

江苏省地质环境区划评价指标体系初步研究

黄敬军¹ 甘义群² 缪世贤¹ 武健强¹

杨磊¹ 华明¹ 闵望¹ 赵立鸿¹ 方强¹

(1.江苏省地质调查研究院,江苏南京 210018;2.中国地质大学,湖北武汉 430074;)

摘要:建立地质环境区划评价指标体系,评价地质环境质量,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。笔者在充分分析研究江苏省地质环境资料及成果的基础上,以地质环境问题为导向,人地和谐统一的思路,基于地质环境安全、地质资源保障及社会需求的原则,从地质环境的自然属性和社会属性两方面考虑,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 个专项区划的评价指标体系,并提出一套由 7 个目标层、16 个约束层和 40 项指标构成的江苏省地质环境综合区划评价指标体系,为合理评价江苏省地质环境提供科学依据。

关键词:地质环境区划;评价指标体系;山体资源;江苏

中图分类号:P66 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2011)06-1599-08

1 引言

地处长江三角洲的江苏省,以江淮冲积平原为主,山少石珍,低山丘陵区面积 1.47 万 km²,占国土面积的 14%,山体面积 2 880 km²,仅占 2.8%。矿产资源短缺与地质环境脆弱,是江苏省地质环境的两大特征,全省除石膏、岩盐、高岭土、水泥用灰岩保证程度较高外,其他主要矿产资源均有较大缺口,煤炭、石油和铁矿石的自给率仅 10%左右,有色金属主要依赖外部供给;全省 48%的国土地面高程低于 5 m,低于 2 m 高程的面积近 2 万 km²,且大部分分布在沿海地区,地面沉降引起的高程损失,将加剧沿海地区土地淹没、风暴潮和洪涝灾害的发生,造成海水回灌。随着人口的急剧增长和经济的迅速发展,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与日俱增,其突出矛盾已成为影响江苏省经济社会可持续发展的重要因素。2009 年江苏省人大颁布《江苏省地质环境保护条例》,提出了加强地质环境保护工作,明确矿山地质环境保护、山体

资源保护、地质遗迹保护、地质灾害防治、地质环境保护规划与监测评价等主要地质工作内容,要求各级政府对本行政区域内的地质环境质量负责,制定地质环境保护规划,并纳入本地区国民经济和社会发展规划。因此,加强地质环境监督管理,重视地质环境保护显得尤为重要,进行地质环境区划有着重要的意义。

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^[1],由岩石圈(表层)、水圈、大气圈和生物圈组成。特定的地质环境中的人群为生存与发展所进行的一切人为活动,必将受到地质环境的制约,同时也对地质环境产生一定的影响,使之出现多方面的不平衡,进而改变地质环境质量,一旦地质环境质量的改变超出其容量,将使地质环境发生变异并产生地质环境问题^[2]。近年来,对地质环境评价的理论研究取得了较大进展^[2-4],并建立了地质环境容量评价^[5]、地质环境生态适宜性评价^[6]、地质环境安全性评价^[7]、矿山地质环境评价^[8]等的指标体系。但是,由于各类评价的

收稿日期:2011-03-05;改回日期:2011-06-13

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(1212011014002)资助。

作者简介:黄敬军,男,1962 年生,研究员级高级工程师,主要从事水文地质和环境地质研究等工作;E-mail:hjjhy@163.com。

出发点及角度不同,导致评价结果无可比性。因此,笔者以江苏省为例,基于地质环境的自然属性及社会属性,不仅建立地质灾害(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 个专项区划的评价指标体系,而且建立一套以地质环境规划为目的的地质环境综合区划评价指标体系,以起到抛砖引玉的作用,供大家讨论。

2 研究思路及指标选择原则

2.1 研究思路

基于《江苏省地质环境保护条例》,江苏省地质环境综合区划是建立在地质灾害(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 个专项区划基础上的地质环境综合性区划(图 1)。一方面,专项区划依据各自的目的建立相应的评价指标体系,并进行独立的区划,其区划结果为相应的专项规划提供依据;另一方面,基于各专项区划的评价指标体系,剔除重复性指标,增加各专项区划中未考虑到的重要指标,如区域稳定性等,建立完整的地质环境综合区划评价指标体系,进行地质环境综合区划,为地质环境保护规划提供依据。

