

中华人民共和国国家标准

GB/T 41282—2022

植被覆盖度遥感产品真实性检验

Validation of fractional vegetation cover remote sensing products

2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	1
5 检验方法	2
5.1 检验方法选择	2
5.2 直接检验法	2
5.3 间接检验法	3
6 检验报告	6
6.1 封面信息	6
6.2 正文信息	6
6.3 检验报告信息简表	7
附录 A (资料性) 植被覆盖度拍照测算方法	8
附录 B (资料性) 植被覆盖度遥感产品真实性检验报告信息简表样例	10
参考文献	12

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国科学院提出。

本文件由全国遥感技术标准化技术委员会(SAC/TC 327)归口。

本文件起草单位：北京师范大学、中国科学院空天信息创新研究院、中国林业科学研究院资源信息研究所、中国科学院大学、中国科学院地理科学与资源研究所。

本文件主要起草人：穆西晗、宋婉娟、阎广建、贾坤、刘清旺、刘耀开、姜小光、吴骅、王新鸿、刘照言。

引 言

植被覆盖度作为刻画地表植被覆盖状况的重要生物物理参数之一,广泛应用于植被变化检测、生态环境评估、水土保持监测、气候变化研究等领域,在揭示地表植被分布规律、掌握生态环境变化状况并分析其发展趋势等方面都具有重要意义。

植被覆盖度产品的真实性检验是植被覆盖度遥感产品生产、植被覆盖度遥感产品有效应用的重要支撑性工作。本文件针对植被覆盖度遥感产品真实性检验中的共性问题,根据多年来国内外相关工作实践,总结归纳了一套行之有效的工作流程和方法,顾及了不同类型、不同空间分辨率、不同时间合成方式的植被覆盖度产品对检验方式的特定需求,用以规范植被覆盖度遥感产品真实性检验工作的有序进行。本文件的实施将有力促进植被覆盖度遥感产品的质量提升和定量应用。

植被覆盖度遥感产品真实性检验

1 范围

本文件规定了植被覆盖度遥感产品真实性检验的基本要求、检验方法和检验报告。

本文件适用于光学卫星遥感影像陆地植被覆盖度产品的真实性检验,利用其他数据源生产的植被覆盖度产品也可比照本文件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 36296—2018 遥感产品真实性检验导则

GB/T 39468—2020 陆地定量遥感产品真实性检验通用方法

3 术语和定义

GB/T 36296—2018 和 GB/T 39468—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

植被覆盖度 fractional vegetation cover

单位面积内植被冠层(包括叶、茎、枝)垂直投影面积所占的比例。

注:无量纲,取值范围0~1。

[来源:GB/T 41280—2022,3.2]

3.2

样本 sample

由一个或多个抽样单元构成的总体的子集。

[来源:GB/T 3358.2—2009,1.2.17]

3.3

相对真值 relative true value

一个接近真值的值,它与真值之差可忽略不计。对于给定的目的,可用其来代替真值。

[来源:GB/T 36296—2018,3.4]

4 基本要求

植被覆盖度遥感产品真实性检验应符合 GB/T 36296—2018 中第 7 章的规定,并满足下列要求。

- a) 参考对象与待检植被覆盖度遥感产品的时间应相同或相近,相近时间依据植被物候特征界定,在植被生长稳定阶段相差不超过 5 天,在植被变化较快阶段相差不超过 2 天。待检植被覆盖度产品的时间按以下方式确定:单日植被覆盖度遥感产品时间为元数据里的产品标识时间(见 GB/T 41280—2022 附录 D 中表 D.1),多日合成的植被覆盖度遥感产品时间为产品辅助

数据集里合成时间选择数据记录的时间(见 GB/T 41280—2022 中 6.3)。

- b) 参考对象与待检植被覆盖度遥感产品的地理位置和地理坐标系统应一致。
- c) 参考对象应包含待检植被覆盖度遥感产品中的各种植被类型,宜包含不同值域植被覆盖度,即低(植被覆盖度不大于 0.2)、中(植被覆盖度大于 0.2 且不大于 0.5)、高(植被覆盖度大于 0.5)三种植被密度类型。

5 检验方法

5.1 检验方法选择

植被覆盖度遥感产品的真实性检验方法包括直接检验方法和间接检验方法。间接检验法包括基于植被覆盖度产品的交叉检验法和基于其他植被参数产品的间接检验法。根据地面测量数据可获性、地表空间异质性和待检植被覆盖度遥感产品空间分辨率选择如下对应的检验方法。

