

陕北多沙粗沙区乡村聚落土壤侵蚀的典型流域调查与估算^{*}

——以碾庄沟流域为例

岳大鹏, 董美云

(陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 随着乡村聚落的发展, 陕北多沙粗沙区乡村聚落土壤侵蚀的严重性已经凸显。以碾庄沟流域为例, 研究了乡村聚落土壤侵蚀方式, 并对侵蚀总量进行了估算。结果显示: 从乡村聚落土壤侵蚀的主要方式来看, 以新建窑洞的弃土侵蚀最大, 窑洞坍塌侵蚀次之, 聚落水侵蚀量最小, 其中坍塌侵蚀和建窑侵蚀两项合计占到乡村聚落土壤侵蚀总量的 94.6%; 从乡村聚落的侵蚀总量来看, 面积占 1.08% 的乡村聚落产生的侵蚀量却占到全流域侵蚀总量的 6.83%, 人居侵蚀模数达 6.3 万 $t/(km^2 \cdot a)$ 或 8.18 $t/(人 \cdot a)$ 。因此, 对乡村聚落土壤侵蚀应加以重视, 而土壤侵蚀的防治工作应该以新建窑洞的管理和废弃窑洞坍塌的治理为重点。

关键词: 陕北多沙粗沙区; 碾庄沟流域; 乡村聚落; 土壤侵蚀; 人居侵蚀模数

中图分类号: S157 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2010)01-0059-05

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, 包括榆林市的 12 个县区和延安北部 7 个县。核心区域面积为 43 548 km^2 , 占黄河中游多沙粗沙区总面积 7.86 万 km^2 的 55.4%, 水土流失严重, 年产沙量为 3.1 亿 t , 占到黄河全年产沙量的 18.2%^[1]。近年来, 随着对坡面、沟谷地带水土流失的治理, 乡村面貌整体上发生了改变, 但是乡村聚落内部的土壤侵蚀严重性日益凸显, 这与当地地貌、气候、地质等自然条件以及当地居民独特的生产、生活方式有密切联系。黄土高原乡村聚落用地类型主要有窑洞(房屋)用地、庭院用地、户间空地及户间道路用地等, 它们受人为影响程度大, 形成了特殊的侵蚀环境。有关乡村聚落土壤侵蚀研究, 甘枝茂、岳大鹏等已进行了系列研究, 指出陕北黄土高原乡村聚落中存在着严重的水土流失^[1-8], 但在一个流域内侵蚀方式和总量估算尚未涉及。本文通过实地调查和小区观测, 对延河支流碾庄沟流域乡村聚落部分土壤侵蚀的总量进行了估算, 为有效控制流域内乡村聚落的土壤侵蚀提供了依据。

1 碾庄沟流域概况

碾庄沟位于陕北多沙粗沙区南部的延安市宝塔区中北部, 为延河一级支流, 流域面积 54.2 km^2 , 水土流失面积 54.2 km^2 。地貌形态为黄土塬居于主导地位的黄土梁峁状丘陵, 属暖温带半湿润半干旱地区, 多年平均年降水量 527 mm, 降水多以暴雨形式出现。流域内多年平均侵蚀模数 1.0 万 t/km^2 , 年均输沙量 54.2 万 t , 年均径流模数 3.3 万 m^3/km^2 , 年均径流量 178.9 万 m^3 。在行政上, 碾庄沟流域属延安市宝塔区李渠镇管辖, 是宝塔区政府的一个小流域治理试点流域。有 17 个行政村, 21 个自然村, 总户数 1 083 户, 总人口 4 561 人, 农村人口密度 84 人/ km^2 , 人均土地 1.2 hm^2 。

2 碾庄沟流域乡村聚落土壤侵蚀方式与总量估算

2004 年 7 月—2007 年 10 月我们在碾庄沟流域进行了多次调查, 发现产生乡村聚落土壤侵蚀的主要方式是现有聚落水蚀、废弃院落的坍塌侵蚀

^{*} 收稿日期: 2009-07-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(50279019); 水利部黄河水利委员会黄河联合研究基金项目(50279019)

