	94.5
施氮量试验	0:0	117	63	54	0	0
	2:0	180	63	54	63	0
	1:1	180	63	54	31.5	31.5
	0:2	180	63	54	0	63
	0:0	234	126	108	0	0
	2:0	360	126	108	126	0
	1:1	360	126	108	63	63
	0:2	360	126	108	0	126
水稻品种试验	2:0	270	94.5	81	94.5	0
	1:1	270	94.5	81	47.25	47.25
	0:2	270	94.5	81	0	94.5

5.3.3.3 试验结果

5.3.3.3.1 产量（简化穗肥）

三年三地试验的产量趋势一致。秸秆还田显著提高了水稻产量,平均增加4.07%,粳、粳水稻分别平均增加3.7%和4.44%。穗肥处理中,粳稻的产量以2:0处理最高,较1:1和0:2处理分别增加2.54%和9.18%;籼稻则以1:1处理最高,较2:0和0:2处理分别增加4.02%和7.2%。无秸秆处理中,粳、粳水稻的产量均

以 1:1 处理最高。从产量构成因素来看（表 2~5）：1）秸秆还田使水稻的穗数平均降低 2.45%，施用穗肥处理间无显著差异；2）秸秆还田显著提高水稻的每穗粒数，平均增加 5.8%，籼、粳水稻分别平均增加 4.62%和 6.98%。穗肥处理中，2:0 处理显著增加了粳稻的每穗粒数，较 1:1 和 0:2 处理分别增加 5.1%和 14.57%；籼稻则以 1:1 处理最多，较 2:0 和 0:2 处理分别增加 2.77%和 8.55%；3）秸秆还田使水稻结实率平均增加 0.61%，千粒重平均降低 0.05%，均以 0:2 处理最高。无秸秆条件下，籼、粳水稻的穗数在施用穗肥处理间无显著差异，每穗粒数均以 1:1 最多，结实率和千粒重均以 0:2 最高。



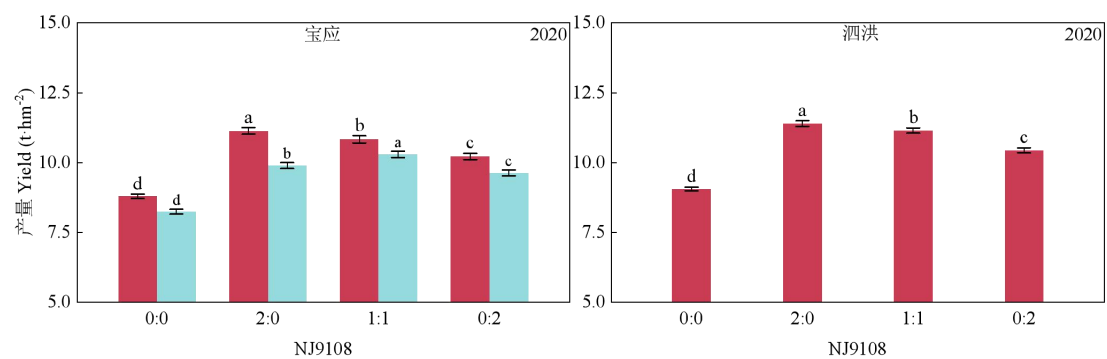


图 2 麦秸秆还田后简化穗肥施用对水稻产量的影响

注：SR：秸秆还田；NR：无秸秆；NJ9108：南粳 9108；WYJ3：武育粳 3 号；YD6：扬稻 6 号；YLY6：扬两优 6 号。误差棒显示重复的标准差（n=4）。不同小写字母表示同一秸秆处理中的不同穗肥处理在 $P=0.05$ 水平上差异显著。下同。

表 15 麦秸秆还田后简化穗肥施用对水稻产量及构成因素的影响（2019 扬州）

秸秆处理	品种	穗肥处理	产量(t·hm ⁻²)	穗数(×10 ⁴)	每穗粒数	结实率(%)	千粒重 (g)
秸秆还田	南粳 9108	0:0	9.39±0.16 d	357.11±2.35 b	119.11±2 d	86.12±0.54 b	25.64±0.08 a
		2:0	11.81±0.1 a	376.03±1.96 a	144.42±2.45 a	85.5±0.46 b	25.46±0.19 a
		1:1	11.51±0.09 b	375.84±1.33 a	135.82±2.15 b	87.9±0.22 a	25.66±0.21 a
		0:2	10.89±0.19 c	376.32±1.78 a	126.49±2.04 c	88.61±0.62 a	25.81±0.26 a
	武育粳 3 号	0:0	8.1±0.06 d	408.16±4.43 b	88.14±1.77 d	89.69±0.37 c	25.12±0.15 c
		2:0	10.98±0.16 a	440.51±0.56 a	109.73±1.92 a	89.65±0.37 c	25.34±0.08 bc
		1:1	10.68±0.11 b	440.87±0.91 a	104.02±1.64 b	90.92±0.49 b	25.61±0.24 ab
		0:2	9.89±0.14 c	441.68±0.58 a	93.54±1.55 c	92.63±0.14 a	25.84±0.05 a
	扬稻 6 号	0:0	9±0.05 d	234.51±2.03 b	158.51±2.7 d	79.24±0.29 b	30.57±0.26 b
		2:0	10.96±0.09 b	248.02±0.9 a	182.91±2.35 b	79.07±0.72 b	30.55±0.17 b
		1:1	11.38±0.13 a	247.53±0.77 a	188.81±2.95 a	79.86±0.54 b	30.49±0.29 b
		0:2	10.49±0.12 c	247.06±1.21 a	169.88±2.76 c	80.87±0.7 a	30.92±0.08 a
	扬两优 6 号	0:0	9.62±0.16 d	248.61±1.15 b	164.85±2.95 d	79.71±0.38 a	29.46±0.19 a
		2:0	11.58±0.1 b	264.04±1.7 a	185.55±2.61 b	79.97±0.42 a	29.56±0.08 a
		1:1	12.02±0.15 a	263.93±2.54 a	191.9±2.72 a	79.91±0.6 a	29.72±0.08 a
		0:2	11.2±0.09 c	264.08±1.86 a	178.44±2.77 c	80.5±0.4 a	29.54±0.22 a
无秸秆	南粳 9108	0:0	9.09±0.13 d	357.79±1.07 b	112.85±1.76 c	87.7±0.2 a	25.67±0.15 a
		2:0	10.99±0.1 b	391.3±2.02 a	125.89±1.68 a	87.13±0.39 ab	25.61±0.24 a
		1:1	11.23±0.11 a	392.74±0.62 a	129.2±1.85 a	86.61±0.36 b	25.54±0.15 a
		0:2	10.58±0.12 c	393.13±1.18 a	118.53±1.57 b	87.73±0.56 a	25.88±0.12 a
	武育粳 3 号	0:0	7.87±0.15 d	418.17±0.6 b	81.31±1.79 c	89.63±0.49 a	25.83±0.06 a
		2:0	10.09±0.09 b	459.95±0.59 a	97.97±1.72 a	88.31±0.9 b	25.34±0.13 b
		1:1	10.4±0.09 a	461.26±1.58 a	101.04±1.76 a	88.47±0.76 b	25.23±0.22 b
		0:2	9.62±0.09 c	461.26±1.58 a	90.21±1.58 b	90.01±0.35 a	25.7±0.21 a
	扬稻 6 号	0:0	8.56±0.12 d	237.34±1.2 b	149.52±2.77 d	79.17±0.54 b	30.48±0.47 a
		2:0	10.55±0.14 b	251.08±1.51 a	173.18±3.12 b	78.73±0.78 b	30.81±0.09 a
		1:1	10.97±0.15 a	251.16±1.52 a	180.08±2.66 a	79.18±0.93 b	30.66±0.32 a
		0:2	10.2±0.1 c	250.85±2.62 a	163.93±2.97 c	80.61±0.68 a	30.8±0.32 a
	扬两优 6 号	0:0	9.17±0.18 c	251.38±1.42 b	154.38±2.99 d	80.48±0.32 a	29.36±0.1 b
		2:0	11.03±0.14 b	267.54±1.69 a	175.87±2.68 b	79.46±0.24 b	29.51±0.08 b
		1:1	11.48±0.09 a	267.14±1.01 a	182.38±2.58 a	79.89±0.53 ab	29.49±0.31 b
		0:2	10.91±0.12 b	267.61±1.46 a	167.61±2.59 c	80.67±0.5 a	30.16±0.1 a

