

江苏省地质环境调查与区划主要研究成果综述

张丽^{1,2}, 黄敬军^{1,2}, 缪世贤^{1,2}

(1. 国土资源部地裂缝地质灾害重点实验室, 江苏 南京 210018;

2. 江苏省地质调查研究院, 江苏 南京 210018)

摘要:开展地质环境区划研究,对有效保护地质环境、履行地质环境保护管理职能具有重要意义。本项目既是国土资源部规划司开展全国地质环境区划的试点,又是江苏省地质环境保护规划的支撑性工作,是在国内尚无成功的范例,又没有成熟的理论研究体系下开展的。项目在分析地质环境区划概念与内涵的基础上,明确了江苏省地质环境区划“六专(专题区划)一综(综合区划)”的区划思路;从地质环境的自然属性和社会属性两个层面考虑,采用层次分析法,建立了地质灾害(防治)、矿山地质环境(保护)、山体资源保护、地质遗迹保护、地下水污染防治和土壤污染防治等6个专题区划评价指标体系;以MapGIS的空间分析模块为评价平台,进行了6个专题区划评价;基于6个专题区划成果,建立地质环境综合区划评判体系,以地质环境问题为导向进行一级区划,以地质环境功能为导向进行二级区划;从地质资源保障及地质环境安全角度,提出了地质环境保护规划建议。

关键词:地质环境;区划;评价指标体系;江苏

中图分类号: P66; X141

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2015)04-0062-09

1 项目背景与研究意义

地质环境是人类生存和发展的物质基础,目前社会经济高速发展,都市化趋势日益明显,城市建设与发展对地质环境条件的依赖性也日益增强。因此,调查摸清地质环境条件、开展地质环境区划工作,将对城市规划、建设与管理提供地质环境方面的依据,是城市建设与发展的最基本的先决条件,更是可持续发展的基础^[1]。而目前虽然很多区域都在开展地质环境调查与区划工作,对地质环境评价的理论研究也取得了较大进展^[2,3],但工作重点仍是集中在调查与评价方面,因此,地质环境区划作为一项新的研究课题,没有成功的范例,其理论研究体系尚不成熟,相关的应用实例均属探索性的研究。“江苏省地质环境调查与区划”项目即是在此背景下开展的工作项目,属于计划项目“长江三角洲经济区地质环境调查评价与区划”,是国土资源部规划司开展全国地质环境区划的试点。

江苏省作为中国地质环境工作程度最高的省份之一,以往工作取得了较多成果,为社会经济发展提供了支撑。但是,随着《长三角地区区域发展规划》和《江苏省沿海地区发展规划》通过国务院的批准实施,使长三角区域经济一体化和江苏沿海地区发展进入国家战略,意味着江苏的资源开发与资源供给、经济建设与灾害防治、生态退化与生存安全的矛盾将更加突出,从而影响到地质环境作为人居环境的功能的发挥,这就迫切要求开展地质环境区划工作,研究成果可为江苏省地质环境保护规划的制定提供依据,为社会经济建设提出地质环境方面的约束,同时对全国其他区域开展地质环境区划具有指导意义。

2 主要研究成果

经过三年的努力,基本查明了江苏省地质环境条件、各类地质资源特征和环境地质问题,采用遥感技术,首次全面摸清了江苏山体资源的分布特

征;从地质环境区划目的、属性、导向及地质环境评价等方面,论述了地质环境区划概念及内涵。在此基础上,建立了江苏省地质环境区划思路和方法;完成了地质灾害、矿山地质环境、地下水污染防治、土壤污染防治、山体资源保护和地质遗迹保护等六项专题区划;并在专题区划成果的基础上进行了地质环境综合区划;基于区划结果,从地质资源保障及地质环境安全角度,提出了地质环境保护规划建议。

2.1 论述了地质环境区划概念与内涵

区划起源于地理学,发端于国外,是从区域角度观察和研究地域综合体,是制定和实施社会发展战略的基础。中国是世界上较早开展现代区划研究的国家之一,新中国成立以来编制的中国自然区划成果,为我国的经济社会建设做出了重要贡献^[4]。目前已从过去的单项自然区划为主,进入到各种区划工作(单项、部门、综合、自然、经济等)并存的快速发展时期,然而地质环境区划的工作基本上属于空白。

地质环境是自然环境的基本组成部分,是指人类活动所涉及的地球岩石圈一切物质和作用的总和^[5]。地质环境是一个开放的、独立的环境系统,人类及其他生物依赖地质环境而生存与发展,在受到地质环境制约的同时,也对地质环境产生一定的影响^[6]。地质环境区划是在揭示地质环境要素特征及其空间分异规律,以及地质环境和人类活动相互作用过程的基础上,分析人类活动对地质环境的功能需求,研究地质环境对上述功能需求的支撑能力与限制作用,将两者相结合,按照一定的准则,对地质环境进行空间分区。区划的目的是为了合理利用与保护地质环境,达到经济建设与地质环境的统一。而地质环境区划的属性则是指该工作是偏重于自然规律(地质环境客观实体)的揭示,还是偏重于社会经济(人-地关系)的研究,或者是两者兼顾。明确地质环境区划的属性对工作思路的确定至关重要。

