

# 生产建设项目水土流失影响等级划分

王克勤<sup>1</sup>, 赵辉<sup>2</sup>, 高天天<sup>1</sup>, 王岩松<sup>3</sup>, 党维勤<sup>4</sup>

(1. 西南林业大学 环境科学与工程学院, 云南 昆明 650224; 2. 水利部 水土保持监测中心, 北京 100055;  
3. 水利部 松辽水利委员会, 吉林 长春 130021; 4. 黄河水利委员会 绥德水土保持科学试验站, 陕西 绥德, 718000)

**摘要:** [目的] 研究生产建设项目水土流失影响等级, 为生产建设项目全新分类管理模式的建立提供基础依据。[方法] 从全国 8 个水土保持区划一级区 31 类生产建设项目中筛选出 2 227 个项目, 采用专家咨询法和模糊聚类分析法, 将各项目划分为 5 个等级: 1 级为轻微程度水土流失危害, 2 级为较轻程度水土流失危害, 3 级为一般程度水土流失危害, 4 级为严重程度水土流失危害, 5 级为极严重程度水土流失危害。[结果] 在研究中涉及到的行业类别中, 水土流失危害程度如下: 公路行业、铁路行业、露天矿工程、林浆纸一体化工程属于 5 级; 机场工程、核电站工程、水利枢纽工程、水电站工程、工业园项目工程属于 4 级; 涉水交通行业、风电行业、引调水工程、井采矿工程、油气开采工程、轨道交通工程、农林开发工程、火电行业属于 3 级; 灌区工程、堤防工程、蓄滞洪区工程、其他小型水利工程、油气储存与加工工程、管网工程、加工制造业、输变电工程属于 2 级; 房地产工程、其他类城建工程、社会事业、信息产业、其他行业属于 1 级。[结论] 由于本研究水土保持分类研究数据来源可靠, 因此所划分的生产建设项目水土流失影响等级可以较为准确地反映各行业的水土流失潜在危险。

**关键词:** 水土流失; 生产建设项目; 影响等级

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)03-0143-06

中图分类号: S157.1

DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2015.03.032

## Influence Grades of Soil and Water Loss Resulted by Production and Construction Projects

WANG Keqin<sup>1</sup>, ZHAO Hui<sup>2</sup>, GAO Tiantian<sup>1</sup>, WANG Yansong<sup>3</sup>, DANG Weiqin<sup>4</sup>

(1. Southwest Forestry University, Environment Science and Engineering Faculty, Kunming, Yunnan 650224, China; 2. Monitoring Center of Soil and Water Conservation, Ministry of Water Resources, Beijing 100055, China; 3. Songliao Water Resources Commission of the Ministry of Water Resources, Changchun, Jilin 130021, China; 4. Suide Experimental Station for Soil and Water Conservation, the Yellow River Conservancy Commission, Suide, Shaanxi 718000, China)

**Abstract:** [Objective] To analyzed the grades of the influence of production and construction projects on soil and water loss in order to provide a basis for developing an innovation management mode. [Methods] The 2 227 projects were selected from 31 production and construction project types. The projects were divided into 5 grades such as the 1st grade(milder soil and water loss), the 2nd grade(mild soil and water loss), the 3rd grade(moderate soil and water loss), the 4th grade(severe soil and water loss) and the 5th grade (extremely severe soil and water loss) according to the consultation with specialists and fuzzy cluster analysis. [Results] The category of the industry involved showed different grades: highway, railway, strip mine project, forest-paper integration project belongs to the 5th grade; airport engineering, nuclear power plant engineering, hydro-junction projects, water conservancy hub project, hydropower engineering, industrial park project belongs to the 4th grade; water-transportation industry, wind power industry, water diversion engineering, mining engineering, oil and gas exploitation engineering, rail transit engineering, development engineering in agriculture, forestry, thermal power industry belongs to the 3rd grade; irrigation projects, embankment engineering, storage-flood area, other small water conservancy engineering, oil and gas storage and processing engineering, network engineering, manufacturing industry, power transmission and transfor-

收稿日期: 2014-12-06

修回日期: 2015-03-06

资助项目: 水利部“生产建设项目水土保持分类管理名录研究”(2012-2014)

第一作者: 王克勤(1964—), 男(汉族), 甘肃省庄浪县人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事小流域环境综合治理的理论与技术研究。E-mail: wangkeqin7389@sina.com。

mation project belongs to the 2nd grade; real estate project, other urban construction, social undertakings, information industry and other industry belongs to the 1st grade. [Conclusion] Because the data collection of the influence of projects on soil and water loss is reliable, the divided influence grades of soil and water loss can accurately reflect the potential risk of soil and water loss for different industries.

