

# 泥石流沟严重程度的数量化综合评判

谭炳炎

(铁道部科学研究院西南研究所)

## 一、前言

我国幅员辽阔,山地众多,地质构造复杂。每年雨季,山区泥石流活动频繁,广大山区人民和工业、农业、交通运输、矿业开发、水利水电建设、山区旅游设施等深受威胁和危害。作为国家经济大动脉的铁路,在长达3.2万余公里的铁路线上,现查明以桥涵形式跨越的泥石流沟达1,345条。各地每年几乎都有危及铁路安全的泥石流灾害发生,造成中断行车、运输阻塞,使国家和人民生命财产遭受严重损失。建国30多年来,累计发生淤埋车站和破坏铁路设施等较大泥石流灾害达183起,泥石流导致列车出轨和颠覆事故8起,百人以上伤亡的特大事故2起,19个车站曾被淤埋23次。

究其成灾原因有三:一是在目前人类还没有完全掌握泥石流的发生、发展和运动规律之前,灾害是难以避免的。如成昆铁路线李子依达沟1981年7月发生的特大泥石流灾害,宝成铁路线1981年8月持续暴雨发生的大规模严重灾害等;二是不同的历史时期建设标准不同,抗灾能力有别,东川铁路线泥石流灾害突出的原因之一,就是建路标准偏低;三是怎样判别一条自然沟是洪水沟还是泥石流沟,如果是一条泥石流沟,其活动的严重程度应根据哪些条件去进行客观的评定?对此还没有一个较有效的判别办法。故在调查勘测、设计和运营管理中,容易产生错判、漏判、轻判,从而防患不足,导致灾害发生。

近年来,日本和奥地利等国一些学者,采用数量化理论对泥石流沟的判别进行了一些研究。我国是从八十年代开始研究的。1983年末,我们结合全路泥石流沟建档普查,提出了本方法试用稿,并用兰州局的调查资料进行了验证;1984年、1985年在大同—秦皇岛线、石八线、鹰厦线、襄渝线、青藏线等沿线泥石流活动调查中也采用了这一方法进行评判,其结果和专家们在现场所作出的评判结果基本上是一致的。

## 二、泥石流沟综合评判的数学基础

一个变量就其可度量性来看,可分为定量变量和定性变量。前者可以用其单位量度量,度量值为某一特定的数,用数的大小表示数量的变化,如流域面积、河床坡降等;后者很难甚至无法用单位量度量,只能在某一范围内定性取值,如堆积扇发育程度、堆积特征、沟槽纵横剖面形态、崩塌滑坡发育程度等都是无法定量的,只能定性的描述或评估。在自然科学领域中,这两类变量大量存在于事物的发展变化中,自然科学工作者在认识事物的过程中,力图使定性变量转化为定量变量,使未知的复杂事物在某一数学模式中变为可知。

五十年代最早应用于“计量社会学”、六十年代才进入自然科学领域的数量化理论，便是处理定性变量的数学工具，是多元统计分析的一个分支。它使我们不仅可以利用定量变量的量，而且可以利用定性变量的量，从而可以更充分地利用可能搜集到的信息，更全面地研究并发现事物间的联系和规律性。

泥石流沟的综合评判包括二个内容：一是根据泥石流沟的客观条件（变量），即泥石流沟的判别因素判别其是否为泥石流沟；二是对那些判定属于泥石流沟的河沟，依据判别因素的量级，评定其在一定的暴雨激发下泥石流活动的规模和强度，即严重程度。在数学处理上，前者可用判别分析，后者由于评判严重程度的因素中既有定量变量，也有定性变量，则用数量化理论评定。

