

山区高等级公路建设环境损伤影响可拓性评价

吴超,杨梦莹,陈沅江,王希然

中南大学资源与安全工程学院,长沙 410083

摘要 中国山区高等级公路建设对其周边沿线区域内的环境损伤破坏比较严重,主要包括水环境污染、大气环境污染、噪音污染、生态环境污染和社会环境影响,所以公路建设的环境损伤评价工作十分重要。为了评估山区高等级公路建设对区域环境的总体影响,通过对公路建设可能造成的环境损伤影响分析,提出了公路建设项目环境损伤影响的评价指标体系,并且引入了可拓学理论,使用物元可拓评价法进行环境损伤评价研究。在评价中以在建的张家界—花垣高速公路为例进行分析,根据张花高速公路现场调研考察所得的数据,建立了环境损伤影响评判的物元模型,给出了基于关联函数的可拓评判方法。计算结果表明,利用物元可拓法中的关联度函数及权重系数等计算手段,能使评价结果与实际情况相符,表明物元可拓评价法能客观反映山区高等级公路在建项目的环境损伤影响情况。

关键词 公路建设;环境影响评价;指标体系;物元可拓学;关联函数

中图分类号 X828

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2013.10.007

Assessment of Extensibility of Environment-damage of Mountain Area's Highway Construction

WU Chao, YANG Mengying, CHEN Yuanjiang, WANG Xiran

School of Resources & Safety Engineering, Central South University, Changsha 410083, China

Abstract The construction of a highway in mountain areas would influence the environment along the line, in the form of the water environment pollution, the air environmental pollution, the sound pollution, the ecological environment pollution and the social environmental impact. Therefore, the assessment of the highway construction environmental damage is of great importance. In order to evaluate the overall impacts of the area's highway construction project on the district environment, this paper proposes an indicator system of the environmental impact assessment, and uses the extension theory to evaluate the impairment of the environment by the matter element extension method. As an example, the Zhangjiajie-Huayuan expressway construction project is evaluated. The evaluation matter element model of the environment effect is established according to the survey data collected on the Zhangjiajie to Huayuan expressway. At the same time, the extensional evaluation method with correlative functions is used. It is shown that the evaluation results obtained from this method by eliminating the human intervention, using the correlated function and the weight coefficient of the element extension method agree well with the real situations, and represent the main characteristics of the environment influences.

Keywords highway construction; environment impact assessment; indicator system; matter-element extenics; correlative functions

0 引言

随着中国经济的快速发展,山区高等级公路建设步伐越来越快。湖南湘西地区为山区,地形复杂,高山峻岭和沟壑分布广泛,又多是民族风情和森林公园的分布地,在这样的自然环境和复杂工程地质条件修建高等级公路就会带来诸多

方面的环境影响^[1],建设山区高等级公路难免对山体大挖大填,破坏生态平衡,引起水土流失,还因公路的施工而造成环境污染以致危害人体健康、损害生物资源和影响农业生产,所以修建山区高等级公路应特别重视环境保护^[2],故对山区高等级公路建设的环境影响评价就显得尤为重要。

收稿日期:2012-09-26;修回日期:2013-01-21

基金项目:交通部西部交通科技中心项目(200831878518)

作者简介:吴超,教授,研究方向为安全科学方法学,电子信箱:yilmkyl@126.com

1 山区高等级公路建设期环境影响及评价指标体系的建立

相比较环境污染型的工程来说,公路项目的环境影响主要是生态环境破坏和自然资源消耗,所以公路生态保护与建设技术的发展是公路环境保护工作成败的关键因素。公路建设作为一种典型的人为活动,对许多生态过程会产生间接或直接的干扰,其干扰的程度从种群到景观均有^[3-5]。由于公路的多用途低可变成本与无限扩展等性质,公路对周边的影响逐渐从主干道延伸且可能达到偏僻地区,偏僻地区居民寥落,高速公路建设穿过这些山地地区对这些区域内的野生动植物、土壤及水源大气环境会有一定的影响,所以,在这些地区生态环境影响是最主要的。

