

黄土高原水土流失严重地区综合治理 与开发模式分区方案探讨

蒋定生 刘 志 范兴科

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
(水利部)

摘 要 采用逐步判别分析方法,探讨了黄土高原水土流失严重地区综合治理与开发模式类型分区方法,其中包括基本原理和模型结构。在定量计算的基础上,结合传统经验定性分区方法,将黄土高原水土流失地区划分成8个综合治理与开发模式类型区。

关键词 黄土高原 水土流失 治理与开发 模式 逐步判别分析

Research on Regionalization Plan of Comprehensive Control and Development Model in Severe Soil Erosion Area of Loess Plateau

Jiang Dingsheng Liu Zhi Fan Xingke

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract Using methods of gradual discriminant analysis, that the regionalization methods of comprehensive control and development models in the severe soil erosion area of loess plateau, including basic principles and model structure is discussed. According to quantitative calculation and with qualitative regionalization methods of traditional experiences, severe soil erosion area of loess plateau is divided into 8 type regions of comprehensive control and development models.

Key words loess plateau soil and water loss control and development models gradual discriminant analysis

1 前 言

本文讨论的黄土高原水土流失严重地区范围,大体包括长城以南,甘肃秦岭和渭北台塬以北,吕梁山以西,甘肃黄河以东的广大区域,辖106县(旗)市,面积28.0734万 km^2 ,占黄土高原地区总土地面积的43.86%(见附图1)。上述区域含黄河规划委员会1954年制定的《黄河中游流域土壤侵蚀区域图》的黄土丘陵第一副区、第二副区、第三副区、第四副区、第五副区及黄土塬区等区域的大部,包括黄河中游100个水土保持重点县(旗)中的91个。

本区的特点是:(1)水土流失严重。土壤侵蚀模数为 $182\text{t}/\text{km}^2$ (黄龙县)到 $24700\text{t}/\text{km}^2$ (府谷县),地面年产沙总量19.99亿t,为黄河流域主要产沙地域;沟壑密度 $1.30\sim 7.01\text{km}/\text{km}^2$;土壤有机质含量为 $6.2\sim 12.1\text{g}/\text{kg}$,大多在 $10\text{g}/\text{kg}$ 以下,土壤日益瘠薄,粮食亩产仅 $31.1\sim 117\text{kg}$ (耕地面

积为区划数字);(2)人民生活水平依旧相当贫困。据1990年统计,全区人均粮食为254.7kg至415.0kg;人均纯收入174~692元。境内晋西、陕北、宁南、陇中均属全国低产贫困地区。这些是不利的一面。但是,本区也存在许多有利因素,诸如:(1)矿藏资源丰富。从预测资源量看,阴山以南,渭北黑腰带以北,吕梁山区以西和贺兰山以东的鄂尔多斯聚煤盆地,埋深小于1500m的煤炭资源量超过1万亿t。其中仅晋陕蒙三角区的煤炭探明储量即达2612.5亿t,占全国煤炭资源总量的30.4%,占整个黄土高原地区的48%,资源密度高达306.6t/km²。煤炭资源的高度集中分布,有利于建立大型煤炭基地和能源基地,也为高耗能工业布局创造有利条件。另外,本区油、气资源储量也很丰富。长庆和延长油田累计探明地质储量约占全国资源总量的2.8%,剩余可采储量有4712万t。近年,又在靖边、定边、子洲等地发现了低丰度大气田,在1200km²解剖区内探明储量804亿m³,开采后,将向西安、咸阳、宝鸡、榆林、北京等大中城市供气。因此,开发本区煤炭和油气资源,进行能源或电力东送,不仅会促进本区工农业生产的发展,也会对我国东部沿海缺能地区经济开发大有裨益。(2)光温资源丰富。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温2527~3421 $^{\circ}\text{C}$,大部分地区高于2950 $^{\circ}\text{C}$;年日照时数2259~2924h,大部分地区在2400h以上,加之昼夜温差大,是发展瓜果和菸草的适宜地区,(3)土地资源丰富,人口密度仅43~175人/km²,人均耕地3.32~7.81亩,生产潜力较大。因此,研究本区治理和开发,乃至我国东部地区经济腾飞具有重要现实意义。

本区地域辽阔,在地形地貌、气候、土壤、水土流失程度和社会经济状况等方面都存在明显的地域分异,不能希图用一个模式来指导全区的综合治理与开发,必须采取多种模式,这也就是本文研究的目的。

囿于篇幅限制,本文仅就综合治理与开发模式的划区方法加以论述,有关各类型区的具体模式,设计将另文讨论。

2 基本的数学原理与数学模型

设研究地域为一个系统,它包括 G 个综合治理与开发模式类型区,每个类型区内包括若干个综合治理与开发模式的地域单元 X (称为个体),每个个体受 m 个因子(变量)的制约。这样可把每一个综合治理与开发模式的地域单元看作是 m 维欧氏空间 R 中的一个点,于是,每个综合治理与开发模式类型区 $A_g(g=1,2,3\cdots G)$,都可以看作是 R 中的一个子空间 $R_g(g=1,2,\cdots G)$,并假定,这些子空间是相互排斥的,且整个地域系统组成了 R 。若能把空间 R 划分成 G 个子空间,则对于空间 R 中的任一点 X 都可以找到它所属的子空间,这样划分综合治理与开发模式类型区的目的就可实现。