作者简介: 岳大鹏(1964-), 男, 陕西兴平人, 副教授, 主要从事自然地理、土壤侵蚀、资源与环境方面的研究。

E-mail: yuedp@snnu.edu.cn

和新建聚落(窑洞)的弃土侵蚀。并对聚落用地类型、聚落内总户数、户均占地面积、新建窑洞的数量与比例,废弃窑洞的比例等进行了调查,调查结果见表1。

表1 碾庄沟流域聚落与土壤侵蚀情况调查结果

项目	结果	项目	结果
总户数/户	1 083	总人数/人	4 561
窑舍	152.8	窑洞废弃率/%	15
户均 庭院	218.1	塌窑占废弃窑洞比例/%	30
占地 户间道路	26.1	新建窑洞比例/%	85
/m ² 户间空地	75.1	户均窑洞/孔	4
合计	472.1	每孔窑洞占地/m ²	38.2

表2 2005年延安碾庄沟径流泥沙观测结果汇总表

样品 序号	采样 日期 (月-日)	降雨量 /mm	降雨 历时 /h	户间道路(36 m ²)				户间空地(72.8 m ²)				庭院(51.4 m ²)			
				径流量 /m ³	径流 系数	泥沙 含量 /(g/l)	侵蚀 强度 /(t/km ²)	径流量 /m ³	径流 系数	泥沙 含量 /(g/l)	侵蚀 强度 /(t/km ²)	径流量 /m ³	径流 系数	泥沙 含量 /(g/l)	侵蚀 强度 /(t/km ²)
1	06-29	21.2	1.5	0.47	0.616	22.5	293.8	0.55	0.350	11.4	86.1	0.25	0.230	11.0	535.0
2	07-02	75.7	19.6	1.34	0.492	16.7	621.6	1.05	0.191	208.4	3 005.8	1.92	0.493	14.0	523.0
3	07-26	53.2	14.3	0.98	0.512	16.6	451.9	0.87	0.225	39.0	466.1	0.81	0.296	9.5	149.7
4	07-30	141.8	37.2	1.18	0.231	24.9	816.2	0.92	0.089	16.7	211.0	0.85	0.117	52.5	868.2
5	08-06	41	7	0.89	0.603	37.2	919.7	0.79	0.265	34.9	378.7	0.74	0.351	33.6	483.7
6	08-12	7.9	7.2	0.045	0.158	47.7	59.6	0.025	0.044	25.4	8.7	0.034	0.084	7.2	48
7	08-14	5.1	1.8	0.056	0.305	9.8	15.2	0.039	0.105	28.5	15.3	0.048	0.183	41.0	38.3
8	08-26	41	26	0.9	0.610	17.0	425	0.82	0.275	25.2	283.9	0.80	0.380	8.8	137.0
9	09-29	43.9	23.5	1.05	0.664	26.2	764.2	1.10	0.344	287.6	4 345.6	0.98	0.434	1.5	26.8
合计		430.8		6.911	4.191	218.6	4 367.2	6.164	1.894	677.1	8 801.2	6.492	2.568	179.1	2 811.5

备注: 6月29日前及9月29日后,均未产流。

碾庄沟流域乡村聚落用地类型有窑舍、庭院、户间道路、户间空地,由于窑舍的水蚀强度难以测定但又不能忽略不计,此处只对庭院、户间道路和空地的侵蚀强度进行了测定,本文以测定值的平均值来估算碾庄沟流域水蚀平均侵蚀模数。所以碾庄沟流域乡村聚落的平均水蚀强度可以用公式(1)进行计算:

$$E_{js} = (E_{ds} \times S_{jd} + E_{hs} \times S_{jk} + E_{ts} \times S_{jt}) / (S_{jd} + S_{jk} + S_{jt}),$$
(1)

式中: E_{ds} 、 E_{hs} 、 E_{ts} 分别为户间道路水蚀强度、户间空地水蚀强度、庭院水蚀强度,单位是 $t/(km^2 \cdot a)$; S_{jd} 、 S_{jk} 、 S_{jt} 分别为户均道路占地面积、户均空地占地总面积、户均庭院占地面积,单位为 m^2 或 km^2 。