注：数值为平均值±标准差（n=4），不同小写字母表示同一秸秆处理中的不同穗肥处理在 $P=0.05$ 水平上差异显著。下同。

表 16 麦秸秆还田后简化穗肥施用对水稻产量及构成因素的影响（2020 扬州）

秸秆处理	品种	穗肥处理	产量(t·hm ⁻²)	穗数(×10 ⁴)	每穗粒数	结实率(%)	千粒重 (g)
秸秆还田	南粳 9108	0:0	9.41±0.07 d	337.76±3.14 b	119.62±1.99 d	89.88±0.44 b	25.92±0.21 b
		2:0	11.90±0.1 a	364.79±3.92 a	140.27±1.88 a	89.37±0.54 b	26.02±0.07 ab
		1:1	11.52±0.09 b	360.45±2.92 a	135.96±1.99 b	90.22±0.6 b	26.05±0.19 ab
		0:2	10.91±0.16 c	360.64±3.43 a	125.61±2.1 c	91.34±0.49 a	26.38±0.18 a
	武育粳 3 号	0:0	8.49±0.18 d	420.98±4.76 b	86.97±1.81 d	89.63±0.63 c	25.89±0.12 a
		2:0	11.17±0.15 a	443.92±1.94 a	111.50±2.03 a	89.46±0.51 c	25.23±0.1 b
		1:1	10.92±0.16 b	444.21±2.39 a	105.49±1.74 b	90.75±0.49 b	25.69±0.28 a
		0:2	10.31±0.11 c	443.76±2.52 a	97.18±1.68 c	92.43±0.58 a	25.86±0.22 a
	扬稻 6 号	0:0	9.17±0.1 d	236.84±2.44 b	156.29±2.67 d	81.09±0.67 c	30.57±0.26 a
		2:0	11.05±0.1 b	250.5±3.15 a	177.15±2.65 b	81.18±0.61 c	30.67±0.32 a
		1:1	11.5±0.13 a	250.13±2.58 a	181.95±2.70 a	82.31±0.39 b	30.71±0.31 a
		0:2	10.77±0.09 c	250.50±2.85 a	167.15±2.89 c	83.60±0.58 a	30.76±0.16 a
	扬两优 6 号	0:0	9.47±0.1 c	247.71±2.14 b	164.81±2.44 d	78.27±0.35 b	29.64±0.19 a
		2:0	11.29±0.11 b	265.50±2.85 a	182.90±2.47 b	78.54±0.30 b	29.61±0.31 a
		1:1	11.73±0.12 a	265.13±2.90 a	187.48±2.51 a	78.88±0.58 ab	29.92±0.13 a
		0:2	11.09±0.18 b	265.50±2.85 a	175.18±2.82 c	79.62±0.46 a	29.95±0.11 a
无秸秆	南粳 9108	0:0	9.07±0.09 c	339.07±3.41 b	114.69±1.73 c	89.78±0.46 ab	25.98±0.05 ab
		2:0	10.90±0.12 b	370.26±3.54 a	128.48±2.17 a	89.68±0.61 ab	25.55±0.33 c
		1:1	11.15±0.07 a	369.89±3.68 a	130.49±2.04 a	89.55±0.49 b	25.8±0.24 bc
		0:2	10.72±0.17 b	370.34±3.48 a	121.57±1.95 b	90.49±0.47 a	26.3±0.09 a
	武育粳 3 号	0:0	8.24±0.13 c	422.82±2.43 b	83.34±1.78 c	90.09±0.21 b	25.97±0.07 ab
		2:0	10.55±0.11 a	462.17±3.01 a	98.63±1.89 a	90.07±0.66 b	25.7±0.17 bc
		1:1	10.7±0.08 a	461.5±3.54 a	101.71±1.54 a	89.53±0.62 b	25.47±0.19 c
		0:2	10.17±0.14 b	461.93±2.69 a	91.85±1.73 b	91.85±0.34 a	26.1±0.09 a
	扬稻 6 号	0:0	8.75±0.09 c	239.75±3.6 b	149.96±2.86 d	80.87±0.56 b	30.1±0.33 b
		2:0	10.65±0.05 b	252.64±2.82 a	169.17±1.98 b	81.29±0.53 b	30.67±0.2 a
		1:1	11.07±0.09 a	252.88±2.57 a	175.67±2.7 a	80.96±0.45 b	30.8±0.26 a
		0:2	10.58±0.13 b	252.32±3.03 a	163.1±2.65 c	83.35±0.67 a	30.85±0.4 a
	扬两优 6 号	0:0	9.02±0.19 c	250.99±3.17 b	156.84±2.77 c	77.93±0.3 b	29.41±0.11 b
		2:0	10.81±0.05 b	268.19±2.3 a	172.15±1.62 b	79.32±0.56 a	29.54±0.17 b
		1:1	11.2±0.16 a	267.6±2.77 a	177.44±2.52 a	79.29±0.4 a	29.77±0.15 b
		0:2	10.96±0.08 b	267.7±3.01 a	170.91±2.35 b	79.35±0.51 a	30.18±0.13 a

表 17 麦秸秆还田后简化穗肥施用对水稻产量及构成因素的影响（2021 扬州）

秸秆处理	品种	穗肥处理	产量(t·hm ⁻²)	穗数(×10 ⁴)	每穗粒数	结实率(%)	千粒重 (g)
秸秆还田	南粳 9108	0:0	9.22±0.16 d	340.11±2.23 b	122.11±2.03 d	87.15±0.24 b	25.48±0.14 b
		2:0	11.56±0.09 a	364.31±1.98 a	142.43±2.12 a	87.75±0.37 b	25.4±0.15 b
		1:1	11.27±0.06 b	363.94±2.11 a	137.21±1.89 b	87.88±0.55 b	25.7±0.09 ab
		0:2	10.7±0.15 c	362.96±1.95 a	128.15±1.93 c	88.88±0.4 a	25.89±0.16 a
	武育粳 3 号	0:0	8.39±0.17 c	390.8±4.42 b	93.07±1.53 d	89.81±0.37 c	25.68±0.04 b
		2:0	10.85±0.08 a	415.09±2.19 a	115.25±1.71 a	89.75±0.5 c	25.27±0.2 c
		1:1	10.63±0.16 a	414.71±4.06 a	109.92±1.41 b	90.57±0.37 b	25.74±0.13 ab
		0:2	9.91±0.17 b	414.53±4.43 a	99.59±1.52 c	92.14±0.39 a	26.06±0.12 a
	扬稻 6 号	0:0	8.97±0.1 d	229.1±1.98 b	159.76±2.6 d	79.06±0.55 b	31±0.18 b
		2:0	10.76±0.13 b	243.19±1.6 a	179.89±2.68 b	79.75±0.32 b	30.82±0.27 b
		1:1	11.22±0.17 a	242.81±1.6 a	184.39±2.5 a	79.79±0.48 b	31.39±0.13 a
		0:2	10.43±0.11 c	242.44±1.6 a	170.14±2.79 c	80.65±0.54 a	31.35±0.37 a
	扬两优 6 号	0:0	9.19±0.16 d	239.5±1.1 b	164.26±2.43 c	78.5±0.35 ab	29.77±0.19 a
		2:0	11.02±0.1 b	254.68±1.22 a	187.4±2.5 a	77.86±0.61 b	29.67±0.11 a
		1:1	11.49±0.11 a	255.77±1.17 a	191.66±2.82 a	78.91±0.39 a	29.71±0.23 a
		0:2	10.71±0.15 c	254.86±1.16 a	176.85±3.22 b	79.18±0.58 a	30.01±0.16 a
无秸秆	南粳 9108	0:0	8.90±0.13 c	341.7±1.02 b	117.56±2.13 c	87.05±0.3 b	25.47±0.09 b
		2:0	10.78±0.09 ab	374.42±1.32 a	131.02±2.1 a	87.1±0.63 b	25.24±0.37 b
		1:1	10.94±0.17 a	374.94±1.18 a	131.63±2.08 a	87.17±0.24 b	25.43±0.05 b
		0:2	10.54±0.12 b	374.74±1.06 a	123.71±1.91 b	87.97±0.39 a	25.85±0.07 a
	武育粳 3 号	0:0	8.03±0.17 c	396.03±1.37 b	87.04±1.61 c	90.39±0.1 a	25.78±0.06 ab
		2:0	10.1±0.11 a	430.68±2.6 a	103.46±1.74 a	88.97±0.46 b	25.48±0.11 b
		1:1	10.34±0.19 a	431.45±1.46 a	104.66±1.78 a	89.22±0.3 b	25.66±0.1 b
		0:2	9.77±0.14 b	432.15±1.44 a	95.77±1.49 b	90.73±0.32 a	26.03±0.02 a
	扬稻 6 号	0:0	8.49±0.12 c	231.43±1.17 b	152.68±2.23 c	78.53±0.54 c	30.61±0.34 b
		2:0	10.40±0.08 b	245.44±1.13 a	174.24±2.69 a	79.36±0.31 b	30.66±0.29 b
		1:1	10.90±0.16 a	246.02±1.43 a	178.17±2.6 a	79.88±0.26 ab	31.12±0.08 a
		0:2	10.30±0.16 b	244.85±1.5 a	167.19±2.6 b	80.17±0.49 a	31.37±0.08 a
	扬两优 6 号	0:0	8.79±0.17 c	241.89±1.36 b	155.68±2.4 d	78.9±0.08 ab	29.59±0.09 b
		2:0	10.59±0.11 b	257.26±3.14 a	177.6±2.69 b	78.23±0.29 b	29.63±0.24 b
		1:1	11.06±0.15 a	258.77±1.41 a	182.65±2.69 a	78.49±0.42 b	29.83±0.04 ab
		0:2	10.52±0.12 b	257.52±1.48 a	170.8±3.03 c	79.6±0.36 a	30.05±0.21 a

