

# 陕北多沙粗沙区乡村聚落土壤侵蚀及防治对策

甘锐<sup>1</sup>, 岳大鹏<sup>2</sup>, 甘枝茂<sup>2</sup>, 查小春<sup>2</sup>

(1. 陕西师范大学 文学院, 陕西 西安 710062; 2. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

**摘要:** 通过定位观测和实地调查, 对陕北多沙粗沙区已建乡村聚落的水力侵蚀、新建窑洞(房)过程中的弃土侵蚀及窑洞坍塌形成的侵蚀进行了研究。(1) 观测期间(200406—200410), 乡村聚落的平均水力侵蚀强度为 5 434.3 t/km<sup>2</sup>, 已达到强度级侵蚀, 其中户间道路为 7 348.0 t/km<sup>2</sup>, 户间空地为 6 873.2 t/km<sup>2</sup>, 院落为 2 081.7 t/km<sup>2</sup>; (2) 新建 1 孔(间)窑洞或平房, 平均弃土 34.9 m<sup>3</sup>, 相当于动土量的 23.6%; 延安以北丘陵区近 20 a 新建窑(房)平均每年弃土 7.96 × 10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>, 弃土年流失量约为 5.17 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (7.76 × 10<sup>6</sup> t/a); (3) 在调查的 102 孔(间)塌窑所形成的松散堆积体中, 平均每孔(间)窑(房)年流失泥沙 46.3 m<sup>3</sup>。延安以北丘陵区因塌窑每年流失泥沙 1.25 × 10<sup>7</sup> m<sup>3</sup> (1.87 × 10<sup>7</sup> t/a)。研究表明乡村聚落发展带来了较严重的土壤侵蚀, 应加强研究与防治。

**关键词:** 乡村聚落; 土壤侵蚀; 防治对策; 多沙粗沙区; 陕北

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2006)04—0096—05

中图分类号: S157.1

## Soil Erosion and Its Prevention and Control Countermeasures of Rural Settlements in Abundant and Coarse Sediment Area of North Shaanxi

GAN Rui<sup>1</sup>, YUE Da-peng<sup>2</sup>, GAN Zhi-mao<sup>2</sup>, ZHA Xizo-chun<sup>2</sup>

(1. College of Literature, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China;

2. College of Tourism and Environmental Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

**Abstract:** On the basis of field fixed-spot survey and investigation, soil erosion by water in rural settlements, soil erosion by earth discarding during new cave (or house) construction and soil erosion caused by cave collapse were studied in the loess hill area of North Shaanxi Province. From June of 2004 to October of 2004, the annual average soil erosion by water in rural settlements was 5 434.3 t/km<sup>2</sup>. The annual average soil erosion by water on roads (between houses), open spaces (between houses) and yards was 7 348.0, 6 873.2 and 2 081.7 t/km<sup>2</sup>, respectively. The average amount of discarded earth for a new-built cave or house was 34.9 m<sup>3</sup>, being 23.6% of the dug earth. The annual amount of discarded earth for all new caves (or houses) averaged over recent 20 years in the abundant and coarse sediment area of Yulin and Yan'an was as much as 7.96 × 10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>, with annual soil loss by earth discarding up to 5.17 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (7.76 × 10<sup>6</sup> t). According to the accumulated volume formed by 102 caves (houses) investigated, the annual earth loss per cave (or house) collapse was 46.3 m<sup>3</sup>. The annual amount of earth loss caused by cave collapse in Yulin was as much as 1.25 × 10<sup>7</sup> m<sup>3</sup> (1.87 × 10<sup>7</sup> t). The above data show that the development of rural settlements brings out the more serious soil erosion. More attentions must be paid to the study, prevention and control of soil erosion in the region.

**Keywords:** rural settlements; soil erosion effects; prevention and control countermeasures; abundant and coarse sediment area; North Shaanxi Province

陕北多沙粗沙区是指陕北延河口—延安—志丹—吴旗一线以北的黄土丘陵、土石丘陵及片沙覆盖的黄土丘陵区, 面积 43 548 km<sup>2</sup>, 占黄河中游多沙粗沙区总面积 7.86 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup> 的 55.4%。这里是黄土高原水土流失最严重的地区, 也是退耕还林还草的重点地区。在这里分布着众多的乡村聚落, 例如仅榆林市

