

《红壤旱地双季玉米培肥控酸技术规范》

（征求意见稿）

编制说明

江西省红壤及种质资源研究所

2026 年 9 月 29 日

目 次

- 一、工作简况：包括任务来源、协作单位、主要工作过程、起草组成员及其所做的主要工作等
- 二、标准编制原则和确定标准主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据；标准修订项目还应当列出新、旧标准水平的对比
- 三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果
- 四、标准涉及的相关知识产权说明
- 五、采用国际标准的程度与水平的简要说明，与现行有关法律法规和强制性标准的关系
- 六、重大意见分歧的处理经过和依据
- 七、其他应予说明的事项

一、工作简况

1.1 任务来源

本标准以国家重点研发计划相关课题“坡耕地红壤控酸抗蚀与肥沃耕层构建技术集成与应用”（2022YFD1900603-4）为科研支撑，结合江西省红壤及种质资源研究所红壤旱地长期定位施肥试验和前期技术应用成果，针对有机肥安全还田、酸化土壤改良及双季玉米施肥管理中的实际问题，形成《红壤旱地双季玉米培肥控酸技术规范》草案。

根据《中国土壤学会团体标准管理办法（试行）》规定，经自愿申请、专家评审论证，中国土壤学会于 2026 年 9 月 11 日发布《关于〈受污染耕地土壤环境质量现场快速调查技术规范〉等 9 项团体标准立项的公告》，确定《红壤旱地双季玉米培肥控酸技术》符合立项要求，准予立项，并要求起草单位按照有关要求开展标准制定工作。项目牵头单位为江西省红壤及种质资源研究所。

1.2 制定背景

红壤旱地是南方地区农业生产的重要耕地资源，持续提升其土壤肥力和生产能力，是保障区域粮食生产与促进耕地可持续利用的重要基础。双季玉米种植通过春、秋两季生产提高土地利用强度，对耕层养分供应和土壤环境条件提出了较高要求。连续种植条件下，既要满足两季玉米生长发育的养分需求，又要兼顾有机物料补充、土壤酸度调节和耕层质量维护，避免重当季产量、轻地力培育。因此，将培肥控酸措施贯穿双季玉米周年生产过程，是实现耕地用养结合的重要途径。

土壤酸化和肥力不足是制约红壤旱地双季玉米生产的主要土壤问题。长期偏施化肥、有机物料补充不足，容易加重土壤酸化与养分失衡，使作物养分供应和土壤生产能力难以保持稳定。原有红壤旱地长期定位试验表明，单施或偏施化肥处理存在不同程度的酸化问题，部分处理的玉米产量在试验后期下降；有机无机肥配施则在维持玉米产量、增加土壤有机碳和减缓酸化方面表现出综合效应。这说明，红壤旱地生产管理不能仅依靠增加化肥投入，还需协调有机肥投入、氮磷钾配施与土壤酸度调控。

江西省红壤及种质资源研究所始于 1986 年的红壤旱地长期定位施肥试验，为本标准制定提供了研究基础。25 年试验结果显示，氮磷钾配施猪粪处理的玉米年产量较单施氮磷钾处理平均提高 45.10%，土壤有机碳含量较不施肥处理提

高 44.70%；连续施肥 27 年后，配施猪粪和单施猪粪处理的土壤 pH 保持在初始水平附近或略有提高。上述结果表明，持续补充有机物料并配套合理施肥，是红壤旱地培肥与控酸协同管理的重要技术基础，也为将长期试验成果转化为生产操作要求提供了依据。

在实际应用中，有机肥和石灰质物质的使用需要与地块条件及投入品质量相匹配。不同来源有机肥的含水率、养分含量和腐熟程度存在差异，若直接按物料重量确定施用量，容易造成养分投入与作物需求不相适应；畜禽粪便处理不充分或施用过量，还可能增加养分流失和土壤污染风险。不同地块的酸化程度以及石灰质物质的有效中和能力也存在差异，相关用量应依据土壤检测与产品质量确定。同时，有机肥和调酸物料施用后，还需统筹化肥减量、耕层混施、两季玉米茬口衔接、秸秆利用及土壤质量监测，形成相互配套的田间管理措施。

