DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2022.01.011
引用格式:王冲,陈国光,张景,等.福建省南安市废弃矿山修复时序安排[J].华东地质,2022,43(1):102-112.(WANG C, CHEN G G, ZHANG J, et al. Timing sequence arrangement for abandoned mine restoration in Nan'an City, Fujian Province [J]. East China Geology, 2022, 43(1): 102-112.)

福建省南安市废弃矿山修复时序安排

王 冲[1],陈国光[1],张 景[1],张定源[1],谢志强[2],吴佳瑜[1],王尚晓[1]
(1.中国地质调查局南京地质调查中心,江苏 南京 210016;2.福建省闽北地质大队,福建 邵武 354000)

摘要:通过对南安市废弃矿山的遥感影像资料解译和实地调查,发现南安市废弃矿山损毁的土地多达945处,多数具有破坏强度大、面积广的特点,给当地生态环境造成了极大的负面影响。为了合理安排地方资源在矿山生态修复工作中的配置,根据南安市废弃矿山的特点及其造成的主要危害,遵循"生态优先、安全优先、自然恢复优先"原则,从自然恢复能力、地质安全、对流域的环境影响、视觉污染多个维度对废弃矿山进行了修复时序评价,为南安市的废弃矿山生态修复工作提供参考。

关键词:废弃矿山;生态修复;自然恢复;修复时序
中图分类号: **文献标识码**:A **文章编号**:2096-1871(2022)01-102-11

福建省南安市是我国石材矿主要的开采基地之一,其石材的开采历史可追溯至清朝。改革开放以来进入开发高潮,2000年前后达到最高峰,开采矿点多达数百个[1]。石材产业高速发展的同时也给当地的自然环境造成了极大的破坏,导致山体植被破坏殆尽、生物多样性降低、水源涵养能力不足,并且矿山开采造成的"白化"山体严重影响自然景观。矿山开采造成山体破坏可能引发崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害,直接威胁人类生命财产的安全[2-5]。南安市废弃矿山对地表破坏强度大、破坏面积广、治理难度大,需要投入大量的人力物力财力,前人对废弃矿山的研究多集中在矿山环境污染、土壤修复、矿山复垦方向以及矿山修复工程手段等方面,但是对于废弃矿山的环境危害程度和矿山生态修复的轻重缓急研究甚少。本文基于对南安市废弃矿山的详细调查,分析矿山环境地质问题,依据生态安全、地质安全、自然恢复能力、对流域的环境影响、视觉污染等因素,提出南安废弃矿山修复时序。

1 研究区概况

1.1 地形地貌概况

南安市位于福建省东南部沿海,地处晋江中游,东接洛江、丰泽、鲤城区,西临安溪县,北联永春县,北东与仙游县接壤,南东与晋江市毗邻,西南与厦门市同安、翔安区交界,南部与金门县、台湾省隔海相望,属于低山丘陵地貌[6],面积2 036 km^2。地势北西高、南东低,北部属戴云山脉南东坡的低山丘陵,海拔500~1 000 m,向南东逐渐过渡为丘陵和滨海台地,形成梯降态势的阶梯状地貌。境内最高峰为翔云镇与安溪、同安交界处的云顶山,次为东田镇芹山和北部五台山的西台,海拔最低位于南部石井滨海一带。

1.2 地质矿产概况

南安市地处欧亚板块东南缘,濒临太平洋板块,为环太平洋大陆边缘构造活动带的一部分,市域范围主体位于永安—晋江NW向断裂带的交切部位和平潭—东山剪切构造带内,广泛发育中生代火山岩、侵入岩,为中国东南沿海中生代岩浆岩带的重要组成部分。

区内地层出露较简单,主要有晚侏罗世南园组和第四纪晚更新世龙海组、全新世长乐组堆积层[7]。南园组为一套晚侏罗世中酸性-酸性火山岩地层,在工作区广泛分布,是建筑石料的主要开采对象之一。区

*收稿日期:2021-08-07 修订日期:2021-12-17 责任编辑:叶海敏
基金项目:中国地质调查局"福建省资源环境承载能力综合调查评价(编号:DD20190301)"项目资助。
第一作者简介:王冲,1984年生,男,工程师,硕士,主要从事矿山环境地质研究。Email:21474915@qq.com。

内侵入岩分布较广，约占全区面积的 19.82%，岩性复杂，有中性、中酸性、酸性等，以燕山中—晚期中酸性-酸性石英闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩和正长花岗岩组合为主，是饰面石材矿的主要开采对象[8]。

截至 2015 年底，南安市已发现矿产 33 种，矿产地 306 处，列入省资源储量表的矿产地 16 处，优势矿产有饰面、工艺石材（花岗岩、闪长岩、辉绿岩）、建筑石料（花岗岩、凝灰岩），具有潜力的矿产有钨钼铋、铅锌、矿泉水、地下热水以及海域的石英砂、重砂等[9]。已开发利用矿产有饰面用花岗岩（含闪长岩）、工艺用（含雕刻、饰面用）辉绿岩、建筑用花岗岩（含凝灰岩）、陶瓷土（瓷石）、高岭土等 5 种。