12 个县区, 2004 年有农村乡镇驻地 210 个, 居民委员会 5 569 个, 较大自然村 2 × 10<sup>4</sup> 个余, 农户 6.97 × 10<sup>5</sup> 户, 乡村人口 2.99 × 10<sup>6</sup> 人。由于经济的发展, 人民生活水平的提高, 人均住窑(房)面积由 1997 年的 16.2 m<sup>2</sup> 提高到 2004 年的 20.28 m<sup>2</sup>, 增长了 25.2%。从现有乡村聚落用地(不含乡镇驻地)来看, 榆阳区、

收稿日期: 2005-08-15

基金项目: 国家自然科学基金委员会、水利部黄河水利委员会黄河联合基金项目(50279019)

作者简介: 甘锐(1969—), 男(汉族), 陕西西安人, 硕士, 高级工程师, 从事 GIS 与国土资源、计算机应用研究工作。E-mail: ganrui@snnu.edu.cn。

绥德县、宝塔区,2002年分别达3 850.7,2 782.7,2 123.3 hm<sup>2</sup>,比1983年分别增加22.7%,24.7%,27.8%,增长较快。随着区域社会经济的发展,农村产业结构的调整,脱贫步伐的加快,乡村聚落建设将会进一步发展。

由于以往对乡村聚落及其建设中的水土保持认识不足,重视不够,因此在现有聚落及新聚落建设中,存在着严重的水土流失。随着大范围坡耕地退耕还林还草的实现,广大坡面、沟谷土壤侵蚀的减少,乡村聚落及其发展引起的土壤侵蚀问题将会更加突出。因此,从黄土高原丘陵区特殊的乡村聚落环境出发,无论是从当前或从发展趋势来看,深入研究,有效防治乡村聚落日益发展带来的土壤侵蚀,建设安全、和谐的生态型乡村聚落,减少入黄泥沙,是一个很有必要研究的新课题。近年来我们开展了乡村聚落的土壤侵蚀研究,以期引起有关方面重视,供研究和治理黄土高原水土流失以及新农村的规划建设时参考。

## 1 研究方法

乡村聚落土壤侵蚀,主要包括现有聚落不同用地类型的水力侵蚀,新建窑洞过程中的弃土堆积侵蚀和

聚落中各类塌窑形成的侵蚀等。为获得各种侵蚀的基本情况,采用的主要方法有:(1)设立定位观测点,对乡村聚落中的院落、户间道路、户间空地等不同用地类型的降雨径流、泥沙含量进行观测、采样和分析;(2)对新建及正在建设的窑洞聚落,实地调查其挖方量、垫方量与弃土量,并且根据弃土堆积的流失系数分析其流失量;(3)对发生的塌窑依据形态,实地调查原塌窑堆积量、现残留量、塌窑年限等,分析其年流失量。

## 2 结果与分析

### 2.1 现有乡村聚落土壤水力侵蚀效应

根据调查,陕北黄土丘陵区乡村聚落用地类型,主要包括供人畜使用的各种窑舍(房)用地,供人们歇息及晾晒物品的院落用地,户间道路用地,住户前后或户与户之间的户间空地(有的用作堆放杂物、菜地、牛羊猪圈等),这些不同用地类型在降雨时都可能产生一定的地表径流,形成土壤侵蚀。经2004年在榆林、绥德、延安设立定位观测点,对不同聚落用地类型水蚀情况进行观测,共采集径流泥沙样本90个,经室内分析其结果见表1。

表1 陕北乡村聚落土壤水蚀定位观测结果

观测地点	观测时间	降雨量/mm	户间道路			户间空地			院落			平均径流系数	平均侵蚀强度/(t km <sup>-2</sup> )
			径流系数	平均含沙量/(g L <sup>-1</sup> )	侵蚀强度/(t km <sup>-2</sup> )	径流系数	平均含沙量/(g L <sup>-1</sup> )	侵蚀强度/(t km <sup>-2</sup> )	径流系数	平均含沙量/(g L <sup>-1</sup> )	侵蚀强度/(t km <sup>-2</sup> )		
榆林王庄村	0616—0819	207.9	0.301	28.34	4 479.3	0.281	96.70	13 547.4	0.296	21.57	2 142.8	0.293	6 723.2
绥德雕三村	0629—1001	147.2	0.270	23.36	3 374.0	0.241	15.03	1 665.7	0.305	5.288	472.4	0.272	1 837.4
延安枣园村	0609—0917	262.1	0.598	72.56	14 190.8	0.310	45.89	5 406.4	0.411	26.48	3 630.0	0.440	7 742.4
平均			0.390	41.42	7 348.0	0.277	52.54	6 873.2	0.377	17.78	2 081.7	0.335	5 435.3

