

## 基于“三线一单”的市域生态空间识别研究——以黄山市为例

陈凝, 吴楠\*, 王在高 (安徽省生态环境科学研究院, 安徽合肥 230071)

**摘要** 基于“三线一单”技术指南提出的生态空间识别方法, 选取皖南典型山区市(黄山市)为研究区域, 开展生态空间识别研究。基于生态系统服务功能重要性和生态环境敏感性评价, 叠加校验重点生态保护区, 并统筹考虑区域生态保护及地方合理发展诉求, 识别并明确的黄山市生态空间面积为 7 245.62 km<sup>2</sup>, 占市域面积的 74.84%。

**关键词** “三线一单”; 生态空间识别; 黄山市

**中图分类号** X 826 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2022)11-0060-06

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.11.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

### Ecological Space Identification Based on “Three Lines and One List”—Taking Huangshan City as an Example

CHEN Ning, WU Nan, WANG Zai-gao (Anhui Academy of Environmental Science, Hefei, Anhui 230071)

**Abstract** Based on the ecological space identification method proposed in the “three lines and one list” technical guide, a typical mountainous city in southern Anhui (Huangshan City) was selected as the research area to carry out the research on ecological space identification. Based on the evaluation of the importance of ecosystem service function and ecological environment sensitivity, verified key protection areas, and fully considered regional ecological protection and reasonable development demands, identified and clarified ecological space area of Huangshan City was 7 245.62 km<sup>2</sup>, accounting for 74.84 % of the city area.

**Key words** Three lines and one list; Identification of ecological space; Huangshan City

2017年2月, 中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》<sup>[1]</sup>, 明确了生态空间是具有自然属性、以提供生态服务或生态产品为主体功能的国土空间; 生态保护红线是生态空间中最重要、最核心、最有价值的部分<sup>[2]</sup>, 是维护区域生态安全的最小范围, 必须强制性严格保护。但仅仅依靠严守生态保护红线, 忽略其他一般生态空间的保护, 不能确保区域整体生态系统服务功能的持续稳定发挥。因此, 实现自然生态空间的整体、科学、有效管控, 共同维护区域的生态安全, 就要对生态保护红线、生态空间内生态保护红线之外的其他区域按照“禁止开发”和“限制开发”的尺度实施分区管控<sup>[3-4]</sup>。

目前, 生态保护红线的划定已有明确的技术方法<sup>[5]</sup>, 并且划定和后续评估调整工作已基本告一段落, 红线的监督和管理办法也在加紧制订中。但对于生态空间的界定方法在科研学术界和行政管理界一直未能达成一致<sup>[6-11]</sup>。2017年12月, 原环境保护部颁布了《“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”编制技术指南(试行)》(简称“三线一单”技术指南)<sup>[12]</sup>, 提出了区域生态空间的基本识别方法。

黄山市是安徽省旅游龙头城市和皖南经济中心, 正抢抓长三角一体化发展战略机遇, 加速“融杭接沪”, 谋求高质量发展。作为“八山一水一分田”的典型山区市, 黄山市在长三角的区域功能集中体现在风景、文化、美学等特色资源的开发以及水源涵养、水土保持和生物多样性保育等生态调节功能的保障上<sup>[13]</sup>。自2012年启动实施新安江流域跨省生态补偿试点以来, 黄山市始终把生态保护修复摆在首位, 精准防

治岸上、水上和产业3类污染源, 连年达到补偿条件, 每年向千岛湖输送近70亿m<sup>3</sup>干净水。然而, 受工矿建设、资源开发、城镇扩张等胁迫, 黄山市域内部分区域也存在森林资源、湖泊岸线和湿地被侵占以及局部生态退化等问题。在实现绿水青山向金山银山跨越转身的历史时期, 准确识别黄山市生态空间分布, 配套制定相应的限制开发管控办法, 能为巩固黄山区域生态优势、确保区域生态格局安全提供有力保障, 同时也为正在编制的黄山市国土空间总体规划中“三区三线”的落地提供依据和参考。

## 1 资料与方法

**1.1 研究区概况** 黄山市位于皖、浙、赣三省交界, 地处皖南山区腹地, 辖屯溪、徽州、黄山三区及祁门县、歙县、黟县、休宁县四县, 总面积9 807 km<sup>2</sup>, 总人口约148.9万。市境内山脉纵横, 峰峦密布, 以中、低山地和丘陵为主, 占市域面积的87.1%, 其中黄山山脉自东北向西南绵延, 横贯全市, 水系发达, 以太平湖和新安江为主, 是保障长三角地区饮用水安全的战略水源地(图1)。黄山市气候温润, 四季分明, 植被茂盛, 森林覆盖率达82.9%, 是全国平均水平(21.63%)的3.83倍, 生物资源丰富, 生物多样性、不可替代性指数居华东地区之首, 是我国生物多样性保护优先区域之一。