目前，饰面石材矿山大多数处于关停状态，仅有极少量的普通建筑用石料矿山处于开采状态，分布在丰州、官桥、洪濑、仑苍、诗山、罗东等乡镇。

1.3　采矿损毁压占土地情况

在充分掌握工作区地质背景和矿产资源分布的基础上，利用最新遥感影像[10]，精度 0.5 m，采用计算机自动分类和人工解译相结合的方法获取废弃矿山地质环境的损毁情况信息，并经野外实地查证，南安市矿山主要有丰州、官桥、石井 3 个集中开采区，开采的矿种为花岗岩饰面石材、凝灰岩（花岗岩）石料、高岭土以及砖瓦用黏土等（表 1）。损毁压占土地共有 945 处，总面积 28.41 km^2，主要包括矿山露天采场、中转场占地、矿山建筑占地、废渣堆 4 种占地类型，其中面积最大的是废弃矿山露天采场，面积 16.63 km^2，占总损毁面积 58.53%；其次是中转场占地 7.29 km^2，占总损毁面积 25.66%；废渣堆 3.2 km^2，占总损毁面积 13.4%；矿山建筑占地 1.28 km^2，占总损毁面积的 2.39%（图 1）。

表 1　典型矿山地质环境损毁类型遥感解译特征

Table 1　Remote sensing interpretation on geological environmental destructive types of typical mines

占地类型	解译特征	遥感影像
石料矿山露天采场（废弃）	从影像纹理观察，露天采场斑块与周边地区基面的色相、纹理差异显著。地貌上表现出比周围地形要低，开采面区别于一般的裸露土地，露大采场色调总体显浅褐色，夹灰绿色色块、棕色色斑。边坡显示阶梯状弧形、环形纹理，密集清晰，尤以阴坡更为醒目。在边坡的某些地段，密集的弧形纹理旁侧还伴有弃土排放的痕迹，反映该段边坡经过削坡治理	
板材矿山露天采场（废弃）	停采面色调较为深暗，对于切割山体的饰面用花岗岩矿山，其废弃采场多有雨水积蓄，表面长有杂草	
中转场占地	可见铁架子等基础设施，某些石材中转场堆积的长方体石材和搬运设备清晰可见，色调较亮	
矿山建筑占地	矿区内的住宅小区和采矿附属设施	
废渣堆	废弃物没有植被覆盖，原始地形有显著的改变，在遥感影像图上与周边丘陵林地区别明显。在影像图上，废石场呈现灰褐色，形态清楚，倒石锥微地貌位于排土平台周边，顶部平坦，边部扇形纹理十分清晰，向阳一侧色阶较浅，背阴一侧阴影明显。不同层次的倒石锥相互叠置，高层倒石锥明显压盖低层排土平台和倒石锥，两者界线分明	

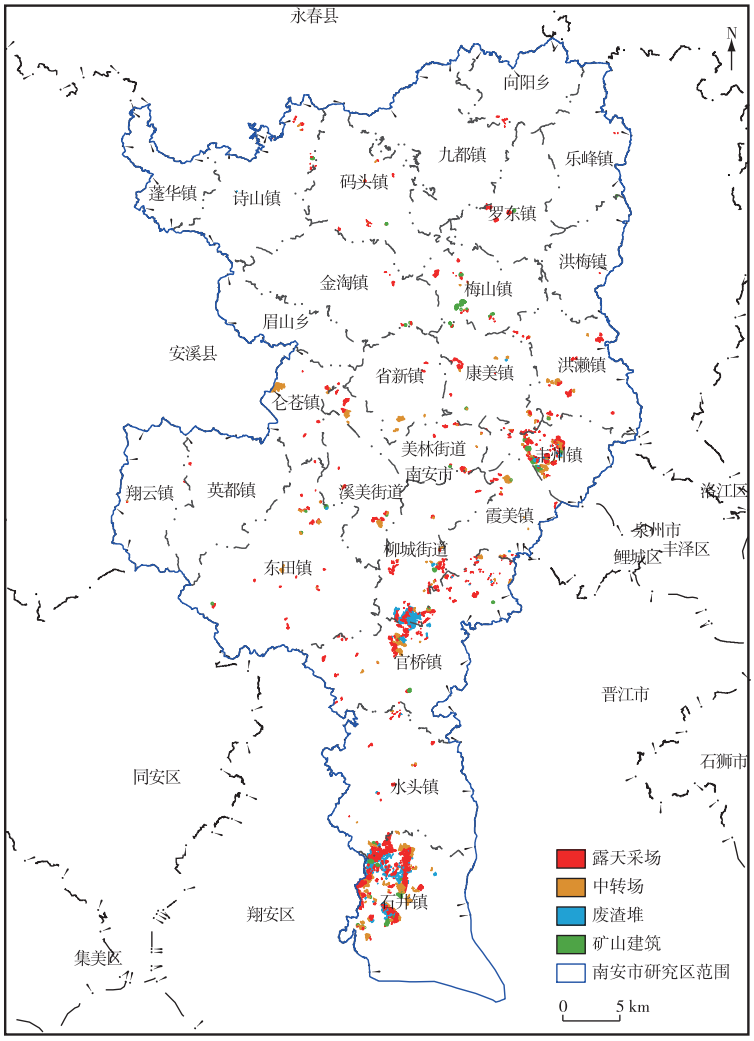

图 1 南安市废弃矿山占地类型分布图

Fig. 1 Distribution of land occupation types of abandoned mines in Nan'an City

2 矿山地质环境问题

南安矿山开采造成的环境问题主要有地形地貌景观破坏、土地资源破坏、诱发地质灾害和水土流失等。

2.1 地形地貌景观破坏

采矿活动改变了原有的地形地貌特征，造成山体破损、岩石裸露、植被破坏等景观退化现象，以饰面石材矿开采为主的 4 个矿区，后壁山、风鼓山采坑数量有 50 余个，土地损毁比例超过 80%，牛贵山、蔡仔山采坑数量达到 100 多个，其中牛贵山土地损毁比例也超过 80%，蔡仔山更是高达 95%，地表千疮百孔，导致了严重的景观污染。景观的生态整体性和生物多样性遭受破坏，景观结构破碎化，景观功能受损，生态风险增大，审美价值降低[11-12]，原来的绿水青山变得斑驳陆离。