因此，有必要在长期定位试验和前期技术应用成果的基础上，制定适用于红壤旱地双季玉米生产的培肥控酸技术规范，将研究形成的技术依据转化为明确、可操作的生产要求。本标准围绕地块适用条件、有机肥前处理与质量控制、土壤酸度分级、物料用量与施用方法、化肥配套、双季玉米管理和土壤监测等环节作出规定，为生产主体合理选择投入品、安排周年施肥和评价实施效果提供依据，促进红壤旱地培肥控酸技术的规范应用与耕地产能持续提升。

1.3 协作单位

(1) 牵头单位

江西省红壤及种质资源研究所，组织实施标准起草工作及各起草单位之间的协调工作。

(2) 参加单位

中国科学院南京土壤研究所、江西省农业技术推广中心，参与标准起草及应用和验证工作。

1.4 主要工作过程

(1) 标准主要技术参数研究与确定

依托始于 1986 年的红壤旱地长期定位施肥试验，比较不施肥、化肥单施或偏施、氮磷钾配施及有机无机肥配施条件下双季玉米产量、产量稳定性、土壤有机碳和酸度的长期变化，分析不同施肥处理的投入产出。以每季施用猪粪 15000 kg/hm² 及氮磷钾配施处理的观测结果为基础，研究有机肥投入、养分配套与培肥

控酸效果的关系，为确定技术措施和生产用量提供依据。

(2) 标准文本起草与申请立项

起草组按照双季玉米生产过程编写技术条款，形成工作组讨论稿和立项申请材料。2026年9月11日，中国土壤学会发布准予立项公告，由江西省红壤及种质资源研究所牵头开展标准制定工作。

(3) 标准征集意见与修改完善

经广泛征集意见建议，共收集到7家单位提出的32项修改建议，涉及土壤重金属监测、术语、翻耕深度、石灰质物质类型及用量折算、混合发酵原料、附录数据和预期效益等。起草组根据意见修改相关条款，并补充技术经济与生态效益论证材料。

1.5 起草组成员及其所做的主要工作

起草组成员：李大明、刘明、吴艳、徐小林、程坤、成艳红、范贝贝、柳开楼、钟义军、何小林、胡丹丹、刘宇新、吴火亮、辛宜聪、宋惠洁、高玉峰、祝琳、胡志华、侯振宇、吴成彧、罗新平、刘春香、万长艳、吴鑫、李剑灵、周莺、万小兵、熊思嘉。

李大明：江西省红壤及种质资源研究所，组织编写、统筹标准制定全过程，负责标准整体结构设计和内容确定，指导标准编制及技术论证工作。

刘明：中国科学院南京土壤研究所，负责本标准的技术研发和验证、资料收集、标准编写、组织专家评审及意见修改、编制说明撰写、单位协调等工作。

吴艳：江西省红壤及种质资源研究所，负责资料收集与整理、标准及编制说明撰写、意见汇总与修改、立项材料整理及沟通协调等工作。

徐小林、程坤、成艳红、范贝贝：负责红壤旱地双季玉米培肥控酸技术研发与验证，参与有机无机肥配施、土壤酸化调控等关键技术论证及标准编写修改工作。

何小林、胡丹丹、刘宇新、吴火亮、宋惠洁、高玉峰、祝琳、胡志华、侯振宇、吴成彧、罗新平、刘春香、万长艳、吴鑫、李剑灵、周莺、万小兵、熊思嘉：参与试验资料整理、技术田间示范、应用效果评价及标准编写修改等工作。

二、标准编制原则和确定标准主要内容

2.1 编制原则

本标准按照 GB/T 1.1—2020 的规定起草，以红壤旱地双季玉米的生产条件

和长期施肥研究为依据，兼顾培肥控酸效果、投入品安全及田间操作要求。技术措施根据土壤酸度、养分状况和有机肥质量确定，肥料产品、土壤环境和灌溉水的质量要求执行相应标准。

2.2 标准的主要内容

(1) 适用范围与地块条件

标准适用于土壤 pH 低于 6.0、坡度小于 8°、具备基本灌排条件的红壤缓坡旱地或低丘红壤梯田。作为主要研究依据的长期定位试验位于低丘红壤区，采用春玉米—秋玉米—冬闲制度，其土壤和种植条件与本标准的适用对象相近。

