

doi: 10. 6046/zrzyyg. 2021292

引用格式: 佟晶,杨金中,杜鑫,等. 污染地块土地治理与开发利用遥感监测——以浙江省风险管控与修复名录地块为例[J]. 自然资源遥感,2022,34(3):235–239. (Tong J, Yang J Z, Du X, et al. Remote sensing – based monitoring of the treatment and redevelopment of the brownfields: A case study of brownfields in the risk control and rehabilitation list of Zhejiang Province[J]. Remote Sensing for Natural Resources, 2022, 34(3): 235 – 239. )

# 污染地块土地治理与开发利用遥感监测

## ——以浙江省风险管控与修复名录地块为例

佟 晶<sup>1</sup>, 杨金中<sup>1</sup>, 杜 鑫<sup>2</sup>, 杜晓敏<sup>1</sup>, 李春博<sup>2</sup>, 安 娜<sup>1</sup>  
(1. 中国自然资源航空物探遥感中心, 北京 100083; 2. 中国地质大学  
(北京)土地科学技术学院, 北京 100083)

**摘要:** 为深入挖掘遥感监测技术对污染地块风险管控、土壤修复治理及开发建设活动等土地利用现状的监测能力, 抽取浙江省纳入全国污染土壤信息管理系统中风险管控与修复名录的 98 个污染地块, 利用其历史期和监测期 2 个时相的国产高分辨率遥感卫星影像数据, 基于 ArcGIS 平台, 通过影像数据处理和人机交互解译, 对污染地块的土地利用现状变化开展遥感监测; 结合污染地块调查、风险评估、管控与修复效果评估报告及污染地块的属性信息, 对监测结果进行统计分析。结果表明: 利用遥感监测技术可以快速查明污染地块实施风险管控、土壤修复以及开发建设活动情况, 及时掌握风险管控与修复名录污染地块的土地利用现状及发展动态、存在问题, 为地方相关部门开展污染地块再开发利用准入管理工作提供技术支撑和依据。

**关键词:** 污染地块; 风险管控与修复治理; 再开发利用; 遥感监测

**中图法分类号:** TP 79   **文献标志码:** A   **文章编号:** 2097 – 034X(2022)03 – 0235 – 05

## 0 引言

据初步统计,我国因工业企业关停转移而遗留的污染地块(也称为“棕地(brownfields)”)数量超过 50 多万块<sup>[1]</sup>,不少地方存在着“污土入市”以及“毒地开发”的情况,危害着人居环境安全<sup>[2]</sup>。随着《污染地块土壤环境管理办法(试行)》、《中华人民共和国土壤污染防治法》等有关土壤污染治理方面的法律法规的颁布和实施<sup>[3–12]</sup>,加强对污染地块再开发利用准入管理的迫切性日趋凸显;尤其对于进入风险管控与修复名录的地块,在其未完成风险管控与修复治理前,严禁开发为居住用地、公共管理和公共服务用地<sup>[3]</sup>。因此,利用技术手段对污染地块再开发利用情况进行动态监管尤为重要<sup>[13]</sup>。基于高空分辨率遥感影像的遥感监测技术是目前开展土地利用现状变化调查和研究的主要技术手段,其监测结果具有及时性和客观性,能够为相关管理部门提供准确的研究数据。

在污染地块再开发利用监管方面,国内目前

仅对于污染地块再开发利用的制度和政策方面有所研究<sup>[2–7,12,14–15]</sup>,但利用遥感技术开展污染地块再开发利用监测的成果尚未见报道。本文以浙江省 2021 年 1 月 1 日之前纳入全国污染土壤信息管理系统中风险管控与修复名录的污染地块作为监测目标,结合全国污染土壤信息管理系统中污染地块移除风险管控与修复名录信息,对浙江省污染地块的土地治理和开发利用现状进行遥感监测,旨在探索污染地块再开发利用遥感监测的技术流程,掌握浙江省污染地块风险管控与修复治理、再开发利用现状情况,为地方自然资源和生态环境部门制定和完善污染地块开发利用的管控措施提供技术支撑。