1.1 公路建设的环境损伤影响

山区高等级公路的建设将产生严重的诸如噪声、废气、尘埃、水土流失、生态平衡失调等负面影响,如对山体大挖大填,破坏生态平衡,引起水土流失,还因公路的施工而造成环境污染以致危害人体健康、损害生物资源和影响农业生产^[6-10]。山区高等级公路建设对环境的影响,概括起来主要是对影响区域内环境要素的影响,包括社会环境、水环境、空气环境、声环境和生态环境。

1.2 评价指标体系的建立

对高等级公路建设环境损伤影响进行评价,需要先对环境影响类型建立相应的指标。本研究把环境影响分为5个方面,分别为生态环境、水环境、声环境、大气环境和社会环境的影响,再从这5个大方面细化为各个具体的指标(表1)。

表1 高等级公路建设项目环境影响评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of environment impact of highway construction

目标层	环境影响				
准则层	生态环境影响	水环境影响	声环境影响	大气环境影响	社会环境影响
环境损伤破坏的内容	包括工程占地对农业生态、水土流失的影响,对野生植物与动物及栖息地的影响等	施工期的桥梁施工对水环境的影响,施工人员生活污水和生活垃圾的影响	包括施工期施工机械对声环境的影响	包括施工期扬尘影响,沥青烟气的影影响,施工人员日常生活燃料消耗的影响	主要包括对对直接和间接影响区域社会发展,对影响区域内居民质量和房屋拆迁的影响等
指标层	植被面积、植被生物量、植被生产力、公路主线平均占地面积、农作物年产量、人均耕地面积	水质中的悬浮物、BOD ₅ 、石油类	环境噪声	NO ₂ 、CO、大气中的总悬浮颗粒物	人均占地面积

2 环境影响评价的物元可拓法

可拓学是中国人创立的一门新学科,可拓学方法是20世纪80年代由蔡文创立,是将物元分析理论与可拓集合方法相结合的一种方法^[11]。

物元可拓方法的基本原理:将评价指标体系及其特征值作为物元,通过评价级别和实测数据,得到经典域、节域及关联度,从而建立定量综合评价方法。它属于系统科学类学科,是从定性和定量2个角度去处理现实世界中矛盾问题的一种新方法^[12]。

物元可拓评价的步骤主要有5个部分,如图1所示。

(1) 定义物元、经典域、节域和待评价物元^[2,13]

将所研究的事物记作 N , N 的特征记作 C , N 关于 C 的量值记作 V ^[13],则将三元有序组称为事物的基本元,简称物元,记为

$$R=(N, C, V) \quad (1)$$

N, C, V 称为物元 R 的三要素。其中事物的名称 N 为事物本身,特征 C 是事物的特征描述, C 为水平等级 N_i 的特征 ($i=1, 2, \dots, n$);量值 V 是事物特征的取值范围 $[a, b]$ 。如果事物

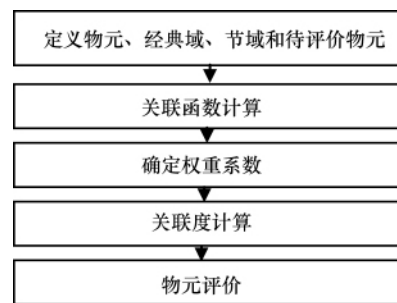


图1 物元可拓评价法的评价步骤和流程

Fig. 1 Assessment steps of the matter-element extension method

有 n 个特征,记为 c_1, c_2, \dots, c_n ,相应的量值记为 v_1, v_2, \dots, v_n ,则式(1)表达为

$$R=(N, C, V) \begin{bmatrix} N & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

物元中的事物是有内部结构的,物元三要素的变化和事

物内部结构的变化使物元产生变化,因而物元有经典域和节域。经典域是物元名称不发生变化的量值,即在此范围内事物保持相同的状态,具体可表示为

$$R_j=(N_j, C, V_j)=\begin{bmatrix} N_j & c_1 & v_{1j} \\ & c_2 & v_{2j} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & v_{nj} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} N_j & c_1 & \langle a_{1j}, b_{1j} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{2j}, b_{2j} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & \langle a_{nj}, b_{nj} \rangle \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中, n 为物元特征的总个数; N_j 为所划分的第 j 个等级 ($j=1, 2, \dots, m$); V_j-N_j 为 C 所规定的量值范围,即各水平等级关于对应特征所取的数值范围。