2.2 提出“六专(专题区划)一综(综合区划)”的地质环境区划思路

地质环境区划的对象是地质环境,牵涉基础地质、水文地质、工程地质、地质灾害、水土污染等多方面内容,因此必须要分层次进行,即专题区划与综合区划并行,综合区划以专题区划为基础。

江苏省地质环境区划工作,以自然属性为主,兼顾社会属性,社会属性制约、限定自然属性,建立

了“六专(专题区划)一综(综合区划)”的区划框架(图1)。提出以地质环境问题为导向,人地和谐统一的区划思路,从社会属性和自然属性两个层面考虑,首先开展了地质灾害、矿山地质环境、地下水污染防治、土壤污染防治、山体资源保护和地质遗迹保护等6个专题区划,依据各自的目的建立了相应的区划评价指标体系,并进行区域划分,其区划成果为相应的专项规划提供依据;其次,在分析利用6个专题区划成果的基础上,充分考虑各专题中未涉及的地质环境因素,综合分析区域发展规划、建设开发现状,建立地质环境综合区划评判体系,对地质环境进行区域划分,其区划成果为地质环境保护规划提供依据^[7]。

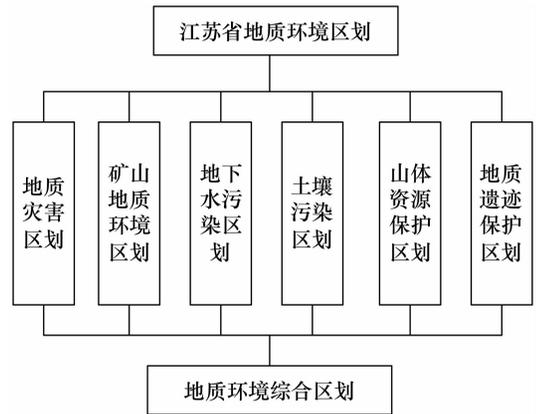


图1 江苏省地质环境区划框架图

Fig. 1 The frame diagram of geoenvironment division of Jiangsu

2.3 建立了地质灾害、矿山地质环境、山体资源保护、地质遗迹保护、地下水污染防治和土壤污染防治6个专题区划评价指标体系

地质环境区划的核心是在于区划评价指标体系的构建。由于目前我国还没有全国性的、系统完整的、既具有普遍性又具有区域性的区划评价指标体系,因此,针对复杂、多变、脆弱的地质环境和不断加剧的人类工程经济活动,准确地把握地质环境的演化规律,建立一套基于地质环境自然属性和社会属性的评价指标体系是衡量地质环境质量优劣的有效途径。

江苏省地质环境区划采用层次分析法,首次建立了地质灾害、矿山地质环境、地下水污染防治、土壤污染防治、山体资源保护和地质遗迹保护等6个专题区划评价指标体系(图2—图7)。江苏省地质