2.2 土地资源破坏

由于缺少科学规划，导致无序开采，资源利用率极其低下，对土地的破坏极其严重，数百处废弃采石场，大部分开采面裸露面积较大，地表土壤层剥离殆尽。中转场、废石渣到处堆放，侵吞占用耕地、园地和其他土地的现象十分严重。全市因采石（采矿）而破坏的土地资源 28.41 km^2，占全市总面积 1.4%，其中不少土地原为林地、园地和耕地。毁地面积＞0.01 km^2 的凝灰岩、花岗岩采场有 106 处；毁地面积＞0.01 km^2 的饰面花岗岩板材采坑有 93 处。

2.3　地质灾害

矿山开采严重破坏了地表植被，形成大量的高陡边坡，采面陡峭，局部直立，多处采场顶部孤石悬挂，石壁、石墙林立，发生崩塌、滑坡等各类地质灾害的风险极大。本次矿山环境地质调查发现南安市矿山地质灾害点 191 处，其中 68 处为饰面花岗岩石材深坑形成的高陡边坡，54 处为凝灰岩（花岗岩）石料开采形成的不稳定斜坡，另有 35 处滑坡点和 34 处崩塌点（图 2）。

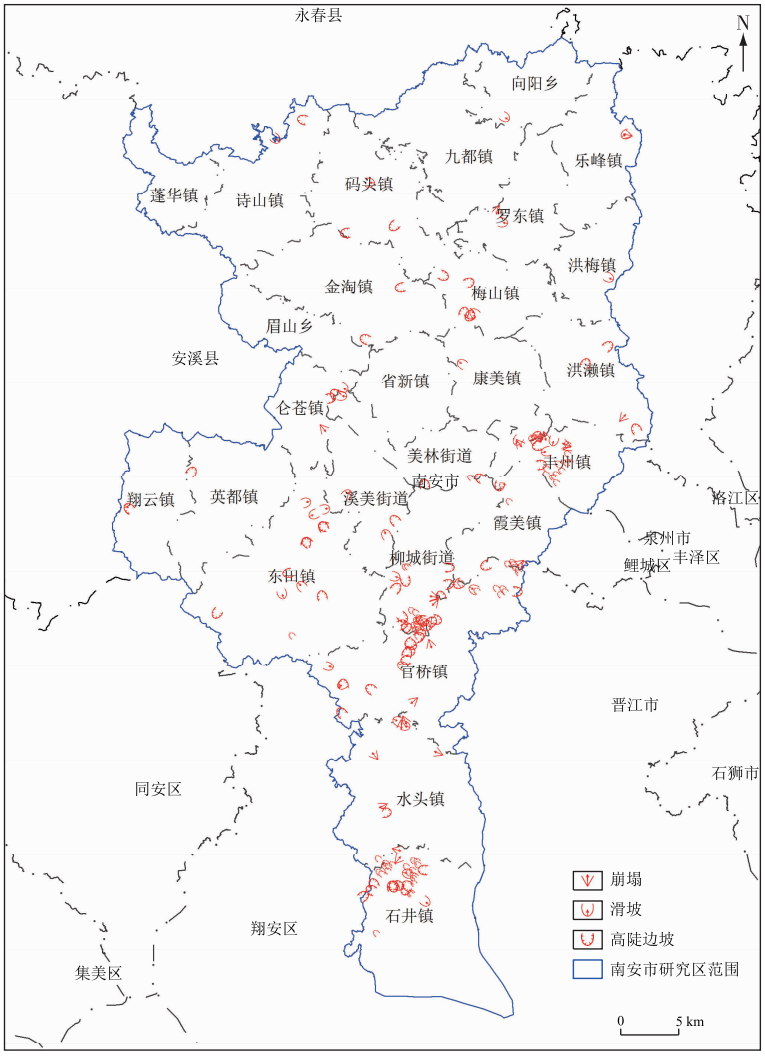

图 2　南安市废弃矿山地质灾害分布图

Fig. 2　Geological hazard distribution of abandoned mines in Nan'an City

2.4　水土流失

矿山开采造成了水土流失，导致部分土地退化，河道不同程度淤积，在南安南部的寿溪流域表现最为明显。本次废弃矿山环境地质调查选取了南安市南部的石井江流域作为 1∶5万区域环境地质调查的对象，主要工作内容为调查与矿山开采相关的水土流失、河道淤积问题，此流域矿山开采活动最为频繁，人口密集，经济发展程度较高，包括九十九溪、九十九双溪、大盈河、寿溪 4 个次级流域。调查显示，寿溪流域存在明显水土流失的矿山有 16 处，造成了寿溪河道的严重淤积，花岗岩质废渣、泥沙淤积点 13 处，淤积总长度达 742 m，占寿溪河流总长度的 6.52%。

3　生态修复基本原则

矿山生态修复要针对矿产资源开发利用方式以及产生的主要生态环境问题做科学规划与合理布局，提出生态环境保护与恢复治理的主要措施，及时治理受损的生态环境，最大限度地减少因矿产

