

清末民初人类活动对东川森林破坏的定量评估

周麟

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所,四川成都610041)

摘要:对云南东川清代民初“土法炼铜”、农业垦殖和薪炭利用三种主要人类活动对森林植被的破坏作用大小首次进行了定量估算,在方法上充分考虑了森林植被的自我恢复能力和演替速率,因此对清末民初东川三种主要人类活动毁林下限值的计算结果:毁林面积1395.5~1576.1km²,毁林覆盖率12.2~13.8%,是较为可靠的。该方法在定量研究历史植被方面是一次有益的探索。

关键词:云南东川;清代民初;人类活动;森林破坏;定量研究

中图分类号:Q948.12⁺4

文献标识码:A

东川区位于云南省昆明市东北部。长期以来,存在两大突出的生态环境问题:一、生态环境极度退化,恢复、重建难度大,是我国有名的金沙江干热河谷区和生态脆弱带;二、泥石流灾害异常活跃,是我国泥石流灾害的高频暴发区之一,被国内外称之为“泥石流天然博物馆”。

以上两大生态环境问题的存在及其严重化程度,无疑与当地森林植被的变迁、退化、破坏密切相关。那么,历史上特别是与现代生态环境状况较为密切的近代,其森林植被状况如何;生态环境总体质量如何;泥石流活动是否仍像今天一样活跃;更进一步,在森林植被和生态环境的退化过程中,二者与泥石流活动的对应关系是如何消长的;还有,在此退化过程中,人类活动的负面影响究竟有多大或贡献率是多少。所有这些问题的探讨和最终解决不仅在生态环境变迁和泥石流学科建设方面具有较大的理论价值,而且对当前东川区的生态环境建设及泥石流灾害防治具有较强的现实意义和警示作用。

本文是对以上若干问题初步研究的部分成果,是回答以上大多数问题的基础性工作。关于人类活动对历史森林植被破坏之研究,目前的研究方法大多主要利用古代文献零星记载的相关文字资料进行

定性研究或描述性研究,偶有一些定量结果,也多是根据文字记载的推测,较少通过定量计算获得,主观随意性较强;即是有一些简单的计算,也因未考虑森林破坏后的恢复能力而做出了误差较大的偏高估计,往往偏高数倍至数十倍,并且这些定量结果,基本上只是包括木材消耗量或累计破坏的森林面积等指标,作者目前还尚未检索到有关将这些指标如何科学、合理地转化为森林覆盖率的文献。本文采用东川清代民初的部分相关资料及文中确定的若干参数,特别是在计算方法上引入了表征森林动态恢复能力的指标——演替速率,较好克服了以往研究方法的不足,因此,该方法较为科学、合理。本文用改进后的方法对东川清代民初“土法炼铜”(1726~1938年)、农业垦殖(1700~1911年)和薪柴毁林(1700~1911年)三种主要人类活动对森林植被的破坏情况进行了初步的定量评估和小心求证,在研究方法上是一次有益的探索和改进,想必其定量研究结果也更为可信、可靠。

1 “土法炼铜”对森林植被的破坏

1.1 东川“土法炼铜”简史

收稿日期(Received date):2002-09-10; **改回日期**(Accepted):2003-04-30。

基金项目(Foundation item):中国科学院创新项目(KSCX1-07):岷江上游生态环境极度退化区山地灾害综合防治试验示范项目资助。
[Supported by the item of experiment and demonstration study on the comprehensive control of mountain disaster of ecologically, extremely degraded area on the upper reach of Min River that belongs to the branch of The Innovating Project of Chinese Academy of Science (KSCX1-07)]

作者简介(Biography):周麟(1964-),男,汉族,甘肃白银市人,硕士,副研究员,主要从事退化生态系统的退化动力、机理、过程及恢复、重建研究工作。[ZHOU Lin(1964-), male, Han nationality, from Beiyin City, Gansu Province, Master of Science, Vice-fellow, mainly carrying out the studies on the degraded power, mechanism, process and restoration, rehabilitation of the degraded ecosystem.]