地质环境区划是为了合理利用与保护地质环境,达到经济建设与利用地质环境的统一。因此,地质环境区划必须以环境地质问题为导向,人地和谐统一的思路,基于地质环境安全、地质资源保障及社会需要的原则,在考虑社会经济发展程度及发展规划,分析人类活动对地质环境的功能需求的同时,揭示地质环境要素特征及其空间分异规律,研究地质

环境对上述功能需求的满足程度。即:同时考虑地质环境的自然属性和社会属性,将两者相结合(人-地关系),按照一定的准则,对地质环境进行空间分区。

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。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。

2.2 选取指标原则

根据不同的地质环境功能类型,选择主要的影响地质环境因素构建区划的指标体系。指标体系的构建遵循以下原则。

①重要性与差异性:重要性指选取的区划指标必须对评价结果具有重要影响;由于区划结果只是在区划范围内具有相互的可比性,即不同地区之间的区划结果没有可比性,因此,选取的区划因子自身性状必须具有较大的差异性。

②普遍性与可行性:普遍性指选取的指标必须在研究区内普遍存在;可行性指要充分考虑到资料的来源和现实可能性,即选取的指标体系必须具有可操作性,数据易于获得。

③定性与定量相结合:指标体系应尽量选择可量化指标,难以量化的重要指标可以采用定性的方法进行等级描述。

3 区划指标体系

江苏省地质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。

3.1 专项区划指标体系

3.1.1 地质灾害区划评价指标体系

地质灾害区划评价指标体系的建立是依据地质灾害的地质环境条件、诱发因素(易发性)和灾害事

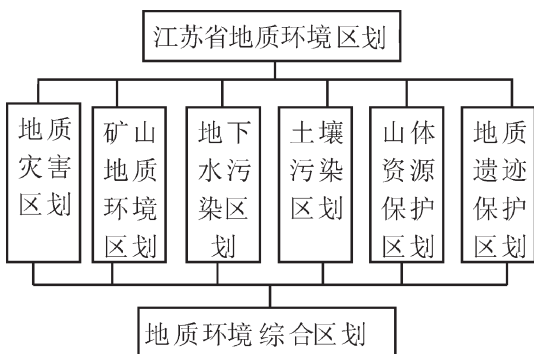


图 1 江苏省地质环境区划框架

Fig.1 Frame of geo-environment regionalization of Jiangsu

件的后果(危害性),并考虑所处位置的人类工程活动强度。

社会属性指标分危害性和重要性。危害性考虑已发生的各类地质灾害的危害(经济损失、伤亡人数)及各类地质灾害隐患潜在的危害(预期经济损失、威胁人数);重要性考虑各类灾害点所处位置的人类工程活动强度(用人口密度和人均 GDP 来表征);自然属性分灾种考虑地质灾害易发性。滑崩灾害易发性考虑地形坡度、构造发育密度(线密度或点密度)、岩性的工程地质特征及地质灾害隐患特征(点密度、面积系数、体积系数);采空塌陷易发性考虑采矿厚度、采矿深度、采矿历史和采矿方式;岩溶塌陷易发性考虑岩溶分布区的岩溶发育程度、上覆土层岩性及厚度和岩溶水开采潜力;地面沉降易发性考虑已发生地面沉降的累计沉降量、地下水主采层含水砂层厚度、上覆软土层厚度及深层地下水开采潜力;江(海)岸坍塌易发性考虑岸线物质组成、历史侵蚀强度和滩涂资源变化量(反映岸线物质来源情况)(表 1)。

3.1.2 矿山地质环境区划评价指标体系

矿山地质环境区划评价指标的建立是基于矿山地质环境质量评价,并考虑矿产资源开发利用规划及矿业经济在国民经济中的地位。

社会属性指标考虑重要性,即矿山的区位条件(矿产资源规划分区)及矿业经济占国民经济的比重;自然属性考虑矿山地质环境质量。按矿山地质环境问题类型划分^[9],从资源损毁、矿山地质灾害和环境污染等三方面建立矿山地质环境质量评价指标,鉴于调查资料情况,资源损毁考虑采矿对土地资源的损毁、植被资源的损毁、自然景观资源的损毁、水资源的损毁及文化遗迹及地质遗迹的损毁;矿山地质灾害主要考虑滑坡、崩塌、泥石流及采空区地面塌陷等主要灾种的现状规模和隐患规模;环境污染用废水废液排放量、废渣(尾矿)存放量及废水(渣)的成分等 3 个指标来表征采矿对地下水、地表水、土壤的污染程度(表 2)。