**Keywords:** soil and water loss; production and construction project; influence grades

当前我国经济发展迅速,综合国力不断增强,与此同时,区域资源开发、城镇建设、矿产资源开发、交通工程建设等生产建设项目造成的大量水土流失也成为人们关注的重点问题。在不同生产建设项目中,不仅引起水土流失的方式、强度等方面存在较大差异,同时在扰动地表面积、损坏植被面积、土石方挖填总量、永久弃渣量等方面也有明显不同。由于生产建设项目造成的水土流失情况复杂,难以用统一的防治标准与技术进行防治,其产生的危害严重影响着社会经济的可持续发展。

我国对水土保持方案的审查、审批程序、方式、内容<sup>[1]</sup>,对水土保持方案的法律地位、项目建议阶段、可行性研究阶段、设计施工及竣工验收阶段、水土保持方案管理的程序与要求<sup>[2-4]</sup>,对开发建设项目水土保持设施竣工验收应具备的条件、验收范围与内容、验收标准、验收权限、验收过程、竣工验收程序<sup>[3,5]</sup>等多方面进行了探讨和研究。同时,我国学者也针对生产建设项目水土保持监督管理中存在的问题进行了剖析,主要集中于生产建设项目水土保持技术服务滞后、开发建设项目水土保持方案未进行分级管理、水土保持监督管理不规范、水土保持执法力度和宣传力度不强等方面<sup>[6-8]</sup>。

世界各国在开发建设项目的水土保持管理方面虽有不同,但积累了大量的经验。美国除了联邦法律外,各州和县也可以根据当地的特点立法或对联邦法进行补充,以有效地保护水土资源<sup>[9]</sup>;英国学者David L. Higgitt以地中海气候为背景,倡导水资源和土地可持续利用的市场控制,指出政策法规在土地可持续利用中的决定性作用<sup>[10]</sup>;澳大利亚学者Harvey N提出所有上报的项目都应该满足所有合法的要求并对环境管理持续地作出贡献<sup>[11]</sup>。日本对水土保持的执法效果尤其突出,每年由各都道府县批准的水土保持许可可达6000多件,这些许可的审查发放有效地保护了水土、植被资源,减少了土砂灾害<sup>[12]</sup>。

除此之外,基层单位还可根据当地实际情况,单独制定各地方法律,如《冲绳县赤土流出防止条例》<sup>[13]</sup>。

为加强生产建设项目的水土保持科学管理,根据水土流失影响程度进行分类管理是非常有必要的。以往的研究大多集中于水土保持方案编报审批程序、

方案编制质量、水土保持监督执法、水土保持设施验收程序标准管理等方面,有关项目分类的研究较少。《生产建设项目水土保持准入条件研究》虽然涉及到了项目分类,但并没有考虑区域特点,且分类应用仅限于审查和审批等准入环节,而在水土保持其他管理环节上尚未起到明显作用。

为提高分类管理的科学性,本研究根据不同行业类别、工程规模特性、水土流失状况等多重影响因素并结合区域敏感性,以模糊聚类法和专家咨询法等方法,对生产建设项目水土流失影响进行等级划分,在此基础上进行水土保持分类管理,提高水土保持工作的科学合理性和可操作性,为生产建设项目全新分类管理模式的建立提供基础依据。

## 1 研究对象与研究方法

生产建设项目种类繁多,本项研究选择的均为与水土保持密切相关的项目,即项目在建设、生产过程中易引发水土流失,项目的建设对区域水土资源及生态环境有一定影响。

本研究对象涵盖了全国8个水土保持区划一级区的17大类(31小类)生产建设项目,包括公路,铁路,涉水交通,机场,电力行业(火电、核电、输变电、风电),水利(水利枢纽、灌区、引调水、堤防、蓄滞洪区、其他小型水利),水电,矿山(井采、露天),油气(开采、管道、储存与加工),城建(轨道交通,管网,房地产,工业园区,其他类城建),林浆纸一体化,农林开发,加工制造厂,社会事业,信息产业。由于每类项目建设规模不同,产生的水土流失影响也相差较大,因此每类项目包含了大型项目和中小型项目。总计筛选出2227个项目,其中国家级389项、省级1077项、地(州、市)级563项、县(区、市)级198项,数据的选取不仅覆盖了几乎所有与水土保持有关的生产建设项目,而且针对每类项目本身规模大小和水土流失影响特性等方面也进行了仔细的筛选,尽量选取具备代表性的项目,使研究能够反映生产建设项目对水土流失影响的普遍情况。

