

中国农业绿色发展研究会团体标准 编制说明

《基于光能利用率模型的主要粮食作物产 量遥感监测技术规范》

（征求意见稿）

《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测
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 | 4 |
| 四、标准主要条文或技术内容及其确定依据 | 6 |
| 五、主要试验、验证及试行结果 | 6 |
| 六、采用国际标准的程度及水平说明 | 18 |
| 七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系 | 19 |
| 八、重大分歧或重难点的处理经过和依据 | 21 |
| 九、贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果 | 22 |
| 十、其他应说明的事项 | 22 |

《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》

一、团体标准制修订背景、目的和意义

1. 制订背景

精准、高效的作物产量监测是保障粮食安全和实施科学决策的关键。遥感技术以其宏观、动态等优势，已成为不可或缺的监测手段。当前，相关标准的监测模型没有充分考虑水分、温度等胁迫因子，简单的统计关系难以反映生理机制；大部分模型需要实地测产数据才能建模，成本较高，且样本代表性与覆盖度直接影响精度；模型泛化能力弱，难以业务化推广。

为满足行业对作物产量监测的低成本、高时效、广覆盖等迫切需求，制订本标准《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》。本标准在模型机理上进行了重要改进，采用基于光能利用率的机理模型结合转产系数，融合多个植被指数如增强型植被指数（EVI）、陆地表面水分指数（LSWI）及环境胁迫因子和县级产量统计数据等进行计算，显著降低了对密集地面采样的依赖。在指标要求上，本标准对植被指数计算、胁迫因子量化、模型参数化过程等关键环节，提出了更细化的技术规定和更高要求。本标准通过上述创新，在实际应用中具备成本、时效和范围等方面的显著优势，有望实现更高精度、更大范围的快速业务化监测，有效支撑国家粮食安全宏观决策。

2. 制订目的

制订《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》，旨在构建一套科学、高效且标准化的粮食作物产量监测技术体系。其核心目标是通过引入光合作用、胁迫响应等关键生理过程，结合作物生长机理中的核心参数，构建更为精准的产量监测模型。这一模型将充分利用遥感技术和多源数据的优势，减少对传统实地采样的依赖，从而实现快速、大范围的产量监测，显著提高监测效率和精度。

在实际应用中，本标准的制订与实施将有效统一不同主体在基于光能利用率模型和多源数据进行主要粮食作物产量遥感监测时的技术路径、数据要求和成果表达方式。通过标准化的流程和规范化的操作，能够确保监测结果的准确性和一致性，从而显著提升大范围农田作物产量监测的精度、效率和成果的可比性。这不仅为农业生产管理提供了科学依据，帮助农民和农业企业优化种植策略、提高生产效益，

还为政府政策制定者提供了精准的数据支持，使其能够更好地制定农业补贴、粮食储备等政策，保障国家粮食安全。

此外，通过这一标准的实施，可以推动农业遥感技术的广泛应用，促进农业现代化进程，提升我国在全球农业领域的竞争力和影响力。

3. 制订意义

建立健全《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》具有极为重要的意义。首先，这一标准的完善能够显著提升监测精度与业务化能力，通过规范化的技术流程和科学的模型构建，确保遥感监测技术在实际应用中的稳定性和可靠性。它不仅为监测工作提供了一套标准化的操作指南，还促进了相关技术的创新与规范应用，推动了农业遥感技术的持续进步。

同时，该标准能够有效保障数据的可比性，确保不同区域、不同时期、不同机构所得到的产量遥感监测数据具有一致性和可靠性。这种数据的标准化和规范化，为粮食产量的汇总分析、供需平衡预测、种植结构调整以及精准农业实践等提供了坚实的基础。一致、可靠的数据能够帮助农业从业者和决策者更准确地把握农业生产态势，从而制定出更具针对性和科学性的政策措施。

此外，该标准的制定与推广将引领行业应用与标准建设，推动卫星数据在农业核心业务中的深度应用与价值挖掘。通过完善农情遥感监测标准体系，能够提升整个行业的标准化与规范化水平，促进农业遥感技术在全国范围内的广泛应用和协同发展。这不仅有助于提高农业生产的精细化管理水平，还能为农业现代化和乡村振兴战略的实施提供有力的技术支撑，推动我国农业向高质量、可持续方向发展。

二、工作简况

1. 任务来源

为贯彻党中央、国务院关于推进农业绿色发展的决策部署，落实好《国家标准化发展纲要》《关于促进团体标准规范优质发展的意见》等文件精神，进一步促进农业绿色发展标准体系建设，充分发挥团体标准在服务农业绿色发展中的示范带动作用，加速科技成果转化，推动产业高质量发展，中国农业绿色发展研究会征集团体标准。标准制订计划项目名称为《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》。本标准属于新制订标准。

2. 主要工作过程

2.1 前期研究

自 2022 年 12 月起，在国家重点研发计划“地球观测与导航”

重点专项“高标准农田空天地一体化智慧监管技术与应用”的支持下，我们发展了基于光能利用率模型（VPM）与转产系数结合的产量估测方法。该方法主要基于 VPM 模型原理，设定了动态观测指数（ $APAR_{\varepsilon_g}$ ）和转产系数（ a ）来替代原模型中的多个区域化固定参数和多个动态观测变量，从而实现了对传统 VPM 模型的调整和优化。通过计算作物统计单产数据和 $APAR_{\varepsilon_g}$ 之间的线性关系，获得各地市的转产系数。这些转产系数可取代传统 VPM 模型中全省范围内使用的固定参数，有效降低了省级尺度下转产系数可能带来的估产误差。改进后的 VPM 模型模拟结果在精度方面相对于其他研究方法表现出更高的模拟精度，具有明显的优势。该研究方法不仅保持了模型的良好机理性，同时也在无需实测关键参数和未进行实地测算的情况下完成了低成本大面积作物单产估测工作，具有极高的实用价值。该方法已在核心期刊《农业工程学报》上发表（2024 年第 40 卷第 20 期 195-201 页），并提交专利一项。

本标准《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》以光能利用率模型为基础，引入光合作用、胁迫响应等生理过程，融合作物生长机理中的关键参数构建产量监测模型，实现更高精度的产量监测。减少对实地采样的依赖，利用遥感数据实现快速、大范围的农田产量遥感监测。建立了一套标准化、业务化的农田产量遥感监测技术体系。

2.2 起草阶段

2024 年 4 月，中国科学院地理科学与资源研究所、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、中国农业大学联合成立了标准起草小组，小组展开资料收集、调研、技术标准研究等工作。基于 2022 年开始的研究和实验验证，提出了《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》。

在标准编制过程中，起草小组进行了有关作物产量遥感监测的国内外调研及国家标准、行业标准、地方标准、团体标准和国外先进标准的联机检索工作。通过收集、整理和分析国内外在该研究领域的相关技术资料，结合大量的调研资料，认真查阅和学习标准制订的有关文件，参加标准培训，对标准的格式、内容、术语表达方式等进行了深入学习，严格遵循 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则》所规定的标准编写要求和格式，起草了《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》框架结构和主要技术内容等。标准中技术指标是依据国家相关标准、规范确定，标准起草小组成员对标准的草案进行了多次修改，于 2025 年 3 月形成了标准草案初稿。

2.3 立项阶段

2025 年 3 月，我单位向中国农业绿色发展研究会提交了标准立

项申请及标准草案的征求意见稿。2025年6月30日，中国农业绿色发展研究会召开农业遥感和数据库建设领域团体标准立项论证会。专家委员会听取了标准编制单位所作的标准论证汇报和标准草案征求意见稿的内容介绍，一致同意通过该标准的立项，认为该标准具有必要性和可行性，并建议将标准名称由《农田产量遥感监测技术规范》调整为《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》；进一步完善标准的格式和内容。在采纳吸收各方意见的基础上，起草小组进一步对标准文本进行了修改、完善，并起草形成标准文本及其编制说明的征求意见稿。

