

基于 Sentinel-2A 岷江上游地表生物量反演与植被特征分析

杨斌, 李丹, 王磊, 陈财

西南科技大学环境与资源学院, 绵阳 621010

摘要 Sentinel-2A 光学遥感卫星具有很高的空间分辨率、13 个多光谱波段、独特的“红边”波段、大宽幅同时数据免费, 为区域植被生态环境特征信息提取分析提供全新的解决方案。以岷江上游流域为研究区, 选取欧洲空间局 (ESA) 发布的 Sentinel-2A 数据, 通过对卫星参数、数据类型、格式等级、预处理方法进行分析, 利用 ESA 的 SNAP 软件, 提取岷江上游流域的 L2A 级数据和场景分类图; 在生成的 L2A 数据基础上结合 SNAP 软件中生物物理量参数处理模块, 分别计算反演出岷江上游的叶面积指数、光合有效辐射吸收率、叶绿素含量、冠层含水量和植被覆盖度 5 类生物量指标和 5 个县域内生物物理量均值与标准差, 利用叶面积指数、光合有效辐射吸收率和叶绿素含量指标诠释岷江上游 5 个县域内植被生长及健康状态, 再结合场景分类结果对岷江上游植被特征进行区位分析, 该研究为区域生态环境定量评估提供了快捷高效的参考依据。

关键词 Sentinel-2A; 岷江上游; 生物量; 遥感反演; 植被

Sentinel 系列卫星属于欧洲空间局 (ESA) “哥白尼计划” (Global Monitoring for Environment and Security, GMES) 中的一项重大工程, 该系列卫星包括雷达遥感卫星、光学遥感卫星、气象遥感卫星等。其中 Sentinel-2A 光学遥感卫星于 2015 年 12 月起在 ESA 网站提供免费数据共享, 在遥感应用领域广受关注^[1]。该数据卫星根据应用情况不同, 拥有 10、20、60 m 这 3 个不同尺度的空间分辨率数据, 具有涵盖可见光、近红外和短波红外范围的 13 个光谱波段, 特别设计了 3 个“红边”波段, 为开展区域植被特征监测提供重要的观测手段^[2]。

Sentinel-2 系列光学遥感卫星目前已经发射 2 颗, 即 Sentinel-2A 和 Sentinel-2B。这两颗卫星将组网提供全球对地观测服务 (Sentinel-2B 正在测试阶段), 组网后卫星重访周期为 5 天, 对全球 84°N~56°S 范围内的所有地物进行对地观测^[3]。国外研究人员曾在卫星设计期间, 通过模拟手段利用 Sentinel-2 参数对小麦土豆的叶面积指数提取^[4]及植被叶绿素含量进行了评估^[5], 后又根据 Sentinel-2A 数据卫星数据进行了温室效应变化监测^[6]、红边光谱指数适应性分析^[7]、云检测分析^[8], 而国内研究人员对于 Sentinel-2A 卫星数据的应用研究还不多见。通过对 Sentinel-2A 数据的分析、预处理, 结合

Sentinel 系列卫星处理软件 SNAP, 选取岷江上游为研究区域, 重点探讨如何利用 Sentinel-2A 数据反演提取岷江上游的植被生物量指标信息, 为区域大尺度植被生态环境特征研究提供技术参考和解决思路。

1 Sentinel-2A 卫星数据

1.1 Sentinel-2A 数据特征

Sentinel-2A 卫星属于 ESA 研制的 Sentinel-2 系列首颗光学遥感卫星, 该卫星于 2015 年 6 月 23 日从法属圭亚那库鲁航天中心发射升空, 进入 786 km 的太阳同步卫星轨道。Sentinel-2A 卫星搭载全新的多光谱成像仪, 辐射分辨率为 12 bit, 单颗卫星的重返周期为 10 d, 影像数据的宽幅为 290 km, 与目前在轨的 Landsat-8、ASTER、SPOT 等卫星数据组成了更为有效的全球陆地卫星观测系统^[9]。然而, Sentinel-2A 卫星具有独特的“红边”光谱波段参数, 为有效快捷地反演大区域叶面积指数、叶绿素含量、光合有效辐射吸收率等生物物理量指标提供可能。Sentinel-2A 卫星数据主要参数如表 1 所示 (待 Sentinel-2B 卫星提供数据共享以后, Sentinel-2 系列双卫星的时间分辨率提升为 5 d)。