定量变量转化为定性变量的法则是：在某一设定的区间内，视区间内诸值为同一级或同一性质，若诸定量变量取值于同一区间，诸变量虽然数值不同，但属于同一性质。此时变量虽保持定量的形态，但已转化为定性变量了。如流域面积是一个定量变量，如果研究流域面积大小和造成对铁路的危害的关系，用统计法则对现有泥石流沟进行统计，可以得到流域面积在0.2—2.0平方公里区间内的泥石流沟对铁路的危害最大；2—5平方公里区间内的泥石流沟对铁路的危害属于中等型；5—100平方公里及小于0.2平方公里区间内的泥石流沟对铁路的危害则较小，属于轻微型；大于100平方公里的河沟，除个别外基本上已属于非泥石流河沟了。类似这种区间取值的做法，便使一个待解的定性问题通过定量变量求得了它的解。如果待解的是一个定量问题，而自变量是定性变量，我们便需要使定性变量转化为定量变量。

定性变量转化为定量变量的法则，是按某一设定的合理原则进行。如用百分制或五分制来考核学生的学习水平，就是变定性变量为定量变量的应用。在泥石流河沟判别诸因素中，如不良地质现象的发育程度是一个定性变量。我们设定把不良地质现象的发育程度划为严重、中等、轻微和没有等4种情况，并分别约定用12分、9分、6分、1分等数量表示，于是一个定性变量变成了定量变量。

一个复杂的自然现象是由许多因素决定的。进行多因素综合评判，需要应用反应矩阵或反应表。如地貌因素在泥石流的判别和严重程度的评判中，经过专家们的经验和统计分析，选择流域面积、相对高差、山坡坡度、植被和沟口扇形地貌等5个项目组成，每个项目按可能的活动规模，强度用4个级差（类目）来表示，其反应矩阵表如表1。