3. 主要起草人及其分工

| 职务 | 姓名 | 专业领域及职称 | 所在单位 | 任务分工 |
|----|-----|----------|---------------------|--------------|
| 组长 | 史文娇 | 农业遥感/研究员 | 中国科学院地理科学与资源研究所 | 总体设计，调研与标准编写 |
| 成员 | 余强毅 | 农业遥感/研究员 | 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所 | 调研与标准编写 |
| 成员 | 郭婧涵 | 农业遥感/博士生 | 中国科学院地理科学与资源研究所 | 调研与标准编写 |
| 成员 | 滕飞 | 农业遥感/硕士生 | 中国科学院地理科学与资源研究所 | 调研与标准编写 |
| 成员 | 杨建宇 | 农业遥感/研究员 | 中国农业大学 | 调研与标准编写 |

三、标准编制原则和依据

1. 编制原则

标准编制原则遵循《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》等法律法规和政策文件及有关国家标准、行业标准的规定，以科学性、先进性、统一性、经

济性、适用性、协调性、一致性和规范性为原则，以主要粮食作物产量遥感监测的实际需求为切入点，充分结合我国农业生产的特点和实际条件，优化了标准的操作流程和内容要求。

具体而言，标准编制过程中确保对遥感监测技术的各个环节，包括数据采集、处理、分析以及模型构建等要素进行了全面且充分地描述。同时，广泛征求并采纳了农业遥感领域专家的意见和建议，确保标准的科学性和权威性。此外，参考了国内已发布的同类标准以及实际应用中的相关场景，使标准内容和指标更加贴合实际应用需求，确保各要素的规定具有可操作性、可重复性和指导性。

标准文本在编写过程中注重简洁明了，文字表述准确清晰，便于农业技术人员、遥感监测从业者以及相关管理人员理解和使用。通过这一系列的编制原则，旨在实现标准的先进性与实用性的高度统一，为我国主要粮食作物产量遥感监测工作提供科学、规范、高效的技术支撑。

2. 编制依据

2.1 以国家标准和管理要求为依据规范制订。本标准依据国家标准 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》的要求和规定起草制订。标准文本的编排采用中国标准编写模板 SET 2020 版进行排版，编制说明按照《中国农业绿色发展研究会团体标准暂行管理办法》的要求编写，确保标准文本和编制说明的规范性。

2.2 以研究成果与实践经验为主要依据制订。起草工作组成员依据中国科学院地理科学与资源研究所、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、中国农业大学各单位联合开展的国家重点研发计划“地球观测与导航”重点专项“高标准农田空天地一体化智慧监管技术与应用”（2022YFB3903505）的相关实验数据及鉴定、成果，并参考国家、行业相关标准、产量监测方法等作为编制依据，确保内容科学、准确、具体、具有可操作性和适用性。

自 2022 年起，起草工作组成员基于高标准农田综合分区，分析确定了影响粮食产能的自然地理条件、社会经济水平、基础设施、作物类型和利用方式等影响因素，建立多尺度影响因素指标体系；开展影响因素作用强度的空间尺度和空间格局的探索性分析，构建了产能测算模型；在 VPM 模型的基础上，引入了动态观测参数和综合转产系数两个新的评估指标，从而提出了一种创新的作物估产模型，这一模型在实施大规模、低成本的精确作物估产工作方面具有显著的现实意义。与传统的 VPM 方法相比，提出的估产模型在估产精度方面取得了明显的改进。这一改进可归因于新模型的两个关键特点。首先，

该模型保持了良好的机理性，基于植被生长机理以及环境因素等相关因素进行估产。其次，该模型具有独特的优势，即可在缺少实测参数的情况下，仅基于县级统计数据，完成大面积地块尺度的作物估产，可提供一种低成本且快速的农田产能评估方法，尤其在测产数据受限的情况下，具有重要的实践意义。

因此，在标准起草过程中，以调查、分析和总结为基础，以起草工作组成员的研究成果与实践经验为主要依据，结合国内外现有农作物产量遥感监测相关的各类标准、科研论文、学术著作及最新研究进展，优化集成当前主要粮食作物产量遥感监测的新技术和新方法，明确有关技术指标，并充分考虑现阶段作物产量监测发展水平，兼顾当前产量遥感监测标准化发展现实，还考虑到未来的发展趋势和需求，体现了标准的前瞻性和引导性及先进性。

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》中“5.1 按内容划分”的规定，结合本标准的框架结构和内在关系，范围部分涵盖了规范性技术要素，如主要粮食作物产量遥感监测的基本要求、监测流程、数据获取与处理、计算指数与系数、模型构建与精度验证、专题图制作与报告编写等内容；不包括规范性一般要素，如标准名称、范围和规范性引用文件等内容。同时，规定标准适用范围为“适用于利用卫星遥感数据建立单产监测模型，开展小麦、玉米、水稻、大豆等主要粮食作物的产量监测工作，尤其在集中连片农田上监测精度更高”。

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. 术语与定义

国家标准 GB/T 14950-2009《摄影测量与遥感术语》中规定遥感是指不接触物体本身，用传感器收集目标物的电磁波信息，经处理、分析后，识别目标物，揭示几何、物理特征和相互关系及其变化规律的现代科学技术。规定像元指像素，数字影像的基本单元。规定多时相影为指不同时间获取的同一地区的影像。规定植被指数指一种利用

多光谱遥感影像不同谱段数据的线性或非线性组合而形成的能反映绿色植物生长状况和分布的特征指数。国家标准 GB/T 37804-2019《冬小麦苗情长势监测规范》中规定生育时期指作物在生长发育过程中,按照器官形成顺序和生长发育特性,植株外部形态特征呈现显著变化的几个时期。小麦的生育时期分为出苗期、三叶期、分蘖期、越冬期、返青期、起身期、拔节期、孕穗期(挑旗期)、抽穗期,开花期、乳熟期(灌浆期)、成熟期等 12 个时期。国家标准 GB/T 31163—2014《太阳能资源术语》中规定光合有效辐射指太阳辐射光谱中可被绿色植物的质体色素吸收、转化并用于合成有机物质的一定波段的辐射能。行业标准 NY/T 4065—2021《中高分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范》中规定空间分辨率指遥感影像上一个像元所代表地面单元的大小。

本标准根据主要粮食作物产量遥感监测实际,参考上述 4 个标准的定义和专家意见对遥感、像元、植被指数、生育时期、光合有效辐射、空间分辨率进行了定义,规定遥感是不接触物体本身,用传感器收集目标物的电磁波信息,经处理、分析后,识别目标物,揭示几何、物理特征和相互关系及其变化规律的现代科学技术。规定像元指数字影像的基本单元。规定多时相影为不同时间获取的同一地区的影像。规定植被指数为一种利用多光谱遥感影像不同谱段数据的线性或非线性组合而形成的能反映绿色植物生长状况和分布的特征指数。规定生育时期指作物在生长发育过程中,按照器官形成顺序和生长发育特性,植株外部形态特征呈现显著变化的几个时期。规定光合有效辐射指太阳辐射光谱中可被绿色植物的质体色素吸收、转化并用于合成有机物质的一定波段的辐射能。规定空间分辨率指遥感影像上一个像元所代表地面单元的大小。

4. 空间基准

为保障粮食作物产量遥感监测成果的空间精度与数据兼容性,本规范依据尺度适配性、面积保真性、行业通用性三大原则选择投影方式。

省级及以上尺度选择阿尔伯斯投影(Albers),省级以下尺度选择高斯-克吕格投影(Gauss-Krüger)或 UTM 投影。该分级原则被多部国家级农业遥感标准采纳,如行业标准 NY/T 4065-2021《中高分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范》、NY/T 3527-2019《农作物种植面积遥感监测规范》、NY/T 4618-2025《农作物物候期遥感监测技术规范》,确保不同空间尺度下投影属性与监测目标匹配。

阿尔伯斯投影在中纬度地区(如中国主要粮食产区)变形较小,优于墨卡托类投影。中国 1:100 万基础地理信息数据库(国家基础地

理信息中心)即采用此投影。高斯-克吕格(国内)与 UTM(国际)投影均为横轴等角投影,局部范围内角度、形状无变形,适用于高分辨率遥感影像的精确配准与地块边界提取,符合《遥感影像平面图制作规范》(GB/T 15968-2008)要求。通过 6°或 3°分带(高斯投影)及 6°分带(UTM 投影),将长度变形控制在 $\pm 0.1\%$ 以内,满足 1:1 万至 1:10 万比例尺成图精度(《国家基本比例尺地形图分幅与编号》GB/T 13989)。