为有效保证基础数据来源,本研究从不同水土保持区划一级区、不同行业、不同规模的生产建设项目水土保持方案中选取与水土流失影响密切相关的数

据。主要包括:(1)扰动地表面积(永久占地和临时占地);(2)损坏植被面积;(3)土石方挖填总量;(4)永久弃渣量;(5)建设总工期;(6)新增水土流失量;(7)水土保持投资强度;(8)是否涉及国家、省、市、县预防保护区;(9)地貌类型(山区、丘陵、风沙、平原);(10)防治责任范围面积;(11)水土保持区划一级区;(12)项目审批部门;(13)水土流失生态不可恢复度。

本文采用专家咨询法,分析确定了 9 类影响指标对生产建设项目水土流失贡献率的权重值<sup>[14]</sup>。以模糊聚类法划分水土流失影响程度等级。用 SPASS 13.0 软件进行模糊聚类分析。

聚类分析是把一个没有类别标识的样本集按某种准则划分成若干个子集,使相似的样本尽可能归为一类,而不相似的样本尽量划分到不同的类中。最常用的模糊聚类分析方法是基于模糊关系的聚类分析方法,而作为其中核心步骤的模糊分类,有模糊传递闭包法、直接聚类法、最大树法和编网法。本研究主要采用模糊传递闭包法。

设被分类对象的集合为  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , 每一个对象  $x_i$  有  $m$  个特性指标(反映对象特征的主要指标),即  $x_i$  可由如下  $m$  维特性指标向量来表示:

$$x_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}\} \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

式中: $x_{ij}$ ——第  $i$  个对象的第  $j$  个特性指标。则  $n$  个对象的所有特性指标构成一个矩阵,记作  $X^* = (x_{ij})_{n \times m}$ ,称  $X^*$  为  $X$  的特性指标矩阵。

## 2 结果与分析

### 2.1 样品特征变量

经对 2 227 个 31 类项目的资料进行汇总,取得了生产建设项目水土保持分类数据库,所包含的数据指标有:扰动地表面积、损坏植被面积、土石方挖填总量、永久弃渣量、建设总工期、新增水土流失量、水土保持投资强度、涉及预防保护区综合指数、地貌类型综合指数等(表 1),其中涉及的预防保护区综合指数是根据项目是否涉及国家、省、市、县水土流失重点预防保护区进行平均,属于预防保护区的项目该指标赋值为 0.3,不属于预防保护区的项目该指标赋值为 0;地貌类型综合指数是根据项目所属地貌类型(山区—丘陵—风沙—平原)进行平均,属于山区地貌类型的项目该指标赋值为 0.6,属于丘陵地貌类型的项目该指标赋值为 0.4,属于风沙地貌类型的项目该指标赋值为 0.4,属于平原地貌类型的项目该指标赋值为 0.2。由于篇幅所限,这里不能列出所有样本项目的数据库,仅列出了每一类项目的平均值供参考,聚类

分析计算时使用单一样本的数据库,不使用平均值。

在用统计方法研究多变量问题时,变量太多会增加计算量和增加分析问题的复杂性,人们希望在进行定量分析的过程中,涉及的变量较少,得到的信息量较多。生产建设项目水土流失程度等级的划分也应注重对主要特征指标的选取。本研究主要采用主成分分析法,旨在利用降维的思想,把多指标转化为少数几个主要成分,确定以主要成分的贡献率构建一个综合指标,并以此作出分析评判。

主成分分析法是一种数学变换的方法,它把给定的一组相关变量通过线性变换转换成另一组不相关的变量,这些新的变量按照方差依次递减的顺序排列。在数学变换中保持变量的总方差不变,使第一变量具有最大的方差,称为第一主成分,第二变量的方差次大,并且和第一变量不相关,称为第二主成分。依次类推。

