

陕南土壤侵蚀特征及时空分布规律

惠振德 孙 虎 李晓玲

(陕西师范大学 · 西安市 · 710062)

摘 要 据历史文献和遥感技术及实地考察资料,对陕南地区的土壤侵蚀特征,时空分布规律进行了系统分析研究,并针对影响土壤侵蚀发展趋势的生态环境问题,提出了陕南石质山地土壤侵蚀综合整治的基本对策。

关键词: 土壤侵蚀特征 时空分布规律 综合整治对策

Characteristics of Soil Erosion and Its Space-time Distributive Pattern in Southern Mountains of Shaanxi Province

Xi Zhende Sun Hu Li Xiaoling

(Shaanxi Normal University, 710062, Xi'an, PRC)

Abstract According to historical documents and remote sensing technology and on-the-spot investigatory information. The characteristics of soil erosion and its space-time distributive pattern in the mountain areas of southern Shaanxi province were systematically analysed and studied. To counter the ecological environment problems that influence upon the developing tendency of soil erosion. The fundamental countermeasures on the comprehensive harness about soil erosion of the rocky hilly areas in southern Shaanxi are also put forward.

Keywords: characteristics of soil erosion; space-time distributive pattern; comprehensive harness countermeasures

陕南地区系指陕西境内秦岭主脊以南的秦岭与大巴山山地,包括汉中、安康、商洛 3 个地区及宝鸡、西安等市部分县与乡镇,面积为 72 752. 5km²,占陕西省总面积的 35. 4%。该区地域辽阔,自然资源种类众多,储量大,是陕西综合发展农、林、牧、副、渔等业的基地;同时也是铁、镍、银、金、汞及建材的重要产地。然而,由于人们急功近利,乱开滥采,采富弃贫,加之陡坡垦殖,导致生态环境急剧恶化,水土流失与日俱增,成为我国石质山地土壤侵蚀十分严重的地区

之一。它的发生、发展不仅造成了国民经济的重大损失,更严重的是,它损坏了人类赖以生存的生态环境,给社会与经济的持续发展造成极大障碍。因此,对陕南地区土壤侵蚀特征,分布规律的研究,进而探讨对石质山地水土流失防治及综合整治途径具有十分重要的意义。

1 土壤侵蚀特点

1.1 水土流失分布广泛,侵蚀强度大

据实地考察和遥感信息资料综合分析与量算, $1\ 000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 灾害性水土流失面积为 $36\ 226.5\text{km}^2$ (表 1), 占本区面积的 49.8%; 年输沙量(指河流悬移质) $7.1 \times 10^7\text{t}$ 。该区虽仅占长江流域总面积的 4%, 而年输沙量却占长江年输沙总量的 12%。按流失面积计算, 区内 30 个县中 26 个县的土壤侵蚀模数在 $1\ 000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上, 最严重的略阳县高达 $7\ 076\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 超过了陕北志丹、黄陵、宜川等水土流失重点县。流失区平均侵蚀模数 $1\ 959\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 其中汉江和嘉陵江沿岸低山丘陵区侵蚀模数达 $3\ 000 \sim 4\ 000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上, 甚至高达 $49\ 000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ^[2]。陕南山区, 山高沟深坡陡, 土层厚, 多在 80cm 以内, 有的还低于 30cm , 若以上述侵蚀强度继续剥蚀下去, 土层经 $100 \sim 200$ 年就会被侵蚀殆尽, 变成石渣田或光石板。

表 1 陕南山区各地(市)水土流失情况

| 地(市) 名称 | 土地 面积 | 土壤各侵蚀强度等级面积 | | | | | 灾害性水土流失 [$1\ 000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$] | |
|------------|----------|-------------|----------|----------|-----------|-----------|--|----------------|
| | | 次强度 | 中 度 | 轻 度 | 微 度 | 不明显 | 面 积 | 占土地面积 比例(%) |
| 汉中地区 | 27 246.0 | 5 259.25 | 7 053.0 | 2 706.25 | 5 466.25 | 6 761.25 | 12 312.25 | 45.2 |
| 安康地区 | 23 391.0 | 10 685.75 | 2 977.5 | 1 125.75 | 4 963.75 | 3 638.25 | 13 663.25 | 58.4 |
| 商洛地区 | 16 698.5 | 3 433.75 | 6 140.4 | 1 860.0 | 4 104.0 | 1 160.75 | 9 573.75 | 57.3 |
| 宝鸡市 | 5 322.0 | | 677.0 | 272.75 | 1 249.75 | 3 122.5 | 677.0 | 12.7 |
| 西安市 | 95.0 | | | | | 95 | | |
| 合计 | 72 752.5 | 19 378.75 | 16 847.5 | 5964.75 | 15 783.75 | 14 777.75 | 36 226.25 | 49.8 |