分区采用逐步判别分析方法。先假设各综合治理与开发模式类型区(母体)的概率密度 $f_g(X)$ 和先验概率 $q_g(g=1,2\cdots G)$ 为已知,则空间 R 的任一种划分都可能造成错分现象。令 $L(h|g)$ 表示个体 X 实属 A_g ,今错分到 A_h ,所造成的损失,并约定

$$L(h|g) = 0, \text{当 } h = g$$

$$L(h|g) > 0, \text{当 } h \neq g$$

相应的错分概率记为

$$P(h|g) = \int_{R_h} f_g(x) dx \quad (1)$$

我们希望每次错分的可能性最小,即对于给定的那一个综合治理与开发模式的地域单元 X ,它来自

各综合治理与开发模式类型区 A_g 的条件概率(后验概率)为

$$P(g|x) = \frac{q_g f_g(X)}{\sum_{i=1}^G q_i f_i(X)} \quad (2)$$

令错分率

$$E'_g(X) = \sum_{\substack{h=1 \\ h \neq g}}^G \frac{q_h f_h(X)}{\sum_{i=1}^G q_i f_i(X)} \quad (3)$$

则条件概率

$$P(g|X) = 1 - E'_g(X) \quad (4)$$

由式(4)可知,要使 $E'_g(X)$ 达最小的 g , 只要使 $P(g|X)$ 达最大的 g 。因此只要对每一个综合治理开发模式的地域单元 X 计算判别函数

$$y_{g*}(X) = q_g f_g(X) \quad (g = 1, 2, \dots, G) \quad (5)$$

找出判别函数达最大的那个 g^* , 若

$$y_{g*}(X) = \max\{y_g(X)\}$$

则把该地域单元划归第 g^* 个综合治理与开发模式类型区。

由上可知,要进行一个地域系统的综合治理与开发模式类型分区,就需要逐个计算判别函数式(5)的值。各母体的先验概率 $q_g (g=1, 2, \dots, G)$ 一般不易求得,可假定相等,或用样本的频步来代替。经过对分布密度函数 $f_g(X)$ 的计算,即可得到如下判别函数:

$$Y_g(X) = \ln q_g + C_{0g} + C_{1g}X_1 + C_{2g}X_2 + \dots + C_{mg}X_m \quad (6)$$

这就是类型区划分计算的数学模型。

式中

$$C_{0g} = -\frac{1}{2} \sum_{i \in l} C_{ig} \bar{X}_{ig}, \quad C_{ig} = (N - G) \sum_{j \in l} W^{(1)ij} \bar{X}_{ig},$$

$$i \in l, g = 1, 2, \dots, G$$

W_{ij} 为入选变量组内离差矩阵, C_{ig} 称为判别系数。依下式计算后验概率:

$$P(g|X) = \frac{e^{Y_g(X)}}{\sum_{h=1}^G e^{Y_h(X)}}$$

其中

$$Y_g(X) = y_g(X) - y_{g*}(X)$$

整个计算在微机上进行。

3 划分综合治理与开发模式类型区的方法

为了划出本区各综合治理与开发模式类型区,可视全地区为一地域系统,根据区内各地的气象、地形、土壤、植被、水土流失、水土保持状况、农林牧业结构及社会经济状况,选取统一因子建立判别函数,划出综合治理与开发类型区。

3.1 选择因子

水土流失地区综合治理与开发模式的地域分异与资源环境、生态条件、社会经济条件、水土保持状况等因素很有关系。为使划出的综合治理与开发类型区尽可能符合客观实际,选出的因子既要

有一定的物理意义,又要从数学角度考虑因子判别能力的显著性,使各因子在区内的差异性最小,而区间的差异性最大。本区跨山西、陕西、甘肃、宁夏回族自治区和内蒙古自治区等5省区106县(旗)市,自然条件复杂多样。譬如,本区的北部,位于库布齐沙漠南缘和毛乌素沙漠的东部和南部,气候干燥,多年平均降水量450~260mm,由东向西递减,境内多风沙,年平均沙尘暴日数8.6~37天,风水蚀均很强烈,土壤侵蚀模数500~19 000t/km²,沙丘由西北向东南扩张,每年推进1~8m,土地沙化严重。区内地势比较平坦,多滩地,地下水资源比较丰富,仅陕西境内可采储量达7.73亿m³,宜井灌面积76.35万亩,但本区的西部,年降水少于400mm,十年九旱,发展扬黄灌溉是改变农业生产面貌的重要条件。区内牧业比较发达,在农业产值构成中,牧业比重较高,占17.5%~45.1%。境内煤炭资源、油气资源和光温资源丰富,是国家能源的重要基地。

黄土丘陵沟壑区位于本区的中部,境内沟壑纵横,沟壑密度4~7km/km²,有的达10km/km²,坡面陡峭,土壤侵蚀严重,年侵蚀模数高达3 500~24 700t/km²,多年平均降水量400~650mm,≥10℃积温2 530~3 371℃,日照时数2 260~2 676h,光温资源丰富,昼夜温差大,适宜发展果树。由于滥垦、滥牧、滥樵,本区植被遭到严重破坏,植被覆盖度多在10%左右。农业产值结构中,种植业所占比重最大,达65%,牧业占18%~22.5%,林业占5.4~10.2%,林牧业脆弱。由于土壤侵蚀,土壤瘠薄,粮食亩产(区划面积)仅41.3~65.5kg,人均纯收入174~455元。境内矿产资源以煤和石油为主,煤炭主要分布在晋西地区。石油储量较丰,分布于延河上中游及其支流杏子河一带。