本项研究从多个指标中选择出扰动地表面积、土石方挖填总量、永久弃渣量、新增水土流失量和水土流失生态影响不可恢复度 5 个主成分采用模糊聚类法进行处理分析。5 个主成分中,经专家咨询、分析、计算,最终确定各主成分的权重:扰动地表面积权重取 0.1,土石方挖填总量取 0.25,永久弃渣量取 0.15,新增水土流失量取 0.1,水土流失生态影响不可恢复度取 0.4,经各主成分标准化结果加权求和后采用聚类分析。

### 2.2 模糊聚类

2.2.1 指标数据标准化和定性指标的赋值 由于所选项目水土保持指标数据量纲不同,有多种计量单位,在进行分析计算时,首先对其进行标准化处理:

对特性指标矩阵  $X^*$  的第  $j$  列,计算均值和方差,然后作变换:

$$x_{ij}' = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j} \quad (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$$

式中: $\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}$ ,  $\sigma_j^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$  ( $j=1, 2, \dots, m$ )

分别对数据库中的扰动地表面积、损坏植被面积(单位扰动面积的损坏植被状况)、土石方挖填总量(单位扰动面积的土石方挖填量)、永久弃渣量(单位扰动面积的永久弃渣量)、项目建设总工期、新增水土流失量(单位扰动面积的新增水土流失量)、水土保持投资强度共计 7 个指标数据进行标准化(标准化结果数据从略)。

除对上述 7 个定量指标进行标准化计算外,本次研究尚有两个定性指标(预防保护区综合指数、地貌类型指数)按前述赋值方法赋值。

表 1 生产建设项目主要水土保持指标平均值

行业类别	扰动地 表面积/ hm <sup>2</sup>	损坏植被 面积/ hm <sup>2</sup>	土石方挖 填总量/ 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	永久 弃渣量/ 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	建设总 工期/月	新增水 土流失 量/t	水保投资 强度 (万元/hm <sup>2</sup> )	涉及预防 保护区 综合指数	地貌类型 综合指数
堤防工程	105	15	201	11	15.9	29 341	10.36	0.03	0.32
房地产工程	8	3	9	3	21.6	2 009	48.63	0.01	0.37
风电行业	34	23	39	1	11.8	3 028	15.78	0.01	0.43
工业园区项目	304	114	1 452	1	36.9	53 390	23.34	0	0.40
公路行业	610	202	1 258	215	29.3	160 921	26.83	0.07	0.40
管网工程	256	77	577	120	26.3	87 649	30.30	0.07	0.50
灌区工程	270	28	743	38	39.7	14 545	10.74	0.02	0.38
轨道交通工程	95	23	559	190	44.7	120 180	85.50	0.05	0.31
核电站工程	442	123	2 145	138	83.1	273 806	31.75	0	0.28
火电行业	105	24	314	48	31.7	19 045	23.49	0.02	0.36
机场工程	328	239	3 343	16	28.8	66 761	25.09	0.13	0.42
加工制造行业	107	41	328	5	21.9	19 075	24.21	0.01	0.38
井采矿工程	32	12	83	28	24.7	4 538	36.13	0.04	0.47
林浆纸一体化	44 542	31 478	1 553	4	18.3	935 854	10.81	0.15	0.50
露天非金属矿	24	7	23	3	7.6	1 547	33.80	0	0.21
露天金属矿	238	175	829	468	21.8	14 838	18.00	0.04	0.31
农林开发工程	278	78	105	1	20.4	26 967	11.06	0	0.37
其他类城建	28	10	40	6	16.7	3 136	41.54	0.02	0.39
其他小型水利	123	18	84	38	16.5	40 924	17.76	0.04	0.23
社会事业	26	7	27	7	20.3	7 615	54.42	0.01	0.40
涉水交通行业	776	31	587	98	23.7	31 436	38.74	0.02	0.39
输变电工程	83	37	57	2	13.4	12 670	38.65	0.07	0.40
水电站工程	2 400	158	988	497	46.7	630 247	12.58	0.12	0.53
水利枢纽工程	1 721	56	319	75	34.6	66 274	7.14	0.06	0.50
铁路行业	1 396	321	4057	1 838	35.2	341 858	19.54	0.07	0.35
信息产业	73	13	822	5	27.0	26 261	40.91	0	0.33
蓄滞洪区工程	734	161	432	98	33.8	31 364	8.06	0.02	0.43
引调水工程	171	24	156	39	19.2	21 140	16.68	0.02	0.42
油气储存与加工	78	10	225	103	22.0	8 011	31.97	0.03	0.37
油气管道工程	450	107	360	26	14.0	43 916	23.33	0.07	0.36
油气开采工程	1 049	517	3 134	375	35.0	787 384	12.37	0	0.38