节域是指所有经典域的集合,即全体事物量值的总和,可表示为

$$R_p=(P, C, V_p)=\begin{bmatrix} P & c_1 & v_{1p} \\ & c_2 & v_{2p} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & v_{np} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} P & c_1 & \langle a_{1p}, b_{1p} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{2p}, b_{2p} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & \langle a_{np}, b_{np} \rangle \end{bmatrix} \quad (4)$$

式中, P 为物元的全体; $V_p=\langle a_{pn}, b_{pn} \rangle$ 为 P 关于 C_i 所取的量值范围,即 P 的节域。

对待评价物元体的量值为具体数值。将所实测到的数据或者分析的结果用物元表示:

$$R=(P, C, V)=\begin{bmatrix} P & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & v_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

其中, v 为 P 关于 C_i 的量值,即对待评价物元的检测所得到的具体数据。

(2) 关联函数计算

可拓学是在实轴上研究事物与量值之间的关系,可拓集合是用关联函数来刻画的,因此须建立实轴上的关联函数,这里要用到距的概念。设 v 为实域 $(-\infty, +\infty)$ 上的任意一点, $V=\langle a, b \rangle$ 为实轴上任一区间,称

$$\rho(v, V)=\left|v-\frac{a+b}{2}\right|-\frac{1}{2}(b-a) \quad (6)$$

为点 v 与区间 V 之距,可由此确定待评价物元关于各水平等级的关联度函数。第 i 个指标数值域属于第 j 个等级的关联度函数为:

$$K_j(v_i)=\begin{cases} \frac{\rho(v_i, V_{ij})}{\rho(v_i, V_{ip})-\rho(v_i, V_{ij})} & v_i \notin V_{ij} \\ \frac{\rho(v_i, V_{ij})}{|V_{ij}|} & v_i \in V_{ij} \end{cases} \quad (7)$$

$$(j=1, 2, \dots, m; i=1, 2, \dots, n)$$

$$\rho(v_i, V_{ij})=\left|v_i-\frac{a_{ij}+b_{ij}}{2}\right|-\frac{1}{2}(b_{ij}-a_{ij}) \quad (8)$$

$$\rho(v_i, V_{ip})=\left|v_i-\frac{a_{ip}+b_{ip}}{2}\right|-\frac{1}{2}(b_{ip}-a_{ip}) \quad (9)$$

式中, $K_j(v_i)$ 为待评价物元体与物元的关联函数; $|V_{ij}|$ 为经典域的量值大小。

(3) 确定权重系数

为了减少人为因素对评价结果的干扰,充分利用所考察物元的信息,采用客观定权的思路,根据物元的相关数据,利用相关的简单关联函数确定指标权值。建立简单的关联函数如下:

$$r_{ij}=(v_i, V_{ij})=\begin{cases} \frac{2(v_i-a_{ij})}{b_{ij}-a_{ij}} & v_i \leq \frac{a_{ij}+b_{ij}}{2} \\ \frac{2(b_{ij}-v_i)}{b_{ij}-a_{ij}} & v_i \geq \frac{a_{ij}+b_{ij}}{2} \end{cases} \quad (10)$$

$$(i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$$

$$r_i=\begin{cases} j_{\max} \times [1+r_{ij_{\max}}(v_i, V_{ij})] & r_{ij_{\max}}(v_i, V_{ij}) \geq -0.5 \\ 0.5j_{\max} & r_{ij_{\max}}(v_i, V_{ij}) < -0.5 \end{cases} \quad (11)$$

于是指标 i 的权重为:

$$\alpha_i=r_i/\sum_{i=1}^n r_i \quad \text{且} \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i=1 \quad (12)$$