黄土丘陵区南部为黄土高原沟壑区,跨甘肃、陕西和山西三省部分县市。区内分布着董志塬、早胜塬、合水塬、长武塬和洛川塬等,塬面开润,地势平坦,塬中心地面坡度1~3°,土层深厚,蓄水保肥性能良好,土壤有机质含量多在10g/kg以上,多年平均降水量500~710mm,年平均侵蚀模数540~9 560t/km²,沟壑密度1.30~2.70km/km²,沟壑面积占土地总面积的35%~70%。境内光温资源丰富,日照时数2 300~2 550h,≥10℃积温达3 010~3 420℃,最宜种植瓜果和烟草。农林牧业结构中,种植业比重最大,多超过70%。人均粮食接近400kg,人均纯收入在整个研究地域内最高,达320~690元。人口密度较大,达115.4~137.6人/km²。

根据上述情况,从物理意义方面考虑,选取以下因子:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| x_1 ——雨季5—10月多年平均降水总量; | x_{12} ——种植业占农业总产值比重; |
| x_2 ——年平均沙尘暴日数; | x_{13} ——牧业占农业总产值比重; |
| x_3 ——土壤稳定入渗速度; | x_{14} ——林业占农业总产值比重; |
| x_4 ——植被覆盖度; | x_{15} ——≥10℃积温平均值; |
| x_5 ——人口密度; | x_{16} ——年平均光照时数; |
| x_6 ——人均耕地; | x_{17} ——土壤有机质含量; |
| x_7 ——人均粮食; | x_{18} ——土壤中>0.01mm物理性粘粒含量; |
| x_8 ——土壤侵蚀模数; | x_{19} ——水土流失面积; |
| x_9 ——>7°土地面积与总土地面积之比; | x_{20} ——已治理水土流失面积; |
| x_{10} ——5—10月总降雨侵蚀力; | x_{21} ——基本农田与总耕地面积之比。 |
| x_{11} ——人均纯收入; | |

3.2 样本选择

用逐步判别分析方法进行综合治理与开发模式类型分区时,需从所研究的地域系统中选择若干个综合治理与开发模式的地域单元(如一个县)为典型样本,构成一个样本矩阵,作为判别函数的参数估计。本文从整个研究区域内选取106个县(旗)市做为基本地域单元,组成样本矩阵。

3.3 分区概述

从资源环境、生态条件、社会经济条件和水土保持状况的差异性,以及综合治理与开发模式的类型与发展方向的一致性考察,整个研究区域可划分为8个不同的综合治理与开发模式类型区。

I 长城沿线风沙滩地及丘陵区

本区位于陕晋蒙接壤长城沿线附近,辖内蒙古自治区的和林格尔、清水河、准格尔旗、东胜市、伊金霍洛旗5县(旗)和陕西省的神木、榆林市、横山、靖边和定边5县市。土地面积5.2734万km²,土地资源辽阔,人口密度仅42.9人/km²。长期以来,由于土地资源的不合理利用,滥垦、滥牧、以及战争破坏,水土流失十分严重,土壤侵蚀模数为3950~19000t/km²,为黄河中游粗泥沙的主要来源地。

从地貌来看,本区可分成三种类型。近毛乌素沙漠边缘为流动沙丘或半固定沙丘;中部为风沙滩地;南部为丘陵。区内牧业比重较大,占17.2%~45.1%。

在治理水土流失上,本区应充分重视生物措施的作用。如在沙区,大力营造(人工或飞机播种)沙柳、沙蒿、沙打旺、花棒和踏郎等耐旱沙生草灌植被,固定沙丘。在风沙滩地和河谷川地上,由于地下水资源丰富,为了配合神府煤田和陕北气田的开发,正在建设以利用地下水为核心的庄园式生态农业模式。庄园由高标准林网方田构成,井、渠、路、电、林、技综合配套,每个庄园占地120亩,打机井1~2眼,种植薪柴(20亩)、瓜果、粮食、饲料及油料作物。为煤田和气田职工提供农副产品。在丘陵坡地上,沿等高线(或格状)建造生物篱(沙柳、柠条),防止土地沙化和水土流失。位于坡麓的涧滩地,发展引洪漫地和林网,充分利用水沙资源。

II 长城以南宁夏干旱半干旱丘陵区

本区跨宁夏、甘肃两省区,辖盐池、同心、海原及靖远、白银5县市。土地面积3.283万km²,人口密度47.4人/km²。本区气候干旱,多年平均降水量260~403mm,年沙尘暴日数高达8.6~37天,水蚀风蚀均较强烈,土壤侵蚀模数介于500~5820t/km²,土壤有机质含量少于8.3g/kg。农业产值构成中,牧业比重较大。占17.5%~31.4%;林业脆弱,仅占2.1%~7.7%。干旱、风沙是本区农业发展的重要障碍因素。无水即无农业,因此在靖远、同心、盐池都建有或正在兴建大型扬黄灌溉工程,如靖远县,有效灌溉面积已达46.04万亩,农业人均1.2亩,除此而外,还建有砂田15.65万亩,充分蓄纳雨水,发展旱作农业。区内引水11m³/s的盐环定灌溉工程,于1993年5月建成通水。

