

大兴安岭浅覆盖区生态地质评价方法初探

——以 1:25 万区调呼中镇幅为例

马江水¹ 李仰春¹ 任凤和² 尤福珍³ 李清伟¹

(1.黑龙江地质调查总院齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161005;2.黑龙江地质调查总院,黑龙江 哈尔滨 150036;
3.黑龙江省齐齐哈尔市矿产勘查开发总院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

提 要:通过野外调查,在收集统计大量基础地质、经济地质、环境地质、旅游地质、农(林)业地质等数据信息的基础上,在 GIS 技术指导下,采用定量定性相结合的半定量分析评价方法,对森林浅覆盖区生态地质现状及各类资源的开发利用潜力进行了综合评价。在研究和探讨森林浅覆盖区生态地质综合评价方法的基础上,提出了森林浅覆盖区生态地质评价模型,确定了综合参数,划分了生态地质类型。

关键词:评价因子;资源开发利用潜力;森林浅覆盖区;生态地质评价模型;综合参数。

中图分类号:X171 **文献编码**:A **文章编码**:1000-3657(2003)03-330-07

对研究区内的各类资源开发潜力及生态现状做出合理评价是生态地质评价的主要内容。前人多以基础地质、经济地质、环境地质、旅游地质、农(林)业地质为基础,通过系列图件对比等进行定性评价,缺乏量的含义。因此笔者提出通过在相关图件上采集数据,并采用定量定性相结合的办法建立综合评价模型,以模型为基础进行综合评价。为建立适用且易于操作的生态地质评价模型,笔者借鉴了矿产资源定量评价方法^[1]和环境工程地质评价方法^[2],根据森林浅覆盖区生态地质特征及各要素的相关关系,选择了经济地质因子(A)、环境地质因子(B)、旅游地质因子(C)、林业地质因子(D)4个一级评价因子,同时选取矿产资源可开发利用率、矿产资源潜力等11个二级因子(或参数),1个附加因子(水资源参数)(表1)。

为采取定量数据笔者采用 10 km×10 km 网格做统计单元将全区共划分出 120 个统计单元。经统计计算确定各个单元中所有参数指标,依单元之间数据对比进行 I、II、III 级划分,确定分级区间(表1)。

1 矿产资源潜力^[1]及矿床可利用率

矿产资源潜力 A_1 和矿产资源可开发利用率 A_2 是确定经济地质因子的主要参数,前者占主导地位,矿产资源潜力区划分的关键是建立潜力区空间分析模型,其主要步骤如下。

1.1 地质单元异常分级

在计算各地质单元的成矿广度(N)、成矿强度(I)基础上进行分级(表2), $I \geq 50$ 为 I 级, $15 \leq I < 50$ 为 II 级, $I < 15$ 为 III 级,且 $N < 5$ 时不能划入地质单元异常。由表2可以看出,本区第四系成矿广度和成矿强度值最高,主要矿产为砂金、泥炭等。塔木兰沟组基性火山岩成矿广度值很高而成矿强度却较低,反映其受地质构造、岩浆中有益组分的富集、迁移等因素影响。

1.2 化探异常与相关矿床的耦合度和出现率分析

化探异常与相关矿床耦合度和出现率分析见表3。在统计单元数据对比基础上,将区内4类元素组合异常分为3个类型:(1)Au、Au-Hg-Ag 组合异常

收稿日期:2002-04-24;改回日期:2003-03-25

基金项目:国家基础地质调查项目(1996130000704)资助。

作者简介:马江水,男,1969年生,工程师,从事区域地质调查及矿产生态研究工作;E-mail:qqmjs@163.com。

表 1 呼中地区生态地质评价因子及分级标准

Table 1 Assessment factors and grading criteria of the ecological geology of the Huzhong area

