

中国计量测试学会团体标准

**《旱地土壤水分运输、保持性能提升措
施计量决策》**

团体标准

（制订）

编制说明

一、工作简况

1. 任务来源

2026 年 4 月，中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所向中国计量测试学会提交了关于《北方土壤水分运输、保持性能提升措施精准计量决策》团体标准制定计划项目申请，依据团体标准编制要求，正式编制本团体标准。

2. 编制背景

在我国农业现代化进程加速推进的当下，“藏粮于地、藏粮于技”战略已成为保障国家粮食安全的核心举措。北方地区作为我国重要的粮食主产区，其耕地质量直接关系到全国粮食稳产增产大局。随着居民消费结构不断升级，市场对绿色、优质农产品的需求日益增长，这不仅要求耕地能产出足够数量的粮食，更需要具备稳定的产能和可持续的生产能力，我国北方旱地远离城市污染、具有较高的昼夜温差，适合高品质农产品生产，但长期以来其发展受制于水资源。

长期以来，党中央高度重视耕地质量提升，经过多年的科研攻关和实践探索，目前在盐碱地和酸化土壤改良方面已形成了相对完善的技术体系和标准规范。但耕地水分运输、保持能力提升方面的标准建设却相对滞后。当前，北方农田耕地蓄水保肥能力提升主要依赖于一些零散的技术措施，如保护性耕作、深松整地、秸秆还田等，但缺乏一套系统、科学的技术决策标准来指导实践。在测试方面，目前尚未形成统一的耕地水分运输、保持能力测试指标体系和方法。不同地区、不同机构在进行耕地蓄水保肥能力评估时，采用的指标和方法各不相同，因此测试结果缺乏可比性和权威性。这导致农业生产者和技术推广部门难以准确把握耕地的蓄水保肥状况，也无法针对性地制定提升方案。在技术决策方面，由于缺乏统一的标准，各地在选择耕地蓄水保肥能力提升技术时存在一定的盲目性。一些地区可能没有根据当地的土壤类型、气候条件、种植制度等实际情况，合理选择适宜的技术措施，导致技术应用效果不佳。同时，对于不同技术措施的组合应用，也缺乏科学的指导标准，难以实现技术措施的协同效应，最大限度地提升耕地蓄水保肥能力。此外，随着农业科技的不断进步，一些新的耕地蓄水保肥技术不断涌现，如聚谷氨酸、丛枝菌根等新型土壤改良材料等。但这些新技术的应用缺乏

相应的标准规范，难以在生产中大规模推广应用，制约了科技成果向现实生产力的转化。

综上所述，加快编制北方旱地土壤水分运输、保持性能提升措施精准计量决策，已成为当前提升北方耕地质量、保障国家粮食安全、推动农业绿色可持续发展的迫切需求。

3. 国内外相关标准研究

我国当前的土壤改良标准体系大多集中于盐碱土改良、酸化土壤改良、连作障碍改良等方面，其中在盐碱土改良方面，主要已经制定的标准包括土地管理行业标准 TD/T 1043.1-2013 暗管改良盐碱地技术规程、DB14/T 813-2013 脱硫石膏改良碱化土壤技术规程、DB13/T 5303-2020 设施菜地土壤次生盐渍化改良技术规程、DB13/T 5405-2021 滨海区盐碱地暗管改良土壤培肥技术规程、DB1505/T 09-2022 苏打盐碱化耕地土壤化学改良剂施用技术规程、DB64/T 671-2010 脱硫废弃物改良盐化土壤水盐调控技术规程、DB64/T 603-2010 燃煤烟气脱硫物改良盐碱土壤种植饲料甜菜技术规程、DB32/T 5297-2025 盐渍化土壤生物改良技术规程、DB15/T 4296-2026 石膏配施发酵醋糟改良轻中度碱化土壤技术规程、DB64/T 604-2010 燃煤烟气脱硫物改良盐碱土壤种植苇状羊茅技术规程等。在酸化土壤改良方面，主要已经制定的标准包括 NY/T 4599-2025 沼炭协同施用改良酸性土壤技术规范、NY/T 3443-2019 石灰质改良酸化土壤技术规范等行业标准，以及 DB43/T 3135-2024 山地烟区土壤酸化改良技术规程、DB43/T 3056-2024 菜地酸性土壤改良技术规程、DB3301/T 1123-2023 酸性土壤改良技术规范等地方标准。在连作障碍方面，主要制定了 GB/T 42812-2023 连作障碍土壤改良通用技术规范、DB43/T 2974-2024 生姜连作障碍消减技术规程、DB64/T 2049-2024 强还原法消除设施菜田土壤连作障碍技术规程、DB13/T 5893-2024 瓜类蔬菜连作障碍土壤修复技术规程、DB23/T 3576-2023 连作大豆土壤障碍修复技术规程等地方标准。

