

# 中国农业绿色发展研究会团体标准 编制说明

## 《绿色种植制度评价技术规范》

（征求意见稿）

《绿色种植制度评价技术规范》编制组

二〇二五年九月

## 目 录

一、团体标准制修订背景、目的和意义 .....	1
二、工作简况 .....	2
三、标准编制原则和依据 .....	3
四、标准主要条文或技术内容及其确定依据 .....	4
五、主要试验、验证及试行结果 .....	10
六、采用国际标准的程度及水平说明 .....	15
七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系 .....	15
八、重大分歧或重难点的处理经过和依据 .....	15
九、贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果 .....	15
十、其他应说明的事项 .....	15

# 《绿色种植制度评价技术规范》

## 一、团体标准制修订背景、目的和意义

推进农业绿色发展是农业发展新观的一场深刻革命，是实现联合国可持续发展目标的重要途径。以高消耗、高污染为代价的现代工厂化农业生产方式正严重制约着人类的生存发展。种植制度是作物组成、配置、熟制与种植方式的总称，作为农业生产活动实施的基本载体和基本单元，反映着农业系统“投入—作物—土壤—环境”交互作用在田块尺度的综合表现。面向资源约束越来越强、环境压力越来越大、消费结构不断升级的农业生产现实，因地制宜构建绿色种植制度，已经成为全球农业绿色发展的根本出路，是农业生产方式实现高效集约可持续发展的必然选择。中国以世界 9%的耕地养活了 22%的人口，这种高投入高产出的农业生产模式造成了土壤肥力下降、水资源过度消耗以及环境污染加剧等问题，严重威胁着粮食产能持续提升与生态环境可持续性。长期以来，国内外学者围绕着多样化种植、轮作休耕、控水、控肥、控药、土壤改良等技术措施在各地区开展了大量研究，从不同层面探索种植制度“绿色化”的有效途径和具体表现，成果显著。但是，当前我国绿色种植制度创建尚缺乏统一的评价标准，导致不同种植制度是否绿色及其绿色程度难以量化，对我国农业绿色发展的支撑力严重不足。目前，暂未检索到关于绿色种植模式评估的相关标准，因此，亟须构建一套绿色种植制度评价指标体系，综合量化评估种植制度绿色程度，精准识别关键阻碍因子，这是绿色种植制度创新和落地的“底

盘”技术，对助推我国农业实现丰产优质、资源节约、环境友好的农业永续发展模式意义重大。

## **二、工作简况**

### **1. 任务来源**

根据农绿（培）〔2025〕2号中国农业绿色发展研究会关于2025年团体标准项目的通知（2025年1月20日发）第3项，由中国农业大学主持承担《绿色种植模式指标体系》的制定工作。本标准由中国农业大学所提出，由中国农业绿色发展研究会归口，标准起草首席专家为尹小刚教授。

### **2. 主要工作过程**

2024年1—12月，组建项目团队，制定实施方案，并收集和整理有关规程的文献、专利和标准等资料。标准编制小组成员通过总结多年的工作实际经验，结合大量的调研资料，认真查阅和学习标准制定的有关文件，请教标准编制专家，对标准的格式、内容、术语表达方式等进行了深入学习。

2025年1—2月，优化关键指标，撰写标准与编制说明，严格遵循标准化导则所规定的标准编写要求和格式起草了《绿色种植模式指标体系》讨论稿。

2025年3—4月，标准讨论稿形成后，标准编制小组根据相关专家的建议，对标准讨论稿进行修改，最终形成标准征求意见稿。

### **3. 主要起草人及其分工**

标准制定过程主要由中国农业大学、华南农业大学、西北农林科

技大学等科研教学单位参与资料收集、实地调研、数据处理、文本撰写等工作。

表 1.主要起草人员信息及任务分工

姓名	工作单位	职称	项目分工
尹小刚	中国农业大学	教授	标准起草与指标构建
王小龙	华南农业大学	副教授	指标构建
莫非	西北农林科技大学	教授	数据调研
李昱靓	华南农业大学	其他	指标设计
白智媛	中国农业大学	其他	数据调研
石善恒	中国农业大学	其他	数据库构建
郑阿香	中国农业大学	其他	数据调研
张大同	中国农业大学	其他	指标计算
许嘉杰	中国农业大学	其他	数据调研
刘子衿	中国农业大学	其他	指标计算
王泽京	中国农业大学	其他	数据调研