分级	经济地质因子 (A)		环境地质因子(B)						旅游地质资源潜力因子 (C)	林业地质因子(D)			
	A ₁	A ₂ /%	B ₁			B ₂	B ₃	B ₄		D ₁	D ₂	D ₃ / (m ³ · km ⁻²)	
			ew(条/100km ²)	fw %	cw			B ₄₋₁ /%	B ₄₋₂				
I 级	高潜力区	[50, 100]	[0, 17]	[0, 15]	不发育	相对稳定区	B ₃ ' ∈ [0, 15]且无水质污染	[0, 10)	不发育	C _j ∈ (10, +∞) 且有利地质因素发育	优越型	[80, 100]	[700, +∞]
II 级	中潜力区	[30, 50]	[17, 25]	[15, 30]	一般发育	相对次稳定区	B ₃ ' ∈ (15, 25) 且无污染或仅个别地段轻污染	[10, 35]	一般发育	C _j ∈ [5, 10] 且存在有利地质因素	中型	[65, 80]	[5000, 7000]
III 级	低潜力区	[0, 30]	[25, +∞]	[30, 100]	较发育	相对不稳定区	B ₃ ' ∈ [25, 100], 已发生水质污染且造成危害	(35, 100)	较发育	C _j ∈ (0, 5) 且有利地质因素不发育	低级型	[0, 65]	[0, 5000]

注:①当各因子为 I 级、II 级、III 级时,分别赋值为 1、2、3;②ew—冲沟密度;fw—水土流失强度;cw—灾害发育程度。

表 2 呼中地区地质单元异常分级

Table 2 Grades of geological unit anomalies of the Huzhong area

异常级别	序号	单元序号	面积 (S/km ²)	成矿广度 (N)	成矿强度 (I)	岩性特征	矿种
I 级	1	第四系 (Q)	921.2	166	180	砂、砾石、粘土、泥炭土等	泥炭、砂金
	2	木瑞组 (K _{1m})	147.5	25	169	卵石砾岩、砂岩、凝灰质砂岩等	砂金
	3	吉祥沟岩组 (Pt ₃ -E ₁) _j	58.8	6	102	变英安岩、变砂岩、大理岩等	多金属
	4	大网子岩组 (Pt ₃ -E ₁) _d	79.5	5	63	变酸性熔岩千枚岩、片岩等	钼、铜多金属
II 级	5	塔木兰沟组 (J _{3t})	1453.9	29	20	玄武岩、安山岩、粗安岩、集块岩	金及多金属
	6	兴华渡口岩群	542.2	8	15	片麻杂岩、变粒岩、浅粒岩、角闪岩	金及多金属
III 级	7	上库力组 (K _{1s})	3836.8	7	2	流纹质熔岩、英安岩及碎屑岩	金为主
	8	吉祥峰组 (J _{3j})	351.4	5	14	英安岩、流纹英安质碎屑岩	铁、铅、铜等多金属

注:N—指研究区内某地质单元发现矿床(点)的个数;I—指单位面积内成矿比率(I=N/S×1000)。

高耦合度、高出现率类型;(2)Cu、Cu-Pb-Zn 中耦合度、中出现率类型;(3)Pb、Pb-Zn、V-Ni-Ti 低耦合度、低出现率类型。

1.3 有利矿床产出的断裂构造

从图 1 可以看出测区西部大多数金属矿床(点)多分布在主要断裂附近(图 1 中可供开采的、停止开采的、正在开采的矿床,除白鲁山西部两个为矿点外,其他均为中、小型矿床),其中 NE、NEE 向断裂为金属矿床的主要控矿断裂,而泥炭矿大多与活动断裂有关,如盘古河活动断裂一侧泥炭丰富,另一侧贫乏。同时在矿产地与断层间距分析基础上,将间距小于 2 km 的断裂确定为有利于矿床产出的断裂。

