

【学术前沿动态】多时相遥感应用领域论文分析

多时相遥感有着广泛的应用，其在农业、林业、气候和环境监测等诸多方面都有重要的作用。本期学术前沿以 2011 至今 SCIE 10 年的相关主题论文为分析数据，分**技术**、**应用主题**和**数据源**三个方面揭示其研究趋势和研究热点。涉及的主题由文本挖掘工具 CiteSpace 词频统计获得。

图 1 为 2011 年以来多时相遥感应用相关文献按照技术、应用主题和数据源三个类别分别统计的年度发文量，三个领域的研究热度均持续上升，其中利用相关数据源开展应用的研究论文增长趋势最为明显。



图 1 多时相遥感应用三个类别的研究趋势

1. 技术

根据词频统计，多时相遥感应用涉及的技术主要有影像分类、地理信息系统、机器学习、支持向量机、神经网络、光谱混合分析、图像识别 7 个关键词（主题），图 2 是近十年 7 个高频关键词的相关文献量分布。总体而言，涉及的主要技术类别是影像分类和机器学习类（包括深度学习、神经网络和支持向量机）。

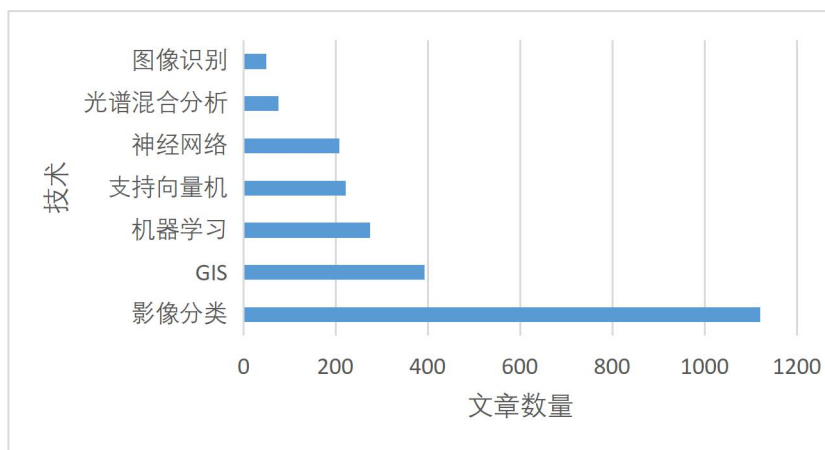


图 2 多时相遥感应用主要技术类别与文章数量

分析近两年该领域的 ESI 高被引论文或热点论文，则热点技术主要包括：

(1) 影像分类

此处的影像分类包含各分类方法，如监督分类、非监督分类、人工神经网络分类、基于知识分类和面向对象分类等。

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Abdi 2020	机器学习、支持向量机和 Sentinel-2
Carrasco et al. 2019	LANDSAT、Sentinel-2
Macintyre, van Niekerk, and Mucina 2020	支持向量机、Sentinel-2
Mahdianpari et al. 2020	Sentinel-2
Mao et al. 2020	生物多样性、LANDSAT
Nguyen et al. 2020	变化检测、MODIS
Sulla-Menashe et al. 2019	变化检测、碳和 MODIS
Zhong, Hu, and Zhou 2019	机器学习、神经网络、支持向量机和生物气候学

(2) 机器学习（含“深度学习”）

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Abdi 2020	支持向量机、影像分类和 Sentinel-2
Baetens, Desjardins, and Hagolle 2019	Sentinel-2
Jeppesen et al. 2019	LANDSAT
Mou, Bruzzone, and Zhu 2019	神经网络、变化检测和 Sentinel-2
Yi et al. 2020)	神经网络
Zhong, Hu, and Zhou 2019	影像分类、神经网络、支持向量机和生物气候学

(3) 神经网络

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Mou, Bruzzone, and Zhu 2019	机器学习、变化检测、和 Sentinel-2
Saha, Bovolo, and Bruzzone 2019	变化检测
Yi et al. 2020	机器学习
Zhong, Hu, and Zhou 2019	影像分类、机器学习、支持向量机和生物气候学