2.2.2 构建模糊相似矩阵 聚类是按某种标准来鉴别 X 中元素间的接近程度,把彼此接近的对象归为一类。为此,用 [0,1] 中的数  $r_{ij}$  表示 X 中的元素  $x_i$  与  $x_j$  的接近或相似程度。经典聚类分析中的相似系数以及模糊集之间的贴进度,都可作为相似程度(相似系数)。

设数据  $x_{ij} (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m)$  均已标准化,  $x_i=(x_{i1},x_{i2},\dots,x_{im})$  与  $x_j=(x_{j1},x_{j2},\dots,x_{jm})$  之间的相似程度记为  $r_{ij} \in [0,1]$ ,于是得到对象之间的模糊相似矩阵  $R=(r_{ij})_{n \times n}$ 。

利用对象  $x_i$  与  $x_j$  的距离也可以确定它们的相

似程度  $r_{ij}$ ,这是因为  $d(x_i,x_j)$  越大,  $r_{ij}$  就越小。一般地,取  $r_{ij}=1-c[d(x_i,x_j)]^a$ ,其中  $c$  和  $a$  是两个适当选取的正数,使  $r_{ij} \in [0,1]$ 。在实际应用中,常采用如下的距离来确定  $r_{ij}$ 。

$$d(x_i,x_j)=\max_{1 \leq k \leq m} |x_{ik}-x_{jk}| \quad (\text{Chebyshev})$$

$$d(x_i,x_j)=\left[\sum_{k=1}^m (x_{ik}-x_{jk})^2\right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Euclid})$$

$$d(x_i,x_j)=\sum_{k=1}^m |x_{ik}-x_{jk}| \quad (\text{Hamming})$$

$$d(x_i,x_j)=\left[\sum_{k=1}^m (x_{ik}-x_{jk})^p\right]^{\frac{1}{p}} \quad (p \geq 1, \text{Minkowski})$$

2.2.3 模糊聚类 由上述各种方法构造出的对象与对象之间的模糊关系矩阵  $R=(r_{ij})_{n \times n}$ ,一般说来只是

一个模糊相似矩阵,而不一定具有传递性。因此,要从  $R$  出发构造一个新的模糊等价矩阵,然后以此模糊等价矩阵作为基础,进行动态聚类。

如上所述,模糊相似矩阵  $R$  的传递闭包  $t(R)$  就是一个模糊等价矩阵。以  $t(R)$  为基础而进行分类的聚类方法称为模糊传递闭包法。

具体步骤为:(1)利用平方自合成方法求出模糊相似矩阵  $R$  的传递闭包  $t(R)$ ;(2)适当选取置信水平值  $\lambda \in [0, 1]$ ,求出  $t(R)$  的  $\lambda$  阶矩阵  $t(R)_\lambda$ ,它是  $X$  上的一个等价的 Boole 矩阵。然后按  $t(R)_\lambda$  进行分类,所得到的分类就是在  $\lambda$  水平上的等价分类。

设  $t(R) = (r_{ij}')_{n \times n}$ ,  $t(R)_\lambda = [r_{ij}'(\lambda)]_{n \times n}$ ,

则  $r_{ij}'(\lambda) = \begin{cases} 1 & (r_{ij}' \geq \lambda) \\ 0 & (r_{ij}' < \lambda) \end{cases}$

对于  $x_i, x_j \in X$ ,若  $r_{ij}'(\lambda) = 1$ ,则在  $\lambda$  水平上将对象  $x_i$  和对象  $x_j$  归为同一类。

为了能直观地看到被分类对象之间的相关程度,通常将  $t(R)$  中所有互不相同的元素按从大到小的顺序编排: $1 = \lambda_1 > \lambda_2 > \dots$ ,得到按  $t(R)_\lambda$  进行的一系列分类。将这一系列分类画在同一个图上,即得动态聚类图(图 1)。

