

基于 GIS 的陕北农牧交错带立地类型划分研究

赵鹏祥,徐国策,王鸿哲,刘广全

(西北农林科技大学 林学院,陕西 杨凌 712100)

【摘要】【目的】基于 GIS 对陕北农牧交错带的立地类型进行划分,为陕北农牧交错带的植被恢复和营林工作提供指导。**【方法】**利用数量化理论 I,并结合 GIS 技术,以陕北吴起县周湾镇和长城乡为例,以土壤含水量为指标进行立地类型划分,得出了立地类型分布图,并计算了各立地类型的面积,同时编制了各立地类型的适生树种表。**【结果】**水分是制约陕北农牧交错带造林成活率的主导因素,影响土壤水分的因子按大小依次为坡向、坡位和坡度。**【结论】**水分条件最好的立地类型主要集中在沟底和坡度较缓的阴坡,该处土地质量较好,植被容易恢复;水分条件较好的立地类型主要在坡的下部,植被可恢复;坡的上部植被较难恢复,尤其是阳坡;陡坡水分限制较严重,建议自然恢复。

【关键词】 陕北;农牧交错带;立地类型划分;地理信息系统(GIS);遥感(RS);数量化理论 I

【中图分类号】 S127

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)10-0076-07

Study on the site type classification in agriculture and pasturage interlaced zone of North Shaanxi based on GIS

ZHAO Peng-xiang, XU Guo-ce, WANG Hong-zhe, LIU Guang-quan

(College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】** Site type classification based on GIS provides instruction to vegetation restoration and the afforestation in Agriculture and Pasturage Interlaced Zone of North Shaanxi. **【Method】** This paper adopts the Quantification Theory I using soil water content with the GIS technology. Taking Zhouwan Town and Changcheng Township of Wuqi County in northern Shaanxi as example, and carrying out site type classification, the site type distribution map was obtained, the area of each site type was calculated and the suitable tree species for each site type was established. **【Result】** The water content is the predominant factor in restricting the survival rate. The factors affecting the soil water are: the aspect>the slope position>the slope. **【Conclusion】** The site type of the best water content concentrates on the bottom of ditch and in the shade and gentle slope. The soil quality is better and the vegetation is easier to restore. The site type of the better water content is mainly in the bottom of slope and the vegetation is easier to restore. The site type in the top of slope is hard to restore, especially in sunny slope. The steep slope is advised to restore naturally because of lacking water.

Key words: North Shaanxi; Agriculture and Pasturage Interlaced Zone; site type classification; Geographic information system (GIS); Remote sensing (RS); Quantification Theory I

黄土高原地区是我国生态环境最为恶劣的地区之一。自实施西部大开发以来,国家为该地区的生

* [收稿日期] 2009-02-20

[基金项目] 国家科技支撑计划林业项目(2006BAD03A0308)

[作者简介] 徐国策(1985—),男,河南洛阳人,在读硕士,主要从事“3S”技术在资源环境中的应用研究。

[通信作者] 赵鹏祥(1965—),男,青海乐都人,副教授,博士,主要从事林业遥感和地理信息系统研究。

态环境建设投入了大量的人力、物力和财力,并已取得了一定的成效,但由于特殊的自然条件和恶劣的气候环境,使得该地区生态环境建设的效果并不理想^[1]。森林立地的分类与评价由定性分析到定量分析(数量化理论、聚类分析方法等)的飞跃,将适地适树造林和森林经营研究提高到了一个比较高的水平^[2]。RS(遥感)和 GIS(地理信息系统)技术在立地类型划分中的应用,实现了立地类型划分信息的快速提取、自动化分类以及可视化表达和空间查询^[3]。在黄土高原立地定量评价与分类中,张康健等^[2]在编制了陕西渭北黄土高原油松数量化立地质量得分表的基础上,又编制了油松数量化立地质量评价表;罗伟祥等^[4]以气候方面的热量和干燥度指标为依据,按数量化理论 II 确定了主要立地因子序列,将陕西黄土高原区划为 3 个森林植物地带和 4 个类型区。目前,已有很多学者对黄土高原小流域^[5]和黄土丘陵区^[6-7]进行了立地类型划分研究,并取得了一些可资利用的成果。为了更好地在陕北农牧交错带进行植被恢复工作,做到适地适树,也必须对该区域进行立地类型划分研究,以摸清该区的各种立地类型面积及其分布特点,从而实现对造林地的科学规划,节约造林成本,但目前尚未见基于 RS 和 GIS 技术,针对陕北黄土高原农牧交错带立地类型划分的研究报道。为此,本研究以陕北吴起县周湾镇和长城乡为例,运用数量化理论 I^[2]的方法,在 GIS 技术支持下,对其进行了立地类型划分和适地适树规划,以期为该区的植被恢复重建提供参考。