反应表中矩阵元素 $a_{ij}$ 就每条沟（相应于每一行）来说，在任一项目 $i$ 中，有而且只有一个类目得分，其余类目上的反应均为0。

每条河沟的综合评判条件，根据三项基本因素所包含的15项项目的得分总分来评判。

$$\text{地貌因素得分: } A = \sum_{j=1}^5 a_{ij} \quad j=1, 2, 3, 4;$$

$$\text{河沟因素得分: } B = \sum_{j=1}^5 b_{ij} \quad j=1, 2, 3, 4;$$

$$\text{地质因素得分: } C = \sum_{j=1}^5 c_{ij} \quad j=1, 2, 3, 4;$$

$$\text{三项基本因素的总分: } N = A + B + C$$

表1

泥石流沟评判因素反应矩阵

基本因素	项目类 (i) 目(j)	Y <sub>1</sub>				.....	Y <sub>n</sub>			
		界限1	界限2	界限3	界限4		界限1	界限2	界限3	界限4
地貌因素	流域面积	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>14</sub>	.....	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>14</sub>
	相对高差	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	a <sub>23</sub>	a <sub>24</sub>	.....	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	a <sub>23</sub>	a <sub>24</sub>
	山坡坡度	a <sub>31</sub>	a <sub>32</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>34</sub>	.....	a <sub>31</sub>	a <sub>32</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>34</sub>
	植 被	a <sub>41</sub>	a <sub>42</sub>	a <sub>43</sub>	a <sub>44</sub>	.....	a <sub>41</sub>	a <sub>42</sub>	a <sub>43</sub>	a <sub>44</sub>
	沟口地貌	a <sub>51</sub>	a <sub>52</sub>	a <sub>53</sub>	a <sub>54</sub>	.....	a <sub>51</sub>	a <sub>52</sub>	a <sub>53</sub>	a <sub>54</sub>
河沟因素	横剖面特征	b <sub>11</sub>	b <sub>12</sub>	b <sub>13</sub>	b <sub>14</sub>	.....	b <sub>11</sub>	b <sub>12</sub>	b <sub>13</sub>	b <sub>14</sub>
	纵剖面特征	b <sub>21</sub>	b <sub>22</sub>	b <sub>23</sub>	b <sub>24</sub>	.....	b <sub>21</sub>	b <sub>22</sub>	b <sub>23</sub>	b <sub>24</sub>
	冲淤变形	b <sub>31</sub>	b <sub>32</sub>	b <sub>33</sub>	b <sub>34</sub>	.....	b <sub>31</sub>	b <sub>32</sub>	b <sub>33</sub>	b <sub>34</sub>
	堵塞情况	b <sub>41</sub>	b <sub>42</sub>	b <sub>43</sub>	b <sub>44</sub>	.....	b <sub>41</sub>	b <sub>42</sub>	b <sub>43</sub>	b <sub>44</sub>
	补给长度比	b <sub>51</sub>	b <sub>52</sub>	b <sub>53</sub>	b <sub>54</sub>	.....	b <sub>51</sub>	b <sub>52</sub>	b <sub>53</sub>	b <sub>54</sub>
地质因素	岩石类型	c <sub>11</sub>	c <sub>12</sub>	c <sub>13</sub>	c <sub>14</sub>	.....	c <sub>11</sub>	c <sub>12</sub>	c <sub>13</sub>	c <sub>14</sub>
	构造作用	c <sub>21</sub>	c <sub>22</sub>	c <sub>23</sub>	c <sub>24</sub>	.....	c <sub>21</sub>	c <sub>22</sub>	c <sub>23</sub>	c <sub>24</sub>
	不良地质现象	c <sub>31</sub>	c <sub>32</sub>	c <sub>33</sub>	c <sub>34</sub>	.....	c <sub>31</sub>	c <sub>32</sub>	c <sub>33</sub>	c <sub>34</sub>
	覆盖层厚度	c <sub>41</sub>	c <sub>42</sub>	c <sub>43</sub>	c <sub>44</sub>	.....	c <sub>41</sub>	c <sub>42</sub>	c <sub>43</sub>	c <sub>44</sub>
	松散物贮量	c <sub>51</sub>	c <sub>52</sub>	c <sub>53</sub>	c <sub>54</sub>	.....	c <sub>51</sub>	c <sub>52</sub>	c <sub>53</sub>	c <sub>54</sub>

判别条件:

$$\text{严重: } N \geq N_1 = \frac{1}{2} \left[ \left( \sum_{i=1}^5 a_{i1} + \sum_{i=1}^5 b_{i1} + \sum_{i=1}^5 c_{i1} \right) + \left( \sum_{i=1}^5 a_{i2} + \sum_{i=1}^5 b_{i2} + \sum_{i=1}^5 c_{i2} \right) \right],$$

$$\text{中等: } N_1 > N \geq N_2 = \frac{1}{2} \left[ \left( \sum_{i=1}^5 a_{i2} + \sum_{i=1}^5 b_{i2} + \sum_{i=1}^5 c_{i2} \right) + \left( \sum_{i=1}^5 a_{i3} + \sum_{i=1}^5 b_{i3} + \sum_{i=1}^5 c_{i3} \right) \right],$$

$$\text{轻微: } N_2 > N \geq N_3 = \frac{1}{2} \left[ \left( \sum_{i=1}^5 a_{i3} + \sum_{i=1}^5 b_{i3} + \sum_{i=1}^5 c_{i3} \right) + \left( \sum_{i=1}^5 a_{i4} + \sum_{i=1}^5 b_{i4} + \sum_{i=1}^5 c_{i4} \right) \right],$$

$$\text{没有: } N_3 > N.$$

### 三、泥石流沟的综合评判

泥石流沟的综合评判包括二个内容:一是根据流域的客观变量判别其是否为泥石流沟;二是对哪些判定属于泥石流沟。按判别因素的量级评定其严重程度。

泥石流的成因复杂,影响因素众多,一条河沟要判别其是否为泥石流沟,主要取决于地面条

件。我们根据调查资料的统计分析，并在广泛征求国内同行们意见之后，确定了地貌因素、河沟因素和地质因素作为判别是否为泥石流沟的因素。每个因素又分为5个项目进行判定。判定为泥石流沟的河沟，按诸因素的量级变化划分其严重程度。