**1.2 数据来源** 土地利用调查、生态保护红线、永久基本农田、矿业权、城市开发边界、风景名胜区等数据来源于市自然资源和规划局, 其他各类自然保护地、各级开发区范围、饮用水源保护区等数据来自各相关职能部门。生态系统服务功能重要性和生态环境敏感性评价的数据来源见表1。各类数据统一采用2000国家大地坐标系和1985国家高程基准。

## 1.3 技术路线

**1.3.1 生态评估。** 从水源涵养、水土保持和生物多样性维护3个方面进行生态系统服务功能重要性评价; 从水土流失和地质灾害2个方面进行生态环境敏感性评价。识别出生态系统

**基金项目** 黄山市生态环境局委托项目“黄山市‘三线一单’编制”。

**作者简介** 陈凝(1987—), 女, 安徽桐城人, 工程师, 硕士, 从事区域生态规划研究。\*通信作者, 正高级工程师, 博士, 从事区域生态评价研究。

**收稿日期** 2021-11-18

服务功能极重要与重要区和生态环境极敏感与敏感区。

**1.3.2 重点区域校验。**梳理各级各类自然保护地强制性保护的需要以及地方生态空间保护需求。应用 2018 年第二次全国土地调查数据,考虑维护市域森林、草地、湿地和荒地生态系统完整性、稳定性的要求,提取生态用地<sup>[14]</sup>,叠加重点保护区域,并与生态评估结果校验,综合形成全市生态空间本底。

**1.3.3 优化调整。**按照“三条控制线”不交叉、不重叠的原则<sup>[15]</sup>,扣除生态空间本底中的永久基本农田、城镇开发边界、村镇及其周边的耕地和园地、开发区边界和合法的矿业权及战略资源矿产地。再经与各类规划的衔接、部门和地市意见响应、图斑整饰后,与生态保护红线叠加取“并集”,确保所有红线斑块划入生态空间,最终形成黄山市生态空间。技术路线如图 2 所示。

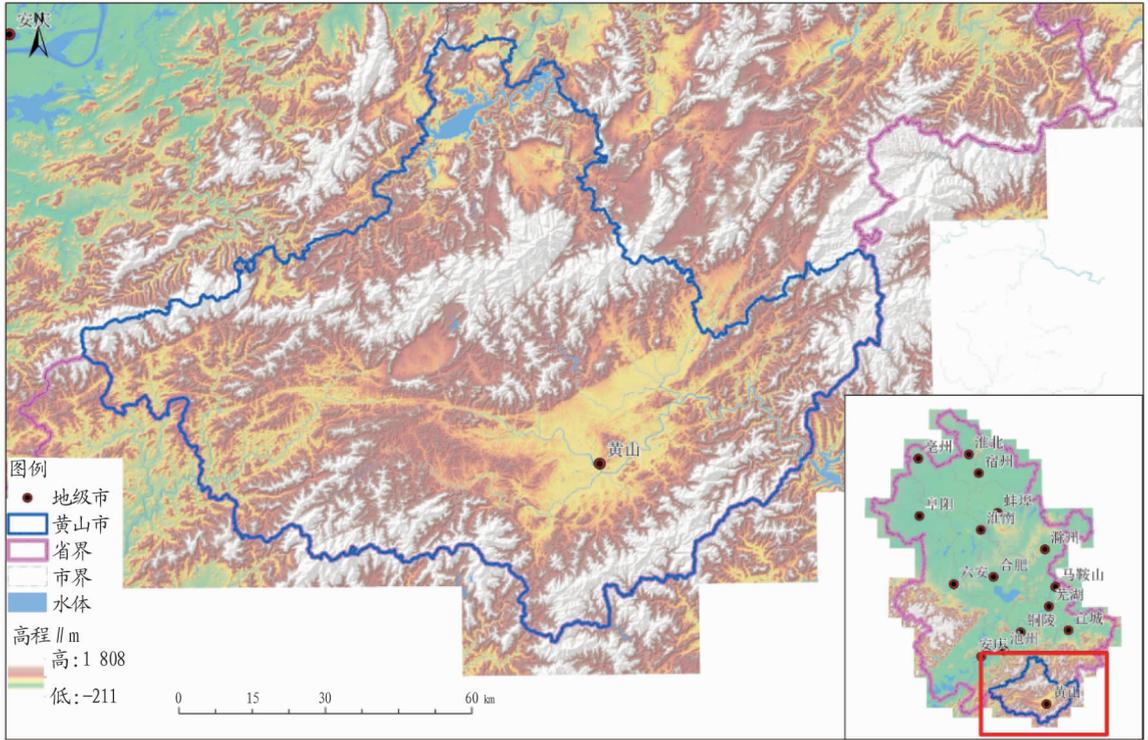


图 1 黄山市位置及高程

Fig. 1 Location and elevation of Huangshan City

表 1 生态系统服务功能重要性和生态环境敏感性评价的数据具体类型、分辨率和数据来源

Table 1 Specific data types, resolutions and data sources of ecosystem services importance and ecological sensitivity evaluation