3.1.3 地下水污染防治区划评价指标体系

地下水污染防治区划评价指标依据地下水防污性能、地下水环境质量及污染源类型及程度建立,并考虑地下水水资源供给及国民经济发展水平。

表 1 地质灾害区划评价指标

Table 1 Evaluation indexes for geological disasters regionalization

属性	目标层	约束层	要素(指标)层	备注
社会属性	重要性	人类工程活动强度	人口密度 人均 GDP	人口密度越大,更易受地质灾害的危害 经济越发达,地质灾害的危害越严重
	危害性	现状灾害度	经济损失 人数伤亡	包括直接、间接经济损失,按地质灾害分级标准划分 按地质灾害分级标准划分
		隐患灾害度	经济预损失 威胁人数	按地质灾害分级标准划分 按地质灾害分级标准划分
自然属性	易发性	滑崩灾害	地形坡度 构造发育密度 岩性特征 隐患特征	分 $\geq 45^\circ$ 、 $10\sim 45^\circ$ 、 $< 10^\circ$ 构造发育线密度或点密度 按岩类的工程地质特性分 考虑隐患点密度、面积系数、体积系数
		采空区塌陷	采矿深度 采矿厚度 采矿历史 采矿方式	分 < 100 、 $600\sim 100$ 、 ≥ 600 m 分 < 10 、 $10\sim 30$ 、 ≥ 30 m 分 < 5 、 $5\sim 15$ 、 ≥ 15 a 分崩塌法、空场法及房柱法、充填法等三类
		岩溶塌陷	岩溶发育程度 上覆土层岩性及厚度 岩溶水开采潜力	考虑碳酸盐岩的比例 分:粘性土、砂性土; < 10 、 $10\sim 30$ 、 ≥ 30 m 分潜力不足、采补平衡、尚有潜力、有潜力
		地面沉降	地面累计沉降量 含水砂层厚度 软土层厚度 深层水开采潜力	分 ≥ 600 、 $200\sim 600$ 、 < 200 mm 分 ≥ 60 、 $30\sim 60$ 、 < 30 m 分 ≥ 20 、 $10\sim 20$ 、 < 10 m 分潜力不足、采补平衡、尚有潜力、有潜力
		江(海)岸坍塌	岸线物质 历史侵蚀强度 滩涂资源变化量	分岩质、泥质 分 ≥ 30 、 < 30 m/a 反映岸线物质来源情况

表2 矿山地质环境区划评价指标

Table 2 Evaluation indexes for mine geological environment regionalization

属性	目标层	约束层	要素(指标)层	备注
社会属性	重要性	区位条件	矿产资源规划分区	分禁采区、重点开采区、集中开采区
		经济发展水平	矿业经济比重	矿业经济与国民经济比例
自然属性	环境质量	资源损毁	土地资源损毁	土地资源的损毁用面积来表示
			植被资源损毁	植被资源的损毁用面积来表示
		水资源损毁	用采矿对水资源的影响程度来表示	
		自然景观资源损毁	自然景观资源的损毁用影响程度来表示	
矿山地质灾害	灾害现状	灾害现状	滑崩、塌陷等灾害规模	
		灾害隐患	滑崩、塌陷等灾害隐患规模	
	环境污染	废水废液排放量	废渣(尾矿)存放量	按年排放量的大小分
废渣(尾矿)存放量			按累计存放量的大小分	
废水(渣)的成分			按污染性大小分,重金属及酸性水的污染性大、不含或少含重金属及非酸性水的污染性中等、污染性小	

社会属性(重要性)指标不仅考虑浅层地下水的水资源供给(地下水资源量、开发利用程度)和经济发展程度(城市化率),而且考虑造成地下水污染的污染源类型及程度(选用工业废水排放强度);自然属性考虑地下水易污性和环境质量。地下水易污性考虑反映地下水防污性能的各项指标、地下水环境质量考虑地下水质量及地下水污染现状评价(表3)。

3.1.4 土壤污染防治区划评价指标体系

土壤污染防治区划评价指标依据土壤环境质量和污染源类型及程度建立,并考虑土地资源供给及国民经济发展水平。

社会属性(重要性)指标考虑土地资源供给(土地

利用类型)、经济发展程度(城市化率)及造成土壤污染的污染源类型及程度(选用工业废水排放强度、化肥施用量、废气排放强度);自然属性考虑土壤环境质量,即考虑土壤环境质量等级和土壤污染评价(表4)。