5. 分幅和编号

根据我国国家标准GB/T 13989《国家基本比例尺地形图分幅和编号》中对基本比例尺的规定和分幅和编号的规定,本标准直接引用,提出基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测专题图适用比例尺宜采用国家基本比例尺 1:1000000~1:500,分幅及编号应按照GB/T 13989 的规定执行。

6. 监测时间

根据光能利用率模型对植被光合作用动态的敏感性,监测时间需遵循以下原则:覆盖关键生育期:确保捕获作物光合效率(如分蘖、抽穗、灌浆等)与生物量积累的关键阶段。匹配遥感数据周期:结合多光谱/高光谱卫星(如Landsat、Sentinel-2)的重访周期。避免无效期干扰:排除出苗前(土壤背景噪声)和收获后(植被指数骤降)的数据。

利用光能利用率模型进行作物产量监测时,FAO作物监测指南指出:“移栽/出苗至生理成熟期是产量形成的关键窗口”,行业标准如NY/T 4618-2025《农作物物候期遥感监测技术规范》、NY/T 3922-2021《中高分辨率卫星主要农作物长势遥感监测技术规范》规定监测时间应包含农作物出苗或移栽后至收获前。

因此,标准中规定将监测时间规范为“农作物出苗或移栽后至收获前”,是基于光能利用率模型机理、作物生理特性、国内外标准实践的综合性决策。该时段完整覆盖作物光合物质积累关键期,是平衡遥感监测可行性与模型精度的最优解,为粮食产量业务化遥感监测提供科学、规范的时间框架。

7. 数据获取与处理

7.1 遥感影像数据

根据行业标准NY/T 4065-2021《中高分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范》、NY/T 3922-2021《中高分辨率卫星主要农作物长势遥感监测技术规范》中对于遥感影像数据的要求,本标准针对基于光能利用率模型进行主要粮食作物产量遥感监测的需要,特别是植

被指数计算的需要，规定遥感数据应符合四条要求：（1）收集监测区域监测时间内覆盖农作物的有效遥感数据；（2）卫星遥感影像具备蓝光波段、红光波段、近红外波段、短波红外波段；（3）卫星遥感影像空间分辨率不低于30m，获取每年农作物生育时期的多时相影像；（4）卫星影像纹理清晰，无明显噪声，无坏线，无严重畸变。灰度范围总体呈现正态分布，云或浓雾覆盖面积占影像总面积比例不超过20%。可通过邻近多时相影像合成晴空影像数据，多时相影像处于农作物同一生育时期内。获取清晰、分辨率较高、波段完整的遥感影像是满足主要粮食作物产量高精度监测的必要条件。

7.2 农作物分布数据

NY/T 3527-2019《农作物种植面积遥感监测规范》是由国家相关部门制订并发布的行业标准，具有较高的权威性和科学性。该标准经过广泛的实践验证和专家论证，涵盖了农作物种植面积遥感监测的全流程，包括数据获取预处理、农作物遥感分类识别、精度检验以及农作物种植面积量算等关键环节。

引用该标准能够确保本规范在农作物分布数据提取部分的操作具有明确的指导依据，避免因操作不规范导致的数据偏差。这些成熟的技术和方法为本标准提供了坚实的技术基础，能够有效保障农作物分布数据提取的精度和质量。根据该行业标准中对农作物种植面积的提取，包括数据获取预处理、农作物遥感分类识别、精度检验、农作物种植面积量算等流程和规范，本标准直接适用其农作物空间分布提取流程和要求，规定参照其执行，保证总体分类精度达到90%以上，便于后续作物的产量遥感监测。

7.3 农作物实测单产数据

在本标准中，农作物实测单产数据用于精度验证。通过实地采样或农业气象站点记录、国家生态系统观测研究网络等途径获取实测农作物单产数据，包括地块经纬度位置和单产信息。如果选择实地采样，则依据行业标准 NY/T 4065 执行。

行业标准 NY/T 4065—2021《中高分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范》中明确规定了农作物地面样方产量测定的流程和要求，涵盖产量测定时间，样方布设，产量测定等操作：规定产量测定时间应安排在农作物成（完）熟期。样方布设应符合下列要求：a) 样方位置可参照农作物灌浆至乳熟期长势确定，样方数量应具有代表性和统计意义，不应少于 50 个样方。选点可采用灌浆至乳熟期 NDVI 数据辅助分层抽样方式，NDVI 数值宜划分为 10 层，每层选择不应少于 5 个样方。当监测范围较大时，样方数量可适当增加。b) 样方应离村庄或建筑物 100 m 以上，选择比较平整和规则的地块，记录 GNSS 坐标信息。c) 样方地块覆盖范围应大于 3×3 个像元，地块内

应仅包括目标农作物类型，长势基本一致。产量测定方法为在每个样方内至少布设 1 个取样点，以取样点的产量数据平均值作为样方产量。取样点内农作物产量数据采用地面实测方式获取，小麦、水稻宜取 1m²；玉米宜取 4 行并且每行取 5m，或者取 12 m²。按 GB 1351、GB 1353、GB 1350 的规定，小麦、玉米、水稻应脱粒、去除杂质后称重的同时，测定籽粒含水量，计算标准含水量籽粒产量，然后计算样方内全部取样点平均产量作为样方内农作物产量。

为了确保遥感监测结果的准确性和可靠性，本标准明确规定了农作物实测单产数据的获取途径和操作要求，并直接引用了行业标准 NY/T 4065—2021《中高分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范》中关于农作物地面样方产量测定的流程和要求。

7.4 遥感数据预处理

遥感数据预处理是遥感监测流程中至关重要的基础环节，其作用主要体现在以下几个方面。首先，预处理能够有效消除遥感影像在获取过程中受到的各种干扰因素。例如，通过辐射校正，可以去除传感器特性差异、太阳光照条件变化以及大气散射等因素对影像光谱信息的影响，使影像的反射率或辐射亮度更接近真实地物的物理特性，从而为后续的分析提供准确的光谱数据。其次，几何校正可以纠正影像因传感器姿态变化、地形起伏以及投影差异等导致的几何畸变，确保影像的几何精度，使其能够与地理坐标系统准确对应，便于与其他地理空间数据进行叠加分析。此外，预处理还包括影像融合、裁剪、镶嵌等操作，能够进一步优化影像的质量和覆盖范围，提高数据的可用性。通过这些预处理步骤，遥感数据的准确性和可靠性得到显著提升，为后续的指数计算、农作物产量监测等应用奠定了坚实的基础，是确保遥感监测结果科学性和有效性的关键前提。

在遥感数据预处理方面，行业标准 NY/T 4065—2021《中高分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范》、NY/T 3527-2019《农作物种植面积遥感监测规范》、NY/T 4380.1-2023《农业遥感调查通用技术 农作物遥感估产监测技术规范 第 1 部分：马铃薯》都提到了其流程，本标准依据其遥感数据预处理的过程，针对基于光能利用率模型的主要粮食产量遥感监测模型的数据需求，综合上述标准，规定遥感数据预处理的流程为：根据传感器参数对遥感影像进行辐射定标和大气校正，获得影像的地表反射率数据；影像应进行几何校正，校正后的卫星影像平地、丘陵地的平面坐标误差不应大于 1 个像元，山地的平面坐标误差不应大于 2 个像元；影像应按照监测区范围或农作物种植区空间分布图进行剪裁和掩膜处理。其中对于遥感影像的辐射定标和大气校正，应参照行业标准 NY/T 3526-2019《农情监测遥感数据预处理技术规范》进行。