表 18 麦秸秆还田后简化穗肥施用对水稻产量及构成因素的影响

秸秆处理	品种	穗肥处理	产量(t·hm ⁻²)	穗数(×10 ⁴)	每穗粒数	结实率(%)	千粒重 (g)
2020 宝应	秸秆还田	0:0	8.8±0.07 d	318.18±2.96 b	117.11±1.95 c	91.32±0.45 b	25.88±0.21 c
		2:0	11.14±0.12 a	343.8±2.37 a	137.37±2.14 a	90.76±0.54 b	25.98±0.35 c
		1:1	10.84±0.13 b	343.83±2.57 a	128.79±2.14 b	92.72±0.39 a	26.4±0.11 b
		0:2	10.22±0.12 c	344.02±1.98 a	118.51±1.95 c	93.02±0.48 a	26.95±0.16 a
	无秸秆	0:0	8.25±0.08 d	325.85±3.28 b	106.09±1.6 c	90.32±0.46 bc	26.42±0.05 b
		2:0	9.9±0.1 b	355.82±3.4 a	118.71±2 a	90.13±0.62 c	26±0.34 c
		1:1	10.3±0.11 a	355.73±2.08 a	120.82±2.02 a	91.17±0.61 ab	26.3±0.08 bc
		0:2	9.64±0.1 c	354.85±1.67 a	110.16±1.88 b	91.55±0.55 a	26.94±0.05 a
2020 泗洪	秸秆还田	0:0	9.06±0.07 d	326.77±3.04 b	118.75±1.97 c	89.22±0.44 ab	26.16±0.21 a
		2:0	11.4±0.11 a	352.8±3.36 a	139.13±2.04 a	88.54±0.87 b	26.25±0.07 a
		1:1	11.15±0.09 b	353.71±3.16 a	133.39±2.05 b	90.01±0.99 ab	26.27±0.27 a
		0:2	10.44±0.09 c	352.15±1.86 a	122.9±2.09 c	90.85±0.21 a	26.54±0.13 a

5.3.3.3.2 产量（不同施氮水平）

随着施氮量的增加，两品种的产量均呈先增加后降低趋势，以标氮（N270）处理最高；穗数均呈增加趋势，以 N360 处理最高；每穗粒数均呈先增加后降低趋势，以标氮处理最多；结实率和千粒重均呈降低趋势，以 N180 处理最高。

秸秆还田后，N180 和 N360 处理对两个水稻品种产量及构成因素影响如下：

1) 产量，南粳 9108 较不还田分别平均增加 6.2%和 3%；扬稻 6 号分别平均增加 4.1%和 2.5%。穗肥处理中，南粳 9108 的产量均以 2:0 处理最高，较 1:1 和 0:2 处理分别增加 3.1%和 7.9%（N180）、0.9%和 6.5%（N360）；扬稻 6 号均以 1:1 处理最高，较 2:0 和 0:2 处理分别增加 2.9%和 9.4%、3.5%和 7.6%；2) 穗数，南粳 9108 较不还田分别平均降低 4.1%和 1.7%，扬稻 6 号分别平均降低 4.2%和 0.8%，各施用穗肥处理间的穗数无显著差异；3) 每穗粒数，南粳 9108 较不还田分别平均增加 7.1%和 3.9%，扬稻 6 号分别平均增加 4.9%和 2%。穗肥处理中，南粳 9108 的每穗粒数均以 2:0 最高，较 1:1 和 0:2 分别增加 3%和 11%、2.5%和 10.6%；扬稻 6 号均以 1:1 最高，较 2:0 和 0:2 处理分别增加 1.9%和 10%、3%和 8%；4) 结实率和千粒重，南粳 9108 的结实率和千粒重较不还田分别平均降低 1.3%和 0.6%，2.1%和 0.4%；扬稻 6 号分别平均降低 1%和 0.5%，2.6%和 0.7%。穗肥处理中，两品种的结实率和千粒重均以 0:2 处理最高。

无秸秆处理中，南粳 9108 和扬稻 6 号的产量在不同施氮水平下均以 1:1 处理最高；施用穗肥处理间的穗数无显著差异；每穗粒数均以 1:1 处理最多；结实

率和千粒重均以 0:2 处理最高。

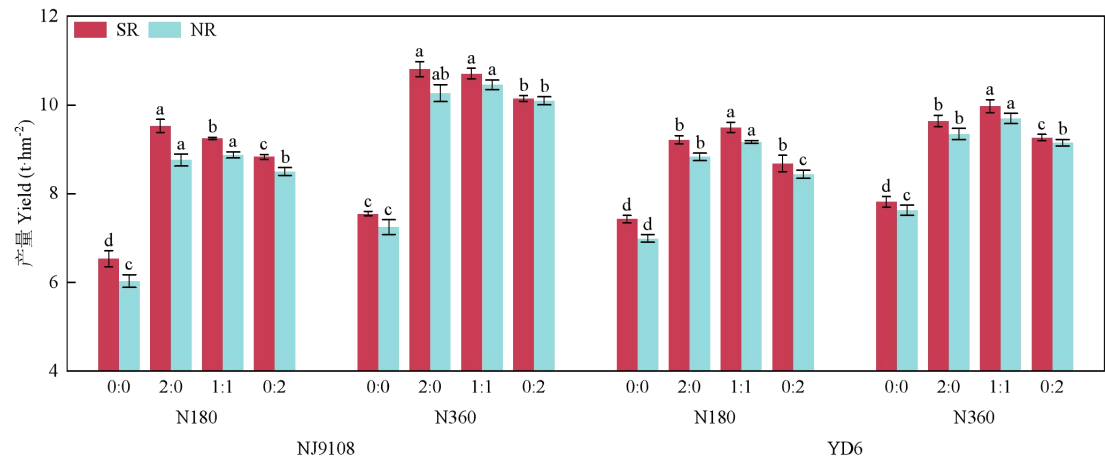


图 3 不同施氮水平下秸秆还田后简化穗肥施用对水稻产量及构成因素的影响
注：N180: 每公顷施纯氮 180 kg; N360: 每公顷施纯氮 360 kg。

5.3.3.3.3 产量（不同类型水稻品种）

2023 年试验： 秸秆还田后，简化穗肥施用对不同类型水稻品种的产量及构成因素影响如下：1) 产量，常规粳稻、杂交籼稻、常规籼稻和杂交粳稻较不还田分别平均增加 4.44%、2.63%、2.64%和 1.72%。穗肥处理中，常规粳稻的产量均以 2:0 处理最高，较 1:1 和 0:2 处理分别增加 2.71%和 10.77%；杂交籼稻、常规籼稻和杂交粳稻的产量均以 1:1 处理最高，较 2:0 和 0:2 处理分别增加 5.43%和 5.35%；2) 穗数，常规粳稻、杂交籼稻、常规籼稻和杂交粳稻较不还田分别平均降低 2.77%、2.6%、2.41%和 3.13%；3) 每穗粒数，常规粳稻、杂交籼稻、常规籼稻和杂交粳稻较不还田分别平均增加 5.76%、3.13%、4.18%和 3.46%。穗肥处理中，常规粳稻的每穗粒数均以 2:0 最高，较 1:1 和 0:2 处理分别增加 3.46%和 13.24%；杂交籼稻、常规籼稻和杂交粳稻的每穗粒数均以 1:1 处理最高，较 2:0 和 0:2 处理分别增加 4.55%和 5.43%；4) 结实率和千粒重，常规粳稻、杂交籼稻、常规籼稻和杂交粳稻的结实率较不还田分别平均增加 0.83%、1.2%、0.35%和 0.8%；千粒重分别平均增加 0.92%、0.98%、0.09%和 0.7%。穗肥处理中，结实率和千粒重均以 0:2 处理最高。

秸秆不还田中，常规粳稻、杂交籼稻、常规籼稻和杂交粳稻的产量均以 1:1 处理最高；施用穗肥处理间的穗数无显著差异；每穗粒数均以 1:1 处理最多；结实率和千粒重均以 0:2 处理最高。

2024 年试验： 在秸秆还田条件下，简化穗肥施用对不同类型水稻品种的产量及构成因素影响如下：1) 产量，各品种较不还田平均增加 3.78%，中熟中粳

稻、迟熟中粳稻、早熟晚粳稻分别平均增加 3.95%、3.81%和 3.66%。所有品种产量均以 2:0 处理最高，较 1:1 和 0:2 处理分别增加 5.98%和 10.94%；2) 穗数，各品种较不还田平均增长 1.12%。中熟中粳稻较不还田平均增加 26.08%，迟熟中粳稻和早熟晚粳稻较不还田分别降低 6.46%、2.30%。所有常规粳稻品种穗数无显著差异；3) 每穗粒数，各品种较不还田平均增加 1.84%。中熟中粳稻较不还田平均下降 16.29%，迟熟中粳稻和早熟晚粳稻较不还田平均分别增加 7.31%、5.93%。所有常规粳稻品种每穗粒数均以 2:0 处理最高，较 1:1 和 0:2 处理分别增加 4.22%、9.11%；4) 结实率，各品种较不还田产量平均下降 0.32%。中熟中粳稻、早熟晚粳稻分别平均降低 3.06%和 0.58%，迟熟中粳稻较不还田平均增加 1.33%。所有常规粳稻品种结实率大都以 2:0 处理最高；5) 千粒重，各品种较不还田平均增加 1.53%。中熟中粳稻、迟熟中粳稻以及早熟晚粳稻较不还田平均分别增加 2.96%、0.95%和 1.35%。所有常规粳稻品种千粒重以 0:2 处理最高。