三、标准编制原则和依据

1. 编制原则

标准编制原则遵循“科学性、先进性、实用性”基础上，严格按照《标准化工作导则》（GB/1.1-2020）、《中华人民共和国农业法》《农药管理条例》等有关要求进行编写。

一是科学性原则：针对现有的评价指标关注点各异、系统边界不同、核算账户重叠、指标不够全面系统，尚未形成具有共识性的系统性量化评价指标体系，导致不同评价结果之间无法直接比较的问题，基于文献调研和国家绿色农业发展战略导向，阐明绿色种植制度的科学内涵，明确评价种植制度绿色水平的核心表征。在此基础上，采用层次分析-特尔菲结合方法，构建绿色种植制度综合评价指标体系及其权重指数。

二是先进性原则：为促进农业绿色发展，亟须构建一套绿色种植

制度评价指标体系，综合量化评估种植制度绿色程度，精准识别关键阻碍因子，助推我国农业实现丰产优质、资源节约、环境友好的农业永续发展模式。

三是实用性原则：标准所用的指标数据均在生产中进行了验证熟化，效果稳定易获取，促使本标准在实际生产中易推广，具有较强的实用性。

## **2. 编制依据**

本标准依据 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》的要求和规定起草制定。

依据国家重点研发计划“粮食主产区绿色种植制度评估方法学创建与应用”项目，项目组在能值分析、环境足迹评价和农田生态健康方面有长期积累，熟练掌握各类物流、能流评估模型和作物、土壤健康监测等研究手段，作为核心成员参与我国农业强国评价、循环农业评价等领域指标体系构建工作，为绿色种植制度指标体系构建和评价标准制定打下了坚实的基础。

## **四、标准主要条文或技术内容及其确定依据**

### **1. 范围**

根据国家标准 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，结合本标准的框架结构和内在关系，范围规定了绿色种植制度评价指标体系及评价程序的要求。同时，规定标准适用范围为“适用全国田块尺度的种植制度绿色发展程度的比较”。

## **2.规范性引用文件**

对于标准框架结构中已有相应的国家标准或行业标准的，直接引用相应的标准。此外，根据本标准内容的规范需要，引用相应的标准。本标准所引用的标准均为国家标准和行业标准，且现行有效。同时，引用要求均符合国家标准 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。

## **3.术语和定义**

结合绿色农业内涵、种植制度绿色转型发展目标，定义了绿色种植制度和评价指标。

### **3.1 绿色种植制度**

《绿色农业初探》中将绿色农业定义为：充分运用先进科学技术、先进工业装备和先进管理理念以促进农产品安全、生态安全、资源安全和提高农业综合经济效益的协调统一为目标，以倡导农产品标准化为手段，推动人类社会和经济全面、协调、可持续发展的农业发展模式。我国《“十四五”农业绿色发展规划》要求通过加强农业资源保护利用、加强农业面源污染防治、加强农业生态保护修复、打造绿色低碳农业产业链和健全绿色技术创新体系等重大战略部署，实现资源利用水平明显提高、产地环境质量明显好转、绿色产品供给明显增加和减排固碳能力明显增强的发展目标。近年来，围绕着种植制度的绿色转型需求，国内外提出了保护性农业、再生农业、有机农业、低碳农业、生态农业、循环农业、精准农业等各种农业发展模式，尽管其侧重点各有不同，但皆强调通过自然农法（如间混套作、种养循环、