8. 农作物产量监测模型构建

目前，农田粮食产能评估的主要方法包括：①地面观测法：通过人工在田间实地对农作物进行观测，测量其生长状况，估算作物的产量；②植株数量法：通过统计农田中作物的植株数量，推算出作物的产量；③单产面积法：通过测量一定面积内作物的单产，推算出整个农田的产量；④遥感法：通过农作物的生长状况进行遥感观测，估算作物的产量；⑤农作物生长模型法：通过模拟作物生长过程中不同生长阶段的生物学变化，预测作物的生长表现和产量。⑥数据同化法：通过整合不同来源的数据，包括卫星遥感数据、农业观测数据和气象数据等，估算农作物产量。

（1）基于遥感数据的产能评估方法

遥感技术在精准农业中的应用始于 20 世纪 80 年代，在农作物估产方面应用较为广泛。遥感技术利用卫星图像获取农田的空间信息，以评估农作物的生长状况和产量。这些信息有助于农业科学家和管理人员更准确地评估农作物的产量，为农作物管理决策提供重要支持。遥感技术可通过多种方法来评估农作物产量，包括光谱特征分析和生长模型建立等。

目前，利用遥感手段进行作物估产的主要方法是通过建立基于现场产量统计数据 and 遥感指标之间的经验关系。这种方法可以更直接地将遥感与产量联系起来。具体而言，一种简单的方法是依赖于使用来自粗空间分辨率、高时间分辨率的归一化植被指数（NDVI），建立产量和 NDVI 之间的关系（Becker et al., 2010）；或利用 Vegetation Photosynthesis Model (VPM) 模型将遥感数据与光合有效辐射 (PAR) 相结合反演净初级生产力 (NPP)，建立其与产量的线性经验关系 (Yan et al. 2022)。此外，其他研究专注于利用深度学习等方法进行作物产量估产。例如，当利用 MODIS 高时间分辨率和低空间分辨率的遥感影像进行大范围的农作物低精度快速估产时，研究人员可以使用直方图降维来解决高维度特征信息问题，简化特征总量，再应用卷积神经网络 (CNN) 估产模型进行农作物估产（周亮等，2019）；也可以将深度学习算法应用于融合多源数据，进而反演农作物指数，解决多源数据融合后光谱失真和时空信息缺失等问题，进而提高最终拟合的叶面积指数 (LAI) 等影响因子，提升估产结果的相关性（周西嘉等，2022）。

（2）基于作物生长模型的产能评估方法

基于作物生长模型的产能评估方法是一种利用植物生理生态学原理和环境因素模拟作物生长过程的方法，作物模型是帮助估算作物产量作为天气、土壤条件和应用管理实践函数的工具。这种方法通常

涉及建立一个生长模型，模拟作物生长过程中不同生长阶段的生物学变化，从而预测作物的生长表现和产量。生长模型通常受到多种环境因素的影响，如气候条件、土壤特性、灌溉情况和农药使用等。

（3）遥感数据结合生长模型的数据同化产能评估体系

数据同化是一种将不同数据来源和不同时间的数据进行整合和协调的技术。在农作物估产领域，数据同化可以通过整合不同来源的数据，包括卫星遥感数据、农业观测数据和气象数据等，估算农作物产量。此外，数据同化还可以通过模拟和预测来评估农作物的未来产量。目前，数据同化在农作物估产的前沿应用非常普遍，并且已经取得了很好的研究成果。例如，数据同化技术可以评估农田的水分状况，从而对农田灌溉和农田管理进行有效地规划。同时，数据同化技术还可以评估农作物生长的效率，以确定哪些因素对农作物产量产生了最大的影响，从而提高农作物产量估算的准确性和所选取的估产因素的全面性。

（4）不同方法优缺点分析

基于遥感数据的估产方法通过对作物的影像数据进行分析，可以快速获取大面积农田的作物覆盖信息，并能评估作物产量，且成本较低。但是，这种方法受遥感设备的精度影响较大，也有一定的数据偏差，例如在光学遥感数据可能由于云层覆盖等原因而在数据记录中出现重大缺口（Whitcraft et al., 2015; Wiseman et al., 2014）。此外，检索到的参数可能具有很大的不确定性和偏差（Lewis et al., 2012）。基于作物生长模型的估产方法建立了一个数学模型来模拟作物生长过程，可以准确地预测作物生长情况。但是，这种方法需要收集大量的土壤、气象和作物等数据，并且需要精细地参数设置（Hansen et al., 2000）。基于数据同化的估产方法利用了遥感数据和作物生长模型，结合多源数据，可以克服上述两种方法的缺点，更准确地评估作物产量。但是，数据同化技术的发展程度和应用范围仍然有待提高，并且此方法的成本更高，普适性更低。单纯基于遥感数据构建指数与产量建立经验关系模型的工作其精度通常相对较低， R^2 普遍在 0.8 以下，如使用 MODIS 数据进行小麦估产预测值与真实值在像素尺度 R^2 仅为 0.77（Kamir et al., 2020），使用 Sentinel-2 A/B 得到 NDWI 来进行水稻估产工作其 R^2 为 0.72（Soriano et al., 2022）。作物生长模型的估产结果精度范围较大。个别方法结果偏低，有些甚至 R^2 可低于 0.5，有研究利用 WOFOST 模型结合作物产量同化系统进行小麦估产， R^2 仅为 0.481（Han et al., 2022; Wu et al., 2021）。

使用深度学习方法进行作物估产工作，通常有较高的精度结果。如使用深度自适应模型在县级尺度上对大豆进行估产， R^2 可达 0.805（Zhu et al., 2022）；使用卷积神经网络（CNN）对中国北方市级小麦

产量进行估产，其 R^2 也在 0.8 以上（赫晓慧等，2021）。在使用无人机结合深度学习进行估产工作可得到更高的精度结果， R^2 接近 0.9（戴建国等，2021）。机器学习及深度学习法估产精度较高，但其“黑箱”模型的特点使其在机理方面难以解释；所以我们采用生物量和收获指数法进行估产，这种方法既可以很好地与作物生长机理相结合，也具备效率高、成本低的特点，在作物估产研究中被广泛应用。

针对我国对于准确监测农作物产量，保障粮食安全的需求，在国家重点研发计划“地球观测与导航”重点专项“高标准农田空天地一体化智慧监管技术与应用”的支持下，我们发展了“基于 VPM 模型与转产系数结合的产量估测方法”。

基于传统 VPM 模型的农作物估产工作中，需要确定最大光能利用率、收获指数和植物碳素含量等关键参数。各项关键参数因作物类型、作物品种和研究地区的差异而有所不同，如玉米的最大光能利用率在美国为 3.31 g C/MJ，在中国范围内则介于 2.17~2.29 g C/MJ 之间；中国不同地区的收获指数波动范围可达其平均值的 20% 左右。因此，现有研究多通过实地测量的方式获取这些关键参数，以实现准确的农作物估产。然而，这种数据获取方式成本高、效率低，与利用遥感手段进行低成本、高效率的农作物估产目标相违背，严重制约了基于遥感技术的 VPM 等模型在地块尺度上快速、准确实现估产工作的能力。

我们为解决大范围估产参数确定难、成本高的问题，在传统 VPM 估产模型基础上，提出了 VPM 与转产系数相结合的估产模型，该方法主要利用了 VPM 动态观测指数 $APAR_{\varepsilon g}$ 和转产系数 a 来替代原模型中的多个区域化固定参数和多个动态观测变量，从而实现了传统 VPM 模型的调整和优化。通过计算作物统计单产数据和 $APAR_{\varepsilon g}$ 之间的线性关系，获得各地市的转产系数。这些转产系数可取代传统 VPM 模型中全省范围内使用的固定参数，有效地降低了省级尺度下转产系数可能带来的估产误差，基于此提出本标准中的农作物产量监测模型。

9. 温度对光合作用的胁迫系数

在标准文件的 8.2.3 计算温度对光合作用的胁迫系数章节中，温度对光合作用的胁迫系数需要确定植被进行光合作用时的最低、最高和最适温度，这些参数的取值是基于 2014 年陈静清等在中国陆地生态系统总初级生产力 VPM 遥感模型估算研究中的温度值，对于作物属于植被类型为农田（ C_4 作物）的，最低温度取值为 0°C ，最高温度取值为 45°C ，最适温度取值为 23°C ；对于作物属于植被类型为农田（ C_3 作物）的，最低温度取值为 -3°C ，最高温度取值为 42°C ，最适温度取值为 16°C 。