根据调查结果和测定值,碾庄沟流域平均水蚀强度为: $4\,347.5\,t/(km^2 \cdot a)$ 。

(2) 总水蚀量(W_s)的估算

2.1 乡村聚落水蚀估算

(1) 现有聚落水蚀的观测与水蚀强度的确定

2004年,我们在碾庄沟流域碾庄村建立了聚落水蚀观测站,观测站位于碾庄沟坡麓台地上,分别设立庭院、户间道路与户间空地观测小区,每个小区基本上保持了地面原状,其范围与面积大小,按易于汇流的自然地面而定,为非规则形状。2005年6-10月对9次产沙降水的水沙进行观测、采样,然后进行室内称重和粒度分析,得到碾庄村的水蚀情况(表2)。

按照下列公式计算:

$$W_s = N \times S_{hj} \times E_{js},$$
(2)

式中: W_s 为水蚀量(t/a), N 为碾庄沟流域乡村聚落现有户数, S_{hj} 为户均占地面积(km^2), E_{js} 为年平均水蚀模数($t/(km^2 \cdot a)$)。

经计算,碾庄沟流域乡村聚落年水蚀量为 $2\,223\,t/a$, 占流域侵蚀量的 0.37% 。

2.2 窑洞坍塌(塌窑)侵蚀量的估算

(1) 坍塌窑洞的估算

据调查,碾庄沟流域总户数为1 083户,户均窑洞数为4孔(3孔住人,1孔堆放杂物或作为牲畜圈舍),则流域内窑洞总数约为4 332孔。而坍塌的窑洞约占废弃窑洞的30%(表1),依此推算,全流域大致有195孔窑洞坍塌。

(2) 土壤容重的确定

碾庄村位于碾庄沟的中心位置,最能代表碾

庄沟流域土壤容重的平均值。2004 年 7 - 10 月我们在碾庄村采样, 经测定, 不同用地类型土壤容重平均值为: 户间道路为 1.89 t/m^3 , 庭院为 1.79 t/m^3 , 户间空地为 1.4 t/m^3 。户间道路和庭院经过人工夯实或踩踏, 土壤紧实, 土壤容重较户间空地大。而塌窑所产生的崩塌体和建窑时的弃土质疏松, 孔隙度较大, 其土壤容重与户间空地更接近。所以本文的土壤容重采用碾庄村户间空地土壤容重的平均值。即土壤容重为 1.40 t/m^3 。

(3) 塌窑侵蚀强度的确定

塌窑侵蚀在不同地区差异比较大, 因此为尽量准确, 选陕北全区的数据加以分析。对陕北全区(安塞县、延川县、子长县、榆阳区、子洲县)共 32 户、102 孔塌窑进行了实地调查测量, 内容包括塌窑孔数、建窑时间、塌窑时间、垮塌年限、崩塌体积、残留量、流失量等。结果显示: 陕北全区窑洞坍塌侵蚀量平均为 $46.3 \text{ m}^3/(\text{孔} \cdot \text{a})$ 。根据土壤容重和每孔窑洞占地面积 (38.2 m^2), 计算出单位面积年侵蚀量(侵蚀模数)为: $169.7 \text{ 万 t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$; 塌窑占地面积 = $38.2 \text{ m}^2/\text{孔} \times 195 \text{ 孔} = 7\,449 \text{ km}^2$ 。

表 3 陕北黄土高原碾庄沟流域新建窑洞侵蚀量调查表										
村名	窑洞类型	数量	座落	动土量 /m ³	弃土量 /m ³	每孔动土量 /(m ³ /孔)	每孔弃土量 /(m ³ /孔)	弃土 系数*	每孔年流失量 /m ³ /(孔·a)	弃土流失 系数**
沟口	砖平楼	12	坡麓	2 560	1 792	213.3	149.3	0.7	22.395	0.15
碾庄村	砖砌窑	9	坡麓	600	480	66.7	53.4	0.8	8.01	0.15
公路边	砖平楼	8	坡麓	576	460.8	72	57.6	0.8	8.64	0.15
平均				1 3114	9 209.9	117.3	86.77	0.77	13	0.15