在土壤蓄水保肥能力提升方面制定的标准相对有限，目前仅有 DB14/T 3404-2025 沙化草地土壤改良技术规程、DB15/T 4215-2025 流动沙地土壤改良

程度评价技术规范、DB51/T 2651-2019 川西北地区沙化土地土壤改良技术规程等地方标准。在上述标准中，大部分面向场景为生态场景，采用的措施为有机肥还田等传统措施，在农业场景中，需考虑经营效益，在何种耕地上需要实施土壤水分运输、保持能力提升，在有机肥供应条件不足时，应如何采取替代性措施，仍未有相关标准。

4.1 编制原则

本标准的制定工作遵循先进性、科学性、合理性和可操作性的原则，按照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》的要求编写。

制定本标准主要遵循了以下基本原则：

（1）从行业和管理者角度出发，实现智慧、高效、稳定、精准地决策，保证土壤保水能力提升决策的统一和准确传递；

（2）综合分析标准实现的测试、决策可行性，使标准具有可操作性；

（3）采用科学研究，并结合实践经验，使标准具有先进性；

4.2 编制依据

本标准的编制以国家有关农业法律法规、政策为主要依据，参考现有与土壤检测、土壤改良相关的国家及行业标准，并结合国内外标准和相关文献资料，确定本标准的技术要求，总结编制了本标准。

本标准依据的法律法规、政策主要有：

《中华人民共和国标准化法》（主席令第七十八号）

《中共中央、国务院关于进一步深化农村改革扎实推进乡村全面振兴的意见》（国务院公报 2025 年第 7 号）

《农业农村部关于大力发展智慧农业的指导意见》（农市发〔2024〕3 号）

《全国智慧农业行动计划（2024—2028 年）》（农市发〔2024〕4 号）

本标准参考的标准主要有：

NY T 1121.6-2006 土壤检测 第 6 部分_ 土壤有机质的测定

NY/T 1121.3-2006 土壤检测 第 3 部分：土壤机械组成的测定

JB/T 14755-2024 农业机械 立式粉垄深耕深松机

GB/T 24676-2021 振动深松机

NY/T 1418-2021 深松机械 质量评价技术规范

T/SAASS 294-2025 低钙土壤花生钙肥与丛枝菌根真菌施肥技术规程

4.3 与现行法律法规、标准的关系

本标准制定符合现有标准制定法律法规规定，是对现有土壤改良标准技术体系的有效补充，旨在通过优化决策方法，解决其在普适性、实用性和经济性方面存在的不足。

4. 主要工作过程

2026年1月至4月，编制组深入开展了政策背景、文献资料及国内外标准的调研工作，在查询了相关标准、法律法规及方法文献，确定了《北方土壤水分运输、保持性能提升措施精准计量决策》研究思路及编制方向，并据此编写提交了团体制定项目申请书。

2026年4月15日，中国计量测试学会在北京组织召开了本项团体标准立项会议，会议听取了标准起草组对本项团体标准的立项情况汇报，审查专家对有关问题进行了质疑，经认真讨论，一致同意此项标准通过立项。

