

近年来,卫星遥感技术已被广泛应用至世界银行贷前评估、贷中监测及配套技术援助,应用领域涵盖全球经济测算、灾害风险监测、水资源监测、碳储量评估、农业产量监测及城市规划等。随着遥感技术与多源数据和多样化技术融合,卫星观测精度从地区级延伸至农场级、道路级、建筑级,新的应用方式不断涌现。基于世界银行贷款项目中卫星应用实践情况,文章就卫星遥感技术在我国商业银行领域的应用提出三点启示。

世界银行贷款项目中卫星遥感技术应用的启示*

代玥 熊鹭

世界银行(World Bank)集团是全球最重要的国际金融机构之一,通过向各国提供贷款与资金援助,致力于消除极端贫困与不平等并帮助低收入与中等收入国家发展,实现联合国可持续发展目标(SDGs)^①。世界银行通过旗下国际复兴开发银行(IBRD)、国际开发协会(IDA)、国际金融公司(IFC)和多边担保机构(MIGA)^②等机构为各国提供贷款或赠款援助。2024年,其贷款承诺额^③达到1174.92亿美元,支付额达到890亿美元。世界银行贷款多为中长期,通常与借款国的政策调整与结构改革相结合,涵盖基础设施建设、教育、

公共卫生、环境治理、农业发展、城市规划等领域。在发展中国家,世界银行贷款往往附带政策条件和技术援助,并对资金用途设有限制。

卫星遥感技术是世界银行核心技术之一,在贷前评估、贷中监测与技术援助方面发挥关键作用。由于世界银行贷款项目常带有政策援助属性,贷款决策的制定基于其对各国经济与政治状况的全面考察与研究。卫星遥感是世界银行进行经济数据统计的重要技术。作为一种高效、客观且覆盖广泛的数据获取方式,卫星遥感技术有效弥补了各国统计口径不统一、更新频率低或关键数据缺失的问题。

*本文仅代表作者个人观点,不代表其所在单位的意见。

一、卫星遥感技术在世界银行
贷款项目中的应用现状

(一) 遥感技术助力世界银行精确开展贷款与
援助业务

卫星遥感技术在世界银行的贷款项目和技术援助中发挥了关键作用（表1）。一是贷前评估。世界银行的贷款业务涉及全球多国，多为资金量大、周期性长的项目，因此利用遥感技术进行项目评估至关重要。例如，世界银行开发了基于遥感的国别诊断^④、贫困监测^⑤和自然资源监测^⑥工具，确保贷款精准投向贫困地区，并为配套政策和技术援助提供依据。二是贷款用途监测。世界银行贷款资金用途明确，贷后管理要求高。遥感技术通过高分辨率影像和多源数据融合，可实时获取项目区域动态信息，规避信息不对称风险。例如，卫星遥感可精准识别农作物种植面积、长

势及受灾情况^⑦，为农业贷款提供科学依据，同时预警自然灾害，增强项目抗风险能力。三是技术援助和发展能力建设。世界银行秉持“授人以渔”理念，帮助发展中国家提升遥感技术应用能力。例如，世界银行在中东地区培训了遥感技术专家，助力当地开展土地利用监测和农业项目评估。

(二) 卫星遥感技术赋能世界银行多领域业务
研究

世界银行的贷款业务通常附带政策建议，这些建议是其对目标国家相关领域深入研究后的成果，也是其贷款项目立项、设计和实施的科学依据。世界银行将相关研究成果以政策研究工作论文、技术论文等形式公开。从官方网站的公开材料来看，卫星遥感技术被广泛应用于世界银行多个研究领域，包括全球经济发展情况测算、贫困区域识别、灾害风险管理、水质监测、植被覆盖与碳排放量测

算、农业产量监测、城市规划与管理等（见附表）。卫星遥感技术的应用为贷款项目的决策提供了更精准的数据支持。

为提高贷款业务的透明度、可信度与科学性，世界银行长期、持续地公开发布基于卫星遥感技术的多种研究成果。早在1974年，世界银行在《农村发展部门政策文件》中前瞻性地论述了卫星遥感技术在农业产量预测方面的作用。此后，世界