作物覆盖、生物防治等）或改良技术（如少免轮耕、肥药升级、精准施用、农机提效等）途径实现作物丰产高效、环境生态友好的种植目标。

基于以上国内外研究进展，本标准认为绿色种植制度是作物种植方式反映出“绿色”特征的统称，强调的是如何正确处理“农资投入、土壤生态、作物产出、环境代价”之间关系，以期实现“作物—土壤—环境”生态经济系统相协调、作物生产永续的高效集约化种植实践，是绿色农业生产方式在田块尺度的具体实施单元。绿色种植制度注重作物生长全生命周期的绿色化，包括作物种植前的农资投入、种植期间在田间产生的生态效益和环境代价、末期收获的产能效益等。作物生产的各个环节相互影响，如前期的农资投入对田间生态效益和环境代价及后期作物产量都会产生决定性作用，作物生长期间的田间管理又会影响作物生态系统状态，进而反作用于前期物能投入的需求。

基于上述对绿色种植制度内涵的认识，本标准规定绿色种植制度是“以全生命周期绿色理念为价值引导、以绿色投入品为基础、以自然农法和科学技术为支撑、以作物丰产优质和环境友好可持续相协同为目标的现代可持续集约化种植制度”。

### **3.2 种植制度绿色指数**

基于绿色种植制度含义，本标准认为判断种植制度是否绿色的核心表征则在于以下四方面：一是作物系统是否能够实现丰产、优质和获利，这是作物生产的基础任务；二是作物生产过程所用的不可再生资源是否实现减量化、可再生资源利用强度是否提高，这是作物生产



过程资源利用效率提升的具体表现；三是农田土壤是否健康，这是作物生产高效、产品优质的重要条件；四是作物生产过程所产生的环境污染是否最小化和可控化，这是作物生产能够环境友好的基本特征。

基于绿色种植制度以上表征，本标准规定了种植制度绿色指数是“一个用于量化评估不同种植制度绿色化程度的综合指标。该指数融合了作物丰产增收、资源投入高效、农田土壤健康及环境代价可控 4 个维度，为量化不同区域和时间尺度上的种植制度绿色化水平提供参考依据”。

#### **4.基本原则**

规定了绿色种植制度评价应遵循的科学性原则、代表性原则、系统性原则。

#### **5.评价程序**

规定了依据本标准进行绿色种植制度评价的评价程序。

#### **6 评价指标和方法**

规定了依据本标准进行绿色种植制度评价的评价指标和方法。

##### **6.1 评价指标**

为实现不同区域、不同类型种植制度绿色发展水平的综合量化对比，本标准围绕判断种植制度“是否绿色”的4大核心表征（即作物丰产增收、资源投入高效、农田土壤健康、环境代价可控），设计绿色种植制度评价指标体系。

##### **6.1.1 作物丰产增收评价指标**

作物丰产增收是绿色种植制度在生产中可推广的基础。获得经济

产出是作物种植的直接目标，单位面积产量与经济收益则直接决定绿色种植制度的现实可行性与推广动力，因此，粮食单产及种植利润是首要评价指标。由于绿色种植制度往往是包含粮、经、饲等多种作物产品在内的多样化种植制度，因此从“大食物观”视角设计能量产出强度以便基于统一量纲标准上比较不同种植制度的产出效率。此外，绿色种植制度的作物产出不但要高产，还必须保持持续稳定的粮食产出，因此通过产量可持续指数(以作物系统周年能量产出计)来反映。作物多样性往往与农田生态系统稳定性呈正相关，因此选择作物多样性指数来反映作物生产的稳定性，这是农田持续丰产的重要保证。上述 5 个二级指标从作物产量、利润、稳定性角度综合反映种植制度的作物产能效益。

### **6.1.2 资源投入高效评价指标**

资源投入高效是衡量农业自然资源和辅助能资源利用效率的关键。作物种植需要消耗光照、降雨等可再生自然资源，也需要消耗农药、化肥、地膜、柴油等不可再生辅助能资源，还可能循环利用作物秸秆、动物粪肥、河塘污泥等有机废弃物。种植制度在资源消耗端“绿色化”的表现：一是在于能否减少对系统外部不可再生资源的依赖程度，实现源头农资输入的减量化、精准化和科学化；二是在于能否增强作物系统对光热水等可再生资源的利用强度；三是在于能否充分消纳和利用秸秆、粪便等有机废弃物，提升对作物系统对外部环境的承载、支持能力。因此，本研究选择了农药施用强度、化肥施用强度、农膜使用强度、能源消耗强度和人力投入强度等 5 个二级指标来反映