严重程度采用4值逻辑判别，即：

**1、严重**——各项影响因素均很活跃，处境严峻，有威胁感，有一触即发之势，必须加以警戒，并优先进行整治的泥石流沟。

**2、中等**——各项影响因素有一定程度的活跃，或只有个别因素突出，总的形势威胁感不突出，需引起注意，要进一步进行整治的泥石流沟。

**3、轻度**——各项影响因素均较稳定，一定时期内不会活动成灾的泥石流沟。

**4、没有**——不属于泥石流沟。

选用作为综合判断因素的三大因素的15个项目，根据专家经验和国内近千条泥石流沟的统计结果，制定评分4级区段，4个评分区段的内涵，基本上和严重程度的四值逻辑相对应。

4级评分区段的评分，基本分采用1，2，3，4分制，由于评判因素（类目）在评判过程中的作用不完全相同，即权重不同，需按类目在评判中的重要性进行权数分配，其办法采用4级分配（非泥石流沟不参加加权分配）。如在地貌因素中所选5个类目，在评判中的作用是不同的，沟口扇形地貌较直接反映了泥石流活动的规模强弱，根据调查统计和专家们经验，这是一个主要因素，因此权重分配最高，按3倍加分，在4个评分段中，得分分别为1、6、9、12；植被作用次之，按2倍加分，在4个评分段中得分分别为1、4、6、8；山坡坡度作用又次之，各加1分，得分分别为1、3、4、5。

泥石流沟综合评判中15个项目的数量化分析见表2。

根据表2进行综合判别条件计算，得到

$$N_1 = 87 \quad N_2 = 63 \quad N_3 = 33$$

为此，泥石流沟综合评判按得分总数判定，其数量化标准为

严重的  $N > 87$

中等的  $87 > N > 63$

轻微的  $63 > N > 33$

没有的  $N > 33$

在某些特殊情况下，某一类目的作用可能超越本表在正常情况下制定的标准，上升成左右评判等级的因素。如人类不合理活动，可以使按表列类目评判不属于泥石流沟的河沟转化为人为泥石流沟，其严重程度甚至可以严重的。为此，评判者可以视情况在总分外加一附加分，使之符合实际情况。

## 四、验证和实例

本方法提出后，我们用全国各地86条泥石流沟的调查资料进行了验证，其结果89%以上和现场调查时专家们的现场评议结果是一致的，10%的评判结果较专家们的现场评议结果略轻，究其原因有二：一是专家们在现场的评议，多是在部分考察结果的定量数据尚未整理出来之前，评议结果和专家主观认识和经验有关，一般级差明显的河沟，评议结果和实际情况不会有较大出入，那些级差不明显，处于两可状态的河沟，评议时为了安全起见，往往有宁向上靠不向下挂的倾向，因此评议结果偏高；二是数量化评判结果是依据选定的15项主要因素和评分统计总分来