1.4 矿产地外围找矿有利区(带)确定

由实践经验^[1]可知大型、中型矿床外围具较大的资源量,其外围资源潜力也较大;小型矿床外围次之;矿点更小。因此,笔者将其作为反映资源潜力大小的重要因素,即资源潜力评价的重要数据层,并且依据地质单元异常、化探综合异常及勘查情况圈定找矿有利区(带)范围。图 1 中可供开采的、停止开采的、正在开采的内外生矿床均为中、小型矿床,因此,在其外围找矿较有利,应进一步加强其外围找矿的力度。

1.5 资源潜力空间分析模型的确定和潜力区划分

资源潜力空间分析模型的确定:选取地质、矿

表3 呼中地区化探异常与相关矿床耦合度和出现率分析

Table 3 Analysis of the coupling between geochemical anomalies and related deposits of the Huzhong area

异常代号	异常数量	异常面积/km ²	分析项目	矿床类型				矿产当量(个)	耦合度	分析项目	矿床类型				矿产当量(个)	出现率
				大	中	小	矿点				大	中	小	矿点		
Au ₁	35	418.9	a	0	1	1	3	33	0.892	c		1	1	3	33	0.846
			b		1	1	7	34		d		1	2	4	39	
Cu ₂	23	360.1	a				9	9	0.409	c				9	9	0.473
			b			1	17	22		d		1	14	19		
Pb ₃	12	105.0	a				1	1	0.333	c				1	1	0.25
			b				3	3		d			4	4		
V ₄	4	65.5	a						0					0	0	0
			b							d			4	4		

注: Au₁ 为 Au、Au-Hg-Ag 组合异常; Cu₂ 为 Cu、Cu-Pb-Zn 组合异常; Pb₃ 为 Pb-Zn、Pb-Zn-Ag 组合异常; V₄ 为 V-Ni-Ti 组合异常; a-与异常相关的矿床; b-全部矿床; c-所见相关矿床; d-研究区内全部相关矿床; 耦合度=a/b; 出现率=c/d。

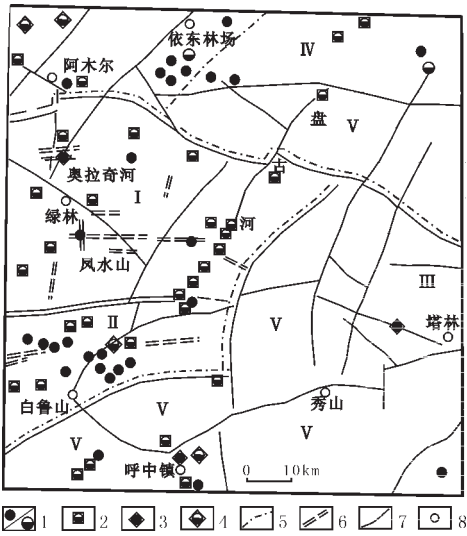


图1 呼中地区矿产分布与构造关系图

1—内生/外生矿床(点); 2—可供开采的外生矿床(点);
 3—停止开采的内生矿床; 4—正在开采的外生矿床; 5—构造分区界线; 6—韧性剪切带; 7—断裂; 8—居民点; I—中元古代地块; II—陆缘增生带; III—新元古代褶皱带; IV—断陷盆地; V—中生代火山喷发带

Fig. 1 Distribution of mineral deposits and structure of the Huzhong area

1—Endogenic/exogenic ore deposits (occurrence); 2—Minable exogenic deposit (occurrence); 3—Abandoned endogenic deposit; 4—Producing deposit; 5—Tectonic boundary; 6—Ductile shear zone; 7—Fault; 8—Residential area. I—Mesoproterozoic block; II—Continental-margin accretion zone III—Paleozoic fold belt; IV—Down-faulted basin; V—Mesozoic volcanic eruption zone

