



## 农业遥感

# 农作物长势遥感监测需求、系统框架及业务应用\*

王利民<sup>1</sup>, 刘佳<sup>1\*</sup>, 唐鹏钦<sup>1</sup>, 姚保民<sup>1</sup>, 刘荣高<sup>2</sup>

(1. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:**【目的】农作物长势是农业生产管理的重要依据,也是农情遥感监测业务的重要组成部分。【方法】在当前农作物长势遥感监测研究及业务状况扼要回顾基础上,文章从农作物长势遥感监测需求、系统框架等方面进行了系统总结,并以全球冬小麦长势遥感监测应用为例进行了说明。【结果】农作物长势遥感监测需求可以归纳为服务对象、作物类型、空间范围、地面尺度、监测周期等 5 个方面,系统框架至少包括数据层、方法层、结果层和服务层 4 个层次。【结论】针对农作物长势遥感监测技术研究及业务应用的现状,研究提出了以下 3 个观点,(1)农作物长势遥感监测业务方案是成熟的,但是关键技术研究有待加强;(2)农作物长势概念的深入解析,将有利提高长势遥感监测的业务化能力与精度;(3)针对全球、国家、省级以及县级尺度农作物长势遥感监测,采用不同空间分辨率遥感数据开展监测业务,是今后较长一个时期内农作物长势遥感监测的客观现状。上述研究结果给农作物长势遥感监测业务的建设提供了依据,也明确地指明了系统地服务目标。

**关键词:** 农作物; 长势; 监测需求; 系统设计; 遥感应用

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20190201

## 0 引言

农作物长势是指导农业生产管理,评估产量最为重要的农情要素之一。农作物长势即作物生长的状况与趋势<sup>[1]</sup>,长势监测可以为田间管理、早期产量估算提供快速、宏观的信息,具有十分重要的意义<sup>[2]</sup>。农作物长势遥感调查的方法主要有常规地面调查与遥感监测两种,地面调查的特点是直观性强、样点尺度观测的准确性高,遥感监测的特点是范围广、区域代表性大,二者互补共同构成了长势监测业务体系。自 20 世纪 90 年代农作物生产过程遥感监测受到重视以来,长势监测就成为农业遥感研究的重要内容<sup>[3]</sup>。长势遥感监测可以分为关键技术研究与监测应用两个方面,比较常用的长势遥感监测方法又可以归纳为植被指数关联法和作物生长模型方法这两个大类;监测应用则主要以世界各国农情遥感监测业务体系中的农作物长势遥感监测应用最为典型。

遥感指数关联方法主要利用遥感影像获取与作物生长密切相关的植被指数,并构建

收稿日期: 2019-02-27

第一作者简介: 王利民 (1968—), 博士、副研究员。研究方向: 农业遥感监测业务运行。Email: wanglimin01@caas.cn

\* 通信作者简介: 刘佳 (1968—), 硕士、研究员。研究方向: 农业遥感监测业务运行。Email: liujia06@caas.cn

基金项目: 高分辨率对地观测系统重大专项 (民用部分) (09-Y20A05-9001-17/18)



植被指数与长势之间的相互关系，从而反演地面作物的生长情况，常用到的遥感指数包括 LAI、NDVI、VCI、NDWI 等，常用的技术方法包括长势直接关联监测法、同期对比监测法、生长过程监测法等方法。直接关联监测法主要通过建立遥感指数与作物长势之间的相关关系，从而直接将遥感指数转换为对应的长势指标<sup>[4-9]</sup>。同期对比监测方法主要利用实时 NDVI 图像值与上年或多年平均值的对比，反应当时作物生长情况的变化情况，并对差异情况进行统计分级，从而判断作物的长势情况<sup>[10-13]</sup>。生长过程长势监测方法的原理是，作物不同发育阶段与最终产量的关系不同，据此可以根据不同阶段长势指标的权重不同对长势进行监测<sup>[14-18]</sup>。