表 2

泥石流沟严重程度判别因素数理化分析表

因素	河沟类别		泥 石 流 沟				非泥石流沟			
	项 目	界限	界限值	评分	界限值	评分	界限值	评分		
地貌	流域面积		0.2-2.0 平方公里	4	2-5 平方公里	3	$\frac{5-100}{<0.2}$ 平方公里	2	>100 平方公里	1
	相对高差		>500 米	4	500-300 米	3	300-100 米	2	<100 米	1
	山坡坡度		>32°(0.625) 坡面冲沟发育	5	32°-25°(0.625-0.406)	4	25°-15°(0.465-0.268)	3	<15°(0.268)	1
植被	覆盖率		<10%	8	10-30%	6	30-50%	4	<0.0%	1
	类型		秃山		草地		红林		壮林	
因素	河沟扇形地貌	扇形完整	1. 扇形完整, 有古状堆积 2. 前缘被大河切割扇形不完整	12	1. 扇形完整, 古状堆积明显 2. 大河切割前缘不突出	9	扇形地保存不完整 无古状堆积	6	九沟口扇形地, 仅有般 河道的边滩、心滩	1
		扇形发育情况	沟内扇形地发育, 新老扇形地 清晰可辨, 扇形规模大		沟内有扇形地, 新老扇 形规模不大		沟内扇形地不发育 间或发生		无	
		挤压大河河型	大河河型 大河主流	大河河型 大河主流	河型无较大变化	河型无变化	河型无变化	河型无变化	河型无变化	
		挤压大河河型	大河河型 大河主流	大河河型 大河主流	河型无较大变化	河型无变化	河型无变化	河型无变化	河型无变化	
河沟特征	断面形态		V型谷或下凹U型谷, 谷中谷	4	括扁U型谷	3	平坦型	2	平坦型	1
	泥沙堆积特征		河床为下伏基岩, 沟心有厚 层冲积洪积层积物	4	沟岸不很稳定, 沟心有冲 积层积物	3	沟岸平滑, 沟心为中 积层积物	2	沟岸稳定, 沟心为洪积物	1
	纵断面形态		沟内有乱石堆, 跌水等形成 锯齿形剖面	8	沟内有少量乱石堆, 跌 水等纵剖面局部成锯齿形	6	沟内无跌水, 纵剖面 陡缓相间接近圆滑曲线	4	纵剖面圆滑	1
因素	沟内冲淤变形	冲淤特具	沟岸、沟床均不稳定, 纵横向 均有明显冲淤变化	5	沟岸、沟床均不稳定, 纵向冲 淤变化较小, 多横向打淤	4	冲淤变幅均较小	3	沟床略有冲淤变化	1
		冲淤变幅	>2 米	2-1 米	1-0.2 米	<0.2 米				
	堵塞情况	堵塞率(%)	>10%	10-2%	3	<2%	2	0	1	
		堵塞程度	平	中	轻	无				
泥沙补给段长度比		>60%	12	50-30%	9	30-10%	6	<10%	1	
地质因素	岩石类型		黄土状软岩, 风化严重的花岗岩	5	较硬与相同时比较重的花岗岩	4	节理发育的硬岩	3	硬岩	1
	构造特征	抬升沉降	强抬升区	8	抬升区	6	相对稳定区	4	沉降区	1
		构造特征	构造复合部, 大构造带, 地震 活跃带, 六级以上地震区		构造带, 地震带 四至六级地震区		构造边缘地带, 地震影 响带, 四级以下地震区		构造影响无或很小	
		断层节理	断层破碎带, 主干断裂带 风化节理严重发育区		顺沟断裂, 中小支断层 风化节理发育		过沟断裂, 小断裂或 无断裂, 风化节理一般		无断裂	
不良地质现象	崩塌滑坡	崩塌滑坡等重力侵蚀严重, 多深层滑坡和大型崩塌	12	崩塌滑坡发育, 多浅层滑 坡和中小型崩塌	9	有零星崩塌滑坡存在	6	无或轻微	1	
	沟槽侵蚀	沟槽中泥沙再搬运产生 沟内多冲积洪积物		沟槽侵蚀中等		沟槽侵蚀轻微		一般泥沙搬运		
	人类不合理活动	严重		中		轻		无		
产沙区覆盖层平均厚度		>10 米	4	10-5 米	3	5-1 米	2	<1 米	1	
储量	一次可能来量		>0.5 万方/平方公里	4	0.5-0.2 万方/平方公里	3	0.2-0.1 万方/平方公里	2	<0.1 万方/平方公里	1
	单位面积储量		>10 万方/平方公里		10-5 万方/平方公里		5-1 万方/平方公里		<10 万方/平方公里	
	年平均侵蚀模数		>15 万吨/平方公里		1.5-0.5 万吨/平方公里		0.5-0.1 万吨/平方公里		<0.1 万吨/平方公里	