为了同干旱风沙作斗争,盐池风沙滩地区,正在合理开发地下水资源,发展节水型(管灌)庭院式经济单元。并开展以封(封育)治风、以四沙(沙柳、沙蒿、沙米、沙打旺)治沙工程,防止土地沙漠化。

在丘陵区,则大力兴修隔坡梯田,开展径流农业。干旱严重的同心(多年平均降水279mm),随着扬黄工程上水,从山区迁移农民沿灌区逐水而居,发展“吊庄子”,改造风沙滩地。

III 晋陕黄河峡谷丘陵区

本区跨陕、晋两省、辖山西的偏关、神池、五寨、岢岚、河曲、保德、兴县、方山、临县、离石、中阳、柳林、石楼、以及陕西省的府谷、佳县、米脂、绥德、吴堡、子洲、清涧、子长、延川和延长等共23县,土地面积4.1533万km²,人口405万人,人口密度97.6人/km²。多年平均降水量395~566mm,土壤侵蚀模数2500~24700t/km²,地面年产沙量5.2716亿t,是黄土高原主要产沙地区。地面支离破碎,沟壑密度高达5.06~7.01km/km²,土地资源遭到严重破坏,农业产值结构中,种植业占53.5%~81.3%,牧业占10.2%~30.6%,林业占2.3%~23.8%。由于严重的水土流失,按区划数字统计,粮食亩产仅47.9kg,人均粮食261.4kg,人均纯收入174~356元,是典型的低产贫困地区。

区内皇甫川、无定河、三川河为水利部、财政部重点投资治理区,已取得显著的经济效益和水土

保持效益。

本区在治理水土流失过程中,最先推行以小流域为单元的治理方针,80年代又倡导户包(或联户承包)治理小流域的新鲜经验,90年代又转变观念大胆改革,拍卖小流域进行户包治理,50年产权不变,从而大大加快了小流域治理的速度和质量。在方略上,贯彻了“拦蓄降水,就近入渗”;在水土保持措施配置上,遵循了从山顶至沟道的梯层结构配置模式,因地制宜,层层设防;在措施选择上贯彻了“咬住基本农田(水平梯田和坝地)不放,抓住经济林大上”的策略;在远近利益结合上,贯彻了近期抓草养畜,中期抓经济林脱贫致富,远期抓育林栽树,确保水土保持后劲的原则。

本区煤炭资源和光温资源丰富,是建设能源的化工基地,和商品性果业(红枣、苹果)、烟草的适宜场所。

IV 陕北、陇东、宁南丘陵沟壑区

本区辖延安、甘泉、安塞、志丹、吴旗、华池、环县、固原和彭阳9县市,土地面积3.5627万 km^2 ,人口195万人,人口密度54.86人/ km^2 。区内多年平均降水量407~561mm。土壤侵蚀比较严重,侵蚀模数955~15311 t/km^2 。

本区土地资源丰富,人口稀少,因而牧业在农业产值结构中占有较大比重,达12.5%~28.5%,大多县份在22%左右。本区东部靠近崂山和子午岭次生梢林地区,植被盖度达23.2%~50.5%。

在治理水土流失方面,已治理面积仅占水土流失面积的22%,且西部不如东部。近年,通过中国科学院、水利部西北水土保持研究所在安塞试区和固原试区的潜心研究,以及杏子河流域世界粮食计划署粮援项目的示范推广。在治理模式上,从充分利用土地资源和考虑光温水肥资源在坡面上的层面分布规律出发,提出了水土保持措施的镶嵌配置模式、坡面梯层结构配置模式和平面三区结构配置模式等,并得到较大范围推广。在农林牧业结构优化研究上,正在向仿真、调控等深度方向发展。

V 宁南陇中丘陵沟壑区

本区分属宁夏和甘肃两省区,辖宁夏的隆德、泾源和西吉3县,和甘肃省的会宁、定西、静宁、庄浪、通渭、秦安、张家川、陇西、武山、甘谷、清水、天水、兰州、渭源、榆中和永靖等16县市,土地面积4.8557万 km^2 ,人口850.1万人(含城镇人口),人口密度175.2人/ km^2 。

区内年降水差异较大,介于316~650mm之间,由东向西北递减,靠近六盘山、陇山和秦岭一带为降水高值区,达530~650mm,西部的永靖仅316mm。境内植被稀疏,覆盖度多在5%以下,水土流失严重,土壤侵蚀模数介于3300~9500 t/km^2 之间。

农业产值结构中,林业脆弱,仅占1.7~14.1%。种植业比重多在60%以上。近年种植业结构有明显变化,苹果已在水、秦安、甘谷等光温资源丰富地区广为发展。而在武山、甘谷一带的渭河谷地已形成蔬菜基地,发展霜期农业,农民经济收入日益提高。

在治理水土流失方面,本区推广较多的有两种模式,即(1)梯层结构配置模式:山顶林草戴帽;坡上梯田缠腰;沟底打坝穿靴。堡子沟(庄浪)、关川河和官兴岔流域(定西)、打狼沟(榆中)小流域就是这种配置模式的典型。(2)蚕吃桑叶式配置模式:沿流域分水岭配置防风林带;小沟岔造林打坝;坡面修基本农田,这样俯视全流域,分水岭及沟岔全为绿色森林,宛如蚕食桑叶剩下的网状叶脉图形。天水罗裕沟即属这种配置模式。实验证明,山顶由于水分不足,加之风大,营造的乔木多成小老头树或枯梢死亡,而以草灌(柠条、沙棘)生长较好。