注: * 弃土系数 = 弃土量/动土量; ** 弃土流失系数 = 年流失量/弃土量

(3) 弃土年流失量(侵蚀量)的确定

在碾庄沟流域的三个样本平均值为 $13 \text{ m}^3/(\text{孔} \cdot \text{a})$ (表 3), 即每孔新建窑洞的年平均侵蚀量为 $13 \text{ m}^3/(\text{孔} \cdot \text{a})$ 。换算成单位面积的新建窑洞平均年侵蚀量(t/km^2): 每孔窑洞平均占地 38.2 m^2 , 新建窑洞占地总面积 = $38.2 \text{ m}^2/\text{孔} \times 1\,233.5 \text{ 孔} = 4.7 \text{ 万 m}^2$; 单位面积年侵蚀量为: $47.6 \text{ 万 t}/\text{km}^2$ 。

(4) 新建窑洞年侵蚀量的估算

新建窑洞年侵蚀量 W_x 可以依下列公式计算:

$$W_x = N_x \times E_{qm} \times d, \tag{4}$$

式中: W_x 为新建窑洞年侵蚀量(t/a); N_x 为每年

(4) 塌窑侵蚀量的估算

塌窑侵蚀量 W_t 依据下列公式计算:

$$W_t = N_t \times E_{tm} \times d, \tag{3}$$

式中: N_t 、 E_{tm} 、 d 分别为塌窑孔数(孔)、每孔塌窑的年侵蚀量($\text{m}^3/(\text{孔} \cdot \text{a})$)、土壤容重(t/m^3)。

经计算, 碾庄沟流域窑洞坍塌的总侵蚀量为 $1.3 \text{ 万 t}/\text{a}$, 占流域平均侵蚀量的 2.4% 。

2.3 新建窑洞侵蚀量的估算

(1) 新建窑洞数的估算

据调查, 碾庄沟流域新建房屋的户数平均占到村庄户数的 85% 。那么近 20 年来全流域就有新建窑洞 3 682 孔。

(2) 每年参与弃土侵蚀的新建窑洞数的估算

20 年所建的窑洞是逐年建成的, 虽然近几年新建窑洞的速度比 20 世纪 80 年代初要快, 但平均计算, 每年也有新建窑洞 184.1 孔。然而, 参与弃土侵蚀的新建窑洞不只是一年修建的窑洞, 也应包括前几年修建的。据调查, 碾庄流域弃土流失系数为 0.15 (表 3), 也就是说修建新窑产生的弃土量, 平均在大约 6.7 年的时间侵蚀掉, 因此现在每年实际参与弃土侵蚀的新建窑洞数, 应为 $184.1 \text{ 孔}/\text{a} \times 6.7\text{a} = 1\,233.5 \text{ 孔}$ 。

参与弃土侵蚀的新建窑洞的数量(孔); E_{qm} 为每孔新建窑洞的年平均侵蚀量($\text{m}^3/(\text{孔} \cdot \text{a})$); d 为土壤容重(t/m^3)。

经计算, 碾庄沟流域新建窑洞侵蚀量为 2.2 万 t , 占全流域侵蚀量的 4.06% 。

2.4 总侵蚀量和人居侵蚀模数的估算

2.4.1 总侵蚀量的估算

总侵蚀量(W)是水蚀量、塌窑侵蚀量、建窑侵蚀量三项的和, 即:

$$W = W_s + W_t + W_x. \tag{5}$$

经计算, 碾庄沟流域乡村聚落的年侵蚀总量为 3.7 万 t , 约占全流域的 6.83% 。上述计算结果的汇总表, 如表 4。

表 4 碾庄沟流域乡村聚落侵蚀量估算结果汇总表				
侵蚀方式	侵蚀强度/(万 t/(km ² ·a))	年侵蚀量/(万 t/a)	占聚落侵蚀比例/%	占全流域比例/%
水蚀	0.43	0.2	5.4	0.37
塌窑侵蚀	169.7	1.3	35.1	2.4
建窑侵蚀	47.6	2.2	59.5	4.06
合计	—	3.7	100	6.83

2.4.2 人居侵蚀模数的估算

人居侵蚀模数是指单位面积聚落(包括乡村聚落和城镇聚落)所产生的土壤侵蚀量或人均侵蚀量,它综合反映了人类居住环境中人类活动所产生土壤侵蚀的强弱。在黄土丘陵区,乡村聚落中产生的人居侵蚀模数较大,这与本区聚落水蚀、废弃窑洞坍塌(塌窑侵蚀)、聚落新建窑洞开挖弃土侵蚀量较大有关。裴新富等认为^[9],黄土丘陵区的人居侵蚀影响到窑洞民居类型、建筑形式、住房水平、再塑地类面积大小以及防护措施布设状况,进而影响下垫面条件、地表径流水沙状况,决定了土壤侵蚀效应大小。