资源开发利用造成的危害，促进矿产资源开发与社会经济的可持续发展。根据我国部分省市发布的废弃矿山治理的文件要求，本文认为对于废弃矿山的生态修复遵循以下基本原则。

(1)坚持山水林田湖草生命共同体理念，尊重自然、保护自然，充分考虑区域生态特点和社会经济发展需求，合理确定生态修复目标。

(2)生态优先、保护优先、自然恢复优先的原则。遵循“保证生态安全、突出生态功能、兼顾生态景观”的秩序，坚持自然恢复优先，人工修复为辅，避免对生态系统造成新的破坏。

(3)全面部署、突出重点的原则。遵循以维护和提升区域生态系统服务功能为核心，以环城绿带、河流水系廊道等重点生态功能区块的废弃矿山作为生态修复重点，兼顾其它区域的废弃矿山生态环境修复。

(4)分期实施，注重实效。根据轻重缓急和地方经济发展水平，优先安排矿山生态环境问题突出，对人民群众生活影响较大的废弃矿山生态修复工程。以消除地质灾害隐患、治理水土流失、恢复自然面貌为重点，统筹实施工程修复、植被修复等各类工程。

4 生态修复时序安排

根据南安市废弃矿山生态修复的基本原则，从自然恢复能力、地质灾害危险性、流域环境影响、主要道路矿山可视性 4 个维度对 945 处废弃矿山损毁点提出修复时序安排。水、土、生物条件好的矿山作为自然恢复能力强的目标，让其自然恢复(图 3)；水、土、生物条件差的采取人工干预的方式进行修复，

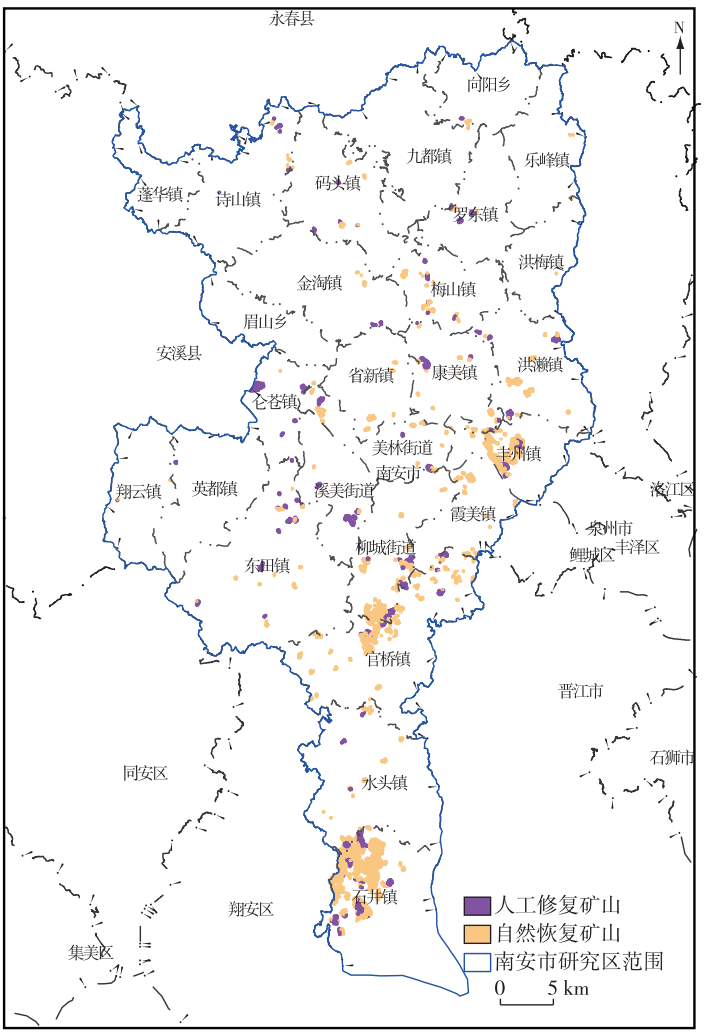

图 3 南安市自然恢复废弃矿山用地分布图

Fig. 3 Distribution of natural restoration of abandoned mines in Nan'an City

地质安全性差且距离居民点较近的优先修复，造成严重水土流失、对市民生活影响较大的矿山次级优先修复，对市民生活无明显影响，存在视觉污染的后期修复。

4.1　自然恢复能力

自然恢复的基础是水、土和生物条件[13-14]，因此选取生物多样性、水源涵养功能、土体厚度作为评价矿山自我恢复能力的指标，生物多样性、水源涵养功能数据来源于 2019 年度福建省资源环境承载能力与国土空间适宜性评价成果[15]，土体厚度数据来源于本次矿山实地调查。将水源涵养功能强，生物多样性丰富，土体厚度大的矿山土地视为可自然恢复的矿山，取水源涵养功能重要性中高等级、生物多样性维护功能高等级和矿山土体厚度高值区做叠加分析，作为自然恢复能力强的等级。评价结果为 807 处矿山土地水、土、生物条件好，建议自然恢复；138 处矿山水、土、生物条件差，需人工干预来完成生态修复工作（图 3）。

4.2　地质安全性

南安市经济发达，人口基数大，尤其在人员密集且采矿活动频繁的东南部，造成矿山危急、危害市民生命财产安全的情况时有发生，因此矿山治理显得极为重要。为此以南安市第三次全国国土调查成果数据[16]中的居民点为基点，提取出位于主要居民点 200 m 范围内、存在地质灾害的矿山土地 85 处进行优先治理（图 4）。

