

## 湘西南沟谷森林土壤水文—物理特性与涵养水源功能研究

吴建平<sup>1</sup>, 袁正科<sup>1</sup>, 袁通志<sup>2</sup>

(1. 湖南省林业科学院, 长沙 410004; 2. 湖南省通道县林业局, 湖南 通道)

**摘 要:** 为了研究湘南沟谷森林生态系统水文—物理特性与水源涵养功能, 采取野外挖掘土壤剖面观察、记载测定和室内理化分析相结合的方法。选择了 21 个典型森林群落的土壤剖面进行分析研究, 其结果是: 林中空气湿润系数 ( $K_{1.84}$ ) > 1.5, 落叶阔叶林群落土壤结构体破坏率 (6.1%) 比针叶林杉木群落结构体破坏率 (18.9%) 低 12.8%, 土壤容重平均为  $1.01 \text{ g/cm}^3$ , 土壤总孔隙度平均为 62.05%、毛管孔隙度平均为 50.72%, 非毛管孔隙度为 11.72%, 土壤通气度平均为 28.83%; 土壤水分特征值的变异系数大小为有效水含量 > 自然含水量 > 土壤有效水含量范围 > 最大持水量 > 毛管持水量, 一次最大土壤有效贮水量平均为  $863.1 \text{ t/hm}^2$ 。研究区内土壤过湿, 腐殖质化过程偏长, 土壤有机质含量高达  $61.83 \text{ g/kg}$ , 具有肥力高, 质地好, 通透性好, 持水保土能力强等特点。

**关键词:** 湘西南; 沟谷森林; 土壤水文—物理特性; 水源涵养功能

中图分类号: S715.7

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)01-0074-04

## Hydrological and Physical Characteristics of Forest Soil at Mountain Valley in Southwest of Hunan and Its Headwater Conservation Capacity

WU Jian-ping<sup>1</sup>, YUAN Zheng-ke<sup>1</sup>, YUAN Tong-zhi<sup>2</sup>

(1. Hunan Academy of Forestry, Changsha 410004, Hunan, China;

2. Forestry Bureau of Tongdao County, Hunan, China)

**Abstract:** By combining the observation of soil profile at field with the chemical and physical analysis in laboratory, 21 samples of soil profile and structure from different forest communities were investigated and analyzed, which to study their headwater conservation and soil fertility. The results showed that the air moisture content in the forest was high and the coefficient ( $K = 1.8$ ) was more than 1.5. The proportion of destroyed soil structure at broad-leaved tree communities was 6.1%, which was 12.8% less than that of the conifer tree community (18.9%). The average solid soil contents was  $1.01 \text{ g/cm}^3$ , and the total porosity percent was 62.05% averagely, capillary pore percent was 50.72%, non-capillary pore percent 11.72%. Soil aeration was 28.83%. The variation parameters of different eigenvalue of soil moisture content were as following: available moisture content > moisture content at natural situation > variation range of available water content > maximum moisture content > capillary moisture content. The highest water storage capacity was  $863.1 \text{ t/hm}^2$  averagely. Soils in the investigated forests contain high moisture, and humification procedure last long time. The organ matter content was up to  $61.83 \text{ g/kg}$ . So the soil characterized by its high fertility, good aeration, fine texture has high capacity of headwater conservation.

**Key words:** Southwest of Hunan; mountain valley forest; soil hydrological-physical characteristics; function of headwater conservation

### 1 研究地区概况及研究方法

#### 1.1 研究地区概况

研究区选湘西南西部通道侗族自治县的木脚至甘溪的

天然次生林区。地理位置为北纬  $25^{\circ}32'30'' \sim 26^{\circ}22'45''$ , 东经  $109^{\circ}39'45'' \sim 110^{\circ}01'15''$ , 总面积为  $21880 \text{ hm}^2$ 。境内为中山地貌, 地表切割强烈, 深峡谷发育, 气候温和, 冬无严寒, 夏无酷暑。年平均气温  $17.1^{\circ}\text{C}$ , 最热的 7 月份平均气温  $26.2^{\circ}\text{C}$ ,