“土法炼铜”,简单说来就是以木炭为能源冶炼铜的方法。东川“土法炼铜”距今已有两千多年历史。据云南省文物考察队鉴定,上世纪80年代初在东川普车河古墓群出土的已炼过的铜渣,其年代迟于西汉前期。从云南诸多地方先后出土的铜洗、盘、釜、釜和陕西勉县出土的铜洗等铸造有款识“某某年堂狼造”字样的青铜器便为东汉时期东川铸造。据史书记载,现在东川东南部及会泽县古称堂狼,至今此山名犹存,位于今会泽县与巧家县之间^[1]。

东汉以后至元代关于东川炼铜及青铜器制造情况不再见于著录,这或许是因为这一时期东川炼铜及青铜制造业较为萧条,或许是由于青铜器上不再铸印地名款识,被当时人们所忽略之故。

明代万历年间之后,铸币量日益增多,相应对铜的需求量大增,随之也加大了对东川铜矿的开采,据记载^[2],现今的东川矿务局所在地汤丹矿就是在明

代这一时期开办起来的,地名“汤丹”便从当时炼铜的革新技术“以汤沃之,其色始丹”而来。

清代是我国产铜的最盛时期,当时产铜量最大的属云南省,而东川又属云南之最。据记载^[3]，“在清代,云南产铜占全国81%,东川产铜占云南全省72%,”也就是说,当时东川产铜占全国的58%,达一半以上。据朱熙人等著《云南矿产志略》记载,东川府清代民初1726~1938年197a间(其中1859~1873年15a间停产),共生产粗铜751983.47~914483.47t,平均年产量3817.2~4642.1t。另据《东川古代简史》记载,清代东川各大小铜厂先后有31个,其中最大的汤丹厂最高年产量曾达到 $6\sim 6.5\times 10^4$ t,这是一个相当大的产量,个别年份有可能达到,如果再加上其它小厂的年产量,将是一个很大的数字。可见清代东川的产铜量相当大,详见表1。

表1 清代民初(1726~1938)铜产量及毁林情况统计表

Table 1 Output of bronze and magnitudes of forest destruction from 1726 to 1938

年代 year	年数(a) numbers of year	铜总产量(t) total output (t)	年平均产铜量 average output(t/a)	毁林 forest destruction
1726~1737	12	33750~37500	2812.5~3125	1. 假定一次性砍伐后永远不能再生,则毁林情况:面积7519.8~9149.8 km ² ,覆盖率65.9%~80.1%,这应比实际毁林数字偏大 2. 假定砍伐后,可全部恢复,则毁林情况:面积2506.6~3048.3 km ² ,覆盖率22.0%~26.7%,这应比实际毁林数字偏小 3. 如果计算到中、幼龄情况,则实际减少森林面积和森林覆盖率估算下限值分别为835.5~1016.1 km ² 和7.3%~8.9%
1738~1858	121	691250~850000	5712.8~7024	
1859~1873	15	0	0	
1874~1887	14	3750	267.86	1. If cut, forest couldn't regenerate anew, destruction forest: area of 7519.8~9149.8km ² , coverage of 65.9%~80.1%. The numbers should be larger than actual ones. 2. If cut, forest could regenerate fully, destruction forest: area of 2506.6~3048.3km ² , coverage of 22.0%~26.7%. The numbers should be smaller than actual ones.
1888~1906	19	11875	625	
1907~1911	5	4062.5	812.5	
1912~1938	26	7296.97	278.47	
合计 total	197	751983.47~914483.47	3817.2~4642.1	

1.2 “土法炼铜”对森林植被破坏情况估算

在进行估算前,有几个重要参数必须确定:铜炭比、炭柴比、木材比重和单位面积森林蓄积量。铜炭比即生产单位重量铜所消耗的木炭。据《东川古代简史》及蓝勇先生《古代交通生态研究与实地考察》资料,古代东川“土法炼铜”铜炭比宜为1:15。炭柴比即烧制单位重量木炭所消耗的木材。据赵冈先生资料为1:3^[4]。木材比重即单位体积木材的重量。木材的比重随不同树种、材质相差较大,0.8、0.6和

0.4都有资料报道^[5~7],本文选用平均值0.6。单位面积森林蓄积量常因森林地带、林龄和树种等不同而差别也很大,甚至相差数倍;有人曾对秦岭地区的森林(内有许多巨大)蓄积量进行过调查,为75 m³/hm²^[8],1982年全国林业统计资料显示全国平均林木蓄积量为70.5 m³/hm²^[9],最新资料记载^[10],我国现有森林平均蓄积量为75 m³/hm²,综合以上三个森林蓄积量数字再考虑到清代东川地区较现代气候条件好,气温较低,水分条件亦较丰富的特点,本