收稿日期: 2017-06-02; 修回日期: 2017-06-24

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41201541); 四川省教育厅青藏高原经济社会与文化发展研究中心项目 (14sd0163); 四川省教育厅革命老区发展研究中心项目 (SLQ2016C-14)

作者简介: 杨斌, 教授, 研究方向为遥感与地理信息技术分析与应用, 电子邮箱: xjgis@126.com

引用格式: 杨斌, 李丹, 王磊, 等. 基于 Sentinel-2A 岷江上游地表生物量反演与植被特征分析[J]. 科技导报, 2017, 35(21): 74-80; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2017.21.009

表 1 Sentinel-2A 卫星数据主要参数
Table 1 Main parameters of Sentinel-2A satellites data

波段号	波段名	波长范围/ μm	中心波长/ μm	空间分辨率/m	波段宽度/ μm
1	深蓝	0.430~0.457	0.443	60	0.027
2	蓝	0.440~0.538	0.490	10	0.098
3	绿	0.537~0.582	0.560	10	0.045
4	红	0.646~0.684	0.665	10	0.038
5	红边 1	0.694~0.713	0.705	20	0.019
6	红边 2	0.731~0.749	0.740	20	0.018
7	红边 3	0.769~0.797	0.783	20	0.066
8	近红外	0.760~0.908	0.842	10	0.148
8a	窄近红外	0.848~0.881	0.865	20	0.033
9	水汽波段	0.932~0.958	0.945	60	0.026
10	卷云	1.337~1.412	1.375	60	0.075
11	短波红外 1	1.539~1.682	1.610	20	0.143
12	短波红外 2	2.078~2.320	2.190	20	0.242

从表 1 和图 1 分析可知, Sentinel-2A 数据设计吸纳了高光谱数据在红光边缘波段的应用, 增加了水汽吸收波段 Band 9; 在可见光和近红外波段区间, 光谱分辨率较 Landsat 系列卫星有所增强, 且“红边”波段与近红外波段对于植被的辐射强度响应较为明显, 为实现 Sentinel-2A 卫星数据进行全球战略下的环境监测提供了技术参数支撑。

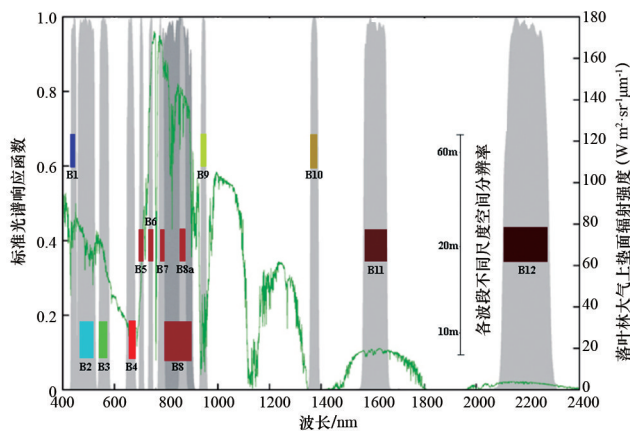


图 1 Sentinel-2A 各波段标准光谱响应函数曲线与监测落叶林大气顶层辐射强度曲线 (来源: ESA)

Fig. 1 Normalised filter transmission functions and TOA radiance spectrum of deciduous forest based on Sentinel-2A each bands (From ESA)

1.2 卫星数据格式分析

由于 Sentinel-2A 卫星数据具有不同的产品等级格式, 在进行数据应用分析前需对 Sentinel-2A 卫星数据的产品格式进行归纳分析。通过查阅 ESA 发布的相关文件, Sentinel-2A 数据按照处理等级分为 L0 级、L1 级、L2A 级和 L3 级 4 个不同层次的数据^[10]。其中 L0 级为卫星获取的初始压缩数据, 并提

供系统生产 L1 级别数据所需的所有信息; L1 级数据又可分为 L1A、L1B 和 L1C 3 个不同层次的数据, L1A 级数据是将 L0 级数据经过系统检查验证、解压处理和短波红外重新排列等数据重构处理生成的, L1B 级数据是将 L1A 级数据经过辐射校正、几何粗校正等操作生成的, L1C 级数据是将 L1B 级数据经过几何重采样、地理配准、辐射定标和大气表观反射率 (top-of-atmosphere, TOA) 处理操作生成的。值得关注的, ESA SciHub 网站上获取的免费数据则为 L1C 级别格式的遥感数据; 且从 L0 级到 L1 级的数据处理都是基于 ESA Sentinel-2 卫星数据地面控制中心完成, 而 L2A 级和 L3 级数据则需要用户借助于相应的模型自行处理生成。