由表1可见:(1)榆林、绥德、延安3地乡村聚落平均径流系数分别为0.293,0.272,0.44,均大于延安以北榆林以南广大地区的平均径流系数(0.11~0.12),说明乡村聚落地面水的流失强度大于广大地区的平均流失强度,这与聚落的下垫面,特别是院落、道路、窑(屋)顶易于形成超渗产流有关。在不同地区径流系数中,延安明显大于北部榆林、绥德,这与南部降水量大于北部,北部地面比南部更干旱有关。说明乡村聚落地表径流的形成,不仅与具体的聚落土地利用有关,而且与区域自然环境差异也有一定关系。

(2)从3个观测点不同聚落同一用地类型的平均侵蚀强度来看,观测期间,户间道路为7 348 t/km<sup>2</sup>,户间空地为6 873.2 t/km<sup>2</sup>,院落为2 081.7 t/km<sup>2</sup>,说明户间道路和户间空地侵蚀强度大于院落侵

蚀强度。其原因是院落一般比较平坦,地表松散物质相对较少,而户间空地、户间道路相对坡度较大,且松散物质较多,易于形成侵蚀。

(3)从3个观测点不同聚落用地类型的侵蚀强度及聚落的平均侵蚀强度来看,榆林、延安均较大,而绥德明显偏小,其原因除各自的地面环境(如坡度、土壤容重等)、人为影响程度不同外,观测期间产流降雨量延安最多,为292.1 mm,且多雷阵雨。绥德降雨量最少,仅相当于延安的56.2%及榆林的70.8%,是重要的原因。

### 2.2 聚落建设中弃土堆积的土壤侵蚀效应

由于黄土丘陵区地面起伏多变,坡地多,平地少,在建筑各类窑洞或者平房时,一般都要经过切坡平整过程,先整修一片作为窑(房)和院落等使用的平坦宅

基地,因此要移动大量土方,除了部分利用以外,其它多倾倒在宅前斜坡或沟谷底,大量弃土在降雨时极易形成侵蚀。新建窑洞弃土及窑洞现状调查如表 2,表 3 所示。

表 2 新建窑洞(房)弃土调查

聚落名称	户数/ 户	建窑 时间/ a	窑洞数/ (孔,间)	宅基 面积/ m <sup>2</sup>	孔均宅 基面积/ m <sup>2</sup>	原地面 坡度/ (°)	移动 土方/ m <sup>3</sup>	孔均移 动土方/ m <sup>3</sup>	弃土 量/ m <sup>3</sup>	孔均弃 土量/ m <sup>3</sup>	土地 情况
庄库新村	25	2003	74	5 000	67.6	4°~5°	9 900	133.8	4 950	66.9	堆积沟坡
马家塬新村	58	2000	232	32 770	141.3	2°~3°	17 870	77	2 680	11.6	堆积梁面
董家湾	1	1998	4	320	80.0	13°~15°	320	80	160	40	堆积沟道
长乐村	44	2004	352	42 240	120.0	8°~15°	70 400	200	14 080	40	堆积斜坡
红旗沟	5	2003	14	784	56.0	10°~15°	980	70	490	35	堆积沟坡
红旗沟	5	1995	15	960	64.0	5°~30°	1 800	120	1 400	93.3	堆积沟道
上河大桥	18	2005	54	2 376	44.0	30°	9 029	167.2	2 257	41.8	堆积沟坡
合计	156		745	84 450			110 299		26 017		
平均					113.4			148.1		34.9	

注: 子长县; 榆阳区; 神木县; 延川县; 宅基面积及孔(间)均宅基面积,都含窑(房)与相应院落、道路面积在内;新建窑洞均为砖拱窑洞。

表 3 2004 年窑洞现状调查

调查地区	户数/ 户	现用窑洞				废弃窑洞				利用状况
		总数/ 孔	户均 (孔/户)	新建/ 孔	百分 比/%	总数/ 孔	户均 (孔/户)	新建/ 孔	百分 比/%	
元龙寺乡	305	935	3.1	447	47.8	112	0.37	33	29.5	
真武洞、王家湾	296	922	3.1	824	89.4	355	1.2	92	25.9	有 45 户整体搬迁
杨家园子、寺湾乡	105	293	2.8	234	79.9	96	0.91	38	39.6	有 40 户整体搬迁
余兴庄、鱼河镇	232	882	3.8	712	80.7	297	1.3	45	15.2	有 58 户整体搬迁
槐树岔	22	67	3.1	64	95.5	45	2.1	33	73.3	
合计	960	3099		2281		860		244		
平均			3.2		73.6		0.9		28.4	