名称 Name	类型 Type	分辨率 Resolution	数据来源 Data source
NPP 数据集 NPP dataset	栅格	250 m	全国生态状况遥感调查与评估成果数据库
土壤数据集 Soil dataset	栅格	1 km	全国生态环境调查数据库、中国 1:100 万土壤数据库
气象数据集 Meteorological dataset	文本	—	中国气象科学数据共享服务网
高程数据集 Elevation dataset	栅格	30 m	地理空间数据云网站

## 1.4 评估模型和方法

**1.4.1 生态系统服务功能重要性评价。**水源涵养功能以生态系统水源涵养服务能力指数作为评估指标,计算公式如下:

$$WR = NPP_{\text{mean}} \times F_{\text{sic}} \times F_{\text{pre}} \times (1 - F_{\text{slo}}) \quad (1)$$

式中,WR 为生态系统水源涵养服务能力指数,  $NPP_{\text{mean}}$  为多年植被净初级生产力平均值,  $F_{\text{sic}}$  为土壤渗流因子,  $F_{\text{pre}}$  为多年平均降水量因子,  $F_{\text{slo}}$  为坡度因子。

水土保持功能以生态系统水土保持服务能力指数作为评估指标,计算公式如下:

$$S_{\text{pro}} = NPP_{\text{mean}} \times (1 - K) \times (1 - F_{\text{slo}}) \quad (2)$$

式中,  $S_{\text{pro}}$  为水土保持服务能力指数,  $NPP_{\text{mean}}$  为多年植被净初级生产力平均值,  $F_{\text{slo}}$  为坡度因子,  $K$  为土壤可蚀性因子。

生物多样性维护功能以生物多样性维护服务能力指数作为评估指标,计算公式如下:

$$S_{\text{bio}} = NPP_{\text{mean}} \times F_{\text{pre}} \times F_{\text{tem}} \times (1 - F_{\text{alt}}) \quad (3)$$

式中,  $S_{\text{bio}}$  为生物多样性维护服务能力指数,  $NPP_{\text{mean}}$  为多年植被净初级生产力平均值,  $F_{\text{pre}}$  为多年平均降水量,  $F_{\text{tem}}$  为多年平均气温,  $F_{\text{alt}}$  为海拔因子。

**1.4.2 生态环境敏感性评价。**水土流失敏感性主要取决于降雨侵蚀力、土壤可蚀性、坡度坡长和地表植被覆盖等因子,公式如下:

$$SS_i = \sqrt[4]{R_i \times K_i \times LS_i \times C_i} \quad (4)$$

式中,  $SS_i$  为  $i$  空间单元水土流失敏感性指数, 评估因子包括降雨侵蚀力 ( $R_i$ )、土壤可蚀性 ( $K_i$ )、坡长坡度 ( $LS_i$ )、地表植被覆盖 ( $C_i$ )。

地质灾害敏感性通过构建地质灾害敏感性指数进行地

质灾害敏感性评价,公式如下:

$$GS_j = \sqrt[5]{\prod_{i=1}^5 G_i} \quad (5)$$

式中, $GS_j$  为  $j$  空间单元地质灾害发生敏感性指数; $G_i$  为  $i$  因素敏感性等级值。

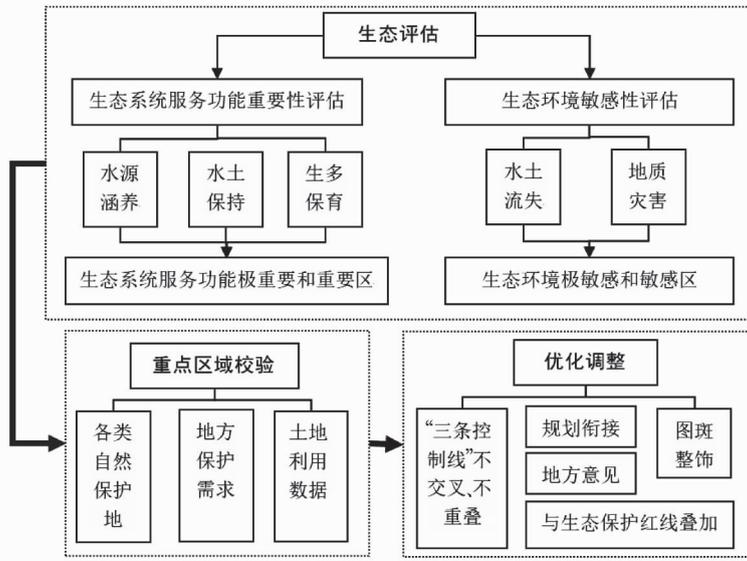


图2 技术路线

Fig.2 Technical route

## 2 结果与分析

### 2.1 生态评估

**2.1.1 生态系统服务功能重要性评估。**水源涵养功能重要性评价结果(表2和图3)显示,极重要地区面积为6493.55 km<sup>2</sup>,占市域面积的67.07%,各区县大量分布,主要是落叶与常绿阔叶林及针叶混交林生态系统;重要地区面积为2676.82 km<sup>2</sup>,占市域面积的27.65%,主要分布在极重要区周边,主要为郁闭度较高的灌丛和覆盖度较高的草-灌丛复合生态系统。水土保持功能重要性评价结果显示,极重要地区面积为1466.26 km<sup>2</sup>,占市域面积的15.15%,主要在休宁县、歙县、黄山区呈现片状分布,祁门县也有零散分布;重

要地区面积为3679.18 km<sup>2</sup>,占市域面积的38.00%,主要分布在祁门县、休宁县、歙县极重要区的周边地区。生物多样性维护功能评价结果显示,极重要地区面积为7004.68 km<sup>2</sup>,占市域面积的72.35%,主要分布在祁门县、休宁县、歙县、徽州区及黄山区北部;重要地区面积2348.22 km<sup>2</sup>,占市域面积的24.26%,主要分布在黄山区、歙县和休宁县;一般重要地区面积328.38 km<sup>2</sup>,占市域面积的3.39%,主要分布在黄山区太平湖区域周边、歙县北部及屯溪城区周边,此等级地区多为水域或城镇建成区,保护物种和有特定意义的生态系统和生境分布较少。

表2 黄山市生态系统服务功能重要性评价结果

Table 2 The evaluation results of ecosystem services importance in Huangshan City

重要性评价 Importance evaluation	水源涵养功能 Water conservation function		水土保持功能 Soil and water conservation function		生物多样性维护功能 Biodiversity maintenance function	
	面积 Area/km <sup>2</sup>	占比 Percentage//%	面积 Area/km <sup>2</sup>	占比 Percentage//%	面积 Area/km <sup>2</sup>	占比 Percentage//%
一般重要 Generally important	510.91	5.28	4535.84	46.85	328.38	3.39
重要 Importance	2676.82	27.65	3679.18	38.00	2348.22	24.26
极重要 Extremely important	6493.55	67.07	1466.26	15.15	7004.68	72.35

**2.1.2 生态环境敏感性评估。**水土流失敏感性评价结果(表3和图4)显示,极敏感地区面积781.57 km<sup>2</sup>,主要分布在歙县和祁门县,其他县区也有零星分布;敏感地区面积7254.99 km<sup>2</sup>,占市域面积的74.94%,在各区县呈片状分布。黄山市降水丰富,山地丘陵密布,局部坡度较大,现状部分地区水土流失较为严重,评价结果与黄山市现状相符。地质灾害敏感性评价结果显示,境内地质灾害发生极敏感地区面积占市域面积的30.52%,敏感区占市域面积的69.25%,极敏感区主要分布在休宁县、歙县和徽州区北部,以及祁门县南部山区,其他县区均有零散分布,评价结果与近年来黄山市

各县区地质灾害隐患点分布情况也基本相符。

**2.2 重点区域校核** 黄山市保护地主要包括各类自然保护地和饮用水水源地。经梳理,黄山市自然保护区共计9个,其中国家级2个,省级7个。自然保护地23处,其中,风景名胜区国家级3处,省级1处;森林公园国家级4个,省级5个;地质公园世界级1个,国家级2个;湿地公园国家级2个,省级1个;水产种质资源保护区国家级3个,省级1个。水源保护区中县级及以上(含备用水源)14个,乡镇级37个(图5)。按照“三线一单”技术指南要求,自然保护区全境、自然保护地的核心范围以及地表水型饮用水水源地一、二级保护