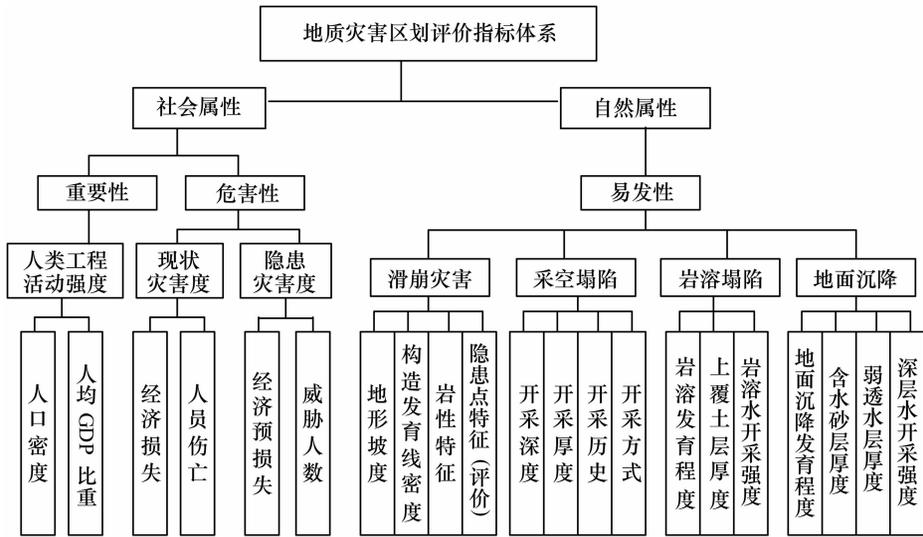


图2 江苏省地质灾害区划评价指标体系

Fig. 2 The evaluation index system for geological disasters division of Jiangsu

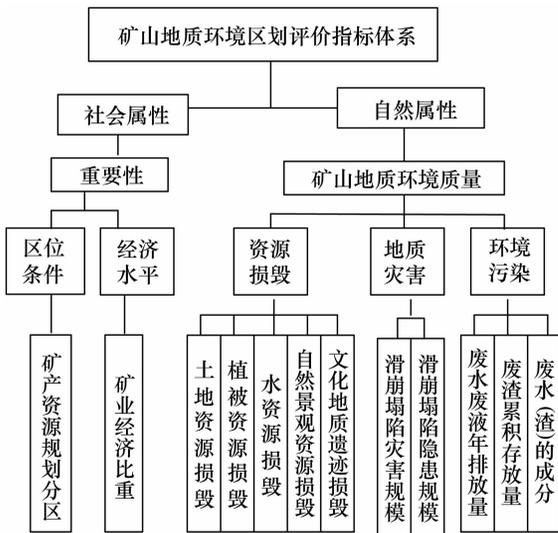


图3 江苏矿山地质环境区划评价指标体系框图

Fig. 3 The evaluation index system for mine geo-environment of Jiangsu

环境区划评价指标体系分4个层次:第一层次为属性层,分社会属性和自然属性;第二层次为目标层,依据区划目的确定;第三层次为约束层,为评价指标的类别;第四层次为指标层,选取可量化评价的具体指标。

江苏省地质环境区划的社会属性指标主要考虑地质环境区位条件的重要性、地质环境资源价值及地质环境破坏的危害性^[8,9]。重要性指区域位置条件的重要程度;资源价值指水资源、土地资源、矿产

资源、地质遗迹等地质资源的价值评价或综合优势度;危害性指地质灾害或水土环境污染对社会经济的危害性。自然属性指标除考虑地质环境质量外,依据各专项区划的不同特点确定,地质灾害(防治)区划分灾种考虑其易发性,地下水污染防治区划考虑其易污性,地质遗迹保护区划考虑其开发保护的适宜性,山体资源保护区划考虑其敏感性。地质环境综合区划还要考虑区域稳定性及岩(土)体质量。

2.4 以 MapGIS 的空间分析模块为评价平台,进行了6个专题区划评价

地质灾害、矿山地质环境、山体资源保护、地质遗迹保护、地下水污染防治和土壤污染防治等6个专题区划,将建立的评价指标进行分析,定性指标依据指标定性分析划分不同等级,定量指标则依据相关技术标准或数据分布形态进行标准化处理,划分不同等级。采用层次分析法(AHP)确定各指标的权重,并以 MapGIS 的空间分析模块为评价平台,采用综合指数模型进行各专题的区域划分。区划结果见图8—图13和表1。

2.5 建立地质环境综合区划评判体系,进行了地质环境综合区划

江苏地质环境综合区划是在详细分析利用6个专题区划成果的基础上,充分考虑各专题中未涉及的地质环境因素,建立对地质环境综合区划起主导作用的因素的评判体系,分两级进行地质环境进行综合区划。

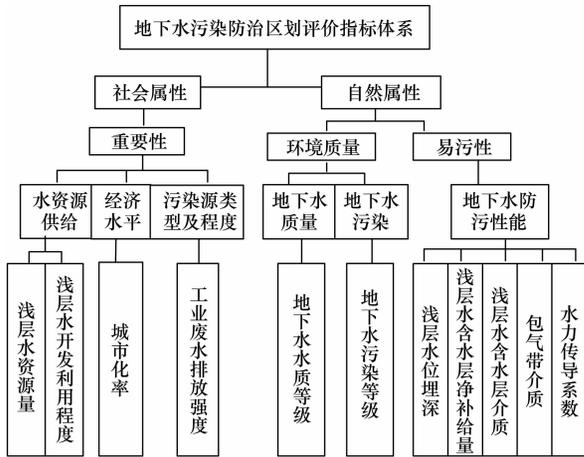


图4 江苏省地下水污染防治区划评价指标体系

Fig.4 The evaluation index system for groundwater pollution prevention division of Jiangsu

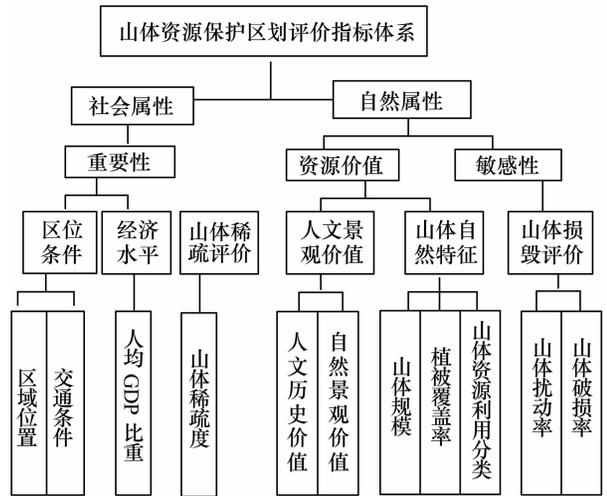


图6 江苏省山体资源保护区划评价指标体系

Fig.6 The evaluation index system for mountain resource protection division of Jiangsu