(4) 关联度计算

关联度的计算公式为

$$K_j(p)=\sum_{i=1}^n \alpha_i K_j(v_i) \quad (13)$$

式中, $K_j(p)$ 为待评价物元体与物元的关联度; $K_j(v_i)$ 为待评价物元体与物元的关联函数; α_i 为不同特征对物元评价的权重系数。

(5) 物元评价

待评价物元等级属于何种类别,由式(6)~式(13)计算出关联度,若其与某等级的关联度越大,则它与某等级集合的符合程度就越佳,即可由下式确定

$$K_j(p)=\max\{K_1(p), K_2(p), \dots, K_m(p)\} \quad (14)$$

若 $K_p(p)=\max K_j(p)$, $j \in (1, 2, \dots, m)$, 则评定 p 属于等级 j^0 。

为了在等级内可区分不同层次,实现描述事物的可变性过程,可利用待评价物元判定的级别特征值 j^* 表示, j^* 即为实测指标的确定等级。

令

$$\bar{K}_j(p)=\frac{K_j(p)-\min_j K_j(p)}{\max_j K_j(p)-\min_j K_j(p)} \quad (15)$$

有

$$j^*=\frac{\sum_{j=1}^m j \cdot \bar{K}_j(p)}{\sum_{j=1}^m \bar{K}_j(p)} \quad (16)$$

则称 j^* 为 P 的级别变量特征值,从 j^* 数值的大小可以判断出待评价物元偏向相邻级别的程度^[14-18]。例如,待评价物元 $j_m=0$, $j^*=1.7$, 表示 P 属于第一类,但偏向第二类。

3 实例分析

本研究以湖南西部张花高速公路为例进行该方法的验证性评价。张花高速公路沿线途经张家界市永定区和湘西自

治州的永顺县、保靖县、花垣县、古丈县 5 个区县,全长约 143.214km。高速公路沿线的区域为湖南西部生态环境敏感的山区,区域内有多处森林公园、自然保护区以及农业农田灌溉区和矿产资源开发地带,对其在建设期环境影响进行评价十分重要。

根据表 1, 建立张花高速公路在建设期环境影响评价的具体评价指标体系(表 2)。

表 2 环境影响评价指标
Table 2 Evaluation index of environment impact

目标层	准则层	指标层	单位
环境影响	生态环境影响	植被面积	hm ²
		植被生物量	t
		植被生产力	tC/a
		公路主线平均占地面积	hm ² /km
		农作物年产量	t
		人均耕地面积	hm ² /人
	水环境影响	水质中的悬浮物	mg/L
		BOD ₅	mg/L
		石油类	mg/L
	声环境影响	环境噪声	dB
	大气环境影响	NO ₂	mg/m ³
		CO	mg/m ³
		大气中的总悬浮颗粒物	mg/m ³
	社会环境影响	人均占地面积	hm ² /人

根据物元可拓方法的评价步骤进行评价,先得出待评价物元 R,

$$R=(P,C,V)= \begin{matrix} \text{环境影响}(P) \\ \text{植被面积}(c_1) & v_1 \\ \text{植物生物量}(c_2) & v_2 \\ \text{植被生产被}(c_3) & v_3 \\ \text{公路主线路主线平均占}(c_4) & v_4 \\ \text{农作物年产量}(c_5) & v_5 \\ \text{人均耕地面积}(c_6) & v_6 \\ \text{SS}(c_7) & v_7 \\ \text{BOD}_5(c_8) & v_8 \\ \text{石油类}(c_9) & v_9 \\ \text{环境噪声}(c_{10}) & v_{10} \\ \text{NO}_2(c_{11}) & v_{11} \\ \text{CO}(c_{12}) & v_{12} \\ \text{TSP}(c_{13}) & v_{13} \\ \text{人均占地面积}(c_{14}) & v_{14} \end{matrix}$$

将张花高速公路实测的各项数据带入公式得到

$$R=(P,C,V)= \begin{matrix} P \\ c_1 & 5036.26 \\ c_2 & 711489.24 \\ c_3 & 22466.03 \\ c_4 & 8.9 \\ c_5 & 415938.8 \\ c_6 & 0.0726 \\ c_7 & 16.1 \\ c_8 & 2.626 \\ c_9 & 0.118 \\ c_{10} & 72.99 \\ c_{11} & 0.065 \\ c_{12} & 3.181 \\ c_{13} & 0.236 \\ c_{14} & 0.5868 \end{matrix}$$