区全部纳入生态空间。

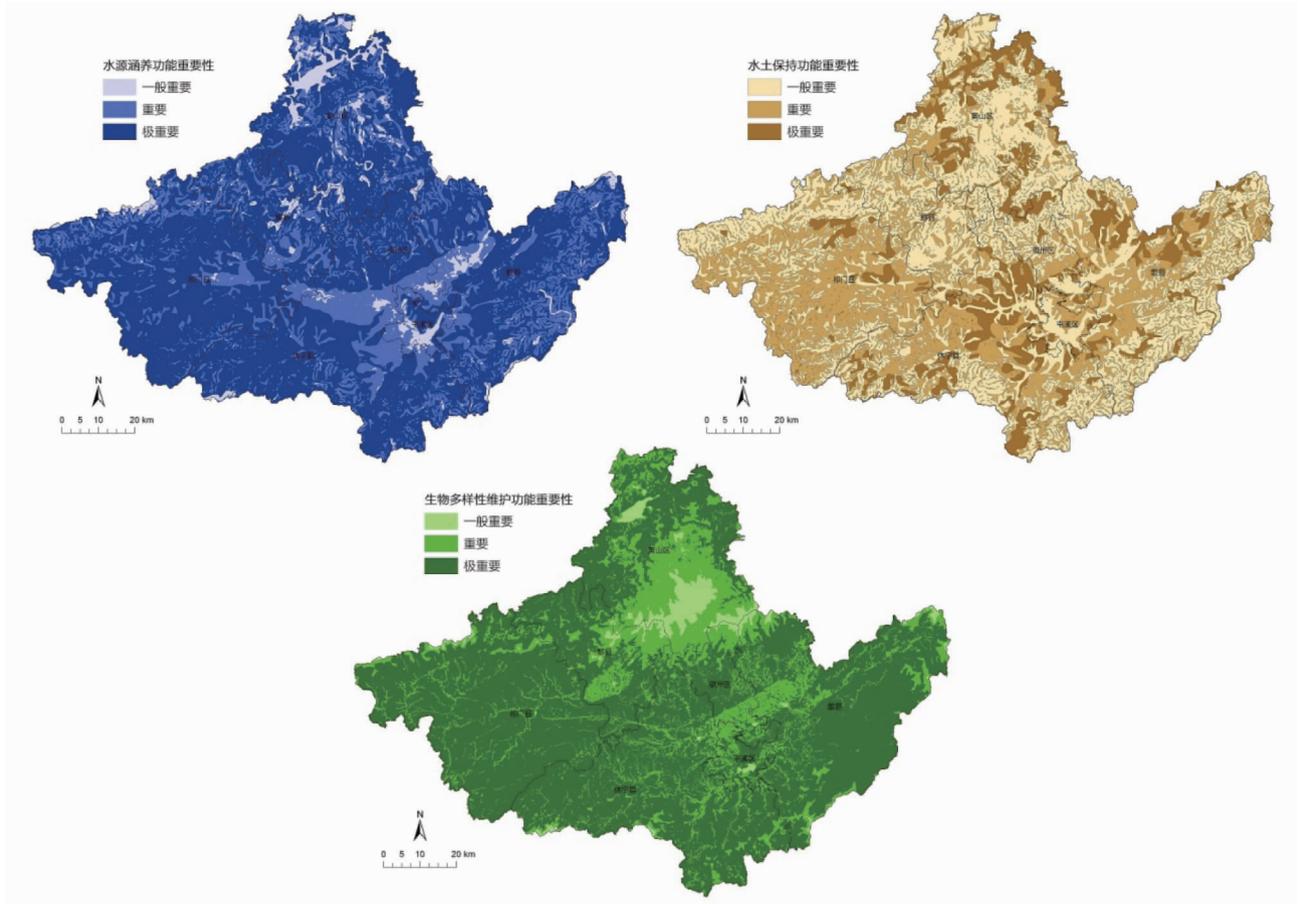


图3 黄山市生态系统服务功能重要性空间分布

Fig.3 Spatial distribution of ecosystem services importance in Huangshan City

表3 黄山市生态环境敏感性评价结果

Table 3 The evaluation results of ecological sensitivity in Huangshan City

敏感性评价 Sensitivity evaluation	水土流失敏感性 Soil loss sensitivity		地质灾害敏感性 Geohazard sensitivity	
	面积 Area/km <sup>2</sup>	占比 Percentage/%	面积 Area/km <sup>2</sup>	占比 Percentage/%
一般敏感 Generally sensitive	1 644. 72	16. 99	22. 22	0. 23
敏感 Sensitive	7 254. 99	74. 94	6 704. 08	69. 25
极敏感 Extremely sensitive	781. 57	8. 07	2 954. 98	30. 52