农作物长势遥感监测结果有利于提前掌握粮食生产动态，发达国家一直都很重视建设各自的长势监测业务系统。从 20 世纪 70 年代开始，美国农业部（USDA），国家海洋大气管理局（NOAA）、美国宇航局（NASA）和商业部合作主持，先后开展了“大面积农作物估产实验（LACIE）”、“农业和资源的空间遥感调查计划（AGRISTARS 计划）”等项目，实现了美国本土及全球重点国家的主要农作物的长势评估和产量预报，形成了美国农业部的遥感监测业务系统。随后，欧盟通过实施“遥感农业监测项目”（MARS 计划）也成功地建成了欧盟区域的农作物估产系统，联合国粮农组织（FAO）通过“全球粮食和农业信息及早期预警系统”（Global Information and Early Warning System on food and agriculture, GIEWS）进行全球农作物长势的遥感监测，俄罗斯农业部也于 2003 年建设了全国农业监测系统，以 MODIS 为主要数据源，结合气象数据开展作物单产预测。在中国，中国农业农村部、国家气象局、国家统计局、中国科学院都针对不同的需要，建立了各自的农情遥感监测业务系统<sup>[2, 19-22]</sup>。其中，中国农业农村部系统的长势遥感监测结果是直接服务于国家农业政策宏观决策，是与美国农业部、欧盟 MARS 计划并列的全球三大农情系统。

尽管农作物长势遥感监测研究较为深入，甚至进入了业务化运行的水平，但从目前文献研究来看，技术研究领域更多是注重于不同方法的优劣比较研究，业务系统领域更多注重的是监测结果宣传，对农作物长势遥感监测需求分析、系统架构以及技术指标分析方面的研究反而很少见到报道，而这方面的内容恰恰又是关键技术可行性、业务系统运行水平的标志。针对上述研究不足，文章在农作物长势遥感监测需求分析基础上，提出了中国农业农村部农作物长势遥感监测系统的业务流程，并以全球冬小麦长势遥感监测业务为例进行了具体应用。

## 1 农作物长势遥感监测业务需求

农作物长势遥感监测需求可以归纳为服务对象、作物类型、空间范围、地面尺度、监测周期等 5 个方面的需求。服务对象是指对长势监测有需求的政府、粮食企业及种植大户等具体对象。这 3 者的需求是有差异的，政府需求重点是对行政区域内农作物长势整体状况的了解，根据长势信息对产量趋势进行评估，并制定相应的生产资料调度措施及贸易政策；粮食企业需求同样是据此对产量作物评估，并制定相应的市场策略；种植大户则根据长势状况对生产管理措施做出调整。作物类型需求是指长势监测是针对某个

2019年4月

区域内所有作物类型开展的，由于技术条件限制可以针对某些大宗或者重要作物开展，并作为该区域内所有农作物的长势状况。空间范围需求是指作物长势监测是在某个行政单元或者指定的研究区开展的，如县级、省级及国家尺度，或者黄淮海等地理单元概念的区域。地面尺度需求是指遥感影像的空间分辨率能够与所代表的地面作物类型相匹配，一般有像元和地块两个尺度；就像元尺度来讲，像元内的作物类型必须是单一的而非混合像元；就地块尺度来讲，地块内作物类型必须一致，同时长势也应该较为均匀一致，如果不一致就应该区分为两个地块。监测周期的需求是指长势监测必须是时间上连续的，至少应该覆盖作物生长发育的关键阶段。

以服务对象为牵引，农作物长势遥感监测 5 个方面的需求是相互关联的。政府及企业对象需求在空间范围上是以行政区划为单元的，作物类型一般是大宗或者重要农作物类型，地面尺度以像元尺度为主，监测周期以作物生长关键物候期为主。种植大户对象在空间范围上的要求一般是所承包的耕地范围，作物类型是所种植的特定作物类型，可能不仅仅是大宗作物，还有可能是经济或者特色作物，地面尺度以地块为管理单元，监测周期以“天”或“候”为主，以确保管理措施能够紧密实施。政府或者企业的需求与种植大户需求的差别，本质上是技术手段不能满足地块尺度单元获取条件下造成的，如果能够获得行政区域内以地块单元表达的长势信息，则通过地块单元的逐级汇总获取的区域长势信息更能够满足政府或者企业决策需求，在这个意义上两者是统一的。

## 2 农作物长势遥感监测业务系统框架

### 2.1 农作物长势监测系统框架

农作物长势遥感监测业务系统包括数据层、方法层、结果层和服务层 4 个层次，4 个层次的逻辑关系如图 1 所示，各层次系统说明如下述。

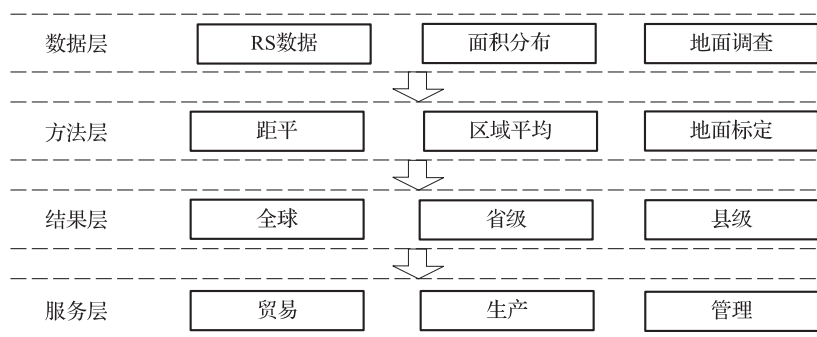
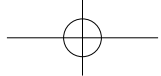