1 研究区概况及资料来源

1.1 研究区概况

研究区设在吴起县周湾镇和长城乡。吴起县位于陕西延安市西北部,地处东经 107°38′57″~108°32′49″,北纬 36°33′33″~37°24′27″。南北长 93.4 km,东西宽 79.89 km,总面积 3 791.5 km²。吴起属半干旱温带大陆性季风气候,春季干旱多风,夏季早涝相间,秋季温凉湿润,冬季寒冷干燥,年平均气温 7.8℃,极端最高气温 37.1℃,极端最低气温 -25.1℃,年平均降雨量 483.4 mm,年平均无霜期 146 d。

周湾镇位于吴起县东北部,距县城 65 km,地处无定河流域的黄土梁涧区,白于山系横亘该镇南部;全镇东西宽 10 km,南北长 30 km,总面积 238.3 km²。长城乡位于吴起县东北角,距县城 67 km,东西宽 12

km,南北长 24 km,总面积 167.7 km²;地处白于山以北,南部山大沟深,最高山岭海拔 1 760 m,北部谷宽梁缓,涧地底部有冲沟,最低河谷地带海拔 1 475 m。

1.2 资料来源

本研究资料由吴起县退耕还林(草)办公室提供,主要包括:(1)基础地理信息资料。吴起县 1:10 000 地形图;(2)专题图。吴起县行政区划图、农业区划图、林业区划图、气候区划图、水土分布图、土壤分布图、土地利用现状图、植被分布图。(3)遥感影像。吴起县 2005 年 SPOT5 遥感影像资料。

2 研究方法及数据预处理

研究区域属于陕北黄土高原农牧交错带,为干旱无林或少林地区。根据前人的研究结果^[4-5],本研究主要采用以水分因子和地形因子(坡向、坡位和坡度)为依据、以数量化理论 I 为理论基础、以 GIS 为数据处理手段的划分方法。

2.1 研究区土壤水分的测定

研究区土壤主要是黄绵土。随机布设 126 个采样点,采样深度为 100 cm,分别对 0~20、20~40、40~60、60~80 和 80~100 cm 土层用土钻取样装入铝盒,然后将土样带回实验室,用烘干法测定土壤含水率,计算公式为:

$$\text{土壤含水率}/\% = (W_{\text{湿}} - W_{\text{干}}) / (W_{\text{干}} - W) \times 100\% \quad (1)$$

式中: $W_{\text{湿}}$ 为“湿土+铝盒质量”(g), $W_{\text{干}}$ 为“干土+铝盒质量”(g), W 为“铝盒质量”(g)。

2.2 研究区造林立地土壤水分的数量化分析

土壤剖面上不同层次土壤水分的变化速率差异较大。由于直接受外界条件的影响,0~20 cm 土层土壤含水率的变化幅度较大,而 20~100 cm 土层的土壤水分处于相对稳定状态^[2]。因此,本次计算土壤含水率时,以 20~80 cm 的土壤含水率作为某一样点的土壤含水率。

2.2.1 原始数据反应表的建立 在数量化理论中,将定性的变量叫做项目,而将定性变量的各种不同取“值”叫做类目。在本研究中,选用了坡向、坡位、坡度 3 个地形因子作为项目,其中坡向分为阳坡和阴坡 2 个类目,坡位分为梁峁顶、上坡、下坡和沟底 4 个类目,坡度分为平地、缓坡、斜坡和陡坡 4 个类目,即将该流域分为 3 个项目 10 个类目,按示性函数(即 0~1 数量化方法)编成原始数据反应表,即:

$$\delta_i(j, k) = \begin{cases} 1, & \text{当第 } i \text{ 样品中 } j \text{ 项目的定性数据为 } k \text{ 类目时;} \\ 0, & \text{否则。} \end{cases} \quad (2)$$