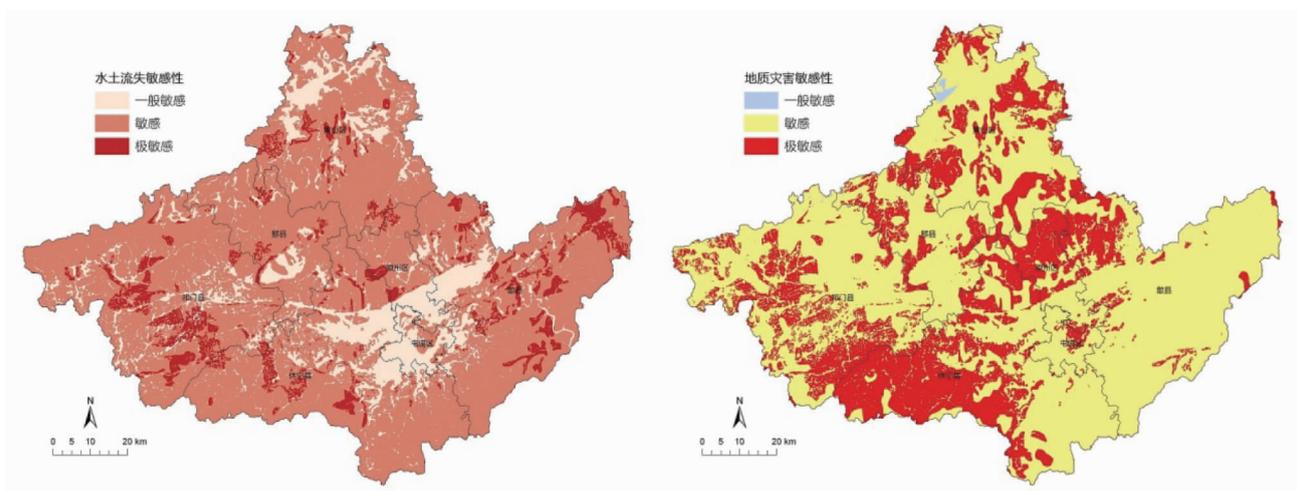


图4 黄山市生态环境敏感性空间分布

Fig.4 Spatial distribution of ecological sensitivity in Huangshan City

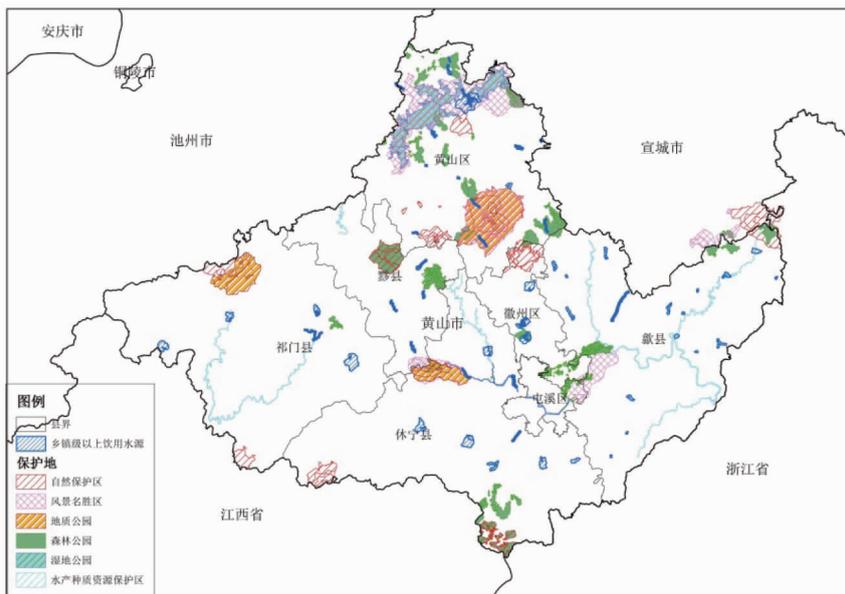


图5 黄山市各类保护地空间分布

Fig. 5 Spatial distribution of various types of protected areas in Huangshan City

利用2018年第二次土地调查数据,筛选出黄山市生态用地,包括林地、草地、水域、裸地,叠加重点保护区域并与生态评估结果校核后,黄山市生态空间本底面积为7 590.73 km<sup>2</sup>,占市域面积的78.41%。

**2.3 优化调整** 按照“三条控制线”不交叉、不重叠的原则,衔接各类规划、响应部门和地方合理意见,剩余生态空间面积7 066.79 km<sup>2</sup>,占市域面积的72.99%。为保证生态空间的完整性和连续性,以及实施管控的可操作性,经必要的图斑整饰,扣除独立细碎图斑(小于10 hm<sup>2</sup>),剩余生态空间面积7 047.94 km<sup>2</sup>,占市域面积的72.78%。最后与生态保护红线叠加取“并集”(图6),形成生态空间总面积约为7 245.62 km<sup>2</sup>,占市域面积的74.84%,其中,生态保护红线面积为3 635.72 km<sup>2</sup>,占生态空间总面积的50.18%。

**2.4 生态空间识别成果** 从表4可以看出,各区县中黄山

区和祁门县生态空间面积占比较高,超过81%,其次为黟县和休宁县,超过76%。屯溪区作为黄山市主城区,生态空间较为有限。总体而言,识别出来的高比重生态空间与黄山市生态功能定位相符,但不同区域生态空间占比因地而异,由自然禀赋和地方保护需求决定。在守住区域生态安全的底线和生命线前提下,生态空间的识别不盲目追求面积大、比例高,为经济社会的协调发展留出必要的空间。识别基础上的各类型生态空间管控,是维护区域生态安全的有效手段,是改善区域生态环境质量的强有力保障<sup>[16-17]</sup>。基于“三线一单”技术指南的生态空间识别方法,既确保了生态空间中最核心、最有价值的生态保护红线(占市域面积的37.55%)全部纳入了生态空间,也能明确生态保护红线外的一般生态空间的基本身份,为生态空间分级管控打下基础。