- a) 直接检验法适用于：
 - 1) 能获得地面测量数据,待检植被覆盖度遥感产品像元尺度与地面测量数据尺度相同或相近时；
 - 2) 能获得地面测量数据,待检植被覆盖度遥感产品像元尺度大于地面测量数据尺度,且待检像元区域植被空间分布均匀时。
- b) 基于植被覆盖度产品的交叉检验法适用于:有已检植被覆盖度遥感产品时。
- c) 基于其他植被参数产品的间接检验法适用于:有已检其他植被参数产品,且可以通过模型计算得到植被覆盖度时。

5.2 直接检验法

检验流程应符合 GB/T 36296—2018 中 8.1 的规定,操作流程见图 1,具体步骤如下:

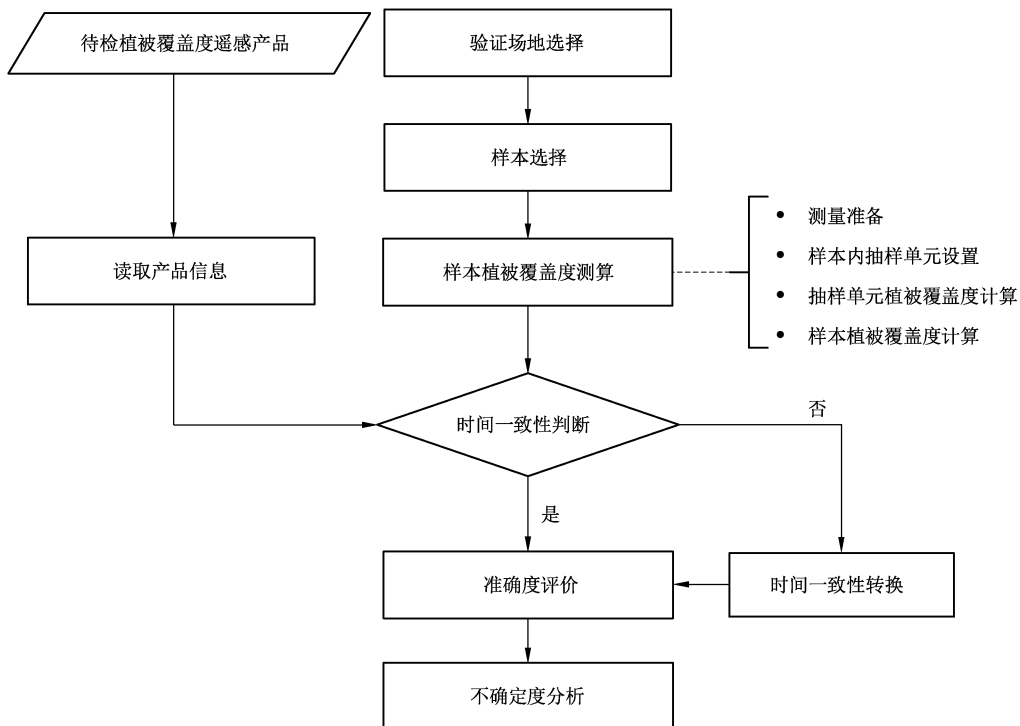


图 1 植被覆盖度遥感产品直接检验法流程

- a) 验证场地选择:按照 GB/T 39468—2020 中 4.1a)的规定进行验证场地选择;
- b) 样本选择:按照 GB/T 39468—2020 中 4.3.1 规定的抽样方法在验证场内选择样本。按照 GB/T 39468—2020 中 4.2 进行空间异质性分析,并在以目标像元为中心的面积为 3×3 个像元大小的区域内进行样本布设。样本大小取决于样本布设区域的空间异质性:
 - 1) 当样本布设的区域非均质时,样本大小应与像元大小相同或相近;
 - 2) 当样本布设的区域均质时,样本大小可大于像元大小。
- c) 样本植被覆盖度测算:样本植被覆盖度测算方法见附录 A。样本植被覆盖度测算过程中,样本内设有多个抽样单元,每个抽样单元对应仪器测量的空间尺度。测算得到的样本植被覆盖度即为直接检验的参考对象。具体操作步骤包括:
 - 1) 测量准备(见 A.1);
 - 2) 样本内抽样单元设置(见 A.2)。宜按照系统抽样模型进行抽样单元设置。判断样本所在植被类型是否是行播植被,对于行播植被,抽样单元的尺度宜大于 2 倍行距;
 - 3) 抽样单元植被覆盖度计算(见 A.3);
 - 4) 样本植被覆盖度计算(见 A.4)。
- d) 读取产品信息:从样本空间位置读取待检植被覆盖度遥感产品中产品类别信息和时间信息;
- e) 时间一致性判断:判断待检植被覆盖度遥感产品时间与参考对象的时间是否满足第 4 章中 a) 的规定;
- f) 时间一致性转换:如不满足,应采用线性插值方法将参考对象在时间上插值到与待检植被覆盖度遥感产品相一致,作为像元尺度的相对真值;
- g) 准确度评价:按 GB/T 36296—2018 中 6.1 的准确度评价指标定量表达植被覆盖度遥感产品的准确度,准确度至少应包括平均误差、均方根误差、相关系数;
- h) 不确定度分析:按 GB/T 36296—2018 中 6.2 的不确定度分析评价指标进行植被覆盖度遥感产品的不确定度分析,不确定度至少应包括标准差。