3.1.5 山体资源保护区划评价指标体系

迄今为止,资源科学文献中尚未单独列出山体资源这一类别,更没有关于山体资源的专门学术含义。山体是指有一定海拔、相对高度及较陡坡度以及山前坡麓带和岭间谷地等地貌要素组成的自然-人文的综合体,资源是一切可被人类开发和利用的客观存在,因此,山体资源定义为:山体所承载的人类可能利用的一切物质和能量统称(广义)。2009年江

表3 地下水污染防治区划评价指标

Table 3 Evaluation indexes for groundwater pollution prevention regionalization

属性	目标层	约束层	要素(指标)层	备注
社会属性	重要性	水资源供给	水资源量 开发利用程度	按水资源供给重要程度分 浅层地下水开采强度
		经济发展水平	城市化率	城市化率替代工业化程度
		污染源类型及程度	工业废水排放强度	以县(市、区)为评价单元,单位面积废水排放量
自然属性	环境质量	地下水质量 地下水污染	重金属、有机、无机等 重金属、有机、无机等	共49项评价指标:无机指标21、有机指标28 共56项评价指标:无机指标19、有机指标37
	易污性	地下水防污性能	水位埋深 含水层净补给量 含水层介质 土壤介质 地形 包气带介质的影响 水力传导系数	浅层水水位埋深分≥4、3~4、2~3、1~2、<1m 据降水量和入渗补给系数计算的净补给量 浅层地下水含水层岩性进行分级 对表层60cm内的土壤进行分级 分丘陵、岗地、微倾斜平原、平坦平原、洼地 采用0~5m的包气带岩性及其组合特征来表示 据含水层介质岩性资料和抽水试验结果确定

表 4 土壤污染防治区划评价指标

Table 4 Evaluation indexes for soil pollution prevention regionalization

属性	目标层	约束层	要素(指标)层	备注
社会属性	重要性	土地资源利用 经济发展水平	土地利用类型 城市化率	按农用地、工矿用地、城镇用地、未利用地 城市化率替代工业化程度
		污染源类型及程度	工业废水排放强度 化肥施用量 废气排放强度	以县(市、区)为评价单元,单位面积废水排放量 以县(市、区)为评价单元,单位面积化肥施用量 以县(市、区)为评价单元,单位面积废气排放量
自然属性	环境 质量	土壤质量 土壤污染评价	土壤环境质量等级 重金属	根据土壤环境质量标准进行功能分级 As、Cd、Cr、Hg、Pb 等 5 项毒害重金属

苏省人大颁布实施《江苏省地质环境保护条例》,明确将山体资源保护列入地质环境保护范畴,要求划定全省的山体资源特殊保护区,为此,江苏省地质环境区划将山体资源保护作为专项区划之一,明确山体资源不包括山体所承载的矿产资源、地质灾害、地质遗迹、生物资源、生态资源等。为此,将山体资源定义为:山体有别于平原的自然属性(由相对高度、三维空间、不规则变化的斜坡和岭谷等构成的自然景观)及所承载的社会属性(由文化足迹、山地利用等构成的人文景观)(狭义)。据此,山体资源保护区划评价指标依据山体资源的资源价值和敏感性建立,并考虑山体所处位置的重要性。

社会属性(重要性)考虑山体所处位置的重要程度(区位条件、经济发展水平)及山体对所在区域的

稀缺程度;自然属性考虑山体资源价值和敏感性,山体资源价值包括山体所承载的人文历史价值、自然景观价值及山体自然特征(山体规模、植被覆盖率和山体资源利用类型),敏感性即山体损毁评价(山体扰动率、破损率)(表 5)。

3.1.6 地质遗迹保护区划评价指标体系

地质遗迹保护区划评价指标依据地质遗迹资源保护与开发的适宜性评价(景观评价、开发条件评价)和地质遗迹资源所处位置及国民经济发展水平的重要性建立。

社会属性考虑地质遗迹所处位置的重要程度、交通条件及所在地的经济条件;自然属性考虑开发条件评价(客源容量、开发基础)和地质遗迹资源的景观评价(科学价值、典型性、美学性、稀有性、系统