作物生产对农资、劳动力的依赖情况，选择耗水系数、土地当量比、复种指数和光能利用强度等 4 个指标反映作物生产对光、水、土等自然资源的利用效率。其中光能利用强度的主要取决于光照时间的长短和种植面积的大小，土地当量比可以反映光照的面积，复种指数可以反映光照的时间，为了避免指标的重复性，因此仅保留耗水系数、土地当量比、复种指数 3 个指标。此外，选择废弃物循环利用强度来反映作物系统对各类有机废弃物的循环消纳能力。

### **6.1.3 农田土壤健康评价指标**

农田土壤健康是土壤持续支撑作物安全生产的能力的重要保障。参考美国康奈尔土壤健康评价方法、新西兰 SINDI (Soil Indicators) 方法、美国农业部 SHT (Soil Health Tool) 土壤测试方法和国家耕地质量评价标准等国内外目前广泛采用的土壤健康评价方法，结合我们对绿色种植制度内涵的认识，笔者认为，种植制度实施后是否能够引发农田土壤“绿色化”，关键在于是否在作物生产后创造了一个更加健康的土壤环境，而不是工厂化农业造成的土壤污染、肥力下降、结构不良。实现作物可持续生产的基础在于健康的土壤生态系统，其主要表现在于：耕层结构良好(土壤容重、体积含水量、团聚体稳定性)、土壤肥力充足(土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量)、酸碱盐度适中(pH、土壤电导率)、保护土壤结构维持系统稳定生产(地表覆盖度)。上述指标可综合反映绿色种植制度系统下的农田土壤健康水平。

### **6.1.4 环境代价可控评价指标**

作物种植过程引发的环境代价是否可控、降低、最小化，甚至实现“零排放”，这是种植制度是否“绿色”的最直接表现。作物生产系统对周围环境的污染主要表现为对大气、水体和土壤的污染，其环境影响类型主要表现为由于碳、氮、磷等物质过度排放引发的全球增温、富营养化、酸化等环境代价。因此，本研究选择了碳、氮、磷足迹指标反映作物种植过程对环境的污染情况。

## **6.2 评价方法**

规定了通过种植制度绿色指数对绿色种植制度评价时，指标标准化处理和种植制度绿色指数计算方法。

## **6.3 评价结论分级**

依据阈值法，规定了绿色种植指数分级标准。

## **7. 评价报告**

规定了根据本标准进行绿色种植制度评价时，撰写评价报告应遵循的基本要求，评价报告内容以及评价结果应涵盖的主要内容。

## **附录A**

提供了环境代价可控指标中碳、氮、磷以及灰水足迹的计算方法。

## **附录B**

提供了根据本标准计算种植制度绿色指数时，对各层级指标赋权所需的绿色种植评价指标权重专家问卷表。

## **五、主要试验、验证及试行结果**

通过对比华南地区 6 种多样化种植制度，采用本文所构建的种植制度绿色指数进行评价和比较，以反映指标体系的适用性和可行性。

评价结果表明（图 1），六种种植模式的绿色指数得分从高到低依次为 MRM1（0.59）MRM2（0.58）PRM2（0.50）MRF（0.47）、PRF（0.43）和 PRM1（0.42）。具体来看，MRM1 和 MRM2 的作物丰产增收得分最高（0.22 和 0.21），而 PRF 模式作物丰产增收指标最低（0.04）。这主要是由于春种鲜食玉米可以带来较高的产量和经济效益。资源投入高效方面，六种种植模式得分总和差异不大（均在 0.11 至 0.14 之间），春种玉米种植模式（MRF、MRM1 和 MRM2）整体表现于春种花生种植模式（PRF、PRM1 和 PRM2）。在春季作物相同的情况下，冬种牧草三熟种植模式的农田土壤健康得分分别比冬季休闲的两熟种植模式高出 21.58%–84.76%，有助于提升土壤健康水平。环境代价可控指标则表现出相反的趋势，引入冬季牧草种植后的种植模式（PRM1、PRM2、MRM1、MRM2）比冬闲模式（PRF 和 MRF）降低了 34.67%–37.07%，表明冬种可能增加农田物能投入进而导致环境代价升高。