除此而外,在定西、会宁、榆中等干旱少雨地区,高度重视对降水资源的利用。修旱井收集屋面(水泥瓦)、场院、道路径流,坡面农田上布设集流坑或修隔坡梯田等。

VI 晋陕黄河峡谷高原沟壑区

本区辖山西的永和、隰县、大宁、蒲县、吉县和乡宁6县,陕西的宜川、韩城、合阳、澄城和白水等5县市。土地面积1.8163万 km^2 ,人口209.1万人,人口密度115.4人/ km^2 。

区内多年平均降水量介于528~584mm之间,土壤侵蚀模数为546~13720 t/km^2 ,河东地区大于河西地区。本区5—10月降雨侵蚀力较大,多在26左右,为黄土高原高值区,这是造成本区土壤侵蚀较严重的一个重要因素。

本区农业产值构成中,以种植业为主,达64.3%~84.4%,大多在70%以上,林牧业产值比重甚小。本区土层深厚,土壤比较肥沃,有机质含量多 $>10\text{g}/\text{kg}$,加之光温资源丰富,昼夜温差大, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温介于3002~4626 $^\circ\text{C}$ 之间,年日照时数平均在2400h以上,种植苹果、烟叶条件优越。

在综合治理上,正出现高效利用光、温、水、土资源的庭院立体集约生态农业经营模式,如菜立体栽培;药材粮食立体种植;鸡、猪立体养殖;以及结合人饮工程发展节水灌溉等。

VI 渭北旱塬黄土高原沟壑区

本区位于陕西渭北旱塬之内,辖富县、洛川、黄龙、黄陵、宜君、铜川、耀县、旬邑、淳化、长武、彬县、永寿、礼泉、乾县、麟游、千阳、陇县和宝鸡县等18县市。土地面积3.0075万 km^2 ,人口372.19万人,人口密度123.8人/ km^2 。

本区年平均降水量533~710mm。区内地势平坦,植被盖度达31.39%,为研究区内最高地区。全区平均土壤侵蚀模数为1429 t/km^2 ,为研究区内流失最轻微地区。区内粮食单产117 kg (区划统计面积),人均收入343~692元,均居研究区内首位。

区内苹果、西瓜、烟草已成为种植业中的主导产业,为农民脱贫致富的主要经济来源。“要想富,栽果树”,目今,区内栽植果树之势方兴未艾,并形成以公路干线两厢(每侧各100m)农田为生产基地,以城镇为销售网点的“点—轴”式产供销发展模式,对推动本区农村经济腾飞将起到重大作用。

在治理水土流失方面,除了继续推行固沟保塬的措施而外,正在向充分开发沟坡土地,光温和水资源的“高、深、细”方向发展,这种模式的内涵是:(1)增施肥料,挖掘塬面农田潜势产量;(2)开发沟坡后备土地资源,倡导苹果下源上沟;(3)修建沟坡防蚀道路,作为开发沟坡土地的支撑条件;(4)集资入股,结合人饮工程,高效利用沟底有限地下水资源,发展经济作物(如苹果)节水灌溉。长武王东沟试区即属此种模式。

VII 陇东黄土高原沟壑区

本区位于甘肃省境,辖合水、宁县、正宁、庆阳、西峰、镇原、泾川、平凉、崇信、灵台和华亭等11县市,土地面积2.1215万 km^2 。人口291.98万人,人口密度137.6人/ km^2 。

区内降水量介于497~638mm之间。地貌大致有塬、残塬丘陵沟壑和丘陵沟壑3种,水土流失依旧十分严重,侵蚀模数介于2000~8275 t/km^2 之间,地面多年平均产沙量1.24亿 t 。由于长期水土流失,塬面土地资源已遭到严重破坏,据考证,董志塬原有土地面积2300多 km^2 ,耕地20多万 ha ,目前塬面耕地已不到7万 ha 。

本区农业产值结构中,种植业约占72%,林业十分脆弱,小于5%,这里原是甘肃省粮仓,但因人口增殖压力,人均粮食仅394.7 kg ,人均纯收入318~535元。区内土层深厚,土壤肥沃,光温资源丰富,是种植苹果、西瓜、烟草、黄花菜、百合等经济作物的适宜区域。

本区水土流失治理程度已超过水土流失面积的41%,通过对菜子沟、老虎沟(宁县),庆丰沟和南小河沟(西峰市),茜家沟(泾川县)等一批典型小流域的综合治理,积累了许多成功的经验,先后提出了四种不同形式的治理模式,诸如:三道防线模式;四个生态经济带模式;多元小生态系统交错配置的经济生态农业模式和全方位综合防治体系模式等。近年,在发展庭院经济、立体种植、管道灌