表 5 山体资源保护区划评价指标

Table 5 Evaluation indexes for mountain resource conservation regionalization

属性	目标层	约束层	要素(指标)层	备注
社会属性	重要性	区位条件	区域位置	分:城市规划区、风景区、生态保护区
			交通位置	按交通干线等级分:国家级以上干线或公路、省级干线或公路、县乡以下公路
		经济发展水平 山体稀缺评价	人均 GDP 山体稀缺度	区域的经济发展水平高,则有保护的必要性 山体面积与国土面积之比,愈少愈重要
自然属性	资源价值	人文景观价值	人文历史价值 自然景观价值	人文历史遗迹的等级 所处风景区等级
		山体自然特征	山体规模 植被覆盖率 山体资源利用类型	考虑山体相对高度、三维空间(面积、形态) 反映生态功能的好坏 分农用地、建设用地、未利用地
	敏感性	山体损毁评价	山体扰动率 山体破损率	人类工程活动扰动(占用与破坏)山体面积的比例 开山采石破损山体面积的比例

表 6 地质遗迹保护区划评价指标

Table 6 Evaluation indexes for geological heritage protection regionalization

属性	目标层	约束层	要素(指标)层	备注
社会属性	重要性	区位条件	地理位置/交通条件	重要性及可达性
		经济发展水平	人均 GDP	反映地质遗迹保护(开发)的能力
自然属性	适宜性	开发条件评价	客源容量	有效保护地质遗迹前提下可容游客量
			开发基础	所在景区级别
		景观评价	科学价值	地质遗迹的学术研究、教学实习或科普教育价值
			典型性	地质遗迹在同类型遗迹资源中的代表性
			美学性	地质遗迹的形象、色彩、结构、动态等美感度
稀有性	地质遗迹在国内外的罕见和珍稀程度			
系统完整性	地质遗迹分布与形成过程的系统性和完整性程度			

完整性)(表 6)。

3.2 综合区划评价指标体系

地质环境综合区划是实现地质环境科学管理的一项基础。其综合区划评价指标体系不仅要考虑地质灾害(防治)、矿山地质环境(保护)、地下水污染防治、土壤污染防治、山体资源保护及地质遗迹保护等专项区划的评价指标,而且要考虑地质环境条件、地质资源、区域稳定等因素。因此,社会属性除考虑重要性(人类工程活动强度)和危害性(已发生的及存在的地质灾害隐患的危害)外,还包括地质资源综合优势度。地质资源综合优势度包含地下水资源、土地资源、山体资源、矿产资源等资源丰富程度或等级评价;自然属性除考虑地质环境质量、地质灾害易发性、地下水易污性外,还需考虑区域稳定性(地震)。地质环境质量是地下水环境质量、土壤环境质量、矿山地质环境质量和岩(土)体质量的综合(表 7)。

4 结 语

(1)作为地质环境保护规划基础的地质环境区划工作将越来越引起重视,因此,研究地质环境区划评价的指标体系十分重要。本文是中国地质调查局下达的江苏省地质环境调查与区划项目的主要研究成果,是在综合分析研究江苏省地质环境条件的基础上,从地质环境的自然属性和社会属性两方面考虑,提出了地质灾害(防治)、矿山地质环境(保护)、地下水污染防治、土壤污染防治、地质遗迹保护和山体资源保护等 6 个专项及地质环境综合区划评价指标体系。

(2)依据地质灾害易发性、危害性及所处位置的

人类工程活动强度建立的地质灾害区划评价指标体系由 3 个目标层、8 个约束层、24 个指标层组成;依据矿山地质环境质量评价及矿产资源开发利用规划建立的矿山地质环境区划评价指标体系由 2 个目标层、5 个约束层、12 个指标层组成;依据地下水防污性能、地下水环境质量及水资源供给的重要性建立的地下水污染防治区划评价指标体系由 3 个目标层、6 个约束层、13 个指标层组成;依据土壤环境质量及土地资源供给的重要性建立的土壤污染防治区划评价指标体系由 2 个目标层、5 个约束层、7 个指标层组成;依据山体资源的山体资源价值、损毁敏感性及其所处位置的重要性建立的山体资源保护区划评价指标体系由 3 个目标层、6 个约束层、11 个指标层组成;依据地质遗迹保护与开发的适宜性评价和所处位置重要性建立的地质遗迹保护区划评价指标体系由 2 个目标层、4 个约束层、9 个指标层组成;依据地质环境质量、地质灾害易发性、地下水防污性能、区域稳定性及地质灾害危害性、地质资源优势度及所处位置的人类工程活动强度建立的地质环境综合区划建立了由 7 个目标层、16 个约束层、40 个指标层组成。