10. 产量空间分布专题图制作的确定

产量空间分布专题图是展示遥感监测结果的重要形式，能够直观地呈现农作物产量的区域差异和分布特征。为了确保专题图的科学性、规范性和实用性，依据国家标准 GB/T 20257（所有部分）《国家基本比例尺地图图式》中对于地图要素制作方式的规定，本标准规定产量空间分布专题图要素应包括图名、图例、比例尺、产量等级、行政区划地理信息等直接按照该国家标准执行。图名是专题图的重要组成部分，应简洁明了地反映专题图的主题和内容。图例是解释专题图中各种符号和颜色含义的关键部分，对于用户理解地图内容至关重要。比例尺是地图的重要要素之一，它决定了地图的详细程度和覆盖范围。在产量空间分布专题图中，比例尺的选择应根据监测区域的大小和专题图的用途来确定。产量等级是专题图的核心内容，通过将产量数据划分为不同的等级区间，能够直观地反映农作物产量的空间分布差异。行政区划地理信息是专题图的重要背景信息，能够帮助用户更好地理解产量分布的区域特征。

五、主要试验、验证及试行结果

1. 东北地区玉米、水稻、大豆产量监测实验结果

在东北地区，我们对黑龙江省、吉林省、辽宁省的玉米、水稻、大豆等作物在 2016-2021 年间进行了产量监测，精度结果显示了该方法在大面积估产上的可靠性。

本研究总结了六年来东三省玉米、水稻和大豆的估测产量，结果发现，部分县级数据中的玉米和水稻预测在统计异常低值区存在较大偏差，而大豆的预测则在统计异常低值区和异常高值区的区域均出现较大偏差。根据各作物的统计单产平均值进行了筛选，排除了玉米年统计单产低于 4、5 和 6t/ha 的县级数据，排除了水稻年统计单产低于 5、6 和 7t/ha 的县级数据，排除了大豆年统计单产低于 1.5t/ha、超过 3.5t/ha 及介于 1.5 和 3.5t/ha 之间的县级数据。然后分别计算了筛选后各作物的产量监测精度，结果如图 1 所示。

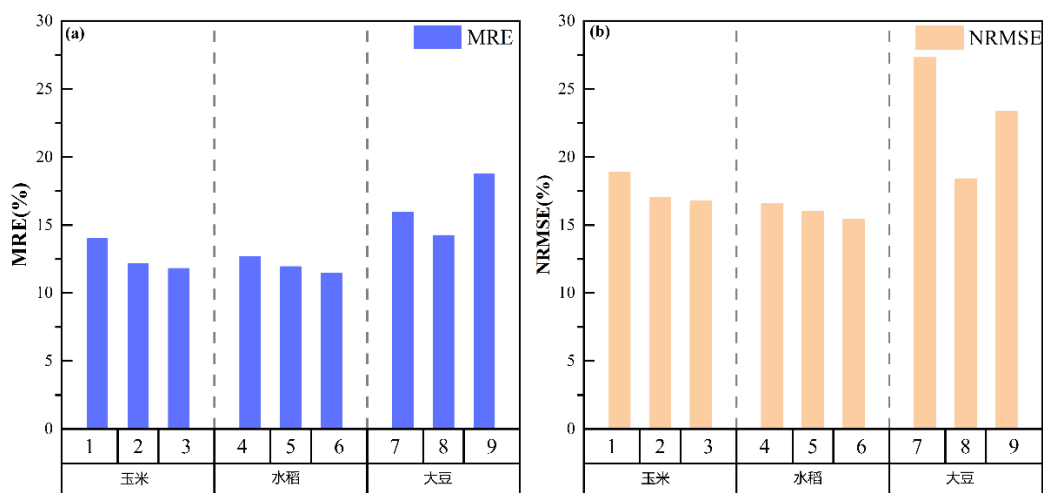


图 1 东北地区作物产量监测精度对比图

筛选后，大豆在统计单产介于 1.5 至 3.5t/ha 的区域内结果最佳，MRE 为 14.23%，NRMSE 为 18.36%。在大于 1.5t/ha 和小于 3.5t/ha 的区域内，MRE 分别为 15.93%和 18.75%，NRMSE 分别为 27.26%和 23.33%。对于玉米和水稻，在统计单产大于 6t/ha 和 7t/ha 的区域内，结果表现较好，MRE 分别为 11.78%和 11.46%，NRMSE 分别为 16.73%和 15.39%。然而，采用上述最佳精度范围的数据集后，部分县的时间连续性出现明显破坏，导致数据集在时间序列尺度上的表现较差。为此，本研究选择了与最佳精度范围相差不大的数据集，即选取玉米统计单产大于 5t/ha 和水稻统计单产大于 6t/ha 的区域，MRE 分别为 12.14%和 11.93%，NRMSE 分别为 16.97%和 15.97%。这样可以既确保模型预测的准确性，又不会对部分县的时间连续性造成明显破坏。具体来看，针对玉米，辽宁省的交叉验证结果较差，MRE 和 NRMSE 值分别为 15.76%和 21.41%。其他区域的测量数据和验证数据一致性较高，吉林省交叉验证结果表现最佳，MRE 和 NRMSE 值分别为 9.67%和 12.99%，黑龙江省的 MRE 和 NRMSE 值分别为 11.74%和 15.89%。对于水稻，黑龙江省和辽宁省的交叉验证结果较差，MRE 和 NRMSE 值分别为 13.30%和 17.09%。吉林省交叉验证结果表现最佳，MRE 和 NRMSE 值分别为 10.93%和 14.61%，黑龙江省的统计数据与验证数据的 MRE 和 NRMSE 值分别为 11.96%和 16.12%。对于大豆，辽宁省的交叉验证结果较差，MRE 和 NRMSE 值分别为 16.29%和 20.47%。黑龙江省的交叉验证结果表现最好，MRE 和 NRMSE 值分别为 13.97%和 18.32%。吉林省的 MRE 和 NRMSE 值分别为 14.06%和 17.26%。