图 1 农作物长势遥感监测业务系统框架

Fig.1 System framework of crop growth remote sensing monitoring operation

### 2.2 农作物长势遥感监测数据分析

数据层以遥感数据为主，同时也包括作物类型空间分布数据、地面调查数据等。遥感数据作为长势遥感监测的数据源，考虑到监测频率要求，一般以低空间分辨率遥感数据为主、中高空间分辨率数据为辅。低空间分辨率遥感数据的空间分辨率一般在 250~1



000 m 之间，如 EOS/MODIS、FY-3/MERCI、NOAA/AVHRR 数据等；中高空间分辨率遥感数据的空间分辨率一般在 5~30 m 之间，如 RapidEye、GF-1/WVF、GF-6/WFV、Landsat 8 OLI 数据等。由于低空间分辨率数据混合像元问题严重，一般需要进行纯像元筛选，以纯像元长势代表区域长势特征。中高空间分辨率由于重访周期较长以及云覆盖的影响导致不能按照固定的周期进行合成晴空数据，可以作为关键生育期长势监测的补充数据。

农作物类型空间分布数据是获取特定作物类型长势的依据，也是长势监测准确性的保证，这个数据可以从长势监测数据本身获取，也可以从其他影像数据获取，基本的原则是与长势监测数据空间分辨率要保持一致。地面调查数据是指通过地面实际观测的方式获取地面长势真实状况的数据，通常是采用作物高度、盖度、密度和生物量的方式表征，同时也是对遥感获取的长势信息进行标定的主要依据。

### 2.3 农作物长势遥感监测方法分析

农作物长势遥感监测方法包括长势参数选择、长势指标构建、长势指标标定等 3 个方面。长势参数选择是遥感反演的长势参数最优选择的过程，当前最为常用的指数是归一化植被指数 (NDVI)，其他的 LAI、EVI 等指数也是应用较多的参数。

长势监测可以统计模型或者作物生长模型为媒介，建立所选择参数与长势指标的相关关系的方法直接进行长势监测；但目前更多的是采用距平或者与区域平均值的差值作为监测指标开展监测，这样做避免了相关关系不稳定性带来监测结果的不确定性。距平的方式需要多年平均值，考虑到同一像元区域作物类型的变化，这一方法需要提取各年度农作物种植面积并求取公共区域作为监测范围，其实质是以多年作物类型的公共区域代表当年监测范围内作物的长势，如果公共区域代表性不强则可能会造成较大的监测误差。在农业行业中经常会出现相邻或者特定某两年长势相比的要求，这可以看作多年平均值用特定年份长势代替距平值的特例。在不能获取多年遥感数据条件下，区域平均值差值方法开展长势遥感监测的方式是常用的备选方法，其实质是用区域参数的平均值作为每个像元的多年平均值，忽略了不同区域长势的差异，只有在保证同一区域内长势影响因素较为一致的情况下才可用，否则会造成较大的误差。

长势指标获取的结果就是区域长势监测结果，这个结果习惯上有 3 种更为直观的表达方式。第一种就是对监测结果进行分级，就是将值域范围连续的长势指标图离散为特定的 3~5 个类别，以方便用户使用；但这个结果没有跟特定的地面长势信息或者产量信息相关联，需要使用者根据经验转化为农作物生长特征或者产量信息；分级的方法目前也没有特定的研究支持，一般是认为监测结果符合正态分布，将正态分布结果按照平均值、标准差倍数的方式分级。第二种采用地面调查的地面长势信息对长势指标进行标定，地面长势指标可以是密度、盖度、高度、作物水分、叶绿素含量、生物量、产量特征，也可以是这些特征的加权平均，这样获得长势监测结果实际上被表征为地面农学指标，更有利于田间管理。第三种是根据行政单元尺度的统计产量数据对长势指标进行标定，与地面观测值标定是同样的道理，长势指标被表征为产量，更有利于通过当前长势对后期产量进行评价；由于统计产量是行政单元上不同作物长势状况及其分布面积的加