表1 基于卫星遥感技术的世界银行政策研究

领域	监测原理	典型贷款类别
经济测算 (1990年起)	卫星遥感监测的夜光反映人类活动强度，与地区经济发展水平密切相关。贫困地区因基础设施薄弱、能源不足和经济活动有限，灯光亮度较低，故可作为衡量贫困程度的重要指标。	发展政策融资（DPF）；结构调整贷款（SALs）；贫困削减与增长信贷（PRSC）；财政预算支持贷款
灾害风险管理 (1989年起)	通过可见光、红外光和高分辨率卫星影像，可以快速识别热带气旋、火灾高温点及建筑物破坏、道路损毁、滑坡等问题。	应急恢复贷款（ERL）；灾害风险管理融资（DRF）；气候适应型投资项目融资
水资源管理与水质监测 (1988年起)	可通过卫星遥感技术监测地表水体分布，包括河流、湖泊、水库等的分布、面积和形状。	水资源与环境可持续发展贷款；气候适应型发展政策融资；城市供水与卫生贷款
植被覆盖与碳排放测算 (1991年)	通过遥感影像提取区域植被覆盖度、叶面积指数等参数，估计森林类型和树种含碳率。	可持续森林管理与土地修复贷款；碳信用与可持续融资；绿色基础设施与可再生能源贷款
农业产量监测 (1974年起)	通过遥感影像反演植被指数（NDVI）、叶面积指数（LAI）和叶绿素含量（GNDVI），这些指标能够反映作物的生长状况和健康程度，进而用于预测产量。	农业与农村发展贷款（ARDLs）；气候智慧型农业贷款；粮食安全与农业供应链贷款；农业保险与灾害应对融资；绿色农业与可持续发展贷款
城市规划管理 (1989年起)	遥感技术可以获取城市土地覆盖和利用的详细信息，监测城市扩张的速度和模式。	城市发展与基础设施贷款；可持续城市交通贷款；城市住房与土地管理贷款；城市贫困治理与包容性发展贷款；城市数字化与智慧城市贷款

数据来源：世界银行

银行在技术方法、政策分析和数据可视化平台等多项成果中展示了基于遥感技术的研究成果，并通过博客等渠道向政策制定者、研究机构和公众推送。其中，相关技术报告总结基于卫星遥感的资源监测与经济测算方法，例如水资源管理和森林碳储量评估等；相关工作论文（提供基于遥感数据分析的政策评估与国别风险预测；旗舰报告（如《世界发展报告》）结合卫星遥感技术展望全球经济发展；博客与政策简报实时推送基于上述研究向成员国发放的贷款及最新动态；世界银行公开知识库（OKR）则提供卫星遥感数据的可视化工具。众多基于卫星遥感技术的研究成果展现了世界银行贷款政策建议的科学性，凸显了其数据驱动、令人信服的决策特点。

（三）高精度观测拓宽贷款业务领域

自 2015 年起，世界银行对卫星遥感技术的应用精度从区域级转向更精细的农场、建筑和道路级，显著拓展了其贷款业务和技术援助的覆盖范围。例如：在税收管理领域，世界银行近期开发了基于卫星影像和机器学习技术测算地区房屋分布的方法，并将其运用在卢旺达基加利市的税收改革贷款项目，以助力该市构建税收地图、提升房产税管理的精确度；在农业贷款领域，世界银行利用高精度卫星影像评估了乌克兰上万个农场在战争中的经济损失，并识别出重点援助区域，这一技术为

乌克兰农业恢复包容性支持紧急项目贷款(ARISE)提供了有力支持，帮助缓解冲突影响并助力农民恢复生产；在城市基础设施建设方面，世界银行也开发了基于遥感技术分析道路网络脆弱性的方法，为瓦努阿图的 5950 万美元贷款项目提供了技术支持，用于道路网络脆弱性评估以及基础设施的修复与韧性提升。此外，也有基于高精度卫星遥感影像监测石油储量、矿产储量和能源设施建设进程等新的应用涌现。

二、世界银行的卫星数据来源、应用方式与团队建设

（一）世界银行大多采用开源卫星数据

为控制贷款决策成本、提高业务透明度并推动全球贷款业务发展，世界银行采用的卫星遥感数据大多来自于开源信息（表 2），例如，美国国家航空航天局（NASA）公开的 Landsat 系列、MODIS 系列和 NPP-VIIRS 夜间灯光数据；欧洲空间局（ESA）公开的哨兵（Sentinel）系列卫星数据；德国航空航天中心（DLR）公开的部分高分辨率地形数据；中国国土卫星遥感应用中心（LASAC）公