溉、地埂利用等方面又有新的进展。

从以上 8 个类型区中共选出 106 个县市,组成样本矩阵(表 1)。并将 106 个样本预分为 8 类。

表 1 综合治理与开发模式类型样本预分类与计算分类

县(旗市名)	样本编号	预分类	计算后分类		类型	类型区 代 号
			计算机分类	后验概率		
东胜	1	H=1	HM=1	YM=1	长城沿线风沙滩地及丘陵区	I
伊金霍洛旗	2	H=1	HM=1	YM=1		
准格尔旗	3	H=1	HM=1	YM=1		
清水河	4	H=1	HM=1	YM=0.798624		
和林格尔	5	H=1	HM=1	YM=0.9999978		
神木	6	H=1	HM=1	YM=1		
榆林	7	H=1	HM=1	YM=1		
横山	8	H=1	HM=1	YM=0.9999999		
靖边	9	H=1	HM=1	YM=1		
定边	10	H=1	HM=2	YM=0.5564297		
盐池	11	H=2	HM=2	YM=0.9812636	长城以南宁陇干旱半干旱丘陵区	I
同心	12	H=2	HM=2	YM=1		
海原	13	H=2	HM=2	YM=1		
靖远 (含白银市)	14	H=2	HM=2	YM=0.9999536		
偏关	15	H=3	HM=3	YM=0.9984942	晋陕黄河峡谷丘陵区	I
河曲	16	H=3	HM=3	YM=0.9999886		
保德	17	H=3	HM=3	YM=0.9999373		
兴县	18	H=3	HM=3	YM=0.9998429		
临县	19	H=3	HM=3	YM=0.9996622		
方山	20	H=3	HM=3	YM=0.999752		
离石	21	H=3	HM=3	YM=0.9831029		
柳林	22	H=3	HM=3	YM=0.9815278		
中阳	23	H=3	HM=3	YM=0.9988361		
石楼	24	H=3	HM=3	YM=0.9967019		
府谷	25	H=3	HM=3	YM=0.9999056		
佳县	26	H=3	HM=3	YM=0.9999744		
米脂	27	H=3	HM=3	YM=0.9997344		
子洲	28	H=3	HM=3	YM=0.9985343		
绥德	29	H=3	HM=3	YM=0.9999814		
吴堡	30	H=3	HM=3	YM=0.9998857		
子长	31	H=3	HM=3	YM=0.9629479		
清涧	32	H=3	HM=3	YM=0.9999807		
延川	33	H=3	HM=3	YM=0.8897514		
延长	34	H=3	HM=3	YM=0.9895438		
神池	35	H=3	HM=3	YM=0.8736843		
五寨	36	H=3	HM=3	YM=0.9625534		
岢岚	37	H=3	HM=3	YM=0.8436633		
吴旗	38	H=4	HM=4	YM=0.999496	陕北陇东宁南丘陵沟壑区	IV
志丹	39	H=4	HM=4	YM=0.9999914		
安塞	40	H=4	HM=4	YM=1		
延安	41	H=4	HM=4	YM=0.9700607		
甘泉	42	H=4	HM=4	YM=0.9518209		
固原	43	H=2	HM=2	YM=0.9990029		
彭阳	44	H=3	HM=3	YM=0.671615		
环县	45	H=4	HM=4	YM=0.9791493		
华池	46	H=4	HM=4	YM=0.9977482		

续表 1 综合治理与开发模式类型样本预分类与计算分类

县(旗市名)	样本编号	预分类	计算后分类		类型	类型区 代 号
			计算机分类	后验概率		
西吉	47	H=5	HM=5	YM=0.9999993	宁南陇中丘陵沟壑区	V
隆德	48	H=5	HM=5	YM=0.9998686		
泾源	49	H=5	HM=5	YM=0.9919139		
会宁	50	H=5	HM=5	YM=0.9969555		
定西	51	H=5	HM=5	YM=0.9980021		
静宁	52	H=5	HM=5	YM=0.9986812		
庄浪	53	H=5	HM=5	YM=0.9977689		
通渭	54	H=5	HM=5	YM=0.9999841		
秦安	55	H=5	HM=5	YM=0.9949369		
张家川	56	H=5	HM=5	YM=0.9978556		
陇西	57	H=5	HM=5	YM=0.9999999		
武山	58	H=5	HM=5	YM=0.9998786		
甘谷	59	H=5	HM=5	YM=0.999966		
清水	60	H=5	HM=5	YM=0.9895702		
天水	61	H=5	HM=5	YM=0.9991425		
渭源	62	H=5	HM=5	YM=0.9999963	晋陕黄河峡谷高原沟壑区	VI
榆中	63	H=5	HM=5	YM=0.9911897		
兰州	64	H=5	HM=5	YM=0.9999998		
永靖	65	H=5	HM=5	YM=0.9957836		
永和	66	H=6	HM=3	YM=0.9571299		
显县	67	H=6	HM=6	YM=0.999203		
大宁	68	H=6	HM=6	YM=0.9999804		
蒲县	69	H=6	HM=6	YM=0.8146156		
吉县	70	H=6	HM=6	YM=0.7577036		
乡宁	71	H=6	HM=6	YM=0.9992334		
宜川	72	H=7	HM=7	YM=0.9912426	渭北旱塬黄土高原沟壑区	VII
韩城	73	H=6	HM=6	YM=0.9999999		
合阳	74	H=6	HM=6	YM=0.9668602		
澄城	75	H=6	HM=6	YM=0.9979836		
白水	76	H=6	HM=6	YM=0.9911157		
富县	77	H=7	HM=7	YM=0.8879743		
洛川	78	H=7	HM=7	YM=0.9952178		
黄陵	79	H=7	HM=7	YM=0.9992618		
黄龙	80	H=7	HM=7	YM=0.9975255		
宜君	81	H=7	HM=7	YM=0.7135413		
铜川	82	H=7	HM=7	YM=0.5015553		
耀县	83	H=7	HM=7	YM=0.9191132		
旬邑	84	H=7	HM=7	YM=0.9966337		
淳化	85	H=7	HM=7	YM=0.7226506		
长武	86	H=7	HM=7	YM=0.6381603		
彬县	87	H=7	HM=7	YM=0.9565626		
永寿	88	H=7	HM=7	YM=0.8934202		
乾县	89	H=7	HM=7	YM=0.9980816		
麟游	90	H=7	HM=7	YM=0.7995891		
千阳	91	H=7	HM=7	YM=0.8922028		
陇县	92	H=7	HM=7	YM=0.9968518		
礼泉	93	H=7	HM=7	YM=0.9987521		
宝鸡县	94	H=7	HM=7	YM=0.9995901		