2019年4月

权平均值, 要将统计产量准确应用到值域范围连续的长势指标体系中, 技术方法目前尚不成熟, 一般可以采用典型像元、典型区域进行分解的方法拟合。

#### 2.4 农作物长势遥感监测结果的解释

结果层是对农作物长势遥感监测结果以文字、图表形式的表达, 即通过监测报告的形式对农作物长势分布特征进行总结, 以便于政府决策者、企业经营者、生产管理者对长势监测信息进行应用。监测报告一般包括全球、国家、省级以及区域等4个尺度, 报告内容一般包括不同长势等级的分布区域、分布面积、产量评估以及造成当前长势状况的可能影响因素以及应对策略等。

#### 2.5 农作物长势遥感监测的服务能力

服务层是将长势监测结果、总结报告等, 以逐级上报、网络发布的形式提供给政府决策、企业经营、生产管理者。在服务层需要关注的问题是, 农作物长势监测结果的农学意义要清晰, 才能被各层次用户所接受, 这一般需要从长势监测报告的表达形式以及用户对长势的理解两个方面加强才能达到这一效果。此外, 农作物长势遥感监测结果的针对性要强, 如面向政府决策和企业经营服务需要, 服务的重点在长势评价及可能的产量结果; 面向种植大户的生产管理需要, 服务的重点在于造成目前长势状况的原因, 是水分、是肥料, 还是田间管理措施等造成的。

#### 2.6 农作物长势监测系统指标

农作物长势监测系统指标包括监测范围、监测频率及监测精度等3个方面。监测范围是指农作物长势遥感监测的区域, 通常包括全球、国家、省级、县级、小区域等尺度或者指定范围, 在空间上可以是连续的也可以是不连续的, 但要具有针对性。监测频率是指系统开展监测的时间间隔, 通常以旬、月尺度居多, 根据特定的要求可以开展天、候时间尺度的监测。农作物长势遥感监测的精度是指监测结果的精度, 通常采用地面实测的方法进行验证, 需要注意的是遥感监测结果与地面调查结果的农学意义要一致, 否则精度验证是没有意义的。

### 3 农作物长势遥感监测业务应用实例

以中国农业农村部“国家农情遥感监测业务运行系统”中的“全球冬小麦长势遥感监测业务”为例, 说明农作物长势遥感监测的具体业务应用。与上述长势监测业务框架相一致, 全球冬小麦长势遥感监测业务流程包括遥感数据获取、冬小麦空间类型提取、基于距平的长势监测、监测精度评价、监测报告撰写与提交等5个步骤, 以下概要介绍遥感数据获取、冬小麦空间分布数据获取、基于距平算法的冬小麦长势遥感监测3个内容。

#### 3.1 遥感数据获取

全球冬小麦长势遥感监测业务使用的遥感数据源是500 m空间分辨率的MODIS NDVI数据, 该数据是在每天500 m空间分辨率的1B数据基础上(<https://search.earthdata.nasa.gov/>), 经过大气校正、NDVI计算、8 d NDVI合成, 每年共46期数据, 46期数据经过平滑处理<sup>[23]</sup>。图2给出了2018年5月1—8日期间8 d的NDVI合成图。