表 2 世界银行主要使用的卫星数据源					
卫星类型	空间分辨率	时间分辨率	数据可获取性	运营机构	典型应用
NPP-VIIRS 夜间灯光	500m	日度	开源	NASA/NOAA	经济活动监测（夜间灯光）、城市扩张、灾害监测
MODIS (Terra/Aqua)	250m-1km	日度	开源	NASA	植被覆盖（NDVI/EVI）、水质监测、火灾、气候变化
Sentinel-1 SAR	10m	12天	开源	ESA	灾害监测（洪水、地震）、地表形变、海冰监测
Sentinel-2	10m	5天	开源	ESA	植被覆盖、农业、土地利用、城市规划
Landsat-8/9	30m	16天	开源	NASA/USGS	水质监测、植被覆盖、地表温度
GF-1	0.5m	日度	部分开源	CNSA	高分辨率城市监测、农业、灾害

数据来源：世界银行

开的高分系列（GF）卫星数据。基于公开卫星遥感数据，世界银行可以获取充分的数据资源，并在遥感技术人员和金融业务人员的合作下，定制并开源多样化的遥感反演指标，以支持全球相应贷款业务需求。

（二）融合多源数据与多样化技术提高测算精度

在实际应用方面，世界银行通过融合图像识别等 AI 技术、交叉验证多种卫星遥感数据等手段不断提升测算精度。例如，在其 2025 年研究报告中，世界银行利用卫星图像和深度学习架构，结合多分辨率卫星数据和地理空间特征，开发了针对贫困地区识别和经济增长测算的小区域估计方法。该方法已应用在非洲多个国家（如马拉维、莫桑比克、布基纳法索和马达加斯加），显著提高了贫困率估计的精度。此外，世界银行还引入了多源数据，如手机信令数据、社交媒体连接数据（如 Facebook 网络连接数据）等，对遥感图像观测进行补充，进一步提升遥感观测和反演估算的准确性。

（三）分贷款业务领域组织专业研究团队

在研究团队与人员构成方面，世界银行设立了农业遥感监测小组、灾害风险监测与评估小组、水资源与生态环境监测小组等，专注于卫星遥感技术在各个贷款业务领域的可视化与应用。研究团队积极参与国际合作与数据共享，广泛与外部科研机构合作。例如，在农业贷款领域，世界银行与中科院空天信息创新研究院合作，利用“农情遥感监测平台（CropWatch）”项目，通过海量数据推动全球粮食安全。基于 CropWatch，世界银行通过技术援助，帮助非洲的埃塞俄比亚、马

加斯加和莫桑比克提升地球观测数据和技术的应用水平，支持 CropWatch 团队为莫桑比克定制云平台，并培训当地专家，以增强其农业监测和粮食安全预警能力。

三、启 示

（一）商业银行可积极拓展卫星遥感技术的应用场景

卫星遥感技术具有广覆盖、弱接触、数据精准等优势，能够为商业银行的业务发展提供有力支持。商业银行可积极探索卫星遥感技术在金融服务中的深度应用，创新业务模式，提升金融服务的精准性和效率。一是助力普惠金融精准投放。利用卫星遥感技术测算贫困区域的经济动态，实时监测中西部地区、农村地区以及贫困地区的经济发展情况，据此动态调整普惠信贷资源的区域配置，确保信贷资源精准流向最需要的地方。二是支持绿色金融业务发展。基于卫星遥感技术对水资源、森林资源、碳排放等的监测，为节水贷、林权贷、碳足迹挂钩贷等绿色贷款提供精准的风险评估与动态管理。通过卫星遥感数据，商业银行能够更准确地评估绿色项目的风险和收益，推动绿色金融业务的可持续发展。三是优化灾害救助金融服务。借助卫星遥感技术动态监测并预测自然灾害情况，商业银行可以提前做好准备，为受灾地区定向发放贷款，并精准确定援助金额，帮助受灾群众和企业尽快恢复生产生活。四是服务城市规划与智慧农业发展。通过卫星遥感技术监测城市规划和区域农业发展情况，商业银行可以为气候适应型城市、宜居城市构建以及智慧农业发展提供精准的贷款支持，助力经济社会高

质量发展。

（二）商业银行可基于卫星遥感技术开展数字化转型

通过卫星遥感影像，商业银行能够有效降低贷前调查与贷后管理成本，优化贷款全流程管理。然而，当前以卫星遥感技术为核心的银行数字化实践尚未广泛普及，特别是在中小银行中，其应用仍处于起步阶段。为促进金融行业的整体发展，商业银行应以风险可控为前提，积极探索卫星遥感技术在更多金融场景中的应用，例如绿色金融、基础设施建设等领域。通过创新应用模式，商业银行不仅能提升贷款发放效率，更能为金融行业的数字化转型与可持续发展注入强大动力。