(4) 支持向量机

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Macintyre, van Niekerk, and Mucina 2020	影像分类、Sentinel-2
Zhong, Hu, and Zhou 2019	影像分类、神经网络、支持向量机和生物气候学

(5) 地理信息系统

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Frantz 2019	生物气候学、LANDSAT 和 Sentinel-2

2. 应用主题

根据词频统计，多时相遥感应用涉及的应用主要有土壤、变形、生物量、生物气候学、碳、生物多样性、降雨量和地震 8 个关键词（主题），图 3 是近十年 8 个高频关键词的相关文献量分布。整体而言，主要应用领域为变化检测、土壤、生物（生物量、生物气候学和生物多样性）和变形。

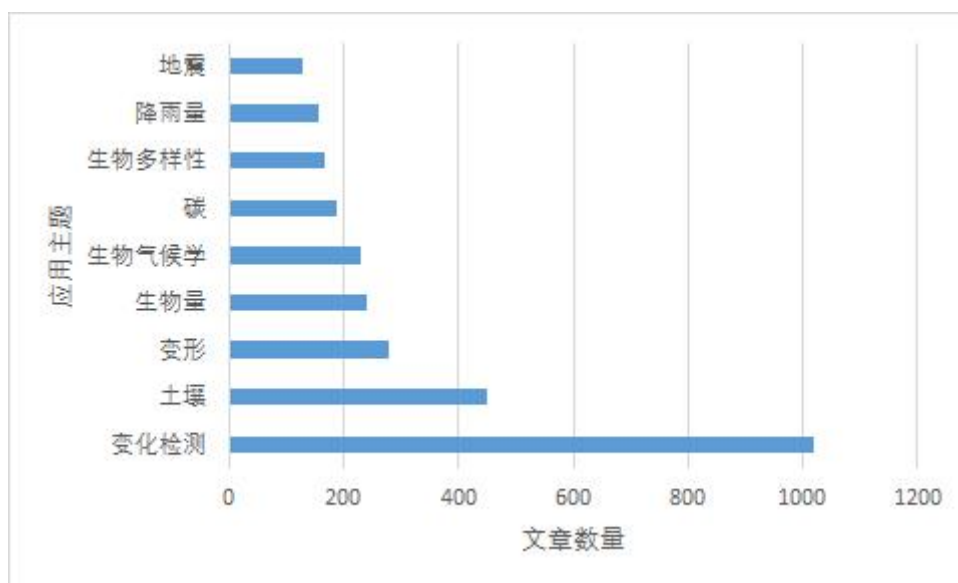


图 3 多时相遥感应用主要应用领域与文章数量

分析近两年该领域的 ESI 高被引论文或热点论文，则热点应用主要包括：

(1) 变化检测

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Abdullah et al. 2019	LANDSAT
Lizaga et al. 2019	碳、土壤
Mou, Bruzzone, and Zhu 2019	神经网络、机器学习和 Sentinel-2
Nguyen et al. 2020	影像分类、MODIS
Potapov et al. 2020	LANDSAT
Saha, Bovolo, and Bruzzone 2019	神经网络
Sulla-Menashe et al. 2019	影像分类、碳和 MODIS

(2) 变形

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Fan et al. 2019	SAR、UAV
Ouyang et al. 2019	SAR、UAV
Solari et al	SAR
Wasowski and Pisano 2020	降雨量、SAR

（3） 土壤

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Efthimiou, Psomiadis, and Panagos 2020	Sentinel-2
Lizaga et al. 2019	碳、变化检测

（4） 碳（包括土壤有机碳、与气候变化相关的碳储量等）

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Lizaga et al. 2019	变化检测、土壤
Sulla-Menashe et al. 2019	影像分类、变化检测和 MODIS

（5） 生物气候学

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Frantz 2019	地理信息系统、LANDSAT 和 Sentinel-2
Zhong, Hu, and Zhou 2019	影像分类、神经网络、支持向量机和机器学习

（6） 降雨量

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Wasowski and Pisano 2020	变形、SAR

（7） 生物量

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Chuvieco et al. 2019	无

（8） 生物多样性

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Mao et al. 2020	影像分类、LANDSAT