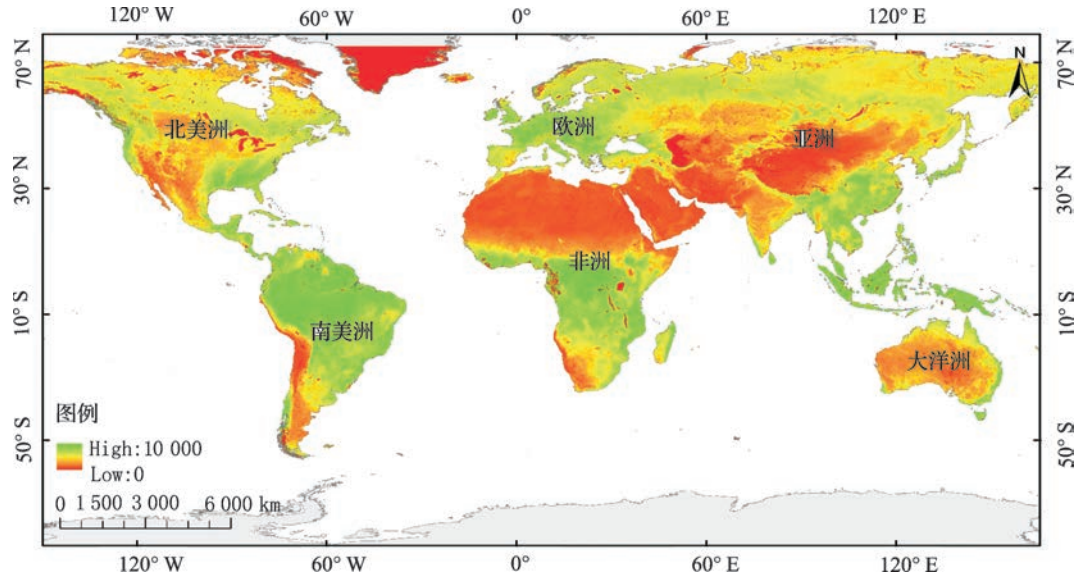


图 2 全球 500 m 空间分辨率 MODIS/NDVI 合成 (2018 年 5 月 1—8 日)

Fig.2 Global MODIS/NDVI resultant images with spatial resolution of 500 meters in May 1—8 of 2018

### 3.2 冬小麦空间分布数据获取

针对 NDVI 谱曲线时序特征，采用面积指数的方法对全球冬小麦进行识别<sup>[24]</sup>，考虑到全球不同区域冬小麦物候差异，在应用面积指数方法时，不同区域采用差异化的季相权重值。为提高监测精度，基于冬小麦波谱曲线自身特征对混合像元特征进行了分析，并构建了混合像元指数，提取了纯度较高的像元进行长势监测。图 3 给出了全球冬小麦空间像元中占比在 30% 以上的冬小麦空间分布状况。

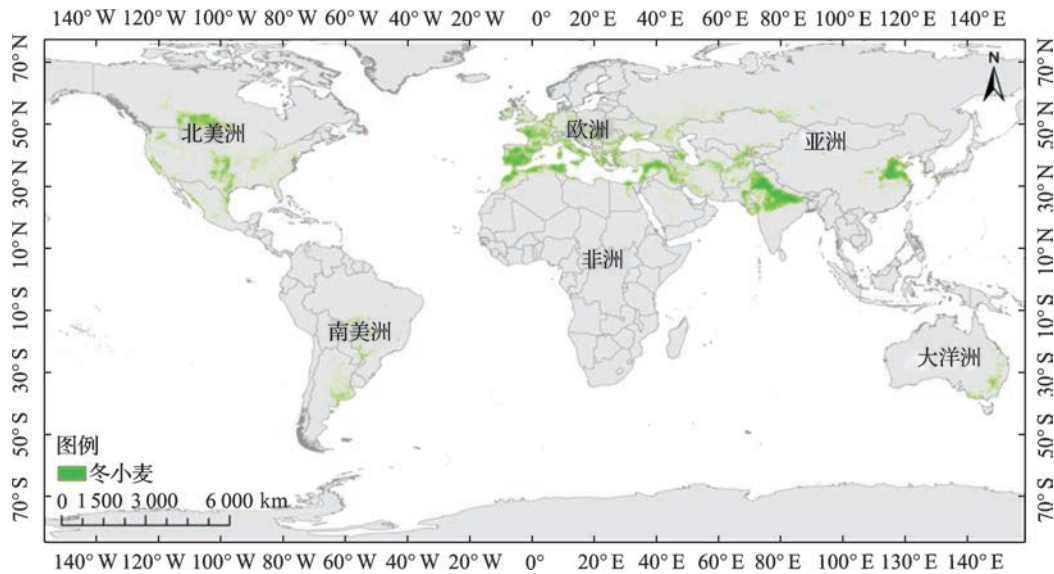


图 3 2017—2018 年度全球冬小麦空间分布

Fig.3 Global winter wheat spatial distribution from 2017 to 2018

2019年4月

### 3.3 基于距平算法的冬小麦长势遥感监测

采用多年距平的方法对全球冬小麦长势进行监测，多年平均值采用监测年份前5年数据，选择像元纯度在60%以上的区域作为监测区域；通过这样方法求取的多年平均值，剔除了冬小麦分布较少像元造成的误差，也能够获取历史上较大区域的种植面积分布，使得监测区域更大且更具有代表性。当年冬小麦像元也选择60%以上的纯度，减去对应像元的平均值即为距平。距平分级采用平均值、标准差的方式进行，共分为正常、差、好等3级；1倍标准差变化为正常，低于1倍标准差为差，高于1倍标准差为好。图4给出了2018年5月1—8日间全球冬小麦长势空间分布状况。以2018年3月、4月两个月内，中国区域内布设的200个地面网点监测县监测结果对精度进行了初步验证，选择有效数据60个点，监测结果完全符合的点为46个，监测精度为76.7%。