收稿日期: 2003-08-05

基金项目: 国家科技攻关“长江中游湘南红壤岗丘水土保持植被建设技术研究与示范”项目部分内容。

作者简介: 吴建平(1955-), 女, 研究员, 主要从事森林生态和土壤生态研究, 发表论文 27 篇。

少有 40 以上的明显酷热期; 1 月份最冷, 平均气温 7.2 , 降雨量充沛, 平均年降雨量为 1 300 mm, 年蒸发量 803.2 mm, 小于年均降水量。沟谷纵横, 水系发达, 林中空气湿度高, 土壤自然含水量高。区内主要为砂质板岩、页岩、砂砾岩发育的母质, 地带性土壤为红壤、山地黄壤、山地黄棕壤, 海拔为 203~ 1 607.7 m。沟谷森林生态系统地带性植被为中亚热带东部湿润性常绿阔叶林。研究区域为珠江水系支流浔水和长江水系的分水岭地带, 在水源涵养上处于重要的位置。对这里沟谷森林生态系统土壤的水文—物理特性与涵养水源功能进行了研究。

1.2 研究方法

采取野外挖掘土壤剖面观察、记载测定的和室内理化分析相结合的方法。室内分析采用的是国家标准方法<sup>[1]</sup>。土壤水分物理性质采用环刀法<sup>[2]</sup>, 土壤团粒结构采用机械筛分法, 常规方法测定土壤含水量、有机质、全氮、全磷、速效磷、速效钾、pH (H<sub>2</sub>O)、机械组成用比重计法。

表 1 不同森林类型土壤团聚体组成

林分类型	土层	干筛法/mm						湿筛法/mm						结构破坏率
		> 5	5~ 2	2~ 1	1~ 0.5	0.5~ 0.25	> 0.25	> 5	5~ 2	2~ 1	1~ 0.5	0.5~ 0.25	> 0.25	
楠木	A	11.0	32.8	18.2	25.8	7.4	95.2	10.7	31.3	16.5	22.4	8.1	88.9	7.0
翅夹木	A	65.8	24.4	4.8	3.4	1.2	99.6	21.1	20.4	25.18	21.46	10.77	93.5	6.1
杉木- 枫香	A	60.39	18.4	9.8	6.8	4.0	99.4	14.7	21.4	7.3	3.5	8.7	83.6	18.9

2.1.2 土壤孔隙组成及森林对其的影响

从物理学的观点看来, 土壤是一个极其复杂的, 三相物质的分散系, 它的固体基质包括大小、形状和排列不同的土粒。这些土粒的相互排列和组织, 决定着土壤结构与孔隙的特征, 水和空气在孔隙中保存和传导。土壤孔隙组成是土壤养分、水分和空气以及微生物、植物根系等的通道或贮存库, 它可以直接反映整个土体构造状况, 是衡量土壤肥力的重要指标之一。表 2 中可见, 研究区域 21 个典型群落的森林土壤结构状况都较好, 尤其以土壤非毛管孔隙度更为突出。土壤总孔隙度平均为 62.05%、毛管孔隙度平均为 50.72%, 非毛管孔隙度为 11.72%, 土壤通气度平均为 28.83%; 而会同鹰咀界自然保护区森林土壤总孔隙度为 55.74%, 毛管孔隙度为 48.61%, 非毛管孔隙度为 7.13%, 研究区域比邻近的(相距 130 km) 鹰咀界自然保护区森林土壤总孔隙度大 11.63%, 毛管孔隙度大 4.3%, 非毛管孔隙度大 65.08%。这说明研究区天然林土壤在生物的直接作用下, 发育良好, 土壤大小孔隙组成合理。一般的说, 土壤的通透性与土壤的容重有关, 容重小则总空隙度大, 土壤疏松透气。这里土壤的非毛管孔隙度最小为 6.17%, 最大为 24.92%, 平均值为 11.77%, 标准差为 4.27, 当非毛管孔隙在 6%~ 10% 时林木生长一般, 当在 10%~ 15% 时生长中等, 当大于 15% 时生长良好<sup>[4]</sup>。这样就有利于形成森林结构的多层次发育, 有利于植物的多样性的提高。从图 1 可见, 土壤总孔隙度、毛管孔隙度、非毛管孔隙度、土壤通气度的变化趋势相似; 容重曲线变化平稳, 森林土壤具有良好的通透性。