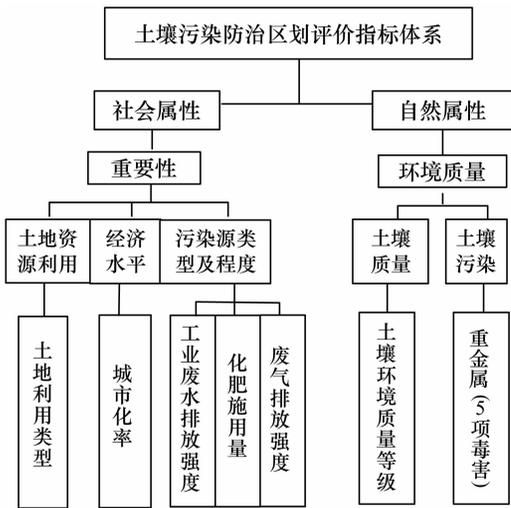


图5 江苏省土壤污染防治区划评价指标体系

Fig.5 The evaluation index system for soil pollution prevention division of Jiangsu

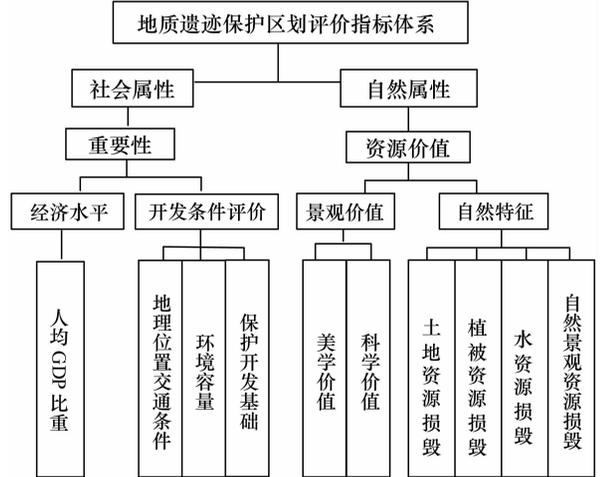


图7 江苏省地质遗迹保护区划评价指标体系

Fig.7 The evaluation index system for geological heritage protection division of Jiangsu

2.5.1 一级区划

一级区划以地质环境问题为导向,按照由深(部)入浅(部)、由主(要)至次(要)的原则,对所建立的区划评价指标进行筛选,先自然(属性)后社会(属性),分四个层次逐级区划。划分“保护区”、“控制开发区”、“修复治理区”和“适宜开发区”。

首先,考虑深部的地质环境要素,指人类工程活动无法涉及的空间,但对人类工程活动有影响的地质要素,即深部地质结构——区域地壳稳定性。区域地壳稳定性评价是建设重大工程和城镇的重

要环境因素之一。因此,将区域地壳稳定性作为第一层次的划分。

其次,考虑中部的地质环境要素,指人类工程活动所涉及空间的地质要素,即地质环境承载能力和地质资源保障。地质环境承载能力主要考虑地基承载力,即工程地质条件,地质资源保障主要考虑地下水资源,即水文地质条件。因此,将工程地质及水文地质条件两方面作为第二层次的划分。