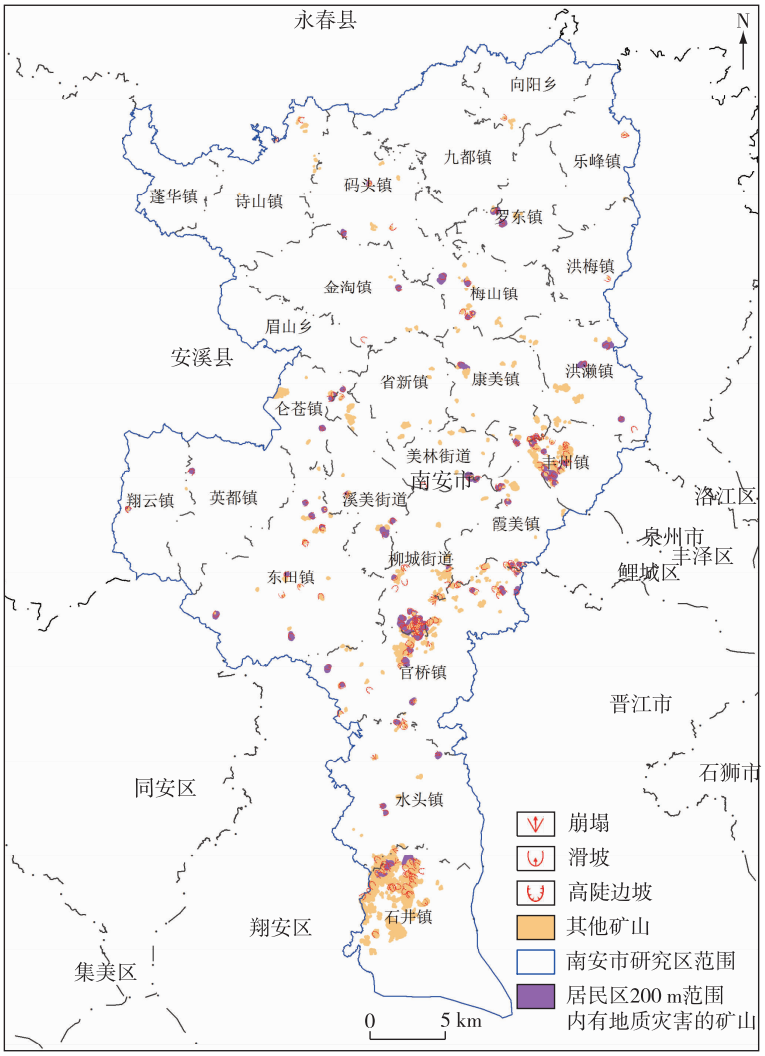

图 4　南安市居民点 200 m 内有地质灾害的废弃矿山用地分布图

Fig. 4　Distribution of abandoned mines with geological hazard within 200 m of residential areas in Nan'an City

4.3 流域环境地质影响

南安市最南部的寿溪流域的河道淤积最为严重，流域上游的石材矿山开采造成的水土流失是淤积物质的主要来源，下游河道两侧的板材加工加重了河道的淤积。河道淤积造成水质恶化，且范围较广，特别对于石井镇环境质量影响较大。石井镇经济较为发达，人口密集，石井江流域内矿山损毁土地共计 296 处(图 5)。

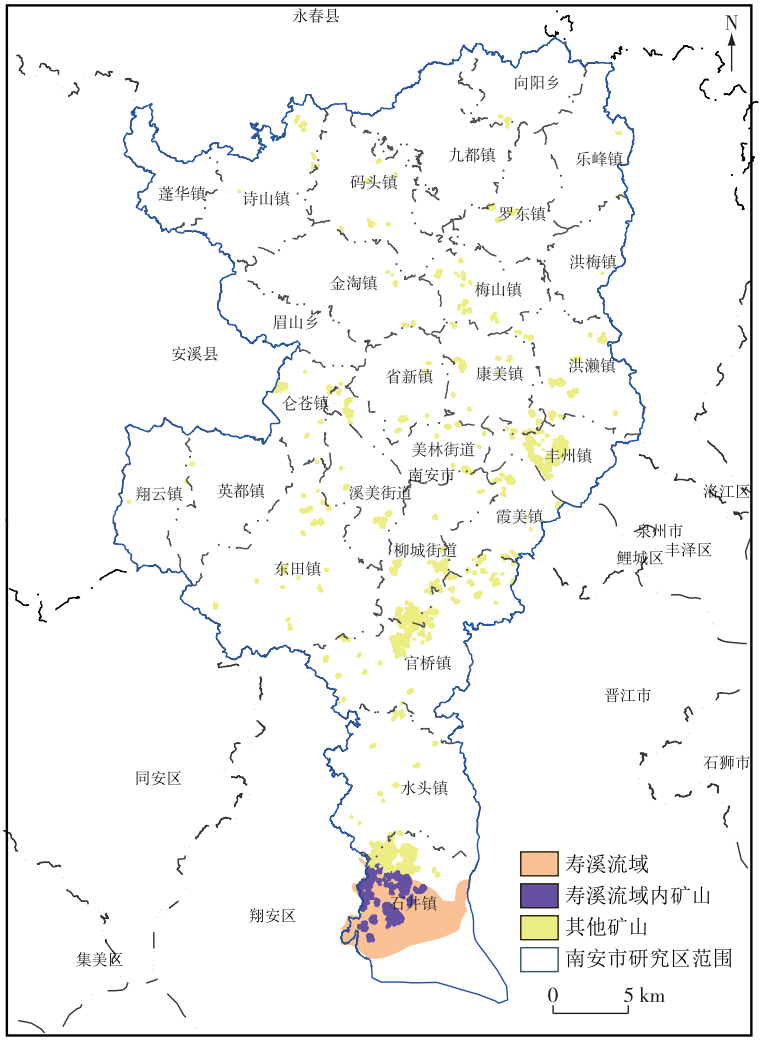

图 5 寿溪流域内废弃矿山用地分布图

Fig. 5 Distribution of abandoned mine land in Shouxi watershed

4.4 主要道路和居民点对矿山的可视域分析

可视域分析即通视分析，是指以某一点为观察点研究某一区域通视情况的地形分析，它有着广泛的应用前景，如森林中火灾监测点的设定，观察哨所的设定，无线发射塔的设定等。可视域分析是通过分析数字高程模型(DEM)数据中每个单元的高程值来确定到某些特定位置（视点）的可见性[17-19]。