## 1 研究区概况及数据源

浙江省是长江经济带的主要省份。近年来,随着污染企业关停数量的快速增多,该省进入全国风险管控与修复名录的地块数量已居于全国前列。基于全国污染土壤信息管理系统,以 2021 年

1月1日为时间节点,对浙江省风险管控与修复名录中102个污染地块信息进行下载和梳理,选取来源于电气机械和器材制造业、纺织业、化学原料和化学制品制造业、黑色金属冶炼和压延加工业、金属及非金属制品业、皮革毛皮羽毛及其制品和制鞋业、橡胶和塑料制品业、医药制造业、装卸搬运和仓储业等9个污染源类型的98个地块作为监测对象(图1)。

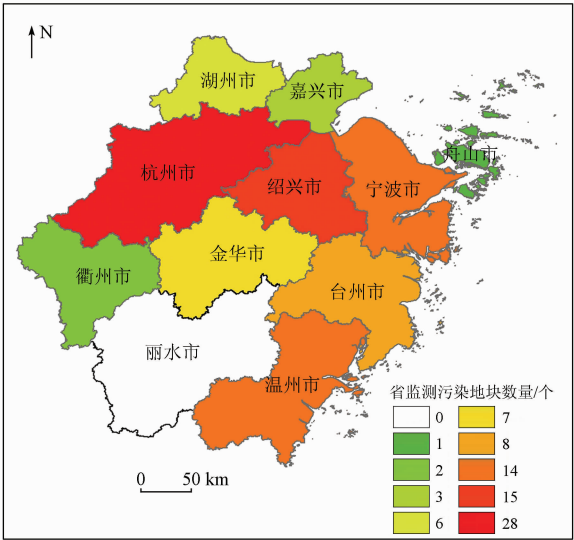


图1 浙江省风险管控与修复名录监测污染地块区域分布图  
Fig.1 Regional distribution of the monitored brownfields in the risk control and rehabilitation list in Zhejiang Province

2 遥感监测方法

本研究技术流程如图2所示。主要基于ArcGIS平台,开展污染地块的空间信息及属性数据整

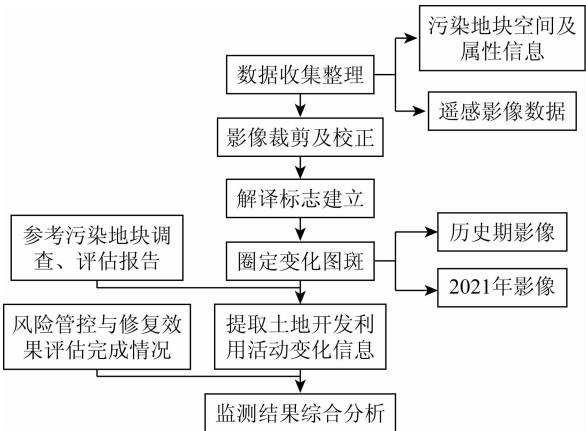


图2 污染地块土地再开发利用遥感监测技术流程图  
Fig.2 Chart of the monitoring technology of the redevelopment and use of the brownfields

理、遥感影像数据处理和解译、监测结果综合分析等工作。监测方法是基于污染地块空间信息定位获取遥感影像数据,将污染地块调查阶段的影像作为历史期影像、2021年上半年的影像作为对比监测影像;在对遥感影像的数据裁剪及校正处理的基础上,建立遥感解译标志;通过人工目视解译,识别出污染地块边界范围内的土地利用现状信息;结合全国污染土壤信息管理系统中名录污染地块风险管控及修复效果评估的完成情况,对监测结果进行综合分析评价。