5.3 间接检验法

5.3.1 基于植被覆盖度产品的交叉检验法

检验流程应符合 GB/T 36296—2018 中 8.2.1 的规定,操作流程见图 2,具体步骤如下。

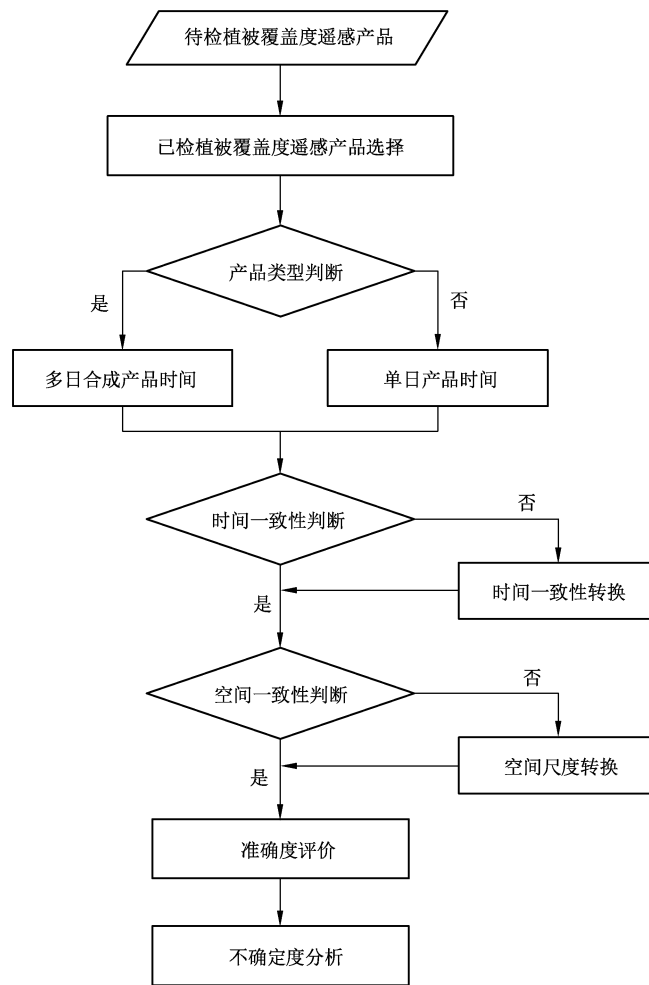


图 2 植被覆盖度遥感产品交叉检验操作流程

- a) 已检植被覆盖度遥感产品选择:应选取准确度及不确定度已知且精度较高的已检植被覆盖度遥感产品作为交叉检验的参考对象。参考对象的时间与空间尺度宜与待检植被覆盖度遥感产品相同或相近,合成周期宜小于待检植被覆盖度遥感产品。
- b) 产品类型判断:从待检植被覆盖度遥感产品和已检植被覆盖度遥感产品中读取产品类别信息。判断植被覆盖度产品是否为多日合成。读取植被覆盖度遥感产品时间用于时间一致性判断。
- c) 时间一致性判断:判断待检植被覆盖度遥感产品时间与参考对象的时间是否满足第 4 章中 a) 的规定。
- d) 时间一致性转换:如不满足,应采用线性插值方法将参考对象在时间上插值到与待检植被覆盖度遥感产品相一致。
- e) 空间一致性判断:判断待检植被覆盖度遥感产品空间分辨率与参考对象空间分辨率是否相同。
- f) 空间尺度转换:当待检植被覆盖度遥感产品与参考对象的空间分辨率不相同,应使用空间重采样方法对参考对象进行空间尺度转换至待检植被覆盖度遥感产品相一致的空间尺度,作为像元尺度的相对真值。
- g) 准确度评价:按 GB/T 36296—2018 中 6.1 的准确度评价指标定量表达植被覆盖度遥感产品的准确度,准确度至少应包括平均误差、均方根误差、相关系数。