表4 各区县生态空间识别结果统计

Table 4 Statistics of ecological space identification results in various districts and counties

行政区 District	区域面积 Regional area km <sup>2</sup>	生态空间面积 Ecological space area// km <sup>2</sup>	占比 Proportion %	红线面积 Red line area km <sup>2</sup>	红线占空间比例 Proportion of space occupied by the red line//%
屯溪区 Tunxi District	191.72	22.50	11.74	4.17	18.53
黄山区 Huangshan District	1 747.48	1 420.08	81.26	918.62	64.69
徽州区 Huizhou District	418.97	257.02	61.35	125.00	48.63
歙县 She County	2123.57	1 422.43	66.98	637.85	44.84
休宁县 Xiuning County	2 126.78	1 631.80	76.73	718.48	44.03
黟县 Yi County	857.58	683.58	79.71	402.88	58.94
祁门县 Qimen County	2 215.18	1 808.21	81.63	828.65	45.83
黄山市 Huangshan City	9 681.28	7 245.62	74.84	3 635.65	50.18

### 3 小结与讨论

该研究基于“三线一单”指南,探索实践了一套适用于黄山市的生态空间识别技术流程,共识别出生态空间7 245.62 km<sup>2</sup>,占全市总面积的74.84%,为进一步实施生态

空间管控打下基础。识别出的生态空间基本位于植被覆盖度高、自然生态本底良好的区域,结果与黄山市生态格局现状基本一致。识别过程中,在确保生态系统稳定和生态安全的前提下,充分统筹区域合理的发展诉求,努力协调好区域