(2) 有机肥前处理与质量控制

充分腐熟和无害化处理是有机肥安全施用的前提。标准要求畜禽粪便经处理后施用，未经腐熟的鲜粪不得直接施入农田。植物源菌渣等有机物料可与畜禽粪便混合发酵，但须明确原料来源、配比和处理条件。控制腐熟物料含水量，便于均匀撒施和翻耕混土；商品有机肥仍按其适用产品标准检验。

定位试验中，NPKM 处理每季在施用 N 60、P₂O₅ 30、K₂O 60 kg/hm² 的基础上投入猪粪 15000 kg/hm²，猪粪用量按鲜重计。不同来源有机肥的含水率和养分含量存在差异，生产施用量按成品检测结果折算，并结合土壤养分状况调整。腐熟和无害化处理后，物料仍须符合相应质量与重金属限量要求。

(3) 土壤酸度分级与物料施用量

标准按土壤 pH 将适用地块分为 5.5<pH<6.0、4.5≤pH≤5.5 和 pH<4.5 三个区间。5.5<pH<6.0 的地块以有机培肥和化肥调整为主，后两个区间在施用有机肥的基础上配施石灰质物质，推荐用量见表 1。

表 1 不同土壤 pH 条件下的物料推荐用量

土壤 pH	牛羊粪 ¹	猪粪 ¹	鸡鸭鸽粪 ¹	石灰质物质 ²
5.5<pH<6.0	500	1000	800	—
4.5≤pH≤5.5	1000	1500	1200	50
pH<4.5	1200	2000	1500	100

注：¹为腐熟有机肥参考用量，单位为 kg/亩/年；²为石灰质物质参考用量，单位为 kg/亩/3 年。“—”表示该分级未列入常规配施量。用量引自本标准表 1，土壤 pH 范围按标准适用条件列示。

定位试验猪粪投入量为每季 15000 kg/hm²，折合 1000 kg/亩；双季全年为 30000 kg/hm²，折合 2000 kg/亩。该投入水平下，NPKM 处理兼有提高玉米产量、增加土壤有机碳和维持土壤 pH 的作用。表 1 猪粪年施用量为 1000~2000 kg/亩，实际用量根据腐熟产品的含水率、有机质和养分含量核算。石灰质物质另按土壤酸化程度及产品有效中和量确定。

(4) 施用时期与耕层混施

有机肥在第一季玉米播种前作基肥施用，与春季整地一并安排，并考虑其对第二季的养分供应。石灰质物质与有机肥分开撒施，分别与耕层土壤混匀，避免局部集中。根据专家意见，翻耕深度由固定值改为按有效耕层厚度和农机具作业能力确定，以物料均匀混入耕层、不翻动生土层为宜。

(5) 化肥配套与双季玉米管理

配施有机肥后，化肥氮、磷、钾用量相应调整。常规每季 N、P₂O₅和 K₂O 投入量分别为 13.25、7.50 和 15.00 kg/亩，培肥控酸条件下分别为 11.00、5.25 和 12.75 kg/亩，减幅分别为 16.98%、30.00%和 15.00%，化肥养分总量减少 18.88%（表 2）。

表 2 每季化肥养分投入量及减量幅度

养分	常规投入 kg/亩	培肥控酸投入 kg/亩	减少量 kg/亩	减幅/%
N	13.25	11.00	2.25	16.98
P ₂ O ₅	7.50	5.25	2.25	30.00
K ₂ O	15.00	12.75	2.25	15.00
合计	35.75	29.00	6.75	18.88

注：减幅 = (常规投入量 - 培肥控酸投入量) / 常规投入量 × 100%。表中为化肥养分量，不含有机肥带入的养分。

双季玉米播期根据品种生育期、气温和茬口安排确定，施肥与苗期、拔节期和开花期的水分管理相配合。病虫害防治坚持预防为主、综合防治，第一季秸秆还田后加强第二季病虫害监测。药剂、施用方法和安全间隔期按登记标签及有关规定执行。