2026年4月下旬至8月上旬，起草组根据立项会议专家意见进行了相应修改，标准题目修改为《旱地土壤水分运输、保持性能提升措施计量决策》，形成了征求意见稿。

5. 标准主要起草单位及起草人

6.1 主要起草单位

中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、北方农牧业技术创新中心、淄博数字农业农村研究院、内蒙古中农北方农牧业科技有限公司、淄博乐悠悠农业科技有限公司。

6.2 主要起草人

董雯怡、陈保青、龚道枝、王亮方、郭慧荣、张慧英、邓小洋

二、主要内容技术指标确立

本标准主要涉及两方面的内容，一方面内容为土壤水分运输与保蓄能力的测定判断，第二方面内容为土壤水分运输与保蓄能力提升措施。

（一）土壤水分运输与保持障碍判断

1.土壤水分运输障碍判断

土壤水分运输速率决定了水分从表层向深层迁移的能力，优良的土壤水分运输速率可以将水分储存在较深的土壤层次，避免水分在表层集聚遭受蒸发损失。在实际生产中，土壤水分运输障碍通常是由犁底层存在产生，该土层通常具有土壤紧实、透水性差、根系透过困难的特点。土壤导水率测定是最为直接的表征方法，编制组参考美国土壤调查手册（Soil Survey Manual）分级标准，以土壤饱和导水率 8.64cm/day 作为土壤水分运输障碍判断标准。

2.土壤水分保持障碍判断

国际上对于土壤水分保持性能通常使用土壤可用水分含量（Available water capacity, AWC），是指土壤处于田间持水量时，可供植物利用的水量，它通常被估算为田间持水量与萎蔫点之间所保持的水量。对于田间持水量和萎蔫点保持水量的测量其标准方法采用压力膜仪等进行测量，测量方法相对复杂、测量周期和成本通常无法满足实际生产的需求。为此，标志组参考 Zhou 等 2005 年《Journal of Geographical Sciences》期刊报道，引入经验估算公式对 AWC 进行估算，并采用其报道的我国壤土的下限值作为土壤水分保持能力障碍的判断标准。

（二）土壤水分运输与保持障碍消减

1. 土壤水分运输障碍消减

当前，主要的土壤水分运输障碍消减方法有机械改良、化学改良和生物改良，其中机械改良是以深耕深松作业为主的改良方法，化学改良主要利用松土精等化学物质对土壤进行疏松，生物改良主要利用微生物菌剂、土壤动物等进行土壤疏松。在三种技术路径中，机械改良具有三方面突出优势：其一，物理作用直接，通过机械外力一次性切割、抬升和疏松土层，可在数小时内将犁底层彻底打破，立即恢复土壤垂向孔隙连通性，显著提升入渗速率和深层蓄水能力；其二，操作可控性强，可根据犁底层实际深度（主要在 20~30 cm）将作业深度设定在 30 cm 以上，精准实现"穿透而不翻动"的深松或"上下掺混"的翻转深耕，避免盲目扰动

过大或松动不足；其三，与农艺措施衔接性好，深耕可与秸秆还田、有机肥深施同步完成，将有机物料带入土层深部实现剖面改良，同时适配覆膜回收、播前旋耕等前后工序，形成完整的“破障—培肥—整地”作业链条。因此，编制组建议使用深耕深松作业进行土壤水分运输障碍消减。