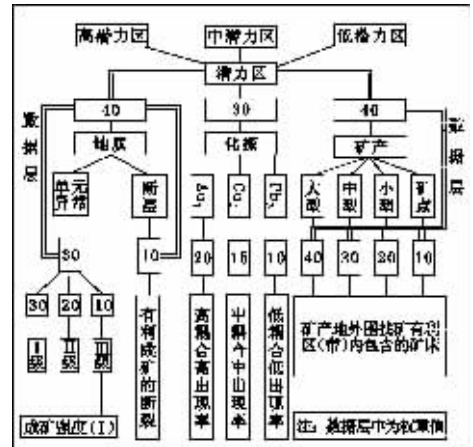


图2 矿产资源潜力空间分析模型

Fig. 2 Spatial analysis model of mineral potential

产、化探 3 个因素为主要评价因子(图 2), 并依据各因子对资源潜力大小影响程度赋以不同的权重值, 3 个因子权重之和为 100, 每个因子又分为不同的数据层和对象, 最终在 10 km×10 km 统计单元内, 依据模型确定地质单元异常级别、化探、矿床类型等, 并赋以相应的权重值, 通过空间数据叠加得出统计单元权重值。

潜力区划分: 将各统计单元权重值标于网络中心, 围绕矿产地外围找矿有利区(带)在局部范围内采用内插法圈定不同级别的潜力区。高潜力区分布在内带, 中、低潜力区依次分布于外带。为便于表达, 以次一级潜力区的外边界作为潜力区界线, 并赋予

高级区名称,据此划分矿产资源高潜力区4处,集中于绿林林场至依东林场一带;中潜力区10处,多分布在盘古河上游和白鲁山北部;低潜力区2处,分布在本区的东北角和东南角各一处。

1.6 经济地质因子(A)的确定

在10km×10km网络内,如果出现高潜力区则给资源潜力因子赋值为 $A_1=1$;无高潜力区而有中潜力区则 $A_1=2$;无或仅有低潜力区则 $A_1=3$ 。表1中 A_2 为矿产可开发利用率,指可供开采利用的矿床总数与统计单元内发现矿床、矿点总数的百分比(表1)。结合表1并依据矿产可开发利用率的计算值给 A_2 赋值,当 $A_1=1$ 且 $A_2=1$ 或2时,将A赋值为 $A=1$;当 $A_1=2$ 且 $A_2=1$ 或2时, $A=2$;当 $A_1=3$ 且 $A_2=3$ 或2时, $A=3$ 。其中 $A=1$ 时为矿产开发及找矿的首选地段。

另外,水资源附加因子为经济地质附加因子。塔林一带呼玛河水流量大、平均流量 $160\text{m}^3/\text{s}$,预测可建5万千瓦水电站一座,因此将该地段划为水资源开发利用高潜力区。同时依上述原则将该区A赋值为1。

2 地质生态环境分析

地质生态环境的优劣用环境地质因子(B)来进行评价,而环境地质因子则决定于内、外营力地质灾害发育系数(K_s 、 K_w)、化学性地质灾害发育系数(K_n)、火灾及相关地质灾害发育系数(Q_w)。为便于计算分析分别将 K_w 、 K_s 、 K_h 、 Q_w 写成 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 。

(1)外营力地质灾害发育系数 B_1 各项参数的选择及确定^[2]:结合表1在10km×10km统计单元内按单元累计法计算 $B_1=ew+fw+cw$ 的赋值,其中 ew 为冲沟密度:指单位面积内长度大于1km的冲沟条数(单位:条/100km²); fw 为水土流失强度:指发生水土流失面积占统计单元面积的百分比; cw 为崩塌、崩落、土溜、江河岸蚀等灾害发育程度。计算出统计单元为 Q_w 、 F_w 的真值后,依表1赋值,再给 cw 定性赋值。依据上述原则计算 B_1 的值,当 $B_1 \in [3, 5]$ 时为外营力地质灾害不发育,斜坡弱变形区,并赋值为 $B_1=1$;当 $B_1 \in [5, 7]$ 时为外营力地质灾害一般发育,斜坡变形一般,赋值 $B_1=2$;当 $B_1 \in [7, 9]$ 时为外营力地质灾害发育,斜坡变形强烈,赋值 $B_1=3$ 。