南安石材(料)矿山开采造成了山体的大面积缺失，这些采场(坑)对地形地貌、植被、生态破坏较大，同时采空区形成的“白化”山体与周围苍绿的植被形成巨大的反差，造成了较强的视觉冲击，即俗称的视觉污染。对此，我们利用 ArcGIS 可视域分析，首先根据南安市交通信息图[20]和南安市第三次全国国土调查成果数据[16]提取了南安市境内的主要道路，包括高速、国道、省道、城镇居民点，然后以主要道路和居名点作为基点，利用南安市 DEM 数据对矿山用地作可视范围的分析，分析结果如图 6 所示。

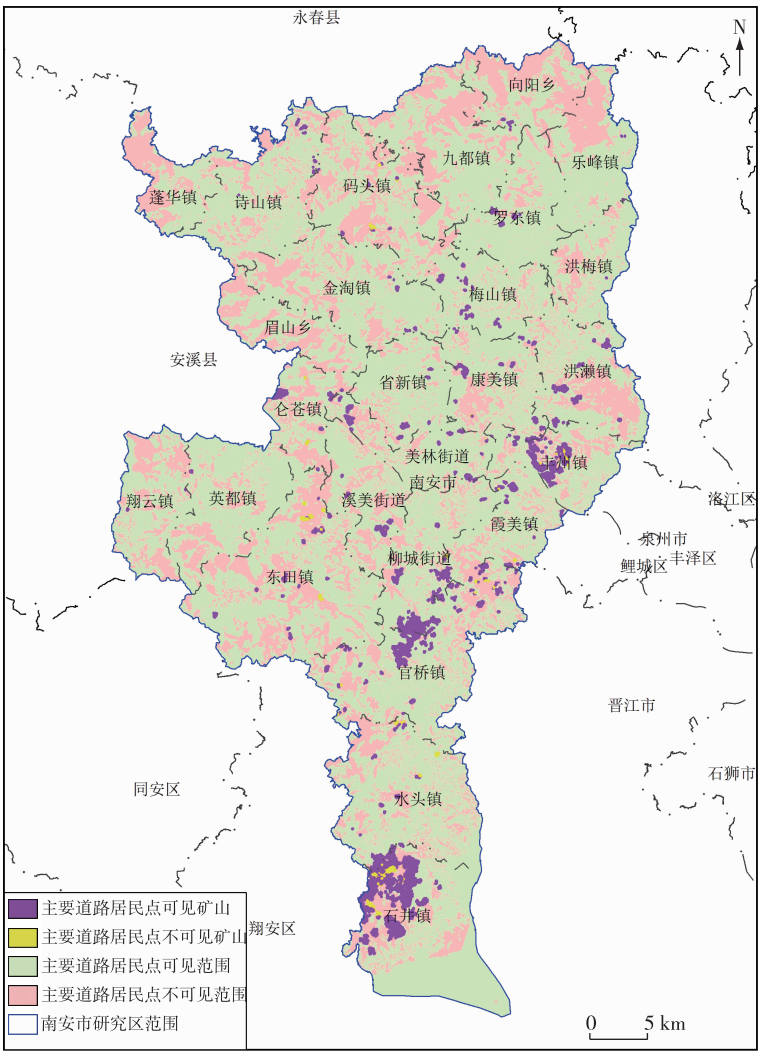

图 6　南安市主要道路居民点可见范围内废弃矿山用地分布图

Fig. 6　Distribution of abandoned mine land within visible range of main roads and settlements in Nan'an City

南安市主要道路和城镇居名点可视范围内的矿山占地 839 处，不可视范围内的矿山占地 106 处。

4.5　生态修复时序安排

根据以上 4 个维度的评价后，南安市 945 处矿山损毁土地的生态修复时序如图 7 所示。

(1)地质安全性差且距离居民点较近的矿山用地 22 处。

(2)造成严重水土流失，对市民生活影响较大的矿山用地 16 处。

(3)对市民生活无明显影响，存在视觉污染可后期修复的矿山用地 100 处。

(4)自然恢复矿山用地 807 处。

5　结论

(1)南安市废弃矿山毁地占地多达 945 处，面积 28.41 km^2，具有破坏强度大、面积广的特点，需要进行科学有序治理修复。

(2)废弃矿山生态修复必须在全面开展矿山地质环境调查及南安市资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价的基础上，结合地方经济社会发展现状与需求，开展废弃矿山的自然恢复力、地质安全性、流域环境地质影响以及视觉污染等多方面综合评价。根据全域多要素评价结果，排出废弃矿山生态修复时序，有序安排生态修复工程。