3. 数据源

根据词频统计，多时相遥感应用涉及的数据源主要有 LANDSAT、SAR(InSAR)、

MODIS、LiDAR、Sentinel-2 和 UAV 6 个关键词，图 4 是近十年 6 个高频关键词的相关文献量分布。总体而言，LANDSAT 最为突出。

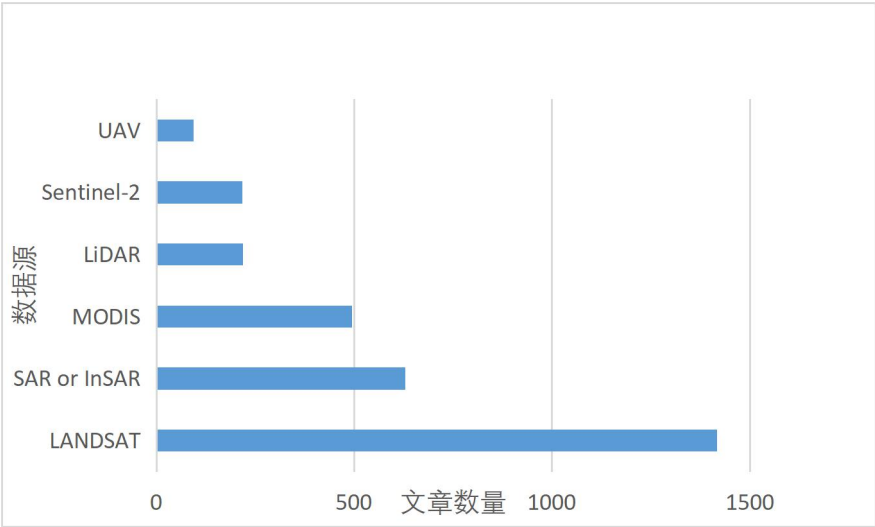


图 4 多时相遥感应用主要数据源与文章数量

分析近两年该领域的 ESI 高被引论文或热点论文，则热点数据源主要包括：

(1) Sentinel-2

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Abdi 2020	影像分类、机器学习和支持向量机
Baetens, Desjardins, and Hagolle 2019	机器学习
Carrasco et al. 2019	影像分类、LANDSAT
Efthimiou, Psomiadis, and Panagos 2020	土壤
Frantz 2019	生物气候学、LANDSAT
Macintyre, van Niekerk, and Mucina 2020	影像分类、支持向量机
Mahdianpari et al. 2020	影像分类
Mou, Bruzzone, and Zhu 2019	机器学习、神经网络和变化检测
Roteta et al. 2019	MODIS

(2) Landsat

论文（作者+年代）	涉及的其他热点主题
Abdullah et al. 2019	变化检测
Carrasco et al. 2019	影像分类、Sentinel-2
DeVries et al. 2020	SAR(InSAR)
Frantz 2019	地理信息系统、生物气候学和 Sentinel-2
Jeppesen et al. 2019	机器学习
Mao et al. 2020	影像分类、生物多样性

(3) SAR(InSAR)

论文 (作者+年代)	涉及的其他热点主题
DeVries et al. 2020	LANDSAT
Fan et al. 2019	变形、UAV
Ouyang et al. 2019	变形、UAV
Solari et al. 2020	变形
Wasowski and Pisano 2020	变形、降雨量

(4) MODIS

论文 (作者+年代)	涉及的其他热点主题
Nguyen et al. 2020	变化检测、影像分类和 MODIS
Roteta et al. 2019	Sentinel-2
Sulla-Menashe et al. 2019	影像分类、变化检测和碳

(5) UAV

论文 (作者+年代)	涉及的其他热点主题
Fan et al. 2019	SAR、变形
Ouyang et al. 2019	SAR、变形
Padro et al. 2019	LiDAR

(6) LiDAR

论文 (作者+年代)	涉及的其他热点主题
Padro et al. 2019	UAV

附：相关 ESI TOP 论文 (2019-)