2 结果与分析

2.1 森林土壤的物理结构及森林类型间对其的影响

2.1.1 土壤结构的稳定性及森林对其的影响

土壤团聚体组成和水稳性与土壤肥力密切相关, 它左右着土壤中水、气、根系穿插及养分活化等状况<sup>[3]</sup>。由结构破坏率来表示土壤结构的稳定性, 其算式为结构体破坏率=  $\frac{\text{干筛法}(> 0.25) - \text{湿筛法}(> 0.25)}{\text{干筛法}(> 0.25)} \times 100\%$ , 表 1 可以看出, 落叶阔叶林比常绿阔叶林土壤结构稳定性稍微强, 比针叶林土壤结构稳定性明显增强。翅夹木群落 A 土层 > 0.25 mm 水稳性团聚体含量比楠木群落高 4.6%, 比杉木—枫香群落高 9.9%, 而结构体破坏率比楠木群落低 12.85%, 比杉木群落低 73.02%, 表明原生性较强的落叶阔叶林土壤结构的破坏程度较针叶林的低, 见表 1。

2.1.3 土壤容重及森林类型对其的影响

从表 2 可见土壤容重在 0.8~ 1.45 之间, 平均容重 1.01 g/cm<sup>3</sup>, 比鹰咀界自然保护区土壤平均容重(1.25 g/cm<sup>3</sup>) 小 23.76%。根据浙江林学院叶仲节教授研究提出的单项肥力指标<sup>[5]</sup>, 容重分为 < 1.20 g/cm<sup>3</sup> (1 级), 1.30~ 1.21 g/cm<sup>3</sup> (2 级)、1.40~ 1.31 g/cm<sup>3</sup> (3 级), 1.50~ 1.41 g/cm<sup>3</sup> (4 级), 1.51 g/cm<sup>3</sup> (5 级) 单项肥力容重在 21 个群落中最好的 1 级有 19 个, 占整个样地数的 90.48%, 2 级 1 个占整个样地数的 4.76%, 4 级 1 个占整个样地数的 4.76%。由此看出, 在万佛山的森林群落中土壤容重很小, 物理通透性能好, 为水土保持创造了良好的条件。

2.1.4 土壤水分及森林类型对其的影响

我们将测定的 21 个典型群落森林土壤的自然含水量、最大持水量、毛管持水量、有效水含量、有效水含量范围等数学统计列入表 3 中。从表 3 中可见: 森林土壤的水分含量很高, 其平均值为自然含水量 48.22 g/kg, 最大持水量 63.31 g/kg, 毛管持水量 51.31 g/kg, 有效水含量 27.54 g/kg, 有效水含量范围 35.18 g/kg。在 5 类不同性质的土壤水分含量中, 其标准差变化在 8.49~ 11.71 之间分别为平均值的 26.56, 18.82, 18.62, 31.60, 24.13。在各类土壤水分指标内有较大的波动。从变异系数分析, 这种变动对 5 种不同性质的水分指标来说, 其间也存在较大的差异, 变化在 17.94~ 31.45 之间。大小顺序为 > > > , 出现这种现象的有多种原因: 与土壤容重、孔隙度有关; 与林木的年龄有关; 与森林类型有关。