注: 宝塔区; 安塞县; 子长县; 榆阳区; 子洲县; 新建及废弃窑洞为 1995 年以来的统计数据。

(1) 在新建乡村聚落过程中,修建 1 孔窑洞或平房(包括相应的院落、道路等)由于切坡平基等平均移动土方为 148.1 m<sup>3</sup>,除大部分用于院落、道路的垫方外,平均每孔(间)弃土为 34.9 m<sup>3</sup>,相当于动土量的 23.6%。可见在黄土丘陵区新聚落建设中,动土量与弃土量均较大。这些弃土多堆放在宅前斜坡、沟道或空地上,为流水、风力等营力的侵蚀搬运创造了有利的条件。

(2) 由于区域经济的发展,广大群众需要改善居住条件,或者生态移民的需要,因此新建聚落不断增加,据对 960 户农户的调查,近 20 a 来,新建窑洞(平房)2 281 孔(间),占现用窑(房)3 099 孔(间)的 73.6%(表 4),平均每户新建窑(房)2.4 孔(间)。如果以此类推,延安以北黄土丘陵区现有农户约 95 万户,近 20 a 新建窑洞(房)约 228 万孔(间),移动土方

达 3.38 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,弃土 7.96 × 10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>。

(3) 采用松散堆积土体的平均流失系数 0.065(表 5),则延安以北黄土丘陵区每年新建乡村聚落过程中弃土流失量为:总弃土量 × 流失系数,即:

$$\begin{aligned} \text{弃土年流失量} &= 7.96 \times 10^7 \text{ m}^3 \times 0.065 \\ &= 5.17 \times 10^6 \text{ m}^3 (\text{合 } 7.76 \times 10^6 \text{ t}) \end{aligned}$$

### 2.3 窑洞(房)坍塌的土壤侵蚀效应

因建窑(房)过程中大多需要“切坡”以增加宅基平面面积,但许多地方因切坡破坏了原始坡面的稳定性,致使宅基后坡发生崩塌、滑坡,也有因选址不当、建筑技术不合理等使窑(房)自身坍塌,或者废弃窑洞无人管理维修,逐渐崩塌。塌窑不仅造成生命财产的损失,还会形成大量松散堆积,促进土壤侵蚀。根据对 102 孔塌窑的实地调查、量测与访问,其原崩塌体、残留体、年流失量如表 4 所示。

表4 塌窑土壤侵蚀效应调查

县区	调查塌窑 数量/孔	原崩塌土体/ m <sup>3</sup>	残留体/ m <sup>3</sup>	流失量/ m <sup>3</sup>	年均流失量/ (m <sup>3</sup> a <sup>-1</sup> )	孔均年流失 量 [m <sup>3</sup> / (孔 a)]	平均 流失系数
榆阳	5	941.0	298.0	643.0	81.1	16.2	0.086
子洲	30	21 155.0	13 609.0	7 546.0	1 917.0	63.9	0.091
子长	45	38 038.9	22 513.0	15 525.9	1 559.6	34.7	0.041
延川	6	9 588.0	4 035.0	5 553.0	793.3	132.2	0.083
安塞	16	2 590.5	710.6	1 879.9	368.6	23.0	0.142
合计	102	72 313.4	41 165.6	31 147.8	4 719.2		
平均						46.3	0.065

注: 原崩塌土体依据原坡面崩塌壁空间量测计算而来; 年流失量 = (原崩塌体 - 残留体) / 年限(调查年 - 崩塌发生年); 流失系数 = 年均流失量 / 原崩塌土体量。

由表4可以看出,窑洞坍塌形成的侵蚀量和流失系数均较大,在调查的102孔塌窑总数中,平均每年流失4 719.2 m<sup>3</sup> (7 078.8 t)的土体,每孔塌窑年流失46.3 m<sup>3</sup> (69.5 t)的土体,其流失系数最大为0.142,最小为0.041,平均为0.065。塌窑在黄土丘陵区比较常见,由表3可以看出,在被调查的960户中近20 a废弃窑洞约户均1孔,其中已发生塌窑的占废弃窑洞的28.4%,如果以此为基数,陕北延安以北丘陵区,现有农户约9.50 × 10<sup>5</sup>户,则:

$$\begin{aligned} \text{塌窑总数} &= \text{废弃窑洞数} \times \text{塌窑比例} \\ &= 9.50 \times 10^5 \text{孔} \times 28.4\% \\ &= 2.70 \times 10^5 \text{孔} \\ \text{年流失量} &= \text{塌窑数量} \times \text{孔均年流失量} \\ &= 2.70 \times 10^5 \text{孔} \times 46.3 \text{ m}^3 / (\text{孔 a}) \\ &= 1.25 \times 10^7 \text{ m}^3 / \text{a} (1.87 \times 10^7 \text{ t/a}) \end{aligned}$$