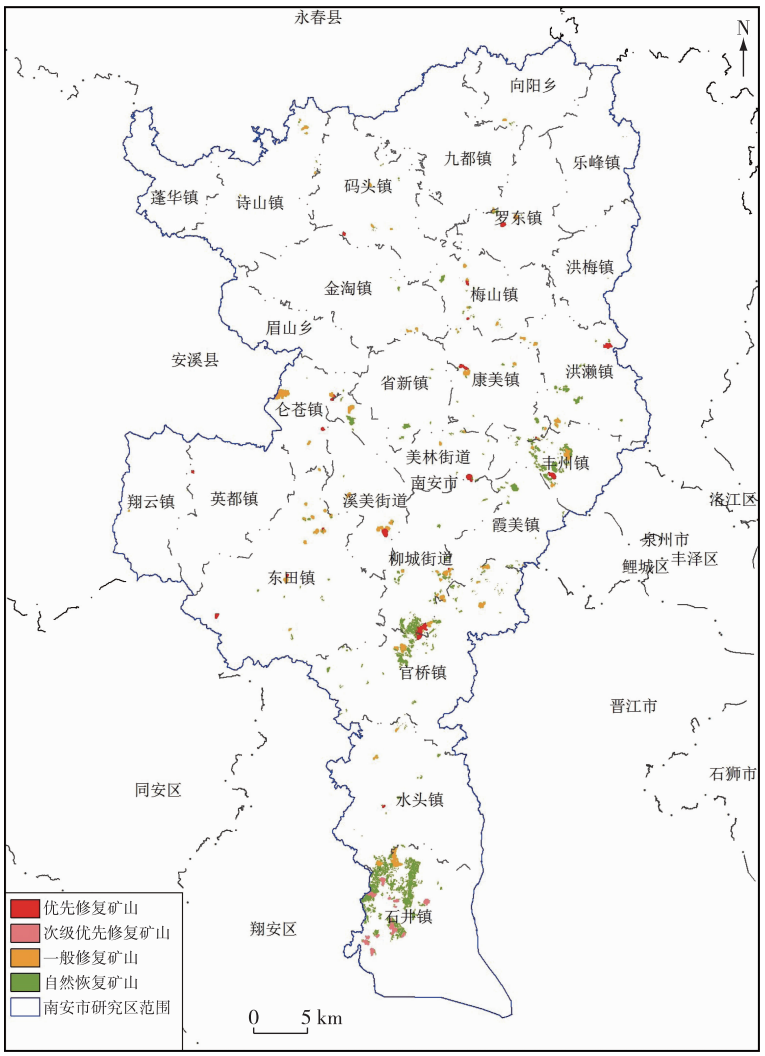

图 7 南安市废弃矿山用地修复时序建议图

Fig. 7 Suggestion for the restoration of abandoned mine land in Nan'an City

(3)根据地质安全性差且距离居民点较近的优先修复,造成严重水土流失、对市民生活影响较大的矿山次级优先修复,对市民生活无明显影响、存在视觉污染的后期修复,水、土、生物条件好的矿山自然恢复的原则,优先修复矿山 22 处,次级优先修复矿山 16 处,一般修复矿山 100 处,自然恢复矿山 807 处。

参考文献

[1] 黄润雄.南安市石井饰面石材矿山土地损毁特征及其复垦最佳方向探讨[J].能源与环境,2014(2):68-71.
HUANG R X. Discussion on land destruction characteristics and best reclamation direction of shijing facing stone mine in Nan'an City[J]. Energy and Environment,2014(2):68-71.

[2] 赵永久.矿山环境地质灾害问题及其勘查方法[J].地质灾害与环境保护,2008,19(2):104-108.
ZHAO Y J. Problems and exploration methods of environmental geological disasters in Mines [J]. Geological hazards and environmental protection, 2008,19(2):104-108.

[3] 何芳,徐友宁,乔冈,等.中国矿山地质灾害分布特征[J].地质通报,2012,31(2-3):476-485.
HE F, XU Y N, QIAO G, et al. Distribution characteristics of mine geological hazards in China[J]. Geological Bulletin,2012,31(2/3):476-485.

[4] 张紫文,黎夏倩.矿山地质灾害主要类型及防治措施分析[J].中国金属通报,2019(11):294-295.
ZHANG Z W, LI X Q. Analysis of main types and

prevention measures of mine geological disasters[J]. China Metal Bulletin，2019(11)：294-295.

[5] 陈哲锋，吴静，郭玉斌，等. 层次分析与模糊数学综合评价法在矿山环境评价中的应用[J]. 华东地质，2018，39(4)：305-310.
CHEN Z F，WU J，GUO Y B，et al. Application of ahp and Fuzzy mathematics comprehensive evaluation method in mine environmental evaluation[J]. East China Geology，2018，39(4)：305-310.

[6] 黄毓明.福建南安市地质灾害特征及防治对策[J].中国地质灾害与防治学报，2004，15(2)：121-124.
HUANG Y M. Characteristics and countermeasures of geological hazards in Nan'an city，Fujian Province[J]. Chinese Journal of Geological Hazard and Control，2004，15(2)：121-124.

[7] 黄文明.福建南安向阳绢云母矿地质特征及成因探讨[J].福建地质，2007，27(1)：13-18.
HUANG W M. Geological characteristics and genesis of Xiangyang sericite deposit in Nan'an，Fujian Province[J]. Fujian Geology，2007，27(1)：13-18.

[8] 何志锦.泉州市石材矿山采场特征与石壁复绿治理[J].能源环境保护，2016，30(6)：28-31.
HE Z B. Stope characteristics and green treatment of stone wall in Quanzhou Stone mine[J]. Energy and Environmental Protection，2016，30(6)：28-31.