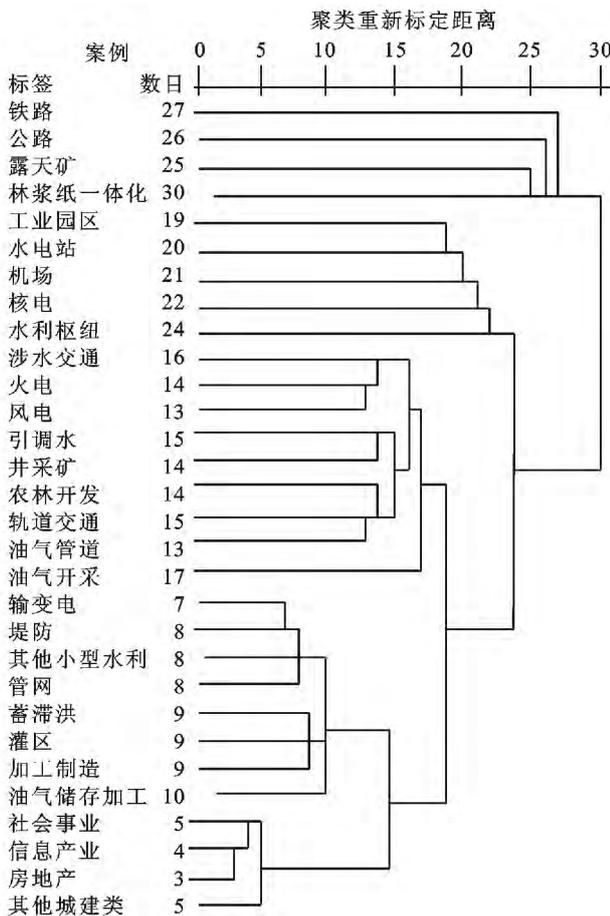


图 1 生产建设项目动态聚类结果

### 2.3 水土流失影响程度等级体系的建立

对模糊聚类分析结果进行分析,将生产建设项目水土流失影响程度等级体系划分采用 5 级制:1 级为轻微程度水土流失危害,2 级为较轻微程度水土流失危害,3 级为一般程度水土流失危害,4 级为严重程度水土流失危害,5 级为极严重程度水土流失危害。31 个行业的生产建设项目水土流失影响程度等级具体见表 2。

表 2 生产建设项目水土流失影响程度等级划分

水土流失影响程度	影响等级	涉及行业类别
极严重	5	1 公路行业
		2 铁路行业
		3 露天矿工程
		4 林浆纸一体化工程
严重	4	5 机场工程
		6 核电站工程
		7 水利枢纽工程
		8 水电站工程
		9 工业园区项目
		10 涉水交通行业
		11 风电行业
		12 引调水工程
		13 井采矿工程
一般	3	14 油气开采工程
		15 油气管道工程
		16 轨道交通工程
		17 农林开发工程
		18 火电行业
		19 灌区工程
		20 堤防工程
		21 蓄滞洪区工程
		22 其他小型水利工程
		23 油气储存与加工工程
		24 管网工程
		25 加工制造行业
		26 输变电工程
		较轻微
28 其他类城建工程		
29 社会事业		
30 信息产业		
31 其他行业		
轻微	1	

注:①露天矿工程包括露天金属矿非金属矿和煤矿;②井采矿工程包括井采金属矿、非金属矿和煤矿;③社会事业包括教育、卫生、文化、广电、旅游等;④信息产业包括电信、邮政等。

### 3 结论

本研究水土保持分类研究数据的收集均是建立

在生产建设项目开展前期工作设计立项阶段,在工程进入后续阶段时数据可能会有一些变化,但本次研究就是生产建设项目在开展前期工作设计立项阶段的水土保持分类,因此完全能够满足该阶段分析、评定的要求。

(1) 本文将 31 类生产建设项目划分为 5 个水土流失影响等级:1 级为轻微程度水土流失危害,2 级为较轻程度水土流失危害,3 级为一般程度水土流失危害,4 级为严重程度水土流失危害,5 级为极严重程度水土流失危害。