续表 1 综合治理与开发模式类型样本预分类与计算分类

县(旗市名)	样本编号	预分类	计算后分类		类型	类型区 代 号
			计算机分类	后验概率		
庆阳	95	H=8	HM=8	YM=0.7782285	陇东黄土高原沟壑区	Ⅷ
合水	96	H=8	HM=8	YM=0.9939601		
镇原	97	H=8	HM=8	YM=0.8941433		
西峰	98	H=8	HM=8	YM=0.9522964		
平凉	99	H=8	HM=8	YM=0.9376159		
宁县	100	H=8	HM=8	YM=0.9919678		
正宁	101	H=8	HM=8	YM=0.9979087		
泾川	102	H=8	HM=7	YM=0.8515448		
崇信	103	H=8	HM=8	YM=0.9393074		
华亭	104	H=8	HM=8	YM=0.949677		
灵台	105	H=8	HM=8	YM=0.8711694		

4 划区结果分析

在置信度 $X=0.05$ 的水平下,经电子计算机计算,在 21 个分区因子中,依次选出 $X_{18},X_9,X_{15},X_1,X_4,X_{17},X_7,X_2,X_{16},X_{19},X_{20},X_{21},X_5,X_6,X_{12}$ 和 X_{13} 共 16 个因子,它们是决定分区的主要矛盾。这些因子涉及土壤质地、地形、温度资源、汛期降水总量、植被覆盖度、土壤肥力、人均粮食、沙尘暴日数、光照资源以及水土保持状况诸方面。

从表 1 可以看出,各样本的后验概率都很大,说明用这种方法进行水土流失地区综合治理和开发类型分区是可行的。

$X=0.05$ 水平下计算所得的判别函数的判别系数如表 2,各类型区的基本情况列于表 3。

表 2 综合治理与开发模式类型区各判别函数之判别系数

判别系数	类 型 区							
	I	Ⅰ	Ⅱ	Ⅳ	V	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ
C_{0g}	-734.732	-692.558	-801.251	-750.249	-707.154	-846.207	-797.740	-776.740
C_{1g}	0.647	0.548	0.680	0.645	0.588	0.670	0.654	0.668
C_{2g}	2.294	2.704	1.641	1.907	1.429	1.574	1.679	1.586
C_{4g}	0.258	0.253	0.156	0.318	0.268	0.284	0.422	0.198
C_{5g}	4.440×10^{-2}	3.096×10^{-2}	7.505×10^{-2}	0.073	9.902×10^{-2}	7.272×10^{-2}	6.655×10^{-2}	5.522×10^{-2}
C_{6g}	-1.000	-0.864	-1.092	-0.833	-0.923	-1.026	-0.944	-0.979
C_{7g}	7.097×10^{-2}	0.060	6.462×10^{-2}	7.322×10^{-2}	5.844×10^{-2}	8.725×10^{-2}	0.083	7.509×10^{-2}
C_{9g}	0.703	0.787	0.982	0.936	0.966	0.918	0.870	0.868
C_{12g}	1.528	1.872	1.958	1.996	1.914	2.013	2.039	1.906
C_{13g}	2.647	2.936	3.355	3.350	3.439	3.319	3.404	3.431
C_{15g}	7.299×10^{-2}	6.948×10^{-2}	7.068×10^{-2}	6.789×10^{-2}	0.059	7.491×10^{-2}	6.884×10^{-2}	6.728×10^{-2}
C_{16g}	0.239	0.230	0.250	0.232	0.228	0.251	0.236	0.237
C_{17g}	20.038	7.839	-12.621	2.354	6.166	5.417	-2.043	-1.839
C_{18g}	147.429	268.275	293.696	272.551	352.188	318.423	368.714	349.045
C_{19g}	0.657	0.448	0.386	0.504	0.400	0.405	0.431	0.429
C_{20g}	0.320	0.179	0.398	0.267	0.394	0.414	0.305	0.324
C_{21g}	-10.900	-6.669	-21.082	-14.291	-17.394	-17.548	1.676	3.976