L2A 级数据需在 L1C 级数据的基础上, 利用 Python 语言编写的 Sen2cor 模型 (ESA 提供) 进行处理生成。处理过程中将对 L1C 级数据进行大气下垫面反射率 (bottom-of-atmosphere)、卷云 (cirrus)、地形校正 (terrain correction)、场景分类 (scene classification) 等处理^[11]。经过 Sen2cor 模型处理后的 L2A 级数据, 不仅波段数由 13 个减少为 10 个 (剔除了气溶胶、水汽和卷云波段的影响), 还生成了气溶胶光学厚度图 (aerosol optical thickness map, AOT)、水汽分布图 (water vapor map, WV)、云层分布图 (cloud quality map, CQ)、积雪分布图 (snow quality map, SQ) 和地物场景分类图 (scene classification map, SC)^[12]。此外, L2A 级数据产品中还可通过特定波段的天顶角、太阳高度角与相对方位角等参数, 利用 SNAP 软件中生物物理处理模块生成大区域范围内的叶面积指数 (leaf area index, LAI)、光合有效辐射吸收率 (fraction of absorbed photosynthetically active radiation, FAPAR)、叶绿素含量 (chlorophyll content in the leaf, CCL)、冠层含水量 (canopy water content, CWC) 和植被覆盖度 (fraction of vegetation cover, 简称 FVC) 5 种重要的指标^[13]。L3 级数据则是利用多景 L2A 数据调用 Sen2three 模型进行时空集成, 为区域宏观动态

评估提供服务。由此可见,L2A级数据应用范围较广,数据派生产品具有极强的地学综合应用前景和价值。图2为Senti-

nel-2A数据产品格式处理流程框架。

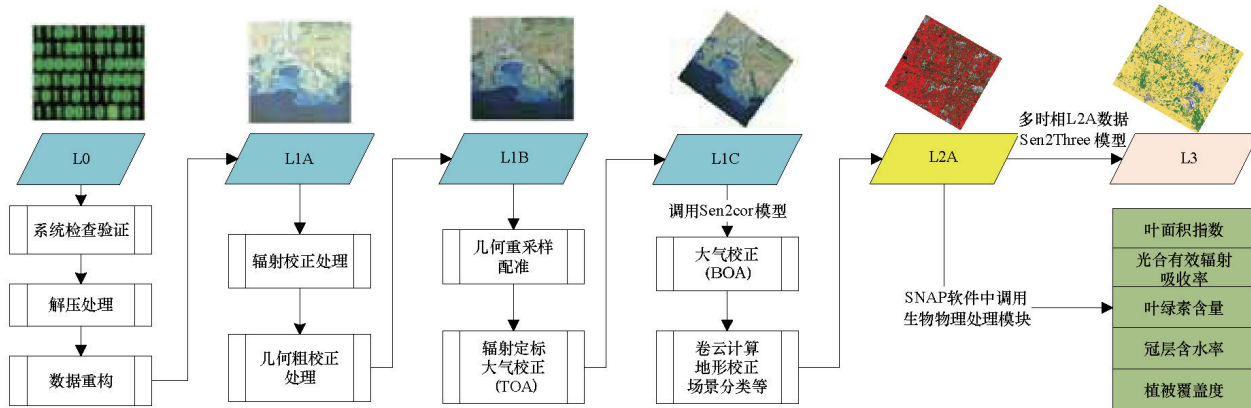


图2 Sentinel-2A数据产品格式处理流程(来源:ESA)

Fig. 2 The sentinel-2A data format processing chart (From ESA, modify)

2 研究区概况及数据处理

2.1 研究区概况

岷江为长江上游重要的支流水系,岷江上游位于成都都江堰市以北岷江水系的广大区域,行政范围属于四川省阿坝藏族羌族自治州^[4](图3)。研究区范围102°35'~103°57'E, 30°45'~33°10',干流河长约340 km,整个流域面积约为2.25万 km²。该区域地处川西北高原东北部的高山峡谷地带,地势北西高、南东低,地形陡峭、沟谷深切,存在龙门山后山、岷江及虎牙等多条活动断裂带,地质结构复杂多变;此外,该区域长期以来受到横断山区特殊的季风气候影响,高山多雨湿冷、河谷少雨干燥,干旱河谷分布较为广泛,其生态环境呈现出极强的脆弱性^[5]。因此,有必要利用遥感技术手段对该区域进行植被生态特征的分析。