(2) 本文筛选出国家、省、地(州、市)、县(区、市)共 2 227 个项目,收集每个项目的扰动地表面积、损坏植被面积、土石方挖填总量、永久弃渣量、是否涉预防保护区及地貌类型等 13 项水土保持相关指标。所采用的数据指标均采取了一系列的校检、对比、分析手段,使其尽可能准确。研究中所提取的数据均在相关文件中有详细的阐述,都是经过充分的前期调查、勘查,又经过了方案技术论证和审查,因此所采用的数据较为可靠。依据这些数据划分的生产建设项目水土流失影响等级可以较为准确地反映各行业的水土流失潜在危险。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 马和平. 水土保持方案的审批程序[J]. 中国水土保持, 1997(8):3-36.
- [2] 王安明. 开发建设项目中水土保持方案的管理工作[J]. 浙江水利科技, 1998(S):10-12.
- [3] 姜德文,曹善和. 开发建设项目水土保持设施竣工验收程序和方法[J]. 中国水土保持, 2003(12):10-12.
- [4] 高远,任明. 关于开发建设项目水土保持监督管理体系的思考与建议[J]. 中国水土保持, 2003(3):31-32.
- [5] 姜德文. 开发建设项目水土保持全程管理简述[J]. 中国水土保持, 2004(6):9-10.
- [6] 苗光忠. 提高水土保持监督管理能力之管见[J]. 中国水土保持, 2011(8):8-10.
- [7] 曾大林,王瑞增. 对水土保持监督管理工作有关问题的思考[J]. 中国水土保持, 2011(11):26-27.
- [8] 张小林. 长江流域建设项目水土保持监督管理现状及对策[J]. 人民长江, 2009,140(8):69-71.
- [9] 李木山. 赴美国考察水土保持的报告[J]. 天津:海河水利, 1996(3):22-25.
- [10] Higgitt D L. Land Degradation, Conservation and Globalization: A Mediterranean Perspective[M]//Camarda D, Grassini L. Local Resources and Global Trades: Environments and Agriculture in the Mediterranean Region. Bari: CIHEAM, 2003:71-78.
- [11] Harvey N. Environmental Impact Assessment: Procedures, Practice and Prospects in Australia [M]. Melbourne: Oxford University Press; 1998.
- [12] 鲁胜利. 日本水土保持监督执法[J]. 福建水土保持, 2002,14(1):34-35.
- [13] 刘怡靖. 日本冲绳县赤土流出防止条例与对策简介[J]. 福建水土保持, 2002,14(4):55-58.
- [14] 王克勤,姜德文,高天天,等. 基于层次分析法的生产建设项目水土流失影响综合指数研究[J]. 水土保持通报, 2015,35(3):136-142.
- [15] 徐力刚,张奇,徐进,等. 不同降雨强度对营养盐垂向迁移过程和淋失量的影响[J]. 土壤学报, 2008,45(3):437-444.
- [16] 段永惠,张乃明,张玉娟. 施肥对农田氮磷污染物径流输出的影响研究[J]. 土壤学报, 2005,37(1):48-51.
- [17] 陈伟伟,张会敏,黄福贵,等. 城区屋面雨水径流水文水质特征研究[J]. 水资源与水工程学报, 2011,22(3):86-88.
- [18] 车武,欧岚,刘红,等. 屋面雨水土壤层渗透净化研究[J]. 给水排水, 2001,2(9):38-41.
- [19] 杨清海,吕淑华,李秀艳,等. 城市绿地对雨水径流污染物的削减作用[J]. 华东师范大学学报:自然科学版, 2008,(2):41-47.
- [20] 袁宏林,陈海清,林原,等. 西安市降雨水质变化规律分析[J]. 西安建筑科技大学学报:自然科学版, 2011,43(3):391-395.
- [21] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社, 1999.
- [22] 魏复盛. 水和废水监测分析方法[M]. 4 版. 北京:中国环境科学出版社, 2002.
- [23] 李丽,王全金,李忠卫. 四种填料对总磷的静态吸附试验研究[J]. 华东交通大学学报, 2009,26(4):39-43.
- [24] 崔玉波,董婵,赵立辉,等. 人工湿地填料吸附氮磷性能研究[J]. 吉林建筑工程学院学报, 2006(2):7-11.
- [25] 王振. 潜流人工湿地对养猪废水的处理效能及其稳定性研究[D]. 北京:中国科学院城市环境研究所, 2013.
- [26] 何建平,汪宏玲. 北京市城区雨水径流的土壤渗透和净化[J]. 节能与环保, 2005(7):21-23.

(上接第 115 页)