表 2 不同林分类型土壤结构状况

标准地号	林分类型	容重 /(g·cm <sup>-3</sup> )	毛管孔隙 /%	土层厚度 /mm	非毛管孔隙 /%	总空隙度 /%	通气度 /%	有效贮水量 /(t·hm <sup>-2</sup> )
1	竹柏- 菝葜	1	66.2	65	8.61	68.21	32.52	559.65
2	喙核桃- 缘蕨	0.87	51.32	68	6.62	58.93	34.35	450.16
3	栎木栲	1.08	54.44	67.5	6.17	60.61	40.26	416.48
4	多花山竹子	1.05	59.23	69	8.94	68.17	26.93	616.86
5	栲树	1.01	54.14	67.5	9.74	63.88	22.3	657.45
6	杉木林	0.93	63.64	78	12.42	76.06	41.79	968.76
7	杉木- 枫香	1	44.81	68	9.81	54.62	22.66	667.08
8	栲树- 竹子	1.05	50.11	75	10.23	60.34	19.12	767.25
9	继木- 竹子	1.23	39.8	63	9.09	48.89	16.18	572.25
10	枫香	1.45	37.74	115	8.56	43.85	13.37	984.4
11	岩竹	1.19	64.03	49	14.83	78.86	44.89	726.67
12	甜槠	1.08	58.74	83.5	11.9	70.64	26.52	993.65
13	杜鹃- 白栎	0.89	52.05	58	13.2	65.25	23.37	765.6
14	光叶白兰	0.94	57.63	55	8.19	65.82	39.3	450.45
15	楠木	0.91	47.45	62	15.58	63.03	31.05	965.96
16	桢楠- 鼠刺	0.9	43.75	100	18.03	61.78	33.36	1803
17	翅夹木- 淡竹叶	1.16	48.42	68	10.29	58.71	15.74	699.72
18	榉木+ 南酸枣	0.85	45.53	67	24.92	70.44	39	1669.64
19	拟赤杨+ 罗浮栲	0.87	41.75	91	10.68	52.43	23.42	971.88
20	马尾松- 杜鹃	0.86	44.94	70	13.82	58.76	25.05	967.4
21	木莲	0.8	39.31	100	14.5	53.81	34.31	1450
	平均值	1.01	50.72	73.31	11.72	62.05	28.83	863.06
	标准差	0.16	8.53	16.26	4.3	8.61	9.21	379.27
	变异系数	15.84	16.82	22.18	36.69	13.88	31.95	43.94

表 3 不同森林类型土壤水分状况 g/kg

标准地号	自然含水量	最大持水量	毛管持水量	有效水含量	有效水含量范围
001	39.97	68.21	59.60	29.86	33.8
002	38.89	58.93	51.32	21.93	31.23
003	52.80	56.12	50.41	29.24	42.48
004	39.50	64.92	56.41	34.64	41.16
005	36.92	63.25	53.61	37.33	42.43
006	56.31	78.56	65.21	26.60	44.27
007	43.57	68.60	61.39	46.81	50.21
008	34.39	57.46	47.72	32.90	37.06
009	26.49	39.75	32.36	22.42	23.93
010	21.02	31.93	26.03	17.96	20.0
011	28.55	66.27	53.81	22.46	38.91
012	47.88	65.41	54.39	35.25	40.19
013	49.96	73.31	58.48	41.30	46.39
014	61.59	69.5	61.31	10.49	31.34
015	49.02	69.26	52.14	25.22	28.0
016	42.53	68.64	48.61	22.49	18.67
017	46.05	50.61	41.74	28.98	39.98
018	65.18	82.87	53.56	21.69	27.88
019	42.55	60.27	47.99	22.91	32.34
020	35.68	68.33	52.26	31.53	37.96
021	48.82	67.27	49.14	16.32	30.7
平均数	43.22	63.31	51.31	27.54	35.18
标准差	11.02	11.71	9.21	8.66	8.49
变异系数	25.50	18.49	17.94	31.45	24.13

2.2 森林土壤及森林类型间养分特征

2.2.1 养分含量与差异

21 个典型样地中森林土壤养分含量其平均值为: 有

机质 61.83 g/kg, 全 N 平均为 2.87 g/kg, 全 P 0.44 g/kg, 速效磷 7.17 mg/kg, 速效 K 118.73 mg/kg。在养分的 5 大指标中, 其标准差变化在 0.24~ 48.86 之间, 分别为平均值的 3.88, 3.93, 1.83, 1.50, 2.43 在各类土壤养分指标内有所差异, 但差值不太大, 其主要原因是在天然次生林群落演替下的森林土壤培肥能力自強。从变异系数分析, 这种变动对 5 种不同性质的养分指标来说, 其间也存在较大的差异, 变化在 25.37~ 66.62 之间, 大小顺序为 > > > > 。由于土壤生态环境的变化, 植物的多样性, 造就了土壤养分变异差异。