2.2 数据处理

通过ESA SciHub网站(<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>),分别下载获取研究区内云量较少、质量较高的6景Sentinel-2A卫星L1C级别的遥感源数据(表2)。这6景遥感数据拍摄日期均为2016-11-21,分别所属不同的县域范围。

由于研究区面积较大,需要将6景数据分别调用Sen2cor模型进行L2A级数据处理,再利用SNAP 5.0软件下的生物物理处理模块(Biophysical Processor)和L2A级数据分别反演提取每景数据的生物物理指标,然后调用SNAP 5.0软件中的镶嵌(mosaicing)和取子区(subset)模块将6景生物物理指标进行拼接、裁剪、异常值处理,获取空间分辨率为10 m的岷江上游流域的生物物理指标数据,最后将岷江上游的叶面积指数、光合有效辐射吸收率、叶绿素含量、冠层含水量、植被覆盖度5类生物物理指标数据分别导入ArcGIS 10.3软件中进

行定量分析,其处理流程如图3所示。

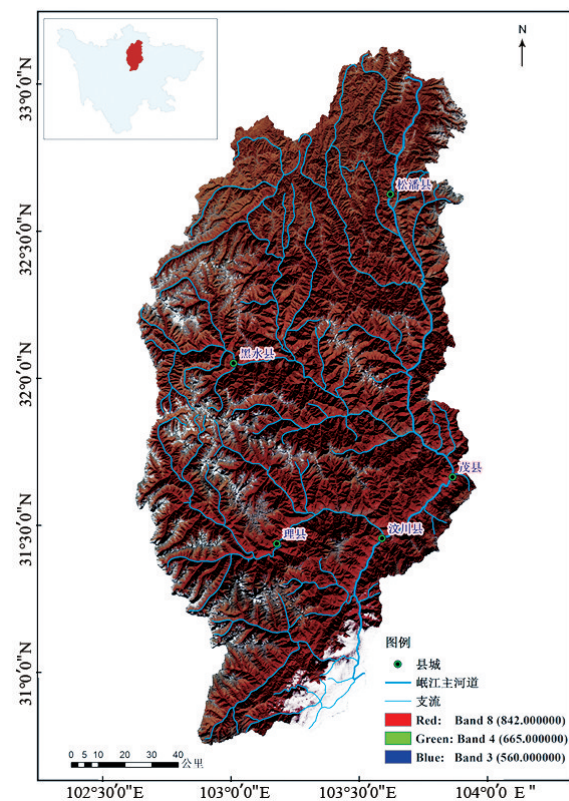


图3 研究区 Sentinel-2A 数据分布(标准假彩色合成, 拍摄日期:2016年11月21日)

Fig. 3 Distribution map of Sentinel-2A data in the research area(CIR, Date: 2016-11-21)

表2 研究区 Sentinel-2A 卫星源数据

Table 2 Source data of Sentinel-2A satellites data in research area

序号	L1C级数据文件名	所属县域
1	S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20161122T173442_R104_V20161121T035042_20161121T035042	松潘县
2	S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20161122T164459_R104_V20161121T035042_20161121T035042	茂县
3	S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20161122T144214_R104_V20161121T035042_20161121T035042	汶川县
4	S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20161122T172101_R104_V20161121T035042_20161121T035042	理县
5	S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20161122T150552_R104_V20161121T035042_20161121T035042	黑水县
6	S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20161122T150359_R104_V20161121T035042_20161121T035042	松潘县边界