由此可见,仅由于塌窑在陕北延安以北丘陵区,每年可形成1.87 × 10<sup>7</sup> t的泥土流失,整个黄土高原丘陵区因塌窑形成的土壤流失就更大了。

### 3 防治对策

#### 3.1 广泛宣传,提高认识,加强法制

由于乡村聚落土壤侵蚀是一种“点状”分布,比较分散,它不像广大的坡面土壤侵蚀,连成一片,因此,引不起人们的注意,群众也习以为常,同时乡村聚落建设一般为农户个体行为,投资规模较小,不像工矿企业建设投资多,规模大,因而,执法单位对工矿企业建设中的水土保持比较重视,对乡村聚落及其建设中引起的水土流失很少过问。但应该看到,乡村聚落土壤侵蚀既有现有聚落的水蚀,也有建设中的弃土侵蚀,还有塌窑松散堆积物的侵蚀,形式多样,面小点多,大量调查与观测已经说明侵蚀比较严重。因此,应该广泛宣传,提高对农村聚落及建设过程中水土保持重要性的认识,使农民自觉地加强乡村聚落水土保

持工作,执法部门也应把监督农村聚落建设中的水土保持纳入自己的工作范围,执行有关“谁破坏谁治理”的规定。

#### 3.2 加强新建聚落的合理规划与布局

以往因乡村聚落建设缺乏合理规划与布局,是形成聚落土壤侵蚀的重要因素之一。例如选址不当会增大动土量与弃土量,甚至引起坡面崩塌、滑坡,形成塌窑侵蚀;不经统一规划,道路、窑舍布局不合理,不仅多占土地,增加对原始地面的破坏,且缺少必要的水土保持措施。因此,从建设生态型新农村出发,各地应有乡村聚落发展建设规划。对新建聚落地址、窑舍结构、面积大小、道路建设、饮水排水系统、公共场所等建设,以及相应的水土保持措施布设和要求,作出规划,逐步实施,为做好新聚落建设中的水土保持打下良好的基础。

#### 3.3 新建聚落过程中,要充分利用动土,合理堆放弃土

为前所述,乡村聚落建设过程中的大量弃土,由于多任意堆放在斜坡、沟道、河道,且不加任何防冲保护措施,极易被流水侵蚀搬运,因此,防治新建聚落过程中的弃土侵蚀,至关重要。首先,尽量减少动土量及弃土量,要充分利用动土,例如覆土造田、填洼垫低,扩大院落等;其次,对于弃土堆积要选择不易产生流失的地面,例如凹地及平缓地面,不能倾倒在易于流失的斜坡及沟道;第三,对堆放的弃土要有一定的防蚀措施,例如进行平整,修建挡土墙或地埂,以及采用植物保护措施等。

#### 3.4 因地制宜开展现有聚落的水土保持工作

对现有乡村聚落的水土流失,应按照因地制宜,因害设防的原则,进行针对性的防治。首先,在户间空地、道路两侧、宅基周围广泛种树、种草、种花,既保持水土,又绿化美化环境;其次,硬化院落、户间道路,增加地面抗蚀性;第三,修建必要的排水渠道以及水窑、涝地等,减少地表径流对路面、坡面的侵蚀,所积

蓄的雨水还可灌溉小片菜地、花木等,使排(水)、蓄(水)、用(水)相结合,变害为利。

### 3.5 加强对危及聚落安全的大型滑坡、崩塌的防治

对因聚落建设而可能引发的大型滑坡、崩塌,要防患于未然,加强监测,防止带来生命财产的损失。大型滑塌往往可以产生数千立方米甚至几万立方米的滑塌体,极易被流水侵蚀。因此如有大型聚落塌窑发生,地方政府应组织有关群众,及时对滑塌体采取工程措施(挡土墙、排水渠、平整堆积体等)及植物措施,防止大量土体流失。同时,对有可能发生塌窑的聚落应加强监测,及早采取预防措施。