在秸秆不还田条件下，所有常规粳稻品种产量均以 1:1 处理最高，较 2:0 和 0:2 处理分别高 1.77%和 10.18%。

表 18 麦秸秆还田后简化穗肥施用对不同类型水稻品种产量及构成因素的影响

秸秆	水稻	品种	穗肥	产量 (t·hm ⁻²)	穗数 (×10 ⁴)	每穗粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)
秸秆 还田	常规 粳稻	徐稻 3 号	2:0	9.46±0.08 a	303.23±1.58 a	129.27±0.85 a	89.45±0.2 a	26.98±0.03 a
			1:1	9.18±0.09 b	306.45±1.35 a	123.08±1.57 b	89.86±0.2 a	27.08±0.1 a
			0:2	8.23±0.01 c	304.88±3.08 a	109.53±1.29 c	90.31±0.1 a	27.3±0.04 a
		金粳 818	2:0	9.55±0.1 a	308.4±1.5 a	135.88±0.54 a	87.86±0.2 a	25.93±0.09 a
			1:1	9.23±0.11 b	307.2±2.1 a	131.21±1.09 b	88.02±0.6 a	26.03±0.09 a
			0:2	8.8±0.15 c	304.88±3.22 a	125.15±0.49 c	88.39±0.07 a	26.1±0.04 a
		淮稻 5 号	2:0	10.38±0.08 a	324.68±1.28 a	131.38±0.96 a	89.98±0.13 a	27.05±0.06 a
			1:1	10.02±0.25 b	322.2±2.4 a	127.37±0.87 b	90.09±0.61 a	27.09±0.11 a
			0:2	9.05±0.15 c	322.2±2.4 a	113.73±1.17 c	90.45±0.25 a	27.29±0.05 a
		盐粳 2 号	2:0	7.94±0.04 a	412.05±2.25 a	85.98±0.34 a	88.88±0.24 a	25.21±0.09 a
			1:1	7.55±0.04 b	412.95±4.35 a	81.08±0.88 b	89.26±0.49 a	25.25±0.26 a
			0:2	6.78±0.02 c	409.88±0.23 a	72.12±0.12 c	89.79±0.26 a	25.55±0.03 a
		连粳 1 号	2:0	10.14±0.06 a	350.93±0.68 a	127.52±0.9 a	88.92±0.5 b	25.49±0.16 b
			1:1	10.09±0.15 a	352.8±1.5 a	125.23±2.08 b	89.2±0.21 b	25.61±0.09 ab
			0:2	9.5±0.08 b	355.73±2.47 a	113.78±1.36 c	90.58±0.04 a	25.92±0.07 a
		武育粳 3 号	2:0	10.91±0.08 a	414.9±2.25 a	116.05±2.31 a	89.51±0.58 a	25.32±0.3 b
			1:1	10.62±0.25 b	412.73±5.76 a	112.13±2.24 b	89.74±0.38 a	25.57±0.15 ab
			0:2	9.78±0.15 c	410.93±4.68 a	102.21±1.26 c	90.27±0.33 a	25.79±0.13 a
		南粳 9108	2:0	11.6±0.09 a	362.63±1.88 a	143.97±2.4 a	87.53±0.39 a	25.4±0.23 b
			1:1	11.29±0.07 b	364.43±1.57 a	137.29±2.31 b	87.97±0.62 a	25.65±0.02 ab
			0:2	10.54±0 c	361.13±0.67 a	127.53±0.68 c	88.42±0.13 a	25.9±0.21 a
		金香玉 1 号	2:0	11.04±0.12 a	345.9±1.8 a	137.23±1.39 a	88.87±0.45 b	26.17±0.02 a
			1:1	10.81±0.14 a	345.45±2.7 a	133.96±0.14 b	88.9±0.36 b	26.28±0.06 a
			0:2	10.13±0.1 b	345.68±1.57 a	122.99±1.67 c	90.2±0.23 a	26.43±0.09 a
		南粳 5718	2:0	11.33±0.06 a	337.73±1.42 a	129.73±0.61 a	92.38±0.27 a	28±0.05 b
			1:1	11±0.15 b	336.38±1.28 a	124.97±1.4 b	92.8±0.48 a	28.2±0.1 ab
			0:2	10.22±0.25 c	336.45±2.85 a	114.69±1.89 c	93.3±0.11 a	28.4±0.04 a
		扬香玉 1 号	2:0	11±0.05 a	346.5±2.25 a	131.76±1.39 a	89±0.35 a	27.08±0.13 a
			1:1	10.79±0.17 a	346.05±4.05 a	128.4±1.06 b	89.23±0.26 a	27.21±0.19 a
			0:2	10.14±0.15 b	346.13±0.38 a	119.95±1.63 c	89.47±0.39 a	27.29±0.07 a
		武运粳 7 号	2:0	9.6±0.08 a	298.13±5.47 a	131.2±1.42 a	89.97±0.08 a	27.3±0.06 b
			1:1	9.26±0.2 b	297.53±4.13 a	125.74±1.02 b	90.19±0.65 a	27.46±0.24 ab
			0:2	8.62±0.22 c	300.98±2.32 a	113.78±1.25 c	90.55±0.35 a	27.79±0.08 a
		武运粳 23	2:0	9.42±0.18 a	305.85±2.55 a	132.28±0.44 a	89.73±0.38 a	25.96±0.09 b
			1:1	9.37±0.21 a	303.38±1.73 a	131.8±0.99 b	89.79±0.45 a	26.09±0.11 b
			0:2	8.89±0.05 b	306.45±2.7 a	121.2±0.87 c	90.34±0.34 a	26.49±0.08 a
	杂交 籼稻	丰优香占	2:0	9.92±0.2 b	229.05±2.25 a	173.2±1.18 c	87.77±0.23 a	28.49±0.04 a
			1:1	10.56±0.16 a	233.63±2.33 a	183.27±2.15 a	87.38±0.24 a	28.23±0.12 a
			0:2	9.86±0.12 b	228.3±1.5 a	174.37±1.05 b	87.55±0.13 a	28.29±0.04 a
		徽两优 858	2:0	9.97±0.09 b	232.05±2.25 a	181.82±1.41 c	84.97±0.3 a	27.82±0.2 a
			1:1	10.63±0.02 a	232.2±2.1 a	194.19±2.13 a	84.55±0.14 a	27.88±0.04 a