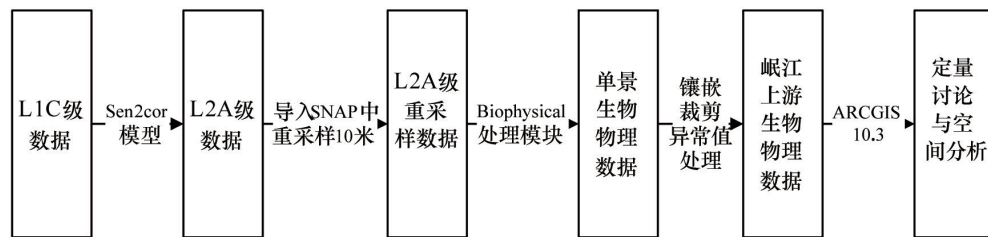


图4 数据处理分析流程

Fig. 4 The data processing and analyzing chart

3 岷江上游植被生物量指标提取与分析

利用 Sentinel-2A 卫星 L2A 级数据和 SNAP 软件中的生物物理量处理器模块,可反演计算上述 5 类生物物理量指标。该模块利用 PROSPECT+SAIL 辐射传输模型进行反演计算,首先根据研究区植被特性进行数据训练,然后运用神经网络去分析计算每个栅格像素的冠层特征,神经网络模型的构建则由 Band 3、Band 4、Band 5、Band 6、Band 7、Band 8a、Band 11、Band 12、天顶角余弦值、太阳高度角余弦值与相对方位角余弦值 11 个显式输入图层参数和 5 个具有正切 S 型曲线 (Sigmoid) 传递函数隐式神经元参数组成,此算法从宏观区域上最大程度精细计算出各像素植被特征与冠层表现反射率之间的关系,通过模型自验证功能保证最优的遥感反演模拟精度,通过重采样可生成 10 m 分辨率的有效数据产品,其精度较以往遥感数据有较大提升,对区域植被生态环境定量遥感分析提供强有力的应用参考价值^[16]。

叶面积指数作为陆面过程中十分重要的结构参数,能有效表征植被冠层结构,该指标常作为全球碳循环和水循环模型中的一个关键参数,在此模型反演中的取值范围为[0, 8];光合有效辐射吸收率是遥感估算陆地生态系统植被第一性生产力(NPP)的重要参数,也用于描述植被结构与之相关的物质-能量交换过程的基本生理变量,在此模型反演中的取值范围[0, 1];叶绿素含量能有效表征地表植被生长和营养状况、区域光合作用能力及自然生态环境状态,对农作物长势监测、病虫害监测、成熟期预测都有重要意义,在此模型反演中的取值范围[0, 600];植被冠层含水量的测定能有效评估植

被的生长及土壤环境状况,对于干旱监测和生态环境改善等研究具有指示意义,在此模型反演中的取值范围[0, 0.55];植被覆盖度用于直接表征地表植被覆盖的程度,常作为地表和大气边界层的物质与能量交换研究过程中一个重要作用参数,在此模型反演中的取值范围[0, 1]^[17]。

通过上述处理分析,可反演提取出岷江上游流域的叶面积指数、光合有效辐射吸收率、叶绿素含量、冠层含水量和植被覆盖度 5 类植被生物物理量指标参数信息,这些指标能集中反映研究区内 2016-11-21 期间的各植被生物量指标特征和植被生长状态(图 5、表 3)。

4 定量分析与评价

由于图像的均值和标准差能表征在相同标准下图像参数的平均状态和离散程度,因此,分别对岷江上游各县区的 5 类生物物理量指标求取均值和标准差,从数值统计和空间区位两个角度去诠释岷江上游植被状态情况。通过对表 4 中岷江上游各县生物量分布特征的统计数值分析发现,叶面积指数、光合有效辐射吸收率和叶绿素含量 3 个指标在岷江上游各县生物量表达过程中的变化特征较为显著,因此选取这 3 个指标对岷江上游植被状态特征进行空间定量区位分析。

从表 4 数据和实际调研发现,叶面积指数、光合有效辐射吸收率和叶绿素含量最高的区域是岷江上游的茂县,其次是汶川县,这说明茂县和汶川县在 2016 年 11 月份植被生长状态最优,主要由于汶川县和茂县地处岷江上游南部,11 月气温较其他县域较高,且地形海拔相对较低,同时也揭示出该