- h) 不确定度分析:按 GB/T 36296—2018 中 6.2 的不确定度分析评价指标进行植被覆盖度遥感产品的不确定度分析,不确定度至少应包括标准差。

5.3.2 基于其他植被参数产品的间接检验法

检验流程应符合 GB/T 36296—2018 中 8.2.2 的规定,操作流程见图 3,具体步骤如下。

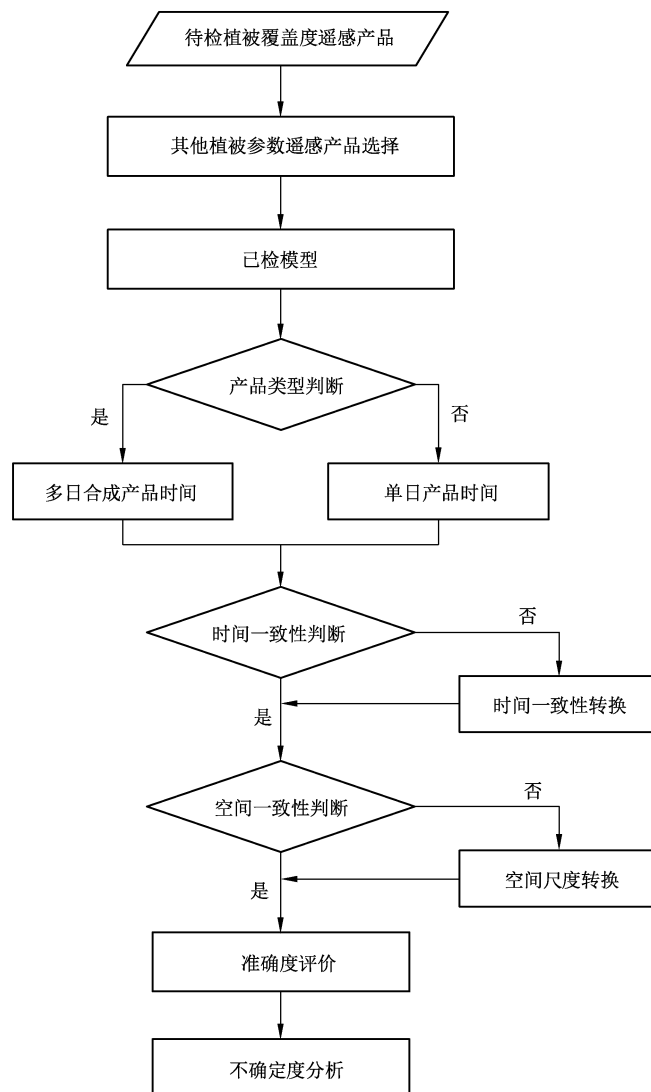


图 3 基于植被参数遥感产品的间接检验法流程

- 其他植被参数产品选择:应选取准确度及不确定度已知且精度较高的已检植被参数产品用于间接检验,空间尺度宜优于待检植被覆盖度遥感产品,时间相同或相近。可利用的植被参数如植被指数和叶面积指数。
- 已检模型:以其他植被参数遥感产品为输入,通过模型计算植被覆盖度作为参考对象。模型形式见 GB/T 41280—2022 的附录 A。模型应根据植被覆盖度地面测量数据或已检植被覆盖度遥感产品进行检验,检验结果均方根误差应小于 0.1。
- 产品类型判断:从待检植被覆盖度遥感产品中读取产品类别信息。判断待检植被覆盖度产品是否为多日合成。读取待检植被覆盖度遥感产品时间用于时间一致性判断。
- 时间一致性判断:判断待检植被覆盖度遥感产品时间与参考对象的时间是否满足第 4 章中 a) 的规定。
- 时间一致性转换:如不满足,应采用线性插值方法将参考对象在时间上插值到与待检植被覆盖