第三,考虑浅表的地质环境要素,指人类工程活动所在区域的地质要素,将地形地貌特征及地质灾害、矿山地质环境、山体资源保护、地质遗迹保

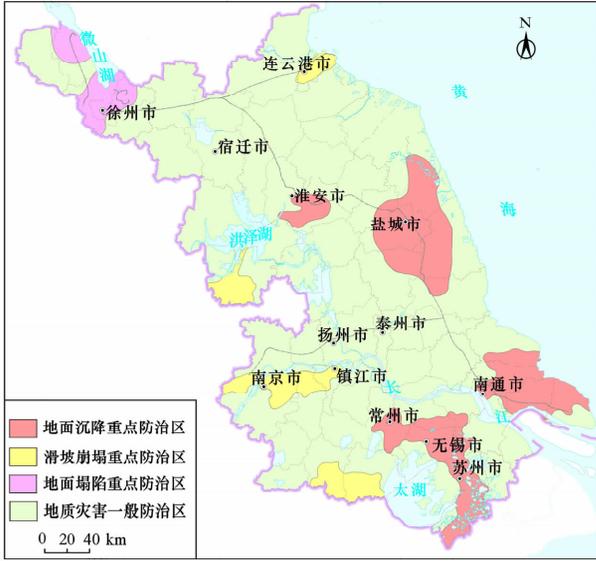


图8 江苏省地质灾害区划图

Fig.8 Map of geological disasters division in Jiangsu



图10 江苏省地下水污染防治区划图

Fig.10 Map of groundwater pollution prevention division in Jiangsu

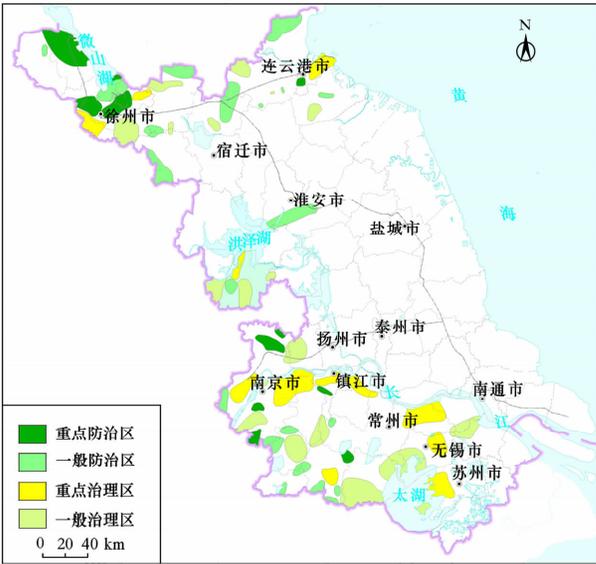


图9 江苏省矿山地质环境区划图

Fig.9 Map of mine geo-environment division in Jiangsu

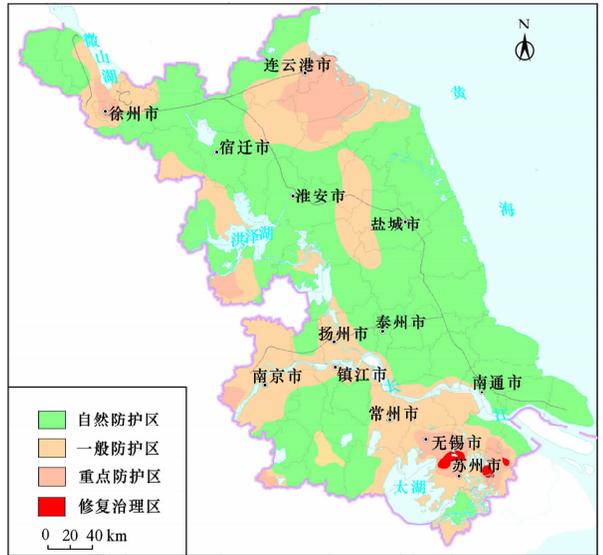


图11 江苏省土壤污染防治区划图

Fig.11 Map of soli pollution prevention division in Jiangsu

护、地下水污染防治及土壤污染防治等6个专题区划成果作为第三层次的划分依据。

第四,考虑人类工程活动要素,利用颁布实施的自然保护区和重要湿地进行第四层次划分。将国家级自然保护区、省级自然保护区和国家重要湿地和国际重要湿地作为划分依据。

在划定上述三区的基础上,再划定“适宜开发区”,即除“控制开发区”、“恢复治理区”、“保护区”外,均为“适宜开发区”。

全省共划定地质环境保护区10个,地质环境控制开发区7个,地质环境恢复治理区5个,其他为地质环境适宜开发区(图14)。

2.5.2 二级区划

二级区划是在一级区划的基础上,以地质环境功能为导向,考虑地质资源保障及地质环境承载能力两方面,按照先现状(开发利用)后功能(地质环

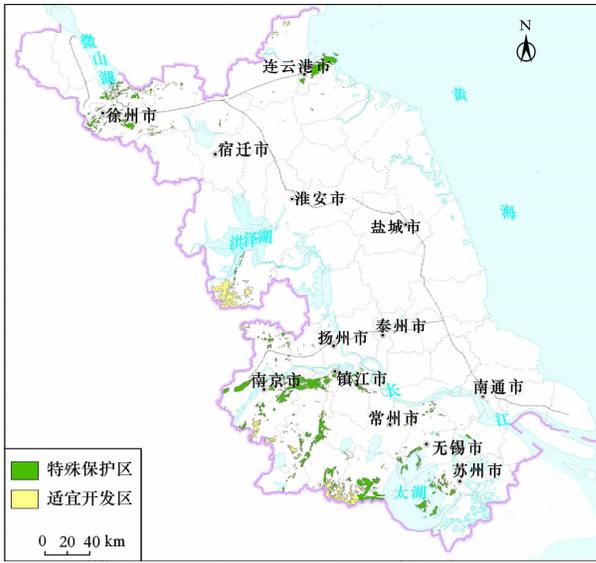


图 12 江苏省山体资源保护区划图

Fig. 12 Map of mountain resource protection division in Jiangsu

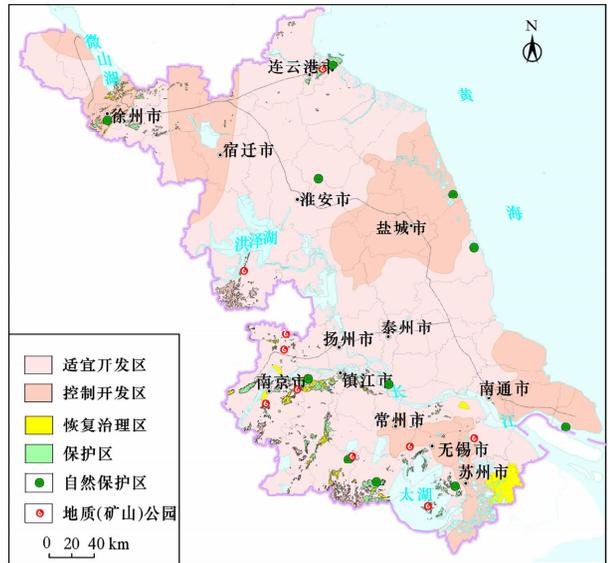


图 14 江苏省地质环境综合区划图(一级)

Fig. 14 The comprehensive map of geo-environment division in Jiangsu (First order)



图 13 江苏省地质遗迹保护区划图