2.1 数据整理及处理

本研究监测所需要的数据包括矢量数据和遥感影像数据2类。矢量数据来源于浙江省风险管控与修复名录中的污染地块空间坐标及属性数据。基于ArcGIS平台将该数据的坐标系统转换为CGCS2000投影坐标,并进行地块边界矢量数据成图和属性赋予。针对污染地块边界矢量数据缺失或不准确的问题,本研究通过历史影像和现状影像的校正对比,结合污染地块的调查及风险评估报告信息,重新识别提取了这些地块的边界。遥感影像数据包含污染地块调查阶段历史期影像和由2021年最新遥感影像数据构成的监测期影像。历史期影像数据源主要为国产遥感卫星数据;监测期影像则收集融合多个传感器的影像数据,包括2.0m分辨率的高分一号卫星数据、2.0m分辨率的高分六号全色光谱卫星数据和2.16m分辨率的资源三号卫星数据。由于污染地块面积较小,为了更好地掌握污染地块周边用地的情况,将污染地块空间边界矢量外扩500m作为监测工作范围,通过批量裁剪处理,获取了污染地块历史期和监测期遥感数据。以监测期影像为基础,对污染地块的历史期影像进行了几何纠正;同时,对监测期多源遥感影像进行了数据融合处理。

2.2 开发利用活动解译识别

根据风险管控与修复名录污染地块范围内土地利用的实际情况,将开发利用活动迹象主要分为风险管控活动、修复活动、正在实施开发建设活动、已完成开发建设活动4种类型,其在高空间分辨率遥感影像上的识别标志如图3和表1所示。采用人机交换解译的方法<sup>[16]</sup>,参考污染地块的历史期影像,基于2021年监测期影像圈定污染地块边界范围内的土地实施风险管控、土壤修复、开发建设活动迹象图斑;再结合全国污染地块信息系统中污染地块的

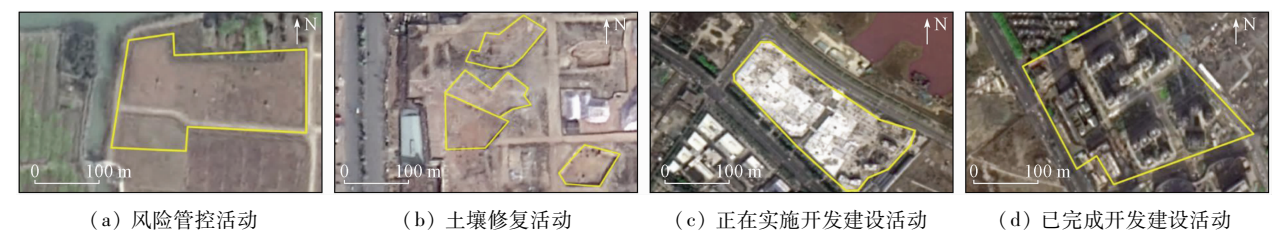


图3 污染地块解译标志图

Fig.3 Remote sensing identification keys of the brownfields

表1 污染地块土地治理与开发利用活动迹象解译识别标志  
Tab.1 Remote sensing identification keys of redevelopment and use of the brownfields

开发活动迹象类型	活动描述	影像色调	影像形状
风险管控活动	对地块污染源移除、布设防尘、阻隔设施等	一般为土黄色、绿色,少量有黑色、白色	风险管控区域边界形状较规则
土壤修复活动	在地块实施的土壤修复有关的活动,如搭建临时建筑、土壤开挖、土壤临时堆存等	土黄色、绿色,根据土壤修复堆存时间会有所变化	土壤修复区域边界较清晰、形状不规则
正在实施开发建设活动	地块上有其他用途的建设活动,例如土地平整、打地基、房屋建设、绿化等活动	土黄色、灰色、白色	正在实施开发建设活动区域边界清晰
已完成开发建设活动	地块开发为住宅、公共管理与公共服务用地的开发建设活动结束	主要为灰色、黑色,部分为白色	已完成开发建设活动区域边界清晰且形状规则

各类型报告,解译识别所圈定图斑的开发利用活动迹象。

3 监测效果评价

本文采用高分辨率遥感影像对浙江省风险管控与修复名录中抽取的98个地块开展了风险管控与修复治理、再开发建设活动图斑的室内遥感解译,并随机抽取6个地块的图斑进行了野外实地核查验证,抽取的地块包括了风险管控、土壤修复、开发建设活动及开发建设活动完成4种类型的图斑(示例如图4所示),解译正确率为90%,从野外验证结果可以看出,采用高分辨率遥感影像开展土地治理与开发利用遥感监测效果较好,建立的遥感解译标志在实际监测中识别率较高,解译结果准确可靠。