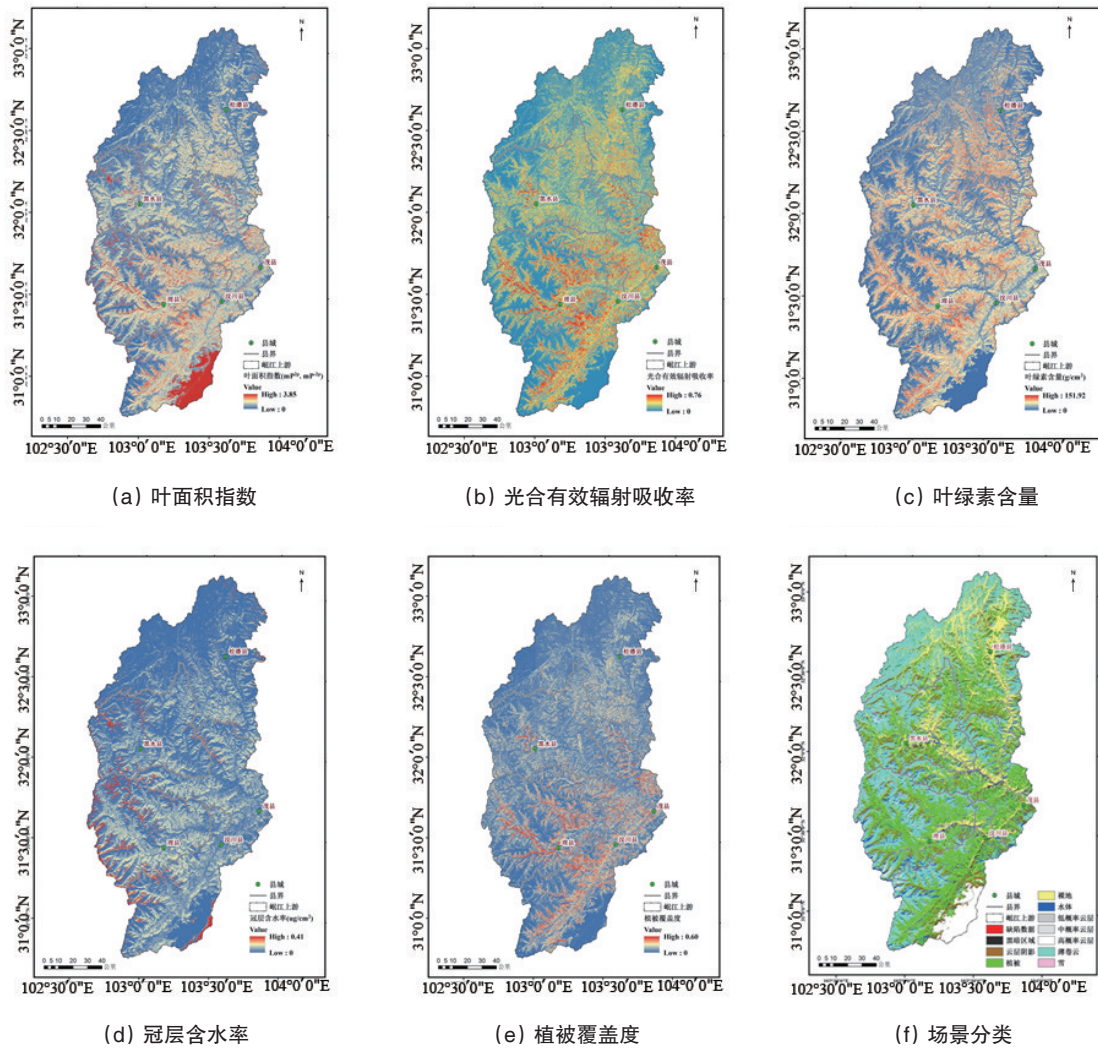


图5 岷江上游5类植被生物量指标及场景分类(2016年11月21日)

Fig. 5 Distribution map of five vegetation biophysical data and scene classification map in the upper reaches of Minjiang River(2016-11-21)

表3 岷江上游5类植被生物量指标数据图像特征分析

Table 3 Analysis of image feature based on five vegetation biophysical data in the upper reaches of Minjiang River

图像特征	叶面积指数	光合有效辐射吸收率	叶绿素含量/($g \cdot cm^{-2}$)	冠层含水率/($\mu g \cdot cm^{-2}$)	植被覆盖度
最小值	0	0	0	0	0
最大值	3.85	0.76	151.92	0.41	0.60
均值	0.52	0.21	45.29	0.02	0.09
标准差	0.29	0.15	23.73	0.02	0.09

区域植被生长状态受地形和气温影响波动较大。相比而言,地处岷江上游北部的松潘县叶绿素含量指标却比较高,而叶面积指数和光合有效辐射吸收率指标却不高,这说明叶面积指数和光合有效辐射吸收率指标随季节变化显著,松潘县纬度及海拔都最高,植被生长状态在11月份不是最佳时期,但该地区分布较多的亚高山、高山草甸,其植被健康状态较好,

易于畜牧业的发展。此外,理县的植被覆盖度、植被生长和健康状态在岷江上游区域中最差,需加强对该区域的宏观调控与治理。

场景分类数据能有效提取当前时期地物景观分布情况,为综合评估植被状态信息提供定量参考。场景分类数据的提取是采用阈值测试法(threshold test)和光谱大气表观反射

率特性,利用L2A级数据检测出云、雪、云阴影、卷云和地表基础地物景观等11种类型,最后将处理好的岷江上游场景分类数据导入ArcGIS软件中统计分析(图5(f)、表5)。