表 3 泥石流沟严重程度评判实例

基本因素	项目	成昆铁路三 滩中桥		成昆铁路 盐井沟		茂海铁路 刘家湾沟		大秦铁路 杨树沟		青藏铁路 1号小黑沟	
		参数	评分	参数	评分	参数	评分	参数	评分	参数	评分
地貌因素	流域面积(平方公里)	1.5	4	13.9	2	1.5	4	2.8	3	7.5	2
	相对高差(米)	>1,000	4	>500	4	300-500	3	780	4	>500	4
	山坡坡度(度)	>32	5	>32	5	>32	5	>32	5	>32	5
	植被覆盖率(%)	90	1	10-30	6	<10	8	30	6	15	6
	沟口地貌	河口堆积扇发育挤压大河	12	河口有堆积扇	6	沟口堆积发育堵塞大河	12	沟口堆积扇发育挤压大河	12	沟口堆积扇发育堵塞大河	12
河沟因素	横剖面特征	V型	4	U下型	4	U型	3	V型	4	V型	4
	纵剖面特征(%)	369	8	200	6	锯齿形	8	230	8	117	6
	冲淤变幅(米)	3	5	1-2	4	>2	5	>2	5	1	3
	堵塞情况	中	3	轻	2	严	4	中	3	轻	2
	补给段长度(米)	>60	12	10-30	6	>60	12	>60	12	>60	12
地质因素	岩石类型	风化节理发育的硬岩	3	硬岩	1	黄土	5	节理发育的硬岩	2	风化花岗岩	5
	构造作用	强抬升区	8	抬升区	6	抬升区	6	强抬升区	8	断层破碎	12
	不良地质现象	无	12	人工破坏严重	12	无	12	无	12	无	12
	覆盖层厚度(米)	1-5	2	1-5	2	>10	4	>10	4	<5	2
	松散物贮量(立方/平方公里)	>10	4	>10	4	>10	4	>10	4	>10	4
数量化评判	附加分	—	—	20	—	—	—	—			
	总分	87	70	90	95	93	87				
	严重程度	严	中	严	严	严	严				
专家现场评判	严		严		严		严		严		

决定的，评分标准是根据调查统计和专家经验而制定的，使用过程中不能任意修改。专家评议则不然，可以根据具体情况作出判断，如采矿弃碴等人类不合理活动严重时，专家们只需这一个条件就可以判为严重的人为泥石流沟。而数量化评判法中，这一因素最多只评12分，如其它条件不突出时，总分便难以达到87分。成昆线盐井沟的评判即为一例。评判法判为中等，而专家们根据弃碴情况则判为严重。如果评判者在总分外，根据客观实际外加附加分，即可使评判符合实际。

现阶段人工智能型判别（包括电子计算机判别），还无法和人类高级思维判别相比，数量化评判方法也存在同样的不足。

各线段典型泥石流沟验证实例见表3

## 五、专家评分调查结果

为了使本方法的评分标准建立在更广泛的统计基础上，1985年初我们向国内同行专家们进行了一次专家评分调查，从已收到的12位专家对各项参数权重的评分调查统计见表4。

调查统计结果表明，项目中3个因素的权重，评判法所取权重值和专家们调查统计平均值的结果是基本一致的。专家们倾向于降低地貌因素的权重，加重地质因素的权重。

类目中诸因素的权重，除泥沙补给段长度比和不良地质现象发育程度评判法权重偏高，堵塞情况和松散物储量评判法权重偏低外，其余各因素的权重则基本上是接近的。可以认为表2评分基本上接近数学期望值。（下转第44页）

表4 专家评分调查统计表

因素	评判法权重(%)	专家调查统计平均值(%)	符合程度	项 目	评判法权重(%)	专家调查统计平均值(%)	符合程度
地貌因素	35	29.6	1.18	流域面积	12	13.5	0.94
				相对高差	12	11.67	1.03
				山坡坡度	15	21.25	0.71
				植被覆盖率	24	22.9	1.05
				沟口地貌	36	31.75	1.13
河沟因素	25	25.4	0.98	主沟横断面特征	12	16.5	0.72
				纵剖面特征	24	26.0	0.92
				冲淤变幅	15	17.6	0.85
				堵塞情况	12	20.8	0.58
				泥沙补给段长度比	36	19.1	1.99
地质因素	40	45.0	0.88	岩石类型	15	15.6	0.96
				构造特征	24	21.9	1.09
				不良地质现象发育程度	36	25.0	1.44
				覆盖层平均厚度	12	14.4	0.83
				松散物储量	12	23.1	0.52