无 稈 秆	Y 两优 957	0:2	10.07±0.26 b	231.38±3.08 a	187.02±1.4 b	84.37±0.25 a	27.57±0.05 a
		2:0	8.9±0.26 b	244.13±3.83 a	194±1.66 b	80.33±0.21 a	23.38±0.05 a
		1:1	9.32±0.06 a	246±3 a	202.13±1 a	80.66±0.45 a	23.23±0.11 a
	扬两优 6 号	0:2	8.78±0.12 b	247.13±0.67 a	187.96±1.01 c	80.73±0.53 a	23.41±0.03 a
		2:0	11.51±0.09 ab	257.48±2.18 a	185.81±1.36 b	80.02±0.4 a	30.06±0.06 a
		1:1	11.73±0.11 a	263.25±2.25 a	186.09±1.92 a	79.88±0.42 a	29.97±0.14 a
	常规 籼稻	0:2	11.44±0.33 b	259.28±3.98 a	182.23±1.11 c	80.06±0.45 a	30.24±0.06 a
		2:0	10.84±0.11 b	243.75±1.5 a	182.58±0.68 a	79.49±0.23 a	30.65±0.15 b
		1:1	11.31±0.15 a	243±2.25 a	187.69±3.79 a	79.68±0.57 a	31.12±0.29 a
	杂交 粳稻	0:2	10.51±0.1 c	242.25±2.25 a	172.45±4.33 b	79.97±0.7 a	31.47±0.49 ab
		2:0	11.67±0.16 c	220.5±0.75 a	279.3±4.95 c	84.79±0.65 a	22.36±0.15 b
		1:1	12.68±0.04 a	219.75±0.75 a	300.42±2.39 a	84.97±0.04 a	22.61±0.01 ab
	常规 粳稻	0:2	12.28±0.06 b	222±0 a	285.74±1.2 b	85.16±0.05 a	22.74±0.01 a
		2:0	8.62±0.1 b	310.05±1.61 a	116.55±1.14 a	89.27±0.19 a	26.71±0.03 a
		1:1	9.05±0.09 a	313.35±1.38 a	120.1±1.53 a	89.69±0.2 a	26.81±0.1 a
	金粳 818	0:2	8.12±0.01 c	311.73±3.14 a	106.88±1.26 b	90.13±0.1 a	27.03±0.04 a
		2:0	9.11±0.03 a	315.34±1.53 a	129.27±1.15 b	87.24±0.19 a	25.63±0.09 a
		1:1	9.20±0.18 a	314.11±2.15 a	131.20±1.01 a	87.4±0.6 a	25.53±0.29 a
	淮稻 5 号	0:2	8.17±0.21 b	311.73±3.3 a	116.87±1.95 c	87.71±0.1 a	25.57±0.05 a
		2:0	9.34±0.09 b	343.11±1.35 a	113.22±1.02 b	89.45±0.06 a	26.87±0.06 a
		1:1	9.89±0.23 a	340.5±2.54 a	120.71±0.83 a	89.64±0.61 a	26.85±0.04 a
	盐粳 2 号	0:2	8.91±0.16 b	340.5±2.54 a	107.56±1.14 c	89.8±0.12 a	27.16±0.04 a
		2:0	7.24±0.14 a	422.56±2.31 a	77.47±0.68 a	88.71±0.76 a	24.93±0.09 a
		1:1	7.41±0.04 a	423.48±4.46 a	79.5±0.86 a	88.09±0.48 a	24.98±0.26 a
	连粳 1 号	0:2	6.66±0.02 b	420.33±0.23 a	70.72±0.12 b	88.61±0.26 a	25.27±0.03 a
		2:0	9.44±0.08 b	358.65±0.69 a	119.32±0.8 a	87.6±0.49 b	25.19±0.15 b
		1:1	9.89±0.15 a	360.56±1.53 a	121.44±2.01 a	88.76±0.21 a	25.44±0.09 ab
	武育粳 3 号	0:2	9.14±0.09 c	363.55±2.53 a	110.5±0.71 b	88.79±0.04 a	25.61±0.07 a
		2:0	10.14±0.04 a	428.76±0 a	106.07±1.01 a	88.92±0.57 a	25.07±0.02 b
		1:1	10.36±0.24 a	432.24±1.99 a	107.05±2.24 a	89.37±0.42 a	25.05±0.05 b
	南粳 9108	0:2	9.64±0.11 b	431.55±0.82 a	97.66±1.12 b	89.66±0.26 a	25.5±0.02 a
		2:0	10.84±0.03 a	375.41±0.78 a	130.83±2.99 a	87.01±0.64 a	25.38±0.38 b
		1:1	11.01±0.29 a	375.08±1.75 a	131.64±2.63 a	87.51±0.21 a	25.49±0.02 b
	金香玉 1 号	0:2	10.52±0.06 b	374.51±1.58 a	123.7±1.81 b	87.83±0.29 a	25.86±0.04 a
		2:0	9.97±0.07 b	354.96±1.85 a	124.43±0.99 a	87.31±0.44 a	25.86±0.01 a
		1:1	10.37±0.14 a	354.5±2.77 a	128.29±0.14 a	87.79±0.36 a	25.97±0.06 a
	南粳 5718	0:2	9.72±0.1 b	354.73±1.62 a	118.97±1.62 b	88.18±0.22 a	26.12±0.09 a
		2:0	10.34±0.04 b	346.61±1.46 a	116.61±0.4 a	91.86±0.27 a	27.84±0.05 b
		1:1	10.65±0.01 a	345.22±1.31 a	119.52±0.42 a	92.03±0.23 a	28.04±0.1 ab
	扬香玉 1 号	0:2	10.07±0.25 c	345.3±2.92 a	111.88±1.84 b	92.3±0.11 a	28.23±0.04 a
		2:0	10.18±0.09 b	355.64±2.31 a	119.66±0.78 a	88.75±0.43 a	26.95±0.1 a
		1:1	10.58±0.18 a	355.18±4.16 a	123.57±1.07 a	88.98±0.21 a	27.1±0.15 a
	武运粳 7 号	0:2	9.87±0.09 c	355.26±0.38 a	114.43±1.06 b	89.29±0.31 a	27.18±0.06 a
		2:0	8.71±0.29 b	305.07±5.6 a	117.59±0.89 a	89.62±0.48 a	27.09±0.05 b

杂交 籼稻	武运粳 23	1:1	9.14±0.2 a	304.46±4.22 a	121.83±0.99 a	89.95±0.65 a	27.39±0.24 ab
		0:2	8.56±0.15 b	307.99±2.38 a	111.34±1.22 b	90.09±0.34 a	27.72±0.08 a
		2:0	8.85±0.04 b	314.05±2.62 a	124.48±1.14 a	88.47±0.15 a	25.6±0.28 b
		1:1	9.12±0.08 a	314.44±1.16 a	126.2±1.45 a	88.66±0.44 a	25.91±0.04 ab
		0:2	8.49±0.05 c	314.66±2.77 a	116.16±0.83 b	88.76±0.33 a	26.16±0.08 a
		2:0	9.7±0.2 b	236.38±2.32 a	167.71±1.14 c	86.54±0.22 a	28.26±0.04 a
	丰优香占	1:1	10.32±0.15 a	241.1±2.4 a	177.45±2.09 a	86.16±0.24 a	28±0.11 a
		0:2	9.64±0.12 b	235.61±1.55 a	168.84±1.02 b	86.32±0.12 a	28.06±0.04 a
		2:0	9.81±0.03 b	239.94±2.33 a	179.61±1.34 b	83.44±0.25 a	27.29±0.05 a
		1:1	10.33±0.02 a	240.09±2.17 a	186.5±2.04 a	83.62±0.14 a	27.6±0.04 a
		0:2	9.81±0.3 c	239.24±3.18 a	177.13±1.33 c	84.03±0.3 a	27.54±0.19 a
		2:0	8.67±0.25 b	249.03±3.9 a	190.12±1.63 b	79.36±0.21 a	23.07±0.04 a
	Y 两优 957	1:1	9.08±0.06 a	250.94±3.06 a	199.08±0.99 a	79.28±0.45 a	22.93±0.11 a
		0:2	8.56±0.12 b	252.09±0.69 a	185.12±1 c	79.35±0.52 a	23.1±0.02 a
		2:0	11.14±0.09 ab	262.88±2.22 a	178.87±1.31 b	79.46±0.4 a	29.82±0.06 a
		1:1	11.36±0.1 a	268.78±2.3 a	179.13±1.85 a	79.32±0.42 a	29.74±0.14 a
		0:2	11.08±0.32 b	264.72±4.06 a	175.42±1.07 c	79.5±0.44 a	30±0.06 a
		2:0	10.52±0.04 b	249.96±1.01 a	174.98±0.57 a	79.03±0.05 a	30.34±0.1 b
	常规 籼稻	1:1	10.89±0.11 a	248.31±0.93 a	176.39±1.06 a	79.56±0.25 a	31.07±0.08 a
		0:2	10.41±0.24 b	248.76±2.31 a	167.96±2.96 b	79.72±0.05 a	31.24±0.11 a
		2:0	11.47±0.08 c	228.33±0.4 a	270.41±1.08 b	84.32±0 a	22.02±0.03 b
		1:1	12.42±0.15 a	227.14±0 a	287.65±3.87 a	84.27±0.47 a	22.56±0.1 a
		0:2	12.13±0.03 b	228.16±0.79 a	278.43±0.67 b	84.31±0.15 a	22.65±0 a