(2)内营力地质灾害发育系数(B_2)确定^[2]:主要选取地壳稳定性作为评价指标。以图1为基础,参考重力资料,将块状地壳结构、活动断裂不发育、重力异常均匀、缺乏梯度带的地段划为相对稳定区;将块

裂构造、地壳完整性差、活动断裂发育、区域性异常梯度在2.5~3.5之间的地段划为相对不稳定区;次稳定区介于两者之间。根据表1给 B_2 赋值。

(3)化学性地质灾害发育系数(B_3):主要依据元素过量贫乏区的分布面积占统计单元面积的百分比,结合水质污染情况进行评价。由表1得 B_3 的赋值。当 $B_3=1$ 、2、3时分别为化学性地质灾害发育较轻、一般和强烈区。

(4)森林火灾及相关地质灾害程度: B_{4-1} 为火灾危害强度:表1指火灾危害面积占统计单元面积的百分比; B_{4-2} 为相关灾害发育程度,采用定性赋值。当 $B_{4-1}=1$ 且 $B_{4-2}=1$ 或2, $B_{4-1}=2$ 且 $B_{4-2}=2$ 或3, $B_{4-1}=3$ 且 $B_{4-2}=3$ 时,分别赋值为1、2、3。

(5)环境地质因子综合参数(B)的确定:根据公式 $B = \sum_{i=1}^4 B_i$ 计算各统计单元(10km×10km)内B的赋值大小。当 $B \in [4, 6]$ 、 $(6, 9)$ 、 $[9, 2]$ 时,分别赋值为 $B=1$ 、2、3,代表环境优越型、中型和低级型。

3 可开发的旅游资源潜力分析

笔者选取景点密度和有利地质因素作为旅游资源潜力分析的两个因子,其中以景点密度(C_j)为主。为了计算景点密度,采用矿产当量算法,把景点集中地段、综合景点、主要景点、次要景点分别赋予不同的权重值(分别为 $K_1=125$ 、 $K_2=25$ 、 $K_3=5$ 、 $K_4=1$),利用公式 $N_j=K_1 \cdot X_1 + K_2 \cdot X_2 + K_3 \cdot X_3 + K_4 \cdot X_4$ 来计算景点当量(N_j),其中 K_1-K_4 为权重值, X_1-X_4 为景点类型;景点密度是指单位面积内景点个数(N_j/S ,单位:个/100km²)^[3]。有利地质因素是指与地学景观类、水文景观类相关的地质因素,如断层崖、三角面、砂坝、沙滩、火山机构、岩墙、岩钟等。由表1给C赋值,并确定不同的潜力区级别, $C_j \in (10, \infty)$ 、 $C_j \in [5, 10]$ 、 $C_j \in [0, 5]$ 分别为高、中、低潜力区。

4 林业资源潜力及林业地质因子相关参数确定

林业资源潜力大小主要通过林业地质因子(D)及相关参数来确定,主要有土壤类型(D_1)、土地利用效率(D_2)、单位面积木材蓄积量(D_3)。

(1)土壤类型确定(D_1):土壤中元素含量适中,以森林灰化土为主且粘土含量大于20%,母质层以沉积岩为主的土壤为优越型;土壤中元素过量或贫

乏,以暗棕壤和弱灰化土为主且粘土含量小于10%,母质层以变质岩及粗粒结构的侵入岩为主的土壤为低级型;中型介于两者之间。 D_1 赋值见表1。

(2) 土地利用确定:搜集各林场林地面积平均值^①,应用加权平均法求出每个统计单元内林地面积,计算出林地面积占统计单元面积的百分比,其为土地利用(D₂)。D₂分级并赋值见表1。

(3) 单位面积木材蓄积量(D₄):同土地利用率计算法相同,先搜集各林场木材平均蓄积量,然后计算统计单元内单位面积的木材蓄积量(D₃)。D₃分级并分别赋值见表1。