[9] 南安市人民政府.关于印发《南安市矿产资源总体规划(2016-2020年)》的通知(南政办[2019]39号)[EB/OL].(2019-04-01)[2019-04-09].http://www.nanan.gov.cn/zwgk/zfxxgkzl/zfxxgkml/ghjh/201904/t20190408_1491994.htm.
Nan'an Municipal People's Government. Notice on Issuing the "Nan'an City Mineral Resources Master Plan (2016-2020)"[EB/OL].(2019-04-01)[2019-04-09]. http://www.nanan.gov.cn/zwgk/zfxxgkzl/zfxxgkml/ghjh/201904/t20190408_1491994.htm.

[10] 南安市自然资源局.南安市遥感影像数据[DB/CD].南安市：南安市自然资源局信息中心，2020.
Nan'an Natural Resources Bureau. Remote sensing image data of Nan'an City[DB/CD]. Nan'an：Information Center of Nan'an Natural Resources Bureau，2020.

[11] 王希智.矿山景观生态恢复方法探讨——以福建南安杨子山为例[J].工程技术与应用，2019，4(2)：60-61.
WANG X Z. Discussion on ecological restoration methods of mine landscape—a case study of Yangzi Mountain in Nan'an，Fujian Province[J]. Engineering Technology and Application，2019，4(2)：60-61.

[12] 刘德成，李玉倩，刘学贤，等.废弃矿山环境治理的景观再造研究——以玉田县某采石场为例[J].化工矿产地质，2021，43(1)：54-58.
LIU D C，LI Y Q，LIU X X，et al. Study on landscape reconstruction for environmental management of abandoned mines—a case study of a quarry in Yutian County[J]. Chemical Mineral Geology，2021，43(1)：54-58.

[13] 林春明.矿山废弃地3种人工植被恢复模式土壤水源涵养特征[J].水土保持通报，2015，35(5)：296-308.
LIN C M. Characteristics of soil water conservation in three restoration models of artificial vegetation in abandoned mines[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation，2015，35(5)：296-308.

[14] 叶艳妹，陈莎，边微，等.基于恢复生态学的泰山地区"山水林田湖草"生态修复研究[J].生态学报，2019，39(23)：8878-8885.
YE Y M，CHEN S，BIAN W，et al. Ecological restoration of mountains，rivers，forests，fields，lakes and grass in Taishan Region based on restoration ecology[J]. Acta Ecologica Sinica，2019，39(23)：8878-8885.

[15] 张定源，陈国光，张景，等.福建省资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价报告[R].南京：中国地质调查局南京地质调查中心，2020：9-19.
ZHANG D Y，CHEN G G，ZHANG J，et al. Evaluation report of resource and environment carrying capacity and territorial space development suitability in Fujian Province[R]. Nanjing：Nanjing Center，China Geological Survey，2020：9-19.

[16] 福建省自然资源厅.第三次全国国土调查成果数据[DB/CD].福州：福建省基础地理信息中心，2019.
Fujian Provincial Department of Natural Resources. Results data of the third national land survey[DB/CD]. Fuzhou：Fujian Provincial Basic Geographic Information Center，2019.

[17] 王佳谬，张贵，肖化顺.ArcGIS可视域分析在瞭望台管理中的应用[J].湖南林业科技，2005，32(2)：24-26.
WANG J M，ZHANG G，XIAO H S. Application of ArcGIS horizon analysis in observatory management[J]. Hunan Forestry Science and Technology，2005，32(2)：24-26.

[18] 亢晓丽，亢晓琛.大规模DEM数据并行可视域分析算法研究[J].计算机测量与控制，2014，22(6)：1970-1972.
KANG X L，KANG X T. Research on parallel horizon analysis algorithm of large scale DEM data[J]. Computer Measurement and Control，2014，

22(6):1970-1972.

[19] 张银涛,郑世伟,何勇清,等.公路沿线森林景观及可视性分析[J].福建林业科技,2019,46(1):70-75.
ZHANG Y T, ZHEN S W, HE Y Q, et al. Forest landscape and visibility analysis along highway[J]. Fujian Forestry Science and Technology,2019,46(1):70-75.

[20] 自然资源部.全国地理信息资源目录服务系统 1:25 万全国基础地理数据库[DB/OL].北京:国家基础地理信息中心,2020.
Ministry of Natural Resources. National geographic information resource catalog service system 1:250 000 national basic geographic database[DB/OL]. Beijing: National Basic Geographic Information Center,2020.

Timing sequence arrangement for abandoned mine restoration in Nan'an City, Fujian Province

WANG Chong[1], CHEN Guoguang[1], ZHANG Jing[1], ZHANG Dingyuan[1], XIE Zhiqiang[2], WU Jiayu[1], WANG Shangxiao[1]

(1.*Nanjing Center, China Geological Survey, Nanjing* 210016, *Jiangsu, China*;
2.*The Northern Geological Party of Fujian Province, Shaowu*, 354000, *Fujian, China*)

Abstract: Through remote sensing image interpretation and field investigation of abandoned mines in Nan'an City, as many as 945 damaged lands in abandoned mines in Nan'an were found, mostly with the characteristics of large destructive intensity and wide area, causing a terrific negative impact on the local ecological environment. In order to rationally allocate local resources for the ecological rehabilitation of mine, according to the characteristics of abandoned mines in Nan'an and their main adverse impacts and the principle of "Priority should be placed in ecology, safety and natural rehabilitation", the rehabilitation sequence of abandoned mines has been evaluated from multiple dimensions including natural recovery capacity, geological safety, environmental impact on the watershed and visual pollution. This study provides reference for ecological rehabilitation of abandoned mine lands in Nan'an City.

Key words: abandoned mines; ecological rehabilitation; natural recovery; timing sequence arrangement