图4 解译结果野外实地验证

Fig.4 Field validation of the interpreted result

4 监测结果统计分析

4.1 风险管控与修复治理情况

风险管控与修复治理情况是指污染地块范围内从事风险管控土壤修复活动等的进展和完成情况。通过2021年监测期遥感影像解译,并结合污染地块风险管控与修复评估报告,识别出浙江省监测污染地块范围内正在实施土壤风险管控、土壤修复活动迹象的图斑53个,面积1 401 380.96 m<sup>2</sup>,基于全国污染土壤环境管理信息系统中的移除名录信息,已完成污染地块风险管控与修复且移除风险管控与修复名录地块图斑50个,面积2 710 367.02 m<sup>2</sup>,浙江

省风险管控与修复治理完成率达48%。浙江省各市风险管控与修复名录地块的风险管控与修复面积统计如表2所示,文中所涉面积数据为遥感影像上的投影面积,与真值存在一定误差。

表2 浙江省各市风险管控与修复名录地块的风险管控与修复情况统计列表

Tab.2 Statics of the risk control and rehabilitation of the monitored contaminated plots in Zhejiang Province (m<sup>2</sup>)

市级行政区	污染地块总面积	正在实施风险管控与土壤修复面积	完成风险管控与土壤修复面积
杭州市	2 109 814.38	467 335.40	1 381 092.67
湖州市	81 292.37	75 306.14	5 986.24
嘉兴市	167 572.81	36 205.28	131 367.54
金华市	193 009.95	184 640.00	0.00

(续表)

市级行政区	污染地块总面积	正在实施风险管控与土壤修复面积	完成风险管控与土壤修复面积
宁波市	610 895.33	7 455.57	250 328.48
衢州市	56 606.12	56 606.12	0.00
绍兴市	1 045 219.76	56 202.41	609 544.35
台州市	435 750.21	374 416.10	16 339.01
温州市	909 621.67	143 213.95	315 708.72
舟山市	34 229.46	0.00	0.00
合计	5 644 012.05	1 401 380.96	2 710 367.02

4.2 开发建设活动情况

开发建设情况的监测能够及时了解风险管控与修复名录污染地块的安全利用情况,及时发现和制止“毒地开发”,降低污染地块违规利用的风险。本研究中监测开发建设活动包含正在实施的开发建设活动和已完成的开发建设活动 2 类。正在实施开发建设活动是指地块上开展风险管控与土壤修复以外的有其他用途的建设活动,例如土地平整、打地基、房屋建设、绿化等活动。已完成开发建设活动是指地块已经开发为住宅、公共管理与公共服务用地的开发建设活动。通过遥感监测解译,识别出浙江省 91 个污染地块范围内开发建设活动迹象图斑 94 个,总面积 4 225 714.59 m<sup>2</sup>,浙江省各市监测污染地块开发建设活动图斑面积统计分析如表 3 所示。其中,正在实施开发建设活动地块面积 1 787 400.41 m<sup>2</sup>,已完成开发建设活动面积 2 438 314.18 m<sup>2</sup>。此外,结合全国污染土壤环境管理信息系统中的移除名录污染地块信息,统计分析发现移除名录地块开发建设活动地块总面积 2 710 367.01 m<sup>2</sup>,未移除名录污染地块涉嫌开发建设活动面积达 1 515 347.58 m<sup>2</sup>。文中所涉面积数据为遥感影像上的投影面积,与真值存在一定误差。

表 3 浙江省各市风险管控与修复名录地块的开发建设活动统计列表

Tab.3 Statics of the redevelopment and use of the monitored contaminated plots in Zhejiang Province (m<sup>2</sup>)

市级行政区	开发建设活动总面积	正在实施开发建设活动面积	已完成开发建设活动面积
杭州市	1 625 562.49	1 155 102.77	470 459.71
湖州市	5 986.24	0.00	5 986.24
嘉兴市	131 367.54	131367.54	0.00
金华市	8 369.95	8 369.95	0.00
宁波市	603 439.76	67 155.19	536 284.56
绍兴市	989 017.35	138 290.96	850 726.39
台州市	61 334.10	0.00	61 334.10
温州市	766 407.72	287 114.00	479 293.71
舟山市	34 229.46	0.00	34 229.46
合计	4 225 714.59	1 787 400.41	2 438 314.18