表 19 麦秸秆还田后简化穗肥施用对水稻产量及构成因素的影响（2024 扬州）

秸秆处理	品种	穗肥处理	产量（t/hm ² ）	穗数（万/亩）	每穗粒数(个)	结实率(%)	千粒重（g）
还田	武育梗 39	0:0	7.64±0.11d	15.76±0.33c	135.55±1.59c	84.71±3.77ab	28.15±0.02c
		2:0	9.92±0.20a	16.77±0.23b	159.67±1.71a	89.95±2.39a	27.45±0.02c
		1:1	9.15±0.50b	16.77±0.23b	151.15±2.40b	87.42±5.67ab	27.55±0.03d
		0:2	8.68±0.05c	17.37±0.33a	134.47±1.77c	86.09±2.77ab	28.78±0.02b
	南粳 46	0:0	8.25±0.23b	20.91±0.39a	116.36±2.37d	84.50±1.48a	26.73±0.06b
		2:0	10.13±0.56a	20.91±0.51a	147.10±2.52a	83.40±4.94a	26.35±0.04d
		1:1	9.67±0.07a	20.91±0.51a	136.91±2.70b	84.92±2.95a	26.52±0.07c
		0:2	9.41±0.07a	20.81±0.23a	128.69±2.50c	87.06±2.3a	26.91±0.04a
	淮稻 5 号	0:0	7.78±0.10b	17.58±0.23c	131.90±2.80c	87.36±3.62a	25.61±0.03a
		2:0	9.76±0.08a	19.50±0.20a	144.34±3.50a	90.94±1.15a	25.43±0.03b
		1:1	9.26±0.12a	19.80±0.33a	137.37±1.29b	89.06±3.07a	25.47±0.05b
		0:2	9.14±0.18a	18.99±0.33b	141.72±2.76ab	88.36±0.98a	25.61±0.05a
	南粳 9108	0:0	7.76±0.49c	21.72±0.20c	128.34±7.18b	81.50±1.46c	22.76±0.04a
		2:0	10.12±0.01a	23.84±0.23a	142.29±6.54ab	87.75±0.73a	22.66±0.03b
		1:1	9.59±0.60a	23.23±0.39b	141.60±5.16a	85.60±1.37b	22.70±0.06b
		0:2	8.64±0.20b	23.44±0.33b	131.44±3.09b	82.13±1.22c	22.77±0.01a
	金粳 818	0:0	8.47±0.20a	22.73±0.39c	111.43±2.84a	82.75±3.09a	28.15±0.08a
		2:0	9.46±0.48a	24.75±0.39a	110.53±7.61a	87.22±4.70a	26.40±0.14c
		1:1	9.38±0.19a	24.04±0.52b	112.63±3.15a	86.40±2.09a	26.73±0.06b
		0:2	8.97±0.30a	23.64±0.23b	112.09±2.51a	83.25±3.12a	27.12±0.11a
	武育梗 39	0:0	7.56±0.14c	16.97±0.33b	127.56±4.56b	83.95±4.26a	27.74±0.04b
		2:0	9.37±0.32a	18.99±0.33a	143.72±4.66a	84.12±4.66a	27.23±0.04c
		1:1	9.59±0.16a	18.79±0.23a	144.42±1.70a	86.75±1.70a	27.16±0.06d
		0:2	8.42±0.01b	18.69±0.20a	123.79±2.74b	87.19±2.74a	27.82±0.02a
	南粳 46	0:0	7.77±0.32c	18.59±0.33c	117.94±4.54c	88.43±4.54a	26.75±0.06a
		2:0	9.38±0.05a	20.81±0.23a	138.29±2.08a	82.95±2.08a	26.19±0.02c
		1:1	9.48±0.06a	21.11±0.51a	128.88±1.56b	88.74±1.56a	26.20±0.04c
		0:2	8.69±0.32b	19.80±0.33b	128.28±2.62b	86.36±2.62a	26.41±0.04b
	淮稻 5 号	0:0	7.55±0.13b	22.83±0.23b	99.89±1.03c	86.59±1.03a	25.51±0.09a
		2:0	9.26±0.18a	24.75±0.39a	113.32±0.66a	86.72±0.66a	25.37±0.04b
		1:1	9.27±0.22a	24.85±0.52a	110.73±1.09ab	88.68±1.09a	25.33±0.05b
		0:2	8.79±0.22a	24.75±0.20a	106.86±2.37b	86.74±2.37a	25.54±0.07a
不还田	南粳 9108	0:0	7.02±0.46b	19.19±0.40b	134.50±2.19c	80.40±2.19b	22.53±0.03b
		2:0	9.29±0.45a	21.11±0.39a	154.59±1.45a	85.67±1.45a	22.14±0.07c
		1:1	9.50±0.60a	21.01±0.33a	155.61±2.09a	87.47±2.09a	22.13±0.11c
		0:2	8.56±0.38a	21.21±0.52a	146.45±2.22b	81.07±2.22b	22.66±0.05a
	金粳 818	0:0	7.62±0.16c	17.37±0.33b	130.31±2.40b	85.22±2.40b	26.32±0.17b
		2:0	9.38±0.01a	19.39±0.33a	142.96±0.75a	86.11±0.75b	26.21±0.14b
		1:1	9.66±0.05a	19.60±0.52a	139.04±2.89a	90.38±2.89a	26.17±0.11b
		0:2	8.50±0.11d	19.29±0.39a	130.61±0.19b	84.72±0.19b	26.55±0.07a

5.3.3.3.4 氮肥利用率

秸秆还田提高了籼、粳水稻的肥料利用率，分别平均增加和 1.97%和 3.99%（氮肥利用率）。穗肥处理中，2:0 处理显著提高了粳稻的氮肥利用率，但籼稻却以 1:1 处理最高。无秸秆处理中，籼、粳水稻的氮肥利用率均以 1:1 处理最高。

秸秆还田对籼、粳水稻的氮素籽粒生产效率无显著影响。穗肥处理中，2:0 处理显著提高了粳稻的氮素籽粒生产效率，但籼稻均以 1:1 处理最高。无秸秆处理中，籼、粳水稻的氮素籽粒生产效率均以 1:1 处理最高。

秸秆还田对籼、粳水稻的氮素收获指数无显著影响，但是显著提高了氮肥偏生产力。穗肥处理中，2:0 处理显著提高了粳稻的氮肥偏生产力，但籼稻均以 1:1 处理最高。无秸秆处理中，籼、粳水稻的氮肥偏生产力以 1:1 处理最高。

秸秆还田对籼、粳水稻的生产百公斤籽粒需氮量无显著影响。穗肥处理中，2:0 显著降低了粳稻的生产百公斤籽粒需氮量，但籼稻却以 1:1 处理最低。无秸秆处理中，籼、粳水稻的生产百公斤籽粒需氮量均以 1:1 处理最低。

表 20 麦秸秆还田后简化穗肥施用对水稻氮素利用的影响（2020）

秸秆处 理	品种	穗肥 处理	氮肥利用率 (%)	氮素籽粒生产效率 (kg·kgN ⁻¹)	氮素收获指数 (%)	氮肥偏生产力 (kg·kg ⁻¹)	生产百公斤籽粒 需氮量 (kg N·100kg ⁻¹)
秸秆 还田	南粳 9108	0:0	22.88±0.75 d	69±1.26 a	63.75±0.27 a	49.81±0.43 a	1.45±0.03 c
		2:0	39.75±0.45 a	59.34±0.66 b	62.08±0.49 b	44.07±0.43 b	1.68±0.02 b
		1:1	38.72±0.56 b	58.23±0.62 bc	61.7±0.16 bc	42.65±0.36 c	1.72±0.02 ab
		0:2	35.66±0.49 c	57.6±0.86 c	61.26±0.16 c	40.42±0.67 d	1.74±0.03 a
	武育粳 3 号	0:0	24.63±0.68 d	63.72±1.96 a	64.79±0.59 a	44.94±1.05 a	1.57±0.05 c
		2:0	38.78±0.54 a	58.35±1.1 b	61.31±0.27 c	41.37±0.61 b	1.71±0.03 b
		1:1	37.68±0.56 b	57.95±1.27 b	61.87±0.24 b	40.46±0.66 c	1.73±0.04 b
		0:2	35.56±0.5 c	56.38±0.36 c	61.93±0.53 b	38.17±0.46 d	1.77±0.01 a
	扬稻 6 号	0:0	27.14±0.86 d	62.21±0.82 a	61.44±0.24 a	48.54±0.56 a	1.61±0.02 b
		2:0	40.65±0.53 b	53.63±0.84 b	59.45±0.17 b	40.91±0.43 c	1.87±0.03 a
		1:1	41.88±0.56 a	54.94±0.33 b	59.61±0.16 b	42.6±0.53 b	1.82±0.01 a
		0:2	38.28±0.81 c	53.94±1.05 b	59.59±0.34 b	39.87±0.38 d	1.86±0.04 a
	扬两优 6 号	0:0	27.44±0.76 d	61.49±1.27 a	61.51±0.25 a	50.1±0.62 a	1.63±0.03 b
		2:0	40.17±0.55 b	53.63±0.88 b	59.76±0.17 c	41.83±0.46 c	1.87±0.03 a
		1:1	41.63±0.6 a	54.66±0.82 b	60.45±0.42 b	43.43±0.49 b	1.83±0.03 a
		0:2	38.54±0.6 c	53.78±0.81 b	60.55±0.17 b	41.08±0.75 c	1.86±0.03 a
无秸秆	南粳 9108	0:0	22.36±0.89 d	69.67±1.31 a	63.79±0.44 a	47.99±0.54 a	1.43±0.03 b
		2:0	36.76±0.59 b	58.21±0.92 b	61.85±0.15 b	40.35±0.48 c	1.72±0.03 a
		1:1	37.99±0.53 a	58.72±0.51 b	61.6±0.22 b	41.28±0.29 b	1.71±0.02 a
		0:2	35.01±0.45 c	58.51±1 b	61.42±0.19 b	39.69±0.7 c	1.71±0.03 a
	武育粳 3 号	0:0	23.2±0.69 c	65.1±0.56 a	64.31±0.34 a	43.61±0.74 a	1.53±0.01 b
		2:0	35.66±0.63 a	58.93±0.88 b	62.12±0.25 b	39.07±0.47 b	1.7±0.02 a
		1:1	36.51±0.68 a	59.04±0.61 b	61.84±0.28 b	39.64±0.32 b	1.7±0.02 a
		0:2	34.35±0.56 b	57.97±0.83 b	61.84±0.18 b	37.67±0.59 c	1.73±0.02 a
	扬稻 6 号	0:0	26.65±0.92 d	61.79±0.42 a	61.08±0.36 a	46.28±0.54 a	1.62±0.01 c
		2:0	40.15±0.5 b	53.37±0.64 c	59.59±0.1 c	39.45±0.22 c	1.88±0.02 a
		1:1	41.23±0.61 a	54.95±0.9 b	60.19±0.18 b	41.02±0.38 b	1.82±0.03 b
		0:2	37.52±0.52 c	54.69±1.05 bc	60±0.1 bc	39.18±0.55 c	1.83±0.03 b
	扬两优 6 号	0:0	26.06±0.74 d	61.32±1.77 a	61.62±0.4 a	47.72±1.11 a	1.63±0.05 c
		2:0	38.96±0.59 b	53.26±0.53 c	59.86±0.22 b	40.06±0.2 c	1.88±0.02 a
		1:1	40.58±0.57 a	55.22±0.64 b	60.26±0.39 b	41.51±0.65 b	1.81±0.02 ab
		0:2	37.25±0.59 c	54.03±0.11 bc	60.35±0.29 b	40.58±0.31 c	1.85±0 b