东北地区高产区域玉米、水稻和大豆的单产空间分布图如图 2、3、4 所示。

玉米

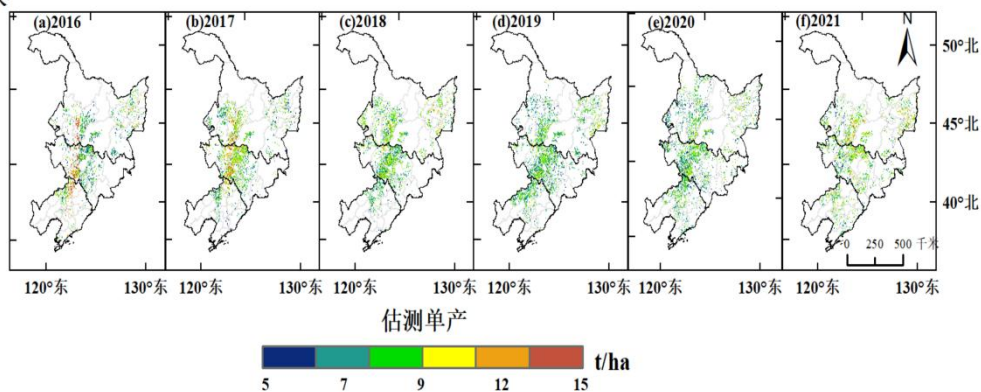


图2 东北地区高产区域玉米单产空间分布图

水稻

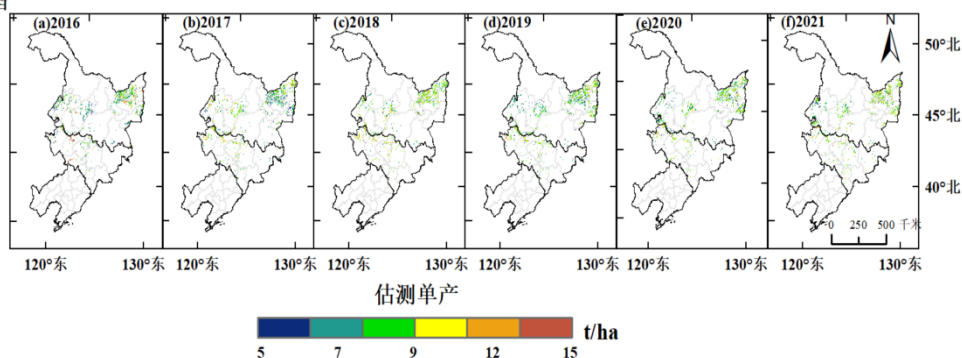


图3 东北地区高产区域水稻单产空间分布图

大豆

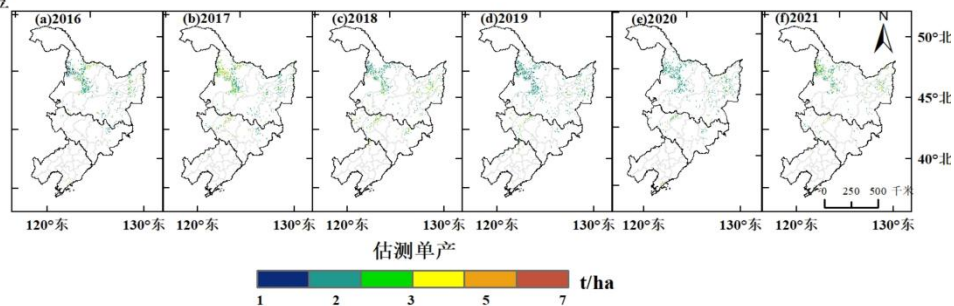


图4 东北地区高产区域大豆单产空间分布图

2. 华北地区小麦产量监测实验结果

在华北地区，我们对河南省、河北省和山东省的小麦作物在2017-2021年间进行产量监测，绘制了小麦单产空间分布图，如图5、6、7所示，监测精度显示达到要求。

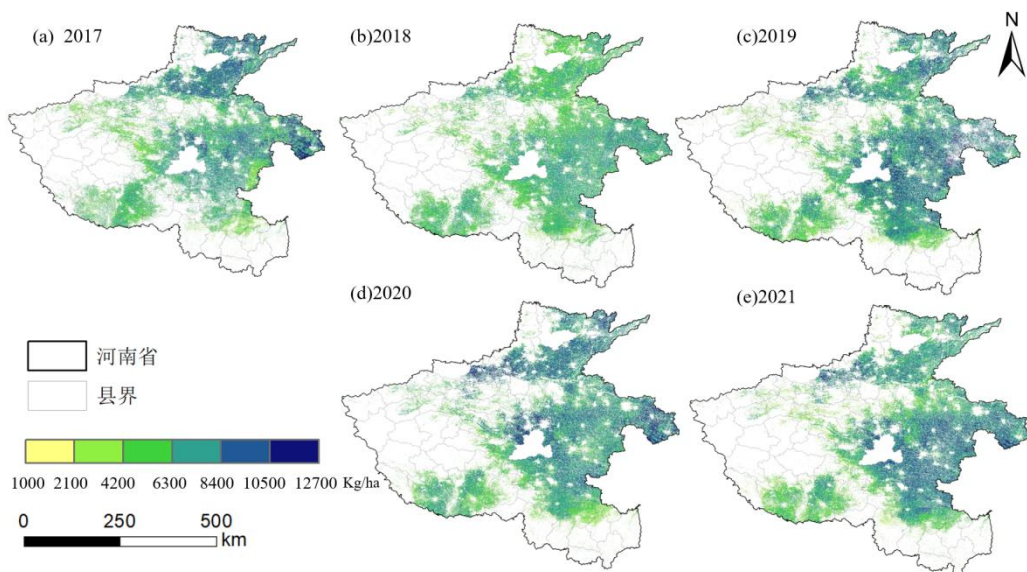


图 5 2017-2021 年河南省小麦估测单产空间分布图

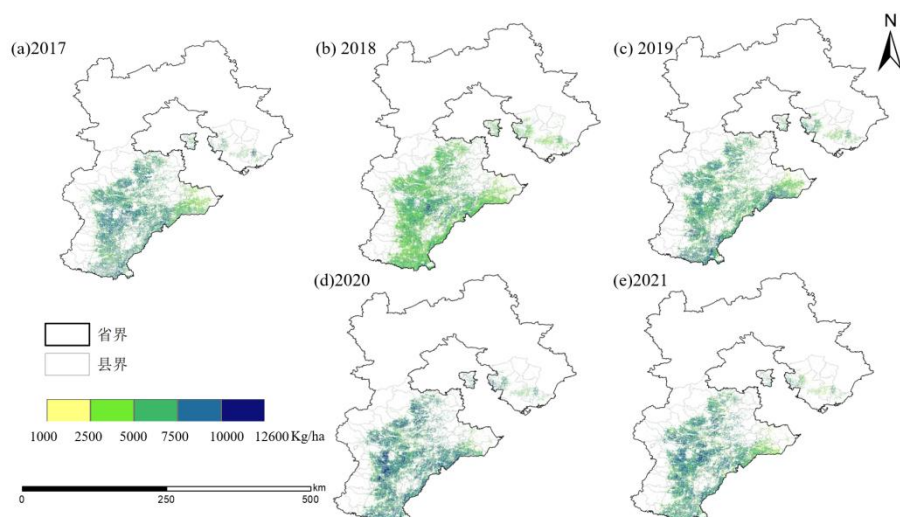


图 6 2017-2021 年河北省小麦估测单产空间分布图

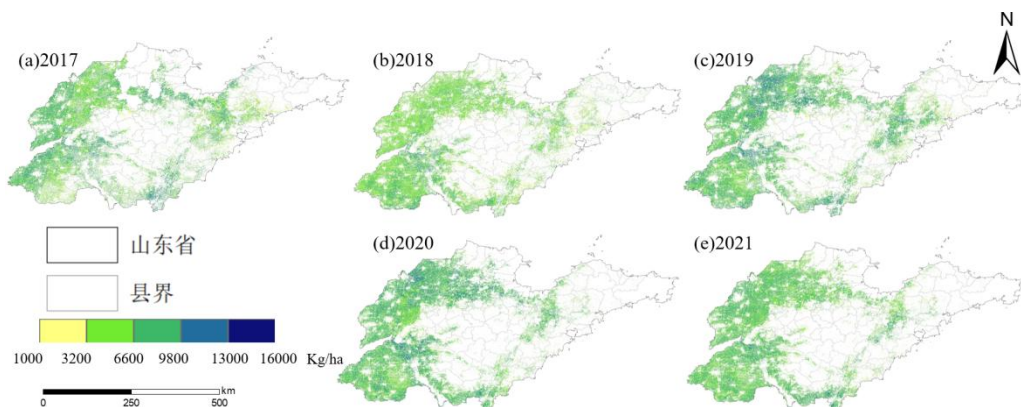


图 7 2017-2021 年山东省小麦估测单产空间分布图

从整个华北地区整体来看，本研究模型估测单产和统计单产拟合程度较高， $R^2=0.5$ ， $RMSE=853.79$ kg/ha， $MRE=11.94\%$ ， $NRMSE=14.02\%$ ，精度结果如图 8 所示。

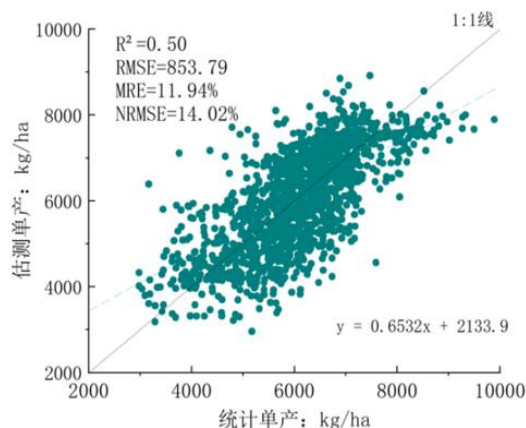


图 8 2017-2021 年华北地区小麦产量监测精度结果

从单个河南省来看, $R^2=0.69$, $RMSE=881.02$ kg/ha, $MRE=11.32\%$, $NRMSE=13.20\%$; 从单个河北省来看, $R^2=0.49$, $RMSE=825.67$ kg/ha, $MRE=11.82\%$, $NRMSE=13.56\%$; 从单个山东省来看, $R^2=0.35$, $RMSE=905.01$ kg/ha, $MRE=12.53\%$, $NRMSE=14.84\%$ 。