2.2.2 土壤有机质含量及类型间的差异

选择了 21 个剖面层次分化较为典型的森林林地, 参照有关文献<sup>[5]</sup>, 选取与肥力特征有关的特征指标。土壤有机质是土壤养分最重要的指标之一, 它是土壤中各营养元素特别是 N、P 的重要来源, 以林地土壤有机质含量为化学指标作为评判肥力较为合理。从表 4 中看出, 在 21 个群落中有机质 > 75 g/kg 由 8 个群落为 I 类型, 有机质在 75~ 50 g/kg 的有 8 个群落为 II 类型, 有机质低于 50 g/kg 有 4 个群落为 III 类型。在成土环境基本相同的条件下, 坡面位置和植物种类及生长势有关。从坡面位置看, I 类型中有针叶林的马尾松群落分布在脊背上, 岩竹分布在万佛山岩 790 m 的夷平面上, 这两种地段的土壤轻蚀微弱, 比较陡坡面上的土壤年龄较长, 肥力要高; 1 个为坡脚的杉木群落, 土层较厚 78.0 cm, 分别比平均土层 73.8 cm 高 6.2 cm, 土壤堆积物多, 冲积肥力高。另外 5 个由喙核桃——婉蕨、榉木+ 楠酸枣- 杜茎山、拟赤杨+ 罗浮栲—尖叶柃、润楠+ 杜英+ 青榨槭、光叶白兰

组成的落叶阔叶林、常绿阔叶林群落组成,前 3 个为落叶阔叶林,后 2 个为常绿阔叶林。根据“九五”期间的研究结果<sup>[6]</sup>,土壤有机质:落叶阔叶林>常绿阔叶林>针叶林,分别为 63.95 g/kg、45.35 g/kg、32.58 g/kg,前者分别为后者的 41.01%、96.29%。而光叶白兰常绿阔叶林群落,在本次调查中属于异常的情况,高出其他几个常绿阔叶林群落的有机质含量,其原因为本样地,林木粗壮,林龄偏大,土壤粗腐殖质厚为 5 cm,在森林土壤中粗腐殖质是每年增补有机质的主要方式。森林每年从土壤中吸收的物质只有 30%~40% 用

来生长木材,而 60%~70% 以落叶枯枝的形式归还给土壤,经李昌华测定,几种主要森林类型归还给土壤的凋落物,最多的是常绿阔叶林(苦槠、木荷)每年的归还量有 9.51 t/hm<sup>2</sup>。II 类型 001,008,009,016,010,012,013,017,021 有 5 个为常绿阔叶林群落,有 3 个为常绿落叶阔叶混交林,有 1 个为坡度大的落叶阔叶林群落。III 类型 4 个群落中,有 003,004,007 为低海拔的红壤亚类,005 为黄红壤亚类,这一类型不但处于人为活动较大低山区,而由于生物气候差异引起土壤腐殖质积累偏低。