2.2.2 土壤水分预测方程的建立 以土壤含水率作为基准变量,以地形因子为自变量,利用数量化理论 I^[2]的数学模型建立预测方程,有:

$$y_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \delta_i(j,k) b_{jk} + \epsilon_i, i=1,2,\dots,n \quad (3)$$

式中: y_i 是因变量,是 y 在第 i 个样品中的观测值; m 是项目值; n 是类目值; $\delta_i(j,k)$ 为 j 项目的 k 类目在 i 样品中的反应; b_{jk} 是仅依赖于 j 项目之 k 类目的常数; ϵ_i 是 i 次抽样的随机误差。

2.2.3 各因子得分值的获取 将 102 块标准地($n=102$)的项目、类目反应值 $\delta_i(j,k)$ 代入(3)式中,通过运算预测方程,即可获得各因子对土壤水分的贡献得分。

2.2.4 土壤水分的预测与检验 在 126 个样点中,随机抽取 24 个样本数据用作土壤水分的预测检验,其余 102 个样本数据用于构建模型,获得数量化得分表。然后根据下面各式计算相对误差、相对均方差和相对平均系统误差:

$$\text{相对误差} = \frac{\text{实际值} - \text{理论值}}{\text{实际值}} \times 100\%; \quad (4)$$

$$\text{相对均方差} = \sqrt{\frac{\sum(\text{相对误差})^2}{n-1}}; \quad (5)$$

$$\text{相对平均系统误差} = \frac{\sum \text{相对误差}}{n}。 \quad (6)$$

2.2.5 造林立地质量的评价 依据研究区坡向、坡位、坡度各因子得分表,编制立地质量评价表。即将得分表中各类目得分值代数和的极差值(最大代数和与最小代数和的差值)4 等分,将其值由最大到最小组合为 5 个数值范围,也即为 5 个立地类型(计为

I、II、III、IV、V),将 5 个立地类型评为优、良、中、及格、差 5 个等级。

2.3 基于 GIS 的研究区造林立地类型划分

在 ArcGIS 9.2 支持下,建立研究区栅格大小为 10 m×10 m 的数字高程模型(DEM),然后分别提取坡向、坡度和坡位 3 个地形因子的信息^[8],运用 ArcGIS 空间分析功能进行造林立地类型划分^[9]。

3 结果与分析

3.1 研究区各立地类型评价因子的得分及其检验

由表 1 可以看出,坡向、坡位和坡度对土壤含水量均有影响。由各立地因子的取值范围和偏相关系数可知,坡向影响最大,其次是坡位和坡度,从而可以确定各立地因子对土壤含水量影响(贡献)大小的次序为坡向>坡位>坡度。因此,在预估无林地立地质量时,若只考虑坡向,查表 1 中 X_1 列各类目得分值即可;若考虑坡向和坡位 2 个立地因子,查 X_2 列各类目得分值进行代数和计算即可;若 3 个立地因子均考虑,则查 X_3 列各类目得分并进行代数和计算。如阳向缓坡上部,查表 1 X_3 列中相应类目的得分值:阳坡是 9.436,缓坡是-0.123,坡位上是 0.459,其代数和为 9.436-0.123+0.459=9.772,该值就是这一小班立地质量的得分;如果缺少坡度的数据,则可以只用 2 个项目来预测无林地立地质量,那么可以查 X_2 列相应类目的得分值,即代数和为 9.634+0.482=10.116。用同样方法,可以在只有坡向数据时查 X_1 列中相应类目的得分值。