1.2 土壤侵蚀方式复杂多样

该区新构造运动活跃, 地层组合与岩性错综, 地貌结构复杂, 山地立体气候小气候明显, 降水量大、且多大雨、暴雨; 人类社会经济活动面广, 森林破坏严重, 荒山秃岭与陡坡耕地面积大, 从而导致了自然生态系统自调节功能锐减, 局部地方环境系统甚至解体, 为各种土壤侵蚀提供了场所, 创造了有利的发生发展条件。在自然与人为因素综合影响下, 土壤侵蚀日趋加剧, 侵蚀方式类型复杂多样。按侵蚀营力及侵蚀发展过程、特点, 陕南山区侵蚀方式可分为 6 类 15 个亚类(表 2), 以水力侵蚀和重力侵蚀为主, 侵蚀强度大, 分布广泛, 危害最严重。

1.3 人类不合理活动引起的土壤侵蚀与日加剧。

由于人类滥采过伐, 毁林毁草垦殖, 森林草场面积锐减, 迹地与陡坡耕地剧增, 加之经济开发忽视环境保护, 致使新的水土流失面积不断增加, 流失量愈来愈大。据汉中、安康、商洛等 3 个地区统计, 建国以来, 毁林 $9.5 \times 10^5\text{hm}^2$, 森林覆盖率由 1950 年的 50% 降至 35%, 其中汉中地区 11 个县(市) 就有 5 个县覆盖率在 28% 以下; 同期毁林毁草扩耕 $2.93 \times 10^5\text{hm}^2$, 而陡坡耕地占 68%, 因森林、草场遭到严重破坏, 荒山秃岭、陡坡耕地面积增大, 生态环境急剧恶化, 近 50 余年来, 3 个地区新增水土流失面积 $6\ 950\text{km}^2$, 流失量增加了 $2.56 \times 10^7\text{t}$, 相当于解放初期

水土流失面积的 25.6%, 流失量的 34.2%。此外, 区内基本建设项目众多, 工矿、交通、水利水电事业发展迅速, 在建厂、开矿、筑路、修库和建电站等施工中, 往往因开挖边坡, 弃土废渣排放, 未采取保护措施, 造成新的人为侵蚀更为严重。例如嘉陵江上游略阳、凤县两地, 有数十个较大的厂矿, 年排废渣弃土达 $2.5 \times 10^6 \text{t}$, 暴雨季节, 约 35% 左右的弃渣随山洪排入河道, 导致嘉陵江干流凤县至阳平关段及支流温江寺河、东渡河和八渡河等河床普遍抬升 0.6~2.0m, 最高达 3.0m 以上。宝成、阳安、襄渝铁路及国道, 区县乡间公路沿线, 开挖未保护的坡面与沟谷弃渣屡见不鲜, 重力侵蚀极其活跃, 每年约有数百万方土石进入沟谷与河谷, 如不采取强有力的整治措施, 将会直接威胁该区经济的开发进程。