根据 GB 3096—93《城市区域环境噪声标准》^[19]、GB 12348—2008《工业企业厂界噪声标准》^[20]、GB 3838—2002《地表水环境质量标准》^[21]、GB 3095—82《大气环境质量标准》^[22] 等国家标准规和张花高速公路建设所经区县的实际情况和调查数据,给出了待评价物元中各特征的标准等级数值范围。

将表 3 数据代入物元可拓评价公式中计算,最终得到关联度分别为 $K_1(p)=-0.348, K_2(p)=-0.302, K_3(p)=-0.347$ 。由关联度函数值可初步看出物元 P 是落在第 II 级中,但是具体情况很模糊,现在进行最后的物元评价,则根据 j^* 的计算公式得到级别特征值为 $j^*=2.02$ 。

由此可见,物元 P 属于第 II 级,但偏向第 I 级。这比直接由 $K_j(p)$ 得出的结论 P 属于第 III 级更加精确。它反映了大部分特征值如植被面积、植被生物量、植被生产力、农作物年产量、人均耕地面积、石油类含量、环境噪声、二氧化氮、一氧化碳和人均占地面积中特征的实测值均属于它们相应标准的第 II 等级;一小部分如水质中的悬浮物含量、BOD₅ 含量和大气中的总悬浮颗粒物含量 3 种特征的实测值属于它们对应标准的第 I 级;而只有一个特征,公路主线平均占地面积的实测值属于其相应标准的第 III 级。

4 结论

(1) 山区高等级公路大多建设在地形复杂,高山峻岭和沟壑分布广泛的地方,这些地方多是民族风情和森林公园的分布地,山区高等级公路建设可能会带来诸多环境影响。

(2) 针对山区高等级公路建设对环境影响的特点,建立了山区高等级公路环境损伤影响评价的指标体系,从 5 个方面概括了山区高等级公路建设对环境的影响,并建立了具体的指标层,为评价时的定量分析提供了基础。

(3) 物元可拓评价方法综合了定性和定量分析的特点,

表 3 环境影响评价等级标准
 Table 3 Evaluation grade standard of environment impact

特征	各特征分级标准值		
	I 级	II 级	III 级
植被面积/hm ²	(6×10 ³ ,1×10 ⁴)	(4×10 ³ ,6×10 ³)	(1×10 ³ ,4×10 ³)
植被生物量/t	(8×10 ⁵ ,1×10 ⁶)	(6×10 ⁵ ,8×10 ⁵)	(4×10 ⁵ ,6×10 ⁵)
植被生产力/(t·C·a ⁻¹)	(25×10 ³ ,3×10 ⁴)	(2×10 ⁴ ,25×10 ³)	(15×10 ³ ,2×10 ⁴)
公路主线平均占地面积/(hm ² ·km ⁻¹)	(6.9878,7.8819)	(7.8819,8.8776)	(8.8776,9.6870)
农作物年产量/t	(45×10 ⁴ ,5×10 ⁵)	(4×10 ⁵ ,45×10 ⁴)	(35×10 ⁴ ,4×10 ⁵)
人均耕地面积/(hm ² ·人 ⁻¹)	(0.0740,0.0840)	(0.0640,0.0740)	(0.0540,0.0640)
水质中的悬浮物/(mg·L ⁻¹)	(0,20)	(20,40)	(40,60)
BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)	(0,3)	(3,6)	(6,10)
石油类/(mg·L ⁻¹)	(0,0.05)	(0.05,0.5)	(0.5,1)
环境噪声/dB	(15,45)	(45,75)	(75,100)
NO ₂ /(mg·m ⁻³)	(0,0.05)	(0.05,0.10)	(0.10,0.30)
CO/(mg·m ⁻³)	(0,2.00)	(2.00,4.00)	(4.00,6.00)
大气中的总悬浮颗粒物/(mg·m ⁻³)	(0.12,0.30)	(0.30,0.50)	(0.50,1.50)
人均占地面积/(hm ² ·人 ⁻¹)	(0.60,0.70)	(0.50,0.60)	(0.40,0.50)