- Abdi, A. M. 2020. "Land cover and land use classification performance of machine learning algorithms in a boreal landscape using Sentinel-2 data." *Giscience & Remote Sensing* 57 (1): 1-20. <https://doi.org/10.1080/15481603.2019.1650447>.
- Abdullah, A. M., A. Masrur, M. S. G. Adnan, M. A. Al Baky, Q. K. Hassan, and A. Dewan. 2019. "Spatio-Temporal Patterns of Land Use/Land Cover Change in the Heterogeneous Coastal Region of Bangladesh between 1990 and 2017." *Remote Sensing* 11 (7). <https://doi.org/10.3390/rs11070790>.
- Baetens, L., C. Desjardins, and O. Hagolle. 2019. "Validation of Copernicus Sentinel-2 Cloud Masks Obtained from MAJA, Sen2Cor, and FMask Processors Using Reference Cloud Masks Generated with a Supervised Active Learning Procedure." *Remote Sensing* 11 (4). <https://doi.org/10.3390/rs11040433>.
- Carrasco, L., A. W. O'Neil, R. D. Morton, and C. S. Rowland. 2019. "Evaluating Combinations of Temporally Aggregated Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat 8 for Land Cover Mapping with Google Earth Engine." *Remote Sensing* 11 (3). <https://doi.org/10.3390/rs11030288>.
- Chuvieco, E., F. Mouillot, G. R. van der Werf, J. San Miguel, M. Tanase, N. Koutsias, M. Garcia, M. Yebra, M. Padilla, I. Gitas, A. Heil, T. J. Hawbaker, and L. Giglio. 2019. "Historical

- background and current developments for mapping burned area from satellite Earth observation." *Remote Sensing of Environment* 225: 45-64. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.02.013>.
- DeVries, B., C. Q. Huang, J. Armston, W. L. Huang, J. W. Jones, and M. W. Lang. 2020. "Rapid and robust monitoring of flood events using Sentinel-1 and Landsat data on the Google Earth Engine." *Remote Sensing of Environment* 240. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111664>.
- Efthimiou, N., E. Psomiadis, and P. Panagos. 2020. "Fire severity and soil erosion susceptibility mapping using multi-temporal Earth Observation data: The case of Mati fatal wildfire in Eastern Attica, Greece." *Catena* 187. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104320>.
- Fan, X. M., Q. Xu, A. Alonso-Rodriguez, S. S. Subramanian, W. L. Li, G. Zheng, X. J. Dong, and R. Q. Huang. 2019. "Successive landsliding and damming of the Jinsha River in eastern Tibet, China: prime investigation, early warning, and emergency response." *Landslides* 16 (5): 1003-1020. <https://doi.org/10.1007/s10346-019-01159-x>.
- Frantz, D. 2019. "FORCELandsat + Sentinel-2 Analysis Ready Data and Beyond." *Remote Sensing* 11 (9). <https://doi.org/10.3390/rs11091124>.
- Jeppesen, J. H., R. H. Jacobsen, F. Inceoglu, and T. S. Toftegaard. 2019. "A cloud detection algorithm for satellite imagery based on deep learning." *Remote Sensing of Environment* 229: 247-259. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.03.039>.
- Lizaga, I., L. Quijano, L. Gaspar, M. C. Ramos, and A. Navas. 2019. "Linking land use changes to variation in soil properties in a Mediterranean mountain agroecosystem." *Catena* 172: 516-527. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.09.019>.
- Macintyre, P., A. van Niekerk, and L. Mucina. 2020. "Efficacy of multi-season Sentinel-2 imagery for compositional vegetation classification." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 85. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.101980>.
- Mahdianpari, M., B. Salehi, F. Mohammadimanesh, B. Brisco, S. Homayouni, E. Gill, E. R. DeLancey, and L. Bourgeau-Chavez. 2020. "Big Data for a Big Country: The First Generation of Canadian Wetland Inventory Map at a Spatial Resolution of 10-m Using Sentinel-1 and Sentinel-2 Data on the Google Earth Engine Cloud Computing Platform." *Canadian Journal of Remote Sensing* 46 (1): 15-33. <https://doi.org/10.1080/07038992.2019.1711366>.
- Mao, D. H., Z. M. Wang, B. J. Du, L. Li, Y. L. Tian, M. M. Jia, Y. Zeng, K. S. Song, M. Jiang, and Y. Q. Wang. 2020. "National wetland mapping in China: A new product resulting from object-based and hierarchical classification of Landsat 8 OLI images." *Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 164: 11-25. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.03.020>.
- Mou, L. C., L. Bruzzone, and X. X. Zhu. 2019. "Learning Spectral-Spatial-Temporal Features via a Recurrent Convolutional Neural Network for Change Detection in Multispectral Imagery." *Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 57 (2): 924-935. <https://doi.org/10.1109/tgrs.2018.2863224>.
- Nguyen, L. H., D. R. Joshi, D. E. Clay, and G. M. Henebry. 2020. "Characterizing land cover/land use from multiple years of Landsat and MODIS time series: A novel approach using land surface phenology modeling and random forest classifier." *Remote Sensing of Environment* 238. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.12.016>.