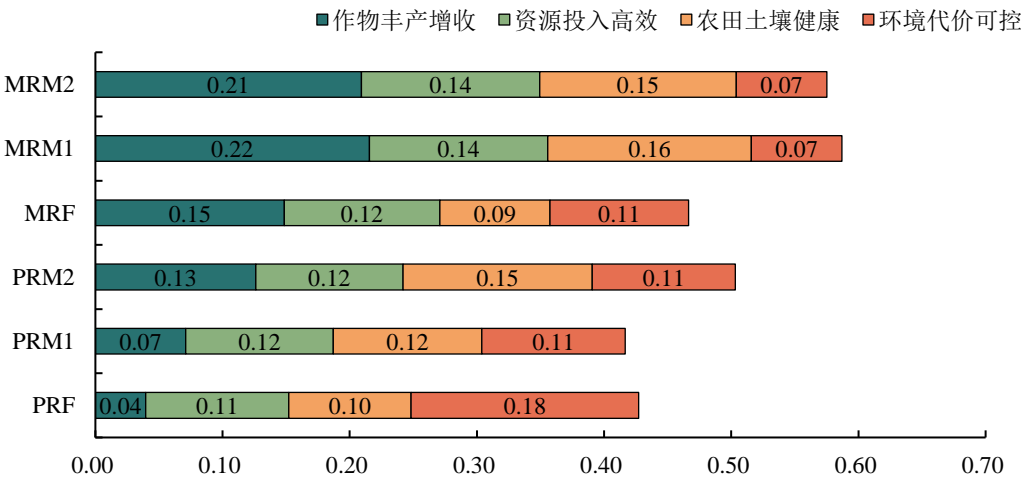


图 1 种植制度绿色指数综合得分比较

在作物丰产增收方面（图 2），PRF 模式的得分完全由产量可持

续性指数（100%）决定，说明尽管该模式的产量水平不突出，但其优势在于产出稳定性。相比之下，三熟种植模式（PRM1、PRM2、MRM1、MRM2）的作物多样性指数占作物丰产增收得分的 23.22%–70.42%，可见多样化复种有利于生态系统稳定。MRF、MRM1 和 MRM2 模式的得分主要由粮食单产（22.58%–32.64%）、能量产出强度（23.22%–26.21%）和种植利润（23.15%–26.91%）决定。这一结果主要归因于水稻和玉米均为粮食作物，周年种植能够显著提高粮食单产，同时鲜食玉米较高的利润为种植者带来了较好的经济效益。