表 1 研究区坡向、坡位、坡度各因子得分表

Table 1 Score of aspect, position of slope and slope degree

项目 Project	类目 Type	各因子得分 Score of factor			偏相关系数 Coefficient of partial correlation
		X_1	X_2	X_3	
坡向 Aspect	阳坡 Sunny slope	10.670	9.634	9.436	0.554
	阴坡 Shade slope	12.245	10.709	10.631	
坡位 Position of slope	梁巅顶 Ridge		0	0	0.376
	上部 Uphill		0.482	0.459	
	下部 Downhill		2.247	2.461	
坡度 Slope	沟底 Bottom		4.679	5.592	0.149
	平地(<7°) Flat			0	
	缓坡(7°~15°) Gentle			-0.123	
	斜坡(15°~25°) Incline			-0.395	
	陡坡(>25°) Steep			-0.616	
复相关系数 Multiple crop rotation		0.551		0.713	0.724

注: X_1, X_2, X_3 分别代表考虑 1, 2 和 3 个项目时的因子得分。

Note: X_1, X_2 and X_3 represent the factor scores respectively when considering 1, 2 and 3 projects.

将检验用的 24 个样本数据代入表 1 得到理论值,运用公式(4)、(5)、(6)可得检验的相对误差、相

对均方差和相对平均系统误差,所得结果见表 2。由表 2 可以看出,当自变量数目为 3 个,即用坡向、

坡位和坡度作为项目时,检验的相对误差、相对均方差均在拟合的范围之内,拟合和检验的相对平均系统误差均小于 5%。

表 2 土壤水分预测模型的检验

Table 2 Checking result of soil water content forecasting model

自变量 Independent variable	相对误差/% Relative error		相对均方差/% Relative variance		相对平均系统误差/% Relative and average system error	
	拟合值 Fitting	检验值 Examine	拟合值 Fitting	检验值 Examine	拟合值 Fitting	检验值 Examine
X ₁	-19.945~27.038	-16.028~20.272	17.251	14.142	5.721	5.415
X ₂	-15.557~11.084	-10.764~8.911	11.069	8.251	5.095	5.299
X ₃	-7.573~6.087	-5.528~5.106	5.148	4.892	4.023	4.201

3.2 研究区造林立地类型及质量评价

选择考虑坡向、坡位和坡度 3 个项目时的土壤水分预测模型,对研究区造林立地进行定量评价,编制立地质量评价表^[10]。所得结果见表 3。

表 3 研究区造林立地类型与质量评价结果

Table 3 Result of afforestation site type classification and evaluation to study area

立地等级 Site ranking	土壤含水量/(g·kg ⁻¹) Soil moisture content	质量评价 Quality evaluation
I	143.72~162.23	优 Superior
II	125.22~143.71	良 Good
III	106.71~125.21	中 Medium
IV	88.20~106.70	及格 Passing
V	<88.20	差 Bad

3.3 基于 GIS 的研究区立地类型划分

3.3.1 立地因子信息的提取 依据坡向分类标准,南(157.5°~202.5°)、西(247.5°~292.5°)、西南(202.5°~247.5°)和东南(112.5°~157.5°)为阳坡;

北(337.5°~22.5°)、东(67.5°~112.5°)、东北(22.5°~67.5°)和西北(292.5°~337.5°)为阴坡。利用 ArcGIS9.2 对 DEM 进行坡向分类,可得到坡向图。同样可按照坡度分类标准:平地(<7°)、缓坡(7°~15°)、斜坡(15°~25°)和陡坡(>25°),对 DEM 进行坡度的分类,生成坡度图。依据吴起县森林资源二类调查数据的小班分布图及其属性数据库中的坡位字段,可生成坡位图^[11]。

3.3.2 地形因子的叠加分析 对生成的坡度、坡向和坡位图进行叠加分析,并对生成的图像进行聚类分析,可得到研究区最终的立地类型分布图^[12-13]。然后在 ArcGIS9.2 中进行面积积算,可以得到各立地类型的分布面积(表 4)。由表 4 可以看出,“沟底”所占面积最大(占 24.46%),“阳向平坡上部”面积最小(占 0.82%)。