文选用单位面积森林蓄积量为 $75 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

以上四个参数确定以后,我们根据表 1 提供的数据进行计算。从清代 1726 年至民国 1938 年的 197 a 间“土法炼铜”所砍伐的森林蓄积量为 $56\,398\,760 \sim 68\,586\,260 \text{ m}^3$ 。即:

$$\begin{aligned} \text{砍伐的森林蓄积量} &= \frac{\text{铜产量} \times 15 \times 3}{\text{木材比重}} \\ &= \frac{(751\,983.47 \sim 914\,483.47) \times 15 \times 3}{0.6} \\ &= 56\,398\,760 \sim 68\,586\,260 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

这相当于砍伐 $7\,519.8 \sim 9\,144.8 \text{ km}^2$ 的森林面积,占清代民末时期东川府总国土面积 $11\,419 \text{ km}^2$ 的 $65.9\% \sim 80.1\%$,这是假定所有林地被砍伐后完全不能恢复条件下的静态计算结果。实际上应该考虑森林的恢复能力,进行动态计算。

我们知道,人类活动对森林破坏采伐后的恢复再生能力主要决定于破坏的方式、规模、强度以及当时的气候条件。从前面东川“土法炼铜”简史我们知道,清代以前 1 000 多 a 铜产量较低,时断时续,加之当时人口数量少,生产、生活方式落后,可以推测那时“土法炼铜”及后面要专门论述到的农业垦殖及薪炭利用方式对天然森林植被的破坏作用很有限,即其破坏作用和影响还远未超过森林生态系统的承受能力,完全能够从采伐迹地自然恢复到当时的稳定森林植被。但是,清代民末时期,“土法炼铜”对森林植被的破坏规模及程度较此以前要大得多。尽管如此,为了计算最低森林消耗量,我们仍假定:这一时期人类砍伐的主要是乔木,灌、草植被破坏程度较小,原始土壤保持较好,土壤中有较为丰富的更新繁殖体,幼苗和种子;一旦停止破坏,可以从采伐迹地自然恢复到当时的稳定森林植被。在气候方面,根据竺可桢先生对中国 5 000 a 来的气候变迁研究结果,清代中国气候较现在偏冷,这从水热组合效应方面也支持这一假设。

在建立了以上假设条件之后,再来确定清末民初从采伐迹地至地带性稳定森林群落的恢复演替速率。据资料^[11,12],寒温性云杉、冷杉林皆伐后恢复演替到稳定森林群落的时间为 $80 \sim 100 \text{ a}$;暖温性思茅松林在土壤深厚、光照充足的条件下,采伐后恢复需要 $40 \sim 50 \text{ a}$;清末民初东川地区其森林植被类型应是偏干性常绿阔叶林和松栎类林^[13],为此,根据上述清末民初森林采伐迹地、土壤、植被条件推断,气候证据以及参照云杉、冷杉林、思茅松林的恢复演替速率,确定清末民初东川地区至地带性森林群落

的恢复演替速率为 65 a 。这也就是说,在清末民初 197 a 间,每 65 a 为一个恢复周期,第二个 65 a 结束时(即第 130 年时),被第一个 65 a 所采伐的森林已全部恢复,到第三个 65 a 结束时,第二个 65 a 被采伐的森林又已全部恢复,这样在 195 a(可以近似认为在 197 a 间)实际被减少的森林数量只是一个周期的采伐量,即静态计算结果的 $1/3$,减少蓄积量为 $18\,799\,586 \sim 22\,862\,086 \text{ m}^3$,折合毁林面积 $2\,506.6 \sim 3\,048.3 \text{ km}^2$,毁林覆盖率 $22.0\% \sim 26.7\%$ 。至此,还需进一步计算土法炼铜实际减少的森林覆盖率,因为动态方法计算的被减少森林覆盖率是指材积较大的近熟林和成熟林,而实际我们所指的森林覆盖率是有林地面积占总国土面积的百分数。有林地不仅包括近熟林和成熟林,而且还包括郁闭度达到要求的中幼林,我国现行计算标准为郁闭度达 0.2(包括 0.2)以上。据对东川现代造林地调查,约需 15 a 左右人工林可达具有一定郁闭度的中幼林,而自然林恢复到中幼林应比人工林时间要长,假定为 20 a,这样将上面的 65 a 中的前 40 a 以前采伐迹地至第 197 a 时算作有林地,则实际减少森林覆盖率为减少近熟林和成熟林的 $1/3$,即减少森林面积 $835.5 \sim 1\,016.1 \text{ km}^2$,减少森林覆盖率 $7.3\% \sim 8.9\%$ 。