(4) 林业地质因子确定:采用统计单元累计法计算: $D = \sum_{i=1}^3 D_i$,当 $D \in (0, 4)$ 、 $(4, 6)$ 、 $(6, 9)$ 时分别赋值为1、2、3,即林业地质资源潜力高、中、低。

5 生态地质评价模型及分布区评价

由于各因素对生态地质现状影响程度和资源的可再生和不可再生性的不同,在进行生态地质综合评价中对4个一级因子赋予不同的权重值,且权重值之和为100,每个一级因子又划分出不同级别的

数据层。如森林浅覆盖区森林资源作为可再生资源在整个生态系统中占主导地位,因此对其赋最高权重值,其下面又分为3个级别不同有数据层,其他因子权重及数据层如图3所示,此图即为生态地质综合评价模型。依据模型中数据叠加可以确定综合参数(K_z),同时确定不同的生态地质类型区,当 $K_z \in [80, 100]$ 、 $(50, 80)$ 、 $[0, 50]$ 分别为优良区、中型区、中低级区。

在分区评价中首先根据基础地质确定的不同大地构造单元,结合相关图件对比划分出一级生态地质类型区,相关的主要有:地质图、构造纲要图、矿产分布与远景预测图、矿产资源潜力区分布图、环境地质图、土壤环境地球化学图、林相图、森林资源分布图、水资源及其他资源分布图等。通过相关图件对比发现,不同的大地构造单元内地质体存在明显差异,地球化学特征也不同;不同岩类遭受后期改造的破坏程度和木材蓄积量及木材对环境的适应性也存在差异(表4)。因此,将采用不同大地构造单元作为一级区划分的主要依据,一级区确定后在每个区内采用10 km×10 km(局部5 km×5 km或更小)网格为统计单元,应用赋值法计算各个参数值,最终依据模型中数

表4 呼中地区生态地质分区及主要特征

Table 4 Areas and main characteristics of ecological geology of the Huzhong area

一级区号	所属构造单元	亚区号	生态地质类型	主要生态地质特征
I	上黑龙江断陷盆地	I ₁	优良型	分布于阿木尔—依东林场一带。矿产可利用率64%左右,且存在府库奇河、马大尔河等3处高潜力区,灾害较少,可开发的景点集中分布、木材蓄积量较大
		I ₂	中低级型	盘古—盘中一带,67%的面积为火灾严重区,矿产资源极少,木材蓄积量最低,仅4065m ³ /km ² ;可开发的景点较多、地质灾害较发育
II	呼中火山喷发带	II ₁	中型	盘古河上游有2处矿产资源中潜力区,盘碧公路两侧火山地貌景观发育,景点不集中,公路两侧多为过采区,木材蓄积量7302m ³ /km ² ;环境较好,灾害一般
		II ₂	优良型	呼中—秀山一带人口集中,多为过采区,目前多数林场已搬迁,地学景观类、水文景观类景点集中分布于呼玛河自然保护区内。应加强河流地质灾害综合治理
		II ₃	中型	白鲁山林场北多金属矿产资源潜力较高,且大理岩较丰富,但土壤环境质量较差,木材蓄积量相对较低、平均6771m ³ /km ²
		II ₄	中低级型	干部河两岸过采区分布面积广,已出现水土流失。土壤元素集中过量,用材林局部出现癌瘤病,木材蓄积量仅4452m ³ /km ² ,资源较贫乏
III	绿林林场元古宙结晶地块及陆缘增生带	III ₁	中型	奥拉奇河上游为金高潜力区,且过采区面积较大,约占23%,土壤元素集中过量区约占22%,木材蓄积量平均5374m ³ /km ²
		III ₂	优良型	白卡鲁山—札林库尔山一带可进行森林旅游探险。土壤为优良型,泥炭、森林、野生动物资源丰富,环境优良型。木材蓄积量7066m ³ /km ²
IV	塔林晚古生代褶皱带		优良型	塔林一带木材资源、水资源位于全区之首。有供地方开采的磁铁矿。土壤为优越型,适宜用材林生长,在过采区应防止水土流失加剧

① 黑龙江大兴安岭林业设计研究院. 森林资源勘查报告,1988~1994.