(6) 秸秆处理与土壤质量监测

玉米秸秆可用于饲料，也可粉碎后翻耕还田，施肥时应考虑秸秆去向及养分归还量。标准规定在技术实施前和每年第二季玉米收获后采集 0~20 cm 耕层土壤，监测 pH、有机质、全氮、有效磷、速效钾、交换性酸、交换性铝及镉、汞、砷、铅、铬等指标，并记录肥料投入、作业成本和双季产量，用于评价培肥控酸效果及经济效益。

三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益

（1）长期定位试验设计与基础条件

标准依托的红壤旱地定位试验始于 1986 年，设于江西省红壤及种质资源研究所进贤基地，土壤由第四纪红色黏土发育，种植制度为春玉米—秋玉米—冬闲。试验设置不施肥（CK）、单施氮肥（N）、单施磷肥（P）、单施钾肥（K）、氮磷配施（NP）、氮钾配施（NK）、氮磷钾配施（NPK）、双倍氮磷钾配施（HNPK）、氮磷钾配施猪粪（NPKM）和单施猪粪（OM）10 个处理，随机区组排列，3 次重复，小区面积 22.22 m²。试验初始土壤 pH 为 6.00，有机碳 9.39 g kg⁻¹、全氮 0.98 g kg⁻¹、碱解氮 60.30 mg kg⁻¹、有效磷 12.90 mg kg⁻¹、速效钾 102.00 mg kg⁻¹。

NPK 处理每季施 N 60、P₂O₅ 30、K₂O 60 kg/hm²，折合每亩 N 4.00、P₂O₅ 2.00、K₂O 4.00 kg；HNPK 处理为相应用量的 2 倍。NPKM 处理在 NPK 基础上每季加施猪粪 15000 kg/hm²，OM 处理仅施相同数量的猪粪，猪粪用量按鲜重计。磷肥、钾肥和猪粪作基肥，氮肥的 2/3 作基肥、1/3 作追肥。

（2）长期施肥对玉米产量的影响

25 年定位试验表明，单施有机肥能够提高玉米年产量，有机无机肥配施的增产效果更好。NPKM 处理玉米年产量较 NPK 处理平均提高 45.10%。从产量变化看，不施肥处理长期处于较低水平，NPK 处理在试验后期出现下降，而 NPKM 处理在多数年份维持较高产量（图 1）。有机物料持续投入与氮磷钾配施相结合，有利于维持红壤旱地双季玉米生产能力。

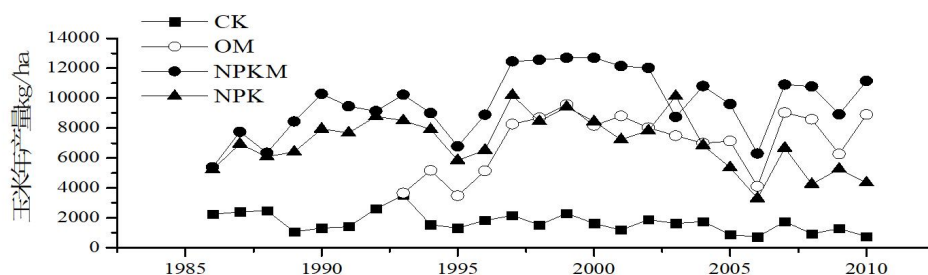


图 1 长期施肥对玉米年产量的影响

注：采用《长期施肥红壤农田地力演变特征》图 1-4 中的玉米部分。CK 为不施肥，OM 为单施猪粪，NPK 为氮磷钾配施，NPKM 为氮磷钾配施猪粪；以下图表处理代号相同。

(3) 长期施肥对玉米产量稳定性的影响

不同施肥处理的产量年际变异程度存在明显差异。春玉米中，K、P、CK 和 N 处理的产量变异系数较高，NPK、NPKM 和 HNPK 处理较低；秋玉米中，P、N 和 K 处理较高，OM 处理最低，NPK、NPKM 和 HNPK 处理也低于不施肥或多数偏施处理（图 2）。NPKM 处理春玉米产量变异系数低于 30%，秋玉米低于 40%。有机无机肥配施在提高产量的同时，能够减小年际波动，兼顾增产与稳产。