表 3 各类型区基本情况表

项目	各 类 型 区 代 号							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
面积(km ²)	52734	32830	41533	35627	48557	18163	30075	21215
人口(万人)	226.408	155.623	405.253	195.436	850.728	209.626	372.190	291.980
人口密度 (人/km ²)	42.9	47.4	97.6	54.9	175.2	115.4	123.8	137.6
区划统计 耕地(万亩)	1406.288	1082.370	2342.666	1526.993	2824.030	1166.904	1349.266	1021.050
人均耕地 (亩)	6.21	6.96	5.78	7.81	3.32	5.57	3.63	3.50
5—10 月 降水量(mm)	353.3	263.3	426.5	435.2	427.0	478.5	48.71	466.4
年均沙尘暴 日数(天)	16.50	24.20	4.71	6.73	3.22	1.13	0.64	1.77
≥10℃ 积 温(℃)	2983.6	2889.5	3371.1	2937.0	2527.0	3421.0	3133.0	3011.0
年平均日 照时数(h)	2924	2825	2676	2524	2259	2553	2303	2392
植被覆盖 度(%)	22.5	2.3	14.7	24.8	10.5	14.9	31.4	4.31
土壤稳渗速率 (mm/min)	0.60~0.90	0.70~1.00	0.61~0.95	1.15~1.30	1.35~3.00	0.60~0.95	5.00~12.00	1.35~3.50
>0.01 物理性 粘粒含量(%)	7~17	7~30	16~28	20~34	30~40	28~40	30~47	30~43
土壤有机质 含量(g/kg)	7.3	7.6	8.3	12.1	11.3	10.2	11.1	10.3
>7°土地面 积与总耕地 面积之比(%)	41.80	46.63	90.59	89.58	84.14	71.26	70.72	70.42
土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	9877	3967	12693	7499	5598	5016	1429	5847
人均粮食 (kg)	273.2	216.9	261.4	322.3	254.7	415.0	391.7	394.7
人均纯收入 (元)	191~588	301~499	174~356	294~455	214~341	351~460	343~692	318~535
粮食亩产(kg) (区划耕地)	44.0	31.1	47.9	41.3	65.5	74.5	117.0	112.9

判别函数的数学模型是根据区间的差异性和区内的相似性原则建立的,因而表 1 中的个别计算结果与划区稍有差异,因而必须参照经验定性方法来处理这种情况。

根据计算定量结果,结合传统经验定性分区原理,并照顾以县(旗)市为单元的行政界线,绘出的黄土高原水土流失严重地区综合治理与开发类型分区图见附图 1。

5 结 论

5.1 用逐步判别分析方法,划分综合治理与开发模式类型区,是从众多因子中筛选出最显著的若干因子,经过线性组合变换成一个新变量。它体现多因子的综合作用,是目前国内外用于判别分区(类)较精确的一种数学方法。与传统方法相比,它能定量地考虑多个因子的作用,能充分体现区划工作中的综合性原则。

(下转第 28 页)

计,果园面积已超过181万亩,苹果年产量26.31万t,瓜果已成为农民经济收入的重要来源。目前,各地种植瓜果之势方兴未艾。但是,本区地处内陆,运销不便,面对这一劣势,本区国土资源开发应采取何种战略?

为了充分开发利用国土资源,近年,延安地区正采用“点—轴”开发模式态势,兴建“绿色长廊”工程。“点—轴”是社会经济和生产力的一种空间结构模式。这里的“点”指的是县城,村镇,“轴”是由公路干线联结起来的城镇和产业聚集带。延安地区提出了“三百公里绿色长廊”工程,是指沿西包公路两侧各100m兴建苹果园和造林,以公路沿线的城镇为集散地,形成产供销一条龙。实施这种模式,可以使苹果种植布局实现从点→线→面的全面扩散,从而使全地区国土、水、光温等自然资源潜力获得充分的开发利用,农民的经济收入跃上一个新台阶。在此基础上,洛川县提出了“123苹果绿色长廊工程”(“1”指西包线,“2”指西包线道路两侧各100m,“3”指三个乡镇),双百米苹果总体规划区域为11306.2亩,(现有苹果面积4680亩),需苗木50万株,苗木费100万元,全部工程要求,1993年春一次完成。实施这一工程,将对本区农民脱贫致富,生活达到小康水平创造有利条件。

3 结 论

随着改革深入开展,黄土高原水土流失严重地区的综合治理开发,正在向“高、深、细”方向发展,出现了像节水灌溉、聚流农业、庄园式生态农业经济模式、“点—轴”开发模式,以及拍卖“四荒”,加快水土流失治理速度等新鲜事物。无疑,这对黄土高原国土资源的充分开发利用,和人民脱贫致富,奔向小康生活水平将起到巨大的推动作用。

参考文献

- 1 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区地下水资源合理利用. 学苑出版社,1990年10月
- 2 喷灌工程设计手册编写组. 喷灌工程设计手册. 水力电力出版社,1989年8月
- 3 傅琳等. 微灌工程技术指南. 水利电力出版社,1988年9月
- 4 李存富等. 点—轴系统与T形结构. 中国科学报,1992年6月16日第2版

(上接第21页)

5.2 由于区域综合治理,与开发模式类型区的划分主要受地形、地貌、土壤、气象因素、社会经济条件、农林牧业结构、水土保持状况诸因素制约,而计算机的计算结果是严格按照区内相似性原则进行的,因而难免有时会有个别样本跨越区界,出现“跳区”现象。因此,在目前资料尚不十分齐备的情况下,还应与定性分析方法结合进行。

参考文献

- 1 王学仁. 地质数据的多变量统计分析. 科学出版社,1982年
- 2 蒋定生. 试论黄土高原基本农田建设类型区的划分. 中国科学院、水利部西北水土保持研究所集刊,1989年第9集