表 2 陕南山区土壤侵蚀方式分类表

| 类 | 亚类 | 类型分布 |
|------|---------------------------------------|--|
| 水力侵蚀 | 1 面状侵蚀 2 沟状侵蚀 3 河流侵蚀 4 泥石流侵蚀 | 主要分布于由片岩、泥岩、花岗岩组成的低中山(海拔 < 1 800m)、低山、丘陵, 且人为因素影响显著, 植被稀疏之地区 |
| 重力侵蚀 | 1 泻溜侵蚀 2 崩塌侵蚀 3 滑坡侵蚀 | 荒坡秃岭、陡坡耕地, 公路铁路沿线及厂矿居民点周围地区 |
| 溶蚀 | 1 地表溶蚀 2 洞穴溶蚀 | 可溶性岩石区(紫柏山、米仓山主脊、跑马塘) |
| 冻融侵蚀 | 1 冻融蠕动 2 冻融坍塌 | 海拔 > 2 500m 以上的高中山和高山区(太白山、化龙山、玉皇山) |
| 动物侵蚀 | 1 动物挖穴打洞 2 动物踩踏侵蚀 | 全区均有分布 |
| 人为侵蚀 | 1 破坏植被、陡坡垦殖、基建开挖 2 人为产生的弃土废渣 | 居民点附近、矿区、交通沿线 |

2 土壤侵蚀的变化规律

2.1 土壤侵蚀的时间变化规律

气候因素是影响一个地区土壤

侵蚀强度极为重要的因素之一。由于气候有四季更替, 各地气候状况也在规律地变化着, 因此, 土壤侵蚀强度也呈现出随季节变化而变化的规律。

陕南地跨北亚热带和暖温带, 具有四季分明, 冬春干旱, 夏秋多雨, 垂直差异显著的山地气候特点。多年平均降水量在 700~1 200mm 之间, 因受季风影响, 年降水量的 75% 左右集中于夏秋两季, 且大雨、暴雨频繁, 强度大。大雨、暴雨对地表土层强烈的冲击, 严重地破坏了土层结构, 抗蚀能力大大减弱, 侵蚀强度剧增, 尤其 7~9 月汛期, 水力和重力侵蚀最为活跃, 是陕南山区水土流失主要的时期, 流失量占年总量的 84% 以上。冬春降水少且偏旱, 主要侵蚀方式类型的侵蚀处于低潮。据表 3 资料综合分析表明: 陕南山区, 水土流失年内季节变化十分明显, 各季节的流失量占年总流失量分别是: 春季 5.40%, 夏季 69.70%, 秋季 24.84%, 冬季 0.06%; 侵蚀强度夏季最强, 秋季次之, 其次春季, 冬季最弱。水土流失不仅有季节性变化, 而且流失量高度集中, 尤以 7 月份量最大, 占年总侵蚀量的 39.8%。另外, 土壤侵蚀在年际之间也有变化, 侵蚀以枯水与丰水年变化较显著。例如 1965 年秋至 1966 年夏, 陕南出现 300 余天的连旱, 汉江干流安康站输沙量仅 $7.15 \times 10^6 \text{t}$, 占多年平均输沙量 18.5%; 1983 年 7 月中旬汉江上游汉中、安康两地普降大雨, 暴雨及特大暴雨, 安康站输沙量猛增, 比多年平均输沙量高 3.41 倍, 同期汉江上游大支流推移质淤谷阻道, 其量比多年平均推移质量增加了 20 倍以上。

2.2 土壤侵蚀区域分布规律

据陕南汉江和嘉陵江流域各水文站实测泥沙资料及《陕西省(1:50万)土壤侵蚀类型与侵蚀强度图》⁽¹⁾ 综合研究, 该区土壤侵蚀在区域分布上有如下规律

(1) 甘枝茂、惠振德、吴成基等《陕西省(1:50万)土壤侵蚀类型与侵蚀强度图》1989年

2.2.1 侵蚀强度具有明显的垂向变化 由于人类活动对陕南山地生态环境的影响从丘陵向高山逐渐的减弱,而侵蚀强度一般地随着山地高度增加呈现出有规律的变化。例如,汉江与嘉陵江干流沿岸的低山丘陵区,森林基本被破坏殆尽,陡坡耕地和荒山秃岭面积大,侵蚀模数达 $3\ 000 \sim 4\ 000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,局部地带高达 $10\ 000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上;低中山区(海拔 $1\ 200 \sim 1\ 800\text{m}$)侵蚀模数为 $1\ 000 \sim 1\ 500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;中中山区(海拔 $1\ 800 \sim 2\ 500\text{m}$),人类活动影响较小,植被覆盖率达 60% 以上,侵蚀强度降为 $250 \sim 500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;高中山和高山区(海拔 $> 2\ 500\text{m}$),即秦岭和大巴山主脊地带,侵蚀强度均低于 $200\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