表 21 麦秸秆还田后简化穗肥施用对水稻氮素利用的影响（2021）

秸秆 处理	品种	穗肥 处理	氮肥利用率 (%)	氮素籽粒生产效率 (kg·kgN ⁻¹)	氮素收获指数 (%)	氮肥偏生产力 (kg·kg ⁻¹)	生产百公斤籽粒 需氮量 (kg N·100kg ⁻¹)
秸秆 还田	南粳 9108	0:0	22.75±0.61 d	68.65±1.03 a	64.26±0.21 a	48.79±0.94 a	1.46±0.02 b
		2:0	39.4±0.44 a	58.49±0.79 b	61.99±0.51 b	42.83±0.36 b	1.71±0.02 a
		1:1	38.23±0.48 b	57.95±0.64 b	62.25±0.24 b	41.76±0.26 b	1.73±0.02 a
		0:2	35.13±0.47 c	57.49±1.22 b	61.91±0.16 b	39.63±0.63 c	1.74±0.04 a
	武育粳 3 号	0:0	24.41±0.5 d	64.25±1.65 a	65.35±0.21 a	44.39±1.02 a	1.56±0.04 c
		2:0	38.67±0.39 a	57.44±0.66 b	61.31±0.36 c	40.18±0.34 b	1.74±0.02 b
		1:1	37.7±0.55 b	57.05±1.29 b	61.89±0.24 b	39.35±0.67 b	1.75±0.04 b
		0:2	35.31±0.73 c	55.13±1.17 c	61.92±0.37 b	36.71±0.7 c	1.82±0.04 a
	扬稻 6 号	0:0	26.69±0.57 d	62.31±0.62 a	61.43±0.2 a	47.46±0.57 a	1.61±0.02 c
		2:0	39.94±0.42 b	53.41±0.98 bc	59.68±0.2 c	39.83±0.55 c	1.87±0.03 ab
		1:1	41.37±0.55 a	54.65±0.99 b	60.21±0.32 b	41.53±0.7 b	1.83±0.03 b
		0:2	38.6±0.41 c	52.75±0.81 c	60.18±0.47 b	38.63±0.44 d	1.89±0.03 a
	扬两优 6 号	0:0	27.01±0.77 d	60.78±1.44 a	61.5±0.14 a	48.64±0.93 a	1.64±0.04 c
		2:0	39.95±0.54 b	52.98±0.93 bc	59.72±0.48 c	40.83±0.43 c	1.88±0.03 ab
		1:1	41.28±0.47 a	54.29±0.8 b	60.45±0.21 b	42.56±0.46 b	1.84±0.03 b
		0:2	38.27±0.58 c	52.61±0.63 c	60.53±0.05 b	39.66±0.61 d	1.9±0.02 a
无秸秆	南粳 9108	0:0	22.6±0.83 c	69.22±1.29 a	63.83±0.36 a	47.11±0.77 a	1.45±0.03 b
		2:0	36.9±0.55 a	58.1±0.68 b	62.35±0.26 b	39.92±0.37 bc	1.72±0.02 a
		1:1	37.61±0.43 a	58.35±0.65 b	62.56±0.36 b	40.53±0.69 b	1.71±0.02 a
		0:2	34.89±0.59 b	58.51±0.56 b	61.56±0.28 c	39.04±0.48 c	1.71±0.02 a
	武育粳 3 号	0:0	23.57±0.81 c	64.82±0.71 a	64.9±0.19 a	42.51±0.98 a	1.54±0.02 b
		2:0	35.85±0.55 a	57.33±0.96 b	61.06±0.21 bc	37.4±0.45 b	1.75±0.03 a
		1:1	36.66±0.49 a	57.96±1.32 b	60.68±0.22 c	38.28±0.77 b	1.73±0.04 a
		0:2	34.42±0.58 b	56.71±0.72 b	61.36±0.4 b	36.2±0.58 c	1.76±0.02 a
	扬稻 6 号	0:0	26.22±0.4 c	61.17±0.8 a	61.4±0.21 a	44.94±0.7 a	1.64±0.02 b
		2:0	39.36±0.5 b	53.22±0.71 b	59.65±0.12 c	38.54±0.33 c	1.88±0.03 a
		1:1	40.94±0.61 a	54.53±0.62 b	60.69±0.21 b	40.35±0.68 b	1.84±0.02 a
		0:2	38.53±0.71 b	53.26±0.73 b	60.24±0.12 b	38.13±0.64 c	1.88±0.03 a
	扬两优 6 号	0:0	26.39±0.73 d	60.53±1.65 a	61.6±0.48 a	46.53±1.01 a	1.65±0.04 b
		2:0	39.25±0.56 b	52.57±0.68 b	60.06±0.34 c	39.21±0.47 c	1.9±0.02 a
		1:1	40.73±0.52 a	53.88±0.68 b	60.07±0.27 c	40.99±0.64 b	1.86±0.02 a
		0:2	37.64±0.62 c	53.39±0.97 b	60.7±0.33 b	38.96±0.48 c	1.87±0.03 a

5.3.3.3.5 稻米加工和外观品质

秸秆还田改善了稻米的加工品质，糙米率，精米率和整精米率分别平均增加 0.8%、2%和 4.2%。南粳 9108 和扬稻 6 号的整精米率分别平均增加 4.5%和 3.9%。秸秆还田中，南粳 9108 的糙米率，精米率和整精米率均以 2:0 处理最高，较 1:1 和 0:2 处理，整精米率分别增加 1.9 和 5.6%；扬稻 6 号均以 1:1 处理最高，较 2:0 和 0:2 处理，整精米率分别增加 6%和 7.8%。秸秆不还田中，两个水稻品种的加工品质均以 1:1 处理最优。

秸秆还田改善了稻米的外观品质，垩白粒率和垩白度分别平均降低 3.6%和 4.6%。南粳 9108 的垩白粒率和垩白度分别平均降低 2.6%和 3.6%，扬稻 6 号分别平均降低 4.6%和 5.7%。秸秆还田中，南粳 9108 的垩白粒率和垩白度均以 2:0 处理最小，较 1:1 和 0:2 处理，垩白粒率分别降低 6.9%和 18.8%，垩白度分别降低 10.3%和 35.1%；扬稻 6 号均以 1:1 处理最小，较 2:0 和 0:2 处理，垩白粒率分别降低 9.1%和 11.7%，垩白度分别降低 16.6%和 19.9%。秸秆不还田中，两个水稻品种的外观品质均以 1:1 处理最优。

秸秆还田提高了稻米的营养品质（表 3），蛋白质含量平均增加 1.6%。南粳 9108 和扬稻 6 号分别平均增加 1.6%和 1.6%。秸秆还田中，南粳 9108 和扬稻 6 号的蛋白质含量均以 0:2 处理最高，较 2:0 和 1:1 处理，南粳 9108 分别增加 7.3%和 2.7%，扬稻 6 分别增加 5.8%和 4.3%。秸秆不还田中，两个水稻品种的营养品质同样均以 0:2 处理最优。

秸秆还田降低稻米的直链淀粉含量，平均降低 0.9%。南粳 9108 和扬稻 6 号分别平均降低 1.2%和 0.6%。秸秆还田中，南粳 9108 和扬稻 6 号的直链淀粉含量均以 0:2 处理最低，较 2:0 和 1:1 处理，南粳 9108 分别降低 1.7%和 0.2%，扬稻 6 分别降低 2.3%和 0.6%。秸秆不还田中，两个水稻品种的直链淀粉含量同样均以 0:2 处理最低。

秸秆还田提高了稻米的食味品质，食味值平均增加 1.21%。南粳 9108 和扬稻 6 号分别平均增加 0.72%和 1.7%。秸秆还田中，南粳 9108 和扬稻 6 号的食味值均以 2:0 处理最高，较 1:1 和 0:2 处理，南粳 9108 分别增加 2.46%和 6.7%，扬稻 6 分别增加 3.22%和 11.62%。秸秆不还田中，两个水稻品种的食味品质同样均以 2:0 处理最优。