- Ouyang, C. J., H. C. An, S. Zhou, Z. W. Wang, P. C. Su, D. P. Wang, D. X. Cheng, and J. X. She. 2019. "Insights from the failure and dynamic characteristics of two sequential landslides at Baige village along the Jinsha River, China." *Landslides* 16 (7): 1397-1414. <https://doi.org/10.1007/s10346-019-01177-9>.
- Padro, J. C., F. J. Munoz, J. Planas, and X. Pons. 2019. "Comparison of four UAV georeferencing methods for environmental monitoring purposes focusing on the combined use with airborne and satellite remote sensing platforms." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 75: 130-140. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.10.018>.
- Potapov, P., M. C. Hansen, I. Kommareddy, A. Kommareddy, S. Turubanova, A. Pickens, B. Adusei, A. Tyukavina, and Q. Ying. 2020. "Landsat Analysis Ready Data for Global Land Cover and Land Cover Change Mapping." *Remote Sensing* 12 (3). <https://doi.org/10.3390/rs12030426>. <Go to ISI>://WOS:000515393800085.
- Roteta, E., A. Bastarrika, M. Padilla, T. Storm, and E. Chuvienco. 2019. "Development of a Sentinel-2 burned area algorithm: Generation of a small fire database for sub-Saharan Africa." *Remote Sensing of Environment* 222: 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.12.011>.
- Saha, S., F. Bovolo, and L. Bruzzone. 2019. "Unsupervised Deep Change Vector Analysis for Multiple-Change Detection in VHR Images." *Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 57 (6): 3677-3693. <https://doi.org/10.1109/tgrs.2018.2886643>.
- Solari, L., S. Bianchini, R. Franceschini, A. Barra, O. Monserrat, P. Thuegaz, D. Bertolo, M. Crosetto, and F. Catani. 2020. "Satellite interferometric data for landslide intensity evaluation in mountainous regions." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 87. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.102028>.
- Sulla-Menashe, D., J. M. Gray, S. P. Abercrombie, and M. A. Friedl. 2019. "Hierarchical mapping of annual global land cover 2001 to present: The MODIS Collection 6 Land Cover product." *Remote Sensing of Environment* 222: 183-194. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.12.013>.
- Wasowski, J., and L. Pisano. 2020. "Long-term InSAR, borehole inclinometer, and rainfall records provide insight into the mechanism and activity patterns of an extremely slow urbanized landslide." *Landslides* 17 (2): 445-457. <https://doi.org/10.1007/s10346-019-01276-7>.
- Yi, P., Z. Y. Wang, K. Jiang, Z. F. Shao, and J. Y. Ma. 2020. "Multi-Temporal Ultra Dense Memory Network for Video Super-Resolution." *Ieee Transactions on Circuits and Systems for Video Technology* 30 (8): 2503-2516. <https://doi.org/10.1109/tcsvt.2019.2925844>.
- Zhong, L. H., L. N. Hu, and H. Zhou. 2019. "Deep learning based multi-temporal crop classification." *Remote Sensing of Environment* 221: 430-443. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.11.032>. <Go to ISI>://WOS:000456640700033.

因学科专业所限，难免出错，敬请批评指正；同时，也面向全校师生征集关注的领域和专题。联系方式：68754258，Email: jflai@lib.whu.edu.cn

(编辑：廖祥春 审核：刘霞 刘颖)