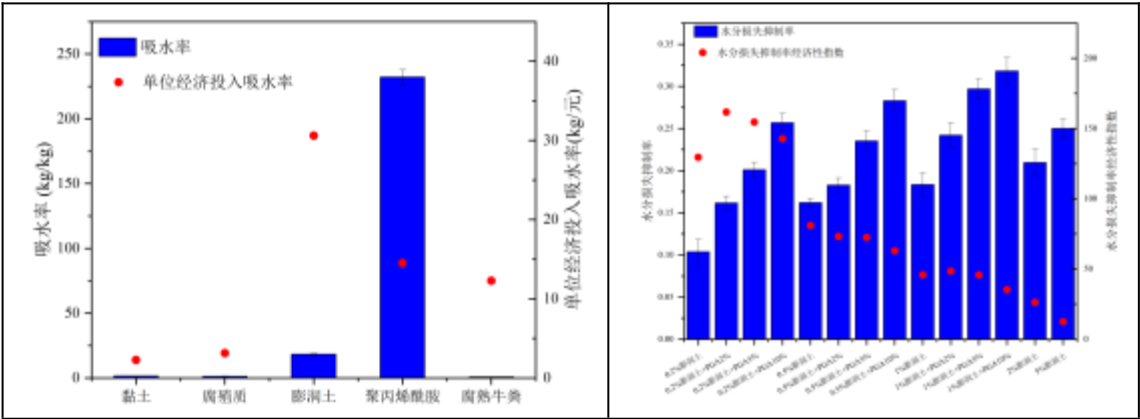
深耕深松作业在作业时间、作业深度方面，编制组亦提出了相关实施方法。关于作业时间窗口，一年一熟春播区选择春季化冻后至播种前，系因化冻深度此时已满足 30 cm 要求且土壤含水量自然回落至适耕区间；一年两熟及一熟秋播区选择秋季播种前，则可利用秋闲窗口深松蓄墒，同时避开雨季作业的土壤压实风险。作业间隔设为 3 至 5 年，依据是国内外研究表明一次深松的土体改良有效期一般维持 3 至 5 年，此后犁底层逐渐重新形成，过短则成本上升且反复扰动破坏已建立的团聚体结构，过硬则改良效果衰退。同时，将作业前土壤含水量上限设为 22%，原因是含水量高于此值时土壤处于塑性状态，深松仅产生侧向挤压变形而无有效碎裂，作业后易回实，同时在作业过程中使的土壤易成土块。

2. 土壤保水障碍消减

在土壤面临保水障碍时，标准编制组提供了两种途径的消减措施，一种是粪肥改良，第二种是使用土壤调理剂进行改良。在周围具有粪肥来源，获取粪肥成本较低时，优先采用粪肥提高土壤保水性能。只是因为粪肥富含腐殖质前体物质，施入土壤后在微生物作用下逐步转化为腐殖质，其胶体比表面积是矿质粘粒的数十倍，可显著提升土壤对水分子的吸持能力，使田间持水量和有效水含量同步增加；同时，腐殖质具有多价阳离子桥联作用，促进微团聚体向大团聚体发育，，含有大量纤维物质，直接增加土壤有机质的物理输入，其粗有机质碎屑在分解过程中逐步释放多糖、几丁质类胶结物质，持续强化团聚体稳定性。因此，在粪肥来源充足、获取成本较低的区域，施用粪肥是提升土壤保水性能最经济、最可持续的路径。

但在当前我国规模化养殖发展下，仍有大量农田处于粪肥的经济消纳半径以外，无法经济地获取粪肥，为此，编制组开展了相关试验研究。研究首先通过室内模拟试验，对当前实际生产中能获取的黏土、腐殖质、膨润土、聚丙烯酰胺和腐熟牛粪四种保水材料进行了筛选，得到膨润土的保水经济性能最佳，在此基础上，开展了膨润土与聚谷氨酸合用对保水效果的配比试验研究和复配后进一步添