2 农业垦殖对森林植被的破坏

可以说,自从人类进入原始的种植农业时期,就开始了土地垦殖及森林植被的破坏,只是当时对森林植被破坏很小而已。随着人口的不断增长,对森林植被的破坏作用愈来愈大,在历史上又以清代最为严重。人类对森林植被的破坏方式和目的可概括为两类:一类是为了垦殖发展农业等生产行为而砍伐森林。若是砍伐开垦后永久种植农业,则永久性毁灭了与开垦地等面积的森林;若是实行“刀耕火种”或“游耕”方式,则对森林的破坏作用更大。农业垦殖一般都是首先开垦离居民点较近,地形平坦、水源、交通条件便利的河谷地带,然后逐渐向外围和较高海拔区域扩展。另一类是为了日常生活行为而对森林植被的砍伐,以取得薪柴和木材等,这种方式对森林植被的破坏作用较为缓慢,强度较低,一般可以恢复。以上两类破坏森林的方式,其破坏作用大小,都是人口数量的函数,人口愈多,森林消耗量愈大,破坏范围与程度也愈大,随之其恢复、再生难度也增

大,甚至重度反复破坏地段,永久性不能恢复。

据文物工作者考证,东川境内的金沙江流域、小江沿岸早在 10 000~4 000 a 前,就有古老的民族生活在这里,以后陆续有不少人口逐步移入,但人口增长最快的时期基本与中国其他地区一致,即明、清时期。东川清代以前的人口数量当地无史料记载,也无法从同期云南省人口数量中分离出来,东川有文字记载的人口数量是从清代开始的,根据《东川古代简史》提供的人口资料^[14],将清代各期的人口数量列于下表 2,并根据人口数量计算农业垦殖对森林植被的破坏情况。同样,在计算前需确定一个重要参数即清代东川地区人均耕地面积,这实际上是一个比较棘手的问题,一是因为当时为了避免征税,统

计上报耕地面积普遍偏小,当然人口数量也存在这一问题;二是因为人均耕地面积随时代变化较大,某一阶段的人均耕地数量对整个朝代的代表性较差,尤其是对于人口变化较大的朝代。据蓝勇等人研究资料^[15],四川省人均耕地面积在乾隆 48 年(1783 年)为 0.33 hm²,到嘉庆 17 年(1812 年)为 0.25 hm²,至道光 30 年(1850 年)为 0.17 hm²,平均为 0.25 hm²;据东川区最新的土地详查资料,现在东川人均耕地面积 0.17 hm²;这样参考四川省清代以上部分年代的人均耕地面积均值、东川现有人均耕地面积以及充分考虑到当时清代东川的生产力水平,将清代东川的人均耕地面积估定为 0.27 hm²。据此计算的垦殖毁林情况列于表 2。

表 2 清代(1700~1911)垦殖毁林情况统计表

Table 2 Forest destruction caused by agro-reclamation in Qing Dynasty(1700~1911)

年代 year	人口 population	总耕地面积 total area of farmland(km ²)	毁林面积 area of destroyed forest(km ²)	毁林覆盖率 coverage of destroyed forest(%)	备注 remarks
1700	9456	25.22	25.22	0.22	毁林面积是按照开垦后永久固定种植的计算结果。这比实际毁林数字偏小。若按“游耕”的方式进行开垦,其毁林面积比表内数字大得多,无法估算。
1731	100000	204.73	204.73	1.79	
1735	23760	63.36	63.36	0.55	Areas of destruction forest are those used for farmland forever, after cut. The numbers are smaller than actual ones. If location of farmland is often changed, the actual areas of destruction forest are much larger than ones here, it is also difficult to count.
1761	66911	178.43	178.43	1.56	
1884	59482	158.62	158.62	1.39	
1911	200000	533.33	533.33	4.67	