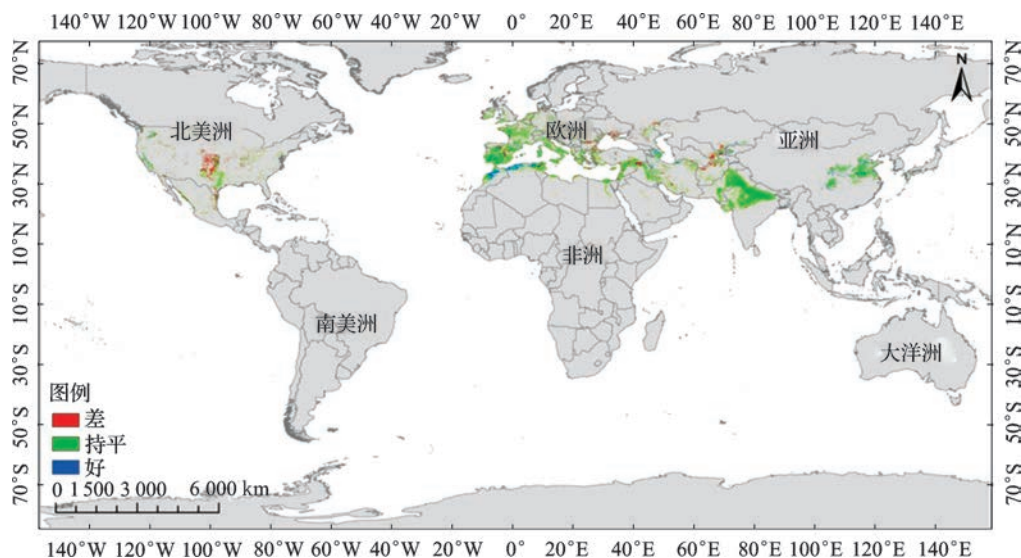


图4 2018年5月1—8日全球冬小麦长势空间分布

Fig.4 Global spatial distribution of winter wheat in May 1—8 of 2018

## 4 讨论与结论

农作物长势遥感监测业务监测方案是成熟的，但全球尺度农作物面积识别技术有待加强。无论是高、中、低空间分辨率的遥感数据，要实现全球、国家尺度的遥感监测，首先需要解决的是遥感数据预处理问题以及区域使用能力较高的识别算法。就数据预处理方面，针对低空间分辨率遥感数据，以使用EOS/MODIS数据居多，通常可以采用网站直接下载，但下载后的数据仍需做大量的平滑处理工作，否则对精度影响较大，该文中使用的数据就是自行处理的；针对中高空间分辨率数据，如国产GF-1/WFV数据等，目前业务应用尚不多见，作者在这方面也做出了有益探索<sup>[25-28]</sup>，以满足省级以下尺度长势遥感监测的需求。就农作物面积识别方面，尽管许多研究都宣称具有大尺度农作物面积空间分布的能力，但都没有获取具体的作物分布图来证明，该文中提到的全球冬小麦遥



感识别方法，应该是今后农作物面积遥感识别研究的主要方向。

针对全球、国家、省级以及县级尺度农作物长势遥感监测，采用不同空间分辨率遥感数据开展监测业务，是今后较长一个时期内农作物长势遥感的客观现状。由于遥感数据源重访周期、预处理技术以及农作物面积识别、地面农学参数遥感反演技术的限制，短期很难达到业务运行的要求，不同监测范围内采用相对比较成熟的技术开展长势监测将是很长时期内必须面对的事实。全球及国家范围内的农作物长势遥感监测业务以低空间分辨率遥感数据为主，省级及县级尺度以中空间分辨率遥感数据为主，县级以下尺度的农作物长势遥感监测以高空间分辨率为主，采用地面调查方法对长势等级进行确认仍然是长势遥感等级标定的主要方案。

农作物长势的概念有待于深入解析，这将有利于提高长势遥感监测的业务化能力与精度。尽管从 20 世纪 70 年代以来，农作物长势遥感监测已经开展了近 50 年，但长势的农学意义尚没有比较明确的理解，长势监测仍然停留在遥感参数比较层面，监测结果需要由使用者自行解释，这在很大程度上影响了长势监测结果的应用。从遥感参数到明确长势监测结果的农学意义，有两种解决方案，一种是具有明确农作物意义的地面长势参数的遥感反演，并能够将地面长势状态与田间管理技术相关联；一种是长势参数与最终产量相关；两种方案之间相互联系，前者是过程，后者是结果。因此，与田间管理手段相关联的，具有明确产量意义的监测技术是今后农作物长势遥感监测研究的另一个主要方向。