度遥感产品相一致。

- f) 空间一致性判断:判断待检植被覆盖度遥感产品空间分辨率与参考对象空间分辨率是否相同。
- g) 空间尺度转换:当待检植被覆盖度遥感产品与参考对象的空间分辨率不相同,应使用空间重采样方法对参考对象进行空间尺度转换至待检植被覆盖度遥感产品相一致的空间尺度,作为像元尺度的相对真值。
- h) 准确度评价:按 GB/T 36296—2018 中 6.1 的准确度评价指标定量表达植被覆盖度遥感产品的准确度,准确度至少应包括平均误差、均方根误差、相关系数。
- i) 不确定度分析:按 GB/T 36296—2018 中 6.2 的不确定度分析评价指标进行植被覆盖度遥感产品的不确定度分析,不确定度至少应包括标准差。

6 检验报告

6.1 封面信息

检验报告封面应包括但不限于以下信息:

- a) 检验报告编号;
- b) 检验报告名称;
- c) 检验负责人;
- d) 检验核对人;
- e) 检验签发人;
- f) 检验单位及法人;
- g) 送检时间;
- h) 检验时间。

6.2 正文信息

6.2.1 待检植被覆盖度遥感产品概述

对待检植被覆盖度遥感产品进行描述,应包括但不限于以下信息:

- a) 产品的名称、来源;
- b) 产品的数据源、时空覆盖范围、时空分辨率、投影方式、适用性等;
- c) 产品算法简要描述,是单日还是多日合成产品。

6.2.2 参考对象描述

对作为参考对象的验证数据集进行描述,应包括但不限于以下信息:

- a) 验证数据集的常规信息:名称、时空分辨率、测量方法、测量仪器、植被类型等;
- b) 验证数据集的质量评价描述;
- c) 验证数据集的适用性描述。

6.2.3 检验方法及流程

对采用的检验方法和检验过程进行描述,应包括但不限于以下信息:

- a) 检验方法和流程概述;
- b) 检验结果的评价指标;
- c) 检验过程的记录;
- d) 检验结果的存档。

6.2.4 真实性检验结果描述

对真实性检验结果进行描述,应包括但不限于以下信息:

- a) 真实性检验结果总体评价:描述检验对象的总体准确度;
- b) 分项指标评价:描述直接检验、间接检验的准确度评价结果;描述不同植被类型、不同植被密度类型的准确度评价结果;描述产品空间连续性;
- c) 对真实性检验流程的评价:描述检验过程中参考对象的准确度、测量误差、仪器误差、空间代表性、与检验对象的时空一致性;
- d) 对产品的评价:通过对各项指标的评价和分析,给出所检验植被覆盖度遥感产品的具体评价结果,包括产品准确度、不确定度。

6.2.5 附加信息

对植被覆盖度遥感产品真实性检验过程中的非常规问题进行说明与描述。

6.3 检验报告信息简表

植被覆盖度遥感产品的检验报告信息简表编制见 GB/T 36296—2018 附录 D, 样例见附录 B。

附 录 A
(资料性)
植被覆盖度拍照测算方法

A.1 测量准备

A.1.1 测量仪器

采用具有快门遥控功能的数码相机拍照测量植被覆盖度,单张照片的覆盖范围应远大于叶片尺度,相机视场角度宜小于 60° 。在野外实地测量时,应有观测平台的辅助,例如观测架和无人机等便携式平台,将相机拍照位置升高以保证单张照片的覆盖范围具有空间代表性,实现对较大空间范围的拍摄。

A.1.2 测量资料

在进行实地的植被覆盖度调查测量之前,宜收集验证场的相关背景信息,包括地形图、地表分类图、植被种类信息、植被分布图、物候特征、往年的植被覆盖度测量结果等。准备测量所需的记录表。

A.1.3 观测时间

宜选择阴天或者一天中早晚阳光不强时拍摄植被,避免阴影的干扰。

A.1.4 操作平台

对于林木等高植被(植被高度不小于 2 m),宜采用无人机等空中平台搭载相机,应控制飞行器的高度不超过 100 m ,从上往下垂直拍照。也可采用手持或观测架在树冠下方从下向上垂直拍照,且在同一位置对树冠下地表低矮植被从上向下垂直拍照。