2.2.2 侵蚀强度由西北向东南逐渐增大 西北部宝鸡市的凤县、太白县生态环境良好,土壤侵蚀模数小于 $600\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;中部西乡、洋县、石泉等地增加到 $1\ 000 \sim 2\ 000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;东南部白河、山阳县等地毁林毁草陡坡开荒垦殖面广,森林覆盖率低于 25%,土壤侵蚀高达 $2\ 500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上。以地区而论,西部汉中地区平均侵蚀模数为 $1\ 213\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,而东南部安康地区达 $1\ 824\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,二者相比,从西向东南侵蚀模数递增了 $611\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

表 3 陕南山区主要河流四季输沙量对比

| 河流名称 (水文站) | 集水 面积 (km^2) | 春季 | | 夏季 | | 秋季 | | 冬季 | | 年输 沙量 (万 t) |
|---------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|------------------------------|
| | | 输沙量 (万 t) | 占年总输 沙量比例 (%) | |
| 嘉陵江水系 | | | | | | | | | | |
| 东河(东坡站) | 2 722 | 13.201 | 14.83 | 48.64 | 54.65 | 27.115 | 30.47 | 0.046 | 0.0517 | 89.00 |
| 嘉陵江(略阳站) | 19 026 | 247.5 | 7.72 | 2 386 | 74.47 | 585.82 | 18.28 | 2.853 | 0.09 | 3 204.17 |
| 汉江水系 | | | | | | | | | | |
| 汉江干流(武侯站) | 3 092 | 18.388 | 7.23 | 178.6 | 70.23 | 57.288 | 22.53 | 0.046 | 0.02 | 254.32 |
| 汉江干流(白河站) | 59 115 | 155.06 | 3.50 | 2 965 | 67.00 | 1 304.45 | 29.47 | 1.136 | 0.03 | 4 426.65 |
| 玉带河(铁锁关站) | 433 | 5.758 | 12.53 | 28.33 | 61.66 | 11.86 | 25.81 | 0.001 | 0.002 | 45.95 |
| 沮水(茶店站) | 1 683 | 1.15 | 3.60 | 20.836 | 65.14 | 10.002 | 31.27 | 0.018 | 0.06 | 31.99 |
| 红庙河(红寺坝站) | 21.4 | 0.881 | 16.00 | 3.673 | 66.71 | 0.974 | 17.69 | 0.005 | 0.09 | 5.51 |
| 南沙河(黄岗站) | 243 | 1.104 | 14.94 | 3.73 | 50.48 | 2.534 | 34.29 | 0.021 | 0.28 | 7.39 |
| 酉水河(酉水街站) | 911 | 0.813 | 5.83 | 11.36 | 81.4 | 1.773 | 12.70 | 0.01 | 0.07 | 13.96 |
| 牧马河(西乡站) | 1 224 | 3.866 | 8.36 | 34.03 | 73.63 | 8.259 | 17.87 | 0.063 | 0.14 | 46.22 |
| 月河(长枪铺站) | 2 814 | 15.556 | 8.09 | 121.69 | 63.41 | 54.764 | 28.47 | 0.066 | 0.03 | 192.35 |
| 恒河(杨家营站) | 931 | 2.826 | 4.08 | 46.96 | 67.85 | 19.405 | 28.04 | 0.0151 | 0.02 | 69.21 |
| 黄洋河(县河口站) | 772 | 5.832 | 9.90 | 33.08 | 56.18 | 19.907 | 33.81 | 0.0496 | 0.08 | 58.89 |
| 旬河(尚家坪站) | 6 448 | 23.863 | 4.97 | 340 | 70.84 | 115.89 | 24.15 | 0.1916 | 0.04 | 479.94 |
| 蜀河(蜀河站) | 581 | 2.2307 | 3.12 | 54.63 | 76.35 | 14.69 | 20.53 | 0.0024 | 0.003 | 71.55 |
| 丹江(丹凤站) | 2 766 | 22.09 | 8.04 | 190.7 | 69.39 | 61.28 | 22.30 | 0.762 | 0.27 | 274.83 |
| 银花河(竹林关站) | 951 | 2.864 | 6.62 | 27.966 | 64.60 | 12.45 | 28.76 | 0.006 | 0.014 | 43.29 |
| 南秦河(谢源站) | 487 | 2.483 | 5.17 | 40.44 | 84.25 | 5.047 | 10.51 | 0.021 | 0.044 | 47.99 |