## 4 结 论

(1) 通过 2004 年 6—10 月,在黄土丘陵区对降雨引起的乡村聚落土壤侵蚀的定位观测,不仅说明乡村聚落易于产生地表径流,形成水土流失,而且显示了乡村聚落的平均水蚀强度达  $5\,434.3\text{ t/km}^2$ ,其中户间道路、户间空地、庭院的平均侵蚀强度分别达  $7\,348.6\,873.2\,2\,081.7\text{ t/km}^2$ 。除庭院属轻度级侵蚀外,其它已达强度级侵蚀,而且延安的户间道路( $14\,190.8\text{ t/km}^2$ )、榆林的户间空地( $13\,547.4\text{ t/km}^2$ ),已达极强度级侵蚀。同时大量实地调查表明,新建 1 孔(间)窑(房)平均弃土  $34.9\text{ m}^3$ ,相当于动土量的 29.6%,塌窑堆积物平均每孔年流失泥沙  $46.3\text{ m}^3$ ,因此无论是从减少入黄泥沙或是以改善人居环境来看,对黄土高原乡村聚落的土壤侵蚀问题不可忽视,应加强研究与防治。

(2) 基于在相似情况下(降雨等),具有一定坡度的土质户间道路和植被覆盖度较小的户间斜坡空地,

水力侵蚀强烈,新建聚落过程中的弃土堆积量、流失量较大,以及黄土丘陵区地面起伏多变,物质疏松等特点,因此防治乡村聚落土壤侵蚀的重点,应该是户间道路、户间空地以及新建聚落过程中的弃土侵蚀。

(3) 乡村聚落土壤侵蚀的防治,应在提高认识的基础上,贯彻因地制宜,因害设防,突出重点的原则。同时要加强对新聚落建设的规划与布局工作,为今后防治聚落土壤侵蚀打下良好的基础。

### [参 考 文 献]

- [1] 甘枝茂. 延安、榆林黄土丘陵区乡村聚落土地利用研究[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(4): 101—104.
- [2] 王玉宽, 王占礼, 周佩华. 黄土高原坡面降雨产流过程的试验分析[J]. 水土保持学报, 1991, 5(2): 25—31.
- [3] 贺秀斌. 黄土高原不同时间尺度上土壤侵蚀发生强度初步研究[J]. 水土保持学报, 1995, 9(1): 71—76.
- [4] 刘元保, 唐克丽, 查轩, 等. 坡耕地不同地面覆盖的水土流失试验研究[J]. 水土保持学报, 1990, 4(1): 25—29.
- [5] 郑粉丽, 唐克丽, 周佩华. 坡耕地细沟侵蚀的发生发展和防治途径的探讨[J]. 水土保持学报, 1987, 1(1): 36—48.
- [6] 唐克丽. 中国水土保持[M]. 北京: 科学出版社, 2004. 30—190.
- [7] 向立, 周新奇. 在四化建设中人为水土流失的类型[J]. 水土保持通报, 1987, 7(4): 48—53.
- [8] 王廷玉, 张国宁. 陕西省新水土流失的成因及其防治对策[J]. 水土保持学报, 1988, 2(3): 74—80.
- [9] 甘枝茂. 陕北黄土丘陵区乡村聚落土壤水蚀观测分析[J]. 地理学报, 2005, 60(3): 519—525.
- [10] 孙虎, 甘枝茂. 人为弃土的堆积与侵蚀过程的初步研究[J]. 西北地质, 1998(1): 61—65.
- [11] 山仑, 张岁歧. 节水农业及其生物学基础[J]. 水土保持研究, 1999, 6(1): 2—6.
- [12] 邓西平. 渭北地区冬小麦的有限灌溉与水分利用研究[J]. 水土保持研究, 1999, 6(1): 41—46.
- [13] 杨文治, 邵明安. 黄土高原土壤水分研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2000. 173—184.
- [14] 史鉴. 对陕西省节水灌溉发展思路的探讨[J]. 水利水电技术, 2001, 32: 65—67.

(上接第 90 页)

- [5] 苏人琼. 黄土高原地区水资源问题及其对策[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1990. 332—347.
- [6] 刘红, 曹振宇, 夏春风. 浅谈建设节水型灌区的主要措施[J]. 水利科技与经济, 2003, (9): 311—312.
- [7] 李佩成, 刘俊民, 魏晓妹, 等. 黄土塬灌区三水转化机理及调控研究[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1999. 11—12.