表 4 研究区各立地类型的面积及其所占百分比

Table 4 Area and percentage of each site type in study areas

代码 Code	立地类型 Site type	面积/hm ² Area	比例/% Percent
I-1	阳向平坡上部 Sunny-flat-uphill	334.65	0.82
I-2	阳向平坡下部 Sunny-flat-downhill	349.05	0.86
I-3	阳向缓坡上部 Sunny-gentle-uphill	1 028.36	2.53
I-4	阳向缓坡下部 Sunny-gentle-downhill	1 023.43	2.52
I-5	阳向斜坡上部 Sunny-incline-uphill	2 265.73	5.57
I-6	阳向斜坡下部 Sunny-incline-downhill	2 288.86	5.63
I-7	阳向陡坡上部 Sunny-steep-uphill	3 294.35	8.11
I-8	阳向陡坡下部 Sunny-steep-downhill	3 932.18	9.68
II-1	阴向平坡上部 Shade-flat-uphill	365.35	0.89
II-2	阴向平坡下部 Shade-flat-downhill	351.31	0.86
II-3	阴向缓坡上部 Shade-gentle-uphill	1 108.06	2.73
II-4	阴向缓坡下部 Shade-gentle-downhill	1 054.85	2.59
II-5	阴向斜坡上部 Shade-incline-uphill	2 300.92	5.66
II-6	阴向斜坡下部 Shade-incline-downhill	2 324.69	5.72
II-7	阴向陡坡上部 Shade-steep-uphill	3 208.18	7.89
II-8	阴向陡坡下部 Shade-steep-downhill	3 919.74	9.64
III	梁峯顶 Ridge	1 552.60	3.82
IV	沟底 Bottom	9 940.34	24.46
合计 Total		4 0642.75	100.00