Fig. 13 Map of geological heritage protection division in Jiangsu

划定农业开发区。“农业优先开发区”划定:一是以土地资源作为划分依据,耕地占有率(耕地/国土面积)大于50%;二是土壤污染防治区划成果的“土壤自然防护区”

表 1 专题区划结果统计表

Table 1 The results of specialized divisions

专题	分区	面积/km ²
地质灾害区划	地面沉降重点防治区	13 910
	滑坡崩塌重点防治区	4 700
	地面塌陷重点防治区	2 500
	一般防治区	81 490
矿山地质环境区划	重点防治区	2 040
	一般防治区	3 110
	重点治理区	3 490
	一般治理区	4 500
地下水污染防治区划	修复治理区	480
	重点防护区	24 550
	一般防护区	61 900
	自然防护区	15 670
土壤污染防治区划	修复治理区	380
	重点防护区	7 000
	一般防护区	27 000
山体资源保护区划	自然防护区	62 400
	特殊保护区	1 717.55
	适宜开发区	878.05
专题	分区	数量/个
地质遗迹保护区划	保护(开发)重点区	9
	保护(开发)一般区	10

境)原则,以县级行政区为单元,在一级区划中的“保护区”外,依据现有开发功能、地质资源保障和发展潜力等指标,进行二级区划。二级区划以县(市)为划分单元,分“城镇优先开发区”、“农业优先开发区”、“工业优先开发区”和“矿业优先开发区”。

为落实坚守耕地红线不动摇的基本国策,优先

“城镇优先开发区”划定:一是考虑区位因素和社会现状,将已有城镇及其外延区划定为“城镇优先开发区”;二是考虑发展规划需要,将新型城市开发区划定为“城镇优先开发区”,包括全省 22 个国家级和 103 个省级各类开发区。从全省区划的角度,城镇均为点状,因此,“城镇优先开发区”的划定不受其他区域划定的影响。

其次,从地质资源因素考虑划定矿业优先开发区。江苏省矿产资源相对匮乏,合理的规划、利用矿产资源在江苏省显得尤为重要。因此,将矿业开发潜力较大的地区单独划出是十分必要的。“矿业优先开发区”划定是以矿山地质环境区划和山体资源保护区划为依据,同时满足“矿山地质环境重点防治区”和“山体资源适宜开发区”的区域。

由于江苏地理位置、交通条件的优越,区域工程地质条件和地形地貌条件对工业开发的影响较小,除“保护区”外均可作为“工业优先开发区”,因此,“农业优先开发区”和“矿业优先开发区”以外的区域均划定为“工业优先开发区”。