5 结论与建议

1)按照土壤法关于污染地块再开发利用统一

的监管监测的技术要求,利用历史遥感影像和对比监测期遥感影像可快速查明污染地块边界范围内实施土壤风险管控、土壤修复治理及开发建设活动的现状,从技术手段上能够极大提升对风险管控与修复名录地块安全利用效率及质量的监督能力。

2)污染地块空间矢量数据质量不高,是制约污染地块安全再利用遥感监测效率和质量的主要因素。在对浙江省污染地块边界矢量数据进行核对的过程中,发现地块坐标系缺失或矢量边界与实际地块边界不一致等数据质量问题,占比 27%。建议有关部门应加大对污染地块空间边界范围的核实,从土地责任人、污染地块调查方等多个角度进一步查明完善污染地块边界范围的本底数据,加快风险管控与修复名录污染地块空间一张图的建立,提高污染地块建设用地的信息化协同监测的准入监管能力。

3)浙江省风险管控及修复治理环节与污染地块再开发利用环节衔接较好,污染地块再开发利用效率较高。监测结果表明浙江省污染地块风险管控与修复治理面积占总监测污染地块面积的 73%,风险管控与修复治理完成率达到 48%,风险管控与修复效果评估通过且移除名录的污染地块全部实现了再开发利用,无土地闲置状况。

4)监测发现未移除名录中的部分污染地块边界范围内存在疑似开发活动迹象,需要有关部门进一步现场核查核证这些污染地块是否从事与风险管控与修复有关的开发建设活动。

参考文献 (References):

[1] 金远亮,侯德义,田 莉,等. 基于用地规划的污染地块修复多目标优化研究[J]. 中国环境科学,2021,41(2):787-800.  
Jin Y L,Hou D Y,Tian L,et al. Multi-objective optimization for brownfield remediation on the basis of land use planning[J]. China Environmental Science,2021,41(2):787-800.

[2] Hong Y,Xianjin H,R T J,et al. China's soil pollution: Urban brownfields[J]. Science(New York),2014,344(6185).

[3] 崔 轩,李志涛,王夏晖,等. 污染地块再开发利用准入管理机制探讨[J]. 环境污染与防治,2019,41(1):1-5.  
Cui X,Li Z T,Wang X H,et al. Study on the admittance management mechanism for the redevelopment of contaminated sites[J]. Environmental Pollution & Control,2019,41(1):1-5.

[4] 代秀龙,林善泉. 城市旧机场地区土地再开发规划策略——以湛江机场片区概念性规划为例[J]. 规划师,2017,33(6):94-99.  
Dai X L,Lin S Q. Old airport land redevelopment planning: A Zhanjiang case[J]. Planners,2017,33(6):94-99.

[5] 付 佩,刘兴姝,夏 莺. 中英棕地治理对土地再开发利用的启示[J]. 西部大开发(土地开发工程研究),2019,4(5):57-61.  
Fu P,Liu X Z,Xia Y. Enlightenment of brownfield management in China and UK on the redevelopment and reuse of land[J]. Land Development and Engineering Research,2019,4(5):57-61.



[6] 李志涛. 不同污染地块,如何选用处置策略? ——对几个具体案例的风险管控和治理修复实践分析[J]. 中国生态文明, 2020,2(3):76-77.  
Li Z T. How to choose a disposal strategy for different brownfields? ——An analysis of risk management and remediation practices in several specific cases[J]. China's Ecological Civilization,2020,2(3):76-77.

[7] 孙海波,谢辉,陈嘉,等. 污染土地再开发中的环境风险与责任[J]. 上海国土资源,2017,38(1):79-82,86.  
Sun H T,Xie H,Chen J,et al. Environmental risk and liability of contaminate land redevelopment[J]. Shanghai Land & Resources, 2017,38(1):79-82,86.