注:表中四季输沙量数据为多年平均四季输沙量

2.2.3 土壤高强度侵蚀等级分布比较集中 依据陕西省水保局规定的陕西省土壤侵蚀强度 8 级分级指标,将陕南山区侵蚀强度划为 5 级:即 a 级不明显侵蚀(侵蚀模数 $< 200\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$);b 级微度侵蚀($200 \sim 500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$);c 级轻度侵蚀($500 \sim 1\ 000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$);d 级中度侵蚀($1\ 000 \sim 2\ 000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$);e 级次强度侵蚀($2\ 000 \sim 5\ 000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)等。其中 e 级是陕

南山区最强的侵蚀等级。面积达 $19\,378.75\text{km}^2$, 占本区总面积 26.6%; 在地带性、非地带性因素控制及人类活动强烈作用下, e 级次强度侵蚀形成了以下 4 个侵蚀中心:

- (1) 汉阴、安康、旬阳、白河次强度侵蚀区, 面积为 $6\,670\text{km}^2$, 占陕南地区总面积的 9.2%;
- (2) 山阳、丹凤次强度侵蚀区, 面积 $1\,240\text{km}^2$, 占 1.7%;
- (3) 略阳、勉县、宁强三角地带次强度侵蚀区, 面积 $2\,050\text{km}^2$, 占 2.8%;
- (4) 米仓山北坡汉中、城固、西乡次强度侵蚀区, 面积 $1\,160\text{km}^2$, 占 1.6%。

以上 4 个次强度侵蚀区的面积合计为 $11\,120\text{km}^2$, 占本区总面积的 15.3%。占陕南山区灾害性水土流失 ($1\,000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$) 面积 ($36\,226.5\text{km}^2$) 的 30.7%。

3 综合治理水土流失的对策

3.1 加强坡地治理, 提高生态效益, 缩小泥沙源地

斜坡是形成水土流失的重要因素之一。陕南秦巴地区、山高沟深, 地形破碎, 坡地遍布; 加之植被破坏惨重, 秃山荒岭面积大, 暴雨多等诸多因素影响, 致使广布的斜坡成为土壤侵蚀产沙的主要源地。从影响土壤侵蚀的因素分析, 暴雨与地面组成物质的性质难以改变, 但人们通过努力可以改变地表微形态, 对宜农地中的 $20 \sim 25$ 较陡坡耕地, 要依据坡地形态, 坡长、坡度和土层厚度, 因地制宜地逐步改造成隔坡梯田或坡式梯田, 调整耕作制度, 搞好套种、间种, 做到用地养地结合, 提高作物覆盖度和覆盖时间, 达到保水保土目的。对 < 20 的坡耕地, 要加强基本农田建设, 修建石坎或土坎水平梯田, 布设合理的截蓄和排洪系统, 改良水热条件和养分状况, 消除土壤冲蚀外因, 变跑水、跑土、跑肥的“三跑田”为保水、保土、保肥的“三保高产稳产田”, 提高经济效益和水保效益。对区内大于 25 的陡坡耕地, 应坚决退耕全封育草, 加快植被恢复, 改善生态环境, 控制水土流失。同时对荒山秃岭及宜林宜牧土地, 应加速用材林, 水源涵养林, 薪炭林、经济林及草场绿色植被建设, 并根据秦巴山地各地自然环境条件, 适宜的建立和扩建林特产基地, 如茶叶基地、蚕桑基地、木耳基地、生漆基地、黄姜基地和杜仲基地等, 从根本上改变陕南生态环境内部结构, 增强防御水土流失灾害的发生与发展的能力。