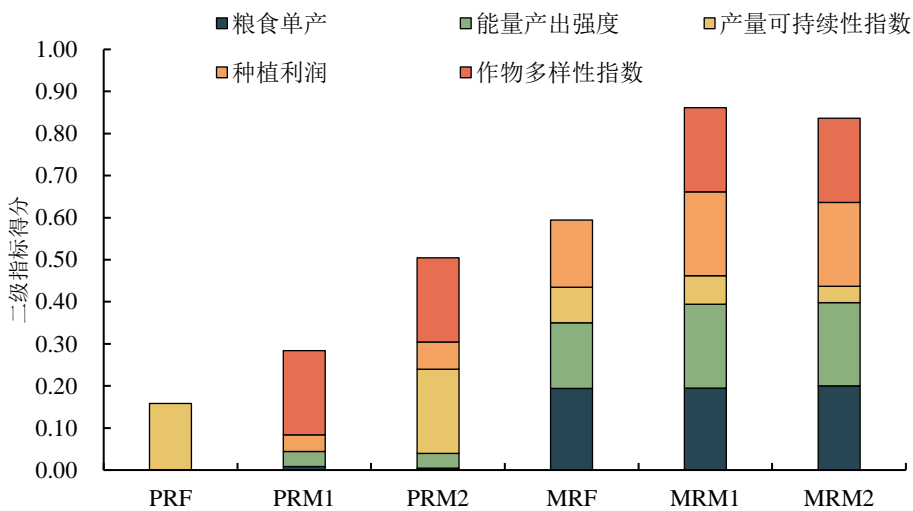


图 2 作物丰产增收得分比较

在资源投入方面（图 3），冬闲种植模式（PRF 和 MRF）的得分主要归因于能耗和人力投入，而 4 种三熟种植模式则主要由于复种指数提高增加周年光热资源利用强度而获得更高的得分。化肥、农药施用强度和耗水系数作为负向指标，在 6 种植植模式中的高贡献值反映了其低投入量，可见，春种玉米模式相比于春种花生模式对农药和水资源的依赖更少但对化肥的依赖更高。4 种三熟模式下增施了有机肥，

其对外源废弃物的循环利用效果也在指标得分中有所体现。

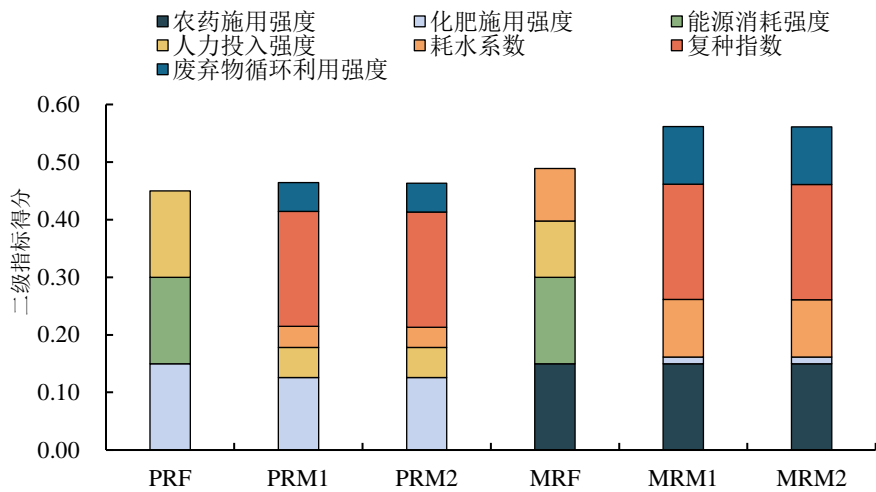


图3 资源投入高效得分比较

在农田土壤健康方面（图4），与两熟种植模式相比，三熟种植模式的容重（8.18%–16.81%）和团聚体稳定性（21.22%–42.81%）对农田土壤健康得分的影响较大，但体积含水量表现不佳，说明引入冬种牧草后耕层结构有所优化，但牧草根系活动可能增强了土壤通气性，导致土壤水分保持能力下降。冬闲种植模式（PRF 和 MRF）有机质含量和速效钾含量占农田土壤健康得分的 19.60%–28.86%，碱解氮含量是 PRF 和 PRM2 种植模式的重点组成部分，但 PRM1 的碱解氮含量却较低，这可能由于豆科牧草紫云英通过固氮作用提高了土壤碱解氮含量。冬种牧草模式（PRM1、PRM2、MRM1、MRM2）的速效磷含量占农田土壤健康得分的 3.89%–15.62%，优于冬闲种植模式（PRF 和 MRF），但降低了土壤 pH，这可能由于种植豆科牧草（紫云英）通过根系分泌有机酸或促进硝化作用释放  $H^+$ ，导致土壤 pH 低于冬季闲田。从土壤结构维持系统稳定生产的角度看，冬种牧草的三熟种