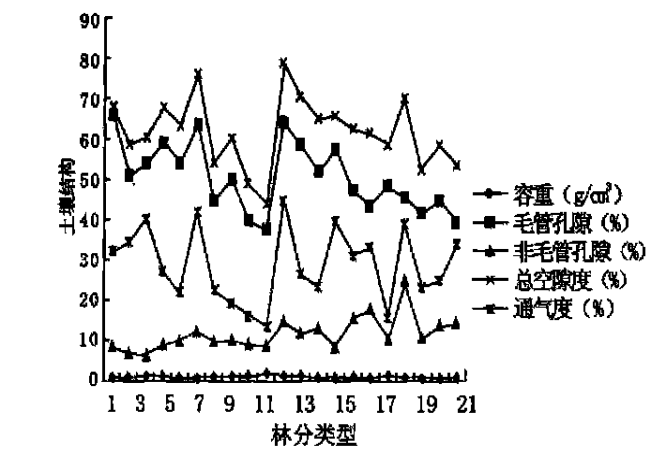


图 1 不同林分类型土壤结构图

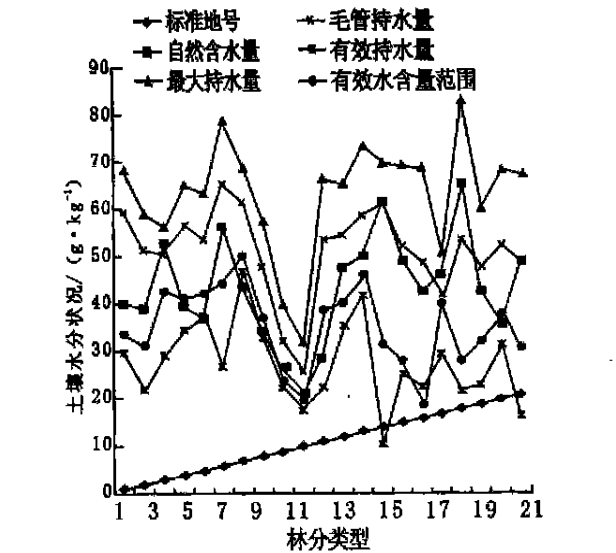


图 2 不同林分类型土壤水分状况图

表 4 不同林分土壤化学分析结果

标准地号	林分类型	C/N	有机质 /(g·kg <sup>-1</sup> )	全氮 /(g·kg <sup>-1</sup> )	全磷 /(g·kg <sup>-1</sup> )	速效磷 /(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾 /(mg·kg <sup>-1</sup> )	pH (H <sub>2</sub> O)
001	竹柏	11.81	63.14	3.1	0.71	7.85	218.2	4.5
002	核桃	2.34	76.23	3.59	0.84	3.37	109.5	5
003	栎木栲	11.62	30.86	1.54	0.32	4.41	76.44	5
004	多花山竹子	12.34	44.28	2.08	0.35	6.19	84.62	4.5
005	栲树	12.27	44.44	2.1	0.27	1.92	116.2	5
006	杉木林	12.12	78.35	3.6	0.62	8.65	119.41	5
007	杉木、枫香	12.89	45.99	2.07	0.2	2.65	90.46	4.5
008	栲树-竹子	12.57	64.58	2.98	0.23	3.39	82.08	4.8
009	继木-竹子	12.72	62.08	2.83	0.34	16.84	88.07	5.5
010	枫香	12.68	50.5	2.31	0.23	16.04	97.46	5.5
011	岩竹	12.54	74.78	3.46	0.17	6.25	82.71	5
012	甜槠	12.68	34.98	1.6	0.26	2.66	84.03	5
013	杜鹃-白栎	12.02	56.57	2.62	0.91	2.67	171.2175	5
014	光叶白兰	12.86	84.48	3.81	0.35	18.19	207.61	5
015	楠木	12.9	82.76	3.72	0.81	9.27	103.66	4.5
016	桢楠	12.4	63.25	2.98	0.59	4.92	95.27	4.5
017	翅夹木	12.53	53.15	2.46	0.24	9.15	240.81	5.2
018	榉木	12.35	74.76	3.51	0.59	3.48	108.42	4.6
019	拟赤杨	12.04	78.86	3.8	0.51	8.64	88.53	5.0
020	马尾松-杜鹃	12.52	76.39	3.54	0.21	8.37	88.03	4.5
021	木莲	12.63	57.92	2.66	0.37	5.61	140.55	5.0
	平均值	12.42	61.83	2.87	0.44	7.17	118.73	4.91
	标准差	0.35	15.92	0.73	0.24	4.78	48.86	0.31
	变异系数	2.80	25.75	25.37	54.11	66.62	41.15	6.29

水土保持的最终目的是改善生态环境, 在采取生物措施时候, 既要看到它对保持水土的积极作用, 又要看到它受其它条件的制约; 利用工程措施保水保土, 创造适合植物生长的条件, 促进生态环境的改善, 使流水侵蚀降低到最低限度。

#### 4.4 坚持不懈地控制人口

黄土高原地区的人口由 1949 年的 4 499.72 万人增加到 1985 年的 8 139.22 万人。由于人口大幅度的增加, 而农业生产的投入又不足, 广大的农村人口为了维持基本生活, 势必要大量开垦不适宜农耕的陡坡荒地。在重点产沙区每增加 1 人要增加 0.33 hm<sup>2</sup> 耕地才能维持基本生活。黄土高原

#### 参考文献:

- [1] 张宗祜, 等. 中国黄土[M]. 北京: 地质出版社, 1989.
- [2] 刘东生, 等. 第四纪环境[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [3] 刘东生, 等. 黄土与环境[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [4] 刘东生, 等. 中国的黄土堆积[M]. 北京: 科学出版社, 1965.
- [5] 王经武. 水土流失对生态环境的影响及对策[J]. 南昌水专学报, 1999, (2): 31- 35.
- [6] 孙建中, 等. 黄土高原第四纪[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
- [7] 甘枝茂. 黄土高原地貌与土壤侵蚀研究[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1989.
- [8] 赵景波. 黄土高原的侵蚀历史[A]. 资源产业化开发与生态环境建设[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998. 20- 25.
- [9] 吴以. 略论水土保持学科特性及治理措施分类[J]. 中国水土保持, 1990, (12): 23- 26.
- [10] 孟庆枚. 黄土高原水土保持[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1996.