比较农闲，造林成活率高。若春季截干造林，要注意保护苗根，苗木运到造林地后要假植好，随栽随取，确保成活。

在有条件的地方，应尽量采取截干造林，这样，1—2年内便可收到明显效益。

**5、适时平茬，促进枝条萌发。**胡枝子萌蘖力强，在南方1年可平茬两次，在北方1年平茬一次。平茬的胡枝子1年平均高95.5厘米，平均抽枝7.2条。未平茬的2年生平均高101厘米，抽枝2.6条，根茎处不定芽2.2个，而平过茬的不定芽有16.5个，预示来年发枝更旺盛。因此在抚育管理中，除除草、培土等措施外，要注意适时平茬。

## 五、作用与经济价值

胡枝子见缝扎根，根系发达，能迅速覆盖地表。在幼苗期，据固原县程儿山旱地苗圃测定，株高8厘米，幼根长23厘米。山地直播胡枝子，苗高96厘米，主根长124厘米，侧根20多条，须根很多，且具根瘤菌。大量须根密集在土壤表层中，对改良土壤，增加肥力，防止土壤冲刷，有良好的作用。萌芽力强，一年生截干苗平茬后，抽枝多的可达18条，高达93.4厘米。枝叶繁茂，覆盖度大。据测定，截干造林的一年生平茬地，平均每公顷22,500多个枝条，雨季和每年秋季都能积累大量的枯枝落叶，从而减少了地表径流，增加了土壤有机质。据报道，胡枝子一般可减少径流20%以上，减少泥沙冲刷40%左右。

胡枝子是一种优良的饲料植物。据分析，叶子含粗蛋白14.6%，粗脂肪2.82%，无氮浸出物63.83%，粗纤维13.5%，灰分5.26%。2—3年生幼林，可采鲜枝叶6,000—7,500公斤。

胡枝子萌发力强，产柴量高，株行距0.3×1.0米的2年生林分，每公顷产干柴3,000多公斤。

据测定，胡枝子含钾1.01%，含磷0.51%，含氮2.36%，每1,000公斤鲜叶沤肥，相当于29.5公斤硫酸铵，6公斤过磷酸钙，5公斤硫酸钾。

胡枝子不仅是良好的饲料、燃料和绿肥，而且嫩叶晒干可代茶，有“随军茶”之称。根皮含单宁，可提鞣料。种子可榨油食用或作润滑剂，含油率11.34%。枝条直而长，柔韧，可编织。花期长，是良好的蜜源植物。

综上所述，胡枝子是一种良好的饲料、燃料、绿肥植物，同时还是编织的好材料。嫩叶可代茶，花为蜜源，种子可榨油。根系发达，枝叶茂盛，是保土保水的良好灌木。根部耐严寒，枝叶抗冰雹。它喜湿润环境，但在干旱地区也能正常生长，适应性强，是一个值得推广的好树种。

---

(上接第57页)

## 六、结束语

本方法是在实际调查统计的基础上，应用数量化理论而制定的泥石流沟严重程度的数量化综合评判法则，经过试用基本满意。这一方法也为将来应用电子计算机对泥石流沟进行评判准备了条件。应当指出，正确的评判结果来源于诸参数的选取和评分标准，方法中不足之处，尚有待今后努力完善。表2在制定过程中，曾吸取了北京大学地理系、西北大学地理系、西南交通大学电子计算机系、甘肃省交通厅科研所、兰州铁路局及本所有关同志的有益建议，对他们的热情支持，深表感谢。

(朱德进、梁孝民和曹小群等同志参加计算工作)