(3)地质环境区划是复杂的综合性区划,涉及的指标多,如何取舍,孰轻孰重,难于界定,既不能把复杂的地质背景、地质作用过于简单化,又不能将相互关联地质环境系统复杂化。因此,选取适当数量、具代表性的指标显得十分重要,本文仅作了有益的尝试,试图用较少的指标,又能涵盖影响地质环境变化的重要因素。由于篇幅的限制,未能对区划评价指标的数据标准化处理、权重的确定、区划分区标准及区

表 7 地质环境综合区划评价指标

Table 7 Evaluation indexes for comprehensive division of geo-environment

属性	目标层	约束层	要素(指标)层	备注
社会属性	重要性	人类工程活动强度	人口密度 人均 GDP	区域人口密度越大则重要 经济越发达则重要
	资源综合优势度	地下水资源	地下水资源潜力评价	地下水主采层可开采量/实际开采量
		土地资源 山体资源	耕地占有率 资源价值及稀缺度	耕地/国土面积 人文历史价值、自然景观价值、山体稀缺度
	矿产资源	矿产资源保障程度	资源储量静态保证情况评价(短缺、充足、丰富的矿种数量)或优势矿种数量	
危害性	灾害度	现状灾害度 隐患灾害度	经济损失、人数伤亡 经济预损失、威胁人数	
自然属性	地质环境质量	地下水环境质量	地下水质量评价 地下水污染评价	重金属、有机、无机等 重金属、有机、无机等
		土壤环境质量	土壤质量评价 土壤污染评价	根据土壤环境质量标准进行功能分级 As、Cd、Cr、Hg、Pb 等 5 项毒害重金属
		矿山地质环境质量	资源损毁 环境污染	土地、植被、水、景观资源等损毁 废水废液排放量、废渣(尾矿)存放量及污染成分
		岩(土)体质量	岩(土)体分类 岩(土)体结构	岩体按岩石坚硬程度分; 土体按沉积时代分 按工程地质特征(工程地质分区)划分
	地质灾害易发性	滑崩灾害	地形坡度 构造发育密度 岩性特征 隐患特征	分 ≥ 45 、 $10\sim 45$ 、 $< 10^\circ$ 构造发育线密度或点密度 按岩类的工程地质特性分 隐患点密度、面积系数、体积系数
		采空区塌陷	开采深度 开采厚度 开采历史 开采方式	分 < 100 、 $600\sim 100$ 、 ≥ 600 m 分 < 10 、 $10\sim 30$ 、 ≥ 30 m 分 < 5 、 $5\sim 15$ 、 ≥ 15 年 分崩落法、空场法及房柱法、充填法等
		岩溶塌陷	岩溶发育程度 上覆土层岩性及厚度 岩溶水开采潜力	考虑碳酸盐岩的比例 分粘性土、砂性土; < 10 、 $10\sim 30$ 、 ≥ 30 m 分潜力不足、采补平衡、尚有潜力、有潜力
		地面沉降	地面累计沉降量 含水砂层厚度 软土层厚度 深层水开采潜力评价	分 ≥ 600 、 $200\sim 600$ 、 < 200 mm 分 ≥ 60 、 $30\sim 60$ 、 < 30 m 分 ≥ 20 、 $10\sim 20$ 、 < 10 m 分潜力不足、采补平衡、尚有潜力、有潜力
	地下水易污性	地下水防污性能	浅层水水位埋深 含水层净补给量 含水层介质 土壤介质 地形地貌 包气带介质的影响 水力传导系数	分 ≥ 4 、 $3\sim 4$ 、 $2\sim 3$ 、 $1\sim 2$ 、 < 1 m 据降水量和入渗补给系数计算的净补给量 浅层地下水含水层岩性进行分级 对表层 60 cm 内的土壤进行分级 分为丘陵、岗地、平坦平原、洼地 $0\sim 5$ m 的包气带岩性及组合特征区分 含水层介质的岩性和抽水试验确定
	区域稳定性	地震活动	地震裂度 历史地震发育度	分 ≥ 9 、 $7\sim 9$ 、 < 7 4 级以上地震发育频度