(1) 聚落占地总面积的确定

通过调查,碾庄沟流域户均占地面积平均为 472.1 m²,现住户数为 1 083 户,整个流域现住聚落占地面积约为 0.511 3 km²;此外,该流域目前有大约 15% 的住户废弃了原有聚落或者窑洞,废弃窑洞聚落的占地面积应为现有聚落面积的 15%,即 0.076 7 km²。

这样,碾庄沟流域乡村聚落总面积合计为 0.588 km²,占整个流域面积的 1.08%,比延安市统计的平均农村居民点用地的比例稍大(延安市平均为 0.78 km²^[10])。

(2) 人居侵蚀模数的估算

单位面积平均每年的土壤侵蚀量:

$$R_a = W/S,$$

(6)

平均每人每年的土壤侵蚀量:

$$R_m = W/N_r,$$

(7)

式中:W 为总侵蚀量(t/a),S 为碾庄沟流域乡村聚落的占地面积(km²),N_r 为碾庄沟聚落的总人数,计算所得碾庄沟流域的人居侵蚀模数为 6.3 万 t/(km²·a)或 8.18 t/(人·a)。

3 结论分析

(1) 从土壤侵蚀的主要方式来看,碾庄沟流域乡村聚落以新建窑洞的弃土侵蚀最大,其年侵蚀

量达到 2.2 万 t/a,占乡村聚落土壤侵蚀总量的 59.5%;窑洞坍塌侵蚀次之,达到 1.3 万 t/a,占乡村聚落土壤侵蚀总量的 35.1%;聚落水蚀侵蚀量最小,为 2 223 t/a,仅占 5.4%,其中塌窑侵蚀和建窑侵蚀两项合计占到乡村聚落土壤侵蚀总量的 94.6%,成为乡村聚落土壤侵蚀的最主要表现。

(2) 从年侵蚀总量来看,碾庄沟流域乡村聚落产生的年侵蚀总量为 3.7 万 t/a,占到整个碾庄沟流域年侵蚀量的 6.83%;而其聚落占地(包括废弃聚落)0.588 km²,占到全流域的 1.08%。也就是说,面积占 1.08% 的乡村聚落产生的侵蚀量却占到全流域侵蚀总量的 6.83%。如果把这么多的侵蚀量平均分配到乡村聚落里,可以使乡村聚落的人居侵蚀模数达到 6.3 万 t/(km²·a)或 8.18 t/(人·a),达到剧烈侵蚀。依此推算,整个陕北多沙粗沙区乡村聚落总侵蚀量可以达到 0.28 亿 t/a,占陕北多沙粗沙区年输沙量的 9%。这不能不引起人们的高度重视。建议有关部门把防止乡村聚落土壤侵蚀纳入防治工作的议程。

(3) 对碾庄沟流域的研究表明,乡村聚落土壤侵蚀的防治工作应该以新建窑洞的管理和废弃窑洞坍塌的治理为重点,通过各级部门的大力协助,把聚落建设、乡村规划与水土保持工作密切结合起来,再造一个美好的生存环境。

参考文献:

[1] 甘锐,岳大鹏,甘枝茂,等. 陕北多沙粗沙区乡村聚落土壤侵蚀及防治对策[J]. 水土保持通报,2006,26(4): 96-100.

[2] 甘枝茂,岳大鹏,甘锐,等. 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.

[3] 岳大鹏,甘枝茂,甘锐,等. 陕北黄土高原多沙粗沙区乡村聚落土壤水蚀定位观测研究[J]. 干旱区资源与环境,2005,19(6): 142-146.

[4] 岳大鹏,甘枝茂. 陕北典型地区乡村聚落水蚀泥沙规律的初步研究[J]. 地域研究与开发,2008,27(3): 88-93.