3 薪炭利用方式对森林植被的破坏

薪炭利用方式是人类日常生活行为中对森林植被破坏及木材消耗量较大的一项,在进行薪炭利用方式对森林植被的破坏作用定量计算之前,仍需要确定三个参数:木材比重、单位面积森林蓄积量和每日每人或每年每人平均薪炭消耗量,前两个参数文中前面已经确定。关于人均薪炭消耗量,龚胜生曾对唐代长安的薪炭供给制度进行过详细研究,指出 6~9 品官的薪炭供给量为每日每人 1.5 kg^[16],对此,赵冈认为这一标准应与薪炭较为宽裕地区的一般平民的消耗量相当;另外,有人在 1980 年左右在滇南九县调查当地居民的木材消耗量,以石屏县为

例,则每人每日烧薪柴 1.65 kg,比较后,本文采用每日每人平均薪炭消耗量 1.65 kg 的参数。这三个参数确定后,根据清代人口数量进行薪炭利用方式对木材消耗量及森林植被的破坏情况计算,结果列于表 3。

以上我们重点对清代民初(1700~1938 年)共 238 年间人类活动对东川森林植被三种主要破坏方式的破坏作用大小进行了定量评估,各个破坏方式对森林植被的破坏作用大小从表 1~3 一目了然。但是,这三种方式对森林植被破坏的总量是否可采用简单加法运算来进行定量综合评估呢?作者认为是可以的。这是因为从三种破坏方式的时空关系来看,在时间上,三种方式是同时进行的,即每种方式为了实现各自的行为目的分别单独同时进行,基本

上不存在某一行为目的实现的同时也达到其它两个行为目的(在极少数情况下,也可能存在二个或三个行为目的同时实现的情况,但其占比例很小);不仅如此,而且三种破坏方式的强度变化在时间上也应基本一致,因它们都是人口变化的函数。在空间关系上,“土法炼铜”和薪炭利用两种方式直接目的相似,都是为了获取木材,而垦殖方式是为了获取森林采伐迹地以用作种植农业,从表面看种植农业完全可以利用前两种破坏方式留下的采伐迹地而无需另外再采伐森林来进行农业种植,但从以上三种方式时间关系分析来看,一则它们是同时进行的,并且强度也基本一致,二则人类生存需要粮食,需要耕地不可能过多消极地去等待采伐迹地,而是更主动地、直接地焚烧或采伐森林以获取耕地。三则清代民初农业技术比较落后,加之当时人们的耕种方式较多采用“刀耕火种”的方式,即在焚烧森林后留下的木灰中及时种上农作物,到地力下降后,重新异地开垦。至今,在我国西南地区的一些山区仍可见到这种耕种方式。即是假设部分种植农业用地为其它两种方式破坏后留下的采伐迹地,也基本上不存在重复计算毁林面积的问题,因“土法炼铜”方式仅计算了一个恢复周期即 65 a 的 1/3 时期约 20 a 的毁林面积,约 20 a 以上的采伐迹地已算作有林地面积,若农业垦殖要在这类已恢复森林的土地上种植农业,显然需重新砍伐,故总毁林面积中也需计入垦殖方式的毁林面积;若在少于 20 a 左右的采伐迹地上种植农业,则 20 a 左右后“土法炼铜”方式重新需在另一空间破坏相同面积的森林来弥补,其破坏面积总量不变,故仍需计算农业垦殖毁林面积。农业种植占用薪炭利用方式破坏后留下的采伐迹地数量不会很多,也就是说在某一年、某几年或较短时期内可能存在薪炭方式破坏后留下的迹地全部被农业种植所利用,但从较长时期来说,不可能全部被占用(这一现象也适用于农业种植与“土法炼铜”破坏方式之关系分析),这是因为薪炭利用破坏方式是经常的、日常的、不间断的行为,农业垦殖与之相比较,在某一历史时期其耕地面积相对较为稳定。

通过以上分析知道,“土法炼铜”、农业垦殖和薪炭利用三种人为森林破坏方式,至清末民初共毁林下限值分别为:毁林面积 1 395.5~1 576.1km²,减少森林覆盖率 12.2%~13.8%。

实际上,“土法炼铜”、垦殖及薪炭利用采伐森林的强度在空间上是极不平衡的,即首先采取“就近采

伐、方便采伐”的方式,离铜厂和居民点愈近、交通愈为便捷的地段,采伐强度愈大;反之,则小。因此河谷地带就成为采伐的首选地区,其采伐活动最为集中,采伐强度也最大。而我们以上计算的人类活动毁林下限值包括毁林面积和毁林覆盖率两项指标是按当时国土面积平均分配计算的结果,因此这一结果对河谷地区偏低,而对中、高山地区可能又偏高。这正如王大岳《论铜政利病状》一书所说“近山森林已尽。”