通过对2016年11月期间岷江上游各县的生物物理量指标和场景分类图的结果对比分析,得出茂县的植被生长及健康状态最优,其长势较好的区域主要集中在海拔3000 m以上的山谷区域,长势较差区域主要集中在海拔低于2200 m的茂县干旱河谷区域(岷江干流与黑水河支流),其主要原因由于11月份茂县干旱河谷区域农作物基本收割完,加上干旱河谷

地区土地贫乏,而海拔在3000 m以上区域常年种植亚高山针叶林,其长势较好。对于植被长势最差的理县,该县中植被长势较好的区域分布于理县干旱河谷以上4000 m以下的山谷区域,该区域灌木林和针叶林分布较为广泛,受自然环境影响小长势好,而植被长势最差的区域位于4000 m以上的山区,该区域常年气温较低、植被发育条件差。以上分析结果也与岷江上游土地利用程度评价内容相吻合,其研究结果具有一定的科学性。

表4 岷江上游各县生物量分布特征统计

Table 4 Biophysical feature of five county in the upper reaches of Minjiang River

地域	叶面积指数		光合有效辐射吸收率		叶绿素含量/($g \cdot cm^{-2}$)		冠层含水率/($\mu g \cdot cm^{-2}$)		植被覆盖度	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
汶川县	0.62	0.41	0.25	0.19	42.60	28.61	0.03	0.05	0.12	0.12
茂县	0.64	0.34	0.29	0.16	50.83	23.99	0.02	0.01	0.12	0.11
理县	0.26	0.33	0.07	0.12	15.67	21.76	0.02	0.05	0.04	0.06
黑水县	0.41	0.36	0.17	0.11	26.19	22.14	0.02	0.05	0.07	0.06
松潘县	0.25	0.52	0.14	0.10	30.06	26.05	0.01	0.04	0.05	0.05

表5 岷江上游场景分类统计结果

Table 5 Feature of five county in the upper reaches of Minjiang River

序号	场景名称	面积/ km^2	所占研究区比例/%	特点及分析说明
1	缺陷数据	0.11	—	无法生成场景数据,比例很少,研究中可忽略
2	黑暗区域	2421.14	10.80	像素呈现黑色,研究中主要为山体阴影,分布河谷地带
3	云层阴影	1296.01	5.78	云层阴影区域,主要由云层、薄雾引起,有空间相关性
4	植被	4972.53	22.19	绿色植被,分布在河谷和水域条件较好的区域
5	裸地	3923.74	17.51	裸露土地,分布在干旱河谷和裸露岩石区域
6	水体	870.56	3.88	水体,位于岷江上游各干流与支流区域
7	低概率云层	1843.12	8.22	云层厚度比较小,分布于山谷海拔高度较低区域位置
8	中概率云层	378.24	1.69	云层厚度比较大,分布于山谷海拔高度较高区域位置
9	高概率云层	602.67	2.69	厚云层,分布在汶川县东南方,对植被长势监测有干扰
10	薄卷云	5878.74	26.23	气溶胶、薄雾,广泛分布海拔较高山区,各县均有分布
11	雪	223.61	1.00	积雪,分布在山顶及海拔较高的区域

5 结论

Sentinel-2A作为一颗新型独特的光学对地观测遥感卫星,以其拥有针对植被生物监测的红光边缘波段备受关注。通过对Sentinel-2A遥感卫星数据特征的分析,选取岷江上游植被状态特征为研究焦点,利用ESA免费提供的6景L1C级别数据,采用Sen2cor处理模型生成L2A级别数据,并在此基础上调用SNAP软件中的Sentinel-2工具箱模块进行重采样、生物物理量计算、镶嵌、裁剪和异常值处理等操作,最终反演生成岷江上游的叶面积指数、光合有效辐射吸收率、叶绿素含量、冠层含水量和植被覆盖度5类生物量指标。通过对各指标图像特征和各区县生物量特征分析,再结合岷江上游

场景分类图进行区域大面积宏观植被状态评价。研究结果表明:2016-11-21岷江上游茂县的植被生长和健康状态最好,汶川县其次,而理县植被状态最差,其研究结果与岷江上游土地利用程度评价结果相吻合。该研究思路与方法为相关行业领域植被生态环境区域定量监测与评估提供方法借鉴和参考。

参考文献(References)

- [1] Drusch M, Del Bello U, Cartier S, et al. Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services[J]. Remote Sensing of Environment, 2012, 120: 25-36.
- [2] SUHET. Sentinel-2 user handbook[R]. Paris: European Space Agency,