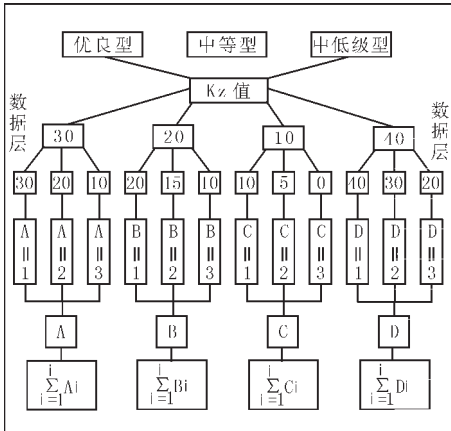


图 3 生态地质综合评价模型

Fig. 3 Model of integrated assessment of ecological geology

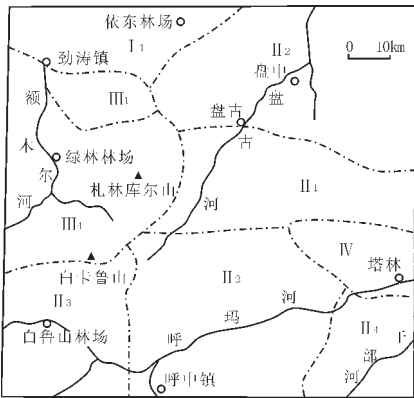


图 4 生态地质综合分区图

- I₁—依东林场亚区; I₂—盘中亚区; II₁—盘古河上游亚区;
 - II₂—呼中亚区; II₃—劲涛亚区; II₄—干部河亚区; III₁—劲涛东南部亚区; III₂—白卡鲁山北部亚区; IV—塔林一级区
- Fig. 4 Integrated areas of ecological geology
- I₁—Yidong forest field subarea; I₂—Panzhong subarea;
 - II₁—Panguhe subarea; II₂—Huzhong subarea; II₃—Jingtao subarea;
 - II₄—Gangbuhe subarea; III₁—Southeast Jingtao subarea;
 - III₂—North Baikalushan subarea; IV—Talin first-order area

据叠加确定综合参数 K_z 值的大小,将 K_z 值标于网格中心;采用内插法确定二级区界线,给出二级区 K_z 平均值,从而进行二级区划分(表 4、图 4)。区内共划分 4 个优良区、3 个中型区、2 个中低级区。

生态地质类型区相关因子发展动态分析:根据生态地质现状,主要考虑人为因素对生态环境的破坏程度和发展持续性,同时考虑可人为改造

的环境因子及采取的必要保护措施等,对 4 种不同一级因子发展动态进行初步预测。如由于天然林保护工程的实施、林场的撤消、停止采伐等则有利于林业地质类型向优良型转化。矿产资源、旅游资源开发等如采取合理措施或可通过采取必要措施抑制环境恶化均可使林业地质类型向优良型转化,反之则向低级型或劣化方向发展,不可进行人为改造的应尽量保持生态平衡。

6 结 语

(1)首次采用定量定性相结合的方法研究和探讨了大兴安岭森林浅覆盖区生态地质评价方法,提出了森林浅覆盖地区生态地质综合评价模型,为今后在同类地区进行生态地质调查提供了一个新思路。