综合以上的精度结果可知, 本方法在各个省单独来看的拟合结果也都较高, 而其中主要原因是本研究模型可以得到更为本地化的转产系数, 并且转产系数比原固定的关键参数的组合更加接近于真实值, 使估产结果因地区差异引起的误差有所减小, 基于传统模型改进效果明显、泛化能力明显增强。

六、采用国际标准的程度及水平说明

1. 采用国际标准的程度

我国的农作物生产的立地条件和产量水平多样, 采用与国外同一个限量标准势必影响粮食安全, 在中国是行不通的, 因而本项目未采用国际标准及国外标准, 而是制订了符合我国国情的基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范。

2. 国际同类标准水平对比情况

国外尚无同类标准。美国建立了全球最为完善的农业遥感监测标准体系, 其核心机构农业农村部的国家农业统计局(NASS)和外国农业服务局(FAS)分别负责国内和全球尺度的监测工作。NASS 每隔 5 年开展一次全国农业普查, 在普查中充分利用遥感技术提高统计数据的准确性。其核心项目“面向作物的土地覆盖数据”(Cropland Data Layer, CDL)至 2010 年已覆盖全美 48 个州, 每年对 13 个主要农业州进行更新, 提供了高时效性的作物分布信息。在技术方法上, NASS 创新性地将 Landsat 影像、数字摄影测量数据与抽样设计相结合, 在县级和州级两个尺度上独立估算作物面积, 显著提高了统计精度。

外国农业服务局(FAS)则专注于全球农业监测，其“世界农业产量”(World Agricultural Production)月度报告和“产量、供给与分布”(Production Supply and Distribution, PSD)数据库已成为全球农产品市场的重要参考。FAS 的技术路线强调多源数据融合，将气象数据、田间报告和高分辨率遥感数据综合分析，特别注重识别未报告的农业生产异常事件。其全球监测系统不仅提供产量预测，还集成了早期预警功能，为美国农产品贸易和政策制定提供决策支持。

欧盟的农业遥感监测体系以联合研究中心(JRC)为核心，形成了统一协调的技术框架。1988 年启动的“遥感农业监测”(Monitoring Agriculture with Remote Sensing, MARS)项目是欧盟农业遥感标准化的起点，2003 年后发展为两个并行计划：MARS Food（面向全球粮食安全风险区监测）和 MARS Stat（针对欧盟本土农业统计）²。在全球监测方面，JRC 将卫星遥感数据、气象数据和区域农业生产基础数据相结合，驱动作物生长模型，生成旬报和月报。其技术特色在于综合运用趋势分析、相似性分析、统计回归及专家评估方法，通过与历史平均水平的对比分析，发布降水、辐射、温度、水分充足指数等农业生产指示因子监测结果。

欧盟标准的科学价值在于建立了模型与遥感数据的耦合框架，将遥感获取的生物物理参数（如 NDVI）同化到作物生长模型中，显著提高了单产预测的准确性。同时，其报告体系直接服务于欧盟共同农业政策(CAP)的实施效果评估，体现了标准制订与政策需求的紧密结合。

七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系

1. 与现行法律法规，强制性标准和其他有关标准的协调关系

《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》编制过程中遵循了《中华人民共和国宪法》、《中华人民共和国农业法》以及农业农村相关法律法规、部门规章、产业政策等，没有出现与有关现行法律、法规和强制性国家标准发生冲突的条款。并且本标准编制过程中，充分考虑了与现行相关标准之间在技术指标方面的一致性 or 协调性。《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》编制内容中与本标准密切相关的法律法规和部门规章主要包括 2018 年 1 月 1 日起施行的《中华人民共和国标准化法》、2017 年 4 月 27 日起修订后施行的《中华人民共和国测绘法》、2024 年 6 月 1 日起施行的《中华人民共和国粮食安全保障法》等，《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》中的内容均符合上述法律法规、部门规章的具体要求。

(1)《中华人民共和国标准化法》第一章【总则】第四条中规定：制定标准应当在科学技术研究成果和社会实践经验的基础上，深入调查论证，广泛征求意见，保证标准的科学性、规范性、时效性，提高标准质量。第十五条中也要求：在制定过程中，应当按照便捷有效的原则采取多种方式征求意见，组织对标准相关事项进行调查分析、实验、论证，并做到有关标准之间的协调配套。《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》在农业农村部“全国农情遥感监测业务运行系统”近 10 年运行基础上，结合国家重点研发计划课题农田利用动态监测与粮食产能评估技术研究的科研成果，以及农业资源遥感监测，农作物产量监测相关的科研成果、文献资料、相关国家和行业标准等，经反复试验、分析和验证之后进行编制。

(2)《中华人民共和国测绘法》第一章【总则】第五条中规定：从事测绘活动，应当使用国家规定的测绘基准和测绘系统，执行国家规定的测绘技术规范和标准。《农田产量遥感监测技术规范》明确规定大地基准应采用 2000 国家大地坐标系(CGCS2000);高程基准应采用 1985 国家高程基准。因此该标准符合《中华人民共和国测绘法》对标准中测绘活动的要求。

(3)《中华人民共和国粮食安全保障法》第一章【总则】第二条规定：国家粮食安全工作坚持中国共产党的领导，贯彻总体国家安全观，统筹发展和安全，实施以我为主、立足国内、确保产能、适度进口、科技支撑的国家粮食安全战略，坚持藏粮于地、藏粮于技，提高粮食生产、储备、流通、加工能力，确保谷物基本自给、口粮绝对安全。第七条规定：国家加强粮食安全科技创新能力和信息化建设，支持粮食领域基础研究、关键技术研发和标准化工作，完善科技人才培养、评价和激励等机制，促进科技创新成果转化和先进技术、设备的推广使用，提高粮食生产、储备、流通、加工的科技支撑能力和应用水平。本标准主要对主要粮食作物产量遥感监测及其成果进行制图规范，为制图结果的统一性和可比性提供标准，进而为农业生产和粮食安全做出贡献。因此该标准符合《中华人民共和国粮食安全保障法》中的相关要求。

(4) 本标准与《GB/T 13989 国家基本比例尺地形图分幅和编号》、《GB/T 20257-2017(所有部分)国家基本比例尺地图图式》国家标准衔接，保证监测结果的一致性。同时兼容 NY/T 4065-2021《中高分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范》等行业标准，规定了遥感影像数据、农作物分布数据、气象数据、农作物统计单产数据、农作物实测单产数据等具体要求，细化数据获取与处理、监测流程、模型构建与精度验证、专题图制作与报告编写等技术流程，形成完整的技术框架，保障主要粮食作物产量遥感监测的合法性和可操作性。

2. 与国内外同类标准的对比情况

在国内外，作物产量监测技术发展迅猛，现有技术可以归纳为传统产量监测和基于遥感手段产量监测两类。其中，传统产量监测方法成本相对较高，只能对少数样本进行实测，无法满足大范围的产量监测工作。随着遥感技术不断发展和国内卫星体系日渐完善，遥感手段逐渐成为农作物产量监测的主流方法。目前，基于遥感技术的农作物产量监测方法可归纳为统计回归法、作物生长模型法、生物量和收获指数法、机器学习及深度学习法等。其中生物量和收获指数法既可以很好地与作物生长机理相结合，也具备效率高、成本低的特点，在大范围的农田产量监测研究中被广泛应用，技术成熟度高，稳定性与准确性有保障。