表 3 清代(1700~1911)薪炭利用毁林情况统计表

Table 3 Forest destruction used for fuel in Qing Dynasty(1700~1911)

年代 year	人口 population	年薪炭消耗量 (m ³ /a) consumption of fuel forest	毁林面积 (km ²) area of destroyed forest	毁林覆盖率 (%) coverage of destroyed forest
1700	9456	9456	1.26	0.01
1731	76772	76772	10.24	0.09
1735	23760	23760	3.17	0.03
1761	66911	66911	8.92	0.08
1884	59482	59482	7.93	0.07
1911	200000	200000	26.67	0.23

4 结论与分析

1. 清末民初人类活动对当时东川地区森林覆盖率减少的下限值为 12.2%~13.8%。这里所说的下限值即最低值,就是说清末民初人类活动对当时东川地区的森林覆盖率至少降低了 12.2%~13.8%。为什么说这一比例是下限值或最低值呢?第一,这通过文中三种方式破坏森林的计算依据和计算过程就可以明白:“土法炼铜”破坏方式是在被破坏的森林完全可以再生的假设条件下计算的毁林面积,实际情况可能并非如此,如本文前面反复提到的河谷地区可能要严重得多,反复破坏后,可能永久性地未能恢复。农业垦殖破坏方式也是假定一旦土地被开垦便在同一块地永久种植,不出现弃耕废田的情况下计算的毁林面积,或者即是弃耕废田,重新垦殖毁林,而弃耕的土地仍可恢复森林植被,这种假设条件可能与当时的真实情况相差很大,古代居民常采用“游耕”或“刀耕火种”的方式开垦土地,游耕不仅使破坏森林的实际面积远大于文中计算的数

字,而且“刀耕火种”也使被火实际毁灭的森林面积远大于其实际耕种面积。薪炭利用方式毁林面积仍是在假定被砍伐后的森林全部可以自行恢复条件下计算的,显然条件也很理想化。因此三种方式在假定条件下计算出的毁林覆盖率之和应是它的毁灭森林的最低比率。第二,这一比率是最低值还有另外一层含义,即这一比率仅反映了全部人类活动中对森林破坏最大的三个方面的影响而非全部人类活动的影响,如政府、官方用材、居民建房用材、煮盐用材、木商贩卖等等。

2.“土法炼铜”是清代民初三种主要人类活动中对东川当时森林植被破坏最大的因素“土法炼铜”、农业重殖和薪炭利用方式对当时森林破坏的贡献率依次为62.3%,35.9%和1.8%。并由此推测,“土法炼铜”这一事件也是对现代东川尤其是干热河谷地带植被条件及生态现状乃至泥石流灾害影响最为深远的历史因素之一。

3.人口快速增长是导致东川地区清代民初森林破坏及生态环境退化的最基本原因。这从表2、表3中可以清楚的看出,随着人口增长,农业垦殖及薪炭利用两种方式对森林植被的破坏作用同步增大;“土法炼铜”方式的破坏作用,表面上表现为决定于铜生产量的大小,实际上,其背后的基本因素仍是人口因素——人口增长,社会、经济生活对铜的需求量便增大,随之对森林的破坏及采伐量便增大。

4.利用有限历史资料进行历史植被破坏情况定量估算,在研究方法上是一种大胆且有益的尝试,特别是在计算方法中充分考虑了森林植被的自我恢复能力和演替速率,较为有效地剔除了以往人们在计算中因未考虑森林再生能力而造成的毁林情况的偏高估计,因此文中的计算结果更为可靠。

参考文献(References):