（三）商业银行可多方采取措施降低技术成本

商业银行可通过团队建设与关键数据集开源

降低技术成本。一是构建银行交叉领域研究团队。卫星遥感技术在金融领域的应用涉及遥感科学、金融、数据分析、人工智能等多个学科，可借鉴世界银行的经验，整合高校、科研机构 and 金融机构的专业力量，构建跨学科研究团队，形成协同创新机制，为技术应用提供坚实的智力支持。二是加强国际合作与数据共享。可与国际航天机构和国际金融机构开展合作，共享卫星遥感数据和技术经验，获取更丰富的数据资源和技术支持。三是推动产学研用一体化。可考虑与高校、科研机构建立长期合作关系，共同开展技术研发和应用试点。四是积极推动关键的卫星遥感数据集开源，联合金融机构、科研机构和科技企业，共同开发基于开源框架的卫星遥感应用平台，推动技术的标准化和普及化。

注释

- ① 可持续发展目标（Sustainable Development Goals, SDGs）是联合国于2015年9月25日通过的全球发展目标，旨在指导193个成员国在2015年至2030年的政策和资金分配。SDGs包含17个目标和169个细分目标，涵盖消除贫困、零饥饿、健康、教育、性别平等、清洁能源、经济增长、可持续城市、气候行动等多方面内容。SDGs与世界银行的“消除极端贫困、促进共享繁荣”目标高度契合，世界银行作为联合国核心伙伴，深度参与了SDGs的制定和实施。
- ② 在未来三年内，IDA计划提供1000亿美元，重点支持最贫困国家，尤其是非洲国家。同时，世界银行通过IBRD和IFC为中等收入国家和私营部门提供资金支持。
- ③ 承诺额（Commitment Amount）指世界银行批准并承诺提供的贷款总额，随项目执行逐步拨付；支付额（Disbursement Amount）则是根据项目进展实际发放的资金，通常低于承诺额，且未达标部分可能不予支付。

额，且未达标部分可能不予支付。

- ④ 在2018年对前南斯拉夫马其顿共和国的系统性国别诊断中，世界银行首次结合夜间灯光强度、卫星影像和机器学习算法，开发了经济增长、城市化和土地利用的代理指标。
- ⑤ 例如，在马拉维，世界银行利用卫星影像和其他非传统数据，结合传统家庭调查数据，预测了4500个村庄的福利水平。通过结合Google Earth Engine、WorldPop和Facebook提供的卫星数据（如土地覆盖类型、植被、夜间灯光等），研究团队开发了多种村庄级福利预测方法，并与家庭调查数据进行对比验证。
- ⑥ 在墨西哥，世界银行利用遥感技术监测灌溉区的蒸散发情况，帮助当地改善水资源管理。
- ⑦ 世界银行与联合国粮农组织（FAO）联合开发了WaPOR工具。在黎巴嫩的贝卡谷地，WaPOR工具被应用于灌溉小麦和马铃薯的经济灌溉用水生产力（EIWP）评估。

参考文献

- [1] 边鹏,杨琳.构建银行数字化转型评估框架[J].中国金融,2025,(04):66-67.
- [2] 樊晓丹,王云屏,于思敏.世界银行全球卫生安全合作策略及启示[J].中国卫生政策研究,2022,15(04):67-74.
- [3] 郭骥睿.世界银行贷款林业持续发展的河南实践——评《河

南省世界银行贷款林业持续发展项目探索与实践》[J].林业经济,2022,44(12):98.

- [4] 洪宇高.高效金融科技服务助力银行转型升级[J].中国金融,2024,(20):63-64.
- [5] 李茂林,王子路,何光辉,等.银行业金融科技创新、结构性普惠效应与创业活力[J].管理世界,2024,40(06):195-224.

[6]刘雨婷,俞雷.卫星遥感在金融行业的应用[J].卫星应用,2024,(01):20-27.

[7]刘雨婷,俞雷.基于卫星数据的北京“新两翼”城市综合承载力研究[J].中国科技投资,2024,(21):11-16.

[8]余楷文,申宇,赵绍阳.大数据对银行信贷行为的影响——来自数字社会信用平台的证据[J].经济研究,2024,59(03):147-165.

[9]屠希亮,刘崧.世界银行推动数字教育变革的理念与实践[J].比较教育研究,2024,46(09):14-24.

[10]许翔,郭昊羽,黄鼎曦,等.聚焦城市降温关键问题的可持续发展解决方案——世界银行与广州的“清凉城市”试点实践[J].城市规划,2021,45(06):52-62.

[11]曾刚,燕翔.商业银行对公业务场景金融的发展思路[J].新金融,2025,(05):8-15.