3.2 大力推广以小流域为单元的承包治理与开发

以小流域为基本单元的户包治理与开发形式, 在陕南一些水土流失严重的地区已出现, 并收到了较好的拦沙蓄水、生态、经济效益, 从而显示了户包治理的巨大威力。但目前户承包治理数量小, 因此建议: 陕南各县(市)政府要认真总结户包治理与开发经验, 积极加以推广。在推广过程中, 有关部门一定要有机地把责任与权利, 治理、保护与开发的结合加以正确处理, 既要考虑国家利益, 也要保证个人利益, 同时还要以优惠的政策和实实在在的鼓励性措施, 调动群众承包小流域治理的积极性, 扩大小流域治理数量, 促进陕南山区综合治理进程。

3.3 加强厂矿及交通环境保护工程建设

该区自然资源丰富, 工矿及交通事业发展迅速, 在基建、开矿、筑路等施工中, 往往因开挖边坡, 弃土弃渣, 未采取保护措施, 导致环境恶化, 造成大量的新的水土流失。因此, 建议政府有关部门应加强生态环境管理与建设工程的领导及实施工作, 对区内厂矿企业, 建设工程要认真监督, 限期完成乱堆乱放的弃土弃渣, 开挖裸露的坡面, 采矿的沉陷区等治理工程; 同时要协助企业改进生产工艺, 选择合理的弃土弃渣场所, 研究“三废”综合利用技术, 制定环境保护规划, 把环境保护及水土保持工作纳入基本建设施工及企业生产的全过程中。对今后凡新立的经济

开发项目,一定要做到资源开发与环境保护同步设计、同步施工、同步投产等“三同步”,把环境保护与经济开发放在同等重要地位,以保证生态环境良性发展,防止经济开发区新的水土流失发生。

3.4 增强法制观念,认真贯彻《水土保持法》

陕南山区水土流失与日加剧,虽然有自然因素的影响,但不合理的人为社会经济活动影响则起了加速作用。近几十年来虽然在不断进行治理,但一方治理,多方破坏;一边治理,一边破坏屡见不鲜,局部地区破坏甚至远远大于治理,导致了生态环境自调节功能减低,水土流失不断加剧。追其根源,主要是有关部门领导急功近利,主管部门法制观念淡薄,基层单位我行我素造成的。因此,要充分利用“法律”武器,以“法”防治水土流失,建议有关部门要加强对广大群众的普法教育,特别要重视各级领导干部的《水土保持法》、《森林法》、《环境保护法》等法规的学习,提高以“法”防治水土流失的意识。同时主管部门要坚决做到“有法必依,执法必严,违法必究”维护法规的权威,以“法”搞好水土保持工作。

本文请甘枝茂教授审阅,并提出了宝贵的修改意见,在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 惠振德等. 陕南山区生态灾害与发展趋势研究. 陕西师大学报(自然科学版), 1994, 22(增刊) 19~22
- 2 惠振德. 秦岭大巴山地区山地灾害及减灾对策. 自然灾害学报, 1994, 3(3): 31~36
- 3 长江流域水土保持综合考察队. 长江流域土壤侵蚀区划报告. 西北水土保持研究所集刊, 第4集, 1986
- 4 黄义端, 江忠善. 陕南汉江、嘉陵江水土流失与“81.8”洪灾. 西北水土保持研究所集刊, 第4集, 1986
- 5 陕西省减灾协会编著. 陕西省重大自然灾害综合研究与防御对策. 西安: 陕西科学技术出版社, 1993
- 6 石丁等. 陕西省新水土流失的成因及其防治对策. 水土保持学报, 1988, (3)
- 7 朱志诚等. 陕西农业自然环境变迁史. 西安: 陕西科技出版社, 1986
- 8 陕西师大地理系编. 陕西省汉中地区地理志. 西安: 陕西人民出版社, 1993
- 9 陕西师大地理系编. 陕西省安康地区地理志. 西安: 陕西人民出版社, 1986
- 10 陕西师大地理系编. 陕西省商洛地区地理志. 西安: 陕西人民出版社, 1981
- 11 吕从中等. 陕西省农业气候区划. 西安: 西安地图出版社, 1988
- 12 余汉章编著. 陕西水文. 西安: 陕西科学技术出版社, 1987