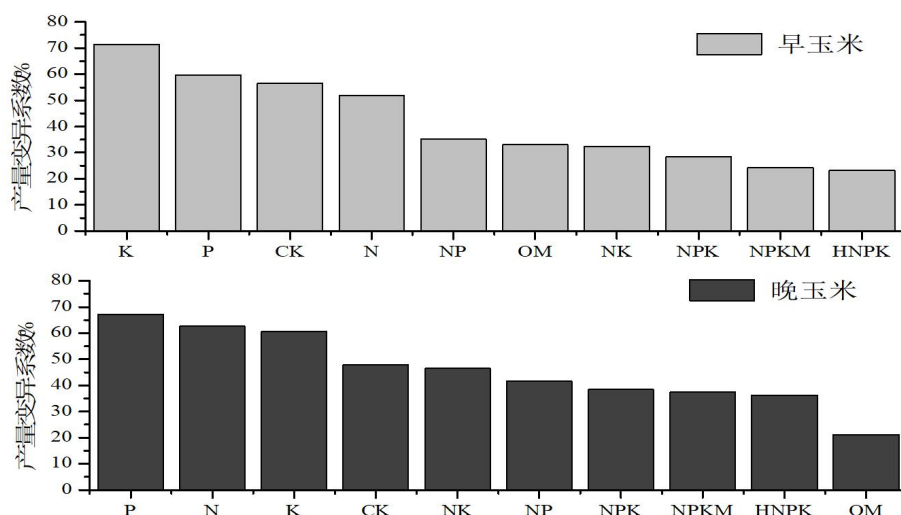


图 2 不同施肥处理对春秋玉米产量年际变异系数的影响

注：“早玉米”和“晚玉米”分别对应春玉米和秋玉米；变异系数用于评价产量年际稳定性。

(4) 长期施肥对土壤有机质培育的影响

长期施肥改变了红壤旱地有机碳的积累过程。25 年试验中，NPK、HNPK、NPKM 和 OM 处理土壤有机碳含量较 CK 分别提高 14.30%、20.50%、44.70%和 24.70%，其中 NPKM 处理增幅最大。单施氮、磷或钾肥处理的有机碳在试验后期下降，至第 25 年与 CK 接近；有机肥处理总体维持较高水平（图 3）。这些结果表明，持续补充有机物料比单纯增加化肥投入更有利于红壤旱地有机碳积累。

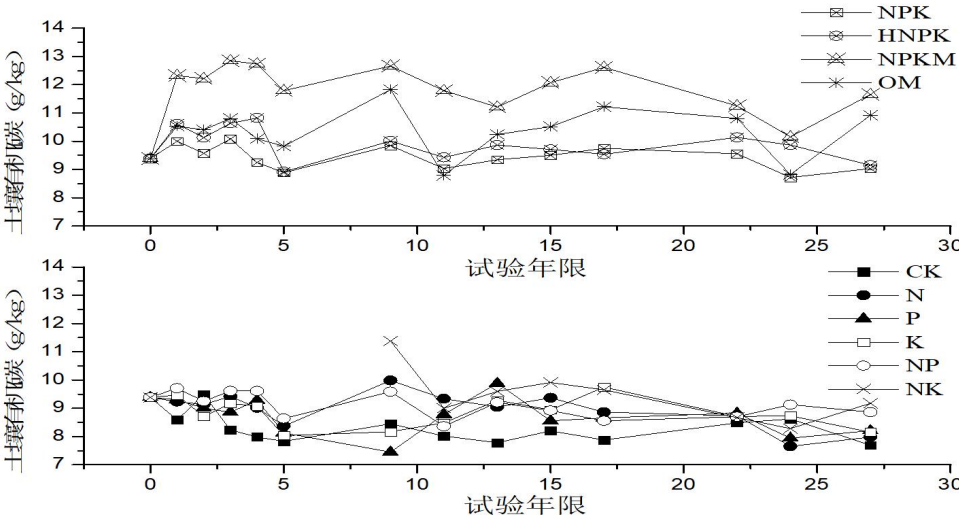


图 3 长期施肥对红壤旱地土壤有机碳的影响

测定结果显示，NPKM 和 OM 处理活性有机碳分别为 2.08 和 2.10 g kg⁻¹，碳库管理指数分别为 115.71 和 118.51，均显著高于 NPK 处理的 1.72 g kg⁻¹和 94.97（表 3）。与试验初始活性有机碳 1.79 g kg⁻¹相比，施用有机肥的处理有所增加，单施氮肥处理则降至 1.44 g kg⁻¹。长期有机肥投入不仅提高了有机碳含量，也改善了土壤活性碳状况。