对于草地和农作物等低矮植被(植被高度小于 2 m),宜采用观测架升高相机的拍摄高度,将定焦相机置于支撑杆前端的仪器平台,遥控相机从上往下垂直拍照。也可采用无人机等空中平台搭载相机,控制平台的高度不超过 100 m ,从上往下垂直拍照。

A.2 样本内抽样单元设置

实地测量过程中,如采用观测架或手持相机方式,宜沿样本内两条对角线等间隔拍照,每条对角线拍照位置不少于 2 个。如采用无人机方式,宜在样本范围内等间隔拍照,且样本空间范围被照片无缝覆盖。

其他操作注意事项包括。

- a) 对于高植被,如采用手持或观测架拍照方式,每个拍照位置从下向上和从上向下各拍一张照片。
- b) 对于行播植被,照片的短边长宜与行播方向平行。如照片空间范围不大于 2 倍行距,需在行和行间分别拍照,同时测量行宽和行间宽。
- c) 相机拍照位置到目标植被冠层的距离宜远大于植被冠层的厚度。

A.3 抽样单元植被覆盖度计算

抽样单元植被覆盖度计算步骤包括计算数码照片的植被覆盖度和计算抽样单元植被覆盖度。

- a) 计算数码照片的植被覆盖度,步骤为:
 - 1) 如视场角 $>60^\circ$,需裁剪照片边缘,仅保留视场角小于或等于 60° 的部分;

- 2) 利用图像分类算法(如监督分类、非监督分类或其他自动分类算法),对数码照片进行植被、非植被分类;
- 3) 统计分类图像中植被占比,得到照片的植被覆盖度。
- b) 通过照片的植被覆盖度计算抽样单元植被覆盖度,具体情况分为:
- 1) 对于行播低矮植被,如照片空间范围不大于2倍行距,需对行和行间拍照得到的植被覆盖度分别按照行宽和行间宽比例加权,作为抽样单元的植被覆盖度;
- 2) 对于非行播高植被,如采用手持或观测架向上向下拍照的方式,需将每个位置向上拍照照片和向下拍照照片的植被覆盖度通过公式(A.1)得到每个抽样单元的植被覆盖度;

$$FVC = f_{up} + (1 - f_{up})f_{down} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

FVC ——代表样本内一个抽样单元的植被覆盖度;

f_{up} ——代表抽样单元向上拍照的植被覆盖度;

f_{down} ——代表抽样单元向下拍照的植被覆盖度。

- 3) 对于行播高植被,如照片不大于2倍行距,按照公式(A.1)分别得到行的植被覆盖度和行间的植被覆盖度,再按照行和行间宽度比例加权,作为抽样单元的植被覆盖度;
- 4) 对于其他情况,以照片得到的植被覆盖度作为抽样单元的植被覆盖度。

A.4 样本植被覆盖度计算

使用算数平均法将样本内抽样单元的植被覆盖度计算得到样本的植被覆盖度。

A.5 测量数据记录表格示例

表 A.1 给出了测量记录表的参考样式。

表 A.1 测量记录表示例

日期	2020年7月1日		天气状况(云量,降水等)		晴,云量5%	
试验人员	×××、×××			记录人员	×××	
操作平台	观测架			拍照高度	2.5 m	
测量仪器	××××数码相机	仪器像素数	3 872×2 592	视场角度	65.6°×47.4°	
样本编号	A1	样本大小	10 m×10 m	抽样次数	18	
经度	108°56'11"	纬度	38°24'28"N	海拔	100 m	
植被类型	玉米		植被高度	1 m		
植被生长结构参数说明	行宽 0.5 m, 行间宽 0.5 m					
测量时间	10:00-10:15		测量方式	垂直向下拍照		
测量照片编号	001-018			拍照数	18	
备注	沿样本对角线等间隔拍照测量					

附录 B

(资料性)