- [1] Zhang Qin-quan, Tang Chang-gan, The ancient brief history of Dong Chuan, 1988. 32. [张清泉,唐昌干.东川古代简史,1988,32.]
- [2] Zhang Qin-quan, Tang Chang-gan, The ancient brief history of Dong Chuan, 1988. 207. [张清泉,唐昌干.东川古代简史[M],1988,207.]
- [3] Zhang Qin-quan, Tang Chang-gan, The ancient brief history of Dong Chuan, 1988, 235. [张清泉,唐昌干.东川古代简史[M],1988.235.]
- [4] Zhao Gang. The changes of ecological states in Chinese history. Beijing: Environmental science press of China, 1996, 71~75. [赵冈.中国历史上生态现状之变迁[M].北京:中国环境科学出版社,1996,71~75.]
- [5] Zhao Gang. The changes of ecological states in Chinese history. Beijing: Environmental science press of China, 1996, 70. [赵冈.中国历史上生态现状之变迁.北京:中国环境科学出版社,1996,70.]
- [6] Xu Hui-min. The development and utilization of coal during Northern Song Dynasty. *The study of Chinese history*, 1987, (2): 144. [许惠民.北宋时期煤炭的开发利用[J].中国史研究,1987,(2):144.]
- [7] Gong Sheng-sheng. The initial study on the fuel wood supply and marketing of Chang An in Tang Dynasty. *Monograph of Chinese historical geography*, 1991(3): 142. [龚胜生.唐长安城薪炭供销的初步研究[Z].中国历史地理论丛,1991,(3):142.]
- [8] Zhou Yun-an. The historical changes and self-thinking of forest Vegetation in Qin Lin Mt. *Monograph of Chinese historical geography*, 1993(1): 56. [周云庵.秦岭森林的历史变迁及其反思[Z].中国历史地理论丛,1993,(1):56.]
- [9] Agricultural statistics, Beijing: Chinese Statistics press, 1985: 241. [农业统计.北京:中国统计出版社,1985:241.]
- [10] Center of the study of environment and development, Chinese Academy of Social Science. *Reviews of Chinese environment and development (Vol.1)*. Beijing: Chinese Documental press of social science, 2001: 135. [中国社会科学院环境与发展研究中心.中国环境与发展评论(第一卷)[M].北京:中国社会文献出版社,2001:135.]
- [11] Lin Peng. *Phytocoenology*. Shanghai: Sci-technical press of Shanghai, 1986: 181. [林鹏.植物群落学.上海:上海科学技术出版社,1986:181.]
- [12] Zhou Yi-liang. *Chinese Forest*. Beijing: Science press, 1990: 131. [周以良.中国的森林[M].北京:科学出版社,1990:131.]
- [13] Zhou Lin. Vegetation evolution in Yuan Mou dry-hot Valley in Yun Nan province since Quaternary period. *Mountain research*, 1996, 14(4): 239~242. [周麟.云南省元谋干热河谷第四纪植被演化.山地研究,1996,14(4):239~242.]
- [14] Zhang Qin-quan, Tang Chang Gan, The ancient brief history of Dong ChuAn, 1988: 66~67. [张清泉,唐昌干.东川古代简史[M].1988.66~67.]
- [15] Lan Yong. *Ecological study and field survey for the ancient traffic*. Chengdu: Sichuan People's press, 1999: 587. [蓝勇.古代交通生态研究与实地考察[M].成都:四川人民出版社,1999:587.]
- [16] Gong Sheng-sheng. The initial study on the fuel wood supply and marketing of Chang an in Tang Dynasty. *Monograph of Chinese historical geography*, 1991, (3): 137-153. [龚胜生.唐长安城薪炭供销的初步研究[Z].中国历史地理论丛,1991,(3):137~153.]

Quantitative Estimate on Destruction Forest Caused by Human Activities in Dongchuan Region of Yunnan Province During Qing Dynasty and Early Stage of Republic of China

ZHOU Lin

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Science & Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041, China)

Abstract: The paper quantitatively estimates the magnitudes of destruction forest caused by three kinds of main human activities, i. e. agricultural reclamation, bronze-smelting and cutting for fuel forest, in Dongchuan Region of Yunnan Province during Qing Dynasty and early stage of Republic of China. In the paper, the research method is improved further, and it is a useful new exploration, furthermore, it is considered that ability of forest regeneration or forest successional rate is an important factor that should be considered in the course of quantitative study. By means of the improved new method, not only the magnitudes of destruction forest in various stages of Qing Dynasty and early stage of Republic of China, but also the minimum values of destruction forest at end of Qing Dynasty and at beginning of Republic of China are estimated. Hence, the results are more reliable, more objective than results done by others in old method before.

Key words: Dongchuan region of Yunnan Province; Qing Dynasty and early stage of Republic of China; human activities; destruction of forest; quantitative estimate