## 参考文献

- [1] 杨邦杰, 裴志远. 农作物长势的定义与遥感监测. 农业工程学报, 1999, 15(3): 214~218.
- [2] 裴志远, 郭琳, 汪庆发. 国家级作物长势遥感监测业务系统设计及实现. 农业工程学报, 2009, 25(8): 152~156.
- [3] Moran M, Inoue Y, Barnes E. Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. *Remote Sensing of Environment*, 1997, 61(3): 319~346.
- [4] Gwathmey O. Relationship of NDVI to earliness of maturity as affected by irrigation regime. *Proc. Beltwide Cotton Conf. P.*, 2009.
- [5] Cowen G, Donald T, Yin X. Prospects for monitoring cotton crop maturity with normalized difference vegetation index. *Agronomy Journal*, 2010, 102(102): 1352~1360.
- [6] 江东, 王乃斌, 杨小焕, 等. NDVI 曲线与农作物长势的时序互动规律. 生态学报, 2002, 22(2): 247~252.
- [7] 朱洪芬. 基于遥感的作物生长监测与诊断系统研究. 南京: 南京农业大学, 2008.
- [8] 赵虎, 杨正伟, 李霖, 等. 作物长势遥感监测指标的改进与比较分析. 农业工程学报, 2011, 27(1): 243~249.
- [9] Scotford I M, Miller P C H. Combination of spectral reflectance and ultrasonic sensing to monitor the growth of winter wheat. *Biosystems Engineering*, 2004, 87(1): 27~38.
- [10] 吴炳方. 中国农情遥感速报系统. 遥感学报, 2004, 8(6): 482~496.
- [11] Wang Rui, Li HongJun, Lei YuPing, et al. Evaluation of cropland productivity in the Hebei Plain via graded multi-year MODIS-NDVI data. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2011, 19(5): 1175~1181.
- [12] 冯美臣, 杨武德, 张东彦, 等. 基于 TM 和 MODIS 数据的水旱地冬小麦面积提取和长势监测. 农业工程学报, 2009, 25(3): 103~109.
- [13] 孔令寅, 延昊, 鲍艳松, 等. 基于关键发育期的冬小麦长势遥感监测方法. 中国农业气象, 2012, 33(3): 424~430.
- [14] Zhao Yu. Crop growth dynamics modeling using time-series satellite imagery. *SPIE Asia-Pacific Remote Sensing, International Society for Optics and Photonics*, 2014.
- [15] Genovese G, Vignolles C, Negre T, et al. A methodology for a combined use of normalized difference vegetation index and CORINE land cover data for crop yield monitoring and forecasting. *A Case Study on Spain Agronomie*, 2001, 21(1): 91~111.



2019年4月

- [ 16 ] Csornai G. Operational crop monitoring by remote sensing in Hungary. *Nieuwenhuis, Vaughan & Molenaar*, 1999.
- [ 17 ] 顾晓鹤, 宋国宝, 韩立建, 等. 基于变化向量分析的冬小麦长势变化监测研究. *农业工程学报*, 2008, 24(4): 159~165.
- [ 18 ] 张明伟, 周清波, 陈仲新, 等. 基于 MODIS EVI 时间序列的冬小麦长势监测. *中国农业资源与区划*, 2007, 28(2): 29~33.
- [ 19 ] 肖淑招, 孟宪钺, 张桂宗. NOAA/AVHRR 资料在中小尺度地区进行冬小麦估产的应用研究. *遥感学报*, 1988, 3(3): 299~307.
- [ 20 ] 李郁竹. 北方冬小麦卫星遥感监测及估产业务系统. *气象*, 1992, 11: 14~16.
- [ 21 ] Wu B, Meng J, Li Q, et al. Remote sensing-based global crop monitoring: experiences with China's CropWatch system. *International Journal of Digital Earth*, 2014, 7(2): 113~137.
- [ 22 ] 何浩, 潘耀忠, 张锦水, 等. 统计遥感空间基础框架的研究与应用. *测绘科学*, 2011, 36(6): 253~256.
- [ 23 ] Liu Ronggao, Shang Rong, Liu Yang, et al. Global evaluation of gap-filling approaches for seasonal NDVI with considering vegetation growth trajectory, protection of key point, noise resistance and curve stability. *Remote Sensing of Environment*, 2017, 189: 164~179.
- [ 24 ] 王利民, 刘佳, 杨玲波, 等. 基于 NDVI 加权指数的冬小麦种植面积遥感监测. *农业工程学报*, 2016, 32(17): 127~135.
- [ 25 ] 刘佳, 王利民, 杨玲波, 等. 基于 6S 模型的 GF-1 卫星影像大气校正及效果. *农业工程学报*, 2015, 31(19): 159~168.
- [ 26 ] 刘佳, 王利民, 杨玲波, 等. 基于有理多项式模型区域网平差的 GF-1 影像几何校正. *农业工程学报*, 2015, 31(22): 146~154.
- [ 27 ] 王利民, 杨玲波, 刘佳, 等. 基于暗目标法和 GF-1 的农作物光合有效辐射反演. *农业工程学报*, 2016, 32(22): 184~191.
- [ 28 ] 王利民, 刘佳, 杨玲波, 等. MODIS 数据辅助的 GF-1 影像晴空光合有效辐射反演. *农业工程学报*, 2017, 33(4): 217~224.