3.3.3 各立地类型适生树种的选择 在对研究区立地类型划分的基础上,依据土壤含水率并参考陕西黄土高原造林立地类型划分及适地适树研究报

告^[4],对研究区各立地类型进行适生树种的选择^[14-15],所得结果见表 5。

表 5 研究区立地类型划分及其适生树种

Table 5 Site type classification and suitable trees to sites

立地类型 Site type	代码 Code	立地等级 Site ranking	适生树种 Suitable tree	
			乔木 Arbor	灌木 Shrub
阳向平坡上部 Sunny-flat-uphill	I-1	及格 Passing	刺槐,山杏 <i>Robinia pseudoacacia</i> Linn, <i>Prunus Armeniaca</i> var. Ansu max	山桃,沙棘 <i>Prunus Davidiana</i> Fanch, <i>Hippophae rhamnoides</i> Linn
阳向平坡下部 Sunny-flat-downhill	I-2	良 Good	苹果,小叶杨,油松,刺槐 <i>Malus prunifolia</i> var. <i>rinki</i> Rehd, <i>Populus Simonii</i> Carr, <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr, <i>Robinia pseudoacacia</i> Linn	沙棘,柠条 <i>Hippophae rhamnoides</i> Linn, <i>Caragana microphylla</i> var. <i>tomenyosa</i> Kom
阳向缓坡上部 Sunny-gentle-uphill	I-3	及格 Passing	杜梨,山杏 <i>Pyrus betulaefolia</i> Bqe, <i>Prunus Armeniaca</i> var. Ansu max	柠条,沙棘 <i>Caragana microphylla</i> var. <i>tomenyosa</i> Kom, <i>Hippophae rhamnoides</i> Linn
阳向缓坡下部 Sunny-gentle-downhill	I-4	良 Good	河北杨,山杏,榆树,油松,刺槐 <i>Populus hopeiensis</i> Hu et Chow, <i>Prunus Armeniaca</i> var. Ansu max, <i>Ulmus pumila</i> L, <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr, <i>Robinia pseudoacacia</i> Linn	怪柳,文冠果,紫穗槐 <i>Tamarix chinensis</i> L, <i>Xanthoceras sorbifolia</i> Bunge, <i>Amorpha fruticosa</i> . L
阳向斜坡上部 Sunny-incline-uphill	I-5	及格 Passing	杜梨,侧柏 <i>Pyrus betulaefolia</i> Bqe, <i>Thuja orientalis</i> Linn	柠条,沙棘 <i>Caragana microphylla</i> var. <i>tomenyosa</i> Kom, <i>Hippophae rhamnoides</i> Linn
阳向斜坡下部 Sunny-incline-downhill	I-6	良 Good	榆树,河北杨,小叶杨,油松 <i>Ulmus pumila</i> L, <i>Populus hopeiensis</i> Hu et Chow, <i>Populus Simonii</i> Carr, <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr	柠条,黄蔷薇 <i>Caragana microphylla</i> var. <i>tomenyosa</i> Kom, <i>Rosa hugonis</i> Hemsl
阳向陡坡上部 Sunny-steep-uphill	I-7	及格 Passing	/	沙棘,柠条(建议自然恢复) <i>Hippophae rhamnoides</i> Linn, <i>Caragana microphylla</i> var. <i>tomenyosa</i> Kom (advised to restore naturally)
阳向陡坡下部 Sunny-steep-downhill	I-8	中 Medium	/	沙棘,柠条 <i>Hippophae rhamnoides</i> Linn, <i>Caragana microphylla</i> var. <i>tomenyosa</i> Kom
阴向平坡上部 Shade-flat-uphill	II-1	中 Medium	苹果,核桃,榆树,小叶杨 <i>Malus prunifolia</i> var. <i>rinki</i> Rehd, <i>Juglans regia</i> L, <i>Ulmus pumila</i> L, <i>Populus Simonii</i> Carr	紫穗槐,山桃 <i>Amorpha fruticosa</i> . L, <i>Prunus Davidiana</i> Fanch
阴向平坡下部 Shade-flat-downhill	II-2	优 Superior	柳树,榆树,小叶杨 <i>Salix matsudana</i> Koidz, <i>Ulmus pumila</i> L, <i>Populus Simonii</i> Carr	山桃,黄蔷薇 <i>Prunus Davidiana</i> Fanch, <i>Rosa hugonis</i> Hemsl
阴向缓坡上部 Shade-gentle-uphill	II-3	中 Medium	油松,刺槐,华山松 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr, <i>Robinia pseudoacacia</i> Linn, <i>Pinus armandii</i> Franch	山楂,连翘,紫穗槐 <i>Crataegus pinnatifida</i> Bge, <i>Forsythia suspensa</i> (Thunb.) vahl, <i>Amorpha fruticosa</i> . L
阴向缓坡下部 Shade-gentle-downhill	II-4	优 Superior	油松,刺槐,河北杨,核桃,榆树 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr, <i>Robinia pseudoacacia</i> Linn, <i>Populus hopeiensis</i> Hu et Chow, <i>Juglans regia</i> L, <i>Ulmus pumila</i> L	柠条,紫穗槐 <i>Caragana microphylla</i> var. <i>tomenyosa</i> Kom, <i>Amorpha fruticosa</i> . L
阴向斜坡上部 Shade-incline-uphill	II-5	中 Medium	油松,刺槐,侧柏 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr, <i>Robinia pseudoacacia</i> Linn, <i>Thuja orientalis</i> Linn	柠条,沙棘 <i>Caragana microphylla</i> var. <i>tomenyosa</i> Kom, <i>Hippophae rhamnoides</i> Linn
阴向斜坡下部 Shade-incline-downhill	II-6	良 Good	刺槐,油松,小叶杨,榆树 <i>Robinia pseudoacacia</i> Linn, <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr, <i>Populus Simonii</i> Carr, <i>Ulmus pumila</i> L	紫穗槐,山楂,文冠果 <i>Amorpha fruticosa</i> . L, <i>Crataegus pinnatifida</i> Bge, <i>Xanthoceras sorbifolia</i> Bunge