表 3 长期施肥对红壤旱地活性有机碳与碳库管理指数的影响

处理	活性有机碳/g kg ⁻¹	碳库管理指数
CK	1.54 c	89.36 b
N	1.44 c	77.72 c
NPK	1.72 b	94.97 b
HNPK	1.78 b	97.47 b
NPKM	2.08 a	115.71 a
OM	2.10 a	118.51 a

注：同列不同小写字母表示差异显著（LSD， $P<0.05$ ）

（5）长期施肥对土壤酸化的影响

试验初始土壤 pH 为 6.00。连续施肥 27 年后，单施或偏施化肥处理的 pH 总体下降，其中单施氮肥处理降幅最大；NPK 和 HNPK 处理在试验后期也明显酸化。NPKM 和 OM 处理的 pH 保持在初始水平附近或略有提高（图 4）。有机肥处理同时具有较高的土壤有机碳和活性碳水平，说明持续有机物料投入能够兼顾地力培育与酸化阻控。该结果构成以有机肥为基础、配套合理施肥的主要试验依据。

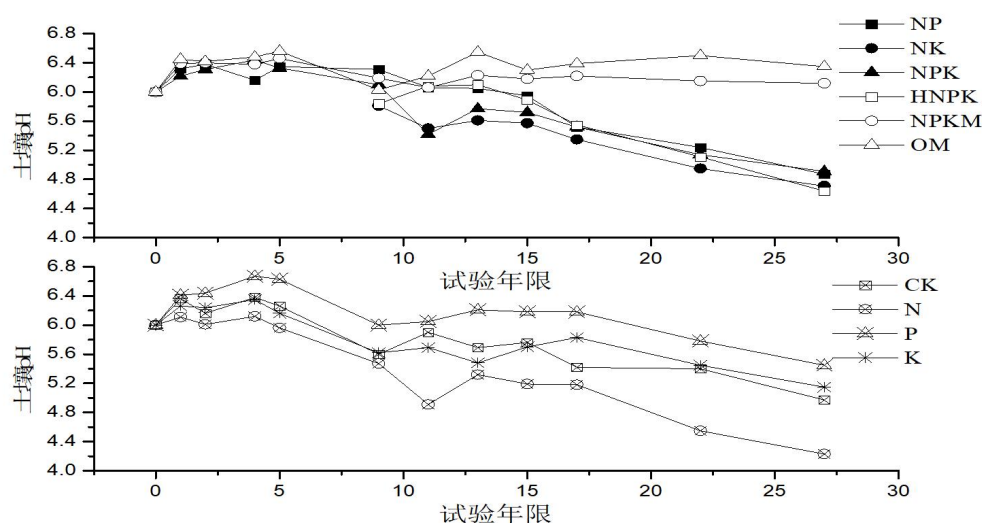


图 4 长期施肥对红壤旱地土壤 pH 的影响

（6）技术模式的经济效益分析

按书中 2011 年生产资料和农产品价格计算，NPKM 和 OM 处理的玉米年收益分别为 23161.40 和 23376.10 元/hm²，NPK 处理为 15099.10 元/hm²。NPKM 较 NPK 年收益增加 8062.30 元/hm²，投入增加 3000.00 元/hm²。按各处理表列收益减去投入重新核算，NPKM 较 NPK 的年净收益增加 5062.30 元/hm²，折合 337.49 元/亩（表 4）。在该试验及价格条件下，有机无机肥配施通过提高产出弥补了有机肥增加的投入，取得了较高收益。