国内现有的产量估计和监测的相关标准中，对于测产的方法主要分为传统田间测产和基于遥感手段的测产。传统田间测产主要通过人工在田间选取有代表性的样本地块，进行实地收割、称重等一系列操作，从而获取作物的实际产量数据。由于只能在有限的样方内进行测量，所获取的数据在空间覆盖范围上存在一定的局限性，无法全面、及时地反映整个农田的产量分布情况和动态变化趋势。相比于传统的田间测产，基于遥感的产量监测能快速覆盖广阔区域，获取作物信息，是农业大面积监测与推广的有力工具，前景广阔。已有的基于遥感的产量监测标准有《NY/T 4380.1-2023 农业遥感调查通用技术 农作物估产监测技术规范 第1部分：马铃薯》、《NY/T 4065-2021 中高分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范》、《DB15/T 3979-2025 基于遥感信息的草原区牧草产量估测技术规程》、《DB23/T 3664-2023 遥感预测玉米产量技术规范》、《DB32/T 3780-2020 遥感预测小麦产量技术规范》、《DB61/T 1041-2016 小麦、玉米产量遥感估测规程》等，主要有以下几类方法：（1）NDVI-产量回归模型：基于植被指数（NDVI）与地面实测产量的统计关系，建立线性/非线性回归方程。（2）多因子历史统计模型：根据历史产量统计数据与植被指数、积温、降水量之间的关系建立估产模型。（3）敏感指数模型：利用各采样点的实测产量与遥感指数利用机器学习回归分析筛选与产量相关性最强的遥感指数（敏感指数），构建非线性拟合模型。在实际应用中存在一些局限性，这些标准大都没有充分考虑水分、温度等胁迫因子，简单的统计关系难以反映生理机制。大部分模型建立需要实地测产数据，成本较高，且样本代表性与覆盖度直接影响精度。模型泛化能力弱，难以业务化推广。鉴于此，我们建立了《基于光能利用率模型的主要粮食作物产量遥感监测技术规范》，引入光合作用、胁迫响应等生理过程，融合作物生长机理中的关键参数构建产量监测模型，

实现更高精度的产量监测。同时减少对实地采样的依赖，利用遥感数据实现快速、大范围的农田产量遥感监测。最终建立一套标准化、业务化的农田产量遥感监测技术体系。

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

1. 贯彻该标准的要求和措施建议

建议标准发布后，及时组织开展宣贯和培训；各级农业遥感监测机构在主要粮食作物产量监测工作中，按照该技术规范所规定的光能利用率模型相关参数选取、数据采集处理方法、模型构建与应用流程等进行操作，摒弃以往各自为政、标准不一的监测模式，确保监测数据的准确性和可比性。

对从事粮食作物产量遥感监测的工作人员开展全面系统的培训，使其深入理解光能利用率模型的原理、优势以及在产量监测中的关键作用，熟练掌握规范中要求的各项技术操作流程和软件工具使用，包括卫星影像数据的预处理、光谱数据的提取分析、模型参数的估计与校准等，提高监测人员的专业技能水平。

2. 贯彻该标准的预期效果

通过统一的技术标准和规范化的操作流程，减少因人为因素和数据质量问题导致的误差，使基于光能利用率模型的粮食作物产量遥感监测结果更加准确、可靠，能够更真实地反映主要粮食作物的生长状况和产量水平，为农业决策提供更有力的数据支持。

贯彻该技术规范过程中所开展的技术研发、交流合作等活动，将推动光能利用率模型以及遥感监测技术在农业领域的不断创新和发展，拓展其应用范围和深度，为实现农业现代化、智能化提供更先进的技术支持和手段。

强化部门协同的措施将促进气象、农业、地理信息等部门之间的紧密合作与信息共享，打破部门壁垒，形成协同推进农业遥感监测工作的良好局面，提高政府在农业领域的管理和服务水平，共同助力粮食安全和农业农村经济发展。

十、其他应说明的事项

无。

参考文献

[1] Becker-Reshef I, Justice C, Sullivan M, et al. Monitoring global croplands with coarse resolution earth observations: The Global Agriculture Monitoring (GLAM) project. *Remote Sensing*, 2010, 2: 1589-1609.

[2] Han D, Wang P, Tansey K, et al. Integrating an attention-based deep learning framework and the SAFY-V model for winter wheat yield estimation using time series SAR and optical data. *Computers and electronics in agriculture*, 2022, 201: 107334.

[3] Hansen J, Jones J. Scaling-up crop models for climate variability applications. *Agricultural Systems*, 2000, 65: 43-72.

[4] Kamir E, Waldner F, Hochman Z. Estimating wheat yields in Australia using climate records, satellite image time series and machine learning methods. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2020, 160: 124-135.

[5] Lewis P, Gómez-Dans J, Kaminski T, et al. An earth observation land data assimilation system (EO-LDAS). *Remote Sensing of Environment*, 2012, 120: 219-235.

[6] Soriano-González J, Angelats E, Martínez-Eixarch M, et al. Monitoring rice crop and yield estimation with Sentinel-2 data. *Field Crops Research*, 2022, 281: 108507.

[7] Whitcraft A K, Vermote E F, Becker-Reshef I, et al. Cloud cover throughout the agricultural growing season: Impacts on passive optical earth observations. *Remote Sensing of Environment*, 2015, 156: 438-447.

[8] Wiseman G, McNairn H, Homayouni S, et al. RADARSAT-2 polarimetric SAR response to crop biomass for agricultural production monitoring. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2014, 7: 4461-4471.

[9] Wu S, Yang P, Ren J, et al. Regional winter wheat yield estimation based on the WOFOST model and a novel VW-4DEnSRF assimilation algorithm. *Remote Sensing of Environment*, 2021, 255: 112276.

[10] Yan H, Du W, Zhou Y, et al. Satellite-Based Evidences to Improve Cropland Productivity on the High-Standard Farmland Project Regions in Henan Province, China. *Remote Sensing*, 2022, 14: 1724.

[11] Zhu Y, Wu S, Qin M, et al. A deep learning crop model for adaptive yield estimation in large areas. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2022, 110: 102828.

[12] 陈静清, 闫慧敏, 王绍强, 高艳妮, 黄玫, 王军邦, 肖向明. 中国陆地生态系统总初级生产力 VPM 遥感模型估算[J]. *第四纪研究*, 2014, 34(4): 732-742. doi: 10.3969/j.issn.1001-7410.2014.04.05

[13] 戴建国, 蒋楠, 薛金利, 等. 基于 CNN-BiLSTM 的棉花产量预测方法. *农业工程学报*, 2021, 37: 152-159.

[14] 赫晓慧, 罗浩田, 乔梦佳. 基于 CNN-RNN 网络的中国冬小麦估产. 农业工程学报, 2021, 37: 124-132.

[15] 周亮, 慕号伟, 马海姣, 等. 基于卷积神经网络的中国北方冬小麦遥感估产. 农业工程学报, 2019, 35: 119-128.

[16] 周西嘉, 张悦, 王鹏新, 等. 基于 Sentinel 的时间序列田块尺度 LAI 重建与冬小麦估产. 农业机械学报, 2022, 53: 173-185.

[17] 国家标准 GB/T 13989《国家基本比例尺地形图分幅和编号》

[18] 国家标准 GB/T 14950—2009《摄影测量与遥感术语》

[19] 国家标准 GB/T 20257（所有部分）《国家基本比例尺地图图式》

[20] 国家标准 GB/T 13989《国家基本比例尺地形图分幅和编号》

[21] 国家标准 GB/T 15968-2008《遥感影像平面图制作规范》

[22] 国家标准 GB/T 31163《太阳能资源术语》

[23] 国家标准 GB/T 37804《冬小麦苗情长势监测规范》

[24] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 3526-2019《农情监测遥感数据预处理技术规范》

[25] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 3527—2019《农作物种植面积遥感监测规范》

[26] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 3922-2021《中高分辨率卫星主要农作物长势遥感监测技术规范》

[27] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 4065—2021《中高分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范》

[28] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 4380.1-2023《农业遥感调查通用技术 农作物遥感估产监测技术规范 第1部分：马铃薯》

[29] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 4618-2025《农作物物候期遥感监测技术规范》

注：上述标准文本来自国家标准信息公共服务平台（<https://std.samr.gov.cn/>）