续表 5 Continued table 5

立地类型 Site type	代码 Code	立地等级 Site ranking	适生树种 Suitable tree	
			乔木 Arbor	灌木 Shrub
阴向陡坡上部 Shade-steep-uphill	II-7	中 Medium	/	沙棘,柠条(建议自然恢复) <i>Hippophae rhamnoides</i> Linn., <i>Caragana microphylla</i> var. <i>tomenyosa</i> Kom (advised to restore naturally)
阴向陡坡下部 Shade-steep-downhill	II-8	良 Good	山杏,小叶杨 <i>Prunus Armeniaca</i> var. <i>Ansu max</i> , <i>Populus</i> <i>Simonii</i> Carr	沙棘,柠条 <i>Hippophae rhamnoides</i> Linn., <i>Caragana microphylla</i> var. <i>tomenyosa</i> Kom 柠条,沙棘,狼牙刺 <i>Caragana microphylla</i> var. <i>tomenyosa</i> Kom,
梁峁顶 Ridge	III	及格 Passing	杜梨 <i>Pyrus betulae-folia</i> Bqe	<i>Hippophae rhamnoides</i> Linn., <i>Sophora vicifolia</i> Hance
沟底 Bottom	IV	优 Superior	小叶杨,河北杨,柳树, 刺槐,榆树,沙枣,新疆杨 <i>Populus Simonii</i> Carr, <i>Populus hopeiensis</i> Hu et Chow, <i>Salix matsudana</i> Koidz, <i>Robinia pseudoacacia</i> Linn., <i>Ulmus pumila</i> L., <i>Elaeagnus angustifolia</i> L., <i>Populus tomentosa</i> Carr	花椒,沙柳,怪柳,紫穗槐 <i>Zanthoxylum piperitum</i> DC., <i>Salix psammophila</i> L., <i>Tamarix chinensis</i> L., <i>Amorpha fruticosa</i> L.

4 结论与建议

1)由表 4 和表 5 可知,研究区立地质量为“优”类的立地类型面积为 11 346.52 hm²,占总面积的 27.92%,植被易恢复,这一部分土地主要集中在沟底和坡度较缓的阴坡,土地质量较好,是发展经济林、农田防护林和用材林的主要用地,适生树种有杨树、柳树、苹果、榆树等;“良”类立地类型面积为 9 905.80 hm²,占总面积的 24.37%,植被可恢复,这部分土地主要分布在坡的下部,是水土保持林和部分薪炭林的用地,主要适生树种有侧柏、榆树、油松、刺槐等;“中”类立地类型面积为 10 914.72 hm²,占总面积的 26.86%,植被较难恢复,可以种植侧柏、刺槐等耐旱树种;“及格”类立地类型面积为 8 475.71 hm²,占总面积的 20.85%,主要以梁峁顶和陡坡为主,该立地水分限制较为严重,在目前的技术条件下,对梁峁顶建议种植耐旱的沙棘和柠条,对于陡坡建议以自然恢复为主。

2)在陕北农牧交错带,以制约造林成活的主导因素,即土壤含水量为指标,应用数量化理论 I,对该区的立地类型进行了定量划分。运用 GIS 强大的空间数据分析能力,结合适当精度的 DEM 和森林资源二类调查数据的小班属性数据库,可以精确计算出各立地类型的面积,为适地适树营林工作提供了依据。另外,还可以根据不同树种,编制不同树种数量化立地质量得分表,为造林提供指导。

3)利用基础测绘提供的 DEM 数据,进行海拔、坡度、坡向等地形因子的自动求算,极大减少了地面

工作量,提高了工作效率,其因子的求算精度与 DEM 本身的精度密切相关。充分利用数字高程模型及用 GIS 空间分析功能自动求算出各立地因子,不仅适用于立地类型划分及面积求算,而且适用于森林资源规划设计调查和各种林业的综合或专项调查,可以保证精度、提高工效并节省大量的人力物力。

[参考文献]

- [1] 李雪莲,郑芬.黄土高原地区生态林业建设的思考[J].山西水土保持科技,2004(2):8-10.
Li X L,Zheng F. Consideration of the eco-forestry construction in the Loess Plateau [J]. Soil and Water Conservation Science and Technology in Shanxi,2004(2):8-10. (in Chinese)
- [2] 张康健,王蓝.森林立地定量评价与分类[M].西安:陕西科学技术出版社,1988.
Zhang K J,Wang L. Quantitative evaluation and classification of forest site [M]. Xi'an: Shaanxi Science and Technology Press,1988. (in Chinese)
- [3] 全晓萍,宋志勇.基于 DEM 数据的地形分析研究与实现[J].科学信息,2007(28):349,345.
Quan X P,Song Z Y. Research and application of digital terrain analysis based on DEM [J]. Science & Technology Information,2007(28):349,345. (in Chinese)
- [4] 罗伟祥,邹年根.陕西黄土高原造林立地条件类型划分及适地适树研究报告[J].陕西林业科技,1985(1):1-15.
Luo W X,Zou N G. A report on site type classification and trees suitability to sites on the Loess Plateau [J]. Shaanxi Forest Science and Technology,1985(1):1-15. (in Chinese)
- [5] 樊良新,刘悦翠.基于 GIS 的晋西王家沟小流域造林立地条件类型划分研究[J].西北林学院学报,2006,21(3):184-188.
Fan L X,Liu Y C. Division of afforestation site type in small