表 22 麦秸秆还田后简化穗肥施用对稻米加工和外观品质的影响

年份	秸秆	品种	穗肥	糙米率 (%)	精米率 (%)	整精米率 (%)	垳白粒率 (%)	垳白度 (%)
2020	秸秆还田	南粳 9108	0:0	82.96 b	67.21 c	57.87 d	12.84 b	5.85 b
			2:0	84.43 a	72.93 a	68.83 a	12.52 b	4.79 c
			1:1	84.07 a	71.54 b	67.19 b	13.35 b	5.44 bc
			0:2	83.19 b	70.34 b	65.15 c	15.37 a	7.26 a
		扬稻 6 号	0:0	80.28 b	64.52 b	35.62 d	26.3 b	15.16 a
			2:0	80.39 b	71.7 a	53.33 b	28.47 a	15.03 a
			1:1	81.13 a	72.42 a	55.83 a	25.27 c	12.8 b
			0:2	80.09 b	71.31 a	52.23 c	29.49 a	15.27 a
	无秸秆	南粳 9108	0:0	82.89 ab	66.79 b	55.7 c	13.02 b	5.92 b
			2:0	82.93 ab	70.48 a	66.06 a	12.74 b	5.12 b
			1:1	83.58 a	70.77 a	66.59 a	13.18 b	5.73 b
			0:2	82.25 b	70.01 a	64.31 b	15.9 a	7.4 a
		扬稻 6 号	0:0	79.1 b	62.22 b	32.18 d	27.48 b	15.71 a
			2:0	79.86 a	70.3 a	51.31 b	29.8 a	15.37 a
			1:1	80.31 a	70.58 a	55.26 a	26.94 b	12.8 b
			0:2	79.81 ab	69.65 a	50.78 c	30.82 a	15.94 a
2021	秸秆还田	NJ9108	0:0	80.86 b	64.71 c	50.91 c	13.03 c	6.02 b
			2:0	82.52 a	70.51 a	60.54 a	13.25 c	5.25 c
			1:1	82.51 a	69.93 ab	59.74 a	14.35 b	5.75 b
			0:2	82.24 a	68.54 b	57.39 b	16.38 a	8.22 a
		扬稻 6 号	0:0	78.44 c	62.39 c	26.28 d	27.75 c	15.33 b
			2:0	80.45 a	70.46 a	47.3 b	28.78 b	15.23 b
			1:1	80.52 a	70.84 a	50.78 a	26.77 d	12.45 c
			0:2	79.64 b	68.16 b	46.73 c	29.44 a	16.28 a
	无秸秆	南粳 9108	0:0	80.17 b	62.93 b	46.47 c	13.41 d	6.22 b
			2:0	82.16 a	68.4 a	55.7 ab	14 c	5.4 c
			1:1	82.34 a	68.47 a	57.83 a	14.85 b	6.18 b
			0:2	81.84 a	68.14 a	54.58 b	17.02 a	8.4 a
		扬稻 6 号	0:0	77.76 b	60.1 c	24.01 c	28.25 b	15.93 b
			2:0	79.38 a	69.31 ab	46.25 b	30.55 a	16.32 ab
			1:1	79.48 a	69.81 a	49.03 a	28.11 b	16.32 ab
			0:2	79.29 a	68.01 b	45.39 b	30.9 a	16.47 a

表 23 麦秸秆还田后简化穗肥施用对稻米营养和食味品质的影响

年份	秸秆	品种	穗肥	蛋白质 (%)	直链淀粉 (%)	食味值
2020	秸秆还田	南粳 9108	0:0	7.85 d	11.51 a	82.3 a
			2:0	8.02 c	11.42 a	81.76 a
			1:1	8.3 b	11.25 b	79.22 b
			0:2	8.63 a	11.1 c	76.32 c
		扬稻 6 号	0:0	8.92 d	17.78 a	71.97 a
			2:0	9.15 c	17.55 b	69.12 b
			1:1	9.37 b	17.4 c	67.27 c
			0:2	9.77 a	17.27 d	61.97 d
	无秸秆	南粳 9108	0:0	7.74 d	11.73 a	82.17 a
			2:0	7.88 c	11.55 b	81.24 a
			1:1	8.2 b	11.39 c	78.79 b
			0:2	8.47 a	11.22 d	76.04 c
		扬稻 6 号	0:0	8.82 c	17.9 a	71.5 a
			2:0	9.04 b	17.82 a	68.57 b
			1:1	9.15 b	17.43 b	66.86 c
			0:2	9.6 a	17.3 c	60.92 d
2021	秸秆还田	NJ9108	0:0	7.68 d	11.63 a	82.27 a
			2:0	7.83 c	11.52 a	81.3 ab
			1:1	8.1 b	11.31 b	79.93 b
			0:2	8.33 a	11.25 b	76.5 c
		扬稻 6 号	0:0	8.8 c	17.85 a	69.5 a
			2:0	8.9 c	17.78 a	67.5 b
			1:1	9.05 b	17.58 b	65.1 c
			0:2	9.4 a	17.35 c	60.43 d
	无秸秆	南粳 9108	0:0	7.55 d	11.8 a	81.97 a
			2:0	7.75 c	11.68 a	80.33 b
			1:1	7.95 b	11.45 b	78.78 c
			0:2	8.16 a	11.29 b	75.73 d
		扬稻 6 号	0:0	8.68 c	17.98 a	68.17 a
			2:0	8.75 c	17.85 a	65.83 b
			1:1	8.95 b	17.65 b	63.43 c
			0:2	9.2 a	17.49 b	58.77 d

综上：多年多点、品种、不同施氮量的多个试验表明：1）秸秆还田处理较不还田处理产量平均增加 3.7%；氮肥利用率平均增加 2.98%；整精米率平均增加 4.2%；2）秸秆还田条件下，我省常规粳稻主栽品种类型包括中熟中粳稻、迟熟中粳稻、早熟晚粳稻等粳稻品种产量、氮肥利用率、整精米率均以采用全施促花肥（2:0）一次穗肥施用法较其它穗肥施用法最高，常规籼稻及杂交稻均以传统的二次穗肥施用法（促保均施）最高；3）秸秆不还田条件下，所有品种

的产量、氮肥利用率、整精米率均以二次穗肥施用法最高。

5.4 干湿交替精准管水的技术

秸秆还田条件下，长期淹水会产生伤害根系的物质，一般连续淹水 7 天左右根系就会受到明显伤害，因此，秸秆还田稻田水分管理与不还田有很大的不同，特别是小苗移栽的水稻。针对秸秆还田带来伤根、伤苗的新变化，我们认为秸秆还田的稻田灌溉应该是：水稻一生绝大多数时间内应采取有水与无水交替管理的模式，在这种节奏下稻田管水的周期一般不应超过 7 天。对不同生长阶段我们提出了针对性管水方案：1) 恢复生长、促进生长、对水分敏感的阶段宜采用有水（浅水层）时间长、无水（湿润不积水）时间短方式；2) 控制生长、延缓衰老、对水分不敏感的阶段宜采用无水时间长、有水时间短或断水搁田的方式。具体为：移栽及栽后 3d 保持瓜皮水；栽后 3 d~7 d 脱水露田；活棵后（栽后 7 d 天）~够苗，上浅水保水 1 d~2 d 自然落干，干 2 d~3 d 再上浅水，以后采用 2 d~3 d 有水干 2 d~3 d 的干干湿湿模式；够苗（或有效分蘖临界叶龄）~基部第 2 节间定长，脱水搁田；基部第 3 节间开始伸长~齐穗，保持 3 d 有水，2 d 无水；齐穗~抽穗后 25 d~30 d 内，干干湿湿，以湿为主，保水 2 d~3d、干 2 d~3 d。抽穗后 30 d 后，干干湿湿，以干为主，逐步减少保水时间，采用 2 d(保水)+3 d(干)、2 d(保水)+4 d(干)、1 d(保水)+5 d(干)方式进行水管，收割前 7d-10d 灌一次跑马水后，断水。

我们制定的干湿交替精准管水的技术，不仅科学、有效，而且可操作性极强，在生产上得到了较好的应用与推广，并在水稻理想株型和抗倒健康群体塑造及产量提高的过程中发挥了极其重要的促进作用。

经过多年的研究，本研究团队在以下几个方面取得重要进展：1) 机插秧轻简化壮苗培育技术；2) 集成了“一重两控三减”高效施肥法；3) 提出了“干湿交替精准水管”的管水技术。在深耕与高质量耕地和高质量群体起点塑造的基础条件下，本研究团队依据上述 3 点重要进展，集成了具有轻简、低耗、丰产、优质、高效、生态的现代水稻生产目标特征的技术规程，即“常规粳稻减氮丰产优质高效生产技术规程”。

六、与现行相关法律法规和标准的关系

本标准的制定不违反相关法律法规及强制性标准；无相同或相似国家标准和行业标准；参考和引用的标准如下：水稻全程机械化生产技术规范（NY/T 3658-2020）、水稻机插秧作业技术规范（NY/T 2192-2012）、粮食作物种子第1部分 禾谷类（GB4404.1-2008），此3项标准主要用于机械化生产技术的参考。

七、实施推广建议

本标准适用于江苏省常规粳稻生产地区，聚焦减氮、低耗、丰产、提质、增效、生态的现代生产目标，针对苏南、苏中、苏北不同地区生态条件，提出相应的生产技术指标。标准规定了常规粳稻减氮丰产优质高效生产的关键技术环节，包括秸秆全量还田、深耕与高质量整地，壮苗培育与高质量群体起点塑造，氮肥优化运筹与精确施用，水分干湿交替控水灌溉等标准化操作要点。推广实施中，建议依托农业农村部门、农业技术推广站及大型农场、生产大户或农业合作社，建立示范展示基地，结合区域性主推品种生长特性，开展技术培训与示范展示，重点推广秸秆还田条件下水稻轻简化壮苗培育技术、“一重两控三减”高效施肥法及干湿交替精准水管等技术。同时，建议整合政策支持与市场引导，将标准纳入绿色高质高效创建项目、生态农业补贴等政策体系，鼓励种业企业、农机服务组织与种植主体协同应用，实现技术精准落地与规模化覆盖，全面提升常规粳稻生产的绿色化、标准化、规模化的水平。

八、重大分歧意见的处理过程和依据

本标准为你推荐性类标准，并不涉及有关国家安全、保护人体健康和人身财产安全、环境质量要求等有关强制性地方标准或强制性条文。

如遇专家分歧意见，我们将充分考虑专家意见，并积极进行协商沟通，对标准进行修改和优化，取得最佳方案。

团体标准《常规粳稻减氮丰产优质高效生产技术规程》编制组

2025 年 7 月 31 日