附表 卫星遥感技术在世界银行贷款项目中的运用情况

研究领域	基于卫星遥感技术的方法论	政策研究成果	代表性受益成员国(地区)	典型贷款项目示例
经济测算	基于夜光遥感数据的经济不平等测算;遥感技术与深度学习结合的贫困测量方法	全球贫困地图;系统性国别诊断;贫民窟地区分布测算	撒哈拉以南非洲:尼日利亚、刚果(民主共和国)、马拉维;东欧:南斯拉夫;中东和北非:突尼斯、约旦、黎巴嫩;亚洲:阿富汗、孟加拉国、柬埔寨、马尼拉	马拉维社会保护多边信托基金(5.105亿美元,用于资助经济复苏);尼日利亚HOPE-GOV计划(5亿美元,用于改善教育和卫生部门治理)
灾害风险管理	全球快速灾后损失评估方法;基于InSAR的滑坡风险评估	预测台风;热带气旋	伊朗、老挝、莫桑比克、所罗门群岛、瓦努阿图、孟加拉国等	莫桑比克危机应对窗口(CRW)资金(3.5亿美元,用于应对热带气旋“伊代”)
		火灾防治	土耳其、阿尔及利亚、突尼斯	土耳其气候韧性森林项目(2.51亿美元,用于降低野火风险、加强应急管理系统)
		地震损失评估	中国汶川、土耳其、伊斯坦布尔	汶川地震灾后恢复重建项目(7.1亿美元,用于基础设施重建、恢复和重建医疗卫生设施、教育设施)
水资源管理与水质监测	利用遥感技术革新水资源管理的方法;干旱风险与韧性评估方法	监测与水质改善;湖泊富营养化监测	印尼、墨西哥、乌拉圭、乍得	非洲乍得湖地区恢复与发展项目(1.7亿美元,支持乍得湖沿岸合作,改善民生,增强气候适应力)
		水资源开发监测	印度、黎巴嫩	黎巴嫩和大贝鲁特地区供水改善项目(2.578亿美元,改善供水服务);印度水资源开发项目(1988—1998年,世界银行在印度资助了16.82亿美元的水资源管理项目,涵盖多个资助项目)
		水蒸发下的干旱问题	喀麦隆北部、尼日利亚、萨赫勒、乍得湖和非洲之角等地区	尼日利亚半干旱地区农业气候韧性项目(7亿美元,制定流域管理计划,重点治理荒漠化,促进自然资源生计投资)
		洪水预报和预警系统	中国、巴基斯坦、孟加拉国	中国景德镇洪水风险管理项目(1亿美元,建设浯溪口水利枢纽、洪水管理中心、预警系统及支持社区防洪宣传等)
植被覆盖监测与碳排放测算	基于生物量反演测算当地植被覆盖	评估全球森林碳储量	莫桑比克、纳米比亚、赞比亚	森林碳伙伴基金在莫桑比克资助计划(640万美元,用于减少128万吨碳排放)
农业产量监测	基于卫星遥感技术的农业产量监测方法;农情遥感监测平台CropWatch(与中科院空天院合作);全球农业监测计划GEOGLAM	农业生产早期预警、全球农业和粮食安全计划	埃塞俄比亚、马达加斯加、莫桑比克、菲律宾、阿尔及利亚	埃塞俄比亚灌溉与排水项目(1亿美元,提高农业生产力、促进发展以及减少农村贫困);菲律宾水稻种植系统项目(10亿美元,支持菲律宾的水稻种植系统)
		农业用水管理;ET(蒸发散)监测系统	中国、赞比亚、中东、北非地区、埃及、约旦	中国节水灌溉项目(8000万美元,支持中国宁夏、河北、山西三省的节水灌溉项目,旨在改善农业用水管理,提高用水效率)
		气候智慧型农业产业发展	中国、摩洛哥、多个非洲国家	非洲气候智慧型农业项目(68亿美元,提升35个非洲国家980万公顷土地的气候韧性和生产力);中国甘肃省绿色生态产业发展基金(3亿美元,甘肃省发展循环农业、戈壁农业、高效节水农业等绿色生态产业)
城市规划管理	卫星遥感在城市规划管理方面的方法学;世界住宅足迹(WSF)卫星遥感反演数据集	城市综合地理空间信息框架	印度、越南、埃及、印度尼西亚、哥伦比亚、海地等	印度安得拉邦和特伦甘纳市政发展项目(3亿美元,利用GIS提升城市规划与基础设施管理效率)

资料来源:世界银行官网,作者整理

作者单位:中国人民银行金融研究所