[5] 岳大鹏. 陕北黄土高原多沙粗沙区乡村聚落发展与土壤侵蚀研究[D]. 西安: 陕西师范大学,2005.

[6] 甘枝茂,桑广书,甘锐,等. 晚全新世渭河西安段河道变迁与土壤侵蚀[J]. 水土保持学报,2002,16(2): 129-132.

[7] 查小春,甘枝茂. 陕北多沙粗沙区乡村聚落土壤侵蚀研究[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(5): 112-115.

[8] 吴成基,甘枝茂,严艳. 陕北黄土丘陵区窑洞侵蚀产沙分析[J]. 干旱区资源与环境,2006,20(1): 151-155.

[9] 裴新富. 陕北多沙粗沙区乡村聚落窑洞民居土壤侵蚀效应及防治对策研究[D]. 西安: 陕西师范大学,2005.

[10] 延安地区计划委员会. 延安地区国土资源[M]. 西安: 陕西人民出版社,1989: 45-52.

Investigation and Estimation of Soil Erosion of Rural Settlements in
Abundant and Coarse Sediment Area of North Shaanxi
——An Example in Nianzhuanggou River Basin

Yue Dapeng and Dong Meiyun

(College of Tourism and Environmental Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: With development of the rural settlement, soil erosion becomes more and more serious in Abundant and Coarse Sediment Area of North Shaanxi. Taking Nianzhuanggou reaches as an example, the soil erosion patterns are studied and amount of soil erosion is evaluated in this paper. The results indicate that in view of main soil erosion patterns in rural settlements, the amount of soil erosion due to construction of new caves is the greatest, erosion amount due to cave collapse takes second place and the amount of water erosion is the least. The former two are the main soil erosion patterns, accounting for 94.6% of the total amount of rural settlement erosion. In view of the total erosion amount of rural settlements, the amount of soil erosion resulted by the rural settlements which possesses only 1.08% of the area of the whole Nianzhuanggou river basin accounts for 6.83% of the total erosion of the whole area. The living environment erosion modulus reaches 63 thousand tons per square kilometer per year or 8.18 tons per year per person. Therefore, attention must be paid to the soil erosion in rural settlements. The efforts for soil erosion prevention should be focused on the management of cave construction and proper treatment of abandoned and collapsed caves.

Key words: abundant and coarse sediment area of north Shaanxi; Nianzhuanggou river basin; rural settlements; soil erosion; living environment erosion modulus

(上接第 44 页)

Characteristic Analysis of Precipitation and Temperature Trend in
Yunnan Province in Recent 46 Years

Liu Yu¹, Zhao Erxu², Huang Wei¹, Zhou Jianqin¹ and Ju Jianhua³

(1. Climate Center of Yunnan, Kunming 650034, China; 2. Meteorological Science and Technology Services Center of Yunnan, Kunming 650034, China, 3 Yunnan Provincial Meteorological Bureau, Kunming 650034, China)

Abstract: Using the latest data of precipitation and temperature in Yunnan in the period from 1961 to 2007, their linear variation and mutations are analyzed. The results indicate that the average annual precipitation in Yunnan in recent 46 years tends to decrease. In particular, the summer precipitation decreases obviously, with a decreasing rate of 4.5 mm/10a. The summer precipitation abruptly decreased around 1971. From the seasonal variation of precipitation and the statistical results of precipitation anomalies, the mean precipitation in rainy seasons in Yunnan tends to decrease, however the average precipitation in dry seasons tends to increase. From the perspective of geographical distribution of precipitation, the precipitation in southern Yunnan shows a gradual decrease trend. But the precipitation in central Yunnan indicates a trend of gradual decrease and then increase. The precipitation in northwest Yunnan tends to slightly increase. In northeast Yunnan, precipitation shows a clear decreasing trend. In recent 46 years, the annual mean temperature in Yunnan is increasing. The characteristics of seasonal temperature variation and the statistical results of temperature anomalies show that the temperatures in all the four seasons obviously increase, especially the winter temperature, which increases the most obviously with an increasing rate of 0.27℃/10a. A mutation of winter average temperature from cold to warm occurred in 1995. The warming trend in central and eastern Yunnan is clear. The temperature in western Yunnan also tends to get warm.

Key words: Yunnan; precipitation; temperature; trend; characteristics