利用实测数值进行分析,在评价中避免了定性分析产生的人为误差,将人为因素尽量减小到最低值,使评价结果更加客观可信。该法简单实用,只要有实测数值和评价指标,即可带入物元可拓方法进行评价,适用于各种领域的评价研究。

参考文献 (References)

- [1] 刘汝明. 山区高等级公路的环境保护设计[J]. 交通标准化, 2004(11): 70-73.
 Liu Ruming. Communications Standardization, 2004(11): 70-73 .
- [2] 孙秀玲, 褚君达, 马惠群, 等. 物元可拓评价法的改进及其应用 [J]. 水文, 2007, 27(1): 4-7.
 Sun Xiuling, Chu Junda, Ma Huiqun, et al. Journal of China Hydrology, 2007, 27(1): 4-7.
- [3] 刘世梁, 郭晓东, 傅伯杰, 等. 道路网络对黄土高原过渡区土地生态安全的影响[J]. 干旱区研究, 2006, 23(1): 127-132.
 Liu Shiliang, Guo Xiaodong, Fu Bojie, et al. Arid Zone Research, 2006, 23(1): 127-132.
- [4] 姚占勇, 高慧, 赫连娟. 公路建设对黄泛平原盐碱区生态环境脆弱性的影响[J]. 中外公路, 2010, 30(4): 25-30.
 Yao Zhanyong, Gao Hui, He Lianjuan. Journal of China & Foreign Highway, 2010, 30(4): 25-30.
- [5] 陈蓓, 孙辉, 秦纪洪, 等. 高寒地区道路工程的生态效应及其生态恢复研究进展[J]. 四川环境, 2009, 28(2): 102-105.
 Chen Bei, Sun Hui, Qing Jihong, et al. Sichuan Environment, 2009, 28(2): 102-105.
- [6] 黄艳. 高速公路建设对自然生态系统稳定性的影响[D]. 武汉: 华中师范大学, 2011.
 Huang Yan. The impact of highway construction on the stability of natural ecosystem[D]. Wuhan: Central China Normal University, 2011.
- [7] 李月辉, 胡远满, 李秀珍, 等. 道路生态研究进展 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(3): 449-452.
 Li Yuehui, Hu Yuanman, Li Xiuzhen, et al. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(3): 449-452.
- [8] 张晓峰, 周伟, 王磊. 江西省公路网规划对景观格局的影响分析[J]. 安全与环境学报, 2006, 6(2): 49-52.
 Zhang Xiaofeng, Zhou Wei, Wang Lei. Journal of Safety and Environment, 2006, 6(2): 49-52.
- [9] 鄢启和, 余泽新, 孙明. 浅谈公路建设对环境的影响和一些环保措施 [J]. 公路工程, 2009, 34(5): 125-129.
 Yan Qihe, Yu Zexin, Sun Ming. Highway Engineering, 2009, 34(5): 125-129.
- [10] 孔亚平, 李璐, 张科利, 等. 公路建设对水资源影响评价与保护技术研究评述[J]. 交通标准化, 2007(9): 39-43.
 Kong Yaping, Li Lu, Zhang Keli, et al. Communication Standardization, 2007(9): 39-43.
- [11] 杨春燕, 张拥军, 蔡文. 可拓集合及其应用研究 [J]. 数学的实践与认识, 2002, 32(2): 301-308.
 Yang Chunyan, Zhang Yongjun, Cai Wen. Mathematics in Practice and Theory, 2002, 32(2): 301-308.
- [12] 叶勇, 迟宝明, 施枫芝, 等. 物元可拓法在地下水环境质量评价中的应用[J]. 水土保持研究, 2007, 14(2): 52-54.
 Ye Yong, Chi Baoming, Shi Fengzhi, et al. Research of Soil and Water Conservation, 2007, 14(2) : 52-54.
- [13] 史桂芳, 袁浩, 程建川, 等. 物元可拓法在道路安全评价中的应用[J]. 交通信息与安全, 2009, 27(4): 80-83.
 Shi Guifang, Yuan Hao, Cheng Jianchuan, et al. Journal of Transport Information and Safety, 2009, 27(4): 80-83.
- [14] 贺胜军, 姜冲虎. 公路隧道围岩分级的物元可拓模型及其应用[J]. 中外公路, 2012, 32(2): 197-200.
 He Shengjun, Jiang Chonghu. Journal of China & Foreign Highway,