(上接第 77 页)

#### 2.3 森林土壤的有效贮水能力与类型间的差异

土壤的持水性能由持水量来确定。衡量林地土壤的蓄水能力的计量方法是以总孔隙度为基准, 计算饱和持水量(最大持水量)。森林土壤蓄水能力主要取决于土壤非毛管孔隙, 并以它作为贮水量的基准<sup>[7]</sup>。出现差异的原因是: 土层厚度不一样, 在 21 个群落内, 林地土壤厚度变化在 55~ 115 cm 之间; 林地土壤的干扰程度也有差异, 21 个群落的土壤破坏率变化在 6.1%~ 62.4% 之间。土壤有效水贮量很高, 见表 2。其平均值为 836.08 t/hm<sup>2</sup>, 标准差 379.25 t/hm<sup>2</sup>, 变异系数 43.94, 各土壤有效贮水量的变化范围在 416.48~ 1 803 t/hm<sup>2</sup> 之间, 相差 4.33 倍。在 21 个森林类型中一次最大贮水量超过 900 t/hm<sup>2</sup> 有 9 个, 其中 1 400 t/hm<sup>2</sup> 以上的有 3 个: 16 号桉楠—鼠刺群落、18 号榉木+ 南酸枣群落、21 号木莲群落为湖南的顶极群落类型, 这些群落发育较成熟, 水源涵养功能强, 其余的 12 个森林群落类型的森林环

#### 参考文献:

- [1] 中国林科院. 森林土壤分析方法[Z]. 国家标准局批准, 1998.
- [2] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 科学出版社, 1976. 466- 522.
- [3] 陈绍桢. 杉木细柄阿丁枫混交林涵养水源功能和土壤肥力的研究[J]. 土壤学报, 2002, 39(4): 599- 603.
- [4] 叶仲节, 柴锡周. 浙江林业[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1980. 191.
- [5] 邱凤琼, 丁庆堂, 等. 不同肥力水平的黑土中有机质碳、氮、磷的形态及其分配与供肥强度关系[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1983.
- [6] 吴建平, 袁正科. 湖南天然林生物因子与土壤养分物理特性的关系[J]. 湖南林业科技, 2001, 20(6): 30- 32.
- [7] 马雪华. 森林水文学[M]. 北京: 中国林业科学出版社, 1993. 123- 127.

的许多地方已经到了无荒可垦的地步, 可是人口增长率并没有明显地下降, 仍在 1.98%, 由此人地矛盾更加突出。为此, 要控制人口的增加数量, 提高人口素质, 使人类自身的生产和物质资料的生产相适应。

实行计划生育, 控制人口增长, 以适应经济发展; 改善生态环境和提高人民生活水平, 都是协调人类与生态环境关系的重要问题。所以控制人口要坚持不懈地抓下去。

致谢: 本文得到黄委会水科院史学建博士、教授级高工的指导和帮助, 谨此致谢。

境, 特别是森林土壤环境也较好, 受人为破坏很小, 在很大程度上保持这森林土壤特有的结构和功能, 所以其水源涵养能力也是很强的。

#### 3 小 结

通道沟谷森林生态系统中土壤质地为重壤土和轻黏土, 砂、黏比例适中, 土壤容重平均为 1.01 g/cm<sup>3</sup>。土壤总孔隙度平均为 62.05%, 毛管孔隙度平均为 50.72%, 非毛管孔隙度平均为 11.72%, 一次最大土壤贮水量在 416.48~ 1 803 t/hm<sup>2</sup>, 平均为 836.08 t/hm<sup>2</sup>。土壤水分含量高, 含水量指标内与指标间差异较大。各森林类型土壤含水量平均为 27.54~ 63.31 g/kg; 各含水量指标中的标准差为 8.66~ 11.02; 指标间的变化系数为 17.94~ 25.50。土壤有机质含量高, 平均达 61.83 g/kg。全氮 2.87 mg/kg, 全磷 0.44 mg/kg, 速效磷、钾为 7.17 mg/kg, 118.73 mg/kg, 具有较高的肥力。沟谷森林生态系统中森林土壤具有良好的水文—物理特性。