- watershed of Wangjiagou Gully of West Shanxi on GIS [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2006, 21(3): 184-188. (in Chinese)
- [6] 梁守伦. 晋西黄土丘陵区立地类型划分的研究. I: 立地类型亚区划分的研究 [J]. 山西林业科技, 2003(3): 12-15.
Liang S L. Study on the dividing of standing-type in West Shanxi Loess Hills region. I: Study on the dividing of sub-standing-type [J]. Shanxi Forestry Science and Technology, 2003(3): 12-15. (in Chinese)
- [7] 梁守伦, 郭翠萍. 晋西黄土丘陵区立地类型划分的研究. II: 立地类型亚区划分的研究 [J]. 山西林业科技, 2004(1): 6-10.
Liang S L. Study on the dividing of standing-type in west Shanxi Loess Hills region. II: Study on the dividing of sub-standing-type [J]. Shanxi Forestry Science and Technology, 2004(1): 6-10. (in Chinese)
- [8] 孙庆艳, 余新晓, 胡淑萍, 等. 基于 ArcGIS 环境下 DEM 流域特征提取及应用 [J]. 北京林业大学学报, 2008, 30(2): 144-147.
Sun Q Y, Yu X X, Hu S P, et al. Extraction and application of hydrological information based on DEM in ArcGIS environment [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2008, 30(2): 144-147. (in Chinese)
- [9] 刘献伦, 王 迎. 利用 GIS 技术进行山东省立地类型划分 [J]. 山东林业科技, 2007(4): 7-10.
Liu X L, Wang Y. A study on the site type classification of Shandong based on GIS [J]. Journal of Shandong Forestry Science and Technology, 2007(4): 7-10. (in Chinese)
- [10] 杨云贵, 常庆瑞. 陕北农牧交错带土地资源质量评价 [J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(3): 121-125.
Yang Y G, Chang Q R. Evaluation on the land resource quality of the cross area of agriculture and ranch in Northern Shaanxi [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2006, 24(3): 121-125. (in Chinese)
- [11] 卓 静, 邓风东. 延安丘陵沟壑区土地利用类型坡度分异研究 [J]. 气象科技, 2008, 36(2): 219-223.
Zhuo J, Deng F D. Land use and slope gradient differentiation over Yan'an Hilly and Gully Area [J]. Meteorological Science and Technology, 2008, 36(2): 219-223. (in Chinese)
- [12] 毕华兴, 谭秀英, 李笑吟. 基于 DEM 的数字地形分析 [J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(2): 49-53.
Bi H X, Tan X Y, Li X Y. Digital terrain analysis based on DEM [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2005, 27(2): 49-53. (in Chinese)
- [13] 张雅梅, 何瑞珍. 基于 RS 与 GIS 的森林立地分类研究 [J]. 西北林学院学报, 2005, 20(4): 147-152.
Zhang Y M, He R Z. Forest site type classification and site quality evaluation based on technologies of RS and GIS [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20(4): 147-152. (in Chinese)
- [14] 赵金荣. 豫西黄土区造林立地条件类型划分与适地适树研究 [J]. 中国水土保持, 1992(3): 26-29.
Zhao J R. Study on site type classification and trees suitability to sites in west Henan Loess region [J]. Soil and Water Conservation in China, 1992(3): 26-29. (in Chinese)
- [15] 陈 杰, 刘文兆. 黄土高原沟壑区不同树种的水土保持效益及其适应性评价 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(6): 97-104.
Chen J, Liu W Z. Soil and water conservation benefits and suitability of different forestation trees in tableland-gully area of the Loess Plateau [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2008, 36(6): 97-104. (in Chinese)