植模式可以提高地表覆盖度,占农田土壤健康得分的 15.62%–21.41%。

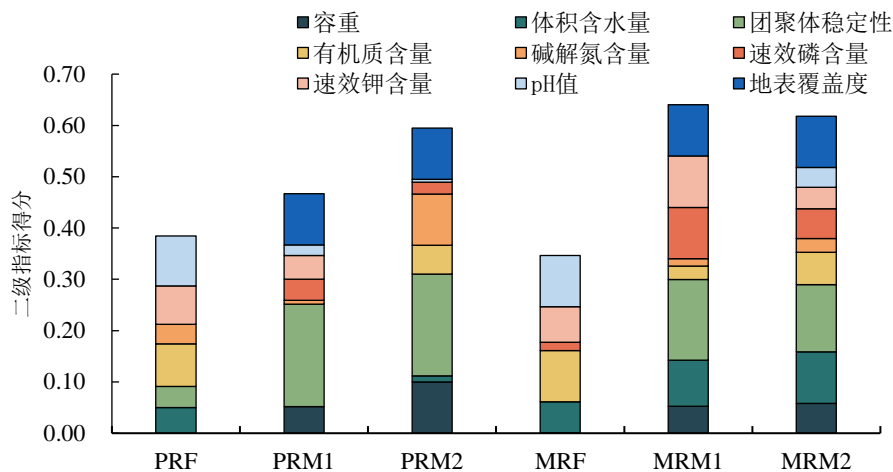


图 4 农田土壤健康得分比较

如图 5 所示, 春种花生模式 (PRF、PRM1 和 PRM2) 的环境代价可控得分主要由碳足迹 (55.91%、51.22%和 51.18%) 和氮足迹 (41.93%、48.78%和 48.75%) 决定, 这是由于在 PRF、PRM1 和 PRM2 模式中, 牧草种植和春种花生期间施用的复合肥均低于春种玉米的种植模式 (MRF、MRM1 和 MRM2)。在春种玉米的种植模式中 (MRF、MRM1 和 MRM2) 的环境代价可控得分主要由磷足迹 (68.72%、100.00%和 99.97%) 决定, 这主要由于 MRF、MRM1 和 MRM2 中磷足迹的间接排放较低, 水稻和春季玉米种植期间施用的农药也较少。



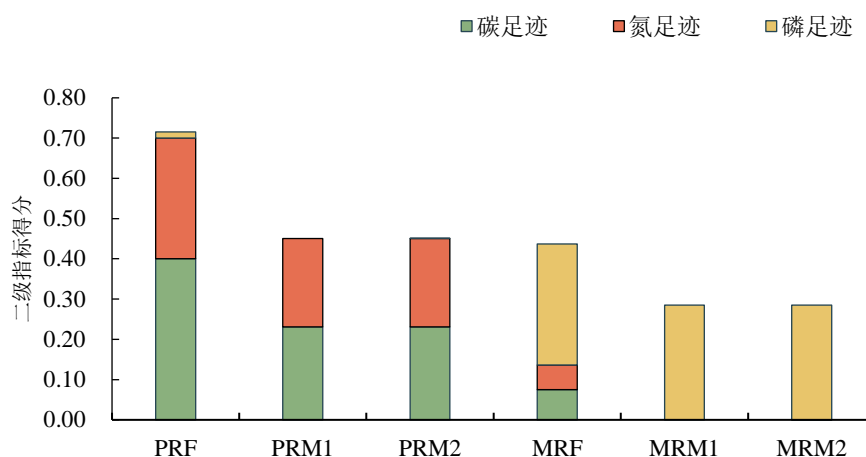


图 5 环境代价可控得分比较

## 六、采用国际标准的程度及水平说明

无。

## 七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系

本规范符合现行的法律、法规要求，经联网查询未发现与本规范有冲突、矛盾和相关的强制性（国家、行业、团体、地方、国际和国外）标准。

## 八、重大分歧或重难点的处理经过和依据

无。

## 九、贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果

《绿色种植制度评价指标体系》的贯彻实施是推动农业绿色革命、保障粮食安全与生态健康的重要举措。为了确保标准的有效实施，需要进一步完善贯彻标准的要求和措施建议，包括组织实施、技术措施等方面。另外，实施过程中，还需要建立过渡期措施，提供技术指导和支撑，逐步推进标准要求的落实。

## 十、其他应说明的事项

无。