生态环境保护与社会经济发展的关系,促进全域高质量发展。

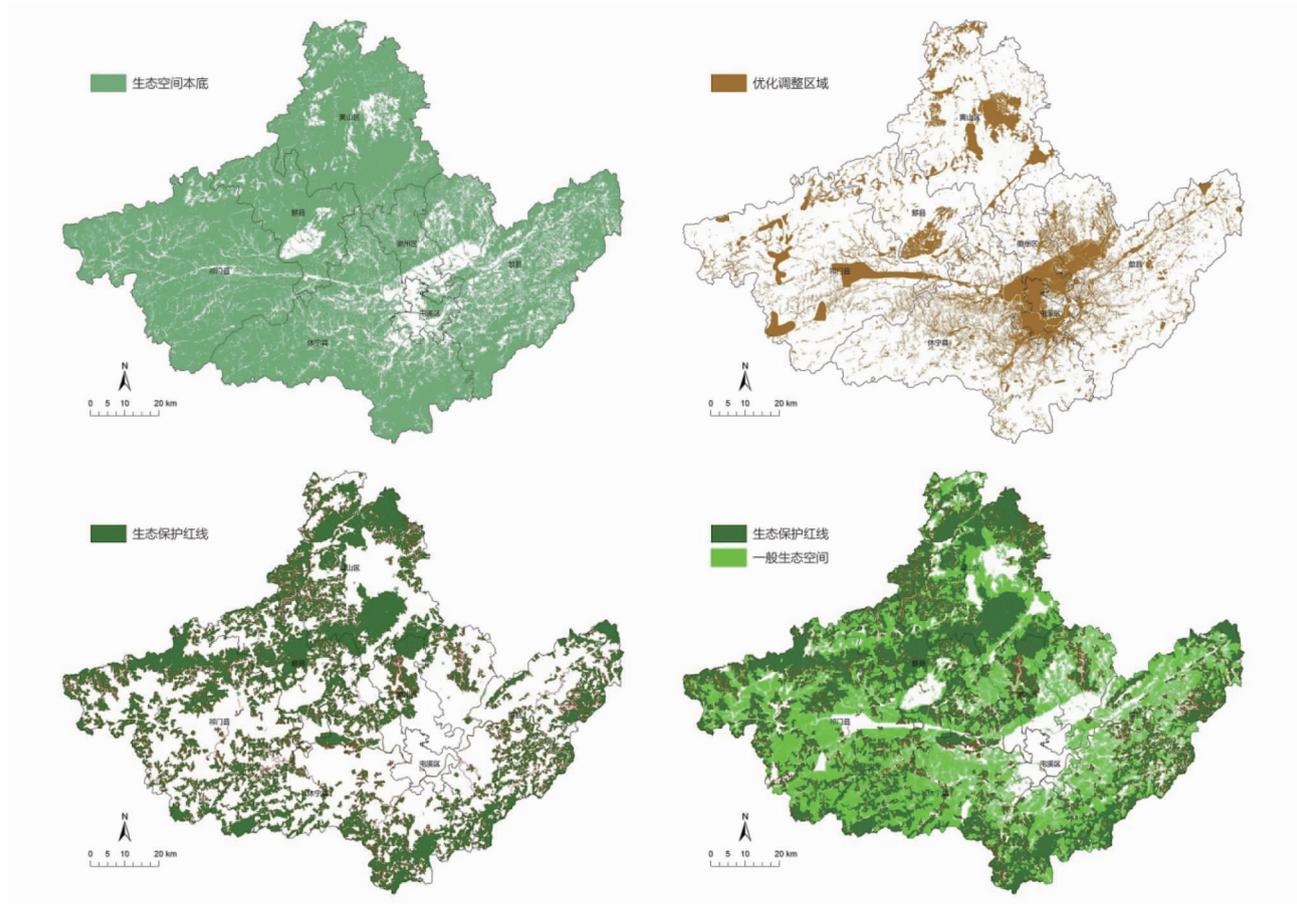


图6 黄山市生态空间优化调整过程

Fig. 6 The optimization and adjustment process of ecological space in Huangshan City

该研究在生态评估过程中使用数据的精度会增加结果的不确定性。同时,重点保护区域梳理时,由于历史原因导致的某些县级自然保护区矢量边界不清晰,且自然保护区正处于整合优化过程中,均暂未纳入生态空间。另外,重点区域校核结合了土地利用现状数据,对于地块是否存在非法侵占或生态破坏严重、亟需进行生态修复尚不能精准识别,建议在编制国土空间规划时,可进一步精细化完善,并提出清退非法侵占、环境整治、生态修复等对策,以逐步恢复其生态功能。对于生态空间比重高的黄山而言,未来可开发土地资源紧缺,生态空间保护修复的压力较大,生态空间的差异化管控、动态调整和生态补偿机制有待进一步研究。

#### 参考文献

[1] 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》[EB/OL]. (2017-02-07) [2021-04-27]. [http://www.gov.cn/zhengce/2017-02/07/content\\_5166291.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2017-02/07/content_5166291.htm).

[2] 高吉喜,鞠昌华,邹长新. 构建严格的生态保护红线管控制度体系[J]. 中国环境管理,2017,9(1):14-17.

[3] 国土资源部关于印发《自然生态空间用途管制办法(试行)》的通知:国土资发[2017]33号[EB/OL]. (2017-03-24) [2021-04-27]. [http://www.mnr.gov.cn/gk/tzgg/201704/t20170424\\_1992172.html](http://www.mnr.gov.cn/gk/tzgg/201704/t20170424_1992172.html).

[4] 于少康,郭松,罗璇,等. 自然生态空间用途管制的“划、管、审”:以江西省高安市为例[J]. 中国国土资源经济,2019,32(4):53-58.

[5] 环境保护部办公厅,国家发展和改革委员会办公厅. 关于印发《生态保护红线划定指南》的通知:环办生态[2017]48号[EB/OL]. (2017-05-

27) [2021-04-27]. [https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201707/t20170728\\_418679.htm](https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201707/t20170728_418679.htm).

[6] 王思琢,石水莲,李洪兴,等. 沈抚“同城区”生态空间遥感自动识别及动态检测研究[J]. 测绘与空间地理信息,2017,40(1):81-86.

[7] 熊善高,秦昌波,于雷,等. 基于生态系统服务功能和生态敏感性的生态空间划定研究:以南宁市为例[J]. 生态学报,2018,38(22):7899-7911.

[8] 迟妍妍,许开鹏,王晶晶,等. 京津冀地区生态空间识别研究[J]. 生态学报,2018,38(23):8555-8563.

[9] 张亮,岳文泽. 城市生态空间多元综合识别研究:以杭州市为例[J]. 生态学报,2019,39(17):6460-6468.

[10] 张合兵,于壮,邵河顺. 基于多源数据的自然生态空间分类体系构建及其识别[J]. 中国土地科学,2018,32(12):24-33.

[11] 彭佳捷,麻战洪,涂蕾. 县域生态空间识别与保护研究:以湖南省安化县为例[J]. 安徽农业科学,2018,46(35):63-67,130.

[12] 环境保护部. 环境保护部办公厅关于印发《“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”编制技术指南(试行)》的通知:环办环评[2017]99号[EB/OL]. (2021-07-28) [2021-07-29]. <https://www.waizi.org.cn/doc/118471.html>.

[13] 石松兰. 黄山市国家重点生态功能区绿色发展评价研究[D]. 蚌埠:安徽财经大学,2017.

[14] 高吉喜,刘晓曼,王超,等. 中国重要生态空间生态用地变化与保护成效评估[J]. 地理学报,2021,76(7):1708-1721.

[15] 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》[EB/OL]. (2019-11-01) [2021-07-27]. [http://www.gov.cn/zhengce/2019-11/01/content\\_5447654.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2019-11/01/content_5447654.htm).

[16] 高延利. 加强生态空间保护和用途管制研究[J]. 中国土地,2017(12):16-18.

[17] 耿海清. “三线一单”在我国空间规划体系中的定位浅析[J]. 环境与可持续发展,2019,44(5):78-82.