表 4 长期施肥下玉米年度投入产出及净收益

处理	投入	收益	净收益	净收益
	元/hm ² /年	元/hm ² /年	元/hm ² /年	元/亩/年
CK	17693.00	4049.90	-13643.10	-909.54
NPK	18416.00	15099.10	-3316.90	-221.13
HNPK	19149.00	16859.50	-2289.50	-152.63
NPKM	21416.00	23161.40	1745.40	116.36
OM	20693.00	23376.10	2683.10	178.87

注：净收益=收益-投入，按表列值重新计算，未沿用原利润列。

上述效益反映长期施肥处理在 2011 年价格条件下的投入产出差异。它说明持续有机肥投入具有增产增收作用，不能直接作为当前生产地块的收益承诺。

(7) 化肥节支测算与技术目标

本标准配套化肥用量较常规每季减少 N、P₂O₅和 K₂O 各 2.25 kg/亩。采用书中表 1-9 的肥料含量和 2011 年单价，即尿素含 N 46%、2.40 元/kg，钙镁磷肥含 P₂O₅ 12.5%、0.50 元/kg，氯化钾含 K₂O 60%、3.00 元/kg，按等养分单质肥折算，每季化肥节支为 31.99 元/亩，双季全年约 63.98 元/亩。该值为历史价格口径下的化肥费用测算，不含有机肥、石灰质物质及其运输施用费用，也未计入增产收入。

长期定位试验的产量、稳定性、有机碳和 pH 结果共同表明，有机肥与氮磷钾配施能够在维持玉米生产能力的同时培育土壤肥力、减缓酸化。标准以此为主要依据，将有机肥处理与施用、化肥配套、耕层混施和土壤监测落实到双季玉米生产过程，以达到培肥、控酸、稳产和提高投入产出效益的目的。

四、标准涉及的相关知识产权说明

根据立项申请材料，本项目不涉及专利。标准所采用的土壤检测、有机肥施用、石灰质物质调理、玉米栽培和秸秆利用等措施，不限定特定专利产品或专有工艺。畜禽粪便养分参考数据和长期定位试验结果均注明来源。

五、采用国际标准的程度与水平及与现行有关法律法规和强制性标准的关系

本标准依据红壤旱地双季玉米生产条件及国内试验研究制定，未采用国际标准。主要内容为有机肥施用、土壤酸度分级管理及相应的施肥、栽培和监测要求。

本标准的制定与实施遵循《中华人民共和国标准化法》等有关规定，技术要

求不得低于相关强制性标准要求。土壤环境质量执行 GB 15618，灌溉水质执行 GB 5084；肥料有毒有害物质限量执行 GB 38400 及相应产品标准，肥料中砷、镉、铬、铅、汞的检测与 GB/T 23349 衔接。畜禽粪便无害化处理、有机肥质量及肥料合理使用分别与 GB/T 36195、NY/T 525、NY/T 1868 和 NY/T 496 衔接。标准规定的田间施用措施不替代肥料产品质量检验，也不降低土壤环境安全要求。

六、重大意见分歧的处理经过和依据

无

七、其他应予说明的事项

1. 本标准研制过程中补充了技术模式效益评价等内容，因而对标准起草人进行了调整，调整后人员及排序如下：李大明、刘明、吴艳、徐小林、程坤、成艳红、范贝贝、柳开楼、钟义军、何小林、胡丹丹、刘宇新、吴火亮、辛宜聪、宋惠洁、高玉峰、祝琳、胡志华、侯振宇、吴成彧、罗新平、刘春香、万长艳、吴鑫、李剑灵、周莺、万小兵、熊思嘉。

2. 本团体标准题目有改动。2026 年 9 月，在立项专家函评、专家意见咨询过程中，专家指出原题目“红壤旱地双季玉米培肥控酸技术规程”更改为“红壤旱地双季玉米培肥控酸技术规范”，因“技术”较笼统，仅代指单一技术方法，不能体现团体标准属性。经编制组查阅《中华人民共和国标准化法》《中国土壤学会团体标准制修订项目管理办法（试行）》等，征询相关领域专家意见，明确团体标准是对各领域需要统一的技术要求，将标准的题目修改为“红壤旱地双季玉米培肥控酸技术规范”。