(2)对研究区内的生态地质类型进行了合理的划分,同时重点论述了影响生态平衡的重要因子——经济地质因子和环境地质因子的评价方法。

(3)通过调查和研究,对经济地质因子、环境地质因子、旅游地质因子、林业地质因子的发展动态进行了初步预测。

(4)笔者认为前人的对比法对一个地区而言只是突出了各单因子的作用,对其综合作用考虑的有些不客观,甚至有些偏见。因同一研究区内有许多生态因子,各种因子不是孤立的,而是相互联系相互促进与制约的。实践证明:一个因子变化都能不同程度地引起其他因子的相应的变化;另外,一个因子对生态发生作用时,其综合作用效果并不是各单因子的简单累加,其综合作用往往大于或小于各单因子作用之和。文中所述的定量定性相结合的半定量评价方法将多种评价方法如地质学、环境地质学^[1]、灾害地质学、生态学等融为一体,较充分地考虑了各因子综合作用和交互作用的结果,是符合生态因子的综合作用定律的^[4]。

经以上分析和实践笔者认为此种方法具有综合性强、技术含量高、便于操作等特点。应用该方法对本区的生态地质现状进行客观的、系统的评价,更能满足可持续发展的需要,比较适合大兴安岭浅覆盖地区的实际情况。

参考文献 (References):

[1] 池顺都,赵鹏大,刘粤湘.应用 GIS 技术研究矿产资源潜力[J].地球科学,1999,(24)5:493~497.

- Chi Shundu, Zhao Pengda, Liu Yuexiang. Use GIS technology in research on resources exploitable potential[J]. Earth Science, 1999, (24) 5: 493~497 (in Chinese with English abstract).
- [2] 李小林. 环境工程地质图编制及方法: 环境地质研究[M]. 北京: 地震出版社, 1998. 128~135.
- Li Xiaolin. Draw up Map of Environmental Geology and Means: Environmental Geology Resources [M]. Beijing: Seismological Press, 1998. 128~135 (in Chinese with English abstract).
- [3] 李江风, 汪华斌, 吕贻峰. 清江流域旅游资源分布规律及成因[J]. 地球科学, 1999, (24) 4: 374~377 [J].
- Li Jiangfeng, Wang Huabin, Lü Yifeng. Tourism resource distribution and cause of formation in the Qingjiang River drainage area [J]. Earth Science, 1999, (24) 4: 374~377 (in Chinese with English abstract).
- [4] 朱大奎, 王颖, 陈方. 环境地质学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001, 53~67, 373~379.
- Zhu Dakui, Wang Ying, Chen Fang. Environmental Geology [M]. Higher Education Press. 2001. 53~67, 373~379 (in Chinese with English abstract).
- [5] 曹凑贵, 严力蛟, 刘黎明, 等. 生态学概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002. 58~61.
- Cao cougui, Yan lijiao, Liu liming, et al. An Introduction to Ecology [M]. Higher Education Press. 2002, 58~61 (in Chinese with English abstract).

Methods of assessing the ecological geology of forest shallow cover areas in the Da Hingan Mountains —— A Case study of 1:25000 regional geological Survey, Fuzhong

MA Jiang-shui¹, LI Yang-chun¹, REN Feng-he², YOU Fu-zhen³, LI Qing-wei¹

(1. Qiqihar Branch, Heilongjiang Institute of Geological Survey, Qiqihar 161005, Heilongjiang, China;

2. Heilongjiang Institute of Geological Survey, Harbin 150036, Heilongjiang, China;

3. Institute of Mineral Exploration and Development, Qiqihar 161006, Heilongjiang, China)

Abstract: On the basis of the field survey and statistical analysis of a wealth of data about the fundamental geology, economic geology, environmental geology, tourism geology and agricultural (forestry) geology, and under the direction of the GIS technique, an integrated assessment of the ecological-geological pattern potential of exploitation and utilization of various resources in the forest shallow cover areas was carried out by using the semi-quantitative analysis and assessment method that combines the qualitative method with the quantitative one. Based on the study of the integrated assessment method of the ecological geology in forest shallow cover areas, the authors present a model for assessing the ecological geology of forest shallow cover area and determines the synthetic parameters, and moreover the types of ecological geology are also distinguished.

Key words: assessment factor; potential of resource exploitation and utilization; shallow cover area of forest; model for integrated assessment of ecological geology; synthetic parameters