划方案进行论述。

参考文献(References):

[1] 鞠建华. 地质环境利用和保护[J]. 中国地质, 1993, (6):21-23.
Ju Jianhua. Use and protection of geological environment [J]. Geology in China, 1993, (6):21-23(in Chinese).
[2] 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.
Yan Mancun, Li Huamei, Wen Qizhong, et al. The current situation and trend of regional geo-environment quality assessment [J]. Advance in Earth Science, 1999, 14 (4):371-376 (in Chinese with English abstract).
[3] 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.
Zhou Aiguo, Zhou Jianwei, Liang Hecheng, et al. Geological

- Environment Evaluation [M]. Wuhan:China University of Geosciences Press, 2008(in Chinese).
- [4] 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.
Huang Runqiu, Xu Xiangning, Tang Chuan, et al. Geological Environment Evaluation and Geological Disaster Management [M]. Beijing:Science Press, 2008(in Chinese with English abstract).
- [5] 蔡鹤生, 唐朝晖, 周爱国, 等. 地质环境容量评价指标初步研究[J]. 水文地质工程地质, 1998, (3):23-25.
Cai Hesheng, Tang Zhaohui, Zhou Aiguo, et al. The indexes for evaluating the capability of geo-environment [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 1998, (3):23-25 (in Chinese with English abstract).
- [6] 周爱国, 孙自永, 徐恒力, 等. 地质环境生态适宜性评价指标体系研究[J]. 地质科技情报, 2001, 20(2):71-74.
Zhou Aiguo, Sun Ziyong, Xu Hengli, et al. Study of indexes for assessment of geo-environmental ecology suitability [J]. Geological Science and Technology Information, 2001, 20 (2):71-74 (in Chinese with English abstract).
- [7] 王嘉学, 肖波. 河源区生态地质环境安全性评估[J]. 水文地质工程地质, 2009, (3):117-121.
Wang Jiaxue, Xiao Bo. Security evaluation of eco-geological environment in head-water areas[J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2009, (3):117-121(in Chinese with English abstract).
- [8] 何芳, 徐友宁, 袁汉春, 等. 矿山环境地质问题综合评价客观权值确定方法探讨[J]. 中国地质, 2008, 35(2):337-343.
He Fang, Xu Youning, Yuan Hanchun, et al. Method for the determination of objective weight-values in the comprehensive evaluation of mine environmental geological problems [J]. Geology in China, 2008, 35(2):337-343(in Chinese with English abstract).
- [9] 黄敬军. 江苏省矿山生态地质环境问题现状及防治对策 [J]. 江苏地质, 2002, 26(4):216-22.
Huang Jingjun. Eco-geological environmental problems and their preventive measures for mines in Jiangsu [J]. Jiangsu Geology, 2002, 26(4):216-22(in Chinese with English abstract).

A preliminary study of the evaluation index system for geo-environment regionalization in Jiangsu

HUANG Jing-jun¹, GAN Yi-qun², MIAO Shi-xian¹, WU Jian-qiang¹, YANG Lei¹,
HUA Ming¹, MIN Wang¹, ZHAO Li-hong¹, FANG Qiang¹

(1. Geological Survey of Jiangsu Province, Nanjing, 210018, Jiangsu, China; 2. China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China)

Abstract: The evaluation index system of geo-environment regionalization, which has been established to evaluate the quality of geological environment, is of significance for effective protection and management of geo-environment. This paper is based on a comprehensive analysis of geo-environment information and achievements obtained in Jiangsu. Guided by the geo-environment problem and taking into account the harmony between people and earth, the principle of geo-environment security, geological resources protection and social needs as well as nature and science, the authors established the evaluation index system for six specialized regionalization divisions, i.e., geological disasters (prevention), mine geological environment (protection), mountain resource conservation, geological heritage protection, groundwater and soil pollution prevention. Besides, a comprehensive regionalization of geo-environment evaluation index system comprising seven target levels, sixteen constrained levels and forty indexes was established to provide a scientific basis for geological environment in Jiangsu.

Key words: geo-environment regionalization; evaluation index system; mountain resource conservation; Jiangsu

About the first author: HUANG Jing-jun, male, born in 1962, senior engineer, mainly engages in the study of hydrogeology and environmental geology; E-mail: hjjhfy@163.com.