植被覆盖度遥感产品真实性检验报告信息简表样例

表 B.1 给出了检验报告信息简表的参考样例,内容以直接检验法为例,同时也填写了间接检验法特征描述供参考。

表 B.1 植被覆盖度遥感产品检验报告信息简表样例——直接检验法

待检植被覆盖度遥感产品特征描述	产品名称	GLASS 植被覆盖度	产品类型		● 数值型 ○ 类别型	数据来源 (传感器)	MODIS
	地理参考 (椭球、投影方式)	WGS84 坐标系,正弦(sinusoidal)投影					
	空间分辨率	1 000 m		获取时间 (YYYY 年 MM 月 DD 日)	2018 年 7 月 11 日—2018 年 7 月 26 日		
	空间范围	经度 (° ' ")	100°01'01"E	100°50'21"	纬度(° ' ")	38°56'11"	39°32'05"
	合成周期	16 天		标识时间	2018 年 7 月 19 日		
	产品生产算法	以 MODIS 像元尺度内 Landsat 数据计算的植被覆盖度作为训练数据,训练神经网络建立 MODIS 多角度反射率和植被覆盖度之间的对应关系,再进行植被覆盖度计算					
参考对象特征描述	类型	<input checked="" type="checkbox"/> 测量数据		<input type="checkbox"/> 已检植被覆盖度产品		<input type="checkbox"/> 其他植被参数产品	
	质量评价	均方根误差小于 0.05					
	适用性	适用于农田地类的植被覆盖度遥感产品真实性检验					
	植被特征	玉米,垄行结构明显,拔节期,高度 1 m					
	空间特征	甘肃黑河中游流域,地势平坦,主要地类是农田。样本均匀散布在验证场范围内					
	时间特征	2018 年 7 月 17 日					
	数据来源	观测架平台相机拍照测量					
检验方法特征描述	<input checked="" type="checkbox"/> 直接检验法	像元尺度相对真值获取方法	样本内对角线等间隔拍照,照片提取植被覆盖度数据,然后算术平均得到相对真值。照片采用非监督分类统计植被覆盖度,分类算法为 LABFVC 算法				
		时间一致性	● 是		○ 否		
		时间一致性转换方法	无				
		时间一致性评价	地面测量和产品标识时间相差 2 天,期间没有降雨,玉米变化很小,不需要进行时间一致性转换				

表 B.1 植被覆盖度遥感产品检验报告信息简表样例——直接检验法（续）

检验方法特征描述	☑ 基于植被覆盖度产品的交叉检验法	空间一致性	● 是		○ 否			
		空间尺度转换方法	无					
		空间一致性评价	参考对象和待检产品分辨率都是 1 km, 一致性好, 不必进行空间尺度转换					
		时间一致性	○ 是		● 否			
		时间一致性转换方法	对待检产品获取时间前后邻接两期已检产品进行线性插值得到参考对象					
		时间一致性评价	植被在生长稳定阶段, 采用线性插值不确定性很小					
	☑ 间接检验法	☑ 基于其他植被参数产品的间接检验法	植被参数类型	NDVI 植被指数				
			已检模型	一阶多项式线性回归模型				
			模型检验数据类型	地面测量植被覆盖度				
			模型检验精度	均方根误差 < 0.1				
			空间一致性	○ 是		● 否		
			空间尺度转换方法	采用算术平均对高分辨率参考对象进行空间尺度聚合				
			空间一致性评价	验证场绿洲和荒漠邻接的地表空间异质性区域有一定误差, 在精度评价时应剔除				
			时间一致性	○ 是		● 否		
			时间一致性转换方法	对待检产品获取时间前后邻接两期 NDVI 数据得到的植被覆盖度进行线性插值得到参考对象				
		时间一致性评价	获取参考对象的插值时间处在植被生长季, 植被覆盖度近似线性变化, 时间线性插值可以满足精度需求					
	样本量	20			样本选取方法	在植被覆盖度高、中、低均质区域选择样本		
真实性检验结果描述	准确度评价结果(数值型遥感产品)	平均误差	0.05	平均绝对误差	0.1	平均相对误差	15%	
		均方根误差	0.12	相关系数	0.9			
	不确定度评价结果(数值型遥感产品)	标准差	0.07	不确定度的 B 类评定	照片角度效应高估 < 0.05			
操作人员描述	检验人	×××		单位	×××××			
	联系方式	××××		时间	2018 年 12 月 29 日			
备注								

参 考 文 献

- [1] GB/T 3358.1—2009 统计学词汇及符号 第1部分:一般统计术语与用于概率的术语
 - [2] GB/T 3358.2—2009 统计学词汇及符号 第2部分:应用统计
 - [3] GB/T 14950—2009 摄影测量与遥感术语
 - [4] GB/T 41280—2022 卫星遥感影像植被覆盖度产品规范
 - [5] JJF 1059.1—2017 测量不确定度评定与表示
-