## Demands, system framework, and operational application of crop growth remote sensing monitoring

Wang Limin<sup>1</sup>, Liu Jia<sup>1\*</sup>, Tang Pengqin<sup>1</sup>, Yao Baomin<sup>1</sup>, Liu Ronggao<sup>2</sup>

(1. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China )

**Abstract:** [ **Purpose** ] Crop growth is an important basis for agricultural production management, and is also an important component of agricultural monitoring using remote sensing operation. [ **Method** ] Based on the study of crop growth remote sensing monitoring and a brief review of its business operation, the paper conducted a systematic summary on the aspects of crop growth remote sensing monitoring demands, system framework, etc. Meanwhile, the paper also illustrated the demands and system framework by taking the application of global winter wheat growth remote sensing monitoring as an example. [ **Result** ] Crop growth remote sensing monitoring demands can be summarized into five aspects: service objects, crop types, spatial range, ground scale, monitoring period, and its system framework at least includes four layers: data layer, method layer, result layer, and service layer. [ **Conclusion** ] The paper made the following conclusions on the study of crop growth remote sensing monitoring technology and

its business operation; firstly, operational solution of crop growth remote sensing monitoring is mature, but the study of key technologies needs to be further improved; secondly, deep analysis of crop growth concept will be conducive to improving the operation capacity of crop growth remote sensing monitoring and its accuracy; thirdly, in the different levels of global, national, provincial and county scales, the operations with different spatial resolutions will be implemented for crop growth remote sensing practices in the future for a long period of time. Above study results provided a basis for guiding operation of crop growth remote sensing monitoring and also clearly identified the service objects of the system.

**Key words:** crop; growth; monitoring needs; system design; remote sensing application

## 欢迎订阅《中国农业信息》

《中国农业信息》(双月刊)由农业农村部主管,中国农学会农业信息分会、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所共同主办,是我国目前全方位传播和刊载国内外农业遥感/农业信息科学领域的信息获取、处理、分析和应用服务的理论、技术、系统集成、标准规范等方面最新进展和成果,促进学术交流以及农业信息学科关键技术与产品的创新研发、集成推广和应用示范的综合性科学技术期刊。

主要刊登农业遥感、农业传感器、农业信息智能处理、精准农业/智慧农业、农业监测预警与信息服务系统、农业物联网、智能装备与控制、虚拟农业、人工智能、信息技术标准等方向学科热点领域的最新、最重要的理论研究和应用成果。主要栏目有:农业遥感、智慧农业、综合研究、农业信息技术、农业物联网、专题报道等。目前被中国知网(CNKI)、万方数据、中文科技期刊数据库、中国核心期刊(遴选)数据库等多家数据库收录。

《中国农业信息》为国内外公开发行的刊物,开本为 16 开,彩色四封,读者范围广,影响面大,全国各地邮局均有订阅。每双月 25 号出版,定价为 25.00 元/册,150 元/年。

### 邮局汇款

收 款 人:《中国农业信息》编辑部

地 址:北京市海淀区中关村南大街 12 号中国农科院资源所区划楼 315

邮 编:100081

### 银行汇款

开 户 行:农行北京北下关支行

行 号:103100005063

账 号:11050601040011896

单位名称:中国农业科学院农业资源与农业区划研究所

电 话:(010) 82109628 82109632

传 真:(010) 82109628 82109632

E m a i l : nyxxbjb@caas.cn

邮发代号:2-733

投稿网址:www.cjarrp.com