[8] 吴继业. 工业污染场地再开发利用的思考与建议——以温州市龙湾区为例[J]. 环境保护与循环经济杂志,2017,38(1):79-82,86.  
Wu J Y. Recommendation on the contaminate land redevelopment in Longwan District of Wenzhou City[J]. Liaoning Urban Rural Environ Sci Technol,2017,38(1):79-82,86.

[9] 熊杰. 浅谈工业企业污染地块的修复与再开发[J]. 智能城市,2019,5(13):156-157.  
Xiong J. An introduction to the remediation and redevelopment of contaminated land in industrial enterprises[J]. Intelligent City, 2019,5(13):156-157.

[10] 赵沁娜. 城市土地置换过程中土壤污染风险评价与风险管理研究[D]. 上海:华东师范大学,2006.  
Zhao Q N. Study on the risk assessment and risk management of soil pollution during urban land replacement[D]. Shanghai: East China Normal University,2006.

[11] 赵沁娜,范利军. 多元利益视角下的城市“棕色土地”再开发管理[J]. 城市发展研究,2010,17(5):98-101.  
Zhao Q N,Fan L J. Research on the management of urban brown-field's redevelopment from stakeholders' perspective[J]. Urban Development Studies,2010,17(5):98-101.

[12] 张俊丽,王芳,余勤飞,等. 工业企业场地再开发的多部门联合监管机制探讨[J]. 环境污染与防治,2014,36(12):1-5.  
Zhang J L,Wang F,Yu Q F,et al. Study on multi-department joint supervision mechanism for redevelopment of industrial contaminated sites[J]. Environmental Pollution & Control,2014,36(12):1-5.

[13] O'connor D,Hou D. Sustainable remediation and revival of brown-fields[J]. Science of the Total Environment,2020,741:140475.

[14] Popescu G,Pătrășcoiu R. Brownfield sites – between abandonment and redevelopment case study: Craiova City[J]. Human Geographies: Journal of Studies and Research in Human Geography, 2012,6(1):91-97.

[15] Wu Q,Zhang X,Liu C,et al. The de-industrialization, re-suburbanization and health risks of brownfield land reuse: Case study of a toxic soil event in Changzhou, China [J]. Land Use Policy, 2018,74:187-194.

[16] 王海庆,武明德,刘琼,等. 山西某地矿业开发占用土地状况遥感监测[J]. 国土资源遥感,2018,30(1):116-120. doi:10.6046/gtzyyg. 2018. 01. 16.  
Wang H Q,Wu M D,Liu Q,et al. Remote sensing monitoring of mining land in a certain area of Shanxi Province[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2018,30(1):116-120. doi:10.6046/gtzyyg. 2018. 01. 16.

Remote sensing – based monitoring of the treatment and redevelopment of the brownfields: A case study of brownfields in the risk control and rehabilitation list of Zhejiang Province

TONG Jing<sup>1</sup>, YANG Jinzhong<sup>1</sup>, DU Xin<sup>2</sup>, DU Xiaomin<sup>1</sup>, LI Chunbo<sup>2</sup>, AN Na<sup>1</sup>

(1. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Natural Resources, Beijing 100083, China; 2. School of Land Science and Technology, China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083, China)

**Abstract:** This study aims to further tap the remote sensing monitoring technique in monitoring the current land use of brownfields, including risk control, soil remediation, and development and construction. Firstly, this study selected 98 brownfields of Zhejiang Province that have been included in the risk control and remediation list in the national contaminated soil information management system. Then, using images of the historical period and the monitoring period from the domestic high-resolution remote sensing satellite, this study conducted the remote sensing monitoring of changes in land use through image processing and human-computer interactive interpretation on the ArcGIS platform. Finally, this study made statistics of the monitoring results by combining the reports on the surveys, risk assessment, and control and remediation effects of the brownfields, as well as the attribute information of the brownfields. The results show that the monitoring based on the remote sensing technique can be used to quickly identify the implementation of risk control, soil remediation, and development and construction of the brownfields and timely grasp the current status, dynamic trends, and issues of the use of brownfields included in the risk control and rehabilitation list. This study will provide technical support and bases for relevant public departments to carry out the access management of the redevelopment of brownfields.

**Keywords:** brownfield; risk control and remediation; redevelopment; remote sensing monitoring

(责任编辑:李瑜)