- 2015.
- [3] ESA Communications. Sentinel-2 ESA's optical high-resolution mission for GMeS operational services[R]. Paris: ESA Communications, 2015.
- [4] Laurent V C E, Schaepman M E, Verhoef W, et al. Bayesian object-based estimation of LAI and chlorophyll from a simulated Sentinel-2 top-of-atmosphere radiance image[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2014, 140: 318-329.
- [5] Michael J. Hill. Vegetation index suites as indicators of vegetation state in grassland and savanna: An analysis with simulated Sentinel 2 data for a north American transect[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2013, 137: 94-111.
- [6] Verrelst J, Rivera J P, Veroustraete F, et al. Experimental Sentinel-2 LAI estimation using parametric, non-parametric and physical retrieval methods-A comparison[J]. *Isprs Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 2015, 108: 260-272.
- [7] Fernández-Manso A, Fernández-Manso O, Quintano C. SENTINEL-2A red-edge spectral indices suitability for discriminating burn severity [J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2016, 50: 170-175.
- [8] Hagolle O, Huc M, Pascual D V, et al. A multi-temporal method for cloud detection, applied to FORMOSAT-2, VEN μ S, LANDSAT and SENTINEL-2 images[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2010, 114(8): 1747-1755.
- [9] ESA Communications. SENTINEL-2 MSI introduction[EB/OL]. (2015-07-24)[2017-06-28]. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi>.
- [10] Louis J. S2 MPC level 2A product format specification[R]. Paris: European Space Agency, 2016.
- [11] Louis J. Sentinel 2 MSI-Level 2A product format specifications technical note[R]. Paris: European Space Agency, 2016.
- [12] Müller-Wilm U. Sen2Cor software release note[R]. Paris: European Space Agency, 2017.
- [13] Müller-Wilm U. Sentinel-2 MSI - Level-2A prototype processor installation and user manual[R]. Paris: European Space Agency, 2016.
- [14] 杨斌, 詹金凤, 李茂娇. 岷江上游流域环境脆弱性评价[J]. *国土资源遥感*, 2014, 26(4): 138-144.
Yang Bin, Zhan Jinfeng, Li Maojiao. Evaluation of environmental vulnerability in the upper reaches of the Minjiang River[J]. *Remote Sensing for Land and Resources*, 2014, 26(4): 138-144.
- [15] 詹金凤, 杨斌, 李茂娇, 等. GIS和地理本体在岷江上游干旱河谷范围界定中的应用研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2015, 31(2): 65-69.
Zhan Jinfeng, Yang Bin, Li Maojiao, et al. Definition scope of arid valley in the upper reaches of Minjiang River based on GIS and geographic ontology[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2015, 31(2): 65-69.
- [16] Müller-Wilm U. Sen2Cor configuration and user manual[R]. Paris: European Space Agency, 2016.
- [17] Weiss M, Baret F. Sentinel 2 toolbox level 2 products: LAI, FAPAR, FCOVER[R]. Paris: INRA, 2016.

Retrieval of surface vegetation biomass information and analysis of vegetation feature based on Sentinel-2A in the upper of Minjiang River

YANG Bin, LI Dan, Wang Lei, CHEN Cai

College of Environment and Resource, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China

Abstract The Sentinel-2A has rather high spatial resolution, with its 13 multispectral bands, the unique "red edge" band, very wide and free of charge, as an optical remote sensing satellite, serving a brand-new solution for the analysis of the characteristic information extraction of the regional vegetation ecological environment. As a case study, the upper reaches of Minjiang River are considered, with the Sentinel-2A data downloaded from the European Space Agency. The SNAP software is used for extracting the Sentinel-2A L2A data and the scene classification map after the analyses of the satellite parameters, the data type, the format grade, using the pretreatment method. On the basis of the generated L2A data, five biomass indexes are calculated by using the biophysical parameter processing module in the SNAP software, including the leaf area index, the fraction of absorbed photosynthetically active radiation, the chlorophyll content in the leaf, the canopy water content and the fraction of vegetation cover in the study area. The mean value and the standard deviation of every index are analyzed for five counties in the upper reaches of Minjiang River. And the mean values and the standard deviations of three indexes are estimated for the vegetation growing and health situation of five counties, including the leaf area index, the fraction of absorbed photosynthetically active radiation, and the chlorophyll content in the leaf. The vegetation characteristics of the region are analyzed, combined with the scene classification map in the study area. The result provides a quick and efficient reference for the quantitative assessment of the regional ecological environment.

Keywords Sentinel-2A; the upper reaches of Minjiang River; biomass; remote sensing retrieval; vegetation

(责任编辑 田恬)