- 2012, 32(2): 197-200.
- [15] 梁桂兰, 徐卫亚, 谈小龙. 基于熵权的可拓理论在岩体质量评价中的应用[J]. 岩土力学, 2010, 31(2): 235-540.
Liang Guilan, Xu Weiya, Tan Xiaolong. Rock and Soil Mechanics, 2010, 31(2): 235-540.
- [16] 刘春莉, 李祚泳. 生态环境质量物元可拓评价及实例分析[J]. 城市环境与城市生态, 2003, 16(4): 62-64.
Liu Chunli, Li Zuoyong. Urban Enviroment & Urban Ecology, 2003, 16(4): 62-64.
- [17] 潘竞虎. 基于熵权物元可拓模型的黑河流域草原生态安全评价[J]. 农业系统科学与综合研究, 2009, 25(2): 251-256.
Pan Jinghu. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture, 2009, 25(2): 251-256.
- [18] 张勇刚, 张学伟, 高远, 等. 物元可拓法在烤烟感官质量评价中的应用[J]. 西北农学报, 2010, 19(10): 96-100.
Zhang Yonggang, Zhang Xuewei, Gao Yuan, et al. Acta Agricultural Boreali-occidentalis Sinica, 2010, 19(10): 96-100.
- [19] 郭静男, 郭秀兰, 孙家麒, 等. GB3096—93 城市区域噪声标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 1994.
- Guo Jingnan, Guo Xiulan, Sun Jiaqi, et al. GB3096—93 Standard of enviromnetal noise of urban area [S]. Beijing: China Standards Press, 1994.
- [20] 朱建平, 徐恩霖, 陈光华, 等. GB12348—2008 工业企业厂界噪声标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
Zhu Jianping, Xu Enlin, Chen Guanghua, et al. GB12348—2008 Emission standard for industrial enterprises noise at boundary [S]. Beijing: China Standards Press, 2008.
- [21] 国家环境保护局. GB3838—2002 地表水环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
State Department of Environmental Conservation. GB3838—2002 Environmental quality standards for surface water [S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2002.
- [22] 国家环保总局. GB3095—82 大气环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1982.
State Department of Environmental. GB3095—82 Amibient air quality standard [S]. Beijing: China Environmental Science Press, 1982.

(责任编辑 岳臣)

·学术动态·



第 23 期“科学家与媒体面对面” 话说雾霾

航班大面积延误,口罩成为热销品,喜欢晨练的人们不得不待在家里……雾霾天气的到来扰乱了人们的日常生活,空气污染的现实再次刺痛人们敏感的神经。《迈向环境可持续的未来——中华人民共和国国家环境分析》发布报告指出,中国最大的 500 个城市中,只有不到 1%达到了世界卫生组织推荐的空气质量标准;世界上污染最严重的 10 个城市之中,有 7 个在中国。在加强顶层设计,治理空气污染的同时,面向公众开展科普知识传播,科学应对阴霾天气对自身生活和健康的影响,消除他们心头的“阴霾”显得尤为迫切。

2013 年 1 月 15 日,中国科协组织召开第 23 期“科学家与媒体面对面”活动,邀请中央气象台首席预报员马学款、中国气象科学院大气成分研究所所长孙俊英、中国科学院大气物理研究所研究员王庚辰、中国环境科学研究院研究员张金良、中国疾病预防控制中心办公室博士李强,为媒体记者解读近期雾霾天气实况、形成原因、影响范围及后续发展,雾和霾的区别,什么是 PM2.5,PM2.5 的危害,雾霾的扩散、监测,大气自我调节能力,雾霾对百姓生活的影响及预防等,进而为公众普及相关的气象知识,提高公众的自我防护能力。

图文直播见中国科协网 <http://210.14.113.38:9080/asop/login.asop?titleId=334>。