加黄腐酸钾、丛枝菌根的生物培养试验，以及复合土壤调理剂的田间应用梯度试验。得到以下主要结论：（1）在不同类型土壤保水性能提升材料中，以聚丙烯酰胺保水率最高，膨润土其次，黏土、腐殖质和腐熟牛粪均低于膨润土和聚丙烯酰胺，在换算为单位经济投入吸水率时，以膨润土单位经济投入吸水率为最高，为 30.6kg/元，而聚丙烯酰胺保水剂由于价格较高，其单位经济投入吸水率仅为膨润土的 47%（图 2-2-8）；（2）随着膨润土添加量，水分损失抑制率逐渐提升，在膨润土基础上添加 PGA 可显著提升水分损失抑制率，使得在低量膨润土用量达到高量膨润土用量的水分损失抑制效果。在不同膨润土添加比例下，随着 PGA 用量增加，保水性能逐渐提升，但同时经济性指数逐渐下降，在不同膨润土添加比例下，当聚谷氨酸添加量占膨润土的 2%时经济性指数达到最高；（3）将黄腐酸钾、丛枝菌根以膨润土重量的 1%、2%、5%、7%、10%比例添加至膨润土中，对植株生物量测定结果表明，随着黄腐酸钾、丛枝菌根添加量增加，植株生物量逐渐增大，增大至 5%以后，再增加添加比例时，植株生物量不再增加；（4）田间试验对复合土壤调理剂评价结果，虽然施用量为 400kg/亩时获得了最高的产量水平，但由于期施用成本也较高，其收益在所有处理中最低，而 100kg/亩虽然产量水平并非最高，但由于其施用成本较低，其所获得的亩净收益均高于 400kg/亩施用量。因此，在本标准“6.2 土壤调理剂”中，明确了复合膨润土的制备方法为“在膨润土中添加黄腐酸钾、聚谷氨酸和丛枝菌根菌剂，制成复合膨润土，添加比例分别为 5%、2%和 5%”，明确了复合膨润土的施用量为“以每亩用量 100kg 于土壤耕作前撒施于地表”。



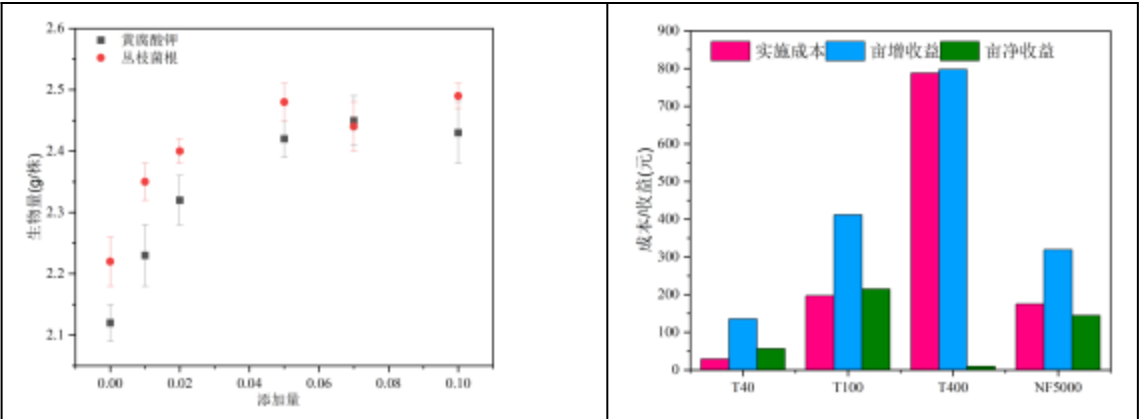


图 1. 复合土壤调理剂的相关研究结果（左上：不同保水材料筛选试验结果；右上：膨润土与 PGA 复合试验结果；左下：黄腐酸钾、丛枝菌根向膨润土-PGA 复合调理剂添加试验结果；右下：复合膨润土不同用量田间试验结果）

三、采用国际标准的程度及水平的简要说明

本标准制样方法的技术内容，主要参考了美国制土壤质地分来分类标准，并在总结国内相关标准的基础上进行了本标准的制定

四、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。

五、与国内外同类标准水平的对比情况

本标准与相关法律法规、规章及相关标准协调一致，没有冲突。

本标准有利于促进北方土壤水分运输、保持性能提升措施在农田中的运用实施。

六、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准在批准发布 6 个月后实施。本标准发布后，应向农业、智能装备、信息传输等领域的相关企业和单位宣传本标准，并推荐农业生产、农技推广、农资流通等工作人员使用。

本标准为首次制订，建议在本标准实施过程中，应继续广泛听取和收集各方面的意见与建议，并根据实际应用情况，对本标准进行不断的修订与完善，使其实用性和可操作性与时俱进，不断满足环境管理的需要。

七、其他应予以说明的

无。