全省共有 15 县(市)为农业优先开发区、4 县(市)为矿业优先开发区,其他为工业优先开发区(图 15)。江苏地质环境综合区划思路见图 16。



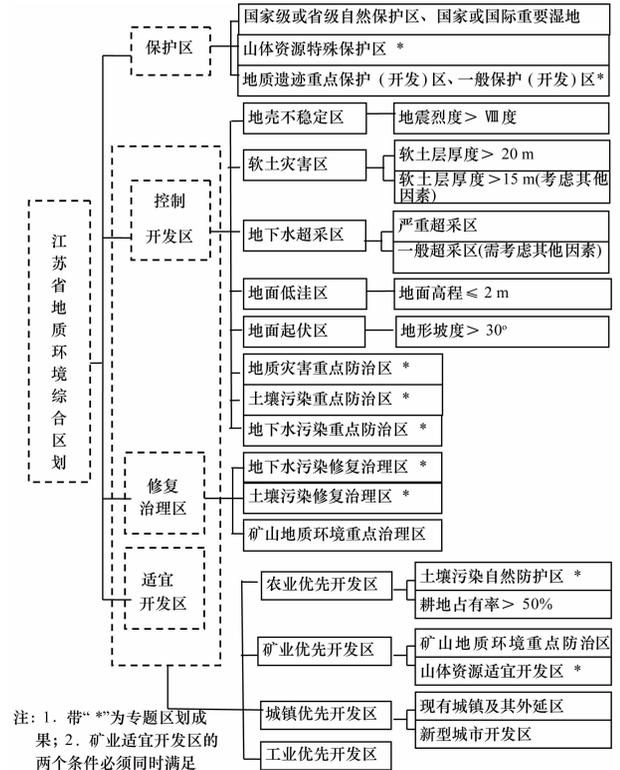
图 15 江苏省地质环境综合区划图(二级)

Fig. 15 The comprehensive map of geo-environment division in Jiangsu (Second order)

2.6 提出了地质环境保护规划建议

基于生态省建设,从地质资源保障及地质环境安全角度出发,依据江苏省的实际情况及地质环境

区划的最终结果,从六个方面提出了地质环境保护规划建议:①应开展地下水应急水源地调查评价工作,最大限度利用地下咸水资源,完善地下水监测网,常态化进行地下水超采区划分,构建全省地面沉降监测网;②开展典型场地的水土污染特征研究,建立水土污染监测网和水土污染预警预报系统;③对山体资源进行科学分类,建立山体资源数据库信息系统和三维可视化模型,全面完成“三区两线”周边及可视范围内“矿山复绿”工作;④推动已建地质(矿山)公园及地质遗迹保护区的建设和完善,加强地质遗迹科学研究;⑤全面规划全省绿色矿山建设,加强矿山废弃资源综合利用的研究,并开展矿业经济区的研究;⑥常态化开展地质灾害隐患点核查工作,进行地质灾害风险评价和风险管理,完善省级地质灾害气象预警预报联动机制,开展地质灾害应急体系建设。



注: 1. 带“*”为专题区划成果; 2. 矿业适宜开发区的两个条件必须同时满足

图 16 江苏省地质环境综合区划框图

Fig. 16 The frame diagram of geo-environment comprehensive division of Jiangsu

3 展望与思考

地质环境区划目前国内尚属探索性研究,江苏省地质环境区划工作经多年努力取得了一定成

果与认识,但在研究过程中,也发现了一些问题,现总结为以下几点,以期为其他省份或地区进行地质环境区划有一定的借鉴作用。

(1)江苏省地质环境区划主要是引用已完成的调查成果资料,由于依托相关项目的调查精度和时间不同,造成了地质环境区数据的精度和时间尺度不一。不同时期的调查成果所反映的地质环境现状并不是统一的时间平台,给数据处理和分析增加了一定的难度。同时,由于不同时期进行的地质环境调查,由于调查目的不同,缺少系统性,使许多关键的评价指标难以选取,影响区划评价指标体系确定。

(2)地质环境区划目的是为了合理利用与保护地质环境,达到经济建设与地质环境的统一。本次地质环境区划工作于2009年立项,基于当时的认识水平和当前形势,在区划中并没有考虑浅层地温能等新能源及海岸带开发对地质环境的影响。因此,地质环境区划应以经济社会发展需求为目的,紧跟时代发展,及时考虑新的地质资源及地质环境问题。

(3)地质环境区划中的专题区划设置较为关键,由于山体资源问题在江苏比较突出,设立山体资源保护专题区划是符合江苏的实际情况,相对其他省份而言,或许没有实际意义。因此,在设立专题区划时应结合实情,突出重点区划内容,只有这样,才能真正为国土合理开发利用、保护地质环境提供科学依据。

(4)地质环境区划应与主体功能区划等衔接。主体功能区划是科学开发国土空间的行动纲领和远景蓝图,是国土空间开发的战略性、基础性和约

束性规划,是在深入研究资源禀赋、生态系统功能和未来发展前景基础上得出来的,理应成为生态文明建设的空间布局基础。而地质环境区划是进行国土合理开发利用、编制区域环境整治规划不可缺少的基础资料,也是进行环境管理、保护地质环境不可或缺的科学依据。因此,地质环境区划成果应该是主体功能区划的基础和依据,应受主体功能区划的约束,划定的地质环境保护区、控制开发区、适宜开发区和恢复治理区应与主体功能区划的优化开发区、重点开发区、限制开发区和禁止开发区衔接。

参考文献:

- [1] 张先林. 城市地质工作与可持续发展及其若干思考——以上海市为例[J]. 上海地质, 2001, 4: 1-4.
- [2] 周爱国, 周建伟, 梁合诚, 等. 地质环境评价[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2008.
- [3] 黄润秋, 许向宁, 唐川, 等. 地质环境评价与地质灾害管理[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [4] 刘燕华, 郑度, 葛全胜, 等. 关于开展中国综合区划研究若干问题的认识[J]. 地理研究, 2005, 24(3): 321-329.
- [5] 鞠建华. 地质环境利用和保护[J]. 中国地质, 1993, 20(6): 21-23.
- [6] 闫满存, 李华梅, 文启忠, 等. 区域地质环境质量评价研究的现状与趋势[J]. 地球科学进展, 1999, 14(4): 371-376.
- [7] 黄敬军, 缪世贤, 张丽. 江苏省地质环境综合区划研究[J]. 中国地质, 2013, 40(6): 1982-1992.
- [8] 黄敬军, 甘义群, 缪世贤, 等. 江苏省地质环境区划评价指标体系初步研究[J]. 中国地质, 2011, 38(6): 1599-1606.
- [9] 黄敬军, 缪世贤. 江苏省矿山地质环境区划研究[J]. 水文地质工程地质, 2012, 39(5): 88-92.

The Main Research Achievements of Geo-environment Survey and Regionalization in Jiangsu

ZHANG Li^{1,2}, HUANG Jing-jun^{1,2}, MIAO Shi-xian^{1,2}

(1. Key Laboratory for Earth Fissures Geological Disaster of MLR, Nanjing, Jiangsu 210018, China;

2. Geological Survey of Jiangsu Province, Nanjing, Jiangsu 210018, China)

Abstract: Research on division of geoenvironment is of great significance to protect the geoenvironment effectively and to perform the functions of the geo-environment protection and management. This proposal is not only the pilot project for nationwide geo-environment classification carried out by Planning Division of Ministry of Land and Resources, but also an essential part of the sustainable geo-environment protection for Jiangsu Province. It was conducted as first maturely demonstration project, and therefore the implementation of this proposal will provide the

fundamental principles for any further researches. Basing on the analysis of concept and connotation of geoenvironment regionalization, we established the ideas of geoenvironment regionalization in Jiangsu which included a comprehensive division and 6 specialized divisions. Considering the natural and social attributes of the geo-environment, we established the evaluation index system for 6 specialized divisions, i. e., geological disasters (prevention), mine geological environment (protection), mountain resource conservation, geological heritage protection, groundwater pollution prevention, and soil pollution prevention. The evaluation of 6 specialized divisions was carried out by the space analysis module of MapGIS. The geoenvironment comprehensive division had been done based on the results of specialized divisions. The first order of comprehensive geological environment division is oriented to the geological environment problems, and the second order of division is oriented to the geological environment function. This paper offered geoenvironmental protection plan proposals from two aspects of geological resources security and geological environmental safety.

Key words: geoenvironment; regionalization; evaluation index system; Jiangsu

《中国地质调查》图件、表格及照片要求

1 对图件的要求

(1) 软件要求:图件建议使用 CorelDraw(9、14)版本、Adobe Illustrator CS4,存为*.cdr或*.ai格式。并提供其原文件(*.cdr格式、*.ai格式)。

(2) 图件大小:双栏排图不宽于8cm;通栏排图不宽于16.5cm,整版图请控制在16.5cm×22.5cm内;务必先定图件大小,然后再敲字。

(3) 图中字体字号:汉字用华文宋体,一般为8磅(pt)或6号,西文及数字用Times New Roman体,8磅(pt)或6号;图中字体江河湖海左斜,山脉右斜;变量符号用斜体,单位用正体。时代符号用正体,地层代号用斜体。

(4) 图中线条粗细:在设定好图件宽度后,图内地质线条0.5磅(pt),图框0.8磅(pt),断层0.8磅(pt),花纹0.35磅(pt)(线条粗细的单位是点)。

(5) 输出图的分辨率:黑白线条图为600dpi以上,灰度图为400dpi以上,彩色图为300dpi以上。

(6) 地质图均须给出“线段比例尺”、“经纬度坐标,或北(N)方向”;比例尺与单位之间需加空格,若单位为“km”,注意均为小写。

(7) 文中所有图表均需给出中英文图表名。

(8) 若为任何其他软件编成的图件,请严格按以上要求修改,请向编辑部提供600dpi的TIF格式和Jpeg的文件各一份。若有错,将请作者重新修改。

2 对表格的要求

(1) 我刊表格通常要求为“三线表”格式。

(2) 请按排版大小设计文中所有表格(宽度:通栏排<17cm,半栏排<8cm,整页横排<23cm);文中所有表格请使用一致的字体(中文宋体,英文Times New Roman)、字号(六号)。

(3) 表内的字体、字号、数据及单位格式要求与正文一致。

(4) 表头的数据名称与单位名称之间用“/”隔开。

(5) 表下中文说明,序号(不用加括号)与内容之间用一字线“—”。

3 对照片的要求

图版照片的电子文件(也提供单独的图片文件,JPG格式,300dpi以上)要清晰、层次分明。图版照片中的文字都用小五号宋体字。